

电气自动化工程中的节能设计研究

黄其波

吉林大学 广东 珠海 519000

摘要: 随着工业化进程加快,电气自动化工程能耗问题日益突出,节能设计成为行业可持续发展的关键。本文深入剖析电气自动化工程节能设计的意义,指出其在缓解能源危机、降低企业成本和推动环境保护方面的重要作用。针对当前节能意识淡薄、技术水平落后、标准规范缺失及系统优化不足等现状,系统阐述供配电系统、电气设备及控制系统的节能设计技术,并提出加强意识培养、推动技术创新、完善监管机制和优化系统等应用策略,为电气自动化工程节能实践提供理论与方法支撑。

关键词: 电气; 自动化; 工程节能; 设计研究

引言: 在全球能源短缺与环境污染加剧的双重压力下,电气自动化工程作为工业领域的耗能大户,其节能设计已成为实现“双碳”目标的重要突破口。尽管节能理念逐渐深入人心,但在实际应用中,仍存在节能技术推广不足、标准体系不完善等问题,导致能源浪费现象频发。深入研究电气自动化工程的节能设计技术与策略,不仅有助于提升企业经济效益,更是推动工业绿色转型、实现可持续发展的必然要求。基于行业现状,从技术创新与管理优化角度出发,探讨节能设计的实践路径与发展方向。

1 电气自动化工程中节能设计的意义

1.1 缓解能源危机

在全球经济高速发展的背景下,能源需求呈爆发式增长,传统化石能源储量有限且不可再生,能源危机日益严峻。电气自动化工程广泛应用于工业、建筑等多个领域,能耗占比巨大。通过节能设计,合理优化供配电系统、选用高效节能设备、改进控制系统,能够大幅降低电能消耗,提高能源利用效率,有效缓解能源供需矛盾,为保障能源安全、推动能源可持续发展提供重要支撑。

1.2 降低企业运营成本

对于企业而言,电气系统的能源消耗是运营成本的重要组成部分。采用节能设计,一方面可减少设备的电能损耗,降低长期的电费支出;另一方面,高效节能设备的应用,能减少设备故障率,降低维护成本。例如,合理配置变压器、选用高效电机等措施,可显著提升能源利用率。降低运营成本有助于企业在市场竞争中占据优势,释放资金用于技术研发与业务拓展,实现经济效益与发展潜力的双提升。

1.3 促进环境保护

传统电气设备运行过程中,高能耗往往伴随着高排

放,大量二氧化碳、硫化物等污染物的产生,加剧了温室效应与环境污染。电气自动化工程的节能设计,通过降低能源消耗,从源头上减少污染物排放,助力改善大气环境质量。此外,节能设计推动清洁能源在电气系统中的应用,促进能源结构优化,减少对传统高污染能源的依赖,对实现生态环境保护、构建绿色低碳社会具有深远意义^[1]。

2 电气自动化工程节能设计的现状及问题

2.1 节能意识不足

在电气自动化工程领域,部分企业和从业者对节能设计的重要性认知不足。受传统发展观念影响,企业往往更关注短期经济效益,忽视能源消耗带来的长期成本与环境影响,将节能设计视为增加成本的额外环节,而非提升竞争力的有效手段。在项目规划、设备选型及日常运维中,节能理念难以贯穿始终,导致高能耗设备仍在广泛使用,能源浪费现象普遍存在,阻碍了行业节能目标的实现。

2.2 技术水平有待提高

当前电气自动化工程节能技术的研发与应用滞后于实际需求。一方面,部分企业受资金和技术限制,仍沿用传统低效的电气设备与技术,对新型节能技术和产品的接纳度低;另一方面,行业内节能技术人才短缺,现有技术人员对智能控制、高效节能设备等前沿技术掌握不深入,难以将先进节能技术有效应用于工程实践,导致整体节能技术水平难以提升,制约行业可持续发展。

2.3 标准规范不完善

电气自动化工程节能设计缺乏健全的标准规范体系支撑。现有标准更新速度慢,难以覆盖新兴节能技术和复杂应用场景,存在内容笼统、缺乏实操性等问题。同时,监管机制不健全,对企业节能设计的执行情况缺乏

有效监督,缺乏明确的奖惩措施,导致企业执行标准的积极性不足,市场上节能产品和技术质量良莠不齐,影响行业规范化发展。

2.4 系统优化不足

多数电气自动化工程在设计时未从系统整体层面进行节能优化。各子系统间缺乏协同设计与联动控制,存在设备选型不匹配、参数设置不合理等问题,导致系统运行效率低下。此外,对系统运行过程中的能耗监测与动态调整重视不足,无法根据实际工况灵活优化运行策略,使电气系统长期处于非节能状态,能源利用效率难以得到有效提升。

3 电气自动化工程中的节能设计技术

3.1 供配电系统节能设计

3.1.1 变压器的合理选择与配置

变压器在供配电系统中扮演着电能转换与传输的关键角色,其选型和配置对系统能耗影响显著。容量与实际负载不匹配时,无论是容量过大导致空载损耗居高不下,还是容量不足引发过载运行效率降低,都会造成能源浪费。在实际设计中,应根据电气自动化工程的负载特性、运行时间及负荷曲线,精准计算所需容量。优先选用非晶合金变压器、低损耗硅钢片变压器等节能型产品,这类变压器的空载损耗比常规型号可降低70%-80%。同时,针对负荷波动较大的场景,通过配置多台变压器并采用智能控制系统,依据实时负荷动态投切,使变压器始终运行在高效区间,进一步减少能量损耗,提升系统整体能效。

3.1.2 降低线路损耗

线路损耗是供配电系统不可忽视的能耗环节,其本质是电流通过导线电阻产生的焦耳热损耗。线缆的材质、截面积、长度以及敷设方式,均与损耗大小密切相关。在设计过程中,优先选用铜、铝等电阻率低的导体材料,能从源头减少电阻值。合理规划线路路径,尽可能缩短线缆长度,可直接降低线路电阻;根据负载电流的大小和变化,科学计算并选择合适的线缆截面积,避免因截面积过小造成电流密度过大、发热严重,也防止因截面积过大导致成本浪费。

3.1.3 提高功率因数

功率因数反映了电气设备对电能的有效利用程度,功率因数低意味着系统中存在大量无功功率,会导致线路电流增大、损耗增加,同时降低变压器和线路的传输效率。提高功率因数可采用并联电容器组的方式,通过电容器向系统注入容性无功,补偿感性负载消耗的感性无功,从而降低线路中的无功电流;安装静止无功发生

器(SVG),能够快速、精准地动态补偿无功功率,尤其适用于负载变化频繁的场所。此外,在设备选型阶段,优先选择功率因数高的感性负载设备,并在运行过程中优化设备参数,减少设备自身的无功消耗^[2]。

3.2 电气设备节能设计

3.2.1 高效电机的应用

电机作为电气自动化工程中广泛使用的动力设备,其能耗在系统总能耗中占比高达60%-70%。传统电机因设计与制造工艺限制,存在效率低、损耗大的问题。高效电机采用新型电磁设计、优化绕组结构和高品质硅钢片材料,相比普通电机,其能效可提升10%-20%。例如,永磁同步电机利用永磁体替代传统励磁绕组,消除了励磁损耗,在风机、水泵等恒转矩负载场景下,节能效果尤为显著;超高效三相异步电机通过改进散热系统和转子槽型设计,降低了杂散损耗和铜耗。

3.2.2 节能型照明设备的选用

照明系统是电气自动化工程中不可或缺的组成部分,传统白炽灯、荧光灯因发光效率低、能耗高,逐渐被淘汰。节能型照明设备如LED灯,采用半导体发光原理,发光效率可达80-100lm/W,相比传统白炽灯的10-15lm/W,节能效果提升数倍。LED灯还具备寿命长(可达50000小时以上)、响应速度快、可调光调色等优势,通过智能控制系统,可根据环境亮度、人员活动情况自动调节照明强度,避免能源浪费。在工业厂房、商业建筑等场景中,采用高光效、配光合理的LED灯具,并结合太阳能光伏发电、智能照明控制系统,不仅能降低照明系统能耗,还能实现绿色能源与智能控制的融合,进一步提升电气自动化工程的节能水平与智能化程度。

3.3 控制系统节能设计

3.3.1 智能控制系统的应用

在电气自动化工程中,智能控制系统的应用为节能提供了创新路径。智能控制系统依托物联网、大数据和人工智能技术,能够实时采集电气设备的运行数据,如电压、电流、温度等参数,并通过算法模型分析设备运行状态。例如,楼宇自动化系统可根据环境温度、人员分布自动调节空调、照明设备的运行参数;工业生产线上智能控制系统能依据生产任务量动态调整电机转速与设备启停,避免设备空转造成的能源浪费。此外,智能控制系统具备故障预警和自愈功能,提前发现设备异常,减少因设备故障导致的非计划停机与能耗损失,通过精准控制与动态优化,显著提升电气系统的节能水平与运行效率。

3.3.2 优化控制策略

优化控制策略是提升控制系统节能效果的关键。传统控制策略往往无法适应复杂多变的工况,导致设备长期处于非最优运行状态。通过采用先进的控制算法,如模糊控制、模型预测控制等,能够根据系统实时运行情况动态调整控制参数。以水泵变频调速系统为例,基于模糊控制策略,可根据管网压力变化精确调节水泵转速,相比传统恒速运行模式,节能率可达30%以上。此外,优化控制策略还可结合设备的运行寿命与能耗成本,制定综合优化方案,平衡设备高效运行与节能需求。

4 电气自动化工程节能设计的应用策略

4.1 加强节能意识培养

在电气自动化工程领域,节能意识的薄弱制约着节能设计的推广与落实。行业组织可牵头举办节能设计主题论坛、线上讲座,邀请行业专家与技术骨干分享节能设计成功案例,剖析节能技术对企业降本增效的实际价值,激发企业参与节能设计的积极性。企业内部应建立常态化的节能培训机制,将节能知识纳入新员工入职培训与老员工技能提升课程,通过案例分析、实操演练等方式,帮助员工掌握节能设计要点;同时,设立节能设计奖励基金,对提出创新节能方案、推动节能项目落地的团队和个人给予表彰与物质奖励,营造全员参与节能的良好氛围,使节能理念贯穿项目规划、设备选型及日常运维全过程。

4.2 推动技术创新与应用

技术创新是提升电气自动化工程节能水平的核心路径。企业可联合高校、科研院所组建产学研联盟,聚焦高效电机、智能控制系统等关键领域开展技术攻关,共同探索新材料、新工艺在节能设备中的应用,加速科研成果向实际工程的转化。行业内可定期举办节能技术展会与成果推介会,搭建企业间技术交流与合作平台,促进先进节能技术与设备的推广应用。此外,企业可通过建立内部技术创新激励机制,鼓励技术人员开展节能技术研发与改造,对取得显著节能效果的创新项目给予资金支持与晋升机会。同时,积极引入外部智力资源,邀请节能领域专家为企业提供技术咨询与指导,提升企业节能技术应用能力。

4.3 完善标准规范与监管机制

健全的标准规范与监管体系是保障节能设计有效实施的重要基础。行业协会可组织行业内龙头企业、高校及科研机构,共同制定涵盖节能设备性能、系统能效

评估等内容的团体标准,明确电气自动化工程节能设计的技术要求与验收规范,并根据技术发展动态及时更新标准内容。企业可建立内部节能设计审核机制,组建专业的节能技术团队,对项目设计方案进行严格评审,确保符合行业标准与企业节能目标;同时,引入第三方专业检测机构,对节能设备与系统进行性能测试与能效评估,及时发现并整改设计与实施过程中的问题。此外,行业内可建立节能设计优秀案例共享库,通过树立行业标杆,引导企业自觉遵守标准规范,提升整体节能设计水平。

4.4 注重系统整体优化

电气自动化工程节能设计需从系统全局出发,突破局部优化的局限。企业在项目规划阶段,可运用数字化仿真工具,模拟不同设备选型、系统架构及控制策略下的能耗情况,通过对比分析,选择最优设计方案,实现设备参数的精准匹配与系统架构的合理布局。同时,搭建智能化能耗监测平台,实时采集系统各环节的能耗数据,利用大数据分析技术挖掘节能潜力,动态调整设备运行参数与控制策略,确保系统始终处于高效节能状态。此外,加强各子系统间的协同优化,通过建立统一的通信协议与控制接口,实现供配电系统、电气设备控制系统与照明系统等的联动控制,根据实际工况自动调节设备运行状态,降低整体能耗,推动电气自动化工程节能设计向系统化、智能化方向发展^[3]。

结束语

电气自动化工程节能设计是应对能源挑战、实现可持续发展的关键路径。从意识培养到技术创新,从标准完善到系统优化,各环节协同发力才能突破现存困境。未来,随着技术的不断进步与行业协作的深化,节能设计将更深度融入电气自动化工程全生命周期。企业与行业需持续探索创新,推动节能技术迭代升级,构建更高效、智能的节能体系,为工业绿色转型与全球能源可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]杨飞.电气自动化工程中节能设计技术的应用研究[J].电子技术,2021,50(06):160-161.
- [2]毛燕,田霞.电气工程自动化及其节能设计探究[J].工程技术研究,2021(11):197-198.
- [3]陈玉.节能设计技术在电气自动化中的应用[J].科技展望,2021,25(09):137