

军用电子设备的防雷措施研究

魏东涛, 胡连桃, 黄亮

(空军勤务学院, 江苏 徐州 221000)

摘要: 近年来,随着微电子技术和计算机网络在军用装备上的日益普及,雷电带来的危害和经济损失大大增加,仅依靠避雷针防雷已远远达不到电子、微电子、通信等设备的实际防雷需求。分析了雷电灾害对电子设备的危害,并针对目前军用电子设备的防雷现状提出了综合防雷措施。

关键词: 电子设备; 建筑物; 雷电感应; 防雷

中图分类号: TJ0 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2012)05-0126-04

Research on Lightning Protection Measures for Military Electronic Equipment

WEI Dong-tao, HU Lian-tao, HUANG Liang

(Xuzhou Air Force College, Xuzhou 221000, China)

Abstract: Recent years, as the increasing popularity of micro-electronics technology and computer networks, the hazards and economic damages of lightning significantly increased. Merely relying on lightning rod is far from meeting the actual lightning protection demand of electronic, microelectronic, and communication devices. The lightning hazards to electronic devices were analyzed. Comprehensive lightning protection measures were put forward for current military electronic equipment lightning protection actuality.

Key words: electronic equipment; building; lightning induction; lightning protection

随着微电子等高新技术在军事领域的广泛应用,新研装备的电子设备多采用高集成、低电压的集成电路,智能化程度日益提高,装备操作系统更多依赖于计算机微电子控制模块。然而这些微电子设备普遍存在过电流和过电压耐受能力较差、绝缘强度较低、对电磁干扰敏感等弱点。为保证这些微电子设备的正常运行,需要解决诸多问题,防雷就是其中之一。一旦遭受雷击,雷电的电磁脉冲将导致电子设备的数据信号发生错乱,影响信息的准确性和传

输速率^[1],严重时可导致电子芯片直接损坏,使设备立刻发生故障并中断运行。据统计,全球每年因雷击造成的经济损失超过100亿美元,雷灾已被国际电工委员会称为“电子时代的一大公害”^[2],电子设备的雷电防护已经成为部队人员普遍关注的问题。

1 雷电对军用电子设备的危害

我国疆域广阔,气候复杂多样,每年的春夏两季

收稿日期: 2012-03-18

作者简介: 魏东涛(1985—),男,甘肃西峰人,硕士研究生,主要研究方向为航空四站保障装备与勤务。

是雷电多发的时期,尤其是南方地区。雷电是自然界中电磁干扰最强的一种放电现象,体积较大的军事装备、军用飞机、雷达、导弹、通信系统、仪器仪表、国防电缆等都易遭受雷电的袭击。如果没有可靠的防雷措施,雷电必然对各类军事装备,特别是电子设备造成极大损坏。雷电对电子设备的危害主要表现在3方面。

1) 直接雷击的危害。当雷云层较低时,雷电直接击中电气设备、线路或装备的金属壳体等进行放电,被击中的设备异性电荷剧烈中和,在极短的时间内,产生大量的热能,并引起空气急剧膨胀,可使金属熔化或引起设备燃烧,从而造成电子设备的损坏,甚至报废。

2) 雷电感应的危害。当军事装备周围聚集大量雷云时,雷云在云层与地面之间放电后,其带电电荷会迅速消失,电子设备、军事建筑物上的金属部件,如电缆线路、管道、钢筋因电磁感应产生的异相电荷,失去雷云电荷的束缚后,成为自由电荷,瞬间形成高压电场,电波会沿着这些金属导线对用电设备进行放电,使军用电子设备的电路系统出现很高的过电压,从而使设备的仪表控制系统失效或烧毁。

3) 电磁脉冲的危害。军事装备附近发生雷电时,在雷击点的周围会产生很强的瞬变电磁场,处在电磁场中的电子设备和传输线路就会感应出较大的电动势,严重时会使设备内部的电磁场发生改变,从而产生雷电电磁脉冲。雷电脉冲通常通过电网的供电线路进入电子设备,给计算机等微电子设备带来相当大的危害。在雷击过程中,通信和信息处理器件中还会产生过高的激励和噪声,引起电子设备功能紊乱、信息处理错误、通信不畅,造成整个设备失控、瘫痪。

2 军用电子装备的雷击原因及防雷现状

2.1 雷击的原因

雷雨天气,露天摆放的大型军事装备,相对其它小型设备来说是体积较大,构成了一个孤立的导电物体,具有引雷、导雷等性质,增加了被直接雷击的概率。电子设备的正常运行,大部分需要市电提供工作电源,因此,工作中的电子设备、微电子系统易

遭雷电感应和电磁脉冲影响,从而引起损坏。电子设备的各接口是雷电感应脉冲过电压入侵的主要通道^[3]。电子设备由信号采集、加工处理、传输存储等多环节组成,由于系统接口多、线路长、环节多等原因,使得感应脉冲过电压很容易沿这些通道侵入电子系统,对电子设备造成不同程度的损坏。

2.2 防雷现状

到目前为止,除重点军用设施,如导弹、雷达、油库、仓库等重要装备、设施达到国家规定的防雷标准要求外,许多存放电子设备的军事建筑和军用电子设备都未能达到国家的防雷标准。有的军事建筑物虽然安装了防雷装置,但是没按规范的要求安装,反而成了引雷装置,带来了较高的雷击概率;部分军事装备的内部电网、微电子元器件上,未按照防雷等级标准采取有效防雷措施,同样增加了雷击的概率。军用装备、设施没有安装相应的防雷器材,雷雨日一旦遭受雷击,直接雷击和感应电波对装备、人员的损伤程度不可估量,应引起人们的高度重视。

3 军用电子设备的防雷措施研究

针对军用电子设备的防雷现状,防雷工作应从军事设施建筑物防雷、电子设备防雷两个方面进行研究改进。

3.1 军事建筑物防雷措施

杜绝雷电灾害重在预防。当发生雷电时,可将室外存放的军用电子设备转移到指定的防直接雷击军事设施内,如仓库、车库、工作间等。防雷措施完善的军事建筑,不仅能够有效防范电子设备遭受直接雷击,还具有导雷的作用,可以部分减少雷电感应对电子设备的危害。

军事设施在建设前必须严格按照《建筑物电子信息防雷技术规范》的相关规定,制定科学合理的防雷措施,聘请军事院校、科研院所的资深专家、教授对各类防雷方案进行比较和评定,并请有资质的施工单位安装防雷设备、器材,营房部门要严格落实军事建筑物防雷设施的设计审查、施工监督、竣工验收,做到防患于未然。具体如下:

1) 按军事仓库、车库、工作间的面积和高度,以

及所在地的雷电日数及地理环境特点等,确定建筑物的防雷级别。

2) 按照军事仓库、车库、工作间的使用性质,以及被保护的电子设备的体积、数量和集中度,科学设计、合理选取避雷针和避雷器材,确定所需安装避雷针的数量、安装具体位置、保护范围等。

3) 在通风管道等空气流动处安装网眼状金属保护网,金属门窗、护栏,混凝土钢筋要做好接地,构成金属物自然屏蔽体,防止较小的电磁脉冲对电子设备敏感元器件的冲击。

4) 引下线应与建筑物主钢筋相连接。建筑物周长在40 m以下的,可设1根引下线;周长超过40 m的,应按规定设2根或多根引下线。引下线宜短、直,最好采用足够截面积的镀锌圆钢或扁钢。引下线在接地时应作防腐处理,地面上易受损伤的地方,应采用竹管、钢管等做好保护措施。

5) 接地装置应有足够的埋设深度,一般不低于60 cm^[4]。在含沙量多、水分少的接地装置附近,要放置一些食盐、木炭和废金属等埋入地下,减少接地电阻。

3.2 电子设备防雷措施

防直接雷击主要采用避雷针、避雷网等传统避雷装置,只要设计规范,安装合理,这些避雷设施便能对直接雷击进行有效防御。但这对雷电感应的防御能力较低,因为雷电感应是以电子设备的电源线、信号线和天线等为媒介,对电子设备施加影响。做好预防雷电感应和电磁脉冲的工作,应做到以下几点。

1) 电子设备的等电位连接。采用等电位联结,尽可能地缩短电子设备的电源线、信号线、控制线、接地汇流排与接地装置之间连线的长度,使电子设备可靠接地,可以消除过高的瞬间感应电压或电流。此外,雷雨天时,设备关机后需拔下电源插头,避免雷电沿电源线侵入设备内部而损伤绝缘,击毁设备。

2) 利用屏蔽体来阻挡或衰减电磁脉冲的能量传播。为防止雷电电磁脉冲在信号线或电源线路感应出瞬态过电压波,信号线和低压电源线应采用有金属屏蔽层的电缆,电缆应单独铺设在弱电金属桥架或弱电金属管线内,金属桥架和管线必须与接地装置可靠相连。小型精密电子仪器可采用笼式避

雷网,使雷电的电磁脉冲从空间入侵的通道被截断。电气仪表可采用金属的仪表箱实现防雷屏蔽,减少电磁脉冲的危害。

3) 加装电子信号线隔离装置。电子系统开关输入量主要是通过断路器、隔离开关的辅助触点进行控制,如果电子设备与这些断路器和隔离开关直接相连,在雷击时必然会受到感应电流的干扰,采用光耦合隔离或继电器隔离等装置可以取得比较好的防雷效果^[5]。其次,在电子设备的电线上逐级安装避雷器,实行多级防护,可以使雷电的感应电波在经过多级防护后的剩余电压低于电子元器件的规定耐压值,减少过电压、过电流对电子设备的损害。

4) 在电子设备使用软件的设计中,要考虑利用容错技术或者数字滤波技术消除雷击对设备的影响。在电子设备中使用滤波器可以消除过高的激励和噪声,降低强电磁辐射的干扰能量。

4 实例分析

新疆某航空兵场站充电站,担负航空蓄电池的充放电任务,站内电子设备、元器件较多,在2007—2009年期间,发生数起因雷击导致充放电设备工作紊乱,晶闸管整流器、信号二极管等元件烧毁的现象,严重影响了蓄电池的使用寿命,主要原因是防雷、电磁脉冲措施不到位。结合充电站防雷设施和技术限制,采取了以下措施。

1) 鉴于充放电设备体积较小,用金属铜制作了笼式避雷网,进行电磁屏蔽。

2) 缩短了充放电设备的电源线、控制线、接地汇流排与接地装置之间连线的长度,并将其中的部分线路更换成金属屏蔽层电缆。

3) 在充电站通风窗口处,加装了网眼状金属保护网,并可靠接地。

采取以上保护措施后,近两年来,充电站未发生因雷击导致设备不能正常工作的现象,保证了航空蓄电池充放电工作的顺利进行。

5 结语

电子设备的防雷保护是一个综合的系统工程,只有切实抓好军用电子设备的防雷设施建设,建立

多层次防雷系统,通过可靠接地、规范布线、过电压及过电流保护、良好的屏蔽和软件设计等措施,组织好职能部门进行防雷安全定期检测,才能确保电子设备、人员、建筑物等的安全,最大限度地预防和减轻雷电对电子设备造成的损坏,为全面提高新形势下我军信息化作战保障能力做出更大的贡献。

参考文献:

[1] 丁志尧,宋文武,方重华,等.对电子设备的雷电浪涌防

护[J].装备环境工程,2009,6(6):84—87.

- [2] 李景禄,王林.现代防雷技术[M].北京:中国水利水电出版社,2009.
- [3] GB 50343—2009,建筑物电子信息系统防雷技术规范[S].
- [4] 林水龙,任永强.空军军械通用物资储存管理[M].徐州:徐州空军学院,2007.
- [5] 黄国全.对现代电子信息系统综合防雷技术的分析[J].安防科技,2006(12):17—19.

(上接第86页)

4 结语

通过对液环式角加的结构特性和使用环境进行分析,对其最易于导致故障的空化现象进行了机理研究,讨论了从角加生产工艺上改善的方法,制定出一种对角加非常有效的综合应力筛选方法。根据该筛选方法对某型角加进行了筛选,结果统计产品空化故障率达到20%,有效发现和剔除了相当一部分故障产品,较好地避免了产品装备后整机出现故障。在充分分析装备工作环境和部件故障的机理特性基础上研究特定的筛选方法,对于其它同类产品提高筛选效果、提高装备工作可靠性和环境适应性具有一定的借鉴意义。

参考文献:

- [1] 王献孚.空化泡和超空化泡流动理论及应用[M].北京:国防工业出版社,2009.
- [2] 王涌泉,雷平森,冯睿.力学环境试验技术[M].西安:西北工业大学出版社,2003.
- [3] 施建荣,王晓侠,党弦.装备全寿命环境剖面与任务剖面[J].装备环境工程,2010,7(2):19—20.
- [4] GJB 1032—90,电子产品环境应力筛选方法[S].
- [5] JJG 948—1999,数字式电动振动台试验系统[S].
- [6] GB/T 5170.14—2009,电工电子产品环境试验基本参数检验方法振动(正弦)试验用电动振动台[S].