

文章编号:1673-8411 (2016) 04-0112-03

探讨雷电防护接地电阻的降低方法及应用

蒋伟文, 梁开聪

(北海市气象局, 广西 北海 536000)

摘要:根据接地工程的实践,借鉴一些地网降阻的经验,提出了解决接地降阻典型方法和步骤,为防雷工程人员在接地设计、施工中提供参考依据。

关键词:接地装置;降阻;程序法;探讨

中图分类号:P427.32

文献标识码:A

The method of reducing the grounding resistance and its application in lightning protection

Jiang Wei-wen, Liang Kai-cong

(Beihai Municipal Meteorological Service, Beihai Guangxi 536000)

Abstract: According to the grounding engineering practice, the typical methods and steps that reducing the grounding resistance were put forward by using some reducing resistance experience in grounding nets to provide to provide the reference for lightning protection engineering personnel.

Key Words: grounding device; reducing resistance; procedure; discussion

在现实中的应用,经常会遇到在占地面积小、土壤电阻率高的地方做接地。例如一些偏远的山区通信基站、输电杆塔、易燃易爆化工仓库等等地方,周围不易找到可扩展的低土壤电阻率平地,无法使电阻得到大面积的扩张;例如:城区的通信枢纽、变电站等,由于土地金贵,可利用的零散面积极为有限,阻值要求又非常的高。在这种情况下,就需要设计一个阻值达标且技术经济合理的接地是相当有难度的。目前,关于降低接地电阻方法的研究,国内外都取得了非常成功的例子和成就,但如何深入理解和全面掌握这些降阻方法,在现实中如何结合实际情况得以应用,同时又该按怎样的先后顺序运用、有效减少屏蔽,用有限的投资达到最大降阻效果。本文针对这些问题进行了深入的研究与探讨,并首次提出了解决降阻的“程序法”,供防雷工程人员在接地设计工作中参考与应用。

1 几种常用接地电阻降低方法及分析

由恒定电流场和静电场的相似性,可用静电场基本理论直接推导出接地电阻(R)的计算公式:

$$R = U/I = U / \int j \phi \quad S_{nds} = U / \phi \quad S E_{pnds} \\ = U / \rho \epsilon \phi \quad S D_{nds} = E_p V / Q = \rho / \epsilon C \quad (1)$$

(1)式中: ρ 为土壤电阻率($\Psi \cdot m$); ϵ 为土壤介电常数(F/m);C为接地极对无穷远处的电容。由式(1)可见,R的大小与C成反比,与 ρ 成正比。因此接地降阻的方法有两个途径:①加大接地体的尺寸,使C变大;②改善土壤电学性质,减小 ρ 和 ϵ 。其通常用的简单方法有充分利用自然接地体,加大接地体的尺寸,增加垂直接地极长度及埋深,外引接地等。

1.1 充分利用自然接地体

自然接地体包括建筑物钢筋混凝土基础内的钢筋

收稿日期:2016-08-12

作者简介:蒋伟文(1979-),男,大学本科,工程师,主要从事雷电防灾减灾服务服务工作。

骨架,水电站拦污栅、闸门,输电“地线—杆塔”接地系统,埋地金属管道等。由于它们本身具有较低电阻,因此,应首先考虑充分利用它们来降阻,既节约钢材又均衡电位,从而达到降阻的目的。

1.2 加大接地体的尺寸

(1)加大水平接地网。地网的 C 主要取决于它的尺寸大小,与地网面积成正比,与 R 的大小成反比。一个由多根水平接地体组成的地网,可近似看成一块孤立的金属平板,其 R 计算公式:

$$R \approx \rho_2 \pi h \ln r + r h \quad (2)$$

(2)在(2)式中 h 是埋深, r 为平板等效半径,当平板面积增加 1 倍时, R 减小 29.3%。这种方法对一些简单设备或输电杆塔的降阻效果较好,既降低工频电阻,又可降低冲击电阻,起到有效防雷保护作用;但对大中型地网效果较差,有时受场地限制又无法实施。

(3)增加垂直接地体长度。当增加垂直接地极长度与接地网长、宽尺寸可比拟时,地网由原来似平板趋近于一个半球接地体,导致 C 增大,电阻较大减小。从半径为 r 埋深为零的圆盘和同等半径的半球电容之比是 $4\epsilon r/2\pi\epsilon r$,可得 R 减小 36.3%。大中型接地网的 C ,主要由其面积尺寸决定,增加小长度(2~3m)垂直接地体,不足以改变 C 大小的几何尺寸, C 增加不大,主要起加强集中接地散泄雷电流作用。

1.3 增加接地体的埋设深度

水平地网的埋设深度是指接地体到地表面的距离,垂直接地体埋深则指它上端到地表面的距离。增加接地体的埋深,从而增大了它在土壤中的散流面积,起到减小电阻的作用,但效果不明显,在高 ρ 地区更是如此,故在工程中很少采用这种方法。

1.4 外引接地

指在发电厂、变电站等地网区域以外的某一较低 ρ 区域埋设的辅助接地网。站址内 ρ 很高时,就要利用站外可能有的低 ρ 区域,如水沟、水塘、淤泥塘等,在那里敷设地网与主网相连。有时为了达标,需要敷设不同方位多个辅助地网。

$$R \approx 0.5\rho S = 0.28\rho r \text{ 或 } R \approx \pi\rho 4S + \rho l = \rho 4r + l\rho \quad (3)$$

式中: S 为大于 100m^2 闭合接地网的面积(m^2); r 为地网面积的等效半径(m);

l 为水平和垂直接地体的总长度(m)。

2 人工改善土壤电阻率

换土、对土壤进行化学处理、采用降阻剂,都是沿着降阻方法的另一个途径,改善土壤电学性质,减

小 ρ 和 ϵ 。

(1)换土:用低 ρ 土壤(如粘土、黑土等)来置换高 ρ 土壤以获得较低的 R 。对于半径为 r 的半圆球接地体而言,其 R 的 50%集中在自接地体表面至距球心 $2r$ 的半圆球内,如果将 $r \sim 2r$ 间的 ρ 降低,可使 R 大大减小。如将 $r \sim 2r$ 范围内,高电阻率土壤 ρ_1 用低电阻率土壤 ρ_2 置换,则半圆球接地体的 R 为:

$$R = \rho_2 + \rho_1 4\pi r \quad (4)$$

置换前的接地电阻为:

$$R_1 = \rho_1 2\pi r \quad (5)$$

$$RR_1 = \rho_2 + \rho_1 2\rho_1,$$

$$\text{当 } \rho_2 \rho_1, \text{式(4)改写为: } R = R_1 2 = \rho_1 4\pi r \quad (6)$$

由式(6)可看出, R 减小 50%。这种置换,相当于将半球接地体的半径由 r 增大到 $2r$,增加了接地体的几何尺寸,进而使 R 减小。防雷或机房等小型地网,换土法较常用;对于大中型地网,大量换土前,必须作技术经济的全面比较,以免造成经济浪费。

(2)对土壤进行化学处理:这种方法所需的化学物往往带有腐蚀性,且易流失,一般只是在不得已时才使用。常用的化学物有如炉渣、木炭、氮肥渣、电石渣、石灰、食盐等。

(3)采用降阻剂:要按厂家说明书上的方法正确使用降阻剂,以改善土壤的导电性能。

3 采用深井式接地

(1)根据地层结构分为如下 3 种情况:(1)当上下层 ρ 变化不大,为均匀土壤,地面又受面积或地形限制无法外引,只有向下发展时,可采用深井压力灌注降阻剂的方法建成立体地网。

(2)当下层 ρ 远小于上层 ρ 时,一般为地下有各类金属矿藏、石墨、煤等土壤或地下水。把深井打到下层土壤内,充分利用下层较低电阻率的地质层来降阻。

(3)土壤为不均匀土壤,但下层 ρ 高于上层的,这种地质结构多为上层为土壤、下层是岩石的山区,该情况不宜采用深井式接地。深井接地可减少占地,受气候影响小。它应布置在水平地网的四周边缘或外引地网上,间距为井深 2~3 倍,这样有利于散流,减少它们之间屏蔽。但其施工费比较大,均匀土壤时采用很不经济。对以防雷为主要目的的避雷针、输电杆塔等接地就更不宜采用,而应以有效降低冲击 R 为主,因雷电流为高频电流,有很强的趋肤效应,一般沿地表散流,深层土壤散流作用很差。采用深井接地要注意:①选择地下水较丰富及水位较高

的井位。②附近如有金属矿体,可将接地极插入矿体,利用矿体扩大人工接地极的几何尺寸。③利用山岩的裂缝,或采用深井爆破制裂,插入接地极并压力灌注降阻剂。④在北方冻土区,深埋接地体应在冻土层以下。⑤深井接地极的间距大于 20m,可不计相互屏蔽影响。

4 结束语

在应用“程序法”的时候,首先根据接地降阻相关要求指标,认真的对周围现场的地形地貌以及周围的环境气候进行详细调查了解,特别要测量出土壤电阻率在水平和垂直两个方向上的分布情况,并通过专业的相关技术比对,做出正确的判断。通过技术经济分析,筛选出降阻最佳条件,纳入 F-S-T 解决方案设计。施工中应严格按 F-S-T 方案分步骤进行施工作业,只有前一个方案达到预定目标,才能保证后一个的质量,在整个过程中,如果任何一个环节出现问题,必须查明原因,及时地改正,以确保整体降阻目标的实现。

参考文献:

- [1] 潘军,钟一帆,蒙剑.雷电技术在现代建筑中的应用[J].气象研究与应用,2008,29(3):49-54.
- [2] 邹兴奋,刘志辉,李可娟.建筑物防雷接地装置结构探析[J].气象研究与应用,2010,(S2).
- [3] 黄剑钊.新型国家自动站现场总线 CAN 的研究及维护方法[J].气象研究与应用,2016,37(2):87-89.
- [4] 张鹏,林卓宏,陈巧淑等.自动气象站观测场防雷接地制式的技术分析[J].气象研究与应用,2012,33

(4):69-71.

- [5] 姚家钊,陈华宣.基层气象台站防雷问题浅析及解决方法[J].气象研究与应用,2009,30(1):78-81.
- [6] 黄仁立,罗晓军,周开春.防城港天气雷达楼雷击防护等级及防护设计[J].气象研究与应用,2014,35(4):111-114.
- [7] 彭光固,周启强.浅谈如何做好市级气象基建管理工作[J].气象研究与应用,2016,37(2):112-114.
- [8] 黎锦雷,韦菊,杨玉静.新型自动气象站故障分析与排除[J].气象研究与应用,2015,36(4):102-104.
- [9] 黄海平.从一次雷击事故看管理工作的重要性[J].气象研究与应用,2006,27(S2):120-122.
- [10] 傅俊霖,黄君健,何肖珍.防雷装置接地电阻的认识和探讨[J].气象研究与应用,2008,29(2):68-69.
- [11] 韩建海,吴松.一次风电场雷灾的特点及原因分析[J].气象研究与应用,2016,37(1):121-123.
- [12] 李远辉,李建勇.江门雷电特征及对防雷减灾的意义[J].气象研究与应用,2010,31(S2):188-190.
- [13] 罗天龙.电涌保护器的简易检测方法[J].气象研究与应用,2013,34(2):92-94.
- [14] 杨仲江,卢燕,曹书华.用于防雷工程的电涌保护器的测试研究[J].气象研究与应用,2007,28(4):54-57.
- [15] 谭惠冰,杜建德,梁伟汉,赖琼娟,吴剑斌.电涌保护器(SPD)在低压电气系统中的设计[J].气象研究与应用,2013,34(4):92-97.
- [16] 林政,黎梓华,唐雷.浅谈如何利用法拉第笼原理防护雷电电磁脉冲[J].气象研究与应用,2009,30(1):83-84.
- [17] 周炳辉,张其敏.浅谈信号 SPD 的设计原理[J].气象研究与应用,2009,30(S2):165-166.

(上接第 116 页)

要及时进行整改,确保防雷设施保持合格有效。

参考文献:

- [1] 潘军,钟一帆,蒙剑.雷电技术在现代建筑中的应用[J].气象研究与应用,2008,29(3):49-54.
- [2] 阳宏声,陈伟中.雷电业务与防雷服务技术规程[M].北京:气象出版社,2015:112-124.
- [3] 黄剑钊.新型国家自动站现场总线 CAN 的研究及维护方法[J].气象研究与应用,2016,37(2):87-89.
- [4] 张鹏,林卓宏,陈巧淑等.自动气象站观测场防雷接地制式的技术分析[J].气象研究与应用,2012,33

等级及防护设计[J].气象研究与应用,2014,35(4):111-114.

- [7] 彭光固,周启强.浅谈如何做好市级气象基建管理工作[J].气象研究与应用,2016,37(2):112-114.
- [8] 黎锦雷,韦菊,杨玉静.新型自动气象站故障分析与排除[J].气象研究与应用,2015,36(4):102-104.
- [9] 黄海平.从一次雷击事故看管理工作的重要性[J].气象研究与应用,2006,27(S2):120-122.
- [10] 傅俊霖,黄君健,何肖珍.防雷装置接地电阻的认识和探讨[J].气象研究与应用,2008,29(2):68-69.
- [11] 韩建海,吴松.一次风电场雷灾的特点及原因分析[J].气象研究与应用,2016,37(1):121-123.
- [12] 李远辉,李建勇.江门雷电特征及对防雷减灾的意义[J].气象研究与应用,2010,31(S2):188-190.