



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 15345—2017  
代替 GB/T 15345—2003

## 混凝土输水管试验方法

Test methods of concrete pipes for water transmisson

2017-05-31 发布

2018-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

中 华 人 民 共 和 国

国 家 标 准

混凝土输水管试验方法

GB/T 15345—2017

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 2.25 字数 66 千字  
2017年6月第一版 2017年6月第一次印刷

\*

书号: 155066 • 1-55891 定价 33.00 元

目 次

前言 ..... III

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 外观质量 ..... 3

    4.1 试件 ..... 3

    4.2 仪器设备 ..... 3

    4.3 检测方法 ..... 3

    4.4 瑕疵面积的计算 ..... 4

5 几何尺寸 ..... 5

    5.1 试件 ..... 5

    5.2 仪器设备 ..... 5

    5.3 检测方法 ..... 6

6 水压 ..... 14

    6.1 试件 ..... 14

    6.2 仪器设备 ..... 14

    6.3 试验方法 ..... 14

7 外压荷载 ..... 15

8 混凝土强度 ..... 15

    8.1 仪器设备 ..... 15

    8.2 试验方法 ..... 15

9 保护层砂浆抗压强度 ..... 16

10 保护层砂浆吸水率 ..... 17

11 管子接头相对转角 ..... 17

    11.1 试件 ..... 17

    11.2 仪器设备和试验装置 ..... 17

    11.3 管子接头相对转角(通用方法) ..... 17

    11.4 管子接头相对转角(双胶圈接头专用方法) ..... 18

    11.5 管子接头相对转角仲裁试验方法 ..... 20

12 测量值的修约与比较方法 ..... 20

    12.1 测量值的修约 ..... 20

    12.2 测量值的比较方法 ..... 20

13 试验报告 ..... 20

附录 A (资料性附录) PCCP、JCCP 和 UPCP 水压试验装置 ..... 21

附录 B (规范性附录) PCCP、JCCP 管外压荷载试验方法(三点试验法) ..... 22

**GB/T 15345—2017**

附录 C（规范性附录） 保护层砂浆抗压强度试验方法（切割法） ..... 26

附录 D（规范性附录） 保护层砂浆吸水率试验方法（煮沸法） ..... 28

参考文献 ..... 30



## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 15345—2003《混凝土输水管试验方法》。

本标准与 GB/T 15345—2003 相比,主要变化如下:

- 扩大了标准的适用范围,增加了无粘结预应力混凝土管、顶进施工法用钢筒混凝土管(见第 1 章,2003 版的第 1 章);
- 修订了部分规范性引用文件(见第 2 章,2003 版的第 2 章);
- 增加、修改、删减了部分术语和定义(见第 3 章,2003 版的第 3 章);
- 删除了“试验用仪器和量具”和规范性附录“试验用主要仪器和量具”(见 2003 版的第 4 章和附录 A);
- 在各个项目试验方法中增加了相应的仪器设备及试验装置等相关要求(见第 4 章、第 5 章、第 6 章、第 8 章、第 11 章);
- 修改了部分几何尺寸的试验方法(见第 5 章,2003 版的第 6 章);
- 增加了“PCCP、JCCP 管外压荷载试验方法(三点试验法)”并作为规范性附录(见第 7 章和附录 B);
- 修改了资料性附录“保护层砂浆抗压强度试验方法(切割法)”为规范性附录(见第 9 章和附录 C,2003 版的 11.4 和附录 C);
- 删除了保护层砂浆吸水性试验方法和资料性附录“PCCP 保护层砂浆吸水性试验方法(压渗法)”(见 2003 版的第 12 章和附录 D);
- 将“保护层砂浆吸水性”变更为“保护层砂浆吸水率”,修改了资料性附录“保护层砂浆吸水率试验方法(煮沸法)”及结果评定方法,并作为规范性附录(见第 10 章和附录 D,2003 版的第 12 章和附录 E);
- 删除了“保护层砂浆强度”试验方法和规范性附录“保护层砂浆试件的制作与养护”(见 2003 版的 11.1、11.2、11.3 和附录 B);
- 修改并增加了双胶圈 PCCP 按管端位移值或接头间隙差控制转角的试验方法(见 11.4,2003 版的 13.5);
- 增加了资料性附录“PCCP、JCCP 和 UPCP 水压试验装置”(见附录 A)。

本标准由中国建筑材料联合会提出。

本标准由全国水泥制品标准化技术委员会(SAC/TC 197)归口。

本标准负责起草单位:苏州混凝土水泥制品研究院检测中心、苏州混凝土水泥制品研究院有限公司。

本标准参加起草单位:新疆国统管道股份有限公司、山东龙泉管道工程股份有限公司、北京韩建河山管业股份有限公司、无锡华毅管道有限公司、宁夏青龙管业股份有限公司、山东山水水泥集团有限公司管道分公司、山东电力管道工程公司、天津市泽宝水泥制品有限公司、南宁鸿基水泥制品有限责任公司、山西黄河水利工程咨询有限公司、中水六局华浙开原管业有限公司、山东禹王管业有限公司、浙江巨龙管业股份有限公司、扬州中意水泥制品有限公司、恒润集团有限公司、江苏新加管业有限公司、江苏华光双顺机械制造有限公司、沈阳佳宇工具有限公司。

本标准主要起草人:田华、汤文友、李世龙、王相民、付志章、高锦平、刘川、王娜、杨燕英、于符静、张亮、杜泽、倪志权、宋克军、李家利、王加荣、董正伟。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 15345—1994、GB/T 15345—2003。



# 混凝土输水管试验方法

## 1 范围

本标准规定了混凝土输水管外观质量、几何尺寸、水压、外压荷载、混凝土强度、保护层砂浆抗压强度、保护层砂浆吸水率、管子接头相对转角等项目的试验方法。

本标准适用于自应力混凝土管(以下用 SCP 表示)、一阶段预应力混凝土管(以下用 YYG 表示)、三阶段预应力混凝土管(以下用 SYG 表示)、预应力钢筒混凝土管(以下用 PCCP 表示)、无粘结预应力混凝土管(以下用 UPCP 表示)和顶进施工法用钢筒混凝土管(以下用 JCCP 表示)等六种混凝土输水管。

其他混凝土输水管可参照本标准执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 1226 一般压力表  
GB/T 3159 液压式万能试验机  
GB/T 4084 自应力混凝土输水管  
GB/T 5696 预应力混凝土管  
GB/T 6092 直角尺  
GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定  
GB/T 8177 两点内径千分尺  
GB/T 9056 金属直尺  
GB/T 11837 混凝土管用混凝土抗压强度试验方法  
GB/T 19685 预应力钢筒混凝土管  
GB/T 21388 游标、带表和数显深度卡尺  
GB/T 21389 游标、带表和数显卡尺  
GB/T 22773 机械秒表  
GB/T 22778 液晶数字式石英秒表  
GB/T 30435 电热干燥箱及电热鼓风干燥箱  
GB/T 50081 普通混凝土力学性能试验方法标准  
GB/T 50107 混凝土强度检验评定标准  
JB/T 11272—2012 水平尺  
JC/T 971—2005 水泥制品工业用水压试验机  
JC/T 1056 无粘结预应力混凝土管  
JC/T 2092 顶进施工法用钢筒混凝土管  
JG 237 混凝土试模

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

**GB/T 15345—2017**

**3.1**

**蜂窝 honeycomb**

管子混凝土表面因缺少水泥砂浆而形成的石子外露和空洞。

**3.2**

**麻面 pitted surface**

管子混凝土表面出现的小孔、气泡或表面起皮、鼓泡等粗糙不平的密集微孔。

**3.3**

**粘皮 peeling**

管子混凝土表面的水泥浆层被模具粘去后留下的粗糙表面。

**3.4**

**刻痕 nick**

承、插口工作面或管体表面被刻划后留下的沟痕。

**3.5**

**裂缝 crack**

管壁表面存在的伸入保护层或管壁混凝土内部的缝隙。不包括水纹和龟裂。

**3.6**

**露筋 exposed steel**

钢筋未被砂浆或混凝土包裹而外露。

**3.7**

**凹坑 pit**

管壁内侧或承插口工作面上存在的非正常凹陷。

**3.8**

**空鼓 hollow**

管壁内部不同材料界面处因结合不紧密而形成的空隙层。

**3.9**

**保护层脱落 protective coating's abscission**

保护钢筋的混凝土或砂浆层出现的损伤或脱落。

**3.10**

**错位 dislocation**

管子在模具合缝处异常错开。

**3.11**

**缺边 lack of edge**

管子承口、插口端面混凝土或砂浆保护层边缘因损伤导致的不完整。

**3.12**

**管子接头相对转角 additional joint deflection**

安装完成后,两根相邻的管子纵向轴线的夹角。

**3.13**

**拐点 inflexion point**

管子承口外斜坡与管子平直段交界线上的任何点。

**3.14**

**承口露砂 sand exposed at the bell**

采用离心成型工艺制作的管子承口因缺少水泥浆使砂子外露。



### 3.15

#### 龟裂 crazing

管壁表面呈现的不规则、发散状裂纹。

## 4 外观质量

### 4.1 试件

符合 GB/T 4084、GB/T 5696、GB/T 19685、JC/T 1056 和 JC/T 2092 的整根成品管。

### 4.2 仪器设备

4.2.1 金属直尺,标称长度 300 mm,分度值 1 mm,符合 GB/T 9056 的规定。

4.2.2 深度卡尺,测量范围 0 mm~200 mm,分度值/分辨力不大于 0.10 mm,符合 GB/T 21388 的规定。

4.2.3 钢卷尺,测量范围应满足被测参数的相应需求,分度值 1 mm。

4.2.4 读数显微镜,测量范围不宜小于 3 mm,分度值应不大于 0.01 mm;允许使用其他不低于前述要求的裂缝宽度测量仪。

4.2.5 羊角锤,250 g~500 g,用于检查空鼓;允许使用空鼓探测仪。

4.2.6 计量器具投入使用前应经检定合格或经校准确认符合要求,并在检定/校准的有效期内使用。

### 4.3 检测方法

#### 4.3.1 蜂窝、麻面、粘皮和刻痕

目测承口、插口工作面和管身的蜂窝、麻面、粘皮和刻痕;用金属直尺或钢卷尺测量蜂窝、麻面和粘皮的尺寸及刻痕的长度,用深度卡尺辅以金属直尺或金属直尺辅以粗细适宜的铁丝测量瑕疵的最大深度;记录相关测量数据,并计算瑕疵面积。

#### 4.3.2 裂缝

目测管子表面裂缝,对可疑处可辅助丙酮、酒精或清洁水擦拭后进行观察;用读数显微镜或裂缝宽度测量仪测量裂缝的最大宽度,用金属直尺或钢卷尺测量裂缝的最大长度;记录相关测量数据。

#### 4.3.3 露筋

目测管子表面露筋、纵筋露头或露钢丝锚固块(若表层有锈斑,刮去后露出,亦为露筋);用金属直尺或钢卷尺测量露筋的长度;记录露筋的根数、位置及最大露筋长度。

#### 4.3.4 凹坑

目测承口和插口工作面以及管内壁凹坑(凹凸、凹槽、孔洞);根据凹坑(凹凸、凹槽、孔洞)瑕疵形状,用金属直尺测量其长度和宽度,用深度卡尺测量凹坑(凹凸、凹槽、孔洞)的最大深度或最大高度;记录相关测量数据,并计算瑕疵面积。

#### 4.3.5 空鼓

4.3.5.1 用锤头重量为 250 g~500 g 的羊角锤沿着管子外表面敲打,依据声音的差异确定空鼓的范围;也可用空鼓探测仪进行无损探测。用钢卷尺或金属直尺测量空鼓尺寸,记录每个空鼓的部位及尺寸,并计算瑕疵面积。

GB/T 15345—2017

4.3.5.2 仲裁检验时采用破损方法确认空鼓范围。

4.3.6 保护层脱落

目测管子保护层的脱落；用钢卷尺或金属直尺测量脱落的尺寸；记录保护层脱落的部位及尺寸，并计算瑕疵面积。

4.3.7 错位

目测合缝处的错位；用深度卡尺测量错位差值；记录相关测量数据。

4.3.8 端部碰伤

目测管子两端面的碰伤；用钢卷尺或金属直尺测量碰伤处缺边的环向长度和纵向长度；记录相关测量数据。

4.3.9 承口露砂

目测承口的露砂；用钢卷尺或金属直尺测量露砂的环向长度和最大宽度；记录相关测量数据。

4.4 瑕疵面积的计算

4.4.1 当瑕疵形状近似为圆形时，通过估计的几何中心，测量相互垂直的纵、横两个方向的瑕疵长度，如图 1a)所示，其瑕疵近似直径和面积按式(1)和式(2)计算：

$$D_x = \frac{L_h + L_z}{2} \dots\dots\dots (1)$$

$$S = \frac{\pi D_x^2}{4} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$D_x$  ——瑕疵近似直径，单位为毫米(mm)；

$L_h$  ——瑕疵横向长度，单位为毫米(mm)；

$L_z$  ——瑕疵纵向长度，单位为毫米(mm)；

$S$  ——瑕疵面积，单位为平方毫米(mm<sup>2</sup>)。

4.4.2 当瑕疵形状近似为矩形时，测最大长度  $L_{max}$ 、最大宽度  $W_{max}$  和最小宽度  $W_{min}$ ，取其平均宽度，如图 1b)所示，其瑕疵面积按式(3)计算：

$$S = L_{max} \frac{W_{max} + W_{min}}{2} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$S$  ——瑕疵面积，单位为平方毫米(mm<sup>2</sup>)；

$L_{max}$  ——瑕疵最大长度，单位为毫米(mm)；

$W_{max}$  ——瑕疵最大宽度，单位为毫米(mm)；

$W_{min}$  ——瑕疵最小宽度，单位为毫米(mm)。

4.4.3 如瑕疵形状难以确定时，其瑕疵面积取式(2)与式(3)计算所得的较大值。

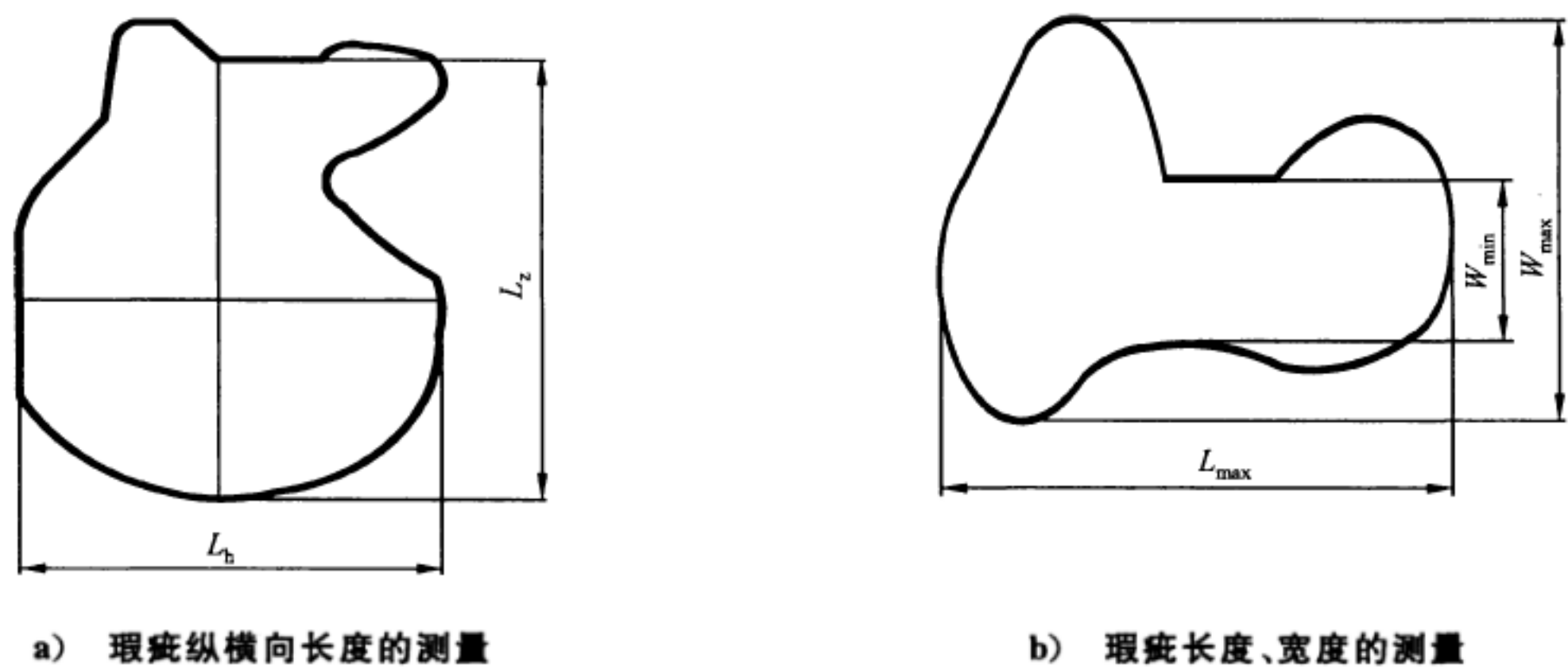


图 1 瑕疵尺寸测量示意图

5 几何尺寸

5.1 试件

符合 GB/T 4084、GB/T 5696、GB/T 19685、JC/T 1056 和 JC/T 2092 的整根成品管。SCP 管应在水养结束出池并表面风干后进行测量；PCCP 和 JCCP 承口、插口尺寸应在防腐处理后测量。

5.2 仪器设备

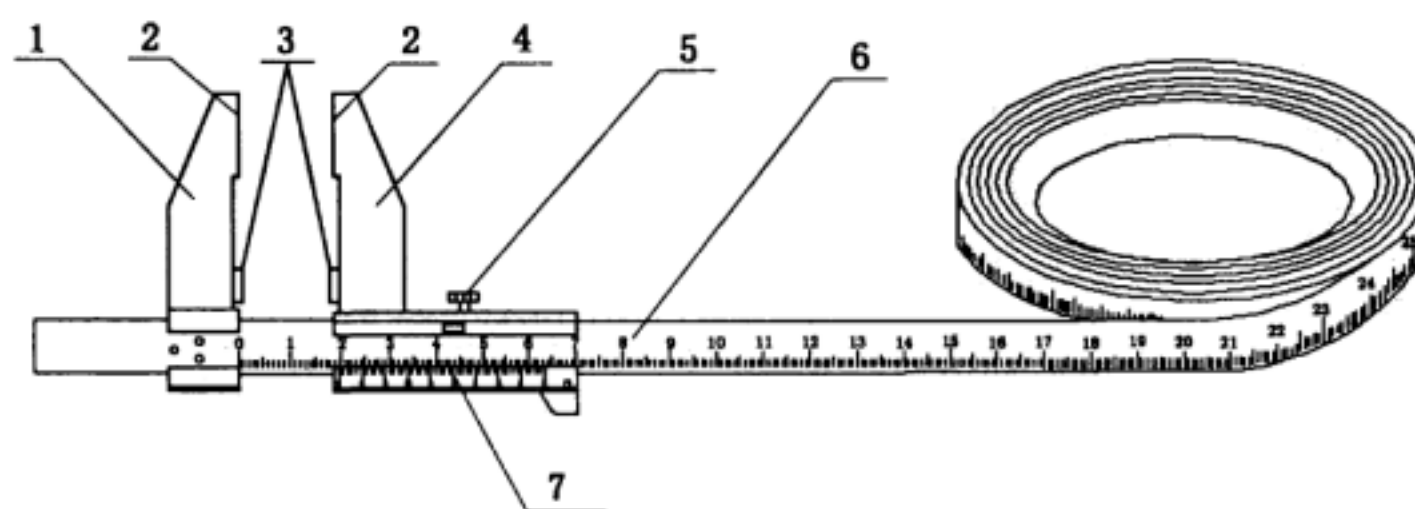
5.2.1 内径测量器具，应按检测方法要求选用，并符合以下要求：

- a) 内径千分尺，测量范围应满足被测参数的最大需求，分度值不大于 0.01 mm，符合 GB/T 8177 的规定；
- b) 内径  $\pi$  尺，测量范围及量程应满足被测参数相应需求，分度值不大于 0.02 mm。

5.2.2 外径测量器具，应按检测方法要求选用，并符合以下要求：

- a) 卡尺，测量范围应满足被测参数的最大需求，分度值/分辨力不大于 0.10 mm，符合 GB/T 21389 的规定；
- b) 软性游标卡尺（见图 2），测量范围应满足被测参数的最大需求，分度值/分辨力不大于 0.05 mm；PCCP 插口直径测量时，外测量爪的长度宜 50 mm；
- c) 外径  $\pi$  尺，测量范围及量程应满足被测参数相应需求，分度值不大于 0.05 mm。





说明:

- 1——固定测量爪;
- 2——测量面;
- 3——定位块(PCCP 插口直径测量时使用);
- 4——滑动测量爪;
- 5——制动螺钉;
- 6——软主标尺;
- 7——游标尺。

图 2 软性游标卡尺示意图

5.2.3 长度测量器具,应按检测方法要求选用,并符合以下要求:

- a) 钢卷尺,测量范围应满足被测参数的最大需求,分度值 1 mm;
- b) 金属直尺,标称长度 300 mm,分度值 1 mm,符合 GB/T 9056 的规定。

5.2.4 壁厚测量器具,应按检测方法要求选用,并符合以下要求:

- a) 金属直尺 3 把,标称长度 300 mm,分度值 1 mm,符合 GB/T 9056 的规定;
- b) 特长量爪游标卡尺,测量爪长度不小于 200 mm,测量范围应满足被测参数的最大需求,分度值/分辨力不大于 0.05 mm。

5.2.5 端面倾斜测量器具,应按检测方法要求选用,并符合以下要求:

- a) 平面形直角尺,短边长度不小于 300 mm,符合 GB/T 6092 的规定;
- b) 金属直尺,标称长度 150 mm,分度值 1 mm,符合 GB/T 9056 的规定;
- c) 靠尺,长度大于被测管子承口外径,测量面应平直。

5.2.6 保护层厚度测量器具,应按检测方法要求选用,并符合以下要求:

- a) 深度卡尺,测量范围 0 mm~200 mm,分度值/分辨力不大于 0.10 mm,符合 GB/T 21388 的规定;
- b) 保护层厚度测量仪,分度值/分辨力不大于 0.10 mm;
- c) 钢卷尺,测量范围应满足被测参数的最大需求,分度值 1 mm;
- d) 金属直尺,标称长度 150 mm,分度值 1 mm,符合 GB/T 9056 的规定。

5.2.7 计量器具投入使用前应经检定合格或经校准确认符合要求,并在检定/校准的有效期内使用。

### 5.3 检测方法

#### 5.3.1 直径环向测点位置的确定

5.3.1.1 对于用整体模生产的管子,在承口端和插口端任意确定圆心角约为  $90^\circ$  的两条直径与管壁的交点,见图 3a)。

5.3.1.2 对于用两瓣模或四瓣模生产的管子,在承口端和插口端确定与管子合缝连线成圆心角约为  $45^\circ$  的两条直径与管壁的交点,见图 3b)。

5.3.1.3 对于用单开模生产的管子,在承口端和插口端确定圆心角约为  $90^\circ$  的两条直径与管壁的交点

(但应错开合缝线),见图 3b)。

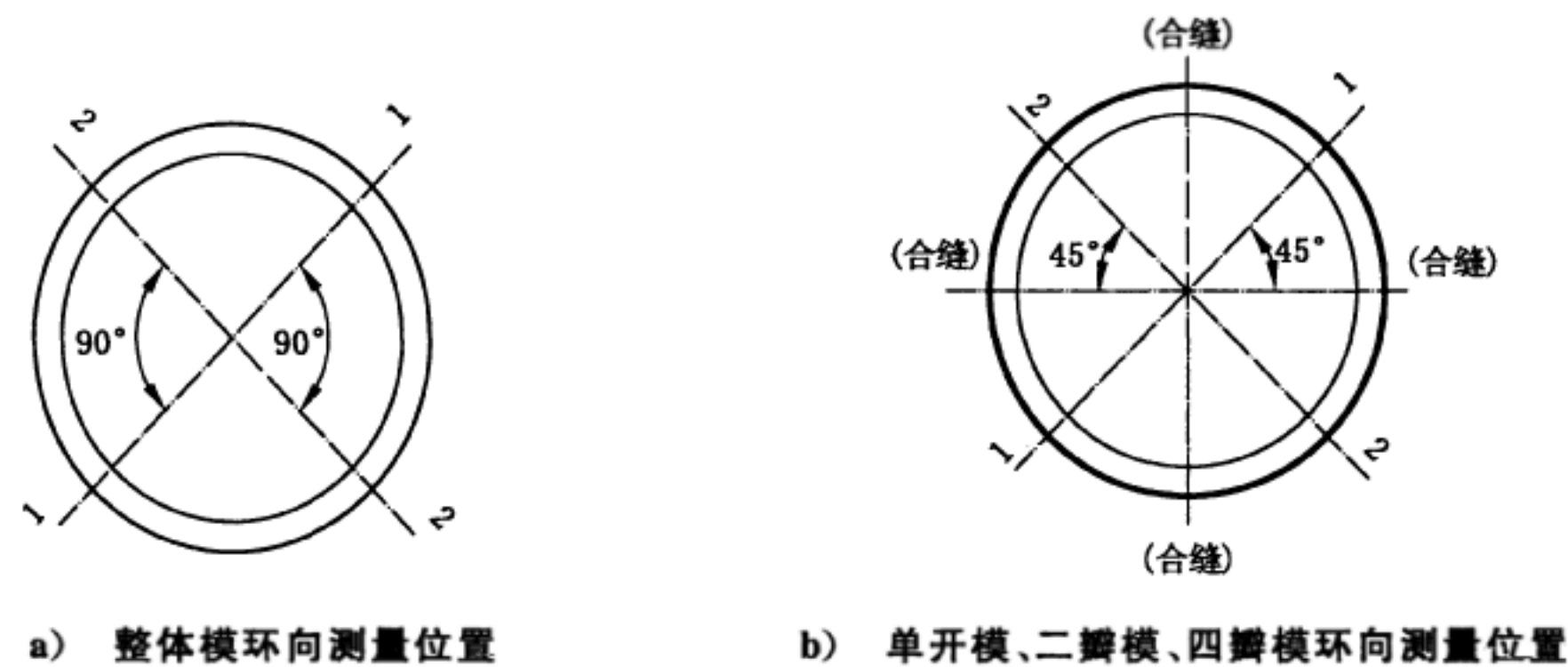
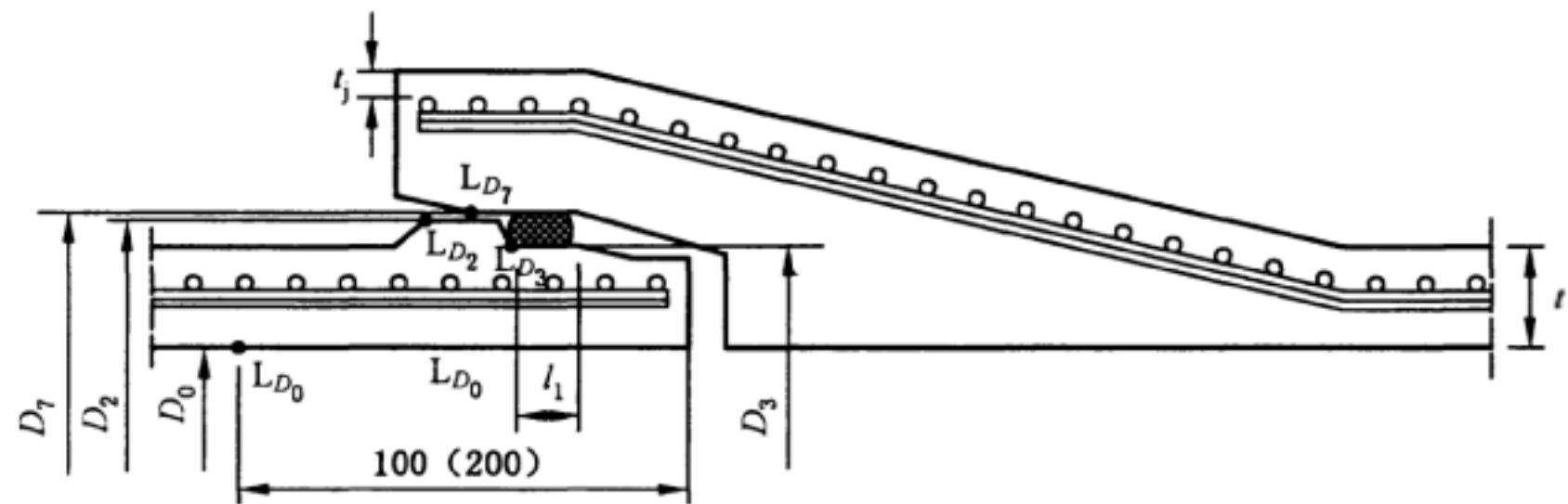


图 3 直径环向测量位置示意图

5.3.2 直径轴向测点位置的确定

5.3.2.1 SCP 轴向测点位置见图 4。

单位为毫米

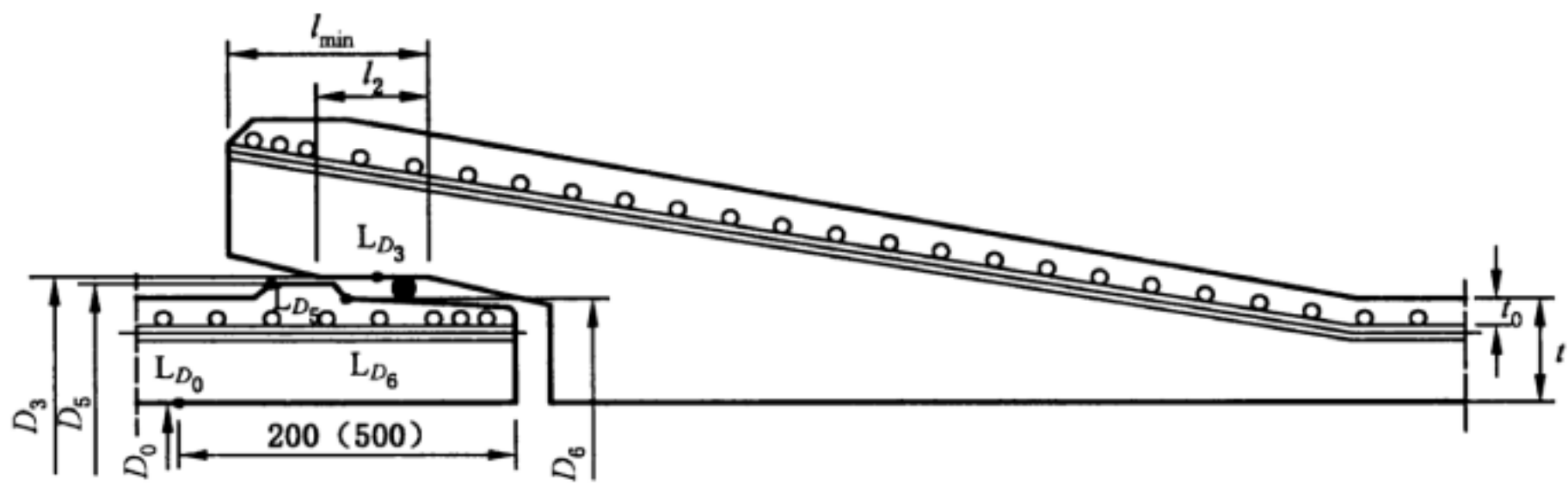


- 说明:
- $t_j$  ——保护层厚度(不包括环向钢筋直径);
  - $t$  ——管壁厚度;
  - $l_1$  ——插口工作面长度;
  - $L_{D_0}$  ——管内径  $D_0$  测点,距插口端部位置:当  $D_0 \leq 300$  mm 时为 100 mm,当  $D_0 > 300$  mm 时为 200 mm;
  - $L_{D_2}$  ——插口止胶台直径  $D_2$  测点,位于止胶台管身一侧边缘线上;
  - $L_{D_3}$  ——插口密封面直径  $D_3$  测点,位于插口工作面与止胶台相交线上;
  - $L_{D_7}$  ——承口密封面直径  $D_7$  测点,位于承口工作面与承口外倒坡相交线上。

图 4 SCP 管直径轴向测量位置示意图

5.3.2.2 YYG 轴向测点位置见图 5。

单位为毫米

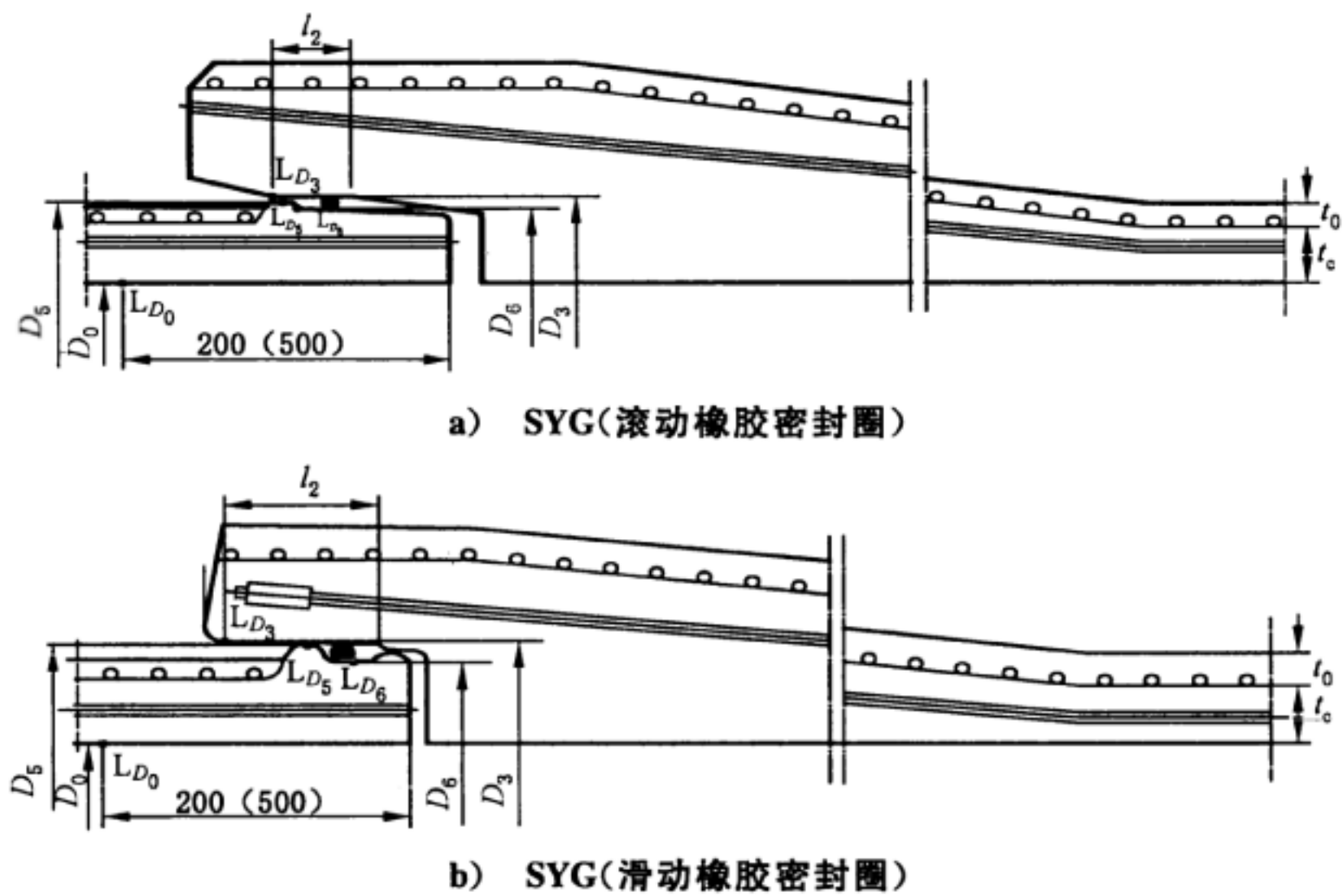


说明：  
 $t_0$  ——保护层厚度(包括环向钢筋直径)；  
 $t$  ——管壁厚度；  
 $l_2$  ——承口工作面长度(YYG)；  
 $l_{\min}$  ——承口工作面长度(YYGS)；  
 $L_{D_0}$  ——管内径  $D_0$  测点，距插口端部位置：当  $D_0 \leq 800$  mm 时为 200 mm，当  $D_0 > 800$  mm 时为 500 mm；  
 $L_{D_3}$  ——承口工作面内径  $D_3$  测点，位于承口工作面长度中点环形轨迹线上；  
 $L_{D_5}$  ——止胶台外径  $D_5$  测点，位于止胶台管身一侧边缘线上；  
 $L_{D_6}$  ——插口工作面直径  $D_6$  测点，位于插口工作面与止胶台相交线上。

图 5 YYG 管直径轴向测量位置示意图

5.3.2.3 SYG 轴向测点位置：SYG(滚动橡胶密封圈)轴向测点位置见图 6a)；SYG(滑动橡胶密封圈)轴向测量位置见图 6b)。

单位为毫米

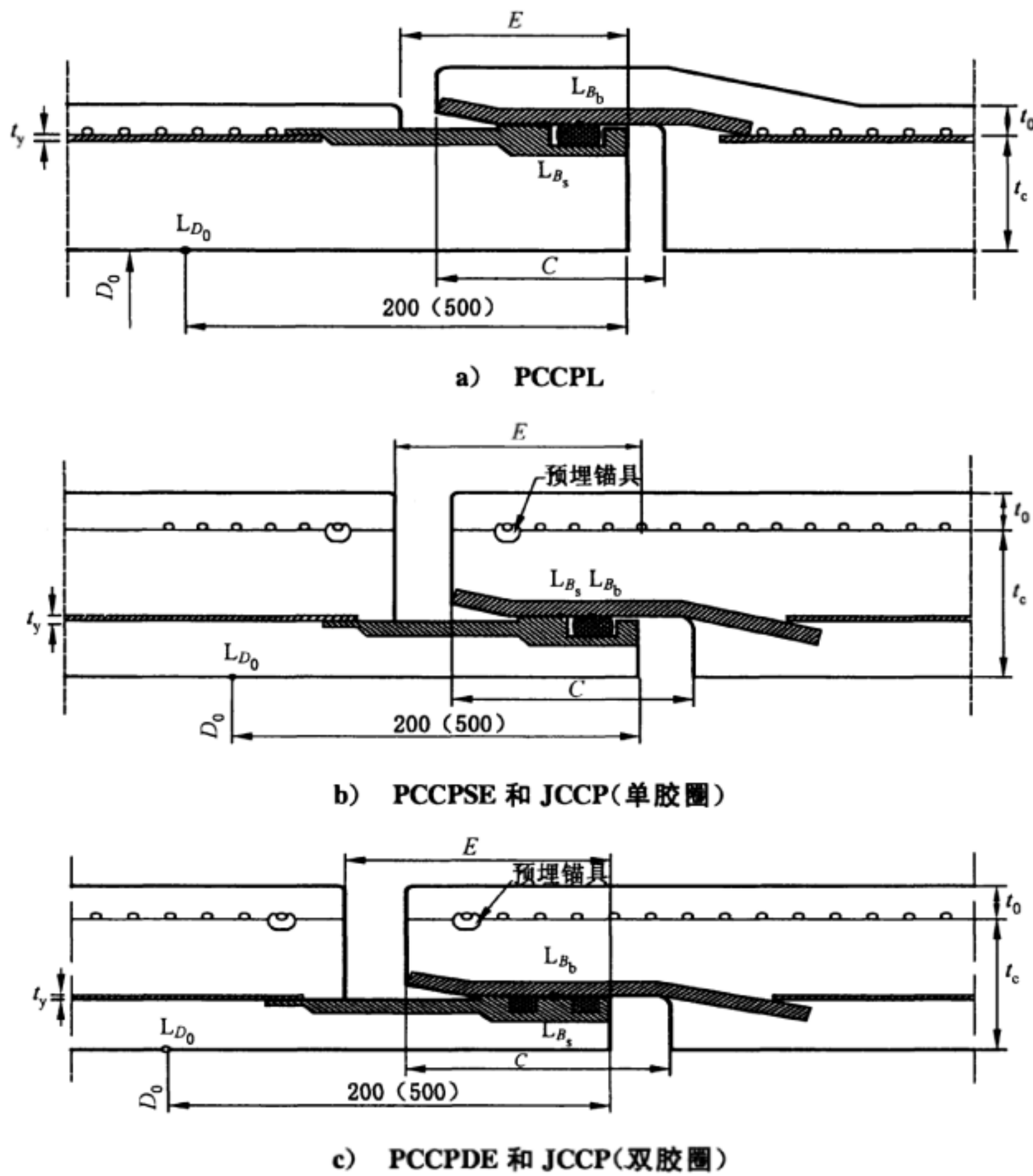


说明：  
 $t_0$  ——保护层厚度(包括环向钢筋直径)；  
 $t_c$  ——管芯壁厚；  
 $l_2$  ——承口工作面长度；  
 $L_{D_0}$  ——管内径  $D_0$  测点，距插口端部位置：当  $D_0 \leq 800$  mm 时为 200 mm，当  $D_0 > 800$  mm 时为 500 mm；  
 $L_{D_3}$  ——承口工作面内径  $D_3$  测点，位于承口工作面与承口外倒坡相交线上；  
 $L_{D_5}$  ——止胶台外径  $D_5$  测点，位于止胶台顶部中点环形轨迹线上；  
 $L_{D_6}$  ——插口工作面直径  $D_6$  测点，SYG(滚动密封)位于插口工作面与止胶台相交线上；SYG(滑动密封)位于插口工作面长度中点环形轨迹线上。

图 6 SYG 管直径轴向测量位置示意图

5.3.2.4 PCCP 轴向测点位置:PCCPL(内衬式 PCCP)轴向测点位置见图 7a);PCCPSE(埋置式、单胶圈)轴向测点位置见图 7b);PCCPDE(埋置式、双胶圈)轴向测点位置见图 7c)。

单位为毫米



说明:

$t_0$  ——保护层厚度(包括环向钢筋直径);

$t_c$  ——管芯壁厚;

$L_{D_0}$  ——管子内径  $D_0$  测点,距插口端部位置:当  $D_0 \leq 800$  mm 时为 200 mm,当  $D_0 > 800$  mm 时为 500 mm;

$L_{B_b}$  ——承口内径  $B_b$  测点,位于承口工作面长度中点环形轨迹线上;

$L_{B_s}$  ——插口外径  $B_s$  测点,PCCPL 和 PCCPSE 位于管身一侧胶槽外圆线上;PCCPDE 位于双胶槽间中点环形轨迹线上;

$C$  ——承口深度,承口外端面与内端面之间的距离;

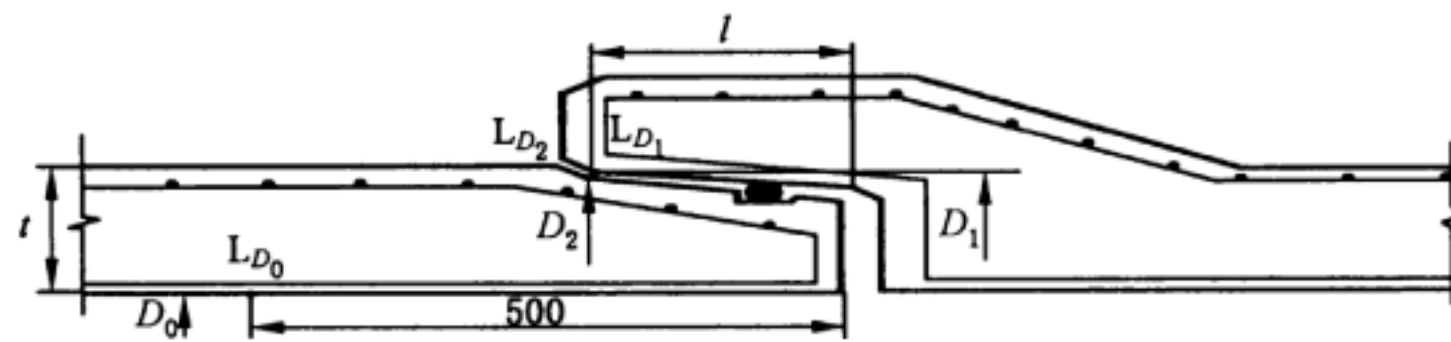
$E$  ——插口长度,插口环外侧保护层端面或混凝土端面与插口端面之间的距离。

图 7 PCCP 和 JCCP 管直径轴向测量位置示意图

5.3.2.5 JCCP 轴向测点位置:JCCP(单胶圈)轴向测点位置见图 7b);JCCP(双胶圈)轴向测点位置见图 7c)。

5.3.2.6 UPCP 轴向测点位置见图 8。





说明:

$L_{D_0}$ ——管子内径  $D_0$  测点,位于插口端部 500 mm;

$L_{D_1}$ ——承口工作面直径  $D_1$  测点,位于承口工作面与承口外倒坡相交线上;

$L_{D_2}$ ——插口工作面直径  $D_2$  测点,位于插口工作面与插口外倒坡相交线上;

$l$ ——承口工作面长度;

$t$ ——管壁厚度。

图 8 UPCP 管直径轴向测量位置

### 5.3.3 内径

5.3.3.1 测量项目包括  $D_0$ 、 $D_7$  (SCP)、 $D_3$  (YYG、SYG)、 $D_1$  (UPCP)。

5.3.3.2 按照 5.3.1、5.3.2 确定的测点位置,用内径千分尺测量。

5.3.3.3 将内径千分尺的固定测头紧贴在管内径或承口工作面内径的一个测量点上,另一端的测微头沿测点圆周轨迹线上(亦可事先画出通过该测点的弧线)缓慢移动找出最大值,该读数即为管子的管内径测量值或承口工作面直径测量值。采用相同的方法,测得另一个测量值。记录测量值。

5.3.3.4 测量值的修约: $D_0$  取两个测量值的平均值,修约至 1 mm; $D_7$ 、 $D_3$  的两个测量值分别修约至 1 mm。 $D_1$  的两个测量值分别修约至 0.1 mm。

### 5.3.4 外径

5.3.4.1 测量项目包括  $D_3$  (SCP)、 $D_6$  (YYG、SYG)、 $D_2$  (SCP)、 $D_2$  (UPCP)、 $D_5$  (YYG、SYG)。

5.3.4.2 按照 5.3.1、5.3.2 规定的方法确定测点位置。

5.3.4.3  $D_3$  (SCP)、 $D_6$  (YYG、SYG 滚动密封圈时)、 $D_2$  (SCP)、 $D_2$  (UPCP)、 $D_5$  (YYG、SYG) 的测量:将卡尺或软性游标卡尺的一个外测量爪紧贴在一个测点,另一外测量爪沿测点圆周轨迹线上缓慢移动找到最大值,该读数即为测量值。采用相同的方法,测得另一个测量值。记录测量值。

5.3.4.4  $D_6$  (SYG 滑动密封圈时) 的测量:将外径  $\pi$  尺沿测点圆周轨迹线绕插口工作面一周,来回轻微拉动  $\pi$  尺使之紧贴圆周测量面,该读数即为测量值(当使用内径  $\pi$  尺时,应考虑  $\pi$  尺厚度对测量结果的影响)。记录测量值。

5.3.4.5 测量值的修约: $D_2$  (SCP、UPCP)、 $D_3$  (SCP) 的测量值修约至 0.1 mm; $D_5$  (YYG、SYG)、 $D_6$  (YYG、SYG) 的测量值修约至 1 mm。

### 5.3.5 承插口钢环直径

5.3.5.1 测量项目包括  $B_b$  (PCCP、JCCP)、 $B_s$  (PCCP、JCCP)。

5.3.5.2 按照 5.3.1、5.3.2 确定的测点位置,用内径  $\pi$  尺或外径  $\pi$  尺测量。

5.3.5.3  $B_b$  的测量:用磁铁将内径  $\pi$  尺的副尺端先吸固在承口钢环的工作面上, $\pi$  尺沿测点圆周轨迹线一周,并尽可能使  $\pi$  尺紧贴圆周测量面(可用数个磁铁固定  $\pi$  尺),此时读数即为测量值(当使用外径  $\pi$  尺时,应考虑  $\pi$  尺厚度对测量结果的影响)。记录测量值。

5.3.5.4  $B_s$  的测量:用磁铁将外径  $\pi$  尺的副尺端吸固在插口钢环工作面上, $\pi$  尺沿测点圆周轨迹线一

周,来回轻微拉动 $\pi$ 尺使之紧贴圆周测量面(可用数个磁铁固定 $\pi$ 尺),此时读数即为测量值(当使用内径 $\pi$ 尺时,应考虑 $\pi$ 尺厚度对测量结果的影响)。记录测量值。

5.3.5.5  $B_b$ 、 $B_s$  测量值的修约:均修约至 0.1 mm。

### 5.3.6 承插口钢环椭圆度

5.3.6.1 测量项目包括 PCCP 和 JCCP 的承口椭圆度和插口椭圆度。

5.3.6.2 按照 5.3.1、5.3.2 确定的测点位置,采用 5.3.3.3 的测量方法用内径千分尺测量 4 个测点的  $B_b$  值,测点应均布,记录 4 个测量值。

5.3.6.3 按照 5.3.1、5.3.2 确定的测点位置,采用 5.3.4.3 的测量方法用卡尺或软性游标卡尺测量 4 个测点的  $B_s$  值,测点应均布,记录 4 个测量值。

5.3.6.4 承口椭圆度和插口椭圆度:当以绝对值表示时按式(4)计算;当以相对值表示时按式(5)计算:

$$\text{承口(或插口)椭圆度} = B'_{\max} - B'_{\min} \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$\text{承口(或插口)椭圆度} = \frac{B'_{\max} - B'_{\min}}{B_b \text{ (或 } B_s \text{) 标准规定值}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

$B'_{\max}$ —— $B_b$  或  $B_s$  测量的最大值,单位为毫米(mm);

$B'_{\min}$ —— $B_b$  或  $B_s$  测量的最小值,单位为毫米(mm);

$B_b$  ——承口工作面直径,单位为毫米(mm);

$B_s$  ——插口工作面直径,单位为毫米(mm)。

5.3.6.5 承口椭圆度和插口椭圆度计算结果:当用绝对值表示时修约至 1 mm;当用相对值表示时修约至 0.1%。

### 5.3.7 长度

5.3.7.1 测量项目包括  $l_1$  (SCP)、 $l_2$  (YYG、SYG、SYGL)、 $l_{\min}$  (YYGS)、 $l$  (UPCP)、 $C$  (PCCP)、 $E$  (PCCP)、 $L$  (PCCP、JCCP)。

5.3.7.2  $l_1$  (SCP)的测量:在 SCP 插口工作面上,将金属直尺与管子轴线平行,金属直尺端部紧抵插口止胶台根部,测量从根部到插口端方向上的平直段长度,记录最大测量值和最小测量值。

5.3.7.3  $l_2$  (YYG、SYG、SYGL)、 $l$  (UPCP)的测量:在 YYG、SYG、UPCP 承口工作面上将金属直尺与管子轴线平行,测量承口工作面上平直段的长度,记录最大测量值和最小测量值。

5.3.7.4  $l_{\min}$  (YYGS)的测量:用两把金属直尺,将第一把金属直尺紧贴承口端面,第二把金属直尺与管子的轴向平行且端部紧靠承口工作面平直段与内倒坡的交界线,其与第一把金属直尺相交点的读数即为测量值,记录最大测量值和最小测量值。

5.3.7.5  $C$  (PCCP)的测量:用两把金属直尺,将第一把金属直尺紧贴承口端面,第二把金属直尺与管子的轴向平行且端部紧抵承口内端面,其与第一把金属直尺相交点的读数即为测量值,记录最大测量值和最小测量值。

5.3.7.6  $E$  (PCCP)的测量:用两把金属直尺,将第一把金属直尺紧贴插口端面,第二把金属直尺与管子的轴向平行且端部紧抵插口外侧混凝土或砂浆保护层端面,其与第一把金属直尺相交点的读数即为测量值,记录最大测量值和最小测量值。

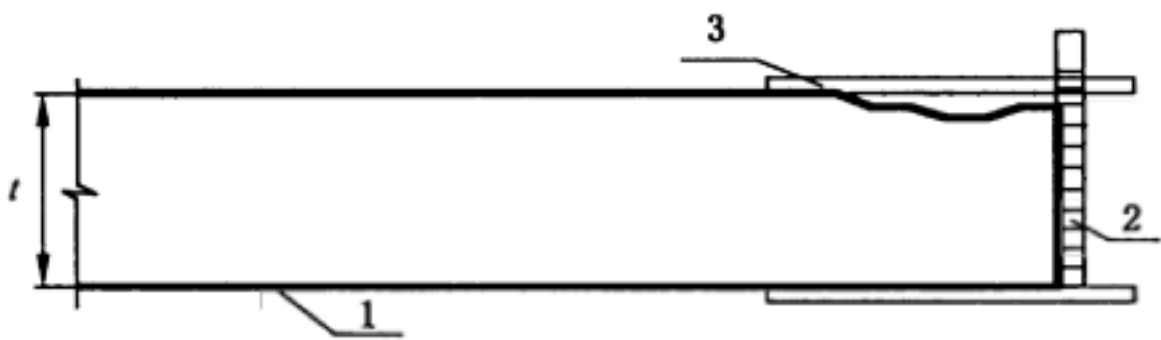
5.3.7.7  $L$  (PCCP、JCCP)的测量:用两把金属直尺,将第一把金属直尺紧贴承口端面,第二把金属直尺紧贴插口端面,用钢卷尺测量两把金属直尺之间的垂直距离即为管子承口端到插口端的投影长度,记录测量值。

5.3.7.8 测量值的修约:每个测量值修约至 1 mm。

5.3.8 壁厚

5.3.8.1 目测管子插口端管子壁厚,选其最厚和最薄处作为测点。

5.3.8.2 将两把金属直尺作为辅助工具侧立紧靠壁厚测点的内外表面,金属直尺与管子轴线平行且与管子表面接触长度不小于 200 mm,再用一把金属直尺测量这两把金属直尺之间的垂直距离,该读数即为壁厚测量值,见图 9。当使用特长量爪游标卡尺测量时,两个量爪紧靠壁厚测点的内外表面,直接读数得到壁厚测量值。记录最大测量值和最小测量值。



说明:  
1——管子;  
2——金属直尺;  
3——辅助测量工具;  
 $t$ ——管子壁厚。

图 9 管子壁厚测量方法示意图

5.3.8.3 测量值的修约:每个测量值修约至 1 mm。

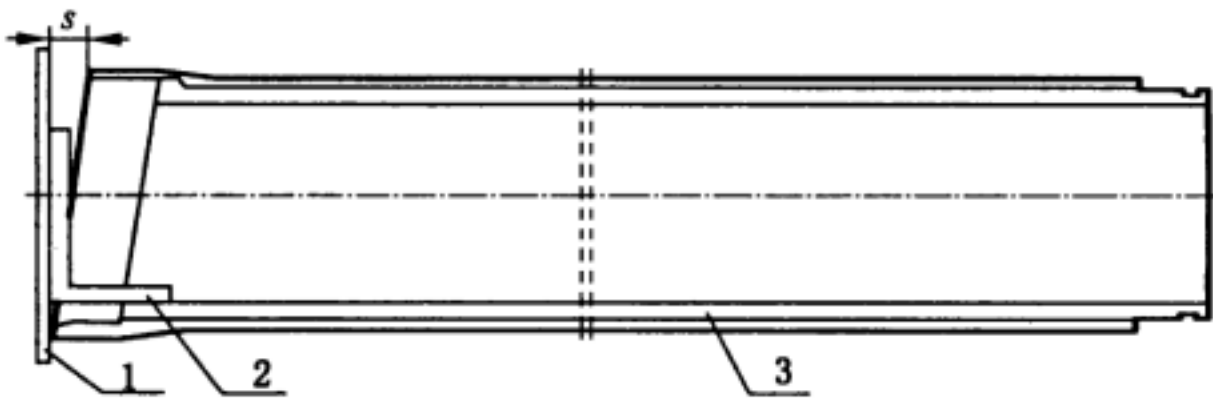
5.3.9 端面倾斜

5.3.9.1 测量项目包括端面倾斜度和端面垂直度。

5.3.9.2 清理管子承口端和插口端的内壁,清理长度大于直角尺的短边,在两端各确定两条相互约呈 90°的直径作为测量辅助线。

5.3.9.3 将平面形直角尺的短边紧贴清理过的管子内壁,长边沿测量辅助线方向,将靠尺的测量面紧贴直角尺长边外测量面,并使靠尺一端紧贴被测管子端面外缘上一点,用金属直尺测量另一端靠尺与管端外缘的垂直距离,该读数即为端面倾斜度或端面垂直度。采用相同的方法,在管两端各测 2 个值。见图 10。记录 4 个测量值。

5.3.9.4 测量结果的处理:测量值均修约至 1 mm;取 4 个测量值中最大值作为端面倾斜度  $s$  或端面垂直度进行检测结果评定。



说明:  
1——靠尺;  
2——平面形直角尺;  
3——管子;  
 $s$ ——端面倾斜度。

图 10 端面倾斜度和端面垂直度测量方法示意图



5.3.10 保护层厚度

5.3.10.1 保护层测量点位置

每根管子测量 3 个点,用钢卷尺和金属直尺画出测量点位置,轴向位置应符合表 1 规定的要求,环向位置宜使 3 个测量点相互呈 120°左右圆心角。双层或多层缠丝的 PCCP 管测量最外层钢丝的保护层厚度。

表 1 各类型管子保护层厚度轴向测量点位置

管子类型	测 量 点 位 置		
	1	2	3
SCP	承口外斜坡中部±20 mm 内	距拐点(100±20)mm 内的管身平直段上	距插口端(200±20)mm 内
YYG、YYGS	承口外斜坡中部±20 mm 内	距拐点(100±20)mm 内的管身平直段上	距插口端(200±20)mm 内
SYG、SYGL			距插口端(200±20)mm 内
PCCPL			距插口端(600±20)mm 内
PCCPE	距承口端(600±20)mm 内	管身中部±20 mm 内	
JCCP	距承口端(300±20)mm 内	管身中部±20 mm 内	距插口端(300±20)mm 内

5.3.10.2 保护层破损检测方法

5.3.10.2.1 在 5.3.10.1 规定的测量点位置,用冲击钻或凿子将管子外保护层凿开一个小坑,直至露出环向预应力钢丝表面为止,不应凿伤钢丝。

5.3.10.2.2 将深度卡尺的尺身测量面与环向预应力钢丝裸露上表面接触,尺框测量面与坑外管子表面接触并与管子的轴线平行,此时深度卡尺上直接读出的数据即为该测量点环向预应力钢丝的净保护层厚度  $t_j$ 。

5.3.10.3 保护层非破损检测方法

在 5.3.10.1 规定的测量点位置及其附近,用保护层厚度测量仪进行保护层厚度非破损探测,测量方法依据仪器使用说明书。

5.3.10.4 结果计算及数据处理

5.3.10.4.1 SCP、PCCP 和 JCCP 的净保护层厚度  $t_j$ ,直接用各测量点的  $t_j$  测量值。

5.3.10.4.2 YYG 和 SYG 保护层厚度用  $t_o$  表示,各测量点保护层厚度按式(6)计算:

$$t_{oi} = t_{ji} + d \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

- $t_{oi}$ ——第  $i$  测量点保护层厚度,单位为毫米(mm);
- $t_{ji}$ ——第  $i$  测量点环向预应力钢丝净保护层厚度测量值,单位为毫米(mm);
- $d$ ——管子环向预应力钢丝的公称直径,单位为毫米(mm)。

5.3.10.4.3 测量值的修约: $t_o$  及  $t_j$  均修约至 1 mm。

5.3.10.5 仲裁检测方法

保护层厚度仲裁检验时采用 5.3.10.2 规定的保护层破损检测方法。

## 6 水压

### 6.1 试件

6.1.1 符合 GB/T 4084、GB/T 5696、GB/T 19685、JC/T 1056 和 JC/T 2092 的整根成品管。

6.1.2 SCP:管子水养至自应力混凝土膨胀稳定后(以同步试件测定为准)出池进行水压试验,管子应饱和吸水,外表面风干。在大气中长期存放的管子,需回水养护后再进行水压试验。回水养护期: $D_0 \leq 300$  mm 一般为 3 天~5 天; $D_0 > 300$  mm 一般为 5 天~9 天。

6.1.3 YYG、UPCP:抗渗性能试验,蒸汽养护脱模后不宜少于 24 h;抗裂性能试验,管体混凝土龄期不宜少于 7 天。

6.1.4 SYG:抗渗性能试验砂浆保护层龄期:采用蒸汽养护时,不宜少于 24 h;采用自然养护时,不宜少于 7 天。抗裂性能试验管芯混凝土龄期不宜少于 7 天;同时,砂浆保护层龄期:采用蒸汽养护时,不宜少于 7 天;采用自然养护时,不宜少于 14 天。

注:生产企业用于过程质量控制所必需的水压抗渗试验,可在管芯缠丝后进行。

6.1.5 PCCP:管芯混凝土龄期不宜少于 7 天,同时,砂浆保护层龄期:采用蒸汽养护时,不宜少于 7 天;采用自然养护时,不宜少于 14 天。

6.1.6 JCCP:抗裂内压性能试验时,混凝土龄期不宜少于 14 天。

### 6.2 仪器设备

6.2.1 秒表,测量范围 0 min~30 min,分度值不大于 1 s,符合 GB/T 22773 或 GB/T 22778 的规定。

6.2.2 压力表,最大量程宜为试验压力的 1.3 倍~1.5 倍,精度不低于 1.6 级,表盘直径不宜小于 150 mm,分度值应不大于 0.05 MPa,符合 GB/T 1226 的规定。

6.2.3 水压试验装置,SCP、YYG、SYG 试验装置可按照 JC/T 971 的规定设计验收;PCCP、JCCP 和 UPCP 试验装置可参照附录 A 的规定设计验收。压力表的安装位置:对于立式水压试验装置宜安装在水压试验装置的底部;对于卧式水压试验装置宜安装在堵板外侧管子中心线对应部位。

注:立式水压试验装置若压力表安装在水压试验装置顶部时,其检验压力控制值由底部检验压力控制值扣除对应高差引起的水柱压差。

6.2.4 钢卷尺,测量范围应满足被测参数的最大需求,分度值 1 mm。

6.2.5 计量器具投入使用前应经检定合格或经校准确认符合要求,并在检定/校准的有效期内使用。

### 6.3 试验方法

6.3.1 检查水压试验机的承口、插口盘工作面直径与管子的承口、插口工作面直径是否相匹配;清理管子的承、插口工作面及试验装置承口、插口盘工作面,确保光洁无浮锈、无凹坑、不粘有硬化的水泥砂浆。

6.3.2 检查密封圈尺寸是否与管子相匹配,其外观是否有割损、气泡、飞边等瑕疵,确保密封圈的质量不对后续水压试验结果产生不良影响。

6.3.3 检查试验环境是否安全,确保不存在对试验人员人身安全以及设备安全构成危害的状况。

6.3.4 在管子的插口端及堵头的插口盘上安装橡胶密封圈,并调整橡胶密封圈,以避免密封圈存在扭曲、张拉不均匀或安装位置不在同一个圆面上等问题。按相关操作规程操作,使管子安全、准确地安装到水压试验装置上。管子就位后,锁紧试验装置的加压堵头。

6.3.5 打开排气阀,向管内充水直到排气阀出水,管内空气排净,关闭排气阀。通过加压泵以每分钟 0.1 MPa~0.5 MPa 的升压速度将管内水压力均匀升至规定的检验压力值时,用秒表开始计量恒压时间。在升压过程中应注意观察压力表的变化情况,确认其处于正常工作状态。

6.3.6 各类型管子在规定的抗渗、接头密封性能、相对转角和抗裂检验压力下的恒压时间与管壁厚度



或管芯厚度有关,具体规定详见表 2。

6.3.7 观察并记录管子在升压时及恒压状态下管体表面和接头的情况：

- a) 观察双管接头处、管子与水压试验装置承口、插口盘接口处有无滴水。在抗渗检验时若出现滴水,经确认后,可停止试验,卸压放水,允许重新安装一次,重装后,抗渗检验的恒压时间仍按标准规定重新计时。记录滴水出现的部位、时间和次数。
- b) 观察管体表面有无冒汗、潮片、淌水、喷水、开裂,用彩色记号笔划出冒汗、潮片的边缘,标出淌水、喷水、开裂处的位置。记录上述现象以及出现的时间和部位;用钢卷尺测量缺陷位置,按 4.3.2 测量裂缝宽度和长度,按 4.4 测量潮片的面积。
- c) 观察 PCCP、JCCP 管子是否爆裂、局部凸起,记录上述现象以及出现的时间和部位。

6.3.8 试验完成后,开启排气阀卸压,检查水压表是否正常复位;打开排水阀将水从试验管内排空。

表 2 各类型管抗渗、接头密封性能、相对转角及抗裂检验恒压时间 单位为分

管型分类	SCP	YYG		SYG		PCCP	JCCP	UPCP	
管壁厚度或管芯厚度规定值/mm	≤80	≤80	>80	≤80	>80	—	—	≤80	>80
抗渗检验恒压时间	—	10	15	10	15	—	—	10	15
接头密封性能检验恒压时间	10								
相对转角检验恒压时间	5	5				5		5	
抗裂检验恒压时间	10	3				5		3	

7 外压荷载

PCCP、JCCP 管子外压荷载试验方法应符合附录 B 的规定。

8 混凝土强度

8.1 仪器设备

8.1.1 混凝土试模,150 mm×150 mm×150 mm 立方体试模,符合 JG 237 规定的要求;也可采用 100 mm×100 mm×100 mm 立方体试模。

8.1.2 压力试验机,Ⅰ级精度,测量范围应保证试件破坏荷载在其 20%~80% 范围内,并符合 GB/T 3159 的要求。

8.1.3 计量器具投入使用前应经检定合格或经校准确认符合要求,并在检定/校准的有效期内使用。

8.2 试验方法

8.2.1 混凝土拌和物取样

普通混凝土拌和物取样地点及频率应满足相关产品标准的规定。当产品标准未作规定时,按 GB/T 50107 的规定执行。

8.2.2 试件制作

8.2.2.1 试件数量应满足各产品标准有关试件组数的规定;当产品标准未作规定时,按表 3 进行。

8.2.2.2 各类型管应测定的混凝土强度项目见表 3。

表 3 混凝土强度测定项目及试件组数

管子类型	混凝土强度测定项目	试件组数/组
YYG	脱模强度、28 天强度	≥2
SYG	脱模强度、缠丝强度、28 天强度	≥3
PCCP	脱模强度、缠丝强度、28 天强度	≥3
UPCP	脱模强度、钢绞线张拉强度、28 天强度	≥3
JCCP	脱模强度、28 天强度	≥2

8.2.2.3 混凝土试件制作应符合 GB/T 50081 规定的要求。

8.2.2.4 当混凝土强度等级不低于 C60 时,宜采用 150 mm×150 mm×150 mm 立方体试模制作的标准尺寸试件;当混凝土强度等级低于 C60 时,可采用标准尺寸试件,也可采用 100 mm×100 mm×100 mm立方体试模制作的非标准尺寸试件,但其抗压强度应乘以 0.95 的尺寸折算系数将其折算成边长为 150 mm 的标准尺寸抗压强度。

8.2.3 试件养护

8.2.3.1 用于测定脱模强度、缠丝强度、钢绞线张拉强度、出厂强度的混凝土试件,应与管子同条件养护。

8.2.3.2 用于评定混凝土强度等级的混凝土试件养护应符合 GB/T 50081 规定的要求。

8.2.3.3 采用蒸汽养护的管子,其评定混凝土强度等级所用试件,应先随管子同条件养护,脱模时间与管子脱模时间相同。脱模后置入标准养护条件下继续养护,两段养护时间的总和应为设计规定龄期。

8.2.4 抗压强度试验

普通混凝土立方试件抗压强度试验按 GB/T 50081 的规定进行。

8.2.5 结果计算与评定

8.2.5.1 混凝土试件的抗压强度按式(7)计算:

$$f_{cu} = \frac{F_c}{A} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

- $f_{cu}$ ——混凝土立方试件抗压强度,单位为兆帕(MPa),修约至 0.1 MPa;
- $F_c$ ——混凝土试件破坏荷载,单位为牛(N);
- $A$ ——试件承压面积,单位为平方毫米(mm<sup>2</sup>)。

8.2.5.2 不同制管工艺的脱模强度、缠丝强度、出厂强度或其他龄期的抗压强度,由混凝土立方体试件抗压强度乘以工艺换算系数获得,工艺系数的选用按 GB/T 11837 的规定进行。

8.2.5.3 用于评定混凝土强度等级的试件抗压强度不考虑制管工艺的影响。

8.2.5.4 混凝土抗压强度的检验评定方法按 GB/T 50107 的规定执行。

8.2.5.5 当采用标准圆柱体试件测定混凝土抗压强度时,应将测试结果换算成标准立方体试件的抗压强度进行评定,换算系数应由试验确定,无资料时可取 1.25。

9 保护层砂浆抗压强度

保护层砂浆抗压强度试验方法应符合附录 C 的规定。

10 保护层砂浆吸水率

保护层砂浆吸水率试验方法应符合附录 D 的规定。

11 管子接头相对转角

11.1 试件

取同品种、同规格、同级别的 2 根成品管。

11.2 仪器设备和试验装置

11.2.1 仪器设备

- 11.2.1.1 金属直尺：标称长度 1 000 mm，分度值 1 mm，应符合 GB/T 9056 的规定。
- 11.2.1.2 压力表：同 6.2.2。
- 11.2.1.3 秒表：同 6.2.1。
- 11.2.1.4 计量器具投入使用前应经检定合格或经校准确认符合要求，并在检定/校准的有效期内使用。

11.2.2 试验装置

- 11.2.2.1 双管水压试验装置：应配有可灵活调节高度的托管车；或专用转角试验装置。
- 11.2.2.2 辅助测量用的细线：弦线或细铁丝，长度宜大于 15 m。
- 11.2.2.3 手动加压泵。

11.3 管子接头相对转角(通用方法)

11.3.1 将两根管子置于双管水压试验装置上，安装橡胶密封圈，调整两根管子的轴线完全重合，使双管相互连接并与水压试验装置承口、插口堵头连接到位。在水压试验装置两端固定一根细弦线(或细铁丝)置于管子上方作为测量基准线，用金属直尺测量基准线到双管接头处的初始距离  $H_0$ 。见图 11。

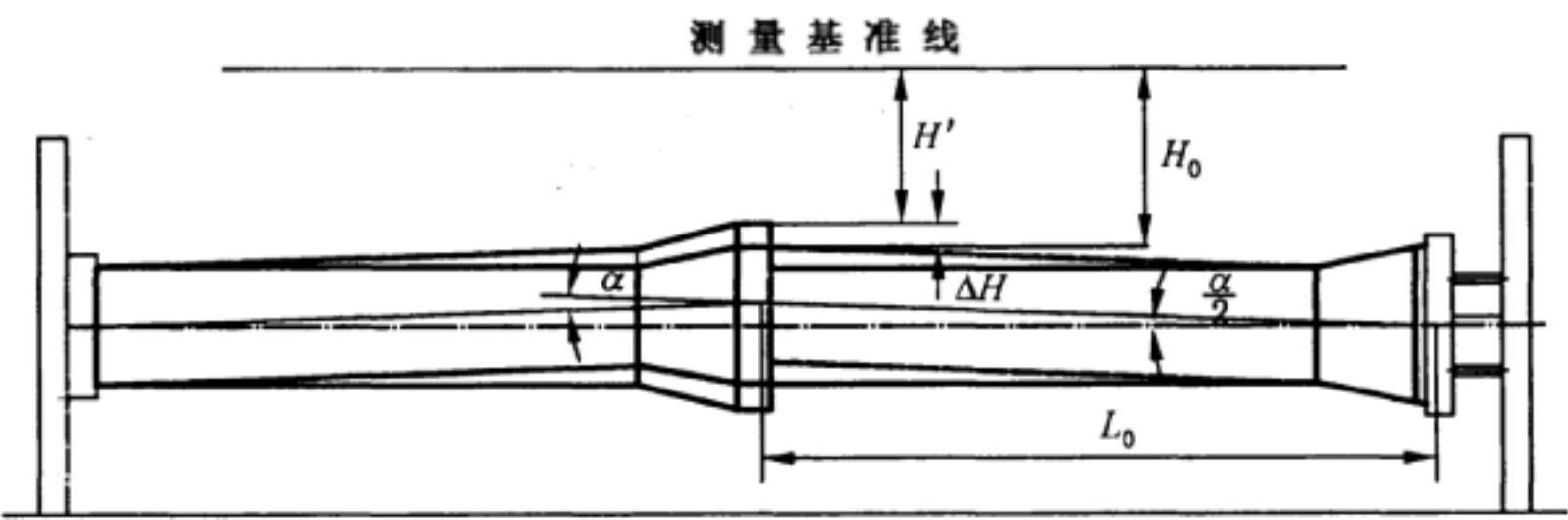


图 11 管子接头相对转角密封性能试验示意图

11.3.2 按式(8)计算接头处应顶起的高度  $\Delta H$ ：

$$\Delta H = \sin \frac{\alpha}{2} \times L_0 \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：  
 $\Delta H$  ——相对转角的接头位移值；根据表 4 所列各产品标准中的允许相对转角，可计算出允许相对转角时的接头位移值，单位为毫米(mm)；  
 $\alpha$  ——管子接头相对转角，单位为度(°)；



$L_0$  ——管子的有效长度,单位为毫米(mm)。

表 4 各类型管子不同公称内径的允许相对转角

管子类型		允 许 相 对 转 角 $\alpha$				
		2.0°	1.5°	1.0°	0.7°	0.5°
		公 称 内 径/mm				
SCP		100~350	400~800	—	—	—
YYG		—	400~700	800~1 400	—	1 600~2 000
SYG		—	400~700	800~1 400	—	1 400~3 000
PCCP	L 型	—	400~800(单胶圈)	900~1 000(单胶圈) 600~1 400(双胶圈)	1 200~1 400(单胶圈)	—
	E 型	—	—	1 000~1 600(单胶圈) 1 000~2 400(双胶圈)	1 800~2 400(单胶圈) 2 600~3 400(双胶圈)	2 600~4 000(单胶圈) 3 600~4 000(双胶圈)
UPCP		—	—	—	—	1 800~4 800

11.3.3 用托管车上、下调节双管接头端相对于测量基准线的位置,测量基准线与被顶起的管子接头的距离  $H'$ ,直至满足式(9)的要求。

$$H' = H_0 - \Delta H \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:

$H'$  ——管接头端被顶起后管接头处与测量基准线的距离,单位为毫米(mm);

$H_0$  ——测量基准线到管子接头处的初始距离,单位为毫米(mm)。

11.3.4 按照 6.3.5 规定的水压试验方法,将管内水压力均匀升至规定的检验压力值,用秒表计时,当达到表 2 规定的恒压时间时,检查接头处密封情况,并记录。

11.4 管子接头相对转角(双胶圈接头专用方法)

11.4.1 按管端位移量确定接头相对转角(方法 A)

11.4.1.1 一根管端位移方法:将两根管子水平对接,采用外力使一根管子管端(非连接端)产生一定的位移见图 12a),位移值控制及计算按式(10)确定。

$$\Delta H = \sin\alpha \times L_0 \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中:

$\Delta H$  ——相对转角时的管端位移值;根据表 4 中各产品标准中的允许相对转角,可计算出允许相对转角时的管端位移值,单位为毫米(mm);

$\alpha$  ——管子接头相对转角,单位为度(°);

$L_0$  ——管子的有效长度,单位为毫米(mm)。

11.4.1.2 二根管端位移方法:将两根管子水平对接,采用外力使两根管管端(非连接端)同时产生位移见图 12b),每根管端部位移值控制及计算按式(8)和式(9)确定。

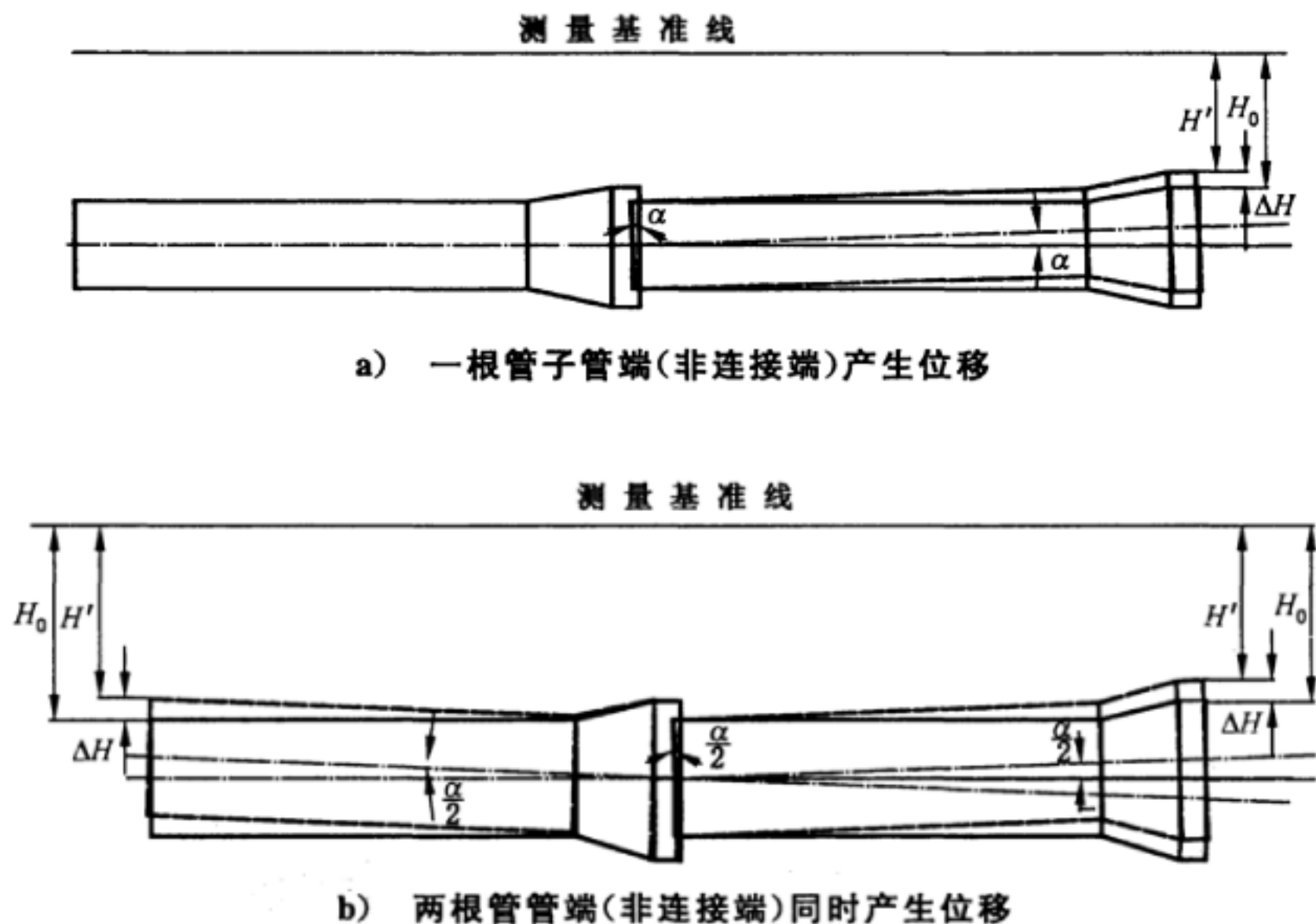


图 12 管子接头相对转角密封性能试验示意图

11.4.1.3 向管子接头双胶圈之间的空腔内充水,并使其中的空气排除,将内水压力均匀升至规定的检验压力值,用秒表计时,当达到表 2 规定的恒压时间时,检查接头处密封情况,并记录。

11.4.2 按接头间隙差确定相对转角(方法 B)

11.4.2.1 将两根管子水平对接,双管接头相对转角示意图见图 13。采用外力使其中一根管子偏转,通过控制双管接头内呈 180°对称方向上间隙最大差值实现其相对转角  $\alpha$ 。

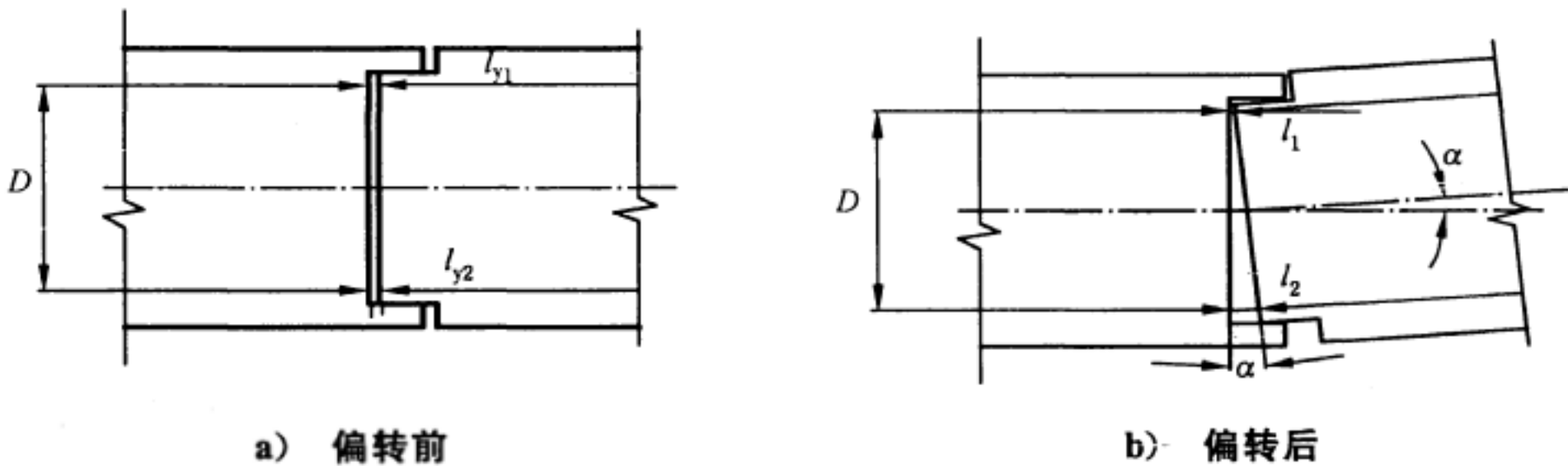


图 13 管子转角接头密封性能试验示意图

11.4.2.2 根据规定的相对转角,可按式(11)、式(12)计算接头处的间隙极差  $\Delta l$ :

$$\Delta l = 2 \sin \frac{\alpha}{2} \times D \quad \dots\dots\dots (11)$$

$$\Delta l = l_2 - l_1 - (l_{y2} - l_{y1}) \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中:

- $\alpha$  ——管子接头相对转角,单位为度( $^\circ$ );
- $D$  ——管子公称直径,单位为毫米(mm);
- $l_2$  ——管接头处最大间隙,单位为毫米(mm);
- $l_1$  ——管接头处最小间隙,单位为毫米(mm);
- $l_{y2}$  ——管接头处最大间隙处的偏转前实际间隙,单位为毫米(mm);
- $l_{y1}$  ——管接头处最小间隙处的偏转前实际间隙,单位为毫米(mm)。



11.4.2.3 向管子接头双胶圈之间的空腔内充水,并使其中的空气排除,将内水压力均匀升至规定的检验压力值,用秒表计时,当达到表 2 规定的恒压时间时,检查接头处密封情况,并记录。

## 11.5 管子接头相对转角仲裁试验方法

管子双胶圈接头时,仲裁采用 11.4.1 的方法。

## 12 测量值的修约与比较方法

### 12.1 测量值的修约

12.1.1 测量值应读至仪器、量具的最小分度值;修约间隔若产品要求中有规定的按相应规定执行,无规定时按本标准的规定执行。

12.1.2 测量值的最终结果应按 GB/T 8170 的规定修约成与技术要求量值有效位数一致的数值。

### 12.2 测量值的比较方法

测量值与技术要求量值的比较方法,有规定的按相应规定执行,无规定时均采用修约值比较法。

## 13 试验报告

试验报告应包括下列主要内容:

- a) 生产厂名;
- b) 产品名称;
- c) 标准编号;
- d) 样品编号、规格和数量;
- e) 试验项目名称;
- f) 试验条件与日期;
- g) 试验用主要仪器设备;
- h) 试验结果;
- i) 试验人员、审核人员;
- j) 试验部门签章;
- k) 试验报告日期。

**附 录 A**  
**(资料性附录)**  
**PCCP、JCCP 和 UPCP 水压试验装置**

**A.1 适用范围**

适用于对符合 GB/T 19685、JC/T 2092 和 JC/T 1056 等要求的混凝土输水管进行内水压试验。

**A.2 装置分类**

A.2.1 按试验管在试验时的放置形式分为立式水压试验装置和卧式水压试验装置(见 JC/T 971—2005,图 1、图 2、图 3)。

A.2.2 按一次最多可试验管子数量分为单管水压试验装置和双管水压试验装置。

**A.3 技术要求**

A.3.1 水压试验装置的基本要求、整机性能、主要零部件要求以及外观要求分别按照 JC/T 971—2005 的 5.1、5.2、5.3 及 5.4。

A.3.2 压力表的安装位置:对于立式水压试验装置宜安装在水压试验装置的底部;对于卧式水压试验装置宜安装在堵板外侧管子中心线对应部位。

**A.4 水压试验装置的验收方法**

A.4.1 水压试验装置的加工质量检测按照 JC/T 971—2005 的 6.1。

A.4.2 空载试验及负载试验按照 JC/T 971—2005 的 6.1 及 6.2。

## 附录 B

(规范性附录)

## PCCP、JCCP 管外压荷载试验方法(三点试验法)

## B.1 仪器设备

## B.1.1 计量器具

B.1.1.1 荷载测试仪,采用测力传感器,测量范围应保证被测参数值位于其 10%~90% 范围内,精度 $\leq$ 1 级;当传感器力值上限小于 1 000 kN 时,显示器分度值应不大于 0.1 kN;当传感器力值上限大于或等于 1 000 kN 时,显示器分度值应不大于 1 kN。

B.1.1.2 读数显微镜,同 4.2.4。

B.1.1.3 金属直尺,同 5.2.3b)。

B.1.1.4 钢卷尺,测量范围 0 m~10 m,分度值 1 mm。

B.1.1.5 秒表,同 6.2.1。

B.1.1.6 水平尺,长度不小于 1 000 mm,符合 JB/T 11272—2012 规定的准确度等级 1 级要求。

B.1.1.7 计量器具投入使用前应经检定合格或经校准确认符合要求,并在检定/校准的有效期内使用。

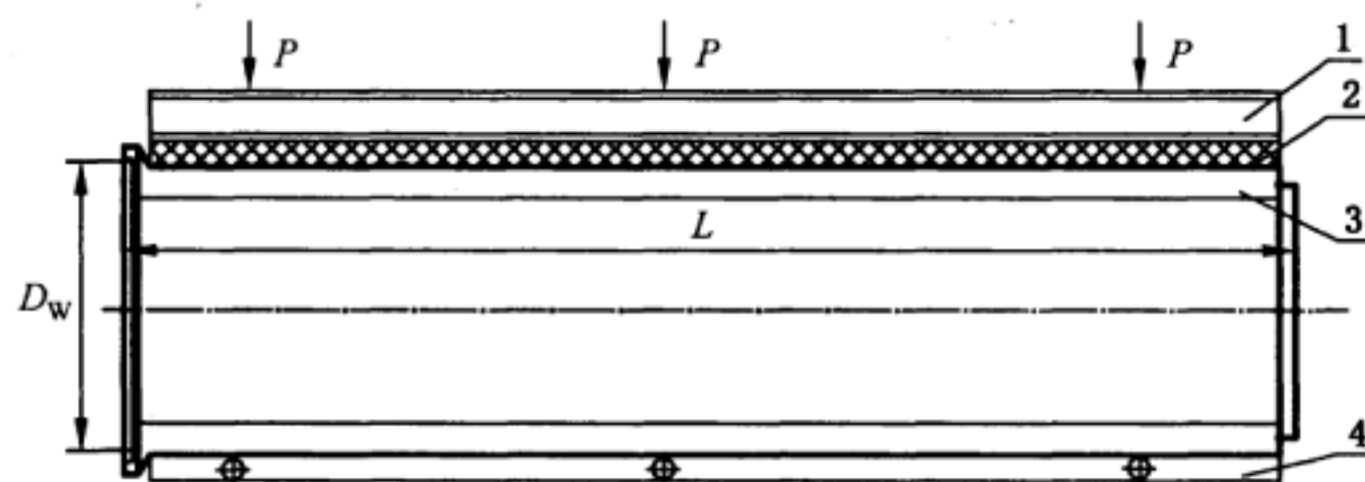
## B.1.2 试验装置

B.1.2.1 外压荷载试验装置由试验机架、加载设备、荷载测试仪组成,加载设备的加载速率应可调。外压荷载试验示意图见图 B.1。

B.1.2.2 试验装置机架及上承载梁由钢制件组成,应当牢固并且刚度足够,以保证荷载的分布不会明显受到设备任何部分的变形或弯曲所造成的影响。上承载梁长度应不小于试件全长。

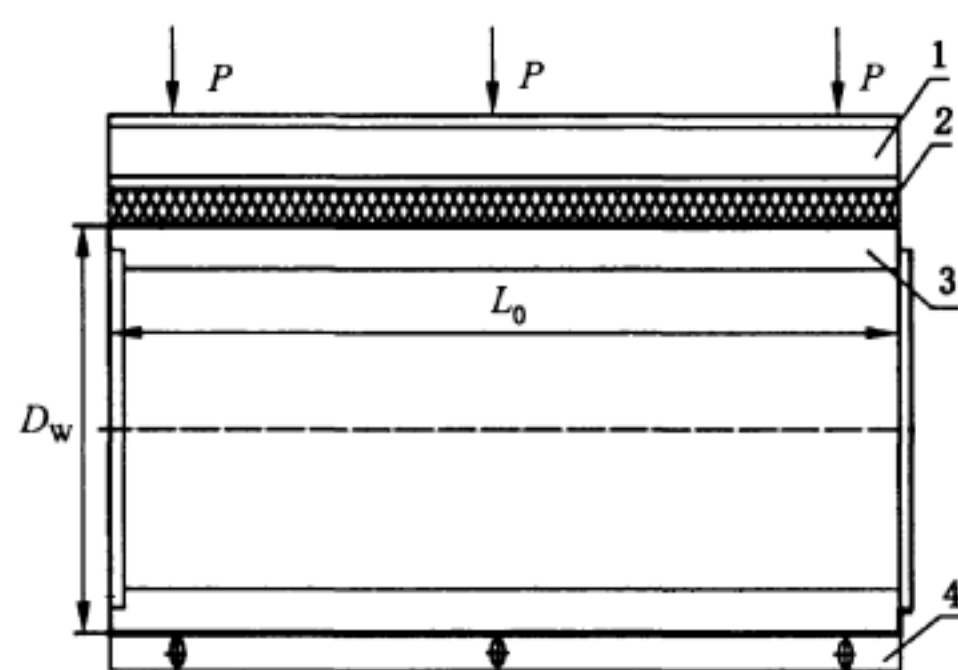
B.1.2.3 橡胶垫板一块,其长度和宽度与上承载梁相同,厚度不小于 25 mm。

B.1.2.4 下承载梁由两条硬质木梁组合而成,木质梁应完整无节,从一端到另一端应平直,其截面尺寸为宽度不小于 100 mm,厚度不小于 100 mm,长度不小于试件全长。两条下承载梁与管子接触处应做成半径为 13 mm 的圆弧,用数个螺栓和螺母固定两个下承载梁间距并可调,见图 B.1。

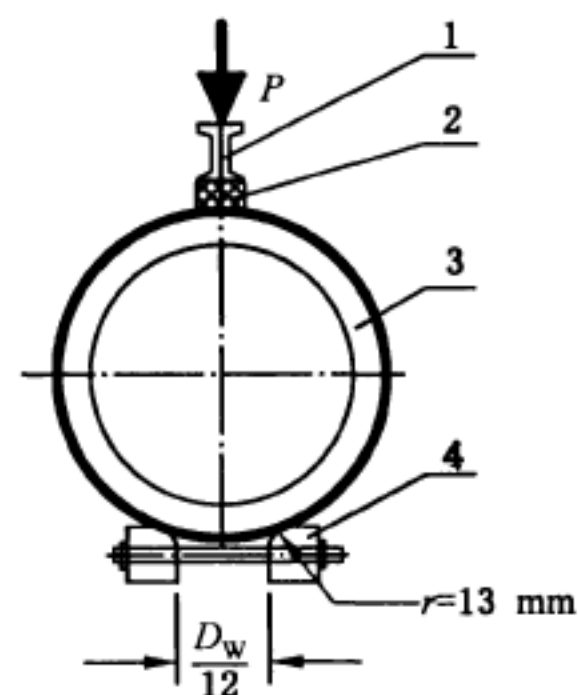


a) PCCPL 管外压荷载试验示意图

图 B.1 PCCP、JCCP 管外压荷载试验示意图



b) PCCPE、JCCP 管外压荷载试验示意图



c) 三点法外压荷载试验示意图

说明:

- 1 ——上承载梁;
- 2 ——橡胶垫板;
- 3 ——试验管;
- 4 ——下承载梁(硬质木梁);
- $P$  ——试验外加荷载;
- $L$  ——管子全长;
- $L_0$  ——管子受压长度;
- $D_w$  ——管子外径。

图 B.1 (续)

## B.2 试件准备

B.2.1 采用整根成品管作为试验管。

B.2.2 管子所需龄期:管体混凝土的龄期不宜少于 28 天;同时,PCCP 管砂浆保护层的龄期当采用蒸汽养护时,不宜少于 7 天;当采用自然养护时,不宜少于 14 天。

B.2.3 管子外观质量应符合试验要求。若管体内壁有纵向裂缝或管体预应力区水泥砂浆保护层有裂缝或其他剥落现象应在试验前标出,并记录其长度、宽度和部位。

## B.3 试验方法

B.3.1 应先确认外压荷载试验装置无故障以及安全防护设施完备时方可开始试验,并应在试验全过程注意人身和仪器设备安全。

B.3.2 将两条平行的下承载梁放置于外压荷载试验装置中,调整并用金属直尺测量下承载梁内侧非弧形区净间距为试件外径  $D_w$  的  $1/12$ ;用水平尺测量下承载梁水平程度,根据测量结果进行必要的水平位置调整。

B.3.3 将管子平稳放置在下承载梁上,用钢卷尺测量试件的长度,测量精度为 1 mm。

B.3.4 在管子正上方纵向全长放置一层橡胶垫板,然后将上承载梁放置在橡胶垫板之上。上承载梁长度及下承载梁长度均应覆盖管子平直段全长。上承载梁、管子纵轴线与两条下承载梁的轴线应相互平行,且在与两条下承载梁几何中心线构成的垂直平面内,以确保上承载梁从管子上方的整个长度上垂直向下施加压力。

B.3.5 在上承载梁与装置加压板之间安装加载设备和传感器。根据管子长度和试验装置的刚度可选



择单点或多点加载。单点加载是在上承载梁中部集中一点加载；多点加载是在上承载梁上两点或多点同步加载。当采用单点加载时，应保证加载点在管子平直段中部位置；当采用两点或多点加载时，加载点应沿上承载梁长度方向对称布置。

**B.3.6** 为了确保试验过程有序、正确进行，加荷开始前应确认以下要求：

- a) 根据产品标准或设计等技术要求规定的单位长度抗裂外压检验荷载值  $P_0$  及管子受压长度  $L_0$ ，计算抗裂外压检验总荷载值  $F$ ；
- b) 以抗裂外压检验总荷载值  $F$  为基数，按试验要求的荷载分级百分数计算出每级总荷载值  $F_i$ ；每级的总外加载值  $F_{ji}$  应由  $F_i$  减去加载设备重量  $F_0$  后得出；
- c) 荷载显示仪表监视的是每级的总外加载值  $F_{ji}$  值，因此，持荷时间应从荷载显示仪表上的实测数达到  $F_{ji}$  时开始计时。

**B.3.7** 开动加载设备，使其传力装置与加压板/或传感器接触；按  $F$  的 10% 进行预加载 3 min，检查上承载梁和两根下承载梁与管子接触是否符合要求，检查仪器设备及加载设备工作状态是否正常，并对仪器设备进行调试。加载速度宜控制为每分钟 30 kN/m。调试完成后卸荷至零。

**B.3.8** 连续匀速加载至  $F$  的 80%，持荷 1 min，观察有无裂缝，测量并记录其最大长度、宽度和部位；继续加载至  $F$  的 90%，持荷 1 min，再加载至  $F$  的 100%，持荷 3 min。每次加载及持荷时，应观察有无裂缝，测量并记录其最大长度、宽度和部位。

**B.3.9** 若加载至  $F$  的 100% 时未出现试验标志，而试验目的对此有要求时，应继续按  $F$  的 5% 分级加载，每级持荷 3 min。直到出现试验标志，停止加载。每次加载及持荷时，应观察裂缝，测量并记录其最大长度、宽度和部位。

**B.3.10** 若加载至  $F$  的 100% 时未出现试验标志，而试验目的对此无要求时，亦应继续按  $F$  的 5% 分级加载，每级持荷 3 min，加载至  $F$  的 110% 并持荷 3 min 后，试验即可结束。每次加载及持荷时，应观察裂缝，测量并记录其最大长度、宽度和部位。

**B.3.11** 外压荷载检测记录内容及格式可参见表 B.1 示例。

## B.4 抗裂外压荷载实测值的确定及结果计算

### B.4.1 抗裂外压总荷载实测值的确定原则

**B.4.1.1** 当在加载过程中出现试验标志时，取前一级荷载值作为外压总荷载实测值。

**B.4.1.2** 当在持荷过程中出现试验标志时，取本级荷载值与前一级荷载值的平均值作为外压总荷载实测值。

**B.4.1.3** 当在规定的持荷时间完成后出现试验标志时，取本级荷载值作为外压总荷载实测值。

### B.4.2 抗裂外压荷载实测值的结果计算

**B.4.2.1** 抗裂外压荷载实测值按式(B.1)计算：

$$P_i = \frac{F_i}{L_0} \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

$P_i$  ——第  $i$  级抗裂外压荷载实测值，单位为千牛每米(kN/m)；

$F_i$  ——第  $i$  级抗裂外压总荷载实测值，单位为千牛(kN)；

$L_0$  ——管子受压长度，JCCP 和 PCCPE 为管外壁平直段长，PCCPL 管为管长减承口深度与插口长度之和的一半，单位为米(m)。

**B.4.2.2** 抗裂外压荷载实测值  $P_i$  计算结果修约至与技术要求量值有效位数一致的数值。

表 B.1 外压荷载检测记录内容及格式示例

产品名称				规格型号			
样品编号			生产日期		加载设备重量	$F_0 =$ kN	
抗裂外压 检验荷载值		$P_c =$ kN/m	管子受压 长度	$L_0 =$ m	抗裂外压检 验总荷载 ( $F = P_c \times L_0$ )	$F =$ kN	
序 号	检验总荷载 分级百分数	每级总荷载值 $F_i$ kN	每级总外加载值 $F_{\mu} = F_i - F_0$ kN	仪表显示值 kN	持荷时间 min	裂缝宽度 mm	备注
预 加 载	$F_0/F \times 100\%$	$F_0$	0	0	—		加载设备 产生的荷载
	10%F	10%F	10%F - $F_0$	...	3		检查调整装置仪器
1	$F_0/F \times 100\%$	$F_0$	0	...	—		显示仪器调零
2	80%F	80%F	80%F - $F_0$	...	1		
3	90%F	90%F	90%F - $F_0$	...	1		
4	100%F	100%F	100%F - $F_0$	...	3		
5	105%F	105%F	105%F - $F_0$	...	3		
6	110%F	110%F	110%F - $F_0$	...	3		
...	...	...	...	...			
检测结果		$P =$ kN/m	检测结论	合格 (不合格)	备注	抗裂外压荷载实测值 $P$ 计算公式: $P_i = \frac{F_i}{L_0}$	

复核\_\_\_\_\_ 检测\_\_\_\_\_ 记录\_\_\_\_\_ 检测日期\_\_\_\_\_

## 附录 C

## (规范性附录)

## 保护层砂浆抗压强度试验方法(切割法)

## C.1 仪器设备

- C.1.1 卡尺,测量范围 0 mm~125 mm,分度值/分辨力不大于 0.02 mm,符合 GB/T 21389 规定。
- C.1.2 压力试验机,Ⅰ级精度,测量范围不宜大于 50 kN,符合 GB/T 3159 的要求。
- C.1.3 钢板模,厚度应不小于 5 mm,钢板面积不宜小于 0.05 m<sup>2</sup>。
- C.1.4 标准养护室或标准养护箱,温度(20±2)℃,相对湿度 95%以上。
- C.1.5 计量器具投入使用前应经检定合格或经校准确认符合要求,并在检定/校准的有效期内使用。

## C.2 试验方法

## C.2.1 试件制作

- C.2.1.1 准备好与制作管子保护层同材料、同配比的水泥砂浆原料于保护层砂浆辊射机料斗中,将钢板模固定在要制作保护层的管子上或模拟管子上。
- C.2.1.2 砂浆辊射机以正常制作管子保护层的参数工作,将水泥砂浆辊射到钢板模上直至达到规定的砂浆厚度(不宜小于 30 mm)。停机后,小心取下钢板模,并确保砂浆保护层试样不脱落、不开裂。
- C.2.1.3 带模砂浆试样按以下方式进行养护:
- 前期养护:带模砂浆试样应与管子砂浆保护层同条件养护,当采用蒸汽养护时,养护时间宜不少于 8 h;当采用自然养护时,静停时间宜不少于 24 h。
  - 后期养护:脱模后试件应置于标准养护室(或标准养护箱)养护至 28 天。
- C.2.1.4 用金刚石切割设备将砂浆保护层试件切割成 25 mm×25 mm×25 mm 的立方体试块。试块的取样部位距试件四周边缘应不少于 50 mm。切割时应确定并标识出每个立方体试块面向管子圆周方向的两个面作为保护层砂浆试块抗压强度试验的受力面,在这两个平行的切割面上做上记号。从切割的数个试块中选取 10 块外表面平整、形状完整、各表面相互垂直的试块作为试验用试块。

## C.2.2 抗压强度试验

- C.2.2.1 先将试块擦拭干净,辨识受力面,在非受力面上标记试件编号。
- C.2.2.2 用卡尺逐一测量试块两受力面之间立方体高度中部两对边的长度,并记录,精确至 0.02 mm。
- C.2.2.3 将试块置于试验机的下压板中央,应确保试块与试验机中心线对中,以免偏心加载。加载速度为 0.5 MPa/s~0.8 MPa/s。
- C.2.2.4 当试块接近破坏时,停止调整试验机油门,直至试件破坏,记录破坏荷载。

## C.2.3 结果计算

- C.2.3.1 保护层砂浆立方体抗压强度按式(C.1)计算:

$$f_{m,cu} = \frac{F_m}{A} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

$f_{m,cu}$ ——保护层砂浆立方体抗压强度,单位为兆帕(MPa),修约至 0.1 MPa;



$F_m$  ——砂浆试块破坏压力,单位为牛顿(N);

$A$  ——试块承压面积,指试块立方体高度中部的面积,单位为平方毫米( $\text{mm}^2$ )。

C.2.3.2 以 10 个试块抗压强度值中较大的 6 个值的算术平均值作为保护层砂浆立方体抗压强度值,修约至 1 MPa。

## 附录 D

## (规范性附录)

## 保护层砂浆吸水率试验方法(沸煮法)

## D.1 仪器设备

D.1.1 天平,最大称量范围不宜大于 100 g,感量不大于 0.01 g。

D.1.2 卡尺:同 C.1.1。

D.1.3 电热鼓风干燥箱,符合 GB/T 30435 的规定。

D.1.4 计量器具投入使用前应经检定合格或经校准确认符合要求,并在检定/校准的有效期内使用。

## D.2 试验方法

## D.2.1 试件制作

D.2.1.1 试件制作方法与 C.2.1 相同。

D.2.1.2 试块数量:25 mm×25 mm×25 mm 立方体试块 3 个,用在高温高湿环境下不褪色的记号笔逐一对试块进行编号。

## D.2.2 试块烘干

D.2.2.1 把试块放在温度为 105 ℃~115 ℃的电热鼓风干燥箱中烘干,干燥时间不少于 24 h,试块干燥至间隔时间超过 6 h 的两次连续称量的质量差应不超过 0.10%。

D.2.2.2 将试块从电热鼓风干燥箱中取出放入干燥器皿中降至常温后,称量干燥状态的质量  $m_0$ ,精确到 0.01 g。

## D.2.3 试块沸煮

D.2.3.1 将已称量的干燥试块放入盛有温度 10 ℃~24 ℃干净蒸馏水、雨水或者自来水的容器中,容器中水量应足以保证试验中途不加水。采用燃气或电加热设备加热,在不少于 1 h 但不超过 2 h 的时间内将容器中的水加热至沸腾,在最初的 1 h 的升温时间结束前,不允许向容器中通入蒸汽以缩短升温时间。继续沸煮 5 h 后关掉电源,让试样在水中自然冷却至室温。

D.2.3.2 从水中取出冷却试样放在排水架上,滴水约 1 min,用干燥的吸水布或吸水纸快速擦掉留在试样表面的水,立即逐一称量其在饱水状态的质量  $m_1$ ,精确到 0.01 g。

## D.3 结果计算与修约

D.3.1 试块的吸水率按式(D.1)计算:

$$\omega = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (D.1)$$

式中:

$\omega$  ——吸水率,%;

$m_1$  ——试块在饱水状态的质量,单位为克(g);

$m_0$  ——试块在干燥状态的质量,单位为克(g)。

**D.3.2 计算结果的修约：**

- a) 吸水率单个值按 SYG、PCCP 产品标准规定修约至 1%；当产品标准未作规定时结果修约至 0.1%；
- b) 吸水率平均值按 SYG、PCCP 产品标准规定修约至 1%；当产品标准未作规定时结果修约至 0.1%。

参 考 文 献

- [1] GB/T 3766—2001 液压系统通用技术条件
  - [2] GB 5083—1999 生产设备安全卫生设计总则
  - [3] GB 5226.1—2008 机械电气安全 机械电气设备 第1部分:通用技术条件
  - [4] GB/T 7932—2003 气动系统通用技术条件
  - [5] JC 532—2007 建材机械焊接件通用技术条件
- 



GB/T 15345-2017

书号:155066 • 1-55891

定价: 33.00 元