

基于抽水蓄能电站的人才教育培训探索与实践

伏勋*, 张淄杨

山东沂蒙抽水蓄能有限公司, 山东临沂, 中国

*通讯作者

【摘要】基于“双碳”目标驱动与新型电力系统建设全面推进背景,抽水蓄能电站作为储能主力与电网调节核心载体。其设备集成度高、工况转换复杂、安全管控严苛的行业特性,对人才专业素养、实操能力与应急处置水平提出更高要求。本文立足抽水蓄能电站人才培养实际需求,分析当前行业培训面临的核心挑战,探索构建分层分类的培训体系、创新实战化培训模式、健全闭环管理机制,结合实践案例总结人才教育培训的实施路径与保障措施,为抽水蓄能行业打造高素质人才队伍提供参考,助力电站安全稳定运行与能源绿色转型。

【关键词】抽水蓄能电站; 人才培养; 教育培训; 新型电力系统

1. 引言

新型电力系统建设以新能源为主体,强调源网荷储高效协同与安全稳定运行。抽水蓄能电站凭借快速响应、双向调节、黑启动等优势,成为保障新能源消纳、平抑电网波动、提升能源利用效率的关键支撑[1]。人才是抽水蓄能产业发展的核心要素,而电站运维、调度指挥、安全管理、技术研发等岗位的复合型、技能型需求,与传统电力行业存在显著差异[2]。水泵水轮机、发电电动机、SFC系统、调速器、励磁系统等核心设备的精密化、数智化升级,以及发电、抽水工况转换、故障处置等复杂场景的常态化应用,使得传统“理论灌输式”培训难以满足岗位胜任力要求[3]。当前行业普遍存在人才梯队建设滞后、复合型人才供给不足、培训与现场需求脱节、数字化手段应用滞后等问题,制约着抽水蓄能电站的安全生产运营与产业高质量发展。

本文结合多家抽水蓄能电站人才培养实践,从行业痛点出发,探索系统化、实战化、数字化的人才教育培训体系,旨在为行业人才培养提供可复制、可推广的实践方案。

2. 抽水蓄能电站人才教育培训的核心特征与现实挑战

2.1 行业人才培训核心特征

抽水蓄能电站的业务属性与运行特点,决定了人才教育培训呈现四大鲜明特征:一是专业性高度复合,专业涉及水利水电、电气工程、自动化控制、机械维修、电力调度、市场化运营等多学科领域,要求人才具备跨专业知识融合能力;二是实操性要求严苛,

设备操作、故障排查、应急处置均需精准规范,任何操作失误均可能引发设备损坏、电网故障甚至安全事故;三是安全性底线突出,电站运行涉及高压、高速旋转设备,安全培训是人才培养的首要前提,必须贯穿全流程;四是动态性持续升级,新能源并网需求推动电站技术与工况持续优化,人才需具备持续学习与技术迭代能力。

2.2 当前培训面临的现实挑战

梯队建设滞后,供需矛盾突出。随着新建电站密集投运,成熟技能人才供给不足,新员工占比逐年提升,但传统培养周期长,难以满足行业对人才量需求;复合型人才(兼具技术与管理能力、现场实操与理论研发能力)稀缺,无法满足电站精细化运营与技术创新需求[4]。

培训内容与实际工作需求匹配性不高。现有培训多以通用电力知识为主,针对抽水蓄能电站特有工况(如黑启动、工况快速转换)、核心设备维护、故障处置、安全红线操作等内容覆盖不全,存在“重理论、轻实操”“重通用、轻专项”的问题,难以解决现场实际问题。

培训模式传统化,数字化、情景式手段应用不足。多数电站仍以课堂授课、现场观摩为主要培训方式,缺乏虚拟仿真、实况演练、案例复盘等实战化培训载体[5],员工难以直观感知现场实际情形与实战场景。

培训管理机制不健全,闭环体系缺失[6]。培训计划制定缺乏精准需求调研,实施过程缺乏有效监督,考核评价以理论考试为主,缺乏实操验证、绩效关联等多元评价

方式，培训结果无法有效转化为岗位能力，形成“培训—考核—结业”的单一流转，而非“需求—计划—实施—考核—改进”的闭环。

师资与课程体系建设滞后，支撑能力不足。内训师多为一线技术人员，缺乏专业教学方法与培训设计能力，外聘专家难以深入了解现场工况；课程体系缺乏标准化、系列化建设，核心课程、案例库、题库等资源不完善，难以支撑系统化培训开展。

3. 抽水蓄能电站人才教育培训体系的构建

针对行业培训痛点，结合抽水蓄能电站岗位能力模型，构建“分层分类、精准适配、训战结合、闭环管理”的人才教育培训体系，实现人才培养与岗位需求、电站运营、行业发展的深度匹配。

3.1 基于岗位能力的分层培训体系

以抽水蓄能电站岗位序列为基础，按“管理层、技术骨干层、新员工层”三个层级，制定差异化培训目标、内容与方式，实现“分层施教、精准培养”。

管理层培训：聚焦战略引领、安全管控、应急指挥与精益运营。培训内容包括新型电力系统政策解读、抽水蓄能电站安全管理体系、电网调度协同策略、应急处置预案制定、精益化运营管理等[7]。培训方式以专题研修、专家授课、案例复盘（重大事故处置、电站运营优化案例）为主，辅以外出交流学习，提升管理层决策能力与风险管控能力。

技术骨干层培训：聚焦核心技能、故障处置与技术创新。围绕水泵水轮机、发电电动机、SFC系统、励磁系统、继电保护、监控系统、调速器系统等核心设备，开展专项技能培训；针对电站特有工况（如黑启动、工况快速切换、异常工况处置）开展实操培训；结合技术攻关、设备升级需求，开展创新方法、设备调试、故障诊断等培训。培训方式以“师带徒+实操演练+技术研讨”为主，培养核心技术人才，打造技术攻坚团队。

新员工培训：聚焦基础素养、岗位规范与入门实操。构建“入职通识+基础实操+师带徒”的三级培养体系，入职通识涵盖企业文化、规章制度、安全基础、电站概况等；基础实操包括设备认知、操作规范、安全规程、应急技能（心肺复苏、触电急救、虚拟灭火）等；师带徒阶段由骨干员工一对一指导，开展现场值守、设备巡检、基础操作、图纸解读等跟班学习，缩短新员工适应周期。

3.2 覆盖全岗位的分类培训模块

围绕抽水蓄能电站核心岗位，搭建“核心设备、安全管理、调度运行、应急处置、技术创新”五大分类培训模块，实现“干什么学什么、缺什么补什么”。

核心设备模块：涵盖水泵水轮机结构原理与运维、发电电动机调试与故障排查、SFC系统运行与维护、调速励磁系统参数整定、监控系统操作与故障处理等内容[7]，配套设备实操、检修流程演练，提升设备运维能力。

安全管理模块：聚焦安全法规、电站安全规程、风险识别、隐患排查、安全防护设备使用、重大事故应急处置等，结合安全体验馆、虚拟仿真平台开展实景化培训，强化安全意识与实操能力。

调度运行模块：针对调度运行岗位，开展电网调度规则、电站运行工况优化、负荷调节策略、黑启动流程与实操训练，提升调度指挥与协同能力。

应急处置模块：围绕火灾、触电、设备故障、电网波动等突发场景，开展应急演练、预案推演、故障模拟处置培训，提升员工应急响应与协同配合能力。

技术创新模块：面向技术研发、运维管理岗位，开展智能化技术应用、设备升级改造、数据分析与优化、专利申请与创新方法等培训，培养创新型人才。

3.3 全周期闭环管理机制

建立“需求调研—计划制定—组织实施—考核评价—结果应用—持续改进”的全周期培训闭环，确保培训体系高效运转、培训效果落地见效。

精准需求调研：通过岗位能力评估、员工能力测评、年度运营需求、技术升级规划等多维度调研，梳理人才能力短板，制定年度培训计划与专项培训方案，确保培训内容贴合实际需求。

科学计划制定：结合培训需求，明确培训目标、内容、方式、师资、时间、经费与考核标准，制定年度培训计划表、专项培训实施方案，细化培训流程与责任分工。

规范组织实施：建立培训实施监督机制，对培训过程进行全程跟踪，确保培训内容落地、培训纪律执行；针对不同培训类型，合理调配师资、场地、设备资源，保障培训顺利开展。

多元考核评价：摒弃单一理论考试模式，采用“理论考试+实操测评+现场问答+案例

分析+应急演练+绩效关联”的多元考核方式，全面检验员工知识掌握、技能水平与实战能力，杜绝“走过场”。

强化结果应用：将培训考核结果与岗位聘任、绩效奖金、评优评先、晋升提拔直接挂钩，建立“培训—能力—待遇”的联动机制，激发员工主动学习、持续提升的内生动力。

持续改进优化：定期开展培训复盘，收集员工反馈、分析培训效果、梳理存在问题，结合行业技术与电站运营需求，优化培训计划、更新课程内容、完善培训体系，形成良性循环。

4.人才教育培训模式创新实践

围绕“实战化、数字化、场景化”目标，创新培训模式，推动培训从“理论灌输”向“实战赋能”转型，提升人才培养质量与效率。

4.1 师带徒+跟班实训

以“传帮带”为核心，建立标准化师带徒培养机制：一是严格导师选拔，选聘工作年限5年以上、技能等级高、责任心强的骨干员工担任导师，签订培养协议，明确培养目标、职责与考核标准；二是制定个性化培养计划，根据新员工岗位特点与能力基础，制定3-6个月的培养方案，明确学习内容、实操任务与阶段目标；三是实施跟班实训，导师带领新员工参与日常设备巡检、操作演练、故障排查、检修作业等现场工作，手把手教学、面对面指导，将理论知识与现场实操深度结合；四是强化阶段考核，每月开展一次阶段考核，考核合格后方可进入下一阶段学习，确保培养效果。某抽水蓄能电站通过该模式，新员工岗位胜任周期从12个月缩短至6个月，培养效率提升50%[8]。

4.2 实景化+数字化

建设实景化实训基地：依托电站现场设备，打造安全体验馆、设备实操区、故障模拟区、应急演练场等实景化实训基地，配备实物设备、操作工具、应急器材等，开展现场实操、故障处置、应急演练等培训。例如，在设备实操区设置水泵水轮机、SFC系统等成组设备，员工可进行真实操作与故障排查演练；在安全体验馆开展虚拟灭火、触电急救、高处作业防护等实景化训练，提升安全实操能力。

搭建数字化培训平台：依托信息化技术，搭建抽水蓄能电站人才培训数字化平台，整合课程资源库、案例库、题库、虚拟仿真系统等资源，实现“线上+线下”融合培训。线

上可开展理论学习、在线考试、案例学习、直播授课等，打破时间与空间限制；线下结合虚拟仿真平台，开展设备故障模拟、工况转换演练、黑启动模拟等培训，还原复杂场景，降低现场实操风险。某电站数字化培训平台上线后，员工线上学习参与率达100%，理论培训效率提升60%[9]。

4.3 一线微课堂+专题练兵

推行一线微课堂：利用班前会、设备巡检、检修作业、技术交流等碎片化时间，开展5-10分钟的微培训，围绕典型故障案例、操作规范、安全红线、工艺标准等内容进行现场教学，实现“学中干、干中学”。例如，针对近期出现的SFC系统故障，由技术骨干现场讲解故障原因、处置流程与防范措施，快速解决现场问题。

开展专题技能练兵：结合年度工作重点、设备检修周期、技术升级需求，开展专项技能练兵活动，如“核心设备运维比武”“应急处置演练大赛”“故障排查攻坚赛”等，以赛促学、以赛促练，激发员工学习热情与竞争意识，提升岗位技能水平。某电站通过连续3年开展技能练兵，核心岗位员工技能等级提升率达35%，设备故障处置效率提升40%[10]。

4.4 校企合作+产学研融合

加强与高校、科研院所的合作，构建“校企共育、产学研协同”的高端人才培养机制。一是开展定向委培，与水利水电、电气工程等相关专业高校签订合作协议，定向培养抽水蓄能专业人才，高校根据电站需求调整课程设置，电站提供实习基地、实践导师；二是邀请专家授课，邀请行业专家、高校教授、技术研发骨干到电站开展专题讲座、技术指导，引入先进技术与管理经验；三是联合开展科研攻关，与高校、科研院所合作针对抽水蓄能电站核心技术、智能化升级、运维优化等课题开展研究，培养兼具理论与实践能力的创新型人才。近年来，多家抽水蓄能电站通过该模式，累计培养高端技术人才200余人，推动多项技术成果落地应用[11]。

5.人才教育培训保障措施

为确保人才教育培训体系有效落地，从师资、资源、制度、激励四个方面建立完善的保障机制，为培训工作开展提供支撑。

5.1 强化专业化师资队伍

师资是培训工作的核心保障，构建“内训师为主、外聘专家为辅”的师资体系。一

是内训师建设：从一线技术骨干、技术管理岗位、技能能手、资深员工中选拔内训师，开展教学方法、培训设计、课件制作等专项培训，提升内训师教学能力；建立内训师激励机制，将授课工作量、培训效果与津贴、评优、晋升挂钩，激发内训师工作积极性。二是外聘专家库建设：与行业协会、科研院所、头部电站、设备厂家建立合作关系，组建外聘专家库，涵盖技术研发、运维管理、安全管控、调度运行等领域专家，为高端培训、技术攻坚提供支撑。

5.2 完善培训资源体系

加快培训资源标准化、系列化建设，为培训工作开展提供物质保障。一是课程体系建设：开发标准化课程包，包括课件、讲义、实操指导书、案例集等，形成覆盖全岗位、全流程的课程体系；二是案例库建设：收集整理电站运行、故障处置、安全事故、技术创新等典型案例，形成案例库，用于案例教学、复盘分析；三是题库与仿真资源建设：建立理论考试题库、实操考核题库，开发虚拟仿真系统、故障模拟系统等数字化资源，提升培训的针对性与实操性；四是培训经费保障：将培训经费纳入年度预算，专项用于师资培训、资源建设、实训基地建设、外聘专家等，确保培训工作顺利开展。

5.3 健全培训管理制度

建立健全培训管理制度体系，实现培训工作有章可依、有据可寻。制定适合自身的《人才教育培训管理办法》等制度，明确培训职责分工、流程规范、考核标准、经费使用等内容；建立培训档案管理制度，对员工参与培训全过程进行记录归档，实现员工培训全程可追溯；加强培训监督检查，定期对培训计划执行、培训实施、考核评价等工作进行检查，确保制度落地见效。

5.4 加大正向激励机制

建立多元化激励机制，激发员工参与培训、提升能力的内生动力。一是物质激励：对培训考核优秀者给予奖金、奖品，对内训师按授课质量与效果发放津贴，对技能比武优胜者给予专项奖励；二是精神激励：对培训优秀员工、内训师、技能骨干进行评优评先、表彰宣传，树立先进典型；三是发展激励：将培训成绩、技能等级作为岗位晋升、职称评定、岗位调整的重要依据，优先提拔培训效果好、能力提升快的员工，实现“培训—成长—晋升”的良性循环。

6. 总结

随着新型电力系统建设深入推进与抽水蓄能技术不断升级，人才教育培训工作将面临新的机遇与挑战。未来，秉持持续深化数字化培训应用，加快人工智能、数字孪生、虚拟现实等技术在培训中的融合应用，打造更具沉浸感、智能化的培训场景；围绕聚焦智能化、大容量抽水蓄能电站发展需求，加强对新型设备、新技术、新工况的培训研究，完善培训内容体系；持续深化校企合作与产学研融合，构建更加紧密的人才培养联盟，培养更多适应行业发展的高端创新型人才；不断优化培训管理机制，推进培训数据化、智能化管理，提升培训精准度与效率。为抽水蓄能行业发展源源不断地提供高质量人才。

参考文献

- [1]路振刚, 叶宏, 梁延婷, 徐亚楠, 张晨, 谭学奇, 安小丹, 王超越.新形势下我国抽水蓄能技术新突破与前景展望[J].水电与抽水蓄能, 2023, 9(06): 15-19.
- [2]宋培兵, 陈晨, 石清, 于倩倩, 葛怀凤, 邓振辰, 张东.中国中小型抽水蓄能电站发展形势与展望[J], 水利水电快报, 2025(12).
- [3]靳占甲.构建基本培训机制赋能人才队伍建设[J].企业文明, 2025(04): 118-119.
- [4]刘晓楠.以需求为导向的继续教育培训体系构建与实践[J], 科教导刊, 2025(09): 79-81.
- [5]李恩嘉.新时代国有企业人才队伍建设助力高质量发展探究[J].河南经济报, 2026(03): 13-16.
- [6]丁纯林.抽水蓄能电站安全生产管理探讨[J], 水电站机电技术, 2022, 45(03): 1-3+153.
- [7]马青.干部教育培训与人才梯队建设的协同发展[J], 现代班组, 2025(20): 63-65.
- [8]石松斌.基于可靠性的抽水蓄能电站安全生产管理策略[J], 小水电, 2025(05): 30-34.
- [9]裴书影, 李盼雨, 袁梦.新时期抽水蓄能电站员工生产运维技能培训路径研究[J].中国科技投资, 2024(16): 155-157.
- [10]林婕宇, 刘强.“三位一体”教培体系推动人才发展[J], 中国电力教育, 2024(12): 44-46.
- [11]李连玉.抽水蓄能电站基建期转生产期员

工晋升体系的搭建，大众标准化，2025 (19) : 131-133.