

李根福 编著

冶金工业出版社

土地复垦知识

TUDI FUKEN ZHISHI

土地复垦知识

李根福 编著

冶金工业出版社

内 容 简 介

本书介绍了土地复垦的基本知识和土地复垦的方法，提供了煤炭、钢铁、有色金属、建材、火电等工业部门的露采场、排土场（矸石山）、塌陷区、尾矿场、粉煤灰堆场和取土坑等的土地复垦实例。

本书可供土地管理工作及有关企事业单位管理人员、环保工作者和土地复垦规划设计人员参考。

土 地 复 垦 知 识

李根福 编著

*

冶金工业出版社出版发行

（北京北河沿大街嵩祝院北巷39号）

新华书店总店科技发行所经销

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

787 × 1092 1/32 印张 3 3/4 字数 80 千字

1991年6月 第一版 1991年6月第一次印刷

印数00,001~2,700册

ISBN 7-5024-0848-7

X · 29 定价2.20元

序

为满足国民经济的发展，加速开发矿物资源势在必行。而矿床的赋存地点是不以我们的意志为转移的，一些矿床往往位于良田沃土地区。在这种情况下，我们不得不暂时牺牲宝贵的田地，去换取地下矿物资源。

目前，采掘等工业每年因挖损、塌陷、压占等破坏的土地约30~40万亩，这已经对工业自身、矿区、农民生活、生产和社会安定以及矿区周围生态环境带来了严重影响，必须引起我们的高度重视。

开采和利用矿物资源有利于社会主义建设事业，但也不能忽视它带来的种种不利之处。

土地复垦是解决上述问题的重要措施之一。

本书是为配合贯彻执行《矿产资源法》、《土地管理法》以及《土地复垦规定》而编写的。本书扼要地介绍了土地复垦的意义和作用，以及采用的工程措施和生物措施的复垦方法，汇集了国内复垦成功的实例。这些实例有力地证明了被破坏的土地是可以复垦的，并且已经收到了很好的社会效益、经济效益和生态效益，也鼓舞着土地管理人员、矿业工作者、环保工作者树立信心，进一步协调行动，大力开展土地复垦工作。

我们相信，通过土地复垦工作，每年被破坏的土地可以得到恢复利用，并且逐步复垦已经被破坏的2000~3000万亩土地。这是件利在企业、功在民族、造福子孙后代的大事。

希望本书的出版，能起到促进我国土地复垦工作进一步

开展的作用。

国家土地管理局土地利用规划司司长

刘广金

中国土地学会土地复垦研究会会长

1990年6月

目 录

序.....	I
第一章 绪论	1
第一节 土地复垦与环境.....	1
第二节 采矿与土地复垦.....	4
第三节 土地复垦术语.....	17
第二章 土地复垦方法	20
第一节 土工工程.....	20
第二节 复垦土地的再种植.....	39
第三节 场地复垦.....	56
第三章 土地复垦实例	68
第一节 农业复垦.....	68
第二节 林业复垦.....	76
第三节 建设复垦.....	87
第四节 其它形式的复垦.....	89
第四章 土地复垦效益	92
第一节 恢复土地的计算.....	92
第二节 复垦费用.....	97
第三节 林业复垦效益.....	99
第四节 土地复垦效益实例.....	101
参考文献	112

第一章 绪 论

第一节 土地复垦与环境

土地是一种宝贵的自然资源。我国幅员辽阔，地大物博，但人均占有土地面积和人均耕地面积均不及世界平均数的三分之一。随着经济建设事业的发展，各行业对土地资源的需求不断增加。而这种增加的另一结果是造成巨大的土地破坏并引起严重的环境问题。

在被破坏的土地上，原有的环境景观改变了，有的甚至产生了严重的环境问题。例如，平原变成高低不平的塌陷区，肥沃的农田变成沼泽地；粉尘飞扬，废水、废气渗溢等。因此，如何合理开发、利用土地这一自然资源，保护环境，是我们目前面临的一个严峻问题。

以采矿业为例，当前世界上每年采出矿物120~140亿吨，废石150~180亿米³，到本世纪末，每年采出矿物将达400~450亿吨，废石700~800亿米³，而且由于矿物中有用成分品位的降低，开采矿物量更有增加的趋势。据研究资料介绍，在采矿工业破坏的土地中，直接用于采矿工程的土地面积占59%，露天矿排土场占地20%，尾矿场占地13%，矿井废石场和矸石山占地5%，地表下沉和塌陷而变为废弃地的为3%。露天开采时破坏土地面积为露采场本身面积的2~11倍。露天矿破坏土地中排土场占到总面积的40~60%。这些数字表明，采矿对环境的破坏，只有通过复垦工程，才能得以缓和、改善，甚至优于原先的自然状态，这是人们按现代

的科学手段与时代要求，根据土地复垦规划实施后取得的必然成果。

土地复垦是相对于土地破坏而言的。这里指的土地是广义的，可以理解为“国土”。复垦的作用就是经过积极的人类活动，使原先的环境更符合于时代的风貌。

土地复垦工程是项化害为利的工作，要对被破坏了的自然环境采取措施，使其恢复原貌，需要付出很大的代价，有时甚至是办不到的。就保护环境来说，在一些场合下土地复垦只能起到“拾遗补缺”的作用，因为它毕竟是项“治标”的工程。保护环境的关键在于“治本”。为此，解决采掘工业对环境危害问题应在大力开展土地复垦的同时着力于以下几方面的工作：

1) 改变燃料结构。为从根本上减少矿山生产对环境的危害，需要对燃料结构作本质上的改变。我国可开发水能有3.78亿千瓦，相当于7亿吨标准煤。虽然水能资源名列世界首位，可是其利用程度目前只有7%。加快水能开发利用步伐，可减少因采煤造成的土地的消耗量。增加水电后如能少开采1亿吨煤炭，则每年可节约土地2万亩以上。

发展核能工业，可以降低矿物能源资源的消耗，从而大大减少采煤场、排矸场等的占地面积和对环境的影响。

另外可以利用的能源还有太阳能、风能、潮汐能等。

2) 改革开采工艺。利用当代科学技术进步取得的成就，研究和采用新的工艺是有效地解决土地问题的重要条件之一。目前这些新工艺有：金属矿石的地下浸出；地下溶炼采硫；矿物的钻孔水力开采；用双井压裂开采法采天然碱矿；地下矿或矿井的中段开拓不是按习惯方法自上而下，而是采用自下而上，这样可将大部分固体废物立即充填采空区，而不致

运出井口，污染地表，占用土地；露天矿的剥离不是采用铎沟开拓，而是堆砌运输废石坝，筑坝用的废石堆在露采场内，不必运往排弃场堆弃；露天开采矿群时，最好选择易采的矿点进行强化开采尽快采完，以便让出露采坑为其它矿点提供排弃场地；采矿工作与国土整治相结合，用剥离物充填沟谷洼地、修筑水库、堤岸、城镇建设用地的填方；建立无废物采矿工艺等。

3) 重视资源利用。有效并充分地利用矿产资源是减轻土地压力、降低单位产量占地率的又一重要途径。当前，矿物的回采率很低，国外煤炭回采率仅为60~70%、石油和天然气为40~50%、有色金属和黑色金属为70~75%。我国矿产资源开采率更低，原煤回采率只有40%、有色金属矿损失率达40%。此外，矿石和煤的贫化率达25~30%。美国采用回收矿物的新方法后，从铜废石中回收的铜约占铜总产量的33%，取得了十分显著的效益。可见，在重视资源利用的基础上，采用新工艺开采矿物来降低资源损失率、贫化率，提高回采率是一个重要方针。

4) 综合利用矿物。据统计，我国80%的矿床伴生多种有用成分，铜矿的1/4、金矿的1/5、铝矿的1/4在伴生共生矿中。然而，1986年的抽查表明，我国1845个综合性矿山中，有四分之三的矿山综合利用率不到2.5%。而提高矿物资源的综合利用，可以做到少破坏土地和环境，是件事半功倍的好事，应该引起重视。

我国是世界上最早开发利用矿产资源的国家之一，从所见到的文献资料来看，也可说我国是最早进行土地复垦的国家。有关这一点，我们可以由水乡历史文化名城绍兴的一颗明珠——东湖得以证实。

东湖风景区，位于绍兴城东5公里处。据历史记载，此地原是一座青石山（砂砾岩），从汉代开始，民工相继在此凿山采石，用作建房、铺路、造桥。4百年来，一代代石工巧匠鬼斧神凿，遂成险峻的悬崖峭壁和幽谷深潭。清朝末年，会稽人陶竣宣看到这里风光瑰丽，便倚山造景，筑堤蓄水（水引自绍（兴）曹（娥）运河），铸成东湖，号称“天下第一盆景”。这是一个最早旅游复垦实例。

在绍兴地区，这样的例子还有柯桥、柯岩、石佛寺、吼山等。

美国1911年提出土地复垦，1918年在伊州丹维尔地区附近的煤矿进行种植复垦，同年在印第安那州进行复垦试验。

德国对褐煤矿的土地复垦工作约开始于本世纪20年代。

苏联的土地复垦工作可能开始于本世纪50年代末。因为见到的文献资料以及50年代为我国设计的几个大型露天矿，均未提及有关土地复垦的内容，所见最早的是始于1963年的维维康德露天矿的土地复垦工作，但是近20年来发展颇快。

第二节 采矿与土地复垦

采矿业是造成土地破坏最严重的行业之一。

众所周知，由于矿藏位置具有不可选择的特点，采矿工业建设场地不能像其它工程建设那样可以选择，因此往往造成严重的环境问题。

采矿工业污染环境和破坏土地后，因地制宜地采取土工和生物措施，恢复其原来的景观或作其它用途，这就是土地复垦工程，土地复垦工程是环境科学的一个重要分支，也是环境科学在采矿工业上的具体实施。

追溯到400多年前，1556年出版的由G.阿格雷卡拉(Georgius Agricola)所著世界上第一本矿业教科书《论金属》中提到：“贬低矿业的人们最强烈争辩的是田地因采矿作业而遭到破坏……，树林、灌木丛被砍伐、而树林和灌木丛被砍光之后，就毁灭或赶跑了野兽和鸟类；另外，洗选矿石用过的水会污染溪水、河流，或将鱼毒死，或将鱼驱散……”。这就是说，从长远看采矿造成的危害，显然远超过采矿生产的金属的价值”。可见，矿业对土地、大气和水资源等自然环境的有毒、有害影响早就是人们关心的课题。但是直到本世纪初人们才认识到，环境保护问题已成为矿业发达国家急需解决的问题之一。

一、矿山环境的分类

矿山环境一般是根据矿区所在地域的自然地理和地质条件划分的。现分述于下。

1. 按自然地理分类

矿区所在地域的自然地理分类特征，按企业所在地区的居民密度（以企业为中心，半径在15公里范围内居住人口计）、企业征用土地费用、矿区引起区域的和区域间的环境变化来确定。一般划分为三类（见表1-1）。

表 1-1 矿 山 环 境 分 类

类 别	自 然 地 理 条 件			
	人 口 密 度 (人/公里 ²)	居 民 点 人 口 (万人)	征 地 费 用	对区域环境的破坏
I	>400	>20	昂 贵	有
II	100~400	5~20	一 般	有
III	<100	<5	便 宜	没有

人口密度是间接反映矿山企业对环境影晌程度的一项指标，它与区域人口和区域开发程度成正比。对于具体矿山应按照当地省（区）情况确定。影响区最大半径为15公里，这是根据散布在大气中粉尘和有害气体造成的环境影响范围确定的。区域的或区域间的环境破坏，是指在相当大的地区内水平衡的破坏，即在颇大范围内水系状态的破坏。对于在法律保护下的或受到特别考虑的自然客体（经济价值高的大片林地、国家自然保护区等）的毁坏或破坏也属于这个范畴。

自然-地理条件的评定可根据规定要素中一个临界值来确定。例如：评定中的一项指标符合于Ⅰ类，而其它指标属于Ⅰ、Ⅱ类者，仍按Ⅰ类来确定。

在属于Ⅰ类的自然-地理条件下进行矿物开采，其合理性是受到怀疑的。如果必须进行矿山开采，则应采取措施，减少矿山生产对环境的不良影响，保护好某些自然客体。这些措施不仅要有细则，而且还应包括防止水文地质状况破坏的工程，排土场、尾矿场表层的防尘工作等这些在矿山企业安全和技术管理规程及工艺设计标准中未包括的项目。

为了从编制矿山开采设计文件开始，就能引起有关人员注意保护环境，应在有关规程、细则等内容上补充环境保护的条文，以期获得满意的经济效益。

属于Ⅰ类的综合条件是，它的保护措施是符合于标准和所规定细则的范围的，只是在个别场合下才超过这个范围。

属于Ⅱ类的条件是，在通常范围内不需要采用保护措施。如某些沙漠地区，其土地不需要复垦，也不必考虑排水设施；在影响区内不会有很大的居民点，其周围地段内居民密度也很低。

2. 按地质条件分类

对矿山环境造成极大影响的矿床地质条件是：矿床倾斜角、矿床的含水量及剥离的岩土对复垦的适用性。矿床倾斜角决定着岩土在采空区内堆置或运往外排土场堆弃的难易程度，并影响着排弃场征占地面积和采矿对地表的破坏面积。对于水平矿床和缓倾斜矿床来说，大部分剥离的岩土堆置在采矿场内（即内排），而且今后仍要复垦，所以矿体采完后破坏的土地面积相对来说不算大。

矿床倾斜角可分为陡的（倾角大于 25° ），倾斜的（倾角 $8\sim 25^{\circ}$ ），及水平的和微倾斜的（倾角为 8° 以下）。

矿床的含水量在相当大的程度上决定着排水系统，排水可能会破坏水文地质及地表水源。矿床含水量在许多场合下影响采剥方式，所以根据矿体含水量将矿床划分为三类（见表1-2）。

表 1-2 矿 床 分 类

类 别	地 质 条 件		
	矿体倾斜角(度)	水量(万米 ³ /昼夜)	复垦岩土的适用性
I	大于25	大于1.0	不适用
II	$8\sim 25$	$0.5\sim 1.0$	次适用
III	8 以下	小于0.5	适 用

在一定场合下，必须考虑排水的化学成分和细菌性质。监测自污水点起1公里距离内（根据水资源利用类型）的水体水质，测定值应符合国家有关标准。根据悬浮物质和漂浮杂质含量、异味、颜色、pH反应、矿物成分、溶解氧、生化指标、病菌媒介物（大肠菌指数、大肠菌值）及有毒物质等来评价水质。如果这些指标中有一项超过允许浓度（与水

量多少无关)值,则这类矿床属于第Ⅰ类。如果考虑水体中水的回用,则按最大硬度标准来评定。

岩土有着不同的地质年龄、赋存条件、岩石的和矿物的成分,依这些可确定岩土的物理(农业)化学性质,及为了复垦而划分的各种适用程度。

用于生物复垦的岩土分为适用、次适用和不适用。

不适用生物复垦的岩土是指小于0.01毫米的颗粒含量超过75%的重粘土、普氏硬度系数大于3~4级的及pH值小于3.5的岩土(主要含硫化物)。

次适用于生物复垦的岩土是指松散的和粘合的砂子,及pH值3.5~9之间和干残渣量为0.5~0.7%的含酸、碱与盐渍化的岩土。

矿床的倾斜角、含水量和岩土的适用性这三个因素,往往影响着采剥工艺、对排水采取的净化措施和岩土的利用程度。

二、矿山企业对环境的影响

采矿业对自然环境的人为破坏一般可分为景观破坏和生态破坏。景观破坏局限于某一地区;而生态破坏范围较大,有超地区性的影响。有关采矿破坏环境及其复垦的对策列于表1-3。

景观破坏是在实施采矿过程中对地表的破坏(改变地形、植被和土壤层),生态破坏是破坏矿区土地及其邻近地区内的生物生存条件,减少生物量,降低环境的总适宜性,这不仅对动植物而且对人也产生不利影响。

矿物开采对环境的影响可归纳为以下几点。

1) 平均品位下降,环境影响程度增加。

1955年世界铜矿的平均品位约为1.3~1.5%,到1980年

表 1-3 采矿对环境的破坏及复垦对策

类型	采矿对环境的破坏		环保对策及破坏土地的复垦方向
	形式	特 征	
景观	露天采空区	露采场 最终采掘带的沟道 截水沟	可复垦为各种用途的水面；渔业、水禽、养殖业，水上运动，沉淀池，工业或民用贮水库
	地下开采塌陷区	地表渗水塌陷区	可复垦为农业、林业用地或作粉煤灰堆场及建设用地
		地表不渗水塌陷区	可复垦为农业、渔业用地或作粉煤灰堆场及建设用地
	取土烧窑	挖走耕植土的地块	可恢复为原先的耕地
		挖平丘陵、小山包	可复垦为农地或林业用地
破坏	排土场 (矸石山)	岩石物理力学和农业生物特性良好的内、外排土场	可复垦为农业、林业用地、土壤改良的绿化、工业、民用建筑用地
		岩性良好的水力排土场和尾矿场	同上，但要预先疏干并加固边坡
		岩性不好的水力排土场和尾矿场	用松软剥离物覆盖硬岩排土场，对含毒岩石进行化学、生物处理后可复垦为农业、林业、牧业用地
		有毒或放射性岩石	覆盖厚土壤层后可用作林业用地
	工业设施所在地段	建筑物、构筑物、矿山内部道路及其它线路	可供其它部门使用
生态破坏	改变开采地区的水文地质条件	地表疏干、地表下沉、侵入或岩溶发展	建立防水帷幕、净化和利用矿坑水、充填塌陷区
		地表水和地下水发生酸化	露采坑水的净化处理和调节排放、在含毒岩石排土场下坡建立防护屏幕，大气降水的调节和排出洪水

续表 1-3

采矿对环境的破坏			环保对策及破坏土地的复垦方向
类型	形式	特征	
生态破坏	污染邻近的土地、空气和水体	侵蚀、风蚀和冲蚀排土场（尾矿场、粉煤灰堆场）	及时将排土场（尾矿场、粉煤灰堆场）覆盖（水或土）
		排土时的粉尘	采取喷水等消尘措施
		排土场自然	采取特殊方法排土，覆盖土层和灭火
		爆破时的毒气和粉尘	特殊爆破方法和使用良好的氮气平衡炸药
		穿孔、采运、装卸及其它作业中的粉尘污染	广泛采用必要的捕尘、消尘方法
环境破坏	地震	爆破时的地震波和冲击波损坏人工建筑和自然物体	限制装药量，采用微差爆破和特殊的建筑方法
	噪声	爆破和其他作业时超过允许噪声	采用防护性措施和合理的城镇建设方案

包括新发现的矿床在内，平均品位降到0.5~0.6%；但是与此同时，矿石和金属的总储量却增长2~4倍。铝、金、汞、锑和其它金属矿床矿石品位下降1/3~1/2，储量却增加1~2倍。在矿石品位下降后，要获得同样的金属量，就需要增加开采量、岩土量和尾矿量，其结果是占用、破坏土地数成倍地增加，环境也随之发生更大的恶化。

2) 采矿难度日益增加。

矿床开采特别是地下开采时，矿山环境条件、地质条件和水文地质条件复杂化，从而增加了景观恢复的难度。

3) 资源的综合利用受到重视, 但影响复垦工作。

共生矿的开采越来越多, 不仅采矿、运输和选矿阶段要分别开采和选别, 而且在下步加工阶段也要分别回收, 这些矿山的土地复垦工作的开展难度大又不能与开采同时进行, 显然, 也影响生态环境的及时恢复与平衡。

矿山企业对环境的影响列于表1-4。现按露采场、排土场、尾矿场、开采塌陷区的特征分述于下。

表 1-4 矿山企业影响环境的特征

生产场所	特 征			
	大 气	土 地	水 资 源	水 文 地 质
露采场	粉尘和气体 (二氧化碳、 一氧化碳) 的 污染	征用农林 用地, 破坏 了土地, 毁 坏了肥沃土 壤	废水污 染 水 资 源, 有过量有害元 素和废酸碱排入水 系	破坏本区和邻 近地区的水文地 质, 造成宽广的 漏斗区
排弃场	风蚀引起粉 尘的飞扬	同上	排出了深部岩石 内含毒物质的浸出 水	局部沼泽化或 干裂化
选矿、 烧结厂	废气(二氧 化碳、一氧化 碳、二氧化硫)	同上	排放含有悬浮物 的废水、选矿厂的 化学试剂	尾矿场对水文 地质状况的改变
渣 场	风蚀引起的 强烈的粉尘	同上	排放高浓度的悬 浮物的废水	本区和邻近地 区土地局部沼泽 化, 水文地质状 况的破坏
工业场地	锅炉房、热 电站、装载设 施	同上	排放含 润 滑 材 料、石油产品、有毒 物及其它工业污水	

1. 露采场

露天开采对矿区的水文地质条件的影响颇大。如苏联库尔斯克磁力异常区, 水文地质状况变化面积超过露采场面积