

数字化技术在电力工程设计中应用

张滨 夏智 王云鹏

沈阳电力勘测设计院有限责任公司, 辽宁 沈阳 110000

[摘要]随着科技现代化进程不断推进,数字化设计手段在参考国外先进技术及理念之后产生了很大变化。参数化设计由此产生,成为数字化设计的重要工具,它能模拟人的逻辑思维,记录各对象生成方式,建立对象间关联,让设计师用全新方式呈现设计创意与灵感。在复杂建筑群工程里,把参数化平面布局和参数化建筑模型结合,能实现平面布局动态调整、建筑群统一优化以及单体建筑参数化驱动,确保设计过程和设计参数有迹可循。

[关键词]数字化技术; 电力工程; 工程设计; 技术应用

DOI: 10.33142/aem.v7i8.17770

中图分类号: TM76

文献标识码: A

Application of Digital Technology in Power Engineering Design

ZHANG Bin, XIA Zhi, WANG Yunpeng

Shenyang Electric Power Survey & Design Institute Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110000, China

Abstract: With the continuous advancement of technological modernization, digital design methods have undergone significant changes after referring to advanced foreign technologies and concepts. Parametric design emerged as an important tool for digital design, which can simulate human logical thinking, record the generation methods of various objects, establish relationships between objects, and enable designers to present design creativity and inspiration in a new way. In complex architectural complex projects, combining parameterized floor plan layout with parameterized building models can achieve dynamic adjustment of floor plan layout, unified optimization of building clusters, and parameterized driving of individual buildings, ensuring that the design process and design parameters are traceable.

Keywords: digital technology; electric power engineering; engineering design; technology application

引言

随着电力工程规模持续扩大以及系统结构变得愈发复杂,以往依靠人工绘图、凭借经验做出判断以及采用二维设计的传统方法,已经很难契合现代工程对于设计效率、精度以及可靠性所提出的高标准要求了。数字化技术的出现,给电力工程设计带来了全新的工具以及手段,使得设计流程从原先的经验驱动慢慢朝着数据驱动以及智能化管理的方向转变。借助 BIM(建筑信息模型)、三维建模、虚拟仿真、人工智能、大数据分析还有数字孪生等一系列技术,设计人员可以在虚拟环境当中完整地呈现出工程结构、设备布局以及运行状态,达成设计方案的多目标优化以及实时校核,这既大幅度提升了设计精度和效率,也切实降低了施工风险以及成本。数字化技术还推动了设计信息的集中管理以及多专业协同,让电气、土建、通信以及自动化等各个专业之间能够实现信息共享与动态调整,强化了设计的可追溯性以及可维护性。本文着重探讨数字化技术在电力工程设计当中的具体运用以及实践价值,剖析其在优化设计、提升效率、压缩成本以及智能化管理等诸多方面所发挥的作用,同时展望其在未来电力工程全生命周期管理当中的发展态势。

1 数字化技术对电力工程设计的作用

1.1 避免人工失误

在电力工程设计期间,人工操作免不了会受到设计人

员经验、注意力以及工作状态等因素的影响,进而出现各种各样的失误,这不但会让设计图纸的准确性有所降低,而且还有可能在后续的施工与运行环节滋生安全隐患。数字化技术的引入有效地减少了人为因素所带来的风险,借助计算机辅助设计、三维建模、自动化校核等手段,可以对设计数据展开快速且精准的处理与验证,防止因为手工计算或者信息传递不妥当而产生的错误。与此数字化平台还能够达成多环节、多人员之间的实时协同,让设计过程变得更加透明与可控,由此极大地提升整体设计的可靠性与准确性,为电力工程的安全建设以及高效运维给予坚实的保障。

1.2 降低设计成本

在电力工程设计环节当中,成本控制一直属于项目管理里极为重要的一项环节,并且数字化技术的应用可在诸多方面切实有效地降低设计成本。数字化平台借助集成化的数据处理方式以及智能化的设计工具,大幅削减了数量众多的重复性、机械性人工操作,这既让设计周期得以缩短,又使得人工投入成本有所降低。凭借三维建模、虚拟仿真以及碰撞检测等各项功能,能够在设计阶段便提早察觉到潜在存在的各类问题,如此一来便能够防止因设计方面存在缺陷而致使后期出现修改以及返工等情况,进而减少材料以及人力方面的额外浪费。除此之外,数字化技术

可达成设计方案的快速比选与优化操作,促使资源配置变得更为合理,减少那些不必要的冗余设计以及相关投入^[1]。并且设计成果采用数字化形式进行存储与共享,这无疑提高了信息的利用率,避免了因资料不够完整或者传递过程不顺畅所引发的重复工作情况,从而进一步节省了成本开支。

1.3 优化资源配置

电力工程设计资源的优化配置能够提高电力设计单位的综合竞争实力,需要合理配置、节约使用电力工程设计资源。通常情况下,电力工程设计资源包含了质基础设施资源、时间资源和人工劳动资源等。应用数字化技术有助于设计人员准确判断电网的整体结构和展开精细化的电力网络设计。为了改进电力工程的传统设计模式,需要引进数字化技术,保证电力工程的设计效果。电力工程设计人员应当着眼于电力基础设施使用性能的全面提升,重视土建结构模型图纸规划设计,科学分配电力工程的设计资源。数字化技术应当贯穿在各个设计环节,需要结合电力工程的基本需求来选择数字化技术。

2 电力工程设计中的数字化技术

在电力工程设计领域当中,数字化技术并非仅仅是对传统设计手段的一种简单的替代方式,其是凭借构建起一个以数据作为核心的智能化设计体系,进而达成对整个工程全生命周期加以深度支撑以及优化的目的。借助于 BIM 技术以及三维建模手段,设计人员可以在虚拟的空间环境里针对输电线路、变电站还有配电系统展开全方位的数字化呈现工作,无论是结构布局方面还是运行状态情况,均能够做到精确的模拟操作以及实时的优化处理。通过运用人工智能以及大数据分析技术,数量众多的设计参数、各类运行工况以及诸多历史案例都能够被快速地加以处理,并且转化成为科学决策方面的依据,如此一来便能够让设计过程变得更加智能化并且更为科学化了。虚拟仿真以及数字孪生技术使得工程在正式建设开展之前就可以实现全流程的动态预演效果,可以及时地去发现其中存在的潜在问题并据此调整相关的方案内容,进而大幅度地降低设计环节所面临的风险以及后期可能出现的返工成本支出^[2]。除此之外,数字化技术还能够打破设计、施工以及运维这几个不同阶段之间原有的壁垒限制,实现信息的高效且顺畅的共享以及协同配合,推动电力工程设计从单纯的图纸生成模式转变成全流程覆盖、系统化管理且具备可追溯特性的数字管理模式,由此在根本层面切实提升电力工程设计的质量水平、安全性能以及经济效益状况。

3 数字化技术在电力工程设计中的运用

3.1 应用数字化优化电力设计

在电力工程设计环节运用数字化手段来予以优化,其关键之处在于把“数据-模型-算法-协同-闭环”当作主要线索,把 BIM/GIS 一体化建模、参数化设计同多目标优化算法加以深度融合:在统一的数据基础之上构建起涵盖

从厂站的一次系统、二次保护一直到线路走廊以及电缆通道的全要素模型,调用潮流计算、短路电流、暂态稳定、谐波与 EMC 等相关仿真模块,针对不同的方案展开并行式的评估工作;借助规则引擎与标准库自动完成校核操作(比如导线截面与热稳定、接地网触电电位、母线电流密度、最小净距、二次回路冗余度等方面),以此来降低人工重复劳动的情况;接着凭借遗传算法/粒子群/强化学习等多种多目标优化方法在“投资-损耗-可靠性-可施工性-环境与用地约束”这些方面寻找最优解,达成站址与总平布置、主接线及设备选型、导线与杆塔参数、路径寻优与跨越方案的联动式优化;对于含有高比例新能源以及柔直设备的场景,叠加不确定性因素与蒙特卡洛模拟开展弹性校核,并且以最小全寿命周期成本(LCCA)与碳排放指标当作综合性的评价依据;在协同这一层面,依靠云端模型协作以及版本追溯的方式,实现电气、土建、通信与自动化等专业领域的同步迭代更新,自动生成工程量清单与施工图纸,同时运用数字孪生技术对施工可行性与运维策略展开预演,形成“设计-仿真-校核-出图-反馈”的闭环流程,让设计能够在符合规范与安全边界的要求之下达成成本最优、工期能够把控以及可运维性最为强劲的综合目的。

3.2 基于数字化创新数据库技术

在电力工程设计领域当中,基于数字化所创新出来的数据库技术,切实地为设计工作在高效性以及科学性这两个方面给予了稳固有力的支撑。其最为关键之处就在于要构建起一个具备集中化、标准化以及智能化特性的数据管理与应用平台。把在工程设计过程中涉及到的规范标准、历史案例、设备参数、运行数据还有施工经验等等这些内容都统一起来加以整合,进而形成一个能够实现动态更新并且可以进行共享的数据库。设计人员凭借这个平台,就能够达成快速调用以及比对不同设计方案这样的目的,从而避免因资料出现分散情况或者数据存在不一致的情形而引发的设计延误以及错误等问题。与此数据库还能够借助人工智能以及大数据分析技术,针对历史工程数据展开深度的挖掘以及关联方面的分析,进而能够为当下的设计给出科学的参数推荐以及优化方面的参考依据,使得设计的过程变得更加智能化且更具前瞻性^[3]。除此之外,数据库技术还能够支持多个专业以及多个部门展开实时的协作,以此来保证像电气、土建、通信、自动化等这些不同的专业能够在同一个平台上完成信息的互通以及方案的协调工作,减少重复的劳动以及资源的浪费,促使设计成果在一致性以及完整性这两个方面得以提升。通过创新数据库技术的应用,电力工程设计不仅实现了信息的高效利用与知识的持续积累,还推动了设计流程向智能化、标准化和可追溯方向发展,大幅提升了整体工程的设计水平和管理效率。

3.3 借助数字化优化软硬碰撞检测

在电力工程设计环节,运用数字化技术来开展软硬碰撞检测,可切实提高设计精度以及施工可行性。其关键点在于凭借三维建模、BIM 技术以及虚拟仿真平台,把电气设备、管线、结构构件还有二次系统的布置状况全方位地展现出来,并且在虚拟环境里对不同专业之间空间关系展开动态剖析以及实时校验。传统的人工审查一般依靠经验,容易忽视局部细节,致使设备间距不够、线路走向出现冲突或者土建与电气安装不协调等一系列问题。而数字化碰撞检测技术可以在设计阶段就提前发觉这些潜在矛盾,给出可视化的冲突位置以及优化建议,进而防止后期施工中的返工以及资源浪费情况发生。与此软碰撞检测针对安全距离、操作空间、维护通道等隐性因素进行智能化识别,硬碰撞检测着重于实体模型之间的直接干涉情况,两者相结合使得设计更加契合实际施工与运维方面的需求。

3.4 利用数字化完善智能设计

在电力工程设计领域当中,充分借助数字化技术来进一步完善智能设计这一做法,其不仅可以促使设计效率得以提升,而且还能够在系统性、前瞻性以及可靠性这些层面达成突破性的进展。把人工智能算法、参数化建模、专家知识库以及大数据分析等要素相互结合起来之后,设计人员便能够高效地生成多套符合相关规范要求的设计方案,而且还能针对这些方案展开自动化的校核以及优化操作,如此一来便能够规避掉传统人工设计模式下由于经验有所欠缺或者信息出现缺失而产生的种种缺陷。与此智能设计平台还具备实现多专业、多工况以及多目标综合分析的能力,它能够把电气设计、结构设计还有通信与自动化系统设计统一起来进行建模,并且做到联动优化,进而既能够满足安全方面的需要,也能够满足经济性方面的要求,同时还可确保整体系统的协调性以及可扩展性得以维持^[4]。凭借数字孪生技术,设计方案还能够和实际运行场景形成动态的耦合关系,借此可以提前对工程建成之后的运行状态加以模拟,从而对它的可靠性以及运维便利性做出评估,进而实现在设计阶段就能够对潜在的风险予以预防。

3.5 基于数字化改进实体模型统计

在电力工程设计环节当中,借助数字化技术来对实体模型统计加以改进,能够在很大程度上提高设计所具有的精确程度以及工程管理方面的效率。设计人员能够凭借三维建模手段、BIM 平台还有数据库技术,把电力设备、

线路、构筑物以及相关系统的全部实体元素都用数字化的方式予以表达,进而达成对所有要素进行精确记录以及参数化管理的目标。在这样的基础之上,该系统便能够自动形成工程量清单、材料统计、设备数量以及安装工时等一系列各类统计数据,如此一来便能规避掉传统人工统计过程中常常会出现的遗漏情况、重复现象或者计算方面的错误等问题。与此数字化实体模型还具备动态更新以及版本追溯的功能,无论出现何种设计变更,都能够即刻体现在统计结果里面,以此确保数据保持一致性并且具备可追溯的特性;通过与施工以及运维数据建立关联,还能够开展资源优化方面的分析工作、成本控制相关事宜以及进度管理工作,从而为施工方案的优化以及材料采购事宜给予科学层面的依据。

4 结语

数字化技术于电力工程设计方面所起的作用日益凸显,其已然改变了以往依靠人工经验以及二维图纸的传统设计模式,借助 BIM、三维建模、虚拟仿真、人工智能以及大数据分析等一系列手段,达成了设计流程的智能化、精细化以及可追溯化状态。数字化技术可切实提升设计精度,实现资源的合理配置,降低相关成本,同时强化多专业间的协同合作与信息充分共享,从而给工程施工以及后续运维给予稳固可靠的支撑。伴随技术持续发展并不断取得创新成果,数字化设计在电力工程全生命周期管理当中将会释放出更为长远的价值,促使工程设计朝着高效率、高质量、可持续以及智能化的方向稳步前行,进而为现代电力工程建设筑牢坚实保障。

【参考文献】

- [1]苏艳萍.数字化技术在电力工程设计中的应用[J].光源与照明,2022(8):240-242.
- [2]刘飞.探讨数字化技术在电力工程设计中的应用[J].电子制作,2022,30(4):92-94.
- [3]曹芳魁,吴子宜.数字化技术在电力工程设计中的应用[J].集成电路应用,2023,40(12):208-209.
- [4]高梅鹂,吴佳明,高健.数字化技术在电力工程设计中的应用[J].集成电路应用,2023,40(4):338-339.

作者简介:张滨(1984.5—),毕业院校:沈阳农业大学,所学专业:农业电气化与自动化,当前就职单位:沈阳电力勘测设计院有限责任公司,职务:配电设计室副主任,职称级别:中级。