

国网典型设计变电站高低构架出线的防雷保护

张磊,任德顺,刘成立

(四川电力设计咨询有限责任公司,四川成都 610016)

摘要:近年来国家电网公司的“输变电工程典型设计”得到广泛的推广应用,其中新型变电站设计中多采用高低构架联合出线,减少了占地,但会带来变电站出线档防雷保护设计复杂的问题。利用 Matlab 设计出对架空地线的防雷范围进行图像化显示和计算机辅助分析的应用软件,使用方法简洁。在多个变电站设计中得到应用,具有良好的推广价值。

关键词:典型设计;高低构架;架空地线; Matlab; 防雷保护

Abstract: The typical design of power transmission and transformation project of State Grid Corporation of China is widely used recently. In order to reduce the area, the high-low framework is adopted in the design of new substation. But it will lead to the complicated design of protection against lightning in outgoing line of substation. Based on Matlab, a computer-aided analysis and displaying software is developed for the protection against lightning of overhead grounding wire in substation, which is simply to use. This software has been promoted in the design of several substations.

Key words: typical design; high-low framework; overhead grounding wire; Matlab; protection against lightning

中图分类号: TM744 文献标志码: B 文章编号: 1003-6954(2013)02-0069-04

输变电工程典型设计是国家电网公司“三抓一创”重点工作之一;是国家电网公司实施集约化管理,统一工程建设标准、规范建设管理、合理控制造价的重要手段;是国家电网公司建设“资源节约型、环境友好型”社会,大力提高集成创新能力的重要体现^[1]。

随着输变电工程典型设计的推广使用,新建变电站逐渐采用高低构架联合出线,能减少占地,具有良好的经济和社会效益。但其带来的变电站出线档地线防雷保护问题,如采用传统方法,计算和绘图都较为复杂,耗时且易出错。为此,公司(四川电力设计咨询有限责任公司,下同)基于 Matlab 开发了架空地线保护范围的图形化辅助软件,提高了设计效率,保证了设计质量。该软件应用在公司所设计的数个变电站中,取得了良好的效果。

1 新型变电站的高低构架出线

传统变电站占地面积较大,在经济发达地区需占用较多基本农田,在川西高山地带,山高坡陡,地形复杂,大于 30°的山坡比比皆是,仅有的山间平坝多为人口密集点和耕作区,站址选择更为困难。

“输变电工程典型设计”是由国家电网公司基

建部牵头,联合各省电力公司推广应用的变电站典型优化设计。“资源节约型、环境友好型、工业化”(简称“两型一化”)是国家电网公司对新建变电站工程的实施细则要求^[1]。

变电站典型设计配电装置为户外 GIS,场地较小,采用高构架和低构架联合出线,是合理和经济的,同时减少占地面积和节省用钢量,降低了工程造价,外观简单、整齐、美观,也为电气设备进一步紧凑布置创造了条件,达到了整体优化的效果^[2]。

公司在川西地区的多个变电站采用高低构架设计,减少占地面积,取得了良好的经济和社会效益。

2 高低构架地线的保护范围

但是,高低出线构架布置方式存在着地线保护范围问题,因受后侧高构架导线影响,前侧低构架无法按常规方式布置地线,整个构架出线的防雷保护只能依靠高构架上布置的地线。如果前侧低构架出线偏角大,将会偏出地线保护范围,造成严重的安全隐患。

因双排高低构架的出线方式比较复杂,在设置地线时,需综合考虑高构架、低构架布置的联合保护范围,以及低构架地线与高构架导线的安全距离。

如何设定地线的根数、高度、距离、安装位置等,需要进行大量计算,用传统的方法,无法精确计算每一点,为保证安全,往往采用提高地线支架高度和增加地线根数,造成浪费。

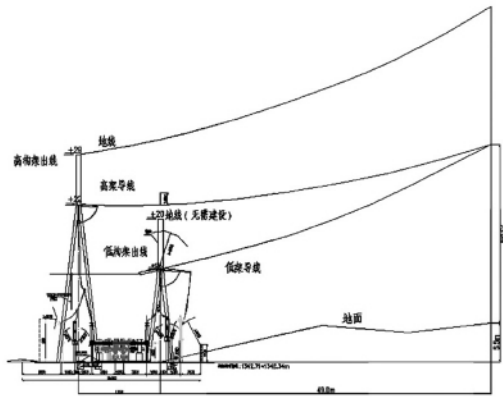


图1 某220 kV变电站高低构架出线断面图

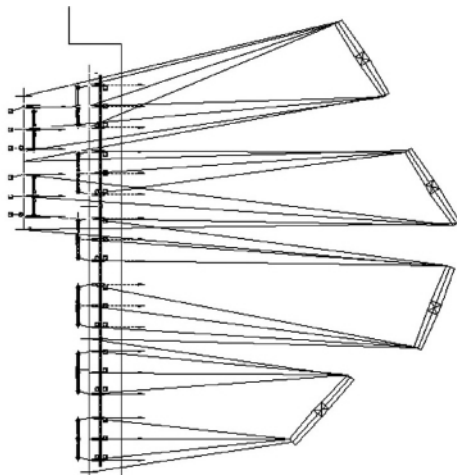


图2 某220 kV变电站高低构架出线平面图
双架空地线的保护范围如图3^[3-5]。

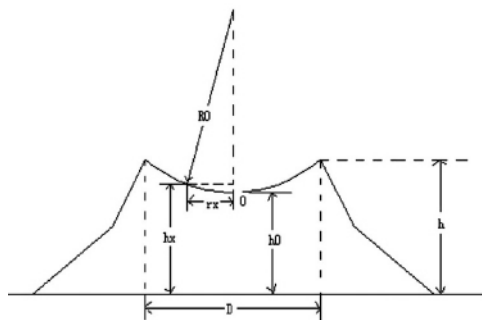


图3 两地线间的防雷保护范围

因此,公司使用 Matlab 软件,进行高低构架地线保护的图像显示和分析计算,在变电站设计中取得了良好的效果。

3 基于 Matlab 的地线保护范围的图像显示和分析

3.1 Matlab 简介

Matlab 为美国 Match Works 公司于 1982 年推出的高性能数值计算和可视化软件,可用于概念设计、算法开发、建模仿真、实时实现理想的集成环境等。它具有编程效率高、程序设计灵活、图形功能强等优点,已经发展成为应用于多种学科、多种工作平台的大型软件^[6,7]。

Matlab 语言的强大的数值运算功能、数据可视化功能、2D/3D 绘图功能都为数据分析和处理提供了可靠的保证。利用 2D/3D 绘图功能可对数据结果进行图象化显示。图像结果处理后利用鼠标拖动可任意变换观察角度以寻找最佳观察角度,这一功能也是很多其他语言不具备的。

3.2 Matlab 主程序和 GUI 界面设计

公司利用 Matlab 编制主程序,在三维空间中绘制导地线位置及架空地线保护范围,在图形中直观显示。同时,计算也给出导线是否在保护范围之内,并给出导线保护范围的具体位置。

架空地线保护范围计算和分析主程序如下。

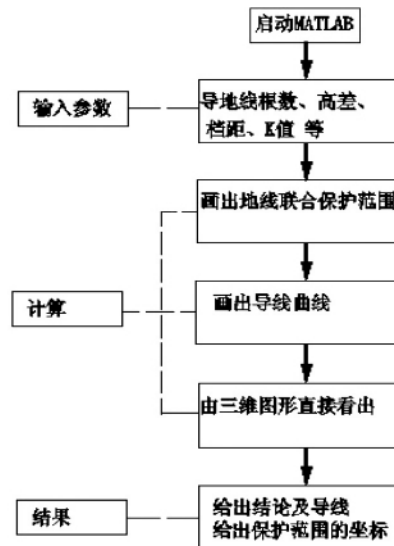


图4 Matlab 主程序流程

利用 Matlab 程序的图形用户界面(GUI)功能,可以设计出方便用户使用的输入式界面,输入数据分为基本参数、地线参数和导线参数 3 种,其界面如图 5。

3.3 架空地线保护范围的图像显示

借助于 MTALAB 的强大的计算和图像处理能力,可以把国标中架空地线防雷范围用图像表示出来。图 6 是双地线保护范围的计算结果。利用 Matlab 中的函数功能把双架空地线的保护范围表示为

一个分区函数,再利用 Matlab 的画图功能画出其立体图,然后在画出三相导线的空间立体图,从而清楚直观地显示出保护情况。对于 3 根及以上架空地线的情况同样可以进行图像显示。Matlab 可以对所显示的架空地线保护范围进行立体观察,通过鼠标拖曳可从不同角度观察不同区域架空地线的立体保护范围图。

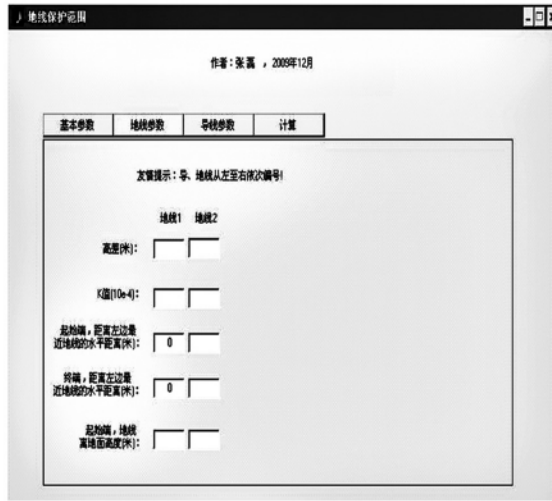


图 5 地线参数的输入界面

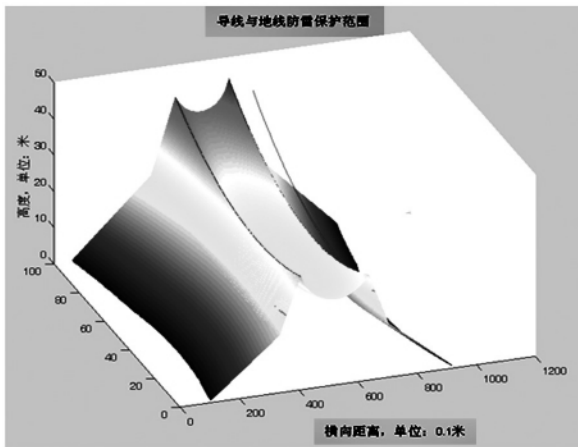


图 6 计算结果三维图形

如果导线在架空地线保护范围外,程序会给出提示,给出出界的起止点坐标和长度。

4 应用实例

现以某 500 kV 变电站的 220 kV 出线构架为例,计算防雷保护,并绘制保护范围图。

该变电站共有 500 kV 出线 8 回,220 kV 出线 12 回,因场地狭窄,出线众多,220 kV 出线使用了双排高低构架的方式,其中 1、3、4、5、6、9 号构架为前排低架,导线挂线点高 14 m。2、7、8 号构架为后排

高架,前排导线挂线点高 24 m,后排导线挂点 24 m。



图 7 计算结果文字展示

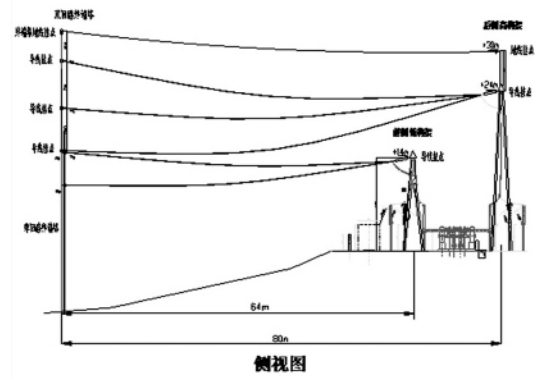


图 8 构架设计断面图

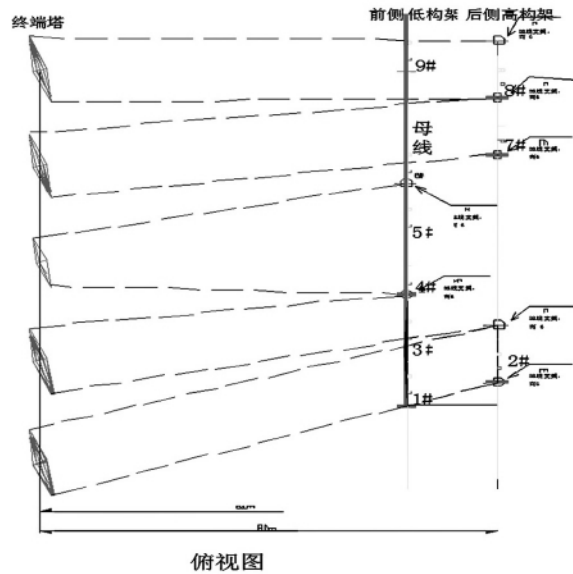


图 9 构架设计平面图

使用该程序,可模拟出架空地线在构架上的安装位置和导线的保护情况,让设计人员直观地预测架空地线的使用效果,并随时进行调整,直到得出最佳设计方案。使用该软件计算出的高低构架地线联合保护范围图如图 10。

由此可以直观得到,在后排高构架 2、7、8 号间隔两侧、前排低构架 3、4 号间隔之间、5、6 号间隔之间布置地线支架,可以满足防雷安全的需要。

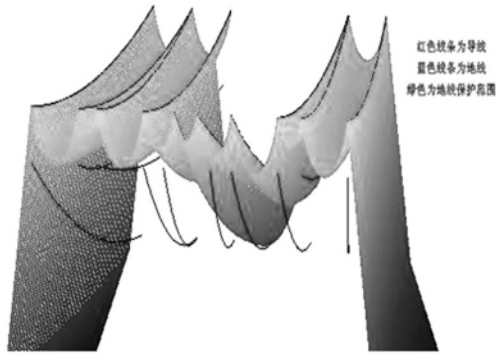


图 10 高低构架地线保护图

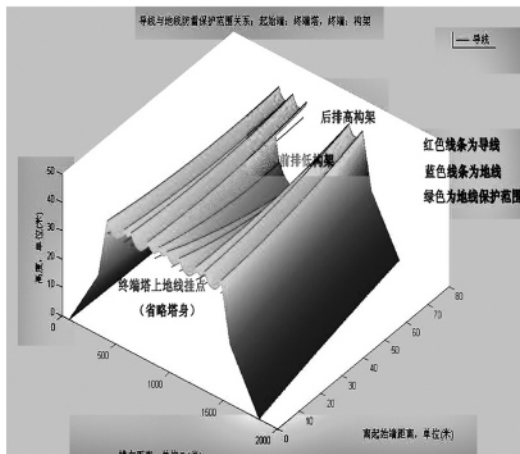


图 11 高低构架地线保护图

5 结 语

国网公司的变电站典型设计符合“资源节约型、环境友好型、工业化”的设计要求,具有良好的经济和社会效益。其高低构架出线的地线保护范围

与常规设计不同,传统计算方法复杂且误差较大。

公司在 Matlab 平台下利用其强大的数值计算能力,开发计算绘图软件,完成架空地线架设的理论计算,并能直观方便进行设计调整,满足防雷安全。

在公司设计的多个变电站高低构架出线配合中,使用该软件进行计算验证,取得了较好的效果。

参考文献

- [1] 刘振亚. 国家电网公司输变电工程典型设计 [M]. 北京: 中国电力出版社 2005.
- [2] 肖继峰. 现代新型变电站—浅谈 500 kV 圣泉变电站的设计 [J]. 华中电力 2011, 1(24): 11-13.
- [3] DL/T 620-1997 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合 [S].
- [4] GB 50057-1994 建筑物防雷设计规范 [S].
- [5] 张志涌. 精通 MATLAB 6.5 版 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社 2003.
- [6] 张殿生. 电力工程高压送电线路设计手册 (第二版) [M]. 北京: 中国电力出版社 2003.
- [7] 孙宇新, 王纪俊. 基于 MATLAB 的避雷针保护范围的计算机辅助分析 [J]. 电力系统及其自动化学报, 2002, 14(6): 63-66.

作者简介:

张 磊 (1977), 男, 硕士, 工程师, 研究方向为输变电电气;

任德顺 (1964), 男, 本科, 高级工程师, 研究方向为输变电电气;

刘成立 (1982), 男, 本科, 工程师, 研究方向为输变电电气。

(收稿日期: 2012-12-13)

(上接第 39 页)

- [6] 滕松林, 杨校生. 触电漏电保护器及其应用 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1994.
- [7] 武一, 李奎, 岳大为, 等. 消除剩余电流保护动作死区的理论与方法 [J]. 电工技术学报, 2008, 23(6): 44-49.
- [8] 李奎, 陆俭国, 武一. 消除漏电电流保护死区的新技术及其试验方法 [J]. 电力系统保护与控制, 2008, 36(20): 28-32.
- [9] 李春兰, 杜松怀, 苏娟, 等. 一种新的基于小波变换和混沌理论的触电信号检测方法 [J]. 电力系统保护与控制, 2011, 39(10): 47-52, 154.
- [10] 李春兰, 苏娟, 杜松怀, 等. 基于小波分析和 BP 神经网络的触电信号检测模型 [J]. 农业工程学报, 2010,

26(S2): 130-134.

- [11] 蔡志远, 庞佳, 陈廷辉. 基于剩余电流和漏电阻抗的漏电保护方法的研究 [J]. 电力系统保护与控制, 2011, 39(12): 61-64.
- [12] 李奎, 陆俭国, 武一, 等. 自适应漏电保护技术及其应用 [J]. 电工技术学报, 2008, 23(10): 53-57.
- [13] 李开成, 刘建锋, 黄海煜, 等. 基于 MSP430 单片机的数字式漏电保护器的研制 [J]. 继电器, 2008, 36(8): 64-67.
- [14] IEC 60990-1999, Methods of Measurements of Touch Currents and Protective Conductor Current [S].

(收稿日期: 2012-12-19)