

建筑物电子信息系统 防雷技术设计手册

主 编 刘兴顺
副主编 熊 江 余亚桐
主 审 祝建树

中国建筑工业出版社

建筑物电子信息系统防雷技术 设计手册

主 编 刘兴顺
副主编 熊 江 余亚桐
主 审 祝建树

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑物电子信息系统防雷技术设计手册/刘兴顺主编.
北京:中国建筑工业出版社,2004
ISBN 7-112-06676-X

I. 建… II. 刘… III. 建筑物—电子系统:信息系
统一防雷—设计—手册 IV. TU895-62
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 056225 号

建筑物电子信息系统防雷技术设计手册

主 编 刘兴顺

副主编 熊 江 余亚桐

主 审 祝建树

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京市兴顺印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 26 字数: 644 千字

2004 年 8 月第一版 2004 年 8 月第一次印刷

印数: 1—3500 册 定价: 48.00 元

ISBN 7-112-06676-X

TU·5830 (12630)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书依据国家最新编制的《建筑物电子信息系统防雷技术规范》编写。为了使广大读者更好地理解和使用“规范”，本书按照“规范”的主要部分设计内容的对应关系进行编排。全书共分 12 章，系统而全面地介绍了雷电的形式与特性、雷电的各种技术参数、雷电活动的规律及雷击的选择性，同时还重点介绍了建筑物电子信息系统防雷分类及保护措施、防雷与接地勘测设计内容、雷电防护区的划分、防雷防护等级的确定、防雷与接地的设计等内容，并提供了相关的计算实例、防雷与接地设计实例图。本书叙述深入浅出，图文并茂，实用性强，是深入理解和灵活运用“规范”的得力工具书。

本书可供电子信息系统防雷设计的电气专业及相关专业的设计、科研、教学、施工安装、检测验收、产品供应商等人员参考使用。

* * *

责任编辑：刘 江

责任设计：彭路路

责任校对：黄 燕

编委会成员名单

刘兴顺 祝建树 熊 江 余亚桐 陈 勇
郑经娣 王守奎 王海涛 刘红林 王宏民
肖远建 黄南柱 黄克胜

前 言

雷电是自然界存在的自然现象;自古以来雷电灾害给人身安全和经济带来的损失是很严重的。就 2000~2001 年的两年中,在中国雷电灾害造成的人身伤亡共 1661 起;造成直接经济损失约数十亿元。

我国进入 21 世纪以来,信息已作为国家经济支柱产业之一,并以信息化带动工业化作为发展方针。目前计算机电子信息系统和网络系统的应用,已遍及各行业和各个部门乃至家庭信息化系统都迅速地建立发展。

计算机等微电子设备大量进入各类建筑物,由于其灵敏度高,耐压低,很易受雷电磁脉冲干扰,如果防雷系统有缺陷,接闪装置接闪后,雷电泄流时将在泄流线的周围产生强大的瞬变电磁场,建筑物附近进落雷时,这变化的空间电磁场,均能使建筑物内的微电子设备受到影响,轻者导致有关设备的误动作,重者会造成硬件的永久性损坏,以致通信中断等严重后果。

由于雷电感应电压以及雷电磁脉冲(LEMP)的入侵渠道不同,其防护措施和方法也不相同。我们在 1999 年编制的“99D562”建筑物防雷设施安装国家标准图集中(现改为 99D501-1 图集),已提出建筑物综合防雷系统(图集 1—13 图)的概念:建筑物防雷工程是一个系统工程,必须综合考虑,将外部防雷措施和内部防雷措施(接闪功能、分流影响、均衡电位、屏蔽作用、合理布线、加装过电压保护器等多项重要因素)作为整体来统一考虑防雷措施。

国标“建筑物防雷设计规范”(2000 年版)中,增加了第 6 章“防雷击电磁脉”的内容,新图标“建筑物电子信息系统防雷规范”也已批准实施执行,为了使广大设计人员能更好的应用这二个规范进行电子信息系统的防雷设计工作,我们结合实际学习规范内容,拟按照电子信息系统分类来贯彻在实施设计过程中,同时结合 IEC 标准及国家其他设计规范中有关信息系统防雷设计内容,编写了这本设计手册。其目的为了使广大设计人员更好的理解和应用相关规范,以便信息系统防雷设计更加安全、经济、实用、合理。

本书分为十二章及附录。第一章为相关规范及术语,第二章为雷电的形式与特性,第三章为雷电的电流参数,第四章为雷电活动规律及雷击的选择性,第五章为建筑物防雷分类及保护措施,第六章为建筑物电子信息系统防雷与接地工程勘测设计;第七章为雷电防护区的划分,第八章为建筑物电子信息系统防雷防护等级确定;第九章为建筑物电子信息系统防雷与接地设计,第十章为几个计算问题,第十一章为电子信息系统机房的防雷与接地设计,第十二章为建筑物电子信息系统防雷与接地设计实例图,附录为防雷与接地产品选用技术资料。书中介绍了信息防雷的基本概念,防护分级划分原则,从定性和定量(风险评估计算)角度相结合出发,使设计人员在方案及初步设计时能快捷方便的提出防护级别和防护方案;书中,结合弱电系统的分类列出各系统的保护方式及保护措施,同时附有各系统设计实例图 130

多幅,供设计人员方便参考和选用。

在本书编写过程中,张金生高工、应洪正高工、田有连教授级高工及成都普林希尔资讯有限公司等给予了大力支持和帮助,对此深表谢意。

对于本书的不足及错漏之处,敬请读者给予批评指正。

目 录

第一章 相关规范与术语	1
1.1 相关规范	1
1.2 术语	2
第二章 雷电的形式与特性	7
2.1 雷云的形成	7
2.2 雷电的形式	7
2.3 尖端放电与雷击	8
2.4 闪电	9
2.5 雷电感应及雷电电磁脉冲	10
第三章 雷电的电流参数	12
3.1 雷电流幅值	12
3.2 雷电流陡度	13
3.3 雷电的其他参数	13
3.4 雷电波参数	14
第四章 雷电活动的规律及雷击的选择性	16
4.1 雷电活动的规律及雷电日	16
4.2 平原地区雷击的选择性	16
4.3 山区雷击的选择性	17
4.4 雷电效应	17
4.5 建筑物易受雷击的部位	22
第五章 建筑物防雷分类及保护措施	24
5.1 常规的防雷保护设计	24
5.2 信息系统防雷保护的意义	30
5.3 建筑物电子信息系统综合防雷	31
5.4 雷电电磁脉冲防护措施的特点	32
第六章 建筑物电子信息系统防雷与接地工程勘测设计的内容	34
6.1 防雷与接地工程勘测设计原则	34
6.2 收集资料及勘测内容	35
6.3 防雷与接地工程设计的依据	37
6.4 防雷与接地工程设计的内容	37
6.5 建筑物信息系统防雷与接地工程的设计阶段及设计深度	38
6.6 防雷工程设计流程图	39
第七章 雷电防护区的划分	41

7.1	建筑物电子信息系统雷电防护原则	41
7.2	雷暴日等级的划分	41
7.3	建筑物电子信息系统雷电电磁脉冲防护等级划分的原则	41
7.4	雷电防护区(LPZ)的分类及定义	42
7.5	全国主要城镇雷暴日数统计表	42
7.6	全国年平均雷暴日数区划图	46
7.7	将一个建筑物划分为几个防雷区的(LPZ)示意图	47
第八章	建筑物电子信息系统防雷防护等级的确定	49
8.1	风险评估计算的意义	49
8.2	电子信息系统雷电电磁脉冲防护等级的风险评估计算方法	49
8.3	雷电防护等级的确定原则	51
8.4	建筑物电子信息系统工程雷电防护分级设计方案选择表	52
8.5	风险评估计算示例	56
8.6	风险评估计算程序	70
第九章	建筑物电子信息系统防雷与接地设计	73
9.1	防雷与接地工程设计的原则	73
9.2	建筑物防雷区及等电位联结和共用接地示意图	75
9.3	信息系统供电电源系统的雷电防护设计	75
9.4	等电位联结与共用接地系统的设计	93
9.5	屏蔽及布线设计	102
9.6	信号线路系统的防雷与接地设计	104
9.7	天馈线路的防雷与接地设计	105
9.8	计算机网络系统的防雷与接地设计	106
9.9	通信局(站)的防雷与接地设计	107
9.10	火灾自动报警及消防联动控制系统的防雷与接地设计	111
9.11	建筑物设备管理自动化系统(BAS)的防雷与接地设计	112
9.12	安全防范系统的防雷与接地设计	113
9.13	有线电视、有线广播及扩声系统的防雷与接地设计	114
9.14	通信基站的防雷与接地设计	114
9.15	医院医疗电气设备及手术室的防雷与接地设计	120
9.16	工控计算机系统及电子信息设备的防雷与接地设计	128
9.17	住宅小区智能化系统的防雷与接地设计	139
9.18	呼应(叫)信号及公共显示系统的防雷与接地设计	154
9.19	综合布线系统的防雷与接地设计	156
9.20	后方军械仓库信息系统设备的防雷与接地设计	165
9.21	石化系统信息设备的防雷与接地设计	167
9.22	特殊场所电气设备及电子信息设备的防雷与接地设计	190
第十章	几个计算问题	196
10.1	格栅形大空间屏蔽的计算	196

10.2	环路中感应电压、感应电流和能量的计算	199
10.3	工程设计中有关计算问题的几点意见	204
10.4	接地装置的接地电阻的测量方法	205
10.5	土的电阻率的测量	206
10.6	电磁屏蔽效率的测量	208
10.7	电磁兼容—屏蔽效果的测量	209
第十一章	电子信息系统机房的防雷与接地设计	213
11.1	电子信息系统机房的防雷与接地设计的原则	213
11.2	各种接地的特点及要求	213
11.3	电子信息系统机房的接地装置设计	215
11.4	电子信息系统机房的接地连接装置(接地形式)的设计	219
11.5	建筑物设备机房接地系统示意图	220
11.6	新型接地装置的施工与安装	221
11.7	几种新型接地端子板及端子箱	228
11.8	火泥熔接法	232
11.9	设备机房接地系统产品参数及安装示意图	232
第十二章	建筑物电子信息系统防雷与接地实例	255
附录		385
参考文献		404

第一章 相关规范与术语

1.1 相 关 规 范

1. GB 50343—2004 建筑物电子信息系统防雷技术规范。
2. GB 50057—94:建筑物防雷设计规范(2000 版)。
3. IEC61024-1:1990 及其修订草案(81/122/CD,1998-08-14)建筑物防雷标准,第 1 部分,通则。
4. IEC61024-1-1:1993,建筑物防雷,指南 A,防雷装置级别的选择。
5. IEC61024-1-2:1998,建筑物防雷,指南 B,防雷装置设计、施工、维护和检查。
6. IEC61312-1:1995,雷电电磁脉冲的防护,第 1 部分,一般原则(通则)。
7. IEC/TS61312-2:1999,雷电电磁脉冲的防护,第 2 部分,建筑物的屏蔽内部等电位连接和接地。
8. IEC61312-3:雷电电磁脉冲的防护,第三部分,电涌保护器的要求。
9. IEC/TR61312-4:1998,防雷击电磁脉冲,第 4 部分,现有建筑物内设备的保护。
10. IEC60364-5-534(2002 年版):过电压保护电器。
11. QX3-2000:气象信息系统雷击电磁脉冲防护规范。
12. GB 50054—1995:低压配电设计规范。
13. GB 50174—1993:电子计算机机房设计规范。
14. GB/T 2887—2000:电子计算机场地通用规范。
15. GB 9361—1998:计算站场地安全要求。
16. GB/T 50314—2000:智能建筑设计标准。
17. GB/T 50311—2000:建筑物与建筑群综合布线系统工程设计规范。
18. GB/T 16935.1—1997:低压系统内设备的绝缘配合,第 1 部分原则要求和测试。
19. YD/T/5098—2001:通信局(站)雷电过电压保护工程设计规范。
20. YD 5078—1998:通信工程电源系统防雷技术规定。
21. YD 5068—1998:移动通信基站防雷与接地设计规范。
22. GB 50058—1992:爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范。
23. GJB 2269A—2002:后方军械仓库防雷技术要求。
24. GB 15599—1995:石油与石油设施雷电安全规范。
25. GA 173—1998:计算机信息系统防雷保安器。
26. GB 14050—1993:系统接地的形式及安全技术要求。
27. GB/T 1689.5—2000:数据处理设备用电系统用电气装置的接地要求。
28. GB 50116—1998:火灾自动报警系统设计规范。

29. JGJ/G 16—1992:民用建筑电气设计规范。
30. DL/T 621—1997:交流电气装置室的接地。
31. ITU. TS. K11:1990 过电压和过电流保护原则。
32. ITU. TSK31:1993 用户大楼内电信装置的连接结构和接地。
33. GB 50074—2002:石油库设计规范。
34. GB 50156—2002:汽车加油加气站设计与施工规范。
35. GB 50303—2002:建筑电气工程施工质量验收规范。
36. GB 50093—2002:自动化仪表工程施工及验收规范。
37. GB 50339—2002:智能建筑工程质量验收规范

1.2 术 语

1. 接闪器(Air-termination System)

直接截受雷击的避雷针、避雷带(线)、避雷网,以及用作接闪的金属屋面和金属构件等。

2. 引下线(Down-conductor System)

连接接闪器与接地装置的金属导体。

3. 接地装置(Earth-termination System)

接地体和接地线的总合。

4. 接地体(Earth Electrode)

埋入土壤中或混凝土基础中作散流用的导体。

5. 接地线(Earth Conductor)

从引下线断接卡或换线处至接地体的连接导体;或从接地端子、等电位连接带至接地装置的连接导体。

6. 防雷装置(Lightning Protection system, LPS)

外部和内部雷电防护装置的统称。

7. 直击雷(Direct Lightning Flash)

闪电直接击在建筑物、其他物体、大地或防雷装置上,产生电效应、热效应和机械力者。

8. 雷电感应(Lightning Induction)

闪电放电时,在附近导体上产生的静电感应和电磁感应,它可能使金属部件之间产生火花。

9. 静电感应(Electrostatic Induction)

由于雷云的作用,使附近导体上感应出与雷云极性相反的电荷,雷云主放电时,先导通的电荷迅速中和,在导体上的感应电荷得到释放,如不就近汇入地中就会产生很高的电位。

10. 电磁感应(Electromagnetic Induction)

由于雷电流迅速泄放在其周围空间产生瞬变的强电磁场,使附近导体上感应出很高的电动势。

11. 雷电波侵入(Lightning Surge on Incoming Services)

由于雷电对架空线路或金属管道的作用,雷电波可能沿着这些管线侵入屋内,危及人身

安全或损坏设备。

12. 电子信息系统(Electronic Information System)

由计算机、有/无线通信设备、处理设备、控制设备及其相关的配套设备、设施(含网络)等的电子设备构成的,按照一定应用目的和规则对信息进行采集、加工、存储、传输、检索等处理的人机系统。

13. 向下闪击(Downward Flash)

开始于雷云向大地产生的向下先导。一向下闪击至少有一首次短时雷击,其后可能有多次后续短时雷击并可能含有一次或多次长时间雷击。

14. 向上闪击(Upward Flash)

开始于一接了地的建筑物向雷云产生的向上先导。向上闪击至少有一次或无叠加多次短时雷击的首次长时间雷击,其后可能有多次短时雷击并可能含有一次或多次长时间雷击。

15. 雷击(Lightning Stroke)

闪击中的一次放电。

16. 短时雷击(Short Stroke)

脉冲电流的半值时间 T_2 短于 2ms 的雷击。

17. 长时间雷击(Long Stroke)

电流从波头起自峰值 10% 至波尾降至峰值 10% 之间的时间长于 2ms 且短于 1s 的雷击。

18. 雷击点(Point of Strike)

雷击直接接触大地、建筑物或防雷装置的那一点,称为雷击点。

19. 雷电流(Lightning Current)

流入雷击点的电流。

20. 单位能量(Specific Energy)

一闪击时间内雷电流平方对时间的积分。它代表雷电流在一单位电阻上所产生的能量。

21. 雷击电磁脉冲(Lightning Electromagnetic Impulse, LEMP)

是一种干扰源。指闪电直接击在建筑物防雷装置和建筑物附近所引起的电磁感应。绝大多数是通过连接导体的干扰,如雷电流或部分雷电流、被雷电击中的装置的电位升高以及电磁辐射干扰。

22. 防雷区(Lightning Protection Zone, LPZ)

需要规定和控制雷击电磁环境的那些区域。

23. 等电位联结(Equipotential Bonding, EB)

设备和装置外露可导电部分的电位基本相等的电气连接。

24. 等电位联结带(Bonding Bar)

将金属装置、外来导电物、电力线路、通信线路及其他电缆的金属外护层连于其上以能与防雷装置做等电位联结的金属带。

25. 等电位联结导体(Bonding Conductor)

将分开装置的诸部分互相连接以使它们之间电位相等的导体。

26. 等电位联结网络(Bonding Network)

由一个信息系统的诸外露导电部分做等电位联结的导体所组成的网络。

27. 共用接地系统(Common Earthing System)

将各部分防雷装置、建筑物金属构件、低压配电保护线(PE)、等电位联结、设备保护地、屏蔽体接地、防静电接地及接地装置等连接在一起的接地系统。

28. 接地基准点(Earthing Reference Point, ERP)

一个信息系统的等电位连接网络与共用接地系统之间惟一的那一连接点。

29. 电涌保护器(浪涌保护器,以前称过电压保护器(Surge Protective Device, SPD)

至少应包含一个非线性电压限制元件,用于限制暂态过电压和分流浪涌电流的装置。按照浪涌保护器在电子信息系统的功能,可分为电源浪涌保护器、天馈浪涌保护器和信号浪涌保护器。

30. 最大持续运行电压 U_c (Maximum Continuous Operating Voltage)

可能持续加于电涌保护器而不导致 SPD 动作的最大方均根电压或直流电压,等于电涌保护器的额定电压。

31. 标称放电电流 I_n (Nominal Discharge Current)

流过 SPD、8/20 μ s 电流波的峰值电流。用于对 SPD 做 II 级分类试验,也用于对 SPD 做 I 级和 II 级分类试验的预处理。

32. 冲击电流 I_{imp} (Impulse Current)

规定包括幅值电流 I_{peak} 和电荷 Q 。

33. II 级分类试验的最大放电电流 I_{max} (Maximum Discharge Current for Class II Test)

流过 SPD、8/20 μ s 电流波的峰值电流。用于 II 级分类试验。 I_{max} 大于 I_n 。

34. 1.2/50 μ s 电压脉冲

具有 1.2 μ s 视在波前(由峰值 10%~90%)时间及 50 μ s 半值时间的电压脉冲。

35. 8/20 μ s 电流脉冲

具有 8 μ s 视在波前(由峰值 10%~90%)时间及 20 μ s 半值时间的电流脉冲。

36. 10/350 μ s 电流脉冲

具有 10 μ s 视在波前(由峰值 10%~90%)时间及 350 μ s 半值时间的电流脉冲。

37. I 级分类试验(Class I Tests)

用标称放电电流 I_n 、1.2/50 μ s 冲击电压和最大冲击电流 I_{imp} 做的试验。 I_{imp} 的波形为 1/35 μ s,最大冲击电流在 10ms 内通过的电荷 $Q(As)$ 等于幅值电流 $I_{peak}(kA)$ 的 1/2,即 $Q(As)=0.5I_{peak}(kA)$ 。

38. II 级分类试验(Class II Tests)

用标称放电电流 I_n 、1.2/50 μ s 冲击电压和最大放电电流 I_{max} 做的试验。 I_{imp} 的波形为 8/20 μ s。

39. 混合波(Combination Wave)

发生器产生 1.2/50 μ s 冲击电压加于开路电路和 8/20 μ s 冲击电流加于短路电路,开路电压的符号为 U_{oc} 。

40. III 级分类试验(Class III Tests)

用混合波(1.2/50 μ s、8/20 μ s)做的试验。

41. 电压开关型 SPD(Voltage Switching Type SPD)

采用放电间隙、气体放电管、晶闸管和三端双向晶闸管构成的浪涌保护器。通常称为开关型浪涌保护器。

42. 限压型 SPD (Voltage Limiting Type SPD)

采用压敏电阻器和抑制二极管组成的浪涌保护器。通常称为限压型浪涌保护器。

43. 混合型 SPD (Combination Type SPD)

由电压开关型元件和限压型元件组合而成的 SPD。随着施加的电压特性不同, SPD 时而呈现电压开关型 SPD 的特性, 时而呈现限压型 SPD 的特性, 时而同时呈现开关型和限压型 SPD 的特性。

44. 无串联阻抗的 SPD (一个端口的 SPD) [SPD without Impedance in Series (One-port SPD)]

与被保护低压配电系统电路并联连接, 在输入端和输出端之间没有串联阻抗的 SPD (又称单口 SPD)。

45. 有串联阻抗的 SPD (两个端口的 SPD) [SPD with Impedance in Series (Two-port SPD)]

具有两组输入和输出接线端子的 SPD, 并联接入低压配电系统电路中, 在输入端和输出端间有附加的串联阻抗 (又称双口 SPD)。

46. 过电流保护 (Over current Protection)

安装在 SPD 外部前端的一种用以防止当 SPD 不能阻断工频短路电流而引起发热和损坏时的后备电流保护 (如熔丝、脱离器)。

47. 退耦元件 (Decoupling Elements)

在被保护线路中并联接入多级 SPD 时, 当开关型 SPD 与限压型 SPD 之间的线路长度小于 10m 或限压型 SPD 之间的线路长度小于 5m 时, 为实现多级 SPD 间的能量配合, 应在 SPD 之间的线路上串接适当的电阻或电感元件, 这些电阻或电感元件称为退耦元件。

注: 电感多用于低压配电系统, 电阻多用于信息线路。

48. SPD 脱离器 (SPD Disconnecter)

当 SPD 发生故障时, 一个能即时把 SPD 同电路断开的装置。

49. 状态指示器 (Status Indicator)

指示 SPD 工作状态的器件。

50. 箝位电压 U_{as} (Clamping Voltage U_{as})

当电涌电流到达在线 SPD 进入箝位状态的电压值。

51. 开关型 SPD 的放电电压 (Sparkover Voltage of a Voltage Switching SPD)

开关型 SPD 被放电击穿前瞬间的最大电压值。

52. 残压 U_{res} (Residual Voltage U_{res})

当冲击电流通过 SPD 时, 在 SPD 端子间呈现的电压峰值。 U_{res} 与冲击电流通过 SPD 时的波形和幅值有关。

53. 电压保护水平 U_p (Voltage Protection Level U_p)

一个表示 SPD 限制电压的性能参数, 它可从一系列的推荐选用值的列表选取, 该值应大于或等于限制电压的最大值, 低于相应位置被保护设备的耐冲击过电压额定值。

54. 劣化 (Degradation)

当 SPD 长时间工作或处于恶劣环境工作时,或直接受雷击电涌而引起其性能下降、原技术参数改变的现象。也称退化或老化。

55. 泄漏电流 I_{le} (Leakage Current I_{le})

除放电间隙外,SPD 在并联接入电网后都会有微量的电流通过,该电流算为泄漏电流。

56. 电磁屏蔽

用导电材料减少交变电磁场向指定区域穿透的屏蔽。

57. 雷电防护区

需要规定和控制雷电电磁环境的区域。

58. 过电压保护器

用来限制存在于某两物体之间冲击过电压的一种设备,如放电间隙、避雷器或半导体器件。

59. 外部防雷装置

由接闪器、引下线和接地装置组成,主要用以防直击雷的防护装置。

60. 内部防雷装置

由等电位连接系统、共用接地系统、屏蔽系统、合理布线系统、浪涌保护器等组成,主要用于减小和防护雷电流在需防空间内所产生的电磁效应。

61. 互相连接的钢筋网

认为在电气上是贯通的建筑物钢筋体。

62. 金属装置

在需要防雷的空间内可能构成雷电流通路的各种延伸金属物,如管道系统、楼梯、电梯导轨、通风和空调管道、互相连接的钢筋网。

63. 自然接地体(Natural Grounding)

具有兼作接地功能的但不是为此目的而专门设置的与大地有良好接触的各种金属构件、金属井管、钢筋混凝土中的钢筋、埋地金属管道和设备等的统称。

64. 人工接地体(Manual Grounding)

为接地需要埋设的接地体,称人工接地体。一般可分为人工垂直接地体和人工水平接地体,二者可以结合使用。

第二章 雷电的形式及特性

2.1 雷 云 的 形 成

无论直击雷还是感应雷的形成,都与带电云层的雷击分不开。当地面含水蒸气的空气受到炽热的地面烘烤受热而上升时,或者较温暖的潮湿空气与冷空气相遇而被垫高时,都会产生向上的气流。这些含水蒸气的上升气流上升时,温度逐渐下降形成雨滴、冰雹(称为水成物),这些水成物在地球静电场的作用下被极化,负电荷在上,正电荷在下,它们在重力作用下落下的速度比云滴和冰晶(这二者称为云粒子)要大,因此极化水成物在下落过程中要与云粒子发生碰撞。碰撞的结果是其中一部分云粒子被水成物所捕获,增大了水成物的体积,另一部分未被捕获的被反弹回去。而反弹回去的云粒子带走水成物前端的部分正电荷,使水成物带上负电荷。由于水成物下降的速度快,而云粒子下降的速度慢,因此带正、负两种电荷的微粒逐渐分离(这叫重九分离作用),如果遇到上升气流,云粒子不断上升,分离的作用更加明显。最后形成带正电的云粒子在云的上部,而带负电的水成物在云的下部,或者带负电的水成物以雨或雹的形式下降到地面。而这些带电云层一经形成,就形成雷云空间电场,空间电场的方向和地面与电离层之间的电场方向是一致的,都是上正下负,因而加强了大气的电场强度,使大气中水成物的极化更厉害,在上升气流存在的情况下更加剧了重力分离作用,使雷云发展得更快。这些带电云层即称为雷云。而雷云一般情况是上层带正电荷,下层带负电荷。当带电的云层和大地接近时,使地面也感应出相反的电荷,当电荷积聚到一定程度时,就会冲破空气的绝缘,形成了云与云之间或大地之间的放电,迸发出强烈的光和声,这就是人们在雷雨天气里常见的雷鸣和闪电。

根据大量科学测试得知,地球本身就是一个电容器,通常大地稳定地带负电荷 50 万 C 左右,而地球上空存在一个带正电的电离层,这两者之间便形成一个已充电的电容器,它们之间的电压为 300kV 左右,并且场强为上正下负。

2.2 雷 电 的 形 式

通常所谓的雷击是指一部分带电的云层与另一部分带异种电荷的云层,或者是带电的云层对大地之间的迅猛放电。

不同极性的电荷通过一定的电离通道互相中和,产生强烈的光和热。放电通道所发生的这种强光,称之为“闪”,而通道所发出的热,使附近的空气突然膨胀,发出霹雳的轰鸣,称之为“雷”。

雷电有线状、片状和球状等几种形式。打到地面上的闪电称为“落雷”。如果这种落雷击中建筑物、树木或人、畜,就会造成建筑物、树木的破坏或人、畜的伤亡,人们称这种现象为