

ICS 29.280
S 82

TB

中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 2286.2—2015

代替 TB/T 2286.2—2008

电气化铁路接触网预应力混凝土支柱 第 2 部分：环形支柱

Prestressed concrete pole for overhead contact system of electrified railway—
Part 2: Circular pole

2015-04-24 发布

2015-11-01 实施

国家铁路局 发布

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 分类与命名	2
5 技术要求	9
6 检验方法	13
7 检验规则	17
8 标志与产品合格证	18
9 贮存及运输	19

前 言

TB/T 2286《电气化铁路接触网预应力混凝土支柱》分为两个部分：

——第1部分：横腹杆式支柱；

——第2部分：环形支柱。

本部分为TB/T 2286的第2部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本部分代替TB/T 2286.2—2008《电气化铁路接触网预应力混凝土支柱 第2部分：环形支柱》。

本部分与TB/T 2286.2—2008相比主要技术变化如下：

——修改了部分规范性引用文件(见第2章,2008年版的第2章)；

——增加了导高处支柱挠度不大于25 mm的T型支柱(见4.1)；

——修改了支柱挠度检验弯矩(见4.2,2008年版的4.2)；

——修改了混凝土耐久性能的技术要求(见5.4.6,2008年版的5.3.3)；

——增加了法兰盘端预应力主筋锚头的混凝土保护层厚度的技术要求(见5.8)；

——修改了支柱悬臂式试验方法(见6.3,2008年版的6.2)；

——修改了支柱立式试验方法(见6.3,2008年版的6.2)。

本部分由中铁电气化局集团有限公司提出并归口。

本部分负责起草单位：中国铁道科学研究院铁道建筑研究所、中铁电气化局集团有限公司。

本部分参加起草单位：中铁电气化勘测设计研究院有限公司、铁道部产品质量监督检验中心、中铁电气化局集团保定制品有限公司、宝鸡接触网器材检测中心、中铁电气化局集团德阳制品有限公司、中铁建电气化局集团西安电气化制品有限公司。

本部分主要起草人：魏齐威、安湘英、刘峰涛、仲新华、邢彤、李玖红、朱长华、戴贤兴、李建东。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

——TB/T 2287—1991、TB/T 2287—1997、TB/T 2287—2005；

——TB/T 2286.2—2008。

电气化铁路接触网预应力混凝土支柱

第2部分:环形支柱

1 范 围

本部分规定了电气化铁路接触网环形预应力混凝土支柱的产品分类、技术要求、检验方法、检验规则、标志和产品合格证、贮存及运输。

本部分适用于电气化铁路接触网环形预应力混凝土支柱(以下简称支柱),对城市轨道交通采用的同类接触网支柱可参照本部分执行。

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 175 通用硅酸盐水泥
- GB/T 700 碳素结构钢(GB/T 700—2006,ISO 630:1995,NEQ)
- GB 748 抗硫酸盐硅酸盐水泥
- GB 1499.1 钢筋混凝土用钢 第1部分 热轧光圆钢筋
- GB 1499.2 钢筋混凝土用钢 第2部分 热轧带肋钢筋(GB 1499.2—2007,ISO 6935-2:1991,NEQ)
- GB/T 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
- GB/T 4623 环形混凝土电杆
- GB/T 5223 预应力混凝土用钢丝(GB/T 5223—2002,ISO 6934-2:1991,NEQ)
- GB/T 13912 金属覆盖层 钢铁制件热浸镀锌层技术要求及试验方法(GB/T 13912—2002,ISO 1461:1999,MOD)
- GB/T 14684 建设用砂
- GB/T 14685 建设用卵石、碎石
- GB/T 18046 用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉
- 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
- GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
- GB 50205 钢结构工程施工质量验收规范
- JC/T 540 混凝土制品用冷拔低碳钢丝
- TB/T 3054 铁路混凝土工程预防碱—骨料反应技术条件
- TB 10424 铁路混凝土工程施工质量验收标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

标准检验弯矩 **standard test bending moment**

支柱在地面或基础顶面处悬挂方向的弯矩标准检验值,用“ M_k ”表示,此时风速对应结构设计

风速。

3.2

柱顶挠度检验弯矩 test bending moment for mast top deflection

为正常使用极限状态下悬挂方向柱顶挠度的检验弯矩(在地面或基础顶面处),包括悬挂荷载与风荷载,用“ M_s ”表示,此时风速对应设计运行风速(或风偏设计风速)。

3.3

导高处挠度检验弯矩 test bending moment for contact wire height deflection

为正常使用极限状态下悬挂方向接触线高度(导高)处支柱挠度的检验弯矩(在地面或基础顶面处),仅包括风荷载作用,用“ M_w ”表示,此时风速对应设计运行风速(或风偏设计风速)。

3.4

露筋 exposed steel

支柱内部的钢筋未被混凝土包裹而外露。

3.5

裂缝 crack

支柱外表面伸入混凝土内部的缝隙。

3.6

蜂窝 honeycomb

混凝土表面因漏浆或缺少水泥砂浆而引起的蜂窝状空洞。

3.7

麻面 pitted surface

支柱外表面呈现的密集微孔。

3.8

粘皮 peeling

支柱外表面的水泥浆层被粘去后留下的粗糙表面。

3.9

碰伤掉角 unfilled corner for crash

支柱表面较大面积并有一定深度的混凝土被碰掉。

3.10

漏浆 leakage

支柱表面因水泥浆流失而露出集料。

3.11

龟裂 plastic crack

支柱表面呈龟背纹路,无整齐的边缘和明显的深度。

3.12

水纹 water graining

支柱外表面湿润时呈现可见微细纹路,水分蒸发后纹路随之消失。

3.13

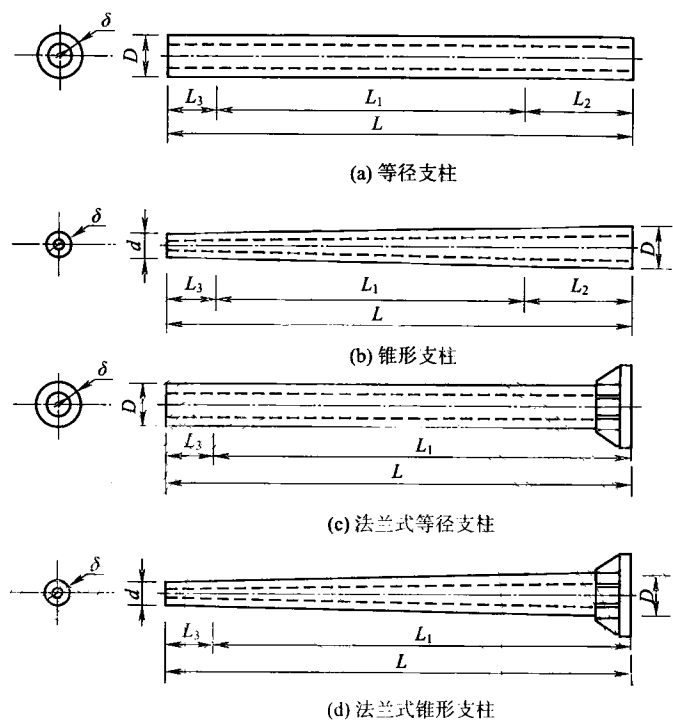
塌落 slump

支柱内壁混凝土成块状脱落。

4 分类与命名

4.1 分 类

产品按外形分为等径支柱和锥形支柱(锥度为1:75),支柱外形见图1。



L ——柱高；
 L_1 ——荷载点高度；
 L_2 ——支持点高度；
 L_3 ——柱顶至荷载点距离(0.25 m)；
 D ——根径或外径；
 δ ——壁厚；
 d ——梢径。

图 1 支柱外形示意图

产品按支柱导高处挠度的要求不同分为普通型支柱和 T 型支柱,见表 1、表 2、表 3 和表 4。

4.2 支柱规格及检验弯矩

支柱规格及检验弯矩见表 1、表 2、表 3 和表 4。

表 1 $\phi 350$ T 型支柱的检验弯矩 单位为千牛米

支柱规格	结构设计风速	设计运行风速		
	标准检验弯矩 M_k	柱顶挠度检验弯矩 M_u	导高 6.35 m 处挠度的检验弯矩 M_u	导高 7.5 m 处挠度的检验弯矩 M_u
$\phi 350T \frac{60}{9}, \phi 350T \frac{60}{9+1.5}, \phi 350T \frac{60}{9+3}$	60	60	45	—
$\phi 350T \frac{60}{10}, \phi 350T \frac{60}{10+1.5}, \phi 350T \frac{60}{10+3}$	60	60	—	34
$\phi 350T \frac{60}{11}, \phi 350T \frac{60}{11+1.5}, \phi 350T \frac{60}{11+3}$	60	60	—	33
$\phi 350T \frac{60}{12}, \phi 350T \frac{60}{12+1.5}$	60	60	—	32

表 1 $\phi 350$ T 型支柱的检验弯矩(续)

单位为千牛米

支柱规格	结构设计风速	设计运行风速		
	标准检验弯矩 M_k	柱顶挠度检验弯矩 M_n	导高 6.35 m 处挠度的检验弯矩 M_w	导高 7.5 m 处挠度的检验弯矩 M_w
$\phi 350T \frac{80}{9}, \phi 350T \frac{80}{9+1.5}, \phi 350T \frac{80}{9+3}$	80	80	48	—
$\phi 350T \frac{80}{10}, \phi 350T \frac{80}{10+1.5}, \phi 350T \frac{80}{10+3}$	80	80	—	35
$\phi 350T \frac{80}{11}, \phi 350T \frac{80}{11+1.5}, \phi 350T \frac{80}{11+3}$	80	80	—	34
$\phi 350T \frac{80}{12}, \phi 350T \frac{80}{12+1.5}$	80	80	—	33
$\phi 350T \frac{100}{9}, \phi 350T \frac{100}{9+1.5}, \phi 350T \frac{100}{9+3}$	100	100	51	—
$\phi 350T \frac{100}{10}, \phi 350T \frac{100}{100+1.5}, \phi 350T \frac{100}{10+3}$	100	100	—	36
$\phi 350T \frac{100}{11}, \phi 350T \frac{100}{11+1.5}, \phi 350T \frac{100}{11+3}$	100	100	—	35
$\phi 350T \frac{100}{12}, \phi 350T \frac{100}{12+1.5}$	100	95	—	34
$\phi 350T \frac{120}{9}, \phi 350T \frac{120}{9+1.5}, \phi 350T \frac{120}{9+3}$	120	120	54	—
$\phi 350T \frac{120}{10}, \phi 350T \frac{120}{10+1.5}, \phi 350T \frac{120}{10+3}$	120	120	—	39
$\phi 350T \frac{120}{11}, \phi 350T \frac{120}{11+1.5}, \phi 350T \frac{120}{11+3}$	120	120	—	38
$\phi 350T \frac{120}{12}, \phi 350T \frac{120}{12+1.5}$	120	110	—	37
$\phi 350T \frac{140}{9}, \phi 350T \frac{140}{9+1.5}, \phi 350T \frac{140}{9+3.5}$	140	140	57	—
$\phi 350T \frac{140}{10}, \phi 350T \frac{140}{10+1.5}, \phi 350T \frac{140}{10+3.5}$	140	140	—	42
$\phi 350T \frac{140}{11}, \phi 350T \frac{140}{11+1.5}, \phi 350T \frac{140}{10.5+3.5}$	140	135	—	41
$\phi 350T \frac{140}{12}, \phi 350T \frac{140}{12+1.5}$	140	125	—	40
$\phi 350T \frac{160}{9}, \phi 350T \frac{160}{9+1.5}, \phi 350T \frac{160}{9+3.5}$	160	160	60	—
$\phi 350T \frac{160}{10}, \phi 350T \frac{160}{10+1.5}, \phi 350T \frac{160}{10+3.5}$	160	155	—	44

表 1 $\phi 350$ T 型支柱的检验弯矩(续)

单位为千牛米

支柱规格	结构设计风速	设计运行风速		
	标准检验弯矩 M_k	柱顶挠度检验弯矩 M_s	导高 6.35 m 处挠度的检验弯矩 M_w	导高 7.5 m 处挠度的检验弯矩 M_w
$\phi 350T \frac{160}{11}, \phi 350T \frac{160}{11+1.5}, \phi 350T \frac{160}{10.5+3.5}$	160	145	—	43
$\phi 350T \frac{160}{12}, \phi 350T \frac{160}{12+1.5}$	160	130	—	42
$\phi 350T \frac{180}{9}, \phi 350T \frac{180}{9+1.5}, \phi 350T \frac{180}{9+3.5}$	180	180	63	—
$\phi 350T \frac{180}{10}, \phi 350T \frac{180}{10+1.5}, \phi 350T \frac{180}{10+3.5}$	180	165	—	45
$\phi 350T \frac{180}{11}, \phi 350T \frac{180}{11+1.5}, \phi 350T \frac{180}{10.5+3.5}$	180	150	—	44
$\phi 350T \frac{180}{12}, \phi 350T \frac{180}{12+1.5}$	180	135	—	43
$\phi 350T \frac{200}{9}, \phi 350T \frac{200}{9+1.5}, \phi 350T \frac{200}{9+3.5}$	200	200	66	—
$\phi 350T \frac{200}{10}, \phi 350T \frac{200}{10+1.5}, \phi 350T \frac{200}{10+3.5}$	200	180	—	48
$\phi 350T \frac{200}{11}, \phi 350T \frac{200}{11+1.5}, \phi 350T \frac{200}{10.5+3.5}$	200	160	—	47
$\phi 350T \frac{200}{12}, \phi 350T \frac{200}{12+1.5}$	200	140	—	46

支柱地面以上高度小于或等于 9 m 时,按导高 6.35 m 检验;支柱地面以上高度大于 9 m 时,按导高 7.5 m 检验。

注 1:支柱地面以上高度可按 0.25 m 模数递减,检验弯矩按支柱高度上靠。

注 2:表中支柱规格分母第二项为 1.5 者为采用杯型基础支柱,1.5 为插入杯口深度,无此项者表示带法兰盘支柱。

表 2 $\phi 300$ 普通型支柱的检验弯矩

单位为千牛米

支柱规格	结构设计风速	设计运行风速		
	标准检验弯矩 M_k	柱顶挠度检验弯矩 M_s	导高 6.35 m 处挠度的检验弯矩 M_w	导高 7.5 m 处挠度的检验弯矩 M_w
$\phi 300 \frac{60}{9}, \phi 300 \frac{60}{9+1.5}, \phi 300 \frac{60}{9+3}$	60	60	45	—
$\phi 300 \frac{60}{10}, \phi 300 \frac{60}{10+1.5}, \phi 300 \frac{60}{10+3}$	60	60	—	33
$\phi 300 \frac{60}{11}, \phi 300 \frac{60}{11+1.5}$	60	60	—	32
$\phi 300 \frac{80}{9}, \phi 300 \frac{80}{9+1.5}, \phi 300 \frac{80}{9+3}$	80	80	50	—
$\phi 300 \frac{80}{10}, \phi 300 \frac{80}{10+1.5}, \phi 300 \frac{80}{10+3}$	80	70	—	36

表2 $\phi 300$ 普通型支柱的检验弯矩(续)

单位为千牛米

支柱规格	结构设计风速	设计运行风速		
	标准检验弯矩 M_k	柱顶挠度检验弯矩 M_u	导高 6.35 m 处挠度的检验弯矩 M_w	导高 7.5 m 处挠度的检验弯矩 M_w
$\phi 300 \frac{80}{11}, \phi 300 \frac{80}{11+1.5}$	80	65	—	35
$\phi 300 \frac{100}{9}, \phi 300 \frac{100}{9+1.5}, \phi 300 \frac{100}{9+3}$	100	88	55	—
$\phi 300 \frac{100}{10}, \phi 300 \frac{100}{10+1.5}, \phi 300 \frac{100}{10+3}$	100	80	—	40
$\phi 300 \frac{100}{11}, \phi 300 \frac{100}{11+1.5}$	100	73	—	39
$\phi 300 \frac{120}{9}, \phi 300 \frac{120}{9+1.5}, \phi 300 \frac{120}{9+3}$	120	98	60	—
$\phi 300 \frac{120}{10}, \phi 300 \frac{120}{10+1.5}, \phi 300 \frac{120}{10+3}$	120	88	—	44
$\phi 300 \frac{120}{11}, \phi 300 \frac{120}{11+1.5}$	120	78	—	42
支柱地面以上高度小于或等于 9 m 时,按导高 6.35 m 检验;支柱地面以上高度大于 9 m 时,按导高 7.5 m 检验。 注 1:支柱地面以上高度可按 0.25 m 模数递减,检验弯矩按支柱高度上靠。 注 2:表中支柱规格分母第二项为 1.5 者为采用杯型基础支柱,1.5 为插入杯口深度,无此项者表示带法兰盘支柱。				

表3 $\phi 350$ 普通型支柱的检验弯矩

单位为千牛米

支柱规格	结构设计风速	设计运行风速		
	标准检验弯矩 M_k	柱顶挠度检验弯矩 M_u	导高 6.35 m 处挠度的检验弯矩 M_w	导高 7.5 m 处挠度的检验弯矩 M_w
$\phi 350 \frac{60}{9}, \phi 350 \frac{60}{9+1.5}, \phi 350 \frac{60}{9+3}$	60	60	45	—
$\phi 350 \frac{60}{10}, \phi 350 \frac{60}{10+1.5}, \phi 350 \frac{60}{10+3}$	60	60	—	40
$\phi 350 \frac{60}{11}, \phi 350 \frac{60}{11+1.5}, \phi 350 \frac{60}{11+3}$	60	60	—	40
$\phi 350 \frac{60}{12}, \phi 350 \frac{60}{12+1.5}$	60	60	—	40
$\phi 350 \frac{80}{9}, \phi 350 \frac{80}{9+1.5}, \phi 350 \frac{80}{9+3}$	80	80	55	—
$\phi 350 \frac{80}{10}, \phi 350 \frac{80}{10+1.5}, \phi 350 \frac{80}{10+3}$	80	80	—	50
$\phi 350 \frac{80}{11}, \phi 350 \frac{80}{11+1.5}, \phi 350 \frac{80}{11+3}$	80	80	—	50
$\phi 350 \frac{80}{12}, \phi 350 \frac{80}{12+1.5}$	80	80	—	50

表3 $\phi 350$ 普通型支柱的检验弯矩(续)

单位为千牛米

支柱规格	结构设计风速	设计运行风速		
	标准检验弯矩 M_k	柱顶挠度检验弯矩 M_u	导高 6.35 m 处挠度的检验弯矩 M_w	导高 7.5 m 处挠度的检验弯矩 M_w
$\phi 350 \frac{100}{9}, \phi 350 \frac{100}{9+1.5}, \phi 350 \frac{100}{9+3}$	100	100	60	—
$\phi 350 \frac{100}{10}, \phi 350 \frac{100}{10+1.5}, \phi 350 \frac{100}{10+3}$	100	100	—	55
$\phi 350 \frac{100}{11}, \phi 350 \frac{100}{11+1.5}, \phi 350 \frac{100}{11+3}$	100	100	—	55
$\phi 350 \frac{100}{12}, \phi 350 \frac{100}{12+1.5}$	100	90	—	55
$\phi 350 \frac{120}{9}, \phi 350 \frac{120}{9+1.5}, \phi 350 \frac{120}{9+3}$	120	120	80	—
$\phi 350 \frac{120}{10}, \phi 350 \frac{120}{10+1.5}, \phi 350 \frac{120}{10+3}$	120	120	—	65
$\phi 350 \frac{120}{11}, \phi 350 \frac{120}{11+1.5}, \phi 350 \frac{120}{11+3}$	120	120	—	60
$\phi 350 \frac{120}{12}, \phi 350 \frac{120}{12+1.5}$	120	110	—	60
$\phi 350 \frac{140}{9}, \phi 350 \frac{140}{9+1.5}, \phi 350 \frac{140}{9+3.5}$	140	140	95	—
$\phi 350 \frac{140}{10}, \phi 350 \frac{140}{10+1.5}, \phi 350 \frac{140}{10+3.5}$	140	135	—	70
$\phi 350 \frac{140}{11}, \phi 350 \frac{140}{11+1.5}, \phi 350 \frac{140}{10.5+3.5}$	140	125	—	70
$\phi 350 \frac{140}{12}, \phi 350 \frac{140}{12+1.5}$	140	115	—	65
$\phi 350 \frac{160}{9}, \phi 350 \frac{160}{9+1.5}, \phi 350 \frac{160}{9+3.5}$	160	160	100	—
$\phi 350 \frac{160}{10}, \phi 350 \frac{160}{10+1.5}, \phi 350 \frac{160}{10+3.5}$	160	145	—	75
$\phi 350 \frac{160}{11}, \phi 350 \frac{160}{11+1.5}, \phi 350 \frac{160}{10.5+3.5}$	160	135	—	75
$\phi 350 \frac{160}{12}, \phi 350 \frac{160}{12+1.5}$	160	120	—	70

支柱地面以上高度小于或等于 9 m 时,按导高 6.35 m 检验;支柱地面以上高度大于 9 m 时,按导高 7.5 m 检验。
 注 1:支柱地面以上高度可按 0.25 m 模数递减,检验弯矩按支柱高度上靠。
 注 2:表中支柱规格分母第二项为 1.5 者为采用杯型基础支柱,1.5 为插入杯口深度,无此项者表示带法兰盘支柱。

表4 锥形支柱的检验弯矩

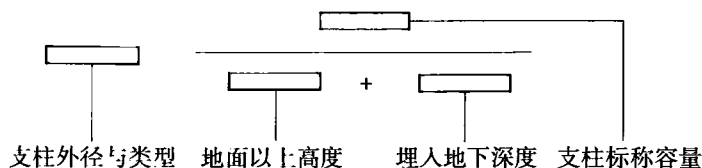
单位为千牛米

支柱规格	结构设计风速	设计运行风速		
	标准检验弯矩 M_k	柱顶挠度检验弯矩 M_k	导高 6.35 m 处挠度的检验弯矩 M_k	导高 7.5 m 处挠度的检验弯矩 M_k
$\phi 270 \frac{60}{9+3}$	60	60	40	—
$\phi 270 \frac{80}{9+3}$	80	80	50	—
$\phi 270 \frac{100}{9+3}$	100	95	65	—
$\phi 270 \frac{120}{9+3}$	120	105	75	—
$\phi 270 \frac{60}{9+1.5}$	60	60	40	—
$\phi 243 \frac{60}{11+1.5}$	60	60	—	35
$\phi 270 \frac{80}{9+1.5}$	80	80	50	—
$\phi 243 \frac{80}{11+1.5}$	80	80	—	45
$\phi 270 \frac{100}{9+1.5}$	100	95	65	—
$\phi 243 \frac{100}{11+1.5}$	100	95	—	50
$\phi 270 \frac{120}{9+1.5}$	120	105	75	—
$\phi 243 \frac{120}{11+1.5}$	120	105	—	55
$\phi 270 \frac{60}{9}$	60	60	40	—
$\phi 243 \frac{60}{11}$	60	60	—	35
$\phi 270 \frac{80}{9}$	80	80	50	—
$\phi 243 \frac{80}{11}$	80	80	—	45
$\phi 270 \frac{100}{9}$	100	95	65	—
$\phi 243 \frac{100}{11}$	100	95	—	50
$\phi 270 \frac{120}{9}$	120	105	75	—
$\phi 243 \frac{120}{11}$	120	105	—	55

支柱地面以上高度小于或等于 9 m 时,按导高 6.35 m 检验;支柱地面以上高度大于 9 m 时,按导高 7.5 m 检验。

4.3 支柱规格表示方法

4.3.1 规格结构



其中:

支柱外径:表示环形预应力混凝土支柱的外径(锥形支柱为梢径),单位为毫米(mm)。

支柱类型:表示普通型支柱或T型支柱。

支柱标称容量:表示支柱悬挂方向的标称容量,单位为千牛米(kN·m)。

地面以上高度:表示支柱地面以上高度,单位为米(m)。

埋入地下深度:表示支柱埋入地下的深度,单位为米(m)。无此项者表示带法兰盘支柱。

4.3.2 规格示例

示例1:

$$\phi 350 T \frac{200}{9+1.5}$$

表示外径为350 mm的T型环形等径预应力混凝土支柱(在导高处挠度检验弯矩作用下,其导高处支柱挠度不大于25 mm),其悬挂方向的标称容量为200 kN·m,地面以上高度9 m,埋入地下深度1.5 m。

示例2:

$$\phi 300 \frac{120}{9+3}$$

表示外径为300 mm的普通型环形等径预应力混凝土支柱(在导高处挠度检验弯矩作用下,其导高处支柱挠度不大于50 mm),其悬挂方向的标称容量为120 kN·m,地面以上高度9 m,埋入地下深度3 m。

4.4 锚 柱

所有支柱都可作为打拉线下锚柱使用,但悬挂方向的弯矩与由于下锚所产生悬挂方向的附加弯矩之和不应大于支柱的标准检验弯矩,且普通型支柱垂直分力不应大于65 kN(不含自重),T型支柱垂直分力不应大于75 kN(不含自重)。

5 技术要求

5.1 一般要求

支柱应符合本部分要求,并按技术文件制造,但经供需双方协议,也可生产其他规格的支柱。

5.2 原 材 料

5.2.1 一般要求

主要原材料应有出厂合格证明书及进厂复验报告单。

5.2.2 水 泥

水泥宜采用强度等级不低于42.5级的硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或抗硫酸盐硅酸盐水泥,其性能应符合GB 175、GB 748及TB 10424的规定。

5.2.3 骨 料

5.2.3.1 细骨料应采用硬质洁净的天然中粗砂,其细度模数为2.6~3.2,含泥量按质量计不应大于1.5%,其余技术要求应符合GB/T 14684及TB 10424的规定。

5.2.3.2 粗骨料应为坚硬耐久的岩碎石,空隙率不大于40%,压碎指标值不应大于10%,岩石的抗压

强度与混凝土设计强度之比不应小于2,含泥量不应大于0.5%,针片状含量不应大于5%;其余技术要求应符合 GB/T 14685 及 TB 10424 的规定。

5.2.4 水

混凝土拌合用水的质量应符合 TB 10424 的规定。

5.2.5 外加剂

外加剂的质量应符合 TB 10424 的规定,不应使用氯盐类外加剂或其他对钢筋有腐蚀作用的外加剂。

5.2.6 掺合料

掺入混凝土中的 I 级粉煤灰和矿渣粉应分别符合 GB/T 1596 及 GB/T 18046 的规定。

5.2.7 钢材

5.2.7.1 预应力纵向受力钢筋

预应力钢筋宜采用低松弛(WLR)的螺旋肋钢丝或刻痕钢丝,其性能应符合 GB/T 5223 的规定。

5.2.7.2 普通纵向受力钢筋

普通纵向受力钢筋宜采用热轧带肋钢筋,其性能应符合 GB 1499.2 的规定。

5.2.7.3 螺旋筋

螺旋筋宜采用乙级螺旋肋冷拔低碳钢丝,其性能应符合 JC/T 540 的规定。其螺旋肋形式应符合 GB/T 5223 的规定。

5.2.7.4 架立圈筋

架立圈筋宜采用热轧光圆钢筋,其性能应符合 GB 1499.1 的规定。

5.2.7.5 底座法兰盘

底座法兰盘所用钢板宜采用 Q235B 钢,不应采用沸腾钢。钢材的性能应符合 GB/T 700 的规定。

5.3 构造要求

5.3.1 钢筋和钢丝加工

5.3.1.1 钢筋和钢丝应无油污,调直下料后,不应有局部弯曲,端面应平整。

5.3.1.2 每组钢丝下料长度的相对误差不超过下料长度的 1.5/10 000,并符合 GB 50204 的规定。

5.3.1.3 预应力钢丝镦头的强度不应低于钢丝强度标准值的 98%,并符合 GB 50204 的规定。

5.3.1.4 普通钢筋焊接接头的抗拉强度不应低于该材料的抗拉强度,并符合 GB 50204 的规定。

5.3.2 螺旋筋

支柱在其全部长度范围内均应配置螺旋筋,螺旋筋直径宜采用 4 mm~6 mm。当支柱的直径大于或等于 350 mm 时,螺旋筋直径不宜小于 5 mm。螺旋筋间距在距两端各 1.5 m 之内不宜大于 60 mm,其余不得大于 80 mm。所有支柱的两端螺旋筋应密缠 3~5 圈。

5.3.3 底座法兰盘

底座法兰盘按设计图纸制造,其质量应符合 GB 50205 的规定,并进行热浸镀锌防腐。热浸镀锌应符合 GB/T 13912 的规定。

5.3.4 施加预应力的技术要求

主筋编组及张拉时,应保证钢丝或钢筋受力均匀。预应力主筋的张拉力不应低于设计值。预应力钢筋的张拉程度及应力控制方法应符合 GB 50204 的规定。预应力钢筋不应断筋。

5.3.5 支柱两端要求

支柱出厂前,两端外露的纵向受力钢筋头应切除,底端防腐,顶端封顶。

5.4 混凝土

5.4.1 混凝土强度等级

混凝土的强度等级不应低于 C50。

5.4.2 施加预应力时的混凝土强度

施加预应力时不应低于设计强度等级的75%。

5.4.3 出厂时的混凝土强度

出厂时应达到混凝土的设计强度等级。

5.4.4 总碱量

当骨料具有碱活性时,混凝土的总碱量应符合 TB/T 3054 的规定。

5.4.5 混凝土质量控制

混凝土质量控制应符合 TB 10424 的规定。

5.4.6 耐久性能

5.4.6.1 具有耐久性能要求的支柱,其混凝土性能应满足如下要求:

- a) 56 d 龄期混凝土抗冻等级(快冻法)不应小于 TB 10424 规定的 F300。
- b) 56 d 龄期混凝土电通量应小于 1 000 C。
- c) 处于氯盐环境时,56 d 龄期混凝土氯离子扩散系数不大于 $3 \times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$ 。
- d) 处于盐类结晶破坏环境时,混凝土气泡间距系数不大于 300 μm ,且 56 d 龄期混凝土抗硫酸盐结晶破坏等级不应小于 TB 10424 规定的 KS150。
- e) 处于化学侵蚀环境时,56 d 龄期胶凝材料抗蚀系数不应小于 0.80。

5.4.6.2 严寒和寒冷地区的支柱,其混凝土性能应符合 TB 10424 的规定。

5.5 养护与脱模

5.5.1 蒸汽养护

支柱采用蒸汽养护时,静停时间不应少于 2 h,升温速度不应大于 20 $^{\circ}\text{C}/\text{h}$,蒸汽养护温度宜为 60 $^{\circ}\text{C}$,并应有一定的停气降温时间,降温速度不应大于 20 $^{\circ}\text{C}/\text{h}$,出坑前的支柱表面与坑外环境温差不应大于 20 $^{\circ}\text{C}$ 。

5.5.2 脱模

支柱脱模后,洒水养护 14 d,经常保持支柱表面的湿润状态,当日平均气温低于 5 $^{\circ}\text{C}$ 时,不再洒水。

5.6 外观质量

外观质量应符合表 5 的规定。

表 5 外观质量指标

序号	项 目	项目类别	质量要求
1	裂缝	A	不应有环向或纵向裂缝,但龟裂、水纹和法兰盘上钢混结合部无规则裂纹不在此限
2	漏浆	B	①合缝处不应漏浆,但漏浆深度不大于 10 mm,每处漏浆长度不大于 300 mm,累计长度不大于柱高的 10%,或对称漏浆的搭接长度不大于 100 mm 时,允许修补; ②法兰盘与柱身结合面不应漏浆,但漏浆深度不大于 10 mm,环向漏浆长度不大于周长的 1/4 时,允许修补
3	碰伤	B	局部不应碰伤,但当深度不大于 10 mm,端部环向碰伤长度不大于周长的 1/4,且纵向长度不大于 50 mm 时,允许修补
4	露筋	A	不允许。但不包括支柱端部的纵向预应力钢筋头
5	塌落	A	不允许
6	蜂窝	A	不允许
7	麻面、粘皮	B	不应有麻面或粘皮,但如每米长度内麻面或粘皮总面积不大于相同长度外表面积的 5% 时,允许修补
注:A 为关键点,B 为主要点。			

5.7 允许偏差

各部尺寸允许偏差应符合表6的规定。

表6 尺寸允许偏差

单位为毫米

序号	项 目	项目类别	质量要求
1	柱高	B	+30 -40
2	壁厚	B	+10 -2
3	外径	B	+4 -2
4	混凝土保护层厚度	预应力主筋	+8 -2
		预应力主筋墩头	+7 -3
5	弯曲度	柱高 $L \geq 12$ m	$L/800$
		高 $L < 12$ m	$L/1\,000$
6	端部倾斜	柱底	5
		法兰盘	3
7	预留孔	纵向两孔间距	± 4
		直径	+2 0
8	法兰盘	外形尺寸	± 2
		螺孔中心距	± 1.5
		端板厚度	+1.0 -0.5
		螺孔直径	± 0.5
9	法兰盘轴线与支柱轴线	B	≤ 3

主筋保护层厚度偏差为制造与设计的差数,但最小厚度应符合5.8的规定;主筋墩头保护层厚度偏差为制造与5.8规定的差数。
注:A为关键点,B为主要点。

5.8 混凝土保护层

预应力主筋的混凝土保护层厚度不小于20 mm,法兰盘端预应力主筋墩头顶部的混凝土保护层厚度不小于13 mm,保护层厚度允许偏差见表6。

5.9 结构性能检验

5.9.1 抗裂检验

支柱加荷至标准检验弯矩的100%时,不应出现裂缝(法兰盘上部150 mm范围内卸荷后不闭合的无规则裂缝不影响试验结果)。

5.9.2 挠度检验

5.9.2.1 支柱加荷至导高处挠度检验弯矩时,普通型支柱导高处挠度不应大于50 mm。

5.9.2.2 支柱加荷至导高处挠度检验弯矩时,T型支柱导高处挠度不应大于25 mm。

5.9.2.3 支柱加荷至柱顶挠度检验弯矩时,柱顶挠度不应大于 $\frac{1.5}{100}(L_1 + L_3)$ 。

5.9.3 承载力检验

支柱加荷至标准检验弯矩的 200% 时,不应出现下列任一种承载力极限状态标志:

- a) 受拉区混凝土裂缝宽度达到 1.5 mm;
- b) 受拉钢筋被拉断;
- c) 受压区混凝土破坏。

6 检验方法

6.1 混凝土抗压强度

6.1.1 混凝土应在灌注工序中随机取样,制作立方体试件,3 个试件为一组。

6.1.2 每生产班拌制的同配合比的混凝土,取样不应少于一次,每次至少成型三组。二组试件与支柱同条件养护,另一组试件进行标准养护。

6.1.3 一组与支柱同条件养护的试件用于检验脱模强度;另一组与支柱同条件养护的试件用于检验支柱出厂时的混凝土强度;经标准养护的试件用于检验评定混凝土 28 d 抗压强度。

6.1.4 混凝土抗压强度试验方法应符合 GB/T 50081 的规定。

6.1.5 具有耐久性能要求的支柱,应在生产前及每年按 5.4.6 的要求进行混凝土耐久性能检验。其检验方法应符合 TB 10424 的规定。

6.2 外观质量、尺寸偏差

外观质量、尺寸偏差的检验工具与检验方法见表 7。

表 7 外观质量和尺寸偏差的检验工具与检验方法

序号	检验项目	检验工具与检验方法	检验工具分度值 mm
1	裂缝宽度	用 20 倍读数放大镜测量,精确至 0.01 mm	0.01
2	漏浆长度	用钢卷尺测量,精确至 1 mm	1
3	漏浆深度	用深度游标卡尺测量,精确至 0.1 mm	0.10
4	碰伤长度	用钢卷尺(或钢直尺)测量,精确至 1 mm	1
5	碰伤深度	用深度游标卡尺测量,精确至 0.1 mm	0.10
6	内、外表面露筋	观察	—
7	内表面混凝土塌落	观察	—
8	蜂窝	观察	—
9	麻面、粘皮	用钢卷尺(或钢直尺)测量,精确至 1 mm	1
10	柱高	用钢卷尺测量,精确至 1 mm	1
11	壁厚	用钢直尺在同一断面相互垂直的两直径上测定四处壁厚,取其平均值,精确至 1 mm	0.5
12	外径	用钢直尺或卡尺在同一断面测定相互垂直的两直径,取其平均值,精确至 1 mm	1
13	保护层厚度	用深度游标卡尺测量三个点,在中部及距两端 0.5 m 处,每个断面测量一点。法兰型支柱增加测量法兰盘端预应力主筋锚头顶部的混凝土保护层厚度。精确至 0.1 mm	0.10

表 7 外观质量和尺寸偏差的检验工具与检验方法(续)

序号	检验项目	检验工具与检验方法	检验工具分度值 mm
14	弯曲度	将拉线紧靠支柱的两端部,用钢直尺测量其弯曲处的最大距离(矢高),精确至 1 mm	0.5
15	预留孔直径及位置	用钢卷尺(或钢直尺)测量,精确至 1 mm	0.5
16	法兰盘底板厚度	用游标卡尺测量,精确至 0.1 mm	0.10
17	法兰盘轴线与支柱轴线偏差	在相互垂直的两直径外延线上,用专用半环形板及钢直尺测量钢板圈外边至支柱边距离,精确至 1 mm	0.5

6.3 支柱结构性能检验

6.3.1 检验仪器设备

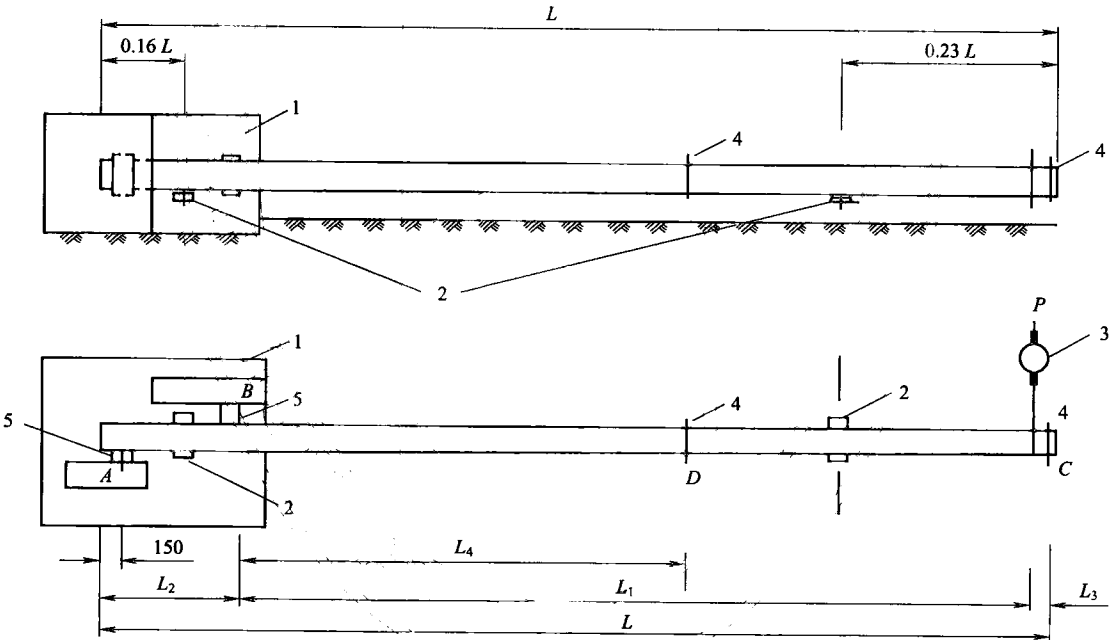
检验仪器设备的技术要求应符合 GB/T 4623 的规定。

6.3.2 支柱试验方法

法兰型支柱采用立式试验方法,其他类型支柱采用悬臂式试验方法。

6.3.3 支柱试验布置图

悬臂式试验方法与测量仪表布置如图 2 所示,立式试验方法如图 3 所示。



- 1——混凝土台座;
- 2——弹性滚动台座;
- 3——拉力传感器;
- 4——挠度测定架;
- 5——宽 150 mm 硬木制成的垫板。

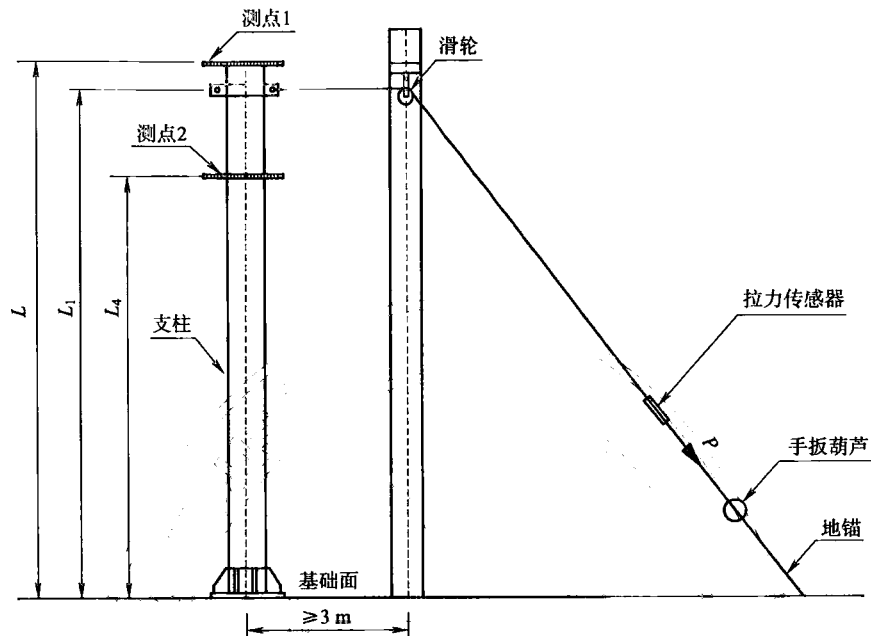
注 1: A 点处于垫板中线上,到支柱根端的距离等于 150 mm, B 点垫板的右端面到支柱根端面的距离等于 L_2 ;

注 2: L_4 为地面或基础顶面处至导高处的支柱高度,单位为米(m);

注 3: 图示弹性滚动支点位置可以左右移动 0.6 m,滚动支点处地面水平;

注 4: 滚动支点处地面上铺钢板且地面水平,试验前用水平尺检查。

图 2 悬臂式试验布置图



P ——检验荷载,单位为千牛(kN);
 L_1 ——荷载点高度,单位为米(m);
 L_4 ——导高处支柱高度,单位为米(m);
 L ——支柱高度,单位为米(m)。

图3 立式试验布置图

6.3.4 支柱的加荷程序

支柱的加荷程序如下:

- 由零按导高处挠度检验弯矩 25% 的级差加荷至导高处挠度检验弯矩值,每次静停时间不少于 1 min,测量并记录支柱的挠度值。
- 由导高处挠度检验弯矩卸荷至零,静停时间不少于 3 min,测量并记录其挠度值。
- 由零按柱顶挠度检验弯矩 20% 的级差加荷至柱顶挠度检验弯矩的 80%,每次静停时间不少于 1 min,测量并记录支柱的挠度值,再按柱顶挠度检验弯矩 10% 的级差继续加荷至柱顶挠度检验弯矩值,再加荷至标准检验弯矩值,每次静停时间不少于 3 min。观察是否有裂缝出现,并测量和记录裂缝宽度及挠度。
- 如果在标准检验弯矩 100% 出现裂缝,则卸荷至零。如果未出现裂缝,则继续按标准检验弯矩 10% 的级差加荷至裂缝出现,测量和记录裂缝宽度及挠度值,每次静停时间不少于 3 min。
- 由初裂弯矩卸荷至零,卸荷后静停时间不少于 3 min,观察裂缝是否闭合,测量和记录其残余挠度值。
- 由零按标准检验弯矩 20% 的级差加荷至标准检验弯矩的 100%,测量和记录裂缝宽度及挠度,递增至标准检验弯矩的 160%,每次静停时间不少于 1 min,再按标准检验弯矩 10% 的级差继续加荷,递增至标准检验弯矩的 200%,每次静停时间不少于 3 min,测量和记录裂缝宽度和挠度值,检查支柱是否达到承载能力极限状态,然后卸荷至零。

6.3.5 立式试验

6.3.5.1 法兰型支柱采用立式试验,所加荷载为水平,加荷程序按 6.3.4 的规定进行。

6.3.5.2 立式试验基础应稳定可靠,基础不应有转动变形。

6.3.5.3 立式试验时,将经纬仪放置于垂直悬挂方向,任一级荷载下的支柱导高处挠度及柱顶挠度,

可用经纬仪直接测量。

6.3.6 支柱的初裂弯矩和承载力检验弯矩实测值的确定

6.3.6.1 初裂弯矩的确定

支柱的初裂弯矩按下列确定：

- 当在加荷过程中第一次出现裂缝时,取前一级弯矩作为初裂弯矩的实测值;
- 当在规定的荷载持续时间内第一次出现裂缝时,应取本级弯矩与前一级弯矩的平均值作为初裂弯矩的实测值;
- 当在规定的荷载持续时间结束后第一次出现裂缝时,应取本级弯矩作为初裂弯矩的实测值。

6.3.6.2 承载力检验弯矩实测值的确定

支柱的承载力检验弯矩实测值按下列确定：

- 当在加荷过程中出现 5.9.3 所列的情况之一时,应取前一级弯矩作为承载力检验弯矩的实测值;
- 当在规定的荷载持续时间内出现 5.9.3 所列的情况之一时,应取本级弯矩与前一级弯矩的平均值作为承载力检验弯矩的实测值;
- 当在荷载持续时间结束后出现 5.9.3 所列的情况之一时,应取本级弯矩作为承载力检验弯矩的实测值。

6.3.7 检验结果计算

6.3.7.1 抗裂计算

支柱的抗裂检验系数 γ_{cr}^0 是以初裂弯矩与标准检验弯矩之比求得：

$$\gamma_{cr}^0 = \frac{M_f}{M_k} \quad (1)$$

式中：

M_k ——标准检验弯矩,单位为千牛米($kN \cdot m$);

M_f ——实测初裂弯矩值,单位为千牛米($kN \cdot m$)。

6.3.7.2 柱顶挠度计算

卧式悬臂检验时,任一级荷载下的柱顶挠度 f_s 按公式(2)计算：

$$f_s = f_c - \frac{f_a + f_b}{L_2} L + f_a \quad (2)$$

式中：

f_c ——由测量仪器测得柱顶 C 处的变形值,单位为毫米(mm);

f_a ——由测量仪器测得支点 A 的变形值,单位为毫米(mm);

f_b ——由测量仪器测得支点 B 的变形值,单位为毫米(mm)。

6.3.7.3 导高处挠度计算

卧式悬臂试验时,任一级荷载下的导高处挠度 f_{sd} 按公式(3)计算：

$$f_{sd} = f_d - \frac{f_a + f_b}{L_2} (L_2 + L_4) + f_a \quad (3)$$

式中：

f_d ——由测量仪器测得导高处 D 的变形值,单位为毫米(mm);

f_a ——由测量仪器测得支点 A 的变形值,单位为毫米(mm);

f_b ——由测量仪器测得支点 B 的变形值,单位为毫米(mm)。

6.3.8 检验结果评定

6.3.8.1 抗裂检验

抗裂检验结果应符合公式(4)的要求：

$$\gamma_{cr}^0 > [\gamma_{cr}] \quad (4)$$

式中:

$[\gamma_{cr}]$ ——抗裂检验系数允许值($[\gamma_{cr}] = 1.0$);

γ_{cr}^0 ——抗裂检验系数,即支柱的初裂弯矩实测值与标准检验弯矩之比。

6.3.8.2 承载力检验弯矩

实测承载力检验弯矩应符合公式(5)的要求:

$$M_u^0 > [\beta_u] M_k \quad (5)$$

式中:

M_u^0 ——支柱承载力检验弯矩实测值,单位为千牛米($\text{kN} \cdot \text{m}$);

M_k ——标准检验弯矩,单位为千牛米($\text{kN} \cdot \text{m}$);

$[\beta_u]$ ——支柱承载力综合检验系数允许值($[\beta_u] = 2.0$)。

6.3.8.3 挠度检验

支柱挠度检验结果应符合公式(6)的要求:

$$f_{0s} \leq [f_j] \quad (6)$$

式中:

f_{0s} ——挠度检验弯矩下挠度的实测值,单位为毫米(mm);

$[f_j]$ ——5.9中规定的挠度检验弯矩下挠度的允许值,单位为毫米(mm)。

7 检验规则

7.1 材料性能检验

所有原材料应有制造厂合格证或检验报告单。材料进厂后应按规定进行检验。

7.2 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验两类。

7.3 出厂检验

7.3.1 检验项目

包括混凝土强度、外观质量、尺寸偏差(不包括保护层厚度)、抗裂检验和挠度检验。

7.3.2 批 量

同一规格的支柱连续生产3 000根或在三个月内生产总数不足3 000根为一个验收批。

7.3.3 抽 样

7.3.3.1 外观质量和尺寸偏差

所有支柱均应逐根进行外观质量和尺寸偏差检验。

7.3.3.2 结构性能

从外观质量和尺寸偏差检验合格的产品中,随机抽取1根按6.3的规定,进行支柱的抗裂检验和挠度检验。

7.3.4 判 定

7.3.4.1 强度检验

混凝土强度检验评定按GB/T 50107的规定进行。

7.3.4.2 外观质量和尺寸偏差

每根支柱:A类项点应全部合格;B类项点的不合格判定数等于3($R_e = 3$)。不合格支柱应剔除。

7.3.4.3 修 复

外观缺陷允许修补的产品应修补完好,经检验合格后验收。

7.3.4.4 结构性能

受检支柱的抗裂检验和挠度均符合5.9规定时,则判该批产品结构性能合格。当结构性能检验

不合格时,允许从同批产品中,再抽取2根复验,其中仍有1根不合格时,则判该批产品结构性能不合格。

7.3.5 总判定

混凝土强度、外观质量、尺寸偏差和结构性能均合格时,则该批产品判为合格。

7.4 型式检验

7.4.1 检验条件

有下列情况之一时,应进行型式检验:

- a) 当首次投产或当结构、材料、工艺有较大改变时;
- b) 当停产一年及以上恢复生产或异地生产时;
- c) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- d) 同一规格的支柱连续生产6 000根或在六个月内生产总数不足6 000根时。批量少于30根时,检验仅对样品负责。

7.4.2 检验项目

包括混凝土强度、外观质量、尺寸偏差、抗裂性、挠度和承载力检验。

7.4.3 抽 样

7.4.3.1 外观质量和尺寸偏差

每批随机抽取10根进行外观质量和尺寸偏差检验。

7.4.3.2 结构性能

从外观质量和尺寸偏差合格的支柱中,随机抽取2根按6.3的规定,进行抗裂、挠度及承载力检验。

7.4.3.3 保护层厚度

经承载力检验弯矩检验合格的支柱,进行保护层厚度检验。

7.4.4 判 定

7.4.4.1 强度检验

混凝土强度检验评定按GB/T 50107的规定进行。

7.4.4.2 外观质量和尺寸偏差

受检支柱的A类项点应全部合格,每根支柱的B类项点的不合格判定数等于3($R_e=3$)。受检支柱均合格,则判定该批产品外观质量和尺寸偏差合格。

7.4.4.3 结构性能

受检支柱的抗裂、挠度和承载力检验均符合5.9规定时,则判产品结构性能合格。其中有1根不合格时,允许从同批产品中再抽取2根进行复验,其中仍有1根不合格时,则判产品结构性能不合格。

7.4.5 总判定

混凝土强度、外观质量、尺寸偏差和结构性能均合格时,则产品判为合格。

8 标志与产品合格证

8.1 标 志

8.1.1 永久标志

包括制造厂厂名代号及制造年份,永久标志标记在支柱表面上,其位置在距柱底:法兰基础支柱为1.5 m,杯口基础支柱为3 m,直埋式支柱为4.5 m。

8.1.2 临时标志

包括支柱规格、厂名和制造年、月、日,用油漆或墨汁标注在支柱表面上,其位置略低于永久标志。

表示方法如下:

规格(制造年、月、日)
制造厂厂名

示例 1:

$\phi 350 \frac{80}{11} (2011.5.10)$
制造厂厂名

示例 2:

$\phi 350T \frac{200}{9+3} (2011.5.10)$
制造厂厂名

8.2 产品合格证

产品出厂时,应随带企业统一编号的产品合格证,其内容应包括:

- 制造企业名称、地址;
- 生产日期、出厂日期;
- 执行标准;
- 产品规格;
- 混凝土抗压强度检验结果;
- 纵向受力钢筋抗拉强度检验结果;
- 质量检验结果;
- 制造企业检验部门签章。

9 贮存及运输

9.1 贮存

9.1.1 支柱堆放场地应平整。

9.1.2 所有类型的支柱均采用两支点堆放,支点位置如图 4 所示。

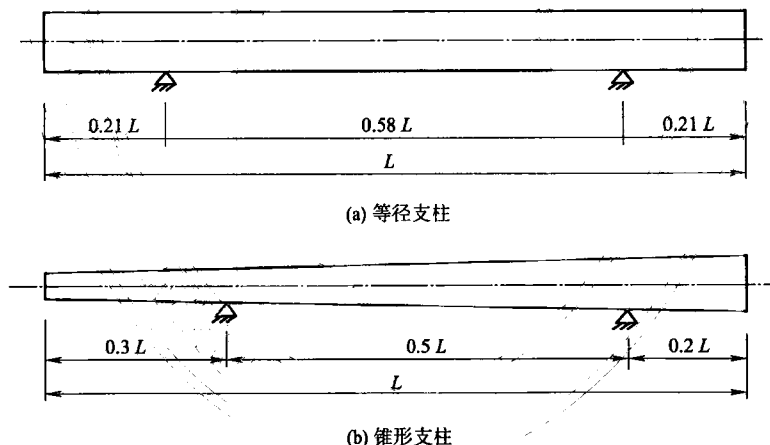


图 4 支点位置图

9.1.3 支柱应按规格分别堆放,堆放层数不宜超过六层。

9.1.4 支柱堆垛应放在支垫物上,层与层之间用支垫物隔开,每层支撑点在同一平面上,各层支垫物位置在同一垂直面上,法兰型支柱堆放时法兰盘不准受力。

9.2 运输

9.2.1 支柱起吊与运输时,应采用两支点法,装卸、起吊应轻起轻放,不应抛掷、碰撞。

9.2.2 支柱在运输过程中的支撑要求应按照 9.1 中有关规定执行,且支撑位置可向外移动 1 m,向内移动 1.5 m。

- 9.2.3** 支柱装卸过程中,每次吊运数量不宜超过 2 根。
 - 9.2.4** 支柱严禁由高处自由滚向低处。
 - 9.2.5** 支柱支点处应套上软织物(草圈等),或用草绳等物捆扎,以防碰伤。
 - 9.2.6** 不准溜放。
-

中 华 人 民 共 和 国
铁 道 行 业 标 准
电 气 化 铁 路 接 触 网 预 应 力 混 凝 土 支 柱
第 2 部 分：环 形 支 柱

Prestressed concrete pole for overhead contact system
of electrified railway—Part 2: Circular pole
TB/T 2286.2—2015

*

中国铁道出版社出版、发行
(100054,北京市西城区右安门西街8号)
读者服务部电话:市电(010)51873174,路电(021)73174
中煤涿州制图印刷厂北京分厂印刷
版权专有 侵权必究

*

开本:880 mm×1 230 mm 1/16 印张:1.75 字数:40 千字
2015年8月第1版 2015年8月第1次印刷

*



定 价：17.50 元