

山地光伏土地综合利用及环境保护施工技术研究

汪云武 严国彪

中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司 浙江杭州 311122

【摘要】在能源危机和环境挑战的背景下，可再生能源的开发和利用成为解决这些问题的关键途径之一。山地光伏发电作为一种有效的可再生能源技术，其在我国范围内的发展受到了广泛关注。通过合理使用山地光伏发电技术，可显著提高效率，降低成本投入，尤其是在复杂山地地形和环境保护方面能够发挥出重要作用。基于此，本文首先介绍山地光伏发电的发展现状，其次详细阐述山地光伏土地综合利用，然后对环境保护施工技术进行深入研究，以供参考。

【关键词】山地光伏；环境保护；技术

随着我国对于清洁能源和可持续发展的追求不断加深，人们逐渐开始关注到山地光伏发电技术，并迅速成为推动全球能源结构转型的核心动力。此种技术主要是利用开发程度不高的山地资源，不仅可提升能源利用效率，同时也能够减少对环境产生的影响。山地光伏发电的优势不仅体现在其能够显著提高能源效率和降低发电成本，同时还可促进山地等边缘地区的综合开发利用，实现环境与发展的双重益处。因此，对山地光伏土地综合利用及环境保护施工技术进行深入研究意义重大。

一、山地光伏发电的发展现状

近年来，我国山地光伏发电技术发展迅猛。主要体现在以下两个方面：一是光伏板效率大幅提升，使得光电转换更加高效；二是安装成本显著降低，使得光伏发电更加经济可行。为了适应山地多变的地形和环境，研发人员开发出各种特殊的安装技术，如可调节角度的支架，这些技术极大地改善太阳能的利用效率，增加发电量。山地光伏项目的数量正在逐渐增加，通常位于开阔的山区地带，有效利用未被林地或农田覆盖的地区。这些项目不仅促进山地地区的能源开发，还使得山地光伏发电在全球能源结构中的比重不断增加。然而，山地光伏项目在带来清洁能源的同时，也面临着挑战。其中主要问题是项目可能对山地的生态系统和水文条件产生影响。因此，在进行项目规划和建设时，必须考虑到环境保护，避免对自然环境造成破坏，并制定合理的政策来推动山地光伏发电技术的创新与发展。随着技术的不断进步和规模经济的发展，山地光伏发电的成本正在逐步降低，使得这种能源方式在经济上越发吸引人。在一些地区，山地光伏项目开始与农业、旅

游等行业相结合，形成综合利用模式。不仅可增加土地使用的效率，还提升经济效益，为当地社区带来新的收入来源。现阶段人们对环境保护意识的逐渐增强，预计山地光伏发电的规模将继续扩大，并在我国能源结构中占据更加重要的位置，以减少对化石燃料的依赖，还能提供更多的清洁能源，为实现可持续发展和环境保护目标做出重要贡献^[1]。

二、山地光伏土地综合利用

（一）山地光伏土地利用的方式与方法

由于山地地形具有多变性和复杂性的特征，因此，地形适应性设计显得尤为重要。通过灵活运用支架系统，并合理规划布置，使得光伏系统可适应不同的地形条件，从而能够在不同角度和方向上最大限度捕捉阳光，不仅可以提高光伏板的能源收集效率，并且可降低对土地产生的影响。例如，在陡峭的斜坡上，采用特殊设计的支架来安装光伏板，以减少对土地切割和改造处理。通过采用这种与自然地形和谐共存的方式，可对生态环境起到保护作用，同时降低施工成本和难度。生态保护与恢复也是山地光伏土地利用中的一个关键组成部分。在建设过程中，采取各种生态保护措施，如保留原有植被和水体，避免破坏生物栖息地，可减少对自然景观的影响。在光伏板下方，保留自然草地或采用透水性较好的材料，可保持土壤的自然状态和水分循环。另外，在施工完成后，重新种植本地植物，恢复被破坏的动植物栖息地，能够修复建设过程中对生态环境产生的破坏，以保持生态平衡和生物多样性。在山地光伏项目中，需着重关注土地复垦方。将光伏发电设施建设在不适合农业或废弃土地上，如矿区废弃地、荒漠

化土地等，不仅可以开发清洁能源，促进土地有效复垦与再利用，尽可能的减少占用肥沃农田，同时还可提升边缘土地的价值，推动经济发展与环境保护。在保证光伏发电效率的基础上，综合考虑土地的其他潜在用途，通过设立观光区、教育区域以及研究设施等，改善土地的综合利用效率，增加项目的附加价值。在建设教育和访客中心时，可以提升公众对可再生能源的认识和接受度，而结合休闲设施则可吸引游客，促进当地旅游业的发展，实现可持续发展的目标^[2]。

（二）光伏与农业、林业等其他用途的结合

光伏技术与农业、林业及其他领域相结合，可促进再生能源领域的创新发展，并体现出对传统产业模式的重大转型。通过多元化结合，在优化土地利用方面取得了显著成效，同时在促进生态可持续性和经济增长方面也展现出巨大潜力。光伏农业（Agrivoltaics）模式是将传统农业与现代光伏技术的融合。在农田上方安装光伏板既不干扰农作物种植，又能有效发电。在使用此模式时，光伏板为作物提供必要的遮蔽，降低水分蒸发，有利于农作物生长，与此同时，所产生的电力还可增加经济效益，并且也能够为农场供应能源。光伏林业需在未充分利用的林地空间中部署光伏设施，此方法在保护自然林木生长和维持森林生态平衡的同时，也为能源生产提供新的空间。通过精心设计光伏板布局 and 高度，充分保证林木和植被的健康生长，并收集太阳能，实现环境与能源生产的共赢。另外，在促进生态共生系统方面光伏项目也发挥出重要作用。在项目区域中，创造野生动物栖息地和植物保护区，不仅可维护生物多样性，还能保证光伏发电与自然环境的和谐共存，促进生态平衡。光伏旅游作为光伏技术与山地自然景观结合的创新尝试，可为游客提供独特的观光体验，还为当地经济发展注入新动力。通过展示先进的可再生能源技术，结合山地的自然美景，可吸引大量游客，并推动当地旅游业和相关产业发展。同时，也增进公众对可再生能源的理解和支持，显著提高社会对环境保护和可持续发展的认识^[3]。

（三）土地生态保护与恢复

在光伏项目区域种植本地植被是一种有效的生态恢复方法，能够快速恢复地区原生植物群落，为野生动物提供栖息地，并增强生态系统的自然恢复能力。由于本地植被

更适应当地的气候和土壤条件，因此，更能持久生长并维护生物多样性。在项目规划和施工过程中，需重点关注野生动植物栖息地保护，避免施工活动对重要生态区域造成破坏，在项目设计中，需考虑野生动物的迁徙路径和生存需求。为保持生态系统的连通性，需建立生态廊道，可以帮助动物在不同栖息地之间迁徙，减少由于施工活动可能造成的生态隔离。在施工过程中，采取各种有效措施减少对周围环境的影响，如控制噪音、尘土和水土流失，并确保废物得到妥善处理 and 回收。在光伏项目完成后，需周围生态环境进行管理，并定期监测生态系统的健康状况，必要时采取针对性恢复措施。在生态保护和恢复工作中，加强当地社区的参与和教育，通过开展教育和意识提升活动，可以增强社区对生态保护重要性的认识，并鼓励社区成员参与保护和监督工作，使得山地光伏项目能够与自然环境和谐共存，并共同促进生态系统的健康与繁荣。

三、环境保护施工技术

（一）施工环节环境保护

在山地光伏项目施工环节中，采取针对性环境保护措施，可为自然生态保护和项目可持续发展提供可靠支持，并在不影响施工效率的前提下，尽可能减少对自然环境的影响。在施工过程中，为了能够降低对环境的影响，需避免大规模挖掘和填土，并制定出科学合理的施工方案，以减少对自然地形的改变。同时，使用特制支架结构可适应复杂的地形变化，降低对山地自然环境的影响。针对山地地区常见的水土流失问题，需设置防蚀网和排水系统，并合理规划施工道路，布置临时设施，以尽可能减少对周围环境的影响。另外，采用地面覆盖材料与植被恢复技术，可保护裸露的土壤，维持山区的自然水文条件和生物多样性。为了减少噪音和尘埃污染，可以采用各种措施，具有包括使用低噪音施工设备和安装防尘网。除此之外，还需对施工现场实施严格管理，定期清洁处理现场各种杂物，并对施工人员进行环保意识培训。不仅可减轻施工活动对周围造成的影响，还可显著提升项目的社会接受度和环境友好形象。在施工过程中，需对需对废弃物进行分类、回收和再利用，并采用创新技术对其进行降解处理。同时，与当地回收设施和服务商开展合作，以保证废弃物能够得到充分利用。不仅可减轻建筑废料对环境的影响，还可促进资源的循环利用，保护生态平衡^[4]。

（二）生态环境影响评估

生态环境影响评估在山地光伏项目的规划和实施阶段发挥着关键作用。其目的在于全面预测和评估项目对周围环境的潜在影响，同时最大程度的减少对环境的负面影响，保证项目整体的可持续性。在评估过程中，需细致考察直接、间接以及长期影响，使得项目从规划阶段到运营阶段的各个环节都能够遵循环境保护的标准。在对生物多样性影响进行评估时，关键在于分析项目对当地动植物种群及其栖息地可能造成的改变。通过深入研究项目区域内生物群落的结构和物种多样性，并对整个生态关系进行全面评估。在评估过程中，应综合考虑光伏设施占用生物栖息地的程度，对动植物迁徙路径产生的影响，在施工与运营阶段可能直接或间接对野生动植物造成的干扰。在进行水资源影响评估时，尤其在山地区域，需要关注水资源的稳定性和清洁性，这些因素对生态系统有着重要作用。在评估时，应围绕项目对地表水和地下水可能产生的影响，具体内容包括水流路径的潜在改变、水质的变化以及对水资源持续可用性的影响。因此，需综合考虑光伏项目的排水系统设计，施工过程中对水资源的利用，项目长期运营可能对水循环造成的影响。土壤与地形影响的评估则专注于施工活动对土壤结构和地形的长期影响，在山地复杂多变的地形条件下，需对施工活动引起的土壤侵蚀和肥力下降进行详细分析，同时还涉及地形变化对当地生态系统的潜在影响，如排水系统改变和自然水流的扰动。根据以上评估结果，制定有效的缓解措施，以降低光伏项目对环境的影响，最大限度的保护和恢复自然生态环境，实现可持续发展^[5]。

（三）可持续施工技术的应用

在山地光伏项目中，应用可持续施工技术，能够保证整个建设过程对环境的最小影响和最大可持续性。这种方法全面涵盖能源管理、材料使用、废物处理和施工策略等多个方面，致力于降低环境负担，优化资源效率，同时提升整个项目的环境绩效。在能源管理方面，山地光伏项目着重强调利用清洁与可再生能源，如太阳能和风能，减少对传统化石燃料的依赖性，降低碳排放，缩减能源成本。此外，在项目中，使用的高效施工设备和机械，如电动挖掘机、电动卡车等，可进一步减少能源消耗和温室气体排

放，提高施工的能效和效率。在资源管理和材料应用方面，可采取一系列措施，以实现资源的有效循环利用。在施工过程中，回收和重复利用废物，并广泛使用再生材料，如再生混凝土，可减少对新资源的需求，而且显著降低建筑废料对环境产生的影响。另外，采用低碳排放施工方法，全面优化施工计划，减少材料浪费，使用可再生材料，并保证施工过程中水资源的合理利用和保护，以减少项目对环境的影响。在材料选择方面，需优先考虑使用生态友好的建筑材料，如生态混凝土和可降解材料。在施工过程中，合理使用以上材料，可显著减少环境污染，还能够改善建筑物的环保性能和长期可持续性。在山地光伏项目中，应用可持续施工技术，对于减少环境影响、提高能源和资源利用效率具有重大意义，并保证项目的环境友好性和可持续发展，为未来的绿色建设项目提供有效模式，同时也促进经济和社会的可持续进步。

结语：

综上所述，本文对山地光伏土地综合利用及环境保护施工技术进行全面研究。山地光伏发电是一个充满潜力的领域，对于推动全球能源结构的转型和实现环境保护目标具有重要意义。通过技术创新和土地综合利用策略的实施，并在施工过程中采取的环保措施，不仅能够提高能源效率和经济效益，还可保护自然生态，促进可持续发展。随着技术的进一步发展和全球对可持续能源解决方案的需求增加，山地光伏发电预计将在未来发挥更加关键的作用。

参考文献：

- [1] 李欣, 黄绍票, 卢彤彰. 山地光伏发电项目实施中的绿色保护措施[J]. 中国高新科技, 2023, (20): 90-92.
- [2] 黄志军. 山地光伏发电项目的水土治理防治措施[J]. 中国高新科技, 2023, (18): 145-147.
- [3] 曹占兴. 山地光伏发电场光伏组件安装技术[J]. 安装, 2018, (10): 49-52.
- [4] 石营, 李香英. 山地高陡坡微型光伏基础施工重难点分析与对策[J]. 水电站机电技术, 2023, 46(07): 129-131.
- [5] 卢强. 浅谈山地光伏区施工难点及应对措施[J]. 人民黄河, 2023, 45(S1): 175+177.