

雷害对弱电设备的影响及防护策略

王志强

航天科技控股集团股份有限公司 北京 100000

摘要：弱电设备作为现代社会中不可或缺的重要设备，随着弱电设备的不断增多，雷电对弱电设备的危害越来越大。弱电设备一旦遭受雷击，不仅会造成设备损坏，还会造成不可挽回的后果，因此在设计和建设弱电设备机房时，必须采取必要的防护措施，以减少雷电对弱电设备造成的危害。本文通过分析雷电对弱电设备的影响及防护策略，提出了基于不同防护等级的雷电防护策略。

关键词：弱电设备；雷害；影响；防护策略

引言

随着科技的发展和社会的进步，弱电设备在现代生活中扮演着重要的角色。然而，雷害对弱电设备的影响成为一个严重的问题。由于雷电直接击中弱电设备，会造成巨大的损坏，甚至会导致整个机房系统的瘫痪，因此必须采取必要的防护措施，以减少雷电对弱电设备造成的危害。然而，由于雷电防护等级不同，采取的防护方式也不相同。在设计和建设弱电设备机房时，应根据不同的等级采用不同的防护措施，以实现雷电的有效防护。

一、弱电设备的概述

弱电设备是指由电子信息技术及相关设备组成的，主要用于实现信号传输、信号控制和信号处理的系统。包括：广播电视、电话通信、计算机网络等。弱电设备的特点是传输距离短、传输速率低、抗电磁干扰能力差，因此具有一定的安全隐患，一旦遭到雷击，就会造成严重的损失，甚至会导致整个系统瘫痪。所以在设计和建设弱电设备机房时，必须采取必要的防护措施，以保证弱电设备的安全。

二、弱电设备的分类

1. 通信设备

通信设备是指供电用户传送语音、数据、图像等信息的器件，它包括电话机、传真机、交换机、电话线终端盒（信使盒）、电脑等。其中，电话设备是由电话机和传真机两部分组成的。电话机：电话是一种能实现语音交流的通信设备。它主要由电话机本体和电源两部分组成，可以实现语音交流，并能传递文字、图像等信息。传真机：传真机是一种将文字或图像等信息通过专门的电子线路转换成可以在远距离进行传输的设备。它具有

较强的保密性和可靠性，适合于远距离传送文字、图像和声音等信息。交换机：交换机是连接各种通信线路的中间设备，它是一种将电信号变换成模拟信号或数字信号的设备。

2. 控制设备

控制设备是指能控制系统工作的装置或部件，如微处理器、传感器、开关设备等。微处理器是计算机系统的核心部分，负责对信息进行处理，执行控制指令，完成相应的功能；中央处理器是计算机系统中的运算和处理核心，其功能主要包括逻辑判断、数据运算、存储及处理；传感器是通过检测输入信号来实现对信息的感知，它能够感应信息，并将其转换成电信号，从而实现信息的采集；开关设备是指用于控制和操作电气设备的设备。

3. 照明设备

照明设备是指在使用过程中需要连续供电的一类电子设备。照明设备主要包括照明灯、筒灯、荧光灯等。照明灯是指在工作过程中需要连续供电的照明设备，如台灯、落地灯、应急照明灯等，其发光原理主要是利用LED光源发出的光能，通过照明线路将电能转换成光能。这类照明设备体积小，重量轻，使用寿命长，使用方便。筒灯是一种用玻璃纤维或塑料制成的圆形或椭圆形的灯罩，灯泡与灯座通过螺丝固定在一起。筒灯可分为筒灯和白炽灯两种。荧光灯是一种利用电子技术和气体放电原理制成的发光器件，其发光效率高，寿命长且维护方便。其发光原理是利用电压或电流使灯丝发热，当温度达到某值时，灯丝便被熔化，发出的光线也随之增强，当温度继续升高，灯丝就会被烧坏，这种灯被称为“热发光”灯。热发光的特点是具有亮度高、寿命长等优点，但也有缺点，就是照明的范围小、亮度不均匀。

4. 安防设备

安防设备主要指视频监控系统、入侵报警系统、出入口控制系统、防盗报警系统和电子巡更系统等，是预防和打击违法犯罪的重要手段，也是现代城市建设中必不可少的安全防范设备。视频监控系统主要由摄像机、云台、视频传输设备等组成，摄像机将视频信号送到云台后，经过一系列的转换后输出视频信号，然后通过光纤传输到监控中心；入侵报警系统主要由入侵报警探测器和语音报警扬声器组成，当发生异常情况时，主机立即发出声光报警；出入口控制系统主要由门禁控制器和信号切换器组成，通过它们实现对进出人员的控制和记录；防盗报警系统是指通过技术手段对犯罪分子进行威慑和防范的设备。电子巡更系统是一种新型的防盗报警系统，它通过电子巡更棒、巡更器等设备对巡更点进行巡视，一旦发生异常情况，巡更棒上的红外探测装置便会立即发出报警信号。

三、雷害对弱电设备的影响

1. 电磁脉冲

雷电直接击在建筑物上，通过雷击点迅速释放出巨大能量，造成建筑物的电子设备和网络通信系统遭受雷击损坏或中断，造成建筑物内部和外部的电磁脉冲干扰。雷电击在建筑物上产生的电磁脉冲可以分为两类：第一类是直接作用于电气设备，如通信网络、广播电视、计算机网络等设备，以及电子装置、信息系统等；第二类是通过电子设备和通信网络向外辐射的电磁脉冲，如雷电击在建筑物上产生的电磁脉冲对电力系统的影响。雷电造成的电磁脉冲主要有两种：一种是直接作用于电气设备，造成电子设备的损坏和中断；另一种是通过电磁脉冲向外辐射，影响电力系统的正常运行。直接作用于电气设备的雷电电磁脉冲主要有三类：直击雷、感应雷和雷击电磁脉冲。其中直击雷是指雷电直接击在建筑物上，但电流密度较小，对电气设备产生的影响较小，主要是对通信和计算机系统产生电磁干扰；感应雷是指雷电击在建筑物上，电流密度较大，对电气设备产生的影响较大；雷击电磁脉冲主要是指雷电击在建筑物上产生的电磁脉冲。以上三类雷电电磁脉冲都会导致建筑物内电子设备和通信网络受到干扰，影响设备正常运行。

2. 电压过载

弱电设备在遭受雷击时，由于雷电流幅值较大，导致其周围的电磁环境变化，容易使弱电设备产生过电压，设备内部元件也可能因过电压而损坏。在雷电放电时，由于静电感应作用，会在弱电设备的外壳上感应出一个

很高的电压。当过电压通过弱电设备时，会对其内部元件造成损坏。雷击电流通过引下线时，由于雷电流幅值较大，在引下线上会出现很大的电流，可能导致引下线的绝缘击穿或导通，从而引起电力系统故障。在强电设备与弱电设备之间存在耦合电容时，会因雷电放电产生的静电感应和电磁感应而产生很大的电压降，使得弱电设备本身出现过电压。

3. 电流冲击

雷电产生的电流主要有以下两种：一是直接雷击，雷电能量释放，对线路产生较大冲击；二是感应雷，雷电能量释放，对线路产生较大冲击。直接雷击：发生在线路附近的雷击电流，通常情况下会造成线路的绝缘损坏或者引起线路过热、短路等问题。感应雷：雷电能量通过避雷针或其他物体泄放到大地，由于空间电磁环境复杂，产生的感应雷电流密度比较高。

4. 电磁辐射

雷电对弱电设备的电磁辐射主要有两种，一种是雷电对设备本身的直接电磁辐射，另一种是雷电通过接地系统向大地释放电磁能量时产生的电磁辐射。当雷电直击或过电压作用于弱电设备时，它会产生大量的电磁波，这些电磁波会通过弱电设备内部的电路系统和金属外壳向外界辐射，如图5所示。当雷电直接击中弱电设备时，弱电设备内部电路会发生短路或断路，这将会在瞬间产生大量的电磁能量，这些能量就会以电磁波的形式向外辐射出去。如果弱电设备不能及时将这些能量泄入大地，就会对附近的其他弱电设备产生电磁干扰和电磁辐射。

5. 温度变化

雷电电流流过设备时会产生很大的温度变化，不同的设备、不同的金属材料 and 不同的环境温度下，其温度变化也是不一样的。如果设备在雷击前是处于正常工作状态，雷击后由于强大电流的冲击，瞬间产生很高的温度变化，导致金属外壳及内部电子元器件和控制电路等产生热效应，将使其内部产生很高的热量，从而造成元器件或内部控制电路损坏。如果是在雷电作用下，雷击电流将沿着电源线或信号线流向被保护设备，那么被保护设备将产生过电压。由于流过设备的电流很大，因此产生的过电压将大于被保护设备的允许电压值。在这种情况下，就有可能造成被保护设备损坏或影响其正常工作。

四、雷电对弱电设备的防护技术

1. 防雷接地技术

由于雷电造成的信息系统设备损坏，通常是由直接雷击造成，因此防雷措施中的第一项就是防雷接地，在

网络机房内的弱电设备应采用独立的接地系统，独立于弱电设备外接地网，在机房内的弱电设备均应进行单独接地处理。弱电设备与强电设备之间一般不能采用共用接地装置，否则会引入其他电位干扰，影响弱电系统的正常工作。因此，当发生雷电时，机房内的弱电设备必须独立地与机房内的强电设备进行等电位连接。当机房内的弱电设备需要利用机房外其他电气设施（加强地电网、避雷针等）作为接地线时，应在弱电设备附近设置独立接地线，不应在机房内设置。

2. 防雷装置的选择与配置

由于雷击造成的损坏是不可逆的，因此，在保护弱电设备时，应尽量选用经济适用的防雷装置。建筑物内的弱电设备应在建筑物配电箱之前，从建筑物的顶端接至配电箱。对于有金属外护层的弱电设备，金属外护层应做等电位连接。将弱电设备通过接地网接入大地，接地网应铺设在不受树木等树木遮挡的地方。为避免感应雷或侧击雷对弱电设备产生危害，在有可能遭受感应雷或侧击雷危害的位置，应采用接地电阻不大于 10Ω 的接地装置，在需要保护的弱电设备附近设置屏蔽网或金属网等，将弱电设备外壳、金属构件、屏蔽材料等与屏蔽网或金属网进行可靠连接。

3. 防护设备的维护与检测

在强电设备与弱电设备之间的线路上安装避雷针或避雷线，要把强电与弱电设备分开，以免电磁感应产生的干扰造成弱电设备的损坏。要定期检测强电与弱电设备之间线路上的电压，对于电压超过规定范围的线路，要进行改造；在强电设备与弱电设备之间加装避雷器，减少强电设备对弱电设备的干扰；在强电、弱电间的连接导线上加装防雷器，如金属管、金属线槽等。在机房内安装接地装置，对于独立的接地装置要进行接地电阻检测，其数值不能超过 30Ω 。在机房内安装信号系统防雷设施，对于信号系统中传输线路上的信号防雷设施要进行定期检测，其检测频率应当根据信号传输线路中所传输信号的频率而定。

4. 避雷针的布置

避雷针是一种简单、有效的防雷装置，主要用于防直击雷，其结构如图1所示。避雷针的主要作用是保护建筑物不受直击雷伤害，而它的保护范围一般为建筑物的长边方向，同时要保证建筑物内各弱电设备不受雷击影响。避雷针布置要考虑几个因素：避雷针要在建筑物顶端或屋顶上；避雷针要有足够的高度和保护范围，以保证在直击雷来临时能有效地保护设备不被直击雷损害；

避雷针要与建筑物基础或基础钢筋连接，使其形成一个良好的接地系统，以避免雷击时产生高电位反击对建筑物造成损害；避雷针要与相邻的弱电设备保持足够的安全距离。

5. 避雷器的选择和安装

在设计弱电系统时，要注意避雷器的选用和安装。避雷器的选型要根据建筑物的防雷等级、建筑物所在地区雷电活动规律和建筑物内各种设备对雷电感应的敏感程度而定。对于在正常运行的弱电系统，可选用通用型避雷器，对于特殊的弱电系统，如：弱电机房、机房内设备等，可选用专用型避雷器。为提高防雷性能，在进行防雷设计时应将避雷器与被保护对象进行等电位连接，一般情况下，避雷器宜采用安装在配电柜内。安装避雷器时应注意：避雷器与被保护对象应采用同一导线或同一种金属材料连接。当采用金属杆或金属体做接闪器时，宜选用金属体作接地装置。

6. 防雷设备的定期维护

防雷设备要定期检查，当发现有损坏、老化的部件应及时更换，并做好更换记录；防雷设备的接地线和保护器连接导线应每年定期检查一次，对有锈蚀、氧化和接触不良的地方应及时处理，对使用中的金属部件和接地网应每月检查一次；避雷器每半年进行一次放电试验，试验时要选择好放电位置和放电时间，试验后应及时将避雷器中的气体放净；接地线每三年进行一次检测，有锈蚀、断裂或松脱的部位应及时处理，对有损伤的接地网应进行更换；避雷器每年进行一次检测，不合格的设备应及时更换或修复。

结语

综上所述，综合考虑建筑物的建筑结构、地理位置、环境特点、功能需求和设备的重要程度，科学合理地划分防雷保护区域，制定相应的防护等级标准，建立雷电防护系统，在不同的区域采取不同的防护措施，从而实现对弱电设备的有效保护。

参考文献

- [1] 张文渊. 弱电设备防雷与接地技术的探讨. 2001
- [2] 王建龙. 信息系统综合防雷工程探讨. 2006
- [3] 徐洋. 雷电过电压对于电气设备的危害及其防护策略研究[J]. 电子世界, 2013(06)
- [4] 梁小冰, 潘勇斌, 黄海. 直击雷对变电站控制室内弱电设备的影响. 1999