

# 三维设计在架空输电线路建设中的应用

杨旭东

河南送变电建设有限公司 河南 郑州 450051

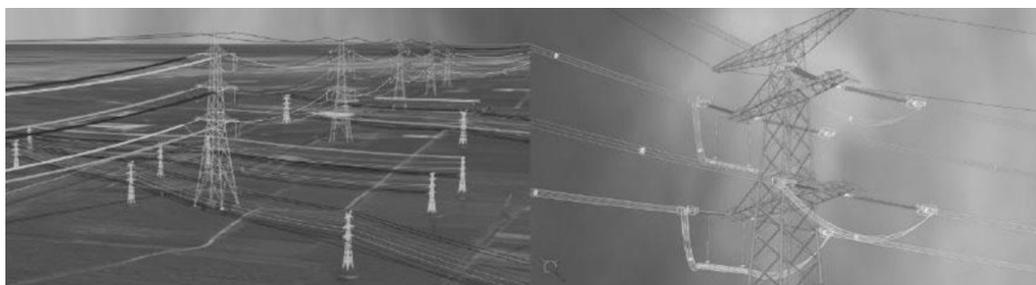
**摘要:**在进行架空输电线路三维数字化设计关键技术研究的过程中,三维数字化设计能够促进工程设计质量与效率的更好提升,具有高效、直观、精准等优势,能够对工程建设周期进行科学、合理的缩减,还能够更好地节约工程造价,受到广大业内人士的认可与赞许。与此同时,在数字化技术不断发展的大环境下,利用数字化方法建立与完善工程信息模型库,以地区数据中心平台为基础,对工程进行协调设计,可促进其设计效益与质量的更好提升,同时也能够促进国网建设更加智能化、数字化。

**关键词:**三维设计;架空输电线路;应用

## 1 三维数字设计技术介绍

三维数字化设计是以信息图形影像技术、网络技术、数据库技术等多种现代化计算机技术作为基础手段,通过与操作人员和设计人员之间的协调合作,实现项目工程精准设计的目标,实现线路设计的三维可视化以及信息一体化。数字化三维设计与传统设计之间的区别主要是在于传统的设计需要将诸多信息数据详细的罗列在设计图纸上,并且对信息数据予以说明,这种设计操作的习惯将会在很大程度上造成信息数据离散。工程

项目设计的不同阶段,工程项目的建设的不同阶段中产生的新的信息数据只能通过技术人员进行收集分析,辨别信息数据的有效性。面对庞大的信息数据,不仅会增加人员的工作负荷,还会在造成信息数据缺失,丧失完整性。利用数字化三维设计技术,可以规避传统设计技术的缺陷,处理数据信息的时候利用信息模型,统一管理设计建设产生的数据信息,共享和利用在设计全过程以及项目工程建设阶段产生的信息数据<sup>[1]</sup>。



## 2 三维数字化设计的现状及前景分析

目前输电线路的设计方式是以出二维图纸为目的来进行专业配合作业的。二维图纸的数据是非结构化的,图纸里所涵盖的信息不能被计算机所直接识别,不利于信息的传递和复用。而输电线路设计软件也是从满足设计人员出图纸的要求来设计,单项技术发展较好,对专业配合和信息复用没有做过多的考虑。

### 2.1 设计过程现状

勘测专业、电气和结构设计专业的配合,还是主要依靠专业之间的提资来解决,缺少相应的设计平台或结构化信息的传递手段。各专业间的数据信息相互孤立,形成信息孤岛,无法实现各专业间数据信息的互通,不能使信息方便快捷的传递<sup>[2]</sup>。

### 2.2 设计成果管理现状

在利用已有设计成果时,相关成果信息为非结构化、非参数化的图纸,仅能通过人工翻阅资料图纸和查阅电子版图纸的方式,手工提取相关成果信息,再在后续设计中使用。

### 2.3 提供给业主工程信息的现状

电网建设管理单位针对这些非结构化、非参数化的资料图纸,需要人工的方式进行信息采集,效率极低<sup>[3]</sup>。

### 2.4 外部环境需求现状

由于外部环境的变化,社会各行业对信息的需要也在逐步改变。规划、国土、环评、水保等部门对工程数据信息不再停留在图纸阶段,要求提供用数字化信息描述的路径方案,对设计单位提出更高的要求,迫使目

前的设计模式和手段加快更新。

### 3 三维数字化主要功能

#### 3.1 基础配置功能

根据上述的功能简介我们可以得知该平台需要具备以下基本功能模块：二维共功能、三维功能、地形定位、地图测绘、地形编辑、坐标系统、图像生成等。其中三维功能最为重要，主要可以提供图像可视化，计算分析，特效生成、已经动态图像等功能。另外对于该系统的管理模块中则需要具备用户和用户权限、工作日志、系统管理等相关的管理功能。

#### 3.2 数据管理

数据管理主要包括勘测、线路、结构等不同专业在工程实施的过程中的设计成果资料的管理，作为基础数据的矢量数据、栅格数据、地形图和影像数据的管理，还包括对输电线路三维业务设计过程中的杆塔模型、基础模型、金具绝缘子串等通用模型库的管理<sup>[4]</sup>。

#### 3.3 三维业务设计

通过三维业务设计可以完成前期的线路施工探测、输电线路优化、杆塔定位等相关工作。同时在完成测量工作后，可以将测量和优化结构实现可视化导出，以此来保证线路工程各个阶段资料的分析、存档等。另外还能够实现选线结果分析，杆塔选择和规划，以及相关的绝缘子等装饰的分析设计等，最后通过分析统计来生成相应的经济效益估算结果。在输电线路工程中，路径的选择工作极其重要，而对于路径设计则可以通过三维业务设计来生成相应的工程图纸和图像资料并且生成相应的分析报告

## 4 三维设计在架空输电线路中的应用

### 4.1 前期测量

前期的测量工作是架空输电线路三维设计的主要内容之一，其可以为接下来施工工作的顺利进行打下良好的基础。因此，在实际施工过程中，相关设计人员也应该对其加以重视。首先需要采用无人机的方式进行航拍，而后借助无人机的航拍效果，将其中的高程模型、文档对象模型等进行储存记录，与此同时要对坐标系进行选用，并将控制点进行合理的设置。将这些数据传输到三维设计平台中，利用三维数据平台对路径进行初选。确定好这些后，将电力线、通信线、管线等施工所需用具的属性和工程所需数量进行记录，形成整体的相关数据信息，随后将其加载至三维数据平台当中。通常情况下，将正向摄影、坐标线、叠加等高线以及其他交叉信息有机结合就可以形成全数字的三维地图。获取输电线路三维地理信息时，大多采用的都是正摄像技术，

而正摄像可以通过无人机拍摄的形式完成。相较于激光雷达点云数据和倾斜摄影而言，正摄像价格更为便宜，虽然数量较少，但可以基本满足输电线路三维设计的初级要求。与此同时，施工图纸阶段，还需要充分考虑各种障碍物对线路设计的影响，对其进行测量后才可以进行三维建模<sup>[5]</sup>。

### 4.2 路径选择方案

在路径的选择工作上，可以依托于三维建模场景，对各类数据以及交叉跨越信息进行分析，通过高程模型和文档对象模型数据来对施工地点的路面情况进行模拟，三维建模后，在图像中选择最佳路线。输电线路在实际施工过程中，经常会受到外界因素的影响而改变路线，相比于传统的选线方式而言，三维设计可以更为清晰地观察到沿线的地形特点以及障碍物，如高速公路、地铁等等。为设计人员提供了重要的参考数据，有效地提高工作效率。

### 4.3 距离测量

通过以上对输电线路的路线选择以及杆塔定位设计后，设计人员可以根据三维数据图中显示的房屋树木河流等障碍物的信息，以此为依据，以便于进行三维空间的水平距离、竖直距离、斜距等的测量工作。并对线路周围的居民住宅以及电力线路的安全距离进行计算，并对平台显示数据进行分析，以国家电网相关法律中的规定为施工依据，展开施工工作。

### 4.4 杆塔定位

杆塔定位也是架空输电线路三维设计当中的重要设计环节，杆塔的定位可以直接影响后续施工的顺利进行，比如其决定了树木的砍伐范围以及相关交叉跨越的安全距离等等。与二维设计相比，输电线路的三维设计可以更直观地获取相关数据信息，与此同时在三维建模图形当中，可以根据实际要求，对塔杆进行移动、删除、替换，还可以对塔杆的安全距离进行适当的调整，从而帮助设计人员选择最优方案。三维设计在输电线路当中的应用，可以使相关设计人员直接对地表信息进行分析，为杆塔的定位提供了技术上的指导。结合实际数据进行分析，三维设计还可以自动的完成金具配置，与此同时对所需相关材料进行统计，大大缩短了材料核算时间，同时节约了劳动力。

### 4.5 数字化选线

在三维场景中，依托电网各种数据及相关交叉跨越信息，借助数字高程模型和文档对象模型数据来模拟真实的地形地貌情况，通过测量完成三维数据建模后，在数字三维影像地形图中进行路径选线作业。这样做，相

比传统方式选线有较大优势,沿线地形地貌、地表附着物等信息一目了然,尤其是现场的重要交叉跨越位置,如高速铁路、高速公路、重要输电通道等,为设计人员提供了必要的支撑,进而得到最优的选线路径。

#### 4.6 加强线路运行与管理

为了使架空线路能够安全可靠的运行,在实际上的运行维护中,必须要及时记录及分析所有的设备缺陷,然后依据设备的缺陷程度,进行分类与管理,以此;来得到所需的处理办法;一些不紧急的设备缺陷,在短期不会造成线路运行的不稳定或是不安全,可以将这些缺陷记录到季度或是年度的检修计划里,在后期对其进行处理。除此之外,对日常的巡视力度要进行加强,存在重大缺陷时,要及时对其进行处理,否则会令电力线路的运行不安全。对于那些时刻存在事故隐患的紧急缺陷,要第一时间进行解决。

#### 4.7 三维空间量交叉跨越物统计

利用三维空间量测算功能,智能判别房屋、林木是否需要拆迁以及砍伐,工程量精度大大提高,特别是对拥挤地段的房屋面积、层数、结构以及材质进行准确统计,能够从不同角度对地面系统的物体进行全方位展示,可以准确的度量地面系统中各建构物之间的距离,通过设定输电线路走廊范围宽度即可确定拆迁范围<sup>[1]</sup>。

#### 4.8 通道清理

对输电线路中的各项数据进行分析后,计算出各个环节的距离,根据施工的实际环境为参考,借助三维设计平台自定出通道的清除计划。首先需要相关设计人员结合三维模型利用无人机的方式进行航拍,将航拍中的房屋、林木、河流等数据采集并输入到三维平台当中,进行建模,对地域空间进行划定,在实际施工过程中对房屋拆除以及树木砍伐的精准度。多角度对三维模型中输电线路走向周围环境进行深入的观察,准确获取输电线路周围障碍物的具体信息。与此同时,相关设计人员还可以借助三维设计模型实现对地表树木自然生长的高度进行绘制,结合砍伐地区的交界面,更为精确的计算出砍伐范围<sup>[2]</sup>。架空输电线路应用三维设计与传统的二维设计相比,可以更好地对山丘以及砍伐信息进行掌控,为实际施工提供更准确的数据信息。

### 5 设计成果的应用

三维数字化设计在提高设计效率与设计质量前提下,其所产生的数字化成果亦是重要资产。杆塔供应商以三维设计成果为基础,通过厂家精细化放样、可视化组装,校验金具串与铁塔碰撞、地线与铁塔碰撞、杆材与杆材碰撞、螺栓与螺栓碰撞、塔脚板连接碰撞等问

题,减少产品错误率,提高供货质量,缩短工程建设周期。施工单位可通过三维数字化设计产品,推演施工方案,利用三维技术辅助模拟全过程各工序,同时三维设计成果与现场施工有效融合,实时交互模拟,指导施工方从宏观上控制施工机械和资源调配方式,从微观上细化运输方案、场地布置、工艺模拟,全面高效助推全过程机械化施工<sup>[3]</sup>。

输电线路三维数字化设计主要包括以下几个步骤:

1. 路径优化:线路路径建模是通过导入卫片、高程信息和路径信息,以及搭建地物的基础上,导出三维场景和二维断面后开展路径优化排位,并建立工程数据库。
2. 金具组装:基于相应的部件组装,完成金具GIM模型入库。
3. 杆塔建模:基于铁塔计算、挂点设置和铁塔放样完成铁塔GIM模型入库。
4. 基础建模:基于基础计算、长短腿配置和基础建模,完成基础GIM模型入库。
5. 立塔校验:基于工程所需导线、地线,和已建金具、杆塔和基础模型,以及地理信息数据、电网专题数据,根据优化路径、杆塔使用条件和二三维联动完成线路立塔和校验。
6. 成果移交:在初步设计、施工图设计阶段和竣工图编制阶段由线路不同专业联合完成GIM成果移交,主要包括:工程地理信息数据、三维设计模型、文档资料、装配模型等。

#### 结语

综上所述,本文对三维设计在架空输电线路建设中的应用进行了研究。在三维设计应用时,采用全流程设计和多窗口联动的杆塔定位技术,有效减少人力、物力的投入,减小设计返工量。应用三维设计,实现了各种施工图设计模块的有机集成,通过三维精细化设计和校验,有效提高了工程设计的准确性。在三维场景中,可以快捷进行交叉跨越分析等工作,进而减小工程建设对环境的影响,达到预期的社会及经济效益。

#### 参考文献

- [1]基于数字化三维模型的架空输电线路设计[J].官澜;李奥森;韩念遐;祖国华;田雷;刘伟军;电测与仪表.2020(03)
- [2]架空输电线路三维建模方法现状及展望[J].范亮;汤坚;南方能源建设.2020(02)
- [3]杜巍.电力高压输电线路设计要点分析[J].科技经济市场,2019(11):7+22.
- [4]杨明力,赖旭华.输电线路三维设计基本方法的研究[J].江西电力职业技术学院学报,2019,32(09):5-7.
- [5]三维技术在输电线路全过程机械化施工中的应用研究[J].齐兴斌;邹相国;何川;中国新通信.2020(24)