

欧特克提出的BIM理念在数字化采购方面，可以让业主通过数字化移交平台获得采购所需的全部数字化信息。

—姚枫
高级工程师
中国电力工程顾问集团
西南电力设计院有限公司

BIM技术助力西南电力设计院实施变电数字化设计



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。

沙州750kV变电站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。变电站总用地面积18.683h m²，静态投资107168万元、动态投资112057万元。

沙州750kV变电站的建设具有重要意义。它位于新疆与西北主网第二条联网通道上，工程的建设可增强新疆与西北主网功率交换的能力，并且可以提高新疆能源资源在西北电网中优化配置的能力以及为“疆电外送”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。

作为甘肃省内的变电站工程，该项目具有很多特点和难点，如：其站区气候条件恶劣，经常出现沙尘、极端低温等天气；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、精细化电缆敷设等）；整个工程按业主要求进行数字化移交等。

基于这些项目特点和难点，项目设计方认为只有BIM技术有以下几方面优势：首先，针对电气和结构设计，从建模到出图使用一套工具，这样就不会出现如平面图和断面图之间出现不符情况。其次，BIM技术可以方便沟通协作，如不同专业设计师之间的沟通，建筑设计人员跟效果图等公司之间的沟通等。此外，建筑中各种设备信息的添加对于后期业主的运维也有很大帮助。而之所以选择欧特克公司的BIM解决方案，在于其价格具有一定优势的同时，其方案中选择面更广，系统也更为稳定。

数字化变电站——变革传统的方方面面

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，而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、设计成品质量以及对变电站生命周期管理的需求，因此“数字化电网”建设理念应运而生。

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



数字化施工支持

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。

西南电力院从全生命周期角度提出的变电站BIM实施方案主要是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，再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，并充分利用国网公司的数字化采购平台，结合西南电力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。

数字化设计——开启全新设计模式

传统变电设计有着很多局限性，包括其缺乏直观的视觉效果和可量化的模型基础，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，而且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；过程中错、漏、碰、缺等通病屡屡发生，造成施工的停滞和反复，给工程建设带来损失，而且传统设计不能满足业主精细化设计的要求等，而变电数字化设计是多专业参与的设计。西南电力院经过积极探索，认为BIM技术的数字化设计能够极好的解决上述问题，其解决方案具备的特点包括制定专门的作业手册，使得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。而且通过工程数据库中具

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等。

具体到BIM设计过程应用点，西南电力院主要体现在全站智能电气主接线及布置模型、三维防雷保护验算、精细化电缆敷设、土方计算方面。

在创建智能电气主接线时，使用Autodesk Revit MEP软件将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信息，因为项目数据中建立了设备元件符号和三维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

基于BIM的奥特克软件可以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。

—姚枫
高级工程师
中国电力工程顾问集团
西南电力设计院有限公司

删除电气一次设备时，实现设备三维布置相邻设备的信息关联修改。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。

在三维防雷保护验算方面则是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。

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的问题，并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。

在土方计算方面采用AutoCAD Civil 3D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。此外，在建筑物设计、结构设计等方面BIM技术也带了诸多益处。

BIM协同方面，西南电力院主要在地下设施、设备支架、专业协同等几方面进行了尝试。其中地下设施方面，西南电力院运用BIM手段建立了一个完整的三维数字化变电站模型，通过在Autodesk Navisworks中对三维模型的浏览，

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。

总的来讲，BIM设计优势主要体现在可提高精细化设计水平，并提供了精确的材料统计等，以及可以保证模型与图纸的一致，从而做到图纸关联修改，最终提升设计效率。

数字化移交——项目各方共享信息

数字化移交的内容主要包括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。其中设计文件包括技术报告、技术规范书、说明书、计算书、图纸等；供应商文件包括计算书、数据表、材料表、规范书、图纸和操作手册及维修手册、备品备件清单、质量保证书等；智能P&ID图及主接线图是指用专业软件绘制的智能P&ID图的符号或图形与相应的数据有关联关系。主接线图是电气表述的核心文件，工程位号信息是与控制系统、信息系统等其他系统衔接的关键数据；三维模型是使用专门的三维数字化设计软件建立的工程三维模型，三维模型提供了高效直观的工程资料查看方式，通过模型可以快速检索和查询与其相关的设计文件或数据。

移交方式主要通过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，并迁移到业主或运维方准备的系统上，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维方，加载到运维方系统上。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）三个方式完成。

最后，数字化移交可以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，从中得到的效益主要包括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；通过进行施工进度模拟，实现工程进度和计划的可视化管理；而且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，从而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以及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等。

利用BIM将变电设计推向新高

对于变电站这种设备复杂、后期运维要求高的建筑体，BIM技术所能提供三维可视化技术以



沙州750kV变电站新建工程鸟瞰图

及能够方便记录和传递数据信息的功能，相对传统二维方法有着革命性的变化，而随着以后建筑复杂程度的增加，业主对后期运维要求的增多，BIM技术将成为无法取代的技术手段出现在建筑行业的方方面面。项目的各参与方均在形象的三维模型上进行沟通，而三维模型也将作为载体出现在建筑生命周期的各个方面。

西南电力院坚信并期待，利用BIM这把利器，通过不断的摸索与创新，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。

奥特克的BIM软件为我们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的可视化、实时共享等优势实现变电站内各专业的碰撞检查。

—姚枫
高级工程师
中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司

图片由中国电力工程顾问集团西南电力设计院提供。



进度管理系统