文章编号:1674-7070(2009)03-0279-04

自动气象环境监测站雷电过电压的抑制措施

李祥超[1]　赵学余[2]　杜志航[1]

摘要

通过分析自动气象环境监测站的结构及雷电过电压入侵途径及其破坏作用,提出采用可靠的接地连接以防止雷电反击,使用屏蔽线缆以阻抗电磁脉冲,给电源系统、通信线路、传感器和采集器安装电涌保护器以抑制雷电过电压,为保证自动气象监测站正常可靠地运行提供实时的气象数据并发出预警信息.

关键词

雷电过电压;保护措施;自动气象环境监测站

中图分类号 TM683;P415.12

文献标志码 A

0　引言

Introduction

自动气象环境监测站是集多气象环境要素的自动采集、存储、CDMA 无线通讯等功能于一体的野外自动监测装置.自动气象环境监测站主要应用于气象、交通、水文、农业和环保等领域,尤其是在该监测站中集成了能见度传感器,使得该监测站的功能和实用性大大增强,温度、湿度、风等各种气象要素与能见度同步采集、存储和通讯上传,为用户群提供了现场的实时监测信息,也为气象部门进行气象灾害的预警和临近预报服务提供了基础的和必要的信息,结合气象部门的资源优势,使得精细化的专业气象服务成为可能,如交通气象服务.众所周知,我国以高速公路为代表的交通建设大发展,使得现代交通运输所追求的快速、高效与安全,受到气象条件的影响和制约日益明显,其中突发性的低能见度浓雾对高速公路、航运等交通运营的危害已受到广泛关注.

自动气象环境监测站安装的地理位置通常是空旷的地方,环境因素不受地面建筑物的影响.根据气象部门的监测发现,这样的环境容易发生雷击现象.为保证设备避免遭受雷击所致损坏,该气象设备的设计与安装对雷电过电压的抑制是重要的组成部分.

1　自动气象环境监测站的组成及损坏原因

The structure of the automatic meteorological environment monitoring station and the causes for it's damage

自动气象环境监测站主要由主控系统、传感器、机箱和组合支架、通讯模块、线缆等部分组成(图 1),主要采集温度、湿度、气压、风向、风速、雨量、能见度 7 个要素.其中主控制系统由采集板、AC/DC 线性电源、DC/DC 电源模块、光电隔离器件、防雷器件、工业级 PC104、无线 CDMA 通讯模块等功能模块组成.

自动气象环境监测站是由大量的电子元器件集成的电子气象仪器,对电磁干扰比较敏感,电磁干扰源通常分为两大类:一类是人为干扰源,包括电力系统的隔离开关、断路器、系统扰动等产生的过电压(也称为操作过电压),微波电磁辐射及有线通信网络的电磁辐射等;另一类是自然界干扰源,包括雷电放电(大气过电压)、宇宙射线以及其它天体和气象活动的干扰.雷电过电压对自动气象环境监测

收稿日期 2009-06-02

资助项目 江苏省气象灾害重点实验室项目(KLME050101)

作者简介

李祥超,男,实验师,主要研究方向为防雷产品的设计和测试. lxcfanglei@163.com

杜志航(通信作者),男,主要研究方向为防雷产品的设计与高压测试. woshiduzhihang@163.com

1　南京信息工程大学　大气物理学院,南京,210044

2　南京信息工程大学　设备处,南京,210044

站的危害较大,轻者引起系统误动作或者失常,严重的使设备造成损坏.

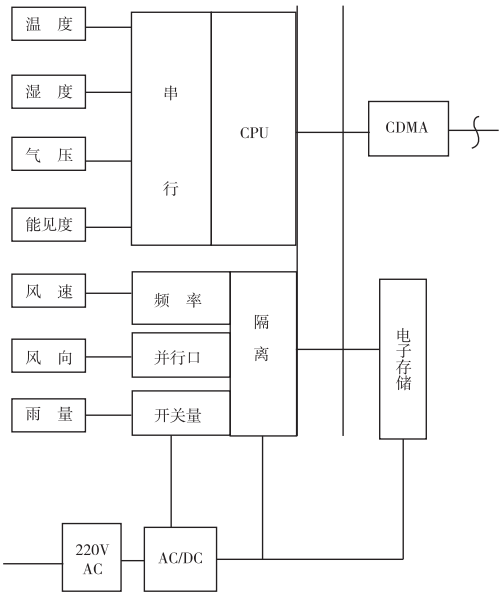


图 1 自动气象环境监测站结构

Fig. 1 The block diagram for the structure of an automatic meteorological environment monitoring station

1.1 雷电过电压入侵途径

雷电过电压引入的高压源主要有 3 种:1)直击雷直接击中自动气象环境监测站设备,造成气象设备部分电路损坏,在 2002 年无锡北收费站处曾经发生过这种雷击事故;2)来自雷电的静电感应和电磁感应的高电压脉冲,在各种线缆中感应出几千伏到几十千伏的高电压;3)在直击雷雷击点的附近引起地电位的抬高,高电位通过设备的接地线引入到电路,造成电路元器件的损坏[1].

1.1.1 供电电源线路的雷电过电压

自动气象环境监测站的电源由低压输电线路提供,当电力线路遭到雷击时,沿输电线路以行波的方式引入到设备内,使其失效或损坏. 直击雷击中高压输电线路时,所产生的过电压经过变压器耦合到次级,在低压线路上产生雷电过电压,同时雷电的静电感应与电磁感应在低压输电线路上感应出过电压也可能对设备造成损害.

1.1.2 通信线的雷电过电压

自动气象环境监测站附近发生雷击时,形成的雷电过电压将电缆线的绝缘层击穿,使瞬态过电压沿通信线缆传输,线路上可达数千伏的雷电过电压.

1.1.3 地电位反击产生的雷电过电压

GB50057—94 规范中将保护的区域划分为 0 区、1 区、2 区,在 0 区和 1 区分界处采用避雷针作为接闪装置,自动气象环境监测站与避雷针的距离较近时,强大的雷电流泄放至大地,形成的高电位会对自动气象环境监测站产生反击,通过估算反击电压可达几十千伏.

1.2 雷电过电压的强度

据资料统计,低压输电线路上的雷电过电压在 6 kV以下,电流为 3 ~ 10 kA. 通信线路上的感应的雷电过电压约为 5 kV,电流为几百安.

美国于 1971 年所做的相关试验表明,电子计算机在雷闪时磁感应强度达到 7×10^{-8}T 时即会出现误动作,当达到 2.4×10^{-6}T 时出现永久性损坏. 这 2 个数字相当于 860 m 和 83 m 处有 1 个 100 kA 的雷电流流入大地造成的结果. 对雷击地面产生电磁效应危及电子管设备系统的半径约为 400 ~ 800 m;对晶体管设备为 800 ~ 1 200 m;对微电子设备为 2 000 m以上. 如自动气象环境监测站各电子设备距雷击点 10 ~ 100 m间,雷击电源线引起的磁感强度为 $0.6 \times 10^{-5} \sim 2 \times 10^{-5}$T;雷击通信线产生的磁感强度约为 $10^{-7} \sim 10^{-6}$T 数量级. 前者足以使微电子设备出差错或损坏,后者也可能使设备产生误动作. 从而说明自动气象环境监测站抗雷电电磁脉冲的能力差,为保证设备的正常运行,对自动气象环境监测站采取雷电防护措施是十分必要的.

2 自动气象环境监测站雷电防护的措施

The lightning protection measures for the automatic meteorological environment monitoring station

自动气象环境监测站的雷电过电压的抑制措施一般采用接地、屏蔽、分流和均压等保护措施. 上述措施能大大削减雷电过电压,但有时还需使用 SPD 来对过电压做进一步的抑制.

2.1 接地

接地是雷电防护的基础部分,接地可分为交流电源接地、直流工作接地、安全保护接地以及防雷接地. 运行方式可采用分地和共地运行 2 种方式. 经分析,从减少雷电反击的角度上采用共地的运行方式,连接见图 2 所示. 其中,R 为单点接地电阻,R_{ch}为防雷接地电阻. 在正常情况下,电源接地、通信线接地、采集器通道接地以及保护接地采用统一的单点接地与防雷接地系统分开,防止低频杂散电流的干扰,雷击时,通过两接地系统间的低压电涌保护器将两接地系统自动导通,防止反击的发生.

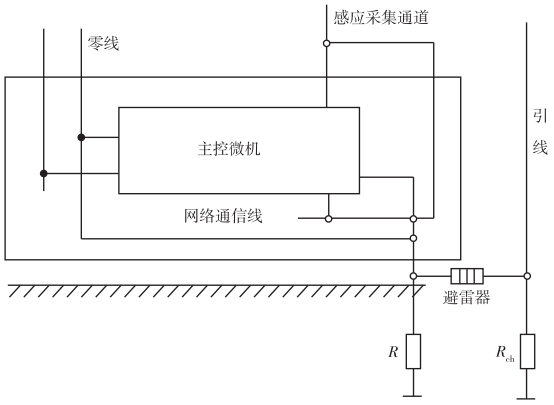


图2 共地方式

Fig. 2 The common grounding mode

2.2 屏蔽

屏蔽是将雷击时形成的变化磁场进行空间阻断,采用金属网、箔或金属管等导体把需要保护的对象包起来,采集器和主控微机间的传输电缆宜采用全屏蔽线缆,并将屏蔽层接地[2]. 在雷电多发地区,可在电缆上方约 30 cm 处铺设 2 根与电缆平行的接地金属导体,作为接闪器. 通信线缆采用穿金属管埋地敷设并将屏蔽层接地,减少由于雷电静电感应或雷电的电磁感应形成的过电压.

2.3 分流

分流就是在电源线路、通信线路与接地线间或者线-线间安装电涌保护器,对雷电流能量的释放,对雷电过电压进行箝位,从而对设备进行有效的保护.

2.3.1 低压电源供电线路的保护

1) 单级保护

为了防止 220 V 电源系统的低压线被雷击或感应雷击所产生的过电压损坏,应在设备的进线侧加装低压电涌保护器. 根据雷电入侵电源线路的强度,选择标称放电电流为 20 kA,最大为 40 kA[4],冲击放电电压低于电源的绝缘冲击耐受电压的电涌保护器.

2) 多级保护

单级保护简单,但可靠性相对较差,可采取更有效的多级保护电源的措施[3](图 3). 第 1 级采用气体放电管将强大的雷电流限制在后级可承受的范围内,第 2 级采用压敏电阻,第 3 级采用暂态抑制二极管(TVS)将输出电压箝制在规定的范围内. L_1,L_2 对高频的雷电过电压具有较大的抑制作用,这样导线虽受雷击,但经过多级保护,电源及其后续主控微机等能够得到很好的保护,当然也可通过加装滤波电容器将雷电过电压限制在一定的范围内.

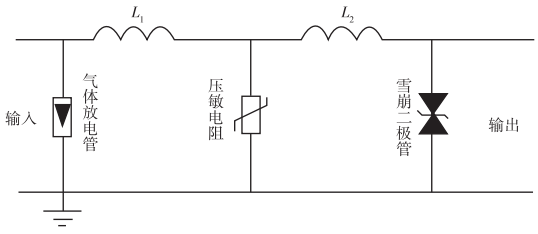


图3 电源多级保护

Fig. 3 The multi-level protection for the power system

2.3.2 传感器、采集器及通信线的保护

在传感器、采集器及终端设备前的通信线路与接地体间都须装保护器,给传感器、采集器以及通信线路提供有效的对地保护. 对线路终端设备的保护,考虑到线缆上可能出现的感应雷电压幅值,采用了通流量达 5 kA 以上的气体放电管作大电流限幅保护器件,并以瞬态功率达 1.5 kW 的 TVS 器件作为快速箝位之用[5],这种模式也是国际上比较标准的保护方式,可为通信线路终端设备提供较为可靠的感应雷电保护,如图 4 所示.

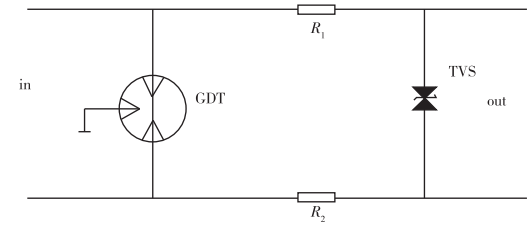


图4 信号线路电源多级保护

Fig. 4 The multi-level protection for the power supply of the signal lines

2.4 均压

均压和接地,防雷装置往往是相互配合的,电位均衡连接是用足够粗的导线把雷电流可能流通的部位与被保护的设备或部分连接起来[6]. 对自动气象环境监测站而言,首先将传感器、采集器等单元电路的接地连接到接地母线上,其次是主控微机、电源线、通信线的接地与防雷接地之间通过放电管连接,使其在遭雷击时导通,正常时断开,以防止电子设备遭受干扰.

3 结语

Concluding remarks

本文分析了自动气象监测站的雷电过电压强

度,入侵途径、针对雷电波对设备内电子器件的危害,采用了接地、屏蔽、分流和均压等措施减少了雷击的概率. 实践证明:2004 年以来,沪宁高速公路安装的 20 多套自动气象监测站无一遭受雷击造成损坏,确保了自动气象监测站正常地运行并准时地提供气象服务信息.

参考文献

References

[1] 苏邦礼. 雷电与避雷工程[M]. 广州:中山大学出版社,1996:125-126
SU Bangli. Lightning and lightening protection engineering[M]. Guangzhou:Press of Zhong Shan University,1996:125-126

[2] 雷锐生. 综合布线系统方案设计[M]. 西安:西安科技大学出版社,2004:136-137
LEI Ruisheng. Scheme design of overall network distribution system[M]. Xi'an:Xi Dian University Press,2004:136-137

[3] 张小青. 建筑物内电子设备的防雷保护[M]. 北京:电子工业出版社,2000:185-186
ZHANG Xiaoqing. Lightning protection solutions for electronic equipment within construction[M]. Beijing: Electronics Industry Press,2000:185-186

[4] 中国气象局. QX/T10.2—2007 电涌保护器在低压电气系统中的选择和使用原则[S]. 北京:中国气象局,2007
China Meteorological Administration. QX/T10.2—2007 Selection and application principles of SPD in low-voltage electrical systems [S]. Beijing:China Meteorological Administration,2007

[5] 中国气象局. QX/T10.3—2007 电涌保护器在电子系统网络中的选择和使用原则[S]. 北京:中国气象局,2007
China Meteorological Administration. QX/T10.3—2007 Selection and application principles of SPD in low-voltage electronic systems [S]. Beijing:China Meteorological Administration,2007

[6] 中国气象局. QX4—2000 气象台(站)防雷技术规范[S]. 北京:中国气象局,2007
China Meteorological Administration. QX4—2000 Standards for lightning protection technology of the meteorological observatory [S]. Beijing:China Meteorological Administration,2007

Lightning over-voltage protection for automatic meteorological environment monitoring station

LI Xiangchao[1] ZHAO Xueyu[2] DU Zhihang[1]

1 School of Atmospheric Physics, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044

2 Equipment Section, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044

Abstract By analyzing the structure of the automatic meteorological environment monitoring station and the invading channel as well as the damaging effect of the lightning over-voltage, the paper points out that the reliable grounding joint should be used to prevent ground lightning counterattack; the shielding cable should be used to protect against electromagnetic pulse; the power supply systems, communication lines, collectors and sensors should be installed with SPD to inhibit the lightning over-voltage. All these can ensure the station's normal and reliable operation, providing the real-time meteorological data and the warning information.

Key words lightning over-voltage; protective measures; automatic meteorological environment monitoring station