

# 发电厂电气节能设计研究

卢宝利 常伟

陕西煤业化工集团神木电化发展有限公司 陕西 榆林 719300

**摘要:** 随着全球能源需求的不断增长和环境保护意识的日益增强,发电厂的能效提升和节能减排已成为电力行业的重要课题。基于此,本文简要介绍了发电厂节能降耗的必要性,分析了发电厂电气节能工作存在的主要问题,并针对发电厂电气节能设计进行了研究,为发电厂的电气节能设计提供了有益的参考和借鉴。

**关键词:** 发电厂; 电气节能; 设计

## 引言

能源是人类社会发展的重要基石,而电力作为最清洁、高效的能源形式之一,在现代社会中扮演着至关重要的角色。而发电厂作为电力生产的主要环节,其能效水平和排放状况直接关系到整个电力行业的可持续发展。因此,开展发电厂电气节能设计研究,探索有效的节能措施和技术手段,对于降低能源消耗、减少环境污染、推动电力行业绿色发展具有重要意义。

## 1 发电厂节能降耗的必要性

发电厂节能降耗的必要性,在当今社会显得尤为突出且至关重要,这不仅关系到企业的经济效益,更与环境保护、资源可持续利用以及国家能源安全等宏观议题紧密相连。因此,发电厂作为能源转换与供应的核心环节,其节能降耗工作不仅是响应国家节能减排政策、履行社会责任的必然要求,也是推动能源结构优化、促进绿色低碳发展的重要途径。首先,从经济效益的角度来看,节能降耗直接关联到发电企业的运营成本和市场竞争力。通过采用高效节能技术、优化设备运行策略、提高能源转换效率等措施,可以有效减少能源消耗和废弃物排放,从而降低生产成本<sup>[1]</sup>。例如,燃煤电厂通过实施烟气脱硫脱硝、超临界及超超临界发电技术等,不仅能显著减少二氧化硫、氮氧化物等污染物的排放,还能大幅提高发电效率,减少煤炭消耗,实现经济效益与环境效益的双赢。对于水电、风电、太阳能等可再生能源发电厂而言,虽然其初始投资可能较高,但运营过程中的能耗极低,长期看能大幅降低能源成本,提高能源供应的稳定性和安全性。其次,节能降耗是应对全球气候变化、保护生态环境的关键举措。发电行业作为碳排放的主要来源之一,其节能减排成效直接影响到全球气候治理的成效。通过推广清洁能源、发展智能电网、实施碳捕捉与封存技术等创新手段,发电企业能够大幅度减少温室气体排放,为缓解全球变暖、保护生物多样性、维

护生态平衡做出贡献。最后,随着国际能源市场波动加剧,能源供应的不确定性和风险日益凸显。通过提高能源利用效率、开发本土可再生能源资源,可以减少对外部能源的依赖,增强国家能源自给自足的能力。特别是在面对能源危机或地缘政治冲突时,节能降耗能够为国家提供更加灵活、可靠的能源供应方案,确保经济社会平稳运行。

## 2 发电厂电气节能工作存在的主要问题

### 2.1 节能性质电气设备使用不足,能耗较高

在当前发电厂电气节能工作的实践中,特别是针对一些垃圾焚烧发电厂而言,电气设备的选择与使用成为了影响能耗控制成效的关键因素,但遗憾的是,这一环节仍存在诸多亟待解决的问题,其中最为突出的便是节能性质电气设备的使用不足以及由此引发的较高能耗现象。具体而言,发电厂在策划和实施能耗控制策略时,往往未能给予电气设备的选取机制足够的重视,这一疏忽导致了节能性质电气设备的引入与应用未能与整体的能耗控制方案形成有效对接。许多情况下,节能策略的制定与实施忽视了电气设备作为能耗主体的基础性作用,未能通过精心挑选具备高效节能特性的电气设备来直接降低能耗水平,从而错失了从源头上减少能源消耗的重要机遇。进一步而言,这种对电气设备选取机制的忽视,还体现在对电气设备种类的有效控制不足上。在发电厂的日常运营中,不同种类的电气设备因其工作原理、运行效率及能耗特性的差异,对节能策略的需求也各不相同。然而,在实际操作中,一些高能耗的电气设备并未得到应有的技术优化和节能改造,其电气技术操作层面缺乏针对节能目标的专项设计。这意味着,即便有节能措施被提出,也往往因为未能充分适应这些电气设备的具体工作条件,如电源电压的控制要求、设备整体性能参数等,而导致节能效果大打折扣。这种技术与设备之间的不匹配,不仅限制了节能措施的有效实施,

还可能在一定程度上加剧了能源的浪费。

## 2.2 其他问题

在发电厂的电气节能工作中，除了节能性质电气设备使用不足导致的高能耗问题外，还存在一系列其他因素，这些因素同样对电能的损耗产生了不可忽视的影响。（1）变压器作为电力系统中至关重要的组成部分，其运行状态直接影响到电能的传输效率<sup>[2]</sup>。在实际运行中，变压器在空载或轻载状态下也会消耗一定的电能，这部分损耗虽然相对较小，但考虑到变压器在发电厂中的广泛应用及其持续运行的特点，这部分损耗的累积效应依然不容忽视。特别是在一些老旧或设计不合理的变压器中，由于技术限制和材料特性的原因，空载损耗可能更为显著，进一步加剧了电能的浪费。（2）感应电动机作为驱动各类机械设备的关键动力源，其选型参数与实际工况的匹配程度直接影响到电能的利用效率。在实际应用中，如果感应电动机的选型不当，比如额定功率过大而实际负载过小，或者设计参数与实际运行条件不符，都会导致电动机在运行过程中产生不必要的电能消耗。此外，一些电动机虽然在设计上具有一定的节能效果，但由于制造质量、维护保养等方面的原因，其实际运行效率可能远低于理论值，从而加剧了电能的损耗。（3）电动机的运行方式和调速方式也是影响电能损耗的重要因素，在实际应用中，如果电动机的运行方式不够经济，比如频繁启动、停机或长时间处于低负载状态，都会导致电能的浪费。同时，调速方式的选择也至关重要。传统的调速方式，如变频调速、变极调速等，虽然在一定程度上能够实现电动机转速的调节，但如果调速方式的选择不当，或者调速系统与电动机的匹配程度不高，也会导致电能的额外消耗。

## 3 发电厂电气节能设计策略

### 3.1 锅炉节能设计

在发电厂的电气节能设计中，锅炉作为能量转换的核心设备，其节能设计对于提升整体能效、减少能源消耗具有至关重要的作用。因此，对锅炉进行优化设计，提高锅炉热效率，是实现发电厂电气节能目标的关键一环。一方面，燃烧工艺的优化不仅关乎燃料的充分燃烧，还直接影响到锅炉的热效率和排放性能。通过改进燃烧器结构、调整燃料供给方式、优化燃烧室形状等手段，可以确保燃料在锅炉内得到最大程度的燃烧，从而提高燃烧效率和热效率。同时，合理的燃烧工艺设计还能有效减少未燃尽碳的损失，降低锅炉的排放污染。另一方面，风量的大小直接影响到锅炉内的燃烧效果和热传递效率，设计人员需根据锅炉的实际运行情况和燃料

特性，精确计算并设计风量配比，以确保锅炉在运行过程中始终保持良好的燃烧状态。通过合理调整一、二次风的比例和风速，可以优化燃烧过程，提高燃烧效率，同时减少烟气中的含氧量，降低排烟热损失。此外，锅炉空隙系数的优化设计同样不容忽视，锅炉中的空气含量对燃烧效率有着重要影响。若空气含量过高，不仅会导致燃烧过程中的热量损失增加，还会加剧烟气的排放污染。因此，设计人员需对锅炉的空隙系数进行精确计算和优化设计，以减少不必要的空气进入锅炉，提高燃烧效率。这包括优化锅炉的密封性能、调整锅炉内部的通风结构等措施。

### 3.2 电气主接线节能设计

（1）在断路器的维修和日常保养过程中，必须确保供电输出的连续性，避免因检修工作导致电厂无法正常供电。这就要求在设计电气主接线时，要充分考虑各种可能的故障情况，并制定相应的应对措施。例如，在断路器出现故障或线路出现问题时，应确保维修过程中供电输出能够正常有序地维持通畅；在母线隔离开关需要检修时，也应采取相应的措施，确保供电不受影响。此外，在重大输电设备发生故障时，电气主接线设计也能够迅速切换至备用电源或备用线路，以保证供电系统的供电输出，从而最大程度地减小因故障问题造成的损失。（2）在发电厂建设的准备阶段，就应做好对主接线的选择，以最大程度地减少建设成本<sup>[3]</sup>。这包括优化主接线的结构，减少不必要的开关数量，简化主接线的设计等。并且，在供电设备的选择上，也应注重性价比，选择物美价廉的新型设备，以降低设备采购和运维成本。（3）在电气主接线的设计中，还应注重能效水平的提升，通过优化电气主接线的结构，可以减少电流在传输过程中的损耗，提高电能的利用效率。如可以采用分段式母线设计，以减少母线上的电流损耗；在变压器和开关设备的选择上，也应优先考虑能效较高的产品，以降低设备的能耗。同时，还可以采用先进的能效管理系统，对电气主接线的运行状态进行实时监测和分析，及时发现并解决能耗过高的问题。

### 3.3 输电线路节能设计

输电线路在运行过程中，由于电阻、电感等因素的存在，会产生一定的电能损耗，这些损耗不仅降低了电能的传输效率，还增加了发电厂的运营成本。为了降低输电线路的损耗，设计人员需要从多个角度进行考虑和优化。第一，虽然输电线路作为电能传输的主要载体，其结构上的改善空间相对有限，但并不意味着无法进行优化。在实际操作中，设计人员可以通过选用合适的导

体截面来降低输电线路的能耗。导体截面的选择需要综合考虑电流大小、传输距离、经济成本等多个因素。通过精确计算和分析,可以确定一个既能满足传输需求,又能有效降低能耗的导体截面。第二,在选择导体截面时,经济电流密度是一个重要的参考指标。经济电流密度是指在保证输电线路安全稳定运行的前提下,使得线路年运行费用(包括线路损耗、维护费用等)最小的电流密度。通过结合经济电流密度来选择导体截面,可以在保证传输效率的同时,降低线路的运行成本。第三,在众多导体截面中,离相封闭母线因其独特的特点而备受青睐。离相封闭母线具有运行过程安全可靠、故障率低等优点,因此在发电厂和变电站等高压电力系统中得到了广泛应用。通过使用离相封闭母线,可以有效减少输电线路的电能损耗,提高电能的传输效率。第四,在输电线路的节能设计中,还需要考虑线路的布局和走向,合理的线路布局和走向可以减少线路的长度和弯折次数,从而降低线路的电阻和电感,减少电能损耗。因此,在设计过程中,设计人员需要充分了解发电厂和电网的实际情况,综合考虑地形、地貌、气候等因素,制定出最优的线路布局和走向方案。

### 3.4 电气元件节能设计

电气元件的节能设计旨在通过采用先进的节能技术和材料,优化电气设备的运行方式,从而在细节上实现显著的节能效果。这种节能设计不仅关注电气元件本身的能效提升,还注重其在整个电气系统中的协同作用,以实现整体能效的最大化。在实际应用中,电气节能元件展现出了其独特的优势,这些节能元件在设计上充分考虑了能效和可靠性,能够在保证正常运行的同时,显著降低能源消耗。即使在使用过程中出现操作失误,节能元件也能继续保持其节能状态,有效减少了因主观失误而造成的能源浪费。以永磁型低压接触器为例,这是一种典型的电气节能元件,它利用永磁驱动机构取代了传统的电磁驱动机构,从而实现了微功耗运行。永磁型低压接触器的工作原理是利用安装在接触器联动机构上

的极性不变的永磁铁,与固化在接触器底座上的可变极性软磁铁相互作用,达到吸合、保持与释放的目的。这一过程中,软磁铁通过与其固化在一起的电子模块产生正反向脉冲电流,使其产生不同的极性,从而实现接触器的动作控制。值得注意的是,电子模块的工作电流极低,仅为1.8-1.5mA,这使得永磁型低压接触器的节电率高达99.8%以上<sup>[4]</sup>。这一显著的节能效果,不仅降低了电气设备的运行成本,还减少了对电网的冲击和负荷,有利于提升电网的稳定性和可靠性。另外,电气元件的节能设计还涉及到材料的选择和制造工艺的优化。通过采用高性能、低损耗的材料,以及先进的制造工艺,可以进一步提升电气元件的能效水平。同时,在电气元件的设计过程中,还需要充分考虑其与其他电气设备的兼容性和协同作用,以确保整个电气系统的能效最大化。

### 结语

总之,通过对发电厂电气节能设计的研究,提出了一系列具有实用性和创新性的节能策略和方法,这些策略和方法不仅有助于降低发电厂的能源消耗和排放水平,提高能源利用效率,还能促进电力行业的可持续发展和绿色转型。未来,随着新能源技术的不断发展和应用,发电厂电气节能设计将面临更多的挑战和机遇。因此,我们需要继续加强节能技术的研究和开发,推动节能技术的创新和应用,不断完善和优化发电厂的电气节能设计方案。

### 参考文献

- [1]康金生.PLC变频节能技术在电气自动化设备中的应用[J].数字技术与应用,2021,39(08):4-6.
- [2]王基勇.建筑设备电气自动化系统的节能控制研究与工程设计思考研究[J].砖瓦,2020(06):80-81.
- [3]秦石建.民用建筑电气设计节能方法分析[J].工程技术研究,2019,4(23):198-199.
- [4]杨晓妍.人工智能技术在电气自动化控制中的应用思路分析[J].华东科技,2022(07):140-142.