

[避雷器]

具有绝缘子性能的110 kV 避雷器试验项目研究

文/承德供电公司 庞博 刘健 王树军
北京诺德威电力技术开发有限责任公司 王钰 赵会丰

具有绝缘子性能的110 kV避雷器同时具有绝缘子和避雷器的功能，可以替代铁塔上的绝缘子和避雷器，使得一台装置即可实现两台装置的功能。该装置同时具有绝缘子和避雷器的功能，因此，其性能要满足绝缘子的试验要求也要满足避雷器的试验要求。但是该装置的结构有异于普通的绝缘子和避雷器，个别试验项目需要根据装置的结构特性做出相应调整。结合绝缘子和避雷器的试验标准以及具有绝缘子性能的避雷器的结构特性进行了试验研究，给出了具有绝缘子性能的110 kV避雷器试验项目的建议。

一般情况下，输电线路是由铁塔、导线、绝缘子以及一些附件构成，其中绝缘子作为输电线路中重要的一个组件，一端挂在铁塔上，另一端用于悬挂导线。绝缘子在架空输电线路中发挥两方面的作用，即支撑和固定导线；保证导线与铁塔之间的绝缘距离。根据绝缘子的使用环境，绝缘子的参数（如结构高度、爬电距离和绝缘净距等）都设计有一定的绝缘限值。通常在发生过电压（由雷击或者操作引起的过电压）时，输电线路会发生跳闸，绝缘子也可能会发生闪络放电。即当绝缘子承受的过电压超过其设计值时，绝缘子将被击穿，甚至被电弧烧伤，严重的会导致瓷绝缘子或玻璃绝缘子被击碎，从而使得绝缘子失去其绝缘性能，进一步会导致输电线路跳闸，若绝缘子失去了其绝缘性能，则输电线路重合闸失败，造成输电线路停电事故；目前采用的方法主要是在线路上将线路绝缘子和线路避雷器并联，当发生雷击过电压或者操作过电压时，避雷器首先动作释放过电流，可以保护绝缘子和输电线路免遭过电压的破坏；但是，由于避雷器重量及体积较大，这种方法不仅使线路和铁塔的负荷增

大，线路设施复杂化，而且由于铁塔横担位置有限，避雷器的安装极其不便，同时铁塔横担处设备较多也会给带电作业等工作带来不便。具有绝缘子性能的110 kV避雷器同时具有绝缘子和避雷器的功能，可以克服绝缘子和避雷器同时并联安装在铁塔上的问题，减轻铁塔负担，简化线路设施。

绝缘子和避雷器分别是不同的装置，分别具有不同的作用，具有绝缘子性能的110 kV避雷器同时具有两种装置的功能，新的装置样品成形后，需要对其进行试验测试，以判定新装置是不是能同时满足绝缘子和避雷器的功能。因此，需要对具有绝缘子性能的110 kV的试验项目进行研究。由于该装置属于新型装置，并没有针对该装置的国家标准，但根据该装置的功能，绝缘子和避雷器分别有其对应的国家和行相关标准，本文即是根据绝缘子和氧化锌避雷器的相关国家和行业标准，结合新装置的结构特点、功能应用，对具有绝缘子性能的110 kV避雷器试验项目进行研究，以保证新装置同时满足绝缘子和避雷器的功能。

具有绝缘子性能的110 kV避雷器的原理及结构

1. 原理介绍

具有绝缘子性能的110 kV避雷器可以在无间隙避雷器基础上进行设计，也可以在带间隙避雷器基础上进行设计。考虑到无间隙避雷器的电阻片长期承受系统电压、荷电率较高且容易老化，而带间隙避雷器不会长期承受线路电压、不易老化，寿命长，更符合绝缘子与避雷器功能统一后简化设备、长期使用的要求，确定以带间隙避雷器为基础进行具有绝缘子性能的110 kV避雷器的设计。

研制具有绝缘子性能的110 kV避雷器需要解决的主要问题是在不损坏避雷器防雷功能的条件下，进行合理的机械设计，使装置能够起到支撑导线、承受强大拉力的功能。

具有绝缘子性能的110 kV避雷器的原理：装置以中间的芯棒承受机械力，芯棒材料及芯棒与两端金具的连接方式均采用复合绝缘子已经成熟应用的技术，经过长期运行考验，能够可靠起到支撑导线的作用，芯棒外面套装中空带间隙避雷器，起到防雷的作用。

2. 结构介绍

具有绝缘子性能的110 kV避雷器结构如图所示。

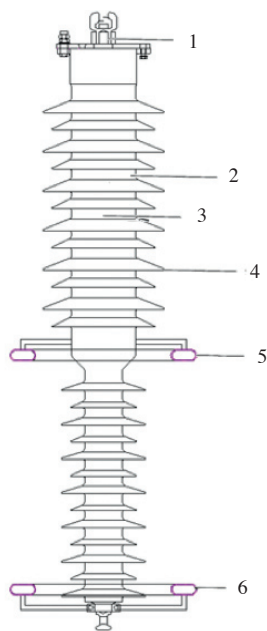


图 具有绝缘子性能的110 kV避雷器结构图

1—芯体 2—填充剂 3—电阻片柱 4—复合外套
5—中间电极（上均压环） 6—高压侧电极（下均压环）

其中，1为芯体，采用绝缘子用的芯棒外覆护套，芯棒两端压接球窝球头金具。2为填充剂，填充在具有绝缘子性能的110 kV避雷器内部的缝隙处，起到绝缘及密封的作用。3为电阻片柱，由电阻片及垫片组成。4为复合外套。5为中间电极（即上均压环）。6为高压侧电极（即下均压环）。

电阻片柱、复合外套、中间电极和高压侧电极是中空避雷器的组件，中空避雷器与芯体在球窝端采用法兰固定。装置内部具有密封、压力释放等机构。

试验项目分析

1. 复合绝缘子试验项目

复合绝缘子由一根承担机械复合的绝缘芯棒和外覆的聚合物伞套构成，机械负荷通过金属附件传递到芯棒上，国标GB/T 19519—2014《架空线路绝缘子标称电压高于1 000 V的交流导流用复合绝缘子定义试验方法及验收准则》规定了复合绝缘子的试验项目，根据国标规定复合绝缘子的试验项目分为设计试验、型式试验、抽样试验以及逐个试验。

（1）设计试验

设计试验主要用于验证设计、材料和制造方法（工艺）是否合适。根据上述国标，110 kV复合绝缘子设计试验的试验项目如表1所示。

表1 110 kV复合绝缘子设计试验试验项目

序号	试验项目
1	界面和金属附件连接区试验
2	装配好的芯棒的负荷—时间试验
3	伞套试验：起痕和蚀损试验
4	芯棒材料试验（染料渗透试验、水扩散试验）
5	可燃性试验
6	伞套材料耐漏电起痕和电蚀损性试验

（2）型式试验

型式试验用来验证复合绝缘子的主要特性，这些主要特性取决于其形状和尺寸。型式试验对通过了设计试验的复合绝缘子类型进行。仅当复合绝缘子的形式或材料改变时该型式试验才需要重复进行；根据上述国标，110 kV复合绝缘子型式试验项目如表2所示。

表2 110 kV复合绝缘子型式试验试验项目

序号	试验项目
1	干雷电冲击耐受电压试验
2	机械负荷—时间试验和金属附件与绝缘伞套界面的渗透性试验
3	无线电干扰试验

(3) 抽样试验

抽样试验是为了验证复合绝缘子其他特性，包括取决于制造质量和所用材料的特性。它在从提交验收的绝缘子批中随机抽取进行试验；根据上述国标，110 kV复合绝缘子抽样试验的试验项目如表3所示。

表3 110 kV复合绝缘子抽样试验试验项目

序号	试验项目
1	尺寸检查
2	锁紧系统检查
3	验证金属附件和伞套间界面的渗透性和验证额定机械负荷的试验
4	镀锌层试验
5	陡波前冲击耐受电压试验

(4) 逐个试验

该试验用于剔除有制造缺陷的复合绝缘子，它对提交验收的每个复合绝缘子进行。根据上述国标，110 kV复合绝缘子逐个试验的试验项目如表4所示。

表4 110 kV复合绝缘子逐个试验试验项目

序号	试验项目
1	复合绝缘子的标志
2	外观检查
3	逐个机械试验

2. 带间隙避雷器试验项目

根据国标GB 11032—2010《交流无间隙金属氧化物避雷器》和电力行业标准DL/T 815—2012《交流输电线用复合外套金属氧化物避雷器》，带间隙避雷器的试验项目如表5所示。

表5 带间隙避雷器的试验项目

序号	试验项目
1	直流1 mA参考电压
2	0.750.75U ₁ mA下的泄漏电流
3	残压
4	工频参考电压
5	持续电流（仅无间隙）
6	方波和大电流
7	动作负载
8	短路电流（与用户协商项目）
9	密封
10	复合外套绝缘耐受
11	外观
12	热机和水煮
13	复合起痕和电蚀
14	间隙距离（限间隙）
15	支撑件工频耐受（限带支撑的间隙）
16	支撑件陡波耐受（限带支撑的间隙）
17	局防和无线电
18	放电电压（限间隙）
19	雷电冲击伏秒特性（限间隙）
20	机械性能
21	金具镀锌
22	工频电压耐受时间特性（仅无间隙）
23	人工污秽

试验项目分析

结合具有线路绝缘子性能的110 kV避雷器结构特点，分析以上避雷器和绝缘子的试验项目，主要分析了有冲突或者重复的试验项目。

(1) 界面和金属附件连接区试验

该试验属于绝缘子的设计试验。试验步骤为：试样制作、干工频电压试验、预备性试验（包括突然卸载试验、热机试验和水煮试验）和验证试验（包括外观检查、陡波前冲击电压试验等）。

一方面具有绝缘子性能的110 kV避雷器的芯棒、端部金具材料及其连接工艺均采用与普通绝缘子相同的方式，该方式经过了试验及实际运行的考验。另一方面由于电阻片的存在，具有绝缘子性能的110 kV避雷器的干工频电压与普通绝缘子不同，110 kV带间隙避雷器的干工频耐受电压为170 kV，110 kV绝缘子的干工频电压为280 kV。因此，建议具有绝缘子性能的110 kV避雷器不做此试验。

(2) 干雷电冲击耐受电压试验

该试验属于绝缘子的型式试验项目。试验按IEC 60383.2:1993中5、6、8、9和12进行。110 kV复合绝缘子干雷电冲击耐受电压不小于550 kV。

标准DL/T 815—2012 7.6条规定：应对带间隙的整只避雷器进行雷电冲击50%放电电压和工频耐受电压试验，雷电冲击正极性50%放电电压试验用来确定避雷器间隙的最大距离，而工频耐受电压试验用来确定避雷器间隙的最小距离；标准中规定了110 kV避雷器雷电冲击50%放电电压不大于525 kV。

该试验试验目的主要是为了确定避雷器的间隙距离，因此针对具有绝缘子性能的110 kV避雷器，建议该试验按照避雷器标准进行。

(3) 支撑件试验（工频耐受、陡波耐受）

支撑件工频耐受和陡波耐受试验是考察带间隙避雷器的间隙电极支撑件和其所支撑的间隙电极之间的绝缘配合。即雷击时放电发生在间隙电极之间，而保证支撑件不发生击穿和闪络。

由图1具有绝缘子性能的110 kV避雷器的整体结构图可知，具有绝缘子性能的110 kV避雷器间隙电极与普通的带间隙避雷器的支撑件间隙电极结构有所不同，具有绝缘子性能的110 kV避雷器的间隙电极与装置本身为一体结构，并且电极的腿部有绝缘层覆盖，该结构保证了雷击时放电发生在

间隙电极上，装置的复合外套不会受到波及。因此针对具有绝缘子性能的110 kV避雷器无需做支撑件试验。

(4) 机械性能试验

避雷器和绝缘子在实际的运行过程中，均会受到机械力，因此相关标准中对避雷器和绝缘子都要要求进行机械性能试验。其中根据电力行业标准，避雷器的试验要求为：当避雷器作悬挂式安装时，应进行拉伸负荷试验。根据标准中的规定，避雷器的额定拉伸负荷要大于是其自身重量的15倍（110 kV避雷器重量的15倍一般低于10 kN）；110 kV输电线路用的复合绝缘子的额定拉伸负荷为70 kN。

绝缘子在架空输电线路中用途之一即是支撑导线，因此，针对具有绝缘子性能的110 kV避雷器，其要发挥绝缘子的支撑导线的作用，就要耐受住针对绝缘子的拉伸负荷。因此该试验应按照更严格的针对绝缘子的试验要求进行机械性能试验。

(5) 在绝缘子试验中提到的伞套试验、无线电干扰试验、验证金属附件和伞套间界面的渗透性试验、镀锌层试验以及外观检查等试验项目，与避雷器所提到的试验项目重复，根据标准中提到的试验方法，结合具有绝缘子性能的110 kV避雷器结构特性，按照更严格的试验要求对上述试验项目进行试验。

具有绝缘子性能的110 kV 避雷器试验项目

根据以上分析、试验室情况并参考不同厂家的绝缘子试验报告和避雷器试验报告中的试验项

目和要求，最终确定具有线路绝缘子性能的110 kV避雷器试验项目如表6所示。

表6 最终确定具有线路绝缘子性能的110 kV避雷器试验项目

序号	检 验 项 目
1	直流参考电压
2	0.75U ₁ mA下的泄漏电流试验
3	残压试验
4	工频参考电压
5	方波和大电流冲击耐受试验
6	复合外套绝缘耐受
7	密封性能及水煮试验
8	复合外套起痕和电蚀试验
9	间隙距离测量
10	局放试验
11	无线电试验
12	放电电压试验
13	雷电冲击伏秒特性试验
14	装配好的芯棒的负荷-时间试验
15	芯棒材料试验
16	伞套和外套材料试验
17	外观检查试验

结束语

具有绝缘子性能的110 kV避雷器，该装置同时具有绝缘子和避雷器的功能，因此装置的性能既要满足绝缘子的试验要求也要满足避雷器的试验要求，但装置的结构有异于普通的绝缘子和避雷器，个别试验项目也要根据装置的结构特点做出相应调整。参考了绝缘子和避雷器的相关试验标准，并且结合具有绝缘子性能的110 kV避雷器的结构特点和功能应用，对其试验项目进行了分析，给出了适合具有绝缘子性能的110 kV避雷器试验项目的建议。**EA**

(收稿日期：2015.09.29)

(编辑：刘群[△])

东芝中国总代表丰原正恭：东芝希望为西部的发展做贡献

日前，东芝（中国）有限公司乌鲁木齐分公司开业，丰原正恭总代表在开业典礼上致辞。

东芝自1875年成立，至今已有140周年，是一家综合型的电机厂商。以核能、电力事业、产业类设备、智能楼宇事业以及医用设备等为主的社会基础设施建设事业占整体业务的53%。乌鲁木齐是“一带一路”构想中连接中国、中亚乃至欧洲的重要节点，东芝集团将以乌鲁木齐分公司的成立为契机，启动大规模的电力、地铁、机场在内的基础设施建设为乌鲁木齐发展提供最大支持。

可能在很多中国用户的印象中东芝还是一家传统的家电企业，但就像2014财年显示的那样，东芝6.6兆日元的总销售额中，笔记本电脑、电视、白色家电等业务的销售比重仅占16%。事实上，东芝已经是一家以基础设施建设事业为主体的公司，今后东芝将以能源/存储/医疗健康作为其事业领域的三大支柱，围绕上述支撑社会基础设施的领域为中心，继续成长和发展。

