

电气自动化工程中节能技术的探讨

苏 敏

浙江工程设计有限公司 浙江 杭州 310000

摘 要：在能源问题日益凸显的当下，电气自动化工程节能设计意义重大。本文深入剖析电气自动化工程能耗现状，涵盖主要能耗环节与影响因素。阐述节能设计需遵循的优化系统性能、选用高效设备等原则。探讨电力驱动、控制、照明系统及能源管理与监控等关键节能技术，并从设计、安装调试、运行维护阶段提出实施要点。通过这些研究，为电气自动化工程节能设计提供全面参考，推动行业可持续发展。

关键词：电气自动化工程；节能设计技术；能耗分析；关键技术；实施要点

引言：电气自动化工程在工业生产与日常生活中占据关键地位，其高效运行依赖大量能源支持。然而，随着能源短缺问题加剧，降低电气自动化工程能耗成为迫切需求。当前，电气自动化工程能耗受设备性能、系统设计及运行管理等多方面因素影响，存在较大的节能空间。深入探讨节能设计技术，有助于优化工程能源利用，减少能源浪费，提升工程经济效益与环境效益，对推动电气自动化行业绿色发展具有重要意义。

1 电气自动化工程能耗现状分析

1.1 主要能耗环节

1.1.1 电力驱动系统能耗

在电气自动化工程里，电力驱动系统是核心能耗部分。电机运行期间，电能消耗呈现出明显特征^[1]。电机将电能转化为机械能，这一转化过程并非完全高效，存在能量损耗。损耗主要源于电机内部电阻产生的热损耗、铁芯的磁滞损耗与涡流损耗等。不同类型电机能耗表现不同，异步电机结构简单、成本低，但运行时存在转差率，导致部分电能以转差功率形式损耗，效率相对较低；同步电机转子转速与电源频率严格同步，运行效率较高，尤其在恒定负载下，能保持较高功率因数，电能损耗较小，不过其控制复杂、成本较高，应用场景受限。

1.1.2 控制系统能耗

控制系统是电气自动化工程的大脑，其能耗同样不可忽视。控制器、传感器等设备在运行中持续消耗电能。控制器执行各种控制算法，处理大量数据，需稳定电力供应；传感器实时监测物理量并转化为电信号，工作过程也需能量支持。此外，控制信号传输过程存在能量损耗，信号在电缆、无线信道等介质中传输，因介质电阻、电磁干扰等因素，部分能量以热能等形式散失，影响系统整体能耗。

1.1.3 照明与辅助设备能耗

电气自动化场所照明系统为人员操作、设备监控提供必要光照，能耗受照明设备类型、数量及使用时间影响。传统白炽灯发光效率低，大部分电能转化为热能，能耗较高；LED灯发光效率高、寿命长，逐渐成为主流，但大规模使用仍消耗可观电能。空调、通风等辅助设备用于维持场所温湿度、空气质量，其能耗与设备功率、运行时间紧密相关。长时间运行或设备选型不合理，会导致能源大量消耗。

1.2 能耗影响因素

1.2.1 设备性能因素

设备效率是影响能耗关键因素。高效设备能在相同输出下消耗更少电能，降低能源浪费；低效设备则相反，增加运行成本。设备老化会加剧能耗问题，随着使用时间增长，设备内部零部件磨损、绝缘性能下降，导致电阻增大、漏电增加，电能损耗上升，影响系统整体能效。

1.2.2 系统设计因素

系统架构不合理会造成能量浪费。如供电线路过长、布局混乱，增加线路电阻，导致传输损耗增大；设备选型与负载不匹配，使设备长期在低效区运行，浪费电能。控制策略不当也会引发额外能耗，不合理的控制算法可能使设备频繁启停、过度调节，增加能量损耗。

1.2.3 运行管理因素

运行参数设置不合理直接影响能耗。如电机转速、负载率等参数未根据实际需求优化，会导致电机运行在非经济区间，增加能耗。设备启停控制不科学，如该停机时未及时停机，或启动方式不当造成电流冲击，都会造成能源浪费，影响电气自动化工程节能效果。

2 电气自动化工程节能设计技术原则

2.1 优化系统整体性能原则

在电气自动化工程节能设计进程中，优化系统整体

性能是核心原则之一。这一原则要求在保障系统各项功能得以完整、稳定实现的基础之上,全力追求能耗的最小化^[2]。电气自动化系统往往由多个子系统构成,各子系统既相对独立又相互关联,在能量层面存在复杂的交互关系。为实现系统整体性能优化,需对各子系统之间的能量分配与利用进行精细协调。例如,在供配电子系统与电力驱动子系统之间,要依据驱动设备的实际负载情况,合理调配电力供应,避免供配电环节出现过度供电或供电不足的现象。过度供电会导致电能在线路和设备中以热能等形式白白损耗,而供电不足则可能使驱动设备无法正常运行,影响生产效率,甚至引发设备故障,间接增加能耗。通过科学协调各子系统能量关系,使整个系统能量流动更加顺畅、高效,从而达到降低能耗的目的。

2.2 选用高效节能设备原则

设备是电气自动化工程的基础单元,选用高效节能设备是节能设计的关键环节。在设备选型时,应将能效等级作为重要考量指标,优先挑选能效等级高的电机、变压器等核心设备。这类设备在设计和制造过程中采用了先进的技术和工艺,能够有效降低运行过程中的能量损耗,提高能源利用效率。不能仅仅着眼于设备的初始购买成本,还需综合考虑设备的长期运行成本与节能效益。一些高效节能设备虽然初始投资相对较高,但在长期运行过程中,由于其能耗低、维护成本少,能够为企业节省大量的能源费用和运维费用,从全生命周期成本角度分析,具有更高的性价比。因此,在设备选型时,要进行全面的成本效益分析,确保所选设备在满足性能要求的前提下,能够实现最佳的节能效果。

2.3 合理利用能源回收与再利用原则

电气自动化系统在运行过程中会产生大量的余热、余压等能量,这些能量如果得不到有效利用,将会造成严重的能源浪费。合理利用能源回收与再利用原则,就是要对这些废弃能量进行回收和转化,使其重新参与到系统的能量循环中。例如,对于工业生产中的电气自动化设备产生的高温余热,可以通过热交换器将其回收,用于加热生活用水或为其他工艺环节提供热能;对于具有余压的气体,可以利用涡轮机等设备将其压力能转化为电能,实现能源的梯级利用。通过这种方式,能够显著提高能源的综合利用率,减少对一次能源的依赖,降低系统整体能耗。

2.4 智能化控制原则

随着科技的不断发展,智能化控制在电气自动化工程节能设计中发挥着越来越重要的作用。采用先进的智

能控制算法,能够根据系统的实际工况自动调整设备运行参数,使设备始终处于最优运行状态^[3]。智能控制系统可以实时监测设备的运行状态、负载变化等信息,并通过数据分析和处理,自动调整电机的转速、功率等参数,避免设备在轻载或空载状态下运行,从而降低不必要的能耗。此外,智能控制系统还可以实现设备的远程监控和故障诊断,及时发现并解决设备运行过程中出现的问题,提高设备的运行可靠性和稳定性,进一步降低因设备故障导致的能耗增加。

3 电气自动化工程节能设计关键技术

3.1 电力驱动系统节能技术

电力驱动系统是电气自动化工程能耗主要来源之一,节能技术应用需立足系统负载特性,优化电机选型与运行模式。高效电机选型与应用需结合工程实际负载需求,综合考量电机效率、功率因数等核心指标,选择适配的电机类型与容量,避免选型不当造成的能源浪费。变频调速技术可实现电机软启动,减少启动过程中的能耗冲击,同时根据负载变化实时调整电机转速,使电机运行在高效区间,进一步降低运行能耗。电机系统优化匹配需注重传动装置设计合理性,结合电机与负载特性,选用高效传动方式,减少传动过程中的能量损耗。优化电机运行工况,通过精准调控负载分配,避免出现“大马拉小车”的不合理运行状态,确保电机输出功率与实际负载需求精准适配,提升电机系统整体节能效果。

3.2 控制系统节能技术

控制系统节能设计核心在于通过智能算法与系统优化,实现能耗精准管控。智能控制算法应用需结合电气自动化系统动态特性,引入模糊控制、神经网络控制等先进算法,替代传统控制模式,能够根据系统运行状态实时调整控制策略,精准匹配能源供给与负载需求,有效降低无效能耗。分布式控制系统节能设计需合理划分控制区域,结合系统布局优化控制节点设置,缩短信号传输距离,减少信号传输过程中的能量损耗。选用低功耗控制器与通信模块,优化系统供电模式,降低控制系统自身能耗,同时提升系统运行稳定性与响应速度,实现控制环节节能与效能提升的双重目标。

3.3 照明系统节能技术

照明系统节能设计需兼顾照明效果与能源节约,聚焦光源选用与控制模式优化。高效照明光源选用需推广LED等节能灯具,此类光源具有发光效率高、使用寿命长、能耗低等优势,可显著降低照明系统能耗。结合不同场所照明需求,合理选择光源类型与功率,避免过度

照明,实现照明需求与节能目标的平衡。智能照明控制系统依托光感、人体感应等传感器,实现照明灯具自动启停与亮度调节^[4]。根据自然光照强度、时间段变化及人员活动情况,动态调整照明状态,避免无人状态下的无效照明,进一步提升照明系统节能效果,同时优化照明体验。

3.4 能源管理与监控技术

能源管理与监控技术是实现节能设计落地的重要支撑,通过系统化管理与数据驱动优化节能策略。能源管理系统架构设计需构建涵盖能源采集、分析、决策的完整体系,整合各环节能源消耗数据,实现对电气自动化工程能源消耗的实时监测与动态管理,精准掌握能耗分布与变化规律。能源数据挖掘与分析依托大数据分析技术,对采集的能源数据进行深度梳理,挖掘能源消耗潜在规律与节能空间,识别不合理能耗环节。基于分析结果提出针对性节能优化建议,为节能决策提供科学数据支撑,推动电气自动化工程节能设计持续优化。

4 电气自动化工程节能设计技术的实施要点

4.1 设计阶段

设计阶段作为电气自动化工程节能的源头,对整体节能效果起着决定性作用。在这一阶段,要全方位、深层次地考量节能要求,将节能理念如同脉络般贯穿于系统总体设计方案之中。从宏观的系统架构搭建到微观的线路布局规划,都要以节能为导向进行精心构思。进行详细的能耗分析与计算是设计阶段的关键步骤。借助专业的分析工具与方法,对系统各环节的能耗情况进行精准评估,明确能源消耗的重点部位与关键因素。基于这些分析结果,确定科学合理且具有一定前瞻性的节能目标与指标。这些目标与指标既要契合工程实际需求,又要具备一定的挑战性,以推动节能技术的创新应用与发展。选择合适的节能技术与设备是设计阶段的核心任务。对市场上各类节能技术与设备进行广泛调研与深入分析,结合工程实际工况、负载特性等因素,挑选出最适合的技术与设备。同时,要注重系统优化设计,确保所选技术与设备能够无缝衔接、协同工作,发挥出最大的节能效益,实现系统整体节能效果的最优化。

4.2 安装调试阶段

安装调试阶段是将节能设计方案转化为实际工程的关键环节。施工人员要严格按照设计要求进行设备安装和布线,每一个步骤都要精益求精,确保施工质量达到高标准。高质量的安装和布线能够减少线路电阻,降低能量损耗,为节能效果的实现奠定坚实基础。对节能

设备进行单独调试和系统联调是保证节能效果的重要手段。单独调试可以检查设备自身的性能和运行状态,及时发现并解决潜在问题。系统联调则能够检验各设备之间的协同工作能力,确保整个系统能够稳定运行。在调试过程中,要密切关注节能设备的各项指标,确保达到设计要求。优化控制参数是使系统在最佳节能状态下运行的关键一步。通过对控制参数的精细调整,让设备在不同工况下都能以最节能的方式运行,实现能源的高效利用。

4.3 运行维护阶段

运行维护阶段是保障电气自动化工程长期节能运行的重要阶段。建立健全的运行管理制度,明确设备运行、维护、检修等各个环节的职责和流程,确保设备得到及时、有效的维护。定期对节能设备进行保养和检修,能够及时发现设备性能的变化和潜在故障,采取相应的措施进行处理,确保设备性能稳定,节能效果持久。根据实际运行情况对节能控制策略进行适时调整和优化^[5]。随着工程运行时间的增长和环境条件的变化,原有的节能控制策略可能不再适用。通过对实际运行数据的分析,找出节能控制策略中存在的不足,及时进行调整和优化,使系统始终保持在最佳的节能运行状态。

结束语

电气自动化工程节能设计是一个系统性、综合性的工程,涉及多个环节与多种技术。通过遵循节能设计原则,应用关键节能技术,并在设计、安装调试、运行维护阶段严格把控实施要点,能够有效降低电气自动化工程能耗,提高能源利用效率。这不仅有助于企业降低运营成本,提升市场竞争力,还能为缓解能源紧张局面、保护生态环境做出积极贡献,促进电气自动化行业朝着更加绿色、可持续发展的方向发展。

参考文献

- [1]贾坚江.电气自动化工程中的节能设计技术浅析[J].中国设备工程,2022(1):122-123.
- [2]郭瑞.节能环保技术在电气工程自动化中的应用探讨[J].中国设备工程,2024(2):178-180.
- [3]陈晶华,邓伟.电气自动化工程中的节能设计技术分析[J].电气技术与经济,2021(4):72-74.
- [4]邹运林.电气工程自动化节能环保技术探讨[J].科学与信息化,2023(12):135-137.
- [5]万跃贺.浅析电气自动化工程中的节能设计对策[J].流体测量与控制,2024,5(6):38-41.