

输变电工程设计现状与三维数字化设计应用

朱冀 胡昌龙

国网大同供电公司

摘要：随着信息技术的进步，计算机辅助设计的深度与广度也会随之扩展。一方面二维模型在工程模型中会转化为三维实体模型，另一方面在信息方面，越来越方便地传达设计信息，多专业，跨区域，多平台融合的趋势越来越明显。数字化和三维形态输变电设计符合新形势下设计倾向，促进输变电所需智能与集成性发展，网络辅助工程设计取得卓越实效。鉴于此，文章主要针对输变电工程中三维数字化设计技术的运用展开了分析与讨论。

关键词：三维数字化；设计技术；输变电工程；应用

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2022.08.193

一、三维数字化设计技术概述

如今，计算机技术已经在各行业中得到有效推广与普及，大大推动了我国各行业的迅猛发展。基于产业生产水平的日益提高，计算机技术也给各行业技术发展带来深远影响，逐步强化大数据分析和数据库有效利用，现已成为电力行业发展的一个重要趋势。在有关输变电工程项目设计与建设环节中，其中所承载的载体逐渐改变，朝着信息模型方向发展，而在具体的改变过程中，最核心的内容就是信息数据技术。在完成架构统一的流程之后，需依托 workflow，物资流与资金流的高效构建平台，才能更好的达到资源共享的开发目的，科学，合理地完成设计，采购及施工的相关步骤，才能保证输变电工程项目高效地进行，充分实现设计与施工一体化发展的目的。并且在输变电工程设计过程当中，三维数字化技术有着非常重要的运用，能够借助数据库技术，信息图形影响技术等等，来有效地促进计算机技术的运用。同时在各工作流程当中，通过相关操作人员与设计人员的协同合作，能够有效地完成工程精细化与精准化设计目标的实现，从而使得输变电工程设计水平能够得到切实提升。

二、数字化三维设计的特有优势

（一）设计手段的提升

一是数字化三维技术的出现能促进设计手段的进一步改进，这主要表现为能运用三维布置设计达到三维可视化工作的目的。二是可以将三维和二维设计有效地打通，进一步地提高了设计工作的精度和准确性，同时针对电气安全距离可以进行三维校验以进一步提高设计精度。再加上设计中经常遇到的地下建构筑物基础和电缆沟，上下水管道之间的交叉和碰撞等问题都可以得到有效地解决，并对所需参数进行了统计，直观地体现了工程设计数据的处理情况，对管理人员进行管理提供了有效数据支持。最终也可通过企业三维设计软件库的建立为以后的设计和使用等工作创造有利条件。

（二）能够为业主提供增值服务

能给业主带来增值服务，这也正是数字化三维技术

应用过程中的一个主要含义。数字化三维技术的运用可以让设计人员更容易、更方便地使用三维平台来优化设计，从而可以促使业主找到更经济、更合理的设计方案，同时三维设计技术数据库可以和ERP系统有效地连接起来，从而进一步方便材料采购。在此基础上，数字化三维技术进一步促进数据精确化、分散数据集中化，其可以为设计人员建立完整而丰富的数据三维模型装置台账，从而既能实现设备生命周期管理也能方便后期维护工作。将数字化三维技术融入其中，可以促进生产出更加数字化变电产品，其进一步提高用户使用体验。

（三）提高施工设计效率

三维设计技术应用于变电站设计过程中所能表现出的最为显著和直接的优点就是可以直观而又精确地体现出现场检测情况，对设计者而言，该技术的纳入可以对其现场安装起到更加强有力的引导作用，极大程度地避免了实施者因设计意图、安装位置等因素而造成的误读，进而影响工作的进展。再加上实际建设过程中，各单位以及自身专业实践安排不尽合理等情况存在极易导致返工复工情况发生，大大浪费单位工程设计进展，所以采用数字化三维设计平台可以模拟施工进度，并通过加入时间轴来进行四维管理。数字化三维的出现，也可以为设计方案的改变提供便利。

三、当前我国输变电工程设计的现阶段状况

10年来，在国家电网有限公司高度重视与统一部署下，变电站电气设计从常规变电站设计顺利过渡到智能变电站设计，实现了技术，设备与设计上的重大突破，发挥了里程碑作用。（智能变电站：指以全站信息数字化，通信平台网络化，信息共享标准化等为根本需求，利用先进，可靠，集成，环保等智能设备建设变电站，实现了信息采集，测量，控制，保护，计量及检测等基本功能的自动实现，同时具有支持电网实时自动控制，智能调节，在线分析决策及协同互动的先进功能变电站。当前智能变电站就是利用现代计算机技术和普通变电站设备相结合而成，涵盖普通变电站全部功能，计算机技术能够实现远程操控、数据传送等，实时智能故障

诊断可按专用软件程序对某些故障进行诊断并自动进行故障处理)。采用通用设计实现了变电站电气设计技术方案全国性统一优化;在电网出现故障情况下,实施通用设备使得电气设备互换更加方便和快捷,不会出现同类型设备由于外形尺寸,各个接口不一致等原因导致不能迅速更换的情况,有效减少停电时间。为了不断深化基建标准化建设、加快国家电网有限公司坚强智能电网建设、进一步提高工程建设效率与效益,总部已成功地修编并增加了数十种智能变电站通用设计方案,随后陆续修编了通用设备供设计人员选择。国家电网有限公司对“两型一化三新”,“三通一标”“四新”“四统一”技术要求落实情况进行了严格监督,使设备采购,土建施工及电气安装更规范化,国家电网有限公司实行全寿命周期最优设计以实现基本功能及核心功能,电气接线,总平面布置,设备选型及土建等专业剥离无用冗余功能以有效控制工程造价水平,严禁豪华装修以实现“综合建筑”到“工业设施”的过渡,确保设计方案完美。

四、三维设计在输变电站工程中的具体设计

(一) 三维设计的目标

在输变电气工程当中,使用三维设计的最大目的就是为了给用户带去更好的服务,这就要求在设计前必须要对一些设计目标有一个清楚的了解,从而对设计过程有一个清晰的认识。此外,也可根据客户的需求,适当地调整对象。首先在线缆铺设三维施工图中,要将2D施工图加以扩展与完善,然后用1:1真实情境模拟线缆铺设,从而使线缆铺设更直观,更精确,对线缆铺设方案及设计思想有一个更全面的认识。若由线缆层敷设三维模型设计图尚无法充分理解其设计思想时,可直接观看此线缆层敷设电子版本以获取所需信息,由于三维模型电子版本可以全面地反映出线缆层铺设的每个细节。

(二) 三维设计的流程

当使用三维设计软件并掌握输配电系统一些基本知识后,即可使用软件开展工作。首先建模、三维设计时,需建立CAD建筑平面图,并把这些图输入三维设计系统,以真实数据为基础建立模型,其中包括细节模型。其次线缆桥梁建模应针对线缆结构特点、依据线缆类型、分别建立对应线缆模型、以此为基础进行模拟,从而确保线缆桥梁安全可靠。第三在架设线缆铺设桥梁的时候,根据线缆的铺设方式,采用“线缆跟踪”的方式来实现线缆铺设方式的建设。最后当初始模式完成时,要对该模型的不合理性加以检验、完善、修改。

五、数字化三维技术在变电工程设计中的应用

(一) 建立设计模型

将数字化三维技术运用到变电工程设计当中,设计模型的构建是首要环节,同时也是工作有序开展的基础和借鉴。在实践中,我们需要从以下几个方面着手:一是我们首先要以计算机和互联网技术为依托,建立建模

系统和平台。再运用大数据和物联网技术对电气设备及土建架构数据参数进行收集并输入系统平台。二是依据设计软件的数据库对输入的数据参数做比较转换。三是通过三维导线连接功能对装置和架构进行尺寸验证,再根据输入数据信息设计三维模型。并在三维模型上,对全部数据参数进行标记,方便施工人员理解。

(二) 校验安全距离

三维模型构建完成后,必须对安全距离展开校验工作,以确保整体设计方案科学合理,从而避免出现各类停工返工现象。首先应根据三维模型对变电工程设计中全部工程、数据内容进行校对和核算。校验的范围可通过系统或手动选择。二是要把校验过程中不合理之处和问题都找出,再加以调整和纠正。最后再展开重新校验直至符合实际的需要。

(三) 进行防雷保护

防雷保护也是变电工程设计的一项重要内容。其不仅影响着电力用户的用电安全与稳定,还将影响着电力企业的经济效益。所以还需要通过应用数字化三维技术来对防雷保护进行设计,并最终促进变电站质量和效能的提升。然后实际设计时需要做以下几个方面的工作:首先是根据所设计的三维模型添加防雷模块。设计软件能够自动识别和添加,设计人员只要进行适当调整就能确保防雷设施科学合理。其次防雷设施加装后还应根据设计软件计算保护范围。并以形象的形式,直观形象地呈现,提高设计效率和品质。

(四) 精细化三维智能设计

一般情况下,采用传统设计方式进行变电站设计都要画出大量图纸,数字化三维设计技术只要三维设计人员借助专用设计软件画出一幅三维图便能反映变电站所有内容,设计人员仅需剖切平面图即可非常直观的看出变电站内各方面的构造及内容,确保平面图与断面图一致。另外,变电站三维设计时全部间隔断面均自动标记设备间距,从而大大减少了设计人员所需设计时间和变电站工程设计效率。此外,三维软件可由三维模型直接提取所需数据并生成可用于施工的施工图纸及有关材料表,同时可将三维模型转化为二维总平面图以确保施工图纸精度。

(五) 生成安装图纸

变电站内部结构复杂,牵涉环节众多,且包含多种设备和线路。所以安装图纸必须清晰,直观,合理,以确保安装工作高效,可行。并通过应用数字化三维技术,实现了安装图纸的自动化生成,并对安装顺序进行了精确,细致地标记,对每个装置都进行了良好的标记,防止了任何事故和错误。

六、数字化三维设计在输电线路工程设计中的应用

(一) 协同设计

协同设计是输电工程中的关键技术,设计者采用三

维数字化技术进行建模并通过分析集合数据来优化三维模型,通过在一个系统平台上交互操作,可以将各专业结果连接在一起,实现输电系统整体结构优化,参与方众多可以增加设计深度、更准确地控制成本并得到最优施工方案。设计人员和施工人员应在项目开始前按照图纸设计进行深入交流,这有助于使施工人员对设计意图有更多的理解和减少设计差错率的产生。

(二) 设计平台开发

开发设计平台是输电工程的重要功能,其功能性表现为基础管理功能和高级扩展功能。其中,平台基础功能主要有数据库管理,文件处理,三维建模,工具接口管理,多用户管理,远程访问支持等。该平台高级扩展功能主要有协同检查,工程量统计,自动出图,传真分析,专家系统,移动终端等。

将三维建模技术应用于输电工程的优化中,可以在优化内部管线设计的同时实现输电空间的碰撞检查和工程量统计效率的提升。专业人员可以借助平台所提供的资料对项目运行和管理过程中出现的问题进行进一步的分析,三维技术是互联网技术高度发达的大环境下,可以实现资料的永久保存,为输电工程管理提供辅助参考,有助于进一步提高输电工程管理能力。

(三) 线路通道清理设计

输电工程是个巨大的体系,伴随着用电范围的扩大,输电线路的设计和管理需采用三维数字化设计来清理线路通道。通过三维数字化设计建模,可以勘察输电线路区域环境,并查验该地区林木或房屋的具体位置。对这一技术进行仿真可以清楚地记录所探测到的信息,其中包括林木分布面积和房屋覆盖面积以及高度等诸多信息。输电线路排布时将基于三维数字化技术所记录的数据加以全面考虑并优化电路设计。以往采用的二维数字化设计技术虽能在某种程度上分析区域环境,但测试数据不准确,线路设计优化业不完善,而三维数字化设计则填补了二维技术的不足。

(四) 数据交互与传输设计

输电工程内部系统结构非常复杂,电网设计和运行需依托于几个不同的主体平台,多单元协同合作才能够确保输电工程供电的稳定性。采用三维数字化设计技术,可以增加各主体平台,机构之间交流的频次。数据交互设计具有统一标准,设计过程中需要综合考虑勘测,造价等诸多因素。除设计层面需要全面分析外,制造和施工以及运维等环节都需要强化关注。

三维数字化设计平台是输电工程涉及的工程非常广,主要有辅助设计计算,地理信息勘测,工程量清单造价,设备模型制作,施工模型和数字化移交等。三维数字化设计传输系统数据处理主要有数据集成,并行处理,快速通信,大数据和云计算几方面内容,上述技术交互协同运行对于保证输电工程平稳运行至关重要。

(五) 一体化选线排位设计

三维数据化技术是基于基础地理信息数据,依据输电工程所在区域地理环境建立模型,并通过所建输电线路铁塔来接收信号,若干终端变电站按区域环境区间布置,输电线路径以交叉跨越方式通过三维立体建模可以清晰地显示。实景的3D设计边界清晰,便于技术人员分析整个地区。三维数字化技术对于输电工程的应用有着明显的优越性,在此体系下可以充分展示电力工程所涵盖地区的气象水文地质条件,在进行一体化选线和排位设计时,电力企业需要事先和当地政府进行沟通并取得一致意见之后才能促进工程建设。为优化选线排位布局,可构造多张图纸并进行数据比选,优选出最佳施工方案。

(六) 电气间隙空间校验设计

采用三维数字化技术构建地面模型和构建三维铁塔模型可以更直观地显示铁塔所处位置和周围环境。模型设计时输电线路处于静止状态,为了改善输电工程管控效果,借助三维数字化技术可以实现大风天气或高温天气电气间隙的自动检查,该自动检验的方式能够提升施工精准度、优化图纸设计、降低施工成本。

(七) 虚拟现实自动化仿真设计

采用三维数字化技术设计平台来管理输电工程,可以实现虚拟现实,并通过仿真输电工程地区内施工环境,有关施工人员可以在较短的时间内对该地区的环境条件进行把握,然后对实际建设中的计划进行调整。通过输电金字塔传输数据对于该地区建设情况可以更全面地把关,综合整体布置,提高建设效率和管理,便于输电线路精细化设计。

结语

总之,在目前技术水平不断提升的情况下,三维数字设计技术逐渐得到了发展,并且已经广泛应用到生活中的方方面面。在输变电工程蓬勃发展的今天,工程设计过程及具体内容较为复杂,采用高技术手段增加工程过程复杂性具有十分重要的意义。将三维数字化设计优化应用于输变电工程可以为今后之电力输送系统发展提供宝贵建议。

参考文献

- [1] 王成明. 数字化三维技术在输变电工程设计中的应用[J]. 中国新技术新产品, 2020, (6): 141-142.
- [2] 王若天. 三维数字化设计技术在输变电工程中的应用探究[J]. 建筑工程技术与设计, 2020, (35): 922.
- [3] 刘任玉. 三维数字化设计技术在输变电工程项目中的应用探究[J]. 中国战略新兴产业, 2018, (38): 113.
- [4] 杨继业, 李健, 王春生, 等. 三维数字化智能化技术在输变电工程设计中的深化研究[J]. 电网与清洁能源, 2018, 34(5): 13-18, 24.