

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2018.06.021

煤矿临时建设用地凹凸地貌重塑技术研究

——以重庆市木朗煤矿为例^①

杜建平¹, 邵景安^{1,2}, 周春蓉^{3,4},
孙 静^{3,4}, 蒋佳佳¹

1. 重庆师范大学 地理与旅游学院, 重庆 400047; 2. 三峡库区地表过程与环境遥感重庆市重点实验室, 重庆 400047;
3. 重庆地质矿产研究院 外生成矿与矿山环境重庆市重点实验室, 重庆 400042;
4. 煤炭资源与安全开采国家重点实验室重庆研究中心, 重庆 400042

摘要: 地貌重构是煤矿开采区土地复垦和生态恢复过程中的重要环节, 直接决定煤矿临时建设用地复垦后的微地貌框架, 决定复垦方向在利用上的稳定性。综合集成土地复垦、边坡治理、水土流失防治等方面的措施, 考虑压占损毁、堆积损毁地貌形成原因、可能产生的危害(隐患点), 尤其现有地貌和利用方式距离原有地貌和利用方式的偏差大小, 细化了煤矿临时建设用地凹凸地貌重塑技术体系: 建筑物与构筑物拆除技术、土地平整与表土剥覆技术、沟道再造与道路工程技术和坡面防护技术, 并选择重庆市綦江区木朗煤矿进行典型案例的实证研究。总体看, 这些技术在很大程度上可以决定煤矿区临时建设用地地表起伏的大小, 控制平地、山丘、洼地的配置形式, 影响煤矿区临时建设用地地貌的大致架构。但是, 因缺乏对地貌形成中的自然因素及周围景观环境的考虑, 塑造的地貌往往与周围原有地貌之间存在较大差异, 未来应运用微地形理论在微观尺度上对煤矿临时建设用地进行坡度设计、沟谷布局, 参考仿自然地貌理论, 协调重塑地貌与周围地貌之间的关系, 构建多种理论结合指导的受损土地地貌重塑技术体系, 从根本上为煤矿临时建设用地凹凸地貌重塑提供技术支撑和科学依据。

关键词: 煤矿临时建设用地; 凹凸地貌; 重塑技术; 重庆

中图分类号: TD824

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2018)06-0140-09

我国是世界第一产煤大国, 煤炭产量已近 37 亿 t, 占资源总量的 80% 左右, 煤炭开采常以井工为主。历史上看, 煤炭资源开采在有力地促进我国经济社会发展的同时, 也由于相应保护与治理措施的缺乏或未及时跟上, 开采过程中也引起了一系列生态环境问题, 尤其是压占和损毁了大量土地资源, 改变乃至破坏了大量的原有微地貌格局, 进而导致滑坡、塌方、边坡稳定性低、水土流失及环境污染等。踏勘发现, 煤矿在进行生产开采时, 不可避免地会占用一定数量的林草地或耕地, 从而造成临时建设用地的产生, 临时建设用地的产生常常会对原有地貌产生影响, 如矿井基础建设对土地的临时占用, 使原有的自然景观类型变为井口、工业广场、矸石堆场; 建筑物基础及路基在施工中的填挖、取土、弃土造成地表植被破坏, 形成裸露的边坡, 这些都在一定程度上导致局部或区域内地形地貌和土地地表形态发生根本改变^[1]。

在煤矿开采区, 国家及地方一直遵循“谁开采、谁受益、谁治理”的原则, 对矿区的生态环境予以恢

① 收稿日期: 2017-09-16

基金项目: 重庆市基础科学与前沿技术研究重点项目(cstc2017jcyjBX0024); 重庆市国土房管局科技计划项目(CQGT-KJ-2014034)。

作者简介: 杜建平(1992-), 男, 硕士研究生, 主要从事土地利用与生态过程的研究。

通信作者: 邵景安, 博士, 研究员。

复和治理,在一定程度上缓解了矿区生态环境恶化的状况.更为重要的是,生态文明建设和绿色发展理念提出后,煤矿区的土地复垦与治理工作愈发引起了国家及各级政府的重视.但是,从目前的研究和实践看^[2],如何运用生态型新材料、新技术、新工艺开展煤矿临时建设用地凹凸地貌重塑技术研究仍显得十分必要和紧迫.煤矿临时建设用地凹凸地貌重塑作为后期土壤重构和植被重建的前提和基础,是指通过相应的工程措施对已经稳定成型的工业广场、裸露边坡和矸石山等凹凸不平的地貌进行整治并塑造形成新形态的过程^[3-5].

目前,国内外学者主要侧重于矿区土地利用和景观格局变化^[1,6-8]、水土流失防治^[9-10]、土壤剖面重构与修复^[11-12]、矿区植被恢复与生态重建^[13-14]等方面的研究,在矿区复垦技术方面,多侧重于土壤重构和植被恢复,而对煤矿区土地复垦与生态重建中的地貌重塑技术方面尚无微观尺度的研究.对煤矿区临时建设用地地貌重塑理论与技术进行梳理,有利于后期土壤重构与修复、植被恢复与生态重建工作的开展.本文基于微地形塑造理论,在分析煤矿临时建设用地类型及地貌特征的基础上,探讨煤矿临时建设用地凹凸地貌重塑的原理及方法,以期对煤矿区临时建设用地凹凸地貌重塑提供科学的思路和方法.

1 煤矿临时建设用地类型及地貌特征

1.1 煤矿临时建设用地类型

根据土地被占用的时限,煤矿土地占用可分为永久性建设用地和临时性建设用地 2 类.永久性建设用地常常办理了征地和用途转换手续,属于国有土地范畴,不是煤矿建设用地复垦的对象.在煤矿开采完毕后,这部分土地可以在满足规划的前提下用于其他方面用途转换,如二、三产业发展等.相比之下,煤矿的永久性建设用地相对较少(仅在资源型城镇发展区才可能存在),大部分均为临时性建设用地.由于煤矿大都具有一定的储量,一定的开采年限,待煤矿开采结束后其占用的临时性建设用地需要进行复垦再利用,尽可能还原至原来被占用的利用方式.在煤矿建设初期,为实现煤炭资源的顺利开采,往往需要临时性占用一些土地来建设施工辅助设施,从而导致土地发生临时性压占现象,压占的土地主要集中在工业广场和矸石山,工业广场内主要布置有风井场地、炸药库、瓦斯抽放泵站等;压占土地主要包括有林草地、耕园地、村庄及其他土地等类型.

1.2 煤矿临时建设用地地貌特征

根据损毁特征和产生的原因,煤矿临时建设用地的微地貌可分为堆积地貌和压占地貌 2 类.堆积地貌主要指在原生地貌上堆放煤矸石、矿渣、废弃石土、粉煤灰等固体废弃物造成堆积而形成的地貌,是煤矿开采过程中产生的伴生地貌形态.这类堆积地貌边坡发育,坡体不稳,坡度较陡,约为 45° ,往往会造成土地部分或全部原有功能的丧失,导致区域内地形地貌和土地地表形态发生根本的改变.若不采取相应的治理措施,常常会导致一定的水土流失、滑坡、塌方等灾害的发生,危及周围土地利用类型及当地居民的生命财产安全.

压占地貌主要指采煤过程形成的生产区场地、矿区道路和布置有办公区、生活区、炸药库、风井及瓦斯抽放泵站等在内的工业广场占用土地而形成的地貌.此类地貌多为形状不同规模不等的台面,坡度较缓,分布相对集中,地面多为水泥混凝土坝,煤矿废弃后这些设施便失去了使用价值,这类地貌继续存在不仅破坏了周围自然景观的协调,也影响了土地的后续利用.

通常情况下,堆积地貌和压占地貌形成过程中造成的土地损毁大多为严重损毁,但不同区域因规模大小、立地条件等的不同,损毁程度也存在差异,所需采取的重塑技术也会存在差异.

2 煤矿临时建设用地凹凸地貌重塑技术分析

2.1 微地形塑造理论

微地形是针对地理学中巨地形和大地形而言的小尺度的地形变化^[15].日本学者将丘陵地区微地形分为顶坡、上边坡、谷头凹地、下边坡、麓坡、泛滥性阶地和谷床 7 种类型^[16],而煤矿临时建设用地的

微地形主要是指部分区域出现的矿井、矸石堆和建筑台阶等. 微地形塑造就是通过调节已稳定成型的微地形高差继而构造出适宜的微地形, 改善植被立地条件, 预防水土流失和阻止水土侵蚀的发生, 改善土壤有机质和调节矿区小气候条件, 进而改善整个矿区的生态环境^[2]. 若在矿区土地复垦与再利用过程中, 只关注宏观景观格局, 而忽视微观地形的塑造, 则将不利于后续土壤剖面的重构和植被恢复, 甚至会加剧矿区水土流失状况^[17].

2.2 煤矿临时建设用地凹凸地貌重塑思路

凹凸地貌重塑不是将受损毁的地貌恢复为被占用前的状态, 而是恢复为具有较强的安全稳定性, 且有一定生态服务功能和价值的地貌类型和土地利用方式. 鉴于目前针对煤矿临时建设用地凹凸地貌重塑的技术相对缺乏, 本研究综合集成了土地复垦、边坡治理、水土流失防治等方面的措施, 考虑压占损毁、堆积损毁地貌形成原因、可能产生的危害(隐患点), 尤其现有地貌和利用方式距离原有地貌和利用方式的偏差大小, 考虑现有可能的成熟技术对恢复过程予以细化(图 1), 结合煤矿区临时性建设用地类型和地貌损毁特征, 将地貌重塑技术分为工业广场地貌重塑技术和矸石山地貌重塑技术两类. 其中, 工业广场区地貌重塑技术可借鉴农村集体建设用地复垦技术, 如拆除工程、表土剥覆、土地平整、设施配套等技术, 而矸石山区地貌重塑技术可参考坡面治理技术, 这些在水土保持、坡改梯、边坡治理等工程中均有较为成熟的技术可以借鉴和参考.

在地貌重塑技术遴选过程中, 复垦方向的确定是极其重要的. 不同的复垦方向, 同样的临时用地类型, 所选择的地貌重塑技术差异较大. 而且, 复垦方向的确定主要受制于临时性建设用地所处的综合立地条件, 如微地貌、土层厚度、土壤有机质、交通区位、水源条件、周围土地利用方式等. 但是, 本研究过程中的地貌重塑技术的选取是基于特定的复垦方向(根据矿区复垦规划和煤矿临时建设用地适宜性评价确定)而开展的, 即是说在进行地貌重塑技术选择时是不开展复垦方向研究的, 而仅仅基于特定方向开展重塑.

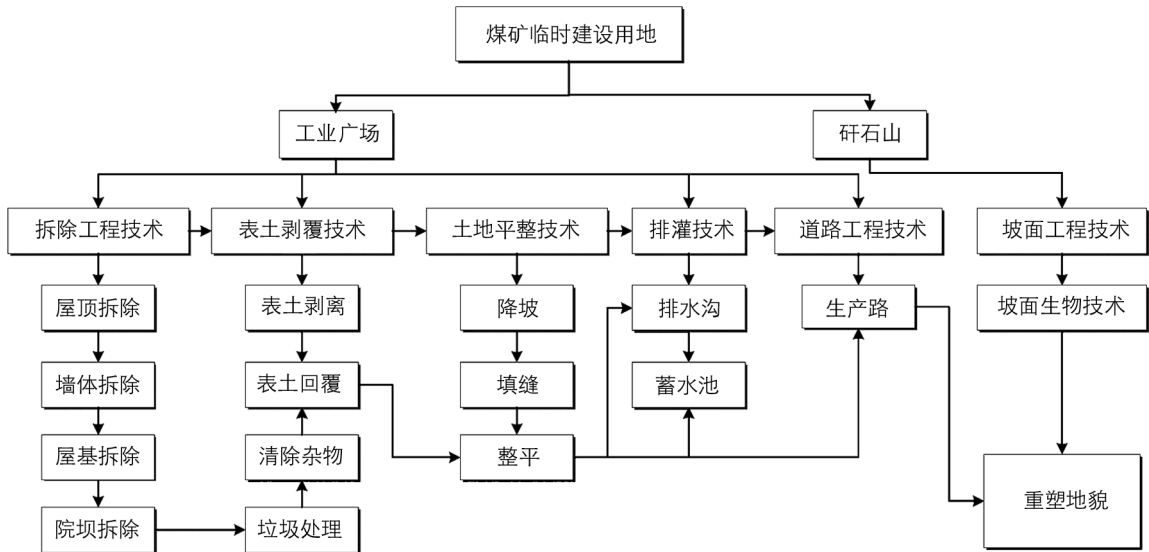


图 1 煤矿临时建设用地凹凸地貌重塑流程

3 案例分析

3.1 研究区概况

木朗煤矿位于綦江区城南方向, 方位角 172°, 地处綦江区石壕镇罗李村境内, 面积 49.2 hm², 主平硐井口地理坐标: 106°42′32″E, 28°35′35″N. 矿区处于低山区山地斜坡地带, 地势总体上东北高西南低, 区内煤矿临时建设用地最高处海拔 493 m, 最低处海拔 471 m, 相对高差 22 m; 土壤主要为中性至微酸性、微碱性黄土, 土层平均厚度 0.3 m, 有机质含量介于 1%~5% 之间, 氮、磷、钾含量均属中等水平; 气候属亚热带季风温湿气候, 年平均气温 19.3 °C, 多年平均降水量 1 240.9 mm, 降雨形成地表径流丰富; 周边地类

主要以林地和耕地为主；矿区有公路与县道连接，距綦江城区 97 km，距重庆松藻煤电有限责任公司白岩火车站 2.4 km，距石壕镇 14 km，交通较为方便。

研究区煤矿临时建设用地按功能可分为生产区、生活区、炸药库、矸石山、风井和瓦斯抽放泵站 5 个片块(图 2)，合计占地 1.150 2 hm²。建矿前研究区土地利用类型以耕地、林地为主，建矿后则演变为以砖混结构房屋，浆砌块石屋基，土石、混凝土地面为地面附着物的采矿用地(表 1)，这样的演变在很大程度上改变了原有土地利用方式和土地利用类型，破坏了原有的微地貌格局，而且，还存在较大的安全隐患。因此，在根据矿区复垦规划和煤矿临时建设用地适宜性评价所确定的特定复垦方向(生产区、生活区和炸药库复垦为耕地，矸石山、风井及瓦斯抽放泵站复垦为林地)下，重塑地貌形态，是木郎煤矿实现复垦与再利用的前提。

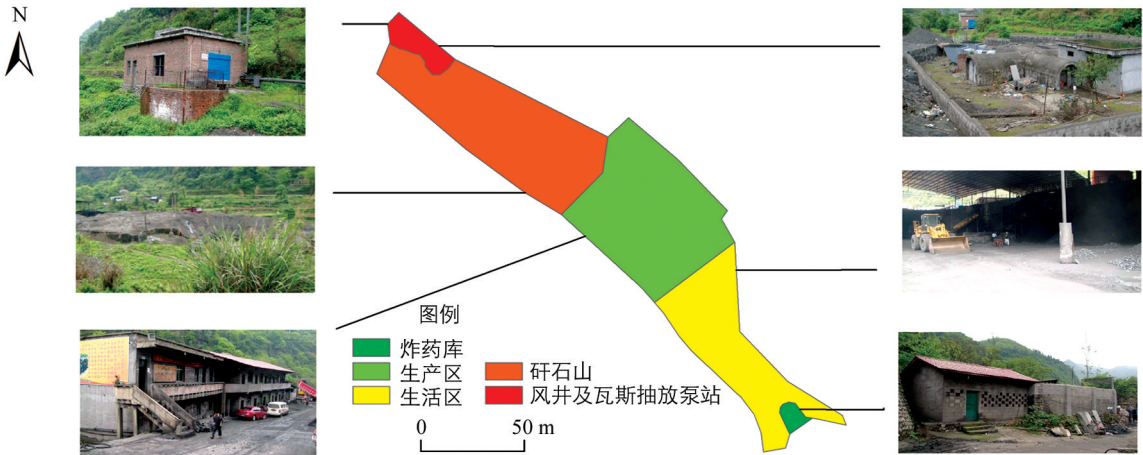


图 2 研究区概况

表 1 木郎煤矿主要临时建设用地情况

临时建设 用地类型	生产区	风井及瓦斯 抽放泵站	矸石山	生活区	炸药库
面积/hm ²	0.420 1	0.073 4	0.368 6	0.275 6	0.012 5
占用土地类型	耕地、灌木林地 采矿用地	耕地、灌木林地		耕地、灌木林地、采矿用地	
坡度/°	约 2°	风井约 3° 瓦斯抽放泵站约 15°	顶部约 3° 边坡约 45°	约 3°	约 2°
地面附着物	机修房、绞车房 木材仓库、压风站 木材加工房、变电所	风井值班室 瓦斯抽放泵房 水池、围墙	煤矸石	办公楼、职工宿舍、 澡堂、食堂、设备室、 材料库、污水处理池	值班室、 雷管室、 炸药室、围墙
地面附着物状况	砖混结构房屋，浆砌块石屋基， 土石、混凝土地面		煤矸石堆 相对高差 3 m	砖混结构房屋，浆砌块石屋基， 混凝土地面	

3.2 工业广场地貌重塑技术

实地踏勘发现，研究区工业广场的用地现状多为矿区房屋、院坝、道路等组成，损毁类型多为压占。地类性质是临时建设用地，地面附属物也是临时的构筑物或建筑物，地形多为不同高度台面且坡度较缓，这就决定了研究区的工业广场适宜于复垦为农业用地或生态用地。为满足未来复垦方向的利用要求，研究拟采取工程拆除、表土覆盖、土地平整、灌溉排水工程修筑和道路工程等技术开展压占地貌的重塑，以增加工业广场用地的稳定性，提高复垦方向的服务功能。

3.2.1 建筑物与构筑物拆除技术

拆除工程主要包括工业广场房屋拆除和砼地面拆除，拆除方式主要为机械拆除和人工拆除为主。对煤

矿临时建设用地建筑物拆除方式的选择应考虑当地的地形坡度、交通可达性、拆除成本和土地利用等因素, 地形起伏越小, 交通通达性越好, 在拆除成本和人身安全的约束下, 采取机拆的可能性越大, 诉诸人拆的可能性相对降低. 木朗煤矿区临时建设用地拆除物主要有办公楼、生活区房屋、炸药库、风井及瓦斯抽放泵站等, 砟地面主要是工业广场院坝及矿区道路, 地形起伏不大, 地面坡度介于 2~15°之间. 鉴于工业广场有 2.5 m 及以上宽度的道路与外界相连, 综合考虑地形坡度、交通通达性、拆除物材质及工程量等因素, 拆除工程选择机械拆除的方式进行. 拆除后的废渣可填于平硐内, 可利用旧材料(如废旧钢筋等)由业主负责外售或再利用.

就拆除技术来说, 一定要注重拆除流程的设计(常为先地上后地面), 否则, 很难顺利完成拆除工序, 移除拆除后的弃渣. 而且, 要做好拆除物的分选、堆放和再利用, 对于没受到损坏的拆除物, 分选后集中堆放于工业广场周边或便于转运的区域, 以用于后续的工程建设, 提高拆旧利用率; 对于剩余能利用的拆除物则集中堆放后, 转运于需要使用的区域; 对于受损严重或不能利用的集中堆放或转运至弃渣堆料厂, 进行生态化处理, 如废弃砖石块可运至建材厂生产为建筑空心砖、无用的废弃垃圾可进行垃圾发电等, 以减少对复垦区生态环境的污染. 因此, 在拆除工程技术研究方面, 还需加强拆除物的就地分选、就地高效利用技术和剩余拆除物的生态化处置技术.

3.2.2 土地平整与表土剥覆技术

土地平整是地貌重塑技术中的一项常用技术, 主要是在工业场地、风井及瓦斯抽放泵站及炸药库拆除原有临时建筑后就地进行表土的平整及再分配, 降低微地貌的自然坡度, 对其进行重塑, 从而降低未来表土覆土量, 提高复垦区的土地平整度^[18]. 平整方式主要采用平地机平土, 土地平整应尽量依据自然地形地势, 使挖填土方量最小, 同时满足耕地、林地栽植的要求, 整平时, 尽量采用对地压力小的机械设备, 并对土层及客土区进行翻耕. 但是, 在选择机平时一定要先对压占底层的土壤进行深翻再平整, 同时剔除深翻出的砾石含量.

由于工业广场主要是临时建筑、构筑物及矸石压实平整形成, 对其上层的建筑物拆除后, 表层主要为矸石, 土壤很少, 无法满足植被生长需求, 需要诉诸覆土工程措施. 为达到有效土层厚度林地不低于 30 cm、耕地不低于 40 cm 的要求, 需对工业广场进行客土覆土. 所需覆土应就近选择取土点, 土壤 pH 值、有机质含量等特性必须能满足耕作要求. 而且, 取土点最好不选择耕地尤其是基本农田区, 且距离覆土区要有公路相通, 距离相对要近. 针对木朗煤矿工业广场需要客土的实际情况, 将工业广场中的生产区、生活区、炸药库按农业复垦方向标准覆土 40 cm, 矸石堆和风井及瓦斯抽放泵站作林业复垦方向覆土 30 cm. 在进行客土覆土时应首先计算剥覆土方量(表 2), 在计算剥覆土方量时, 应考虑土地复垦标准、转运及其过程中的土量损失问题、剥离后不影响剥土区的用途使用和作物生长需要的合理土层厚度、裂缝宽度及长度等因素, 以达到土量的供需平衡. 根据土地复垦义务人和当地村社提供的客土证明, 待闭坑后工业广场所需土量可从工业广场东南侧的荒草地取土, 在取土前先对表土进行剥离, 将剥离的表土堆于取土场一侧, 待取土完后对取土场进行覆土复垦, 表土堆放场地宜安排在取土场旁边, 以方便表土回覆; 表土堆放时间不能太长, 当取完土后应立即对取土场进行表土回覆; 土堆高度不宜太高, 以防堆体坡度过陡而发生坍塌. 由于研究区煤矿临时建设用地内部未见裂缝, 故在计算土方量时不考虑裂缝充填土方量.

表 2 木朗煤矿临时建设用地复垦供需土情况

需土	需土单元	生产区	风井及瓦斯抽放泵站	矸石山	生活区	炸药库
	覆土面积/hm ²	0.420 1	0.073 4	0.368 6	0.275 6	0.012 5
	覆土厚度/cm	40	30	30	40	40
	需土量/m ³	1 680. 4	220. 2	1 105. 8	1 102. 4	50
供土	供土单元	取土面积/m ²	原土层厚度/cm	可供土层厚度/cm	可供土量/m ³	运距/m
	工业广场东南侧的荒草地	10 397	80	40	4 158. 8	420

3.2.3 沟道再造与道路工程技术

矿区未开采前,有着一套天然的排灌系统,但是矿厂开采后改变了原有的地形地貌,导致其排灌系统遭到破坏,因此对其地貌重塑的排灌水系统进行考虑就显得十分必要.在进行沟道工程布置设计时,应充分考虑项目区地形走向、水文气象、水土资源等因素.鉴于木朗煤矿工业广场边有羊叉河流过,本矿的开采对羊叉河无影响,该河常年流水,且水量大,能满足灌溉需水,因此工业广场地貌重塑的沟道再造主要是在工业场地新修排水沟,根据实际情况和需要设计 $0.3\text{ m} \times 0.4\text{ m}$ 规格的排水沟(图 3),采用底包墙形式,沟壁为浆砌砖,宽 0.18 m ,深 0.4 m , 0.06 m 厚 C20 砼底板,迎水面和沟壁平面采用 $1:2.5$ 水泥砂浆抹面,用于排泄场内的径流,减少水土流失和积水的形成,其走向应根据场内地形起伏与走势确定,其设计标准按 10 年一遇 1 h 最大暴雨量排出进行设计.沟道再造过程中,一定要实地踏勘天然排灌沟渠系统的行流过程与原因,尽量利用原来的走向进行选址,并考虑原来的天然规格进行设计,以确保再造出的沟道能够满足复垦后的需要.

道路工程根据地形及周边情况设计部分生产路,便于农民的生产生活,同时保留工业场地人工道路方便耕作生产.但应根据当地人流量的大小和所起的作用,严格控制路面宽度和混凝土水泥路面厚度.道路的布设要因地制宜,既要能满足农民的生产生活需要还要与周围景观相协调,即在发挥道路的生产运输功能时,还应将道路融合到周围环境中,充分利用周围自然景观,力求将道路建设的视觉冲击对周围环境的影响降到最低^[19].当道路纵坡小于 15° 时,应设置为平直式;当道路纵坡大于 15° 时,则应设置成梯步.根据木朗煤矿实际情况,将原矿区的堡坎保留作为部分生产路使用,其余新修生产路宽 0.8 m ,采用 C20 现浇混凝土方式(图 4).现浇 C20 砼路面时每隔 6 m 设置一条伸缩缝,缝宽 $3\sim 8\text{ mm}$.道路工程建设时,一定要尽量保留工业广场内修建的道路,在此基础上,配套相应的生产便道与其相连即可.一方面,保留了部分原有的道路,减少拆除工程量和外运量;另一方面,减少了新修路网的长度,并便于完善路网等级,相当于在复垦区的配套设施建设中实现了去产能的低碳与生态目的.

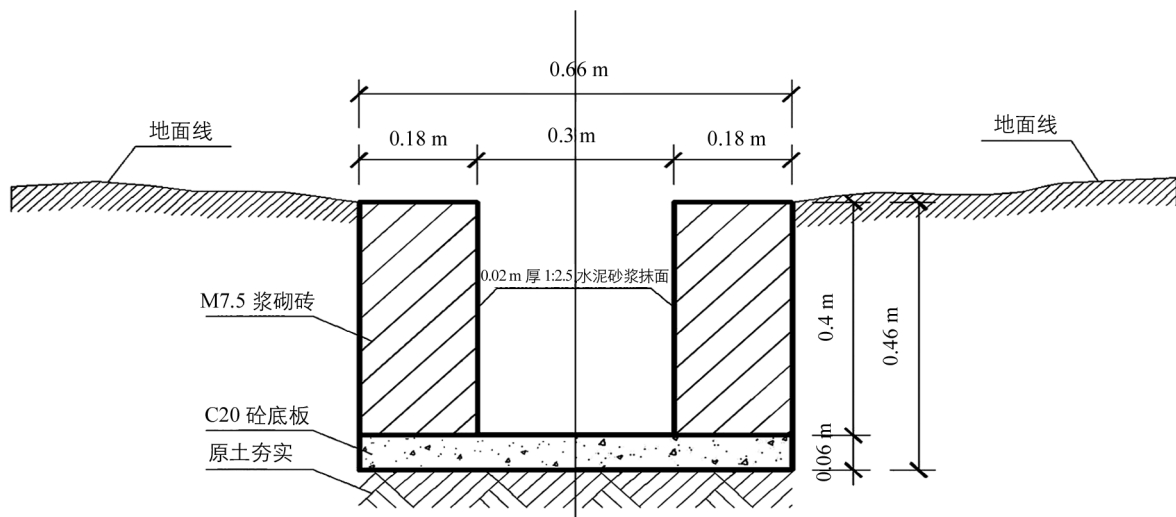


图 3 排水沟断面图

但是,在沟道再造和道路工程建设时,一定要遵循拆除物“资源化利用”的生态循环理念,尽量使用工业广场的拆除物及弃渣进行沟道再造和道路建设,提高拆除物的资源化利用率,减少拆除物的丢弃,类似于生态化处置的另一种理解,即利用生态化处置的最佳状态.

3.3 矸石山地貌重塑技术

3.3.1 坡面工程技术

坡面工程主要是针对堆矸场边坡而实施的治理措施.由于矸石场堆筑坡度在 45° 左右,坡体不稳,不利于上方覆土,需对矸石场坡面采用坡改梯式多级台阶降坡方法,将矸石场坡面降至坡度在 30° 以下的坡面平台再于表面进行覆土,并在坡边修筑石坎挡土,石坎高 1.25 m (图 5).本次使用条石规格为 $0.25\text{ m} \times$

0.25 m×1.0 m, 石坎顶宽 0.25 m, 石坎布设 2 层丁字石, 每隔 2 根条石布设 1 处丁字石, 丁字石距坎顶 0.5 m. 丁字石从第 2 轮开始安放, 采取 2 顺 1 定的安砌方式. 回填时先将表土集中, 清理土中的石块, 将其堆放在石坎后, 然后再挖地块内高处的生土进行回填. 此项工作可与砌石坎同时进行, 也可以先砌坎后回填, 土面回填平整后再将表土还原.

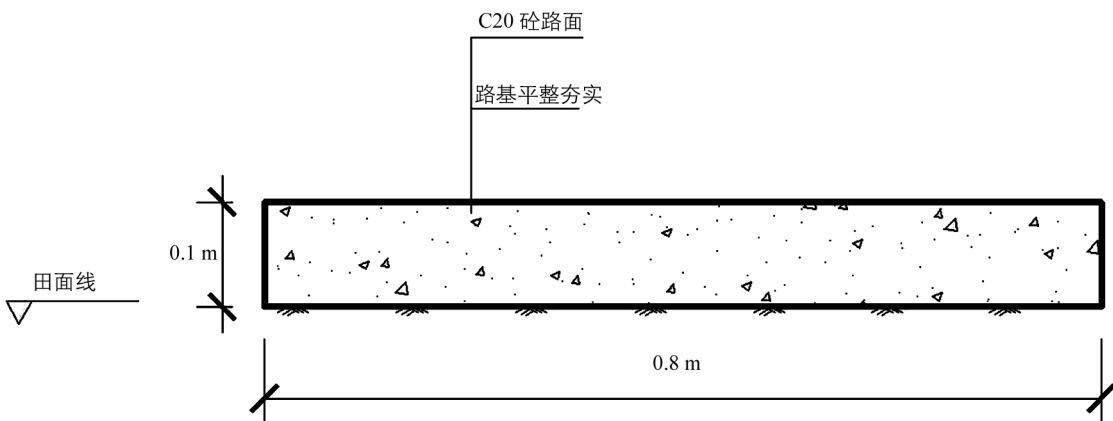


图 4 生产路断面图

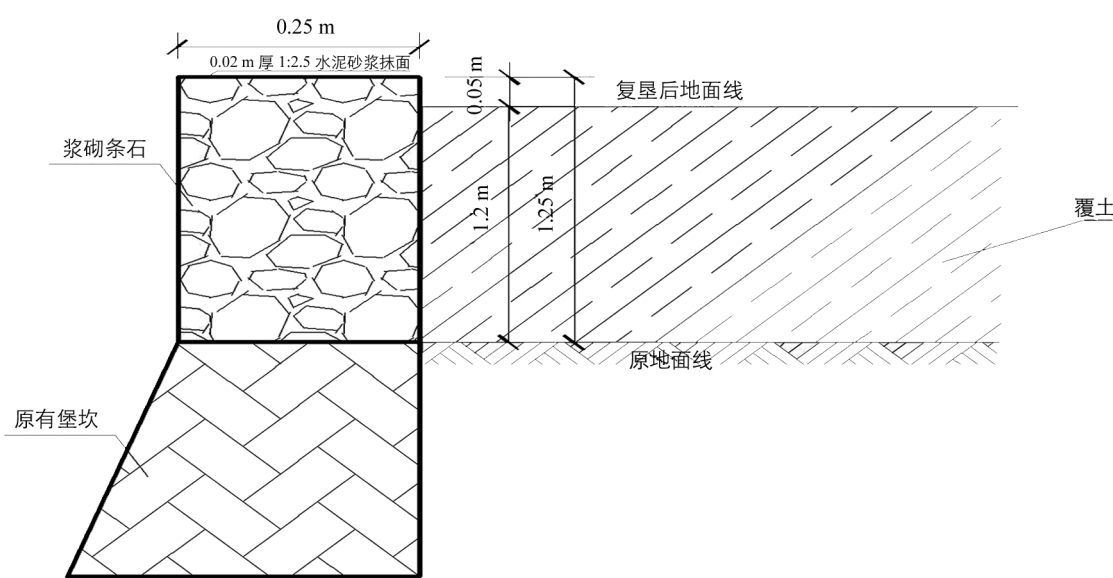


图 5 挡土石坎断面图

3.3.2 坡面生物技术

煤矿开采过程中形成的矸石堆场和建筑物基础及路基在施工中的填挖、取土、弃土均造成地表植被破坏, 形成裸露的边坡, 仅靠工程措施难以使其形成稳定的地貌, 采用生物技术不仅能保持坡面的稳定, 还能达成与周围自然景观的协调. 在矸石坡脚处可以选择爬山虎作为恢复物种; 对于坡面和坡顶植被, 则应选择播种栽培较容易, 成活率高, 根系发达, 能形成网状根固持土壤, 地上部分生长迅速, 枝叶茂盛, 能尽快和尽可能时间长地覆盖地面, 有效阻止水土流失侵蚀, 能较快形成松软的枯枝落叶层, 提高土壤的保水保肥能力的物种. 由于矸石堆上覆土不厚, 树木根系难以下扎, 因此坡面及坡顶不宜栽植高大的乔木, 乔木在这种立地条件下适应性较差, 最好选择低矮的灌木或草本植物. 而且, 在选择草本植物时, 为尽快提高边坡的覆绿速度, 常采用上下结合的方式进行. 但是, 不管选择哪种植被, 最好在选择之前对矿区周围的植被状况进行详细地调查和踏勘, 选择时尽可能地以适应性特别强的乡土植物为主, 避免外来植物的不适应性发生.

此外,坡面植被恢复应遵循生态结构的稳定性与功能的协调性,考虑整个复垦区生态系统的正常运行.根据生态演替理论,顶极群落是与当地的现实生态位相适应的一种稳定群落结构,演替前期的群落为后期的群落创造更加适宜的条件,经过若干次演替后,最终达到顶级稳定群落.因此,在进行坡面植被恢复时,最好从苗木开始,因为成树在这样恶劣的自然条件下将难以成活,而苗木则可以适应其现实生态位;在植被配置模式上要适应当地的自然条件和立地条件,符合水土保持要求,适合先锋植物和适生树种的生理生态习性.同时,应重视后期的保护和管理,如防止牲畜进入复垦区域践踏植被,定期进行浇水灌溉等.

4 结 语

煤矿临时建设用地地貌重塑作为后期土壤重构、生态修复的前提条件,对煤矿临时建设用地复垦起着至关重要的作用.本文综合集成了与土地复垦、边坡治理、水土流失防治等方面的措施,考虑现有可能的成熟技术对恢复过程细化为建筑物与构筑物拆除技术、土地平整与表土剥覆技术、沟道再造与道路工程技术和坡面防护技术,并选择重庆市木朗煤矿进行了实证研究.尽管这些技术决定了煤矿区临时建设用地地表起伏的大小,控制了平地、山丘、洼地的配置形式,决定了煤矿区临时建设用地地貌的大致架构,但因缺乏对地貌形成中的自然因素及周围景观环境的考虑,塑造的地貌往往与周围原有地貌之间存在较大差异.为此,在今后的地貌重塑工作中,应注重应用景观生态学、生态水文学理论对煤矿临时建设用地凹凸地貌重塑进行宏观层面的指导,运用微地形理论在微观尺度上对煤矿临时建设用地进行坡度设计、沟谷布局,参考仿自然地貌理论,协调重塑地貌与周围地貌之间的关系,构建多种理论结合指导的受损土地地貌重塑技术体系.

参考文献:

- [1] 吴春花,杜培军,谭 琨.煤矿区土地覆盖与景观格局变化研究[J].煤炭学报,2012,37(6):1026—1033.
- [2] 张 莉,王金满,刘 涛.露天煤矿区受损土地景观重塑与再造的研究进展[J].地球科学进展,2016,31(12):1235—1246.
- [3] 陈晓辉.黄土区大型露天煤矿地貌演变与重塑研究[D].北京:中国地质大学,2015.
- [4] 景 明.黄土区超大型露天煤矿地貌重塑演变、水土响应与优化研究[D].北京:中国地质大学,2014.
- [5] 杨翠霞,赵廷宁,谢宝元,等.基于小流域自然形态的废弃矿区地形重塑模拟[J].农业工程学报,2014,30(1):236—244.
- [6] 王行风,汪云甲,李永峰.基于生命周期理论的煤矿区土地利用演化模拟[J].地理研究,2009,28(2):379—390.
- [7] 毕如田,白中科,李 华,等.基于RS和GIS技术的露天矿区土地利用变化分析[J].农业工程学报,2008,24(12):201—204.
- [8] 李保杰,顾和和,纪亚洲.矿区土地复垦景观格局变化和生态效应[J].农业工程学报,2012,28(3):251—256.
- [9] 白中科,佟则昂.安太堡露天煤矿水土流失特征与控制[J].煤炭学报,1997,22(5):542—547.
- [10] 郭建英,何京丽,李锦荣,等.典型草原大型露天煤矿排土场边坡水土蚀控制效果[J].农业工程学报,2015,31(3):296—303.
- [11] 胡振琪,魏忠义,秦 萍.矿山复垦土壤重构的概念与方法[J].土壤,2005,37(1):8—12.
- [12] 王金满,张 萌,白中科,等.黄土区露天煤矿排土场重构土壤颗粒组成的多重分形特征[J].农业工程学报,2014,30(4):230—238.
- [13] 王 军,李红涛,郭义强,等.煤矿复垦生物多样性保护与恢复研究进展[J].地球科学进展,2016,31(2):126—136.
- [14] 王洪丹,王金满,曹银贵,等.黄土区露天煤矿排土场土壤与地形因子对植被恢复的影响[J].生态学报,2016,36(16):5098—5108.
- [15] 渠志勇.园林微地形植物造景应用初探[J].同煤科技,2010(2):41—43.
- [16] DAI N, MIURA O. Soil Disturbance Regime in Relation to Micro-Scale Landforms and Its Effects on Vegetation Structure in a Hilly Area in Japan[J]. Plant Ecology, 1997, 133(2): 191—200.

[17] 赵 荟, 朱清科, 秦 伟, 等. 黄土高原干旱阳坡微地形土壤水分特征研究 [J]. 水土保持通报, 2010, 30(3): 64—68.

[18] 黄晶晶, 张 坤, 魏朝富, 等. 西南喀斯特山地采煤沉陷区土地整治关键技术研究——以重庆松藻矿区为例 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2014, 36(11): 164—174.

[19] 徐 斌. 高速公路沿线自然景观的保护与利用 [D]. 上海: 同济大学, 2009.

Geomorphology Reconstruction Technology of Coal Mine Temporary Construction Land ——A Case Study of Mulang Coal Mine in Chongqing

DU Jian-ping¹, SHAO Jing-an^{1,2}, ZHOU Chun-rong^{3,4},
SUN Jing^{3,4}, JIANG Jia-jia¹

1. College of Geography and Tourism, Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China;
2. Key Laboratory of Surface Process and Environment Remote Sensing in the Three Gorges Reservoir Area, Chongqing 400047, China;
3. Chongqing Key Laboratory of Exogenic Mineralization and Mine Environment, Chongqing Institute of Geology and Mineral Resources, Chongqing 400042, China;
4. Chongqing Research Center of State Key Laboratory of Coal Resource and Safe Mining, Chongqing 400042, China

Abstract: Landform reconstruction is an important link in the process of land reclamation and ecological restoration in coal mining areas. It directly determines the micro-landform frame after reclamation of temporary construction land of a coal mine and the stability of the reclamation direction. Taking into account the causes for the formation of pressure/accumulation-damaged landforms and its possible hazards (hidden dangers) and, especially, the size of deviation of the current geomorphology and utilization from the original geomorphology and utilization, this study integrates the measures of land reclamation, slope control, soil erosion control and the like to refine the technological system of reshaping concave-convex landform in temporary construction land for coal mines. With the Mulang Coal Mine in Qijiang District of Chongqing as a typical case, the authors have made an empirical research with the demolition technology of constructions and structures, land leveling and topsoil stripping technology, and channel reconstruction, road engineering and slope surface protection technology. Overall, these technologies can largely determine the surface fluctuation size of temporary construction land in the coal mine area, control the configuration form of grounds, hills and depressions, and also affect its general architecture. However, in the absence of natural factors in the formation of landform and the surrounding landscape environment, the shape of the landscape is often different from that of the surrounding landscape. In the future, the micro-terrain theory should be applied to the temporary construction land for the slope of the design and the layout of the valleys. By referring to the theory of natural geomorphology, coordinating the relationship between the reshaping topography and the surrounding landscape, and building a reshaping technology system of a variety of theories combined with the guidance of the damaged land will provide a technical support and a scientific basis for concave-convex landform reshaping in temporary construction land.

Key words: temporary construction land of coal mines; convex-concave landform; remodeling technology; Chongqing

