

中国电力工程顾问集团
西南电力设计院

客户成功案例

案例
沙州750kV数字化变电站

Autodesk® Revit® Architecture
Autodesk® Revit® Structure
Autodesk® Revit® MEP
Autodesk® Navisworks®
AutoCAD® Civil 3D®

BIM在质量管控上有非常多的好处,通过碰撞检查,能够很容易地检查到错误的地方,提高工程的质量和效率。因此,技术创新、新技术的应用是提升企业品牌,提升企业产品质量最有效的途径。

一王强
副院长
中国电力工程顾问集团
西南电力设计院

Autodesk Revit 作为BIM的重要技术支撑平台,体现了强大的“多任务”能力,对于国内建筑设计观念和方法的根本性改变发挥了不可替代的作用。

一冯小明
电网公司副总经理
中国电力工程顾问集团
西南电力设计院

沙州750kV数字化变电站——BIM与数字化移交

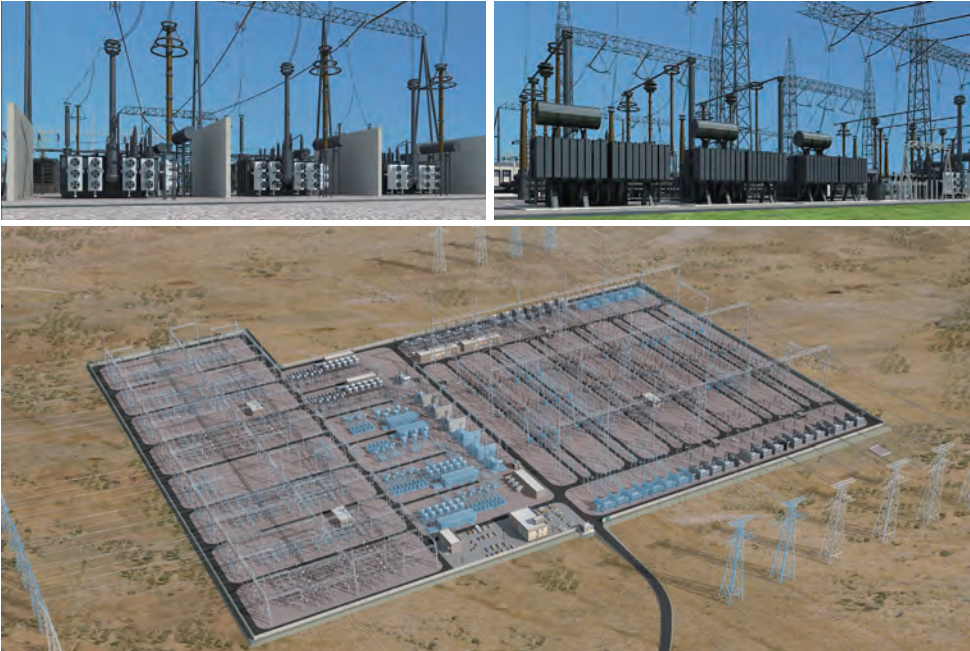


图1 沙州站建设规模

中国电力工程顾问集团西南电力设计院（简称“西南电力院”）成立于1961年6月，是中国电力工程顾问集团公司的全资子公司，是全国勘察设计百强单位。建院50年来，西南电力院共完成740余项发送变电工程项目的勘察设计，其中，发电工程约占全国投运总容量的8%；送电工程投运总里程约占全国投运总里程的10%；变电工程投运约占全国投运总容量的8%。工程项目遍及国内20多个省、区、市和伊朗、印度、印尼、孟加拉等10多个国家。处于全国电力勘察设计行业前列，是全国第一个承担±800千伏/6400兆瓦换流站勘测设计、第二个承担750千伏特高压交流输电工程设计的电力设计院。

项目概况

沙州750kV变电站站址位于甘肃省敦煌市七里镇，距敦煌市区约22km。属敦煌盆地的冲洪积平原，地貌单元属戈壁平原。海拔高程在1272~1276.50m之间，总体地形平坦、开阔。变电站建设规模为总用地面积18.683h m²，静态投资107168万元、动态投资112057万元。工程本期装设1台，远期装设2台2100MVA主变压器；750kV本期6回出线，远期10回；330kV本期5回出线，远期18回。

沙州750kV变电站位于新疆与西北主网第二条联网通道上，其工程的建设意义在于可增强新疆与西北主网功率交换的能力，同时提高新疆能源资源在西北电网中优化配置的能力，为“疆电外送”一系列直流工程提供网架支撑，保证直流外送工程安全稳定运行。

西南电力院根据业主提出的“变电站全生命周期管理”的需求，将先进的BIM技术应用于数字化

变电站的协同设计中，最终实现了本工程的全数字化移交。

BIM设计经验

西南电力院的BIM项目组成立于2010年1月，在项目组成立至今的两年多时间里已先后完成了拉萨±400kV换流站、裕隆±800kV换流站、南京1000kV变电站等多个交、直流特高压变电工程的BIM设计工作，给业主单位提供了全数字的产品，实现了数字化移交，取得了很好的应用效果。



图2 拉萨±400kV换流站



图3 裕隆±800kV换流站（直流场）

项目挑战及解决方案

沙州750kV变电站项目所面临的挑战包括：站区气候条件恶劣（沙尘天气、极端低温）；站区布置紧凑；需要严格校核带电距离及进行地下设施碰撞检查；工期紧，不容许由于“错、缺、漏、碰”等设计原因引起的返工；业主需要进行精细化设计成品（包括精细化图纸、精细化电缆敷设）；整个工程按业主要求进行数字化移交。

基于以上项目挑战，西南电力院BIM项目组，通过BIM技术应用于该项目从而实现了：变电站的设计过程数字化管理、变电站建设阶段的数字化采购、数字化施工、信息化和可视化管理，全面完成了数字化移交。

数字化变电站概述

随着我国经济的持续高速发展，对电网的建设速度和技术水平提出了越来越高的要求，应运而生了“数字化电网”建设理念。传统的二维设计方式已经越来越难以满足业主对设计效率、设计成品质量的要求，为此业主提出了变电站全生命周期管理的需求，因此在电力设计行业应运而生“数字化变电站”的概念。

国际标准化组织ISO TC184与国际电工委员会IEC TC65于2011年最新提出的数字化企业和数字化工厂的建议性定义是：标准化的过程应用，标准化的结构化数据。

数字化变电站建设的基本目标是将变电站所有信号数字化、所有管理的内容数字化，然后利用先进的控制技术和信息技术，实现对变电站可靠而准确的控制和管理。

结合上述数字化变电站结构模型，西南电力院从全生命周期角度提出数字化变电站BIM实施方案：在变电站设计中采用数字化设计技术，为变电站的建设提供高品质的设计成品；采用变电数字化设计平台，对变电站设计过程实现全面的数字化管理；充分利用国网公司的数字化采购平

台，结合本院的数字化设计成果，实现变电站建设阶段的数字化采购；推动施工单位利用变电站三维模型，采用虚拟建造技术，实现变电站的数字化施工；建立变电站建设阶段管理信息系统，实现变电站建设阶段的信息化管理；使用项目管理软件，实现建设和施工的工程进度管理，结合变电站三维模型，实现工程进度的可视化管理；数字化移交；包括设计向建设、施工、运行的移交，以及建设、施工向运行的移交。

通过数字化移交，一方面可以为业主提供数字化采购支持，业主可以通过数字化移交平台获得采购所需的全部数字化信息。在产品询价阶段，西南电力院提供所有建设电厂所需的设备和元件的技术规范书，指导业主按照设计需求向各厂家询价。在合同签订阶段，提供准确的设备以及零部件的具体型号和精确数量，便于合同的签订，减少浪费。在监造到货期间，提供管道配管详图、钢结构详图等，缩短商品监造到货的工期。

通过数字化移交，另一方面还可以为业主提供数字化施工支持。大件运输模拟、大跨度钢结构吊装模拟、大型设备安装、检修模拟等等一系列支持。



图4 数字化施工支持

西南电力院在电厂建设阶段信息系统的工程设计和系统研发方面具有国内领先的水平，曾经为国华、国电、华电、中电投、北方电力等多家发电集团公司和企业设计、供应电厂建设阶段信息系统，是国内最早开发设计该系统的公司之一，该系统的软件研发成果获得了国家、省部级多项奖励。近二十年来为一百多个电厂建设管理单位提供了设计、系统供应和技术服务，完善的管理功能和强大的技术支撑为电厂建设过程的全面数字化管理、为竣工决算提供的系统性的精确结果，一直受到业界的好评。变电站建设阶段信息系统，以计划管理为龙头，进度控制为主线，投资管理为核心，设备管理为基础，质量安全管理为保证的涵盖整个工程建设过程的管理。

建设阶段信息系统中，作为主线的进度管理系统，通过工程进度管理软件P3，与变电站基建

MIS共享网络平台，实现变电站建设工程的进度管理。



图5 进度管理系统

BIM数字化设计

以下介绍BIM技术在变电数字化设计中的应用。变电数字化设计是多专业参与的设计，涉及到的专业比较多。

传统变电设计的局限性包括：缺乏直观的视觉效果和可定量的模型基础；各专业的软件之间都是相互独立的，缺乏数据库的支持，集成性能较差；带电距离的校验只能基于平面，可能造成带电距离不足或过大；错、漏、碰、缺等通病屡屡发生，造成了施工的停滞和反复，给工程建设带来损失；传统设计不能满足业主精细化设计的要求。针对传统变电设计的局限性，西南电力设计院提出BIM解决方案。

该解决方案的特点：(1)专业流程化设计：制定专门的作业手册，专业软件与相关的计算软件之间进行信息共享，实现了项目数据流在专业内部的流转，完成了专业内的流程化设计。(2)专业协同：通过不同专业软件之间进行信息共享，高效完成多专业协同设计。(3)数字化设计成果：工程数据库中具有所有设备完整的工程信息、参数信息与编码信息，可指定的移交对象的系统要求，定制数据通道，由此实现数字化移交。

通过以上解决方案，确定了BIM设计流程。

以下将从七个方面介绍BIM技术在本项目设计过程中的具体应用。

(1)全站智能电气主接线及布置模型

在创建智能电气主接线时，所有的电气一次设备元件符号均从设备元件库中调用。电气主接线中的设备元件符号均采用电气线和前后设备进行连接，在电气主接线中，就建立了电气设备间的逻辑关系，通过一个设备可以检索查询到相同元件，因为项目数据中建立了设备元件符号和三维

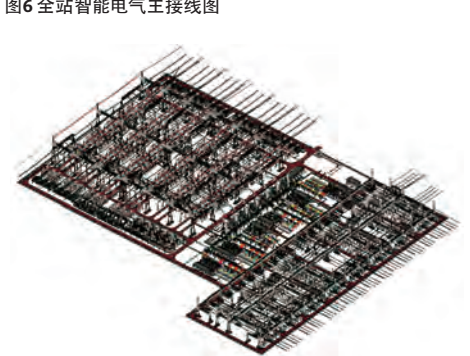
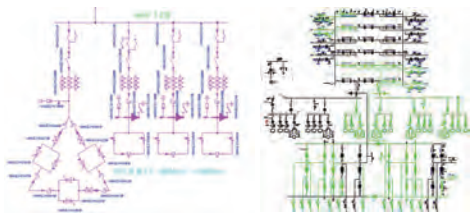
BIM技术在控制特大型工程项目设计质量的问题上，显示出不可替代的优越性。

一肖宏伟
电网公司技术管理部主任
中国电力工程顾问集团
西南电力设计院

Autodesk Revit系列软件在施工图阶段的运用，是一个长期积累的过程。不仅是个人，更需要软件本身的发展。如果能够做到族库和国标图集相衔接，对于施工图制图的效率将会有很大的提高。要抢先占领市场，推广使用BIM技术是必须要掌握的。

—姚枫
电网公司电网数字化
设计平台研发组
中国电力工程顾问集团
西南电力设计院

模型之间的关联关系,可以实现电气主接线和设备三维布置模型之间的关联,通过电气主接线检查设备布置,设备间连线的正确性,在增加或删除电气一次设备时,实现设备三维布置相邻设备的信息的关联修改。此外,在完成设备间逻辑连线的连接后,对设备进行了参数标注,直观地反应出电气设备的关键参数。经过对主接线中设备的统计,得到电气一次主回路设备清单,对设备材料清册中的设备数量进行核实。

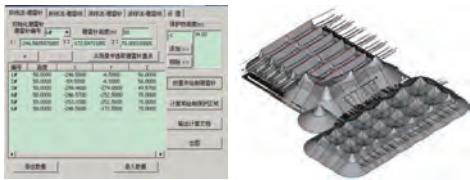


(2) 电气设备模型的设计



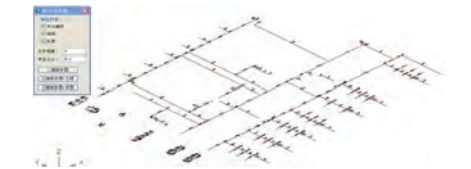
(3) 三维防雷保护验算

在防雷保护范围图中,可以很直观查看到电气设备和导线是否处于避雷装置的保护范围内。

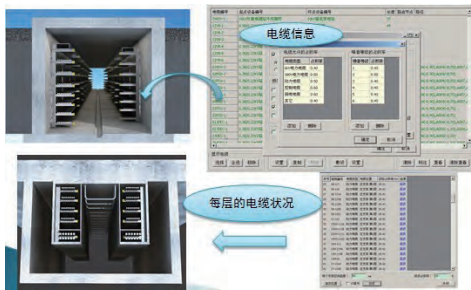


(4)精细化电缆敷设

通过拓扑关系图可准确查看缆流状况,提前发现和解决电缆敷设中可能遇到的问题。



通过精细化电缆敷设,可以方便快捷的查看任意截面,任意高度的电缆信息,杜绝以往工程中常出现的施工单位的二次设计及施工困难。



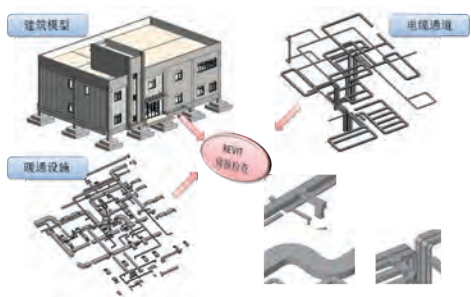
(5)土方计算

本项目采用了AutoCAD Civil 3D软件完成数字化地形及土方工程的精确统计，避免施工单位与设计单位的冲突。



(6)建筑物设计

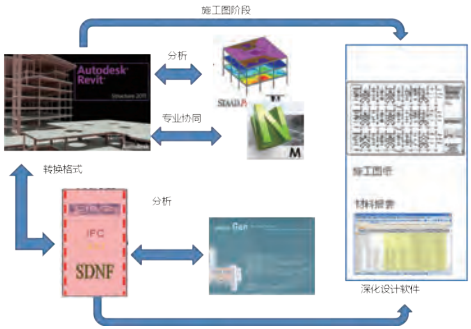
建筑物内各专业均采用Autodesk Revit软件进行三维设计, 即时反映全专业设计信息。



(7)结构设计

建筑物结构设计中,设计师通过Autodesk Revit Structure软件创建结构三维数据模型以及在施

工图阶段进行施工图纸的创建,可以转化所需数据格式到专业的结构分析软件中进行结构分析,最后通过Autodesk Navisworks等软件进行各专业协同。



在结构设计过程中,螺栓与零件之间的操作距离的检查,避免高空安装时,扳手操作间距不够,导致螺栓松动,进一步确保结构的安全。

关于BIM技术在本项目专业协同上的一些具体应用:

(1) 地下设施(硬碰撞): 西南电力院通过BIM技术已经建立了一个完整的三维数字化变电站模型, 通过对三维模型的浏览, 检查设计范围的完整性, 并充分利用三维模型可视化、实时共享的优势, 实现变电站内各专业的碰撞检查。

(2)设备支架：电缆沟与设备支架的碰撞返回电气专业修改电缆走向；基础与排水设施的碰撞，返回供水专业修改雨水管布置。

(3)专业协同：设备与建筑物带电距离的校验。

综上所述, BIM技术在各专业的协同使用问题的发生得到了有效的监控和确定, 为施工组织计划和工期进度的顺利完成提供了保障。在设计过程中解决了设计中的常见病、多发病, 消灭了设计过程中“错、漏、碰、缺”等问题以及由此造成的设计返工, 出图的质量得到极大的提升。

数字化移交

1. 数字化移交的概念：西南电力院能给业主提供一个能发电的物理（真实）变电站和一个数字化变电站。要达到这个目标，就要从电厂设计阶段就开始对电厂有关信息进行跟踪控制，经过电厂基建阶段一直到电厂运行阶段，进行全局的、宏观的管理，将从电厂设计阶段开始的设计数据、基建阶段的建设数据、以及运行阶段的维护和实时数据完全的科学的进行整合。三维数字化设计与移交平台的工程数据库中具有所有设备完整的工程信息、参数信息与编码信息，平台从工程数据库中提取完整的信息，根据业主指定的移交对象的系统要求，定制数据通道（接口），由此实现数字化移交。

2、数字化移交的对象：移交内容是项目参与各方为保证项目设计、采购、建造、安装、调试等阶段顺利实施，创建和维护的典型阶段版本及最终版本的工程文件和模型。

3、数字化移交方式:设计方使用已约定好的信息系统,使其承载整个项目的信息,并按照约定的要求将整个系统连同全部信息移交给业主运行,设计方使用自己的系统积累信息,并迁移到业主或运行方准备的系统上,在工程项目结束时移交这个系统;设计方使用自己的系统积累信

息,并按照要求的信息格式将信息移交给业主或运行方,加载到已运行的系统上。移交信息的方式可以通过网络传输或用某种介质(如光盘等)。

4、数字化移交的部分内容：设备布置、布置图、设备属性表。

5、数字化移交成果展示：数字化移交使业主能从多种维度、多个侧面、多种数据综合程度查看数据，通过数字化移交可以产生如下效益：随时自动提取任意规定范围内的设备、材料详表和汇总表，为设备材料分批订货、施工备料管理提供依据和手段；进行施工进度模拟，实现工程进度和计划的可视化管理；可以模拟重要施工工序，优化施工方案；提前进行备品备件管理，并可进行检修过程模拟；实现对工程造价的适时动态跟踪控制，实现实际意义的工程造价跟踪控制；实现多工程的数据库管理，利用远程浏览软件和国际互联网向不同用户发布需要的信息。

结束语

BIM技术应用于沙州750kV项目数字化设计中,通过建立数据信息三维模型并将工程数据整合到数字化移交平台中,实现设计、施工、运行过程中的协同工作和资源共享,为变电工程的全生命周期管理打下坚实的基础。

西南电力设计院坚信,利用BIM这把利器,通过不断的摸索与创新,可以将变电设计推向标准化、智能化、数字化、自动化的全新高度,并为智能电网的建设提供坚实有效的基础数据支持。

Autodesk Revit的修改功能非常地高效便捷。最主要是在做平面上进行修改的同时，保证了其它立面和剖面的修改，Autodesk Revit良好的关联性使得修改变得十分方便。

一李越茂
电网公司电网数字化设计平台研发组
中国电力工程顾问集团西南电力设计院

图片由中国电力工程顾问集团西南电力设计院提供。