

ICS 29.080.10

K 48

备案号: 50758-2015

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 626 — 2015

代替 DL/T 626 — 2005

劣化悬式绝缘子检测规程

Aging suspension insulators inspection rule

2015-07-01 发布

2015-12-01 实施

国家能源局 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 施工安装中绝缘子的检测	2
5 运行绝缘子的巡检	3
6 检测方法、要求、判定标准和检测周期	4
7 技术资料统计及管理	7
附录 A (规范性附录) 35kV~500kV 交流送电线路绝缘子串分布电压标准值	9
附录 B (规范性附录) 检测和统计表	11

前 言

本标准依据 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准代替 DL/T 626—2005《盘形悬式绝缘子劣化检测规程》，与 DL/T 626—2005 相比，除编辑性修改外，主要技术内容变化如下：

——标准名称修改为《劣化悬式绝缘子检测规程》；

——增加了复合绝缘子检测方面的要求；

——增加了运行绝缘子的检测项目和要求。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业绝缘子标准化技术委员会归口。

本标准主要起草单位：中国电力科学研究院。

本标准参加起草单位：广东电网公司、冀北电力有限公司、山东电力研究院、河南省电力科学研究院、东北电力科学研究院、青海省电力科学研究院、襄阳国网合成绝缘子股份有限公司、大连电瓷集团有限公司、南京电气（集团）有限责任公司。

本标准主要起草人：吴光亚、张锐、刘亚新、周华敏、沈庆河、闫东、杨铁军、张仲秋、武文华、吴兆峰、任贵清、石玉秉、汪英英。

DL/T 626—2005 的历次版本发布情况为：

——DL/T 626—1997。

本标准在执行过程中的意见或建议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）。

劣化悬式绝缘子检测规程

1 范围

本标准规定了交流、直流电力系统用悬式绝缘子在安装、运行中进行检测的一般技术要求、检测方法 & 判定准则。

本标准适用于标称电压高于 1000V 的交流、直流架空电力线路、发电厂、变电站及换流站用盘形悬式瓷、玻璃绝缘子和棒形悬式复合绝缘子（以下简称绝缘子）。

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 1001.1 标称电压高于 1000V 的架空线路绝缘子 第 1 部分：交流系统用瓷或玻璃绝缘子元件 定义、试验方法和判定准则

GB/T 2900.5 电工术语 绝缘固体、液体和气体

GB/T 2900.8 电工术语 绝缘子

GB/T 19443 标称电压高于 1000V 的架空线路用绝缘子—直流系统用瓷或玻璃绝缘子元件 定义、试验方法和接收准则

GB/T 19519 架空线路绝缘子 标称电压高于 1000V 交流系统用悬垂和耐张复合绝缘子 定义、试验方法及接收规则

GB 50150 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准

DL/T 487—2000 330kV 及 500kV 交流架空送电线路绝缘子串的分布电压

DL/T 741 架空输电线路运行规程

DL/T 810 ±500kV 及以上电压等级直流棒形悬式复合绝缘子技术条件

DL/T 1474 标称电压高于 1000V 交、直流系统用复合绝缘子憎水性测量方法

JB/T 9678 盘形悬式玻璃绝缘子 玻璃件外观质量

3 术语和定义

GB/T 2900.5、GB/T 2900.8、GB/T 1001.1 和 GB/T 19443 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

劣化绝缘子 aging of insulators

非外力因素导致的机械、电气性能下降，不能满足运行要求的运行绝缘子。

注 1：低（零）值瓷绝缘子、投运后发生白爆的玻璃绝缘子应纳入劣化统计中。

注 2：复合绝缘子的劣化包括伞裙和护套材料出现明显脆化、开裂、蚀损及憎水性不可恢复地下降；密封处破损、局部发热及机械强度明显下降等。

3.2

低（零）值绝缘子 low resistance insulators

规定 500kV 及以上电压等级运行的绝缘子的绝缘电阻低于 500MΩ，330kV 及以下电压等级运行的绝缘子的绝缘电阻低于 300MΩ 为低（零）值绝缘子。

3.3

年劣化率 annual aging rate

在某一运行年限内, 某一区域该批绝缘子出现劣化绝缘子片数(支数)与检测绝缘子片数(支数)的比值。它通常以百分数表示, 并按式(1)计算:

$$A_i = \frac{x_i}{x} \times 100\% \quad (1)$$

式中:

A_i ——年劣化率, %;

x_i ——第 i 年劣化绝缘子片数或支数;

x ——检测绝缘子片数或支数。

3.4

年均劣化率 annual average aging rate

在一定运行年限内, 某一区域该批绝缘子出现劣化绝缘子片数(支数)的和与运行年限及检测绝缘子片数(支数)的比值。它通常以百分数表示, 并按式(2)计算:

$$A_n = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{xn} \times 100\% \quad (2)$$

式中:

A_n ——年均劣化率, %;

x_i ——第 i 年劣化绝缘子片数或支数;

n ——运行年限, 年;

x ——检测绝缘子片数或支数。

4 施工安装中绝缘子的检测**4.1 基本要求**

对施工安装的绝缘子进行检测。检测的绝缘子应具有符合相关标准的出厂质量证明、一定的运行经验及质量检验资料, 包括出厂试验报告。

注: 安装中的检测不纳入劣化率统计中。

4.2 外观检查

绝缘子送至安装位置前, 应按 GB/T 1001.1、JB/T 9678、GB/T 19519、DL/T 810 进行外观检查。

4.3 干工频耐受电压试验

300kN 以上机械强度等级的绝缘子, 在安装前应逐只进行干工频耐受电压试验。

300kN 及以下瓷绝缘子应抽取不少于批量 5%~10% 的产品进行干工频耐受电压试验。当击穿率大于 0.02% 时, 应加倍抽样进行试验。当其击穿率仍大于 0.02% 时, 应分析原因, 并逐只进行干工频耐受电压试验。

注: 该项目为供需双方协商试验项目。

4.4 绝缘电阻测量

瓷绝缘子安装时, 按 GB 50150 所规定的试验方法, 逐只用不小于 5000V 的绝缘电阻表测量绝缘电阻。在干燥情况下, 规定 500kV 及以上电压等级绝缘子的绝缘电阻值不小于 500MΩ, 330kV 及以下电压等级绝缘子的绝缘电阻值不小于 300MΩ。检验不合格的绝缘子不可安装使用。同一批量中不合格数大于 0.02% 时, 应分析原因, 并逐只进行干工频耐受电压试验。

5 运行绝缘子的巡检

5.1 瓷、玻璃绝缘子

5.1.1 巡检内容

瓷、玻璃绝缘子巡检的主要内容包括：

- a) 瓷件有裂纹、破损；
- b) 玻璃绝缘子自爆；
- c) 钢脚及铁帽锈蚀、钢脚弯曲；
- d) 水泥胶合剂开裂和局部脱落；
- e) 锁紧装置缺少。

5.1.2 失效

若出现以下情况之一，则可判定该绝缘子失效：

- a) 铁帽、绝缘件、钢脚不在同一轴线上；
- b) 铁帽、绝缘件、钢脚被电弧严重烧损或灼伤；
- c) 铁帽、绝缘件、钢脚出现裂纹、开裂或破损；
- d) 钢脚发生腐蚀；
- e) 钢脚发生弯曲；
- f) 钢脚处水泥胶合剂出现裂纹或脱落。

5.2 复合绝缘子

5.2.1 检查内容

按下述要求进行运行复合绝缘子的检查：

- a) 在雨、雾、露、雪等气象条件下绝缘子表面的局部放电情况及憎水性能是否减弱或消失；
- b) 硅橡胶伞裙和护套表面是否有蚀损、漏电起痕、树枝状放电或电弧烧伤痕迹；
- c) 伞裙是否出现硬化、脆化、粉化、开裂、破损等现象；
- d) 伞裙是否变形，伞裙之间粘接部位是否有脱胶等现象；
- e) 端部金具连接部位是否有明显的滑移，密封是否破坏；
- f) 是否出现钢脚锈蚀、钢脚弯曲、电弧烧损、锁紧销缺少；
- g) 闪络后伞裙和护套表面是否被电弧灼伤；
- h) 均压装置是否齐全，安装位置是否正确。

运行在中、重污秽等级地区的绝缘子应定期检查其憎水性能是否减弱或消失，观察或检查结果应记录存档。

5.2.2 更换

若绝缘子出现以下情况之一，应予更换：

- a) 伞裙脆化（伞裙对折时开裂）；
- b) 憎水性永久消失；
- c) 护套受损危及芯棒；
- d) 伞裙大量破损（超出 1/4 伞裙数量）；

- e) 伞裙和护套出现严重烧蚀;
- f) 绝缘子各连接部位密封失效、出现裂缝和滑移;
- g) 经检测项目检测后不满足安全运行要求;
- h) 红外测温异常。

6 检测方法、要求、判定标准和检测周期

6.1 瓷绝缘子

瓷绝缘子投运后 3 年内应普测一次, 并可根据所测劣化率和运行经验适当延长检测周期, 但最长不能超过 10 年。瓷绝缘子检测方法、要求和判定标准如表 1 所示, 检测周期如表 2 所示。

表 1 瓷绝缘子检测方法、要求和判定标准

序号	检测项目	判断标准
1	测量绝缘电阻	(1) 电压等级 500kV 及以上: 绝缘子绝缘电阻低于 500MΩ, 判为劣化绝缘子。 (2) 电压等级 500kV 以下: 绝缘子绝缘电阻低于 300MΩ, 判为劣化绝缘子
2	干工频耐受电压试验	对额定机电破坏负荷为 70kN~550kN 的瓷绝缘子, 施加 60kV 干工频电压耐受 1min; 对大盘径防污型绝缘子, 施加对应普通型绝缘子干工频闪络电压值。未耐受者判为劣化绝缘子
3	外观检查	瓷件出现裂纹、破损, 釉面缺损或灼伤严重, 水泥胶合剂严重脱落, 铁帽、钢脚严重锈蚀等判为劣化绝缘子
4	机电破坏负荷试验	当机电破坏负荷低于 85% 额定机械负荷时, 则判该只绝缘子为劣化绝缘子
5	测量电压分布 (或火花间隙)	(1) 被测绝缘子电压值低于 50% 标准规定值 (详见附录 A), 判为劣化绝缘子。 (2) 被测绝缘子电压值高于 50% 的标准规定值, 同时明显低于相邻两侧合格绝缘子的电压值, 判为劣化绝缘子。 (3) 在规定火花间隙距离和放电电压下未放电, 判为劣化绝缘子

表 2 瓷绝缘子检测周期

年均劣化率 %	<0.005	0.005~0.01	>0.01
检测周期 年	5~6	4~5	3
注 1: 当在第 7 年或第 8 年, 所测瓷绝缘子的年均劣化率低于 0.001% 时, 可将检测周期延长至 10 年。 注 2: 机电破坏负荷试验每 5 年一次。			

6.2 玻璃绝缘子

玻璃绝缘子的检测方法可参照表 1 中相关项目进行, 并应跟踪统计玻璃绝缘子的自爆率。

6.3 复合绝缘子

6.3.1 抽检周期

运行时间达 10 年的复合绝缘子应按批进行一次抽检试验, 并结合积污特性和运行状态做好记录分析。第一次抽检 6 年后, 应进行第二次抽样。

对于重污区、重冰区、大风区、高寒、高湿、强紫外线等特殊环境地区，应结合运行经验，缩短抽检周期。

具备条件开展状态检修的单位，可根据绝缘子运行状况确定检测周期。

6.3.2 抽样数量

抽样试验使用两种样本， E_1 和 E_2 ，此两种样本的大小见表 3。若被检验绝缘子多于 10 000 支，则应将它们分成几批，每批的数量为 2000 支~10 000 支。试验结果应分别对每批做出评定。

绝缘子的批次可按运行年限、污秽等级、电压等级、制造单位、运行环境等，并由各地结合运行实际确定。抽样过程中应注意本地区运行复合绝缘子出现问题较多的年份。抽样数量按表 3 规定进行。

表 3 抽样试验样本数量

批量 N	样本大小 支	
	E_1	E_2
$N \leq 300$	2	1
$300 < N \leq 2000$	4	3
$2000 < N \leq 5000$	8	4
$5000 < N \leq 10\,000$	12	6

6.3.3 抽检项目

运行绝缘子抽检项目见表 4。

表 4 抽检试验项目

序号	试验项目名称	试品数量	试验方法
1	憎水性试验	$E_1 + E_2$	DL/T 1474
2	带护套芯棒水扩散试验	E_2	GB/T 19519
3	水煮后的陡波前冲击耐受电压试验	E_2	GB/T 19519
4	密封性能试验	E_1 中取 1 支	GB/T 19519
5	机械破坏负荷试验	E_1	GB/T 19519

6.3.4 检验评定准则

如果仅有 1 支试品不符合表 4 中第 2~第 3 项中的任一项或第 4 项时，则在同批产品中加倍抽样进行重复试验。若第一次试验时有超过 1 支试品不合格或在重复试验中仍有 1 支试品不合格，则该批次复合绝缘子应退出运行。

当机械强度低于 67% 额定机械拉伸负荷（SML）时，应加倍抽样试验，若仍低于 67% 额定机械拉伸负荷（SML），则该批绝缘子应退出运行。

6.3.5 憎水性检验周期及判定准则

运行绝缘子憎水性检验周期及判定准则见表 5。

表 5 憎水性检验周期及判定准则

憎水性等级 HC	检验周期 年	判定准则
HC1~HC2	6	继续运行
HC3~HC4	3	继续运行
HC5	1	继续运行, 须跟踪检测
HC6	—	退出运行

6.4 整串更换要求

运行瓷、玻璃串联绝缘子的劣化片数累计达到表 6 中规定值时须立即整串更换。

表 6 运行绝缘子串中累计劣化片数

电压等级 kV	绝缘子串片数 片	累计劣化绝缘子片数 片
110	7	3
	8	3
220	≥13	3
330	19~20	4
	21~22	5
500	25~26	6
	27~28	7
	≥29	8
750	37	9
	40	10
	44	11
1000	50	12
	54	13
	59	14
	64	15

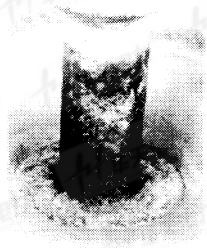
6.5 正常年均劣化率的规定

对于投运 3 年内年均劣化率大于 0.04%, 2 年后检测周期内年均劣化率大于 0.02%, 或年劣化率大于 0.1%, 或者机电(械)性能明显下降的绝缘子, 应分析原因, 并采取相应的措施。

6.6 钢脚腐蚀检查

运行绝缘子钢脚的腐蚀可导致机械强度下降, 严重的会引起掉串。可按表 7 规定的方法判断钢脚腐蚀的绝缘子是否能继续运行。

表7 钢脚锈蚀判据

序号	现象	说明	判断
1		仅水泥界面锌层腐蚀	继续运行
2		锌层损失, 钢脚颈部开始腐蚀	有适当的机会更换
3		钢脚腐蚀进展很快, 颈部出现腐蚀物沉积	立即更换

7 技术资料统计及管理

7.1 技术管理

7.1.1 建立设备档案

运行单位应根据 DL/T 741 的规定建立设备档案和进行技术管理。设备档案包括:

- 绝缘子制造单位、生产日期、规格、型号、主要技术参数、挂网运行时间、线路名称、塔号、相别、运行环境、巡视情况、定期检查、试验情况、事故处理、劣化率等;
- 定型试验报告、总装图、出厂合格证书、安装使用说明书等;
- 出厂试验报告、交接试验报告等;
- 运行巡视记录、异常及缺陷记录、缺陷处理及缺陷消除记录等;
- 设备运行评估分析报告;
- 绝缘子的劣化率或故障跳闸率统计。

7.1.2 状态评价

运行单位应根据运行巡视、停运检查及抽样试验结果对绝缘子的运行状况和安全状况进行评估分析, 并提出检修策略。

7.2 竣工时资料要求

工程竣工时，基建单位应将下列资料移交给运行单位：

- a) 绝缘子出厂质量合格证明；
- b) 绝缘子安装前试验报告。

7.3 运行管理

运行中应注意管理以下方面内容：

- a) 生产班组检测出的低（零）值绝缘子必须经过两人检测确认后，方可按缺陷处理流程上报处理。
- b) 线路运行、检修单位的生技部门应做好劣化绝缘子的建档工作，记录应包括线路名称、杆塔编号，绝缘子型号、数量、制造企业、出厂日期、投运日期、检测低（零）值日期、检测发现人，更换绝缘子的型号、制造企业、数量等项目（详见附录 B）。
- c) 绝缘子的检测方法可根据国家科技发展的情况，采用各种研发成熟的检测方法，如红外测温、电场分布曲线、在线监视等。
- d) 上级生技部门每年组织线路绝缘子运行性能技术分析会，统计劣化率，确定需要更换的绝缘子，积累经验，掌握规律，制定保证绝缘子安全运行的措施。按各类绝缘子的特性、使用范围正确选用，并优先选用维护工作量小的绝缘子。

附 录 A
(规范性附录)

35kV~500kV 交流送电线路绝缘子串分布电压标准值

表 A.1、表 A.2 中给出了 35kV~500kV 交流送电线路绝缘子串的分布电压标准值。

表 A.1 35kV~220kV 交流送电线路绝缘子串的分布电压标准值

绝缘子 序号 N (自地 线侧数)	绝缘子串分布电压值 U_i kV								
	35kV			110kV			220kV		
	2 片/串	3 片/串	4 片/串	6 片/串	7 片/串	8 片/串	12 片/串	13 片/串	14 片/串
1	10.0	6.0	4.0	10.0	9.0	8.0	6.0	7.5	8.0
2	10.0	5.0	3.5	7.0	6.0	5.0	7.0	6.5	6.0
3	—	9.0	4.8	8.0	5.0	5.0	7.0	6.0	6.5
4	—	—	8.0	9.0	7.0	4.0	7.0	6.0	5.0
5	—	—	—	11.0	8.5	6.5	8.0	6.0	5.0
6	—	—	—	19.0	10.0	8.0	9.0	6.9	5.0
7	—	—	—	—	17.0	10.0	10.0	7.1	5.0
8	—	—	—	—	—	17.0	11.0	7.5	6.0
9	—	—	—	—	—	—	13.0	9.0	6.5
10	—	—	—	—	—	—	15.0	12.1	7.0
11	—	—	—	—	—	—	16.0	12.1	9.0
12	—	—	—	—	—	—	18.0	18.2	12.5
13	—	—	—	—	—	—	—	22.5	16.0
14	—	—	—	—	—	—	—	—	31.0
总计	20.0	20.0	20.3	64.0	64.0	63.5	127.0	127.4	128.0

表 A.2 330kV~500kV 交流送电线路绝缘子串的分布电压标准值

绝缘子 序号 N (自地 线侧数)	绝缘子串分布电压值 U_i kV								
	330kV				500kV				
	19 片/串	20 片/串	21 片/串	22 片/串	25 片/串	26 片/串	28 片/串	29 片/串	30 片/串
1	9.5	9.0	8.5	8.0	13.5	12.5	11.5	11.0	10.5
2	8.0	8.0	7.5	7.0	11.5	11.0	10.0	9.5	9.0
3	7.5	7.5	7.0	6.5	10.0	10.0	9.0	8.5	8.0
4	7.0	7.0	6.5	6.0	9.0	9.0	8.5	8.0	7.5
5	6.5	6.5	6.0	5.5	8.5	8.0	8.0	7.5	7.0
6	6.5	6.0	5.5	5.0	8.0	7.5	7.5	7.0	6.5

表 A.2 (续)

绝缘子 序号 N (白地 线侧数)	绝缘子串分布电压值 U_i kV								
	330kV				500kV				
	19 片/串	20 片/串	21 片/串	22 片/串	25 片/串	26 片/串	28 片/串	29 片/串	30 片/串
7	6.5	6.0	5.5	5.0	7.5	7.0	7.0	6.5	6.0
8	6.5	6.0	5.5	5.0	7.5	7.0	6.5	6.0	6.0
9	7.0	6.5	6.0	5.5	7.5	7.0	6.5	6.0	6.0
10	7.5	7.0	6.5	6.0	7.5	7.0	6.5	6.0	6.0
11	8.5	7.5	7.0	6.5	8.0	7.0	6.5	6.0	6.0
12	9.5	8.0	7.5	7.0	8.5	7.5	6.5	6.0	6.0
13	10.5	9.0	8.0	7.5	9.0	8.0	6.5	6.0	6.0
14	11.5	10.0	8.5	8.0	9.5	8.5	7.0	6.5	6.0
15	12.5	11.0	9.5	8.5	10.0	9.0	7.5	7.0	6.5
16	14.0	12.0	10.5	9.5	10.5	9.5	8.0	7.5	7.0
17	15.5	13.5	12.0	10.5	11.5	10.5	8.5	8.0	7.5
18	17.0	15.0	13.5	11.5	12.5	11.5	9.0	8.5	8.0
19	19.0	16.5	15.0	13.0	13.5	12.5	10.0	9.0	8.5
20	—	18.5	16.5	14.5	14.5	13.5	11.0	10.0	9.0
21	—	—	18.5	16.0	15.5	14.5	12.0	11.0	9.5
22	—	—	—	18.0	16.5	15.5	13.0	12.0	10.5
23	—	—	—	—	18.0	16.5	14.0	13.0	11.5
24	—	—	—	—	19.5	18.0	15.0	14.0	12.5
25	—	—	—	—	21.5	19.5	16.0	15.0	13.5
26	—	—	—	—	—	21.5	17.5	16.0	14.5
27	—	—	—	—	—	—	19.0	17.5	16.0
28	—	—	—	—	—	—	21.0	19.0	17.5
29	—	—	—	—	—	—	—	21.0	19.0
30	—	—	—	—	—	—	—	—	21.0
合计	190.5	190.5	191.0	190.0	289.0	289.0	289.0	289.0	288.5
注：本表等同采用 DL/T 487—2000 表 1 和表 2，本表推荐的绝缘子分布电压标准值为拉 V 塔与酒杯塔边相悬垂绝缘子单串各片绝缘子的分布电压，中相串、耐张串及 V 型绝缘子串的分布电压可参照本表，但对于中相靠导线侧第一片绝缘子上的分布电压应乘以相别系数 1.1。对于上压式金具的绝缘子串，靠导线侧第一、第二片绝缘子上的分布电压值可分别参照本表导线侧第二、第一片的标准值，其他元件上的分布电压可对应参照本表推荐的标准值。									

实测得到的绝缘子串分布电压数据均需考虑检测仪器入口电容的影响而予以修正，使测量值换算到实际值，以便与表 A.1 和表 A.2 的标准值进行比较。换算系数可按 DL/T 487—2000 确定的方法求取。

附 录 B
(规范性附录)
检 测 和 统 计 表

表 B.1、表 B.2 给出了绝缘子检测和统计记录用表格。

表 B.1 绝缘子检测和统计记录表

检测时间 (年 月 日)	检测 方法	变电所 或线路 名称	杆 号	串型	相 位	串中 位置	绝缘子 型 号	生产 厂家	生产 日期	投运或更 换日期	清扫维 护记录

表 B.2 绝缘子劣化统计表

变电站或 线路名称	电压 等级	运行 时间	绝缘子 型号	制造 企业	生产 日期	投运或更换 日期	检测 数量	劣化 数量	劣化 原因	年劣 化率