

# 浅埋深煤层煤矿地表生态环境 影响及其预测

王 军 编著



科学出版社

# 浅埋深煤层煤矿地表生态环境 影响及其预测

王 军 编著

科 学 出 版 社

北 京

## 内 容 简 介

本书运用煤矿地质学、地理学、生态与环境科学、数学等多学科的理论与方法,对浅埋深煤层煤矿地表生态环境的影响进行研究。本书总结浅埋深煤层煤矿的特征以及浅埋深煤层煤矿开采对地表生态环境的影响,研究浅埋深煤层煤矿地表生态环境指标体系的构建,提出浅埋深煤层煤矿开采对地表生态影响的预测方法,运用数学模型和数值模拟等方法建立浅埋深煤层煤矿地表生态影响预测模型和预警系统。

本书可供煤矿地质学、生态环境学等相关学科的研究人员和高校师生使用,也可供采矿工程专业技术人员、生产管理者阅读参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

浅埋深煤层煤矿地表生态环境影响及其预测 / 王军编著. — 北京: 科学出版社, 2017.1

ISBN 978-7-03-050820-1

I. ①浅… II. ①王… III. ①煤矿开采-生态环境-环境影响-研究 IV. ①X822.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第278016号

责任编辑: 李 萍 杨 丹 乔丽维 / 责任校对: 何艳萍

责任印制: 徐晓晨 / 封面设计: 迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京教图印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2017年1月第 一 版 开本: 720×1000 B5

2017年1月第一次印刷 印张: 11 1/4

字数: 200 000

定价: 80.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

## 前 言

我国西北部广泛赋存着浅埋的侏罗纪煤田,因其可采煤层多、煤层厚、煤质优良、构造简单、开采技术条件优越而为世人瞩目,其煤炭资源约占全国保有量的14%,且其地理位置又具承东启西的作用,在我国能源发展战略中具有重要地位,是西部大开发乃至全国经济发展的能源基础。但该区地处我国西北干旱半干旱地区,是毛乌素沙漠与陕北黄土高原的接壤地带,区内水资源匮乏,生态环境脆弱。因此,浅埋深煤层煤炭开采对地表生态环境的影响研究至关重要。

本书以浅埋深煤层煤矿,尤其是神东矿区为研究对象,研究煤炭开采对矿区地表生态环境的影响。首先,对浅埋深煤层矿区地表生态环境现状进行了解和调研,从土地塌陷、地表植被和地表水环境三个方面,利用 AHP 方法,对浅埋深煤层煤矿地表生态环境影响指标体系进行构建。其次,通过对灰色预测、SVM 预测、组合预测进行分析和实例验证,得到浅埋深煤层煤矿开采对地表水环境和地表植被影响的较为合适的预测方法——组合预测;同时采用概率积分法,通过 MATLAB 计算对浅埋深煤层煤矿地表塌陷进行预测。最后,开发浅埋深煤层煤矿地表生态环境影响预警系统,达到将研究成果应用到实际的目的,为煤炭行业生态环境保护工作的进展提供创新思路。

本书共 7 章,第 1 章对本书的研究背景、研究区域概况以及相关领域国内外的研究现状进行概述;第 2 章和第 3 章总结浅埋深煤层煤矿的特征,从土地资源、地表植被、地表水环境、大气环境、固体废弃物等方面阐述浅埋深煤层煤矿开采对地表生态环境的影响;第 4 章结合数学方法,对浅埋深煤层煤矿地表生态环境指标体系进行筛选构建;第 5 章和第 6 章对浅埋深煤层煤矿地表生态环境影响预测方法进行研究,并进行实例分析,在此基础上,开发浅埋深煤层地表生态环境影响预测预警系统,为实现综合预警浅埋深煤层煤矿地表生态环境影响打下基础;第 7 章是本书的结论和相关建议。

感谢国家自然科学基金委员会与神华集团有限公司煤炭联合资助项目“浅埋深煤层煤矿地表生态影响预测方法(U1261111)”和西安财经学院对本书的出版给予的支持和资助。感谢神华神东煤炭集团有限责任公司地质勘探测量公司和环保管理处、中国煤炭地质总局航测遥感局为项目研究和书稿撰写提供了许多宝贵的

资料。同时感谢给予本书支持和帮助的张金锁教授、杨建业教授、段中会工程师、王刚副教授、朱利副教授、吴戴明副教授、彭龙贵副教授、宋永红副教授、王金磊老师,还有对项目研究和本书出版作出贡献的赵欢欢、张卓磊、丁小婷、丁岁妮、王敏、马爱霞、杨小敏、王晨阳、郭曼曼、刘晶歌、吴朋、张杰霞、樊雯婧、李松玲、王琳、王鸿章等。

限于作者水平,书中难免存在不足之处,恳请专家和读者批评指正。

王 军

2016年6月于西安

# 目 录

## 前言

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 第 1 章 绪论 .....               | 1  |
| 1.1 研究背景和意义 .....            | 1  |
| 1.1.1 研究背景 .....             | 1  |
| 1.1.2 研究意义 .....             | 2  |
| 1.2 区域概况 .....               | 2  |
| 1.2.1 区域自然环境概况 .....         | 2  |
| 1.2.2 区域社会经济概况 .....         | 7  |
| 1.2.3 矿区开发建设概况 .....         | 8  |
| 1.3 国内外研究进展 .....            | 9  |
| 1.3.1 国外研究现状 .....           | 9  |
| 1.3.2 国内研究现状 .....           | 12 |
| 1.3.3 文献评述 .....             | 16 |
| 参考文献 .....                   | 17 |
| 第 2 章 浅埋深煤层煤矿的特征 .....       | 21 |
| 2.1 浅埋深煤层煤矿的地质条件 .....       | 21 |
| 2.1.1 浅埋深煤层的简介 .....         | 21 |
| 2.1.2 浅埋深煤层煤矿地质条件分析 .....    | 22 |
| 2.2 浅埋深煤层覆岩特征 .....          | 27 |
| 2.2.1 浅埋深煤层上覆基岩 .....        | 27 |
| 2.2.2 陕北浅埋深煤层煤矿的覆岩移动规律 ..... | 31 |
| 2.3 浅埋深煤层煤矿的开采技术 .....       | 33 |
| 2.3.1 长壁综合机械化开采技术 .....      | 33 |
| 2.3.2 短壁机械化开采技术 .....        | 34 |
| 2.3.3 保水开采 .....             | 36 |
| 参考文献 .....                   | 39 |

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| <b>第3章 浅埋深煤层煤矿开采对地表生态环境的影响</b> | 40 |
| 3.1 浅埋深煤层煤矿开采对土地资源的影响          | 40 |
| 3.1.1 煤矿开采对土地资源的破坏形式           | 40 |
| 3.1.2 煤矿开采对土地资源的影响             | 41 |
| 3.1.3 导致土地破坏的主要因素分析            | 44 |
| 3.2 浅埋深煤层煤矿开采对地表植被的影响          | 45 |
| 3.2.1 矿区植被资源概况                 | 45 |
| 3.2.2 煤矿开采对地表植被的影响             | 47 |
| 3.2.3 地表植被影响因素分析               | 50 |
| 3.3 浅埋深煤层煤矿开采对地表水环境的影响         | 52 |
| 3.3.1 矿区地表水环境现状                | 52 |
| 3.3.2 煤矿开采对地表水环境的影响            | 55 |
| 3.3.3 矿区地表水环境问题防治对策            | 58 |
| 3.4 浅埋深煤层煤矿开采对大气环境的影响          | 61 |
| 3.4.1 矿区大气环境现状                 | 61 |
| 3.4.2 矿区大气环境污染来源               | 62 |
| 3.4.3 矿区大气污染治理                 | 64 |
| 3.5 矿区固体废弃物对生态环境的影响            | 66 |
| 3.5.1 矿区固体废弃物来源和分类             | 66 |
| 3.5.2 矿区固体废弃物对生态环境的影响分析        | 67 |
| 3.5.3 矿区固体废弃物处置与资源化利用          | 69 |
| 3.6 浅埋深煤层煤矿开采对土地沙漠化的影响         | 71 |
| 3.6.1 土地沙漠化的定义与分级              | 71 |
| 3.6.2 煤矿开采对土地沙漠化的影响            | 73 |
| 3.6.3 土地沙漠化防治                  | 75 |
| 参考文献                           | 77 |
| <b>第4章 浅埋深煤层煤矿地表生态环境指标体系构建</b> | 80 |
| 4.1 浅埋深煤层煤矿地表生态环境状况调查          | 80 |
| 4.1.1 土地环境状况调查                 | 80 |
| 4.1.2 植被环境状况调查                 | 86 |
| 4.1.3 地表水环境状况调查                | 92 |

|                                                |            |
|------------------------------------------------|------------|
| 4.1.4 其他环境状况 .....                             | 95         |
| 4.2 浅埋深煤层矿区地表生态指标体系 .....                      | 97         |
| 4.2.1 指标体系建立的原则 .....                          | 97         |
| 4.2.2 浅埋深煤层矿区地表生态影响关注度调查 .....                 | 98         |
| 4.2.3 土地环境指标 .....                             | 100        |
| 4.2.4 植被环境指标 .....                             | 103        |
| 4.2.5 地表水环境指标 .....                            | 105        |
| 4.3 浅埋深煤层煤矿地表生态指标筛选 .....                      | 109        |
| 4.3.1 浅埋深煤层煤矿土地塌陷指标筛选 .....                    | 109        |
| 4.3.2 浅埋深煤层煤矿植被环境指标筛选 .....                    | 111        |
| 4.3.3 浅埋深煤层煤矿地表水环境指标筛选 .....                   | 111        |
| 参考文献 .....                                     | 112        |
| <b>第5章 浅埋深煤层煤矿开采对地表生态影响预测方法的选择 .....</b>       | <b>113</b> |
| 5.1 预测的概述 .....                                | 113        |
| 5.1.1 预测的概念 .....                              | 113        |
| 5.1.2 预测技术的分类 .....                            | 114        |
| 5.1.3 预测的原理 .....                              | 114        |
| 5.1.4 预测的程序 .....                              | 115        |
| 5.1.5 预测应注意的问题 .....                           | 116        |
| 5.2 矿区地表生态环境影响预测方法 .....                       | 117        |
| 5.2.1 基于概率积分的矿区地表生态环境影响预测 .....                | 118        |
| 5.2.2 基于灰色预测的矿区地表生态环境影响预测 .....                | 120        |
| 5.2.3 基于神经网络的矿区地表生态环境影响预测 .....                | 124        |
| 5.2.4 基于支持向量机的矿区地表生态环境影响预测 .....               | 126        |
| 5.2.5 预测方法的比较 .....                            | 131        |
| 5.3 浅埋深煤层煤矿开采对植被和地表水环境影响预测模型的建立与<br>实例应用 ..... | 132        |
| 5.3.1 预测方法的选择 .....                            | 132        |
| 5.3.2 预测模型的建立 .....                            | 134        |
| 5.3.3 神东矿区水环境预测实例 .....                        | 137        |
| 5.3.4 神东矿区植被覆盖预测实例 .....                       | 142        |

|                                     |            |
|-------------------------------------|------------|
| 5.4 浅埋深煤层煤矿土地塌陷影响预测模型的建立与实例应用 ..... | 145        |
| 5.4.1 预测方法的选择 .....                 | 145        |
| 5.4.2 预测模型的建立 .....                 | 145        |
| 5.4.3 神东矿区土地塌陷预测实例 .....            | 146        |
| 参考文献 .....                          | 151        |
| <b>第6章 浅埋深煤层矿区地表生态环境预警 .....</b>    | <b>153</b> |
| 6.1 预警理论与背景 .....                   | 153        |
| 6.1.1 预警与预测的关系 .....                | 153        |
| 6.1.2 生态环境预警类型 .....                | 154        |
| 6.2 预警系统需求分析 .....                  | 154        |
| 6.2.1 预警系统功能需求 .....                | 155        |
| 6.2.2 预警系统性能需求 .....                | 155        |
| 6.3 预警系统设计 .....                    | 156        |
| 6.3.1 系统总体设计 .....                  | 156        |
| 6.3.2 系统功能设计 .....                  | 157        |
| 6.3.3 系统数据库设计 .....                 | 159        |
| 6.4 预警系统实现 .....                    | 160        |
| 6.4.1 系统实现环境 .....                  | 160        |
| 6.4.2 系统实现技术 .....                  | 161        |
| 6.4.3 系统功能实现 .....                  | 161        |
| 6.5 预警系统测试 .....                    | 166        |
| 6.5.1 测试环境 .....                    | 166        |
| 6.5.2 用例测试 .....                    | 166        |
| 6.5.3 性能测试 .....                    | 168        |
| 6.5.4 其他测试 .....                    | 168        |
| 6.5.5 兼容性测试 .....                   | 169        |
| 参考文献 .....                          | 169        |
| <b>第7章 结论 .....</b>                 | <b>170</b> |
| 7.1 主要结论 .....                      | 170        |
| 7.2 讨论与建议 .....                     | 171        |
| 参考文献 .....                          | 172        |

# 第 1 章 绪 论

## 1.1 研究背景和意义

### 1.1.1 研究背景

我国是一个相对富煤、贫油、少气的国家。煤炭作为我国第一能源,约占全国一次性能源消费的 75%,在国民经济中具有重要的战略地位。20 世纪 50 年代以来,煤炭年产量总体呈现上升趋势,其中在 2014 年,年产量高达 38.7 亿 t。由此可见,在未来相当长的一段时期,煤炭仍将是我国的主要能源之一。煤炭资源的开发利用促进了人类社会经济的发展,但同时也给区域社会经济和生态环境带来了一定的负面影响,破坏了原有的生态环境结构,威胁到人类社会生存的可持续发展。受能源结构的影响,我国以煤炭为主的能源格局难以在短时期内改变(祝兴祥和刘薇,2006),这使得在煤炭资源开发活动过程中所面临的生态环境问题更加严峻。

据全国第二次煤炭资源储量预测,新疆、内蒙古、山西和陕西四省(区)煤炭储量占全国资源总量的 81.3%(袁永等,2009)。在全球能源形势日趋紧张的战略背景下,西北地区能源资源的大力开发对我国未来发展具有十分重要的战略意义(钱正英,2004)。神府东胜煤田地处陕西省榆林地区北部和内蒙古自治区鄂尔多斯市南部,总面积 3.12km<sup>2</sup>,已探明煤炭储量 2236 亿 t,煤质属低灰、特低硫、特低磷、中高发热量的优质动力煤,且煤层埋藏浅、赋存稳定、近水平,开采条件优越,开采效益极佳,是我国目前煤田面积最大、储量最多、煤质最好的煤田,属于典型的浅埋深、薄基岩、厚松散层的浅埋煤层煤田(王军和赵欢欢,2015)。然而,煤田地处内陆,属于干旱半干旱荒漠区,水资源贫乏、降水稀少且季节分配不均、植被稀疏、地表荒陷、荒漠化严重,生态环境十分脆弱。

目前,地下采矿活动的加剧、矿山露天开挖及井工开采沉陷,引起了矿区地下水位下降、地表径流减少、水资源污染及井泉干涸等一系列环境问题,进而改变了地表土壤的持水等特性,使得土壤水分散失速度加快、水土失衡,导致表层土壤疏松、裸岩面积扩大,加剧了矿区水土流失和土地荒漠化趋势(崔向新等,2008);植被根系拉断或缺水而枯萎死亡,使原本就十分脆弱的生态环境有进一步恶化的可能。

而且破坏后的生态治理代价高、难度大,严重影响矿区生态环境的可持续发展(刘英,2012)。随着人类对生存环境要求的不断提高和西部大开发的不断深入,浅埋煤田的大规模开采与脆弱生态系统保护之间的矛盾亟待解决。如何实现大规模煤炭资源开采与生态环境保护的统一,不仅是西部矿区开发企业所面临的典型难题,也是采矿工程、地质工程与环境工程学术界共同关注和急需研究的重点及热点课题。

### 1.1.2 研究意义

开发神府东胜矿区(简称神东矿区)近 20 年的实践表明,浅埋深煤层开采引起的岩层破坏会对本来就脆弱的生态环境带来严重的影响(李海军和刘勇,2009)。开采地表塌陷形成大量地堑和裂缝,造成地表水资源和植被等破坏严重,加剧地表荒漠化。对于西部地区而言,由于水资源匮乏,生态环境十分脆弱,煤矿资源的开发对地表生态环境的影响更为突出(刘玉德等,2011)。

尽管国内外学者运用多种预测方法和手段研究了煤矿资源的开发对地表生态的影响,但还存在以下几个方面的问题:①对浅埋深煤层煤矿地表生态指标体系的研究还不够系统和全面;②对浅埋深煤层煤矿地表生态影响规律的研究还相对匮乏;③对浅埋深煤层煤矿地表生态影响预测模型的研究还相对薄弱;④尚未建立有效的浅埋深煤层煤矿地表生态影响预警系统。为了有效预测浅埋深煤层煤矿地表生态的影响,进而采取有效的治理措施,有必要深入细致地研究浅埋深煤层煤矿地表生态影响的预测方法。综上所述,浅埋深煤层的开采会对地表生态环境带来严重的影响,使本来就脆弱的生态环境更加恶化。因此,需要研究浅埋深煤层煤矿地表生态影响的预测方法,从而在不影响地表生态环境的前提下开采浅埋深煤层煤矿。本书将从浅埋深煤层煤矿地表生态指标体系的构建入手,研究浅埋深煤层煤矿地表生态影响的规律,比较不同预测方法之间的差异及适用条件,构建浅埋深煤层煤矿地表生态影响预测模型,建立有效的浅埋深煤层煤矿地表生态影响预警系统。该项研究不仅具有重要的理论价值,更具有重要的现实意义。

## 1.2 区域概况

### 1.2.1 区域自然环境概况

#### 1. 地理位置

神木县位于陕西省北部,处于北纬  $38^{\circ}13'$ ~ $39^{\circ}27'$ 、东经  $109^{\circ}40'$ ~ $110^{\circ}54'$ ,海

拔 738.7~1448.7m,属黄土丘陵向内蒙古草原过渡地带,地势总体呈现西北高、东南低的趋势。

神东矿区(行政区划属神木县)位于陕西省榆林地区北部和内蒙古自治区鄂尔多斯市南部的接壤地区,地处乌兰木伦河(窟野河)的两侧。地理坐标为东经  $109^{\circ}51'$ ~ $110^{\circ}46'$ 、北纬  $38^{\circ}52'$ ~ $39^{\circ}41'$ 。矿区南北长 38~90km,东西宽 35~55km,总面积约 3481km<sup>2</sup>。

## 2. 地形地貌

研究区位于陕北黄土高原北缘、毛乌素沙漠的东南缘,区内沟壑纵横,沟谷狭窄,梁、峁间布,梁台支离破碎,且多被流沙所覆盖,地势北高南低、中间高而东西低,海拔 1120~1400m。区内地貌可划分为四个地貌单元:侵蚀性丘陵地貌、黄土地貌、河谷地貌和风沙地貌。

### 1) 侵蚀性丘陵地貌

侵蚀性丘陵地貌广泛分布于矿区,新生代地质营力作用在矿区表现较为强烈,上部地层遭受剥蚀并被树枝状沟谷切割破坏,地形起伏较小,地面坡度  $10^{\circ}$ ~ $15^{\circ}$ ,局部  $20^{\circ}$ ~ $30^{\circ}$ 。

### 2) 黄土地貌

黄土地貌主要表现为黄土残塬、黄土峁和黄土梁。黄土残塬塬面较宽,地形较为平缓,植被较茂盛,为典型的黄土残塬地貌;黄土峁为黄土残塬风蚀而成,主要分布于沟谷两侧及沟脑,黄土峁顶部中间浑圆,向四周缓倾;黄土梁主要分布于黄土残塬与黄土峁边缘,黄土梁两侧冲沟发育,地形破碎,冲刷严重,高差较大,植被稀疏。

### 3) 河谷地貌

在河谷两侧分布有一、二级阶地,阶地的宽度因河曲变化而相差较大,一级阶地与河漫滩一般有 1.0~2.0m 的明显台阶,为沙土覆盖,土地较为肥沃,植被茂盛。

### 4) 风沙地貌

风沙地貌在区内分布较广,主要分布于梁峁上和山梁东侧。风力作用是风沙地貌的主要成因,物质组成以粉砂、细砂及中粗砂为主。区内主要为固定、半固定沙丘,地形起伏小,多为荒坡地。

3. 气候条件

研究区地处我国西部内陆,属于典型的中温带半干旱大陆性季风气候(表 1.1 和图 1.1),春暖干燥,气温回升快,降水较少,多大风及风沙天气,易起沙尘;夏季炎热多雨,日温差大,7 月、8 月多雷阵雨及阵性大风天气;秋季凉爽湿润,气温下降快,10 月后降水速减;冬季寒冷干燥,雨雪稀少,且封冻期较长。多年平均气温 8.6℃,平均日照 2876h,年总太阳辐射量为 5922MJ/m<sup>2</sup>,平均无霜期 153d,多年平均降水量 424.4mm,降水量年内分配极不均一,多以暴雨的形式集中在 7 月、8 月和 9 月,占年降水量的 60%以上。区内风向季节性强,春、冬盛行西北风,夏季多为东南风,多年平均风速 2.3m/s,最大风速高达 25m/s。

表 1.1 神木气象站月平均主要气象要素统计表

| 月份   | 气温<br>/℃ | 降水量<br>/mm | 蒸发量<br>/mm | 相对湿度<br>/% | 风速<br>/(m/s) | 最大冻土<br>深度/m |
|------|----------|------------|------------|------------|--------------|--------------|
| 1    | −9.3     | 2.5        | 32.9       | 54         | 2.0          | 1.29         |
| 2    | −5.1     | 3.4        | 48.3       | 53         | 2.2          | 1.50         |
| 3    | 2.6      | 11.9       | 111.0      | 47         | 2.6          | 1.44         |
| 4    | 11.5     | 19.7       | 245.0      | 41         | 3.0          | 0.15         |
| 5    | 17.8     | 29.1       | 298.7      | 42         | 2.8          | —            |
| 6    | 22.1     | 43.6       | 288.1      | 51         | 2.5          | —            |
| 7    | 23.9     | 110.5      | 233.6      | 63         | 2.1          | —            |
| 8    | 21.8     | 113.8      | 187.6      | 70         | 1.9          | —            |
| 9    | 16.0     | 55.5       | 145.6      | 68         | 1.7          | —            |
| 10   | 9.4      | 23.3       | 112.0      | 64         | 1.9          | 0.14         |
| 11   | 0.5      | 7.8        | 56.5       | 60         | 2.0          | 0.49         |
| 12   | −7.1     | 2.1        | 31.7       | 58         | 1.9          | 1.03         |
| 多年平均 | 8.6      | 424.4      | 1788.4     | 56         | 2.3          | 1.5          |

4. 土壤特征

根据《神木县县志》,神木县地处丘陵、森林草原向沙漠、干草原的过渡地带,基本土壤为风沙土和黄绵土,同时并存淡栗钙土和黑垆土。全县共有 11 个土类,23 个亚类,31 个土属,109 个土种。根据实地调查及相关资料分析,项目区主要土壤类型有风沙土、栗钙土、黄土性土、淤土和潮土等。

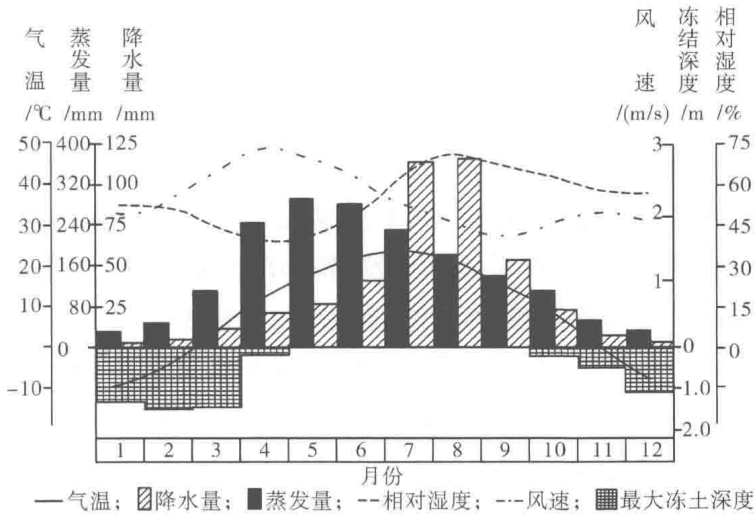


图 1.1 神木气象站多年月平均气象要素图

(1) 风沙土。在风力的作用下,因在沙性母质上不合理利用而形成的幼年岩性土壤称为风沙土。它在项目区范围内广泛分布,分为流动、半固定、固定风沙土亚类。此类沙土通气透水,土体结构松散,质地粗,细砂粒占土壤矿质部分重量的80%~90%;土壤养分含量缺磷、少氮、钾有余,有机质含量低,为0.1%~1.0%,肥力极低,pH 7.5~9.0,适宜封沙种草造林,发展林牧;植被以耐旱灌木或半灌木为主,辅以耐旱、耐瘠的沙生植物,如沙柳、柠条等。

(2) 栗钙土。栗钙土为温带半干旱气候、典型草原植被下的土壤类型。其母质主要为异地的风化物及风尘沉积物。零星分布在沙地向梁峁丘陵过渡地带、沙区河道高阶地及黄土梁、峁地段。母质有老黄土、古冲积沙、红色砂岩及泥岩,土层分化明显。栗钙土的腐殖质层厚15~30cm,沙壤质、小块状结构,含有石灰菌丝或小豆大小的钙质结构,有机质含量低,一般为0.2%~0.6%,钙积化过程非常明显,氮、磷含量均较低,养分缺乏。由于强烈的风蚀作用,栗钙土土壤肥力较低,大部分地区有利于造林与种草。淡栗钙土是项目区的地带性土壤,其腐殖质积累过程较栗钙土亚类相对减弱,不仅颜色较浅,为浅灰棕色或淡栗色,而且含量略低,一般为0.69%,厚度也较薄,一般为25cm。淡栗钙土的钙积化过程非常明显,一般在20~30cm深处出现钙积层,出现部位较栗钙土浅,厚度也较大,最大可达135cm,碳酸钙含量平均为8.7%,从表层开始就有强烈的石灰反应。

(3) 黄土性土。黄土性土是在黄土母质上经侵蚀、堆积和长期耕作熟化而形成的土壤,分布在项目区中部的束鸡沟、脑高补拉庙沟两岸,西北部的朱家沟、东沟

一带的黄土梁、峁,分绵沙土和黄绵土亚类。此类土通气性好,养分转化快,土性暖,有机质及养分含量少,适植性广,主要种植生育期短、耐旱性强的作物,如玉米、土豆等。

(4) 淤土。淤土主要分布在河川、滩地及沟谷、河床两岸,是在洪、冲、风积物母质基础上经人工平整土地、耕作熟化而形成的土壤,分为洪、河淤土和堆积土亚类,颜色为淡黄、淡棕黄、棕黄,质地沙、轻壤和砾石土,结构块状,多小孔,较潮湿,有机质含量 0.14%~0.2%,pH 8.7~9.3。

(5) 潮土。潮土是直接接受地下水浸润,在草甸植被下发育而成的半水成土。在井田内,潮土分布于沿河平原、丘间低地及冲沟的河漫滩和低阶地。潮土分潮土和盐化潮土亚类。通常,土壤颜色为淡黄、灰黄,质地沙、轻壤、沙土,较湿润,多小孔,有机质含量 0.15%左右,pH 8.8。

## 5. 植被特征

研究区内地带性植被为典型温带干旱半干旱草原植被,但由于人类长期放牧、垦殖以及气候的变化,土壤侵蚀相当严重,几乎无地带性植被发育,自然植被残存很少,只在坡度较大的坡顶或侵蚀沟壑内残存着少量的典型草原植被的痕迹。受非地带性生态环境条件的影响,研究区广泛发育着半隐域性植被-草原地带沙地植被,丘间低地及河漫滩发育着低湿地植被,此外还有人工植被。

### 1) 自然植被

沙蒿、沙柳灌丛是矿区内主要的植被类型,广泛分布于矿区风沙地貌及覆沙黄土丘陵区,西部分布面积大于东部,北部大于南部,植被种类主要有沙蒿、沙柳、紫穗槐、柠条、踏郎、花棒等,在部分流动沙丘(地),有少量以沙米、猪毛菜为主的先锋植被群落的分布。白羊草草丛是矿区主要的植被类型之一,集中分布于黄土丘陵与河漫滩区,其东部分布面积大于西部,南部大于北部,其中东南部的三不拉沟和特麻沟流域分布面积最大。自然植被个体低矮,分布稀疏,以低覆盖度植被为主,覆盖度较低。

### 2) 人工植被

矿区用材树种主要是杨树、樟子松、侧柏、榆树、旱柳和槐树等,主要分布在村庄、沟谷、渠岸、道路附近。灌木林主要是柠条、沙蒿、沙棘、紫穗槐等;果树如杏树在矿区内零星栽植。粮食作物主要有冬小麦、玉米、土豆、谷子、豆类等。

## 6. 野生动物

(1) 野生动物。矿区野生动物的地理分布在动物地理区划分中属古北界-蒙新区-东部草原亚区。目前该区的野生动物组成比较简单,种类较少。根据现场调查及资料记载,该区的野生动物(指脊椎动物中的兽类、鸟类、爬行类和两栖类)有70多种,隶属于22目39科,其中兽类4目9科、鸟类15目26科、爬行类2目2科、两栖类1目2科,分布较广的有野兔、跳鼠、松鼠、刺猬、喜鹊、崖鸽、麻雀等种类。

(2) 畜、家禽。主要有牛、马、驴、骡、猪、鸡、羊等。

### 1.2.2 区域社会经济概况

神木县位于陕西省北部,秦、晋、蒙三省(区)接壤地带,面积7706km<sup>2</sup>,是陕西省面积最大的县,其县域经济综合竞争力居中国百强县第44位。神木县交通优势明显,包茂高速公路、榆商高速、包西铁路穿境而过。被誉为西煤东运第二大通道的神黄铁路由神木站向东北经山西省进入河北境内直达沧州市黄骅港出海口。神木县是中国第一产煤大县、中国最大的兰炭基地、中国最大的聚氯乙烯基地、西部最大的火电基地、西部最大的浮法玻璃基地、西部最大的电石基地,在中国国家能源安全体系中占有重要位置。

神木县南北最大长度约为141km,东西最大宽度约为95km,北接内蒙古,东隔黄河与山西相望,西越榆林、定边直通宁夏,雄踞秦、晋、蒙三角地带中心,史称“南卫关中,北屏河套,左扼晋阳之险,右持灵夏之冲”,素为塞上重地。神木县为榆林市市辖县,辖神木镇、尔林兔镇、大柳塔镇、店塔镇、高家堡镇、贺家川镇、万镇镇、大保当镇、中鸡镇、孙家岔镇、栏杆堡镇、沙峁镇、马镇镇、花石崖镇、锦界镇15个镇,326个行政村。

神木县地形西北高、东南低;最高点在中鸡镇木独石梨村,海拔1448.7m;最低点在万镇镇西豆峪村,海拔738.7m,最大相对高差710m。按照地形特点,全县可分为北部沙漠草滩区、中部丘陵沟壑区和黄河沿岸土石山区。北部沙漠草滩区包括大柳塔镇、尔林兔镇、大保当镇、中鸡镇、孙家岔镇、店塔镇等,约占全县总面积的51.3%。该区地势较为平坦,海拔987~1448.7m,表面为波状起伏的风成沙丘,沙丘间形成大小不等的滩地(俗称洼地),其周边微向中心倾斜,滩地中心与边缘呈缓坡过渡,高差为10~30m。滩地中湿生植物茂密,多为草原和农耕地,低洼部位由

于地下水与地表水的补给,形成沼泽式水泊(俗称海子)。该区土地平旷、地下水位高、水源充足,适宜发展灌溉农业,其中大保当镇、尔林兔镇等被列为全省重点井灌区,拟建成大型商品粮、菜、肉生产基地;加之牧野广袤、水草肥美、饵料充足,也是全县发展牧业的理想场所。中部丘陵沟壑区包括神木镇、花石崖镇、栏杆堡镇、高家堡镇等,约占全县总面积的 37.76%;该区海拔 901~1337m,塬多峁少,塬面呈鱼脊形,塬上土层深厚,窟野河、秃尾河两岸较为宽阔平展,日照充分,雨热同季,适宜建成豆类、果品生产基地。黄河沿岸土石山区包括马镇、贺家川、万镇、沙峁 4 个镇,约占全县总面积的 10.94%;该区海拔 738.7~1161m,相对高差较大,山大沟深,石多土薄,水土流失严重;其山顶上覆盖着一层薄的红黏土,黄土层为农耕地,是传统的红枣、杂豆产区。目前该区已有枣田 17 万亩<sup>①</sup>,所产红枣以皮薄肉厚、色泽鲜艳驰名省内外。

大柳塔镇位于神木县最北端,是世界八大煤田之一,为神府东胜煤田腹地中心,南距神木县城 60km,距榆林市 170km,北临工业重地包头市 160km,西至中国最大的沙漠淡水湖——红碱淖(神湖)旅游开发区 30km。镇区地貌为两川(乌兰木伦河与勃牛川)夹一塬的南北狭长带。全镇辖 14 个行政村:前柳塔村、后柳塔村、丁家渠村、郝家壕村、贾家畔村、三不拉村、特麻沟村、乌兰色太村、生地峁村、敏盖兔村、油房梁村、何家塔村、石圪台村、布袋壕村。截至 2011 年,全镇总人口 21030 人,土地总面积 376km<sup>2</sup>,耕地面积 17498 亩,其中水浇地 4816 亩。矿区范围内人口稀少,村庄坐落稀疏不均。居民以畜牧业和种植业为主,农业生产水旱并举,主要农作物有玉米、小麦、马铃薯、豆类及谷物,兼养殖牛、羊等牲畜。

中鸡镇位于神木县北部,陕、蒙交界地带,距县城 65km。全镇辖 22 个行政村。截至 2011 年,全镇总人口 14990 人,土地总面积 190.36km<sup>2</sup>,耕地面积 50601 亩,其中水浇地 3564 亩。该镇以东工西农格局为经济发展方针,大力加强煤炭开发和畜牧业发展。除了神东公司大柳塔煤矿,还有乡镇煤矿 13 个,年产值超过 2.5 亿元;镇属煤矿 2 个,年产值超过 1000 万元。

### 1.2.3 矿区开发建设概况

神东煤田位于陕西省榆林市北部和内蒙古自治区鄂尔多斯市南部。煤田总面积 31172km<sup>2</sup>,探明储量 2236 亿 t,远景储量 1 万亿 t。煤田地质构造简单,赋存稳

<sup>①</sup> 1 亩 =  $\frac{1}{15}$  hm<sup>2</sup> =  $\frac{10000}{15}$  m<sup>2</sup> ≈ 666.7m<sup>2</sup>。