

光伏电站数智化转型中数字技能人才培养体系构建研究

黄云兰

华电(厦门)能源有限公司 福建 厦门 361001

摘要:光伏电站数智化转型对数字技能人才需求迫切。当前,企业培训模式滞后、职业院校培养有短板,存在技术迭代快与培训更新慢、复合型师资匮乏、评估机制缺失等挑战。本文构建了以动态适应性、产教融合、分层分类为原则的培训体系,涵盖课程、教学、师资、评估等模块,并依托数字化平台支撑,旨在通过企业案例与职业院校试点验证,有效提升人才技能水平与企业岗位适配率。

关键词:光伏电站;数智化转型;数字技能人才;培训体系构建

引言:在全球能源结构深度调整与数字经济蓬勃发展的双重驱动下,光伏电站正加速向数智化转型。这一进程不仅涉及智能监控、预测性维护、数字孪生等前沿技术的广泛应用,更对从业人员的数字技能提出全新要求。然而,当前数字技能人才培养在内容更新、师资力量、实践平台等方面存在诸多短板。因此,构建适配光伏电站数智化转型的数字技能人才培养体系迫在眉睫。

1 光伏电站数智化转型的技能需求分析

1.1 数智化转型的核心技术架构

(1) 智能监控系统、预测性维护、数字孪生等关键技术是转型核心支撑,直接对接企业“降本增效、提升收益”的紧迫痛点。当前62%存量电站存在运维效能不达标问题,38%项目收益低于预期,智能监控系统需技能人员掌握实时数据采集与可视化分析能力,精准定位组件遮挡、逆变器故障等效能损耗点;预测性维护依赖故障诊断算法应用能力,通过数据分析预判设备损耗,解决传统“事后维修”导致的发电量损失问题;数字孪生技术则要求具备虚拟建模与虚实联动调试技能,复刻电站运行场景,破解偏远电站巡检难、调试成本高的痛点^[1]。(2) 数据驱动的运维管理流程需人员具备数据全生命周期管理技能,涵盖数据采集、清洗、建模及应用全环节,既要解决“数据孤岛”导致的分析失效问题,也要支撑绿电认证、碳排放追溯等合规需求,替代传统经验驱动模式,实现运维策略优化与政策合规双保障。

1.2 数字技能人才能力模型构建

(1) 硬技能方面,紧扣企业实操痛点设置核心要求:数据分析需掌握Python、SQL等工具及大数据分析能力,能挖掘发电数据与收益的关联规律,解决发电量低于预期的核心问题;系统操作要求熟练操作智能监控、数字孪生等系统,实现远程故障诊断,降低偏远电站运维成本;网络安全需具备电站数据加密、漏洞防护技能,规避数

字化系统瘫痪导致的发电中断风险。(2) 软技能聚焦问题解决实效:跨学科协作能力需联动电气、计算机、运维等多领域人员,破解“硬件与软件断层、技术与场景断层”的行业通病;复杂问题解决能力要求快速响应数智化系统故障,减少故障停机时间;创新学习能力需适配政策动态调整需求,及时掌握绿电交易、碳资产核算等新增技能,应对政策合规压力。

1.3 岗位层级与技能需求差异

(1) 基层运维人员侧重实操技能,针对“巡检效率低、故障响应慢”痛点,需掌握智能设备巡检、基础数据录入与系统简单操作,能使用无人机巡检、红外热成像设备排查隐患;中高层管理者需具备战略规划能力,掌握数智化转型趋势,统筹资源配置,同时具备跨部门协调与决策能力,解决“重建设轻运营”的惯性问题,推动全周期运维体系落地。(2) 大型电站需复合型数智人才,具备全链条技术与管理技能,适配大规模系统运维与转型推进,应对跨区域项目合规标准不统一的痛点;中小型电站侧重一专多能人才,兼顾基础数智技术应用与运维管理,以“低成本投入”实现数智化转型起步,控制人力成本。

2 光伏电站数智化转型中数字技能人才现有培训体系的问题诊断

2.1 光伏企业现行培训模式分析

(1) 内部培训存在显著局限性,难以匹配企业紧迫业务需求。一方面,培训内容滞后于行业发展与政策节奏,多数企业仍以传统光伏运维技术为主,对智能监控、数字孪生等核心数智技术覆盖不足,更缺乏绿电认证、碳资产核算等合规相关技能培训,导致员工无法应对政策调整带来的合规压力;另一方面,实践教学缺失,培训多以理论讲授为主,学员缺乏在真实数智化场景下的操作演练,面对“数据孤岛”“电站故障识别”等实际

问题时无从下手,技能转化效率低下。(2)外部培训面临匹配度不足的问题。当前外部课程呈现碎片化特征,多为通用型数字技术课程,未结合光伏运维“效能提升、收益优化”的核心目标设计,且师资多缺乏光伏行业实操经验,无法指导学员解决组件衰减预判、发电量数据校准等实际问题,培训后仍难以支撑业务提升^[2]。

2.2 职业院校人才培养的短板

(1)课程体系与行业数智化需求严重脱节,未对接企业实际痛点。职业院校光伏相关专业仍以传统电气、组件原理等基础内容为主,对数据分析、智能系统操作等核心技能布局不足,更未纳入政策合规、收益优化相关课程,且课程更新周期长,无法跟上技术迭代与政策调整速度,导致毕业生需企业重新投入大量资源进行二次培训。(2)实训设备与真实数智化场景存在明显差距。受资金限制,多数院校缺乏智能监控系统、数字孪生模拟平台等先进设备,现有实训围绕传统光伏设备展开,学员无法接触真实数智化电站运行环境,难以培养实操技能,无法适配岗位即时需求。

2.3 关键挑战

(1)技术迭代与培训内容更新滞后的矛盾突出。光伏数智化技术与政策更新快,如2025年密集出台的运维技术标准、合规核查细则则间隔仅15天,但现有培训内容更新周期长,无法及时补充相关技能,制约转型进程。(2)复合型师资队伍严重匮乏。多数内训师存在“单一技能短板”,要么精通光伏技术但缺乏数智化知识,要么擅长数字技术但不了解电站实际场景,难以开展“光伏技术+数字技能+合规要求”的融合培训。(3)培训效果评估机制缺失。现有评估以结业考试、考勤为主,未结合岗位实操效果与收益提升指标,无法判断培训对解决实际问题的作用,难以形成“培训-评估-优化”的良性循环。

3 光伏电站数智化转型中数字技能人才培养体系构建框架

3.1 构建原则

3.1.1 问题导向原则

紧密对接企业运维场景中“效能低、收益差、合规压力大”的核心痛点,培训内容精准聚焦实际问题解决,重点覆盖组件效能优化、故障快速诊断与处置、绿电认证全流程规范等关键实操内容,确保培训成果可直接转化为运维实效。

3.1.2 产教融合原则

深化企业与职业院校协同育人机制,企业提供真实电站运维场景、典型故障案例及行业最新技术标准,院校依托师资优势搭建系统理论体系,共同打造“理论夯

实-实操演练-岗位适配”的全链条培养闭环,实现供需精准匹配。

3.1.3 分层分类与低成本落地原则

依据岗位层级(如运维专员、主管)及电站规模实施差异化培养,针对中小型电站资源有限的特点,侧重“低成本投入、易快速上手”的核心技能培训,规避资源冗余浪费,提升培养性价比。

3.2 培训体系核心模块设计

3.2.1 课程体系

构建“基础技能+核心痛点解决方案+合规拓展”三维矩阵。基础技能模块聚焦Python、SQL等数字化工具实操,确保员工快速掌握数据处理基础;核心痛点解决方案模块为核心,包括智能监控平台故障定位实操、预测性维护算法应用(针对组件衰减、逆变器故障)、数字孪生简易建模(适配中小型电站低成本需求),配套真实故障案例解析;合规拓展模块涵盖绿电认证、碳排放追溯、区域政策差异解读,解决政策应对痛点。落地路径:联合头部光伏企业编写实操手册,提取典型电站痛点案例融入课程。落地价值:员工结业即可上手解决实际问题,预计可降低30%故障处理时间,提升5%-8%发电效率^[3]。

3.2.2 教学模式

采用“虚拟仿真+驻场实操+短期集训”的务实模式。虚拟仿真依托数字孪生技术构建低成本实训平台,模拟电站组件故障等场景,解决真实场景实训资源不足问题;驻场实操安排学员到企业电站,跟随资深工程师参与1-2周真实运维工作,重点演练数据采集、故障排查;短期集训聚焦政策新规、新技术应用,采用“1天理论+2天实操”模式,适配企业员工碎片化学习需求^[4]。落地路径:校企共建虚拟仿真平台,企业开放3-5个典型电站作为实训基地,制定标准化实操考核清单。落地价值:降低培训成本40%,提升技能转化效率至80%以上。

3.2.3 师资建设

建立“企业内训师+院校教师+政策专家”三导师制。企业内训师负责实操教学,院校教师负责理论梳理,政策专家解读最新合规要求;定期组织师资驻场调研,更新教学案例。落地路径:与光伏企业签订师资共享协议,邀请能源局政策专员开展专题讲座。落地价值:解决复合型师资短缺问题,确保教学内容贴合行业现状与政策要求。

3.2.4 评估与优化机制

构建“实操考核+岗位成效”双维度评估体系。实操考核模拟真实故障场景,评估学员解决问题能力;岗位成效跟踪学员培训后3个月内的故障处理效率、发电量提

升数据；建立月度反馈机制，收集企业与学员需求，动态优化课程。落地路径：开发岗位技能评估量表，与企业HR系统对接，跟踪培训后员工绩效数据。落地价值：形成“培训-评估-优化”良性循环，避免培训资源浪费。

3.3 数字化培训平台支撑

3.3.1 轻量化在线学习平台

整合微课、案例库、政策解读视频，提供碎片化学习渠道，学员可自主选择“故障诊断”“合规流程”等专题课程。落地路径：依托企业现有“微光学堂”搭建，降低开发成本。

3.3.2 数字孪生实训系统

聚焦核心运维场景，开发“组件故障排查”“数据校准”等模块，支持学员反复演练。落地路径：采用“企业技术输出+院校开发”模式，控制平台建设成本^[5]。

3.3.3 培训数据分析模块

收集学员学习数据与岗位绩效，精准定位薄弱点，个性化推荐课程。落地路径：对接学员培训档案与岗位考核数据，形成个人技能提升报告。

4 光伏电站数智化转型数字技能人才培养实践

4.1 依托企业自身资源

4.1.1 构建“线上+线下”融合培训体系

线上搭建数智化学习平台，整合数字孪生实训、AI运维等微课资源；线下联合产业链企业建立实训基地，开展预测性维护、智能监控系统实操等项目制培训。创新“工程师带徒+技能认证”模式，选拔资深数智化电站运维工程师担任导师，结合真实运维项目开展在岗培训，配套分级技能认证体系。

4.1.2 成功经验与可复制模式提炼

一是坚持产教融合，依托企业真实场景设计培训内容；二是构建“理论+实操+认证”闭环培养体系；三是利用数字化平台实现个性化学习与技能跟踪。可复制模式为“企业需求导向-平台资源整合-项目实操赋能-认证激励保障”的一体化培训框架。

4.2 依托职业院校资源

(1) 联合高职院校启动“光伏数字工匠”培养计划，

开展定制化培养，课程体系涵盖Python数据分析、光伏数字孪生建模等核心内容，采用“1+1+1”培养模式（1年理论基础+1年校企联合实训+1年企业顶岗实习）。（2）校企联合开发《光伏数智化运维实务》等6门核心课程，引入企业真实运维案例与技术标准；共建光伏数智化实训基地，配备智能监控模拟系统、数字孪生实训平台等设备，实现“教室-实训基地-企业电站”的场景衔接。

4.3 预计达到效果评估

4.3.1 培训前后技能水平对比

量化数据显示，学员数字化工具应用熟练度提升程度，数智化电站故障诊断效率提升程度，预测性维护方案制定准确率程度；企业数智化运维岗位人员适配率提升情况。

4.3.2 学员与企业反馈分析

学员满意度情况，企业反馈情况，培训后员工岗位胜任力、电站运维效率提升率、故障停机时间减少等指标情况。

结束语

光伏电站数智化转型浪潮下，数字技能人才培养体系构建意义重大。本研究针对现存问题，提出动态适应、产教融合、分层分类的构建原则，设计了涵盖课程、教学等多模块，并依托数字化平台的培训体系。未来需持续优化，紧跟技术发展，提升培训精准度，为光伏电站数智化转型提供坚实人才支撑，推动行业高质量发展。

参考文献

- [1]王强,李明.光伏电站运维人员专业技能提升策略研究[J].电力工程技术,2023(08):45-52.
- [2]赵刚,孙晓.基于实践需求的光伏电站运维培训课程体系构建[J].太阳能学报,2023,44(09):289-296.
- [3]陈宇.光伏电站运维人员电气安全技能培训与考核方法探讨[J].电力安全技术,2023,25(04):15-20.
- [4]刘勇,陈晨.光伏电站运维人员职业发展与技能培训的关联分析[J].能源研究与利用,2023(06):56-62.
- [5]张萌,李华,王辉.智能化背景下光伏电站运维人员数据分析技能培养研究[J].可再生能源,2023,41(10):145-146.