

采煤沉陷地的 土地资源管理与复垦

胡振琪 等著



国家自然科学基金资助项目

煤炭工业出版社

采煤沉陷地的土地资源管理与复垦

胡振琪 等著

国家自然科学基金资助项目

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书将采煤沉陷地作为一种特殊的土地资源,在介绍了采煤沉陷的危害及其对土地的破坏特征的基础上,提出了管理与工程技术相结合的新的土地复垦技术体系;深入探讨了采煤沉陷土地资源的合理配置模式和复垦过程管理模式;结合平顶山的实际,深入研究了采煤沉陷地泥浆泵复垦技术和生态工程复垦技术,并运用模糊数学理论,研制了定量评价复垦土壤生产力的数学模型。

本书可供大专院校和科研单位有关国土整治、采矿、土壤、环境、地理、土地管理等专业的师生及矿山工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

采煤沉陷地的土地资源管理与复垦/胡振琪著. -北京:煤炭工业出版社, 1996
ISBN 7-5020-1354-7

I. 采… II. 胡… III. ①矿区,煤矿-沉陷性-荒地-土地管理②矿区,煤矿-沉陷性-荒地-农垦 IV. S289

中国版本图书馆CIP数据核字(96)第07280号

采煤沉陷地的土地资源管理与复垦

胡振琪 等著

责任编辑:黄朝刚

煤炭工业出版社

(北京安定门外和平里北街21号)

北京房山宏伟印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行



开本 $850 \times 1168 \text{ mm}^{1/32}$ 印张 4

字数 101千字 印数 1—1,210

1996年10月第1版 1996年10月第1次印刷

书号 4123 G0378 定价 9.00元

前 言

土地是人类赖以生存的物质基础，社会的一切物质财富，无不源于人们对土地的开发利用。我国的土地面积虽然居世界第三位，但人均占有面积只及世界人均数的 $1/3$ 。因此，国家将“十分珍惜和合理利用每寸土地，切实保护耕地”作为我国的一项基本国策。

煤炭产业是国民经济的重要支柱产业之一，在我国一次能源生产和消耗构成中占75%左右。1989年我国原煤产量突破10亿t大关，成为世界第一产煤国，计划到2000年我国原煤产量达到或超过14亿t。煤炭生产的迅速发展，必然会导致地表的大量剥离、地表的大面积下沉和固体废弃物的大量堆积，从而导致土地资源的大量破坏。我国煤炭产量的96%来自于井工开采，地下煤炭采出后，必然造成地表沉陷（俗称塌陷），煤炭开采的沉陷率一般为 $0.2 \sim 0.33 \text{ hm}^2/\text{万t}$ ，根据1949~1993年煤炭产量200亿t计算，我国因采煤沉陷破坏的土地已达 $40 \sim 66 \text{ 万hm}^2$ ，而且每年以约 2 万hm^2 的速度递增。本来丰富的煤炭资源的开采能为国家增添财富，给当地经济带来繁荣，而煤矿的大量开采造成大面积土地沉陷，使昔日农民赖以生存的良好、耕地因开采破坏而变为一片汪洋或杂草丛生的荒芜土地，矿区的人均耕地大大减少，不仅影响当地的工农业生产，而且严重影响地区的生态环境和社会的安定团结，因此，采煤沉陷地的复垦就成为当前的一项十分紧迫的任务。

尽管全国各地已积极地开展了采煤沉陷地的复垦工作，但由于采煤沉陷土地资源的配置不尽合理、采煤沉陷地的权属不清、复垦政策与管理机制不健全、复垦资金渠道不落实、复垦的理论远远落后于实践等问题，致使采煤沉陷地的复垦工作困难重重、

步履艰难。为了走出困境，本书试图将采煤沉陷地作为一种特殊的土地资源和资产，从采煤沉陷地的属性及破坏特征入手，探讨管理与工程技术相结合的土地复垦新对策（技术体系）。通过研究，提出了采煤沉陷土地资源的合理配置模式和复垦过程管理模式，以及采煤沉陷地泥浆泵复垦新技术、生态工程复垦技术和复垦土壤生产力定量评价的数学模型。

参加撰写本书的人员有：胡振琪（中国矿业大学）、秦延春（河南省平顶山市土地局）、殷耀西（平煤集团公司）、顾和（中国矿业大学）、高霞莉（徐州师范大学生物系）、李勤良（河南省平顶山市土地局）。全书由胡振琪总撰写，顾和参加了第二、五章的执笔，高霞莉参加了第三章的执笔，最后全书由胡振琪、秦延春、殷耀西、李勤良总审定。

本书是作者在进行河南平顶山采煤沉陷地复垦实践和科学研究的基础上，结合第一作者的博士后研究成果和国家自然科学基金、中国博士后基金、国家教委留学回国人员基金资助项目的研究成果编写而成的。

本书的研究成果得到了国土局土地利用规划司、河南省土地管理局、平顶山市土地局、平顶山市郊区政府、平顶山矿务局房地产开发公司、平顶山市东高皇乡政府及辛南村等单位领导和同志们的帮助，作者对此深表感激。在研究过程中还得到了丁玉萍、刘子林、朱红伟、胡建岭、陈醒亚等同志的帮助，在此一并表示衷心的感谢！

胡振琪

1995.12于徐州

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 采煤沉陷的危害	1
第二节 采煤沉陷地的属性及破坏特征	4
第三节 采煤沉陷地复垦研究现状	6
第四节 采煤沉陷地复垦的技术体系与新思路	8
第二章 采煤沉陷地的土地资源合理配置与复垦	
管理模式	10
第一节 我国采煤沉陷土地资源合理配置的必要性	10
第二节 采煤沉陷土地资源合理配置模式	12
第三节 采煤沉陷土地复垦的管理模式	23
第四节 平顶山市郊区在土地复垦管理方面的经验与实例	33
第三章 采煤沉陷地泥浆泵复垦技术研究	38
第一节 引言	38
第二节 试验场概况与试验设计	38
第三节 泥浆泵复垦技术的工作原理与现行工艺流程	40
第四节 泥浆泵复垦的规划设计方法	42
第五节 泥浆泵复垦土壤的生产力评价	45
第六节 泥浆泵复垦土地的试验研究	49
第七节 泥浆泵复垦与推土机复垦工艺对比试验	54
第八节 泥浆泵复垦技术评价与新工艺的探讨	57
第九节 泥浆泵复垦完整技术模式的探讨	60
第十节 泥浆泵复垦工程的成本与效益分析	61
第四章 土壤生产力定量评价的数学模型及其应用	65
第一节 土壤生产力定量评价的目的和意义	65
第二节 土壤生产力定量评价的数学模型——模糊 PI 模型	66
第三节 模糊 PI 模型计算机软件的开发	73

第四节 土壤生产力定量评价数学模型的应用	75
第五章 采煤沉陷地的生态工程复垦	81
第一节 概述	81
第二节 生态工程复垦的基本原理	83
第三节 生态工程复垦设计	85
第四节 生态工程复垦实例	93
第六章 结论与研究方向	101
附件一 土地复垦规定	104
附件二 煤炭工业环境保护暂行管理办法	109
参考文献	118

第一章 绪 论

第一节 采煤沉陷的危害

有用矿物被采出以后，开采区域周围的岩体的原始应力平衡状态受到破坏，应力重新分布后，达到新的平衡。在此过程中，岩层和地表产生连续的移动、变形和非连续的破坏（开裂、冒落等），这种现象称为“开采沉陷”（Mining Subsidence）。煤炭是重要的层状有用矿物，它的井工开采必然引起岩层和地表的下沉，导致大量土地的沉陷，我们将这种现象称为“采煤沉陷”，形成的沉陷区（土地）称之为“采煤沉陷区（土地）”。

众所周知，煤炭是我国最重要的能源，占全国一次性能源总量的74.2%（1990年统计），对国民经济的发展起着举足轻重的作用。1953~1993年累计国内煤炭生产量已逾200亿t，今后仍以每年10亿多吨的速度发展。在煤炭生产中，约96%的产量来自于井工开采，因此造成了大面积的地表沉陷，使良田荒芜、耕地减少。图1-1展示了我国煤炭产量与耕地变化的关系，说明我国煤炭开采引起的土地破坏是我国土地资源日益紧缺的主要原因之一。据测算，井下开采每万吨原煤造成的沉陷地，少的 0.033hm^2 ，多的达 0.533hm^2 ，平均 $0.2\sim 0.33\text{hm}^2$ ，按我国煤炭产量推算，到1993年底累计沉陷地已达40~66万 hm^2 ，而且以每年约2万 hm^2 的速度递增，这些量大面广的采煤沉陷地，对工农业生产、矿区的生态环境以及矿区的社会安定都产生了严重危害。

一、采煤沉陷造成耕地减少，对工农业生产产生重大影响

采煤沉陷最直接的破坏是土地，昔日的平原变成高低不平的沉陷地，肥沃农田变成低产坡地、沼泽地或芦苇丛生的湖泊，不

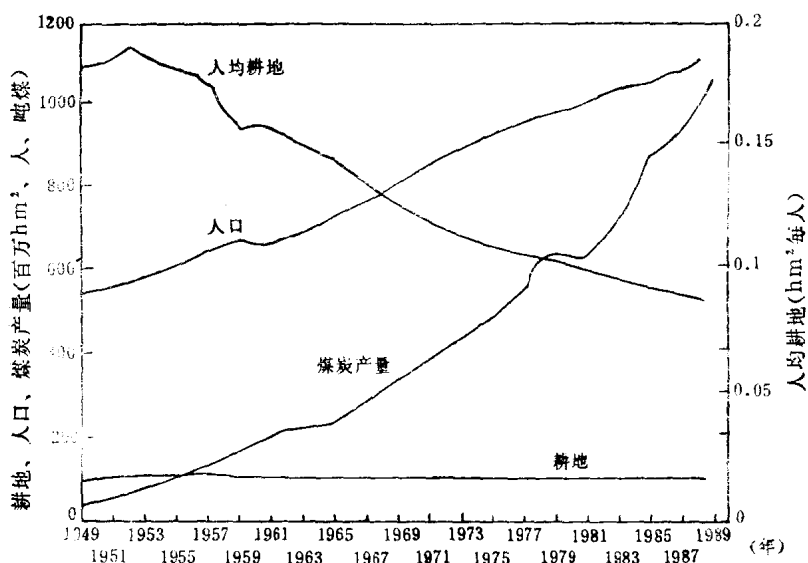


图 1-1 我国人口、土地与煤炭产量的变化趋势

仅使农业生产受到影响,也使许多农民失去赖以生存的土地。例如我国重要的粮棉油基地之一的安徽省淮北市,因采煤沉陷,全市耕地面积逐年减少。30多年来,煤矿已征用土地 1.44万hm^2 ,其中采煤沉陷 1.13万hm^2 ,万吨煤沉陷率为 $0.3\sim 0.36\text{hm}^2$,按现有生产能力,每年将沉陷近 666.7hm^2 土地,相当于每年损失 $750\sim 800$ 万 kg 粮食,使大约2万人失掉全年口粮。人均耕地已从1960年的 0.26hm^2 降至1990年的 0.127hm^2 ,有的农业区已降至 0.043hm^2 。到2000年,全市煤矿征地将达 20000hm^2 ,形成沉陷地 1.47万hm^2 。据调查,1980~1990年10年间,全市农业的平均增长速度仅为 2.8% ,远远低于全国 4% 和全省 7.2% 的水平,出现了萎缩性增长的局面。江苏徐州的铜山县,全县沉陷地达 9060hm^2 ,占全县耕地面积的 5.87% ,沉陷地中常年积水面积为 2700hm^2 。大横、大吴和拾屯三个乡,由原来人均耕地 0.1hm^2 降低至人均 0.053hm^2 ,全县人均耕地在 0.033hm^2 以下的村民小组有390个,共19万人,其中有89个村近4万人人均耕地降至 0.0067hm^2 以

下。耕地面积因采煤沉陷大量减少，直接影响到当地的农业生产，给当地人民生活带来了一定困难。

采煤沉陷对农业生产造成重大影响的同时，对煤炭工业生产也造成了不可估量的损失。具体表现在两方面：一方面矿山企业每年需花费大量的费用对采煤沉陷地进行赔偿，企业负担加重；二是土地征用和赔偿的周期较长、各方面矛盾较多，常常因达不成征、赔协议而影响矿山正常开采，严重时使矿山被迫停产或局部停产。据调查，安徽淮北矿区，在60年代每公顷征地费2160元，70年代征地费上升到6300元，1985年征地费高达83235元，到1988年达248280元，1992年每公顷又增加粮油煤差价60000~90000元，所以征地费已提高到321000元/hm²。由于征地费的猛涨，几乎达到了企业无法承担的地步，在一定程度上制约了生产的发展。再如皖北矿务局，年产煤仅370万t左右，但近几年征迁费用约为4000万元左右，约占全局总收入的四分之一。

综上所述，采煤沉陷对工农业生产造成很大的影响。

二、采煤沉陷对矿区生态环境造成严重破坏

采煤沉陷对土地的破坏和工农业生产的影响是明显的，但对其它可见和不可见的生态环境因素的破坏也不容忽视的。通常，采煤沉陷对矿区生态环境的人为破坏可分为景观破坏和生态破坏。景观破坏是开采沉陷过程中或开采沉陷后次生的对地表的破坏(如对地形、植被的破坏)；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，对动植物和人类均产生不利影响。表1-1列出了因开采沉陷而引起的矿区生态环境的破坏特征及其危害。

三、采煤沉陷增加了失业人员，影响工农关系和社会的安定团结

由于土地沉陷，使昔日农民赖以生存的良好，变成了一片汪洋或杂草丛生的荒芜地带，使人均耕地减少，增加了地方政府安置无地农民的压力。由于地方政府的财政能力无法及时解决这些无地农民的就业出路，无疑这批无事可做的农民，对社会的繁荣

表 1-1 采煤沉陷对矿区生态环境的破坏

类型	破坏特征	主 要 危 害
景观破坏	坡地	水土流失严重、影响土地生产力和附近的水域
	裂缝	水土流失、养分流失, 影响农业灌溉和生产
	凹凸不平	影响农业生产, 水土流失严重
	积水	丧失植被和农作物生产能力, 易引起污水的渗入
生态破坏	土壤生态的破坏	土壤中的生物生存条件变化, 生物量减少, 土壤生产力丧失或降低
	地表疏干	水文地质条件破坏, 饮用水困难
	污染的加剧及迁移	沉陷区土地因污水的涌入而遭受污染、影响作物生长, 同时因水土流失, 造成大气粉尘量增加, 江河淤积和水质污染

稳定是一个隐患。另一方面, 由于在补偿及安置费的管理、使用等多方面的原因, 被征地农民的生活仍不能保持原生活水平, 剩余劳动力不能得到有效的安置, 这一切都加剧了工农矛盾和社会不安定因素。例如, 淮北市到1990年, 已破坏 0.867 万 hm^2 土地, 10万多农民无地可种, 预计到2000年全市将有15万人失去土地, 这么多的农民一旦失去土地, 失去谋生的手段, 随时都有可能出现影响经济、危及社会稳定的各种问题并直接影响区域的经济的发展。

第二节 采煤沉陷地的属性及破坏特征

采煤沉陷地是一种因采煤而遭受破坏, 使其生产力下降或丧失的土地, 是煤矿生产用地, 性质属人为破坏。由于煤炭资源位置的不可选择性和现有技术水平限制, 煤炭开采引起的地表下沉是不可避免的。

依据沉陷地破坏的物理特征, 可以将采煤沉陷对地表的破坏形式归纳为以下几种:

1) 地表下沉盆地。

在开采影响波及到地表以后,受采动影响的地表从原有标高向下沉降,从而在采空区上方地表形成一个比采空区面积大得多的沉陷区域。这种地表沉陷区域称为地表下沉盆地。在地表下沉盆地形成的过程中,改变了地表原有的形态,引起了高低、坡度及水平位置的变化。因此,对位于影响范围内的道路、管路、河渠、建筑物、生态环境等等,都带来不同程度的影响。在华东地区,由于地下潜水位很高,地表下沉1 m左右,移动盆地内便可积水,严重影响土地的使用,造成矿区耕地大量减少。地表下沉盆地内,除积水区以外,其余均为坡地,对农业生产影响很大。因此,地表沉陷地的最明显破坏形式为下沉盆地,其中积水和坡地是最主要的破坏特征。

2) 裂缝及台阶。

在地表下沉盆地的外边缘区,地表可能产生裂缝。这主要是由地表下沉的拉伸变形所致。地表裂缝一般平行于采空区边界发展,其深度和宽度,与有无第四纪松散层及其厚度、性质和变形值大小密切相关。地表裂缝容易造成水土流失和养分损失,影响农业生产。当裂缝大到一定程度时还会出现堑沟或台阶,对地表破坏更大。

3) 塌陷坑。

塌陷坑多出现在急倾斜煤层开采的地区。但在浅部缓倾斜或倾斜煤层开采,地表有非连续性破坏时,也可能出现漏斗状塌陷坑。塌陷坑往往造成农田绝产及建筑物或道路的破坏,危害极大。

依据对土壤生产力的破坏程度,可将采煤沉陷地划分为绝产地、季节性绝产地和低产坡地。绝产地系指采煤沉陷后,沉陷盆地内积水或因断裂或塌陷而完全失去原有生产力的土地;季节性绝产地往往是因季节性的沉陷地积水而失去生产力;低产坡地是地表下沉不均匀形成的坡地,这是大量的,非充分采动时,沉陷范围内均为坡地;充分采动时,坡地出现在煤层露头、开切眼、

停采线和煤柱上方，即盆地四周为坡地。坡地坡度与采厚、采沉、上覆岩层的岩性和煤层倾角有关。

采煤引起的地表破坏形式和程度，是受多种地质采矿因素影响的，它随着采深、采厚、采矿方法、煤层产状、表土及岩层的厚度和性质等因素的不同，而呈现不同的破坏特征，见表1-1。在采深和采厚的比值较大时，地表下沉和变形在空间和时间上是连续的、渐变的，具有明显的规律。当采深与采厚的比值较小（一般小于30）或具有较大的地质构造时，地表的下沉和变形在空间和时间上将是不连续的、不规律的，有可能出现较大裂缝或塌陷坑。

综合以上分析不难发现：积水、坡地、裂缝是采煤沉陷地常见的三大破坏特征，对农业生产影响很大。

第三节 采煤沉陷地复垦研究现状

土地复垦是恢复利用已被人类生活和生产活动所破坏的土地，消除或防治因土地破坏带来的各种危害，力求减轻受害程度、危害范围，恢复土地使用价值和生产力的工作。

在被占用和被破坏的土地中，很大部分是由采掘与加工工业造成的，这些土地具有很高的可复性，最早开始土地复垦的是德国和美国，美国在《1920年矿山租赁法》中就明确要求保护土地和自然环境，德国从20年代开始在煤矿废弃地上植树，50年代末许多国家加速了土地复垦的法规的制定和复垦工程实践活动，比较自觉地进入了科学复垦的时代，人们开始研究复垦技术和经济效益的提高等。

进入70年代以来，复垦技术集多学科为一体，已发展成为一门牵动着多行业、多部门的系统工程。为了有效地复垦被破坏的土地，英国、美国、匈牙利等国政府对复垦工作给予补贴，疏通多种资金渠道来支持土地复垦工作。随着复垦技术的发展和复垦法规逐步完善，促使这些国家土地复垦率有明显提高。美国在1971年以前平均复垦率为40%，1977年联邦土地复垦法颁布后的新破坏土

地实现了边开采边复垦，复垦率为100%，同时又不断地复垦废弃的破坏土地；原民主德国从60年代末到80年代初，复垦面积是露天采煤占用面积的92%；原联邦德国的莱因褐煤矿区，到1985年底复垦土地面积是露天采煤占用面积的62%；原苏联自70年以来复垦工作得到了很大发展，黑色金属矿山平均年复垦率已提高到50%。

各国的土地复垦工作成绩显著，复垦利用方向适合所在地区的农、林、渔业或自然景观的特点和需要，在恢复土地原有生产力的同时，既保护了生态环境又为企业增加了经济收入。国外复垦工作的经验告诉我们，迅速制定并完善土地复垦法规、加强复垦技术的应用研究，是当前我国推进土地复垦工作的当务之急。

我国是一个人多地少的国家，土地资源十分贫乏，而煤矿造成了大量土地的破坏或压占，因此，土地复垦在我国是一项十分紧迫的任务。限于经济发展的水平，我国到本世纪80年代才开始重视土地复垦，1989年1月1日生效的国务院第19号令《土地复垦规定》，标志着我国土地复垦事业的开端。之前，许多矿区自发开展了一些土地复垦实践，如江苏、安徽、辽宁、黑龙江等省的矿区都进行过采煤塌陷区综合治理的试验。发展最快的是矸石充填复垦建筑用地和农村宅基地，其次是用泥浆泵进行挖深垫浅的复田工程，在淮北、徐州、平顶山等矿区发展较快。

根据我国沉陷地复垦的实践，可以归纳出以下几种采煤沉陷地的土地复垦方法：

1) 疏排法：对于潜水位不太高的沉陷区，通过建立排水系统，降低潜水位和疏排积水，来达到土地重新利用的目的。

2) 挖深垫浅复垦法：采用水力挖塘机组(泥浆泵)或辅以推土机，将沉陷深的区域再挖深，取出的土方充填沉陷浅的区域，达到水产养殖和农业种植并举的应用目标。我国目前常采用这种复垦方式。

3) 充填复垦：用某种材料充填沉陷区复田。我国常用的充填材料有：(1)露天矿剥离物；(2)煤矸石；(3)粉煤

灰；（4）城市垃圾和江河湖泥。一般情况下，充填材料上应覆盖一定的土壤以利植物生长。

4）其它复垦技术：对于大面积的沉陷水面，可以采取网箱养鱼、养鸭等直接开发利用；对于浅水位沉陷区所形成的非积水的丘陵地貌可以采取不同形式的修整（如平整或梯田）措施，然后直接利用。对未稳沉的土地也可采取超前复垦。

尽管采煤沉陷地的复垦实践不少，但理论总结较少且不够深入，对复垦管理更显研究不足，因此，有必要对破坏土地的管理及复垦进行系统研究。

第四节 采煤沉陷地复垦的技术体系与新思路

长期以来，人们往往关注土地复垦的某一工程技术，常常因许多土地的社会问题而阻力重重，究其原因忽视了从其研究对象的属性去探讨新的研究途径。众所周知，土地复垦的研究对象是破坏了的土地，而土地具有自然和社会双重属性，因此，土地复垦的研究应包括自然和社会两方面，自然方面就是指土地复垦的工程技术；社会方面就是土地复垦的管理技术。所以，完整的土地复垦技术体系乃是复垦工程技术与管理技术的结合，如图1-2所示。土地复垦工程技术是许多学者研究的主要内容，在此，作者不再赘述。土地复垦的管理技术包括被破坏土地资源的管理和复垦宏观与过程管理两方面。

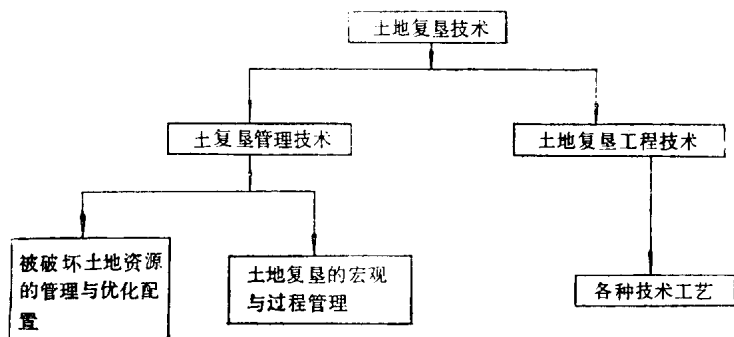


图 1-2 土地复垦技术体系

采煤沉陷土地复垦工作目前还面临困境和阻力的主要原因是沉陷地产权不清和破坏土地资源配置不尽合理，使复垦积极性调动不起来，致使大量沉陷地荒芜。为此，我们将沉陷地作为一种特殊的土地资源和资产，从其合理配置入手，探讨沉陷地合理开发利用的管理模式和沉陷地复垦的过程管理模式，进而基于破坏土地的破坏特征及破坏规律来研究采煤沉陷地复垦的工程技术和复垦后的评价技术，本书正是按照这一思路进行了探讨。

第二章 采煤沉陷地的土地资源 合理配置与复垦管理模式

第一节 我国采煤沉陷土地资源合理配置 的必要性

由于煤炭资源一般都是深埋于地下且其位置不可选择，故地下煤炭的开采必然会导致其上部一定区域土地资源的沉陷破坏，从而引发国家、集体、个人之间的利益冲突。因此，研究如何合理配置沉陷土地资源是十分必要的。其必要性主要表现在如下几个方面：

一、现行煤矿沉陷土地资源的配置方法不尽合理

根据我国有关法律、法规，现行沉陷土地配置一般采用两种方式，即国家征用和赔偿损失。实践证明，现行的配置方式过于单一，存在许多弊端：

（1）征地造成煤矿企业的沉重压力，煤矿企业无力支付高额的土地征、赔费。目前，平原地区的徐州、淮北、淮南、兖州、开滦等矿区的征地费一般为 $22.5\sim 37.5$ 万元/ hm^2 ，有的高达 $45\sim 60$ 万元/ hm^2 ，按煤炭行业2000年用地规划平均每年用地 1.6 万 hm^2 ，每年征地平均费用（考虑到各矿区地价差异）按 $15\sim 22.5$ 万元/ hm^2 计算，则年征地费用为 $24\sim 36$ 亿元。除此之外，还有其他额外的费用。据有关单位测算，这些费用如能如数交纳，加上土地复垦年需的费用，仅国家统配煤矿一年就要支付60多亿元，相当于国家每年给统配煤矿的建设投资。煤炭行业原本就是亏损行业，虽然煤价已经放开，但仍然是买方市场，煤炭企业无力支付这么多的征赔费。

（2）征地周期长，征地过程困难重重，影响煤炭企业正常生