

“十二五”国家科技支撑计划课题“煤矿区国土资源协调与调控研究”

(课题编号: 2012BAB11B06) 资助

Technology Research on the Coordinative Utilization of Land
and Water Resources in the Coalmine Area

煤矿区水土资源 协调利用技术

丁忠义 赵 华 渠俊峰 著
李 钢 范洪东 林 怡

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

“十二五”国家科技支撑计划课题“煤矿区国土资源协调与调控研究”(课题编号:2012BAB11B06)资助

煤矿区水土资源 协调利用技术

丁忠义 赵 华 渠俊峰 著
李 钢 范洪东 林 怡

中国矿业大学出版社

内 容 简 介

本书围绕煤矿区水土资源协调利用问题,研究了煤矿区多源数据融合与核心数据库建设、基于 InSAR 和 RS 技术的地表变形监测与水土资源时空变化特征、基于耦合度模型法和象限图分类识别法的国土资源协调度评价、基于协调理论的煤矿区国土空间规划编制、煤矿区水土资源时空调控模式与积水导排和降渍等技术与方法,开发了煤矿区国土资源综合监测平台,并在江苏省徐州市大屯矿区展开实证,为东部平原高潜水位煤矿区水土资源协调利用提供了一定的技术支持。

图书在版编目(CIP)数据

煤矿区水土资源协调利用技术/丁忠义等著. — 徐州:中国矿业大学出版社,2015.10

ISBN 978 - 7 - 5646 - 2853 - 6

I. ①煤… II. ①丁… III. ①煤矿—矿区—水资源利用—研究—中国②煤矿—矿区—土地资源—资源利用—研究—中国 IV. ①F426.21②TU213.4③F323.211

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 233028 号

书 名 煤矿区水土资源协调利用技术

著 者 丁忠义 赵 华 渠俊峰 李 钢 范洪东 林 怡

责任编辑 付继娟 章 毅

出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221098)

营销热线 (0516)83885307 83884995

出版服务 (0516)83885767 83884920

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

开 本 850×1168 1/32 印张 7.125 字数 185 千字

版次印次 2015 年 10 月第 1 版 2015 年 10 月第 1 次印刷

定 价 36.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

煤炭资源是我国经济发展的重要支柱之一；煤炭资源开采必然对区域水土资源造成一定影响；高潜水位平原煤矿区水土资源利用矛盾表现尤为突出。煤矿区水土资源利用不协调问题是制约煤矿区社会、经济、生态持续发展的重要环节。如何高效、协调利用煤矿区水土资源成为当前研究的热点。开展煤矿区国土资源协调开发与调控研究是落实我国“十二五”科技战略的重要途径；是突破我国国土资源利用瓶颈的根本方法；是完成国土规划编制重大工程的保障和需求。因此，构建煤矿区国土资源协调开发与调控技术，改变以水土资源破坏为代价的煤炭开采传统模式，主张煤炭资源持续开采与水土资源保护、利用同步，是煤矿区国土资源利用与管理的一种创新，具有重要的理论意义和实践价值。

以高潜水位煤矿区的“合理开发煤炭资源、高效利用土地资源和有效保护水资源”为目标，开发煤炭资源、土地资源和水资源协调利用、保护和管理技术，分析煤炭资源开采下的煤炭资源、土地资源和水资源协调利用的核心关系，实现煤矿区国土资源监测、评价、规划、利用与管理的信息综合和调控管理，促进“资源利用、经济发展、生态建设”的协调发展，为煤矿区国土资源的协调利用与综合管理提供技术支撑。

本书参考和引用了相关研究者的有关成果，部分研究生和本科生参与了实验和本书撰写等工作，在此表示感谢。特别感谢“十

二五”国家科技支撑计划课题“煤矿区国土资源协调与调控研究”（课题编号：2012BAB11B06）的资助。由于煤矿区水土资源利用问题涉及面广，研究内容繁杂，以及研究人员水平有限，尚有很多问题未能涉及或有待进一步研究。加之时间仓促，书中难免有不妥之处，敬请同行专家和读者批评指正！

著者

2015年8月

目 录

1 绪论	1
1.1 研究背景与意义	1
1.2 国内外研究进展	2
1.2.1 煤矿开采对水土资源的影响机理	2
1.2.2 煤矿区国土资源信息集成与融合	3
1.2.3 煤矿区国土资源协调利用监测与评价技术	4
1.2.4 煤矿区国土资源利用预警技术	4
1.2.5 煤矿区资源协调利用规划体系与方法	5
1.2.6 煤矿区水土资源协调利用技术	5
1.2.7 煤矿区国土资源综合监测系统开发与应用	6
1.3 研究内容与目标	6
1.3.1 研究目标	6
1.3.2 研究内容	7
1.4 研究方法与技术路线	7
2 煤矿区国土资源数据融合与信息集成技术	11
2.1 国土资源分类	11
2.1.1 土地资源分类	11
2.1.2 水资源分类	12

2.1.3	矿产资源分类·····	12
2.1.4	煤矿区国土资源分类·····	13
2.2	采煤驱动下信息融合与集成技术·····	19
2.2.1	多源数据融合实现数据动态更新·····	19
2.2.2	多源空间数据整合与数据统一管理·····	21
2.2.3	煤矿区信息融合数据库设计·····	31
3	煤矿区国土资源协调利用监测与评价技术·····	65
3.1	煤矿区国土资源协调利用监测·····	65
3.1.1	基于 D-InSAR 技术的地表变形监测·····	65
3.1.2	基于时序 InSAR 技术的地表变形监测·····	74
3.1.3	基于 RS 地表水时空变化特征监测·····	77
3.1.4	大屯矿区耕地资源变化监测·····	84
3.2	煤矿区国土资源协调利用评价指标体系构建·····	88
3.2.1	指标体系构建原则·····	88
3.2.2	评价指标选取·····	89
3.3	基于煤矿区国土资源利用协调度评价技术·····	92
3.3.1	煤矿区国土资源利用协调度理论分析·····	92
3.3.2	基于耦合度模型法的协调度评价·····	96
3.3.3	基于象限图分类识别法的协调度评价·····	101
4	煤矿区国土资源协调利用规划技术·····	108
4.1	煤矿区国土资源协调利用内涵·····	108
4.1.1	国土资源协调利用的内涵·····	108
4.1.2	煤矿区国土资源协调利用实现方法·····	109
4.2	煤矿区国土资源协调利用规划理论·····	124

4.2.1	煤矿区国土资源规划的基本类型	124
4.2.2	煤矿区空间规划的主要矛盾	125
4.2.3	基于协调理论的煤矿区国土资源 空间规划编制	126
4.3	大屯矿区国土资源空间规划研究	127
4.3.1	国土资源利用面临的形势	127
4.3.2	大屯矿区国土资源空间规划模式	128
4.3.3	大屯矿区国土资源协调利用规划	131
4.3.4	大屯矿区国土资源空间规划布局	142
5	煤矿区水土资源协调利用调控技术	146
5.1	煤矿区水土资源特性及协调利用关系	146
5.1.1	水土资源相互关系	146
5.1.2	煤矿区水土资源及协调利用的必要性	147
5.2	宏观尺度下煤矿区水土资源调控模式	149
5.2.1	煤矿区水资源的空间调控	149
5.2.2	流域背景下的煤矿区水系的调控	151
5.2.3	煤矿区水土资源时空调控方法	153
5.3	微观尺度下煤矿区土地生产力提升技术	157
5.3.1	采煤沉陷区圈圩与积水导排技术模式	157
5.3.2	采煤沉陷区内部积涝排除布局 与降渍技术	160
5.3.3	采煤沉陷区地下排涝与降渍技术	166
5.4	多目标复垦水资源供需平衡分析	169
5.4.1	多目标复垦的水资源供需平衡特点	169
5.4.2	研究方法	170

5.4.3	建立目标函数	171
5.4.4	模型描述及求解	171
5.4.5	多目标复垦水资源平衡分析 ——以姚桥煤矿复垦区为例	172
5.4.6	多目标复垦水资源供需平衡讨论	176
6	煤矿区国土资源综合监测系统开发与应用	177
6.1	背景分析	177
6.2	需求分析	178
6.2.1	决策层面	178
6.2.2	执行层面	178
6.2.3	监督层面	179
6.3	设计思路	179
6.3.1	设计“多层次”应用综合监测平台	179
6.3.2	遵循“四性”原则共享综合监测平台	180
6.3.3	采用“集中同步、分布汇交”模式更新 综合监测平台	180
6.4	监测模式	180
6.4.1	指标监管	180
6.4.2	资源监测	181
6.4.3	审批监管	181
6.4.4	行政监察	182
6.5	模型建立	182
6.6	数据库建设	182
6.6.1	国土资源综合监测平台总体构架	182
6.6.2	国土资源综合监测信息流处理技术	184

目 录

6.6.3	国土资源综合监测平台统一数据 组织及系统功能设计	187
6.7	大屯矿区国土资源综合监测系统建设	195
6.7.1	系统概述	195
6.7.2	系统要求	196
6.7.3	大屯矿区国土资源综合监测系统	196
7	结论与展望	204
7.1	结论	204
7.2	展望	206
	参考文献	207

1 绪 论

1.1 研究背景与意义

煤炭资源是我国经济发展的重要支柱之一,煤炭资源开采会对区域水土资源造成一定影响。随着开采强度和开采规模的日益增大,我国东部高潜水位平原煤矿区地面沉陷日益严重,塌陷盆地积水面积与深度不断扩大,煤矿区水土资源利用矛盾表现尤为突出。煤矿区水土资源不协调利用问题成为制约煤矿区社会、经济、生态持续发展的重要环节。如何高效、协调利用煤矿区水土资源已经成为当前研究的热点。因此,构建煤矿区国土资源协调利用与调控技术,改变以水土资源破坏为代价的煤炭开采传统模式,主张煤炭资源持续开采与水土资源保护与利用同步,是煤矿区国土资源利用与管理的一种创新,具有重要的理论意义和实践价值。

我国各级政府高度重视煤炭资源开发、土地资源与水资源保护利用工作。首先,《国家“十二五”科学和技术发展规划》明确提出“继续强化生产安全保障技术能力”、“加强城镇区域规划与动态监测”、“提升生态保护和脆弱生态修复技术能力,促进人与自然和谐发展”、“提升退化土地防治技术支撑能力”等;开展煤矿区国土资源协调开发与调控研究是落实我国“十二五”科技战略的重要途径。其次,我国仍处在工业化和城镇化的快速发展阶段,社会经济发展依然面临国土资源保障能力不足,不利于保障国家的经济安

全;国土资源配置效率不高,不利于社会发展方式的转变;国土生态环境状况问题突出,不利于保障国土生态安全等问题;开展煤矿区国土资源协调开发与调控研究是突破我国国土资源利用瓶颈的根本方法。再者,煤矿区作为受人为扰动严重和国土规划的重要区域,煤炭资源开采对土地资源的影响有可能超过原土地利用方式的承受程度,改变原有水循环系统,甚至造成水土资源平衡的根本性改变,对区域人居环境产生不良影响,使得煤矿区人口、资源、环境之间极不协调;加强煤矿区国土资源(矿产资源、土地资源、水资源等)协调开发与调控研究是完成国土规划编制重大工程的保障和需求。最后,由于缺少科学有效的管理和调控手段,煤炭资源开采与水土资源利用之间一直存在尖锐的“矿地水矛盾”:煤炭资源开采对土地、水资源造成严重破坏,严重制约土地资源利用,导致煤矿区国土资源的利用效率降低;同时,土地利用压覆大量煤炭资源,资源开发损失严重。

鉴于煤矿区国土资源协调开发存在较大的现实问题,需改变以往矿产资源、土地资源和水资源分离管理的模式,需要对煤矿区地下煤炭资源信息和地上水土资源信息一体化管理,实现矿政、地政和水政管理之间的紧密联系。通过建立健全国土资源协调利用管理平台,提高国土资源利用效率,以较低的资源代价和社会代价取得较快的发展,补偿和恢复已遭受破坏的区域,协调好资源开发利用的利益主体之间及其与社会的关系,促进区域的和谐发展。

1.2 国内外研究进展

1.2.1 煤矿开采对水土资源的影响机理

在煤矿开采对水资源的影响方面,研究主要集中在以下方面:

① 对矿井水特别是酸性矿井水的形成机制,包括黄铁矿氧化过程及影响因素,如时间、温度、硫杆菌、氧气扩散速率、碳酸盐类矿物

等;② 矿井水中有害元素的地球化学演化模型建立,定量模拟和预测污染源位置、强度,以及矿井水水质的演变过程;③ 矿井水处理技术与工艺,如人工湿地法、微生物法等,矿井水利用与处理的生态环境效应,包括对植物生长、农田和土壤的保护,地下水或天然水系串层污染,有害元素对生物健康的影响等。

在煤矿开采对土地资源的影响方面,研究以单向扰动为主,主要集中在以下方面:① 煤矿开采对上层土壤环境的扰动,直接或间接影响着原土壤环境,及其相应适宜的防治措施;② 煤矿开采扰动前后土壤植被、土壤持水能力、土壤侵蚀过程径流产沙变化;③ 煤矿区建设对土壤有机质的影响,以及周围水体的营养水平和污染控制扩散的有效方法与措施;④ 土地利用方式的改变对当地水资源平衡的影响。

1.2.2 煤矿区国土资源信息集成与融合

在空间数据模型与数据集成方面,研究主要集中在以下方面:① 多源空间数据在逻辑或物理上的有机集中,并在此基础上进行重新建模;② 地理空间数据集成的结构、方法和步骤,如基于公共数据库或数据动态交换机制的数据集成方法、不同数据库中数据的动态调用方法、栅格数据到矢量数据的转换方法、点到多边形的转化方法等;③ 集成社会经济和自然环境数据及其应用,如RS与GIS数据集成在地表植被变化监测中的应用、RS数据与矢量空间数据的集成、时空多尺度数据集成、多源空间数据无缝集成、基于通用空间数据引擎的空间数据共享与集成等;④ 空间异构数据集成,如基于GML的多源异构空间数据互操作、数据集成与模型集成以及流域观测系统等公共科研平台建设等。

在国土资源数据融合方面,始于军事、经济等领域,现逐步应用于煤矿开采领域,研究主要集中在以下方面:① 井下信息数据融合方法,传统单一方法主要包括贝叶斯估计、模糊逻辑、粗糙集理论、神经网络等,为应对井下复杂环境,相继出现复杂环境的井

下数据融合方法,如多传感器信息融合技术应用到煤矿井下,以提高井下环境预测效率,并提出了一种二级信息融合模型,对井下安全环境等级实时预测;② 煤矿区井下与地表信息融合研究,该类研究相对较少,如基于拓扑三角形集的地上地下空间数据集成方法、地籍和矿籍信息融合以建立矿地“一张图”核心数据库等。

1.2.3 煤矿区国土资源协调利用监测与评价技术

在煤矿区国土资源协调利用监测方面,一般通过监测点对资源要素指标长期测度,获得特征数据;也有以 TM、SPOT、QuickBird、InSAR 为主要信息源,辅以野外调查提取资源要素,但其受影像分辨率、时空采样等影响。随着 3S 和计算机技术的发展,现代监测技术更新及监测内容也更加实时和具体,如结合实地调查和数学统计开展分析、利用近红外光谱法和实验测量对土壤理化与生物学性质进行评估、建立标准样地土地质量评价指标体系、借鉴欧盟土壤环境评价监测的指标选取、监测网络建立、数据更新技术等。

在煤矿区土地利用与环境监测方面,如组织开展省级矿山地质环境初步调查,矿山地质调查和典型矿山环境恢复治理示范工程监测;在部分省区的矿产资源集中开发区,选择部分矿山作为不同矿种、不同自然条件和不同地质背景的试点;以多时相 TM/ETM+、SPOT-5、IKONOS、QuickBird 和彩红外航片等遥感资料为主要信息源,辅以现场调查,对矿产资源开发状况及其引发的矿山资源环境问题进行监测试验;国土资源部针对整顿和规范矿产资源开发秩序启动的矿产资源开发多目标遥感调查与监测项目。“十二五”以来,国土资源部推进了国土资源遥感监测“一张图”和综合监管平台建设与应用。

1.2.4 煤矿区国土资源利用预警技术

在煤矿区国土资源利用预警方面,研究主要集中在以下方面:
① 利用煤矿井下安置的各种传感器所获取的信息,通过融合方法

来对煤矿的安全环境做出及时有效的预测,如基于神经网络建立瓦斯浓度预测模型及仿真进行矿井安全预测、基于模糊逻辑进行煤矿安全预测研究、基于D-S推理进行煤矿瓦斯动态预测、基于粗糙集理论对煤矿瓦斯进行预测等;②数值计算方法在开采沉陷动态过程预计中得到广泛应用,如有限单元法、离散单元法、边界元法、拉格朗日元法以及诸如岩石破裂分析系统、数值模拟软件等。

1.2.5 煤矿区资源协调利用规划体系与方法

在煤矿区资源协调利用规划方面,研究主要集中在以下方面:①与基本国情、国家体制、财产制度、宗教信仰等因素相匹配的规划体系与规划方法,如德国的煤矿区国土空间规划等;②将多种规划整合成融合的、互通的和战略性的空间管理体系,如矿产资源规划与土地利用规划之间的衔接问题等;③利用数学方法进行规划协调性判断以及优化配置资源要素,并在实践中不断修正,如利用线性模型对土地利用结构进行优化配置、矿产资源规划要与区域其他空间开发规划相协调、统筹资源开发与生态保护、实施过程中不断修正等。

1.2.6 煤矿区水土资源协调利用技术

在煤矿区水土资源协调利用方面,研究主要集中在以下方面:①单项资源的协调利用、协调耦合研究起步相对较早,且以土地资源系统本身协调利用研究较为多见,如城市土地利用协调度或协调发展度的测定、城市各子系统相互之间的协调发展度评价、区域系统协调度评价等,也有水质变化对土地资源价值的影响、应用土地利用细胞自动机结合水资源约束模型对土地资源开发进行了规划等;②各种理论模型与方法的应用,如多目标决策理论、灰色关联理论、GIS技术、系统动力学理论、系统耦合理论和协同理论等;③研究对象以农业水土资源、小流域、区域城市的水土资源协

调耦合与利用研究为主,但对煤矿区水土资源协调利用的研究较少,对高潜水位煤矿区土地资源、水资源的研究,主要集中在复垦方案设计、土壤变化特征、水系规划及水位监测等方面。

1.2.7 煤矿区国土资源综合监测系统开发与应用

在煤矿区国土资源综合监测系统方面,研究主要集中在以下方面:① 各国相继建成了土地信息系统,并实现了包括土地调查、土地登记、宗地图制作等内容的信息化管理,且部分国家的土地信息实现了网上查询;② 各国相继建立与矿产资源利用和管理有关的数据库,如“CANMINDEX”、“MINTEC”、“MINSYS”等基础数据库、“计算机矿产资源信息库”、“矿产可得性系统”、“全国煤资源数据库”、“油页岩数据存储系统”、“全国铀资源数据库”、“煤矿山统计数据库”、“镍/钴数据库”、“铁矿资源评价数据库”、“MON”、“IPROB”、“CPMINMAP”、“MDS”、“矿产工业分子系统”、矿产资源管理数据库、国际管理数据库、GEODX 数据库等;③ 利用各种平台建立和应用各种信息系统,如以 MapGIS 开发铜矿资源开采管理和评价应用系统和榆林地区矿产资源管理系统、GIS 技术成果应用开展全国资源潜力评价、以 ArcView 平台开发“地质矿产信息系统”、以 GeoUnion 开发“无锡矿产资源管理信息系统”等。

目前,在土地资源和矿产资源与水资源分离管理体制下,为实现土地、矿产和水资源的管理和应用,构建煤矿区国土资源协调开发的信息采集、管理、预警、决策等功能的综合监测平台具有重要的创新性、前瞻性和研究价值。

1.3 研究内容与目标

1.3.1 研究目标

以高潜水位煤矿区的“合理开发煤炭资源、高效利用土地资源

和有效保护水资源”为目标,开发煤炭资源、土地资源和水资源协调利用、保护和管理技术,分析煤炭资源开采下的煤炭资源、土地资源和水资源协调利用的核心关系,实现煤矿区国土资源调查、评价、规划、利用与管理的信息综合和调控管理,促进“资源利用、经济发展、生态建设”的协调发展,为煤矿区国土资源的协调与综合管理提供技术支撑。

1.3.2 研究内容

(1) 从国土管理的角度按照国土资源管理相关部门、煤矿区系统与其他系统、煤矿区内部系统各要素的结构关系,提出煤炭资源开采扰动的国土资源利用协调评价方法,研发煤矿区国土资源协调开发技术,构建煤矿区国土资源开发模式,保证水土资源系统的良性循环,使系统对煤矿开采等人为扰动始终保持一定的弹性和稳定性。

(2) 研发井上下国土资源信息、煤矿区国土规划与宏观国土规划信息集成技术,建立统一数据组织和结构的煤矿区国土资源协调开发综合监测平台;保持水土资源持续、协调发展,实现水土资源最优利用。

(3) 针对煤矿区国土资源高效集约与持续利用需求,研究煤矿区水土环境各要素的空间演变规律,构建煤矿区土地资源和水资源多目标动态配置方法,研究基于水土资源承载力的煤矿区煤炭资源、土地资源和水资源协调利用技术。

1.4 研究方法与技术路线

针对煤矿区国土资源利用不协调现象,构建煤矿区国土资源协调利用综合监测平台,开发煤矿区国土资源协调规划与利用技术,并在徐州市大屯矿区示范应用,以实现高潜水位煤矿区国土资源协调利用技术的推广。