

基于自动化监测的气象站观测场防雷技术研究

魏忠光¹ 张冬阳²

1 安徽安海新环境科技有限公司, 安徽省亳州市, 236800;

2 安徽海峰分析测试科技有限公司, 安徽省合肥市, 230000;

摘要: 在气象观测技术持续进步、自动化监测日益普及的当下, 气象站观测场作为关键的数据获取场所, 面临着雷击带来的严峻挑战。由于其特殊的地理位置与功能, 遭受雷击可能引发严重后果, 包括设备损坏、数据丢失以及人员安全隐患等。本研究全面深入地探讨了基于自动化监测的气象站观测场防雷技术, 详细阐述了雷击危害与防雷的重大意义, 深入剖析了防雷技术的现状及特点, 探讨了自动化监测系统对防雷的独特需求, 明确指出了当前防雷技术存在的问题及改进方向, 旨在为气象站观测场防雷技术的进一步优化与发展提供有价值的参考依据。

关键词: 自动化监测; 气象站观测场; 防雷技术

DOI: 10.69979/3041-0673.26.02.029

气象站观测场在整个气象观测体系中占据着至关重要的地位, 它是收集气象信息、开展气象研究以及提供气象服务的核心区域。随着科学技术的飞速发展, 自动化监测技术已经广泛融入气象站观测场中, 各种先进的电子设备和精密的传感器大量应用, 极大地提升了气象数据的采集效率和准确性。然而, 这也使得气象站观测场对雷电灾害的敏感性显著增加。一旦遭遇雷击, 不仅会对昂贵的气象设备造成不可挽回的损坏, 影响气象数据的连续性和完整性, 甚至还可能对在观测场工作的人民生命安全构成直接威胁。

1 雷电入侵自动气象站的途径和损害

1.1 途径

一是直接雷击, 当雷暴袭击到观测设备时, 可能会造成电子设备和其他应用设备的严重破坏, 从而使得气象数据的准确性受到严重影响, 甚至可能完全丢失。

二是地接线入侵, 即地面气象台受到雷击时, 附近地面的电流在短时间内暴增, 其沿着内接地线进入气象站, 会造成电路短路, 烧毁电路元件, 损坏设备。

三是高电压脉冲入侵, 当气象站周围建筑物受到雷击时, 电磁感应和静电感应会使得线缆直接感受到高电压, 会造成线缆被击穿, 气象站采集器, 传感器等设备损害。

1.2 设备损害

一是雷电天气的出现会对传感器造成严重的破坏, 特别是风速、雨量和地温传感器, 它们的光敏管极其脆

弱, 一旦受到雷击, 将会面临极大的损失。

二是会造成采集器损坏。采集器主板是由通信模块、电源模块以及众多电路接口等元件组成, 当出现雷击时, 元件被击穿, 会导致整个采集器主板烧毁, 严重时甚至会导致采集终端危机^[1]。

三是会造成外部设备损坏。气象站外部设备一般具备绝缘性, 在雷雨天气中不容易受到雷击。但这并不是万无一失的, 外部设备一旦受到雷击, 就会使整个系统的正常运行受到影响, 严重的可能会出现系统瘫痪。



图一 自动气象站产品结构图

2 自动气象站的防雷设计

2.1 直击雷的防护设计

在进行自动气象站的防雷设计工作时, 无论是气象

站还是地面上的其他建筑都需要对其进行防护直击雷的设计,使其可以规避或者减少直击雷带来的破坏。防雷工作在操作过程中的每个环节都要严格依照防雷计划制定的规范进行操作,将接闪杆以及接闪带组合起来形成接闪器,使立柱钢筋和房屋面板钢筋形成一个整体,并且将其作为防雷引下线,而接地体就由基础钢筋来担任,这样就可以将雷电产生的电流安全的流入地面中^[2]。大多数情况下,气象站的接闪杆被安装在风杆的顶部,但这种安装方式容易导致风向传感器受损。为了避免这种情况的再次发生,建议在距离风向杆至少三米的地方设置接闪杆,并且尽量位于观测场的周围,以便有效防止直击雷的发生。

2.2 接地系统

接地系统对于自动气象站的雷电防护工作也是非常重要的。无论针对哪一种雷电侵入方式,若想进行安全防护,就要将雷电电流可以安全地泄入大地之中,没有完善的接地系统,是无法安全实现雷电的防护的。我国自动气象站目前的接地系统是气象站中的雷电防护接地以及设备接地等联合使用一个接地系统,这样的方式对接地电阻有一定的要求。另外,在直击雷的防护工作中对气象站的风杆如果采用的是独立接闪杆的方式,就需要对其进行单独的接地系统,不能与观测场中的其他设备共用一个接地系统^[3]。

2.3 等电位连接技术

等电位连接是将建筑物内或观测场内的所有金属物体(包括设备外壳、金属管道、构架等)用电气连接的方法使其电位相等,防止因雷电流在各金属物体之间产生电位差而导致的设备损坏或人员触电事故。在气象站观测场中,等电位连接可通过以下方式实现:

一种是总等电位连接,在气象站的总配电箱近旁设置总等电位连接端子排,将进出建筑物的各种金属管道(如给排水管道、电气管道等)、建筑结构中的金属构件以及电气设备的保护接地线等都连接到该端子排上。例如,在气象观测业务楼的总配电间,将楼内的消防水管、电梯导轨、电气桥架等都通过专用接地线连接到总等电位连接端子排上,使它们在雷电发生时处于相同的电位水平。另一种是局部等电位连接,在各个设备机房、观测设备附近设置局部等电位连接端子排,将本区域内的设备金属外壳、机架、插座盒等相互连接。如在气象

站的数据处理机房内,将服务器机柜、交换机机柜、UPS电源等的外壳都连接到局部等电位连接端子排上,保障机房内的设备免受电位差引起的损害。

3 自动气象站防雷技术问题

3.1 混合安装风传感器与避雷针

风塔的主要功能是提供传感器和防雷接地,它位于观测区域的最高处。为了确保安全,根据气象站的防雷标准,建筑物、电缆和接地装置之间的距离应该超过3m。为了减少雷击对风塔的损害,应该确保避雷针和风塔之间的距离处于合理的范围之内。因为瞬间电位差和雷电流的变化会对风传感器造成严重的损伤,所以必须采取有效的措施来防止这种情况的发生。

3.2 室内采集器、计算机安装问题

随着科技的发展,自动气象站的室内电子设备已经具备更多的功能,但仍然存在一定的风险。例如,如果没有良好的防护措施,容易受到雷电的攻击。另外,如果没有做好防护措施,比如安装接地系统,那么一旦发生雷雨天气,将导致室内的电子设备和采样机都处于危险状态,从而严重危害自动气象站的安全。

3.3 电缆屏蔽层单相接地

随着技术的发展,越来越多的自动气象站采用了先进的技术,如采用高强度的复合材料制作的外壳,以及采用高效的屏蔽技术,以减少电磁干扰的影响,并且采用金属管道和等电位连接的方式,使得台站的安全性得以提高。如果施工人员的操作未能达到标准,那么当电线的屏障处于非正常状态时,就可能发生单点接触或完全没有接触,这样就导致了两个部分之间的相互影响,从而产生了磁场的变化和感应的电压,从而可能引发严重的雷击事故。

3.4 由于风杆避雷针的安装不符合规定,导致风信号线的布置存在问题

为了提升安装效果,许多自动气象站都会把风速信号线和避雷线安装在同一个金属管道中,但这样做可能存在着安装质量和尺寸的问题。例如,如果使用的电缆没有足够的抗干扰特性,可能无法抵抗雷电的侵袭。此外,由于电缆的电阻很高,可能导致电流过载,从而降低信号线的可靠性。因此,需要寻找更安全、更可靠的电缆,以保证信号线的安装质量和使用寿命。由于缺乏

足够的信息，很容易造成数据收集的中断，这将对观察活动产生负面影响。

4 强化自动气象站防雷水平

4.1 设置接闪杆

经过深入研究和实际应用，得出结论：虽然采取风塔来提供支撑能力有助于降低雷击事件的发生，但由于它们本身存在的危险性，因此并非最佳选择。因此，应当采取更加安全的措施来预防和减少气象站受到的雷击。具体而言，应当在气象站和附近的地区安装单独的接闪杆，并确保它们之间的安全距离足够远。通过改善接闪系统的性能，可以有效地降低避雷和接地的可靠性，并且可以有效地阻挡和抑制外界的雷击。因此，在安装时，应当仔细检查风塔的位置，确保它们和其他接地系统的距离保持 3m 以上，以确保其正常运作。在安装接闪杆时，应该确保观测区域的设施处于适当的位置。如果发现某些设施不属于预定的防护范围，应该考虑额外添置一个接闪杆，确保所有的监控系统和监控工具均受到充分的防护。通过对气象站的防御能力进行评估，结合其防御范围，精确测量并计算出接闪杆的最佳设计高度。

4.2 设置引下线与信号线

气象站的所有信号线都应该穿过金属管或 PVC 套管，并且必须精确接地。为了避免引流和雷击的问题，在安装闪杆、传感器信号线和电源线时，应该将它们分开安装，这样既可以防止引流和雷击，又不会损坏设备。

表 1 自动气象站工作室数据线缆与其他管线的间距

其他管线	自动气象站线缆与其他管线的间距	
	最小平行间距 mm	最小交叉间距 mm
雷电防护引下线	1000	300
保护地线	50	20
给水管	150	20
压缩空气管	150	20
热力管（不包封）	500	500
热力管（包封）	300	300
燃气管	300	30

4.3 直击雷的防护方法

如果操作人员未经过充分考虑，就把导体和接闪杆安置在了一根风杆上，将会造成直击雷的出现。为了有效预防和控制此类情况，应当确保接地电阻低于 29Ω ，

从而有助于降低雷击的影响，并且有助于提升防雷的有效性。为了提高安全性，需要把接触杆和金属管固定到相同的电压水平，还需要移除它们之间的隔离层，以便使它们的电流流动顺利。

4.4 接地地网的合理设置

通过合理设置接地网，可以有效防止雷击。在安装接地网时，应根据气象站的实际布局、管道走向和工作要求，围绕观测场，沿着管道的方向进行连接和安装，以提高气象站的全面监测能力和金属接地效果。静电导线必须与信息采集箱的接地网相连，并且金属固件和金属管应该彼此紧密结合，以确保等电位连接的形成，从而有效防止雷击。此外，为了更好地保护电子设备，在紧急情况下，可以安装电源避雷器，从而有效提高气象站的稳定性和安全性。

5 结语

研究和分析气象站的防雷工作具有重要意义，它不但能够改善气象站的安全性，而且还能够极大地增强地表大气监控和预报精准性。为了实现这一目标，除了深入了解雷电产生原理外，还需要对雷电路径和场强进行全方位研究，并结合当前自动监控设备，精心制定出符合电磁兼容性标准的线缆，以期降低灾害风险，达到最佳的安全性和使用性。

参考文献

- [1] 刘杨, 巫培源, 王秀琴, 张信龙. 基于自动化监测的气象站观测场防雷技术研究[J]. 自动化技术与应用, 2024, 43(07): 141-145.
- [2] 林奕峰, 罗意澜, 林伟旺, 李小展, 陈易昕. 地面气象自动化观测场防雷有效性的评价[J]. 广东气象, 2020, 42(01): 57-60.
- [3] 谢允, 杨足明, 向力, 徐星. 自动气象站雷击故障诊断与防雷措施探讨[J]. 气象水文海洋仪器, 2019, 36(01): 102-105.

作者简介：魏忠光（1984.09-），男，汉族，皖亳州谯城人，本科，研究方向和职业：气象、雷电防护检测。

张冬阳（1995.09-），男，汉族，安徽定远人，本科，研究方向和职业：电气工程及其自动化。