

移动通信通俗读本（全面涵盖1G、2G、3G和4G）

移动通信经典畅销书全新升级，以白话风格讲解，很通俗，很幽默，很好玩
趣味解读从移动通信的理论基础到关键技术，以及从1G到4G的技术演进
重点介绍了4G技术及其发展，新增4G核心网、eNodeB和4G小区搜索等内容

大话



移动通信

（第2版）

张海君 郑伟 李杰 编著



信号太差了吧，泪奔~~o(>_<)o~~



信号好好哦，(^-^) 嘻嘻……



信号一般，咕~~……



清华大学出版社

提供各种书籍的pd电子版代找服务，如果你找不到自己想要的书的pdf电子版，我们可以帮您找到，如有需要，请联系QQ1779903665.

PDF代找说明：

本人可以帮助你找到你要的PDF电子书，计算机类，文学，艺术，设计，医学，理学，经济，金融，等等。质量都很清晰，而且每本100%都带书签索引和目录，方便读者阅读观看，只要您提供给我书的相关信息，一般我都能找到，如果您有需求，请联系我QQ1779903665。

本人已经帮助了上万人找到了他们需要的PDF，其实网上有很多PDF,大家如果在网上不到的话，可以联系我QQ，大部分我都可以找到，而且每本100%带书签索引目录。因PDF电子书都有版权，请不要随意传播，如果您有经济购买能力，请尽量购买正版。

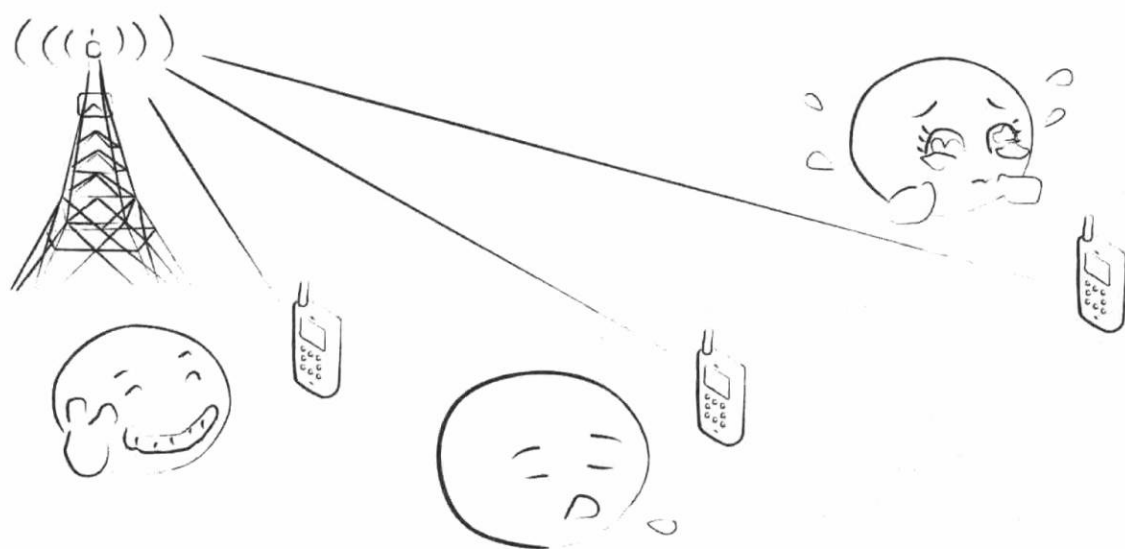
声明：本人只提供代找服务，每本100%索引书签和目录，因寻找pdf电子书有一定难度，仅收取代找费用。如因PDF产生的版权纠纷，与本人无关，我们仅仅只是帮助你寻找到你要的pdf而已。

大话移动通信



(第2版)

张海君 郑伟 李杰 编著



清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是畅销书《大话移动通信》的全新升级版，是一本通俗易懂的移动通信技术读物。作者力求用通俗、幽默、风趣的语言，从身边的通信讲起，历数古代通信到现代通信的发展历程，以及从最基础、最通用的通信理论与技术到 1G、2G、3G、4G 通信系统所特有的技术特点。本书用白话风格的语言和生活中的例子，将移动通信的知识娓娓道来。为了增强内容的可读性，书中穿插了多幅专门为本书绘制的漫画，并提供了大量的原理图。阅读完本书，您会发现原来移动通信技术也可以很白话，很生活，很幽默，很好玩……

本书共 12 章，分 3 篇。第 1 篇介绍了移动通信的前世今生、移动通信要用到的基础理论、基本技术、信息安全与无线资源管理技术等。第 2 篇介绍了从第一代移动通信技术到第四代移动通信技术的网络架构、关键技术、空中接口、基本呼叫与信令流程等技术的演进过程。第 3 篇介绍了移动通信的标准化，还介绍了移动通信中的网络规划及优化的基础知识与应用。

本书提供了一种全新的阅读体验，将艰深复杂的通信理论进行了通俗的解读，适用于移动开发人员、通信专业的学生、基站建设人员、基站服务人员、移动通信研究人员等阅读。对于那些没有任何通信理论基础的非专业人员，也可以在本书的引领下了解很多与我们生活密不可分的移动通信知识。希望本书能让您在一种愉悦的心境下对移动通信有一个立体而直观的认识，并能快速掌握移动通信的基础理论与基本技术，特别是对 3G 和超 LTE、4G 的相关知识有一个初步的认识和整体的概念。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。

版权所有，侵权必究。侵权举报电话：010-62782989 13701121933

图书在版编目 (CIP) 数据

大话移动通信 / 张海君, 郑伟, 李杰编著. —2 版. —北京: 清华大学出版社, 2015
ISBN 978-7-302-39157-9

I. ①大… II. ①张… ②郑… ③李… III. ①移动通信 - 基本知识 IV. ①TN929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 017968 号

责任编辑: 夏兆彦

封面设计: 欧振旭

责任校对: 徐俊伟

责任印制: 宋 林

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者: 河北新华第一印刷有限责任公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×260mm

印 张: 21

字 数: 525 千字

版 次: 2011 年 2 月第 1 版

2015 年 4 月第 2 版

印 次: 2015 年 4 月第 1 次印刷

印 数: 1~3500

定 价: 49.80 元

产品编号: 061186-01

前 言

移动通信也可以很白话，很生活，很幽默，很好玩……

从移动通信的理论基础到关键技术，从 1G 到 4G 的技术演进，一场移动通信的饕餮盛宴，期待您的品尝！

本书创作背景

移动通信技术作为当今社会信息化革命的先锋，已经成为最受瞩目的通信技术。近年来，移动通信技术的发展十分迅猛，各种新技术、新标准的问世，让人眼花缭乱，目不暇接。3G 网络已经普及，4G 网络已经开始商用。

目前图书市场上移动通信类的专业书籍有不少，无论是讲基本技术原理的、信令流程的、协议解读的、系统架构的，还是讲授核心网、空中接口的，都可以说是琳琅满目，其中不乏让人拍案叫绝的经典与精品书籍。但是，这些书籍大多数学术性比较强，过于专业和晦涩艰深的语言风格让初学移动通信的读者望而却步。真正从读者的角度，用简单、通俗易懂的语言讲述移动通信技术的书籍还是寥寥无几，十分罕见。仅有的一两本或是站在通信行业管理者和市场营销人员的角度简单介绍具体的应用，对移动通信技术的介绍篇幅很少，而且对初学者的关注不够；或是仅仅讲述 GSM 系统，对于 3G 知识涉及的篇幅极少，对于 B3G 和 4G 技术更是没有提及。

本书旨在给读者提供一本通俗易懂、风趣幽默，涵盖移动通信的基本原理和关键技术，以及从第一代移动通信到第四代移动通信的技术演进过程的科学普及读物。

本书力图用通俗、幽默、风趣的语言，给读者提供一种全新的阅读体验，将艰深复杂的移动通信知识进行通俗的解读。书中以白话的方式结合日常生活中的常见例子进行讲解，还穿插了多幅专门为本书绘制的漫画，并提供了大量的通信原理图，让读者对移动通信的基本原理和关键技术及从第一代移动通信到第四代移动通信技术有一个全面的了解；尤其是对采用 CDMA 的 3G 系统和基于 OFDM、MIMO 技术的超 3.9G (LTE) 系统，乃至 4G (LTE-A) 系统的技术原理和典型商用系统或未来极可能商用的系统，有一个立体而直观的整体认识。

关于本书第 2 版

本书第 1 版出版后以其幽默、风趣、通俗易懂的风格得到了广大读者的好评。但是随着移动通信技术的发展，尤其随着 4G 技术的商用与普及，本书第 1 版已经不能适应读者的实际需求，迫切需要对最新的移动通信技术进行介绍，也需要对一些过时和落伍的内容



进行调整，所以我们对本书第1版进了全新改版。相比第1版，第2版图书在内容上的变化主要体现在以下几个方面：

- (1) 对4G的发展进程进行了更为详细的介绍；
- (2) 对4G的两种不同制式FDD-LTE与TDD-LTE进行了对比；
- (3) 对4G技术目前存在的缺陷进行了分析，并对4G物理信道做了更详细的介绍；
- (4) 增加了4G核心网和eNodeB的功能介绍，还对4G小区搜索过程进行了解析；
- (5) 完善了4G通信中关键技术的介绍；

(6) 修订了第1版中的一些疏漏和部分过时的协议规定，以及4G在国内发放牌照的时间，并将一些表达不准确的地方表述得更为准确。

本书内容与写作特色

1. 行文通俗、幽默、风趣，拒绝晦涩深奥

本书大量采用了通俗幽默的语言，讲述复杂而深奥的移动通信原理与技术，尽量避免晦涩的说教。文中的语言充满了笔者的一些人生体验与经历，让读者有一种身临其境的感觉。

2. 类比形象、直观，做到简单易懂

本书中绝大多数能用类比的技术原理，都用生活中的实例来类比讲述，使读者学习起来直观、通俗、简单易懂。

3. 绘制多幅漫画，提供大量原理图，做到图文并茂，形象直观，生动有趣

为了增强内容的可读性，本书穿插了多幅专门为本书绘制的漫画，非常生动有趣。另外，对于每一个知识点，本书提供了大量的原理图，做到了以文字与图画相结合的方式讲解，使读者更加直观而又深入地理解技术的基本原理。

4. 内容有取有舍，做到重点突出

本书重点介绍移动通信中常用的原理与技术，而对于不常用的技术不予介绍。对于多址技术、抗干扰技术、信息安全、无线资源管理等技术予以重点关注。

5. 涉及的技术全面，讲解鞭辟入里

本书涉及的技术面很广，不但对移动通信的前世今生做了回顾，更是从移动通信的基本理论与基本原理一直讲到常用的GSM、IS-95的2G、3G和时下很火爆的3.9G（LTE）和前途不可限量的4G（LTE-A）等技术。

6. 跟踪技术前沿，做技术的弄潮儿

本书中3G与4G的内容占有大量篇幅，读者通过学习LTE、LTE-Advanced可以了解当今世界最先进、最前沿的移动通信技术，也可以了解移动通信标准的制定过程。



本书内容介绍

第1篇 大话移动通信基础知识（第1~5章）

本篇主要介绍通信发展的前世今生及移动通信要用到的基础理论、基本原理与关键技术。主要内容如下：

第1章介绍通信的目的、通信的基本形式、最古老的官方通信——快马+驿站、最古老的军事通信——烽火台的狼烟、中国古代民间通信、近现代通信知识等。

第2章介绍信号与系统、概率论与随机过程、模拟通信系统、数字通信系统、移动通信中的三大损耗、移动通信的四种效应。

第3章介绍多址技术、调制、信源编码、信道编码、分集与均衡等移动通信的基础知识。

第4章介绍移动通信中的2G、3G、4G中的信息安全协议与架构。

第5章介绍移动通信中的无线资源管理技术，如无线资源分配、接纳控制、分组调度、功率控制、移动性管理、位置管理、负载均衡等。

第2篇 大哥大、2G、3G、4G各领风骚（第6~10章）

本篇主要介绍从第一代移动通信技术到第四代移动通信技术的网络架构、关键技术、空中接口、基本呼叫与信令流程等技术的演进过程。主要内容如下：

第6章从整体上介绍第一代移动通信系统采用的基本技术，如模拟话音技术、多址接入技术等，然后分析了大哥大的商用情况与技术上的不足。

第7章重点讲解第二代移动通信系统，包括GSM的基本技术与特点、网络架构与接口、GSM的信道、GSM的呼叫流程、IS-95的技术特点、软容量与软切换、IS-95的功率控制、IS-95的呼叫流程等。

第8章介绍第三代移动通信系统（3G）的相关知识。首先介绍GSM的演进——WCDMA，包括WCDMA的主要技术参数、网络架构与接口、关键技术、信令流程等；然后介绍IS-95的演进——CDMA2000，包括CDMA2000的主要技术参数、网络架构、信令流程；最后介绍中国人提出的移动通信标准——TD-SCDMA，包括TD-SCDMA的信道与帧结构、接力切换、智能天线等。

第9章介绍3.9G时代的LTE技术参数、正交频分复用、多输入多输出、LTE层的关键技术与扁平化的网络架构。

第10章介绍LTE-Advanced的需求、载波聚合、CoMP、自组织网络、家庭基站、移增强型MIMO与中继等第四代移动通信（4G）的核心技术。

第3篇 移动通信的标准化、网络规划与优化（第11、12章）

本篇介绍了移动通信的标准化、移动通信中的网络规划及优化的基础知识与应用。

第11章介绍了移动通信标准化组织概览、3GPP的组织架构和工作方法等。

第12章介绍了移动通信网络规划与优化的基本概念与技术。



本书读者对象

- ☐ 移动通信初学者；
- ☐ 大中专院校通信专业的学生；
- ☐ 移动通信从业人员；
- ☐ 移动开发人员；
- ☐ 基站建设与服务人员；
- ☐ 移动设备服务人员；
- ☐ 移动通信爱好者与研究者。

本书作者

本书由张海君、郑伟和李杰主笔编写，其他参与编写的人员有陈晓建、陈振东、程凯、池建、崔久、崔莎、邓凤霞、邓伟杰、董建中、耿璐、韩红轲、胡超、黄格力、黄缙华、姜晓丽、李学军、刘娣、刘刚。

感谢父母、家人对我长期的鼓励，你们默默的支持给了我不断竭的动力；感谢各位读者的支持！感谢胡丹萍女士为本书绘制了大部分插图！感谢编辑们的精益求精！由于时间仓促及作者学识所限，书中内容难免会有欠妥之处，恳请读者批评指正。

编者

目 录

第 1 篇 大话移动通信基础知识

第 1 章 移动通信的前世今生	2
1.1 初识通信	2
1.1.1 为何要通信——我们要信息	2
1.1.2 通信的基本形式	7
1.2 古代通信——通信基本靠吼	8
1.2.1 最古老的官方通信——快马+驿站	8
1.2.2 最古老的军事通信——烽火台的狼烟	9
1.2.3 中国古代民间通信	11
1.2.4 中外古代其他通信方式	11
1.3 近现代通信	14
1.3.1 电报——人人都是余则成	14
1.3.2 电话——人声若只是初现	16
1.3.3 移动通信——我的电话我做主	18
1.3.4 光通信——挑战速度极限	20
1.4 小结	21
第 2 章 通信基础理论	22
2.1 信号与系统	22
2.1.1 何为信号？何为系统	22
2.1.2 信号与系统的分类	25
2.1.3 卷积的概念	27
2.1.4 傅里叶级数分析与傅里叶变换	29
2.2 概率论与随机过程	30
2.2.1 概率论——掷骰子的故事	30
2.2.2 随机过程——随机过程不随机	32
2.2.3 马尔科夫过程——由爱情呼叫转移想到的	33
2.2.4 排队论——人多很拥挤？排队吧	34
2.3 模拟通信系统	36
2.3.1 初识模拟通信	36
2.3.2 模拟信号的调制	37
2.3.3 模拟系统举例——童年的收音机	41



2.4	数字通信系统	42
2.4.1	数字模拟大比武——我们喜欢容易控制的技术	42
2.4.2	模拟信号与数字信号的转换	43
2.5	移动通信中的三大损耗	50
2.5.1	路径损耗——俗称路损	51
2.5.2	慢衰落损耗——俗称慢衰	53
2.5.3	快衰落损耗——俗称快衰	53
2.6	移动通信的四大效应	55
2.6.1	阴影效应——阳光不能普照	56
2.6.2	远近效应——CDMA 特有的效应	56
2.6.3	多径效应——余音绕梁	57
2.6.4	多普勒效应——你跑得太快了，我跟不上	58
2.7	小结	58
第3章	移动通信基本技术概述	59
3.1	多址技术	59
3.1.1	多址与复用的纠结	59
3.1.2	寸金难买寸“频率”	61
3.1.3	FDMA——频分多址	63
3.1.4	TDMA——时分多址	64
3.1.5	CDMA——码分多址	66
3.1.6	SDMA——空分多址	68
3.1.7	OFDMA——正交频分多址	71
3.2	移动通信的调制	73
3.2.1	调制——不仅仅是搬频谱	73
3.2.2	各种调制解调方式	74
3.3	信源编码——别废话，拣主要的说	77
3.3.1	信息熵——你说的话到底有多少信息量	78
3.3.2	信源编码方式 ABC	80
3.4	信道编码	81
3.4.1	信道编码的奥秘	81
3.4.2	信道编码在移动通信系统中的应用	88
3.5	分集与均衡	90
3.5.1	分集——兼听则明	90
3.5.2	分集技术的分类	91
3.5.3	分集的合并方式	95
3.5.4	均衡——减少符号间的干扰	97
3.5.5	均衡器一览	98
3.6	小结	99
第4章	鉴权与加密——安全性的考虑	101
4.1	移动通信信息安全初体验	101
4.1.1	手机窃听	102
4.1.2	手机盗号	103



4.1.3	短信诈骗	104
4.2	牛刀小试——2G 中的信息安全	107
4.2.1	GSM 的信息安全——潜伏和风声的故事	107
4.2.2	IS-95 的信息安全	116
4.3	登堂入室——3G 中的信息安全	117
4.3.1	3G 信息安全概览——保镖升级	118
4.3.2	WCDMA 的信息安全	121
4.3.3	CDMA2000 的信息安全	126
4.3.4	TD-SCDMA 的信息安全	129
4.3.5	3G 的安全漏洞——缺憾美	129
4.4	轻车熟路——B3G 与 4G 的信息安全	131
4.4.1	WiMax 的系统安全架构	132
4.4.2	LTE 的安全需求	134
4.4.3	LTE 中 UE 与 EPS 之间的保密流程	136
4.4.4	WiMax 的系统安全架构	142
4.4.5	WiMax 的 PKM 协议	143
4.4.6	WiMax 的密钥使用	149
4.4.7	多播广播密钥更新算法	151
4.5	小结	153
第 5 章	无线资源管理——管理无线资源	154
5.1	无线资源分配——资源的稀缺性	155
5.1.1	无线资源分类	156
5.1.2	功率分配——传说中的注水定理	157
5.2	接纳控制——名校招生在行动	160
5.2.1	接纳控制初识——录我还是他	160
5.2.2	接纳准则——招生原则	161
5.2.3	怎样判断接纳控制准则的好坏	163
5.3	分组调度——军事指挥中的兵力调配	165
5.3.1	分组调度初识——兵力分配的学问	166
5.3.2	调度算法——怎样分配兵力	166
5.4	功率控制——别吵，我听不见了	170
5.4.1	功率控制的必要性——为啥俺就这么受欢迎呢	170
5.4.2	功率控制也要讲原则	171
5.4.3	功率控制分类——掰指数一数	174
5.5	移动性管理——也谈跳槽的艺术	180
5.5.1	切换——看好了你再跳	181
5.5.2	小区重选	192
5.5.3	LTE 系统内的移动性管理	192
5.5.4	LTE 的测量	196
5.5.5	LTE 的随机接入过程	198
5.5.6	LTE 与其他接入网间的移动性管理	199
5.5.7	LTE 宏基站与家庭基站间的切换	206



5.6	位置管理——老婆查岗	207
5.6.1	位置管理初识	208
5.6.2	跟踪区更新	208
5.7	负载均衡——平衡我的负荷	209
5.8	小结	211

第2篇 大哥大、2G、3G、4G 各领风骚

第6章	第一代移动通信——大哥大一统江湖	214
6.1	模拟语音风靡江湖	214
6.1.1	大哥大的起源	214
6.1.2	什么是移动通信	215
6.1.3	模拟技术+频分多址	216
6.2	“无敌砖头”的商用情况	218
6.2.1	第一代移动通信的收费模式	218
6.2.2	商用之初	219
6.2.3	我国的商用情况	221
6.3	“大砖头”的不足之处	222
6.4	小结	223
第7章	2G时代——GSM与IS-95的捉对厮杀	224
7.1	来自欧洲的GSM——成熟商用的典范	224
7.1.1	GSM的基本技术与特点	225
7.1.2	网络架构与接口——GSM的骨架	226
7.1.3	GSM的信道——动脉	229
7.1.4	GSM的呼叫流程——电话是这么打通的	230
7.2	来自北美的后起之秀IS-95	230
7.2.1	IS-95的技术特点	232
7.2.2	软容量与软切换——弹性更好	232
7.2.3	IS-95的功率控制	233
7.2.4	IS-95的呼叫流程——电话还可以这么打	233
7.3	小结	234
第8章	3G时代——第三代移动通信之三足鼎立	235
8.1	WCDMA——GSM的演进	235
8.1.1	WCDMA的主要技术参数	236
8.1.2	网络架构与接口——WCDMA的骨架	237
8.1.3	WCDMA的关键技术	239
8.1.4	WCDMA的基本信令流程	240
8.2	CDMA2000——IS-95的演进	242
8.2.1	CDMA2000的主要技术参数	242
8.2.2	网络架构——CDMA2000的骨架	243



8.2.3	CDMA2000 的基本信令流程	244
8.3	TD-SCDMA——孩子还是自己的好	248
8.3.1	TD-SCDMA——中国人提的移动通信标准	248
8.3.2	网络架构——TD-SCDMA 的骨架	249
8.3.3	TD-SCDMA 的信道与帧结构	250
8.3.4	接力切换——快速准确的交接棒	251
8.3.5	智能天线——指哪打哪的六脉神剑	253
8.4	小结	254
第 9 章	4G 时代——TDD-LTE 与 FDD-LTE 的巅峰对决	255
9.1	是什么催生了 LTE	255
9.1.1	移动互联网业务的兴起把 LTE “逼”了出来	256
9.1.2	LTE 主要指标和网络构架——“性能优越，结构简单”	257
9.1.3	OFDM/MIMO 技术——LTE 全靠“我们”	257
9.2	想用手机就得分清楚 TDD-LTE 与 FDD-LTE	259
9.2.1	TDD-LTE 与 FDD-LTE 的实质区别——“时间与频率”	259
9.2.2	TD-LTE 与 FDD-LTE 的频段划分——“大哥还是大哥”	260
9.2.3	TD-LTE 与 FDD-LTE 的优缺点——“各有千秋”	261
9.3	LTE 的天生缺陷	261
9.3.1	哑巴，我说话要靠 2G、3G	262
9.3.2	LTE 中也有恶魔——“模三干扰”	263
9.3.3	解析 TD-LTE 先天缺陷的原因	264
9.4	LTE 语音的标准——VOLTE	265
9.5	LTE 更上一层楼之 LTE-Advanced	266
9.5.1	LTE-Advanced 的速率简直无法想象	266
9.5.2	LTE-Advanced 的几个关键技术	267
9.6	小结	278
第 10 章	看透 4G——LTE 无线网络	280
10.1	组网结构——“精兵简政”	280
10.1.1	全路由 IP 的扁平化网络结构——“原来 RNC 是可以被拆分的”	280
10.1.2	S1 接口——校长与老师的沟通方式	281
10.1.3	X2 接口——老师之间的交流媒介	284
10.1.4	EPC 网元的基本功能——“我是核心网”	286
10.1.5	eNB 功能——“我是 NodeB 升级版”	287
10.2	LTE 信道介绍——“兄弟多，功能强”	288
10.2.1	LTE 逻辑信道	289
10.2.2	LTE 传输信道	289
10.2.3	LTE 物理信道	290
10.3	LTE 帧结构——“TDD 的上下行速率分配全靠它”	291
10.3.1	FDD-LTE 帧结构	292
10.3.2	TD-LTE 帧结构	293
10.3.3	资源栅格	294
10.4	LTE 核心技术——“有了它们，我才给力”	295



10.4.1	OFDM 技术——一朝天子一朝臣	295
10.4.2	SC-FDMA 技术	298
10.4.3	MIMO 技术	299
10.5	LTE 层 1 层 2 关键技术——“进一步完善 LTE”	301
10.5.1	功率控制	301
10.5.2	干扰抑制——别干扰我说话	302
10.6	LTE 小区搜索过程和随机接入过程	303
10.6.1	LTE 小区搜索过程	303
10.6.2	LTE 随机接入过程	304
10.7	小结	306

第 3 篇 移动通信的标准化、网络规划与优化

第 11 章	移动通信的标准化	308
11.1	标准化组织概览	308
11.1.1	3GPP 初识	308
11.1.2	3GPP2 简介	308
11.1.3	WiMax 标准演进	309
11.2	3GPP 的组织架构——天地会模式	309
11.2.1	组织架构	310
11.2.2	标准化文档输出	311
11.3	工作方法——一份提案的自白	312
11.3.1	工作方法	312
11.3.2	我要提提案	313
11.4	小结	313
第 12 章	网络规划与优化	314
12.1	规划与优化——为了有更好的通信质量	314
12.1.1	网络规划入门	314
12.1.2	网络优化 ABC	315
12.1.3	网规网优的自动化	315
12.2	网络规划	315
12.2.1	基站间距与天线高度	316
12.2.2	基站选址	317
12.2.3	中继与家庭基站的部署	318
12.3	网络优化——参数的调整	318
12.3.1	移动鲁棒性优化	318
12.3.2	负载均衡优化	319
12.4	小结	320
参考文献		321

第 1 篇 大话移动通信基础

知识

- ▶▶ 第 1 章 移动通信的前世今生
- ▶▶ 第 2 章 通信基础理论
- ▶▶ 第 3 章 移动通信基本技术概述
- ▶▶ 第 4 章 鉴权与加密——安全性的考虑
- ▶▶ 第 5 章 无线资源管理——管理无线资源

第 1 章 移动通信的前世今生

本章首先对通信的概念做一个全面、通俗的解读，然后介绍古人是如何实现通信的，最后介绍现代人类的通信方式，从感性上介绍移动通信的前世与今生。第 2 章，将深入讨论通信的基本概念。

本章主要涉及的知识点如下所示。

- 通信的概念：什么是通信，为何要通信。
- 古代通信：现代通信技术的前世。
- 现代通信：移动通信横空出世。

1.1 初识通信

本节将通过笔者普通的一天来了解日常生活中的通信行为，顺便介绍通信的一些基本概念及为何要通信的问题。本书说的就是移动通信的那些事儿，我们的移动通信之旅，就从何为通信开始吧。

1.1.1 为何要通信——我们要信息

近年来，“通信”与“信息”这两个词语早已经深入到中国社会的各个角落中，信息化也成了当今世界不可阻挡的潮流，通信技术也已经在普通百姓的生活中生根发芽，人们的生活越来越离不开信息与通信技术。人与人之间沟通交流要通信，企业联系业务要通信，国家之间要通信，航天飞机上天也要与地面保持视频通话。

从人们的日常行为来说通信在当今社会用得有点泛滥了，无论从农村到城市，从婴儿到老人，从普通市民到专家教授，大家每天都在用通信技术和产品，如图 1.1 所示。通信是信息技术（information technology，简称 IT）的一个分支，笔者在攻读硕士学位期间的专业名称就叫做“通信与信息系统”。

从古代的邮驿到今天的手机，从手写的书信到计算机网络即时通信软件，从古代的烽火台到今天的卫星通信，从飞鸽传书到今天的物联网，人类社会发展进步的每一个脚印都可视为通信技术发展的烙印。可以说，通信技术的进步是人类社会发展的一个缩影。

下面就先来看看生活中的通信技术吧。

1. 生活中的通信

以笔者生活中普通的一天为例，看看人们平时都用到哪些通信？

早上 7:30，恪尽职守的闹钟无情地把笔者从美梦中叫醒。闹钟的铃声传到笔者的耳



朵里，这就是一种通信，闹钟的铃声传递给笔者的信息是：你得起床了！



图 1.1 各行各业的通信

洗漱完毕，7:45，笔者走出宿舍门，按一下电梯的下行键，笔者走进电梯。笔者按电梯的按键也是一个通信的过程，按键被按下这个动作向电梯的处理系统发送有人要坐电梯下楼的信息。

8:00，笔者从学生餐厅出来直冲实验室而去，路遇一美女脚步轻盈地从对面走来，轻启朱唇道：“同学，你好，我是北x大的，请问教三怎么走？”。 “教三不远，你可以这么走……” 如图 1.2 所示。

遇见美女就有通信了吗？呵呵，这个可以有。此处的通信就是不借助任何工具的美女和笔者的对话过程。我们通过对话来实现通信，一方的嘴唇充当信源（通信的源头）的时候，另外一方的耳朵扮演的是信宿（通信的归宿）的角色。在我们通信的过程中，通信的编码格式是中文的普通话，信道是空气，所以尽管这里的通信距离比较短，但还是有通信的，而且还是无线通信！

2. 几个基本通信概念

结合上面的例子，这里补充几个通信的基本概念。在通信中，如下几个概念是经常要用到的。

(1) 信源：顾名思义，信源就是信息的源头。在上面的例子中，闹钟把笔者叫醒的时候，闹钟是信源，笔者按电梯下行键的时候，笔者（或者说是笔者的手指）是信源，美女和笔者说话的时候，美女就是信源。

(2) 信宿：和信源类似，信宿就是信息的“归宿”，即信息传达的目的地。前文提到



的电梯、闹钟闹的对象——本人、本人回答美女问路时候的美女都是信宿。



图 1.2 笔者的一天

(3) 信道：信道就是信源与信宿通信的媒介，空气、电缆、光缆、石头、钢管等都可以充当通信的信道。

(4) 信息：通信就是信源向信宿传递信息的过程，那什么叫信息呢？信息就是有价值的消息。有用的消息才叫信息，没用的消息不叫信息。用术语说就是通信传递的消息必须要有信息量，没用信息量的消息也就不叫信息。比如，笔者刚看过了今天美国篮球职业联赛季后赛的第三场，凯尔特人大比分输给骑士队，一个哥们过来和笔者说：

“Hey, man! 今天我皇赢了你凯！”

“Shut up! Boy! 早知道结果了，我凯在为总冠军攒人品呢！你甭和我废话！xxxx！”
这个哥们说的话对笔者来说没有任何的信息量，因为笔者早已经知道了这场比赛的结果了，所以这不是一个成功的通信过程。

上边的笔者和美女的聊天过程为什么是一次通信过程呢？因为笔者给她提供了有价值的信息，告诉了她怎样走到教三！

(5) 双工方式：双工方式分为双工、半双工和单工 3 种方式，简单地说，双工就是通信双方可以同时既作为信源也扮演信宿。举个不恰当的例子，夫妻两人在激烈争吵，两人同时指责对方，此时就是全双工；半双工就是一方在做信源的时候，另一方充当信宿。反之亦然，比如，前面笔者和美女的对话就是半双工，美女问笔者听着，笔者回答美女听着，这就是半双工；单工就是在通信的过程中，信源与信宿的角色不能互换，信源只能做信源，不能做信宿，信宿只能做信宿，不能做信源。生活中的广播电视就是单工通信的典型，永



远是电视塔发射信号，电视机接收信号，电视机不能向电视塔发射信号，至少现在的家用电视机暂时还不能。当然，早上闹钟叫醒笔者的过程也是单工通信的过程。

注意：通过概念一定先熟悉双工与单工的区别。

3. 网络即时通信

闲言少叙，继续说笔者的一天。恋恋不舍地告别了美女，本大侠施展出八步赶蝉的轻身功夫，大步流星地朝着实验室迈进。8:10，准时到达实验室，到了自己的座位坐下，打开电脑电源，选择了 Windows 系统。和往常一样，刚进入系统，就先打开 QQ、微信、MSN，看看有没有人留言，接着进入邮箱查收电子邮件。不一会，QQ 的小企鹅头像在闪动，打开一看是鹏哥。鹏哥是笔者大学时的舍友，山西大汉，为人极其仗义，有“及时雨”之称，鹏哥要我给他传一个学习资料，遂给其发了过去。

过了一会，敬爱的 Z 老师发了个飞信过来，“那个 863 项目申请书修改意见已经发你邮箱，请中午 11:00 之前修改完发给我！谢谢！”Z 老师总是这么客气，我回复，“好的，别客气”，马上投入到项目申请书的修改中。10:30，修改完毕，给 Z 老师发了邮件。

上午的任务基本完成，在 MSN 上和工作了的同学闲聊了几句，趁着老师不在，偷偷地去淘宝网上“淘淘宝”，功夫不负有心人，还真有一款喜欢的，用阿里旺旺和店主联系之后，搞定了球鞋。

在实验室的一上午的时间都用到了哪些通信工具呢？这个貌似还真不少，如图 1.3 所示。有点小乱，一个一个地捋捋：



图 1.3 众多的即时通信软件

(1) QQ: QQ 想必是华语世界网络即时通信软件中最为流行的一款了，它的前身就是欧洲的 ICQ。腾讯将开放源代码的 ICQ 做成收费版，而且越做越大，不能不说是一个奇迹。正所谓“一直在模仿，从未被超越”（纯属戏言，请勿当真，谢绝跨省追捕）。

(2) 微信: 腾讯推出的一款手机聊天软件，超过 3 亿人使用的手机应用，支持发送语音短信、视频、图片和文字，目前微信已经成了人们生活中通信的一种方式。



(3) MSN: 微软推出的一款即时通信软件, 是国际上用得最多的一款即时通信软件, 在中国用户受众多为公司白领。记得 2009 年中国台湾地震, 中美间的太平洋海底电光缆被震坏, 直接导致了中国大陆的 MSN 用户无法登录, 众多的公司职员没办法只能使用 QQ 联系业务。

(4) 阿里旺旺: 淘宝网推出的一款即时通信软件, 是使用淘宝买卖宝贝的卖家和买家之间沟通的工具。由于网上购物的兴起, 引发了阿里旺旺的用户急剧增多。

在食堂吃过午饭, 回实验室的路上, 遇见一位母亲抱着自己的宝宝, 宝宝哭个不停, 孩子的母亲有点郁闷。大街上人这么多, 就算是喂奶也得等到回家再喂啊, 还好年轻的母亲拿出制胜武器, 将一个奶嘴放在宝宝嘴里, 宝宝马上停止了哭泣, 如图 1.4 所示。看来这孩子虽小却已经懂得了通信的道理, 小孩儿先通过哭声向母亲传递一个信息: 我要吃奶! 母亲通过对孩子哭声的正确解码明白了孩子的意思, 给孩子一个奶嘴叼着, 多么实用的一个通信过程啊, 看来通信确实是人类生存的必备的基本本领。



图 1.4 小孩哭泣吃奶嘴

一路无语, 到了实验室休息片刻, 打开网页看看新闻, 头条新闻是我国云南鲁甸地震的报道。中国的很多网民可以从网络上实时地了解鲁甸地震的灾情, 看来互联网的通信真是及时有效, 特别受年轻人的追捧。有一条鲁甸地震的消息引起笔者的特别注意, 某些偏僻的乡镇由于线路被震坏导致了移动通信网络中断, 当地政府调用卫星电话指挥抗震抢险, 有的老乡则是用卫星电话给震区以外的家人报平安。这里面用到的卫星电话也是无线通信的一种, 利用卫星传递消息, 发送端发送的消息经过无线信道发送给卫星, 卫星经过处理转发给接收的手机。卫星电话在海事船只、科学考察、沙漠戈壁、矿藏勘探等方面用得比较多, 在日常生活中, 除非遇到灾难, 否则一般不会动用卫星电话。

看完了新闻, 心里默默地为灾区祈福, 把 QQ、MSN 的签名及人人网的状态都改成了为鲁甸祈福。光悲痛解决不了问题, 擦干眼泪, 好好干活建设家园才是王道啊。

下午干活的时候, 手机响了起来, “Can you feel it? super size…” 的经典音乐想起, 赶紧接通后才知是上午在淘宝买的鞋到了, 这也太快了, 效率真是高啊。取了鞋子, 十分高兴, 真是又好又便宜啊。手机可是平时人们用得最多的一个通信工具之一了, 平时人们不仅用它打电话, 还可以发短信、上网、登录手机 QQ、微信, 离开了手机真是难以想象



生活会变成什么样子。

这就是笔者普通的一天中涉及的通信过程与行为，这里面有说话这种人类自然的通信，也有更多的人工通信，有固话通信也有移动通信，有有线通信也有无线通信。

总结上面的通信过程，会发现通信确实是信源向信宿传递信息量的过程。通信的英文翻译是 communication，而 communication 这个词有交流的意思，广义的通信就是交流。

4. 通信与人类社会——层次拔高

人类与动物的区别在于人类的社会属性，而不是人的自然属性，因为动物也有自然属性——生老病死，但是动物之所以不能称之为人类，就在于它们缺乏人类特有的社会属性。人类的社会属性集中表现为人和人之间的社会关系上，社会关系就是人和人联系的关系，人和人不联系就没有社会关系的产生。俗话说得好，“好亲戚在于走动”也就是说亲戚之间多来往才比较亲，长时间不来往就疏远了。

“远亲不如近邻”很好地佐证了这点，离得远，通信就会少些，人与人之间通信少了，关系就会疏远。所以，人类必须要通信，长时间与世隔绝的鲁宾逊就是因为长时间没和人类通信，尽管后来他逃离了孤岛，但是他最终还是无法再次融入人类社会而被视为野人，长时间缺乏与人类的沟通导致了他的社会属性的缺失，如图 1.5 所示。

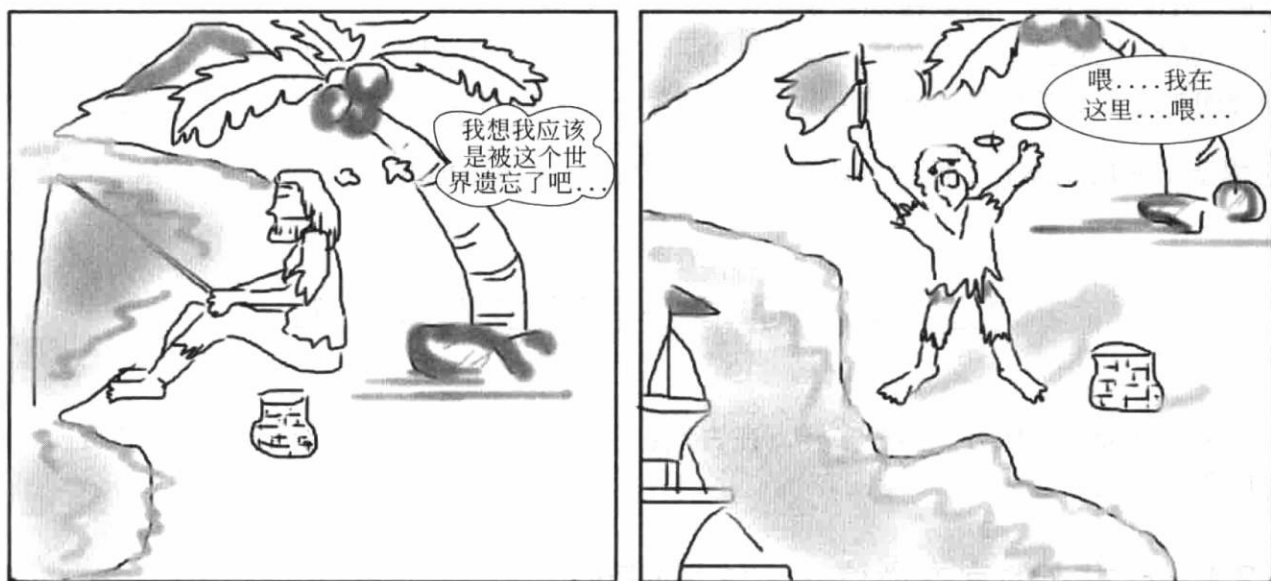


图 1.5 鲁宾逊孤岛无通信

为了美好的生活，远离寂寞，从通信开始。

1.1.2 通信的基本形式

既然通信这么美好，那通信都有哪些形式呢？

(1) 从通信的信道来划分，通信可以分为：有线通信、无线通信。固定电话属于有线通信的终端，而手机、PDA 等属于无线通信的范畴。

(2) 从通信的实时性来说，通信可以分为：实时通信与非实时通信。手机打电话属于实时通信，用手机上网属于非实时通信。

(3) 从通信的双工方式来说，通信可以分为：单工通信与双工通信；收音机、电视广



播等属于单工通信，手机与即时通信软件等属于双工通信。

(4) 从通信的运营模式来说，通信大致可以分为：互联网通信、电信网通信与广播电视网的通信。目前国务院大力推动的三网融合指的就是这3个网的融合。

这里重点说说这个三网融合。三网融合的概念最早在20世纪90年代就有人提出了，但是为何至今还没融合呢？首先应该弄明白这3个网都是谁在运营，说的通俗点就是谁在收钱？

先看互联网，互联网是谁在运营呢，用最简单的办法，看看上网费交给谁了，宽带xx业务要到哪里办理和交钱呢？答曰：原来是网通、电信等，现在3家电信运营商分家后，交给……总之就是给电信运营商。

再看电信网，人们的花费交给谁了？电信运营商。

最后是广播电视网，平时的有线电视费用交给谁了？广播电视总局。

电信运营商隶属于工业与信息化部（原来的信息产业部，前身是邮电部）管理，到这里思路有点明朗了吧。三网融合就是要工信部的网和广电总局的网合三为一，尽管人们平时都说凡是钱能解决的问题都不是问题，但是这里最大的问题就是钱的问题！三网融合之后管理权归谁所有？管理权决定着网费和有线电视费交给谁的问题。谈钱确实有点俗了……但是赵本山说过生活就是大俗，没有大俗哪里来的大雅呢？国家的GDP（国内生产总值）不就是钱吗？所以钱还真是个问题，就差钱啊！

既然人民对三网融合的推进是支持的，三网融合是符合最广大的人民利益的，那三网融合的推进就是任何势力都阻挡不了的，相信在不久的将来，三网融合的梦想必然会实现。

提示：三网融合的三网指的是电信网、互联网和广播电视网。

1.2 古代通信——通信基本靠吼

现代社会的通信方式多种多样，在古代古人也需要交流，也要通信，那么古人是如何实现通信的呢？

1.2.1 最古老的官方通信——快马+驿站

通信是信源给信宿传递信息量的过程，当信源和信宿距离较近的时候，人类的话音可以传播到的范围，人们可以通过语言来交流，古人见面打招呼“吃了吗？”就是这样的情况。但是当距离增大到人类的声音无法传播到的时候怎么办呢？在古代，封建王朝的统治疆域辽阔，中央怎样实现与地方之间传递政令，与边疆军队互通军事信息呢？普通的平民百姓又是怎样和远方的亲戚朋友通信交流的呢？

中华儿女的智慧总是无穷无尽的，聪明的古人发明了驿站来解决这个问题。驿站在古代是为传递官府文书和军事情报的人员提供食宿和换马的场所，驿站里备好脚力好的马匹，隔一段距离设置一个驿站。朝廷的通信官员骑着快马，五百里加急！呼啸而至，驿站的工作人员赶紧把提前备好的马匹换上，这位仁兄稍做调整，顾不上休息，上马飞驰，向下一个驿站出发！如图1.6所示。



图 1.6 驿站飞马

我国是世界上最早使用驿站实现通信、传递消息的国家，大约在 3000 年前的周朝中国就已经建立了完备的邮驿系统。据马可波罗的记载，在元朝共有大型驿站上万处，驿马 30 万匹，尽管这里的数字可能不够准确，但是当时驿站的发达程度可以管中窥豹，略见一斑了。至今在江苏高邮和河北怀来还保存着完整的古代驿站遗址，古代帝王就是靠着邮驿系统来发布政令和收集各地的信息反馈，从而实现自己的统治的。

由于驿站本身不只是传递官方的政令和军队的战事信息，有时还可以承担一定的经济作用，所以在某种意义上讲，它还类似于今天的物流中心。唐朝时，李隆基为了爱妃杨玉环能吃到新鲜的荔枝，专门从今天的四川到西安铺设一路邮驿，正所谓“一骑红尘妃子笑，无人知是荔枝来”说的就是此事。

和现代通信系统中有鉴权认证系统一样，驿站的使用是需要凭证的，特别是官方的使用，对这种凭证有着严格的管理。官府使用的凭证叫勘合，军方使用的叫伙牌，而紧急公文上标注几百里加急是论文重要程度的体现，这点类似于现代邮政系统中的优先级，如果七十里是普通挂号信的话，那八百里加急就是今天的特快专递。

驿站+快马构成了中国最古老的有线通信，为何说是有线通信呢？因为驿站的通信是送信人骑着快马，沿着驿道跑，尽管马匹不停地换，但是驿道是不变的。这就和现代通信中的电话有些类似，电话的信号是电信号沿着电话网在跑，最终到达通信的另一个电话端；而古代的送信人也是沿着一条条的驿道组成的驿道网来实现通信，最终把信送到目的地。

驿站文明不但巩固了古代封建帝王的统治，同时也带动了驿站周围经济文化的发展，笔者的家乡在辽宁省，省会沈阳市就是一个由驿站逐步发展起来的城市。

1.2.2 最古老的军事通信——烽火台的狼烟

古代的有线通信是随着驿站的出现而出现的，据考证至少在周朝就已经有了成熟的邮驿系统，够早的了吧。几乎与邮驿系统同时出现的还有烽火台，早在商朝就有了烽火台——中国历史上最早的军事通信网。

烽火台在古代主要用于军事，当时约定，若有敌军进犯，皇帝就命人把烽火台的狼烟



或者柴草点着，狼烟的升起意味着有敌人进犯，而诸侯必须按时救援。烽火台白天用狼烟发信号，晚上用点燃的柴草发信号。晚上柴草的火光容易被人发现，而白天用狼烟的原因是狼粪点燃后的烟很浓而且会升得很高而不散。狼烟就是信号，它包含的信息就是敌人来犯，信源是烽火台，信宿是诸侯们，信道是空气，故称之为人类历史上最古老的应急通信。

人们之所以对烽火台这么熟悉，一个古代的历史事件功不可没，它就是传说中的烽火戏诸侯。周幽王有个爱妃叫褒姒，貌若天仙，是个难得一见的美女，但是此美女有个特点——从来不笑。周幽王很郁闷，美人越是不笑，周幽王越好奇，难道天下还有我皇帝做不到事情？为了博得美人一笑，周幽王毅然决然地点燃了烽火台的狼烟，诸侯们看见狼烟以为皇帝出事了，有敌人进犯了，赶紧往京城赶。到了一看，皇帝拥着笑吟吟的褒姒“我逗你玩”，诸侯很生气，后果很严重。后来真来了敌人，诸侯看见烽火台的狼烟也不去京城救驾了，总是逗着玩，还去干嘛（如图 1.7 所示）。



图 1.7 烽火戏诸侯

周幽王估计肠子都悔青了，西周灭亡了，江山丢了，美女也没了，早知道真应该找个会笑的美女……此事件告诉人们：

- ❑ 西周的烽火军事通信网已经成形。
- ❑ 通信（特别是应急通信）有风险，使用需谨慎！
- ❑ 找女朋友要找爱笑的。



这种使用烽火台来传递军事情报的方式得到了很好的沿用。到了汉朝的时候，烽火台的使用已经十分完备。从甘肃到新疆都有烽火台的设置，烽火台上有兵丁把守，朝廷专门设置了管理烽火台的各级官吏，甚至可以用烽火道数来表示来犯敌人的数目。

但是这种通信方式也有不足之处，例如无法精确地描述来犯敌人的方位、人数、兵种、进犯的目标等。同时烽火台的通信方式是单工的，只能将敌人进犯的消息传递出去，无法把作战命令等传递到战场。

 **注意：**烽火台的通信是单工方式的哦。

1.2.3 中国古代民间通信

中国古代官方通信用的是驿站，那么古代民间怎样通信呢？非常遗憾，当时的平民百姓没有邮政快递，更没有电话手机，当时的民间通信主要靠托人捎信的方式。有钱人可以雇人去送信，穷苦百姓雇不起人，只有自己亲自去送信……于是才有了飞鸽传书这样的故事。

最早的民间通信组织大约出现在唐朝，传说当时在四川住着一批湖北移民，他们很思念自己的故乡，于是每年推选出代表，带上信件、特产等回乡探望。时间长了，就成了一种通信组织，到清朝的时候，这种通信组织被称为民信局。

民信局在东南沿海和海外华侨中还有个称呼叫做侨批局，笔者曾在新加坡出差期间，试图打听侨批局的来历，当地的年轻人都不知道这个概念，只有极个别的耄耋老人还稍有印象，侨批局在新加坡最多时达到近 50 家，如图 1.8 所示。



图 1.8 民信局与侨批局

1.2.4 中外古代其他通信方式

在公元前 3500 年的原始社会末期，便有了击鼓通信的方式。当时人们用兽皮蒙在掏空的树干或者容器上做成鼓，此后，两河流域的苏美尔人和非洲大陆的居民也学会了制鼓



的工艺来实现通信。在没有文字和交通工具之前，委婉的古代中国人采用的是用某些物品来传达信息，比如在景颇族人们用送辣椒的方式来表示自己遇到了困难；在佤族的青年男子送给女青年一种特殊的叶子表示示爱和约会。

下面是一些中外古代的具体的通信方式。

1. 鸿雁传书

今天的人们说起鸿雁传书大多会联想到唯美浪漫的爱情故事，如图 1.9 所示。但是鸿雁传书的出处却非常不浪漫，甚至有些凄凉和悲壮。公元前 100 年，汉武帝派苏武出使匈奴被扣留，他拒不投降，结果被流放到今天的贝加尔湖地区放羊。当时的贝加尔湖没有人烟，一放就是 19 年，直到汉昭帝即位后与匈奴和亲，向匈奴要人。匈奴人不好意思说出苏武的悲惨境遇，就推说苏武已经死了。汉朝得到苏武没死的密报，使出一计，汉朝使节对匈奴单于说：“我们皇帝打猎的时候打到了一只大雁，大雁的脚上拴着信件，上面说苏武没死，在一个大湖附近”，匈奴人不好意思再抵赖了，就把苏武放了回去。



图 1.9 鸿雁传书

当然还有一个说法是笔者的爷爷给笔者讲的一个感人的爱情故事。唐朝名将薛仁贵领兵出征十余载，妻子王宝钏苦守寒窑矢志不渝，以野菜充饥。一日看见鸿雁飞过，她请求鸿雁帮忙传书给夫君，一诉相思之苦。

2. 风筝通信

风筝的最早出现不是为了娱乐，而是出于军事目的的需要，特别是用于侦察和救援。韩信就曾用风筝测量敌军驻扎的距离与方位，挖掘地道，一举破敌。唐朝的田悦叛乱包围了临洛城（一说是永年城），守城将领用风筝传递出救援信件，最终等来援兵，一举杀退敌军。

3. 竹筒传书

竹筒传书的故事和今天的漂流瓶极其类似，隋朝杨素讨伐南方叛乱，杨素派史万岁到敌后攻击敌人。敌后是山林溪流，史万岁打了胜仗，但是消息无法传出去，为了传递消息，史万岁将胜利的消息写在信件里放在竹筒中，让其顺水漂流，杨素得到竹筒和胜利的消息，前后夹攻，大破敌军。



4. 信鸽与信猴

在非洲的某些地方，人们用信猴来通信，把子猴放在目的地，在母猴的身上绑上信，母猴去找子猴的过程中顺便完成送信的任务。

飞鸽传书的场景在华语武侠小说中是必备场景之一，在信鸽的腿上绑上纸条，然后放飞即可。事实上，在现实生活中也确实存在这种通信方式，瑞士甚至还存在专门训练信鸽的现代部队，如图 1.10 所示。



图 1.10 飞鸽传书

5. 长跑

相信看到这个题目的读者，第一反应就是马拉松的故事。在公元前 491 年，波斯大军进攻雅典附近的马拉松，波斯军队是雅典军队的数倍，在这场关系雅典生死存亡的大战中，将帅齐心，将波斯军队击退。为了让守候在雅典城内的市民们尽快知道胜利的消息，将军派擅长长跑的士兵斐力庇第斯回去报信，满身是血的斐力庇第斯拼尽全力，跑回雅典城告知了人们胜利的消息后倒地身亡。后人为了纪念他设立了马拉松长跑竞赛项目，42.195 公里的长度正好是斐力庇第斯从战场跑到雅典城的距离。

6. 灯塔

公元前 7 世纪，古埃及诞生了人类最早的灯塔。灯塔的作用主要是指示危险的海域、引导船只航行，通过灯塔上的不同颜色或者不同明暗的光或烟来辅助航行。坐落于我国的广东省湛江市的硃洲灯塔是世界著名的三大灯塔之一，于 19 世纪末由当时的法国侵略者建造。

7. 通信塔

在 18 世纪的法国巴黎和里尔之间出现了一种实用的快速通信系统，隔一段距离有一个通信塔，塔顶有木柱，木柱上还有一个横杆，通过横杆的角度变换构成 192 种形状，每种形状表示一个意思，相邻的通信塔利用望远镜来查看形状的变化。这种通信塔可以说是烽火台的升级版。



8. 旗语

旗语是世界各国海军通用的一种交流方式，一般包括 26 面字母旗、10 面数字旗、4 面方向旗、3 面代旗、1 面执行旗、1 面答应旗、1 面国际答应旗。

1.3 近现代通信

中国古代通信这么先进，但是到了近现代，通信工具依然没更新换代，还是快马驿站和烽火台。用了几千年了，用得不腻吗，人家西方爆发了工业革命，各国的科技创新也是如火如荼。尽管后来的洋务运动引入了一些先进的通信，但是毕竟滞后了很多年。下面就来看看现代通信都是怎么回事。


1.3.1 电报——人人都是余则成

在电视剧《潜伏》里经常会看到这样一个场景，余则成从站里回到家中，查看了门口没人偷听，房屋没人窃听后，打开电台，调动电台的旋钮，不一会，电台的喇叭传来延安的声音，“党中央毛主席号召我们……”，当时的无线电台类似于今天的收音机，用调频来实现收音的功能。

《潜伏》里还有一个经典场景，国民党保密局天津站查获了一份地下党名单，余则成通过调虎离山计支开国民党电报发报员，拿到了名单，并迅速采取相应的对策，化解了危机，解救了同志。

这里的电报和现在的电报原理非常相似，它们使用的传播信道是无线信道，因此都属于无线电报，发送端将信号调制在电磁波上进行发送，接收端解调接受信号。下面就先看一下电磁波通信的历史。

1901 年马可尼成功进行了横跨大西洋的从英格兰到加拿大纽芬兰的无线电通信，如图 1.11 所示，证明了电磁波可以远距离传播。电磁波是无线通信，不需要铺设线路；电磁波传播距离远，喊话只能满足短距离传输，烽火台要是离得太远也看不见，而电磁波能跨越大西洋，实在不是一个数量级的；电磁波不但传播距离远且传播速度快，用神行太保戴宗来送信，累吐血了也就日行八百里，驿站的马时速 70 公里已经是极限了，电磁波 1 秒就能跑 3×10^8 米，这个差距确实有点大。

 **注意：**1909 年马可尼因为在无线电报上做出的贡献，获得诺贝尔物理学奖。

有了电磁波，传送载体的问题解决了。新的问题又来了，电报要发送的是信息——说白了就是人们要说的话，可是电报不是电话不能直接传送人的声音，这怎么办呢？美国画家莫尔斯（研究电报之前他已经是一流画家，搞通信纯属其个人爱好）解决了这个难题。

电报的编码比较简单，因为电报只能发送两种信号，在电影里也经常能看到电报发报时的嘀嘀嗒嗒的声音。“嘀”、“嗒”声分别代表电报发送端发送的短电流和长电流两种信号，通过“嘀”“嗒”的不同组合来表示不同的字母或文字。在密码电报中，它们具体的对应关系体现在密码本上，没有密码本的话，截获了信号也没用，除非有电视剧《暗算》



中黄依依这样的破译高手。

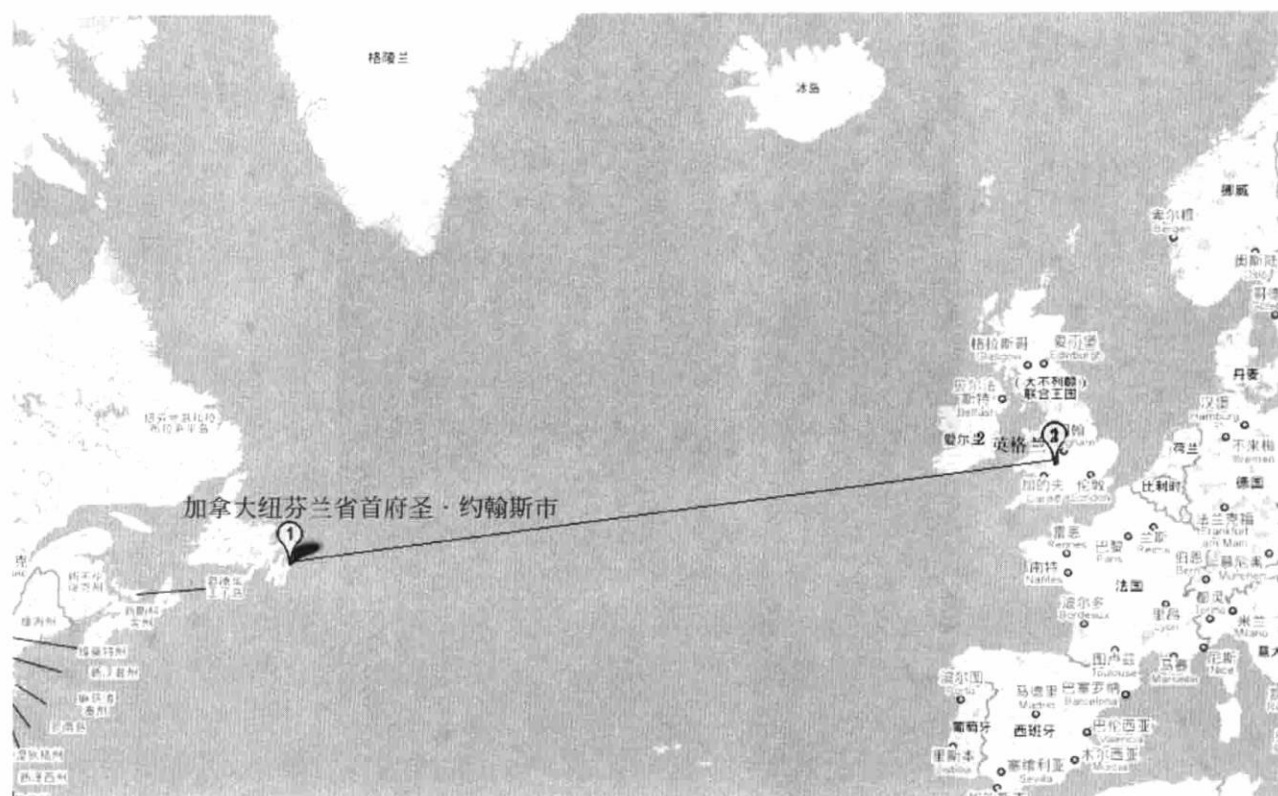


图 1.11 马可尼横跨大西洋的实验

根据电报电码的不同，可以将电报分为明码电报和密码电报。明码电报使用的是对社会公开的、大家共同约定的明码；密码电报使用的是少数人或者团体之间互相约定的用来实现秘密通信的密码。

电报的编码起初有很多种，用的最多的是“点”、“划”组成的莫尔斯码，它是由莫尔斯在 1838 年发明的，也就是传说中的嘀嗒声，早期电报就是利用莫尔斯码和电磁波的结合来实现通信的。尽管由于通信技术的进步，各国已于 1999 年达成共识，停止使用莫尔斯码，但是莫尔斯码在通信史上的地位依然是举足轻重的。

笔者对莫尔斯码印象之所以深刻，还有一个特殊的原因，在笔者的母校北京邮电大学的校园中就有地板砖版的莫尔斯电码的校训。去过北邮的朋友可能会发现，在北邮西门与毛主席像之间的大道上，地板上嵌有长短不一的黑色地板，这些黑色的地板不仅是普通的地板砖，它们还蕴含着丰富的信息，那就是用莫尔斯电码表示的北邮校训“厚德博学 敬业乐群”8 个字，如图 1.12 所示。

记得笔者小时候，那是在 20 世纪 80 年代末 90 年代初，邻居家的老人病重了，想要通知远在他乡的儿子回来见亲人最后一面，便用发电报的方式：母病重，速回！当时的电报是按字数收费，为了省钱，人们尽量长话短说。

在当今社会，电话、手机和电脑的普及，似乎使用电报的人越来越少，但是在某些特殊的场合，电报仍然有着其不可替代的作用。一些国家的大使馆，为了保密需要，和自己的国家通信的时候使用的就是电报。至今在北京市朝阳区的使馆区，特别是有些非洲国家的使馆区，使馆的楼顶有一些很高的天线，这些天线就是用来发电报的。



图 1.12 北邮校园里的莫尔斯电码校训

⚠注意：世界上首个电报专利是库克 1837 年申请的电磁电报机专利。

1.3.2 电话——人声若只是初现

最近上网看到一个帖子，名字叫做“有些事我们被骗了 20 年”，其中有几个经典的摘录如下：小时候看课本说月球上能看到长城——事实上如同人从 50 米外的距离看一根头发丝……牛顿同志和苹果的故事——关于牛顿和他的苹果是伏尔泰编的，据说他是听牛顿的侄女说的，当然牛顿的所有手稿里没提到那只苹果。

上述文字可能不是百分百的准确，但它却说明了一个道理：有时候人们脑子里根深蒂固的常识和铁律可能也有偏差。以电话为例，当提到电话的发明者，大多数人都会说出一个耳熟能详的名字：亚历山大·格拉汉姆·贝尔！是的，在初三的历史课本中清楚地写着，美国人贝尔发明了电话，改变了人类的通信方式。但可惜的是，美国国会 2002 年 6 月 15 日 269 号决议裁定电话的发明人为安东尼奥·穆齐（另译为安东尼奥·梅乌奇）。来回顾一下这段纠结的极富争议的电话发明史吧。

1. 电话到底是谁发明的

1845 年，意大利人穆齐移民美国，此前他是一位电生理学家（又一个兼职做通信的），一个偶然的机会他发现电波可以传播声音，经过反复试验，他做出了电话的雏形，并于 1860 年首次在纽约的意大利语报纸上发表了关于这项发明的介绍。然而，他却没有申请专利，这是为什么呢？因为一个字：钱！当时在美国申请专利需要 250 美元的申请费用，而穆齐

提供各种书籍的pd电子版代找服务，如果你找不到自己想要的书的pdf电子版，我们可以帮您找到，如有需要，请联系QQ1779903665.

PDF代找说明：

本人可以帮助你找到你要的PDF电子书，计算机类，文学，艺术，设计，医学，理学，经济，金融，等等。质量都很清晰，而且每本100%都带书签索引和目录，方便读者阅读观看，只要您提供给我书的相关信息，一般我都能找到，如果您有需求，请联系我QQ1779903665。

本人已经帮助了上万人找到了他们需要的PDF，其实网上有很多PDF,大家如果在网上不到的话，可以联系我QQ，大部分我都可以找到，而且每本100%带书签索引目录。因PDF电子书都有版权，请不要随意传播，如果您有经济购买能力，请尽量购买正版。

声明：本人只提供代找服务，每本100%索引书签和目录，因寻找pdf电子书有一定难度，仅收取代找费用。如因PDF产生的版权纠纷，与本人无关，我们仅仅只是帮助你寻找到你要的pdf而已。