

# 电气自动化工程中的节能设计技术分析

王建东

山东盛和热能有限公司 山东 滨州 256500

**摘要:** 随着科技的飞速发展与能源需求的日益增长,电气自动化工程在各领域的应用愈发广泛。本文聚焦电气自动化工程中的节能设计技术。首先阐述电气自动化工程节能设计需遵循全生命周期能耗最优、系统协同优化、技术适配性等基本原则。接着深入剖析核心节能关键技术,涵盖高效节能设备选型、变频调速与智能控制、供配电系统优化等多方面。最后探讨其发展趋势,包括AI与大数据驱动的能效智能决策、新能源与微电网协同控制等。旨在为电气自动化工程节能设计提供理论支持与实践参考,推动行业绿色可持续发展。

**关键词:** 电气自动化工程;节能设计技术;发展趋势

**引言:** 在当今全球倡导节能减排、绿色发展的大背景下,电气自动化工程作为工业生产与日常生活的重要支撑,其节能设计意义重大。一方面,电气自动化工程应用广泛,涵盖众多行业领域,其能耗问题直接影响着整体能源利用效率;另一方面,随着资源日益紧张和环境压力增大,降低电气自动化工程能耗成为迫切需求。节能设计不仅能减少能源消耗、降低运营成本,还能助力实现“双碳”目标,促进经济与环境的协调发展。因此,深入分析电气自动化工程中的节能设计技术具有重要的现实意义。

## 1 电气自动化工程节能设计的基本原则

### 1.1 全生命周期能耗最优原则

全生命周期能耗最优原则要求在电气自动化工程的设计、建设、运行、维护直至报废的整个过程中,追求能耗的最低化。设计阶段,需综合考虑设备选型、系统布局等因素对长期能耗的影响,不能仅着眼于初始投资。建设时,保证施工质量以减少后续运行中的额外能耗。运行阶段,通过合理调度、优化操作流程降低实时能耗。维护过程中,及时保养和更换部件,避免因设备老化导致能耗上升。报废阶段,考虑设备的回收再利用,减少资源浪费,实现全周期能耗最优。

### 1.2 系统协同优化原则

系统协同优化原则强调电气自动化工程中各子系统之间的协调配合。电气自动化系统通常由多个子系统构成,如供电系统、控制系统、传动系统等。各子系统并非孤立存在,而是相互关联、相互影响。通过协同优化,可使各子系统在运行中相互配合,避免出现因某个子系统运行不当而导致的整体能耗增加。例如,供电系

统与传动系统的协同优化,可根据负载变化实时调整供电参数,提高能源利用效率,实现整个电气自动化工程系统的节能目标。

### 1.3 技术适配性原则

技术适配性原则指在电气自动化工程节能设计中,要根据工程的实际需求、规模、运行环境等因素,选择合适的技术和设备。不同规模和类型的电气自动化工程,对节能技术的要求不同。小型工程可能更适合采用简单、经济的节能措施;大型复杂工程则需要综合运用多种先进节能技术。同时,运行环境的差异也会影响技术选择,如高温、高湿度环境对设备和技术有特殊要求<sup>[1]</sup>。

## 2 电气自动化工程核心节能的关键技术

### 2.1 高效节能设备选型技术

(1)在电气自动化工程中,高效节能设备选型需依据设备能效标准。优先挑选符合国家或行业高能效等级标准的设备,这类设备在设计制造时采用了先进工艺和节能技术,能在相同工作条件下消耗更少能源。如高效电机,其通过优化电磁设计、改进制造工艺,提升了电机效率,相比普通电机可降低数个百分点甚至更多的能耗,长期运行能带来可观的节能效益。(2)要综合考虑设备的负载特性。电气自动化工程中不同设备负载情况各异,有恒定负载、变动负载等。对于变动负载设备,应选择具有宽负载适应能力和高效运行区间的设备。像变频器,它能根据负载变化自动调整输出频率和电压,使电机始终在高效状态下运行,避免了电机在轻载时的大马拉小车现象,有效降低了能耗。(3)设备的可靠性和维护成本也是选型关键因素。高效节能设备若可靠性差、维护成本高,不仅会影响工程正常运行,还可能因频繁维修更换增加额外成本,抵消节能带来的收益。因此,要选择质量稳定、维护简便的设备,确保在长期使用过

王建东,男,1981年10月出生,汉族,山东滨州人,本科,中级工程师,毕业于华北电力大学,研究方向:电力

程中能持续稳定地发挥节能作用,实现电气自动化工程的整体节能目标。

### 2.2 变频调速与智能控制技术

(1)变频调速技术通过改变电机供电频率来调节电机转速,实现按需供能。在电气自动化工程里,许多设备的负载并非恒定不变,如风机、泵类负载。传统定速运行方式下,设备只能以固定转速工作,当负载降低时,仍按原功率运行,造成大量能源浪费。而变频调速技术可根据负载实际需求,精确调整电机转速,使设备输出功率与负载相匹配,有效降低电机能耗,提高能源利用效率。(2)智能控制技术与变频调速技术相结合,能进一步提升节能效果。智能控制系统可实时采集设备的运行参数,如温度、压力、流量等,并根据预设的优化算法对这些参数进行分析和处理。依据分析结果,智能控制系统自动调整变频器的输出频率,实现设备的最优运行控制。这种动态调整方式,使设备始终处于高效运行状态,避免了人为操作的不及时和不准确。(3)变频调速与智能控制技术还具备故障诊断和预警功能。智能控制系统能实时监测设备的运行状态,当检测到异常时,及时发出预警信号,并采取相应的保护措施。这不仅保障了设备的安全运行,还能减少因设备故障导致的停机时间和能源浪费,从多个方面助力电气自动化工程实现节能目标。

### 2.3 供配电系统优化技术

(1)合理规划供配电系统布局是关键。依据电气自动化工程的实际规模、设备分布以及用电负荷特点,科学设计供配电线路走向与变压器位置。通过缩短供电半径,减少线路上的电能损耗,因为线路越长,电阻越大,在电流通过时产生的热损耗就越多。同时,合理选择变压器容量,避免“大马拉小车”或“小马拉大车”的情况,使变压器在经济运行区间工作,提高其运行效率,降低无功功率损耗。(2)进行无功功率补偿优化。在供配电系统中,大量感性负载会导致无功功率增加,使线路电流增大,进而增加线路损耗和变压器损耗。通过安装无功补偿装置,如并联电容器,根据系统的无功需求自动投入或切除电容器,提高系统的功率因数,减少无功功率在系统中的流动,降低线路和变压器的有功功率损耗,提升供配电系统的整体能效。(3)采用智能监测与管理系统。借助先进的传感器和通信技术,实时监测供配电系统的各项参数,如电压、电流、功率因数等。通过对这些数据的分析,及时发现系统中的异常情况,如过载、电压波动等,并自动调整运行策略,实现供配电系统的动态优化,进一步提高能源利用效率,保障电

气自动化工程的稳定、节能运行。

### 2.4 能源回收与再利用技术

(1)在电气自动化工程运行过程中,会产生大量余热。工业生产里的加热设备、电机等在工作时,会向周围环境散发热量。通过安装余热回收装置,如热管换热器、板式换热器等,可将这些余热收集起来。收集后的余热可用于预热进入系统的原料,减少加热原料所需的能量消耗;还能用于冬季的供暖,降低供暖系统的能源投入,实现余热的有效再利用,提高能源的综合利用率。(2)电气自动化工程中部分设备在制动或减速时会产生再生电能。传统的处理方式是将这部分电能通过制动电阻以热能形式消耗掉,造成能源浪费。而采用能量回馈装置,可将再生电能回馈到电网中,供其他设备使用,实现电能的循环利用。这不仅减少了电能的损耗,还降低了对电网的供电需求,有助于提高整个电气系统的能源利用效率。(3)对于一些含有可利用成分的废气、废液,也可进行能源回收。例如,某些工业废气中含有可燃成分,通过特定的处理和回收技术,将其收集并作为燃料使用;废液中的化学能也可通过适当的方法进行提取和再利用。通过对这些废弃物的能源回收与再利用,进一步挖掘电气自动化工程中的节能潜力,推动工程向绿色、可持续方向发展。

### 2.5 系统结构与控制方式优化技术

(1)优化系统结构需从整体架构入手。对电气自动化系统进行模块化设计,将功能相近的设备或子系统整合为独立模块。这样不仅能提高系统的可维护性和可扩展性,还能减少不同模块间不必要的能量传递损耗。比如,将动力传输模块与控制模块合理分离并优化布局,缩短动力传输距离,降低线路电阻带来的能量损失,使系统能量分配更高效,从结构层面提升节能效果。(2)在控制方式上,引入分布式控制策略。传统的集中式控制容易因单一控制节点故障导致整个系统运行受影响,且信息传输路径长,能耗较高。分布式控制将控制权分散到各个子系统或设备中,各节点能根据局部信息自主决策,减少大量数据的长距离传输。同时,各节点间通过高效通信协议协同工作,实现系统的精准控制,提高能源利用效率,避免因集中控制不当造成的能源浪费。(3)采用自适应控制技术。电气自动化系统运行过程中,负载和环境条件会不断变化。自适应控制技术能实时感知这些变化,并自动调整控制参数,使系统始终处于最优运行状态<sup>[2]</sup>。例如,根据负载的动态变化调整设备的运行功率,避免设备在低负载时仍以高功率运行,从而有效降低能源消耗,提升系统的节能性能和运行稳定性。

### 3 电气自动化工程核心节能技术的发展趋势

#### 3.1 AI与大数据驱动的能效智能决策

AI与大数据正深度融合入电气自动化工程节能领域,推动能效智能决策发展。AI算法凭借强大的数据处理和学习能力,可对电气自动化系统运行中产生的海量数据进行深度挖掘。通过对设备运行参数、能耗数据、环境信息等多元数据的分析,AI能精准识别系统能耗模式与潜在节能点。大数据技术则为AI提供了丰富的数据资源,构建起全面的数据模型。借助这些,能效智能决策系统可实时调整设备运行策略,如根据生产需求动态优化电机转速、调整照明亮度等。同时,AI还能预测设备故障和能耗趋势,提前采取节能措施,避免不必要的能源浪费。未来,随着AI与大数据技术的不断进步,能效智能决策将更加精准、高效,为电气自动化工程节能提供强有力的智能支持,实现能源的高效利用和可持续发展。

#### 3.2 新能源与微电网协同控制技术

新能源的广泛应用为电气自动化工程节能带来新机遇,而新能源与微电网协同控制技术成为关键。新能源如太阳能、风能等具有间歇性和波动性,微电网则能将这些分布式新能源整合并灵活分配。协同控制技术通过先进的传感器和通信网络,实时监测新能源发电功率、负荷需求以及电网状态。依据这些信息,智能控制系统可自动调整新能源的接入和输出,实现新能源的最大化利用。当新能源发电充足时,优先供给本地负荷,并将多余电能储存或反馈给主电网;当发电不足时,从主电网或其他储能设备获取电能。这种协同控制不仅提高了新能源的消纳能力,还增强了微电网的稳定性和可靠性,有效降低对传统能源的依赖,推动电气自动化工程向绿色、低碳方向发展。

#### 3.3 全生命周期数字化能效监测

全生命周期数字化能效监测是电气自动化工程节能的重要发展趋势。该技术借助物联网、传感器和云计算等手段,对电气自动化系统从设计、建设、运行到维护的全生命周期进行实时、全面的能效监测。在设计阶段,通过数字化模拟分析不同方案的能效,为优化设计提供依据;建设过程中,监测设备安装质量和系统调试

情况,确保初始能效达标。运行阶段,实时采集设备运行参数和能耗数据,通过数据分析及时发现能耗异常并预警。维护阶段,依据能效监测结果制定精准的维护计划,避免过度维护或维护不足导致的能耗增加。全生命周期数字化能效监测实现了对系统能效的精细化管理,有助于挖掘节能潜力,提高能源利用效率,为电气自动化工程的可持续发展提供有力保障。

#### 3.4 低碳导向的系统集成与碳足迹管控

在低碳发展的大背景下,电气自动化工程正朝着低碳导向的系统集成与碳足迹管控方向发展。系统集成将电气自动化系统中的各个子系统,如供电、控制、传动等进行优化整合,通过统一的平台实现协同运行,减少能源在系统间的传递损耗。同时,引入低碳技术和设备,如高效节能电机、低碳材料等,降低系统自身的碳排放。碳足迹管控则是对电气自动化工程从原材料采购、生产制造、运行使用到报废回收的全过程碳排放进行量化和管理。通过建立碳足迹模型,准确计算各环节的碳排放量,并制定相应的减排策略。低碳导向的系统集成与碳足迹管控有助于电气自动化工程实现低碳转型,满足社会对绿色、可持续发展的要求<sup>[1]</sup>。

#### 结束语

电气自动化工程中的节能设计技术是实现绿色发展、可持续发展的关键支撑。从高效节能设备选型,到变频调速与智能控制、供配电系统优化,再到能源回收利用、系统结构与控制方式优化等,各项技术相互配合、协同发力,有效降低了电气自动化工程的能源消耗。随着科技的不断进步,AI与大数据、新能源与微电网协同等新兴节能技术正蓬勃发展。

#### 参考文献

- [1]王继森.电气自动化工程中的节能设计技术[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(03):178-180.
- [2]孔令燕.节能设计在电气自动化工程中的应用[J].河南科技,2021,40(05):41-43.
- [3]刘龙云.电气自动化的节能设计技术探讨[J].光源与照明,2021(01):137-138.