

火力发电厂电气节能降耗的问题与技术措施

毛嘉卿

北京国电电力大连开发区热电厂

摘要：随着全球能源需求的不断增长和可持续发展的发展，提高火力发电厂的节能降耗已成为迫切的任务，旨在减少资源浪费、降低环境影响，同时确保电力供应的可靠性和安全性。本文探讨了火力发电厂节能降耗的必要性以及火力发电厂电气系统的基本架构和原理。进一步分析了电气系统在能耗、设备效率、维护管理、安全稳定性等方面存在的问题。针对此类问题，提出了一系列电气节能降耗技术与措施，包括系统优化、高效率设备应用、节能监控、设备维护和提升安全稳定性。此类措施有望提高火力发电厂的电能转化效率，降低资源消耗，减少环境排放，实现可持续发展。

关键词：火力发电厂；电气节能降耗；技术措施

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.23.073

引言

火力发电厂在全球范围内广泛用于电力生产，然而，其电气系统在能源转化和传输过程中存在着显著的能耗浪费和效率低下的问题。随着对可持续发展和环境保护日益关注的加大，以及不断增长的电力需求，火力发电厂电气节能降耗的问题日益凸显。电气系统在火力发电厂中扮演着关键角色，负责发电、传输、分配和控制电能的流动。然而，传统的火力发电厂电气系统通常存在多个挑战，包括高能耗、低效率、维护管理不足、安全稳定性不足等问题。此类问题不仅导致资源的浪费和运营成本的增加，还对电力供应的可靠性和环境造成负面影响。

一、火力发电厂节能降耗的必要性

一是资源可持续性。节能降耗有助于延长火力发电厂燃料资源的使用寿命。火力发电厂通常使用煤、天然气等不可再生资源作为燃料，此类资源的消耗速度较快。通过提高能源利用效率，可以减缓资源枯竭的速度，确保未来的能源供应。二是环境保护。火力发电厂是重要的二氧化碳(CO₂)排放源。提高发电效率和降低能耗可以减少单位电量产生的CO₂排放，有助于应对气候变化和减少空气污染。三是经济效益。节能降耗可以降低火力发电厂的运营成本。高效的电力生产意味着更少的燃料消耗，减少了燃料采购开支。此外，提高设备的使用寿命和减少维护费用也有助于降低总体成本^[1]。四是能源安全。降低对进口能源的依赖，提高本国能源供应的稳定性。节能降耗有助于确保电力供应的可靠性，减少对外部能源市场的波动性的敏感性。五是政策要求。许多国家制定了节能减排政策，要求火力发

电厂提高能源效率和降低碳排放。为了遵守此类法规，火力发电厂需要采取节能措施^[2]。

二、火力发电厂电气系统的基本架构

火力发电厂的电气系统是一个复杂的架构，旨在生成、传输和分配电力。它通常包括以下主要组件和子系统：一是发电单元，火力发电厂的核心部分，负责将燃烧过程中产生的热能转化为机械能，然后再转化为电能。发电单元通常包括锅炉、蒸汽涡轮发电机、发电机、冷却系统和控制系统。二是变压器。发电机产生的电压通常需要升压以便长距离输送。变压器用于升压和降压电能，以满足不同电网电压要求。三是电力传输系统，包括高压输电线路、绝缘子、输电塔和电缆，用于将发电厂产生的电能传输到电网。传输系统还包括开关设备，用于控制电流的流向和维护系统的稳定性。四是变电站。变电站是电气系统的关键节点，用于接收来自发电机和输电线路的电能，并将其转化为适合分配到电网的电能。变电站通常包括变压器、开关设备、保护设备和自动化控制系统。五是电网连接。电厂需要与电网连接，以将发电厂产生的电能注入到全国或地区的电网中，包括电网连接点、同步开关、电能计量和通信设备。六是电池存储系统。一些火力发电厂包括电池存储系统，用于存储多余的电能，并在高峰需求时释放电能，以提高系统的灵活性和效率^[3]。七是控制和监测系统。电气系统配备了复杂的控制和监测系统，用于监视和控制各个组件的运行，包括自动化控制系统、远程监控和故障诊断系统。八是维护和安全系统。火力发电厂的电气系统需要定期维护和监测，以确保其安全性和可靠性，包括维护计划、设备保护系统和安全措施。

三、火力发电厂电气系统存在的问题

(一) 电气系统的能耗高

首先，电气系统的能耗问题源于设备运行的基本功耗。电气设备，如变压器、开关设备、电缆和配电盘，在运行时需要一定的电能来维持其自身运行。此类基本功耗虽然在单个设备上不大，但在整个电气系统中累积起来，占据了相当大的电能消耗比例。特别是在火力发电厂高功率、高电流的场所，问题更加显著。其次，电气系统的一些设备存在待机和空载损耗。在一些情况下，设备在运行时产生额外的热量，而热量则需要冷却，进一步增加了能耗。而在空载状态下，设备仍在消耗电能，但并未有效地产生有用功^[4]。

(二) 电气设备的效率与性能差

首先，电气设备的效率问题是一个重要的考虑因

素。不高效的电气设备会导致能源浪费，因为在电能转换和传输过程中损失了一部分能量，不仅增加了电力生产的成本，还导致电气设备过热和损坏，从而降低了系统的可靠性。其次，电气设备的性能问题也需要特别关注。电气设备必须满足一定的性能要求，以确保电力系统的正常运行。性能问题包括设备的响应速度、负载承受能力、电流和电压稳定性等。如果电气设备的性能不达标，导致电力系统的不稳定，甚至发生故障，对电力生产和供应造成严重影响。最后，电气设备的老化和损坏问题也需要密切关注^[5]。随着时间的推移，电气设备会出现磨损、老化和损坏，导致电气系统的性能下降，甚至发生故障。

（三）电气系统的维护与管理不足

一是不合理的维护计划。许多火力发电厂存在维护计划不合理的问题，包括维护频率过低或过高。维护频率过低导致设备老化和潜在故障未能及时发现，从而增加了停机时间和维修成本。相反，维护频率过高会浪费资源和时间。二是技能短缺和培训不足。火力发电厂需要高度专业化的维护人员来确保电气系统的正常运行。然而，一些厂站存在技能短缺和培训不足的问题。三是设备监测和诊断不足。火力发电厂的电气系统通常包括大量的设备和元件，需要定期监测和诊断以检测潜在的问题。然而，一些厂站缺乏先进的设备监测和诊断系统，导致问题无法及时发现和解决，在后期造成更大的损害。四是备品备件管理不善。电气系统的备品备件管理至关重要。一些火力发电厂存在备品备件管理不善的问题，包括库存不足或过度库存。库存不足导致长时间的停机，等待备品备件的交付，影响生产计划。五是缺乏预防性维护。预防性维护是指在设备故障之前采取措施来预防问题的发生。一些厂站主要采用事后维护，而忽视了预防性维护，导致突发故障和维修成本的上升^[6]。

（四）电气系统的安全与稳定性不足

一是故障隐患未能及时发现。电气系统中的潜在故障和问题未能及时检测和发现，导致设备突发故障，影响电力生产。缺乏有效的监测和报警系统，以及维护人员对故障排除方法的不足了解，都会增加问题的风险。二是电气设备的老化和磨损。随着时间的推移，电气设备会因长时间运行而出现老化和磨损，导致电气连接松动、绝缘降解等问题，增加火力发电厂的火灾和安全风险。三是电气系统的电力负荷波动。电气系统的负荷波动会导致电压不稳定、频率波动等问题，影响设备的正常运行。特别是在高负荷时段，如果电气系统不足以应对负荷波动，会引发设备过载和故障。四是设备之间的互联性问题。电气系统中各个设备之间的互联性和配合问题会导致电气设备之间的不稳定性。例如，过大的电流引发设备过载，电路短路等。五是人为失误和操作错

误。人为失误和操作错误导致电气系统的安全性问题，包括误操作、未经授权的访问设备、忽视安全规程等。六是应急响应不足。缺乏有效的应急响应计划和设备导致火力发电厂无法迅速应对电气系统中的故障和问题，增加了事故的风险。

四、电气节能降耗技术与措施

（一）电气系统优化与升级

首先，进行系统分析和评估是基础，包括对电气系统的整体性能进行全面评估，识别能效问题和瓶颈，包括电气设备的运行状况、能耗数据的分析，以及系统的负载情况。通过分析，可以确定哪些方面需要改进，以及在哪些方面可以实现能源节约。其次，设备替换和升级是改进电气系统效能的重要步骤，涉及更换老化设备，采用更高效、更现代的电气设备。例如，将低效率的变压器替换为高效率变压器，或者使用能耗更低的电机。此外，还可以考虑使用更优质、低电阻的电缆，以减少线路损耗。最后，系统调整和平衡是确保电气系统高效运行的关键，包括协调各部分的工作，以避免不必要的能源浪费。例如，根据负载需求调整发电机的输出，确保变压器的正常运行和维护电网电压稳定。通过对电气系统的综合调整和协调，可以最大限度地提高能效，降低能耗。

（二）高效率电气设备的应用

首先，LED照明的应用是电气节能的一项重要举措。传统照明系统通常使用白炽灯或荧光灯，产生大量热量，而LED照明则以更高的能源转化效率提供更明亮的光照。通过替换传统照明设备，火力发电厂可以显著降低照明能耗。此外，LED照明具有长寿命和可调光等特点，能够进一步提高灯光控制的精度，根据需要调整亮度，降低不必要的能源消耗。其次，变频器在电机和泵的应用中起到了关键作用。变频器可以控制电机的转速，根据负载需求调整电机的输出功率。在负载较轻的情况下，电机可以以较低的速度运行，从而减少了能耗。例如，当负载较小时，使用变频器可以降低泵的流量，避免不必要的能源浪费。精确的负载调整有助于提高电机的效率，降低维护成本。最后，高效变压器的采用对于降低电压损失至关重要。电力系统中，变压器用于调整电压，以适应不同部分的需求。传统变压器存在一定的铁损耗和铜损耗，导致电压下降和能量损失。高效变压器采用更先进的材料和设计，可以显著减少此类损失。通过减少电压损失，电力传输更加稳定，能源利用更高效。

（三）节能监控与管理系统

首先，实时监测在节能降耗中扮演着关键角色。通过安装能源监测设备，电气系统的能耗情况能够被实时追踪和记录。能源消耗的变化和异常情况都能够立即被捕捉到。实时监测不仅有助于管理人员了解当前的能

源消耗水平，还能够及时识别异常情况，如设备故障、能源浪费或者不合理的能源使用。一旦异常情况被检测到，措施可以立即采取，以减少能源浪费并确保系统的高效运行。其次，智能控制也是电气节能降耗的关键因素。通过实施自动化控制系统，电气设备的启停、调整和运行模式可以根据负载需求进行优化。设备能够在需要时启动，并在负载较低时降低功耗。智能控制系统可以根据实时监测数据，自动调整电气系统的运行，以最大限度地减少能源浪费。不仅提高了系统的能效，还延长了电气设备的寿命，降低了维护成本。最后，能源管理软件在节能降耗中扮演了重要角色。此类软件工具能够分析大量的能耗数据，识别潜在的节能机会，并制定相应的优化策略。能源管理软件还可以帮助管理人员跟踪节能效果，以确保采取的措施产生了预期的效果。能源管理数据驱动的方法使管理者能够基于客观数据做出决策，制定最佳的能源管理策略，提高了整体的能效水平。

（四）电气设备维护与保养

一是清洁。定期清洁电气设备是维护的第一步。包括对绝缘子、电缆、开关设备等进行彻底的清洁。清洁工作有助于防止积尘和污垢的堆积，此类堆积导致设备散热不良或导电性降低。通过保持设备清洁，可以确保其正常运行，减少不必要的能源浪费。二是润滑。电气设备中的机械部件通常需要定期润滑，以减少摩擦并确保其正常工作。使用适当类型和量的润滑剂有助于延长轴承、齿轮和其他机械部件的使用寿命。不仅提高了设备的效率，还降低了维修成本。三是紧固。定期检查设备上的螺栓、螺母和其他紧固件是否松动或有异常。紧固此类部件是为了防止设备在运行过程中发生振动或松动，导致设备的不稳定性和故障。定期的紧固工作有助于确保设备在高负载条件下的安全运行。四是故障预测。为了避免突发故障对电气系统的影响，采用故障预测技术至关重要。此类技术包括监测设备的状态参数，如温度、湿度、电流和电压等。此类传感器可以实时采集数据，帮助检测设备是否处于异常状态。通过数据分析软件，可以识别潜在问题的迹象，从而实现预防性维护。五是预防性维护。基于故障预测的结果，制定预防性维护计划是关键一步。包括及时更换或修复出现问题的部件，以避免设备故障。通过预防性维护，可以最大限度地减少设备停机时间，提高生产效率。

（五）安全性与稳定性提升措施

一是电气系统安全培训。为电气系统的操作和维护人员提供全面的培训至关重要，包括设备操作培训。工作人员应接受详细的电气设备操作培训，以确保工作人员了解如何正确、安全地操作各种设备。包括设备的启动、停止、调整和维护程序。通过培训，工作人员可以熟练掌握设备的正常运行和安全操作。紧急情况处理。

培训工作人员应对紧急情况的处理措施有清晰的了解，包括火警、漏电、电气故障等情况下的应急措施和撤离程序。培训有助于工作人员迅速、有效地应对突发情况，最大限度地减少了事故风险并保障了人员安全。维护规程。培训工作人员了解如何进行常规维护、清洁和检查，以及如何安全地更换电气设备的零部件。确保了设备的长期可靠性和安全运行。电气标准和法规。工作人员应了解适用于电气系统的电气标准和法规，以确保工作人员的工作符合相关的安全要求。熟悉此类法规可以帮助预防潜在的安全隐患。

二是电气系统稳定性增强。为了提高电气系统的稳定性，可以采取以下措施。电压和频率控制。实施高效的电压和频率控制系统，以确保电气系统在负载条件变化时能够维持稳定，可以包括自动调整发电机输出电压和频率的系统，以适应负载需求的变化，从而避免电气系统的不稳定性。备用电源和自动切换。在关键设备上使用备用电源和自动切换装置，以在电源中断时维持系统运行，确保了电气系统的连续供电，避免了生产中断，特别是在关键时刻。过载保护。部署过载保护装置，以防止电气设备过载，从而降低设备的损坏和系统的不稳定性。过载保护装置可以在负载超出额定值时自动切断电源，保护设备免受损害。

结论

综上所述，火力发电厂作为重要的电力生产方式，在面临能源与环境挑战的今天，迫切需要采取措施提高其节能降耗水平。电气系统作为关键组成部分，其性能优化和提升将在实现目标上发挥关键作用。本文提出的技术与措施为火力发电厂电气系统的节能降耗提供了有益的指导。未来的研究和实践应进一步深入探讨电气节能降耗技术的具体应用，开发新一代高效率设备，加强监控与管理系统的智能化，提升设备维护与保养水平，同时注重电气系统的安全性及稳定性。

参考文献

- [1]田斌.火力发电厂电气节能降耗的问题与技术措施分析[J].中国新通信,2021,23(19):149-150.
- [2]常楠楠.火力发电厂电气节能降耗的问题与解决措施[J].电工材料,2021(04):29-30+34.
- [3]杨瑞民.火力发电厂电气节能降耗技术措施分析[J].光源与照明,2021(04):94-95.
- [4]李沐荣.火力发电厂电气节能降耗的问题与技术措施[J].光源与照明,2021(03):118-119.
- [5]吴晓钢.火力发电厂电气节能降耗的问题与技术措施探讨[J].现代工业经济和信息化,2020,10(06):62-63.
- [6]向浩贤.火力发电厂电气节能降耗的问题与技术措施[J].农家参谋,2019(20):188.