

T/CEC

中国电力企业联合会标准

T / CEC 108—2016

配网复合材料电杆

Composite pole used in distribution network

2016-10-21 发布

2017-01-01 实施

中国电力企业联合会 发 布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 产品分类	2
5 原材料	5
5.1 树脂	5
5.2 玻璃纤维	5
5.3 外加剂	5
6 技术要求	5
6.1 电杆产品性能	5
6.2 材料性能	6
6.3 电气性能	7
7 试验方法	8
7.1 电杆产品性能	8
7.2 材料性能	8
7.3 电气性能	9
8 检验规则	9
8.1 检验分类	9
8.2 出厂检验	9
8.3 型式检验	9
9 标识与质量证明书	10
9.1 标识	10
9.2 质量证明书	11
10 贮存、运输	11
10.1 贮存	11
10.2 运输	11
附录 A (规范性附录) 电杆力学性能试验方法	12

前 言

本标准依据国内复合材料电杆的实际生产和使用现状，参考 GB 4623—2014《环形混凝土电杆》和玻璃钢产品相关标准编写而成。

本标准由中国电力企业联合会提出并归口。

本标准起草单位：国网电力科学研究院武汉南瑞有限责任公司、中国电力科学研究院、国网辽宁省电力有限公司、国网福建省电力有限公司、湖北省电力勘测设计院、国网山东省电力公司电力科学研究院、国网江西省电力科学研究院。

本标准起草人：马文广、柳欢欢、潘吉林、邢海军、耿景都、何昌林、朱晓东、柯锐、吴雄、胡虔、董中强、吴峰、沈帆、梅端、林锋、王刚、叶丽军、林力辉、陈石川、王汉广、方晴、张都清、杜宝帅、王华云、蔡木良。

本标准在执行过程中的意见或建议请反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

配网复合材料电杆

1 范围

本标准规定了配网复合材料电杆的分类、原材料、技术要求、试验方法、检验规则、标识与质量证明书、贮存及运输等。

本标准适用于电力、通信及接触网架空线路的电杆，包括照明支柱和信号机桩等，不包括电杆卡盘、底盘等配件。

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 1410 固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法

GB/T 1447 纤维增强塑料拉伸性能试验方法

GB/T 1448 纤维增强塑料压缩性能试验方法

GB/T 1449 纤维增强塑料弯曲性能试验方法

GB/T 2567 树脂浇铸体性能试验方法

GB/T 2573 玻璃纤维增强塑料老化性能试验方法

GB/T 3854 纤维增强塑料巴氏（巴柯尔）硬度试验方法

GB/T 3857 玻璃纤维增强热固性塑料耐化学介质性能试验方法

GB/T 8924 纤维增强塑料燃烧性能试验方法 氧指数法

GB/T 18369 玻璃纤维无捻粗纱

ASTM-G 154 非金属材料紫外线曝光用荧光设备使用标准（Standard Practice for Operating Fluorescent Light Apparatus for UV Exposure of Nonmetallic Materials）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

复合材料 composites

由黏结材料（基体）和纤维状、粒状或其他形状材料，通过物理或化学的方法复合而成的一种多相固体材料。

3.2

复合材料电杆 composite pole

杆身采用复合材料的电杆。

注：本标准中复合材料指玻璃纤维增强塑料（俗称玻璃钢）。

3.3

缠绕成型工艺 filament winding process

在控制张力和预定线型的条件下，以浸有树脂胶液的连续纤维或（和）其制品缠到芯模或模具上成型制品的一种方法。

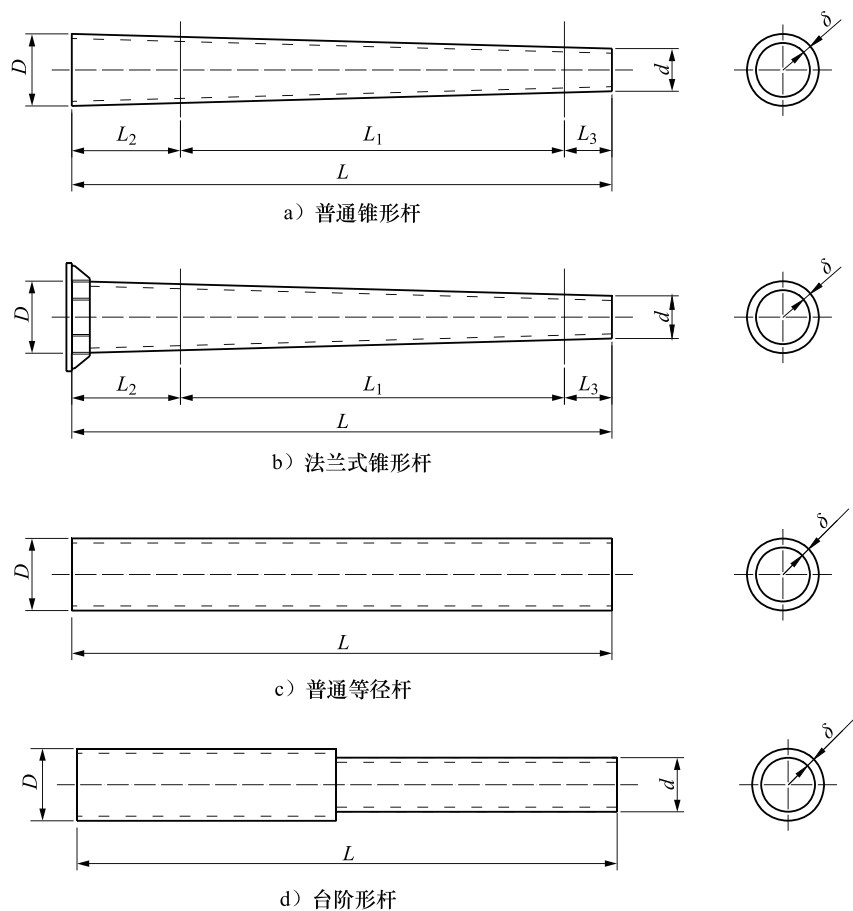
3.4

拉挤成型工艺 pultrusion process

在牵引设备的拉引下，以浸渍树脂胶液的连续纤维或（和）其制品，通过成型模加热使树脂固化，连续生产复合材料型材的成型工艺。

4 产品分类

4.1 产品按外形分为锥形杆（代号为 Z）、等径杆（代号为 D）和台阶形杆（代号为 T），如图 1 所示。按产品成型工艺方式，可分为拉挤成型工艺电杆和缠绕成型工艺电杆。锥形杆和等径杆均有整根杆和组装杆，台阶形杆为组装杆。



说明：
 L ——杆长；
 L_1 ——荷载点高度；
 L_2 ——支持点高度；
 L_3 ——梢端至荷载点距离；
 D ——根径或直径；
 d ——梢径；
 δ ——壁厚。

图 1 锥形杆、等径杆和台阶形杆示意图

4.2 锥形杆梢径（或直径）、长度、标准检验荷载、标准检验弯矩、承载力检验弯矩见表 1、表 2；等径杆和台阶形杆的长度、标准检验荷载、标准检验弯矩见表 3，也可参照锥形杆选取。

表 1 $\phi 150\text{mm} \sim \phi 230\text{mm}$ 复合材料锥形杆标准检验弯矩

L m		L ₁ m		L ₂ m		梢径 mm																			
						150							190											230	
						标准检验荷载 P kN																			
		C	D	E	F	G	I	G	I	G	I	J	K	L	M	N	O	L	M	N	O	P			
		1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	3.00	2.50	3.00	2.50	3.00	3.50	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00			
		标准检验弯矩 kN • m																							
8	6.45	1.30	9.68	11.29	12.90	14.51	16.13	19.35	16.13	19.35	16.13	19.35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
9	7.25	1.50	10.88	12.69	14.50	16.31	18.13	21.75	18.13	21.75	18.13	25.38	29.00	36.25	43.50	50.75	58.00	—	—	—	—	—			
10	8.05	1.70	12.08	14.09	16.10	18.11	20.13	24.15	20.13	24.15	20.13	28.18	32.20	40.25	48.30	56.35	64.40	40.25	48.3	56.35	64.4	72.45			
11	8.85	1.90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30.98	35.40	44.25	53.10	61.95	70.80	44.25	53.1	61.95	70.8	79.65			
12	9.75	2.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	34.13	39.00	48.75	58.50	68.25	78.00	48.75	58.5	68.25	78	87.75			
13	10.55	2.20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	36.93	42.20	52.75	63.30	73.85	84.40	52.75	63.3	73.85	84.4	94.95			
15	12.25	2.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	42.88	49.00	61.25	73.50	85.75	98.00	61.25	73.5	85.75	98	110.25			
18	15.25	2.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	76.25	91.50	106.75	122.00	76.25	91.5	106.75	122	137.25			
21	18.25	2.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	91.25	109.50	127.75	146.00	91.25	109.5	127.75	146	164.25			
注 1: C、D、E、…，是不同标准检验荷载的代号。																									
注 2: 标准检验弯矩 (M _k) 为悬臂式试验时，取梢端至荷载点距离 (L ₃) 为 0.25m，在标准检验荷载作用下假定支持点 (L ₂) 断面处的弯矩。电杆实际设计使用时，应根据工程需要确定梢端至荷载点距离和支持点高度，并按相应计算检验弯矩。																									
注 3: 电杆承载力检验弯矩 M ₀ =β ₀ M _k ，式中 β ₀ 为承载力综合检验系数，取 2 (或设计提出)。																									
注 4: 电杆埋置深度应通过计算确定，并采取有效加固措施。																									
注 5: 经供需双方协议，也可生产其他规格和标准检验弯矩的电杆。																									

表 2 $\phi 270\text{mm} \sim \phi 350\text{mm}$ 复合材料锥形杆标准检验弯矩

L m	L ₁ m	L ₂ m	梢径 mm														
			270						310				350				
			标准检验荷载 P kN														
			O	P	Q	R	S	T	R	S	T	U	S	T	U	U ₁	
			8.00	9.00	10.00	11.00	13.00	15.00	11.00	13.00	15.00	18.00	13.00	15.00	18.00	21.00	
			标准检验弯矩 kN • m														
10	8.05	1.70	64.40	72.45	80.50	88.55	104.65	120.75	88.55	104.65	120.75	144.90	104.65	120.75	144.90	169.05	
11	8.85	1.90	70.80	79.65	88.50	97.35	115.05	132.75	97.35	115.05	132.75	159.30	115.05	132.75	159.30	185.85	
12	9.75	2.00	78.00	87.75	97.50	107.25	126.75	146.25	107.25	126.75	146.25	175.50	126.75	146.25	175.50	204.75	
13	10.55	2.20	84.40	94.95	105.50	116.05	137.15	158.25	116.05	137.15	158.25	189.90	137.15	158.25	189.90	221.55	
15	12.25	2.50	98.00	110.25	122.50	134.75	159.25	183.75	134.75	159.25	183.75	220.50	159.25	183.75	220.50	257.25	
18	15.25	2.50	122.00	137.25	152.50	167.75	198.25	228.75	167.75	198.25	228.75	274.50	198.25	228.75	274.50	320.25	
21	18.25	2.50	146.00	164.25	182.50	200.75	237.25	273.75	200.75	237.25	273.75	328.50	237.25	273.75	328.50	—	
24	21.25	2.50	170.00	191.25	212.50	233.75	276.25	318.75	233.75	276.25	318.75	382.50	276.25	318.75	382.50	—	
27	24.25	2.50	194.00	218.25	242.50	266.75	315.25	363.75	266.75	315.25	363.75	—	—	—	—	—	
30	27.25	2.50	218.00	245.25	272.50	299.75	354.25	408.75	299.75	354.25	408.75	—	—	—	—	—	
注 1: O、P、Q、…，是不同标准检验荷载的代号。																	
注 2: 标准检验弯矩（M _k ）为悬臂式试验时，取梢端至荷载点距离（L ₃ ）为 0.25m，在标准检验荷载作用下假定支持点（L ₂ ）断面处的弯矩。电杆实际设计使用时，应根据工程需要确定梢端至荷载点距离和支持点高度，并按相应计算检验弯矩。																	
注 3: 电杆承载力检验弯矩 M ₀ =β ₀ M _k ，式中 β ₀ 为承载力综合检验系数，取 2（或设计提出）。																	
注 4: 电杆埋置深度应通过计算确定，并采取有效加固措施。																	
注 5: 经供需双方协议，也可生产其他规格和标准检验弯矩的电杆。																	

表 3 复合材料等径杆标准检验弯矩

直径 mm	长度：3.0m、4.5m、6.0m、9.0m、12.0m、15.0m										
	标准检验弯矩 kN·m										
300	20	25	30	35	40	45	50	60	—	—	—
350	30	40	50	60	70	80	90	100	120	—	—
400	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	—
500	70	75	80	85	90	95	100	105	—	—	—
550	90	115	135	155	180	—	—	—	—	—	—

注 1：用简支式试验时，标准检验弯矩（ M_k ）即为在标准检验荷载作用下两加荷点间断面处的最大弯矩。
注 2：电杆承载力检验弯矩 $M_0 = \beta_0 M_k$ ，式中 β_0 为承载力综合检验系数，取 2（或设计提出）。

4.3 产品按外形代号、电杆梢径（或直径）、杆长、标准检验弯矩（或标准检验弯矩代号）、品种代号和标准编号顺序进行标记。

注 1：梢径（或直径）单位为 mm；杆长单位为 m；标准检验荷载单位为 kN；标准检验弯矩单位为 kN·m。

注 2：锥形杆标准检验弯矩指支持点断面处的标准检验弯矩。

示例 1：梢径为 190mm、杆长为 12m、标准检验弯矩为 39kN·m 的复合材料锥形杆，其标记如下：

Z $\phi 190 \times 12 \times 39 \times \text{FH}$ 。

示例 2：梢径为 190mm、杆长为 12m、标准检验弯矩为 K 级的复合材料锥形杆，其标记如下：

Z $\phi 190 \times 12 \times \text{K} \times \text{FH}$ 。

示例 3：直径为 300mm、杆长为 6m、标准检验弯矩为 45kN·m 的复合材料等径杆，其标记如下：

D $\phi 300 \times 6 \times 45 \times \text{FH}$ 。

示例 4：梢径为 210mm、杆长为 12m、标准检验弯矩为 K 级的复合材料台阶形杆，其标记如下：

T $\phi 210 \times 12 \times \text{K} \times \text{FH}$ 。

5 原材料

5.1 树脂

树脂宜采用聚氨酯树脂，或其他能满足本标准规定的树脂。

5.2 玻璃纤维

玻璃纤维应采用无碱玻璃纤维及其制品。无碱玻璃纤维及其制品应符合 GB/T 18369 的规定。

5.3 外加剂

在强紫外、极寒等特殊复杂气候地区，宜掺入少量外加剂对环境的影响。外加剂应提高复合材料的力学性能、耐候性、耐腐蚀性和绝缘性能，且不与树脂和玻璃纤维材料产生化学反应。

6 技术要求

6.1 电杆产品性能

6.1.1 外观质量

电杆外观质量应符合表 4 的规定。颜色由供需双方协商，宜采用粗糙表面。

表 4 外 观 质 量

序号	项 目	项目类别	质 量 要 求
1	分层	A	电杆端面不得分层

表 4（续）

序号	项 目	项目类别	质 量 要 求
2	局部碰伤	B	局部不应碰伤。碰伤深度不大于 1mm、每处面积不大于 50cm ² 时，允许修补
3	内、外表面纤维外露	A	不允许
4	梢端封端	A	梢端应采用同材质复合材料封实牢固

6.1.2 尺寸偏差

电杆尺寸偏差应符合表 5 的规定。

表 5 尺 寸 偏 差

序号	项 目		项目类别	质量要求 mm
1	杆长	整根杆	B	±40
		组装杆杆段	B	±20
2	壁厚 ^a		A	+5 0
3	外保护层厚度 ^b		A	≥1.5
4	外径		B	+10 0
6	杆段弯曲度	电杆（梢径≤190mm）	A	≤L/400
		电杆（梢径>190mm）	A	≤L/600
7	端部倾斜	杆底	B	≤5
		法兰盘	B	≤2

^a 壁厚表示为任意截面的平均厚度。平均厚度不小于设计厚度，最低厚度值不小于设计厚度的 90%。
^b 电杆分内结构层和外保护层。内结构层为电杆的主承力部分。

6.1.3 巴氏硬度

复合材料电杆外表层巴氏硬度不小于 40HBa。

6.1.4 力学性能

复合材料电杆力学性能包括标准检验弯矩、承载力检验弯矩和挠度检验。以表 1、表 2、表 3 所列标准检验弯矩或设计图纸作为检验依据，并应符合下列要求：

- 加荷至标准检验弯矩时，电杆不得出现表面裂纹、发白、结构分层、纤维断裂及屈曲的破坏现象。
- 加荷至承载力检验弯矩时，电杆允许出现表面裂纹、发白等现象，但杆体不得折断。
- 对挠度有特殊要求的复合材料电杆，其挠度由供需双方协议规定。

6.2 材料性能

6.2.1 树脂性能

树脂浇铸体试样性能应符合表 6 的规定。

表 6 树脂浇铸体试样性能

序号	项 目	取 样	性能要求
1	拉伸强度	单独制样	≥60MPa
2	拉伸弹性模量		≥2.5GPa

表 6 (续)

序号	项目	取样	性能要求
3	断裂伸长率	单独制样	$\geq 3.0\%$
4	热变形温度		$\geq 70^{\circ}\text{C}$

6.2.2 复合材料力学及阻燃性能

复合材料电杆切块试样的力学及阻燃性能应符合表 7 的规定。

表 7 复合材料切块试样的力学及阻燃性能

序号	项目	取样	性能要求
1	轴向拉伸强度	电杆中部取样	$\geq 500\text{MPa}$
2	轴向压缩强度		$\geq 300\text{MPa}$
3	轴向弯曲强度		$\geq 500\text{MPa}$
4	氧指数		≥ 28

6.2.3 耐化学介质性能

复合材料电杆的耐化学介质性能应符合表 8 的规定。

表 8 复合材料耐化学介质性能

序号	试验项目	取样	样品外观	弯曲模量保留率
1	耐酸介质, 80°C 质量分数 5% 的 HCl 溶液	单独制样	无气泡、无裂纹	28d, $\geq 80\%$
2	耐碱介质, 80°C 质量分数 10% 的 NaOH 溶液			7d, $\geq 60\%$
3	耐盐介质, 80°C 饱和 Na_2CO_3 溶液			28d, $\geq 85\%$

6.2.4 耐候性能

复合材料电杆的耐候性能应符合表 9 规定。

表 9 复合材料耐候性能

序号	试验项目	取样	样品外观	弯曲模量保留率
1	紫外老化: 紫外光 [$0.71\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{nm})$, 310nm]	单独制样	无气泡、无裂纹	28d, $\geq 85\%$
2	湿热老化, 交变湿热老化测试 (60°C /相对湿度 93%, 12h \rightarrow 25°C /相对湿度 93%, 12h)	单独制样	无气泡、无裂纹	28d, $\geq 85\%$
3	恒温老化测试 (60°C /相对湿度 93%)	单独制样	无气泡、无裂纹	28d, $\geq 85\%$

6.3 电气性能

复合材料电杆的电气性能应符合表 10 的规定。

表 10 复合材料电气性能

序号	试验项目	取样	性能要求
1	表面电阻率 Ω	单独制样	$\geq 1.0 \times 10^{12}$
2	体积电阻率 $\Omega \cdot \text{m}$		$\geq 1.0 \times 10^{13}$

7 试验方法

7.1 电杆产品性能

7.1.1 外观质量

外观质量检验应符合表 11 的规定。

表 11 复合材料外观质量检验

序号	检验项目	检 验 方 法	量具分度值 mm
1	分层	目测	
4	碰伤长度	用卷尺测量，精确到 1mm	1
5	碰伤深度	用深度尺测量，精确到 0.1mm	0.02
3	内、外表面纤维外露	目测	
4	梢端封端	目测	

7.1.2 尺寸偏差

尺寸偏差检验应符合表 12 的规定。

表 12 尺 寸 偏 差 检 验

序号	检验项目	检 验 方 法	量具分度值 mm
1	杆长	用钢卷尺测量，精确至 1mm	1
2	壁厚	用游标卡尺在同一断面互相垂直的两直径上测量 四处壁厚，取其平均值，精确至 0.02mm	0.02
3	外径	用钢直尺或卡尺在同一断面测量互相垂直的两直径， 取其平均值，精确至 1mm	1
4	弯曲度	将拉线紧靠电杆的两端部，用钢直尺测量其弯曲处 的最大距离，精确至 1mm	0.5
5	端部倾斜	用 90° 角度尺及 150mm 长钢直尺测量，精确至 1mm	0.5

7.1.3 巴氏硬度

巴氏硬度检验应符合 GB/T 3854 的规定。

7.1.4 力学性能

锥形杆采用悬臂式试验方法，等径杆采用简支式试验方法。台阶形杆参照等径杆试验方法。电杆力学性能试验方法见附录 A。

7.2 材料性能

7.2.1 树脂性能

树脂性能检验应符合 GB/T 2567 的规定。

7.2.2 复合材料力学及阻燃性能

拉伸强度试验应符合 GB/T 1447 的规定。压缩强度试验应符合 GB/T 1448 的规定。弯曲强度试验应符合 GB/T 1449 的规定。阻燃性能-氧指数试验应符合 GB/T 8924 的规定。

7.2.3 耐化学介质性能

耐化学介质性能试验应符合 GB/T 3857 的规定。

7.2.4 耐候性能

紫外老化试验应符合 ASTM-G154 的规定。湿热老化试验应符合 GB/T 2573 的规定。

7.3 电气性能

表面电阻率和体积电阻率试验应符合 GB/T 1410 的规定。

8 检验规则

8.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验。

8.2 出厂检验

8.2.1 检验项目

出厂检验项目包括树脂性能、外观质量、尺寸偏差、巴氏硬度、力学性能。对挠度有特殊要求时，出厂检验项目还应包括协议规定弯矩时的挠度。

8.2.2 批量

同材料、同工艺、同品种、同荷载级别、同规格的电杆，每 300 根为一批；但在 3 个月内生产总数不足 300 根但不少于 30 根时，也应作为一个检验批。

8.2.3 抽样、检验

8.2.3.1 树脂性能

树脂的性能按本标准 6.2.1 规定的项目和要求进行检验。

8.2.3.2 外观质量和尺寸偏差

从受检批中随机抽取 10 根电杆，逐根进行外观质量、尺寸偏差检验。

8.2.3.3 巴氏硬度

从受检批中随机抽取 10 根电杆，逐根进行巴氏硬度检验。

8.2.3.4 力学性能

从外观质量、尺寸偏差和巴氏硬度检验合格的样品中，随机抽取 1 根电杆进行承载力弯矩检验。

8.2.4 判定规则

8.2.4.1 树脂性能

树脂性能均符合要求，判定该根电杆合格，否则判为不合格。

8.2.4.2 外观质量和尺寸偏差

10 根受检电杆，A 类项目应全部合格，B 类项目每项的数量超差不超过 2 根且项目的超差不超过 2 项，则判定该根电杆合格，否则判为不合格。

8.2.4.3 巴氏硬度

巴氏硬度符合要求，判定该根电杆合格，否则判为不合格。

8.2.4.4 力学性能

力学性能检验均符合本标准 6.1.4 的规定时，判该批产品力学性能合格；如有一项不符合规定时，允许从同批产品中抽取加倍数量复检。复检结果全部符合 6.1.4 的规定时，剔除原不合格的 1 根，判定该批产品力学性能合格；复检结果如有 1 根电杆不符合规定，判定该批产品力学性能不合格。

8.2.5 总判定

树脂性能、外观质量、尺寸偏差、巴氏硬度和力学性能均符合要求时，判定该批产品为合格。

8.3 型式检验

8.3.1 检验项目

检验项目应包括本标准第 6 章要求的所有项目。

8.3.2 检验条件

有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 首次制备或正常生产后，材料、结构工艺改变可能影响产品性能时；
- b) 连续停产 3 个月以上恢复生产时；

- c) 正常生产 36 个月后;
- d) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时;
- e) 国家或地方质量监督检验机构要求进行型式检验时。

8.3.3 抽样、检验

8.3.3.1 外观质量和尺寸偏差

外观质量应符合 6.1.1 的规定。尺寸偏差应符合 6.1.2 的规定。

8.3.3.2 巴氏硬度

巴氏硬度检验应符合 6.1.3 的规定。

8.3.3.3 力学性能

抽取 2 根电杆进行承载力检验弯矩检验。

8.3.3.4 材料性能

树脂性能应符合 6.2.1 的规定。复合材料性能应符合 6.2.2 的规定。耐化学介质性能应符合 6.2.3 的规定。耐候性能应符合 6.2.4 的规定。

8.3.3.5 电气性能

材料电气性能应符合 6.3 的规定。

8.3.4 判定规则

8.3.4.1 外观质量和尺寸偏差

A 类项目应全部合格, B 类项目的超差不超过 2 项, 则判定该批产品的外观质量和尺寸偏差合格。

8.3.4.2 巴氏硬度

巴氏硬度符合要求, 判定该批产品的巴氏硬度合格。

8.3.4.3 力学性能

力学性能检验时, 2 根电杆均符合本标准 6.1.4 的规定, 判定该批产品力学性能合格; 2 根电杆中有 1 根不符合规定时, 允许从同批产品中抽取加倍数量复检。复检结果全部符合 6.1.4 的规定时, 剔除原不合格的 1 根, 判定该批产品力学性能合格; 复检结果如仍有 1 根电杆不符合规定, 判定该批产品力学性能不合格。2 根电杆均不符合 6.1.4 的规定时, 不得复检, 判该批产品力学性能不合格。

8.3.4.4 材料性能

材料性能均符合本标准 6.2 的规定时, 判定该批产品材料性能合格; 如有一项不符合规定时, 允许重新送样复检。复检结果如全部符合 6.2 的规定, 判定该批产品材料性能检验合格; 复检结果如仍有一项不符合规定, 判定该批产品材料性能检验不合格。其中有 2 项不符合 6.2 的规定时, 不得复检, 判定该批产品材料性能检验不合格。

8.3.4.5 电气性能

电气性能符合要求, 判定该批产品的电气性能合格。

8.3.5 总判定

电杆外观质量、尺寸偏差、巴氏硬度、力学性能、材料性能和电气性能均符合本标准要求时, 判定该批产品为合格。

9 标识与质量证明书

9.1 标识

应在产品明显部位设置标识。梢径或直径不小于 190mm 时, 标识宜标在距根部 3.5m 处; 梢径小于 190mm 时, 标识宜标在距根部 3.0m 处。标识的设置不应影响产品的力学性能, 在正常装卸和安装中, 标识仍应保持清楚。标识包括但不限于下列内容:

- a) 制造厂名称或商标;
- b) 产品品种、规格;

- c) 组装杆在整根杆中的位置;
- d) 荷载级别或代号;
- e) 制造日期。

9.2 质量证明书

产品出厂时,应随带质量证明书,包括但不限于下列内容:

- a) 制造厂名称、商标、厂址、电话;
- b) 生产日期、出厂日期;
- c) 执行标准;
- d) 产品品种、规格、荷载级别;
- e) 树脂性能检验结果;
- f) 外观质量和尺寸偏差检验结果;
- g) 电杆切块试样力学性能检验结果;
- h) 力学性能检验结果;
- i) 制造厂技术检验部门盖章。

10 贮存、运输

10.1 贮存

10.1.1 产品堆放场地应坚实平整,堆放处应远离热源,不宜长期露天存放。

10.1.2 产品均应采用三支点堆放,支点位置如图 2 所示。若堆场的地基经过特殊处理,也可采用其他堆放形式。

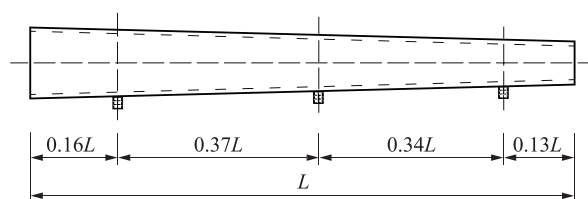


图 2 电杆支点位置示意图

10.1.3 产品应按品种、规格、荷载级别、生产日期等分别堆放。锥形杆梢径大于 270mm 或等径杆直径大于 400mm 时,堆放层数不宜超过 4 层;锥形杆梢径不大于 270mm 或等径杆直径不大于 400mm 时,堆放层数不宜超过 6 层。

10.1.4 产品堆垛应放在支垫物上,层间用支垫物隔开,每层支点在同一平面上,各层支垫物位置在同一垂直线上。

10.2 运输

10.2.1 产品的起吊宜用柔性绳索,若用铁链或钢索起吊,必须在吊索和杆壁处衬填橡胶或其他柔性物。

10.2.2 产品起吊与运输时应采用两支点法。装卸、起吊应轻起、轻放,严禁抛掷、碰撞。

10.2.3 产品运输支撑应符合本标准 10.1 的有关规定。

10.2.4 产品装卸过程中,梢径大于或等于 190mm 的电杆,每次吊运数量不宜超过 3 根;梢径小于 190mm 时,不宜超过 5 根,采取有效措施时,每次吊运数量可适当增加。

10.2.5 产品由高处滚向低处,必须采取牵制措施,不得自由滚落。

10.2.6 产品支点处应套上软质物,以防碰伤。

附 录 A
(规范性附录)
电杆力学性能试验方法

A.1 适用范围

A.1.1 悬臂式试验方法适用于不同梢径锥形杆的力学性能试验。

A.1.2 简支式试验方法适用于不同直径等径杆的力学性能试验。

A.2 试件

试件按出厂检验或型式检验的规定随机抽样。

A.3 试验仪器设备

A.3.1 台座

固定试件的支撑座，可采用钢支座或钢筋混凝土支座。悬臂式试验或简支式试验采用水平加荷时，应加设灵活的滚动支座。

A.3.2 仪器

试验仪器应按定期期限检定，技术要求应符合表 A.1 的规定。

表 A.1 试验仪器技术要求

测量项目	仪器名称	单位	技术指标		
			量程	分度值	精度
荷载	荷载测力器	kN	0~10	0.01	满量程的 0.5%
			0~20		
			0~100 0~200	0.1	
挠度	挠度仪或长尺	mm	0~3000	1.0	满量程的 0.5%
支座位移	数字式微位移仪或百分表	mm	0~30	0.01	0.5% I 级

A.4 试验方法

A.4.1 悬臂式试验方法

锥形电杆杆长不大于 10m 时，采用一个滚动支座；杆长大于 10m 时，采用两个及以上滚动支座。加荷原理如图 A.1 所示。

A.4.2 简支式试验方法

等径电杆宜采用水平加荷或垂直加荷，允许加荷点与支点互换，应考虑自重影响。加荷原理如图 A.2 所示。

A.5 试验加荷

A.5.1 加荷要求

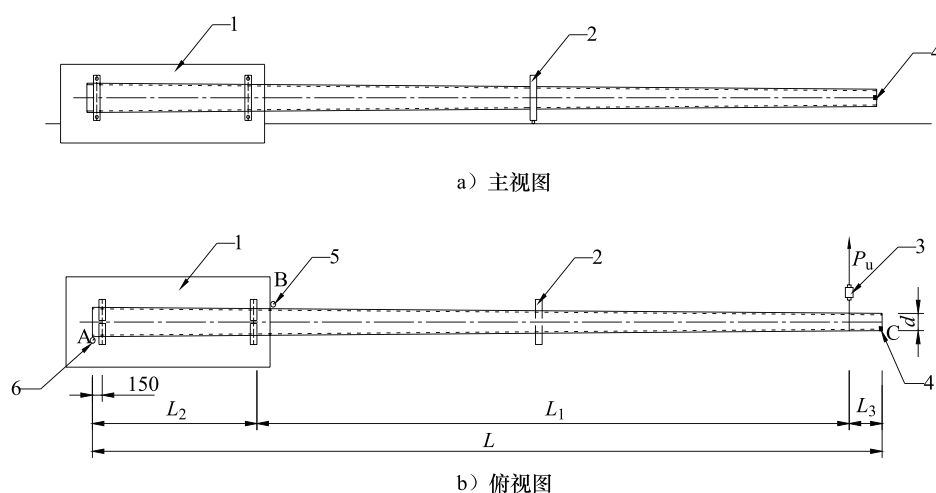
加荷绳索上测力计或力传感器应靠近荷载作用点，应使加荷绳索与试验电杆接触造成的影响减到最小。荷载施加应避免冲击效应，避免接头处的滑动。

A.5.2 荷载级别

按标准检验弯矩 20%级差加荷至承载力检验弯矩，试验荷载的级别按 20%、40%、60%、80%、100%、120%、140%、160%、180%、200%选取。如果需要可增加荷载级别。超载破坏性试验荷载达到标准检验弯矩的 200%后，应按 5%的级差加至破坏。

A.5.3 荷载误差

试验时，加荷值的允许偏差为 2%。



说明:

1 ——混凝土（或钢制）台座；

2 ——滚动支座；

3 ——测力传感器；

4 ——挠度观测点；

5 ——B 测点百分表；

6 ——A 测点百分表；

A、B ——支座（宽 150mm 硬木制成的 U 形垫板）；

P_u ——荷载；

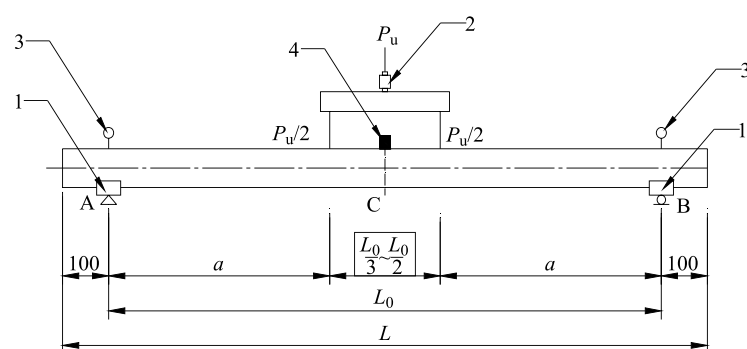
L ——杆长。

注：U 形垫板放置位置：A 支座处于垫板中心线至电杆根端的距离等于 150mm；

B 支座处于右端面到电杆根端面的距离等于 L_2 。

图 A.1 悬臂式试验装置示意图

单位：mm



说明:

1 ——宽 150mm 硬木制成的 U 形垫板；

2 ——测力传感器；

3 ——支座位移百分表；

4 ——挠度观测点；

a ——加载点至支座中心线的距离，单位为米（m）；

P_u ——荷载；

L_0 ——跨距；

L ——杆长。

图 A.2 简支式试验装置示意图

A.5.4 加载速率和荷载持续时间

对于每一级荷载，加荷应平稳、均匀。每次静停时间不少于 3min，观测并记录各项读数。

对于蠕变敏感材料制成的杆塔，可用不同的加载速率和荷载持续时间。

A.5.5 承载力的确定

当在加载过程中出现本标准 6.1.4 所列的情况之一时，应取前一级荷载值作为承载力荷载的实测值；当在规定的荷载持续时间内出现上述情况之一时，应取本级荷载值与前一级荷载值的平均值作为承载力荷载的实测值；当在荷载持续时间结束后出现上述情况之一时，应取本级荷载值作为承载力荷载实测值。

A.6 试验结果计算

A.6.1 弯矩计算

A.6.1.1 锥形杆采用悬臂式试验时，实测弯矩按式 (A.1) 计算。

$$M_{ui} = P_{ui} L_1 \quad (\text{A.1})$$

式中：

M_{ui} ——任一级荷载作用下的弯矩值，单位为千牛米 (kN·m)；

P_{ui} ——任一级荷载加荷值，单位为千牛 (kN)；

L_1 ——荷载点高度，单位为米 (m)。

A.6.1.2 等径杆采用简支式试验时，实测弯矩按式 (A.2)～式 (A.4) 计算。

$$\text{水平加荷时:} \quad M_{ui} = \frac{P_{ui}}{2} a \quad (\text{清除自重影响}) \quad (\text{A.2})$$

$$\text{向下加荷时:} \quad M_{ui} = \frac{P_{ui} + Q}{2} a + \frac{1}{8} q L_0^2 \quad (\text{A.3})$$

$$\text{向上加荷时:} \quad M_{ui} = \frac{P_{ui} - Q - q L_0}{2} a + \frac{1}{2} q a^2 \quad (\text{A.4})$$

式中：

L_0 ——跨距，单位为米 (m)；

a ——加载点至支座中心线的距离，单位为米 (m)；

q ——电杆单位长度的自重，单位为千牛每米 (kN/m)；

Q ——试验设备总重，单位为千牛 (kN)。

A.6.2 挠度计算

A.6.2.1 悬臂式试验时，任一级荷载作用下的梢端挠度，按式 (A.5) 计算。

$$a_{si} = a_{Ci} - \frac{a_{Ai} + a_{Bi}}{L_2} L + a_{Ai} \quad (\text{A.5})$$

式中：

a_{si} ——悬臂梁试验时，任一级荷载作用下的梢端挠度值，单位为毫米 (mm)；

a_{Ci} ——由测量仪器测得的任一级荷载作用下梢端的变形值，单位为毫米 (mm)；

a_{Ai} ——由测量仪器测得的任一级荷载作用下 A 测点处的变形值，单位为毫米 (mm)；

a_{Bi} ——由测量仪器测得的任一级荷载作用下 B 测点处的变形值，单位为毫米 (mm)；

L ——电杆总长度，单位为毫米 (mm)；

L_2 ——电杆支持点高度 (见本标准图 A.1)，单位为毫米 (mm)。

A.6.2.2 简支式试验时，任一级荷载作用下的跨中挠度按式 (A.6) 和式 (A.7) 计算。

$$a_{si} = a_{Ci} - \frac{a_{Ai} + a_{Bi}}{2} \pm a_1 \frac{P_0}{P_1} \quad (\text{A.6})$$

$$a_1 = a_{C1} - \frac{a_{A1} + a_{B1}}{2} \quad (\text{A.7})$$

式中：

a_{si} ——简支式试验时，任一级荷载作用下的跨中挠度值，当向下加荷时取“+”，向上加荷时取“—”，水平加荷时，由于电杆自重所产生的挠度可忽略不计，单位为毫米（mm）；

P_0 ——仪表为零读数时，已作用于电杆上的荷载，如电杆自重和加荷设备的总重，单位为千牛（kN）；

P_1 ——第一级荷载（不包括 P_0 ），单位为千牛（kN）；

a_{Ai} ——由测量仪表测得支点 A 处任一级荷载作用下的变形值，单位为毫米（mm）；

a_{Bi} ——由测量仪表测得支点 B 处任一级荷载作用下的变形值，单位为毫米（mm）；

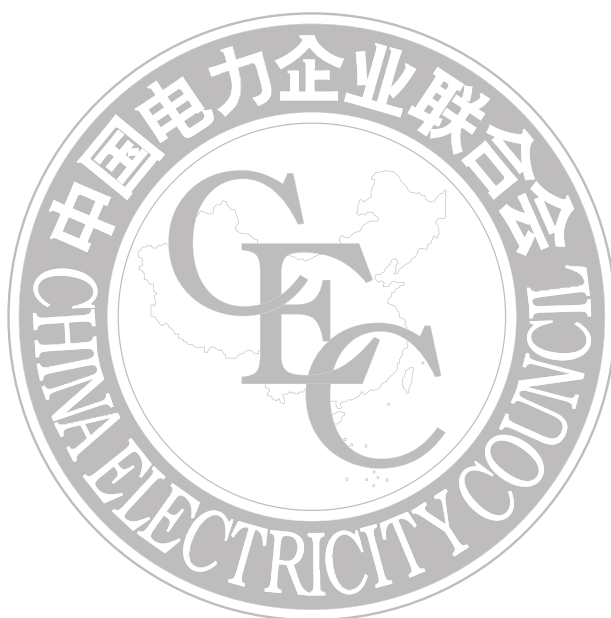
a_{Ci} ——由测量仪表测得中点任一级荷载作用下的变形值，单位为毫米（mm）；

a_1 ——电杆在第一级荷载作用下的挠度值，按式（A.7）计算，单位为毫米（mm）；

a_{A1} ——由测量仪表测得支点 A 处第一级荷载作用下的变形值，单位为毫米（mm）；

a_{B1} ——由测量仪表测得支点 B 处第一级荷载作用下的变形值，单位为毫米（mm）；

a_{C1} ——由测量仪表测得中点第一级荷载作用下的变形值，单位为毫米（mm）。



中国电力企业联合会标准

配网复合材料电杆

T / CEC 108—2016

*

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京传奇佳彩印刷有限公司印刷

*

2016 年 10 月第一版 2016 年 10 月北京第一次印刷

880 毫米×1230 毫米 16 开本 1.25 印张 31 千字

*

统一书号 155123 · 3397 定价 11.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

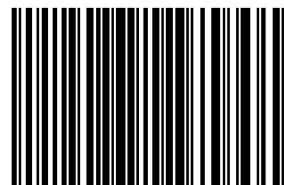
版权专有 翻印必究



中电联微信公众号



中国电力出版社官方微信



155123.3397