

矿业城市采矿废弃地及国内外生态修复和再利用实践

李怀胜

沈阳博宇地质工程有限公司 辽宁 沈阳 110000

【摘要】本文首先对我国矿业城市产生和发展历程进行概括分析,对发展阶段进行了总结概括;在此基础上,对矿业城市发展历程中所产生的废弃物和废弃地进行了概念陈述,并分析了废弃物和废弃地的再利用对矿业城市发展的意义和作用;最后,对国内外矿业城市废弃地生态修复及再利用实践,通过案例形式进行了梳理和经验启示归纳,为下文和谐理论在矿业城市生态修复和再利用中的应用分析做了铺垫。

【关键词】矿业城市;采矿;废弃地;生态修复

引言

矿业城市伴随着人类生产活动的发展而产生。它是指以矿石采选、冶炼、加工等矿产资源开发为主导产业的城市,一般地处矿产资源富集地区。随着主导产业的不断发展壮大和生产水平的提高,矿业城市的规模、数量也不断扩大,在区域发展的历史进程中所发挥的地位和作用也不断变化。因此,本节将对我国矿业城市的产生和发展进行阐述,着重研究城市发展的历史沿革。

1 矿业城市的产生和发展

1.1 矿业城市的产生

约在公元前3000年左右,在世界各地,包括印度河流域、两河流域、埃及以及中国都陆续开始使用青铜器,社会历史逐步迈向青铜时代。青铜作为当时重要的生产和生活原材料后,作为添加材料的锡矿与金属铜一样,需求量都大大提高,自此推动人类的矿业活动首次进入历史性高峰期。通过大量历史资料研究发现,伴随着矿石开采、冶炼、制造工艺进程,推进了当地围绕矿业产业的城镇相继出现。经考古发现,在我国的河南、陕西以及长江中下游区域,均能找到铜和铜器生产加工制造工场的遗迹。

我国对煤炭的开发使用可以追溯到西汉时期,有资料证明我国河南巩县的铁生沟在当时就已用煤炭来炼铁。随着生产技术的不断改进,制造业水平空前提高,逐步形成采矿—冶炼—制造业产业链条。矿业产品逐步扩展,生产的产品包括了武器、钱币、生产工具、生活用品等,矿产制造业慢慢发展成为与人们的生产和生活关系密不可分的产业。就是在此时期,我国产生了如江苏徐州、河南鹤壁、安徽繁昌、铜陵、黑龙江阿城、山东莱芜、辽宁辽阳等较早的矿业城镇,而且有许多城镇一直延续发展至今。

1.2 工业化早期的矿业城市

十七世纪末十八世纪初,英国工业革命的开启标志着西方工业化快速发展阶段的到来。工业化对煤炭的大量需求,由此使英国、德国、法国均产生了一定规模的煤炭矿业城市,如德国的鲁尔区,法国的洛林,英国的伯明翰、谢菲尔德等都是当时形成的典型矿业城市。

在工业化进程中,机器的广泛运用逐步取代了以往传统的手工作坊的生产方式,使人类几千年来传统生产方式发生实质改变。于此同时,由于制造机器需要大量的钢铁,从而引发铁矿开发规模急剧扩大,随之钢铁产业城市相继出现。有些城市钢铁和煤炭同为主导产业,两个主导产业并存共生,因此,早期形成的煤炭矿业城市后来也发展成为钢铁工业城市,如德国的鲁尔、洛林、谢菲尔德,瑞典的基鲁纳,米德尔斯堡、诺丁汉等。

加拿大和美国工业化进程继德、法、英之后迅速发展。美国的大型煤炭和钢铁城市有匹兹堡;加拿大的哈密尔顿、萨特贝里、萨斯卡通等城市发展亦十分迅速。

19世纪中期以后,随着石油的开采,美加等国将石油引入能源领域,一批石油城市相继出现,典型的石油城市诸如加拿大的爱德蒙顿、卡尔加里,美国的休斯顿等。

1.3 中国矿业城市的发展

我国矿业城市的发展过程可分为三个阶段。

第一阶段:古代矿业城镇。在殷商时期,矿产开采加工主要集中于银、铜、金、锡和宝石、玉石。由此出现了一些中小型的矿业城镇,如大冶、铜绿山、铜陵、个旧、自贡等。

第二阶段:现代意义的矿业城市。清朝末期开展洋务运动大大促进了工业发展,同时催生出一批矿业城市。到民国时全国矿业城市数量急增,如大同、徐州、铜陵、东川、个旧、黄石、鞍山、玉门等矿业城市都在这一时

期相继形成。

第三阶段：我国当今主要矿业城市。我国现今的主要的矿业城市是建国后形成的。建国后，我国开始了计划经济体制下的大规模经济建设，一大批矿业城市由此兴起，一些原有的矿业城市也加速发展，规模不断扩大，如平顶山、乌海、鞍山、包头、石嘴山、阜新、抚顺、黄石等。

由于不同时期对于矿业城市的定义内涵不同，矿业城市的数量也是不断变化的。但有些定义在统计指标难以操作。按最简单的方法来界定，目前，我国的矿业城市共有98座。以城矿的依存度来划分，我国具有一级依存度的矿业城市有48座（49%）；具有二级、三级依存度的矿业城市分别有16座和34座。从矿业的类型来看，煤炭资源型城市数量最多，有45座，占到所有矿业城市数量的近一半。除此之外，以汽油天然气为主的城市有9座，以铁矿、有色金属为主的城.市分别有8座和17座。此外，还有19座其他矿产类型的矿业城市。

2 矿业城市和采矿废弃物

本节对矿业城市发展过程中所产生的采矿废弃物进行了概念分析和特征总结，并总结采矿废弃物再利用对矿业城市发展所产生的积极作用。

2.1 采矿废弃物的概念和特点

采矿废弃物是指因矿山企业在采掘、选矿过程中所产生的以固体、液体、气体等形式排除的废料、废水(液)、废气、余热等。从资源的范畴来看，采矿废弃物属于二次资源，即这些矿山废弃物虽然是诱发环境污染、生态破坏的主要因素，但仍具有资源的基本属性，是有价值的。从资源科学和产业经济学的角度看，采矿废弃物又是综合利用和环保产业经济的生产对象，可以获得能源产品和资源性产品，表明有待治理的生态环境要素也可以作为二次资源。采矿废弃物作为二次能源，它与一次资源比较，具有以下显著的特点：

(1) 在资源环境治理中，采矿废弃物具有二重性

所谓采矿废弃物的二重性，是指采矿废弃物既具有资源要素特性，又具有环境要素特性。也就是说，采矿产生各类废弃物所带来的既不是单纯的资源问题，也不是单纯的环境问题。这意味着，通过科学有效的环境污染治理，既可以获得二次资源的来源和利用，同时也培育了良好的土地、水体、空气等生态环境载体。

(2) 纳入再利用进程，具有“多解性”

矿山废弃物再利用的“多解性”，是指废弃物在利用的方式、途径、产品等方面存在多种可能性。矿山废弃物与原生矿的物质组成成分基本相同，在二次资源开发时都可以作为利用的对象。

(3) 属于“节能型”资源

从矿物资源改型变性的加工技术工艺流程看，矿山废弃物属于“节能型”资源。对其开发的能源消耗比加工一次资源的能源消耗相对较低，减少了原始矿床开采所需消耗的大量能量。

2.2 采矿废弃物再利用对矿业城市的意义

目前，我国尚没有开展针对全国矿业城市采矿废弃物的专项持续统计工作，但从仅有的几次调查数据看，目前我国采矿废弃物的总量非常巨大。相关统计资料表明：全国煤矸石堆存量达30亿吨，且每年以3%速度增长，全国冶金矿山尾矿堆存量达到7亿多立方米。目前我国已形成一定规模的废料场在1500处以上，矿山尾矿库1500座。上述数据说明，我国采矿废弃物的数量巨大，如能变废为宝，将成为一笔巨大财富，可以成为矿业城市可持续发展的重要资源基础。我国煤矸石堆存量巨大，已经超过30亿吨，并且每年增长速度达到3%；冶金矿山尾矿堆存量也高达7亿立方米。我国现有较大规模的废料场1500多处，矿山尾矿库达1500座。上述数据，一方面说明我国现存的采矿废弃物数量可观，另一方面说明我国采矿废弃物再利用的空间巨大，如能充分加以利用，可为矿业城市的可持续发展提供重要的物质支持。

从目前的实际情况来看，我国采矿废弃物的总体利用水平比较低，还有巨大的潜力可挖。在提高二次资源综合利用的技术水平方面，仅仅能够满足矿山废弃物利用的一般技术要求，但与世界先进水平还有较大差距，目前的主要工作应放在各种二次资源利用公用技术的推广与应用上。

3 采矿废弃物再利用的意义

采矿废弃物的再利用对于实现矿业城市的可持续发展意义重大。一方面我国矿业城市在发展中普遍面临生产结构单一、生产技术落后、环境污染严重、综合服务职能匮乏等问题。随着矿产资源逐渐耗尽，经济增长无以为继，以往矿业城市的辉煌和区域地位不复存在。不仅如此，衰落了矿业城市还逐渐演变为区域经济发展中沉重的包袱。而从另一方面考虑，矿业城市又面临着许多新的发展机遇。在经济发展过程中，经济的不断繁荣为矿业城市的发展带来了新的生机，新兴产业不断产生，并使矿业城市的生产结构更加合理、资源配置更加优化、城市功能更加健全，矿业城市需在整个经济社会发展中找准位置，发挥优势，主动升级转型，融入到全国城镇化建设的规划中去。

采矿废弃物能否实现合理利用，对矿业城市的可持续发展中意义重大。要实现矿业城市的可持续发展，将其转变为集产业、经济、文化为一体的现代化城市，主要的问题就是要解决矿业生产留下的各种废弃物和塌陷

区。采矿废弃物的综合开发利用的意义就在于获得了可持续发展的物质基础和生态环境基础。它的作用体现在以下几个方面:

(1) 采矿废弃物的综合利用, 是矿业城市转型初期的重要产业

采矿废弃物的综合利用, 是矿业城市在转型所必经的重要过程, 城市的发展基于采矿废弃物为基础, 以新产业注入为带动。其主要途径一是通过引入外部资金, 引进新型的与实际相配套产业; 二是靠城市自身改造挖潜, 创造投资机会。其中采矿废弃物再开发利用是极其可靠的途径。它一方面维持了原有企业的持续生产, 为矿山企业和环保产业提供了新的生产领域; 另一方面使矿区生态环境得以恢复, 不仅使自然环境得以改善, 也为区域经济在后续过程中的持续性提供保障。

(2) 采矿废弃物的综合利用, 是矿业城市投资环境改善的基础

投资环境泛指自然生态环境、基础设施配套、社会环境以及政策服务环境等的综合。采矿废弃物的综合利用不仅促进了矿业城市生态环境的改善, 还利于加快城市基础设施的完善, 使城市综合功能不断增强, 从而为吸引外部资金、产业进入创造了条件, 对改善投资环境具有强大的促进作用。

(3) 采矿废弃物的综合利用为矿业城市创造了新的就业机会

采矿废弃物的利用在全国矿业城市陆续启动, 可以逐步形成资源再利用的新兴产业, 其投资规模和产业链效应将十分巨大, 相关的产业也应运而生, 这些新的产业为城市居民提供了大量的就业岗位, 为矿业城市日趋紧张的就业压力得以缓解。

(4) 采矿废弃物再利用容易取得综合效益

根据采矿废弃物所带来的各方面的影响, 通过对其进行治理和再利用, 再摒弃原有的不利的负面影响的同时, 也带来了较为明显的综合效益, 例如生态效益、经济效益、社会效益等。除此之外, 它还能带来更深远的间接效益。如: 提升城市形象和品位、完善城市基础设施建设、增强城市文化内涵和气息、为城市提供广阔空间和发展动力等。

3.1 采矿废弃地

采矿废弃地和塌陷区是人类在获得矿产资源的过程中, 对土地及地下资源进行人为“改造”、人工“再造”的区域, 是高强度采矿活动而破坏或占用后无法利用的土地。在矿业开采前, 生态系统处于稳定状态, 生物与生物之间、生物与环境之间彼此作用, 互相依存, 生态系统内部能够实现自我组织、自我调整, 从而使其生产功能和保护功能处于正常状态。而矿业开采后, 生态系统遭到破坏性改变, 使物种的适应能力和生态系统的调

节能力无法维持生态系统的稳定性。具体来说, 采矿废弃地具有以下特征:

(1) 生态稳定性被破坏

高强度的人为矿业开采行为, 使生态系统自身的稳定性遭到破坏, 当破坏程度超越了自然景观生态系统本来具有的自身修复极限时, 必然会造成生态系统功能退化甚至逐渐消失。最明显的标志是: 生态系统生产力水平下降, 生物多样性遭到毁损, 土壤营养流失、物质循环效率变差、外来生物侵害以及本土自有优势减弱等。随着开采活动的不断加剧, 区域生态格局和生态过程遭到不可修复性破坏后, 最终会导致生态系统失去自身平衡。

(2) 景观均质性发生加大变化

原来自然形成的景观较为均质, 但由于采矿活动的作用, 对景观产生了较大的影响, 形成了异质化、碎裂化。经过开采以后的矿区通常设有采矿点、排土场、废料堆场、尾矿排放场、采空区、塌陷地等, 生产活动会留下如厂房、采矿井、及道路等, 具有斑块、廊道等不均质的特征。

(3) 形成重大自然灾害风险源

采矿活动对土地的破坏, 主要表现在地表塌陷、地裂缝, 地表水渗漏或涌出、地下水位突变等, 形成可见或隐性的危险源, 极易诱发自然灾害。废弃地的产生, 对当地人们的生产生活都会不同程度地造成影响和危害。

3.2 采矿废弃地再利用对于矿业城市的意义

采矿废弃地的产生对于城市环境具有明显的负面影响。而采矿废弃地再利用的目标就是将负面影响效应控制到最低限度, 最终将负面影响效应转化为正面影响效应, 变废为宝, 变劣势为优势。目前, 全国煤矸石占地约 16.5 万亩, 冶金矿山尾矿占用和直接污染土地约 100 余万亩, 因采矿造成的塌陷土地面积 126 万亩。从总量上看, 我国现有采矿废弃地数量巨大。要想实现采矿废弃地的可持续健康发展, 不仅要恢复和重建采矿废弃地的生态系统, 同时还必须满足当地经济发展对土地的空间需要。因此, 采矿废弃地的充分利用极为必要, 也是必然选择, 对矿业城市的发展具有极其深远的意义。主要表现为:

(1) 采矿废弃地的再利用为城市提供景观资源

随着人类社会的不断进步, 人们对生态景观的需求也不断提高。城市不仅要具备原始的基本生活所需的功能, 还要具备提高人类物质生活和精神生活水平的功能, 因而城市的发展对景观要素水平的需求已经提到空前高度。由于矿城伴生, 矿业城市的采矿废弃地大多处于城市的周边, 这种以往认为对城市发展的不利因素, 借助采矿废弃地的修复和再利用, 转变成为当前矿业城市后

续发展的稀缺性资源和宝贵的生态景观资源。很多矿业城市已经将长期被遗忘的矿山废弃地改造成郊野公园、城市公园、风景名胜、工矿文化旅游景区等,充分利用现有的景观资源,建设特色景观体系,在城市和谐发展发挥了重大作用。

(2) 采矿废弃地的再利用为城市发展提供稀缺的土地资源

土地资源不可再生,随着我国土地保护政策的不断推出,土地资源变得极其稀缺,而人类赖以生存的建筑设施与土地的占用密不可分,因此土地资源稀缺成为城市发展的瓶颈制约。城市废弃地具有土地资源的本质属性,通过技术评估和人为控制,以及先进技术的利用,使采矿废弃地能够得以有效利用,为矿业城市的发展提供了空间保障。利用矿山废弃地建设城市商业、文化等服务配套设施和适宜产业,缓解了城市发展中的土地压力。

4 国内外矿业城市采矿废弃地生态修复和再利用实践

在工业经济时代,人类的社会生产和生活逐渐由植物依赖转换为矿物依赖,矿产资源在人类经济社会发展历程中意义重大,矿山产业及矿业城市为全球各国、各地区的繁荣发展提供基础。但是伴随矿业城市矿产资源的开采利用,很多城市面临着资源日益枯竭的局面,城市转型迫在眉睫。在此过程中,矿业城市采矿废弃地的生态修复是其中最重要的任务,从目前全球著名的矿业城市在采矿废弃地生态修复和再利用的实践来看,德国、美国、日本、沙特阿拉伯以及我国的淮北煤矿等都取得了比较好的效果。

4.1 国外典型案例分析

(1) 美国夏洛特市再开发利用工商业废弃地实践

美国于2002年通过了《小企业义务免除和工商业废弃地再生》法案,首次将《义务保护法案》和《工商业废弃地再生及环境恢复法案》合二为一重新修订的法案,同时,其中明确指出美国联邦各州级政府将作为工商业废弃地资源再生利用的主体责任部门。为更好地落实《法案》的实施,成立了相应的技术支持中心,在相关文件、科技和项目申请及施工上予以配合和支持。目前,美国工商业废弃地开发再利用已形成了一套严格的流程,从场地确定、修复方案制定、稳性风险评价报告,再到计划实施,都有相应程序可循。

(2) 德国鲁尔工业区工业废弃地修复和再利用实践

德国鲁尔工业区在西方社会集中工业化时期是闻名于世的工业强区,工矿产业发展曾经为这座城市带来了极其丰厚的收益,但随着时间推移,逐渐竭尽的矿产资

源已远远不能满足于工业型城市发展的需求,传统工矿产业逐步衰退,大片的工矿废弃地随之出现。直到上世纪七十年代,德国政府开始对工业废弃地的开发和再利用有了全新认识,随即采取了一系列改造工程,不光使鲁尔区原有区容区貌得以改观,也为欧洲其他国家做出了成功示范。

4.2 国内典型案例分析

(1) 辽宁省抚顺市西露天矿废弃地利用

辽宁省抚顺市是我国重要的煤炭矿业城市,已探明的煤炭及油母页岩储量可达30多亿吨。抚顺市煤炭开采历史最早可追溯至汉代,1907年之后抚顺及周边的大型煤矿陆续被纳入“满铁”的经营管理范围。解放后,抚顺市成为我国重要的煤炭生产基地,随着长时间的开采,已经进入资源枯竭阶段,同时对周边城市发展及群众的生产、生活带来了极大的影响。1998年原国务院总理朱镕基在视察抚顺西露天矿之后提出“保城限采”的发展战略。

(2) 安徽省淮北市采煤废弃地修复建设

曾经的安徽省淮北市作为安徽煤炭经济的主产地,有上百家煤矿企业集聚,经济发展也得益于此。但随着煤炭资源的逐渐枯竭,开采方式的不合理,及生态修复措施的不到位,截止2011年底,淮北市已因采煤塌陷造成搬迁的村庄500余个。大量农民被迫搬迁到陌生环境,生产和生活都存在极大不便,大量劳动力丧失工作岗位,对城市后续发展产生了极为严重的影响。

淮北市在认识到这些问题之后,逐渐转变发展思路,大力发展生态产业和绿色农业,在实现绿色转型之后,发展旅游产业。在原有采煤塌陷区治理上,由原来的单纯追求数量,向追求质量与数量兼顾的发展模式转变,以可持续发展为指导。增加了在农业、养殖业等方面的投资力度,由单纯的矿业开发投入逐渐向持续产业投入的转型。在废弃地修复方面,通过填充、粉碎等形式将原有废弃地变废为宝,不仅美化了环境,也使当地经济有所回升,为后续发展提供了土地资源。

【参考文献】

- [1] 王宝山,朱占平,刘忠,宋茂德,刘小波,魏薇,崔亚茹.对我国矿业地质工作发展的思考[J].中国矿业,2009,18(02):30-32.
- [2] 陈林.Minesight矿业软件在地质储量复核中的应用[J].金属矿山,2008(10):72-75.
- [3] 郭有民.国内大型矿业集团应重视风险地质勘查[J].中国矿业,2008(10):34-36.
- [4] 周立强,张丽云.浅析矿业企业海外地质风险勘查的技术风险控制问题[J].中国锰业,2007(04):41-43.