

周 新

钱肇洪

(深圳市气象局, 518001) (苏州市气象局)

提 要

由于自动气象站安装在野外以及微电子装置的脆弱性,很容易遭受雷电损害。通过深圳市中尺度自动气象站网防雷设计的实践,作者对自动气象站防雷技术问题进行了讨论,提出了一套自动气象站雷电防护方案。

关键词: 自动气象站 防雷技术 TVS

引 言

自动气象站作为一种集合了传感器、数据采集及处理、数据通信等技术的自动化电子设备,其抵御雷电损害的脆弱性是不言而喻的,加上自动气象站安装运行在严酷的环境下以及与市电、通信网络的联系,更增加了遭受雷电损害的危险性。因此,预防雷电损害是自动气象站网可靠性设计的极其重要部分。

自动气象站遭受雷电损害通常有二种情况:即直击雷损害和感应雷损害。就防雷技术而言,直击雷防护是比较困难的,所幸的是遭受其损害的概率极小。目前自动气象站仅能采用的直击雷防护方式比较单纯,通常采用传统的避雷针保护方式。然而感应雷电对自动气象站损害的概率较大,其防护手段也较为复杂,本文根据深圳市中尺度自动气象站网的防雷设计实践,就自动气象站感应雷电防护问题进行了讨论。

1 自动气象站雷电防护的基本参数

1.1 需要雷电防护的自动气象站通道

感应雷电侵入自动气象站主要途径有:

① 电源系统引入,② 天馈引入(当采用无线通信方式时),③ 通信传输网络引入(当采用

有线通信方式时),④ 前向通道(传感器通道)引入,其中电源系统侵入的概率最大。

1.2 各通道的雷电侵入强度

感应雷电侵入的防护设计,首先应了解感应雷电侵入自动气象站各通道的过电压、过电流的可能幅值,这是决定防雷装置本身冲击过电压耐量及通流容量的重要依据。但是,这方面的实测数据是很难得到的,为此,参考国内外的一些相关研究资料以确定雷电侵入防护的有关参数是必要的。

根据多种世界认可的研究标准,在一般电源线路上的感应雷电流通常是 3kA 左右,不超过 10kA,电压则在 6kV 以下。国际电报电话咨询委员会 CCITT 经测试认为,在数据、信号线及电话线上的感应雷过电压,一般在 5kV 左右,雷电感应电流则为数百安培量级。对于自动气象站的传感器通道,其传输距离一般不超过数百米,并且通常不与外界发生网络性联系,其线路上可能出现的感应雷电过电流或过电压虽无实测数据,但应当不会超过上述数据、信号线的量值。

感应雷电侵入自动气象站各通道的强度见表 1。

表1 感应雷电侵入自动气象站各通道的强度

通道	雷电感应电压	雷电感应电流
电源引入	<6kV	<10kA
通信引入	5kV左右	几百安培
传感器引入	<5kV	几百安培

1.3 自动气象站部件及元器件峰值电压耐量

雷电侵入防护需要了解的另一重要参数是自动气象站所用部件及元器件的峰值冲击电压耐量,因为这决定了防雷装置允许的输出残压值,但由于采用不同方案、不同核心部件及元器件所组成的自动气象站,其峰值耐压会有较大差异,从通用性出发以下一些数据可供参考。

国际电器电子工程师协会 IEEE 组织曾指出一般元器件可以经受两倍以上其额定电压值。我国通信部门有关标准也指出在交流 220V 系统中,其元器件或部件的冲击耐压值应达 1500V;在直流 48V 系统中则为 330V,电信交换与用户终点设置为 1000V^[1]。

2 自动气象站雷电防护设计思路

2.1 全方位多层次的保护方式

为了最大限度减少雷电对自动气象站的危害,根据自动气象站多通道雷电侵入的特点,雷电防护措施应当是综合性全方位,在雷电侵入的路径上均予以设防。根据电源系统雷电引入的概率最大、强度最强的特点,应把电源系统作为重点保护对象,对电源系统需要进行多层次多级别的保护,必要时应采取隔离措施。

2.2 灵活运用雷电防护的“疏导”、“堵截”方式

对于感应雷电的入侵通常可以采用“疏导”方式,即是将雷电流通过瞬态接地装置导入大地,将雷电过电压限制在设备或器件的耐受水平上,从而保护其安全,这可以作为自动气象站防止感应雷所采用的主要手段。另

一种防护方式是“堵截”,即是利用雷电波谱分量和设备工作频谱的差异,利用电容、电磁耦合或滤波器等“隔离”或“阻断”雷电波向被保护设备传递或是大幅度削减其能量,从而保护设备的安全。对于自动气象站缺乏良好接地条件的场合,采用雷电“堵截”方式不失为一种较好的解决办法,但是担当“堵截”任务的元器件要有高于雷电峰值冲击电压的绝缘强度,这就对元器件质量及防雷装置的工艺水平提出了较高的要求。在一般情况下可与“疏导”方式进行有机组合使用,多层次的防护雷电从自动气象站电源引入。

2.3 选择合适的自动气象站防雷器件

目前国内外常用的核心防雷器件主要有以下几种:

- ① 火花放电间隙;
- ② 陶瓷气体放电管;
- ③ 氧化锌压敏电阻器(MOV);
- ④ 瞬态电压抑制器(Transient Voltage Suppressors 简称 TVS)。

此外,聚合开关器件(Poly Swtch)作为一种新颖的自复性过流保护器件,也可以和限压性器件有机组合,在防雷装置中发挥一定的作用。

在以上器件中 TVS 器件的发展应用十分迅速,因其优异的特性,国外已广泛应用于各种电子设备的过电压保护,也广泛应用于电子型避雷装置之中,TVS 本质上是一种雪崩型 PN 结器件,当其极间受到反向电压冲击时,器件以 1×10^{-12} 秒量级的速度由高阻变为低阻,可吸收高达数百瓦至数十千瓦(视器件功率而定)的浪涌功率。其特点是体积小、功率大、响应速度快、残压比小、耐老化性能优越,同时其反向漏电流及寄生电容较 MOV 器件小得多,特别是经过电容补偿的 TVS 器件,其寄生电容更小,加之 TVS 器件具有数伏至数百伏的宽广工作电压范围可选用,因此,在计算机数据传输线的保护上,几

乎是不可替代的首选器件^[2]。TVS 器件现在已有分立、集成、贴装以及各种功率模块封装形式可供选择。

就自动气象站防雷而言,从器件性价比出发,电源部分以采用 MOV 器件及气体放电管为宜,必要时可以用功率 TVS 作为快速箝位以增加保护性能。通道各部分以 TVS 为首选。对于 PSTN 传输数据,其线路保护以气体放电管及 TVS 器件组合保护为好,在接地不良或雷害高危地区还应考虑采用隔离型电源变压器。

3 自动气象站雷电防护设计实例

在建设深圳市中尺度自动气象站网的实践中,由于深圳地处亚热带,雷电活动频繁且强度大,所建自动气象站大多安装于高楼大厦顶端,雷害威胁甚大。因此,除每个站点采用避雷针进行直击雷防护外,需为自动气象站研制一套覆盖电源、传感器通道、通信线路的感应雷电防护装置,介绍如下:

3.1 传感器通道及通信线路复合避雷器

该避雷器从实用出发,将前向通道保护器及 PSTN 终端设备保护器复合在同一结构件中。前向通道保护器提供了传感器每一传输线路的对地有效保护,根据传感器线路上可能出现的感应雷电幅值,以及主采集装置的峰值冲击电压耐量,同时还考虑对 RS-232 口的兼容性。优选了瞬态功率为 600W、工作电压为 18V 左右的双向 TVS 作为保护器件,经实测其主要技术指标见表 2。

表 2 传感器通道通信复合避雷器技术参数

	通道部分	通信部分
开路冲击电压残压 ($1.2 \times 50\mu\text{s}$)	$\leq 25\text{V}$ (5000V 下)	$\leq 200\text{V}$ (5000V 下)
短路冲击电流残压 ($8 \times 20\mu\text{s}$)	$\leq 45\text{V}$ (1200A 下)	$\leq 250\text{V}$ (2500A 下)
保护线路	22 线	1 对电话线路
工作电压	$\pm 18\text{V DC}$	$\leq 170\text{V DC}$
串联阻抗	0Ω	10Ω
工作带宽	4MHz	2MHz

对所选 TVS 器件作了耐冲击电流的破坏性试验,结果多个样品在 $8 \times 20\mu\text{s}$ 波的短路冲击电流下其破坏值都在 1500A 以上。因此可以认为,该器件用于传感器的保护在通常情况下是胜任有余的。

对 PSTN 线路终端保护,考虑到网络上可能出现的感应雷电幅值,采用了非破坏通流量达 5kA 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 1.5kW 的 TVS 器件作为快速箝位之用,这种模式也是国际上比较标准的保护方式,可为电话线路终端设备提供较为可靠的感应雷电保护,其主要技术指标见表 2。为接口及安装方便,同时也为了满足 EMC 要求,整个装置在机械上采用双列端子,金属全屏蔽结构,成为一个独立通用的结构部件。

3.2 机内型电源精细保护器

该保护器分三段设计,每段实现其特定的功能,一段为大通流量输入段,从性价比考虑主要采用了 MOV 器件,二段为中继和 RFI 过滤,主要部件为低通滤波器,三段则为箝位输出(采用大功率 TVS 器件),各段综合的技术特性如表 3。

表 3 机内型电源防雷精细保护器技术参数

额定工作电压	额定工作电流	开路冲击电压残压 ($1.2 \times 50\mu\text{s}$)	短路冲击电压残压 ($8 \times 20\mu\text{s}$)	EMI/RFI 过滤
220VAC	1~6A	$< 550\text{V}$ (6kV 下)	$< 800\text{V}$ (2kA 下)	150k~30MHz
(40~60Hz)	可选		$< 1000\text{V}$ (4kA 下)	(20~50dB)

由于滤波器的存在降低了雷电流的陡度,进一步限制了残压的峰值幅度,同时也提高了电源系统的抗干扰性能。为满足 EMI/RFI 要求,并使保护器在使用安装上具有一定通用性,在结构设计上采用了金属屏蔽外壳,并自备标准交流电源输入插座,可以安装在各种机箱的面板或内壁上直接成为系统电

源输入口,保护器还具备过流保护及工作状态指示。

3.3 应用情况

深圳市中尺度自动站网络系统,在1997年底前已建成了36个自动气象站,并已实现通信联网。在已建成自动气象站的防雷措施中,对感应雷电的防护主要采用了上述防护装置,同时为加强电源系统的防护以及防止因接地不良可能出现的对地电位反击,还以通量大于10kA的低压阀形避雷器,作为交流电源的前置粗保护,此外在电源供电上还采取了一定的隔离措施。建成的大部分测站经过了汛期的运行考验,到目前为止,已安装的自动站没有因遭受雷击而损坏元件。1997年9月2日,安装在沙头角镇三防办的自动站在11时45分、12时45分二次遭受雷击,三防值班人员目睹了自动站遭受雷击引起火花冒烟及听到爆声,当即自动站没有了显示,以为该仪器已损坏,即打电话与气象台联系,但气象台数据采集中心仍能采集到来自沙头角自动站的资料,表明仪器仍在正常运行。后

经派人实地检查,自动站不显示只是因受干扰显示部分出现了软故障,断电重新启动后全部恢复正常^[3]。

4 结语

① 对于雷电损害的有效防护,无疑是自动气象站网可靠运行的重要保证。

② 我国地面气象观测遥测自动化功能需求书已对自动气象站的防雷提出了要求,但尚无规范性的指导文件,本文讨论的有关问题仅供参考。

③ 本文提出的有关问题虽然仅是针对自动气象站的讨论,观点与思路同样适用于其它仪器设备雷电侵入的防护。

参考文献

- 1 陈晓宁. 浅谈通信电源系统的防雷. 现代通信,1997,(10):5.
- 2 滕峰. 瞬态电压抑制器的特性及应用. 国外电子元件,1997,(10):21~23.
- 3 周新,郭世浩. 深圳市中小尺度自动站网络系统. 广东气象,1998,(2):34~36.

The Technical Discussion on Lightning Protection for Automatic meteorological Station

Zhou Xin

(Shenzhen Meteorology Bureau, Shenzhen 518001)

Qian Zhaoqi

(Suzhou Meteorology Bureau)

Abstract

Automatic meteorological station is easily struck by lightning as it is generally installed in open field and the digital circuit is fragile. After the designing practice in the Shenzhen mesoscale automatic meteorological observatory network, some lightning protection methods for automatic meteorological station are discussed, and a complete solution is provided.

Key Words: automatic meteorological station lightning protection TVS