

光伏电站运维成本控制中的关键问题与精细化管理对策

刘春金

(深能南京能源控股有限公司, 江苏南京210000)

摘要 在能源转型不断加速的背景下,光伏电站已成为我国清洁能源体系的关键一环,其运维作为保障电站长期稳定运行并实现收益最大化的核心环节,成本控制水平直接关系到电站的投资回报率与市场竞争力。当前我国光伏电站运维成本控制面临人员配置不合理、设备管理滞后、管理模式粗放等问题,这些问题制约着行业高质量发展。基于此,本文从光伏电站运维成本的构成入手,系统剖析成本控制中的关键问题,进而提出针对性的精细化管理对策,以期为光伏电站运维成本优化提供理论参考。

关键词 光伏电站; 运维成本控制; 精细化管理

中图分类号: TM62

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.02.026

0 引言

全球能源加速向清洁低碳转型,我国光伏产业顺势蓬勃发展,累计装机容量已跃居世界前列,成为能源变革的关键推动力。光伏电站虽前景广阔却有着投资大、周期长的特点,其运维周期贯穿25年至30年的全生命周期,成本占比不断提高且直接影响电站盈利。当前行业正从被动维修转向主动运维,但部分电站仍沿用粗放管理模式,导致成本高企与资源浪费。因此,精准识别运维成本控制关键问题、建立精细化管理体系以实现降本增效,已成为运营企业亟需解决的核心任务。本文将围绕这一课题展开分析并提出对策。

1 光伏电站运维成本的构成

光伏电站运维成本指为保障电站设备稳定运行与生产活动有序开展所产生的全部费用。厘清其具体构成是实现精准成本控制的基础,主要包含四大核心部分,人工成本是其中之一,涉及运维人员的工资、福利、培训及保险等相关支出,专业且科学的人员配置不仅能提升运维效率,还能对成本形成有效管控;设备维护与维修成本在总成本中占比突出,涵盖日常巡检、定期保养、故障抢修及备品备件采购等费用,光伏组件、逆变器、变压器等关键设备易受自然环境与老化因素影响,使得此项成本成为管控重点^[1];能耗与物料成本虽单项金额不高但长期累积不可小觑,包括运维过程中的电力、水资源消耗以及清洁工具、润滑油

等耗材支出;其他间接成本则是电站运转的重要支撑,涵盖办公费、场地租赁、安全防护、技术咨询及保险等内容,这类成本不直接作用于设备维护却管控难度较大,需特别防范资源浪费问题。

2 光伏电站运维成本控制中的关键问题

2.1 人员管理不规范,人工成本管控失衡

人员管理是运维成本控制的核心,当前不少光伏电站存在突出漏洞。首要问题是人员配置缺乏科学性,呈现人浮于事与人员短缺的两极分化,部分电站未结合自身规模、设备数量及运维难度制定合理编制,冗余人员直接推高人工成本,而偏远电站常因招聘难题陷入人员短缺,运维人员被迫超负荷工作,既降低运维质量,又埋下安全隐患。其次是人员专业素养不足且培训体系滞后,光伏运维涵盖电力电子、自动化控制等多领域知识,对专业能力要求极高,但部分电站为压缩开支削减培训投入,导致运维人员无法掌握新型设备操作与故障诊断技术,设备出现问题时难以快速处置,进而延长停机时间,增加运维成本与发电损失。最后是绩效考核机制不健全,大幅削弱了运维人员的工作积极性,造成工作效率低,进一步加剧了人工成本压力。

2.2 设备管理滞后,维护维修成本居高不下

设备作为光伏电站发电的核心载体,其管理水平直接关系到运维成本的高低,而当前设备管理滞后已

作者简介: 刘春金(1995-),男,本科,助理工程师,研究方向:光伏电站运维与管理。

成为多数光伏电站面临的共性问题。首先体现在设备巡检模式粗放且故障预警能力不足，部分电站仍依赖传统人工巡检，这种方式效率低、覆盖面有限，很难及时发现组件热斑、逆变器异常等隐性故障，往往要等到设备停机后才开展维修工作，此时故障已造成较大损失，维修的难度与费用也会显著增加，同时由于缺乏先进的监测技术与数据支持，无法对设备运行状态进行实时监控与趋势分析，自然难以实现故障的提前预警与精准预判。其次是设备维护工作不到位，过度维护与维护不足的情况同时存在，部分电站为避免设备故障制定过于密集的维护计划，造成维护资源浪费，而另一些电站为降低短期成本减少必要的维护环节，导致设备性能加速衰减、使用寿命缩短，反而增加了后期的维修与更换成本^[2]。最后是备件管理混乱，库存积压与备件短缺问题突出，部分电站未建立科学的备件需求预测机制，盲目采购导致库存积压并占用大量资金，而另一些电站则因备件储备不足，在设备突发故障时无法及时获取备件，进而延长停机时间并扩大发电损失。

2.3 管理模式粗放，成本管控缺乏系统性

当前我国部分光伏电站仍沿用传统粗放式管理模式，缺乏对运维成本的系统性管控，成本浪费现象十分突出，这一问题主要体现在三个方面。首先，成本管理意识薄弱且部门协同不足，部分电站将成本控制责任完全归于财务部门，运维、技术等核心部门却未树立明确管控意识，开展工作时往往只关注进度与质量而忽视成本因素，比如运维部门设备维修时过度追求快速解决，未优先考虑性价比更高的方案，技术部门引入新技术新设备时，因未充分评估长期运维成本导致后续压力陡增，各部门间又缺乏有效沟通协作机制，难以形成成本管控合力。其次，成本管控手段单一且缺乏精细化数据支撑，部分电站成本核算仍停留在传统事后统计层面，仅对已发生成本简单记录汇总，无法实现过程中的实时监控与动态调整，加之未建立完善成本分析体系，难以精准定位管控薄弱环节，使得控制措施缺乏针对性与有效性。最后，部分电站运维外包管理存在漏洞，对外包单位资质审核、服务质量评估及成本核算不够严格，直接导致外包费用虚高，进一步增加了运维成本。

2.4 外部环境影响显著，成本管控难度加大

光伏电站的运维工作易受外部环境干扰，这些因素的不确定性大幅提升了成本管控的难度，其中自然环境的影响尤为直接。光伏电站多选址于光照充沛区

域，部分区域常遭遇高温、高湿、风沙、冰雹等极端天气，这些条件会加速设备老化并提高故障风险，比如风沙会让光伏组件表面积尘进而降低发电效率，这就需要增加清洁频次从而推高清洁成本。冰雹、雷电等则可能直接损毁设备，带来高昂的维修与更换开支。政策与市场环境的波动同样关键，光伏行业对政策敏感度高，国家及地方在电价补贴、税收优惠、环保要求等方面的调整，都会直接或间接作用于运维成本，环保政策收紧可能要求电站新增环保设施投入，电价补贴退坡则迫使电站通过压缩运维成本维持收益。此外，光伏设备市场价波动、运维服务费上涨等市场因素，也会对成本控制形成不利冲击。

3 光伏电站运维成本控制的精细化管理对策

3.1 优化人员管理，实现人工成本精准管控

针对人员管理现存问题，需从人员配置、专业培训、绩效考核三个核心维度构建精细化管理体系，以此实现人工成本的合理管控。科学配置人员是提升人力资源利用效率的关键，电站需结合自身装机容量、设备类型、地理环境等实际因素，制定个性化人员编制方案，明确各岗位职责与具体工作内容，对于规模较大、设备集中的电站可采用集中运维模式精简冗余人员，对于偏远分散的电站则推广无人值守加远程运维模式，借助智能化技术降低对现场人员的依赖，同时建立区域运维中心实现人员共享与灵活调配^[3]。加强专业培训是提升人员素养的重要路径，需建立完善培训体系，制定分层次、分岗位的培训计划，内容涵盖新设备操作、故障诊断、安全规范等核心模块，采用线上加线下、理论加实操的组合培训方式，定期组织运维人员参与培训并通过考核机制保障培训效果，同时鼓励运维人员参与行业交流与技能竞赛以拓宽知识视野、提升专业能力。建立健全绩效考核机制能够有效激发工作积极性，需将成本控制、运维质量、发电效率等关键指标纳入绩效考核体系，明确各岗位考核标准与奖惩措施。例如：对运维人员发现隐性故障、降低维修成本的行为给予奖励，对因操作失误导致成本增加的行为进行处罚，通过绩效考核将成本管控责任落实到个人，充分调动运维人员的工作主动性与创造性。

3.2 构建全生命周期设备管理体系，降低维护维修成本

以设备全生命周期管理为核心，从巡检、维护、备件三大环节发力，可实现设备管理精细化并降低维护维修成本。首先，需升级巡检模式以强化故障预警能力，通过引入物联网、大数据、人工智能等先进技术构建

远程在线监测加智能巡检体系；在光伏组件、逆变器等关键设备上安装传感器实时采集运行数据，经云端平台分析处理实现设备状态实时监控；同时结合无人机、机器人巡检技术提升巡检效率与覆盖面，精准识别隐性故障，基于监测数据建立故障预警模型实现提前预判与精准定位，将被动维修转化为主动预防。其次，实施精准维护以优化维护策略，结合设备运行年限、性能参数、运行环境等因素制定差异化维护计划，避免过度维护与维护不足，新投运设备以预防性维护为重点关注磨合情况，运行年限较长的设备则加强状态监测并根据性能衰减趋势调整维护频率与内容；同时建立设备维护档案详细记录维护时间、内容、效果等信息，为后续策略优化提供数据支撑。最后，通过精细化备件管理实现库存优化，建立备件信息管理系统对采购、入库、领用、库存等环节全程跟踪，基于设备故障概率、维修周期等数据用科学预测方法精准预判需求，制定合理采购计划与库存定额，与供应商建立长期合作并签订应急备件供应协议，确保突发故障时快速获取备件，同时减少库存积压与资金占用成本。

3.3 推行精细化管理模式，提升成本管控系统性

突破传统粗放管理模式的局限，需打造全员参与、全流程覆盖的精细化成本管理体系，从意识建立、核算分析到外包管控形成完整闭环。强化成本管控意识是首要前提，通过多层次宣传培训让各部门充分认知成本管控的核心价值，树立全员参与的成本管理理念，同时建立以财务部门为核心，运维、技术、采购等部门紧密协同的管控机制，明确各部门职责分工与协作流程，比如技术部门引入新技术前需联合财务部门开展成本效益测算，采购部门选购设备耗材时则优先考量性价比优势^[4]。构建精准的成本核算与分析体系是核心环节，采用作业成本法等先进方式将运维成本细化分摊至每个作业环节与每台设备，清晰定位成本发生源头，依托成本动态监控平台实时追踪成本变动，对比实际支出与预算差异以快速发现问题，定期从人员、设备、物料等维度开展成本分析，精准识别管控薄弱环节为后续措施制定提供数据支撑。规范运维外包管理是重要保障，建立严格的外包单位准入标准全面评估其资质、技术能力与服务质量，签订内容详实的外包合同明确服务范围、收费标准及质量要求，加强外包服务全流程监督考核，定期评估服务质量与成本控制效果，对不达标单位及时更换以确保外包费用合理可控。

3.4 强化外部环境应对能力，降低不确定因素影响

为降低外部环境对光伏电站运维成本的冲击，需建立前瞻性应对机制。首先，要筑牢自然环境风险的

防控防线，在电站规划建设阶段就深入调研当地气候特征，选用适配本土环境的光伏设备与组件；运维过程中需构建极端天气预警体系并提前拟定应对方案，如台风冰雹等恶劣天气来临前加固设备，风沙过后迅速组织组件清洁；同时定期开展设备防风防水防雷等安全排查，通过持续提升设备对自然环境的适应能力，减少极端天气导致的设备损毁。其次，要强化政策与市场环境的研判能力，建立常态化政策跟踪机制以实时掌握国家及地方光伏行业政策动向，针对电价补贴退坡提前规划成本控制路径，依托精细化管理压缩运维开支来抵消收益波动，面对环保政策收紧则尽早推进环保设施升级，规避合规问题引发的额外成本^[5]。最后，还需加强市场动态监测，及时捕捉光伏设备及运维服务的价格波动信息，据此灵活调整采购计划与服务外包策略，从而有效降低市场变量对运维成本的干扰，确保电站运维成本始终处于可控范围。

4 结束语

光伏电站运维成本控制是关系到电站长期收益与行业高质量发展的系统工程。当前我国在这一领域正面临人员管理不规范、设备管理滞后、管理模式粗放以及外部环境影响显著等问题，这些问题严重阻碍了运维成本的优化提升。基于此，需通过优化人员管理、构建设备全生命周期管理体系、推行精细化管理模式以及强化外部环境应对能力等举措，实现运维成本的精准管控。随着智能化技术持续发展，光伏电站运维正朝着无人化、智能化方向转型，这为成本控制带来了新机遇。相关运营企业应积极拥抱技术变革，加大智能化运维投入，不断完善精细化管理体系，持续提升成本控制水平，推动光伏行业在清洁低碳能源转型中发挥更大作用。

参考文献：

- [1] 林浩宽.光伏电站运维成本分析与降低策略[J].电力系统装备,2025(03):170-172.
- [2] 廖章斌.大型光伏电站的组件布局与运维成本优化研究[J].现代工程科技,2025(14):105-108.
- [3] 李宁,唐凯.光伏电站运维管理探讨[J].水利电力技术与应用,2024,06(21):55-57.
- [4] 陈志娟.光伏电站的建设,运维成本分析研究[J].科技风,2020(07):181.
- [5] 晋晟铭.光伏电站运维管理探讨[J].工程管理与技术探讨,2025,07(01):113-115.