TB

中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 2824—1997

电气化铁道变电所预应力混凝土圆杆

1997—09—21 发布　　1998—04—01 实施

中华人民共和国铁道部　发布

中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 2824—1997

电气化铁道变电所预应力混凝土圆杆

1 主题内容与适用范围

本标准规定了电气化铁道预应力混凝土圆杆的产品分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志和出厂证明书等。

本标准适用于电气化铁道牵引变电所、分区所、开闭所和自耦变压器所内的杆塔架构与设备支架圆杆。

2 引用标准

GB 175 硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥
GB 199 快硬硅酸盐水泥
GB 701 普通低碳钢热轧圆盘条
GB 748 抗硫酸盐硅酸盐水泥
GB 1344 矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥与粉煤灰硅酸盐水泥
GB 343 一般用途低碳钢丝
GB 4623 环形预应力混凝土电杆
GB 700 碳素结构钢
GB 5223 预应力混凝土用钢丝
GB 8076 混凝土外加剂
GBJ 10 混凝土结构设计规范
GBJ 107 混凝土强度检验评定标准
GB 50204 钢筋混凝土工程施工及验收规范
GBJ 321 预制混凝土构件质量检验评定标准
JGJ 52 普通混凝土用砂质量标准及检验方法
JGJ 53 普通混凝土用碎石或卵石质量标准及检验方法
JGJ 63 混凝土拌合用水标准

3 术语、代号

3.1 预应力混凝土圆杆

受力钢筋为预应力钢丝的圆杆，用“Y”表示。

中华人民共和国铁道部 1997—09—21 批准　　1998—04—01 实施

3.2 标准检验弯矩

圆杆在正常使用短期荷载作用下，检验断面处的弯矩值，用“Mk”表示。

3.3 露筋

圆杆内部的钢筋未被混凝土包裹而外露。

3.4 裂缝

圆杆表面伸入混凝土内部的缝隙。

3.5 塌落

圆杆内壁混凝土成块状脱落。

3.6 蜂窝

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

圆杆表面呈密集的微孔。

3.8 粘皮

圆杆外表面的水泥浆层被粘去，显现出凹凸不平的结构层。

3.9 漏浆

圆杆表面由于水泥浆的流失，显露出松散的砂、石。

3.10 龟裂

圆杆表面呈龟背纹路，无整齐的边缘和明显的深度。

3.11 水纹

当水渗入混凝土表面时，有可见微细纹路；水分蒸发后，纹路随之消失。

4 产品分类

4.1 产品按使用场合分为架构圆杆和支架圆杆。

4.2 圆杆有整根杆和组装杆，组装杆段连接成整根杆。

4.3 圆杆的直径、长度及标准检验弯矩见表1。

表1 圆杆标准检验弯矩

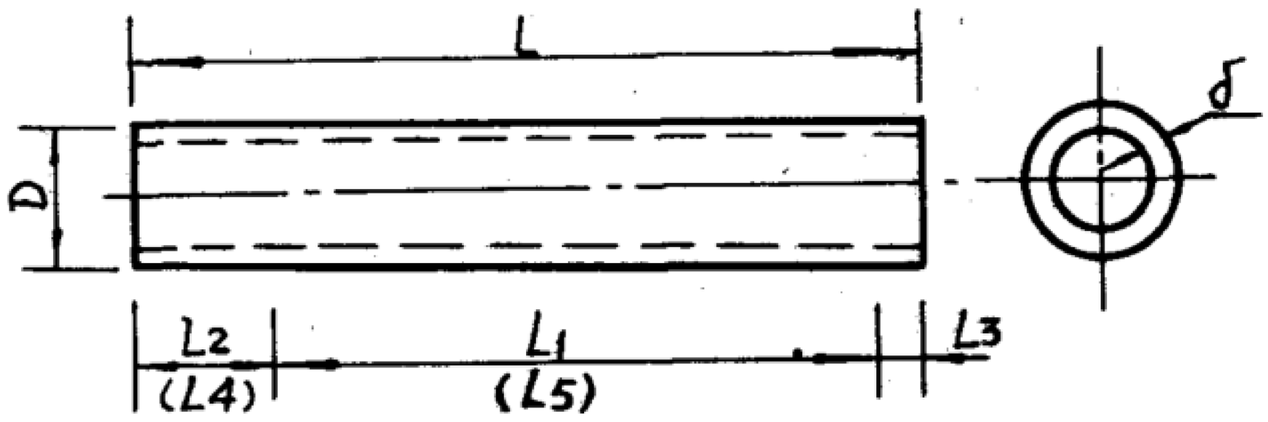
圆杆类型	M_k (kN·m)	L (m)	L_2 (m)	L_4 (m)
$\frac{85}{10+2}$Φ400Y	85	12	1.1	2
$\frac{85}{7.3+1.7}$Φ400Y	85	9	1.0	1.7
$\frac{40}{10+2}$Φ300Y	40	12	1.1	2
$\frac{40}{7.3+1.7}$Φ300Y	40	9	1.0	1.7
$\frac{40}{5.5+1.5}$Φ300Y	40	7	1.0	1.5
$\frac{20}{4.5}$Φ300Y 支架	20	4.5		
$\frac{20}{6.0}$Φ300Y 支架	20	6		
$\frac{20}{3.5}$Φ300Y 支架	20	3.5		

注：(1)架构圆杆类型代号$\frac{85}{10+2}$Φ400Y，分子项表示圆杆的标准检验弯矩；分母10表示圆杆露出地面的高度；分母2表示圆杆埋入地下的深度(L_4)；Φ400表示圆杆外径。

(2)L_2为架构圆杆埋入杯形基础内的深度。

(3)支架圆杆分母表示圆杆长度。

4.4 圆杆外形见图1。



L——整根杆长或组装杆连接成整根杆后的杆长(m)；　L_3——杆顶至荷重点距离(为0.25m)；

L_1(L_5)——荷重点高度(m)；　D——直径(mm)　δ——壁厚(mm)。

图1

5 技术要求

5.1 产品按设计图纸制造，并应符合本标准要求。

5.2 原材料

5.2.1 水泥

宜采用标号不低于525的硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、抗硫酸盐水泥或标号不低于325的快硬硅酸盐水泥，其性能应分别符合GB 175、GB 199、GB 748及GB 1344的规定。

5.2.2 集料

砂子宜采用中粗砂，石子宜采用碎石或卵石，其质量应分别符合JGJ 52和JGJ 53的规定，并应符合GB 50204的规定。

5.2.3 水

拌制混凝土宜采用饮用水，应符合JGJ 63的规定。

5.2.4 外加剂

掺入混凝土中的外加剂，其性能应符合GB 8076的规定。严禁掺入氯盐。

5.2.5 钢材

5.2.5.1 预应力钢筋

宜采用碳素钢丝、刻痕钢丝，其性能应符合GB 5223的规定。

5.2.5.2 非预应力钢筋

宜采用Ⅰ级、Ⅱ级钢筋和乙级冷拔低碳钢丝，其性能应符合GB 343和GB 701的规定，乙级冷拔低碳钢丝还应符合GB 50204的规定。

5.2.5.3 接头和钢板圈用钢板，其性能应符合GB 700的规定。

5.3 混凝土

离心混凝土的设计强度等级不宜低于C50，施加预应力时不宜低于设计强度等级的

75%，出厂时不宜低于设计混凝土强度等级的 80%。

5.4 构造要求

5.4.1 保护层厚度

预应力主筋的混凝土保护层厚度不得小于 20mm。

5.4.2 钢筋加工应符合 GB 4623 的要求。

5.5 施加预应力的技术要求

5.5.1 为减少预应力钢筋松驰影响，可采用超张拉，张拉程序及应力控制方法应符合 GB 50204 的规定。

5.5.2 预应力钢筋不得断筋。

5.6 圆杆接头、预埋件应符合下列要求：

5.6.1 圆杆分段制造时，接头可采用钢板圈、法兰盘或其他接头形式。

5.6.2 主筋与连接件的连接，预应力钢筋宜采用先穿筋后镦头的方法，镦头的承力面应在同一平面内。非预应力钢筋采用焊接，焊接质量应符合 GB 50204 的规定。

5.6.3 圆杆接头强度不得低于接头处断面承载能力的 95%。

5.6.4 预埋件按图纸设置，外露金属部分应清理干净。

5.6.5 圆杆杆顶与横梁等连接的钢板圈，可采用预应力钢筋与钢板圈不连接方式，但钢板圈上应焊接锚固钢筋。

5.7 外观质量应符合表 2 规定。

表 2 外观质量指标

序号	项目	技术要求	优等品	一等品	合格品
1	表面裂缝 △	不得有环向或纵向裂缝，龟裂和水纹不在此限	不得有	不得有	不得有
2	合缝漏浆	1. 合缝处不应漏浆，但漏浆深度不大于主筋保护层厚度，每处漏浆长度不大于 300mm，累计长度不大于杆长的 10%，或对称漏浆的搭接长度不大于 100mm 时，允许修补	深度不大于 3mm； 每处长不大于 100mm； 累计长不大于 5%； 无搭接漏浆	深度不大于 5mm； 每处长不大于 200mm； 累计长不大于 8%； 无搭接漏浆	深度不大于保护层厚度； 每处长不大于 300mm； 累计长不大于 10%； 搭接长不大于 100mm
		2. 钢板圈或法兰盘与杆身结合面不应漏浆，但漏浆深度不大于主筋保护层厚度，环向漏浆长度不大于周长的 1/4，纵向漏浆长度不大于 50mm，又非对称漏浆时，允许修补	深度不大于 3mm； 环向长不大于 1/6 周长； 纵向长不大于 20mm	深度不大于 5mm； 环向长不大于 1/5 周长； 纵向长不大于 30mm	深度不大于保护层厚度； 环向长不大于 1/4 周长； 纵向长不大于 50mm
3	碰伤或漏浆	端部不应碰伤或漏浆，但当环向碰伤或漏浆长度不大于周长的 1/4，且纵向长度不大于 50mm 时，允许修补	环向长不大于 1/6 周长； 纵向长不大于 20mm	环向长不大于 1/5 周长； 纵向长不大于 30mm	环向长不大于 1/4 周长； 纵向长不大于 50mm

序号	项目	技术要求	优等品	一等品	合格品
4	露筋△	内外表面均不得露筋	不得有	不得有	不得有
5	塌落	内表面混凝土不应有塌落，如有塌落必须修补完善	不得有	不得有	不得有
6	蜂窝△	外表面应光洁平直。不得有蜂窝	不得有	不得有	不得有
7	麻面、粘皮	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	总面积不大于1%	总面积不大于3%	总面积不大于5%
8	钢板圈焊口距离	钢板圈焊口处内壁的混凝土端面与焊口处距离大于10mm	距离大于10mm	距离大于10mm	距离大于10mm

注：△为关键项点，其余为主要项点。

5.8 各部尺寸允许偏差应符合表3规定。

表3 各部尺寸允许偏差

项目名称				产品等级		
				优等品	一等品	合格品
杆长	整根杆			+20 −40	+20 −40	+20 −40
	组装杆杆段①			±10	±10	±10
壁厚				+6 −2	+8 −2	+10 −2
外径				+4 −2	+4 −2	+4 −2
保护层厚度②				+5 0	+7 0	+10 0
弯曲度△	直径 ≤300			L/1 000	L/800	L/800
	直径 >300			L/1 000	L/1 000	L/1 000
端部倾斜	杆底			5	5	5
	钢板圈			3	5	5
	法兰盘			2	3	4
预埋件	接地螺母或接地钢板	钢板或螺母附属层处厚度		3	3	3
	钢板圈	内径	杆外径<400	±2	±2	±2
			杆外径≥400	±3	±3	±3
	法兰盘	内外径		±2	±2	±2
		螺孔中心距		±0.5	±0.5	±1
		端板厚度	铸造	+1.5 −0.5	+1.5 −0.5	+1.5 −0.5
			焊接	±0.5	±0.5	±0.5
钢板圈及法兰盘轴线与杆段轴线偏差				2	2	2

注：(1)如果取得使用单位同意，组装杆杆段按设计长度生产时，杆长度偏差为制造长度与设计长度的差数。

(2)保护层厚度偏差为设计与制造的差数。

(3)△为关键项点，其余为主要项点。

5.9 结构性能检验

结构性能检验包括抗裂、承载力检验和挠度检验，以表1所列标准检验弯矩或设计图纸作为依据，并应符合下列要求：

5.9.1 预应力混凝土圆杆加荷至标准检验弯矩的100%时，不得出现裂缝，即 $\gamma_{cr}^{o}>[\gamma_{cr}]$。杆顶挠度不大于 $\frac{L_1+L_3}{100}$。

式中：$[\gamma_{cr}]$——短期荷载作用下抗裂检验系数允许值（$[\gamma_{cr}]=1.0$）；

γ_{cr}^{o}——抗裂检验系数实测值。

5.9.2 加荷至标准检验弯矩的200%时，不得出现下列任一种情况；

a) 受拉区裂缝宽度达到1.5mm，或受拉钢筋被拉断。

b) 受压区混凝土破坏。

即实测承载力检验弯矩，应符合 $Mu^{o}\geqslant[\beta u]Mk$ 的要求。

式中：Mu^{o}——圆杆承载力检验弯矩实测值；

$[\beta u]$——圆杆承载力综合检验系数允许值（$[\beta u]=2.0$）。

6 试验方法

6.1 离心混凝土强度

采用与产品混凝土同材料、同配合比、同成型工艺、同养护条件的离心环形试件测定。试验方法见GB 4623。

6.2 圆杆结构性能

6.2.1 架构圆杆采用悬臂式试验方法，组装杆按组装成整根杆进行结构性能试验。

悬臂式的试验方法与测量仪表布置如图2。

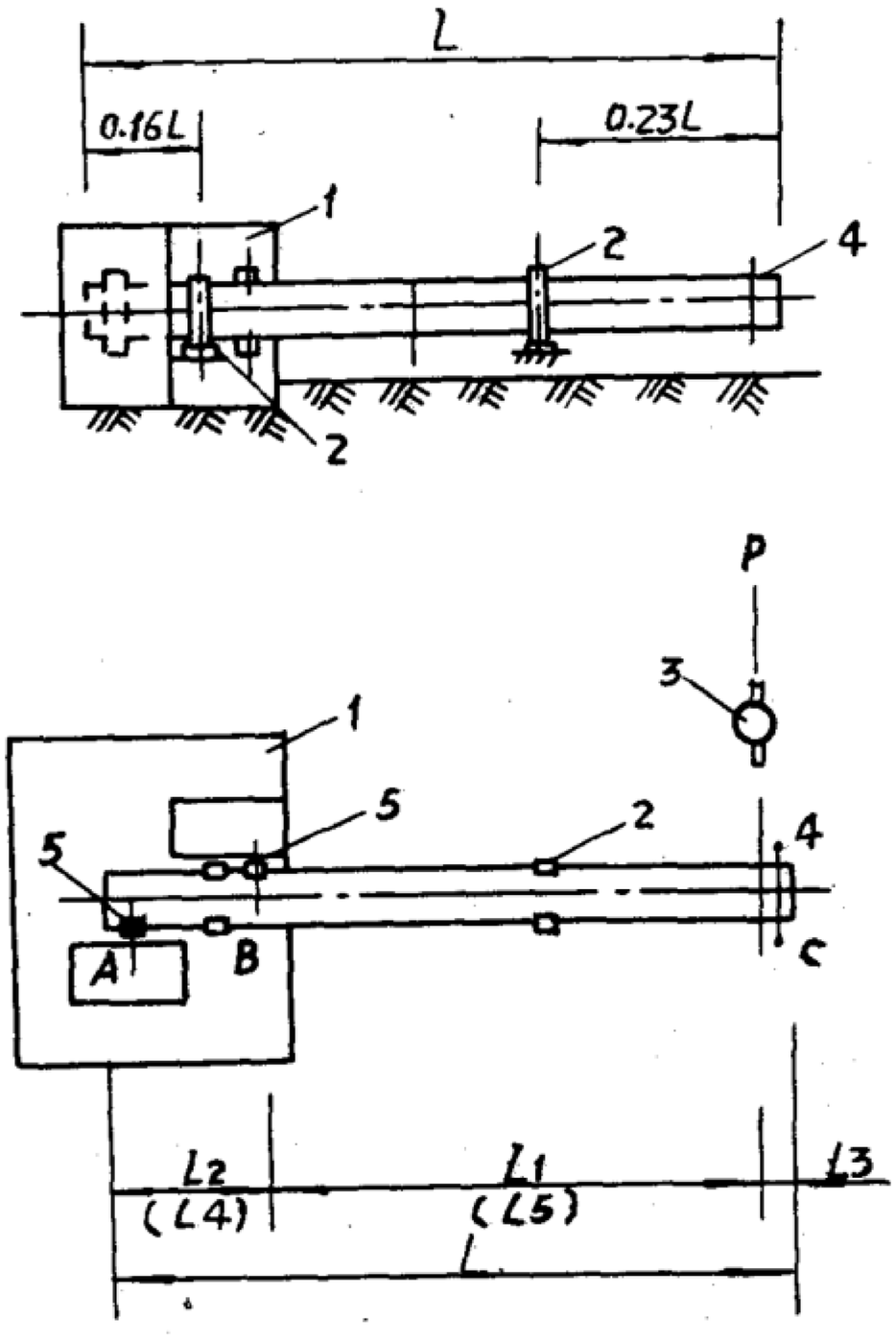
6.2.2 支架采用简支式试验方法，简支式的试验方法见GB 4623。

6.2.3 圆杆的加荷程序

第一步 e 等于 L_2，由零按标准检验弯矩20%的级差加荷至标准检验弯矩的80%，每次静停时间不少于1min；然后按标准检验弯矩10%的级差继续加荷至标准检验弯矩的100%，每次静停时间3min，观察是否有裂缝出现，并测量和记录裂缝宽度及挠度值。

第二步 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3min。

第三步 由初裂弯矩（裂缝宽度小于0.05mm时的弯矩值）卸荷至零，卸荷后静停时间不少于3min，观察裂缝是否闭合并测量其残余挠度值，作好记录。



1——混凝土台座；　　2——滚动支座；　　3——测力器；

4——挠度测定架；　　5——宽 150mm 硬木制成的 U 型垫板。

注　①滚动支座的位置可左右移动 500mm。

②U 型垫板位置：A 支点处于垫板中线上，到圆杆根端面的距离等于 150mm；B 支点右端面到圆杆根端面的距离等于 e（L_2 或 L_4）。

图 2

第四步　e 等于 L_4，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值，递增至标准检验弯矩的 160%之后，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%，测量和记录裂缝宽度及挠度值，检查是否达到破坏状态，每次静停时间不少于 3min。

6.2.4　在进行承载能力试验后，按下列位置测量保护层厚度：测量三点，测量杆的两端和中部。

6.3　外观及尺寸检测器具见 GB 4623。

6.4　实测抗裂计算

圆杆的抗裂检验系数 γ_{cr} 是以初裂弯矩（裂缝宽度小于 0.05mm 时的弯矩值）与标准检验弯矩（或抗裂弯矩计算值）之比求得：

$$\gamma_{cr}{}^{0}=\frac{Mf}{Mk}$$

式中：Mf——实测初裂弯矩值，N·m 或 kN·m。

6.5　实测挠度计算

悬臂式试验时，任一级荷载下的梢端挠度，按下式求得：

$$fs=fc-\frac{fa+fb}{L_2}L+fa$$

式中：fs——标准检验荷载作用下的挠度值，mm；

fc——由测量仪器测得梢端任一级荷载的挠度，mm；

fa——由测量仪器测得 A 测点处的变形值，mm；

fb——由测量仪器测得 B 测点处的变形值，mm；

L——圆杆总长度，mm。

7 检验规则

7.1 出厂检验

7.1.1 检验项目

包括外观质量、尺寸偏差、抗裂检验、标准检验弯矩下的挠度及混凝土强度检验等。

7.1.2 批量

同材料、同工艺、同直径的圆杆，每 1 000 根为一批，如果在三个月内生产总数不足 1 000 根，但不少于 100 根时，也可作为一个验收批。

7.1.3 抽样

7.1.3.1 外观质量和尺寸偏差

全部圆杆均应进行外观质量和尺寸偏差检验。

7.1.3.2 结构性能

从外观检验和尺寸偏差检验合格的产品中，随机抽取 1 根进行抗裂检验和标准检验弯矩下的挠度检验。

7.1.4 判定

7.1.4.1 外观质量和尺寸偏差

每根圆杆的关键项点必须全部合格，主要项点的不合格判定数等于 3(Re=3)。

受检圆杆中，不符合某一等级的圆杆不超过受检圆杆总数的 20%，则判该批产品的外观质量和尺寸偏差为相应等级，但判为合格品等级的圆杆必须全部合格。

7.1.4.2 修复

外观缺陷允许修补的产品，应修补完好经检验合格后可按相应等级品验收。

7.1.4.3 结构性能

标准检验弯矩下的挠度和抗裂性均符合本标准 5.9 条规定时，判为合格，如有一项不符合 5.9 条规定时，应从同批产品中，再抽取 2 根进行挠度和抗裂检验，其中仍有一根不符合 5.9 条规定时，则判定该批产品结构性能不合格。

7.1.4.4 总判定

在混凝土强度、结构性能合格的基础上，外观质量和尺寸偏差均符合某一等级时，则该批判为相应等级产品。

7.2 型式检验

7.2.1 检验条件

有下列情况之一时，应进行型式检验：

a) 当结构、材料、工艺有较大改变时；

b) 当停产一年以上，恢复生产时；

c) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；

d) 当同直径圆杆连续生产 3 000 根或在一年内生产总数不足 3 000 根，但不少于 200 根时；

e) 国家或行业质量监督检验机构提出进行检验时。

7.2.2 检验项目

包括混凝土强度、外观质量、尺寸偏差、抗裂检验、标准检验弯矩下的挠度、承载力检验。

7.2.3 抽样

7.2.3.1 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。

7.2.3.2 结构性能

从外观质量和尺寸偏差合格的圆杆中随机抽取 2 根进行结构性能检验。

7.2.4 判定

7.2.4.1 外观质量和尺寸偏差

同出厂检验 7.1.4.1 条。

7.2.4.2 结构性能

样品进行抗裂检验、承载力检验和挠度检验时，均符合本标准 5.9 条规定时，则判该批产品结构性能合格，如果有 1 根不符合 5.9 条规定时，允许再抽取 2 根进行结构性能检验，其中仍有 1 根不符合 5.9 条规定时，则判该批产品结构性能不合格。

7.2.4.3 总判定

在混凝土强度及三项结构性能指标合格的基础上，外观质量和尺寸偏差均符合某一等级规定时，则该批产品为相应等级的产品。

8 标志与出厂证明书

8.1 标志

8.1.1 永久标志

制造厂厂名或商标，标记在圆杆表面上，其位置架构圆杆，距根端 3.5m 处，支架圆杆距根端 2.5m 外。

8.1.2 临时标志

包括圆杆类型：杆长、标准检验弯矩(或代号)和制造年、月、日，用油漆或墨汁写在圆杆表面上，其位置略低于永久标志。

表示方法如下：

$$\frac{\text{直径}\times\text{杆长}\times\text{标准检验弯矩(或代号)}\times\text{类型}}{\text{制造时间(}\quad\text{年}\quad\text{月}\quad\text{日)}}\text{—商标}$$

注：①直径用 mm 表示；杆长用 m 表示；标准检验弯矩用 kN·m 表示。

②类型用“Y”表示。

③支点标志按图 3 规定的位置，标明在圆杆表面上，表示符号←。

例：

$$\frac{\Phi 300\times 9\times 40\times Y}{1991.10.2}\text{商标}$$

8.2 出厂证明书

出厂证明书包括下列内容：

a) 证明书编号；

b) 本标准编号；

c) 制造厂厂名及商标；

d) 产品规格、数量及制造年、月、日；

e) 混凝土性能检验结果；

f) 组装杆主筋镦头强度检验结果；

g) 外观及尺寸检验结果；

h) 结构性能检验结果；

i) 制造厂检验部门签章。

9 保管及运输

9.1 保管

9.1.1 产品堆放场地应平整。

9.1.2 产品采用两支点堆放，支点位置如图 3。

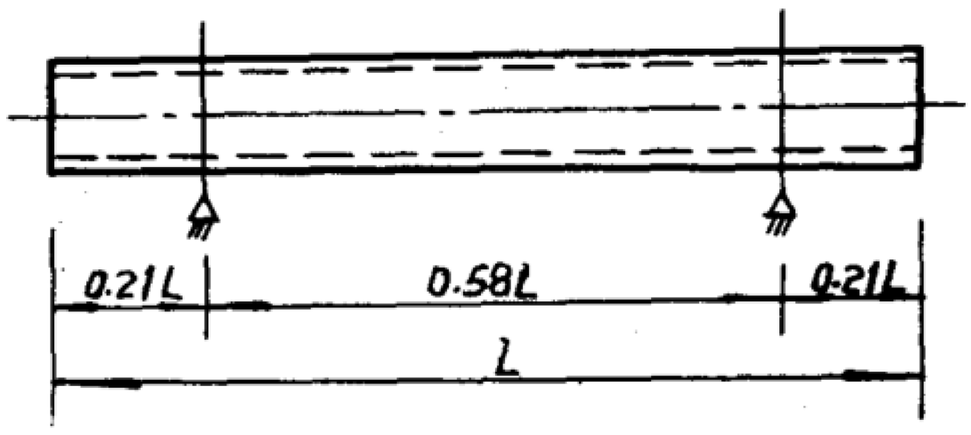


图 3

9.1.3 产品应按规格分别堆放，堆放层数不宜超过 6 层。

9.1.4 产品堆垛应放在支垫物上，层与层之间用垫物隔开，每层支承点在同一平面上，各层支垫物位置在同一垂直面上。

9.2 运输

9.2.1 产品起吊与运输时，不分长短均须采用两支点法。装卸、起吊应轻起轻放，禁止抛掷、碰撞。

9.2.2 产品在运输过程中的支承要求应按照本标准 9.1 条中有关规定执行。

9.2.3 产品装卸过程中，每次吊运数量不宜超过 2 根。

9.2.4 产品由高处滚向低处，必须采取牵制措施，不得自由滚落。

9.2.5 产品支点处应套上软织物（草圈等），或用草绳等捆扎，以防碰伤。

附加说明：

本标准由中华人民共和国铁道部提出，由铁道部电气化工程局归口。

本标准由铁道部科学研究院、铁道部电气化工程局起草。

本标准主要起草人　魏齐威　李洪珠　蔡青波

汪廷瑞　郭继伦　赵温俭