

The Review of Lightning Protection Project of the Automatic Weather Station Observation Field

Xiaohua Liu, Jinghao Fan, Tizhao Zhao

Meteorological Bureau of Yuncheng County, Yuncheng Shandong
Email: hezecy@126.com

Received: Mar. 11th, 2015; accepted: Mar. 22nd, 2015; published: Mar. 27th, 2015

Copyright © 2015 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Through searching the problems in construction and design process of lightning protection project of the automatic weather station observation field, this paper proposed improving methods aiming at solving the problems. Lightning protection measures of automatic weather station observation field were comprehensively expounded based on analyzing the lightning protection performance of the equipment in the automatic weather station observation field.

Keywords

Observation Field, Lightning Safety, Protection Measures, Collector

自动气象站观测场的防雷工程综述

刘晓华, 樊景豪, 赵体召

郓城县气象局, 山东 郓城
Email: hezecy@126.com

收稿日期: 2015年3月11日; 录用日期: 2015年3月22日; 发布日期: 2015年3月27日

摘要

本文通过查找自动气象站观测场雷电防护工程在设计、施工过程中的问题, 针对性的提出改进方法, 在

全面分析自动气象站观测场设备防雷性能基础上，全面阐述了自动气象站观测场雷电安全防护措施。

关键词

观测场，雷电安全，防护措施，采集器

1. 引言

随着我国经济的快速发展，气象事业的发展也呈现快速发展的态势。2005年以来，自动气象站已逐渐代替了传统的人工观测。自动气象站主要有传感器、采集器、供电系统、主控计算机、打印机、通讯设备等几部分组成，如图1所示。传感器、采集器处于室外观测场LPZ0B防雷区内，具有现代电子设备普遍存在的共同弱点，即绝缘强度低、过电压耐受能力差，对电磁干扰极为敏感，是整个自动气象站观测系统雷电安全防护的重中之重。如果防雷措施不当，不仅采集器、传感器因雷击无法正常工作，与其连接的室内设备也会由于雷电波的入侵而损坏。近年来，自动气象站已普遍运用到各级气象观测台站，其中，观测场是获取观测数据的重要场所。由于观测场处于室外的环境中，观测场中的风塔的高度又远远高于周围的建筑物的高度，容易受到雷电的危害。采集器是观测场中的重要设备，所有的数据都是通过采集器的采集，然后传输到计算机上进行处理的，如果采集器遭到雷击而损坏，将影响到自动气象站的正常工作。部分台站由于未注意在雷电安全防护方面应注意采取的措施，所以时有雷击事故发生。本文针对自动气象站观测场雷电防护在设计、施工过程中的问题，采取有效的应对措施，制定全面、科学的雷电安全防护措施，对提高自动气象站观测系统雷电安全防护水平具有十分重要的意义。本文以山东省菏泽市郓城县气象局的观测场在防雷措施上出现的问题加以阐述，讨论具有普遍意义的综合防雷措施。

2. 观测场防雷系统存在的问题

2.1. 电源部分未安装浪涌保护器

郓城县气象局自动气象站建设中，只考虑到数据采集箱内有一级避雷器和一级防雷板，在室内220V电源处未安装浪涌保护器，这就给雷电波的入侵带来了安全隐患。2008年8月17日的一场强对流天气，伴随着强雷暴给这个站带来了严重损害，观测场采集器遭雷击。浪涌保护器的安装应根据所在地区的雷电活动强弱、雷电流的大小、被保护的对象的重要程度选择合适的类型，应该做到三级防护。浪涌保护器简称SPD，它能够对由高压线路传输过来的高电压限压、分流，有效地保护被保护元器件。

2.2. 风塔避雷针引下线接地点与其他设备的接地点之间的距离不合规范

为达到均压、等电位以减少各种接地设备间、不同系统间的电位差，观测场内风塔上避雷针引下线接地、各种金属设备外壳接地、屏蔽接地、保护接地等均接至观测场共用接地网，行成共用接地系统。但由于防雷工程设计和施工人员对等电位连接和共用接地系统的错误理解，在施工过程中不考虑以上几种接地在观测场地网上接地之间的距离，甚至将共用接理解为将各种接地直接接在一起，给观测场设备防雷安全带来隐患，是自动气象站观测场接地出现问题最多的地方。在自动站气象站设备位置确定并与观测场地网连接时，为避免风塔上避雷针接闪通过地网泄放雷电流时，对附近接地设备产生干扰[1]，风塔上避雷针引下线接地与其他接地的观测场地网上接地点之间的距离应大于10米。

2.3. 屏蔽措施不完善

屏蔽是减少电磁干扰的基本措施。为减少电磁干扰的感应效应，自动气象站观测场内设备采取了以

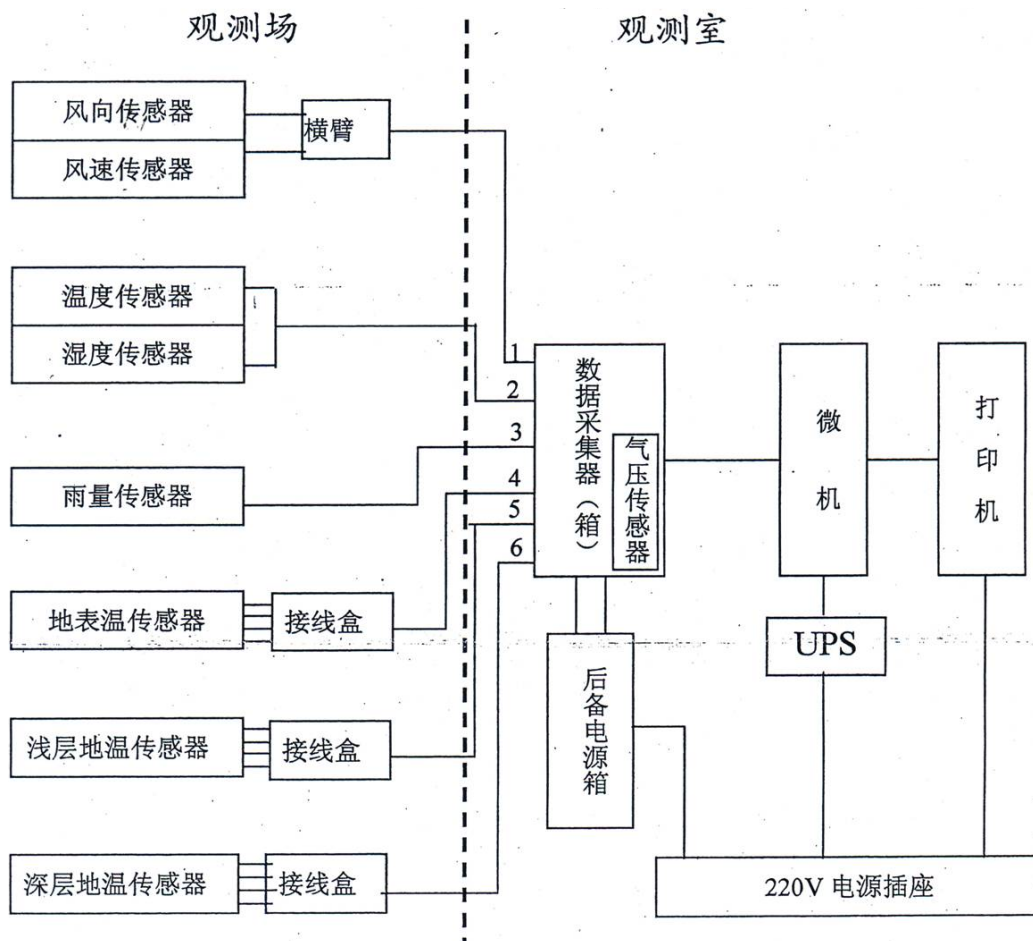


Figure 1. Structural composition diagram of the automatic weather station
图 1. 自动气象站的结构组成示意图

下基本屏蔽措施：观测场电子设备采用金属外壳，各种传输线路采用屏蔽电缆穿金属管埋地敷设。电缆屏蔽层应至少在两端并适宜在防雷区交界处做等电位连接。

郓城县自动气象站存在的屏蔽问题：

数据采集箱采用双层金属外壳，但外层金属外壳未做接地，内层金属箱的箱门和箱体未做跨接。电缆屏蔽层只在防雷区交界处做等电位连接。

2.4. 风塔上避雷针引下线与风向、风速信号线布线不规范

部分自动气象站风向、风速信号线在不单独穿金属管保护的情况下，仅考虑到节约原材料和布线美观的需要，与风塔上避雷针引下线在同一个金属管内并行引下。这相当于将风向、风速信号线敷设在避雷针引下线上，严重违反了文献[2]的规定。即使风向、风速信号线采用带有屏蔽层的电缆，也还是达不到规范上对防雷安全距离的要求。因为其屏蔽层无法将避雷针接闪后的雷击电磁脉冲完全屏蔽掉[2]，于是，风向、风速信号线上感应出远远高于采集器电子元件所能承受的电涌电压，致使采集器无法正常工作，甚至损坏。如郓城县国家一般气象观测站自动观测系统采集器多次遭受雷击而影响了数据的采集，进而影响到数据的传输，从而影响到业务质量考核。2007年8月，采集器内避雷器损坏，造成采集器电源部分无法供电，从而无法采集数据；2008年7月，自动观测系统主控计算机通讯串口(RS232)损坏。2009年8月，采集器损坏，自动观测系统无法采集数据。经过现场调查发现，原因是风塔上避雷针引下线与

风向、风速信号线布线不合理所致。当时在设计安装时，仅仅考虑到美观与节约材料，将避雷针引下线与风向、风速信号线穿越同一个金属管引下。当避雷针接闪后，所形成的雷击电磁脉冲，通过感应，在风向、风速信号线上感应出同样的电磁脉冲，然后传输到采集器内部，造成采集器和与之相连的主控计算机通信串口(RS232)损坏。经过现场调查发现，原因是风塔上避雷针引下线与风向、风速信号线布线不合理所致。当时在设计安装时，仅仅考虑到美观与节约材料，将避雷针引下线与风向、风速信号线穿越同一个金属管引下。当避雷针接闪后，所形成的雷击电磁脉冲，通过感应，在风向、风速信号线上感应出同样的电磁脉冲，然后传输到采集器内部，造成采集器和与之相连的主控计算机通信串口(RS232)损坏。

3. 改进措施

3.1. 安装合适的 SPD

电源部分应安装三级 SPD 防护,但是要注意,如果选择的 SPD 不适合,不仅起不到应有的保护作用,反而容易损坏被保护电子设备。

SPD 的安装使用应对低压电气系统和设备起到电涌保护作用,同时不应因为 SPD 的安装造成低压电气系统的故障和事故。因此,有如下三项基本要求:

1) 安装 SPD 之后,在无电涌发生的情况下,SPD 不对低压电气系统正常运行产生影响。

2) 安装 SPD 之后,在有电涌发生的情况下,SPD 应能承受预期通过它们的雷电流而不损坏并能钳制电涌和分流电涌电流。

3) 在电涌电流通过后,SPD 应迅速回复到高阻状态,切断可能经过 SPD 留到 PE 线的工频续流。

SPD 的选择应考虑电源的供电形式、耐压能力及能量配合。

郓城县自动气象观测站的供电形式为 TT 系统,TT 系统一般为相线分别对中性线加装过压型 SPD,中性线对地采用放电间隙 SPD。

耐压能力应符合下式要求:

$$V_{s\max} < V_p < V_{choc}$$

$V_{s\max}$ 为被保护设备的冲击耐压值; V_p 为 SPD 的电压保护水平; V_{choc} 为接地系统类别和电网的最高运行电压。

电源进线为埋地引入电缆且长度大于 50 米,则在电源总配电箱处安装标称通流容量 $\geq 60 \text{ KA}$ (8/20 μs 波形),标称导通电压 $V_N \geq 4V_C$ (V_C 最大工作电压),响应时间 $\leq 100 \text{ ns}$ 的 SPD 做为一级防护。

3.2. 合理安排不同接地系统之间的安全距离

一般情况下,风塔避雷针引下线接地应与信号线接地保持一定的距离。为达到均压、等电位以减少各种接地设备间、不同系统间的电位差,观测场内风塔上避雷针引下线接地、各种金属设备外壳接地、屏蔽接地、保护接地等均接至观测场共用地网,行成共用接地系统[3]。但由于防雷工程设计和施工人员对等电位连接和共用接地系统的错误理解,在施工过程中不考虑以上几种接地在观测场地网上接地之间的距离,甚至将共用接地理解为将各种接地直接接在一起,给观测场设备防雷安全带来隐患,是自动气象站观测场接地出现问题最多的地方。在自动站气象站设备位置确定并与观测场地网连接时,为避免风塔上避雷针接闪通过地网泄放雷电流时,对附近接地设备产生干扰,应按照文献[1]第 5.2.5 条说明要求,风塔上避雷针引下线接地与其他接地的观测场地网上接地点之间的距离应大于 10 米。

3.3. 改进屏蔽措施

有的防雷工程施工人员不具备施工资质或不了解屏蔽层接地的意义,往往在做屏蔽层接地的时候,

仅仅在一端接地。屏蔽是减少电磁干扰的基本措施。为减少电磁干扰的感应效应，自动气象站观测场内设备采取了以下基本屏蔽措施：观测场电子设备采用金属外壳，各种传输线路采用屏蔽电缆穿金属管埋地敷设。电缆屏蔽层应至少在两端并适宜在防雷区交界处做等电位连接。电缆屏蔽层接地常出现的问题是：防雷工程人员往往忽视了文献[2]第 6.3.1 条的相关要求，屏蔽层单点接地或不接地。屏蔽层仅一端做等电位连接而另一端悬浮时，只能防静电感应而防不了磁场强度变化所感应的电压[2]。

3.3.1. 电缆屏蔽改进措施

电缆屏蔽层采取两端接地，如大于 50 米，中间增加接地。防雷区交界处做好等电位连接。

3.3.2. 数据采集箱屏蔽措施

数据采集箱内外层均用大于 10^2 多股铜线就近和接地连接。内层采集箱的箱门和箱体用铜编织线跨越，使采集箱成为一个良好的双层屏蔽体。

3.4. 合理布线

避雷针与风塔之间绝缘，风向、风速信号线穿金属管引下，金属风塔做好接地，避雷针的引下线沿风塔的斜拉线引至观测场地网。或将风向风速信号线沿金属风塔的斜拉线引下，全程穿金属管，金属管做好接地，风塔避雷针引下线沿塔体接至观测场地网。经过现场调查发现，原因是风塔上避雷针引下线与风向、风速信号线布线不合理所致。当时在设计安装时，仅仅考虑到美观与节约材料，将避雷针引下线与风向、风速信号线穿越同一个金属管引下。当避雷针接闪后，所形成的雷击电磁脉冲，通过感应，在风向、风速信号线上感应出同样的电磁脉冲，然后传输到采集器内部，造成采集器和与之相连的主控计算机通信串口(RS232)损坏。经过现场调查发现，原因是风塔上避雷针引下线与风向、风速信号线布线不合理所致。当时在设计安装时，仅仅考虑到美观与节约材料，将避雷针引下线与风向、风速信号线穿越同一个金属管引下。当避雷针接闪后，所形成的雷击电磁脉冲，通过感应，在风向、风速信号线上感应出同样的电磁脉冲，然后传输到采集器内部，造成采集器和与之相连的主控计算机通信串口(RS232)损坏。

4. 自动气象站观测场雷电安全防护措施

4.1. 直击雷防护

观测场为边长 25 米的正方形，其最高物体为观测场北侧的风塔。为充分利用现有条件，其直击雷防护主要通过安装在风塔上的避雷针来实现。观测场风塔多采用金属管作为支撑体，在距风塔顶端 200~300 mm 处设置避雷针，避雷针通过绝缘杆固定于风塔上，避雷针选用直径不小于 16 mm 的圆钢，其长度不小于 1500 mm，水平绝缘距离不应小于 500 mm。其单根避雷针在距观测场地面 0.5 m 高度处的保护半径 R_x ，根据下面公式[2]

$$R_x = \sqrt{h(2hr - h)} - \sqrt{hx(2hr - hx)} \quad (1)$$

其中一级防雷台站 $h = 12.5$ m, $hx = 0.5$ m, $hr = 45$ m, 求得保护半径 $R_x = 24.4$ m, 对二、三级防雷台站 $h = 12.5$ m, $hx = 0.5$ m, $hr = 60$ m [4], 求得保护半径 $R_x = 28.9$ m。由此可知，当观测场内的两根风塔上全部安装上避雷针后，考虑到仪器距观测场边缘护栏不小于 3 m 的布置要求，整个观测场内的所有仪器均处于风杆上避雷针有效保护范围内。避雷针引下线沿风杆上端拉线入地，该拉线应通过绝缘等级为 35 kv (1.2/50 us)的拉线绝缘子与风杆绝缘，引下线需采用屏蔽电缆，其芯线为多股铜线的截面积不小于 50 mm^2 。若风杆无拉线，引下线可沿风杆外表固定入地。引下线入地点附近应设置不少于一根垂直接地体，并与观测场地网做可靠电气连接，连接点与其他设备在观测场地网接地点之间的距离宜大于 10 m。

4.2. 雷击电磁脉冲防护

通过风杆上避雷针对观测场内设备实施直击雷防护措施后,气象站观测场内的所有设备均处于LPZ0B雷电防护区,由于本区内的电磁场强度没有得到衰减,为防止观测场及附近地闪出现时,雷电产生的脉冲电磁场从空中直接辐射入观测场内电子设备,所以还要采取雷击电磁脉冲防护措施。屏蔽是减少电磁干扰的基本措施。因此,风向、风速数据传输线应采用带屏蔽层的电缆经金属风杆内敷设,传输线的外屏蔽层首尾两端应与风杆做电气连接。当数据传输线无法敷设在金属风杆内或采用金属塔做支撑物时,应将数据传输线穿金属管垂直敷设,传输线的外屏蔽层和金属管均应在首尾两端与金属塔做电气连接,金属管首尾应电气贯通,铁塔同时做好与观测场地网的连接。观测场设备电源线路、数据传输线路应选用带屏蔽层的电缆,并穿金属管埋地敷设,金属管和数据传输线的外屏蔽层的进入电缆地沟处、外转接盒处应就近接地。金属管首尾应电气贯通,若该金属管长度超过 $2\sqrt{\rho}$ 时应增加其接地点。

4.3. 避雷针对电波传播影响的分析

通常的防雷方法有:在建筑物上安装避雷装置(避雷针、线、带及网),对建筑物、设备、线缆的屏蔽,等电位连接,安装浪涌保护器等,各种防雷装置的使用越来越普及[4],特别是雷达站、通信基站、自动气象站等容易遭受雷击的地方,避雷针、避雷线、避雷网及避雷带的应用都得到了广泛的推广,各种防雷装置的使用在防雷减灾保护人民生命财产中起到了重要作用。

但从另外一方面考虑,这些装置对电磁波传播存在影响,其中避雷针、避雷线及钢筋混凝土墙的影响较为严重。电磁波传播本质上就是能量传递的过程,当电磁波传播过程中遇到这些防雷装置时,防雷装置吸收、反射、折射部分电磁波能量,对电磁波的传播产生影响,这在防雷装置的设计与施工中必须予以考虑。

5. 结束语

自动气象站观测场是获得气象资料的主要场所,它所获得的气象资料对天气预报、气候分析预测等起着至关重要的作用。自动气象站观测场系统雷电安全防护是一项综合工程,只有充分考虑雷电防护的各个方面,才能到达理想的防护效果。否则,任何一个细小环节的疏漏,都可能导致雷击灾害事故的发生。

参考文献 (References)

- [1] 中华人民共和国建设部,国家质量监督检验检疫总局(2004)建筑物电子信息系统防雷技术规范 GB50343-2004. 中国建筑工业出版社,北京,72.
- [2] 国家质量技术监督局,中华人民共和国建设部(2001)建筑物防雷设计规范 GB50057-94(2001年版). 中国计划出版社,北京.
- [3] 中国气象局(2003)地面气象观测规范. 气象出版社,北京.
- [4] 中国气象局(2001)气象台站防雷技术规范 QX4-2000. 气象出版社,北京,2.