

矿业废弃地自然生境的恢复

李伟建

中豪卓锐地质勘探有限公司 四川 成都 610000

【摘要】因能源型矿业废弃地中,对土地的破坏最为显著,如煤矿资源的开采,会产生大量的外排土,压占大面积的周边土地;并且,很容易造成地表的塌陷,形成沉陷区和地下的采空区,为后续的土地再利用增加难度。因此,地形的重塑是对矿业废弃地再利用的第一步。

【关键词】矿业;废弃地;景观生态

引言

以煤炭型矿业废弃地为例,这类废弃地中土地的塌陷是十分常见的,在开采过程中土地的塌陷会造成矿难,在开采过后,遗留的塌陷区地质结构不稳定,也需要进行地形的重新梳理。我国煤炭的开采分为露天开采与井工开采两种,其中井工开采是最主要的方式,以上的煤矿属于这种类型。

1 地形的重塑

1.1 塌陷土地重塑

以煤炭型矿业废弃地为例,这类废弃地中土地的塌陷是十分常见的,在开采过程中土地的塌陷会造成矿难,在开采过后,遗留的塌陷区地质结构不稳定,也需要进行地形的重新梳理。我国煤炭的开采分为露天开采与井工开采两种,其中井工开采是最主要的方式,95%以上的煤矿属于这种类型。

井采后的矿业废弃地,有很大面积的煤矸石堆和外排土场,外力作用加上采空区面积大,土地很容易塌陷,产生巨大的裂缝及多处地表积水等。针对这类沉陷区,一般采用填充的重塑方式。用于填充的材料一般来源于再利用的煤矸石堆、粉煤灰堆、排土场等。由于重塑后土地植被恢复的需求,也会在填充介质中加入一起外来养份的新土,帮助土壤的改良及生态系统的恢复。

露天开采后的矿业废弃地,地质情况没有井工开采型复杂,通常是阶梯状的地形地貌,可以进行整治后直接利用,也可利用梯田的最观特征进行大地艺术的创作。大部分的露采型矿业废弃地及少部分的井采型矿业废弃地(地质条件较稳定的)都会采取这种非填充型重塑的方式,在生态整治后进行植被的恢复或再加以塑形。

1.2 稳固矿区边坡

矿业废弃地的地质条件大多都是不稳定的,极易出

现滑坡及坍塌等现象。而矿坑的形状决定了它很容易汇集雨水及各种地表径流,并且难以排出,这种情况又加剧了矿坑边坡的不稳定,造成大量水土流失,形成恶性的发展态势。因此稳固矿区边坡在矿业废弃地的再生过程中很重要,主要从两方面着手进行:

首先,要梳理及引导废弃地中的地表径流。通常矿坑的边坡会被改造成为跌落的台地式,这种改造使植被的恢复更加容易,通过植被的固土作用,加上地形的改造,地表径流的流速减缓,从而对水土的保持起到很好的促进作用。在边坡上及矿坑底部,也应该合理地规划排水渠,引导植被无法蓄集的水流,收集下来的水资源还可以进行后续的再利用。

其次,因地制宜地采用护坡技术。我国在稳固边坡技术方面,研究是比较成熟的。有各种技术手段可以借鉴。如用硬质界面支持坡体(用浆砌石块、混凝土等);或用装满土石的结构护坡,这种技术还可以与植物栽植相结合美化环境;用轮胎护坡,并进行相应的植被恢复等。可针对矿区边坡的特点,采用不同的护坡技术。无论采用哪种技术,以边坡水土的稳固、植被的恢复为目标。

2 土壤的治理

土壤又称表土,是植物生长的物质载体,表土层也可避免污染物直接污染地下水。但在很多采矿活动中,表土都被破坏及污染了。因此为满足生态恢复的需求,会覆盖上新土,这些新土有可能是矿区再利用的煤矸石、粉煤灰等,所以覆盖土层也存在很多问题,导致植被无法生长。矿业废弃地再生过程中土壤存在的主要问题有:PH值不符合植物生长需求,往往会偏酸或偏碱;有机物含量较低,且缺乏微生物分解过程,所以缺氮,加上PH值不稳定,所以缺磷,无法给植被的生长提供足够的养份:由于采矿作业过程,形成的土层颗粒过大,保

水能力弱：由于土壤结构不佳，就会造成土壤的热容不佳，也不利于植物根系的生长。

由于存在上述问题，因此对矿业废弃地土壤的改良也就围绕以下几方面进行：

(1) 改良 pH 值

土壤的 pH 值决定了土壤养分含量、植物品种选择和植物能否健康生长。露天开采破坏了土壤中酸性或碱性的矿层物质，影响了土壤剖面。因此，首先应该对土壤的 PH 值进行测定和有针对性的改良。

(2) 施肥改良

施肥是土壤改良的重要措施，化肥主要是氮、磷肥料或氮磷复合肥料，一般作为种植肥或部分植物的追肥使用。这是针对土壤养份不足的状态提出的改良措施，在施肥后，选择一些有固氮效果的植物种类优先种植，也将对后期土质的恢复产生有益的促进作用。

(3) 微生物改良

健康的土壤中生存在着大量的微生物，它们的食物来源是死亡的动物和腐烂的植物，这种分解过程可以形成腐殖质，大大增加土壤中的有机质含量，因此对土壤的改良非常重要。因此，在矿业废弃地再生的过程中，可采用微生物修复技术来进行土质的改良，增加有机质。

(4) 物理及化学修复

针对土壤结构问题，如土壤颗粒过大等，可采用物理的修复技术来改善，如压实土质、覆盖新土、粉碎大颗粒、固土等；针对一些土壤中的污染物导致的土壤 PH 值问题，需要借助化学的修复手段来进行改良，通过化学反应、酸碱中和等过程，去除重金属离子，达到土质改善的目的。

(5) 植物修复

一些耐受能力强、抗性强的植物，能在贫瘠的土地上生存，并通过吸收、降解、过滤等过程，减轻土壤的污染状态。同时，如果选择有养分积累和固定能力的品种，还能改善土层的养份含量。因此，在矿业废弃地的土壤改良过程中，植物修复技术也有重要作用，并能使用较少成本达到较好的效果，只是所需的修复时间较长。

3 水体的处理

矿业废弃地中的污染水体集中在采矿塌陷区，这里的污水通常是矸石淋溶水、矿井排放水、垃圾渗滤水及生活污水的混合物。同时，采矿活动使地下水被放干，地下水位急剧下降，有的污水顺采矿塌陷区裂缝下渗，污染地下水体；地面的水体，多是污染水体积聚形成的沼泽，不仅有恶臭，这些污染水随着蒸腾作用升到空中，会污染空气；而产生的降水也是含有污染物的，这样就造成了整个区域地表水、水蒸汽及地下水系统的恶性循环。

可将矿业废弃地中的水体归为两类：一为废水，二为可利用的雨水。对水体的处理也针对这两方面进行。

3.1 废水处理

矿业废弃地再生中经常使用的废水处理技术大致有几种：通过化学反应、植物根系吸附、微生物分解等过程去除水体中的重金属离子；通过藻类、生态浮岛等净水方法，去除水体中有机污染物及多余的氮、磷等营养物质；通过化学修复等方法，去除水体中的酸碱污染物。如果有地表水资源的废弃矿区，可以通过改造为次生湿地的方式，通过湿地的净化作用达到废水处理的目的，同时还能增加生物多样性，形成优美怡人的景观环境。

如徐州九里湖，这里曾经是一片采煤沉陷的矿业废弃地，后来被改造成为了次生湿地，并有一个鱼塘养殖区。曾经这里的水体水质结构十分复杂，工业废水、垃圾场渗滤液、煤矸石淋溶液等污染水体都汇集到这里。后来经过对地形地貌、水质及土壤现状的分析，将这里划分为生态整治区、湿地核心区、外围屏障区及水岸生态涵养区等。在整治区主要进行土壤污染的治理，进行生态恢复后种植各类灌木和草本植物，经过生态整治后，这里将成为未来的沉降水域；湿地核心区是九里湖的主要景区，种植大量有净化功能的湿生植被进行水质的净化，也成为游览与科普教育的主要区域；外围屏障区的植被选择以乡土的大乔木为主，形成水域的屏障，减少游客活动对生态涵养区环境的影响。未限定严格保护的区域，均有休闲游憩的设施，供游客进行休闲游憩活动。整治后的九里湖，风景怡人，山水相融，形成一个环境优美的湿地公园

3.2 雨水收集及净化

(1) 雨水收集

矿坑的形态决定矿业废弃地能够很方便地收集雨水，在提倡可持续发展的今天，雨水的收集与再利用有重要的价值。位于降水量较大区域的矿业废弃地，往往矿坑中都会留存有积水，改造成次生湿地进行区域的生态恢复这种废弃地再生很常用的方式。这样一来，如果能收集雨水，就可以补充次生湿地的水源，减少湿地的维护成本。同时，矿业废弃地生态恢复的初期，土壤中污染物的含量较高，如果引导地表径流对其进行冲刷，能在一定程度上减轻和淡化土壤污染。南湖生态湿地公园中，就利用收集的雨水和临近的污水处理厂处理后的中水来补充湿地水源，并取得了很好的效果。

英国伊甸园工程，这个世界闻名的矿业废弃地再生案例，也非常重视环保与可持续发展的理念。这个蜂巢状的温室植物园，建筑外立面采用的是新型的膜材料，这种材料透光性好，表面也非常光滑。于是，雨水顺着建筑表面迅速地流下来，设计师因此想到了再利用这些

雨水的理念。他们在建筑旁的最低点处设计了一个人工湖,降雨时滴落的雨水便被储存起来,这些雨水经过水泵增压,可送到植物园中各个地方,用来浇灌植物,大大节约的植物的维护成本,还可以用来形成人工降雨和人工瀑布。

(2) 净化技术

由于矿业废弃地中的雨水冲刷过被污染的土壤,并与沉陷区中的一些废水混合起来,因此,也要进行一些污染物的净化处理。主要采用的净化方法有两种:一是通过原有水体驳岸的改造,种植有净水作用的湿生植物,形成湿地,缓冲及净化注入湖中的雨水,这种方法称人工湿地构建技术;二是对于驳岸湿地无法完整净化的水体,会的湖边缘或湖中构建生态植物浮岛,用净水植物的根系来过滤和吸附污染物,这种方法称生态浮岛过滤技术。通常,在对雨水的治理中,需要两种方法相结合,才能达到较好的处理效果。

在唐山南湖生态湿地公园中,对于水体的净化采用了多样的技术手段,也取得了很好的效果。在这个公园中,大体的污染已经得到控制的情况下,还是采用了上述两种技术相结合的方式,自然驳岸形成湿地,水中有很多生态浮岛,并在污染特别严重的区域选择了有针对性的植物,如泽泻、芦苇、凤眼莲等,用于水体净化。多种净水技术多管齐下的方式,才让南湖湿地公园的污染得以控制,营造出优美的景观,生态平衡及生物多样性也在慢慢恢复。

4 植被的恢复

植被在矿业废弃地的生态修复中占有重要地位,它可以改善生态环境,调节微气候,营造丰富优美的景观,柔化协调建筑、构筑物等硬质景观。植被的恢复包括以下三方面的内容。

4.1 植物种类选择

矿业废弃地土壤中往往含有大量的重金属离子,针对这种贫瘠土质,应选择能适应恶劣环境的植物种类;同时,矿业废弃地中的地表水及地下水都有潜在的污染物,应选择具有净化作用的湿生植物来适应和改善这种环境;而在矿区生态恢复的过程中,为评估恢复的效果,一些有环境监测作用的植物也能发挥重要作用;采石废弃地中,往往存在一些裸露的崖壁,这时一些岩生的植物就能起到很好的造景效果。因此,植物的种类选择在矿业废弃地生态恢复过程中是很重要的,不同植物能发挥不同作用,应该尽量使用低成本达到最好的恢复效果。

因此,在矿业废弃地再生过程中,植物种类的选择应该有持续、针对不同地形特征、针对不同恢复时期的规划设计,在选择时也要遵循一定的原则和方法:针对

矿业废弃地的土质条件评估,进行分区规划,针对不同的土质和恢复需要选择植物种类。在种植初期优先选择适应性强的品种,这种植物能较好地适应环境,同时,成活率高、生长速度快的植物也是最佳选择,能快速恢复生态环境:针对矿业废弃地土质养分及有机质含量低的问题,应优先选择有固氮能力的,能加速改良的土壤;种植设计中都应遵循适地适树原则,当地优良的乡土植物是最优选择;考虑种植的综合效益,包括当地的区域气候条件,各种抗性及其经济价值;在满足生态功能的同时,还要考虑到植物的形态及颜色等观赏功能需求,实现综合效益最优化。

4.2 特色种植营造

利用场地中自然演替的群落很多矿区废弃场地因被废弃时间长,场地自身的生态恢复功能开始发挥作用,形成一些自生的植物群落。这些自然再生的植被是物种竞争、适应环境的结果,如果能再利用这些自然再生的植物群落,有多种价值:首先,这些自生的植物群落是场所变迁的见证,表现了场地的特征,其次,它的存在是自然生态系统自我调节和恢复的结果,能够慢慢恢复生态平衡及生物多样性,我们应该利用这种自然循环,而不是打断它再重建人工的生态系统。因此,除去一些污染较严重的地域需要较多人工干预外,在矿业废弃地的植被恢复中,如果废弃地有已形成的野生植物群落,保护这些的野生植物群落可以更快地改善区域生态环境,并创造出独特的生态景观。

如德国的北杜伊斯堡风景公园,它是废弃地更新改造的典范,公园的植被景观再生也颇具特色。这个工业遗址曾被闲置了很长时间,在这个过程中,自然形成了一些野生植物群落,它们默默存在于空旷杂乱的场地及废弃污染物堆上。设计师并没有铲除和改造这些野生植物,而是保留并再利用了这些自然群落,这体现了工业废弃地景观再生的新策略。在这个公园中,还有利用废弃的矿渣土培育出的林荫广场,利用湿生植物净水并造景,在各个细节之处体现了独具特色的植物景观营造手法。

(1) 柔化硬质界面

矿业废弃地的景观特征多是硬质线条的,裸露的岩石、巨大的工业建筑和设施、冰冷的铁轨等,要想在这种硬材料的组合中创造出怡人的空间,就需要植物材料的配合。植物是有生命的的造景材料,能很好地协调和柔化硬质的景观元素。

如加拿大的布查花园中,有一个低洼地小花园,这个小花园是原来的采石坑改造而成的,采石坑中原有裸露的空洞石壁、废弃的石灰石堆、未开采出的大石灰岩突出地表。但设计师巧妙利用各种现有的景观元素,用

植物造景的方式对其进行柔化和改良。空洞的石壁被常春藤遮挡起来,沿着低洼地的地势起伏配置了生动的花径,废弃地石灰石块被散放在草坪中作为点景物,场地中央突出的石灰岩被设计成为了瞭望台。植物材料与硬质的石材配合得十分巧妙,创造出生动的景观。

日本淡路梦舞台的百段苑也是很好的植物造景范例。这里原来是砂石采石场,建筑大师安藤忠雄主持它的改造设计工作。由于采石场的周边是自然的山体,而矿区中原有的景观及新建的建筑都是硬质线条的,在这种情况下,设计师设计了百段苑。在倾斜的山坡上,一个个的混凝土盒子组成一级级的大面积台地,盒子中种植的上百种各色植物。这种设计手法充分尊重了地形,同时通过植物材料的柔化,坚硬的采石场与周边自然的山体间有了过渡。而这个景观优美的种植台地也成为吸引人的休憩场所,充分发挥了它的造景及休闲功能。

(2) 功能置换

这是一种工业建筑改造经常使用的手法,保留原有旧建筑的外形,但为了给旧的工业建筑赋予新的功能,要对其进行内部结构及设施的改造。对旧的工业建筑,可以赋予的新功能很多,如艺术家工作室、游客中心、艺术展览馆、档案馆、图书馆等。德国的鲁尔区是工业旧区复兴的范例,在鲁尔区的很多地方,都保留了大量的旧建筑,这些绝大多数是以前的厂房及附属工业设施。而这些建筑被赋予的新功能更是多种多样:改造后的设计中心和学校,曾经竟然是废弃的锅炉房,现在已成为闻名的现代设计展览中心;许多厂房被改造成为展览馆,展示曾经的矿业开采活动流程及矿工的生活,是让人思考及回忆的场所。值得一提的是,原有旧建筑群之间的空间关系及周边环境也被保留下来,成功地打造完整的产业遗址空间。

由于要赋予旧建筑新功能,建筑的内部结构不可避免地要被改造,设计师大胆地在旧建筑中加入现代的观光电梯、扶梯、景观照明灯等设施,在旧的建筑中成功地打造了新的空间。关税同盟煤矿的旧建筑改造就是其中很有代表性的范例。

(3) 空间重构

针对一些内部空间不适宜新功能的工业建筑,就可能需要对它进行较大改动的空间重构,或者局部的空间重构,以达到适应建筑新功能的目的。这种重构有两种方式,一种是将大空间变小空间,一种是将小空间整合成为大空间。也有局部的空间重塑。

如位于德国奥伯豪森市的煤气储罐,这也是个著名的工业建筑改造案例,它曾是德国最大的煤气罐,体积非常巨大。在上世纪年代被停用后,经过空间的重构改造,成为一个非常吸引人的室内展览中心。这个建筑的

空间重构,就是应用大空间变小空间的方式,将建筑内改造成为多个竖向的空间。值得一提的是,这个建筑空间重构所用的材料也来源于旧建筑内部,是可升降的空气压缩盘,再适当添加一些轻质的新材料,低成本地完成了建筑空间的重构。同时内部空间有绚丽的灯光效果,有观光电梯将游客送到高的平台上,可环视四周,一览周边的绚丽景象。

间或造型有需求,也会进行建筑外立面及外形的重新设计,保留其部分特征的向时,营造与新功能相匹配的整体空间环境。

如维也纳的储气罐,对这四个储气罐的改造中,让努维尔(设计了一个很深的天井。这是一种造型重塑的改造手法。同时,天井中采用轻质反光材料,与建筑坚硬厚重的质地形成对比。这也是一个旧建筑改造的很好范例。

矿业废弃地往往而积大,开采历史长,因此场地上因为长年的日积月累,会有很多临时性建筑,这些破败临时性的建筑多建设在露天采场中的平盘区域,顺应地势而建,由于矿坑底部的收窄,建筑体形也越来越小,分布越来越分散。

(4) 插建手法

在临近的两个或几个旧的建筑中加入一些新的空间元素,如廊道、平台等等,这些元素可以对零散的建筑起到连接作用,同时,建筑下面的空间相互联通,就能形成较完整的空间,可以赋予更多新的、完善的功能。

如澳大利亚金矿遗址的改建,由于这个金矿遗址的历史非常悠久,加上建筑的保存问题,遗址中留存的旧建筑单体是十分散乱的。在尊重这些旧的矿业遗迹的基础上,设计师利用加建手法对区域内的建筑进行了改造。用很多的平台连接起了这个单体建筑,这里可以设置游客等待及休息区,使用更方便,建筑空间也更加整合。对一些破败的采矿遗迹,设计师也将其保留下来,让人们回味这段历史,有纪念及启示意义。最终改造后的金矿遗址,如同一条整齐繁荣的商业街,但各处的小细节又诉说着这里曾经采矿的历史。

【参考文献】

- [1] 金速,于新,于颖,马志抒.辽宁省主要矿业城市地质灾害防治与地质环境可持续发展[J].中国地质灾害与防治学报,2007(01):138-141.
- [2] 庞春勇,周永章.矿业开发中环境影响的生态环境地质评价[J].矿产与地质,2003(05):641-644.
- [3] 秦来勇.地质统计学在地质及矿业中的应用与发展[J].有色冶炼,2002(06):104-106.
- [4] 张发旺,王贵玲,侯新伟.矿业开发环境地质链及其控制[J].地学前缘,2001(01):107-111.