

山地光伏项目建设期水土保持措施与实践

刘朝刚

贵州黔源电力股份有限公司新能源分公司，贵州贵阳，550001；

摘要：山地光伏项目建设期受地形坡度大、地表扰动集中等因素影响，易引发水土流失，水土保持成为保障项目建设与区域生态稳定的关键。本文先明确山地光伏项目建设期水土保持的核心目标与重点防控环节，涵盖控源、截流、固土、恢复四大目标，聚焦场地平整、光伏阵列布置、道路修建三大关键环节；再从工程措施、植物措施、临时防护措施三个维度，梳理建设期水土保持具体实施方式；最后总结水土保持措施的实践要点，为山地光伏项目建设期兼顾工程推进与生态保护提供可行路径。

关键词：山地光伏项目；建设期；水土保持；工程措施；植物措施

DOI：10.64216/3080-1508.26.01.084

引言

光伏项目往山地发展，是充分利用山地光照、扩大清洁能源布局的重要办法。但山地地形复杂，坡度大，地表植被容易被破坏。光伏项目建设时，要做场地平整、修道路、挖光伏阵列基础等工程。这些工程会直接翻动地表土壤，破坏原来的植被，让土壤抵抗冲刷的能力变弱。如果没有有效的水土保持措施，下雨、刮风的时候，很容易造成土壤流失、边坡坍塌。这不仅会影响光伏项目的施工进度和工程质量，还会破坏周边生态环境，导致河道淤积、土壤肥力下降，威胁区域生态平衡。现在，山地光伏项目建设时做水土保持，要同时考虑“工程建设”和“生态保护”。既要给项目施工创造合规条件，又要尽量减少翻动地表、控制土壤流失。所以，整理出科学可行的水土保持措施，明确实际操作中的核心要点，是山地光伏项目建设时急需解决的问题。这对推动光伏项目绿色建设、保护山地生态环境，有重要的实际意义。

1 山地光伏项目建设期水土保持的核心目标与重点防控环节

1.1 核心目标：构建“控—截—固—恢”四维防控体系

山地光伏项目建设时，水土保持要围绕四个核心目标来做，形成全流程的防控闭环，确保土壤流失可控，对生态的影响最小。第一，“控源”目标。核心是从源头减少翻动地表。通过优化工程施工方法，减少不必要的土壤开挖和植被破坏，不过度翻动地表结构。把翻动地表的范围严格控制在项目规划区内，不随便扩大施工区域，从源头降低土壤流失风险。第二，“截流”目标。

核心是拦住雨水，减少冲刷。山地下雨容易形成地表水流，要设置拦截设施，挡住雨水直接冲刷翻动土壤的路径，不让水流带着泥沙流失。同时，引导雨水有序排放，防止雨水在施工区域淤积，影响施工和土壤稳定。第三，“固土”目标。核心是增强土壤稳定性。对开挖后的边坡、裸露的土壤区域，采取加固措施，提高土壤抵抗冲刷、抵抗坍塌的能力。不让土壤因为坡度、下雨等因素滑落、流失，确保施工区域土壤结构稳定，不发生边坡垮塌等问题。第四，“恢”目标。核心是恢复地表植被和生态功能。在不影响施工进度的前提下，及时对临时裸露、已经完工的区域种上植物，补充地表覆盖。逐步恢复土壤肥力和生态防护能力，做到“边施工、边恢复”，减少生态没有保护的空白期。

1.2 重点防控环节：聚焦三大高风险工程作业

山地光伏项目建设时，不同工程施工引发土壤流失的风险不一样。要重点关注场地平整、光伏阵列布置、道路修建这三个高风险环节，针对性做好水土保持防控，不让关键环节漏防，导致土壤流失。其一，场地平整环节。这个环节要开挖、回填山地地表，调整地形坡度，好让光伏阵列能顺利布置。施工时会直接露出大面积土壤，而且开挖后的土壤结构松散，抵抗冲刷的能力大幅下降。下雨的时候，很容易引发大面积土壤流失，是建设时水土保持的核心防控环节。要重点做好两件事：一是控制开挖范围和开挖方式，严格按照规划开挖，不超范围施工，采用分区开挖的方式，不一次性挖一大片；二是同步做好裸露土壤的防护，开挖完后及时用防尘网等材料盖住土壤，回填的土壤要压实，减少土壤裸露时

间和松散程度。其二，光伏阵列布置环节。这个环节要开挖光伏支架的基础，单个基础开挖范围虽小，但整个光伏阵列的基础数量多、分布广，会形成很多分散的地表翻动点。而且基础开挖后，周边土壤容易松动，要是防护不及时，雨水会顺着基础坑渗透、冲刷，导致基础周边土壤流失，甚至影响支架基础的稳定性，是水土保持的重点关注环节。要重点做好两件事：一是单个基础开挖后，及时做临时防护，在基础坑周边堆起挡土埂，不让雨水流进坑里，开挖出来的泥土用编织袋围起来、盖上防尘网，防止泥土流失；二是基础回填后，做好固土处理，回填时分层压实土壤，回填完后在基础周边种上草或铺植草布，恢复局部植被，增强土壤稳定性。其三，道路修建环节。山地光伏项目要修施工道路，连接各个施工区域。修道路时要开挖边坡、平整路面，不仅会翻动道路沿线的植被和土壤，还会形成道路边坡。要是边坡防护不好，容易出现边坡坍塌，泥沙会顺着雨水流到周边区域。同时，道路还会成为地表水流的主要通道，是水土保持的关键保障环节。要重点做好两件事：一是加固道路边坡，根据边坡坡度和土壤类型，选择喷播植草、铺网格、建挡土墙等方式，提高边坡抵抗冲刷、抵抗坍塌的能力；二是拦截和引导道路上的雨水，在道路两侧挖边沟、截水沟，在道路下坡的地方建沉砂池，拦住路面和边坡的雨水，过滤掉泥沙后再引导排放，不让水流带着泥沙到处流。

2 山地光伏项目建设期水土保持的具体措施

2.1 工程措施：构建刚性防护基础

工程措施是山地光伏项目建设时水土保持的核心支撑。通过修建实体设施，实现控源、截流、固土的目标。它的防护效果直接，稳定性强，能适应山地复杂地形和工程施工的需求。一是做好地表扰动控制。针对场地平整和基础开挖，采用“分层开挖、分层回填”的方式，不一次性挖太深，防止土壤坍塌。同时，严格按照规划范围施工，不超范围开挖。开挖时，把表层熟土单独堆放在一起，做好标记和防护，后面种植物时再用这些熟土，减少土壤肥力流失。对于光伏阵列基础，优先用小型、浅埋的方式开挖，减少单个基础对土壤的扰动范围。开挖后，及时浇筑基础、回填土壤，缩短土壤裸露的时间，降低流失风险。二是做好径流拦截和排水。在场地平整区域、道路沿线、光伏阵列周边，挖截水沟、边沟，拦住周边的雨水，不让雨水流进扰动土壤的区域。

在边坡顶部也挖截水沟，挡住坡顶雨水，不让雨水直接冲刷边坡。在作业区域内部挖排水沟，把区域内的雨水引到项目外合规的排水点。同时，在排水沟出口建沉砂池，让雨水里的泥沙沉淀下来，再把清水排出去，避免泥沙流进周边河道。三是做好边坡固土。针对道路边坡、场地平整形成的开挖边坡，根据边坡坡度和土壤类型，用喷播混凝土、铺土工格栅、建挡土墙等方式加固。坡度较缓的边坡，先铺土工格栅，再回填土壤，增强土壤整体性，减少流失。坡度较陡的边坡，要建挡土墙挡住土壤滑落，或者喷播混凝土形成防护层，提升边坡抵抗冲刷的能力，确保边坡稳定。

2.2 植物措施：构建生态防护屏障

植物措施是山地光伏项目建设时水土保持的重要补充。通过种植物，实现固土和恢复生态的目标。它生态友好，防护效果持久，能和工程措施配合，提升整体水土保持效果，同时恢复山地生态功能。一是做好临时裸露区域的植被防护。对项目建设时临时堆材料的场地、临时施工便道占用的区域，在不影响施工的前提下，种植速生、耐旱、抗逆性强的草。这类草生长快，1-2个月就能形成覆盖，减少土壤裸露时间，增强抗冲刷能力。后面施工需要时，清理起来也容易，不影响工程推进。种植前，先把土壤平整好，去掉石块和废料，土壤差就撒点有机肥，再播种、盖薄土压实，干旱时适当浇水，促进发芽。二是做好永久区域的植被恢复。对已完成场地平整、光伏阵列基础回填后的区域，还有道路两侧、项目边界区域，优先选当地原生的乔木、灌木、草搭配种植，形成乔灌草结合的植被群。光伏阵列之间的空隙，种草或低矮灌木，不遮挡光伏板采光，同时覆盖土壤。道路两侧，外侧种乔木，内侧种灌木，形成防护带。项目边界，种和周边原生植被一样的植物，让项目区域和原生生态无缝衔接，既固土又恢复景观。种植时，先把之前保存的表层熟土铺回去，厚度不小于20厘米。乔木和灌木要挖种植坑，种好后回填压实、浇足水；草的种植方式和临时区域一样，确保植被成活。三是做好边坡植被恢复。对坡度较缓、已用工程措施加固后的边坡，在工程防护基础上，喷播混合了当地原生草种和灌木种的种子，同时盖保湿材料，促进种子发芽生长。草长得快，能短期发挥防护作用；灌木根系深，能长期增强边坡稳定性。喷播前，把草种、灌木种和泥炭土、有机肥、粘结剂、保水剂混合好，制成喷播基质，再用高压设备

喷到边坡上，喷完盖无纺布保湿。等植被覆盖度达到70%以上，再拆掉无纺布，靠自然降水养护，形成“草+灌木”的防护层。

2.3 临时防护措施：填补施工间隙防护空白

山地光伏项目建设时，工程措施施工周期长、不能马上生效，植物措施生长慢、短期内没防护效果，部分区域会出现“工程没完工、植物没生效”的防护空白期。临时防护措施能快速填补空白，避免这段时间发生水土流失。它灵活、便捷、可回收，能适应建设时动态施工的需求。一是做好裸露土壤覆盖防护。对开挖后暂时不回填、或还没种植植物的裸露土壤，用防尘网或土工布全覆盖。铺设前，先把土壤平整好，去掉尖锐物体，防止划破材料。材料之间搭接30厘米以上，边缘用石块、土袋或钉子固定，尤其是坡度大的地方，要多设固定点，防止大风把材料吹走。后面需要施工时，把材料拆下来，没破损就重复使用，降低成本。二是做好临时堆土防护。对场地平整开挖后暂时存放的土壤、施工产生的弃土，集中堆在预设的堆土场。堆土场要选在地势平缓、远离河道和原生植被的地方，先把场地平整压实。堆土时，分层堆、分层压，每层不超过1.5米，增强稳定性。堆土场四周，用编织袋堆临时挡土墙，再挖临时截水沟，拦住雨水、防止堆土坍塌。堆土顶部用防尘网覆盖，坡脚铺土工布，避免雨水冲刷坡脚导致泥沙流失。等需要用土或合规处置时，再逐步拆防护、转运堆土，减少存放时间。三是做好施工便道临时防护。建设时的临时施工便道，路面要铺10厘米以上厚的碎石，增强抗冲刷能力，减少雨水冲刷路面产生的泥沙流失。便道两侧挖临时边沟，把雨水引走。使用期间，定期检查维护，路面破了就补碎石，边沟堵了就清理，避免水土流失。项目完工后，把便道上的碎石拆掉，再种上植物，恢复地表植被。实际施工中，要根据天气变化灵活调整临时防护措施。雨天前，全面检查所有临时防护设施，重点查看防尘网是否有破损、边沟是否通畅、堆土场挡土墙是否稳固，发现问题立即修补，防止雨水冲刷造成水土流失。雨后及时排查，清理边沟和沉砂池内的泥沙，修复被雨水冲坏的防护材料，对积水区域及时排水，避免土

壤长时间浸泡变软。同时，要做好三项措施的协同配合，工程措施打底，植物措施跟进，临时措施补位，形成全方位防护。施工中定期巡查，建立台账，记录各区域防护情况和整改内容，确保每一处风险点都有人管、有人盯。还要结合现场实际情况，灵活调整措施细节，比如在风力大的区域，加密防尘网固定点；在降雨量大的区域，加宽加深截水沟和边沟，提升排水能力。通过这样的动态管理，确保整个建设期水土保持无死角，既保障项目顺利推进，又保护好山地生态环境。遇到特殊天气预警时，提前暂停高风险作业，加固重点区域防护，全力守住水土安全底线。

3 结语

山地光伏项目建设期的水土保持，核心是平衡“工程建设”与“生态保护”，需以“控—截—固—恢”为奋斗目标，聚焦高风险作业环节，通过工程措施、植物措施、临时防护措施的协同应用，构建全流程、多层次的水土保持体系。工程措施提供刚性防护，快速实现控源、截流、固土；植物措施构建生态屏障，持久恢复生态与固土能力；临时防护措施填补间隙空白，避免防护脱节。三者相互配合，既可为山地光伏项目施工创造稳定、合规的条件，确保工程顺利推进，又能最大程度减少地表扰动与水土流失，保护山地土壤与生态环境，为山地光伏项目绿色建设提供支撑，同时为清洁能源项目与生态保护协同发展提供可借鉴的思路。

参考文献

- [1] 刘栩位,周启刚,周浪,等.基于RSEI的三峡库区重庆段水土保持生态功能区生态环境质量动态监测[J].水土保持研究,2021,28(5):278-286.
- [2] 武秋彤,刘敏,李舒惠,等.基于移动监测的城市环境大气黑碳浓度空间特征及来源解析[J].应用生态学报,2022,33(8):2221-2228.
- [3] 赵帮元,陈桂荣,朱姝闻,等.当好水土保持千里眼顺风耳推动黄河流域水土保持工作科学发展—黄河流域水土保持生态环境监测中心发展纪实[J].中国水土保持,2020(12):4.