

电气设计在现代化工程项目中的挑战与应对策略

胡佳栋

上海市政工程设计研究总院集团有限公司 上海 200092

摘要：本文聚焦电气设计在现代化工程项目中的核心作用与挑战。电气设计作为工程能源供应、系统集成和安全保障的关键环节，直接影响工程运行的稳定性与效率。然而，随着工程规模扩大和技术升级，电气设计面临技术复杂性、绿色节能要求、安全可靠、协同管理以及标准化合规性等多重挑战。本文通过分析挑战成因，提出技术创新、绿色节能策略、安全冗余设计、协同管理机制及标准化保障等应对方案，为提升电气设计质量、推动工程可持续发展提供理论支持与实践路径。

关键词：电气设计；现代化工程；挑战；应对策略

引言：在智慧城市、高端制造等现代化工程加速推进的背景下，电气设计已从传统能源供给角色，升级为统筹系统运行、衔接智能技术的核心环节。它如同工程的“能量脉络”，其设计水平直接关乎工程的运行效能与核心竞争力。当前，工程规模的扩张、低碳理念的深化以及多专业融合的趋势，让电气设计遭遇技术集成、节能适配等多重考验。深入剖析这些挑战的内在逻辑，探寻针对性解决路径，不仅是提升设计质量的现实需求，更是推动现代化工程高质量发展的关键支撑。

1 电气设计在工程中的核心作用

1.1 能源供应

电气设计是工程能源供应的核心保障，关乎运行质量与稳定性。工程规划时，它要结合规模、功能及负荷，规划能源全流程。工业工程里，精准计算设备能耗，设计适配变配电系统，保障关键设备稳定供电，防生产停滞。民用建筑工程中，依不同场景用电需求，合理布局线路、配置设备，保障各类设施正常运转。此外，电气设计要考虑冗余，通过备用电源、回路切换等，应对突发停电，确保工程核心功能不受影响，为工程全生命周期运行筑牢能源基础。

1.2 系统集成

电气设计是工程系统集成的关键纽带，助力各功能系统协同。现代工程含多专业系统，运行依赖电气设计统筹。它搭建统一电气控制平台，用 PLC 等设备集中监控与联动控制各系统。工业生产中，整合多系统实现自动化衔接，减少人工干预^[1]。同时，保障系统间数据传输稳定兼容，通过标准化接口实现信息共享与协同，提升工程整体运行效率。

1.3 安全保障

电气设计是保障工程安全运行的关键环节，直接关

系人员生命安全与财产安全。在设计过程中，需严格遵循安全规范，从电气设备选型、线路敷设到接地保护等多方面构建安全防护体系。对于人员密集场所，如商场、医院等，电气设计需采用阻燃性电缆，合理设置防火分区与漏电保护装置，防止线路短路引发火灾。在工业工程中，针对易燃易爆环境，选用防爆型电气设备，设置防静电接地系统，避免电气火花引发爆炸事故。电气设计需考虑过电压、过电流保护，配置避雷器、熔断器等保护装置，防止设备损坏引发安全事故。另外，电气设计还需完善应急供电系统，确保火灾、停电等突发情况下，应急照明、消防设备等关键设施正常运行，为人员疏散和应急处置提供保障。通过科学的电气安全设计，可有效降低触电、火灾等安全风险，为工程运行营造安全可靠的环境。

2 现代化工程项目中电气设计的主要挑战

2.1 技术复杂性挑战

现代化工程项目规模不断扩大，功能需求日益多元，导致电气设计面临显著的技术复杂性挑战。随着智能技术、物联网技术在工程中的广泛应用，电气系统不再局限于传统供电功能，还需整合智能控制、数据传输、远程监测等多种功能，系统结构愈发复杂。例如大型智慧城市项目，电气设计需衔接交通信号系统、公共照明系统、环境监测系统等多个子系统，各子系统技术标准、通信协议存在差异，增加设计协调难度。同时工程对电气设备的性能要求不断提升，高功率、高精度设备的应用，使得电气负荷计算、谐波治理等设计环节难度加大。此外，新技术、新设备的快速迭代，要求设计人员及时掌握前沿技术，如新能源发电系统接入、智能微电网设计等，若设计人员技术储备不足，易导致设计方案与工程实际需求脱节，影响工程整体运行效果。

2.2 绿色节能与可持续发展要求

当前环保理念深入人心，绿色节能与可持续发展成为现代化工程项目的核心要求，给电气设计带来诸多挑战。一方面，工程需降低能源消耗，减少碳排放，这要求电气设计在满足功能需求的前提下，优化能源利用效率。例如工业工程中，传统电气设计侧重保障设备运行，对能耗控制重视不足，如今需通过优化电机选型、配置变频调速系统等方式降低能耗，这对设计人员的节能设计能力提出更高要求。另一方面，可再生能源的接入需求不断增加，如太阳能、风能等新能源系统与传统电网的融合设计，需解决能源稳定性、储能匹配等技术难题^[2]。工程还需满足绿色建筑、低碳工厂等认证标准，电气设计需符合相关节能指标，如照明功率密度、变压器损耗等参数控制。若设计中未能充分考虑这些要求，易导致工程能源消耗超标，无法达到可持续发展目标。

2.3 安全与可靠性挑战

现代化工程项目中，电气系统规模扩大且功能集成度提升，使得安全与可靠性挑战愈发突出。首先，电气系统的复杂性增加了故障发生的概率，某一环节出现问题可能引发连锁反应，影响整个工程运行。例如大型数据中心，电气系统需保障服务器持续运行，若供电回路设计不合理，一旦出现故障，将导致大量数据丢失，造成巨大损失。其次，工程运行环境日益复杂，高温、高湿、多粉尘等恶劣环境会影响电气设备性能，降低系统可靠性，这要求电气设计充分考虑环境适应性，选用合适的设备防护等级与安装方式。另外，随着网络技术的应用，电气系统面临网络安全风险，智能控制平台可能遭受黑客攻击，导致系统瘫痪。设计人员需在保障电气设备物理安全的同时，构建网络安全防护体系，防止恶意入侵，这进一步提升了安全与可靠性设计的难度。

2.4 协同设计与管理挑战

现代化工程项目涉及多个专业领域，各专业间的协同设计与管理成为电气设计面临的重要挑战。电气设计与建筑结构、给排水、暖通等专业紧密关联，若各专业设计衔接不当，易出现冲突问题。例如电气线路敷设需避开建筑梁体、水管管道，若设计前未充分沟通，可能导致施工时线路无法按计划敷设，需重新调整设计，增加工期与成本。同时，工程项目参与方众多，包括设计单位、施工单位、监理单位、设备供应商等，各方对电气设计的需求与标准可能存在差异，协调难度较大。设计过程中需实时共享设计信息，及时反馈修改意见，但传统设计模式下，信息传递不及时、不精准，易导致设计变更频繁，影响设计质量与进度。如何构建高效的协

同机制，实现各专业、各参与方的无缝协作，成为电气设计亟待解决的问题。

2.5 标准化与合规性挑战

现代化工程项目中，电气设计需遵循严格的标准化与合规性要求，这给设计工作带来诸多挑战。首先，不同地区、不同行业的电气设计标准存在差异，如建筑工程需遵循建筑电气设计规范，工业工程需符合工业电气设备安装标准，跨国工程项目还需适配国际标准，设计人员需熟练掌握各类标准要求，确保设计方案合规。其次，相关标准与法规不断更新完善，如新能源接入标准、电气安全规范等持续修订，设计人员需及时跟踪标准变化，调整设计方案，避免因标准滞后导致设计不合规。工程项目验收环节对合规性要求严格，电气设计需提供完整的设计文件、检测报告等资料，证明设计符合相关标准。若设计过程中存在疏漏，未严格遵循标准，将导致验收不通过，需重新修改设计，不仅增加工作量，还可能延误工程交付时间。

3 应对策略与解决方案

3.1 技术创新驱动设计优化

以技术创新为核心驱动力，可有效优化电气设计，应对技术复杂性挑战。一方面，引入BIM技术构建三维电气设计模型，实现设计过程的可视化与协同化。通过BIM模型，设计人员可直观呈现电气线路、设备布局，提前发现与其他专业的冲突问题，减少设计变更。同时，BIM技术可实现设计信息的实时共享，提升各专业协同效率^[3]。另一方面，采用智能设计软件与算法，提升设计精准度与效率。例如利用负荷计算软件，根据工程实际负荷参数自动计算最优变配电方案；借助人工智能算法优化线路路径，降低线路损耗。积极应用新技术、新设备，如采用智能传感器实现电气系统的实时监测，通过大数据分析预判设备故障，提前开展维护；引入模块化电气设备，简化安装流程，提升系统扩展性。通过技术创新，可简化复杂系统设计流程，提升设计质量与效率，适配现代化工程的技术需求。

3.2 绿色节能设计策略

制定科学的绿色节能设计策略，可满足工程可持续发展要求。首先，优化能源结构设计，加大可再生能源的接入力度。根据工程所在地的自然资源条件，合理配置太阳能光伏发电系统、风能发电系统，通过储能设备解决新能源间歇性问题，实现传统能源与新能源的协同供电，降低化石能源消耗。其次，推广节能设备与技术的应用。在电气设备选型上，选用高效节能电机、低损耗变压器等设备，降低设备运行能耗；在照明设计

中,采用LED节能灯具,结合智能照明控制系统,根据环境亮度、人员流动情况自动调节照明亮度,减少照明能耗。另外,强化能源管理设计,搭建智能能源监控平台,实时监测各系统能耗数据,通过数据分析识别能耗浪费环节,针对性制定节能优化方案。同时,采用余热回收、能量梯级利用等技术,提高能源利用效率,确保工程达到绿色节能标准。

3.3 强化安全与可靠性设计

通过多维度措施强化安全与可靠性设计,保障电气系统稳定运行。优化系统结构设计,采用冗余设计方案。在关键供电回路设置备用回路,配置双电源自动切换装置,当主电源出现故障时,备用电源可快速投入运行,保障核心设备持续供电。例如数据中心采用UPS不间断电源系统,确保突发停电时服务器正常运行。严格把控设备选型与安装质量。根据工程运行环境,选用符合防护等级要求的电气设备,确保设备在恶劣环境下稳定工作;在安装设计中,明确设备安装规范,避免因安装不当引发安全故障。构建全方位安全防护体系,除传统的接地保护、漏电保护、过电压保护等措施外,加强网络安全设计,对智能控制平台采用加密技术、防火墙等手段,防止网络攻击。建立定期维护与监测机制,通过智能监测设备实时采集系统运行数据,及时发现潜在故障并处理。

3.4 协同设计与管理机制

构建高效的协同设计与管理机制,可解决各专业、各参与方的协作难题。首先,建立统一的协同设计平台,整合各专业设计软件与信息资源。通过该平台,电气设计人员可与建筑、暖通、给排水等专业设计人员实时共享设计数据,开展协同设计,实时反馈设计冲突并共同解决。例如借助BIM协同平台,各专业可在同一模型上开展设计工作,实现设计信息的实时同步。其次,建立健全沟通协调机制,定期组织设计单位、施工单位、监理单位、设备供应商等参与方开展沟通会议,明确各方需求与责任,及时反馈设计过程中的问题并协商解决方案。此外,引入项目管理信息化系统,对设计进度、设计变更、文档资料等进行统一管理。通过系统实时跟踪设计进度,及时预警进度滞后问题;规范设计变更流程,确保变更信息传递精准、及时;实现设计文档的数

字化管理,便于各方查阅与追溯,提升设计管理效率。

3.5 标准化与合规性保障

构建完善的标准化与合规性保障体系,可确保电气设计符合相关要求。建立标准数据库与更新机制,收集整理各地区、各行业的电气设计标准、法规及国际标准,形成标准化数据库。安排专人负责跟踪标准与法规的更新动态,及时将新标准录入数据库,并组织设计人员开展培训,确保设计人员熟练掌握最新标准要求^[4]。在设计过程中引入合规性审查机制,分阶段开展设计合规性检查。在初步设计阶段,审查设计方案是否符合整体标准框架;在详细设计阶段,逐一核查电气设备选型、线路敷设、安全防护等细节是否符合具体标准;设计完成后,组织专业人员进行全面合规性评审,出具评审报告,对不合规部分及时整改。加强与监管部门、验收机构的沟通对接,在设计前期了解验收要求,设计过程中邀请相关机构提供技术指导,确保设计方案顺利通过验收,保障工程合规交付。

结束语

电气设计是现代化工程项目的“神经中枢”,其质量直接决定工程的运行效能与安全水平。面对技术迭代加速、绿色发展需求提升、系统集成复杂化等趋势,电气设计需以创新为驱动,通过BIM技术、智能算法等工具优化设计流程;以可持续发展为导向,强化新能源接入与节能技术应用;以协同管理为支撑,构建跨专业、跨参与方的高效协作机制;以标准化为保障,确保设计合规性。唯有如此,才能实现电气设计与现代化工程需求的深度融合,为构建安全、高效、绿色的工程体系奠定坚实基础。

参考文献

- [1]王军,刘芳,赵勇.电气系统仿真软件在工程项目中的应用及优化[J].计算机与应用化学,2021,42(2):56-63.
- [2]欧阳朝晖.电力系统中电气工程项目管理探讨[J].中国产经,2024(10):137-139.
- [3]陈奇.建筑电气工程项目管理的实施分析[J].集成电路应用,2022,39(05):130-131.
- [4]孟江飞.现代化水泥厂电气自动化设计中的问题[J].机械与电子控制工程,2025,7(15):119-121.