

电力行业管理与执法实务全书

# 电力安全管理 (三十五)

卢炳瑞 主编

中国言实出版社

图书在版编目(CIP)数据

电力行业管理与执法实务全书/卢炳瑞主编.

—北京:中国言实出版社,2004.9

ISBN 7-80128-321-6

I. 电…

II. 卢…

III. 电力工业—法规—中国—汇编

IV. F407.616

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 103281 号

中国言实出版社出版发行

(北京市西城区府右街 2 号 邮政编码 100017)

中铁十六局印刷厂

787×1092 32 499.125 印张

2004 年 9 月第 1 版 2004 年 9 月第 1 次印刷

印数:1~1 000 册

定价:2560.00 元(本卷 16.00 元)

# 目 录

◎过电压保护 .....	1
◎陆延昌在国家电力公司安全生产优质服务电视 电话会议上的讲话 .....	33
◎高严在国电公司安全生产优质服务电视电话 会议上的讲话 .....	47
◎三峡工程工地发生重大安全事故 5 名民工不幸罹难 ...	55
◎“云娜” 启示浙江省永康电网要有序更要安全 .....	56
◎入夏 50 天上海电力机组未跳出力不减 .....	57
◎2004 年华东电网迎峰度夏综述 .....	60
◎黄菊副总理鼓励南方电网公司继续落实好迎峰 度夏措施 .....	63
◎西北电网公司召开工作会议确定五项重点工作 .....	64
◎电气防火与防爆 .....	66
◎静电防护 .....	99
◎电气作业安全 .....	112
◎电气安全管理 .....	141
◎接地和接地装置 .....	152
◎印发《关于提高客户供电可靠性的指导意见》 .....	176
◎2003 年中国电力论坛召开专家聚焦中国电力安全 ...	184
◎中国电力论坛传出信息:华东及上海电网安全可靠 ...	187

◎电力紧张凸显内蒙古战略地位 .....	188
----------------------	-----

## ◎过电压保护

### 一、过电压及过电压的类型：

在电力系统中，各种电压等级的电气设备，在正常运行情况下只能承受其额定电压。而在异常情况下，由于某些原因，可能产生对电气设备绝缘有危害的突然升高的电压，这种突然升高的电压叫做过电压。

一般来说，过电压是电磁能量发生瞬间突变引起的，持续时间很短(几微秒至几十微秒不等)，但电压升高值很大。这种能量突变，如果由外部直击雷或雷电感应突然加到系统中或设备上，叫做大气过电压或外部过电压；如果是由于系统运行中操作故障或其他原因引起系统内部电磁能量的振荡、积聚和传播而造成的，则叫做内部过电压。

大气过电压可以分为直击雷过电压和感应雷过电压；内部过电压可以分为操作过电压、弧光接地过电压和电磁谐振过电压等。

无论哪种过电压，均可能导致电气设备的绝缘击穿而造成停电事故或导致人员伤亡，因而都是危险的。通常，应防止大气过电压侵入电气设备，并应采取相应措施使过电压降低到不致造成损坏绝缘的程度；对内部过电压，也要采取针对性的相应防护措施。

二、在哪些情况下会出现内部过电压？

三、雷电的形成及种类：

雷电是大气中的一种放电现象。在雷雨季节，天空中的云受到地面上升的强烈气流的作用，使带正电的冰晶与带负电的水滴开始分离，形成一部分带正电荷、一部分带负电荷的雷云。由于异性电荷的不断积累，不同极性的云块之间电场强度不断增大；当某一处的电场强度超过空气可能承受的击穿强度时，就形成云间放电。不同符号的电荷通过一定的电离通道互相中和，产生强烈的光和热，光即“电闪”；热使附近空气突然膨胀，发出轰鸣声，即“雷”。电闪和雷总称为雷电。

常见的雷，大多数是线状(或枝状)雷，其放电痕迹呈线形或树枝状，有时也会出现带形雷、链形雷、片状雷和球状雷等。

此外，还有空中雷(云闭与云闭之间的放电)和落地雷(云团与大地之间的放电)。

实践证明，对电力设施、工业和民用建筑经常造成危害的是落地雷。

四、雷击的破坏作用：

雷电造成的危害是综合性的，雷击的破坏作用主要有以下三种：

(1)电性质的破坏作用雷电产生的数十万乃至数百万伏冲击电压(或外部过电压),可能损坏电气设备的绝缘,烧断导线或劈裂电杆,造成料或爆炸等重大事故。而直接对人体放电以及对人体的二次放电,可能危及生命。巨大的雷电流流入地下,可能造成跨步电压或接触电压的触电事故。

(2)热性质的破坏作用巨大的雷电流通过导体,产生大量热能,造成易燃易爆燃烧和爆炸,或者由于金属熔化飞溅而引起火灾和爆炸事故。

(3)机械性质的破坏作用当雷电流通过被击物时,被击物缝隙中的气体急剧膨胀,水分剧烈蒸发,从而导致被击物爆炸。此外,雷击时所产生的静电斥力、电磁推力以及雷击时的气浪都有一定的破坏作用。

#### 五、雷击活动的规律:

雷击虽然具有偶然性,但一般仍有一定的规律。下列建(构)筑物和地点易受雷击:

(1)高耸建筑物和尖形屋顶。

(2)空旷地区的孤立物体,如架空输电线路的杆塔、高大树木等。

(3)烟囱(冒出的热气柱和烟气含有大量的导电质点和游离分子团)、排出导电尘埃的厂房和废气管

道等。

(4)特别潮湿的建筑物，屋顶为金属结构的建筑物、露天的金属管道和室外堆放的大量金属物品等。

(5)山谷风口的建(构)筑物。

(6)土壤电阻率较低的地区、金属矿床、河岸、山坡、地下水露头处。

六、什么叫做雷暴日？

凡在一天之内能听到雷声的就算一个雷暴日。某一地区雷电活动的频繁程度，以该地区一年内的平均雷暴日数，即年平均雷暴日来衡量。此外，也有用雷暴小时来衡量雷电活动的频繁程度的(我国大部分地区一个雷暴日约折合三个雷暴小时)。

山地雷电活动较平原频繁，我国南方某些地区每年最多的雷暴日高达 100~130 日，一般也在 80 日以上；华中地区约 40~80 日；长江以北大约为 20~40 日，西北地区在 20 日以下。年平均雷暴日不超过 15 日者称为少雷区，超过 40 日者称为多雷区。

七、什么叫做直击雷？什么叫做感应雷？

八、防直击雷害的措施及保护措施：

1. 为了防止直击雷害，常采取以下措施：

(1)避雷针由接闪器(常采用长为 1~2 米的尖端钢管或削尖铁棍)、支持物、接地引下线和接地体组

成。当雷云先导放电接近地面时，放电就面电场强度最大的方向(即避雷针尖端)发展，因此突出地面较高的避雷针实际上具有引雷作用。雷云通过避雷针放电，避雷针周围的线路、设备和建筑物等就不会受到雷电直击。

(2)避雷线也称架空地线，它是悬挂在高空的接地导体，其作用与避雷针相同，也是将雷电引向自身，并将雷电流导入大地，在它保护范围内的导线或设备不会受到直接雷击。

(3)避雷带(网)其作用与避雷线相似，用于建筑物防雷，敷设在被保护的建筑物顶上。

2.防直击雷的保护装置应符合以下要求：

(1)装设独立避雷针或架空避雷线时，所有被保护物均应在保护范围以内，对排放有爆炸危险物质的管道，其保护范围应高出管顶 2 米以上。

(2)独立避雷针至被保护建筑物及有其有联系的金属物(指管道、电缆等)的距离，应符合下式要求，但不得小于 3 米；

$$\text{地上部分 } S \geq 0.3R_{ch} + 0.1h_x$$

$$\text{地下部分 } S \geq 0.3R_{ch}$$

式中  $R_{ch}$  为冲击接地电阻，欧； $h_x$  为被保护建筑物或计算点高度，米。

(3)架空避雷线的支柱和接地装置至被保护建筑物及与其有联系的金属物的距离与第

(2)项相同；至屋面和突出屋面的物体的距离应符合下式要求，但不得小于 3 米：

$$S \geq$$

式中  $h$  为避雷线的支柱高度，米； $l$  为避雷线的水平长度，米。

(4)独立避雷针或架空避雷线应有独立的接地装置，其冲击接地电阻不应大于 10 欧。

九、如何防止感应雷的危害？

十、对防止雷电波侵入应采取的措施：

防止雷电波侵入的措施一般有几项：

(1)低压线路全线最好采用电缆直埋敷设，并在进户端将电缆外皮与接地装置相接。当采用架空线时，在进入建筑物处应采用一段长度不小于 2 米( $\rho$  为埋电缆处的土壤电阻率，欧米)的铠装电缆直埋引入，在架空线与电缆连接处应装设阀型避雷器，电缆外皮与绝缘子铁脚应连在一起接地，冲击接地电阻不应大于 10 欧。

(2)架空金属管道进入建筑物处，应与防感应雷的接地装置相连，距离建筑物 100 米以内的一段管道，每隔 25 米左右接地一次，其冲击接地电阻不应大于

20 欧；埋地或在地沟内敷设的金属管道，在进入建筑物处也应与防感应雷的接地装置相连。

所有上述接接地应尽量利用建筑物的钢筋混凝土或金属基础作为接地装置，并和其他接地共用这种接地装置。

#### 十一、雷电侵入波的保护装置主要有哪几种？

雷电侵入波的保护装置主要有以下几种：

(1) 阀型避雷器主要由放电间隙和非线性电阻这两部分组成。当高幅值雷电波侵入被保护对象时，避雷器间隙先行放电，从而可限制加在绝缘上的过电压值。在泄放雷电流的过程中，由于非线性电阻的作用，可将避雷器的残压限制在设备绝缘水平以下，从而在雷电流通过后能自动将工频续流切断。

(2) 保护间隙它是一种简单而有效的过电压保护元件，由两个金属电极构成，两个电极之间保持一定的间隙距离。当雷电流传来后，间隙先行击穿，把雷电流引入大地，从而右避免设备承受过电压。

(3) 管形避雷器实质上是一个具有熄弧能力的保护间隙。

#### 十二、高压架空线路的过电压保护：

由于架空线路长面广，遍布各地，因此雷电事故一般较多(占电网雷电事故的 90%以上)。为此，对高

压架空线路应采取严格的和全面的过电压保护，其中主要有以下几项：

(1)防止直接雷击的保护如架设避雷线，个别地段用避雷针保护，以及采用避雷器、保护间隙等。

(2)防止发生反击(闪络)的保护当雷击杆顶或避雷线时，由于有杆塔电感和接地电阻，雷电流可能导致杆塔电位达到使线路绝缘发生反击(对导线闪络放电)的数值。通常，可采用降低接地电阻、加强绝缘和增大耦合系数等办法来保护。

(3)防止出现工频稳定电弧的保护线路绝缘发生冲击闪络之后，只要不出现稳定的工频短路电弧，就不会造成线路跳闸。所以，要采用降低绝缘上的电位梯度，中性点不扫地或经消弧线圈接地等方式，使大多数冲击闪络电弧自行消失，而不致造成工频短路。

(4)防止供电中断的保护如采取自动重合闸等补救性保护措施。

十三、什么叫做阀型避雷器？有哪几种？

十四、表示阀型避雷器性能的技术参数：

十五、阀型避雷器火花间隙的并联(分路)电阻的作用：

在阀型避雷器的串联间隙旁边并联一串非线性电阻，称为并联(分路)电阻。它主要起均压作用，以

改善间隙电压的分布。

阀型避雷器的间隙由多个小间隙串联而成。由于小间隙的极距小，电场均匀，因此可使伏秒特性平坦，分散性小，从而对灭弧有利。但是，间隙串联后，由于各间隙对地和对高压端均存在着杂散电容，所以各间隙流过的电容电流不同，造成各间隙的电压分布不均匀。这样，某些电压较高的间隙应容易重燃击穿，使工频放电电压降低。接入并联(分路)电阻后，在工频电压下通地并联(分路)电阻的电流比通过间隙的电容电流要大得多，因此电压分布主要取决于电阻分布，只要分布电阻值完全相等，就可使各间隙的电压分布比较均匀。

并联(分路)电阻的非线性系数为  $\alpha = 0.35 \sim 0.45$ ，其特点是，当电压升至灭弧电压以上时，电导电流大大增加，使均压效果显著提高。而在工作电压下，电导电流则大为减小。

十六、阀型避雷器火花间隙的并联电阻中有一个电阻损坏，就会引起避雷器爆炸，为什么？

在工频电压下，由于频率较低，电容电流较小，间隙的电压分布，主要取决于并联电阻。当电阻正常时，每组间隙的电压分布是均匀的。如果一组间隙的并联电阻中有一个电阻断裂或烧坏，电阻就会很大，

加在避雷器上的电压绝大部分将集中在该组间隙上，从而使其击穿。一组间隙被击穿后，间隙数量就减小，其他间隙也会被击穿，结果使工频放电电压大大降低，引起避雷器爆炸。

### 十七、什么叫做磁吹阀型避雷器？

所谓磁吹阀型避雷器，主要是指由磁吹型火花间隙和高温阀处构成的避雷器。磁吹间隙分为拉长电弧型和旋转电弧型两种，二者的基本原理都是利用永久磁铁的磁场与工频持续电流的相互作用，使电弧拉长或旋转，从而将其分割和冷却，借以产生强烈的去游离而熄灭。

旋转电弧型间隙能可靠地切断300安(幅值)的续流，切断比可降至1.5；拉长电弧间隙灭弧能力更强，可切断450安(幅值)的续流，切断比可降至1.28~1.35。

高温阀片的非线性系数虽然稍高(约0.24)但通流容量大，且不易受潮。

由此可见，磁吹阀型避雷器不但放电电压低，其残压也低，而且通流容量大，可以更好地实现绝缘配合，甚至可用于某些能量较大的内部过电压保护，而且可以降低被保护设备的绝缘水平。因此，磁吹阀型避雷器得到了广泛应用。

### 十八、管型避雷器的组成部分及用途：

管型避雷器主要由外部放电间隙、内部放电间隙和消弧管三部分组成。

外部放电间隙的作用是将避雷器与线路电压隔离。内部放电间隙位于消弧管内，由棒形电极和环形电极构成，也称消弧间隙，它决定放电电压的大小。

当线路遭受雷击时，在强电场作用下，两个放电间隙相继击穿，雷电流通过接地装置流入大地。此时间隙被电离而成为导体，数值很大的工频短路电流也随之通过内外间隙，形成强烈的电弧。电弧的高温会使管内壁的产气材料分解出大量气体，此时管内压力迅速升高，使气体从环形电极的管口喷出，形成强烈的吹弧作用，在交流电流第一次通过零点时就将电弧熄灭，从而使外部间隙也因断弧而恢复正常绝缘。

管型避雷器主要用于发电厂、变电所的进出线保护，限制高幅值雷电波侵入。此外，也常用于保护线路上某些绝缘薄弱的环节。

### 十九、管形避雷器的额定断流能力为什么有两个数值？

管型避雷器的铭牌上和样本中一般都标出额定断流能力这一参数，该参数有上限与下限两个数值（如 0.5~4 千安，2~10 千安等），表示避雷器断流能

力(开断续流)的范围。也就是说,管型避雷器只有这一开断续流范围内才能正常工作。

由于管型避雷器是按自吹灭弧原理工作的,所以其熄弧能力取决于开断电流的大小。管型避雷器在额定断流能力的上限与下限之间能保证可靠熄弧。如果在安装处短路电流(有效值)很大(考虑非同期分量),超过了上限,管内的气体过多,压力也大,有可能使消弧管爆裂。反之,如果安装处短路电流(不考虑非同期分量)很小,低于下限,管内气体就较少,其压力不足以灭弧,从而使管型避雷器因较长时间通过短路电流而烧坏。

所以,在装设管型避雷器之前,应先对安装地点的短路电流进行验算,即必须使管型避雷器的开断续流的上限大于系统最大短路电流,而下限必须低于安装处的最小短路电流。否则,不但不能起保护作用,而且还会造成更大的事故,这一点在选择管型避雷器时应予以充分注意。

#### 二十、什么是压敏避雷器?

压敏避雷器是一种新型的阀型避雷器,它没有火花间隙,只有压敏电阻,因而结构简单,体积小,重量轻。压敏电阻是由氧化锌、氧化铋等材料烧结而成的一种多晶半导体陶瓷非线性元件,其非线性系数很

小，只有 0.05 左右，因而具有很好的伏安特性。

在工频电压下，压敏电阻可呈现极大的电阻值，工频续流极小，不需要用间隙灭弧。但在冲击电压下，其电阻值又很小，通流容量很大，因此可将过电压限制在设备允许的范围以内。

压敏避雷器可广泛用于低压电气设备的防雷保护，如配电变压器的低压侧，低压电机和电度表等的防雷。

二十一、什么叫做保护间隙？有什么用途和特点？

二十二、保护间隙的工作原理及间隙距离的规定：

在正常情况下，保护间隙对地是绝缘的，并且，绝缘强度低于所保护线路的绝缘水平，因此，当线路遭到雷击时，保护间隙首先因过电压而被击穿，将大量雷电流泄入大地，使过电压大幅度下降，从而起到保护线路和电气设备的作用。

二十三、防雷保护间隙结构的要求：

防雷保护间隙的结构应满足以下要求：

(1) 间隙距离应符合要求，并稳定不变。

(2) 间隙放电时，应能够防止电弧跳到其他设备上。