

社会公共安全——安全防范标准宣贯教材

GA/T 670—2006

《安全防范系统雷电浪涌 防护技术要求》 实施指南

公安部 科技 局
全国安全防范报警系统标准化技术委员会

编著



 中国标准出版社

社会公共安全——安全防范标准宣贯教材

GA/T 670—2006

《安全防范系统雷电浪涌防护技术要求》
实 施 指 南

公 安 部 科 技 局 编 著
全国安全防范报警系统标准化技术委员会

中国标准出版社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

GA/T 670—2006《安全防范系统雷电浪涌防护技术要求》
实施指南/公安部科技局.全国安全防范报警系统标准化技术
委员会编著. —北京:中国标准出版社,2008

ISBN 978-7-5066-4709-0

I. G… II. ①公…②全… III. 防雷-标准-中国-指
南 IV. P427.32-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 192746 号

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 6.25 字数 99 千字

2008 年 1 月第一版 2008 年 1 月第一次印刷

*

定价 22.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533

编委会

主 编 王东生

副主编 张凡夫

主 审 刘希清

编 委	王东生	刘希清	张凡夫	施巨岭	张 跃
	马 宁	周伟宁	孙 兰	杨国胜	李天銮

前 言

GA/T 670—2006《安全防范系统雷电浪涌防护技术要求》经过五年的努力,终于与业界同仁见面了。该标准虽然是推荐性行业标准,但它是安全防范行业重要的基础性安全标准之一,它和设备的安全标准,环境适应性标准,电磁兼容标准,系统的信息安全、网络安全标准一样,对于安全防范系统的安全,是必不可少的。

鉴于雷电灾害的日益频发,确保安全防范系统自身的安全至关重要。试想,用于保障社会安全的技术系统,其自身的安全都难以得到保障,还谈什么安全防范?雷电灾害系自然灾害,不是人为可控的,因此防范起来难度较大。值得欣慰的是,在业内外专家的共同努力下,安全防范行业终于有了自己的防雷标准。安全防范系统的防雷问题,从此有了设计(施工)的依据。认真贯彻和实施这一标准,可以大大减少或有效预防安防系统遭受雷电灾害的袭击。

为了帮助业内外人士深入理解和认真执行这一标准,全国安防标委会(以下简称 SAC/TC 100)秘书处组织相关专家编写了本书。

本书系统解析了 GA/T 670—2006 的标准条文,介绍了国内外防雷技术领域的最新研究成果和实践经验,并在附录中列出了国内外的大量防雷技术标准目录,为安防系统防雷技术的实践提供了重要参考。

与其他科学技术一样,防雷科学技术是在实践中不断发展的。我们希望业内外专家和广大工程技术人员在理论研究和工程实践

中不断创新,进一步丰富防雷科技,在人类与雷电灾害的博弈中,不断获得新成果,取得新胜利。

衷心感谢 GA/T 670—2006 标准的起草者、审查者以及本书的编写者。让我们共同努力,做好安防系统的雷电防护工作。

SAC/TC100 秘书处

2007 年 8 月 27 日

目 录

第一章 概述	1
一、雷电防护基本知识	1
(一) 雷电灾害——信息时代的公害	1
(二) 雷电的分类	3
(三) 综合防雷系统	3
(四) 防雷接地与等电位连接	6
二、安全防范系统雷电防护的重要性	7
(一) 雷电过电压损坏设备的几种形式	8
(二) 浪涌保护器(SPD)的作用与工作原理	13
三、国内外雷电防护标准化工作概况	14
(一) 国外防雷标准化工作概况	14
(二) 国内现有防雷技术标准、规范对安全防范系统雷电防护 的规定和要求	15
四、GA/T 670—2006 的编制过程	19
(一) 立项背景	19
(二) 编制原则	19
(三) 编制过程	20
五、GA/T 670—2006 在安防标准体系中的地位	21
(一) 关于标准的定位	21
(二) 关于标准属性的建议	21
(三) 标准主要内容的确定及章节设置	21

第二章 范围和规范性引用文件.....	22
一、内容简介	22
二、条文、条文解释	22
第三章 术语和定义	24
一、内容简介	24
二、条文、条文解释	24
第四章 安全防范系统雷电防护基本要求	26
一、内容简介	26
二、条文、条文解释	26
第五章 安全防范系统前端设备防直击雷技术要求	31
一、内容简介	31
二、条文、条文解释	31
第六章 安全防范系统电源线路雷电浪涌防护技术要求	37
一、内容简介	37
二、条文、条文解释	37
第七章 安全防范系统信号线路雷电浪涌防护技术要求	43
一、内容简介	43
二、条文、条文解释	43
第八章 安全防范系统的等电位连接与共用接地系统	47
一、内容简介	47
二、条文、条文解释	47
第九章 安全防范系统用 SPD 的选型	52
一、内容简介	52
二、条文、条文解释	52

第十章 安全防范系统雷电浪涌保护设施检验要求	57
一、内容简介	57
二、条文、条文解释	57
第十一章 标准实施过程中的注意事项	60
一、安全防范系统雷电浪涌防护的系统设计	60
二、SPD 的选型	60
三、接地汇集排和接地线	61
四、SPD 与接地汇集排连接方法	62
五、布线	63
附录	64
附表 1 国内外雷电防护技术标准(规范)目录	64
GB/T 670—2006《安全防范系统雷电浪涌防护技术要求》	67

第 一 章

概 述

一、雷电防护基本知识

(一) 雷电灾害——信息时代的公害

雷电灾害是十种最严重的自然灾害之一。全球每天约发生 800 万次雷电,每年因雷击造成的人员伤亡、财产损失不计其数,雷电导致的火灾、爆炸、信息系统瘫痪等事故频繁发生。

随着科学技术的进步,知识经济和信息时代已经到来。信息技术已渗透到人类社会生产和生活的各个领域,各种信息设备应用的范围之广、品种之多、数量之大前所未有的。然而,以微电子技术为基础的电子信息设备由于集成度高、工作电压低、运算速度快,而耐过电压、耐过电流和抗雷电磁脉冲的能力差,极易遭受雷电的危害,特别是雷电磁脉冲造成的损害更为严重。从卫星通信、导航到地面计算机网络系统、通信指挥系统、安全防范系统等都已成为雷电灾害的重灾区。从某种意义上说,科技越发达,雷电灾害对人类的危害就越大。因此,国际电工委员会(IEC)将雷电灾害称为“信息时代的公害”。为了消除这一公害,人类进行了不懈的努力,对雷电灾害的产生机理和预防措施进行了大量深入的理论研究和广泛的实践探索,不断取得新的研究成果。人类研究的雷电防护新理论、新技术、新产品,不断用于雷电防护工程中,并取得相应的成效。

1. 国外雷电灾害情况

美国国家雷电安全研究所关于雷电灾害所造成的经济损失的一份调查报告显示,美国每年因雷击造成的经济损失约 50 亿~60 亿美元。每年因雷击引起的火灾 3 万多起,50%野外火灾与雷电有关;30%的电力事故与雷电有

关;有 4/5 的石油产品储存事故是由雷击引起的;由于雷电和操作过电压造成的物理装置的损坏约占损坏数量的 80%。德国一家保险公司 1997 年对 8 722 件赔付案例的原因分析显示,雷电及操作过电压所造成的损失案例占总案例数的 31.66%。

2. 我国雷电灾害情况

我国也是雷暴活动十分频繁的国家。全国有 21 个省会城市雷暴日都在 50 天以上,最多可达 134 天。据不完全统计,我国每年因雷击造成人员伤亡多达 3 000~4 000 人,财产损失达 50 亿~100 亿元人民币。近年来,随着社会经济发展和现代化水平的提高,特别是信息技术的快速发展,城市建设高层建筑日益增多,雷电灾害程度和造成的经济损失及社会影响也越来越大。在 1998 年和 1999 年的两年中,全国造成直接经济损失在百万元以上的雷电灾害就有 38 起。据广东省统计,在 1996~1999 年的四年间,全省发生雷击事故 6 143 起,伤亡 699 人,直接经济损失达 15 亿元。1989 年 8 月 12 日,青岛黄岛油库因雷击引起特大火灾和爆炸,死 19 人,伤 78 人,直接经济损失达 2 700 多万元。

据气象部门的不完全统计,2001 年,全国发生雷电灾害 1 747 起,造成人员伤亡 853 起(伤 483 人,死 417 人),直接经济损失在上千万元以上和百万元以上的实例分别为 2 例和 10 例,损失是“触目惊心”的。

3. 电子信息系统受损比重急剧增加

20 世纪 50 年代以后,各种电子信息设备大量涌现、广泛使用,特别是微电子技术的飞速发展,电子器件的集成化、微型化、高速化的水平不断提高,而“三化”的必然结果是导致各种电子信息设备的耐过电压、耐电过流和抗雷电电磁脉冲的能力大大降低。例如:对于过电压, V_{ax} 系列电子计算机的串行通信接口芯片 MC1488 的耐压水平约为 103 V,MC1489 仅为 10 V 左右,而 CMOS 芯片的耐压水平只有 3 V~5 V;对于磁场,当 LEMP 的磁场脉冲超过 0.07Gs 时,就会引起微机失效,当磁场脉冲超过 2.4Gs 时,集成电路就会发生永久性损坏。

由于电子信息设备十分“娇嫩”,对雷电电磁脉冲十分“敏感”,其遭受感应雷击的概率比遭受直击雷袭击的概率高得多。所以,在同样的雷电电磁环境下,其受损的概率也比建筑设施和一般的机电设备高得多。

另一方面,由于电子信息设备的种类繁多、数量庞大、工作环境复杂、雷电侵入的通道多,因此,电子信息设备防雷比传统机电设备防雷复杂得多。

据气象部门的不完全统计,2001~2006 年雷电灾情主要发生在计算机信息系统,电力微波通信系统,电信(移动)、广电、建筑、石油石化和安全防范等系统中,雷电造成的人员伤亡主要发生在野外劳作的人群中。

(二) 雷电的分类

1. 直击雷

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、热效应和机械力等。直击雷击如图 1-1 所示。



图 1-1 直击雷击

2. 感应雷(雷电电磁脉冲)

当发生直击雷或雷云与雷云之间进行放电时,放电电流会产生很强的磁场,而且频谱很宽,在其周围 2 km~3 km(视地形)内的金属物在磁场的作用下会感应产生很高很强的雷电过电压、过电流,此过电压、过电流通过线路进入并作用在设备上,导致设备的损坏。

(三) 综合防雷系统

电子信息系统(含安全防范系统)防雷包括对直击雷的防护和对雷电电磁

脉冲(感应雷)的防护。对雷电电磁脉冲的防护应综合考虑雷电成灾的多种物理因素,针对雷电的各种耦合途径、耦合通道及其危害机理,采用相应的综合防雷技术和措施。对于电子信息设备而言,雷电电磁脉冲能量的耦合主要通过以下三个通道侵入:一是雷电电磁脉冲能量通过各种多发管线通道(多发管道、多发构件、各种线缆等)的传导耦合;二是通过地线通道的传导耦合(地电位反击);三是通过空间通道的电磁辐射耦合。由于雷电的侵袭是无孔不入的,因此电子信息系统防雷应是综合性的系统工程,所采取的技术措施也是多方面的。任何单一的防护措施,其效果都是有限的。这些防护措施和技术可概括为两个部分:外部防护和内部防护,它们都有其重要作用,相互之间紧密联系,不能将它们割裂开来,也不具有替代性。

1. 外部防雷

外部防雷主要指建筑物的防雷,一般是使建筑物或其设施(含室外独立电子设备)免遭直击雷危害。其防护技术措施有接闪器(避雷针、避雷带、避雷网等金属接闪器)、引下线、接地体和法拉第笼等。

接闪器——根据建筑物的地理位置、现有结构、重要程度等情况,决定是否采用避雷针、避雷带、避雷网联合接闪方式。

引下线——断面积足够大,连接牢固。

接地体——根据 GB 50057—1994(2000 年版)《建筑物防雷设计规范》和 GB 50343—2004《建筑物电子信息系统防雷技术规范》的规定,建筑物的防直击雷接地宜和防雷电感应、电气设备、信息系统等的接地共用同一接地装置,并优先采用建筑物自然接地体。

2. 内部防雷

内部防雷系统主要由等电位连接系统、共用接地系统、屏蔽系统、合理的布线系统、浪涌保护装置等组成,主要作用在于减小和防止雷电流在需防空间内所产生的电磁效应。对建筑物内易受过电压破坏的信息系统电子设备(或室外独立电子设备,如安全防范系统前端设备)加装过压保护装置(浪涌保护器),是一种重要的内部防雷措施。当设备受到过电压侵袭时,防雷保护装置能快速动作泄放能量,并把电压嵌位在一定的水平内,从而保护设备免受损坏。浪涌保护器防护措施一般可分为电源线路的浪涌防护和信号线路的浪涌防护两种方式。

(1) 电源线路防雷

电源线路的防雷主要是为了防止雷电波通过电源线路对电子信息系统及相关设备造成危害。

为避免高电压经过浪涌保护器对地泄放后的残压过大,或因更大的雷电流在击毁浪涌保护器后继续毁坏后续设备,以及防止线缆遭受二次感应,依照 GB 50057—1994(2000 年版)《建筑物防雷设计规范》和 GB 50343—2004《建筑物电子信息系统防雷技术规范》的相关规定,应采取分级保护、逐级泄流的原则。一是在大楼电源的总进线处安装放电电流较大(如 80 kA)的首级电源浪涌保护器;二是在重要楼层或重要设备电源的进线处加装次级或末级电源浪涌保护器。为了确保遭受雷击时,高电压首先经过首级电源浪涌保护器,然后再经过次级或末级电源浪涌保护器,首级电源浪涌保护器和次级电源浪涌保护器之间的距离应大于 5 m。如果两者间距不够,可采用带线圈(退耦)的防雷箱(或二端口防雷箱),这样可以避免次级或末级电源浪涌保护器首先遭受雷击而损坏。

(2) 信号线路防雷

由于雷电波在线路上能感应出较高的瞬时冲击能量,因此要求网络通信设备(包括消防报警设备、视频监控设备、计算机网络设备等)能够承受较高能量的瞬时冲击。目前大部分通信设备由于电子元器件的高度集成化致使耐过电压、耐过电流水平下降,通信设备在雷电波冲击下遭受过电压而损坏的现象越来越多,其后果是可能造成整个通信系统的运行中断或消防系统失灵以及监控系统瘫痪。因此必须在网络通信口处加装必要的防雷保护装置以确保网络通信系统的安全运行。

在网络通信接口处加装浪涌保护器时,应充分考虑的主要因素如下:

- 线路上可能感应的浪涌形式(例如波形、时间参数和最大峰值);
- 接口电路模拟雷电冲击击穿电压的临界指标;
- 保护对象在正常工作状态下的数据信号电平;
- 保护装置在模拟雷电冲击下的残压参数指标;
- 保护装置的耐冲击能力;
- 系统的工作频率;
- 保护对象的接口方式;
- 工作电压。

(四) 防雷接地与等电位连接

需要指出的是:对于防雷接地和等电位连接问题,不能单纯地盲目追求防雷接地系统的低电阻,来达到理想的防雷效果,而应综合考虑接地电阻和等电位连接的问题。实际上,若不采用等电位连接,即使接地电阻足够低也未必能起到应有的防雷作用。现以防雷系统的接地电阻为 $1\ \Omega$ 为例,分析系统的防雷效果。

1. 电磁感应和静电感应使线路产生感应过电压(过电流)的现象是经常发生的。

2. 图 1-2 中的电子设备 A 和 B 是两台互相传输数据的设备,假设电源线上传输进来 $5\ \text{kA}$ 雷电电流波,设备是否会被损坏?

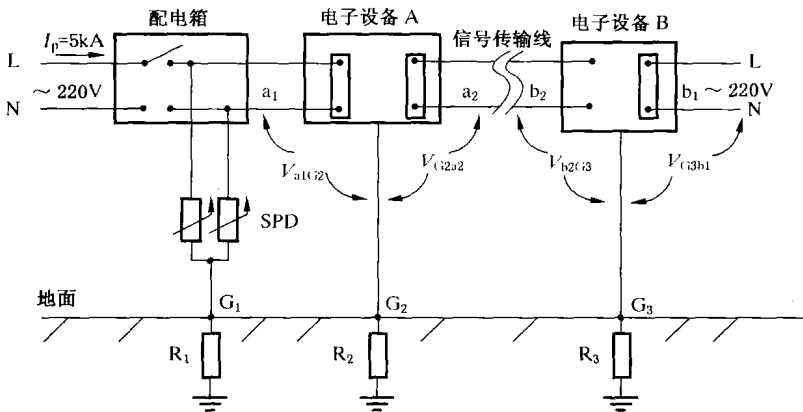


图 1-2 独立接地系统的设备电位差图

(1) 假设电源浪涌保护器(SPD)性能优良,雷电流 $I_p = 5\ \text{kA}$ 全部流经 SPD 进入接地点 G_1 入地;接地电阻 $R_1 = 1\ \Omega$ 、 $R_2 = 1\ \Omega$ 、 $R_3 = 1\ \Omega$,且互为独立接地。雷电流 I_p 流过接地电阻 R_1 时,接地点 G_1 的地电位瞬间将抬升为 $U_{G1} = I_p \cdot R_1 = 5\ \text{kV}$ 。

(2) 该电位 U_{G1} 瞬间加到电子设备 A 的电源输入端 a_1 ,而电子设备 A 的外壳接地点 G_2 为零电位,则电子设备 A 的电源输入端 a_1 与外壳接地点 G_2 之间的电位差 $V_{a1G2} = 5\ \text{kV}$ 。

(3) 电子设备开关电源能耐受的最高电压为 $1\ 500\ \text{V}$,若 $5\ \text{kV}$ 的电压波加到电子设备 A 的电源输入端 a_1 ,则设备 A 的电源端将被过电压击穿损坏。

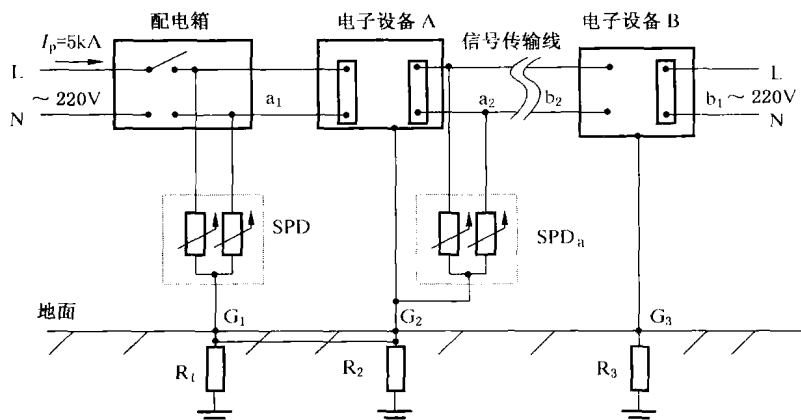


图 1-3 安装 SPD 的等电位接地图

(4) 从图 1-3 看,为保证电子设备 A 的电源输入端 a_1 与接地端 G_2 的电位相等,电源 SPD 接地点 G_1 与设备 A 接地点 G_2 相连接,连接后 G_1 、 G_2 电位相等,均为 5 kV,设备 A 的电源端不会损坏。此时,信号传输线另远端设备 B 的接地点 G_3 为零电位,而设备 A 信号接口 a_2 与接地点 G_2 之间的电位差 $V_{G_2a_2}$ 变成了 5 kV,从而使信号接口 a_2 因 5 kV 的电位差损坏。

(5) 要保护设备 A 信号接口 a_2 ,应在信号接口 a_2 和接地点 G_2 之间安装残压小的信号电涌保护器 SPD_a ,且接地点必须与 G_2 相连。

(6) 实验结果表明:信号接口耐压一般在 100 V 左右,由(4)可以看出,设备信号接口被雷击损坏,该雷击不一定是由信号传输线产生的感应过电压所致。

(7) 为使设备 B 得到完好保护,雷电防护与等电位措施与设备 A 的做法一样。

由上可见,做好设备与 SPD 之间的等电位连接比盲目追求较小的防雷接地电阻更重要、更科学、更经济。

二、安全防范系统雷电防护的重要性

近年来,由于气候环境的日趋恶劣,雷击事故呈上升趋势,雷击造成的人员伤亡和经济损失非常严重,如何做好雷电防护工作,已引起社会各界的高度重视。

随着经济建设的高速发展,安全防范系统已在各行业(如火药炸药库、金

融系统、交通、码头、小区、库房管理等)得到广泛应用,安防系统自身的安全,特别是雷电防护的问题已成为一个急需解决的重要问题。

目前的安全防范系统大多采用了先进的电子信息设备,由于其耐过电压、耐过电流的水平很低,对雷电和雷电感应的承受力很差,一旦出现雷击过电压,就会造成设备的损坏或系统的瘫痪。就视频监控系统而言,大量的前端设备暴露在室外,极易受到雷电闪击或雷电电磁脉冲的侵入和感应。因此,安全防范系统的防雷问题要特别予以重视。现对在实际应用中,安全防范系统遭受雷害的若干典型案例介绍如下:

例 1: 国家某火炸药储备库,在库区内的主要路口上设置有 30 台摄像机,每个库房还设有其他设备和安防设施。由于在设计安防系统时没有认真考虑防雷问题,在该工程即将交付验收时,遭遇到一次严重的雷击,造成光端机主板、解码器主板、摄像机和设备箱主板全部烧坏,整个系统瘫痪,直接经济损失达 50 多万元。

例 2: 广州市郊某山庄别墅区,建筑面积 10 多万平方米,依山而建,高差起落约 30 m。小区智能化系统功能齐全,别墅区的视频监控系统前端设有 80 多台室外一体化摄像机,但雷电防护设备安装不到位。2004 年 4 月,该小区经历了一次强雷暴天气,雷暴过后发现安装在高杆上的 50 多台摄像机被雷击损坏,30 多台云台解码器不能控制,中控室安防监控主机烧坏。直接损失达 30 万元之多,间接损失是访客对讲系统中断多时,严重影响了住户的正常生活。

仅此两例,足见安防系统雷电防护的重要性。随着我国城乡平安建设活动的普遍开展,城市报警与监控联网系统建设已在各地启动。由于这些系统的设备分布广,线路长,不少设备置于露天,极易受到雷电的袭击,因此,系统的防雷问题显得尤为重要和紧迫。

(一) 雷电过电压损坏设备的几种形式

1. 暂态电位抬高

当建筑物或接闪器(如避雷针)在遭受直接雷击时,雷电将沿建筑物防雷装置的引下线和接地体流入大地,雷电流将在防雷系统中产生暂态高电位。与设备或机房相连接的线路等效图如图 1-4 所示:设备与电源线、信号线和接地线相连接。