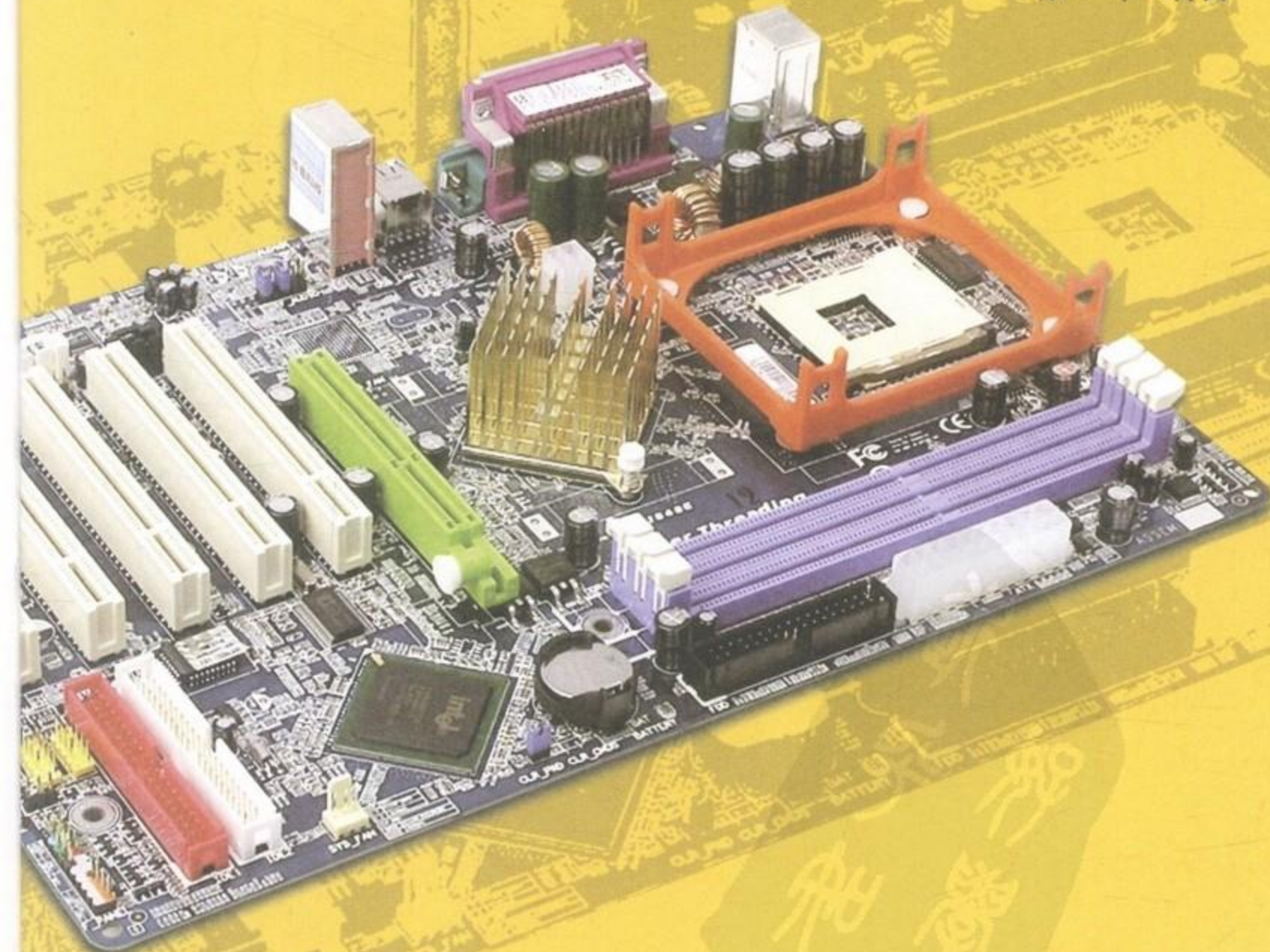


主板维修

从入门到精通

张 军 编著



科学出版社

北京科海电子出版社
www.khp.com.cn

内 容 简 介

本书由资深主板维修培训师精心编写，以最新主板为基础，全面、系统、深入地讲解了主板元器件的识别和检测、主板各种单元电路的结构原理、单元电路故障测试点、单元电路故障检修流程、故障维修方法、动手实践6大主题，是迄今为止技术最新、内容最全的主板维修书籍。全书提供了200余个厂家电路图、12个故障诊断流程图、22节跑线实训课程，配合2DVD 巨型高清晰超大容量多媒体实战教学光盘（特邀北京中关村主板维修专家实战演示），由浅入深，让你以最经济、最节省时间的方式，快速成长为专业硬件维修工程师。

本书强调动手能力和实用技能的培养，在讲解上使用了独具特色的主板实物图+厂家电路图的图解教学法，有助于新手快速入门。全书技术先进，编排新颖，可以作为专业主板维修人员、主板维修初学者、电脑维修爱好者、企事业单位电脑维修人员的学习用书，还可以作为培训机构、大专院校、技校和职业高中的教学参考书。

图书在版编目（CIP）数据

主板维修从入门到精通/张军编著.—北京：科学出版社，2007

ISBN 978-7-03-020304-5

I.主… II.张… III.微型计算机—硬件—维修 IV. TP360.3

中国版本图书馆CIP数据核字（2007）第150456号

责任编辑：何立兵 / 责任校对：刘雪连
责任印刷：科 海 / 封面设计：林 陶

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

北京雅彩印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007年11月 第 一 版

开本：16开

2007年11月第一次印刷

印张：20.75

印数：000 1~5 000

字数：504千字

定价：68.00元（2DVD）

（如有印装质量问题，我社负责调换）

多媒体教程导读

一般情况下，将光盘放入光驱后，多媒体教程就会自动播放。如果不能自动播放，可以通过双击光盘根目录下的AutoRun.exe文件来运行。如果不能正常播放多媒体教程，请安装视频解码器。



DVD1的主界面

本套多媒体教程包括以下4大主题，全程语音讲解，播放时长2个多小时。

DVD1学习内容

维修工具使用方法

- ▶ 更换I/O芯片的方法
- ▶ 更换USB接口插座的方法
- ▶ 恒温烙铁的使用方法
- ▶ 热风枪的使用方法
- ▶ 万用表的使用方法
- ▶ 吸锡器的使用方法
- ▶ 主板诊断卡的使用方法

主板元器件检测实战

- ▶ 场效应管的检测
- ▶ 电感器的检测
- ▶ 电容器的检测
- ▶ 电阻器的检测
- ▶ 对地阻值测量方法
- ▶ 二极管的检测
- ▶ 晶振的检测
- ▶ 三极管的检测
- ▶ 稳压器的检测



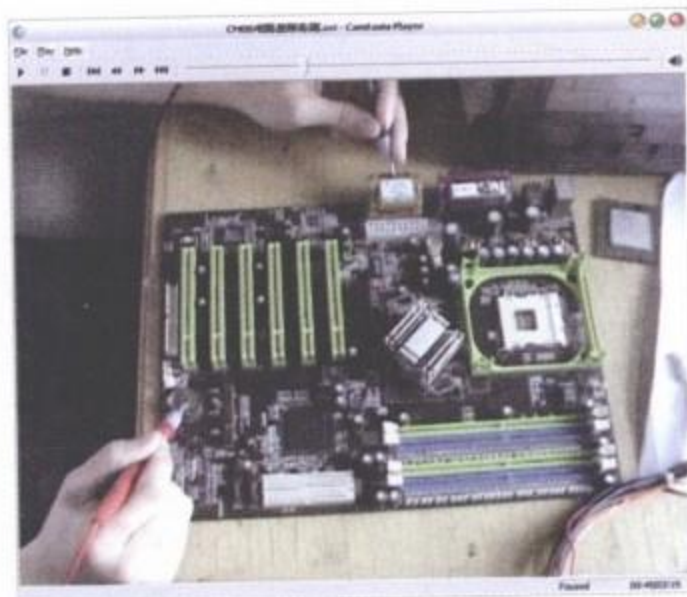
主板诊断卡的使用



三极管的检测

● 主板主要电路检测实战

- ▶ CMOS电路故障检测
- ▶ CPU供电电路故障检测
- ▶ USB接口电路故障检测
- ▶ 复位电路故障检测
- ▶ 键盘、鼠标接口电路故障检测
- ▶ 开机电路故障检测
- ▶ 时钟电路故障检测

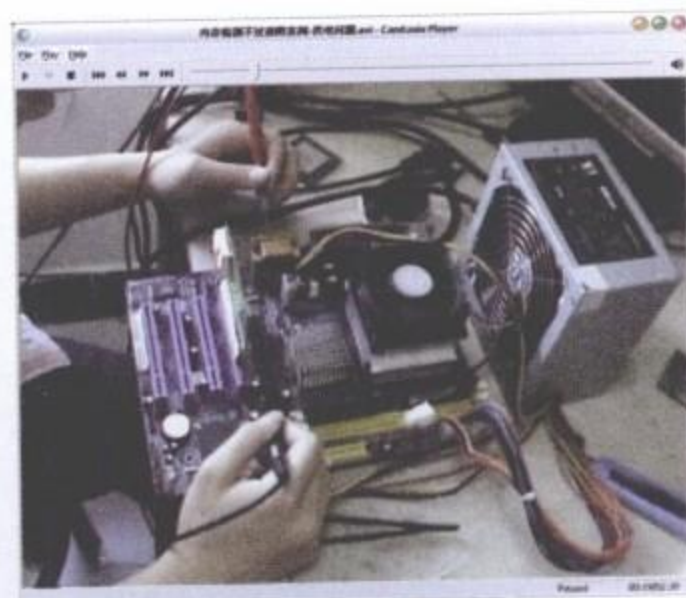


CMOS电路故障的检测

DVD2学习内容

● 常见故障维修案例实战

- ▶ CPU不工作故障案例—供电问题
- ▶ CPU不工作故障案例—时钟问题
- ▶ 不开机故障案例—I/O问题
- ▶ 不开机故障案例—电容和上管问题
- ▶ 不开机故障案例—上管问题
- ▶ 复位灯常亮故障案例—门电路问题
- ▶ 键盘接口故障案例—保险问题
- ▶ 内存检测不过故障案例—供电问题



供电问题造成通不过内存检测的维修界面



前言

如果你是一个梦想成为精通电脑主板维修技术的初学者，但又苦于求师无门，阅读本书，将会助你一臂成功之力。

如果你是一个职业主板维修人员，本书的大量专业技术、维修技巧和窍门，对厂家维修电路图的深入剖析，同样可以让你受益匪浅。

对于初学者，想学好主板维修技术，需要先找一些实用的资料看看，然后找一个师傅带带。由于师傅通常不可能专门教你，最主要的还是自己学好基本技能（自己掌握各单元电路的工作原理、详细电路组成、主要芯片的针脚资料、跑线等），那就得有一套很系统的学习教程才行（要对各主板电路讲解非常系统，要有详细的厂家电路图和常用资料，要有各主要测试点的参数总结及维修方法总结等）。有的学员通过网上论坛获得资料，但论坛中的资料大都是重复又重复，实用价值也不是很高。

目前很多维修人员普遍存在对主板工作原理认识不系统、维修技术不规范等问题，主板维修的成功率并不高。如果系统地学习一本维修资料，同时在维修时参考维修资料中的厂家电路图、参数进行维修，对提高维修人员的维修成功率将有非常大的帮助。本书就是针对这些维修人员的需要而编写的。

本书特点

最新技术，内容丰富

最新——讲解了当前最新的主板（包括PCI-E、DDR2、SATA等接口，LGA 775、Socket 939/940等CPU插座，六相供电技术等）；最全——涉及主板元器件的识别和检测、主板各种单元电路的工作原理、主板故障测试点、主板故障检测流程、故障维修方法、动手实践6大主题。另外，各个主题涉及的内容也非常全面，如CPU供电电路讲解了单相供电电路、两相供电电路、三相供电电路、四相供电电路、六相供电电路、多组供电电路等。可以说本书是迄今为止技术最新、内容最全的主板维修书籍。

DVD光盘，专家实战指导

为配合本书，特邀请北京中关村专业的主板维修公司拍摄了主板维修多媒体教学视频课程，重点讲解了主板各种元器件的识别和检测方法、维修工具的使用方法、主板各单元电路的检测、主板常见故障的检测维修过程等，结合光盘读者能轻松获得主板维修实践经验，同时快速掌握主板检测维修技术。

图解教学，轻松学习

本书使用了独具特色的主板实物图+厂家电路图的图解教学法，有助于新手快速入门；此外，还总结了大量主板故障的维修流程图，结合流程图可以一目了然地看清所学知识的脉络及重点，快速判断故障的原因和所在位置，节省时间，提高工作效率。

结合实践，掌握技能

结合大量的动手实践和维修实战（在光盘中），讲解了主板常见电路的跑线方法，同时深入分析了主板检测方法和维修技术。所有实践内容分析透彻，步骤清晰，使你在实践中轻松掌握主板维修技术，快速成为专业的主板维修工程师。

本书内容

本书共分10章，概要介绍如下：

第1章 主要讲解了主板的分类、结构、电路组成等。

第2章 主要讲解了万用表、诊断卡、CPU假负载等主板维修常用工具的使用方法及判断电容、场效应管等主板常用元器件好坏的检测方法。

第3章 主要讲解了主板常见故障维修方法、故障分类、产生原因和维修流程等。

第4章 主要讲解了主板PCI、AGP、PCI-E插槽，SDRAM、DDR、DDR2内存插槽，LGA 775、Socket 939等各种CPU插座的针脚定义、测试点和相应电路等。

第5章 主要讲解了键盘、鼠标接口，USB接口，串口，并口，电源接口等接口电路的结构原理，并结合厂家的实际电路图介绍了接口电路故障检测点，故障检测流程，故障维修方法，跑线实战，维修实战（在光盘中）等内容。

第6章 主要讲解了主板CMOS电路和BIOS电路的结构原理，并结合厂家的实际电路图介绍了故障检测点，故障检测流程，故障维修方法，跑线实战等内容。

第7章 主要讲解了主板开机电路的结构原理，并结合厂家的实际电路图介绍了故障检测点，故障检测流程，故障维修方法，跑线实战，维修实战（在光盘中）等内容。

第8章 主要讲解了CPU供电电路、内存供电电路、AGP插槽供电电路、南桥/北桥供电电路等电路的结构原理，通过开关电源方式和调压方式的电路图介绍了故障检测点，故障检测流程，故障维修方法，跑线实战和维修实战（在光盘中）等内容。

第9章 主要讲解了主板时钟电路的结构原理，并结合厂家的实际电路图介绍了故障检测点，故障检测流程，故障维修方法，跑线实战，维修实战（在光盘中）等内容。

第10章 主要讲解了主板复位电路的结构原理，并结合厂家的实际电路图介绍了故障检测点，故障检测流程，故障维修方法，跑线实战，维修实战（在光盘中）等内容。

本书技术先进，深入浅出，可以作为专业主板维修人员、主板维修初学者、电脑维修爱好者、企事业单位电脑维修人员的学习用书，还可以作为培训机构、大专院校、技校和职业高中的教学参考书。

由于作者水平有限，书中难免有遗漏和不足之处，恳请社会业界同仁及读者提出宝贵意见和真诚批评。Email: wjinzhu2000@163.com。

作者
2007.11



目 录

第1章 主板维修预备知识

001

1.1 学修主板三步曲

002

1.1.1 学修主板第一步

002

1.1.2 学修主板第二步

003

1.1.3 学修主板第三步

003

1.2 主板的分类

004

1.2.1 按CPU插座分类

004

1.2.2 按主板结构分类

005

1.3 主板的架构及主要元器件

005

1.3.1 主板的架构

006

1.3.2 CPU插座

006

1.3.3 内存插槽

007

1.3.4 总线扩展槽

008

1.3.5 BIOS芯片

009

1.3.6 芯片组

010

1.3.7 IDE接口

011

1.3.8 Serial ATA接口

012

1.3.9 USB接口

012

1.3.10 IEEE 1394接口

013

1.3.11 电源与外设接口

013

1.3.12 时钟芯片

014

1.3.13 I/O芯片

015

1.3.14 电源管理芯片

015

1.3.15 串口芯片

016

1.3.16 音效芯片

017

1.3.17 网络芯片

017

1.4 主板上常见英文标识	018
---------------	-----

1.5 主板电路组成	020
------------	-----

1.5.1 主板开机电路	020
1.5.2 主板供电电路	020
1.5.3 主板时钟电路	020
1.5.4 主板复位电路	021
1.5.5 主板BIOS和CMOS电路	021
1.5.6 主板接口电路	022

1.6 本章小节	022
----------	-----

第2章 主板维修常用工具及常用元器件识别与检测	023
-------------------------	-----

2.1 主板常用维修工具	024
--------------	-----

2.1.1 万用表	024
2.1.2 示波器	027
2.1.3 晶体管图示仪	031
2.1.4 电烙铁	032
2.1.5 热风焊台	034
2.1.6 编程器	034
2.1.7 主板故障诊断卡	035
2.1.8 CPU假负载	037
2.1.9 打阻值卡	039
2.1.10 其他工具	039

2.2 主板中主要元器件	040
--------------	-----

2.2.1 电阻器	040
2.2.2 电容器	046
2.2.3 电感器	050
2.2.4 晶振	054
2.2.5 二极管	055
2.2.6 三极管	058
2.2.7 场效应管	060

2.2.8 集成电路	061
2.3 主板常用元器件好坏的判定方法	064
2.3.1 判定电阻器好坏	064
2.3.2 判定电容器好坏	065
2.3.3 判定电感器好坏	066
2.3.4 判定变压器好坏	066
2.3.5 判定二极管好坏	067
2.3.6 判定三极管好坏	067
2.3.7 判定场效应管好坏	069
2.4 本章小节	069
第3章 主板维修方法	071
3.1 主板的故障分类及产生原因	072
3.1.1 主板故障分类	072
3.1.2 主板故障产生原因	073
3.2 主板故障常用维修方法	073
3.3 主板故障维修流程	075
3.3.1 主板开机引导过程	075
3.3.2 主板故障检测流程图	076
3.3.3 主板的维修步骤	078
3.4 本章小节	079
第4章 主板总线插槽电路及测试点	081
4.1 总线概述	082
4.1.1 主板总线的分类	082
4.1.2 主板总线的性能指标	083
4.2 PCI总线插槽电路及测试点	083

4.2.1	PCI总线结构	083
4.2.2	PCI插槽测试点	085
4.2.3	PCI总线插槽电路	086
4.3	AGP总线插槽电路及测试点	087
4.3.1	AGP总线结构	087
4.3.2	AGP总线插槽测试点	088
4.3.3	AGP总线插槽电路	089
4.4	PCI-E X16总线插槽电路及测试点	090
4.4.1	PCI-E X16插槽结构	090
4.4.2	PCI-E X16总线插槽测试点	091
4.4.3	PCI-E X16总线插槽电路	092
4.5	PCI-E X1总线插槽电路及测试点	092
4.5.1	PCI-E X1插槽结构	092
4.5.2	PCI-E X1总线插槽测试点	094
4.5.3	PCI-E X1总线插槽电路	095
4.6	SDRAM内存插槽电路及测试点	095
4.6.1	SDRAM内存插槽结构	095
4.6.2	SDRAM内存插槽测试点	097
4.6.3	SDRAM内存插槽电路	098
4.7	DDR内存插槽电路及测试点	099
4.7.1	DDR内存插槽结构	099
4.7.2	DDR内存插槽测试点	101
4.7.3	DDR内存插槽电路	101
4.8	DDR2内存插槽电路及测试点	101
4.8.1	DDR2内存插槽结构	101
4.8.2	DDR2内存插槽测试点	105
4.8.3	DDR2内存插槽电路	105
4.9	CPU插座及测试点	105
4.9.1	Socket 370插座测试点	105

4.9.2	Socket 462插座测试点	107
4.9.3	Socket 478插座测试点	108
4.9.4	LGA 775插座测试点	109
4.9.5	Socket 754插座测试点	109
4.9.6	Socket 939插座测试点	112
4.9.7	Socket 940插座测试点	112

4.10 本章小节 112

第5章 主板接口电路分析及故障检修 117

5.1 键盘、鼠标接口电路分析及故障检修 118

5.1.1	学修主板第一步	118
5.1.2	键盘、鼠标接口电路故障检修流程	120
5.1.3	键盘、鼠标接口电路故障检测点	120
5.1.4	键盘、鼠标接口故障维修	122

5.2 串口接口电路分析及故障检修 123

5.2.1	串口接口电路分析	124
5.2.2	串口接口电路故障检修流程	125
5.2.3	串口接口电路故障检测点	127
5.2.4	串口接口电路故障维修	127

5.3 并口接口电路分析及故障检修 128

5.3.1	并口接口电路分析	128
5.3.2	并口接口电路故障检修流程	131
5.3.3	并口接口电路故障检测点	131
5.3.4	并口接口电路故障维修	132

5.4 USB接口电路分析及故障检修 133

5.4.1	USB接口电路分析	133
5.4.2	USB接口电路故障检修流程	137
5.4.3	USB接口电路故障检测点	137
5.4.4	USB接口电路故障维修	138

5.5 电源接口电路	139
5.5.1 20针电源接口电路	139
5.5.2 4针电源接口电路	141
5.5.3 24针电源接口电路	142
5.5.4 8针电源接口电路	144
5.6 硬盘接口电路	145
5.6.1 IDE接口电路	145
5.6.2 SATA接口电路	146
5.7 动手实践	148
5.7.1 主板接口电路实习流程及方法	148
5.7.2 主板键盘、鼠标接口电路跑线实战	150
5.7.3 主板串口电路跑线实战	154
5.7.4 主板并口电路跑线实战	155
5.7.5 主板USB接口电路跑线实战	158
5.8 本章小节	160

第6章 主板CMOS电路和BIOS电路分析及故障检修 161

6.1 主板CMOS电路分析	162
6.1.1 主板CMOS电路组成	162
6.1.2 主板CMOS电路工作原理	165
6.2 主板CMOS电路故障检修流程	168
6.3 主板CMOS电路故障检测点	169
6.3.1 易坏元器件	169
6.3.2 主板CMOS电路故障检测点	169
6.4 主板CMOS电路常见故障的判定及解决方法	171
6.4.1 CMOS电路常见故障现象及原因	171
6.4.2 CMOS电路常见故障解决方法	172

6.5 主板BIOS电路	173
6.5.1 BIOS的功能和作用	173
6.5.2 BIOS芯片封装及引脚功能	174
6.5.3 主板BIOS电路	176
6.6 主板BIOS电路常见故障维修	178
6.6.1 主板BIOS电路检修流程图	178
6.6.2 主板BIOS电路故障检测点	178
6.6.3 主板BIOS电路故障维修	179
6.7 动手实践	180
6.7.1 主板CMOS电路实习流程及方法	180
6.7.2 电池供电回路跑线实战	180
6.7.3 主板ATX电源供电回路跑线实战	182
6.7.4 实时时钟电路跑线实战	186
6.8 本章小节	186
第7章 主板开机电路分析及故障检修	187
7.1 主板开机电路分析	188
7.1.1 主板开机电路工作机制	188
7.1.2 主板开机电路组成	188
7.1.3 主板开机电路工作原理	193
7.2 开机电路故障检修流程	200
7.3 开机电路故障检测点	200
7.3.1 开机电路易坏元器件	200
7.3.2 开机电路故障检测点	202
7.4 开机电路常见故障的判定及解决方法	203
7.4.1 主板开机电路常见故障现象及原因	203
7.4.2 主板开机电路常见故障解决方法	204

7.5 动手实践	206
7.5.1 主板开机电路实习流程及方法	206
7.5.2 南桥供电回路跑线实战	206
7.5.3 开机键供电回路跑线实战	209
7.5.4 开机控制信号线路跑线实战	211

7.6 本章小节	214
----------	-----

第8章 主板供电电路分析及故障检修 215

8.1 主板的供电机制	216
-------------	-----

8.2 CPU供电电路分析及故障检修	218
--------------------	-----

8.2.1 CPU供电电路组成	219
8.2.2 CPU供电电路的工作原理	222
8.2.3 单相CPU供电电路详解	223
8.2.4 两相CPU供电电路详解	226
8.2.5 三相CPU供电电路详解	230
8.2.6 四相CPU供电电路详解	234
8.2.7 六相CPU供电电路详解	238
8.2.8 多组供电电路详解	240
8.2.9 CPU供电电路故障检修流程	243
8.2.10 CPU供电电路故障检测点	243

8.3 内存供电电路分析及故障检修	245
-------------------	-----

8.3.1 内存供电电路供电机制	245
8.3.2 SDRAM内存供电电路详解	246
8.3.3 DDR内存供电电路详解	250
8.3.4 DDR2内存供电电路详解	256
8.3.5 内存供电电路故障检修流程	259
8.3.6 内存供电电路故障检测点	259

8.4 南北桥芯片组供电电路分析及故障检修	261
-----------------------	-----

8.4.1 调压电路组成的芯片组供电电路	261
----------------------	-----

8.4.2	开关电源组成的芯片组供电电路	263
8.4.3	南北桥芯片组供电电路故障检修流程及故障测试点	265
8.5	AGP供电电路分析及故障检修	265
8.5.1	调压电路组成的AGP供电电路	265
8.5.2	开关电源组成的AGP供电电路	267
8.5.3	AGP供电电路故障检修流程及故障测试点	268
8.6	PCI-E供电电路分析及故障检修	268
8.7	主板供电电路常见故障的判定及解决方法	270
8.7.1	主板供电电路常见故障现象及原因	270
8.7.2	主板供电电路常见故障解决方法	270
8.8	动手实践	272
8.8.1	CPU供电电路动手实践	272
8.8.2	内存供电电路动手实践	278
8.9	本章小节	283

第9章 主板时钟电路分析及故障检修 285

9.1	主板时钟电路分析	286
9.1.1	主板时钟电路组成	286
9.1.2	主板时钟电路工作原理	289
9.2	主板时钟电路故障检修流程	293
9.3	主板时钟电路故障检测点	293
9.3.1	主板时钟电路易坏元器件	293
9.3.2	主板时钟电路故障检测点	294
9.4	主板时钟电路常见故障的判定及解决方法	295
9.4.1	主板时钟电路常见故障现象及原因	295
9.4.2	主板时钟电路常见故障解决方法	295

9.5 动手实践	296
9.5.1 主板时钟电路实习流程及方法	296
9.5.2 主板时钟电路供电电路跑线实战	296
9.5.3 主板时钟电路的晶振及谐振电容电路跑线实战	297
9.5.4 主板时钟电路的时钟信号输出电路跑线实战	297

9.6 本章小节	298
----------	-----

第10章 主板复位电路分析及故障检修 299

10.1 主板复位电路工作机制	300
10.2 主板复位电路分析	300
10.2.1 主板复位电路分类	300
10.2.2 主板复位电路组成	300
10.2.3 主板复位电路工作原理	302
10.3 主板复位电路故障检修流程	305
10.4 主板复位电路故障检测点	306
10.4.1 主板复位电路易坏元器件	306
10.4.2 主板复位电路故障检测点	306
10.5 主板复位电路常见故障的判定及解决方法	306
10.5.1 主板复位电路常见故障现象及原因	306
10.5.2 主板复位电路常见故障解决方法	307
10.6 动手实践	307
10.6.1 主板复位电路实习流程及方法	307
10.6.2 复位电路中复位开关连接的复位线路跑线实战	308
10.6.3 PG信号线路跑线实战	311
10.6.4 南桥输出到各个设备的复位信号的线路跑线实战	313
10.7 本章小节	316

Chapter 1

主板维修预备知识



技术要点:

- 主板的分类
- 主板的结构及主要元器件
- 主板上常见英文标识
- 主板电路组成

主板是计算机系统中最大的一块电路板，是整个计算机的中枢，如图1-1所示，所有部件及外设都是通过它与处理器连接在一起，并进行通信，然后处理器发出操作指令，由相应的设备执行，所以主板是把CPU、存储器、输入/输出设备连接起来的纽带。主板的英文名字叫做“Mainboard”或“Motherboard”，简称M/B。主板上布满了各种电子元器件、插槽、接口等。它为CPU、内存和各种功能（声、图、通信、网络、TV、SCSI等）卡提供安装插座（槽）；为各种磁、光存储设备、打印和扫描等I/O设备以及数码相机、摄像头、调制解调器等多媒体和通信设备提供接口。计算机在正常运行时对系统内存、外存和其他I/O设备的操控都必须通过主板来完成，因此计算机的整体运行速度和稳定性在相当程度上取决于主板的性能。

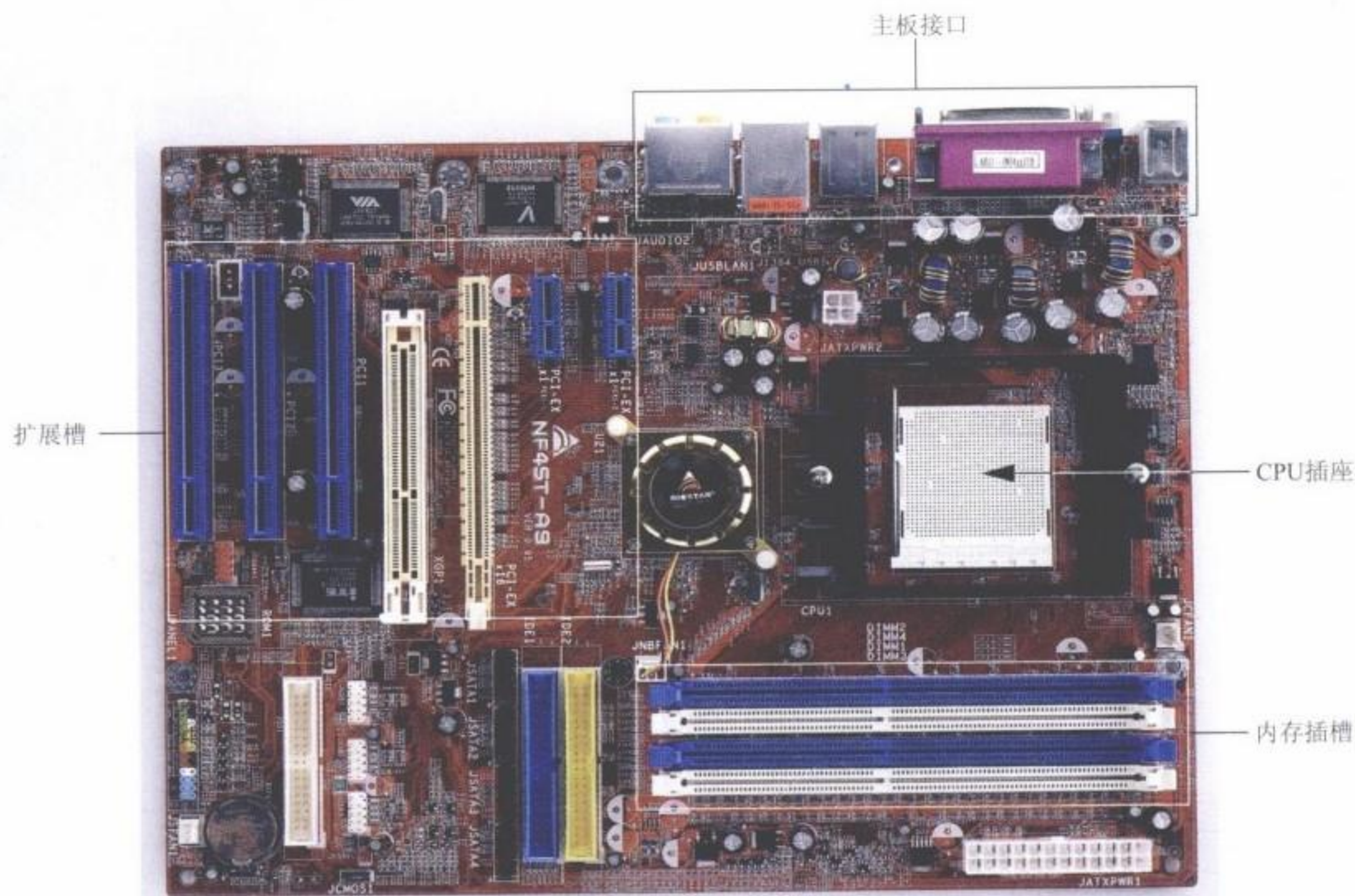


图1-1 计算机主板

1.1 学修主板三步曲

主板维修技术是一门比较复杂的技术，要想学好主板维修技术，必须打好扎实的基础，掌握其各个电路的工作原理，将理论和实践相结合才能掌握主板维修技能。

总体来说，掌握主板维修技术可以按照以下三个步骤进行学习。

1.1.1 学修主板第一步

学修主板第一步要修炼基本功和准备常用的维修工具。

1 首先认识主板，掌握主板的架构、特点、性能参数等。

2 准备维修主板常用的工具（包括万用表、电烙铁、镊子、螺丝刀、示波器）和一些旧主板。

学修主板，必须准备万用表、电烙铁、螺丝刀、镊子等工具，如果有条件最好准备示波器。除了准备维修主板必备的工具外，还需要准备很多没被人修过，没被人拆过元器件的旧主板。在检修主板时，若怀疑主板上的某个元器件坏了，一般需要换掉怀疑的元器件来测试故障是否由此元器件引起。另外，还可以用这些主板，通过跑线熟练掌握主板六大电路的结构。

3 掌握维修主板的常用工具的功能、用法等。

维修主板时最常用的工具是万用表，要熟练掌握万用表各个功能的用法，另外，在检修过程中，有时还要用到示波器，最好能掌握示波器的用法。

4 掌握主板上各种元器件的功能、标注、参数、形状、好坏测试方法，如电容、电阻、芯片、二极管、三极管、门电路等。

1.1.2 学修主板第二步

学修主板第二步，需要掌握主板各大电路的基本维修技术。即掌握主板的开机电路、CMOS电路、CPU供电电路、内存供电电路、芯片组供电电路、扩展槽供电电路、时钟电路、复位电路、各种接口电路等主要电路的组成、工作原理、主要芯片参数、基本故障检修方法等基本维修技术。

要掌握这些基本维修技术，首先要看一些实用的资料，来充实自己的理论知识，再结合自己的实践，这样可以很快掌握维修的技巧。如果有师傅带就更好，但师傅一般不可能专门教你（因为有大量的工作要做），最主要的还是自己学好基础，这就需要提前准备一套很系统的学习教程。

总体来说，第二步需要掌握以下内容。

1 掌握主板各个电路的元器件实物，能在主板上找到各个电路的基本元器件和熟悉其走线特点。

2 熟练掌握主板重要电路模块，在主板中的实际走线规律，连接的主要芯片型号及主要芯片参数。

3 掌握主板开机电路的组成、工作原理、作用、故障诊断流程和维修技巧及看电路板的技巧。

4 掌握常见CMOS电路的组成、作用、工作原理和基本故障检测方法。

5 掌握各种供电电路的组成、作用、工作原理和基本故障检测方法。

6 掌握时钟电路的组成、作用、工作原理和基本故障检测方法。

7 掌握复位电路的组成、作用、工作原理和基本故障检测方法。

8 掌握键盘/鼠标接口电路的组成、作用、工作原理和基本故障检测方法。

9 掌握串/并口接口电路的组成、作用、工作原理和基本故障检测方法。

10 掌握USB接口电路的组成、作用、工作原理和基本故障检测方法。

11 掌握BIOS电路的组成、作用、工作原理和基本故障检测方法。

1.1.3 学修主板第三步

学修主板第三步，需要熟练掌握常见主板各大电路的走线规律，关键测试点的参数（电压

参数、信号特点等），掌握主板常见故障的维修方法，各厂家主板电路的特点及维修方法。

总体来说，第三步需要掌握以下内容。

1 学修主板，一定要先学会跑线（即跑电路），把主板上的几大电路都跑熟了，记熟了，在维修过程中，才可能快速准确地找到故障原因。

2 掌握常见主板各大电路的走线规律，常见芯片及电路的关键测试点的参数（电压参数、信号特点等）。

3 掌握主板各大电路的不同结构形式，掌握其检修方法。

4 掌握常见主板维修的方法，总结故障诊断流程及检修方法。

5 总结各厂家主板电路的特点及不同主板关键测试点的参数，通过检修大量的故障主板，积累了丰富的维修经验。

1.2 主板的分类

主板的分类方法有很多种，主要包括以CPU的类型区分，以主板的结构区分，以使用的芯片组区分等，这里主要讲解以CPU类型和主板结构分类。

1.2.1 按CPU插座分类

随着CPU的发展，各种类型的CPU的插座也不一样，具体按CPU的插座类型可分为如下几种。

1. Slot型主板

Slot是插槽的意思，即CPU插座为插槽的结构。这种结构主要在Pentium II 和早期的Pentium III 及AMD公司的部分K6 CPU中使用。该类CPU一面作为CPU主体及散热片，另一面作为CPU的二级缓存，现在已经淘汰。图1-2所示为Slot插槽及Slot接口CPU。

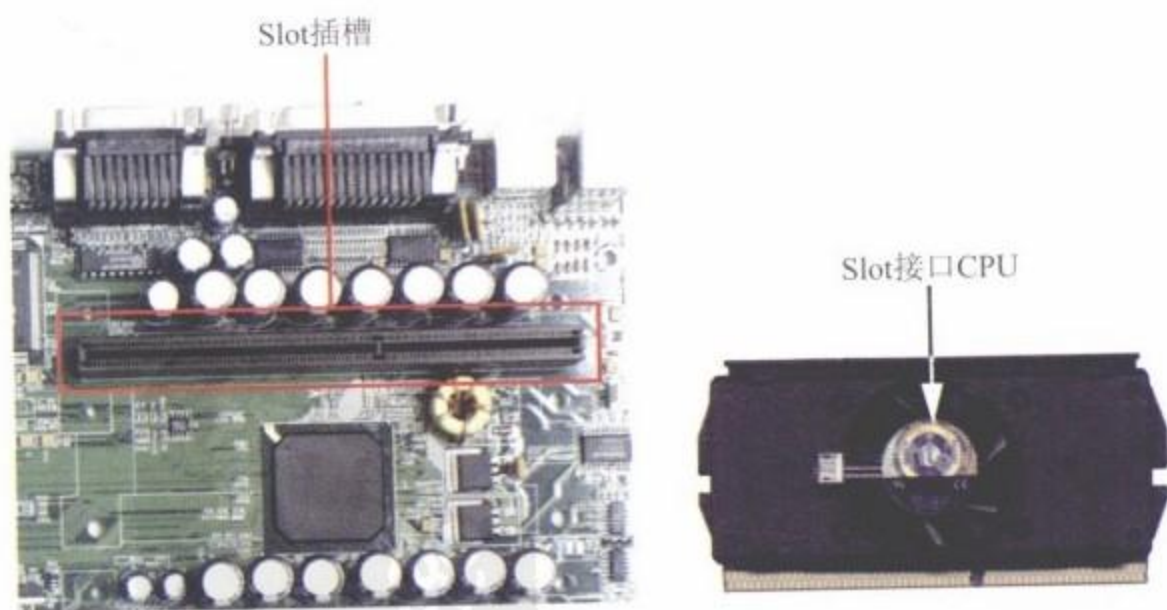


图1-2 Slot插槽（左）和Slot接口CPU（右）

2. Socket型主板

Socket型主板即主板CPU插座采用插座形式，如图1-3所示。现在此类型主板是主流。

Socket型主板又分为多种, 主要有Socket 7型、Super 7型、Socket 370型、Socket 423型、Socket 478型、Socket 462 (A) 型、LGA 775型、Socket 754型、Socket 939型、Socket 940型、Socket AM2型等。

1.2.2 按主板结构分类

按主板的结构划分, 可分为AT主板、ATX和Micro ATX主板以及NLX主板三大类。

1. AT主板

AT是一种主板的尺寸大小和结构规范, 主板尺寸一般为13in×12in, 该类主板的特征是串口和打印口等需要用电线连接后安装在机箱后框上, AT主板现在已被淘汰。

2. ATX和Micro ATX主板

ATX和Micro ATX主板是Intel公司制定的主板标准。ATX是AT Extend的缩写。ATX主板的尺寸为12in×9.6in, ATX主板相对AT主板改进的主要方面是主板上各元器件的相对位置, ATX主板将AT主板上的组件旋转了90°, 并将串口、并口和鼠标接口等直接设计在主板上, 取消了连接电缆, 使串口、并口、键盘等接口集中在一起, 对机箱工艺有一定要求, 主板布局更加合理, 如图1-4所示为ATX主板。Micro ATX主板与ATX主板基本相同, 只是该类主板的扩展槽和内存插槽减少了, 整个主板尺寸也减少了很多, Micro ATX主板的尺寸为9.6in×9.6in (约为244mm×244mm)。

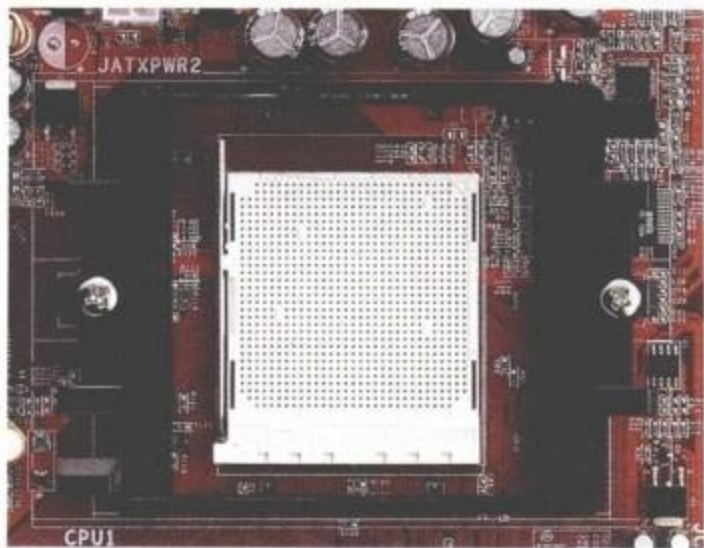


图1-3 Socket型主板中的插座



图1-4 ATX主板

3. NLX主板

NLX是Now Low Profile Extension的缩写, 意思为新型小尺寸扩展结构, 这是进口品牌机经常使用的主板。NLX主板将所有的I/O接口、板卡和电源连接线全部集成在一块扩展卡上, 此卡上有PCI等扩展槽、软/硬盘接口, 使用时只要将此卡插在主板上即可, 这样可以将机箱尺寸做得比较小, 同时使主板的拆装变得非常简单。NLX主板主要应用在品牌原装机上。

1.3 主板的架构及主要元器件

由于主板中的元器件非常多, 而且功能也各不相同, 因此在学习主板维修前, 应先了解主板的架构和主要元器件的功能, 从而对主板有一个整体的认识。

1.3.1 主板的架构

主板是电脑中关键的部分，它连接了芯片组、各种I/O控制芯片、扩展槽、电源插座等部件。根据主板上各元器件的布局排列方式、尺寸大小、形状、所使用的电源规格等，业界对主板及其使用的电源、机箱等制定了相应的工业标准，也就是“结构规范”。

主板的发展历史上出现了AT、Baby AT、ATX、Micro ATX、LPX、NLX、Flex ATX等多种类型的结构规范，其中又以AT、ATX两种结构最为有名。AT结构主要用于早期的586机型中，早已被淘汰，而ATX结构则是目前的主流规范标准。

目前ATX主板的结构组成基本相似。主板上的元器件主要有CPU插座、内存插槽、总线扩展槽、芯片组、软/硬盘接口、外设接口、BIOS芯片等，如图1-5所示。

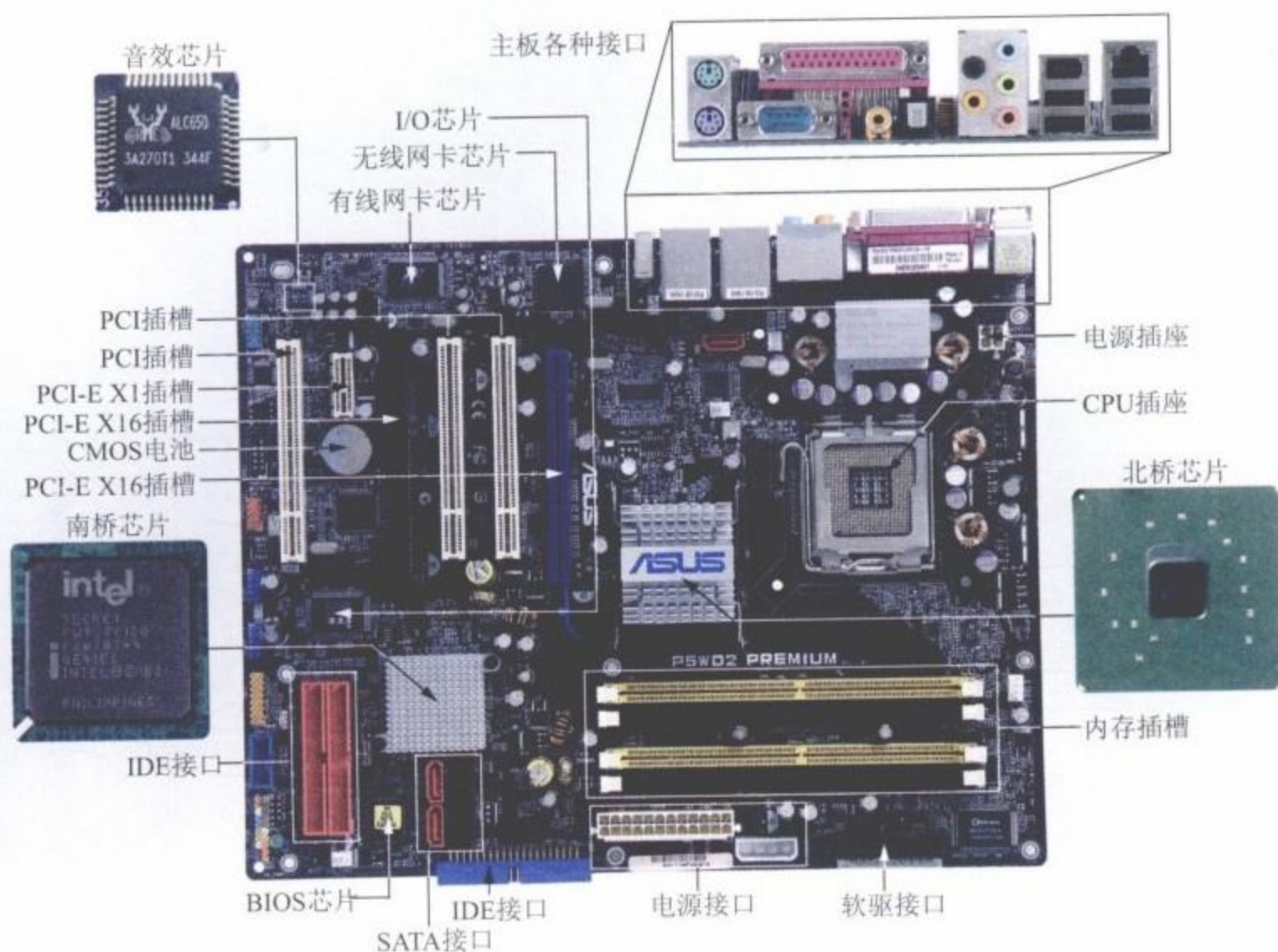


图1-5 主板组成

随着主板的不断发展，主板的功能也在不断地变化，为了支持不同的硬件设备，主板通常采用不同的架构来满足用户的需求，如图1-6所示为主板的架构图。从图中可以清楚地了解主板的功能。

1.3.2 CPU插座

CPU插座是主板上最重要的插座，一般位于主板的右侧，它的上面布满了一个个的“针孔”或“触角”，而且边上还有一个固定CPU的拉杆。CPU插座的接口方式一般与CPU对应，目前主流的CPU插座主要有Intel公司的LGA 775插座（如图1-7所示）以及AMD公司的Athlon 64、Athlon 64 X2等CPU用的Socket AM2插座（如图1-8所示）和Socket 939插座等。

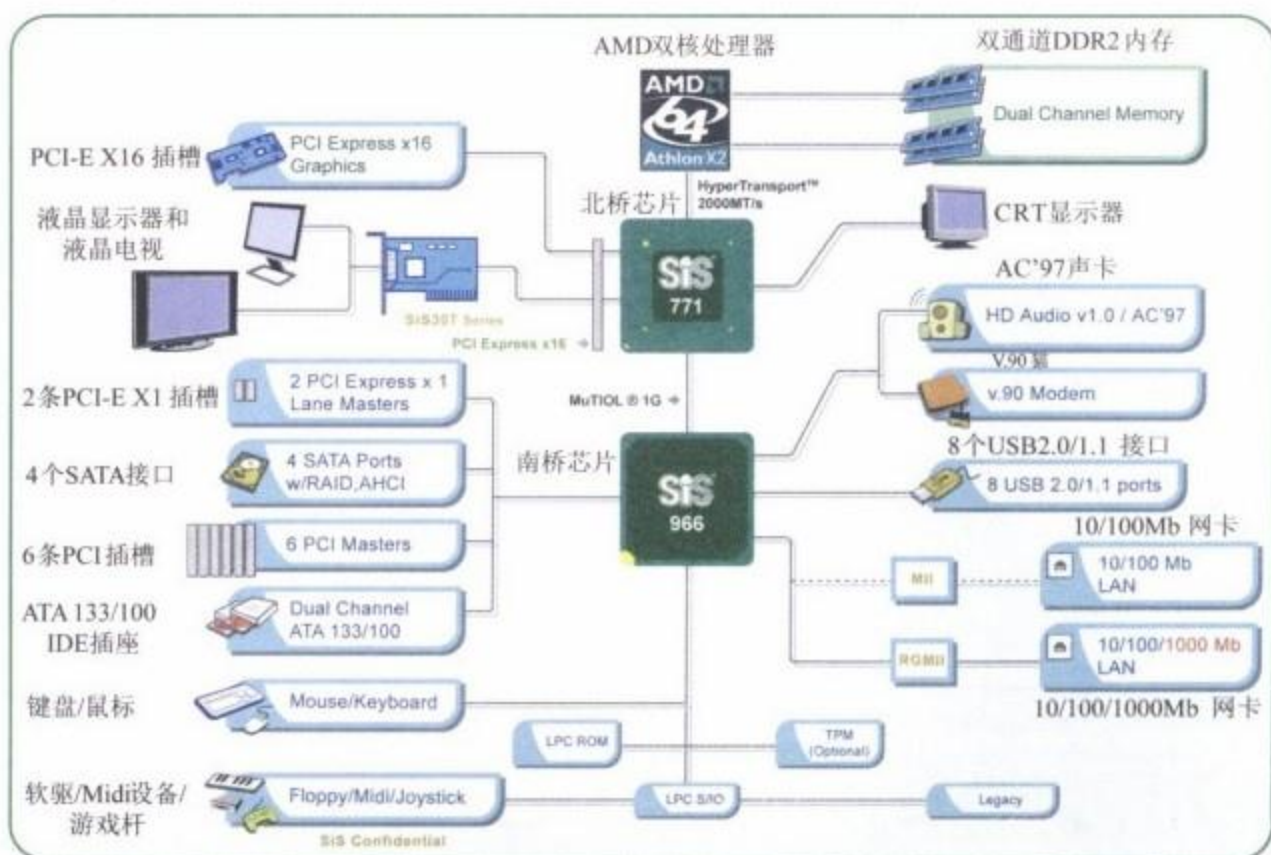


图1-6 主板的架构图

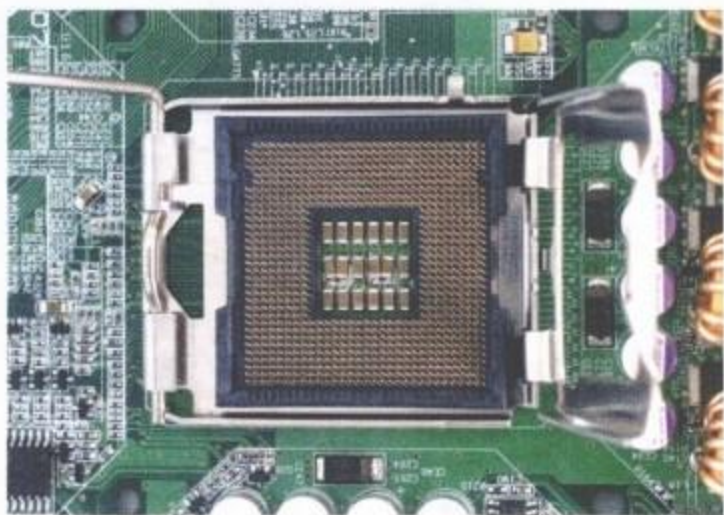


图1-7 LGA 775插座

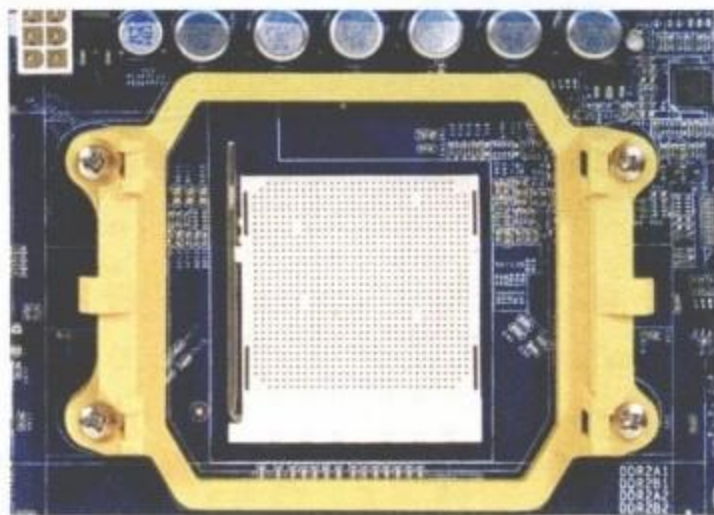


图1-8 Socket AM2插座

1.3.3 内存插槽

内存插槽是用来安装内存条的，它是主板上必不可少的插槽，一般主板中都有两三个内存条插槽可以在升级时使用。目前市场上的内存主要有DDR和DDR2两种。其中，DDR2内存是主流，DDR内存和DDR2内存的针脚、工作电压、性能都不相同，所以与之配套的内存插槽也不尽相同。如图1-9所示为双通道DDR2内存插槽。

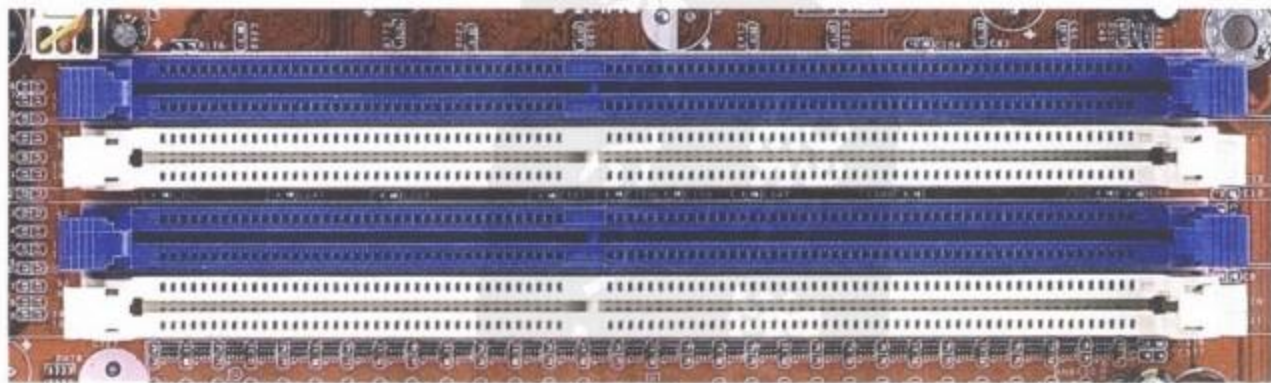


图1-9 双通道DDR2内存插槽

1.3.4 总线扩展槽

总线扩展槽是用于扩展计算机功能的插槽，一般主板都有1~8个扩展槽。扩展槽是总线的延伸，在它上面可以插入任意的标准选件，如显卡、声卡、网卡等。

主板中的总线扩展槽主要有ISA、PCI、AGP、PCI Express (PCI-E)、AMR、CNR、ACR等。其中ISA总线扩展槽已经被淘汰，AMR、CNR、ACR等总线扩展槽用得也比较少，而PCI-E总线扩展槽和PCI总线扩展槽是目前的主流。

1. 总线扩展槽

ISA (Industry Standard Architecture, 工业标准体系结构) 总线是早期的系统总线，现在的主板已经没有此扩展槽。ISA扩展槽一般为黑色，如图1-10所示。

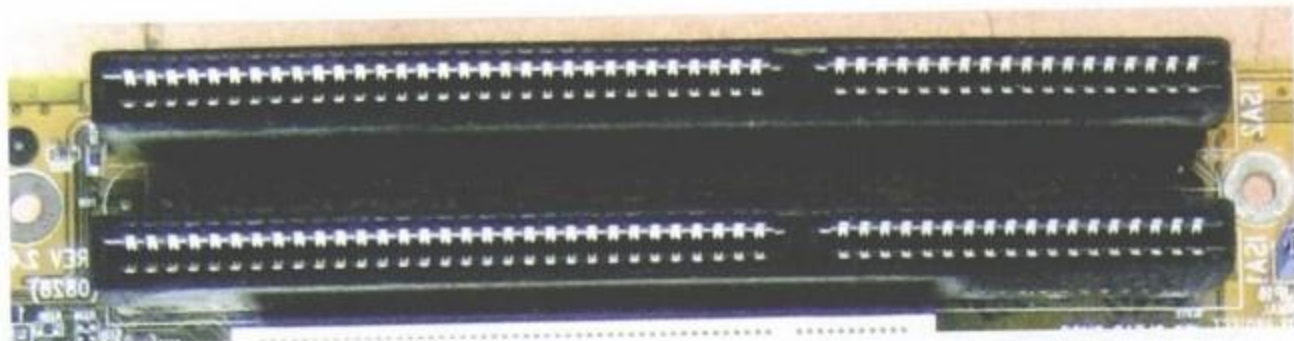


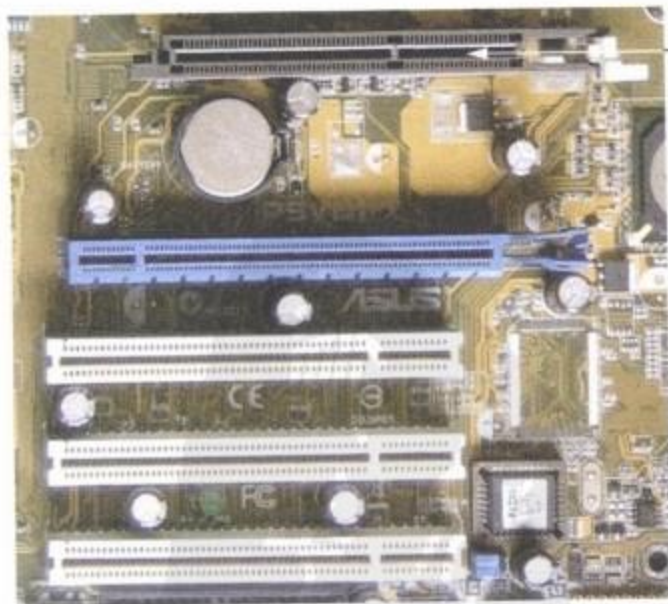
图1-10 ISA插槽

2. PCI总线扩展槽

PCI (Peripheral Component Interconnection) 是外设部件互连总线，它是Intel公司开发的一套局部总线系统，它支持32位或64位的总线宽度，频率通常为33MHz。目前最快的PCI 2.0总线的频率为66MHz，带宽可以达到133/266MB/s。PCI扩展槽一般为白色。

3. AGP总线扩展槽

AGP (Accelerated Graphic Port) 是加速图形接口，它实际上不是一个真正意义上的总线，只能用于显卡。AGP总线使用66MHz、133MHz、266MHz总线频率，带宽可达266/533/1066/2132MB/s，如图1-11所示。



AGP插槽

图1-11 AGP插槽

AGP标准分为AGP 1X、AGP 2X、AGP 4X、AGP 8X等，表1-1中给出了各个标准的参数对比。

表1-1 AGP标准参数

AGP标准	AGP 1.0	AGP 1.0	AGP 2.0	AGP 3.0
AGP接口	AGP 1X	AGP 2X	AGP 4X	AGP 8X
工作频率	66MHz	66MHz	66MHz	66MHz
传输带宽	266MB/s	533MB/s	1066MB/s	2132MB/s
工作电压	3.3V	3.3V	1.5V	1.5V
单信号触发次数	1	2	4	4
数据传输位宽	32bit	32bit	32bit	32bit
触发信号频率	66MHz	66MHz	133MHz	266MHz

4. PCI-E总线扩展槽

PCI-E是PCI Express的简称, PCI-E是最新的、由Inter公司提出的总线和接口标准, 目前主要应用在显卡的接口上。PCI-E接口采用了目前业内流行的点对点串行连接, 使每个设备都有自己的专用连接, 不需要向整个总线请求带宽, 而且可以把数据传输率提高到一个很高的频率。PCI-E的传输速度可以达到2.5GB/s, PCI-E的规格主要有PCI-E X1、PCI-E X16、PCI-E X32等, 如图1-12所示。



图1-12 PCI-E插槽

1.3.5 BIOS芯片

BIOS (Basic Input Output System) 是基本输入/输出系统, 是为计算机中的硬件提供服务的。BIOS属于只读存储器, 它包含了系统启动程序、系统启动时必须的硬件设备的驱动程序, 基本的硬件接口设备驱动程序。目前主板中的BIOS芯片主要由Award和AMI两个公司提供。

目前BIOS芯片的封装形式主要采用PLCC (塑料有引线芯片) 封装形式, 采用这种形式封装的芯片非常小巧, 从外观上看它大致呈正方形。这种小型的封装形式可以减少占用的主板空间, 从而提高主板的集成度, 缩小主板的尺寸, 如图1-13所示。

常见BIOS芯片的型号主要有:

- 1 Winbond公司的W49F020、W49F002、W49V002FAP等。
- 2 SST公司的29EE020、49LF002、49LF004等。
- 3 Intel公司的82802AB等。

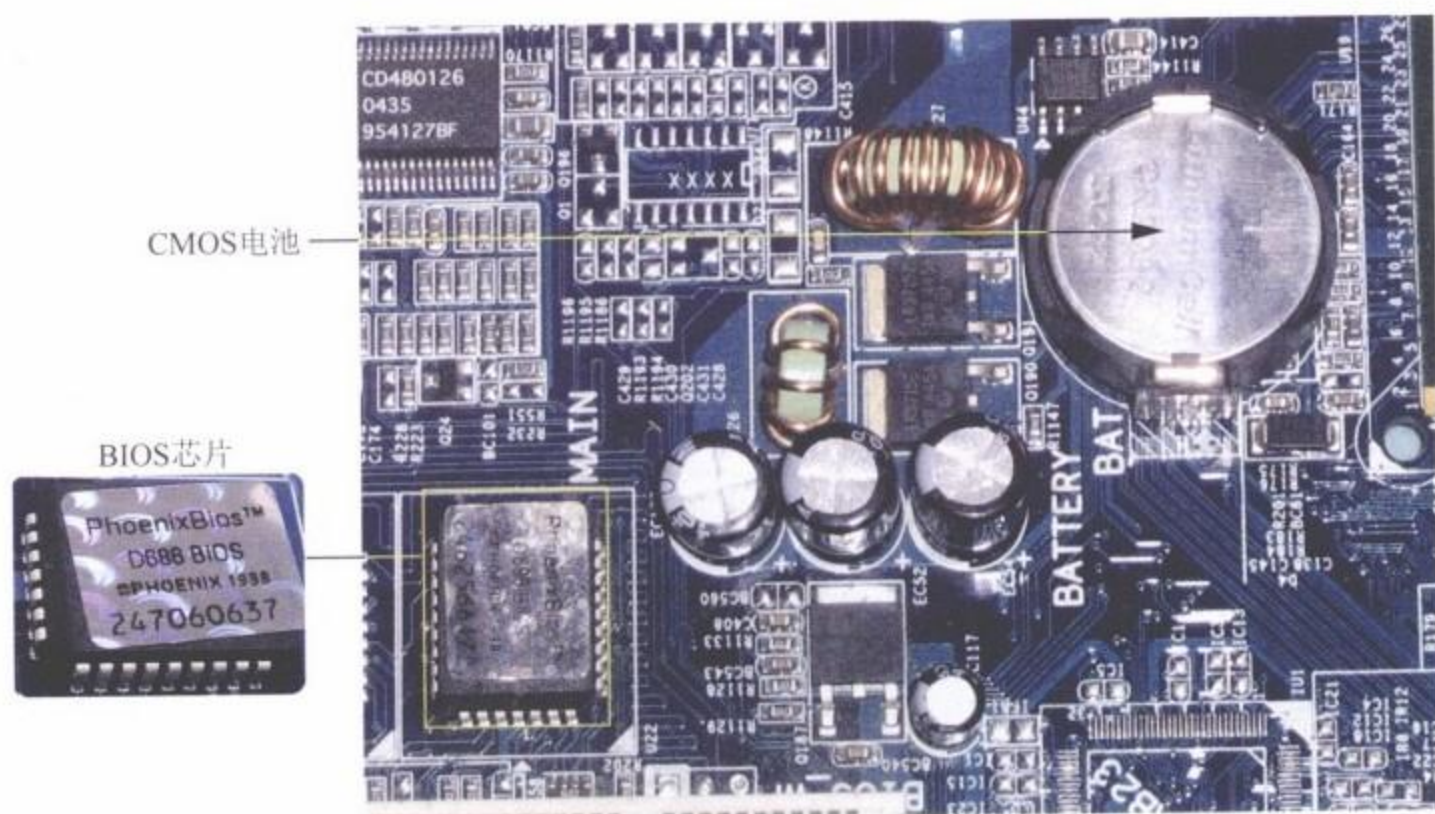


图1-13 PLCC封装的BIOS

1.3.6 芯片组

芯片组是主板的灵魂与核心，芯片组性能的优劣，决定了主板性能的好坏与级别的高低。芯片组一般由两个大的芯片组成，这两个芯片就是人们常说的南桥芯片和北桥芯片，如图1-14所示。

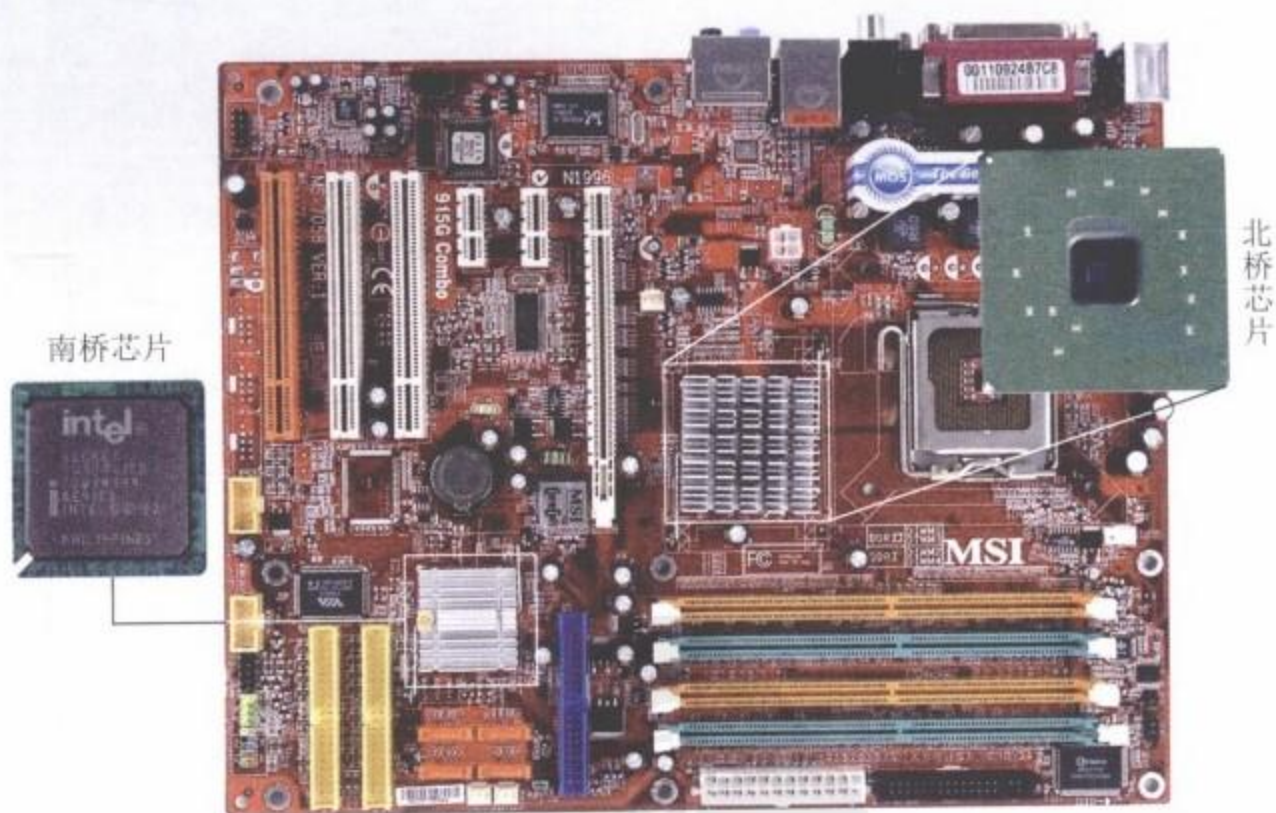


图1-14 主板芯片组

“南桥、北桥”得名于芯片在主板上的位置，北桥芯片位于CPU插座与AGP插槽的中间，其芯片体型较大，由于其工作强度高，发热量较大，因此一般在该芯片的上面覆盖一个散热片或者散热风扇。南桥芯片一般位于主板的下方、PCI插槽附近。

北桥芯片主要负责联系CPU和控制内存，它提供对CPU类型、主频、内存类型及容量、PCI、AGP插槽等硬件设备的支持。北桥芯片坏了以后的现象一般为主板不开机，有时开机后也不断死机。

南桥芯片主要负责支持键盘控制器、USB接口、实时时钟控制器、数据传递方式和高级电源管理，南桥芯片损坏后的现象也为主板不开机；某些外围设备不能用，比如IDE口、FDD口等不能用，也可能是南桥芯片坏了。因为南北桥芯片比较贵，焊接又比较特殊，取下它们需要专门的BGA仪，所以一般的维修点无法修复南北桥芯片，而一般落伍的主板也没有必要维修。

目前常见的芯片组厂商有Intel公司、VIA（威盛）公司、AMD公司、ALI（扬智）公司、SIS（矽统）公司、nVIDIA公司、ATI公司，其中Intel公司和VIA（威盛）公司处在芯片组厂商中的前列，nVIDIA公司是后来者居上。

各个公司主要芯片组产品如表1-2所示。

表1-2 主要芯片组产品

处理器厂商	接口类型	对应主流处理器	主流芯片组
AMD	Socket AM2	Athlon 64 FX Athlon 64 X2 Athlon 64 64位Sempron	VIA公司的K8T900、K8T890、K8M890、K8T800 nVIDIA公司的nForce4、nForce 500 SLI、nForce 570 SLI、nForce 590 SLI、C51、C61、nForce4 SLI、nForce 6100 SIS公司的SIS755+SIS964 AMD公司的690
	Socket 754	64位Sempron Athlon 64	nVIDIA公司的nForce4、nForce3 250
Intel	LGA 775	Celeron D Pentium 4 5XX Pentium 4 6XX Pentium D Core 2 Duo Core 2 Extreme Core 2 Quad	Intel公司的I975X、I965、I945P、I945G、I955X、I925X、I915P、I915G、I915GV nVIDIA公司的nForce4 SLI、nForce 680i SLI、nForce 650i SLI VIA公司的PT890、PM890、P4M890、P4M900
	Socket 478	Pentium 4	Intel公司的I875P、I865PE、I915P、I915G、I915GV

1.3.7 IDE接口

IDE (Integrated Drive Electronics) 是电子集成驱动器，它的本意是指把“硬盘控制器”与“盘体”集成在一起的硬盘驱动器。IDE接口是目前在硬盘上应用较多的一种接口，一般主板上都有两个IDE接口，通常标注为IDE1和IDE2，IDE接口用于连接IDE设备，主要是硬盘和光驱，此接口有40根针脚，如图1-15所示。

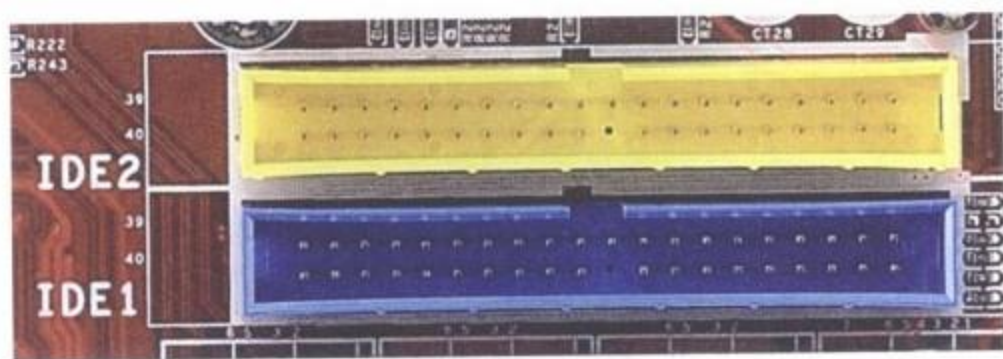


图1-15 IDE接口

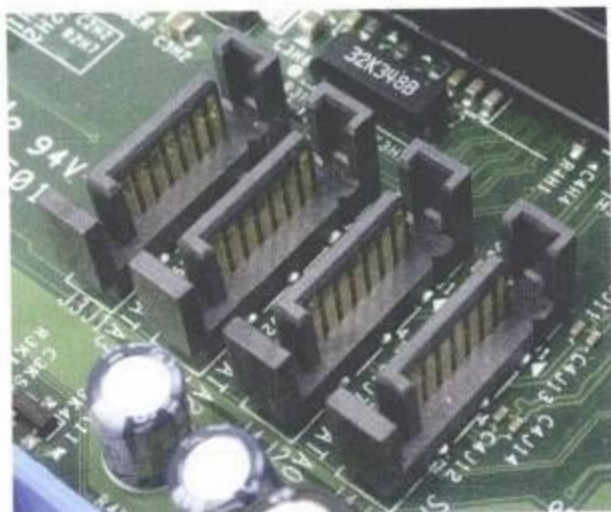
IDE1和IDE2有主从之分，如果在两个接口上分别接一个硬盘，那么接在IDE1上的硬盘为主盘，接在IDE2上的硬盘为从盘，计算机一般都是从主盘进行系统启动。如果在一个IDE接口上安装了两个硬盘，必须用硬盘跳线设置一个硬盘为主盘，另一个为从盘，这样才能正常工作。

1.3.8 Serial ATA接口

Serial ATA即串行ATA，它是目前硬盘中采用的一种新的接口类型。Serial ATA接口主要采用连续串行的方式传送资料，这样在同一时间点内只会有1位数据传输，此做法能减少接口的针脚数目，用4个针脚就完成了所有的工作（第1针脚发出、第2针脚接收、第3针脚供电、第4针脚地线）。如图1-16所示为Serial ATA数据线及接口。



(a) Serial ATA数据线



(b) Serial ATA接口

图1-16 Serial ATA数据线及接口

1.3.9 USB接口

USB (Universal Serial Bus) 接口，即通用串行总线接口，它是一种性能非常好的接口。它可以连接127个USB设备，传输率可达12Mbps，USB 2.0标准可以达到480Mbps，USB不需要单独的供电系统，而且还支持热插拔，不需要麻烦地开、关机，设备的人工切换因此变得省时省力。

目前被普遍应用于各种设备，如硬盘、调制解调器、打印机、扫描仪、数码相机等，主板中一般有4~8个USB接口，如图1-17所示。



图1-17 USB接口

1.3.10 IEEE 1394接口

IEEE 1394接口是一种高速串行总线，传输速率可以达到400Mbps，利用IEEE 1394接口可以轻易地把计算机和摄像机、音响设备等多种多媒体设备连接上。IEEE 1394接口可以连接至少63个设备，支持实时数据传输（Real-Time Data Transfer），支持热插拔，驱动程序安装简单，数据传输速度快。新的IEEE 1394b标准的传输速度可以达到800MB/s。如图1-18所示为IEEE 1394接口。

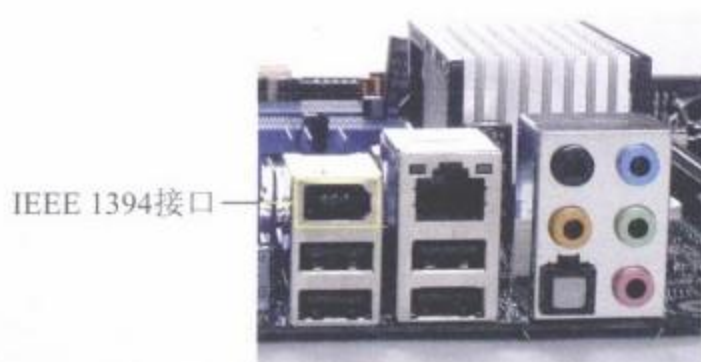


图1-18 IEEE 1394接口

1.3.11 电源与外设接口

1. 电源接口

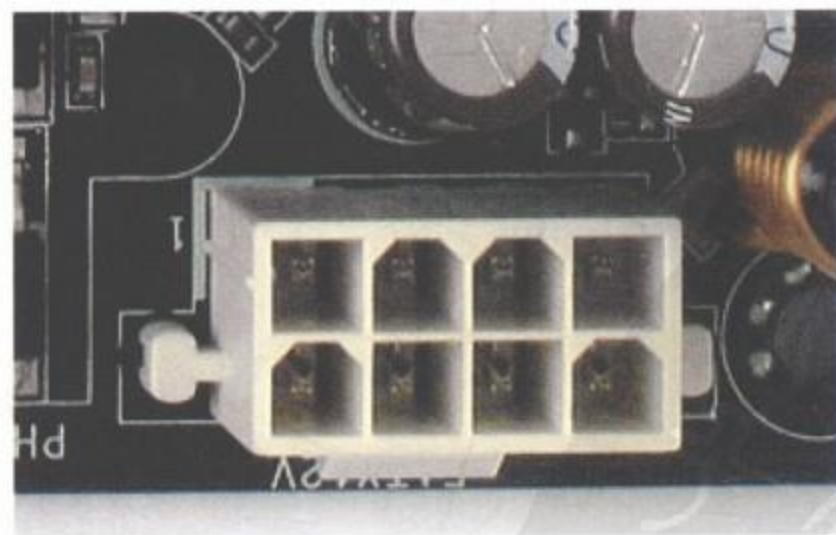
目前主板电源接口插座主要采用ATX电源接口，ATX电源接口一般为2排20针电源接口、24针电源接口、8针电源接口、4针电源接口等，主要为主板提供 $\pm 5V$ 、 $\pm 12V$ 、3.3V电压等。ATX电源都支持软件关机功能，如图1-19所示。



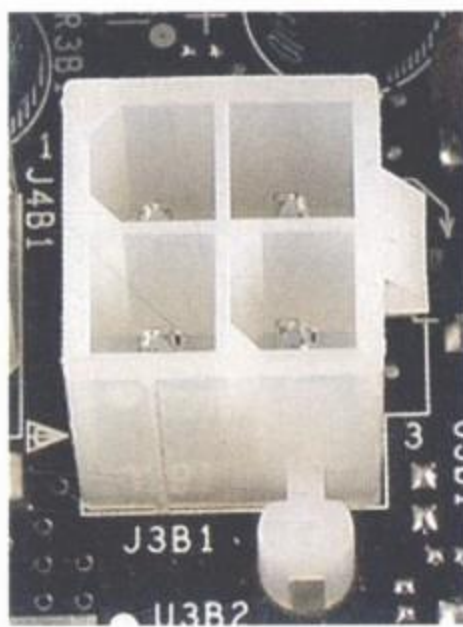
(a) 20针电源插座



(b) 24针电源插座



(c) 8针电源插座



(d) 4针电源插座

图1-19 电源插座接口

目前双核CPU主板上的电源插座一般为24针电源接口和8针电源接口，以提供更大的功率。

2. 外设接口

ATX主板一般将接口集成在主板上，包括PS/2键盘接口、PS/2鼠标接口、并口、串口、USB接口等，如图1-20所示。

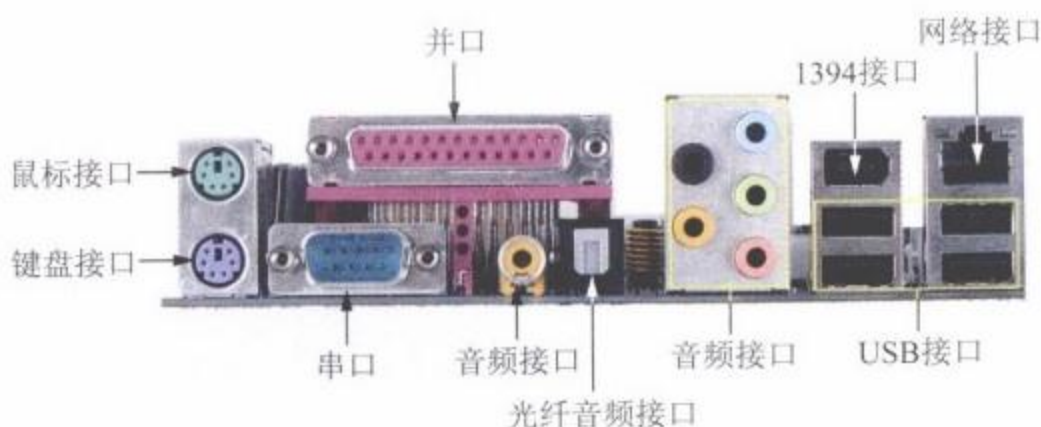


图1-20 外设接口

1.3.12 时钟芯片

如果把计算机系统比喻成人体，CPU当之无愧就是人的大脑，而时钟芯片就是人的心脏。通过时钟芯片给主板上的芯片提供时钟信号，这样主板上的芯片才能够正常地工作，如果缺少时钟信号，主板将陷入瘫痪。

时钟芯片需要与14.318MHz的晶振连接在一起，为主板上的其他部件提供时钟信号，时钟芯片位于AGP插槽的附近。放在这里也是很有讲究的，因为时钟芯片给CPU、北桥芯片、内存等的时钟信号线要等长，所以这个位置比较合适。时钟芯片的作用也非常重要，它能够给整个计算机系统提供不同的频率，使得每个芯片都能够正常地工作。没有这个频率，很多芯片可能都要罢工了。时钟芯片损坏主板一般就无法工作。

现在很多主板都具有线性超频的功能，其实这个功能就是由时钟芯片提供的，如图1-21所示为时钟芯片。

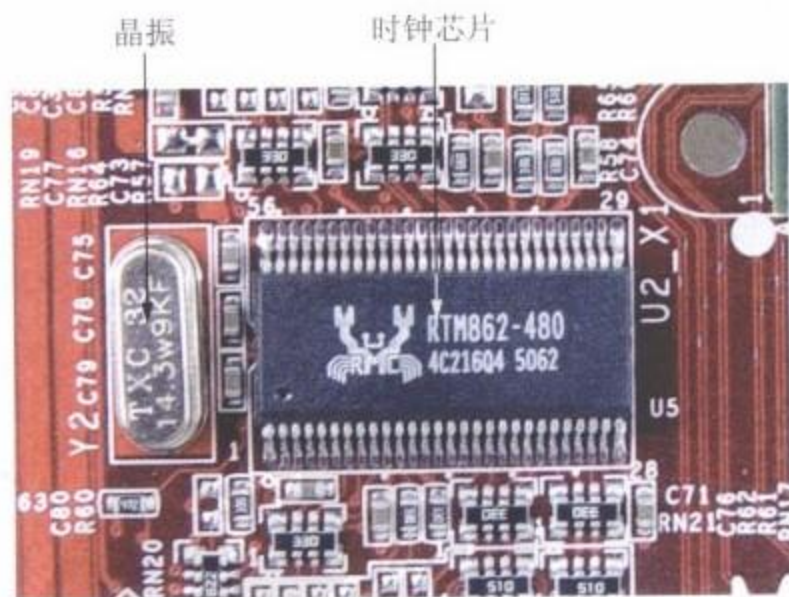


图1-21 时钟芯片和14.318MHz的晶振

常见时钟芯片的型号有：

- 1 ICS系列：950213AF、93725AF、950228BF、952607EF等。
- 2 Winbond系列：W83194R、W211BH、W485112-24X等。
- 3 RTM系列：RTM862-480、RTM560、RTM360等。

1.3.13 I/O芯片

I/O是英文Input/Output的缩写，意思是输入与输出。I/O芯片的功能主要是为用户提供一系列输入、输出的接口，如鼠标键盘接口（PS/2接口）、串口（COM口）、并口、USB接口、软驱口等都统一由I/O芯片控制。部分I/O芯片还能提供系统温度检测功能，在BIOS中显示的系统温度最原始的来源就是由它提供的。

I/O芯片个头比较大，能够清楚地辨别出来，如图1-22所示，它一般位于主板的边缘地带，目前流行的I/O芯片有ITE公司的IT8712F-S和Winbond的W83627EHG等。

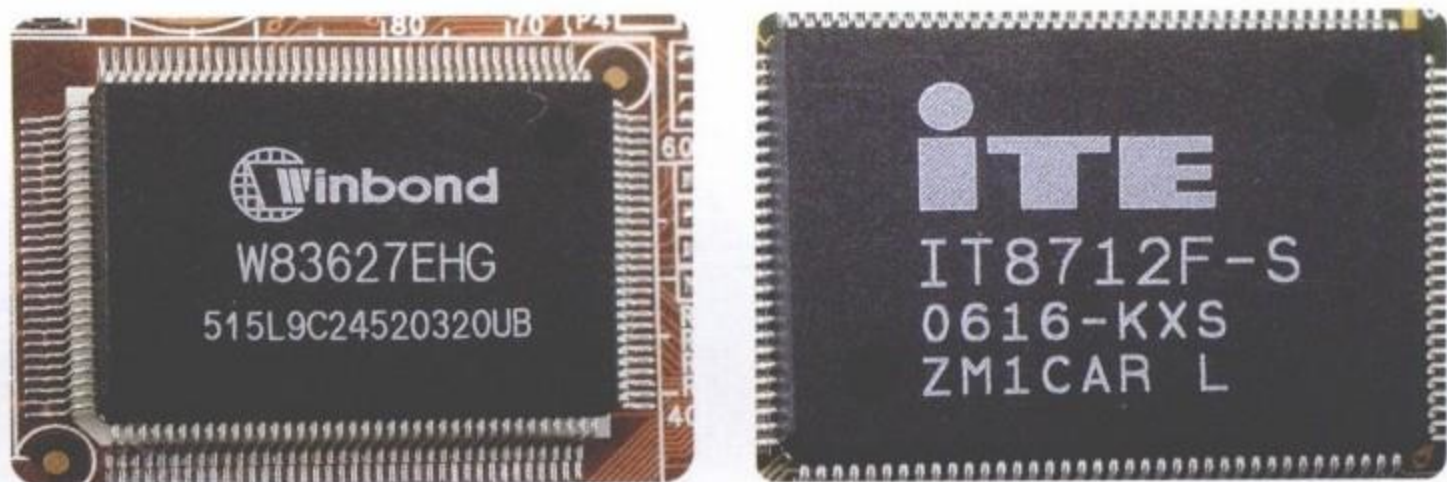


图1-22 I/O芯片

I/O芯片的工作电压一般为5V或3.3V，电源管理芯片为12V或5V。I/O芯片直接受南桥芯片控制，如果I/O芯片出现问题，轻则会使某个或全部I/O设备无法正常工作；重则会造成整个系统的瘫痪。假如主板找不到键盘或串、并口失灵，原因很可能是为它们提供服务的I/O芯片出现了不同程度的损坏。平时所说的热插拔操作就是针对保护I/O芯片提出的。因为进行热插拔操作时，会产生瞬间强电流，很可能烧坏I/O芯片。

常见I/O芯片的型号有：

- 1 Winbond公司的W83627HF、W83627EHG、W83697HF、W83877HF、W83977HF等。
- 2 ITE公司的IT8702F、IT8705F、IT8711F、IT8712F、IT8712F-S等。
- 3 SMSC公司的LPC47M172、LPC47B272等。

1.3.14 电源管理芯片

电源管理芯片的功能是根据电路中反馈的信息，在内部进行调整后，输出各路供电或控制电压，主要负责识别CPU供电幅值，为CPU、内存、AGP、芯片组等供电。如图1-23所示为电源管理芯片。

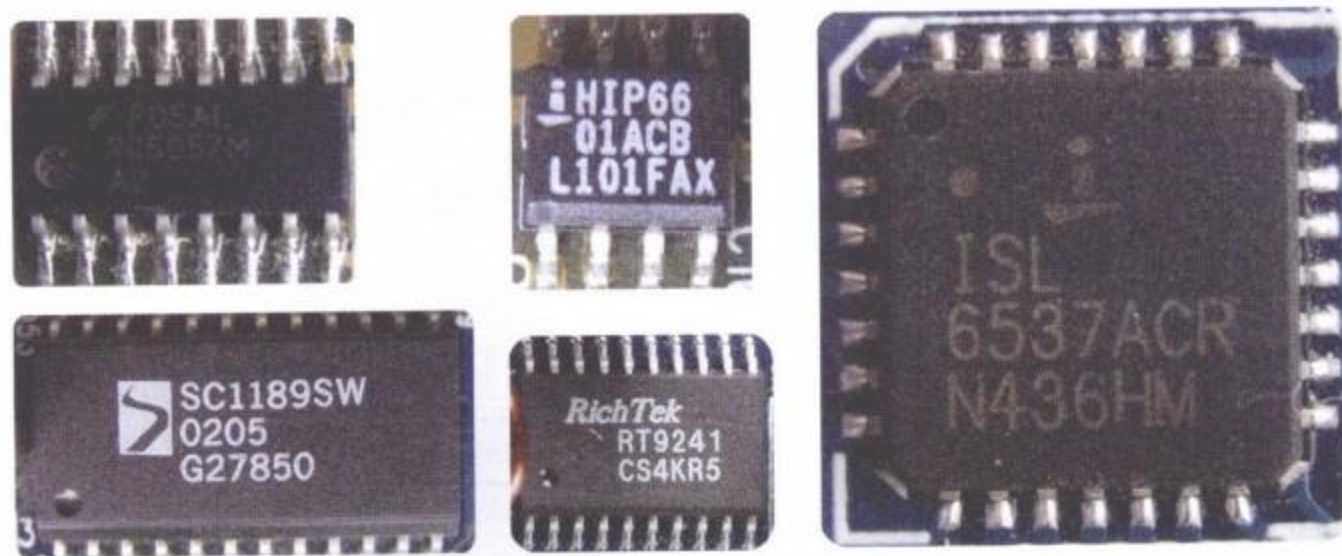


图1-23 电源管理芯片

电源管理芯片的供电一般为12V或5V，电源管理芯片损坏将造成主板不工作。

常见电源管理芯片的型号有：

- 1 HIP系列的HIP6301、HIP6302、HIP6601、HIP6602、HIP6004B、HIP6016、HIP6018B、HIP6020、HIP6021等。
- 2 RT系列的RT9227、RT9237、RT9238、RT9241、RT9173、RT9174等。
- 3 SC系列的SC1150、SC1152、SC1153、SC1155/SC1164、SC2643、SC1189等。
- 4 RC系列的RC5051、RC5057等。
- 5 ADP系列的ADP3168、ADP3418等。
- 6 LM系列的LM2636、LM2637、LM2638、LM2639等。
- 7 ISL系列的ISL6556、ISL6537等

1.3.15 串口芯片

串口芯片主要负责控制COM口的工作，串口芯片有20脚和48脚两种，一般位于主板串口附近，如图1-24所示为串口芯片。

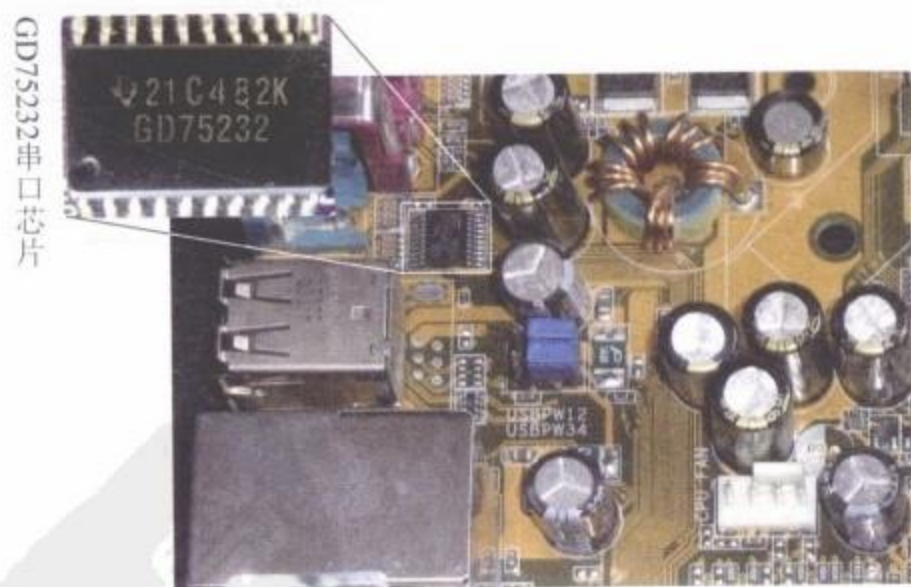


图1-24 串口芯片

串口芯片的工作电压主要有+12V、-12V和+5V，串口芯片由I/O芯片控制，如果串口芯片损坏，将导致串口无法正常工作。

常见串口芯片的型号有GD75232、ST75185C、HT6571、IT8687R等。

1.3.16 音效芯片

音效芯片是主板集成声卡时的一个声音处理芯片，音效芯片是一个方方正正的芯片，四周都有引脚，一般位于第一根PCI插槽附近，靠近主板边缘的位置，在它的周围，整整齐齐地排列着电阻和电容，所以能够比较容易辨认出来，如图1-25所示。



图1-25 音效芯片

目前的音效芯片公司主要有：Realtek、VIA和CMI等公司，因为它们都支持AC' 97规格，所以都可以被称为AC' 97声卡，但不同公司的声卡会有不同的驱动。集成声卡除了有2声道、4声道外，还有6声道和8声道，不过要到系统中设置一下才能够正常使用。

常见音效芯片的型号有ALC650、ALC850、CMI7838、VIA1616等。

1.3.17 网卡芯片

网卡芯片是主板集成网络功能时用来处理网络数据的芯片，一般位于音频接口或USB接口附近，如图1-26所示。常见网卡芯片的型号有RTL8100、RTL8101、RTL8201、VT6103等。



图1-26 网卡芯片

1.4 主板上常见英文标识

由于主板上的电子元器件非常多，而主板的地方又有限，所以主板上各个元器件通常采用缩写的方式进行标注，如图1-27所示。

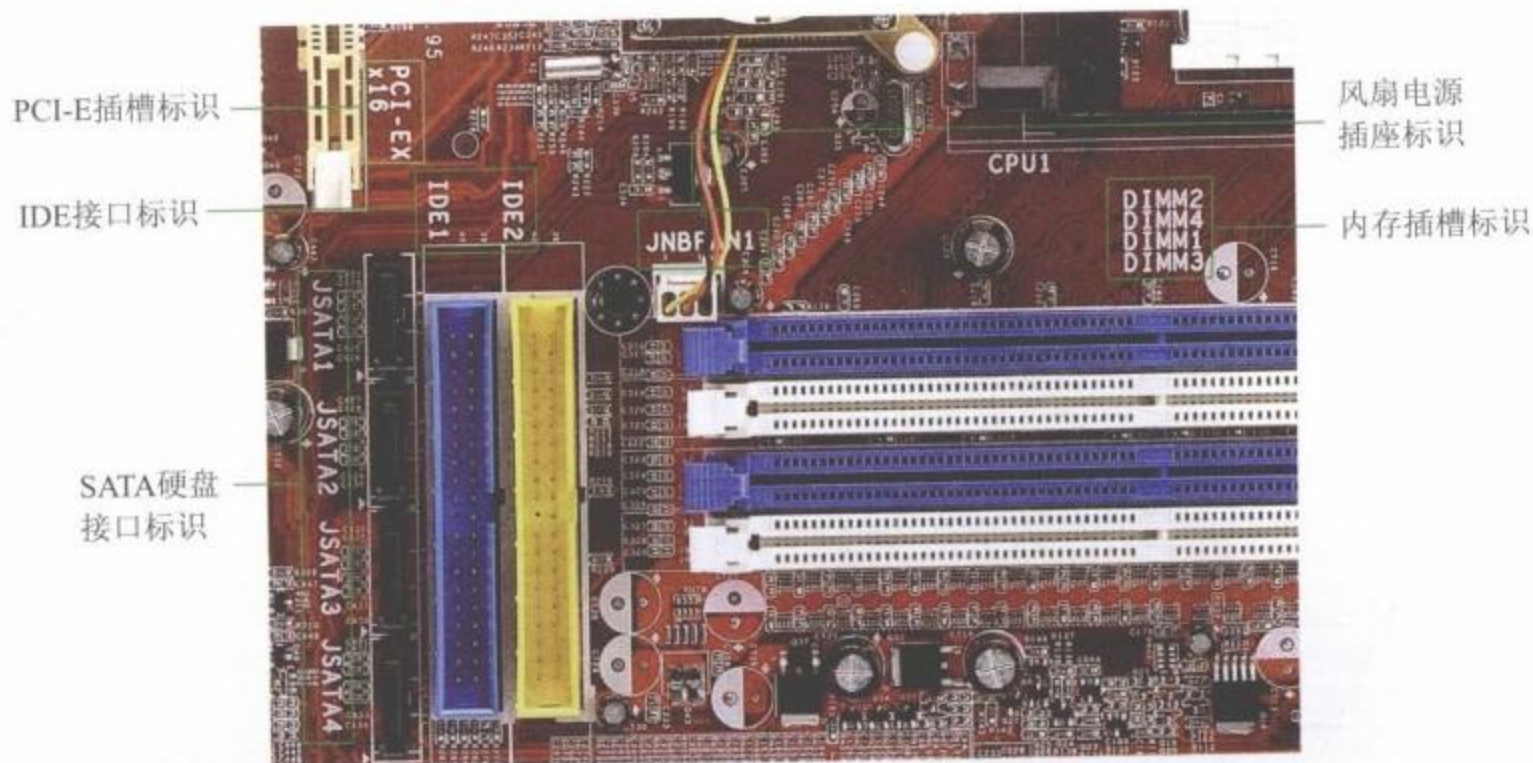


图1-27 主板标识

1. 硬盘和软驱在主板上的标识

- 1 PRI IDE、IDE1及SEC IDE、IDE2等表示硬盘和光驱接口的主和从接口。
- 2 SATA1、SATA2或JSATA1、JSATA2等表示硬盘串行接口。
- 3 FLOPPY或FDD1表示软驱接口。



提示

在接口周围有针脚顺序提示，如1, 2和33, 34及39, 40样数字指示。软驱线和硬盘线的红线靠近1的位置。

2. CPU插座在主板上的标识

LGA 775、SOCKET 478、SOCKET 462、SOCKET 754、SOCKET 939或SOCKET AM2表示CPU插座类型。

3. 内存插槽在主板上的标识

DIMM0、DIMM1和DDR1、DDR2、DDR3表示使用的内存插槽序号。

4. 扩展槽在主板上的标识

PCIE_1、PCIE_2、PCIE_16、PCI1、PCI2、AGP、CNR、ACR等表示主板的扩展槽类型。

5. 电源接口在主板上的标识

- 1 ATX1或JATXPWR1表示24针或20针ATX电源接口。

2 ATX12V或ATX2表示CPU供电的专用12V接口（2黄，2黑，共4根）。

3 ATXP5或JATXPWR2表示内存供电接口（颜色为1红，2橙，3黑，共6根）。

6. 风扇接口在主板上的标识

1 CPU-FAN1表示CPU风扇。

2 PWR-FAN1表示电源风扇。

3 CAS-FAN1、CHASSIS FAN和SYS FAN等表示机箱风扇电源接口。

4 FRONT FAN表示前置机箱风扇。

5 REAR FAN表示后置机箱风扇。

7. 面板接口在主板上的标识

1 F-PANEL或FRONT PNL1表示前置面板接口。

2 PANEL1表示面板1。

3 RESET或RST表示复位。

4 LED表示发光二极管，有正负极区别。当接反时不发光，其正常工作电压红绿黄1.8V~2.5V，蓝色4V左右，白色5V。

5 PWR-SW或PW-ON表示电源开关。

6 PWR-LED表示电源指示灯。

7 ACPI-LED表示高级电源管理状态指示灯。

8 TURBO-LED或TB-LED表示加速状态指示灯。

9 HD-LED或IDE-LED表示硬盘指示灯。

10 SCSI-LED表示SCSI硬盘工作状态指示灯。

11 HD+和HD-分别表示硬盘指示灯的正极和负极，其他如MPD+和MPD-及PW+和PW-。

12 SPEAKER或SPK表示主板扩音器接口。

13 BZ1表示蜂鸣器。

14 KB-LOCK或KEYLOCK表示键盘锁接口。

15 TURBO S/W表示加速转换开关接口。

8. 外设接口在主板上的标识

1 LPT1或PARALL表示打印机接口。

2 COM1和COM2表示串行通信端口，也是外置调制解调器接口。

3 RJ45表示内置网卡接口。

4 RJ11表示内置调制解调器接口。

5 USB或USB1及USB2、FNT USB等表示主板前置或后置USB接口。

6 MSE/KYBD表示鼠标和键盘接口。

7 CD-IN1和JCD表示CD音频输入接口。

8 AUX-IN1和JAUX表示线路音频输入接口。

9 JAUDIO或AUDIO表示板载音频输出接口。如果机箱有前置耳机和话筒插孔时，并且其接口符合板载AUDIO接口，则可以方便地同时使用前置和后置音频输出，不必来回地插拔。

10 F-AUDIO表示前置音频输入/输出接口。

11 MODEM IN1表示内置调制解调器输入接口。

1.5 主板电路组成

计算机主板主要由三类构件组成：电路元器件（包括集成电路、电阻、电容等），各种插槽插座接口和多层电路板。

另外，主板的电路又由软开机电路、供电电路、时钟电路、复位电路、BIOS和CMOS电路和接口电路等组成。

1.5.1 主板开机电路

主板开机电路主要是控制计算机的开启与关闭，主板开机电路以南桥芯片或I/O芯片内部的电源管理控制器为核心，结合开机键及外围门电路触发器来控制电路的触发信号，再由南桥芯片或I/O芯片向末级执行三极管发出控制信号，使三极管导通，ATX电源向主板及其他负载供电。

1.5.2 主板供电电路

主板供电电路的最终目的就是在负载（如CPU）电源输入端达到负载对电压和电流的要求，满足正常工作的需要。主板供电电路主要包括CPU供电电路、芯片组供电电路、内存供电电路等几种，如图1-28所示，图中显示的部分都为供电电路的元器件。

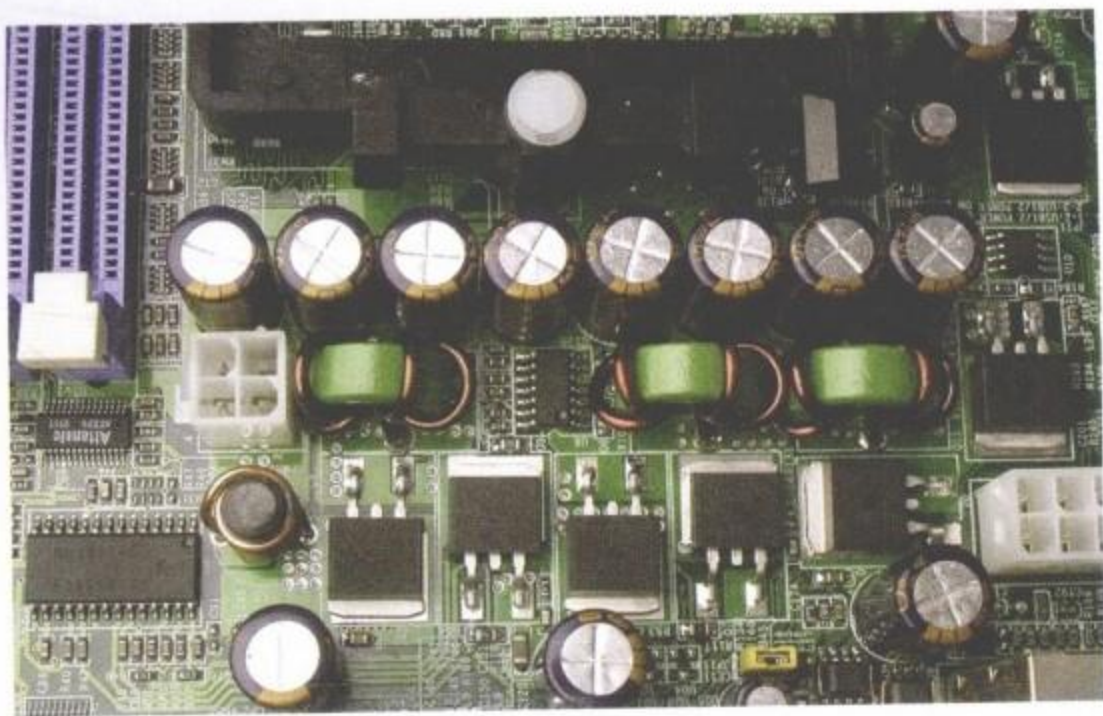


图1-28 CPU供电电路

1.5.3 主板时钟电路

主板时钟电路用于给CPU、主板芯片组和各级总线（CPU总线、AGP总线、PCI总线、ISA总线等）和主板各个接口部分提供基本工作频率。有了它，计算机才能在CPU的控制下，按步就班，协调地完成各项功能工作，如图1-29所示为主板时钟电路。

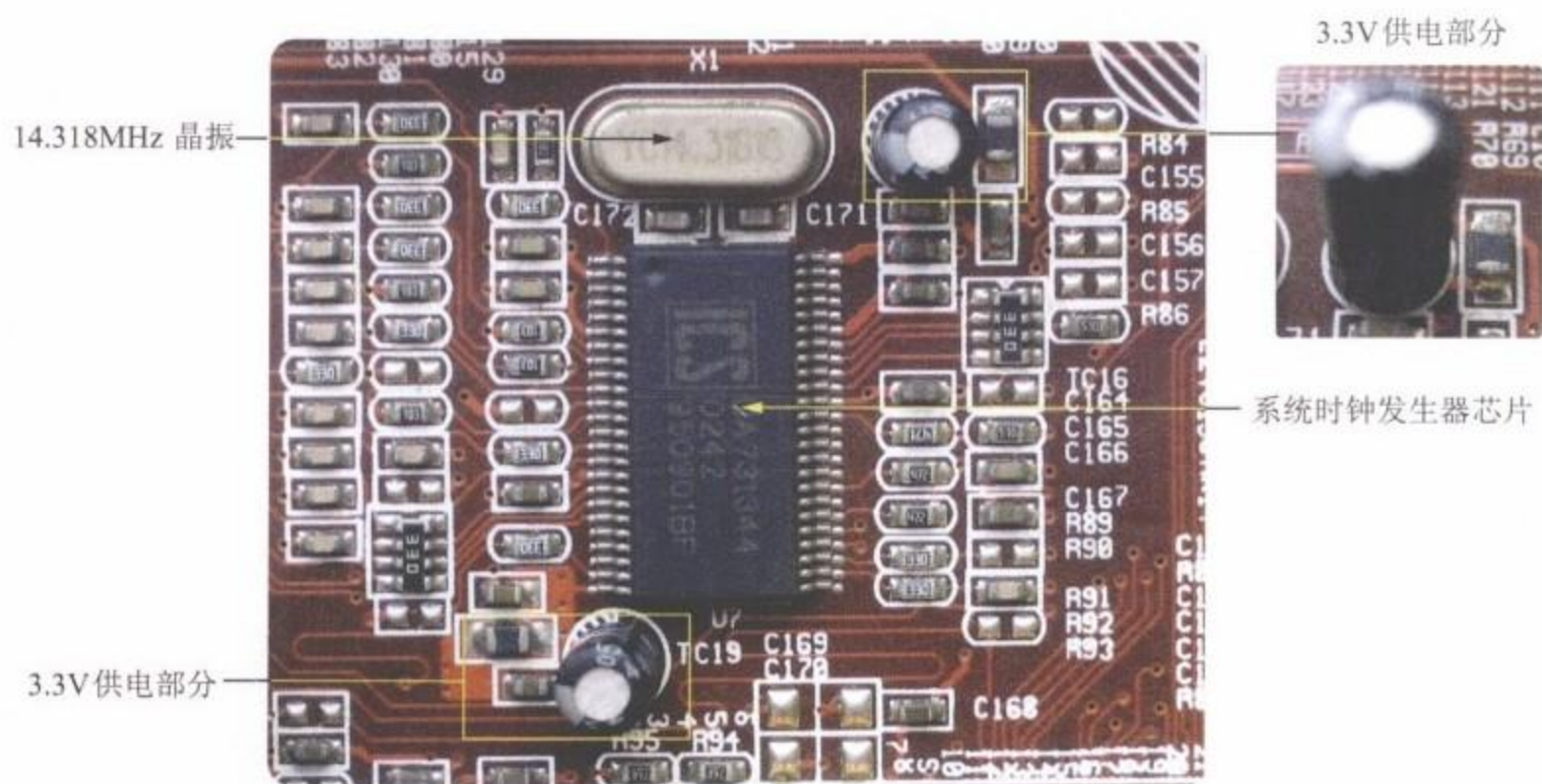


图1-29 主板时钟电路

1.5.4 主板复位电路

主板复位的主要目的是使主板及其他部件进入初始化状态，对主板进行复位的过程就是对主板及其他部件进行初始化的过程。它是在供电、时钟正常时才开始工作的。

1.5.5 主板BIOS和CMOS电路

主板BIOS是硬件与软件之间的一个桥梁，是位于南桥芯片与I/O芯片之间的一个固件。BIOS电路主要负责解决硬件的即时需求，并按软件对硬件的操作要求具体执行任务。在计算机的使用过程中，BIOS为计算机提供最低级的、最直接的硬件控制。如果BIOS芯片损坏，将无法启动计算机。

CMOS电路集成在南桥内部，CMOS电路给CMOS存储器提供待机电压，使CMOS存储器一直保持工作状态，可随时参与唤醒任务，如图1-30所示。CMOS存储器主要存储硬件的相关信息。

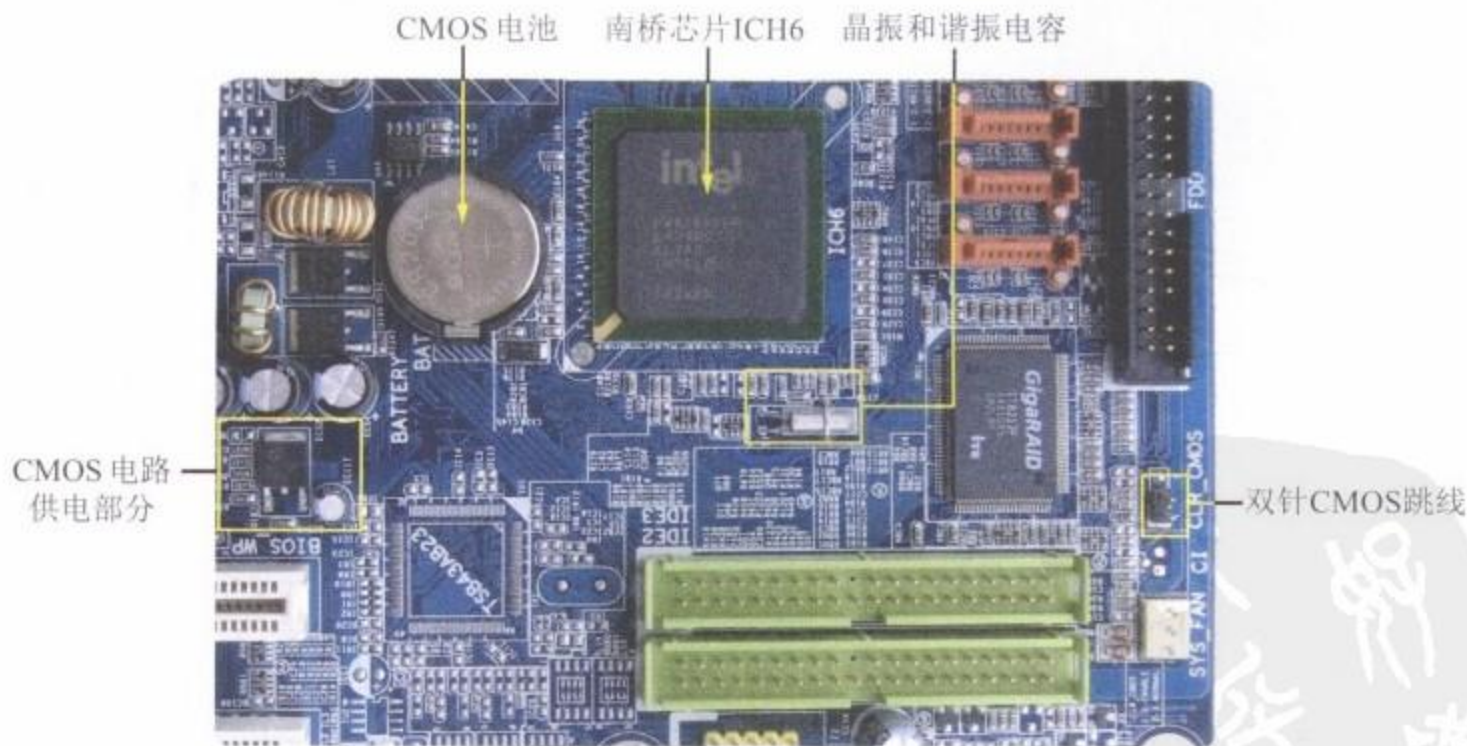


图1-30 主板CMOS电路

1.5.6 主板接口电路

主板接口电路主要包括键盘鼠标接口电路、串口并口电路、USB接口电路、软驱硬盘接口电路等，它们分别为自己的连接设备提供服务。

1.6 本章小节

本章对学习主板维修技术的方法、主板的结构、主板中的主要芯片和接口插座、主板上的英文标识及主板的主要电路等内容进行了介绍，使读者对电脑主板有一个整体的了解。在本章介绍的内容中，要充分领会学习主板维修的方法；重点掌握主板中各种芯片及接口插座的相关知识，对主板的主要电路可做简单了解。



读书笔记

Handwriting practice lines for the reading notes section.

Chapter

2

主板维修常用工具及 常用元器件识别与检测



技术要点：

- 主板常用维修工具
- 主板中主要元器件
- 主板常用元器件好坏的判定方法



2.1 主板常用维修工具

主板芯片级维修常用工具主要有万用表、示波器、晶体管图示仪、电烙铁、热风焊台、编程器、主板故障诊断卡、螺丝刀、钳子、镊子、吸锡器等。

2.1.1 万用表

“万用表”是万用电表的简称，它是电子制作中一个必不可少的工具。万用表能测量电流、电压、电阻，有的还可以测量三极管的放大倍数，以及频率、电容值、逻辑电位、分贝值等。万用表是公用一个表头，集电压表、电流表和欧姆表于一体的仪表。万用表有很多种，现在最流行的有机械指针万用表和数字万用表，如图2-1所示。



(a) 指针万用表



(b) 数字万用表

图2-1 机械指针万用表和数字万用表

1. 数字万用表

数字万用表的测量值由液晶显示屏直接以数字的形式显示，读取方便，有些还带有语音提示功能。

数字万用表在万用表的下方有一个挡位旋钮，旋钮所指的是测量的挡位。数字万用表的挡位主要有以下几种：“V~”表示测量交流电压的挡位；“V-”表示测量直流电压的挡位；“A~”表示测量交流电流的挡位；“A-”表示测量直流电流的挡位；“Ω (R)”表示测量电阻的挡位；“HFE”表示测量三极管的挡位。

数字万用表的红笔表示接外电路正极，黑笔表示接外电路负极。数字万用表的使用方法如下：

1 电压的测量。电压的测量分为直流电压的测量和交流电压的测量。

① 直流电压的测量（如电池、随身听电源等）。

Step 01 首先将黑表笔插进万用表的“COM”孔，红表笔插进万用表的“VΩ”孔。

Step 02 接着把万用表的挡位旋钮打到直流挡“V-”，然后将旋钮调到比估计值大的量程（注意：表盘上的数值均为最大量程）。

Step 03 接着把表笔接电源或电池两端，并保持接触稳定。

Step 04 从显示屏上直接读取测量数值，若测量数值显示为“1.”，则表明量程太小，那么就要加大量程后再测量。如果在数值左边出现“-”，则表明表笔极性与实际电源极性相反，此时红表笔接的是负极。

② 交流电压的测量。

Step 01 首先将黑表笔插进万用表的“COM”孔，红表笔插进万用表的“VΩ”孔。

Step 02 接着把万用表的挡位旋钮打到交流挡“V~”，然后将旋钮调到比估计值大的量程。

Step 03 接着把表笔接到电源的两端（交流电压无正负之分），然后从显示屏上读取测量数值。



提示

无论是测量交流电压还是直流电压，都要注意人身安全，不要随使用手触摸表笔的金属部分。

2 电流的测量。电流的测量同样也分为直流电流的测量和交流电流的测量。

① 直流电流的测量。

Step 01 先将黑表笔插入万用表的“COM”孔。若测量大于200mA的电流，则要将红表笔插入“10A”插孔并将旋钮打到直流“10A”挡；若测量小于200mA的电流，则将红表笔插入“200mA”插孔，将旋钮打到直流200mA以内的合适量程。

Step 02 将挡位旋钮调到直流挡的合适位置，调整好后，开始测量。将万用表串联到电路中，保持稳定。

Step 03 接着从显示屏上读取测量数据，若显示为“1.”，则表明量程太小，那么就要加大量程后再测量；如果在数值左边出现“-”，则表明电流从黑表笔流进万用表。

② 交流电流的测量。测量方法与直流电流的测量基本相同，不过挡位应该打到交流挡，电流测量完毕后应将红笔插回“VΩ”孔。

3 电阻的测量。

Step 01 将黑表笔插进“COM”孔，红表笔插进“VΩ”孔中。

Step 02 把挡位旋钮调到“Ω”中所需的量程，用表笔接在电阻两端的金属部位，测量中可以用手接触电阻，但不要同时接触电阻两端，这样会影响测量的精确度（人体是电阻很大的导体）。

Step 03 保持表笔和电阻接触良好的同时，开始从显示屏上读取测量数据。



提示

在“200”挡时单位为“Ω”，在“2k”到“200k”挡时单位为“kΩ”，“2M”以上的单位为“MΩ”。

4 二极管的测量。数字万用表可以测量发光二极管、整流二极管，测量方法如下：

Step 01 将黑表笔插进“COM”孔，红表笔插进“VΩ”孔。

Step 02 将挡位旋钮调到二极管挡。

Step 03 用红表笔接二极管的正极，黑表笔接负极，这时会显示二极管的正向压降。锗二极管的压降为0.15V~0.3V，硅二极管为0.5V~0.7V，发光二极管为1.8V~2.3V。调换表笔，显示屏显示“1.”则为正常（因为二极管的反向电阻很大），否则此管已被击穿。

2. 指针万用表

指针万用表是以表头为核心部件的多功能测量仪表，测量值由表头指针指示读取。指针万用表的外观和数字万用表有一定的区别，但它们的挡位旋钮差不多，挡位也基本相同。

指针万用表的挡位主要有以下几种：

标有“ Ω ”标记的是测电阻时用的刻度尺；标有“DCmA”标记的是测直流电流时用的刻度尺；标有“DCV”标记的是测量直流电压时用的刻度尺；标有“ACV”标记的是测量交流电压时用的刻度尺；标有“HFE”标记的是测三极管时用的刻度尺；标有“LI”标记的是测量负载的电流、电压的刻度尺；标有“DB”标记的是测量电平的刻度尺。

指针万用表的使用方法如下：

1 测量电阻。

Step 01 先将表笔搭在一起短路，使指针向右偏转，随即调整调零旋钮，使指针恰好指到0。

Step 02 将万用表的挡位旋钮调到适当的欧姆挡位。

Step 03 然后将两根表笔分别接触被测电阻（或电路）两端，读出指针在“ Ω ”刻度线（第一条线）上的读数。

Step 04 将读取的读数乘以该挡标的数字，就是所测电阻的阻值。



提示

如用R*100挡测量电阻，指针指在80，则所测得的电阻值为 $80\Omega \times 100 = 8k\Omega$ 。由于“ Ω ”刻度线左部读数较密，难以看准，所以测量时应选择适当的欧姆挡。使指针在刻度线的中部或右部，这样读数比较清楚准确。每次换挡，都应重新将两根表笔短接，重新调整指针到零位，这样才能测准。

2 测量直流电压。

Step 01 首先估计被测电压的大小，然后将挡位旋钮拨至适当的DCV量程。

Step 02 将红表笔接被测电压“+”端，黑表笔接被测电压“-”端。

Step 03 然后根据该挡量程数字与“DC-”刻度线（第二条线）上的指针所指数字，来读出被测电压的大小（如用V300挡测量，可以直接读0~300的指示数值。如用V30挡测量，只须将刻度线上300这个数去掉一个“0”，看成30，再依次把200、100等数看成20、10即可，这样就可以读出指针指示的数值。如用V30挡测量直流电压，指针指在15，则所测的电压为1.5V）。

3 测量交流电压。测交流电压的方法与测量直流电压相似，所不同的是因交流电没有正负之分，所以测量交流电压时，表笔也就不需分正负。读数方法与上述的测量直流电压的读法一样，只是数字应看标有交流符号“AC”的刻度线上的指针位置。

4 测量直流电流。

Step 01 先估计被测电流的大小，然后将挡位旋钮拨至合适的DCmA量程。

Step 02 把万用表串联在电路中，同时观察标有直流符号“DC”的刻度线读出数据。



提示

如电流量程选在3mA挡，这时，应把表面刻度线上的300，去掉两个“0”，看成3，又依次把200、100看成2、1，这样就可以读出被测电流数值。如用直流3mA挡测量直流电流，指针在100，则电流为1mA。

3. 万用表在维修中的应用

万用表是在维修主板中最常用、最简单方便的检测工具，万用表在维修中的应用主要有以下几种。

- 1 用万用表测量元器件的电阻值，判断这些元器件是否损坏。
- 2 用万用表测量电路有无短路或漏电，防止烧坏其他元器件。
- 3 用万用表测量二极管、三极管、晶闸管、集成电路以及其他怀疑有故障的元器件对地的电阻，进而查找出故障元器件。
- 4 用万用表测量有故障主板上元器件的“压降”，然后与正常主板该部分的“压降”相比较，可以快速有效地判断元器件的好坏及周围电路是否正常。
- 5 用万用表测量三极管偏置电路的电压情况，来判断三极管的好坏（如e-b间无正向偏压或b-c间无反向偏压，则该管的发射极或集电极已被击穿或偏置电路有故障）。
- 6 用万用表测量交流电压，来判断脉冲信号的有无。

2.1.2 示波器

示波器是利用电子示波管的特性，将人眼无法直接观测的交变电信号转换成图像，显示在荧光屏上以便测量的电子测量仪器。它是观察数字电路实验现象、分析实验中的问题、测量实验结果必不可少的重要仪器。示波器主要由示波管和电源系统、同步系统、X轴偏转系统、Y轴偏转系统、延迟扫描系统、标准信号源组成，如图2-2所示。



图2-2 示波器

1. 示波器的分类

示波器主要的功能是观察和测量电信号的波形，不但能观察到电信号的动态过程，而且还能定量地测量电信号的各种参数。例如交流电的周期、幅度、频率、相位等。在测试脉冲信号时，响应非常迅速，而且波形清晰可辨。另外还可将非电信号转换为电信号，用来测量温度、压力、声、热等，因此它的用途非常广泛。

示波器的种类很多，按其用途和特点可分为以下几种。

1 通用示波器：它是采用单束示波管的宽带示波器，常见的有单时基单踪或双踪示波器。

2 多踪示波器：又称多线示波器，它能同时显示两个以上的波形，并对其进行定性、定量地比较和观测，而且每个波形都是由单独的电子束产生的。

3 取样示波器：这种示波器采用取样技术，把高频信号模拟变换成低频信号，再用通用示波器的原理显示其波形。

4 记忆、存储示波器：这种示波器不但具有通用示波器的功能，而且还具有存储信号波形的功能。记忆示波器是在普通示波器上增加了触发记录电信号来实现的，记忆时间可达数天。存储示波器是利用数字电路的存储技术实现存储功能的，其存储时间是无限的。

5 专用示波器：这些示波器是具有特殊用途的示波器，例如矢量示波器、心电示波器等。

2. 示波器基本操作

1 荧光屏。它是示波管的显示部分。屏的水平方向和垂直方向上各有多条刻度线，指示出信号波形的电压和时间之间的关系，水平方向指示时间，垂直方向指示电压。水平方向分为10格，垂直方向分为8格，每格又分为5份。垂直方向标有0%、10%、90%、100%等标志，水平方向标有10%、90%标志，供测直流电平、交流信号幅度、延迟时间等参数时使用。根据被测信号在屏幕上占的格数乘以适当的比例常数（V/DIV、TIME/DIV）能得出电压值与时间值。

2 电源开关（Power）按钮。此按钮是示波器主电源开关，当此按钮按下时，电源指示灯亮，表示电源接通。

3 辉度（Intensity）旋钮。旋转此旋钮能改变光点和扫描线的亮度。观察低频信号时可将亮度调小些，高频信号时可将亮度调大些，一般不应调太亮，以保护荧光屏。

4 聚焦（Focus）旋钮。它用于调节电子束截面大小，将扫描线聚焦成最清晰状态。

5 标尺亮度（Illuminance）旋钮。此旋钮用于调节荧光屏后面的照明灯亮度，室内光线正常时，照明灯暗一些好，室内光线不足时，可适当调亮照明灯。

6 垂直偏转因数（VOLTS/DIV）旋钮。在单位输入信号作用下，光点在屏幕上偏移的距离称为偏移灵敏度，这一定义对X轴和Y轴都适用。灵敏度的倒数称为偏转因数。垂直灵敏度的单位为cm/V、cm/mV或者DIV/mV、DIV/V，垂直偏转因数的单位是V/cm、mV/cm或者V/DIV、mV/DIV。实际上因习惯用法和测量电压读数的方便，有时也把垂直偏转因数作为灵敏度。

示波器中每个通道各有一个垂直偏转因数选择波段开关。一般按1、2、5方式将5mV/DIV~5V/DIV分为10挡。波段开关指示的值代表荧光屏上垂直方向一格的电压值。例如波段开关置于1V/DIV挡时，如果屏幕上信号光点移动一格，则代表输入信号电压变化1V。

每个波段开关上都有一个微调小旋钮，用于微调每挡垂直偏转因数。将它沿顺时针方向旋到底，处于“校准”位置，此时垂直偏转因数与波段开关所指示的值一致。逆时针旋转此旋钮，能够微调垂直偏转因数。垂直偏转因数微调后，会造成与波段开关的指示值不一致，这点应引起注意。

7 时基 (TIME/DIV) 旋钮。它的使用方法与垂直偏转因数旋钮类似。时基选择也通过一个波段开关实现, 按1、2、5方式把时基分为若干挡。波段开关的指示值代表光点在水平方向移动一格的时间值。例如在 $1\mu\text{s}/\text{DIV}$ 挡, 光点在屏上移动一格代表时间值 $1\mu\text{s}$ 。

时基旋钮上有一个微调小旋钮, 用于时基校准和微调。沿顺时针方向旋到底处于校准位置时, 屏幕上显示的时基值与波段开关所指示的标称值一致。逆时针旋转旋钮, 则对时基微调。旋钮拔出后处于扫描扩展状态。通常为 $\times 10$ 扩展, 即水平灵敏度扩大10倍, 时基缩小到 $1/10$ 。例如在 $2\mu\text{s}/\text{DIV}$ 挡, 扫描扩展状态下荧光屏上水平一格代表的时间值为 $2\mu\text{s} \times (1/10) = 0.2\mu\text{s}$ 。

TDS实验台上有10MHz、1MHz、500kHz、100kHz的时钟信号, 由石英晶体振荡器和分频器产生, 准确度很高, 可用来校准示波器的时基。

示波器的标准信号源CAL, 专门用于校准示波器的时基和垂直偏转因数。

8 位移 (Position) 旋钮。此旋钮用于调节信号波形在荧光屏上的位置。旋转水平位移旋钮 (标有水平双向箭头) 左右移动信号波形, 旋转垂直位移旋钮 (标有垂直双向箭头) 上下移动信号波形。

9 选择输入通道。输入通道至少有3种选择方式: 通道1 (CH1)、通道2 (CH2)、双通道 (DUAL)。选择通道1时, 示波器仅显示通道1的信号。选择通道2时, 示波器仅显示通道2的信号。选择双通道时, 示波器同时显示通道1和通道2的信号。

测试信号时, 首先要将示波器的地与被测电路的地连接在一起, 根据输入通道的选择, 将示波器探头插到相应通道插座上, 然后再将示波器探头上的地与被测电路的地连接在一起, 示波器探头接触被测点。示波器探头上有一个双位开关。将开关拨到“ $\times 1$ ”位置时, 被测信号无衰减送到示波器, 从荧光屏上读出的电压值是信号的实际电压值。将开关拨到“ $\times 10$ ”位置时, 被测信号衰减为 $1/10$, 然后送往示波器, 从荧光屏上读出的电压值乘以10才是信号的实际电压值。

10 选择输入耦合方式。输入耦合方式有3种选择: 交流 (AC)、地 (GND)、直流 (DC)。

当选择“地”时, 扫描线显示出“示波器地”在荧光屏上的位置; 直流耦合用于测定信号直流绝对值和观测极低频信号; 交流耦合用于观测交流和含有直流成分的交流信号。在数字电路实验中, 一般选择“直流”方式, 以便观测信号的绝对电压值。

11 触发源 (Source) 选择。要使屏幕上显示稳定的波形, 则需将被测信号本身或者与被测信号有一定时间关系的触发信号加到触发电路。触发源选择确定触发信号由何处供给。通常有3种触发源: 内触发 (INT)、电源触发 (LINE)、外触发 (EXT)。

① 内触发使用被测信号作为触发信号, 是经常使用的一种触发方式。由于触发信号本身是被测信号的一部分, 在屏幕上可以显示出非常稳定的波形。双踪示波器中通道1或者通道2都可以选作触发信号。

② 电源触发使用交流电源频率信号作为触发信号。这种方法在测量与交流电源频率有关的信号时是有效的。特别在测量音频电路、闸流管的低电平交流噪声时更为有效。

③ 外触发使用外加信号作为触发信号, 外加信号从外触发输入端输入。外触发信号与被测信号间应具有周期性的关系。由于被测信号没有用作触发信号, 所以何时开始扫描与被测信号无关。

正确选择触发信号对波形显示的稳定、清晰影响很大。例如在数字电路的测量中, 对一个

简单的周期信号而言，选择内触发可能好一些，而对于一个具有复杂周期的信号，且存在一个与它有周期关系的信号时，选用外触发可能更好。

12 选择触发耦合 (Coupling) 方式。触发信号到触发电路的耦合方式有多种，目的是为了触发信号的稳定、可靠。触发耦合方式主要有AC耦合、直流耦合 (DC)、低频抑制 (LFR) 触发、高频抑制 (HFR) 触发和电视同步 (TV) 触发。

① AC耦合又称电容耦合。它只允许用触发信号的交流分量触发，触发信号的直流分量被隔断。通常在不考虑DC分量时使用这种耦合方式，以形成稳定触发。但是如果触发信号的频率小于10Hz，会造成触发困难。

② 直流耦合 (DC) 为不隔断触发信号的直流分量。当触发信号的频率较低或者触发信号的占空比很大时，使用直流耦合较好。

③ 低频抑制 (LFR) 触发时，触发信号经过高通滤波器加到触发电路，触发信号的低频成分被抑制。

④ 高频抑制 (HFR) 触发时，触发信号通过低通滤波器加到触发电路，触发信号的高频成分被抑制。

⑤ 电视同步 (TV) 触发用于电视维修。

13 触发电平 (Level) 旋钮。触发电平调节又称为同步调节，它使得扫描与被测信号同步。电平调节旋钮用于调节触发信号的触发电平。一旦触发信号超过设定的触发电平时，扫描即被触发。顺时针旋转旋钮，触发电平上升；逆时针旋转旋钮，触发电平下降。当触发电平旋钮调到电平锁定位置时，触发电平自动保持在触发信号的幅度之内，不需要触发电平调节就能产生一个稳定的触发。当信号波形复杂，用触发电平旋钮不能稳定触发时，用释抑 (Hold Off) 旋钮调节波形的释抑时间 (扫描暂停时间)，能使扫描与波形稳定同步。

14 触发极性 (Slope) 开关。它用来选择触发信号的极性。拨在“+”位置上时，在信号增加的方向上，当触发信号超过触发电平时就产生触发。拨在“-”位置上时，在信号减少的方向上，当触发信号超过触发电平时就产生触发。触发极性和触发电平共同决定触发信号的触发点。

15 选择扫描方式 (Sweep Mode)。扫描方式有自动 (Auto)、常态 (Norm) 和单次 (Single) 3种。

① 自动：当无触发信号输入，或者触发信号频率低于50Hz时，扫描为自激方式。

② 常态：当无触发信号输入时，扫描处于准备状态，没有扫描线。触发信号到来后，触发扫描。

③ 单次：单次按钮类似复位开关。单次扫描方式下，按单次按钮时扫描电路复位，此时准备好 (Ready) 灯亮。触发信号到来后产生一次扫描。单次扫描结束后，准备灯灭。单次扫描用于观测非周期信号或者单次瞬变信号，往往需要对波形拍照。

3. 示波器的使用及注意事项

1 用示波器测量交流电压。

Step 01 首先将输入耦合开关置于“AC”位置 (扩展控制开关未拉出)，将交流信号从Y轴输入，这样就能测量信号波形峰-峰间或某两点间的电压幅值。

Step 02 从屏幕上读出波形峰-峰间所占的格数，将它乘以伏/度选择开关的挡位，即可计算出被测信号的交流电压值。若将扩展控制开关拉出，则再除以5。

2 用示波器测量频率和周期。

Step 01 首先将输入耦合开关置于“AC”位置。

Step 02 观察屏幕上信号波形的一个周期内在水平方向上所占的格数，则信号的周期为扫描时间选择开关的挡位与格数的乘积，信号的频率为周期的倒数。当扩展旋钮被拉出时，上述计算的周期应除以10。

3 使用注意事项。

① 测试前，应首先估算被测信号的幅度大小，若不明确，应将示波器的伏/度选择开关置于最大挡，避免因电压过大而损坏示波器。

② 在测量小信号波形时，由于被测信号较弱，示波器上显示的波形就不容易同步，这时，可采取以下两种方法加以解决：第一，仔细调节示波器上的触发电平控制旋钮，使被测信号稳定和同步。必要时，可结合调整扫描微调旋钮，但应注意，调节该旋钮，会使屏幕上显示的频率读数发生变化（逆时针旋转扫描因素扩大2.5倍以上），给计算频率造成一定困难，一般情况下，应将此旋钮顺时针旋转到底，使之位于校正位置（CAL）。第二，使用与被测信号同频率（或整数倍）的另一强信号作为示波器的触发信号，该信号可以直接从示波器的第二通道输入。

③ 示波器工作时，周围不要放一些大功率的变压器，否则，测出的波形会有重影和噪波干扰。

④ 示波器可作为高内阻的电流电压表使用，手机电路中有一些高内阻电路，若使用普通万用表测电压，由于万用表内阻较低，测量结果会不准确，而且还可能会影响被测电路的正常工作，而示波器的输入阻抗比万用表要高得多，使用示波器直流输入方式，先将示波器输入接地，确定好示波器的零基线，就能方便地测量被测信号的直流电压。

2.1.3 晶体管图示仪

晶体管图示仪简称“图示仪”，它是一种能对晶体管的特性参数进行定量测试的仪器，如图2-3所示。

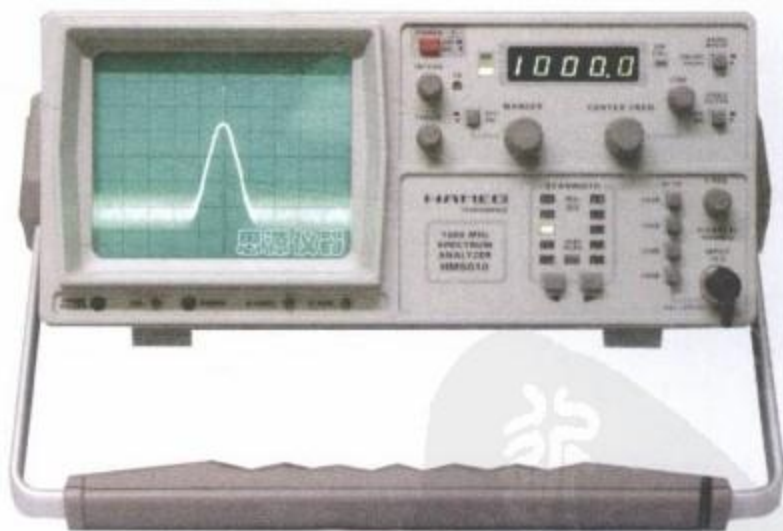


图2-3 晶体管图示仪

晶体管特性图示仪面板上主要旋钮的作用。

1 “电压（V）/度”旋钮开关。此旋钮开关是一个具有4种偏转作用共17挡的旋钮开关，用来选择图示仪X轴所代表的变量及其倍率。在测试小功率晶体管的输出特性曲线时，该旋钮置“ V_{CE} ”的有关挡。测量输入特性曲线时，该旋钮置“ V_{BE} ”的有关挡。

2 “电流/度”旋钮开关。此旋钮开关是一个具有4种偏转作用共22挡的旋钮开关，用来选择图示仪Y轴所代表的变量及其倍率。在测试小功率晶体管的输出特性曲线时，该旋钮置“ I_c ”的有关挡。测量输入特性时，该旋钮置“基极电流或基极源电压”挡（仪器面板上画有阶梯波形的一挡）。

3 “峰值电压范围”开关和“峰值电压%”旋钮。“峰值电压范围”是5个挡位的按键开关。“峰值电压%”是连续可调的旋钮。它们的共同作用是用来控制“集电极扫描电压”的大小。不管“峰值电压范围”置于哪一挡，都必须在开始时将“峰值电压%”置于0位，然后逐渐小心地增大到一定值。否则容易损坏被测管。一个管子测试完毕后，“峰值电压%”旋钮应回调至零。

4 “功耗限制电阻”旋钮。“功耗限制电阻”相当于晶体管放大器中的集电极电阻，它串联在被测晶体管的集电极与集电极扫描电压源之间，用来调节流过晶体管的电流，从而限制被测晶体管的功耗。测试小功率晶体管时，一般选该电阻值为1 k Ω 。

5 “基极阶梯信号”旋钮。此旋钮给基极加上周期性变化的电流信号。每两级阶梯信号之间的差值大小由“阶梯选择毫安/级”来选择。为方便起见，一般选10 μ A /级。每个周期中阶梯信号的阶梯数由“级/簇”来选择，阶梯信号每簇的级数，实际上就是在图示仪上所能显示的输出特性曲线的根数。阶梯信号每一级毫安值的大小，就反映了图示仪上所显示的输出特性曲线的疏密程度。

6 “零电压”、“零电流”开关。此开关是对被测晶体管基极状态进行设置的开关。当测量管子的击穿电压和电流时，都需要使被测管的基极处于开路状态。这时可以将该开关设置在“零电流”挡（只有开路时，才能保证电流为0）。当测量晶体管的击穿电流时，需要使被测管的基、发射极短路，这时可以通过将该开关设置在“零电压”挡来实现。

2.1.4 电烙铁

电烙铁是熔解锡进行焊接的工具，主要用来焊接，使用时只要用电烙铁头对准所焊元器件焊接即可。如图2-4所示为电烙铁。



图2-4 电烙铁

1. 电烙铁的种类

电烙铁的种类比较多，常用的分为外热式、内热式、恒温式、吸锡式等几种。

1 外热式电烙铁：烙铁头安装在烙铁芯里面的电烙铁称为外热式电烙铁。

2 内热式电烙铁：烙铁芯装在烙铁头里面的电烙铁，称为内热式电烙铁，内热式电烙铁发热块的热利用率高。

3 恒温式电烙铁：在烙铁头内，装有带磁铁式的温度控制器，控制通电时间而实现温度

控制的电烙铁，称为恒温式电烙铁。由于在焊接集成电路、晶体管元器件时，温度不能太高，焊接时间不能过长，否则就会因温度过高造成元器件的损坏，因而对电烙铁的温度要给以限制。恒温式电烙铁就是专门针对这一要求而设计的。

4 吸锡式电烙铁：吸锡式电烙铁是将活塞式吸锡器与电烙铁融为一体的拆焊工具。

2. 焊锡材料

焊锡材料是由锡铅合金及一定量的活性焊剂按一定比例配置而成，一般锡占63%，铅占37%，焊锡的液化温度在 400°C （750）以下。常见的焊锡材料有锡条、锡锭、锡线、锡粉、预制锭、锡球与柱、锡膏等几种，其中焊锡丝主要用于各种电气、电子工业、印制电路板、微电子技术等手工焊接工艺，如图2-5所示为焊锡丝。



图2-5 焊锡丝

3. 助焊剂

助焊剂主要用来清除被焊物表面的氧化层，以使被焊物和焊锡很好地结合。因为被焊物必须有一个完全无氧化层的表面才可与焊锡结合，而在电焊时，金属一旦曝露于空气中会生成氧化层，这种氧化层无法用传统溶剂清洗，此时必须依赖助焊剂与氧化层起化学作用，才能被清除干净。

常见的助焊剂主要有无机助焊剂、有机酸助焊剂、松香助焊剂等几种，其中松香助焊剂在手工焊接时比较常用。

4. 电烙铁的使用

焊接技术是一项无线电爱好者必须掌握的基本技术，需要多练习才能熟练掌握，下面具体讲解电烙铁的使用方法。

Step 01 把焊盘和元器件的引脚用细砂纸打磨干净，涂上助焊剂。

Step 02 将电烙铁烧热，待刚刚能熔化焊锡时，涂上助焊剂，再用焊锡均匀地涂在烙铁头上，使烙铁头均匀地涂上一层锡。

Step 03 用烙铁头沾取适量焊锡，接触焊点，待焊点上的焊锡全部熔化并浸没元器件引线头后，电烙铁头沿着元器件的引脚轻轻往上一提，离开焊点。

Step 04 焊完后将电烙铁放在烙铁架上。

Step 05 接着用酒精把电路板上残余的助焊剂清洗干净，以防炭化后的助焊剂影响电路正常工作。

电焊时应注意的问题：

1 应选用合适的焊锡，其中，焊接电子元件时应选用低熔点焊锡丝。

2 制作助焊剂，用25%的松香溶解在75%的酒精（重量比）中作为助焊剂。

3 焊接时间不宜过长，否则容易烫坏元器件，必要时可用镊子夹住引脚帮助散热。

4 焊点应呈正弦波峰形状，表面应光亮圆滑，无锡刺，锡量适中。

5 集成电路应最后焊接，焊接时电烙铁必须接地，或断电后利用余热焊接。或者使用集成电路专用插座，焊好插座后再把集成电路插上去。

6 焊完后应将电烙铁放回烙铁架上。

2.1.5 热风焊台

热风焊台是一种贴片元件和贴片集成电路的拆焊、焊接工具，热风焊台主要由气泵、线性电路板、气流稳定器、外壳、手柄组件、风枪组成，如图2-6所示。

下面以从主板上取下芯片为例，讲解热风焊台的使用方法。

Step 01 将风枪电源插头插入电源插座，打开热风焊台电源开关。

Step 02 调节热风枪的温度和风力，一般温度3~4挡，风力2~3挡。

Step 03 将风枪嘴放在芯片上方3cm左右移动加热，直至芯片底下的锡珠完全熔化，用镊子夹起整个芯片。

Step 04 芯片取下后，芯片的焊盘上和主板上都有余锡，此时，在电路板上加足量的助焊膏，再用电烙铁将板上多余的焊锡去掉。

Step 05 焊接完毕后，将热风焊台电源开关关闭，此时风枪将向外继续喷气，当喷气结束后再将热风焊台的电源插头拔下。



图2-6 热风焊台



提示

加热芯片时要吹芯片四周，不要吹芯片中间，否则易把芯片吹隆起，加热时间不要过长，否则会把电路板吹起泡。

2.1.6 编程器

编程器主要用来修改只读存储器中的程序，编程器通常与计算机连接，再配合编程软件使用。编程器如图2-7所示。在维修时，通常使用编程器刷新主板BIOS芯片、显卡的BIOS芯片、网卡启动芯片、EEPROM串行芯片等。



图2-7 编程器

下面介绍编程器的使用方法。

- Step 01
- 将被烧写的芯片（如BIOS）按照正确的方向插入烧写卡座（芯片缺口对卡座的扳手）。
- Step 02
- 将配套的电 缆分别插入计算机的串口与编程器的通信口。
- Step 03
- 打开编程器的电源（电源为12V），此时中间的电源指示灯亮，表示电源正常。
- Step 04
- 运行编程器的软件，这时程序会自动监测通信端口和芯片的类型，接着从编程软件中，调入提前准备好的被烧写文件（HEX文件）。
- Step 05
- 然后开始烧写，接着编程器开始烧写程序到芯片中，烧写完成后，编程器会提示烧写完成，这时关闭编程器的电源，取下芯片即可。

2.1.7 主板故障诊断卡

主板故障诊断卡的工作原理是利用主板中BIOS内部自检程序的检测结果，通过代码——显示出来，这样可以很快知道电脑的哪个部件不工作，继而很快地知道电脑故障所在。尤其在电脑不能引导操作系统或出现黑屏等故障时，使用诊断卡更能体现其便利，使维修工作事半功倍。

BIOS在每次开机时，对系统的电路、内存、键盘、显卡、硬盘、软驱等各个组件进行严格测试，并分析硬盘系统配置，对已配置的基本I/O设置进行初始化，一切正常后，再引导操作系统。如果在检测的过程中主板或其他硬件出现故障，诊断卡将用代码显示出来，再通过本书查出该代码所表示的故障原因和部位，就可清楚地知道故障所在。主板诊断卡如图2-8所示。



图2-8 故障诊断卡

1. 故障诊断卡工作原理

当BIOS要进行某项测试动作时，首先将主板的自检程序（POST）写入80H地址，如果测

试顺利完成，再写入下一个自检程序，因此如果发生错误或死机，根据80H地址的POST CODE值，就可以了解问题出在什么地方。主板诊断卡的作用就是读取80H地址内的POST CODE，并经译码器译码，最后由数码管显示出来。这样就可以通过主板诊断卡上显示的十六进制代码判断问题出在硬件的哪一部分，而不用仅依靠计算机主板单调的警告声来粗略判断硬件错误。通过它可以知道硬件检测时没有通过检测的设备（如内存、CPU等）。

2. 故障诊断卡指示灯含义

故障诊断卡指示灯可以帮助了解电脑运行的情况，通过观察指示灯亮的情况判断故障的位置，故障诊断卡指示灯含义如表2-1所示。

表2-1 故障诊断卡指示灯含义

指示灯类型	指示灯含义	说明
CLK	总线时钟	不论ISA或PCI只要一块空板（无CPU等）接通电源就应常亮，否则CLK信号坏
BIOS	基本输入/输出	主板运行时对BIOS有读操作时就闪亮
IRDY	主设备准备好	有IRDY信号时才闪亮，否则不亮
OSC	振荡	ISA插槽的主振信号，空板上电则应常亮，否则停振
FRAME	帧周期	PCI插槽有循环帧信号时灯才闪亮，平时常亮
RST	复位	开机或按了RESET开关后亮半秒钟熄灭必属正常，若不灭常因主板上的复位插针接上了加速开关或复位电路损坏
12V	电源	空板上电即应常亮，否则无此电压或主板有短路
-12V	电源	空板上电即应常亮，否则无此电压或主板有短路
5V	电源	空板上电即应常亮，否则无此电压或主板有短路
-5V	电源	空板上电即应常亮，否则无此电压或主板有短路（只有ISA插槽才有此电压）
3.3V	电源	这是PCI插槽特有的3.3V电压，空板上电即应常亮，有些有PCI插槽的主板本身无此电压，则不亮

3. 故障诊断卡的使用流程及方法

故障诊断卡的使用流程如下：

- Step 01 首先关闭电源，然后取出电脑中所有的扩展卡。
- Step 02 将诊断卡插入PCI插槽中，接着打开电源，观察各个发光二极管指示是否正常，如果不正常，关闭电源，根据显示的结果判断故障发生的部件，并排除故障。
- Step 03 如果二极管指示正常，查看诊断卡代码指示是否有错，如果有错，关闭电源，然后根据代码表示的错误检查故障发生的部件，并排除故障。
- Step 04 如果代码显示无错，接着关闭电源，然后插上显卡、键盘、硬盘、内存等设备，打开电源，再用诊断卡检测，看代码指示是否有错。
- Step 05 如果有错，关闭电源，然后根据代码表示的错误检查故障发生的部件，并排除故障。

Step 06 如果无错, 并且检测结果正常, 但不能引导操作系统, 应该是软件或硬盘的故障, 检查硬盘和软件方面的故障, 并排除故障。

使用诊断卡时, 常见的错误代码有:

1 “C1、C3、C6、D2、D3” 内存读写测试, 如果内存没有插上, 或者频率太高, 会被 BIOS 认为没有内存条, 那么 POST 就会停留在 “C1” 处。

2 “0D” 表示显卡没有插好或者没有显卡, 此时, 蜂鸣器也会发出嘟嘟声。

3 “2B” 测试磁盘驱动器, 软驱或硬盘控制器出现问题, 都会显示 “2B”。

4 “FF” 表示对所有配件的一切检测都通过了。但如果一开机就显示 “FF” 表示主板的 BIOS 出现了故障。导致的原因可能有 CPU 没插好, CPU 核心电压没调好, CPU 频率过高、主板有问题等。

2.1.8 CPU 假负载

假负载主要是用来测 CPU 的各点电压是否正常, 因为在维修主板的过程中如果 CPU 电压不正常, 可能将 CPU 烧掉, 所以在检查主板时一般先用假负载检查各点电压, 只有在各点电压正常之后才能在故障主板上安装 CPU。CPU 假负载除了测量 CPU 各点的电压外, 它还可以用来测 CPU 通向北桥芯片或其他通道的 64 根数据线和 32 根地址线是否正常。

1. 假负载的工作原理

CPU 假负载的工作原理如下:

1 不同的 CPU 有不同的工作电压, 同一片 CPU 在不同的工作状态下的工作电压也是不同的 (CPU 温度高时一般会降频, 同时会调整工作电压)。为使同一块主板能兼容多款 CPU, 或满足 CPU 变换工作状态的需要, 一般在插上 CPU 之后, CPU 会告诉主板该给它送多高的电压。

2 CPU 通过几个 VID (电压识别) 引脚向电源管理芯片传递电压信息, 功能完好的主板能根据各 VID 引脚电平的高低为 CPU 提供所需的工作电压。

3 根据 VID 电压识别原理, 用假负载诱出 CPU 主供电, 通过适当检测能基本判定 CPU 供电电路是否正常, 进而保证 CPU 的安全。

2. 假负载的使用方法

用假负载检测 CPU 插座故障时, 测量步骤一般如下:

1 首先检测假负载上的核心电压是否正常。

2 检测假负载上的复位 (RESET#) 电压是否正常。

3 检测假负载上的时钟电压是否正常 (用示波器测假负载上的时钟是否有波, 有波表示正常)。

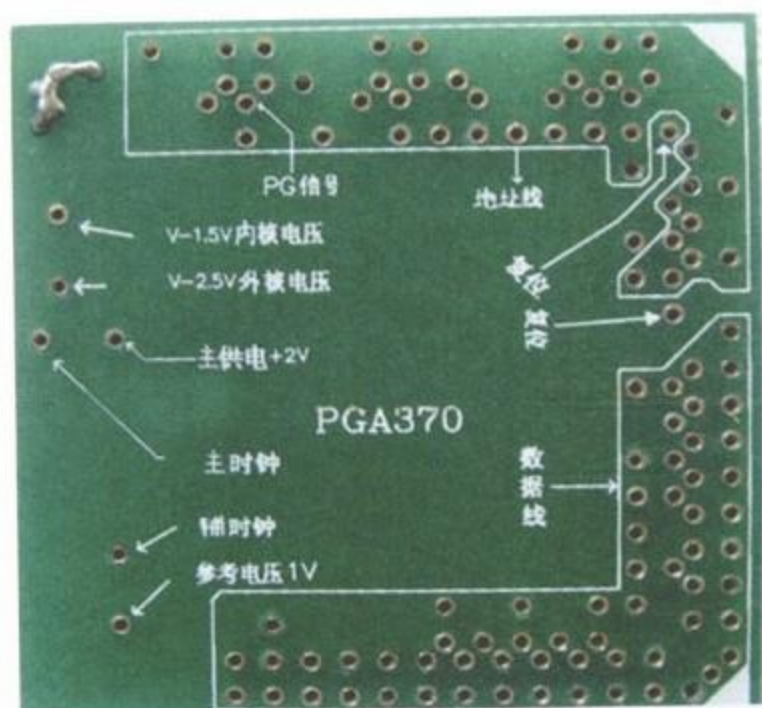
4 检测假负载上的 PG 信号电压是否正常。

5 检测假负载上的 1V 参考电压是否正常。

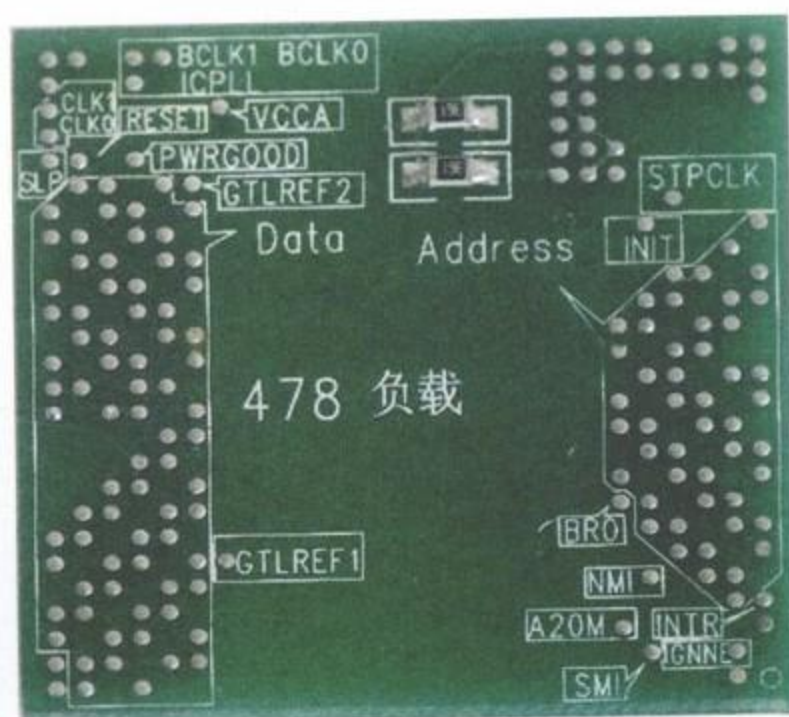
6 检测主板上的核心供电的低端场效应管 (也称下管) 的 D 极电压是否正常。

3. 各种 CPU 假负载的测试点

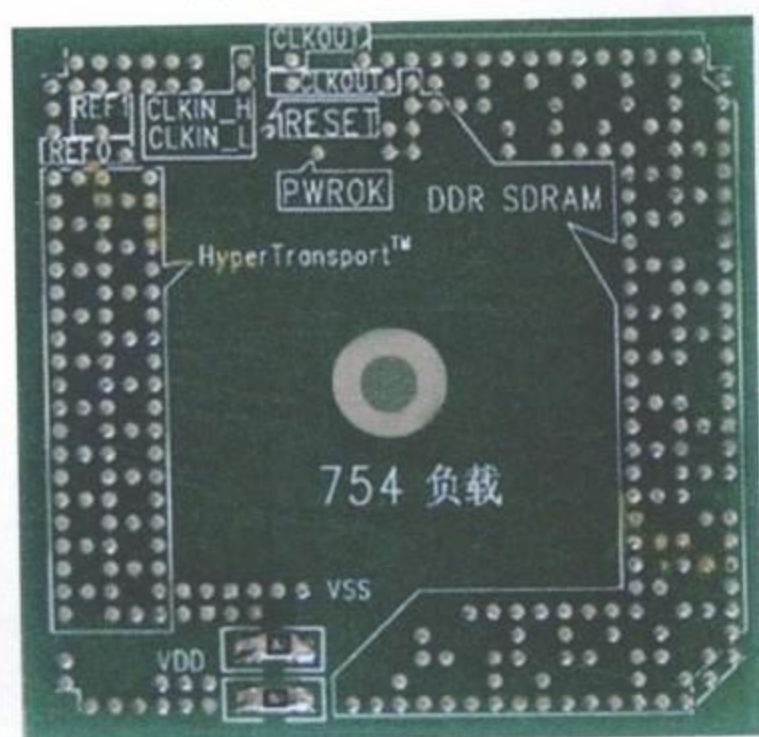
各种假负载及测试点如图 2-9 所示。



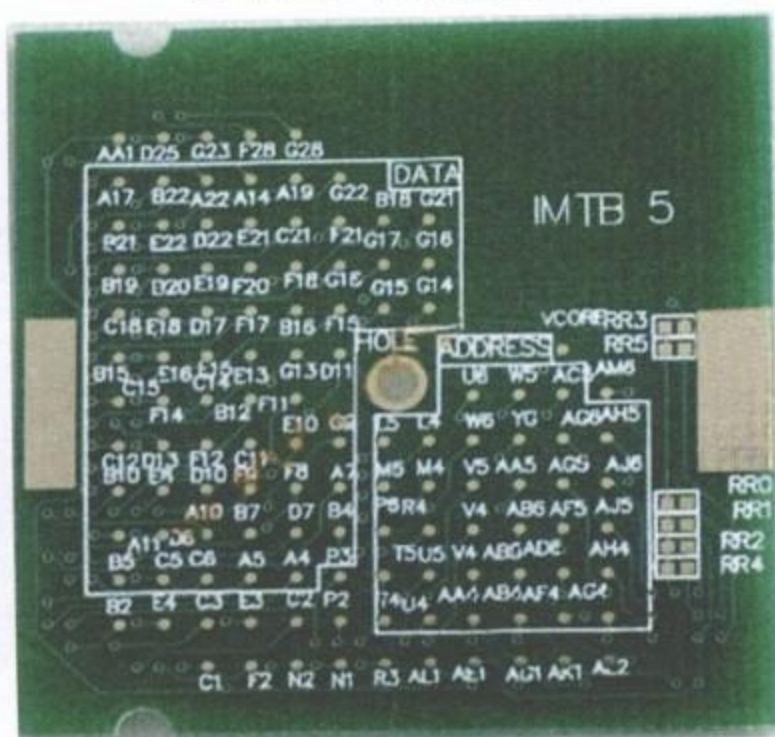
(a) 370CPU 假负载及测试点



(b) 478CPU 假负载及测试点



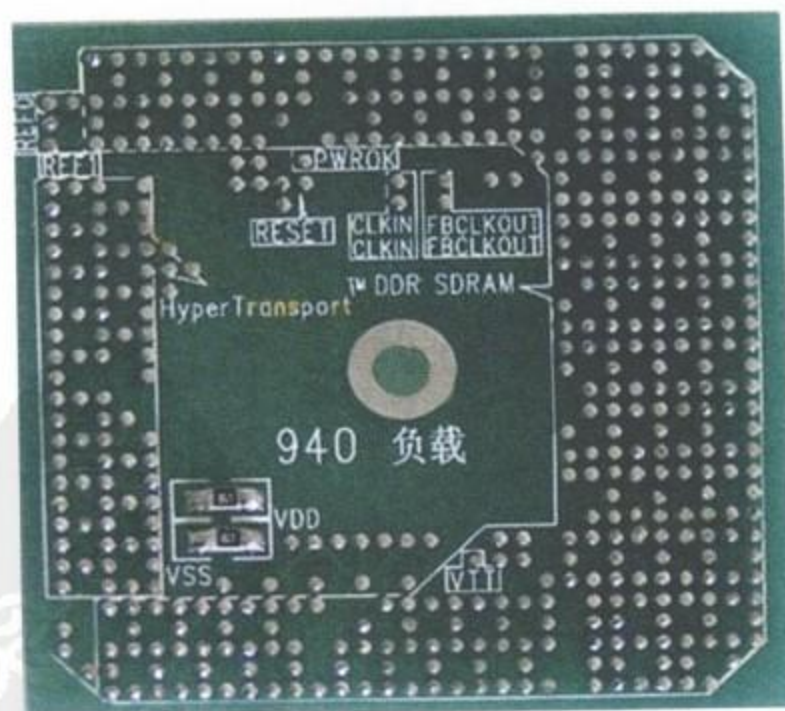
(c) 754CPU 假负载及测试点



(d) 775CPU 假负载及测试点



(e) 939CPU 假负载及测试点



(f) 940CPU 假负载及测试点

图2-9 各种CPU假负载及测试点

2.1.9 打阻值卡

打阻值卡主要用来测量内存插槽、PCI插槽、PCI-E插槽、AGP插槽的各种信号。由于这些插槽的金属触点都在槽内，且针脚较多，不容易观察，因此就用打阻值卡插在相应的插槽内，然后在打阻值卡上测量。

打阻值卡上面一般会表明时钟信号点、复位信号点、电压信号点、地址线信号点、数据线信号点等，比较容易测量。如图2-10所示为打阻值卡。



图2-10 打阻值卡

2.1.10 其他工具

主板的维修工具除了以上介绍的工具体外，还有螺丝刀、钳子、镊子、刀片、吸锡器、芯片拔取器等。

1. 螺丝刀

螺丝刀的种类比较多，维修时常用的螺丝刀有十字形螺丝刀和一字形螺丝刀，如图2-11所示。

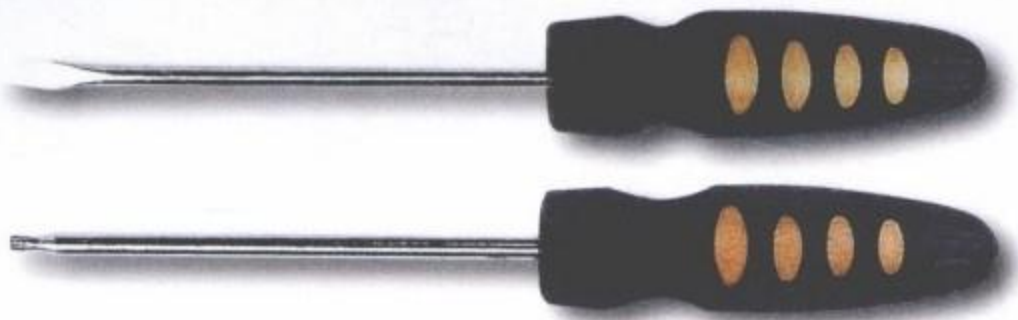


图2-11 一字形螺丝刀（上）和十字形螺丝刀（下）

2. 钳子

维修时常用的钳子主要有尖嘴钳子、鸭嘴钳子、剥皮钳子、斜口钳子等。

1 尖嘴钳子和鸭嘴钳子：它们的作用是用来拆卸、安装、调整、插拔跳线，修正变形的器件等。尖嘴钳子的外形如图2-12所示。

2 剥皮钳子：剥皮钳子的作用是用来剥去导线外层保护套皮。

3 斜口钳子：斜口钳子的作用是用来剪掉无用的引脚或导线等。



图2-12 尖嘴钳子

3. 吸锡器

吸锡器用来在拆卸电路板上的元器件时，将元器件引脚上的焊锡吸掉，以方便拆卸。吸锡器分为自带热源的和不带热源的两种。图2-13所示是没带热源的吸锡器。



图2-13 吸锡器

吸锡器的使用方法如下：

Step 01 首先将吸锡器后部的活塞杆按下。

Step 02 然后用右手拿电烙铁将元器件的焊点加热，直到元器件上的锡熔化（如果吸锡器自带热源，则不用电烙铁加热，直接用吸锡器加热即可）。

Step 03 等焊点上的锡熔化后，用左手拿吸锡器，并将吸锡器的嘴对准熔化的焊点，同时按下吸锡器上的吸锡按钮，元器件上的锡就会被吸走，如图2-14所示。



图2-14 使用吸锡器

2.2 主板中主要元器件

2.2.1 电阻器

电阻器是电路元器件中应用最广泛的一种，在主板电路中约占元器件总数的30%，其质量的好坏对电路的稳定性有极大影响。在电路中，电阻器的作用主要用来稳定和调节电路中的电流和电压，即起降压、分压、限流、分流、隔离、过滤（与电容器配合）、匹配和信号幅度调节等

作用，电阻器用“R”、“RN”、“RF”、“FS”等表示，如图2-15所示为主板中常见的电阻器。



图2-15 主板中常见的电阻器

1. 电阻器的分类

若根据电阻器的工作特性及在电路中的作用来分，可分为固定电阻器和可变电阻器两大类。阻值固定不变的电阻器称为固定电阻器，一般也称为“电阻器”，固定电阻器的种类比较多，主要有碳质电阻器、碳膜电阻器、金属膜电阻器、线绕电阻器等；阻值在一定范围内连续可调的电阻器称为可变电阻器或电位器，可变电阻器一般为两端可调，电位器一般为三端可调。如图2-16所示为电阻器的符号。



图2-16 电阻器的符号

若按电阻器的外观形状来分，一般分为圆柱形电阻器、钮扣电阻器和贴片电阻器等。如图2-17所示为圆柱形电阻器和贴片电阻器的外形。



图2-17 贴片电阻器和圆柱形电阻器

若按电阻器的制作材料来分，可分为线绕电阻器、膜式电阻器、碳质电阻器等。

若按电阻器的用途分，可分为精密电阻器、高频电阻器、高压电阻器、大功率电阻器、热敏电阻器、熔断电阻器等。

若按电阻器的引出线来分，可分为轴向引线电阻器、无引线电阻器。

常用电阻器有以下几种。

(1) 碳膜电阻器

碳膜电阻器是使用最早、最广泛的电阻器，如图2-18所示。它由碳沉积在瓷质基体上制成，通过改变碳膜的厚度或长度，可以得到不同的阻值。其主要特点是耐高温，当环境温度升高后，与其他电阻器相比，其阻值变化很小，高频特性好，精度高，常在精密仪表等高档设备中使用。



图2-18 碳膜电阻器

(2) 金属膜电阻器

金属膜电阻器是在真空条件下，在瓷质基体上沉积一层合金粉制成。通过改变金属膜的厚度或长度可得到不同的阻值。金属膜电阻器的主要特点是精度比较高，稳定性好，噪声、温度系数小，但金属膜电阻器由于结构不均匀，因此脉冲负载能力差。

(3) 线绕电阻器

线绕电阻器是用康铜丝或锰铜丝缠绕在绝缘骨架上制成。它有很多优点，如耐高温、精度高、功率大等。但其调频特性差，这主要是由于分布电感较大。线绕电阻器在低频的精密仪表中应用广泛。

(4) 保险电阻器

保险电阻器具有双重功能，在正常情况下具有普通电阻器的电气特性，一旦电路中电压升高、电流增大或某个元器件损坏，保险电阻器就会在规定的时间内熔断，从而达到保护其他元器件的目的。保险电阻器用“F”表示，通常标注为“000”，如图2-19所示。



图2-19 保险电阻器

(5) 光敏电阻器

光敏电阻器是一种电导率随吸收的光量子多少而变化的敏感电阻器。它是利用半导体的光

电效应特性制成的。其阻值随着光照的强弱而变化。光敏电阻器主要用于各种自动控制、光电计数、光电跟踪以及照相机的自动曝光等场合。

(6) NTC、PTC热敏电阻器

NTC热敏电阻器是一种具有负温度系数变化的热敏元件，其阻值随温度升高而减小，可用于稳定电路的工作点。PTC热敏电阻器是一种具有正温度系数变化的热敏元件。在达到某一特定温度前，PTC热敏电阻器的阻值随温度升高而缓慢下降，当超过这个温度时，其阻值急剧增大。这个特定温度点称为居里点。PTC热敏电阻器的居里点可通过改变其材料中各成分的比例而变化。它在家电产品中应用广泛，如彩色电视机的消磁电阻器、电饭煲的温控器等。

(7) 其他敏感电阻器

湿敏电阻器、磁敏电阻器、气敏电阻器、力敏电阻器、压敏电阻器等，这些敏感电阻器在自动控制方面起到很大作用。

(8) 集成型电阻器

集成型电阻器又称排电阻。这是一种电阻网络，它具有体积小、规整化，精密度高等特点。适用于电子仪器设备及计算机电路，排电阻一般用“RN”表示。主板中的排电阻主要有8脚和10脚2种，其中8脚的用得较多。在主板中，一般使用“472”、“330”、“220”等来标注排电阻，其中“330”表示阻值为 33Ω 。如图2-20所示为排电阻及内部结构图。

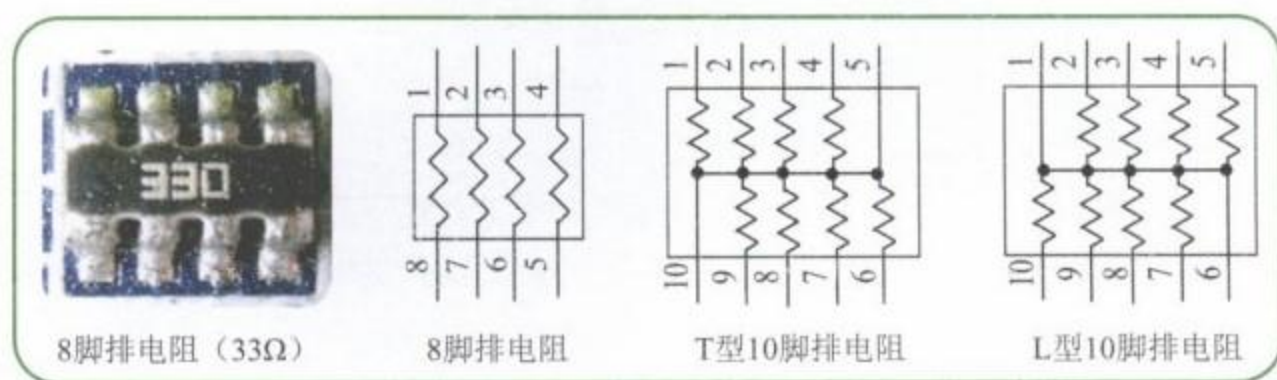


图2-20 排电阻及内部结构图

(9) 可变电阻器

一般是指电位器，电位器是一种阻值可以连续变化的电阻器。在电子设备中，经常用它进行阻值、电位的调节。例如，在收录机中用它来控制音调、音量；在电视机中用它来调节亮度、对比度等。

2. 电阻器的主要参数

电阻器的主要参数有标称阻值（简称阻值）、额定功率和精度误差。

(1) 标称阻值

标称阻值通常是指电阻器上标注的电阻值。电阻值的基本单位是欧[姆]，用“ Ω ”表示。在实际应用中，还常用千欧（ $k\Omega$ ）和兆欧（ $M\Omega$ ）来表示。

(2) 额定功率

电阻器的额定功率是指在标准大气压和一定的环境温度下，电阻器能够长期负荷而不改变其性能所允许的功率。功率用 P 表示，单位是瓦[特]（ W ），功率与电流和电压的关系为 $P=UI$ 。根据部标，不同类型的电阻器有不同系列的额定功率，系列在 $0.05W\sim 500W$ 之间分数十种规格，最常用的在 $1/8W\sim 2W$ 之间。电阻器额定功率在电路中的表示如图2-21所示。

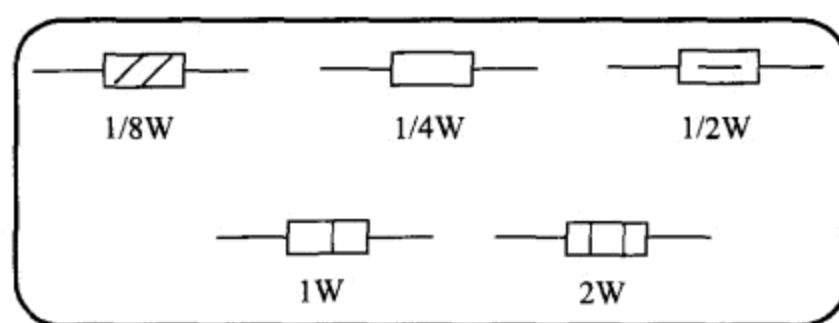


图2-21 电阻器额定功率符号

(3) 精度误差

实际阻值与标称阻值之间的相对误差称为电阻精度，常用电阻值的精度有5个等级，如表2-2所示。

表2-2 电阻器允许误差

允许误差	±0.5%	±1%	±5%	±10%	±20%
级别	005	01	I	II	III

目前生产的电阻器多为I、II、III，在一般场合下已能满足使用要求。

3. 电阻器的标注

电阻器的标注主要有直标法、数标法和色标法3种。

(1) 直标法

直标法是指直接标在电阻器的表面。如电阻器上印有“ $68\text{k}\Omega \pm 5\%$ ”，则其阻值为 $68\text{k}\Omega$ ，误差为 $\pm 5\%$ ，而标注为“58”，则表示阻值为 58Ω 。

也有用数字和文字符号或两者有规律的组合来表示电阻器的阻值。其中文字符号 Ω 、k、M前面的数字表示阻值的整数部分，文字符号后面的数字表示阻值的小数部分，如标注为“ $4\Omega 7$ ”表示阻值为 4.7Ω ；标注为“ $4\text{k}7$ ”表示阻值为 $4.7\text{k}\Omega$ 。

另外，A表示乘以100，B表示乘以1000。如“01A”表示阻值为 100Ω ；“01B”表示阻值为 1000Ω 。

(2) 数标法

数标法主要用三位数表示阻值，前两位表示有效数字，第三位数字是倍率。如电阻上标注“ABC”，其阻值为 $AB \times 10^C$ ，其中，如果“C”为9，则表示-1。例如标注为“653”，表示阻值为 $65 \times 10^3\Omega = 65\text{k}\Omega$ ；标注为“279”，表示阻值为 $27 \times 10^{-1}\Omega = 2.7\Omega$ ；标注为“000”，表示阻值为0，这种电阻通常用作保险电阻。

(3) 色标法

小功率的电阻器多数情况下用色环表示，特别是0.5W以下的碳膜和金属膜电阻器。色环电阻器的色环可分为三环、四环、五环3种，标称的含义如图2-22所示。

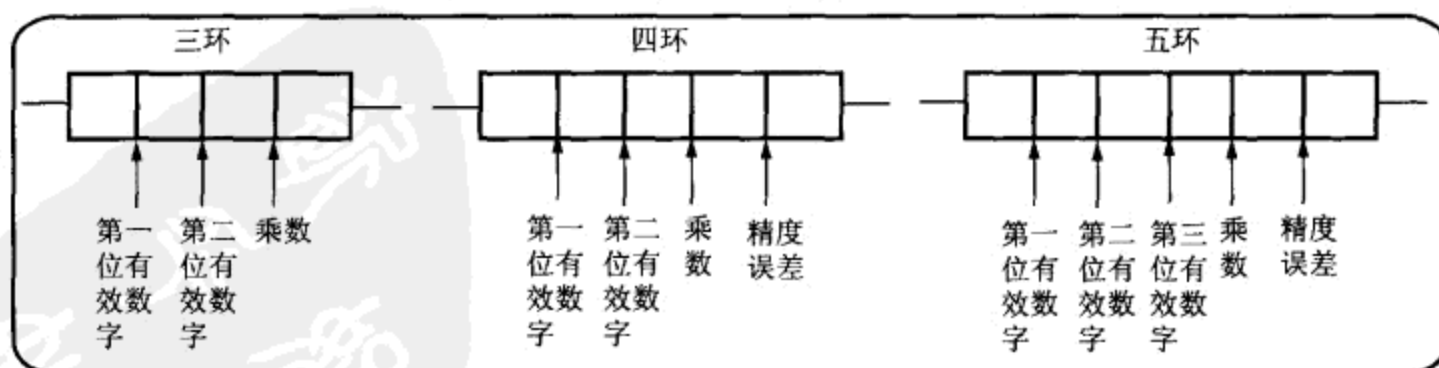


图2-22 色环标称的含义

色环标称法中色环的基本色码对照如表2-3所示。

表2-3 基本色码表

颜色	有效数字	乘数	精度误差
黑色	0	10^0	—
棕色	1	10^1	$\pm 1\%$
红色	2	10^2	$\pm 2\%$
橙色	3	10^3	—
黄色	4	10^4	—
绿色	5	10^5	$\pm 0.5\%$
蓝色	6	10^6	$\pm 0.25\%$
紫色	7	10^7	$\pm 0.1\%$
灰色	8	10^8	—
白色	9	10^9	—
金色	-1	10^{-1}	$\pm 5\%$
银色	-12	10^{-2}	$\pm 10\%$
无色	—	—	$\pm 20\%$

举例：如电阻器的色标分别为红黄黑金，对照色码表，其阻值为 $24 \times 10^0 \Omega$ ，误差为 $\pm 5\%$ ，即阻值为 24Ω ，误差为 $\pm 5\%$ ；如电阻器的色标分别为黄紫黑银棕，对照色码表，其阻值为 $470 \times 10^{-2} \Omega$ ，误差为 $\pm 1\%$ ，即阻值为 4.7Ω ，误差为 $\pm 1\%$ 。

4. 电阻器的串联和并联

(1) 电阻器串联

电阻器串联的特点是：流过每个电阻器的电流都是相同的，如图2-23所示。

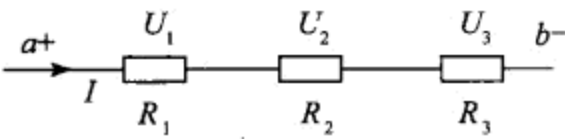


图2-23 电阻器串联

图2-23中 ab 两端的电压 $U_{ab}=U_1+U_2+U_3$ ， $R_{ab}=R_1+R_2+R_3$ ，而 $I_{ab}=I_1=I_2=I_3$ 。
总之，电阻器串联起分压作用，电路消耗的总功率等于各个电阻器消耗的功率之和。

(2) 电阻器并联

电阻器并联的特点是：每个电阻器两端的电压是相同的，如图2-24所示。

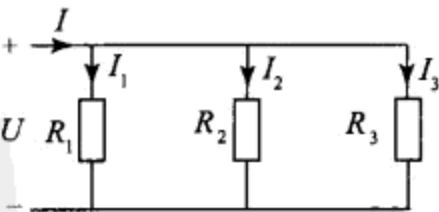


图2-24 电阻器并联

图2-24中总电流 $I=I_1+I_2+I_3$ ， $1/R=1/R_1+1/R_2+1/R_3$ ，
而 $U=U_1=U_2=U_3$ 。

总之，电阻器并联起分流作用，电路消耗的总功率等于各个电阻器消耗的功率之和。

2.2.2 电容器

电容器是一种储能元件，它是各种电子产品中不可缺少的基本元件，在电路中用于调谐、滤波、耦合、旁路、能量转换和延时等。如图2-25所示为主板常见的电容器。主板中电容器用符号C、CN、EC、TC、BC等表示。如果电压用 U 表示，电荷量用 Q 表示，电容用 C 表示，那么电容与电压和电荷量的关系为 $C=Q/U$ 。



图2-25 电容器

电容的单位是法（F），也常用毫法（mF）、微法（ μF ）、纳法（nF）或者皮法（pF）做单位， $1\text{F}=10^3\text{mF}=10^6\mu\text{F}=10^9\text{nF}=10^{12}\text{pF}$ 。

1. 电容器的分类

电容器的种类繁多，分类原则也不同，通常按其结构可分为固定电容器和可变电容器两种，其电路符号如图2-26所示。

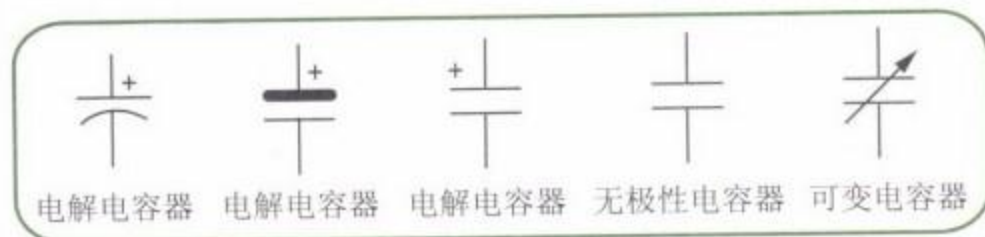


图2-26 电容器的符号

按介质可分为空气介质电容器、固体介质（云母、陶瓷、涤纶等）电容器及电解电容器，一般来说电解电容器的容量较大，而其他则较小。

按有无极性可分为有极性电容器和无极性电容器。

按电容器的介质材料可分为铝电解电容器、钽电解电容器、铌电解电容器、陶瓷电容器、云母电容器、涤纶电容器、薄膜电容器、纸介电容器等，主板上常见的电容器有铝电解电容

器、钽电解电容器、陶瓷贴片电容器等。

常用电容器有以下几种。

(1) 铝电解电容器

铝电解电容器由铝圆筒做负极，里面装有液体电解质，插入一片弯曲的铝带做正极，再经直流电压处理，在正极的片上形成一层氧化膜做介质。铝电解电容器的特点是容量大，但是漏电大、稳定性差，有正负极性，适于电源滤波或低频电路中，使用时，正、负极不要接反。铝电解电容器的外观如图2-27所示。



图2-27 主板铝电解电容器

(2) 钽、铌电解电容器

钽、铌电解电容器用金属钽或者铌做正极，用稀硫酸等配液做负极，用钽或铌表面生成的氧化膜做介质制成。其特点是体积小、容量大、性能稳定、寿命长、绝缘电阻大、温度性能好，用在要求较高的设备中。钽电解电容器的外观如图2-28所示。

(3) 陶瓷电容器

陶瓷电容器是用陶瓷做介质，在陶瓷基体两面喷涂银层，然后烧成银质薄膜做极板制成。陶瓷电容器的特点是体积小、耐热性好、损耗小、绝缘电阻高，但容量小，适用于高频电路。陶瓷贴片电容器容量较大，但损耗和温度系数较大，适用于低频电路，如图2-29所示。



图2-28 钽电解电容器



图2-29 陶瓷贴片电容器

(4) 云母电容器

云母电容器用金属箔或在云母片上喷涂银层做电极板，极板和云母一层一层叠合后，再压铸在胶木粉或封固在环氧树脂中制成。云母电容器的特点是介质损耗小、绝缘电阻大，但温度系数小，适用于高频电路。

(5) 薄膜电容器

薄膜电容器的结构与纸介电容器的相同，介质是涤纶或聚苯乙烯。涤纶薄膜电容器的介质常数较高、体积小、容量大、稳定性较好，适宜做旁路电容器。聚苯乙烯薄膜电容器的介质损耗小、绝缘电阻高，但温度系数大，可用于高频电路。

(6) 纸介电容器

纸介电容器用两片金属箔做电极，夹在极薄的电容器纸中，卷成圆柱形或者扁柱形芯子，然后密封在金属壳或者绝缘材料壳中制成。它的特点是体积较小、容量较大。但是固有电感和损耗比较大，适用于低频电路。

(7) 金属化纸介电容器

金属化纸介电容器的结构基本与纸介电容器的相同，它是在电容器纸上覆上一层金属膜来代替金属箔。其特点是体积小、容量较大，一般用于低频电路。

(8) 油浸纸介电容器

油浸纸介电容器是把纸介电容器浸在经过特别处理的油里，以增强其耐压性能。其特点是电容量大、耐压高，但体积较大。

2. 电容器的主要参数

(1) 标称电容量 (CR)

标称电容量是电容器产品标出的电容量值。云母和陶瓷电容器的电容量较低 (5000pF 以下)；纸、塑料和一些陶瓷介质形式的电容器居中 ($0.005\mu\text{F}\sim 1.0\mu\text{F}$)；通常电解电容器的容量较大。

(2) 类别温度范围

类别温度范围是电容器设计所确定的能连续工作的环境温度范围。该范围取决于它相应类别的温度极限值，如上限类别温度、下限类别温度、额定温度（可以连续施加额定电压的最高环境温度）等。

(3) 额定电压 (UR)

额定电压是在下限类别温度和额定温度之间的任一温度下，可以连续施加在电容器上的最大直流电压或最大交流电压的有效值或脉冲电压的峰值。电容器应用在高电压场合时，必须注意电晕的影响。电晕是由于介质和电极层之间存在空隙而产生的，它除了可以产生损坏设备的寄生信号外，还会击穿电容器介质。在交流电或脉冲条件下，电晕特别容易发生。对于所有的电容器，在使用中应保证直流电压与交流峰值电压之和不得超过电容器的额定电压。额定电压和容量在电容器上的表示如图2-30所示。

(4) 绝缘电阻

由于温度上升引起电子活动增加，因此温度升高将使绝缘电阻降低。

(5) 使用寿命

电容器的使用寿命随温度地增加而减小。主要原因是温度会加速化学反应而使介质随时间退化。



图2-30 电容器上标注的额定电压和容量

(6) 介质损耗

电容器介质的绝缘性能取决于材料的厚度，绝缘电阻愈大，漏电流愈小。漏电流的存在将使电容器消耗一定的能量，这种损耗叫做电容器的介质损耗。

(7) 损耗角正切 ($\tan \delta$)

在规定频率的正弦电压下，电容器的损耗功率除以电容器的无功功率为损耗角正切。在实际应用中，电容器并不是一个纯电容，其内部还有等效电阻。对于电子设备来说，损耗角越小越好，损耗角越小，电容器的损耗就越小。

3. 电容器的标注

电容器的标注方法与电阻器的基本相同，分为直标法、色标法和数标法3种。

(1) 直标法

直标法是将电容器的容量、耐压及误差直接标注在电容器的外壳上，如图2-30中所示。其中误差一般用字母来表示。常见的表示误差的字母有J ($\pm 5\%$) 和K ($\pm 10\%$) 等。例如：47nJ100表示容量为47nF或0.047 μF ，误差为 $\pm 5\%$ ，耐压为100V。当电容器所标容量没有词头时，其容量遵循如下原则。

- ①当电容器所标容量没有单位时，统一使用皮法 (pF) 作为其单位。
- ②容量在1~104之间时，单位为皮法 (pF)。例如：47表示47pF。
- ③容量大于104时，单位为微法 (μF)。例如：22000容量为22000pF表示0.022 μF 。

(2) 色标法

电容器色标法与电阻器色标法相同，这里不再赘述。

(3) 数标法

对于小容量的电容器常用字母或数字标注。字母表示法：m表示 10^6pF ，如1m=1000 μF ；R表示小数，如标注5R3表示容量为5.3pF；n表示1000pF，如1n=1000pF。

数字标注一般用三位数字表示容量大小，前两位表示有效数字，第三位数字是倍率。如标注102，表示容量为 $10 \times 10^2\text{pF}=1000\text{pF}$ ；标注224，表示容量为 $22 \times 10^4\text{pF}=0.22 \mu\text{F}$ 。

另外，电容器没有特别标注的，耐压均为63V，误差没有标注的，容量误差为 $\pm 10\%$ 。

(4) 电容器容量误差

电容器容量误差如表2-4所示。

表2-4 电容器容量误差

符号	F	G	J	K	L	M
允许误差	±1%	±2%	±5%	±10%	±15%	±20%

如一陶瓷电容器标注为104J, 表示容量为 $0.1\mu\text{F}$, 误差为±5%。

4. 电容器的串联和并联

(1) 电容器串联

电容器串联的特点是: 流过每个电容器的电流都是相同的, 如图2-31所示。

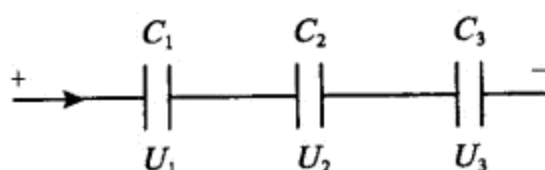


图2-31 电容器串联

图2-31中两端总电容的倒数 $1/C=1/C_1+1/C_2+1/C_3$, $U=U_1+U_2+U_3$, 而 U_1 、 U_2 、 U_3 为各自容抗与电流的乘积。总之, 电容器串联等效于增加电容器极板间的距离。

(2) 电容器并联

电容器并联的特点是: 每个电容器两端的电压是相同的, 如图2-32所示。

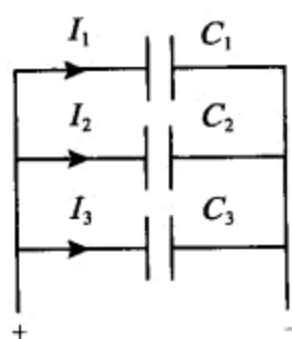


图2-32 电容器并联

图2-32中总电容 $C=C_1+C_2+C_3$, 各个电容器的电流等于各自电容器电压与容抗的商, 总的电流等于各个电容器的电流之和, 总之, 电容器并联等效于增加电容器极板的正对面积。

2.2.3 电感器

电感器在电子电路中具有广泛的应用。电感器和电容器一样, 也是一种储能元件, 它能把电能转换为磁场能, 并在磁场中储存能量。电感用符号 L 表示, 它的基本单位是亨[利] (H), 也常用毫亨 (mH) 或微亨 (μH) 为单位, 其中 $1\text{H}=10^3\text{mH}=10^6\mu\text{H}$ 。电感与电流的关系为 $L=\Psi/I$ 。若 I 的单位为安培 (A), Ψ 的单位为韦[伯] (Wb), 则 L 的单位为亨 (H)。



提示

上面公式中的 Ψ 表示磁通链, 当两个载流线圈靠的很近时, 电流感应的磁通会彼此交链, 而电流线圈交链的磁通量称为磁通链。

电感器经常和电容器一起工作,构成LC滤波器、LC振荡器等。另外,通常还利用电感器的特性,制成阻流圈、变压器、继电器等,如图2-33所示为主板中常用的电感器。



图2-33 主板中的电感器

1. 电感器的分类

电感器按其结构特征可分为固定电感器、可调电感器两种,按其磁导体性质可分为空心、磁芯、铁芯等,其电路符号如图2-34所示。



图2-34 电感器的符号

电感器按电感线圈圈芯性质可分为空心线圈和带磁芯的线圈;按绕制方式可分为单层线圈、多层线圈、蜂房线圈等;按电感量变化情况可分为固定电感器和微调电感器等;按结构可分为小型固定电感器、平面电感器以及中周线圈等。

常用电感器有如下几种。

(1) 小型固定电感器

小型固定电感器有卧式、立式两种,它的结构特点是将漆包线或丝包线直接绕在棒形、工字形、王字形等磁芯上,外表裹覆环氧树脂或封装在塑料壳中。它具有体积小、重量轻、结构牢固(耐振、耐冲击)、防潮性能好、安装方便等优点。一般常用在滤波、延迟等电路中使用。如图2-35所示为小型固定电感器。



图2-35 小型固定电感器

(2) 平面电感器

平面电感器是在陶瓷或微晶玻璃基片沉淀金属导线而成。平面电感器有较好的稳定性、精度及可靠性，常应用在几十兆赫到几百兆赫的电路中，如图2-36所示。



图2-36 平面电感器

(3) 中周线圈

中周线圈由磁芯、磁罩、塑料骨架和金属屏蔽壳组成，线圈绕制在塑料骨架或直接绕制在磁芯上，骨架插脚可以焊接在印制电路板上。中周线圈是超外差式无线电设备中的主要元件，广泛应用于调幅、调频接收机、电视接收机、通信接收机等电子设备的调谐回路中。

2. 电感器的标注

电感器的标注一般有直标法和色标法两种。

(1) 直标法

直标法是指在小型固定电感器的外壳上直接标出电感器的主要参数，如电感量、误差值、最大工作电流等。其中，最大工作电流常用字母A、B、C、D、E等标注，字母和电流的对应关系如表2-5所示。

表2-5 电感最大工作电流

字母	A	B	C	C	E
最大工作电流/mA	50	150	300	700	1600

例如：电感器外壳上标有3.9mH、A、Π等字样，则表示其电感量为3.9mH，误差为Π%（±10%），最大工作电流为A挡（50mA）。

(2) 色标法

电感器的色标法与电阻器的类似，前两环表示有效数字、第三环为乘数，第四环为误差。色环标称法中，色环的基本色码对照如表2-6所示。

表2-6 基本色码表

颜色	有效数字	乘数	阻值误差
黑色	0	10^0	—
棕色	1	10^1	±1%
红色	2	10^2	±2%
橙色	3	10^3	—
黄色	4	10^4	—
绿色	5	10^5	±0.5%
蓝色	6	10^6	±0.25%

(续表)

颜色	有效数字	乘数	阻值误差
紫色	7	10^7	$\pm 0.1\%$
灰色	8	10^8	—
白色	9	10^9	—
金色	-1	10^{-1}	$\pm 5\%$
银色	-2	10^{-2}	$\pm 10\%$
无色	—	—	$\pm 20\%$

举例：如电感器的色标分别为棕黑金金，对照色码表，其电感量为 $10 \times 10^{-1} \mu\text{H}$ ，误差为 $\pm 5\%$ ，即电感量为 $1 \mu\text{H}$ ，误差为 $\pm 5\%$ 。

3. 电感器的主要参数

(1) 电感量

电感量是电感线圈的一个重要参数，电感量的大小主要取决于线圈的直径、匝数及有无铁芯或磁芯等。电感线圈的用途不同，所需的电感量也不同。例如：在高频电路中，线圈的电感量一般为 $0.1 \mu\text{H} \sim 100\text{H}$ 。

(2) 线圈的品质因数

品质因数 (Q) 用来表示线圈损耗的大小，高频线圈通常为 $50 \sim 300$ 。对调谐回路线圈的 Q 值要求高，用高 Q 值的线圈与电容器组成的谐振电路有更好的谐振特性；用低 Q 值线圈与电容器组成的谐振电路，其谐振特性不明显。对耦合线圈，要求可以低一些，对高频扼流线圈和低频扼流线圈则无要求。 Q 值的大小，影响回路的选择性、效率、滤波特性以及频率的稳定性。一般均希望 Q 值大，但提高线圈的 Q 值并不是一件容易的事，因此应根据实际使用场合，对线圈 Q 值提出适当的要求。

提高线圈的品质因数可以采用以下措施：

- ① 采用镀银铜线，以减小高频电阻。
- ② 用多股的绝缘线代替具有同样总截面的单股线，以减少集肤效应。
- ③ 采用介质损耗小的高频瓷为骨架，以减小介质的损耗。
- ④ 采用磁芯虽然增加了磁芯损耗，但可以大大减小线圈的匝数，从而减小导线的直流电阻，对提高线圈的 Q 值有利。

(3) 固有电容

固有电容是指线圈绕组的匝与匝之间存在的分布电容和多层绕组层与层之间存在的分布电容组成的分布电容。这些分布电容可以等效成一个与线圈并联的电容器 C_0 ，即由 L 、 R 和 C_0 组成的并联谐振电路，其谐振频率 (f_0) 又称为线圈的固有频率。为了保证线圈有效电感量的稳定，使用电感线圈时，都使其工作频率远低于线圈的固有频率，这就需要减小线圈的固有电容。通常用减少线圈骨架的直径，用细导线绕制线圈或采用间绕法减少线圈的固有电容。

(4) 额定电流

额定电流是指电感器正常工作时，允许通过的最大电流。若工作电流大于额定电流，电感器会因发热而改变参数，严重时烧毁。额定电流也是一个重要的参数，特别是对高频扼流圈和大功率的谐振。

4. 电感器的串联和并联

(1) 电感器串联

电感器串联的特点是：流过每个电感器的电流都是相同的，如图2-37所示。

图2-37中两端的总电感 $L_{\text{总}}=L_1+L_2+L_3$ ，各个电感的电压等于各自感抗与电流的积，总的电压等于各个电感的电压之和。

(2) 电感器并联

电感器并联的特点是：每个电感器两端的电压是相同的，如图2-38所示。



图2-37 串联电感器

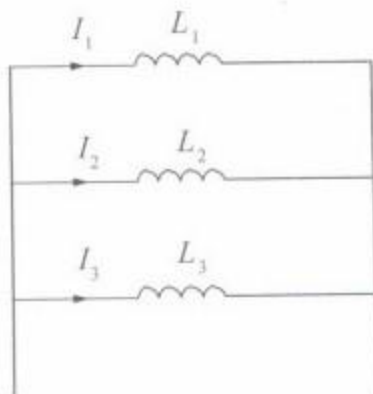


图2-38 并联电感器

图2-38中电路两端的总电感的倒数 $1/L=1/L_1+1/L_2+1/L_3$ ，各个电感的电流等于各自电感电压与感抗的商，总的电流等于各个电感的电流之和。

2.2.4 晶振

我们常说的晶振一般叫做晶体谐振器，是一种机电器件，用电损耗很小的石英晶体经精密切割磨削并镀上电极焊制成。晶振常常与时钟芯片配合使用，所以两器件距离常常很近。如图2-39所示为主板中常用的晶振。其中，36.768kHz晶振在实时时钟电路中使用；14.318MHz晶振在系统时钟电路中使用；24.5MHz和25.0MHz一般用在音频电路和网络电路中。

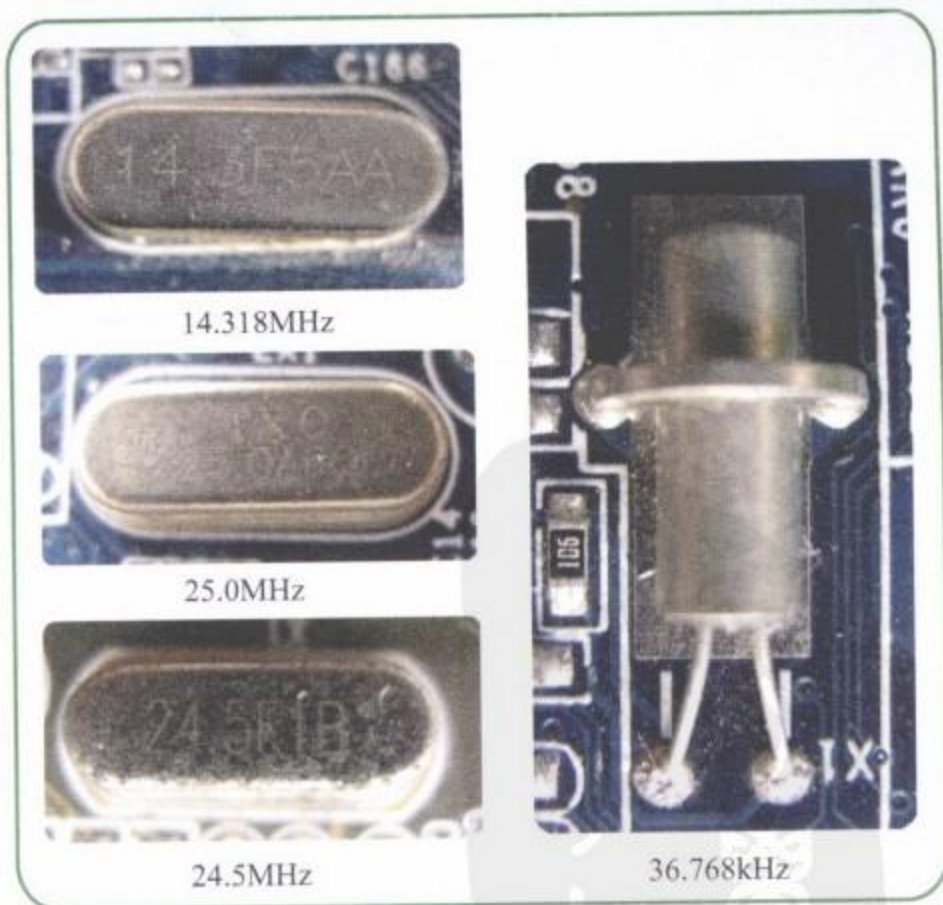


图2-39 晶振

晶振中使用的是石英晶体，所以可以提供极其准确的时钟频率信号，这样时钟发生器才能够正常工作。晶振的作用有些像弹钢琴时使用的节拍器，只不过晶振要比节拍器精确得多。

晶振和时钟芯片共同组成主板的时钟发生器（晶振产生振荡，然后分频为各部件提供不同的时钟频率），主板上多数部件的时钟信号由时钟发生器提供，时钟发生器是主板时钟电路的核心，如同主板的心脏。

2.2.5 二极管

半导体二极管又称晶体二极管，简称二极管。二极管由一个PN结、两条电极引线和管壳构成。在PN结的两侧用导线引出加以封装，就是二极管。二极管在电路中常用字母“D”、“VD”加数字表示，如图2-40所示。



图2-40 主板中常用的二极管

提示

在同一块硅片或锗片上进行掺杂工艺处理，使其一部分是N型半导体，另一部分是P型半导体，则在两部分的分界面处就会形成一个特殊的空间电荷区“PN结”。

二极管有正负两个端子。正端A称为阳极，负端K称为阴极。电流只能从阳极向阴极流动。

1. 二极管的特性

二极管最重要的特性就是单方向导电性。在电路中，电流只能从二极管的正极流入，负极流出。

(1) 正向特性

在电子电路中，将二极管的正极接在高电位端，负极接在低电位端，二极管就会导通，这种连接方式称为正向偏置。必须说明，当加在二极管两端的正向电压很小时，二极管仍然不能导通，此时流过二极管的正向电流十分微弱。只有当正向电压达到某一数值（这一数值称为“门槛电压”，锗管约为0.2V，硅管约为0.6V）以上，二极管才能真正导通。导通后二极管两端的电压基本上保持不变（锗管约为0.2V~0.3V，硅管约为0.5V~0.7V），称为二极管的“正向压降”。

(2) 反向特性

在电子电路中，二极管的正极接在低电位端，负极接在高电位端，此时二极管中几乎没有电流流过，二极管处于截止状态，这种连接方式，称为反向偏置。二极管处于反向偏置时，仍然会有微弱的反向电流流过二极管，称为漏电流。当二极管两端的反向电压增大到某一数值，反向电流会急剧增大，二极管将失去单方向导电特性，这种状态称为二极管的击穿。

2. 二极管的分类

二极管的种类很多，如按使用的材料可以分为锗管和硅管两大类。两者性能区别在于：锗管正向压降比硅管小（锗管约为0.2V~0.3V，硅管约为0.5V~0.7V）。锗管的反向漏电流比硅管大（锗管约为几百微安，硅管小于1 μ A）；锗管的PN结可以承受的温度比硅管低（锗管约为100 $^{\circ}$ C，硅管约为200 $^{\circ}$ C）。

如按用途可以分为普通二极管和特殊二极管。普通二极管包括检波二极管、整流二极管、开关二极管、稳压二极管；特殊二极管包括变容二极管、光电二极管、发光二极管等。二极管在电路中的符号如图2-41所示。

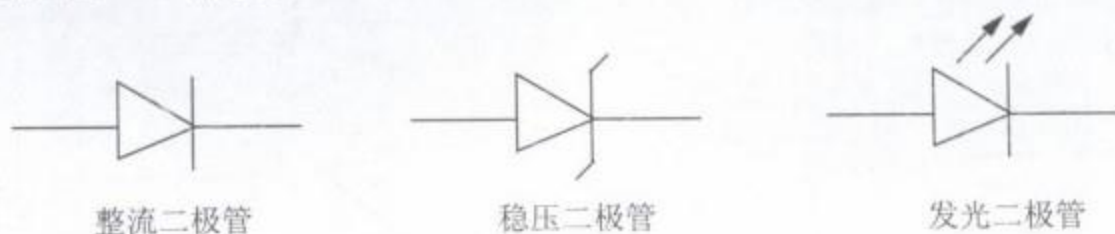


图2-41 二极管符号

电路中常用的二极管有以下几种。

1 整流二极管：整流二极管多用硅半导体制成，利用PN结单向导电性把交流变成脉冲直流，即整流。

2 检波二极管：检波二极管常用点接触式，高频特性好，能把调制在高频电磁波上的低频信号检出来。

3 稳压二极管：稳压二极管利用二极管反向击穿时，二端电压不变的原理来实现稳压限幅、过载保护，广泛用于稳压电源装置中，如图2-42所示。

4 开关二极管：开关二极管利用正向偏置时二极管电阻很小，反向偏置时电阻很大的单向导电性，在电路中对电流进行控制，起到接通或关断的开关作用。

5 变容二极管：变容二极管利用PN结电容随加到管子上的反向电压大小而变化的特性，在调谐等电路中取代可变电容。



图2-42 稳压二极管

6 发光二极管：发光二极管正向电压为1.5V~3V时，只要正向电流通过，可以发光。发光二极管主要用于指示，可组成数字或符号的LED数码管。

7 光电二极管：光电二极管将光信息转换成电信号，有光照时其反向电流随光照强度的增加而成正比上升，可用于光的测量或作为能源即光电池。

3. 二极管的型号

根据国际GB 249-1974规定，二极管的型号由5部分组成，详见表2-7。

第一部分：用数字“2”表示二极管（数字“3”表示三极管）。

第二部分：材料和极性，用字母表示。

第三部分：类型，用字母表示。

第四部分：序号，用数字表示。

第五部分：规格，用字母表示。

表2-7 二极管的型号

第一部分：主称		第二部分：材料与极性		第三部分：类型		第四部分：序号	第五部分：规格
数字	含义	字母	含义	字母	含义		
2	二极管	A	N型锗材料	P	小信号管（普通管）	用数字表示同一类别产品序号	用字母表示产品规格、档次
				W	电压调整管和电压基准管（稳压管）		
				L	整流堆		
		B	P型锗材料	N	阻尼管		
				Z	整流管		
				U	光电管		
		C	N型硅材料	K	开关管		
				B或C	变容管		
				V	混频检波管		
		D	P型硅材料	JD	激光管		
				S	隧道管		
				CM	磁敏管		
		E	化合物材料	H	恒流管		
				Y	体效应管		
				EF	发光二极管		

例如，二极管标注为“2CW56”，表示此二极管是N型硅材料稳压二极管。

4. 二极管主要参数

(1) 最大正向电流

最大正向电流是在二极管不损坏的前提下，可以通过的最大正向平均电流。最大正向电流的决定因素是PN结的面积、材料和散热条件。一般地，PN结的面积越大，最大正向电流越大。

(2) 反向直流电流

反向直流电流反映的是二极管的单向导电性能的好坏，一个二极管的反向直流电流越小，它的单向导电性能越好。

(3) 最高工作频率

最高工作频率表示二极管具有良好的单向导电性的最高工作频率，它一般由二极管的工艺结构决定。

(4) 门槛电压

门槛电压是指当二极管的输入电压超过多少，二极管的电流激增，电阻减少；低于这个电压，二极管就不能导通。

5. 二极管的极性识别方法

首先小功率二极管的N极（负极），在二极管外表大多采用一种色圈标出来，有些二极管也用二极管专用符号来表示P极（正极）或N极（负极），也有采用符号标志为“P”、“N”来确定二极管极性的。发光二极管的正负极可根据引脚长短来识别，长脚为正，短脚为负。

其次，当二极管外壳标志不清楚时，可以用万用表来判断。将万用表的两只表笔分别接触二极管的两个电极，若测出的电阻约为几十欧、几百欧或几千欧，则黑表笔所接触的电极二极管的正极，红表笔所接触的电极二极管的负极；若测出来的电阻约为几十千欧至几百千欧，则黑表笔所接触的电极二极管的负极，红表笔所接触的电极二极管的正极。

2.2.6 三极管

半导体三极管也称为晶体三极管，简称三极管。它可以说是电子电路中最重要器件，它最主要的功能是电流放大和开关作用。三极管实际就是把两个二极管同极相连，其中，共用的一个电极成为三极管的基极（用字母b表示），其他的两个电极成为集电极（用字母c表示）和发射极（用字母e表示）。

三极管是电流控制器件，利用基区窄小的特殊结构，通过载流子的扩散和复合，实现了基极电流对集电极电流的控制，使三极管有更强的控制能力，三极管在电路中常用字母“Q”加数字来表示，如图2-43所示。

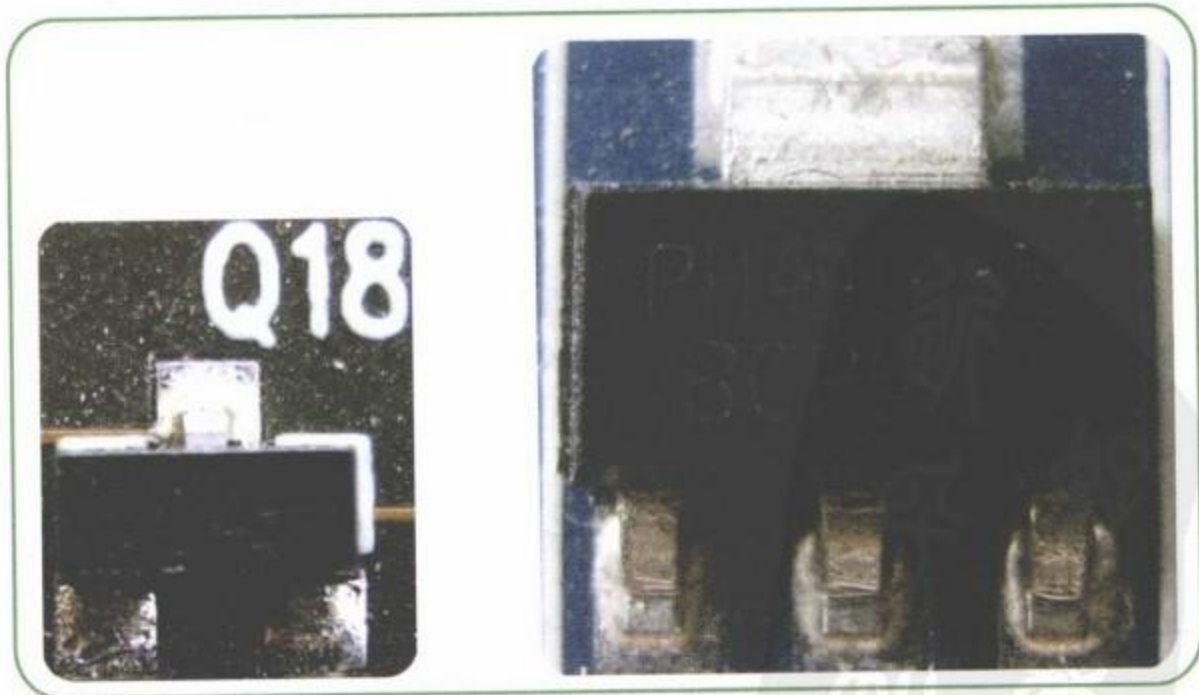


图2-43 三极管

1. 三极管的分类

三极管的种类很多，具体分类如下：

- 1 若三极管按材料分，可分为硅三极管、锗三极管。
- 2 按导电类型分，可分为PNP型和NPN型。其中，锗三极管多为PNP型，硅三极管多为NPN型。
- 3 按用途分，依工作频率分为高频 ($f_T > 3\text{MHz}$)、低频 ($f_T < 3\text{MHz}$) 和开关三极管。三极管在电路中的符号如图2-44所示。

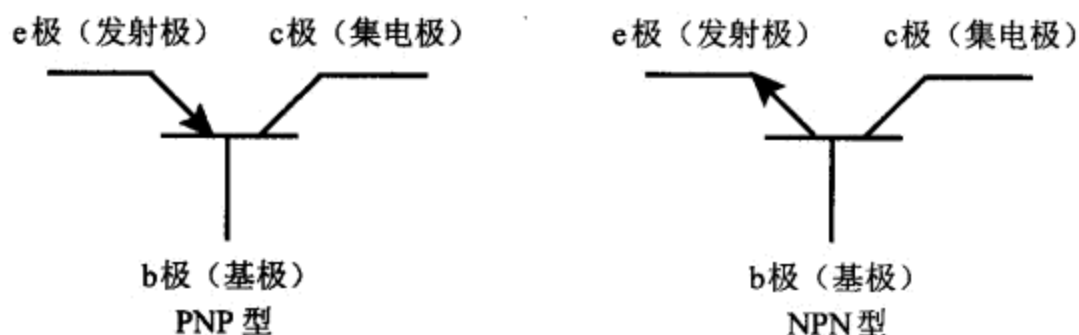


图2-44 三极管的图形符号

2. 三极管的型号

根据国际GB 249—1974规定，三极管的型号由5部分组成，如图2-45所示。

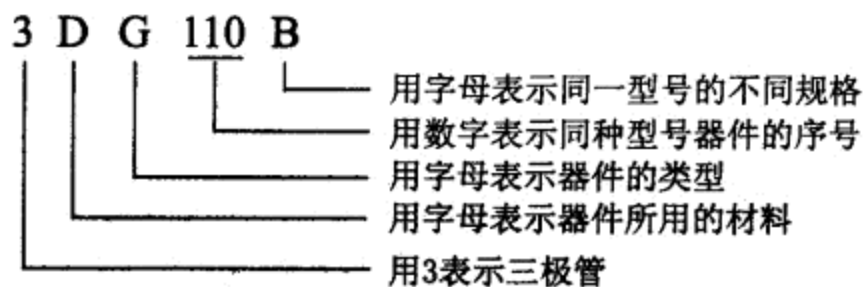


图2-45 三极管的型号

第一部分：用数字“3”表示三极管。

第二部分：材料，用字母表示，其中A为锗PNP管，B为锗NPN管，C为硅PNP管，D为硅NPN管。

第三部分：类型，用字母表示，其中X表示低频小功率管，D表示低频大功率管，G表示高频小功率管，A表示高频大功率管，K表示开关管。

第四部分：序号，用数字表示。

第五部分：规格，用字母表示。

3. 三极管的作用

三极管有b极、e极和c极，一般小功率的三极管的引脚排列顺序为e-b-c，但如果三极管的型号后有后缀“R”，则其引脚排列顺序为e-c-b。

三极管的基本工作原理是：当基极（输入端）输入一个较小的基极电流时，其集电极（输出端）将按比例产生一个较大的集电极电流，这个比例就是三极管的电流放大系数。三极管的作用主要有：

- 1 放大。
- 2 可以用作振荡器。
- 3 具有开关的作用。
- 4 可以用作可变电阻。
- 5 具有阻抗变换的作用。

4. 三极管的主要参数

1 电流放大系数 β 。 β 描述的是三极管对电流信号放大能力的大小。 β 值越高，对小信号的放大能力越强，反之亦然；但 β 值不能做得很大，因为太大，三极管的性能不太稳定，通常 β 值应该选择30~80为宜。一般来说，三极管的 β 值不是一个特定的值，它一般伴随着器件的工作状态而小幅度地改变。

2 集电极-发射极击穿电压。它是三极管的一项极限参数，指基极开路时，所允许加在集电极与发射极之间的最大电压。如果工作电压超过此电压，三极管将可能被击穿。

3 工作频率。它是三极管的一个重要的参数，三极管的 β 值与工作频率有关，只有在一定的工作频率范围内 β 值才保持不变，如果超过频率范围的上限，它就会随着频率的升高而急剧下降。

2.2.7 场效应管

场效应管原称为场效应晶体管，是一种利用场效应原理工作的半导体器件。场效应管具有输入阻抗高、噪声低、动态范围大、功率小、易于集成等特点。场效应管在电路中通常用字母“Q”表示，如图2-46所示为主板中常用的场效应管。

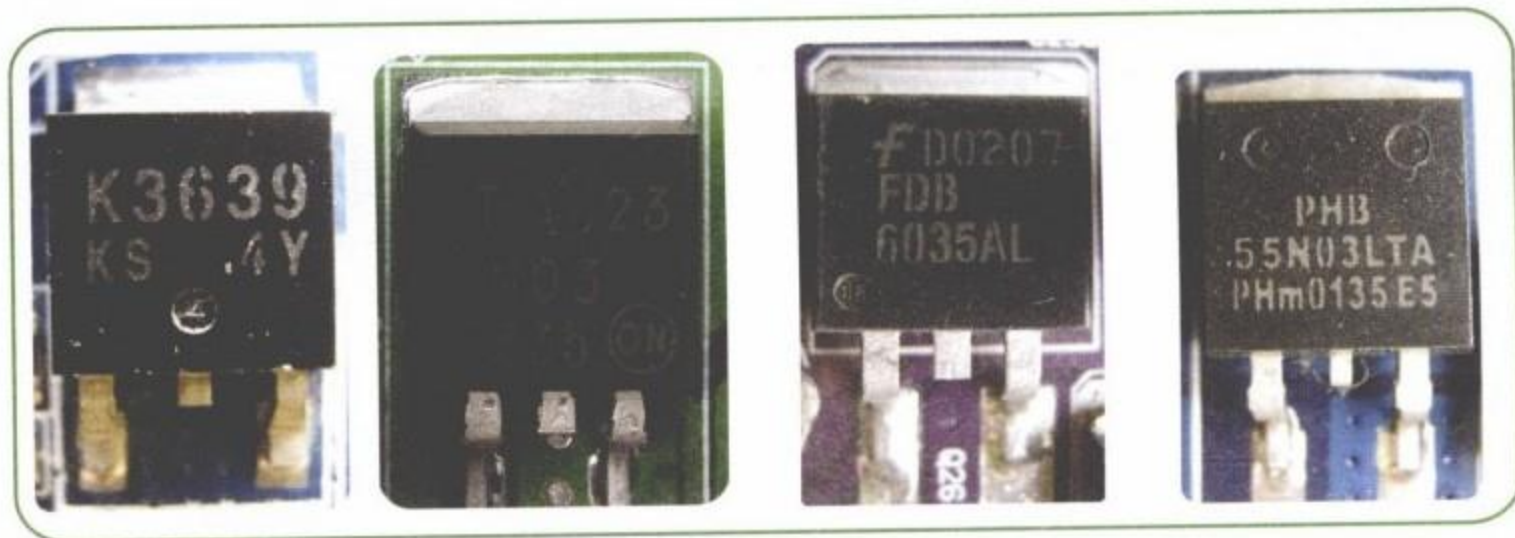


图2-46 场效应管

1. 场效应管的分类

场效应管的种类较多，主要分为结型场效应管和绝缘栅场效应管。结型场效应管又分为N沟道管和P沟道管。绝缘栅场效应管简称MOS场效应管，一般又分为耗尽型MOS管和增强型MOS管（也都分为N沟道和P沟道）。MOS场效应管在电路中的符号如图2-47所示。

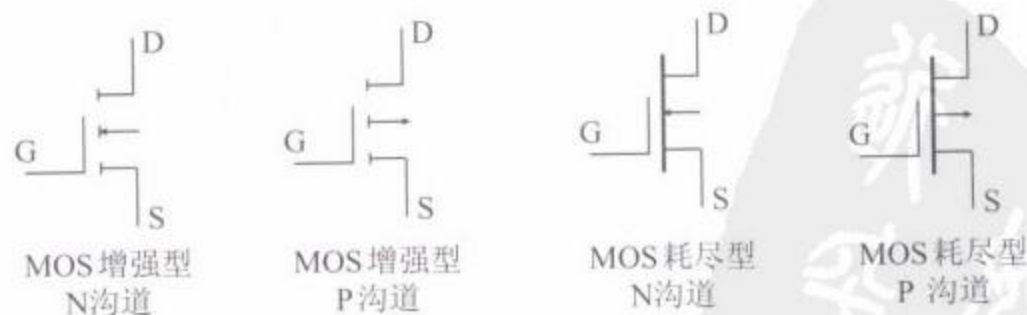


图2-47 场效应管的图形符号

2. 场效应管的型号

根据国际GB 249-1974规定，场效应管的型号由3部分组成，如图2-48所示。

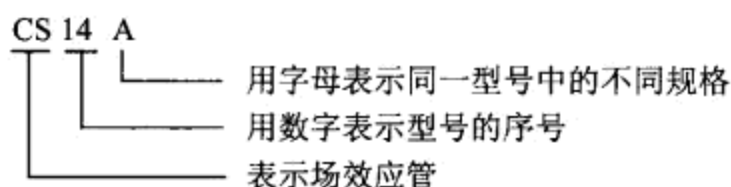


图2-48 场效应管的型号

第一部分：用字母“CS”表示场效应管。

第二部分：序号，用数字表示型号的序号。

第三部分：规格，用字母表示。

3. 场效应管的作用

场效应管一般具有3个极，其中G为栅极，S为源极，D为漏极，场效应管的S极和D极是对称的，在实际使用中可以互换。

场效应管的工作原理是：当栅极接的负偏压增大时，沟道减少，漏极电流减小。当栅极接的负偏压减小时，耗尽层减小，沟道增大，漏极电流增大。由此可见漏极电流受栅极电压的控制，所以，场效应管是电压控制器件，即通过输入电压的变化来控制输出电流的大小，从而达到放大等目的。

场效应管一般在电路中被用于放大、调制、阻抗变换、恒流源、可变电阻等场合。

2.2.8 集成电路

1. 门电路芯片

门电路是指能够实现各种基本逻辑运算的电路，门电路是构成组合逻辑网络的基本部件，也是时序逻辑电路的组成部件之一。门电路主要包括与门、或门、非门（反相器）、与非门、或非门等。

(1) 与门

与门的图形符号如图2-49所示，图中A、B为输入端，Y为输出端。与门的逻辑关系为 $Y=AB$ ，即只有当输入端A和B均为“1”时，输出端Y才为“1”，否则Y为“0”。与门的常用芯片型号有74LS08、74LS09等。

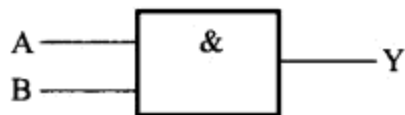


图2-49 与门

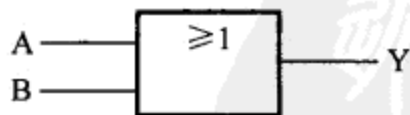


图2-50 或门

(3) 非门

非门也叫反相器，它的图形符号如图2-51所示，图中A为输入端，Y为输出端。非门的逻辑关系为 $Y=\bar{A}$ ，即输出端总是与输入端相反。非门的常用芯片型号有74LS04、74LS05、74LS06、74LS14等。

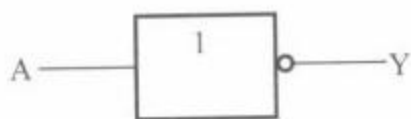


图2-51 非门

(4) 与非门

与非门的图形符号如图2-52所示，图中A、B为输入端，Y为输出端。与非门的逻辑关系为 $Y = \overline{AB}$ ，即只有当输入端A和B均为“1”时，输出端Y才为“0”，否则Y为“1”。与非门的常用芯片型号有74LS00、74LS03、74LS31、74LS132等。



图2-52 与非门

(5) 或非门

或非门的图形符号如图2-53所示，图中A、B为输入端，Y为输出端。或非门的逻辑关系为 $Y = \overline{A+B}$ ，即只要输入端A和B中有一个为“1”时，输出端Y即为“0”，只有输入端A和B均为“0”时，Y才为“1”。或非门的常用芯片型号有74LS02等。

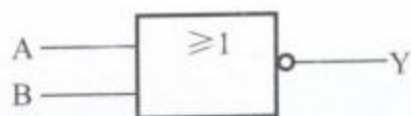
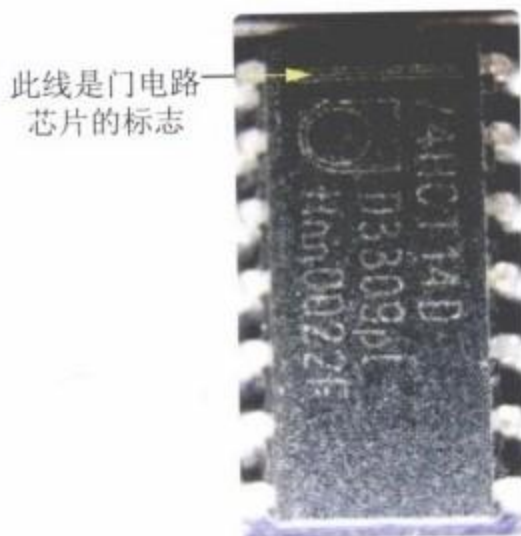


图2-53 或非门

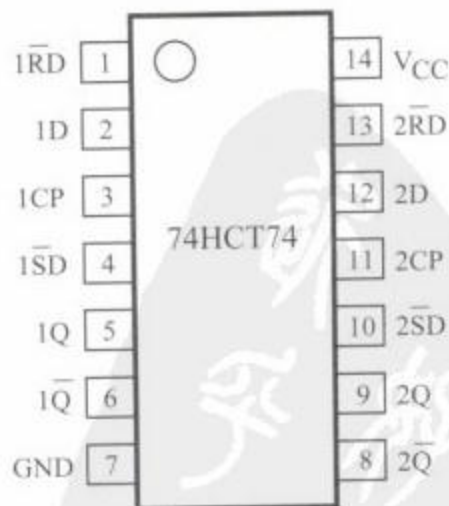
2. 触发器

触发器是时序电路的基本单元，在数字信号的产生、变换、存储、控制等方面应用广泛。触发器的种类较多，主要有RS触发器、D型触发器、JK触发器、单稳态触发器和施密特触发器等，在主板中一般用74双上升沿D触发器。

74双上升沿D触发器具有数据输入端D、时钟信号输入端CP、输出端Q和 \overline{Q} ，D型触发器输出状态的改变依赖于时钟脉冲的触发，即在时钟脉冲的触发下，数据由输入端D传输到输出端Q。如图2-54所示是74双上升沿D触发器的外观及其引脚图。表2-8所示是74双上升沿D触发器引脚的功能。



(a) 74HCT74 芯片



(b) 74HCT74引脚图

图2-54 74双上升沿D触发器

表2-8 74双上升沿D触发器引脚功能

引脚	引脚功能
第1引脚和第13引脚	复位信号输入
第2引脚和第12引脚	数据信号输入
第3引脚和第11引脚	时钟信号输入
第4引脚和第10引脚	置位信号输入
第5引脚和第9引脚	输出端
第6引脚和第8引脚	反相输出端
第7引脚	地线
第14引脚	电源

3. 集成稳压器

集成稳压器是能将不稳定的直流电压变为稳定的直流电压的集成电路。由于集成稳压器具有稳压精度高、工作稳定可靠、外围电路简单、体积小、重量轻等优点，在各种电源电路中得到了越来越普遍的应用。集成稳压器一般分为线性集成稳压器和开关集成稳压器两大类。线性集成稳压器又可分为低压差和一般压差集成稳压器；开关集成稳压器也可分为降压型、升压型和输入与输出极性相反型稳压器。

主板中常用的集成稳压器主要有78L05、LM317、1117、431等。其中78L05三端稳压器的输入端电压为8V~40V，输出电压为5V；LM317为可调三端稳压器，输出电压为1.25V~36V；1117为低压差三端稳压器，当输入5V电压时，输出3.3V电压，当输入3.3V电压时，输出2.5V电压；431为三端可调精密稳压器，它的作用是为其他需要进行电压比较的电路提供基准电压。

4. 集成运算放大器

集成运算放大器是一种集成化的高增益的多级直接耦合放大器。集成运算放大器的种类较多，主要有通用型运算放大器、低功耗运算放大器、高精度运算放大器、高速运算放大器等。主板中常用的运算放大器主要是LM358双运算放大器，LM358的特点是当正相输入端电压高于反相输入端电压时，LM358输出高电平，反之，输出低电平。如图2-55所示为LM358芯片的外观及其引脚图。表2-9所示是LM358各引脚的功能。

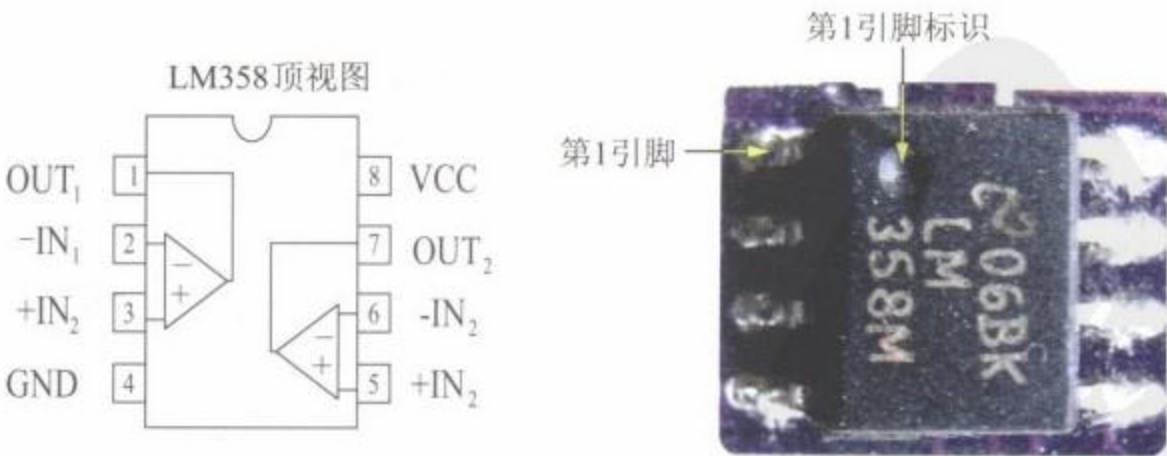


图2-55 LM358

表2-9 LM358各引脚功能

引脚	功能
第1引脚和第7引脚	输出端
第2引脚和第6引脚	反相输入端
第3引脚和第5引脚	正相输入端
第4引脚	地线
第8引脚	电源

2.3 主板常用元器件好坏的判定方法

2.3.1 判定电阻器好坏

电阻器好坏的判定方法有多种，如万用表判定法等。

1. 用指针万用表判定电阻器好坏

用指针万用表判定电阻器好坏的操作步骤如下：

Step 01 首先选择测量挡位，将挡位旋钮置于“ Ω ”挡（欧姆挡），再将倍率挡旋钮置于适当的挡位，一般 100Ω 以下的电阻器可选“ $R \times 1$ ”挡， $100\Omega \sim 1k\Omega$ 的电阻器可选“ $R \times 10$ ”挡， $1k\Omega \sim 10k\Omega$ 的电阻器可选“ $R \times 100$ ”挡， $10k\Omega \sim 100k\Omega$ 的电阻器可选“ $R \times 1k$ ”挡， $100k\Omega$ 以上的电阻器可选“ $R \times 10k$ ”挡。

Step 02 测量挡位确定后，对万用表欧姆挡位进行校“0”。校“0”的方法为：将万用表两表笔金属棒短接，观察指针是否到“0”位。如果不在“0”位，调整调零旋钮使表针指向电阻刻度的“0”位。

Step 03 接着将万用表的两个表笔分别和电阻器的两端相接，表针应指在相应的阻值刻度上，如果表针不动和指示不稳定或指示值与电阻器上的标示值相差很大，则说明该电阻器已损坏。



注意

测量过程中，每更换一次挡位，均应重新对该挡进行校“0”。

在测量几万欧以上阻值的电阻器时，注意不可用手同时接触电阻器的两端引线，以免接入人体电阻带来测量误差。

在电路中测量电阻时要切断电源，要考虑电路中的其他元器件对电阻值的影响。如果电路中接有电容器，还必须将电容器放电，以免万用表被烧毁。

2. 用数字万用表判定电阻器好坏

用数字万用表判定电阻器好坏的操作步骤如下：

- Step 01** 首先将万用表的挡位旋钮调到“ Ω ”挡的适当挡位，一般 200Ω 以下的电阻器可选“200”挡， $200\Omega \sim 2k\Omega$ 的电阻器可选“2k”挡， $2k\Omega \sim 20k\Omega$ 的电阻器可选“20k”挡， $20k\Omega \sim 200k\Omega$ 的电阻器可选“200k”挡， $200k\Omega \sim 2M\Omega$ 的电阻器选择“2M”挡， $2M\Omega \sim 20M\Omega$ 的电阻器选择“20M”挡， $20M\Omega$ 以上的电阻器选择“200M”挡。
- Step 02** 接着将万用表的两个表笔分别和电阻器的两端相接，显示屏上应显示一个数字，如果显示屏上显示“0”或显示屏上显示的数字不停地变动或显示的数字与电阻器上的标示值相差很大，则说明该电阻器已损坏。

2.3.2 判定电容器好坏

1. 用指针万用表判定电容器好坏

用指针万用表判定电容器好坏的操作步骤如下：

- Step 01** 首先根据电容器容量的大小，将万用表的挡位旋钮转到适当的欧姆挡，一般容量在 $1\mu F$ 以下的电容器用“ $R \times 10k$ ”挡检测， $1\mu F \sim 100\mu F$ 内的电容器用“ $R \times 1k$ ”挡检测，容量大于 $100\mu F$ 的电容器用“ $R \times 100$ ”挡检测。
- Step 02** 接着用万用表的两表笔分别与电容器的两引线相接，在刚接触的一瞬间，表针应向右偏转，然后缓慢向左回归。
- Step 03** 然后将万用表的两表笔对调再测，表针应重复以上的过程。一般电容器容量越大，表针右偏越大，向左回归越慢。如果万用表的表针不动，说明该电容器已断路损坏，如果表针向右偏转后不向左回归，说明该电容器已短路损坏。如果表针向右偏转然后向左回归稳定后，阻值指示小于 $500k\Omega$ ，说明该电容器绝缘电阻太小，漏电流较大，不宜使用。

提示

对于容量小于 $0.01\mu F$ 的电容器，由于充电电流极小，几乎看不到表针右偏，只能检测其是否短路。

2. 用数字万用表判定电容器好坏

用数字万用表判定电容器好坏的操作步骤如下：

- Step 01** 首先将万用表调到欧姆挡的适当挡位，一般容量在 $1\mu F$ 以下的电容器用“20k”挡检测， $1\mu F \sim 100\mu F$ 内的电容器用“2k”挡检测，容量大于 $100\mu F$ 的电容器用“200”挡检测。
- Step 02** 然后用万用表的两只表笔，分别与电容器的两端相接（红表笔接电容器的正极，黑表笔接电容器的负极），如果显示值从“000”开始逐渐增加，最后显示溢出符号“1”，表明电容器正常；如果万用表始终显示“000”，则说明电容器内部短路；如果始终显示“1”（溢出符号），则可能电容器内部极间断路。

3. 电容器极性的判别方法

电解电容的极性可用万用表的欧姆挡测量。当电解电容的正极接电源正（万用表欧姆挡时

的黑表笔)，负端接电源负（万用表欧姆挡时的红表笔）时，电解电容的漏电流较小（漏电阻大）。反之，则电解电容的漏电流增大（漏电阻减小）。

测量时，先假定某极为“+”极，让其与万用表的黑表笔相接，另一电极与万用表的红表笔相接，记下表针停止的刻度（表针靠左阻值大），然后将电容器放电（即两根引线碰一下），两只表笔对调，重新进行测量。两次测量中，表针最后停留的位置靠左（阻值大）的那次，黑表笔接的就是电解电容的正极。测量时最好选用“ $R \times 100$ ”挡或“ $R \times 1k$ ”挡。



提示

在选购电容器的时候可能买不到所需要的型号或所需容量的电容器，或在维修时手头有的与所需的不相符合时，便考虑电容器代用。代用的原则是：电容器的容量基本相同；电容器的耐压值不低于原电容器的耐压值；对于旁路电容、耦合电容，可选用比原电容容量大的代用；在高频电路中，代用时一定要考虑频率特性，应满足电路的要求。

2.3.3 判定电感器好坏

1. 用指针万用表判定电感器好坏

用指针万用表检测电感器的方法如下：

Step 01 首先将万用表调到欧姆挡的“ $R \times 1$ ”挡，两表笔与电感器的两引脚相接，表针指示应接近“ 0Ω ”，如果表针不动，说明该电感器内部断路，如果表针指示不稳定，说明电感器内部接触不良。

Step 02 将万用表置于“ $R \times 10k$ ”挡，检测电感器的绝缘情况，测量线圈引线 with 铁芯或金属屏蔽之间的电阻，均应为无穷大，否则该电感器绝缘不良。

Step 03 查看电感器的结构，好的电感器线圈绕线应不松散、不会变形，引出端应固定牢固，磁芯既可灵活转动，又不会松动等，否则电感器可能损坏。

2. 用数字万用表判定电感器好坏

用数字万用表检测电感器的方法如下：

Step 01 将数字万用表量程开关拨至二极管挡。

Step 02 然后将电感器两个引脚与两个表笔相连，接着查看显示屏显示的数据，如果测量的数据为几欧姆，说明电感正常；如果测量的数据偏大或为1，则电感损坏。



提示

在检测电感器时，如果电感损坏，一般表现为发烫或电感磁环明显损坏。

2.3.4 判定变压器好坏

变压器的好坏，主要通过检测变压器的绕组线圈、绝缘电阻等来判断，具体方法如下：

Step 01 将指针万用表调到“ $R \times 1$ ”挡,分别测量变压器一次、二次各个绕组间的电阻值,一般一次绕组阻值应为几十欧至几百欧,变压器功率越小电阻值越小;二次绕组电阻值一般为几欧至几十欧,如某一组的电阻值为无穷大,则该组有断路故障。如果阻值为0,说明该绕组内部短路。

Step 02 接着用“ $R \times 1\text{ k}$ ”挡测量每两个绕组线圈之间的绝缘电阻,均应为无穷大。

Step 03 然后用“ $R \times 1\text{ k}$ ”挡测量每个绕组线圈与铁芯之间的绝缘电阻,均应为无穷大,否则该变压器绝缘性能太差,不能使用。

2.3.5 判定二极管好坏

1. 用指针万用表判定二极管好坏

用指针万用表检测二极管的方法如下:

Step 01 首先将万用表置于适当挡位,一般检测小功率二极管时应将万用表置于“ $R \times 100$ ”或“ $R \times 1\text{ k}$ ”挡,而检测大功率二极管时将万用表置于“ $R \times 1$ ”或“ $R \times 10$ ”挡,然后两表笔分别接到二极管的两端。如果测量的电阻值较小,则为二极管的正向电阻,这时与黑表笔相连的为二极管的正极,与红表笔相连的是二极管的负极。如果测量的电阻值较大,则为二极管的反向电阻,这时黑表笔连接的是负极,红表笔连接的是正极。

Step 02 观察正、反向电阻值的差,如果正、反向电阻值相差较大,且反向电阻接近于无穷大,则二极管正常。如果正、反向电阻值均为无穷大,则二极管内部断路。如果正、反向电阻值均为0,则二极管内部被击穿短路。如果正、反向电阻值相差不大,则二极管质量太差,不能使用。



提示

实际测量时应注意锗二极管和硅二极管的正向管压降大小,如果测得的正向电阻值小于 $1\text{ k}\Omega$,一般为锗二极管,如果测得的正向电阻值为 $1\text{ k}\Omega \sim 5\text{ k}\Omega$,一般为硅二极管。

2. 用数字万用表判定二极管好坏

用数字万用表检测二极管的方法如下:

Step 01 首先将数字万用表的挡位调到二极管挡,然后将红表笔接在“ $V\Omega$ ”接口。

Step 02 接着将万用表的两个表笔分别连接二极管的两个引脚,然后再将两个表笔分别对调连接二极管的两个引脚,然后对比显示屏的测量结果。如果测量的反向电阻值为“1”,正向电阻值为“ $200\Omega \sim 700\Omega$ ”,则正常;如果测量的正、反向电阻值均为“1”,则二极管内部断路。如果正、反向电阻值均为0,则二极管内部被击穿短路。如果正、反向电阻值相差不大,则二极管质量太差,不能使用。

2.3.6 判定三极管好坏

1. 用指针万用表判定三极管好坏

用指针万用表测量三极管的方法如下:

- Step 01** 判别基极b和三极管的类型，首先将万用表欧姆挡置于“ $R \times 100$ ”或“ $R \times 1k$ ”挡，然后将黑表笔接在其中一个引脚上，再将红表笔先后接到其余两个引脚上，如果两次测得的电阻值都很大（或都很小），而对换表笔后测得两个电阻值都很小（或都很大），则可以确定黑表笔连接的是三极管的基极。如果两次测得的电阻值是一大一小，则可肯定黑表笔连接的不是基极，这时再将黑表笔连接其他引脚，重复上述的测试，直到找到基极。
- Step 02** 当确定基极以后，将黑表笔接基极，红表笔分别接其他两极，此时，若测得的电阻值都很小，则该三极管为NPN型管，反之，则为PNP型管。
- Step 03** 判别集电极c和发射极e。以NPN型管为例，介绍判别方法。把黑表笔和红表笔分别连接不是基极的两个引脚，并且用手握住这两个引脚，通过人体，相当于在三极管的两个极之间接入偏置电阻。读出表所示的电阻值，然后将红、黑两表笔反接重测，若第一次电阻比第二次小，说明第一次黑表笔连接的是集电极c，红表笔接的是发射极e，若第一次电阻比第二次大，则反之。
- Step 04** 以NPN型为例，测量三极管的好坏。将基极b开路，测量c、e极间的电阻。万用表红笔接发射极，黑笔接集电极，若阻值较高（几万欧以上），则说明穿透电流较小，管子能正常工作。若c、e极间电阻小，则穿透电流大，受温度影响大，工作不稳定。在技术指标要求高的电路中不能用这种管子。若测得阻值近似为0，表明管子已被击穿，若阻值为无穷大，则说明管子内部已断路。

2. 用数字万用表判定三极管好坏

用数字万用表检测三极管的方法如下：

- Step 01** 将数字万用表置于二极管挡，红表笔任接某个引脚，用黑表笔依次接触另外两个引脚，如果两次显示值均小于1V或都显示溢出符号“1”则红表笔所接的引脚就是基极b。如果在两次测试中，一次显示值小于1V，另一次显示溢出符号“1”，表明红表笔接的引脚不是基极b，此时应改换其他引脚重新测量，直到找出基极b。
- Step 02** 将数字万用表置于二极管挡，将红表笔接基极b，用黑表笔先后接触其他两个引脚。如果都显示0.500V~0.800V，则被测管属于NPN型；若两次都显示溢出符号“1”，则表明被测管属于PNP管。
- Step 03** 判别集电极c和发射极e。以NPN型管为例，介绍判别方法。将数字万用表置于HFE挡，使用NPN插孔。把基极b插入B孔，剩下两个引脚分别插入C孔和E孔中。若测出的HFE为几十至几百，说明管子属于正常接法，放大能力较强，此时C孔插的是集电极c，E孔插的是发射极e。若测出的HFE值只有几至十几，则表明被测管的集电极c与发射极e插反了，这时C孔插的是发射极e，E孔插的是集电极c，为了使测试结果更可靠，可将基极b固定插在B孔不变，把集电极c与发射极e调换重复测一两次，以仪表显示值大（几十至几百）的一次为准，C孔插的引脚即是集电极c，E孔插的引脚则是发射极e。
- Step 04** 以NPN型为例，测量三极管的好坏。将基极b开路，测量c、e极间的电阻。万用表红笔接发射极，黑笔接集电极，若阻值较高（几万欧以上），则说明穿透电流较小，管子能正常工作。若c、e极间电阻小，则穿透电流大，受温度影响大，工作不稳定。在技术指标要求高的电路中不能用这种管子。若测得阻值近似为0，表明管子已被击穿，若阻值为无穷大，则说明管子内部已断路。

2.3.7 判定场效应管好坏

1. 用指针万用表判断场效应管好坏

场效应管的检测方法如下:

Step 01 首先将指针万用表置于“ $R \times 1k$ ”挡,然后用两表笔分别测量每两个引脚间的正、反向电阻。当某两个引脚间的正、反向电阻相等,均为数千欧时,说明这两个引脚为漏极D和源极S(可互换),剩下的一个引脚为栅极G。

Step 02 接着将万用表置于“ $R \times 10$ ”或“ $R \times 100$ ”挡,测量源极S与漏极D之间的电阻,通常在几十欧到几千欧范围(各种不同型号的场效应管,其电阻值是各不相同的,具体在手册中可知),如果测得阻值大于正常值,可能是由于内部接触不良;如果测得阻值是无穷大,可能是内部断极。然后把万用表置于“ $R \times 10k$ ”挡,再测栅极G1与G2之间、栅极与源极、栅极与漏极之间的电阻值,当测得其各项电阻值均为无穷大,则说明管是正常的;若测得上述各阻值太小或为通路,则说明管是坏的。要注意,若两个栅极在管内断极,可用元件代换法进行检测。

2. 用数字万用表判断场效应管好坏

场效应管的检测方法如下:

将数字万用表拨到二极管挡,然后先将场效应管的三只引脚短接,接着用两只表笔分别接触场效应管三只引脚中的两只,测量三组数据。如果其中两组数据为1,另一组数据在 $300\Omega \sim 800\Omega$ 之间,说明场效应管正常;如果其中有一组数据为0,则场效应管被击穿。

2.4 本章小节

本章首先对主板维修常用工具的功能特点和使用方法作了详细地讲解,接着对主板中的基本元器件的特性、标注、符号、判断其好坏的方法等作了详细地讲解。其中主板维修工具的使用方法要熟练掌握,特别是万用表、电烙铁及热风焊台的使用方法。对于主板中的基本元器件,最基本的要求是能根据主板的标注识别出元器件的类型。另外,要重点掌握判断各种元器件好坏的测量方法,这个属于基本功,在今后的维修中会经常用到。



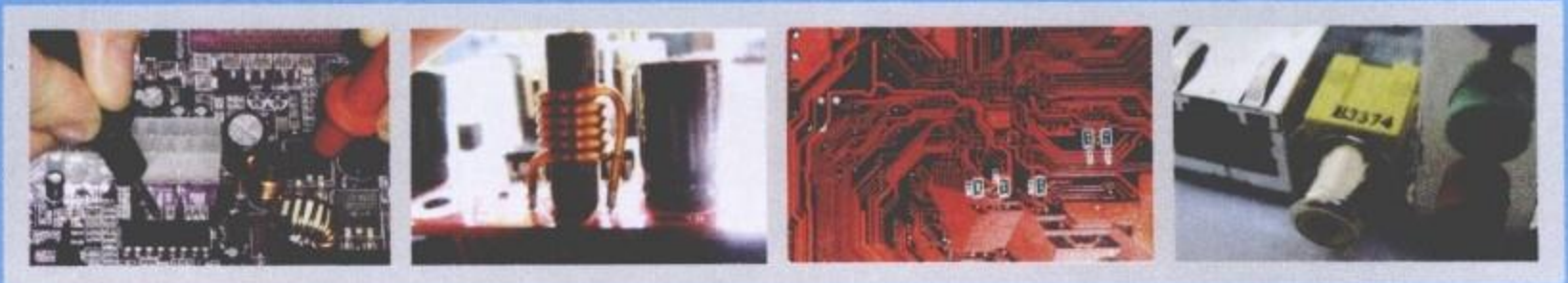
读书笔记

Handwriting practice lines (dotted lines) for taking notes.



Chapter 3

主板维修方法



技术要点：

- 主板故障分类
- 主板故障产生原因
- 主板故障常用维修方法
- 主板故障检测流程

3.1 主板的故障分类及产生原因

3.1.1 主板故障分类

电脑主板结构比较复杂，故障率比较高，故障现象较复杂，分布也较分散。根据故障产生源，主板故障可分为电源故障、总线故障、元器件故障等。其中，电源故障包括主板上+12V、+5V及+3.3V电源和PG (Power Good) 信号故障；总线故障包括总线本身故障和总线控制权产生的故障；元器件故障则包括电阻、电容、集成电路及其他元件的故障。

具体来说主板常见故障主要有以下几种：

1 各种连接线短路、断路。各种连接线不应该通的地方短路，该通的地方断开不通；IC芯片、电阻、电容、三极管、电感等元器件引脚断、短路、击穿；连线引脚与电源、地线短路导通；印刷板线断开、短路以及焊盘脱落等。

2 DMA控制器和辅助电路故障。DMA控制器功能较强，故障率较高，另外辅助电路芯片及输入信号电路也容易产生故障。

3 RS-232串行接口控制器故障。主板中的串行接口控制器有独立的，也有与其他接口合在一起的，串行接口也较容易产生故障。

4 时钟控制器、总线控制器故障。

5 内存芯片RAM故障。

6 数据总线故障。主板中的CPU、存储器、I/O设备的数据传输总线、总线缓冲寄存器/驱动器等，容易发生故障。

7 地址总线故障。它是指在主板中CPU传送地址的地址总线、地址锁存器及地址缓冲寄存器/驱动器等发生故障。

8 内存控制信号与地址产生电路故障。它是指RAS/CAS行/列地址选通信号、行/列地址延时控制信号及行/列地址的电路出错。

9 个别插座、引脚松脱等接触不良。它是指芯片与插座因锈蚀、氧化、弹性减弱、引脚脱焊、折断以及开关接触不良等而产生的故障。

10 I/O通道插槽故障。它是指I/O通道插槽中的铜片脱落、弹性减弱、折断短接、插脚虚焊、脱焊、灰尘过多或掉入异物而产生的故障。

11 特殊情况引起的故障。它是指受冲击、强振、电击、电压突然升高、负载不匹配或设计不合理等而产生的故障，以及因安装、设置及使用不当而造成的人为故障，定时器、计数器、中断控制器、并行接口控制器的芯片产生的故障。

12 电源控制器的故障。电源控制器输出电流一般较大，发热量大，如果控制芯片或集成电路的质量不佳或散热不良，则故障率较高。以及它周围的电源滤波电容因长期工作在高温环境下，也会因为电解液干涸造成失效，从而引起电源输出的纹波增大造成主板工作不稳定。

3.1.2 主板故障产生原因

1. 引起主板故障的原因

1 人为故障：带电插拔I/O卡，以及在装板卡及插头时用力不当，对接口、芯片等造成的损害。

2 环境不良：静电常造成主板上芯片（特别是CMOS芯片）被击穿。另外，主板遇到电源损坏或电网电压瞬间产生的尖峰脉冲时，往往会损坏主板供电插头附近的芯片。如果主板上布满了灰尘，也会造成信号短路等。

3 元器件质量问题：由于芯片和其他元器件质量不良导致的损坏。

2. 处理主板故障的顺序

1 观察主板。首先观察主板有无烧糊、烧断、起泡、板面断线、插口锈蚀的地方。然后用万用表测量+5V、GND电阻是否太小（在 50Ω 以下）。接着通电检查，若明确主板已坏，可略调高电压 $0.5V \sim 1V$ ，开机后用手搓主板上的芯片，让有问题的芯片发热，从而感知出问题芯片。下面用逻辑笔检查，对重点怀疑的芯片输入、输出、控制端检查信号有无和强弱等来判断芯片好坏。最后辨别各大工作区，大部分主板都有区域上的明确分工，如控制区（CPU）、时钟区（晶振、分频）、背景画面区、动作区（人物、飞机）、音频产生合成区等，这对电脑主板的深入维修十分重要。

2 查找损坏的芯片。

Step 01 将怀疑的芯片，根据手册的指示，首先检查输入、输出端是否有信号（看波形），如有入无出，再查芯片有无控制信号（时钟），如有则此芯片坏的可能性极大，无控制信号，追查它的前一级，直到找到损坏的芯片为止。

Step 02 找到后，暂时不要从主板上取下，可选用同一型号或程序内容相同的芯片接在它上面，开机观察是否好转，如好转则该芯片损坏。

Step 03 如不行，用切线、借跳线法寻找短路线。发现有的信号线和地线、+5V或其他多个芯片不应相连的脚短路，可切断该线再测量，判断是芯片问题还是主板面走线问题，或从其他芯片上借用信号焊接到波形不对的芯片上看现象是否变好，来判断该芯片的好坏。

Step 04 如不行用对照法找一块相同规格型号的好主板对照测量相应芯片的引脚波形和其他数据，来确认芯片是否损坏。

3.2 主板故障常用维修方法

主板故障常用的维修方法有：

1. 观察检查法

观察检查法是指通过观察主板的外观及主板上的元器件是否异常，来检查故障的方法。在维修主板时，首先观察主板上的电容是否有鼓包、漏液或严重损坏，电阻、电容引脚是否相碰，表面是否烧焦，芯片表面是否开裂，主板上的铜箔是否烧断。查看各插头、插座是否歪斜。

接着查看是否有异物掉进主板的元器件之间，遇到有疑问的地方，可以借助万用表测量。

触摸一些芯片的表面，如果异常发烫，可换一块芯片试试。

2. 比较法

比较法是一种简单易行的维修方法。一般维修时准备和故障板卡相同型号的板卡，当怀疑某些模块时，分别测试两块板卡的相同测试点，用正确的特征（波形或电压）与有故障机器进行比较，看哪一个模块的波形或电压不符，再针对不相符的地方逐点检测，直到找到故障并解决。

3. 测量法

测量法有电阻测量法和电压测量法，其中，电阻测量法是用测量阻值大小的方法来大致判断芯片以及电子元器件的好坏，以及判断电路的严重短路和断路情况。如：用二极管档测量晶体管是否有严重短路、断路情况来判断其好坏，或者测量ISA插槽对地的阻值来判断南桥芯片的好坏等。而电压测量法则主要是通过测量电压，然后与正常主板的测试点比较，找出有差异的测试点，最后顺着测试点的线路（跑电路）最终找到故障的元器件，排除故障。

4. 替换法

替换法就是用好的元器件去替换所怀疑的元器件，若故障因此消失，说明怀疑正确，否则便是判断失误，应进一步检查、判断。用替换法可以检查电脑中所有元器件的好坏，并且结果一般都是正常无误的，很少出现很难判断的情况。

5. 拔插交换法

主机系统产生故障的原因很多，例如主板自身故障或I/O总线上的各种插卡故障均可导致系统运行不正常。采用拔插维修法是确定故障在主板或I/O设备的简捷方法，该方法就是关机将插件板逐块拔出后插入好的插件板，每替换一块板就开机观察机器运行状态，一旦替换某块板后主板运行正常，那么故障原因就是该插件板故障或相应I/O总线插槽及负载电路故障。若替换所有插件板后系统启动仍不正常，则故障很可能就在主板上。采用交换法实质上就是将同型号插件板（总线方式一致，功能相同的插件板）或同型号芯片相互交换，根据故障现象的变化情况判断故障所在。此法多用于易拔插的维修环境，例如内存自检出错，可交换相同的内存芯片或内存条来确定故障原因。

6. 升降温法

升降温法主要针对由于某个元器件的热稳定性差而引起故障的情况。当被怀疑的元器件升温异常，并可感知（用手摸）时，用降温法迫使其降温（通常用酒精药棉敷贴于被怀疑的元器件），如故障消失或趋于减轻，可判断该元器件热失效。当故障在通电较长时间后才产生或故障随季节变化出现，用升温的方法对被怀疑的元器件加热，使其升温，若随之故障出现，便可判定其热稳定性不良。

7. 干扰法

干扰法是将电脑置于强大的电磁干扰源中，使原来较轻微、无规律的同步不良故障在恶劣的外界环境条件下转化为较严重、有一定规律的故障。采用干扰法时，干扰源通常要选择交流220V市电做电源，功率在20W以上，动力源为带电刷电动机的工具或用具，如电钻、电吹风等。

8. 软件诊断法

通过随机诊断程序、专用维修诊断卡及根据各种技术参数（如接口地址），自编专用诊断

程序来辅助硬件维修可达到事半功倍之效。软件诊断法的原理就是用软件发送数据命令，通过读线路状态及某个芯片（如寄存器）状态来识别故障部位。此法往往用于检查各种接口电路故障及具有地址参数的各种电路，但此法应用的前提是CPU及总线运行正常，能够运行有关诊断软件，能够运行安装于I/O总线插槽上的诊断卡等。编写的诊断程序要严格、全面、有针对性，能够让某些关键部位出现有规律的信号，能够对偶发故障进行反复测试，还能够显示记录出错情况。

9. 清洁检查法

清洁检查法适用于工作环境比较脏，怀疑可能由于灰尘等造成主板故障的情况。清洁时可用毛刷轻轻刷去主板上的灰尘，另外，主板上的一些插卡、芯片采用插脚形式，常会因为引脚氧化而接触不良，可用橡皮擦去表面氧化层，重新插接。

3.3 主板故障维修流程

3.3.1 主板开机引导过程

主板的开机过程非常复杂，具体过程如图3-1所示。

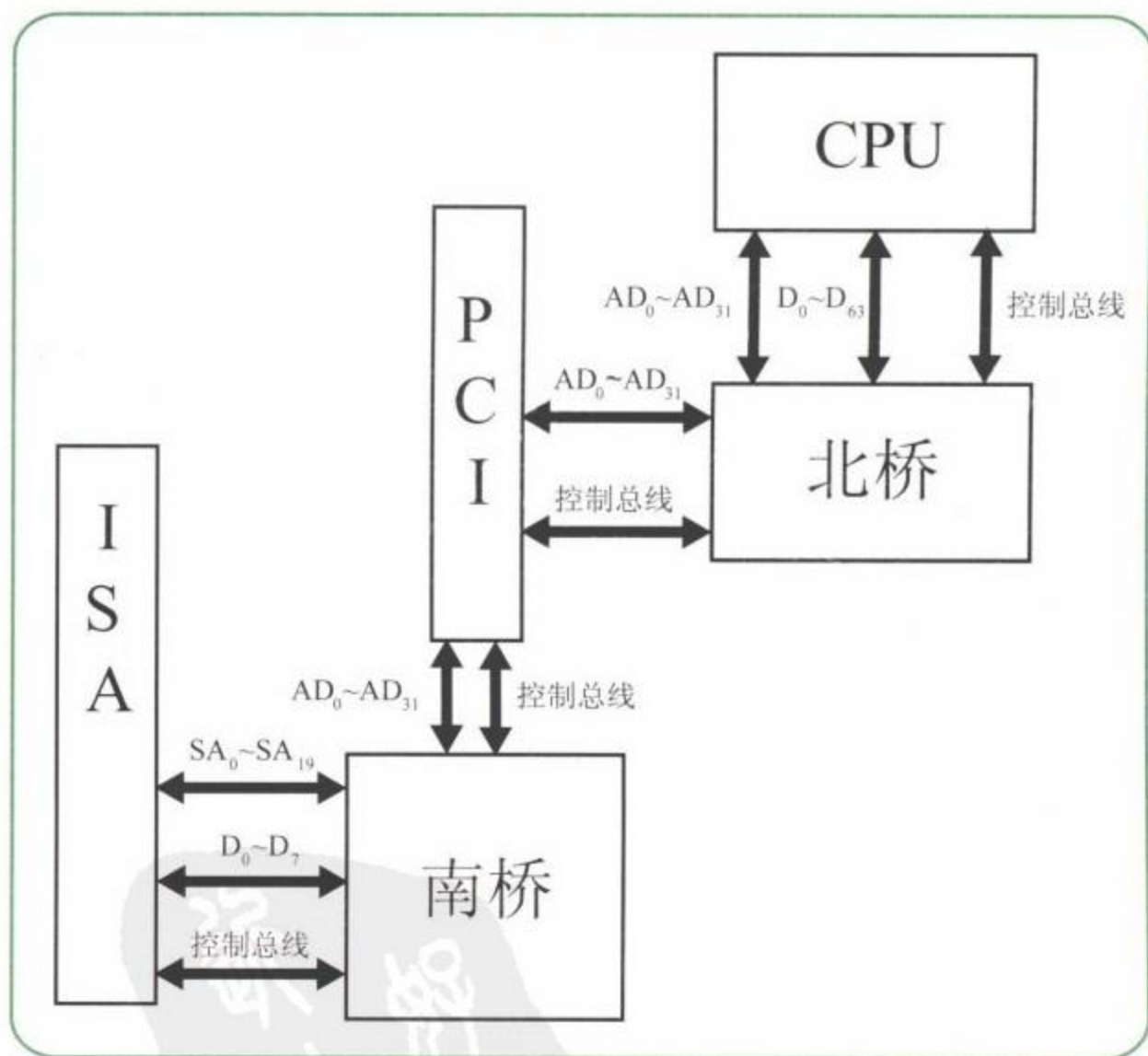


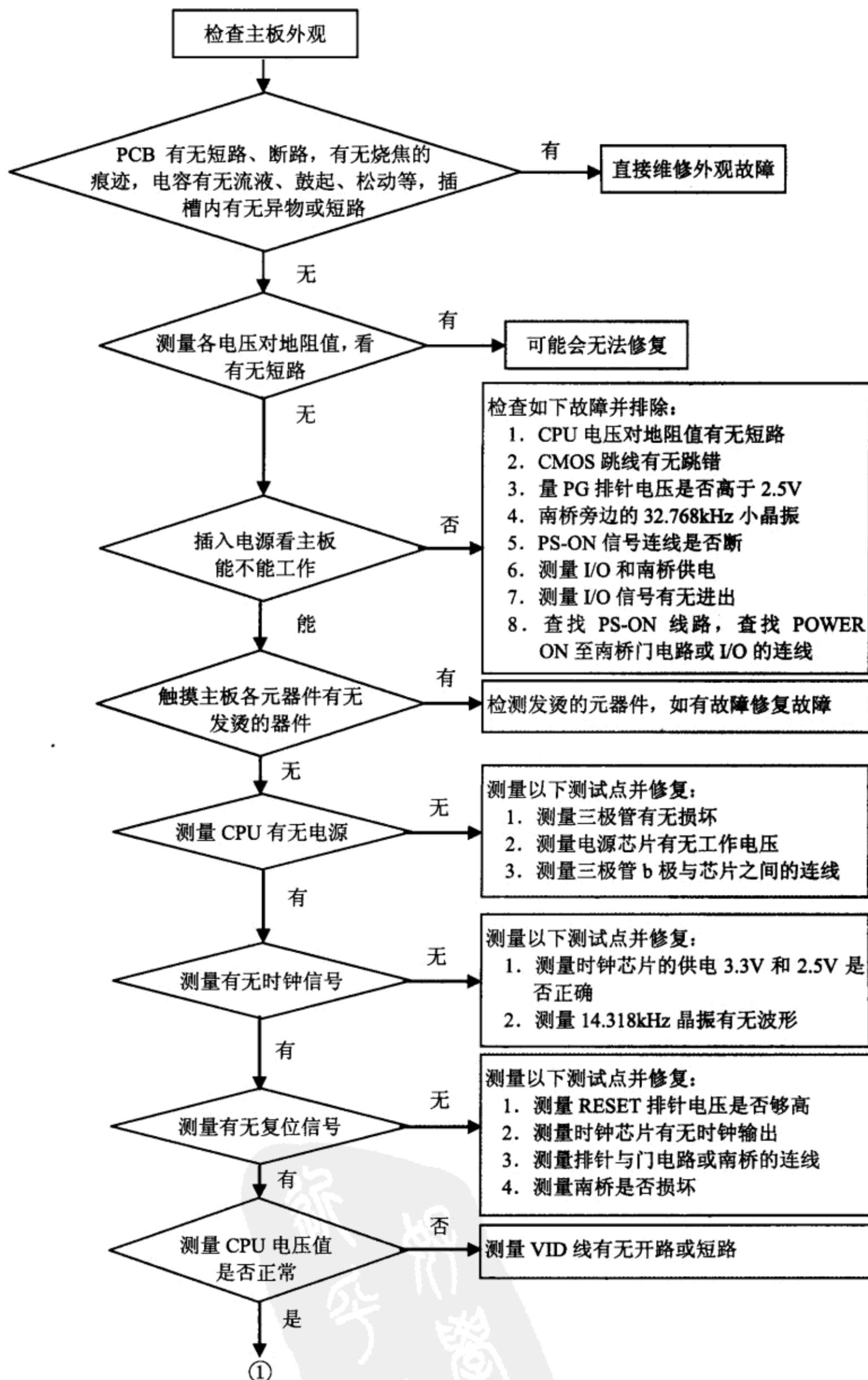
图3-1 主板开机引导过程

开机详细引导步骤如下:

- Step 01 首先给ATX电源加电,加电后,ATX电源开始输出待机工作电压(SB5V),接着实时时钟开始工作,向CMOS电路和开机电路发送32.768kHz的实时时钟信号。
- Step 02 接着按下电源开关开始启动电脑,在按下电源开关的瞬间,电源开关向南桥芯片或I/O芯片发出开机触发信号,触发开机电路工作,此时电源接头的第14引脚变为低电平,ATX电源开始工作。
- Step 03 ATX电源开始工作后,电源接头的各个引脚向主板的各大系统和各个硬件输出相应的电压。
- Step 04 在所有供电输出无误后的100ms~500ms,ATX电源会由第8引脚向主板发出3V~5V的PG信号,此信号分别提供给CPU、北桥和南桥,其中进入南桥的PG信号作用在内部的复位模块上,另外PG信号经过南桥连接到系统时钟芯片的RST#端,作为RST#信号(复位信号)。
- Step 05 在有了RST#信号(复位信号)后,时钟芯片开始工作,并向主板发送各种频率的时钟信号,有了时钟信号南桥内部的复位模块开始工作。
- Step 06 此时北桥和CPU等主板的硬件设备开始复位,在结束复位后,CPU开始工作,至此电脑的硬启动结束,进入软启动过程。
- Step 07 在CPU开始工作后,首先需要进行自检,即开始读取POST自检程序,而自检程序存放在BIOS中,所以CPU通过前端总线的AD₀~AD₃₁地址线发送寻址信号寻找自检程序。在发送寻址信号前,CPU会检测DBSY#(总线忙信号引脚)是否为低电平,从而判断前端总线是否被占用,低电平为空闲,高电平为忙。
- Step 08 如果前端总线空闲,则通过前端总线向北桥发送32位/64位寻址信息,北桥接收到寻址信息后,经过译码和电压转换后,再发送给南桥(发送时,北桥先向南桥发送IRDY#主设备准备好信号,南桥再发送TRDY#从设备准备好信号给北桥,同时还发送FRAME#帧周期信号,这时北桥开始发送寻址信息)。
- Step 09 南桥收到寻址信息后经过PCI总线译码后发给ISA总线,再由ISA总线控制器经过地址线译码、频率转换和电压转换后,发送给BIOS芯片。
- Step 10 BIOS接到寻址信息后,通过D0~D7输出自检程序。自检程序首先送到ISA总线缓冲区,再转换为16位数据,传给ISA总线控制器。
- Step 11 ISA总线控制器经过译码、转换后,再将数据发送给PCI总线。PCI总线经过译码后,产生32位的数据再发送给北桥芯片。
- Step 12 北桥接到数据后转换为64位数据,再经过前端总线发送给CPU,CPU接到数据后,开始安装程序开始自检硬件设备,自检完成后,启动计算机系统,整个启动过程完成。

3.3.2 主板故障检测流程图

主板故障维修流程图如图3-2所示。



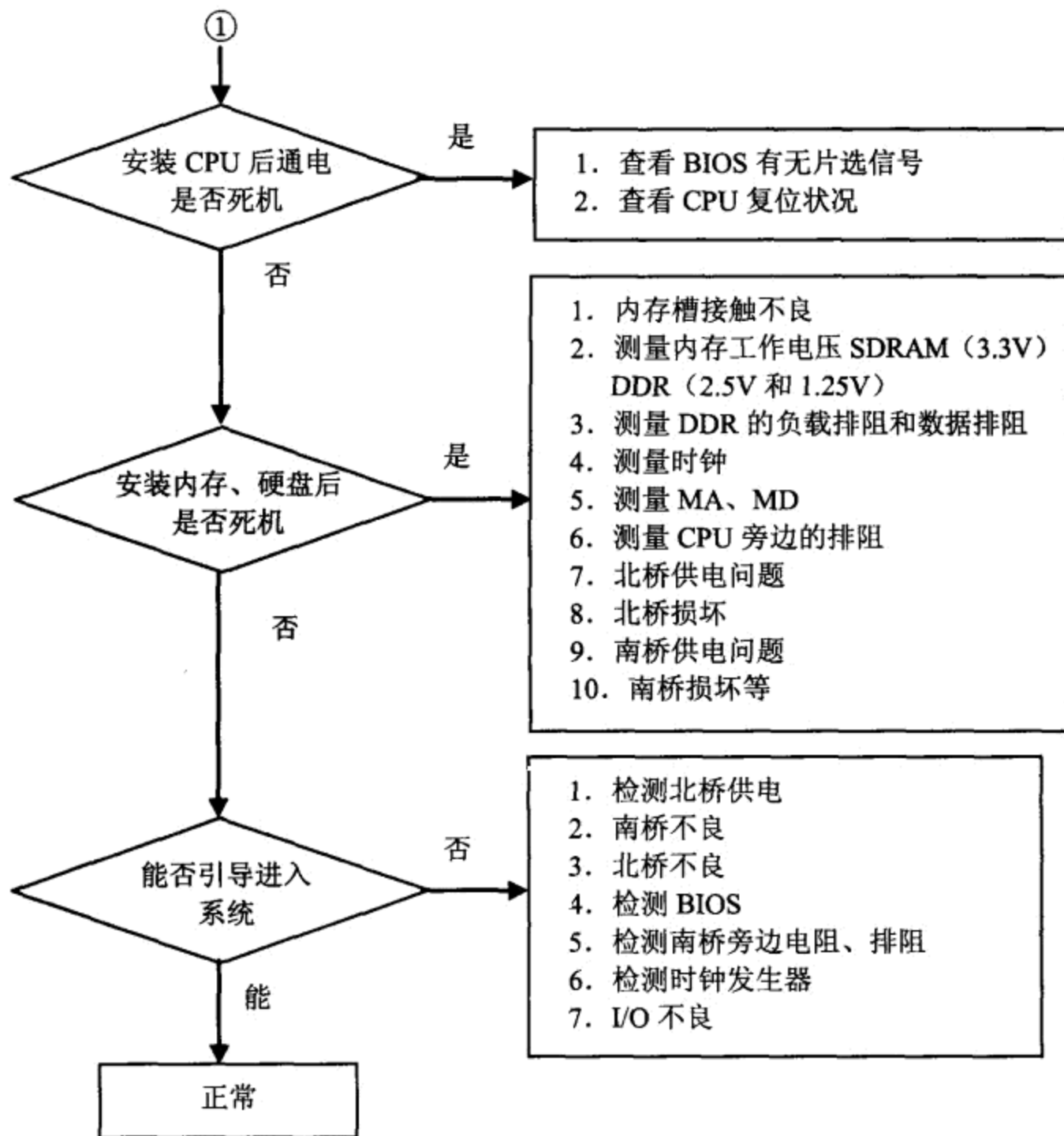


图3-2 主板故障检测流程图

3.3.3 主板的维修步骤

主板的具体维修步骤如下：

- Step 01** 首先用电阻测量法，测量电源接口的5V、12V、3.3V等对地电阻，检测是否对地短路，如果对地短路，检查出现短路的引脚的供电线路，并排除故障。
- Step 02** 如果没有对地短路，接上电源，并插上主板诊断卡，在无CPU的情况下，按电源开关加电，检查ATX电源是否工作（看主板诊断卡的电源灯是否亮，ATX电源风扇是否转动等），如果ATX电源没有工作，在ATX电源正常的情况下，说明主板的开机电路有故障，维修主板开机电路。
- Step 03** 如果按电源开关后，ATX电源能工作，接着测试CPU主供电和核心电压，若CPU主供电低于2.0V，接着目测主板上电容有没有鼓包、漏液，如果正常，接着安装CPU加电，观察主板诊断卡的代码是否能检测到C或D3，若能，表示CPU已经工作。
- Step 04** 如果主板诊断卡的代码不能检测到C或D3，表示CPU没有工作，接着把CPU取下，加上假负载，根据CPU供电测试点，测试各项供电是否正常（如：核心电压1.5V、2.5V和PG信号的2.5V等），如供电不正常，检测CPU的供电电路故障。

Step 05 如果CPU的供电正常,接着根据CPU的时钟测试点,检测时钟信号是否正常(时钟输出一般为1.1V~1.9V),如果时钟信号不正常,检测时钟电路故障。

Step 06 如果CPU的时钟信号正常,观察主板诊断卡上的RESET灯是否正常(正常时为开机瞬间,RESET灯闪一下,然后熄灭,表示主板复位正常,若RESET灯常亮或者不亮均为无复位),如果复位信号不正常,检测主板的复位电路故障。

Step 07 如果复位信号正常,接着测量BIOS的CS片选信号引脚的电压是否为低电平,和BIOS的CE信号引脚的电压是否为低电平(此信号表示BIOS把数据放在系统总线上),如果不是低电平,检测BIOS芯片的好坏。

Step 08 若经过以上步骤后还不能工作,接着目测主板是否有断线等故障,CPU插座是否有接触不良的故障,如果没有,重新刷新BIOS程序。

Step 09 重新刷新BIOS程序后,若还不正常,接着检查I/O、南桥、北桥的故障,并更换故障元器件。

3.4 本章小节

本章首先介绍了主板的常见故障，接着讲解了常用的主板故障维修方法，最后讲解了主板的开机引导过程、故障检查流程及维修步骤。主板故障维修方法是本章的重点，它在各种电路故障检修中都要用到。



读书笔记



Chapter

4

主板总线插槽电路及测试点



技术要点：

- 总线概述
- PCI总线插槽电路及测试点
- AGP总线插槽电路及测试点
- PCI-E总线插槽电路及测试点
- 内存插槽电路及测试点
- CPU插座及测试点
- 电源接口

4.1 总线概述

总线是微机系统中广泛采用的一种技术。总线是一组信号线，是在多于2个模块（子系统或设备）间相互通信的通路，也是处理器与外部硬件接口的核心。主板的总线实际就是连接CPU和内存、缓存、外部控制芯片之间的数据通道。

4.1.1 主板总线的分类

1. 按主板总线的功能来分

按主板总线的功能可分为地址总线、数据总线和控制总线。

(1) 地址总线

地址总线（AB）是用来传送地址信号的信号线，地址总线的特点是地址信号一般是由CPU发出的，当采用DMA方式访问内存和I/O设备时，地址信号也可以由DMA控制器发生，并被送往各个有关的内存单元或I/O接口，实现CPU对内存或I/O设备的寻址。另外CPU能够直接寻找内存地址的范围是由地址线的数目决定的。

(2) 数据总线

数据总线（DB）是用来传送数据的信号线，这些数据信息可以是原始数据或程序，数据总线来往于CPU、内存、I/O设备之间。

(3) 控制总线

控制总线（CB）是用来控制信息的信号线，控制总线控制的信息包括：CPU对内存和I/O接口的读写信号，I/O接口对CPU提出的中断请求或DMA请求信号。控制总线来往于CPU、内存和I/O设备之间，其特点是有单向、双向、双态等各种形态，是总线中最复杂、最灵活、功能最强的一组总线。

2. 按总线的层次结构来分

按主板总线的层次结构可分为CPU总线、存储器总线、系统总线和外部总线。

(1) CPU总线

CPU总线包括CPU地址线、CPU数据线和CPU控制线，CPU总线主要用来连接CPU和北桥芯片。

(2) 存储器总线

存储器总线包括存储器地址线、存储器数据线和存储器控制线，存储器总线主要用来连接内存控制器（北桥芯片）和内存。

(3) 系统总线

系统总线也称为I/O扩展总线，系统总线又分为ISA总线、PCI总线、AGP总线、PCI-E总线等多种标准。

1 ISA总线，ISA（Industry Standard Architecture，工业标准体系结构）总线是早期的系统总线，最早在IBM AT机上采用，ISA总线直接与CPU连接。目前该总线已经被淘汰。

2 PCI总线，PCI（Peripheral Component Interconnection，外设部件互连）总线，由PCI SIG（PCI Special Interest Group）在1994年开发出来。由于PCI总线支持硬件的即插即用

(Plug and Play)，使系统升级更容易实现。最初的PCI总线运行在33MHz下，但后来提升到66MHz，它能支持32位和64位宽度的扩展卡，带宽可以达到133/266 MB/s。PCI总线允许10个接插件。

3 AGP总线，AGP (Accelerated Graphic Port，加速图形接口) 总线是为了满足三维图像及高色彩位数、高分辨率图像的大数据量要求，由Intel公司在PCI 2.1规范的基础上提出的，它不是一个真正意义上的总线，只能用于显卡。它是在PCI总线之外开辟出的一条高速数据通道，使用66MHz总线频率，并允许在一个总线周期内传输两次以上数据，带宽可达266/533/1066/2132 MB/s。

4 PCI-E总线是最新的总线和接口标准，它的主要特点是数据传输速率高，目前最高可达到10GB/s以上，采用点对点串行连接，支持高阶电源管理，支持热插拔，支持数据同步传输，PCI-E总线采用双单工连接能提供更高的传输速率和质量。

(4) 外部总线

外部总线是用来连接各种外设的控制芯片，如主板的I/O控制器和键盘控制器等。外部总线包括IDE总线、SATA总线、SCSI总线和USB总线等。

4.1.2 主板总线的性能指标

主板总线的性能指标主要有总线宽度、最大传输率、总线时钟、挂接设备数量等。

1. 总线宽度

总线宽度是指总线能同时传送的二进制位数。传输率一定的情况下，总线宽度越宽传送的信息量就越大。

2. 最大传输率

最大传输率是指每秒钟所能传送的最大字节数，单位是B/s。

3. 总线时钟

总线时钟是指总线工作的时钟频率，单位是MHz。总线时钟频率越高，传输率也越高。

4. 挂接设备数量

挂接设备数量是指总线所能支持同时挂接的最多设备数。

4.2 PCI总线插槽电路及测试点

4.2.1 PCI总线结构

PCI总线的数据宽度为32位，可扩展为64位，工作频率为33MHz，数据传输率为133MB/s。如图4-1和表4-1所示分别为PCI插槽和PCI插槽各针脚功能。

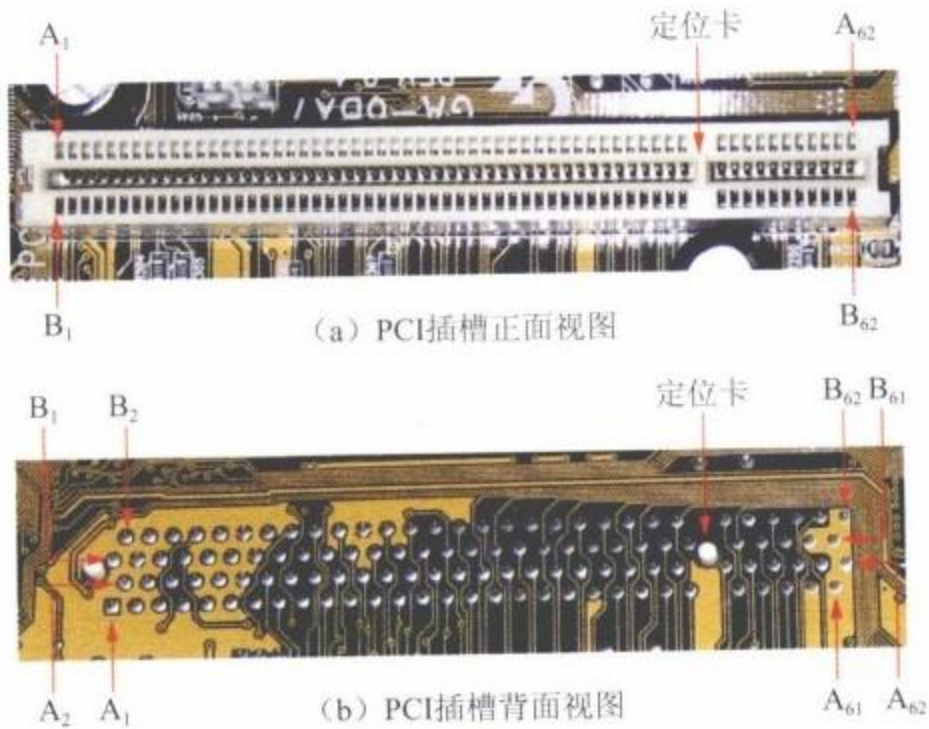


图4-1 PCI插槽

表4-1 PCI插槽各针脚功能

针脚	信号线定义	针脚	信号线定义	针脚	信号线定义	针脚	信号线定义
A ₁	TRST#	A ₂	+12V	B ₁	-12V	B ₂	TCK
A ₃	TMS	A ₄	TD ₁	B ₃	GND	B ₄	TDO
A ₅	+5V	A ₆	INTA#	B ₅	+5V	B ₆	+5V
A ₇	INTC#	A ₈	+5V	B ₇	INTB#	B ₈	INTD#
A ₉	RSV	A ₁₀	+5V	B ₉	PRSNT1#	B ₁₀	RSV
A ₁₁	RSV	A ₁₂	GND	B ₁₁	PRSNT2#	B ₁₂	GND
A ₁₃	GND	A ₁₄	RSV	B ₁₃	GND	B ₁₄	RSV
A ₁₅	Reset	A ₁₆	+5V	B ₁₅	GND	B ₁₆	CLK
A ₁₇	GNT#	A ₁₈	GND	B ₁₇	GND	B ₁₈	REQ#
A ₁₉	RSV	A ₂₀	AD ₃₀	B ₁₉	+5V	B ₂₀	AD ₃₁
A ₂₁	+3.3V	A ₂₂	AD ₂₈	B ₂₁	AD ₂₉	B ₂₂	GND
A ₂₃	AD ₂₆	A ₂₄	GND	B ₂₃	AD ₂₇	B ₂₄	AD ₂₅
A ₂₅	AD ₂₄	A ₂₆	IDSEL	B ₂₅	+3.3V	B ₂₆	C/BE#(3)
A ₂₇	+3.3V	A ₂₈	AD ₂₂	B ₂₇	AD ₂₃	B ₂₈	GND
A ₂₉	AD ₂₀	A ₃₀	GND	B ₂₉	AD ₂₁	B ₃₀	AD ₁₉
A ₃₁	AD ₁₈	A ₃₂	AD ₁₆	B ₃₁	+3.3V	B ₃₂	AD ₁₇
A ₃₃	+3.3V	A ₃₄	FRAME#	B ₃₃	C/BE#(2)	B ₃₄	GND
A ₃₅	GND	A ₃₆	TRDY#	B ₃₅	IRDY#	B ₃₆	+3.3V
A ₃₇	GND	A ₃₈	STOP#	B ₃₇	DEVSEL#	B ₃₈	GND
A ₃₉	+3.3V	A ₄₀	SDONE	B ₃₉	LOCK#	B ₄₀	PERR#
A ₄₁	SBO#	A ₄₂	GND	B ₄₁	+3.3V	B ₄₂	SERR#
A ₄₃	PAR	A ₄₄	AD ₁₅	B ₄₃	+3.3V	B ₄₄	C/BE#(1)
A ₄₅	+3.3V	A ₄₆	AD ₁₃	B ₄₅	AD ₁₄	B ₄₆	GND
A ₄₇	AD ₁₁	A ₄₈	GND	B ₄₇	AD ₁₂	B ₄₈	AD ₁₀
A ₄₉	AD ₀₉	A ₅₀	定位卡	B ₄₉	GND	B ₅₀	定位卡
A ₅₁	定位卡	A ₅₂	C/BE#(0)	B ₅₁	定位卡	B ₅₂	AD ₀₈

(续表)

针脚	信号线定义	针脚	信号线定义	针脚	信号线定义	针脚	信号线定义
A ₅₃	+3.3V	A ₅₄	AD ₀₆	B ₅₃	AD ₀₇	B ₅₄	+3.3V
A ₅₅	AD ₀₄	A ₅₆	GND	B ₅₅	AD ₀₅	B ₅₆	AD ₀₃
A ₅₇	AD ₀₂	A ₅₈	AD ₀₀	B ₅₇	GND	B ₅₈	AD ₀₁
A ₅₉	+5V	A ₆₀	REQ64#	B ₅₉	+5V	B ₆₀	ACK 64#
A ₆₁	+5V	A ₆₂	+5V	B ₆₁	+5V	B ₆₂	+5V

4.2.2 PCI插槽测试点

1. PCI插槽各针脚功能

主板中的PCI插槽共有124个针脚，其中地址数据线有32条，其余为控制信号线、时钟信号线、电源线和地线等，各针脚具体功能如下。

- 1** AD₀ ~ AD₃₁：地址数据线。
- 2** C/BE#(0) ~ C/BE#(3)：命令字节允许信号。
- 3** CLK：时钟信号。
- 4** DEVSEL#：设备选择信号。
- 5** Reset：复位信号。
- 6** FRAME#：帧周期信号。
- 7** GNT#：总线占用允许信号。
- 8** INTA#、INTB#、INTC#、INTD#：中断请求信号。
- 9** IRDY#：目标准备就绪。
- 10** LOCK#：锁定信号。
- 11** PAR#：奇偶校验信号。
- 12** PERR#：奇偶校验错。
- 13** PRSNT1#：存在识别信号。
- 14** REQ#：总线占用请求。
- 15** REQ64#：请求64位传送。
- 16** SBO#：监视补偿。
- 17** SDONT#：监视完成。
- 18** SERR#：系统错误。
- 19** STOP#：停止信号。
- 20** TCK：测试时钟。
- 21** ID2：测试数据输入。
- 22** TDO：测试数据输出。
- 23** TMS：测试方式选择。
- 24** TRST#：测试复位。
- 25** TRDY#：从目标就绪。

2. PCI插槽故障测试点

- 测试点1** 复位信号点 (Reset)，PCI插槽中提供一个复位信号点，各个插槽中的复位信号点互不相通，PCI插槽中的复位信号点，位于A₁₅针脚，在开机时会产生低-高的电平信号，电压一般为3.3V或5V。
- 测试点2** 时钟信号点 (CLK)，PCI插槽中提供一个时钟信号点 (时钟频率为33.333MHz)，主板中所有PCI插槽的时钟信号点对地阻值相同，但互不相通。PCI插槽中的时钟信号点位于B₁₆针脚，正常时，时钟信号点的工作电压为1.6V。
- 测试点3** 电压信号点，PCI插槽需要4种工作电压：+5V、+3.3V、+12V和-12V，其中+3.3V为信号环境电压，+12V为外设用电电压。检测时可以检测这些针脚的电压是否正常，如不正常，检查相应的供电线路。

4.2.3 PCI总线插槽电路

PCI总线插槽电路如图4-2所示。

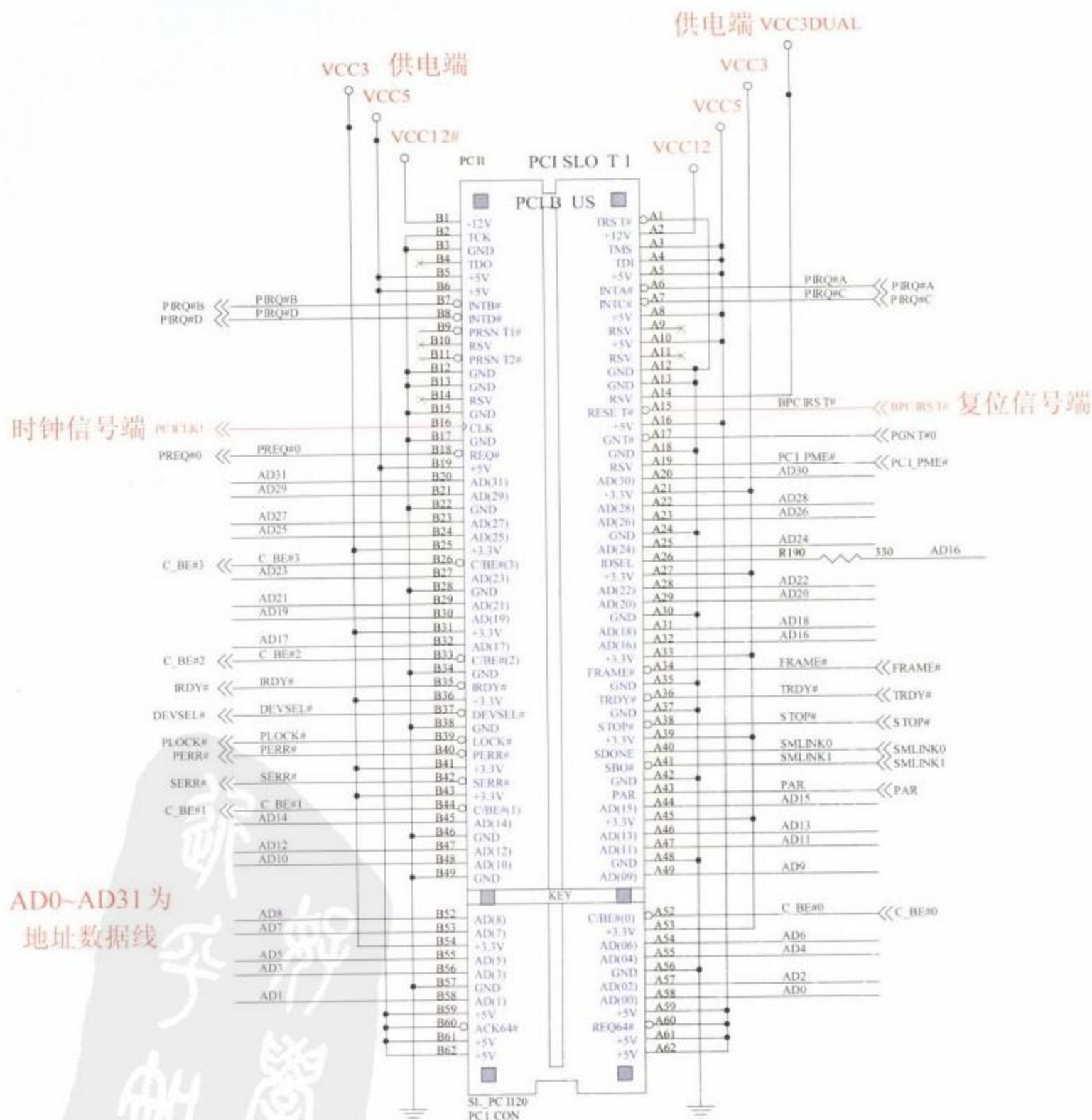


图4-2 PCI总线插槽电路

4.3 AGP总线插槽电路及测试点

4.3.1 AGP总线结构

AGP总线直接跟北桥芯片相连,可以大大提高传输率。AGP总线的数据宽度为64位,工作频率为66MHz,数据传输率有266MB/s、533MB/s、1066MB/s和2132MB/s。如图4-3和表4-2所示分别为AGP插槽和AGP插槽各针脚功能。

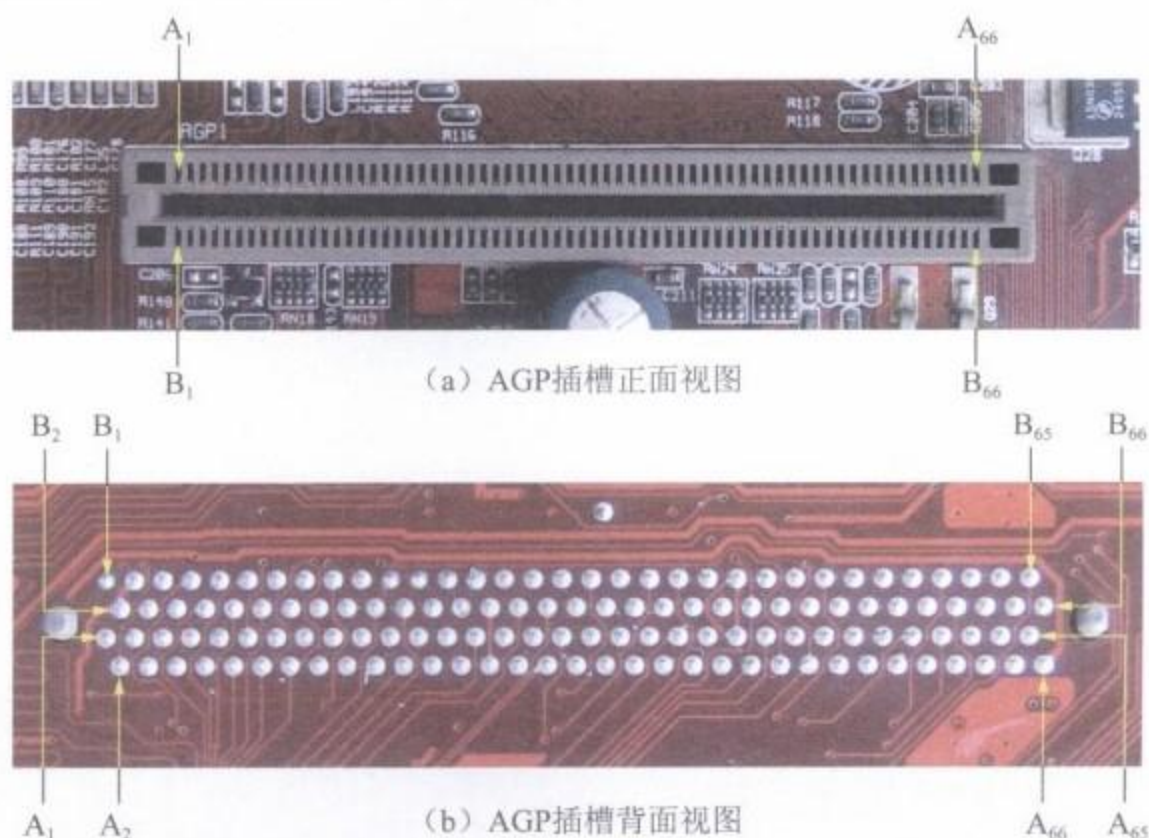


图4-3 AGP插槽

表4-2 AGP插槽各针脚功能

针脚	信号线定义	针脚	信号线定义	针脚	信号线定义	针脚	信号线定义
A ₁	12V	A ₂	TYFEDT#	B ₁	OVRCNT#	B ₂	5.0V
A ₃	RESERVED	A ₄	USB-	B ₃	5.0V	B ₄	USB+
A ₅	GND	A ₆	INTA#	B ₅	GND	B ₆	INTB#
A ₇	RST#	A ₈	GNT#	B ₇	CLK	B ₈	REQ#
A ₉	VCC3.3	A ₁₀	ST ₁	B ₉	VCC3.3	B ₁₀	ST ₀
A ₁₁	RESERVED	A ₁₂	PIPE#	B ₁₁	ST ₂	B ₁₂	RBF#
A ₁₃	GND	A ₁₄	SPARE	B ₁₃	GND	B ₁₄	SPARE
A ₁₅	SBA1	A ₁₆	VCC3.3	B ₁₅	SBA0	B ₁₆	VCC3.3
A ₁₇	SBA3	A ₁₈	RESERVED	B ₁₇	SBA2	B ₁₈	SB_STB
A ₁₉	GND	A ₂₀	SBA5	B ₁₉	GND	B ₂₀	SBA4
A ₂₁	SBA7	A ₂₂	RESERVED	B ₂₁	SBA6	B ₂₂	RESERVED
A ₂₃	GND	A ₂₄	RESERVED	B ₂₃	GND	B ₂₄	3.3Vaux
A ₂₅	VCC3.3	A ₂₆	AD ₃₀	B ₂₅	VCC3.3	B ₂₆	AD ₃₁
A ₂₇	AD ₂₈	A ₂₈	VCC3.3	B ₂₇	AD ₂₉	B ₂₈	VCC3.3
A ₂₉	AD ₂₆	A ₃₀	AD ₂₄	B ₂₉	AD ₂₇	B ₃₀	AD ₂₅

(续表)

针脚	信号线定义	针脚	信号线定义	针脚	信号线定义	针脚	信号线定义
A ₃₁	GND	A ₃₂	RESERVED	B ₃₁	GND	B ₃₂	AD_STB1
A ₃₃	C/BE3#	A ₃₄	VDDQ1.5	B ₃₃	AD ₂₃	B ₃₄	VDDQ1.5
A ₃₅	AD ₂₂	A ₃₆	AD ₂₀	B ₃₅	AD ₂₁	B ₃₆	AD ₁₉
A ₃₇	GND	A ₃₈	AD ₁₈	B ₃₇	GND	B ₃₈	AD ₁₇
A ₃₉	AD ₁₆	A ₄₀	VDDQ1.5	B ₃₉	C/BE2#	B ₄₀	VDDQ1.5
A ₄₁	FRAME#	A ₄₂	定位卡	B ₄₁	IRDY#	B ₄₂	定位卡
A ₄₃	定位卡	A ₄₄	定位卡	B ₄₃	定位卡	B ₄₄	定位卡
A ₄₅	定位卡	A ₄₆	TRDY#	B ₄₅	定位卡	B ₄₆	DEVSEL#
A ₄₇	STOP#	A ₄₈	SPARE	B ₄₇	VDDQ1.5	B ₄₈	PERR#
A ₄₉	GND	A ₅₀	PAR	B ₄₉	GND	B ₅₀	SERR#
A ₅₁	AD ₁₅	A ₅₂	VDDQ1.5	B ₅₁	C/BE1#	B ₅₂	VDDQ1.5
A ₅₃	AD ₁₃	A ₅₄	AD ₁₁	B ₅₃	AD ₁₄	B ₅₄	AD ₁₂
A ₅₅	GND	A ₅₆	AD ₉	B ₅₅	GND	B ₅₆	AD ₁₀
A ₅₇	C/BE0#	A ₅₈	VDDQ1.5	B ₅₇	AD ₈	B ₅₈	VDDQ1.5
A ₅₉	RESERVED	A ₆₀	AD ₆	B ₅₉	AD_STB0	B ₆₀	AD ₇
A ₆₁	GND	A ₆₂	AD ₄	B ₆₁	GND	B ₆₂	AD ₅
A ₆₃	AD ₂	A ₆₄	VDDQ1.5	B ₆₃	AD ₃	B ₆₄	VDDQ1.5
A ₆₅	AD ₀	A ₆₆	RESERVED	B ₆₅	AD ₁	B ₆₆	RESERVED

4.3.2 AGP总线插槽测试点

1. AGP插槽各针脚功能

主板中的AGP插槽共有132个针脚，其中地址数据线有32条，其余为控制信号线、时钟信号线、电源线和地线等，各针脚具体功能如下。

- 1 AD₀ ~ AD₃₁：地址数据线。
- 2 C/BE0# ~ C/BE3#：命令字节允许信号。
- 3 CLK：时钟信号。
- 4 DEVSEL#：设备选择信号。
- 5 RST#：复位信号。
- 6 VDDQ1.5：1.5V供电（AGP 1X和AGP 2X插槽为3.3V，AGP 4X和AGP 8X插槽为1.5V）。
- 7 FRAME#：帧周期信号。
- 8 GNT#：总线占用允许信号。
- 9 INTA#、INTB#：中断请求信号。
- 10 TRDY#：目标准备就绪。
- 11 PAR#：奇偶校验信号。
- 12 PERR#：奇偶校验错。
- 13 SERR#：系统错误。
- 14 STOP#：停止信号。
- 15 TRDY#：从目标就绪。
- 16 RESERVED：保留线。

17 TYFEDT#: 显卡类型识别信号输出端 (AGP 1X和2X为高电平, AGP 4X和8X为低电平)。

2. AGP插槽故障测试点

测试点1 复位信号点 (RST#), AGP插槽中提供一个复位信号点, AGP插槽中的复位信号点位于为A₇针脚。在开机时会产生低-高的电平信号。

测试点2 时钟信号点 (CLK), AGP插槽中提供一个时钟信号点 (时钟频率为66MHz), AGP插槽中的时钟信号点位于B₇针脚。正常时, 时钟信号点的工作电压为1.6V。

测试点3 电压信号点, AGP插槽需要4种电压: +1.5V、+3.3V、+12V和+5V。其中, AGP 1X和AGP 2X为3.3V, AGP 4X和AGP 8X为1.5V。

4.3.3 AGP总线插槽电路

AGP总线插槽电路如图4-4所示。



图4-4 AGP总线插槽电路

4.4 PCI-E X16总线插槽电路及测试点

4.4.1 PCI-E X16插槽结构

PCI-E X16是PCI Express X16的简称，PCI-E是最新的总线和接口标准，目前主要用来连接新型显卡。PCI-E接口采用了目前业内流行的点对点串行连接，使每个设备都有自己的专用连接，不需要向整个总线请求带宽，而且可以把数据传输率提高到一个很高的速度。PCI-E X16的数据带宽最高可以达到8GB/s。如图4-5和表4-3所示分别为PCI-E X16总线插槽和插槽针脚功能。

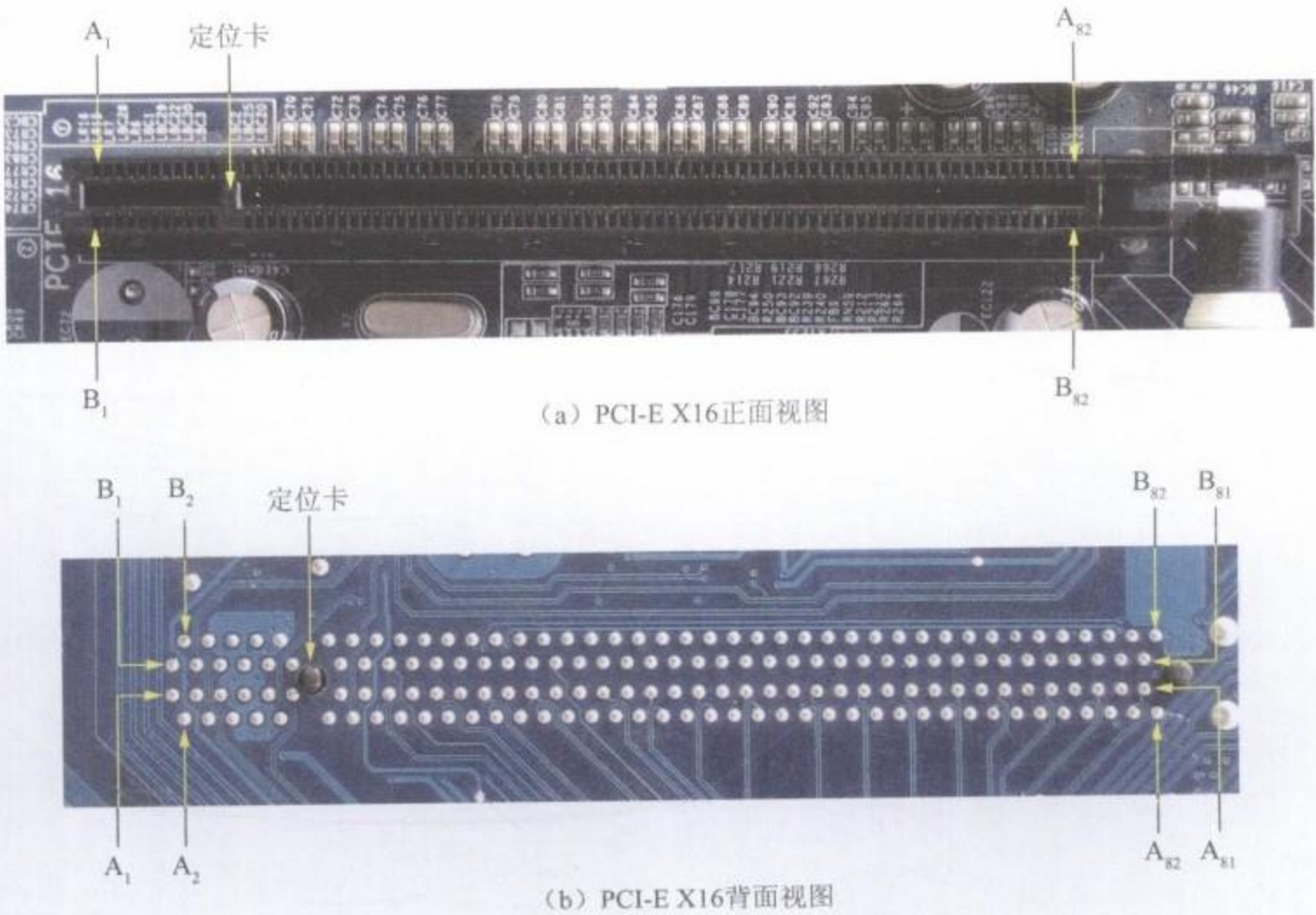


图4-5 PCI-E X16总线插槽

表4-3 PCI-E X16总线插槽针脚功能

针脚	信号线定义	针脚	信号线定义	针脚	信号线定义	针脚	信号线定义
A ₁	PRSNT1#	A ₂	12V	B ₁	12V	B ₂	12V
A ₃	12V	A ₄	GND	B ₃	RSVDB3	B ₄	GND
A ₅	JTAG2	A ₆	JTAG3	B ₅	SMCLK	B ₆	SMDAT
A ₇	JTAG4	A ₈	JTAG5	B ₇	GND	B ₈	3.3V
A ₉	3.3V	A ₁₀	3.3V	B ₉	JTAG1	B ₁₀	3.3VAUX
A ₁₁	PWRGD	A ₁₂	GND	B ₁₁	WAKE#	B ₁₂	RSVDB12
A ₁₃	REFCLK+	A ₁₄	REFCLK-	B ₁₃	GND	B ₁₄	HSOP0
A ₁₅	GND	A ₁₆	HSIP0	B ₁₅	HSOIN0	B ₁₆	GND

(续表)

针脚	信号线定义	针脚	信号线定义	针脚	信号线定义	针脚	信号线定义
A ₁₇	HSIN0	A ₁₈	GND	B ₁₇	PRSNT2#	B ₁₈	GND
A ₁₉	RSVDA19	A ₂₀	GND	B ₁₉	HSOP1	B ₂₀	HSOIN1
A ₂₁	HSIP1	A ₂₂	HSIN1	B ₂₁	GND	B ₂₂	GND
A ₂₃	GND	A ₂₄	GND	B ₂₃	HSOP2	B ₂₄	HSOIN2
A ₂₅	HSIP2	A ₂₆	HSIN2	B ₂₅	GND	B ₂₆	GND
A ₂₇	GND	A ₂₈	GND	B ₂₇	HSOP3	B ₂₈	HSOIN3
A ₂₉	HSIP3	A ₃₀	HSIN3	B ₂₉	GND	B ₃₀	RSVDB30
A ₃₁	GND	A ₃₂	RSVDA32	B ₃₁	PRSNT3#	B ₃₂	GND
A ₃₃	RSVDA33	A ₃₄	GND	B ₃₃	HSOP4	B ₃₄	HSOIN4
A ₃₅	HSIP4	A ₃₆	HSIN4	B ₃₅	GND	B ₃₆	GND
A ₃₇	GND	A ₃₈	GND	B ₃₇	HSOP5	B ₃₈	HSOIN5
A ₃₉	HSIP5	A ₄₀	HSIN5	B ₃₉	GND	B ₄₀	GND
A ₄₁	GND	A ₄₂	GND	B ₄₁	HSOP6	B ₄₂	HSOIN6
A ₄₃	HSIP6	A ₄₄	HSIN6	B ₄₃	GND	B ₄₄	GND
A ₄₅	GND	A ₄₆	GND	B ₄₅	HSOP7	B ₄₆	HSOIN7
A ₄₇	HSIP7	A ₄₈	HSIN7	B ₄₇	GND	B ₄₈	PRSNT4#
A ₄₉	GND	A ₅₀	RSVDA50	B ₄₉	GND	B ₅₀	HSOP8
A ₅₁	GND	A ₅₂	HSIP8	B ₅₁	HSOIN8	B ₅₂	GND
A ₅₃	HSIN8	A ₅₄	GND	B ₅₃	GND	B ₅₄	HSOP9
A ₅₅	GND	A ₅₆	HSIP9	B ₅₅	HSOIN9	B ₅₆	GND
A ₅₇	HSIN9	A ₅₈	GND	B ₅₇	GND	B ₅₈	HSOP10
A ₅₉	GND	A ₆₀	HSIP10	B ₅₉	HSOIN10	B ₆₀	GND
A ₆₁	HSIN10	A ₆₂	GND	B ₆₁	GND	B ₆₂	HSOP11
A ₆₃	GND	A ₆₄	HSIP11	B ₆₃	HSOIN11	B ₆₄	GND
A ₆₅	HSIN11	A ₆₆	GND	B ₆₅	GND	B ₆₆	HSOP12
A ₆₇	GND	A ₆₈	HSIP12	B ₆₇	HSOIN12	B ₆₈	GND
A ₆₉	HSIN12	A ₇₀	GND	B ₆₉	GND	B ₇₀	HSOP13
A ₇₁	GND	A ₇₂	HSIP13	B ₇₁	HSOIN13	B ₇₂	GND
A ₇₃	HSIN13	A ₇₄	GND	B ₇₃	GND	B ₇₄	HSOP14
A ₇₅	GND	A ₇₆	HSIP14	B ₇₅	HSOIN14	B ₇₆	GND
A ₇₇	HSIN14	A ₇₈	GND	B ₇₇	GND	B ₇₈	HSOP15
A ₇₉	GND	A ₈₀	HSIP15	B ₇₉	HSOIN15	B ₈₀	GND
A ₈₁	HSIN15	A ₈₂	GND	B ₈₁	PRSNT5#	B ₈₂	RSVDB82

4.4.2 PCI-E X16总线插槽测试点

1. PCI-E X16插槽各针脚功能

主板中PCI-E X16插槽共有164个针脚, 各针脚功能具体如下:

- 1 PRSNT1# ~ PRSNT5#：热拔插存在检查。
- 2 JTAG1 ~ JTAG5：测试针脚。
- 3 REFCLK+和REFCLK-：时钟信号针脚。
- 4 PWRGD：复位信号针脚（开机瞬间有高电平，工作正常时为低电平）。
- 5 HSIPO ~ HSIP15：接收差分信号对（到北桥芯片）。
- 6 HSINO ~ HSIN15：接收差分信号对（连接北桥芯片）。
- 7 HSOP0 ~ HSOP15：发送差分信号对。
- 8 HSON0 ~ HSON15：发送差分信号对。
- 9 RSVDA：行选择信号。
- 10 RSVDB：RSVDB3是12V供电，其他为空脚。
- 11 SMCLK：系统管理总线时钟。
- 12 SMDAT：系统管理总线数据。
- 13 WAKE#：唤醒信号输入端（连接到南桥）。
- 14 GND：接地针脚。

2. PCI-E X16插槽故障测试点

- 测试点1** 复位信号点，PCI-E X16插槽中提供一个复位信号点，位于A₁₁引脚，开机时产生高-低的电平信号。
- 测试点2** 时钟信号点，PCI-E X16插槽中提供两个时钟信号点，分别位于A₁₃、A₁₄引脚，正常时，时钟信号点的工作电压为1.6V。
- 测试点3** 电压信号点，PCI-E X16插槽需要两种工作电压：+12V和3.3V。其中，B₁、B₂、B₃、A₂、A₃脚为12V供电脚，A₉、A₁₀、B₈、B₁₀脚为3.3V供电脚。

4.4.3 PCI-E X16总线插槽电路

PCI-E X16总线插槽电路如图4-6所示。

4.5 PCI-E X1总线插槽电路及测试点

4.5.1 PCI-E X1插槽结构

PCI-E X1是PCI Express X1的简称，PCI-E是最新的、由Inter公司提出的总线和接口标准，目前可用的设备不多，有电视卡、声卡、网卡等。PCI-E X1的数据带宽最高可以达到512MB/s。如图4-7和表4-4所示分别为PCI-E X1总线插槽和插槽针脚功能。



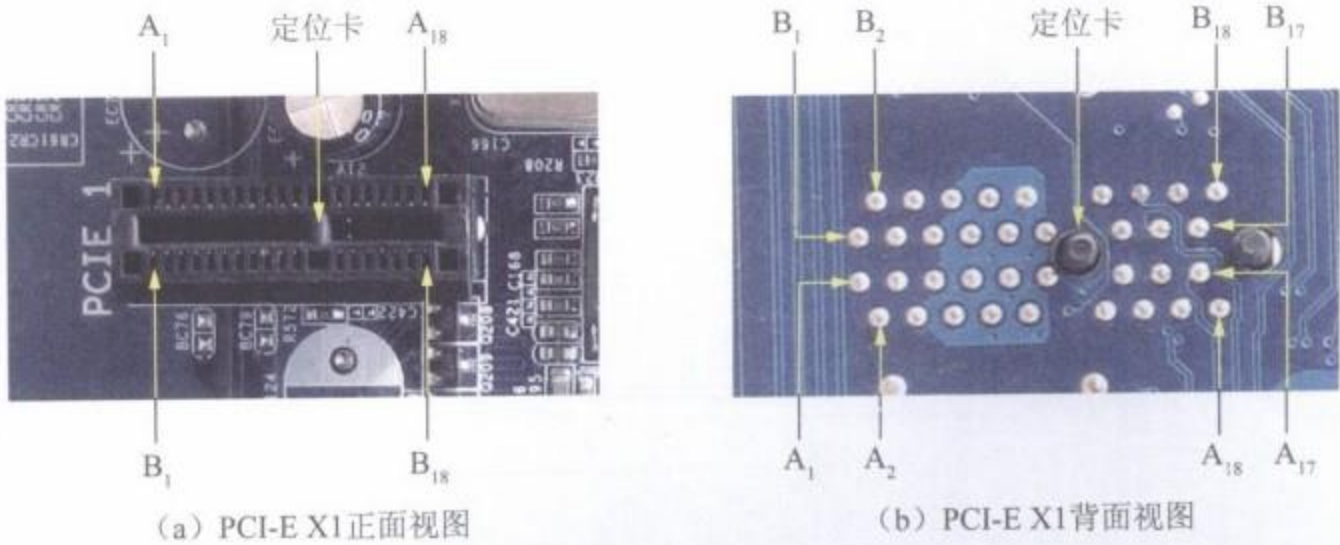


图4-7 PCI-E X1总线插槽

表4-4 PCI-E X1总线插槽针脚功能

针脚	信号线定义	针脚	信号线定义	针脚	信号线定义	针脚	信号线定义
A ₁	PRSNT1#	A ₂	12V	B ₁	12V	B ₂	12V
A ₃	12V	A ₄	GND	B ₃	RSVD	B ₄	GND
A ₅	JTAG2	A ₆	JTAG3	B ₅	SMCLK	B ₆	SMDAT
A ₇	JTAG4	A ₈	JTAG5	B ₇	GND	B ₈	3.3V
A ₉	3.3V	A ₁₀	3.3V	B ₉	JTAG1	B ₁₀	3.3VAUX
A ₁₁	PWRGD	A ₁₂	GND	B ₁₁	WAKE#	B ₁₂	RSVD
A ₁₃	REFCLK+	A ₁₄	REFCLK-	B ₁₃	GND	B ₁₄	HSOP0
A ₁₅	GND	A ₁₆	HSIP0	B ₁₅	HSO0	B ₁₆	GND
A ₁₇	HSIN0	A ₁₈	GND	B ₁₇	PRSNT2#	B ₁₈	GND

4.5.2 PCI-E X1总线插槽测试点

1. PCI-E X1插槽各针脚功能

主板中PCI-E X1插槽共有36个针脚，各针脚功能具体如下。

- 1 PRSNT1 #和PRSNT2 #：热拔插存在检查。
- 2 JTAG1 ~ JTAG5：测试针脚。
- 3 REFCLK+和REFCLK -：时钟信号针脚。
- 4 PWRGD：复位信号针脚（开机瞬间有高电平，工作正常时为低电平）。
- 5 HSIPO：接收差分信号对（到北桥芯片）。
- 6 HSINO：接收差分信号对（连接北桥芯片）。
- 7 HSOP0：发送差分信号对。
- 8 HSON0：发送差分信号对。
- 9 RSVD：B₃针脚为12V供电，其他为空脚。
- 10 SMCLK：系统管理总线时钟。
- 11 SMDAT：系统管理总线数据。
- 12 WAKE #：唤醒信号输入端（连接到南桥）。
- 13 GND：接地针脚。

2. PCI-E X1插槽故障测试点

测试点1 复位信号点, PCI-E X1插槽中提供一个复位信号点, 位于A₁₁引脚, 开机时产生高-低的电平信号。

测试点2 时钟信号点, PCI-E X1插槽中提供两个时钟信号点, 分别位于A₁₃、A₁₄引脚, 正常时, 时钟信号点的工作电压为1.6V。

测试点3 电压信号点, PCI-E X1插槽需要两种工作电压: +12V和3.3V。其中, B₁、B₂、B₃、A₂、A₃脚为12V供电脚, A₉、A₁₀、B₈、B₁₀脚为3.3V供电脚。

4.5.3 PCI-E X1总线插槽电路

PCI-E X1总线插槽电路如图4-8所示。

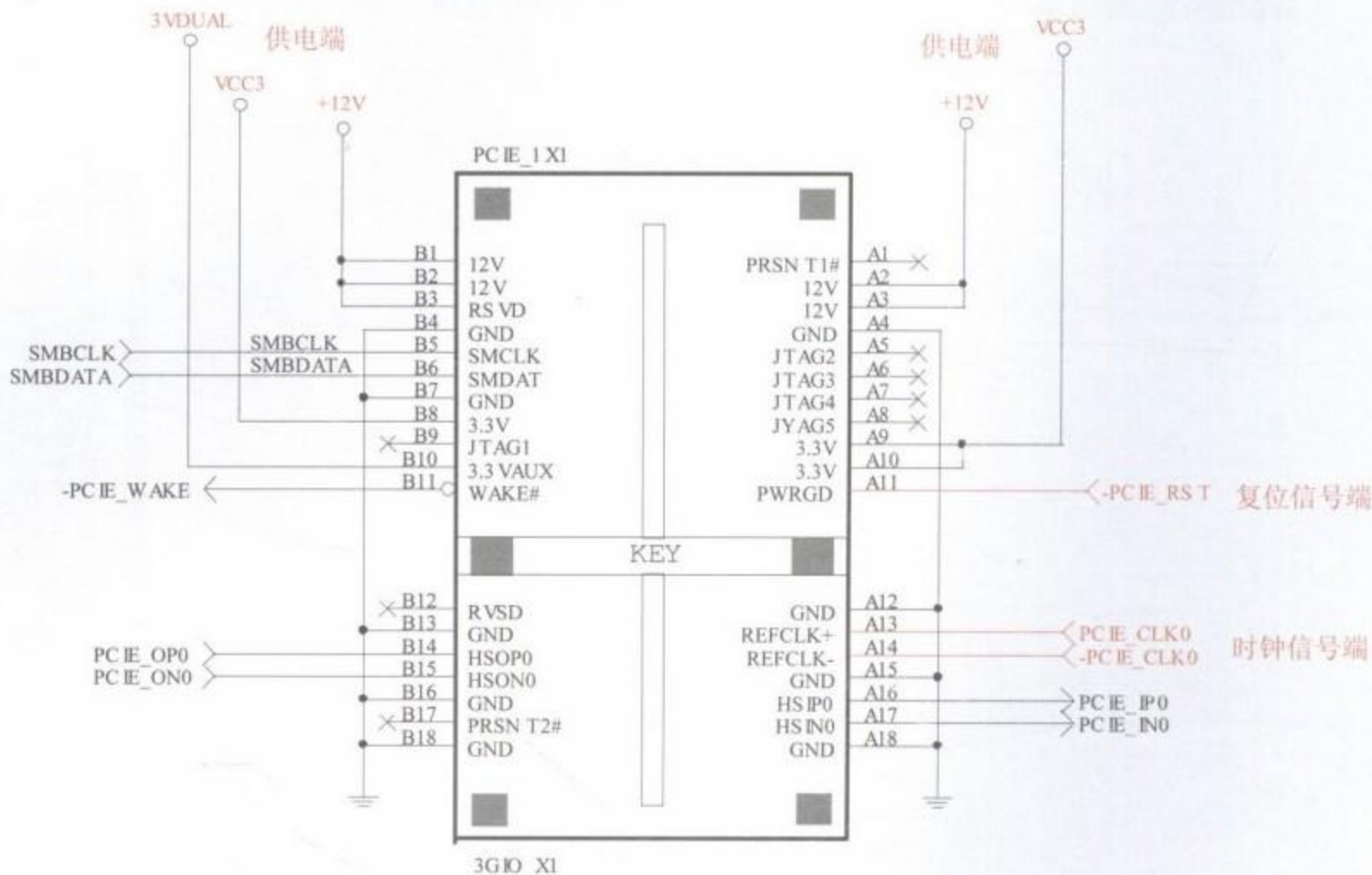


图4-8 PCI-E X1总线插槽电路

4.6 SDRAM内存插槽电路及测试点

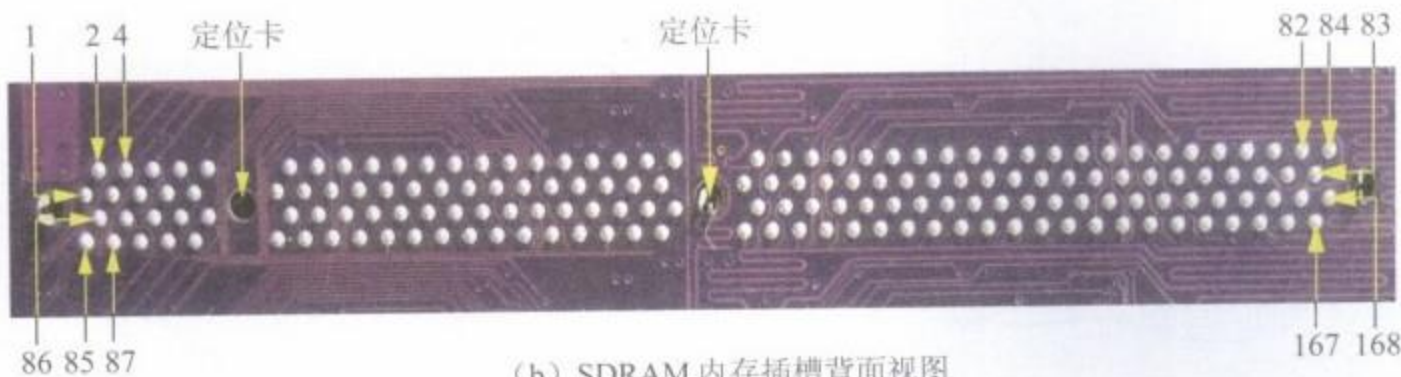
4.6.1 SDRAM内存插槽结构

内存插槽是指主板上所采用的内存插槽类型, 主板所支持的内存种类和容量都由内存插槽来决定。主板上的内存插槽一般有SIMM插槽和DIMM插槽两种。SIMM插槽已经被淘汰, 目前主要使用DIMM插槽。

DIMM插槽可以分为SDRAM DIMM插槽和DDR DIMM插槽两种, 其中, SDRAM DIMM插槽使用168线的接口, 如图4-9和表4-5所示分别为SDRAM DIMM插槽和各个针脚功能。



(a) SDRAM 内存插槽正面视图



(b) SDRAM 内存插槽背面视图

图4-9 SDRAM内存插槽

表4-5 SDRAM内存插槽各针脚功能

针脚	信号线定义	针脚	信号线定义	针脚	信号线定义	针脚	信号线定义
1	GND	2	DQ ₀	85	GND	86	DQ ₃₂
3	DQ ₁	4	DQ ₂	87	DQ ₃₃	88	DQ ₃₄
5	DQ ₃	6	VCC	89	DQ ₃₅	90	VCC
7	DQ ₄	8	DQ ₅	91	DQ ₃₆	92	DQ ₃₇
9	DQ ₆	10	DQ ₇	93	DQ ₃₈	94	DQ ₃₉
	定位卡		定位卡		定位卡		定位卡
11	DQ ₈	12	GND	95	DQ ₄₀	96	GND
13	DQ ₉	14	DQ ₁₀	97	DQ ₄₁	98	DQ ₄₂
15	DQ ₁₁	16	DQ ₁₂	99	DQ ₄₃	100	DQ ₄₄
17	DQ ₁₃	18	VCC	101	DQ ₄₅	102	VCC
19	DQ ₁₄	20	DQ ₁₅	103	DQ ₄₆	104	DQ ₄₇
21	CB ₀	22	CB ₁	105	CB ₄	106	CB ₅
23	GND	24	NC	107	GND	108	NC
25	NC	26	VCC	109	NC	110	VCC
27	WE0#	28	DQMB ₀	111	CAS#	112	DQMB ₄
29	DQMB ₁	30	CS ₀	113	DQMB ₅	114	CS ₁
31	OE0#	32	GND	115	RAS#	116	GND
33	A ₀	34	A ₂	117	A ₁	118	A ₃
35	A ₄	36	A ₆	119	A ₅	120	A ₇
37	A ₈	38	A ₁₀	121	A ₉	122	BA ₀
39	BA ₁	40	VCC	123	A ₁₁	124	VCC
	定位卡		定位卡		定位卡		定位卡
41	VCC	42	CLK ₀	125	CLK ₁	126	A ₁₂ (RFU0)

(续表)

针脚	信号线定义	针脚	信号线定义	针脚	信号线定义	针脚	信号线定义
43	GND	44	OE2#	127	GND	128	CKE ₀
45	CS ₂	46	DQMB ₂	129	CS ₃	130	DQMB ₆
47	DQMB ₃	48	WE#1	131	DQMB ₇	132	A ₁₃ (RFU1)
49	VCC	50	NC	133	VCC	134	NC
51	NC	52	CB ₂	135	NC	136	CB ₆
53	CB ₃	54	GND	137	CB ₇	138	GND
55	DQ ₁₆	56	DQ ₁₇	139	DQ ₄₈	140	DQ ₄₉
57	DQ ₁₈	58	DQ ₁₉	141	DQ ₅₀	142	DQ ₅₁
59	VCC	60	DQ ₂₀	143	VCC	144	DQ ₅₂
61	NC	62	NC	145	NC	146	NC
63	CKE ₁	64	GND	147	RGSTR	148	GND
65	DQ ₂₁	66	DQ ₂₂	149	DQ ₅₃	150	DQ ₅₄
67	DQ ₂₃	68	GND	151	DQ ₅₅	152	GND
69	DQ ₂₄	70	DQ ₂₅	153	DQ ₅₆	154	DQ ₅₇
71	DQ ₂₆	72	DQ ₂₇	155	DQ ₅₈	156	DQ ₅₉
73	VCC	74	DQ ₂₈	157	VCC	158	DQ ₆₀
75	DQ ₂₉	76	DQ ₃₀	159	DQ ₆₁	160	DQ ₆₂
77	DQ ₃₁	78	GND	161	DQ ₆₃	162	GND
79	CLK ₂	80	NC	163	CLK ₃	164	NC
81	WP	82	SDA	165	SA ₀	166	SA ₁
83	SCL	84	VCC	167	SA ₂	168	VCC

4.6.2 SDRAM内存插槽测试点

1. 内存插槽各针脚功能

主板中的SDRAM内存插槽共有168个针脚，主要包括地址线、数据线、控制信号线、时钟信号线、电源线和地线等，各引针具体功能如下：

- 1 DQ₀ ~ DQ₆₃：数据线。
- 2 A₀ ~ A₁₃：地址线。
- 3 CAS#：列选信号。
- 4 RAS#：行选信号。
- 5 CLK₀ ~ CLK₃：时钟信号。
- 6 NC：空脚。
- 7 GND：地线。
- 8 VCC：3.3V供电。
- 9 DQMB₀ ~ DQMB₇：校验位。
- 10 CB₀ ~ CB₇：字节允许信号。
- 11 WE0#：低电平写信号。

2. 内存插槽故障测试点

测试点1 时钟信号点 (CLK)，168线SDRAM内存插槽中提供4个时钟信号点，分别位于42、79、125、163针脚。正常时，时钟信号点的工作电压为1.6V。

测试点2 电压信号点, 168线SDRAM内存插槽需要一种工作电压: +3.3V, 分别位于6、18、26、40、41、49、59、73、84、90、102、110、124、133、143、157、168针脚。

4.6.3 SDRAM内存插槽电路

SDRAM内存插槽电路图如图4-10所示。

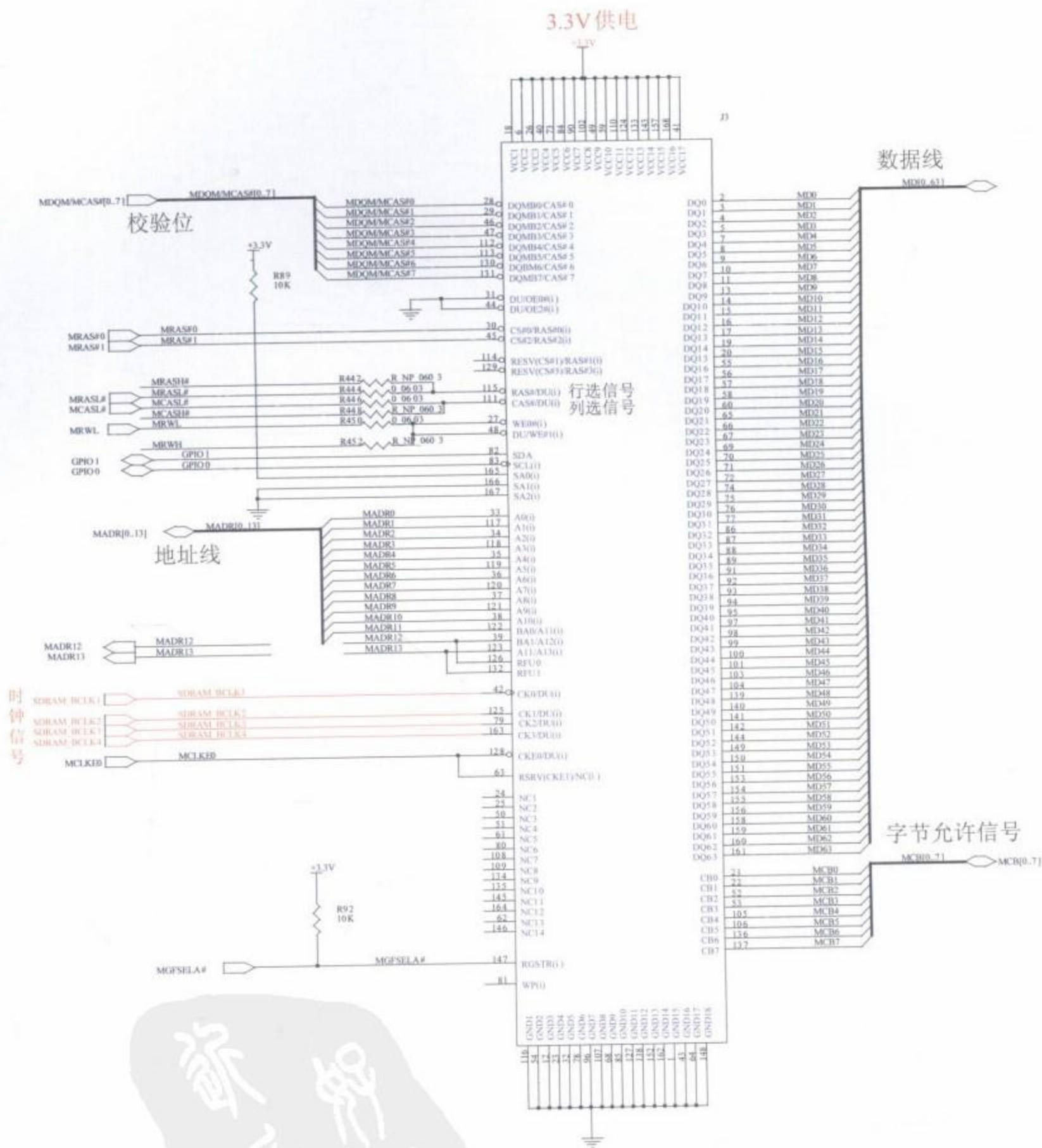


图4-10 SDRAM内存插槽电路图

4.7 DDR内存插槽电路及测试点

4.7.1 DDR内存插槽结构

DDR SDRAM的全称是Double Data Rate Synchronous Dynamic Random Access Memory（双数据率同步动态随机存储器），是VIA等公司为了与RDRAM相抗衡而提出的内存标准。DDR SDRAM是SDRAM的更新换代产品，采用2.5V工作电压，它允许在时钟脉冲的上升沿和下降沿传输数据，这样不需要提高时钟的频率就能提高SDRAM的速度，并具有比SDRAM多一倍的传输速率和内存带宽。DDR内存主要有DDR 266、DDR 333、DDR 400等几种规格。DDR内存插槽使用184线的接口，如图4-11和表4-6所示分别为DDR内存插槽和各个针脚功能。

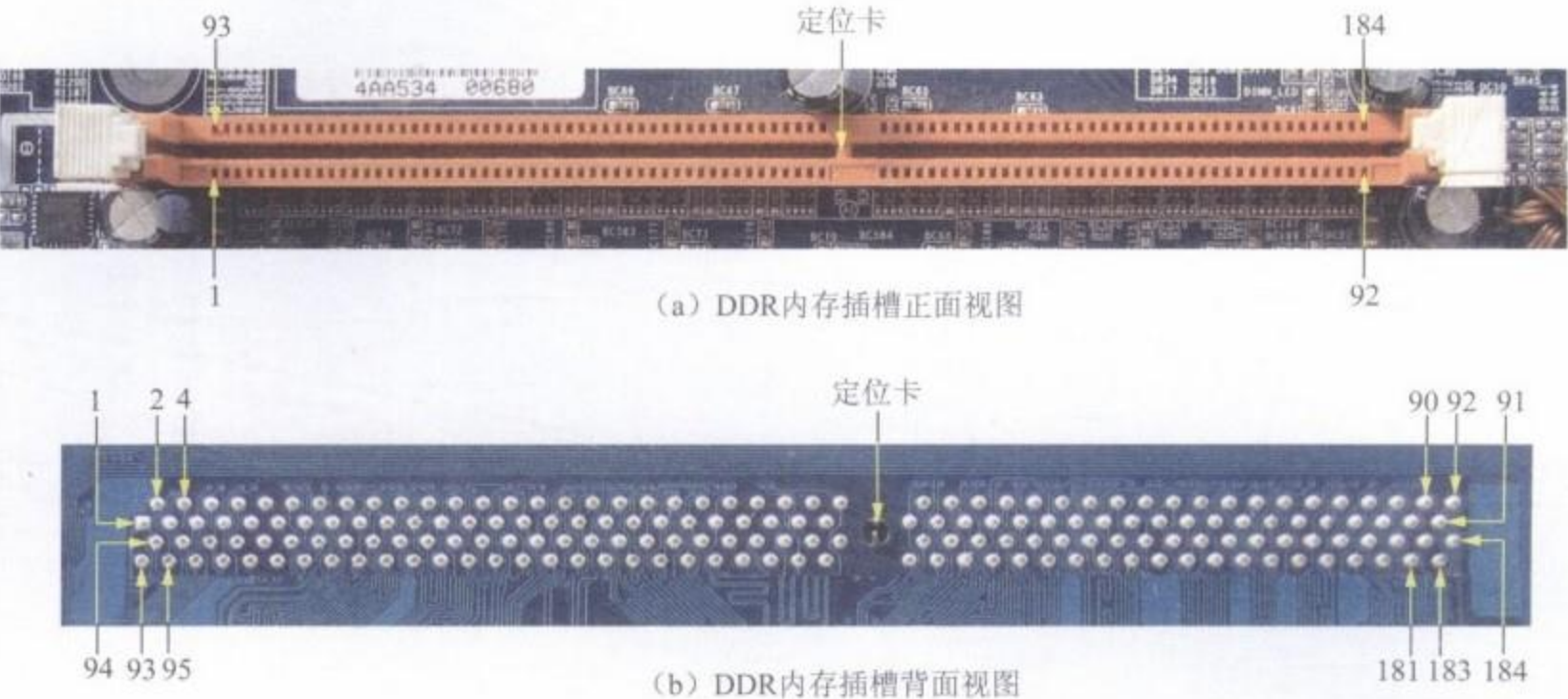


图4-11 DDR内存插槽

表4-6 DDR内存插槽各针脚功能

针脚	信号线定义	针脚	信号线定义	针脚	信号线定义	1针脚	信号线定义
1	VREF	2	D ₀	93	GND	94	D ₄
3	GND	4	D ₁	95	D ₅	96	VDDQ
5	DQS ₀	6	D ₂	97	DQM ₀	98	D ₆
7	VDD	8	D ₃	99	D ₇	100	GND
9	NC	10	NC	101	NC	102	NC
11	GND	12	D ₈	103	NC	104	VDDQ
13	D ₉	14	DQS ₁	105	D ₁₂	106	D ₁₃
15	VDDQ	16	CK ₀	107	DQM ₁	108	VDD
17	CK ₀ #	18	GND	109	D ₁₄	110	D ₁₅
19	D ₁₀	20	D ₁₁	111	CKE ₁	112	VDDQ
21	CKE ₀	22	VDDQ	113	BA ₂	114	D ₂₀

(续表)

针脚	信号线定义	针脚	信号线定义	针脚	信号线定义	1针脚	信号线定义
23	D ₁₆	24	D ₁₇	115	A ₁₂	116	GND
25	DQS ₂	26	GND	117	D ₂₁	118	A ₁₁
27	A ₉	28	D ₁₈	119	DQM ₂	120	VDD
29	A ₇	30	VDDQ	121	D ₂₂	122	A ₈
31	D ₁₉	32	A ₅	123	D ₂₃	124	GND
33	D ₂₄	34	GND	125	A ₆	126	D ₂₈
35	D ₂₅	36	DQS ₃	127	D ₂₉	128	VDDQ
37	A ₄	38	VDD	129	DQM ₃	130	A ₃
39	D ₂₆	40	D ₂₇	131	D ₃₀	132	GND
41	A ₂	42	GND	133	D ₃₁	134	CB ₄
43	A ₁	44	CB ₀	135	CB ₅	136	VDDQ
45	CB ₁	46	VDD		CK ₁		CK ₁ #
47	DQS ₈	48	A ₆	137	GND	138	DQM ₈
49	CB ₂	50	GND	139	A ₁₀	140	CB ₆
51	CB ₃	52	BA ₁	141	VDDQ	142	CB ₇
	定位卡		定位卡	143	定位卡	144	定位卡
53	D ₃₂	54	VDDQ	145	GND	146	D ₃₆
55	D ₃₃	56	DQS ₄	147	D ₃₇	148	VDD
57	D ₃₄	58	GND	149	DQM ₄	150	D ₃₈
59	BA ₀	60	D ₃₅	151	D ₃₉	152	GND
61	D ₄₀	62	VDDQ	153	D ₄₄	154	RAS#
63	WE#	64	D ₄₁	155	D ₄₅	156	VDDQ
65	CAS#	66	GND	157	CS0#	158	CS1#
67	DQS ₅	68	D ₄₂	159	DQM ₅	160	GND
69	D ₄₃	70	VDD	161	D ₄₆	162	D ₄₇
71	NC/CS2#	72	D ₄₈	163	NC/CS3#	164	VDDQ
73	D ₄₉	74	GND	165	D ₅₂	166	D ₅₃
75	CK ₂ #	76	CK ₂	167	A ₁₃	168	VDD
77	VDDQ	78	DQS ₆	169	DQM ₆	170	D ₅₄
79	D ₅₀	80	D ₅₁	171	D ₅₅	172	VDDQ
81	GND	82	VDDID	173	NC	174	D ₆₀
83	D ₅₆	84	D ₅₇	175	D ₆₁	176	GND
85	VDD	86	DQS ₇	177	DQM ₇	178	D ₆₂
87	D ₅₈	88	D ₅₉	179	D ₆₃	180	VDDQ
89	GND	90	WP	181	SA ₀	182	SA ₁
91	SDA	92	SCL	183	SA ₂	184	VDDSPD

4.7.2 DDR内存插槽测试点

1. DDR内存插槽各针脚功能

主板中的DDR内存插槽共有184个针脚，主要包括地址线、数据线、控制信号线、时钟信号线、电源线和地线等，各引针具体功能如下。

- 1 $D_0 \sim D_{63}$: 数据线。
- 2 $A_0 \sim A_{13}$: 地址线。
- 3 CS_0 和 CS_1 : 片选信号。
- 4 $CK_0 \sim CK_2$ 、 $CK_0\# \sim CK_2\#$ 、 CKE_0 和 CKE_1 : 时钟信号，CKE为系统时钟信号。
- 5 NC: 空脚。
- 6 GND: 地线。
- 7 VDD: 2.5V供电。
- 8 VDDQ: 2.5V供电。
- 9 CAS#: 列选信号。
- 10 RAS#: 行选信号。
- 11 $DQM_0 \sim DQM_8$: 校验位。
- 12 $CB_0 \sim CB_7$: 字节允许信号。
- 13 WE#: 低电平写信号。

2. 内存插槽故障测试点

- 测试点1** 时钟信号点，184线DDR内存插槽中共有8个时钟信号点，分别位于16、17、21、75、76、111、137、138针脚。正常时，时钟信号点的工作电压为1.6V。
- 测试点2** 电压信号点，184线DDR内存插槽只有一种电压：+2.5V。分别位于7、15、22、30、38、46、54、62、70、77、85、96、104、108、112、120、128、136、143、148、156、164、168、172、180、184针脚。

4.7.3 DDR内存插槽电路

DDR内存插槽电路图如图4-12所示。

4.8 DDR2内存插槽电路及测试点

4.8.1 DDR2内存插槽结构

DDR2是Double Data Rate 2的缩写，DDR2是JEDEC（电子设备工程联合委员会）开发的新一代内存技术标准。DDR2内存技术标准同样采用了在时钟的上升沿和下降沿同时进行数据传输的基本方式，但与DDR内存不同的是，DDR2拥有两倍于DDR内存预读取能力。即DDR2内存每个时钟能够以4倍外部总线的速度读/写数据，并且能够以内部控制总线4倍的速度运行。

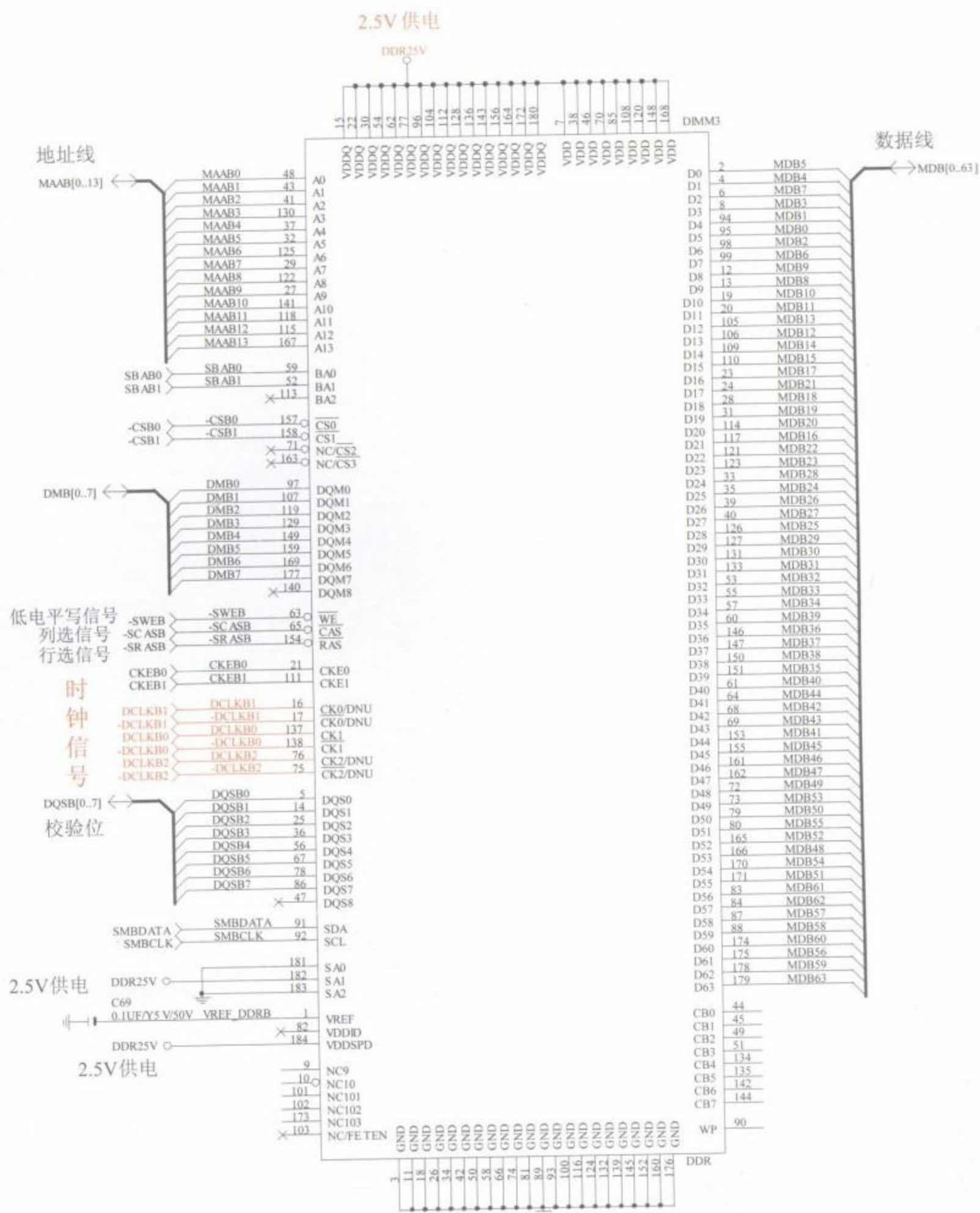


图4-12 DDR内存插槽电路图

此外，由于DDR2标准规定所有DDR2内存均采用FBGA封装形式（DDR内存采用TSOP/TSOP-II封装形式），因此可以为内存提供更为良好的电气性能与散热性。DDR2内存的工作频率主要有DDR2 400、DDR2 533、DDR2 667、DDR2 800等几种规格。DDR2内存插槽共有240个引脚，它已经取代了DDR内存插槽，成为目前的主流产品。如图4-13和表4-7所示分别为DDR2内存插槽和各个引脚的功能。



(a) DDR2内存插槽正面视图

(b) DDR2内存插槽背面视图

图4-13 主板DDR内存插槽

表4-7 DDR 2内存插槽各针脚功能

针脚	信号线定义	针脚	信号线定义	针脚	信号线定义	1针脚	信号线定义
1	VREF	2	VSS	121	VSS	122	DQ ₄
3	DQ ₀	4	DQ ₁	123	DQ ₅	124	VSS
5	VSS	6	DQS#0	125	DM ₀	126	NC
7	DQS ₀	8	VSS	127	VSS	128	DQ ₆
9	DQ ₂	10	DQ ₃	129	DQ ₇	130	VSS
11	VSS	12	DQ ₈	131	DQ ₁₂	132	DQ ₁₃
13	DQ ₉	14	VSS	133	VSS	134	DM ₁
15	DQS#1	16	DQS ₁	135	NC	136	VSS
17	VSS	18	NC	137	CK ₁	138	CK ₁ #
19	NC	20	VSS	139	VSS	140	DQ ₁₄
21	DQ ₁₀	22	DQ ₁₁	141	DQ ₁₅	142	VSS
23	VSS	24	DQ ₁₆	143	DQ ₂₀	144	DQ ₂₁
25	DQ ₁₇	26	VSS	145	VSS	146	DM ₂
27	DQS#2	28	DQS ₂	147	NC	148	VSS
29	VSS	30	DQ ₁₈	149	DQ ₂₂	150	DQ ₂₃
31	DQ ₁₉	32	VSS	151	VSS	152	DQ ₂₈
33	DQ ₂₄	34	DQ ₂₅	153	DQ ₂₉	154	VSS
35	VSS	36	DQS#3	155	DM ₃	156	NC
37	DQS ₃	38	VSS	157	VSS	158	DQ ₃₀
39	DQ ₂₆	40	DQ ₂₇	159	DQ ₃₁	160	VSS
41	VSS	42	NC	161	NC	162	NC
43	NC	44	VSS	163	VSS	164	DM ₈
45	DQS#8	46	DQS ₈	165	NC	166	VSS
47	VSS	48	NC	167	NC	168	NC
49	NC	50	VSS	169	VSS	170	VDDQ

(续表)

针脚	信号线定义	针脚	信号线定义	针脚	信号线定义	针脚	信号线定义
51	VDDQ	52	CKE ₀	171	CKE ₁	172	VDD
53	VDD	54	A ₁₆	173	A ₁₅	174	A ₁₄
55	NC	56	VDDQ	175	VDDQ	176	A ₁₂
57	A ₁₁	58	A ₇	177	A ₉	178	VDD
59	VDD	60	A ₅	179	A ₈	180	A ₆
61	A ₄	62	VDDQ	181	VDDQ	182	A ₃
63	A ₂	64	VDD	183	A ₁	184	VDD
	定位卡		定位卡		定位卡		定位卡
65	VSS	66	VSS	185	CK ₀	186	CK ₀ #
67	VDD	68	NC	187	VDD	188	A ₀
69	VDD	70	A10/AP	189	VDD	190	BA ₁
71	BA ₀	72	VDDQ	191	VDDQ	192	RAS#
73	WE#	74	CAS#	193	S ₀ #	194	VDDQ
75	VDDQ	76	S ₁ #	195	QDT ₀	196	A ₁₃
77	QDT ₁	78	VDDQ	197	VDD	198	VSS
79	VSS	80	DQ ₃₂	199	DQ ₃₆	200	DQ ₃₇
81	DQ ₃₃	82	VSS	201	VSS	202	DM ₄
83	DQS#4	84	DQS ₄	203	NC	204	VSS
85	VSS	86	DQ ₃₄	205	DQ ₃₈	206	DQ ₃₉
87	DQ ₃₅	88	VSS	207	VSS	208	DQ ₄₄
89	DQ ₄₀	90	DQ ₄₁	209	DQ ₄₅	210	VSS
91	VSS	92	DQS#5	211	DM ₅	212	NC
93	DQS ₅	94	VSS	213	VSS	214	DQ ₄₆
95	DQ ₄₂	96	DQ ₄₃	215	DQ ₄₇	216	VSS
97	VSS	98	DQ ₄₈	217	DQ ₅₂	218	DQ ₅₃
99	DQ ₄₉	100	VSS	219	VSS	220	CK ₂
101	SA ₂	102	NC/TEST	221	CK ₂ #	222	VSS
103	VSS	104	DQS#6	223	DM ₆	224	NC
105	DQS ₆	106	VSS	225	VSS	226	DQ ₅₄
107	DQ ₅₀	108	DQ ₅₁	227	DQ ₅₅	228	VSS
109	VSS	110	DQ ₅₆	229	DQ ₆₀	230	DQ ₆₁
111	DQ ₅₇	112	VSS	231	VSS	232	DM ₇
113	DQS#7	114	DQS ₇	233	NC	234	VSS
115	VSS	116	DQ ₅₈	235	DQ ₆₂	236	DQ ₆₃
117	DQ ₅₉	118	VSS	237	VSS	238	VDDSPD
119	SDA	120	SCL	239	SA ₀	240	SA ₁

4.8.2 DDR2内存插槽测试点

1. DDR2内存插槽各针脚功能

主板中的DDR2内存插槽共有240个针脚，主要包括地址线、数据线、控制信号线、时钟信号线、电源线和地线等，各引针具体功能如下。

- 1 DQ₀ ~ DQ₆₃: 数据线。
- 2 A₀ ~ A₁₆: 地址线。
- 3 CK₀# ~ CK₂#: 时钟信号。
- 4 CK₀ ~ CK₂: 时钟信号。
- 5 CKE₀和CKE₁: 系统时钟信号。
- 6 NC: 空脚。
- 7 VSS: 地线。
- 8 VDD: 1.8V供电。
- 9 VDDQ: 1.8V供电。
- 10 CAS#: 列选信号。
- 11 RAS#: 行选信号。
- 12 DQS₀ ~ DQS₁₇: 校验位。
- 13 CB₀ ~ CB₇: 字节允许信号。
- 14 WE#: 低电平写信号。

2. 内存插槽故障测试点

测试点1 时钟信号点，240线DDR2内存插槽中共有8个时钟信号点，分别位于52、137、138、171、185、186、220、221针脚。正常时，时钟信号点的工作电压为1.1V。

测试点2 电压信号点，240线DDR2内存插槽共有两种电压：+3.3V和1.8V。其中238脚为3.3V供电脚，51、53、56、59、62、64、67、69、72、75、78、170、172、175、178、181、184、187、189、191、194脚为1.8V供电脚。

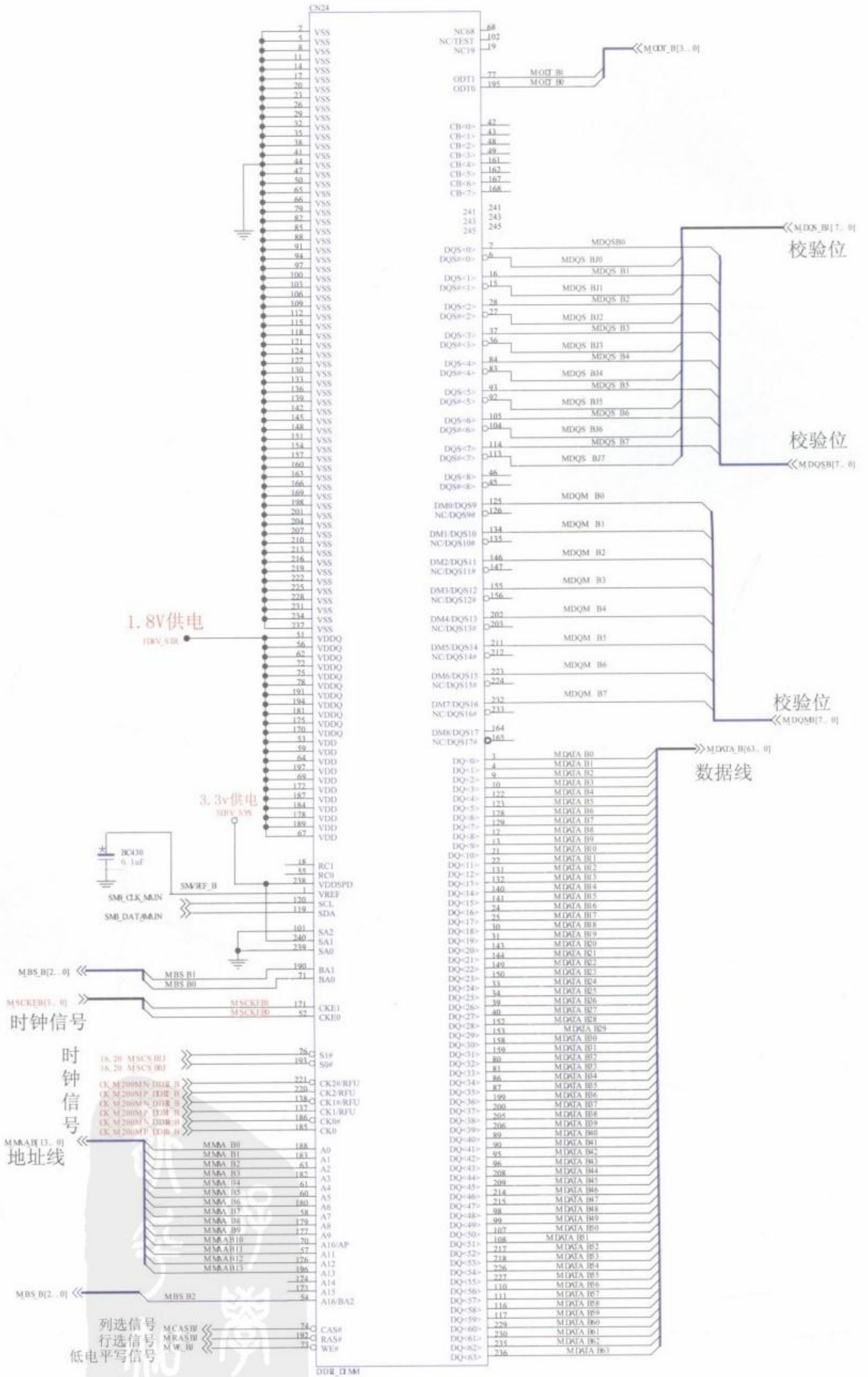
4.8.3 DDR2内存插槽电路

DDR2内存插槽电路图如图4-14所示。

4.9 CPU插座及测试点

4.9.1 Socket 370插座测试点

Socket 370CPU插座主要用来连接Intel公司的Pentium3 CPU，Socket 370插座共有370个针脚，其针脚定义图如图4-15所示。



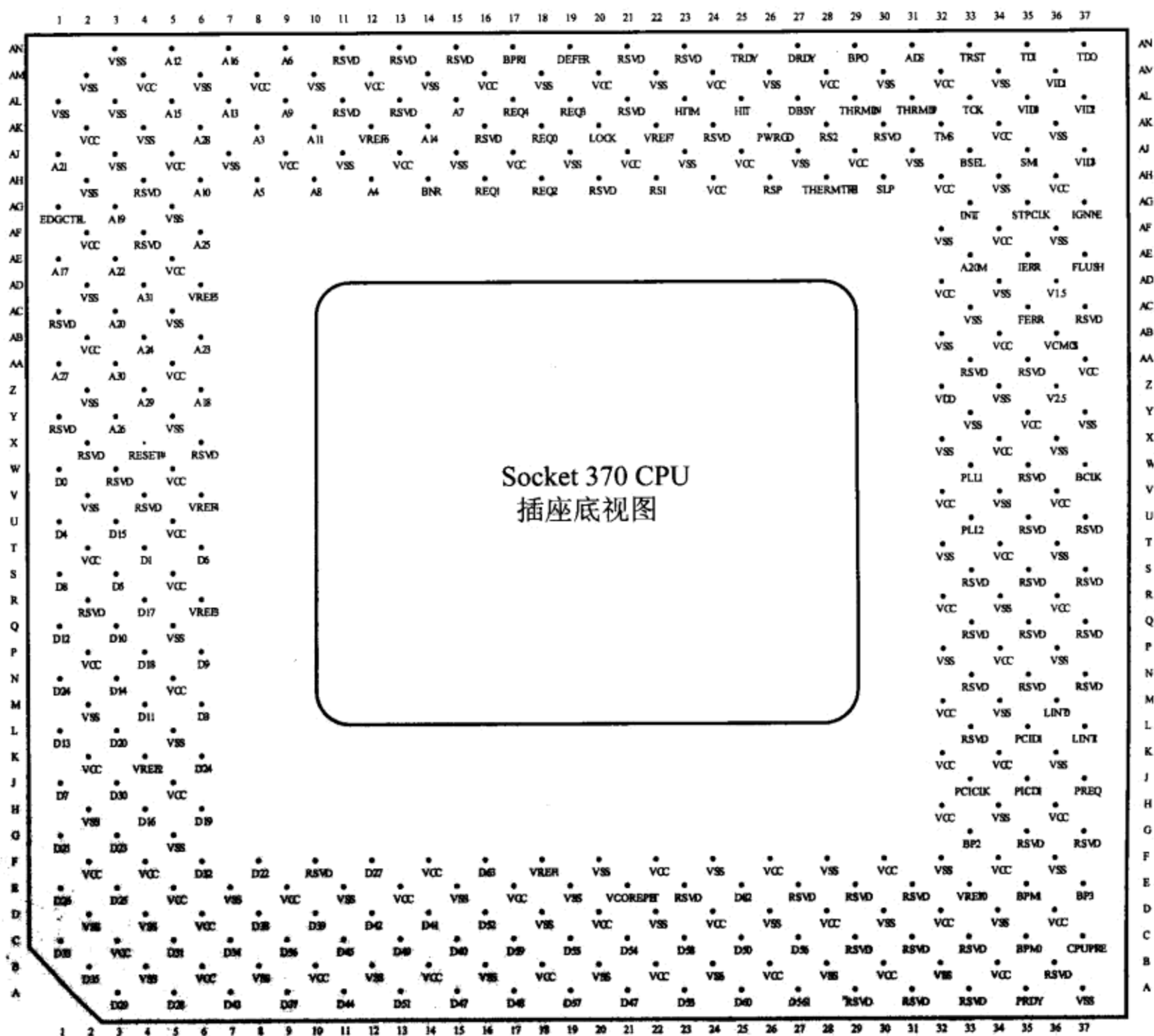


图4-15 Socket 370插座针脚定义图

Socket 370插槽主要故障测试点如下。

- 测试点1** 时钟信号点，Socket 370插槽有基准时钟和系统时钟两种时钟信号，其中BCLK（系统时钟）位于（W，37），PCICLK（基准时钟）位于（J，33），基准时钟的频率为14.768MHz。CPU正常工作时，时钟信号点的工作电压为1.1V~1.6V。
- 测试点2** 电压信号点，电压信号点主要有主供电、内核电压、外核电压等。主供电VCC电压为1.475V~2.0V；内核电压VCC1.5，电压为1.5V，位于（AD，36）针脚；外核电压VCC2.5，电压为2.5V，位于（Z，36）针脚；参考电压VRFE0，电压为1V，位于（E，33）针脚。
- 测试点3** PG信号，PWRGD为PG信号，位于（AK，26）针脚，工作电压为2.5V左右。
- 测试点4** 复位信号点，复位信号点RESET#位于（X，4）针脚，复位信号在开机时会产生低-高-低的电平信号。
- 测试点5** CPU电压自动识别点，VID0~VID3为CPU电压自动识别针脚，分别位于（AL，35）、（AM，36）、（AL，37）、（AJ，37）针脚。

4.9.2 Socket 462插座测试点

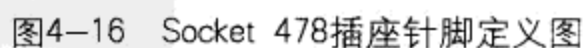
Socket 462插座主要用来安装AMD公司毒龙等CPU，共有462个针脚。

Socket 462插槽主要故障测试点如下。

测试点3 PG信号, PWRGD/PWROK为PG信号, 位于(AE, 3)针脚, 工作电压为2.5V左右。

测试点5 CPU电压自动识别点, $VID_0 \sim VID_4$ 为CPU电压自动识别针脚, 分别位于(L, 1)、(L, 3)、(L, 5)、(L, 7)、(J, 7)针脚。

Socket 478插座主要用来安装Intel公司早期Pentium 4及赛扬4等CPU，共有478个针脚，Socket 478插座针脚定义图如图4-16所示。



Socket 478插座主要故障测试点如下。

- 测试点1** 时钟信号点, 时钟信号点BCLK[0]位于(AF, 22)和(AF, 23)针脚。CPU正常工作时, 时钟信号点的工作电压为0.4V~1.0V。
- 测试点2** 电压信号点, 电压信号点主要有主供电、内核电压、外核电压等。主供电VCC, 电压为1.05V~1.75V, 内核电压VCC1.5, 电压为1.5V, 外核电压VCC2.5, 电压为2.5V。
- 测试点3** PG信号, PWRGOOD为PG信号, 位于(AB, 23)针脚, 工作电压为2.5V左右。
- 测试点4** 复位信号点, 复位信号点RESET#位于(AB, 25)针脚, 复位信号在开机时会产生低-高-低的电平信号。
- 测试点5** CPU电压自动识别点, VID₀~VID₄为CPU电压自动识别针脚, 分别位于(AE, 5)、(AE, 4)、(AE, 3)、(AE, 2)、(AE, 1)针脚。

4.9.4 LGA 775插座测试点

LGA 775插座主要用来安装Intel公司新Pentium 4、赛扬D及酷睿双核等CPU, 共有775个针脚, LGA 775插座针脚定义图如图4-17所示。

LGA 775插座主要故障测试点如下。

- 测试点1** 时钟信号点, 时钟信号点BCLK0位于(F, 28)和(G, 28)针脚。CPU正常工作时, 时钟信号点的工作电压为1.1V~1.6V。
- 测试点2** 电压信号点, 电压信号点主要有主供电、内核电压、外核电压等。主供电为VCC, 内核供电为VTT(1.2V左右)。
- 测试点3** PG信号, PWRGOOD为PG信号, 位于(N, 1)针脚, 工作电压为2.5V左右。
- 测试点4** 复位信号点, 复位信号点RESET#位于(G, 23)针脚, 复位信号在开机时会产生低-高-低的电平信号。
- 测试点5** CPU电压自动识别点, VID₀~VID₇为CPU电压自动识别针脚, 分别位于(AM, 2)、(AL, 5)、(AM, 3)、(AL, 6)、(AK, 4)、(AL, 4)、(AM, 5)、(AM, 7)针脚。

4.9.5 Socket 754插座测试点

Socket 754插座主要用来安装AMD公司闪龙等CPU, 共有754个针脚, Socket 754插座针脚定义图如图4-18所示。

Socket 754插座主要故障测试点如下。

- 测试点1** 时钟信号点, 时钟信号点CLKIN-L和CLKIN-H位于(AH, 21)和(AJ, 21)针脚。正常时, 时钟信号点的工作电压为1.1V~1.6V。
- 测试点2** 电压信号点, 电压信号点主要有主供电、内核电压、外核电压等。主供电为VDD。
- 测试点3** PG信号, PWRGD/PWROK为PG信号, 位于(AE, 18)针脚, 工作电压为2.5V左右。
- 测试点4** 复位信号点, 复位信号点RESET-L位于(AF, 20)针脚, 复位信号在开机时会产生低-高-低的电平信号。
- 测试点5** CPU电压自动识别点, VID₀~VID₄为CPU电压自动识别针脚, 分别位于(AE, 15)、(AF, 15)、(AG, 14)、(AF, 14)、(AG, 13)针脚。

	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
AN	VCC	VCC	VSS	VSS	VCC	VCC	VCC	VSS	VCC	VCC	VSS	VCC	VCC	VCC	VSS	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VID_SELECT	VSS_MB_REGULATION	VCC_MB_REGULATION	VSS_SENSE	VCC_SENSE	VSS	VSS	
AM	VCC	VCC	VSS	VSS	VCC	VCC	VCC	VSS	VCC	VCC	VSS	VCC	VCC	VCC	VSS	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VID7	VTT_PWRGD	VID6	VID2	VID0	VSS	VSS	
AL	VCC	VCC	VSS	VSS	VCC	VCC	VCC	VSS	VCC	VCC	VSS	VCC	VCC	VCC	VSS	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VSS	VID5	VID0	VID0	VSS	PROCHOT#	THERMDA	
AK	VSS	VSS	VSS	VSS	VCC	VCC	VCC	VSS	VCC	VCC	VSS	VCC	VCC	VCC	VSS	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VSS	RSVD	VID4	VID0	VSS	VSS	THERMDC	
AJ	VSS	VSS	VSS	VSS	VCC	VCC	VCC	VSS	VCC	VCC	VSS	VCC	VCC	VCC	VSS	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VSS	RSVD	VID3	VID0	VSS	ITP_CLK1	BPM1#	
AH	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VSS	VCC	VCC	VSS	VCC	VCC	VCC	VSS	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VSS	A32#	A32#	VSS	RSVD	VSS	VSS	
AG	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VSS	VCC	VCC	VSS	VCC	VCC	VCC	VSS	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VSS	A29#	A30#	BPM5#	BPM3#	TRST#		
AF	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VCC	VCC	VSS	VCC	VCC	VCC	VSS	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VSS	A27#	A28#	VSS	BPM4#	TID0		
AE	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VCC	VCC	VSS	VCC	VCC	VCC	VSS	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VSS	RSVD	VSS	RSVD	VSS	TCK		
AD	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VSS	A22#	AD8TB1#	BINTE	BPM2#	TDI		
AC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VSS	A25#	RSVD	VSS	DBR#	TMS		
AB	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VCC	VCC	VSS	A17#	A24#	MCERR#	IERR#	VSS		
AA	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VCC	VCC	VCC	VSS	A23#	A21#	VSS	LL_ID1	VTT_OUT_RIGHT		
Y	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VSS	A19#	A20#	RSVD	VSS	BOOT_SELECT		
W	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VSS	A16#	VSS	TESTH11	TESTH12	MS_ID0		
V	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VCC	VCC	VCC	VSS	A14#	A15#	VSS	LL_ID0	MS_ID1		
U	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VSS	A10#	A12#	AP1#	AP0#	VSS		
T	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VSS	A9#	A11#	VSS	COMP5	COMP1		
R	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VCC	VCC	VCC	VSS	AD8TB0#	A#	VSS	COMP3			
P	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VCC	VCC	VCC	VSS	A4#	RSVD	INIT#	SMI#	TESTH11		
N	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VSS	VSS	RSVD	RSVD	IGNNE#	PWRGOOD		
M	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VSS	REQ2#	A5#	A7#	STPC_LK#	THER_MTRIP#	VSS	
L	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VCC	VCC	VCC	VSS	A3#	A6#	VSS	TESTH13	LNT1		
K	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VSS	REQ3#	REQ0#	A20M#	VSS	LNT0		
J	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC	VSS	REQ4#	REQ1#	RSVD	COMP4	VTT_OUT_LEFT		
H	BSEL1	GTLREF_SEL	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	TESTH10	RS.P#	VSS	GTLREF1	GTLREF0	
G	BSEL2	BSEL0	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	PC_REQ#	TESTH9	TESTH8	COMP2	VSS		
F			RSVD	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	RSVD	RSVD	RSVD	EDRDY#			
E			VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	RSVD	RSVD	RSVD	VSS			
D	VTT	VTT	VTT	VTT	VTT	VTT	VTT	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	ADSS#	RSVD		
C	VTT	VTT	VTT	VTT	VTT	VTT	VTT	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	LOCK#	BNR#	DRDY#	
B	VTT	VTT	VTT	VTT	VTT	VTT	VTT	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	RS#	DBSY#	VSS	
A	VTT	VTT	VTT	VTT	VTT	VTT	VTT	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	RS2#	VSS		

LGA 775
CPU插座针脚顶视图

图4-17 LGA 775CPU插座针脚定义图

4.9.6 Socket 939插座测试点

Socket 939插座主要用来安装AMD公司Athlon 64等CPU, 共有939个针脚, Socket 939插座针脚定义图如图4-19、图4-20所示。

Socket 939插座主要故障测试点如下。

- 测试点1** 时钟信号点, 时钟信号点CLKIN-L和CLKIN-H位于(B, 8)和(A, 8)针脚。正常时, 时钟信号点的工作电压为1.1V~1.6V。
- 测试点2** 电压信号点, 电压信号点主要有主供电、内核电压、外核电压等。主供电为VDD, 内核供电为VTT。
- 测试点3** PG信号, PWRGD/PWROK为PG信号, 位于(E, 8)针脚, 工作电压为2.5V左右。
- 测试点4** 复位信号点, 复位信号点RESET#位于(F, 8)针脚, 复位信号在开机时会产生低-高-低的电平信号。
- 测试点5** CPU电压自动识别点, VID₀~VID₄为CPU电压自动识别针脚, 分别位于(A, 10)、(A, 11)、(C, 12)、(A, 12)、(A, 13)针脚。

4.9.7 Socket 940插座测试点

Socket 940插座主要用来安装AMD公司Athlon 64等CPU, 共有940个针脚, Socket 940插座针脚定义图如图4-21、图4-22所示。

Socket 940插座主要故障测试点如下。

- 测试点1** 时钟信号点, 时钟信号点CLKIN-L和CLKIN-H位于(H, 16)和(G, 16)针脚。正常时, 时钟信号点的工作电压为1.1V~1.6V。
- 测试点2** 电压信号点, 电压信号点主要有主供电、内核电压、外核电压等。主供电为VDD, 内核供电为VTT。
- 测试点3** PG信号, PWRGD/PWROK为PG信号, 位于(F, 12)针脚, 工作电压为2.5V左右。
- 测试点4** 复位信号点, 复位信号点RESET#位于(G, 12)针脚, 复位信号在开机时会产生低-高-低的电平信号。
- 测试点5** CPU电压自动识别点, VID₀~VID₄为CPU电压自动识别针脚, 分别位于(G, 11)、(H, 11)、(G, 10)、(F, 9)、(G, 9)针脚。

4.10 本章小节

本章对电脑的总线系统、PCI总线插槽、AGP总线插槽、PCI-E总线插槽、SDRAM内存插槽、DDR内存插槽、DDR2内存插槽及各种CPU插座的结构、测试点和电路进行了讲解。在本章介绍的内容中, 各种插槽、插座的针脚排列顺序和主要测试点是重点, 这些知识在今后的维修中会经常用到。另外, 各种插槽的电路图可以作为维修的参考资料。

Socket 939 CPU插座顶视图（左半部分）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A			VDDA	NC_A4	NC_A6	DBREQ_L	VSS	CLKIN_A	VSS	VDDP	VDDV	VDDH	VDDH	VTT_A14	MEMDATA[6]	MEMDATA[5]
B			VDDA	NC_B4	VDD	LDSTOP_L	VSS	CLKIN_L	VSS	VDD	DBRDY	VDD	STRAP_L0_B13	VTT	MEMDATA[4]	VDDIO
C	L0_REF0	VSS	VDDA	NC_C4	NC_C5	NC_C6	NC_C7	VSS	VSS	STRAP_L0_C10	NC_C11	VDD	NC_C13	VTT	MEMDATA[6]	MEMDATA[5]
D	L0_REF1	VSS	VSS	NC_D4	VSS	VSS	VSS	NC_D8	VSS	VDD	NC_D11	NC_D12	VSS	VTT	MEMDATA[5]	VSS
E	VLOT_A	VLAT_A	VSS	VSS	COREFB_H	COREFB_L	CORESENSE	PSWOK	NC_E9	VSS	STRAP_HI_E11	VSS	FBCLKOUT_L	VTT	MEMDATA[4]	MEMDATA[5]
F	VLOT_A	VLAT_A			VSS	VSS	VSS	RESET#	VSS	VSS	STRAP_L0_F11	VSS	FBCLKOUT_H	VSS	MEMVREF	VSS
G	L0_CADIN_H[1]	L0_CADIN_L[5]	L0_CADIN_H[5]	VSS	L0_CADIN_H[5]	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	NC_G15	MEMDATA[1]
H	L0_CADIN_L[1]	VDD	L0_CADIN_H[5]	L0_CADIN_L[5]	L0_CADIN_L[5]	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD
J	L0_CADIN_H[3]	L0_CADIN_L[2]	L0_CADIN_H[2]	VDD	L0_CADIN_H[10]	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS
K	L0_CADIN_L[3]	VSS	L0_CADIN_H[11]	L0_CADIN_L[11]	L0_CADIN_L[10]	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD
L	L0_CADIN_H[4]	L0_CLKIN_L[5]	L0_CLKIN_H[5]	VSS	L0_CLKIN_H[1]	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS
M	L0_CADIN_L[4]	VDD	L0_CADIN_H[12]	L0_CADIN_L[12]	L0_CLKIN_L[7]	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD
N	L0_CADIN_H[5]	L0_CADIN_L[5]	L0_CADIN_H[5]	VDD	L0_CADIN_H[13]	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS
P	L0_CADIN_L[5]	VSS	L0_CADIN_H[14]	L0_CADIN_L[14]	L0_CADIN_L[13]	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD
R	L0_CLKIN_H[5]	L0_CADIN_L[7]	L0_CADIN_H[7]	VSS	L0_CADIN_H[15]	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS
T	L0_CLKIN_L[5]	VDD	STRAP_HI_T3	STRAP_L0_T4	L0_CADIN_L[16]	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD
U	L0_CADOUT_L[7]	L0_CADOUT_H[5]	L0_CLKOUT_L[5]	VDD	NC_U5	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS
V	L0_CADOUT_H[7]	VSS	L0_CADOUT_L[15]	L0_CADOUT_H[15]	NC_V5	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD
W	L0_CADOUT_L[5]	L0_CADOUT_H[5]	L0_CADOUT_L[5]	VSS	L0_CADOUT_L[14]	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS
Y	L0_CADOUT_H[5]	VDD	L0_CADOUT_L[13]	L0_CADOUT_H[13]	L0_CADOUT_H[14]	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD
AA	L0_CLKOUT_L[5]	L0_CADOUT_H[4]	L0_CADOUT_L[4]	VDD	L0_CADOUT_L[12]	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS
AB	L0_CLKOUT_H[5]	VSS	L0_CLKOUT_L[1]	L0_CLKOUT_H[1]	L0_CADOUT_H[12]	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD
AC	L0_CADOUT_L[2]	L0_CADOUT_H[5]	L0_CADOUT_L[5]	VSS	L0_CADOUT_L[11]	VSS			VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS
AD	L0_CADOUT_H[2]	VDD	L0_CADOUT_L[15]	L0_CADOUT_H[15]	L0_CADOUT_H[11]	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD
AE	L0_CADOUT_L[5]	L0_CADOUT_H[1]	L0_CADOUT_L[1]	VDD	L0_CADOUT_L[5]	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDDIOSENSE	VSS	MEMZP	MEMDATA[3]
AF	L0_CADOUT_H[2]	VSS	L0_CADOUT_L[5]	L0_CADOUT_H[5]	L0_CADOUT_H[5]	VSS	VSS	TRST_L	VSS	STRAP_L0_AF10	VSS	STRAP_HI_AF12	VTT_SENSE	VSS	MEMZN	VSS
AG	VLOT_B	VLOT_B	VLOT_B	VLOT_B	VSS	TMS	TCK	TDO	STRAP_L0_AG9	THERMTRIP_L	VSS	VSS	VSS	VTT	NC_AG15	MEMDATA[5]
AH	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS	STRAP_L0_AH6	VSS	NC_AH6	VSS	STRAP_L0_AH10	VSS	NC_AH12	VSS	VTT	MEMDATA[17]	VSS
AJ	THERMOC	THERMOA	VSS	NC_AJ4	NC_AJ5	NC_AJ6	NC_AJ7	NC_AJ8	TDI	STRAP_L0_AJ10	VDD	STRAP_HI_AJ12	VSS	VTT	MEMDATA[127]	MEMDATA[59]
AK			NC_AK3	NC_AK4	VDD	NC_AK5	VDD	NC_AK8	VDD	NC_AK10	VDD	NC_AK12	VSS	VTT	MEMDATA[122]	VDDIO
AL			NC_AL3	NC_AL4	NC_AL5	NC_AL6	NC_AL7	NC_AL8	NC_AL9	NC_AL10	NC_AL11	NC_AL12	VSS	VTT_AL14	MEMDATA[123]	MEMDATA[126]
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

图4-19 Socket 939CPU插座针脚定义图（左半部分）

Soccket 939 CPU插座顶视图（右半部分）

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
MEMQ5_UP[6]	MEMDAT A[67]	MEMDAT A[72]	MEMDAT A[77]	MEMQ5_UP[1]	MEMCLK_1H_H[1]	MEMCLK_1H_L[1]	MEMDAT A[74]	MEMDAT A[75]	MEMADDB[12]	MEMDAT A[80]	MEMQ5_UP[2]	MEMADDB[11]			A	
MEMDAT A[70]	VDDIO	MEMDAT A[76]	VDDIO	MEMDM_UP[1]	VDDIO	MEMDAT A[78]	VDDIO	MEMCODEC	VDDIO	MEMDAT A[81]	VDDIO	MEMDM_UP[2]	VDDIO		B	
MEMDAT A[69]	MEMDAT A[71]	MEMDAT A[73]	MEMDAT A[73]	MEMCLK_2H_H[1]	NC_C22	MEMDAT A[79]	MEMDAT A[10]	MEMCODED	MEMADDA[12]	MEMDAT A[85]	NC_C28	MEMADDB[9]	MEMDAT A[82]	MEMDAT A[86]	C	
MEMDAT A[71]	VSS	MEMPRESTE_L	VSS	MEMCLK_2H_L[1]	VSS	MEMCLK_1L_H[1]	VSS	MEMDAT A[84]	VSS	MEMDAT A[21]	VSS	NC_D29	VDDIO	MEMADDB[7]	D	
MEMDM_LO[6]	MEMDAT A[7]	MEMDAT A[8]	MEMQ5_LO[1]	NC_E21	NC_E22	MEMCLK_1L_L[1]	MEMDAT A[11]	MEMCODEB	MEMDAT A[17]	MEMQ5_LO[2]	MEMADDA[11]	MEMADDB[8]	MEMDAT A[87]	MEMDAT A[83]	E	
MEMQ5_LO[8]	VSS	MEMDAT A[12]			VSS	MEMDAT A[14]	VSS	MEMDAT A[20]	VSS	MEMDM_LO[2]	VSS	MEMADDA[8]	VDDIO	MEMADDB[5]	F	
MEMDAT A[8]	MEMDAT A[9]	MEMDAT A[10]	MEMDM_LO[1]	MEMCLK_2L_H[1]	MEMCLK_2L_L[1]	MEMDAT A[15]	MEMCKEA	MEMDAT A[16]	MEMDAT A[18]	MEMDAT A[22]	MEMADDA[7]	MEMADDB[9]	MEMDAT A[88]	MEMDAT A[82]	G	
VSS	VDD	VSS	VDDIO	VSS	VDDIO	VSS	VDDIO	MEMADDA[9]	VSS	MEMDAT A[23]	VSS	MEMDAT A[19]	VDDIO	MEMDAT A[80]	H	
VDD	VSS	VDD	VSS	VDDIO	VSS	VDDIO	VSS	MEMADDA[5]	MEMADDA[6]	MEMDAT A[24]	MEMADDA[10]	MEMQ5_UP[3]	MEMDM_UP[3]	MEMADDB[4]	J	
VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDDIO	VSS	VDDIO	MEMDAT A[28]	VSS	MEMDAT A[29]	VSS	MEMDAT A[25]	VDDIO	MEMADDB[3]	K	
VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDDIO	VSS	MEMQ5_LO[3]	MEMDM_LO[3]	MEMADDA[6]	MEMADDA[3]	MEMDAT A[86]	MEMDAT A[84]	MEMDAT A[81]	L	
VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDDIO	VSS	VDDIO	MEMDAT A[30]	VSS	MEMDAT A[26]	VSS	MEMDAT A[27]	VDDIO	MEMDAT A[85]	M	
VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDDIO	VSS	MEMDAT A[31]	MEMADDA[2]	NC_N27	MEMADDB[2]	MEMCHECK[12]	MEMADDB[1]	MEMCHECK[13]	N	
VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDDIO	VSS	VDDIO	MEMADDA[1]	VSS	MEMCHECK[5]	VSS	MEMCHECK[3]	VDDIO	MEMCHECK[8]	P	
VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDDIO	VSS	MEMCHECK[4]	MEMCLK_1L_L[2]	MEMCLK_1L_H[2]	MEMCHECK[1]	MEMCHECK[6]	MEMCLK_1H_L[2]	MEMCLK_1H_H[2]	R	
VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDDIO	VSS	VDDIO	NC_T25	VSS	MEMCLK_2L_H[2]	VSS	NC_T29	VDDIO	MEMCLK_2H_H[2]	T	
VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDDIO	VSS	MEMADDA[8]	MEMQ5_LO[8]	MEMCLK_1L_L[3]	NC_U28	MEMADDB[8]	MEMQ5_UP[8]	MEMCLK_2H_L[2]	U	
VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDDIO	VSS	VDDIO	MEMCHECK[2]	VSS	MEMADDA[10]	VSS	MEMDM_LO[8]	VDDIO	MEMDM_UP[8]	V	
VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDDIO	VSS	MEMBANK[1]	MEMCHECK[3]	MEMCHECK[8]	MEMCHECK[11]	MEMCHECK[14]	MEMADDB[10]	MEMCHECK[10]	W	
VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDDIO	VSS	VDDIO	VDDIOFB_H	MEMDAT A[36]	VSS	MEMDAT A[32]	VSS	MEMCHECK[7]	VDDIO	MEMBANK[3]	Y
VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDDIO	VSS	VDDIOFB_L	MEMDM_LO[4]	MEMQ5_LO[4]	MEMDAT A[33]	MEMDAT A[37]	MEMDAT A[108]	MEMDAT A[89]	MEMCHECK[15]	AA
VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDDIO	VSS	VDDIO	MEMDAT A[39]	VSS	MEMDAT A[38]	VSS	MEMDAT A[41]	VDDIO	MEMDAT A[101]		AB
VDD	VSS	VDD	VSS	VDDIO	VSS	VDDIO	VSS	MEMDAT A[44]	MEMDAT A[35]	MEMBANK[2]	MEMDAT A[39]	MEMDM_UP[4]	MEMQ5_UP[4]	MEMDAT A[87]		AC
VSS	VDD	VSS	VDDIO	VSS	VDDIO	VSS	VDDIO	MEMDAT A[45]	VSS	MEMRASA_L	VSS	MEMDAT A[40]	VDDIO	MEMDAT A[102]		AD
MEMDAT A[57]	MEMDAT A[66]	MEMDAT A[50]	MEMDAT A[54]	MEMCLK_2L_L[2]	NC_A22	MEMDAT A[53]	MEMDAT A[48]	MEMDAT A[48]	MEMCS_2L_L[3]	MEMDAT A[41]	MEMWEA_L	MEMDAT A[60]	MEMBANK[8]	MEMDAT A[103]		AE
MEMDM_LO[7]			VSS	MEMCLK_2L_H[2]	VSS	MEMADDA[13]	VSS	MEMDAT A[43]	VSS	MEMCAGA_L	VSS	MEMCS_1L_L[3]	VDDIO	MEMDAT A[108]		AF
MEMDAT A[62]	MEMDAT A[61]	MEMDAT A[51]	MEMQ5_LO[9]	MEMDM_LO[9]	NC_A22	MEMCLK_1L_L[2]	MEMDAT A[52]	MEMDAT A[47]	MEMQ5_LO[5]	MEMCS_2L_L[1]	MEMCS_1L_L[1]	MEMDAT A[109]	MEMRASA_L	MEMDAT A[104]		AG
MEMQ5_LO[7]	VSS	MEMDAT A[119]	VSS	MEMCLK_2H_L[2]	VSS	MEMCLK_1L_H[2]	VSS	MEMDAT A[107]	VSS	MEMDM_LO[5]	VSS	NC_A29	VDDIO	MEMWEA_L		AH
MEMDAT A[120]	MEMDAT A[69]	MEMDAT A[114]	MEMDAT A[65]	MEMCLK_2H_H[2]	NC_A22	MEMDAT A[117]	MEMDAT A[49]	MEMDAT A[111]	MEMDAT A[42]	MEMQ5_UP[5]	NC_A28	MEMCS_1H_L[3]	MEMCS_2H_L[3]	MEMDAT A[105]		AJ
MEMDAT A[121]	VDDIO	MEMDAT A[115]	VDDIO	MEMDM_UP[5]	VDDIO	MEMADDB[13]	VDDIO	MEMDAT A[112]	VDDIO	MEMDM_UP[5]	VDDIO	MEMCAGA_L	VDDIO			AK
MEMDM_UP[7]	MEMDAT A[125]	MEMDAT A[124]	MEMQ5_UP[9]	MEMDAT A[118]	MEMCLK_1H_H[2]	MEMCLK_1H_L[2]	MEMDAT A[113]	MEMDAT A[116]	MEMDAT A[110]	MEMDAT A[106]	MEMCS_2H_L[1]	MEMCS_1H_L[1]				AL
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		

图4-20 Socket 939CPU插座针脚定义图（右半部分）

Soccket 940 CPU插座顶视图（左半部分）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A			L1_CADOUT_H8	L1_CADOUT_H9	L1_CADOUT_H10	L1_CADOUT_H11	L1_CLKOUT_H8	L1_CLKOUT_H9	L1_CLKOUT_H10	L1_CADOUT_H12	L1_CADOUT_H13	L1_CADOUT_H14	L1_CLKIN_H8	L1_CLKIN_H9	L1_CADIN_H10	L1_CADIN_H11
B			VSS	L1_CADOUT_H12	VDD	L1_CADOUT_H13	VSS	L1_CLKOUT_H11	VDD	L1_CADOUT_H14	VSS	L1_CADOUT_H15	VDD	L1_CADIN_H12	VSS	L1_CADIN_H13
C	VDDA1	VDDA3	L1_CADOUT_H16	L1_CADOUT_H17	L1_CADOUT_H18	L1_CADOUT_H19	L1_CLKOUT_H12	L1_CLKOUT_H13	L1_CLKOUT_H14	L1_CADOUT_H16	L1_CADOUT_H17	L1_CADOUT_H18	NC_D19	L1_CADIN_H14	L1_CADIN_H15	L1_CADIN_H16
D	L2_REF0	VDDA2	L1_CADOUT_H19	VDD	L1_CADOUT_H20	VSS	L1_CLKOUT_H15	VDD	L1_CLKOUT_H16	VSS	L1_CADOUT_H19	VDD	NC_D12	VSS	L1_CADIN_H16	VDD
E	L2_REF1	VSS	L1_CADOUT_H20	L1_CADOUT_H21	L1_CADOUT_H22	L1_CADOUT_H23	L1_CLKOUT_H17	L1_CADOUT_H20	L1_CLKOUT_H18	L1_CADOUT_H21	NC_E11	NC_E12	L1_CADIN_H17	L1_CADIN_H18	L1_CADIN_H19	L1_CADIN_H20
F	VSS	VSS			VSS	VDD	NC_F7	VSS	VDD	VSS	VDD	PNR10	VSS	VSS	VDD	VSS
G	L2_CADIN_H1	L2_CADIN_H2	L2_CADIN_H3	VSS	L2_CADIN_H4	NC_G8	VDD	DBREQ	VDD	VDD	VDD	RESET9	VSS	NC_D14	VSS	CLKIN_1
H	L2_CADIN_H1	VDD	L2_CADIN_H4	L2_CADIN_H5	L2_CADIN_H6	VSS	NC_H7	VDDT_1	NC_H8	VDDT_1	VDDT_1	NC_H12	NC_H13	NC_H14	VSS	CLKIN_1
J	L2_CADIN_H3	L2_CADIN_H2	L2_CADIN_H5	VDD	L2_CADIN_H10	LDTSTOP_1	DBREQ_1	VSS	VDDT_1	VSS	VDDT_1	VSS	VDD	VSS	VDDT_1	VDDT_1
K	L2_CADIN_H2	VSS	L2_CADIN_H11	L2_CADIN_H11	L2_CADIN_H10	VDD	CORESENSE_H	NC_H9	VSS	VDDT_1	VSS	VDD	VSS	VDDT_1	VSS	VDDT_1
L	L2_CADIN_H4	L2_CADIN_H3	L2_CADIN_H6	VSS	L2_CADIN_H11	COREFB_1	COREFB_H	NC_L8	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS
M	L2_CADIN_H4	VDD	L2_CADIN_H12	L2_CADIN_H12	L2_CADIN_H11	VSS	VSS	VDDT_1	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD
N	L2_CADIN_H5	L2_CADIN_H2	L2_CADIN_H5	VDD	L2_CADIN_H13	NC_N3	VDDT_1	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS
P	L2_CADIN_H3	VSS	L2_CADIN_H14	L2_CADIN_H14	L2_CADIN_H13	VDD	VSS	VDDT_1	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD
R	L2_CLKIN_H8	L2_CADIN_H1	L2_CADIN_H7	VSS	L2_CADIN_H15	NC_R6	VDDT_1	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS
T	L2_CLKIN_H3	VDD	NC_T3	NC_T4	L2_CADIN_H15	VSS	NC_T7	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD
U	L2_CADOUT_H1	L2_CADOUT_H8	L2_CLKOUT_H8	VDD	NC_U8	NC_U6	VDDT_1	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS
V	L2_CADOUT_H9	VSS	L2_CADOUT_H10	L2_CADOUT_H10	NC_V5	VDD	VSS	VDDT_1	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD
W	L2_CADOUT_H2	L2_CADOUT_H9	L2_CADOUT_H8	VSS	L2_CADOUT_H14	NC_W6	VDDT_1	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS		VSS
Y	L2_CADOUT_H8	VDD	L2_CADOUT_H13	L2_CADOUT_H13	L2_CADOUT_H14	VSS	VSS	VDDT_1	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD
AA	L2_CLKOUT_H8	L2_CADOUT_H4	L2_CADOUT_H4	VDD	L2_CADOUT_H12	NC_AA6	VDDT_1	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS		VSS
AB	L2_CLKOUT_H9	VSS	L2_CLKOUT_H1	L2_CLKOUT_H1	L2_CADOUT_H12	VDD	VSS	VDD	VSS	VDDT_1	VSS	VDD	VSS	VDDT_1	VSS	VDDT_1
AC	L2_CADOUT_H2	L2_CADOUT_H5	L2_CADOUT_H3	VSS	L2_CADOUT_H11	NC_AC6			VDDT_1	VSS	VDDT_1	VSS	VDD	VSS	VDDT_1	VDDT_1
AD	L2_CADOUT_H3	VDD	L2_CADOUT_H10	L2_CADOUT_H10	L2_CADOUT_H11	VSS	TRST_1	VDDT_1	VSS	VDDT_1	VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDD
AE	L2_CADOUT_H2	L2_CADOUT_H1	L2_CADOUT_H1	VDD	L2_CADOUT_H3	TMS	TCK	TDO	NC_AE9	NC_AE10	NC_AE11	NC_AE12	NC_AE13	NC_AE14	THERMTRIP_1	MEMCP
AF	L2_CADOUT_H8	VSS	L2_CADOUT_H3	L2_CADOUT_H3	L2_CADOUT_H3	VDD	TD1	VSS	NC_AF9	VDD	NC_AF11	VSS	NC_AF12	VDD	NC_AF15	VSS
AG	NC_AG1	VSS	L2_CADIN_H8	L2_CADIN_H8	L2_CADIN_H10	L2_CADIN_H10	L2_CLKIN_H1	L2_CLKIN_H1	L2_CADIN_H13	L2_CADIN_H13	L2_CADIN_H15	L2_CADIN_H15	NC_AG13	NC_AG14	L2_CADOUT_H14	L2_CADOUT_H14
AH	THERMOC	NC_AH2	VSS	L2_CADIN_H8	VDD	L2_CADIN_H11	VSS	L2_CADIN_H12	VDD	L2_CADIN_H14	VSS	NC_AH12	VDD	L2_CADOUT_H15	VSS	L2_CADOUT_H15
AJ	THERMDA	NC_AJ2	L2_CADIN_H9	L2_CADIN_H9	L2_CADIN_H12	L2_CADIN_H11	L2_CLKIN_H2	L2_CADIN_H12	L2_CADIN_H9	L2_CADIN_H14	L2_CADIN_H17	NC_AJ12	L2_CLKOUT_H8	L2_CADOUT_H15	L2_CADOUT_H15	L2_CADOUT_H15
AK		PRESENCE_DET-2	L2_CADIN_H3	VDD	L2_CADIN_H1	VSS	L2_CLKIN_H3	VDD	L2_CADIN_H3	VSS	L2_CADIN_H17	VDD	L2_CLKOUT_H8		L2_CADOUT_H8	VDD
AL			L2_CADIN_H1	L2_CADIN_H1	L2_CADIN_H2	L2_CADIN_H2	L2_CADIN_H4	L2_CADIN_H4	L2_CADIN_H3	L2_CADIN_H3	L2_CLKIN_H8	L2_CLKIN_H8	L2_CADOUT_H17	L2_CADOUT_H17	L2_CADOUT_H17	L2_CADOUT_H17

图4-21 Socket 940 CPU插座针脚定义图（左半部分）

Soccket 940 CPU插座顶视图（右半部分）

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
L1_CADIN_L[4]	L1_CADIN_H[4]	L1_CADIN_L[3]	L1_CADIN_H[3]	L1_CADIN_L[2]	L1_CADIN_H[2]	VDDIO	MEMDATA[4]	MEMDATA[5]	MEMDATA[6]	MEMDATA[7]	MEMDATA[8]	MEMDATA[9]			A
VDD	L1_CLKIN_L[3]	VSS	L1_CADIN_L[2]	VDD	L1_CADIN_L[2]	VSS	MEMDATA[6]	MEMDATA[7]	VSS	MEMDATA[7]	MEMDATA[8]	VSS	MEMDATA[13]		B
L1_CADIN_H[12]	L1_CLKIN_H[1]	L1_CADIN_H[11]	L1_CADIN_H[1]	L1_CADIN_H[1]	L1_CADIN_H[1]	VDDIO	MEMDATA[5]	MEMDATA[6]	MEMDATA[7]	MEMDATA[12]	MEMDATA[12]	MEMDATA[1]	MEMDATA[10]	MEMDATA[14]	C
L1_CADIN_L[12]	VSS	L1_CADIN_L[11]	VDD	L1_CADIN_L[1]	VSS	VSS	MEMDATA[8]	MEMDATA[9]	VDDIO	MEMDATA[7]	VDDIO	MEMDATA[7]	VSS	MEMDATA[12]	D
L1_CLKIN_L[1]	L1_CLKIN_H[1]	L1_CADIN_L[10]	L1_CADIN_H[10]	L1_CADIN_L[1]	L1_CADIN_H[1]	VDDIO	MEMDATA[8]	MEMDATA[7]	MEMDATA[6]	MEMDATA[7]	MEMDATA[7]	MEMDATA[7]	MEMDATA[10]	MEMDATA[11]	E
VSS	VDD	VDD	VTT	VTT	MEMREF0	MEMDATA[8]	MEMDATA[7]	MEMDATA[8]	MEMDATA[7]	MEMDATA[7]	MEMDATA[7]	MEMDATA[7]	MEMDATA[10]	MEMDATA[17]	F
VSS	FBCLOCKOUT_H	VTT	MEMCLK_UP_H[3]	MEMCLK_UP_L[3]	VSS	MEMDATA[8]	VSS	MEMRESET_L	VDDIO	MEMDATA[7]	VDDIO	MEMDATA[8]	VSS	MEMDATA[21]	G
VSS	FBCLOCKOUT_L	VTT			VDDIO	MEMCLK_L[3]	MEMCKE_UP	MEMCKE_L[0]	MEMDATA[8]	MEMDATA[8]	MEMDATA[8]	MEMDATA[8]	MEMDATA[11]	MEMDATA[18]	H
VSS	VSS	VTT	VSS	VDDIO	VSS	MEMCLK_L[3]	MEMDATA[12]	MEMDATA[11]	MEMDATA[8]	MEMDATA[8]	MEMDATA[8]	MEMDATA[8]	MEMDATA[11]	MEMDATA[18]	J
VSS	VDD	VSS	VDDIO	VSS	VDDIO	MEMDATA[8]	VSS	MEMDATA[7]	VDDIO	MEMDATA[8]	VDDIO	MEMDATA[8]	VSS	MEMDATA[21]	K
VDD	VSS	VDDIO	VSS	VDDIO	VSS	MEMDATA[8]	MEMCLK_UP_H[1]	MEMCLK_UP_L[1]	MEMDATA[8]	MEMDATA[8]	MEMDATA[8]	MEMDATA[8]	MEMDATA[8]	MEMDATA[25]	L
VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDDIO	NC_V23	MEMDATA[8]	MEMDATA[8]	MEMDATA[8]	MEMDATA[8]	MEMDATA[8]	MEMDATA[8]	MEMDATA[11]	MEMDATA[25]	M
VDD	VSS	VDD	VSS	VDDIO	VSS	MEMDATA[8]	VSS	MEMDATA[8]	VDDIO	MEMDATA[8]	VDDIO	MEMDATA[8]	VSS	MEMDATA[25]	N
VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDDIO	MEMDATA[8]	MEMCHECK[12]	MEMCHECK[12]	MEMDATA[8]	MEMDATA[8]	MEMDATA[8]	MEMDATA[8]	MEMCHECK[12]	MEMCHECK[12]	P
VDD	VSS	VDD	VSS	VDDIO	VSS	MEMCLK_UP_H[1]	MEMCHECK[8]	MEMCHECK[8]	MEMCHECK[10]	MEMDATA[8]	MEMDATA[8]	MEMCHECK[11]	MEMCHECK[12]	MEMCHECK[12]	R
VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDDIO	MEMCLK_UP_L[1]	VSS	MEMDATA[8]	VDDIO	MEMCHECK[11]	VDDIO	MEMCHECK[14]	VSS	MEMDATA[8]	T
VDD	VSS	VDD	VSS	VDDIO	VSS	VDDIO	MEMCLK_L[3]	MEMCLK_L[3]	MEMDATA[10]	MEMDATA[8]	MEMCHECK[15]	MEMCHECK[15]	MEMCHECK[15]	MEMDATA[17]	U
VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDDIO	NC_V23	MEMDATA[10]	MEMDATA[8]	MEMDATA[8]	MEMDATA[10]	MEMDATA[10]	MEMDATA[10]	MEMCHECK[17]	MEMCHECK[17]	V
VDD	VSS	VDD	VSS	VDDIO	VSS	MEMDATA[8]	VSS	MEMDATA[8]	VDDIO	MEMDATA[8]	VDDIO	MEMDATA[8]	VSS	MEMDATA[8]	W
VSS	VDD	VSS	VDD	VSS	VDDIO	MEMCLK_L[3]	MEMDATA[8]	MEMDATA[8]	MEMDATA[10]	MEMDATA[10]	MEMDATA[10]	MEMDATA[10]	MEMDATA[13]	MEMDATA[17]	Y
VDD	VSS	VDDIO	VSS	VDDIO	VSS	MEMCLK_L[3]	MEMCS_L[3]	MEMCAS_L	MEMDATA[10]	MEMDATA[10]	MEMDATA[10]	MEMDATA[10]	MEMDATA[13]	MEMDATA[17]	AA
VSS	VDD	VSS	VDDIO	VSS	VDDIO	VDDIOFB_H	VSS	MEMCS_L[1]	VDDIO	MEMDATA[10]	VDDIO	MEMDATA[10]	VSS	MEMDATA[17]	AB
VSS	VTT	VTT	VSS	VDDIO	VSS	VDDIOFB_L	MEMCS_L[2]	MEMCS_L[2]	MEMDATA[11]	MEMDATA[10]	MEMDATA[10]	MEMDATA[10]	MEMDATA[14]	MEMDATA[17]	AC
VSS			MEMCLK_L[3]	MEMCLK_L[3]	VDDIO	MEMCS_L[7]	MEMCS_L[7]	MEMCS_L[7]	MEMDATA[11]	MEMDATA[11]	MEMDATA[11]	MEMDATA[14]	MEMDATA[17]	MEMDATA[17]	AD
VSS	VTT	VTT	MEMCLK_UP_L[3]	MEMCLK_UP_H[3]	VSS	MEMDATA[13]	VSS	MEMCS_L[8]	VDDIO	MEMDATA[11]	VDDIO	MEMDATA[11]	VSS	MEMDATA[17]	AE
MEMZN	VTT	VTT_SENSE	VDDIO_SENSE	VSS	MEMREF1	MEMDATA[12]	MEMDATA[12]	MEMDATA[12]	MEMDATA[11]	MEMDATA[11]	MEMDATA[11]	MEMDATA[11]	MEMDATA[14]	MEMDATA[17]	AF
L2_CADOUT_L[12]	L2_CADOUT_H[12]	L2_CADOUT_L[11]	L2_CADOUT_L[11]	L2_CADOUT_L[1]	L2_CADOUT_H[1]	VDDIO	MEMDATA[12]	MEMDATA[12]	MEMDATA[12]	MEMDATA[11]	MEMDATA[11]	MEMDATA[11]	MEMDATA[14]	MEMDATA[17]	AG
VDD	L2_CLKOUT_H[1]	VSS	L2_CADOUT_H[10]	VDD	L2_CADOUT_H[1]	VSS	MEMDATA[12]	MEMDATA[12]	VDDIO	MEMDATA[12]	VDDIO	MEMDATA[14]	VSS	MEMDATA[17]	AH
L2_CADOUT_L[14]	L2_CLKOUT_L[1]	L2_CADOUT_L[13]	L2_CADOUT_L[10]	L2_CADOUT_L[1]	L2_CADOUT_L[1]	VDDIO	MEMDATA[12]	MEMDATA[12]	MEMDATA[12]	MEMDATA[11]	MEMDATA[11]	MEMDATA[11]	MEMDATA[14]	MEMDATA[17]	AJ
L2_CADOUT_H[14]	VSS	L2_CADOUT_H[1]	VDD	L2_CADOUT_H[1]	VSS	VSS	MEMDATA[12]	MEMDATA[12]	VSS	MEMDATA[11]	MEMDATA[11]	VSS	MEMDATA[14]		AK
L2_CLKOUT_L[1]	L2_CLKOUT_H[1]	L2_CADOUT_L[1]	L2_CADOUT_H[1]	L2_CADOUT_L[1]	L2_CADOUT_H[1]	VDDIO	MEMDATA[12]	MEMDATA[12]	MEMDATA[12]	MEMDATA[11]	MEMDATA[11]	MEMDATA[11]			AL
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	

图4-22 Soccket 940 CPU插座针脚定义图（右半部分）

Chapter

5

主板接口电路分析及故障检修



技术要点:

- 键盘、鼠标接口电路分析及故障检修
- 串口、并口电路分析及故障检修
- USB接口电路分析及故障检修
- 电源接口电路
- 硬盘接口电路
- 动手实践

电子维修
PDG

5.1 键盘、鼠标接口电路分析及故障检修

目前鼠标和键盘接口绝大多数采用PS/2接口，鼠标和键盘的PS/2接口不但物理外观完全相同，而且工作原理是完全相同的，但不能混用，主板中通常用两种不同的颜色将其区别开（鼠标接口为绿色，键盘接口为蓝色），下面具体讲解。

5.1.1 学修主板第一步

键盘、鼠标的PS/2接口是一种6针的圆形接口，其中4针用于传输数据和供电，2针为空脚。键盘、鼠标接口的各个针脚排列顺序和作用如图5-1和表5-1所示。

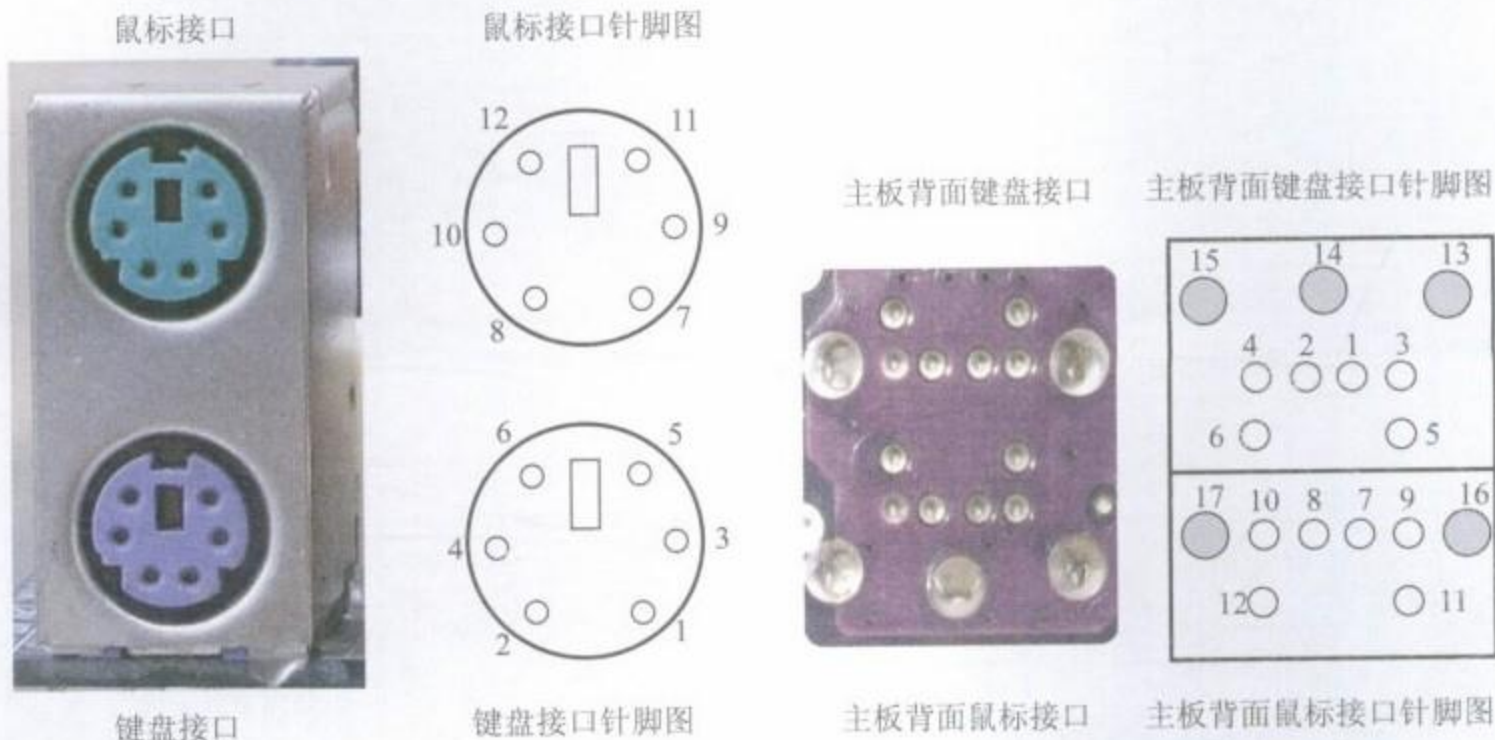


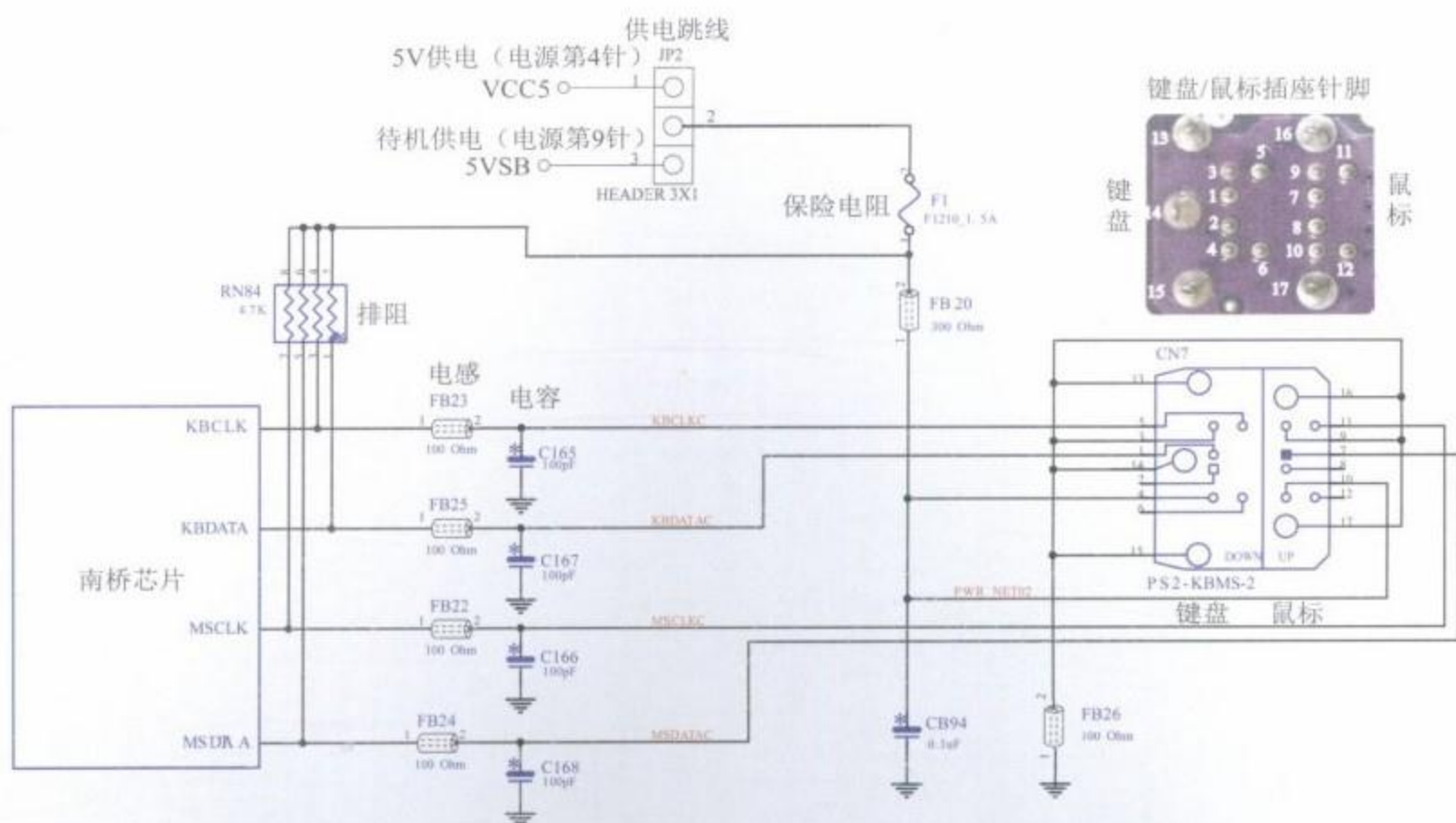
图5-1 键盘、鼠标接口针脚图

表5-1 键盘、鼠标接口各针脚功能

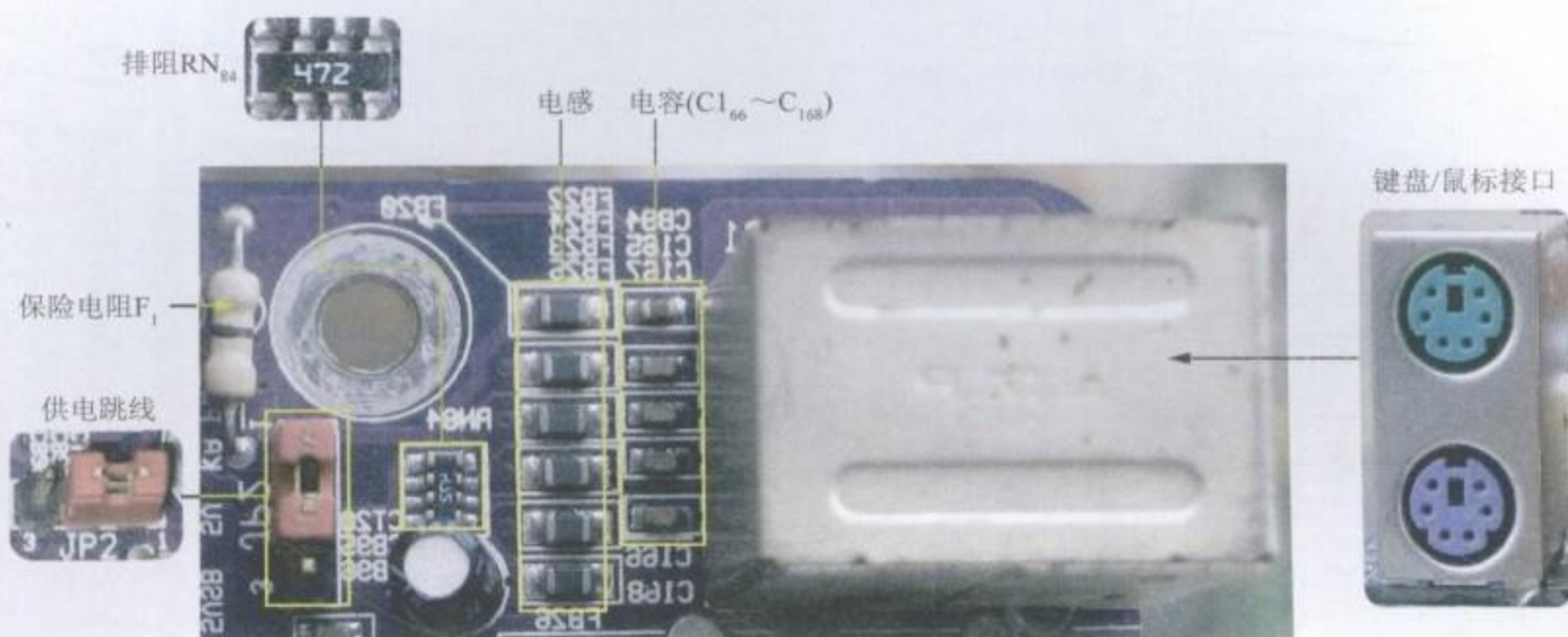
针脚	第1针脚	第2针脚	第3针脚	第4针脚	第5针脚	第6针脚
鼠标	数据脚	空脚	接地脚	5V供电脚	时钟脚	空脚
键盘	数据脚	空脚	接地脚	5V供电脚	时钟脚	空脚

主板中键盘、鼠标的接口主要采用PS/2通信协议（串行通信协议），进行通信的两端通过时钟脚（CLOCK）同步，并通过数据脚（DATA）交换数据。主板中键盘、鼠标的接口电路主要由PS/2接口、电容、电感、排阻、跳线、南桥芯片或I/O芯片等组成，主板键盘、鼠标接口电路的时钟信号和数据信号一般由南桥或I/O芯片控制，如图5-2和图5-3所示分别为南桥和I/O控制的键盘、鼠标接口电路图。

图中电源通过跳线和保险电阻（F₁）后将供电电流加给一个排阻RN₈₄，再由排阻RN₈₄将电流分给键盘接口和鼠标接口与南桥芯片之间的数据通信线路，排阻RN₈₄起提升信号的作用，即RN₈₄为上拉电阻。同时又通过电感FB₂₀（一般主板标注为L），为键盘和鼠标接口供电。跳线JP₂的作用是选择供电方式，待机电压（5VSB）供电或5V电压供电（VCC5），如果选择待机电压供电，关机后，键盘还有工作电压，可以通过键盘开机。



(a) 南桥控制的键盘、鼠标电路接口原理图



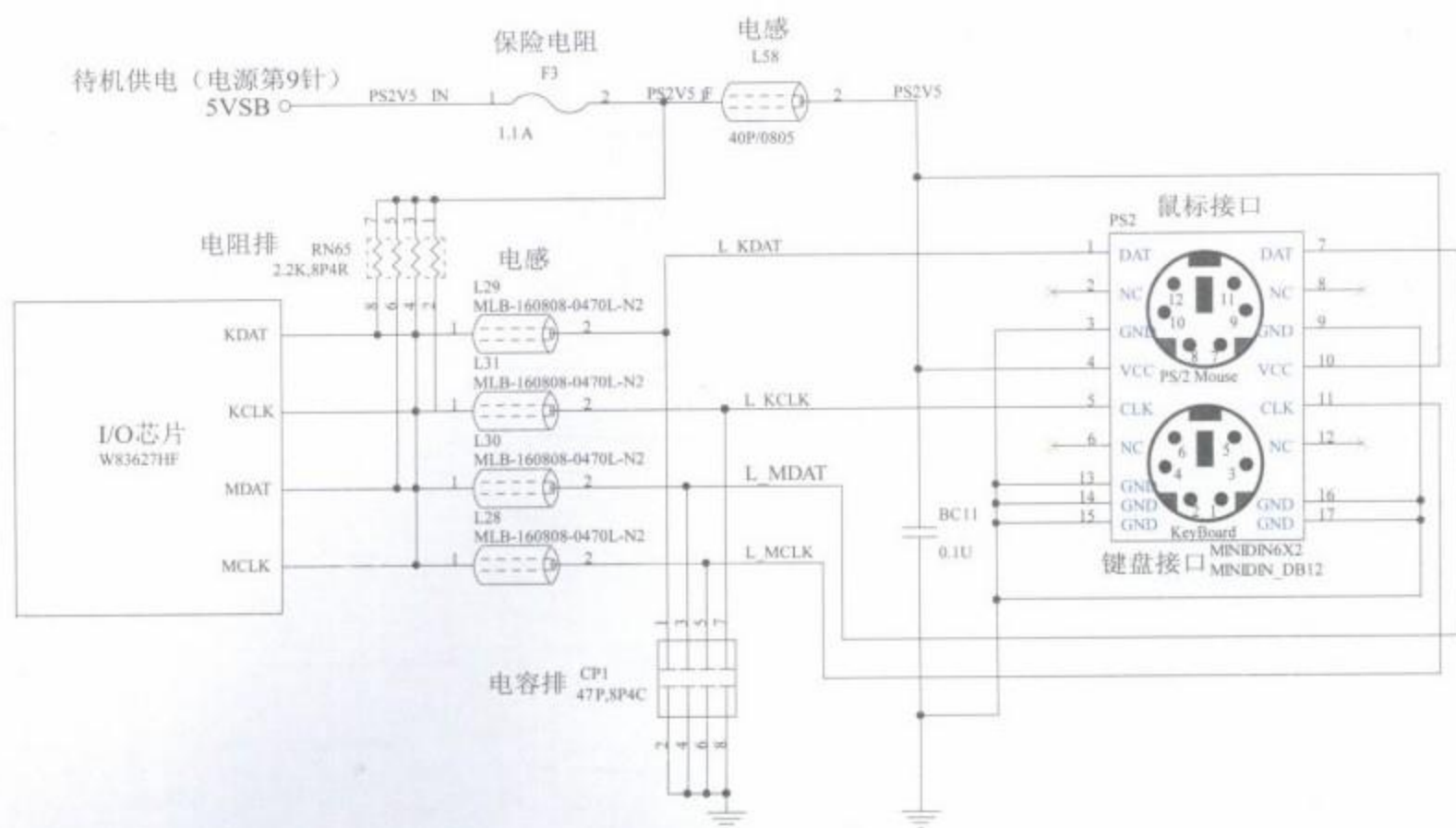
(b) 键盘、鼠标接口电路实物图

图5-2 南桥控制的键盘、鼠标接口电路原理图及实物图

保险电阻 F_1 用来防止键盘、鼠标内部电路发生短路时烧坏ATX电源。目前主板上一般使用贴片电阻或高分子PTC热敏电阻作为该保险电阻，如图5-3 (b) 中使用了贴片电阻，而图5-3 (c) 中使用的是高分子PTC热敏电阻。高分子PTC热敏电阻可以在出现短路情况时，自动升高内部电阻，起到保护的作用，同时在故障排除后，又自动恢复到低电阻状态继续工作。因此，此类电阻一般也称为PTC自恢复保险丝。

键盘接口和鼠标接口与南桥芯片的通信线路中的贴片电感 ($FB_{22} \sim FB_{25}$) 的作用是：在数据传输时起缓冲的作用（抗干扰）。而数据线路中连接的电容 ($C_{165} \sim C_{168}$) 起滤波的作用，可改善数据传输质量，其容量一般为47pF，有的为100pF。

图5-3中的键盘、鼠标接口电路没有经过供电跳线，供电直接连接ATX电源插座的第9针，即由待机电压供电 (5VSB)。其中图5-3 (c) 中没有连接起缓冲作用的电感，而是用一个排阻来代替电感。



(a) I/O控制的键盘、鼠标接口电路原理图



(b) 键盘、鼠标电路实物图



(c) 由两个电阻排组成的键盘、鼠标电路实物图

图5-3 I/O控制的键盘、鼠标接口电路原理图及实物图

5.1.2 键盘、鼠标接口电路故障检修流程

键盘、鼠标接口电路故障一般是由供电部分的电感、电容损坏或上拉电阻、滤波电容损坏或数据线上的电感损坏等造成的，当键盘、鼠标接口电路出现故障时，可以按照下列故障检修流程图进行检修，如图5-4所示。

5.1.3 键盘、鼠标接口电路故障检测点

1. 易坏元器件

主板键盘、鼠标接口电路中的易坏元器件主要有电感、滤波电容、上拉电阻、保险电阻等，其中最容易损坏的是贴片电阻。

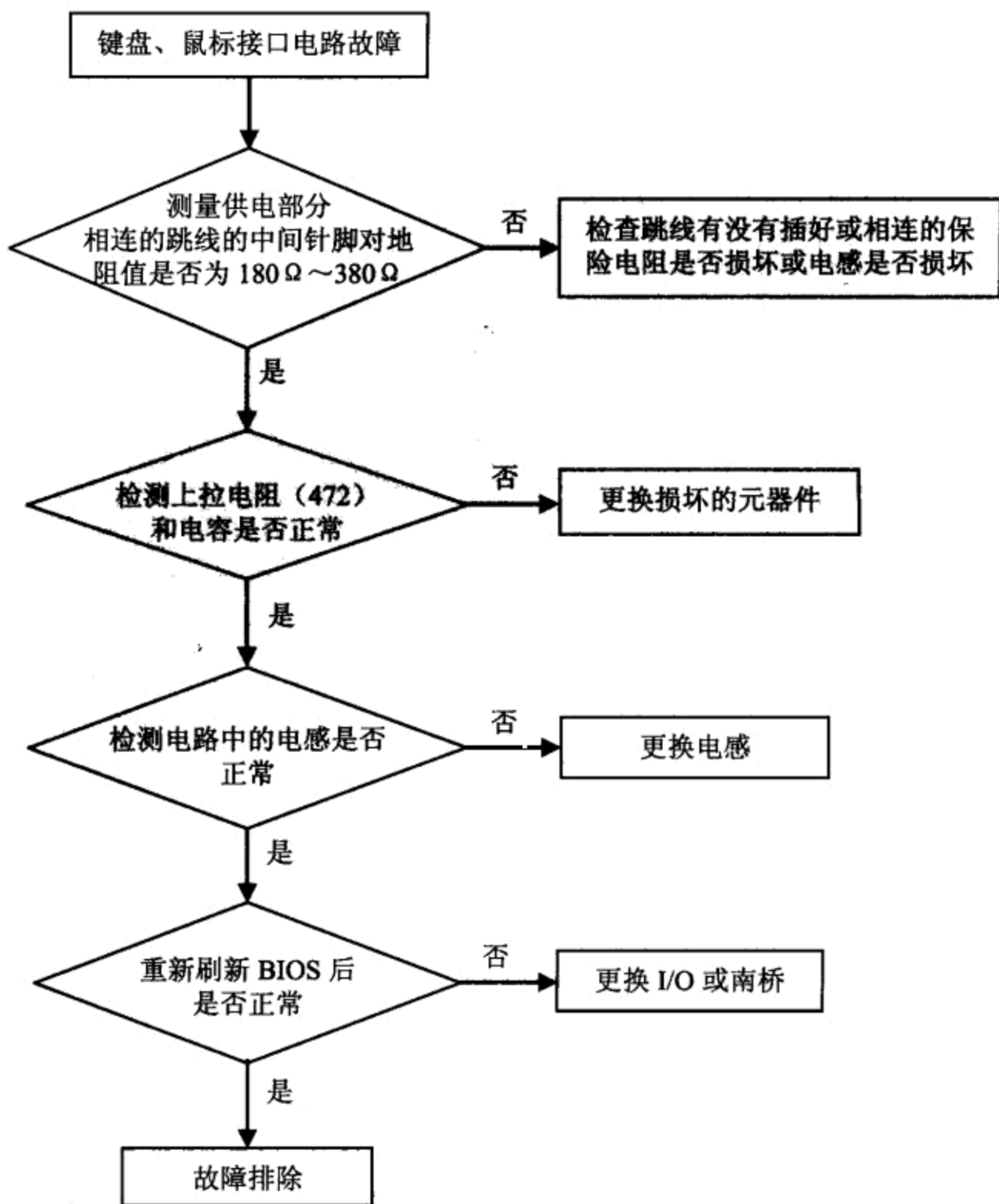


图5-4 键盘、鼠标接口电路检修流程图

2. 故障检测点

故障检测点1 键盘口和鼠标口连接的滤波电容（如图5-2中的 $C_{165} \sim C_{168}$ ）和上拉电阻。

电容损坏可能导致无法正常传输数据或为键盘、鼠标提供时钟信号。判断电容好坏的方法为：测量前观察电容器有无鼓包或烧坏，接着将万用表调到欧姆挡的20k挡，然后用万用表的两只表笔，分别与电容器的两端相接（红表笔接电容器的正极，黑表笔接电容器的负极），如果显示值从“000”开始逐渐增加，最后显示溢出符号“1”，表明电容器正常；如果万用表始终显示“000”，则说明电容器内部短路；如果始终显示“1”，则可能电容器内部极间开路。

而上拉电阻损坏将导致数据线上的信号变弱，使键盘、鼠标的工作变得不稳定，即有时能用，有时不能用。

上拉电阻的检测方法为：用万用表的欧姆挡测其两端的电阻，根据指针的指示情况即可确定其是否损坏。如果测得值与标称值相差较大，则说明该电阻已损坏。

故障检测点2 键盘口和鼠标口数据和时钟脚连接的贴片电感。

电感的损坏将导致无法正常为键盘、鼠标提供时钟信号或无法传输数据，从而导致键盘、

鼠标无法使用。检测方法为：将万用表调到“蜂鸣”挡，然后将万用表的两个表笔分别接触电感的两端，如果万用表显示数值为0，则电感内部断路，如果万用表显示的数字一直在跳动，则电感内部接触不良。

故障检测点3 键盘口和鼠标口的供电部分中跳线连接的保险电阻。

保险电阻如果烧毁，将无法为键盘和鼠标供电。保险电阻的检测方法同固定电阻的检测方法一样，只需使用万用表的欧姆挡测其两端的电阻，根据指针的指示情况即可确定其是否损坏。如果测得值与标称值相差较大（保险电阻一般为 $1\Omega/0.5W$ ），则说明该电阻已损坏。

5.1.4 键盘、鼠标接口故障维修

1. 键盘、鼠标接口电路常见故障现象

- 1** 主板键盘口不能使用。
- 2** 主板鼠标口不能使用。
- 3** 键盘或鼠标能够识别，但不能使用。
- 4** 键盘或鼠标有时能用，有时不能用。

2. 造成键盘、鼠标接口电路故障的原因

- 1** 贴片电感损坏。
- 2** 滤波电容损坏。
- 3** 保险电阻损坏。
- 4** 提升信号的上拉电阻损坏。
- 5** 键盘口座和鼠标口座有虚焊或断针现象。
- 6** 控制键盘口和鼠标口的南桥或I/O芯片损坏。
- 7** BIOS程序损坏。

3. 键盘、鼠标接口电路常见故障分析

(1) 键盘、鼠标不能使用故障分析

当电脑的键盘、鼠标出现不能使用的故障时，可能的原因是：键盘、鼠标损坏或接反；键盘、鼠标接口接触不良；键盘、鼠标接口电路供电问题或信号线不通；南桥或I/O芯片损坏等。具体的排除方法如下：

Step 01 首先确定电脑中的键盘、鼠标是否正常，具体检测方法可以使用替换法进行检测，即将电脑中的键盘、鼠标接到另一台正常的电脑中，看是否正常，如果不正常，说明是键盘、鼠标的问题，更换坏的键盘或鼠标，故障即可解决。

Step 02 如果键盘、鼠标正常，说明不是键盘、鼠标的问题，接下来拿一个好的键盘、鼠标接到故障电脑中检测键盘、鼠标是否能使用，如果能使用，说明是键盘、鼠标不兼容，如果不能使用，则可能是主板的键盘、鼠标接口接触不良，仔细检查接口是否有虚焊等故障。

Step 03 如果不是键盘、鼠标故障或接触不良故障，则是主板键盘、鼠标接口电路故障。接着测量键盘、鼠标接口的供电引脚对地阻值是否为 $180\Omega \sim 380\Omega$ ，如果不是，则是供电线路中的跳线帽没有插好或跳线连接的保险电阻或电感损坏造成的，更换损坏的元器件即可。

- Step 04** 如果跳线对地阻值为 $180\Omega \sim 380\Omega$ ，说明键盘、鼠标接口电路供电部分正常，接着检测电路中数据线和时钟线的对地阻值（正常为 600Ω 左右，且数据线和时钟线的阻值相差不应大于 5Ω ）。如果对地阻值不正常，接着检查键盘、鼠标电路中连接的上拉电阻（472）和滤波电容（如图5-2中的 $C_{165} \sim C_{168}$ ）是否损坏，如果损坏，更换损坏的元器件即可。
- Step 05** 如果上拉电阻和滤波电容正常，接着检测电路中连接的电感是否正常，如果电感不正常，更换损坏的电感。
- Step 06** 如果电感正常，可能是BIOS芯片故障引起的，重新刷新BIOS芯片看故障是否解决，如果没有解决，检查数据线路是否通，如果线路不通，检查线路中的元器件故障。
- Step 07** 如果上述都正常，则可能是I/O芯片或南桥中的相关模块损坏，更换I/O芯片或南桥芯片即可。



提示

BIOS程序中有一个支持键盘、鼠标中断访问的程序，如果BIOS程序损坏，将会导致键盘、鼠标接口无法使用，所以如果BIOS程序损坏导致无法使用键盘、鼠标时，重新刷新BIOS程序后，故障即可排除。

（2）键盘、鼠标有时能用，有时不能用故障分析

出现键盘、鼠标时而能用，时而不能用的故障，可能的原因是：键盘或鼠标接触不良或供电不足；信号线上的上拉电阻损坏；南桥或I/O芯片内部的控制器工作不稳定。具体的解决方法如下：

- Step 01** 首先检测是否是键盘或鼠标本身的故障，检测方法使用替换法（参考本书相关章节），如果键盘、鼠标正常，接着检查键盘、鼠标接口是否虚焊或接口被氧化。
- Step 02** 接着检查供电部分的保险电阻是否变质，滤波电容是否漏电。
- Step 03** 如果供电正常，接着检查信号线连接的上拉电阻是否损坏，连接的电容是否不规则漏电。
- Step 04** 如果这些都正常，则可能是南桥或I/O芯片内部的控制器工作不稳定，更换南桥或I/O芯片即可。

5.2 串口接口电路分析及故障检修

串口、并口是主板主要的外部接口，主板一般都集成两个串口和一个并口，另外主板一般还内置串口和并口，供用户使用，如图5-5所示为主板的串口和并口。



图5-5 主板的串口和并口

5.2.1 串口接口电路分析

串口又称为RS-232口、COM口，串口主要用来连接外置的调制解调器、串口鼠标（已淘汰）、手写板和工控设备。在主板的外部一般都集成一两个串口，另外还内置几个串口。在Windows系统中最多可提供8个串口资源供硬件设置使用（编号分别为COM₁~COM₈），这些串口的I/O地址都不相同，共占有2个IRQ中断通道（其中COM₁、COM₃、COM₅、COM₇共享IRQ₄中断通道，COM₂、COM₄、COM₆、COM₈共享IRQ₃中断通道），平时常用的是COM₁~COM₄这4个端口。

标准的串口能够达到最高115Kbps的数据传输速度，而一些增强型串口如ESP则能达到460Kbps的数据传输速率。

串口接口一般有9针和25针2种接口，其中9针用得较多，主板串口接口的各个针脚排列顺序和具体功能分别如图5-6和表5-2所示。

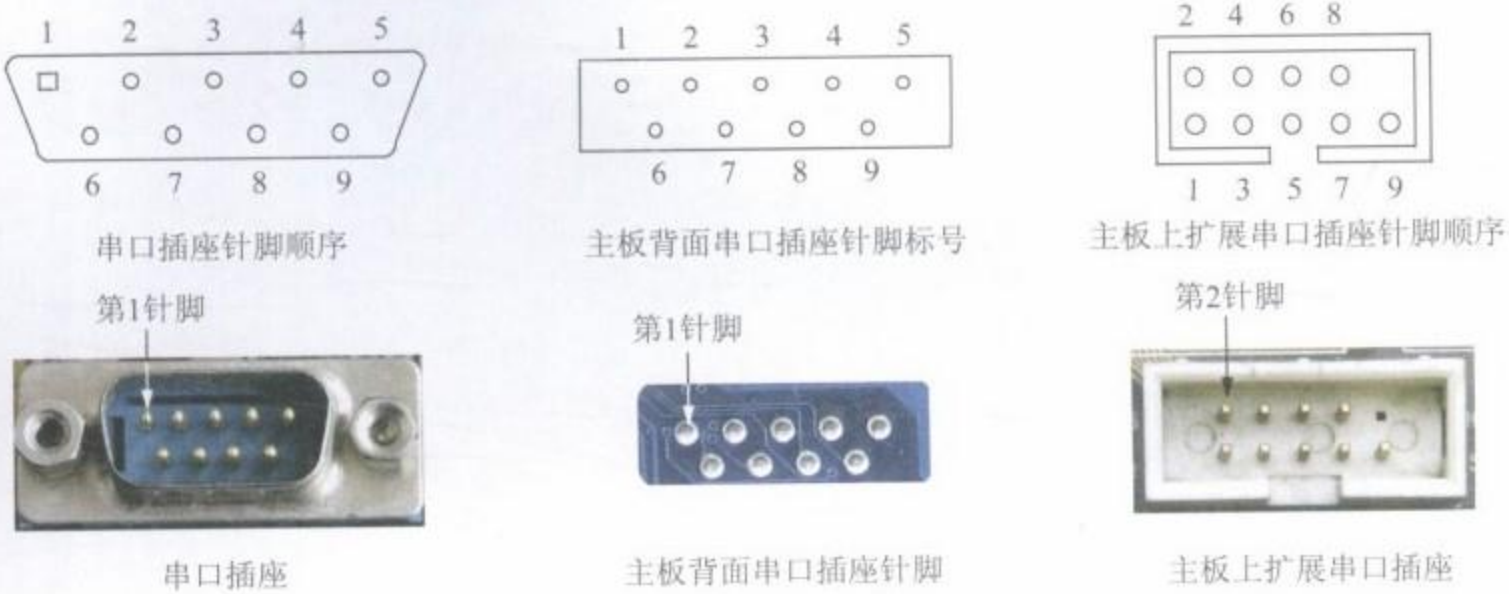


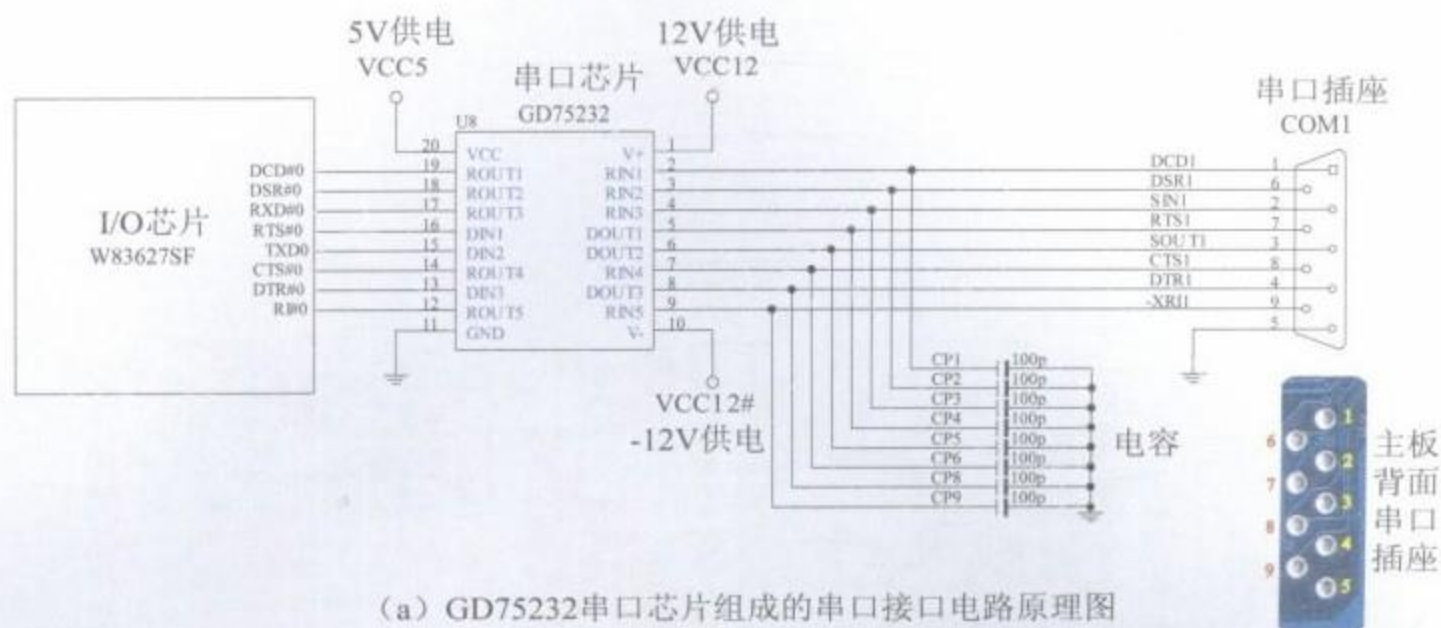
图5-6 串口接口的针脚排列顺序

表5-2 串口接口各针脚功能

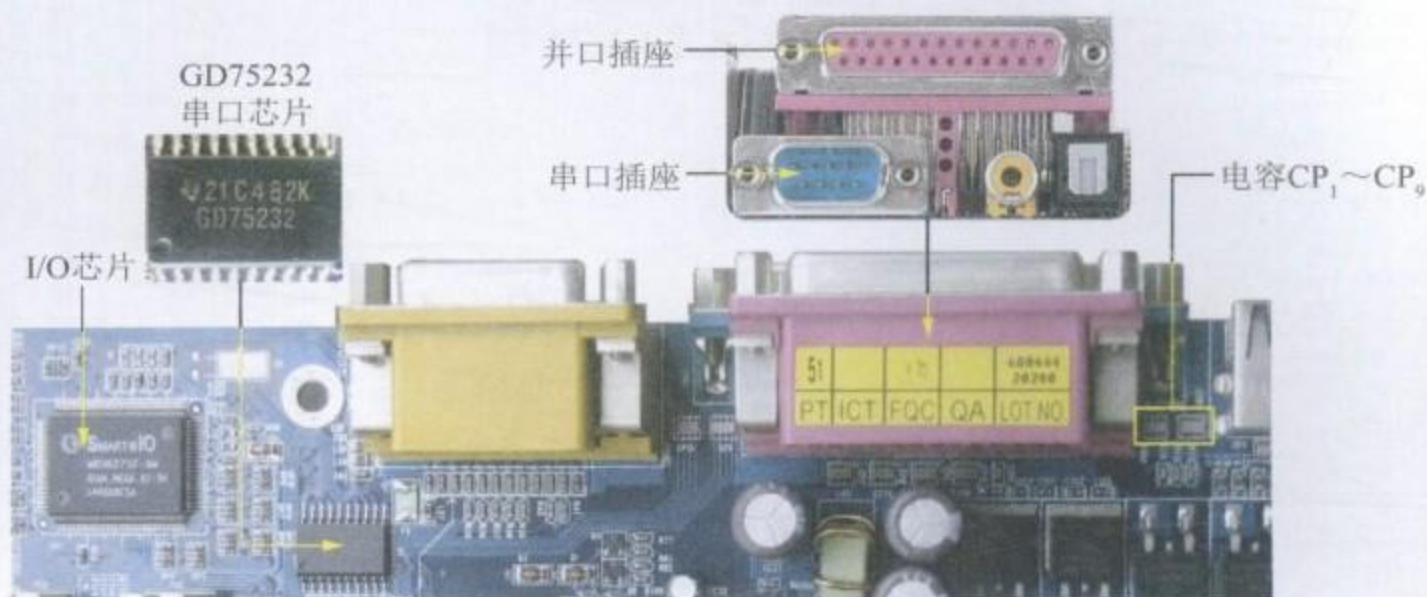
针脚	功能
第1针脚	载波检测（DCD）
第2针脚	接收数据（RXD）
第3针脚	发送数据（TXD）
第4针脚	数据终端准备好（DTR）
第5针脚	信号地线（SG）
第6针脚	数据准备好（DSR）
第7针脚	请求发送（RTS）
第8针脚	清除发送（CTS）
第9针脚	振铃指示（RI）

主板串口接口电路主要由串口插座、滤波电容、串口管理芯片（GD75232或ST75185）、南桥或I/O芯片等组成。串口接口电路可以由I/O芯片控制，也可以由南桥芯片控制。

如图5-7所示是串口接口电路的原理图和实物图。该图的I/O芯片内置了串口数据控制器用来控制串口芯片。GD75232为串口管理芯片，此芯片需要+12V、-12V和+5V工作电压，这些供电引脚通常都连接一个稳压二极管。通常一个GD75232串口管理芯片控制一个串口接口。另外，在串口接口电路中还会连接一些起滤波作用的电容，用来提高电路的抗干扰能力。这些电容的容量一般为100pF，也有22pF的。



(a) GD75232串口芯片组成的串口接口电路原理图



(b) GD75232串口芯片组成的串口接口电路实物图

图5-7 GD75232串口芯片组成的串口接口电路原理图及实物图

如图5-8所示是串口接口电路的原理图和实物图。该图中的南桥芯片内置了串口数据控制器用来控制串口芯片。ST75185为串口管理芯片，此芯片需要+12V、-12V和+5V工作电压。通常一个ST75185串口管理芯片控制一个串口接口。另外，在串口接口电路中还会连接一些起滤波作用的电容，用来提高电路的抗干扰能力。电容的容量一般为100pF，图中采用了22pF的电容。有的串口电路中还会连接一些电感，用来提高电路的抗干扰性能，有的电路没有。

5.2.2 串口接口电路故障检修流程

串口接口电路故障一般是由串口管理芯片故障、滤波电容损坏等造成的，当串口接口电路出现故障时，可以按照图5-9所示的故障检修流程图进行检修。

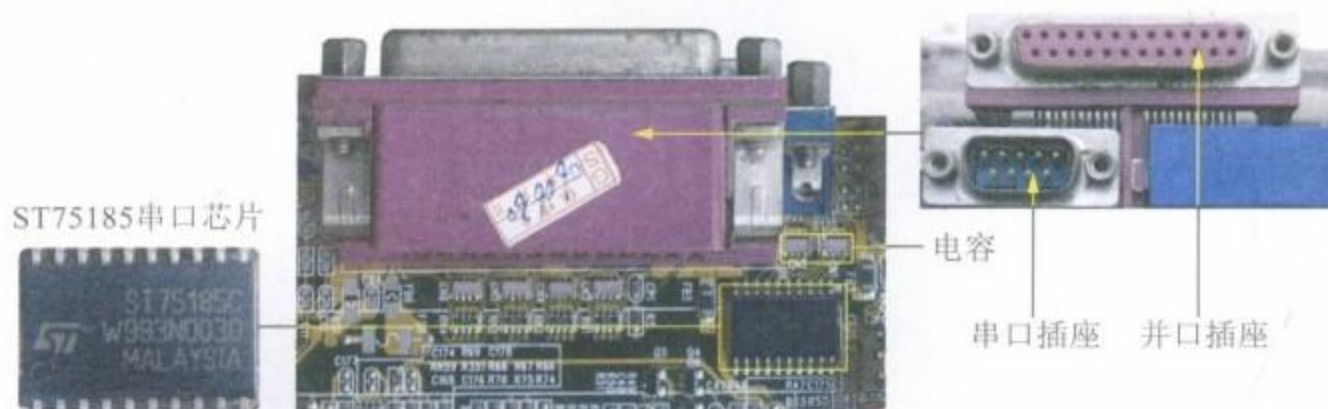
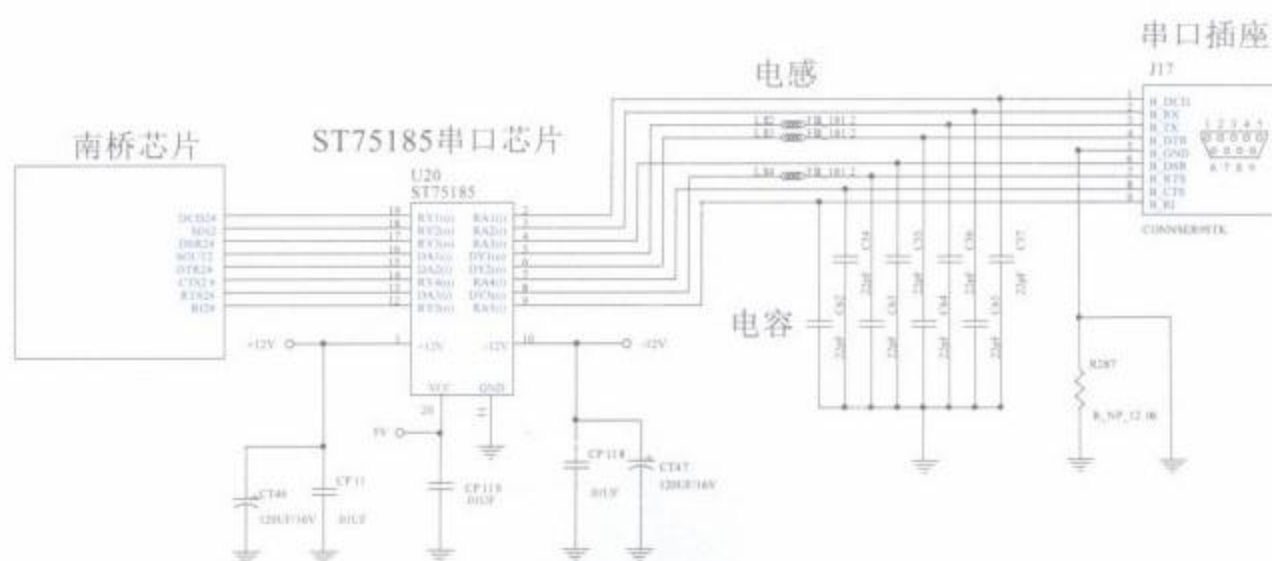
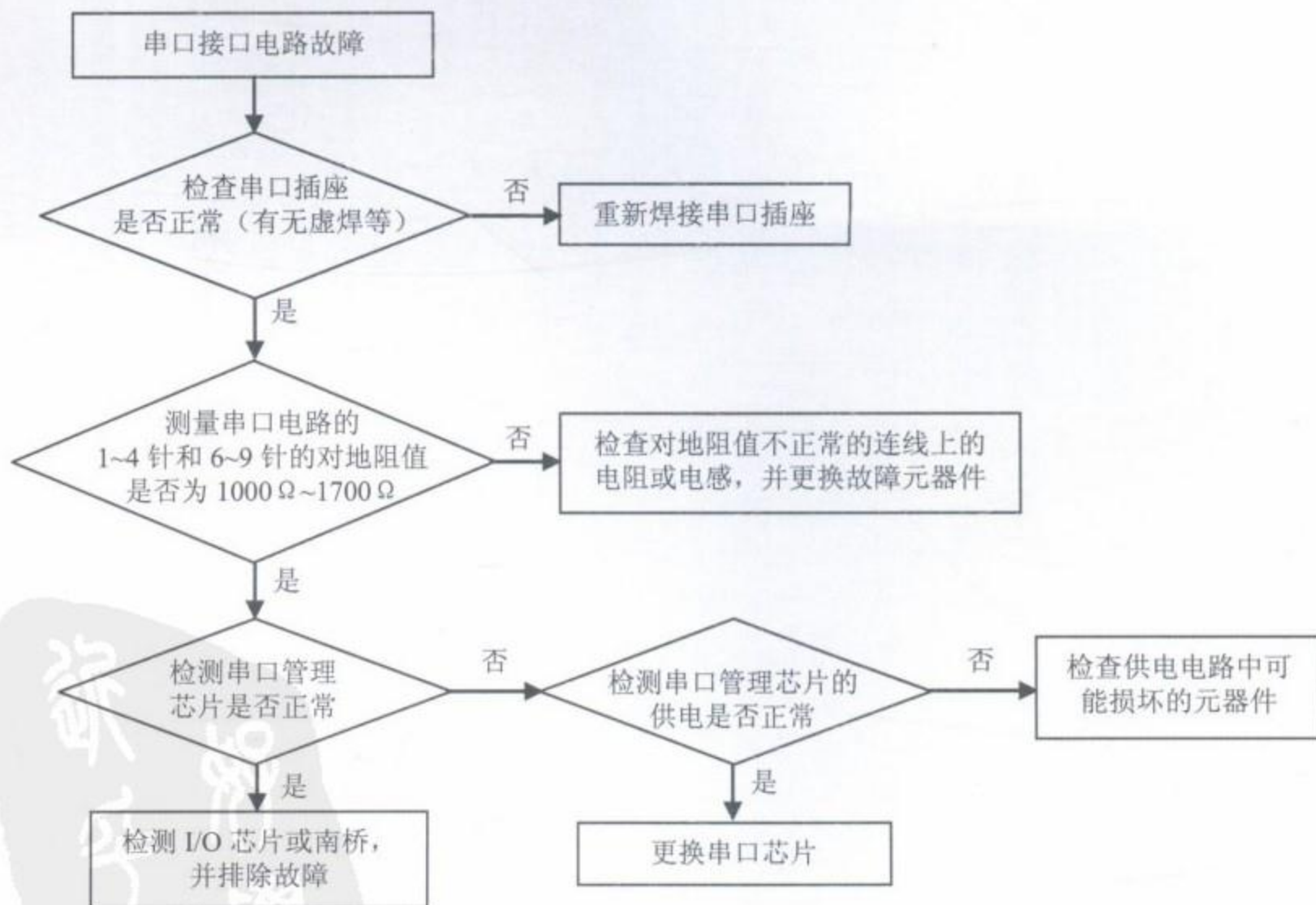


图5-8 由75185串口芯片组成的串口接口电路原理图及实物图



5.2.3 串口接口电路故障检测点

1. 易坏元器件

主板串口接口电路中的易坏元器件主要有串口管理芯片、滤波电容、电感、稳压二极管等。

2. 故障检测点

故障检测点1 串口管理芯片。

串口管理芯片损坏将导致主板的串口无法正常工作。串口管理芯片的检测方法为：测量串口插座到串口管理芯片中的数据线对地阻值，如串口管理芯片正常，所有数据线对地阻值应该相同，如有不同，则说明串口管理芯片损坏。

故障检测点2 滤波电容。

电容损坏可能导致无法正常传输数据。判断电容好坏的方法为：测量前观察电容有无鼓包或烧坏，接着将万用表调到欧姆挡的20k挡，然后用万用表的两只表笔，分别与电容器的两端相接（红表笔接电容器的正极，黑表笔接电容器的负极），如果显示值从“000”开始逐渐增加，最后显示溢出符号“1”，表明电容器正常；如果万用表始终显示“000”，则说明电容器内部短路；如果始终显示“1”，则可能电容器内部极间开路。

故障检测点3 串口接口电路中连接的稳压二极管。

稳压二极管的损坏将导致无法正常为串口管理芯片供电，从而导致串口管理芯片不工作。检测方法为：首先将万用表调在“ $R \times 1k$ ”挡或二极管挡，将万用表的两只表笔分别接到二极管的两端，如果正、反向电阻值均为无穷大，则该二极管内部断路损坏；如果正、反向电阻值均为0，则该二极管已被击穿短路；另外，如果正、反向电阻值差别不大，则该二极管的质量太差，不宜使用。



提示

对地阻值测量方法：将万用表的挡位调到二极管挡，然后将黑表笔接地，红表笔指向被测线路，进行测量。

5.2.4 串口接口电路故障维修

1. 串口接口电路常见故障现象

- 1** 主板所有串口不能使用。
- 2** 主板一个串口不能使用。

2. 造成串口接口电路故障的原因

- 1** 串口接口电路中连接的稳压二极管损坏。
- 2** 串口插座有断针或虚焊。
- 3** 滤波电容损坏。
- 4** 串口管理芯片损坏。
- 5** 串口接口电路中的电感损坏。
- 6** I/O芯片或南桥损坏。

3. 串口接口电路常见故障分析

当电脑的串口接口出现故障，不能使用时，可能的原因是：

- 1 串口插座接触不良。
- 2 串口管理芯片损坏。
- 3 串口管理芯片供电部分连接的稳压二极管损坏。
- 4 串口电路中连接的滤波电容损坏等。

电脑串口出现故障后检测步骤如下：

- Step 01 首先检查串口插座有无虚焊、断针等不良现象，如果有，重新焊接插座即可。
- Step 02 如果串口插座正常，测量串口插座到串口管理芯片之间线路的数据线对地阻值是否为 $1000\Omega \sim 1700\Omega$ ，并且所有数据线的对地阻值应大致相同。如果对地阻值正常，转到第6步。
- Step 03 如果对地阻值不正常，检测线路中的滤波电容等元器件是否正常，如果不正常则替换损坏的元器件。
- Step 04 如果滤波电容等元器件正常，接着检查串口管理芯片的供电是否正常，如果供电不正常，检测串口管理芯片的供电引脚连接的稳压二极管等器件的好坏。
- Step 05 如果串口管理芯片的供电部分正常，则是串口管理芯片损坏，更换串口管理芯片。
- Step 06 如果串口插座到串口管理芯片之间的数据线对地阻值正常，接着测量串口管理芯片到南桥或I/O芯片间的线路的对地阻值是否相同，如果不同，去掉串口管理芯片，然后再测量对地阻值是否相同，如果还是不相同则是南桥或I/O芯片损坏，如果相同则是串口管理芯片损坏。

5.3 并口接口电路分析及故障检修

5.3.1 并口接口电路分析

并口是计算机中一个非常重要的外部设备接口，常用来连接打印机、扫描仪等设备，并口可以同时实现数据的输入和输出。目前使用的并口一般为EPP和ECP两个标准。

并口是一个25孔的接口，即有25根连线，其中8根是地线，剩下的17根连线中数据线占8根，可进行数据输出，状态线占5根，用来输入状态信号，控制线占4根，用来输出控制信号。并口接口各个针脚的排列顺序及各个针脚的功能分别如图5-10和表5-3所示。

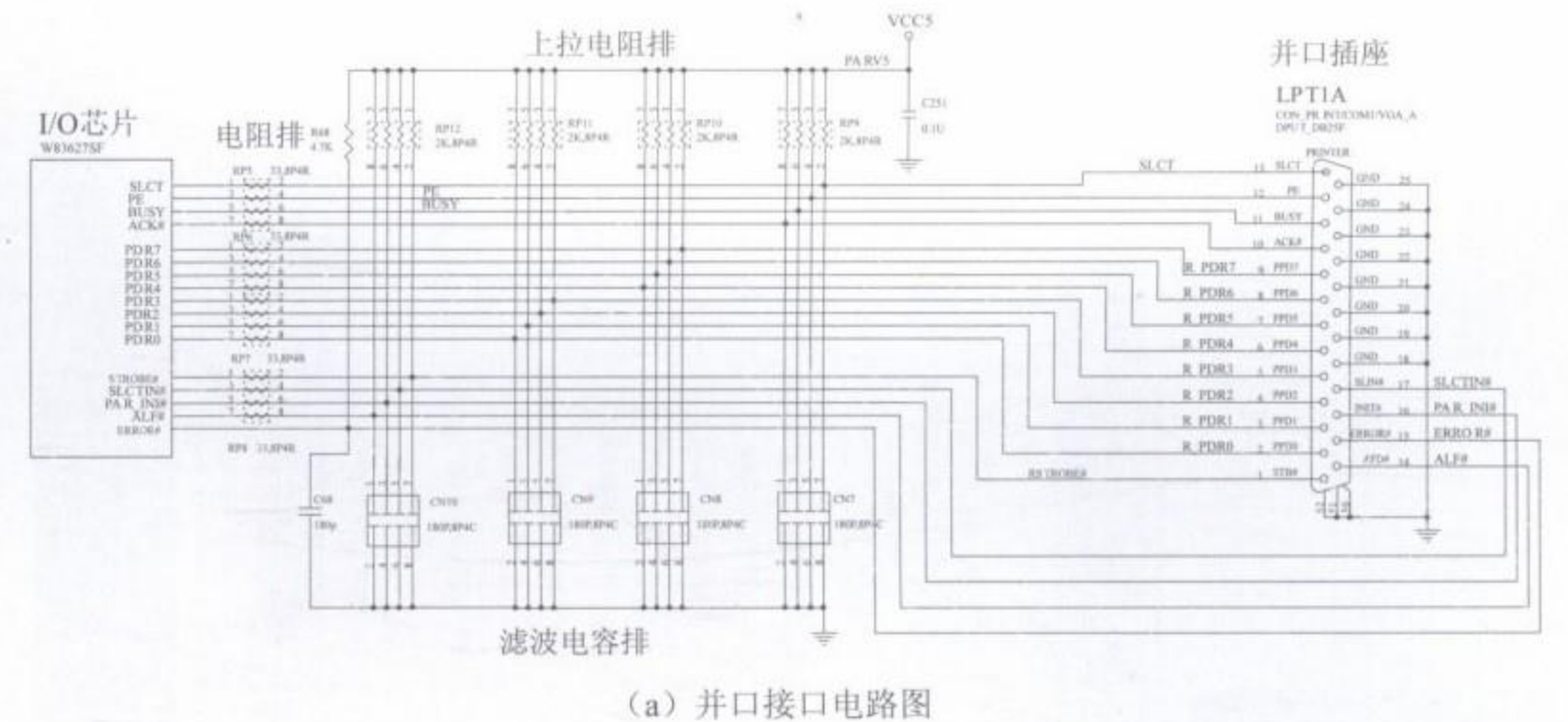


图5-10 并口各个针脚的排列顺序

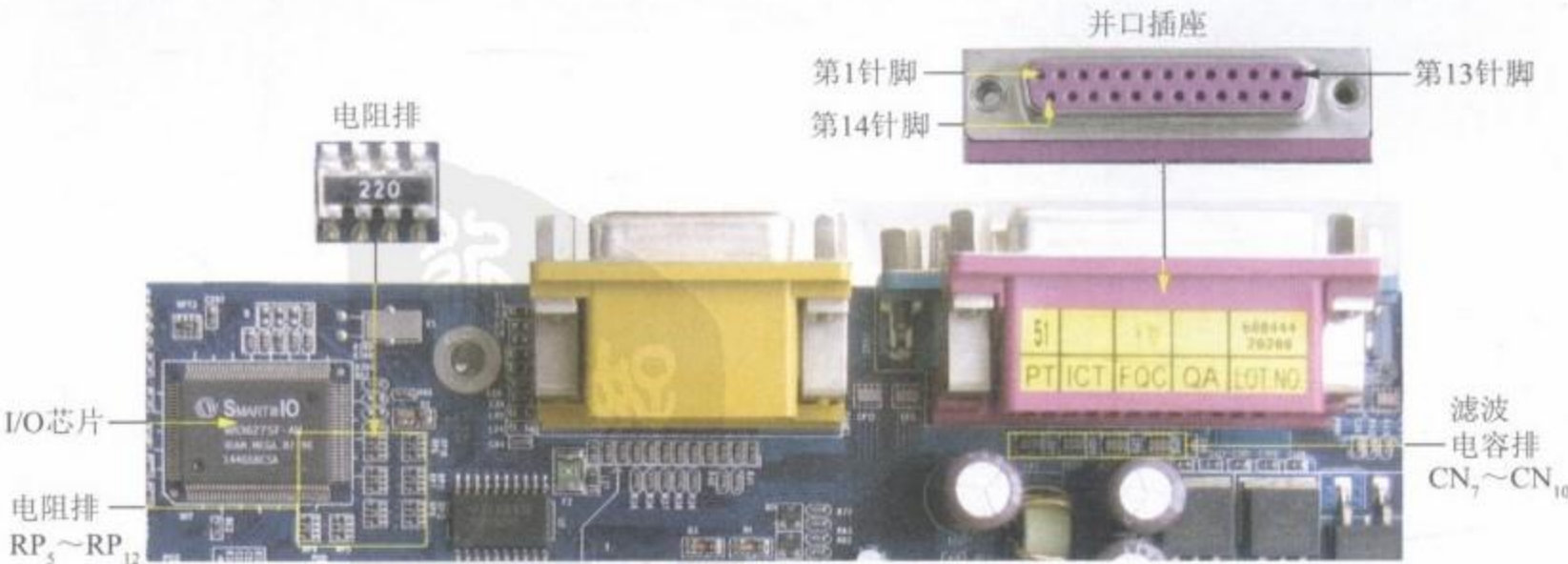
表5-3 并口各连线的功能

针脚	功能
第1针脚	选通 (STROBE)
第2针脚~第9针脚	数据线0~数据线7 (DATA0~DATA7)
第10针脚	确认 (ACKNLG)
第11针脚	忙信号 (BUSY)
第12针脚	缺纸 (PE)
第13针脚	选择 (SLCT)
第14针脚	自动换行 (AUTO FEED)
第15针脚	错误 (ERROR)
第16针脚	初始化 (INIT)
第17针脚	选择输入 (SLCT IN)
第18针脚~第25针脚	地线 (GND)

并口接口电路主要由并口插座、电阻排、电容排、并口管理芯片（有的主板的并口电路没有单独的并口管理芯片，在I/O芯片或南桥芯片中集成并口管理模块）、I/O芯片或南桥芯片等组成，主板中常用的并口接口电路图如图5-11和图5-12所示。



(a) 并口接口电路图



(b) 主板并口接口电路实物图

图5-11 并口接口电路图

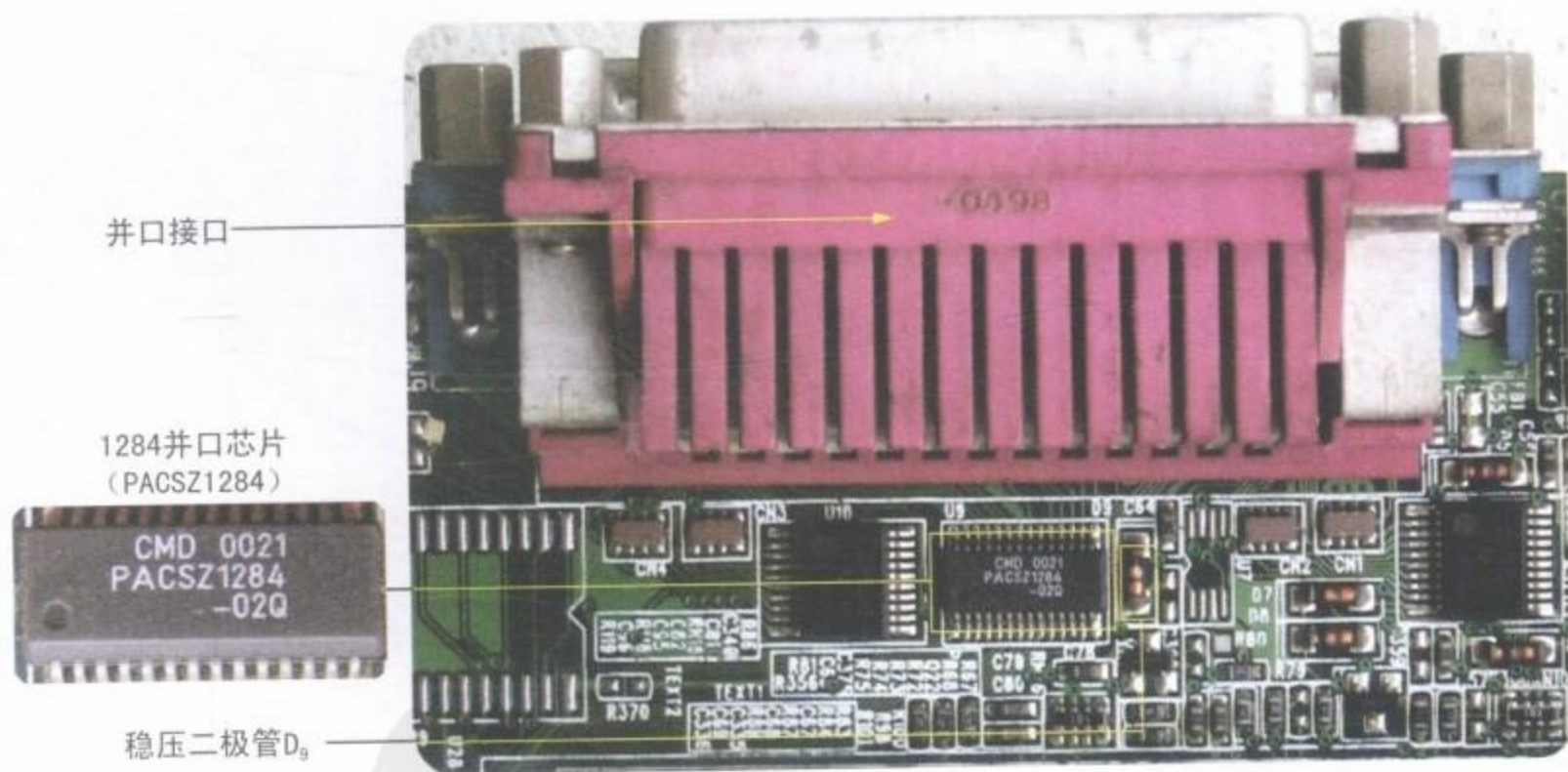
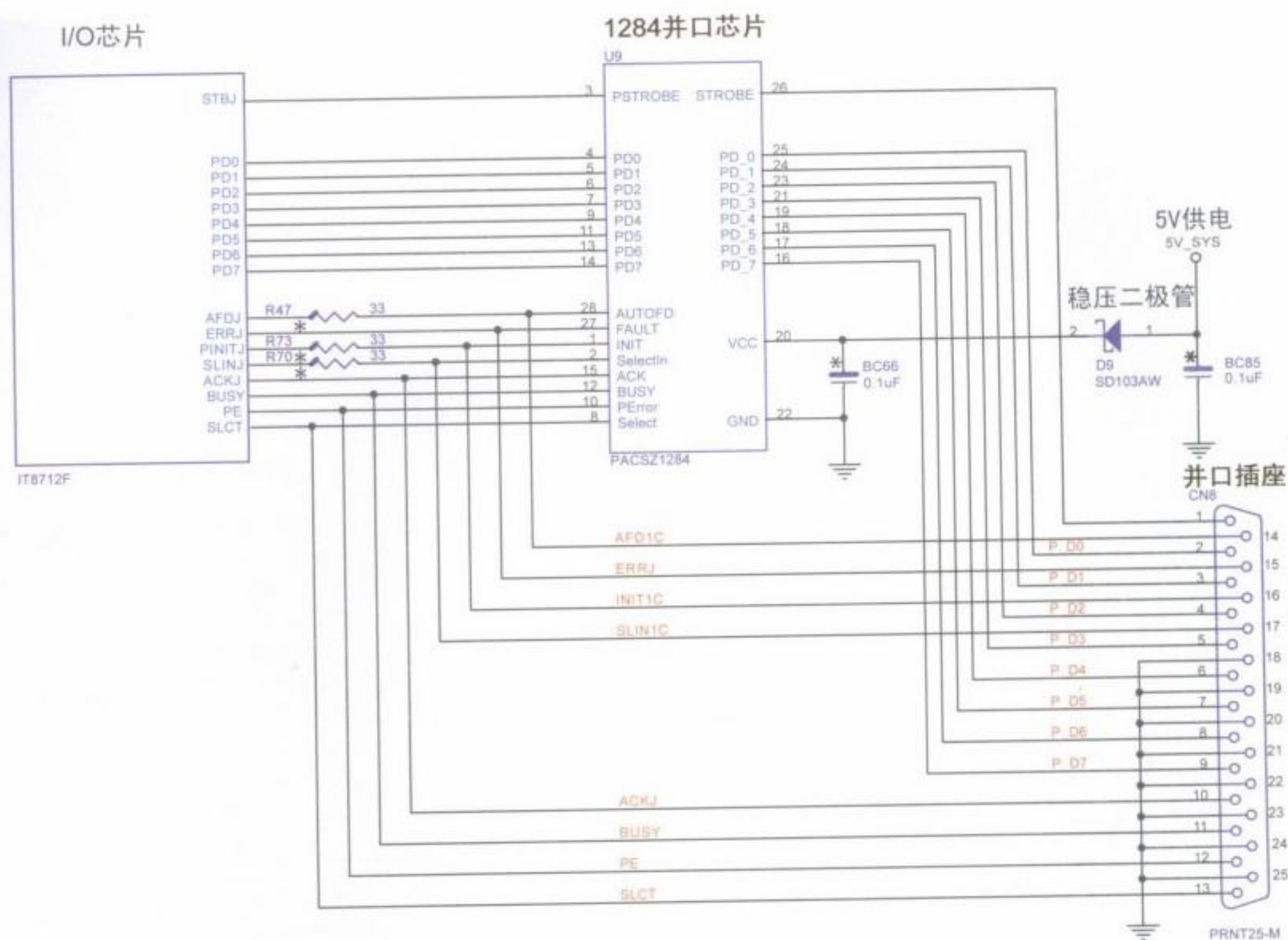


图5-12 由1284组成的并口接口电路图

图5-11中，I/O芯片中集成了并口管理模块，省去了并口管理芯片。其中，电阻排 $RP_9 \sim RP_{12}$ 起到提升信号的作用（即上拉电阻），5V电源通过电阻排 $RP_9 \sim RP_{12}$ 4个电阻排把电流分配给并口插座与I/O芯片或南桥芯片之间的传输通路，起到提升信号的作用。上拉电阻排的阻值一般为 $4.7k\Omega$ ，上图中采用了 $2k\Omega$ 的排阻。有的并口电路为了防止干扰，在5V供电与上拉电阻间还增加一个稳压二极管。电路中的 $RP_5 \sim RP_8$ 电阻排，在电路中起到抗干扰的作用，这几个电阻排的阻值一般为 33Ω 或 22Ω 。电路中的电容排起滤波防止静电的作用。因为用户在使

用并口时，经常热插拔并口设备（如并口打印机），在热插拔的瞬间，接口可能会产生强大的电流，烧坏电路中的芯片。所以电路中的电容排和电阻排，可以起到保护电路的作用。

图5-12所示的电路采用了PACSZ1284并口管理芯片。此芯片内部集成了几十个电阻和电容，同时还集成了防静电保护电路、屏蔽电磁干扰电路等保护电路，可以很好的起到保护电路的作用，并能使主板的电磁辐射降到最低。此芯片的工作电压为5V，一般5V供电会经过一个稳压二极管连接到芯片的供电引脚。采用此芯片的并口电路出现故障，通常是PACSZ1284并口管理芯片的供电出现问题或此芯片损坏造成的。

5.3.2 并口接口电路故障检修流程

并口接口电路故障一般是由电阻排、上拉电阻、滤波电容或并口管理芯片损坏等造成的。当并口接口电路出现故障时，可以按照如图5-13所示的故障检修流程图进行检修。

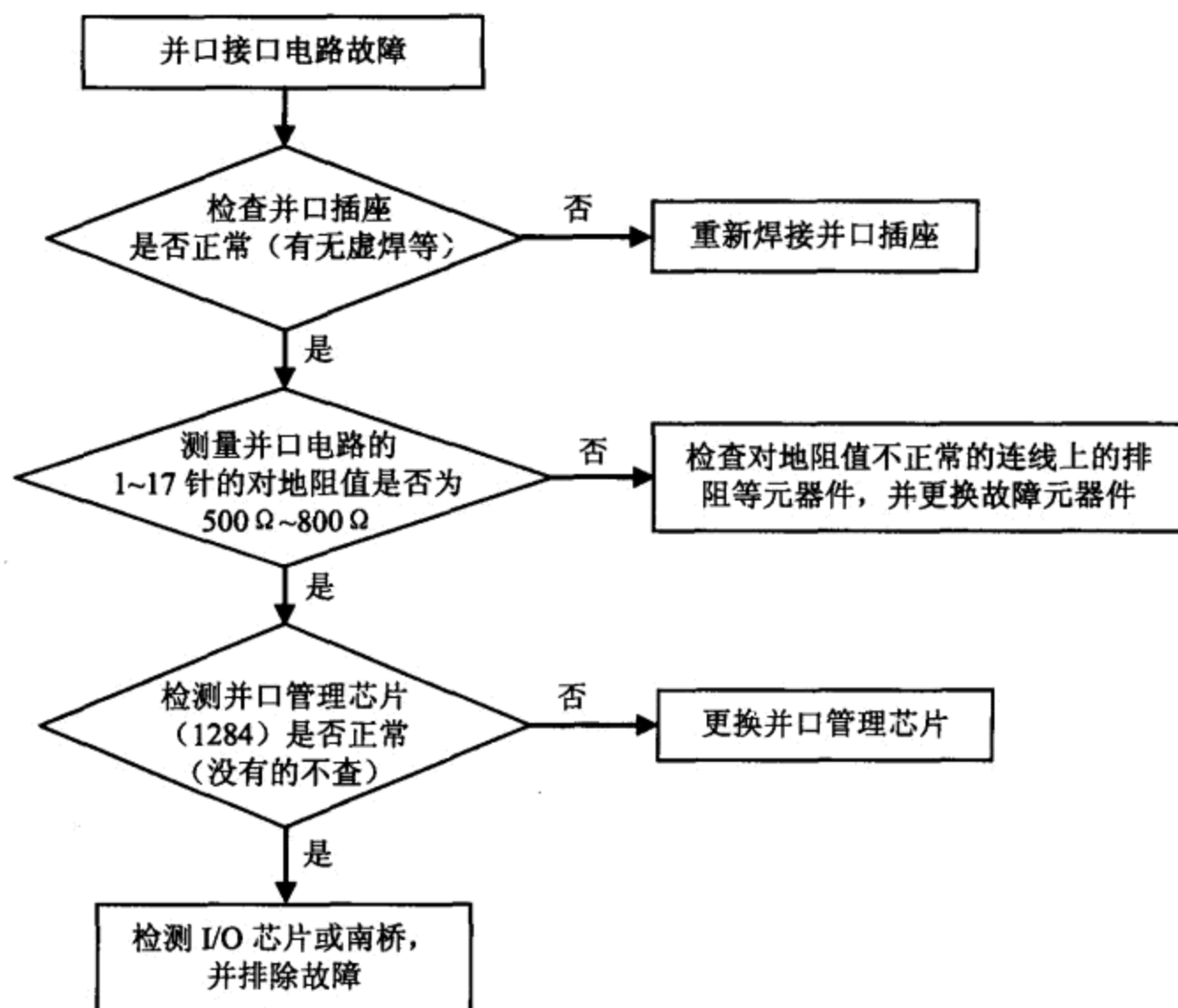


图5-13 并口接口电路故障检修流程图

5.3.3 并口接口电路故障检测点

1. 易坏元器件

主板并口接口电路中的易坏元器件主要有滤波电容、上拉电阻、稳压二极管、并口管理芯片等。

2. 故障检测点

故障检测点1 并口连接的滤波电容和上拉电阻。

滤波电容损坏可能导致无法正常传输数据。判断电容好坏的方法为：测量前观察电容有无鼓包或烧坏，接着将万用表调到欧姆挡的20k挡，然后用万用表的两只表笔，分别与电容器的两端相接（红表笔接电容器的正极，黑表笔接电容器的负极），如果显示值从“000”开始逐渐增加，最后显示溢出符号“1”，表明电容器正常；如果万用表始终显示“000”，则说明电容器内部短路；如果始终显示“1”，则可能电容器内部极间开路。

而上拉电阻损坏将导致数据线上的信号变弱，使并口的工作变得不稳定。上拉电阻的检测方法为：用万用表的欧姆挡测其两端的电阻，根据指针的指示情况即可确定其是否损坏。如果测得值与标称值相差较大，则说明该电阻已损坏。

故障检测点2 并口电路中连接的稳压二极管。

稳压二极管损坏将导致无法正常为并口管理芯片供电，从而导致并口信号传输不正常。检测方法为：首先将万用表调在“R×1k”挡或二极管挡，将万用表的两只表笔分别接到二极管的两端，如果正、反向电阻值均为无穷大，则该二极管内部断路损坏；如果正、反向电阻值均为0，则该二极管已被击穿短路；另外，如果正、反向电阻值差别不大，则该二极管的质量太差，不宜使用。

5.3.4 并口接口电路故障维修

1. 并口接口电路常见故障现象

- 1 主板并口不能使用。
- 2 主板并口时好时坏。

2. 造成并口接口电路故障的原因

- 1 并口电路中连接的稳压二极管损坏。
- 2 并口插座有断针或虚焊。
- 3 滤波电容损坏。
- 4 并口管理芯片损坏。
- 5 提升信号的上拉电阻损坏。
- 6 控制并口的I/O芯片损坏。

3. 并口接口电路常见故障分析

当电脑的并口出现故障，不能使用时，可能由于并口插座接触不良，或并口管理芯片损坏，或并口电路中连接的滤波电容、上拉电阻损坏等导致。电脑并口出现故障后检测步骤如下：

Step 01 首先检查并口插座有无虚焊、断针等不良现象，如果有，重新焊接插座即可。

Step 02 如果并口插座正常，测量并口插座到并口管理芯片之间线路的数据线对地阻值是否为 $500\Omega \sim 800\Omega$ ，并且所有数据线的对地阻值应大致相同，如果对地阻值不正常，检测线路中的排阻、滤波电容等元器件是否正常，如果不正常则替换损坏的元器件。

Step 03 如果排阻、滤波电容等元器件正常，接着检查并口管理芯片的供电是否正常，如果供电不正常，检测并口管理芯片的供电引脚连接的元器件的好坏。

Step 04 如果并口管理芯片的供电部分正常，则是并口管理芯片损坏，也可能是南桥或I/O芯片损坏。接着去掉并口管理芯片，然后再测量对地阻值，如果还是不相同则是南桥或

I/O芯片损坏,如果相同则是并口管理芯片损坏,更换损坏的器件即可。

5.4 USB接口电路分析及故障检修

USB接口是计算机中应用非常广泛的一种主流接口,目前使用USB接口的外设非常多,主要有打印机、扫描仪、数字摄像头、数码相机、MP3播放器、调制解调器、移动硬盘、音箱等。

5.4.1 USB接口电路分析

USB (Universal Serial Bus) 的中文含义是“通用串行总线”。USB接口的特点是速度快、兼容性好、不占中断、可以串接、支持热插拔等。目前USB接口有两种标准,分别为USB 1.1标准和USB 2.0标准,其中USB 1.1标准接口的数据传输速度为12Mbps,USB 2.0标准接口的数据传输速度为480Mbps。

主板上通常集成4~8个USB接口,并且在主板上还有USB扩展接口,如图5-14所示为主板的USB接口。

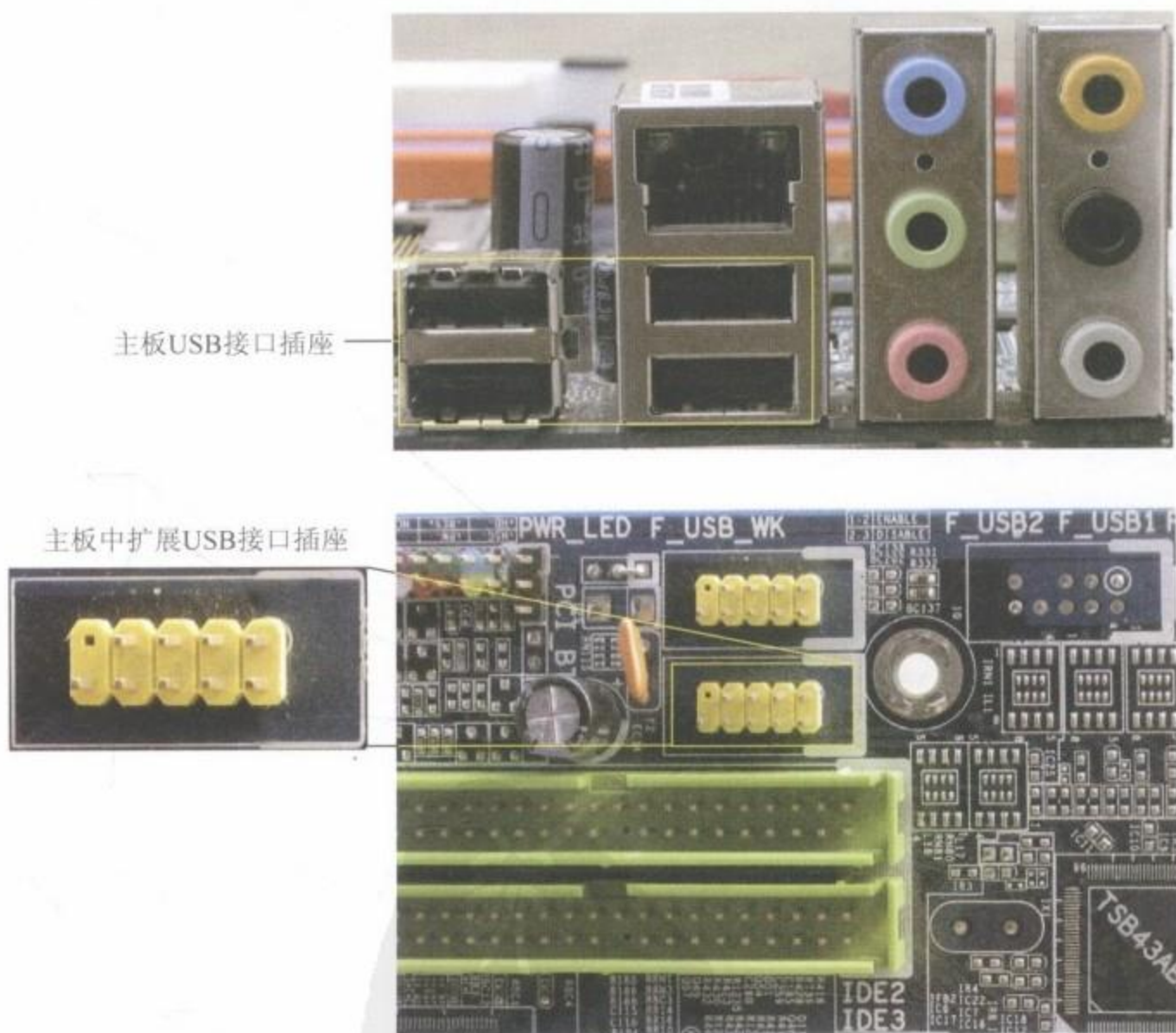


图5-14 主板的USB接口

通常USB接口使用一个4针插头作为标准插头,通过USB标准插头,采用菊花链的形式可以把所有的外设连接起来,并且不会损失带宽。USB接口的针脚排列顺序和各针脚定义如图5-15、表5-4和表5-5所示。

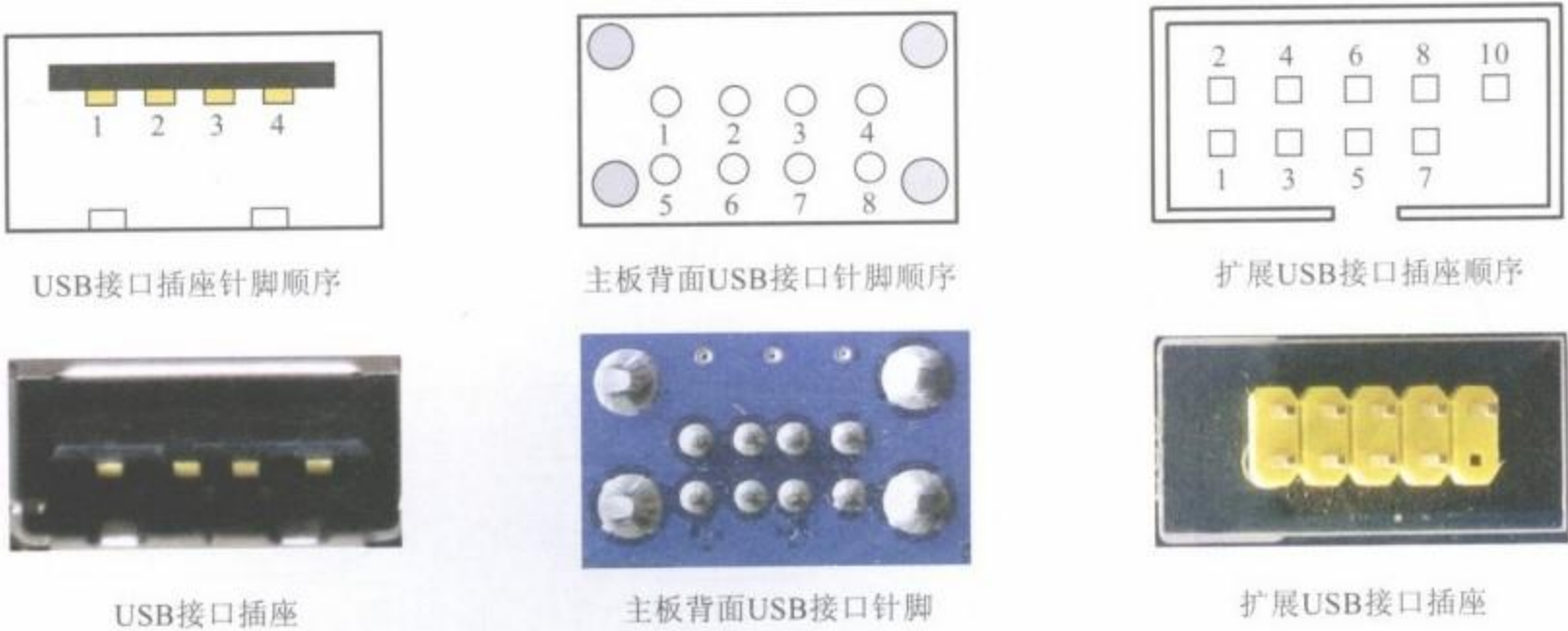


图5-15 USB接口针脚顺序

表5-4 USB接口各连线的功能

针脚	功能
第1针脚	供电（VCC0）
第2针脚	数据输出0（DATA0-）
第3针脚	数据输入0（DATA0+）
第4针脚	接地（GND0）
第5针脚	供电（VCC1）
第6针脚	数据输出1（DATA1-）
第7针脚	数据输入1（DATA1+）
第8针脚	接地（GND1）

表5-5 扩展USB接口各连线的功能

针脚	功能
第1针脚	供电（VCC0）
第2针脚	供电（VCC1）
第3针脚	数据输出0（DATA0-）
第4针脚	数据输出1（DATA1-）
第5针脚	数据输入0（DATA0+）
第6针脚	数据输入1（DATA1+）
第7针脚	接地（GND0）
第8针脚	接地（GND1）
第9针脚	无
第10针脚	空脚（NC）

USB接口电路主要由USB接口插座、电感、滤波电容、电阻排、保险电阻、南桥芯片等组成。如图5-16和5-17所示分别为USB接口和扩展USB接口电路图。

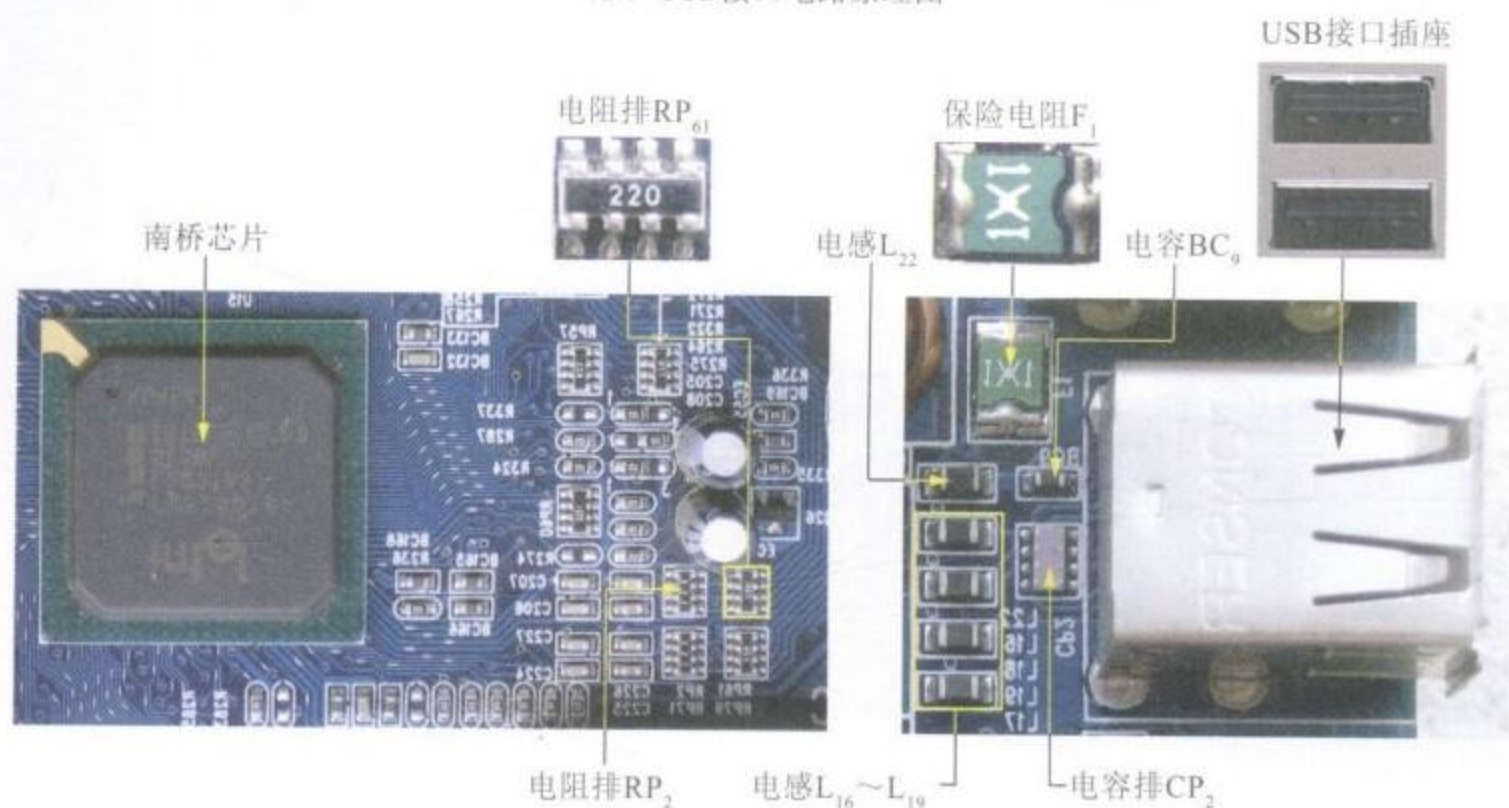
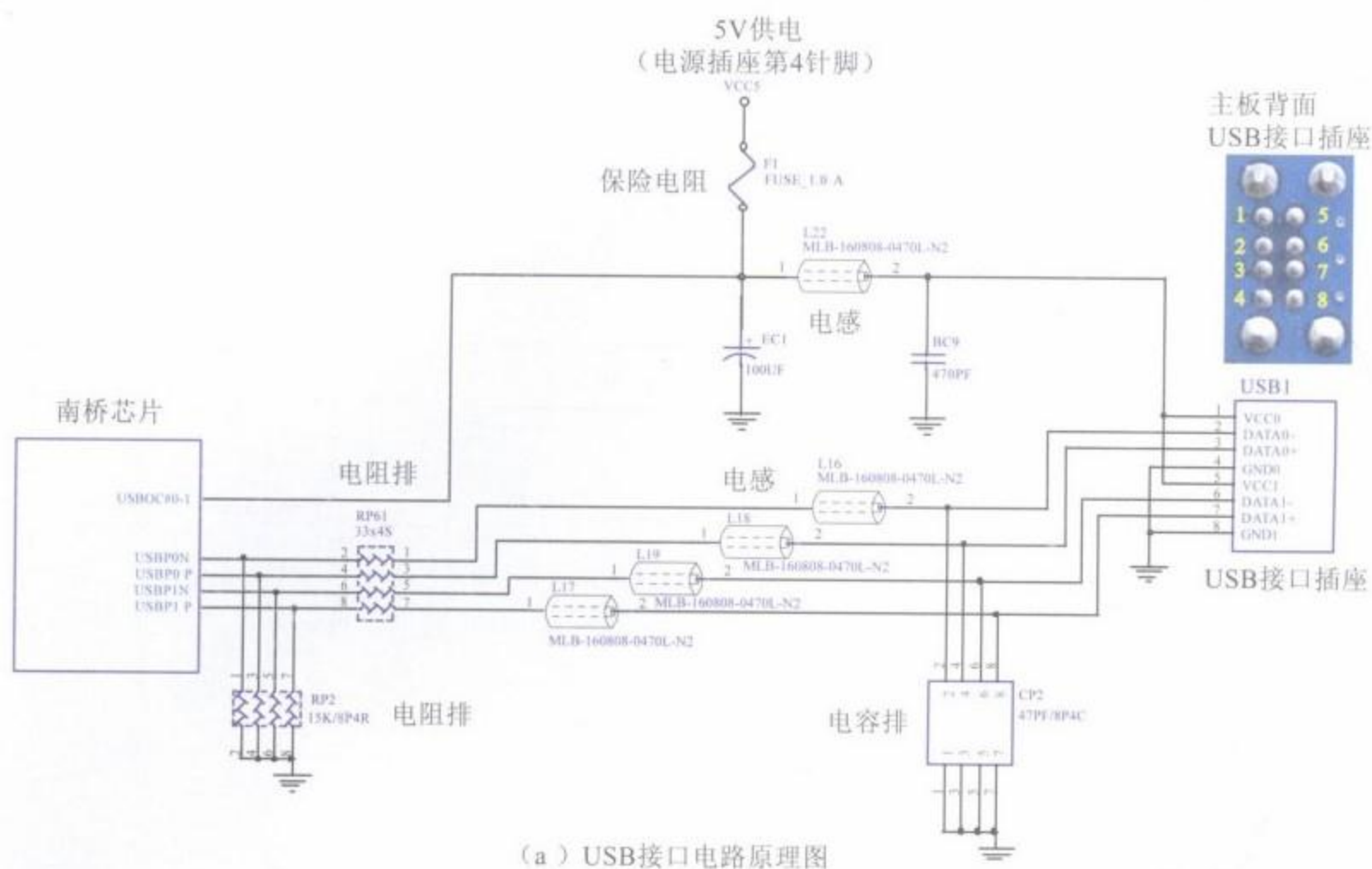


图5-16 USB接口电路图

图5-16中，USB接口电路的VCC0和VCC1供电针脚通过保险电阻和电感连接到电源插座的第4针脚（5V供电）。有的主板在供电电路中还有一个供电跳线，通过跳线可以选择待机供电（5VSB）或VCC5供电（5V供电）。如果选择待机供电，则在关机的状态下，USB接口也有工作电压。

USB接口电路中的保险电阻 F_1 用来防止USB设备发生短路时烧坏ATX电源。目前的主板一般使用贴片电阻或高分子PTC热敏电阻作为保险电阻，图5-16和图5-17中使用了贴片电阻，而图5-14中使用的是高分子PTC热敏电阻。高分子PTC热敏电阻可以在出现短路情况时，自动升高内部电阻，起到保护的作用，同时在故障排除后，又会自动恢复到低电阻状态继续工作。

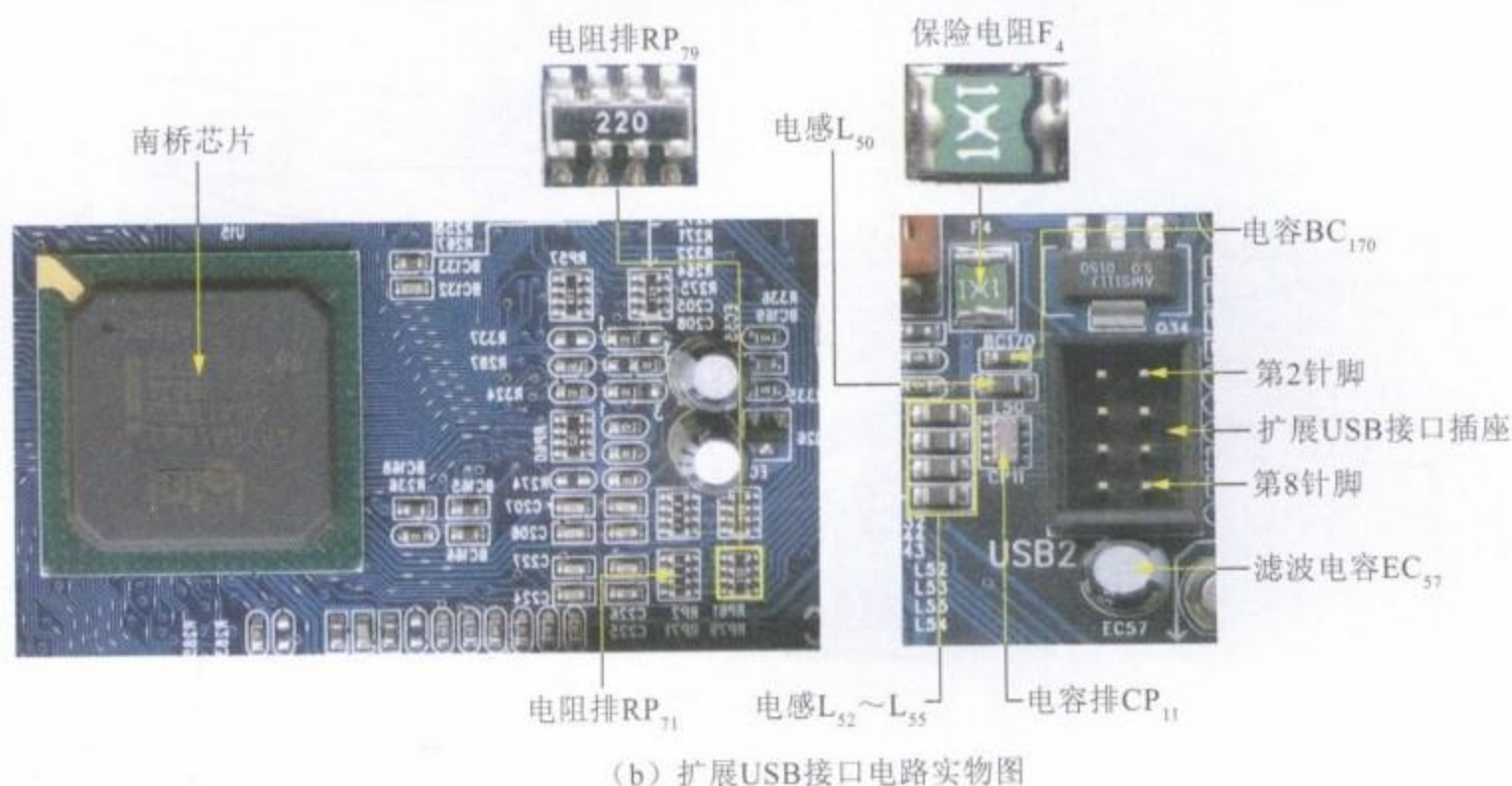
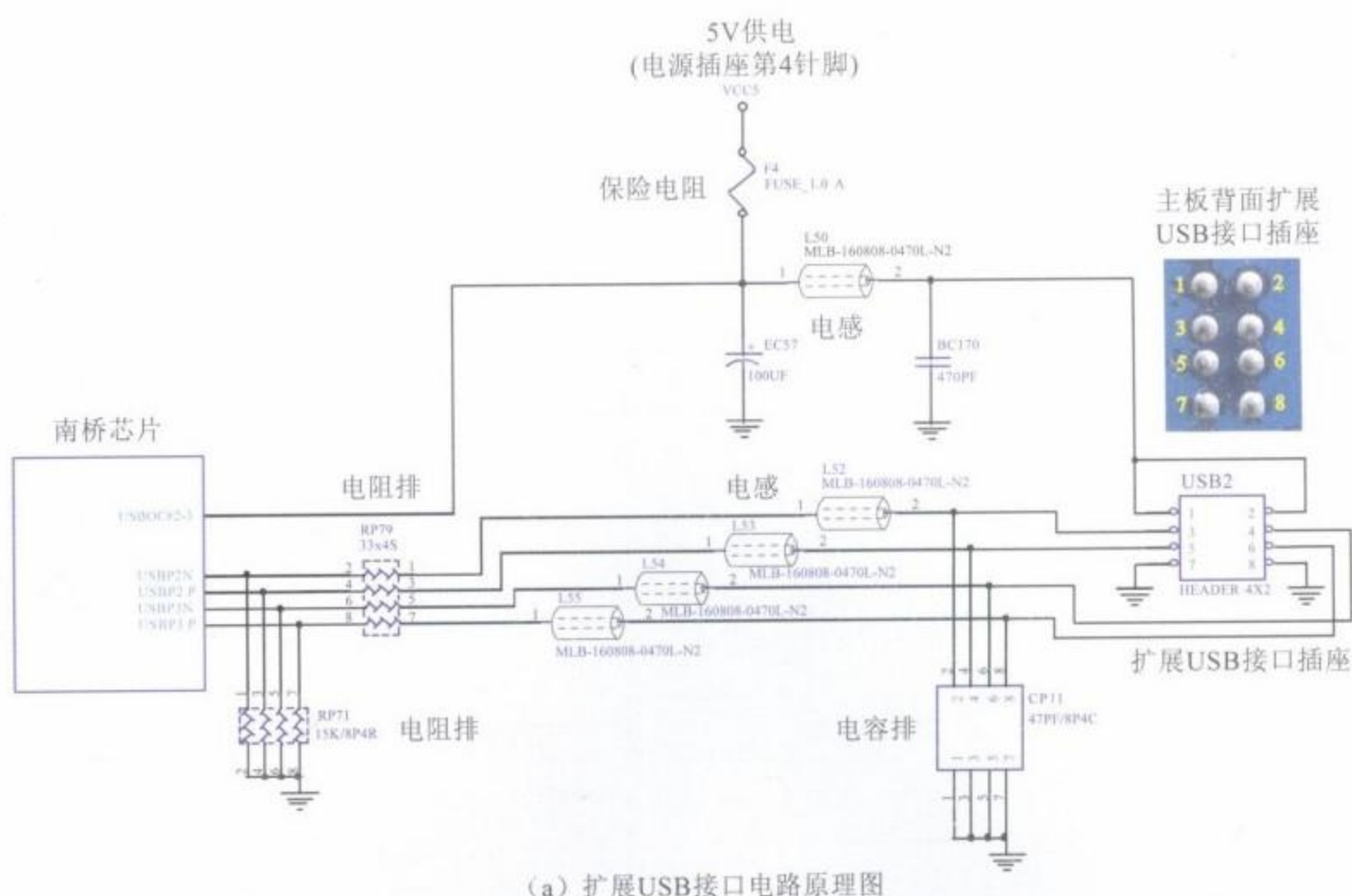


图5-17 扩展USB接口电路图

USB接口电路数据线路中的贴片电感（ $L_{16} \sim L_{19}$ ）和电阻排（ RP_{61} ）的作用是：在数据传输时起到缓冲的作用（抗干扰）。这个电阻排通常采用阻值为 22Ω 或 33Ω 的电阻。而数据线路中连接的电容排（ CP_2 ）和电阻排（ RP_2 ）起滤波的作用，可改善数据传输质量，电容排的容量一般为 $47pF$ ，有的为 $100pF$ 。

图5-17为主板扩展USB接口电路图，扩展USB接口电路和图5-16中的USB接口电路的工作原理相同，只是USB接口所处的位置不同，同时扩展USB接口没有USB接口插座，在使用扩展USB接口时，必须连接一个USB接口插座。

USB接口的工作原理是：当电脑主机的USB接口接入USB设备时，通过USB接口的5V供电电

压为USB设备供电；USB设备得到供电后，内部电路开始工作，并向USB接口的+DATA针脚输出高电平信号（-DATA针脚仍为低电平）。同时主板南桥芯片中的USB模块会不停的检测USB接口的+DATE针脚和-DATA针脚的电压。当南桥芯片中的USB模块检测到USB接口的+DATE针脚的高电平信号和-DATA针脚的低电平信号后，就认为USB设备准备好，并向USB设备发出准备好信号。接着USB设备的控制芯片就通过USB接口向电脑主板的USB总线发送USB设备的数据信息。电脑主板接收到数据信息后，操作系统就会提示发现新硬件，并开始安装USB设备的驱动程序，驱动程序安装完成之后，接着用户就可以在操作系统中看见并使用USB设备。

5.4.2 USB接口电路故障检修流程

USB接口电路故障一般是由电感、滤波电容或电阻损坏等造成的，当USB接口电路出现故障时，可以按照图5-18所示的故障检修流程图进行检修。

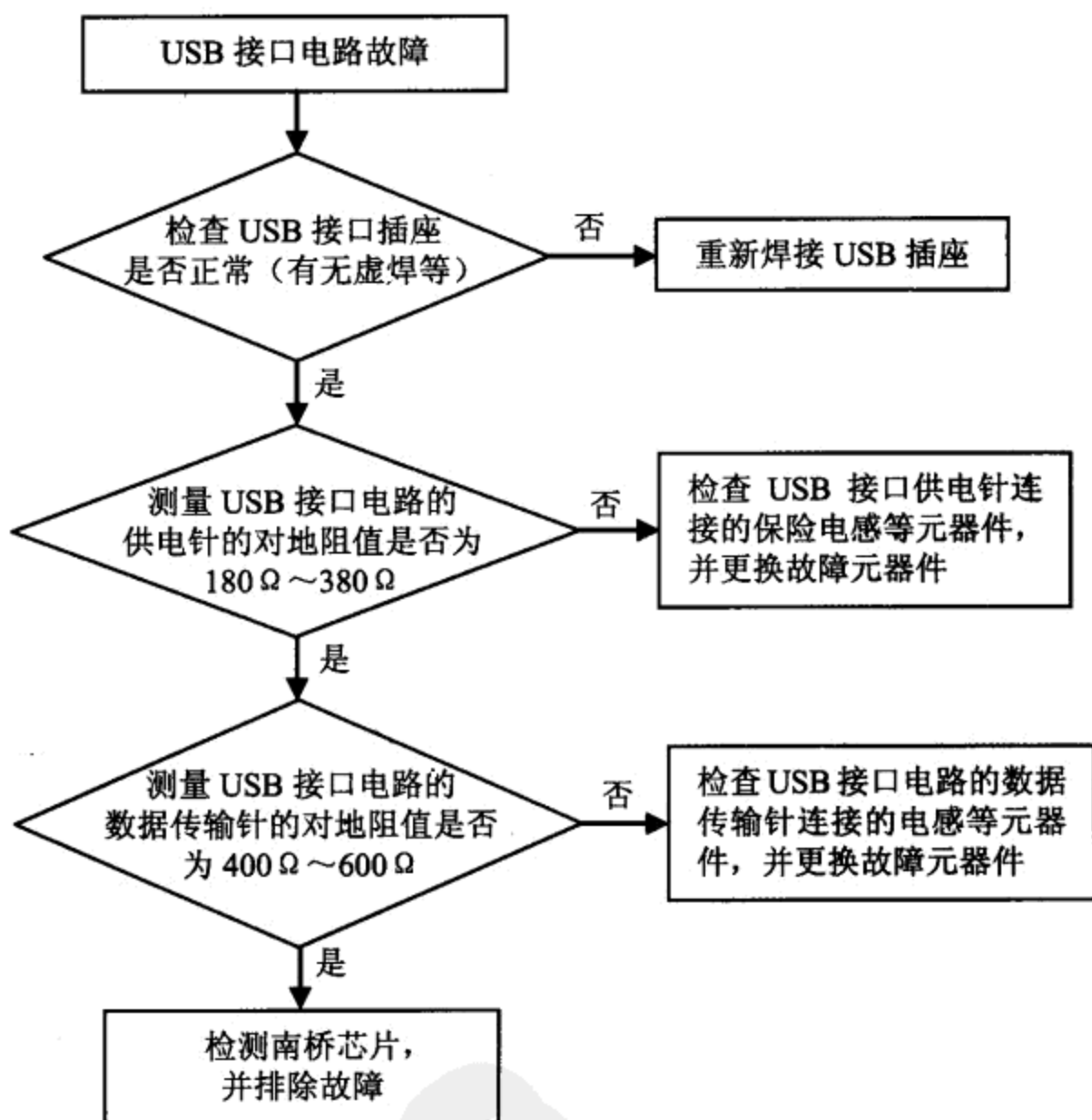


图5-18 USB接口电路故障检测流程图

5.4.3 USB接口电路故障检测点

1. 易坏元器件

主板USB接口电路中的易坏元器件主要有保险电阻、电感、滤波电容、电阻排等。

2. 故障检测点

故障检测点1 保险电阻。

保险电阻如果烧毁，将无法为USB接口电路供电。检测方法是：保险电阻的检测方法同固定电阻的检测方法一样，只需使用万用表的欧姆挡测其两端的电阻，根据指针的指示情况即可确定其是否损坏。如果测得值与标称值相差较大（保险电阻一般为 $1\Omega/0.5W$ ），则说明该电阻已损坏。

故障检测点2 滤波电容。

电容损坏可能导致无法正常传输数据。判断电容好坏的方法为：测量前观察电容有无鼓包（贴片电容除外）或烧坏，接着将万用表调到欧姆挡的20k挡，然后将万用表的两只表笔，分别与电容器的两端相接（红表笔接电容器的正极，黑表笔接电容器的负极），如果显示值从“000”开始逐渐增加，最后显示溢出符号“1”，表明电容器正常；如果万用表始终显示“000”，则说明电容器内部短路；如果始终显示“1”，则可能电容器内部极间开路。

故障检测点3 贴片电感。

电感的损坏将导致USB接口电路无法正常传输数据，从而导致USB接口无法使用。检测方法是：将万用表调到“蜂鸣”挡，然后将万用表的两个表笔分别接触电感的两端，如果万用表显示数值为0，则电感内部断路；如果万用表显示的数字一直在跳动，则电感内部接触不良。

5.4.4 USB接口电路故障维修

1. USB接口电路常见故障现象

- 1** 主板某个USB接口不能使用。
- 2** 主板USB接口都不能使用。
- 3** USB设备不能被识别。

2. 造成USB接口电路故障的原因

- 1** USB接口电路中供电针上的保险电阻或电感损坏。
- 2** USB接口插座有断针或虚焊。
- 3** 滤波电容损坏。
- 4** 数据传输线上的电感或电阻排损坏。
- 5** 上拉电阻排损坏。
- 6** 控制USB接口的南桥芯片损坏。

3. USB接口电路常见故障分析

如果电脑的所有USB接口都不能使用，则可能是南桥芯片损坏，应重点检查供电和南桥芯片。

如果电脑主板的某个USB接口不能使用，则可能的原因是由于USB接口插座接触不良，或USB接口电路供电针上的保险电阻、电感损坏，或USB接口电路中连接的电感、滤波电容、上拉电阻损坏等。

如果USB设备不能被识别，一般是由于USB插座的供电电流太小，导致供电电压不足所致，应重点检查供电线路中连接的电感及滤波电容。

USB接口出现故障后的检测步骤如下：

- Step 01** 首先检查是某个USB接口不能使用还是全部USB接口不能使用。如果电脑中某个USB接口不能使用，则跳到第4步。

- Step 02** 如果电脑的所有USB接口都不能使用,则可能是南桥芯片损坏或USB接口电路供电不正常。首先,检查USB接口的供电线路。如果供电线路不正常,更换供电线路中损坏的元器件。
- Step 03** 如果供电线路正常,则可能是南桥芯片损坏,更换南桥芯片。
- Step 04** 如果某个USB接口不能使用,首先检查故障USB接口的插座有无虚焊、断针等不良现象,如果有,重新焊接插座即可。
- Step 05** 如果USB接口插座正常,接着测量USB接口电路中供电针脚对地阻值是否为 $180\Omega \sim 380\Omega$ 。如果对地阻值不正常,检测供电线路中的保险电阻、电感等元器件是否正常;如果不正常则替换损坏的元器件(如果有供电跳线,还需要检查跳线是否插好)。
- Step 06** 如果USB接口供电线路正常,接着测量USB接口电路中数据线对地阻值是否为 $400\Omega \sim 600\Omega$,并且与正常的USB接口电路中数据线的对地阻值大致相同。如果对地阻值不正常,检测线路中的滤波电容、电感、电阻排等元器件是否正常,如果不正常则替换损坏的元器件。
- Step 07** 如果数据线对地阻值正常,则可能是USB接口的供电电流较小引起的,更换供电线路中的滤波电容或电感等元器件。

5.5 电源接口电路

目前主板中使用的电源插座都是ATX电源插座,ATX电源插座是一个20针或24针双排长方形电源接口。ATX电源插座提供+5V待机电压(5VSB),只要ATX电源一接电,待机电压针脚(第9针)便输出高质量的+5V电压,电流大约为100mA。待机电压针脚在外部电源没有断开的情况下,即便关机,此电压也一直存在,主要提供给计算机主板开机电路中的部分芯片使用,完成计算机远程呼唤功能。

ATX电源中的PSON针脚(20针的插座为第14针,24针的插座为第16针)主要控制ATX电源的开启和关闭。当PSON针脚为低电压(小于1V)时,ATX电源就被激活,这时电源的相应针脚输出 $\pm 5V$ 、 $\pm 12V$ 、3.3V等电压,开始向主板等设备供电;当PSON针脚为高电压(大于4.5V)时,ATX电源停止输出电压(除第9针脚的待机电压外)。当需要强制开机或在不接主板的情况下使电源工作时,只要将第14针脚(20针电源插座)或第16针(24针电源插座)与某一地线连接即可强制启动ATX电源。

5.5.1 20针电源接口电路

20针ATX电源接口共有20个针脚,主要输出 $\pm 5V$ 、 $\pm 12V$ 、3.3V等几种工作电压,其中:

- 1** 第1、2、11针脚输出3.3V电压,主要给南桥、北桥、内存和部分CPU外核电压供电。
- 2** 第4、6、19、20针脚输出5V电压,主要给CPU、复位电路、USB接口、键盘鼠标接口、北桥、南桥和二级供电电路供电。
- 3** 第10针脚输出12V电压,主要给CPU、场效应管、风扇供电。
- 4** 第18针脚输出-5V电压,主要给ISA插槽供电。

- 5 第12针脚输出-12V电压，主要给串口管理芯片，ISA插槽供电。
- 6 第9针脚输出5V待机电压（5VSB），主要用在CMOS电路、开机电路、键盘鼠标接口电路中。待机电压在电脑关机的情况下，还会输出5V电压，为部分电路供电。
- 7 第14针脚为开机控制针脚，主要用来控制ATX电源的开启与关闭。当此脚的电压为低电平时，ATX电源的各个针脚开始输出各种工作电压，为主板及其他设备供电；当此脚为高电平时，ATX电源各个针脚停止输出电压，电脑被关闭。此针脚主要用在开机电路中，此针脚一般通过一个4.7kΩ的电阻与第9针脚（待机电压）相连。当按下开机键后，开机电路会将此脚接地，将其电压变为低电平。
- 8 第8针脚为PWRGD（或PWOK）输出脚，即PG信号，主要用在复位电路中，为主板各个电路提供复位信号。此脚在ATX电源启动500ms后开始输出5V电压。
- 9 第3、5、7、13、15、16、17针脚为地线。

如图5-19和表5-6所示分别为20针ATX电源插座针脚顺序和电源插座各针脚功能。

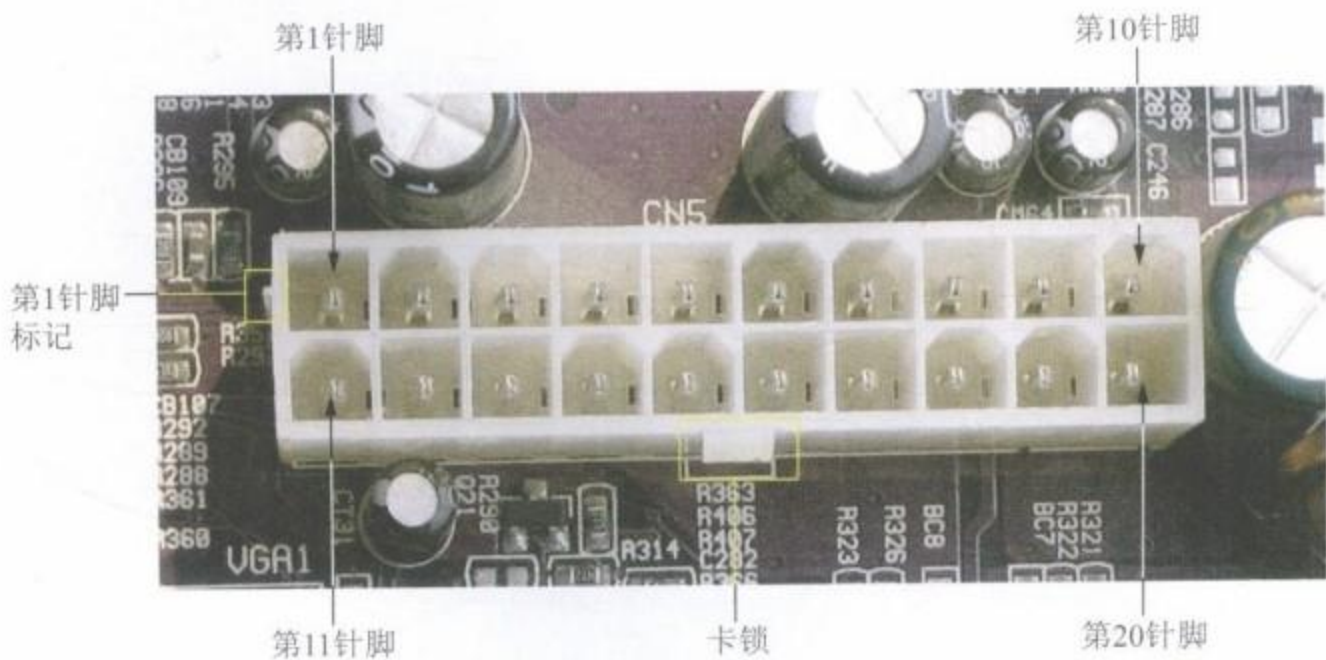


图5-19 20针ATX电源插座针脚顺序

表5-6 20针ATX电源插座各针脚定义

针脚	定义	线颜色	针脚	定义	线颜色
第1针脚	+3.3V	橙色	第11针脚	+3.3V	橙色
第2针脚	+3.3V	橙色	第12针脚	-12V	蓝色
第3针脚	GND	黑色	第13针脚	GND	黑色
第4针脚	+5V	红色	第14针脚	+5V PSON（开机控制脚）	绿色
第5针脚	GND	黑色	第15针脚	GND	黑色
第6针脚	+5V	红色	第16针脚	GND	黑色
第7针脚	GND	黑色	第17针脚	GND	黑色
第8针脚	+5V（PG信号）	灰色	第18针脚	-5V	白色
第9针脚	+5V（待机电压）	紫色	第19针脚	+5V	红色
第10针脚	+12V	黄色	第20针脚	+5V	红色

20针ATX电源接口电路如图5-20所示。

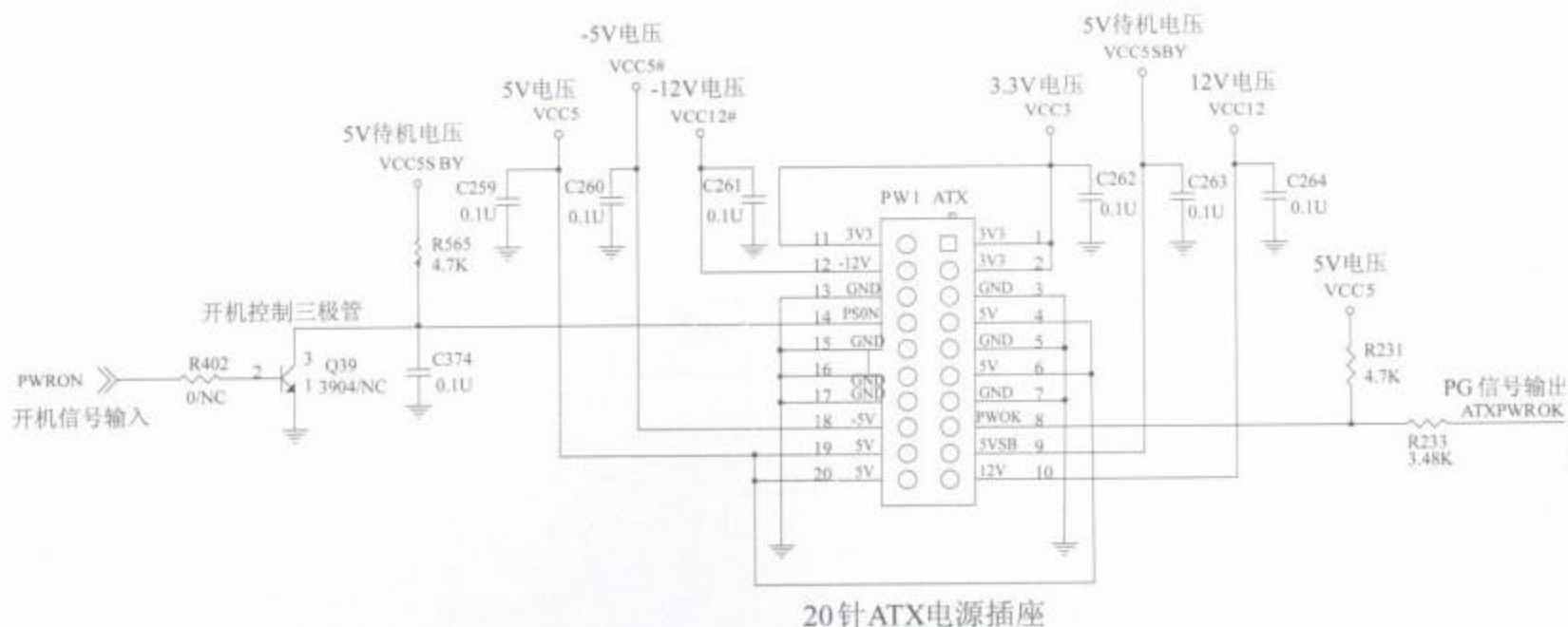


图5-20 20针ATX电源插座电路

图中，VCC5表示+5V供电电压，有的主板电路图中使用5V_SYS表示；VCC3表示3.3V供电电压，有的主板电路图中使用3D3V_SYS或VCC3_3表示；VCC12表示+12V供电电压，有的主板电路图中使用12V_SYS表示；VCC5SBY表示待机电压，有的主板电路图中使用5VSB表示；VCC5#表示-5V供电电压，有的主板电路图中使用-5V_SYS或VCC5-表示；VCC12#表示-12V供电电压，有的主板电路图中使用-12V_SYS或VCC12-表示；PWOK表示PG信号，有的主板电路图中用PWRGD表示；PSON表示开机控制针脚，此针脚一般通过一个4.7kΩ的电阻与第9针脚（待机电压）相连。另外，此针脚一般会连接一个开机控制三极管，控制电源的开启，此三极管一般在ATX电源插座附近。

5.5.2 4针电源接口电路

在Pentium 4主板中，为了满足CPU的供电需要，专门为CPU提供了一个4针脚的辅助供电接口，专门为CPU供电。此插座中只提供+12V一种电压。如图5-21和表5-7所示分别为4针电源插座针脚排列顺序和各针脚定义。



图5-21 4针电源插座

表5-7 4针电源接口针脚定义

针脚	定义	线颜色
第1针脚	GND	黑色
第2针脚	GND	黑色
第3针脚	+12V	黄色
第4针脚	+12V	黄色

4针电源接口电路如图5-22所示。

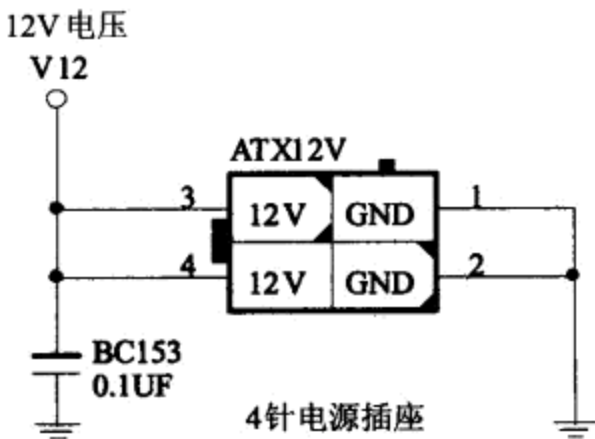


图5-22 4针电源插座电路

5.5.3 24针电源接口电路

24针ATX电源接口共有24个针脚，主要输出 $\pm 5\text{V}$ 、 $\pm 12\text{V}$ 、 3.3V 等几种工作电压，其中：

- 1** 第1、2、12、13针脚输出 3.3V 电压，主要给南桥、北桥、内存和部分CPU外核电压供电。
- 2** 第4、6、21、22、23针脚输出 5V 电压，主要给CPU、复位电路、USB接口、键盘鼠标接口、北桥、南桥和二级供电电路供电。
- 3** 第10、11针脚输出 12V 电压，主要给CPU、场效应管、风扇供电。
- 4** 第20针脚输出 -5V 电压，一般不使用。
- 5** 第14针脚输出 -12V 电压，主要给串口管理芯片。
- 6** 第9针脚输出 5V 待机电压（ 5VSB ），主要用在CMOS电路、开机电路、键盘鼠标接口电路中。待机电压在电脑关机的情况下，还会输出 5V 电压，为部分电路供电。
- 7** 第16针脚为开机控制针脚，主要用来控制ATX电源的开启与关闭。与20针ATX电源插座的开机控制针脚（第14针脚）的功能相同。此针脚主要用在开机电路中，此针脚一般通过一个 $4.7\text{k}\Omega$ 电阻与第9针脚（待机电压）相连，有的主板使用 $22\text{k}\Omega$ 的电阻。
- 8** 第8针脚为PWRGD（或PWOK）输出脚，即PG信号，主要用在复位电路中，为主板各个电路提供复位信号。此脚在ATX电源启动 500ms 后开始输出 5V 电压。
- 9** 第3、5、7、15、17、18、19、24针脚为地线。

如图5-23和表5-8所示分别为24针ATX电源插座针脚顺序和电源插座各针脚功能。



图5-23 24针ATX电源插座针脚顺序

表5-8 24针ATX电源插座各针脚定义

针脚	定义	线颜色	针脚	定义	线颜色
第1针脚	+3.3V	橙色	第13针脚	+3.3V	橙色
第2针脚	+3.3V	橙色	第14针脚	-12V	蓝色
第3针脚	GND	黑色	第15针脚	GND	黑色
第4针脚	+5V	红色	第16针脚	+5V PSON（开机控制脚）	绿色
第5针脚	GND	黑色	第17针脚	GND	黑色
第6针脚	+5V	红色	第18针脚	GND	黑色
第7针脚	GND	黑色	第19针脚	GND	黑色
第8针脚	+5V（PG信号）	灰色	第20针脚	-5V	白色
第9针脚	+5V（待机电压）	紫色	第21针脚	+5V	红色
第10针脚	+12V	黄色	第22针脚	+5V	红色
第11针脚	+12V	黄色	第23针脚	+5V	红色
第12针脚	+3.3V	橙色	第24针脚	GND	黑色

24针ATX电源接口电路如图5-24所示。

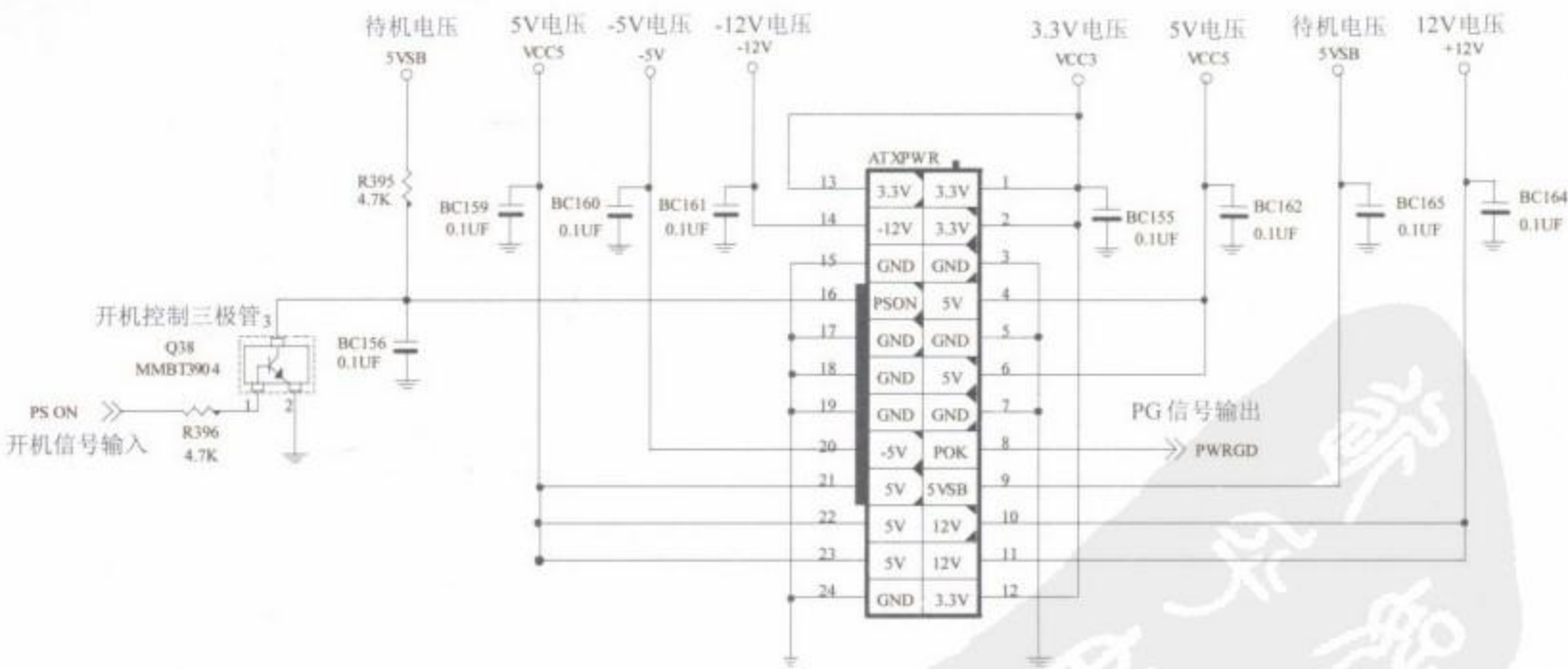


图5-24 24针ATX电源插座电路

图中，VCC5表示+5V供电电压，有的主板电路图中使用5V_SYS表示；VCC3表示3.3V供电电压，有的主板电路图中使用3D3V_SYS或VCC3_3表示；+12V表示+12V供电电压，有的主板电路图中使用12V_SYS 或VCC12表示；VCC5SBY表示待机电压，有的主板电路图中使用5VSB表示；-5V表示-5V供电电压，有的主板电路图中使用-5V_SYS或VCC5-或VCC5#表示；-12V表示-12V供电电压，有的主板电路图中使用-12V_SYS或VCC12-或VCC12#表示；PWRGD表示PG信号，有的主板电路图中用PWOK表示；PSON表示开机控制针脚，此针脚一般通过一个4.7KΩ电阻与第9针脚（待机电压）相连。另外，此针脚一般会连接一个开机控制三极管，控制电源的开启，此三极管一般在ATX电源插座附近。

5.5.4 8针电源接口电路

8针电源接口一般用在服务器的主板中（有的服务器采用双CPU，每个CPU都需要专门的供电，8针电源插座供2个CPU使用）。目前，随着双核CPU及多核CPU的普及，CPU需要更加强劲的供电，为了满足双核及多核CPU的供电需要，有的主板专门为CPU提供了一个8针脚的辅助供电接口。此插座中只提供+12V一种电压。如图5-25和表5-9所示分别为8针电源插座针脚排列顺序和各针脚定义。

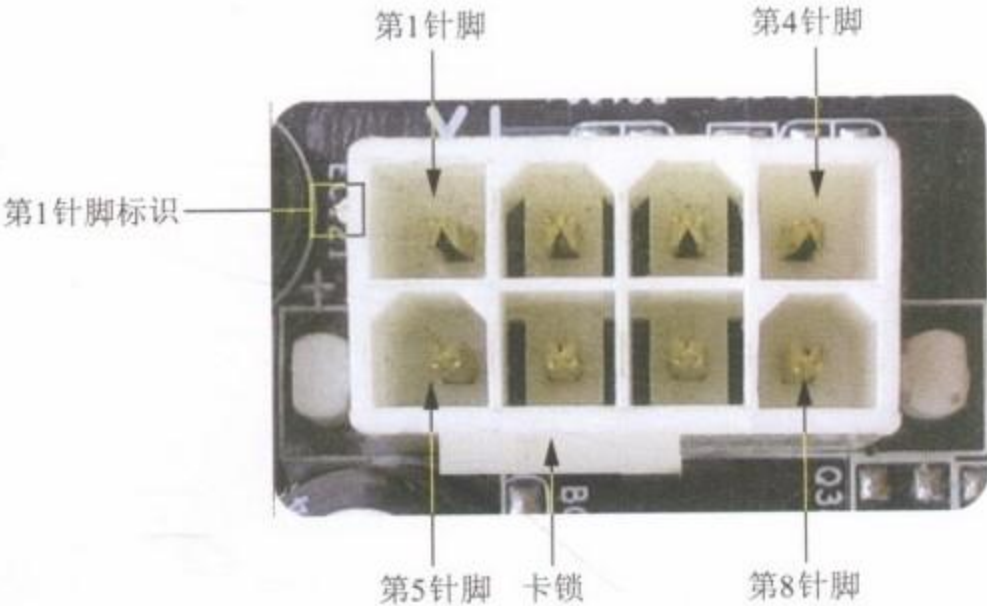


图5-25 8针电源插座

表5-9 8针电源接口针脚定义

针脚	定义	线颜色	针脚	定义	线颜色
第1针脚	GND	黑色	第5针脚	+12V	黄色
第2针脚	GND	黑色	第6针脚	+12V	黄色
第3针脚	GND	黑色	第7针脚	+12V	黄色
第4针脚	GND	黑色	第8针脚	+12V	黄色

8针电源插座电路如图5-26所示。

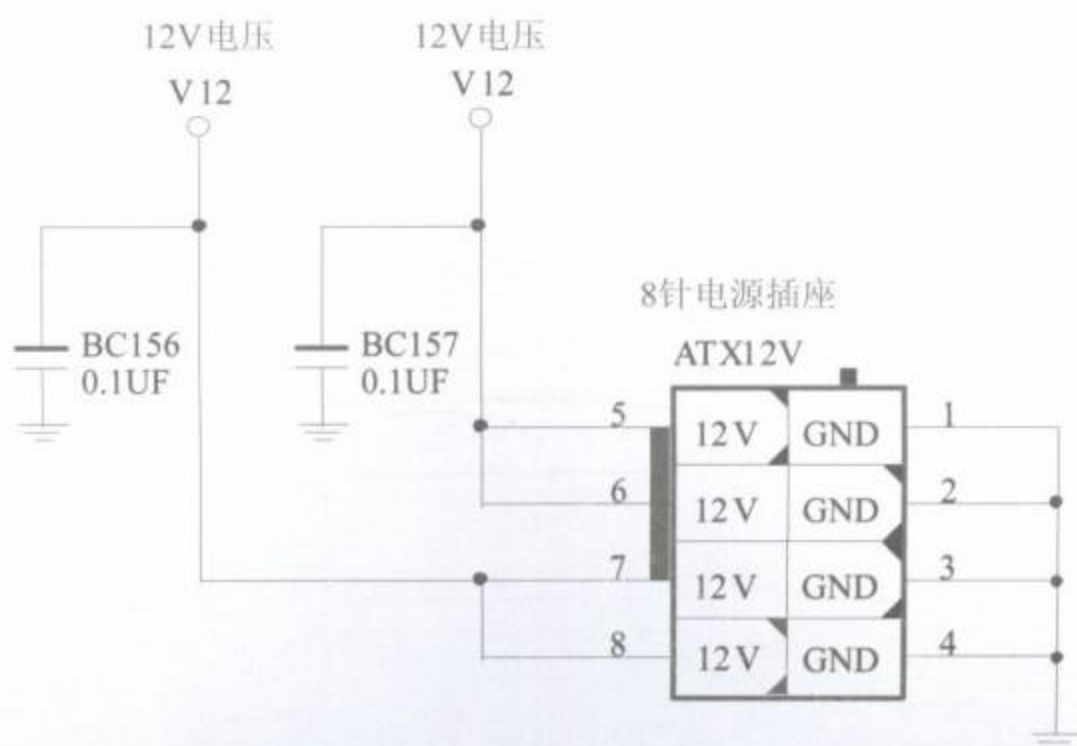


图5-26 8针电源插座电路

5.6 硬盘接口电路

硬盘的接口主要包括IDE接口、SATA接口、USB接口、SCSI接口、IEEE 1394接口等，其中IDE接口和SATA接口使用得比较广泛，特别是SATA接口硬盘已经逐渐成为市场的主流。目前大部分主板都同时支持IDE接口和SATA接口，这两种接口都是由南桥芯片控制，下面分别讲解这两种接口的接口电路。

5.6.1 IDE接口电路

IDE (Integrated Drive Electronics) 接口又称为ATA (AT Attachment)，IDE和ATA这两个名词都有厂商在用，指的是相同的东西。IDE硬盘的传输率为100MB/s，最高可以达到133MB/s。IDE接口共有40个针脚，主要包括数据线、地址线、时钟线、复位线、供电线等，如图5-27和表5-10所示为IDE接口插座的针脚排列顺序和各个针脚的功能定义。

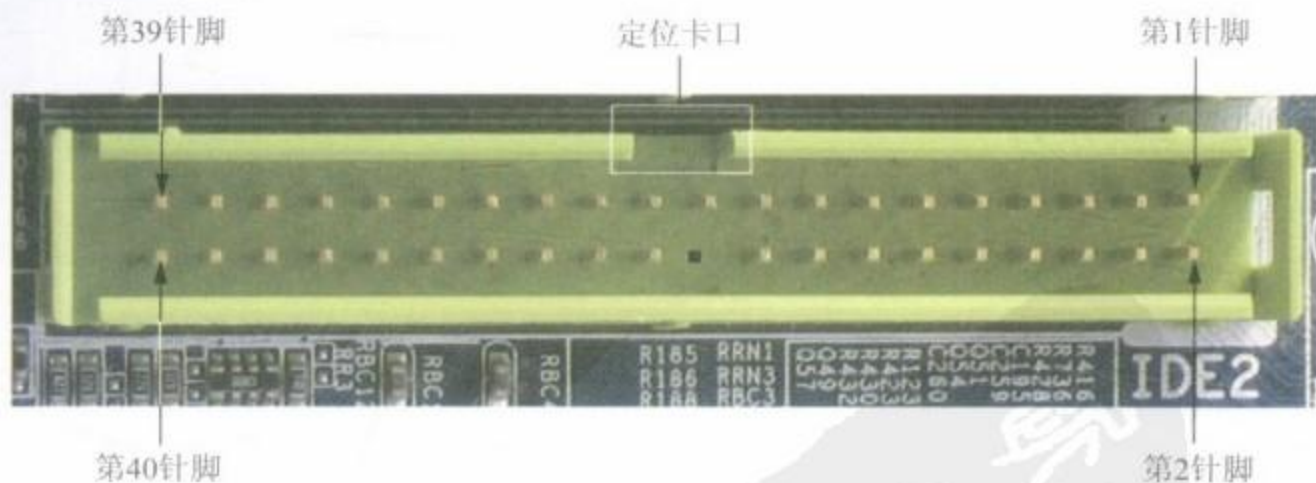


图5-27 IDE接口的针脚排列顺序

表5-10 IDE接口插座各针脚定义

针脚	定义	功能	针脚	定义	功能
第1针脚	RESET#	复位线	第2针脚	GND	接地
第3针脚	DD7	数据线	第4针脚	DD8	数据线
第5针脚	DD6	数据线	第6针脚	DD9	数据线
第7针脚	DD5	数据线	第8针脚	DD10	数据线
第9针脚	DD4	数据线	第10针脚	DD11	数据线
第11针脚	DD3	数据线	第12针脚	DD12	数据线
第13针脚	DD2	数据线	第14针脚	DD13	数据线
第15针脚	DD1	数据线	第16针脚	DD14	数据线
第17针脚	DD0	数据线	第18针脚	DD15	数据线
第19针脚	GND	接地	第20针脚	KEY	无
第21针脚	DMARQ	DMA请求	第22针脚	GND	接地
第23针脚	DIOW#	写选通信号	第24针脚	GND	接地
第25针脚	DIOR#	读选通信号	第26针脚	GND	接地
第27针脚	IORDY	设备准备好	第28针脚	SEL	地址信号使能
第29针脚	DMACK#	DMA时钟	第30针脚	GND	接地
第31针脚	INTRQ	中断请求	第32针脚	NC	空脚
第33针脚	DA1	地址线	第34针脚	PDIAG#	N/A未用
第35针脚	DA0	地址线	第36针脚	DA2	地址线
第37针脚	CS0#	片选信号	第38针脚	CS1#	片选信号
第39针脚	DASP#	硬盘灯信号	第40针脚	GND	接地

IDE接口主要由南桥芯片控制，因此从它出来的线路都是走向南桥芯片的，IDE接口电路如图5-28所示。

5.6.2 SATA接口电路

SATA是Serial ATA的简称，即串行ATA接口，它是目前硬盘的主流接口，它的传输速度比IDE接口快，可以达到300MB/s。与IDE接口相比，SATA还有一大优点就是支持热插拔。

主板SATA接口是一个7针脚的小插座，非常小巧，排线也很细，有利于机箱内部空气流动从而加强散热效果，也使机箱内部显得不太凌乱。如图5-29和表5-11所示为SATA插座针脚排列顺序和各个针脚功能定义。

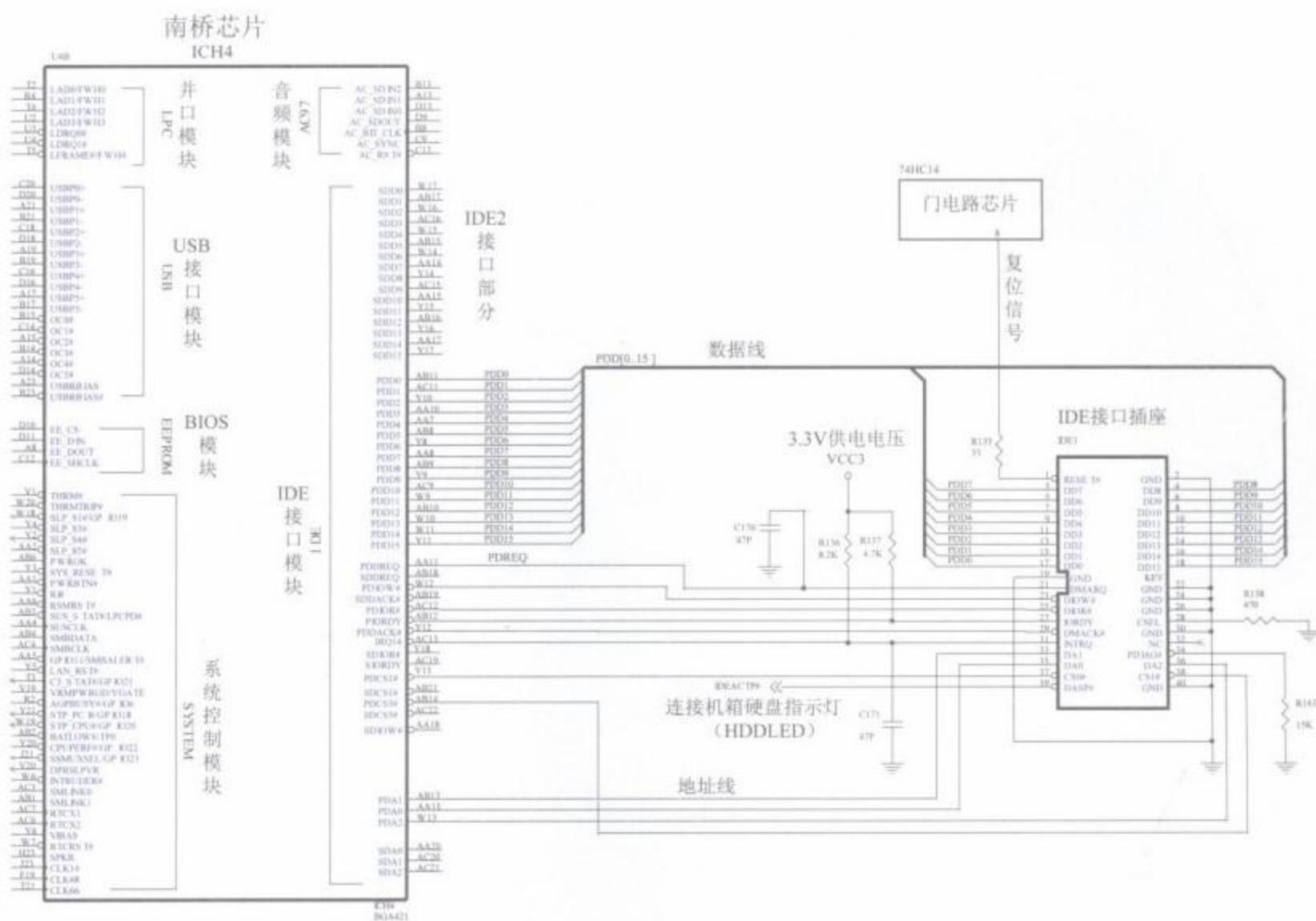


图5-28 IDE接口电路

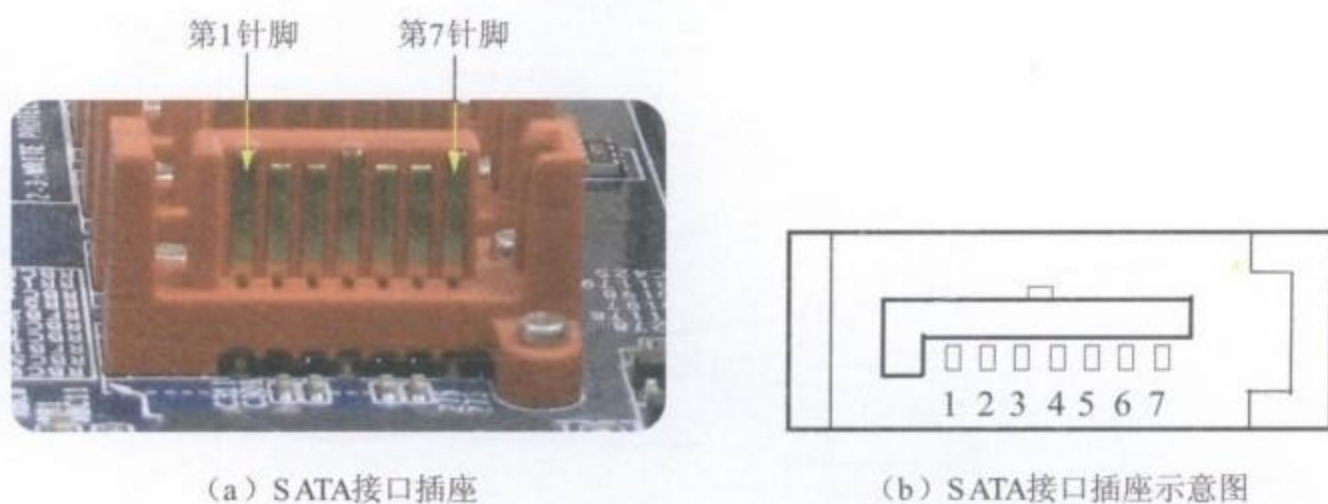


图5-29 SATA插座针脚排列顺序

表5-11 SATA接口插座各针脚定义

针脚	定义	功能
第1针脚	GND	接地
第2针脚	TX+	发送差分信号对
第3针脚	TX-	
第4针脚	GND	接地
第5针脚	RX-	接收差分信号
第6针脚	RX+	
第7针脚	GND	接地

SATA接口直接由南桥控制。一般Intel公司的ICH5以上型号的南桥芯片，威盛公司的VT8237以上型号的南桥芯片，NVIDIA公司的nForce3以上型号的南桥芯片都直接支持SATA规范。另外，在一些中高档主板中还直接使用第三方扩展芯片（即SATA管理芯片）来控制SATA接口，常见的第三方扩展芯片主要包括Silicon、Image、Promise等厂商的芯片。如图5-30和图5-31所示分别为直接由南桥控制的SATA接口电路和由SATA管理芯片组成的SATA接口电路。

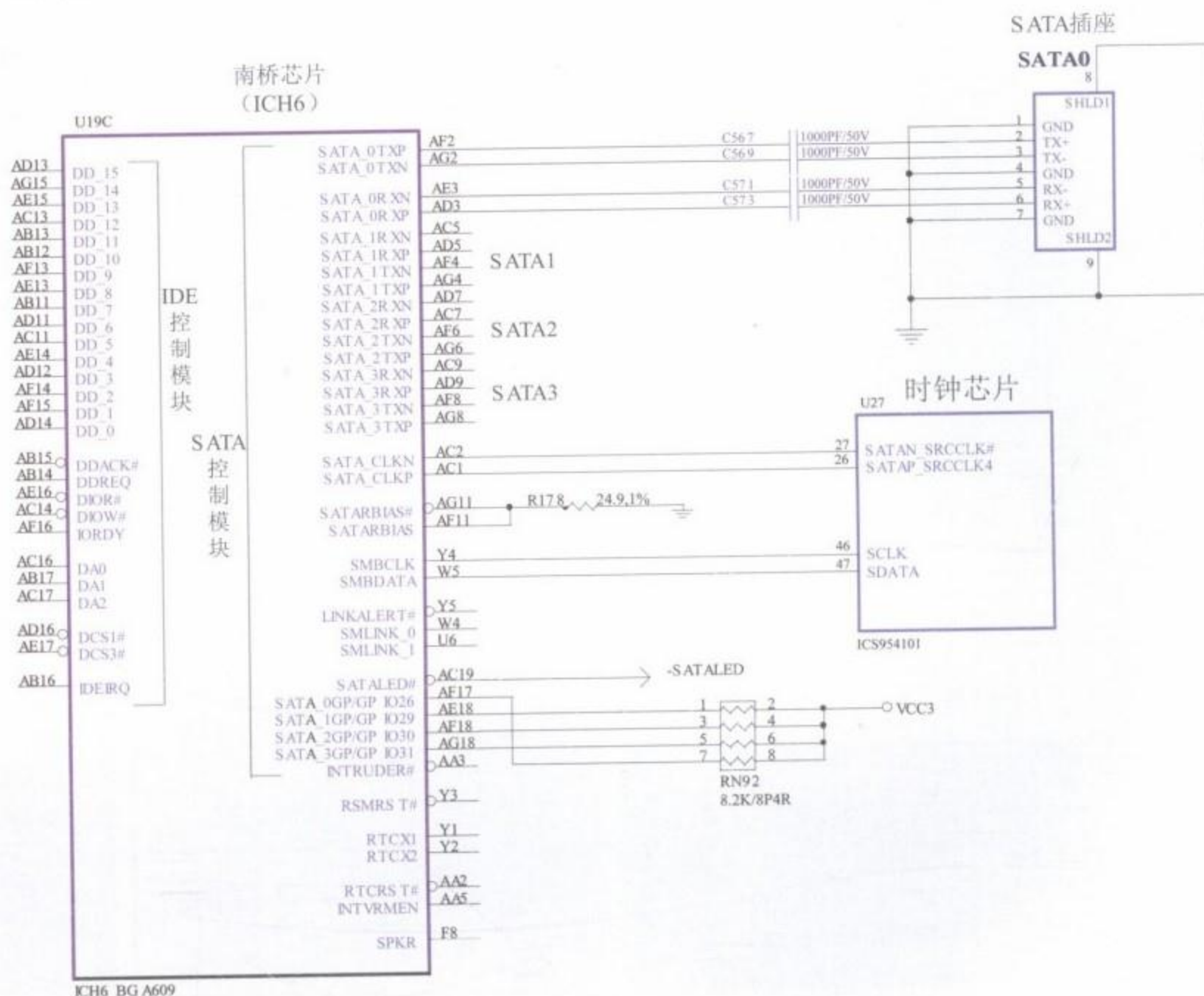


图5-30 南桥控制的SATA接口电路

5.7 动手实践

5.7.1 主板接口电路实习流程及方法

1. 实习流程

- 1 识别并写出你手中主板上接口电路的主要元器件的型号及用途。
- 2 根据各个接口电路的原理图，找出主板各个接口电路的实际线路，及线路中包含的元器件。



3 根据主板中实际的接口电路，绘制出实际主板的各接口电路图。根据不同主板的接口电路，绘制出不同的电路图，并加以比较。

4 根据故障测试点检测方法，掌握检测与判断接口电路中各个元器件好坏的方法。

5 总结主板接口电路的常见故障及其检测流程和方法。

2. 实习方法

根据各个接口电路的原理图，分别进行实际的跑线。

1 键盘、鼠标接口电路跑线：测量出从电源插座到键盘、鼠标接口再经过电感、电容、电阻等到达南桥或I/O芯片的实际电路。

2 串口电路跑线：测量从电源插座到串口管理芯片，从串口到串口管理芯片再到南桥或I/O芯片的实际电路。

3 并口电路跑线：测量从并口插座经过电容排、电阻排到达南桥或I/O芯片的实际电路。

4 USB接口电路跑线：测量USB的供电线路，从USB接口的数据线针脚经过电感、电阻排到达南桥或I/O芯片的实际电路。

5.7.2 主板键盘、鼠标接口电路跑线实战

根据键盘、鼠标接口电路的原理图（参考图5-2），实际测量键盘、鼠标接口电路，具体跑线测量步骤如下：

Step 01 将万用表调到“蜂鸣”挡，测量电源插座第9针脚到跳线JP₂第3针脚的线路，如图5-32所示。

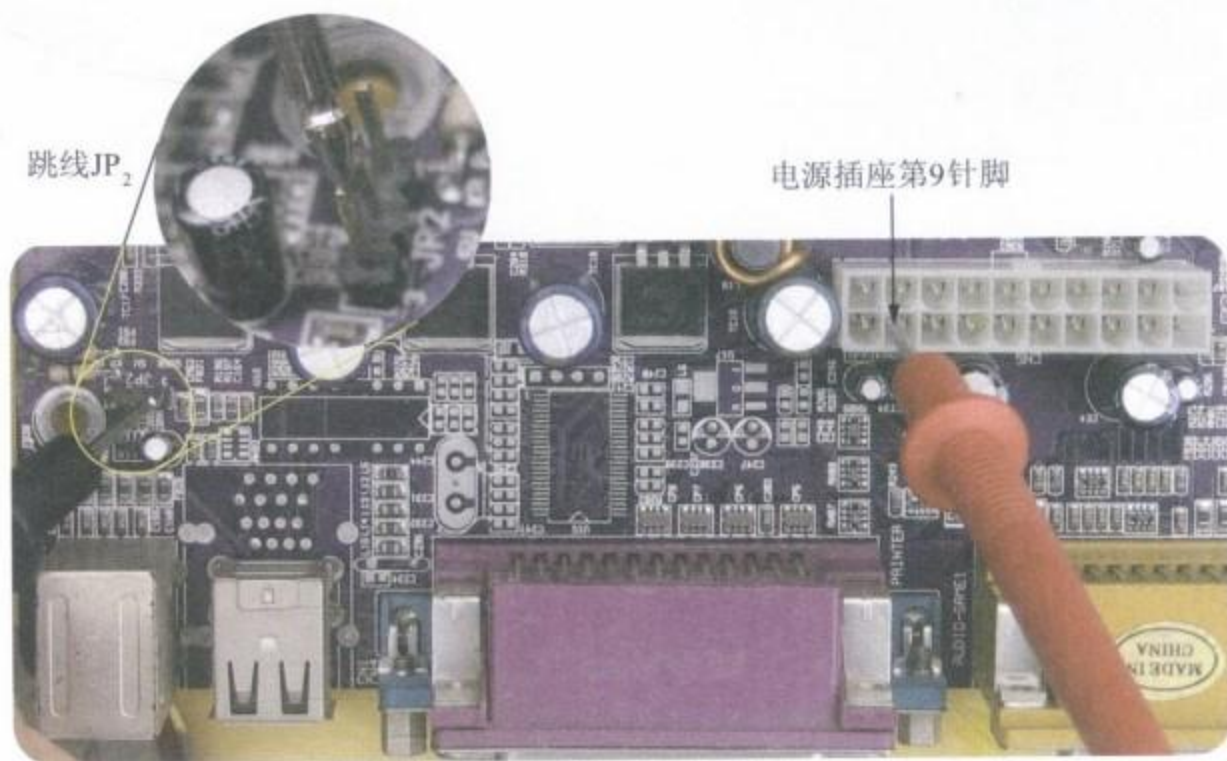


图5-32 测量键盘、鼠标接口的供电

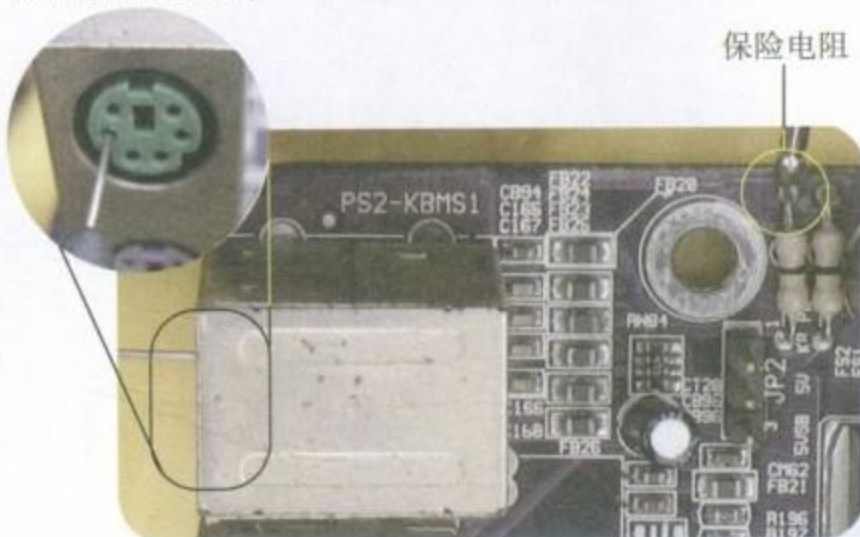
Step 02 测量电源插座第4针脚到跳线JP₂第1针脚的线路，如图5-33所示。

Step 03 以鼠标接口为例，测量键盘、鼠标接口的第10针脚通过保险电阻连接到跳线JP₂第2针脚的线路，如图5-34所示。

Step 04 以鼠标接口为例，测量键盘、鼠标接口的第9针脚连接的电感，以及电感接地的线路，如图5-35所示。

图5-33 测量电源插座到跳线JP₂的线路

鼠标接口第10针脚



(a) 测量鼠标第10针脚到保险电阻的线路

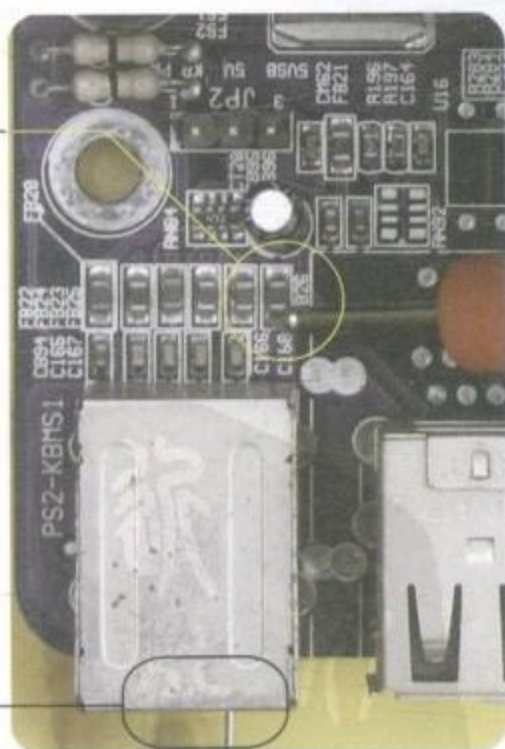
跳线JP₂第2针脚

(b) 测量保险电阻到跳线的线路

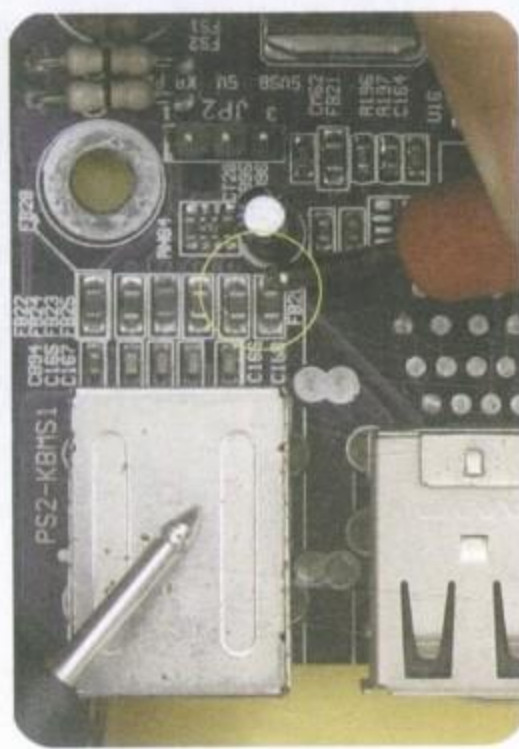
图5-34 测量鼠标接口到跳线的线路

电感

鼠标接口第9针脚



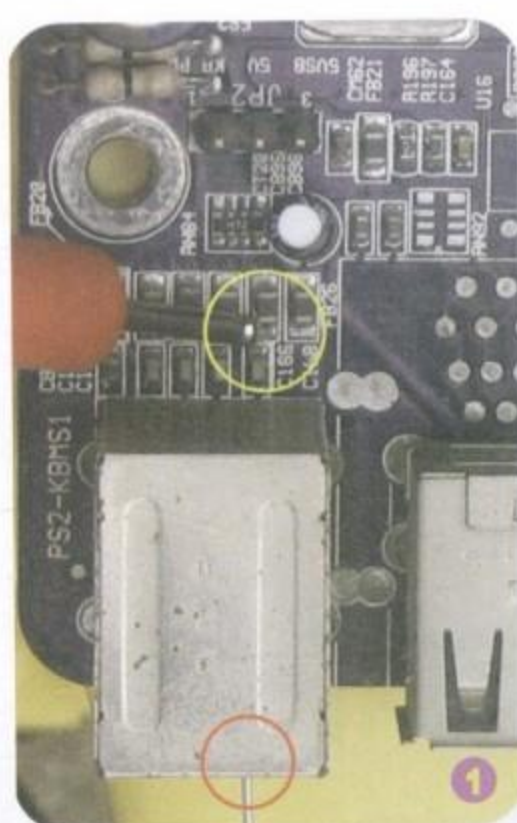
(a) 测量鼠标第9针脚连接的电感



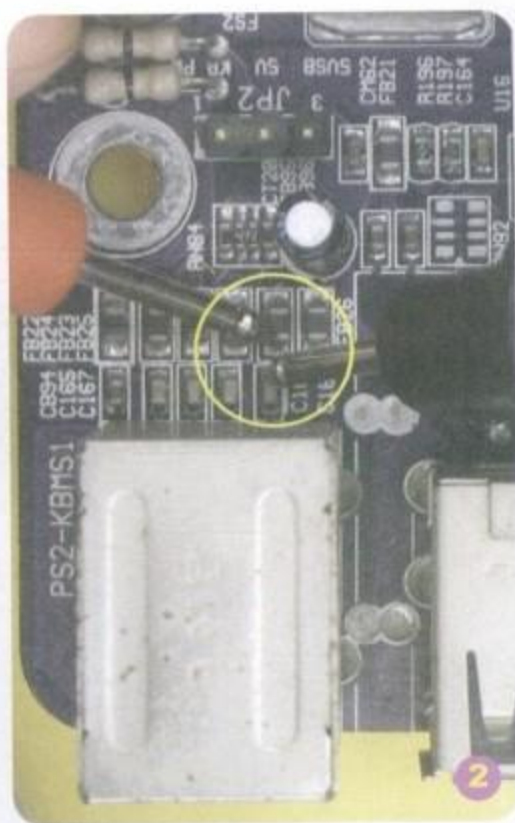
(b) 测量电感接地的线路

图5-35 测量鼠标接口第9针脚的线路

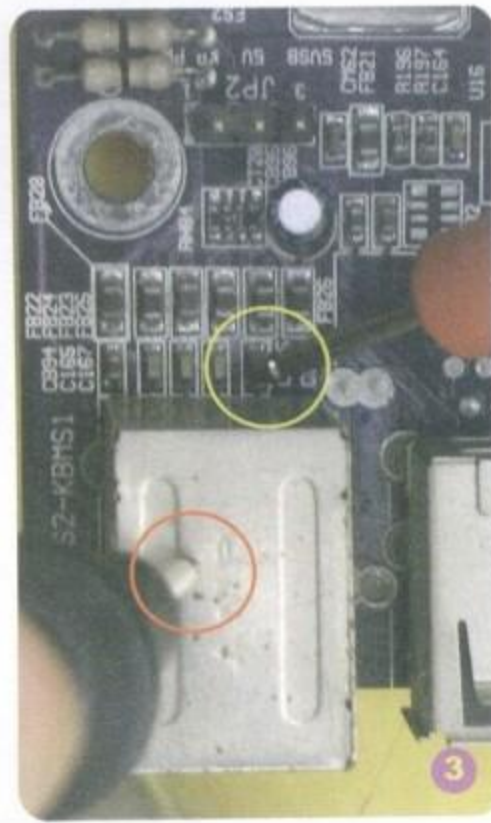
Step 05 以鼠标接口为例，测量键盘、鼠标接口的第11针脚连接的电感、电容、排阻，以及到南桥的线路，如图5-36所示。



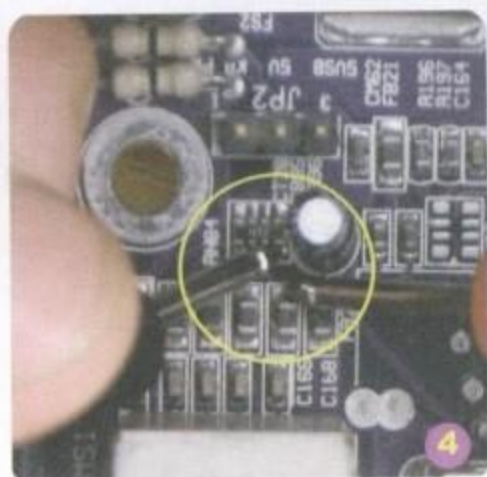
测量鼠标第11针脚到电感



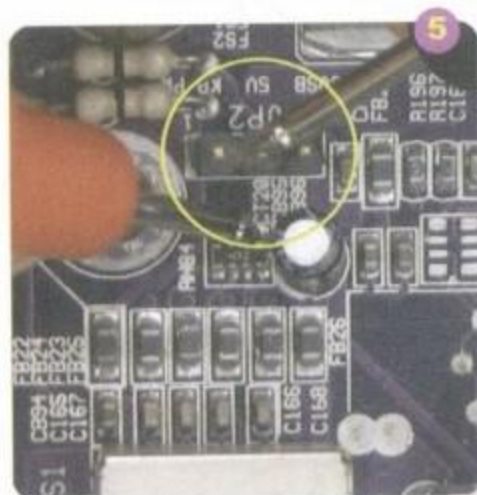
测量电感到电容



测量电容接地



测量电感到电阻排



测量电阻排到跳线



测量电感到南桥

图5-36 测量鼠标接口第11脚的线路

Step 06 以鼠标接口为例，测量键盘、鼠标接口的第7脚连接的电感、电容、排阻，以及到南桥的线路，如图5-37所示。

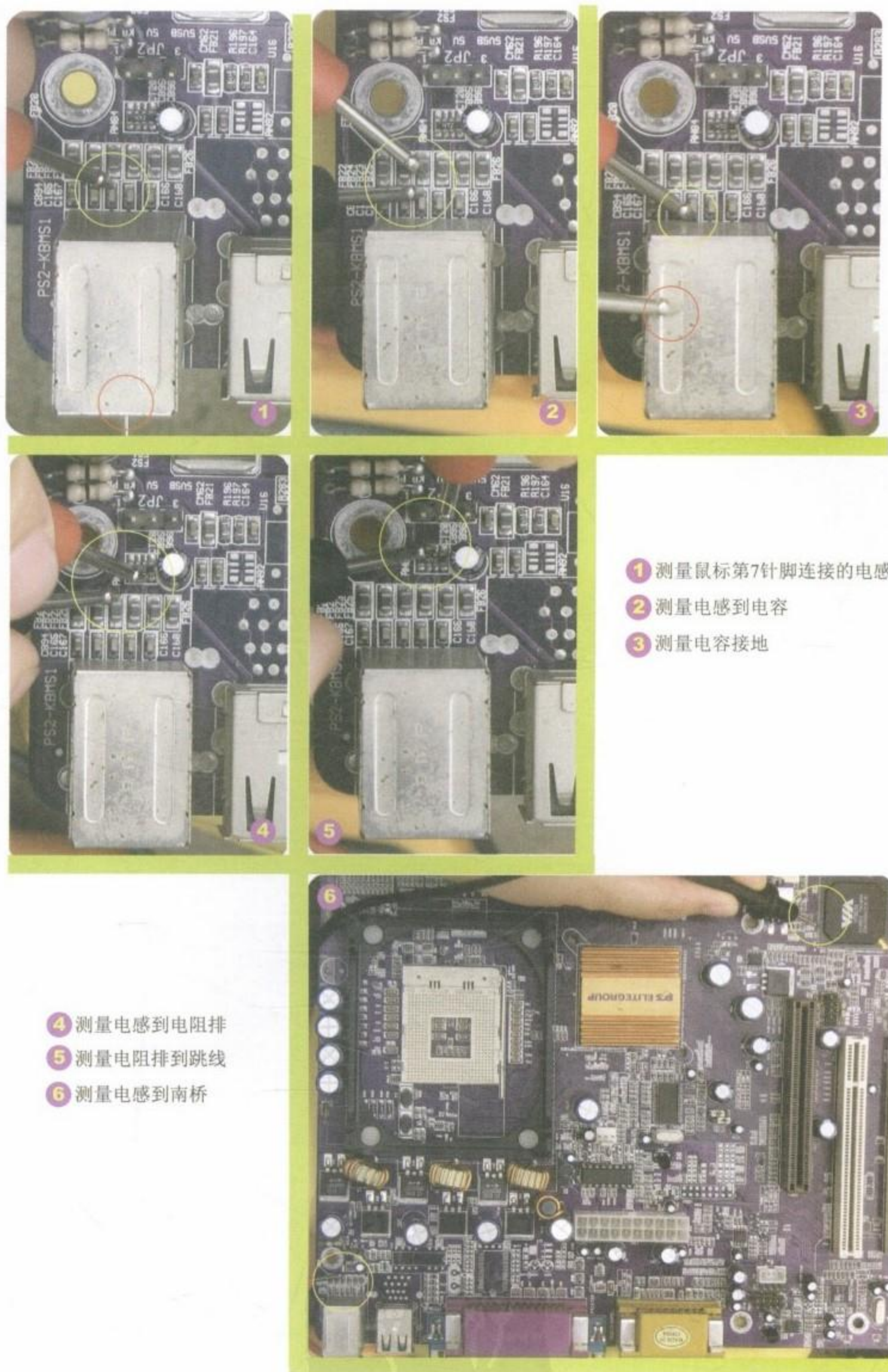


图5-37 测量鼠标接口第7针脚的线路

5.7.3 主板串口电路跑线实战

根据串口电路的原理图（参考图5-7），实际测量串口电路，具体跑线测量步骤如下：

Step 01 将万用表调到“蜂鸣”挡，测量20针ATX电源插座第10针脚经过二极管到串口管理芯片（75232）的线路，如图5-38所示。

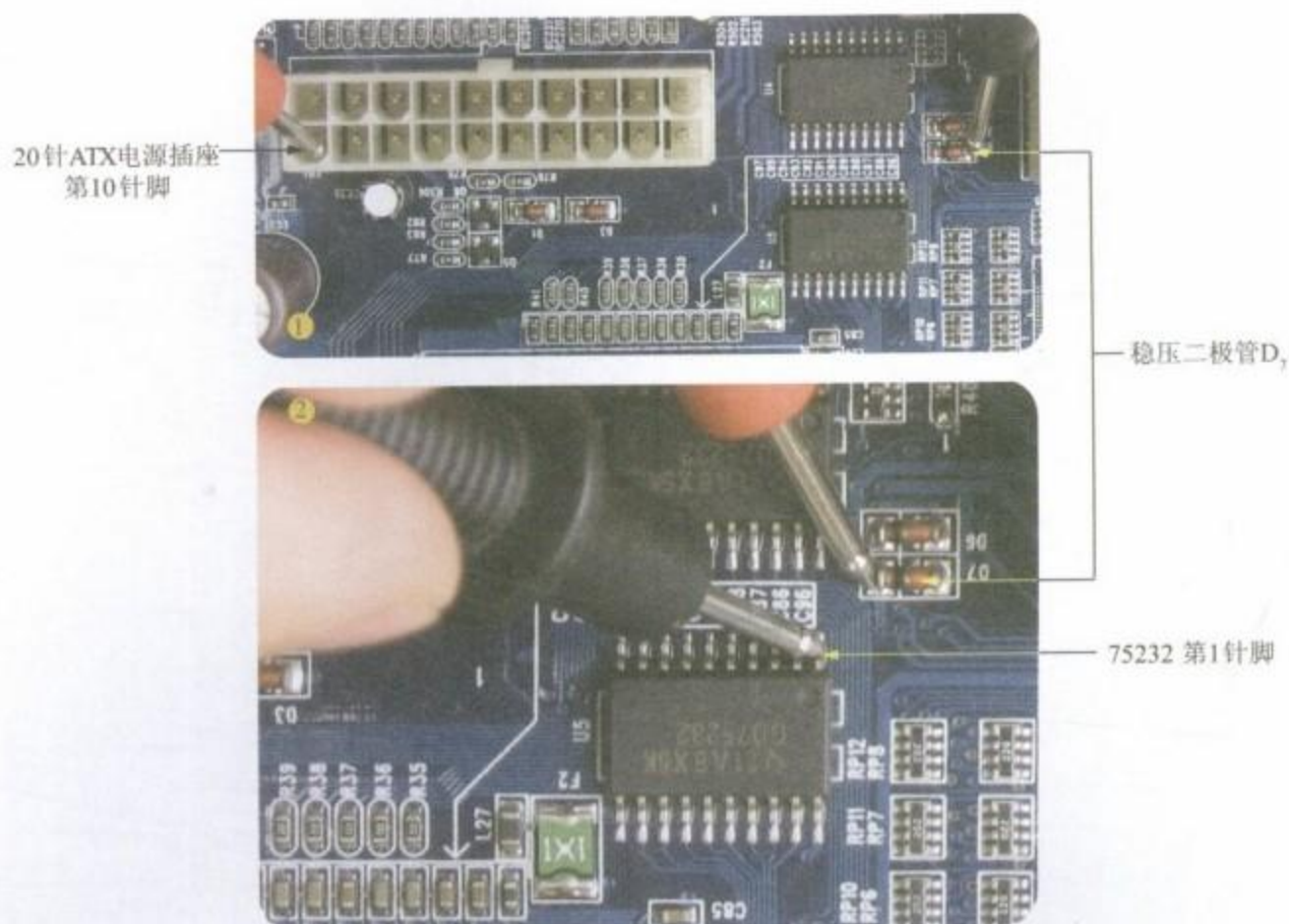


图5-38 测量串口管理芯片的+12V供电电路

Step 02 测量20针ATX电源插座第12针脚经过二极管到串口管理芯片（75232）的线路，如图5-39所示。

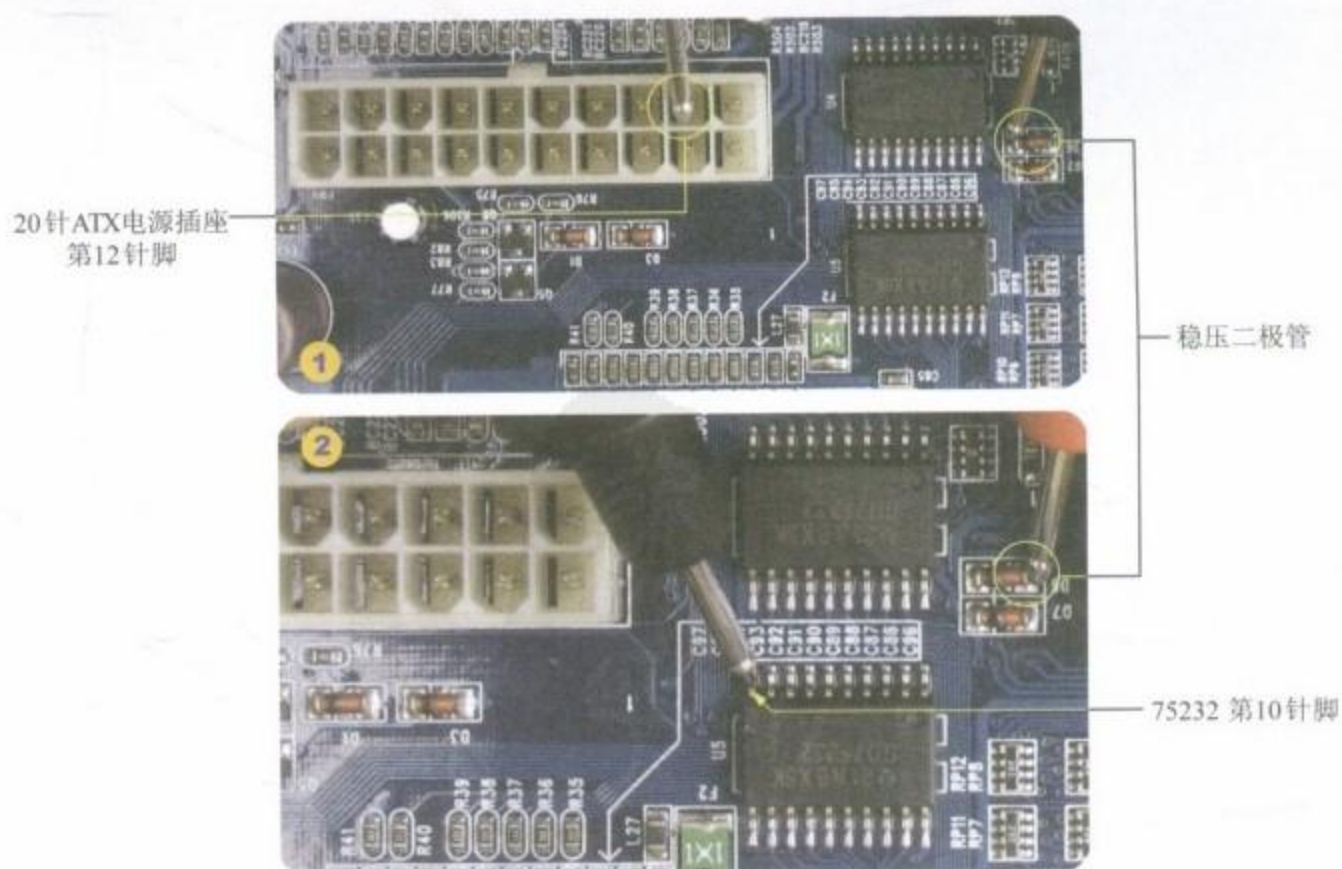


图5-39 测量串口管理芯片的-12V供电电路

Step 03 测量20针ATX电源插座第4针脚到串口管理芯片（75232）的线路，如图5-40所示。

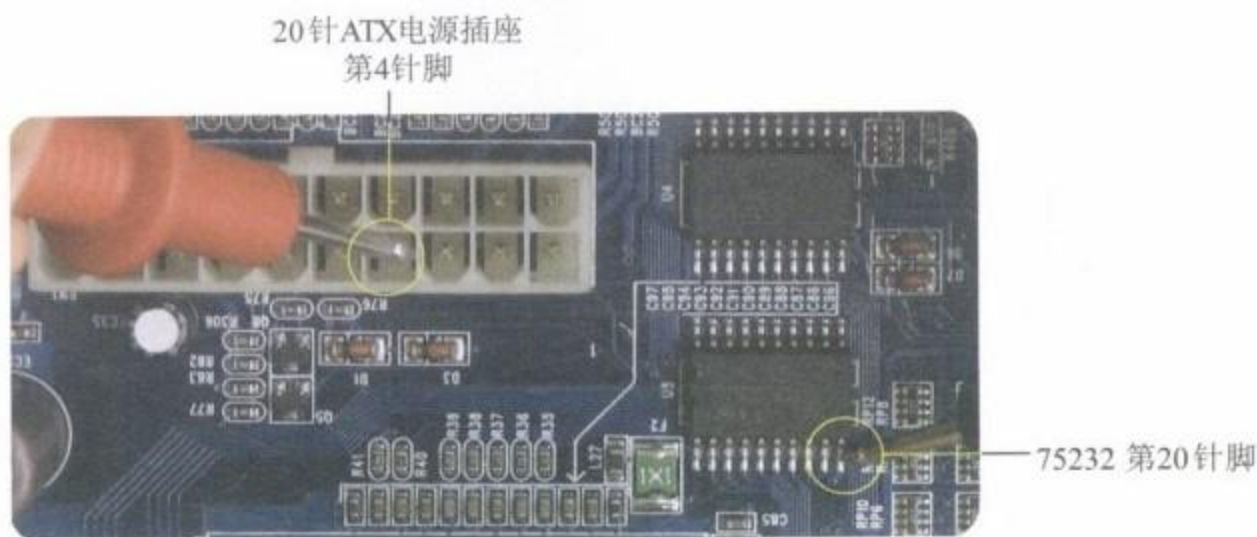


图5-40 测量串口管理芯片的+5V供电电路

Step 04 测量串口电路中连接的电容排，如图5-41所示。

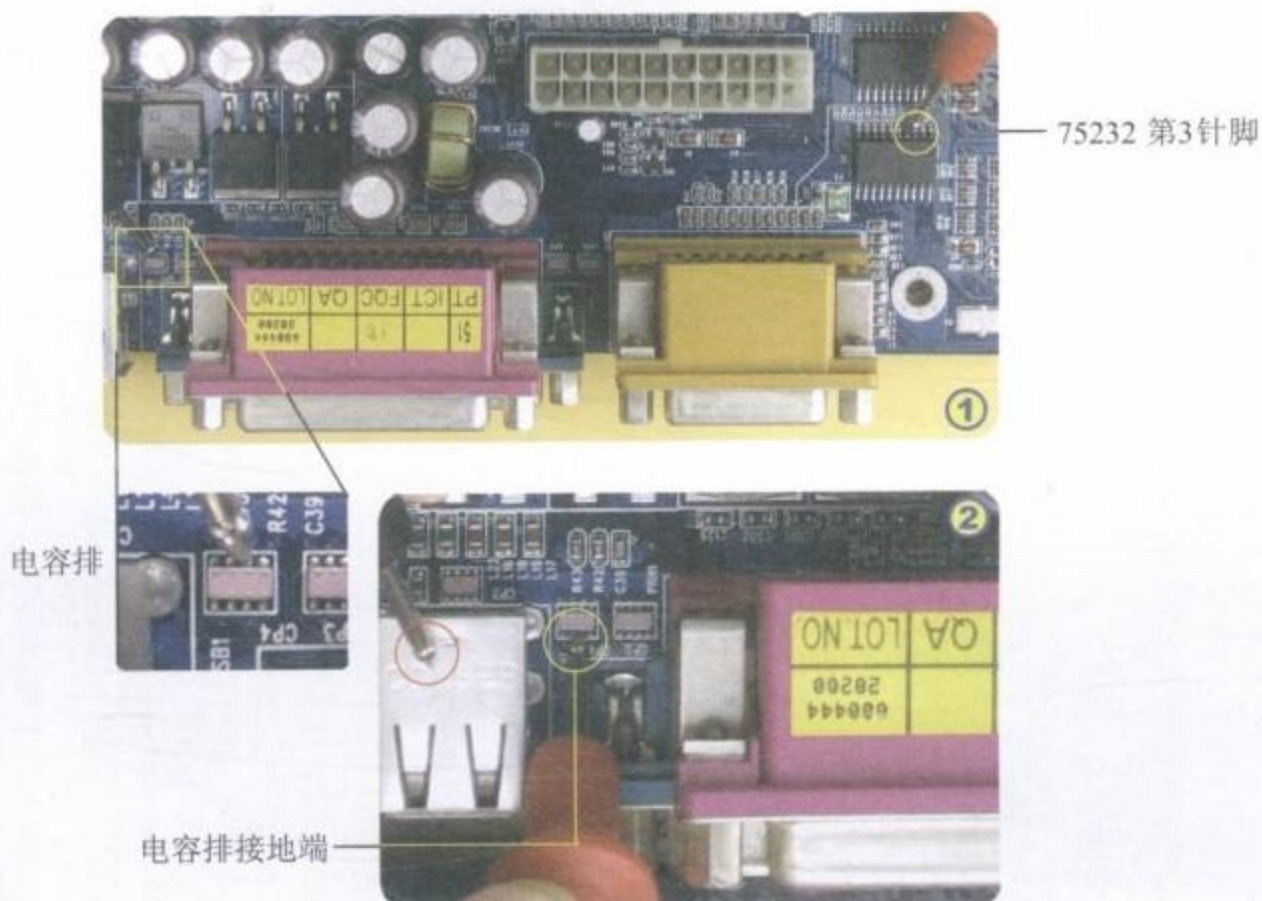


图5-41 测量电容排

Step 05 测量串口插座的第2~9针脚到串口管理芯片和串口管理芯片到I/O芯片的线路，如图5-42所示。

5.7.4 主板并口电路跑线实战

根据并口电路的原理图（参考图5-11），实际测量并口电路。具体跑线测量步骤如下：

Step 01 将万用表调到“蜂鸣”挡，测量并口电路中并口通过330或220电阻排连接到I/O芯片的线路，如图5-43所示。

Step 02 测量并口电路中上拉电阻排的连接线路，如图5-44所示。

Step 03 测量并口电路中滤波电容的连接线路，如图5-45所示。

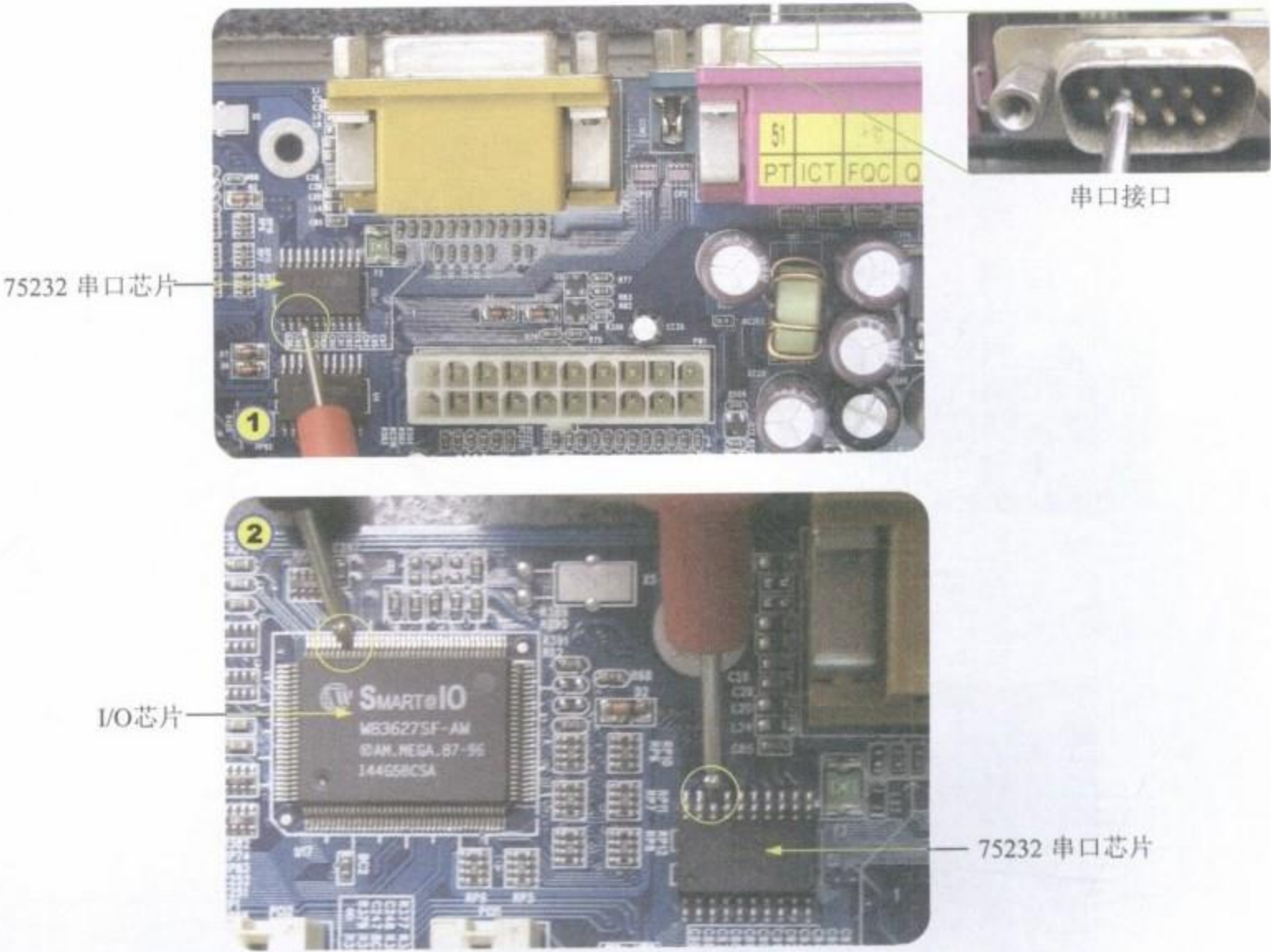


图5-42 测量串口插座到I/O芯片的线路

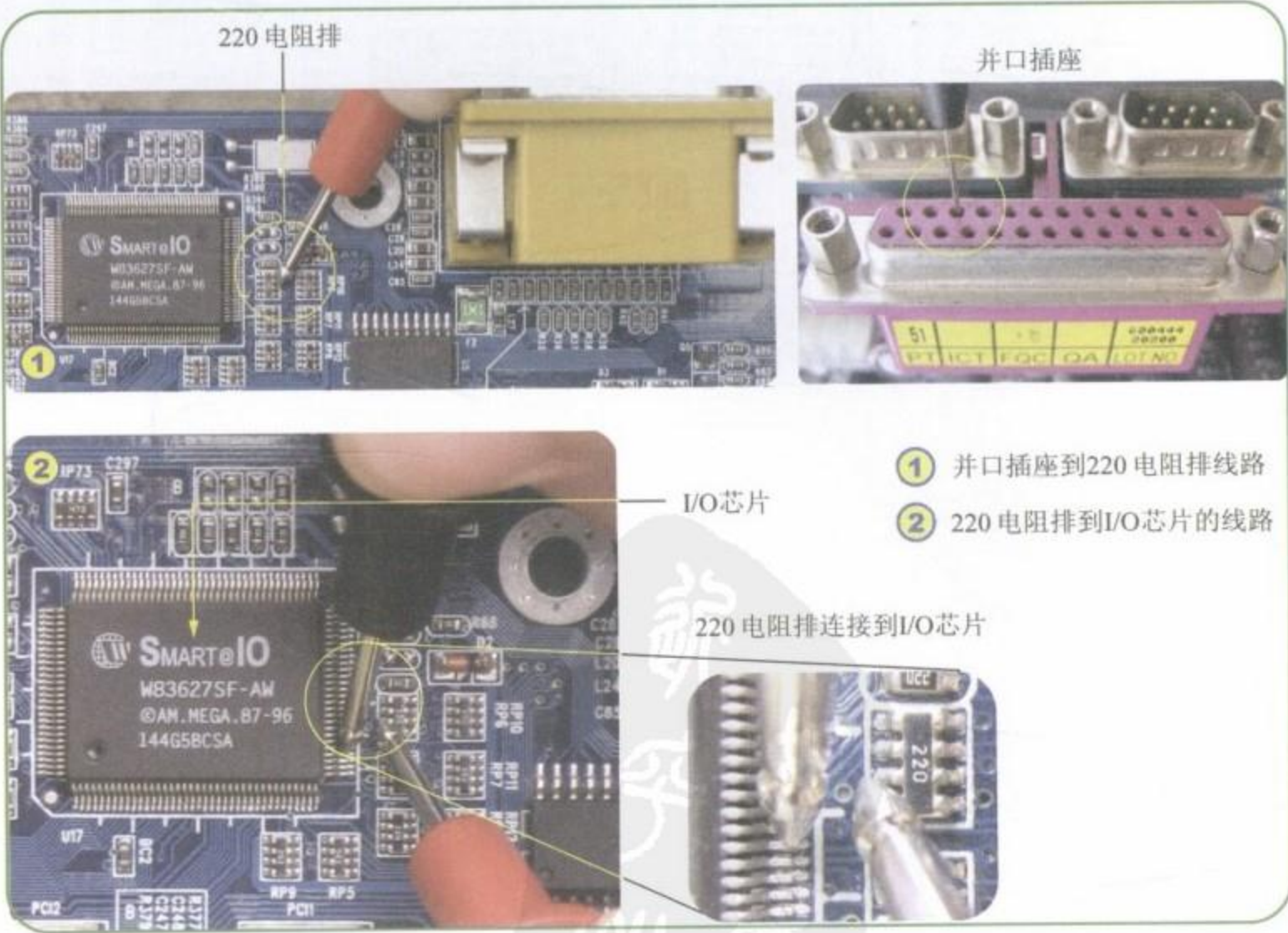


图5-43 测量并口到I/O芯片的线路

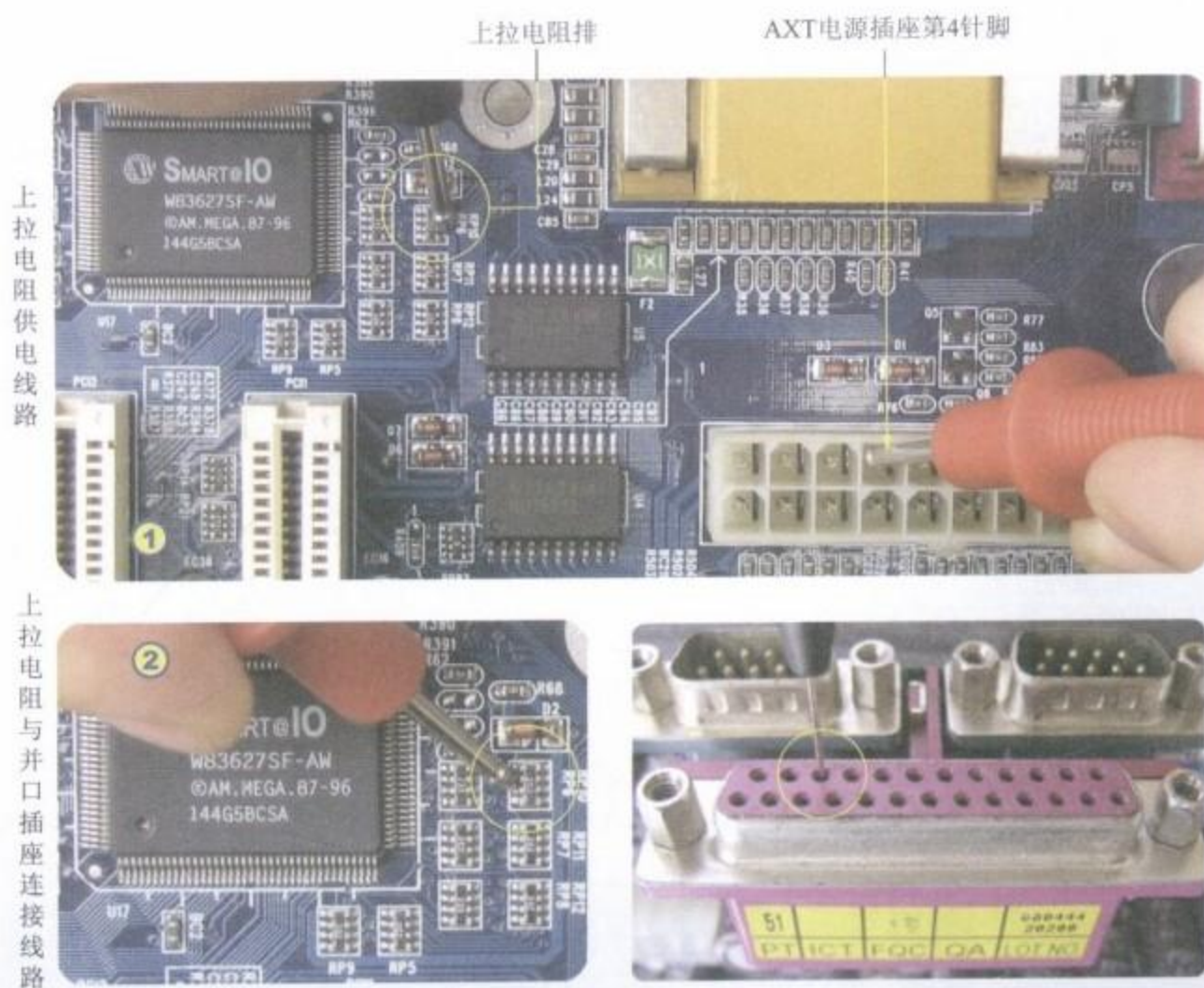


图5-44 测量上拉电阻排的连接线路

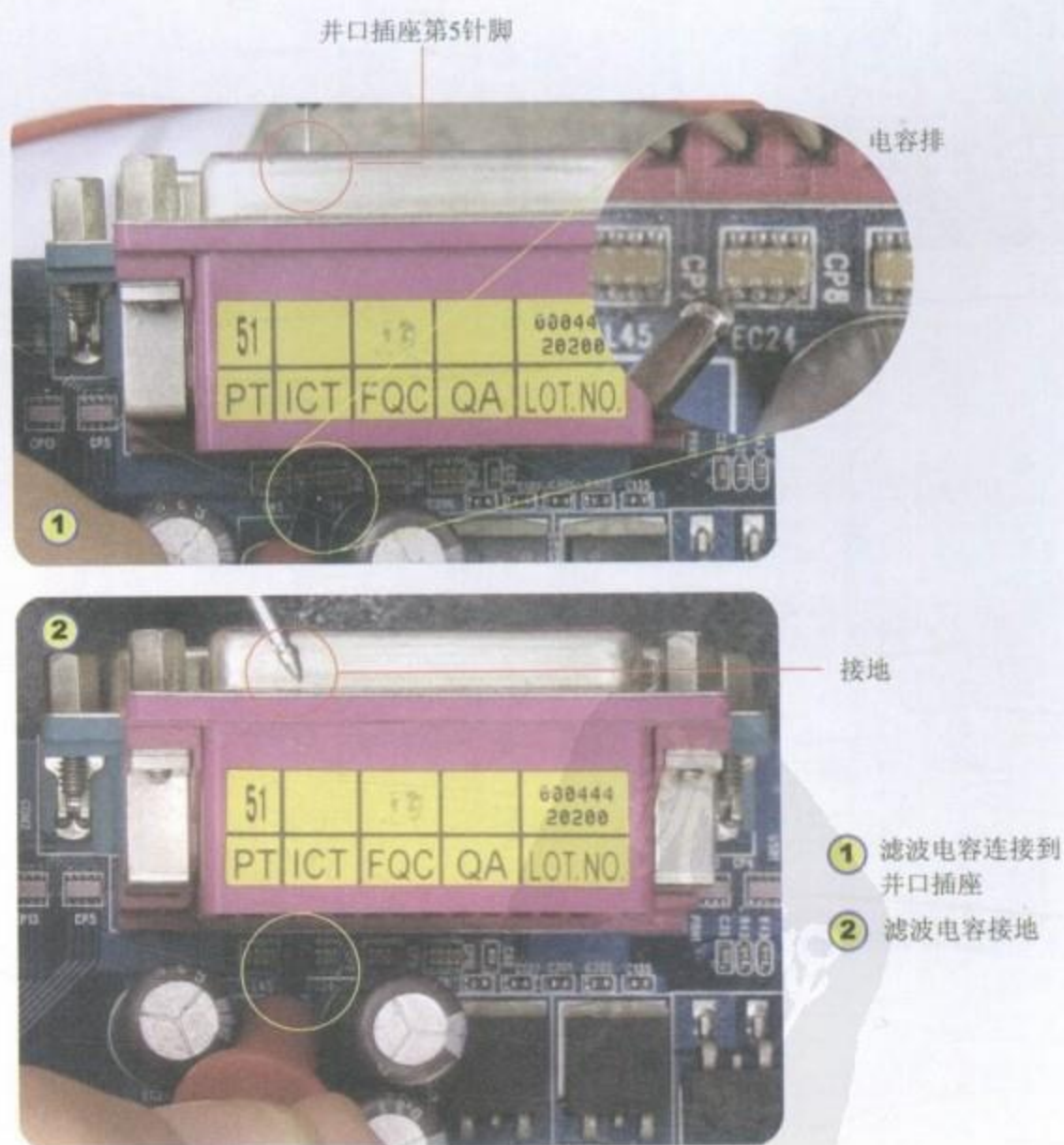


图5-45 测量并口电路中滤波电容的连接线路

5.7.5 主板USB接口电路跑线实战

根据USB接口电路的原理图（参考图5-16），实际测量USB接口电路。具体跑线测量步骤如下：

Step 01 将万用表调到“蜂鸣”挡，测量电源插座第4针脚经过保险电阻到USB接口插座的第1针脚的线路，如图5-46所示。

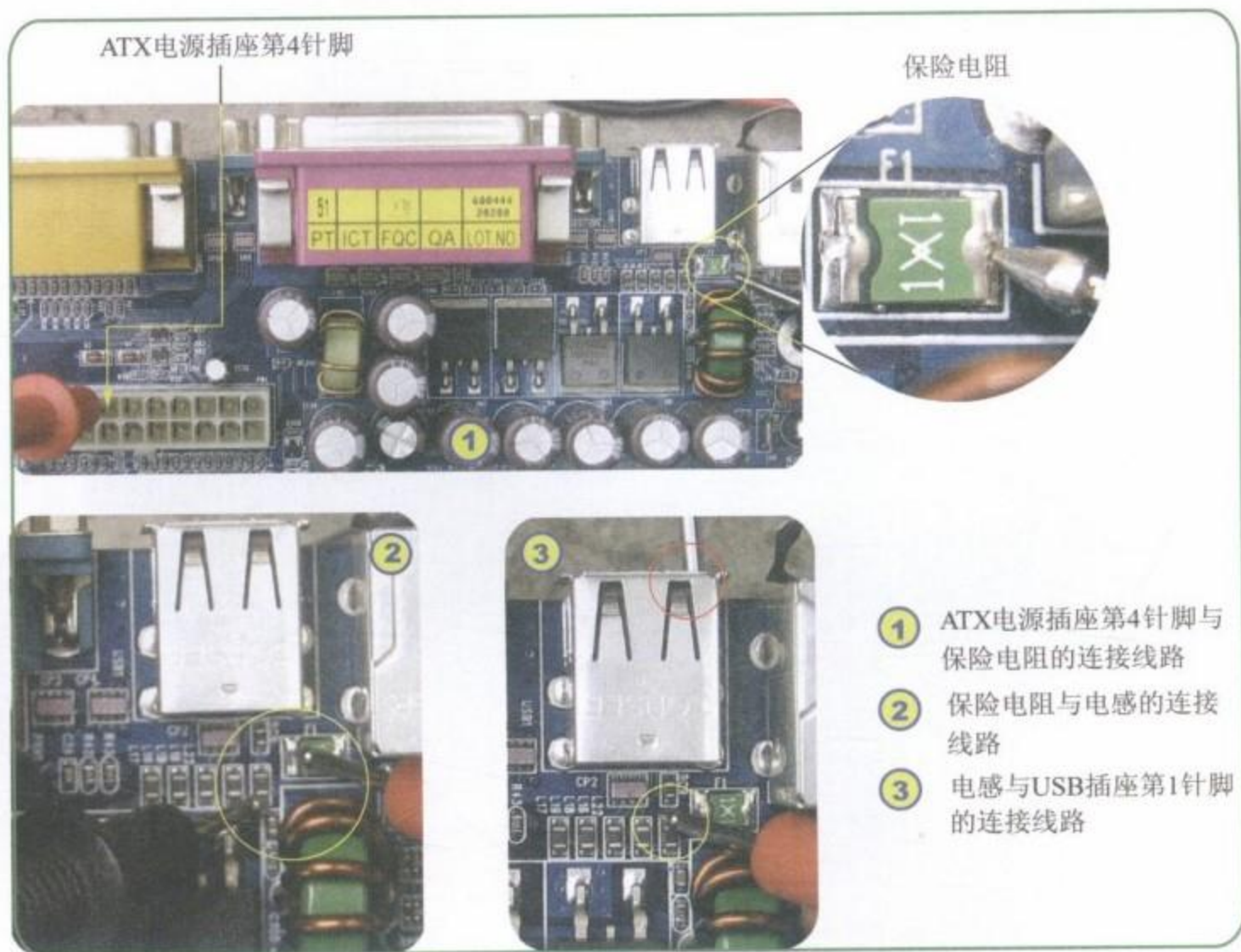


图5-46 测量USB接口插座第1针脚的线路

Step 02 测量USB接口插座第4针脚接地的线路，如图5-47所示。



图5-47 测量USB接口插座第4针脚接地的线路

Step 03 测量USB接口插座第2针脚经过电感、电阻排连接到南桥的线路，如图5-48所示。

Step 04 测量USB接口电路中连接的滤波电阻 RP_2 的线路，如图5-49所示。

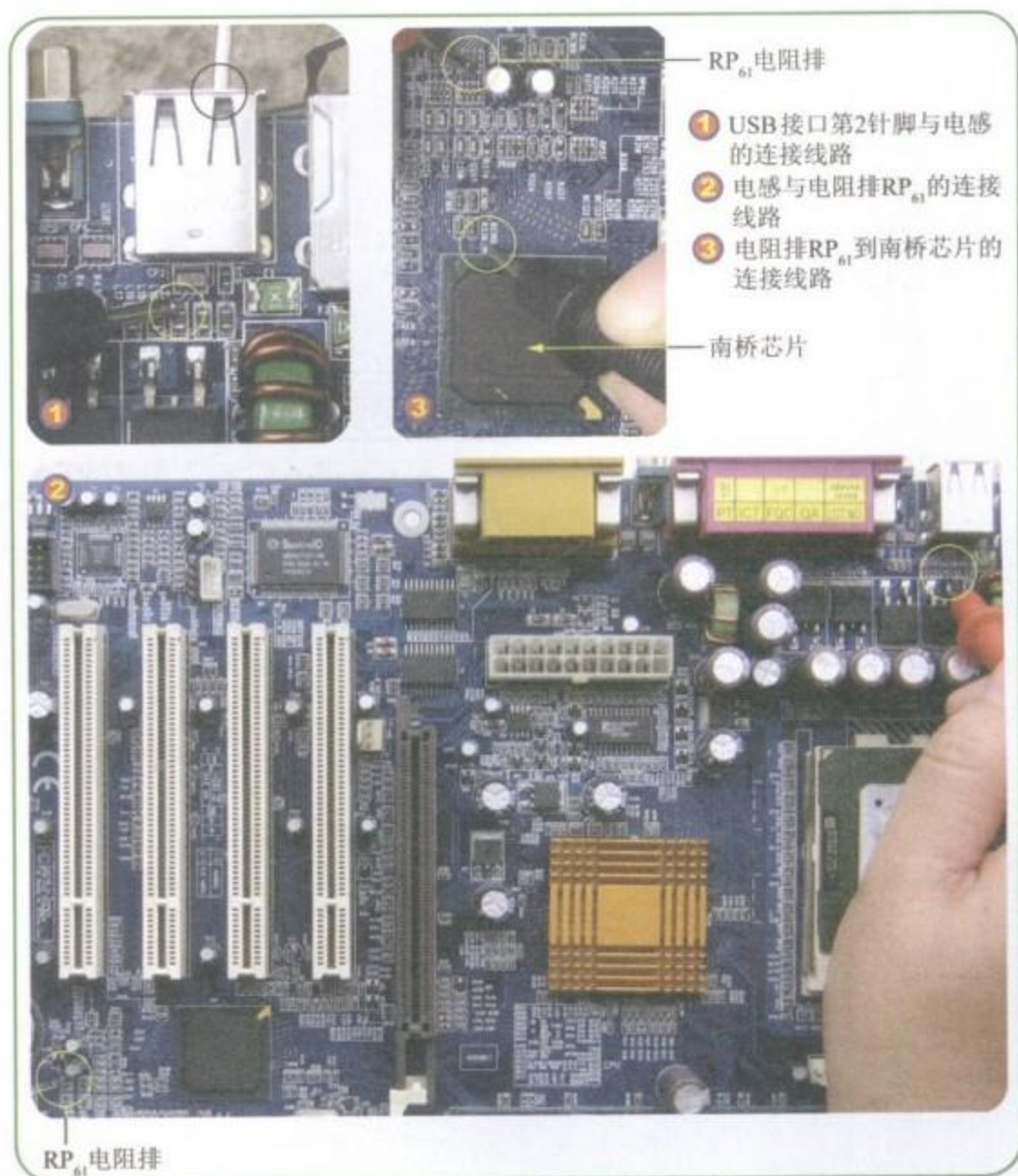


图5-48 测量USB接口插座第2针脚的连接线路

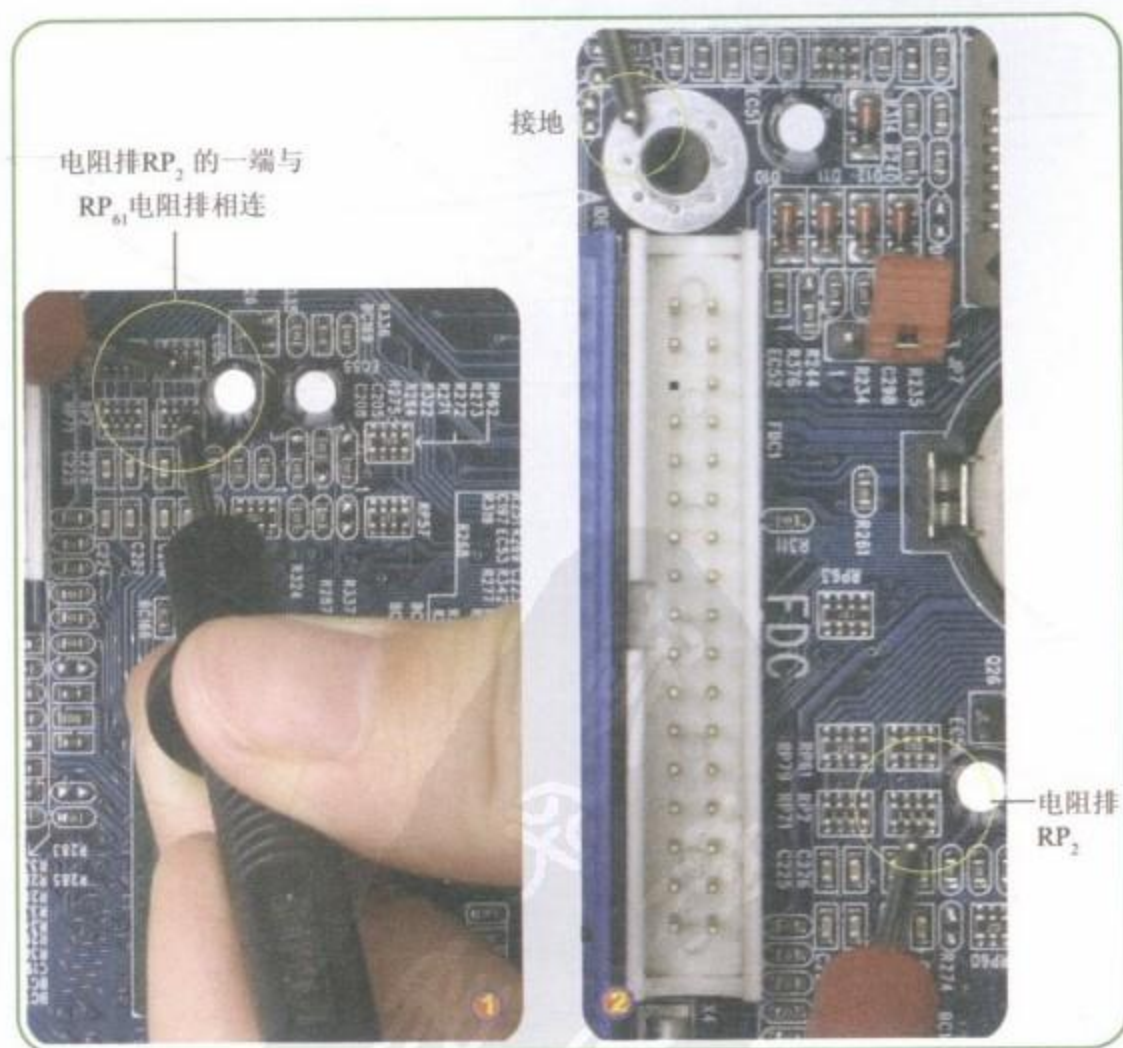


图5-49 测量USB接口电路中连接的滤波电阻的线路

Step 05 测量USB接口电路中连接的滤波电容 CP_2 的线路，如图5-50所示。

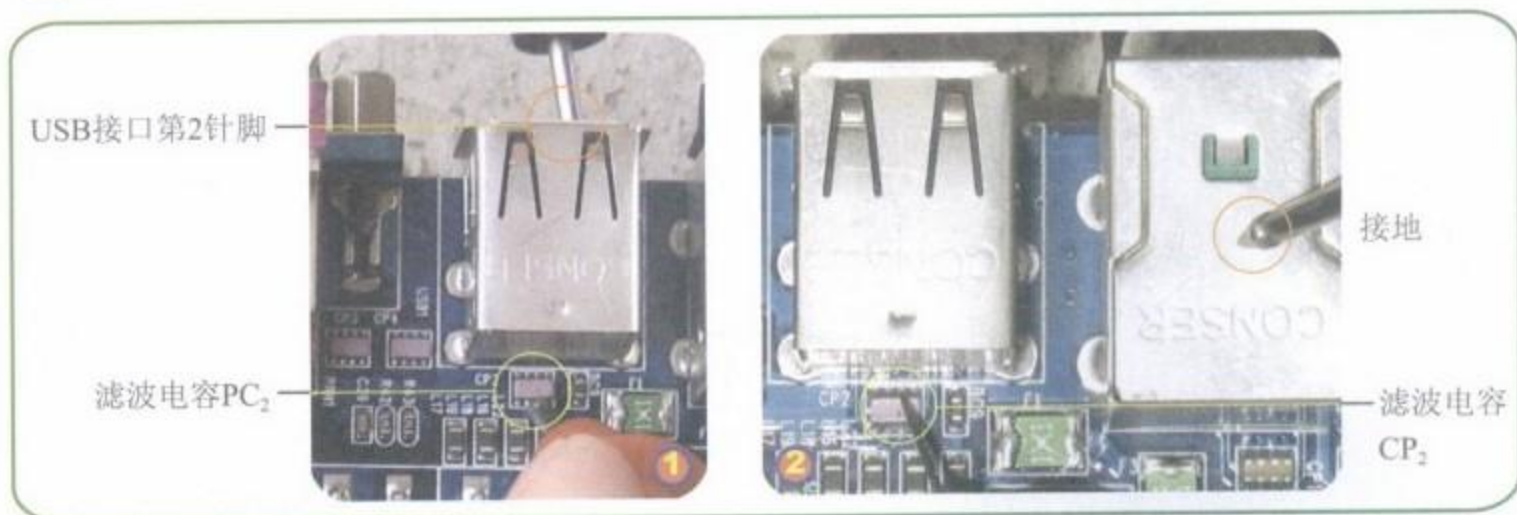


图5-50 测量USB接口电路中连接的滤波电容的线路

Step 06 用上面测量USB接口第2针脚的方法，测量USB接口插座第3针脚经过电感、电阻排、滤波电阻排、滤波电容等到南桥的线路。参考上面第3、4、5步，这里不再重复。

5.8 本章小节

本章介绍了键盘、鼠标接口电路，串口、并口接口电路，USB接口电路，电源接口电路，硬盘接口电路的工作原理和常见电路，并总结了这些接口电路的故障检修流程和故障测试点。另外，还介绍了这些接口电路常见故障的维修方法，使读者能更好地掌握主板中主要接口电路的工作过程、常见电路图和故障检修方法。各个接口电路的电路图形式、工作原理和故障检修方法是本章的重点内容，应完全掌握这些内容。



Chapter

6

主板CMOS电路和BIOS 电路分析及故障检修



技术要点：

- 主板CMOS电路组成
- 主板CMOS电路工作原理
- 主板CMOS电路故障检修流程
- 主板CMOS电路故障检测点
- 主板CMOS电路常见故障的判定及解决方法
- 主板BIOS电路工作原理
- 主板BIOS电路故障检修流程
- 主板BIOS电路故障检测点
- 主板BIOS电路常见故障维修
- 动手实践



CMOS (Complementary Metal—Oxide Semiconductor) 是互补金属氧化物半导体存储器的缩写。CMOS是一种可读/写存储器 (RAM)，一般内置在主板的南桥中。CMOS主要用来保存日期、时间、主板上存储器的容量、硬盘的类型和数目、显卡的类型、当前系统的硬件配置和用户设置的某些参数等重要信息。

CMOS利用低电流存储，电脑关机时由一块备用电池供电。正是由于CMOS管理着电脑的这些“日常事务”，它的作用才显得非常重要，如果不小心丢失（电池用光）或错误地修改了CMOS中的信息，计算机将无法启动。

6.1 主板CMOS电路分析

6.1.1 主板CMOS电路组成

CMOS电路由于要保存CMOS存储器中的信息，在主板断电后，由一块纽扣电池供电使CMOS电路正常工作，保证CMOS存储器中的信息不丢失。CMOS电路在得到不间断的供电和外围专用晶振提供的时钟信号后，将一直处于工作状态，可随时参与唤醒任务（即开机）。

CMOS电路主要由CMOS随机存储器、实时时钟电路（包括振荡器、晶振、谐振电容等）、跳线、南桥芯片、电池及供电电路等几部分组成，如图6-1所示。

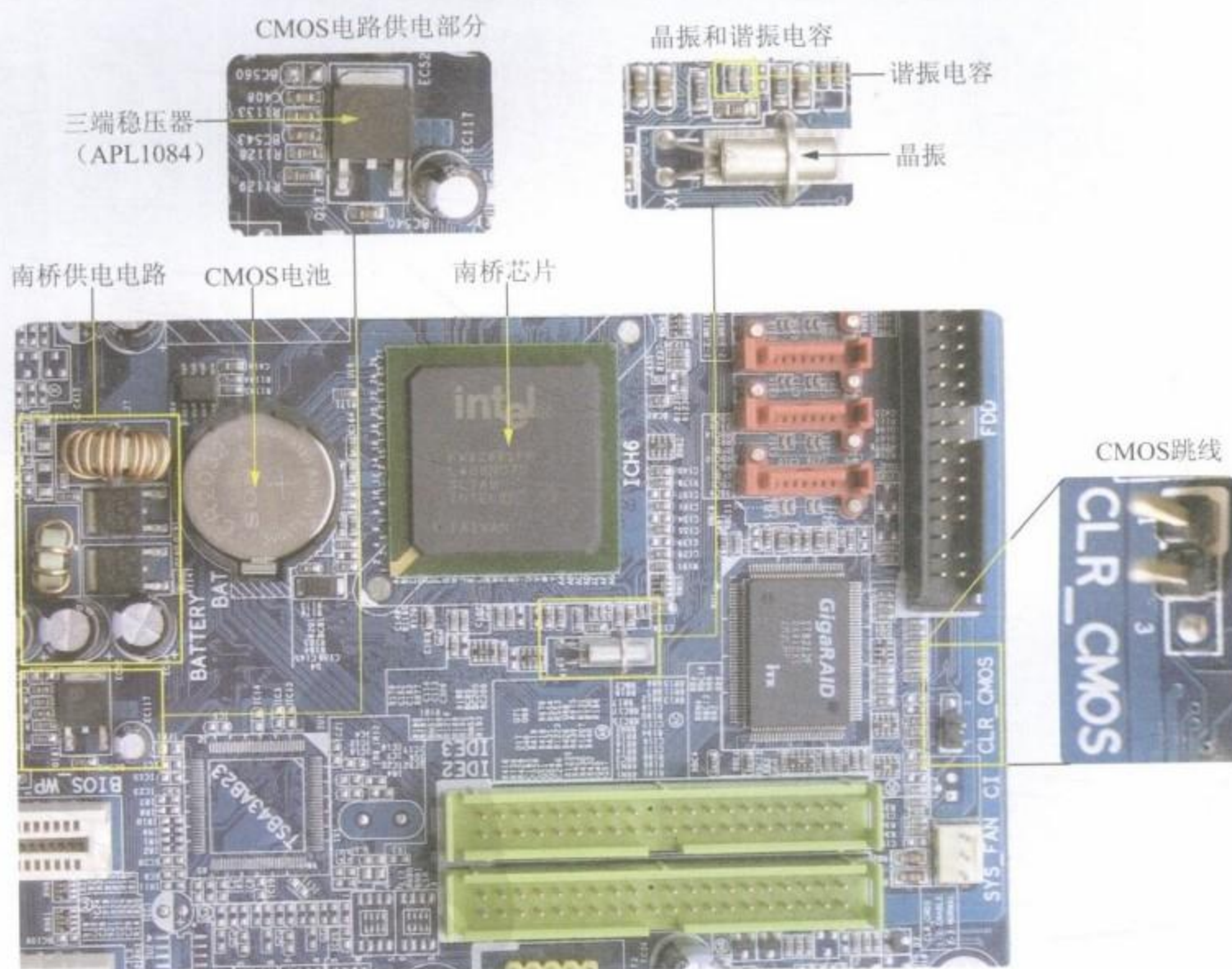


图6-1 主板中的CMOS电路

1. CMOS随机存储器

CMOS随机存储器的作用是存储系统日期、时间、主板上存储器的容量、硬盘的类型和数目、显卡的类型、当前系统的硬件配置和用户设置的某些参数等重要信息，开机时由BIOS对系统自检初始化后，将系统自检到的配置与CMOS随机存储器中的参数进行比较，正确无误后才启动系统。

CMOS随机存储器的主要特点是：功耗低（每位约10nW）、可随机读取或写入数据、断电后用外加电池来保持存储器的内容不丢失、工作速度比动态随机存储器（DRAM）高等。CMOS随机存储器的容量一般为64B或128B。

2. 实时时钟电路

实时时钟电路的作用是产生32.768kHz的正弦波形时钟信号，负责向CMOS电路和开机电路提供所需的时钟信号（CLK）。实时时钟电路主要包括振荡器（集成在南桥中）、32.768kHz的晶振、谐振电容等元器件，如图6-2所示。

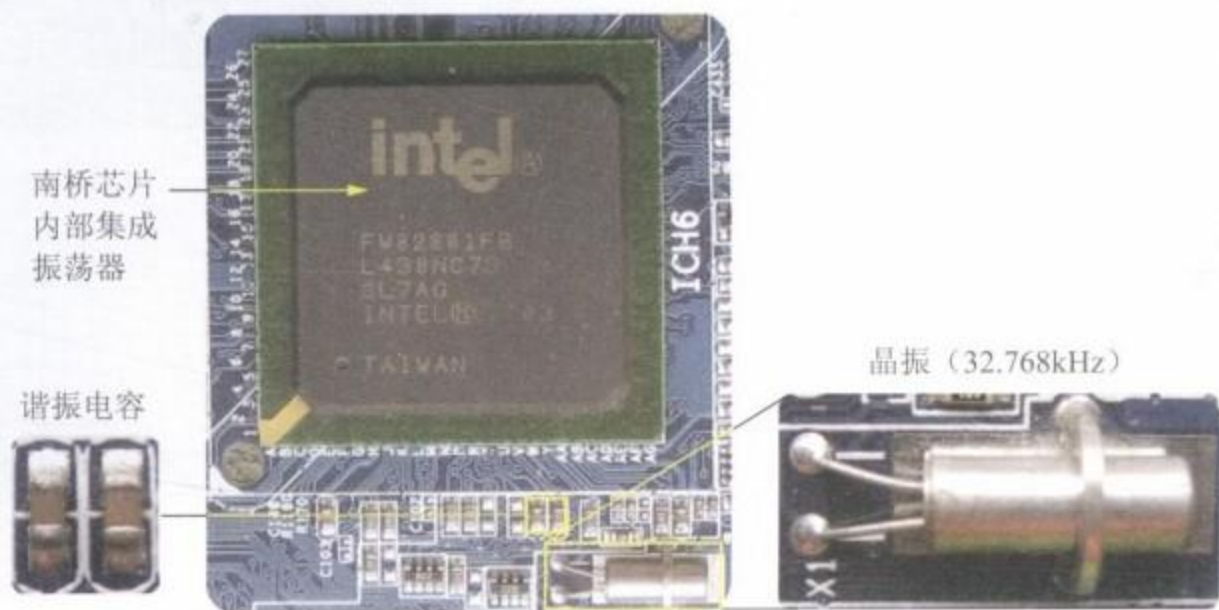


图6-2 主板上的实时时钟电路

提示

实时时钟电路产生的32.768kHz的正弦波形时钟信号是主板上唯一的正弦波时钟信号。

3. CMOS电池

CMOS电池的作用主要是在主板断电后，向CMOS随机存储器和实时时钟电路提供供电，使CMOS随机存储器中的信息不丢失，让CMOS电路一直处于工作状态，可随时参与唤醒任务（开机）。CMOS电池的种类一般为锂锰钮扣电池，如图6-3所示为主板CMOS电池。

4. CMOS跳线

CMOS跳线的作用是切断CMOS电路的供电，清除CMOS存储器中的信息，清除之后，再开机时到BIOS只读存储器中读取主板出厂时的默认值，CMOS跳线有双针跳线和三针跳线两种，通常在主板跳线的附近标注“CLR_CMOS”或“CLRTC”等提示，主板跳线如图6-4所示。

馈电路，来监视三端稳压器的输出电压，保证输出稳定的电压。

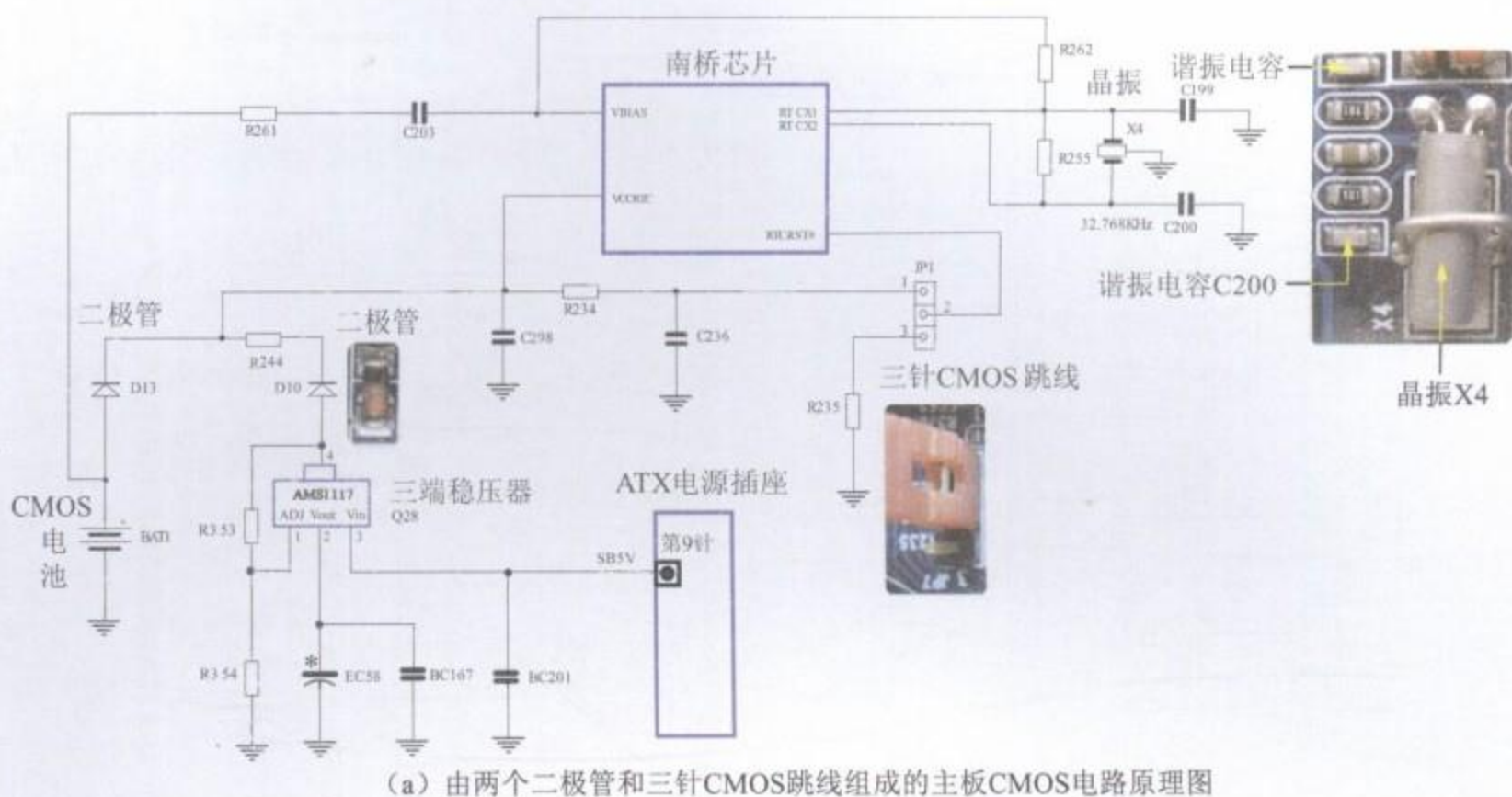
6.1.2 主板CMOS电路工作原理

由于主板厂商的设计不同，CMOS电路会有所不同，但基本电路原理相同，即ATX电源插座的待机电压（第9针脚）和主板电池的正极，同时连接到CMOS跳线中的一针，而CMOS跳线的另外一针连接到南桥中的CMOS随机存储器和实时时钟电路。各型号主板中CMOS电路的区别主要在供电部分，有的主板采用两个稳压二极管，有的主板采用一个三端稳压二极管，有的主板采用三针跳线，有的主板采用双针跳线，有的主板还设计有电压检测功能。

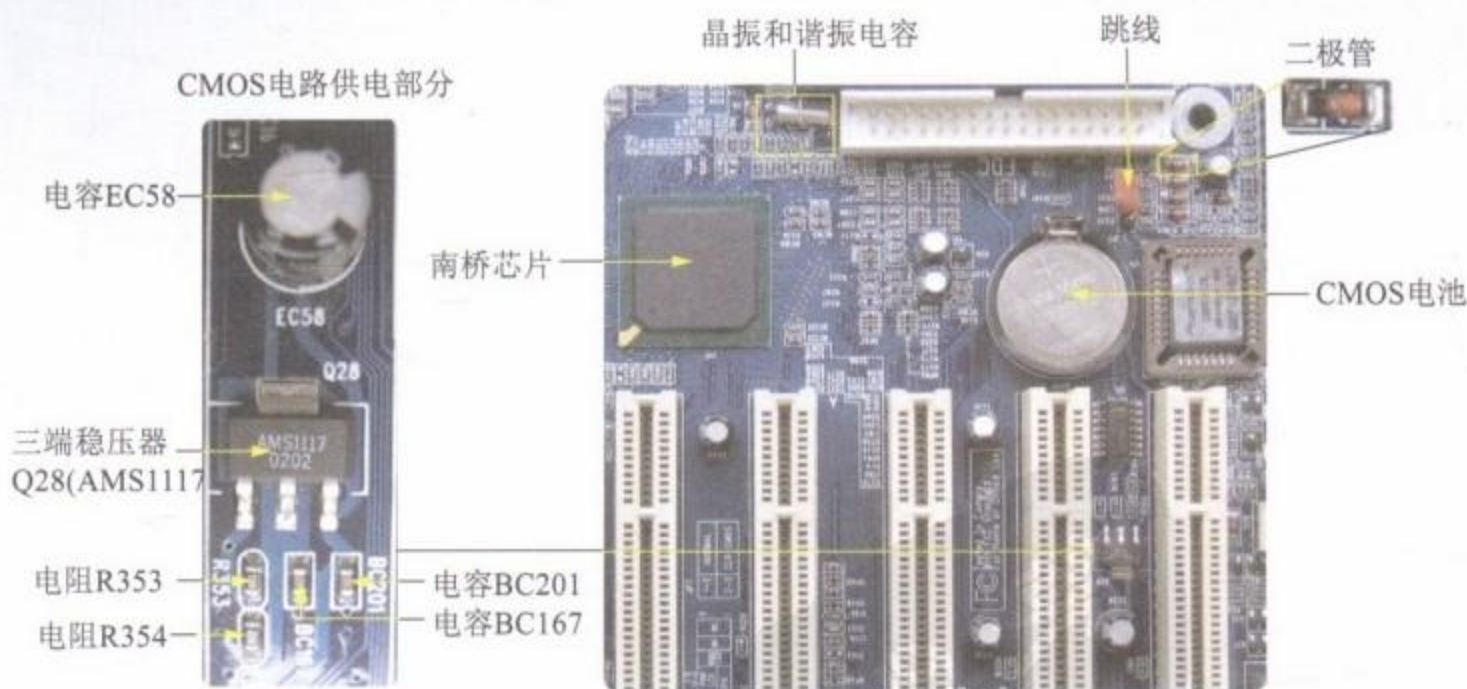
下面根据不同主板的CMOS电路，分别讲解它们的工作原理。

1. 由两个二极管和三针跳线组成的CMOS电路

由两个二极管和三针跳线组成的CMOS电路图如图6-6所示。



(a) 由两个二极管和三针CMOS跳线组成的主板CMOS电路原理图



(b) 由两个二极管和三针CMOS跳线组成的主板CMOS电路实物图

图6-6 由两个二极管和三针跳线组成的CMOS电路图

图中, CMOS随机存储器和实时时钟电路的振荡器内置在南桥芯片内部, X_4 (有的主板标注 Y_4) 为32.768kHz的晶振, C_{199} 和 C_{200} 为谐振电容, JP_1 为三针CMOS跳线, BAT_1 为主板电池, D_{13} 和 D_{10} 为两个相同型号的二极管 (一般为压降0.3V的锗管)。AMS1117为低压差三端稳压器, 作用是将5V待机电压转换为3.3V电压。AMS1117的第2脚 (Vout) 为输出脚, 通常连接一个100 μ F或220 μ F的电容, 第3脚为输入脚 (Vin), 直接连接ATX电源插座的第9针脚, 第1脚为反馈脚 (ADJ), 一般连接两个反馈电阻, 其中一个接地, 一个连接到输出端。

在主板没接电时, 电池 BAT_1 通过二极管 D_{13} 、电阻 R_{234} 连接到跳线 JP_1 的第1针脚, 再由跳线的第2针脚连接到南桥芯片的RTCRST#端, 为南桥芯片提供3.0V的电压, 南桥内部的CMOS随机存储器得到供电后, 保存电脑硬件数据使数据不丢失。同时实时时钟电路也会得到供电, 实时时钟电路中的振荡器和晶振 X_4 等开始工作, 产生32.768kHz的时钟频率, 并为南桥和CMOS电路提供时钟信号, CMOS电路处于工作状态, 并随时准备参与唤醒任务。

当ATX电源接电后, ATX电源第9针脚开始输出5V待机电压, 此电压通过三端稳压器AMS1117后, 转换为3.3V电压, 此电压通过二极管 D_{10} 、电阻 R_{244} 加到稳压二极管 D_{13} 的负极。此时由于稳压二极管 D_{13} 正、负极电压分别为3.0V和3.3V, 负极电压高于正极电压, 稳压二极管 D_{13} 截止。因此由3.3V待机电压代替电池为南桥供电, 此时CMOS电路同样处于工作状态, 并随时准备参与唤醒任务。

当主板开始工作后, CMOS电路会根据CPU的请求向CPU发送开机自检程序, 准备开机。

当ATX电源断电的瞬间, 稳压二极管 D_{13} 的负极电压开始变低, 当低于正极的3.0V时, 稳压二极管 D_{13} 导通, 开始为南桥供电, 保证CMOS电路正常工作, CMOS存储器中的信息不丢失。

2. 由一个三端稳压二极管和两针跳线组成的CMOS电路

由一个三端稳压二极管和两针跳线组成的CMOS电路图如图6-7所示。

图中, CMOS随机存储器和实时时钟电路的振荡器内置在南桥内部, X_1 (有的主板标注 Y_1) 为32.768kHz的晶振, C_{113} 和 C_{114} 为谐振电容, CLR_CMOS为两针CMOS跳线, BAT为CMOS电池, APL1084为三端稳压器, 作用是将5V待机电压转换为3.3V电压。APL1084的第3脚为输入脚 (Vin), 直接连接ATX电源插座的第9针脚, 第2脚 (Vout) 为输出脚, 通常连接一个100 μ F或220 μ F的电容, 第1脚为反馈脚 (ADJ), 一般连接两个反馈电阻 (如图6-7所示得 R_{1128} 和 R_{1129}), 其中一个接地, 一个连接到输出端。 D_3 为三端稳压二极管, 它的内部内置两个二极管, 相当于串联了两个二极管。

在主板没接电时, 电池BAT, 通过电阻 R_{196} 、三端稳压二极管 D_3 的第1脚和第3脚、电阻 R_{194} 分成两路, 一路直接连接到南桥芯片的RTCRST#端、VCCRTC端, 为CMOS随机存储器提供3.0V电压, 南桥内部的CMOS随机存储器得到供电后, 保存电脑硬件数据, 使数据不丢失。同时实时时钟电路也会得到供电, 实时时钟电路中的振荡器和晶振 X_1 等开始工作, 产生32.768kHz的时钟频率, 并为南桥和CMOS电路提供时钟信号, CMOS电路处于工作状态, 并随时准备参与唤醒任务。

另一路连接到跳线CLR_CMOS的第1针脚, 而跳线的第2针脚通过电阻 R_{198} 接地, 如果将跳线上插一个跳线帽, 电流就会直接流向地, 就会停止向南桥芯片供电, 达到放电的目的。



当ATX电源断电的瞬间，三端稳压二极管D₃的第1脚和第3脚间内置的二极管的负极电压开始变低，当低于正极的3.0V时，稳压二极管D₃的第1脚和第3脚间内置的二极管导通，又恢复成由电池为南桥供电，保证CMOS电路正常工作，CMOS存储器中的信息不丢失。

6.2 主板CMOS电路故障检修流程

当主板的CMOS电路有故障时可以参考CMOS电路故障检修流程对主板进行检测，检测时重点检测每个电路模块的关键测试点，通过测试点快速准确地找出故障的部件，并修复CMOS电路故障。

主板CMOS电路故障主要是由供电二极管损坏，或晶振旁边的电容被击穿，或CMOS电池故障等造成的，具体CMOS电路故障检修流程图如图6-8所示。

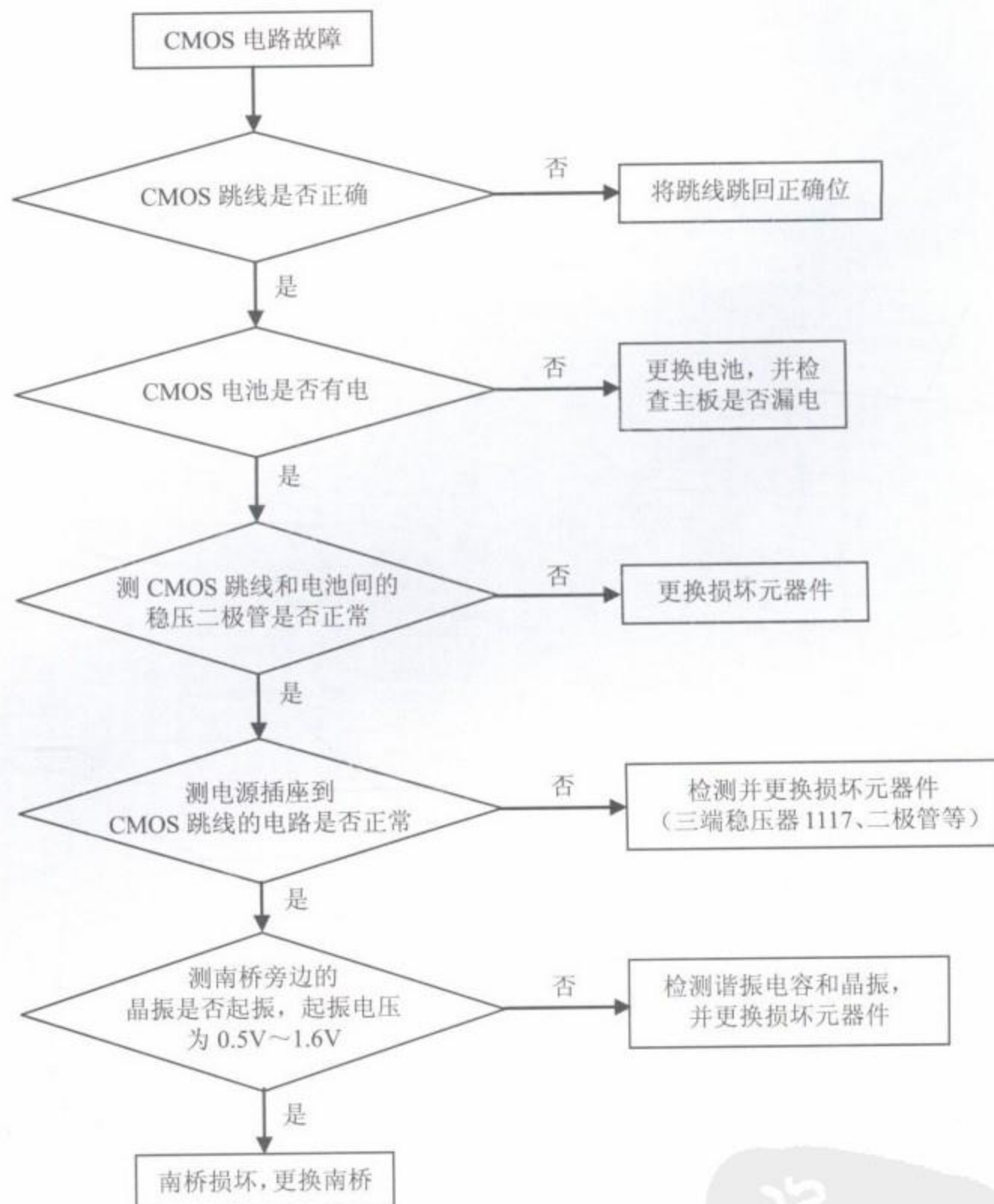


图6-8 CMOS电路故障检修流程图

6.3 主板CMOS电路故障检测点

6.3.1 易坏元器件

主板CMOS电路易坏元器件主要有：

- 1 稳压二极管（如图6-6中的 D_{13} 、 D_{10} ）。
- 2 三端稳压二极管（如图6-7中的 D_3 ）。
- 3 电池及电池插座。
- 4 32.768kHz晶振。
- 5 谐振电容（如图6-6中的 C_{199} 、 C_{200} ）。
- 6 低压差三端稳压器1117或1084。
- 7 滤波电容。

提示

此处标注的元器件编号，是CMOS原理图中的编号，主板实际编号可能根据主板的厂商型号不同而有所不同，维修时应先找对电路中的各个元器件，再测量。

6.3.2 主板CMOS电路故障检测点

故障检测点1 CMOS跳线。

CMOS跳线设置不正确，将导致不能开机，所以在维修时首先检查CMOS跳线设置是否正确，正常情况下跳线应插在“Normal”设置上。

故障检测点2 电池及电池插座。

如果CMOS设置不能保存，这时应重点检查电池是否有电，可用万用表测量电池的电压是否是3.0V左右，并检查电池插座的引脚是否焊接牢固。

故障检测点3 二极管。

如供电部分的稳压二极管损坏将导致无法开机的故障。检测方法为：首先将万用表调在“ $R \times 1k$ ”或二极管挡，将万用表的两只表笔分别接到二极管的两端，如果正、反向电阻值均为无穷大，则该二极管内部断路损坏；如果正、反向电阻值均为0，则该二极管已被击穿短路；另外，如果正、反向电阻值相差不大，则该二极管的质量太差，不宜使用。

提示

更换损坏的二极管时，应保证两个稳压二极管是相同型号的二极管，同为锗管或硅管。二极管的负极端用一道标注，如图6-9所示。

此黑道所在一端
为二极管的负极端

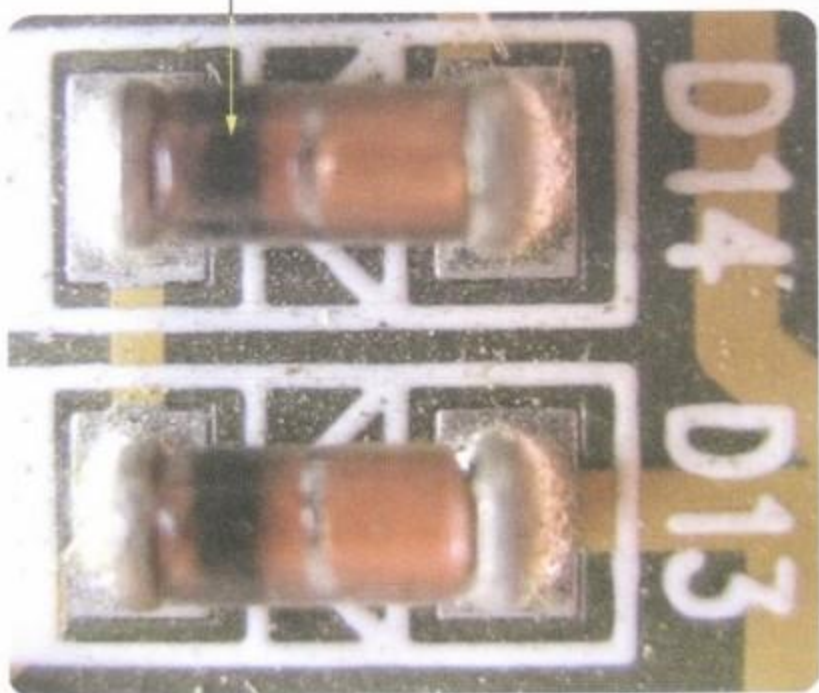


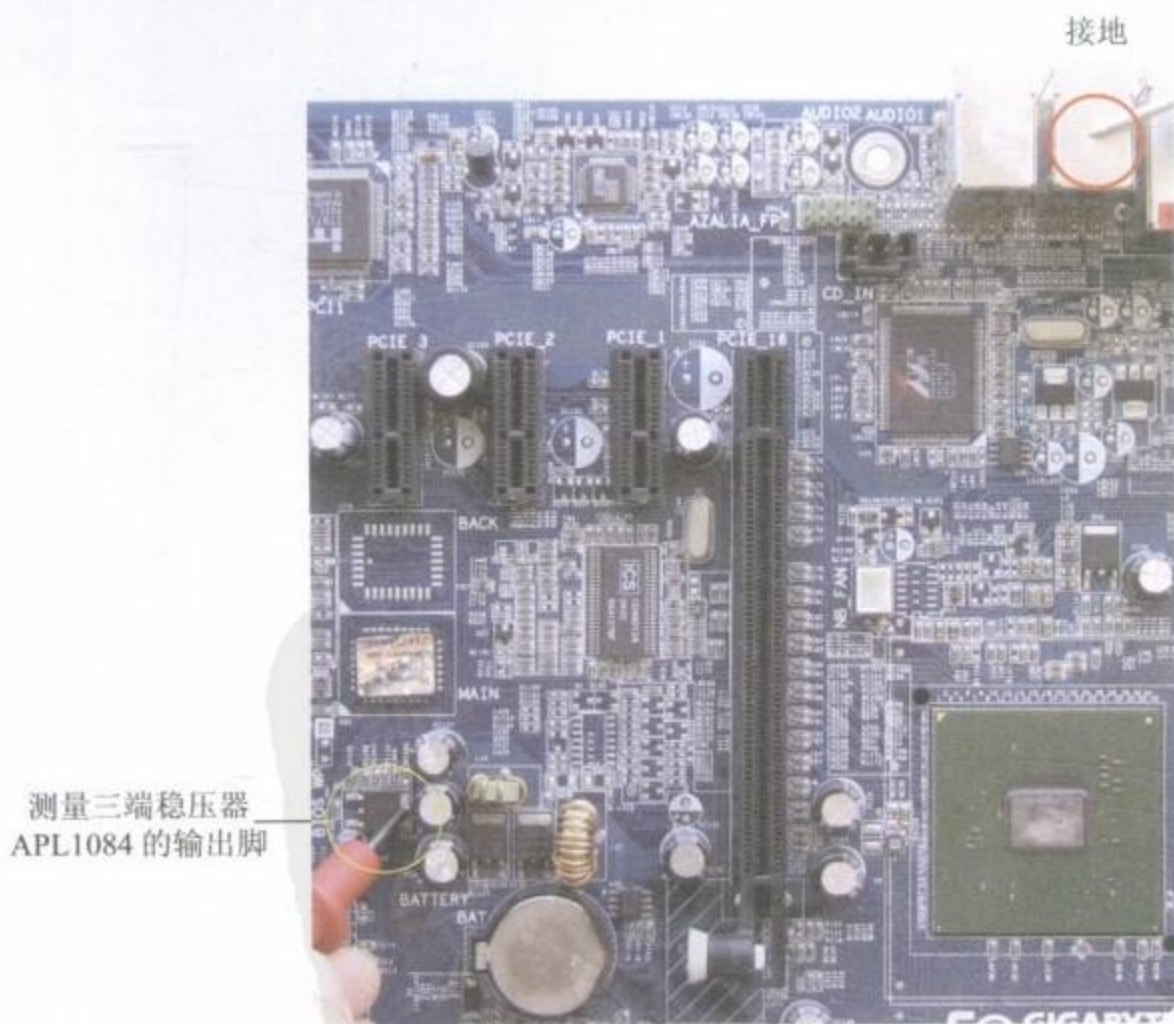
图6-9 二极管

故障检测点4 三端稳压二极管

此处稳压二极管损坏将导致无法开机（有些电路中有，有的电路没有），检测方法与二极管的检测方法基本相同。

故障检测点5 低压差三端稳压器。

三端稳压器的中间脚为电压输出脚，若此元器件损坏将导致主板无法开机。测试方法为：带电测量三端稳压器中间脚的电压值大小，如果为0或小于3V，则是稳压器损坏。测量时，万用表调到电压挡的20量程，然后将红表笔接三端稳压器的中间脚，黑表笔接地即可（一般黑表笔直接按在键盘接口上端的金属面上即可），如图6-10所示。



测量三端稳压器
APL1084 的输出脚

图6-10 测量三端稳压器1084

故障检测点6 低压差三端稳压器输出端连接的滤波电容。

若此滤波电容损坏将导致主板无法开机。检测方法为：首先将万用表调到欧姆挡的20k挡，然后用万用表的两只表笔，分别与电容器的两端相接（红表笔接电容器的正极，黑表笔接电容器的负极），如果显示值从“000”开始逐渐增加，最后显示溢出符号“1”，表明电容器正常；如果万用表始终显示“000”，则说明电容器内部短路；如果始终显示“1”，则可能电容器内部极间开路。

**注意**

检测电容器时，如果始终显示“1”，可能电容器内部极间开路。也可能所选择的电阻挡不合适。

**提示**

测量电容器的正、负极的方法为：将万用表调至“R×1k”或二极管挡，然后分别将红、黑表笔接触电容器的两端，测出一个绝缘电阻；接着将红、黑表笔对调后再测出一个绝缘电阻，两次测量中，绝对电阻较大的一次的黑表笔所接的一端为电容器的正极，红表笔所接的为负极。

故障检测点7 谐振电容（如图6-6中的C₁₉₉）。

谐振电容漏电或被击穿将导致不能开机，检测方法同上。

故障检测点8 晶振。

晶振损坏后，电脑可能不能开机或无法存储系统时间。检测方法为：测量晶振两端的电压，如电压为0.2V以上表明晶振正常。测量时，将万用表调到电压挡的2量程，然后两只表笔分别接触32.768kHz晶振的两个引脚即可。另外可以用开关机方法测量，如果用手捏住万用表表笔去接触晶振的一个脚时，主板能开机，再接触另一个脚时能关机，说明晶振损坏。

6.4 主板CMOS电路常见故障的判定及解决方法

6.4.1 CMOS电路常见故障现象及原因

1. CMOS电路常见故障现象

- 1 电脑启动时，出现“CMOS checksum error—Defaults loaded”提示。
- 2 开机后提示“CMOS Battery State Low”。
- 3 主板能够显示，CMOS设置不能保存。
- 4 主板不能开机。
- 5 系统不能保存时间。

- 6** 新电池漏电，且不能开机。
- 7** 安上电池不能开机，取下电池能开机。

2. 造成CMOS电路故障的原因

- 1** 电池没电或插座引脚与主板接触不良。
- 2** CMOS跳线设置错误。
- 3** 电池旁边的滤波电容漏电。
- 4** 实时时钟电路中的谐振电容损坏。
- 5** 晶振不良或损坏。
- 6** 晶振连接的电阻损坏。
- 7** 南桥芯片损坏。

6.4.2 CMOS电路常见故障解决方法

主板CMOS电路常见故障如下：

- 1** 电脑启动时，出现“CMOS checksum error—Defaults loaded”提示。

故障分析：出现“CMOS checksum error—Defaults loaded”故障提示，说明主板保存的CMOS信息出现了问题，需要重置。由于电池的电压降低，导致CMOS无法保存信息，这样系统就会提示重置CMOS。这时，如果主板CMOS供电电路正常，更换一块电池即可解决问题。

解决方法：如果CMOS供电电路正常，更换主板电池即可。

- 2** 电脑启动时，如果出现“CMOS checksum error—Defaults loaded”提示，更换一块新电池后使用时间不长，故障便再次出现。

故障分析：如果CMOS供电电路中的供电二极管出现断路或二极管与跳线间的电阻的阻值增大，主板的供电将无法到达南桥芯片内部，但此时新电池还可以继续维持CMOS数据的供电。因此，电脑的启动和运行暂时还不会受到影响。不过，由于锂电池的供电能力有限，当电量消耗殆尽后，将再次出现“CMOS checksum error—Defaults loaded”故障提示。另外，当主板CMOS供电电路中的滤波电容出现一般性漏电时，由于锂电池的端电压被发生漏电的电容泄漏掉了一部分，因此，更换电池后时间一长，故障就会重现。

解决方法：首先测试主板供电回路中的二极管是否断路，滤波电容是否漏电，如果这两个元器件出现问题，更换相同型号的二极管或电容即可，如果这两个元器件正常，则可能是上述二极管与跳线间的电阻的阻值增大，最好找一个相同型号的主板测量此电阻的阻值，再更换一个阻值相同的电阻。

- 3** CMOS参数丢失，开机后提示“CMOS Battery State Low”，有时可以启动，使用一段时间后死机。

故障分析：这种现象大多是CMOS供电不足引起的，造成供电不足的原因可能是电池没电，或CMOS电路中的电容漏电。

解决方法：更换电池，如果故障依旧，检查电路中的电容是否漏电，如漏电则更换电容即可，如电容正常可检查电池插座是否松动，或电路中的供电二极管或三极管损坏。

- 4** 每次开机后，系统时间不正确，重新设置后，下次开机，系统时间还是不正确，无法保存设置后的时间。

故障分析：此故障一般是由于实时时钟电路中的晶振损坏造成。

解决方法：测量实时时钟电路中的晶振是否损坏，如损坏更换晶振即可，如果晶振正常，则可能是晶振旁边的谐振电容损坏，更换电容后故障排除。

5 主板不能保存CMOS参数，怀疑电池没电，于是关掉插座电源开关更换主板电池，更换后重新开机，发现无法开机。

故障分析：更换电池前，电脑可以工作，只是无法保存CMOS参数；更换电池后电脑无法开机。由于更换电池时只是关掉插座电源开关进行操作，这时开关关掉的只是交流电的零线，主机上仍通有微弱的电流，有可能在更换电池时造成主板CMOS电路中的元器件损坏。接着测量CMOS电路中的二极管、电容等元器件，发现这些元器件正常，而且电池有电，CMOS电路没有工作。再测BIOS的AD线和PCI的AD线，发现没有电压，说明南桥损坏。

解决方法：找到相同型号的南桥，更换南桥，故障即可排除。

6.5 主板BIOS电路

6.5.1 BIOS的功能和作用

BIOS全名为Basic Input Output System，即基本输入/输出系统，是电脑中最基础而又最重要的程序。这一段程序存放在一个不需要电源的记忆体（芯片）中，这就是平时所说的BIOS。它为计算机提供最低级的、最直接的硬件控制，计算机的原始操作都是依照固化在BIOS里的程序来完成的。准确地说，BIOS是硬件与软件之间的一个“转换器”或者说是接口，它负责开机时对系统的各种硬件进行初始化设置和测试，以确保系统能够正常工作。计算机用户在使用计算机的过程中，都会接触到BIOS，它在计算机系统中起着非常重要的作用，如果硬件不正常则立即停止工作，并把出错的设备信息反馈给用户，如图6-11所示为主板BIOS芯片。

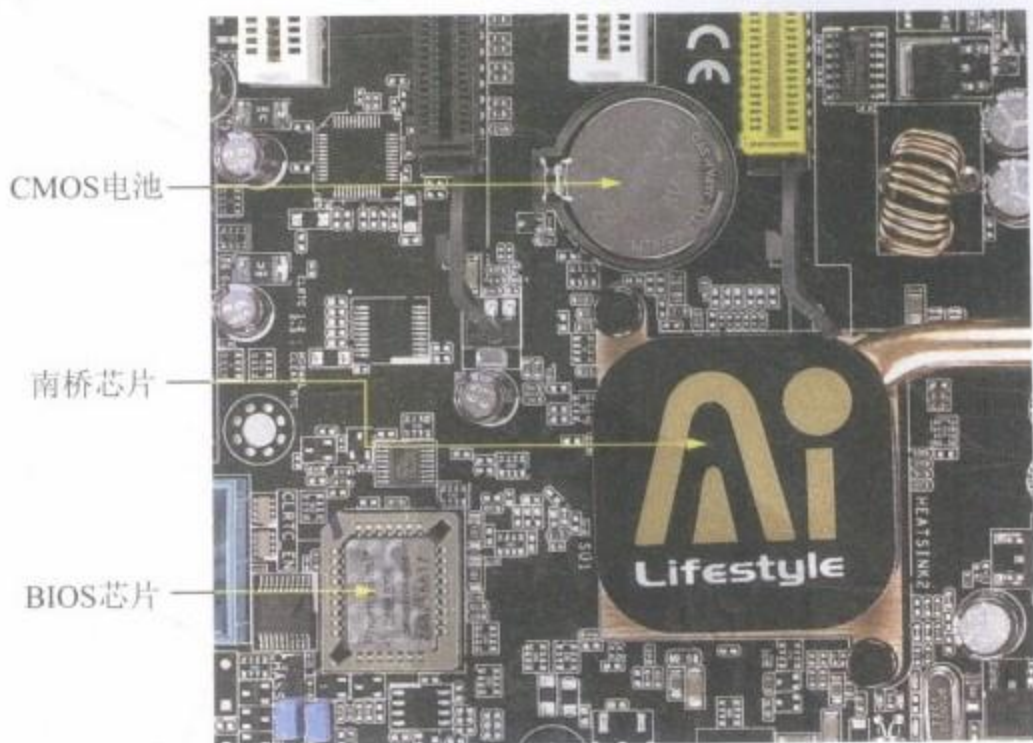


图6-11 主板BIOS芯片

1. BIOS芯片的功能

1 硬件中断服务：BIOS中断服务程序实质上是微机系统中软件与硬件之间的一个可编程接口，主要用于软件功能与微机硬件之间的接口。例如Windows对软驱、光驱、硬盘等管理、中断的设置等服务。

2 BIOS系统设置程序：电脑部件配置记录存放在一块可写的CMOS RAM芯片中，主要保存着系统的基本情况（CPU特性、软硬盘驱动器等部件的信息）。在BIOS ROM 芯片中装有“系统设置程序”，主要用来设置CMOS RAM中的各项参数。这个程序在开机时按某个键就可进入设置状态，并提供良好的界面。

3 POST通电自检：电脑接通电源后，系统首先由POST程序对内部各个设备进行检查。

4 BIOS系统启动自举程序：系统完成POST自检后，BIOS芯片就首先按照系统CMOS设置中保存的启动顺序搜索软硬盘驱动器及CD-ROM、网络服务器等有效地启动驱动器，读入操作系统引导记录，然后将系统控制权交给引导记录，并由引导记录来完成系统的顺序启动。

2. BIOS芯片的作用

1 自检及初始化：开机后BIOS最先被启动，然后它会对电脑的硬件设备进行彻底的检验和测试。如果发现问题，分两种情况处理：严重故障停机，不给出任何提示或信号；非严重故障则给出屏幕提示或声音报警信号，等待用户处理。如果未发现问题，则将硬件设置为备用状态，然后启动操作系统，把电脑的控制权交给用户。

2 设定中断：开机时，BIOS会告诉CPU各硬件设备的中断号，当用户发出使用某个设备的指令后，CPU就根据中断号使用相应的硬件完成工作，再根据中断号跳回原来的工作。

3 程序服务：BIOS直接与计算机的I/O（Input/Output，即输入/输出）设备打交道，通过特定的数据端口发出命令，传送或接收各种外部设备的数据，实现软件对硬件的直接操作。

3. BIOS芯片的工作过程

当主机电源开始供电，CPU接收到VR（电压调节系统）发出的一个电压信号，然后经过一系列的逻辑单元确认CPU运行电压之后，主板芯片接收到发出“启动”工作的指令，让CPU复位。接着CPU发出寻址信息寻找自检程序，寻址信息通过前端总线发向北桥芯片，北桥接到寻址信息后，再发给南桥芯片，南桥收到寻址信息后，通过PCI总线传输到ISA总线，再由ISA总线控制器和译码器向BIOS芯片传输16位地址信号。之后BIOS芯片再通过ISA总线、PCI总线、南桥、北桥、前端总线向CPU输出自检程序，CPU收到自检程序后开始自检并启动计算机。

6.5.2 BIOS芯片封装及引脚功能

1. BIOS的封装形式和容量

主板上常见的BIOS芯片封装形式主要有两种：一种是DIP封装形式，另一种是PLCC封装形式，如图6-12所示。其中DIP封装形式为长方形的双列直插方式，通常插在插座上，现在的主板已经不再使用；而PLCC封装形式为正方形四边都有折弯形引脚的封装方式，目前主流主板中的BIOS一般采用这种封装方式。



(a) DIP封装的BIOS



(b) PLCC封装的BIOS

图6-12 DIP封装的BIOS和PLCC封装的BIOS

BIOS芯片的容量一般有1MB、2MB、4MB等几种。

2. BIOS芯片的引脚功能

BIOS芯片的型号很多，但引脚定义大致相同，下面以PLCC封装的BIOS为例，讲解BIOS的引脚定义。如图6-13和表6-1所示分别为BIOS芯片引脚图和引脚功能。

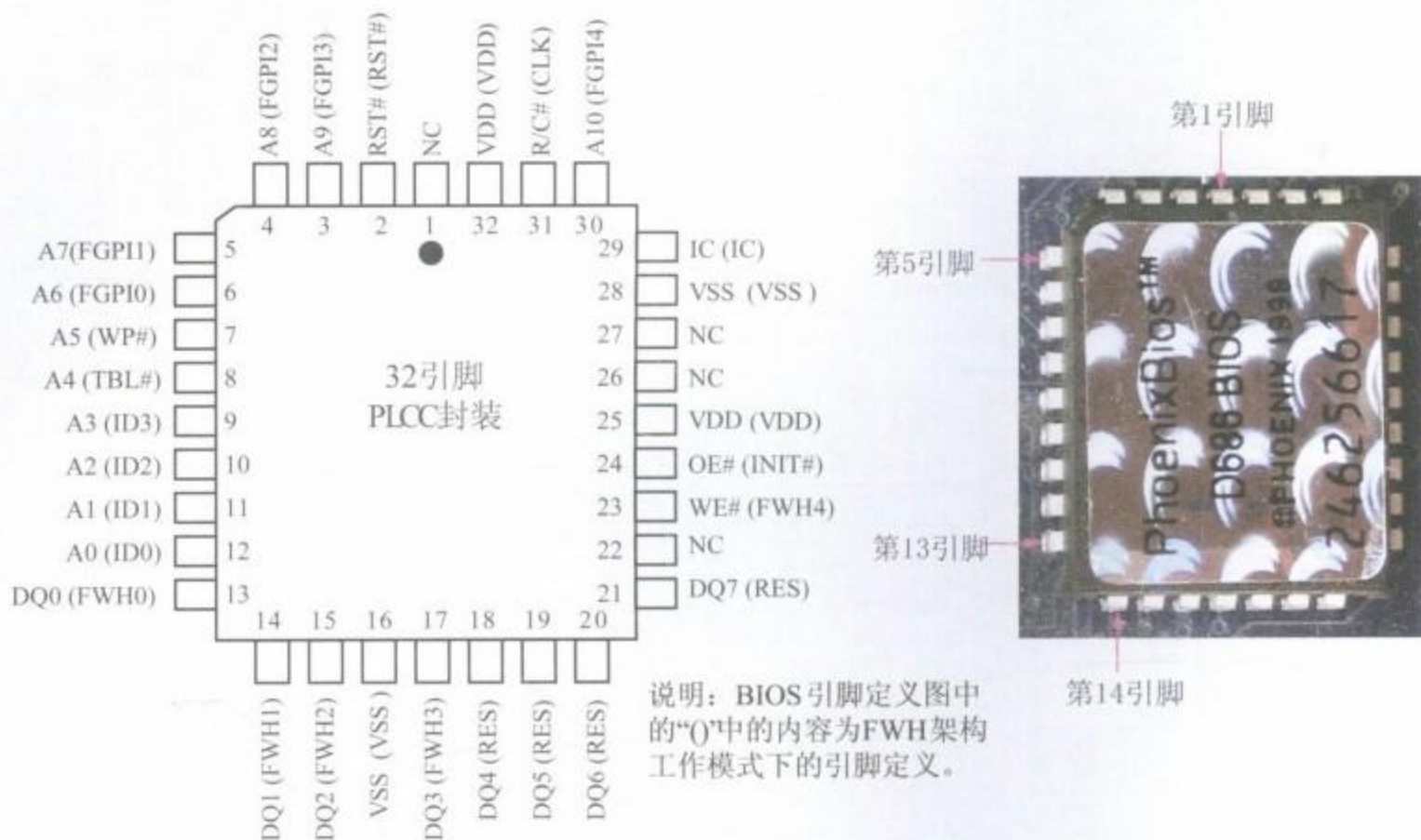
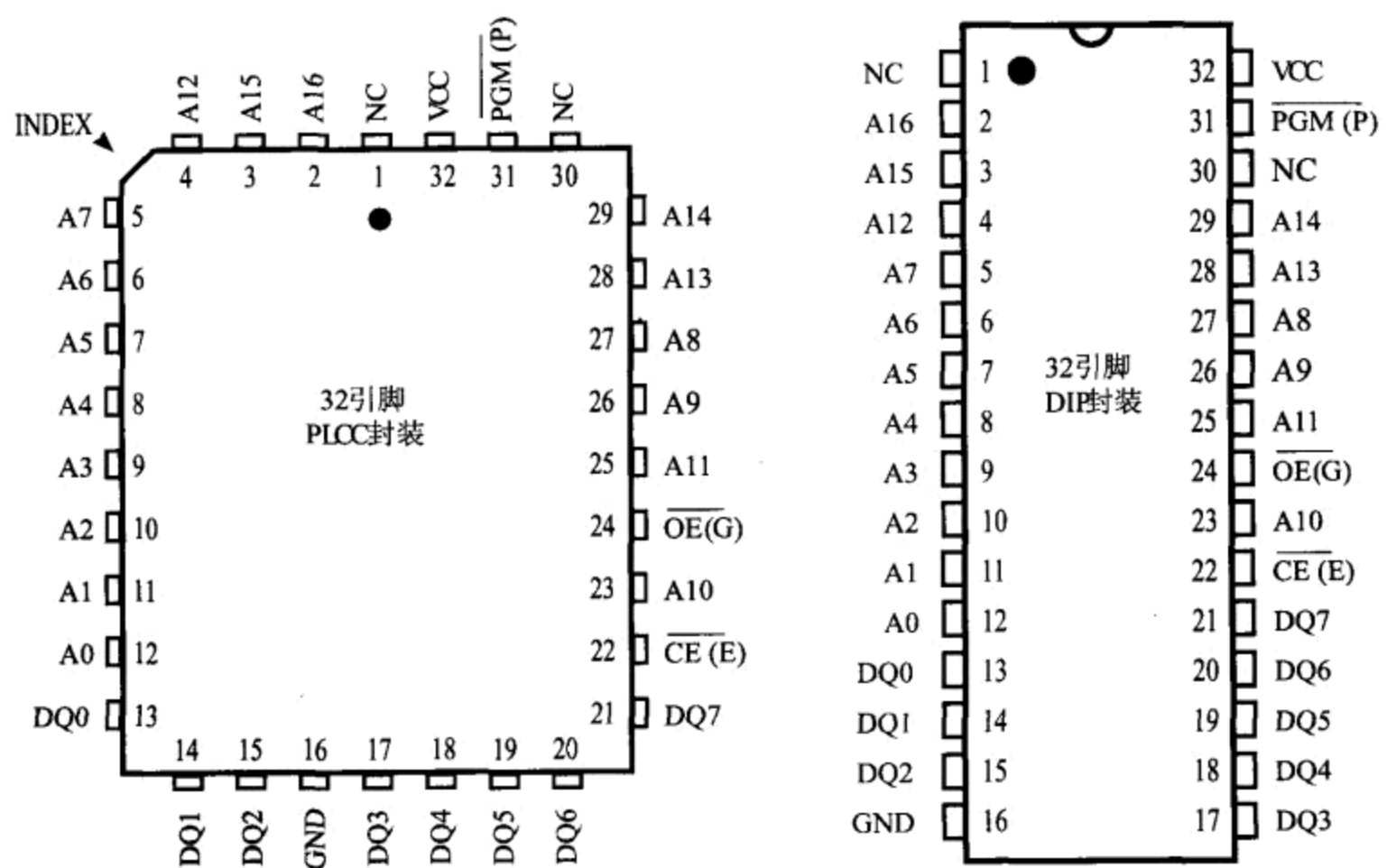


图6-13 BIOS芯片引脚图及实物图

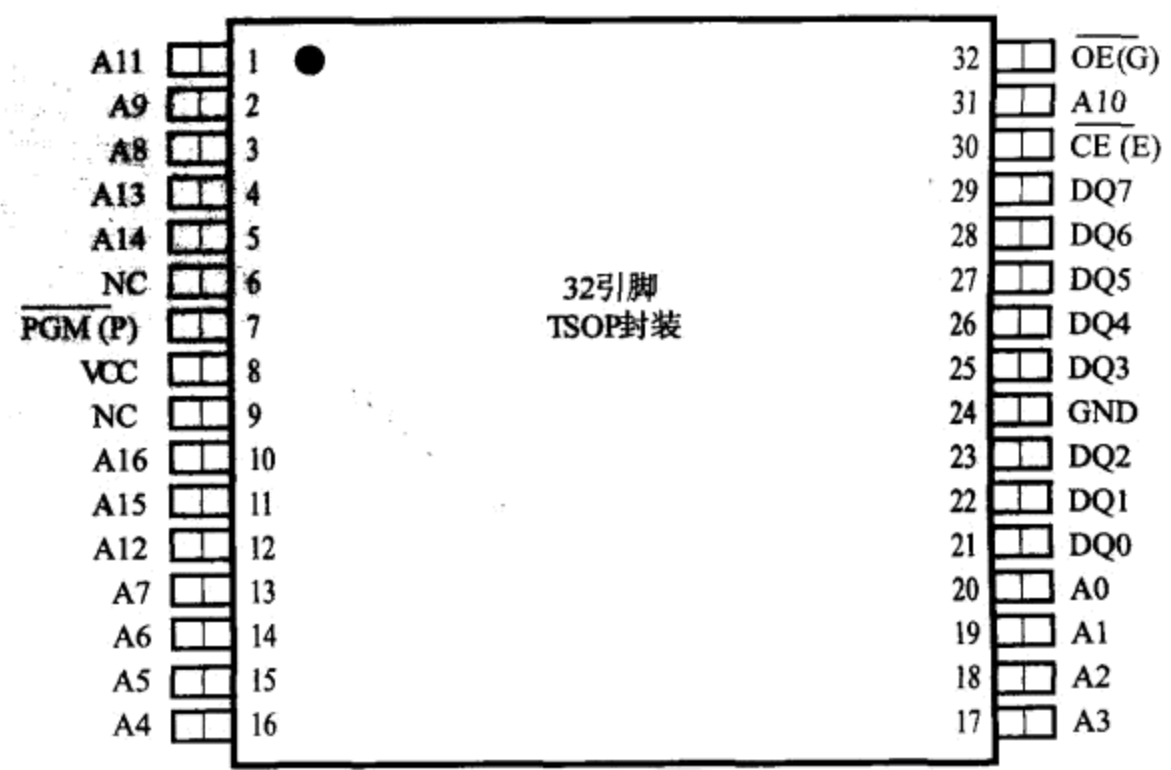
表6-1 BIOS芯片引脚功能

引脚	功能
A ₀ ~A ₁₆ 引脚	地址线
DQ ₀ ~DQ ₇	数据线
VPP (有的芯片没有)	编程电压 (一般为12V、5V、3.3V或0V)
VDD (VCC)	芯片供电电压 (一般为5V或3.3V)
CE# /CS# (有的BIOS没有)	片选信号 (低电平有效)
OE#	数据允许输出信号端 (低电平有效)
WE#	读写信号控制端 (由南桥发出，高电平允许读)
NC	空脚
VSS (GND)	接地线

主板常见BIOS芯片有很多种，如图6-14所示为各种封装BIOS芯片引脚图。



(a) PLCC封装BIOS引脚定义图 (b) DIP封装BIOS引脚定义图



(c) TSOP封装BIOS引脚定义图

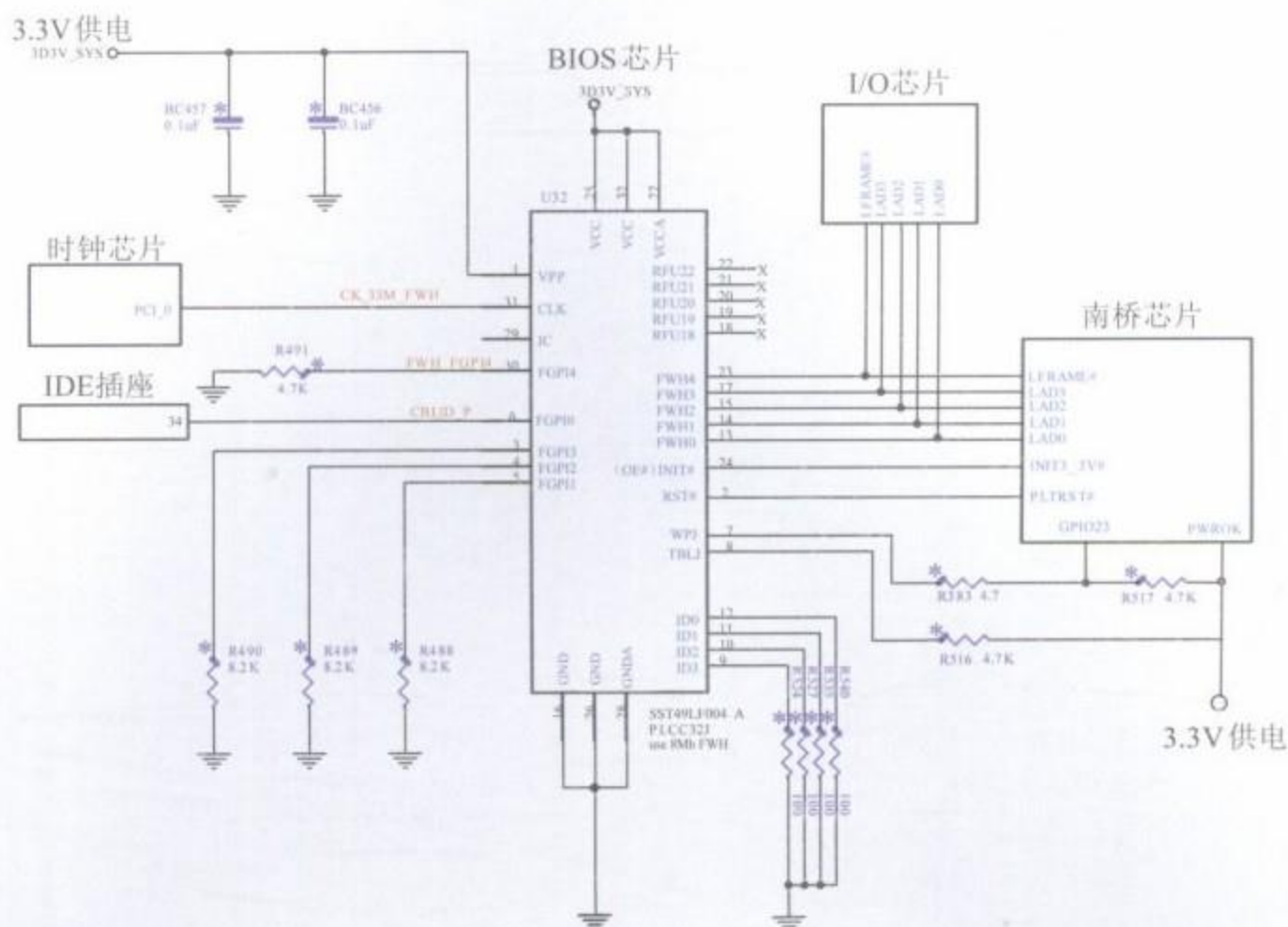
图6-14 主板常见BIOS芯片引脚图

6.5.3 主板BIOS电路

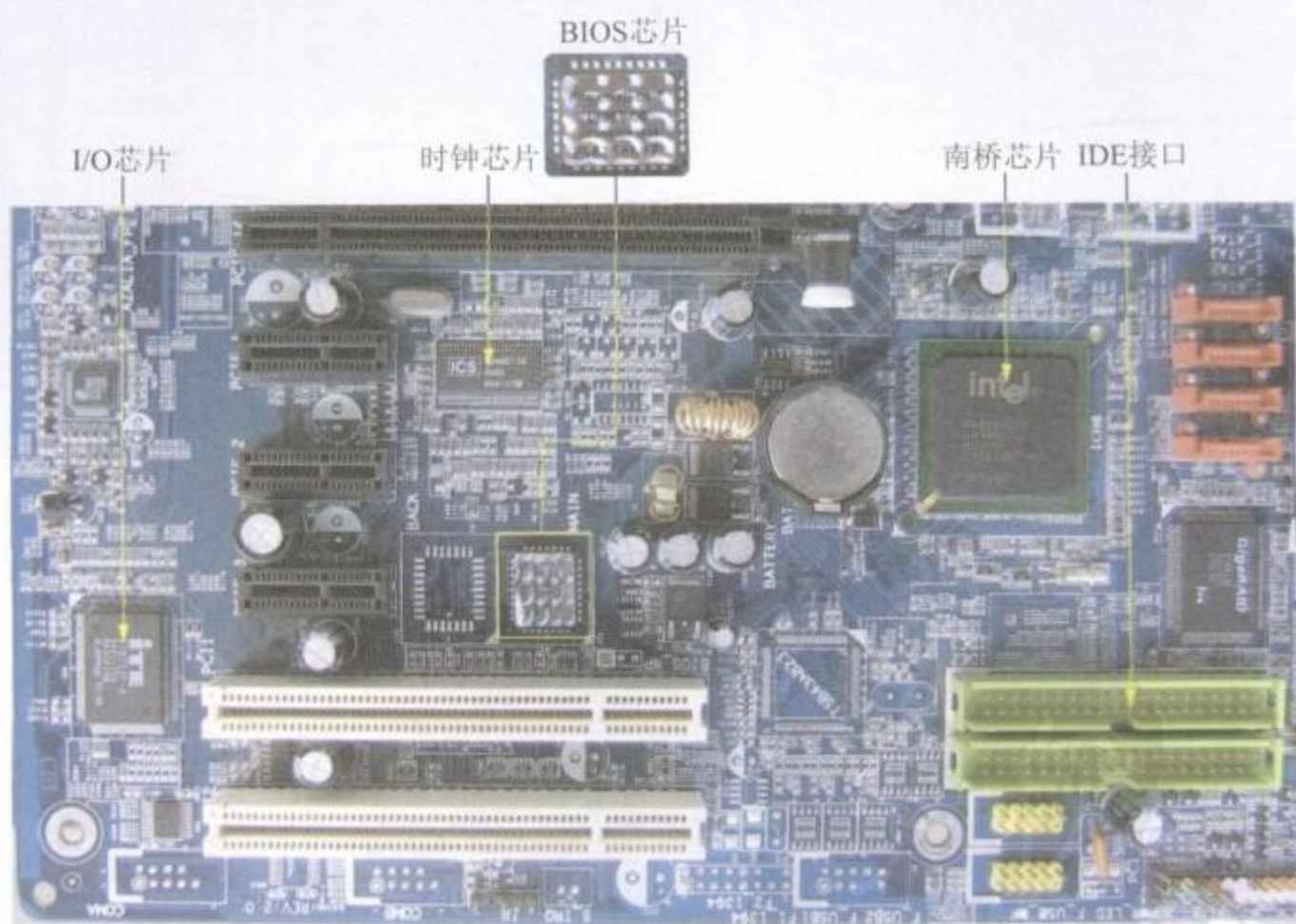
以前的主板BIOS一般在ISA总线下工作，目前最新主板一般在LPC总线下工作。对于在ISA总线下工作的BIOS，是通过ISA总线来和南桥进行数据交换的。当CPU被复位后，在第一个工作周期，就会发出寻址指令，通过南桥选中BIOS的第22引脚（CE#或CS#），此脚为片选信号脚，被选中后此脚将有一个由高到低跳变（低电压有效）。接着南桥将BIOS芯片的第24引脚

(OE#) 置为低电平（此脚为数据允许输出信号端，低电平有效，此信号由南桥发出），接着 BIOS 会通过 ISA 总线、PCI 总线、北桥芯片、前端总线输出自检程序，CPU 收到自检程序后，开始读取并运行自检程序，并启动计算机。

在 LPC 总线下 BIOS 的工作方式与在 ISA 总线下的不同，如图 6-15 所示为在 LPC 总线下工作的 BIOS 电路图。



(a) 主板BIOS电路原理图



(b) 主板BIOS电路实物图

图6-15 在LPC总线下工作的BIOS电路图

图中，BIOS芯片的FWH₀~FWH₃引脚为LPC总线的地址和数据线，FWH₄引脚为周期控制引脚，此引脚由南桥控制，此引脚有效时，BIOS便开始或结束一个LPC周期。当CPU发出寻址指令后，南桥便向BIOS芯片发出初始化信号（由INIT#引脚控制），当INIT#信号由一个3V的电压信号变为低电平信号后，BIOS芯片便开始输出数据（自检程序）。

6.6 主板BIOS电路常见故障维修

6.6.1 主板BIOS电路检修流程图

BIOS芯片出现故障将造成计算机无法自检启动，BIOS芯片的故障除了BIOS内部的程序损坏、BIOS本身损坏外，还有CPU、南桥、总线等故障也会造成BIOS无法正常工作。当BIOS芯片故障造成计算机无法正常启动时，可以按照图6-16所示的BIOS电路故障检测流程图进行维修。

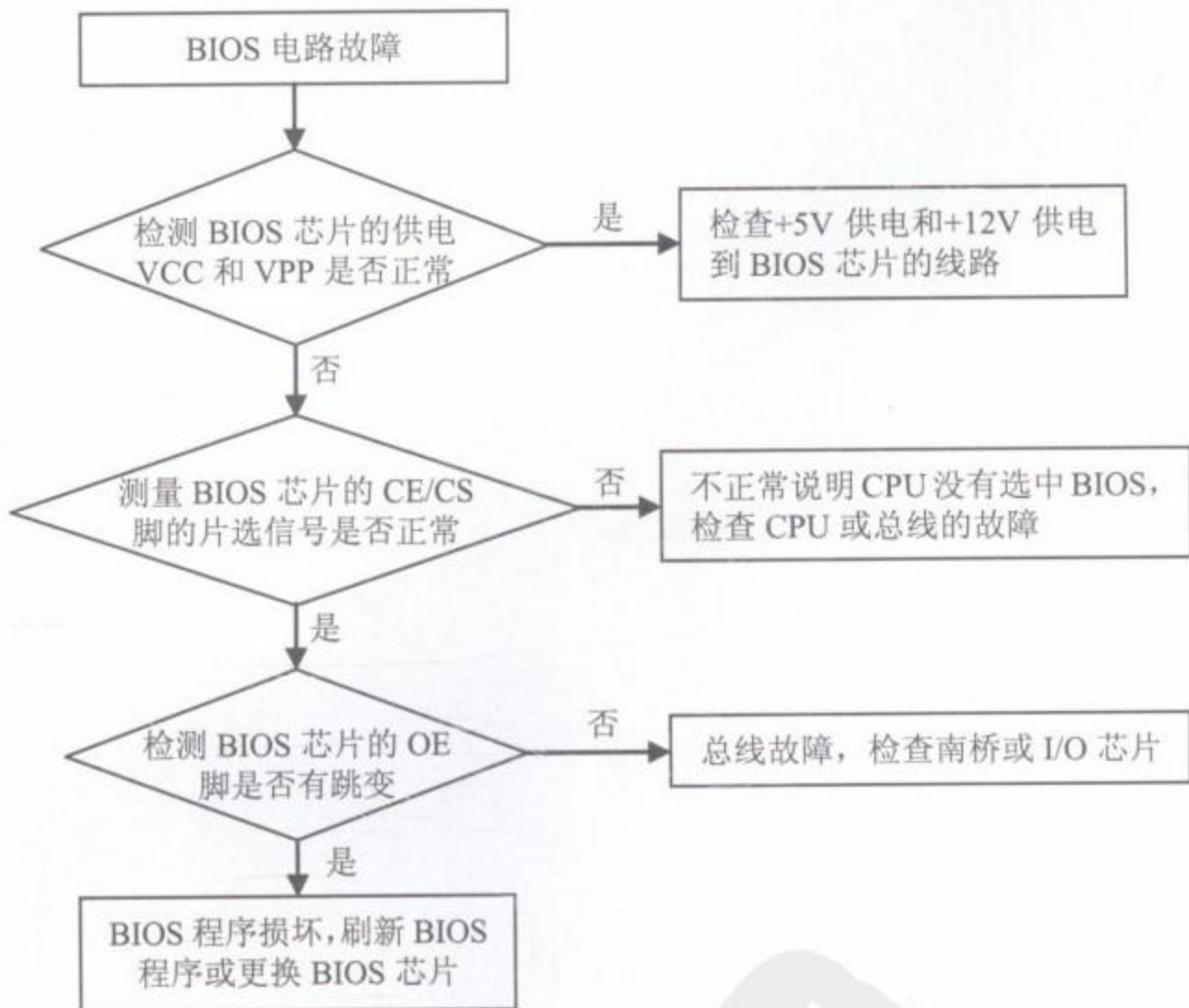


图6-16 BIOS电路故障检测流程图

6.6.2 主板BIOS电路故障检测点

主板BIOS电路的主要故障检测点如下。

故障检测点1 BIOS芯片片选信号控制端。

一般BIOS芯片的第22引脚（CS# / CE#）为片选信号控制端，此信号低电平有效。当BIOS芯片的此引脚为低电平时，表明BIOS芯片已经被选中，如果这时BIOS没有工作，则可能是BIOS

芯片损坏（供电正常的情况下）。

检测方法：将数字万用表的量程开关拨到直流20V挡位，然后将黑表笔接地（可以接在USB口的金属外壳上），再将红表笔接在BIOS芯片的片选信号控制端。接着启动主板，观察开机瞬间是否有一个低于0.7V的低电平信号。如果有，则说明BIOS芯片被选中，可能是BIOS芯片供电问题或BIOS芯片损坏；如果没有低电平信号，说明南桥没有发出片选信号，检查BIOS到南桥间的线路。

故障检测点2 滤波电容。

BIOS芯片供电线路上的滤波电容损坏将导致BIOS芯片无法工作，如果BIOS芯片的工作电压有问题，应检查滤波电容漏电或损坏。

检测方法：首先将万用表调到欧姆挡的“20k”挡，然后用万用表的两只表笔，分别与电容器的两端相接（红表笔接电容器的正极，黑表笔接电容器的负极），如果显示值从“000”开始逐渐增加，最后显示溢出符号“1”，表明电容器正常；如果万用表始终显示“000”，则说明电容器内部短路；如果始终显示“1”，则可能电容器内部极间开路。

6.6.3 主板BIOS电路故障维修

主板BIOS芯片损坏后，将造成开机无反应的故障现象。如果用诊断卡检查，诊断卡一般显示“41”或“14”。

BIOS电路故障维修方法如下：

- Step 01 首先检测BIOS芯片的供电是否正常，测量VCC脚或VPP脚的电压，如果电压不正常，检测主板电源插座到BIOS芯片的VCC脚或VPP脚之间的电路中的元器件故障。
- Step 02 如果供电正常，接着测量BIOS芯片的CE/CS脚是否有片选信号，如果没有片选信号，则说明CPU没有选中BIOS，故障应该出现在CPU本身和前端总线，检查CPU和前端总线的故障，并排除故障。
- Step 03 如果可以测到片选信号，接着检测BIOS芯片的OE脚是否有跳变信号，如果没有，则是南桥或I/O芯片或PCI总线和ISA总线的故障所致，重点检查南桥或I/O芯片。
- Step 04 如果能测到跳变信号，则可能是BIOS内部的程序损坏或BIOS芯片损坏，可以先刷新BIOS程序，如果故障没有排除，接着更换BIOS芯片。

注意

在刷新BIOS程序时，要使用高于原版本型号的BIOS程序，不能使用比原版本低的程序。另外，如果无法找到所维修BIOS的程序，可以找一块相同型号的主板，然后用编程器将其BIOS数据读出复制到电脑中，再写到故障BIOS芯片中即可。

提示

平时维修时可以多搜集各种主板的BIOS程序，将其读到电脑中保存，建立BIOS程序数据库，待到使用时在备份的BIOS数据库中查询即可。在保存BIOS程序时，最好用北桥芯片型号和I/O芯片型号的组合作为BIOS数据文件名。

6.7 动手实践

6.7.1 主板CMOS电路实习流程及方法

1. 实习流程

- 1 识别并写出你手中主板上CMOS电路的主要元器件的型号及用途。
- 2 根据CMOS电路的原理图，找出主板CMOS电路的实际线路，及线路中包含的元器件。
- 3 根据主板中实际的CMOS电路，绘制出实际主板的CMOS电路图。根据不同主板的CMOS电路，绘制出不同的CMOS电路图，并加以比较。
- 4 根据故障测试点检测方法，掌握检测与判断CMOS电路中各个元器件好坏的方法。
- 5 总结主板CMOS电路常见故障的检测流程及方法。

2. 实习方法

首先将主板CMOS电路分为3部分，然后分别进行实际的跑线。

1 电池供电回路跑线：测量出从主板CMOS电池经过电阻、二极管，CMOS跳线到达南桥的实际电路。

2 主板ATX电源供电回路跑线：测量从ATX电源插座经过滤波电容、稳压器、二极管、电阻、CMOS跳线到达南桥的实际电路。

3 实时时钟电路跑线：测量出从南桥旁边的晶振经过谐振电容到达南桥的实际电路。

6.7.2 电池供电回路跑线实战

接下来，以图6-6所示的CMOS电路原理图为例，实际测量电池供电电路，具体跑线测量步骤如下：

Step 01 将万用表调到“蜂鸣”挡，测量与电池正极相连的稳压二极管的线路，如图6-17所示。

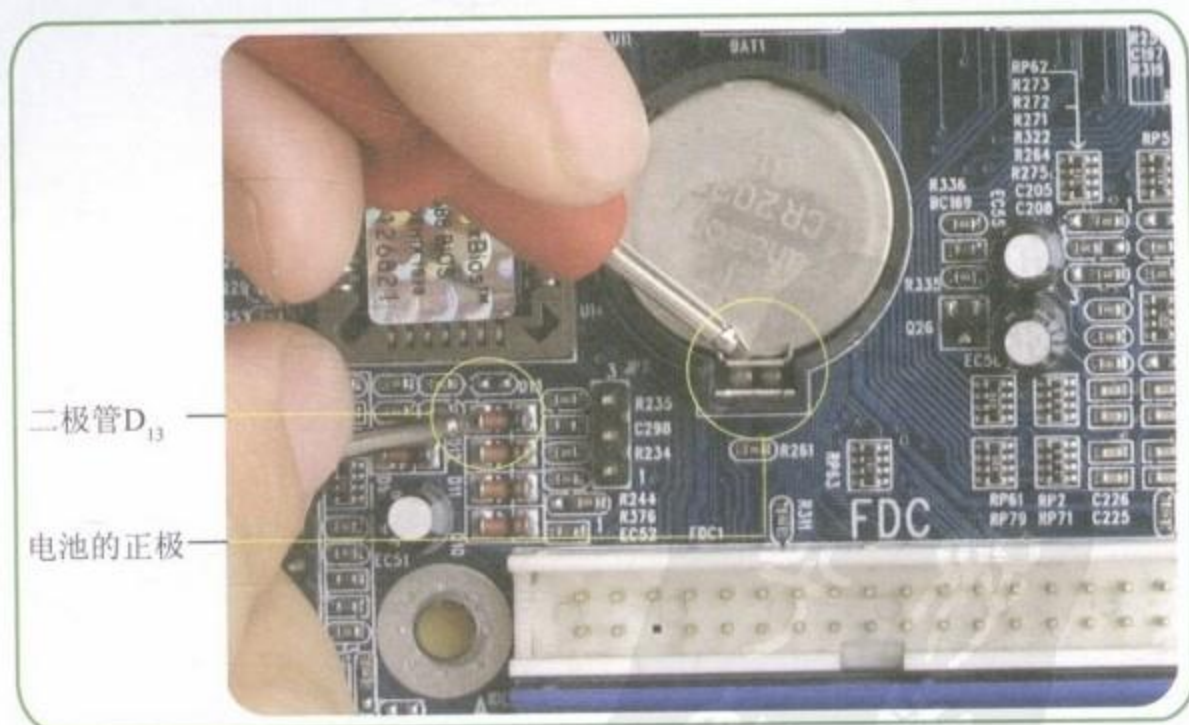


图6-17 测量电池到二极管的线路

Step
02 测量二极管 D_{13} 到电阻 R_{234} 的线路,如图6-18所示。

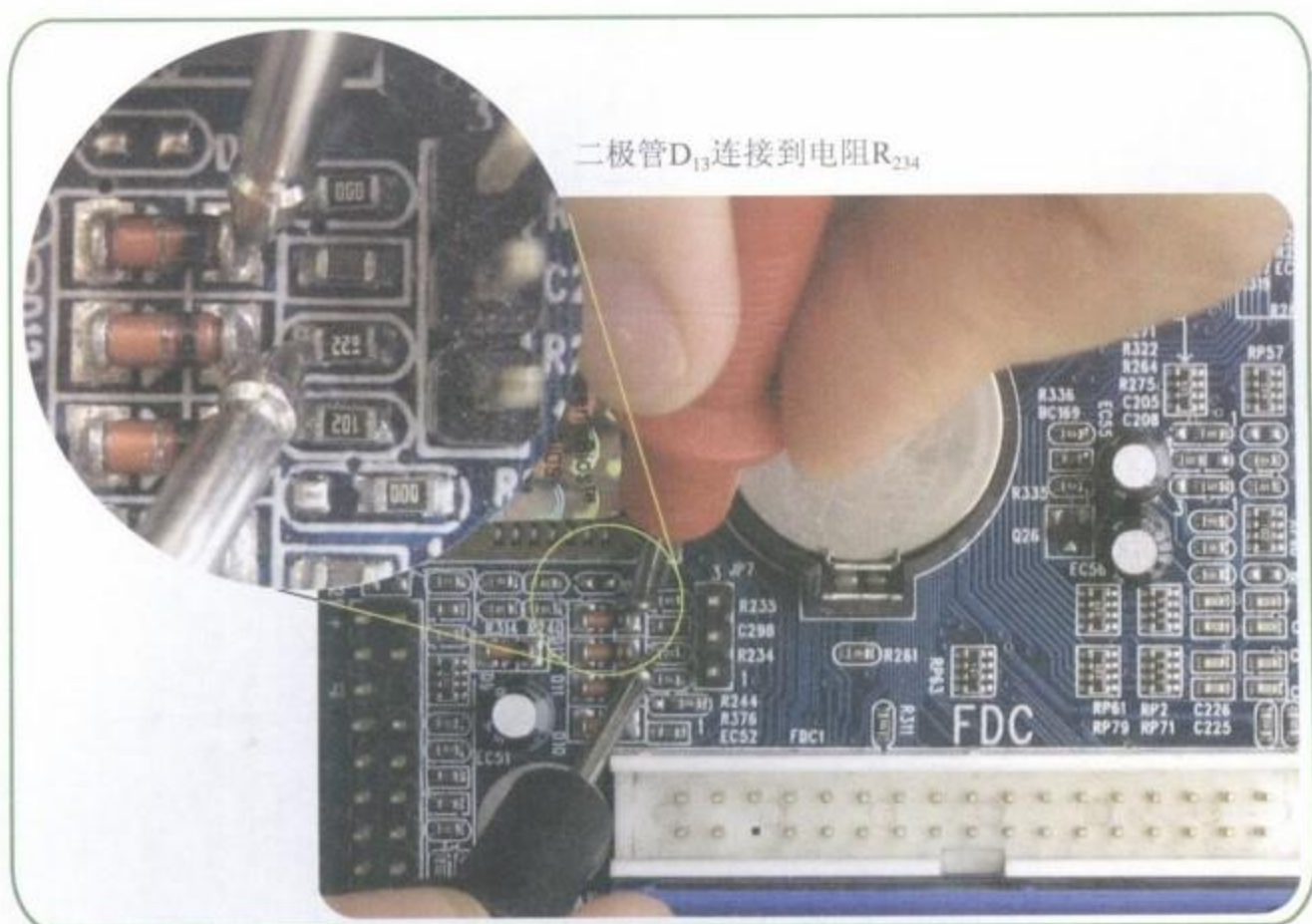


图6-18 测量二极管到电阻的线路

Step
03 测量电阻 R_{234} 到CMOS跳线的线路,如图6-19所示。

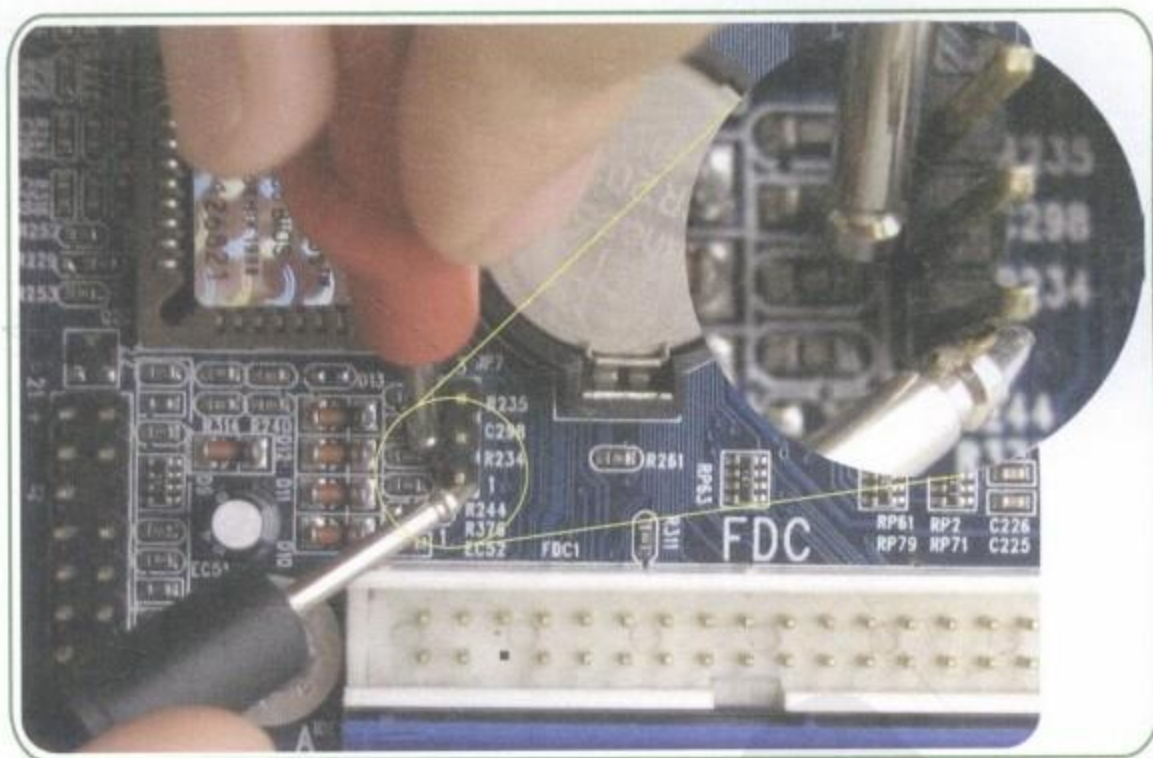


图6-19 测量电阻到CMOS跳线的线路

Step
04 测量CMOS跳线第3针脚接地及第2针脚到南桥的线路,如图6-20所示。



提示

根据主板电路的设计不同,电路中也可能连接的是一个三极管,如果是三极管,则测量电池到三极管、三极管到跳线的线路。测量时,当万用表发出“滴滴”声响时,表明线路相通。

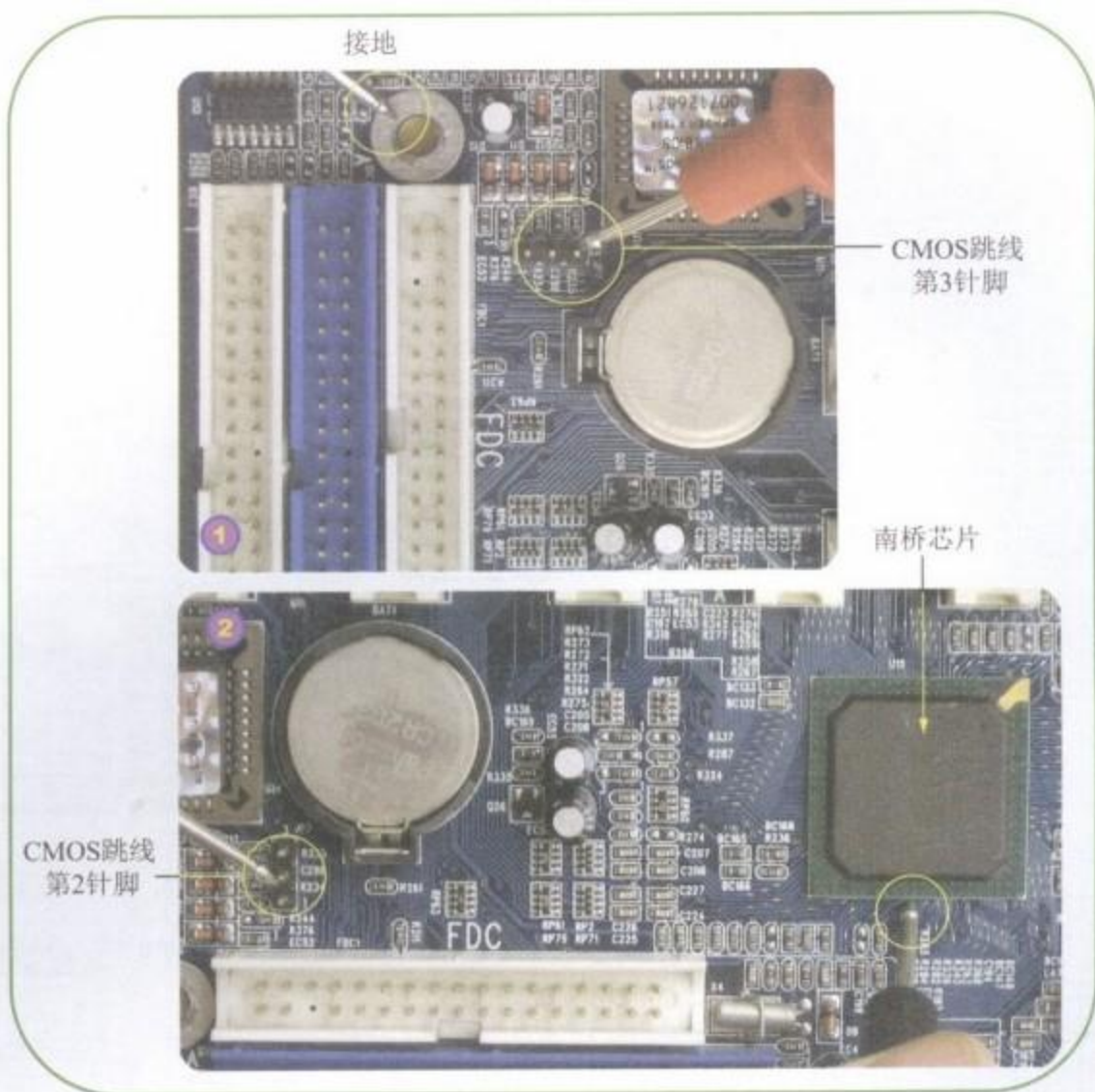


图6-20 测量CMOS跳线的线路

6.7.3 主板ATX电源供电回路跑线实战

下面以图6-6所示的电路图为例，讲解主板CMOS电路中的ATX电源供电回路跑线。主板ATX电源供电回路跑线的具体步骤如下：

Step 01 首先将万用表调到“蜂鸣”挡，然后测量ATX电源插座第9脚到三端稳压器输入脚的线路，如图6-21所示。

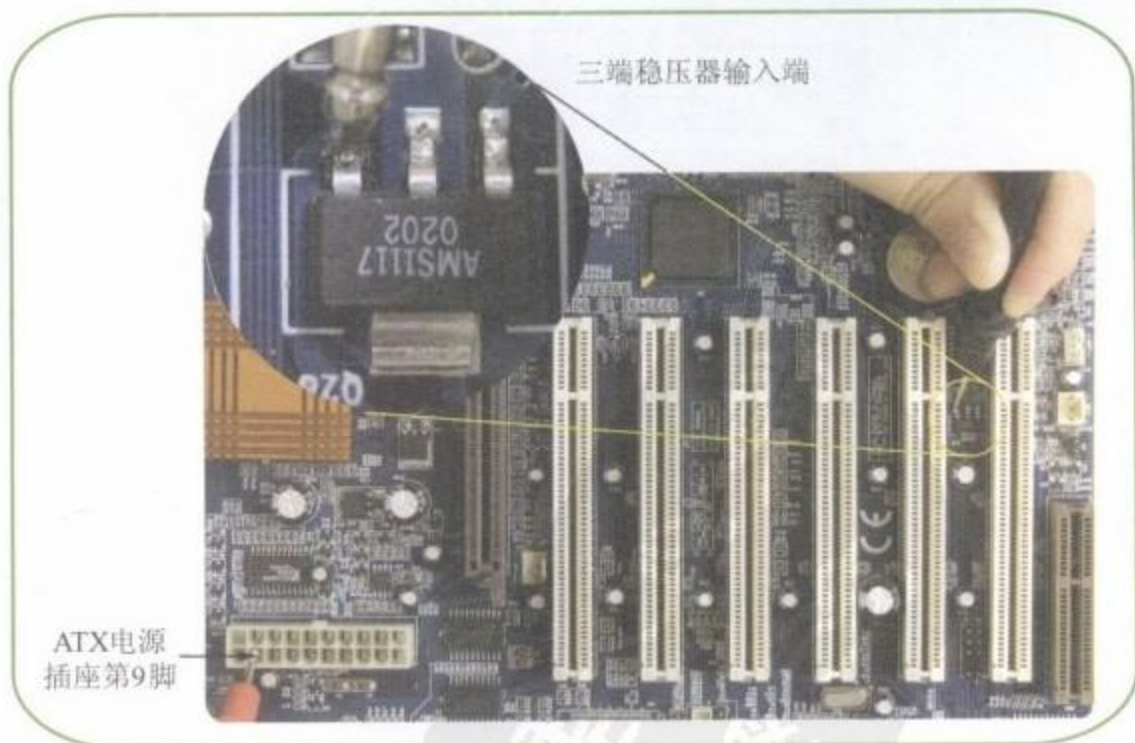


图6-21 测量ATX电源插座第9脚到三端稳压器输入脚的线路

Step 02 测量三端稳压器输入脚连接的滤波电容及滤波电容接地的线路,如图6-22所示。



图6-22 三端稳压器输入脚连接滤波电容的线路

Step 03 测量三端稳压器的ADJ端和反馈电阻组成的反馈回路的线路,如图6-23所示。

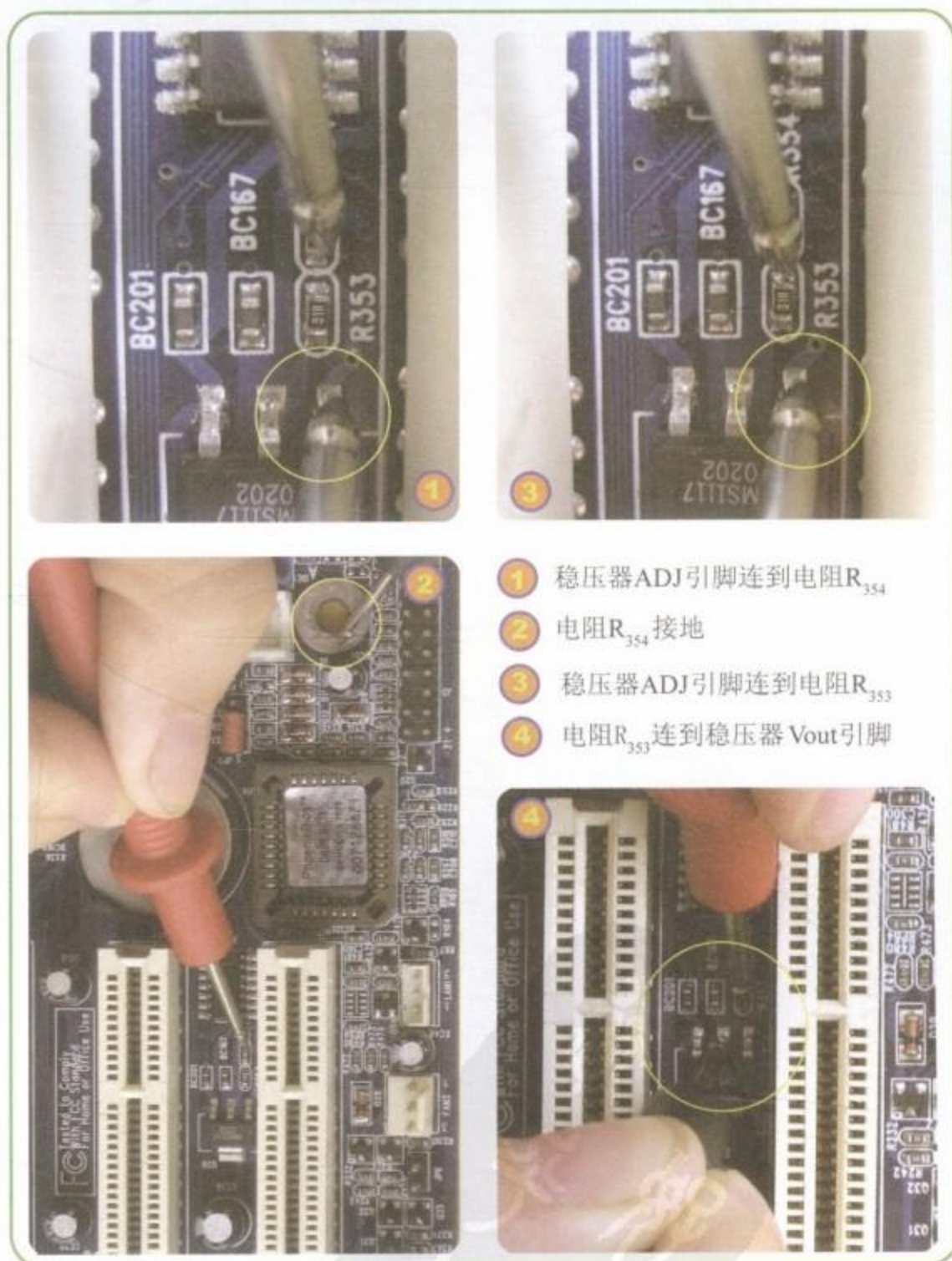


图6-23 三端稳压器的ADJ端和反馈电阻组成的反馈回路的线路

Step 04 测量三端稳压器的Vout引脚连接滤波电容BC₅₈的线路，如图6-24所示。

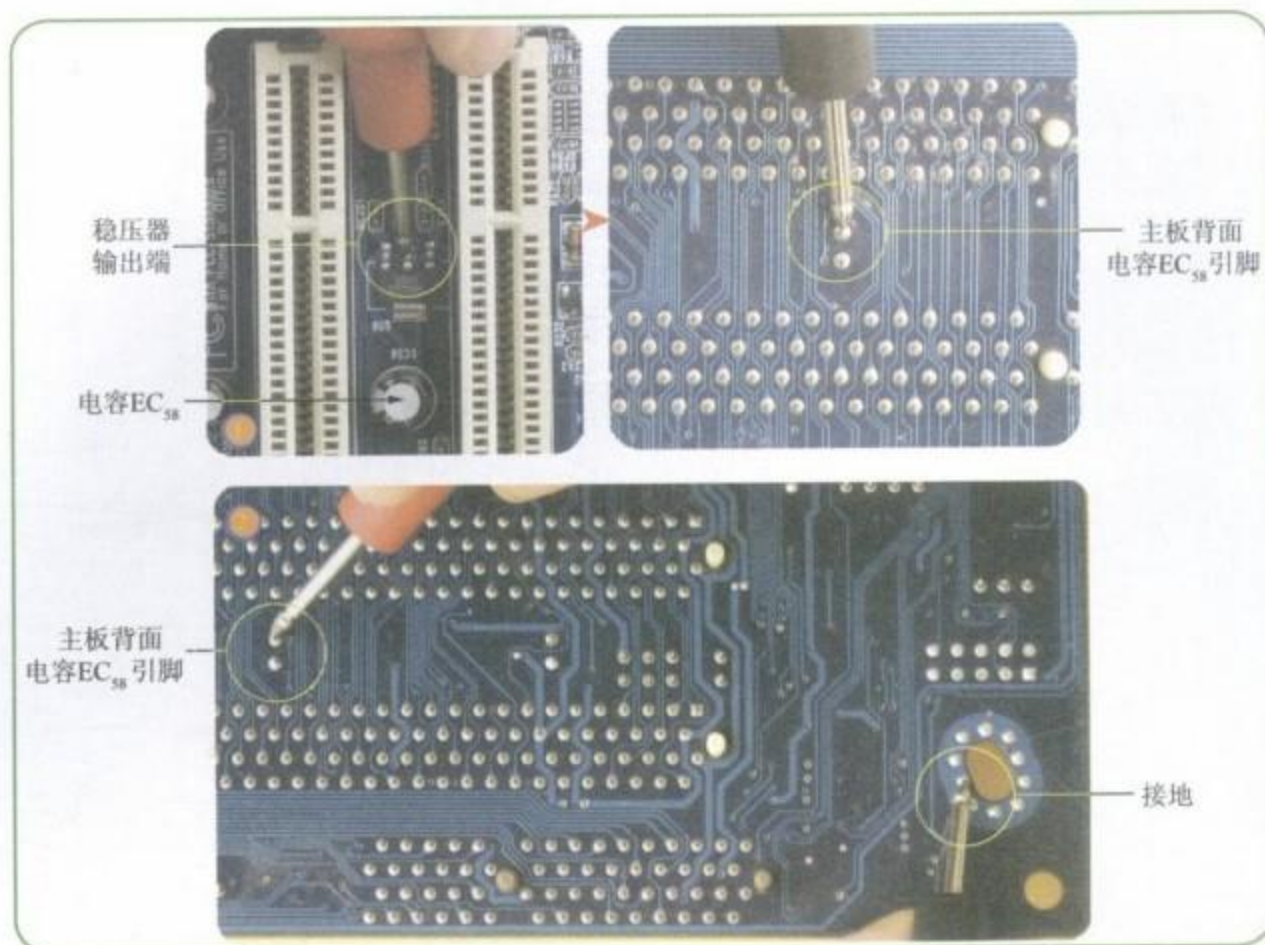


图6-24 测量Vout引脚连接滤波电容BC₅₈的线路

Step 05 测量三端稳压器的Vout引脚连接滤波电容BC₁₆₇的线路，如图6-25所示。



图6-25 测量Vout引脚连接滤波电容BC₁₆₇的线路

Step 06 测量三端稳压器的Vout引脚连接二极管D₁₀的线路,如图6-26所示。

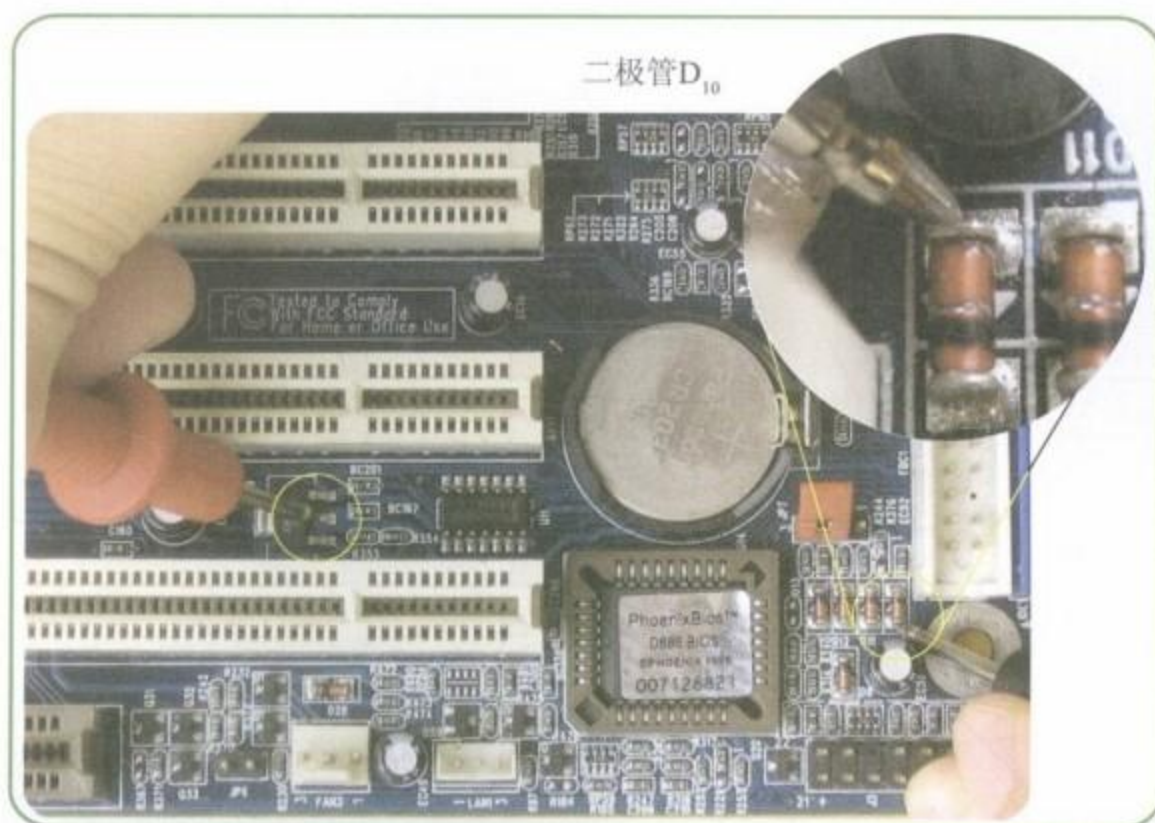


图6-26 测量稳压器Vout引脚连接二极管D₁₀的线路

Step 07 测量二极管D₁₀通过电阻连接到CMOS跳线的线路,如图6-27所示。



图6-27 测量二极管D₁₀通过电阻连接到CMOS跳线的线路

Step 08 测量CMOS跳线的第2针脚连接到南桥芯片的线路,请参考图6-20中的第二幅图。

6.7.4 实时时钟电路跑线实战

主板实时时钟电路原理图参考图6-6。主板实时时钟电路跑线的具体步骤如下：

Step 01 测量南桥附近的晶振连接谐振电容的线路，如图6-28所示。

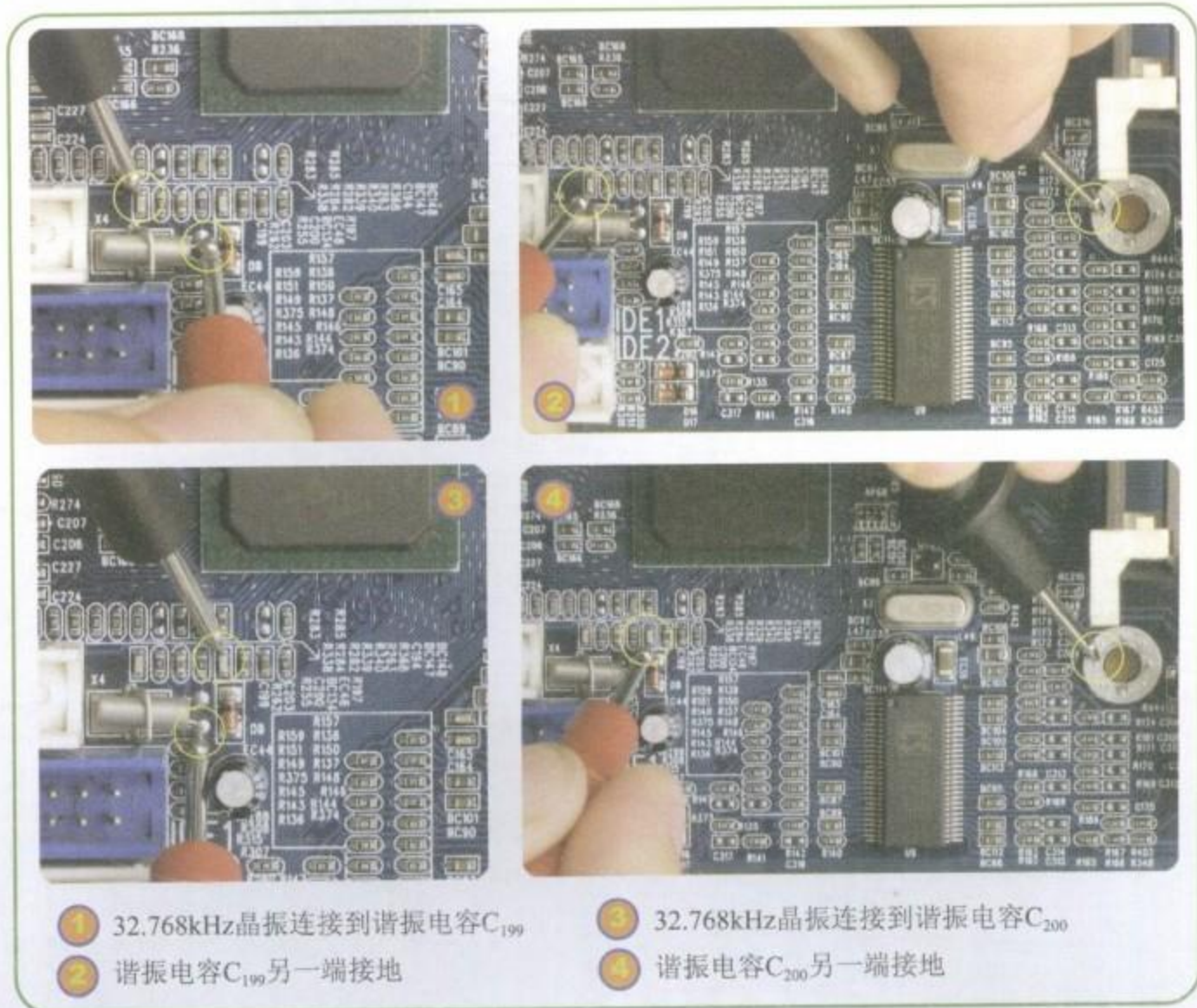


图6-28 晶振到电容的线路

Step 02 测量晶振到南桥的线路，一般直接用眼睛就可以观察到晶振的两个引脚到南桥芯片的线路。

6.8 本章小节

本章介绍了CMOS电路和BIOS电路的组成及工作原理，并总结了这些电路的故障检修流程和故障测试点，还特别给出了几种常见的CMOS电路。另外，还介绍了这些电路常见故障的维修方法，使读者能更好地掌握CMOS电路和BIOS电路的工作原理、常见电路及故障检修方法。CMOS电路和BIOS电路的电路图、工作原理和故障检修方法是本章的重点内容，应完全掌握这些内容。

Chapter 7

主板开机电路分析及故障检修



技术要点:

- 主板开机电路组成
- 主板开机电路工作原理
- 主板开机电路故障检修流程
- 主板开机电路故障检测点
- 主板开机电路常见故障的判定及解决方法
- 动手实践

7.1 主板开机电路分析

根据主板的设计不同，主板的开机电路控制方式也不同，有通过南桥直接控制的，有通过I/O芯片控制的，也有通过门电路控制的。不管开机电路控制方式如何，开机电路的功能都是相同的，即通过开机键实现电脑的开机和关机。

7.1.1 主板开机电路工作机制

主板开机电路是主板中的重要单元电路，它的主要任务是控制ATX电源给主板输出工作电压，使主板开始工作。

主板开机电路通过电源开关（PW-ON）触发主板开机电路，开机电路中的南桥芯片或I/O芯片对触发信号进行处理后，最终发出控制信号，控制开机控制三极管或门电路将ATX电源的第16针脚（24针电源插头）或第14针脚（20针电源插头）的高电位拉低（ATX电源关闭状态下此脚的电压为3.5V以上），以触发ATX电源主电源电路开始工作，使ATX电源各针脚输出相应工作电压，为主板等设备提供工作电压。

尽管在主板各部分电路的设计与应用中元器件及芯片的组合布局方式不完全相同，但是实现的原理与目的始终是一致的。即通过控制ATX电源的PSON针脚（第16针脚或第14针脚）的电位高低来控制ATX电源的开启与关闭，继而控制主板的开启与关闭。当PSON针脚电压为高电平时，ATX电源中的主电源电路处于关闭状态；当PSON针脚的电压变为低电平时，ATX电源中的主电源电路便启动，开始输出各种电压。因此通过控制PSON针脚的电压高低，就控制了主板的开启与关闭。

7.1.2 主板开机电路组成

主板的开机电路主要由ATX电源插座、南桥芯片、I/O（有的没有）、门电路、开机键（PW-ON）、开机芯片（只有华硕主板有）和一些电阻、电容、三极管、二极管等元器件组成，如图7-1所示。

1. ATX电源接口

ATX电源接口有20针接口、24针接口、4针接口、8针接口等多种，其中开机电路中使用的是20针接口或24针接口（新主板中一般使用24针接口）。其中第9针脚（5V紫色电源线）和第14针脚或第16针脚（绿色电源线）与开机电路有关联，如图7-2所示为主板ATX电源插座。

ATX电源中包括两种电源电路：待机电源电路和主电源电路。其中，待机电源电路输出待机电压，只要ATX电源接上市电，这部分电源电路就开始工作，输出5V待机电压；主电源电路主要用来输出 $\pm 5V$ 、 $\pm 12V$ 、3.3V电压，这部分电源电路在第14或16针脚的电压变为低电平后，开始工作，输出电压。

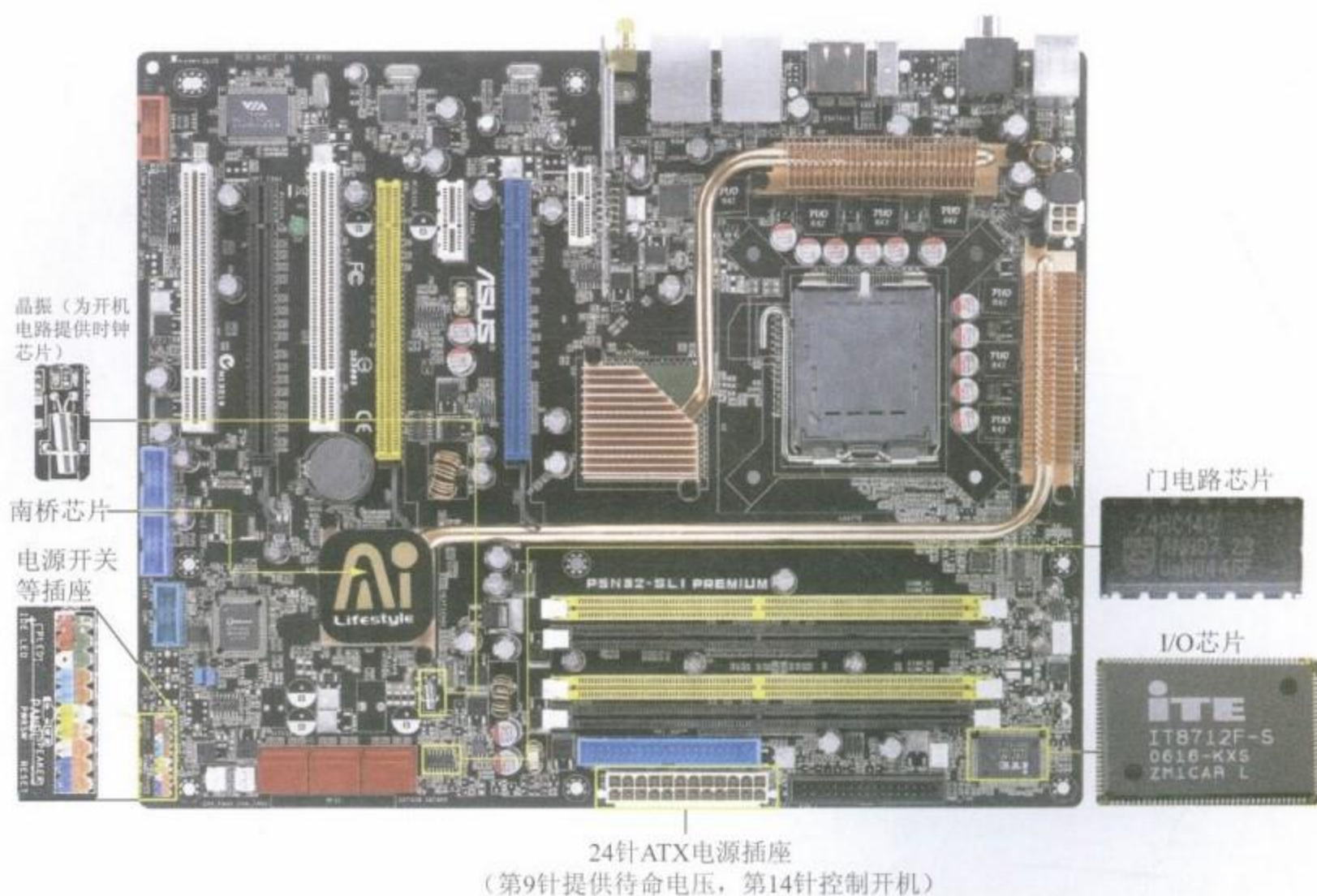


图7-1 主板开机电路

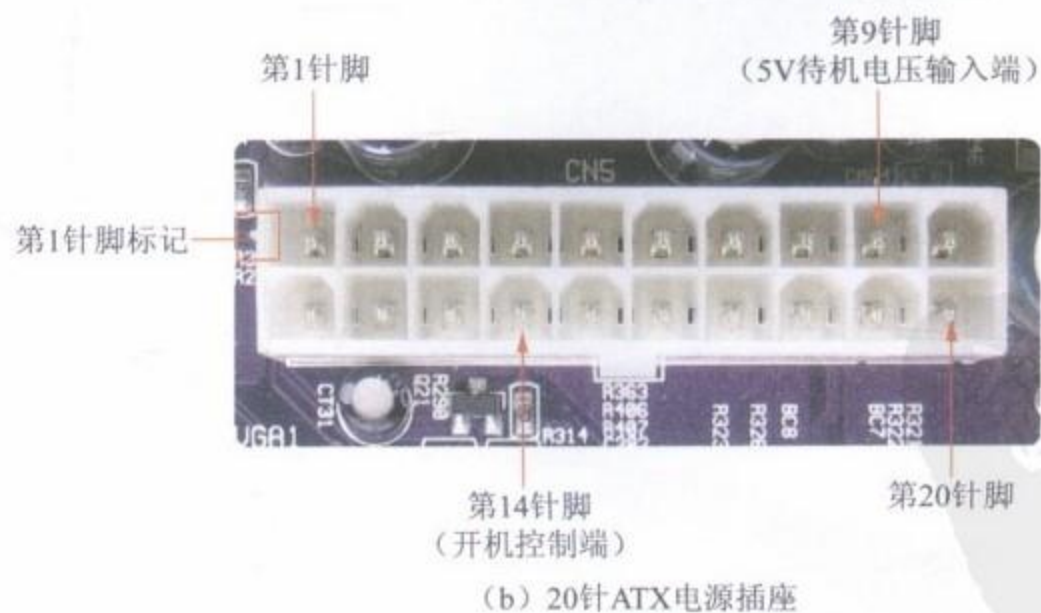
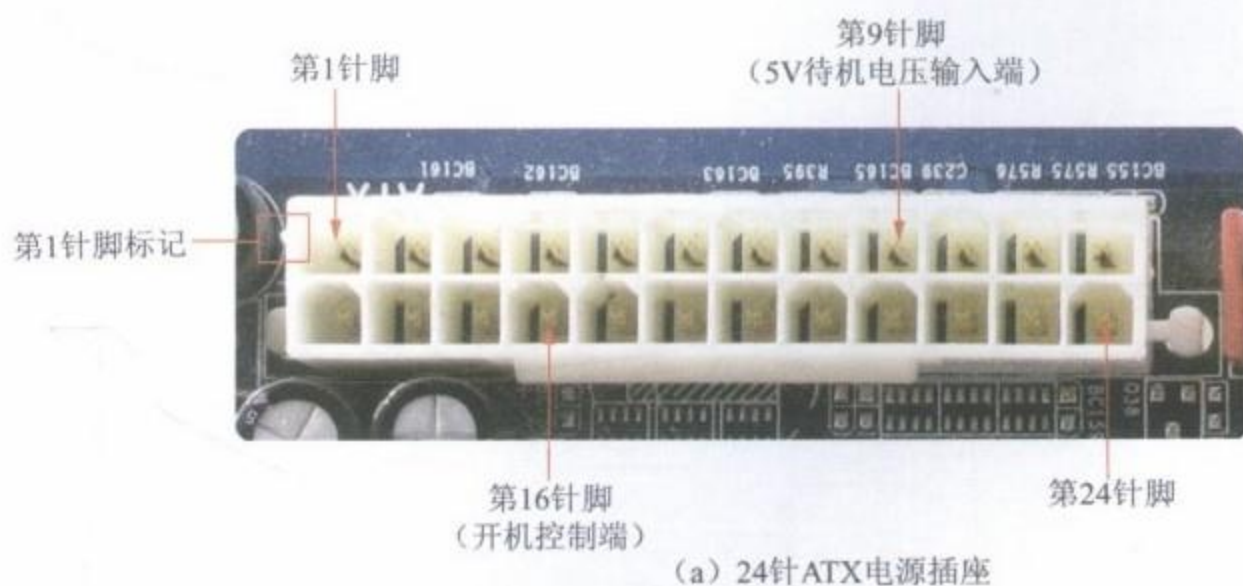


图7-2 ATX电源插座



提示

24针ATX电源开始工作后各针脚输出的电压情况如下:

第1、2、12、13针脚输出3.3V电压;第4、6、21、22、23脚输出+5V电压;第9脚输出+5V待机电压(不论电源是否工作都输出电压);第10、11脚输出+12V电压;第14脚输出-12V电压;第16脚输出0V电压(停止工作时输出+3.5V~5V电压);第20脚输出-5V电压;第8脚输出+5V的PG信号用于复位,电源正常工作50ms~500ms后开始工作;其他各针脚接地。

2. 南桥芯片

大部分主板南桥内部包含一个开机触发电路,该触发电路在接收到电源开关发来的触发信号后,向ATX电源输出一个控制信号,直接通向ATX电源插座的第14针脚或第16针脚,将其变为低电平。

南桥内部开机触发电路正常工作的条件是:

1 为南桥提供主供电。主供电为2.5V~3.3V,一般是ATX电源待机电压通过稳压器1117或1084等转换后向南桥供电,或直接由CMOS电池供电。

2 提供32.768kHz的时钟信号。南桥内部内置振荡器,外部连接了一个32.768kHz的晶振,在得到ATX电源供电或CMOS电池供电后,向南桥提供时钟信号。

3 开机触发信号。在按下电源开关键后,由开机键直接或通过非门电路发送给南桥一个触发电压信号。

在满足上面的3个条件后,南桥内部的触发电路就会工作,实现控制ATX电源第14针脚或第16针脚电压的功能,如图7-3所示。



图7-3 南桥芯片的供电电路及时钟电路

3. 门电路

在主板开机电路中使用的门电路主要包括逻辑门电路和非门电路。

1 逻辑门电路

逻辑门电路在开机电路中实际上就是触发器,主要包括74HCT74、74HC14、74LS74等,如图7-4所示为74HCT74门电路。

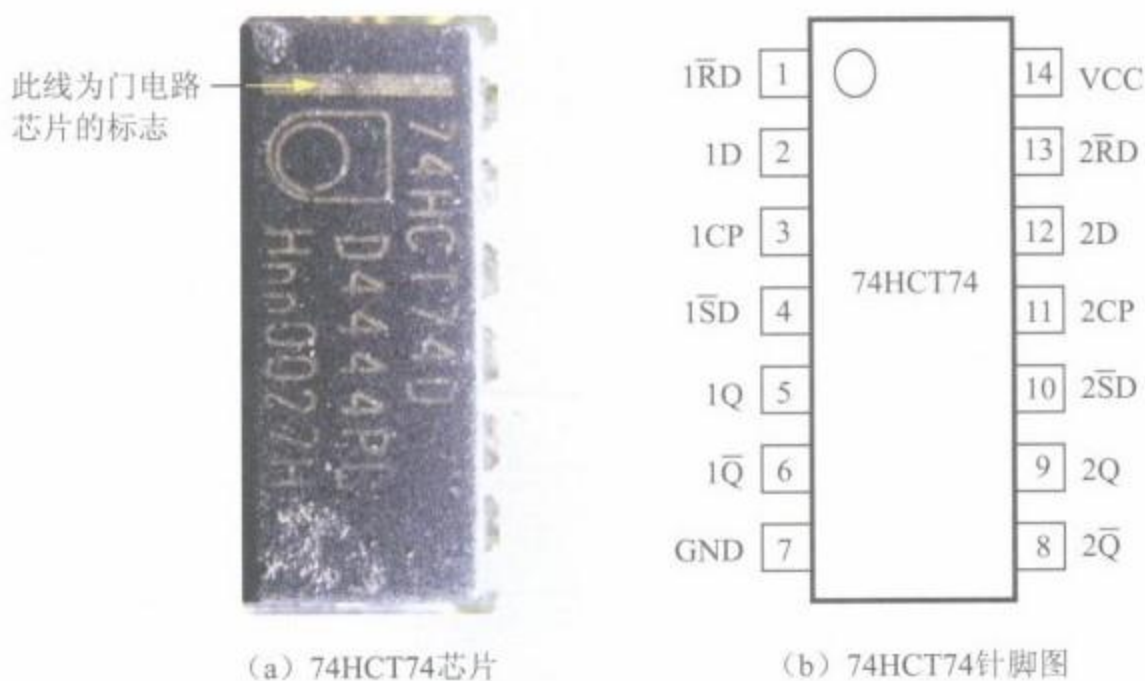


图7-4 74系列门电路芯片

74系列逻辑门电路是一个双上升沿D触发器，一般有14个脚。图中74HCT74触发器的第7脚接地；第14脚为电源输入脚（VCC），直接通向ATX电源插座的第9脚；第2脚和第12脚为两个数据输入端D；第3脚和第11脚为两个时钟输入端CP（CP在上升沿有效）；第5脚和第9脚为两个输出端Q；第6脚和第8脚为两个反相输出端Q；第1脚和第13脚为直接置0端；第4脚和第10脚为直接置1端。此触发器在时钟信号输入端得到上升沿信号时触发，触发后它的输出端的状态就会翻转，74HCT74触发器的真值表如表7-1所示。

表7-1 74HCT74触发器的真值表

输入				输出	
RD	SD	CP	D	Q	Q
1	0	×	×	0	1
0	1	×	×	1	0
1	1	1	0	0	1
1	1	1	1	1	0

提示

门电路芯片的引脚顺序，如图7-4所示，将门电路芯片有一道或小坑的一端朝上，然后芯片左边的上面第1脚为门电路芯片的第1脚，右边上面第1脚为最后一脚。

2 非门电路

开机电路中的非门电路主要包括反相器、与非门和或非门等，其中反相器包括HCT14、74F06等；与非门包括74F00等、或非门包括74F02等，如图7-5所示为非门电路引脚图。

4. I/O芯片

在Pentium 4主板的开机电路中，由I/O芯片内部的门电路控制电源的第14脚或第16脚的，所以Pentium 4主板的开机电路控制部分一般在I/O芯片内部。

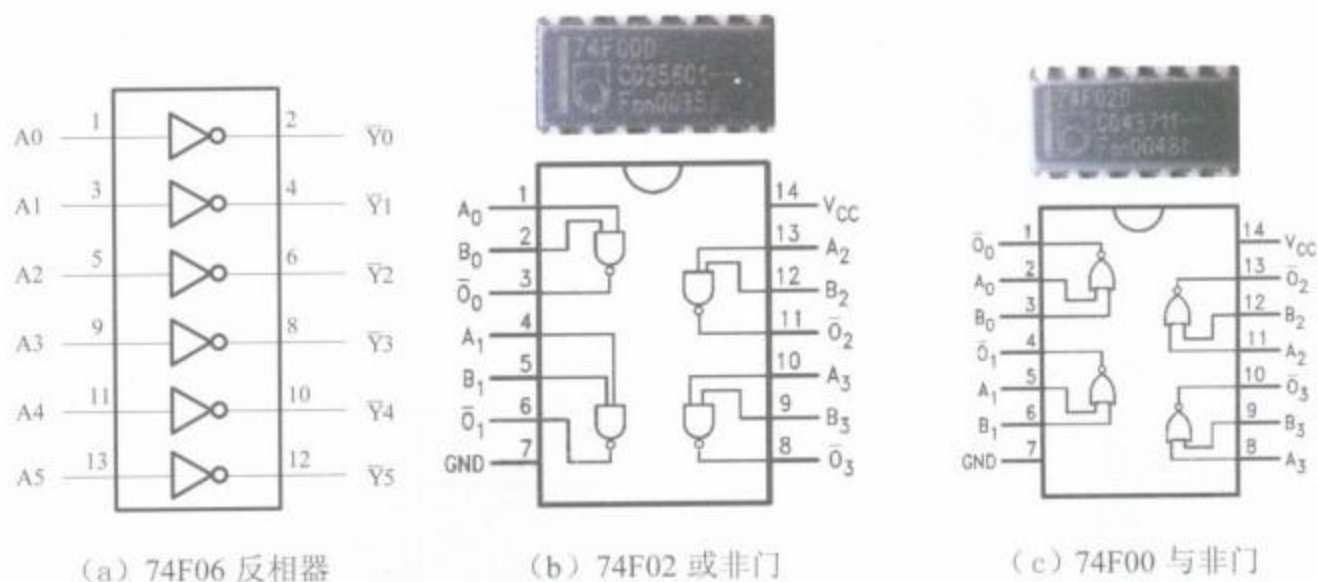


图7-5 非门电路引脚图

在这里I/O芯片和南桥芯片的关系是：电源开关输出一个电压，通过I/O芯片内部的门电路转换进入南桥，再由南桥内部输出一个电压进入I/O芯片内部的另一个门电路（控制74逻辑门电路），然后由此门电路来改变电源第14脚或第16脚的电压，使电源开始工作，如图7-6所示为I/O芯片。

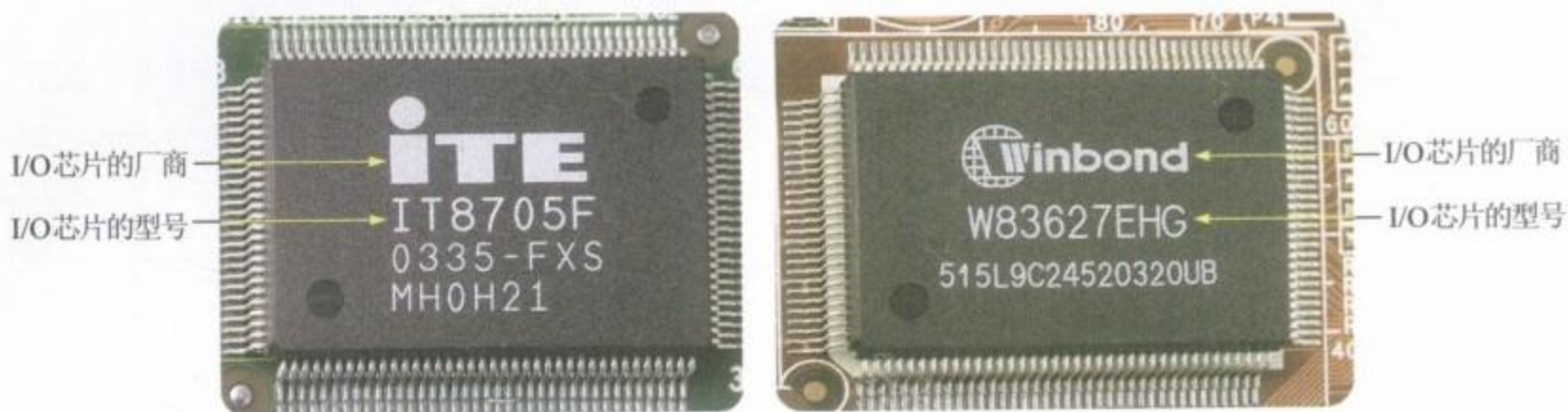


图7-6 I/O芯片

提示：并不是所有的I/O芯片内部都集成开机控制模块，常见集成开机控制模块的I/O芯片主要包括T8712、IT8702、W83627F、W83627HF、W83697F等。

5. 开机键 (PW-ON)

开机键在主板开机电路中的作用是：向非门电路或I/O芯片中的门电路提供一个触发信号（低电平），用来触发主板开机电路工作，最终实现开机。

主板的开机键一般一端接地，另一端连接电源的第9脚，再连接到门电路或I/O芯片或南桥，如图7-7所示为开机键。



图7-7 开机键

7.1.3 主板开机电路工作原理

由于各主板厂商的设计不同, 主板开机电路会有所不同, 但基本电路原理相同, 即经过主板开机键触发主板开机电路工作, 开机电路对触发信号进行处理, 最终向电源第14脚发出低电平信号, 将电源第14脚的高电平拉低, 触发电源工作, 使电源各针脚输出相应的电压, 为各个设备供电。

主板开机电路的工作条件是: 为开机电路提供供电、时钟信号和复位信号, 具备这3个条件, 开机电路就开始工作。其中供电由ATX电源的第9脚(待机电压)提供, 时钟信号由南桥的实时时钟电路提供(32.768kHz时钟), 复位信号由电源开关、南桥内部的触发电路提供。

下面根据开机电路的结构分别讲解开机电路的详细工作原理。

1. 由南桥组成的开机电路

由南桥组成的开机电路中, 南桥内部内置开机触发电路。由南桥组成的开机电路的电路图如图7-8所示。

图中, AMS1117为三端稳压器, 它的作用是将电源的5V待机电压转换成3.3V电压, 为南桥、CMOS电路、开机键供电。

Q_{20} 为开机控制三极管, 它的作用是改变ATX插座电源第14脚(图中为20针ATX电源插座)的电压。 Q_{20} 的c极直接接在了ATX电源插座第14针, e极接地, 当它导通时, ATX电源第14脚被接地, 其电压将变为低电平, 使ATX电源开始启动输出工作电压。 Q_{20} 的导通条件是其b极电压为高电平。

HCT14是一个非门电路(实际为反相器), 它与开机控制三极管 Q_{20} 的b极相连, 同时连接到南桥的SLP_S3端口。当南桥的SLP_S3发出低电平信号时, 经HCT14反相后就变成了高电平。

电源开关PWR_SW, 其一端接地, 另一端分别接在AMS1117的输出端和南桥芯片, 由AMS1117为其提供3.3V电压, 同时向南桥提供开机触发信号。

X_4 是32.768kHz实时时钟晶振, 用来为南桥芯片提供待机状态下的时钟信号。

当电脑主机中的ATX电源没有接市电时, CMOS电池BAT₁提供的3.0V供电被分成两路, 一路通过二极管 D_{10} 、电阻 R_{219} 、跳线JP₂₀连接到南桥的RTCRST#端, 为CMOS存储器供电。同时另一路通过电阻 R_{261} 、电容 C_{347} 接到南桥的VBIA5端, 为南桥芯片供电。此时实时时钟电路在获得供电后, 开始工作输出32.768kHz的时钟频率, 提供开机需要的时钟信号, 随时准备参与唤醒。

当电脑主机中的ATX电源连接市电后, ATX电源的第9脚(开机控制脚)开始输出+5V待机电压。此时ATX电源第9脚输出的5V待机电压通过AMS1117转换后, 输出3.3V待机电压。此电压被分成三路: 一路通过二极管 D_{13} 直接连接到南桥芯片的VCCRTC端, 为南桥供电; 另一路通过二极管 D_{13} 、 R_{244} 、 R_{219} 和跳线JP₂₀连接到南桥的RTCRST#端, 为CMOS电路供电; 还有一路通过电阻 R_{411} 连接到电源开机键上, 同时还通过电阻 R_{260} 连接到南桥的PWRBTN#端, 使PWRBTN#端电压为高电平。由于PWRBTN#端电压为高电平, 因此南桥芯片的SLP_S3端输出的电压信号也为高电平。SLP_S3端输出的电压信号再通过反相器转换后, 变为低电平信号, 加在开机控制三极管 Q_{20} 的b极, 使三极管处于截止状态, 所以ATX电源第14针脚的电压依然为高电平, ATX电源处于关闭状态。

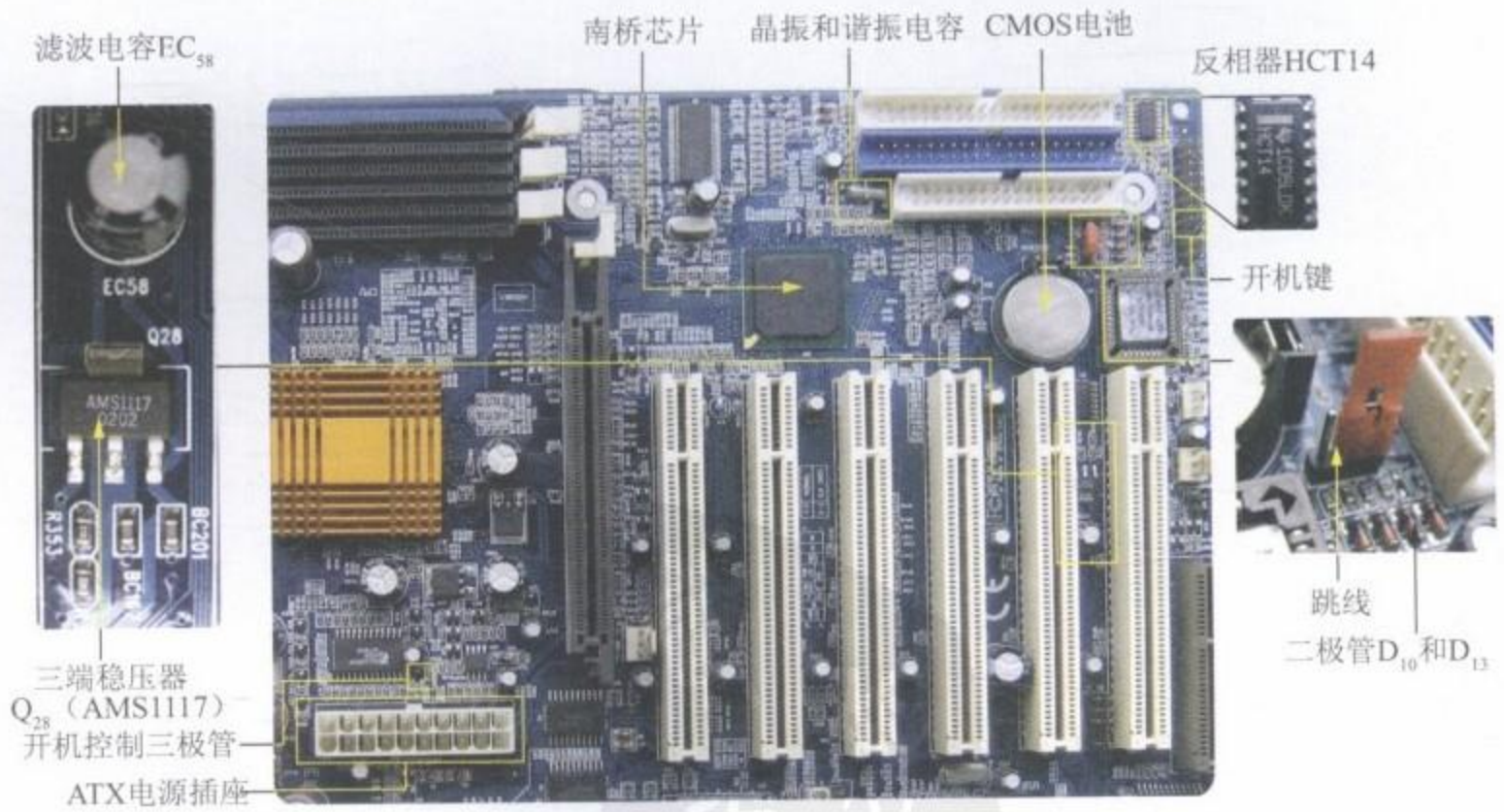
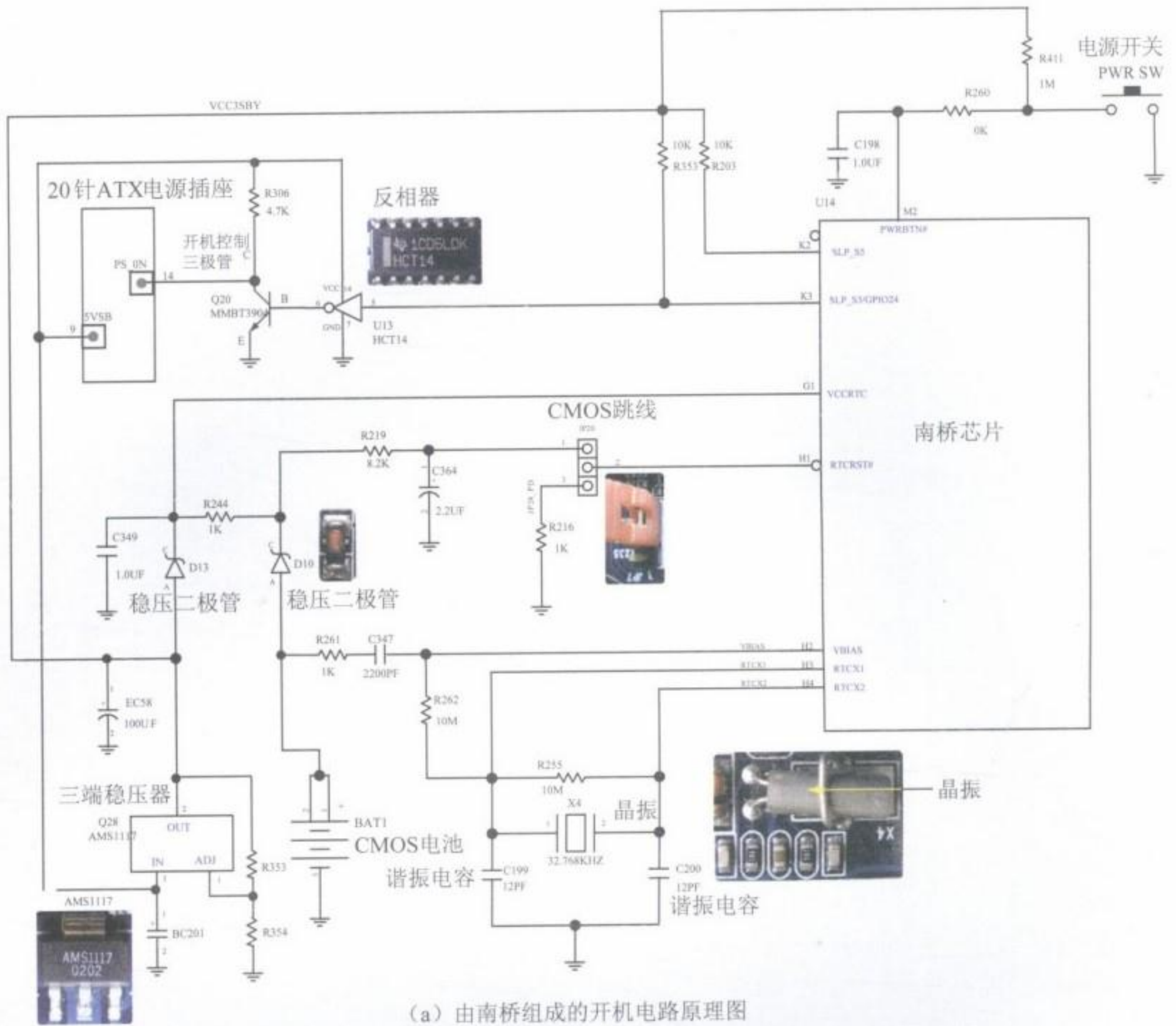


图7-8 由南桥组成的开机电路的电路图

当按下开机键的瞬间，开机键被接地，电压变成了低电平，此时开机键的电压信号由高变低，南桥内部的触发电路依旧没有被触发，保持停止状态（触发电路工作的条件是：有由低变高的跳变信号）。

当松开开机键的瞬间，开机键与地断开，开机键电压又变成了高电平，此时开机键通过PWRBTN#端向南桥芯片内部的触发电路发送了一个由低变高的触发信号。南桥内部的触发电路被触发，接着触发电路通过SLP_S3端口输出恒定的低电平信号。此低电平信号通过非门电路HCT14反相后变成高电平信号，并加在开机控制三极管 Q_{20} 的b极，使三极管 Q_{20} 导通接地。接着ATX电源插座第14脚的电压变成了低电平，ATX电源开始工作，输出各种工作电压，主板在得到供电后开始启动。

当关闭计算机时，在按下开机键的瞬间，开机键的电压再次变为低电平，南桥内部的触发电路没有被触发。

在松开开机键的瞬间，开机键的电压变为高电平。此时开机键通过南桥的PWRBTN#端向南桥芯片内部的触发电路发送了一个由低变高的触发信号。南桥内部的触发电路被触发，这时触发电路通过SLP_S3端输出高电平信号，此信号通过非门电路HCT14反相后，变为低电平信号，并加在开机控制三极管 Q_{20} 的b极，使三极管 Q_{20} 截止。接着ATX电源插座第14脚的电压又变成了高电平，ATX电源停止工作，主板没了供电被关闭。



注意

通过CMOS程序中的电源管理可以设定关机的方式为按下开机键一段时间，此时触发电路的触发信号就变成了持续的低电平信号。

2. 由南桥和逻辑门电路组成的开机电路

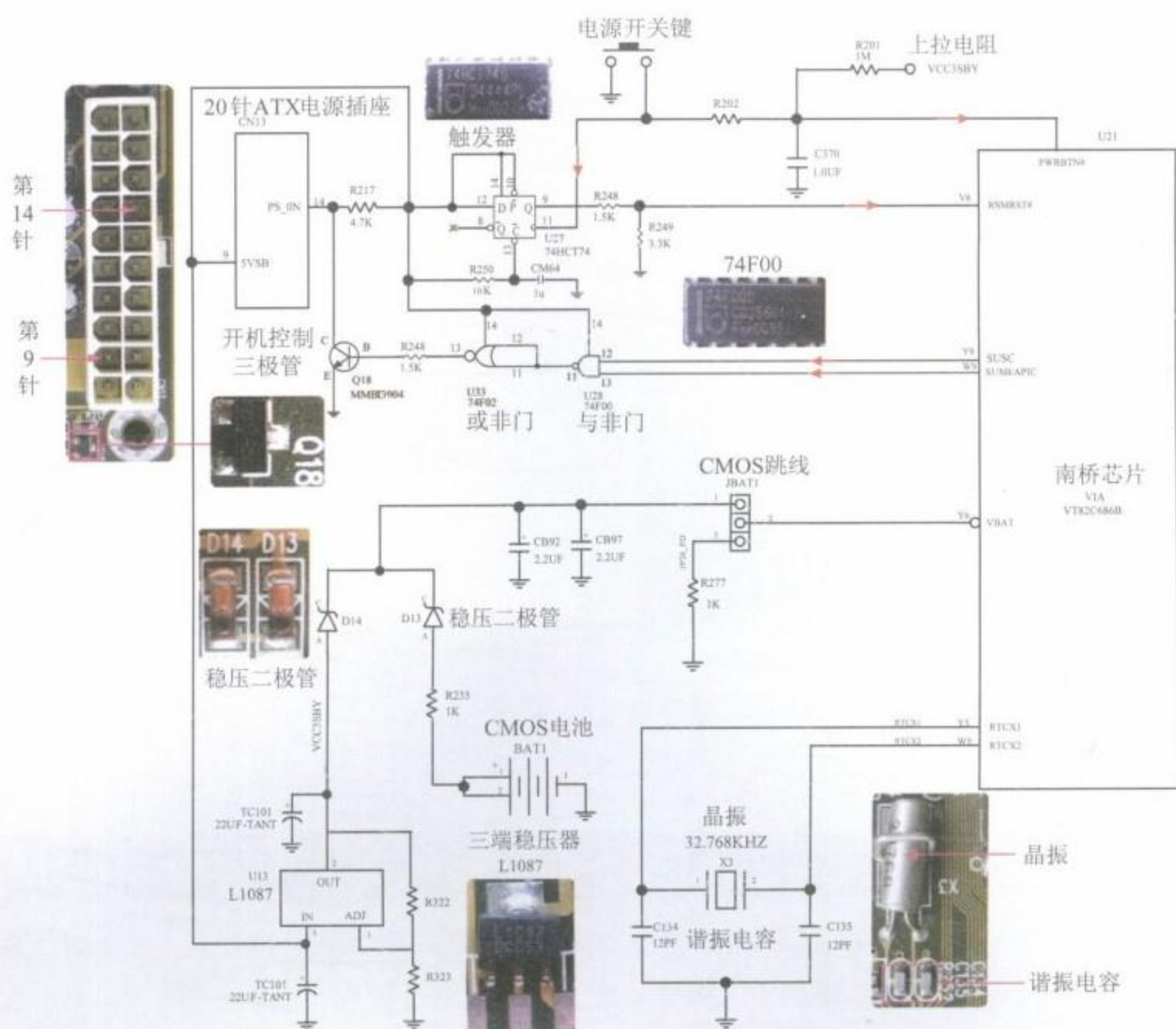
在由南桥和门电路组成的开机电路中，由门电路作为触发电路，南桥内部没有开机触发电路，南桥只发出开机控制信号，由南桥和门电路组成的开机电路的电路图如图7-9所示。

图中，L1087为三端稳压器，它的作用是将电源的5V待机电压转换成3.3V电压，为南桥、CMOS电路、开机键供电。

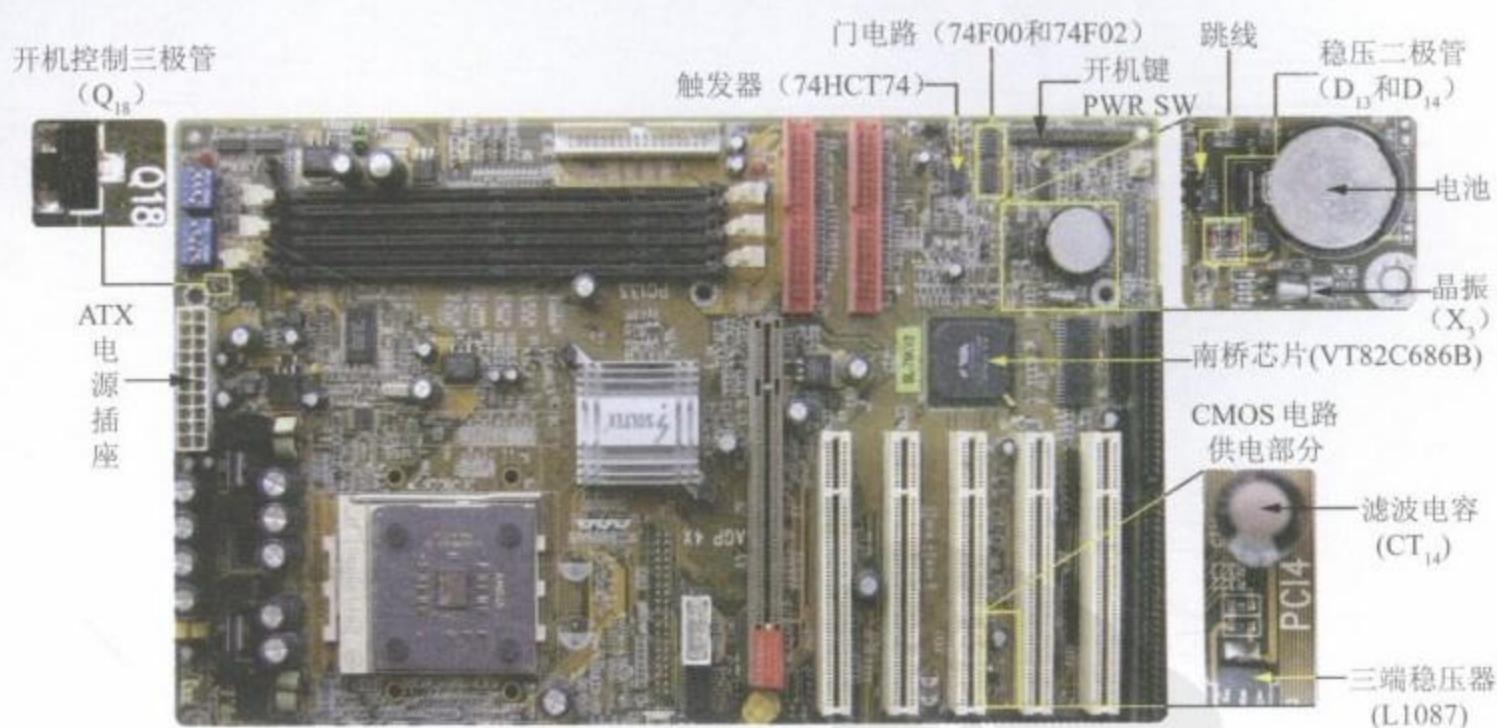
Q_{18} 为开机控制三极管，它的作用是改变ATX电源插座第14脚（图中为20针ATX电源插座）的电压。 Q_{18} 的c极直接接在了ATX电源插座第14针，e极接地，当它导通时，ATX电源第14脚被接地，其电压将变为低电平，使ATX电源启动输出工作电压。 Q_{18} 的导通条件是其b极电压为高电平。

74F02是一个或非门电路，它的输出端与开机控制三极管 Q_{18} 的b极相连（或非门的逻辑关系为：输入端都为低电平时，输出端才输出高电平）。74F02的输入端第11脚和第12脚同时连接到与非门电路74F00的输出端（与非门的逻辑关系为：两个输入端都为高电平时，输出端才输出低电平）。而74F00的输入端连接到南桥芯片的SUSC和SUSB端口。

74HCT74为逻辑门电路（触发器），它是一个双上升沿D触发器，此触发器在时钟信号输入端（第3脚和第11脚）得到上升沿信号时触发，触发后它的输出端的状态就会翻转。它的数据输入端D连接到ATX电源插座的第14脚，时钟信号输入端连接到电源开关键上，而输出端连接到南桥芯片的RSMRST#端口。主板上常见的触发器还有74LS74等。



(a) 由南桥和门电路组成的开机电路原理图



(b) 由南桥和门电路组成的开机电路实物图

图7-9 由南桥和门电路组成的开机电路的电路图

电源开关键的一端接地，另一端分别接在L1087的输出端，逻辑门电路74HCT74的时钟输入端及南桥芯片的PWRBTN#端口。

X₃是32.768kHz的实时时钟晶振，用来为南桥芯片提供待机状态下的时钟信号。

当电脑主机中的ATX电源没有接市电时, CMOS电池BAT₁提供的3.0V供电通过电阻R₂₃₅、二极管D₁₃、跳线JBAT₁连接到南桥的VBAT端口, 为南桥和CMOS存储器供电, 此时实时时钟电路在获得供电后, 开始工作输出32.768kHz的时钟频率, 提供开机需要的时钟信号, 随时准备参与唤醒。

当电脑主机中的ATX电源连接市电后, ATX电源的第9脚开始输出+5V待机电压。此时ATX电源第9脚输出的5V待机电压通过L1087转换后, 输出3.3V待机电压。此电压被分成三路: 一路通过二极管D₁₄和跳线JBAT₁连接到南桥的VBAT端口, 为南桥和CMOS电路供电; 另一路经过电阻R₂₀₁和电阻R₂₀₂连接到电源开关键, 为电源开关键提供一个高电平信号, 同时还连接到触发器74HCT74的时钟信号输入端(第11脚), 使时钟信号输入端的电压为高电平。由于74HCT74的数据输入端D直接连接在ATX电源第14脚, 它的电压也为高电平, 根据真值表(参考表7-1)触发器的输出端Q也输出高电平到南桥的RSMRST#端口。

第3路通过电阻R₂₀₁连接到南桥芯片的PWRBTN#端, 使PWRBTN#端电压为高电平。由于PWRBTN#端电压为高电平, 因此南桥芯片的SUSC和SUSB端口输出的电压信号为低电平。SUSC和SUSB端输出的低电平信号通过与非门74F00后输出高电平信号, 再经过或非门74F02后, 变为低电平信号, 加在开机控制三极管Q₁₈的b极, 使三极管处于截止状态, 所以ATX电源第14针脚的电压依然为高电平, ATX电源处于关闭状态。

当按下开机键的瞬间, 开机键的高电平端被接地, 电压变成了低电平, 此时开机键的电压信号由高变低, 74HCT74触发器的时钟输入端(第11脚)电压由高变低, 触发器没有被触发(触发器在上升沿触发), 其输出端保持原状态不变。南桥芯片的SUSC和SUSB端仍然输出低电平, ATX电源的第14脚电压仍然为高电平, ATX电源没有工作。

当松开开机键的瞬间, 开机键与地断开, 开机键的电压又变成了高电平, 此时开机键向触发器74HCT74的第11脚发送一个上升沿触发信号。74HCT74触发器被触发, 输出端输出状态翻转, 由高电平变为低电平。南桥的RSMRST#端口在收到跳变信号后, 南桥的SUSC和SUSB端口输出高电平控制信号, 此信号经过与非门74F00和或非门74F02后输出高电平信号。使开机控制三极管Q₁₈的b极为高电平, Q₁₈被接地, 同时ATX电源的第14脚电压变为低电平, ATX电源开始工作输出工作电压, 主板在得到供电后开始启动。

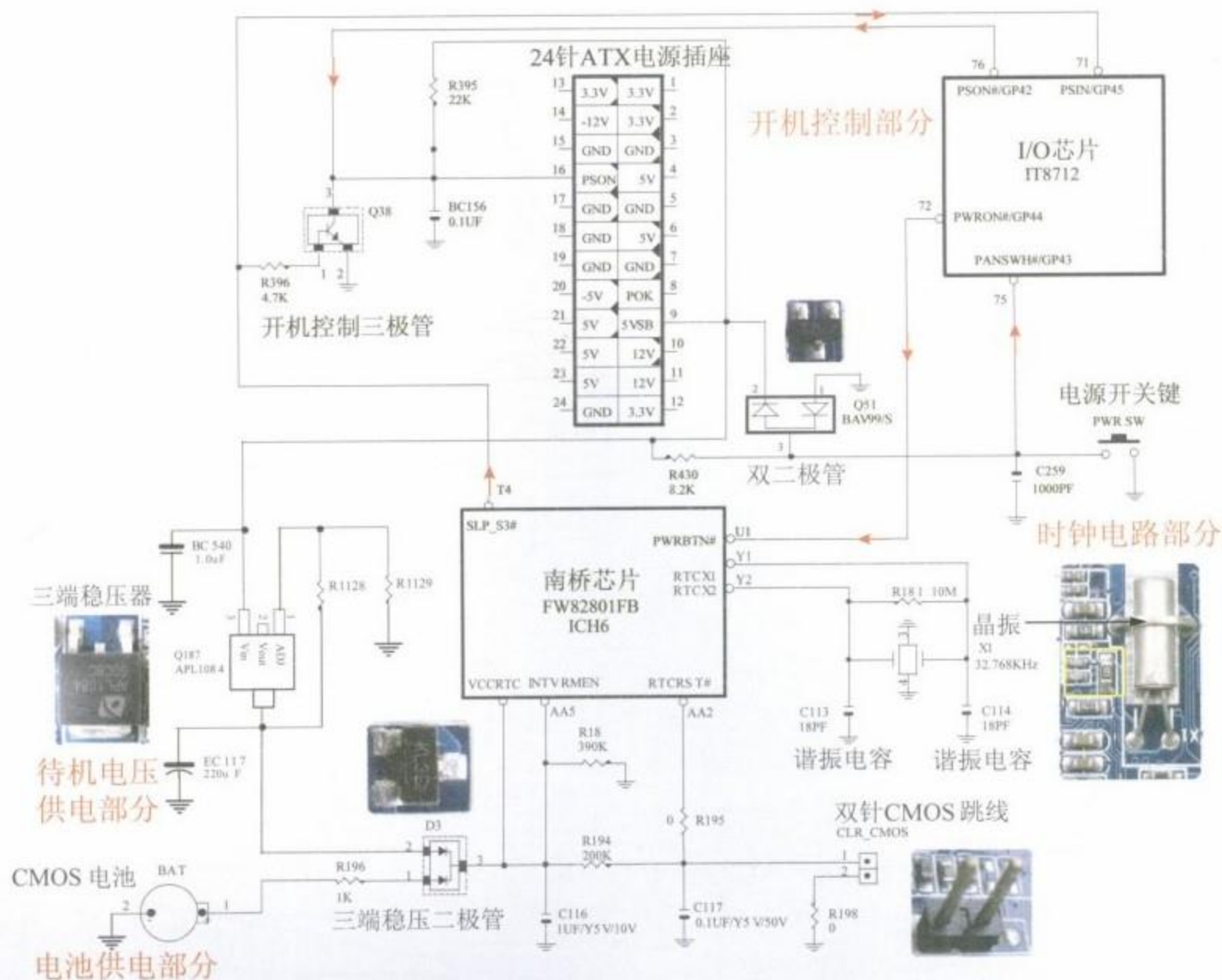
当关闭计算机时, 在按下开机键的瞬间, 开机键的电压再次变为低电平, 触发器74HCT74没有被触发, 主板仍然保持开机状态。

在松开开机键的瞬间, 开机键的电压变为高电平。此时触发器74HCT74的时钟信号输入端(第11脚)得到上升沿信号后又被触发, 它的输出端输出状态又翻转一次, 由低电平变为高电平。这时南桥的RSMRST#端口在收到跳变信号后, 南桥的SUSC和SUSB端口输出低电平控制信号, 此信号经过与非门74F00和或非门74F02后输出低电平信号。使开机控制三极管Q₁₈的b极为低电平, Q₁₈截止, 同时ATX电源的第14脚电压变为高电平, ATX电源停止工作, 主板没了供电被关闭。

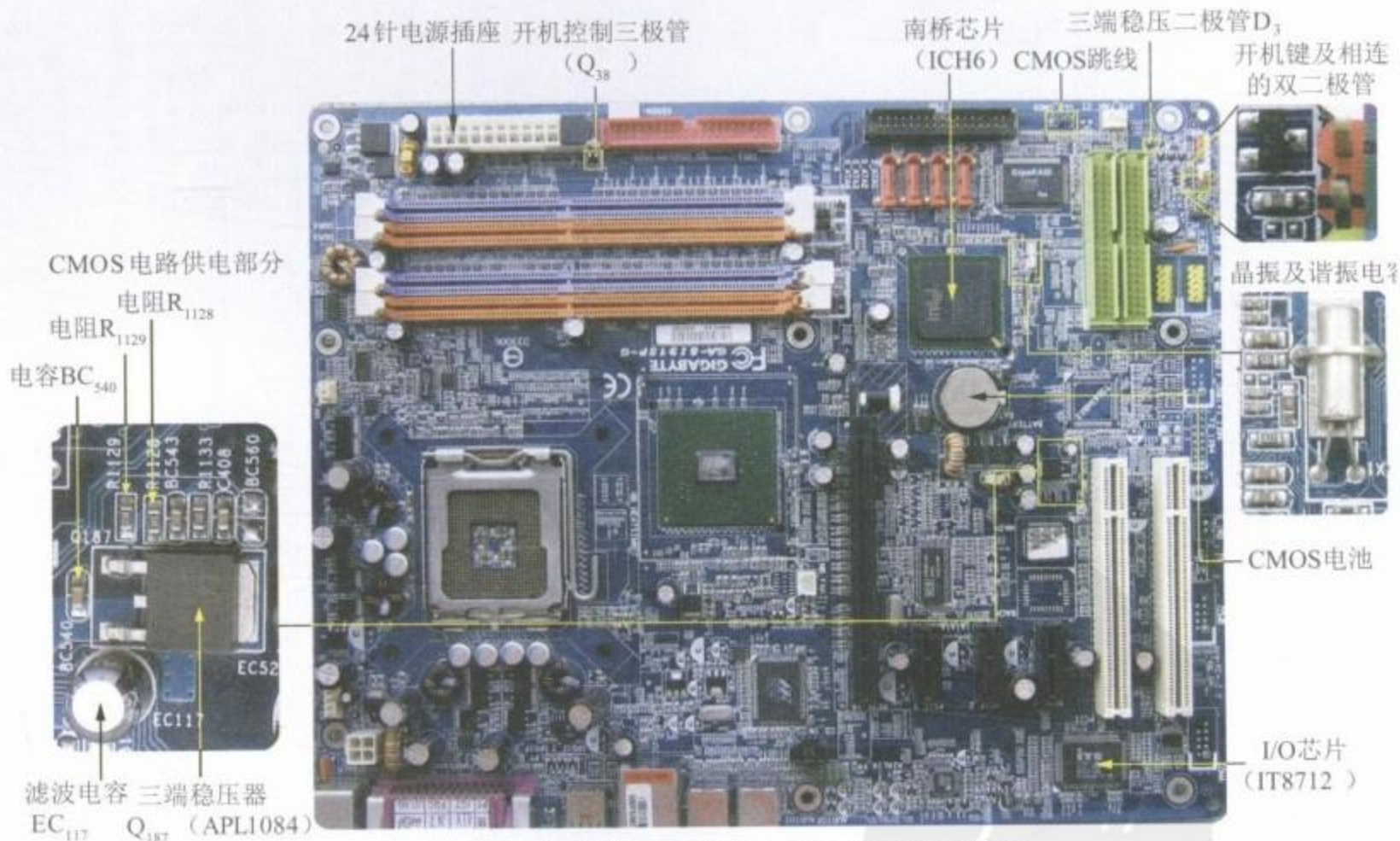
3. 由南桥和I/O芯片组成的开机电路

由南桥和I/O芯片组成的开机电路在现在的主板中被广泛应用, 一般此类型的开机电路多是I/O芯片集成开机触发电路, 南桥发出控制信号。

由南桥和I/O芯片组成的开机电路图如图7-10所示。



(a) 由南桥芯片和I/O芯片组成的开机电路原理图



(b) 由南桥芯片和I/O芯片组成的开机电路实物图

图7-10 由南桥和I/O芯片组成的开机电路图

图中, APL1084为三端稳压器, 它的作用是将电源的5V待机电压转换成3.3V电压, 为南桥、CMOS电路、开机键供电。

Q_{38} 为开机控制三极管, 它的作用是改变ATX电源第16脚(图中为24针ATX电源插座)的电压。 Q_{38} 的c极直接接在了ATX电源第16脚, e极接地, 当它导通时, ATX电源第16脚被接地, 其电压将变为低电平, 使ATX电源启动输出工作电压。 Q_{38} 的导通条件是其b极电压为高电平。

电源开关键PWR_SW的一端接地, 另一端分别接在I/O芯片的PANSWH#端口和待机电压(ATX电源第9脚)上。

X_1 是32.768kHz的实时时钟晶振, 用来为南桥芯片提供待机状态下的时钟信号。

当电脑主机中的ATX电源没有接市电时, CMOS电池BAT提供的3.0V供电通过电阻 R_{196} 、二极管 D_3 连接到南桥的INTVRMEN端口和RTCRST#端口, 为南桥和CMOS存储器供电, 此时实时时钟电路在获得供电后, 开始工作输出32.768kHz的时钟频率, 提供开机需要的时钟信号, 随时准备参与唤醒。

当电脑主机中的ATX电源连接市电后, ATX电源的第9脚开始输出+5V待机电压。此时ATX电源第9脚输出的5V待机电压通过APL1084转换后, 输出3.3V待机电压。此电压通过二极管 D_3 连接到南桥的INTVRMEN、RTCRST#端口, 为南桥和CMOS电路供电。同时待机电压通过电阻 R_{430} 连接到I/O芯片的PANSWH#端和开机键上, 使I/O芯片的PANSWH#端和开机键的电压为高电平。此时I/O芯片内部的触发电路没有被触发, 南桥没有通过PWRBTN#端口接到触发信号, 因此从SLP_S3#端口输出低电平信号。此低电平信号加在开机控制三极管 Q_{38} 的b极, 使三极管处于截止状态, 所以ATX电源第16针脚的电压依然为高电平, ATX电源处于关闭状态。

当按下开机键的瞬间, 开机键的高电平端被接地, 电压变成了低电平, 此时开机键的电压信号由高变低, I/O芯片的PANSWH#引脚的电压由高变低, I/O芯片内部的触发器没有被触发(触发器在得到由低到高的跳变后触发), 其输出端保持原状态不变。南桥芯片的SLP_S3#端仍然输出低电平, ATX电源的第16脚电压仍然为高电平, ATX电源没有工作。

当松开开机键的瞬间, 开机键与地断开, 开机键的电压又变成了高电平, 此时开机键通过I/O芯片的PANSWH#端口向I/O内部的触发器发送了一个触发信号。I/O芯片内部的触发器被触发。同时通过PWRON#端口向南桥的PWRBTN#端口输出触发信号。南桥在接到触发信号后, 通过SLP_S3#引脚输出高电平控制信号加在开机控制三极管 Q_{38} 的b极, 使开机控制三极管 Q_{38} 的b极为高电平, Q_{38} 导通接地, 同时ATX电源的第16脚电压变为低电平, ATX电源开始工作输出工作电压, 主板在得到供电后启动。

当关闭计算机时, 在按下开机键的瞬间, 开机键的电压再次变为低电平, I/O芯片内部触发器没有被触发, 主板仍然保持开机状态。

在松开开机键的瞬间, 开机键的电压变为高电平。此时I/O芯片内部触发器又被触发, I/O芯片通过PWON#端口向南桥发出触发信号, 南桥信号在接到信号后, 从SLP_S3#端口输出低电平控制信号, 使开机控制三极管 Q_{38} 的b极为低电平, Q_{38} 截止, 同时ATX电源的第16脚电压变为高电平, ATX电源停止工作, 主板没了供电被关闭。

4. 经过特殊芯片的开机电路

在主板开机电路中, 有一些主板厂家使用自己设计生产的开机复位芯片来控制电源的第14脚或第16脚的电压, 虽然触发方式有些不同, 但最终实现的目的是一致的, 如图7-11所示为华硕主板的开机复位芯片。

开机复位芯片

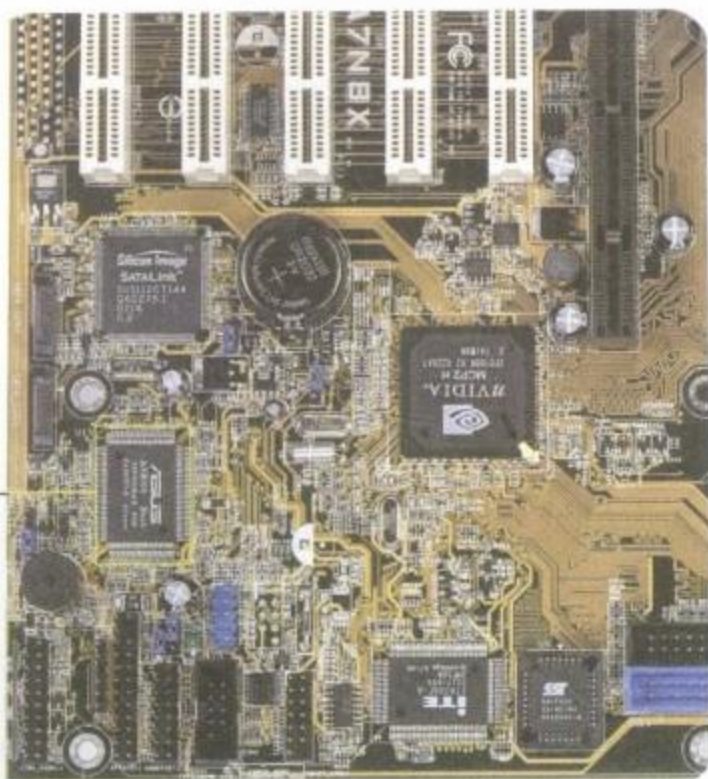


图7-11 华硕主板的开机复位芯片

经过特殊芯片的开机电路的工作原理与经过南桥的开机电路的工作原理相同。在松开开机键的瞬间，开机键的电压变为高电平，此时开机键的电压由低变高，向开机复位芯片内部的触发电路输送一个触发信号，开机复位芯片内部的触发电路被触发。这时触发电路开机控制三极管的b极输出高电平使开机控制三极管导通接地，然后将ATX电源第14脚或第16脚的电压由高电平变为低电平，ATX电源开始工作，电源的其他针脚分别向主板输送相应电压，主板处于启动状态。

7.2 开机电路故障检修流程

当主板的开机电路有故障时，可以参考开机电路故障检修流程对主板进行检测。检测时重点检测每个电路模块的关键测试点，通过测试点快速准确地找出故障的部件，并排除开机电路故障。

主板开机电路故障主要是由于接电源插座第14脚或第16脚的开机控制三极管损坏，或与开机电路有关的门电路损坏，或电源插座第9脚给电源开关供电的三极管和二极管损坏，或南桥旁边的晶振和谐振电容损坏等造成。主板开机电路检测流程图如图7-12所示。

7.3 开机电路故障检测点

7.3.1 开机电路易坏元器件

主板开机电路易坏元器件主要有：

- 1 低压差三端稳压器APL1084及连接的滤波电容。

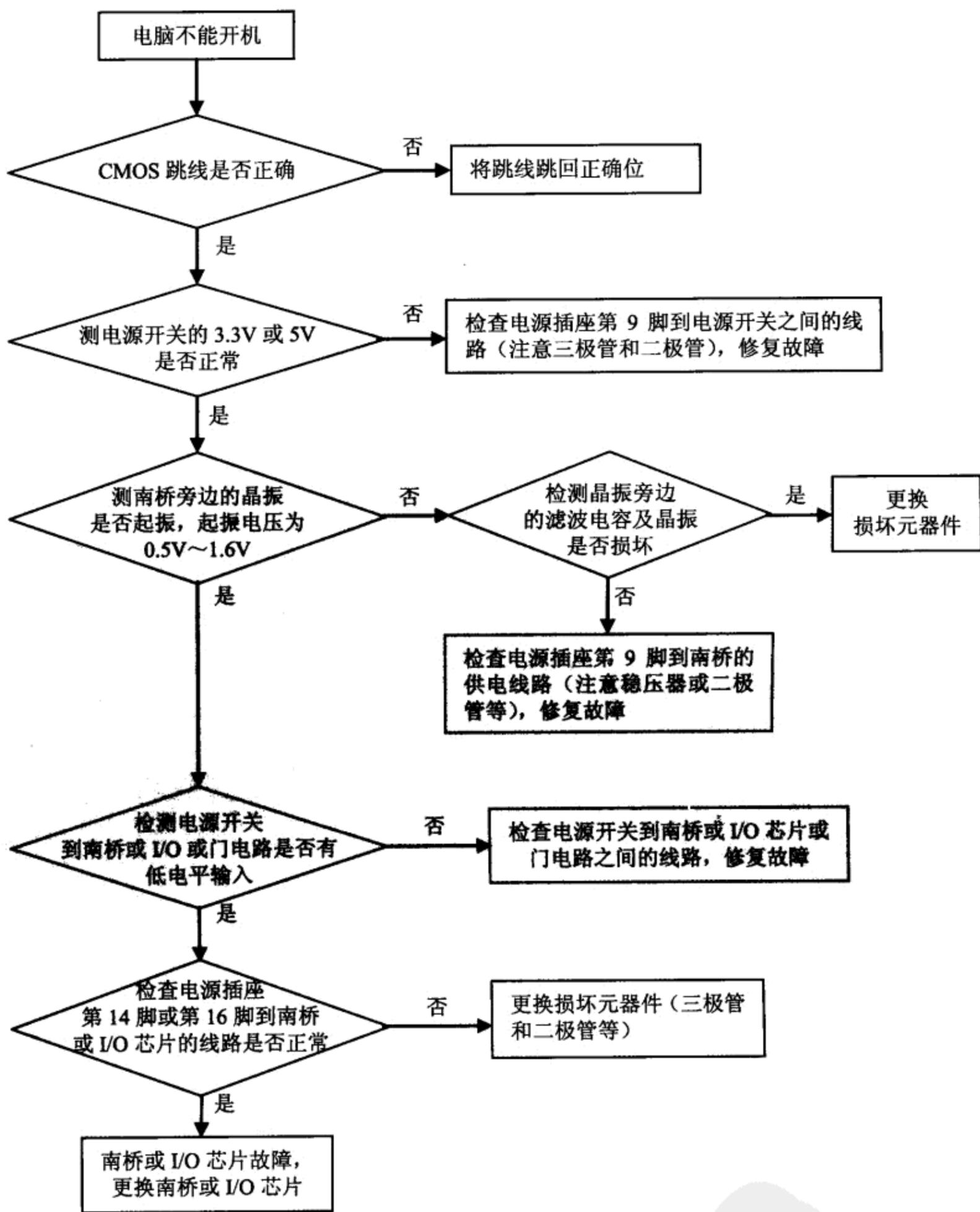


图7-12 主板开机电路检测流程图

- 2** 开机控制三极管 (如图7-10中的 Q_{38})。
- 3** 稳压二极管 (如图7-10中的 D_3)。
- 4** 晶振。
- 5** 谐振电容。
- 6** 门电路 (如图7-9中的74F00等)。
- 7** 电源开关连接的电阻。



提示

此处标注的元器件编号是开机原理图中的编号，主板实际编号可能根据主板的厂商型号不同会有所不同，维修时应先找对电路中的各个元器件，再测量。

7.3.2 开机电路故障检测点

开机电路主要故障检查点如下。

故障检测点1 CMOS跳线。

CMOS跳线设置不正确，将导致不能开机，所以在维修时首先检查CMOS跳线设置是否正确，正常情况下跳线应插在“Normal”设置上。

故障检测点2 二极管。

二极管（如图7-9中的 D_{14} ）损坏将导致无法开机的故障。检测方法为：首先将万用表调在“ $R \times 1k$ ”或二极管挡，将万用表的两只表笔分别接到二极管的两端，如果正、反向电阻值均为无穷大，则该二极管内部断路损坏；如果正、反向电阻值均为0，则该二极管已被击穿短路；另外，如果正、反向电阻值差别不大，则该二极管的质量太差，不宜使用。

故障检测点3 三端稳压二极管。

此处二极管损坏将导致无法开机（有些电路中有，有的没有，如图7-10中的 D_3 ），检测方法与二极管的检测方法基本相同，因为此稳压二极管实际上是两只串联的二极管。

故障检测点4 开机控制三极管。

开机控制三极管（如图7-10中的 Q_{38} ）通常用S1A等型号，此三极管损坏将导致无法开机。检测方法为：使用数字万用表的二极管挡在路测量，将红表笔固定接被测三极管的基极b，用黑表笔依次接发射极e及集电极c，如果数字万用表显示屏显示的数字在0.500~0.850内，则可认为管子是好的。如仪表显示值小于0.500，则可检查管子外围电路是否有短路的元器件，如没有短路元器件，则可认定被测管有击穿性损坏，可进一步将管子从电路板上焊下复测。如仪表显示值大于0.850，则很可能是被测管的相应PN结有断路性损坏，也应将管子从电路中焊下复测。

值得注意的是：若被测管PN结两端并联有小于 700Ω 电阻，而测得的数字偏小时，则不要盲目认为三极管已经损坏。此时，可焊开电阻的一引脚再进行测试。此外，测量时，应在断电的状态下进行。

故障检测点5 低压差三端稳压器。

低压差三端稳压器（如图7-8中的AMS1117的中间脚输出稳定的电压，如此器件损坏将导致主板无法开机。测试方法为：带电测试稳压器的中间脚的电压值大小，如果为0或小于3V，则是稳压器损坏。

故障检测点6 滤波电容。

滤波电容一般在稳压器的输出端，如此元件损坏将导致主板无法开机。

检测方法为：首先将万用表调到欧姆挡的适当挡位，一般容量在 $1\mu F$ 以下的电容器用“20k”挡检测， $1\mu F \sim 100\mu F$ 内的电容器用“2k”挡检测，容量大于 $100\mu F$ 的电容器用

“200”挡检测，然后用万用表的两只表笔，分别与电容器的两端相接（红表笔接电容器的正极，黑表笔接电容器的负极），如果显示值从“000”开始逐渐增加，最后显示溢出符号“1”，表明电容器正常；如果万用表始终显示“000”，则说明电容器内部短路；如果始终显示“1”，则可能电容器内部极间开路。



注意

检测电容器时，如果始终显示“1”（溢出符号），可能电容器内部极间开路。也可能所选择的电阻挡不合适。



提示

测量电容器的正、负极的方法为：将万用表调至“ $R \times 1k$ ”或二极管挡，然后分别将红、黑表笔接触电容器的两端，测出一个绝缘电阻；接着将红、黑表笔对调后再测出一个绝缘电阻，两次测量中，绝缘电阻较大的一次中黑表笔所接的一端为电容器的正极，红表笔所接的为负极。

故障检测点7 谐振电容。

谐振电容漏电或被击穿将导致不能开机，检测方法同上。

故障检测点8 晶振。

晶振损坏后，电脑可能不能开机或无法存储系统时间。检测方法为：测量A、B两点间的电压，如电压为0.2V以上表明晶振正常。另外可以用开关机方法测量，如果用手捏住万用表表笔去接触晶振的一个脚时，主板能开机，再接触另一个脚时能关机，说明晶振损坏。

故障检测点9 74触发器。

74触发器损坏将导致无法开机。检测方法为：在按下电源开关前测量触发器的输出端（第5脚）有无输出高电平，按下电源开关后松开时，输出端（第5脚）有无输出低电平。

7.4 开机电路常见故障的判定及解决方法

7.4.1 主板开机电路常见故障现象及原因

1. 开机电路常见故障现象

- 1 无法为主板加电。
- 2 开机后，过几秒钟就自动关机。
- 3 无法开机。
- 4 无法关机。
- 5 主机通电后自动开机。



2. 造成开机电路故障的原因

- 1 主板某元器件短路。
- 2 CMOS跳线跳错。
- 3 南桥旁边的晶振或谐振电容损坏。
- 4 开机电路中的门电路损坏。
- 5 电源第14脚或第16脚经过的三极管和二极管损坏。
- 6 南桥供电电路中的稳压器（如AMS1117）损坏。
- 7 I/O芯片损坏。
- 8 南桥损坏。

7.4.2 主板开机电路常见故障解决方法

主板开机电路常见故障解决方法如下：

1 主板加电不开机故障排除。

故障分析：主板加电不开机是主板开机电路中常见的故障，造成这种故障的原因主要有两方面：一是主板开机电路故障，二是主板CPU供电电路或时钟电路或复位电路故障。

解决方法：首先排除CPU供电电路故障、时钟电路故障和复位电路故障，然后检查开机电路故障。

检查方法如下。

- 01 首先目测主板中有没有明显损坏的元器件（如烧黑、爆裂等），如果有，更换损坏的元器件，然后再测试。如果没有，接着将主板插上电源，然后用镊子插入电源插座中的第16针和第18针（24针电源插座），将主板强行开机。
- 02 如果不能开机，则是CPU供电电路或时钟电路或复位电路有故障，检查这几个电路的故障；如果可以开机，则是开机电路的故障，接着检查开机电路。
- 03 首先将万用表的量程调到电压挡的20量程，然后将万用表的黑表笔接地，红表笔接电池的正极，测量电池是否有电（正常为2.6V~3.3V）。



提示

有些主板，电池电力不足也不能开机，但大部分的主板没电池也不影响开机。

- Step 04 如果电池有电，接着检查COMS跳线，COMS跳线不正确一般不能开机。
- Step 05 如果CMOS跳线连接正常，接着用万用表的电压挡测量主板电源开关针有无3.3V或5V电压。如果没有，则通过跑电路检查电源开关针到电源插座间连接的元器件，一般主板会连接一些门电路、电阻、三极管等电子元器件，而且门电路损坏的情况相对较多。如果连接的元器件损坏，更换即可。
- Step 06 如果电源开关针电压正常，接着测量南桥旁边的32.768kHz晶振是否起振，起振电压一般为0.5V~1.6V。，如果没有，就更换晶振旁边的滤波电容以及晶振本身。



提示

还有一种简便的方法是用手去摸32.768kHz晶振的两引脚，如果手摸主板可以加电开机，则晶振损坏。另外，如果更换晶振或谐振电容，尽量用颜色和大小相同的晶振和谐振电容来替换，否则会出现更换不成功。

- Step 07** 如果晶振正常，接着测量电源开关针到南桥或I/O芯片之间是否有低电压输入南桥或I/O芯片，如果没有，一般是开关针到南桥或I/O芯片之间的门电路或三极管损坏，门电路损坏的情况较多。



提示

门电路在维修时一定要注意，门电路损坏后，会鼓起些小包或小亮点。门电路用万用表来判断时灵敏是有限的，所以不是很好的判断。最快的方法就是用替换的方法。如果主板又不能触发，怀疑门电路，就直接将门电路替换掉，来检查门电路好坏。

- Step 08** 如果电源开关针到南桥或I/O芯片之间有低电压输入南桥或I/O芯片，接着测ATX电源绿线到南桥（或I/O芯片）是否有元器件损坏，一般会经过一些电阻、三极管等。看有没有低电平输入南桥（或I/O芯片），所以说跑开机电路是非常重要的。大家对这些线路一定要熟悉。

- Step 09** 如果上面说的那些地方都是好的，那应该是南桥或I/O芯片坏了，只能更换I/O芯片或南桥。



提示

I/O芯片损坏是常见的故障，I/O芯片是开机电路中最重要的一個芯片，也是主板中故障率最高的。尤其是华邦公司的I/O芯片，它一般都参与开机电路，这点一定要引起大家的重视。

开机电路是主板维修中故障率最高，也是最容易修的一个电路，但大家在维修之前，一定要熟悉相关的开机线路，所以就要用到跑电路（跑线），把开机线路找出来。

2 电脑开机后，过几秒钟就自动关机。

故障分析：电脑能开机，说明开机电路被触发，向电源第14脚或第16脚发送了高电平使电源第14脚或第16脚连接的三极管导通，电源第14脚或第16脚的电压被拉低。而过几秒又自动关机，说明开机电路又被触发，向电源发出低电平信号。而开机电路的触发信号一般是由开机电路中的门电路发送的，所以可能是门电路损坏。

解决方法：用万用表测量开机电路中门电路的输入/输出脚，发现参与开机的门电路不能正常输入高低电平，说明是门电路的故障，更换相同型号的门电路，故障排除。注意造成这种故障也有可能是电路中的某一电容损坏，所以如果开机电路中的门电路没有损坏，接着要检查开机电路中的所有电容，直到找到出故障元件。

3 电脑在接上电源线后就自动开机，但无法关机。

故障分析：电脑开机的条件是电源第14脚（20针接口插座）或第16脚（24针接口插座）连接的三极管导通，将电源第14脚或第16脚接地变成低电平。这台电脑接上电源线后就自动开

机,说明电源第14脚连接的三极管在按开机键前就已经导通,而三极管的b极在触发前导通的情况可能是三极管内部发生了短路,而如果三极管发生了短路,将使电源第14脚或第16脚一直处于低电平状态,所以电源一直保持工作状态,计算机无法实现关机。

解决方法:将三极管拆下,更换一个型号相同的三极管即可。

7.5 动手实践

7.5.1 主板开机电路实习流程及方法

1. 实习流程

- 1 识别并写出你手中主板上开机电路的主要元器件的型号及用途。
- 2 根据开机电路的原理图,找出主板开机电路的实际线路,及线路中包含的元器件。
- 3 根据主板中实际的开机电路,绘制出实际主板的开机电路图。根据不同主板的开机电路,绘制出不同的开机电路图,并加以比较。
- 4 根据故障测试点检测方法,掌握检测与判断开机电路中各个元器件好坏的方法。
- 5 总结主板开机电路常见故障的检测流程及方法。

2. 实习方法

首先将主板开机电路分为6部分,然后分别进行实际的跑线。

- 1 南桥供电回路跑线:测量出从电源第9脚经过三端稳压器(如AMS1117或APL1084)到达南桥的实际电路。
- 2 开机键供电通路跑线:测量出从电源第9脚到电源开关的实际电路。
- 3 门电路或I/O芯片供电回路跑线:测量出从电源第9脚到门电路或I/O芯片的实际电路。
- 4 开机键信号通路跑线:测量出从开机键到南桥或I/O芯片或门电路的实际电路。
- 5 门电路信号通路跑线:测量出从门电路到南桥的实际电路。
- 6 电源开机控制回路跑线:测量出从电源第14脚经过三极管和二极管到达南桥或I/O芯片的实际电路。

7.5.2 南桥供电回路跑线实战

主板开机电路中的南桥供电回路原理图如图7-13所示。

接下来,根据南桥供电回路原理图,实际测量南桥供电电路,具体跑线测量步骤如下:

- Step 01 将万用表调到“蜂鸣”挡,测量ATX电源插座第9脚与三端稳压器APL1084的Vin端的线路,如图7-14所示。
- Step 02 测量三端稳压器APL1084电压输入端Vin相连的滤波电容及电容接地的线路,如图7-15所示。
- Step 03 测量稳压器APL1084的ADJ引脚通过反馈电阻 R_{1128} 和 R_{1129} 连接到其Vout引脚的线路,如图7-16所示。
- Step 04 测量稳压器APL1084的Vout引脚连接的滤波电容的线路,如图7-17所示。
- Step 05 测量稳压器APL1084的Vout引脚通过三端稳压二极管 D_3 到南桥芯片的线路,如图7-18所示。

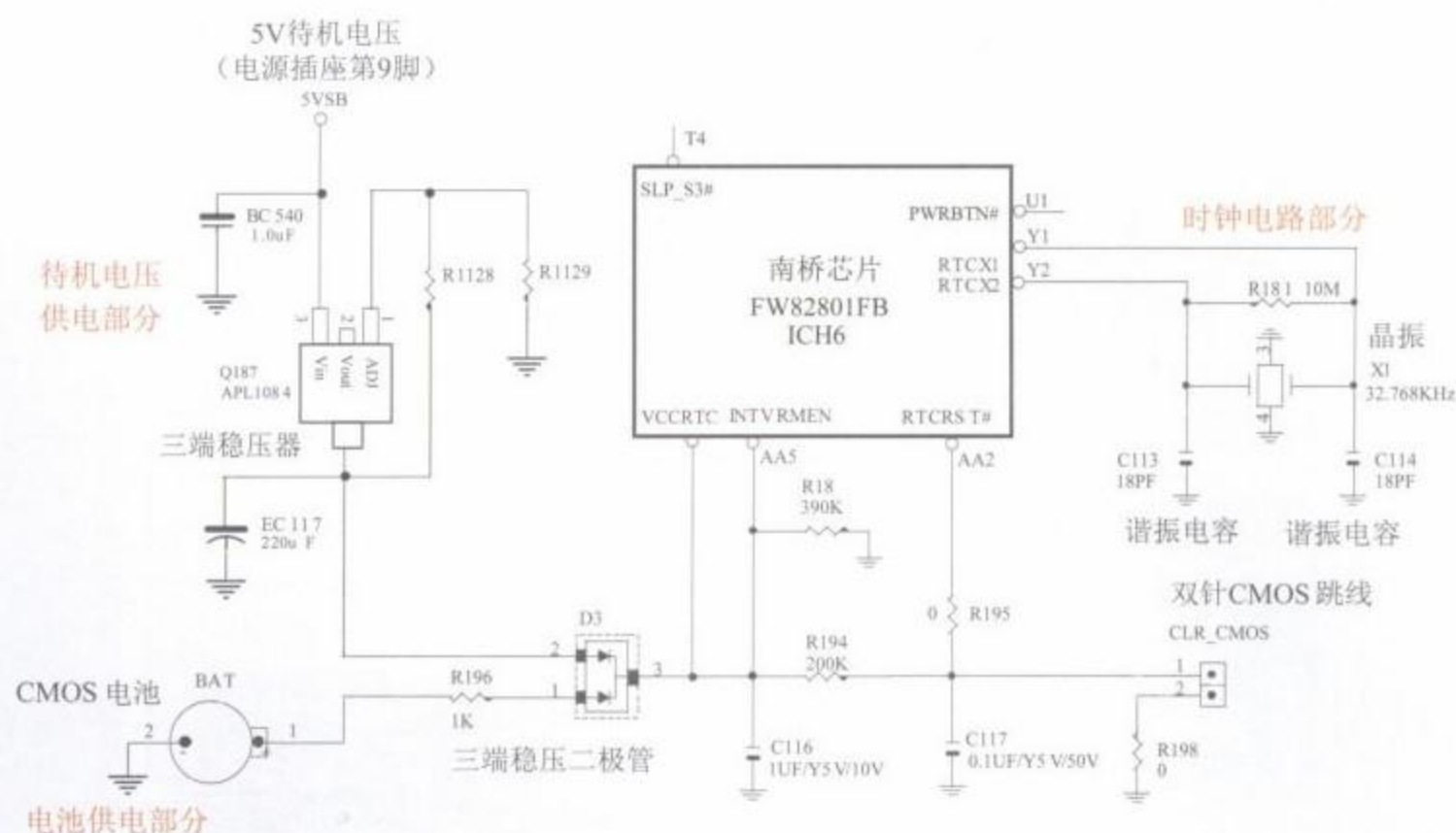


图7-13 南桥供电回路原理图



图7-14 测量电源插座第9脚与三端稳压器连接的线路

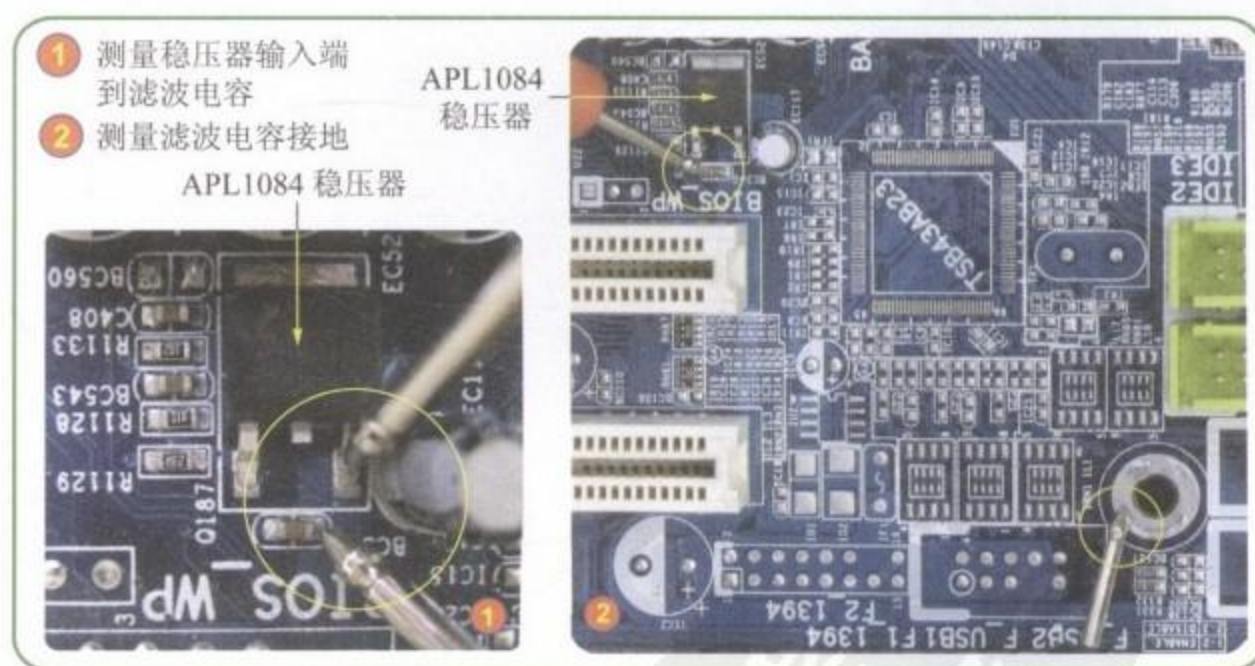


图7-15 测量稳压器输入端连接的滤波电容的线路



图7-16 测量稳压器ADJ引脚连接的反馈电路到其Vout引脚的线路

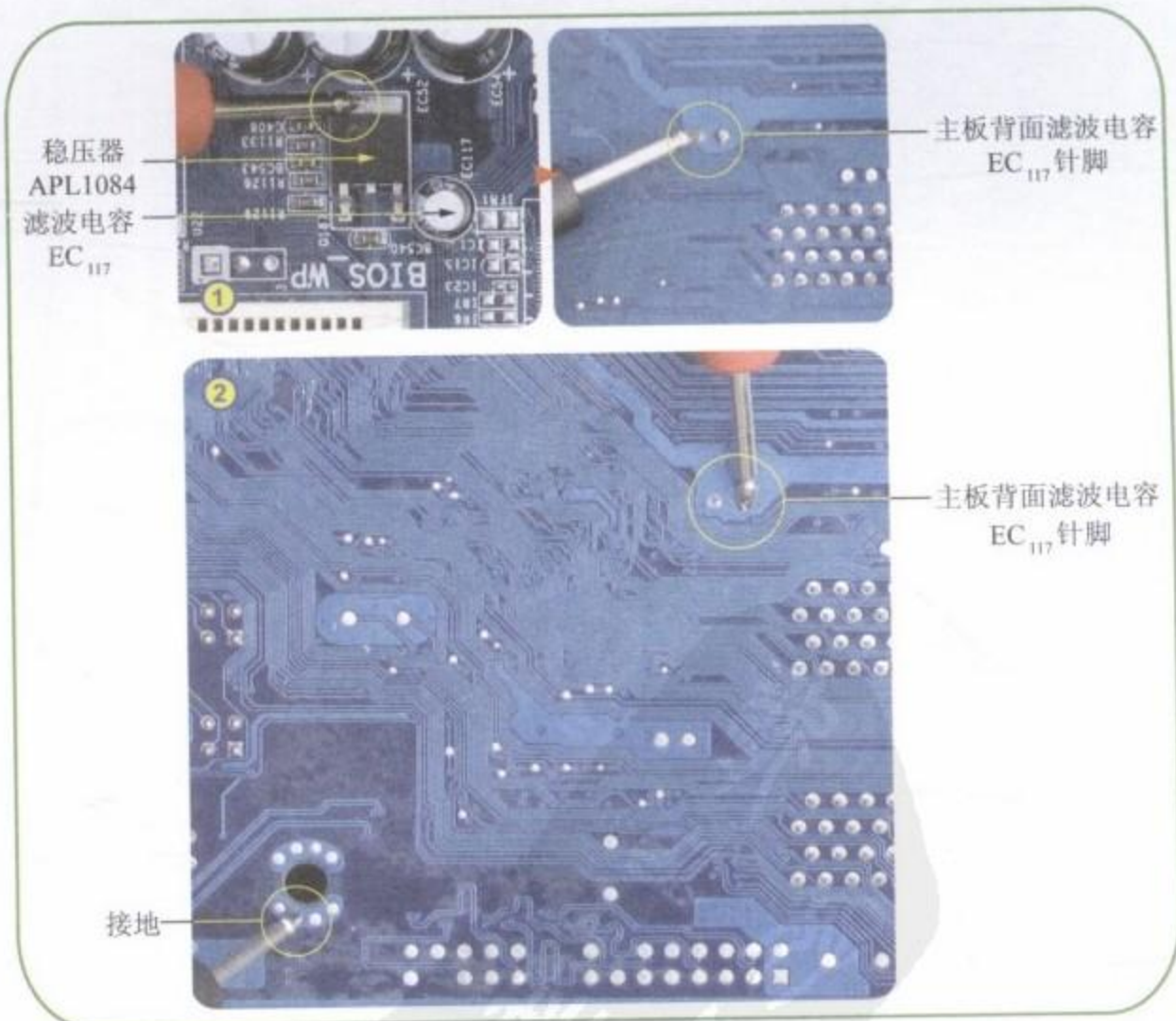


图7-17 测量稳压器Vout引脚连接的滤波电容

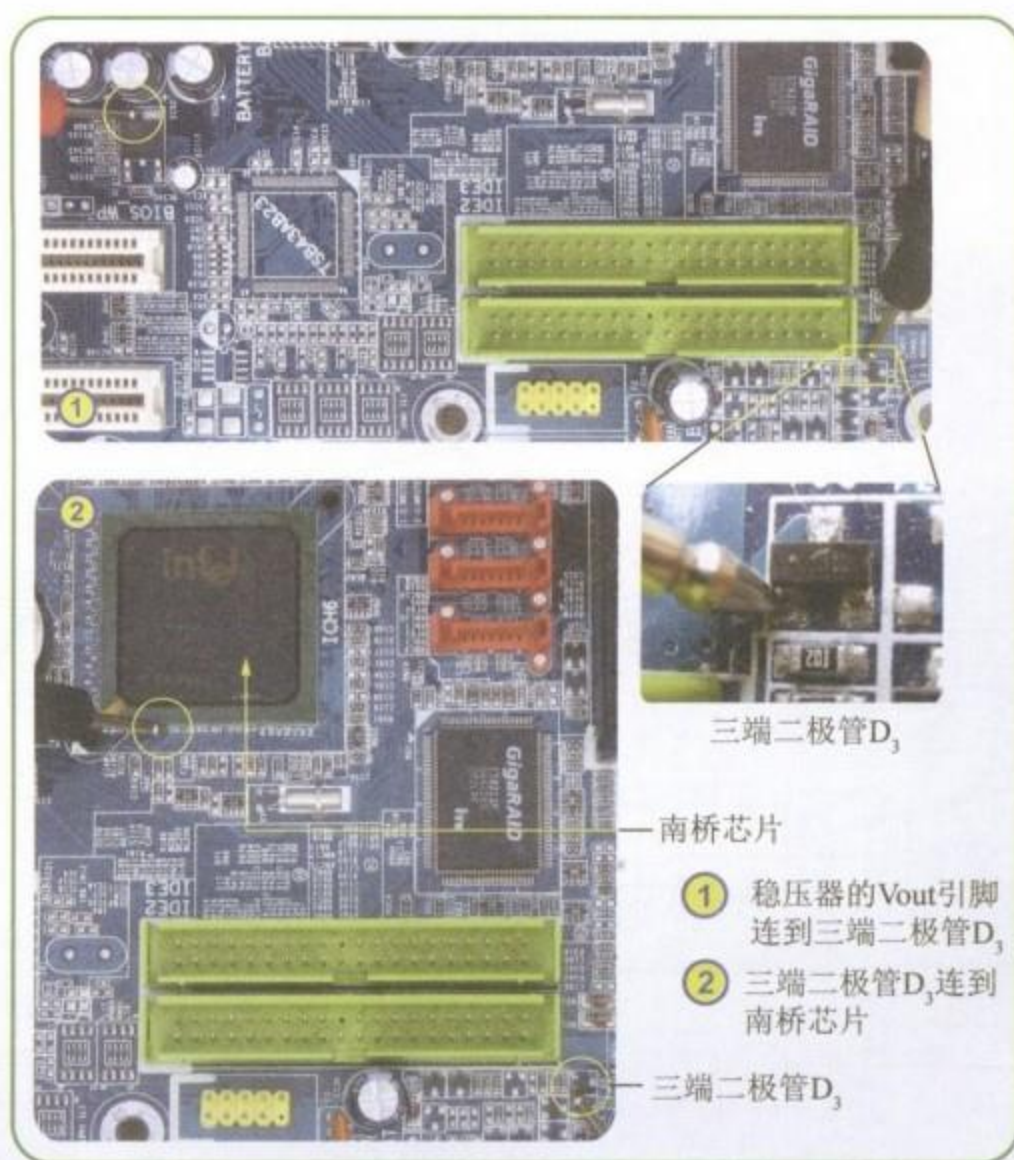


图7-18 测量稳压器Vout引脚到南桥的线路

7.5.3 开机键供电回路跑线实战

主板开机电路中的开机键供电回路原理图如图7-19所示。

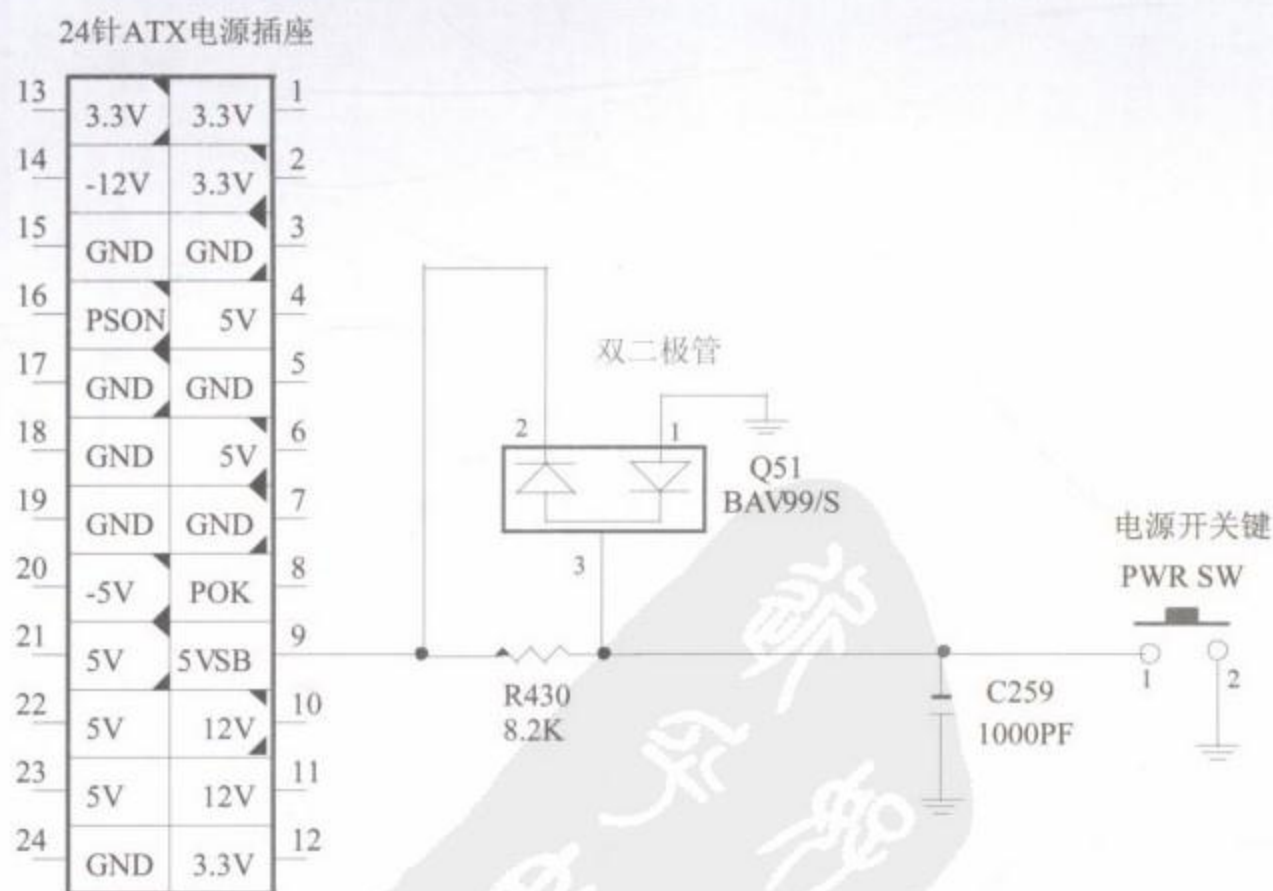


图7-19 开机键供电回路原理图

接下来，根据开机键供电回路原理图，实际测量开机键供电电路，具体跑线测量步骤如下：

Step 01 将万用表调到“蜂鸣”挡，测量开机键的第2脚接地，如图7-20所示。

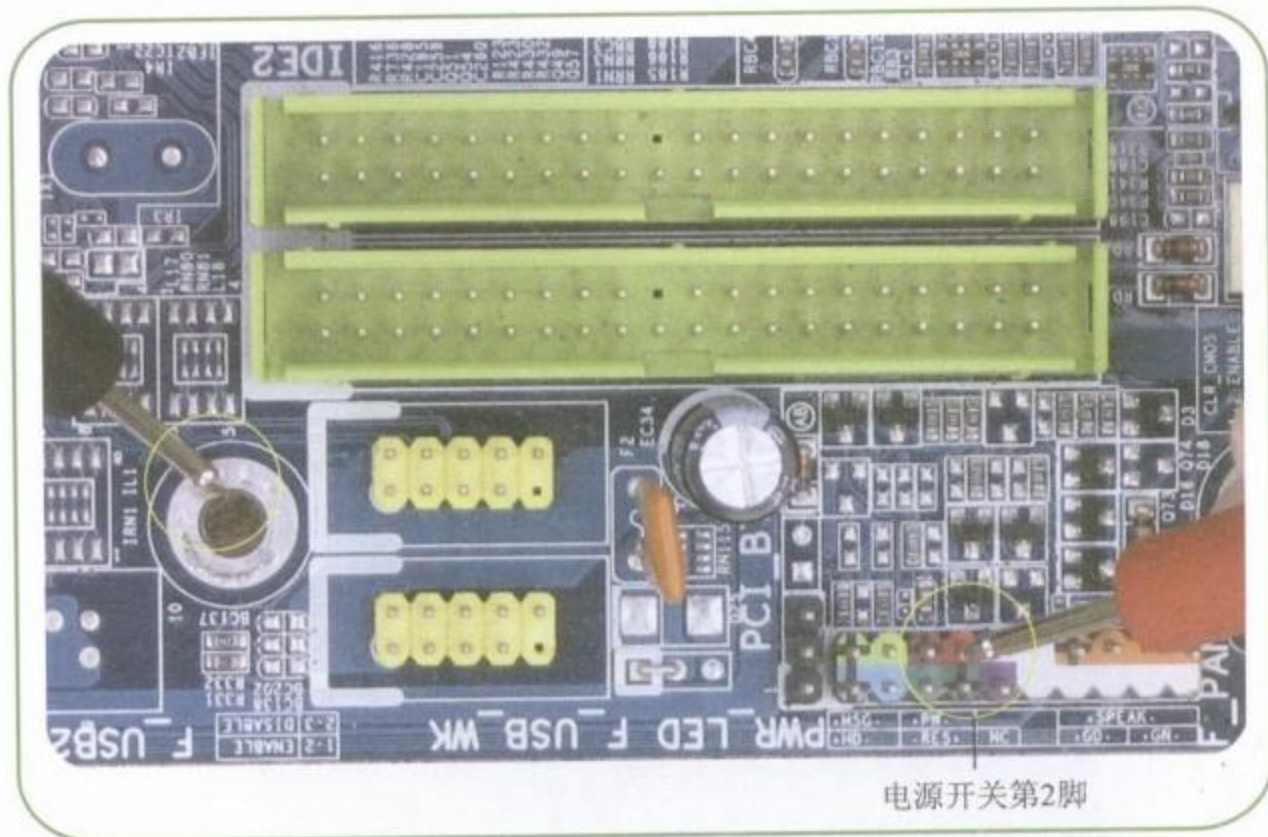


图7-20 测量开机键的第2脚接地

Step 02 测量ATX电源插座第9脚经电阻 R_{430} 到电源开关第1脚的线路，如图7-21所示。

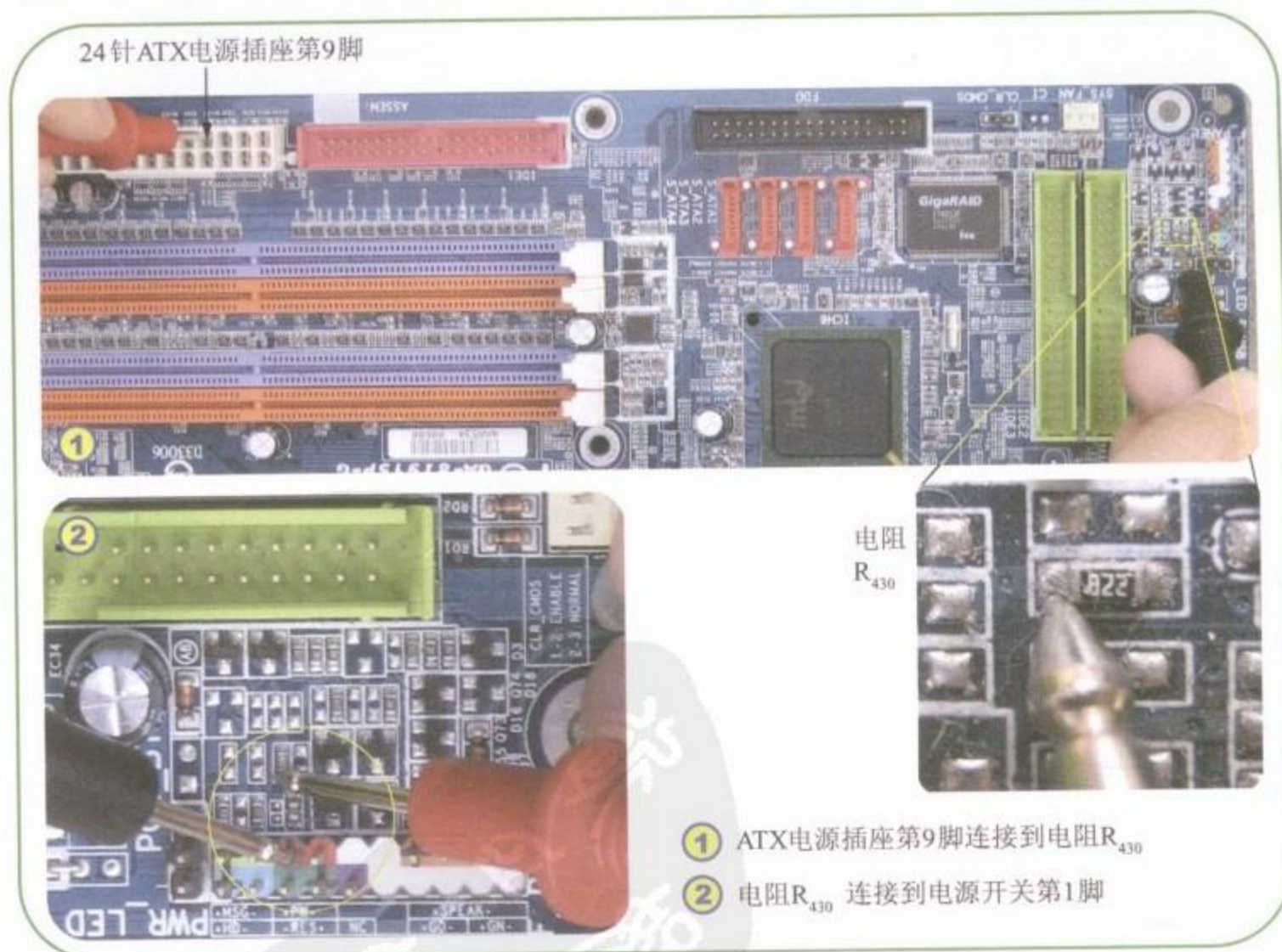


图7-21 测量从ATX电源插座第9脚经电阻到电源开关第1脚的线路

Step 03 测量ATX电源插座第9脚经双二极管到电源开关第1脚的线路，如图7-22所示。

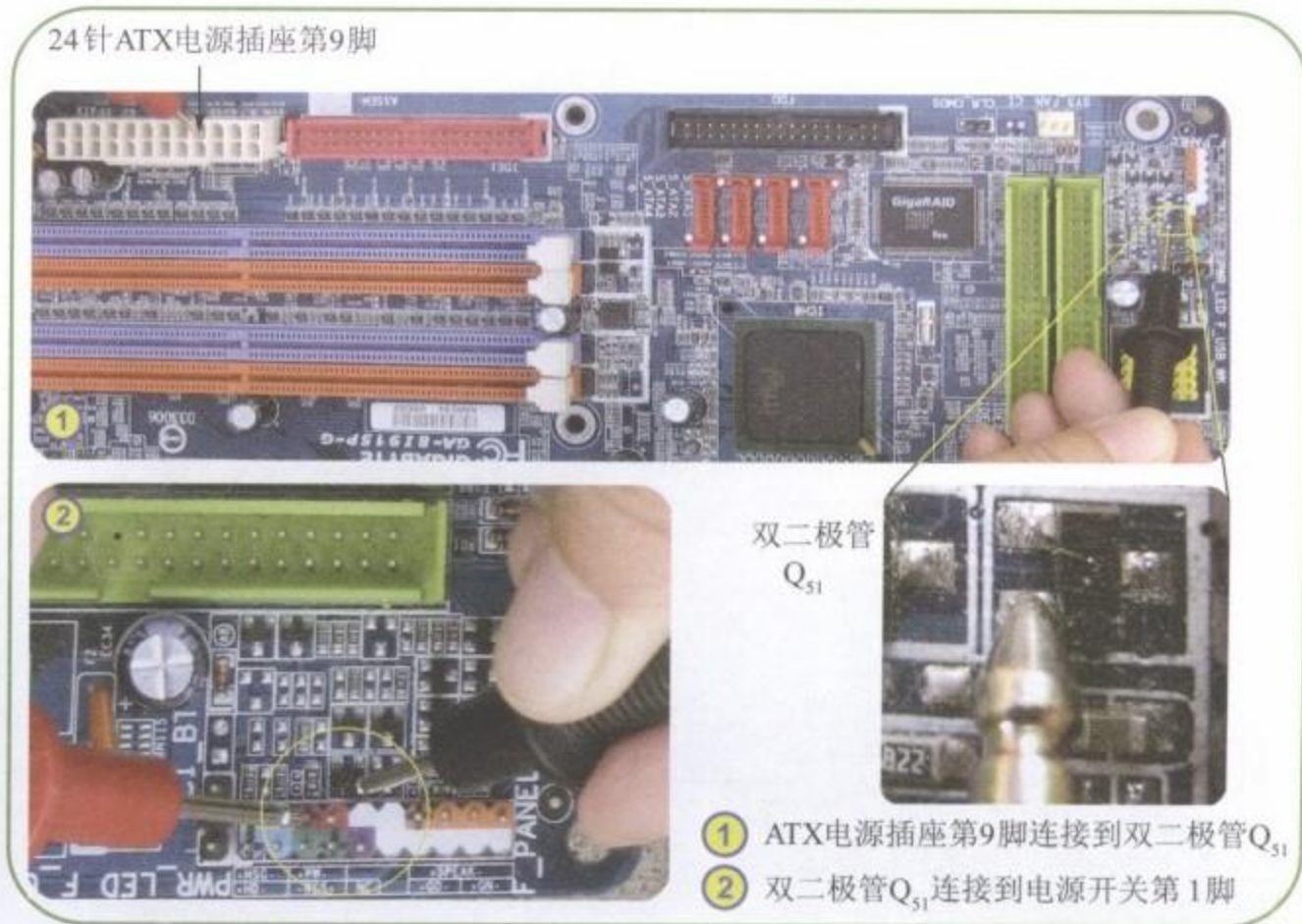


图7-22 测量从ATX电源插座第9脚经双二极管到电源开关第1脚的线路

7.5.4 开机控制信号线路跑线实战

主板开机电路中的控制信号线路原理图如图7-23所示。

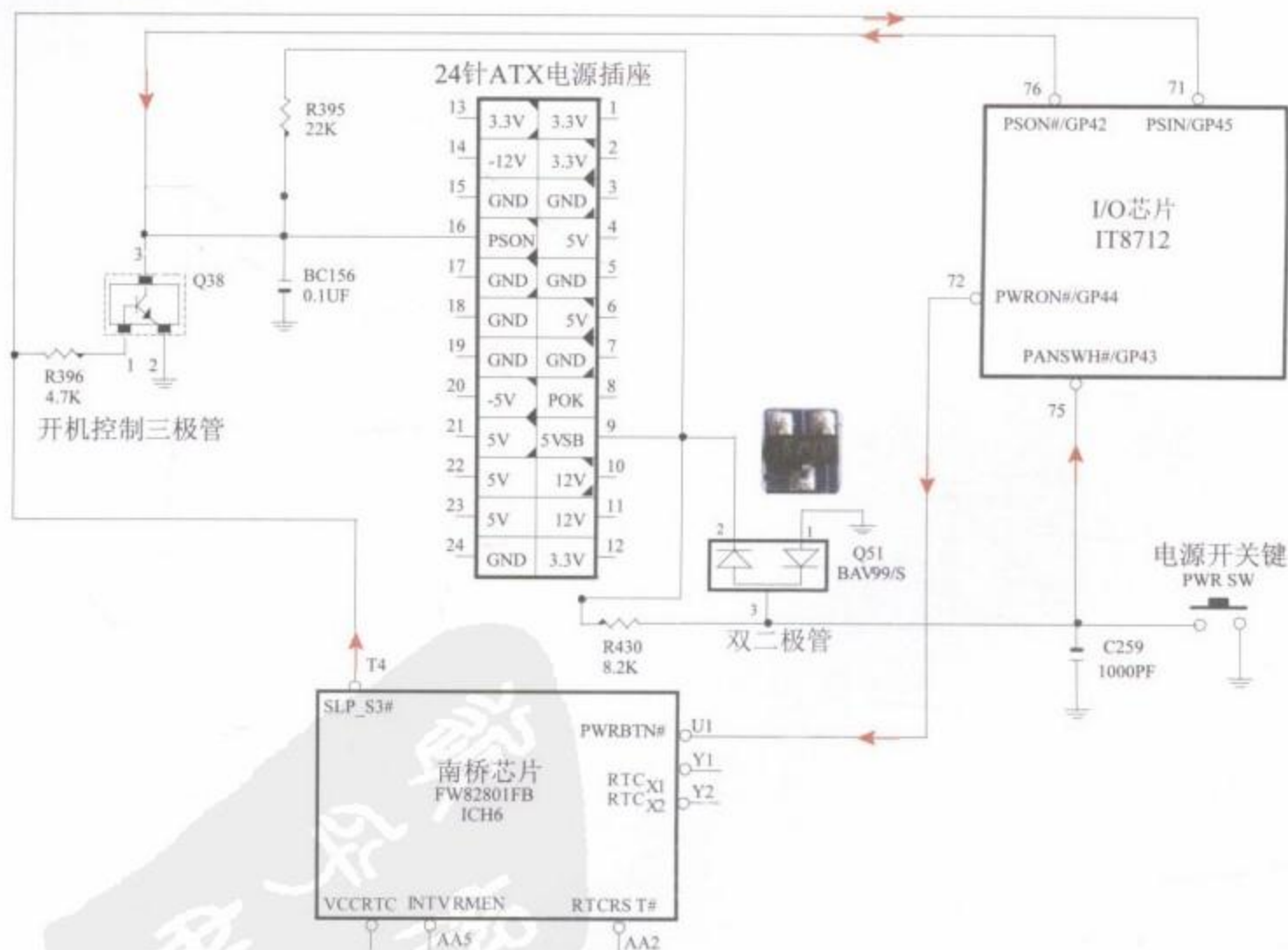


图7-23 开机电路中的控制信号线路原理图

接下来，根据开机控制信号线路原理图，实际测量开机控制信号线路，具体跑线测量步骤如下：

Step 01 将万用表调到“蜂鸣”挡，测量从电源开关第1脚到I/O芯片，又从I/O芯片到南桥，如图7-24所示。

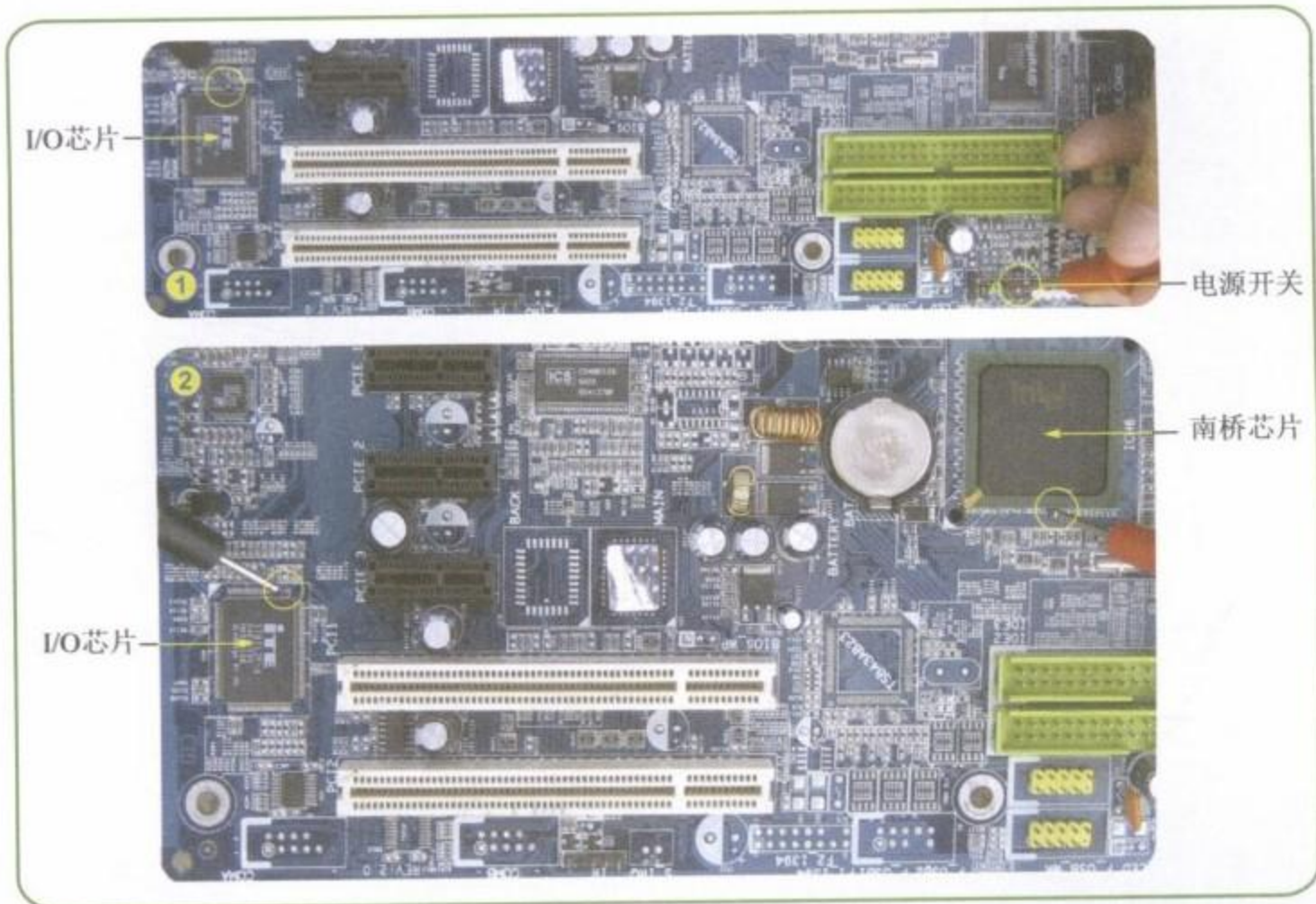


图7-24 测量通过I/O芯片的开机键信号线路

Step 02 测量南桥的SLP_S3#引脚到电阻R₃₉₆的线路，如图7-25所示。

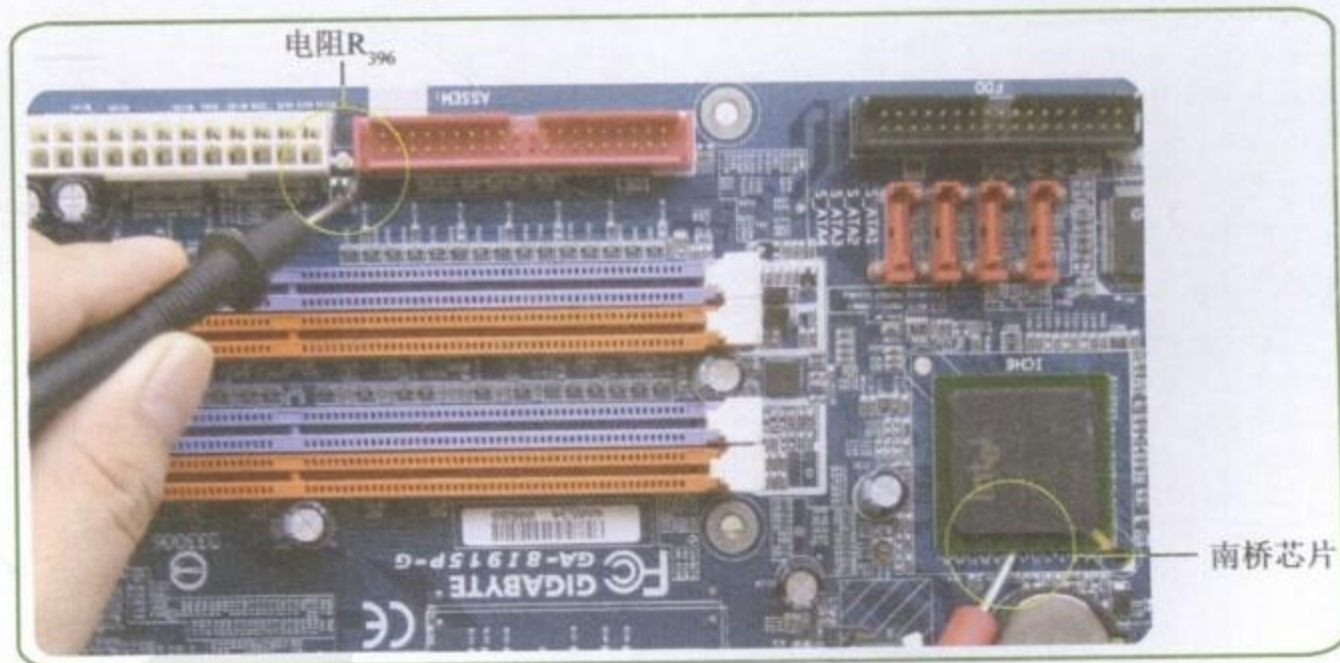


图7-25 测量南桥到电阻R₃₉₆的线路

Step 03 测量电阻R₃₉₆到开机控制三极管Q₃₈的线路，如图7-26所示。

Step 04 测量24针ATX电源插座第16脚到开机控制三极管的线路，如图7-27所示。

Step 05 测量从电阻R₃₉₆到I/O芯片的线路，如图7-28所示。

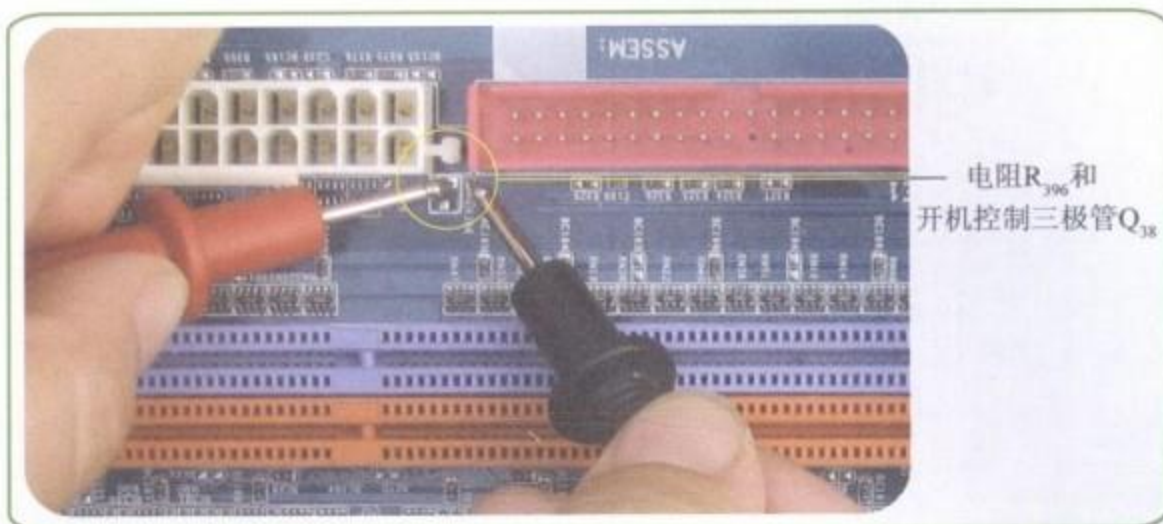
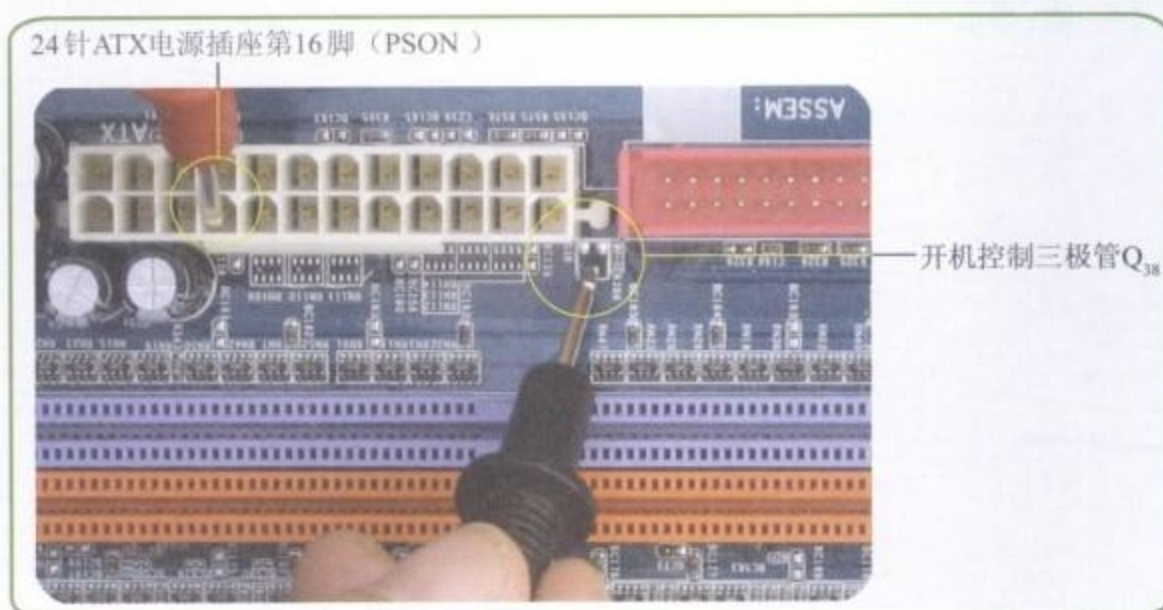
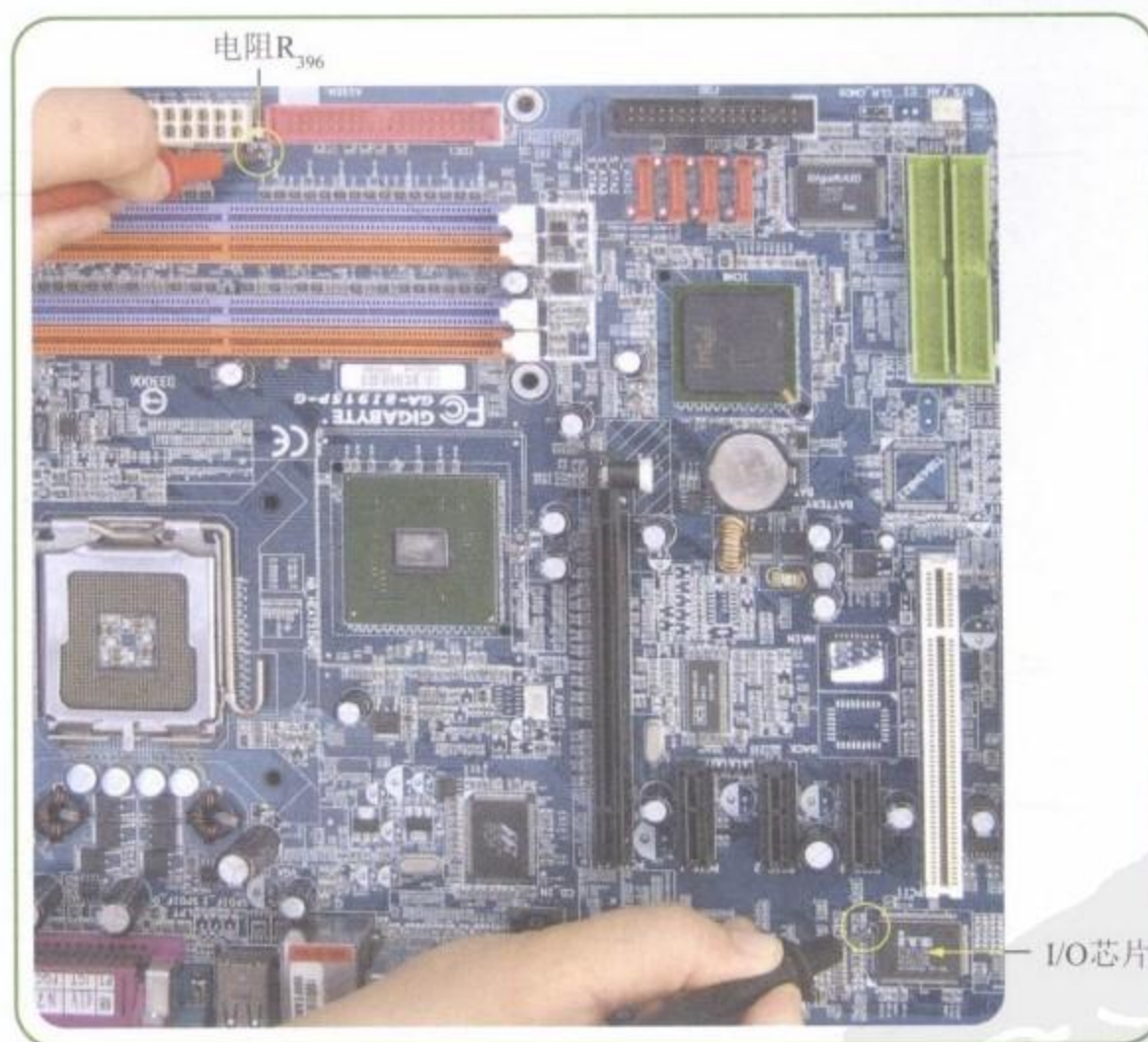
图7-26 测量电阻 R_{396} 到开机控制三极管 Q_{38} 的线路

图7-27 测量从24针ATX电源插座第16脚到开机控制三极管的线路

图7-28 测量从电阻 R_{396} 到I/O芯片的线路

7.6 本章小节

本章介绍了由南桥组成的开机电路、由南桥和门电路组成的开机电路、由南桥和I/O芯片组成的开机电路的工作原理和常见电路，并总结了开机电路的故障检修流程和故障测试点。另外，还介绍了开机电路常见故障的维修方法，使读者能更好地掌握开机电路的工作原理、常见电路图及故障检修方法。开机电路的电路图、工作原理和故障检修方法是本章的重点内容，应完全掌握这些内容。



读书笔记

Chapter

8

主板供电电路分析及故障检修



技术要点:

- CPU供电电路组成及工作原理
- CPU供电电路故障检修流程及检测点
- 内存供电电路组成及工作原理
- 内存供电电路故障检修流程及检测点
- 其他供电电路
- 主板供电电路常见故障的判定及解决方法
- 动手实践



主板的供电电路是主板重要的单元电路，其作用是将ATX电源输出的电压进行转换处理，使其满足不同设备的需求。主板供电电路主要包括CPU供电电路、内存供电电路、芯片组供电电路、AGP插槽供电电路、PCI-E插槽供电电路等。

8.1 主板的供电机制

主板中的部件非常多，每个部件及电路需要的电压各不相同，如表8-1所示为主板中各个部件及电路需要的工作电压。

表8-1 主板各个部件及电路需要的工作电压

名称	所需电压	电压标注
CPU	内核电压（0.8375V~1.6V）	VCCP
	1.2V	VTT或VCC_1V2VID
北桥芯片	2.5V	VCC_DDR
	1.8V	VCC_1V8
	1.5V	VCC_1V5
	1.2V	VTT
南桥芯片	5V 待机电压	VCC5SB
	5V	VCC5
	3.3V待机电压	VCC3SB
	3.3V	VCC3
	1.8V	VCC_1V8S
	1.5V	VCC_1V5S
	1.2V	VCC_CPU
	3.3V待机电压	VCC3SB
I/O芯片	3.3V	VCC3
	3.3V或2.5V	VCC3或VCC2V5
时钟芯片	3.3V	VCC3
BIOS芯片	3.3V	VCC3
音频芯片	3.3V	VCC3
	5V	VCC5
	5V	VCC5
	12V	VCC12
串口芯片	-12V	VCC-12
	5V	VCC5
	3.3待机电压	VCC3SB
网卡芯片	3.3V	VCC3
	3.3V	VCC3
1394芯片	3.3V	VCC3
DDR内存插槽	2.5V	VCC_DDR
	1.25V	VCC_REF
DDR2内存插槽	1.8V	VDD
	0.9V	VTT

(续表)

名称	所需电压	电压标注
PCI插槽	12V	VCC12
	-12V	VCC-12
	5V	VCC5
	3.3V	VCC3
	3.3V待机电压	VCC3SB
PCI-E插槽	12V	VCC12
	3.3V	VCC3
	3.3V待机电压	VCC3SB
AGP插槽	-12V	VCC-12
	5V	VCC5
	3.3V或1.5V	VDDQ
USB接口	5V待机电压或5V	VCC5SB或VCC5
PS/2接口	5V待机电压或5V	VCC5SB或VCC5

其中, 5V电压、5V待机电压、12V电压、-12V电压、3.3V电压由ATX电源插座直接提供。

3.3V待机电压, 一般是5V待机电压通过三端稳压器(1117、1084等)转换后得到。

2.5V电压一般是5V待机电压和5V电压通过三端稳压器(APL5331)转换后得到, 或通过电源管理芯片处理后得到(如ISL6520、MIC5255)。

1.8V电压一般通过三端稳压器(1117、1084等)稳压或由专门的电源管理芯片处理后得到(如HIP6021)。

1.5V电压一般是5V待机电压或5V电压通过三端稳压器(1117、1084等)稳压或由专门的电源管理芯片处理后得到(如ISL6227或RT9173)。

1.25V电压一般通过LM358和场效应管调压后得到, 或由专门的电源管理芯片处理后得到。

0.9V电压一般由电源管理芯片处理后得到(如ISL6537)。

VCCP由电源管理芯片处理后得到(如HIP6301、ISL6556等)。

如图8-1所示为某主板各种供电方式示意图。

图8-1说明了主板各个部分电压的获得方式。从图中可知一般主板的供电方式主要有两种。一种为开关电源供电方式, 即由电源管理芯片、双场效应管(MOSFET管)、电感、电解电容组成。这种供电方式主要是由电源管理芯片发出脉冲控制信号, 然后驱动两个场效应管分时段的导通与截止, 从而将ATX电源输送的电能量储存在电感中, 再进行释放, 为负载供电。这种供电方式主要是通过控制场效应管的导通与截止时间的比例来调整输出电压。另一种是低压差线性调压芯片组成的调压电路供电方式, 一般由精密稳压管、集成稳压器(如LM358)、场效应管或三极管等组成。这种供电方式是由精密稳压管提供基准电压给集成稳压器, 然后由集成稳压器输出供电电压, 同时输出电压实时地与基准电压作比较, 再由集成稳压器调整输出的电压, 直到输出负载需要的工作电压。这两种供电电路都能够为主板上不同的芯片和组件提供精密的电源。

另外, 主板上的组件也分许多种, 有的对电压敏感, 有的对电流敏感。因此在设计上必须为这些不同的组件设计不同的供电和参考电压电路。

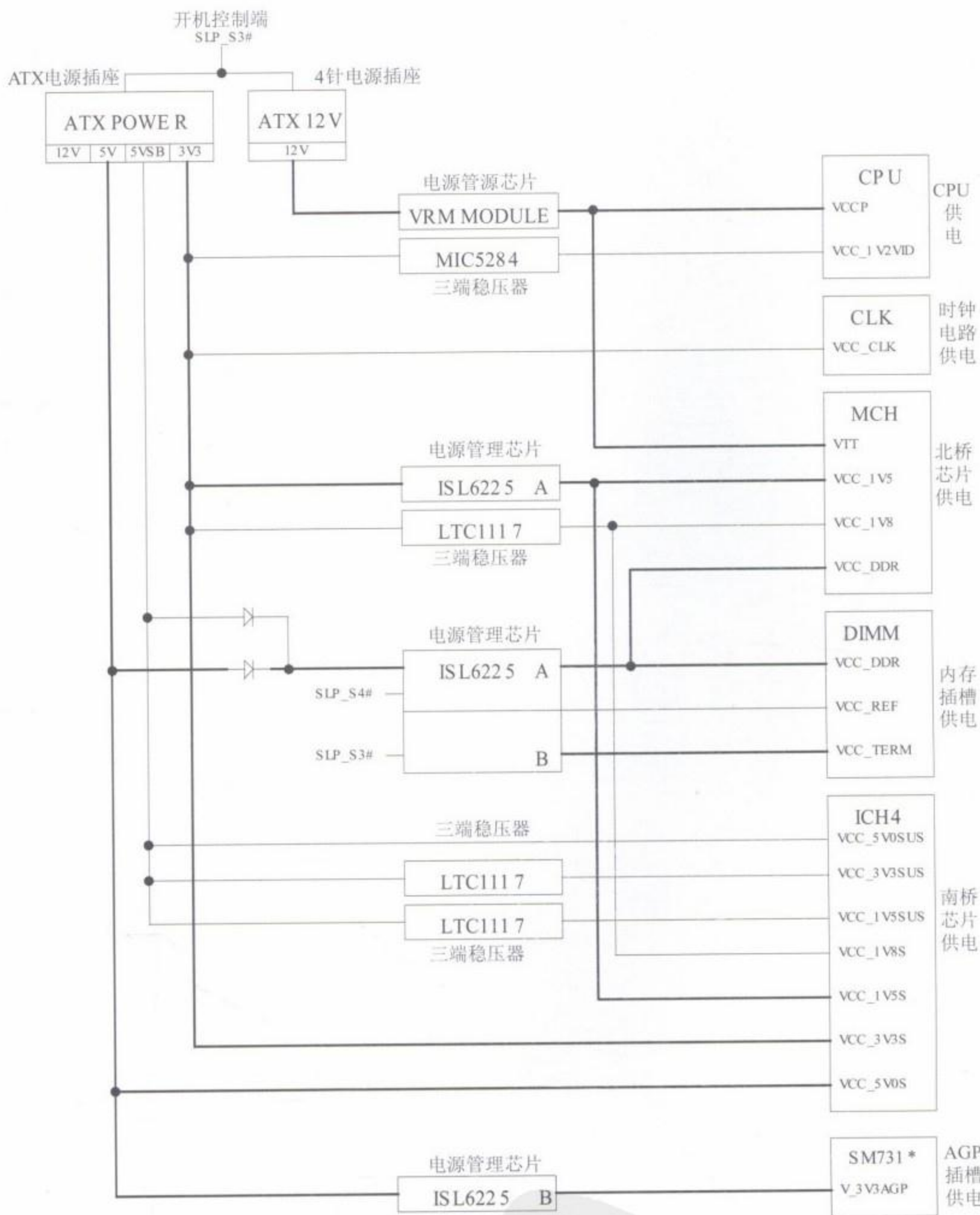


图8-1 某主板各种供电方式示意图

8.2 CPU供电电路分析及故障检修

因为CPU核心电压比较低而且有着越来越低趋势，ATX电源供给主板的12V和5V直流电

不可能直接给CPU供电，所以需要一定的供电电路来进行高直流电压到低直流电压的转换（即DC-DC），这些转换电路就是CPU的供电电路。

8.2.1 CPU供电电路组成

1. CPU供电电路的功能

主板的CPU供电电路最主要的功能是为CPU提供电能，保证CPU在高频、大电流工作状态下稳定地运行。同时，由于现在的CPU功耗非常大，从低负荷到满负荷，电流的变化非常大，为了保证CPU能够在快速的负荷变化中，不会因为电流供应不上而无法工作，CPU供电电路要求具有非常快速的大电流响应能力。

另外，CPU供电电路同时也是主板上信号强度最大的地方，处理得不好会产生串扰效应，而影响到较弱信号的数字电路部分，因此CPU供电部分的电路设计制造要求通常都比较高。简单来说，CPU供电部分的最终目的就是在CPU电源输入端达到CPU对电压和电流的要求。

2. CPU供电电路的组成

主板的CPU供电电路主要由电源管理芯片、电感线圈、场效应管（MOSFET管）和电解电容等元器件组成，如图8-2所示。

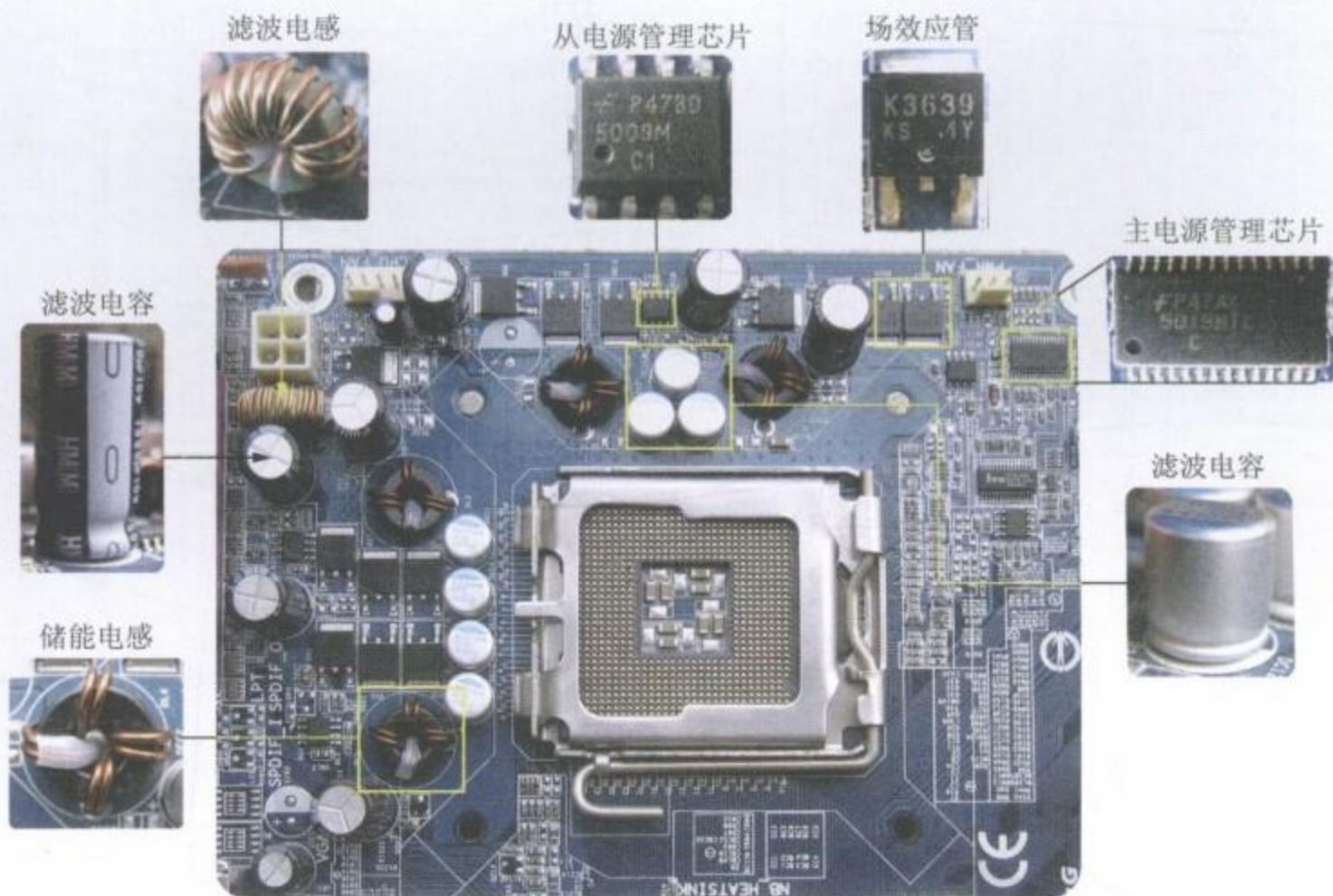


图8-2 CPU供电电路

（1）电源管理芯片

电源管理芯片主要负责识别CPU供电幅值，产生相应的短矩波，推动后级电路进行功率输出。常用电源管理芯片的型号有HIP6301、ISL6537、RT9237、ADP3168、KA7500、TL494等，如图8-3所示。

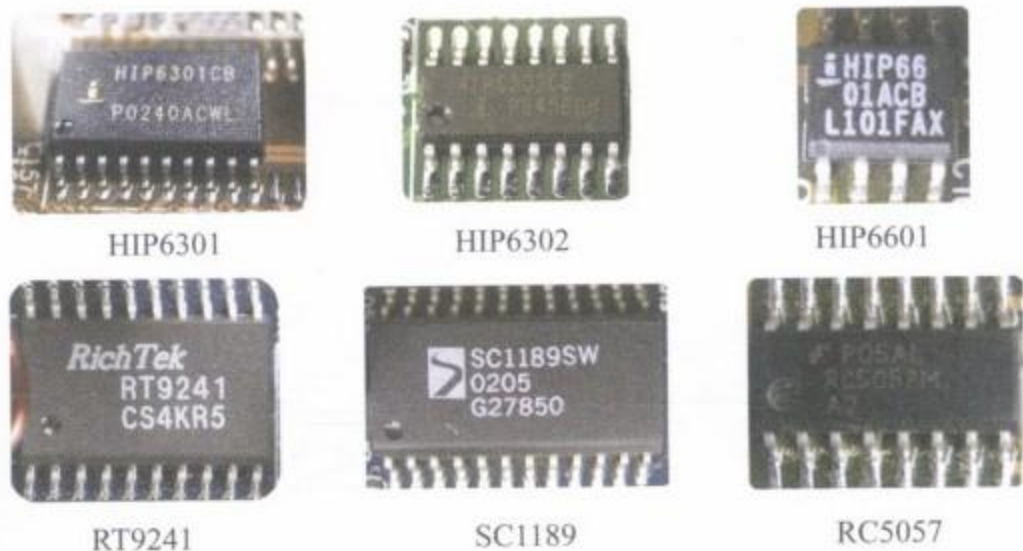


图8-3 电源管理芯片

主板电源管理芯片有的是双列直插芯片，而有的是表面贴装式封装，其中HIP630x系列芯片是比较经典的电源管理芯片，由著名芯片设计公司Intersil设计。它支持两/三/四相供电，支持VRM 9.0规范，电压输出范围是1.1V~1.85V，能以0.025V的间隔调整输出，开关频率高达80kHz，具有电流大、纹波小、内阻小等特点，能精密调整CPU供电电压。下面以HIP6301为例，讲解电源管理芯片各个引脚的功能，如图8-4和表8-2所示分别为HIP6301芯片引脚图及其功能。



图8-4 HIP6301芯片引脚图

表8-2 HIP6301芯片引脚功能

引脚	功能
VID ₄ ~VID ₀ （第1~5脚）	电压自动识别引脚（CPU核心供电的依据和基础）
COMP（第6脚）	电源信息反馈
FB（第7脚）	基准电压输入脚
FS/DIS（第8脚）	基准电压输入控制
GND（第9脚）	接地脚
VSEN（第10脚）	电压反馈
PWM ₃ （第11脚）	控制脉冲输出3
ISEN ₃ （第12脚）	电流反馈3
ISEN ₂ （第13脚）	电流反馈2
PWM ₂ （第14脚）	控制脉冲输出2

(续表)

引脚	功能
PWM ₁ (第15脚)	控制脉冲输出1
ISEN ₁ (第16脚)	电流反馈1
ISEN ₄ (第17脚)	电流反馈4
PWM ₄ (第18脚)	控制脉冲输出4
PGOOD (第19脚)	电源准备好信号
VCC (第20脚)	+5V供电

(2) 电感线圈

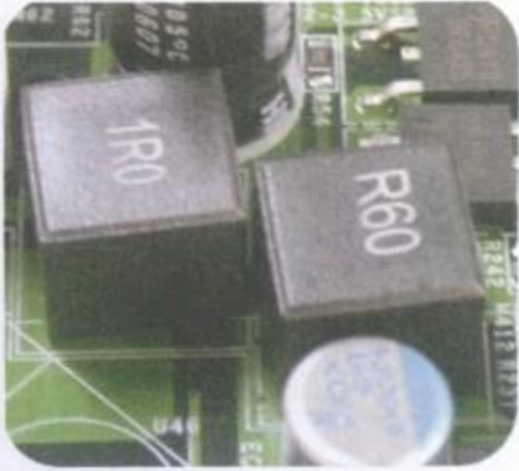
电感线圈是由导线在铁氧体磁芯环或磁棒上绕制数圈而成，有线圈式、直立式和固态式等几种，如图8-5所示。主板CPU供电电路中的电感线圈主要包括两种，一种是用来对电流进行滤波的，称为滤波电感；另一种电感线圈是用来储能的，它和场效应管、电容配合使用来为CPU供电。另外根据线圈的蓄能的特点，实际电路中通常利用电感和电容组成低通滤波系统，过滤供电电路中的高频杂波，以便向CPU提供干净的供电电流。



线圈式



直立式



固态式

图8-5 电感线圈

(3) 滤波电容

CPU供电电路中的电容一般采用的就是大家通常所讲的“普通电容”，它的形状如图8-6所示。



图8-6 供电电路中的电容

在电路中电容具有“隔直通交”特性，它的作用包括以下几方面：一是滤波，大部分都用在了直流转换之后的滤波电路中，利用其充放电特性，在储能电感的配合下，将脉冲直流电变成较为平滑的直流电，一般说来大容量电容适用于滤除低频杂波，而小容量电容滤除较高频杂波的效果比较好；二是信号去耦，防止信号在电路间串扰；三是信号耦合，用于将两个电路的直流电位进行隔离时使信号在电路间传送。

在单相供电电路中，电容和电感线圈的规格越高以及场效应管的数量越多，就代表了供电电路的品质越好。一般情况下，日系的SANY（三洋）、Rubycon（红宝石）、KZG电容比较优秀，台系的TAICON、OST、TEAPO、CAPXON等品牌的电容也可以考虑。少数高端的超频版主板还会采用化学稳定性极好的固态电容，彻底杜绝了电容爆浆现象的发生。

（4）场效应管（MOSFET管）

场效应管是金属氧化物半导体场效应晶体管（Metallic Oxide Semiconductor Field Effect Transistor）的简称，具有开关速度极快、内阻小、输入阻抗高、驱动电流小（ $0.1\mu\text{A}$ 左右）、热稳定性好、工作电流大、能够进行简单并联等特点，非常适合作为开关管使用。CPU供电电路中常见的场效应管如图8-7所示，通常其两侧的引脚分别为源极（S）和栅极（G），中间的引脚为漏极（D）。

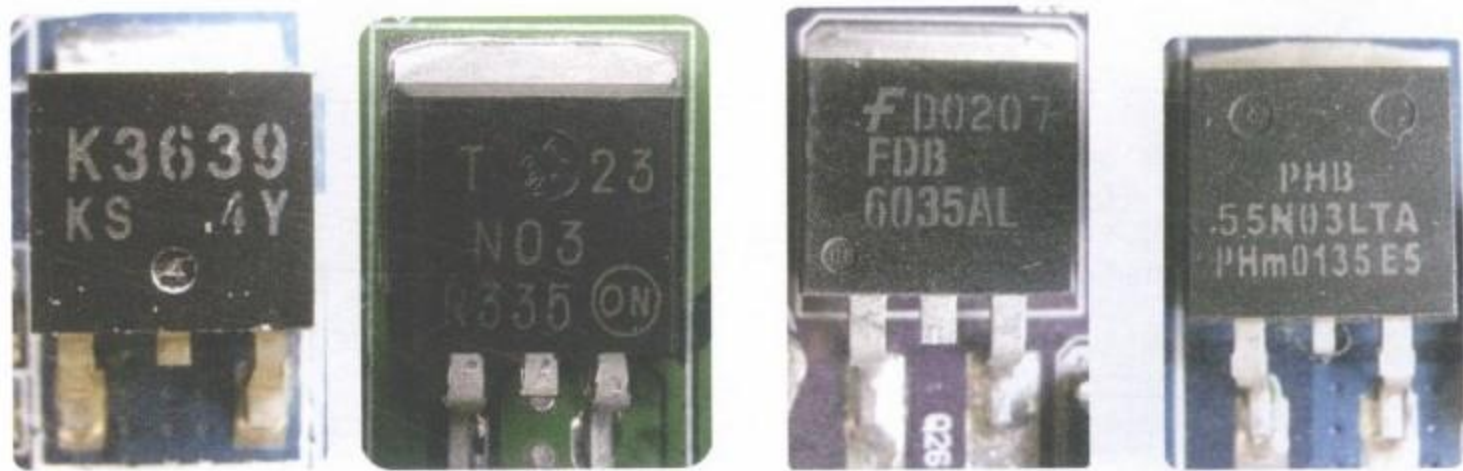


图8-7 场效应管

场效应管在供电电路中的作用是在电源管理芯片的脉冲信号的驱动下，不断的导通与截止，然后将ATX电源输出的电能存储在电感中，然后释放给负载。在主板供电电路中，场效应管的性能和数量，通常决定着供电电路的性能。

8.2.2 CPU供电电路的工作原理

CPU供电电路通常采用PWM开关电源方式供电，即由电源管理芯片根据CPU工作电压需求，向连接的场效应管发出脉冲控制信号，然后控制场效应管的导通和截止，将电能储存在电感中，然后再通过电容滤波后向CPU输出工作电压。

CPU供电的基本原理如图8-8所示。当电脑开机后，电源管理芯片在获得ATX电源输出的+5V或+12V供电后，为CPU提供电压，接着CPU电压自动识别引脚发出电压识别信号VID给电源管理芯片。电源管理芯片再根据CPU的VID电压，发出驱动控制信号，控制两个场效应管导通的顺序和频率，使其输出的电压与电流达到CPU核心供电要求，为CPU提供工作需要的供电。

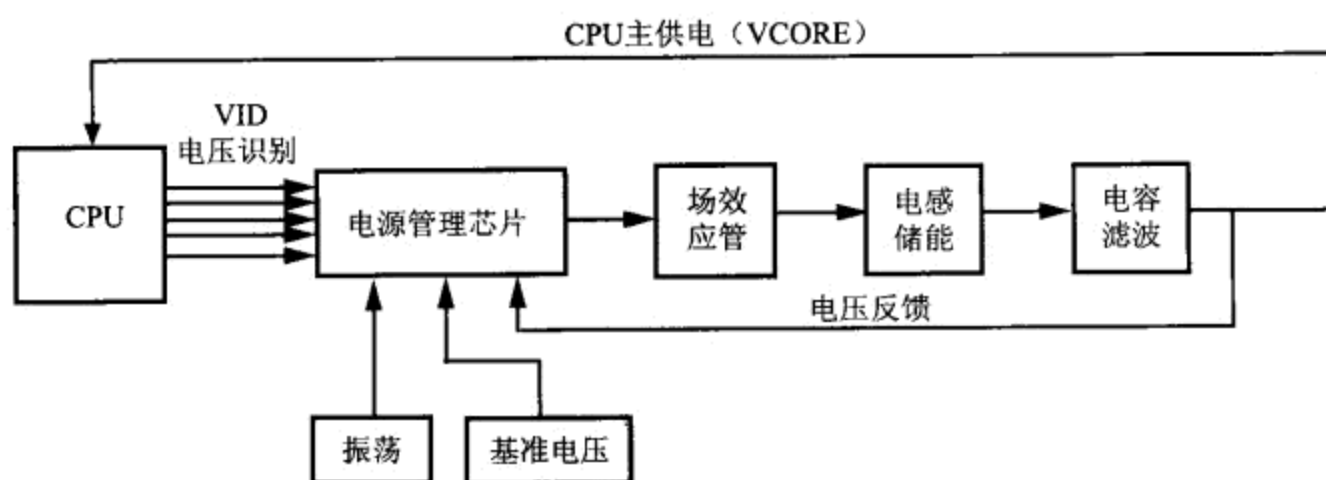


图8-8 CPU供电基本原理图

以上供电原理是所有主板最基本的供电原理，在实际的主板中，根据不同型号CPU工作的需要，CPU的供电方式又分为许多种，主要有单相供电电路、两相供电电路、三相供电电路、四相供电电路、六相供电电路和多组供电电路等几种，下面具体讲解。

8.2.3 单相CPU供电电路详解

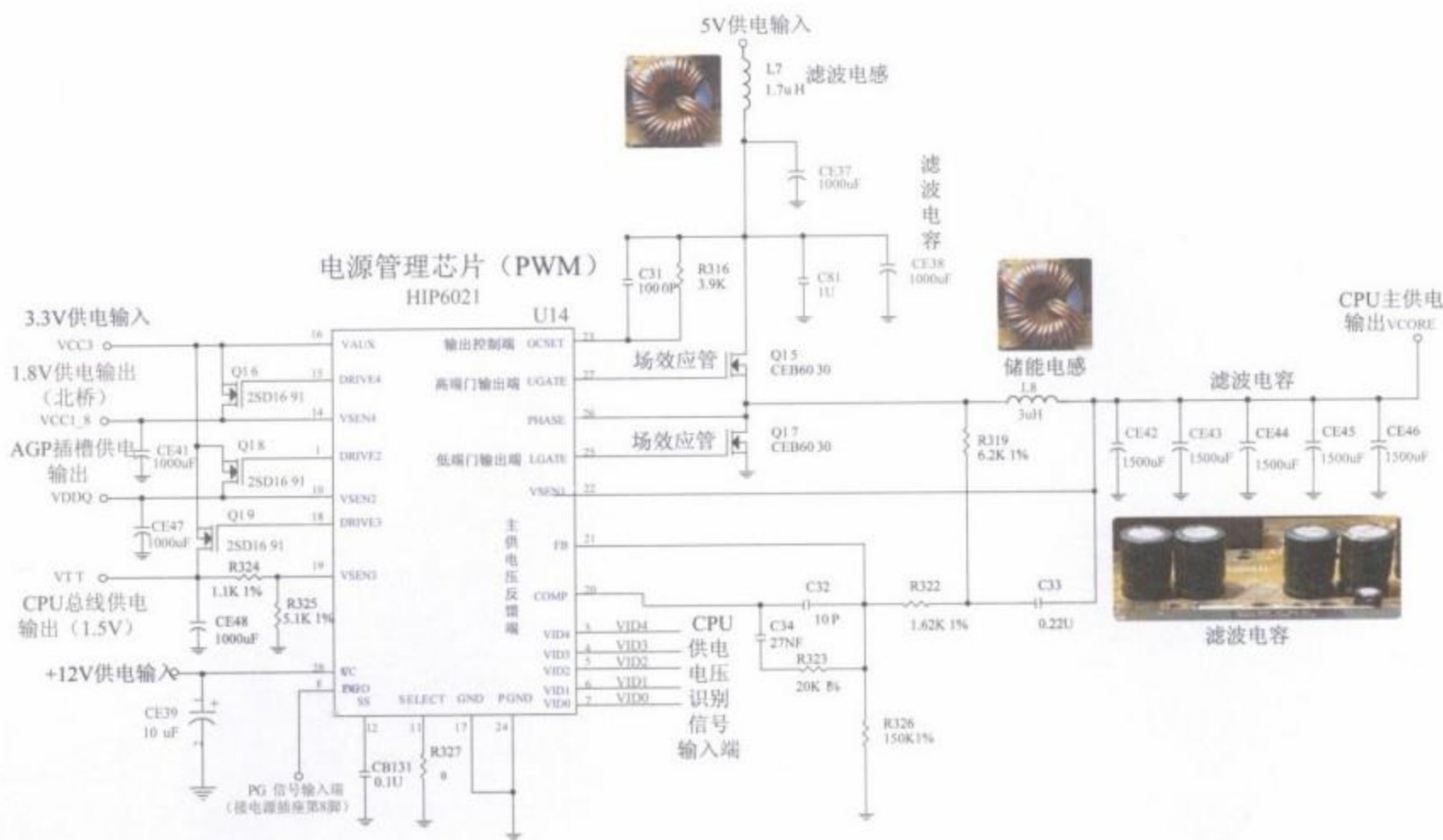
单相供电电路可以提供最大25A的电流，主要应用在搭配功率较低的CPU的主板中，作为CPU供电方式，已经不用。单相供电通常由输入部分的一个滤波电感线圈、一个滤波电容，控制部分的一个电源管理芯片、两个场效应管和输出部分的一个储能电感线圈、一个滤波电容组成，如图8-9所示为单相供电电路的工作原理图及相应主板供电电路。

图中电源管理芯片 U_{14} 为单相电源管理芯片HIP6021，HIP6021共28个引脚。其中，OCSET引脚为输出控制端，此引脚为高电平时，允许电源管理芯片输出；FB引脚为基准电压输入端，COMP引脚为电源信息反馈端，一般FB与COMP一起组成反馈电路，实时监测输出的供电电压； $VID_0 \sim VID_4$ 为CPU电压识别引脚，在开机后，CPU会将VID电压识别信号发送给电源管理芯片，电源管理芯片会根据VID值识别CPU需要的电压，然后输出相应频率的脉冲控制信号，控制电源电路工作输出CPU需要的电压；UGATE引脚为高端门驱动脉冲输出端，连接场效应管 Q_{15} ，通过向场效应管发送驱动脉冲控制信号控制场效应管的导通与截止；LGATE引脚为低端门驱动脉冲输出端，连接场效应管 Q_{17} ，通过向场效应管发送驱动脉冲控制信号控制场效应管的导通与截止；工作中电源管理芯片会根据CPU的需要，分别向UGATE引脚和LGATE引脚提供互为反向的矩形波脉冲；PHASE引脚用来侦测相的高低变化过程，防止UGATE没有关闭时把LGATE打开。

单相供电电路的工作原理如下：

当按下开关键并松开后，ATX电源开始向主板供电，接着ATX电源输出的+12V电压通过滤波电容滤波后接到电源管理芯片的VCC端为电源管理芯片供电。而ATX电源输出的+5V电压通过滤波电感 L_7 及滤波电容 CE_{37} 、 CE_{38} 等后分成两路，一路接到电源管理芯片的OCSET引脚，将输出控制端电压设为高电平；另一路连接到场效应管 Q_{15} 的D极，为其提供+5V供电电压。同时CPU通过电源管理芯片的 $VID_0 \sim VID_4$ 引脚向电源管理芯片输出VID电压识别信号。

在ATX电源启动500ms后，ATX电源的第8脚输出PG信号，此信号经过处理后送到电源管理芯片的PGOOD引脚。电源管理芯片接收到PG信号后，使电源管理芯片复位。接着电源管理芯片开始工作，从UGATE引脚和LGATE引脚分别输出3V~5V且互为反向的驱动脉冲控制信号（即UGATE引脚输出高电平时，LGATE引脚输出低电平，或相反），这样将使场效应管 Q_{15} 和 Q_{17} 分别导通，如图8-10所示为单相供电电路各个时刻不同地点的电压波形图。



(a) CPU单相供电电路原理图



(b) CPU单相供电电路实物图

图8-9 CPU单相供电电路

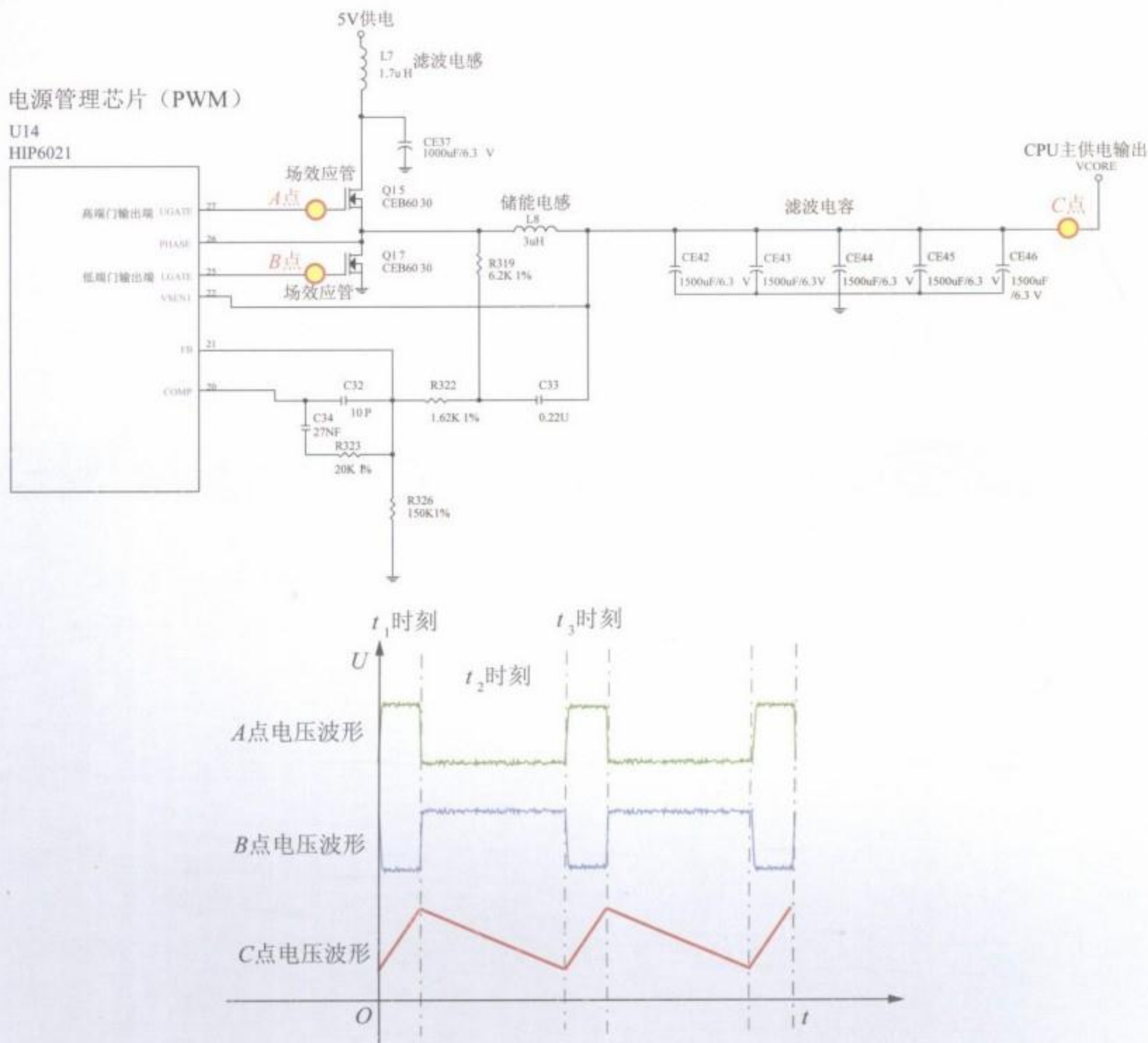


图8-10 各个时刻不同地点的电压波形

图中， t_1 时刻时，电源管理芯片的UGATE引脚输出高电平控制信号给场效应管 Q_{15} 的G极（如图8-10中的A点电压波形），LGATE引脚输出低电平控制信号给场效应管 Q_{17} 的G极（如图8-10中的B点电压波形）。这时， Q_{15} 导通， Q_{17} 截止，电流通过滤波电感 L_7 流入储能电感 L_8 ，并输出CPU主供电。同时，电源管理芯片的电压反馈端（FB和COMP）会将输出的CPU主供电电压反馈给电源管理芯片同CPU的标准识别电压作比较。如果输出电压与标准电压不相同（误差在7%以内视为正常），电源管理芯片将调整UGATE引脚和LGATE端输出的方波的幅宽，调整输出的CPU主供电电压，直到与标准电压一致（场效应管 Q_{15} 导通的时间长短，将影响S极的电压高低，时间越长，电压越高）。供电电路在给CPU供电的同时，还会给储能电感 L_8 和电容 $CE_{42} \sim CE_{46}$ 充电。

当 t_1 时刻结束，进入 t_2 时刻时，电源管理芯片的UGATE引脚输出低电平控制信号，LGATE端输出高电平控制信号。这时，场效应管 Q_{15} 截止， Q_{17} 导通。由于场效应管 Q_{17} 的S极接地， Q_{17} 将 Q_{15} 送来的多余的电量以电流的形式对地释放，从而保证输出的CPU主供电的电压幅值。同时储能电感 L_8 和滤波电容 $CE_{42} \sim CE_{46}$ 开始放电。储能电感 L_8 和滤波电容 $CE_{42} \sim CE_{46}$ 组成的低通滤波系统通过滤波输出较平滑的纯净电流。

在 t_2 时刻结束后, 进入 t_3 时刻, 又重复 t_1 时刻的工作, 如图8-11所示为CPU主供电输送给CPU的完整电压波形。

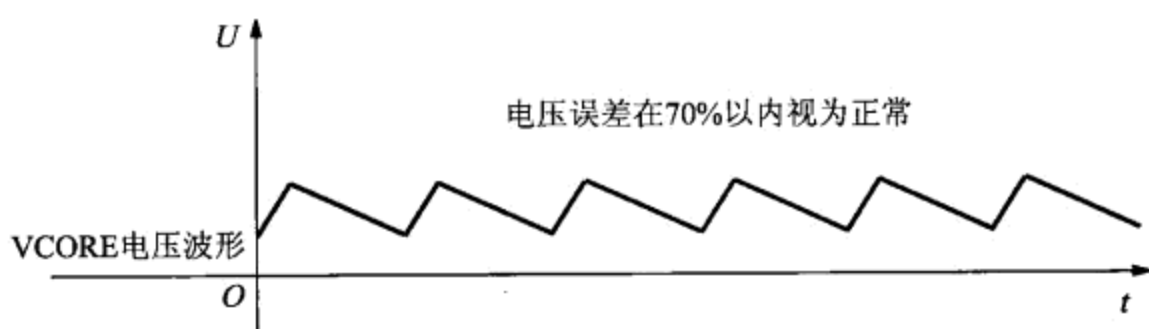


图8-11 单项供电输出的最终电压波形



提示

为了保证电流的连续, 通常在电容没把电彻底放完前, 就会进入 t_3 时刻。同时, 为了保证进入 t_3 时刻时, 储能电感 L_8 把电放完, 通常场效应管 Q_{17} 应使用灵敏度高的场效应管。

8.2.4 两相CPU供电电路详解

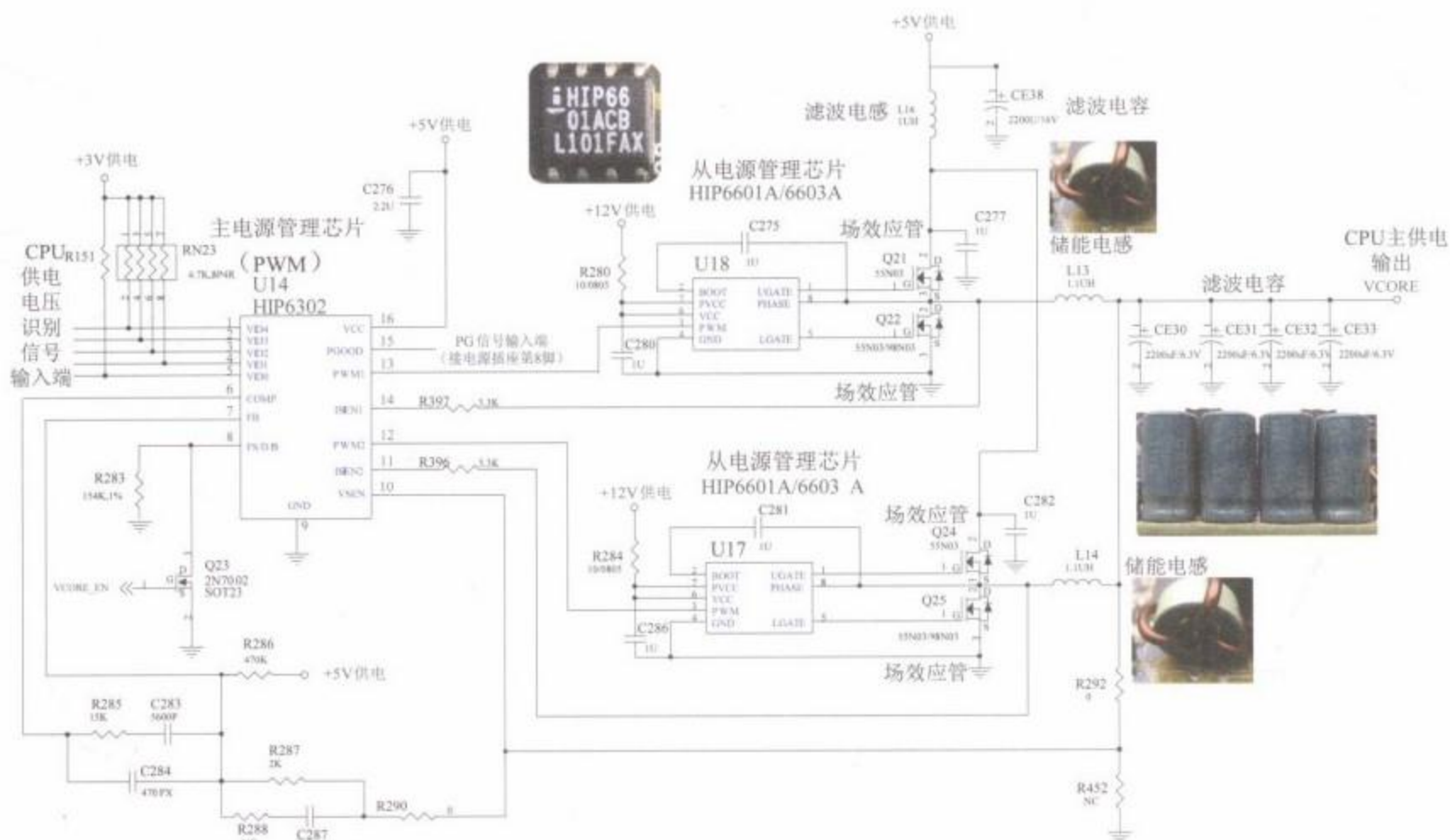
单相CPU供电电路一般可以提供最大25A的电流, 而现今常用的CPU的功率远远大于这个数字, Pentium 4 CPU的功率可以达到70W~80W, 工作电流甚至达到50A。Pentium 4 CPU需要的大电流, 单相CPU供电电路已经无法提供足够可靠的动力, 所以现在主板的CPU供电电路一般采用两相甚至多相供电电路的设计。图8-12所示是一个两相CPU供电电路图, 从图中可以看出, 两相CPU供电电路其实就是两个单相CPU供电电路的并联, 因此它可以提供双倍的单相供电电流。

两相CPU供电电路的电源管理芯片一般有两种, 一种是由单个电源管理芯片输出4路驱动脉冲控制信号, 分别控制4个场效应管来实现两相供电输出; 一种是由主、从电源管理芯片组成的供电电路实现两相供电输出。图8-12的两相CPU供电电路就是后一种情况, 其中 U_{14} (HIP6302) 是主电源管理芯片, U_{17} 和 U_{18} (HIP6601) 是两个从电源管理芯片。这种供电电路中, 主电源管理芯片负责向从电源管理芯片发送控制信号, 从电源管理芯片负责向场效应管发送驱动脉冲控制信号, 控制4个场效应管的导通与截止。

图8-12中, 主电源管理芯片HIP6302可支持两相供电, HIP6302的FB引脚为基准电压输入端, COMP引脚为电源信息反馈端, 一般FB与COMP一起组成反馈电路, 实时监测输出的供电电压; VSEN为电压反馈端, 用来检测输出的电压; $VID_0 \sim VID_4$ 为CPU电压识别引脚, 在开机后, CPU会将VID电压识别信号发送给电源管理芯片, 电源管理芯片会根据VID值识别CPU需要的电压, 然后输出相应频率的脉冲控制信号, 控制供电电路工作输出CPU需要的电压; PWM_1 和 PWM_2 引脚为主电源管理芯片控制脉冲信号输出端, 分别连接到两个从电源管理芯片的PWM引脚, 向它们输出控制脉冲信号; $ISEN_1$ 和 $ISEN_2$ 引脚为电流反馈端, 用来监测输出的供电电流。VCC引脚为供电端, HIP6302的工作电压为+5V。

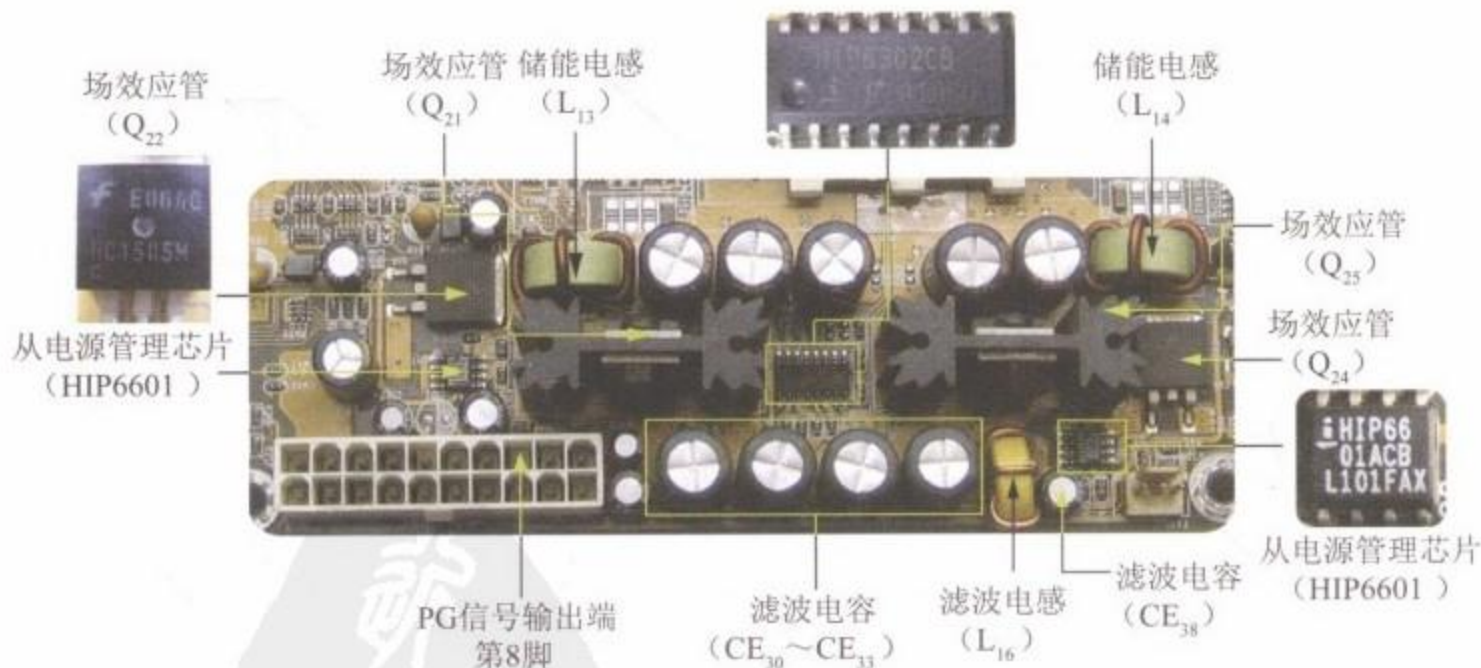
从电源管理芯片HIP6601为单路驱动芯片, 可驱动2个场效应管, 经常用作从电源管理芯片。HIP6601的UGATE引脚为高端门驱动脉冲输出端, 连接场效应管 Q_{21} (或 Q_{24}), 通过

向场效应管发送驱动脉冲控制信号控制场效应管的导通与截止；LGATE引脚为低端门驱动脉冲输出端，连接场效应管 Q_{22} （或 Q_{25} ），通过向场效应管发送驱动脉冲控制信号控制场效应管的导通与截止，这两路脉冲信号互为反相。从电源管理芯片HIP6601的引脚功能如表8-3所示。



(a) 由主、从电源管理芯片组成的两相CPU供电电路原理图

主电源管理芯片（HIP6302）



(b) 由主、从电源管理芯片组成的两相CPU供电电路实物图

图8-12 两相CPU供电电路图

表8-3 HIP6601芯片各引脚功能

引脚	功能
UGATE (第1脚)	高端门输出 (相当于DH)
BOOT (第2脚)	接ISEN并通过电容连接接到PHASE脚
PWM (第3脚)	控制脉冲输入
GND (第4脚)	接地
LGATE (第5脚)	低端门输出 (相当于DL)
VCC (第6脚)	5V供电
PVCC (第7脚)	12V供电
PHASE (第8脚)	通过电容连接到BOOT脚 (用来侦测相的高低变化过程, 防止UGATE没有关闭时把LGATE打开)

两相供电的工作原理与单相供电的工作原理基本相同, 只是两相供电电路中每相之间是有相位差的, 相位差的大小为 180° 。

两相供电电路的工作原理如下:

当按下开关键并松开后, ATX电源开始向主板供电, 接着ATX电源输出的+12V电压通过滤波电容滤波后接到从电源管理芯片 (U_{17} 和 U_{18}) 的VCC端为电源管理芯片供电。而ATX电源输出的+5V电压通过滤波电容滤波后为主电源管理芯片供电, 同时+5V电压还通过滤波电感 L_{16} 及滤波电容 CE_{38} 后分成两路, 一路通过电容 C_{277} 滤波后连接到场效应管 Q_{21} 的D极, 为其提供+5V供电电压; 另一路通过电容 C_{282} 滤波后连接到场效应管 Q_{24} 的D极, 为其提供+5V供电电压。同时CPU通过主电源管理芯片 U_{14} 的 $VID_0 \sim VID_4$ 引脚向主电源管理芯片输出VID电压识别信号。

在ATX电源启动500ms后, ATX电源的第8脚输出PG信号, 此信号经过处理后通过主电源管理芯片的PGOOD引脚被送到主电源管理芯片的内部电路, 使电源管理芯片复位。接着主电源管理芯片开始工作, 从PWM₁端和PWM₂端分别输出两路驱动脉冲控制信号到从电源管理芯片, 从电源管理芯片收到PWM信号后开始工作。从UGATE端和LGATE端分别输出3V~5V且互为反相的驱动脉冲控制信号 (即UGATE端输出高电平时, LGATE端输出低电平, 或相反), 这样将致使场效应管 Q_{21} 和 Q_{22} , Q_{24} 和 Q_{25} 分别导通, 如图8-13所示为两相供电电路各个时刻不同地点的电压波形图。

图中, t_1 时刻时, 主电源管理芯片 U_{14} 从PWM₁端向从电源管理芯片 U_{18} 发出控制信号 (如图8-13中的A点电压波形)。 U_{18} 接收到PWM控制信号后, 从UGATE端输出高电平控制信号给场效应管 Q_{21} 的G极, 同时从LGATE端输出低电平控制信号给场效应管 Q_{22} 的G极。这时, Q_{21} 导通, Q_{22} 截止, 电流通过滤波电感 L_{16} 流入储能电感 L_{13} , 并输出供电电压 (如图8-13中的C₁点电压波形)。

当 t_1 时刻结束, 进入 t_2 时刻时, 从电源管理芯片 U_{18} 的UGATE端输出低电平控制信号, LGATE端输出高电平控制信号。这时, 场效应管 Q_{21} 截止, Q_{22} 导通。由于场效应管 Q_{22} 的S极接地, Q_{22} 将 Q_{21} 送来的多余的电量以电流的形式对地释放, 从而保证输出的CPU主供电的电压幅值。同时储能电感 L_{13} 和滤波电容 $CE_{30} \sim CE_{33}$ 开始放电。储能电感 L_{13} 和滤波电容 $CE_{30} \sim CE_{33}$ 组成的低通滤波系统通过滤波输出较平滑的纯净电流。

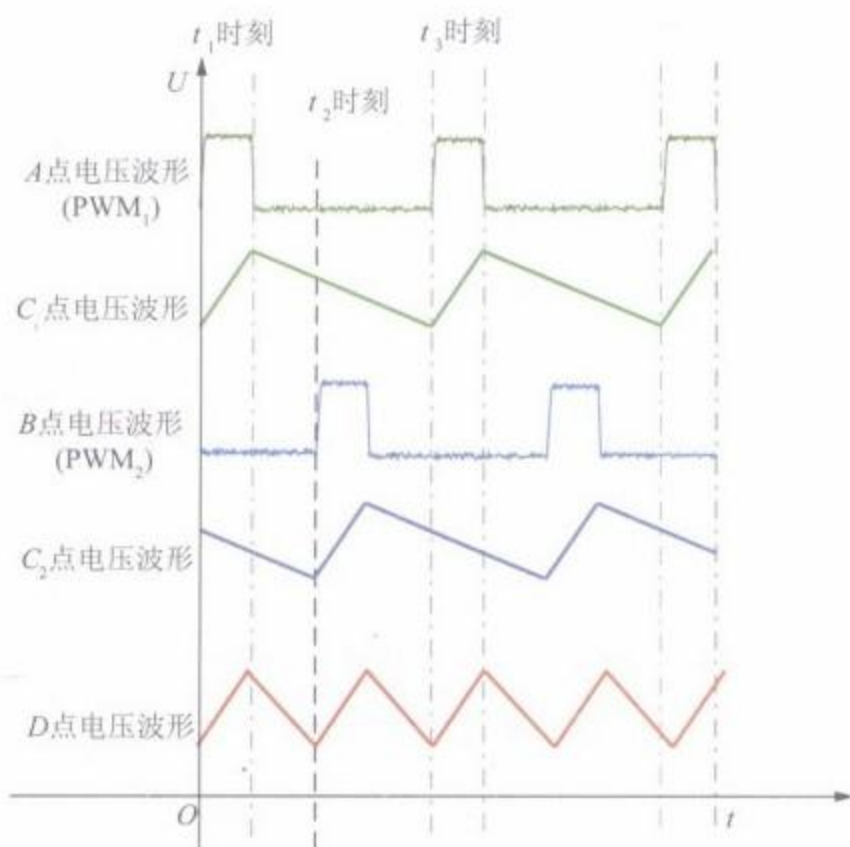


图8-13 两相供电电路各个时刻不同地点的电压波形图

同时在进入 $1/2 (t_1 + t_2)$ 时刻, 主电源管理芯片 U_{14} 从 PWM_2 端口向从电源管理芯片 U_{17} 发出控制信号 (如图8-13中的 B 点电压波形)。 U_{17} 接收到 PWM 控制信号后, 从 UGATE 端输出高电平控制信号给场效应管 Q_{24} 的 G 极, 同时从 LGATE 端输出低电平控制信号给场效应管 Q_{25} 的 G 极。这时, Q_{24} 导通, Q_{25} 截止, 电流通过滤波电感 L_{16} 流入储能电感 L_{14} , 并输出供电电压 (如图8-13中的 C_2 点电压波形)。

当进入 $1/2 (t_1 + t_2) + t_1$ 时, 从电源管理芯片 U_{17} 的 UGATE 端输出低电平控制信号, LGATE 端输出高电平控制信号。这时, 场效应管 Q_{24} 截止, Q_{25} 导通。由于场效应管 Q_{25} 的 S 极接地, Q_{25} 将 Q_{24} 送来的多余的电量以电流的形式对地释放, 从而保证输出的 CPU 主供电的电压幅值。同时储能电感 L_{14} 和滤波电容 $CE_{30} \sim CE_{33}$ 开始放电。储能电感 L_{14} 和滤波电容 $CE_{30} \sim CE_{33}$ 组成的低通滤波系统通过滤波输出较平滑的纯净电流。

最后这两相供电相互叠加，并经过滤波电容滤波后，输出更为平滑纯净的电流，为CPU供电（如图8-13中的D点电压波形）。

与此同时，主电源管理芯片的电压反馈端（FB和COMP）会将输出的CPU主供电电压反馈给电源管理芯片同CPU的标准识别电压作比较。如果输出电压与标准电压不相同（误差在7%以内视为正常），主电源管理芯片将调整PWM₁端和PWM₂端输出的方波的幅宽，最终调整输出的CPU主供电电压，直到与标准电压一致。

另外，ISEN1和ISEN2为电流反馈端，它会时刻监测主供电的电流。当供电电路中有元器件短路，导致电路中电流增大时，主电源管理芯片内部的过流检查电路通过ISEN1或ISEN2端口检测到后，主电源管理芯片会停止输出PWM控制信号，停止CPU供电，使电脑停止工作。

通过两相供电，输向CPU的主供电电流更加平滑，电流更大，如图8-14所示分别为单相供电电路和两相供电电路中CPU主供电输出的最终电压波形。

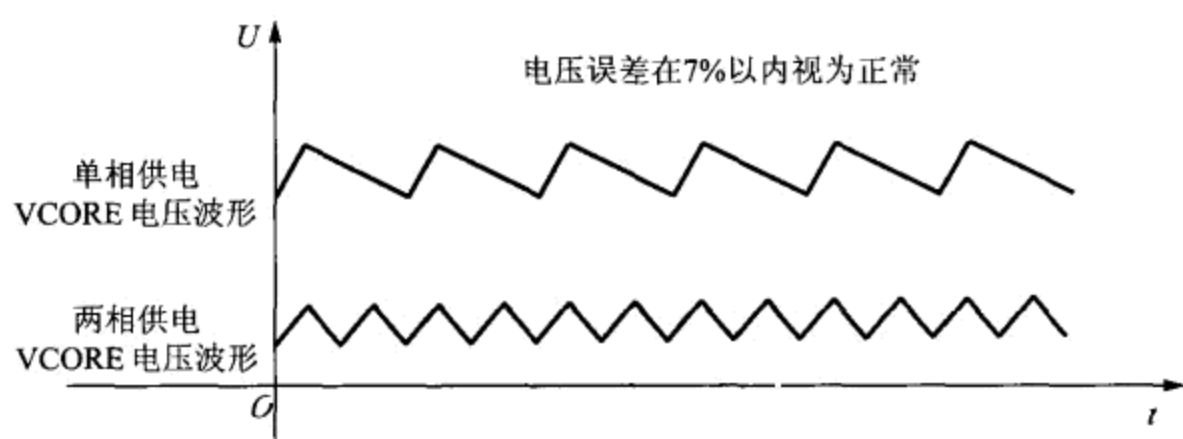


图8-14 单相供电和两相供电输出的电压波形

8.2.5 三相CPU供电电路详解

随着晶体管加工工艺的进步，CPU的工作电压在不断的降低，而CPU的功耗随着频率的提升却不断提高，如果CPU的最大工作电流大于50A，为了给CPU提供稳定的供电，主板通常会使用三相供电电路来满足CPU工作的需求。

三相供电电路的作用就是为CPU提供足够可靠的电能，同时由于分流的作用使得每路场效应管的负担减轻，从而降低了供电电路的温度，使主板运行更加稳定。

三相供电电路一般都使用主从电源管理芯片来配合工作。三相供电电路中常用的电源管理芯片主要有HIP6301+3个HIP6601、AD3180+3个ADP3418、ADP3168+3个ADP3418、ISL6556+3个HIP6602等。

下面以HIP6301+3个HIP6601为例，讲解三相供电电路。如图8-15所示是一个三相供电电路原理图，从图中可以看出，三相供电电路其实就是三个单相供电电路的并联，因此它可以提供三倍的双相供电电流。

在图8-15所示的供电电路中，HIP6301为主电源管理芯片，此芯片的各引脚的具体功能在8.2.1节中已经详细讲解。HIP6301电源管理芯片可支持两、三、四相供电，支持VRM9.0规范。在使用HIP6301芯片的供电电路中，HIP6301为主控芯片，它还需要搭配专门的从属控制芯片，HIP6301负责向从属电源管理芯片发送控制信号，从属控制芯片再同时向对应的场效应管发出脉冲信号，控制场效应管的导通与截止，最后经过滤波输出核心电压。

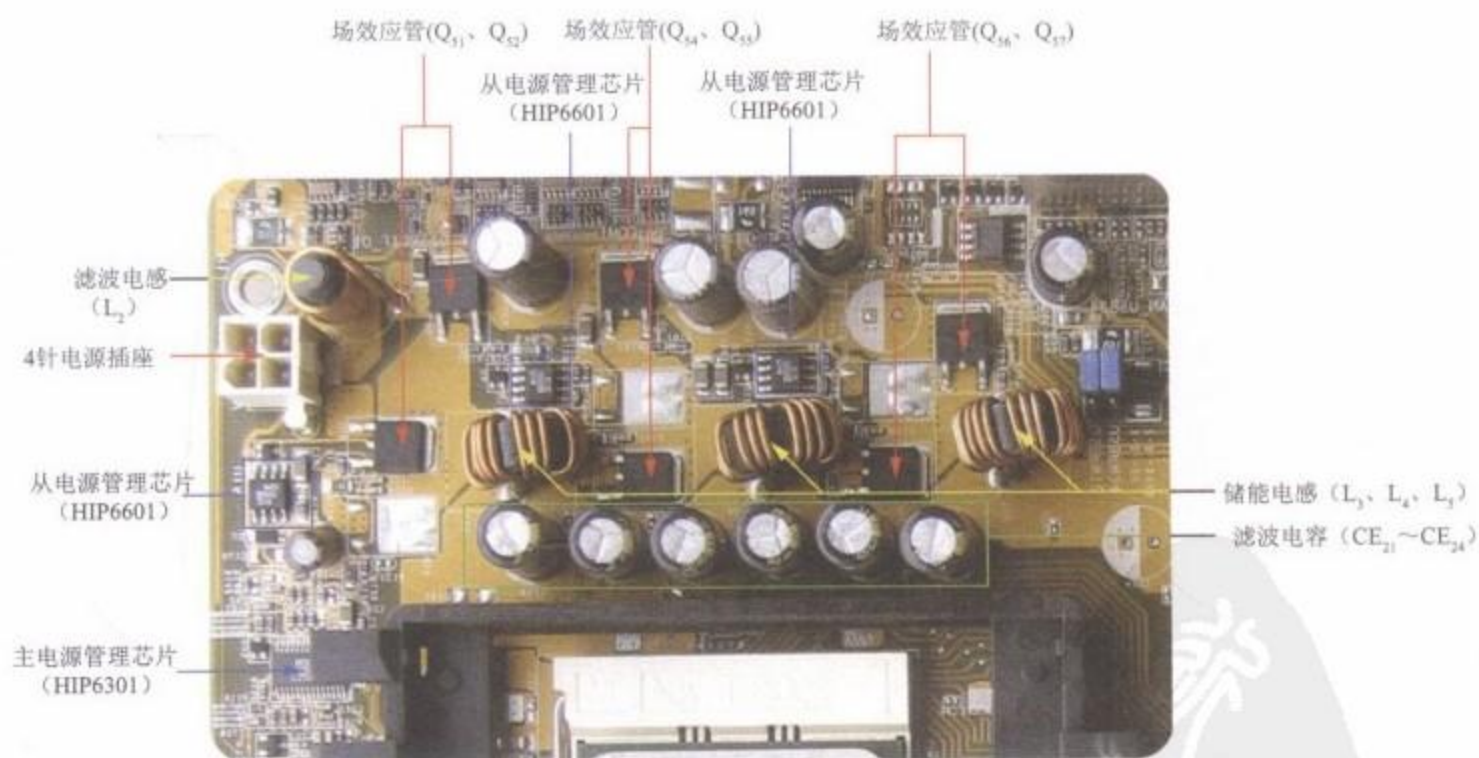
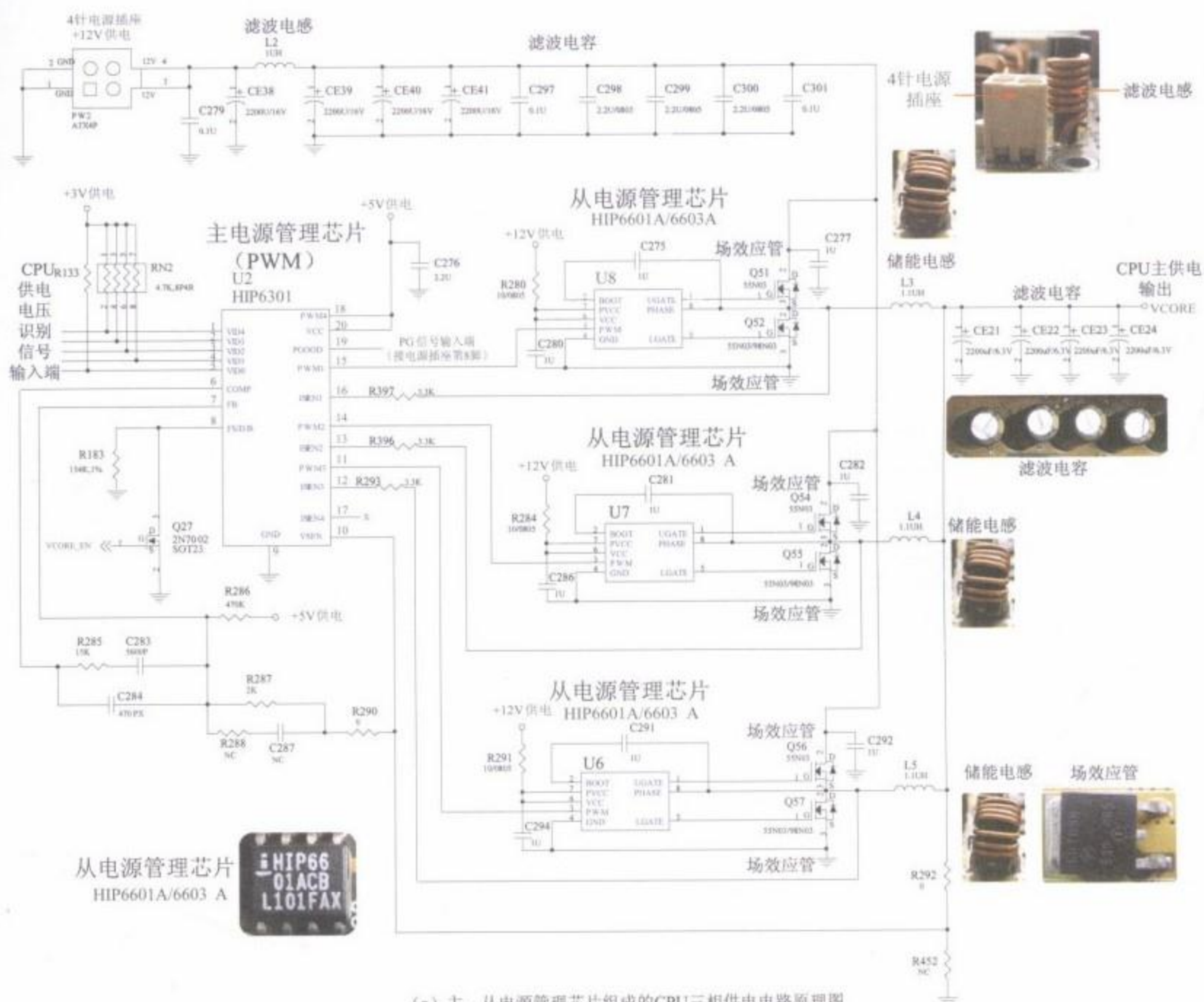


图8-15 三相供电电路图

图8-15中的 $U_6 \sim U_8$ 芯片为从属电源管理芯片，它的作用是信号放大和输出两路反相脉冲，用于控制对应的场效应管的导通与截止。与HIP6301搭配的从属控制芯片通常采用HIP6601芯

片，它是单路驱动芯片（HIP6602为双路驱动芯片，可以驱动4路场效应管）。

三相供电电路的工作原理与两相供电电路的工作原理基本相同，只是三相供电电路中每相之间是有相位差的，三相供电电路的相位差的大小为 120° （相位差为 360° 除以活动脉冲控制端数，有多少相就有多少个活动脉冲控制端）。

三相供电电路的工作原理如下：

当按下开关键并松开后，ATX电源开始向主板供电，接着ATX电源输出的+12V电压通过滤波电容滤波后接到从电源管理芯片（ U_6 、 U_7 和 U_8 ）的VCC端为电源管理芯片供电。而ATX电源输出的+5V电压通过滤波电容滤波后为主电源管理芯片供电。同时电源4针电源插座的+12V电压通过滤波电感 L_2 及滤波电容 $CE_{38} \sim CE_{40}$ 等滤波后，后分成三路，一路连接到场效应管 Q_{51} 的D极，为其提供+12V供电电压；另一路连接到场效应管 Q_{54} 的D极，为其提供+12V供电电压；第三路连接到场效应管 Q_{56} 的D极。同时CPU通过主电源管理芯片 U_2 的 $VID_0 \sim VID_4$ 引脚向主电源管理芯片输出VID电压识别信号。

在ATX电源启动500ms后，ATX电源的第8脚输出PG信号，此信号经过处理后通过主电源管理芯片的PGOOD引脚被送到主电源管理芯片的内部电路，使电源管理芯片复位。接着主电源管理芯片开始工作，从PWM₁端、PWM₂端和PWM₃端分别输出三路驱动脉冲控制信号到从电源管理芯片，从电源管理芯片收到PWM信号后开始工作。从UGATE端和LGATE端分别输出3V~5V且互为反相的驱动脉冲控制信号（即UGATE端输出高电平时，LGATE端输出低电平，或相反），这样将致使场效应管 Q_{51} 和 Q_{52} ， Q_{54} 和 Q_{55} ， Q_{56} 和 Q_{57} 分别导通与截止，如图8-16所示为三相供电电路各个时刻不同地点的电压波形图。

图8-16中， t_1 时刻时，主电源管理芯片 U_2 从PWM₁端向从电源管理芯片 U_8 发出控制信号（如图8-16中的A₁点电压波形）。 U_8 接收到PWM控制信号后，从UGATE端输出高电平控制信号给场效应管 Q_{51} 的G极，同时从LGATE端输出低电平控制信号给场效应管 Q_{52} 的G极。这时， Q_{51} 导通， Q_{52} 截止，电流通过滤波电感 L_2 流入储能电感 L_3 ，并输出供电电压（如图8-16中的C₁点电压波形）。

当 t_1 时刻结束，进入 t_2 时刻时，从电源管理芯片 U_8 的UGATE端输出低电平控制信号，LGATE端输出高电平控制信号。这时，场效应管 Q_{51} 截止， Q_{52} 导通。由于场效应管 Q_{52} 的S极接地， Q_{52} 将 Q_{51} 送来的多余的电量以电流的形式对地释放，从而保证输出的CPU主供电的电压幅值。同时储能电感 L_3 和滤波电容 $CE_{21} \sim CE_{24}$ 开始放电。储能电感 L_3 和滤波电容 $CE_{21} \sim CE_{24}$ 组成的低通滤波系统通过滤波输出较平滑的纯净电流。

同时在进入 $1/3(t_1+t_2)$ 时刻时，主电源管理芯片从PWM₂端向从电源管理芯片 U_7 发出控制信号（如图8-16中的A₂点电压波形）。 U_7 接收到PWM₂控制信号后，从UGATE端输出高电平控制信号给场效应管 Q_{54} 的G极，同时从LGATE端输出低电平控制信号给场效应管 Q_{55} 的G极。这时， Q_{54} 导通， Q_{55} 截止，电流通过滤波电感 L_2 流入储能电感 L_4 ，并输出供电电压（如图8-16中的C₂点电压波形）。

当进入 $1/3(t_1+t_2)+t_1$ 时，从电源管理芯片 U_7 的UGATE端输出低电平控制信号，LGATE端输出高电平控制信号。这时，场效应管 Q_{54} 截止， Q_{55} 导通。由于场效应管 Q_{55} 的S极接地， Q_{55} 将 Q_{54} 送来的多余的电量以电流的形式对地释放，从而保证输出的CPU主供电的电压幅值。同时储能电感 L_4 和滤波电容 $CE_{21} \sim CE_{24}$ 开始放电。储能电感 L_4 和滤波电容 $CE_{21} \sim CE_{24}$ 组成的低通滤波系统通过滤波输出较平滑的纯净电流。

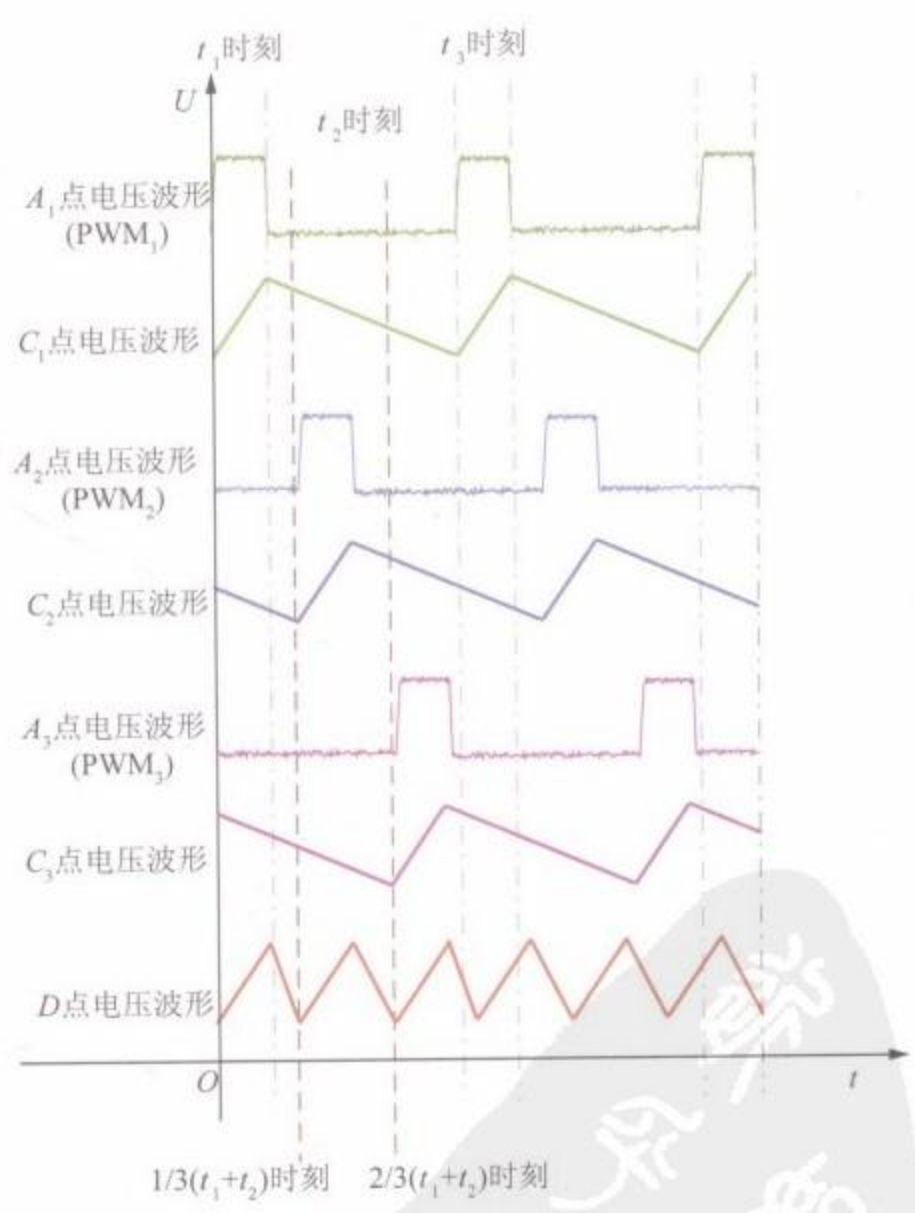
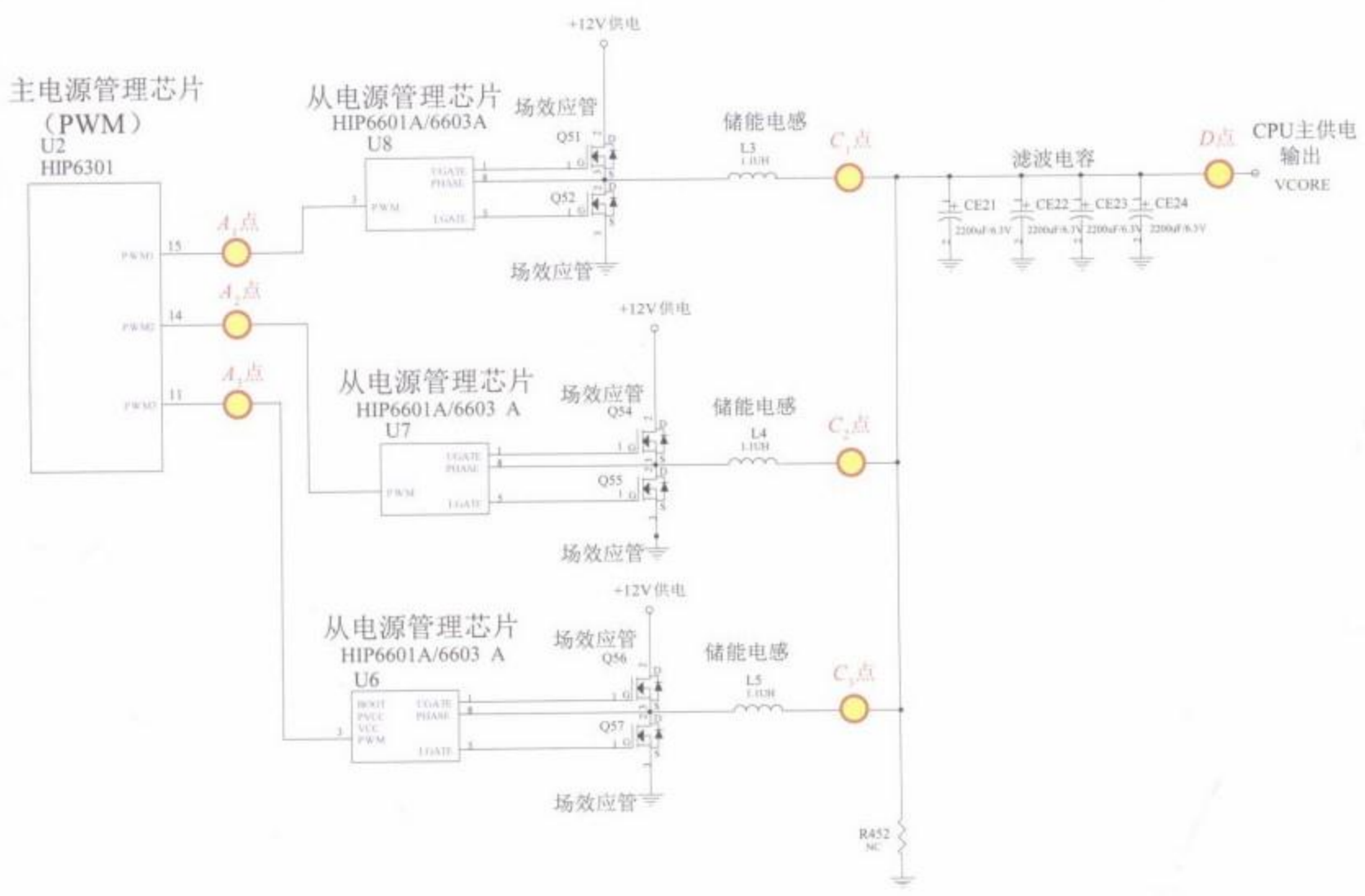


图8-16 三相供电电路中各个时刻不同地点的电压波形

在进入 $2/3 (t_1+t_2)$ 时刻时, 主电源管理芯片从PWM₃端向从电源管理芯片U₆发出控制信号(如图8-16中的A₃点电压波形)。U₆接收到PWM₃控制信号后, 从UGATE端输出高电平控制信号给场效应管Q₅₆的G极, 同时从LGATE端输出低电平控制信号给场效应管Q₅₇的G极。这时, Q₅₆导通, Q₅₇截止, 电流通过滤波电感L₂流入储能电感L₅, 并输出供电电压(如图8-16中的C₃点电压波形)。

当进入 $2/3 (t_1+t_2) + t_1$ 时, 从电源管理芯片U₆的UGATE端输出低电平控制信号, LGATE端输出高电平控制信号。这时, 场效应管Q₅₆截止, Q₅₇导通。由于场效应管Q₅₇的S极接地, Q₅₇将Q₅₆送来的多余的电量以电流的形式对地释放, 从而保证输出的CPU主供电的电压幅值。同时储能电感L₅和滤波电容CE₂₁~CE₂₄开始放电。储能电感L₅和滤波电容CE₂₁~CE₂₄组成的低通滤波系统通过滤波输出较平滑的纯净电流。

最后这三相供电相互叠加, 并经过滤波电容滤波后, 输出更为平滑纯净的电流, 为CPU供电(如图8-16中的D点电压波形)。

与此同时, 主电源管理芯片的电压反馈端(FB和COMP)会将输出的CPU主供电电压反馈给电源管理芯片同CPU的标准识别电压作比较。如果输出电压与标准电压不相同(误差在7%以内视为正常), 主电源管理芯片将调整PWM₁端、PWM₂端和PWM₃端输出的方波的幅宽, 最终调整输出的CPU主供电电压, 直到与标准电压一致。

另外, ISEN₁、ISEN₂和ISEN₃为电流反馈端, 它会实时监测主供电的电流。当供电电路中有元器件短路, 导致电路中电流增大时, 主电源管理芯片内部的过流检查电路通过ISEN端检测到后, 主电源管理芯片会停止输出PWM控制信号, 停止CPU供电, 使电脑停止工作。

通过三相供电, 输向CPU的主供电电流更加平滑, 电流更大, 如图8-17所示分别为单相供电电路、两相供电电路和三相供电电路中CPU主供电输出的最终电压波形。

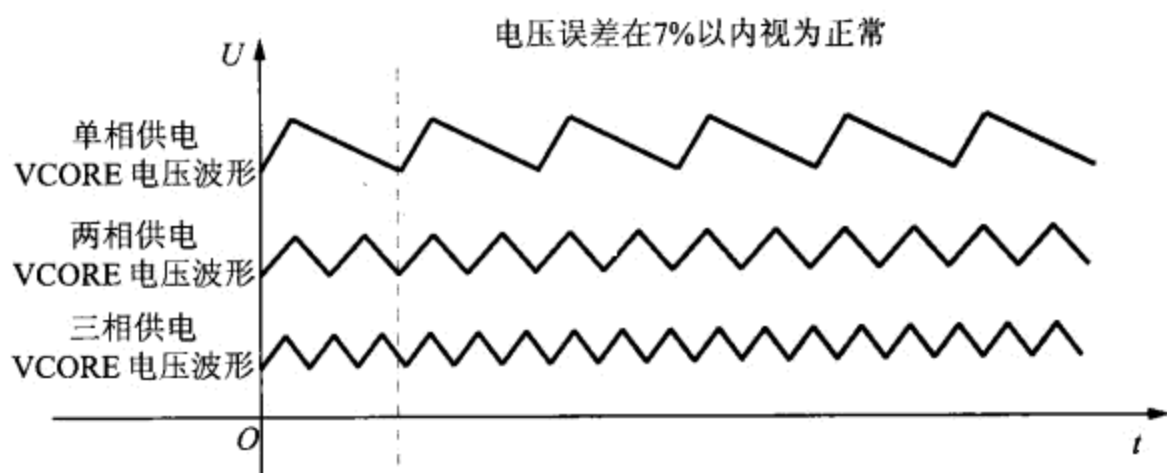
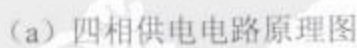
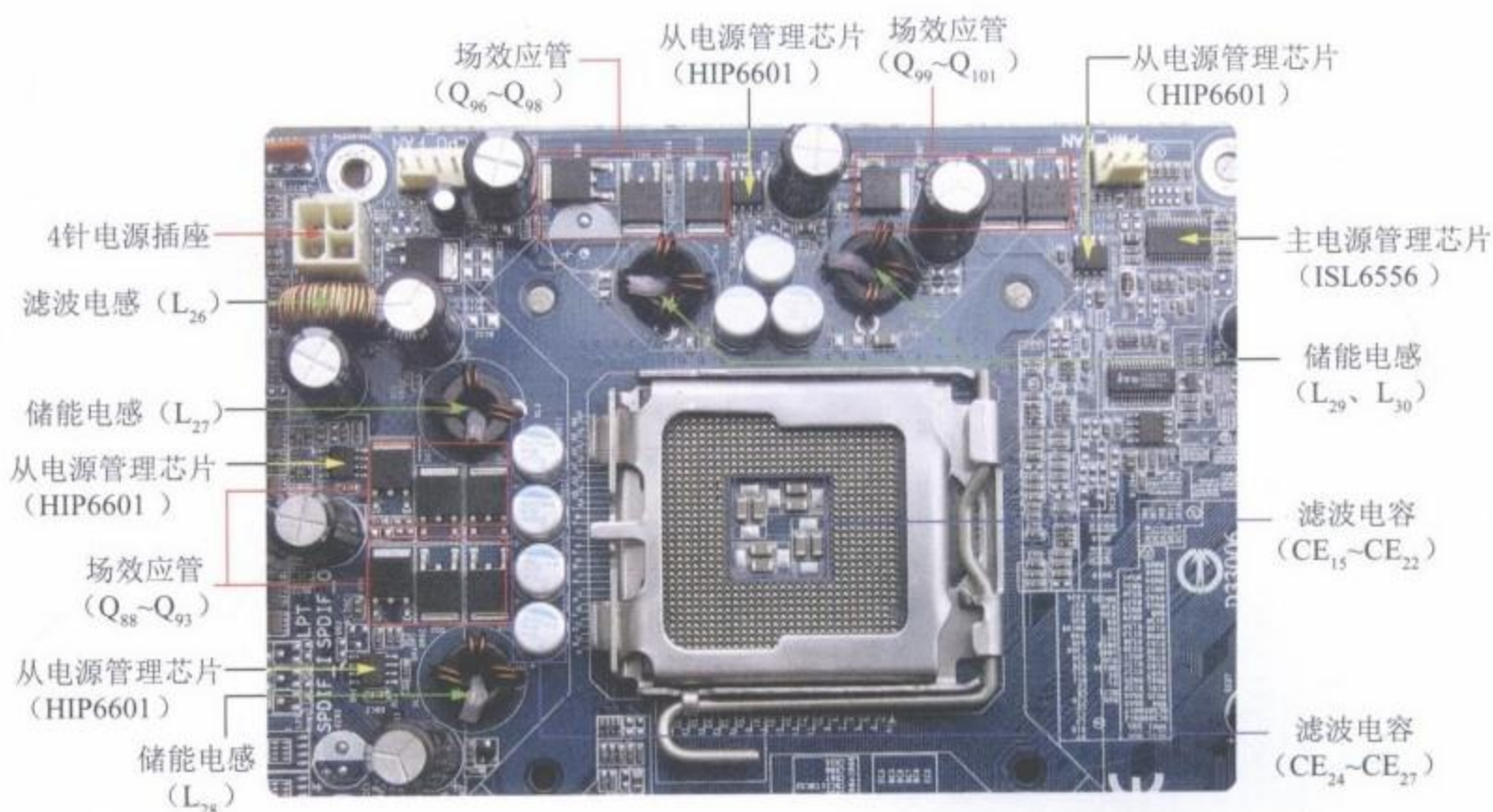


图8-17 三相供电输出的电压波形

8.2.6 四相CPU供电电路详解

四相供电电路一般用在Intel公司的I915及以上芯片组的主板中, 目前主板中的CPU供电电路一般都采用四相以上的供电电路。图8-18所示为主板CPU四相供电电路图。





(b) 四相供电电路实物图

图8-18 四相供电电路图

图中四相供电电路由ISL6556+4个HIP6601共同组成。其中，ISL6556为主电源管理芯片，此芯片有28引脚和32引脚两种，可支持两、三、四相供电，支持VRM9.0规范。它通常搭配HIP6601或HIP6602作为从属电源管理芯片。在四相供电电路中为了减轻场效应管的负担，通常在每个从电源管理芯片的高端门输出端和低端门输出端配备三四个场效应管，图8-18中每个从电源管理芯片就配备了3个场效应管，四相供电共12个场效应管工作。这样极大地提高了供电电路的稳定性。

四相供电电路的工作原理与三相供电电路的工作原理基本相同，只是四相供电电路的相位差的大小为 90° ，而三相供电电路的相位差为 120° 而已。

四相供电电路的工作原理如下：

当按下开关键并松开后，ATX电源开始向主板供电，接着ATX电源输出的+12V电压通过滤波电容滤波后接到从电源管理芯片 (U_{53} 、 U_{54} 、 U_{55} 和 U_{56}) 的VCC端为电源管理芯片供电。而ATX电源输出的+5V电压通过滤波电容滤波后为主电源管理芯片供电。同时4针电源插座的+12V电压通过滤波电感 L_{26} 及滤波电容 $CE_{13} \sim CE_{16}$ 等滤波后，分成四路，一路连接到场效应管 Q_{87} 的D极，为其提供+12V供电电压；另一路连接到场效应管 Q_{91} 的D极，为其提供+12V供电电压；第三路连接到场效应管 Q_{95} 的D极，为其提供+12V供电电压；第四路连接到场效应管 Q_{99} 的D极，为其提供+12V供电电压。同时CPU通过主电源管理芯片 U_5 的 $VID_0 \sim VID_4$ 和 $VID_{12,5}$ 引脚向主电源管理芯片输出VID电压识别信号。

在ATX电源启动500ms后，ATX电源的第8脚输出PG信号，此信号经过处理后通过主电源管理芯片的PGOOD引脚被送到主电源管理芯片的内部电路，使电源管理芯片复位。接着主电源管理芯片开始工作，从PWM₁端、PWM₂端、PWM₃端和PWM₄端分别输出四路驱动脉冲控制信号到从电源管理芯片 (HIP6601)，从电源管理芯片收到PWM信号后开始工作。从UGATE端和LGATE端分别输出3V~5V且互为反相的驱动脉冲控制信号（即UGATE端输出高电平时，LGATE端输出低电平，或相反），这样将致使场效应管 Q_{87} 和 Q_{89} 、 Q_{90} 、 Q_{91} 和 Q_{93} 、 Q_{94} 、 Q_{95} 和 Q_{97} 、 Q_{98} 、 Q_{99} 和

Q_{100} 、 Q_{101} 分别导通与截止。如图8-19所示为四相供电电路主电源管理芯片输出的PWM驱动电压波形图。

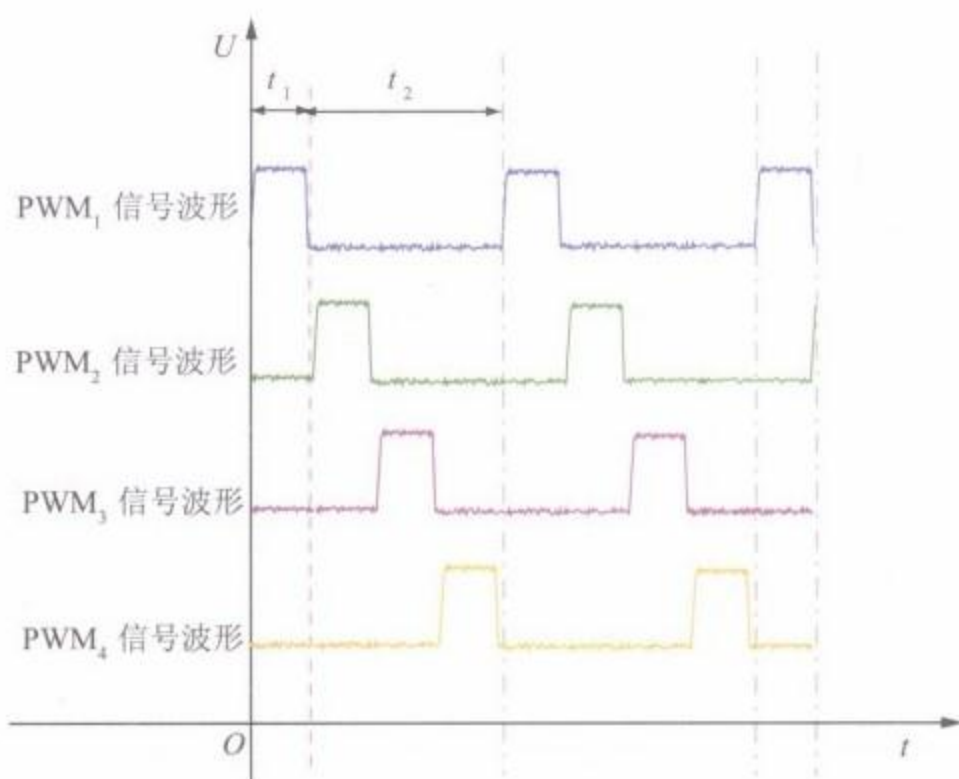


图8-19 主电源管理芯片输出的PWM驱动电压波形图

即在进入 t_1 时刻时,主电源管理芯片从PWM₁端向从电源管理芯片 U_{53} 发出控制信号。 U_{53} 接收到PWM控制信号后,从UGATE端输出高电平控制信号给场效应管 Q_{87} 的G极,同时从LGATE端输出低电平控制信号给场效应管 Q_{89} 和 Q_{90} 的G极。这时, Q_{87} 导通, Q_{89} 和 Q_{90} 截止,电流通过滤波电感 L_{26} 流入储能电感 L_{27} ,并输出供电电压。

当 t_1 时刻结束,进入 t_2 时刻时,从电源管理芯片 U_{53} 的UGATE端输出低电平控制信号, LGATE端输出高电平控制信号。这时,场效应管 Q_{87} 截止, Q_{89} 和 Q_{90} 导通。由于场效应管 Q_{89} 和 Q_{90} 的S极接地, Q_{89} 和 Q_{90} 将 Q_{87} 送来的多余的电量以电流的形式对地释放,从而保证输出的CPU主供电的电压幅值。同时储能电感 L_{27} 和滤波电容 $CE_{24} \sim CE_{27}$ 开始放电。储能电感 L_{27} 和滤波电容 $CE_{24} \sim CE_{27}$ 组成的低通滤波系统通过滤波输出较平滑的纯净电流。

在进入 $1/4(t_1+t_2)$ 时刻时,从电源管理芯片 U_{54} 开始工作分别控制 Q_{91} 和 Q_{93} 、 Q_{94} 分别导通和截止,从而输出较平滑的纯净电流。

在进入 $1/2(t_1+t_2)$ 时刻时,从电源管理芯片 U_{55} 开始工作分别控制 Q_{95} 和 Q_{97} 、 Q_{98} 分别导通和截止,从而输出较平滑的纯净电流。

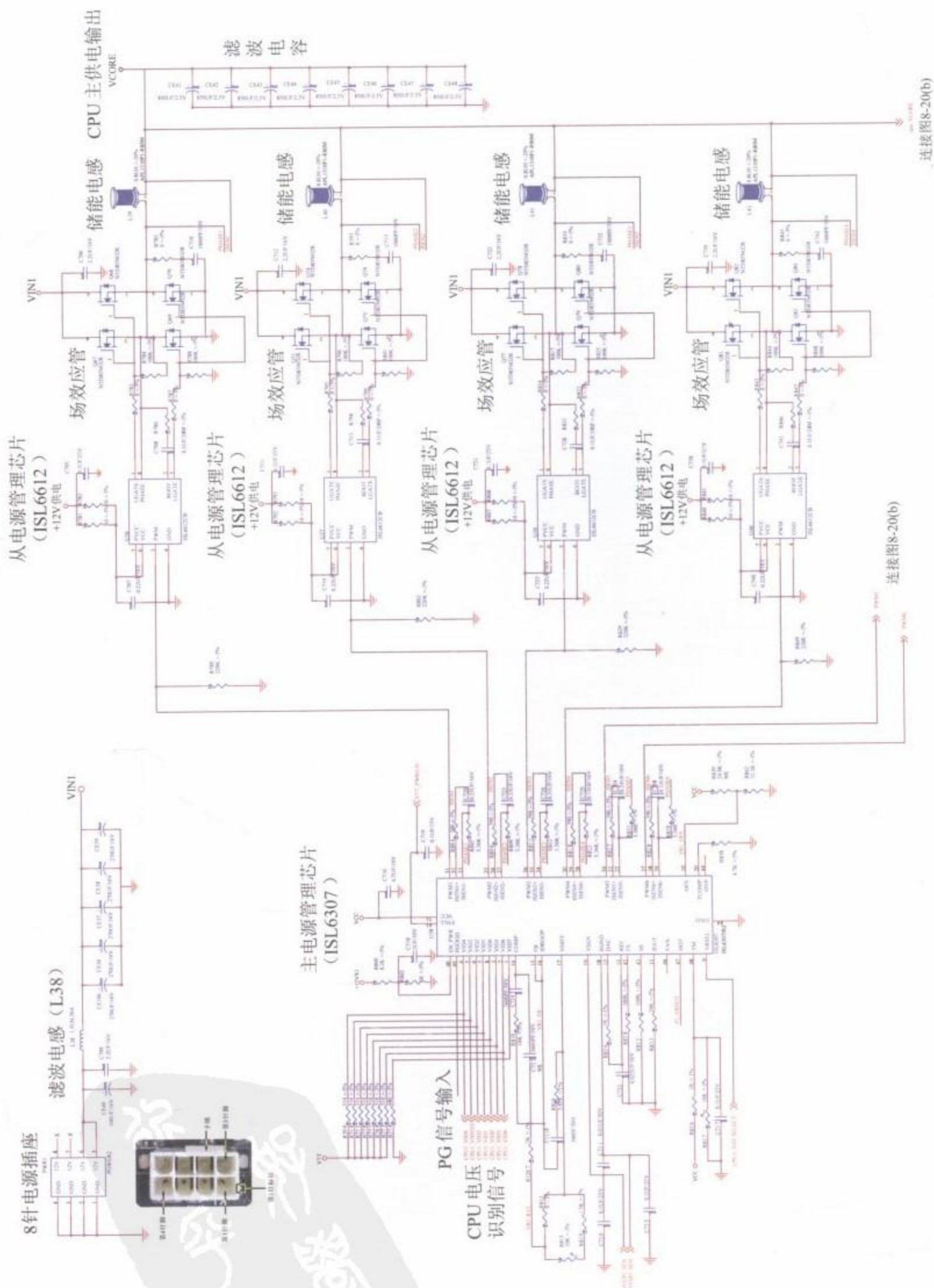
在进入 $3/4(t_1+t_2)$ 时刻时,从电源管理芯片 U_{56} 开始工作分别控制 Q_{99} 和 Q_{100} 、 Q_{101} 分别导通和截止,从而输出较平滑的纯净电流。

最后这四相供电相互叠加,并经过滤波电容滤波后,输出更大、更为平滑的纯净电流,为CPU供电。与此同时,主电源管理芯片的电压反馈端(FB和COMP)会将输出的CPU主供电电压反馈给电源管理芯片,同CPU的标准识别电压作比较。如果输出电压与标准电压不相同(误差在7%以内视为正常),主电源管理芯片将调整PWM₁端、PWM₂端、PWM₃端和PWM₄输出的方波的幅宽,最终调整输出的CPU主供电电压,直到与标准电压一致。

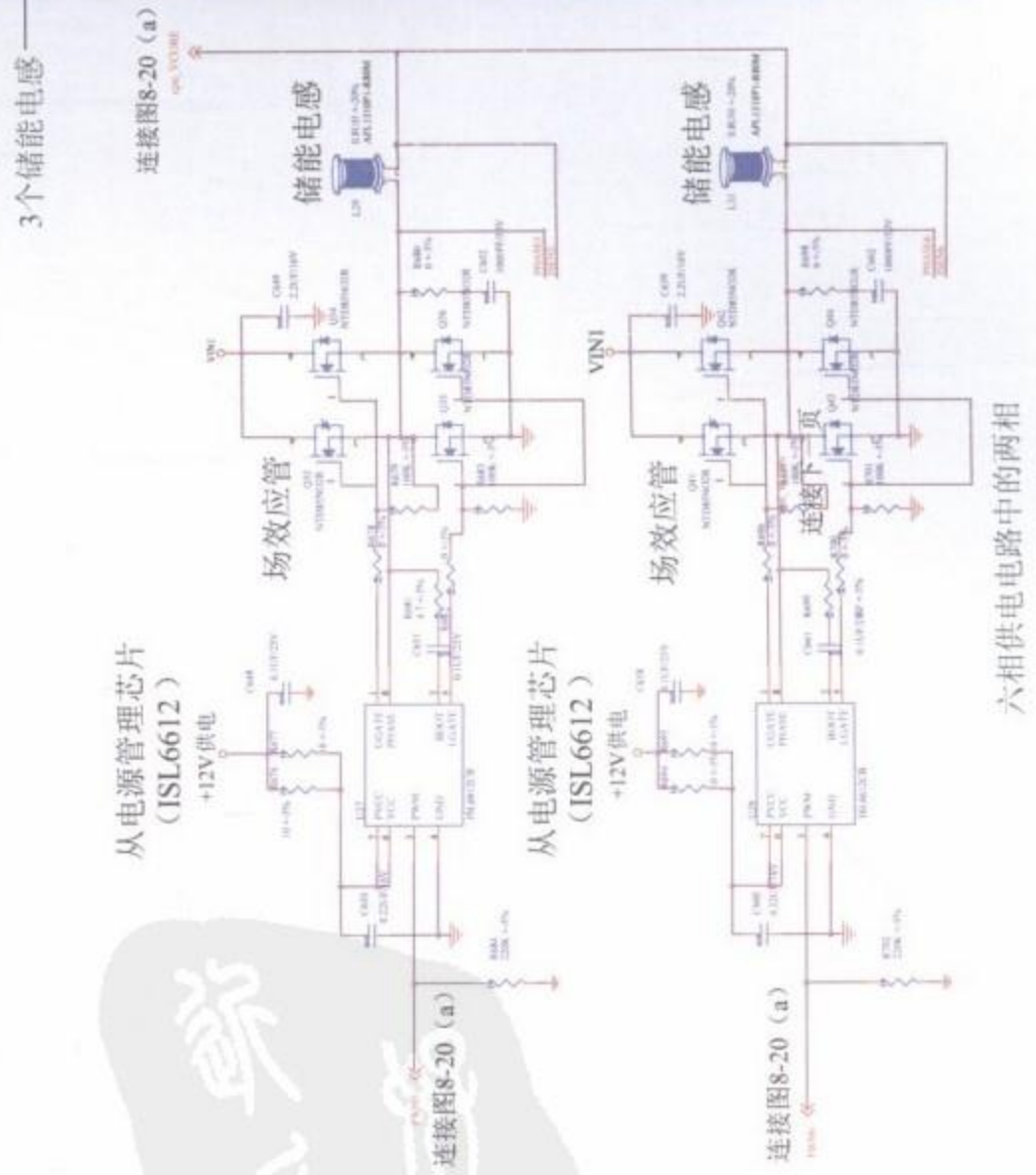
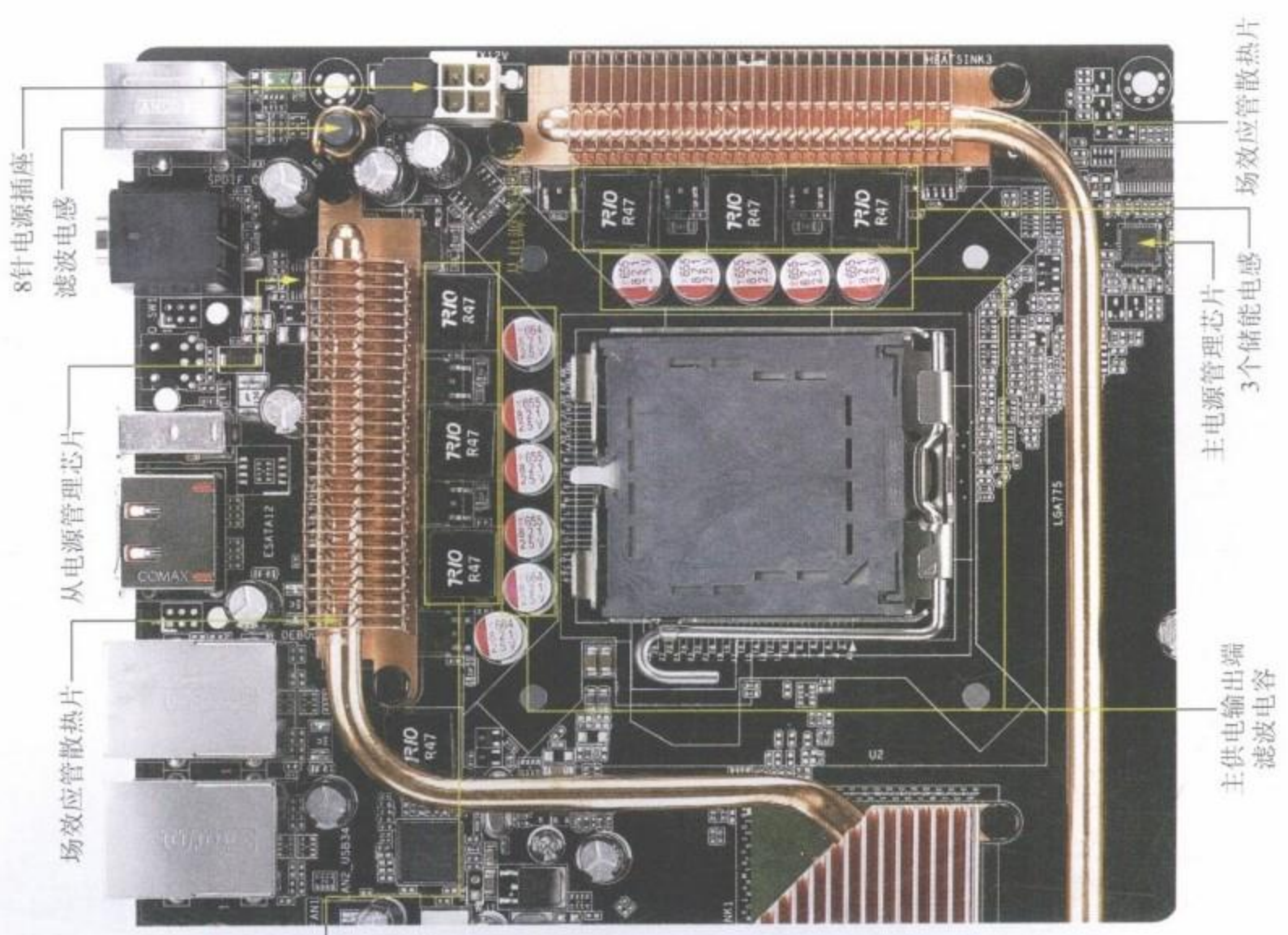
另外,ISEN₁、ISEN₂、ISEN₃和ISEN₄会实时监测主供电的电流,以避免供电电路在过流的情况下损坏(当发生过流故障时,主电源管理芯片会停止输出PWM控制信号,停止CPU供电,使电脑停止工作)。

8.2.7 六相CPU供电电路详解

六相供电电路一般用于支持酷睿等双核CPU的主板中，如图8-20所示为主板中的CPU六相供电电路图。



(a) 六相供电电路原理图



(b) 六相供电电路实物图

图8-20 六相供电电路图

图中六相供电电路由ISL6307+6个ISL6612共同组成。其中，ISL6307为主电源管理芯片，此芯片有48引脚，可支持两、三、四、五、六相供电，支持VRM9.0规范。它通常搭配ISL6612作为从属电源管理芯片。在六相供电电路中为了减轻场效应管的负担，通常在每个从电源管理芯片的高端门输出端和低端门输出端配备三、四个场效应管，图8-20中每个从电源管理芯片就配备了4个场效应管，六相供电共24个场效应管工作。这样极大地提高了供电电路的稳定性。六相供电电路中配备了1个滤波电感 (L_{38}) 和6个储能电感 (L_{29} 、 L_{31} 、 $L_{39} \sim L_{42}$)。

六相供电电路的工作原理与三相、四相供电的工作原理基本相同，只是六相供电电路的相位差的大小为 60° ，而三相、四相供电电路的相位差分别为 120° 和 90° 而已。

六相供电电路的工作原理如下：

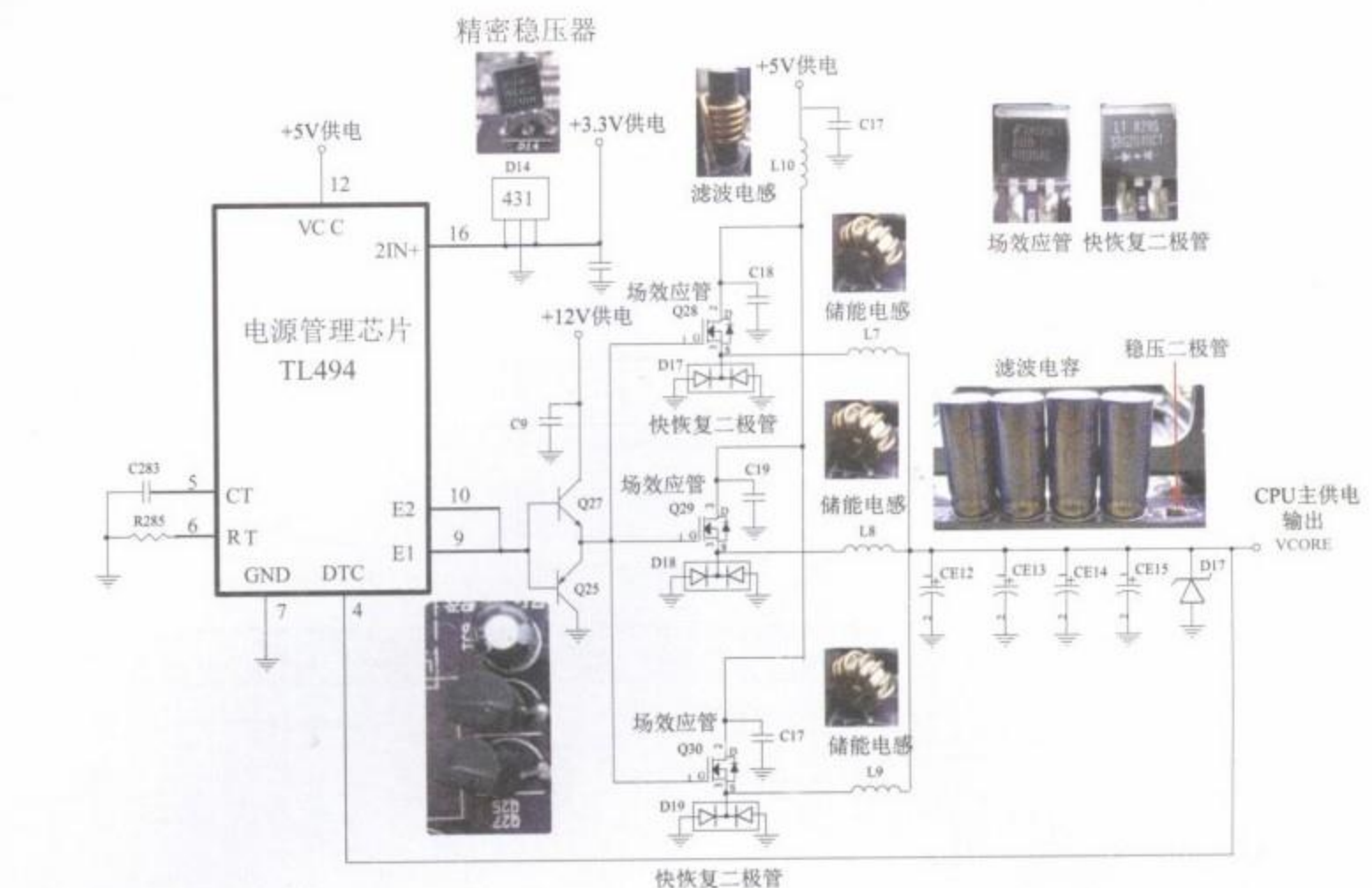
当按下开关键并松开后，ATX电源开始向主板供电，接着ATX电源输出的+12V电压通过滤波电容滤波后接到从电源管理芯片 (U_{27} 、 U_{29} 、 U_{36} 、 U_{37} 、 U_{39} 和 U_{40}) 的VCC端为电源管理芯片供电。而ATX电源输出的+5V电压通过滤波电容滤波后为主电源管理芯片供电。同时8针电源插座的+12V电压通过滤波电感 L_{38} 及滤波电容 $CE_{36} \sim CE_{39}$ 等滤波后，分成六路，一路连接到场效应管 Q_{67} 和 Q_{68} 的D极，为其提供+12V供电电压；另一路连接到场效应管 Q_{73} 和 Q_{74} 的D极，为其提供+12V供电电压；第三路连接到场效应管 Q_{77} 和 Q_{78} 的D极，为其提供+12V供电电压；第四路连接到场效应管 Q_{81} 和 Q_{82} 的D极，为其提供+12V供电电压；第五路连接到场效应管 Q_{33} 和 Q_{34} 的D极，为其提供+12V供电电压；第六路连接到场效应管 Q_{41} 和 Q_{42} 的D极，为其提供+12V供电电压。同时CPU通过主电源管理芯片的 $VID_0 \sim VID_7$ 引脚向主电源管理芯片输出VID电压识别信号。

在ATX电源启动500ms后，ATX电源的第8脚输出PG信号，此信号经过处理后通过主电源管理芯片的PGOOD引脚被送到主电源管理芯片的内部电路，使电源管理芯片复位。接着主电源管理芯片开始工作，从PWM₁端、PWM₂端、PWM₃端、PWM₄端、PWM₅端和PWM₆端分别输出六路驱动脉冲控制信号到从电源管理芯片 (ISL6612)，从电源管理芯片收到PWM信号后开始工作。从UGATE端和LGATE端分别输出3V~5V且互为反相的驱动脉冲控制信号（即UGATE端输出高电平时，LGATE端输出低电平，或相反），这样将致使场效应管 Q_{67} 、 Q_{68} 和 Q_{69} 、 Q_{70} ， Q_{73} 、 Q_{74} 和 Q_{75} 、 Q_{76} ， Q_{77} 、 Q_{78} 和 Q_{79} 、 Q_{80} ， Q_{81} 、 Q_{82} 和 Q_{83} 、 Q_{84} ， Q_{33} 、 Q_{34} 和 Q_{35} 、 Q_{36} ， Q_{41} 、 Q_{42} 和 Q_{43} 、 Q_{44} 分别导通与截止，并通过储能电感和滤波电容输出平滑的电流。最后这六相供电相互叠加，并经过滤波电容滤波后，输出更大、更为平滑的纯净电流，为CPU供电。

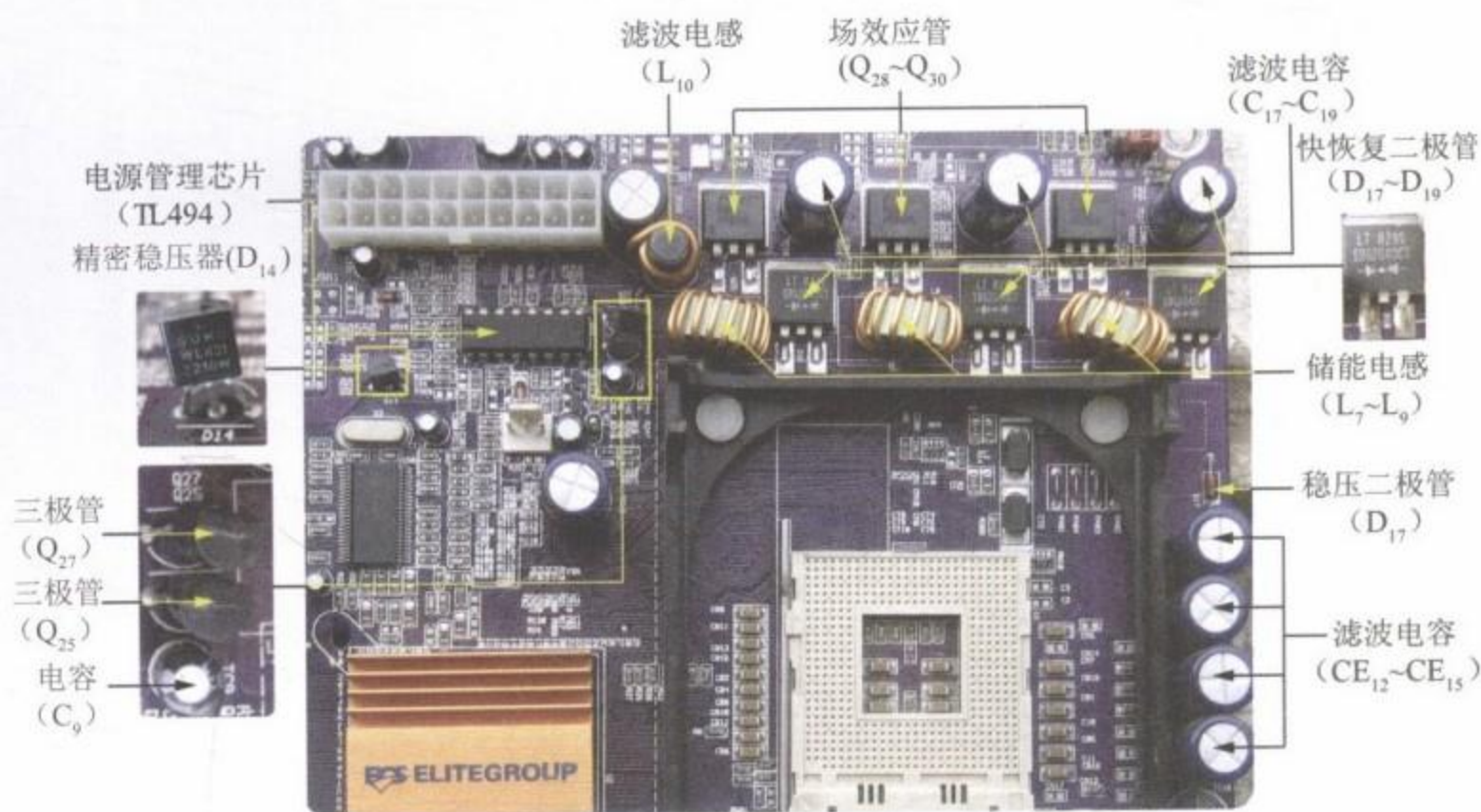
8.2.8 多组供电电路详解

多组供电电路主要是指由KA7500B或TL494组成的供电电路，多组供电电路一般应用在早期Pentium 4主板的CPU供电电路中。多组供电电路中使用的电源管理芯片KA7500B和TL494是一颗SMPS的控制器，也就是正常的电源管理芯片里的一部分控制电路。它没有相位的概念，不像电源管理芯片那样分为单相、两相、三相等。而且它的低端门使用的是二极管，而不是场效应管。

下面以TL494芯片为例，讲解多组供电电路，如图8-21所示为多组供电电路图。



(a) 多组供电电路原理图



(b) 多组供电电路实物图

图8-21 TL494组成的供电电路图

图8-21中，TL494为电源管理芯片，TL494芯片为DIP双列直插封装，共16个引脚。工作时TL494输出一个脉冲信号，通过对管放大（图中的三极管 Q_{25} 、 Q_{27} ）脉冲信号后，可控制三四个场效应管工作，其中每个场效应管都配备一个快恢复二极管保护场效应管。

TL494芯片的引脚图和各引脚的功能如图8-22和表8-4所示。

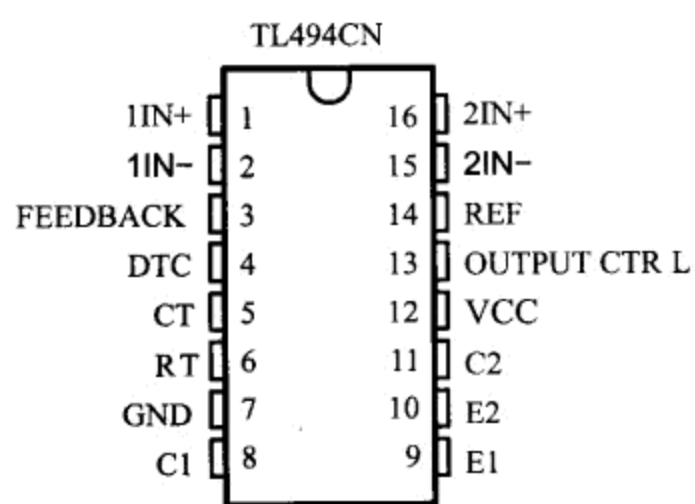


图8-22 TL494芯片引脚图

表8-4 TL494芯片引脚功能

引脚	功能
1IN+ (第1脚) 和 1IN- (第2脚)	误差放大器I的正相和反相输入端
FEEDBACK (第3脚)	相位校正和增益控制
DTC (第4脚)	间歇期调理, 其上加0~3.3V电压时可使截止时间从2%变化到100%
CT (第5脚)、RT (第6脚)	分别用于外接振荡电阻和振荡电容
GND (第7脚)	接地
C ₁ (第8脚)	TL494内部末级输出三极管集电极
E ₁ (第9脚)	TL494内部末级输出三极管发射极
E ₂ (第10脚)	TL494内部末级输出三极管发射极
C ₂ (第11脚)	TL494内部末级输出三极管集电极
VCC (第12脚)	供电
OUTPUT CTRL (第13脚)	输出控制端, 该脚接地时为并联单端输出方式, 接14脚时为推挽输出方式
REF (第14脚)	5V基准电压输出端, 最大输出电流10mA
2IN+和2IN-	误差放大器II的正相和反相输入端

图8-21中D₁₄ (431) 为三端可调精密稳压器, 它的作用是为其他需要电压比较的电路提供基准电压。三极管Q₂₅和Q₂₇为对管, 其中一个在高电平状态下导通, 另一个在低电平状态下导通。

多组供电电路工作原理如下:

当TL494开始工作后, E2端输出一个脉冲方波信号, 方波信号经三极管放大后, 提供给三个场效应管, 从而控制场效应管的导通与截止, 而每个场效应管都由一个大功率快恢复二极管 (D₁₇、D₁₈和D₁₉) 保护。当方波的第一时刻Q₂₇导通时, Q₂₅截止, 三个场效应管的栅极为高电平, 三个场效应管同时导通由电源的5V为CPU供电; 当方波的第一时刻结束进入第二时刻后, Q₂₇截止, Q₂₅导通, 由于Q₂₅的集电极接地, 致使三个场效应管的栅极变为低电平, 三个场效应管截止, 此时由三个场效应管连接的电感和电容组成的低通滤波电路开始工作为CPU提供供电。同时TL494芯片的反馈端会将CPU供电电压反馈给TL494与CPU基准电压作比较, 如CPU供电电压与CPU基准电压不一致, 则调整E₂端输出的脉冲方波信号的幅值, 直到与CPU基准电压一致。

由KA7500B或TL494组成的多组供电电路多用在低端的主板中, 由于每个场效应管连接的快恢复二极管在通过大电流时, 二极管的发热量远大于场效应管, 因此在此供电电路中如果没有良好的散热系统, 它所产生的温度会使整个机箱急剧上升, 从而影响到系统的稳定性, 并有可能带来不安全的因素。

8.2.9 CPU供电电路故障检修流程

CPU供电电路的故障主要是由于电路中的场效应管损坏, 或为场效应管供电的电容损坏, 或与场效应管相连的低通滤波系统中的电容或电源管理芯片的故障造成的。为了更好地讲解CPU供电电路故障检修流程, 在讲解时结合图8-23所示的供电电路原理图, 并以多相供电电路中的其中一个单相供电为例讲解, 其他单相供电电路故障检测与此相同。

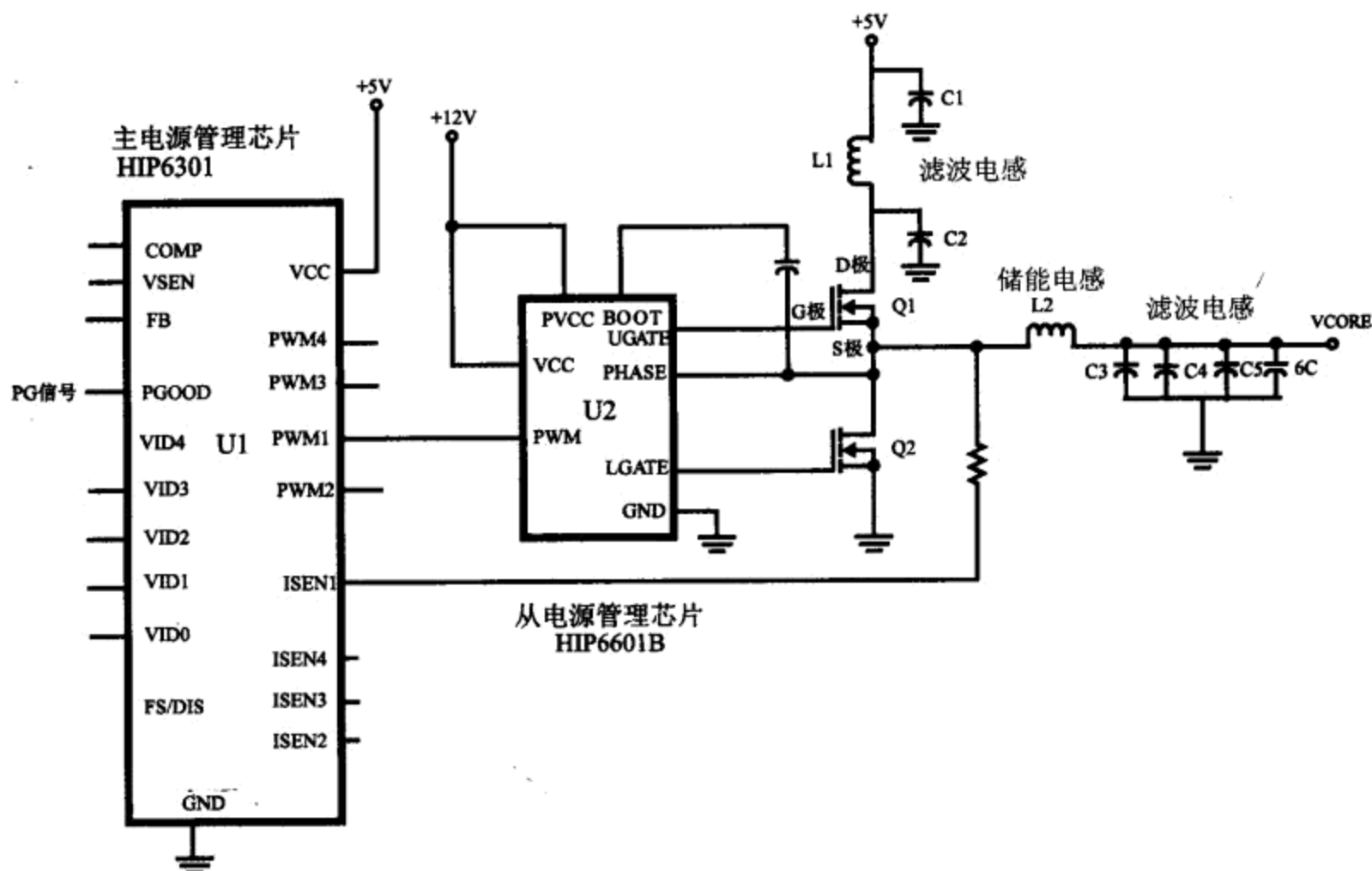


图8-23 CPU供电电路原理图

CPU供电电路故障检修流程图如图8-24所示。

8.2.10 CPU供电电路故障检测点

1. 易坏元器件

CPU供电电路中的易坏元器件主要有电源管理芯片、场效应管、滤波电容、限流电阻等。

2. 故障测试点

故障检测点1 场效应管。

场效应管损坏, 将导致CPU主供电没有电压输出, 造成不能开机, 所以在维修时首先检查场效应管是否正常。判断场效应管好坏的方法为: 将数字万用表拨到二极管挡, 然后先将场效应管的三只引脚短接, 接着用两只表笔分别接触场效应管三只引脚中的两只, 测量三组数据。如果其中两组数据为1, 另一组数据在 $300\Omega \sim 800\Omega$ 之间, 说明场效应管正常; 如果其中有一组数据为0, 则场效应管被击穿。

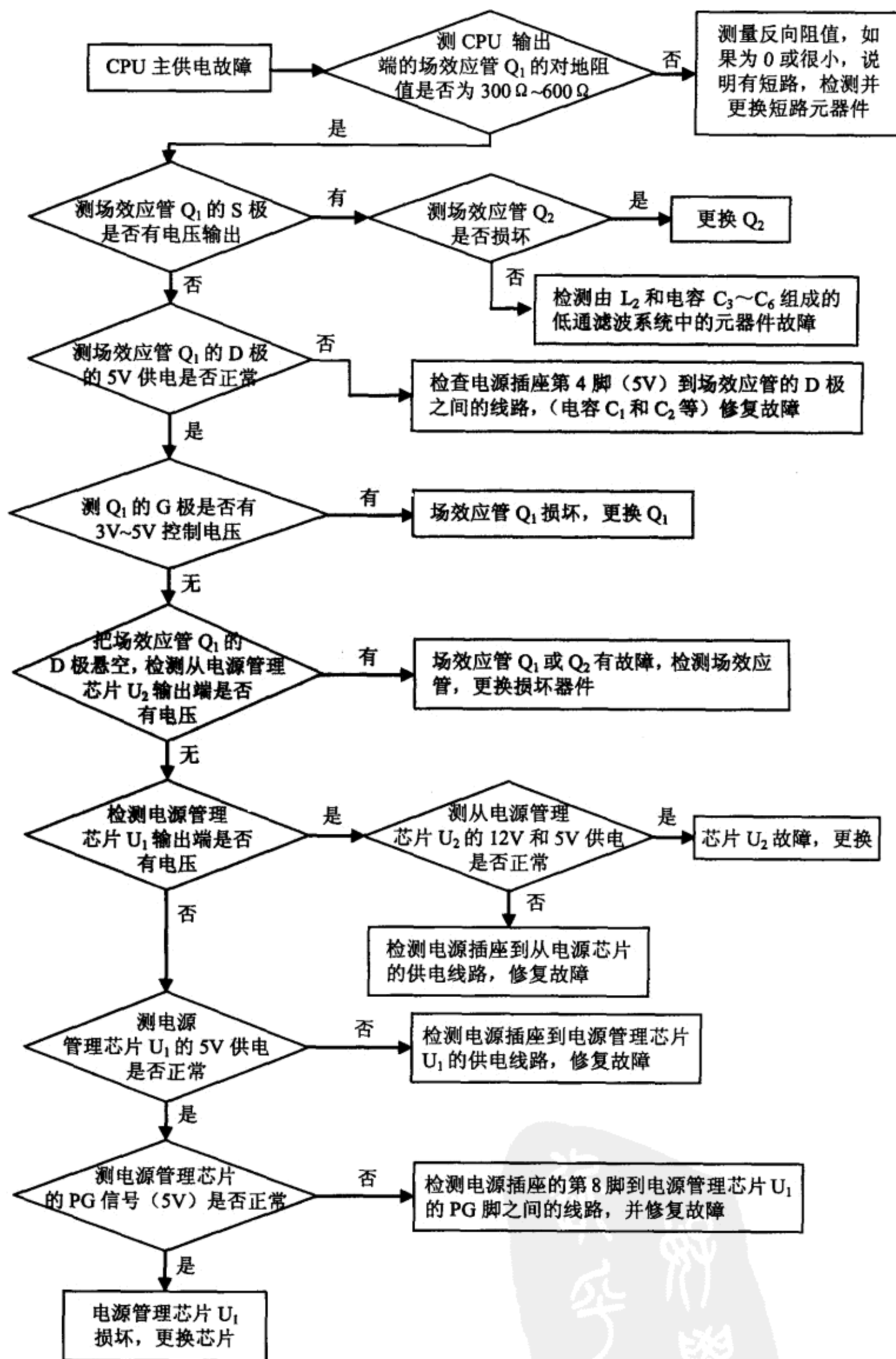


图8-24 CPU供电电路故障检修流程图

故障检测点2 电源管理芯片。

电源管理芯片损坏后，其输出端无电压信号输出，将无法控制场效应管工作，无法为CPU提供供电。判断电源管理芯片好坏的方法为：首先测量芯片的供电脚（5V或12V）有无电压，如有，接着测量电源管理芯片的输出脚和PG信号脚有无电压信号，如果无电压信号，则电源管理芯片损坏。

故障检测点3 滤波电容。

电容损坏可能导致无法正常提供供电或主板工作不稳定。判断电容好坏的方法为：测量前观察电容有无鼓包或烧坏，接着将万用表调到欧姆挡的“20k”挡，然后用万用表的两只表笔，分别与电容器的两端相接（红表笔接电容器的正极，黑表笔接电容器的负极），如果显示值从“000”开始逐渐增加，最后显示溢出符号“1”，表明电容器正常；如果万用表始终显示“000”，则说明电容器内部短路；如果始终显示“1”，则可能电容器内部极间开路。

8.3 内存供电电路分析及故障检修

主板中常见的内存插槽主要有SDRAM内存插槽、DDR内存插槽、DDR2内存插槽等。其中SDRAM内存使用的是3.3V供电，而DDR内存需要两种不同的电压供应，分别为2.5V电压和1.25V电压（用在数据线上）；DDR2内存的供电电压也需要两种，分别为1.8V电压和0.9V电压。内存供电部分通常被设计在内存插槽的附近，一般好的主板都有专门的供电电路。

8.3.1 内存供电电路供电机制

1. 主板内存供电电路的功能

内存供电电路主要是向内存提供其所需的3.3V电压、2.5V、1.8V、1.25V上拉电压、0.9V上拉电压等，如果内存供电电路过于简单或设计不合理就会出现内存供电不足的现象，继而影响主板的稳定性。

2. 主板内存供电电路的组成分类

内存供电电路主要包括两种供电方式，一种为开关电源组成的供电方式，采用这种方式的供电电路主要由专业电源管理芯片、电感、场效应管、滤波电容等部件组成，如图8-25所示。这种供电电路的工作原理和CPU供电电路的原理比较相似。

另一种供电方式为采用低压差线性调压芯片组成的调压电路进行供电的方式，调压电路组成的内存供电电路主要由运算放大器（如LM358）、精密稳压器（如TL431）、场效应管、电阻和电容等组成。如图8-26所示为采用调压方式的内存供电电路。

在内存供电电路中，一般主板的SDRAM供电电路都采用调压方式供电电路；而中低档主板的DDR内存供电电路一般采用调压方式供电，高档主板一般采用开关电源方式供电；DDR2内存供电电路一般采用开关电源方式供电。

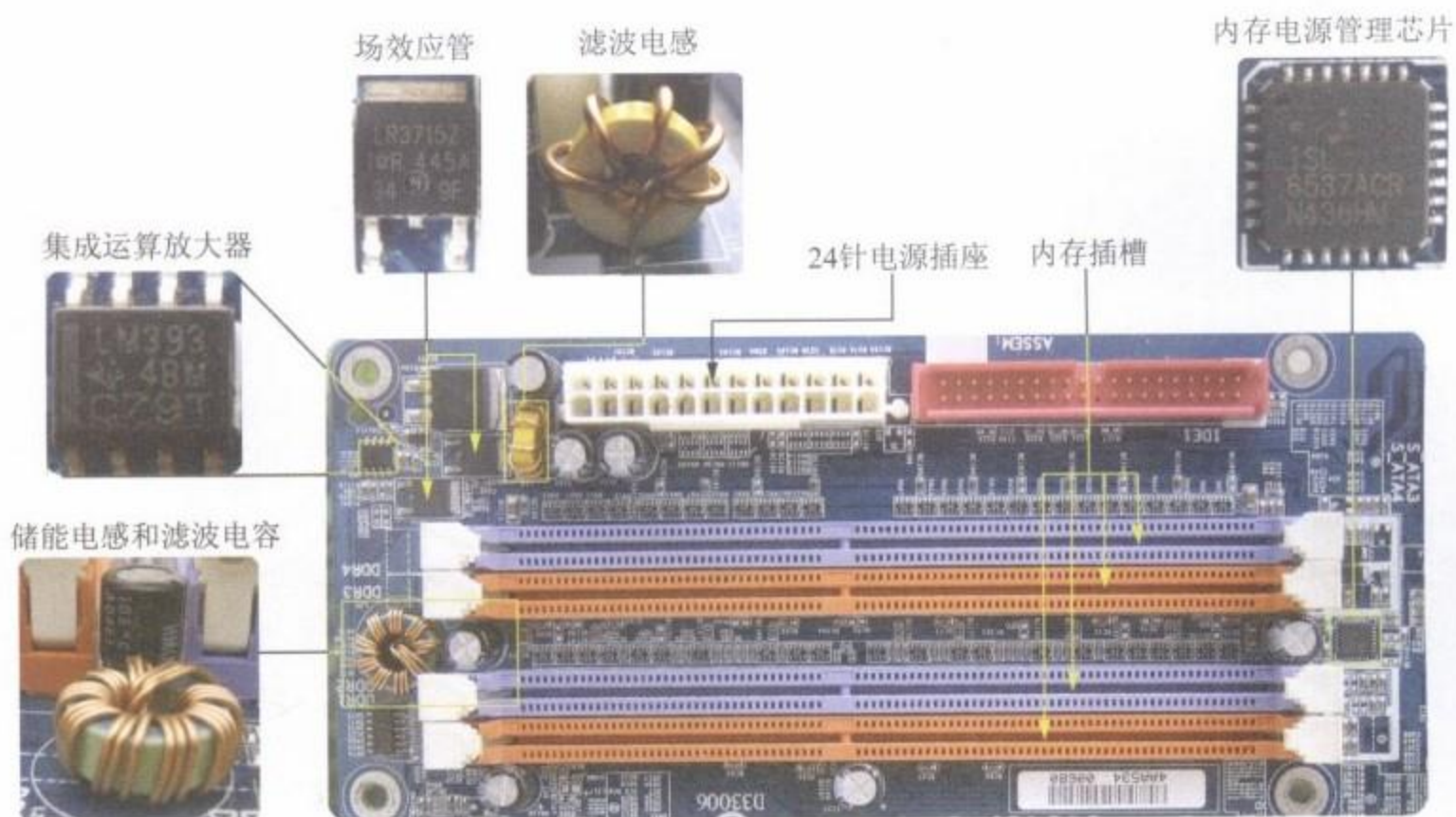


图8-25 开关电源组成的内存供电电路

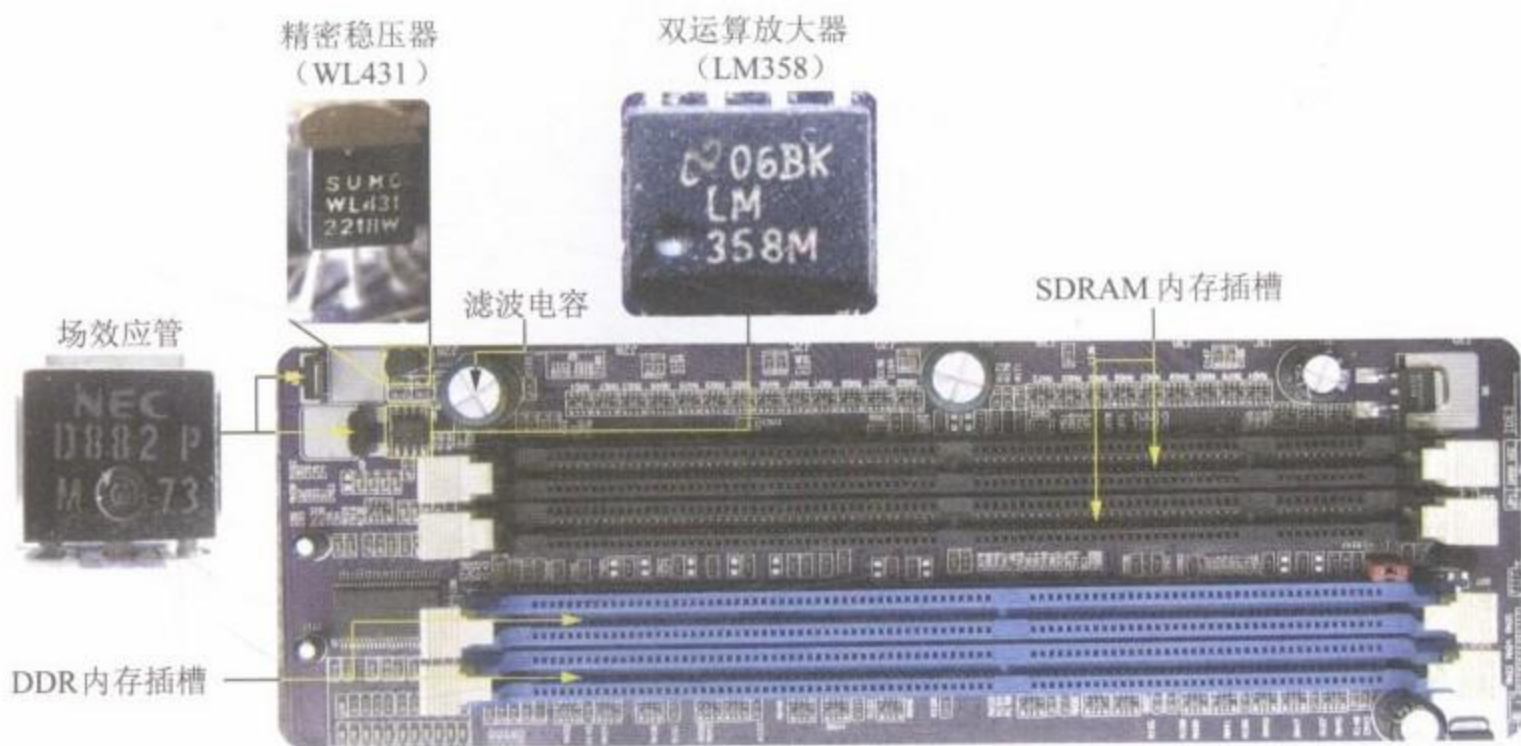


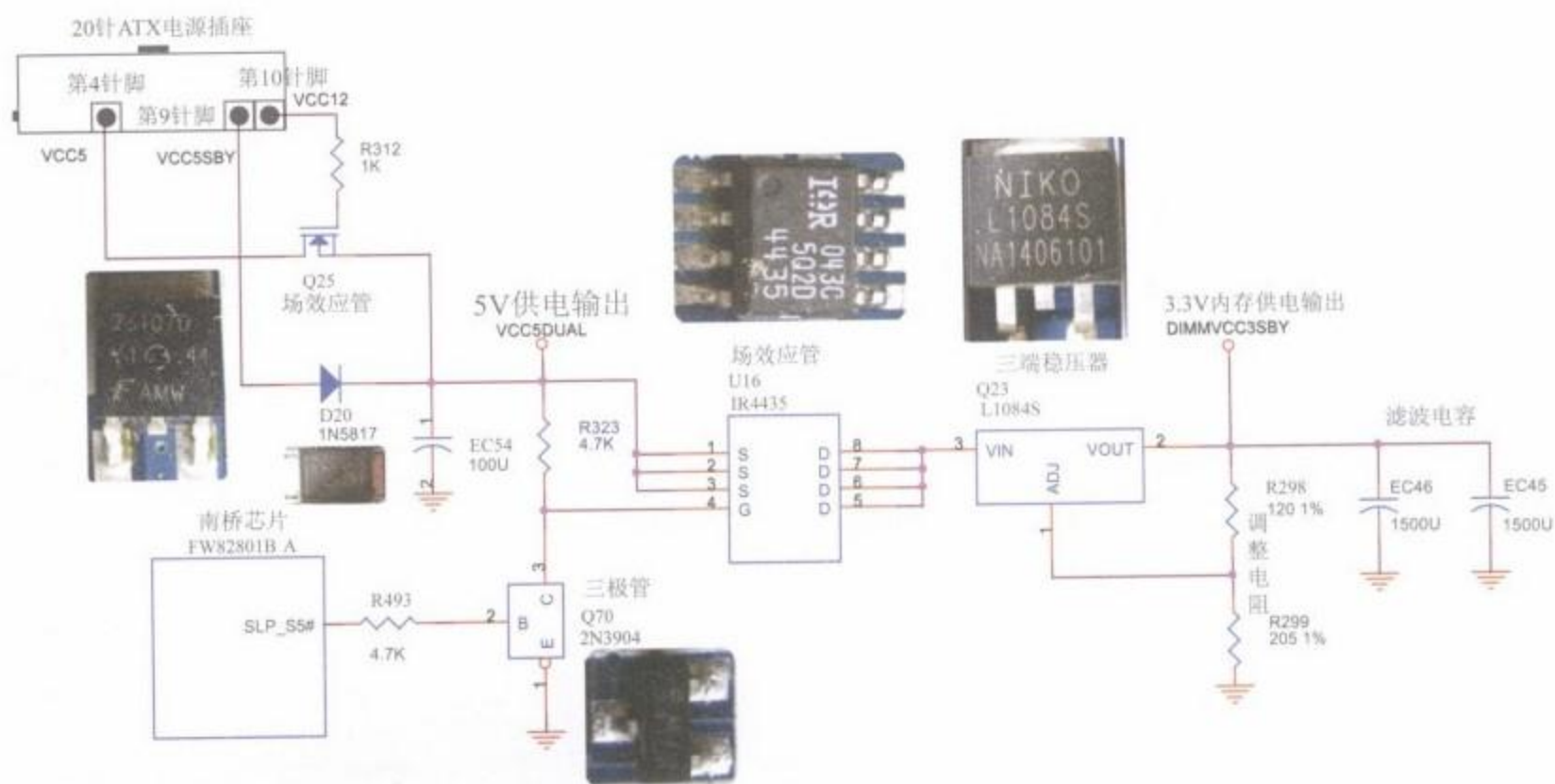
图8-26 调压电路组成的内存供电电路

8.3.2 SDRAM内存供电电路详解

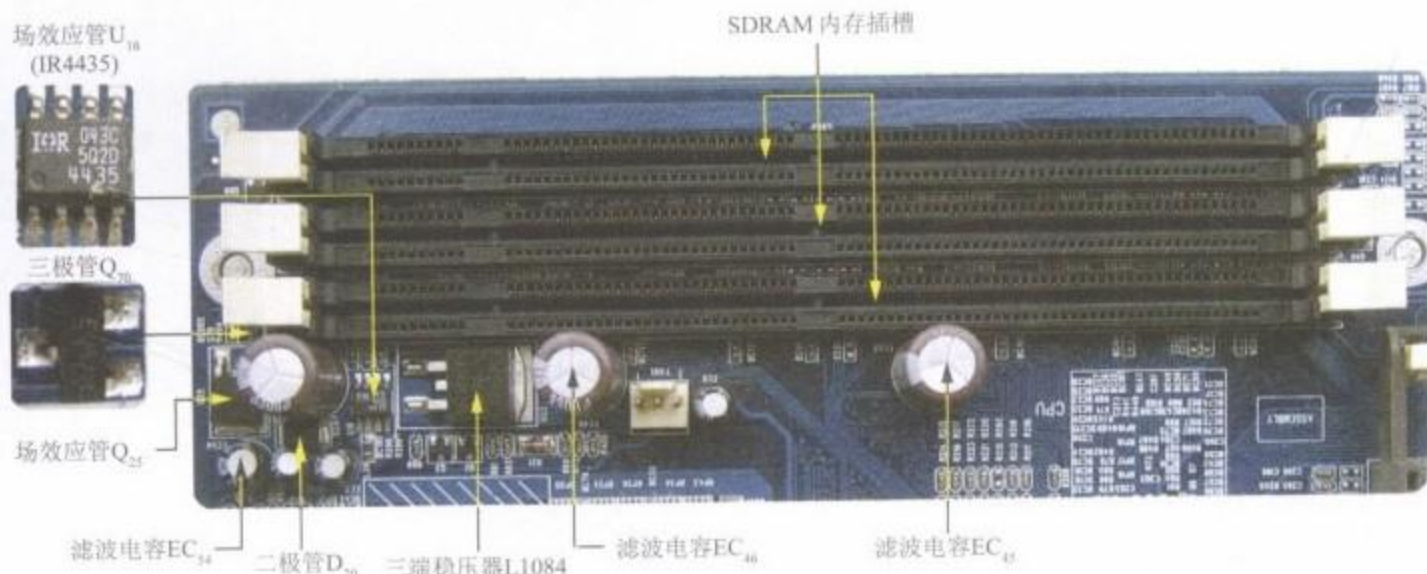
SDRAM内存需要3.3V工作电压，SDRAM内存的供电电路一般采用调压电路组成的内存供电电路供电，只有少数主板采用开关电源组成的内存供电电路供电，下面分别讲解。

1. 调压电路组成的SDRAM内存供电电路

调压电路组成的SDRAM内存供电电路，一般由三端稳压器（如LT1117、L1084等）、场效应管、滤波电容等组成，如图8-27所示为调压方式内存供电电路。



(a) 由三端稳压器和场效应管组成的3.3V内存供电电路原理图



(b) 由三端稳压器和场效应管组成的3.3V内存供电电路实物图

图8-27 调压方式内存供电电路

图中L1084 (Q_{23}) 为三端稳压器，ATX电源插座输出的电压经过它稳压后，可以输出3.3V电压，它的ADJ端为反馈端，连接两个电阻 R_{298} 和 R_{299} 实时监测输出端的电压，保证输出稳定的3.3V电压。 U_{16} 为八端P沟道场效应管，它的内部为一个场效应管，其中第5、6、7、8引脚为场效应管的D极，而第1、2、3引脚为场效应管的S极，第4引脚为场效应管的G极。 U_{16} 的第5、6、7、8引脚连接到三端稳压器的输入端。而第4引脚（G极）通过三极管 Q_{70} 连接到南桥芯片的SLP_S5#端口，由南桥发出控制信号控制场效应管 Q_{23} 的导通。场效应管的第1、2、3引脚（S极）通过二极管 D_{20} 和场效应管 Q_{25} 分别连接到20针ATX电源插座的第4脚、第9脚和第10脚，由ATX电源为其供电。

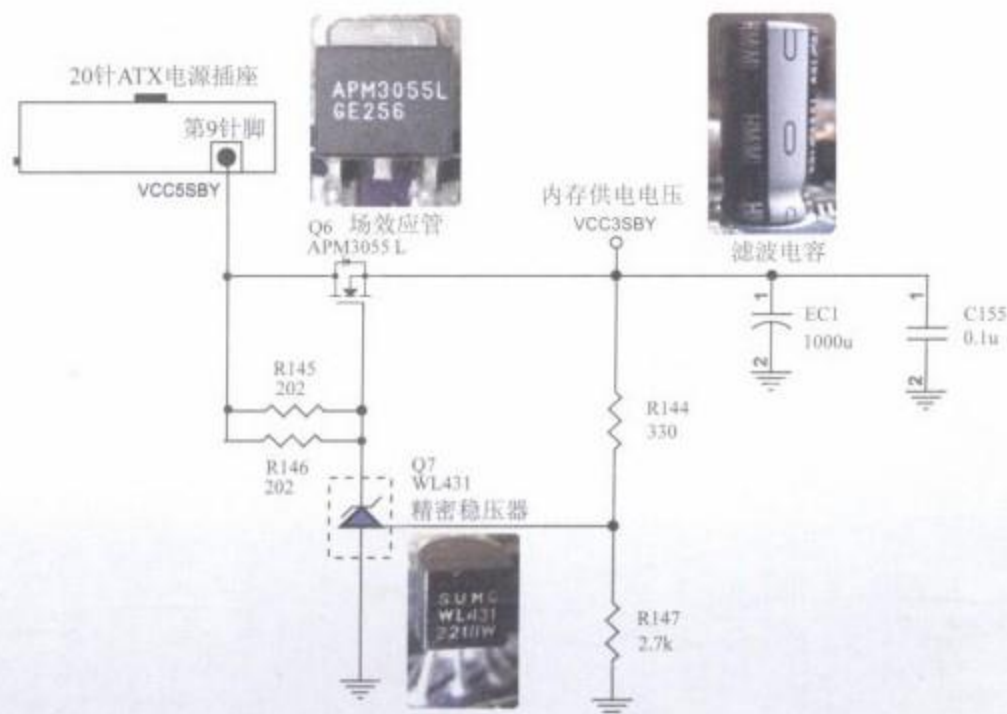
由L1084组成的调压方式内存供电电路的工作原理如下：

在ATX电源接通市电但电脑没有开机时，ATX电源的5VSB电压通过二极管 D_{20} 后分别加到场效应管 U_{16} 的第1、2、3引脚（S极）、第4引脚（G极）和三极管 Q_{26} 的c极。由于此时南桥芯片没有工作，其SLP_S5#端口的电压为低电平，因此三极管 Q_{26} 被截止，场效应管 U_{16} 处于截止状态，稳压器L1084的输入端VIN没有输入电压，输出端电压为0V。

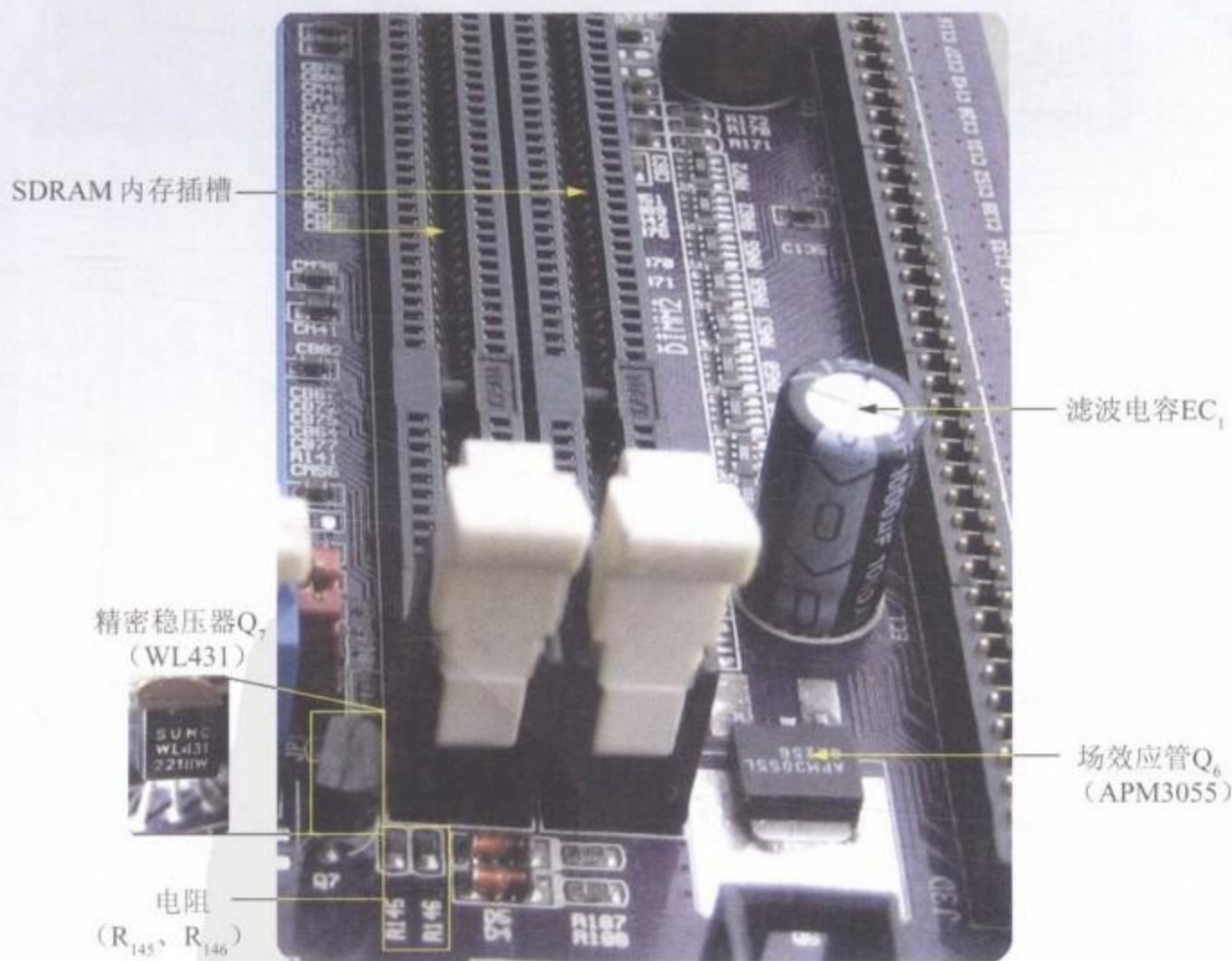
当电脑开机后，ATX电源第4脚的5V供电通过场效应管 Q_{25} 加到 U_{16} 的第1、2、3、4引脚。同

时南桥芯片通过SLP_S5#端口发出高电平控制信号，此控制信号加在三极管Q₇₀的b极，使三极管导通。接着场效应管U₁₆的G极变为高电平，场效应管U₁₆导通，5V电压通过U₁₆加到三端稳压器L1084的VIN（输入端），L1084稳压器开始工作从输出端（VOUT）输出3.3V电压，此电压再通过滤波电容滤波后为内存供电。此外，L1084的反馈端会通过电阻R298和R299实时监测输出的电压，保证输出电压为3.3V。

除了上面的内存供电电路外，有些主板还采用由431精密稳压器和场效应管及电容组成的调压电路为内存供电，如图8-28所示是由431组成的调压方式内存供电电路。



(a) 由精密稳压器和场效应管组成的3.3V供电电路原理图



(b) 由精密稳压器和场效应管组成的3.3V供电电路实物图

图8-28 由431组成的调压方式内存供电电路

图8-28所示的电路中, WL431为三端可调精密稳压器, 此稳压器一般用来提供基准电压。它的输出电压用两个电阻就可以任意地设置为2.5V~36V范围内的任何值。该器件的典型动态阻抗为 0.2Ω 。WL431的3个引脚分别为阴极 (CATHODE)、阳极 (ANODE) 和参考端 (REF), 如图8-29所示。

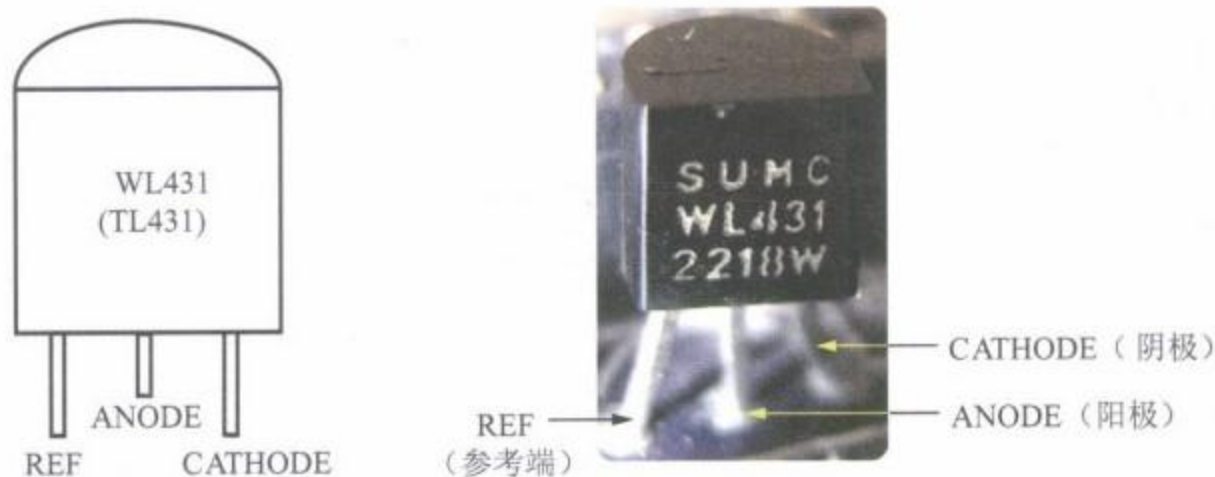


图8-29 精密稳压器WL431

在此电路中, ATX的5V供电电压通过场效应管和精密稳压器后直接输出3.3V电压, 此电压再经过滤波后为内存供电。

2. 开关电源组成的SDRAM内存供电电路

开关电源组成的SDRAM内存供电电路主要由电源管理芯片、场效应管等组成, 如图8-30所示是由HIP6501组成的开关电源方式SDRAM内存供电电路。

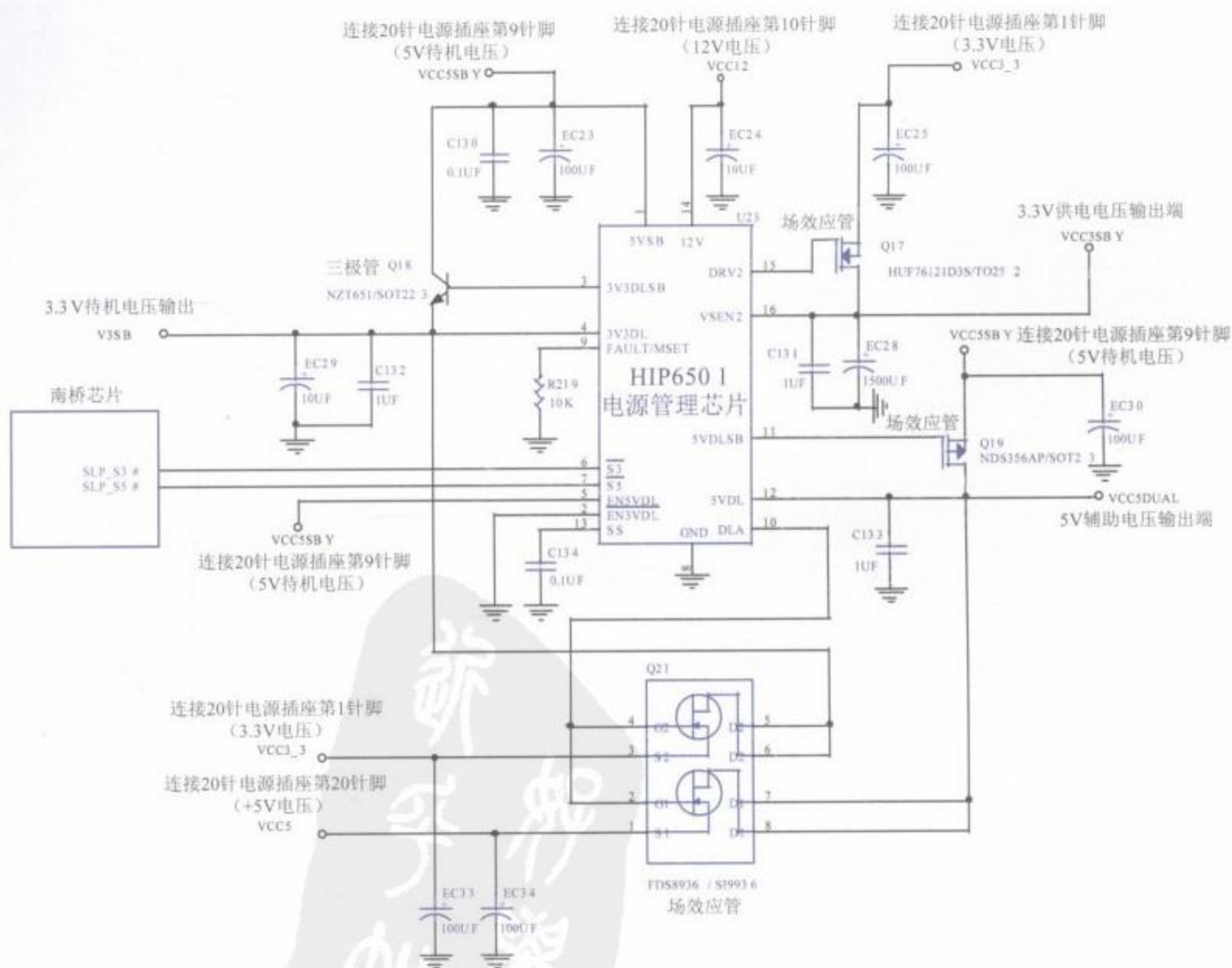


图8-30 开关电源方式SDRAM内存供电电路

图中，HIP6501为电源管理芯片，它一共16个引脚，其中5VSB和12V引脚为供电引脚，分别输入5V待机电压和12V电压； $\overline{S3}$ 、 $\overline{S5}$ 、 $\overline{EN3V3DL}$ 和 $\overline{EN5V3DL}$ 引脚为控制端，它们电压的高低会决定3V3DL、5V3DL及VSEN引脚的输出电压。这几个引脚为基准电压输出端。此开关电源供电电路可以输出3.3V待机电压、5V辅助电压、3.3V电压等，其中3.3V供电电压一般为内存供电。

8.3.3 DDR内存供电电路详解

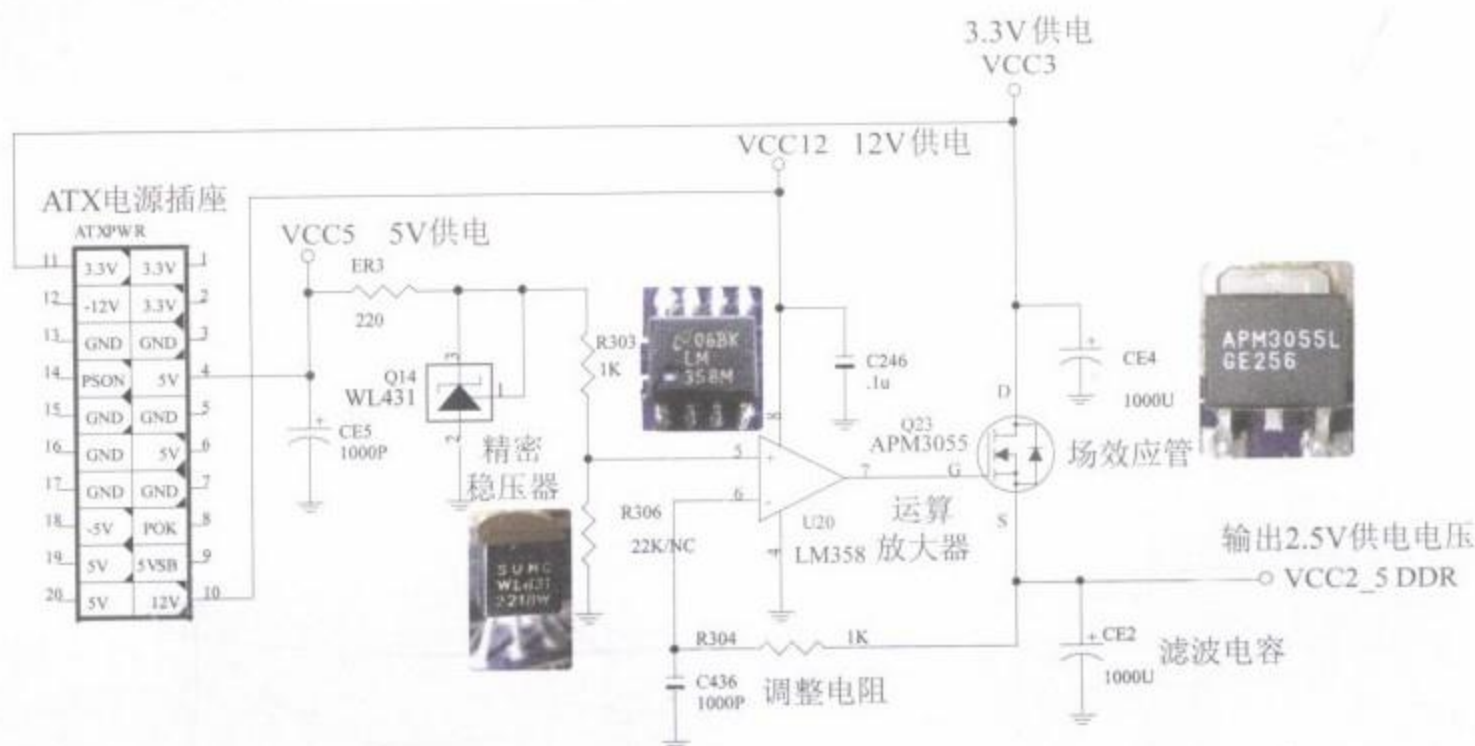
DDR内存需要2.5V工作电压和1.25V上拉电压（用在数据线上），有些主板的DDR内存供电电路采用调压方式供电电路，也有主板采用开关电源方式供电电路，还有主板采用两种方式组合供电电路，下面分别讲解。

1. DDR内存2.5V供电电路

主板DDR内存2.5V供电电路主要包括调压电路组成的供电电路和开关电源组成的供电电路两种。

(1) 调压电路组成的2.5V供电电路

调压电路组成的DDR内存2.5V供电电路，一般由运算放大器（如LM358），精密稳压器（如TL431），场效应管，滤波电容等组成，如图8-31所示为调压电路组成的DDR内存2.5V供电电路。



(a) 由运算放大器和场效应管等组成的DDR内存2.5V供电电路原理图



(b) 由运算放大器和场效应管等组成的DDR内存2.5V供电电路实物图

图8-31 调压电路组成的2.5V供电电路

图中，WL431为精密稳压器，为供电电路提供2.5V基准电压。LM358为双运算放大器，LM358内部包括有两个独立的、高增益、内部频率补偿的双运算放大器，适合于电源电压范围很宽的单电源使用，也适用于双电源工作模式，能够分别独立地输出标准1.5V~3.3V内存电压。LM358的封装形式有塑封8引线双列直插式和贴片式，如图8-32和表8-5所示分别为LM358引脚图和引脚功能表。

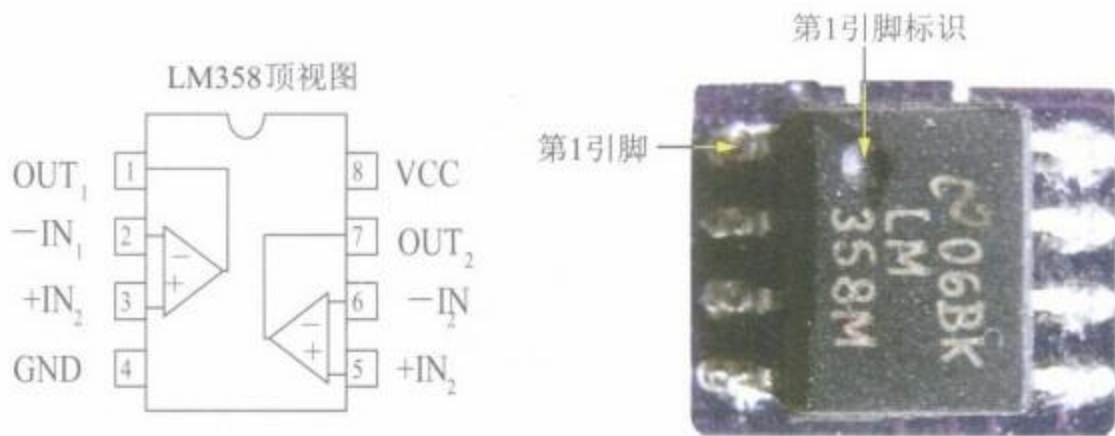


图8-32 LM358引脚图

表8-5 LM358引脚功能

引脚	功能
+IN ₁ （第3脚）和+IN ₂ （第5脚）	运放正相输入端1和2
-IN ₁ （第2脚）和-IN ₂ （第6脚）	运放反相输入端1和2
OUT ₁ （第1脚）、OUT ₂ 和（第7脚）	运放输出端1和2
GND（第4脚）	接地
VCC（第8脚）	12V供电

由调压电路组成的DDR内存供电电路的工作原理如下：

在通电的瞬间，LM358没有电压输出，场效应管Q₂₃的G极为低电平，场效应管Q₂₃处于截止状态，场效应管Q₂₃的S极没有电流输出。

在通电后的瞬间，ATX电源的5V供电经过WL431稳压后，输出2.5V电压，加在LM358的正相输入端（第5脚）；ATX电源的+12V电压加在LM358的第8脚为LM358提供工作电压；而ATX的3.3V电压通过滤波后加在场效应管Q₂₃的D极。在LM358有了工作电压后开始工作，它的输出端开始输出高电平，此高电平直接加在场效应管Q₂₃的G极，G极的高电平使场效应管Q₂₃导通。同时，场效应管的S极开始有电流输出，电压开始升高。

与此同时输出的电压经过反馈电阻R₃₀₄后加在LM358的反相输入端，LM358会将反相输入端电压（反馈电压）与正相输入端电压（取样电压）进行比较。如果反相输入端电压比正相输入端电压低，LM358的输出端电压继续升高，直到LM358的反相输入端电压与正相输入端电压都为2.5V时，这时LM358保持平衡输入状态。

当内存开始工作（如存取数据等），消耗了一部分电流，LM358的反相输入端的电压将会变低，这时LM358的输出端继续输出高电平，场效应管Q₂₃继续导通，输出电压将继续升高，直到与LM358正相输入端电压（取样电压）一致，LM358又保持平衡输入状态。

当内存存取数据结束，停止工作，LM358的反相输入端的电流升高，同时电压也升高，比LM358的正相输入端电压高。这时LM358的输出端将输出低电平，同时场效应管Q₂₃的G极电压

变为低电平，场效应管 Q_{23} 截止，输出的电压开始下降，直到与取样电压一致。当输出端电压又比正相输入端电压高时，LM358又输出低电平使输出端电压变低，如此往复将电压保持在2.5V左右，为内存提供的2.5V供电电压。

(2) 开关电源组成的2.5V供电电路

开关电源组成的DDR内存2.5V供电电路主要由电源管理芯片、场效应管、电感和滤波电容等组成，如图8-33所示。

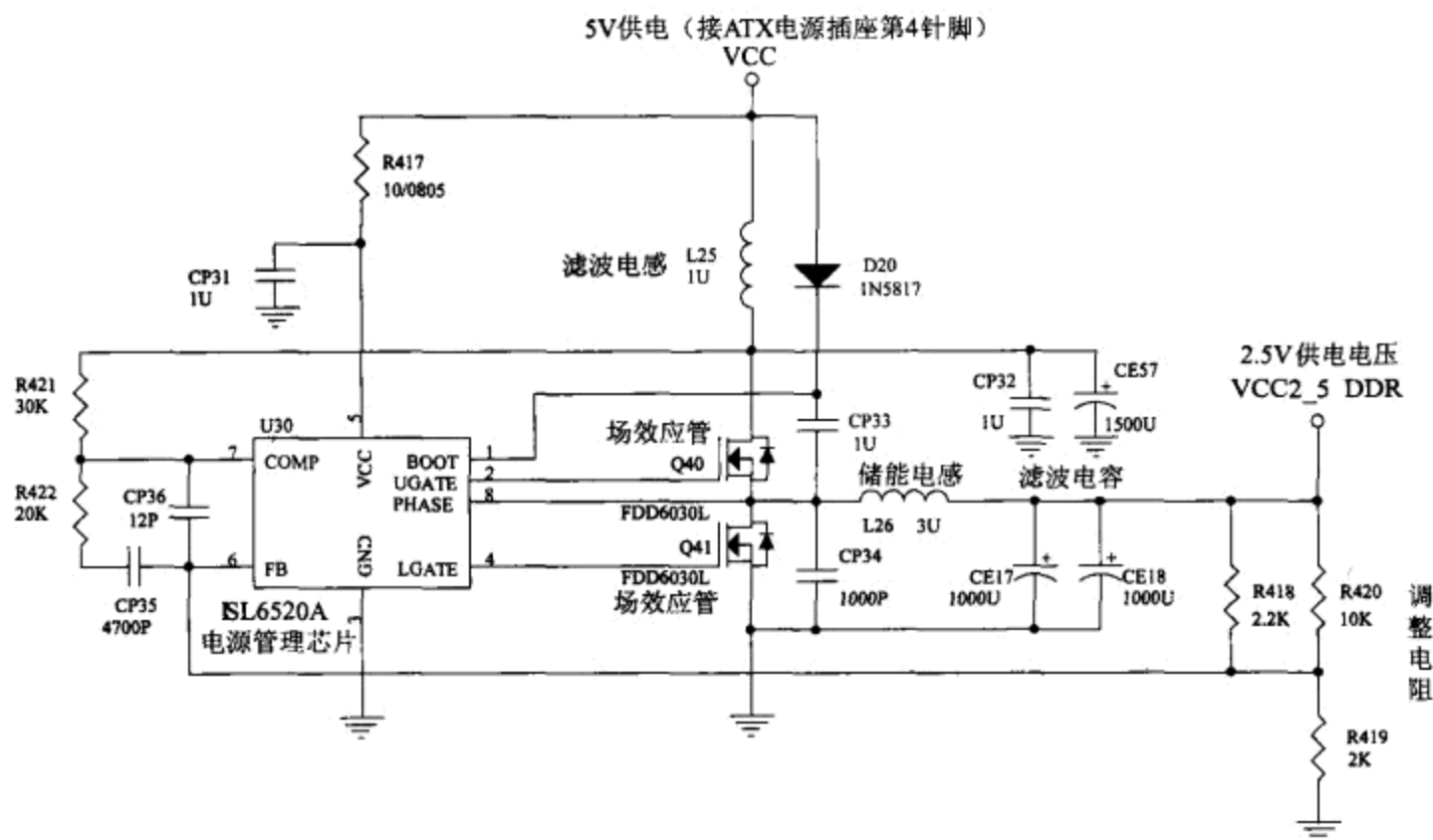


图8-33 开关电源组成的DDR内存2.5V供电电路

图中，ISL6520为单路电源管理芯片，此芯片的UGATE为高端门输出端，LGATE为低端门输出端，在工作时这两个端口会输出两路反相脉冲分别驱动两个场效应管轮流导通与截止；VCC为5V供电端；FB引脚为基准电压输入端，COMP引脚为电源信息反馈端，一般FB与COMP一起组成反馈电路，实时监测输出的供电电压； L_{25} 为滤波电感； L_{26} 为储能电感。

由ISL6520组成的开关电源方式2.5V供电电路的工作原理与CPU单相供电电路的工作原理相同，主要通过ISL6520的高端门和低端门分别输出两路反相脉冲分别驱动两个场效应管轮流导通与截止，将电能储存在储能电感 L_{26} 中，然后由 L_{26} 和滤波电容 CE_{17} 和 CE_{18} 组成的低通滤波系统为内存输出2.5V供电电压。具体工作原理请参考CPU单相供电电路。

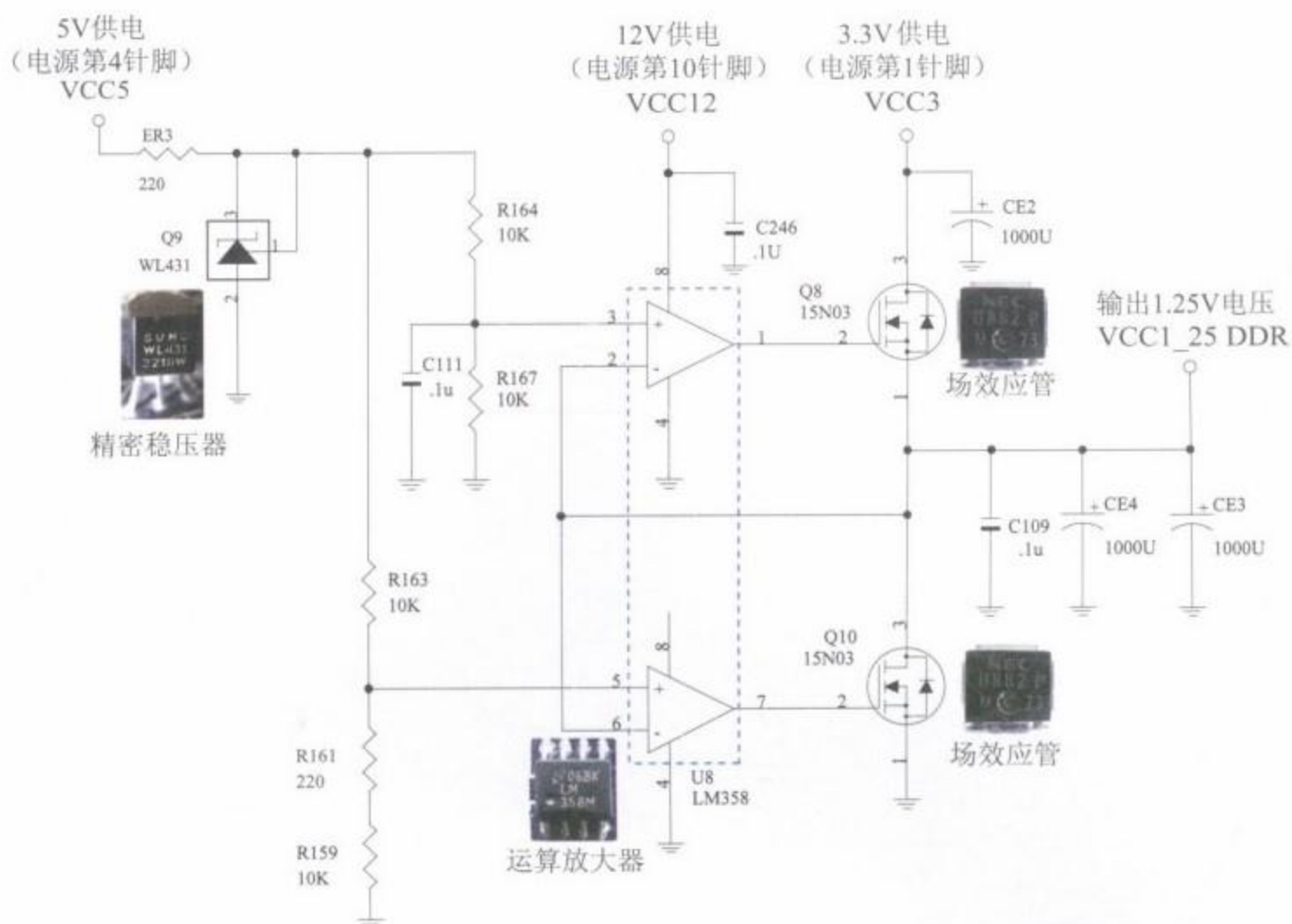
2. DDR内存1.25V供电电路

DDR内存1.25V上拉电压主要用来给内存总线的数据线和地线提供上拉电压，此电压一般通过上拉电阻连接到内存电路中。DDR内存1.25V上拉供电电路主要包括调压电路组成的1.25V供电电路和开关电源组成的1.25V供电电路，下面分别讲解。

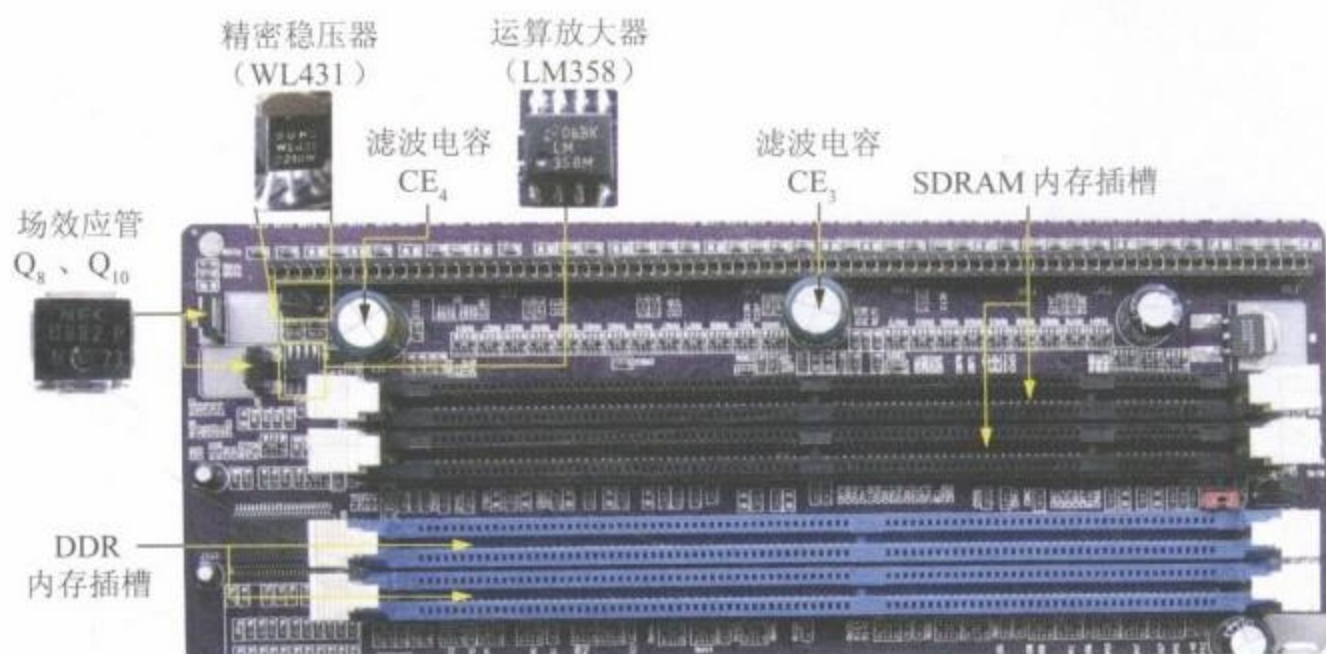
(1) 调压电路组成的1.25V供电电路

调压电路组成的1.25V供电电路包括两种，一种是由精密稳压器、双运算放大器、场效应管和滤波电容组成，如图8-34所示。

图中，WL431为精密稳压器，为供电电路提供2.5V电压，此电压经过电阻分压后变为1.25V基准电压加到LM358的第3脚和第5脚。LM358为双运算放大器，它的工作电压为12V，输出1.5V~3.3V电压，它的各个引脚功能参考表8-5。它的输出端第1脚和第7脚分别连接1个场效应管。



(a) 由精密稳压器、运算放大器和场效应管等组成的1.25V供电电路原理图



(b) 由精密稳压器、运算放大器和场效应管等组成的1.25V供电电路实物图

图8-34 调压电路组成的DDR内存1.25V供电电路图

DDR内存1.25V上拉供电电路的工作原理如下:

首先, ATX电源的5V供电经过精密稳压器后, 输出2.5V电压。此电压分成两路, 一路经过电阻 R_{159} 、 R_{161} 和 R_{163} 分压后, 电压变为1.25V加在LM358的正相输入端2 (第5脚), 使LM358正相输入端2的电压为1.25V; 另一路经过电阻 R_{164} 、 R_{167} 分压后, 电压变为1.25V加在LM358的正相输入端1 (第3脚), 使LM358正相输入端1的电压为1.25V。

在通电的瞬间由于场效应管 Q_8 、 Q_{10} 的G极电压为低电平, 场效应管 Q_8 和 Q_{10} 处于截止状态。供电电路的输出端电压为0V, 由于LM358的两个反相输入端 (第2脚和第6脚) 直接连接

到供电电路的输出端，因此LM358的反相输入端电压为低电平（0V），低于正相输入端的电压（1.25V），即反馈端电压低于取样端电压，LM358开始工作并输出高电平。接着场效应管 Q_8 和 Q_{10} 的G极变为高电平，场效应管 Q_8 和 Q_{10} 导通，供电电路开始输出电压。

当供电电路输出端电压高于1.25V时，由于LM358的反相输入端直接连接到供电电路输出端，因此LM358的反相输入端电压高于1.25V，即反馈端电压高于取样端电压。接着LM358的第1脚和第7脚开始输出低电平，场效应管 Q_8 和 Q_{10} 的G极变为低电平，使场效应管 Q_8 和 Q_{10} 截止。接着供电电路输出端电压开始下降，当输出端电压低于1.25V时，LM358又输出高电平，场效应管 Q_8 和 Q_{10} 又导通，供电输出端的电压又开始升高，如此循环将输出电压保持在1.25V左右，最后经过滤波电容滤波后向内存的数据线和地址线提供1.25V上拉供电。

另一种是由多端稳压器组成的1.25V供电电路，如图8-35所示。

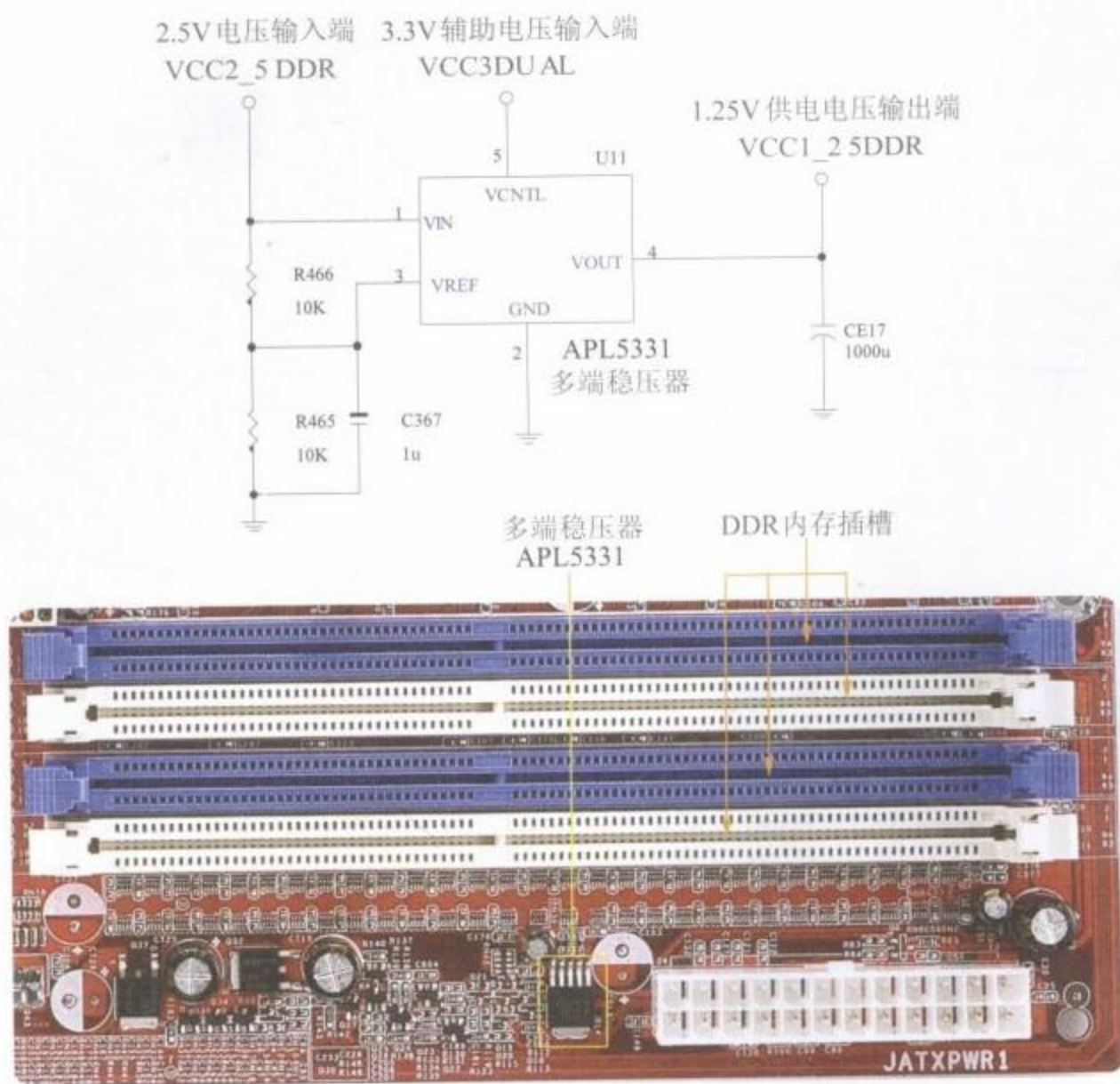


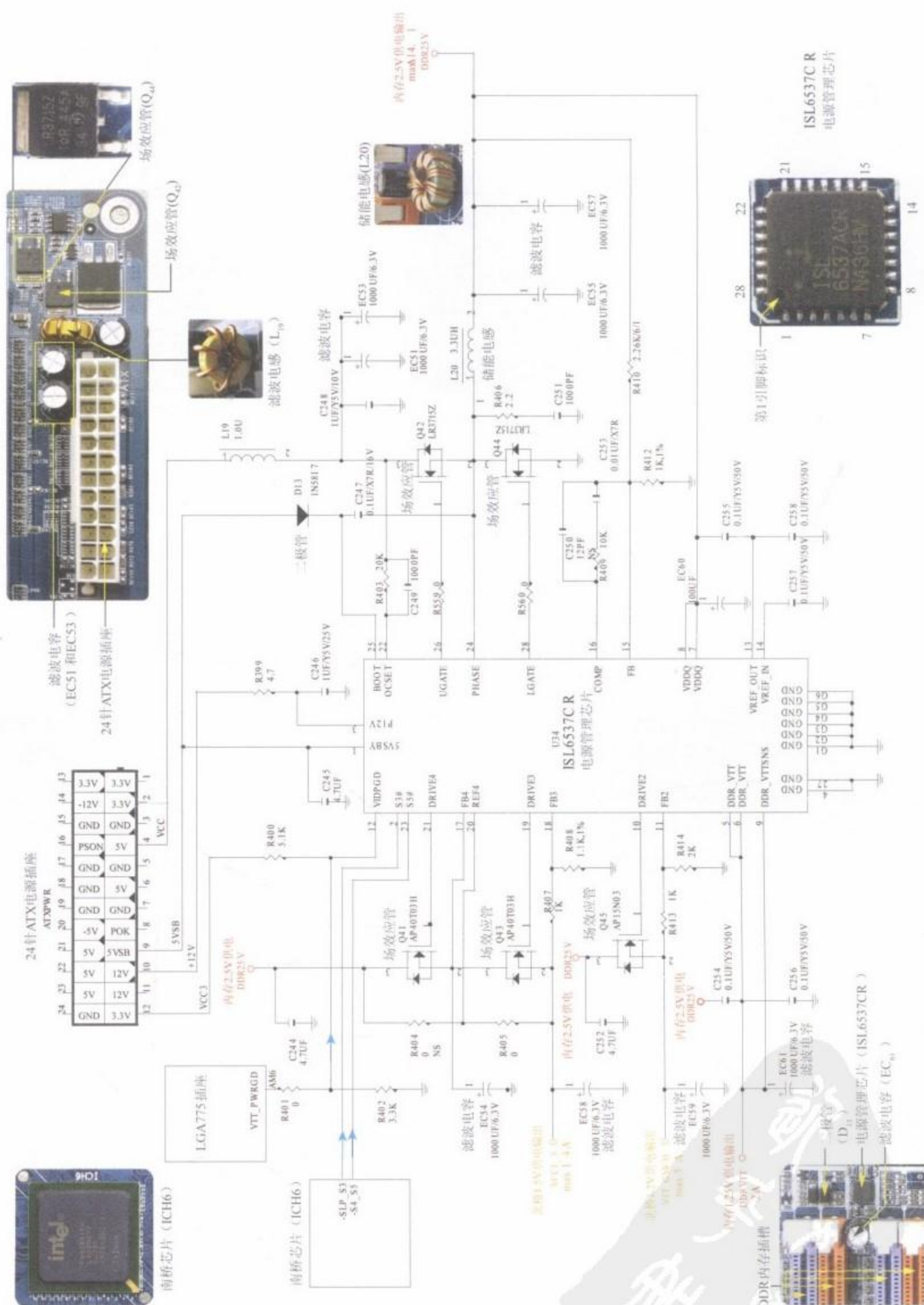
图8-35 多端稳压器组成的1.25V调压方式供电电路图

图中， U_{11} 为五端稳压器APL5331（有的为8个引脚，其中第5、6、7、8引脚都为VCNTL端），常用的多端稳压器还有RT9173。稳压器APL5331的VIN为2.5V电压输入端，VREF为参考电压输入端，VCNTL为3.3V工作电压输入端，VOUT为输出端。五端稳压器组成的供电电路的工作原理非常简单，它的内部实际包含一个控制电路和两个场效应管（相当于图8-34中的双运算放大器和场效应管）。工作时只要将2.5V电压接到VIN端口，将分压电阻连接到VREF端口，稳压器内部的控制电路和场效应管将电压处理后，输出端口VOUT即可输出稳定的1.25V电压。

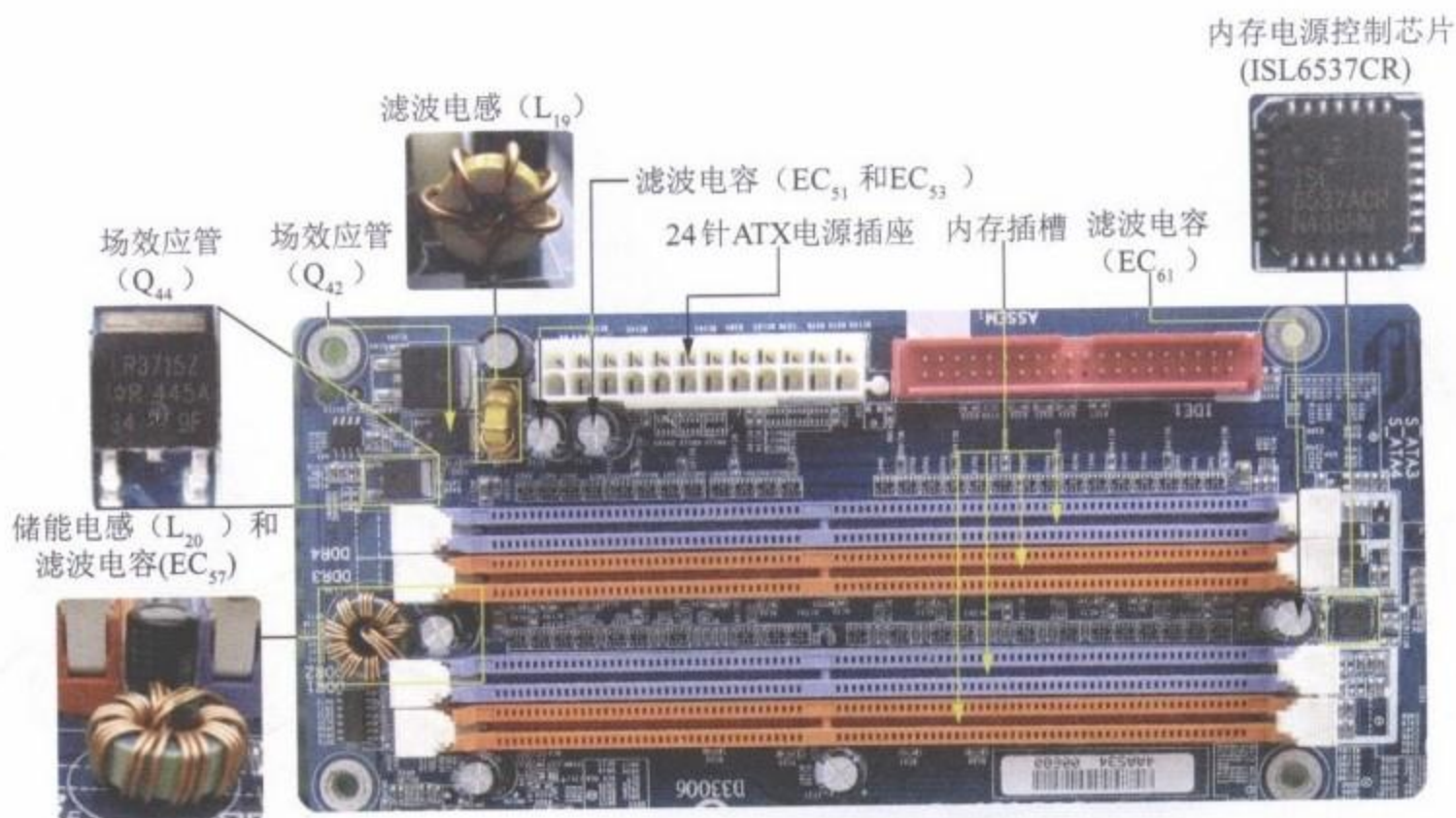
（2）开关电源组成的1.25V供电电路

开关电源组成的1.25V供电电路一般应用在支持双通道内存的主板中。开关电源组成的

1.25V供电电路主要由电源管理芯片、场效应管、电感、滤波电容等组成。如图8-36所示为开关电源组成的1.25V供电电路图。



(a) 开关电源组成的DDR内存1.25V供电电路原理图



(b) 开关电源组成的DDR内存1.25V供电电路实物图

图8-36 开关电源组成的DDR内存1.25V供电电路图

图中，ISL6537为专用电源管理芯片，此芯片可以为内存提供2.5V和1.25V供电，同时还可以为北桥提供1.5V供电电压和1.2V供电电压。此芯片的工作电压为5V和12V，通常需要和场效应管配合使用。

ISL6537的OCSET引脚为电源允许输出引脚，此引脚只有为高电平时，电源管理芯片才输出电压。S3#和S5#引脚为两个控制信号输入端，这两个引脚直接连接南桥芯片，由南桥发送控制信号，控制电源管理芯片开始工作，一般开机后南桥会向S3#发送低电平信号，向S5#发送高电平信号。VIDPGD引脚为复位信号输入引脚，在收到复位信号后，电源管理芯片自动复位，开始工作。UGATE引脚（高端门输出端）和LGATE引脚（低端门输出端）为驱动信号输出端，电源管理芯片会输出两路反相的脉冲信号，驱动控制两个场效应管的导通与截止，然后输出2.5V电压，为内存提供供电。其中FB和COMP引脚组成的回路为2.5V电压输出反馈回路，用来侦测输出的2.5V电压是否有偏差。

DRIVE₄、DRIVE₃和DRIVE₂为三个驱动脉冲信号输出端，通过控制两个场效应管的导通与截止，可以输出1.5V供电电压。REF₄为基准电压输入端，FB₂、FB₃和FB₄为反馈端，用于侦测输出的电压是否有偏差。DDR_VTT引脚为芯片内部功率电路输出端，通过内部调压电路处理，可以向内存输出1.25V上拉电压。

8.3.4 DDR2内存供电电路详解

DDR2内存需要1.8V工作电压和0.9V上拉电压（用在数据线上），DDR2内存供电电路主要采用开关电源方式供电电路，但也有采用调压方式供电的，下面分别讲解。

1. DDR2内存1.8V供电电路

主板DDR2内存1.8V供电电路主要包括调压电路组成的供电电路和开关电源组成的供电电路两种。其中调压电路组成的供电电路的工作原理与DDR内存的相同，下面以开关电源组成的供电电路为例，讲解1.8V供电电路，如图8-37所示为1.8V供电电路。

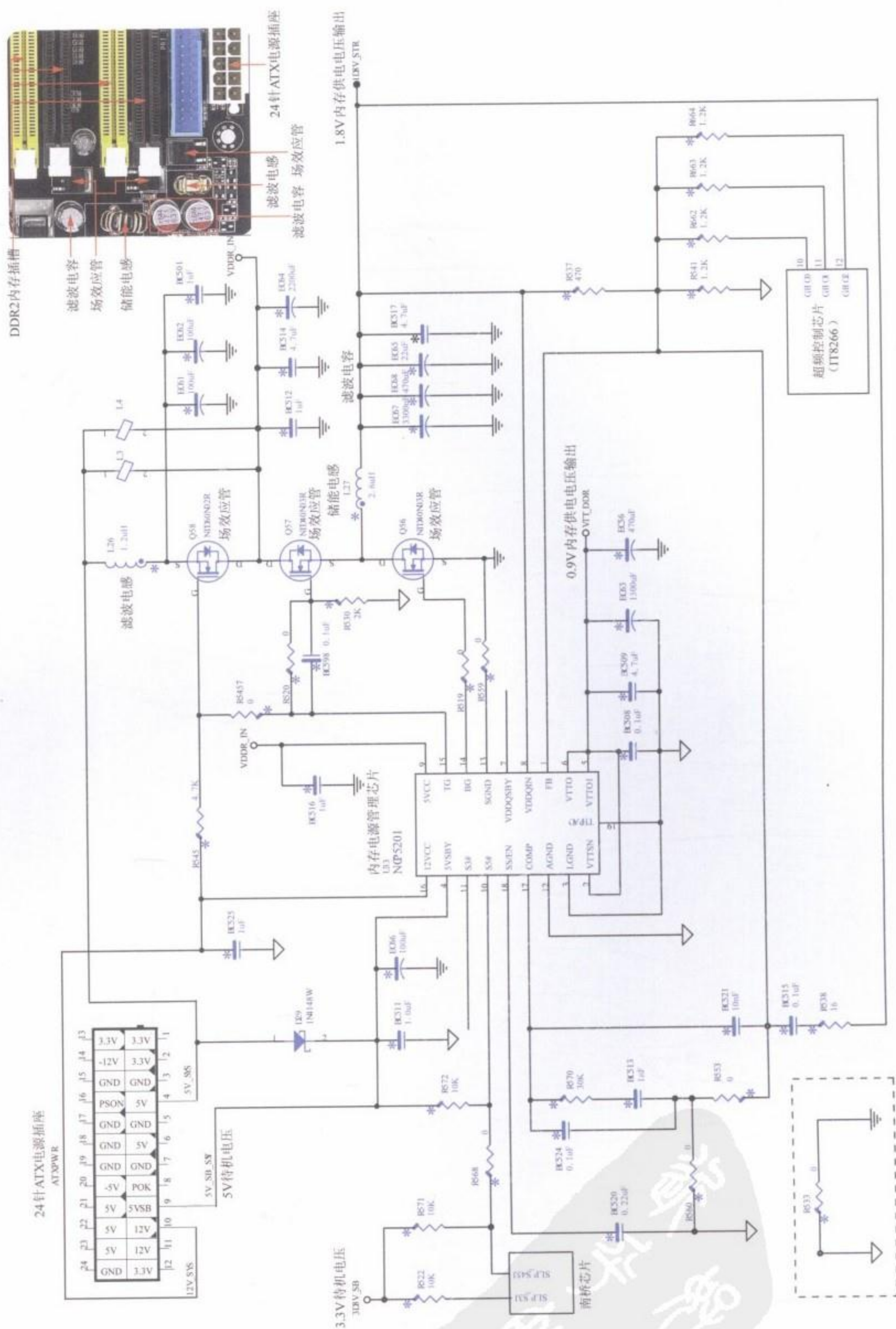


图8-37 DDR2内存1.8V供电电路图

图中开关电源电路主要由NCP5201组成，此芯片为内存专用电源管理芯片。此芯片共有18个引脚，其中12VCC、5VSBY为12V和5V电压输入引脚，为电源管理芯片提供工作电压。S3#、S5#、SS/EN引脚为控制信号输入端，其中S3#为空脚，S5#连接南桥芯片，由南桥芯片发送控制信号，使电源管理芯片复位（低电平信号为工作信号，高电平信号为关闭信号），SS/EN为软启动控制端。

TG引脚（高端门输出端）和BG引脚（低端门输出端）为驱动信号输出端，电源管理芯片通过输出两路反相的脉冲信号，驱动两个场效应管（Q56和Q57）的导通与截止，从而为内存提供1.8V供电。其中FB和COMP组成的回路为1.8V输出电压反馈回路，用来侦测输出的1.8V电压是否有偏差。而SGND引脚用来侦测TG和BG端输出的相的高低变化过程，防止TG没有关闭时，就把BG打开。

VTT0和VTT01为电源管理芯片内部功率电路输出端，通过内部调压电路处理，可以向内存输出0.9V上拉电压。其中VDDQIN引脚为内部功率电路提供基准电压，连接1.8V电压输出端。

2. DDR2内存0.9V供电电路

DDR2内存0.9V供电电路一般采用开关电源供电方式，如图8-37中的电源管理芯片NCP5201就输出0.9V上拉电压。除开关电源供电方式外，有的主板也采用调压方式供电电路为DDR2内存提供0.9V上拉电压。不过为了减少干扰，提高稳定性，调压方式供电电路通常采用集成调压电路的多端稳压器来为DDR2内存供电。如图8-38所示为调压电路组成的DDR2内存0.9V供电电路。

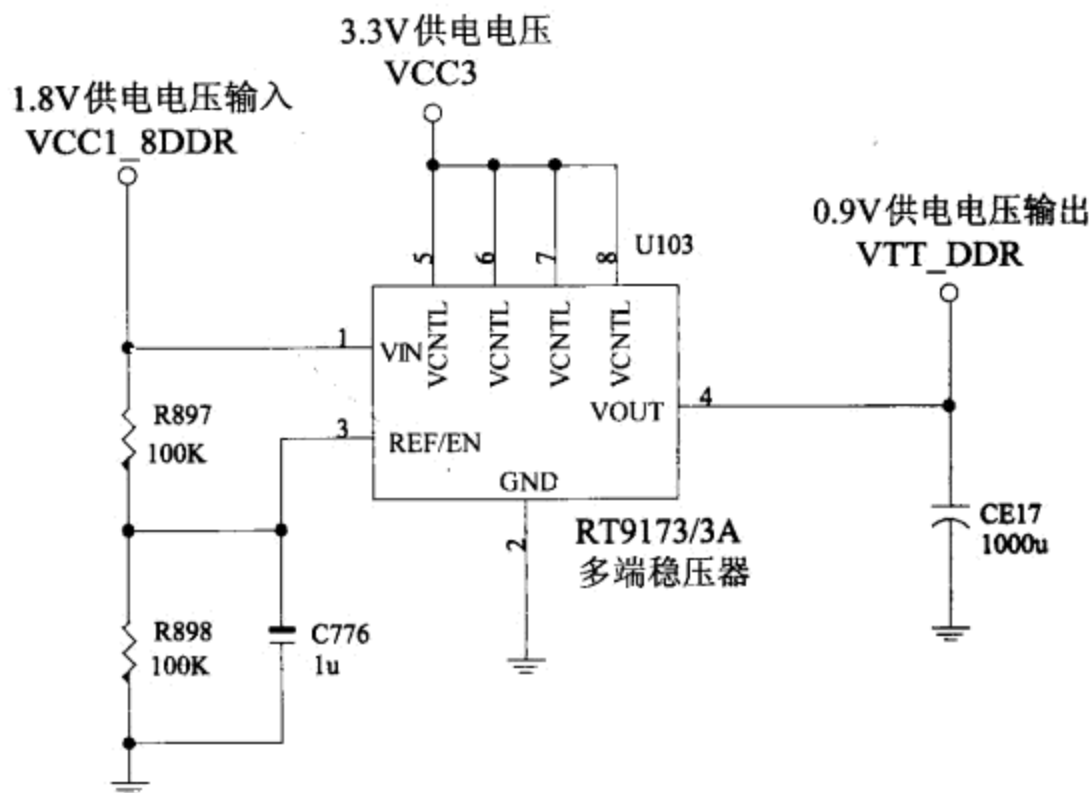


图8-38 调压电路组成的DDR2内存0.9V供电电路

图中， U_{103} 为八端稳压器RT9173（与APL5331的工作原理相同），其中VIN为1.8V电压输入端，REF/EN为参考电压输入端，通过电阻 R_{897} 和 R_{898} 分压后，向芯片内部的控制电路输入参考电压，VCNTL为3.3V工作电压输入端，VOUT为0.9V电压输出端。多端稳压器组成的内存供电电路的工作原理非常简单，只要将1.8V电压接到VIN，将分压电阻连接到REF/EN，稳压器内部的控制电路和场效应管将电压处理后，输出端口VOUT即可输出稳定的0.9V电压，为内存供电。

8.3.5 内存供电电路故障检修流程

由于内存供电电路分为由开关电源组成的供电电路和由调压电路组成的供电电路，因此针对不同的供电电路要采用不同的检修方法。其中开关电源组成的供电电路的检修方法与CPU供电电路的检修方法相同，这里不再重复，下面重点讲解调压电路组成的供电电路的检修方法。

调压电路组成的内存供电电路的故障主要是由于电路中的场效应管损坏，或为场效应管提供供电的电容损坏或与场效应管相连的滤波电容或LM358芯片损坏或故障造成的，为了更好地讲解内存供电电路故障检修流程，在讲解时结合图8-39所示的供电电路原理图。

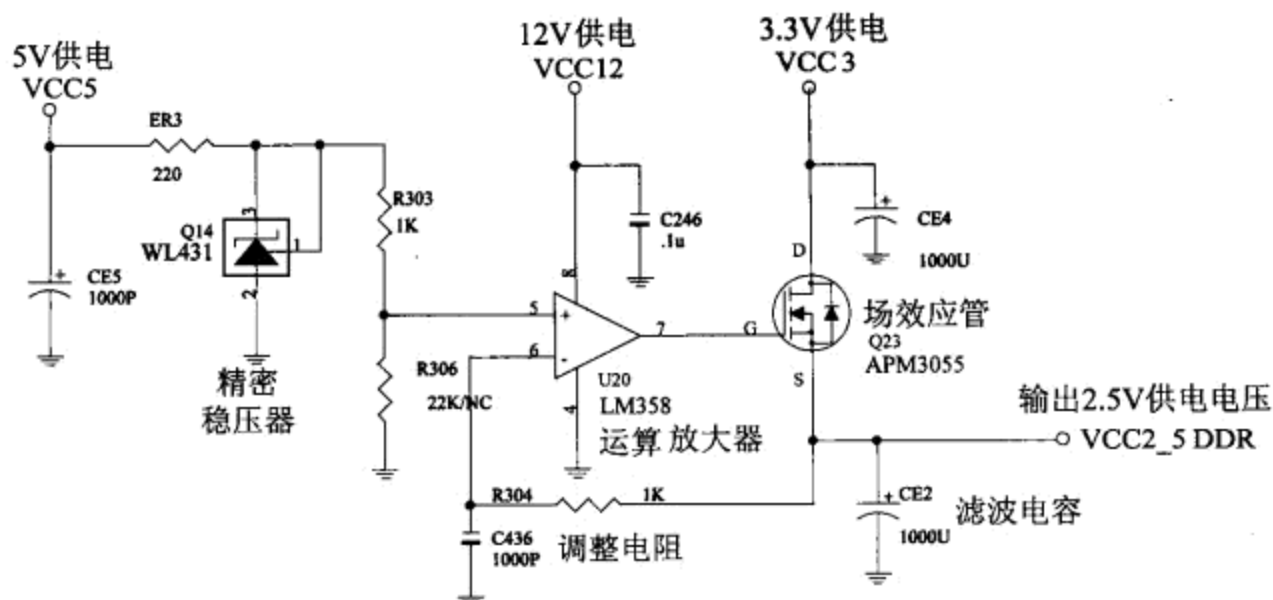


图8-39 内存供电电路原理图

内存供电电路故障检修流程图如图8-40所示。

8.3.6 内存供电电路故障检测点

1. 易坏元器件

内存供电电路中的易坏元器件主要有LM358芯片、WL431、场效应管、滤波电容、分压电阻、调整电阻等。

2. 故障测试点

故障检测点1 场效应管。

场效应管损坏，将导致内存主供电没有电压输出，造成不能开机，所以在维修时首先检查场效应管是否正常。判断场效应管好坏的方法为：将数字万用表拨到二极管挡，然后先将场效应管的三只引脚短接，接着用两只表笔分别接触场效应管三只引脚中的两只，测量三组数据。如果其中两组数据为1，另一组数据在300~800Ω之间，说明场效应管正常；如果其中有一组数据为0，则场效应管被击穿。

故障检测点2 LM358芯片。

LM358芯片损坏后，其输出端无电压信号输出，将无法控制场效应管工作，无法为内存提供供电。判断LM358芯片好坏的方法为：首先测量芯片的供电脚有无12V电压，如有，接着测量电源管理芯片的输出脚有无电压信号，如果无电压信号，测量LM358芯片的正相输入脚有无2.5V电压，如有，则是LM358芯片损坏，如不是则可能是分压电阻损坏（如图8-39中的R₃₀₃和R₃₀₆）。

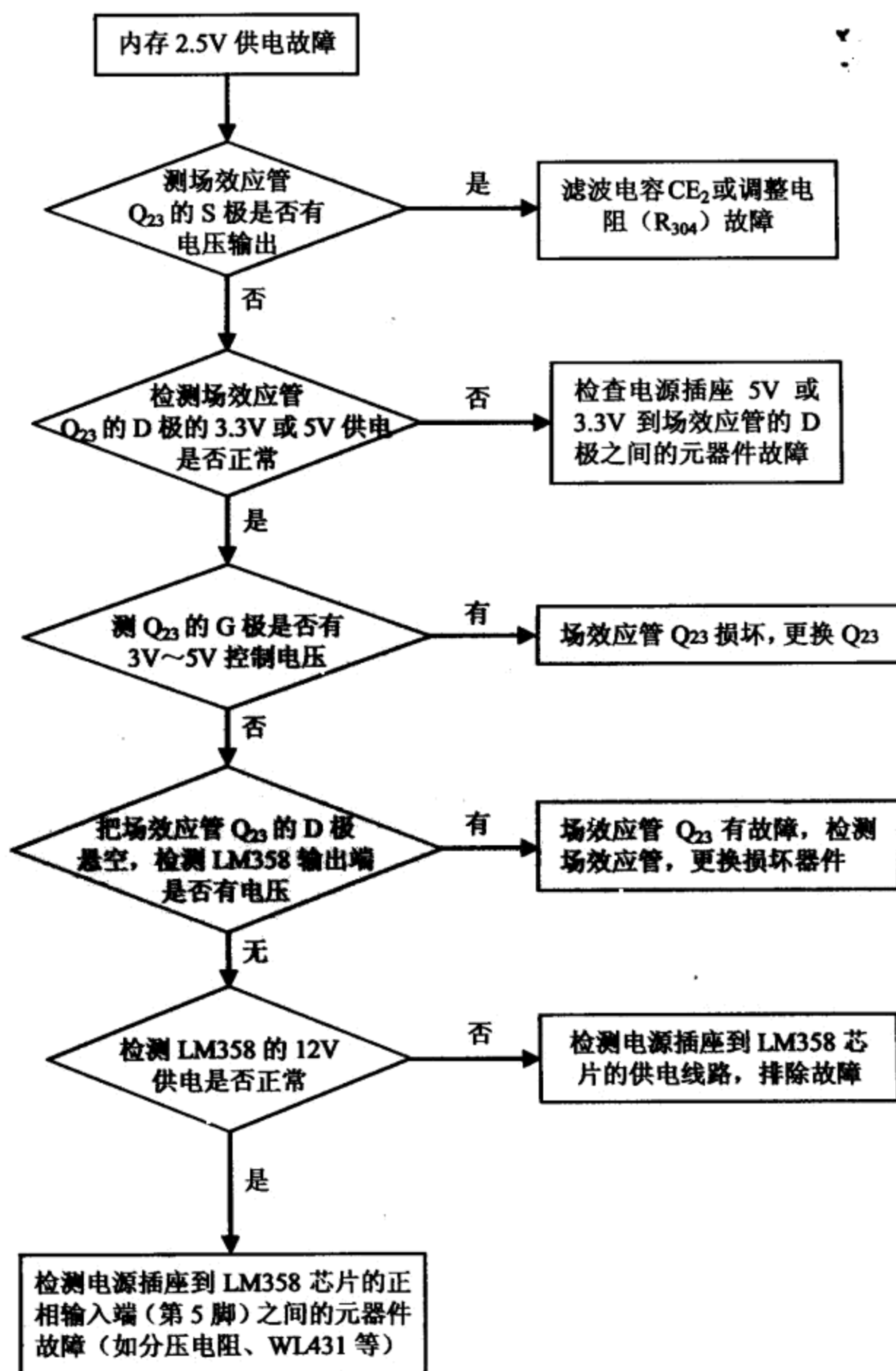


图8-40 内存供电电路故障检修流程图

故障检测点3 滤波电容。

电容损坏可能导致无法正常提供供电或主板工作不稳定。判断电容好坏的方法为：测量前观察电容有无鼓包或烧坏，接着将万用表调到欧姆挡的“20k”挡，然后用万用表的两只表笔，分别与电容器的两端相接（红表笔接电容器的正极，黑表笔接电容器的负极），如果显示值从“000”开始逐渐增加，最后显示溢出符号“1”，表明电容器正常；如果万用表始终显示“000”，则说明电容器内部短路；如果始终显示“1”，则可能电容器内部极间开路。

8.4 南北桥芯片组供电电路分析及故障检修

主板中南北桥芯片组需要的电压主要有3~5种,包括3.3V电压、2.5V电压、1.8V电压、1.5V电压、1.2V电压等。由于芯片组需要的工作电压较多,因此主板一般都设计有专门的南北桥供电电路为南北桥芯片组供电。

南北桥的供电电路方式和内存的供电电路基本相同,主要包括由开关电源组成的供电电路和由调压电路组成的供电电路两种类型,下面分别讲解。

8.4.1 调压电路组成的芯片组供电电路

调压电路组成的芯片组供电电路主要包括3.3V供电电路、2.5V供电电路、1.8V供电电路、1.5V供电电路等。

1. 2.5V供电电路

2.5V供电电压可以通过由运算放大器和场效应管组成的调压电路得到(如图8-31),也可以通过多端稳压器稳压后得到,如图8-41所示为由多端稳压器组成的2.5V供电电路。

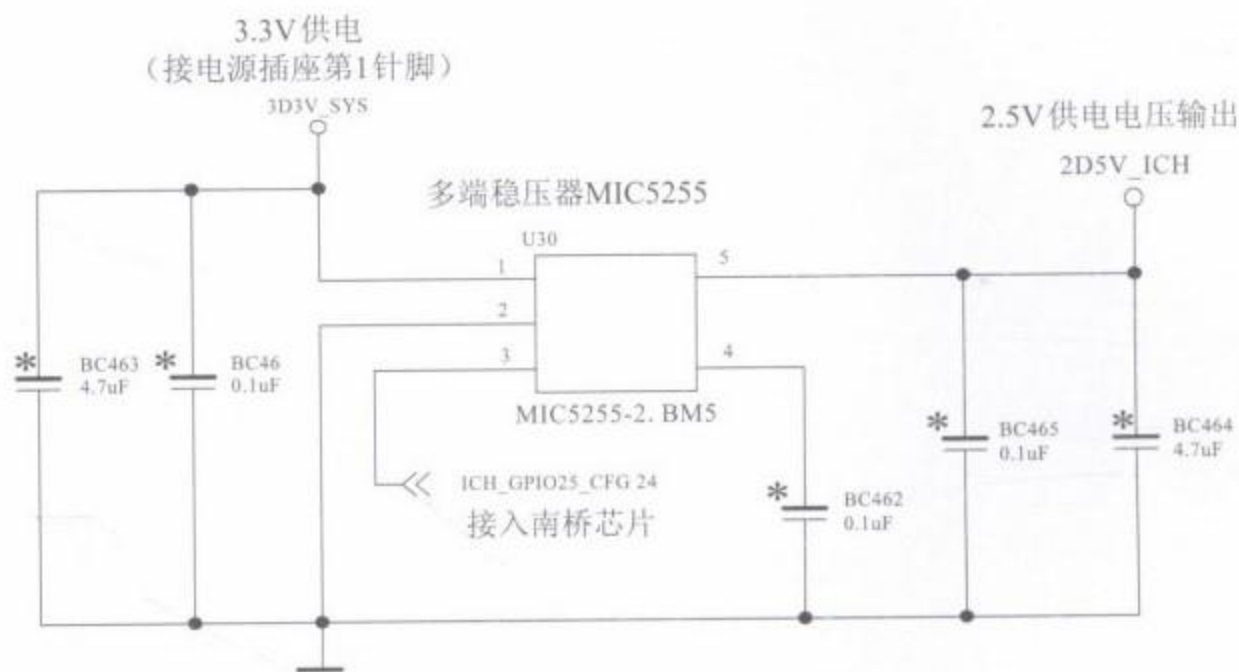


图8-41 由多端稳压器组成2.5V供电电路图

图中, U_{30} 为多端稳压器MIC5255, 它共有5个引脚, 其中IN引脚为电压输入脚; OUT引脚为输出端, 一般输出的电压经过滤波后, 输送到芯片组。EN引脚为输出控制端, 连接到南桥芯片, 当电脑开机后南桥向此引脚发出高电平控制信号, 接着多端稳压器开始工作, 3.3V电压从输入端进入后, 经过内部控制电路处理后, 输出2.5V供电电压。如果南桥输出的控制信号为低电平, 则关闭多端稳压器。

在有些主板中, 多端稳压器产生的2.5V供电由芯片组和内存共用。

2. 1.8V供电电路

1.8V供电电压一般是3.3V电压通过三端稳压器转换后得到, 如图8-42所示为LT1117组成的1.8V供电电路。

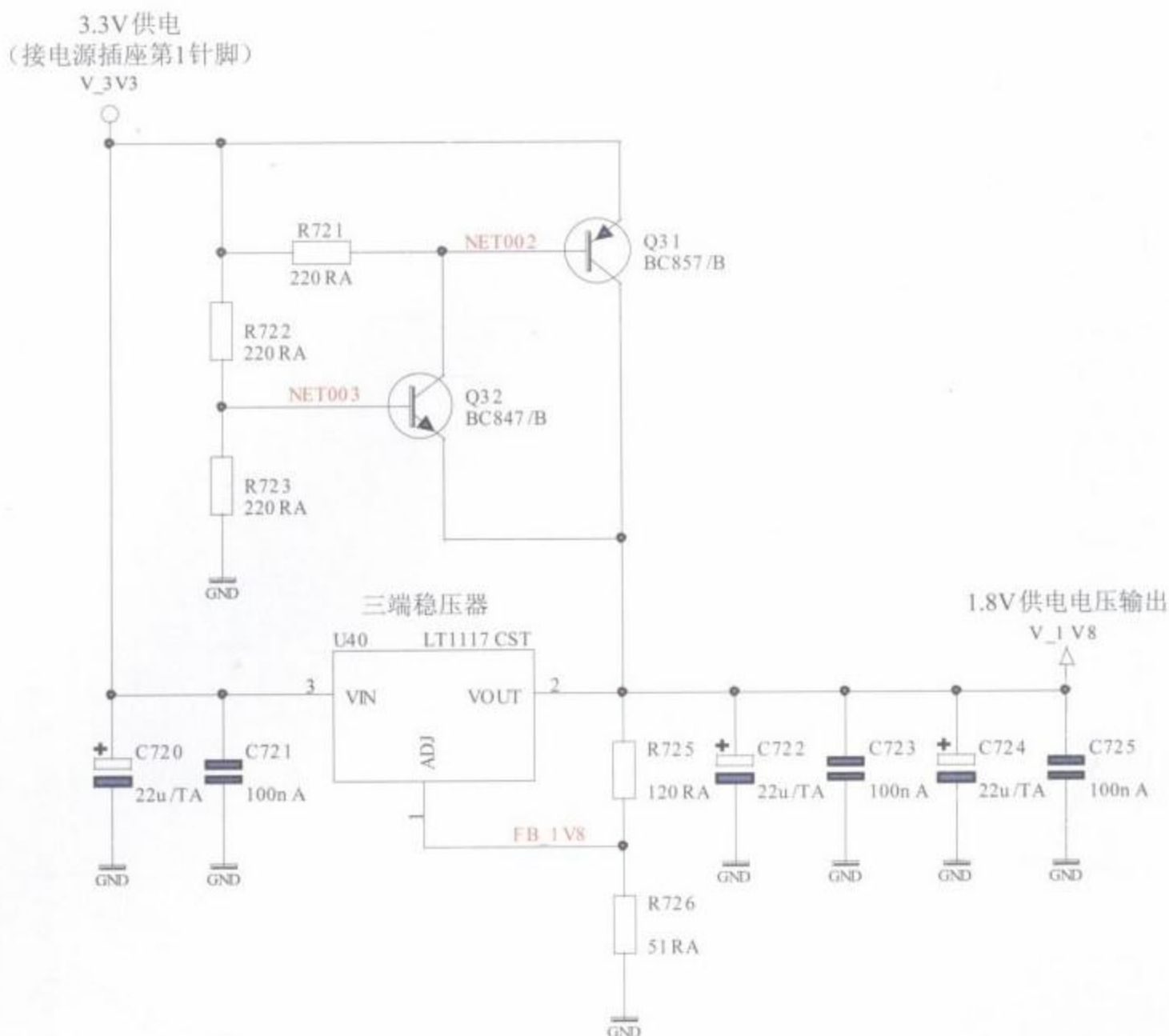


图8-42 三端稳压器组成的1.8V供电电路

图中， U_{40} 为三端稳压器LT1117，它的VIN引脚为电压输入端，VOUT引脚为电压输出端，ADJ端为调节端，此端口通过电阻 R_{725} 和 R_{726} 组成反馈回路，实时侦测输出端的电压，以保证输出的电压保持稳定。三极管 Q_{31} 和 Q_{32} 组成的电路为电流放大电路，它可以将输出的电流扩大到800mA以上。此供电电路开始工作时，3.3V电压经过滤波电容 C_{720} 和 C_{721} 滤波后进入三端稳压器的输入端，经过三端稳压器处理后，从输出端输出电压。此输出电压经过 R_{725} 和 R_{726} 组成的反馈电路调节后，输出1.8V电压。同时三极管 Q_{31} 和 Q_{32} 组成的电流放大电路将输出电流增大，然后再经过滤波电容滤波后输出北桥芯片需要的1.8V工作电压。

3. 1.5V供电电路

1.5V供电电压一般可以通过稳压器稳压后得到，也可以通过由运算放大器和场效应管组成的调压电路得到。如图8-43所示为由运算放大器和场效应管组成的1.5V供电电路。

图中TL431为精密稳压器，为供电电路提供2.5V基准电压。LM358为双运算放大器，LM358内部包括有两个独立的、高增益、内部频率补偿的双运算放大器，适合于电源电压范围很宽的单电源使用，也适用于双电源工作模式，能够分别独立地输出标准1.5V~3.3V内存电压。

由调压电路组成的1.5V供电电路工作原理如下。

在通电的瞬间，LM358没有电压输出，场效应管 Q_{55} 的G极为低电平，场效应管 Q_{55} 处于截止状态，场效应管 Q_{55} 的S极没有电流输出。

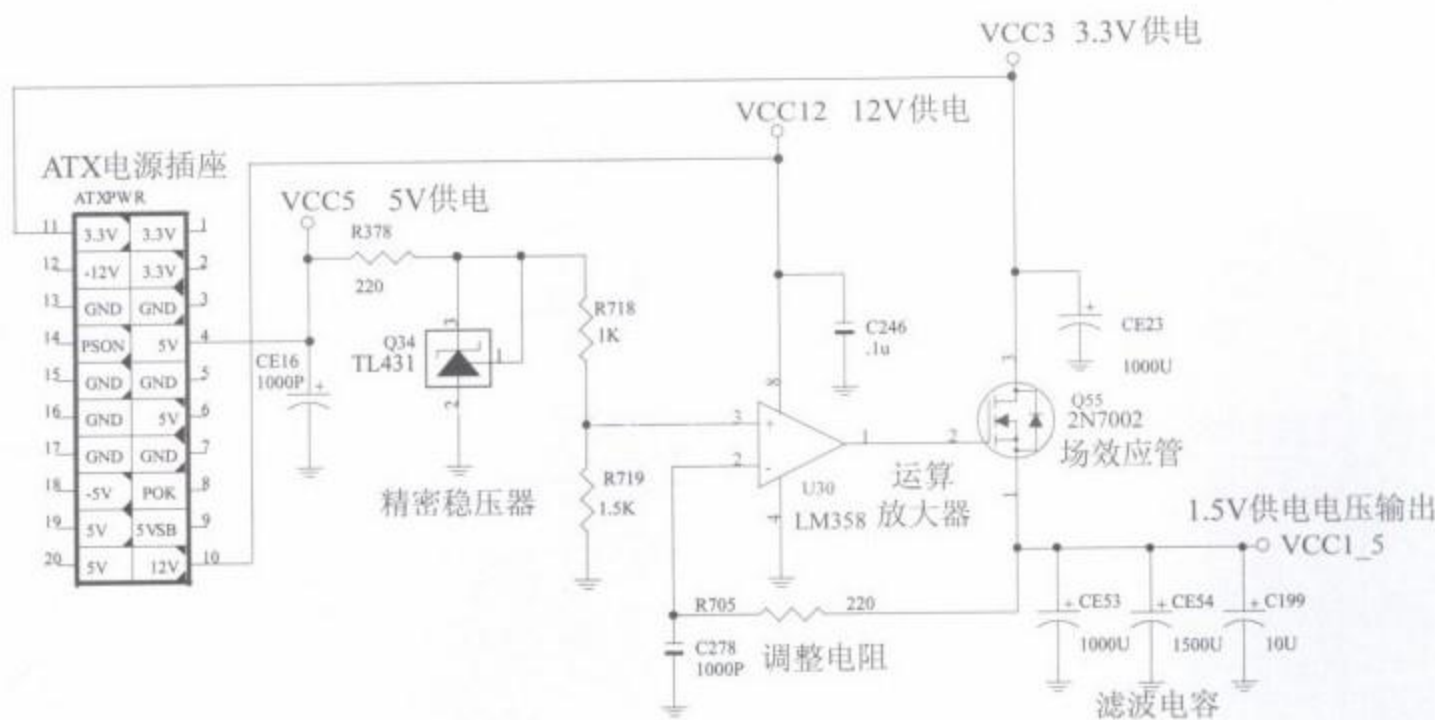


图8-43 由运算放大器和场效应管组成的1.5V供电电路图

在通电后的瞬间, ATX电源的5V供电经过TL431精密稳压器稳压后, 输出1.5V电压, 经过电阻 R_{718} 和 R_{719} 分压后, 变为1.5V, 然后加在LM358的正相输入端(第3脚); ATX电源的+12V电压加在LM358的第8脚, 为LM358提供工作电压; 而ATX电源的3.3V电压通过滤波后加在场效应管 Q_{55} 的D极。

LM358有了工作电压后开始工作, 它的输出端开始输出高电平, 此高电平直接加在场效应管 Q_{55} 的G极, G极的高电平使场效应管 Q_{55} 导通。导通后, 场效应管的S极开始有电流输出, 电压开始升高。与此同时输出的电压经过反馈电阻 R_{705} 后加在LM358的反相输入端, LM358会将反相输入端电压(反馈电压)与正相输入端电压(取样电压)进行比较。如果反相输入端电压比正相输入端电压低, LM358的输出端电压继续升高, 直到LM358的反相输入端电压与正相输入端电压都为1.5V时, 这时LM358保持平衡输入状态。

当负载开始工作(如北桥开始工作), 消耗了一部分电流, LM358的反相输入端的电压将会变低, 这时LM358的输出端继续输出高电平, 场效应管 Q_{55} 继续导通, 输出电压将继续升高, 直到与LM358正相输入端电压一致, LM358又保持平衡输入状态。

当负载结束任务, 停止工作后, LM358的反相输入端的电流升高, 同时电压也升高, 比LM358的正相输入端电压高。这时LM358的输出端将输出低电平, 同时场效应管 Q_{55} 的G极电压变为低电平, 场效应管 Q_{55} 截止, 输出的电压开始下降, 直到与取样电压一致。当输出端电压又比正相输入端电压高时, LM358又输出低电平使输出端电压变低, 如此往复将电压保持在1.5V左右, 为南北桥提供的1.5供电电压。

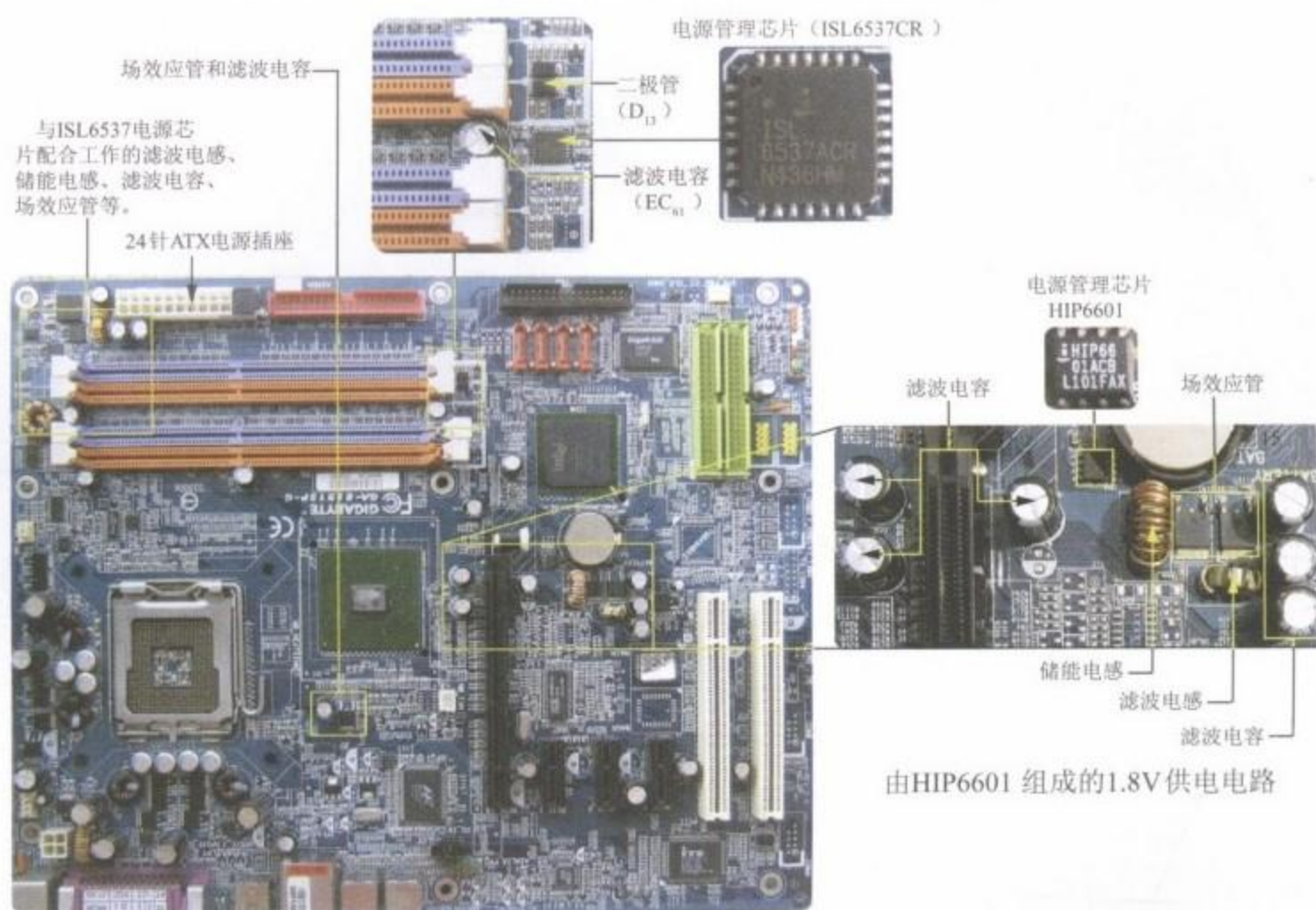
4. 1.2V供电电路

调压电路组成的1.2V供电电路一般由双运算放大器、场效应管、精密稳压器和滤波电容组成。参考图8-34所示的由调压电路组成的DDR内存1.25V供电电路图, 它的工作原理和由调压电路组成的DDR内存1.25V上拉电压的工作原理相同, 这里不再重复。

8.4.2 开关电源组成的芯片组供电电路

开关电源组成的芯片组供电电路主要由专用电源管理芯片(如ISL6537等)、场效应管、电感、滤波电容等组成。如图8-44所示为ISL6537+HIP6601组成的芯片组开关电源供电电路主板图。

由ISL6537组成的1.5V、2.5V、1.2V供电电路



由HIP6601 组成的1.8V供电电路

图8-44 ISL6537+HIP6601组成的芯片组开关电源供电电路

由ISL6537组成的芯片组开关电源供电电路原理图可以参考图8-36 (a)，所不同的是在图8-44的电路中，ISL6537还驱动了一个单路驱动芯片HIP6601，由ISL6537和HIP6601组合为南桥和北桥输出电流更为强劲的1.5V供电电压。如图8-45所示为ISL6537+HIP6601组成的供电电路原理框图。

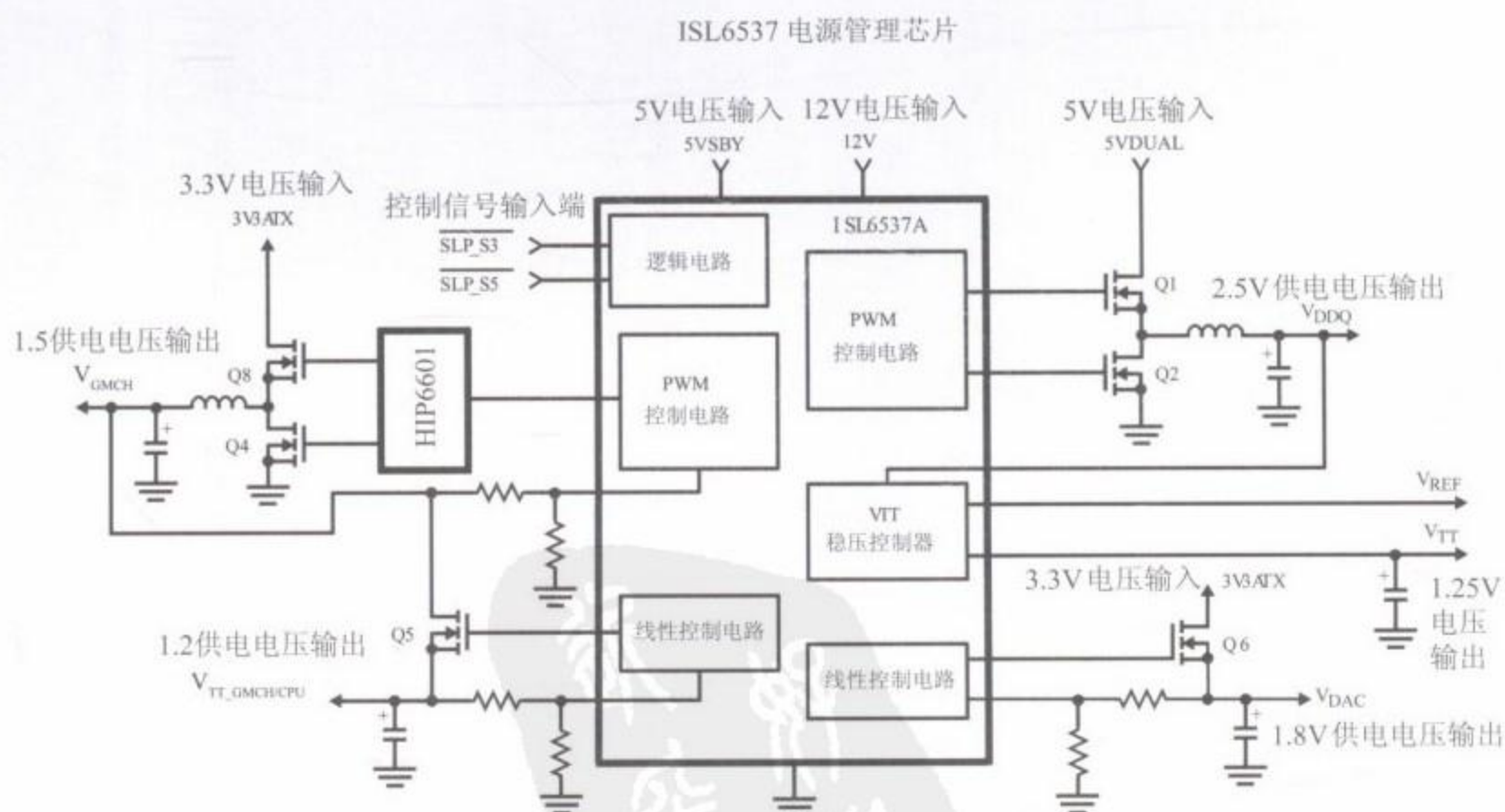


图8-45 ISL6537+HIP6601组成的供电电路原理框图

图8-45中由ISL6537通过DRIVER₄引脚向HIP6601的PWM端（第3引脚）输出PWM脉冲控制信号。接着HIP6601分别从UGATE（高端门输出端）和LGATE（低端门输出端）输出两路反相的驱动信号，驱动两个场效应管的导通与截止，将电能储存在储能电感中，然后由储能电感和滤波电容组成的低通滤波系统开始输出纯净的1.5V供电电压。同时由FB₄和REF₄引脚组成的反馈回路时刻侦测1.5V供电电压的输出情况，保证输出稳定的1.5V电压。

另外，输出的1.5V电压同时又为场效应管Q₅供电，ISL6537中的线性控制电路通过DRIVER₂引脚输出驱动控制信号驱动场效应管Q₅导通与截止，然后输出1.2V电压。而ISL6537中的另一线性控制电路通过DRIVER₃引脚输出驱动控制信号驱动场效应管Q₆导通与截止，然后输出1.8V电压。

8.4.3 南北桥芯片组供电电路故障检修流程及故障测试点

由于南北桥芯片组供电电路分为由开关电源组成的供电电路和由调压电路组成的供电电路，因此针对不同的供电电路要采用不同的检修方法。其中开关电源组成的供电电路的检修方法与CPU供电电路的检修方法相同，参考CPU供电电路的检修流程和测试点进行检修。而调压电路组成的供电电路的检修方法与调压电路组成的内存供电电路的检修方法相同，参考调压电路组成的内存供电电路的检修流程和测试点进行检修，这里不再重复。

8.5 AGP供电电路分析及故障检修

主板中AGP供电电压根据AGP接口的规格而需要不同的工作电压，其中AGP 1 X和AGP 2 X接口需要3.3V工作电压。而AGP 4 X和AGP 8 X需要1.5V工作电压。其中3.3V供电电路与SDRAM内存供电电路基本相同，这里不再重复。下面重点讲解1.5V供电电路。

AGP接口1.5V供电电压与内存的供电电路基本相同，主要包括由开关电源组成的供电电路和由调压电路组成的供电电路两种类型，下面分别讲解。

8.5.1 调压电路组成的AGP供电电路

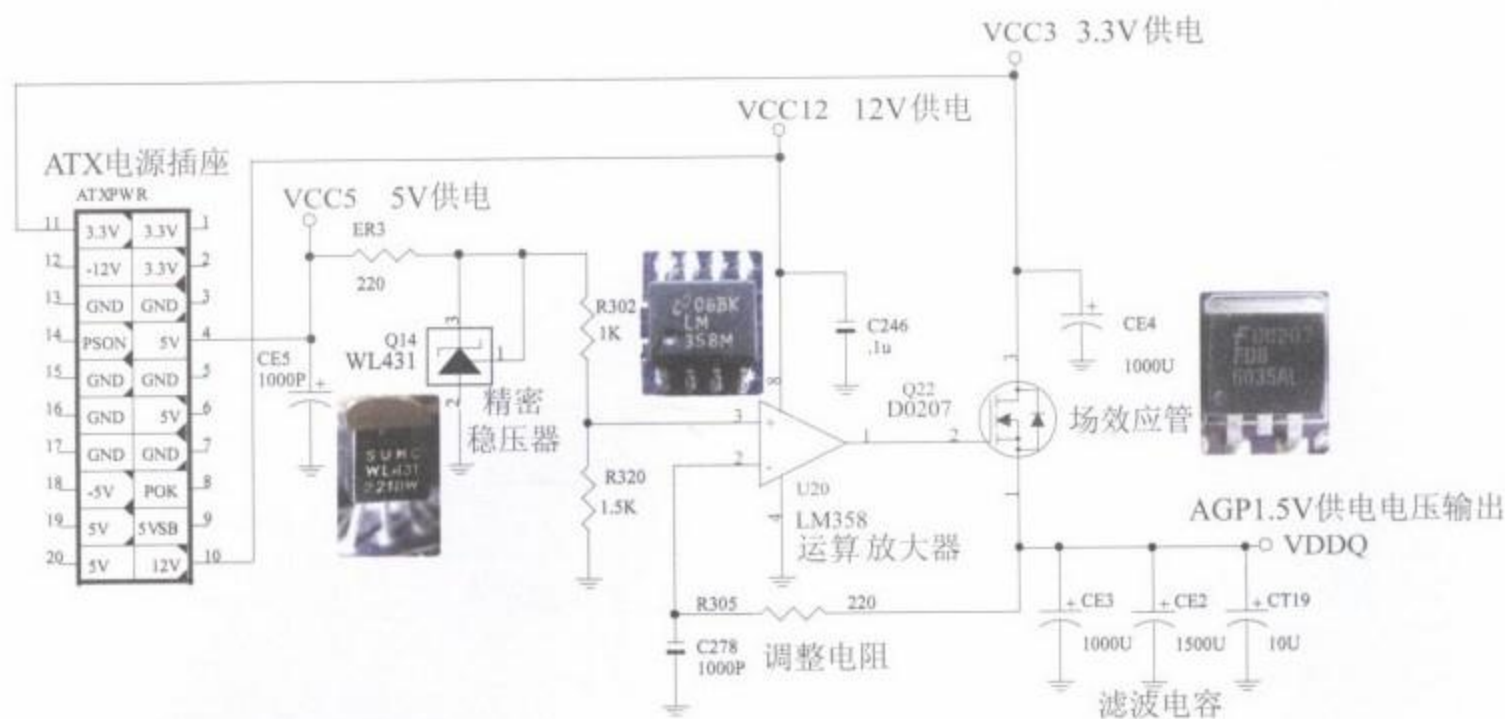
调压电路组成的AGP供电电路主要由精密稳压器、运算放大器、场效应管、滤波电容等组成，如图8-46所示为调压电路组成的AGP供电电路。

图中，WL431为精密稳压器，为供电电路提供2.5V基准电压。LM358为双运算放大器，LM358内部包括有两个独立的、高增益、内部频率补偿的双运算放大器，适合于电源电压范围很宽的单电源使用，也适用于双电源工作模式，能够分别独立地输出标准1.5V~3.3V内存电压。

由调压电路组成的1.5V供电电路工作原理如下。

在通电的瞬间，LM358没有电压输出，场效应管Q₂₂的G极为低电平，场效应管Q₂₂处于截止状态，场效应管Q₂₂的S极没有电流输出。

在通电后的瞬间，ATX电源的5V供电经过WL431精密稳压器稳压后，输出2.5V电压，经过电阻R₃₀₂和R₃₂₀分压后，变为1.5V，然后加在LM358的正相输入端（第3脚）；ATX电源的+12V电压加在LM358的第8脚，为LM358提供工作电压；而ATX电源的3.3V电压通过滤波后加在场效应管Q₂₂的D极。



(a) 由运算放大器和场效应管等组成的AGP 1.5V供电电路原理图



(b) 由运算放大器和场效应管等组成的AGP 1.5V供电电路实物图

图8-46 调压电路组成的AGP供电电路

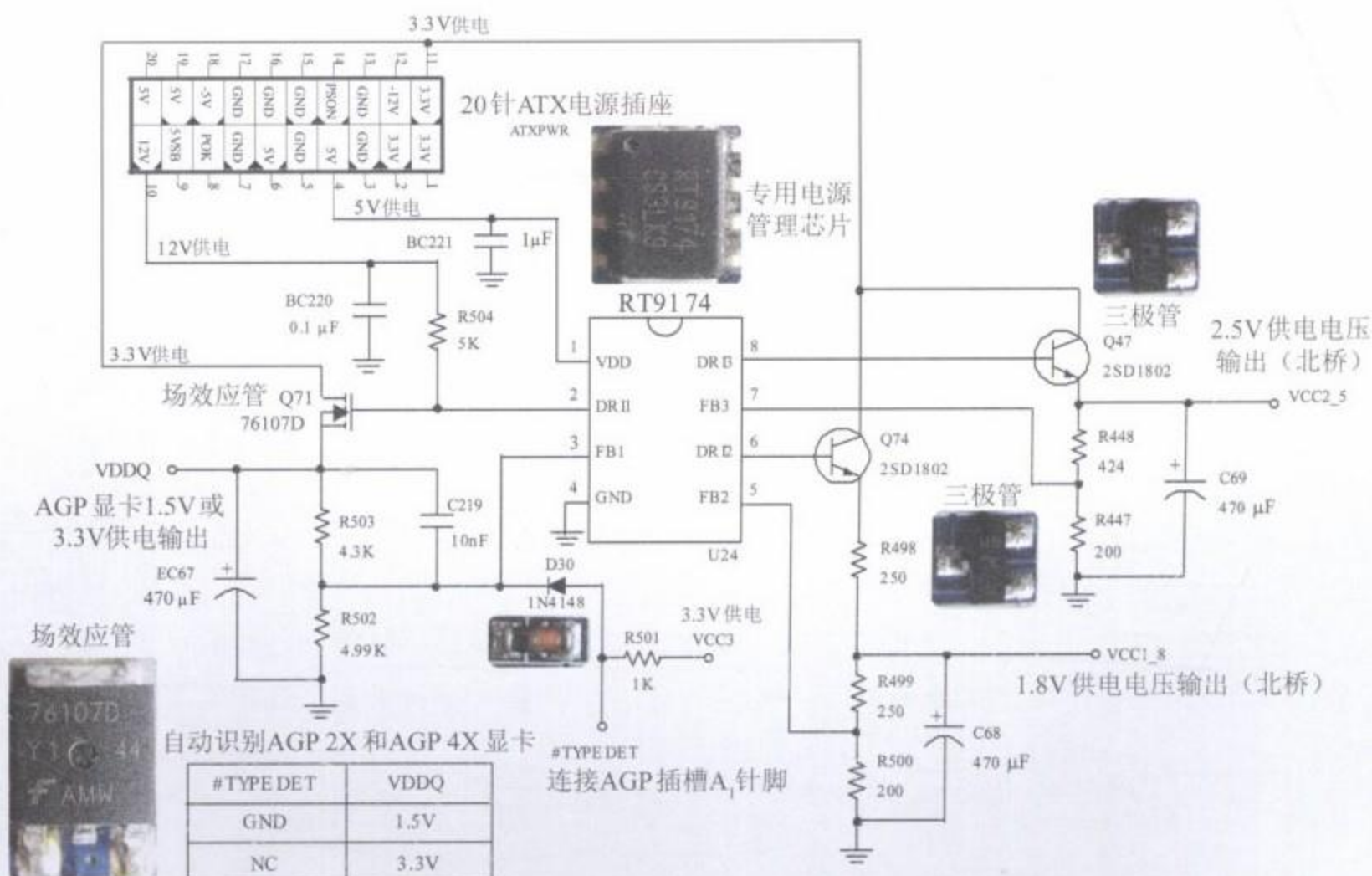
LM358有了工作电压后开始工作，它的输出端开始输出高电平，此高电平直接加在场效应管 Q_{22} 的G极，G极的高电平使场效应管 Q_{22} 导通。导通后，场效应管的S极开始有电流输出，电压开始升高。与此同时输出的电压经过反馈电阻 R_{305} 后加在LM358的反相输入端，LM358会将反相输入端电压（反馈电压）与正相输入端电压（取样电压）进行比较。如果反相输入端电压比正相输入端电压低，LM358的输出端电压继续升高，直到LM358的反相输入端电压与正相输入端电压都为1.5V时，这时LM358保持平衡输入状态。

当负载开始工作（如北桥开始工作），消耗了一部分电流，LM358的反相输入端的电压将会变低，这时LM358的输出端继续输出高电平，场效应管 Q_{22} 继续导通，输出电压将继续升高，直到与LM358正相输入端电压一致，LM358又保持平衡输入状态。

当负载结束任务，停止工作后，LM358的反相输入端的电流升高，同时电压也升高，比LM358的正相输入端电压高。这时LM358的输出端将输出低电平，同时场效应管 Q_{22} 的G极电压变为低电平，场效应管 Q_{22} 截止，输出的电压开始下降，直到与取样电压一致。当输出端电压又比正相输入端电压高时，LM358又输出低电平使输出端电压变低，如此往复将电压保持在1.5V左右，为AGP提供的1.5供电电压。

8.5.2 开关电源组成的AGP供电电路

开关电源组成的AGP供电电路主要由专用电源管理芯片（如RT9174等）、场效应管、三极管、滤波电容等组成。如图8-47所示为由RT9174芯片组成的AGP开关电源供电电路图。



(a) 专用电源芯片组成的AGP显卡供电电路原理图



(b) 专用电源芯片组成的AGP显卡供电电路实物图

图8-47 由RT9174芯片组成的AGP开关电源供电电路图

图中， U_{24} 为专用电源管理芯片RT9174，RT9174共8个引脚，可以输出3路驱动控制信号。其中， DR_1 可以驱动一个场效应管（ Q_{71} ），通过控制它的导通与截止输出1.5V或3.3V电压。而 DR_2 和 DR_3 可以分别驱动一个三极管，控制它们的导通与截止，然后输出2.5V供电电压和1.8V

供电电压，为北桥芯片供电。

FB₁、FB₂、FB₃引脚为3个反馈端，实时侦测输出电压的变化，保证输出电压的稳定性。其中，FB₁还通过一个二极管连接到AGP插槽的A₁针脚，用来自动识别所插显卡的规格（即显卡接口为AGP 2X或是AGP 4X）。如果FB₁引脚的电压高于1.3V，则VDDQ输出3.3V电压。VDD引脚为5V电压输入端。

专用电源管理芯片组成的AGP显卡供电电路工作原理如下：

当打开电脑的电源开关后，ATX电源的5V供电电压通过滤波电容连接到RT9174的VDD引脚，为电源管理芯片供电。同时ATX电源的3.3V供电电压通过滤波电容后分别连接到Q₇₁的D极、Q₄₇和Q₇₄的c极，为场效应管和三极管提供3.3V电压。此时，如果安装了AGP 2X显卡，则AGP插槽的A₁引脚为空脚，与此连接的#TYPEDET端也为空脚，则VCC3（3.3V电压）通过电阻R₅₀₁和二极管D₃₀接入RT9174的FB₁引脚，FB₁引脚的电压为3.3V（高于1.3V），因此VDDQ端输出3.3V电压；如果安装了AGP 4X显卡，则AGP插槽的A₁引脚被接地（即#TYPEDET端被接地），VCC3（3.3V电压）通过电阻R₅₀₁后接地，因此FB₁引脚的电压小于1.3V，此时电阻R₅₀₂和电阻R₅₀₃组成的反馈电路实时侦测VDDQ输出电压。当VDDQ输出电压高于1.5V时，RT9174芯片的DRI₁引脚输出低电平信号，此信号加到场效应管Q₇₁的G极，使场效应管Q₇₁截止，VDDQ输出的电压开始下降；当VDDQ输出的电压低于1.5V时，此电压通过FB₁引脚反馈到RT9174芯片中的控制电路，控制电路从DRI₁引脚发出高电平信号，场效应管Q₇₁重新导通，VDDQ输出的电压又开始升高，如此往复，保证VDDQ输出的电压不偏离1.5V，为AGP显卡提供稳定的供电。

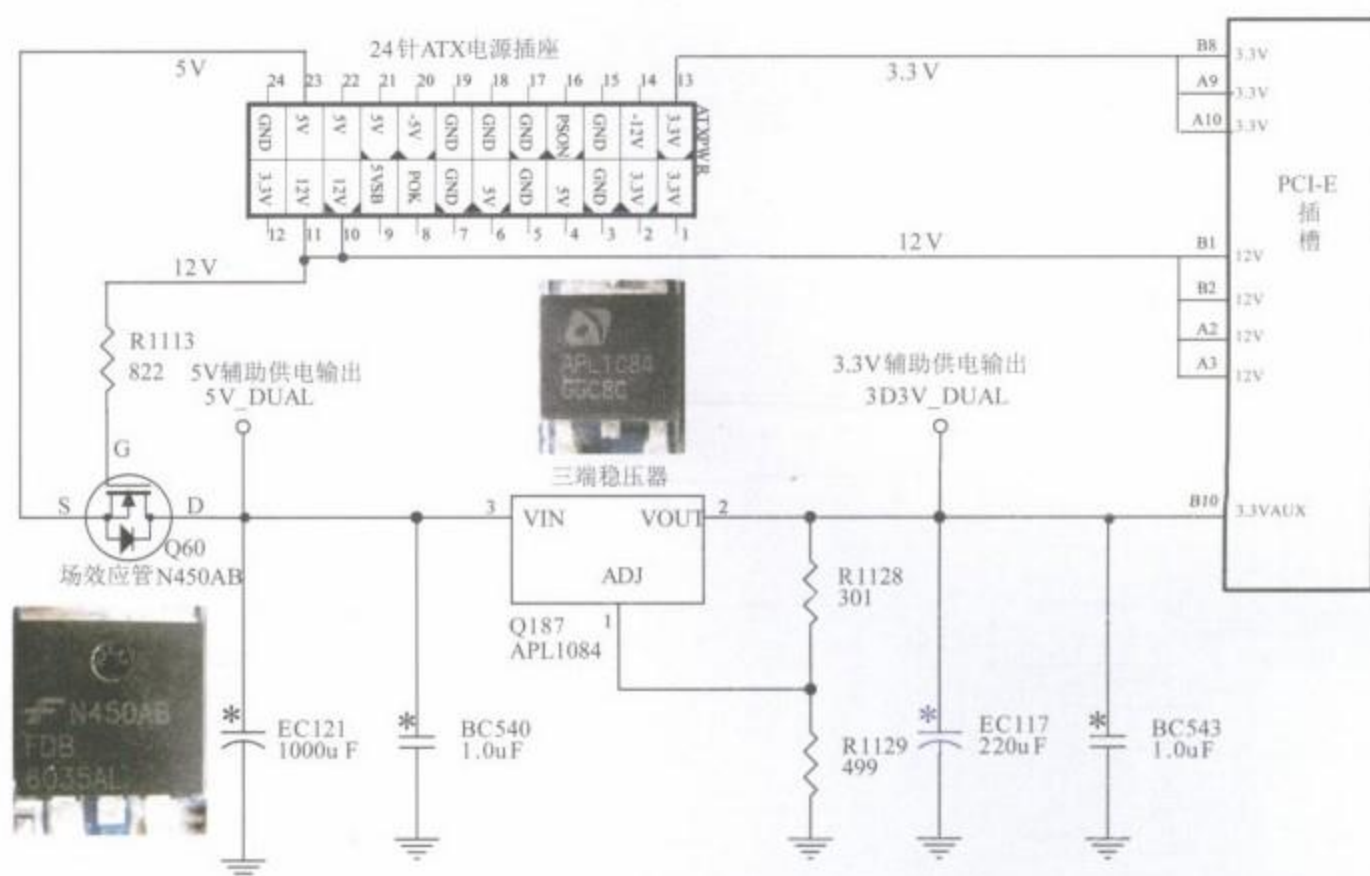
8.5.3 AGP供电电路故障检修流程及故障测试点

由于AGP供电电路分为由开关电源组成的供电电路和由调压电路组成的供电电路，因此针对不同的供电电路要采用不同的检修方法。其中开关电源组成的供电电路的检修方法与CPU供电电路的检修方法相同，参考CPU供电电路的检修流程和测试点进行检修。而调压电路组成的供电电路的检修方法与调压电路组成的内存供电电路的检修方法相同，参考调压电路组成的内存供电电路的检修流程和测试点进行检修，这里不再重复。

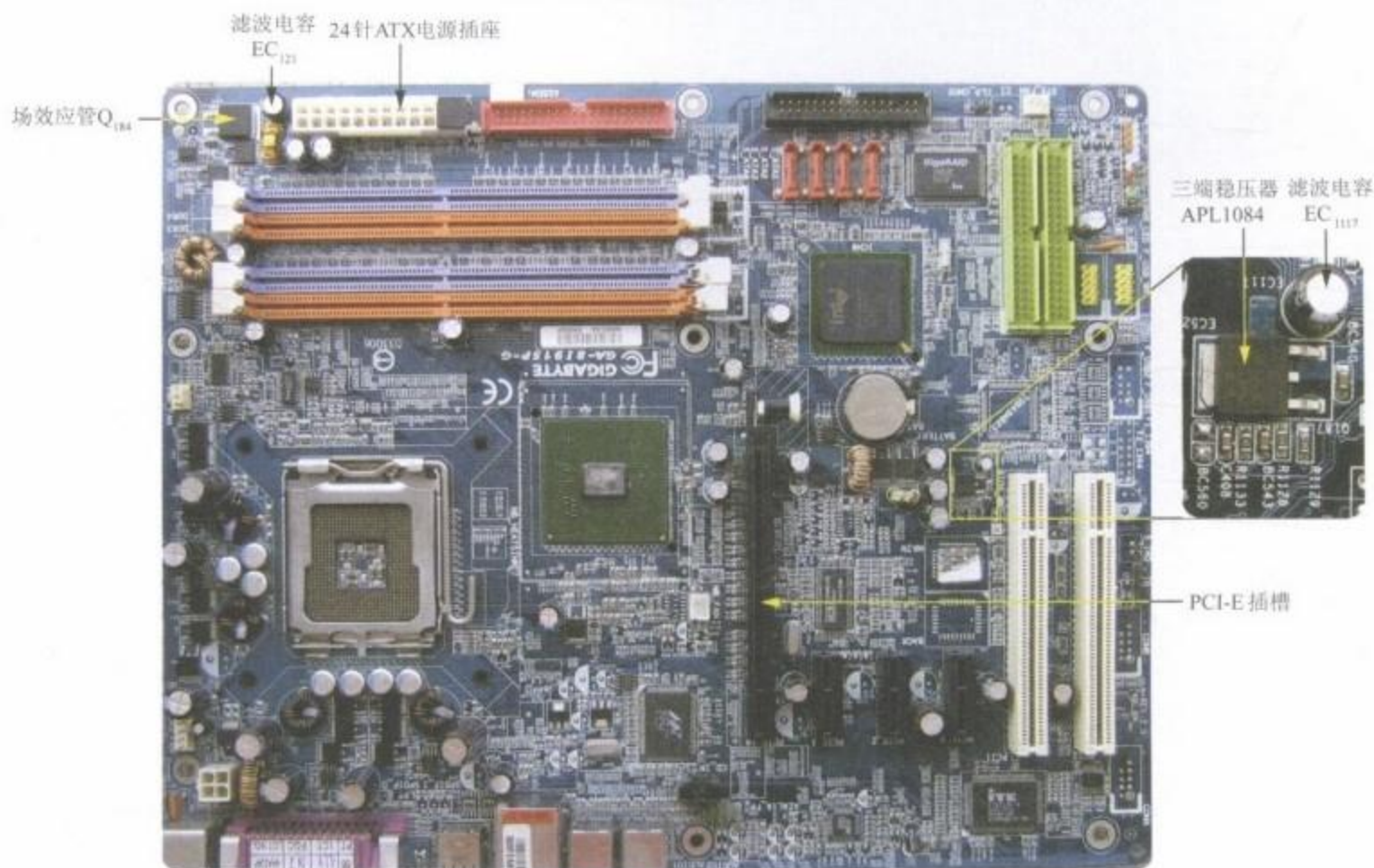
8.6 PCI-E供电电路分析及故障检修

主板PCI-E接口一般需要3.3V供电电压和12V供电电压两种，其中12V供电电压直接由ATX电源的12V供电提供，3.3V供电电压分为两种，一种直接由ATX电源的3.3V供电提供，另一种则由ATX电源的5V供电经过场效应管、三端稳压器、滤波电容等处理后得到，成为3.3V辅助电压（通常用3D3V_DUAL表示）。如图8-48所示为3.3V辅助电压供电电路。

图中，Q₁₈₇为三端稳压器APL1084（有的主板采用1117稳压器），此稳压器的VIN引脚为电压输入端，直接连接场效应管Q₆₀的D极；VOUT引脚为电压输出端，经过稳压器稳压后，输出3.3V电压为PCI-E供电；ADJ引脚为反馈端，此引脚通过电阻R₁₁₂₈后连接到VOUT引脚，与电阻R₁₁₂₈和电阻R₁₁₂₉组成反馈回路，实时侦测输出端的电压，并将输出电压值反馈给稳压器内部的控制电路，由控制电路调整输出端的电压。场效应管Q₆₀的G极和S极分别连接到ATX电源的12V电压供电引脚和5V电压供电引脚。



(a) PCI-E插槽供电电路原理图



(b) PCI-E插槽供电电路实物图

图8-48 3.3V辅助电压供电电路

当电脑开机后, ATX电源的12V电压加到场效应管 Q_{60} 的G极, 使场效应管导通, 接着5V供电经过场效应管后加到三端稳压器APL1084的输入端。接着三端稳压器开始工作, 从输出端输出3.3V电压, 同时, 反馈回路实时侦测输出端的电压, 保证输出端输出稳定的3.3V电压。

PCI-E接口供电电路故障一般是由PCI-E插槽到ATX电源插座间的供电线路中连接的元器件出现故障(一般是滤波电容和场效应管)引起的, 只要细心检查找到并更换损坏的元器件即可。

8.7 主板供电电路常见故障的判定及解决方法

8.7.1 主板供电电路常见故障现象及原因

1. 供电电路常见故障现象

- 1 开机后黑屏，CPU不工作。
- 2 开机后黑屏，内存不工作。
- 3 启动或使用过程中死机。

2. 造成主板供电电路故障的原因

- 1 场效应管损坏。
- 2 滤波电容鼓包或被击穿。
- 3 从电源管理芯片损坏。
- 4 主电源管理芯片损坏。
- 5 LM358芯片损坏。
- 6 TL431损坏。
- 7 内存旁边的排阻损坏。

8.7.2 主板供电电路常见故障解决方法

1. CPU供电电路常见故障分析

(1) 开机后黑屏，CPU不工作故障解决方法

电脑开机后黑屏，用主板测试卡测试，主板测试卡的代码只能显示到C或D3，表示CPU没有工作，接着把CPU取下，加上假负载，根据CPU供电测试点，测试各项CPU供电，若供电不正常，应该是CPU供电电路出现故障。

而CPU供电电路故障一般由电源管理芯片损坏、场效应管损坏、滤波电容损坏、或限流电阻损坏等造成。

故障解决方法（参考图8-12所示电路图）：

Step 01 首先检测CPU供电中场效应管对地阻值是否正常（正常在 $300\Omega \sim 600\Omega$ ，最小不能小于 100Ω ）。如果不正常再测量一下反向电阻值，如果阻值很小或为0，则电路中有短路的元器件，检查并更换短路元器件。

Step 02 检测场效应管 Q_{21} 、 Q_{24} 等的S极是否有电压输出（检查方法为：将万用表的量程调到直流电压的2挡，然后将黑表笔接键盘接口的金属外壳，红表笔接 Q_{21} 的S极，看电压是否正常，一般为 $0.8V \sim 2V$ ，根据CPU型号而定），如果有电压输出，说明 Q_{21} 、 Q_{24} 等场效应管正常，接着检测 Q_{22} 、 Q_{25} 等场效应管是否损坏，如果损坏则更换损坏元器件。

Step 03 如果 Q_{22} 、 Q_{25} 等场效应管正常，则故障可能在 Q_{22} 、 Q_{25} 连接的低通滤波系统，检测低通滤波系统中的电感和电容等元器件。

Step 04 如果场效应管 Q_{21} 、 Q_{24} 等的S极没有电压输出，可能是场效应管 Q_{21} 、 Q_{24} 等的供电不正常

或电源管理芯片损坏或场效应管损坏造成。接着检测 Q_{21} 、 Q_{24} 等场效应管的D极的供电是否正常，如果不正常，检测电源插座到场效应管的D极间的线路中的元器件（电感、电容等），并更换损坏的元器件。

Step 05 如果 Q_{21} 、 Q_{24} 等场效应管的D极的供电正常，接着将D极悬空，然后检测 Q_{21} 、 Q_{24} 等场效应管的G极是否有电压，以判断是电源管理芯片损坏还是场效应管损坏。

Step 06 如果有电压，说明电源管理芯片向场效应管的G极输出了控制信号，故障应该是由场效应管本身损坏造成的，更换损坏的场效应管即可。

Step 07 如果 Q_{21} 、 Q_{24} 等场效应管的G极无电压，接着检测从电源管理芯片的输出端（UGATE引脚和LGATE引脚）是否有电压，如果有电压则是输出端到 Q_{21} 、 Q_{24} 等场效应管的G极之间的线路故障或场效应管品质下降不能使用，首先检测G极到从电源管理芯片的输出端的线路故障，如果正常，更换场效应管。

Step 08 如果从电源管理芯片的输出端无电压，接着检查从电源管理芯片的供电引脚电压是否正常（12V），如果不正常，检查从电源管理芯片到电源插座的线路中的元器件故障。

Step 09 如果从电源管理芯片的供电正常，接着检查从电源管理芯片的PWM引脚是否有电压。如果有，则可能是从电源管理芯片损坏，更换从电源管理芯片。

Step 10 如果从电源管理芯片的PWM引脚无电压，接着检查主电源管理芯片的PWM₁或PWM₂引脚是否有电压。如果有，则是主、从电源管理芯片的PWM引脚间的线路故障，检测线路故障即可。

Step 11 如果主电源管理芯片的PWM₁或PWM₂引脚无电压。检查主电源管理芯片的供电（5V）是否正常，如果不正常，检查供电线路故障。

Step 12 如果供电正常，接着检查PG引脚的电压是否正常（5V），如果不正常，检查电源插座的第8脚到电源管理芯片的PG引脚之间的线路中的元器件故障，并排除故障。

Step 13 如果PG引脚的电压正常，接着再检查CPU插座到主电源管理芯片的VID₀~VID₄引脚间的线路是否正常。如果不正常，检测线路并更换损坏的元器件。如果正常，则是主电源管理芯片损坏，更换芯片即可。

（2）电脑使用过程中经常出现重启现象故障解决方法

如果电脑使用过程中经常出现重启，造成此故障的原因较多，可能由于电脑的ATX电源工作不稳定或功率不够，或市电不稳定，或CPU供电电路工作不稳定等造成。对于前两种情况，可以用万用表测量市电的电压变化情况和用替换法检测ATX电源是否正常；对于CPU供电电路的故障，主要是由于CPU供电电路中某些元器件性能下降，导致工作不稳定，造成供电时好时坏，容易出现故障的元器件主要是场效应管、滤波电容等。

故障解决方法：

Step 01 首先插上诊断卡和CPU假负载，然后开机，发现诊断卡的代码显示正常，接着用万用表测量CPU的主供电测试点电压是否正常，如果不正常，可以按照前面讲解的方法排除故障。

Step 02 如果CPU主供电测试点的电压正常，用示波器测量CPU主供电测试点的波形，如果波形很乱（正常情况下显示较纯净的双杠波），则是CPU供电滤波不良，仔细检查CPU滤波电容是否有温度过高等故障，并替换故障电容即可。

Step 03 如果波形正常，接着测量CPU供电电路中场效应管的S极的波形（先测温度较高的场效应管），如果波形很乱，说明场效应管性能下降，导致CPU供电电流强度不够，更换场效应管即可。

2. 内存供电电路常见故障解决方法

内存的主要故障是内存不工作，在电脑开机后黑屏。用主板测试卡测试，主板测试卡的代码显示C1，表示内存有问题，接着测量内存的供电测试点，发现是内存的供电不正常，应该是内存供电电路出现故障。

而内存供电电路故障一般由场效应管损坏、滤波电容损坏、排阻损坏、LM358芯片损坏、TL431损坏或三极管损坏等造成。

故障解决方法：

Step 01 检测场效应管 Q_{23} 的S极是否有电压输出（参考图8-31所示电路图），如果有电压输出，说明场效应管 Q_{23} 正常，接着检测场效应管连接的滤波电容，如果损坏则更换损坏元器件。

Step 02 如果场效应管 Q_{23} 的S极没有电压输出，可能是场效应管 Q_{23} 的供电不正常或LM358芯片损坏或场效应管损坏造成。接着检测场效应管 Q_{23} 的D极的供电是否正常（电压为3.3V或5V），如果不正常，检测电源插座到场效应管的D极间的线路中的元器件（电感、电容等），并更换损坏的元器件。

Step 03 如果场效应管 Q_{23} 的D极的供电正常，接着将D极悬空，然后检测场效应管 Q_{23} 的S极是否有电压，以判断是LM358芯片损坏还是场效应管损坏。

Step 04 如果有电压，说明LM358芯片的输出端有电压输出，故障应该是由场效应管本身损坏造成的，更换损坏的场效应管即可。

Step 05 如果场效应管 Q_{23} 的S极无电压，接着检测LM358芯片的输出引脚是否有电压，如果有电压则是场效应管品质下降不能使用，更换场效应管。

Step 06 如果LM358芯片的输出引脚无电压，接着检查LM358芯片的供电电压是否正常（12V），如果不正常，检查LM358芯片的供电引脚到电源插座的线路中的元器件，并更换故障元器件。

Step 07 如果LM358芯片的供电正常，接着检测电源插座到LM358芯片的“+IN”脚之间的元器件（如分压电阻、TL431等），并更换故障元器件。

8.8 动手实践

8.8.1 CPU供电电路动手实践

1. 主板CPU供电电路实习流程及方法

（1）实习流程

- ① 识别并写出你手中主板上CPU供电电路的主要元器件的型号及用途。
- ② 根据CPU供电电路的原理图，找出主板CPU供电电路的实际线路，及线路中包含的元器件。
- ③ 根据主板中实际的CPU供电电路，绘制出实际主板的CPU供电电路图。根据不同主板的CPU供电电路，绘制出不同的CPU供电电路图，并加以比较。
- ④ 根据故障测试点检测方法，掌握检测与判断CPU供电电路中各个元器件好坏的方法。
- ⑤ 总结主板CPU供电电路常见故障的检测流程及方法。

(2) 实习方法

首先将主板CPU供电电路分为3部分，然后分别进行实际的跑线。

① 场效应管供电通路跑线：测量出从电源的5V或12V供电通过电容、电感到达高端门场效应管的D极实际电路。

② 高端门场效应管（如图8-18中的Q87）的S极向CPU输出主供电电路跑线：测量出高端门场效应管的S极与低端门场效应管（如图8-18中的Q₈₈）的D极相连，并向CPU供电的实际电路。

③ 各个场效应管的G极与电源管理芯片输出控制端通路跑线：测量出从各个场效应管的G极到电源管理芯片的控制端的实际电路。

2. 跑线实战

(1) 场效应管供电通路跑线实战

CPU供电电路中场效应管供电通路原理图参考图8-18 (a)。下面以图8-18 (a) 中多相供电中的一相为例进行讲解（具体以U₅₃组成的单相供电）。场效应管供电通路具体跑线测量步骤如下：

Step 01 将万用表调到“蜂鸣”挡，测量4针电源插座的12V供电针脚连接的滤波电感L₂₆的线路，如图8-49所示。

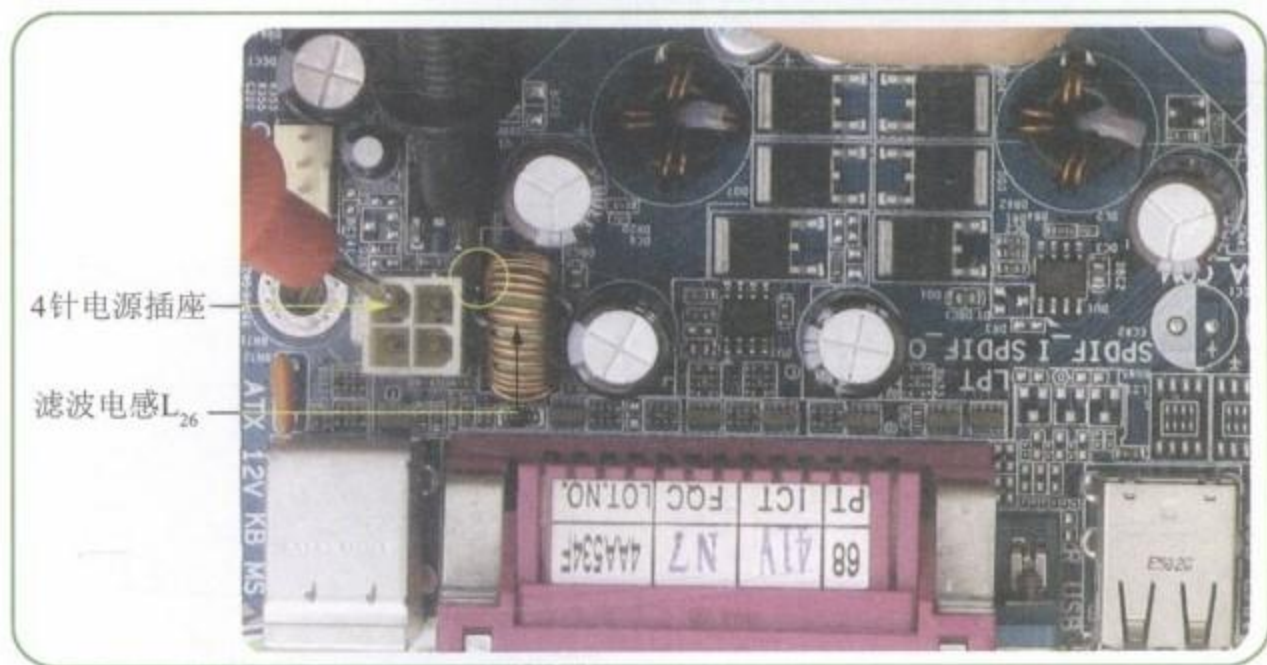


图8-49 测量电源插座到滤波电感的线路

Step 02 测量4针电源插座的12V供电针脚和滤波电感L₂₆之间相连的电容（CE₁₃~CE₁₆）及电容接地的线路，如图8-50所示（以其中一个电容为例）。

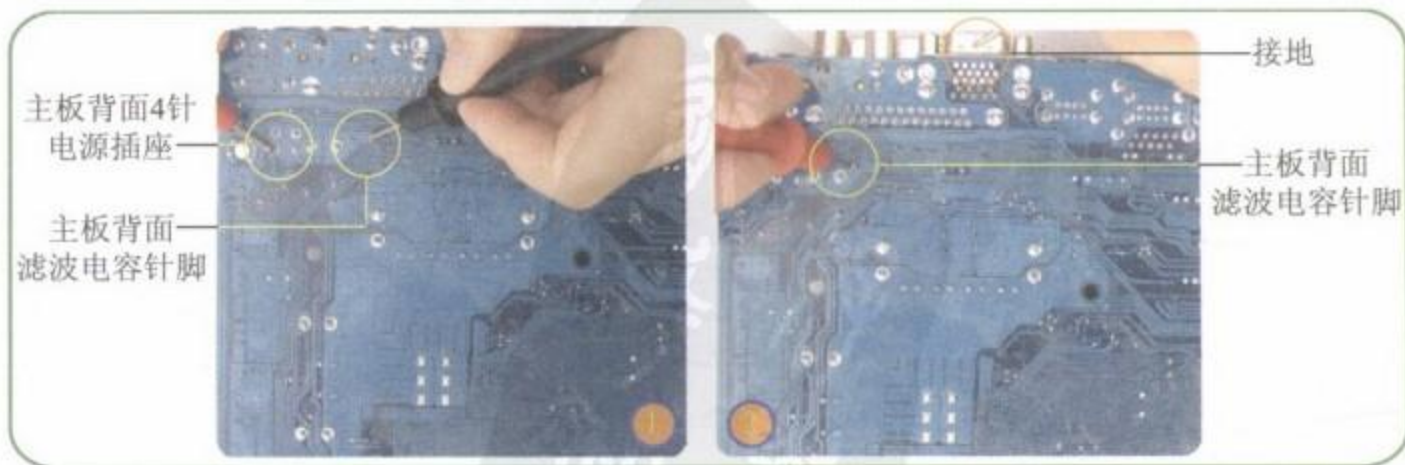


图8-50 测量电源插座和电感之间的滤波电容

Step 03 测量滤波电感 L_{26} 到高端门场效应管 Q_{87} 之间的滤波电容 C_{376} 及电容接地的线路，如图8-51所示。

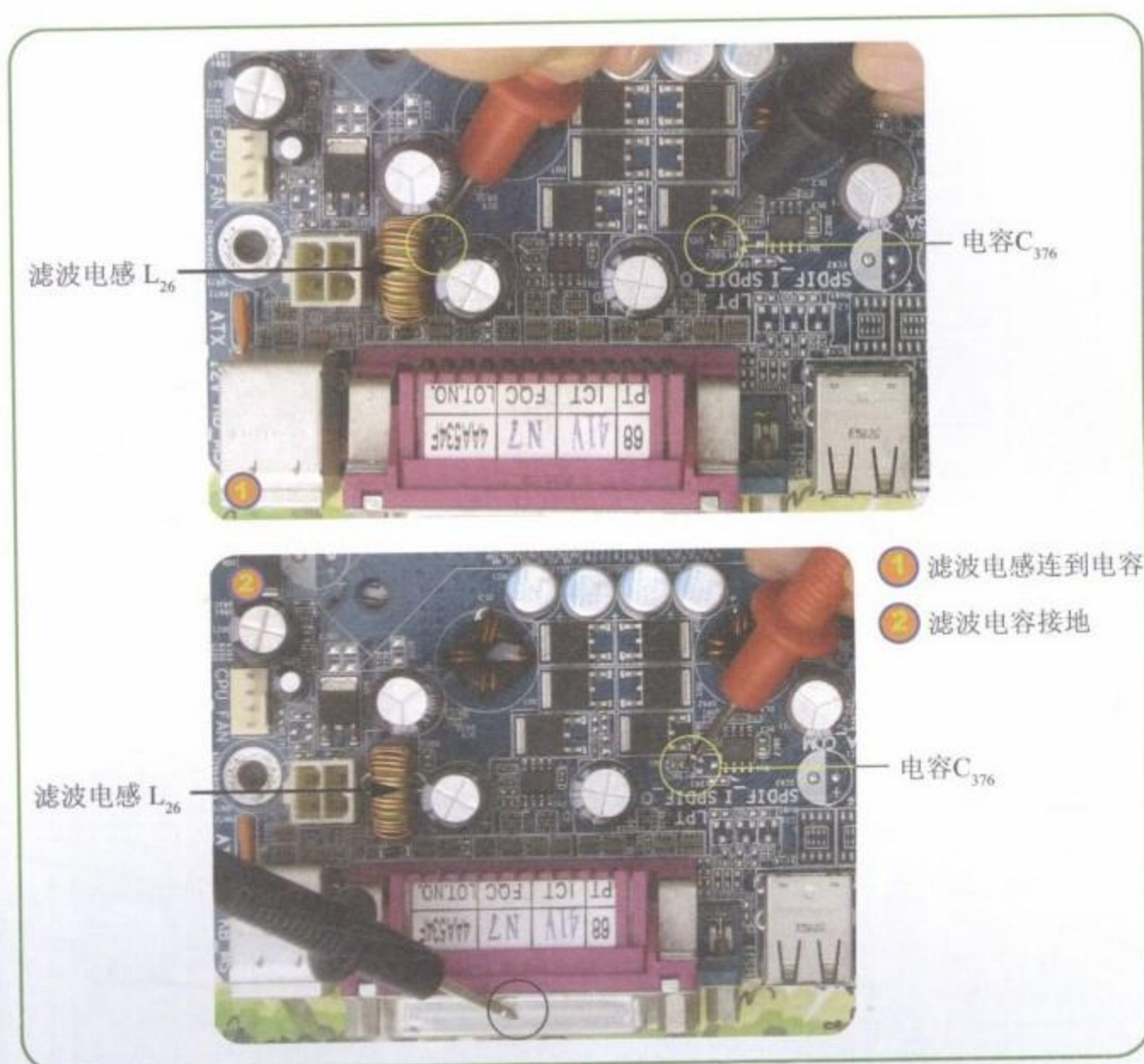


图8-51 测量电感与高端门场效应管间的电容

Step 04 测量滤波电感 L_{26} 到高端门场效应管 Q_{87} 的D极的线路，如图8-52所示。



图8-52 测量电感 L_{26} 到高端门场效应管 Q_{87} 的D极的线路

(2) 高端门场效应管的S极向CPU输出主供电电路跑线实战

CPU供电电路中高端门场效应管 (Q_{87}) 的S极向CPU输出主供电电路原理图参考图8-18

(a)。接下来, 根据场效应管主供电通路原理图, 实际测量高端门场效应管 Q_{87} 的S极向CPU输出主供电电路, 具体跑线测量步骤如下:

Step 01 将万用表调到“蜂鸣”挡, 测量高端门场效应管 Q_{87} 的S极与低端门场效应管 Q_{89} 和 Q_{90} 的D极相连的线路, 如图8-53所示。

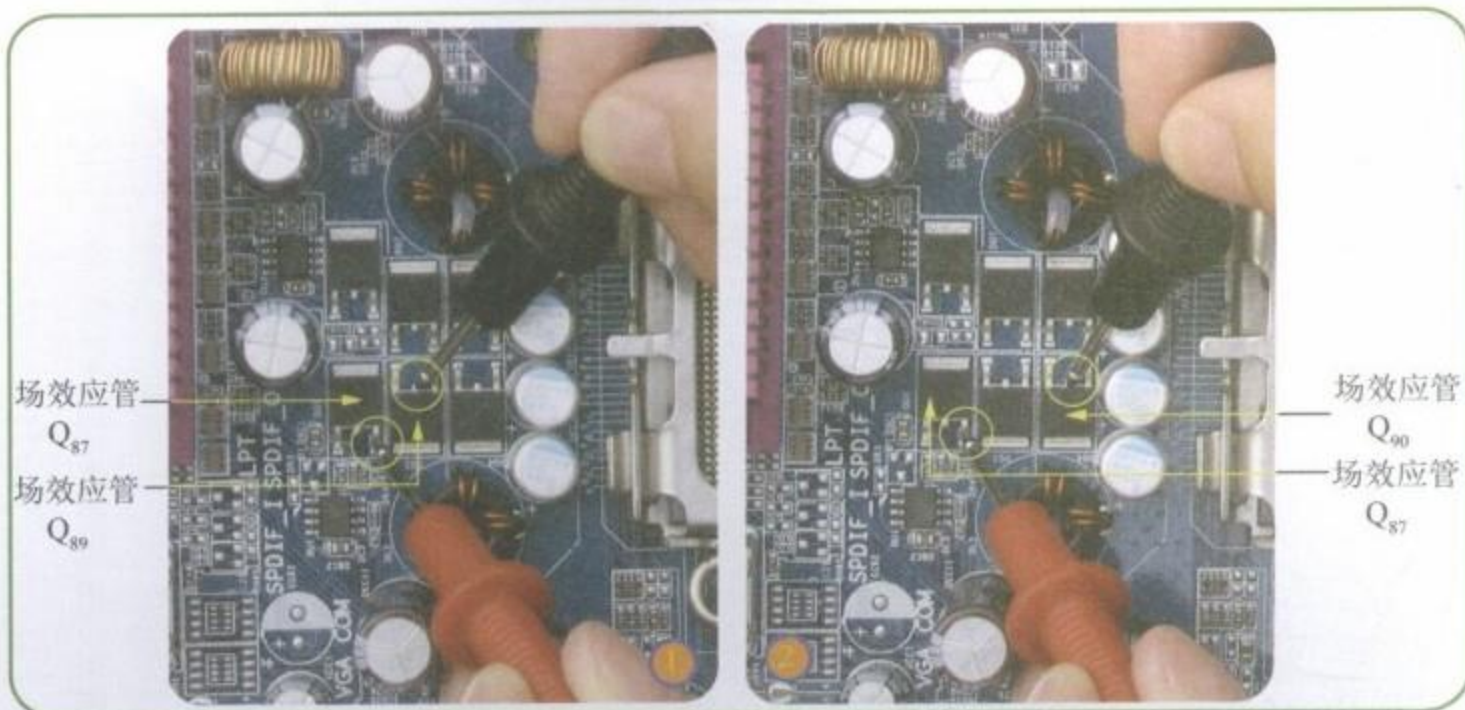


图8-53 测量高端门场效应管与低端门场效应管相连的线路

Step 02 测量低端门场效应管 Q_{89} 和 Q_{90} 的S极接地的线路, 如图8-54所示。

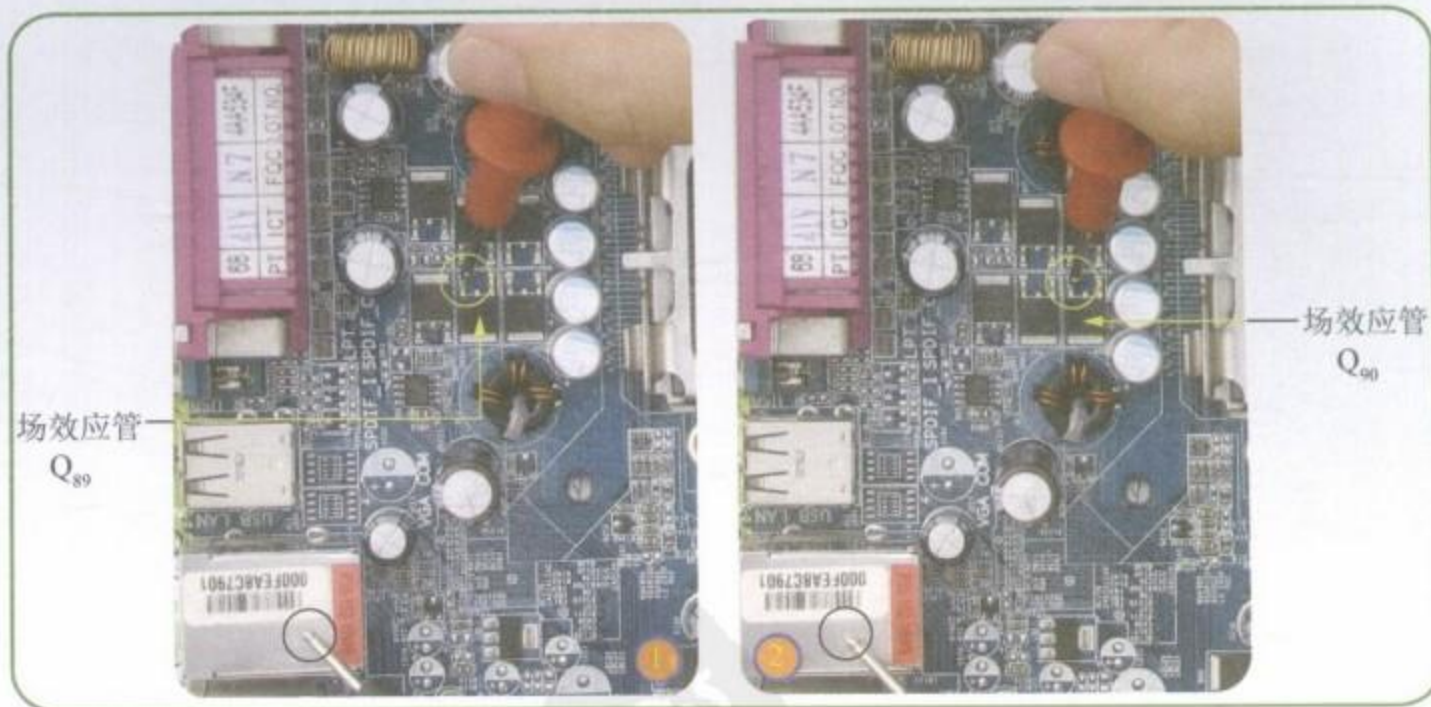


图8-54 测量低端门场效应管接地的线路

Step 03 测量高端门场效应管 Q_{87} 的S极连接的储能电感 L_{27} 的线路, 如图8-55所示。

Step 04 测量储能电感 L_{27} 连接的滤波电容 ($CE_{24} \sim CE_{27}$ 等) 的线路, 及滤波电容接地的线路, 如图8-56所示。

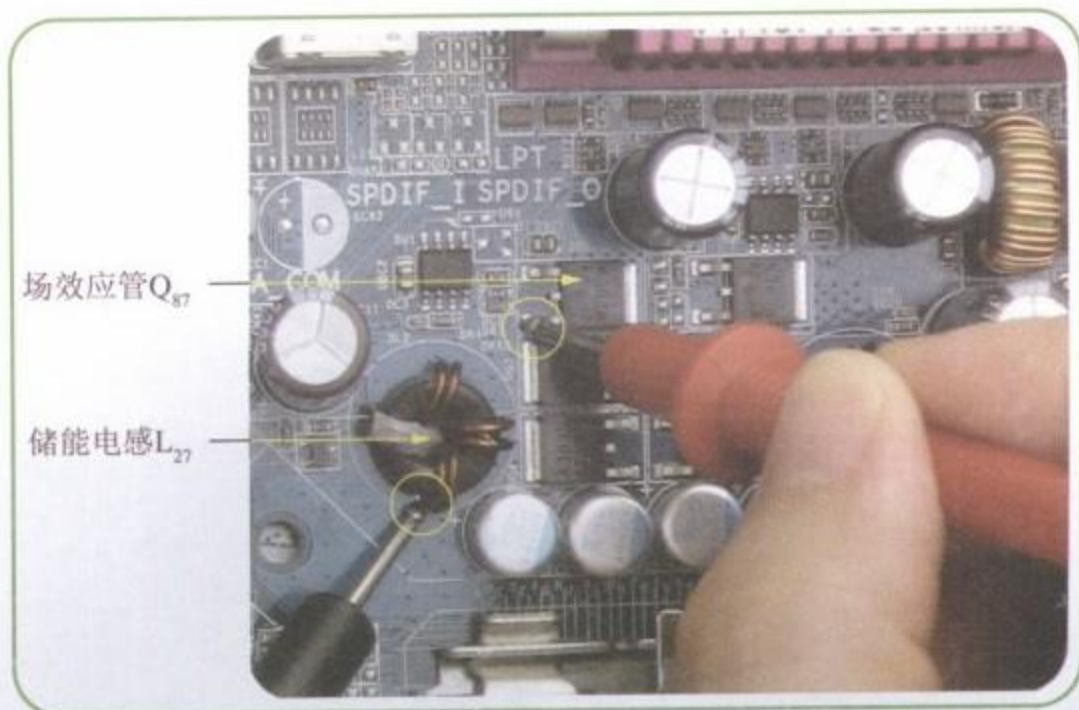


图8-55 测量高端门场效应管 Q_{87} 的S极连接的储能电感

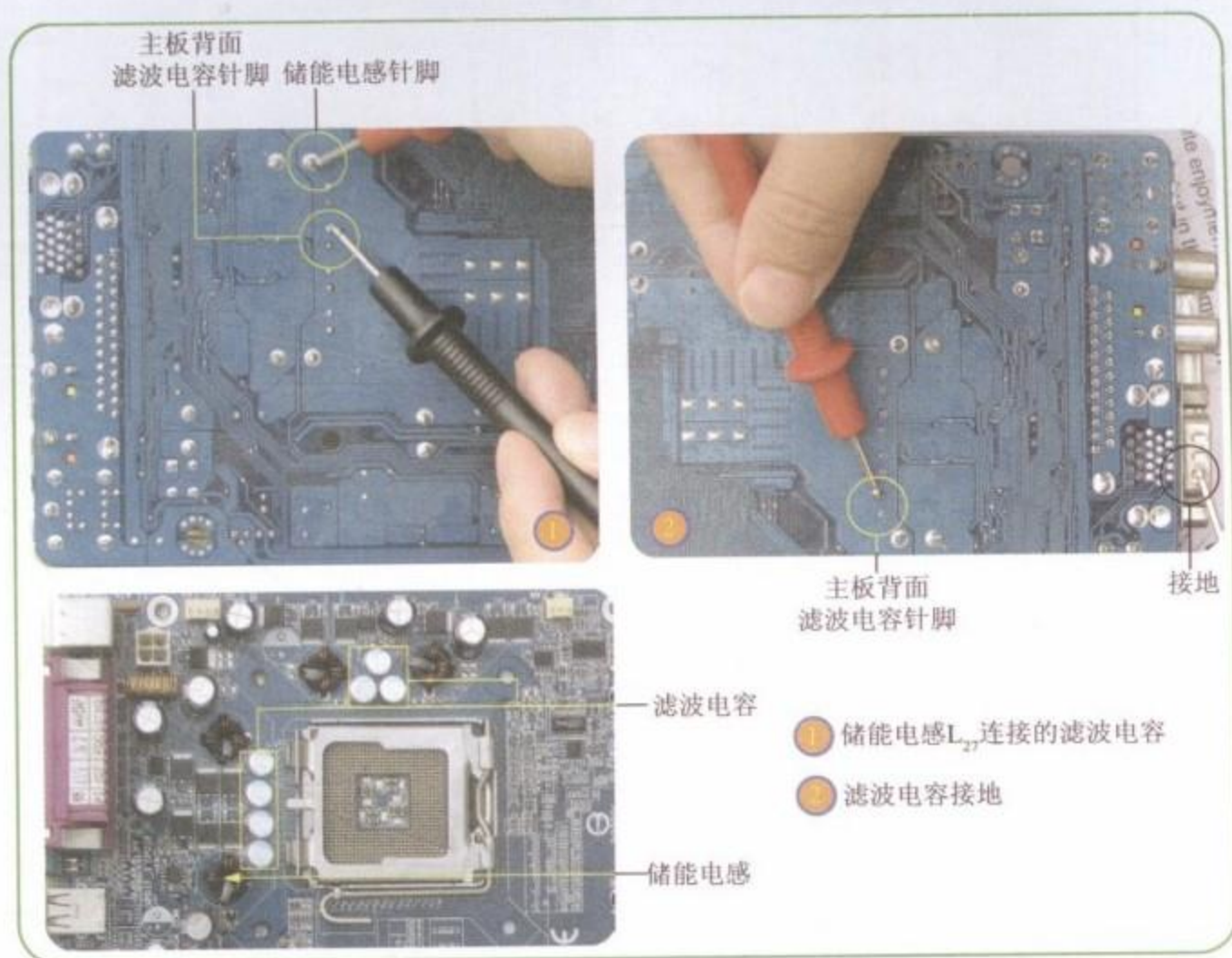


图8-56 测量储能电感连接的滤波电容的线路

(3) 各个场效应管的G极与电源管理芯片输出控制端通路跑线实战

根据各个场效应管的G极与电源管理芯片输出控制端相连的电路原理图，实际测量各个场效应管的G极与电源管理芯片输出控制端相连的电路，具体跑线测量步骤如下：

- Step 01** 将万用表调到“蜂鸣”挡，测量高端门场效应管（ Q_{87} ）的G极到从电源管理芯片的UGATE端口的线路，如图8-57所示。
- Step 02** 测量低端门场效应管 Q_{89} 和 Q_{90} 的G极到从电源管理芯片的线路，如图8-58所示。
- Step 03** 测量主电源管理芯片的PWM₁端连接到从电源管理芯片的PWM端的线路。如图8-59所示。

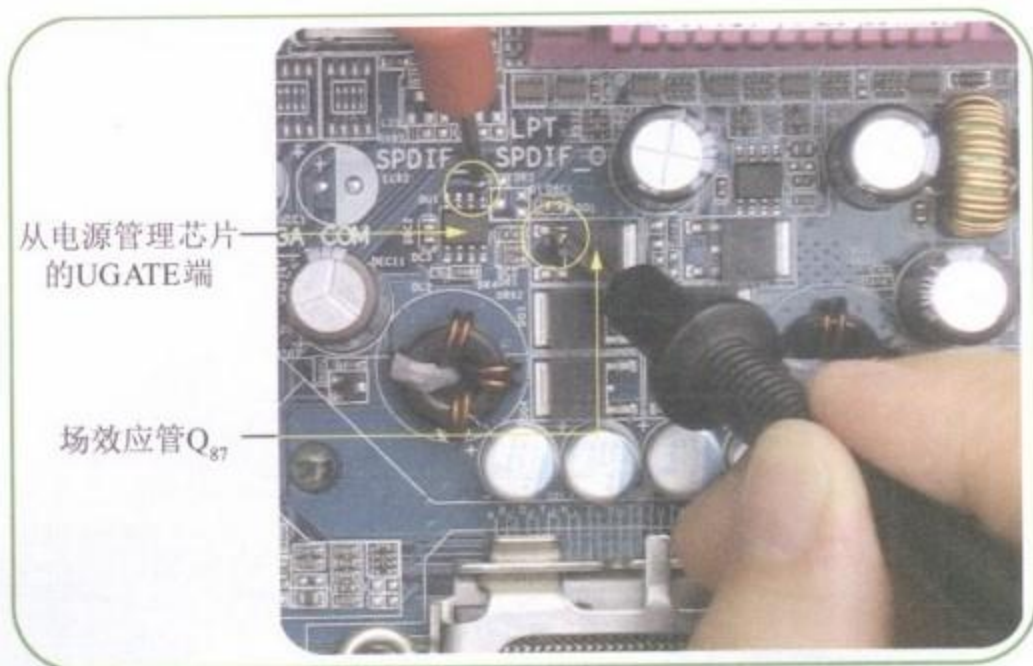


图8-57 测量高端门场效应管的G极到从电源管理芯片的线路

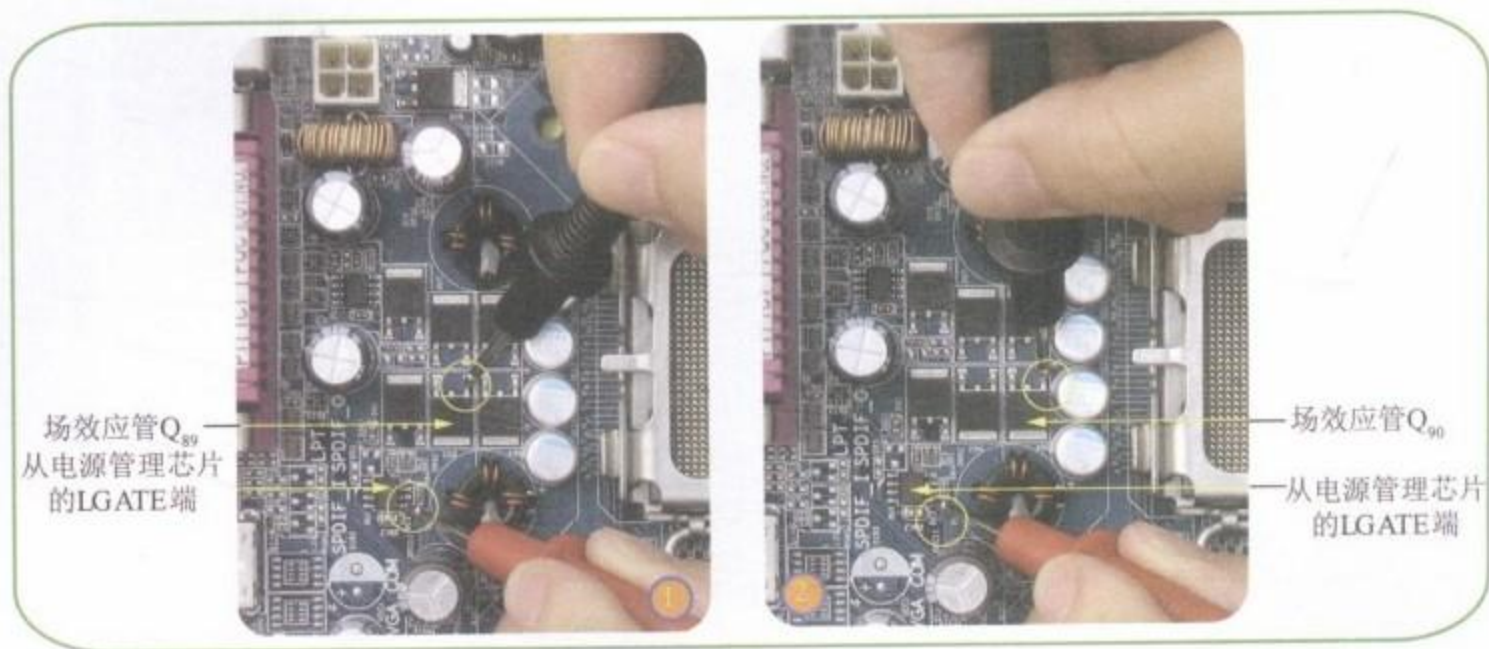


图8-58 测量低端门场效应管的G极到电源管理芯片的线路

图8-59 主电源管理芯片的PWM₁端连接到从电源管理芯片的PWM端的线路

(4) CPU供电电路中的反馈回路跑线实战

根据CPU供电电路的电压和电流反馈回路电路原理图，实际测量电压和电流通过电阻后反馈给主电源管理芯片的线路，具体跑线测量步骤如下：

Step 01 将万用表调到“蜂鸣”挡，测量储能电感 L_{27} 的一端通过反馈电阻 R_{849} 将输出的电压信号反馈到主电源管理芯片的FB端口的线路，如图8-60所示。

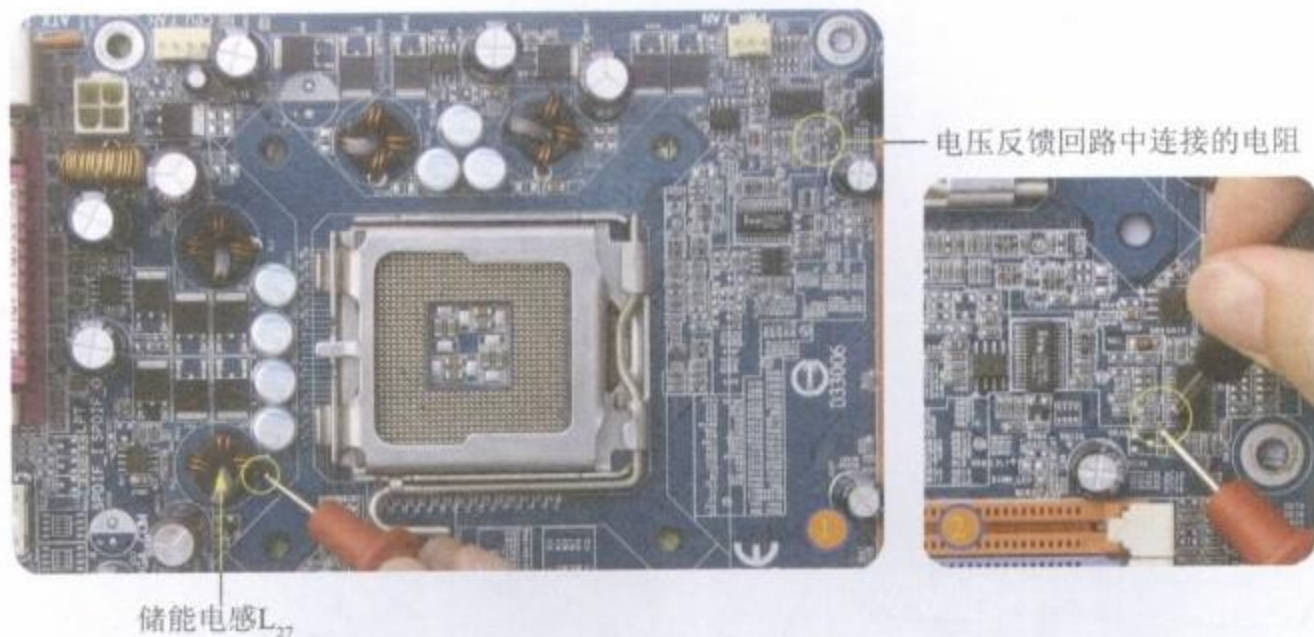


图8-60 电压反馈回路

Step 02 测量储能电感 L_{27} 的一端通过反馈电阻 R_{843} 将电流信号反馈到主电源管理芯片的ISEN₁端口的线路，如图8-61所示。



图8-61 电流反馈回路

8.8.2 内存供电电路动手实践

1. 主板内存供电电路实习流程及方法

(1) 实习流程

- ① 识别并写出你手中主板上内存供电电路的主要元器件的型号及用途。
- ② 根据内存供电电路的原理图，找出主板内存供电电路的实际线路，及线路中包含的元器件。
- ③ 根据主板中实际的内存供电电路，绘制出实际主板的内存供电电路图。根据不同主板

的内存供电电路, 绘制出不同的内存供电电路图, 并加以比较。

④ 根据故障测试点检测方法, 掌握检测与判断内存供电电路中各个元器件好坏的方法。

⑤ 总结主板内存供电电路常见故障的检测流程及方法。

(2) 实习方法

内存供电电路包括3.3V供电电路、2.5V供电电路、1.8V供电电路、1.25V上拉供电电路、0.9V上拉供电电路等, 其中1.8V供电电路和0.9V上拉供电电路一般由开关电源供电电路提供, 它们与CPU供电电路相似, 这里不再介绍。下面重点介绍2.5V供电电路和1.25V供电电路。

2.5V内存供电电路可以分为两部分跑线:

① 场效应管为内存供电电路跑线。

测量电源的5V或3.3V供电进入场效应管的D极, 再由场效应管的S极分两路, 一路经过滤波电容连到内存插槽的VDD (2.5V供电) 脚。一路经过限流电阻连到LM358的反相输入端。

② LM358取样电压电路跑线。

测量电源的5V供电经过分压电阻连到LM358的正相输入端, 再由LM358的输出端连到场效应管的G极。

1.25V上拉供电电路可以分为两部分跑线:

① 三极管为内存供电电路跑线。

测量电源的5V或3.3V供电进入三极管的c极, 再由三极管的e极分三路, 一路连接到另一个三极管的c极, 此三极管e极接地; 另一路经过滤波电容连到排阻, 再连到内存插槽的数据线、地址线引脚; 第三路经过限流电阻连到LM358的反相输入端1和正相输入端2。

② LM358取样电压电路跑线。

测量电源的5V供电经过TL431和分压电阻连到LM358的正相输入端1和反相输入端2, 再由LM358的输出端1和输出端2连到两个场效应管的G极。

2. 跑线实战

下面以2.5V供电电路为例, 讲解调压方式组成的内存供电电路跑线方法, 2.5V供电电路原理图参考图8-31。

(1) LM358取样电压电路跑线实战

根据LM358取样电压电路原理图, 实际测量内存供电电路, 具体跑线测量步骤如下:

Step 01 将万用表调到“蜂鸣”挡, 测量电源插座的第4脚 (5V供电电压) 通过电阻 ER_3 连接到精密稳压器WL431第3脚的线路, 如图8-62所示。



图8-62 测量电源插座到精密稳压器的线路

Step 02 测量精密稳压器第2脚接地的线路，如图8-63所示。

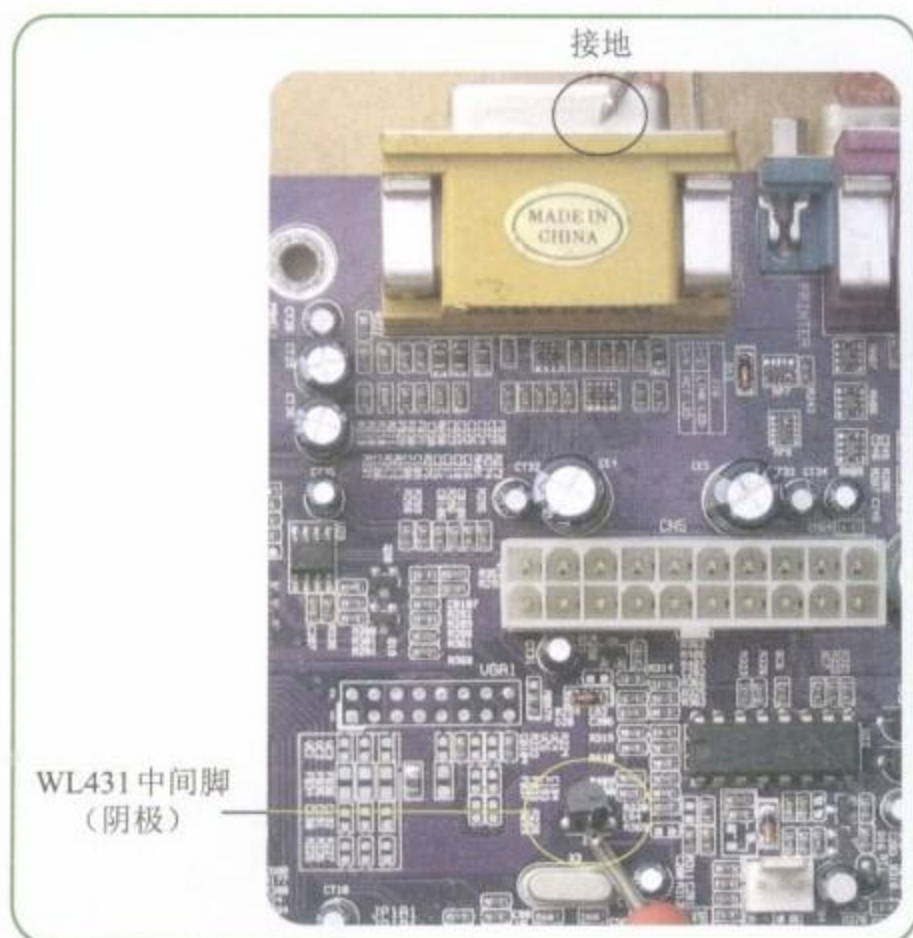


图8-63 测量精密稳压器第2脚接地的线路

Step 03 测量精密稳压器WL431第1脚连接的分压电阻 R_{303} 、 R_{306} 的线路，如图8-64所示。



图8-64 测量精密稳压器连接的分压电阻的线路

Step 04 测量分压电阻 R_{303} 连接到运算放大器LM358的正相输入端（第5脚）的线路，如图8-65所示。

Step 05 测量LM358输出脚（第7脚）连接到场效应管 Q_{23} G极的线路，如图8-66所示。

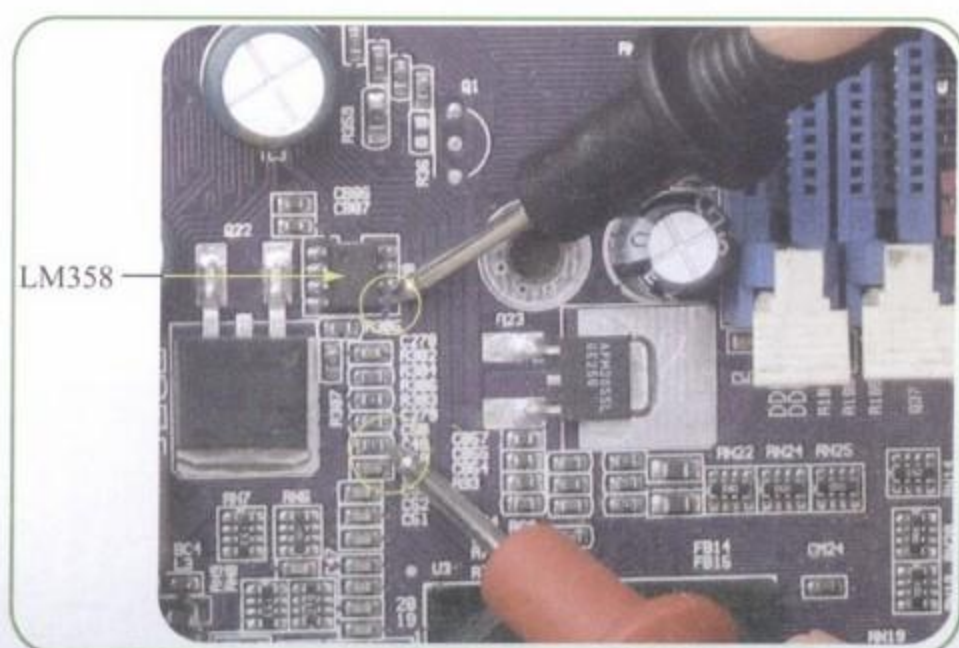


图8-65 测量电阻连接到LM358第5脚的线路

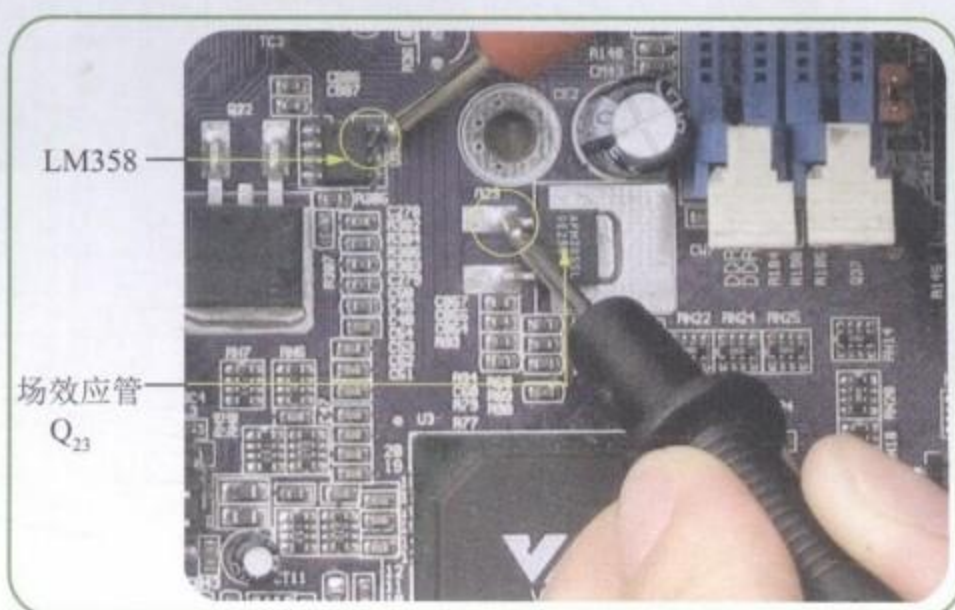


图8-66 测量LM358输出端到场效应管的G极的线路

Step 06 测量场效应管 Q_{23} 的S极通过调整电阻 R_{304} 连接到LM358反相输入端（第6脚）的线路，如图8-67所示。

图8-67 测量场效应管 Q_{23} 的S极连接到LM358反相输入端的线路

(2) 场效应管为内存供电电路跑线实战

2.5V供电电路中，场效应管为负载输出供电电压，根据场效应管供电电路原理图，实际测量场效应管供电电路，具体跑线测量步骤如下：

Step 01 将万用表调到“蜂鸣”挡，测量ATX电源插座第1脚或第11脚（3.3V供电电压）连接到场效应管D极的线路，如图8-68所示。



图8-68 测量电源插座第11脚到场效应管D极的线路

Step 02 测量场效应管Q₂₃ S极连接的滤波电容的线路，如图8-69所示。

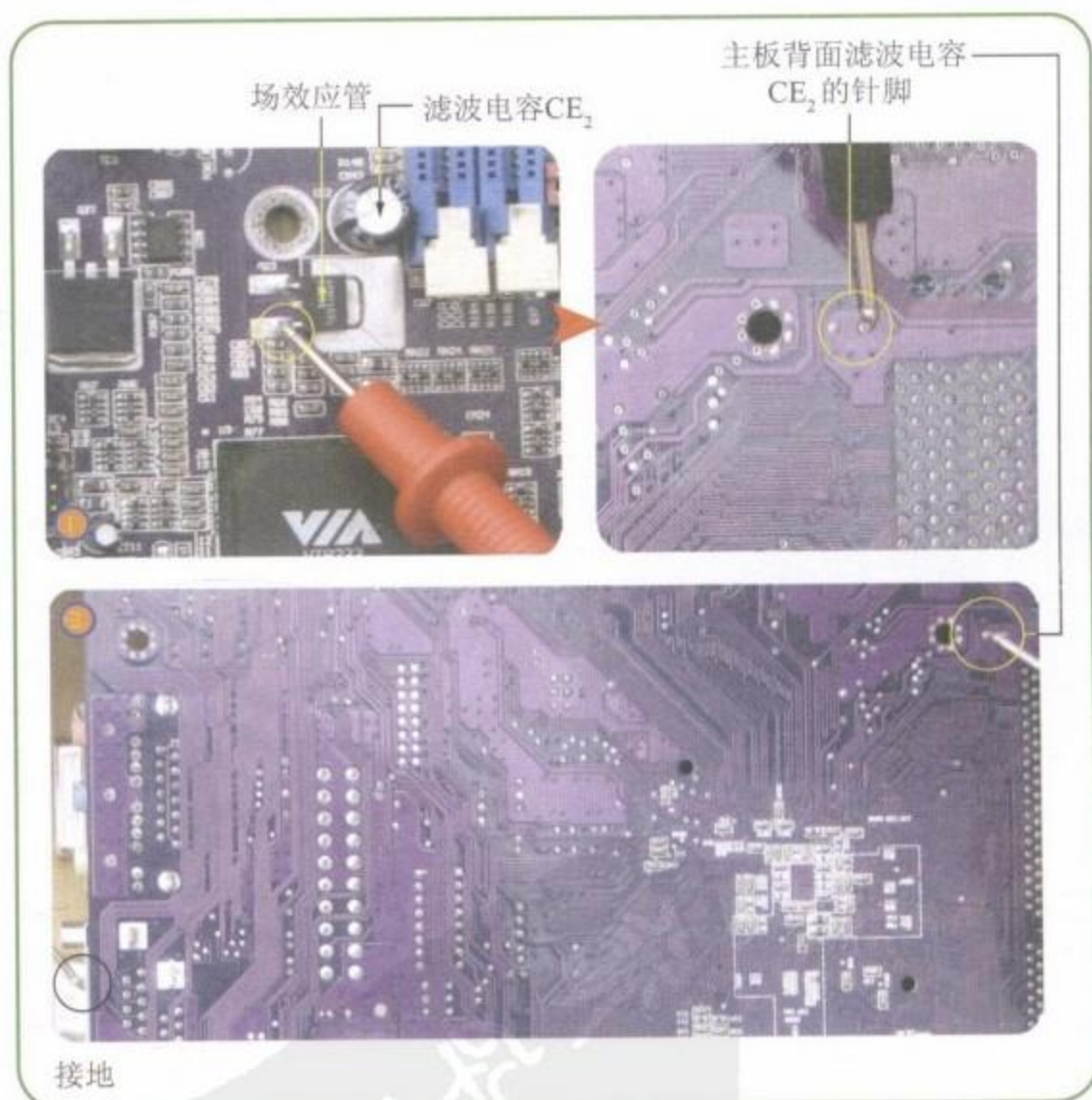


图8-69 测量场效应管Q₂₃的S极连接的滤波电容的线路

8.9 本章小节

本章介绍了主板的供电机制，单相、两相、三相、四相、六相、多组CPU供电电路的组成、常见电路图及工作原理，并总结了CPU供电电路的故障检修流程和故障测试点。同时还介绍了SDRAM内存、DDR内存、DDR2内存、南北桥芯片组、AGP插槽、PCI-E插槽供电电路的组成、常见电路图及工作原理，并总结了这些电路的故障检修流程和故障检测点。另外，还介绍了主板供电电路常见故障的维修方法。两种供电方式（开关电源供电方式和调压供电方式）的CPU、内存、芯片组及扩展槽供电电路的电路图、工作原理和故障检修方法，这些是本章的重点内容，应完全掌握这些内容。



读书笔记

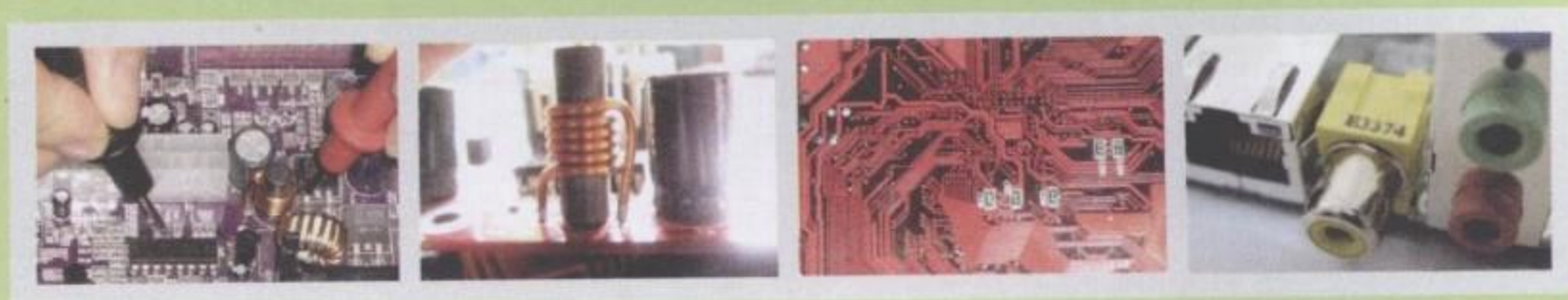
新华书店
PDG



Chapter

9

主板时钟电路分析及故障检修



技术要点:

- 主板时钟电路组成
- 主板时钟电路工作原理
- 主板时钟电路故障检修流程
- 主板时钟电路故障检测点
- 主板时钟电路常见故障的判定及解决方法
- 动手实践

歡迎參觀
PDG

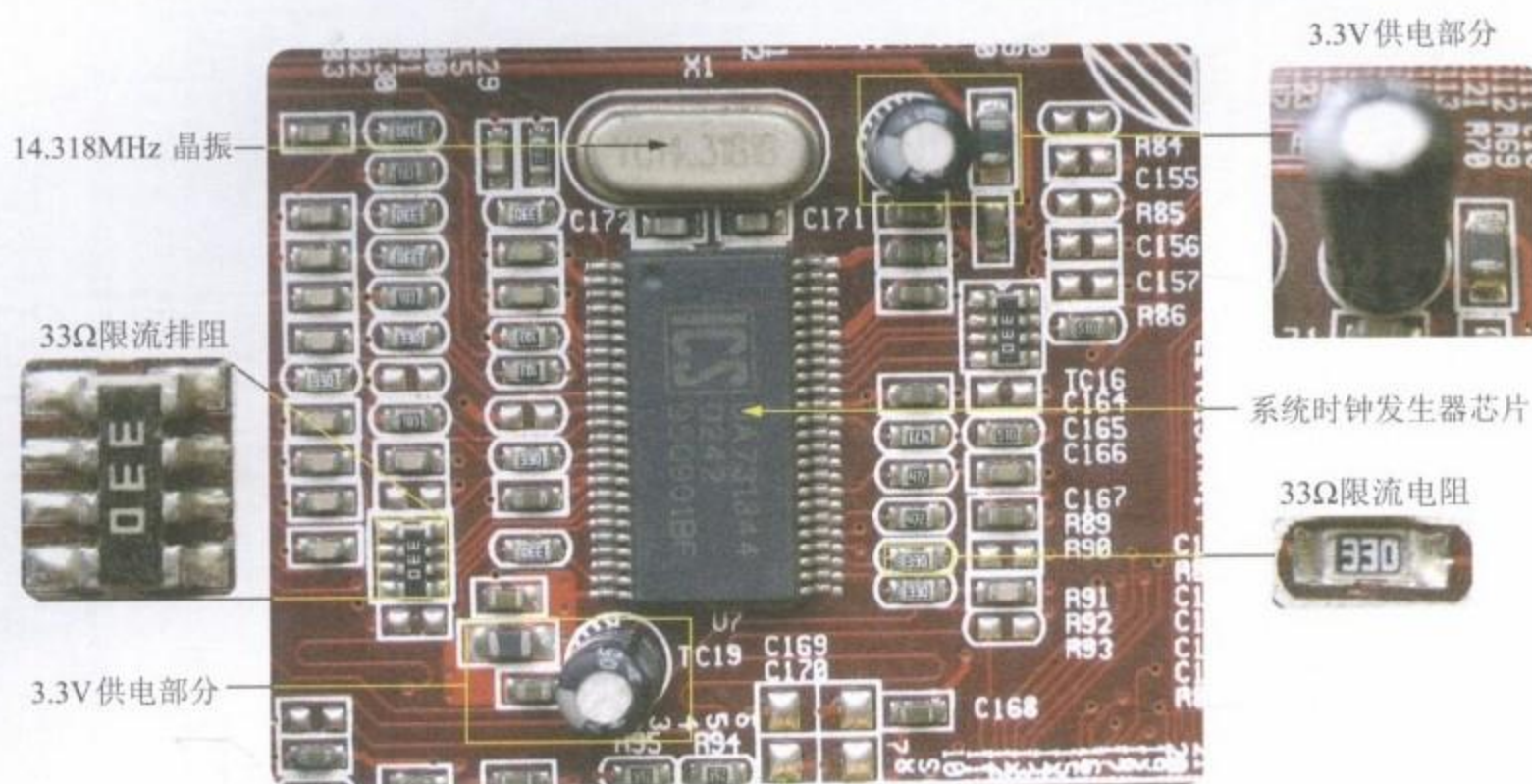
9.1 主板时钟电路分析

主板时钟电路向CPU、芯片组和各级总线（CPU总线，AGP总线，PCI总线，ISA总线等）及主板各个接口提供基本工作频率，有了基本工作频率，电脑才能在CPU的控制下，按步就班，协调地完成各项工作。

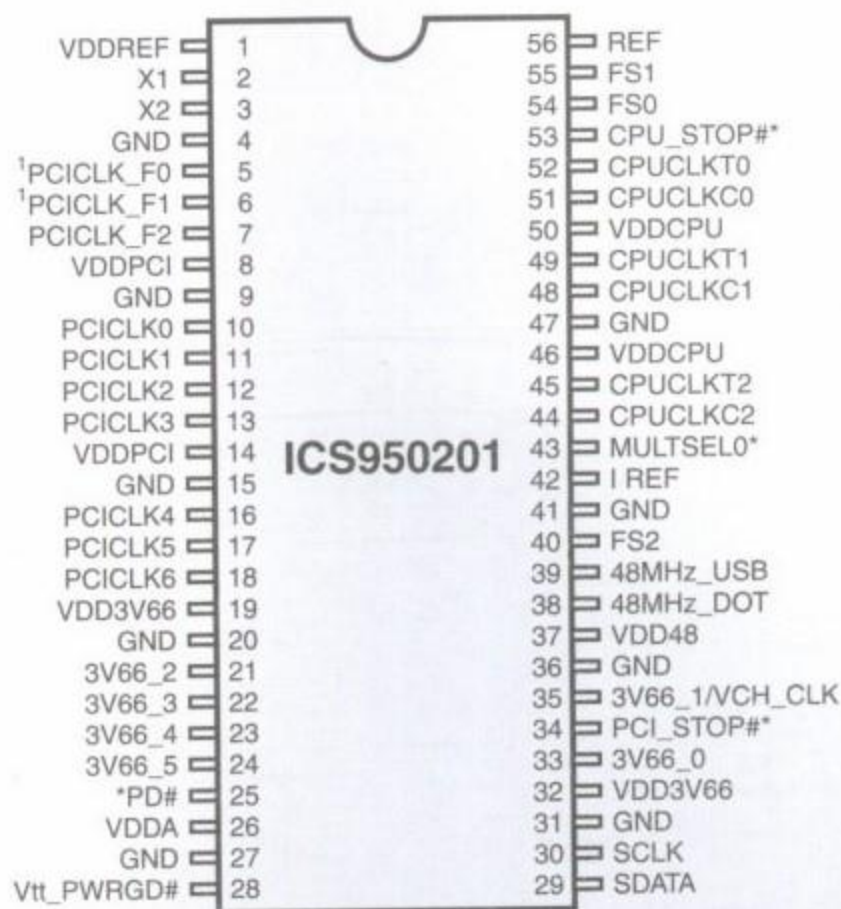
9.1.1 主板时钟电路组成

主板上多数部件的时钟信号由时钟发生器提供，它是通过晶振产生振荡，然后通过分频为各部件提供不同的时钟频率。时钟发生器是主板时钟电路的核心，如同主板的心脏。

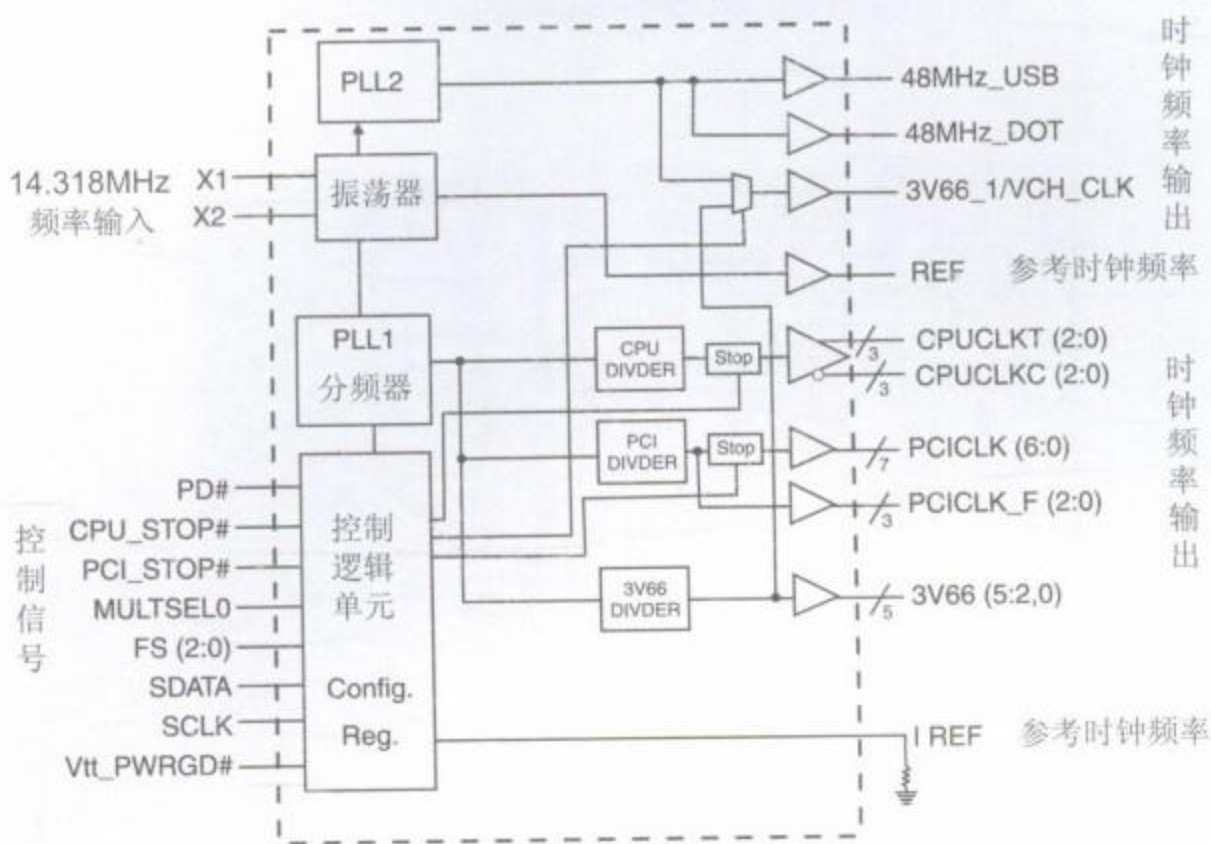
主板时钟电路主要由时钟发生器芯片、14.318MHz晶振、电容、电阻和电感等组成，如图9-1所示。



4.7k Ω 的电阻)进入时钟芯片。图9-2中, ICS950201的第28脚为PG信号输入脚。



(a) ICS950201时钟发生器芯片引脚图



(b) 时钟发生器芯片

图9-2 时钟发生器芯片

当供电与PG信号都正常后, 时钟发生器芯片开始正常工作, 然后把14.318MHz晶振送来的时钟频率放大或缩小后输出给主板的CPU、芯片组、扩展槽等部件。



提示

时钟发生器芯片的各个引脚中, 连接电阻的为频率输出引脚(电阻一般标注220或330, 表示阻值为22 Ω 或33 Ω); 连接电容或电感的为芯片供电引脚, 如图9-4所示。

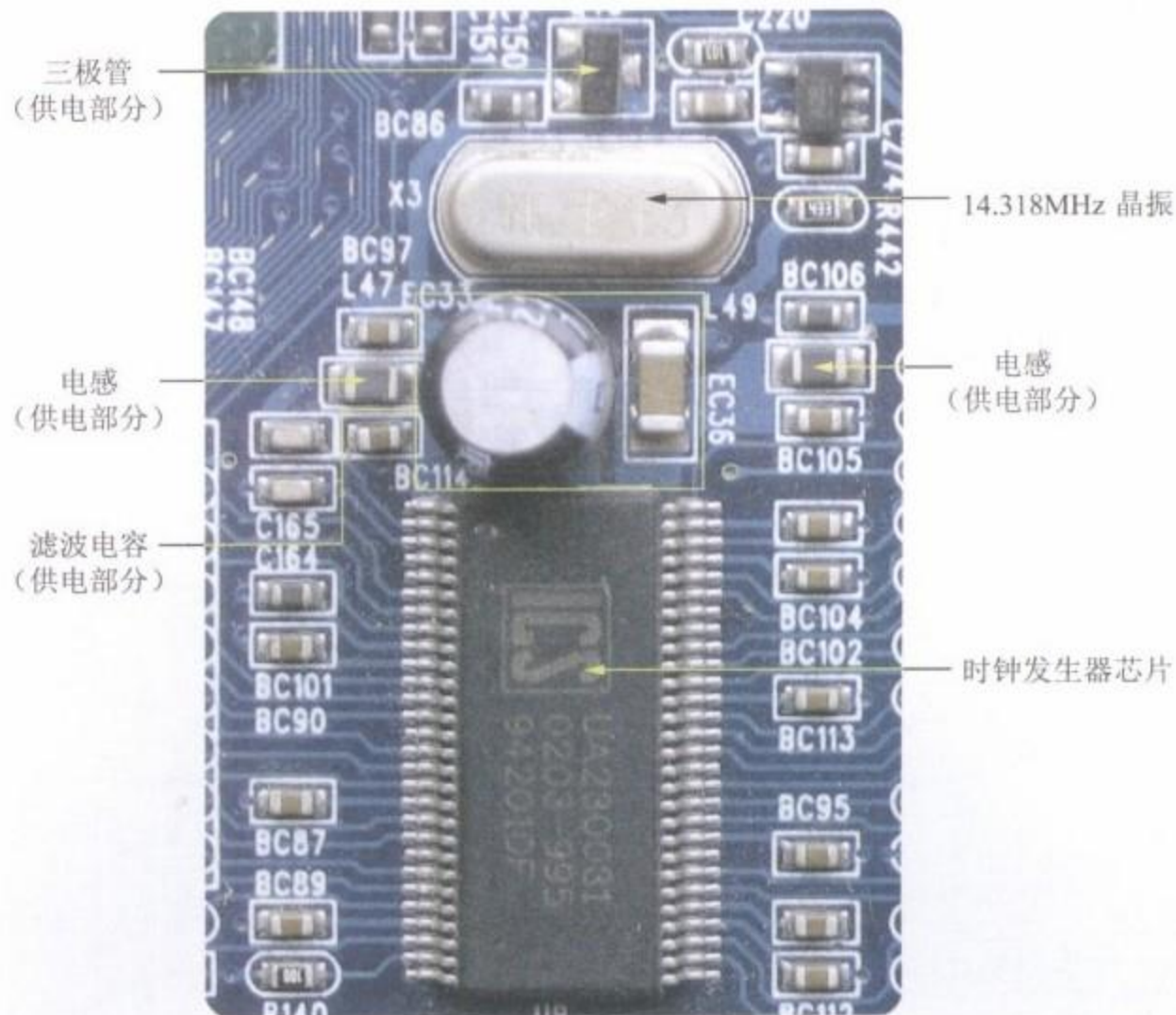


图9-3 时钟发生器的供电

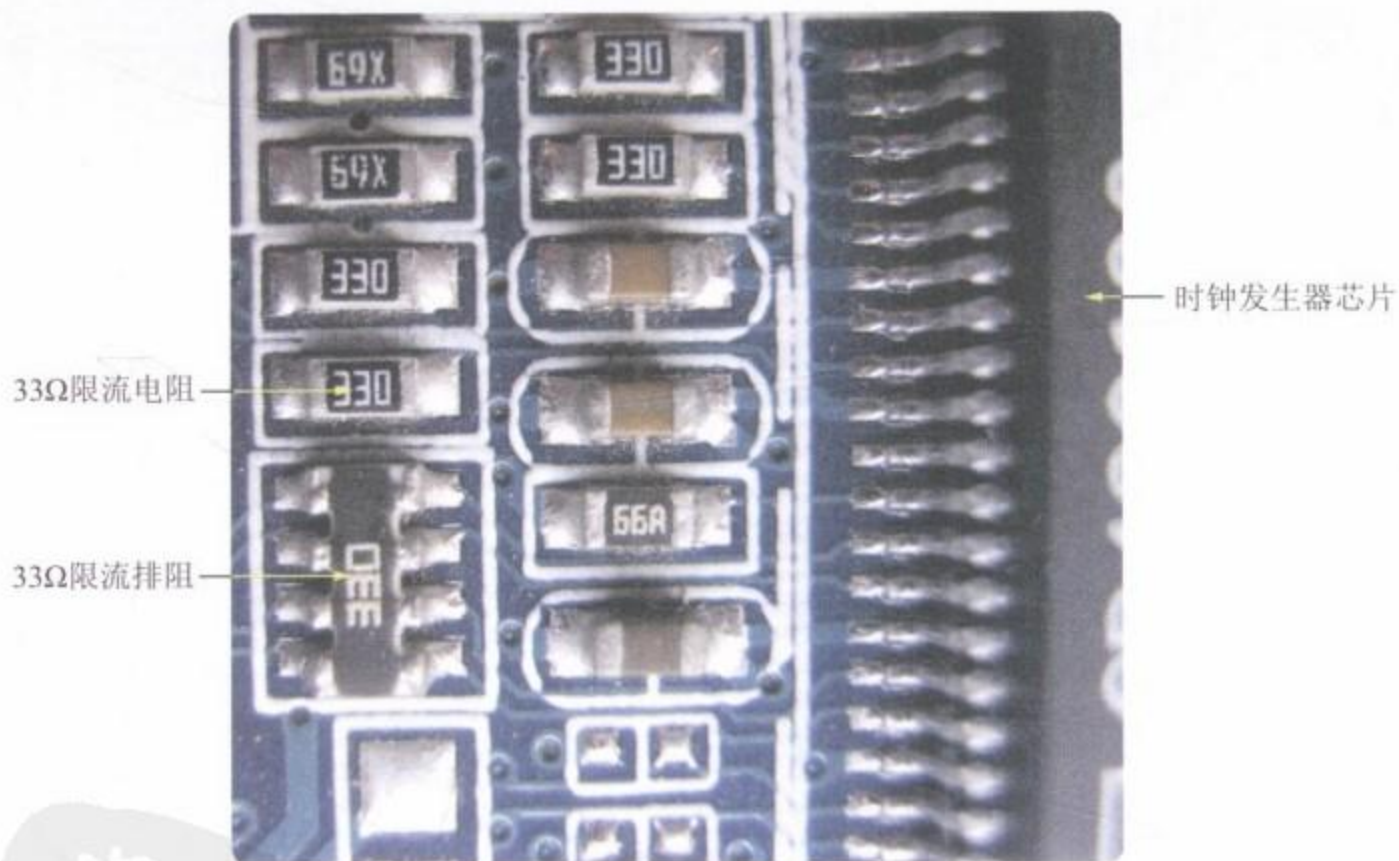


图9-4 时钟发生器芯片连接的电阻

2. 14.318MHz晶振

14.318MHz晶振其实是一个频率产生器，它主要把传进去的电压转换为频率信号输送给主板上的相应部件。主板上常见的时钟晶振有14.318MHz（主时钟）与32.768kHz（南桥旁边的时钟）。图9-3中的晶振为14.318MHz晶振。

9.1.2 主板时钟电路工作原理

当电脑开机时,南桥收到PG信号后,发送复位信号给时钟电路中的时钟发生器芯片,同时电源的3.3V经过二极管和电感(电感可以用 0Ω 电阻代替)进入时钟发生器芯片,为时钟电路供电。此时时钟发生器芯片内部的分频器开始工作,和晶振一起振荡,将晶振产生的14.318MHz频率按照需要放大或缩小后,输送给主板的各个部件。如图9-5和图9-6所示为两种主板时钟信号分布图。

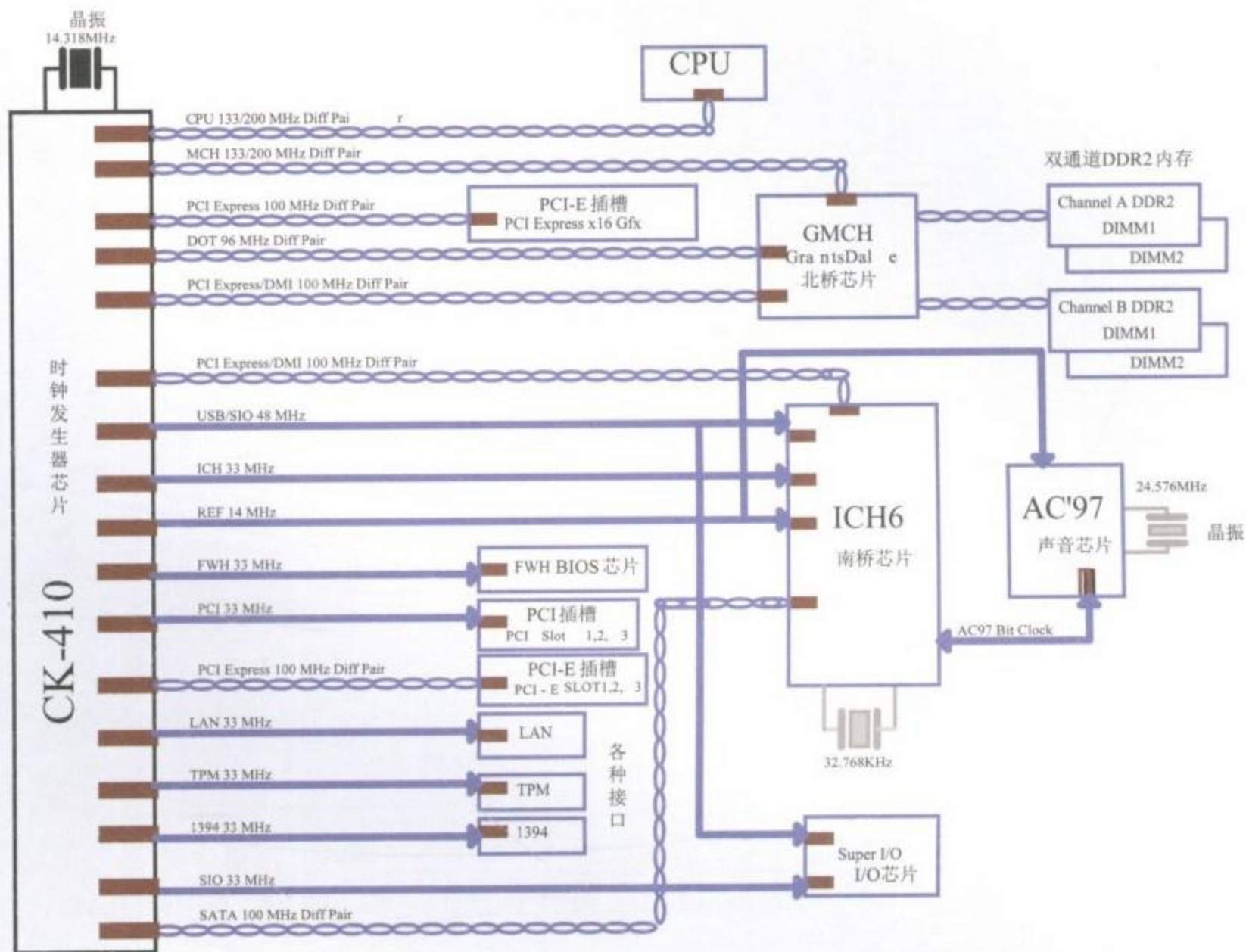


图9-5 主板时钟信号分布图1

从图中可以看出,南桥芯片、北桥芯片、I/O芯片、BIOS芯片、PCI总线、AGP总线、PCI总线、键盘鼠标、CPU等的时钟频率一般直接由时钟芯片提供,而音频芯片的部分时钟频率由南桥提供,内存的时钟频率一般由北桥芯片提供。

主板各个部件需要的时钟频率如下:

南桥芯片需要32.768kHz、14.318 MHz、33MHz、48MHz、66 MHz和100MHz的时钟频率。

I/O芯片需要48 MHz、33 MHz或14.318MHz的时钟频率。

PCI总线需要33MHz的时钟频率。

AGP总线需要66MHz的时钟频率。

PCI-E总线需要100MHz的时钟频率。

音频芯片需要24.576MHz和14.318MHz的时钟频率。

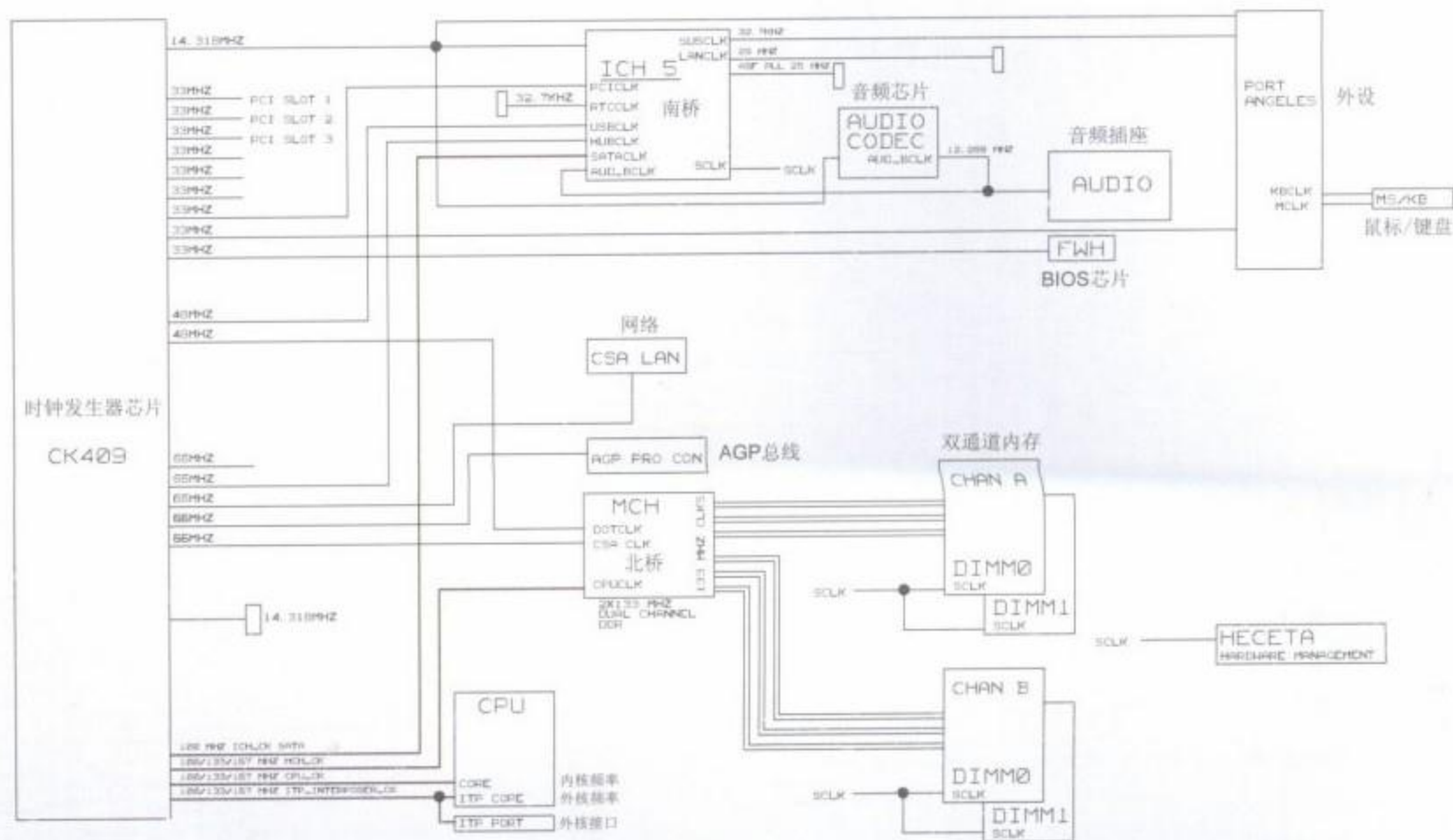


图9-6 主板时钟信号分布图2

BIOS芯片需要33MHz的时钟频率。

键盘鼠标需要33MHz、14.318MHz及32.768kHz的时钟频率。

网络芯片需要33MHz或66MHz的时钟频率。

下面通过一个主板的时钟电路图来分析时钟电路的工作过程，如图9-7所示为主板时钟电路图。

图中，U₇为时钟芯片ICS950201GT，它共有56个引脚，其中，XTAL_IN为晶振输入脚，XTAL_OUT为晶振输出脚，这两个引脚连接14.318MHz的晶振，且它们间有0.4V左右的电压差；VDDCPU、VDD3V66、VDDPCI引脚为供电端，它的供电电压为3.3V；VDDA为PLL供电；SDATA引脚和SDCLOCK引脚分别为串行数据和串行时钟，由南桥芯片提供；FS₀~FS₂引脚为时钟测试端；14MREF引脚为14.318MHz参考频率输出端；VTT_PWRGD#引脚为PG信号输入端；PCICLK₀~PCICLK₆引脚为PCI时钟输出端；PCICLK_F₀~PCICLK_F₂引脚为PCI时钟调整端；CPUCLK₀~CPICLK₂为CPU时钟输出端；48M_USB为48MHz时钟输出；3V66_0、3V66_1、66M_OUT₀~66M_OUT₂为66MHz时钟输出端；CPU_STOP#和 PCI_STOP#引脚为停止CPU时钟和停止PCI时钟端口。

当电脑开机后，ATX电源的3.3V供电电压通过电感和滤波电容后连入时钟芯片的供电引脚为时钟芯片供电。接着CPU供电正常后，PG信号通过VTT_PWRGD#引脚进入时钟芯片，同时南桥芯片向时钟芯片发出PWON#信号，接着时钟芯片内部振荡器开始工作，向晶振X₁发出起振电压，晶振X₁起振后，给时钟芯片通过14.318MHz的时钟频率。时钟芯片在得到此频率后，经过内部叠加、分割处理，得到14.318MHz、33MHz、66MHz、48MHz、100MHz等时钟频率，然后通过时钟输出引脚输出，再经过220和330限流电阻后分别送到主板的各个模块，为其提供时钟频率。

一般主板只有一个时钟芯片，但由于内存总线需要的时钟频率较多，因此在主板中又增加了一个时钟芯片，专门为内存提供时钟频率，如图9-8所示。

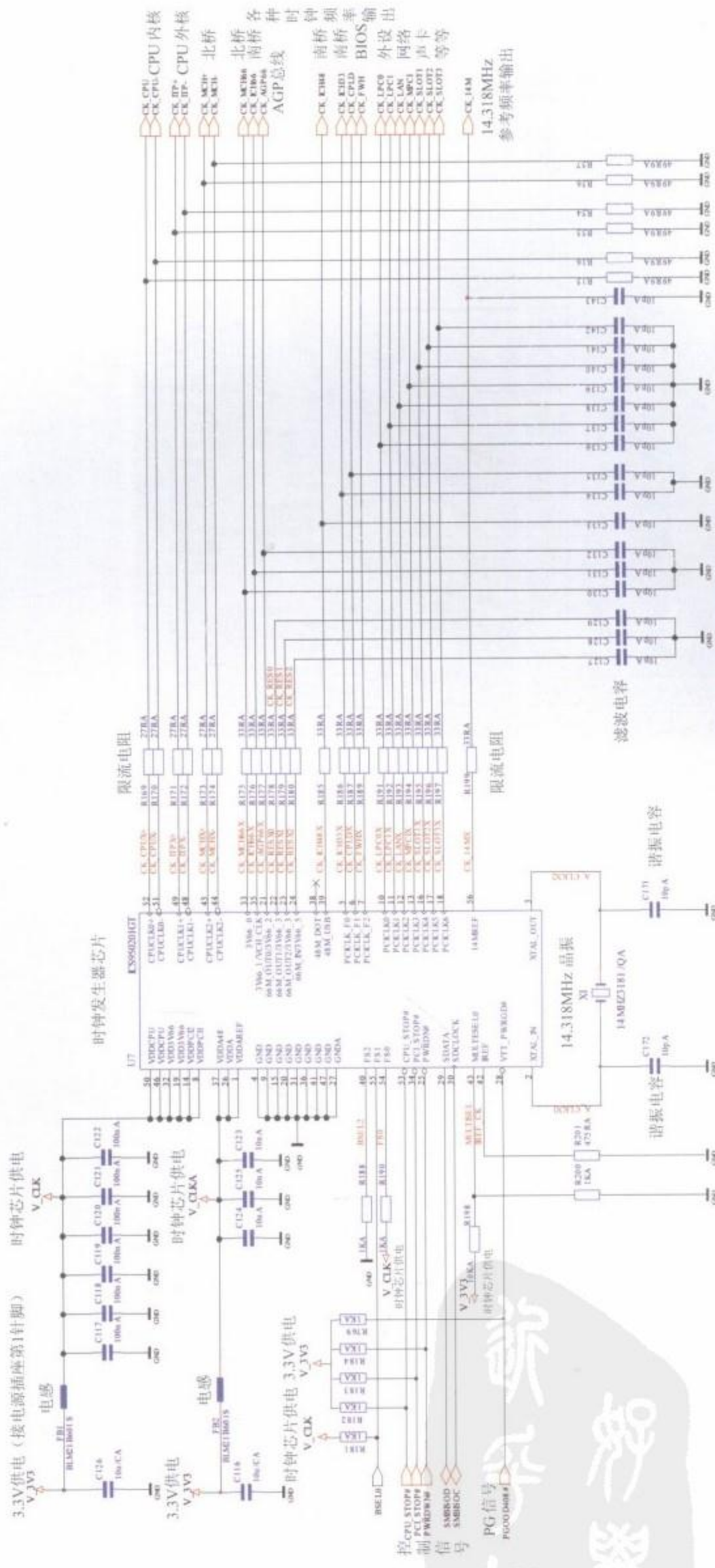
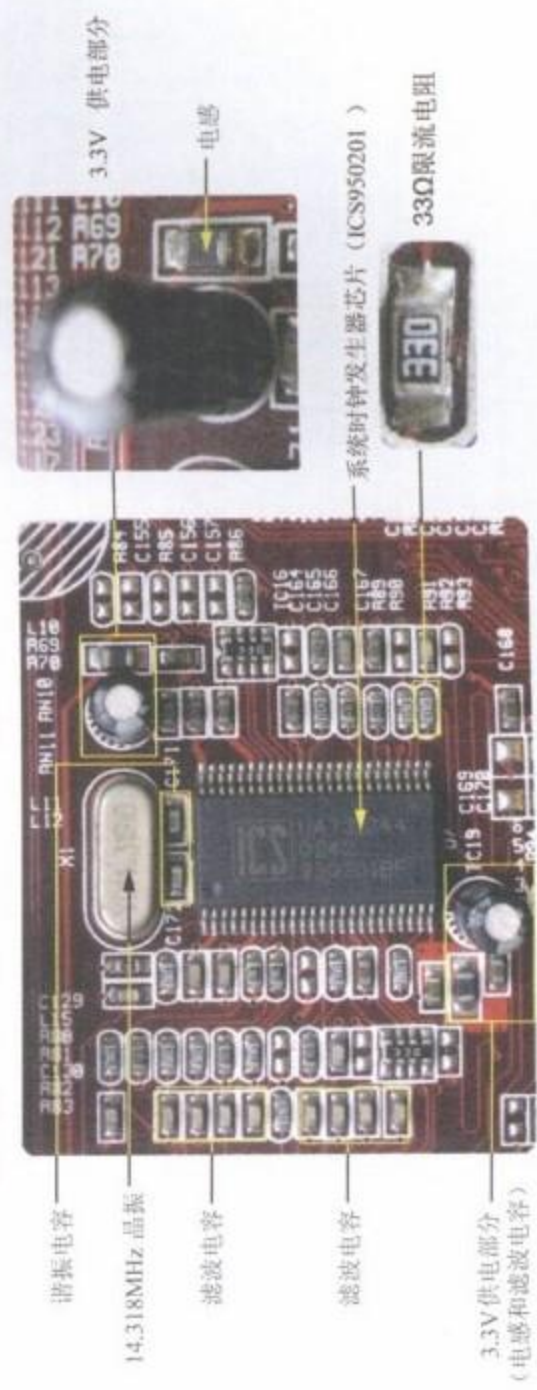
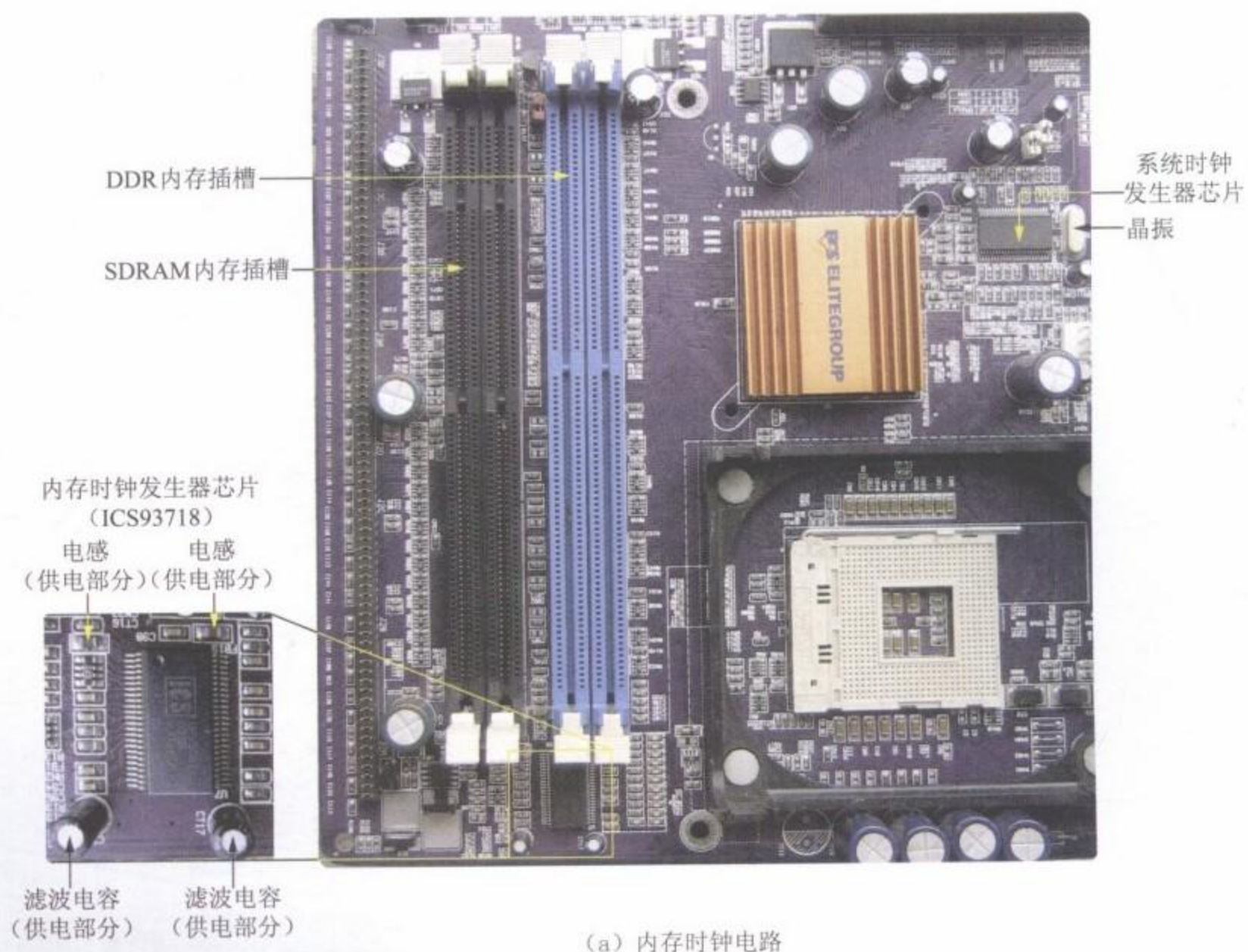
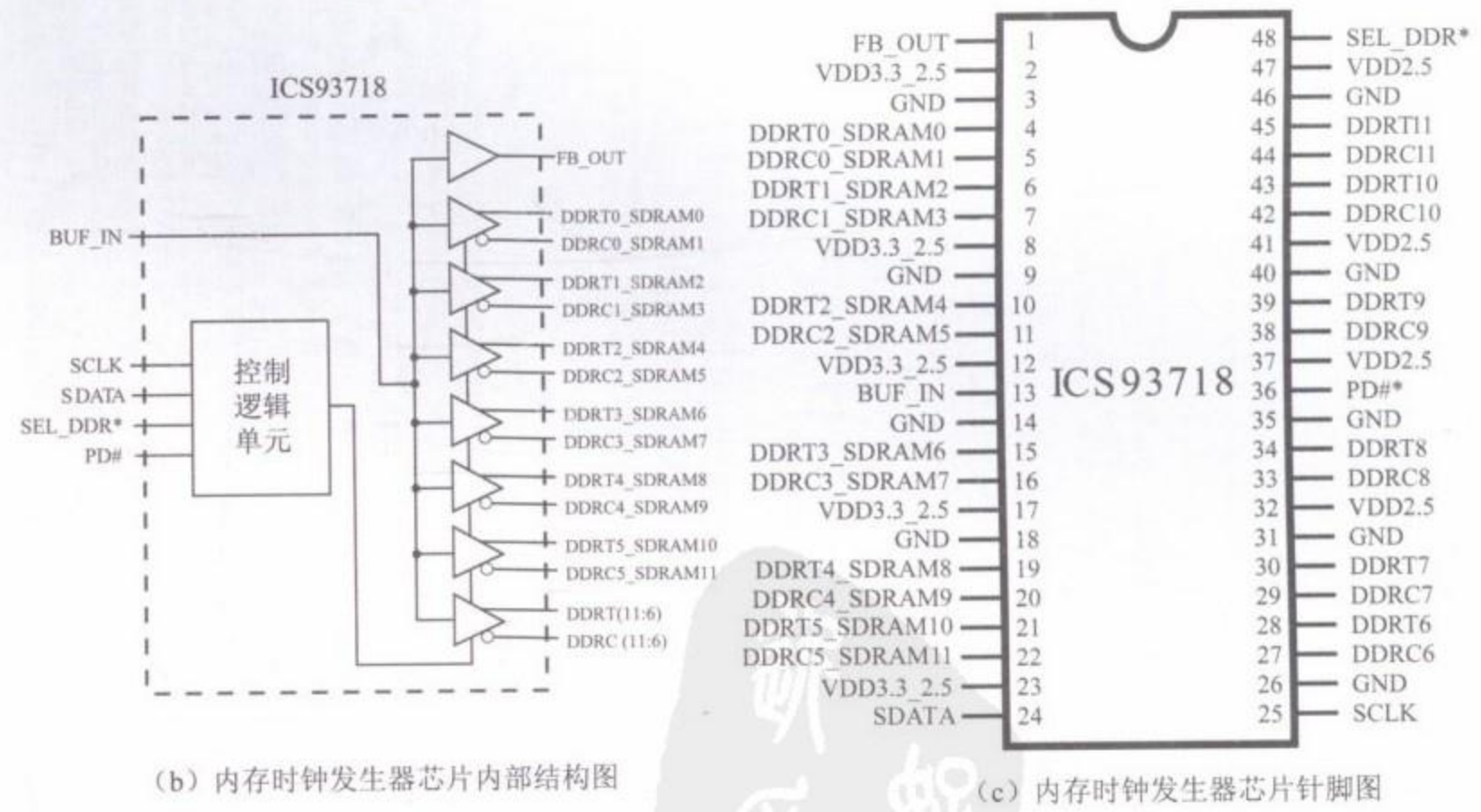


图9-7 主板时钟电路图





(a) 内存时钟电路



(b) 内存时钟发生器芯片内部结构图

(c) 内存时钟发生器芯片引脚图

图9-8 内存时钟芯片

不过内存时钟芯片没有专门的晶振，它的基准时钟由北桥芯片提供。

9.2 主板时钟电路故障检修流程

主板时钟电路故障一般是由供电部分的电感、电容损坏，或晶振和谐振电容损坏，或系统时钟芯片损坏等造成的。当系统时钟信号出现故障时，可以按照图9-9所示的故障检修流程图进行检修。

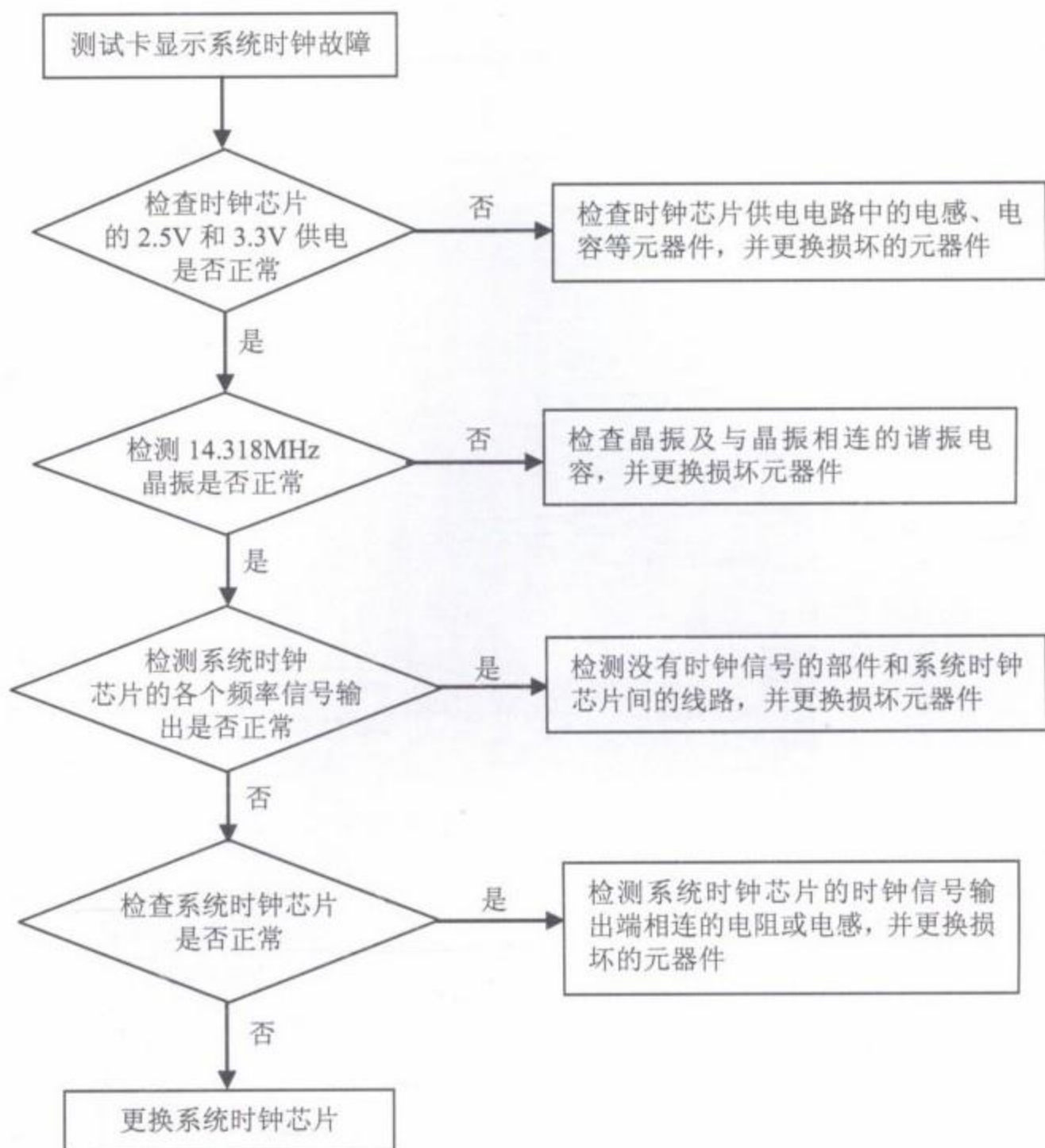


图9-9 主板时钟电路故障检修流程图

9.3 主板时钟电路故障检测点

9.3.1 主板时钟电路易坏元器件

主板时钟电路中的易坏元器件主要有22Ω或33Ω电阻、电感、滤波电容、14.318MHz晶振、谐振电容和系统时钟芯片等。

9.3.2 主板时钟电路故障检测点

主板时钟电路主要故障检测点如下。

故障检测点1 滤波电容。

这里的滤波电容主要是指10pF的电容，如图9-10所示。滤波电容损坏可能导致无法正常为系统时钟芯片供电，使系统时钟芯片无法工作或工作不稳定。判断电容好坏的方法为：测量前观察电容有无鼓包或烧坏，接着将万用表调到欧姆挡的“20k”挡，然后用万用表的两只表笔，分别与电容器的两端相接（红表笔接电容器的正极，黑表笔接电容器的负极），如果显示值从“000”开始逐渐增加，最后显示溢出符号“1”，表明电容器正常；如果万用表始终显示“000”，则说明电容器内部短路；如果始终显示“1”，则可能电容器内部极间开路。

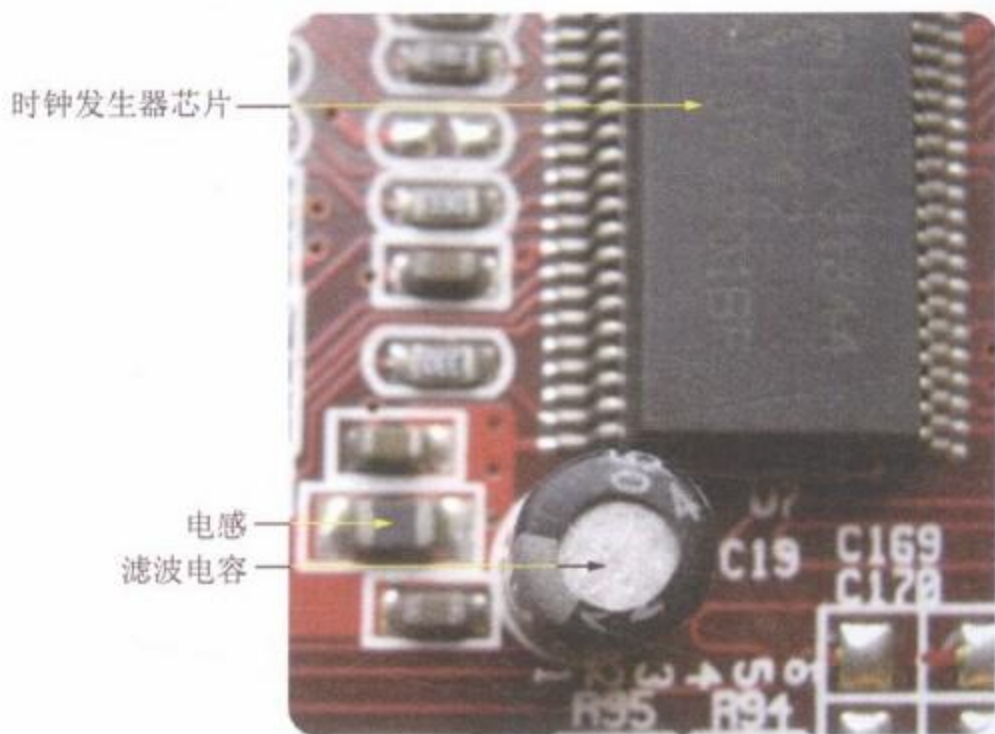


图9-10 时钟电路中的滤波电容

故障检测点2 电感。

电感的损坏将导致无法正常为系统时钟芯片供电或为设备提供时钟信号。检测方法为：将万用表调到“蜂鸣”挡，然后将万用表的两个表笔分别接触电感的两端，如果万用表显示数值为0，则电感内部断路，如果万用表显示的数值一直在跳动，则电感内部接触不良。

故障检测点3 限流电阻。

时钟电路中的限流电阻阻值主要为22Ω和33Ω，一般在系统时钟芯片周围。检测方法为：将万用表调到欧姆挡的“200”挡，测量电阻的阻值，如阻值在22Ω或33Ω左右，则正常，否则损坏。

故障检测点4 晶振和谐振电容。

晶振损坏后，电脑可能不能开机。检测方法为：用示波器测晶振两脚的波形和晶振两脚之间的阻值。如晶振的两脚有波形且两脚之间的阻值为450Ω~700Ω，则晶振正常。谐振电容的检测方法与上面滤波电容的检测方法相同。

故障检测点5 系统时钟发生器芯片。

系统时钟发生器芯片损坏将导致主板无法启动。检测方法为：测量晶振两脚的电压（晶振两脚各有1V左右的电压），如果有电压，说明系统时钟芯片内部的分频器正常，否则分频器损坏。接着测量PCI插槽的B₁₆针脚和ISA插槽的B₃₀针脚的时钟信号，如果没有，则系统时钟发生器芯片损坏。

9.4 主板时钟电路常见故障的判定及解决方法

9.4.1 主板时钟电路常见故障现象及原因

1. 主板时钟电路常见故障现象

- 1 开机后黑屏，CPU不工作。
- 2 开机后黑屏，内存不工作。
- 3 开机后黑屏，AGP显卡不工作。

2. 造成主板时钟电路故障的原因

- 1 电感损坏。
- 2 滤波电容损坏。
- 3 时钟芯片旁边的限流电阻损坏。
- 4 晶振损坏。
- 5 谐振电容损坏。
- 6 系统时钟发生器芯片损坏。
- 7 内存时钟发生器芯片损坏。

9.4.2 主板时钟电路常见故障解决方法

主板时钟电路出现故障后，一般会造成电脑开机后黑屏，而且时钟信号不正常的设备停止工作，用主板诊断卡诊断，主板诊断卡的代码显示“00”。

主板时钟电路供电电路故障一般由电源管理芯片损坏、场效应管损坏、滤波电容损坏、或限流电阻损坏等造成。

故障解决方法：

- Step 01 首先用主板故障诊断卡检测主板，如果显示代码“00”，表示时钟故障。
- Step 02 接着检测时钟芯片的2.5V和3.3V供电是否正常，如果不正常，检测电源插座到时钟芯片供电脚的线路（主要是连接的电容等元器件）。
- Step 03 如果时钟芯片供电正常，用示波器测量14.318MHz晶振引脚波形，如果波形严重偏移，说明晶振本身损坏，更换晶振。
- Step 04 如果晶振波形正常，测量经过晶振连接的两个谐振电容的波形，如果不正常，更换谐振电容。
- Step 05 如果波形正常，接着检测系统时钟芯片的各个频率时钟信号输出是否正常，如果正常，检测没有时钟信号的部件和系统时钟芯片间的线路中损坏的元器件。
- Step 06 如果不正常，检测系统时钟芯片的时钟信号输出端相连的电阻或电感，并更换损坏的元器件。
- Step 07 最后如果时钟电路故障还无法排除，更换时钟芯片。

9.5 动手实践

9.5.1 主板时钟电路实习流程及方法

1. 实习流程

- 1 识别并写出你手中主板上时钟电路的主要元器件的型号及用途。
- 2 根据时钟电路的原理图，找出主板时钟电路的实际线路，及线路中包含的元器件。
- 3 根据主板中实际的时钟电路，绘制出实际主板的时钟电路图。根据不同主板的时钟电路，绘制出不同的时钟电路图，并加以比较。
- 4 根据故障测试点检测方法，掌握检测与判断时钟电路中各个元器件好坏的方法。
- 5 总结主板时钟电路常见故障的检测流程及方法。

2. 实习方法

主板时钟电路的实习主要以系统时钟芯片为中心，测量系统时钟芯片的供电输入线路、振荡线路、时钟信号输出线路等。

在实习时注意，系统时钟芯片的引脚连接电容的为供电输入脚，连接电感和滤波电容的也为供电输入脚，连接电阻（标注220或330的）的为时钟信号输出脚，连接标注“472”的电阻的为PG信号输入脚。

9.5.2 主板时钟电路供电电路跑线实战

主板时钟电路供电电压一般是从电源插座经过二极管、电感和滤波电容向系统时钟芯片输入的，具体跑线步骤如下：

Step 01 将万用表调到“蜂鸣”挡，测量电源插座的3.3V电压到电感的线路，如图9-11所示。

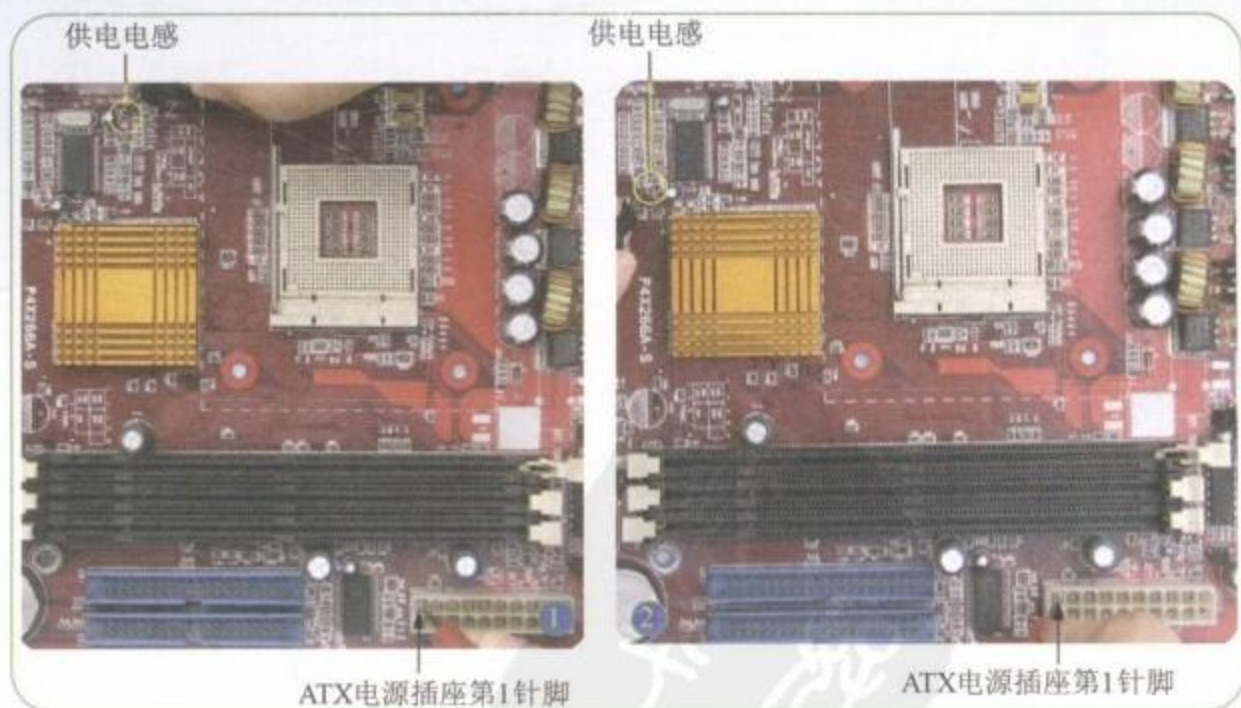


图9-11 测量电源插座到电感的线路

Step 02 测量电感经过滤波电容连到系统时钟芯片供电脚的线路，如图9-12所示。

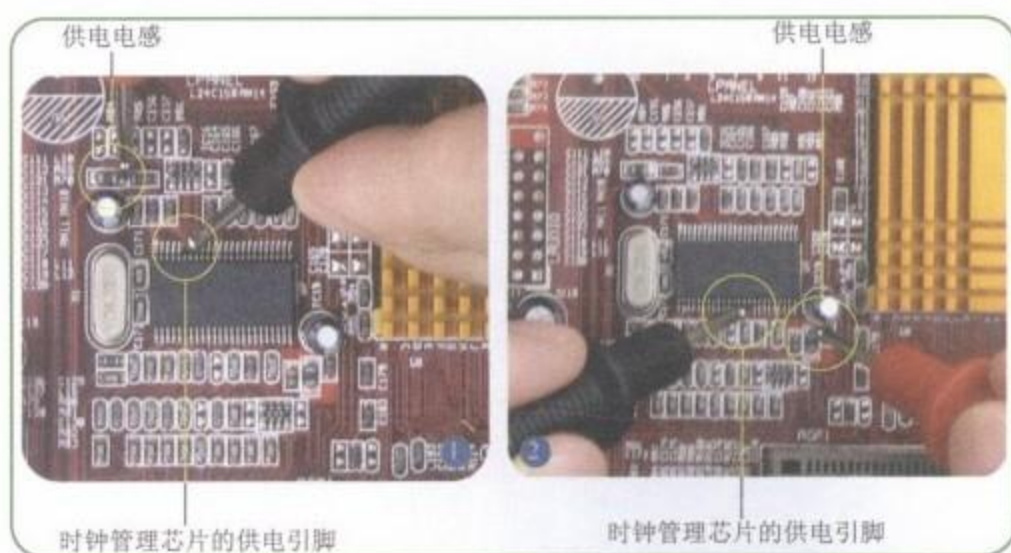


图9-12 测量电感到系统时钟芯片供电脚的线路

9.5.3 主板时钟电路的晶振及谐振电容电路跑线实战

主板时钟电路中时钟发生器芯片都会连接一个14.318MHz的晶振，这个晶振通常连接两个谐振电容一起工作，为时钟电路提供14.318MHz的频率。在检测时钟电路故障时通常都要测量此晶振和谐振电容的电压、频率等信号。晶振和谐振电容的跑线步骤如下：

Step 01 首先将万用表调到“蜂鸣”挡，然后分别测量晶振的两个引脚到时钟发生器芯片的晶振输入引脚和输出引脚的电路，如图9-13所示。

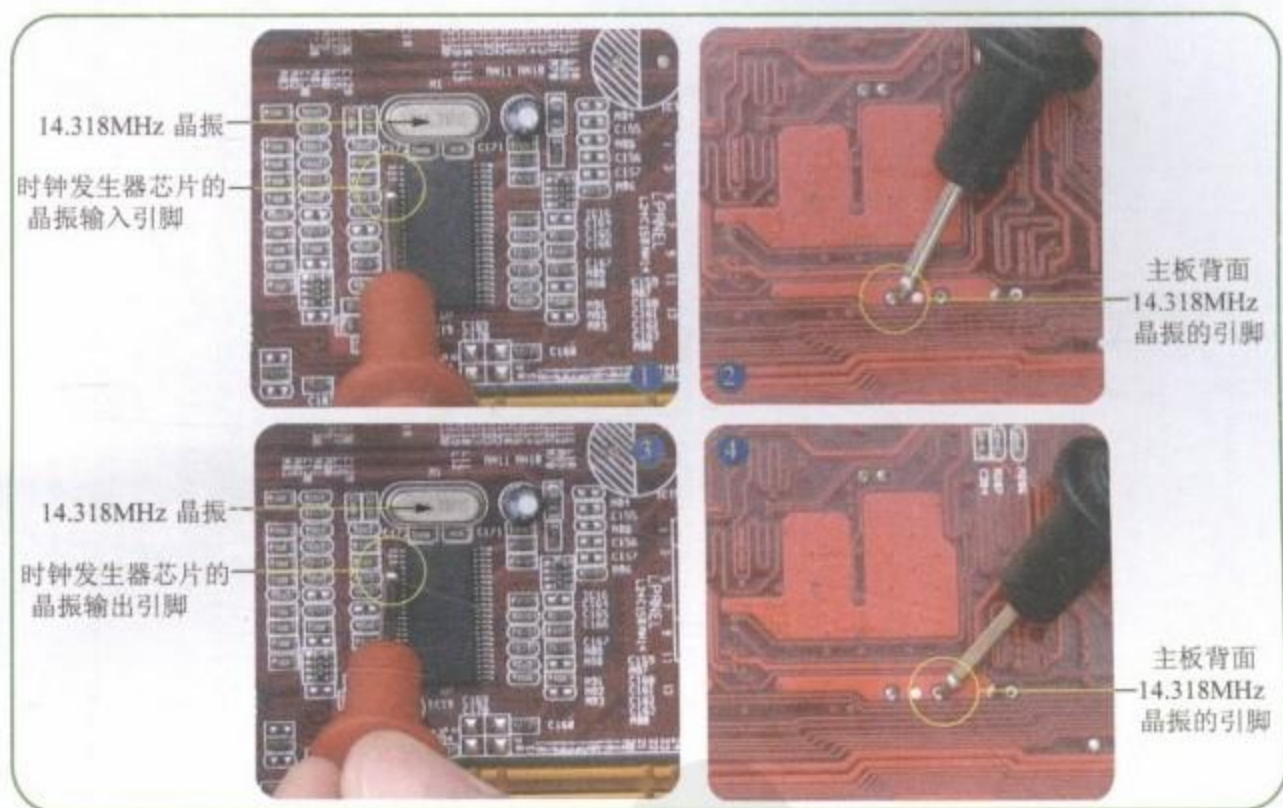


图9-13 测量时钟发生器芯片到晶振的线路

Step 02 测量晶振连接的谐振电容，及谐振电容接地的线路，如图9-14所示。

9.5.4 主板时钟电路的时钟信号输出电路跑线实战

系统时钟芯片的各种时钟信号输出脚经过电阻分别连到主板的各个部件，跑线时根据各个部件的测试点中的时钟信号引脚，测量各个部件的时钟信号引脚连到系统时钟芯片引脚的线路，如图9-15所示。

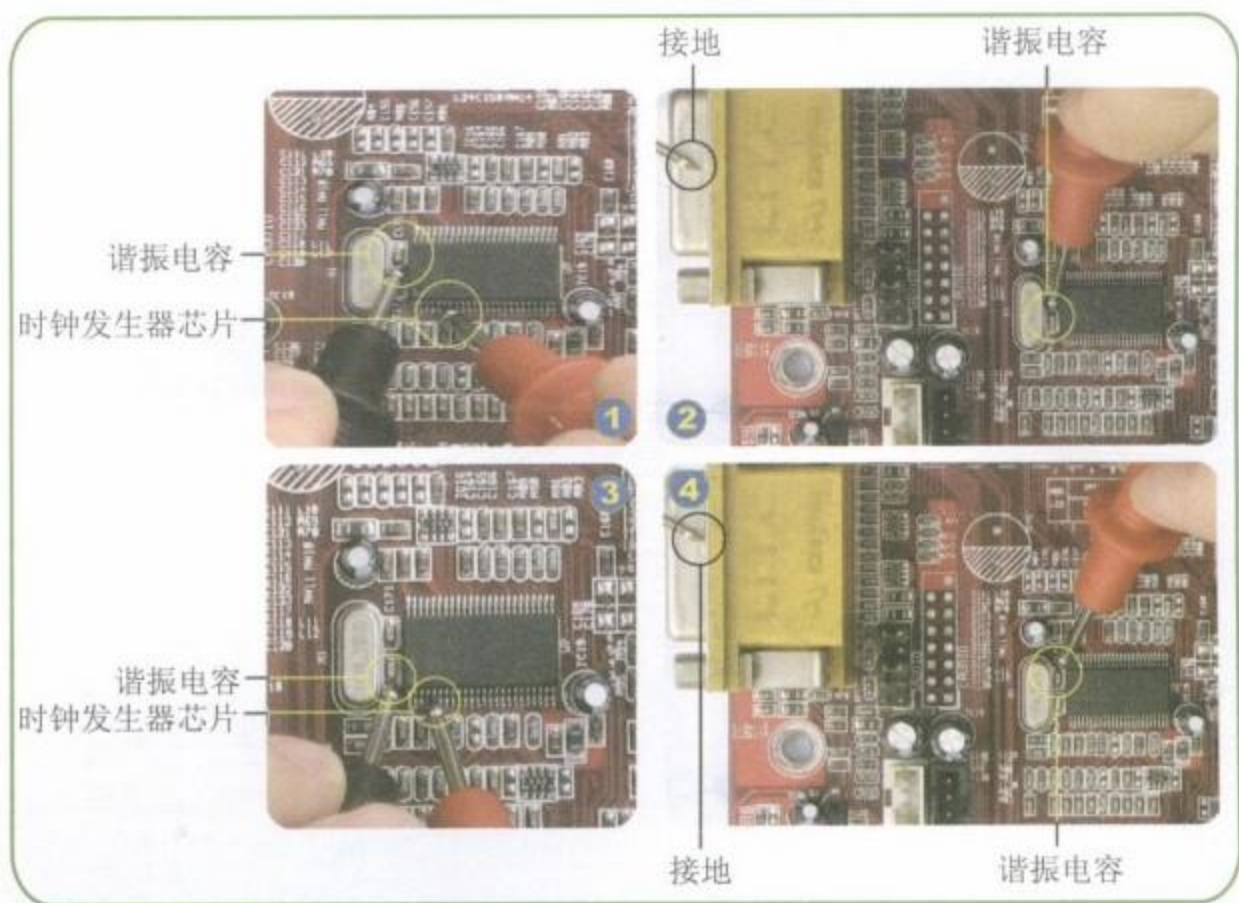


图9-14测量晶振连接的谐振电容

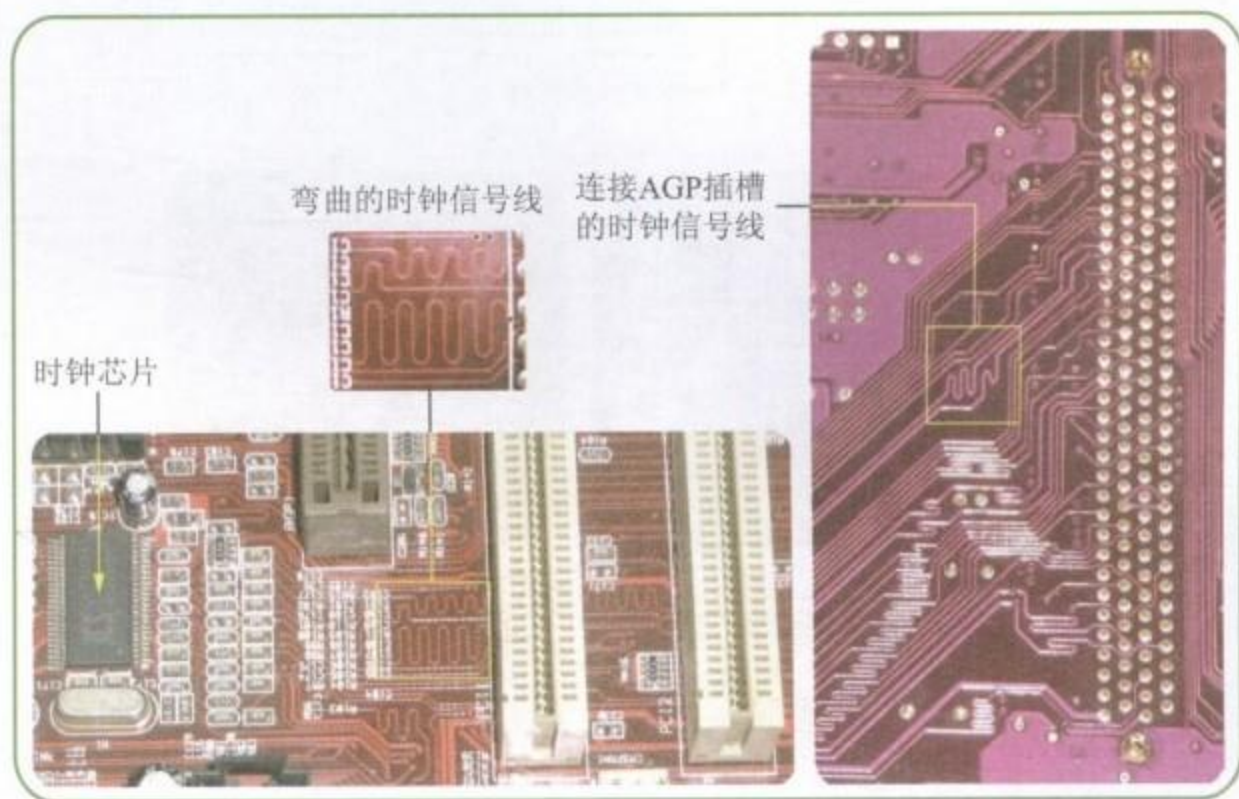


图9-15 主板上的时钟信号线

9.6 本章小节

本章介绍了时钟电路的组成和工作原理，并总结了时钟电路的故障检修流程和故障测试点。同时还介绍了各个电路正常工作时需要的时钟频率和时钟信号的产生方式。另外，还介绍了时钟电路常见故障的维修方法，使读者能更好地掌握时钟电路的工作原理、常见电路图、各种电路模块的时钟信号频率及时钟电路故障的检修方法。时钟电路的时钟信号分布图、工作原理和故障检修方法是本章的重点内容，应完全掌握这些内容。

Chapter

10

主板复位电路分析及故障检修



技术要点：

- 主板复位电路组成
- 主板复位电路工作原理
- 主板复位电路故障检修流程
- 主板复位电路故障检测点
- 主板复位电路常见故障的判定及解决方法
- 动手实践



10.1 主板复位电路工作机制

主板复位的主要目的是产生复位信号使主板及其他部件复位，进入初始化状态。实际上对主板进行复位的过程就是对主板及其他部件进行初始化的过程。复位电路要在主板的供电、时钟正常后才开始工作。

复位电路中的复位信号主要由ATX电源的第8针脚产生或由RESET开关（复位开关）产生。其中ATX电源的第8脚在开机后100ms~500ms会自动产生一个由低到高的电平信号，作为复位信号。此信号经过处理后，一般首先进入南桥芯片、BIOS芯片、时钟芯片、电源管理芯片，让南桥、BIOS电路、时钟电路、电源电路先复位。在南桥复位后，其内部系统复位控制模块又产生各种不同的复位信号，这些复位信号再通过门电路芯片处理后产生足够强的信号，然后才分配给其他电路，让其他电路复位。

而RESET开关的复位信号则需要通过手动按RESET开关来产生。RESET开关的一端接高电平，一端接地，当按下RESET开关时，就会产生一个由高到低的复位信号。此信号一般首先进入南桥芯片、I/O芯片、时钟芯片等，使它们复位。在南桥复位后又产生各种不同的复位信号，这些信号再通过门电路芯片处理后产生足够强的信号，然后才分配给其他电路，让其他电路复位。

在复位电路中南桥内部的系统复位控制模块是整个复位电路的核心，当南桥内部的系统复位控制模块被复位后，会产生硬件所需的复位信号，复位信号再交给门电路芯片处理，产生足够强的复位信号，再送往主板各硬件的复位信号引脚。因此整个复位电路实际上就是对复位信号进行放大、传递的电路。

10.2 主板复位电路分析

复位信号是主板工作必需的三大信号之一（还有供电和时钟信号），因此主板复位电路非常重要，如果复位电路出现故障将导致主板无法开机。

10.2.1 主板复位电路分类

根据主板的复位信号的产生源和产生方式，可以将主板复位电路分成自动复位电路和手动复位电路两种。其中，自动复位电路，主要在开机时使用，复位信号由ATX电源的第8脚产生；手动复位电路，主要用在主板运行出现意外时，复位信号由复位开关产生。

10.2.2 主板复位电路组成

主板的复位电路主要由ATX电源第8脚、复位开关、74门电路、南桥、电阻和电容等元器件组成，如图10-1所示。

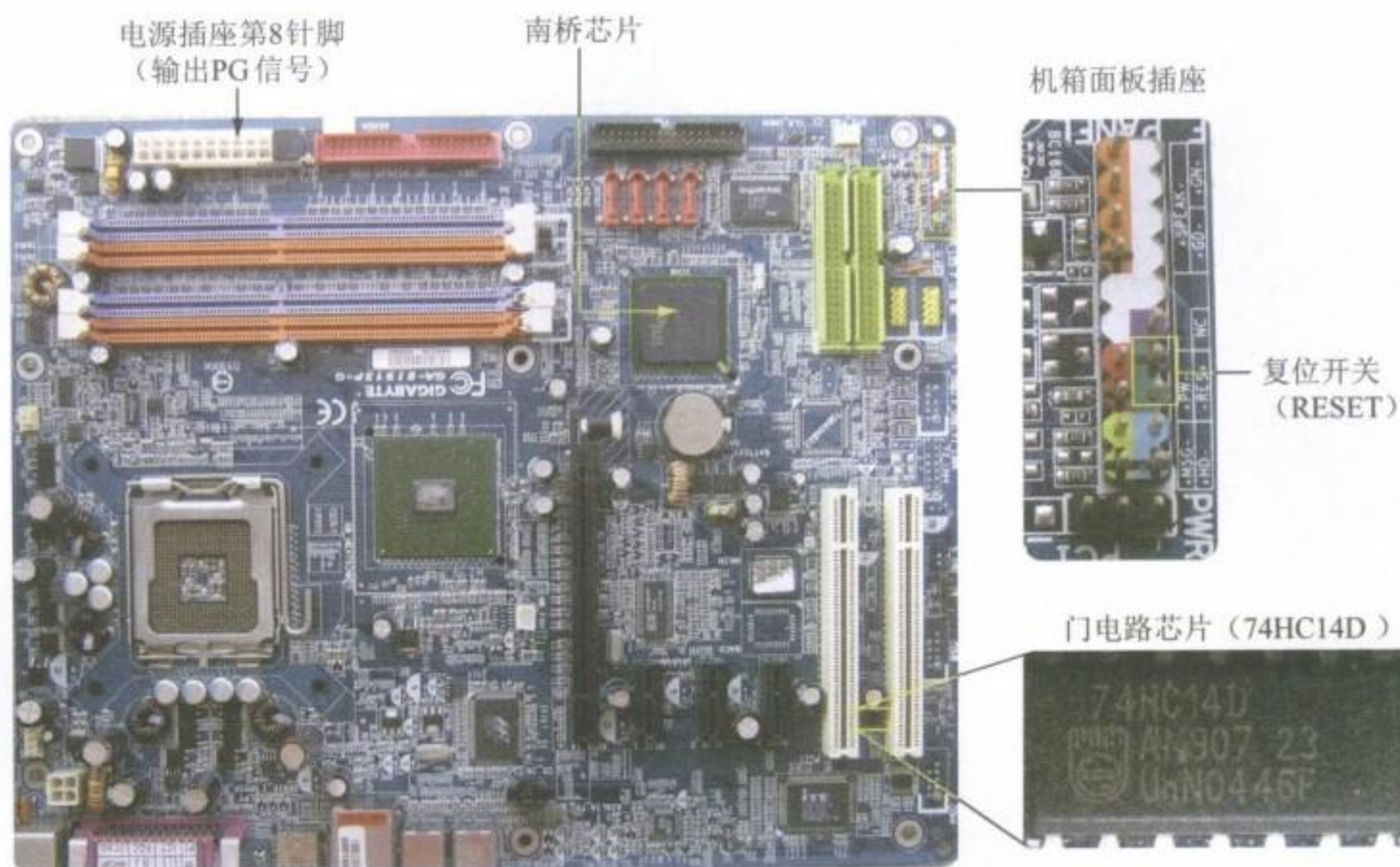


图10-1 主板复位电路

1. ATX电源第8脚

ATX电源第8脚会在开机后100ms~500ms自动产生一个由低到高的电平信号，作为复位信号。如果开机后ATX电源第8脚没有产生复位信号，将致使主板无法开机。

2. 复位开关

复位开关（RESET开关）的作用是向复位电路发出触发信号，使南桥内部的系统复位控制模块复位，并向其他电路发送复位信号，使其他电路复位。复位开关主要用来实现手动复位，它直接用信号线连接到机箱的RESET按钮，复位开关的其中一端接地，另一端直接或间接地连到南桥内的系统复位控制模块，同时还连接到ATX电源的3.3V电压或5V电压，如图10-2所示。



图10-2 复位开关

3. 门电路

在主板开机电路中使用的门电路主要是74系列非门电路。74系列非门电路一共有14个脚，它的第7脚接地，第14脚为电源输入脚（VCC）直接通向ATX电源插座的第4脚。如图10-3所示为74HC14非门电路芯片及引脚图。

图中，第1、3、5、9、11、13脚为输入引脚，用来输入电压信号，第2、4、6、8、10、12脚为输出引脚，用来输出电压信号。74HC14非门电路实际上是一个反相器，当第1、3、5、9、11、13脚输入高电平信号时，第2、4、6、8、10、12脚输出低电平信号；当第1、3、5、9、11、13脚输入低电平信号时，第2、4、6、8、10、12脚输出高电平信号。

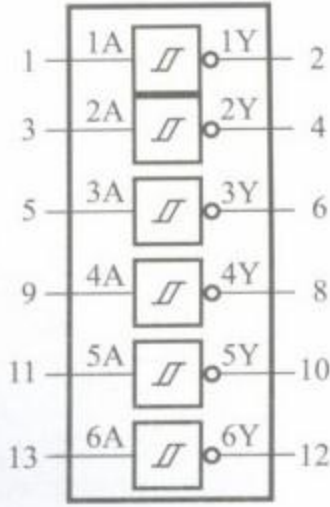
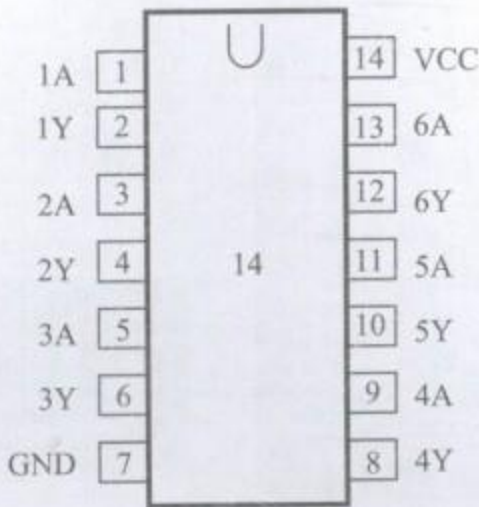
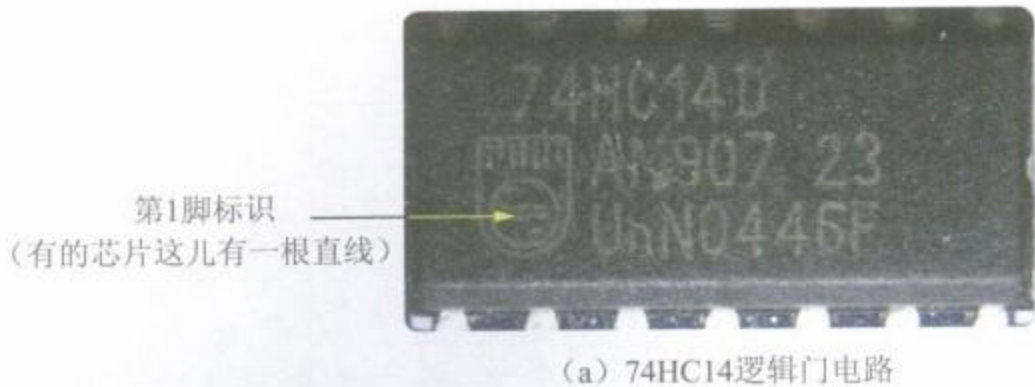


图10-3 74HC14非门电路芯片及引脚图



注意

门电路芯片中，常用一道或小坑来标注第1脚的位置。一般将门电路芯片有一道或小坑的一端朝上，然后芯片左边的上面第1脚为门电路芯片的第1脚，右边上面第1脚为最后一脚（第14脚）。

10.2.3 主板复位电路工作原理

虽然各型号主板的复位电路各不相同，但其工作原理基本一样。如图10-4所示为主板复位电路框图。

图中，ATX电源第8脚通过门电路芯片74HC14D分别连接到南桥芯片、北桥芯片、BIOS芯片、时钟发生器芯片、电源管理芯片。RESET开关通过三端二极管Q₄₈分别连接南桥芯片、CPU插座、I/O芯片、时钟发生器芯片。而南桥芯片的PCIRST#端口通过门电路芯片74HC14D分别连接到LAN管理芯片、SATA管理芯片、IDE接口、PCI插槽、1394管理芯片。南桥芯片的PLTRST#端口通过门电路芯片74HC14D分别连接到I/O芯片、北桥芯片和PCI-E插槽。

当ATX电源开始工作时，ATX电源的第8脚（PG信号）在电源的工作瞬间会有一个延时的过程，延时的时间是100ms~500ms。也就是说电源的PG信号在ATX电源的工作瞬间会有一个低电平到高电平的变化过程，即0~1变化的电平信号。此瞬间变化的0~1电平信号通过门电路芯片74HC14D后被分成了5路，一路通过PWROK端口进入南桥芯片内部的系统复位控制模块，使南桥复位；一路通过PWROK端口进入北桥芯片，为北桥提供PWROK信号；一路通过WPJ端口进入BIOS芯片，为BIOS电路提供复位信号；一路通过PG#端口进入时钟发生器芯片，为时钟电路提供复位信号；最后一路通过PG#端口进入电源管理芯片，为供电电路提供复位信号。复位信号进入这几个芯片后，首先使它们复位开始工作，为主板提供供电、时钟频率等。



更多资源请访问[稀酷客\(www.ckook.com\)](http://www.ckook.com)

第2路复位信号通过PLTRST#端口进入门电路芯片74HC14D, 经过门电路芯片放大后, 又分成3路, 分别进入I/O芯片、北桥芯片、PCI-E插槽或AGP插槽, 为它们提供复位信号, 使它们复位。当北桥复位后又产生1.5V复位信号发送给CPU, 为CPU提供复位信号。

第3路通过ICH_PWRGD端口进入CPU插座, 为CPU提供PG信号。

第4路通过AC_RST#端口进入音频芯片, 为其提供复位信号。

第5路通过RCIN#端口进入I/O芯片的KBRST端口, 为其内部的键盘输出管理模块提供复位信号。

当电脑出现问题需要手动复位时, 在按下复位开关RESET时, 瞬间短接复位开关。由于复位开关一端接地, 为低电平, 另一端由电源的5V供电端间接供电, 为高电平(通常为3.3V), 所以瞬间短接复位开关会在开关的高电平端产生一个低电平信号, 此信号经过三端二极管Q₄₈后被分成两路。其中一路经过RESETCON#端口进入I/O芯片, 使I/O芯片复位; 另一路分别进入南桥芯片的系统复位控制模块、BIOS芯片、电源管理芯片、时钟发生器芯片等, 使它们复位。在南桥复位后, 其内部的系统复位控制模块产生4路复位信号。其中一路通过PCIRST#端口进入门电路芯片74HC14D, 经过门电路芯片放大后, 又分成5路, 分别进入LAN管理芯片、SATA管理芯片、IDE接口、PCI插槽、1394管理芯片, 为它们提供复位信号, 使它们复位。

第2路复位信号通过PLTRST#端口进入门电路芯片74HC14D, 经过门电路芯片放大后, 又分成3路, 分别进入I/O芯片、北桥芯片、PCI-E插槽或AGP插槽, 为它们提供复位信号, 使它们复位。当北桥复位后又产生1.5V复位信号发送给CPU, 为CPU提供复位信号。

第3路通过ICH_PWRGD端口进入CPU插座, 为CPU提供PG信号。

第4路通过AC_RST#端口进入音频芯片, 为其提供复位芯片。

第5路通过RCIN#端口进入I/O芯片的KBRST端口, 为其内部的键盘输出管理模块提供复位信号。

主板各个设备和模块的复位信号来源如下:

1 ISA总线的复位信号由南桥产生, ISA总线的复位引脚到南桥之间会有一个非门、跟随器或电子开关, 常态时为低电平, 复位时为高电平。

2 IDE接口的复位信号由南桥产生, IDE接口和南桥之间会有一个非门或反向电子开关, 也就是说IDE常态时为高电平, 复位时为低电平(这里的高电平为5V或3.3V, 低电平为0.5V以下的电位)。

3 PCI总线的复位信号由南桥产生, 有些主板会在两者间安装跟随器, 此跟随器起缓冲延时作用。且PCI的常态为高电平(3.3V或5V), 复位时为低电平(0V)。

4 AGP总线的复位信号和PCI总线的复位信号是同路产生。常态时为高电平, 复位时为低电平。

5 北桥的复位信号也是和PCI-E总线的复位信号同路产生, 也就是说PCI-E总线的复位信号的复位信号和北桥的复位信号通常是串在一根线上的, 复位信号都相同。

6 CPU的复位信号由北桥产生。

7 I/O总线的复位信号是由南桥直接供给, 常态为高电平(3.3V或5V), 复位时为低电平(0V)。



注意

在华硕主板中, 所有的复位信号通常由一个单独的芯片产生, 常见的型号是AS97127, 此芯片受控于南桥芯片。

10.3 主板复位电路故障检修流程

主板上的复位电路出现故障通常会造成整个主板都没有复位信号。维修此类故障应从RESET开关和电源的PG信号入手,检测线路中可能损坏的元器件。如图10-5所示为复位电路故障检修流程图。

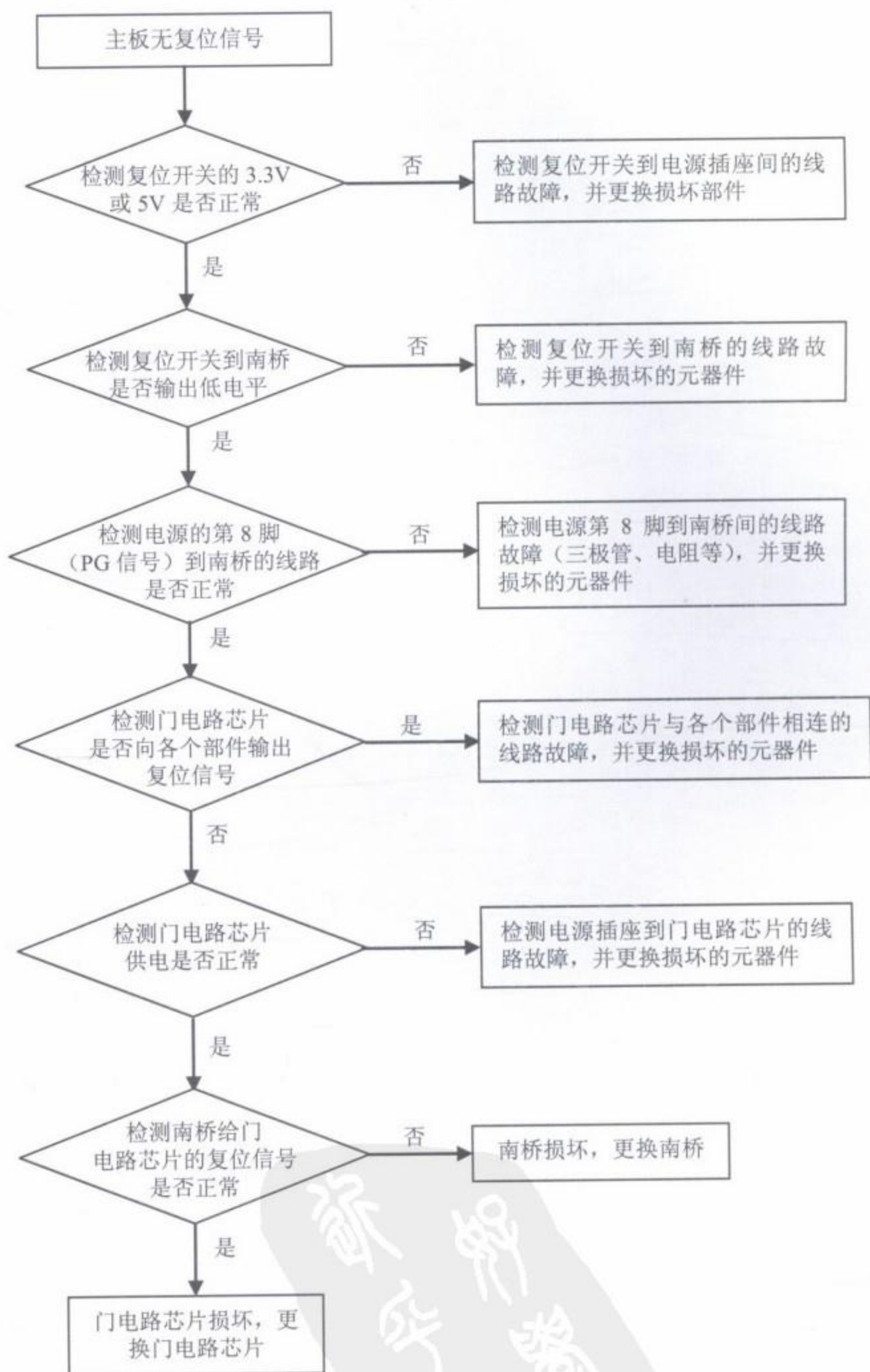


图10-5 主板复位电路故障检修流程图

10.4 主板复位电路故障检测点

10.4.1 主板复位电路易坏元器件

主板复位电路中的易坏元器件主要有门电路芯片（74系列）、南桥、PG信号连接的三极管等。

10.4.2 主板复位电路故障检测点

主板复位电路主要故障检测点如下。

故障检测点1 复位开关的高电平。

如果复位开关无高电平，则无法实现电压跳变，就无法使南桥复位。测试复位开关是否有高电平（3.3V或5V），如没有则是电源插座到复位开关间线路中的元器件（电容、电阻等）损坏，更换损坏的元器件即可。

故障检测点2 南桥的PG信号。

如没有PG信号，则无法复位。检测电源插座的第8脚直接或间接到南桥的线路中的电容、电阻和三极管的故障，并更换损坏的元器件。

故障检测点3 门电路芯片。

门电路芯片损坏将导致主板的复位电路无复位信号。首先检测门电路芯片的供电脚有无供电，如没有，检测电源插座到门电路芯片的VCC引脚间的线路中的元器件；如有，接着检测门电路芯片连接南桥的引脚有无高电平信号，如没有，则是南桥损坏，如有，则是门电路芯片损坏。

10.5 主板复位电路常见故障的判定及解决方法

10.5.1 主板复位电路常见故障现象及原因

1. 主板复位电路常见故障现象

- 1 主板诊断卡中的复位灯长亮。
- 2 主板诊断卡中的复位灯不亮。
- 3 CPU的复位信号不正常。
- 4 部分设备没有复位信号。

2. 造成主板复位电路故障的原因

- 1 复位开关（RESET开关）无高电平。
- 2 无PG信号（电源第8脚到南桥的线路中有元器件损坏）。
- 3 门电路芯片损坏。
- 4 无时钟信号。

- 5 南桥或北桥损坏。
- 6 复位芯片损坏。
- 7 CPU电压识别无效。

10.5.2 主板复位电路常见故障解决方法

主板上的复位电路出现故障通常会造成整个主板都没有复位信号。用主板诊断卡测试，主板诊断卡的代码显示“FF”。

主板复位电路供电电路故障一般由无PG信号、门电路损坏、复位芯片损坏、或复位开关无高电平等造成，维修时一般从RESET开关和电源插座的第8脚入手。

故障解决方法：

Step 01 首先测量RESET开关的一端有无3.3V高电平，如果没有，检测复位开关到电源插座之间的线路故障，并更换损坏的元器件。

Step 02 如果有高电位，检测复位开关到南桥是否有低电平输出，如果没有，检测检查复位开关到南桥的线路故障，并更换损坏的元器件。

Step 03 如果有低电平输出，检测ATX电源第8脚（PG信号）到南桥之间的线路故障（主要检测线路中的电阻、门电路或电子开关等），如果有，则更换损坏的元器件。

Step 04 如果没有则接着检查I/O芯片、南桥和北桥，接着通过切线法进行检测。先把进北桥的复位线切断，然后通电测量，如果PCI点复位正常，说明故障点在北桥。

Step 05 如果故障依旧，说明故障在南桥和I/O芯片之间，接着再通过切线法进一步判断故障是在I/O芯片还是在南桥，最后更换损坏的芯片即可。



提示

通常主板上某部分无复位信号会造成主板不亮或者主板不能识别某些设备的故障。常见设备复位信号故障判定如下：

- CPU没有复位，而其他复位点都正常，故障点一般在北桥。
- IDE接口没有复位，一般会造成主板亮但不能识别IDE接口设备，故障点在IDE接口到南桥之间的门电路或电子开关。
- I/O芯片没有复位，通常会造成主板不亮，故障点通常在南桥。

10.6 动手实践

10.6.1 主板复位电路实习流程及方法

1. 实习流程

- 1 识别并写出你手中主板上复位电路的主要元器件的型号及用途。

- 2 根据复位电路的原理图，找出主板复位电路的实际线路，及线路中包含的元器件。
- 3 根据主板中实际的复位电路，绘制出实际主板的复位电路图。根据不同主板的复位电路，绘制出不同的复位电路图，并加以比较。
- 4 根据故障测试点检测方法，掌握检测与判断复位电路中各个元器件好坏的方法。
- 5 总结主板复位电路常见故障的检测流程及方法。

2. 实习方法

主板复位电路的实习主要以南桥和门电路芯片为中心，测量系统复位信号到各个设备的输出线路、PG信号线路和复位开关高电平端供电线路等。

在具体跑线时主要分3部分实践。

- 1 测量复位开关连接的复位线路，即复位开关到南桥等的线路。
- 2 测量南桥的PG信号线路，即电源插座第8脚到南桥或经过门电路到南桥的线路。
- 3 测量南桥输出到各个设备的复位信号的线路，即由南桥经过门电路芯片输出到各个设备的复位信号针脚的线路。

10.6.2 复位电路中复位开关连接的复位线路跑线实战

复位开关的两个针脚中，其中一个接地，另一个一般经过一些电容、电阻连到电源插座中（参考图10-4），具体跑线如下：

- Step 01** 将万用表调到“蜂鸣”挡，将万用表的一个表笔接地，另一个表笔连接复位开关的接地脚，如图10-6所示。

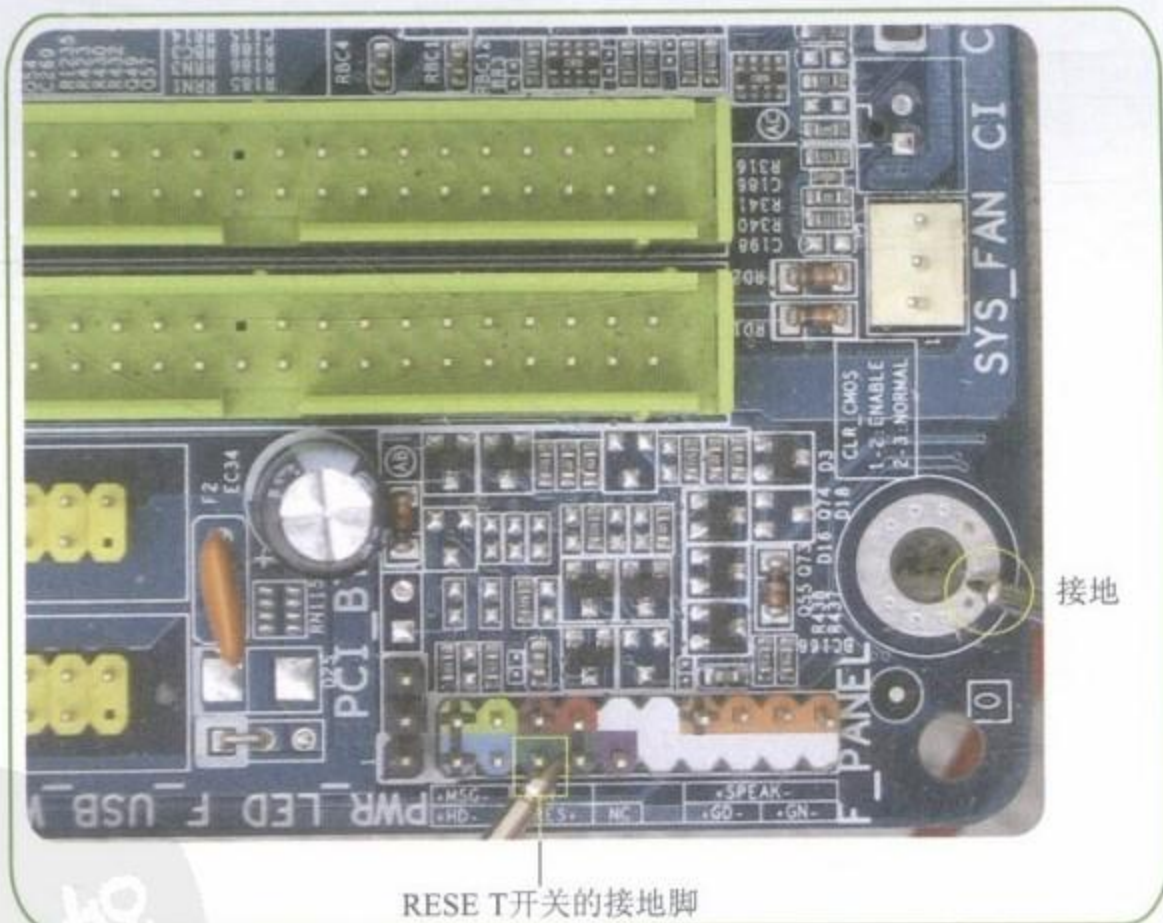


图10-6 测量复位开关的接地针脚

- Step 02** 观察复位开关的另一个针脚的线路走线，测量复位开关的高电平端连接的电阻、电容，如图10-7所示。

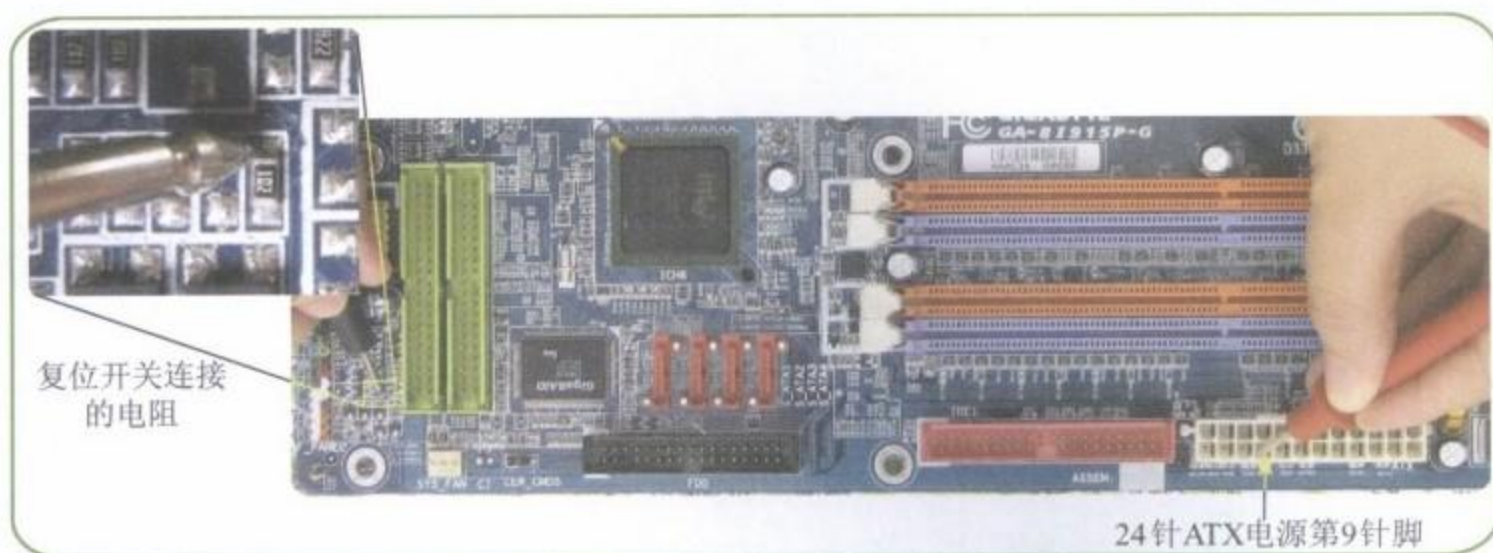


图10-7 测量复位开关高电平端连接的元器件

Step 03 测量电阻连接到复位开关的线路，如图10-8所示。

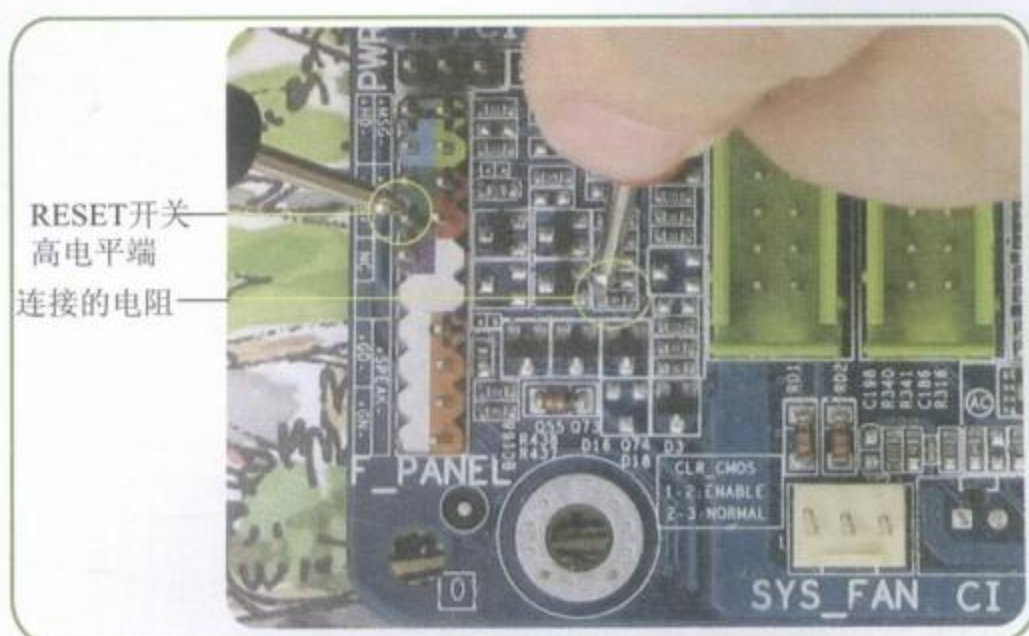


图10-8 电阻到复位开关的线路

Step 04 测量复位开关连接的三端二极管 Q_{48} 的线路，如图10-9所示。

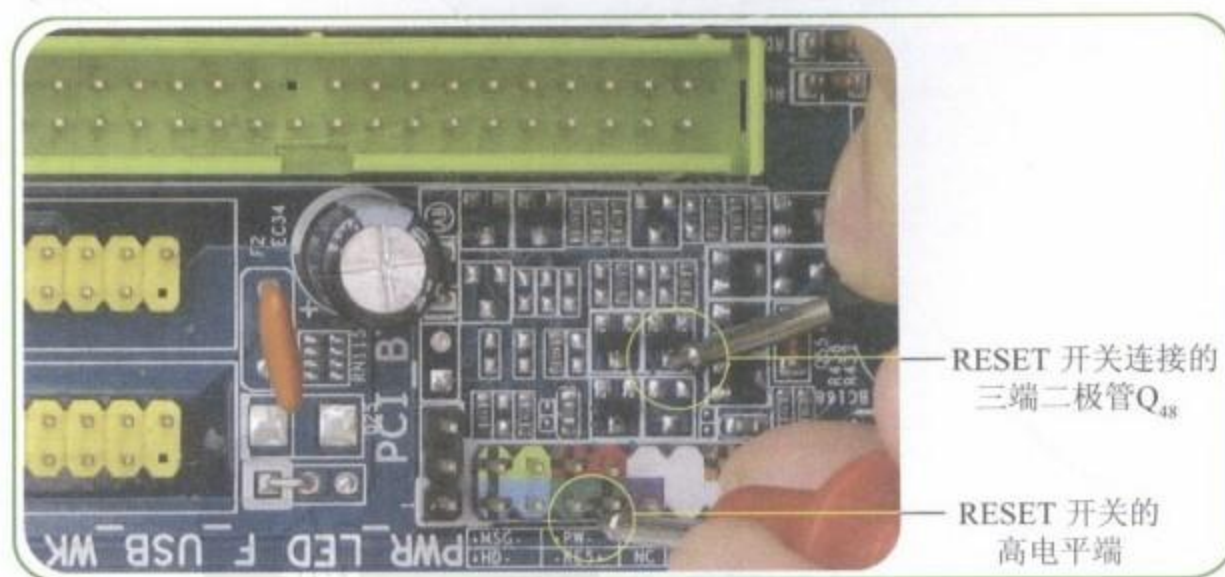


图10-9 复位开关到三端二极管的线路

Step 05 测量三端二极管 Q_{48} 的第2脚到南桥的线路，如图10-10所示。

Step 06 测量三端二极管 Q_{48} 的第2脚到CPU插座的线路，如图10-11所示。

Step 07 测量三端二极管 Q_{48} 的第1脚到I/O芯片的RESETCON#引脚的线路，如图10-12所示。

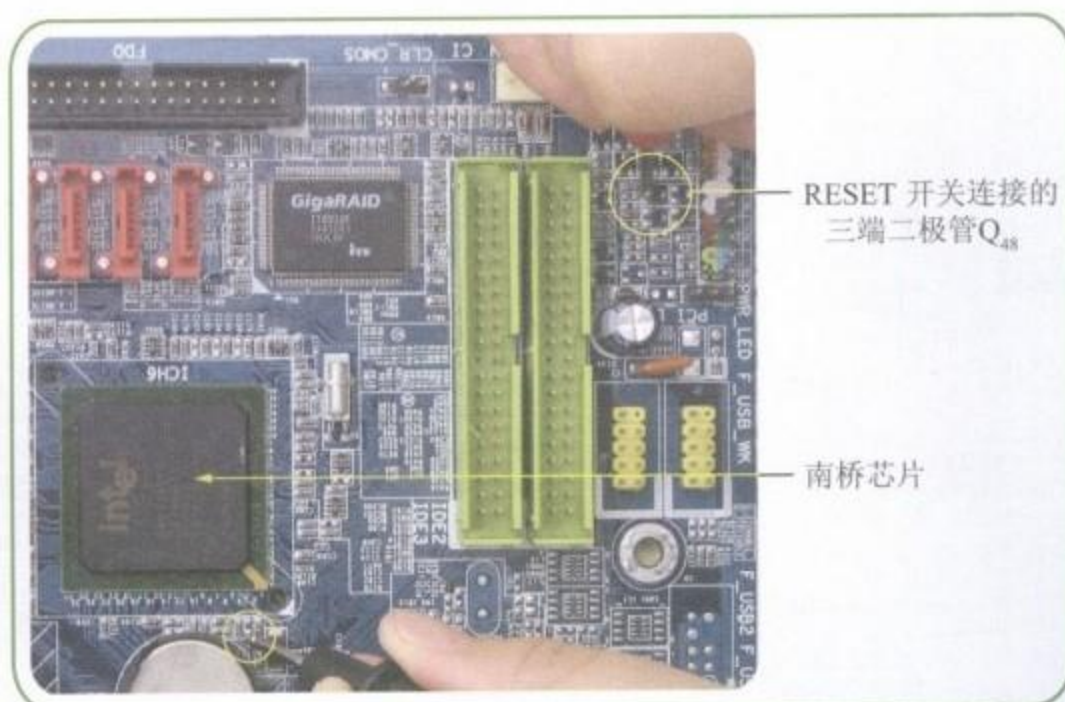


图10-10 三端二极管第2脚到南桥的线路

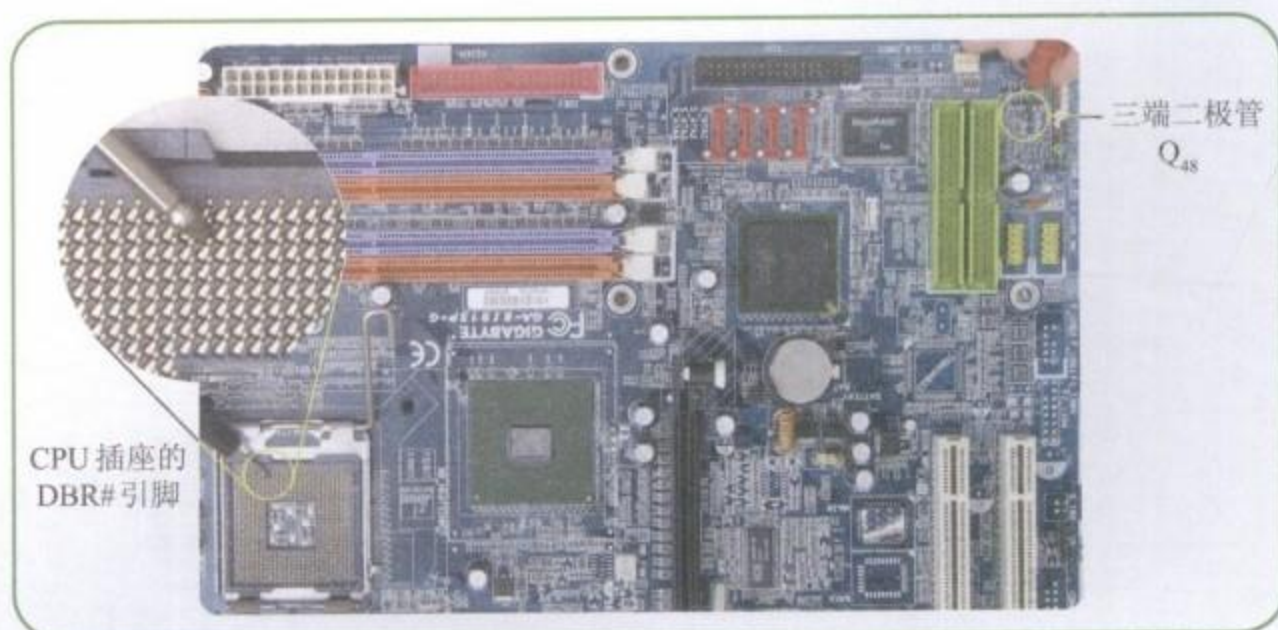


图10-11 三端二极管的第2脚到CPU插座的线路

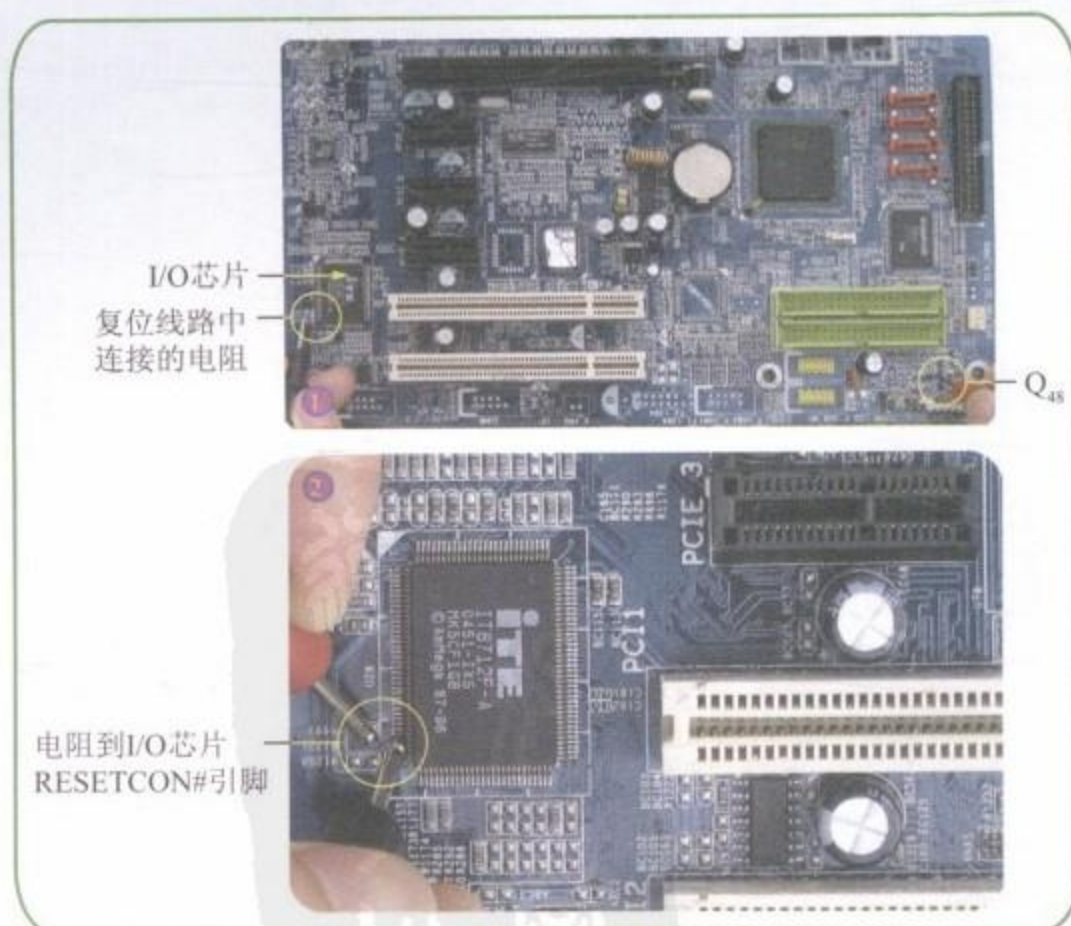


图10-12 三端二极管的第1脚到I/O芯片的线路

10.6.3 PG信号线路跑线实战

主板的PG信号由电源插座的第8脚经过电阻、电容、三极管、门电路后，连接到南桥，具体跑线如下：

Step 01 将万用表调到“蜂鸣”挡，测量电源插座的第8脚连接的电阻，如图10-13所示。

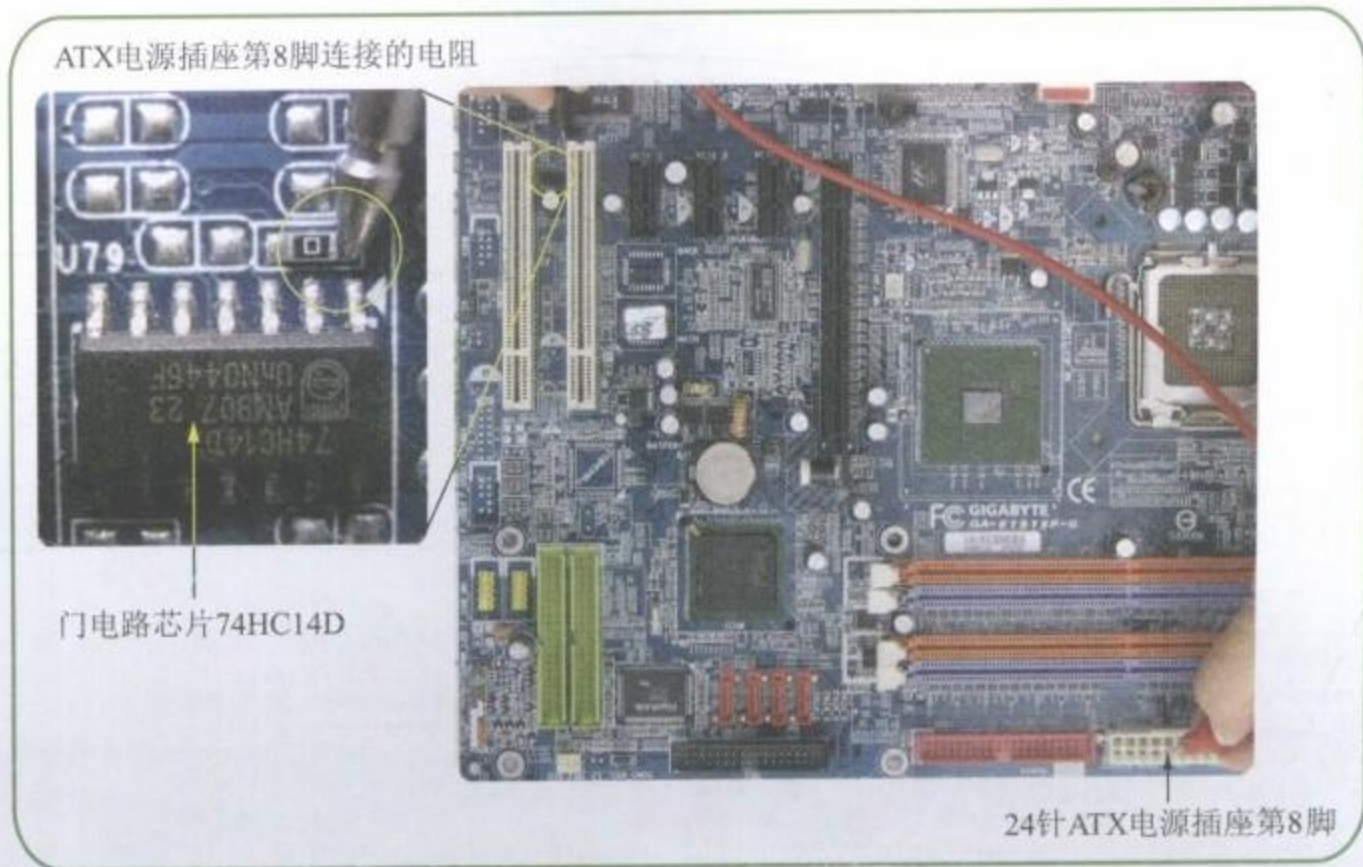


图10-13 测量电源插座的第8脚连接的电阻

Step 02 测量电源插座的第8脚连接的电阻 R_{445} 到门电路74HC14D的第5脚的线路，如图10-14所示。

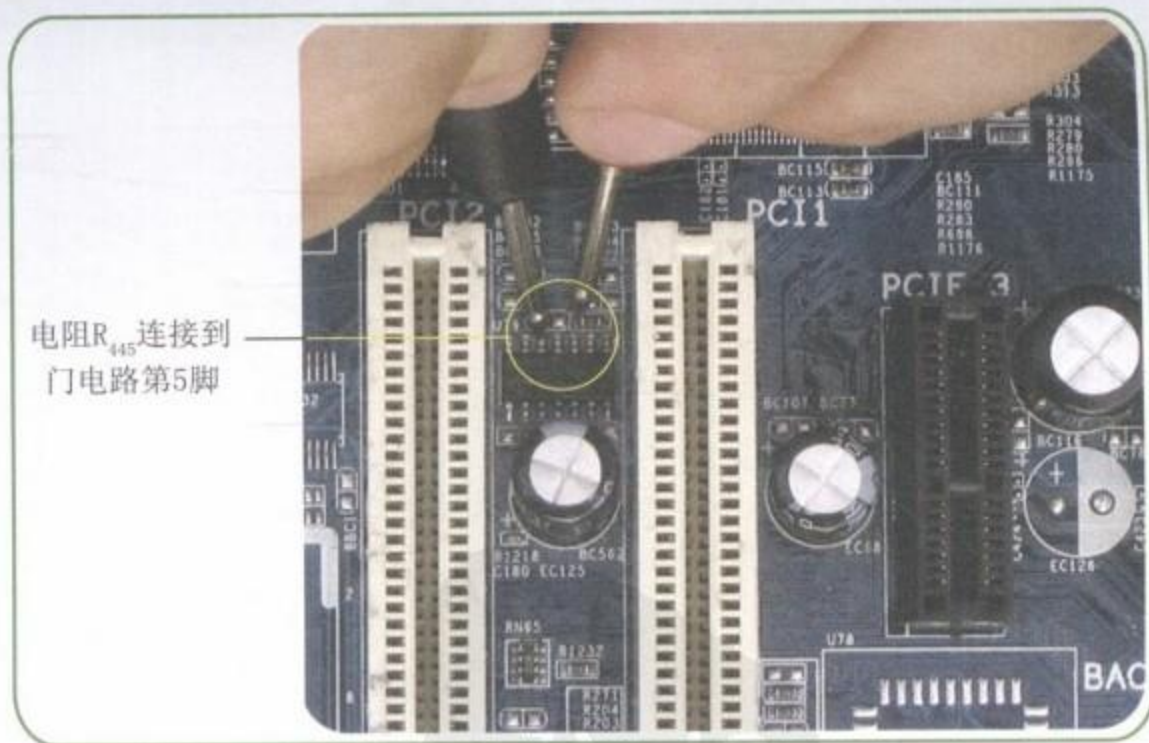


图10-14 测量电阻 R_{445} 到门电路的线路

Step 03 测量门电路74HC14D第8脚连接到南桥的线路，如图10-15所示。

Step 04 测量门电路74HC14D第8脚连接到BIOS芯片的线路，如图10-16所示。

Step 05 测量门电路74HC14D第8脚连接到时钟发生器芯片的线路，如图10-17所示。

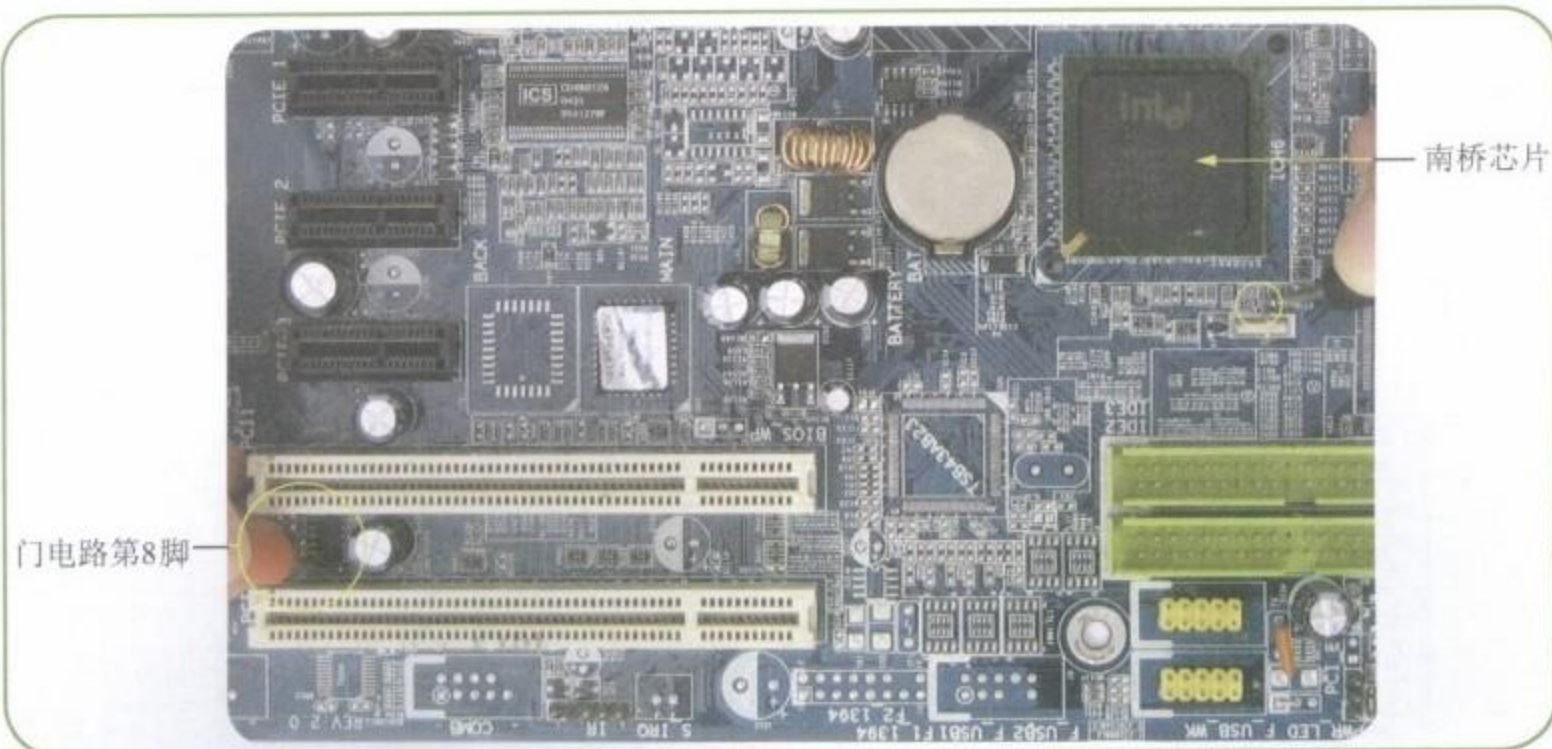


图10-15 测量门电路连接到南桥的线路

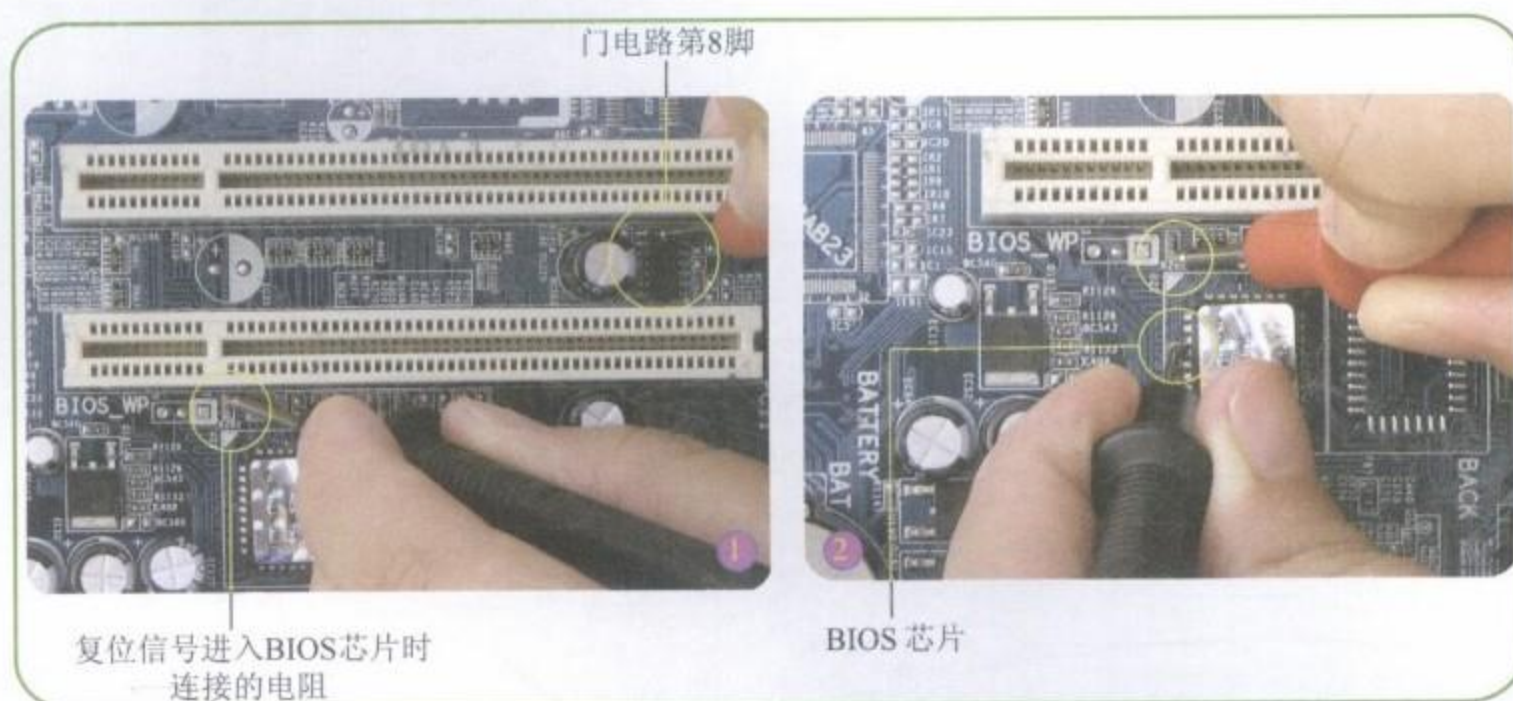


图10-16 测量门电路连接到BIOS芯片的线路

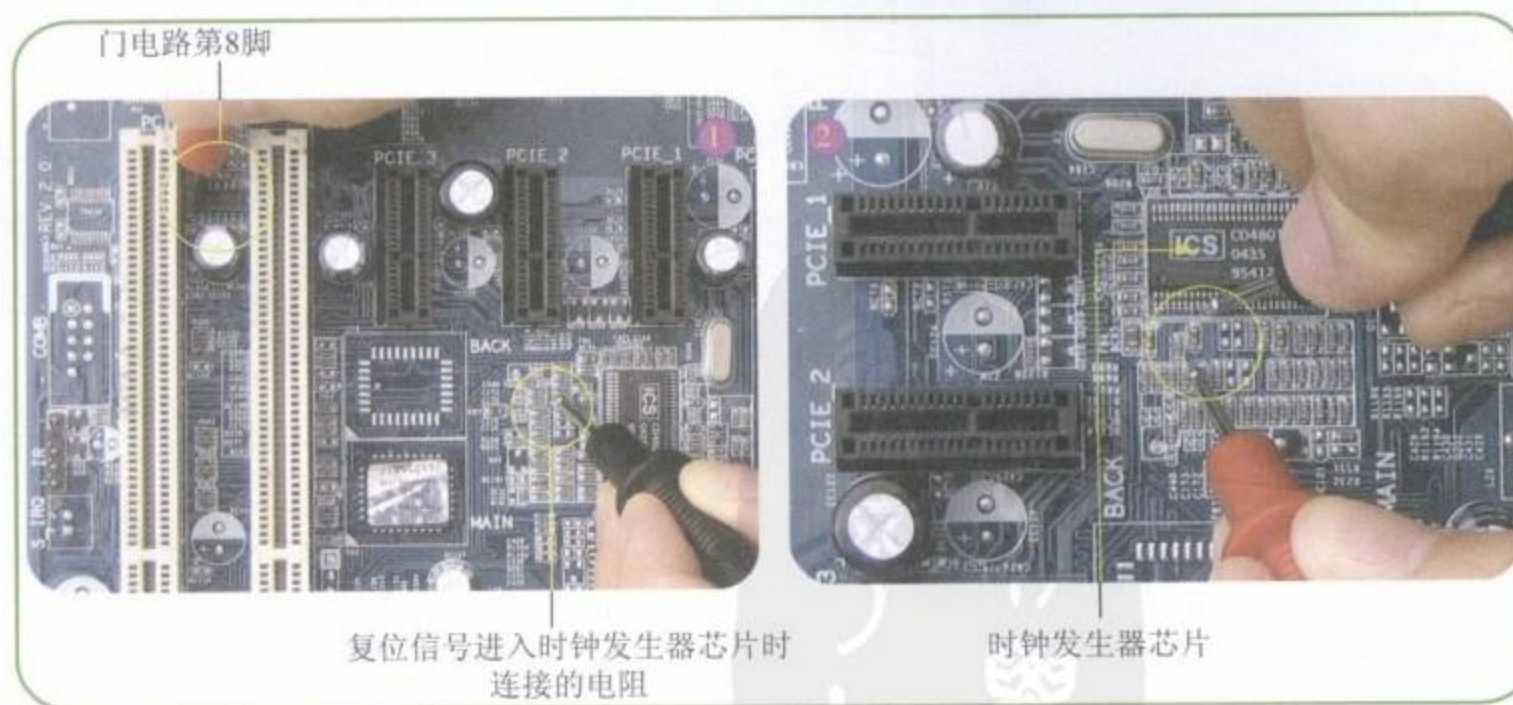


图10-17 测量门电路连接到时钟芯片的线路

10.6.4 南桥输出到各个设备的复位信号的线路跑线实战

南桥输出的复位信号一般经过门电路芯片后，再输出给各个设备，具体跑线步骤如下：

Step 01 将万用表调到“蜂鸣”挡，测量南桥的PLTRST#引脚到门电路芯片第1脚的线路，如图10-18所示。

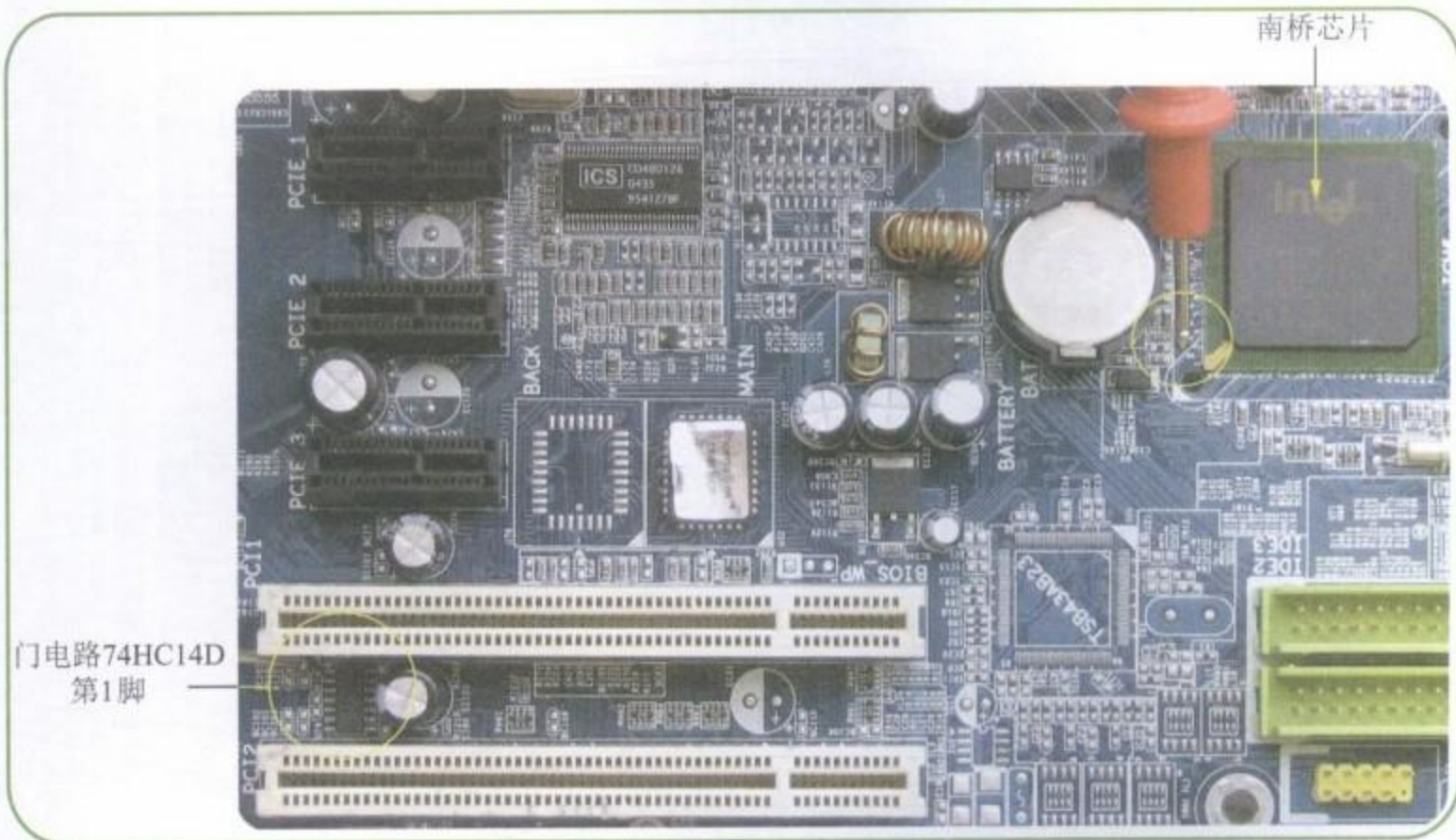


图10-18 测量南桥到门电路74HC14D第1脚的线路

Step 02 测量门电路芯片74HC14D的第4脚到PCI-E总线RST3针脚的线路，如图10-19所示。



图10-19 测量门电路74HC14D第4脚到PCI-E总线的复位针脚的线路

Step 03 测量门电路芯片74HC14D的第4脚到I/O芯片RST#引脚的线路，如图10-20所示。

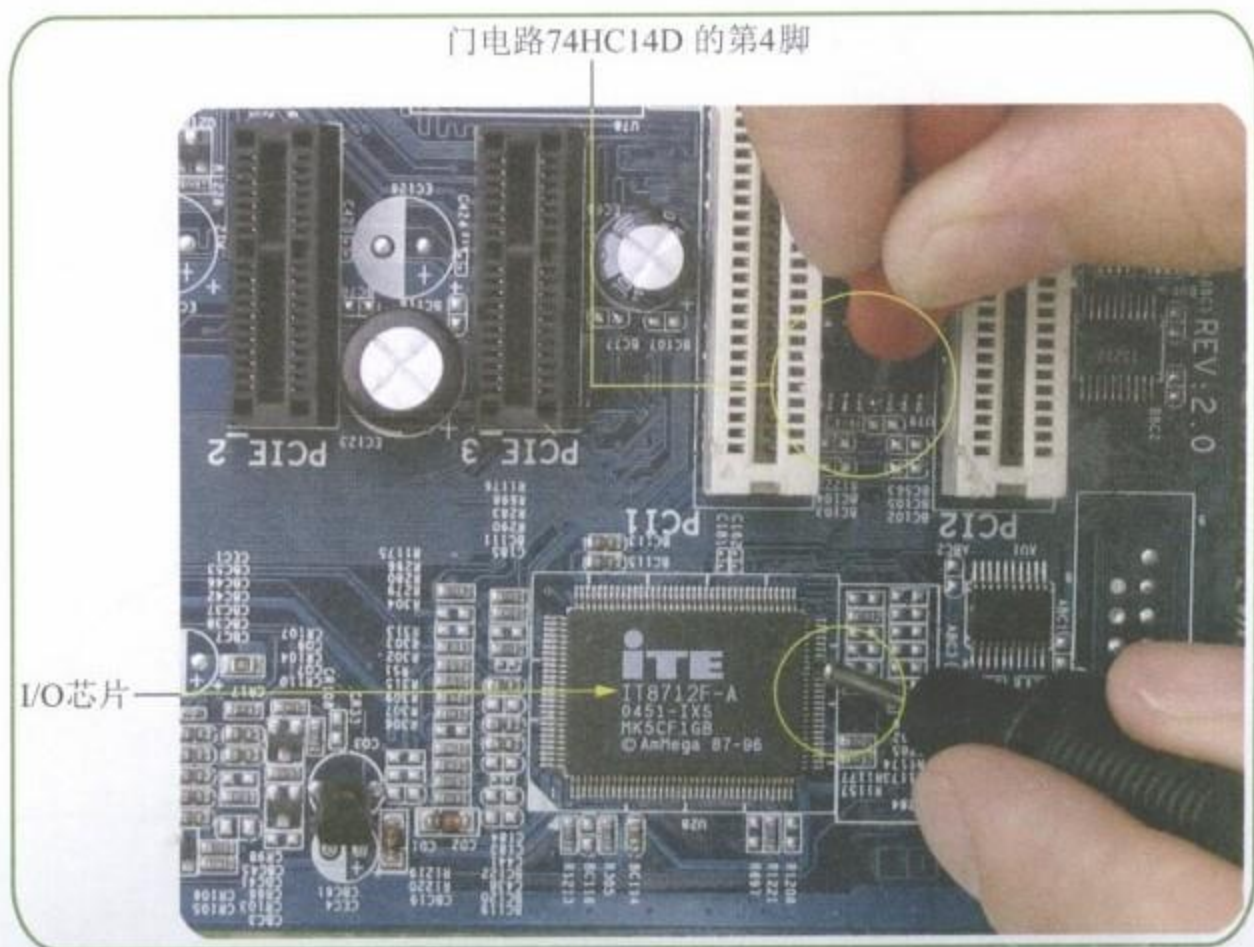


图10-20 测量门电路74HC14D的第4脚到I/O芯片RST#引脚的线路

Step 04 测量门电路芯片74HC14D的第4脚到北桥芯片RSTIN#引脚的线路，如图10-21所示。

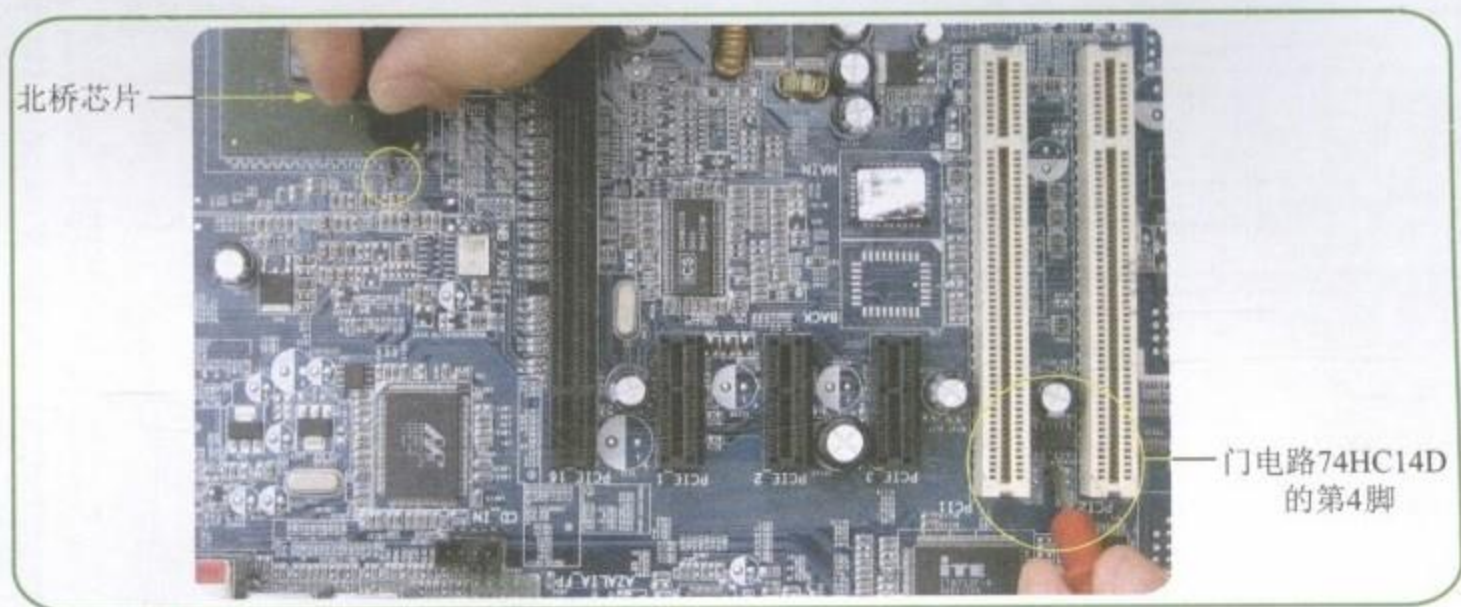


图10-21 测量门电路74HC14D的第4脚到北桥芯片RSTIN#引脚的线路

- Step 05 将万用表调到“蜂鸣”挡，测量南桥的PCIRST#引脚到门电路芯片第11脚的线路，如图10-22所示。
- Step 06 测量门电路芯片74HC14D的第12脚到PCI总线的RST#针脚的线路，如图10-23所示。
- Step 07 测量门电路芯片第12脚到SATA管理芯片的LRESET#引脚的线路，如图10-24所示。
- Step 08 测量门电路芯片第12脚到LAN管理芯片的RST#引脚的线路，如图10-25所示。
- Step 09 测量门电路芯片第12脚到IDE接口的RST#引脚的线路，如图10-26所示。

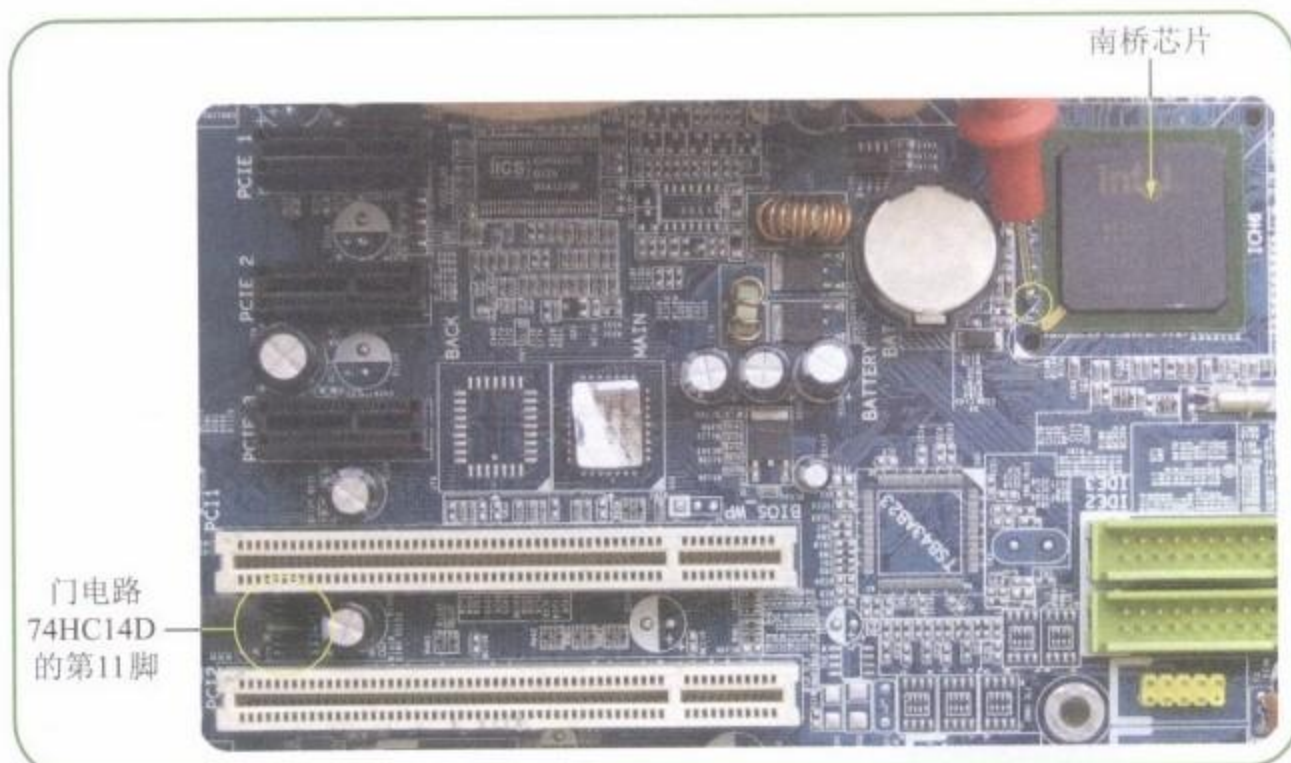


图10-22 测量南桥到门电路74HC14D的第11脚的线路

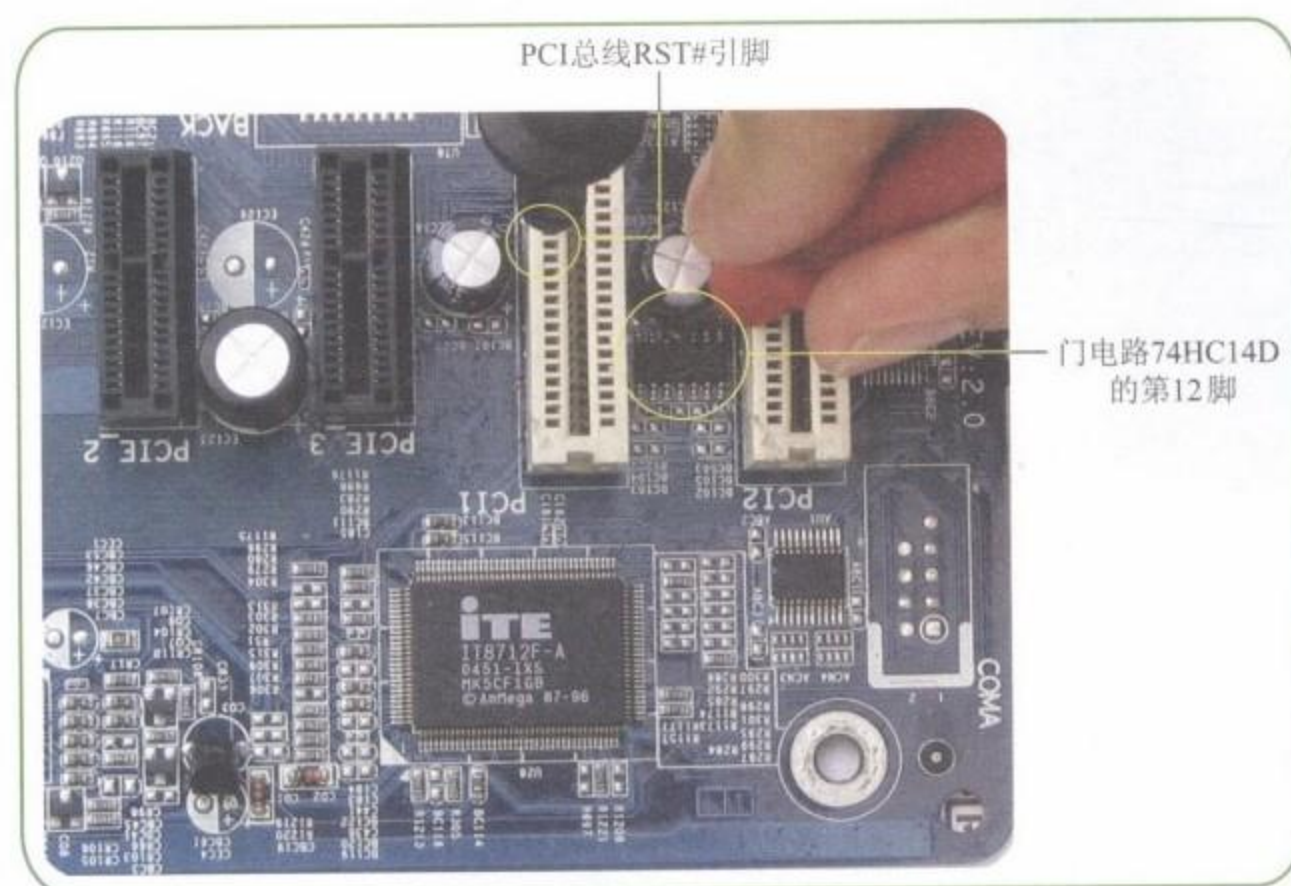


图10-23 测量门电路芯片第12脚到PCI总线的复位信号针脚的线路



图10-24 测量门电路芯片到SATA管理芯片的线路

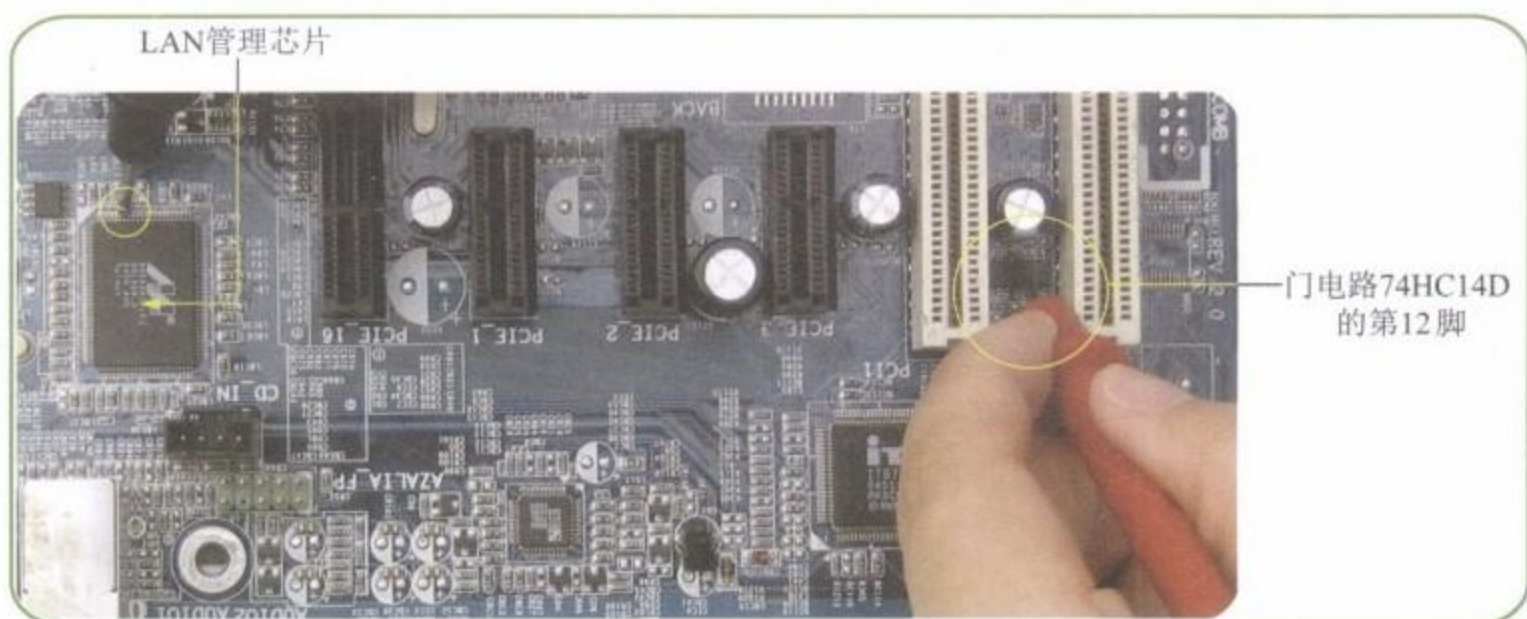


图10-25 测量门电路芯片到LAN管理芯片的线路

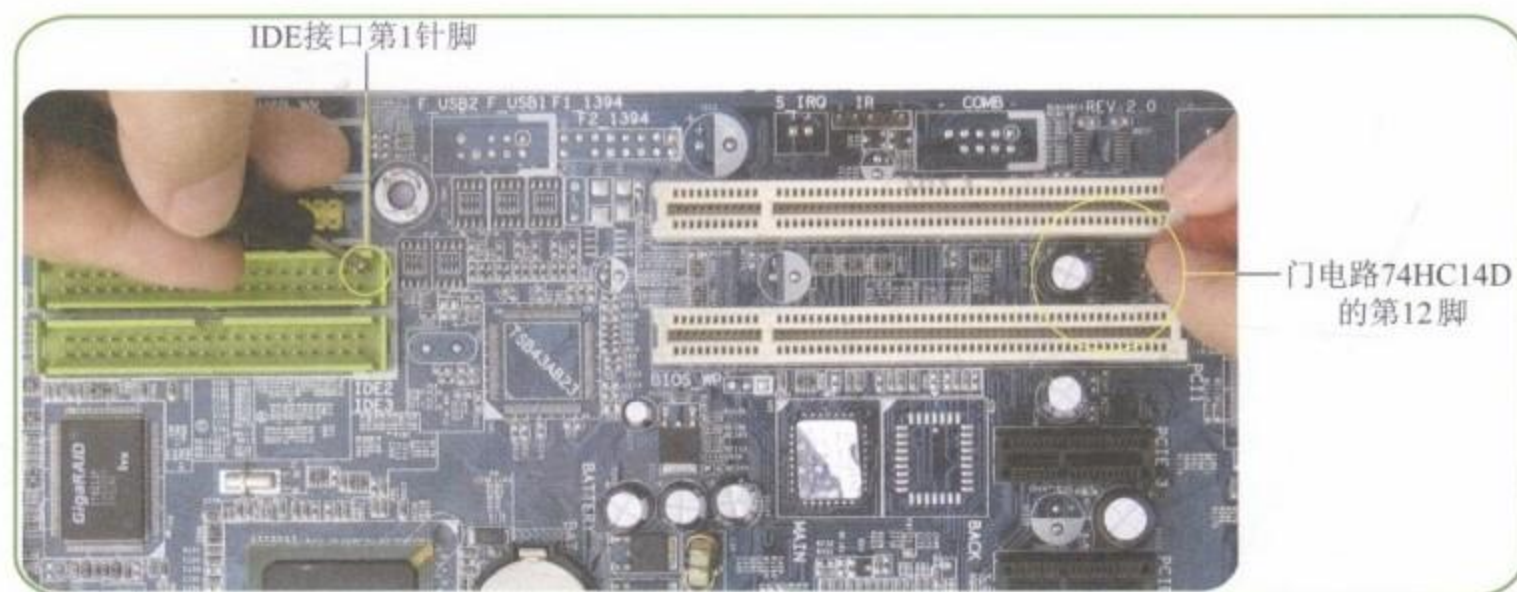
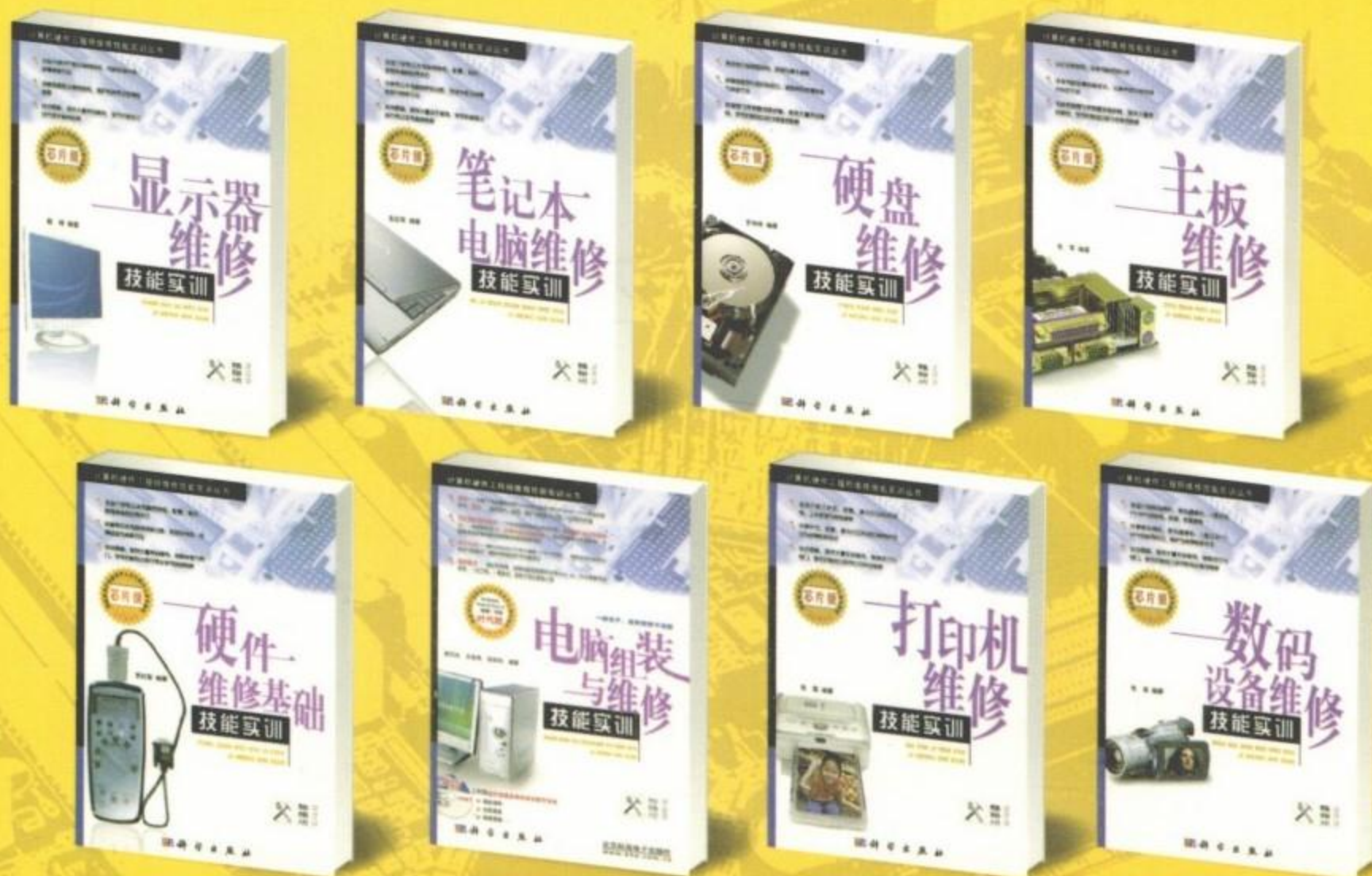


图10-26 测量门电路芯片到IDE接口的线路

10.7 本章小节

本章介绍了复位电路的工作机制和组成，并总结了主板复位信号的产生流程、复位电路的故障检修流程和故障测试点。另外，还介绍了复位电路常见故障的维修方法，使读者能更好地掌握复位电路的工作原理、常见电路图及故障检修方法。复位电路的复位信号分布图、各种电路复位信号产生源、工作原理和故障检修方法是本章的重点内容，应完全掌握这些内容。

✓ 快速入门 ✓ 掌握技能 ✓ 实战经验 ✓ 维修窍门



读者对象:

- ☑ 大专院校、培训机构、职业学校/技校硬件维修课程教学用书
- ☑ 电脑维修人员、企业/学校电脑维护人员、电脑售后服务人员、电脑硬件维修爱好者、电脑使用者以及所有想成为硬件维修工程师的各类人员

**DVD
2DVD**
多媒体教学

✓ 维修工具的使用 ✓ 元器件的检测 ✓ 主要电路的检测 ✓ 常见故障维修案



责任编辑: 何立兵

封面设计: 林 陶

技术电话: (010) 82896445/46转8407

销售电话: (010) 82896442 62630320

网址: www.khp.com.cn

网上购书: www.huachu.com.cn

ISBN 978-7-03-020304-5



9 787030 203045 >

定价: 68.00元 (2DVD)