

文章编号:1673-8411 (2015) 02-0120-05

深圳机场二次雷达站防雷地网整改工程设计分析

杨国雄 李文飞 邓庆祥

(广东天文防雷工程有限公司, 广东 广州 510080)

摘要:通过对深圳机场二次雷达站地网整改工程设计施工过程进行分析,采用增设非金属接地模块、在地网中释放长效降阻剂等降阻措施相结合的方式,最终测试结果达到了设计要求;给防雷接地设计施工人员提供一些经验参考。

关键词:接地模块;工频接地电阻;土壤电阻率;长效降阻剂

中图分类号:P427.32

文献标识码:A

Analysis on lightning protection ground improvement engineering design of secondary radar station in Shenzhen airport

Yang Guo-xiong, Li Wen-fei, Deng Qing-xiang

(Guangdong Astronomical Lightning Protection Engineering Co., LTD, Guangdong Guangzhou 510080)

Abstract: Based on analysis of lightning protection ground improvement engineering design of secondary radar station in Shenzhen airport, the final test results meet the design requirements by adding the number of non-metal grounding module and releasing constant resistance reducing agent into the ground resistance reduction measures to provide some reference experience for grounding design and construction personnel.

Key words: grounding module; industrial frequency grounding resistance; earth resistivity; resistance reducing agent

1 项目概况

(1)新建深圳二次雷达站工程,隶属“珠江三角洲及南中国海地区雷达管制工程”的专项工程;由于朱凹山航管雷达站在深圳机场实施双跑道独立进近时成为超高障碍物,因此采用异址更新的方式,新建深圳二次雷达;目的是替换目前安装在深圳机场附近的朱凹山航管雷达站的二次雷达。

(2)深圳二次雷达站建设在深圳机场东南侧的求雨坛山上,山顶海拔 314.8m,雷达站四周开阔;站在山顶上,可俯瞰宝安国际机场全景;目前求雨坛山顶为广电的发射台,经深圳市委市政府协调后,广电发射台搬迁至新址建设,深圳二次雷达站的建设采取先在空地建设机房和雷达塔,待广电发射台搬迁后再拆除山顶现有建筑物,建设配套生活设施。

(3)雷达是利用电磁波探测目标的电子设备,雷达站周围空间的电磁场强度极高,造成站内空间大气的电离程度超出正常的强度,给雷电提供了一个

良好的泄放通路,因此雷达站遭受直接雷击和感应雷击的强度和概率较高。

2 防雷环境

(1)根据深圳市气象局提供的资料可知:深圳市全年平均气温 22.5 摄氏度,平均相对湿度 77%,深圳市年平均降水量为 1966.5mm,属亚热带季风气候,夏无酷暑,冬无严寒,雨量充沛,故深圳气候以湿热为特征。由于平原开阔,海风调节,水网又密,蒸发时水汽吸热多,因此,降水多、霜日少、日照多、风速小、雷暴频繁。深圳市的雷季平均在 3 月 4 日至 10 月 12 日,持续 223 天。最早的雷暴年份是 1983 年 1 月 4 日就响雷了,而 1972 年则迟至 11 月 15 日还闻到雷声。

(2)根据深圳市气象局提供的资料显示:1953~2006 年深圳雷暴日总数为 3691 天,年平均雷暴日数为 68.4 天,按照我国的标准深圳属于雷暴多发区。深圳雷暴日数年际差异较大,最大年为 103 天

收稿日期:2015-02-18

作者简介:杨国雄(1960-),男,工程师,现主要从事雷电防护工作。

(出现在 1973 年), 而最少年仅为 47 天 (出现在 1991 年)。

(3) 根据 MH/T4020-2006《民用航空通信导航监视设施防雷技术规范》第 6 条“雷电保护等级”要求, 当“所处地区年平均雷暴日数大于或等于 30d 但小于 80d, 位于旷野、山坡或山顶、大型水体旁、特别潮湿地带等预计雷击次数较多的通信导航监视设施”按“特级”进行雷电保护。

(4) 根据 GB50057-2010《建筑物防雷设计规范》、GB50343-2012《建筑物电子信息系统防雷技术规范》等国家相关的防雷技术规范, 按照二类防雷技术要求, 对新建深圳二次雷达站现有的防雷设施进行整改完善。

3 雷达站土壤情况、地网现状及设计需求

(1) 土壤情况: 雷达站位于小丘陵地带, 表层土是沙土, 下层是岩石, 土壤电阻率查表可知: 在 15% 的湿度条件下为 $1500\Omega\cdot\text{m}$ 。

(2) 地网现状: 经过第一期施工的防雷接地网, 现有的接地电阻值为 17.0 欧姆。

(3) 根据《民用航空通信导航监视设施防雷技术规范》(MH/T4020-2006) 第 12.1.1 规定: “通信导航监视设施的防雷接地系统宜采用共用接地方式。采用共用接地系统时, 接地装置的接地电阻值应按防雷接地、交流工作接地、安全保护接地、设备要求的工作接地等最小值确定。一般情况下, 接地电阻不应大于 4Ω ; 所以现在地网的接地电阻值不符合要求”^[3]。

(4) 接地是防雷技术最重要的环节之一, 不论是直击雷防护或雷的静电感应、电磁感应和雷电波入侵的防护技术, 最终都是把电流送入大地。因此, 没有先进的接地技术, 就不可能有先进的防雷技术^[13]。

(5) 根据《新一代天气雷达站防雷技术规范》(QX2-2000) 第 12.4 条规定: “接地电阻值在当地土壤电阻率小于 $100\Omega\cdot\text{m}$ 时, 不宜大于 1Ω ; 土壤电阻率大于 $100\Omega\cdot\text{m}$ 小于 $300\Omega\cdot\text{m}$ 时, 不宜大于 2Ω ; 在大于 $300\Omega\cdot\text{m}$ 小于 $1000\Omega\cdot\text{m}$ 时, 不宜大于 4Ω 。当雷达站所在地土壤电阻率大于 $1000\Omega\cdot\text{m}$ 时宜在建筑物外埋设环型人工辅助接地网, 该环型水平接地体宜在散水坡以外, 并在不同方向用四根以上 $4\text{mm}\times 40\text{mm}$ 的镀锌扁钢或 $\Phi 12$ 镀锌圆钢与建筑物基础钢筋网焊接, 此时共用接地系统的接地电阻值可适当放宽。”因此, 地网的接地电阻值按不大于 4Ω 设计

是符合国家规范要求的^[4]。

(6) 接地网面积的减少, 高电阻率地区接地网的施工设计变得越来越困难, 需要设计者更优化地施工设计^[9]。所谓优化设计, 就是根据具体情况, 应用最优的方法, 力争使接地设计达到最优化的状态。该站应充分利用有利地形, 将外引地网设计成四周闭合环形地网^[10]。

(7) 按照甲方的使用要求, 地网接地电阻值按 $\leq 1\Omega$ 设计。

4 地网改造设计方案

4.1 设计图纸

4.2 附加人工地网接地电阻的计算

(1) 地网接地电阻值的大小, 主要是由接地电极的尺寸大小和土壤电阻率的高低来决定, 而土壤电阻率的高低又主要取决于土壤中导电离子的浓度和土壤中的含水量。^[8] 雷达站土壤电阻率约为 $1500\Omega\cdot\text{m}$ 。

(2) 附加人工地网接地装置按如下方式实施: 敷设常规复合垂直和水平接地网; 垂直和水平接地网填埋降阻剂^[11]。地网需挖深 0.8m , 在水平接地体焊接完毕后, 回填土过程严格按照“换土+降阻剂+换土+回填土”的方法进行, 即先在坑内铺垫一层 10cm 厚度的电阻率较低 (如泥塘土、黑土、粘土等) 的土后, 再将降阻剂包裹敷设在扁钢周围 (要求降阻剂需完全包裹扁钢), 另覆盖一层 10cm 厚度的电阻率较低的土, 再进行回填夯实^[12]。

(3) 根据设计图, 垂直地极采用 $2500\text{mm}\times \Phi 25\text{mm}$ 的铜包钢, $\Phi 25\text{mm}$ 铜包钢共 315 支;

(4) 水平地极采用 $-4\times 40\text{mm}$ 紫铜带材料, 总长度为 2100m 。

(5) 附加人工地网的接地电阻计算:

a、单支垂直接地体的接地电阻的计算^[5]

因为垂直地极使用 $\Phi 25\text{mm}$ 铜包钢, 经计算。

$$R_{\text{附垂}} = \frac{\rho}{2\pi e} \ln \frac{4e}{d}$$

式中: ρ : 土层土壤电阻率 ($\Omega\cdot\text{m}$), $\rho = 1500\Omega\cdot\text{m}$

l : 垂直地极长度 (m), $l = 2.5\text{m}$

d : 镀锌角钢直径或等效直径 (m), $d = 0.025\text{m}$

将上述数据代入得:

$$R_{\text{附垂}} = \frac{1500}{2 \times 3.14 \times 2.5} \ln \frac{4 \times 2.5}{0.025} = 572.14\Omega$$

b、水平接地体的接地电阻计算^[7]

$$R_{\text{附水}} = \frac{\rho}{2\pi e} \times (\ln \frac{e^2}{hd} + A)$$

式中: l : 水平地极长度 (m), $l=2100\text{m}$

h : 水平地极埋设深度 (m), $h=0.8\text{m}$

A : 水平地极形状系数, $A=1.69$

d : 接地体的直径或等效直径 m, $d=0.02\text{m}$

将上述数据代入得:

$$R_{\text{附水}} = \frac{1500}{2 \times 3.14 \times 2.5} (\ln \frac{2100^2}{0.8 \times 0.02} + 1.69) = 2.40\Omega$$

c. 附加人工地极复合接地体的接地电阻计算^[5]

垂直地极利用系数 $\eta_1=0.7$

垂直地极 $n=315$

水平地极利用系数 $\eta_2=0.8$

$$R_{\text{附合}} = \frac{R_{\text{附垂}} \times R_{\text{附水}}}{R_{\text{附垂}} \times \eta_1 + R_{\text{附水}} \times \eta_2 \times n} = \frac{572.14 \times 2.40}{572.14 \times 0.8 + 2.40 \times 0.7 \times 315} = 1.39\Omega$$

4.3 在人工地网中释放降阻剂后, 新附加人工地网接地电阻计算^[5]

依据苏邦礼等编著的《雷电与避雷工程》, 第 4 章第 5 节第 1 条, 降阻剂能够降低接地电阻的机理: “降阻剂包裹接地极相当于将接地体的几何尺寸增大, 从而使接地电阻减小。实践证明, 使用降阻剂大约可以使接地电阻减小 10%~40%。”^[5]

雷达站站址内表层土壤电阻率约为 1500Ω.m, 土壤电阻率不高不低, 属于中等偏上水平, 故设计计算时, 新附加人工地网降阻率取 30%。

$$R_{\text{附加}} = R_{\text{附合}} \times (1 - 30\%) = 1.39 \times (1 - 30\%) = 0.97\Omega$$

4.4 一期原有地网与新附加人工地网合并后的接地电阻值^[6]

$$R_{\text{合并}} = \frac{R_{\text{原有}} \times R_{\text{附加}}}{R_{\text{原有}} + R_{\text{附加}}} = \frac{17.00 \times 0.97}{17.00 + 0.97} = 0.92\Omega$$

5 结论

(1) 第一期防雷地网工程经测量接地电阻现为 17.0 欧姆, 地网设计要求接地电阻小于等于 1.0 欧姆; 根据以上计算可知, 增加人工地网并与原地网合并后的接地电阻理论值为 0.92Ω。工程完工测试值

为 0.89Ω, 验证了设计计算过程的合理性。

(2) 雷达站由于土壤电阻率高、土质差、土层薄、接地体埋深不够、地网面积小是造成接地电阻偏高的主要原因。因而进行雷达站的接地设计时要对现场地形、地势及土壤电阻率等现场条件进行综合分析, 通过认真的计算和论证, 对雷达站的接地进行优化设计。根据现场实际条件增设非金属接地体、镀铜钢接地棒并填充长效降阻剂等复合的降阻措施, 是对雷达站防雷地网进行降阻改造的可行方法。

参考文献:

- [1] 李文飞. 浅谈神农架机场下滑台接地网降阻的方法 [J]. 广东气象, 2014, 36 (S1): 56-57.
- [2] 陈柯. 建筑物防雷接地网设计及其接地电阻计算 [J]. 广东气象, 2014, 36 (S1): 107-108.
- [3] 邓宇翔. 关于《建筑物防雷设计规范的几点思考》 [J]. 广东气象, 2009, 31 (S1): 14-15.
- [4] 蔡建初. 高土壤电阻率地区大中型接地网施工设计的探讨 [J]. 气象研究与应用, 2010, 31 (4): 100-103.
- [5] 赵伟明. 变电站接地电阻实例计算及降阻分析 [J]. 气象研究与应用, 2008, 29 (4): 53-55.
- [6] 吴松. 浅谈桂林市新一代天气雷达防雷措施 [J]. 气象研究与应用, 2010, 31 (4): 96-99.
- [7] 李宏景, 甘宝, 陆启东. 雷电灾害风险评估在实际工作中的运用 [J]. 气象研究与应用, 2014, 35 (3): 105-107.
- [8] 侯安校. 强雷区高层建筑雷电风险评估技术探讨 [J]. 气象研究与应用, 2014, 35 (3): 99-102.
- [9] 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.
- [10] 何庆团. 崇左市防雷科技服务存在的问题及其应对措施 [J]. 气象研究与应用, 2010, 31 (1): 91-93.
- [11] 覃宽泽, 陈华宣. 新建建筑物防雷设计技术评价应注意的问题 [J]. 气象研究与应用, 2010, 31 (2): 85-87.
- [12] 吴海, 潘家利. 建筑物雷击风险评估的风险分量及其影响因素 [J]. 气象研究与应用, 2010, 31 (2): 88-90.
- [13] 赵学华, 潘家利, 黄明旺. 海口淘金大厦雷击风险评估分析 [J]. 气象研究与应用, 2011, 32 (1): 79-83+87.
- [14] 李国强, 林政, 龙依琳. 浅析 SPD 连接导线及接入方法对 SPD 保护效果的影响 [J]. 气象研究与应用, 2011, 32 (3): 100-102.