

火电厂集控运行系统的可靠性分析与提升

杨生睿 马 乾 王旭东 李思聪

华能平凉发电有限责任公司 甘肃 平凉 744000

摘要：随着电力行业的迅速发展，火电厂集控运行系统的可靠性成为保障电力供应稳定的关键。本文深入分析了集控运行系统的可靠性现状，探讨了硬件、软件、人员操作及环境等因素对系统稳定性的影响。针对这些问题，提出了优化硬件性能、升级软件控制、加强人员培训、改善运行环境等一系列提升措施。旨在通过这些综合手段，全面提高火电厂集控运行系统的可靠性，确保电力供应的安全与稳定。

关键词：火电厂集控运行系统；可靠性；提升

引言：火电厂作为电力供应的重要基石，其集控运行系统的可靠性直接关系到电力生产的安全与效率。随着技术的不断进步，集控运行系统已广泛应用于火电厂中，实现了对生产过程的集中监控与管理。然而，系统可靠性问题日益凸显，成为制约火电厂运行效率的瓶颈。因此，深入分析集控运行系统的可靠性，并提出有效的提升措施，对于保障电力供应稳定、提升火电厂竞争力具有重要意义。

1 火电厂集控运行系统概述

1.1 集控运行系统的定义与功能

定义：集控运行系统是对火电厂内所有主要生产设 备（如锅炉、汽轮机和发电机）以及辅助系统（如水处理、燃料供应和烟气净化等）进行统一监控和管理的智能化系统。该系统通过整合自动化控制、信息通信和数据处理技术，实现了电厂运行的集中化、智能化管理。

功能：集控运行系统的功能主要体现在三个方面。一是自动调节功能，系统能够根据电厂的实际运行情况和预设的控制策略，自动调整设备的运行参数，如锅炉的燃烧强度、汽轮机的转速等，以确保电厂在最佳状态下运行。二是远程操作功能，操作人员可以通过集控室的人机界面，远程监控和控制电厂内的所有设备，大大减少了现场操作的风险和人力成本。三是故障诊断功能，系统能够实时监测设备的运行状态，通过数据分析及时发现潜在的故障，为维修团队提供预警信息，有效避免事故的发生。

1.2 集控运行系统的组成

硬件设备：硬件设备是系统的基础，主要包括传感器、执行器和控制器等。传感器负责采集电厂现场的各种数据，如温度、压力、流量和振动等；执行器则根据控制中心的指令，对设备进行相应的操作，如调节阀开度、启动或停止电机等；控制器则是系统的“大

脑”，负责数据的处理和控制指令的输出^[1]。

软件系统：软件系统主要包括监控软件和控制算法。监控软件提供了友好的人机界面，使操作人员能够直观地了解电厂的运行状态；控制算法则是根据电厂的实际需求和设备特性，通过先进的控制理论和方法，制定并优化控制策略，以确保电厂的安全、高效运行。

1.3 集控运行系统的工作原理

在数据采集与传输环节，传感器将电厂现场的各种数据实时采集，并通过通信网络传输至控制中心。通信网络采用高可靠性的冗余设计，确保数据的准确、及时传输。

在数据处理与控制环节，控制中心接收到数据后，首先进行预处理和滤波，以消除噪声和干扰；然后，根据预设的控制算法和控制策略，对数据进行深入分析，得出设备的运行状态和趋势；最后，根据分析结果，输出相应的控制指令，通过执行器对设备进行调节和控制。这一闭环控制系统确保了电厂的稳定、高效运行。

2 火电厂集控运行系统可靠性分析

2.1 可靠性评估指标

为了全面评估火电厂集控运行系统的可靠性，需要采用一系列量化指标。这些指标不仅能够帮助了解系统的当前状态，还能为未来的改进提供数据支持。（1）可用性：这一指标反映了系统正常运行时间占总时间的比例。高可用性意味着系统能够持续、稳定地提供服务，减少了因系统故障而导致的停电风险。对于火电厂而言，高可用性至关重要，因为任何中断都可能导致电力供应的不稳定，甚至引发更大的安全事故。（2）故障率：故障率是指单位时间内系统发生故障的次数。这一指标直接反映了系统的稳定性和可靠性。故障率越高，说明系统在设计、制造或运行过程中存在的问题越多，需要采取针对性的措施进行改进。（3）修复时间：系统故障后恢复

正常运行所需的时间也是衡量系统可靠性的重要指标。修复时间越短,说明系统的应急响应能力和维修团队的效率越高,能够更快地恢复电力供应,减少损失。

2.2 可靠性影响因素分析

火电厂集控运行系统的可靠性受到多种因素的影响,这些因素既包括系统内部的硬件和软件,也包括外部环境和操作人员的因素。(1)硬件设备的性能与稳定性:硬件设备是系统的基础,其性能直接影响系统的运行效率和稳定性。例如,传感器的精度和响应时间、执行器的可靠性和耐用性、控制器的处理速度和稳定性等,都是影响系统可靠性的关键因素。(2)软件系统的健壮性与兼容性:软件系统的健壮性决定了其应对异常情况和错误输入的能力。一个健壮的软件系统能够在遇到问题时保持稳定,减少因软件故障而导致的系统崩溃。此外,软件系统的兼容性也是影响可靠性的重要因素,特别是在不同设备和操作系统之间的集成时^[2]。

(3)操作人员的技能水平与责任心:虽然集控运行系统已经高度自动化,但操作人员的技能水平和责任心仍然是影响系统可靠性的关键因素。操作人员的误操作或疏忽可能导致系统故障,而具备专业技能和高度责任心的操作人员则能够及时发现并解决问题,提高系统的可靠性。(4)外部环境因素:外部环境因素如温度、湿度、电磁干扰等也可能对集控运行系统的可靠性产生影响。例如,高温可能导致硬件设备过热而失效,电磁干扰可能干扰通信网络的正常运行。

2.3 可靠性现状评估

为了深入了解火电厂集控运行系统的可靠性现状,对典型火电厂进行了案例分析,并总结了普遍存在的可靠性问题。通过对多个火电厂的集控运行系统进行调研和分析,发现了一些普遍存在的问题。例如,部分硬件设备的性能不稳定,容易出现故障;软件系统在集成和升级过程中存在兼容性问题;操作人员的技能水平参差不齐,部分人员缺乏必要的培训和指导;外部环境因素对系统的稳定运行构成了一定威胁。针对这些问题,提出了以下改进建议:一是加强硬件设备的维护和检修,提高设备的稳定性和可靠性;二是优化软件系统的设计,加强兼容性测试和验证,确保系统在不同设备和操作系统之间的顺利集成;三是加强操作人员的培训和指导,提高他们的技能水平和责任心;四是采取措施减少外部环境因素对系统的影响,如安装温度控制系统、加强电磁屏蔽等。

3 提高火电厂集控运行系统可靠性的全面措施

3.1 硬件优化与升级

硬件是集控运行系统的物理基础,其性能与稳定性直接决定了系统的运行效果。因此,硬件的优化与升级是提高系统可靠性的首要任务。(1)采用高性能、高稳定性的硬件设备。在选择硬件设备时,应优先考虑那些经过严格测试和认证、性能卓越且稳定性高的产品。这些设备通常具有更高的数据处理能力、更强的抗干扰能力和更长的使用寿命,能够显著提升系统的整体性能。例如,采用高性能的处理器和存储设备,可以加快数据处理速度,减少系统响应时间;使用稳定性高的传感器和执行器,可以确保数据的准确性和设备的可靠运行。

(2)对老旧设备进行更新换代。随着时间的推移,一些老旧设备可能已经无法满足当前的技术要求和运行标准。这些设备可能存在性能下降、故障率增加等问题,对系统的可靠性构成潜在威胁。因此,需要定期对设备进行评估和检查,对老旧设备进行更新换代。通过引入新一代的高性能设备,可以显著提升系统的运行效率和稳定性^[3]。(3)加强设备的日常维护与保养。除了选型更新外,设备的日常维护与保养也是提高可靠性的关键。通过定期对设备进行巡检、清洁、测试和维修等工作,可以及时发现并处理潜在的故障隐患,从而避免设备因长时间运行而出现性能下降或故障等问题。此外,还应建立完善的设备维护记录和故障分析机制,以便对设备的运行状态进行持续跟踪和分析,为未来的维护和升级提供参考。

3.2 软件优化与改进

软件是集控运行系统的“大脑”,其优化与改进对于提高系统的可靠性同样至关重要。(1)优化控制算法,提高系统的控制精度和响应速度。控制算法是软件系统的核心部分,其性能直接影响系统的控制精度和响应速度。通过优化控制算法,可以提高系统的自动化水平和智能化程度,使其更加精准地控制电厂设备的运行参数,从而减少人为干预和误操作的可能性。例如,采用先进的自适应控制算法,可以根据设备的实时运行状态和外部环境变化自动调整控制策略,确保系统的稳定运行。(2)加强软件系统的安全防护。随着信息技术的不断发展,网络安全问题日益凸显。为了确保集控运行系统的安全可靠运行,必须加强软件系统的安全防护工作。这包括采用先进的防火墙技术、加密技术和入侵检测系统等措施来防止病毒、黑客等恶意攻击对系统造成的损害。同时,还应建立完善的网络安全管理制度和应急响应机制,以便在发生网络安全事件时能够迅速采取措施进行应对。(3)定期对软件系统进行升级和更新。软件系统的升级和更新是解决已知问题、引入新功能和

提升系统性能的重要手段。因此,需要定期对软件系统进行升级和更新工作。这不仅可以修复已知的软件漏洞和缺陷,还可以引入新的控制算法和优化策略,从而提高系统的可靠性和性能。在升级和更新过程中,应确保新旧系统的兼容性和数据的完整性,避免对系统的正常运行造成影响^[4]。

3.3 人员培训与责任落实

人员是集控运行系统操作和维护的主体,其专业技能和责任意识对于提高系统的可靠性具有重要影响。

(1) 提高操作人员的专业技能水平。通过定期组织培训课程、实践操作和考核等活动,可以提高操作人员的专业技能水平。这使他们能够熟练掌握系统的操作流程、故障诊断方法和应急处理措施等关键技能,从而提高系统的可靠性和安全性。同时,还应鼓励操作人员积极学习新技术和新知识,不断提升自身的专业素养和综合能力。(2) 强化操作人员的责任意识与安全意识。除了专业技能外,操作人员的责任意识和安全意识同样重要。需要通过加强安全教育、建立奖惩机制和落实责任制等措施来强化他们的责任意识和安全意识。这使他们能够时刻保持警惕,严格遵守操作规程和安全规范,从而减少人为因素对系统可靠性的影响。同时,还应鼓励操作人员积极参与系统的日常维护和故障排查工作,共同维护系统的稳定运行。(3) 建立完善的操作规范与应急预案。为了确保操作人员的规范操作和系统的应急响应能力,需要建立完善的操作规范和应急预案。这些规范和预案应详细规定系统的操作流程、故障处理方法和应急响应措施等内容,并为操作人员提供明确的指导和依据。同时,还应定期组织演练和培训活动,使操作人员能够熟练掌握应急预案的处理流程和方法,提高应对突发事件的能力和效率。

3.4 环境改善与防护措施

环境因素对集控运行系统的可靠性同样具有重要影响。因此,需要采取措施改善集控室的环境条件,并加强防护措施以确保系统的稳定运行。(1) 优化集控室的布局与通风条件。合理的布局和良好的通风条件可以有效降低集控室内的温度和湿度,提高设备的散热效果

和使用寿命。同时,这也有助于改善操作人员的工作环境,提高他们的舒适度和工作效率。因此,需要对集控室的布局进行合理规划,确保设备之间的空间充足且易于维护;同时加强通风系统的设计和维护,确保室内空气的流通和清新。(2) 采取有效的温湿度控制措施。除了优化布局和通风条件,还需要采取有效的温湿度控制措施来确保集控室内的环境条件始终保持在适宜范围内。高温和高湿度可能导致电子设备过热、性能下降甚至故障,而低温和低湿度则可能引发静电问题,影响设备的正常运行。因此,应安装可靠的温湿度监控系统,并根据实时监测数据调整空调和加湿/除湿设备的运行,以保持室内温湿度的稳定。(3) 加强电磁干扰的防护措施。电磁干扰是影响集控运行系统稳定性的重要因素之一。应采取多种措施来加强电磁干扰的防护。首先,可以使用屏蔽电缆和连接器来减少电磁辐射的泄漏和干扰;其次,在关键设备周围安装电磁屏蔽设施(如屏蔽罩、屏蔽墙等)以隔离外部电磁干扰;最后,还要合理规划电缆的布线和走向,避免电缆之间的交叉和干扰。

结束语

综上所述,火电厂集控运行系统的可靠性是确保电力供应稳定、提升运营效率的关键因素。通过深入分析系统可靠性的影响因素,并采取针对性的优化措施,能够显著提升集控运行系统的稳定性与安全性。未来,随着技术的不断进步和应用的深化,有理由相信,火电厂集控运行系统的可靠性将得到进一步提升,为电力行业的可持续发展贡献更大力量。

参考文献

- [1]袁明玉,张岩.火力发电厂发电机组集控运行技术研究[J].电站系统工程,2021,(03):65-66.
- [2]胡正.探析火电厂中发电机组集控运行技术的改善措施[J].技术与市场,2021,(04):89-90.
- [3]韩刚刚.火电厂集控系统的安全性及可靠性分析[J].电力系统及自动化,2024,(07):92-93.
- [4]周成强.火电厂热动设备运行可靠性提升策略[J].环境工程,2025,(06):64-65.