

山西白家庄废弃矿山地下 旅游资源开发设计方案研究

刘钦节^{1,4}, 韩 运¹, 杨 科^{2,4}, 董志勇³

(1. 安徽理工大学 矿业工程学院, 安徽 淮南 232001; 2. 深部煤矿采动响应与灾害防控
国家重点实验室, 安徽 淮南 232001; 3. 山西焦煤集团有限责任公司, 太原 030024;
4. 合肥综合性国家科学中心能源研究院(安徽省能源实验室), 合肥 230031)

摘 要: 山西省积极响应国家去产能政策, 关闭/废弃矿山日益增多, 其后闲置的大量地下空间资源亟需开发利用。基于山西丰富旅游资源, 开展矿山旅游资源开发方案研究, 明确功能分区、细化功能部署方法, 实现旅游项目主题连贯设计, 构建完整旅游体系, 将历史文化遗迹与现代工业遗产和自然生态环境有机融合, 促进能源型城市转型发展。以山西省白家庄矿 2[#]井为例, 在综合分析矿井历史、地下空间资源、地理区位优势及现有旅游条件基础上, 借鉴“三觉五性”设计方法, 进行井下工业旅游开发方案设计, 并依据儿童、成人和实训学生等不同游客群体特性规划三种游览路线, 既突显行业背景优势和旅游特色, 又实现废弃矿井地下空间资源的合理开发利用。废弃矿山旅游开发研究可以推动废弃矿区的经济增长和城市转型发展, 带来良好的产业示范效应与社会效益, 具有重要意义。

关键词: 废弃矿山; 旅游资源; 方案设计; 产业示范

中图分类号: TD-9

文献标识码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Development and Design of Underground Tourism Resources in Abandoned Mine in Baijiazhuang, Shanxi Province

LIU Qinjie^{1,4}, HAN Yun¹, YANG Ke^{2,4}, DONG Zhiyong³

(1. School of Mining Engineering, Anhui University of Science and Technology, Huainan 232001, China;
2. State Key Laboratory of Mining Response and Disaster Prevention and Control in Deep Coal Mines,
Huainan 232001, China; 3. Shanxi Coking Coal (Group) Co., Ltd., Taiyuan 030024, China; 4. Institute of
Energy, Hefei Comprehensive National Science Center (Anhui Energy Laboratory), Hefei 230031, China)

Abstract: Shanxi Province actively responds to the national de-capacity policy, so the closed or abandoned mines are increasing and abundant idle underground space resources are in urgent need of development and utilization. This research, based on the rich tourism resources in Shanxi province, conducts the development and design on the mine tourism resources. By clarifying functional zoning and detailed functional deployment, we can realize the coherent design of tourism project themes, build a complete tourism system, and integrate historical and cultural relics with modern industrial heritage and natural ecological environment, promoting the transformation and development of energy-based cities. Taking the No. 2 shaft in Baijiazhuang Mine as an example, on the comprehensive analysis of mine history, underground space resources, geographical advantages, and existing tourism conditions, this study carries out the underground industrial tourism development and design on the three-sense-five-feature method. According to the features of dif-

* 收稿日期: 2021-08-31

基金项目: 山西省科技重大专项揭榜项目(20191101016); 中国工程院院地合作咨询项目(2020SX5)

作者简介: 刘钦节(1980—), 男, 山东临沂人, 博士, 副教授, 从事废弃矿井资源开发利用与深部岩石力学领域的研究工作, E-mail: qjliu@
aust.edu.cn

ferent tourist groups such as children, adults, and training students, three tourist routes have been planned, which not only highlight the industry background and tourism features, but also realize the rational development and utilization of underground space resources in the abandoned mines. The development of the abandoned mine tourism can promote the economic growth and urban transformation in the abandoned mining areas and create good industrial demonstration effects and social benefits, which is important for similar mines.

Key words: abandoned mines; tourism resources; scheme design; industrial demonstration

随着工业化、城镇化进程的深入推进,矿产资源被大量开发,导致废弃的矿山、矿坑不断增多,在一定程度上造成了资源浪费^[1-2]。与此同时,我国近些年来经济改革进入到“供给侧”改革阶段,“去产能”的提出,更是加快了矿井的关停速度。为避免资源浪费,矿山闲置资源向旅游方向开发,成为资源再利用的重要途径之一。国家旅游局发布的《全国工业旅游发展纲要(2016—2025年)》强调,保护工业文化遗产,积极推动工业旅游融合发展,形成了完整的工业旅游产品体系。

国内已有多位专家、学者就关停矿区旅游开发问题,开展了大量研究^[3-6]。袁亮院士等^[1]提出工业旅游是解决矿井资源问题的重要举措;韩运等^[7]提出基于“三觉五性”的体验式设计方法,实现地下空间功能型改造,增强旅游趣味性;汪秋菊等^[8]根据矿区旅游开发条件,构建了旅游开发环境评价指标体系;徐柯健^[9]以北京首云铁矿为例,针对性提出工业旅游开发规划和开发思路;常春勤等^[10]全面分析了世界各国废弃矿井旅游案例、开发形式,以及地下空间的主要限制条件;高文文^[11]将废弃矿坑利用模式分类为旅游文娱型等多种类型,并进行定性分析和对比;赵双健等^[12]提出利用矿山废弃地进行景观再造,发展生态旅游。

发展废弃矿山工业旅游,不仅能够充分满足游客对旅游产品新、异、美、知、乐的需要,也符合老工业基地改造的基本要求^[13-14]。既能够充分利用关停矿区的资源,也是推进资源型城市转型的新途径^[15-18]。基于废弃矿井地下空间旅游资源开发利用模式研究^[7],笔者选取山西白家庄矿为例进行旅游开发方案研究,促进白家庄矿区经济增长,为类似矿井转型发展提供参考和借鉴。

1 山西白家庄矿工程概况

1.1 矿井历史状况

山西西山白家庄矿业有限责任公司前身白家庄矿,始建于1934年8月,是西山地区最早的生产矿

井。2005年1月10日,经政策性破产重组改制为“山西西山白家庄矿业有限责任公司”,属国有控股企业。2016年响应“推进供给侧结构性改革”要求,原有两对生产井口“南坑、2#井”已于10月底关闭停产,退出产能100万t,平稳有序地完成了“关闭停产、转岗分流”这个重大历史性任务,成为西山煤电集团首个关停转产矿井。

1.2 矿井地理及交通状况

白家庄矿位于太原市万柏林区白家庄村、桃杏村至晋源区晋源镇赵家山一带,距太原市中心约20 km。井田呈一北宽南窄和不规则多边形,井田东西宽约1~5 km,南北长约6~7 km,面积16 149.7 km²。矿区距太原市西北环高速公路西山入口约5 km,距西中环南内环立交桥约6 km,另有运煤铁路专线自太原火车站直达,交通条件十分便利,为旅游产业发展提供了便捷条件。

1.3 旅游资源条件

白家庄煤矿现有整体保存完好的三对矿井、西北煤矿第一厂矿长楼等35处工业遗产,上述遗产均位于太原西山国家矿山公园核心区。

1929年6月,在西山白家庄动工兴建庆丰窑,建设1#井,井深121 m,井口直径2 m左右,由于生产能力较低,于1963年关闭。为了满足煤炭需求和工艺需求,1935年1月,建设2#井,井深167 m,2016年响应国家去产能要求关停。1941年开凿松树坑井口,深217 m,口径3.5 m,因煤炭资源枯竭报废,于1990年封闭。1953年11月,在龙泉窑废址上建设小南坑矿井,采用一对斜井开拓,是西山最早使用正规斜井开拓方式建设的矿井,主斜井井口水平标高1 016 m,倾角15°,斜长104 m,同步建设配套运输系统至煤库。1955年,小南坑建成投产。在2016年响应国家去产能要求关停,并永久封闭。

建筑遗迹主要包括10间房与石头窑、矿办大楼、电厂、储装运系统和选煤厂等典型建筑物;其中,储装运系统作为工业生产遗迹之一,整个系统包括始建于1934年的煤库、铁路、装车系统和始建于

1962 年的通向 2[#] 井斜井的运输系统。西北煤矿第一厂办公楼,建于 1934 年,是两层石材窑洞式楼房,就地取材建设,且冬暖夏凉、结实坚固。这些不同

时期典型的建筑物展现了矿山发展历史、煤炭综合利用的过程,推动矿山工业旅游发展。图 1、图 2 为白家庄矿井和地面的工业遗产。



图 1 白家庄矿井工业遗产

Fig. 1 Industrial heritage in Baijiazhuang mine



图 2 白家庄地面工业遗产

Fig. 2 Ground industrial heritage in Baijiazhuang

因此,白家庄矿具有良好的区域优势和开发利用条件,充分结合矿井地面工业遗产优势,选定二号井进行井下工业旅游开发方案设计,并与现有地面旅游条件形成完整旅游体系,提升矿井经济效益,必将大大推动山西白家庄矿区的转型发展。

2 白家庄矿山旅游设计思路

2.1 2[#] 井历史及开拓概况

2[#] 井于 1934 年组织建井,至今已有 80 多年的开采历史,经历过民国、抗日战争、解放战争以及近代开采等时期。由于开采历史悠久,开拓方式比较广泛,主要包括立井、斜井开拓方式,其中:

1)立井开拓始建于建井初期,先后经历了民国、抗日战争、解放战争时期,主要运输大巷包括十五尺正巷、南大巷等,均于 1982 年封闭。

2)斜井开拓方式始用于 1962 年,其中 840 水平斜井开拓系统于 1962 年贯通投用,710 水平开拓系统于 1979 年贯通投用至今。

2.2 2[#] 井保留系统巷道情况

2[#] 井开采水平为 840、710 水平,两个水平通过 710 水平主、副暗斜井相连通。其中,840 水平已开采完毕,主要保留主、副斜井,840 运输大巷,840 回风大巷,桃杏回风斜井。生产巷道除用于原煤拉运的 840 水平运输大巷外,已全部封闭;710 水平为主要开采水平,主要开采五盘区的上组 2[#] 煤。另 710

水平“二系统”主采下组煤层,受水患影响其系统及巷道已与 20 世纪 90 年代封闭。因此,840 巷道更适合进行矿井旅游开发。

2.3 “三觉五性”设计方法

为充分挖掘废弃矿山旅游资源,有效提升实际旅游效益,文中采用“三觉五性”设计方法^[7],即视觉、触觉和听觉以及知识性、观赏性、参与性、娱乐性和趣味性。“三觉”设计着重游客体验,主要依靠外界环境给予不同感知器官的冲击。增强外界环境设计,例如矿井明暗、大小和色彩等,以此满足游客体验感和新鲜感。“五性”设计着重于项目体现形式,例如历史文化宣传和采煤工艺体验等多种活动。依据不同性质设计,全面的展示创意与设计感。

旅游设计过程应该充分运用“三觉五性”设计方法,结合 2[#] 井历史及开拓概况,并根据 2[#] 井保留系统巷道情况,从多方面多角度开发利用,有效避免废弃矿井旅游开发存在的“旅游项目设计单一”、“游览路线规划不足”及“空间环境设计简单”等问题。此外,应注重旅游项目之间关联性,井下旅游与地面工业遗产观光项目主题需连贯设计,形成一个完整的旅游体系,从而增强矿井旅游的体验感和吸引力。

3 白家庄旅游矿设计方案

3.1 井下旅游基地初步设计

根据井下系统巷道留设情况以及水平、盘区现

状,拟利用原2#井立井和斜井、南大巷以及840水平井下系统巷道等,建设井下旅游基地。主要特点是井下巷道采煤生产系统较为完善,可利用空间条件较好,现有巷道利用率高,维护工程量小,沿途可建设的娱乐项目较多。

井下旅游设计充分结合白家庄丰富的矿业文化,明确功能分区,细化功能部署方法;项目主题连贯设计,体验内容丰富,形式多样;依据不同群体特性规划合适的游览路线,并借助“三觉五性”设计方法,避免项目设计单一、体验感不足的缺陷,提高井下探秘游的吸引力和趣味性。

3.2 具体旅游项目设计

1) 矿业文化展览区。该展览区主要讲述煤炭形成由来、开采发展总进程、开采技术发展史、西山白家庄发展史等,通过馆内陈列文物藏品、文献资料、文物照片、专业书籍、开采用具、西山煤炭产品等展示当地特色的历史文化,如图3所示。



图3 矿业文化展览

Fig.3 Mining culture exhibition

2) 采煤工艺进化区。从矿业文化展览区走出后,行人可步入采煤工艺进化区,对煤炭工业进行初步了解,沿途观赏从古至今煤炭开掘工艺,从人力化、机械化、自动化向智能化转变,感受传统煤炭工业与现代智能化工业的碰撞,如图4所示。



图4 人工采煤工艺展示

Fig.4 Display of manual mining

3) 矿井交通体验区。基于井下复杂的交通运输条件,分段体验各种交通运输方式,亲身体会矿工工作的环境;以矿井平巷人车为主,平巷人车运送人员能改善劳动条件,减轻工作人员的体力,保证运输安

全,提高生产效率,是矿山安全生产和现代化矿井不可缺少的运输设备之一,如图5所示。



图5 矿井平巷人车

Fig.5 Lane vehicles in mine

4) 避难硐室观摩区。待行人从矿井运输体验区出来后,可观摩构筑严密的避难硐室。硐室内设有自救器等设备,可供参观体验,并宣传井下避难硐室的重要性及避险方法,如图6所示。



图6 避难硐室

Fig.6 Refuge chamber

5) 娱乐休闲区。井下娱乐休闲区可设置多种不同的体验项目。例如,5D矿工生活体验和井下电影院等项目,适合大人带领儿童去游玩;相比较密室逃脱、养生体验馆等项目更适合成人去体验游玩。此外,根据游客需求可配上基础设施,如井下特色旅店和餐馆,供游客休息和补充体力,可借助井下可恒温储藏的特性,将840大巷正前原火药库改造成集井下旅店和餐馆为一体的休憩区,在休憩区内可储藏食物、酒水等商品,供给游客所需,为景点获取一定收益,如图7所示。



图7 矿井特色餐厅

Fig.7 Mine specialty restaurant

6) 采矿基础实验室。采矿基础实验室可以实现

室内无法进行的实验测试内容,同时帮助游客了解采矿生产及科研活动实施情况。此外,还可以采用智能演示仪为游客展示矿井空间不同历史时期的变化,全方位了解矿井开采的整个过程,如图 8 所示。



图 8 原位实验测试过程
Fig. 8 In-situ test process

7)智能矿井指挥控制中心。智能矿井指挥控制中心能够实现矿井下采煤、掘进、运输各个生产环节清晰映射。作为矿井安全运行指挥中枢,各系统数据传输的稳定性非常重要。该体验项目非常适合实训学生参观和学习,便于充分了解现场情况,如图 9 所示。



图 9 智能矿井指挥控制中心
Fig. 9 Intelligent mine command control center

8)采掘现场体验区。拟在 840 水平正前区域建设 3 个采掘现场体验区,并展示采煤设备,适合从业人员、学生等感兴趣群体,参观和亲自体验。3 个采掘现场体验区包括开拓工艺体验区、掘进工艺体验区、回采工艺体验区。以上 3 个区域需设专职培训师管理,行人进入体验区后,若有意亲身体会,需进行快速、简易培训,在专职培训师监管下方可进行开机体验。待游人培训完毕后,可前往 840 水平行人斜井乘坐架空乘人装置(猴车)升井,如图 10 所示。



图 10 采掘现场体验区
Fig. 10 Mining site experience area

9)斜井运输体验区。待游人培训完毕后,可前往 840 水平行人斜井乘坐观光缆车升井,主要以乘坐猴车和普通缆车为主,如图 11 所示。其中,猴车

是原井下矿工快进入工作区的代步工具,因人在上面的坐姿像猴子所以被称为猴车,比较适合成年人体验,而普通缆车更适合小朋友。

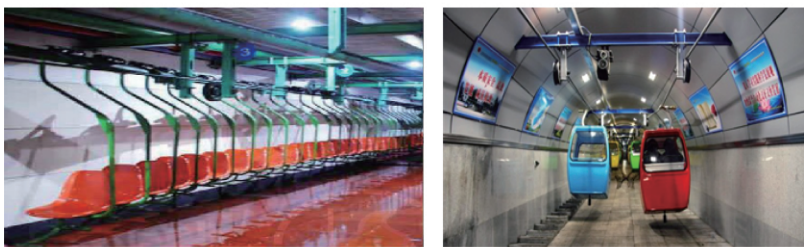


图 11 观光缆车
Fig. 11 Sightseeing cable cars

井下旅游基地总行程约为 1 600 m,步行时长计划控制在 1.5 h 以内。以上方案在建设期间应安设符合煤矿安全建设标准的监测监控、供水施救、压风自救等 6 大避险系统,确保游人参观安全,并应在每个观摩地点附近设置卫生间以及临时救护间。

3.3 井下旅游基地路线设计

依据上面旅游项目进行路线合理规划,旅游基地利用 2# 井立井和斜井、十五尺正巷、八尺副巷、南大巷和 840 水平留设系统巷道设计井下旅游方案,如图 12 所示。

行人游览总体路线为:首先从2#井原立井罐笼体验入井,沿十五尺大巷、八尺副巷、南大巷的展览基地和娱乐基地进行游玩,然后普通游客去840水平行人斜井乘坐观光缆车升井或进入井下实验基地或实训基地,进行采掘现场培训、学习和体验。与传统废弃矿山地下旅游不同之处,本方案基于智能采矿专业大学生的现场实训与实习需求,打造全国首

个智能采矿实训实践基地,清晰呈现智能采矿过程,为这类未来智能采矿工程师们提供真实、全面及安全的学习平台,将实习与游览相结合,增强实习体验,珍惜劳动成果,强化安全教育。实训学生路线从游客服务中心行至智能矿井指挥控制中心,进行系统的专业指导和学习,最后进行实验或者实训演练。



图12 2#井旅游设计方案

Fig. 12 Tourism design of well No. 2

根据适用人群,设计如下三种游览路线供游客选择:

1) 儿童推荐路线。游客服务中心→①矿业文化展览区→②采煤工艺进化区→③矿井交通体验区→④避难硐室观摩区→⑤娱乐休闲区(5D矿工生活体验和井下电影院等)→⑥斜井运输体验区(缆车、猴车)。

2) 成人推荐路线。游客服务中心→①矿业文化展览区→②采煤工艺进化区→③矿井交通体验区→④避难硐室观摩区→⑤娱乐休闲区(密室逃脱、养生体验馆等)→⑥采矿基础实验室→⑦采掘现场体验区→⑧斜井运输体验区(缆车、猴车)。

3) 实训学生推荐路线。游客服务中心→智能矿井指挥控制中心→智能采掘设备操控区→智能采煤工作面示范区→井下智能运输参观区→斜井运输体验区(缆车、猴车)等。

4 结论

1) 旅游开发是避免资源浪费的新路径,山西白家庄矿具有良好的区域优势和特色,井上下协同旅游开发并成功运营,必将推动资源型城市转型发展,形成产业示范与带动效应。

2) 废弃矿山旅游开发,可借鉴“三觉五性”设计方法,充分考虑矿井状况,进行合理开发利用;注重旅游项目之间关联性,将井下旅游与地面工业遗产观光项目相结合,构成完整的旅游体系,从而增强矿井旅游的体验感、创新性和吸引力。

3) 旅游基地利用2#井开发,根据适用人群设计3种游览路线供游客选择,儿童、成人和实训学生皆有适合的规划路线游玩。其中,实训学生推荐路线将游览和实训相结合,摆脱传统实训的无趣与枯燥,为学生实训提供了良好的学习环境。

参考文献:

- [1] 袁亮,姜耀东,王凯,等.我国关闭/废弃矿井资源精准开发利用的科学思考[J].煤炭学报,2018,43(1):14-20.

- YUAN L,JIANG Y D,WANG K,et al. Precision exploitation and utilization of closed/abandoned mineresources in China[J]. Journal of China Coal Society,2018,43(1):14-20.
- [2] 任辉,吴国强,张谷春,等. 我国关闭/废弃矿井资源综合利用形势分析与对策研究[J]. 中国煤炭地质,2019,31(2):1-6.
REN H,WU G Q,ZHANG G C,et al. The Situation analysis and strategy research of closed/abandoned mine resources comprehensive utilization in China[J]. Coal Geology of China,2019,31(2):1-6.
- [3] 谢和平,高明忠,高峰,等. 关停矿井转型升级战略构想与关键技术[J]. 煤炭学报,2017,42(6):1355-1365.
XIE H P,GAO M Z,GAO F,et al. Strategic conceptualization and key technology for the transformation and upgrading of shut-down coal mines[J]. Journal of China Coal Society,2017,42(6):1355-1365.
- [4] 雷明星,梅灿旗,王楠. 关闭矿井地下空间资源开发利用思考与建议[J]. 煤炭经济研究,2021,41(2):41-45.
LEI M X,MEI C Q,WANG N. Thoughts and suggestions on development and utilization of underground space resources in closed mines[J]. Coal Economic Research,2021,41(2):41-45.
- [5] 侯思远. 以体验式工业旅游为导向的废弃矿井地下空间设计[D]. 北京:中国矿业大学,2019.
- [6] 卢邦稳. 废弃煤矿地下空间的开发利用[N]. 中国矿业报,2021-4-22(A12).
LU B W. Development and utilization of underground space in abandoned coal mine[N]. China Mining News,2021-04-22(A12).
- [7] 韩运,刘钦节,吴犇牛,等. 废弃矿井地下空间旅游资源开发利用模式研究[J]. 煤田地质与勘探,2021,49(4):79-85.
HAN Y,LIU Q J,WU B N,et al. Study on exploitation and utilization mode of tourism resources of the underground space in abandoned mines[J]. Coal Geology & Exploration,2021,49(4):79-85.
- [8] 汪秋菊,刘宇. 废弃矿区旅游开发条件评价模型与实证分析[J]. 科学技术创新,2019(13):29-32.
Wang Q J,LIU Y. Evaluation model and empirical analysis of tourism development conditions in abandoned mining areas[J]. Scientific and Technological Innovation,2019(13):29-32.
- [9] 徐柯健. 北京首云铁矿工业旅游开发研究[J]. 资源与产业,2011,13(2):120-126.
XU K J. Development of industrial tourism in Beijing Shouyun iron mine[J]. Resources & Industries,2011,13(2):120-126.
- [10] 常春勤,邹友峰. 国内外废弃矿井资源化开发模式述评[J]. 资源开发与市场,2014,30(4):425-429.
CHANG C Q,ZOU Y F. Review on resource development mode of abandoned underground space of mine[J]. Resource Development & Market,2014,30(4):425-429.
- [11] 高文文. 废弃露天矿坑再利用模式研究及实证[D]. 北京:中国地质大学,2017.
- [12] 赵双健,弓太生,周浩. 矿山废弃地的再利用模式与影响因素探究[J]. 美与时代(城市版),2017(1):37-38.
ZHAO S J,Gong T S,ZHOU H. Study on reuse mode and influencing factors of mine wasteland[J]. Beauty & Times,2017(1):37-38.
- [13] 姜淼. 城市功能重构视角下的工业遗产旅游开发模式及路径研究[D]. 宁夏:宁夏大学,2013.
- [14] 章晶晶,卢山,麻欣瑶. 基于旅游开发的工业遗产评价体系与保护利用梯度研究[J]. 中国园林,2015,31(8):86-89.
ZHANG J J,LU S,MA X Y. A Study on the industrial heritage evaluation system and conservation utilization gradient based on tourism development[J]. Chinese Landscape Architecture,2015,31(8):86-89.
- [15] 刘峰,李树志. 我国转型煤矿井下空间资源开发利用新方向探讨[J]. 煤炭学报,2017,42(9):2205-2213.
LIU F,LI S Z. Discussion on the new development and utilization of underground space resources of transitional coal mines[J]. Journal of Coal Science,2017,42(9):2205-2213.
- [16] 汪秋菊,周佳丽,彭苏萍. 煤炭资源型城市矿山遗址旅游开发潜力测度与开发模式选择[J]. 中国工程科学,2020,22(6):158-166.
WANG Q J,ZHOU J L,PENG S P. Potential measurement and mode selection of tourism development at mining sites of coal resource-based cities in China[J]. Strategic Study of CAE,2020,22(6):158-166.
- [17] 黄磊,郑岩. 国内外资源型城市旅游业发展研究述评[J]. 资源与产业,2015,17(5):14-21.
HUANG L,ZHENG Y. Reviews on tourism development of resources-based cities[J]. Resources & Industries,2015,17(5):14-21.
- [18] 郑斌,刘家明,杨兆萍. 资源型城市工业旅游开发条件与模式研究[J]. 干旱区资源与环境,2009,23(10):188-193.
ZHENG B,LIU J M,YANG Z P. Research on development conditions and modes of industrial tourism in resource-based cities[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment,2009,23(10):188-193.

(编辑:单 婕)