

基于变电站二次回路三维可视化技术研究

李志敏, 朱育熹

广东潮州电力设计有限公司, 广东 潮州 521000

摘 要 : 当前电力系统的安全稳定几乎完全依赖一次系统, 一次设备的种类和数量随着电网规模的不断扩大和智能化程度的提高也在成倍增加, 但一次系统维护人员数量难以跟上电网发展的步伐。另一方面, 电气图纸繁多, 回路复杂, 施工过程中, 施工单位针对设计图纸问题的反馈十分有限, 现场图实不符的现象常有发生, 在后续运维过程中, 一次检修人员至变电站现场往往需要携带大量图纸, 并进行人工查找, 上述原因均大大影响了现场检修效率, 延长现场设备停电时间的几率也明细攀升。因此对一次运维的质量和效率提出了更高的要求, 其中变电站一次回路迫切的需要新技术的推进, 深层次优化一次运维模式。

关 键 词 : 电气回路; 三维数字化; 智能运维

Research on 3D visualization technology of secondary circuit in substation

Li Zhimin, Zhu Yuxi

Guangdong Chaozhou Electric Power Design Co., Ltd. Chaozhou, Guangdong 521000

Abstract : the safety and stability of the current power system are almost entirely dependent on the primary system, and the types and quantities of primary equipment are increasing exponentially with the continuous expansion of the power grid scale and the improvement of intelligence. However, the number of primary system maintenance personnel is difficult to keep up with the pace of power grid development. On the other hand, there are numerous electrical drawings and complex circuits. During the construction process, the feedback from the construction unit regarding design drawing issues is very limited. The phenomenon of on-site drawings not matching reality often occurs. In the subsequent operation and maintenance process, maintenance personnel often need to carry a large number of drawings to the substation site and conduct manual searches. The above reasons greatly affect the efficiency of on-site maintenance and increase the probability of prolonging the power outage time of on-site equipment. Therefore, higher requirements have been put forward for the quality and efficiency of a single operation and maintenance, among which the primary circuit of the substation urgently needs the promotion of new technologies to deeply optimize the primary operation and maintenance mode.

Keywords : electrical loop; 3D digital; intelligent operation and maintenance

引言

随着信息化技术的不断发展, 三维技术手段已在建筑、交通、医疗等多个领域广泛应用, 电力领域内也在稳步推动三维技术在各阶段的应用, 三维技术已成为一个行业发展趋势。

一、研究背景

(一) 现状及存在问题

当前阶段, 数字化三维设计技术, 已经在各行各业中都得到了广泛的应用, 能够解决的问题也逐渐变得多样化, 同时由于当

前阶段的输变电工程, 并没有形成统一、规范的数据标准, 不同软件所处的应用平台也有着较大的差异, 因此对信息利用率的提高产生了一定的影响^[1]。由但在输变电工程三维设计相关标准、规范中, 只规定了线路及变电一次设备的建模规范和数字化档案移交要求, 缺少变电站二次方面相关内容, 导致工程三维设计数

作者简介:

李志敏 (1987-), 男, 湖北天门人, 本科, 工程师, 研究方向: 电网规划设计、电力系统咨询;

朱育熹 (1985-), 男, 广东潮州人, 本科, 注册电气工程师, 研究方向: 电力系统。

字化移交不完整、数字档案不齐全。变电站二次方面三维建模方面的缺失影响智能变电站工程三维设计覆盖范围和应用效果，同时制约着二次系统三维全景可视化展示及高效运检。同时，随着变电站的长期运行、运维单位变更、运维人员变动、设计单位变化等客观因素，变电站传统的纸质图纸常出现丢失、不全面等情况，直接影响后续变电站的运行、维护、改扩建。而且，在变电站新建、调试、运维、检修的过程中，传统的依赖图纸查询二次回路的方式具有诸多不便之处，二次回路的查找、分析、定位等各方面效率不高。同时，由于图纸内二次回路信息的分散、图纸样式繁杂等特性，不利于直接转为数字信息进行存储，其转化准确率难以保障，对图纸与实际接线的图实一致势必造成影响。

（二）研究方向

当前的研究，主要是面向变电站电缆二次回路的三维数字化建模技术，研究电缆二次回路所涉及二次设备、端子排、压板、元器件等物理对象的工程化三维建模方法。根据设计院提供的设计图纸，根据屏柜布置图、电缆清册、端子排图、和厂家白图、说明书等资料，再根据工程现场实际取景，依次对变电站的小室、屏柜、装置、板卡、端口、端子排、硬压板、空开、以及电缆进行三维数字化建模，包含二次设备对象信息，例如装置名称、装置型号、装置编号、软件版本、生产厂家、通信接口配置等信息^[2]。

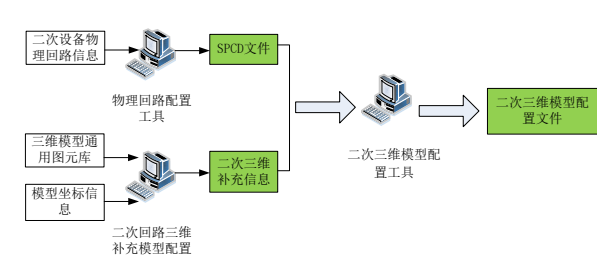
研究电缆二次回路物理连接关系数字化建模方法。按照设计院确定的电缆规则存储站内所有二次电缆的名称、规格及连接走向信息，按照二次系统装置数据传输的规划，存储每个装置的电缆传输信息。三维场景下完成二次系统层级结构搭建，并自动生成电缆及缆芯的连接关系，整合完成二次回路的三维全景模型。

研究电缆二次回路三维可视化展示方法。基于全站二次设备及元器件三维模型及电缆二次回路数字化模型，采用模型数据逆向解析、二次线缆三维场景自动布线等技术，实现在三维场景下的变电站电缆二次回路全景可视化。

二、研究内容

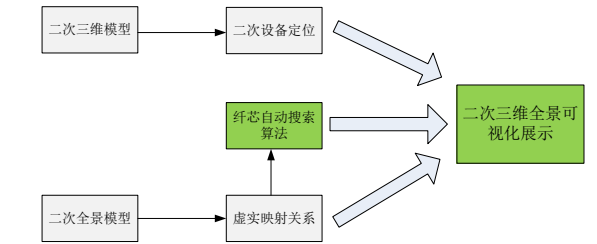
（一）研究面向变电站电缆二次回路的三维数字化建模技术

当前智能变电站的全景模型包括 SCD 及 SPCD 文件，SCD 文件表示了站内逻辑回路信息，SPCD 文件体现了站内光纤物理回路信息，虽然可通过 SPCD 文件获取物理回路信息，但 SPCD 的模型内不存在与三维模型交互的接口，缺少相关三维模型标识、坐标等关键信息内容，可参考输变电三维模型相关规范内的模型框架要求，以物理回路 SPCD 文件为基础，通过加入三维最小化通用图元引用信息、各图元相对坐标信息等内容，完成二次对象的三维拼接，通过对屏柜属性加入绝对坐标信息，完成站内以屏柜为单位的三维空间布局，最终可实现二次对象以三维的方式进行呈现。通过上述方式在设计阶段完成二次对象的三维模型数据交互配置文件后，可数字化移交给调试、运维等相关单位，为三维全景可视化开展提供数据基础。



依据二次系统三维模型，提取三维模型内补充的模型信息、坐标信息，结合全景模型文件，实例化全景模型内的各层级二次设备，确定模型的定位点，将二次三维模型在空间范围内建立，并通过层级递进的方式依次实现小室、屏柜、装置、板卡、端口逐层定位。再通过全景模型获取二次系统物理回路和逻辑回路的“虚实映射关系”，开展不同类型二次设备的“纤芯自动搜索算法”研究，实现二次系统内所有设备的自动布线，实现二次设备三维模型的光缆、光纤、电缆的三维连接，将二次系统以三维的方式进行全景可视化展现，可呈现屏柜连接三维视图、光缆电缆连接三维视图、端口全路径三维视图、物理回路逻辑回路切换视图等细分界面。

变电站二次系统数字化配置平台可基于三维对象模型，通过在三维场景设计平台下，搭建全站三维层级关系，回路配置工具获取所搭建的层级关系后，进行电缆回路物理连接关系及功能信息配置，由此完成全站电缆回路数字化模型构建。同时软件接口的可行性也能够得到有效的落实，各专业之间的信息也能够更好的融合^[3]。



> 图 2.1 虚实映射配置流程

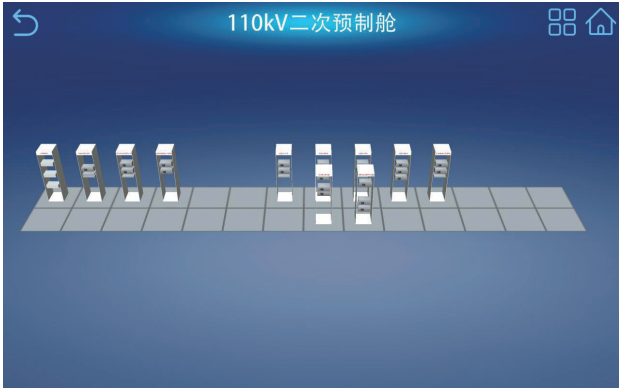
根据以上框架，搭建变电站（整体或局部）物理模型主要包括对象模型及回路模型两大部分，对象模型主要包括厂站、小室、屏柜、设备、元件、端口等，回路模型主要包括网线、电缆、光缆等。通过上述两大部分的模型定义及建立，便可实现变电站二次系统所涉及的所有物理对象间的层次结构及其回路连接关系表达流。

（二）软件设计

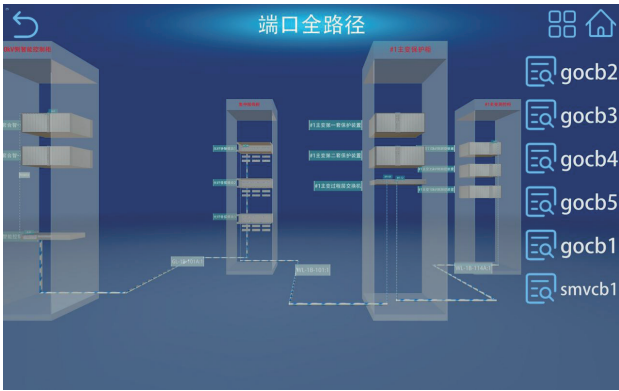
软件开发平台采用 3DMax 进行二次对象的三维建模，采用 Unity3D 进行三维展示程序的开发。然后，结合变电站二次系统实际情况，选择模型分解 - 基本图元库 - 组合模型库的整体建模方式。最后，对二次对象组合模型进行优化，包括对二次对象模型的采用减面、优化材质与贴图、LOD 细节层次等技术，使模型材质鲜明，更接近真实设备，提高模型视觉效果，优化系统运行速度。

在设计过程中，通过三维模型配置工具实现全站光纤物理回路的设计、三维模型的组合引用及坐标配置；通过三维全景可视

化展示平台，解析配置完的 P3D 及已有的 SCD 文件，软件通过逆向解析及虚实对应，实现在三维场景下，自动完成二次对象的三维场景呈现及自动布线。三维全景可视化展示软件，通过层级关系视图、物理全路径视图、虚回路信息视图、线缆连接信息视图等多个方面的切换展示，全方位的提高二次系统物理回路、逻辑回路信息的查询分析效率，将有效提升设计及运检效率。



> 图2.2 屏柜三维展示管理界面



> 图2.3 端口全路径及控制块信息显示管理界面

基于 SCD 文件、P3D 文件、三维模型库采用逆向解析的方式，实现智能变电站二次电缆回路、光纤回路、逻辑回路的三维全景可视化，逆向解析三维全景。

三、项目解决问题与达成目标

本项目从数字孪生技术的角度出发，将对一次机构箱和汇控柜内元器件及电气回路进行数字化建模技术开发，结合各机构箱和汇控箱间的电缆连接表，形成高压开关场地一次设备的数字化文件，并进行全过程可视化展示。基于本项目，一次专业人员可通过数字建模可视化，减少现场手动查阅图纸的工作量，对新站验收、老旧站改造期间临时变更的电气回路进行记录存档，助力变电站现场消缺和故障分析，从而进一步保障电网的稳定运行，同时也有有利于绿色低碳循环发展。

四、小结

通过构建变电站电缆二次回路数字化及智能运维系统，基于全站二次电缆回路三维数字化建模技术、二次电缆回路图形可视化技术，实现通过移动作业终端扫描获取电缆回路及传输数据信息，并快速定位目标电缆的三维可视化界面，同时，通过提供基于数字化成果的智能运维扩展应用。

参考文献

- [1] 吕德刚，吕霞，刘富元，等，三维数字化设计技术在输变电工程中的应用 [J] . 电子技术与软件工程，2016，No.83(09):97.
- [2] 刘检华，孙连胜，张旭，等，三维数字化设计制造技术内涵及关键问题，计算机集成制造系统，2014，20(3)
- [3] 张璟，李强. 三维数字化设计技术在输变电工程中的应用 [J] . 华东科技：学术版，201635(011):P.284-284.