

电气工程及其自动化节能设计的分析

贺 雯

杭州鑫泰电力设计有限公司 浙江 杭州 311400

摘要: 随着能源问题日益凸显,电气工程及其自动化领域的节能设计愈发关键。本文分析了该领域的系统特性,包括与电力工业紧密相连、实用性强及对新能源技术的融合开发等特点。同时深入剖析了变压器、电机、照明系统等方面的能耗来源。进而提出对应的节能设计策略,如变压器、电机、照明系统、电力电子设备的节能举措以及整体布局与控制策略优化等,旨在通过这些策略降低能耗、提高能源利用效率,推动电气工程及其自动化向节能化方向更好发展。

关键词: 电气工程; 自动化; 节能设计; 分析

引言: 在当今全球对能源高效利用高度关注的背景下,电气工程及其自动化在众多行业有着广泛应用,但也面临着能耗较高的问题。一方面,该领域与电力工业紧密结合,实用性突出且不断融合开发新能源技术,在推动各产业发展上起着重要作用;另一方面,其在运行过程中,变压器、电机、照明系统等环节存在诸多能耗问题,急需通过有效的节能设计策略来改善,由此凸显出对电气工程及其自动化节能设计进行深入分析探讨的必要性与紧迫性。

1 电气工程与自动化系统的特性

1.1 与电力工业紧密结合

电气工程及其自动化与电力工业联系极为紧密,电力工业的发电、输电、变电、配电和用电各个环节均离不开电气技术的支持。在发电环节,电气工程师需设计与优化发电设备及控制系统,确保电能稳定高效产出;输电过程中,要规划高压输电线路,采用先进的电力传输技术减少损耗;变电时则需精确设计变电站设备,实现电压等级的转换;配电系统里,保障电能安全可靠地分配到各个用户端。这种深度融合使得电气工程及其自动化成为电力工业运行与发展的核心技术力量,两者相互依存、协同进步。

1.2 实用性高

电气工程及其自动化的实用性在现代社会各个层面均有显著体现。在工业生产领域,它能够自动化控制各类生产设备,精确调节生产工艺参数,大幅提高生产效率与产品质量,降低人力成本与生产误差。在日常生活中,从家庭的电力照明、电器设备运行,到公共场所的电梯、空调等设施的正常运转,都依赖于该系统的有效运作。在交通运输方面,电动汽车的充电设施、电力驱动系统以及交通信号灯的智能控制等也都离不开电气工

程及其自动化技术,其广泛的实用性为人们的生产生活提供了极大便利与高效保障。

1.3 对新能源技术的融合与开发

电气工程及其自动化在新能源技术领域扮演着极为重要的角色,积极推动着新能源的融合与开发。在太阳能利用方面,设计高效的光伏转换系统与智能控制装置,以提高太阳能发电效率并优化电能存储与传输;对于风能发电,研发先进的风力发电机组控制系统,使其能适应不同风速条件,稳定输出电能,并与电网有效衔接。此外,在生物质能、水能等新能源的发电及综合利用过程中,该领域通过创新的电气技术,如新型储能技术、智能电网接入技术等,不断挖掘新能源的潜力,促进新能源从发电到应用的全链条技术升级,为能源结构转型提供关键技术支撑^[1]。

2 电气工程及其自动化中的能耗来源分析

2.1 变压器损耗

2.1.1 铁损

铁损是变压器损耗中的关键部分,主要源于磁滞损耗与涡流损耗。磁滞损耗是由于铁芯材料的磁滞特性,在交变磁场下,铁芯反复磁化,磁畴定向排列与反转过程中消耗能量,其与铁芯材料性质、磁场变化频率以及磁通密度幅值密切相关。例如,采用高导磁率、低矫顽力的铁芯材料可降低磁滞损耗。涡流损耗是铁芯中产生的感应电动势形成涡流,因铁芯电阻而发热导致的能量损失,它与磁场变化频率、铁芯厚度以及电阻率有关。为减少涡流损耗,常将铁芯采用薄片叠成,并进行绝缘处理,从而降低涡流回路电阻,减少涡流损耗,有效降低铁损对于提升变压器效率、降低电气工程整体能耗具有极为重要的意义。

2.1.2 铜损

铜损在变压器能耗里占据重要地位,其产生的根源是绕组的电阻。当电流流经变压器绕组时,绕组电阻会阻碍电流,电能依据焦耳定律转化为热能散发,形成铜损。铜损大小与负载电流紧密相连,具体而言,与负载电流的平方成正比关系。这意味着,当负载增大时,电流增大,铜损会急剧上升。例如,在工业生产中,用电高峰期设备满负荷运行,变压器负载电流大幅增加,铜损也随之显著增加,这不仅浪费大量电能,还可能因过热影响变压器寿命与性能。因此,合理控制变压器负载,优化绕组设计以降低电阻,是降低铜损、提高电气工程及其自动化系统能源利用率的重要举措。

2.2 电机能耗

2.2.1 电动机的运行效率

电动机的运行效率是衡量电机能耗的关键指标。它取决于电机的设计、制造工艺以及运行工况等因素。高效电动机通过优化电磁设计、选用优质材料等手段,可降低内部损耗,提高电能转化为机械能的效率。然而,在实际运行中,电机往往因负载不匹配、运行电压不稳定等情况,导致运行效率降低。例如,当电机长期处于轻载运行时,其效率会大幅下降,造成能源浪费。因此,合理选择电机功率、改善运行条件,能有效提升电动机的运行效率,减少能耗。

2.2.2 电机的启动能耗

电机的启动能耗在电机能耗中也占有一定比例。电机启动瞬间,由于需要克服转子的惯性以及静摩擦力,启动电流通常会达到额定电流的数倍。如此大的启动电流会在电机绕组和线路上产生较大的能量损耗,并且可能对电网造成冲击。不同类型的电机启动方式对启动能耗影响各异。直接启动方式简单但启动能耗高,而采用软启动器、变频器等设备进行启动,虽增加了成本,但可有效降低启动电流,从而减少启动能耗,同时也能降低对电网和电机自身的不良影响,延长电机使用寿命。

2.3 照明系统能耗

2.3.1 传统照明灯具的能耗

传统照明灯具在电气工程及其自动化的能耗体系中占比较大。以白炽灯为例,其工作原理是电流通过钨丝,利用钨丝电阻产生热量,当温度升高到一定程度后发光。在这个过程中,电能大量转化为热能,仅有约5%~10%转化为光能,其余均以热量形式散失,导致能耗极高。荧光灯虽比白炽灯效率稍高,但也存在诸多不足。其内部的荧光粉在汞蒸气放电产生的紫外线激发下发光,然而汞蒸气的激发和荧光粉发光过程中都有能量损失,并且荧光灯镇流器自身也会消耗电能,综合起来其

能耗依旧可观,传统照明灯具的高能耗促使照明领域寻求更节能的替代方案。

2.3.2 照明时长与不合理布局

照明时长与不合理布局也是照明系统能耗的重要因素。在一些场所,如工厂车间、办公大楼等,由于管理不善或缺乏智能控制,照明设备常常在非必要时间依然开启,造成大量电能浪费。例如,一些工厂在夜间停工后,部分区域照明未关闭,整晚耗电。再者,不合理的灯具布局也会增加能耗。若灯具分布过密,会导致局部区域光照过强,不仅浪费电能,还可能因过亮的光线对人员视觉产生不适^[2]。

3 电气工程及其自动化节能设计的策略

3.1 变压器节能设计

3.1.1 选用节能型变压器

选用节能型变压器是降低变压器能耗的重要举措。传统变压器在运行过程中存在较高的铁损和铜损,而节能型变压器采用新型铁芯材料,如非晶合金铁芯,其磁滞损耗极低,能有效减少铁损。同时,通过优化绕组设计,选用高导电率的导线,可降低绕组电阻,进而减少铜损。

3.1.2 优化变压器运行参数

优化变压器运行参数对于节能同样不可或缺。合理确定变压器的负载率是关键环节,一般将负载率控制在50%~70%之间较为合适。在此负载率范围内,变压器的综合损耗相对较低。此外,根据实际用电需求,精确调整变压器的电压比,可减少因电压过高或过低导致的额外损耗。

3.2 电机节能设计

3.2.1 选用高效电机

选用高效电机是电机节能的基础。高效电机采用优质材料与先进制造工艺,优化电磁设计,降低了定子与转子的损耗。例如,其铁芯材料导磁性能更好,减少磁滞与涡流损耗;绕组采用高纯度铜材,降低电阻以减少铜损。与普通电机相比,高效电机效率可提高3%~5%甚至更高。在长期运行中,节能效果显著,尤其在工业生产等电机使用量大的场景,能大幅降低电力消耗,节约成本并减少对能源供应的压力。

3.2.2 电机的变频调速控制

电机的变频调速控制是重要节能手段。传统电机恒速运行,当负载变化时能耗浪费严重。而变频调速可根据实际需求改变电机转速。如在风机、泵类负载中,通过变频器改变电源频率来调节电机转速,使电机输出功率与负载精准匹配。流量需求降低时,降低电机转速,其消耗功

率按三次方关系下降,能有效减少能耗,提高电机运行效率,同时还可降低电机启动时的冲击电流,延长电机使用寿命,提升整个电气系统的稳定性与节能性。

3.3 照明系统节能设计

3.3.1 推广使用节能照明灯具

在照明系统节能设计中,推广使用节能照明灯具是关键一步。传统白炽灯发光效率低、能耗高,而新型节能灯具如 LED 灯优势明显。LED 灯基于半导体发光原理,电能直接转化为光能,其发光效率可高达 100 - 200 流明 / 瓦,相比之下,白炽灯仅约 10 - 15 流明 / 瓦。LED 灯寿命长,可达数万小时,减少了频繁更换灯具的成本与资源消耗。并且其体积小、可设计性强,能满足多种照明场景需求。在城市道路照明、商业建筑照明等领域广泛应用 LED 灯,可大幅降低照明能耗,为节能减排做出重要贡献。

3.3.2 智能照明控制系统

智能照明控制系统也是照明系统节能设计的重要方面。它能根据环境光线强度自动调节照明亮度,如在白天光线充足时降低亮度或关闭部分灯具,夜晚则恢复正常照明。还可依据人员活动情况,通过传感器检测区域内是否有人,无人时自动关闭照明,避免了长明灯现象。例如在办公室,下班后人走灯灭;在商场,非营业时间仅保留应急照明。

3.4 电力电子设备节能设计

3.4.1 软开关技术的应用

在电力电子设备节能设计方面,软开关技术的应用起到了极为关键的作用。传统电力电子设备在开关过程中,由于开关器件的硬开关特性,会产生较大的开关损耗和开关噪声。而软开关技术通过在开关器件上附加谐振网络,巧妙地控制开关器件的导通与关断时刻,使开关在零电压或零电流条件下进行切换。例如,在开关电源中采用软开关技术,能够显著降低开关损耗,提高电源效率。

3.4.2 优化电力电子设备的电路拓扑结构

优化电力电子设备的电路拓扑结构对于节能设计同样不可或缺。不同的电路拓扑结构在能量转换效率、功率密度等方面存在差异。通过采用新型高效的电路拓扑,如 LLC 谐振变换器拓扑结构,能够减少能量在转换过程中的损耗环节。这种拓扑结构利用谐振原理,实现了开关器件的软开关特性,并且在变压器设计上更具灵活性,可降低变压器的损耗。此外,一些多电平电路拓

扑结构在高压大功率应用场景中,能有效降低开关器件的电压应力,减少因高电压带来的损耗。

3.5 优化电气系统的整体布局与控制策略

3.5.1 合理规划电气线路布局

在照明系统节能设计中,推广使用节能照明灯具是关键一步。传统白炽灯发光效率低、能耗高,而新型节能灯具如 LED 灯优势明显。LED 灯基于半导体发光原理,电能直接转化为光能,其发光效率可高达 100 - 200 流明 / 瓦,相比之下,白炽灯仅约 10 - 15 流明 / 瓦。LED 灯寿命长,可达数万小时,减少了频繁更换灯具的成本与资源消耗。并且其体积小、可设计性强,能满足多种照明场景需求。在城市道路照明、商业建筑照明等领域广泛应用 LED 灯,可大幅降低照明能耗,为节能减排做出重要贡献^[1]。

3.5.2 采用智能控制系统实现能源管理

智能照明控制系统也是照明系统节能设计的重要方面。它能根据环境光线强度自动调节照明亮度,如在白天光线充足时降低亮度或关闭部分灯具,夜晚则恢复正常照明。还可依据人员活动情况,通过传感器检测区域内是否有人,无人时自动关闭照明,避免了长明灯现象。例如在办公室,下班后人走灯灭;在商场,非营业时间仅保留应急照明。通过预设不同场景模式,如会议模式、休闲模式等,精准控制照明需求。智能照明控制系统的应用,不仅减少了不必要的能源浪费,还提升了照明的舒适性与便利性,有效提高了照明系统的能源利用率。

结束语

综上所述,电气工程及其自动化节能设计在当今能源形势下具有不可忽视的重要性。通过对变压器、电机、照明系统、电力电子设备等多方面的节能设计,以及优化电气系统整体布局与控制策略,能有效降低能耗、提高能源利用率,减少对环境的负面影响并降低运营成本。

参考文献

- [1]肖湘,肖可,周鹏程.电气工程及其自动化节能设计的分析[J].决策探索(中),2019(12):40-41.
- [2]田耕丞,刘春瑞.电气工程及其自动化节能设计的分析[J].科学技术创新,2019(35):170-171.
- [3]罗英涛.电气工程及其自动化节能设计的分析[J].科学技术创新,2019(23):88-89.