



矿区土地复垦界面要素 的演替规律及其调控研究

Study on Succession Laws of Essential Factors of Mined Land
Reclamation Interface and Governing Methods

卞正富



高等教育出版社

HIGHER EDUCATION PRESS



矿区土地复垦界面要素 的演替规律及其调控研究

Study on Succession Laws of Essential Factors of Mined Land
Reclamation Interface and Governing Methods

卞正富



高等教育出版社

HIGHER EDUCATION PRESS

图书在版编目(CIP)数据

矿区土地复垦界面要素的演替规律及其调控研究/卞正富. --北京:高等教育出版社, 2001. 12
ISBN 7-04-010281-1

I. 矿... II. 卞... III. 复土造田-研究
IV. TD88

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 045670 号

矿区土地复垦界面要素的演替规律及其调控研究
卞正富

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号 邮政编码 100009

电 话 010-64054588 传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所

排 版 高等教育出版社照排中心

印 刷 高等教育出版社印刷厂

开 本 850×1168 1/32

版 次 2001 年 12 月第 1 版

印 张 8.25

印 次 2001 年 12 月第 1 次印刷

字 数 200 000

定 价 13.50 元

插 页 1

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

作者简介



卞正富,男,1965年生,江苏建湖人。1987年毕业于中国矿业大学矿山测量专业,获工学学士学位。1989年和1998年分别获该校工程测量专业硕士和博士学位。现为中国矿业大学后备学科带头人。环境与测绘学院土地管理系主任。1987—1989年攻读硕士学位,硕士论文题目是《高潜水位矿区土地复垦模式研究》。毕业后一直在中国矿业大学从事矿区环境与土地复垦方面的教学和科研工作,曾赴波兰、美国和巴西等国作学术报告或进行学术交流。主要成果有:《采煤沉陷地非充填复垦与利用技术体系研究》,1997年获得国家科技进步三等奖;《采煤沉陷地复垦与综合利用技术的推广》,1998年获得教育部科技进步二等奖;《矿区土地资源复垦技术与利用研究》,1999年获得国家环境保护总局科技进步二等奖。代表作有:《矿区土地复垦规划的理论与实践》(煤炭工业出版社,1996)、《矿区环境与土地复垦》(中国矿业大学出版社,1997)。在国内外刊物上发表论文50余篇,主持和承担各类基金课题和省部级课题10余项。曾获中国科学技术发展基金会孙越崎科技教育基金优秀青年科技奖(1995年),国家“百千万人才工程”煤炭系统专业技术拔尖人才(1998年),第四届江苏省青年科技标兵(1998年),霍英东教育基金会青年教师奖(1999年)和第四届江苏省优秀科技工作者(2000年)等称号。

导师简介



张国良,男,1937年生。中共党员,江苏常州人,博士生导师。政府特殊津贴享受者。1961年毕业于苏联国立莫斯科矿业大学,同年到中国矿业大学工作至今。1987—1988年赴波兰克拉科夫矿业大学作高级访问学者。曾任中国矿业大学采矿工程系党总支副书记(兼)。现任中国矿业大学环境与测绘学院国土资源研究所所长,国际矿山测量协会(IISM)专业委员会委员、中国煤炭学会矿山测量专业委员会副主任、中国土地学会土地复垦分会委员、中国煤炭学会环境保护专业委员会委员。长期从事教学和科研工作,指导博士生5人,硕士生10人。学科专长为矿山测量、矿区土地复垦与生态重建、陀螺经纬仪定向。主持和参加了国家重点科技项目、国家自然科学基金项目、博士点基金项目、省部级科研课题30多项,获得国家及省部级科技进步奖8项。在国内外刊物上发表论文50余篇,出版著作6部,其中两部获部优秀教材奖。主要论著有《矿山测量学》(上、下册)(煤炭工业出版社,1979年)、《陀螺经纬仪定向》(中国矿业大学出版社,1988年)、《生产矿井测量》(中国矿业大学出版社,1989年)、《矿区环境与土地复垦》(中国矿业大学出版社,1997年)、《矿山测量学》(中国矿业大学出版社,2001年)等。

内 容 提 要

本书是国务院学位委员会评选的 1999~2000 年度全国优秀博士学位论文。是关于矿区土地复垦界面要素演替规律,及其调控手段研究的专著。主要内容包括:国内外矿区土地复垦理论研究现状的综述;我国矿区土地复垦条件分区研究;矿区土地复垦界面生产力系统研究;矿区土地复垦界面生态系统研究;矿区土地复垦与生态重建相结合的理论和方法等。

作者提出的矿区土地复垦界面及其整合的概念;提出的全国煤矿区依据复垦条件分为 6 大区 12 亚区的分区方案;提出的矿区土地复垦界面生产力系统的 *ESI* 三要素、三要素之间的关系,以及由此推导出的动力学方程 *DE* 和熵流模型 *EEM* 等,复垦土壤生产力指数的修正模型 *MPI*,具有创新性。作者首次提出用土地多样性指数评价复垦用地结构的合理性,论证了生物多样性指数选择复垦方案和优选植物品种的可行性。结合矿区水土流失的形成机理研究,提出复垦区抗蚀设计方法。首次利用定参数和变参数分室模型(*CPCM* 和 *VPCM*)开展复杂系统物流动态研究。提出的矿区土地复垦与生态系统重建相结合的流域控制法等调控手段具有实用价值。

本书适合地矿、土地、环境、地学等相关专业技术人员阅读参考。

摘 要

本文提出矿区土地复垦目标——包括土地生产力与生态平衡的恢复两方面,而我国法定土地复垦的概念仅以恢复土地利用为目标,因此,本文提出了土地复垦界面及其整合的概念。所谓土地复垦界面是指由一系列决定采矿影响区域土地生产力或生态平衡的诸要素组成的集合所形成的两个系统的边界,界面整合的目的则是消除两个系统间的明显界限。本文在较系统地综述了国内外土地复垦研究进展情况的基础上,重点开展了四方面的研究工作:

1. 矿区复垦条件类型分区研究

提出了复垦条件分区的加和模型与和积模型;将全国煤矿区复垦条件分为六个大区十二个亚区,对每个大区的煤炭开采特点、土地破坏类型、复垦条件作了介绍,提出了不同区域的复垦治理对策;还对矿区土地生产力破坏类型、生态系统破坏类型进行了划分。

2. 复垦界面生产力系统研究

提出了土地复垦界面生产力系统的 *ESI* 三要素和三要素之间的相互关系;将复垦土壤分为矿山土和有机土两种类型,通过试验提出了开采沉陷及有机土复垦对土壤特性的影响规律及矿山复垦时的重金属污染规律,并提出了防止矿山土酸性污染的掩埋法;考虑土壤因子的相关性和时空变异性,提出了复垦土壤生产力的机理模型,得出了复垦土壤生产力水平与基准生产力水平的关系;还提出了复垦土壤生产力指数的修正模型 *MPI*;综合考虑 *ESI* 的作用,推导出了复垦土地生产力系统的动力学方程 *DE*,提出了评价复垦土地生产力的嫡流模型 *EEM*。

3. 复垦界面生态系统研究

提出用土地利用多样性指数评价复垦用地结构的合理性,并

进一步利用生物多样性指数对矸石排放场的植被恢复方案和植物品种选择进行了研究,结果证明生物多样性指数选择复垦方案和优选植物品种是可行的;分析了矿区水土流失的形式和形成机理,提出了复垦区抗侵蚀设计方法;首次利用定参数和变参数分室模型(CPCM 和 VPCM)开展了复杂系统物流动态研究,为掌握复垦系统投入量与库存量的关系、复垦系统演化趋势提供了有效的分析方法,并为非线性物(能)流系统提供了数学模型。

4. 矿区土地复垦与生态重建相结合的理论和方法

以井工矿山为例,讨论了矿区土地复垦与生态重建的阶段划分,将景观生态学原理用于矿区土地复垦与生态重建中,建立了矿区景观格局变化方程,利用该方程提出了矿区景观变化规律的调控参数与方法,提出了矿区土地复垦与生态重建相结合的流域控制法,第一次将平原矿区与山区矿区复垦目标和方法及复垦原理统一起来;提出了考虑可持续发展准则的土地复垦与生态重建的评价标准。

关键词:土地复垦,生态重建,界面,演替,矿山环境,土地生产力

STUDY ON SUCCESSION LAWS OF ESSENTIAL FACTORS OF MINED LAND RECLAMATION INTERFACE AND GOVERNING METHODS

Candidate: Bian Zhengfu

Supervisor: Professor Ma Weiming and Professor Zhang Guoliang
(Dissertation of Ph.D degree submitted to China University of Mining and Technology)

Abstract

Based on the concept of land reclamation in mine area defined by author, which objectives include restoration of land productivity and balance of mine ecosystem, this dissertation defined the concept of land reclamation interface as the boundary of two systems composed of all factors which depend on the land productivity and ecological balance of mine area. Under the prerequisite above stated, the dissertation lay the emphasis on following four parts:

1. Study on zoning of mined land reclamation conditions

In this part, plus model and multiplication model for zoning land reclamation condition are posed and the effectiveness of two models is compared. Author believes the multiplication model is a more practical and effective model. Considering the result of zoning of damage degree of land productivity and mine ecosystem from mining, all of coal mine areas in China are divided into six zones and

twelve subzones. After the features of coal mining, type of land damage and reclamation condition of six zones are introduced, land reclamation measures for six zones are posed respectively.

2. Study on land productivity interface of land reclamation system

Three important factors, environment, soil and input level, which have great effect on mined and reclaimed land productivity, are posed and the relationships of three factors are analyzed. In this part, reclaimed soils are divided into mine soil and organic soil. The rules of mining subsidence affecting soil and the rule of changes of reclaimed soil's features in China are firstly studied. Author also studied the rules of heavy metals contamination in reclaimed area by mine soil and posed the method of covering organic soil on mine soil to prevent acidic pollution. Considering relevancy and variability with time and location of the factor of reclaimed soil, the mechanism model for interpreting the change rule of reclaimed land productivity is posed, by which the relationship of productivity levels between reclaimed soil and contrast farm soil is conducted, modified model of reclaimed soil productivity index is also posed. By considering the interaction of factors of environment, soil and input level, the dynamic equation and the entropy exchange model of reclaimed land productivity are conducted.

3. Study on ecosystem interface of land reclamation system

The diversity index of land use is posed by author, which is firstly used for evaluating the structure of reclaimed land use. Further, biological diversity index is employed to select suitable plants and alternatives for planting on mining waste dump site. The case study fully proves it to be very practical and feasible. In this part, the form and mechanism of water and soil loss in coal mine area are

also analyzed, and then the methods for controlling erosion are posed. Another important achievement is gotten in this part, that is constant parameters' compartment model (CPCM) and variable parameters' compartment model (VPCM) for studying matter cycling in land reclamation system. CPCM and VPCM are firstly employed to analyze matter cycling in land reclamation system, which provide a reliable quantitative method for mastering the relationship between input and output, output and stock, and for analyzing nonlinear system of matter or energy exchange. The fact that Von Bertalanffy model is a special case of compartment model is proved by author.

4. Study on principles and methods for combining land reclamation and ecological rehabilitation in coal mine

Taking underground mining as an example, the phases of land reclamation and ecological rehabilitation are distinguished. By employing principles of landscape ecology to study land reclamation and ecological rehabilitation, dynamic equations of landscape pattern are conducted, by means of which rules of landscape change are posed and furthermore the parameters and methods for monitoring landscape change are posed. In this part, author also poses a method to consider land reclamation and ecological rehabilitation comprehensively, which is defined as valley control method. Valley control method makes it possible that the methods, principles and objectives for plain mine area and mountain mine area reach unanimity. At the last, author posed the criteria for evaluating land reclamation and ecological rehabilitation alternatives by considering sustainable development principles.

Key words: land reclamation, ecological rehabilitation, reclaimed land productivity, reclamation interface, reclaimed soil pro-

ductivity model, soil erosion control, mining subsidence,
zoning of mined land reclamation

目 录

第1章 绪论	1
1.1 国内外矿区土地复垦理论研究现状综述	1
1.1.1 矿区土地复垦的定义	1
1.1.2 我国煤矿区土地复垦对象与国外复垦对象 的比较	3
1.1.3 我国煤矿区土地复垦方法与国外复垦方法 的比较	4
1.1.4 国内外矿区土地复垦理论研究	9
1.2 开展本课题研究的意义	12
1.2.1 国内外研究的不足	12
1.2.2 开展本论文研究的意义	15
1.3 本文研究的内容、方法和技术路线	17
1.3.1 研究内容	17
1.3.2 研究方法	18
1.3.3 研究路线	19
第2章 我国矿区土地复垦条件分区研究	21
2.1 概述	21
2.1.1 分区(Zoning)的意义与可行性	21
2.1.2 复垦条件分区的理论基础	22

2.1.3 复垦条件分区的原则	23
2.2 我国煤炭资源分布与开发布局及其对复垦的影响	25
2.2.1 我国煤炭资源的分布	25
2.2.2 我国煤炭资源的开发布局	27
2.2.3 煤炭资源分布与开发布局对复垦的影响	32
2.3 影响复垦条件分区的几个重要指标	34
2.3.1 我国的综合自然区划概述	34
2.3.2 影响复垦分区的几个重要指标	34
2.4 我国煤矿区复垦的生产力条件分区	42
2.4.1 研究现状	42
2.4.2 矿区土地破坏前生产力类型分区	44
2.4.3 采矿引起的土地生产力下降分类	47
2.5 我国煤矿山的生态环境类型分区	50
2.5.1 主要矿区分属的自然生态区类型	50
2.5.2 考虑当地社会经济条件的生态类型区划分	51
2.5.3 采矿引起的生态破坏类型	55
2.6 我国复垦条件综合分区	63
2.6.1 综合分区	63
2.6.2 复垦条件区分述	65
2.7 本章小结	72
第3章 矿区土地复垦界面生产力系统的研究	74
3.1 矿区土地复垦界面的定义	74
3.1.1 问题的提出	74
3.1.2 土地复垦界面(Interface)的定义	75
3.1.3 土地复垦界面的属性	77
3.1.4 土地复垦界面的整合	78
3.2 土地复垦界面生产力系统的要素	78
3.2.1 土地生产过程分析	78
3.2.2 土地复垦界面生产力系统的要素类型	80

3.2.3 土地复垦界面生产力系统三要素之间的关系	84
3.3 水位界面的分析与表达	85
3.3.1 潜水位埋深与土地生产力的关系	85
3.3.2 开采沉陷对潜水位埋深的影响	86
3.3.3 流域控制对潜水位埋深的影响	90
3.4 复垦土壤界面的分析	95
3.4.1 概述	95
3.4.2 开采沉陷对土壤质量的影响	95
3.4.3 沉陷区原生扰动土复垦时的特性与复垦土地 的利用	99
3.4.4 矿山土特性	102
3.4.5 矿山土利用实例分析	109
3.5 复垦土壤生产力指数的修正模型	115
3.5.1 方法简介	115
3.5.2 复垦土壤生产力的机理模型	117
3.5.3 复垦土壤生产力指数的修正模型 (Modified Index of Reclaimed Land Productivity—MPI)	119
3.5.4 MPI 模型的应用	121
3.5.5 土壤生产力指数评价复垦质量需注意的几个 问题	124
3.6 土地复垦界面生产力系统的耗散结构模型	124
3.6.1 现有土地生产力模型简介	124
3.6.2 土地复垦界面耗散结构的形成条件	126
3.6.3 土地复垦界面生产力系统的变化动态与 熵流模型(EEM)	128
3.7 本章小结	133
第4章 矿区土地复垦界面生态系统研究	134
4.1 矿区土地复垦界面生态系统的研究目标和内容	134

4.1.1 矿区土地复垦界面生态系统研究的目标	134
4.1.2 矿区土地复垦界面生态系统的研究内容	135
4.2 生物多样性指数在矿区土地复垦界面生态系统 重建中的应用	136
4.2.1 生物多样性的概念、层次和功能及其在复垦 理论研究中的作用	136
4.2.2 生物多样性指数与生物多样性标准	138
4.2.3 生物多样性指数在土地复垦中的应用	141
4.3 复垦区水土流失及其控制	148
4.3.1 矿区水土流失表现形式	148
4.3.2 复垦区水土流失机理	150
4.3.3 通用水土流失方程(USLE)及水土流失控制 机理	153
4.3.4 复垦区水土流失及其控制	158
4.4 复垦界面生态系统能(物)流的分室模型	161
4.4.1 复垦界面生态系统特征	161
4.4.2 复垦界面生态系统能(物)流的定参数分室 模型	161
4.4.3 分室模型在魏庄复垦生态系统中的应用	166
4.4.4 复垦界面生态系统能(物)流的变参数分室 模型	179
4.4.5 复垦界面生态系统能(物)流与输出量的动 态变化规律	183
4.5 本章小结	184
第5章 矿区土地复垦与生态重建相结合的理论和方法	186
5.1 矿区土地复垦与生态重建的基础理论	186
5.1.1 矿区土地复垦与生态重建的关系	186
5.1.2 矿区生态重建的理论和方法	188
5.2 采矿、土地复垦与生态重建阶段的划分	191

5.2.1 采矿阶段的划分——以井工矿山为例	191
5.2.2 土地复垦阶段的划分	193
5.2.3 矿区生态重建阶段的划分	196
5.2.4 矿区土地复垦与生态重建相结合的规划方法	197
5.3 景观生态学原理在矿区生态重建与土地复垦 中的应用——以皖城矿为例	198
5.3.1 矿区景观要素的动态变化	198
5.3.2 矿区景观要素间的相互作用	202
5.3.3 矿区景观的异质性和稳定性	204
5.4 矿区土地复垦与生态重建相结合的流域控制法	210
5.4.1 问题的提出	210
5.4.2 山区矿山复垦与生态重建的流域控制法	211
5.4.3 平原矿山复垦与生态重建的流域控制法	214
5.5 矿区土地复垦与生态重建相结合的可持续发展 目标	219
5.5.1 矿区可持续发展的框架	219
5.5.2 区域可持续发展对矿区土地复垦与生态重建 的要求	220
5.5.3 煤炭清洁开采技术在矿区土地复垦与生态重建 中的作用	222
5.6 本章小结	225
第6章 主要结论与研究展望	227
主要参考文献	233
致谢	244