

甘 肃 情 况

【 决 策 参 考 】

(226)

甘肃省人民政府办公厅

2022 年 9 月 26 日

关于进一步巩固提升祁连山保护区矿区 生态修复成果的建议

采矿及探矿区的生态修复是祁连山保护区生态治理的重要内容，采用填埋后的植被建设等工程措施，明显改善了修复区景观面貌、植被状况和生态环境质量，修复效果逐渐显现。但由于祁连山修复区多位于高寒区，植物生长慢、植被恢复周期长、生态修复难度大，逐渐暴露出重建的人工植被群落稳定性不强，甚至出现局地水土流失等问题。亟需针对不同修复点的修复效果，采

取适当的人工促进措施，进一步提升生态修复水平，巩固修复成果。

一、采矿及探矿区生态修复现状

祁连山保护区共有采矿、探矿修复点 144 处，主要分布在天祝县和肃南县境内。自 2017 年以来，采取拆除设备、平整覆土、种草造林、围栏封育和加固护坡等措施进行了生态修复。目前已全面完成了生态环境问题整改任务，矿区生态环境得到极大恢复和改善。但修复区人工植被的结构、稳定性和功能仍与自然区（自然状态下未破坏的区域）天然植被存在很大差距。例如，修复区植物丰富度、盖度和生物量仅为自然区的 36%、50% 和 38%；土壤有机质和全氮含量为自然区的 15% 和 20%。修复区与自然区相比，特有的土壤动物种类多（9 科和 5 科），捕食性（54% 和 46%）和植食性土壤动物（31% 和 29%）类群比重高，表明修复区植被和土壤动物群落结构稳定性差，存在外来物种入侵及病虫害发生的风险。

二、存在的问题

一是修复地表出现地面下沉，局地地表甚至出现轻微水蚀现象，有滑坡等次生灾害风险。矿区生态修复时对所有采矿井口及巷道进行了回填，但由于部分巷道及井口回填不紧实，加之受雨水冲刷、冻融及人为活动影响，出现坍塌现象，威胁周边人畜安全，严重影响坡面植被稳定性。另外，植被修复所选植物以草本为主，其根系生长较浅、固土能力弱；坡面排水设施以石块堆砌

的排水沟为主，部分已被径流冲毁，其排水能力有限。缺乏配套的蓄水设施，加之矿渣组成的深层土壤入渗和持水能力差，导致局地地表出现水蚀现象，部分修复区覆土厚度由修复初期的10—30cm减至5—20cm，容易引起坡面土壤侵蚀及水土流失问题，同时也增加了滑坡和泥石流等灾害发生的风险。

二是人工植被物种配置不尽合理，植被稳定性不强。高寒山区温度低、植物生长季短、降水少且集中、土壤贫瘠，破坏后必须采取人工措施进行植被修复。目前，修复区种草面积约632万平方米，以披碱草和芨芨草等多年生禾本科植物为主；种植乔灌木约117万株，以青海云杉为主。部分修复区乔木比例过高，而乡土灌木如金露梅和沙棘等比例较低。修复区植物丰富度(1.67)、盖度(33.67%)和生物量(57.34克/平方米)显著低于自然区(4.67、66.67%和149.27克/平方米)。修复区表层土壤种子库密度和丰富度(644.44粒/平方米、7.33)都低于自然区(1411.11粒/平方米、11.00)。这说明，矿区修复区植被群落结构简单、群落稳定性低，抗干扰及自然更新能力较弱。

三是对受损生态环境及其生态恢复过程缺乏深入了解，缺乏必要人工措施促进植被恢复进程。祁连山保护区矿区多处于高寒山区，生态环境恶劣，回填客土中植物种子库较少，植被自然恢复过程非常缓慢，必须采取适当的人工植被建植及土壤修复措施来推进恢复进程、保证修复效果。矿区植被修复不应单纯以快速见效为主要目的，应综合考虑修复区立地条件和山区植被演替规

律，筛选抗寒、抗旱的乡土植物种作为先锋物种。人工植被建植后，管护措施除封育外，部分区域还应进行适当灌木补植（补植沙棘和金露梅等），以增强群落的稳定性。高寒山区土壤厚度薄、质地粗，部分区域土壤沙粒含量超过 85%；土壤腐殖质层薄，有机质含量低，土壤一旦破坏，恢复难度极大。针对修复区土壤基质缺乏、肥力低等问题，有必要研发土壤熟化和培肥技术以重建表层土壤，辅助工程技术抑制坡面水土流失和沙漠化，加快矿区生态恢复进程。

三、对策建议

一是因地制宜完善水土保持措施，提高修复地表稳定性。在坡面植被修复的同时布设蓄水及排水设施，蓄水设施不仅可以拦截降水，促进坡面植被生长，还可以有效减少坡面径流。坡面植被恢复时应该选择抗寒、抗旱和繁殖能力强的草本加乡土灌木植物的组合方式，灌木发达的根系进一步提高了坡面保水固土能力。此外，针对部分坡度较大的坡面，采取一些工程措施进行坡面固定，再进行植被修复。同时，全面排查矿区巷道及井口回填情况，及时修复回填不完整、有坍塌或者外漏的巷道及井口，杜绝安全隐患。

二是优化植被修复技术，提高植物群落稳定性。针对高寒山区年积温较低、降水少且集中、植物生长季短和生物多样性较低的特点，植被修复时的物种配置应遵循以下原则：（1）地带性原则，应选择根系发达、抗逆性强、生长快、成活率高的乡土物

种，尽量满足修复植被与原有植被相协调。避免大量引进外来物种，降低物种入侵风险。(2) 多样性原则，合理配置乔、灌木和草本等物种组成，以形成稳定、可自然更新的植物群落。植物种选择还应注重垂直结构的设计，避免单一物种的使用，减小种间竞争。(3) 功能性原则，物种筛选应该兼顾生态修复前期的景观快速绿化，生长后期的植被保水、保肥及护坡功能，降低水土流失风险，发挥所选植物自身的生态调节作用和提升其生态服务功能。

三是加强研究试验和修复效果评估，创新高寒山区生态修复技术，提升生态修复水平。为确保修复效果的可持续性，持续发挥修复后的生态和社会效益，防止人工植被和重构土壤出现退化，应建立遥感、无人机和地面监测等多种技术手段结合的“天—空—地”一体化监测体系，加强修复区的监测、管理和维护工作。同时，应以典型矿区为样点，定期跟踪监测修复区植被多样性、土壤性质及水土流失等变化，开展矿区修复区生态环境演变、生态系统稳定性等方面科学研究工作。构建高寒山区生态修复技术体系，提升生态修复水平，为保护区人类活动工程生态环境修复提供参考依据。

作者：

罗维成，中国科学院西北生态环境资源研究院副研究员，研究领域：生态学

赵文智，中国科学院西北生态环境资源研究院研究员，研究领域：生态水文学

王乃昂，兰州大学资源环境学院教授，研究领域：自然地理学

刘继亮，中国科学院西北生态环境资源研究院副研究员，研究领域：土壤生态学

陈龙飞，中国科学院西北生态环境资源研究院助理研究员，研究领域：森林生态学

分送：省长，副省长，省政府秘书长，省政府办公厅主任，省政府副秘书长，省纪委监委派驻省政府办公厅纪检监察组组长，省政府办公厅副主任。

发送：中国科学院西北生态环境资源研究院。

