

# 绝缘子盐密测量试验作业指导书

## 1. 范围

本作业指导书适用于电力设备外绝缘盐密测量，规定了电力设备预防性试验、检修过程中的盐密测量试验项目的引用标准、仪器设备要求、作业程序、试验结果判断方法和试验注意事项等。制定本指导书的目的是规范试验操作、保证试验结果的准确性，为设备运行、监督、检修提供依据。

## 2. 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本作业指导书的引用而成为本作业指导书的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单或修订版均不适用于本作业指导书，然而，鼓励根据本作业指导书达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本作业指导书。

- GB/T16434 高压架空线路和发电厂、变电所环境分区污级及外绝缘选择标准
- DL408 电业安全工作规程(发电厂和变电所电气部分)
- DL409 电业安全工作规程(电力线路部分)

## 3. 安全措施

如果为现场测量，应遵守 DL408-1991 电业安全工作规程(发电厂和变电所电气部分)及 DL409-1991 电业安全工作规程(电力线路部分)的有关规定。

## 4. 工作程序

### 设备清单和要求

#### 擦洗绝缘子表面污秽的工具及要求

- a) 去离子水(或蒸馏水)——电导率小于  $10^{-3}$   $\mu\text{m}$ 。
- b) 带刻度容器——用于定量量取去离子水(或蒸馏水)。使用前须用去离子水清洗干净。
- c) 专用盐密取样巾——用于擦洗绝缘子表面污秽。该取样巾由无纺布沾取少量乙醇溶液(化学纯)制成，制成后密封保存。该取样巾的优点在于：①不易吸污，②不易沾污，③不易沾污，④不易沾污，⑤不易沾污，⑥不易沾污，⑦不易沾污，⑧不易沾污，⑨不易沾污，⑩不易沾污，⑪不易沾污，⑫不易沾污，⑬不易沾污，⑭不易沾污，⑮不易沾污，⑯不易沾污，⑰不易沾污，⑱不易沾污，⑲不易沾污，⑳不易沾污，㉑不易沾污，㉒不易沾污，㉓不易沾污，㉔不易沾污，㉕不易沾污，㉖不易沾污，㉗不易沾污，㉘不易沾污，㉙不易沾污，㉚不易沾污，㉛不易沾污，㉜不易沾污，㉝不易沾污，㉞不易沾污，㉟不易沾污，㊱不易沾污，㊲不易沾污，㊳不易沾污，㊴不易沾污，㊵不易沾污，㊶不易沾污，㊷不易沾污，㊸不易沾污，㊹不易沾污，㊺不易沾污，㊻不易沾污，㊼不易沾污，㊽不易沾污，㊾不易沾污，㊿不易沾污。

#### 测量盐密所需仪器、仪表

目前，国内外主要使用电导率仪测取污秽溶液电导率，再经计算得到盐密。由于目前使用的电导率仪种类较多，操作人员应严格按照仪器说明书进行测量。

- (1) 国标 GB/T16434 推荐使用的电导率仪型号为 DDS-11A(国产)，配套电极有 3 支：
  - DJS-1 型白电极——用于测蒸馏水电导率；
  - DJS-1 型黑电极——用于测低电导率的污液；
  - DJS-10 型黑电极——用于测高电导率的污液；
  - 温度计——用于测污液温度。

使用上述电导率仪或类似的国产仪表需在测量中更换合适的电极,且因结构问题电极易受损。

(2) 国电公司武汉高压研究所开发的专用盐密测量仪体积与进口产品相当,且盐密的整套计算程序均编入仪器中,从使用到携带上均较为方便。

(3) 目前,已有一些国外电导率仪产品进入国内,例如:美国产的 125A 型电导率仪,德国产的 LF330 型电导率仪,体积小,无需交流电源,携带及使用方便。相应的探头(电极)既适合于测量蒸馏水电导率,又适合于测量污液电导率,温度探头也做在其中,使用方便,且不易损坏。

### 作业程序

#### 测试方法及试验步骤

#### 伞裙或绝缘子片数的选取

##### a) 支柱绝缘子

110~500kV 支柱绝缘子,带电绝缘子均应取上数第二片、中间一片、下数第二片三个单元裙段;非带电绝缘子应取任意位置的三片单元裙段。分别擦洗每个单元裙段的表面污秽,然后分别测量每个单元裙段的污液电导率,并计算各单元裙段的盐密,最后取各单元裙段盐密值的均值作为整支绝缘子的盐密。

##### b) 盘形悬式绝缘子串

110~500kV 绝缘子串,带电绝缘子均应取上数第二片、中间一片、下数第二片三片绝缘子;非带电绝缘子应取任意位置的三片绝缘子。分别擦洗每片绝缘子的表面污秽,然后分别测量每片绝缘子的污液电导率,并计算各片绝缘子的盐密,最后取各片绝缘子盐密值的均值作为整串绝缘子的盐密。

#### 去离子水(蒸馏水)的用量

a) 方法一: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,具体用水量如下表:

表 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) 方法二:按每平方米表面积用水 0.2ml 计算总用水量。

#### 刷洗绝缘子表面污秽

- 打开密封袋,取出第一张专用盐密取样巾,擦拭绝缘子,直至绝缘子表面基本洁净;
- 取出第二张专用盐密取样巾,擦拭绝缘子,直至绝缘子表面完全洁净;
- 将上述两张沾有绝缘子污秽的取样巾放入准备好的去离子水中,充分搅拌,使污秽充分溶解在去离子水中,得到污秽溶液。

注:如果因绝缘子积污过重或绝缘子表面积过大,两张一组的盐密取样巾难以擦净绝缘子时,可以适当增加取样巾的数量,例如:以三张取样巾为一组用于擦洗一片绝缘子。

#### 试验结果判断依据

- 将上述得到的悬浮污秽溶液充分搅拌均匀后,测其电导率  $\sigma_t$  ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) 和溶液温度  $t$  ( $^{\circ}\text{C}$ )。
- 将温度为  $t$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) 时的电导率  $\sigma_t$  换算至温度为  $20^{\circ}\text{C}$  的电导率值。温度换算系数  $K_t$  应根据表 2 插值得到。

$$\sigma_{20} = K_t \cdot \sigma_t$$

- 由  $20^{\circ}\text{C}$  时的电导率  $\sigma_{20}$ , 根据表 3 插值得出盐量浓度  $S_a$ 。

d) 按下式计算盐密:

$$S_{DD} = S_a \cdot V / (100 \cdot A)$$

式中:  $S_a$ ——盐量浓度 (mg/100mL);

$V$ ——去离子水量 ( $\text{cm}^3$ );

$A$ ——清洗表面的面积 ( $\text{cm}^2$ )。

表2 污秽绝缘子清洗液电导率温度换算系数表

$t^{\circ}\text{C}$	$K_t$	$t^{\circ}\text{C}$	$K_t$
1	* 1.651 1	16	1.099 7
2	* 1.604 6	17	1.073 2
3	* 1.559 6	18	1.047 7
4	* 1.515 8	19	1.023 3
5	* 1.473 4	20	1.000 0
6	* 1.432 3	21	0.977 6
7	* 1.392 6	22	0.955 9
8	* 1.354 4	23	0.935 0
9	* 1.317 4	24	0.914 9
10	1.281 7	25	0.895 4
11	1.248 7	26	0.876 8
12	1.216 7	27	0.858 8
13	1.185 9	28	0.841 6
14	1.156 1	29	0.825 2
15	1.127 4	30	0.809 5

注:本表换算系数根据 IEC 507:1991 插值得出, \* 为与原水电部(83)23号文有差异,最大为1.9%。

也可以按下式直接由  $20^{\circ}\text{C}$  时的电导率  $\sigma_{20}$  计算得到盐密。

$$S_{DD} = (\sigma_{20}/24.56)^{1/k} \cdot V / (100 \cdot A)$$

式中:  $\sigma_{20}$ —— $20^{\circ}\text{C}$  时的电导率  $\sigma_{20}$  ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ );

$V$ ——去离子水量 ( $\text{cm}^3$ );

$A$ ——清洗表面的面积 ( $\text{cm}^2$ )。

$K$ ——换算指数。

当  $\sigma_{20} \leq 800 \mu\text{S}/\text{cm}$  时,  $K$  取 0.910;

当  $800 \mu\text{S}/\text{cm} < \sigma_{20} \leq 3000 \mu\text{S}/\text{cm}$  时,  $K$  取 0.925;

当  $3000 \mu\text{S}/\text{cm} < \sigma_{20} \leq 20000 \mu\text{S}/\text{cm}$  时,  $K$  取 0.938。

表3 污秽绝缘子清洗液电导率与盐量浓度的关系

Sa, mg/100mL	$\sigma_{20}, \mu\text{S/cm}$	Sa, mg/100mL	$\sigma_{20}, \mu\text{S/cm}$
224 00	202 600	150	2 601
16 000	167 300	100	1 754
11 200	130 100	90	1 584
8 000	100 800	80	1 413
5 600	75 630	70	1 241
4 000	55 940	60	1 068
2 800	40 970	50	895
2 000	29 860	40	721
1 400	21 690	30	545
1 000	15 910	20	368
700	11 520	10	188
500	8 327	8	151
350	6 000	6	114
250	4 340	5	96
200	3 439	4	77

注：本表与原水电部（83）23号文的附表2略有不同。

#### e) 污秽等级判断

污秽等级	盐密 $S_{db}$ ( $\text{mg}/\text{cm}^2$ )	
	线路	发电厂，变电站
0	$\leq 0.03$	-
1	$> 0.03-0.06$	$\leq 0.06$
2	$> 0.06-0.10$	$> 0.06-0.10$
3	$> 0.10-0.25$	$> 0.10-0.25$
4	$> 0.25-0.35$	$> 0.25-0.35$

#### 注意事项

国外电导率仪产品中无盐密计算程序，虽然仪表中编入了电导率的温度转换程序，但所用转换系数与 GB/T16434 不完全相符，暂不宜使用该功能。

盐密测量用电导率仪原则上应每年校验一次。

如果所测量瓷绝缘子非 XP 型绝缘子或积污时间非标准时间，应进行结果修正，再用于污秽等级判断。

## 5. 原始记录与正式报告的要求

- a) 原始记录的填写要字迹清晰、完整、准确，不得随意涂改，不得留有空白，并在原始记录上注明使用的仪器设备名称及编号。
- b) 当记录表格出现某些“表格”确无数据记录时，可用“/”表示此格无数据。
- c) 若确属笔误，出现记录错误时，允许用“单线划改”，并要求更改者在更改旁边签名。
- d) 原始记录应由记录人员和审核人员二级审核签字；试验报告应由拟稿人员、审核人员、批准人员三级审核签字。
- e) 原始记录的记录人与审核人不得是同一人，正式报告的拟稿人与审核/批准人不得是同一人。
- f) 原始记录及试验报告应按规定存档。

附录 A  
(资料性附录)  
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	四川自贡塞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	南京电气集团有限公司 (原南京电瓷总厂)
19	LXY-100	548	862	1410	320	
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
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

大连电瓷厂

**附录 B**  
**(规范性附录)**  
**绝缘子表面积测量方法**

等值附盐密度（盐密）的测量、计算需要掌握所测量绝缘子的表面积，厂家提供了一些型号绝缘子的表面积，但仍有一些绝缘子未提供该项参数，这就需要操作人员自己进行测量。下面介绍一种表面积的测量、计算方法，以备使用。

绝缘子一般为旋转体，即由一条曲线绕轴线旋转而成，这条曲线即是泄漏距离（爬距）。将这条曲线等分成若干等份，其中每一小段围绕绝缘子轴线旋转形成的旋转体近似构成一个圆台（或圆柱），计算出这些圆台（或圆柱）外侧的表面积之和就可得出整个绝缘子的表面积。

(1) 单个圆台的侧表面积为：

$$S_i = \pi (d_1 + d_2) \times \Delta L / 2 \\ = \pi \cdot D_i \times \Delta L$$

式中  $S_i$ ——园台侧表面积

$d_1 + d_2$ ——园台上、下面直径

$D_i$ ——园台平均直径

$\Delta L$ ——园台侧面高度。

(2) 整个绝缘子的表面积为：

$$S = S_1 + S_2 + \dots + S_n \\ = \pi D_1 \times \Delta L + \pi D_2 \times \Delta L + \dots + \pi D_n \times \Delta L \\ = \pi (D_1 + D_2 + \dots + D_n) \Delta L$$

(3) 当等分该曲线（爬距）的数量  $n$  越大（即  $\Delta L$  越小），则绝缘子表面积的计算值越接近实际值，这时可以用该曲线各等份中任意一点处的直径  $D_1, D_2, \dots, D_n$  代替园台的平均直径  $D_1, D_2, \dots, D_n$ ，即将园台近似为圆柱体，这样绝缘子表面积的近似计算公式为：

$$S = \pi (D_1 + D_2 + \dots + D_n) \Delta L$$

(4) 从上式可以看出，测量绝缘子表面积只需将其沿泄露距离方向等分成  $n$  份，再将各份中的任意一点的直径  $D_n$  测出，即可计算得到总表面积。如果将绝缘子的泄露距离按 1cm 等分，则总表面积为：

$$S = \pi (D_1 + D_2 + \dots + D_n)$$

(5) 测量工具及方法

测量工具包括卡尺、卡钳、直尺、坐标纸（米格纸）。

将坐标纸条沿绝缘子泄露距离（爬距）方向粘贴在绝缘子表面上，并在该纸条对称方向同样粘上一条。设定每等份长度为 1cm，并在坐标纸上标上等份号（1, 2, …,  $n$ ），然后用卡尺、卡钳或其它测量工具测得各等份上某点处的直径，将这些直径相加后乘  $\pi$  即得出绝缘子表面积。