



# ULHM-I 绝缘子灰密测试仪

---

## 说明书

使用产品之前，请仔细阅读本说明书！

武汉优利克电力设备有限公司  
Wuhan Ulke Power Equipment Co.,Ltd.

# 目 录

第一章：仪器介绍.....	1
第二章：依据标准.....	1
第三章：术语解释.....	2
第四章：性能指标.....	2
第五章：产品特点.....	3
第六章：功能详解.....	3
第七章：测试步骤.....	6
第八章：保养维护.....	9
第九章：随机附件.....	10
附录 A.....	10
附录 B.....	12
附录 C.....	13

## 第一章：仪器介绍

ULHM-I 绝缘子灰密测试仪专为测量灰密度值而设计，包含快速过滤装置（图 1.1）、精密电子天平（图 1.2）、恒温干燥箱（图 1.3）和测量附件等部分。

快速过滤装置精心设计指针式人机交互界面，美观简洁；配套的灰密测量分析软件；采用多抽头，操作便捷。

精密电子天平具有数字化多点线性修正和多点漂移修正功能。具有多种测量模式供选择；能开机自检、外部校准、自动屏保；采用全透明密封罩制作，外形美观，使用方便。

恒温干燥箱具有温度自整定、智能控制功能。可保持箱内恒温；工作室采用“冷热空气对流”技术，保证箱内空气自动变换；具有大玻璃视窗、数码管显示，便于观察和操作；多层搁版，可一次性干燥多个试品。

仪器遵照多种最新标准的规定和要求，适用于高线架空线路、发电厂、变电所等场所外绝缘设备的灰密度测试。



图 1.1 快速过滤装置



图 1.2 精密电子天平



图 1.3 恒温干燥箱

## 第二章：依据标准

绝缘子灰密成套装置涉及的相关标准如下表所示：

序号	标准名称
1	Q/GDW152—2006 《高压架空线路和变电站环境污区分级及外绝缘选择标准》
2	GB/T16434—200* 《污秽条件下高压绝缘子的选择和尺寸确定第 1 部分：定义、信息和一般原则》
3	GB/T4585-2004/IEC60507:1991 《交流系统用高压绝缘子的人工污秽实验》
4	GB/T5582-93 《高压电力设备外绝缘污秽等级》
5	IEC60815-2004

### 第三章：术语解释

**灰密度 (NSDD)：**绝缘子单位绝缘表面上清洗的非可溶残留物除以表面积，一般表示为  $\text{mg}/\text{cm}^2$ 。

**附盐密度 (SDD)：**人工涂覆于给定绝缘子表面（不包括金属部件和装配材料）上的氯化钠总量除以表面积，一般表示为  $\text{mg}/\text{cm}^2$ 。

**等值附盐密度 (ESDD)：**绝缘子单位绝缘表面上的等值附盐量，一般表示为  $\text{mg}/\text{cm}^2$ 。

**爬电距离：**在两个导电部分之间，沿绝缘体表面的最短距离。

**统一爬电距离(USCD)：**绝缘子的爬电距离  $L$  除以试验电压与  $\sqrt{3}$  的积，一般表示为  $\text{mm}/\text{kV}$ 。

**污秽层：**由盐和惰性材料组成的绝缘子表面上的导电电解层。

**现场污秽度等级：**将污秽严重程度从非常轻到非常严重按 SPS（ESDD/NSDD 的最大值）的分级。

### 第四章：性能指标

ULHM-I 绝缘子灰密测试仪性能指标如下表 4.1 所示。

表 4.1 性能指标

参数 \ 项目	快速过滤装置	精密电子天平	恒温干燥箱
电源	AC220V $\pm 10\%$ 50Hz	AC220V $\pm 10\%$ 50Hz	AC220V $\pm 10\%$ 50Hz
功率	180W	$\leq 15\text{W}$	$\leq 600\text{W}$
显示方式	指针	液晶	数码管
范围	泵排量：90L/min 单嘴抽气率：10L/min	称量范围：0~200g	控温范围：5°C~250°C
精度	/	0.1mg	1°C
环境温度	0~50°C	0~50°C	0~50°C
相对湿度	$\leq 80\%$	$\leq 80\%$	$\leq 80\%$
体积	400mm×285mm×420mm	350mm×215mm×340mm	520mm×320mm×430mm（外观） 250mm×250mm×300mm（容积）
重量	约 5Kg	约 6.8Kg	约 20Kg

## 第五章：产品特点

### 5.1 快速过滤装置

- 5.1.1 采用优化应力分布新技术，进口真空泵，带负载能力大，加速能力高，大幅提高灰密度测量速度和效率；
- 5.1.2 灵活设置过滤接口，清晰醒目，操作方便；
- 5.1.3 配套提供灰密测量分析软件；
- 5.1.4 人机交互界面美观大方；
- 5.1.5 测试操作简单易学，专为绝缘子灰密度测试设计制造，可以与我公司生产的绝缘子盐密测试仪配套使用。；

### 5.2 精密电子天平

- 5.2.1 采用国际公认的最优传感器结构，数字化多点线性修正和多点漂移修正，技术先进；
- 5.2.2 多种测量模式供选择，量程设计满足实际测量要求；
- 5.2.3 开机自检、外部校准、自动屏保；
- 5.2.4 全透明密封罩制作，外形美观，使用方便。

### 5.3 恒温干燥箱

- 5.3.1 采用“冷热空气对流”技术，保证箱内空气自动变换；
- 5.3.2 温度自整定、智能控制功能，技术先进；
- 5.3.3 大玻璃视窗、数码管显示，便于观察和操作；
- 5.3.4 多层搁版，可一次性干燥多个试品。

## 第六章：功能详解

ULHM-I 绝缘子灰密测试仪的主要功能是测量绝缘子灰密度的值，用户据此判断绝缘子的污秽程度。成套装置由快速过滤装置、精密电子天平、恒温干燥箱和测量附件等组成。用户需要根据实际情况设定绝缘子表面积、溶液体积等参数。

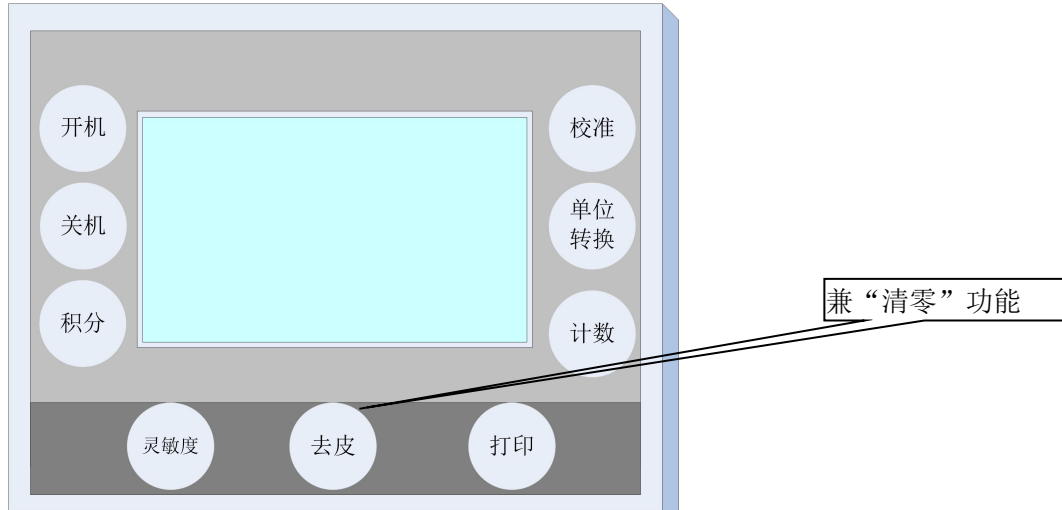
### 6.1 快速过滤装置

操作简单，将抽滤器背后的两个水口用所配短软管连接起来，向水桶中注入清水至一半。用长软管连接抽滤器其中一个抽头和抽滤瓶，打开开关即可实现抽滤。

提示：速度等级较高时，过滤速度较快，但过滤效果较差；速度等级低过滤效果比较好，但耗时较长。

## 6.2 精密电子天平

灰密成套装置——精密电子天平是一款精确、稳定、多功能与自动化一体的电子天平，如图 6.3 所示。



下面着重介绍和灰密测试相关的功能，其它扩展功能与灰密测试无关，可暂不考虑。

### 1、开关机操作

开机：

- a) 通过电源适配器将精密电子天平通电，当显示屏上出现“OFF”字样时，天平完成自检；
- b) 按下“开机”键，显示屏上出现“正在预热”字样，并在倒计时满 30 分钟后自动开机；
- c) 显示全亮后，显示屏上先显示型号，接着显示“0.0000g”，天平进入可称量模式。

关机：

- a) 按下“关机”键，显示器熄灭，当显示屏上出现“OFF”字样后，天平进入屏保。

提示：在预热过程中，可直接按“去皮”键开机，但是为了保证电平测量的准确度，请提前 60 分钟开机。

2、为获得准确的称量结果，在首次使用精密电子天平前必须对校准，以后使用过程中可定期进行。

校准过程：

- a) 准备好校准所用砝码；
- b) 秤盘空载时按下“校准”键，直到显示屏上出现“CAL-200”字样后松开该键；
- c) 当“CAL-200”字样闪烁时，在秤盘中心放上校准砝码，天平开始校准；
- d) 当显示屏上出现“200.0000g”字样时，移去秤盘上的砝码；
- e) 当显示屏上出现“0.0000g”时，天平校准结束，自动回到称量状态。

提示：在校准过程中，“去皮键”可随时中断校准，使天平回到称量状态；最好反复校准两次，以保证更为准确的校准结果。

### 3、称量

开机预热完成后，或按“去皮”清零后，将被称物置于秤盘上，待显示屏左边“0”标志熄灭后，天平趋于稳定，此时显示屏上显示值即为被称物体的重量。

### 6.3 恒温干燥箱

灰密成套装置——恒温干燥箱采用专用微处理器实现智能温度控制。如图 6.4、图 6.5 所示，分别为恒温干燥箱控制面板及面板项目功能说明。

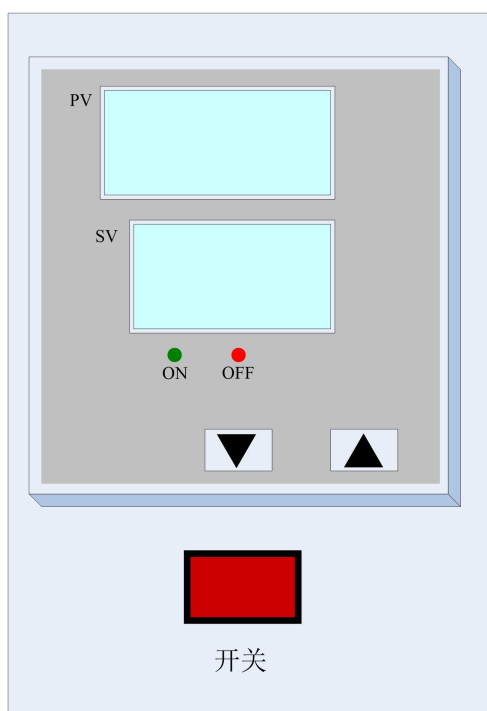


图 6.4 恒温干燥箱面板

面板项目	功能说明
PV	当前温度值
SV	设定温度值
ON	恒温干燥箱加热状态
OFF	恒温干燥箱保温状态
	设置温度值增加
	设定温度值降低

图 6.5 恒温干燥箱功能说明

恒温干燥箱使用方法如下：

- 1、连接电源，并打开红色电源开关；
- 2、根据需要，通过上下箭头设定加热的目标温度值（一般 70 度即可），并在“SV”显示屏上指示；
- 3、恒温干燥箱进入自动加热状态，并在“PV”显示屏上实时显示当前箱内温度，加热过程中绿色指示灯一直亮，到达设定温度后，红色指示灯变量指示恒温干燥箱进入“保温”状态。

## 第七章：测试步骤

ULHM-I 绝缘子灰密测试仪的测试分为以下几个步骤，如图 7.1 所示。

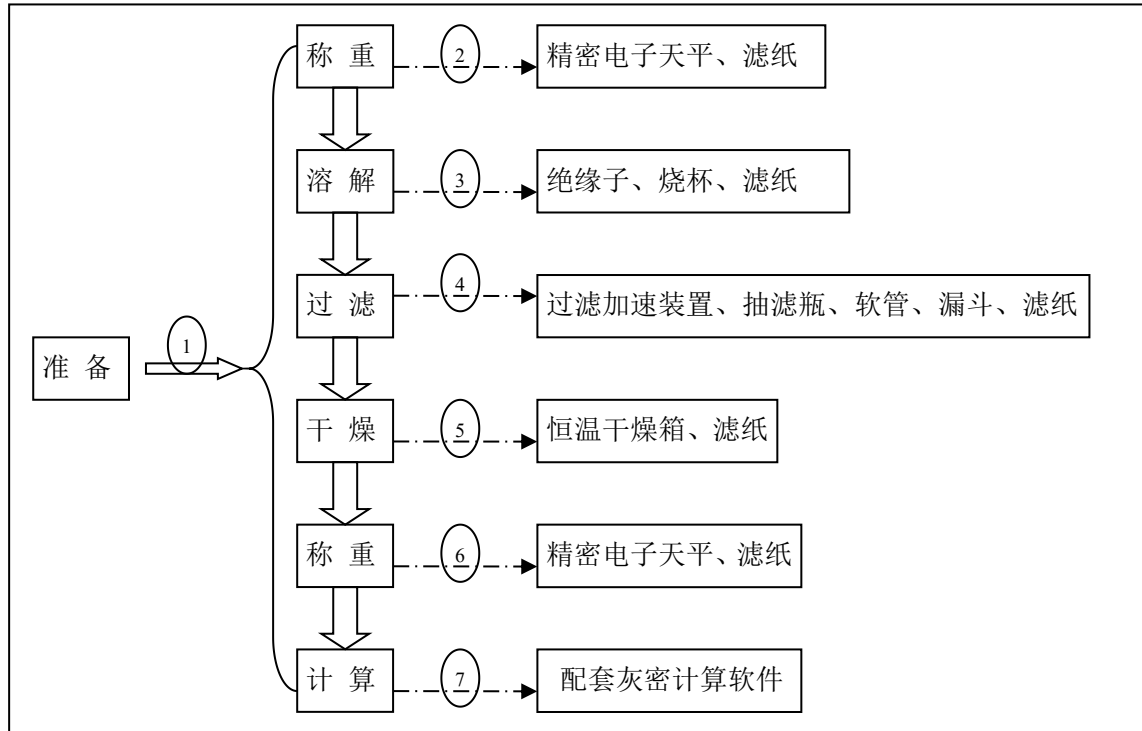


图 7.1 灰密度测试步骤

### 7.1 准备

- 1、取出抽滤瓶、漏斗、软管，将漏斗装到抽滤瓶上（注意密封性），连接软管到快速过滤装置入口，准备好烧杯、滤纸；
- 2、安装好电子天平、调节水平仪与调整脚使之在桌面上平稳，并提前开机 30 分钟进行预热；
- 3、安装好恒温干燥箱。

提示：为避免污秽损失，拆卸和搬运绝缘子时，操作者不应接触绝缘子的绝缘表面；

表面污秽取样之前，烧杯、漏斗等应清洗干净，确保无任何污秽；

取样时，尽可能配带清洁的医用手套。

通过以上步骤，完成测试平台的搭建。

### 7.2 称重

在进行溶解操作前，必须先称量滤纸的重量，并记录下来。

- 1、调水平：天平开机前，应观察天平后部水平仪内的水泡是否位于圆环的中央，否则通过天平的地脚螺栓调节，左旋升高，右旋下降。



2、打开电源，按“开机”键，开启天平，为保证天平准确性，请预热大于 30 分钟。待天平稳定后，出现 0.0000g。

3、根据需要进行“校准”操作；

4、将滤纸放置称盘正中央，待 g 出现后，即为滤纸的重量。

### 7.3 溶解

1、选取绝缘子

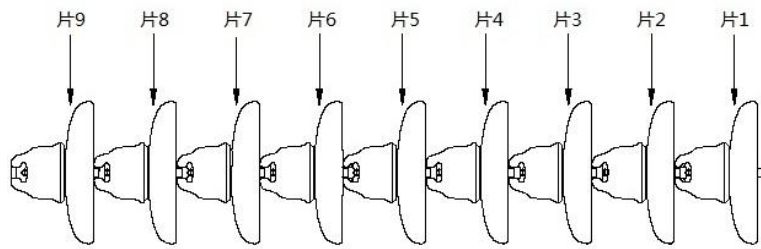


图 7.2 绝缘子示意图

绝缘子示意图如图 7.2 所示，绝缘子选择请遵循以下原则：

- a) 带电绝缘子串应取上数第二片、中间一片、下数第二片共三片绝缘子；
- b) 非带电绝缘子串应取任意位置的三片绝缘子。

提示：每次只测量一片绝缘子，最后用三片的测量结果计算平均值。

2、配置溶剂

建议选用去离子水，即蒸馏水，或者饮用纯净水，要求其电导率低于 10uS/cm。取水量过少时，会造成污秽中的可溶物未能全部溶解。

建议取水量参照下面 2 种方法之一：

a) 对单片普通型悬式绝缘子，建议用水量按 300ml 取。当被测绝缘子（包括悬式绝缘子及支柱绝缘子的单元裙段）的表面积与普通型悬式绝缘子不同时，可根据面积大小按比例适当增减用水量，具体用水量如表 7.1 所示。

表 7.1 绝缘子表面积与盐密测量用水量的关系

面积(cm <sup>2</sup> )	≤1500	>1500~2000	>2000~2500	>2500~3000
用水量(ml)	300	400	500	600

b) 按每平方厘米表面积用水 0.2ml 计算总用水量。

将上述溶剂平均装入三个洁净的烧杯。以 300ml 为例，取 A、B、C 三个烧杯各装入 100ml 溶剂。

### 3、擦拭表面污秽和溶解

建议使用洁净滤纸、棉球或纱布等对绝缘子表面进行擦拭。切记：擦拭之前需要先称量其重量，并使用配套软件记录结果，或者用笔记录结果。

以纱布和蒸馏水为例，擦拭和溶解步骤如下：

- a) 称量干纱布的重量，并记录结果。
- b) 将纱布浸入烧杯配置好的蒸馏水中，再用洁净镊子把水挤干后取出。
- c) 使用湿纱布擦拭绝缘子，直至绝缘子表面基本洁净。
- d) 将擦拭后的湿纱布在烧杯中洗涤，再用镊子把水挤干后取出。
- e) 再次使用湿纱布擦拭绝缘子，直至绝缘子表面完全洁净。
- f) 将再次擦拭后的湿纱布放入烧杯中，洗涤后用镊子把水挤干后取出。
- g) 擦拭和溶解步骤完毕，准备将烧杯中的溶液过滤。

提示：a)使用镊子把湿纱布的水挤干时，以湿纱布取出时不滴水为宜，保证在擦拭时溶液不流失，否则测试结果会有偏差。

b) 只使用一片纱布，因为使用多片纱布会引起测量误差增大，而且在最后称重时可能超过天平量程。

## 7.4 过滤

过滤方式有两种，一种为常规过滤，另一种使用快速过滤装置（真空抽滤机）过滤。

### 1、常规过滤

常规过滤时，抽滤瓶不接快速过滤装置，先将滤纸铺在漏斗内，再将溶解后的污秽直接缓慢通过漏斗过滤即可。

提示：此种过滤方式虽然操作简便，但过滤时间较长。

### 2、使用快速过滤装置

使用快速过滤装置时，需先将抽滤瓶通过软管连接到快速过滤装置抽气孔，然后再通过启动抽气，使过滤速度加快。

提示：此种过滤方式可以使过滤时间大为缩短。

## 7.5 干燥

将过滤后的滤纸顺原先方向对折叠成 90 度后平放在干燥箱的搁板上，关好箱门，把控制面板上的排气调节阀拨扭开到一半（加热过程中可随滤纸的温度进行适当调整）。打开电源开关，仪器开始加热工作，数码管实时显示当前工作室的温度。

工作完毕后，关闭恒温干燥箱电源开关即可。

## 7.6 称重

将干燥后的滤纸带灰一同称重。

- 1、精密电子天平接 7.2 继续称重时，无需再进行调水平和“校准”操作；
- 2、打开电源，按“开机”键，开启天平，为保证天平准确性，请预热大于 60 分钟。待天平稳定后，出现 0.00000g。
- 3、置入干燥后的滤纸，待 g 出现后，即是滤纸带灰的重量。
- 4、称量完毕，按 (ON/OFF) 键关机。

## 7.7 计算

使用 ULHM-I 绝缘子灰密测试仪的配套软件即可计算出绝缘子表面的灰密度。

# 第八章：保养维护

## 8.1 快速过滤装置

- a) 本仪器属于电子精密仪器，使用时请轻拿轻放。
- b) 机箱为铝合金材料，接触腐蚀性物质，碰撞尖锐物体，都可能影响器外观。
- c) 请勿将液体泼溅于仪器，可能导致仪器内部电路故障。
- d) 请将仪器置于通风干燥处存放。
- e) 请直接使用电压 220V 市电电源。

## 8.2 精密电子天平

- a) 电子天平为成套装置中最精密的附件，请务必妥善保管。
- b) 秤盘与外壳需经常用软布和牙膏轻轻擦洗，切不可用强溶剂擦洗。
- c) 请勿将液体泼溅于仪器，可能导致仪器内部电路故障。
- d) 请将仪器置于通风干燥处存放。
- e) 请通过电源适配器接电源 220V 市电电源使用。

## 8.3 恒温干燥箱

- a) 恒温干燥箱是整套装置中最重的仪器，移动时请多人小心搬移仪；
- b) 请勿将液体泼溅于仪器，可能导致仪器内部电路故障。
- c) 请将仪器置于通风干燥处存放。
- d) 请直接使用电压 220V 市电电源。

## 第九章：随机附件

编号	物品	单位	数量
1	快速过滤装置	台	1
2	精密电子天平	台	1
3	恒温干燥箱	台	1
4	抽滤瓶	个	1
5	漏斗	个	1
6	滤纸	包	1
7	抽滤软管	根	1
8	电源线	条	1
9	说明书	本	1

**特别提示：**由于滤纸为耗损物件，建议购买仪器时配置足量，以留备用。

## 附录 A

常用绝缘子表面积及泄露距离一览表

序号	绝缘子型号	上表面积 cm <sup>2</sup>	下表面积 cm <sup>2</sup>	总表面积 cm <sup>2</sup>	泄露距离 mm	生产厂家
1	FC70~FC120/146 (127)	566	1083	1649	320	四川贡迪维尔钢化玻璃绝缘子有限公司
2	BC8~BC12/146 (127)	566	1083	1649	320	
3	FC160/155 (146, 170)	825	1492	2317	380	
4	BC160/155 (146, 170)	825	1492	2317	380	
5	FC210/170	854	1458	2312	400	
6	FC300/195	1020	2157	3177	485	
7	FC7P~FC12P/146	611	1392	2003	400	
8	BC8P~BC12P/146	611	1392	2003	400	
9	FC70P~FC120P/146	881	1646	2527	450	
10	BC80P~BC120P/146	881	1646	2527	450	
11	FC16P/155 (170)	895	1794	2689	450	
12	FC160P/170 (155)	1198	2541	3739	550	
13	FC210P/170	1183	2536	3719	550	
14	FC300P/195	1627	3718	5345	690	
15	FC70D~FC120D/127 (146)	1184	1203	2387	365	
16	FC160D/146 (155)	1500	1769	3269	380	
17	FC210D/155 (170)	1433	1468	2901	375	
18	LXY-70 LXY4-70	648	862	1510	320	南京电气

19	LXY-100	548	862	1410	320	集团 有限 公司 (原 南京 电瓷 总厂)	
20	LXY-120	648	862	1510	320		
21	LXY-160 LXY3-160 LXY4-160	773	1325	2098	380		
22	LXY3-210	859	1459	2318	390		
23	LXY-240	859	1459	2318	390		
24	LXY-300	1097	2041	3138	485		
25	LXHY-70 LXHY4-70	870	1378	2248	400		
26	LXHY5-70	975	1601	2576	450		
27	LXHY4-100	975	1601	2576	450		
28	LXHY4-120	975	1601	2576	450		
29	LXY3-210	859	1459	2318	390		
30	LXY-240	859	1459	2318	390		
31	LXY-300	1097	2041	3138	485		
32	LXHY-70 LXHY4-70	870	1378	2248	400		
33	LXHY5-70	975	1601	2576	450		
34	LXHY4-100	975	1601	2576	450		
35	LXHY4-120	975	1601	2576	450		
36	LXHY3-160 LXHY4-160	993	1806	2799	450		
37	LXHY5-160 LXHY6-160	1256	2415	3671	545		
38	LXHY4-210	1256	2415	3671	545		
39	LXAY-120	946	784	1730	360		
40	LXZY-160	1256	2415	3671	545		
41	LXZY-210	1256	2415	3671	545		
42	LXZY-300	1811	3152	4963	635		
43	XP-70	674	917	1591	295		大 连 电 瓷 厂
44	XP-100	670	807	1477	295		
45	XP-160	681	891	1572	305		
46	XP-210	874	1112	1986	335		
47	XP2-210	950	1337	2287	370		
48	XP1-300	127	1994	2121	485		
49	XWP1-70	1162	861	2023	400		
50	XWP2-70	1162	861	2023	400		
51	XWP2-100	1288	1208	2496	450		
52	XWP2-160	1551	1208	2759	450		
53	XWP-210	1423	1360	2783	450		
54	XDP-70C	336	382	718	160		
55	XDP-70CN	336	382	718	160		

56	XWP-7	1210	803	2013	410	
57	X-4.5	645	805	1450	300	
58	XP-7	685	715	1400	290	
59	XP-10	645	805	1450	295	
60	LXP-7	685	715	1400	290	

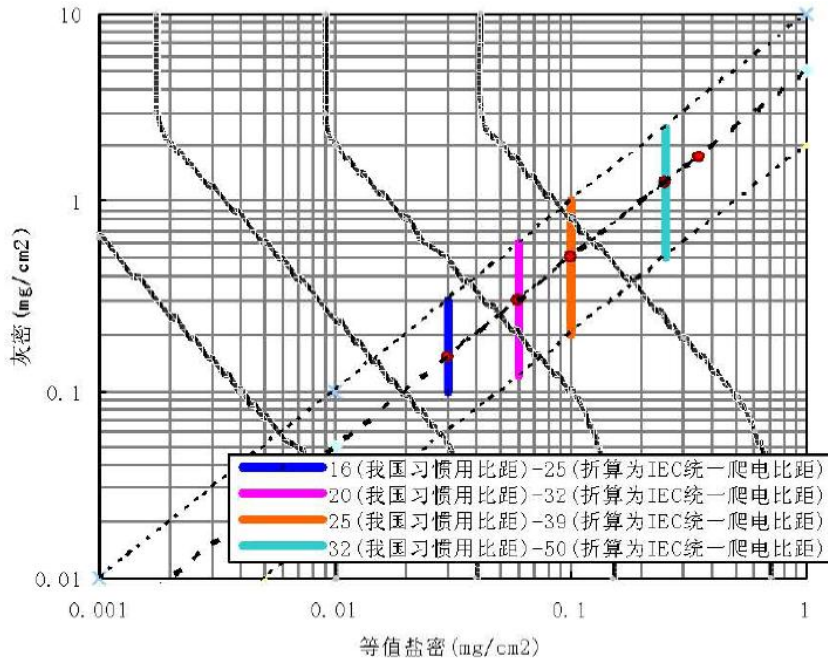
### 补充：直流绝缘子表面积

序号	型号(吨位)	上表面积 cm <sup>2</sup>	下表面积 cm <sup>2</sup>	总表面积 cm <sup>2</sup>	厂家
1	CA-774EZ(210)			3754	NGK
2	CA-772EZ(160)	2900	845	3745	
3	CA-776EZ(300 三伞)	3951	1268	5219	
4	CA-765EZ(300)	2055	3055	5110	
5	CA-735EZ(160)	1355	2295	3650	
6	CA-745EZ(210)	1355	2295	3650	
7	CA-765EZ(400)			3980	
8	大连 160KN	1355	2185	3540	
9	自贡 160KN	1355	2325	3680	

## 附录 B

### 标准盘形绝缘子等值盐密及灰密和现场污秽度的相互关系

新的污秽等级划分方法引入了等值盐密和灰密双重因素。下图以参照盘形绝缘子（结果高度 146mm，盘径 255mm，爬距 305mm）等值盐密及灰密和现场污秽度的相互关系。四条粗线分别为非常轻污秽区（a 区）、轻污秽区（b 区）、中等污秽区（c 区）、重污秽区（d 区）和非常污秽区（e 区）的分界线，分界线表明同一耐受压下现场污秽度可以有不同等值盐密和灰密的组合。根据我国电网的大量污秽测量数据，灰密为等值盐密的 2~10 倍，平均可取等值盐密的 5 倍。



说明：

1、以上几个污秽等级与 GB/T 16434-1996 中以数字表示的污秽等级不一一对应；

根据原 GB/T16434 规定，5 个不同污秽等级区域的等值盐密，如以灰密为等值盐密的 5 倍计，5 点分别落于 c 区、d 区和 e 区，具体变化如下：

很轻污秽区（原大气清洁区，0）的等值盐密值落在了修订版的中等污秽区（c 区）内。

轻污秽区（I 区）跨越修订版中等污秽区（c 区）和重污秽区（d 区）。

中等污秽区（II 区）进入修订版重污秽区（d 区）。

重污秽区（III 区）大部进入修订版很重污秽区（e 区）。

2、选择绝缘子时，需考虑现场污秽度的具体数值。

## 附录 C

统一爬电比距和现场污秽度的相互关系

爬电比距 (mm/kV)	很轻污秽(a)	轻污秽(b)	中等污秽(c)	重污秽(d)	很重污秽(e)	说明
IEC60815:2CD文件	22 (<25)	28 (25~31.5)	35 (31.5~40)	44 (40~50)	55 (>50)	最高相对地电压
	12.7 (<14.4)	16.2 (14.4~18.5)	20.2 (18.5~23.1)	25.4 (23.1~28.8)	31.8 (>28.8)	最高线电压
	14.0 (<15.8)	18.0 (15.8~20.4)	22.2 (20.4~25.4)	27.9 (25.4~31.7)	34.9 (>31.9)	额定线电压
GB/T16434-96版	<25.1	25.1~31.5	31.5~39.3	39.3~50.4	50.4~59.8	最高相对地电压
	<14.5	14.5~18.2	18.2~22.7	22.7~29.1	29.1~34.5	最高线电压
	<16	16~20	20~25	25~32	32~38	额定线电压

说明：括号内数据为我国各级污区选用线路爬电比距的表示方法。

优利克电力 ● 精准测量

武汉优利克电力设备有限公司

Wuhan Ulke Power Equipment Co.,Ltd.

技术咨询：027-87999528, 158 2737 2208

E-mail: [617030669@qq.com](mailto:617030669@qq.com) QQ: 617030669

公司官网: [www.whulke.com](http://www.whulke.com)

公司地址: 武汉东湖高新技术开发区 33 号光谷芯中心文昇楼三单元 407