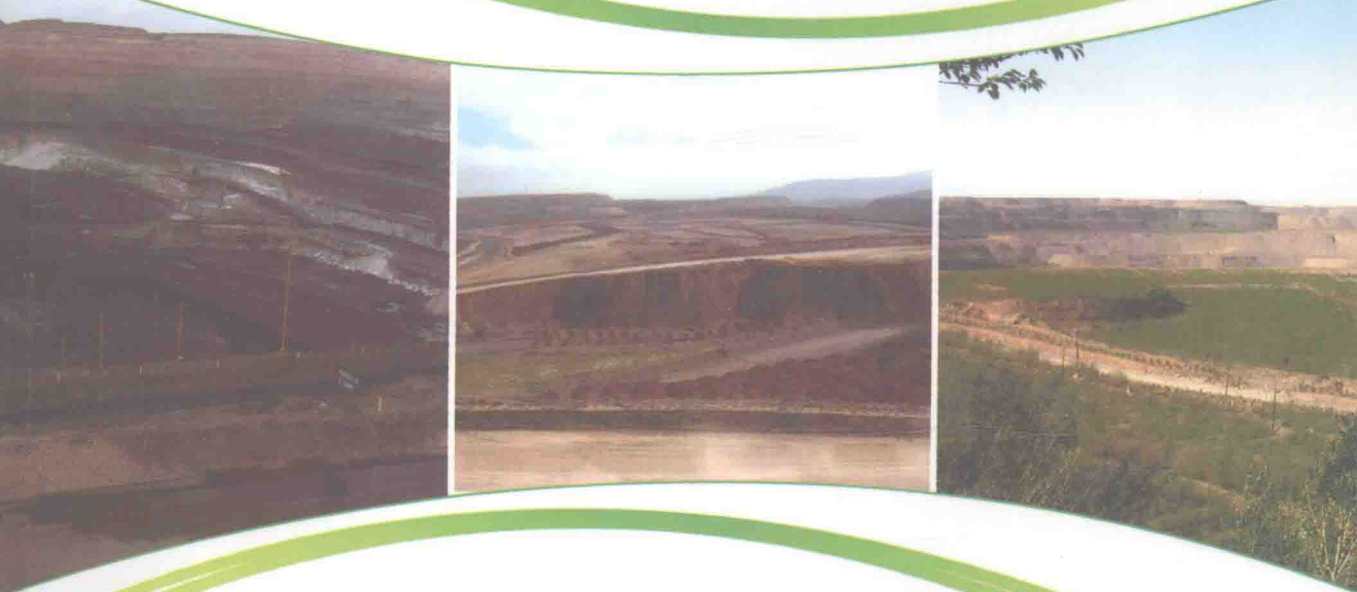


# 土地复垦潜力调查 评价研究

国土资源部土地整治重点实验室 编著



中国农业科学技术出版社

# 土地复垦潜力调查评价研究

国土资源部土地整治重点实验室 编著

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

土地复垦潜力调查评价研究 / 国土资源部土地整治重点实验室编著.  
—北京: 中国农业科学技术出版社, 2012. 10  
ISBN 978 - 7 - 5116 - 0761 - 4

I. ①土… II. ①国… III. ①土地—研究—中国②复土造田—研究—中国  
IV. ①F323. 24②TD88

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 255700 号

责任编辑 徐毅  
责任校对 贾晓红

出版者 中国农业科学技术出版社  
北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081  
电 话 (010) 82106631 (编辑室) (010) 82109704 (发行部)  
(010) 82109703 (读者服务部)  
传 真 (010) 82106636  
网 址 <http://www.castp.cn>  
经 销 商 新华书店北京发行所  
印 刷 者 北京通州区运河印刷有限公司  
开 本 787mm × 1092mm 1/16  
印 张 16  
字 数 400 千字  
版 次 2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷  
定 价 50.00 元

—— 版权所有 · 翻印必究 ——

# 《土地复垦潜力调查评价研究》

## 编写组

主 编:罗 明

副 主 编:白中科 刘喜韬 王 军 周 伟

编写人员:王 敬 周 妍 周世烨 王金满 赵中秋

郭利刚 张继栋 包妮沙 张建军 周 际

张青春 鞠正山 高 晴 刘 飞 郭义强

杜亚敏 贺振伟 张亚男 任君杰 付 佳

## 前 言

中国正处于工业化、城镇化的快速推进过程中,生产建设活动每年要损毁大量土地,加之历史上法律、经济及技术等方面的原因,也有大量被损毁的土地尚未得到合理的恢复和利用。遵循“科学规划、因地制宜,综合整治,经济可行、合理利用”和“优先用于农业”的原则制定好已损毁土地的复垦计划,并通过有效的复垦措施增加土地可利用面积、提高土地产出率以及改善生态环境的能力,确保中国的18亿亩(1亩=667平方米;15亩=1公顷。全书同)耕地红线不动摇、保障中国经济高速发展所需用地是摆在我们面前的重要议题。而其中“摸清家底”——开展土地复垦潜力调查评价,调查有待复垦的土地资源,科学地分析有待复垦土地的潜力,为国土资源管理的政策制定、规划编制和土地复垦的监督管理提供基础的依据,是现阶段土地复垦亟须开展的重要课题,也是我们落实科学发展观,推进土地复垦现代化管理的一个重要组成部分。

为使土地复垦工作“底数清、依据明、基础牢”,以有效促进合理利用已损毁的土地,国土资源部土地整治重点实验室组织编写了本书。

编著人员通过开展函调、典型省份实地调研,召开座谈、研讨分析会等方式,收集了大量基础数据和资料。应用资料对比法、典型调查法、实例验证法、类比分析法、趋势外推法等多种方法对调查成果进行了研究、完善和精练,进而完成了本书的编写。

本书共分八章,第一章介绍了土地复垦的定义,国内外土地复垦概况,土地复垦潜力概念、潜力评价方法等;第二章介绍了土地复垦潜力的基础理论、研究方法和技术路线;第三章以四个典型区域为例,介绍了土地复垦潜力的分析与计算方法;第四章、第五章、第六章,分两个阶段,分别进行了生产项目、建设项目、自然灾害与其他项目损毁土地的复垦潜力分析、预测;第七章划定了全国土地复垦潜力的重点区域,为今后的土地复垦潜力评价工作提出了具体建议;第八章以黄土高原区大型露天矿—平朔矿区为例,在采用类比方法分析其原地貌土地利用特点和土地复垦潜力的基础上,预测了矿区未来耕地和林草地的复垦潜力。

本书在编写过程中,得到了国土资源部耕地保护司的指导和帮助,尤其是刘仁芙副巡视员和卢丽华调研员更是给予了悉心指点。中国矿业大学(北京)胡振琪教授、北京矿冶研究总院周连碧研究员、煤炭科学研究总院唐山研究院李树志研究员、中国农业大学黄元仿教授、沈阳农业大学梁成华教授、云南农业大学余建新教授、中国地质环境科学监测院张进德教授级高工等有关专家参与了外调和论证。同时,各省(区、市)国土资源主管部

门的规划处、耕地保护处、土地整治(整理、统征)中心、地质矿管处,以及典型矿区企业单位在调查研究中均给予了大力支持和帮助,在此一并表示感谢!

土地复垦潜力调查评价有别于其他资源调查和评价,尚有许多问题需进一步深入研究。本书的编写著因时间仓促,编者水平所限,书中不妥之处在所难免,欢迎批评指正。

**《土地复垦潜力调查评价研究》**

**编写组**

**2011年12月于北京**

## 目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 土地复垦及其潜力	(1)
第二节 土地复垦潜力研究现状与发展趋势	(10)
第三节 土地复垦的相关法规政策与技术标准	(15)
第二章 土地复垦潜力研究理论与方法	(21)
第一节 土地复垦潜力基础理论	(21)
第二节 土地复垦潜力研究方法与技术路线	(30)
第三节 矿区损毁土地分析	(32)
第三章 典型区域土地复垦潜力调查	(38)
第一节 黄土高原区煤矿损毁土地及复垦潜力分析——以山西省为例	(38)
第二节 草原区煤矿损毁土地及复垦潜力分析——以内蒙古自治区为例	(41)
第三节 黄淮海平原区损毁土地及复垦潜力分析——以江苏省、安徽省为例	(46)
第四节 丘陵区金属矿损毁土地及复垦潜力分析——以广西壮族自治区为例	(49)
第五节 西南地区生产建设损毁土地复垦潜力——以重庆市、四川省为例	(51)
第四章 生产项目损毁土地分析与预测	(55)
第一节 煤炭生产损毁土地分析与预测	(55)
第二节 金属矿生产损毁土地分析与预测	(56)
第三节 油气项目损毁土地分析与预测	(58)
第四节 砖瓦窑生产损毁土地分析与预测	(59)
第五章 建设项目损毁土地分析	(61)
第一节 建设项目概况	(61)
第二节 铁路项目损毁土地分析与预测	(65)
第三节 公路项目损毁土地分析与预测	(66)
第四节 水利水电工程损毁土地分析与预测	(67)

<b>第六章 自然灾害与其他项目毁损土地分析</b> .....	(68)
第一节 自然灾害毁损耕地分析 .....	(68)
第二节 其他项目毁损土地分析 .....	(73)
<b>第七章 土地复垦潜力评价结果及建议</b> .....	(74)
第一节 土地复垦潜力评价 .....	(74)
第二节 重点土地复垦潜力区确定与区域划分 .....	(78)
第三节 土地复垦潜力评价中的问题与建议 .....	(87)
<b>第八章 平朔矿区露天矿土地复垦实证研究</b> .....	(89)
第一节 平朔矿区概况 .....	(89)
第二节 平朔矿区露天矿土地损毁 .....	(95)
第三节 平朔矿区原煤产量 .....	(98)
第四节 矿区土地复垦潜力测算 .....	(101)
<b>参考文献</b> .....	(108)
<b>附件 1 土地复垦管理工作情况调查表</b> .....	(108)
<b>附件 2 生产建设项目土地复垦方案基本情况调查表</b> .....	(111)
<b>附录一 土地复垦条例</b> .....	(115)
<b>附录二 关于加强生产建设项目土地复垦管理工作的通知</b> .....	(121)
<b>附录三 关于组织土地复垦方案编报和审查有关问题的通知</b> .....	(124)
<b>附录四 关于放射性矿山土地复垦方案编报审查工作有关问题的函</b> .....	(126)
<b>附录五 国土资源部关于石油天然气(含煤层气)项目土地复垦方案编报     审查有关问题的函</b> .....	(127)
<b>附录六 关于开展煤炭矿业权审批管理改革试点的通知</b> .....	(129)
<b>附录七 国土资源部关于贯彻实施《土地复垦条例》的通知</b> .....	(131)
<b>附录八 土地复垦方案编制规程</b> .....	(135)
<b>附录 A 报告编排格式</b> .....	(147)
<b>附录 B 土地复垦方案报告表</b> .....	(152)
<b>附录 C 土地复垦适宜性评价方法与步骤</b> .....	(157)
<b>附录 D 土地复垦工程项目划分</b> .....	(160)
<b>附录 E 土地复垦投资估算表</b> .....	(163)
<b>附录 F 文本中表格</b> .....	(168)
<b>附录 G 土地复垦费用监管协议(双方)</b> .....	(171)
<b>附录 H 土地复垦费用监管协议(三方)</b> .....	(176)
<b>附录 I 本规程用词说明</b> .....	(182)



## 目 录

---

附录 J	露天矿主要工程技术特征 .....	(188)
附录 K	露天煤矿土地损毁预测表 .....	(189)
附录 L	露天煤矿排土场平盘与台阶坡面面积预测 .....	(191)
附录 M	井工煤矿开采土地损毁预测方法 .....	(197)
附录 N	采煤沉陷土地损毁程度分级参考标准 .....	(200)
附录 O	排土场(废石场)排弃计划表 .....	(207)
附录 P	土地复垦方案报告表 .....	(215)
附录 Q	土地复垦适宜性评价方法与步骤 .....	(228)
附录 R	土地复垦方案报告表 .....	(237)

## 第一章 绪论

### 第一节 土地复垦及其潜力

#### 1. 定义、内涵、地类和意义

##### 1.1 土地复垦的定义

对土地复垦的定义,不同的国家及众多的机构和专家学者,都有着不同的见解和论述。“复垦”一词在国外常用“Restoration”(复原)、“Reclamation”(开垦、恢复)和“Rehabilitation”(重建、修复)等进行描述。如美国常常用 Reclamation,加拿大和澳大利亚习惯用 Rehabilitation,英国则一般用 Restoration,但总体上对土地复垦的定义是:将破坏的土(场)地恢复到破坏前的原状、近似状态或与破坏前制订的规划相一致的形式和生产力,其主要目标是重新建立相对长期稳定的景观地貌,这种重塑的地貌在美学和环境景观方面能与周边未破坏的土地相协调,而且生产建设活动损毁土地的再利用能有效地促进其所在的生态系统的稳定和生产能力的提高。

在中国,很多人将“土地复垦”简单地解释为:“复”就是修复,“垦”就是垦殖,即土地的修复和垦殖。在中国新颁布的《土地管理法》的英文版中,也将“土地复垦”翻译为“Land Re-cultivation”,即土地重新耕种。这与中国传统的农耕文化,产业结构以及国家现时的政策有关。不难看出,对土地复垦的定义,一般均源于该地域国家的文化、经济的背景和国情。

近些年,随着我们国家对土地复垦事业发展的重视,在规范管理及制度建设等方面取得了长足进步,尤其是对土地复垦的定义也随着工作的逐步深入,而得到一定的拓展和深化。1988年国务院发布的《土地复垦规定》确立了土地复垦制度,并将土地复垦定义为“土地复垦是指在生产建设过程中,因挖损、塌陷、压占等造成破坏的土地,采取整治措施,使其恢复到可供利用的状态”;2011年国务院发布的《土地复垦条例》,更加充实和完善了中国的土地复垦制度,对土地复垦的定义更是作出了简明和严谨的诠释,即“土地复垦,是指对生产建设活动和自然灾害损毁的土地,采取整治措施,使其达到可供利用状态的活动”。新施行的《土地复垦条例》对土地复垦的定义,符合我们现阶段的国情,体现了政府和社会对土地复垦的客观要求。

##### 1.2 土地复垦的内涵

从国外的土地复垦定义可以看出,国外的土地复垦是以保护生态为主要目的,其内涵十分广泛。

20世纪80年代,限于当时的实际情况,中国对土地复垦的界定,是在对挖损、塌陷和压占破坏的土地进行恢复。直观地理解这三类复垦的对象,均为生产建设过程中直接损毁的土地。而生产建设活动间接损毁的土地,如地下水位的下降或上升、含水层的疏干与破坏、周边地区土壤的污染等导致的损毁土地和大量自然灾害损毁的土地都没有纳入土地复垦的范畴。

随着中国与国外的国际合作交流的日益增多,土地复垦也开始与国际接轨,土地复垦的新理念、新技术促进了对土地复垦内涵的认识和理解。新发布的《土地复垦条例》中土地复垦的概念比1988年发布的《土地复垦规定》的定义均有所扩大,内涵也随之拓展。

土地复垦对象的拓展——从过去各种因挖损、塌陷、压占等造成破坏的土地,扩展为生产建设活动损毁的土地和自然灾害损毁的土地。

土地复垦目标的扩展——从过去使其“恢复到”可供利用的状态,扩展为使其“达到”可供利用的状态。这里的“恢复”只是指复垦为原貌或原地类,而“达到”则是因地制宜地对损毁土地复垦,宜耕则耕,宜林则林,宜渔则渔,宜草则草,宜建则建。对损毁的土地除复垦为农用地外,复垦后土地的用途还可延扩到生态旅游、商业服务等。

土地复垦内涵的扩展——从过去偏重土地整治工程,扩展为土地整治的生物措施、复垦土地的景观生态恢复、土地生态系统的生物多样性、土地质量和土地生产效能与效益的恢复。

### 1.3 待复垦土地的类型

待复垦土地的类型在《土地复垦条例》中分为生产建设活动损毁土地和自然灾害损毁土地两种:

(一)生产建设活动损毁土地,是指在生产建设准备阶段或实施过程中因挖损、塌陷、压占等人为造成损毁的土地。生产建设活动对土地的损毁,又可分为生产活动损毁和建设活动损毁。

(1)生产活动损毁土地主要表现形式为:

①地表挖掘损毁土地。是指在露天采矿、烧制砖瓦、挖沙取土等活动中,地表的植被和土层被人为或机械设备损害和挖掘,引发生态失衡、景观破坏、水土流失和沙尘暴土。

②地表塌陷损毁土地。主要指地下采矿活动引起的地表的塌陷。地下开采使地面标高降低,地面季节积水、耕地盐渍荒芜、土地沙化;在山区能引起坡体滑移;沉陷能使位于沉陷范围内的建(构)筑物、铁路、公路、桥梁、隧道、堤坝、输电线路等人工建(构)筑物损害、倒塌;在岩溶发育区,地下开采会导致地面出现大量塌陷坑、塌陷漏斗,危及当地居民的生命财产安全;地下开采塌陷还将可能引发矿区局部地震。

③固体废弃物压占损毁土地。主要是采矿剥离物生土、矸石、废弃岩石的压占,选矿生产时矿渣、尾矿以及火力发电厂粉煤灰的排放。固体废弃物对土地的压占,导致地表植被毁灭和地表变形;自燃的矸石还可能发生滑坡和喷爆。

(2)建设活动损毁土地主要表现形式为:

①固体物压占损毁土地。是指隧道掘进、桩基挖掘、钻井勘探等的固体废弃物对土地的压占;大型预制件和构架的制作存放、砂石及建筑材料的堆放、临时建筑(如职工临时生活宿舍、工棚、修配厂、车库、油库、混凝土搅拌站等)对土地的压占;管道敷设挖掘弃土对周边

土地的压占等。

② 机械碾压损毁土地。施工作业时施工机械和大型设备运输对土地的碾压,造成地形地貌改变、植被损毁和农田耕作层的破坏。

(二)自然灾害损毁的土地,是指气象、洪水、地质等灾害造成原土地功能丧失的农田和其他成片土地。

(1)气象灾害对土地的损毁。气象灾害包括天气、气候灾害和气象次生、衍生灾害。天气、气候灾害对土地的损毁,是指因台风(热带风暴、强热带风暴)、暴雨、洪涝、积涝等因素对土地直接造成的灾害。气象次生、衍生灾害对土地的损毁,是指因气象因素引起的山体滑坡、泥石流等对土地造成灾害。

(2)洪水灾害对土地的损毁。因急剧降水引发某一流域、河段或者区域的洪涝对土地的损毁。洪涝能使相并区域的土地被冲刷、淹没,导致地层裸露、表土流失、土壤盐渍碱化。

(3)地质灾害对土地的损毁。由地质作用产生的地质灾害引起的地表崩塌、山体滑坡、地面塌陷、地面沉降、地面裂缝、熔岩吞噬等造成土地的损毁。

#### 1.4 土地复垦的意义

在中国土地复垦制度确立的 20 多年来,从事土地复垦管理和实施的政府管理部门及相关单位,坚持“谁破坏,谁复垦”、“因地制宜、综合治理”的原则,积极探索、创新土地复垦管理机制,创造了多种复垦土地利用模式,土地复垦取得了一定成效。近年来,土地复垦率逐年得到提高,已由 1987 年的 1% 提高到目前的 25% 左右。土地复垦在保护和补充耕地资源、保障粮食安全和生态安全等方面起到重大作用。

国务院新发布的《土地复垦条例》,建立了土地复垦方案的编制与审查制度、监督管理制度、资金保障制度、验收制度及相应的约束、激励机制等一系列制度体系,土地复垦工作将步入规范化和法治化,这对中国在土地资源的合理和有效利用有着深远的历史意义。

(一)土地复垦是落实“十分珍惜、合理利用土地和切实保护耕地”基本国策的重要措施。

截止到 2006 年 10 月底,中国人均耕地只有 1.39 亩,人地矛盾十分突出。随着中国经济的快速发展,生产建设活动的强度、广度越来越大,毁损的土地也越来越多。据初步测算,中国现有 1 亿多亩废弃土地资源,很大比例的废弃土地地理位置相对优越,有的靠近城镇或村庄,交通便利,水资源条件等基础条件好。如按照“科学规划、因地制宜,综合整治,经济可行、合理利用”和“优先用于农业”的原则进行土地复垦,约有 60% 以上的废弃地可以复垦为耕地,30% 可以复垦为其他农用地,10% 可以复垦为建设用地,在当前开发受到限制,整理增加耕地潜力有限,土地复垦既能一定程度上保护耕地面积不减少、增加耕地面积,促进耕地资源的保护和补充,又能促进集约节约利用土地,改善生态环境,为保障国家粮食安全和生态安全发挥重要作用。

(二)土地复垦是缓解经济增长与耕地保护矛盾的重要辅助手段。

中国目前仍处于经济高速增长阶段,生产建设活动不可避免地要占用大量耕地,经济增长与耕地保护之间的矛盾依然突出。在耕地后备资源日益枯竭、生产建设活动不断扩展的背景下,通过加强土地复垦工作,促进毁损土地的恢复利用;同时,从源头上采取有效的节约和集约利用土地以及保护耕地的措施,预防和控制生产建设活动对土地的损毁程度和压占

面积,避免或少占用耕地。如对生产建设项目在编制可行性研究报告和设计任务书时提出了按生产建设项目用地定额,严格控制用地规模;在生产建设过程中,制定合理的施工组织设计和科学的生产工艺流程,防控措施,减少对土地的损毁,可以一定程度上缓解经济增长与耕地保护之间的矛盾,为保障经济高速增长和 18 亿亩耕地红线做出重要贡献。

(三)土地复垦是促进土地资源得到合理和有效利用,体现科学发展的有效途径。

依照土地利用总体规划和土地复垦专项规划,复垦后土地用途,将会按当地自然、经济、社会状况合理确定。基于中国人口众多、耕地后备资源不足的国情,复垦的土地优先用于种植业、林业、畜牧业、渔业等农业生产。根据“经济可行、因地制宜”的原则土地复垦将会兼顾投资主体的生产成本,保障复垦区域内必需的生产建设用地。合理规划各项用地,建立良好的土地利用结构和布局,提高土地利用率,使复垦后的土地效益达到最大化。

同时,土地复垦中的动态监测、信息处理、复垦区域调查评价、复垦方案编报审查、阶段复垦计划编制、工程质量监控等各项管理涉及多门学科,这就需要有高新技术的支撑和科学的管理体系。随着土地复垦工作的逐步深入,3S 技术(遥感技术(Remote sensing, RS)、地理信息系统(Geography information systems, GIS)和全球定位系统(Global positioning systems, GPS)的统称)的运用将促进土地复垦信息系统的建设,为摸清家底、编制规划、信息汇总、动态监测提供了便捷;“土地复垦质量控制标准”、“土地复垦工程建设标准”、“土地复垦验收规程”、“土地复垦估算标准”等即将颁布及正在研究制定的技术标准和科学的管理体系,将进一步规范土地复垦行为,促进土地复垦实施。

(四)公众参与促进了基层社会的民主议政、法制建设与社会谐和。

土地复垦活动中的土地复垦方案的编制、土地复垦初步验收的公告、听取相关权利人的建议等过程,均涉及了公众参与和民主议政。土地复垦方案编制规程系统地规定了公众参与人员、时间、内容、形式和结果处理和说明。在进行土地复垦时,各级地方人民政府国土资源主管部门把听取当地农户的意见,反映农民的意愿,公布土地复垦条例,商议权属和补偿的标准,作为土地复垦一项重要的工作程序。公众参与使土地复垦工作增强了透明度,使《土地复垦条例》和相关法规得到了宣传,加大了公众的监督意识和政府的监管力度,促进了社会和谐。

## 2. 国外土地复垦概况

土地复垦,尤其是矿区土地复垦历来为世界各国所重视。“复原”(Restoration)是在土地复垦工作初期提出的,实践证明是很难实现的。“恢复”(Reclamation)是大部分环境工作者支持的概念,是可以实现的。“重建”(Rehabilitation)则具有更大的灵活性,可以不受原地形等条件的限制,完全可以按照公共利益及经济条件来确定复垦土地的利益方案。所以“恢复”(Reclamation)和“重建”(Rehabilitation)是目前国外常用的两个术语。

### 2.1 总体情况

为提高土地复垦率,世界各国从法律法规、技术标准、管理手段、科学研究等方面做了许多积极的探索。目前,开展土地工作较好的国家有美国、澳大利亚、加拿大、德国等。

#### (1) 法律法规

美国和德国是最早开展土地复垦的国家。1920 年,美国的《矿山租赁法》中明确要求保

护土地和自然环境。1950年德国颁布的《普鲁士采矿法》提出了矿区土地复垦与景观生态重建的要求。20世纪50年代末,一些国家的矿区已系统地开展以绿化为主要方式的土地复垦工作。20世纪60年代许多工业发达国家加速复垦规划的制定和复垦工程实践活动,进入了科学土地复垦时代。20世纪70年代以来,土地复垦技术逐渐形成一门多学科、多行业、多部门联合协作的系统工程,许多企业自觉地把土地复垦纳入采矿设计、施工和生产过程中。前苏联1976年6月部长会议颁布了《关于有用矿物和泥炭开采、地质勘探、建筑和其他工程的土地复垦、肥沃土壤保存及其合理利用规定》,并成立了“国立土地复垦研究所”,研究矿区损毁土地的复垦利用技术。

### (2) 组织管理

国外土地复垦的组织管理也十分成功。美国、英国、加拿大、匈牙利等国政府对复垦资金给予补贴,或者建立复垦基金,疏通各种渠道筹集资金,支持土地复垦工作,并且都有专门的土地复垦学术团体、研究机构。如美国专门成立了“国家矿山土地复垦研究中心(NMLRC)”,并由国家每年拨付资金作为土地复垦研究的专项经费,组织多学科专家攻关。美国露天采矿与土地复垦学会还定期出版会讯,组织全国学术会议。加拿大政府也每年出资支持土地复垦研究以保护环境,土地复垦协会每年召开一次学术年会。英国、美国等国家多由专业复垦公司承包矿山、市政复垦工程。前苏联、德国、匈牙利等国家有自行联合组织的土地复垦机构和专业队伍,承担矿山企业复垦任务。澳大利亚在新南威尔士州成立了“采矿工业土壤保持服务公司”,能够为企业提供各种服务。

### (3) 复垦措施

美国Indiana煤炭生产协会1918年就自发地在煤矸石堆上进行种植试验。美国土地复垦研究的重点是露天矿(特别是煤矿)的复垦和开采废弃地复垦,尤其关注复垦的长期效果和可持续性。但美国只有30%左右的开采量为井工开采,且煤层最厚只有3.6米。美国对开采沉陷地的土地复垦有3种做法,即①挖沟排水;②充填;③挖沟与充填相结合。其充填材料包括采选矸石及客土充填,客土充填复垦的土地和挖沟平整充填的地区可用作农作物种植用地,而矸石等废弃物充填复垦土地大多用于种草、植树或娱乐用地。德国在20世纪20年代初就开始对露天开采褐煤区进行绿化。

澳大利亚的复垦特点:一是采用综合模式,实现了土地、环境和生态的综合恢复,克服了单项治理带来的弊端。二是多专业联合投入,包括测量、矿冶、地质、化学、物理、环境、生态、农艺、经济学,甚至包括医学和社会学等多学科多专业。三是高科技指导和支持,卫星遥感提供复垦设计的基础参数并选择各场地位置,计算机完成复垦场地地形地貌的最佳化选择,以及工程量优化选择和最适宜的经济投入—产出选择,即费用—效率优化方案。高科技成果为矿山复垦提供了各种先进设备和技术,高科技的引入产生了高效益的生态复垦。加拿大与美国一样也广泛地开展土地复垦研究。除在多个领域开展研究外,在油页岩复垦以及由于石油和各种有毒有害物质造成污染的土地复垦问题给予了高度重视。加拿大政府部门也每年出资支持土地复垦研究以保护环境。

最近10年国际上对团队复垦的研究特别关注,除国外一些组织召开专门的国际土地复垦会议外,在有矿山环境及矿山开采等国际会议中也经常将土地复垦列为主要的论题。国外在技术手段方面比中国先进,国外较好的做法有利用CAD和GIS技术设计绘制采前与采



后及复垦后的地貌、采掘空间作为排土场的使用、剥离岩土的不同堆放与腐殖土保护、露天开采区水环境的综合整治、露天区域的生态恢复、开采沉陷地作为湿地加以保护、无覆土的生物复垦及抗侵蚀复垦工艺以及清洁采矿工艺与矿山生产的生态保护等。

国外土地复垦工作开展较好的国家一般都有以下特点:a. 有健全的复垦法规;b. 有专门的土地复垦管理机构;c. 有明确的复垦资金渠道和建立了“复垦基金”;d. 将复垦纳入采矿许可证制度中;e. 实行复垦保证金制度;f. 建立严格的土地复垦标准;g. 重视土地复垦的研究和多学科专家的参与合作;h. 有土地复垦的学术团体和研究机构,且学术活动十分活跃。

## 2.2 澳大利亚土地复垦潜力分析案例

澳大利亚国土面积的80%以上为自然景观,其中20%左右为森林和草原,因此澳大利亚大部分矿区土地复垦目标为稳定持续的自然景观土地,并和原地貌景观保持一致。对于复垦目标为自然景观的矿区,复垦风险以及复垦难易程度,主要和采矿的种类和方式有关,如露天煤矿的复垦技术以及工程相对简单容易,而金属矿相对复杂,其次还要考虑原地貌的景观格局,对于原地貌地区为自然保护区、旅游胜地以及土著人居住地,复垦标准也会相对很高,因此复垦措施会比较复杂,复垦年限以及监测时间都会比一般的矿区要长。对于人口密集地区以及农业用地地区开采的矿区,复垦目标则需要长时间的论证,是否恢复为农用地,以及适用农作物等。土地复垦潜力评价和土地复垦目标和标准以是直接相关,根据不同的复垦目标以及标准列出以下案例,针对不同案例,结合矿区制定的复垦标准和监测指标分析该矿区的土地复垦潜力。

### 2.2.1 露天砂矿——案例:North Strobe Broken Island——Sand Mine(NSI),复垦目标:旅游用地

NSI砂矿于1951年开采,为NSI岛的建设作出了巨大的经济贡献,预计于2019年12月停止开采。NSI岛是澳大利亚昆士兰州著名的旅游胜地,因此该矿的复垦和环境修复工作得到了公众以及政府的高度关注,也是目前为数不多的复垦效果明显,达到复垦标准的矿区。NSI砂矿复垦工作于1987年展开,复垦目标是需要恢复为和原地貌一致的自然景观,要求复垦后的物种不得少于当地物种的75%,而且对于该旅游地区的特殊物种,要求必须出现在复垦地区,复垦评价中还要考虑植被的物种丰富度、覆盖度以及株高等参数指标。根据2010年监测结果,NSI复垦时间在20年左右的复垦植被,大部分指标已经和原地貌植被接近,仅特殊物种的植被覆盖度低于原地貌。此外,矿区复垦地区发生的自燃等现象在一定程度上影响了复垦植被的生长。

NSI矿区由于所处的特殊地理环境,矿区复垦标准要高于其他砂矿,但是正是由于受到公众的高度关注,矿区投入了大量的资金和精力致力于复垦工作,复垦监测及评价工作包括1987年复垦前、1987年复垦后,以及矿区周边原地貌。目前的复垦监测工作为每年一次,通过多尺度植被样方调查、土壤采样,完成监测指标数据的收集和统计,从而完成监测报告。

### 2.2.2 金属矿——案例:Kidston Gold Mine(KGM),复垦目标:草地-森林过渡

KGM金矿位于澳大利亚昆士兰州北部,矿区占地面积4627公顷,于1984年开始采矿,2000年闭矿。矿区目前景观格局为尾矿库,两个遗弃采坑以及排土场。矿区所在地区为干旱半干旱草原和森林过渡地带,一年中仅有三月份为湿季,有降雨,其余九个月均为干季,

年平均降雨量为 700 毫米,蒸发量约为 2800 毫米。矿区的复垦工程最早于 1998 年在尾矿库展开,之后排土场、矿坑边坡等复垦工程也都相继展开,复垦目标主要是恢复为原地貌的草原-森林过渡景观,未来土地利用为放牧。草种以当地的草种为主,树种主要是当地桉树。尾矿库设有灌溉措施,并在播种后的 3 个月之内进行不间断灌溉。根据 2005 年监测结果,尾矿库的复垦效果要明显好于排土场的复垦效果,但是植被的结构、植被多样性、植被覆盖度、土壤有机质指标均没有达到和原地貌一致。

KGM 矿区的复垦指标相对其他金属矿来说比较简单,但是由于受到所在干旱区降雨量因素限制,在干旱季节大量得不到灌溉的复垦植被出现死亡现象,而且树种株高均达不到复垦标准。此外,由于矿区无表土覆盖,而排土场和尾矿库表明的沙土保水性差,影响了植被的生长。

### 2.2.3 露天煤矿——案例: Mt Owen Coal Mine,复垦目标:林地

Mt Owen 露天煤矿位于澳大利亚新南威尔士州,年产量 1000 万吨,预计在 2025 年停产。Mt Owen 矿区所在地属于 Ravensworth 国家森林公园(RSF),该国家森林公园是澳大利亚仅存的最大的原始森林。自 1995 年以来,该森林公园栖息着大概 145 种鸟类,24 种陆生哺乳动物,20 种爬行动物以及 15 种两栖动物,此外还有 19 类濒临灭绝的动物,这些材料都已经在澳大利亚国家环境保护中心记录归档。根据该矿区所处的特殊自然环境,矿区采用边开采边复垦政策,并在受矿区影响区域建立生物多样性保护区。复垦措施中,保护表土资源,并收集当地植被的种子,建立当地植被的种子库。矿区复垦目标和指标体系的建立均来自于矿区周边未受影响的样地,包括生物多样性、植被株高、植被种类、植被结构、土壤结构等。矿业公司在该地区建立了专门的植被群落修复项目,该项目的周期和采矿周期长度一致,土地复垦的短期目标是减少矿区开采对周边植被群落的影响,长期目标是尽量使复垦土地的植被群落及生物多样性和原地貌接近。

Mt Owen 煤矿的复垦措施以及复垦指标都要高于其他煤矿区的复垦,包括边开采边复垦政策、种子库的建立、表土保存以及专项课题的建立。该矿区所建立的指标体系和复垦政策都值得其他煤矿区借鉴,也正是 Mt Owen 所处地区特殊的地理环境,使该矿区的复垦指标高于其他矿区,这也是矿区为了保护森林生态系统所必须做的。

## 3. 中国土地复垦的发展历程

### 3.1 发展初级阶段(1988 年以前)

20 世纪 50 年代末,为了克服自然灾害带来的吃粮困难,大陆部分矿山职工自发地在排土场、尾矿场上垫土种植蔬菜和粮食,自发开展小规模“造田复地”。这可以看作是新中国土地复垦工作的雏形。随着经济社会的发展、损毁土地的增加及认识水平的提高,土地复垦的有关要求逐步在相关法律法规中有所体现。1982 年《国家建设征用条例》第十八条规定,国家建设占用临时用地应当“恢复土地的耕种条件”。1986 年 3 月颁布的和 1996 年修订的《矿产资源法》都明确规定,“开采矿产资源,应当节约用地。耕地、草原、林地因采矿受到破坏的,矿山企业应当因地制宜地采取复垦利用、植树种草或者其他利用措施。”1986 年 6 月颁布的《土地管理法》第十八条明确规定,“采矿、取土后能够复垦的土地,用地单位或者个人应当负责复垦,恢复利用。”第三十三条规定,“工程项目施工,需要材料堆场、运输通路和



其他临时设施的,……在临时使用的土地上不得修建永久性建筑物。使用期满,建设单位应当恢复土地的生产条件,及时归还。”

这一时期主要是从自发复垦到自觉复垦的发展初级阶段,在实践中逐步探索土地复垦的实施经验。

### 3.2 发展壮大阶段(1988~2005年)

1988年国务院令第19号颁布了《土地复垦规定》,这是中国第一部关于土地复垦的专门法规,明确了土地复垦的概念和“谁破坏、谁复垦”的基本原则,确立了土地复垦制度,第一次全面而系统地土地复垦的概念、基本原则、企业的义务、资金来源、政府和部门的职责等关键性问题进行了论述。这是中国土地复垦历史上具有划时代意义的里程碑事件,标志着土地复垦开始纳入法制化管理的轨道。随后,在《土地管理法》《矿产资源法》《环境保护法》《煤炭法》《铁路法》和《循环经济促进法》等相关法律法规的修订和制定中,也都对土地复垦有关内容做了补充完善。如1998年修订的《土地管理法》第四十二条规定,“因挖损、塌陷、压占等造成的土地破坏,用地单位和个人应当按照国家有关规定负责复垦;没有条件复垦或者复垦不符合要求的,应当缴纳土地复垦费,专项用于土地复垦。复垦的土地应当优先用于农业。”

这一时期主要是规范化管理的发展壮大阶段,在政策法规、技术规范等方面进行了探索和实践。

### 3.3 全面发展阶段(2006年)

为贯彻落实党中央国务院提出的加快推进土地复垦的要求,2006年,国土资源部与发展改革委员会、财政部等七部委联合下发了《关于加强生产建设项目土地复垦管理工作的通知》(国土资发[2006]225号),进一步明确了土地复垦义务人责任,强化了监管措施。七个部委专门就土地复垦管理工作联合发文,共同部署,是有史以来第一次,可以说是历史性的突破,对土地复垦工作的开展产生了积极的影响和推动作用。为贯彻落实七部委文件精神,加强土地复垦前期管理,2007年国土资源部出台了《关于组织土地复垦方案编报和审查有关问题的通知》(国土资发[2007]81号)。自此,土地复垦方案编报和审查制度逐步建立。与此同时,新一轮《全国土地利用总体规划纲要(2006~2020年)》和《全国矿产资源规划(2008~2015年)》均对土地复垦提出了明确要求,确立了土地复垦的重点区域和复垦目标。

随着经济社会的快速发展,生产建设活动强度、广度不断增强,创建于计划经济时期的土地复垦法律制度已经无法适应当前的新形势和新情况。2003年,国土资源部启动了修订《土地复垦规定》为《土地复垦条例》的工作。2011年3月5日,《土地复垦条例》正式颁布。《土地复垦条例》在全面总结原《土地复垦规定》实施成效与经验的基础上,全面提升了多年来土地复垦方面有益的实践探索与政策措施,以落实耕地保护基本国策为宗旨,完善了土地复垦制度设计,构建了完整、统一的土地复垦约束机制、激励机制和监督机制,为完善土地复垦制度提供了重要法律保障,主要有以下几点:

一是明确土地复垦的责任主体,强化复垦责任。对于生产建设活动损毁的土地,按照“谁损毁,谁复垦”的原则,由土地复垦义务人负责复垦,同时要求复垦义务人严格按照审查通过的复垦方案落实复垦费用、实施土地复垦工程、报告有关情况,并对不依法履行土地复垦义务的情形作出了处罚规定。对于没有复垦义务人的历史遗留损毁土地和自然灾害