

中华人民共和国国家标准

GB 13398—92

带电作业用绝缘杆通用技术条件

General technical conditions of Insulating poles for live working

本标准参照采用国际标准 IEC 855(1985)《带电作业用泡沫填充绝缘管和实心绝缘棒》。

1 主题内容与适用范围

本标准规定了带电作业用绝缘杆(以下简称绝缘杆)的分类、技术要求、试验方法与检验规则。

本标准适用于在海拔高度 1 000 m 及以下地区 10~500 kV 交流高压电气设备上进行带电作业所使用的绝缘杆。

本标准中的绝缘杆是指用空心绝缘管、泡沫填充绝缘管、环氧绝缘层压板(以下分别简称空心管、填充管、绝缘板)等绝缘材料制成的操作杆、支杆和拉(吊)杆。

对拟用于海拔高度高于 1 000 m,但不超过 4 000 m 处的绝缘杆,其试验电压应按本标准所规定的试验电压乘以海拔校正系数 K_a 进行校正,其最短有效绝缘长度应按本标准所规定的最短有效绝缘长度乘以 K_a 进行近似校正。

$$K_a = \frac{1}{1.1^{H \times 10^{-4}}}$$

式中: H ——安装地点的海拔高度, m。

2 引用标准

- GB 311 高电压试验技术及绝缘配合
- GB 1304 电工绝缘热固性层压制品通用试验方法
- GB 2900.19 电工名词术语 高电压试验技术及绝缘配合
- GB 5129.5 环氧层压玻璃布板
- GB 5130 电气绝缘层压板试验方法
- GB 5131.2 环氧层压玻璃布管
- GB 5132 电气绝缘层压管试验方法

3 术语

本标准使用了如下术语:

操作杆——系指用绝缘材料制造、作业时作业者手持其末端,用前端接触带电体进行操作的绝缘工具。

支杆——系指用绝缘材料制造、作业时其两端分别固定在带电体和接地体(或构架、杆塔)上以安全可靠地支撑带电体荷重的绝缘工具。

拉(吊)杆——系指用绝缘材料制造、作业时与牵引工具连接并安全可靠地承受带电体荷重的绝缘工具。

国家技术监督局 1992-02-19 批准

1992-10-01 实施

绝缘杆最短有效绝缘长度——系指在作业时能承受最高操作过电压水平,保证人身和设备安全的最短绝缘部分的长度。

本标准电气试验部分中所使用的名词、术语符合 GB 2900.19。

4 分类及技术要求

绝缘杆根据用途和操作方法分为操作杆、支杆和拉(吊)杆三类。

4.1 操作杆

4.1.1 结构的一般要求

操作杆的接头宜采用固定式绝缘接头,接头连接应紧密牢固。

用空心管制造的操作杆的内、外表面及端部必须进行防潮处理,并用堵头在空心管的两端进行封堵,以防止内表面受潮和脏污。

固定在操作杆上的接头宜采用比强度高的材料制作,对金属接头其长度不应超过 100 mm,端部和边缘应加工成圆弧形。

操作杆的总长度由最短有效绝缘长度,端部金属接头长度和手持部分长度的总和决定,其各部分长度应符合表 1 的规定。

表 1

额定电压 kV(r·m·s)	最短有效绝缘长度 m	端部金属接头长度 不大于 m	手持部分长度 不小于 m
10	0.70	0.10	0.60
35	0.90	0.10	0.60
63	1.00	0.10	0.60
110	1.30	0.10	0.70
220	2.10	0.10	0.90
330	3.20	0.10	1.00
500	4.10	0.10	1.00

4.1.2 电气性能

4.1.2.1 10~220 kV 电压等级操作杆的电气性能应符合表 2 的规定。

表 2

额定电压 kV(r·m·s)	试验电极间距离 m	工频闪络击穿电压 不小于 kV(r·m·s)	1 min 工频耐受电压 kV(r·m·s)
10	0.40	120	100
35	0.60	180	150
63	0.70	210	175
110	1.00	300	250
220	1.80	510	450

4.1.2.2 330~500 kV 电压等级操作杆的电气性能应符合表 3 的规定。

表 3

额定电压 kV(r·m·s)	试验电极间距离 m	5 min 工频耐受电压 kV(r·m·s)	操作冲击耐受电压 kV(peak)
330	2.80	420	900
500	3.70	640	1 175

4.1.3 机械性能

操作杆的机械性能应符合表 4 的规定。

表 4

荷 载 类 型		允许荷载值		最小破坏荷载值	
		操作杆标称直径		操作杆标称直径	
		mm		mm	
		28 及以下	28 以上	28 及以下	28 以上
弯曲力矩, N·m	不小于	90	110	270	330
拉伸力, N	不小于	600		1 800	
扭曲力矩, N·m	不小于	30		90	

4.2 支杆、拉(吊)杆

4.2.1 结构的一般要求

支杆、拉(吊)杆上的金属配件与空心管、填充管(以下简称绝缘管)、绝缘板的连接应牢固,使用时灵活方便。

支杆和拉(吊)杆的最短有效绝缘长度应符合表 5 的规定。

支杆的总长度由最短有效绝缘长度、固定部分长度和活动部分长度的总和决定。拉(吊)杆的总长度由最短有效绝缘长度和固定部分长度的总和决定,其各部分长度应符合表 5 的规定。

表 5

额定电压 kV(r·m·s)	最短有效绝缘长度 m	固定部分长度, m		支杆活动部分长度 m
		支杆	拉(吊)杆	
10	0.40	0.60	0.20	0.50
35	0.60	0.60	0.20	0.60
63	0.70	0.70	0.20	0.60
110	1.00	0.70	0.20	0.60
220	1.80	0.80	0.20	0.60
330	2.80	0.80	0.20	0.60
500	3.70	0.80	0.20	0.60

4.2.2 电气性能

支杆、拉(吊)杆的电气性能与 4.1.2 条所规定的操作杆的电气性能要求相同。

4.2.3 机械性能

支杆按其允许受压荷载分为 1 kN、3 kN 和 5 kN 三个等级,其机械性能应符合表 6 的规定。

表 6

支杆 分类级别	允许荷载 kN	破坏荷载 不小于 kN
1 kN 级	1.00	3.00
3 kN 级	3.00	9.00
5 kN 级	5.00	15.00

拉(吊)杆按其允许拉力荷载分为 10 kN、30 kN 和 50 kN 三个等级,其机械性能应符合表 7 的规定。

表 7

拉(吊)杆 分类级别	允许荷载 kN	破坏荷载 不小于 kN
10 kN 级	10.0	30.0
30 kN 级	30.0	90.0
50 kN 级	50.0	150.0

5 试验方法

5.1 外观检查、尺寸检查及绝缘材料试验

5.1.1 外观检查

用肉眼(手摸)从外观进行检查,检查试品是否光滑,有无气泡、皱纹或开裂,玻纤布与树脂间粘接是否完好,杆段间连接是否牢固等。

5.1.2 尺寸检查

用量尺测量各试品的尺寸是否符合第 4 章表 1 或表 5 的规定。

5.1.3 绝缘材料试验

用以制造绝缘杆的绝缘材料的试验按附录 A 的规定进行。

5.2 电气试验

高压电气试验按 GB 311 的规定进行。

5.2.1 工频闪络击穿电压试验

用直径不小于 30 mm 的单导线作模拟导线,模拟导线两端应设置均压球(或均压环),其直径不小于 200 mm,均压球距试品不小于 1.5 m。

试品垂直悬挂。

试品的高压试验电极布置于试品绝缘部分的最上端,也可用试品顶端的金具作高压试验电极。高压试验电极和接地极间的距离(试验长度)分别按表 2、表 3 的规定,如在两试验电极间有金属部件时,其两试验电极间的距离还应在此数值上再加上金属部件的总长度。接地极的对地距离应不小于 1 m。接地极和高压试验电极(无金具时)以宽 50 mm 的金属箔或导线包绕。

试验时,先缓慢升压至试验电压值的 75%,此后以百分之二每秒的升压速率继续升压至试品发生闪络或击穿,记录下此时的试验电压值。每一试品的该闪络击穿电压值应满足表 2 的规定。

5.2.2 工频耐压试验

工频耐压试验前试品的预处理及试验布置同 5.2.1 条的规定。

对多个试品同时进行试验时,试验布置见图 1,试品间距离 d 应不小于 500 mm。

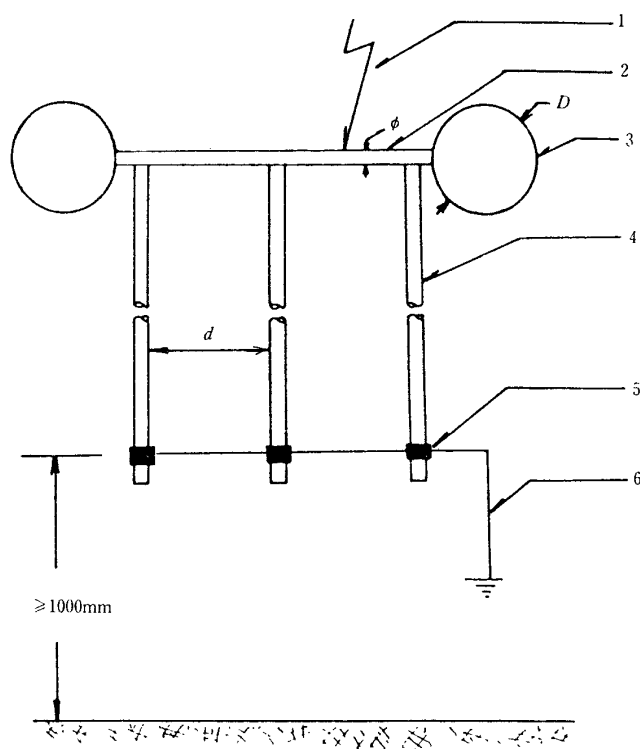


图1 工频耐压及操作耐压试验接线图

1—高压引线；2—模拟导线， $\phi \geq 30$ mm；3—均压球， $D=200\sim 300$ mm；
4—试品，试品间距 $d \geq 500$ mm；5—下部试验电极；6—接地引线

10~220 kV 电压等级的绝缘杆，在两电极间施加表 2 所规定的额定工频耐受电压值，加压时间 1 min。

330~500 kV 电压等级的绝缘杆，在两电极间施加表 3 所规定的额定工频耐受电压值，加压时间 5 min。

试验中各试品应不发生闪络或击穿，试验后试品应无放电、灼伤痕迹，应不发热。

5.2.3 操作冲击耐压试验

对拟用于 330、500 kV 交流电气设备上的绝缘杆，除进行 5 min 工频耐压试验外，还必须进行操作冲击耐压试验。

试验电压波形采用 +250/250.0 μ s 标准操作冲击波。

对每一试品，在其试验电极间施加表 3 所规定的额定操作冲击耐受电压 15 次，试品均应不发生闪络或击穿，也应无其它损坏。

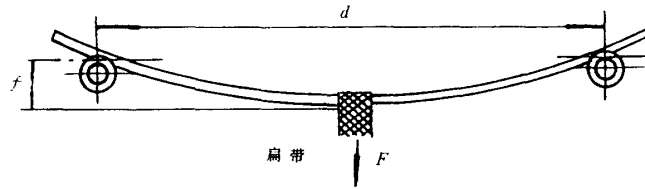
5.3 机械试验

根据作业时的实际受力情况，对绝缘杆应分别进行弯曲、扭曲、拉伸或压缩试验。

对操作杆应作弯曲、扭曲和拉伸试验，对支杆应作压缩试验；对拉（吊）杆应作拉伸试验。

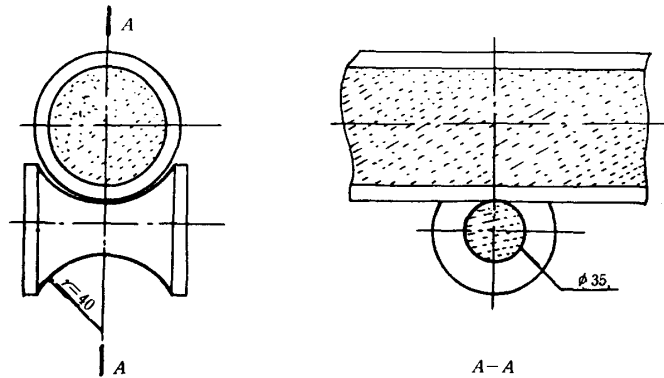
5.3.1 弯曲试验

按图 2 布置对试品进行弯曲试验。试验时将操作杆放在两端的滑轮上，在中间加荷载直至规定值或直至破坏。



管或棒直径 mm	两支架间距离 d mm
10~16	500
32	1 500
39~51, 51~64, 64~77	2 000

a. 试验装配图



b. 支架详图

图 2 弯曲试验图

5.3.2 扭曲试验

对操作杆进行扭曲试验时,将操作杆的手持端固定,在其另一端距固定点 2 m 处施加扭矩直至规定值或直至破坏。

5.3.3 拉伸试验

对试品进行拉伸试验时,在试品绝缘部份的顶端和距其 2 m 处的另一端用夹具进行两端固定(固定方法参见图 3),并与牵引机具和测试设备串接成一直线,随后施加拉力直至规定值或直至破坏。

5.3.4 压缩试验

对支杆进行压缩试验的试品长为 2.0 m,试验时,按图 4 所示,将支杆固定牢固,在支杆的自由端沿轴向施加荷载直至规定值或直至破坏。

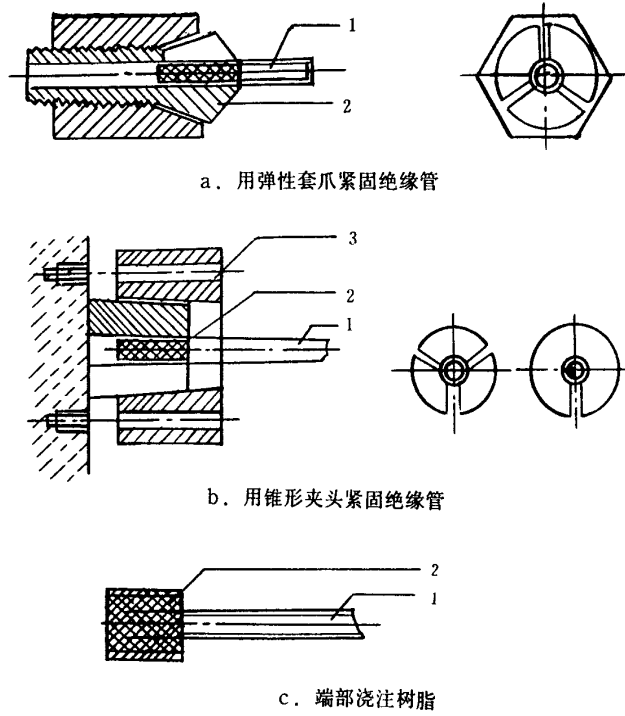


图3 拉伸试验中绝缘杆固定方法示例图

1—被试绝缘管；2—树脂；3—螺杆

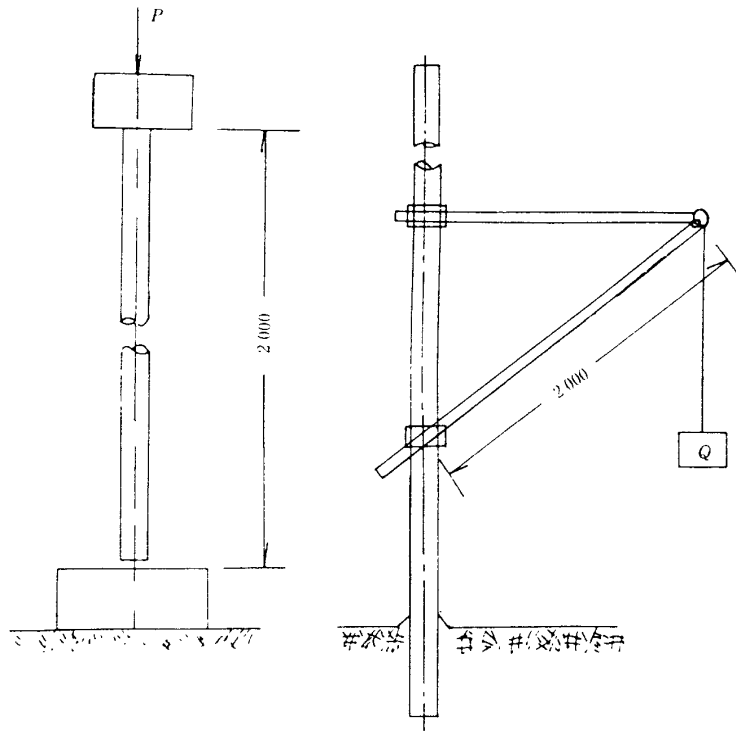


图4 支杆压缩试验图

6 检验规则

6.1 检验项目

各类试验的检验项目规定于表 8。

表 8

检 验 项 目		试验方法	检验分类	
			型式检验	出厂检验
绝缘材料试验		本标准附录 A	√	—
外观及尺寸检查		本标准 5.1 条	√	√
电气试验	工频闪络击穿电压试验	本标准 5.2.1 条	√	—
	工频耐压试验	本标准 5.2.2 条	√	√
	操作冲击耐压试验	本标准 5.2.3 条	√	√
机械试验	弯曲试验	本标准 5.3.1 条	√	抽检
	扭曲试验	本标准 5.3.2 条	√	抽检
	拉伸试验	本标准 5.3.3 条	√	抽检
	压缩试验	本标准 5.4.4 条	√	抽检

6.2 绝缘材料试验

绝缘材料的试验按附录 A 的规定进行。

6.3 型式检验

制造厂家对定型前的产品按本标准第 4 章所规定的技术条件进行型式检验；如绝缘杆的制造工艺或所使用的材料改变以至影响到产品的性能，则应重新进行型式检验；在绝缘杆的制造工艺和使用的材料没有任何变化的情况下，亦应每隔 5 年重新进行型式检验。

型式检验按 6.1 条所规定的检验项目和第 5 章所规定的试验方法进行。对每一检验项目均用 3 个试品进行检验，每一个试品均应满足第 4 章所规定的技术条件。

6.4 出厂检验

6.4.1 外观及尺寸检查

对出厂的全部产品均应逐件进行外观及尺寸检查。

6.4.2 工频耐压试验和操作冲击耐压试验

对出厂的全部产品均应按表 2 和表 3 规定的技术条件进行工频耐压试验或操作冲击耐压试验。

6.4.3 机械试验

对出厂的一批绝缘杆，对其机械性能应作抽样检验，在一批产品中随机抽取 5 根绝缘杆按表 8 中规定的荷载进行机械试验，持续时间 1 min。卸载后，试品如无损坏和局部裂纹，无永久变形则试品通过了机械试验，该试品合格，如抽取的 5 个试品全部通过了出厂机械试验，则认为该批产品通过了抽样检验，其机械性能满足规定要求。如抽样试品中通过试验检验出有不合格产品，则应对该批产品按表 9 的要求逐件进行机械试验。

表 9

试 品		拉伸试 验荷载 kN	压缩试 验荷载 kN	弯曲试 验荷载 N·m	扭曲试 验荷载 N·m	
操 作 杆	标称外径 mm	28 及以下	1.50	—	225	75
		28 以上	1.50	—	275	75
支 杆 、 拉 (吊) 杆	1 kN 级	—	2.50			
	3 kN 级	—	7.50			
	5 kN 级	—	12.50			
	10 kN 级	25.0	—			
	30 kN 级	75.0	—			
	50 kN 级	125.0	—			

7 标志、包装、贮存

7.1 标志

每一根出厂的绝缘杆应有永久性的明显标志：
 绝缘杆的名称和规格；
 制造厂名；
 颜色标记(见图 5)；
 型号(包括主要性能)；
 制造日期。

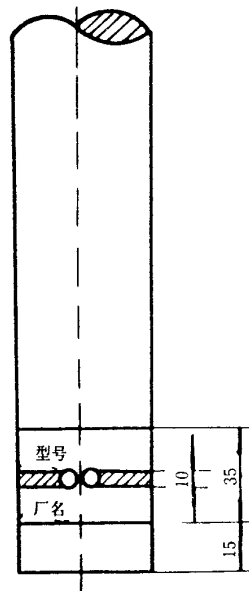


图 5 绝缘杆标志示意图

7.2 验收

7.2.1 验收按本标准出厂试验项目进行。

7.2.2 若有特殊要求双方按签定的合同办理。

7.2.3 经试验,如绝缘杆的质量和性能不符合本标准的规定,买方可拒收制造厂交付的产品。

7.3 包装

绝缘杆应用防潮的塑料袋或其他防潮材料包装,产品与产品之间应垫纸,整个包装应牢固,包装表面应有明显的“防潮”、“防雨”、“严防碰撞”等字样。

在包装袋上应有如下标志:

制造厂名;

绝缘杆的数量和重量;

出厂试验合格证;

出厂日期。

7.4 贮存

绝缘杆应贮存在干燥、清洁、通风良好的室内工具架上。

附录 A
用以制造绝缘杆的绝缘材料的技术要求及检验规则
(补充件)

A1 技术要求及检验规则

A1.1 用以制造绝缘杆的绝缘材料,其物理、机械及介电性能、检验方法应符合表 A1 的规定。

表 A1

检验项目	单位	技术要求	检验方法	
密度 不小于	kg/cm ³	1.75×10 ³	按 GB 1304、GB 5130、GB 5132 的规定进行	
吸水率 不大于	%	0.4		
抗弯强度 不小于	N/cm ²	35×10 ³		
轴向抗压强度 不小于	N/cm ²	20×10 ³		
抗拉强度 不小于	N/cm ²	30×10 ³		
体积电阻系数 大于	常态	Ω·cm		1.0×10 ¹⁴
	浸水			1.0×10 ¹²
表面电阻系数 大于	常态	Ω		1.0×10 ¹²
	浸水			1.0×10 ⁹
50 Hz 介质损耗角正切 不大于		0.01		
表面耐压(受潮后) 不小于	kV(r·m·s)	12		

A1.2 对用以制造绝缘杆的绝缘材料应进行 300 mm 长试品的 1 min 工频耐压试验,包括干试验和受潮后试验。

A1.2.1 300 mm 长试品在 100 kV 工频电压下的泄漏电流应符合表 A2 的规定。

表 A2

试品规格			试验电极 间距离 mm	1 min 工频 耐受电压 kV (r·m·s)	泄漏电流	
					干试验 <i>I</i> ₁	受潮后试验 <i>I</i> ₂
空心管	标称外径,mm	30 及以下	300	100	不大于,μA	
填充管		大于 30			10	30
	20~60	15			35	
绝缘板	标称截面,mm ²	600 及以下			20	40

A1.2.2 按如下程序进行 300 mm 长试品的干试验

在三根用来作该试验的绝缘管和绝缘板上分别截取 300 mm 长作试品,采样时应避免使用端部 100 mm 以内的材料。

干试验前应将试品预先置于试验区域的大气环境中至少 24 h 进行处理。

试验前应以适当的溶剂(如异丙醇溶液、酒精等)擦净已进行了预处理的试品,擦净后让其露在空气中 15 min 以上,以便溶剂全部挥发。

按图 A1 所示将试品安装于试验电极上,试验电极安装在离地约 1 m 高的绝缘支架上,试验电极示于图 A2~图 A4。

在试验电极间施加工频试验电压 100 kV,持续时间 1 min,试验中测量试品的泄漏电流 I_1 。

在试验过程中,如试品的泄漏电流 I_1 在表 A2 的规定范围内,且试品未发生闪络或击穿,试验后试品各部分无灼伤,不发热,则该试品通过该项试验。

A1.2.3 按如下程序进行 300 mm 长试品的受潮后试验

将已通过干试验的试品置于温度为 23℃,相对湿度为 93%的环境中 168 h,然后在保持相对湿度为 93%条件下回复到试验区域的环境温度,用干布将试品内外表面轻轻擦干净,在与干试验测量 I_1 的相同条件下测量试品的泄漏电流 I_2 。

在受潮后试验中,高压端及试品的布置应与干试验中的布置相同。

如受潮后试验中所测量的 I_2 符合表 A2 的规定,且试验中试品未发生闪络或击穿,试验后试品各部分无灼伤、不发热,则该试品通过了该项试验。

A1.2.4 对用以制造绝缘杆的填充管应按如下规定进行渗透试验。

在三根填充管上分别截取每根长 100 mm 的三根管子作试品,将其完全渗入盛有按体积计算的 0.1%浓度的(碱性)有色蒸馏水溶液的容器中,再将该容器置于真空室内,随后将真空抽成小于 6 500 Pa的真空,并保持 1 h,最后解除真空,取出试品。

为避免在随后的切割中有色溶液从试品的端部扩散,故切割前必须将试品放在空气中晾 24 h。

晾干后,从每一试品的两端各截取 10 mm 长,然后将所得到的新试品沿纵向剖开,其上应无有色溶液渗透的痕迹。

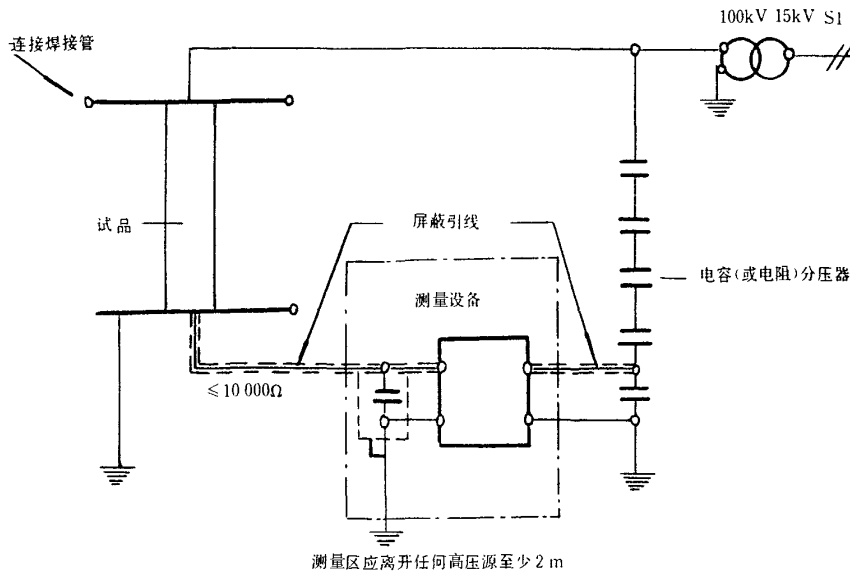


图 A1 300 mm 长试品电气试验图

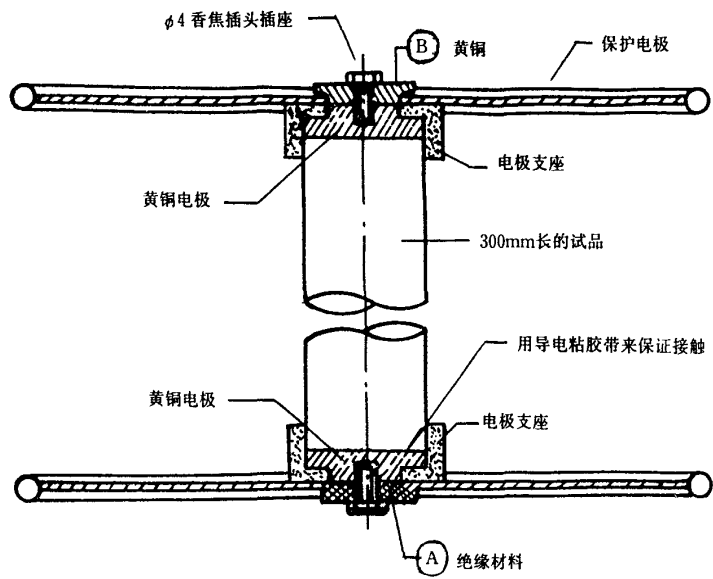


图 A2 300 mm 长试品电气试验的试验电极详图

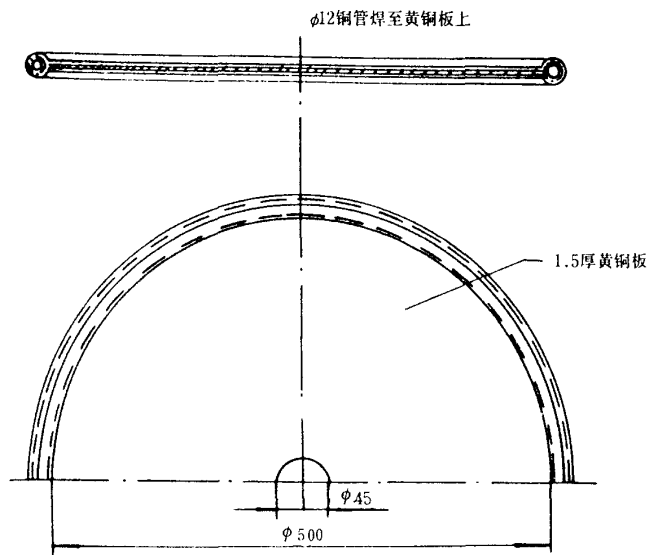


图 A3 保护电极结构图(需要两个)

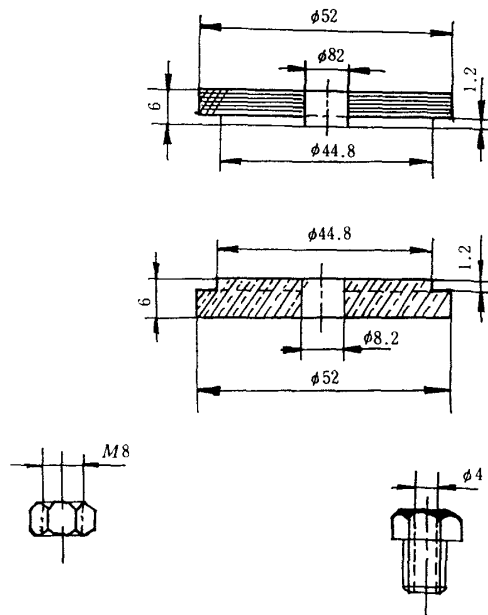


图 A4 保护电极(A)(B)部件结构

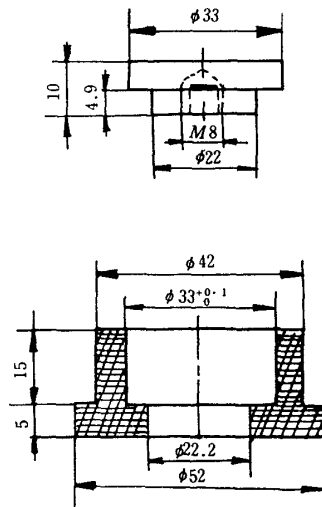


图 A5 按试品直径配备的保护电极部件结构图举例: $\phi 32$ 管

A2 空心管

空心管应采用绝缘强度好,比强度高、吸水率小及耐老化的材料制造。管内外表面应光滑,无气泡、皱纹或开裂,无明显擦伤和过热痕迹,机械加工后不应有分层或掉渣。

空心管的标称内径应符合表 A3 的规定。

空心管的最大翘曲为 0.5%,其测量方法按 GB 5132 的规定。

表 A3

标称内径 mm	内径允许偏差 mm	最小壁厚 mm	壁厚允许偏差,mm		最小长度 m
			壁厚不大于 10 mm	壁厚大于 10 mm	
20、22、24 26、28、30	±0.4	1.5	±0.5	±1.0	2.0
32、34、36 40、50、60	±0.5				

A3 填充管

填充管是在空心管内充以绝缘强度高,重量轻的泡沫所制成的。

填充管内所填充的泡沫应与管壁粘接紧密牢固,在试验中不应有损坏。

用以制作填充管的空心管的尺寸可参照 A2 条空心管的规定。空心管填充泡沫后,其物理、机械和介电性能的各项指标一般不应低于原型号空心管的相应性能指标。

A4 绝缘板

绝缘板表面应光滑平整,无气泡、皱纹和裂纹,没有如擦伤,压坑和颜色不均等明显缺陷,其边缘应切割整齐,端面不得有分层和开裂。

绝缘板经机械加工后应无裂纹、起层和掉渣,在加工处应涂上绝缘层进行保护。

绝缘板的长度不得小于 2.0 m。

绝缘板的物理机械和介电性能应不得低于 GB 5129.5 中 2.4 条的规定,其翘曲或扭曲应符合该标准 2.3 条的规定。

附加说明:

本标准由中华人民共和国能源部提出。

本标准由全国带电作业标准化技术委员会归口。

本标准由成都供电局、四川电力科学试验研究所负责起草。

本标准主要起草人胡定超、赵明辉。