

电力行业管理与执法实务全书

雷电安全技术 (四)

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

◎防雷知识	1
◎分区防雷的定义.....	3
◎模拟雷电流测试波形.....	5
◎雷电过电压保护之相关标准.....	5
◎解决方案	8
◎通用机房防雷保护	18
◎移动基站防雷.....	20
◎防雷接地应注意的若干问题.....	22
◎高山微波站的防雷	25
◎建筑物的等电位联结不可忽视	34
◎有线电视网络特殊故障维修4 例.....	39
◎关于“接地(PE)或接零(PEN)”及其他.....	43
◎农村 CATV 网络的避雷与接地.....	46
◎现代建筑物防雷接地装置结构的探讨.....	51
◎高层建筑物防雷及SPD 的应用.....	61
◎谈信息系统防雷击电磁脉冲.....	67
◎电涌保护器的选择过程及安装方式.....	73
◎电涌保护器知识小议.....	83
◎SPD—雷电防护装置体系的重要环节.....	88
◎计算机网络中的浪涌保护器对网络传输速率的影响	90

◎线路避雷器在输电线路防雷中的应用.....	98
◎雷电入侵计算机信息系统的各种途径.....	101
◎照明工程中的雷电防护.....	108
◎计算机机房浪涌过电压的保护.....	115
◎防雷技术简述.....	128
◎过电压的危害.....	130
◎微波站防雷与接地设计规范.....	132
◎胶州中心医院雷电防护方案.....	140
◎即墨市政府计算机中心.....	145
◎山东中齐耐火材料有限公司.....	148
◎防雷器.....	152
◎通信系统雷灾案例.....	153
◎最新雷灾案例.....	154
◎过压保护原理.....	155
◎接地网防蚀金属材料性能试验研究.....	163
◎渭南市防雷减灾工作宣传问答.....	169
◎现代防雷的原则和技术措施.....	175
◎2004 年防雷装置安全工作公告.....	180
◎关于做好二 00 一年防雷装置安全检测管理工作的通知.....	182
◎大学城防雷工作细致严密.....	185
◎郑州开展“防雷减灾安全生产宣传月”活动.....	188
◎防雷检测安全守则.....	189

◎防雷知识

浪涌过电压的成因

在低压供电系统、测量和控制系统、计算机网络，有许多因素可引起过电压浪涌。下面所述的四种造成的危害最大。

直击雷

如果雷电直接对有外部防雷装置的建筑物或者直接打到建筑物顶部的可以通过某种途径传输雷电流入地的装置放电(如室外天线，卫星接收装置等)，使得地电位抬升，一大部分雷电流通过保护接地线进入到建筑物的装置和连接的设备。

雷电也可能直接对电源线(低压架空线)或数据线放电，大部分高能雷电流被引入到建筑物里。

附近的击雷

即使建筑物本身没有遭到雷击，附近的雷电闪击也可能引起建筑物装置上的过电压。这个浪涌过电压直接或通过电感性或电容性耦合到达电子装置、设备的线路上。部分雷电流可能通过大地传送到接地的装置而引起极大的危害，或者通过雷电放电通道散发出的磁场，在设备的线路上感应出过电压，建筑物内的长导线回路特别容易感应出过电压。容性耦合是通

过具有高电位差的两点之间的电场产生的，例如在雷电放电通道和金属导线之间。

远处的雷击

就是几百米之外的雷电闪击，也可能在低压导线、数据线上感应过电压，也可能将高电压到建筑物的接地装置上，从而对电子设备造成极大的危害。甚至云层之间或云层内部的放电产生的电磁场也能耦合过电压到导线中。

开关浪涌

开关浪涌来自电路的闭合、断开的转换操作，来自感性和容性负载的开关操作，也来自短路电流的阻断。特别地，大型用电系统或变压器的断开可能引起对邻近的电子设备的损坏。

瞬态过电压

在低压电网最大的电压峰值是由于雷电泄放引起的。当雷电直接打在外部的防雷装置或低压架空线上时，包含高能量的雷电浪涌常常使得连接在电网上的负载完全损坏。

在建筑物里的设备上、在电源线或通信线上的感应过电压的峰值也可以达到正常工作电压值的几倍或几十倍。

开关浪涌不会出现雷电泄放时那样的高电压，但是它们非常频繁地发生并且仍然能够导致设备故障。开关浪涌可达工作电压的 2 倍或 3 倍，而雷电浪涌有时可达到额定电压的二十倍，并且包含大量的能量。直接马上摧毁电子设备。开关浪涌导致的故障通常较迟出现，因为较小的瞬间过电压是逐渐导致电子元器件老化、最后损坏。

◎分区防雷的定义

分级防护

使过电压减小至无害的水平

在国际标准 IEC61312-1 中描述的分區防雷的观念已被证实是合理的、有效的。这个理论的基本思想是在过电压到达终端设备造成损害之前，逐级地减少它至无害的水平。为了达到这个目的，建筑物的整个保护空间被分到了几个防雷分区(LPZs)。在线路由一个分区进入到另一个分区的地方安装浪涌抑制器，按照不同分区的具体要求安装相应等级的浪涌抑制器。

分区防雷理论的主要优点：

包含高能量的有害的雷电流在导线进入建筑物处直接被转向泄入大地，使得进入到其他系统的过电压值最小化。

避免由于磁场的干扰对于新建、扩建和改造的建

筑物都可以通过一个单独的防护理念来设计。

防雷分区的定义

由外到内，防雷分区(LPZs)被定义如下：

LPZ0A

在建筑物外部，不受外部保护装置保护的区域。可能遭受直击雷，对雷电磁脉冲没有任何屏蔽防护。

LPZ0B

在建筑物外部受外部防雷装置保护的区域。对雷电磁脉冲没有任何屏蔽防护。

LPZ1

建筑物内部区域。有小部分雷电能量进入的可能性。

LPZ2

建筑物内部区域。有低的浪涌电压进入的可能性。

LPZ3

建筑物(也可能是设备的金属外壳)内部区域。没有雷电磁脉冲产生的干扰，也没有浪涌电压。

分区防雷理论的必要条件是正确安装的等电位连接系统，然后在各分区之间安装电涌保护器作为补充，因而对于防雷来说，建立等电位连接系统同样重要。

◎模拟雷电流测试波形

IEC61312内主要以 $10/350\mu\text{s}$ 及 $8/20\mu\text{s}$ 来描述模拟雷电流的测试波形,需要留意的是,在同等数值下的脉冲电流, $10/350\mu\text{s}$ 测试波形的能量比 $8/20\mu\text{s}$ 测试波形的能量约大20倍

原来标称着测试波型的防雷器,能吸收能量的差别有20倍之多,用户选择时,需看清楚测试波型究竟是 $10-350\mu\text{s}$ 或 $8-20\mu\text{s}$!

注:

① $10/350\mu\text{s}$ 波形是直击雷模拟波形,其视在波前时间为 $10\mu\text{s}$,视在半峰值时间为 $350\mu\text{s}$ 。

② $8/20\mu\text{s}$ 波形感应雷模拟波形,其视在波前时间为 $8\mu\text{s}$,视在半峰值时间为 $20\mu\text{s}$ 。

◎雷电过电压保护之相关标准

DIN VDE 0100 Part 444, 1999-10

保护测试

浪涌的保护

建筑物电磁脉冲干扰(EMI)的防护

DIN VDEV 0100 Part 534, -

建筑物内的电气安装 -

电涌保护器的选择和安装

DIN VDE 0100 Part 540, 1991-11

安装指引－1000V 以下电气系统的安装。电气设备的选择和安装，接地，保护导体，等电位连接导体的连接。

DINVDE0100Part610, 1994－04

安装指引－1000V 以下电气系统的安装。测试；初始测试。

DINVDE0100Part1, 1997－04

电压系统的电气设备的绝缘配合。

第一部分：基本要求和测试

DINVDE0185Part1, 1982－11

雷击保护的安装。安装的基本要点(VDE 指引)

DINVDE0185Part2, 1982－11

雷击保护的安装。安装的特殊要求(VDE 指引)

DINVDE0185Part100, 草案 1996－08

建筑物雷击保护的基本法则

DINVDE0185Part103, 1997－09

雷击电磁脉冲的防护。第一部分，基本法则。

DINVDE0675Part6, 草案, 1989－11

DINVDE0675Part6/A1, 草案, 1996－03

DINVDE0675Part6/A2, 草案, 1996－10

在 100V-1000V 之间的交流系统中的电涌保护器的使用

- E-DINIEC817122/CD, VDE0185, Part10, 1999-02
雷击保护：安装的特殊要求。
- DINVENV61024-1, VDEV0185, Part100, 1996-08
建筑物结构的雷击保护，基本法则。
(IEC61024-1-1990)
- E-DINIEC81/120/CDV, VDE0185, Part106, 草案
1999-04
- E-DINIEC81/121/CD, VDE0185, Part106/A1, 草案
1999-04
- 雷击电磁脉冲的防护 (LEMP)，电涌保护器的要求
(SPDs)
- DINEN60099-1, VDE0675Part1, 1994-12
交流系统的电涌保护器采用非线性电阻和放电
间隙组成。(IEC60099-(1))
- DINIEC37A/44/CDV, VDE0675Part601, 1996-10
电涌保护器在电压系统的应用。第一部分使用要
求和测试方法。
- IEC60364-5-534, 1997-11
过电压保护设备的选择和安装。
- IEC60364-4-443, 1995
建筑物的电气安装。第四部分：过电压保护。
IEC61024-1, 1990-03

直接雷击的防护。第一部分：基本法则。

IEC61024-1-1, 1993-08

直接雷击的防护。第一部分：基本法则，指引 A。

IEC61312-1, 1995-02

雷击电磁脉冲的防护。第一部分：基本法则。

EC61643-1, 1998

低压电力系统的浪涌保护器。

GB5005F-94

《建筑物防雷设计规范》

YD5098-2001

《通信局(站)雷电过电压保护工程设计规范》

YD5068-98

《移动通信基站防雷设计规范》

YD5078-98

《通信电源防雷设计规范》

◎ 解决方案

一、防雷工程文件资料如下

防雷勘察报告(附现场勘察记录)

(1) 勘察内容

(2) 数据计算

(3) 分析、结论

防雷施工方案

- (1)方案设计依据标准
 - (2)施工内容
 - (3)本工程预计总造价；
 - (4)本工程预算依据及预算表格；
 - (5)本工程施工内容辅助说明图纸；
- 隐蔽工程验收单；
工程竣工验收表；
工程竣工图；

二、防雷工程设计范例

防雷工程设计说明

本设计是为某移动通信局而做，为其基站的防雷工程提供技术参考。其中包括：

外部防雷：

- 1、接闪器设计；
- 2、引下线设计；
- 3、接地装置设计。

内部防雷：

- 1、电源，信号线过电压保护；
- 2、等电位连接。

本设计中所列的基站建筑物的尺寸和建筑物的距离为假设值，基站机房的长×宽×高尺寸为：16×6×7，基站所处位置假设为山顶旷野处。

一、本设计所依据的标准:

- 1、移动通信基站防雷与接地设计规范(YD5068-9(8));
- 2、建筑物防雷设计规范(GB50057-9(4));
- 3、国际电工委员会雷电电磁脉冲的防护(IEC131(2));
- 4、电信专用房屋设计规范(YD500(3))。

选用标准说明:

GB50057-94 是根据 IEC1024-1: 1990《标准建筑物防雷》的原则制定的国家标准。所以在标准依据中就不再列入 IEC1024。GB50057 主要是规定了建筑物的直击雷防护要求,而对雷电磁脉冲的防护只做了一般性的阐述,所以 GB50057 是我们对通信站直击雷防护的主要依据。YD5003-94 也要求电信专用房屋的防雷应符合 GB50057 的要求。针对对移动局的防雷,我们选取了 98 年刚制定的 YD5068-98《移动通信基站防雷与接地设计规范》为依据。YD5068-98 主要是根据九十年代移动通信局站防雷工作的经验总结和 IEC1312 制定通信局站的雷电磁脉冲防护标准,所以我们加列了 IEC1312 做为设计依据,以保证移动站的防雷措施的先进性和完整性,因为 IEC1312 包含了 YD5068-98,也就是说 IEC1312 的要求较 YD5068-98

高，IEC1312 标准不仅有大量实践经验做基础，而且有系统的防雷理论支持。

二、设计内容：

(一)、防雷类别的确认：

K---校正系数，土山顶部的建筑物取 1.5；

Ne---建筑物所处地区雷击大地的年平均密度 (次/Km².a)；

Td 为年平均雷暴日，根据全国年平均雷电日数分布图显示，该地区的年平均雷暴日数为 80 天。

则：Ne=0.024Td^{1.3}=0.024×80^{1.3}=7.15

Ae---与建筑物截收相同雷击次数的等效面积 (Km²)。

L、W、H 分别为建筑物的长、宽、高，则：

防雷类别根据建筑物年预计雷击次数确定，预计雷击次数的公式如下：

N---建筑物预计雷击次数(次/a)；则：

$$N=KNeAe$$

$$=1.5 \times 7.15 \times 0.006 = 0.06$$

因为 N=0.06>0.03，根据标准 GB50057-94 和 YD5003 得出直击雷防护属二类；由于移动站的通信设备大量使用微电子电路，其抗过压能力很低，理论和实践均表明，该类设备的损坏主要是雷电电磁脉部造

成，雷电电磁脉冲发生的概率远高于直击雷。有鉴于此，我们认为通信站的雷电电磁脉冲防护类别应为一类。

(二)、直接雷防护：

1、接闪器的设计：

由于建筑物的防雷类别为二类，所以用滚球设计接闪器时滚球半径 $R=45\text{m}$ ；由于机房和配电房的屋面无要保护设备，它们的屋面接闪器采用避雷带与建筑物混凝土内的钢筋相连构成暗装避雷网。

铁塔上的天线可在铁塔上加装避雷针保护，如(图一)所示，设天线顶端距地高度为 h 米，距避雷针的距离为 d 米，避雷针高为 H 米。则有：

由于 R 为 45 米， h 和 d 可通过实测获得，所以避雷针高 H 可以确定。

设 $h=25$ 米， $d=1$ 米，可求得 $H=27$ 米即避雷针顶部距地面为 27 米。

避雷针可选用 LZ1680，其导流面积大于 100mm^2 ，符合 GB50057 的要求。可根据安装需要焊接或螺栓紧固在铁塔顶部。

2、引下线的设计

避雷针可用铁塔作引下线，因铁塔已良好接地，所以只需在安装避雷针时保证避雷针与铁塔有良好

的电气连接，并做防腐处理即可，机房和变压器房的避雷带用建筑物内的钢筋作引下线，将屋面避雷带按标准要求分别接在四个角上，将避雷带与机房混凝土内的钢筋相连。

3、地网的设计；

按 YD5068-98 地网的布置应如(附图一)所示，这种联合地网的布置方式也是符合 IEC 标准要求的。

按照这种方式布置的地网，其接地电阻为：

(式中 P 为土壤率, S 为地网中面积, L 为接地体总长度包含垂直接地体, d 接地体直径, h 为接地体埋深。

式中： L 、 d 、 h 、 s 为设计确定。 P 用地阻仪实测。
假设： $P=100$, $d=42\text{mm}$ 。)

地网布置时网格尺寸如(附图一)所示,埋深 0.8 米,垂直接地体长度为 2.5 米,在 A、B、C 三点应引出地网测试极到地面上,以便以后检测地网情况。

铁塔的应通过四个脚与地网相连,机房和变电房的基础内的钢筋应在四角处与地网相连。

(二)雷电电磁脉冲的防护：

上面已经得出雷电电磁脉冲的防护属一类。

1、外来导体的布置：

外来导体包括：金属、水管、电缆线及铠装外皮