

数字化技术在电力工程设计中的应用

冯丹凤

国网河南省电力公司太康县供电公司

摘要：数字化技术在电力工程设计各环节中发挥着重要作用，涵盖规划、可行性研究、初步设计、详细设计和施工图设计等阶段。在规划设计中，GIS技术助力电网规划和选址布局优化；在可行性研究中，数字化技术支持技术经济分析和仿真研究；初步设计阶段，CAD、三维建模和协同设计平台提高设计效率；详细设计阶段，数字化技术优化电气设备选型和系统设计；施工图设计中，BIM和VR技术支持多专业协同和施工模拟。此外，数字化技术还广泛应用于设计审查、变更管理和文档管理，提高工作效率和质量。

关键词：电力工程设计；数字化技术；BIM；协同设计；智能化

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2022.12.106

引言

党的二十大报告提出，加快发展数字经济，促进数字经济和实体经济深度融合，打造具有国际竞争力的数字产业集群。电力工程作为关系国计民生的重要基础设施，其数字化转型和智能化升级迫在眉睫。在电力工程设计领域，数字化技术的应用已成为行业发展的必然趋势。本文将深入探讨数字化技术在电力工程设计各环节中的应用现状与优势，剖析存在的问题与挑战，展望未来的发展方向，为推动电力工程设计数字化转型提供参考和借鉴。

一、电力工程设计中数字化技术应用的必要性

随着数字化时代的到来，电力工程设计领域也迎来了全新的发展机遇和挑战。数字化技术在电力工程设计中的应用已成为必然趋势，其必要性主要体现在以下几个方面：一是数字化技术能够显著提高电力工程设计的效率和质量。传统的设计方式依赖于手工绘图和计算，耗时长、出错率高。而数字化技术的应用，如计算机辅助设计（CAD）、三维建模等，可以自动化完成复杂的设计任务，大幅缩短设计周期，提高设计精度，减少错误的发生。二是数字化技术有助于优化设计方案，降低工程成本。通过数字化仿真和分析技术，设计人员可以在虚拟环境中对不同方案进行比较和评估，选择最优的设计方案。同时，数字化技术还能够优化设备选型和布置，减少材料浪费，从而有效控制工程成本。三是数字化技术可以加强设计协同，促进信息共享。电力工程设计涉及多个专业和部门，需要高效地协同和沟通。数字化协同设计平台的应用，可以实现设计数据的集中管理和实时共享，促进各专业间的协同工作，提高设计效率和质量。四是数字化技术为电力工程的运维管理提供了

数据支持。通过数字化技术构建的电力工程模型，可以为后续的运行、维护、检修等提供数据基础，实现设计、施工、运维的一体化管理，提高电力工程的整体效益。

二、数字化技术在电力工程设计各阶段的应用

1. 规划设计阶段

在电力工程设计的规划阶段，地理信息系统（GIS）发挥着不可或缺的作用。GIS可以为电力工程规划提供全面、准确的空间数据支持，包括地形、地貌、土地利用等信息，帮助规划人员深入分析项目所在区域的地理环境特征，识别潜在的机遇和挑战。同时，GIS还可以与其他数据库无缝对接，如人口分布、经济发展、负荷需求等数据，为电力需求预测和负荷分析提供坚实的数据基础。通过GIS强大的空间分析功能，规划人员可以科学合理地优化电力设施的选址和布局，如变电站、输电线路等，综合权衡用电需求、地理条件、环境影响等多方面因素，制定最优的电网规划方案。

2. 可行性研究阶段

在电力工程设计的可行性研究阶段，数字化技术的应用主要集中在技术经济分析和仿真研究两大领域。首先，数字化技术可以为项目投资估算和财务分析提供强有力的支持。通过构建完善的电力工程投资模型，考虑设备采购、工程建设、运维管理等各项成本因素，精准计算项目的投资回报率 and 经济效益，为项目决策提供科学依据。其次，数字化仿真技术可以全面模拟电力系统的运行状态和故障工况，深入分析电网的稳定性、可靠性和安全性。例如，通过潮流计算和故障分析，可以评估电网的电压水平、功率平衡、短路电流等关键指标，优化电网结构和参数设置，提高电网运行的安全稳定

性。

3. 初步设计阶段

在电力工程设计的初步设计阶段，数字化技术的应用主要体现在计算机辅助设计（CAD）、三维建模和协同设计三个方面。CAD技术可以显著提高设计效率和质量，通过二维绘图和设计计算，快速生成标准化的设计图纸和技术文件，最大限度地减少人工绘图的工作量和差错率。三维建模技术可以构建电力设备和设施的三维数字模型，直观展示其几何形状、布置方式和空间关系，方便设计人员优化设计方案，提高设计的合理性和可行性。例如，通过变电站三维设计，可以优化设备布局，减少占地面积，提高土地利用率，同时满足设备运行和维护的空间要求。此外，数字化协同设计平台可以打破专业壁垒，实现多专业、多部门的无缝协作，通过统一的数据库和设计标准，促进信息共享和设计整合，大幅提升设计效率和一致性。协同设计平台还可以支持跨地域的远程协作和多地设计，突破地理位置的限制，实现设计资源的优化配置和共享利用。

4. 详细设计阶段

在电力工程设计的详细设计阶段，数字化技术的应用主要集中在电气设备选型和布置优化、保护和控制系统设计、电缆敷设设计等关键领域。通过数字化技术，可以构建电气设备的三维模型和参数化设计库，实现设备选型的自动化和智能化，大幅提高选型效率和准确性。同时，数字化技术还可以优化设备布置方案，如变压器、开关柜等，综合考虑电气间隙、安全距离、散热通风等多方面因素，合理布置设备位置，提高空间利用率和设备运行可靠性。在保护和控制系统设计方面，数字化技术可以支持继电保护和自动化系统的设计计算和仿真分析，优化保护整定值和控制策略，提高系统的灵敏性、可靠性和适应性，确保电网安全稳定运行。在电缆敷设设计方面，数字化技术可以自动计算电缆长度、截面积和敷设路径，生成电缆清单和敷设布局图，提高设计效率和施工便利性，减少电缆敷设的材料浪费和施工干扰。

5. 施工图设计阶段

在电力工程设计的施工图设计阶段，建筑信息模型（BIM）技术和虚拟现实（VR）技术得到了广泛应用，极大地提升了施工图设计的效率和质量。BIM技术可以

集成电力工程的各种数据和信息，如建筑模型、设备参数、材料属性等，形成统一的数字化模型，为多专业协同设计和施工管理提供了强大的平台支撑。通过BIM技术，可以自动生成施工图纸、材料清单和工程量清单，显著提高设计效率和准确性，减少设计失误和返工。同时，BIM模型还可以用于施工进度模拟和资源优化调配，合理安排施工任务和资源配置，最大限度地减少施工干扰和资源浪费，提高工程建设的效率和质量。VR技术可以将BIM模型转化为身临其境的虚拟场景，让设计人员和施工人员全方位、多角度地体验电力工程的建设过程，优化设计方案和施工工艺。例如，通过VR技术可以模拟变电站的建设过程，优化设备吊装和安装方案，提高施工的安全性和精确性。

三、数字化技术在电力工程设计中的其他应用

1. 数字化技术在电力工程设计审查中的应用

数字化技术在电力工程设计审查中发挥着重要作用。传统的设计审查方式依赖于人工检查和会议讨论，效率低下，易出错漏。而数字化技术可以实现设计审查的自动化和智能化。首先，通过建立设计规范和标准的数字化库，可以自动检查设计文件的规范性和一致性，识别潜在的设计错误和冲突，提高审查效率和准确性。其次，数字化技术可以支持多方远程协同审查，通过云平台 and 数字化工具，实现跨部门、跨地域的设计评审和讨论，促进信息共享和问题解决。此外，数字化技术还可以通过虚拟现实等手段，让审查人员身临其境地了解设计方案，优化设计审查的深度和广度。同时，审查过程中产生的数字化数据和意见，可以自动记录和追溯，形成设计审查的知识库，为后续设计和审查提供参考和借鉴。

2. 数字化技术在电力工程设计变更管理中的应用

电力工程设计变更是一个复杂而频繁的过程，涉及多个部门和专业，需要高效地协同和管理。数字化技术可以显著提升设计变更管理的效率和质量。首先，通过建立统一的数字化变更平台，可以规范变更流程，明确各方职责，实现变更申请、审核、批准等环节的自动化和可追溯。其次，数字化技术可以通过三维模型和可视化技术，直观展示变更的影响和后果，辅助决策者评估变更的必要性和可行性。同时，数字化技术还可以自动识别变更对其他专业和部件的影响，预警潜在的设计冲

突和接口问题，确保变更的协调性和一致性。此外，数字化技术可以通过大数据分析和机器学习，总结变更的规律和经验，优化变更管理策略，提高变更的效率和准确性。

3. 数字化技术在电力工程设计文档管理中的应用

电力工程设计涉及大量的技术文件和图纸，如规范、标准、计算书、图纸等，其管理和维护工作量巨大。数字化技术可以极大地简化设计文档管理，提高其效率和可靠性。首先，通过建立统一的文档管理系统，可以实现文档的电子化存储、分类检索和版本控制，减少纸质文档的使用，提高文档的安全性和可访问性。其次，数字化技术可以通过文档模板和自动生成技术，规范文档格式，提高编制效率，确保文档质量。例如，通过链接设计数据库，可以自动生成设备清单、技术参数等内容，减少人工录入和排版工作。同时，数字化技术还可以支持文档的在线审阅和批注，实现多人协同编制和修订，提高文档的完整性和一致性。此外，数字化技术可以通过权限控制和水印技术，加强文档的保密性和版权保护，防止文档的非法复制和泄漏。文档管理系统还可以与其他系统集成，如项目管理系统、知识管理系统等，实现数据的共享和交换，提高设计文档的利用价值。

四、数字化技术在电力工程设计中应用的优势

数字化技术在电力工程设计中的应用，为设计工作带来了诸多优势和价值。

(1) 数字化技术可以显著提高设计效率和质量。传统的设计方式依赖于手工绘图和计算，工作量大，出错率高，设计周期长。而数字化设计工具，如CAD、BIM等，可以自动化完成大量繁琐的设计任务，快速生成标准化的设计文件，减少人为失误，大幅提升设计效率。同时，数字化技术还可以进行设计规范和标准的自动检查，确保设计质量符合要求。

(2) 数字化技术可以优化设计方案，降低工程成本。通过数字化仿真和分析技术，设计人员可以在虚拟环境中对不同设计方案进行建模和模拟，评估其技术经济性能，选择最优方案。例如，通过电力潮流分析和故障分析，优化电网结构和设备参数，提高电网运行的经济性和可靠性；通过设备选型和布置优化，减少工程投资和占地面积，节约工程成本。

(3) 数字化技术可以加强设计协同，促进信息共享。电力工程设计涉及电气、土建、结构等多个专业，需要多部门、多团队的紧密配合。数字化协同设计平台可以打破专业和地域的壁垒，实现设计数据和资源的实时共享，促进多专业、多部门的协同工作，提高设计效率和一致性，降低设计失误和返工。协同设计平台还可以支持跨地域的远程协作和多地设计，优化设计资源配置。

(4) 数字化技术还可以提高设计的可视化和可理解性。通过三维建模和可视化技术，可以直观展示电力工程的全貌和细节，如变电站三维布置、输电线路走廊等，让设计人员、决策者和各相关方直观理解设计方案，便于优化完善。数字化模型还可以与VR/AR等技术结合，身临其境地体验设计效果，优化设计细节。

(5) 数字化技术还可以为运维管理提供全面的数据支持。设计阶段建立的电力工程数字化模型，包含了设备、材料、施工等各种信息，可以在工程建成后无缝转化为运维管理的基础数据，结合各种传感监测数据，实现设备全生命周期的数字化管理，提高电力系统运维水平。数字化的设计文件和模型也便于长期保存和调用，方便后续的升级改造和技术复查。

结束语

数字化技术在电力工程设计中的应用，极大地提升了设计效率和质量，优化了设计方案和工程管理，促进了跨专业、跨部门的协同与集成。展望未来，电力工程设计数字化转型任重道远。一方面，需要加快数字化人才培养，建设高素质的复合型设计团队；另一方面，需要加强顶层设计和标准规范建设，促进数据互联互通和资源共享。电力工程设计企业应积极拥抱数字化变革，以数字化赋能设计创新，提升核心竞争力，为建设数字中国、智慧中国贡献力量。

参考文献

- [1]徐卫.数字化技术在电力工程设计中的应用[J].数字技术与应用,2021,39(11):112-114.
- [2]朱志勇,璩志锋,方涛.数字化技术在电力工程设计中的运用[J].光源与照明,2021,(05):131-132.
- [3]胡全,李会超.数字化管控技术在电力工程建设安全管理中的应用[J].中国电业,2021,(03):82-83.