



基于 Global Mapper 的输电线路防雷分析

申元 王磊 马御棠 黄然

云南电网电力研究院, 云南 昆明 650217

摘要: 输电线路防雷实践需要全面准确地积累各种雷电参数及对输电线路线路周围地形地貌做出准确地判断, 传统方法对雷电参数的积累不够全面和精确, 而对输电线路周围地形地貌的判别往往需要耗费大量的人力物力。针对上述问题, 本文简要介绍了 Global Mapper 软件的基本功能, 重点阐述了该软件在输电线路雷电参数的优化统计和对雷击跳闸线路周围地形判别方面的应用。

关键词: 雷电参数 LLS 海拔 GDEM 地形

1 引言

Global Mapper 是由美国研发的全球高程数据软件, 是一款地图绘制软件, 它可以浏览、合成、输入、输出大部分流行的扫描点阵图、等高线、矢量数据集; 可以编辑、转换、打印各类地图图形文件; 可以利用全球情报系统 (GIS) 信息资源; 可以转换数据集的投影方式以符合具体项目的坐标系统; 可以同时数据集的范围进行裁剪。它还提供距离和面积计算、光栅混合、对比度调节、海拔高度查询、视线计算等功能^[1~3]。本文通过 Global Mapper 软件结合 LLS 雷电定位系统, 实现了对现有雷击地闪点雷电流参数的优化统计和输电线路雷击跳闸线路段周围地形的精确辨别, 提高了雷电参数的广度和精度, 简化了对输电线路周围地形判别的方法, 对输电线路防雷设计和改造措施的制定有很大帮助。

2 雷电参数的优化统计

2.1 收集雷电流参数

针对目前雷电定位系统关于三维海拔因素和雷击地闪点的相关性及对雷电参数的影响无法获得的现状^[8], 而海拔因素对雷电参数的影响有待研究^[4], 本文通过 Global Mapper 加载 GDEM 高程数据文件, 叠加 LLS 雷电定位系统雷击地闪点图层, 可以得到三维的雷电定位分布如图 1 所示, 图中红点代表雷击地闪点。通过 Global Mapper 可以把 GDEM 高

程数据图层和 LLS 雷电定位系统雷击地闪点图层结合在一起生成新的图层, 使新生成的图层中图元具备合成前图层的性质, 从而使雷击地闪点图元具备三维地理坐标信息, 得到三维雷击地闪分布图, 通过 Global Mapper 的 3D 成像功能, 还可以得到立体的三维雷击地闪图, 进而可以通过导出雷击地闪点数据文件, 在三维地理空间范围内统计雷电参数, 为分析雷电参数随三维地理坐标变化而变化的规律打下了基础。

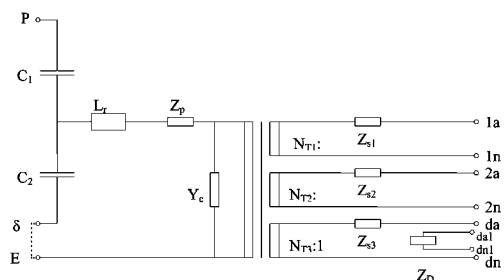


图 1 三维雷电定位分布平面及立体图

2.2 雷电参数信息

地面落雷密度简称地闪密度是指每一雷暴日每平方千米地面遭受雷击的次数^[9], 是表征雷云对地放电频繁程度的参数。在早期, 由于地闪密度无法直接通过测量得到, 一般通过雷电日和经验公式来间接推导其值^[10]。近年来随着各国雷电监测网逐渐成形, M. Suzuki 提出地闪密度可直接用雷电定位系统测量的落雷次数除以受雷面积得到^[11]。传统雷电定位系统在统计雷电流密度参数时, 是将平面地图划分成等面积网格, 计算单位面积上的落雷次数之后转换为雷电流密度参



数,但这种方法中的面积是实际地表面积在水平方向上的投影,会导致实际面积的减小,造成雷电地闪密度参数统计偏大,本文通过 Global Mapper 加载 GDEM 高程数据,可以形成三维雷击定位分布图,在统计雷电流密度参数时,充分考虑到地表在高程上的变化,使用真实的地表受雷面积,从而使雷电流密度参数更为精确。

3 Global Mapper 软件对雷击跳闸线路周围地形判别

3.1 生成等高线地形图

等高线是指地形图上高程相等的各点所连成的闭合曲线。把地面上海拔高度相同的点连成闭合曲线,垂直投影到一个标准面上,并按比例缩小画在图纸上,就得到等高线图。根据等高线图,可以判断一个地区的地形地貌:

(1) 根据等高线疏密,判断坡度陡缓:等高线稀疏的地方表示缓坡,密集的地方表示陡坡,间隔相等的地方表示均匀坡,等高线上疏下密表示凸形坡,等高线上密下疏表示凹形坡。

(2) 等高线的数值由中心向四周降低,表示为山地或丘陵;等高线的数值由中心向四周升高,表示为盆地。

(3) 等高线的凸出部分指向低处表示山脊,其最大弯曲处的点的连线,表示为山脊线,也叫分水线;等高线凸出部分指向高处,表示为山谷,其最大弯曲处点的连线,表示为山谷线,也叫集水线。

(4) 相邻两个小山顶之间呈马鞍型的低地部位为鞍部,也叫垭口。

(5) 两组山脊等高线对垒,中间是一道比较狭窄而低平的河谷或谷地,表示为峡谷。

通过 Global Mapper 加载 GDEM 高程数据地图和输电线路二维平面地图,可以生成含三维地理坐标信息的输电线路所经地区合成图,通过 Global Mapper 生成等高线地图的功能,可以很方便地判断出输电线路所经地区的地形地貌特征,如图 2 所示。

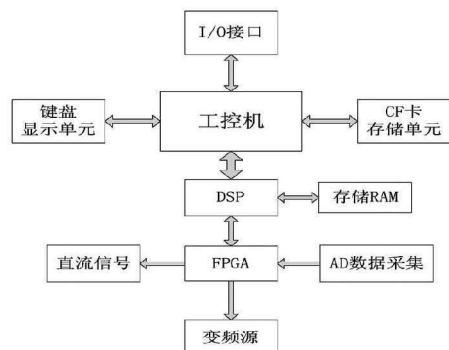


图 2 输电线路线路周围地形等高线图

3.2 生成输电线路断面图和立体图

输电线路的防雷保护角是指避雷线对线路外侧导线所成的角度^[9],由我国规程^[14]推荐的计算山区输电线路雷电绕击率公式(1)可以看出,保护角很大程度上影响着输电线路的绕击跳闸率,而山区地形复杂,线路的实际保护角将随着线路的走向和山的坡度而变化,不再是设计值,这给计算线路的绕击跳闸率和实施防雷措施带来了很大影响。

通过 Global Mapper 可以生成输电线路线路的断面图,如图 3 所示,从断面图可以很方便计算出每基杆塔所在位置的坡度,再根据线路的走向和保护角设计值即可计算出真实地形条件下的线路防雷保护角,从而解决这一问题;另外通过 Global Mapper 还可以生成任意线路段所经地区的立体图,如图 3 所示,并可随意变换观察角度,这使得观察线路周围的地形和线路走向极为方便和形象,节省了现场踏勘的时间和精力,大大提高了工作效率。

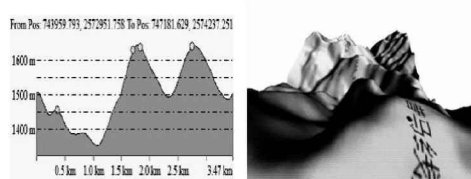


图 3 某一段输电线路线路地形断面及立体图

4 结论

本文介绍了 Global Mapper 软件在电力系统输电线路雷电参数统计和雷害治理方面的应用,可以丰富和提高现有的防雷技术手段,



对输电线路的防雷设计和整改措施的制定提供了参考,具体体现在以下两点:

(1) 通过 Global Mapper 结合雷电定位系统分析软件,利用 GDEM 高程数据实现了三维雷击地闪点定位,在三维地理空间更为全面地收集雷电参数,为研究雷电参数随三维地理坐标变化而变化的规律打下基础;优化了雷电地闪密度参数的计算方法,改进了传统雷电定位系统分析雷电地闪密度算法的不足,使雷电参数的统计更为精确。

(2) 通过 Global Mapper 结合雷电定位系统分析软件,可以生成输电线路路径断面图,结合线路走向计算出实际的线路防雷保护角,对防护线路雷电绕击提供可靠的依据;另外可以生成任意线路段所经地区的立体地形图,并可随意变换观察角度,这使得观察线路周围的地形和线路走向极为方便和形象,节省了现场踏勘的时间和精力,大大提高了工作效率。

参考文献

- [1] 杨恺. Global Mapper 软件在地表复杂地区物探生产中的应用 [J]. 软件导刊, 2011, 10 (9): 106 ~ 108.
- [2] 罗春波. Global Mapper 软件在复杂地表条件下的应用 [J]. 物探装备, 2010, 20 (4): 233 ~ 235.
- [3] 刘方兰. Global Mapper 系统在海洋调查中的应用 [J]. 海洋地质动态, 2010, 26 (11): 21 ~ 23.
- [4] 曾楚英. 雷电流参数与海拔高度、地理纬度关系的统计分析 [J]. 高电压技术, 1991, 17 (2): 70 ~ 76.
- [5] 王巨丰. 雷电流最大陡度及幅值的频率分布 [J]. 中国电机工程学报, 2007, 27 (3): 106 ~ 110.
- [6] 司马文霞. 雷电先导分形特性及其在特高压线路防雷性能分析中的应用 [J]. 高电压技术, 2010, 36 (1): 86 ~ 91.
- [7] 马仪. 基于雷电定位系统监测数据的

云南省雷电参数分析 [J]. 云南电力技术, 2009, 37 (2): 4 ~ 6.

[8] 陈家宏. 中国电网雷电定位系统与雷电监测网 [J]. 高电压技术, 2008, 34 (3): 425 ~ 431.

[9] 周泽存. 高电压技术 [M]. 北京: 中国电力出版社, 1988.

[10] Golde R H. 雷电 (上卷) [M]. 孙景群, 译. 北京: 电力工业出版社, 1982.

[11] Suzuki M, Katagiri N, Ishikawa K. Establishment of estimation lightning density method with lightning location system data [C] // IEEE Power Engineering Society - 1999 Winter Meeting. New York, USA: IEEE, 1999: 1322 ~ 1326.

[12] 谷定燮, 樊灵孟. 对我国 500 kV 线路防雷的新思考 [J]. 中国电力, 2004, 37 (12): 18 ~ 21.

[13] 钱冠军. 500 kV 线路直击雷典型事故调查研究 [J]. 高电压技术, 1997, 23 (2): 73 ~ 75.

[14] DL/T 620-1997 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合 [S], 北京: 中国电力出版社, 1997.

[15] 申元. 贵州某 35 kV 变电站雷害事故分析与防雷改造 [J]. 电瓷避雷器, 2010, 234 (2): 36 ~ 39.

[16] 李李. 220kV 输电线路不明原因跳闸事故分析 [J]. 电瓷避雷器, 2011, 241 (3): 10 ~ 15.

作者简介:

姓名: 申元, 1979.9, 工作单位: 云南电力试验研究院 (集团) 有限公司电力研究院, 职务职称: 助理工程师, 专业: 从事高电压与绝缘技术工作, 地址: 昆明云大西路 105 号云电科技园, 邮编: 650217, 电话: 18787108386, 传真: 08716345151, 电子邮箱: shy2004815@126.com