

综述与专论

城市废弃工矿区土地再利用研究

黄晓

(中国矿业大学 环境与测绘学院, 江苏徐州 221116)

摘要:加快城市废弃工矿区土地再利用,已成为发展矿区循环经济、提高城市土地利用效率有效途径之一。在对城市废弃工矿区土地再利用的相关概念界定的基础上,对城市废弃工矿区土地再利用理论和技术进行了综述,并提出存在的问题及建议。

关键词:城市废弃工矿区土地;生态恢复与重建;景观更新与再利用;土地功能置换与更新
中图分类号:X171.4 文献标识码:A 文章编号:1006-8759(2011)03-0005-08

STUDY ON LAND REUSE OF WASTE MINING AREA IN CITY

HUANG Xiao

(School of Environmental Science & Spatial Informatics, CUMT, Xuzhou 221116, China)

Abstract: Accelerating land reuse of waste mining area in city has become one of effective measures in the development of circular economy of mining area and improving urban land use efficiency. On the foundation of qualified relevant concepts, this paper reviewed theories and technologies of land reuse of waste mining area in city, then put forward some existed questions and suggestion.

Keywords: land reuse of waste mining area in city; ecological restoration and reconstruction; landscape regeneration and reuse; land function replacement and landscape regeneration

随着我国城市化、工业化的进程的加快,城市扩张需要占用,一方面城市外延式扩张,大量占用农用地;另一方面,通过深挖城市内部土地资源潜力,提高土地利用效率。由于城市土地边界扩展对耕地的保护形成了巨大的压力,节约集约利用城市土地尤为重要。城市废弃工矿区土地作为特殊的土地利用类型,它的再利用,不仅是缓解城市用地紧张、提高城市土地利用效率的有效途径,而且也是改善城市生态环境和人居环境的迫切需要^[1-2]。近年来,为缓解日益紧张的用地矛盾,改善矿区生态环境,对矿区废弃地治理逐渐引起社会的重视^[3]。

1 概念界定

1.1 废弃地

国外通常用“Brownfield, Brownland”来表示废弃地,我国将其直译为“棕地”^[4],用“棕地”代替废弃地。其定义在国内外至今还没有一个统一的标准。最早出现于美国1980年颁布的《环境反应、赔偿与责任综合法》(Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act, CERCLA),即“废弃及未充分利用的工业用地,或已经或疑为受到污染的用地”^[1]。欧洲 CAEBRNET^[5] (Concerted Action on Economic and Brownfield Regeneration Network)有类似的定义:棕地是那些由于之前土地使用者带来了不良影响,已经受到或将要受到污染的土地,包括被废弃或仍在使用的^[6]。2002年1月11日颁布的《小企业责任减免及棕地再生法》(第107-108号公共法)在法律上进行了明确的定义,“不动产,其扩张、再开发或再利用可能因现存或潜在的危险化学品和污染物质而变得复杂”^[7]。Dennison^[8]和 Kirstenberg^[9]等认为棕地是

潜力巨大,但很大程度上是被忽视的土地资源。Fleming 等则认为是土地回收利用。Oliver^[10]讨论了在欧洲范围内关于棕地的性质和规模的各种定义,在德国,棕地不仅是指在城市中心的亟待重建或再开发的土地,也包括没有得到充分利用的建筑;在法国,棕地指曾经有过开发行为,但现处于暂时或者永久闲置状态的城市空间,这些空间可能部分被占用、遗弃或污染,并将农业用地列入棕地的范围。各国的定义有其不同的侧重点,但是大部分将棕地定义为仅限于城市区域的空置、废弃、被污染的土地,包括废弃的工业用地、产业用地、商业建筑等,不经处理不能直接利用,可以把国外的棕地理解为城市产业用地^[11]。

我国废弃地的研究起步较晚,对于废弃地的界定大部分只侧重于某一方面,还没有一个统一的定义。最早源于矿业废弃地的界定,指为采矿活动所破坏的,非经治理无法使用的土地^[11],彭少麟提出废弃地是人类文明进程的产物,随着人类的发展而逐渐产生^[12]。而李洪远解释废弃地为在工业、农业、城市建设等不同类型的土地利用形式中产生的种种没有进行利用的土地^[13]。虞蔚君将废弃地限定为不经治理无法再利用的土地^[14]。孙青丽在研究景观改造时认为废弃地是曾为工业生产用地和与工业生产相关的交通、运输、仓储用地,后来废置不用的地段^[15]。张丽芳将废弃地定义为在各种类型土地的利用过程中,随着人类活动的停止而使得已经使用或开发的土地目前处于闲置、遗弃或未被完全使用的特殊状态,且该类土地需要经过一定的治理才能投入将来的再次利用^[1]。

1.2 矿区废弃地

国内外关于矿业废弃地定义较多,从土地利用角度定义,是指采矿、选矿和炼矿过程中被破坏或污染的因采矿活动所破坏的,非经治理而无法使用的土地^[16-18];王向荣认为工业废弃地是曾为工业生产用地和与工业生产相关的交通、运输、仓储用地,后来废置不用的地段^[20];李永庚认为是露天采矿场、排土场、尾矿场、塌陷区以及受重金属污染而失去经济利用价值的土地^[21];苏光全等认为是指矿产开采及其相关产业生产建设占用和破坏了的、较难以被农业和其它生产活动所利用的土地资源^[22];美国矿务局(USBN)将矿业废弃地定义为未经改造的闲置或废弃的矿山开采或者勘探活动的区域。陈芳清等从生态系统角度定义矿业废

弃地是一种严重退化的生态系统,其生态特点接近于裸地,对周围环境有着较大的负面影响^[23]。

1.3 城市废弃工矿区土地再利用

关于废弃工矿区土地再利用研究主要包括:

①从矿业生态恢复与重建的角度。卞正富认为矿山生态建设是考虑矿山开采前的原生态条件和采矿对生态环境影响的特征,应用生态学原理,在采前、采中和采后采取相应的措施,建设一个良性的矿山生态系统的活动^[25]。李一为将矿业废弃地生态恢复定义为:“指在废弃地生态系统的退化和自然恢复的过程与机理等理论研究的基础上,建立相应的技术体系,指导因采矿活动所破坏的生态系统的恢复,进而服务于矿业废弃地的生态恢复、土地资源的利用和生物多样性的保护等理论与实践活动”^{[24][26]}。②从矿业景观更新与再利用的角度。李伟涛认为矿业废弃地景观更新指对因采矿活动所破坏和占用的,未经治理而无法使用的土地,它主要包括采空区土场、废石堆、尾矿等矿业废弃地(包括采矿点、尾矿、堆场、排土场、采空区、塌陷地等景观类型和厂房、矿井、采掘设施以及道路、水渠、积水坑等景观要素)的改造、改建或再开发、整治,保护以及“人性化”设计^[27]。章超认为城市工业废弃地景观更新是针对位于城市城区的废弃工业场地的基础上,通过景观途径对场地自然要素和场地构筑物、建筑物、机器等设施进行改造与再利用,在尊重场地历史的前提条件下,通过科学和艺术方法,结合新技术手段来改善场地生态环境,恢复其生态环境、结合工业遗存创造新景观、营造一种为人们提供适宜活动场所,户外休闲娱乐等多重体验的具有鲜明场地特征的公共空间^[28]。赵爽认为矿山废弃地景观资源整合是指在对其进行生态恢复设计的基础上,用景观设计的途径通过对矿业元素的改造、重组,整合现有场地的矿业景观资源,再现矿业文化艺术价值,条件成熟可将其改造为极具观赏、文娛休闲、科普教育等价值的园林景观形式^[24]。盛卉提出的矿山废弃地的景观再生设计,是将实现矿山废弃地生态恢复与景观重建相结合,在矿区工业遗存的基础上,运用景观设计手段,通过开敞空间环境重塑,使矿山废弃地得以重新利用,恢复该地段活力,并使其成为具有一定公共设施、一定规模自然生态基底和人文内涵、秉承矿业景观特色的多重含义的城市公共空间^[29]。③土地功能置换与更新。李绍燕认为土

地更新指对城市土地进行两次开发,即在原有城市基础上实行再开发。它要求从根本上改变城市中落后且不合理的城市经济结构、社会结构和环境结构,重新规划城市空间布局,建立合理的用地结构,使有限的土地资源得到最经济的利用,提高城市整体功能。城市废弃工矿区土地更新作为城市更新的一部分,随着城市更新理论的完善和发展,其理论和实践的探索也在不断的完善^[42]。在城市更新第一次研究会上认为“生活于都市的人,对于自己所住的建筑物,周围的环境或通勤、通学、购物、游乐及其他的生活,有各种不同的希望与不满。对于自己所住的房屋的修理改造,街路、公园、绿地、不良住宅区的清除等环境的改善,要求及早施行。尤其对土地利用的形态或地域区制的改善,大规模都市计划事业的实施,以形成舒适的生活、美丽的市容等,都有很大的希望包括有关这些的都市改善,就是都市更新”。美国《不列颠百科全书》对城市更新的定义为:“对错综复杂的城市问题进行纠正的全面计划。包括改建不合卫生要求、有缺陷或破损的住房,改进不良的交通条件、环境卫生和其他的服务设施,整顿杂乱的土地使用方式,以及车流的拥挤堵塞等。”《城市规划原理》(第三版)定义城市更新为一种将城市中已经不适应现代化城市社会生活的地区作必要的、有计划的改建活动^[41]。

2 理论研究

矿区工矿区废弃地治理的研究主要集中于矿业生态恢复与重建、矿业景观更新与再利用、土地功能更新等。

2.1 生态恢复与重建

20 世纪 80 年代,国外开始注重退化生态系统的恢复重建的研究,从理论和实践两方面关注生态系统的退化、恢复、开发和保护机理问题^[30]。矿区生态系统恢复是恢复生态学研究的重要领域之一。理论研究主要有以可持续发展为主导思想的理论研究,以土地复垦、生态演替为基础的理论研究,以废弃矿区景观构造为主的理论研究,高兹的生态重建理论^[31],其研究领域已扩展到生物多样性、景观生态学、植被生态学、生态经济学、安全经济学等的研究^[32]。

2.2 景观更新与再利用

工业废弃地艺术与景观改造始于 20 世纪 60 年代

西方艺术家的艺术创作活动。在大地艺术等各种艺术流派以及生态学思想的影响下,后工业景观逐渐兴起。通过景观建筑大师理查德·哈格(Richard Haag)、彼得·拉茨(Peter Latz)、乔治·哈格里夫斯(George Hargreaves)等在工业废弃地的景观改造经典项目中的成功运用,后工业景观的设计思想、创作手法、技术措施、代表作品产生了国际性的影响。

西方国家对工业废弃地的艺术与景观改造研究和实践在 20 世纪 90 年代末到 21 世纪初开始受到我国有关学者的关注。目前国内的研究工作既有借鉴国外的相关理论背景、哲学观念、艺术思想与手法、技术方法,以及主要艺术家、景观建筑师及其作品等;同时也有对国内部分实践成果的回顾与总结。张红卫等介绍了乔治·哈格里夫斯的景观设计语言^[38],探讨了大地艺术家针对工业废弃地所的创作活动对工业废弃地景观设计的借鉴意义^[33]。王向荣概括介绍了欧美的后工业景观、大地艺术和生态景观的设计思想和手法在工业废弃地更新中的应用^[34]。任京燕^[20]研究了后工业景观对艺术、生态、后现代等理论的借鉴和融合,提炼出了在工业废弃地更新中独特的后工业景观设计方法。贺旺^[36]总结出了后工业景观的设计范式及后工业公园景观模式。薛建锋探讨了生态思想和设计方法对废弃地景观改造的影响。俞孔坚等^[37]等回顾和剖析了广东中山岐江公园的设计创作。此外,孙晓春等分析研究了理查德·哈格的设计理念 and 手法。韦峰编译了对彼得·拉茨的访谈^[39],披露了大师的景观设计思想发展历程和对景观概念的独特见解。

2.3 土地功能置换与更新

在国外的研究与实践中,西方国家的“城市再生”理论以及英国对政策和实践模式的探索 and 深化过程,美国对“棕地”的更新改造与再开发的政策、立法、行动计划与实施,德国鲁尔区“埃姆舍公园”的规划和持续建设等对我国城市废弃工矿区土地再利用都有重要的借鉴意义。

在国内的研究中,吴良镛先生 1983 年提出了“城市有机更新”理论,引领了我国城市更新理论的发展^[40]。20 世纪 90 年代开始的大规模城市开发使我国城市更新改造面临的问题和挑战凸显,1996 年成立了城市更新专业学术委员会。旧工业区更新在我国的城市更新中具有一定代表性,对

旧工业区用地更新利用的专题研究有：贾及鹏总结归纳了城市工业区改扩建的一般理论和方法^[41]。周陶洪论述了旧工业区更新的综合策略^[42]。刘伯英从不同角度探讨了城市工业地段的更新实施^[43]。此外，吴炳怀对旧城工业区改造问题展开了探讨^[44]。李浩对老工业基地改造过程中中国有破产企业土地处置问题进行了研究^[45]。国外典型案例介绍分析—吴唯佳对德国鲁尔区埃姆舍园国际建筑展(IBA Emscher park)带动地区更新的目标和策略作了全面的介绍，指出了更新框架中存在的问题并提出了相应的补救措施，强调对旧工业地区实行社会、生态、经济综合更新策略的必要性^[46]。张杰从政策、规划思想和开发实践三方面深刻剖析了伦敦码头区改造的发展历程^[47]。张险峰、张云峰对英国伯明翰布林德利地区城市更新中的“混合使用”理念和模式进行了考察研究^[48]。刘健对加拿大温哥华格兰威尔岛(Granville Island)更新改造实践做了系统介绍^[49]。

2.4 废弃地再利用理论和方法的其他研究

矿区废弃土地再利用主要集中在生态恢复理论体系的研究上，景观改造一定的程度上也属于生态恢复，已经形成一套较为完整的理论体系。同时，在政策、规划技术等方面不少学者结合多学科知识，对废弃地治理进行了探索。刘抚英提出了“协同再生”的观点，构建了系统协同再生的研究结构^[50]，李苓苓用 GIS 手段，根据国内外矿山废弃地生态恢复理论以及景区内综合景观修复的要求，提出矿区生态修复规划建议^[51]。白汀汀开发了沙河市白塔镇矿山废弃地生态恢复规划信息系统^[52]。陈英义等设计了基于 Web 的煤矿废弃地土地复垦决策支持系统，并已经在辽宁省阜新矿区得到应用^[53]。汤学虎借鉴干扰理论在城市生态系统中应用的演绎模式，提出基于干扰理论的城市废弃地再利用的策略框架，并以唐山市南湖地区废弃地生态恢复实践为例，阐述它的具体应用^[54]。侯秀丽提出了矿区生态重建元胞自动机模型是一种特殊的地理元胞自动机模型，为研究矿区废弃地开拓了新的思路并找到了新的切入点^[55]。王莹开发了煤矿废弃地植被恢复决策支持系统^[56]。张文宁等对我国矿山环境治理的法律制度进行了研究^[57]。

3 技术研究

3.1 生态恢复与重建技术

3.1.1 土壤改良技术

目前在矿区废弃地土壤改良方面的研究主要是土壤重构。国外土壤重构研究主要集中于：①在生物种类与活性研究方面，Daniel 等^[58]对矿区重构土壤和相邻未扰动土壤微生物群落结构的空分布特征分析；Sourkova 等^[59]对矿区进行了土壤微生物 C、P 以及生物活性的长期变化研究；Kourtev 等^[60]重点研究土壤重构中外来物种入侵及土壤生物区；Alexandra 等^[61]认为生物形态分析是进行植物物种精确调查的有效方法。在土壤理化性质与矿物学特性研究方面；Loit 等^[62]对矿区有机质的形成过程进行了研究；Maria 等^[63]建议将易分解矿物残余物放于高岭石与蒙脱石两个夹层间将有助于土壤重构效果的提高；Andrew 等^[64]利用两种矿区土壤原料(砂土或粘土和表层土)，地表混合种植黑麦草和三叶草，分别施加不同量消化污泥并进行适当处理，植物可以在不同程度上通过吸收来去除土壤中的重金属。在新技术的研究上，Friedli 等^[65]为了评价土壤质量，利用传统土壤科学研究方法和地面雷达探测(GPR)、红外线航空摄影(IR)等新技术相结合的评价方法在瑞士矿区进行土壤重构研究；Zribi 等^[66]利用地形学基本原理结合遥感技术进行了土壤结构数字三维重现研究；Joan 等^[67]利用 GIS 技术进行生态监测研究，可以为矿区土壤重构研究提供新的思路。

国内土壤重构研究主要集中于：①土壤理化性质与土壤养分研究，崔龙鹏等^[68]以淮南矿区为例，研究长期采矿活动(尤其是煤矸石堆积)造成的矿区土壤重金属污染；陈龙乾等^[69]以徐州矿区为例，对不同时期不同层次泥浆泵复垦土壤进行了监测和分析，揭示了泥浆泵复垦土壤物理特性的时空演化规律；胡振琪等^[70]从粉煤灰的污染潜势分析入手，通过复垦土壤的测试分析、淋溶试验和种植试验，揭示了粉煤灰充填复垦土壤的污染性；张乃明等^[71]系统研究了孝义露天铝矿不同复垦年限的土壤养分变化，研究证明通过种植牧草和大量施用有机肥和化肥，可加速复垦土壤的熟化、土壤理化性状逐年改善，土壤生产力逐年提高；孙泰森等^[72]在潞安矿业集团五阳矿区采煤塌陷地上，按照混推和剥离两种复垦技术，对不同复垦技术及时间条件下土壤养分(有机质、氮、磷、钾)和重金属元素(镉、铅、铬、汞)含量以及物理性质(容重、毛

管持水量、总孔隙度、团粒结构)进行采样分析研究。②土壤微生物及生化特征研究,龙健等^{[73][74]}通过对浙江哩浦铜矿废弃地土壤的微生物、土壤酶活性及生化作用强度研究表明,矿区土壤微生物总数下降;滕应等^[75]通过对浙江省天台铅锌银矿区侵蚀土壤的微生物活性以及微生物群落功能多样性研究结果表明,人为开矿使矿区土壤环境呈现不同层次的加速侵蚀特征;洪坚平等^[76]通过对矿区煤矸石风化物上几种不同复垦措施的复垦区,进行系列土壤微生物及其生化特性的分析研究;廖敏等^[77]研究了南方红壤矿区废弃地重金属对微生物活性和多样性的影响机制;戚家忠等^[78]研究了复垦重构土壤有机质的空间变异特性;魏忠义等^[79]对大型煤矸石山植被重建的土壤限制性因子分析,认为表层风化物的主要限制性因子依次为质地、水分、养分、pH、盐分、表层温度、重金属等。③土壤剖面重构研究,胡振琪^[80]提出了“分层剥离、交错回填”的土壤剖面重构原理,同时成功地将这一原理应用于横跨采场倒堆工艺(连续开采工艺)的露天矿复垦;魏忠义等^[81]提出了“堆状地面”土壤重构方法。

3.1.2 物理处理技术

卞正富和张国良以开滦矿区为试验点,研究认为通过条带式覆土或全面覆土,矸石酸性得到较好控制,而穴植覆土不能有效控制^[82]。王志宏认为对采空区和塌陷地,可以将粉煤灰作为充填材料,既利用固体废弃物,又防止其占用土地和污染地下水,上部覆盖 30 cm 的黄土,用于造林和种植,会收到良好的综合效益^[83]。王洁等认为把表层(30 cm)及亚层(30~60 cm)土壤取走,加以保存,以便工程结束后再把它们放回原处,然后在堆放地铺上 50 cm 厚的粘土并压实,以防渗透。在煤矸石或矿渣堆放完并展平压实之后,也需再铺上一层 50 cm 厚的粘土并压实,再垫上 1 m 厚的生土,最后把表土搬回铺上,可以基本上保持原表土层的肥力,达到立即复耕的效果^[32]。

3.1.3 化学改良技术

鉴于有些废弃地基质结构不良,采取少量、多次施用速效化肥或选用一些分解缓慢的长效肥料减缓和防止速效化学肥料被淋溶。废弃地存在 pH 值太低的问题时,向土壤中添加碳酸氢盐和石灰;若 pH 值过高,则可以投加 FeSO_4 、硫磺、石膏和硫酸等^[84]。EDTA 能和重金属离子形成稳定的络合

物,减少植物对重金属离子的吸收,使之对植物的毒害有所减轻。金属阳离子的毒性可由 Ca^{2+} 的作用而趋于缓和,钙离子的存在也会减轻铬酸盐的毒性。磷酸盐能有效地控制含硫矿物酸的形成,故磷矿废物亦可用于改良含酸废弃地。马彦卿等对广西平果铝矿复垦时通过试验研究,确定了粉煤灰与底板土的最佳配比是:80%底板土+20%粉煤灰,并考察了土壤改良的实际效果^[85]。

3.1.4 生物改良技术

添加肥料或利用豆科植物的固氮能力可以解决大部分矿山废弃物和类土壤物质缺乏氮、磷等问题。Obbard 等研究发现,从污染地区的土著豆科草种的根瘤中或根际土壤中分离出的根瘤菌,与寄主植物能形成有效的共生关系并具有固氮能力^[86]。张志权等研究发现,根瘤菌对锌的耐受力明显高于寄主植物^[87]。聂湘平等发现,发现大叶相思根瘤菌对锌、铜两种重金属的耐受性都较美丽胡枝子的根瘤菌强^{[88][89]}。

3.2 景观更新与再利用的实践探索

废弃矿区在 20 世纪 70 年代成为关注的焦点,对矿区的改造是将其恢复到以前的自然景观。在技术上,以常规改造技术为主;改造中,景观设计师的工作只是负责植物种植或一些土地利用方面的咨询。改造计划中有对娱乐用地的考虑,但侧重于改造环境和完善游憩功能,对艺术和文化上考虑较少。

由于实践的领先,国外对各种层面的城市废弃地的景观设计问题都有探讨,但没有形成理论体系,而是在实际应用中借鉴了许多生态城市的成熟理论。在美国,主要是在废弃地上进行大地的形体塑造,其中最著名的是 1972 年西雅图煤气厂公园。它是用景观设计的方法对废弃地进行再利用的先例,虽然不是直接的矿区改造,但它对景观设计产生了广泛的影响,对未来废弃矿山的景观改造是一个启示。20 世纪 90 年代,德国的著名科特布斯矿山更新项目,在进行技术改造和生态恢复的同时尝试了艺术创作的途径。此时,生态学的思想和对环境的普遍关注渗透到景观设计领域,在工业景观设计中,废弃设施的再利用,资源的循环使用,对自然再利用植被的保护等都体现了这一点。典型案例德国诺德斯顿公园(Nordsternpark, Gelsenkirchen)、希腊狄俄尼索斯采石场((The Old Dionyssos Quarries)等^[90]。

国内在实践方面主要有矿山公园、地质公园、后工业景观、工业遗产保护与再利用、工业旅游与工业遗产旅游等。优秀实践包括唐山南湖公园、绍兴东湖风景区、辽宁抚顺西露天矿区森林公园、神华准能黑岱沟露天矿排土场露天矿等^[91]。唐山市南湖公园建设是矿山景观生态重建成功的例证。浙江绍兴东湖风景名胜区内都享有盛名，在世界矿山废弃地景观再造史上占有显著的地位^[90]。辽宁抚顺市在即将闭矿的抚顺西露天矿区建设森林公园，对城市的环境和形象的有重大影响^[92,93]。神华准能黑岱沟露天矿排土场露天矿，重建工作采取异地取土培养新生态的方法，建立了11 hm²的观赏型生态果园。

国内矿区范畴的景观规划及景观生态学研究偏重于基础理论和应用方面，而对景观生态学的方法论部分的研究还相对较少，侧重于实验方法与景观模型的研究。

3.3 土地功能置换与更新的实践探索

在国内实践项目探索，张晓云提出了铁西工业区更新改造的发展目标、策略和实施途径^[94]；张平宇分析了沈阳铁西工业区改造的制度因素^[95]。李冬生等探讨了上海杨浦老工业区工业用地更新调整的对策^[96]。沈瑾等介绍了唐山市南部采煤沉陷区用地综合更新改造的规划和实施过程^[97]。李绍燕^[42]在对天津市近十年来旧厂区再开发的规划内容、规划手法做出探讨。

4 存在的问题及建议

4.1 加快完善废弃工矿区土地复垦和生态恢复的法律、法规

我国现行的废弃地改造方面的立法存在严重问题，包括立法过于分散，没有废弃地复垦、再利用方面的专门法律；废弃地复垦规定过于笼统，缺乏可操作性；生态恢复的要求标准低；缺少废弃地治理统一的体制、机制。

因此应出台一部全面的矿废地复垦法或法律法规文件，辅之详尽、易操作、包括管理程序和技术标准的实施细则，明确矿业废弃地土地复垦的资金来源、相关费用的使用与管理，以及复垦土地的有偿转让等。明确界定各级主管部门与相关企业的义务、责任和职责，建立垂直领导的矿山环境监管体系，减少国土、环保、农林等部门多重交叉管理。

4.2 完善废弃工矿区土地再利用机制

借鉴发达国家治理废弃地经验，逐步制定相应法律、法规，组建专业的废弃地规划和生态重建队伍，积极开展有关废弃地再利用方面的学术研究与交流，成立各类专业科研机构 and 废弃地再利用的领导机构。

我国对废弃地起点晚，研究滞后，缺少专门科研机构，指导废弃地的再利用工作。应成立专门的机构负责废弃地的治理工作。同时，应加大生态改造发展政策的宣传和引导，推动废弃工矿土地再利用。

4.3 加强协作，多渠道筹措资金

目前从事废弃地研究的机构虽然在数量上具备一定规模，但基本上处于各自为政，自我封闭的状态，环境科技资源缺乏整合和共享机制，难以形成合力，整体实力不强。废弃地再利用的资金投入不足，未建立有效的市场投融资机制，缺乏稳定的政府引导资金来源渠道，使一些重大的公益性环境科学研究难以开展，使许多环境恶劣、污染严重的废弃地依然处于荒废、无治理状态。

应从多渠道筹措项目资金，如建立废弃地改造的保证金制度，筹集改造基金，申请国际组织的资金和技术支持，还可与开发商合作进行改造开发。地方财政好的可先由政府垫资，再开发者共同完成开发项目，待项目获得受益后再对开发者进行补偿。

4.4 正确认识废弃矿区土地再利用项目，提高公众参与水平

公众应参与到废弃地再利用治理和规划中来，让公众了解废弃工矿区土地再利用项目，将规划改造的基本思路传递给公众，形成监督和规范废弃地治理的外部力量。同时，成立专家咨询团，征询专家的意见。对于一些规模较小的工程，通过实地调查和访问，加深与当地居民的沟通；对于涉及面广、牵扯人数众多的大工程，采用小型研讨会及大范围公众讨论的方式进行互通和交流，提高公众的参与水平。

参考文献

- [1]张丽芳,濮励杰,涂小松.废弃地的内涵、分类及成因探析[J].长江流域资源与环境,2010,(2):180~185.
- [2]常江,冯姗姗.矿业城市工业废弃地再开发策略研究[J].城市发展研究,2008,(2):54~57.

- [3]段海侠.矿区废弃地水土流失的成因及防治对策[J].辽宁工程技术大学学报(自然科学版),2010,(S1):138~140.
- [4]张华,郭鹏,王丽琴.“棕地”现象及其治理对策[J].环境保护科学,2008,(4):48~49,57.
- [5]罗思东.美国城市的棕色地块及其治理.城市问题,2002,(6):19~21.
- [6]邓位.城市更新概念下的棕地转变为绿地.风景园林[J].风景园林,2010,(1):93~97.
- [7]VANHEUSDEN,B.Towards a legal framework in the EU for brownfield redevelopment [J].European Environmental Law Review, 2003,(6):178~180.
- [8]张险峰,张云峰.英国伯明翰布林德利地区—城市更新的范例.国外城市规划,2003,(03):56~62.
- [9]王伟年,张平宇.创意产业与城市再生.城市规划学,2006,(2):42~44.
- [10]天津万科水晶城.建筑实录,2003,(10):32~34.
- [11]格默尔 R P.工业废弃地上的植物定居[M].倪彭年译.北京:科学出版社,1987.
- [12]彭少麟.恢复生态学与植被重建[J].生态科学,1996,(2):12~16.
- [13]李洪远,鞠美婷.生态恢复的原理与实践[M].北京:化学工业出版社,2005.
- [14]虞蔚君.废弃地再生研究[D].南京:南京农业大学,2007.
- [15]孙青丽.20世纪废弃地景观改造的价值分析[J].山西建筑,2007,(5):350~352.
- [16]陈昌笃.持续发展与生态学[M].北京:中国科技出版社,1993.
- [17]麦克哈格.丙经纬译.设计结合自然[M].北京:中国建筑工业出版社,1992.
- [18]谷金锋,蔡体久,肖洋.工矿区废弃地的植被恢复[J].东北林业大学学报,2004,(3):19~22.
- [19]宋书巧,周永章.矿业废弃地及其生态恢复与重建[J].矿产保护与利用,2001,(5):43~49.
- [20]王向荣,任京燕.从工业废弃地到绿色公园—景观设计 with 工业废弃地的更新[J].中国园林,2003,(3):50~52.
- [21]李永庚,蒋高明.矿山废弃地生态重建研究进展[J].生态学报,2004,(1):95~100.
- [22]苏光全,何书金,郭焕成.矿区废弃土地资源适宜性评价[J].地理科学进展,1998,(4):39~46.
- [23]陈芳清,张丽萍,卢斌.隔河岩水电站废弃地植被的初始生态恢复[J].三峡大学学报:自然科学版,2003,(2):180~184.
- [24]钟爽.矿山废弃地生态恢复理论体系及其评价方法研究[D].阜新市,辽宁工程技术大学,2006.
- [25]卞正富,许家林,雷少刚.论矿山生态建设[J].煤炭学报,2007,(1),13~19.
- [26]李一为.京西矿业废弃地生境特征及植被演替规律研究[D].北京:北京林业大学,2007.
- [27]李伟涛.矿业废弃地景观更新理论研究[D].哈尔滨:东北林业大学,2007.
- [28]章超.城市工业废弃地的景观更新研究[D].南京,南京林业大学,2008.
- [29]盛卉.矿山废弃地景观再生设计研究—以幕府山白云石矿为例[D].南京:南京林业大学,2009.
- [30]Bradshaw A D and Chadwick M J.The Restoration of Land Berraley[M].University of California Press, 1980.
- [31]周进生,石森.矿区生态恢复理论综述[J].中国矿业,2004,(3):10~12.
- [32]王洁,周跃.矿区废弃地的恢复生态学研究[J].安全与环境工程,2005,(1):5~8.
- [33]张红卫,蔡如.大地艺术对现代风景园林设计的影响[J].中国园林,2002,(3):7~10.
- [34]王向荣,林菁.西方现代景观设计的理论与实践[M].北京:中国建筑工业出版社,2002.
- [35]贺旺.后工业景观浅析[D].北京:清华大学,2004.
- [36]俞孔坚,庞伟.足下的文化与野草之美—产业用地再生设计探索,岐江公园案例[M].北京:中国建筑工业出版社,2003.
- [37]孙晓春,刘晓明.回归自然的精神家园—美国当代风景园林大师理查德·哈格[J].中国园林,2004,(3):24~26.
- [38]王建国,韦峰.重新理解自然,重新定义景观—彼得·拉茨和他的产业景观作品[J].规划师,2004,(2):10.
- [39]吴良镛.人居环境科学导论[M].北京:中国建筑工业出版社,2001.
- [40]贾及鹏.城市工业区改扩建的理论方法研究[D].西安:西安建筑科技大学,2001.
- [41]周陶洪.旧工业区城市更新策略研究—以北京为例[D].北京:清华大学,2005.
- [42]李绍燕.天津土地更新与城市营造初探—天津市旧厂区再开发研究[D].天津:天津大学,2004.
- [43]刘伯英.城市工业地段更新的实施类型[J].建筑学报,2006,(8):21~23.
- [44]吴炳怀.旧城工业区改造问题初探[J].城市规划汇刊,1997,(4):50~53,64.
- [45]李浩.老工业基地改造过程中有破产企业土地处置问题研究[D].重庆:重庆大学,2005.
- [46]吴唯佳.对旧工业地区进行社会、生态和经济更新的策略—德国鲁尔地区埃姆歌园国际建筑展.国外城市规划,1999,(3):35~37.
- [47]张杰.伦敦码头区改造—后工业时期的城市再生.国外城市规划,2000,(2):32~35.
- [48]张险峰,张云峰.英国伯明翰布林德利地区—城市更新的范例.国外城市规划,2003,(2):55~62.
- [49]刘键.城市滨水区综合再开发的成功实例—加拿大格兰威尔岛更新改造.国外城市规划,1999,(1):36~38.
- [50]刘抚英.中国矿业城市工业废弃地协同再生对策研究[D].北京:清华大学,2007.
- [51]李岑岑.3S技术在矿山废弃地生态修复中的应用研究—以银狐洞景区为例[D].北京:首都师范大学,2008.
- [52]白汀汀.基于GIS的矿山废弃地生态恢复规划方法研究[D].邯郸:河北工程大学,2007.
- [53]陈英义,李道亮.基于Web的煤矿废弃地土地复垦决策支持系统设计与实现[J].农业工程学报,2008,(4):107~112.
- [54]汤学虎.基于干扰理论的城市废弃地再利用策略研究[D].上海:同济大学,2008.
- [55]侯秀丽.矿区生态重建计算机模拟系统研究[D].唐山:河北理工

学院,2003.

[56]王莹.煤矿废弃地植被恢复决策支持系统研究[D].北京:中国农业大学,2004.

[57]张文宇.我国矿山环境治理法律制度问题研究[D].北京:中国地质大学,2010.

[58]Daniel L m, Peter D S, JEFFREY S B. Soil Microbiological properties 20 years after surface mine reclamation: spatial analysis of reclaimed and undisturbed sites[J]. *Soil Biology & Biochemistry*, 2002, (34): 1717~1725.

[59]SOURKOVAM, FROUZB J, FETTWEISE U, et al. Soil development and properties of microbial biomass succession in reclaimed post mining sites near Sokolov (Czech Republic) and near Cottbus (Germany)[J]. *Geoderma*, 2005, (129): 73~80.

[60]KOURTEV P S, EHRENFELD J G, HAGBLOM M. Experimental analysis of the effect of exotic and native plant species on the structure and function of soil microbial communities [J]. *Soil Biology & Biochemistry*, 2003, (35): 895~905.

[61]ALEXANDRA G. Biomorphic analysis as a part of soil morphological investigations[J]. *Catena*, 2001, (43): 217~230.

[62]LOITR, ELMAR K, IGNA R. Development of soil organic matter under pine on quarry detritus of open-cast oil-shale mining[J]. *Forest Ecology and Management*, 2002, (71): 191~198.

[63]MARIA J. FERNANDEZ S, GIUSEPPE C, et al. Chemical and mineralogical changes in a polygenetic soil of Galicia, NW Spain[J]. *Catena*, 2001, (43): 251~265.

[64]ANDREW W R, KAREN M L, PETER A F. Application of biosolids in mineral sands mine rehabilitation: use of stockpiled topsoil decreases trace element up take by plants[J]. *Bioresource Technology*, 2004, (91): 223~231.

[65]FRIEDL B, TOBIASS, FRITSCH M. Quality assessment of restored soils: combination of classical soil science methods with ground penetrating radar and near infrared aerial photography? [J]. *Soil & Tillage Research*, 1998, (46): 103~115.

[66]ZRBIM, CIARLETTI I V, TACONET O, et al. Characterization of the soil structure and microwave backscattering based on numerical three-dimensional surface representation: analysis with a fractional brownian model [J]. *Soil Structure and Microwave Backscattering*, 2000, (72): 159~169.

[67]JOANM, JOSEPM M. A GIS methodology for assessing ecological connectivity application to the Barcelona Metropolitan Area [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2005, (71): 243~262.

[68]崔龙鹏, 白建峰, 史永红, 等. 采矿活动对煤矿区土壤中重金属污染研究[J]. *土壤学报*, 2004, (6): 896~904.

[69]陈龙乾, 邓喀中, 唐宏, 等. 矿区泥浆泵复垦土壤物理特性的时空演化规律[J]. *土壤学报*, 2001, (2): 277~283.

[70]胡振琪, 魏忠义, 秦萍. 塌陷地粉煤灰充填复垦土壤的污染性分析[J]. *中国环境科学*, 2004, (3): 311~315.

[71]张乃明, 白雪萍, 谷晓滨, 等. 矿区复垦土壤养分变化趋势研究[J]. *土壤通报*, 2003, (1): 58~60.

[72]孙泰森, 师学义, 杨玉敏, 等. 五阳矿区采煤塌陷地复垦土壤的质量变化研究[J]. *水土保持学报*, 2003, (4): 35~38.

[73]龙健, 黄昌勇, 滕应, 等. 我国南方红壤矿山复垦土壤的微生物特征研究[J]. *水土保持学报*, 2002, (2): 126~129.

[74]龙健, 黄昌勇, 滕应, 等. 矿区废弃地土壤微生物及其生化活性[J]. *生态学报*, 2003, (3): 496~503.

[75]滕应, 黄昌勇, 龙健, 等. 矿区侵蚀土壤的微生物活性及其群落多样性研究[J]. *水土保持学报*, 2003, (1): 115~118.

[76]洪坚平, 谢营荷, 孔令节, 等. 矿山复垦区土壤微生物及其生化特性研究[J]. *生态学报*, 2000, (1): 669~672.

[77]LIAOM, CHEN C L, HUANG C Y. Effect of heavy metals on soil microbial activity and diversity in a reclaimed mining wasteland of red soil area [J]. *Journal of Environmental Science*, 2005, (5): 832~837.

[78]戚家忠, 赵艳玲, 杨璐. 复垦重构土壤有机质的空间变异特性研究[J]. *安徽理工大学学报(自然科学版)*, 2008, (3): 8~12.

[79]魏忠义, 王秋兵. 大型煤矸石山植被重建的土壤限制性因子分析[J]. *水土保持研究*, 2009, (1): 179~182.

[80]胡振琪. 煤矿复垦土壤剖面重构的基本原理与方法[J]. *煤炭学报*, 1997, (6): 617~622.

[81]魏忠义, 胡振琪, 白中科. 露天煤矿排土场平台“堆状地面”土壤重构方法[J]. *煤炭学报*, 2001(1): 19~22.

[82]卞正富, 张国良. 矿山土复垦利用试验[J]. *中国环境科学*, 1999, (1): 81~84.

[83]王志宏, 李爱国. 矿山废弃地生态恢复基质改良研究[J]. *中国矿业*, 2005, (3): 22~24.

[84]Hu H W, et al. Effects of different improvements on control-ling acidification of Pb/Zn tailings [J]. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatsen*, 1999, (3): 68~71.

[85]马彦卿, 李小平, 冯杰, 等. 非煤灰在矿山复垦中用于土壤改良的试验研究[J]. *矿冶*, 2000, 9(3): 15~19.

[86]Obbard J P, et al. The effect of heavy metals on nitrogen fixation by Rhizobium white clover in a range of long-term sewage sludge amended and metal-contaminated soils [J]. *Environmental Pollution*, 1993, (79): 105~112.

[87]Zhang Z Q, et al. Effects of zinc on rhizobia-earleaf acacia (*Acacia auriculaeformis*) symbiotic association [J]. *Bioresource Technology*, 1998, (64): 97~104.

[88]Nie X P, et al. Effects of zinc on rhizobia-earleaf acacia (*Acacia auriculaeformis*) symbiotic association [J]. *Acta Phytocologica Sinica*, 2002, 26(3): 264~268.

[89]Nie X P, et al. Effects of copper on rhizobia-Acacia symbiotic association [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2002, (2): 137~140.

[90]彭凤. 矿山废弃地景观修复与再造的研究——以砾山采石场废弃地为例[D]. 武汉: 华中农业大学, 2008.

[91]赵爽. 矿山废弃地的景观资源整合研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2008.

[92]李伟涛. 矿业废弃地景观更新理论研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2007.

[93]丁一巨, 罗华. 铁城景观述记——德国北戈帕地区露天煤矿废弃地景观重建[J]. *园林*, 2003, (10): 41~43.

4 可再生能源环保对策建议

目前我国可再生能源产业处于快速发展期,而且未来还将持续较长时间。然而,可再生能源开发所导致的环境问题已经初步显现,这可能会成为制约其健康发展的一个重要因素。因此,必须采取有效措施,解决可再生能源发展中的环境污染和生态破坏问题,科学合理地指导可再生能源产业发展,避免盲目重复建设,促进产业全面均衡发展。

(1)应逐步建立和完善可再生能源立法和环境资源保护立法的协调机制,完善配套环境和生态保护政策。2009年12月26日,《中华人民共和国可再生能源法(修正案)》颁布,之前阻碍可再生能源发展的一些问题得到了有效解决,但还应进一步明确可再生能源开发建设项目应遵守有关环境资源和生态保护的各法律、法规的原则,并在可再生能源配套环境政策或未来《可再生能源法》修改中明确提出。

(2)合理规划,谨慎投资。加大基础研究,对可再生能源资源现状作出科学评价和发展预测,在此基础上制定可再生能源发展规划,有效提高规划的科学性和可操作性,加强可再生能源开发利用规划与土地利用规划、电网发展规划、经济发展规划、环境和生态保护规划之间的协调,充分听取环保部门的意见,充分考虑并减缓其可能对生态环境产生的影响。

(3)加强环保管理,强化环评审批的把关作用。对于目前国家大力扶持的可再生能源产业,也必须加强环评审批管理,严格按照环境影响评价相关法律法规开展,避免未批先建和简化手续情况的发生,充分发挥环评审批对于预防和减轻环境污染的作用。对各级可再生能源发展规划开展“规划环评”。在适当时机制定可再生能源项目环评指导性文件,针对可再生能源项目特点,制定合

适的环评方法,并加以实施。

(4)鼓励可再生能源技术研发和进步,提高能源转化效率;遵循清洁生产方式,减少生产过程中的污染物排放,从根本上降低可再生能源发展过程中的环境影响。

(5)通过宣传教育、监督管理等方式,加强地方各级政府部门对可再生能源发展环境管理的重视程度,深刻认识可再生能源发展中的环境问题,科学合理的指导可再生能源产业发展。

参考文献

- [1] 张国宝.《中国能源发展报告 2009》[M]. 北京:经济科学出版社, 2009.
- [2] 中国可再生能源学会, 中国科学院广州能源研究所.《中国新能源与可再生能源年鉴(2009)》[M]. 广州, 2009.
- [3] 赵大庆, 王莹. 风力发电厂的主要环境问题 [J]. 环境保护科学, 2005,31:66-67
- [4] 郑有飞, 白雪, 许遐祯. 风力发电对江苏省的环境影响及对策初探[J]. 能源环境保护, 2008,22(3):40-43.
- [5] 叶宏亮. 工业硅生产过程生命周期评价研究[D]. 昆明. 昆明理工大学硕士学位论文, 2008:41-48.
- [6] 王克红, 赵黛青, 王伟. 太阳能热水器和电热水器的环境和经济效益分析与评价[J]. 能源工程, 2006,5:4-8.
- [7] 王秀珍. 浅谈平安县沼气池使用率下降的原因与对策[J]. 中国沼气, 2007, 25 (4):47-48.
- [8] 刘黎娜. 可再生能源建设项目生命周期评价方法及其案例研究[D]. 南京. 南京农业大学硕士学位论文, 2008:47-52.
- [9] 崔晓林, 马玉忠. 中国经济网. http://www.ce.cn/cysc/agriculture/czxz/200908/31/t20090831_19644164.shtml. 2009.8.31.
- [10] 杜晓光. 浅谈宁武县沼气池使用率低的原因与对策 [J]. 农业工程建设(新能源产业), 2009,2:34.
- [11] 王秀珍. 浅谈平安县沼气池使用率下降的原因与对策 [J]. 中国沼气, 2007, 25 (4):47-48.
- [12] 中国新能源网. <http://www.newenergy.org.cn/html/00912/1230930618.html>. 2009.12.3.
- [13] 朱玉玲. 多晶硅产业发展与环境保护问题探析 [J]. 理论界, 2011,11:84-86.
- [14] 刘琦, 许移庆. 世界海上风电投资分析 [J]. 电器工业, 2009,6: 45-48.

(上接第 12 页)

- [94] 张晓云. 沈阳市铁西工业区城市更新研究 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2001.
- [95] 张平宇. 沈阳铁西区工业改造的制度与文化因素 [J]. 人文地理, 2006, (2): 45-49.
- [96] 李冬生, 陈秉钊. 上海市杨浦老工业区工业用地更新对策——从“工业杨浦”到“知识杨浦” [J]. 城市规划学报, 2005, (1): 44-50.

- [97] 沈瑾, 赵铁政. 棕地与绿色空间网络——唐山南湖采煤沉陷区空间再利用 [J]. 建筑学报, 2006, (8): 28-30.
- [98] 迪特·哈森普鲁格(德). 德国在后工业时代的转型——IBA 埃姆瑟公园和区域规划的新范式 [J]. 刘崇译. 建筑学报, 2005, (12): 6-8.