

煤电动力工程安全运行管控实践

高超

华电忻州广宇煤电有限公司 山西 忻州 034000

【摘要】：煤电动力工程属于国家能源供给体系的关键支撑，它的运行安全直接影响到电力系统是否稳定，也影响到企业的生产经营效益。本文以华电忻州广宇煤电有限公司生产实践为基础，对目前煤电企业安全管控存在的主要问题进行了分析，并构建出包含设备全生命周期管理、人员素质提升、风险预警防控、技术创新应用的综合治理体系。采取闭环管理、加强风险前置管控、改进运行维护流程等办法，可以大大减少机组的非计划停机次数和安全事故次数，使设备的运行更可靠、管理更高效。研究成果总结出的实践经验、管理范式，可以给同类型煤电企业创建起长效安全机制、提升安全管理水平给予实际参照价值的解决办法。

【关键词】：煤电动力；安全运行；风险管控；设备管理

DOI:10.12417/2705-0998.25.23.034

山西省是我国重要的能源基地，煤电一体化产业发展的特点十分明显。华电忻州广宇煤电有限公司是典型的坑口电厂，担负着区域电力稳定供应和煤炭资源高效利用的双重任务。动力工程系统包括锅炉、汽轮机、发电机以及各种辅助设备，运行工况复杂，安全风险点分布广泛并且互相联系。近些年来，由于机组服役年限增长、负荷调节频率增多、环保标准变得越来越严格等诸多因素的相互影响，企业安全生产所面临的挑战一直十分严峻。在此情况下，怎样科学地建立一个适应性强、运行高效的安全管控体系，以达到机组长期安全稳定的运行目的，就成为企业高质量发展的核心问题及迫切需求。

1 煤电动力工程安全运行面临的主要问题

1.1 设备老化与维护压力突出

由于长期工作，主要的机器设备都有不同程度的性能下降。锅炉受热面在高温高压的作用下会存在局部壁厚减薄的隐患。汽轮机通流部件由于积盐和间隙的改变，造成效率下降。发电机转子的绝缘老容易出现局部过热。辅助设备上给水泵轴承磨损、风机振动超标、腐蚀穿孔等经常发生。现有的定期检修模式不能精准地发现所有的隐患，被动抢修增多。设备台账管理粗放，缺陷处理缺少闭环，技术资料更新滞后，影响预防性维护的开展。

1.2 人员素质与操作规范存在差距

运行人员能力有差异，有些员工对系统了解不够，在遇到异常工况时不能做出正确的判断，倒闸操作以及设备巡检质量还有待提高。检修作业中安全意识差、违章操作、工具使用不规范、监护不到位等问题还仍然存在。交接班的信息传递存在不完整的情况，一些重要的细节信息很容易被漏掉。目前所建立起来的培训体系缺少针对性、实效性，培训内容脱离实际，

应急演练流于形式。考核方式比较单一，对违章行为的约束力以及正向激励作用不大，不能形成深入人心的安全文化。

1.3 风险识别与预控机制不健全

风险辨识、评价不全面，煤粉制备系统自燃、氢冷系统泄漏、高空坠落等重大危险源的控制措施针对性不强。危险作业审批有时简化，现场安全条件确认和作业前风险交底不到位^[1]。部分重要参数缺少有效的在线监测，报警设置不合理容易造成误报漏报。应急预案和实际工况相脱离，应急响应流程不清楚，应急资源的配备以及应急队伍的建设落后。事故案例分析深度不够，没有很好地防止类似问题的重复出现。

1.4 管理体系与技术手段相对滞后

安全管理制度体系有交叉重叠的情况，并且部分规定没有很强的可操作性。部门间职能不清，部门间缺少合作、交流。安全投入资源配置效率有待优化，重点改造项目资金保障不到位。设备更新、改造慢，落后技术还在应用中。生产信息化水平不高，没有数据分析能力，缺少智能预警和预测性维护。管理决策仍然较多依靠经验，数据驱动的科学决策机制还没有形成，不能很好地应对外部不断上升的监管要求。

2 安全运行管控体系的构建与实施

2.1 设备全生命周期管理构建

根据设备实际工况和健康水平来制定维护计划，实行状态检修策略。对重要的设备进行振动、温度、油液等参数在线检测，建立全生命周期健康档案，分析劣化趋势。锅炉受热面管理需要分区域进行，根据介质参数和材料特性设置不同的检查周期，重点检查高温过热器和再热器管段，定期采用超声波测厚、涡流探伤对壁厚、裂纹进行检测。汽轮机利用三维流场模拟来改善运行参数，减小叶片冲蚀的风险。

发电机应定期做绝缘及局部放电检测，转子护环做磁粉探伤检查。对辅机设备实行可靠性分级维护，制定不同的管理策略。完善备品备件储备体系，建立供应商评价体系，保证重要部件的供应。就频繁出现的缺陷，采用材料升级、结构优化等技术改造手段来提高设备本质安全水平。

2.2 全员安全培训体系优化

需要建立针对各个岗位分层次、分类别的培训体系，制订相应的培训大纲和考核标准。运行人员主要进行系统原理、异常处理、事故案例的培训，利用仿真机提高应急处置能力，定期开展反事故演练。检修人员要提高工艺规范、安全措施、质量控制的培训，推行标准化作业。管理人员要提高法规政策、风险管理以及应急指挥能力。实行师带徒制度，建立员工成长档案跟踪培养效果。通过班前会、技术问答等形式开展日常安全教育。实行安全积分管理制度，把培训参加、考核成绩、现场表现等个人安全档案，同绩效考核挂钩。定期邀请外部专家做专题讲座，举办跨专业交流活动，达到经验共享、能力提高的目的。

2.3 风险预控与应急机制完善

应对所有风险进行辨识评价，按生产流程找到危险源，编制风险清单，确定控制措施。对重大风险实行重点监控，制定专项管理方案。煤粉系统要加大温度、一氧化碳的检测力度，完善消防、惰化设施。氢冷系统要加强对泄漏的检测以及纯度控制，并完善操作程序。高空作业严格按照作业票制度来执行，并落实安全防护措施。危险作业实施分级审批，重要的作业需要领导批准并做安全交底。健全应急预案体系，对火灾、人身伤害、设备事故等做专项预案，定出组织机构和处置办法。定期开展应急演练来检验预案是否可行。建立应急物资储备库，配备和保养好消防、急救设备。同地方应急部门创建联动机制，保证救援资源及时到位。

2.4 技术创新与智能化推进

积极使用在线监测和故障诊断技术，用传感器实时采集数据，用算法实现早期预警。锅炉燃烧调节系统可以按照煤质、负荷进行自动调节，从而提高效率并且控制排放。汽轮机在线监测系统用振动、温度等主要的参数来辅助故障诊断。推广红外热像检测设备来检测温度异常。使用机器人和无人机进行智能巡检，降低人员的高危作业。创建集中控制平台来实现生产过程可视化。开发移动应用来支持缺陷上报、工作票办理等业务在移动上实现移动化的处理。创建大数据分析平台，发掘运行数据价值，改善设备管理策略。研究人工智能在负荷预测、故障诊断等场景中的应用，提高管理的智能化程度。

3 管控措施的实施效果与经验总结

3.1 安全生产指标显著改善

经由系统的控制措施的实行，企业的安全生产形势不断好

转。设备非计划停运次数明显下降，机组可用率、负荷率逐步提高。主要设备的缺陷及时处理率高，重复性缺陷发生率得到有效控制。人身伤害事件、火灾事故没有记录，一般性安全隐患整改闭环率接近满分。员工安全意识普遍提高，违规行为大幅度下降，安全培训的覆盖率、合格率一直处于高水平^[2]。应急演练频次和质量明显提高，应急响应能力得到检验和提高。经济效益方面由于设备故障造成的损失减少、维修费用支出减少、机组运行效率提高导致发电量增加、综合经济效益向好。

3.2 管理体系持续优化完善

不断总结经验教训，健全管理体系。建立起覆盖设备、人员、环境、管理等各方面的安全管控网络，形成了横向到边、纵向到底的责任体系。制度建设越来越注重制度体系的可操作性以及执行能力，去掉了多余条款，突出重要环节。信息化手段可以提高工作效率、减少人因故障、数据累积给科学决策提供支持。跨部门合作更顺畅，安全、生产、技术、设备等各个部门齐心协力开展工作。安全文化建设取得成效，员工由被动接受管理变为积极参加安全管理，提出了许多合理化的建议，形成了良好的安全氛围。

3.3 技术创新驱动安全发展

新的安全管理工作依靠科技手段得以加强。在线监测系统使设备状态透明可控，从事后处理转向事前预防，避免了多起潜在事故的发生。智能诊断技术提高了故障判断的准确性，缩短了处理时间，减少损失。自动化控制水平的提高可以减轻操作人员的劳动强度，减少人为失误。创建信息化平台之后，管理流程成了标准化、数字化的流程，提高了工作效率、质量。技术改造项目完成之后，长期困扰生产的问题被解决掉，设备的可靠性以及本质安全水平得到改善。这些技术创新直接服务于安全生产，同时也为企业积累起宝贵的、难以复制的技术资产和创新能力^[3]。

3.4 可复制经验与推广价值

华电忻州广宇煤电有限公司安全管控实践形成了可以复制、可以推广的经验模式。设备全生命周期的思想适用于所有企业的每一个种类，并且可以依据各自不同的企业情况而采取差异化的状态检修的手段。全员培训体系框架有普遍的指导作用，根据企业的实际情况对培训内容、方式进行调整。风险预控机制的建立可以给同类型企业提供借鉴范本，危险源辨识方法以及管控措施可以借鉴移植。技术创新路径可以对行业技术进步起到启发的作用，信息化智能化建设经验也可以被分享交流。经验总结提炼提高了企业安全管理水平，也给行业安全管理提供实践智慧。

4 未来安全管控工作的思考与展望

4.1 深化风险管理理念

安全管理工作要由被动的应对转为积极的预防。建构动态

风险评价系统,按照设备状况、运行情况、环境条件的变化调整风险等级以及应对措施。推行风险分级管控与隐患排查治理双重预防体系,创建统一的风险隐患数据库并实施闭环管理。加强全员风险意识教育,让全体人员都具备识别、防控风险的能力,共同营造全员参与的风险管控局面。将风险考虑纳入到日常管理工作当中,在计划、设计、施工和评价每一个环节都进行安全风险的评估,保证风险始终处于可控状态。

4.2 提升智能化管理水平

使用人工智能、大数据、物联网等新的技术推进安全管理的智能化。完善数据采集体系,提高数据覆盖质量,创建智能分析平台,采用机器学习等手段挖掘数据价值,实现故障预警和决策支持的功能。推进设备智能运维,创建专家系统和智能诊断工具,削减对人工经验的依靠。探究数字孪生技术的应用,创建虚拟模型来仿真分析并改善。用机器视觉、声纹识别等技术来实现设备异常的自动判定,用智能化的方式来提高管理的准确度和企业本质安全水平。

4.3 强化安全文化建设

安全文化是经过长时间积累形成的管理内核,要不断培育和深化。树立安全为企业核心价值的理念,把其融入战略和经营的全过程。依靠制度规范、教育培训、正向激励,促使员工养成安全行为习惯。积极营造安全氛围,开展形式多样的安全活动,用各种方式传播安全理念、分享安全故事、树立先进榜样^[4]。创建容错机制以及激励机制来促使员工可以主动发现问

题、提出改进建议并得到奖励。加强安全领导力建设,各级管理者要以身作则,关心员工,落实安全责任,真正引领安全文化的发展。

4.4 加强协同创新与交流

安全管理应当重视开放合作以及内外的合作。与设备制造商建立战略合作,共同推进设备改进和技术培训。联合科研院所开展产学研合作,就关键问题进行联合攻关,推动成果的转化。参加行业的标准和技术规范的制定,分享企业的实践经验。加强同行业单位之间交流学习,举行安全管理研讨会,推广先进的模式以及优秀的做法。依靠行业协会平台开展有关安全课题的研究工作,提高行业安全管理水平,依靠协同创新不断吸取新知识、拓宽新视野,使安全管理水平不断提升。

5 结语

煤电力工程安全运行管控属于一项系统工程,须从设备、人员、管理、技术等诸多方面综合入手。华电忻州广宇煤电有限公司通过创建全生命周期设备管理机制、搭建全员培训体系、健全风险预控机制、推进技术创新等手段,创建起比较完备的安全管控体系,并取得明显成效。经由实践得知,要达成安全生产的长久稳定局面,只能依靠预防为主、综合治理的方针,不断革新管理观念与方法,持续加大投入并改进,方能达至目的。企业会不断加强安全管理工作,提高智能化水平,加强安全文化建设,保证区域内供电的安全稳定,使企业持续健康地发展。安全管理的道路要不断地努力、不断地追求。

参考文献:

- [1] 贺颜欢.数字化转型下的煤电企业运行管理创新探讨[J].中国设备工程,2024,(24):54-56.
- [2] 王志轩,张晶杰,董博,等.“双碳”目标下燃煤电厂灵活性改造及政策建议[J].电力科技与环保,2024,40(03):213-220.
- [3] 王宇翔.电力系统变电运行安全管理与设备维护技术分析[J].电气技术与经济,2024,(03):214-216.
- [4] 陈钱丽.安全管理和设备维护在电力系统变电运行的应用[J].现代制造技术与装备,2023,(S1):85-87.