

新形势下水电集控运行管理模式创新研究

柴辉阳 何天伟 梁全

国网甘肃省电力公司刘家峡水电厂 甘肃 永靖 731600

摘要:在能源结构转型、智能化技术发展及安全生产与环保等多重需求推动下,水电集控运行管理模式创新迫在眉睫。本文围绕创新的关键要素,包括技术创新、管理架构、流程优化和人才培养等展开探讨,提出构建一体化集控平台、实施智能化运维管理等具体策略,并从技术、制度、安全三方面提出保障措施,以推动水电集控运行管理模式创新,提升运行管理效能,保障电力系统稳定与可持续发展。

关键词:水电集控;运行管理;模式创新;关键要素;保障措施

引言:水电作为重要的可再生能源,在能源体系中占据关键地位。随着能源结构向清洁低碳转型,风电、光伏等间歇性新能源大规模并网,电力系统调节压力增大,对水电集控运行管理提出适配系统功率平衡等新要求。同时,智能化技术发展打破传统管理局限,安全生产与环保要求也不断提升。在此背景下,水电集控运行管理模式创新成为必然趋势,对保障电力系统稳定运行、促进水电行业可持续发展意义重大。

1 新形势下水电集控运行管理的新需求

1.1 能源结构转型需求

清洁能源占比持续提升,推动电力系统向新型形态转型,对水电集控运行管理提出更为严苛的适配要求。能源结构优化进程中,风电、光伏等间歇性新能源大规模并网,电力系统调节压力显著增加,这种压力不仅体现在电力供应的稳定性上,还对电力系统的灵活性和响应速度提出了更高要求^[1]。水电作为技术成熟的可再生能源,需通过集控运行管理优化,提升调节灵活性以适配系统功率平衡需求。能源互联网建设进程不断加快,水电的功能定位已从单纯电量供应转向系统调节中枢,承担灵活调节电源、长时规模储能及能源低碳转型关键抓手的多重职能。这一角色转变促使水电集控运行管理需突破传统单一调度模式,聚焦跨流域协同、多能源互补等新任务,实现与能源互联网各环节的高效衔接,保障电力系统充裕性与安全性。

1.2 智能化技术发展需求

物联网、大数据、人工智能等新兴技术在水电行业的渗透逐步深化,形成清晰的技术应用趋势。物联网技术实现水电设备全生命周期状态感知,大数据技术支撑运行数据的深度挖掘与分析,人工智能技术则推动调度决策向智能化、精准化升级,三者相互协作,共同构建起一个高效、智能的水电运行管理体系,三者协同构建

水电行业数字化转型的技术底座。这些新兴技术打破传统水电集控运行管理的信息壁垒与调度局限,推动管理模式从经验驱动向数据驱动转型。技术应用过程中,集控运行管理需适配数字化技术的应用场景,优化数据采集、分析与应用流程,依托技术赋能实现运行管控的精细化与高效化,推动集控运行管理模式创新性突破,契合智慧水利建设的顶层设计要求。

1.3 安全生产与环保需求

安全生产是水电集控运行管理的底线要求,贯穿集控运行全流程,直接关系到电力系统稳定与人员设备安全。电力安全治理要求不断提升,集控运行管理需强化风险事前预测预警、事中过程管控与事后闭环管理,通过建立全方位的风险管理体系,将安全风险控制在最低水平,细化设备运维策略,降低非计划停运风险,保障电站安全稳定运行。环保政策收紧背景下,生态保护要求对水电集控运行管理形成新的挑战,生态流量监控成为集控运行管理的重要内容。需通过集控系统优化,实现生态流量的实时监测与精准调控,兼顾发电效益与生态保护,推动水电开发与生态环境协调发展,契合绿色能源发展的核心导向。

2 水电集控运行管理模式创新的关键要素

2.1 技术创新

物联网技术应用聚焦水电设备全场景状态感知与数据采集,依托部署于各类关键设备的传感器节点,构建全覆盖、高精度的感知网络,实现设备运行参数、环境工况等各类数据的实时捕捉与传输,为集控运行管理提供全面、可靠的数据支撑,契合水电数字化转型的技术路径^[2]。大数据分析技术致力于深度挖掘海量运行数据蕴含的价值,通过构建科学的数据分析模型,对设备运行趋势、调度优化空间等进行系统性研判,为集控调度决策提供数据支撑,推动调度决策从经验判断向科学研判

转型。人工智能技术应用重点提升故障预测与智能调度能力,通过算法模型训练实现设备潜在故障的提前识别与预警,优化调度方案的动态生成与调整,提升集控运行的智能化水平,适配智慧水电建设的发展导向。

2.2 管理架构创新

扁平化组织架构通过精简冗余管理层级,缩短管理链条,提升信息传递效率与决策执行速度,这种架构能够使信息在组织内部快速流通,减少信息失真和延误,打破传统层级式管理的僵化局限,使集控中心的调度指令能够快速传递至各厂站执行,同时厂站运行反馈能及时汇总至集控中心,提升管理响应的及时性。协同化管理机制侧重强化集控中心与各厂站之间的高效配合,建立常态化沟通与联动机制,明确双方权责划分,推动集控调度与厂站运维的有机衔接,破解传统管理模式下载控与厂站脱节的问题,实现资源共享与高效协同,提升整体运行管理效能。

2.3 流程优化

标准化操作流程针对设备操作、巡检、维护等关键环节,制定统一、规范的操作规范与流程要求,明确操作步骤、质量标准与安全要点,通过标准化操作,能够有效避免因操作不规范而导致的设备故障和安全事故,减少人为操作偏差,降低设备故障与安全风险,保障集控运行各环节的规范化开展,符合电力行业安全管理的通用标准。动态调度流程依托实时采集的设备运行数据、电力系统需求变化等信息,灵活调整调度策略,摒弃传统固定调度模式的局限性,实现调度方案与实际运行工况的精准匹配,提升集控调度的灵活性与适配性,保障电力系统稳定运行。

2.4 人才培养与团队建设

复合型人才培养聚焦兼具技术素养与管理能力的专业人才培养,结合水电集控运行管理的实际需求,构建针对性的培养体系,强化技术应用、调度管理等综合能力训练,通过系统的培养,使人才能够适应水电集控运行管理模式的创新需求,满足技术创新与管理优化对人才的需求,支撑管理模式创新落地。团队协作能力提升通过完善沟通机制、开展协同训练等方式,加强团队成员之间的配合与联动,提升团队应对设备故障、突发工况等场景的应急处理能力,凝聚团队合力,为集控运行管理模式创新提供人力保障。

3 水电集控运行管理模式创新的具体策略

3.1 构建一体化集控平台

整合水电集控运行过程中的各类监控系统,打破传统监控系统各自独立、信息割裂的局限,打通不同系统

间的数据接口,实现设备运行、调度指令、环境工况等各类数据的高效共享与顺畅交互^[3]。整合工作聚焦数据标准化建设,统一数据采集、存储与传输标准,确保各类数据的一致性与准确性,为后续数据分析与决策优化奠定基础。开发统一的应用界面,整合各类管理功能模块,打造一站式管理与服务载体,简化操作流程,让集控人员能够通过单一界面完成数据查看、指令下发、状态监控等各类管理操作,提升集控管理的便捷性与高效性,契合智慧水电建设中数字化、一体化的发展导向,支撑集控运行管理模式的系统性创新。

3.2 实施智能化运维管理

利用智能诊断技术,结合设备运行数据与历史故障数据,构建精准的故障诊断模型,实现设备故障的早期预警与精准定位,提前发现设备潜在异常,减少故障扩大化风险,降低非计划停运概率。智能诊断技术能够及时发现设备的微小故障,避免故障的进一步恶化,智能诊断技术应用注重算法优化与模型迭代,贴合水电设备运行特点,提升诊断精度与响应速度。推行预测性维护模式,摒弃传统定期维护的盲目性,依托设备实时运行状态数据与历史运维数据,分析设备磨损规律与运行趋势,合理安排维护计划,优化维护资源配置,减少不必要的维护成本,延长设备使用寿命,保障设备长期稳定运行,为集控运行管理模式创新提供可靠的设备支撑,符合电力行业运维管理的发展趋势。

3.3 优化调度决策机制

建立多目标优化调度模型,综合考量发电效益、防洪安全、生态保护等多方面因素,平衡各目标间的利益关系,避免单一目标导向下的管理失衡,实现水电资源的综合高效利用。模型构建依托系统工程理论与水利水电调度相关技术规范,确保模型的科学性与适用性。引入智能算法,结合实时电力负荷需求、水文气象数据、设备运行状态等信息,对调度方案进行动态优化与精准计算,提高调度决策的科学性与实时性,打破传统调度决策依赖经验判断的局限,实现调度方案与实际运行工况的精准匹配,保障电力系统稳定运行与水电资源优化配置,推动集控调度管理模式的创新升级。

3.4 加强应急管理能力建设

完善应急预案体系,结合水电集控运行可能面临的设备故障、自然灾害、网络攻击等各类突发情况,细化应急处置流程,明确各环节责任分工,确保应急处置工作有序开展。完善的应急预案体系能够在突发情况发生时,迅速启动应急响应机制,减少损失,应急预案体系注重针对性与可操作性,结合行业应急管理标准与集控

运行实际,定期修订完善,适配应急管理需求变化^[4]。开展常态化应急演练,模拟各类突发工况,检验应急预案的可行性与应急队伍的处置能力,提升应急响应速度与协同处置水平,强化员工应急处置意识与技能,及时化解各类突发风险,保障集控运行管理创新工作平稳推进,契合电力系统安全应急管理的核心要求。

4 水电集控运行管理模式创新的保障措施

4.1 技术保障

加强与科研机构、高校的深度协同,搭建产学研融合创新体系,依托科研机构的技术研发优势与高校的人才智力储备,引进水电集控领域先进技术成果与前沿管理理念,破解管理模式创新过程中的技术瓶颈与理念局限。合作聚焦集控运行核心技术难题,开展联合攻关与技术转化,推动先进技术与集控管理实践深度融合。建立健全技术研发与创新机制,明确研发方向、投入标准与激励规则,鼓励技术人员开展自主创新探索,持续推动集控系统相关技术迭代升级,适配管理模式创新的动态需求,契合智慧水电与能源数字化转型的行业发展方向,为创新模式落地提供坚实技术支撑。

4.2 制度保障

完善内部管理制度体系,结合集控运行管理创新实际需求,细化各部门、各岗位的职责边界与权限划分,规范管理流程与操作标准,避免权责交叉与管理空白,确保各项管理工作有序高效开展。制度建设兼顾创新性与可操作性,贴合水电集控运行管理特点,为管理模式创新提供清晰、明确的制度遵循。建立科学合理的绩效考核机制,将创新工作成效纳入考核范围,优化考核指标设计,打破平均主义倾向,通过正向激励调动员工参与创新实践的积极性和主动性,引导员工主动探索管理优化路径、参与技术创新活动,营造人人重创新、促创新的良好氛围,为管理模式创新提供制度支撑。

4.3 安全保障

加强集控系统网络安全防护,构建全方位、多层次的安全防护体系,采用数据加密、访问控制、入侵检测、漏洞扫描等先进安全技术,防范网络攻击、数据泄露、非法入侵等安全风险,确保集控系统硬件设备、软件系统及各类数据信息的安全稳定运行。安全防护工作注重常态化升级,紧跟网络安全技术发展趋势,及时优化防护策略、更新防护设备,筑牢集控运行安全防线^[5]。建立完善的安全风险评估与预警机制,定期对集控系统运行状态、设备工况、网络环境等进行全面排查,精准识别潜在安全隐患,通过科学的预警模型实现风险提前预判,制定针对性防控措施,及时发现并消除安全隐患,保障集控运行管理模式创新工作在安全稳定的环境中有序推进,契合电力系统安全管理的核心规范与要求。

结束语

水电集控运行管理模式创新是适应新形势发展的必然选择。通过明确创新的关键要素,制定具体策略并落实保障措施,能够有效提升水电集控运行管理的智能化、协同化与精细化水平,增强水电在电力系统中的调节能力,实现发电效益与生态保护的平衡。这不仅有助于保障电力系统的安全稳定运行,还能推动水电行业向绿色、智慧方向转型升级,为能源可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]秦安.水电站群集中控制专业化运行管理模式探讨[J].消费电子,2025(23):245-247.
- [2]柯志冬.集控模式下水电站安全运行管理模式探讨[J].红水河,2022,41(6):154-157.
- [3]李海将.基于水电站远程集控模式企业运营管理模式优化[J].品牌研究,2024(34):259-261.
- [4]胡春林,吴辉,曹德勤,等.水电集控运行模式研究[J].水电站机电技术,2024,47(3):92-94.
- [5]王凤羽.水电站集控运行安全评估及风险预防措施分析[J].水电站机电技术,2023,46(10):105-108.