

文章编号:1673-8411 (2016) 02-0106-02

新型自动气象站雷电防护技术探讨

黄仁立, 韦华红

(防城港市气象局, 广西 防城港 538001)

摘要: 对广西防城港国家一般气象站的新型自动气象站建成投入运行至 2014 年 6 月期间的几次雷击事件进行分析, 查找遭受雷击的原因和雷电入侵途径。并在保持原有防雷设计的基础上, 对观测场及自动站仪器设备的防雷设施进行设计改造, 经过改造后雷电防护效果显著。

关键词: 新型自动站; 雷电防护; 独立地网

中图分类号: P49

文献标识码: A

Discussion on lightning protection technology of new type automatic weather station

Huang Ren-li, Wei Hua-hong

(Fangchenggang Municipal Meteorological Service, Fangchenggang Guangxi 538001)

Abstract: Based on the analysis of several lightning events in June 2014 after putting new type automatic national meteorological station into operation in Fangchenggang of Guangxi, the cause of the lightning strike and lightning invasion pathways were found out. The lightning protection facilities of the observation field and automatic station instrument were redesigned and modified of on the basis of keeping the original design of lightning protection, and after the modification, the lightning protection effect is obvious.

Key Words: new type automatic weather station; lighting protection; independent earth

本文以防城港国家一般气象站为例, 通过对新型自动气象站遭受雷击的原因进行分析, 对观测场及新型自动站设备的雷电防护进行研究, 为在建或即将建设新型自动站的台站提供借鉴和参考。

1 雷击原因分析

广西防城港国家一般气象站位于北纬 $21^{\circ}37'$, 东经 $108^{\circ}21'$, 距北部湾海面约 3km; 年平均雷暴日数达 70d, 属地面气象观测场(室)防雷等级二级, 年最高雷暴日数达 90d, 全年各月均有雷暴发生, 闪电强度最高达 200KA 以上, 属南方沿海强雷暴区。新型自动气象站观测场位于小山顶, 东面和南面空旷,

故该观测场是个容易落雷的地方。该站于 2013 年 9 月开始动工建设新型自动气象站, 在 2013 年 11 月建成投入运行至 2014 年 6 月期间, 曾多次遭遇雷击。其中 2014 年 5 月 18 日, 新型自动站遭受直接雷击, 造成业务计算机串口隔离器损坏, 无法收到所有采集器的所有数据, 地温数据采集处理集成板、主采集器损坏; 同年 6 月 5 日雷击时又造成计算机串口隔离器故障, 业务计算机屏幕空白, 6 月 9 日地温分采集器、温湿分采集器再遭受雷击损坏。每次遭受雷击后, 使用剩磁测试仪对避雷塔塔身进行测量, 其剩磁量均为 0.7mT 以上, 证明雷电流从独立避雷塔引入, 强大的雷电流引入后, 由于避雷塔地网与观测

收稿日期: 2015-12-10

作者简介: 黄仁立, (1963-), 男, 高级工程师, 广西平果人, 从事雷电防护研究工作。

场地网共网,引起观测场地电位瞬间抬升,导致观测场内的地温分采集器、温湿分采集器、地温板、主采集器等设备遭受地电位反击而损坏,这是由于共用地网在遭受直击雷时地电位瞬间升高超过电子原件的耐压水平而击穿;另外雷击感应耦合产生的雷电波又通过信号线传至值班室,造成计算机串口形成共态电压发生闪络而损坏。针对以上问题,本文在建筑物防雷设计规范基础上着重对两个地网的分开布局和信号线多重防护进行设计改造。

2 防雷设计思路和改造

2.1 独立接地网设计改造

2.1.1 观测场围栏外侧建立避雷塔独立接地装置

原设计方案是独立接闪杆防直击雷地网与观测场地网应在远端进行至少两处电气连接,三处连接。

由上分析共用地网对观测场内的电子(弱电)系统不利,因此把原来直击雷防护的避雷塔接地与观测场地网断开,另建独立的接地网。由于观测场南、北面和西面均削山为护坡作其它用途,山顶观测场四周面积较小,分开地网后接地电阻值多少关系到两个地网的耦合与干扰。

由水平接地极接地电阻公式

$$R=\frac{\rho}{2\pi l}(\ln\frac{l^2}{hd}+A)$$

理论计算观测场外侧地网接地电阻,式中, ρ 为土壤电阻率($\Omega\cdot m$),观测场及四周测得平均土壤电阻率为 $200\Omega\cdot m$, $\rho=200$; l 为水平接地体的总长度(m),从观测场东面、南面和西面建设地网,用 $50\times 5mm$ 的热镀锌扁钢共 80m 作水平敷设, $l=80$; d 为水平接地体的等值直径(m),采用 $50\times 5mm$ 的扁钢,等值直径取 $d=0.025m$; h 为水平接地体埋设深度(m),深埋为 0.8m, $h=0.8$, A 为水平接地体的形状系数。

由于地网结构形状为 L 型的不闭合地网,故 A 取 0.378,由以上数据理论计算得出观测场外侧的水

平敷设接地网接地电阻可达 $R=5.16\Omega$,达不到低于 4Ω 的要求,因此,复合地网用 $50\times 5mm$ 的热镀锌扁钢 80m 作水平敷设的同时,加以约每 5m 用 $50\times 50\times 5\times 2000mm$ 热镀锌角钢辅以人工垂直接地,再在地沟中施放长效降阻剂,地网竣工后实测观测场外侧地网接地电阻为 3.4Ω ,达到设计目标。

2.1.2 设置观测场围栏内地网

观测场内地网与新型自动站建设同步进行,地网除按地沟布设外,在观测场内环型地网距围栏边 0.8m 处布设,以便与观测场金属围栏连接。垂直接地体采用热镀锌角钢,角钢规格 $50\times 50\times 5\times 2000mm$,间距为 4~5m。水平接地体采用热镀锌圆钢,采用直径不小于 $\Phi 12$ 的国标热镀锌圆钢,地网水平接地体埋设深度为 0.6~0.7m,经过回土夯实,观测场接地电阻为 2.9Ω 。观测场内地网与独立塔地网分开通过实践证明是必要的,虽然两个地网相距较近,由接地体电位梯度,当电流从接地体流向土壤向各方面扩散时,当电流流至无穷远时,电流密度为零,电位梯度也为零,在工程上只要离接地体 20m 远的地方,电流密度已足够小,电位梯度已接近零,本方案虽没有做到两地网相距 20m 远,但由于在设计及施工时两地网的接地电阻均达到 4Ω 以下且数值接近,雷击时两地网的耦合干扰就很小。









此外,根据观测场仪器设备布局的要求,在所有安装自动气象站设备的位置预留接地引上线,接地引出端与设备就近连结接地,将接地端预先引出并焊有铜排二十多套,铜排与 $\Phi 12$ 圆钢的连接采用两面氧焊,焊接长度 $\geq 70mm$,铜排规格为 $30\times 3\times 150mm$,铜排预先留有 3 个 $\Phi 10$ 的连接孔,以便就近与设备连接。

2.2 感应雷防护

2.2.1 电源进线防护

由于雷击的能量非常巨大的,对于电源进线需要通过分级泄放,将雷击能量逐步泄放到大地上。该新型自动气象站的值班室位于五层大楼的第四层,

表 1 水平接地体形状系数 A 值

形状								
A	0.000	0.378	0.867	2.14	5.27	8.81	1.69	0.48

在大楼的总配电处开关并联接入一套 KBT-AD100X/380 I 级试验电源浪涌保护器,最大放电电流 I_{imp} :25KA (10/350us), 保护电压 UP:1.5KV, 作为第一级防护。在值班室楼层第四层安装一组标称放电电流 I_n 为 40KA (8/20us), 保护电压 UP:2.0KV 的电源避雷器(KBT-220AJ/40)作为第二级防护, 在值班室内安装一组标称放电电流 I_n 为 20KA (8/20us), 保护电压 UP:1.5KV 电源避雷器(KBT-220AJ/20)作为第三级防护;在 UPS 前安装多组标称放电电流 I_n 为 10KA (8/20us), 保护电压 UP:0.9KV 的插座式电源防浪涌保护器(KBT-220E/6), 作为值班室电脑等设备的精密防护, 通过多级电涌保护措施, 确保电源浪涌得以防护。由于新型站多采用国产设备, 直流输入 12V, 耐压水平比较低, 极易受到雷电过电压的冲击而损坏, 为此在采集体处理箱输出 12V 的直流电源并联额定工作电压 12V, 额定电流 5KA, 电压保护水平 $\leq 30V$ 的工业控制系统电涌保护器。

2.2.2 信号进线防护

对于观测场采集的气温、地温、风向、风速等要素的传输信号线用工业控制信号防雷器 KBT-C485/4P/12V 与之串联达到对最初信号线的过电压防护, 其通流容量为 10KA, 工作电压 12V, 在各要素信号汇总到分采箱的串口隔离器串联一套与串口隔离器接口对应的多接口信号避雷器 KBT-C100, 其通流容量为 10KA, 传输速率为 10Mbps, 插入损耗 0.2dB, 总信号线传输到值班室再串联一套信号避雷器 KBT-C100, 这样总信号线的两端加装信号避雷器达到多重保护。值班室与外线连接的计算机安装接口为 RJ45 的网络信号避雷器(KBT-C100), 电话进线安装接口为 RJ11 的音频线路防雷器 (KBT-A60B)。由于气象要素只是数字信号, 信号有部份衰减也能传输正常, 因此多级保护对信号衰减没有造成影响。

2.2.3 等电位连接

从值班室到观测场和电源线和信号线分别单独穿钢管和屏蔽管, 由于信号线缆埋地敷设距离较长, 钢管和屏蔽管两端接地, 实现良好的电磁屏蔽效果, 观测场内的所有金属设备、电源线管和信号传输线屏蔽管都与观测场地网预先预留的接地铜排作可靠连接, 包括观测场围栏多点与预留的接地铜排作可靠连接, 传输线屏蔽管多点作可靠接地, 与圆钢焊接要达 6 倍圆钢直径的要求, 用螺栓连接的要拧紧并

作防腐处理。防城港市下属某县新型自动站曾由于疏忽电线屏蔽管、信号屏蔽槽未作好接地, 屏蔽管屏蔽槽接地电阻值达数百欧姆以上, 分采箱接地线松动造成接地不良, 当测站附近出现打雷或闪电时, 各气象要素数据就因电磁干扰无法传到计算机, 而雷暴天气结束时又恢复正常, 通过对数据传输线屏蔽槽进行接地和各段跨接, 保证电气连通和可靠接地, 消除感应静电, 排除电磁干扰后, 雷雨天气气象数据传输恢复正常。因值班室虽只有约 12m², 值班室内各电脑、控制箱和设备与接地线母线作 M 型连接, 金属窗也需与接地母排连接, 做好等电位连接以平衡电位、排泄雷电能量和静电入地。

3 直击雷防护

3.1 观测场气象仪器设施安装布局

防城港国家一般气象站的新型自动站建设在现址观测场内, 仪器设施安装按照中国气象局的统一标准进行布局(图略), 其中新型自动气象站风杆位于观测场东北部, CAW600 自动气象站风杆位于观测场西北部, 中间有能见度仪; 观测场中间部分布有雨量筒、百叶箱和数据采集传送箱等, 南面部分为浅层地温场、日照计、深层地温场, 数据采集箱。

3.2 独立塔保护

观测场的防直击雷之原则是能保护观测场内工作人员和仪器免遭雷电直接雷击。由于原西北面已建有高度为 19m 的避雷塔, 所以在东北面同一纬度观测场外约 4m 处新增设另一座高度为高出地面 19m 的避雷塔, 在观测场南边外约 4m 处增设另一支高度为高出地面 10m 的独立避雷针, 更有效地保护地温场及其数据采集箱等设备, 如此整个观测场均落入保护范围。

4 小结

(1) 独立地网的设计避免了观测场地网在避雷塔遭受强雷击时地电位升高而对设备和信号的反击, 也避免了二次感应雷击效应, 雷电电流经过避雷针入地时感应到传输线上使值班室业务计算机等设备被雷击。

(2) 信号线的多层防护, 电源进线的多级保护, 值班室所有接地线的星连接法为防雷电波的过电压和消除静电干扰起到重要的防护作用。

(3) 在观测场东北面和西北面设立 19m 高的双塔等高避雷针保护了观测场大部份的主要设备, 对

于在离双塔避雷针较远的地温场和地温分采集箱,再增加一支 10m 高的避雷针,达到了滚球半径为 60m 的地面气象观测场(室)防雷等级二级直击雷的防护。

参考文献:

- [1] 黄健征, 田小芳.百色双套自动气象站雷击故障维修的方法 [J].气象研究与应用, 2014, 35 (1): 97-98.
- [2] 覃峥嵘.南宁雷暴日数减少的气候特征及成因分析 [J].广西气象, 1999, 20 (2): 38-40.
- [3] 郑小波, 罗宇翔, 周成霞, 等.近 45 年来贵州省雷暴日数的变化特征 [J].气象研究与应用, 2007, 28 (S2): 2-4.
- [4] 王义耕, 韦卓运, 黄文高, 等.2006~2010 年广西雷电灾害特征 [J].气象研究与应用, 2011, 32 (4): 77-79.
- [5] 李宏景, 赵建吉.百色城区近 51 年雷暴气候变化特征及分析 [J].气象研究与应用, 2013, 34 (1): 83-85, 90.
- [6] 麦柳霞, 郭亮.防城 30 年雷暴日数变化特征及相关因子 [J].气象研究与应用, 2013, 34 (2): 60-64.
- [7] 黄芳.近 60 年南宁市雷暴日数特征分析 [J].气象研究与应用, 2011, 32 (4): 63-67.
- [8] 卢葳, 陈明惠.玉林市雷暴活动特征及规律分析 [J].气象研究与应用, 2012, 33 (4): 66-69.
- [9] 郑羨仪, 唐兵兵.梧州近 30 年雷暴特征分析 [J].气象研究与应用, 2012, 33 (2): 59-63.
- [10] 黄健征, 卢雪勤.地面自动站数据无法下载的常见原因及检修 [J].气象研究与应用, 2015, 36 (1): 112-113.
-
- (上接第 105 页)
- 象研究与应用, 2008, 29 (3): 46-48.
- [12] 黄翠珍.近 55 年来宾市雷暴日数特征分析 [J].气象研究与应用, 2010, 31 (1): 98-101
- [13] 李明华, 徐奇功, 陈卓礼, 杜小松.惠州城区近 50 年来雷暴的气候统计特征 [J].广东气象, 2007, 29 (3): 19-20, 29.
- [14] 李蕾, 孔树剑, 钟志成, 韩宁, 郑应强.广宁县 1960~2009 年雷暴的气候特征 [J].广东气象, 2012, 34 (6): 29-31.
- [15] 段海花, 侯学源, 甘海.粤东北雷暴时空的变化特征及环流背景分析 [J].广东气象, 2012, 34 (6): 4-8.
- [16] 利赛明, 邵应泉, 仇健.珠海市近 30 年雷暴的气候特征分析 [J].广东气象, 2014, 36 (2): 36-39.
- [17] 肖达承, 李元辉.平远县 1961~2011 年雷暴的气候特征 [J].广东气象, 2013, 35 (5): 37-41.
- [18] 吕禄, 张家安.防雷设施安装中应注意的问题 [J].气象研究与应用, 2009, 31 (1): 85-87.
- [19] 韦传波, 王信辉.公安系统防雷设计方案探讨 [J].气象研究与应用, 2008, 30 (2): 68-69.
- [20] 李健荣, 朱明.二级公里收费站电子设备雷击原因分析及改造探讨 [J].气象研究与应用, 2009, 31 (3): 84-86.
- [21] 朱明, 蔡木民, 刘开道等.建筑物内电子设备防雷措施的研究 [J].气象研究与应用, 2010, 31 (S2): 142-143.