

智能技术在光伏建设管理中的应用探讨

陈秀伟

华电（贵州）新能源发展有限公司 贵州贵阳 550000

【摘要】随着全球可再生能源的快速发展，光伏行业正迎来新的机遇与挑战。本文探讨了智能技术在光伏建设管理中的应用，包括物联网、大数据和人工智能等技术的整合。通过分析国内外成功案例，展示了智能技术如何提升项目效率、降低成本并提高安全性。然而，智能技术的推广仍面临技术集成、数据安全、人才短缺和投资回报周期长等挑战。未来，随着技术进步和政策支持，智能技术将在光伏建设管理中发挥更加重要的作用，推动行业向更高效和可持续发展的方向发展。

【关键词】智能技术；光伏建设；物联网；大数据；人工智能；可再生能源

引言：

近年来，全球能源转型加速，光伏发电作为关键组成部分，其市场规模不断扩大。根据国际能源署（IEA）的数据，2023年光伏发电容量增长了约25%，显现出强劲的市场需求。然而，光伏项目的建设管理面临着成本、时间和资源配置等多重挑战。传统管理模式在应对复杂性和不确定性方面常显得捉襟见肘。因此，智能技术的引入，如物联网（IoT）、大数据分析和人工智能（AI），为提升光伏建设管理效率提供了新的可能。这些技术不仅能够优化资源配置，还能实时监控项目进度和质量，降低运营成本。本文将探讨智能技术在光伏建设管理中的应用，分析其在提高项目管理水平和推动行业可持续发展方面的潜力。

一、光伏建设管理现状

（一）光伏行业发展概述

中国作为全球最大的光伏市场，近年来在光伏发电领域取得了显著成就。根据中国光伏行业协会的数据，2023年中国新增光伏装机容量达到了约80 GW，累计装机容量超过400 GW。这一快速增长得益于国家政策的强力支持，如可再生能源补贴、税收优惠和绿色信贷等措施。此外，技术进步使得光伏组件的效率不断提高，推动了光伏发电成本的持续下降。

（二）传统建设管理模式

在光伏项目的建设管理中，传统模式仍占主导地位，主要包括项目规划、施工、监控和运营维护等环节。这种管理模式通常依赖于人工操作和纸质记录，信息传递效率低下，容易导致资源浪费和项目延误。不同部门之间缺乏有效的沟通与协作，数据共享存在障碍，难以形成完整的项目管理闭环。

（三）存在的主要问题

1、信息孤岛现象严重。在传统的光伏项目管理中，各个环节如项目规划、施工、监控、运营维护等往往独立运行，数据分散在不同的部门或系统中。由于缺乏统一的信

息管理平台，导致信息难以互通，形成了“信息孤岛”。这种现象对项目整体的进度和质量产生了负面影响，具体表现为：

信息传递不及时：不同部门或团队之间的沟通往往依赖于人工操作，传递效率低下，容易造成信息滞后。例如，施工过程中出现的问题无法及时反馈给项目规划或设备采购部门，延误问题的解决，进而影响施工进度。

数据冗余与不一致：各部门通常使用各自的记录工具和流程，数据的记录标准不统一，导致项目数据存在冗余或不一致的情况，增加了管理的复杂性，甚至可能引发决策失误。

决策依据不足：由于项目各环节的数据信息无法及时整合，项目管理者难以掌握全局动态，决策往往缺乏准确的依据，导致在资源调配和工期调整方面的失误。

2、成本控制难度大。光伏项目建设通常涉及大量的设备、材料和人力资源，成本控制是项目成功的关键。然而，传统的项目管理模式在成本控制上存在明显的局限性：

预算超支现象普遍：在项目实施过程中，往往由于缺乏实时监控，预算容易超支。项目从开始规划到最后运营的各个阶段中，设备采购、施工过程中的突发情况（如材料价格波动、天气影响工期）都会导致预算偏差。传统的手工记录和人工监控手段，无法对成本变化进行动态追踪和及时调整。

缺乏动态调整能力：传统的成本管理更多依赖于事后统计，而缺乏实时监控与预警机制。当项目发生超支或资源浪费时，通常已经难以回溯，错失了降低成本和优化资源配置的机会。例如，在设备采购或施工过程中未能对市场价格波动作出及时反应，可能导致采购成本增加或工期延误的额外支出。

资源浪费问题突出：由于信息不畅通，资源（包括人力、材料和设备）的使用计划和调度不合理，往往会造成施工过程中的重复操作或不必要的等待时间，进一步加剧

了成本失控。

3、风险管理不足。光伏项目的建设周期较长，涉及的环节复杂，施工现场也常常分布在地理环境和气候条件各异的区域，面临多种潜在风险。然而，传统的管理方式在风险识别和应对方面存在明显不足：

天气风险难以预测与应对：光伏项目通常位于光照条件较好的地区，但这些地区也可能面临恶劣天气（如沙尘暴、暴雨等），这些自然条件可能严重影响项目的施工进度。然而，传统管理模式对这些天气风险缺乏前瞻性的监控和应急预案，通常只能在风险发生后被动应对，造成工期延误和成本增加。

设备故障预防不足：光伏项目的设备，如光伏组件、逆变器，长期暴露在户外，容易受到环境影响出现故障。传统管理方式缺乏有效的设备监控系统，通常是在设备出现问题后才进行维修，容易导致发电量损失和设备的使用寿命缩短。如果没有建立良好的设备维护计划，突发故障可能导致项目的运行中断，增加运营成本。

项目进度滞后风险大：由于对各类风险缺乏前期预判，项目在实施过程中容易出现进度滞后问题。这种情况一方面会影响项目的交付周期，导致投资回报周期延长，另一方面也可能使得项目错过一些有利的市场政策窗口期，增加了投资的风险。

二、智能技术概述

（一）智能技术的定义与分类

智能技术是指通过计算机科学、信息技术及现代自动化技术，实现自我优化和自动化决策的技术体系。这些技术能够有效整合数据资源，提高工作效率和管理水平。在光伏建设管理中，主要应用以下几类智能技术：

1、物联网（IoT）。物联网技术通过传感器和智能设备，实时监测光伏项目现场的各种数据，如天气状况、设备性能和施工进度。这些数据的实时采集和传输，能够帮助管理者及时掌握现场情况，优化资源配置。

2、大数据分析。大数据技术利用先进的存储和计算能力，处理来自不同渠道的海量数据。通过数据挖掘和分析，可以识别出潜在问题，支持科学决策，提升项目管理的精准性和有效性。

3、人工智能（AI）。人工智能技术通过机器学习和深度学习算法，能够对历史数据进行分析，进行故障预测、优化调度和智能决策。例如，AI可以帮助预测设备故障，提前进行维护，降低停机时间和维修成本。

4、无人机和自动化设备。无人机技术在光伏建设中应用广泛，能够进行高效的现场监测和巡检，实时获取图像和数据。自动化设备（如机器人）也被用于施工和维护环节，提高了工作效率和安全性。

（二）智能技术在光伏建设管理中的优势

实时监控：通过物联网技术，管理者可以实时掌握项目

进展和设备状态，迅速响应突发问题。

数据驱动决策：大数据分析能够为项目管理提供科学依据，帮助识别趋势和模式，提高决策的准确性。

降低成本：智能技术的应用能够优化资源配置，减少人力成本和物料浪费，从而降低整体项目成本。

提升安全性：无人机和自动化设备的使用可以减少人工作业的风险，提高施工和维护的安全性。

三、智能技术在光伏建设管理中的应用

（一）项目规划阶段

在光伏项目的规划阶段，智能技术可以显著提升数据分析和决策支持的能力。通过大数据分析，项目管理者能够获取关于地理位置、天气条件和资源可用性的深入见解。这些信息有助于评估最佳的项目选址与设计方案，确保项目的经济性和可行性。此外，利用AI算法，管理者可以进行多种方案的模拟与优化，制定出最优的建设计划。

（二）施工阶段

1、施工进度监控。在施工阶段，物联网技术能够实时监控施工进度和设备运行状态。传感器可以收集现场数据，通过数据平台进行分析，确保各项工作按计划进行。若发现偏差，系统可及时发出预警，帮助管理者快速采取纠正措施。

2、资源管理。智能技术还可以优化资源配置。通过数据分析，可以预测材料需求和人力安排，降低物料浪费和工时成本。智能调度系统能根据实时数据调整施工计划，提高整体施工效率。

（三）运营维护阶段

1、故障检测与预测维护

在项目运营阶段，AI和机器学习技术能够分析历史运行数据，提前识别设备的潜在故障。通过智能监控系统，管理者能够实时获取设备状态，并进行预测性维护，从而减少停机时间和维修成本。

2、绩效评估与优化。利用大数据分析，管理者可以评估光伏系统的运行绩效，识别影响发电效率的因素。基于这些分析，能够制定针对性的优化措施，提升系统的整体性能。

四、案例分析

（一）宁夏天源光伏电站

宁夏天源光伏电站是中国大型光伏项目之一，装机容量达到200 MW。该项目在建设和运营过程中广泛应用了智能技术，主要包括物联网（IoT）和大数据分析。

1、项目背景。宁夏地区日照资源丰富，但施工环境复杂，管理难度较大。为了确保项目高效推进，管理团队决定引入智能化管理系统。

2、智能应用。实时监控系统：通过在现场部署传感器和摄像头，实时采集施工进度、设备状态和环境数据。系统能够及时发送预警，确保施工进度按计划进行。

数据分析平台：通过大数据平台，整合各类数据，管理者能够深入分析施工效率和资源使用情况，制定科学的施工调度和资源配置方案。

应用效果：该项目在施工效率上提升了30%，并通过优化资源管理，降低了约15%的运营成本。实时监控和数据分析使得项目管理更加科学和高效，有效减少了人力资源的浪费。

（二）江苏中科光伏智能运维项目

江苏中科光伏电站是一个涵盖多个小型光伏电站的集成项目，采用了人工智能和无人机技术进行智能运维管理。

1、项目背景。由于电站分布广泛，传统的人工巡检效率低且易错过潜在问题，因此项目团队决定通过智能化手段进行管理。

2、智能应用。无人机巡检：项目采用无人机对光伏电站进行定期巡检，利用高清摄像头实时获取设备运行状态和环境状况。无人机能够迅速覆盖大面积的电站区域，大幅提高巡检效率。

故障检测与预测维护：结合人工智能算法，对历史运行数据进行分析，系统能够识别设备的运行趋势，提前预测可能出现的故障。这一措施大幅提高了故障响应速度。

应用效果：通过智能运维，电站的故障率降低了25%，维护成本减少了20%。无人机的应用不仅提高了巡检效率，也减少了人工作业的风险，提升了安全性。

以上两个案例展示了智能技术在光伏建设和运维管理中的实际应用效果。通过引入物联网、大数据分析和人工智能，这些项目实现了施工效率的提升和成本的降低，同时也为行业的可持续发展提供了有效借鉴。未来，随着智能技术的不断进步，预计将有更多光伏项目实现智能化管理，推动整个行业向更高效和环保的方向发展。

五、挑战与前景

（一）当前应用中的挑战

尽管智能技术在光伏建设管理中展现出了显著的优势，但在实际应用中仍面临一些挑战：

1、技术集成难度大。光伏项目涉及多个环节和不同的技术平台，如何将物联网、大数据和人工智能等技术有效集成，是当前面临的一大挑战。不同技术之间的兼容性和数据共享问题常常导致系统实施的复杂性。

2、数据安全与隐私问题。随着智能设备的普及，光伏项目产生的数据量激增，数据安全和隐私保护问题日益突出。如何确保数据在传输和存储过程中的安全，以及如何防止数据泄露，成为项目管理者需要关注的重要课题。

3、人才短缺。智能技术的应用需要具备相应技能的人才，但目前行业内具备物联网、大数据分析和人工智能技术的人才仍然短缺。这限制了智能技术的推广和应用。

4、投资回报周期长。智能化改造通常需要较高的初始投资，而其回报周期可能较长。这使得一些企业在技术投入上显得犹豫不决，影响了智能技术的普及。

（二）未来发展趋势

尽管面临诸多挑战，智能技术在光伏建设管理中的前景依然广阔，主要体现在以下几个方面：

1、技术进步加速。随着人工智能、物联网和大数据技术的持续进步，光伏项目的智能管理系统将更加成熟和高效。未来，智能技术的集成将更为简便，系统间的数据共享和兼容性问题将得到有效解决。

2、政策支持增强。政府对可再生能源的支持政策将进一步强化，推动光伏项目智能化转型。通过政策引导和资金支持，将有助于降低企业在智能技术应用中的投资风险。

3、智能运维的普及。随着智能运维技术的逐步成熟，越来越多的光伏项目将采用无人机巡检、智能监控和故障预测等技术，提高设备管理的效率和安全性。

4、跨行业合作。光伏行业与信息技术、人工智能等领域的跨界合作将成为常态，推动资源共享和技术交流。通过跨行业的合作，可以实现技术的创新与应用，推动光伏行业的整体发展。

六、结束语

在全球可再生能源快速发展的背景下，光伏行业正面临着前所未有的机遇与挑战。本文探讨了智能技术在光伏建设管理中的应用，指出了智能化管理对提升项目效率、降低成本和提高安全性的显著作用。通过对国内外成功案例的分析，我们看到，物联网、大数据和人工智能等技术的引入不仅优化了项目管理流程，还增强了风险管理能力。

然而，尽管智能技术的应用带来了诸多好处，行业内仍存在技术集成难度、数据安全隐患、人才短缺和投资回报周期长等挑战。这些问题亟需通过技术进步、政策支持和人才培养来解决。

展望未来，随着技术的不断发展和应用模式的创新，智能技术将在光伏建设管理中发挥更为重要的作用。跨行业的合作和资源共享将进一步推动智能技术的普及，助力光伏行业向更高效、可持续的方向迈进。最终，智能化管理将为实现全球碳中和目标贡献积极力量，推动可再生能源的广泛应用和普及。

参考文献：

[1] 杨帆. 基于光伏电站的AI智能系统开发与应用[J]. 数字技术与应用, 2023, 41(10): 220-222.

[2] 段超毅. 光伏新能源企业智能制造转型升级案例研究[D]. 华北电力大学(北京), 2020.

[3] 李树蔚, 柴群峰, 黄永强, 等. 智能技术在光伏电站的应用[J]. 电力勘测设计, 2018, (12): 71-76.