

三维电缆通道设计技术应用研究

李宗蔚, 兰 峰, 郭宜果, 邱轩宇

(国网山东省电力公司经济技术研究院, 山东 济南 250021)

摘要: 以某220 kV变电站工程为例, 利用三维设计技术, 结合其工程特点及出线规划方案, 开展光缆/电缆敷设设计。通过技术论证, 对电缆通道的敷设方式及路径进行研究, 统筹规划电缆布置, 优化电缆通道截面, 完成光缆/电缆长度的自动统计, 并进行敷设情况的展示与经济比较。形成的三维设计成果中, 电缆走向清晰简洁、电缆敷设有序合理, 大幅提高了设计水平。

关键词: 三维设计; 敷设方式; 电缆路径; 截面布置; 自动统计

Application study on three-dimensional cable laying design technology

LI Zongwei, LAN Feng, GUO Yiguo, QIU Xuanyu

(Economics & Technology Research Institute, State Grid Shandong Electric Power Company, Ji'nan 250021, China)

Abstract: Studies optical cable/cable laying design of a certain 220 kV substation by three-dimensional design technology, characteristics and outlet plan schemes of this substation are also considered. Cable laying mode and route are studied, cable section optimized and optical cable/cable length automatically calculated. Three-dimensional design result demonstrates laying way and economy comparison of optical cable/cable, in which optical cable/cable trend is clear and concise, laying way is reasonable and coordinated. Therefore, cable laying design is highly improved by this technology.

Key words: three-dimensional design; laying mode; cable route; section laying; automatic calculation

0 引言

变电站电缆的合理敷设是电力系统安全可靠运行、人员和电气设备安全的重要保障, 电缆通道需要具备电缆敷设、通道防火、通风及方便运维检修等诸多功能^[1]。

随着目前土地资源日趋紧张, 变电站向小型化、紧凑型变电站发展, 导致电缆敷设空间日趋狭小, 电缆敷设路径错综复杂, 如果没有合理的电缆敷设方案, 将极大影响变电站工程的顺利施工, 甚至危及设备和人身安全^[2-3]。

本文以较有代表性的某220 kV变电站工程

为依托, 阐述了利用三维设计技术开展电缆敷设方案研究的过程, 并与常规工作方式进行比较, 最终形成最优的电缆敷设方案。

1 线缆敷设路径的三维优化设计

该220 kV变电站为半户内站, 主建筑物地下一层设电缆半层, 作为主要电缆敷设空间。

在未使用三维设计软件以前, 电缆路径的设计及优化主要采用二维设计工具完成, 即采用1:1多段线沿敷设路径绘制及电缆流量图的形式, 开展电缆路径优化设计工作。

当电缆需要多层敷设时,通过常规设计方式很难体现电缆间的分层关系,给电缆通道的计算造成困难。同时由于上层电缆对下层电缆的阻挡,极易造成疏漏,导致下层电缆路径无法顺利引接到设备。

利用电缆路径三维优化设计技术,开展电缆路径三维仿真设计,可以有效解决此问题,如图1所示。

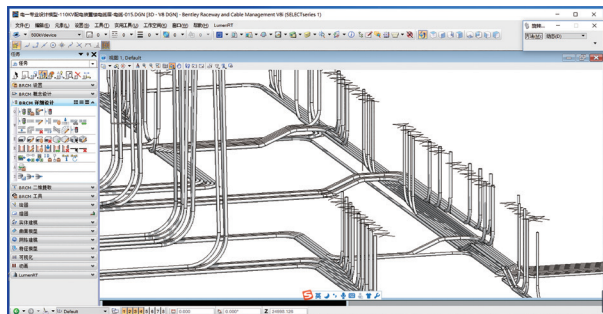


图1 电缆敷设三维路径图

Fig. 1 Three-dimensional path map of cable laying

由图1可以看出,使用三维设计软件建立各电缆路径三维模型电缆走向仿真模拟工程施工完成后的路径状态,电缆外径及转弯半径按1:1比例绘制,电缆的分层关系得到良好展现,电缆路径设计时既充分考虑了电缆引接问题,有效地避免了电缆路径交叉、碰撞和冲突等情况的发生,又保证电缆的顺利引接,同时为电缆桥架的分层布置打下了良好基础。

2 立交分层式桥架三维设计

采用三维设计技术前,电缆通道截面设计主要通过电缆干线峰值电缆流量进行预估,并结合工程设计经验开展电缆通道的尺寸计算,受人为因素影响较大。主要缆线流量如图2所示。

该变电站利用三维设计技术开展电缆桥架设计工作,根据已设计完成的三维电缆路径模型,形成以电缆层立交式分层布置电缆桥架为骨干网的动态交错电缆通道,如图3、图4所示。

可以看出,根据电缆三维模型设计完成的电缆桥架结构简单,条理清晰,立交分层式结构

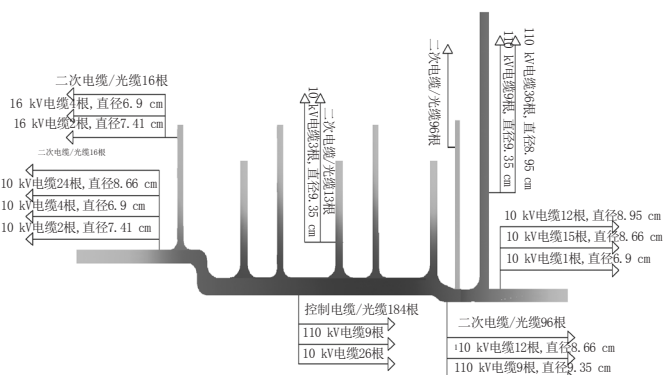


图2 主要缆线流量

Fig. 2 Main cable flow

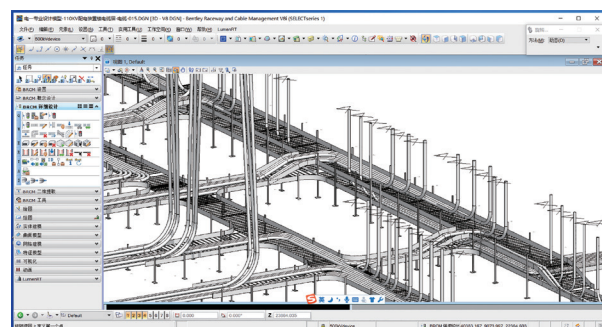


图3 立交分层式电缆桥架与电缆配合图

Fig. 3 Interchange layered cable bridge frame and cable coordination diagram

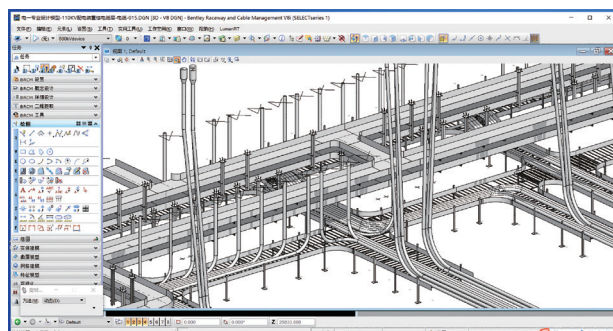


图4 立交分层式电缆桥架三维模型轴侧图

Fig. 4 Axis side map of three-dimensional model of interchange layered cable bridge frame

能够很好地满足电缆动态交错灵活跳转的需求,有效避免电缆交叉。整体电缆路径东西贯通,分支电缆通道功能分明,进出线方便顺畅。

3 电缆敷设方式的三维设计优化

使用三维设计技术前,该变电站110 kV 电缆出线采用电缆隧道敷设方式。隧道截面积较大,同时为了满足封闭空间内运行检修的要

求,需要配置照明、通风和防火等辅助设施,不利于节省工程投资。

该变电站采用三维设计技术,对各出口电缆流量进行优化,利用三维软件重新计算电缆通道截面积,对电缆通道内支架及电缆进行仿真模拟,如图5所示。

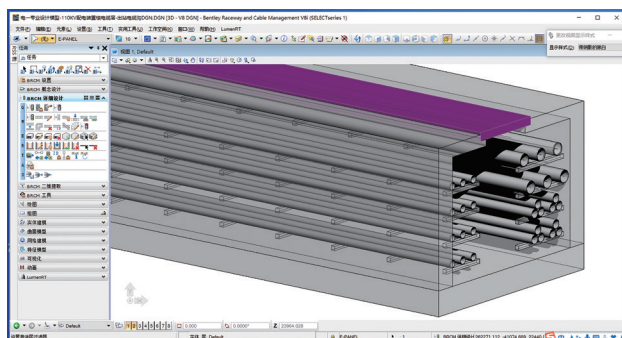


图5 出线电缆沟电缆布置轴侧图

Fig. 5 Axis side diagram of cable groove arrangement

利用三维设计技术,按照实际电缆流量布置的电缆通道可采用电缆沟敷设方式,并通过三维设计技术验证通道流量峰值容量及接口点的对接,创新采用缩口式电缆通道设计方案,无须配置电缆隧道。缩口式电缆沟敷设方式截面积小、造价少,且无须配置照明、通风和防火等辅助设施,大幅减少了电缆构筑物建设投资。相比原方案,采用三维设计技术设计的电缆通道节省电缆构筑物投资约30%。

4 利用三维设计技术实现光缆/电缆长度的自动统计

以往电缆敷设二维设计时期,电缆敷设光缆/电缆长度主要在二维图上测量预估,根据设计经验进行汇总并留有一定裕量,形成的材料清册光缆/电缆用量与实际工程用量出入较大。

利用三维设计技术实现光缆/电缆自动敷设功能,能够准确地统计出各电缆长度,生成多样化材料清册报表。该220 kV变电站利用三维设计软件的电缆敷设与自动统计功能开展电缆敷设设计工作。

4.1 导入光缆/电缆信息并匹配设备属性

根据三维软件提供的光缆/电缆信息列表模

板,填写光缆/电缆规格型号,完成导线规格及电缆路径首末端设备信息设定,并将模型中布置好的设备ID、设备外形和设备名称与实际设备相互匹配,如图6、图7所示。

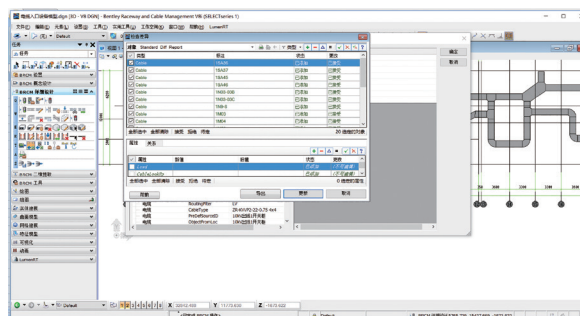


图6 光缆/电缆信息表导入图

Fig. 6 Optical cable/electricity cable information table import diagram

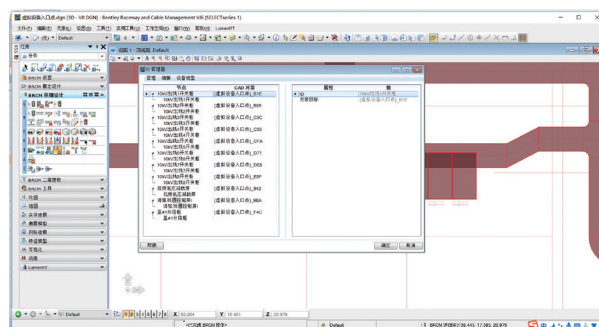


图7 设备信息匹配操作图

Fig. 7 Equipment information matching operational diagram

通过上述三维设计工作实现了三维模型与工程实际设备、材料的完美对接,工程建成后设备、材料的规格及形式在三维模型中得到有效模拟。

4.2 三维设备入口点的设置

根据工程实际情况,结合不同设备安装特点,设置电气设备电缆入口点,如图8所示。

通过设备入口点的设置,各设备入口点范围覆盖电缆敷设路径,确保各设备线缆的顺利接入,并与工程实际一致,保证光缆/电缆用量的准确统计。

4.3 三维模型自动生成多样化的光缆/电缆统计报表

在设置好光缆/电缆及设备信息后,利用三维设计技术开展光缆/电缆模型的自动敷设,软件根据敷设好的电缆通道走向自动核算并挑选首末端之间的最短路径,自动生成各光缆/电缆

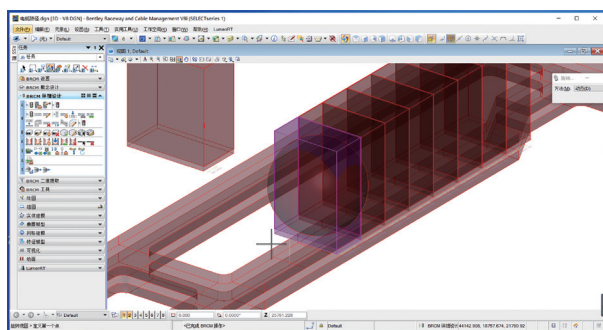


图8 设备入口点设置可视化操作图

Fig. 8 Visual operational diagram of device entry point settings

路径及长度信息，并储存在数据库中，同时进行容积率的校验与显示，避免了二维设计时期经常出现的通道容量不足或容量冗余情况的发生。

软件通过自动生成报表功能，可以多样化地选择报表样式，形成电缆清册报表及桥架采购清单，如图9~图11所示。

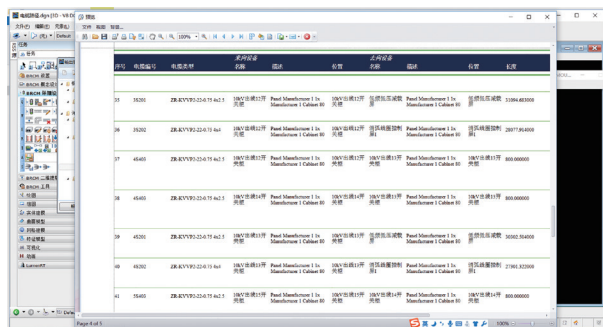


图9 电缆路径信息报表预览图

Fig. 9 Preview of cable path information report

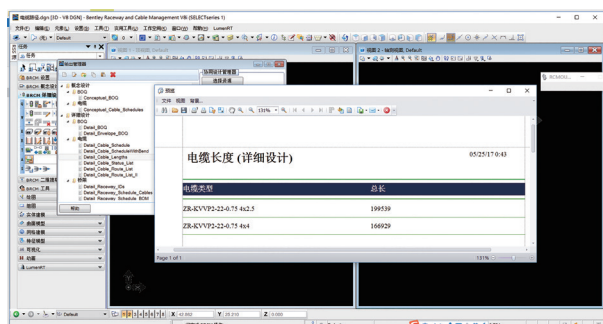


图10 电缆长度信息报表预览图

Fig. 10 Preview of cable length information report

如上所述，三维设计技术较为方便快捷地完成了光缆/电缆的自动敷设，并实现了光缆/电缆长度及敷设路径信息的自动统计，自动生成包括光缆/电缆清册、电缆路径走向信息表及



图11 电缆桥架采购清单报表预览图

Fig. 11 Preview of cable bridge purchase inventory statement report

电缆桥架采购清单在内的多种统计报表，报表数据完全仿真模拟实际电缆敷设时的材料用量，数据准确真实，可以大大提高电缆敷设方案的设计质量。

5 结束语

本文以利用三维技术设计的某220 kV变电站工程为依托开展分析研究，与常规二维设计方式比较，三维设计技术成效显著。

三维设计技术不仅可以有效地优化电缆敷设路径，准确地核算桥架尺寸规格，使立交分层式桥架设计变得更加直观可行，还能够有助于选择合理的敷设方式，更好地核算电缆通道截面积，有效节省工程投资，提高光缆/电缆统计用量的计算准确性，并且能够有效规避常规二维设计方式中容易出现的电缆碰撞、材料冗余和过度设计等问题。在电缆敷设工作中使用三维设计技术，将大幅提高电缆敷设工作的设计水平。

参考文献

- [1] 杨振君, 陈燕国, 王泰国, 等. 基于电力电缆的敷设设计分析[J]. 通讯世界, 2016(24): 100-101.
YANG Zhenjun, CHEN Yanguo, WANG Taiguo, et al. Design and analysis of laying power cables [J]. Communication World, 2016 (24): 100-101.
- [2] 陈红英. 试论电力工程中电缆敷设中存在的问题及处理措施[J]. 科技风, 2016(19): 140.

- CHEN Hongying. Discuss the problems in cable laying in electric power engineering and the treatment measures[J]. Science and Technology wind, 2016 (19): 140.
- [3] 常勇, 张森林. 高压电缆的敷设及安装[J]. 黑龙江科学, 2017(12): 29-30.
- CHANG Yong, ZHANG Senlin. Laying and installation of high voltage cables [J]. Heilongjiang Science, 2017 (12): 29-30.
- [4] 黄运丽. 电缆桥架安装和桥架内电缆敷设的质量验收规范[J]. 电世界, 2008, 49 (2): 10-13.
- HUANG Yunli. Quality acceptance specification for installation of cable bridge frame and cable laying in bridge frame[J]. Electric World, 2008, 49 (2): 10-13.
- [5] 王爱梅, 张悦, 郭晓玲. 发电厂电缆敷设优化方式探讨[J]. 山西电力. 2013(2): 70-72.
- WANG Aimei, ZHANG Yue, GUO Xiaoling. Discussion on optimal cable laying method in power plant [J]. Shanxi Electric Power, 2013 (2): 70-72.
- [6] 董宇, 白歌乐, 曹晓宇. 三维电缆敷设软件的开发与应用[J]. 内蒙古电力技术, 2008, 26 (2): 39-42.
- DONG Yu, BAI Gele, CAO Xiaoyu. Development and application of three-dimensional cable laying software [J]. Inner Mongolia Electric Power Technology, 2008, 26 (2): 39-42.

作者简介



李宗蔚

李宗蔚 (1984-), 男, 硕士研究生, 工程师, 主要从事输变电工程设计及研究工作。

(收稿日期: 2018-03-13) **EA**