

# 河南省 矿山地质环境调查与评估报告

(送审稿)

河南省地质环境监测总站

二〇〇三年十二月

# 河南省矿山地质环境调查与评估报告

任务书编号：水[2002]021—06

子项目编码：200212300006

项目负责：赵承勇

报告编写：赵承勇 黄景春 魏玉虎 杨军伟

霍光杰 朱洪生 刘占时 王 煜

信息系统：霍光杰 朱洪生 田君慧 王 聪

审 核：甄习春

总工程师：甄习春

站 长：杨昌生

提交单位：河南省地质环境监测总站

提交时间：二〇〇三年十二月

# 目 录

<b>1.0 前言 .....</b>	<b>1</b>
1.1 目的任务 .....	1
1.2 以往工作评述 .....	2
1.3 工作部署、工作方法及完成的主要工作量 .....	3
1.3.1 工作部署 .....	3
1.3.2 工作方法 .....	4
1.3.3 技术要求 .....	4
1.3.4 完成的主要工作量 .....	5
1.4 主要成果及质量评述 .....	6
1.4.1 主要成果 .....	6
1.4.2 质量评述 .....	7
<b>2.0 区域概况 .....</b>	<b>9</b>
2.1 自然地理 .....	9
2.1.1 交通位置 .....	9
2.1.2 气象水文 .....	9
2.1.3 地形地貌 .....	10
2.2 社会经济概况 .....	11
2.2.1 人口及城乡建设 .....	11
2.2.2 工业经济 .....	12
2.2.3 农业经济 .....	12
2.2.4 环境保护 .....	12
2.3 区域地质环境背景 .....	13
2.3.1 地层 .....	13
2.3.2 构造 .....	13
2.3.3 岩浆岩 .....	22

2.3.4 水文地质条件 .....	24
2.3.5 工程地质条件 .....	28
<b>3.0 矿产资源及开发利用现状 .....</b>	<b>30</b>
3.1 矿产资源概况 .....	30
3.2 矿产资源开发利用现状 .....	30
<b>4.0 矿山主要环境地质问题及其危害 .....</b>	<b>34</b>
4.1 矿山主要环境地质问题概述 .....	34
4.1.1 矿山地质灾害 .....	34
4.1.2 矿业开发占用及破坏土地资源概况 .....	36
4.1.3 废水、废渣、废石排放概况 .....	36
4.1.4 矿业开发对地下水系统的影响概况 .....	36
4.2 矿山地质灾害及危害 .....	36
4.2.1 地面沉陷 .....	36
4.2.2 地面塌陷 .....	43
4.2.3 地裂缝 .....	44
4.2.4 崩塌、滑坡、泥石流 .....	48
4.2.5 矿坑突水 .....	50
4.2.6 井田热害 .....	51
4.3 矿业开发占用及破坏土地资源情况 .....	51
4.3.1 露天开采对土地资源的影响 .....	54
4.3.2 井下开采对土地资源和生态环境的影响 .....	55
4.3.3 矿山环境地质卫片解译 .....	56
4.4 矿业开发对地下水系统的影响与破坏 .....	56
4.4.1 煤层与含水层组合特征 .....	57
4.4.2 矿业开发对地下水资源的破坏 .....	57
4.4.3 矿区地下水环境质量评价 .....	58
4.4.4 矿业开发对矿区地下水系统的影响（以焦作矿区为例） .....	66
4.5 矿山废水、废渣对环境影响 .....	70

4.5.1 矿山废水、废渣的种类和规模 .....	70
4.5.2 矿山废水的污染与危害 .....	71
4.5.3 废水对环境的污染分析评价 .....	73
4.5.4 矿山废渣的污染和危害 .....	76
4.6 导致矿山环境地质问题的主要因素 .....	86
4.6.1 地面沉陷影响因素 .....	87
4.6.2 地裂缝影响因素 .....	89
4.6.3 矿坑突水影响因素 .....	90
4.6.4 滑坡、崩塌、泥石流影响因素 .....	96
4.6.5 矿区地下水位下降影响因素 .....	97
4.6.6 矿区水体污染影响因素 .....	97
4.6.7 井田热害影响因素 .....	98
<b>5.0 矿山地质环境综合评估 .....</b>	<b>100</b>
5.1 评估原则 .....	100
5.2 评估方法 .....	100
5.2.1 评价因子的选取与赋值 .....	100
5.2.2 单元格的剖分 .....	106
5.2.3 评价单元的积分计算和分级 .....	106
5.3 矿山地质环境综合分区评述 .....	109
5.4 矿山环境发展趋势及保护工作存在问题 .....	116
<b>6.0 矿山地质环境治理措施与成效 .....</b>	<b>118</b>
6.1 土地复垦与生态地质环境建设成效 .....	118
6.2 地质灾害防治措施与效果 .....	120
6.2.1 地面沉陷的防治措施 .....	120
6.2.2 泥石流的防治措施 .....	121
6.2.3 崩塌、滑坡的防治措施 .....	123
6.3 矿山废水、废渣综合利用与效果 .....	124
6.3.1 矿山废水综合利用与效果 .....	124

6.3.2 煤矸石综合利用与效果 .....	125
6.3.3 金属、非金属矿山废渣综合利用与效果 .....	126
6.4 矿山地质环境恢复治理措施及效益（以大河铜矿为例） .....	127
<b>7.0 矿山生态环境保护与整治 .....</b>	<b>129</b>
7.1 矿山地质环境保护与整治分区 .....	129
7.1.1 矿山地质环境保护分区 .....	129
7.1.2 矿山地质环境整治分区 .....	129
7.2 矿山生态环境保护与整治对策与建议 .....	133
7.2.1 矿山生态环境保护与整治基本原则 .....	133
7.2.2 矿山生态环境保护整治对策与建议 .....	134
7.2.3 保护与治理措施 .....	136
<b>8.0 结论与建议 .....</b>	<b>140</b>
8.1 结论 .....	140
8.1.1 主要工作成果 .....	140
8.1.2 存在的主要问题 .....	141
8.2 建议 .....	141
<b>主要参考文献: .....</b>	<b>143</b>

附件:

- (1) 河南省矿山地质环境信息系统
- (2) 河南省矿山地质环境信息系统说明书

附图:

- (1) 河南省矿山地质环境现状调查实际材料图 (1: 500000)
- (2) 河南省矿山地质环境现状图 (1: 500000)
- (3) 河南省矿山地质环境综合评估分区图 (1: 500000)
- (4) 河南省矿山地质环境保护与整治分区图 (1: 500000)

# 1.0前言

河南省矿山地质环境调查与评估项目，是中国地质调查局地质调查子项目，项目编号：200212300006。由中国地质环境监测院下达（地环发[2002]75号）文件，由河南省地质环境监测总站承担完成。

## 1.1 目的任务

河南省矿山地质环境调查与评估工作的目的是：通过开展矿山地质环境现状调查工作，摸清河南省矿山基本现状及其开发对生态环境的影响，初步查明存在的主要环境地质问题及危害，为合理开发矿产资源、保护矿山地质环境、实施矿山地质环境恢复与整治、加强矿山地质环境监督管理提供基础资料和依据。具体任务如下：

（1）基本查明矿山基本情况；

（2）概略查明矿山地质环境背景；

（3）查明矿山开发引起的环境地质问题及危害，具体包括：

①矿山开发对土地资源和地质地貌景观的影响与破坏；

②矿业开发对水资源特别是地下水系统的影响与破坏；

③矿山地质灾害的类型、规模、损失及危害；

④矿山环境污染问题：固体废弃物（废石、尾矿、煤矸石）堆放和废水（矿坑水、选矿废水、洗煤水、堆浸废水等）排放对土壤和水体的污染和生态资源的破坏等；

（4）调查与评价矿山地质环境治理措施及效果；

①矿山土地复垦与生态地质环境建设成效；

②矿业废水、废渣污染防治、综合治理与效果；

③矿山地质灾害防治措施及效果。

（5）对矿山地质环境现状作出初步评估；

（6）提出矿山地质环境保护规划建议；

（7）建立矿山地质环境信息系统。

## 1.2 以往工作评述

50 年代以来,全省完成了区域地质、水文地质、工程地质、环境地质、矿山环境地质、地质灾害调查等工作,各项工作程度见(表 1—1)。

以往工作程度评述表

表 1—1

项目名称	完成单位	完成时间	主要成果
1/20 万区域地质调查。(24 幅)	河南省区域地质调查队、河南省地质调查队	1956—1980	填制地质图,编有区调报告及地质图说明书,对区内地层进行了岩石地层单位划分和圈定
1/5 万区域地质调查(76 幅)	河南省区域地质调查队、河南省地质调查队	1966—1998	填制地质图,编有区调报告及地质图说明书,对区内地层进行了详细的岩石地层单位划分和厘定
1/20 万水文地质普查			编制了水文地质图、水文地质普查报告,查明了区域水文地质条件、地下水分布规律、赋存条件、富水特征、对水资源的开发、利用提出了规划意见。
1/50 万河南省水文地质、工程地质编图			根据河南省的水文地质条件、工程地质条件划分出了辖区内的水文地质、工程地质单元分区。
1/50 万河南省环境地质调查	河南省地质环境监测总站	1996—2001	对河南省环境地质问题的分布规律、发育特征、地质灾害发育程度、地下水环境质量进行了定性和半定量分区评价,圈定了地质灾害危险区和重点地质灾害防治工程建议。
河南省地方煤矿环境地质灾害与防治对策	焦作工学院	1994—1995	对全省 3066 处地方煤矿的几十处煤矿的采煤沉陷,煤层、煤矸石自燃、矿坑突水、矿井瓦斯等方面进行现场及室内分析研究,提出了相应的治理和利用对策,
	河南省环保局	1995	对全省国营矿山企业和 5 个重点县(市)的乡镇企业的基本情况、污染与防治情况进行了调查,调查矿种 15 种,调查矿山企业 1078 个,并对生态环境保护与恢复提出了建议,但对次生的地质灾害及治理状况未进行调查。
河南省矿山地质环境现状调查	河南省地质科学研究所	2001—2002	对全省 142 个矿山进行了调研,初步查明省内矿产开发过程中存在的主要环境地质问题,对矿山环境地质问题的发育强度、危害程度和发展趋势进行了分区评价预测,并针对近期矿山地质环境保护与防治提出了具体的措施和建议,为河南省国民经济发展规划、地质灾害防治、环境地质保护提供了科学依据。
河南省地质灾害防治规划	河南省地质科学研究所、河南省地质环境监测总站	2000	对我省主要地质灾害的现状、地质灾害发育程度和分区,地质灾害防治现状等作了客观的论述和总结,完善了行政管理体制,建立了群测群防、群专结合的监测预报防灾减灾体系。



以往工作程度评述表

续表 1—1

项目名称	完成单位	完成时间	主要成果
县(市)地质灾害调查与区划	河南省地质环境监测总站	2000—2002	对卢氏县、灵宝市、林州市、汝州市、栾川县、禹州市、泌阳县、修武县、内乡县、光山县(市)地质灾害易发区,建立地质灾害信息系统,健全“群专结合,群测群防”的监测网络,
河南省平顶山矿区地质环境调查评价报告	河南省地矿建设工程(集团)有限公司平顶山分公司(集团)有限公司	2002	初步查明了矿山的开采遇到和诱发地质灾害分布规律,及其危害性进行了全面调查、分析论述。在分布规律的基础上,采用定性—半定量方法,对地质灾害发育强度进行了分区评价。针对不同地质灾害的特征划分了防治规划分区,并分别提出了防治规划方法及建议。
河南省郑州矿受采煤沉陷区灾情报告	郑州煤炭工业(集团)有限公司郑煤集团设计研究院	2002—2003	对矿区各矿的基本情况、沉陷面积、分布进行了初步调查,对因采矿沉陷对公共设施、居民房屋造成危害情况进行了详细调查。

全省已完成 1:20 万区域地质调查、1:20 万水文地质普查,完成 1:5 万区域地质调查 76 幅。完成了全省 1:50 万地质图、水文地质图、工程地质图、环境地质图的编制。以上成果为本次工作提供了基础地质资料。

自 2001 年以来,已完成卢氏、灵宝、林州、禹州、汝州、栾川、内乡、光山、泌阳、修武等 10 个县(市)地质灾害调查区划工作,涉及矿山地质环境问题,是本次调查评估工作的重要参考资料。

《河南省地方煤矿环境地质灾害与防治对策》;《河南省矿山地质环境现状调查》,初步查明了省内矿产开发过程中存在的主要环境地质问题,对矿山环境地质问题的发育强度、危害程度和发展趋势进行了分区评价预测,并针对近期矿山地质环境保护与防治提出了具体的措施和建议,为本次矿山地质环境调查与评估工作提供了丰富、翔实的资料,具有极高的参考价值。

## 1.3 工作部署、工作方法及完成的主要工作量

### 1.3.1 工作部署

根据项目的目的任务要求,确定工作部署以开采矿山为主兼顾弃矿和新建矿山。按“区域展开、重点突破”的原则,划分层次,确定地质环境调查重点区域、重点矿种和重点矿山企业。最终经综合分析,提交调查评估结果。

### 1.3.2 工作方法

充分收集前人资料，以填表调查为主，充分了解河南省矿山的基本情况、地质灾害现状及矿山存在的基本环境地质问题，对在矿产资源开发中环境地质问题较为突出的矿区进行现场调查。对典型矿山进行实地调查与核查，辅以遥感解译。通过资料综合分析、归纳整理，对矿山地质环境现状进行评估，分析矿山地质环境问题发展趋势，提出矿山地质环境保护及矿山生态环境恢复治理的对策建议。

调查工作开展之前，由省国土资源厅组织各市国土资源局矿管、地环管理技术人员及矿山领导和技术负责召开培训班，明确调查目的。由河南省地质环境监测总站负责解释调查内容的基本要求和注意事项等，各市地质环境监测站积极参与、矿山企业与地矿行政主管部门相互协调与配合此项工作的开展。

### 1.3.3 技术要求

#### 1.3.3.1 资料收集

收集内容：矿山自然地理背景资料、区域地质环境条件资料、矿产资源及其开发状况资料、矿业活动对生态环境影响资料、矿山生态环境恢复治理资料及其它有关资料。

#### 1.3.3.2 调查表发放与回收

由河南省国土资源厅召集各地市国土资源（地矿）局的矿管、地环等部门的管理技术人员举办矿山地质环境调查培训班，由河南省地质环境监测总站负责讲解本次矿山地质环境调查的目的、内容等，并详细介绍调查表如何发放、填写和回收；各地市矿管或地环部门召集县级矿管或地环部门召开矿山地质环境调查动员会，并在项目组技术人员的协助下举办矿山地质环境调查表填写培训班。

通过审核与整理调查表，基本筛选确定出下一阶段需要实地调查与核查的地区与企业。对符合要求的调查表应该及时将表格数据录入数据库。

#### 1.3.3.3 矿山实地调查与核查

实地调查与核查的重点应考虑与国计民生密切相关的城镇人口密集区、重要开发区、国家重点工程实施区等，重点部署在矿产资源集中区、国有大型老矿区、

80 年代中后期群采问题严重区、城市供水水源地等。

实地调查与核查的矿山要具有代表性，包括不同矿类、不同规模、不同地域、不同开发方式以及环境地质问题严重区及矿山生态环境恢复治理效果良好的矿山。

实地调查与核查的内容：矿山基本概况、矿山占用与破坏土地及土地恢复治理情况、矿山废水废液排放情况、矿山尾矿固体废弃物排放情况、矿坑排水对地下水影响情况、矿山次生地质灾害情况。

核查的方法： 座谈、走访、电话、传真、信函。

现场调查：采用 1/5 万地形图做工作底图，按调查表中的内容逐项调查，必要时按照野外地质工作方法应附加一些素描图。在调查过程中用数码相机对典型环境地质问题进行拍照，每座矿山不少于 3 幅照片。对于有重要意义的矿山点，可用 GPS 进行定位。在室内采用遥感解译的，可以利用现场调查的机会进行野外验证。

#### 1.3.3.4 遥感解译

遥感解译作为一种辅助手段，采用 2000 年美国 Landsat—ETM 卫星的图像，对重点矿区、重点区段进行地面沉陷、尾矿库、矸石堆、采场等环境地质问题进行遥感解译。

#### 1.3.3.5 资料整理

将“矿山地质环境现状调查表”以县为单位分矿类进行整理、汇总，根据汇总表的汇总成果，分析矿业开发对土地资源、水资源的影响程度；统计并分析矿山地质灾害的类型、规模与潜在危害；总结矿山生态环境恢复与治理的措施与效果。在此基础上，编制文字报告和图件。

### 1.3.4 完成的主要工作量

本次工作于 2002 年 6 月开始编写设计，2002 年 9 月 27—28 日，工作设计在北京通过部审查。2002 年 10 月 22 日，河南省国土资源厅成立矿山地质环境调查领导小组，负责该项目组织协调工作。2002 年 11 月 10—11 日，矿山地质环境调查领导小组主持举办了矿山地质环境调查培训班，并发放了矿山地质环境

调查表，参加人员为各地（市）国土资源局环境科长、主要矿区内的县（市）国土资源局环境科科长。由他们负责组织本辖区矿山企业报表的填写与审核工作。

本次调查共收到各矿山企业填报“矿山地质环境现状调查表”6471份，其中生产矿山5812份，在建矿山200份，停产、关闭、闭坑矿山459份。生产矿山报表率98.2%，录入数据库4918份，报表合格率85%。大型矿山企业报表34份，中型矿山企业报表57份，小型矿山企业报表6380份。

2002年4—8月完成遥感解译、矿山地质环境实地调查与核查工作。2003年9—12月完成资料整理、图件编制、报告编写。于12月底提交报告完成实物量见（表1—2）。

**完成工作量一览表**

表 1—2

工作项目		单位	工作量
收集资料		份	76
遥感解译		公顷	3055.22
调查矿山企业总数		个	6471
重点 矿山 调查 与 核 查	大型矿	个	34
	中型矿	个	45
	小型矿	个	145
测试样品		个	80
计算机分析及制图		时	2000

## 1.4 主要成果及质量评述

### 1.4.1 主要成果

一、河南省矿山地质环境现状调查与评估报告

二、附件：

（1）河南省矿山地质环境信息系统

## (2) 河南省矿山地质环境信息系统说明书

主要成果及附件均以光盘及纸介质提交。

### 三、附图：

(1) 河南省省矿山地质环境现状调查实际材料图（1：500000）；

(2) 河南省省矿山地质环境现状图（1：500000）；

(3) 河南省省矿山地质环境综合评估分区图（1：500000）；

(4) 河南省省矿山地质环境保护与整治分区图（1：500000）。

### 1.4.2 质量评述

本次调查是依据《全国矿山地质环境调查技术要求》实施细则要求及工作设计进行的。在充分收集前人资料基础上，以填表调查为主，对典型矿山进行实地调查与核查，辅以遥感解译。通过资料综合分析、归纳整理，编制矿山地质环境调查与评估报告。

在进行实地调查、核查前，项目组对各矿山企业填报的表格进行了认真筛选，对核查内容进行了统一认识，保证各调查小组的一致性。在项目进行过程中，任务完成质量、进展情况，逐月、分阶段向总站办公室、总工办汇报，确保项目保质、保量按时完成任务。

根据调查表的填报情况，2003 年 4—8 月进行了野外实地调查，对填报表格中的 34 个大型矿山企业实地调查率 100%，55 个中型矿山企业，实地调查 45 个，完成实地调查率 82%，4918 个小型矿山企业，实地调查、核查 145 个，完成实地调查、核查率 3%，满足《全国矿山地质环境调查技术要求》实施细则要求的工作量，在实地调查过程中，矿山规模的划分按照原地质矿产部《关于下发〈矿山建设规模分类一栏表〉的通知》（地发（1998）47 号）；矿产种类、矿山规模的图例符号和颜色参照《区域地质图图例 GB958—1999》。大、中型矿山企业全部标出，小型矿山企业可以根据实际情况选择有代表性的、不同矿类、不同开采方式、存在不同环境地质问题的矿山标出。

在资料整理过程中，按项目组人员各自情况，进行了具体分工，明确目标责任，项目质量管理实行三级管理制度，总工办定期对项目组资料进行抽查，项目

组对各阶段的工作进行质量检查，作业组定期自检、互检，检查比例：项目组自检、互检 100%，总站抽检 30%。根据检查提出的问题及时认真的做了修改。

报告第一章、第二章、第三章、第八章由赵承勇执笔，第四章由黄景春执笔，第五章由魏玉虎执笔，第六章、第七章杨军伟执笔，报告由甄习春、宋云力审定；图件《河南省矿山地质环境现状调查实际材料图》由杨军伟、刘占时编制，《河南省省矿山地质环境现状图》由黄景春编制，《河南省省矿山地质环境综合评估分区图》由魏玉虎编制，《河南省省矿山地质环境保护与整治分区图》由杨军伟编制，河南省矿山地质环境信息系统及地理底图由霍光杰、朱洪生、田君慧、王聪建设制作。河南省矿山地质环境信息系统说明书由霍光杰执笔。

工作过程中得到省国土资源厅、各市国土资源局领导的大力支持及各矿山企业的密切配合，在此向各位领导及各矿山企业深表感谢。

## 2.0 区域概况

### 2.1 自然地理

#### 2.1.1 交通位置

河南省位于我国中部，黄河中下游。东临安徽、山东，西接陕西，北与山西、河北接壤，南与湖北交界。地理坐标：东经  $110^{\circ}21'$ — $116^{\circ}39'$ ，北纬  $31^{\circ}23'$ — $36^{\circ}22'$ 。南北纵跨 530km，东西横亘 580km，总面积  $16.7 \times 10^4 \text{km}^2$ ，约占全国总面积的 1.73%。

河南地处中原，为全国重要的交通枢纽。陇海铁路横贯东西，并与京广、京九、焦柳铁路分别交汇于郑州、商丘、洛阳；太新、新兗、漯阜铁路分别交汇于新乡、漯河，在南部东西贯穿全境的宁西铁路即将通车，铁路在境内已形成网络。公路四通八达，公路通车里程达到 69040km。京珠高速（河南段）、连霍高速（河南段）已建成通车，太澳高速公路、阿深高速公路等正在建设中。以郑州新郑国际机场为中心的航空运输有 40 余条航线通向世界、全国和省内部分地区。

#### 2.1.2 气象水文

河南省处于暖温带和亚热带气候过渡区，气候具明显的过渡特征。我国暖温带和亚热带的地理分界线—秦岭至淮河线正好贯穿境内的伏牛山脊和淮河沿岸，此线以南的信阳、南阳及驻马店部分地区属亚热带湿润、半湿润季风气候带，以北属暖温带干旱、半干旱季风气候区。

全省多年平均气温  $12.8—15.5^{\circ}\text{C}$ 。7 月气温最高，月平均气温  $27—28^{\circ}\text{C}$ ，1 月气温最低，月平均气温  $-2—2^{\circ}\text{C}$ 。全年无霜期在 190—230 天之间。多年平均降水量 600—1200 mm。淮河以南达 1000—1200 mm，黄淮河之间（包括豫西山区）年降水量 700—900 mm，豫北及豫西黄土地区为 600—700 mm，南阳盆地年降水量 750—850 mm，具有从南向北递减趋势。年蒸发量 1100—1700 mm，由北而南递减。

河南省河流较多，由西向北、东、南呈放射状分流，分属海河、黄河、淮河及长江水系。大小河流 1500 余条，流域面积在  $100\text{km}^2$  以上的河流有 470 多条， $1000\text{km}^2$  以上的有 50 多条，超过  $5000\text{km}^2$  的有 16 条。黄河自西向东横贯本省中北部，主要支流有伊洛河、沁河、天然文岩渠等，境内流长 711km，流域面积

$3.6 \times 10^4 \text{km}^2$ ，占全省面积的 21.7%，三门峡水库和小浪底工程均在其干流上。淮河发源于境内桐柏山主峰太白顶下，横贯本省东南部，流经大别山北麓，主要支流有竹竿河、潢河、史灌河、洪河等，境内流长 340km，流域面积约  $8.8 \times 10^4 \text{km}^2$ ，占全省总面积的 52.8%。长江水系在境内主要有唐河、白河、丹江等支流，流经本省西南部，境内流域面积  $2.7 \times 10^4 \text{km}^2$ ，占全省总面积的 16.3%。境内流域面积最小的是北部的海河水系，流域面积只有  $1.5 \times 10^4 \text{km}^2$ ，占全省总面积的 9.2%。

### 2.1.3 地形地貌

河南省地貌显著的特点是北、西、南三面为山地、丘陵和台地，东部为坦荡辽阔的黄淮海平原。其地势是西高东低，从西向东呈阶梯状下降，由西部的中山、低山、丘陵和台地，逐渐下降为平原。河南省在全国地貌中的位置，正处于第二级地貌台阶向第三级地貌台阶过渡的地带，西部的太行山、崤山、熊耳山、嵩箕山、外方山、伏牛山等山地，属于第二级地貌台阶，东部平原和西南部的南阳盆地，属于第三级地貌台阶，而南部边境地带的桐柏—大别山构成第三级地貌台阶中的横向突起。

北部的太行山构成山西高原与华北平原的天然分界。境内长达 185km，山地海拔多在 500—1000m，最高海拔 1725m。呈现山高谷深、山势陡峻雄伟的断块山地的地貌特征。山地中分布的一系列构造盆地，如林州盆地、临淇盆地等，构成山地中的负地貌形态。

豫西山地地貌：包括小秦岭、崤山、熊耳山、外方山、嵩箕山、伏牛山等，属于秦岭山脉的东延部分。豫西山地由西呈扇形分别向东北、东、东南展布，为黄河、长江、淮河三大水系的分水岭，伏牛山主脊为我国亚热带和暖温带在境内的分界线。豫西山地的主要山峰海拔多在 1500m 以上，较高的山峰海拔超过 2000m，灵宝境内的老鸦岔脑海拔 2413.8m，为我省最高峰。

黄土地貌：分布在豫西山地与太行山之间的黄河流域，按形态可分为黄土陵（梁、峁）和黄土塬（台塬）。黄土陵（梁、峁）主要分布在郑州以西—偃师，黄土梁长轴方向多东西向或北西—南东向，黄土峁两侧对称，坡度平缓，面积较小；黄土塬（台塬）主要分布在孟津以西至灵宝一带以及洛河两岸，塬面较平坦，但微有倾斜，冲沟发育呈树枝状。



豫南山地地貌：指横亘于豫鄂两省边界的桐柏山和大别山，两山呈东西向展布，是江、淮两大水系的分水岭，是我国南北之分界。海拔高度多在 300—800m 之间，只有主峰超过 1000m，如太白顶海拔 1140m。

南阳盆地地貌：是全省最大的山间盆地，属南襄盆地的一部分，北、东、西三面环山，其地势由盆地边缘向中心和缓倾斜，具有明显的环状和阶梯状地貌特征，盆地海拔在 200m 以下，盆地东西宽 120km，南北长 150km，呈椭圆形，面积约 11900km<sup>2</sup>。

东部平原地貌：属我国最大的平原—华北平原的西南部分，因由黄河、淮河、海河三大水系共同堆积而成，也称黄淮海平原，它是由一系列河流冲积扇组合而成，而且以黄河大冲积扇为其主体。

## 2.2 社会经济概况

### 2.2.1 人口及城乡建设

截止 2002 年底，全省有 17 个省辖市和 1 个省管县级市及 20 个县级市、48 个市辖区、89 个市辖县、869 个镇、1249 个乡、310 个街道办事处、3170 个居民委员会、47298 个村民委员会。

河南省是我国人口分布最稠密的省区之一，2002 年底，全省总人口 9613 万，其中城镇人口 2480 万、农村人口 7133 万。人口密度 576 人/km<sup>2</sup>。

2002 年全省国内生产总值达 6168.73 亿元，居全国第 5 位，其中，第一产业 1288.36 亿元，占全国第 2 位，第二产业 2951.06 亿元，占全国第 6 位，第三产业 1929.31 亿元，占全国第 9 位，人均国内生产总值 6436.50 元，占全国第 18 位。

河南省城市建设发展较快，2002 年底城市面积达 13345km<sup>2</sup>，建城区面积 1249km<sup>2</sup>，全省平均每户住房间数为 2.71 间，人均住房面积 21.89m<sup>2</sup>，建城区绿化覆盖面积 36063 公顷，建城区绿化覆盖率 28.9%，

“十五”期间我省将加大城镇化建设步伐，以郑州为中心的洛阳、开封、新乡、焦作、许昌等中原城市群，在交通、能源、通讯等基础建设方面的一体化发展趋势正在加强，中心城市对区域经济社会发展的吸引力、辐射力明显增强；洛

阳、开封、商丘、安阳等已成为区域中心城市和旅游胜地；工矿城市主要有以煤矿开采而兴起的平顶山、焦作、鹤壁、义马、新密、永城，以水资源开发而兴起的三门峡，以油田开发而兴建的濮阳，以钢铁工业兴建的安阳、舞阳。此外，历史上形成的区域中心城市有新乡、许昌、驻马店、周口、漯河、信阳等。

### **2.2.2 工业经济**

目前，河南已形成以国有企业为主导，大中型企业为骨干，机械、电子、化工、冶金建材、纺织、食品、医药、烟草为支柱，门类比较齐全、布局较为合理的工业体系，2002 年全省工业总产值为 8175.90 亿元，其中轻工业 3489.18 亿元，重工业 4686.76 亿元，全年工业增加值为 2508.73 亿元。

### **2.2.3 农业经济**

河南省土地肥沃，是我国主要粮棉油产区。主要粮食品种有小麦、玉米、水稻、红薯和大豆等，主要经济作物有烤烟、芝麻、棉花等。2002 年全省粮油总产分别为 4210 万吨和 421 万吨。

河南是我国重要的畜牧业省份，大牲畜、生猪、山绵羊饲养在河南省均居前列，不少饲养业已趋于产业化、规模化，水果总产量也居河南省前几位。2002 年全省农林牧渔业总产值为 2194.81 亿元，其中农业 1360.26 亿元，林业 60.45 亿元，牧业 750.73 亿元，渔业 23.37 亿元。

### **2.2.4 环境保护**

我省环境保护工作主要突出水污染防治，兼顾大气污染防治，取得了明显的成绩，以淮河流域水污染防治和沿黄城市饮用水源保护为重点的水污染防治工作初见成效。按照国家确定的“九五”和 2010 年环境保护目标要求。2002 年底，全省工业废水排放量 114431 万吨，废气排放总量为 10645 万  $\text{m}^3$ ，工业粉尘排放量为 68.25 万吨，工业固体废物产生量为 4250 万吨。随着社会投入的加大，2002 年全省治理污染项目本年投资来源合计 73098 万元，安排治理项目 561 个。交纳排污费单位 35628 个，排污费收入总额 32592 万元，排污费使用总额 32406 万元。

自然保护和生态建设方面，全省拥有各级自然保护区 28 处，自然保护区面

积 468200 公顷，自然保护区面积占辖区总面积比重 2.80%。

## 2.3 区域地质环境背景

### 2.3.1 地层

河南省地层发育齐全，从太古界到新生界均有出露。以栾川—固始韧性剪切带为界分为华北和秦岭两个地层区，秦岭地层区又以镇平—龟山韧性剪切带分为北秦岭和南秦岭两个分区。各时代地层岩性见（表 2—1 河南省地层岩性表）。各时代地层层序与相关矿产见（表 2—2）

### 2.3.2 构造

河南省大地构造上跨华北板块和杨子板块。以三门峡—鲁山、西官庄—镇平和龟山—梅山三条北西向区域性断裂带为界将河南省划分为三个基本构造单元，自北向南分别为华北板块、华北板块南缘构造带和杨子板块北缘构造带（图 2—1）。

根据成矿地质构造条件分为以下几个成矿带：

（1）豫北、豫西煤、铝、碳酸岩类矿产、耐火土矿成矿区：本区位华北板块的一部分，自石炭世到二叠世经历了风化壳铁、铝的沉积，进入了滨海沼泽相的煤盆地沉积和三角洲相的煤盆地沉积形成了巨大煤田。河南省内 90%的煤都是本期形成的。

（2）小秦岭、熊耳山、外方山多金属成矿带：从河南西部的小秦岭开始，北以三门峡—鲁山逆冲覆断裂带为界，南以栾川—明港韧性剪切带为界的狭长范围里，沉积了全省 80%以上的黑色金属（金、钼、铝、铅、锌、铁）等。自元古代至中生代以来，该区边缘活动频繁，各种内生金属矿产相对富集，形成了多金属成矿带。

（3）秦岭造山带多金属及特殊非金属成矿区：秦岭造山带是自元古代以来经历了多次构造作用后形成的一个复杂构造带，强烈的岩浆活动，区域的变质作用的结果，造成了各种物质的活化再分配，形成了众多的金属矿（金、银、钼），亦出现了大量的非金属资源（蓝晶石、矽线石、红柱石、金红石）等，形成了我国著名的秦岭成矿带。

河南省地层岩性表（华北地层区）

表 2—1

界	系	统	厚度(m)	岩性简述
新生界 (Kz)	第四系	全新统 (Qh)	3-60	为河流冲积层，局部有湖泊沉积和风积，厚 3—40m，最大厚度分布在开封一带，厚 60m。
		上更新统 (Qp <sub>3</sub> )	5-60	在豫西为河流相沉积，厚 5—10m，灵宝—郑州有风积为主的马兰黄土，厚 10—40m，东部平原为冲积沉积，厚 20—60m。
		中更新统 (Qp <sub>2</sub> )	10-60	在豫西为河流—湖泊相沉积，豫西南有冲—洪积层。
		下更新统 (Qp <sub>1</sub> )	43-220	为河流—湖泊相沉积，局部有冰碛层分布。
	新近系 (N)		500-800	在卢氏、汤阴、洛阳盆地及濮阳凹陷有分布。
	古近系 (E)		1000-3150	在潭头、卢氏、三门峡、洛阳、济源盆地出露。
中生界 (Mz)	白垩系 (K)		1108-1807	分布零星，宝丰大营有中基性火山岩，汝阳九店有凝灰岩夹砾岩，义马、三门峡、潭头盆地主要为河流相紫红色粉砂岩。
	侏罗系 (J)		497	为湖泊相、沼泽相砂岩、泥岩夹煤层。
	三叠系 (T)	上统(T <sub>3</sub> )	2718	为砂岩、泥岩、夹泥灰岩、煤层、油页岩。
		中统(T <sub>2</sub> )	199-609	为砂岩与泥岩互层。
		下统(T <sub>1</sub> )	329-849	为紫红色砂岩夹泥岩。
上古生界 (Pz <sub>2</sub> )	二叠系 (P)	下统(P <sub>2</sub> )	366	为砂岩、页岩夹煤层。
		上统(P <sub>1</sub> )	1100	为砂岩、泥岩夹煤层、海绵岩、厚层长石石英砂岩、粉砂岩。
	石炭系 (C)	上统	149	为铁铝质岩系，灰岩夹砂岩、泥岩及煤层。
下古生界 (Pz <sub>1</sub> )	奥陶系 (O)	中统(O <sub>2</sub> )	84-672	分布在三门峡—禹州以北，平行不整合于下统或上寒武统之上，主要为白云岩、灰岩。
		下统(O <sub>1</sub> )	60	为燧石团块白云岩、细晶白云岩，
	寒武系 (Є)	上统(Є <sub>3</sub> )	76-293	为泥质白云岩、白云岩。
		中统(Є <sub>2</sub> )	306-634	为含云母页岩、海绿石砂岩夹灰岩、鲕状灰岩。
		下统(Є <sub>1</sub> )	37-483	为含磷砂岩、含膏白云岩、云斑灰岩、泥质白云岩。
新元古界 (Pt <sub>3</sub> )	栾川群 (Pt <sub>3ln</sub> )		2495-3126	平行不整合于官道口群之上，为浅海陆棚—局限台地相沉积的石英岩、云母石英片岩、大理岩，夹炭质页岩，顶部有变粗面岩。
	洛峪群 (Pt <sub>3ly</sub> )		212-611	为滨海相—浅海相沉积的页岩、石英砂岩、白云岩。
中元古界 (Pt <sub>2</sub> )	官道口群 (Pt <sub>2gh</sub> )		1793-3076	不整合于熊耳群之上，下部为海滩相石英砂岩，上部为局限台地相含叠层石大理岩。

河南省地层岩性表（华北地层区）

续表 2—1

界	系	统	厚度(m)	岩性简述
中元古界 (Pt <sub>2</sub> )	汝阳群 (Pt <sub>2ry</sub> )		939—2346	不整合于熊耳群之上，为海滩—潮坪相沉积，主要为石英砂岩夹页岩，上部为砾屑白云岩。
	熊耳群 (Pt <sub>2xn</sub> )		4154-8545	不整合于登封群、太华群、嵩山群之上，底部为碎屑岩，主体为陆内裂谷生成的玄武岩、粗面岩、安山岩、流纹岩。
古元古界 (Pt <sub>1</sub> )	嵩山群 (Pt <sub>1sn</sub> )		1170-3228	不整合于登封群之上，为滨海—浅海相沉积，由石英岩、云母片岩、千枚岩夹白云岩组成。
太古宇 (Ar)	登封群 (Ar <sub>dn</sub> )			由花岗—绿岩带组成，花岗质岩系属 TTG 岩系，绿岩带下部为超铁镁火山岩，上部为沉积岩系。
	太华群 (Ar <sub>th</sub> )			下部为英云闪长岩，上部为绿岩带，属科马提岩及沉积岩系。

河南省地层岩性表（北秦岭地层区）

续表 2—1

界	系	统		厚度(m)	岩性简述
新生界 (Kz)	第四系				广泛分布于平原、山间盆地及山前丘陵一带。
	新近系				在吴城、平昌关盆地有分布。
中生代 (Mz)	白垩系 (K)			400— 2800	在南召马市坪盆地为河流、湖泊相的砂岩、泥岩；在大别山北麓下统为陆相火山岩，厚 680—2800m；上统为河流相砾岩、砂岩、粘土岩，厚 400—1300m。
	侏罗系 (J)			1793— 3600	在南召马市坪盆地为河流、湖泊相的砂岩、泥岩；在大别山北麓为河流—冲积扇沉积形成的砾岩、砂岩、粘土岩，。
	三叠系 (T)				分布在卢氏五里川、南召留山盆地，为湖泊、沼泽相含煤沉积岩系。
上古生界 (Pz <sub>2</sub> )	石炭系 (C)			7800	分布在大别山北麓，为冲积扇、海滨、河湖相沉积的砂岩、页岩夹砾岩、煤层、灰岩，

河南省地层岩性表（北秦岭地层区）

续表 2—1

界	系	统		厚度(m)	岩性简述
上古生界 (Pz <sub>2</sub> )			柿 树 园 组	1167— 1591	为复理石沉积，主要为绢云石英片岩夹大理岩。
			小寨组	3000— 5200	为浊流沉积的黑云石英片岩、石榴云母石英片岩，顶部夹基性火山岩。
			雁 岭 沟 组	557	为大理岩、石墨大理岩。
下古生界 (Pz <sub>1</sub> )	二郎坪群 (Pz <sub>1er</sub> )			1402— 5310	为蛇绿岩套，为细碧岩、石英角斑岩，夹炭质云母片岩及大理岩。
新元古界 (Pt <sub>3</sub> )	峡 河 群 (Pt <sub>3xh</sub> )				为大陆边缘生成的云母石英片岩，斜长角闪片岩夹条带状大理岩。
中元古界 (Pt <sub>2</sub> )	宽 坪 群 (Pt <sub>2kn</sub> )				为陆缘沉裂谷形成的拉斑玄武岩、复理石砂岩、云母大理岩。
古元古界 (Pt <sub>1</sub> )	秦 岭 群 (Pt <sub>1qn</sub> )				为陆缘沉积，由角闪岩和云母质片麻岩组成。

河南省地层岩性表（南秦岭地层区）

续表 2—1

界	系	统	组	厚度(m)	岩性简述
新 生 界 (Kz)	第四系			3—60	广泛分布于平原、山间盆地及山前丘陵一带。
	新近系、古近系，			1000—8000	在李官桥盆地出露有厚1000—2000m；在南阳凹陷厚达8000m，为含油岩系。
中 生 界 (Mz)	白垩系 (K)			2263	分布在西峡、淅川盆地，为河流相紫红色砂岩、砾岩、泥岩。
上古生界 (Pz <sub>2</sub> )	石炭系 (C)	中统		90—640	为开阔台地—海滨沼泽沉积的灰岩、粘土岩。
		下统		920	为浅海陆棚沉积的灰岩、白云岩。
	泥盆系 (D)			914	分布在淅川地区，上统为海滩沉积的砂岩、页岩、泥岩及灰岩。
			南 湾 组 (Pz <sub>2n</sub> )	6893	为绢云石英片岩。

河南省地层岩性表（南秦岭地层区）

续表 2—1

界	系	统	组	厚度(m)	岩性简述
下古生界 (Pz <sub>1</sub> )	志留系 (S)	下统		43—73	为浅海陆棚—台地沉积，为页岩、泥灰岩、泥岩。
	奥陶系 (O)	上统		300	为灰岩夹泥岩。
		中统		96—416	为玄武玢岩、粉砂岩、泥质灰岩，
		下统		583	为白云岩，白云质灰岩。
	寒武系 (Є)	上统		551.7—1563	为白云岩、含燧石团块白云岩，
		中统		54—278	为白云质灰岩、泥质灰岩、粉砂岩
		下统		58.9—116.6	为硅质岩、页岩、薄层灰岩，
	苏家河群 (Pz <sub>1</sub> sj)				主要为云母片麻岩夹角闪石片麻岩、大理岩。
上元古界 (Pt <sub>3</sub> )			龟山组 (Pt <sub>3</sub> g)		为浊流沉积，主要为石英岩夹角闪片岩、大理岩。
	毛堂群 (Pt <sub>3</sub> mt)				下部为石英角斑岩及火山碎屑岩，上部为细碧岩夹绢云片岩。
下元古界 (Pt <sub>1</sub> )	陡岭群 (Pt <sub>1</sub> dl)				为活动陆缘沉积，主要由混合岩、斜长角闪片麻岩及大理岩组成。
太古界 (Ar)	大别山群 (Ardb)				由花岗质岩系及表壳岩系组成，前者为 TTG 岩系，后者为沉积岩系。

河南省地层层序及相关矿产简表（中新生界）

表 2—2

系	统		华北地层区					秦岭地层区					主要相 关矿产 资源		
			豫西分区		豫东分区			豫西南分区		豫东南分区					
第四系	全新统		冲积层		冲积层 风积层			冲积层					水泥粘 土、砂		
	上更新统		冲积洪积层		冲积—湖积层			冲积—湖积层    冲积—洪积层							
	中更新统		陕县组/离石黄土/坡积残积层		冲积—湖积层/ 冲积—残积层			冲积—湖积/冲积洪积层/洞穴堆积/坡积—洪积							
	下更新统		三门组/午成黄土/冰积层		冲击—湖积层			五里店组							
新近系	上新统		帮乐组/棉凹组		明化镇组			凤凰镇组					铀、溶 剂灰 岩		
			路王坟组					上第三系							
	中新统		鹤壁组	洛 阳 组			关陶组								
			彰武组												
古近系	渐新统		大 峪组		东营组			廖庄组		石油、 天然气					
	始新统	上	卢氏组		沙河街组			核桃园组							
		中	张家村组					大仓房组							
		下	潭头组		孔店组			玉皇顶组							
	古新统		大章组					白营组							
			高峪沟组												
白垩系	上统		秋扒组					四沟组		周家湾组					
								马家村组							
								高沟组							
下统		大营组/西谭楼组					白湾组		陈棚组						
侏罗系	上统		上统未分										段集组	煤炭	
	中统		马凹组										朱集组		
	下统		义马组（鞍腰组）												
	上统		谭庄组					上三叠统未分							
			春树腰组												
	中统		油房庄组												
			二马营组												
	下统		和尚沟组												
			刘家沟组												



河南省地层层序及相关矿产简表（古生界）

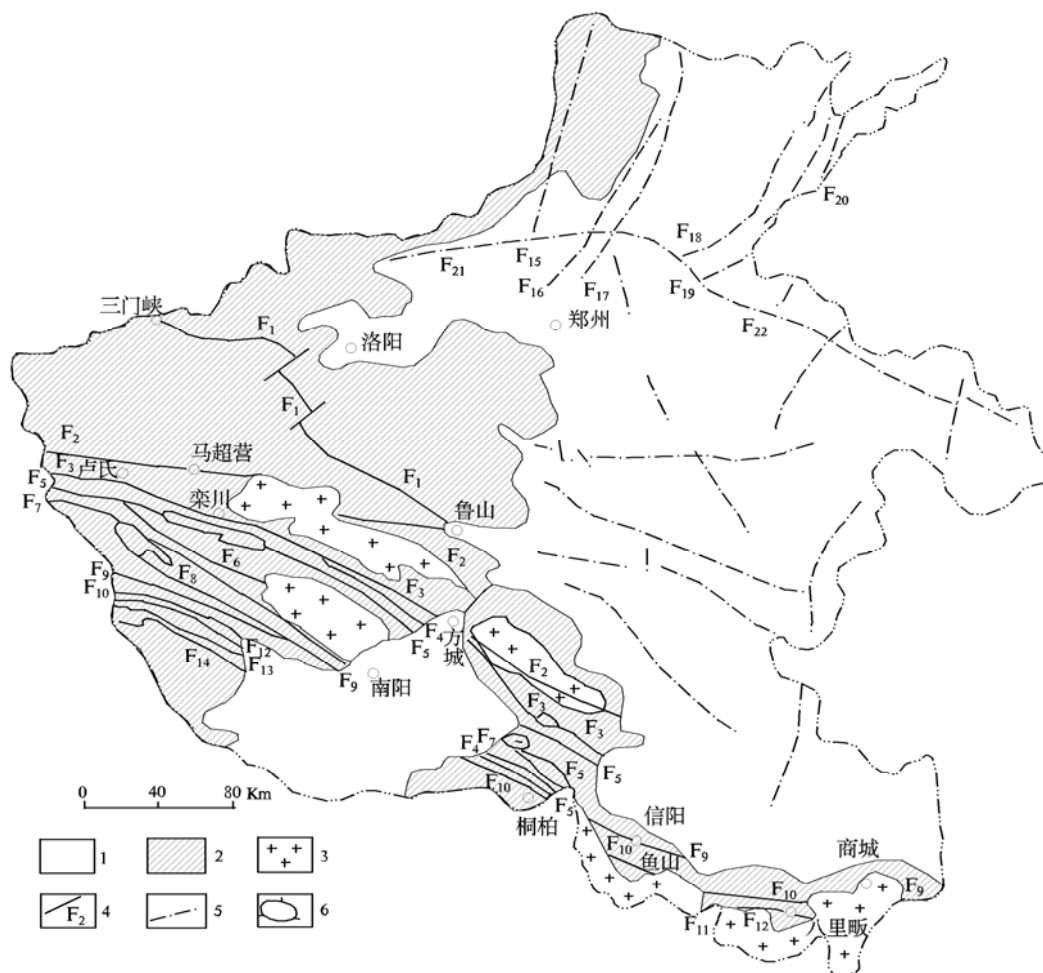
续表 2—2

系	统	华北地层区						秦岭地层区										主要相关																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
二叠系	上统	石千峰组						南秦岭地层区						北秦岭地层区						矿产资源																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
		上石盒子组																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																

河南省地层层序及相关矿产简表（前寒武系）

续表 2—2

界	华北地层区										秦岭地层区										主要相关矿产资源
	豫西北分区								山西地层分区		北秦岭地层区		南秦岭地层区		桐柏-大别地层分区						
	熊耳小区		澠池-确山小区		嵩箕小区		太行山小区														
上元古界	震旦系	罗圈组		罗圈组董家组 黄连垛组	震旦系	罗圈组		汝阳群				震旦系	鱼库组		震旦系	灯影组 陡山沱					
													三岔口组								
	寒武系	煤窑沟组		洛峪口组	洛峪口组		二郎坪群					子母沟组		马头山							
		南泥湖组			三教堂组							小寨组									
		三川组			崔庄组							火神庙组									
白术沟组		崔庄组		崔庄组		大庙组		姚营寨组													
中元古界	管道口群	冯家湾组		汝阳群	北大尖组		马鞍山组	白草坪组		信阳群	南湾组				信阳群	定远组					
		杜关组			白草坪组			云梦山组													
		巡检司组																			
		龙家园组																			
		高山河组																			
	熊耳群	马家河组		马家河组		熊耳群			熊耳群	马家河组		龟山组				金、银、锑等					
		鸡蛋坪组		鸡蛋坪组			鸡蛋坪组														
		许山组		许山组			许山组														
		—		—			—														
		大古石组		大古石组			大古石组														
下元古界					花峪组		嵩山群	花峪组		秦岭群	陶湾组		陡岭群	大沟组		苏家河组	南湾组				
太古界	太华群	雪花沟组		太华群	雪花沟组		登封群	老羊沟组		登封群	石梯沟组					大别群	上亚群				
		水底沟组			水底沟组			常窑组													
		铁岭山组			铁岭山组			郭家窑组													
		荡泽河组			荡泽河组			郭家窑组													
		耐庄组			耐庄组			石牌河组													



1—新生代覆盖层；2—前新生代基岩出露区；3—以酸性侵入岩体为主；

4—主要断裂构造及编号；5—主要陷伏断裂构造；6—构造窗。

F<sub>1</sub>—三门峡—鲁山断裂，F<sub>2</sub>—马超营—拐河—确山断裂带，F<sub>3</sub>—栾川—明港断裂带，F<sub>4</sub>—景湾韧性断裂带，F<sub>5</sub>—瓦穴子—小罗沟断裂带和道士湾、王小庄、小董庄韧性断裂带，F<sub>6</sub>—邵家—小寨断裂带，F<sub>7</sub>—朱阳关—大河断裂带，F<sub>8</sub>—寨根韧性断裂带，F<sub>9</sub>—西官庄—镇平—松扒韧性断裂带和龟山梅山韧性断裂带，F<sub>10</sub>—丁河—内乡韧性剪切带和桐柏商城韧性剪切带，F<sub>11</sub>—定远韧性剪切带 F<sub>12</sub>—木家垭—固庙—八里畈韧性剪切带，F<sub>13</sub>—新物场—田关韧性剪切带，F<sub>14</sub>—淅川—黄风垭韧性剪切带，F<sub>15</sub>—任村—西罗平断裂，F<sub>16</sub>—青羊口断裂，F<sub>17</sub>—太行山东麓断裂，F<sub>18</sub>—长垣断裂，F<sub>19</sub>—黄河断裂，F<sub>20</sub>—聊城—兰考断裂，F<sub>21</sub>—盘古寺断裂，F<sub>22</sub>—焦作—新乡—商丘断裂，

图 2—1 构造图

(4) 新生代盆地油、气、盐、碱成矿区：中生代和新生代以来，由太行山东麓向南形成了北北东向的沉降带，一系列的沉降盆地内沉积了以油气为主体的沉积矿产，显示了新生代以来的成矿规律。

### 2.3.3 岩浆岩

河南省岩浆岩类齐全，从超基性岩—酸性各类岩石均有分布。各类岩浆岩面积近 2 万 km<sup>2</sup>，占全省基岩面积的 1/4 以上，主要出露在豫西、豫北、豫南山区。岩浆岩的出露与金属矿产成矿关系密切。我省主要侵入岩与相关矿产见（表 2—3）。

河南省主要岩体及构造环境与相关矿产简表

表 2—3

I 级 岩区	II 级 构造岩带	III 级 岩性带（亚带）	主要岩体	主要构造环境	相关矿产
华北古陆块岩浆岩区	太行山麓 太东带	西部燕山期中性亚带	东冶、东水、东皇基、上庄	太行山深断裂、任村—西平断裂、青羊口断裂、八里被斜	铁矿
		东部燕山晚期中性—碱性亚带	李珍、卜居头、许家沟、马鞍山、郭眉头、安河南、九龙山		
		大乌山—化象喜马拉雅期金伯利岩亚带	大乌山、化象		
		烟岭沟—尚峪喜马拉雅期苦橄玢岩亚带	尚峪、恶鱼沟		
	嵩山— 嵩箕带	嵩阳期闪长岩、花岗岩、伟晶岩亚带（区）	石牌河、路家沟、凤穴寺、许台郭家窑	嵩阳期南向北向褶皱、断裂	
		中条期花岗岩亚带	石秤、白家寨、摩天岭、吴家		
华北陆块—秦岭造山带过度岩浆岩区	小秦岭 小岩带	娘娘山—大湖峪中条期伟晶岩亚带	娘娘山、大湖山、杨寨峪、五里村	小秦岭复安平被斜、瓦屋沟断裂、武家山—宫前断裂	金矿
		朱阳镇—小河王屋山晋宁期中酸岩亚带	朱阳镇、小河、鱼仙河、		
		岗峪—梁垵—张村燕山期花岗岩、花岗斑岩亚带	岗峪、梁垵、小妹河、龙卧沟、申家窑		
	金山庙— 关柴带	金山庙—花山燕山期花岗岩亚带	万村、瓦房沟、好坪、杨园、花山、万山庙	南坡岭—花山被斜、北东向断裂	钼矿
		雷门沟—沙土、燕山期花岗斑岩亚带	雷门沟、小门沟、螃蟹沟、沙土、斑竹寺		
	嵩县— 付店带	黄庄—付店王屋山期花岗岩闪长岩、石英斑岩亚带	北科庄、天石岭、黄庄、西科园	台缘凹陷、崤山—伊河断裂	
		磨沟—乌烧沟燕山期碱性石英斑岩亚带	龙头、乌烧、白土窑		
	合峪— 春水带	老灌石黄山王屋山期花岗岩亚带	老灌石、贾寨、黄山、三山、	华北古陆块与秦岭造山带接合带，白云山背斜、伏牛山复背斜、栾川—深断裂、北东向断裂	
		栾川晋宁期基性岩亚带	陈家、上马石、冷水、月沟		
		老君山—老寨山燕山期花岗岩亚带	蟒岭、熊耳岭、天尖顶、合峪—交口、老君山、角子山、查岈山		
		卢氏—栾川燕山期花岗斑岩亚带	八宝山、银家沟、曲里、秦池、南泥湖、竹园沟		
		南召—云阳燕山期花岗斑岩亚带	杨家庄、丹霞寺、石滚坪		
		伏牛山—黄磨顶元古代混合花岗岩亚带	伏牛山、牧鹿山、舒庄、黄磨顶		

河南省主要岩体及构造环境与相关矿产简表

续表 2—3

I级 岩区	II级 构造岩带	III级 岩性带（亚带）	主要岩体	主要构造环境	相关矿产
秦岭造山带岩浆岩区	太平镇—堡子岩带	加里东期基性、中性酸性岩亚带	大河面、板山坪、堡子、铁碾盘、王屠店、马畈、罗陈店、满子营—洞街	汤河—云阳背—斜、瓦穴—明港—鸭河口—深断裂	
	漂池—五垛—信阳岩带	洋淇沟—陈阳坪—大河—卧虎—加里东期基性超级性亚带	洋淇沟、陈阳坪、大河、柳树庄、老龙泉、卧虎		蛇纹岩
		戴家沟—马蹄岭—期中性岩亚带	戴家沟、马蹄岭	捷道口—马山—复背斜、倒转—家寨—朱阳—斜、馆陶—西—断裂、平—镇—梅山断裂。	
		蛇尾—雁岭沟—期中性岩亚带	蛇尾、上官沟、雁岭沟		银、金
		灰池子—桃园—清水塘—加里东期花岗岩、伟晶岩亚带	灰池子、张家庄、漂池、桃园、黄家湾、笃古店		
		秦口—四棵树一老湾—华里西花岗岩亚带	秦口、黄龙庙—四棵树一老湾		
		黑烟镇—二郎坪—期中花岗岩亚带	二郎坪、黑烟镇、堂坪、梁湾		
		秋树窝—玄山—期花岗岩斑岩	秋树窝、玄山		
	桐柏—大别—山岩带	鸿仪河—狮河港—柳林—加里东基性岩亚带	狮河港北、河塘—黄家湾—柳林—风响山	桐柏—大别—山—复背斜、桐柏—西峡—向斜、桐柏—南湾—内—桐柏—家—裂、家—河—解—商—城—麻—城—断—裂。	铜
		小湾—新县—商城—燕山期花岗岩亚带	小湾、周楼、祝林、草店—灵山、新县、商城、达权店		
		油炸河—佛子岭—燕山期花岗岩亚带	油炸河、佛子岭头、蔡家庙、银沙畈		
		母山—亮山—燕山酸性斑岩亚带	母山、亮山		
		桐柏—鸡公山—元古代混合花岗岩亚带			
	封字山—肖山岩带	淇河庄—龙潭沟—晋宁期基性超级性岩亚带	淇河庄、龙潭沟	陡岭—复背斜—木家—乡—塘—断—裂。	
		三坪沟—上张营—晋宁期中性中酸性岩亚带	三坪沟、甘沟、封字山		
		西沟—鹰爪山—加里东期中性岩亚带	西沟、鹰爪山、爪山沟、李储沟		
		黄龙寨—方山—加里东期超基性岩亚带	黄龙寨、方山		
		肖山—石塘山—加里东—华里西期花岗岩亚带	肖山、石塘山、肖山沟、霸王寨		
		蒲塘—老田—燕山期花岗岩斑岩亚带	琵琶沟、黑石包、黑沟、老田		

## 2.3.4 水文地质条件

### 2.3.4.1 含水岩组的划分及富水情况

根据《河南省地下水资源评价报告》，共划分为四种基本类型，分别阐述如下：

#### (1) 松散岩类孔隙含水岩组

主要分布在黄淮海冲积平原、山前倾斜平原和灵三、伊洛、南阳等盆地中，面积约  $12.0 \times 10^4 \text{km}^2$ ，地下水主要赋存在第四系、新第三系砂、砂砾、卵砾石层孔隙中。根据松散岩类含水层的岩性组合及埋藏条件，一般划分为浅层、中深层、深层三个含水层组。

##### ① 浅层含水层组（埋深 $<60\text{m}$ ）

黄河冲积平原：主要是全新统形成的黄河大型冲积扇，含水层为砂砾石、中粗砂、中细砂、细砂、粉细砂组成。含水层以中粗砂含砾石、中细砂为主，厚度  $5\text{—}25\text{m}$ ，顶板埋深  $5\text{—}20\text{m}$ ，单位涌水量  $5\text{—}30\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$ ，渗透系数  $10\text{—}30\text{m/d}$ ；矿化度自西向东由小于  $0.5\text{g/l}$  过渡到  $2\text{—}5\text{g/l}$ ，局部地段大于  $5\text{g/l}$ 。

淮河冲洪湖积平原：分布在漯河东南、确山以东、淮河以北至颍河，主要为中上更新统含水层。含水层为全新统一—中更新统砂砾石、中细砂，厚度  $8\text{—}44\text{m}$ ，单位涌水量大于  $5\text{—}25\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$ ，山前岗地小河谷中有砂砾、碎石透镜体或宽条状含水层，单位涌水量为  $1\text{—}3\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$ ，大部为粘土裂隙水、风化壳接触带水，单位涌水量小于  $1\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$ 。

太行山前冲洪积倾斜平原：主要由安阳河、淇河、黄峪河、白涧河、沁河、蟒河等多期冲洪积扇群构成，含水层为上更新统和全新统砂砾石、中粗砂、砂，含水层厚  $10\text{—}20\text{m}$ ，单位涌水量  $10\text{—}30\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$ ；倾斜平原中部含水层受河流冲积影响较大，古河道带含水层厚度大于  $10\text{m}$ ，为砂砾石、中粗砂，厚  $5\text{—}10\text{m}$ ，单位涌水量  $5\text{—}10\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$ ；前缘带具明显的河道带强富水的特征，含水层以中细砂为主，厚  $5\text{—}30\text{m}$ ，单位涌水量  $10\text{—}30\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$ ，矿化度小于  $0.5\text{g/l}$ 。

灵三盆地：山前为坡洪积和河流冲积，具明显的分带性。河谷平原主要是全新统、上更新统砂砾石含水层，黄河滩地、I 级阶地分布有全新统的粉细砂含水层，厚  $10\text{—}30\text{m}$ ，埋深  $2\text{—}35\text{m}$ ，单位涌水量  $5\text{—}10\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$ ，渗透系数  $10\text{m/d}$  左右；山前坡洪积高斜地，含水层分布不均，多呈槽带状、透镜状，厚度  $6\text{—}30\text{m}$ ，埋深  $20\text{—}60\text{m}$ ，单位涌水量  $1\text{—}5\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$ ，涧口洪积扇达  $10\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$  左右；黄土塬赋存有上层滞水，单位涌水量小于  $0.5\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$ 。

伊洛盆地：周边为黄土丘陵，裂隙发育，局部有砂砾石透镜体和多层钙核层，赋存有上层滞水。山前倾斜平原为中更新世冲洪积扇群构成，含水层厚度 5—25m，埋深 40—60m，单位涌水量  $5\text{—}10\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}$ ；河谷平原含水层的变化规律是向两侧变细变薄，埋深变大，纵向的变化是由上游至下游由卵砾石、砂砾石变为砂含砾石、砂，厚度由薄变厚，含水层厚 4—40m，单位涌水量  $30\text{—}100\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}$ ，渗透系数  $20\text{—}33.6\text{m/d}$ ，矿化度小于  $0.5\text{g/l}$ 。

南阳盆地：盆地周边岗地为中更新统冲洪积相极弱—弱富水的亚粘土、粘土裂隙含水层，局部有河流冲洪积条带状、透镜状砂、泥质砂砾石含水层，单位涌水量  $1\text{—}5\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}$  左右；中部平原含水层由上更新统冲湖积砂、砂砾石、泥质砂砾石组成，厚度 6—12m，埋深 6—25m，单位涌水量  $4.3\text{—}8.0\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}$ ，矿化度小于  $1.0\text{g/l}$ ；沿唐、白河及主要支流呈带状分布的上更新统和全新统洪冲积砂、中细砂、砂砾石含水层，厚 10—25m，顶板埋深 20—30m，单位涌水量  $10\text{—}30\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}$ ，具微承压性。

#### ②中深层含水层组（埋深 60—150m，局部达 200m 或小于 60m）

黄河冲积平原：主要以中上更新世古黄河冲洪积扇的形式展布，以黄河为轴部，始于沁河口向两翼、前缘含水层颗粒变细、厚度变薄至尖灭，埋深增大。含水层顶板埋深 40—100m，含水层中砂、中细砂总厚度 10—40m，单位涌水量  $5\text{—}10\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}$ ，商丘和周口东部为冲积扇的下部边缘相，含水层民权以西为粉细砂，东部粉细砂呈薄层透镜体，较大面积为亚砂土、亚粘土，含水砂层厚度小于 5m，顶板埋深 120—160m，单位涌水量  $1.0\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}$  左右；永城南部顶板埋深 140—160m，含水层主要为细砂、中细砂，厚 20m 左右，单位涌水量  $2.68\text{—}6.74\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}$ 。

淮河冲洪湖积平原：驻马店—沈丘的西部主要是中下更新统冲洪积、冰水和冲湖积含水层，而此线的东南和山前一带主要是下更新统和新第三系河湖相含水层。倾斜平原临颍—漯河—西平以西至襄县、叶县一带，中更新世冲洪积扇和下更新世冰水三角洲发育，含水层以砂卵砾石、中粗砂为主，厚度 25—70m，埋深 40—100m，单位涌水量  $10\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}$  左右，临颍至项城以南、正阳至淮滨以北，含水层以中下更新统中细砂为主，局部含砾石或粉细砂，厚度 10—30m，埋深 60—150m，单位涌水量  $5\text{—}10\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}$ ；商水、项城、沈丘南部含水层埋深大、厚度薄，以粉细砂为主，单位涌水量  $1\text{—}5\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}$ ；淮南垄岗地区，中深含水层不发育，山间河谷和山前一带，含水层主要为下更新统冰水泥质卵砾石、砂砾石

和第三系半胶结的砂、砂砾岩及砂砾层，含水层埋深 40m 左右，总厚度 50—100m，单位涌水量  $1—3\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$  左右。

灵三盆地：黄河滩地、I、II 级阶地及主要支流的下游，下更新统在百米内可见 30—50m 砂、砂砾石层，顶板埋深小于 70m，单位涌水量  $5—10\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$ ；黄河 III 级阶地和塬区，含水层粒细、层薄、埋深大，富水程度不均；山前一带为中下更新统冲洪—冰水沉积泥质砂、砂卵石含水层，局部半胶结，沿河道呈带状小面积分布，埋深小于 100m，单位涌水量小于  $5\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$ 。

伊洛盆地：除河谷外，大都为中上更新统黄土覆盖，含水层分布和富水性很不均匀，山前、洛阳以西和伊河东岸，含水层为弱富水的微胶结—半胶结砂、砂砾岩，局部夹泥灰岩，顶板埋深 30—120m，厚度 10—30m，单位涌水量  $1—4\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$ ；盆地东部在 200m 深度内，可见 30—50m 砂、砂卵石含水层，单位涌水量  $5—10\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$ 。

南阳盆地：下更新统为一套冰水冲湖沉积，受古地理条件的控制，山前盆地沉积厚度较薄，而中部沉积厚度大于 350m。下更新统上部近盆地边缘主要是粗颗粒的含泥质砂砾石，顶板埋深 30—200m，厚度 20—70m 左右，厚度分布较稳定。盆地中部大致在白河、湍河及其汇流两侧 10—25km 范围，单位涌水量  $5—10\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$ ，近盆地边缘单位涌水量为  $1—5\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$ 。

### ③ 深层含水层组（埋深 150—200m 以下至 350m）

豫西黄土地区、各山前缓岗地区和淮河平原主要是第三系含水层，黄海平原和南阳盆地主要是下更新统或二者合之。济源至沁阳、内黄至濮阳、洛阳至岳滩、郑州、新郑至中牟及杞县、太康和南阳盆地的社旗一带，含水层为砂砾石、中细砂，厚 40—100m，单位涌水量  $2—10\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$ ；开封东部、周口、灵三盆地、伊洛盆地西部，含水层不发育，一般为粉细砂和胶结的砂砾岩，单位涌水量  $1—5\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$ 。

### （2）碳酸盐岩类裂隙岩溶含水岩组

碳酸盐岩类含水岩组是基岩山区最有供水意义的含水岩组，岩性主要为震旦系、中上寒武系、奥陶系的灰岩、白云质灰岩、泥质灰岩，分布在太行山、嵩箕山、浙川以南山地。一般沿层面和裂隙发育有溶洞、溶隙等，一般泉流量达  $3.6—60\text{m}^3/\text{h}$ ，中奥陶灰岩单位涌水量为  $27.22—36.14\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$ ，而上寒武、下奥陶系灰岩水量相对较小。在山前排泄地带的有利部位往往形成大泉。

碳酸盐岩夹碎屑岩含水岩组主要分布在焦作以西、嵩山南部、箕山东部，外



方山东西两端和浙川以北等山地，由下寒武系和部分石炭系组成，富水性极不均一，下寒武系泉流量在  $32—314.7\text{m}^3/\text{h}$ ，其它  $7.6—20.7\text{m}^3/\text{h}$ ，单位涌水量  $1—10\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$ 。

### （3）碎屑岩类孔隙裂隙含水岩组

主要是二叠系、三叠系、侏罗系、白垩系、第三系和部分石炭系、震旦系，分布于王屋山、新滢山地、嵩山北麓、箕山西南、平顶山及太行山、大别山前和山间盆地等，含水层主要为砂砾岩和砂岩。受岩性、地质构造、补给条件等因素控制，其泉水流量有所差异，淅川县上寺泉流量达  $540\text{m}^3/\text{h}$ ，济源、滢池泉流量  $5.4—18\text{m}^3/\text{h}$ ，而宜阳、临汝、大别山北麓泉流量仅  $0.004—3.6\text{m}^3/\text{h}$ ，一般富水性较弱。

### （4）基岩裂隙含水岩组

系指变质岩和岩浆岩类裂隙含水岩组，分布在伏牛山、桐柏山、大别山区，由花岗岩、片麻岩、片岩、千枚岩、石英岩、白云岩、大理岩组成。地下水赋存在构造质碎带和风化裂隙中，其风化裂隙深度  $15—35\text{m}$ ，局部达  $75\text{m}$ ，泉点较多，泉流量一般为  $5.4—20\text{m}^3/\text{h}$ ，栾川三岔口泉最大流量达  $122.4\text{m}^3/\text{h}$ 。

## 2.3.4.2 地下水的补给、径流和排泄条件

### （1）基岩山区

碳酸盐岩类分布地区：构造断裂发育并发育有裂隙岩溶，为降水和地表水体的渗入创造了条件。沿太行山前多有构造裂隙泉出露，或沿断裂带地下水向平原区排泄。

碎屑岩类分布区：岩石多为砂岩、页岩，虽然褶皱断裂较发育，但降水补给较少，富水程度较差，地下水多分布在相对隔水层之上，在低洼及沟谷两侧以泉的形式排泄地下水。

岩浆岩和变质岩类分布区：构造裂隙及风化裂隙较为发育，但裂隙多被风化物充填，降水渗入量较少，且裂隙延伸不长，虽然泉点分布较多，却受季节影响。

### （2）平原地区

地形较平坦，地表多分布亚砂土、粉细砂、亚粘土，降水量深入补给浅层水。黄河在郑州以东为悬河，补给平原地下水。沟渠引灌、侧渗及灌溉入渗补给地下水。主要消耗于蒸发和人工开采。

### 2.3.5 工程地质条件

岩土体类型的区域分布，不仅反映了特定区域的地质环境条件，也与地质灾害的发育分布及矿山环境地质问题的产生密切相关。根据建造类型、成岩作用、岩性特征及物理力学性质，将全省岩体类型划分为岩浆岩建造类型、变质岩建造类型、碎屑岩建造类型和碳酸盐岩建造类型。将土体类型划分为一般土体类和特殊土体类。

#### （1）岩体类型

##### ①岩浆岩建造

坚硬块状侵入岩岩组：较集中地分布于伏牛山、熊耳山和桐柏、大别山地，岩性以花岗岩、花岗闪长岩、纯橄榄岩、辉长岩、正长岩等为主，新鲜岩石致密坚硬，整体性均一性

##### ②变质岩建造

坚硬块状混合岩、混合质片麻岩岩组：主要分布于伏牛山南麓的西峡及桐柏大别山地，岩性以混合岩、混合花岗岩、混合质角闪斜长片麻岩为主，块状结构，岩石坚硬。

##### ③碎屑岩建造

坚硬厚层状砾岩、石英砂岩岩组：分布于岱崮寨、南泥湖—栾川、云梦山孤石滩、桐柏山等地，岩性以砂砾岩、石英砂岩为主，砂岩、含砾砂岩、钙质泥岩、页岩次之，厚层状结构，坚硬致密。

##### ④碳酸盐岩建造

坚硬厚层状中等岩溶化石灰岩岩组：分布于太行山、嵩箕山、外方山及浙川等地，岩性以灰岩、白云质灰岩、鲕状灰岩为主，夹薄层页岩，厚层状结构，致密坚硬，

#### （2）土体类型

##### ①砾质土

主要分布于朝川—宝丰、板桥水库北部，由下更新统砾石、卵石、漂砾、砂等组成，较疏松，粒间连结弱，孔隙比高，力学强度低；孔隙若为粘土充填，则力学强度高，可作为建筑物的地基。

##### ②砂性土

主要分布于内黄、白道口、长垣、封丘、中牟、开封、兰考、民权、睢县、

通许、尉氏、新郑等地，由黄河历次决口泛滥堆积而成，岩性以细砂、粉细砂为主，粗、中砂次之。粒间连结极弱，孔隙比大，连通性好，透水性强，力学强度低。

### ③粘性土

广泛分布于黄淮海平原、山间盆地及河谷地带，由全新统、上更新统及中更新统冲积、湖积、洪积物组成。岩性有亚砂土、亚粘土、粘土，松软可塑，中等压缩性，可满足一般工程建筑物的地基要求。

### ④特殊土体类

黄土类土：主要分布于豫西地区，西起省界，东到郑州，北以太行山南麓为界，南部以卢氏、嵩县、临汝、郟县为界的東西向条带内，东西长 300km，南北宽 100km 左右，太行山山间盆地及平顶山北侧有零星分布。黄土显著的特点是大孔隙，垂直节理发育，具有湿陷性，易产生崩塌、滑坡。

胀缩土：主要分布于淮北平原、南阳盆地，豫北及豫西仅有零星出露。主要由下更新统冰碛层、中更新统坡洪积、上更新统冲湖积层组成。岩性为粘土、亚粘土，干燥时呈硬塑状态。裂隙发育，粘粒含量高，由亲水矿物—蒙脱石、伊利石等组成。

淤泥质软土：广泛分布于平原地区及南阳盆地。结构松软，呈软塑、流塑状，最大的特点是含水量高、孔隙比大、压缩性大、强度低、渗透系数小及触变液化。一般埋深 2—15m，厚度 1—7m。

盐碱土：主要分布在豫东、豫东黄河冲积平原上。具有一定的胀缩性和湿陷性，力学强度随含盐量的多寡、潮湿状态的不同而不同。

新黄泛土：指 1194 年以来由黄河泛滥沉积而成的土。岩性为亚砂土、亚粘土及粉细砂，结构松散力学强度相对偏低。

## 3.0 矿产资源及开发利用现状

### 3.1 矿产资源概况

截至 2002 年底，全省已发现各类矿产 126 种（含亚矿种为 154 种），探明资源储量的为 73 种（含亚矿种为 8 种），已开发利用的为 81 种（含亚矿种为 106 种），矿产保有储量居河南省前 19 位的共有 69 种。（矿产资源分布见（图 3—1）

省内已探明资源储量并载入 2002 年河南省矿产资源储量表的固体矿产地共 936 处，分布在 66 个县（市、区）中，其中主矿产（含单一矿产）产地 719 处，伴、共生矿产产地 217 处。从矿产规模看，特大型的矿产地有 4 处，大型的有 125 处，中型的有 256 处，小型的有 405 处，其余的暂无规模指标。

省内矿产绝大多数分布在京广线以西和豫南的丘陵、山区、豫东平原上除中原油田和永城煤田外，金属和非金属矿床屈指可数。

当前储量与开采量均较大的优势矿产有煤、石油、天然气、铝土矿、钼、金、银、耐火粘土、萤石、水泥用灰岩、玻璃用石英岩、玉石、天然碱等，其中煤、石油及天然气、铝土矿、耐火粘土、钼、金、等几种矿产的采选在我国占有重要的地位，对我省相关工业的发展有重大影响。

### 3.2 矿产资源开发利用现状

2002 年河南省有 8194 个各种经济性质的独立核算采矿单位从事矿业生产活动，开发利用矿产数为 81 种，国有控股矿山数 284 个，其它经济类型矿山（点）为 7910 个；生产矿山（点）为 5919 个。筹建矿山 279 个，关闭矿山 221 个，停产矿山 1675 个，其它矿山 100 个。

全省从事矿业生产人数为 68.7 万人，比 2001 年增加 0.7 万人，其中，石油、天然气开采业 6.6 万人，占 9.6%，从事其它矿业生产活动的人数 62.1 万人，占 90.4%，国有及国有控股矿山企业为 28.9 万人，占 42.1%，其他经济类型矿山（点）为 39.8 万人，占 57.9%。

2002 年度，全省固、液体矿石产量为 2.0514 亿吨，比 2001 年增加了 0.032 亿吨。其中：国有及国有控股矿山企业年产量 6234.66 万吨，比 2001 年增加了 1320.8 万吨，其它经济类型矿山（点）年产量为 14280.22 万吨，比 2001 年减少

了 394.39 万吨，全省原油产量 591.34 万吨，比 2001 年增加了 28.64 万吨。天然气年产量为 6.06 亿  $\text{m}^3$ 。

全省矿山企业工业总产值 279.27 亿元，比 2001 年增加了 44.87 亿元，矿山企业工业总产值中，国有及国有控股矿山企业为 198.61 亿元，占全省矿山企业总产值的 71%，其它经济类型矿山（点）为 80.66 亿元，占全省矿山企业总产值的 29%，石油、天然气开采业现价工业总产值为 113.72 亿元，占全省矿山企业现价总产值的 40.7%。

在河南省矿业采选业的产值构成中，煤炭占 47.3%，石油、天然气占 40.7%，金属矿产、非金属矿产占 12%。

#### （1）煤炭

2002 年河南省原煤产量为 9016.64 万吨，全省共有煤炭企业 2085 个，从业人数 399803 人，工业总产值 132.2 亿元。

#### （2）金属矿产

##### ①铝土矿

2002 年全省现有铝土矿矿山数 103 个，从业人数 5451 人，年采矿量 66.034 万吨，工业总产值 4091 万元。

##### ②金、银贵金属

2002 年全省共有个类性质的黄金矿山企业 70 家，从业人数 21562 人，产金矿石 322.63 万吨；。省内黄金生产主要集中分布在小秦岭金矿集中区的灵宝市、熊耳山金矿集中区的嵩县、栾川县、洛宁县及桐柏金矿集中区的桐柏县等五个县。

河南省银矿具有极大的资源潜力，但开发利用程度较低。2002 年我省白银矿山企业 5 家，从业人数 1152 人。矿石产量 4.76 万吨。工业总产值 4241 万元。

##### ③铁矿

全省铁矿矿山数量较多，主要生产基地在安阳、舞阳两地。2002 年，矿山企业 217 家，从业人数 13624 人。全省年产矿石量 248.59 万吨。工业总产值 23977.83 万元。省内铁矿资源富矿资源储量不足，加上历年来的开采，部分矿山的资源已枯竭。

（图 3—1 矿产资源分布图）

#### ④ 钼矿

目前省内有 27 个钼矿山企业，从事钼矿业生产的总人数约 8018 人，全省年产矿石量 415.87 万吨。工业总产值 27734.00 万元。

#### ⑤ 其它金属矿产

2002 年省内铅、锌生产矿山分别为 196 处和 33 处，从业人数分别为 2487 人、974 人，多为集体和私有性质的矿山企业。较大的矿山有栾川南泥湖周围的铅锌矿山、汝阳铅锌矿山、桐柏大河铜锌矿山和方城铅锌矿山。2002 年开采铅矿石 17.71 万吨，锌矿石 27.53 万吨。工业总产值分别为 2333.81、4682.2 万元。

省内铜矿资源贫乏，矿山企业少且规模小，矿石产量低。2002 年全省共有铜矿山 14 处，从事铜矿生产的人数 872 人。年开采铜矿石 1.65 万吨，工业总产值 2257.35 万元。省内较大的矿山有镇平秋树湾、桐柏大河及灵宝地区金矿区内的伴生铜矿山。桐柏大河铜锌矿山是河南省铜矿的主要矿山基地。

## 4.0 矿山主要环境地质问题及其危害

### 4.1 矿山主要环境地质问题概述

河南是一个矿业大省,矿业的发展,不可避免地产生一些矿山地质环境问题,并且随着地表矿产资源量的锐减,矿产资源开采深度的逐步加大,矿产开采条件的日趋复杂,矿产开采所诱发环境地质问题的危害程度将进一步加剧。

矿产资源的开发,产生的主要的地质环境问题有地面塌陷、地面沉陷、地裂缝、崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害。全省矿山地质灾害情况见(表4—1)。并引发水土流失,区域地下水位下降,水体污染等潜在环境地质问题(见框图4—1)。

全省矿山地质灾害统计表

表 4—1

灾种	崩塌	滑坡	泥石流	地面塌陷	地面沉陷	地裂缝	合计
数量	16	15	32	49	473	324	909
经济损失 (万元)	24.3	864.6	3272.32	623.32	39411.35	9445.30	53641.2

#### 4.1.1 矿山地质灾害

##### (1) 崩塌、滑坡、泥石流

本次调查因矿山开采产生崩塌 16 处,经济损失 24.3 万元。滑坡 15 处,经济损失 864.6 万元。泥石流灾害共 32 条,经济损失 3272.32 万元。主要为灵宝小秦岭矿区、栾川钼矿区和嵩县祁雨沟金矿区。

##### (2) 地面沉陷

地面沉陷是河南省主要地质灾害类型之一。主要分布在平顶山、焦作、义马、鹤壁、济源、永城、新密等煤田开采区。本次调查沉陷地 473 处,沉陷面积累计 43987.9 公顷。经济损失 39411.35 万元。

##### (3) 地面塌陷

调查矿山开采引起的地面塌陷地 49 处,塌陷面积累计 440.5 公顷。经济损失 623.32 万元。地面塌陷主要分布在、安阳铁矿、栾川康山金矿、红庄金矿、三道庄钼矿、南泥湖钼、灵宝小秦岭金矿区等。



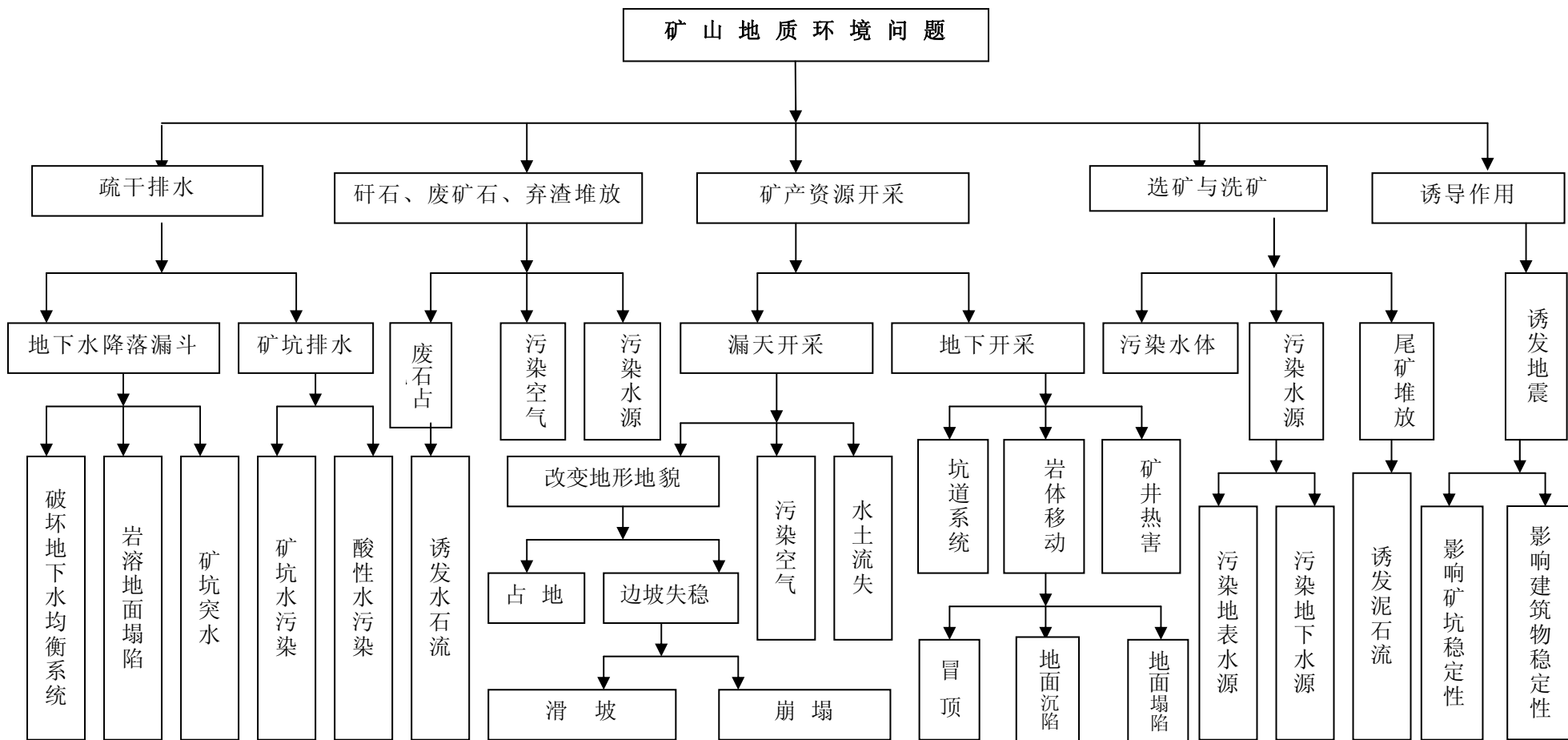


图 4—1 矿山地质环境关系框图

#### （4）地裂缝

本次调查地裂缝共 324 条，经济损失 9445.3 万元。主要为煤矿区地面沉陷周围的拉张裂缝。

#### 4.1.2 矿业开发占用及破坏土地资源概况

河南省因矿业开发引起的土地破坏点多面广，程度各不相同，情况十分复杂，全省各矿山企业占用、改变破坏土地状况统计表可知采矿场占地 9079.67 公顷、固体废料场 1703.93 公顷、尾矿库 721.99 公顷、地面塌陷和地面沉陷 34683.3 公顷、各矿山企业占用、改变破坏土地数总量为 46187.7 公顷。大型企业占用、改变破坏土地数量为 21834.54 公顷、中型企业 11772.64 公顷、小型企业占用、改变破坏土地数量为 12580.51 公顷。

#### 4.1.3 废水、废渣、废石排放概况

矿山废水含矿坑水、选矿废水、堆浸废水、洗煤水；废渣包括尾矿、废石（土）、煤矸石、粉煤灰。废水、废渣等。

全省矿坑水年产出量 46823.87 万  $\text{m}^3$ ，年排放量 37627.31 万  $\text{m}^3$ ，废石、废渣年产出量 3155.92 万吨，年排放量 2043.62 万吨，累计积存量 27526.37 万吨。

#### 4.1.4 矿业开发对地下水系统的影响概况

根据本次对全省矿山企业的调查，得出全省矿坑排水年产出总量为 41575.92 万  $\text{m}^3$ ，年排放量为 36072.01 万  $\text{m}^3$ 。其中 15%用于生产、生活用水，大部分都排出地表流失了，造成水资源的大量浪费。

### 4.2 矿山地质灾害及危害

#### 4.2.1 地面沉陷

##### 4.2.1.1 沉陷规模及危害评估

至 2002 年，我省共有矿山企业 8194 个，除露天采矿以外，本次调查井下开采矿山 2249 个，不同程度地存在地面沉陷沉陷隐患。初步调查矿山开采沉陷地 473 处，沉陷面积累计 39500.87 公顷。经济损失 43987.9 万元。沉陷比较集中，规模巨大的主要有鹤煤集团、焦煤集团、平煤集团、郑煤集团、永煤集团及

义马煤矿区、济源煤矿区，全省煤矿沉陷基本情见（表 4—2）。

全省煤矿沉陷基本情表 表 4—2

企业规模	企业个数	采矿场 占地面积 (公顷)	矸石		沉陷	
			矸石堆数	占地面积 (公顷)	沉陷个数	沉陷面积 (公顷)
大	23	585.8	30	448.95	24	26681.3
中	31	1397.39	51	225.72	32	12435.95
小	1449	2646.51	1585	324.96	417	4870.65
合计	1503	4629.7	1666	999.63	473	43987.9

根据《全国矿山地质环境调查技术要求》实施细则中的崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地面裂缝规模级别划分标准（表 4—3）对各矿区形成的地质灾害规模进行划分,各矿区灾害评估的经济标准是根据当地的经济现状和各矿区已补偿情况统计，其主要矿区地质灾害现状见表（4—4）、（4—5）、（4—6）、（4—7）、（4—8）、（4—9）。

#### 4.2.1.2 沉陷机理分析

地下采矿时，特别是采煤，回采过程中巷道及采空区的围岩支护是临时性的，不能制止上覆岩体的变形发展，使得松动带的半径和塌陷拱的高度发展很大，并在采空区上覆岩体中形成明显的三带即：冒落带、裂缝带和弯曲带（图 4—2）。它们都属于底下采掘所引起的上部覆岩的松动范围，称它为采动区。当地下矿层

常见地质灾害规模等级划分表 表 4—3

地质灾害规模		大型	中型	小型
灾种与划分指标				
崩塌	体积（10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> ）	>10	10-1	<1
滑坡	体积（10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> ）	>100	100-10	<10
泥石流	堆积物体积（10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> ）	>20	20-2	<2
地面沉陷	影响范围（km <sup>2</sup> ）	>1	1-0.1	<0.1
地裂缝	规模	长>500m,或条带宽>50m	长500~100m,或条带宽5~2m	长<100m,或条带宽<2m
地面沉降	沉降面积（km <sup>2</sup> ）	500~100	100~10	<10
	最大累计沉降量（m）	1.0~0.5	0.5~0.1	<0.1

备注：只要其中一项指标符合地质灾害规模等级划分表中上一级标准，即归属于上一级别。

平煤集团沉陷特征表

表 4—4

矿 区 名 称	沉 陷 面 积 (km <sup>2</sup> )	采空区 面 积 (km <sup>2</sup> )	沉陷面积 与采区 面积之比	沉陷区 下沉值 (m)	威胁户数(人)	
					规划搬迁	受灾情况 (万元)
一 矿	20.2	13.2	1.53:1	14.708	920 (3924)	1515
二 矿	5.95	3.54	1.68:1	10.045	332 (1489)	959
三 矿	3.18	2.37	1.34:1	3.6		
四 矿	11.66	8.59	1.36:1	12.321	685 (3062)	988
五 矿	12.69	8.75	1.45:1	8.626	643 (2886)	1693
六 矿	14.89	9.51	1.57:1	6.087	549 (2473)	1404
七 矿	9.18	6.12	1.5:1	6.179	54 (230)	1067
八 矿	21.46	12.5	1.71:1	5.201	910 (3991)	3204
九 矿	2.56	1.49	1.72:1	2.912	368 (1527)	180
十 矿	14.48	9.83	1.47:1	8.378	898 (3582)	1866
十一矿	5.66	3.95	1.43:1	7.686	524 (2359)	1106
十二矿	8.3	4.98	1.67:1	3.368	1204 (5354)	2082
十三矿	4.65	2.67	1.74:1	3.44	841 (3785)	841
高庄煤矿	4.77	2.84	1.68:1	8.268	418 (1878)	1170
大庄煤矿	10.67	8.15	1.3:1	5.116	882 (4082)	1498
朝川煤田	4.89	3.70	1.32:1	4.966	788 (3564)	1456
合 计	115.19	98.49			10016 (44186)	21029

郑煤集团沉陷特征表

表 4—5

矿区名称	采空区 面积 (km <sup>2</sup> )	沉陷 面积 (km <sup>2</sup> )	沉陷面积 与采空区 面积之比	沉陷区 下沉值 mm	沉陷 规模	威胁 户数
裴沟矿	4.34	7.95	1.83:1	8193	大型	2226
半村矿	5.93	9.93	1.67:1	7055	大型	1877
芦沟矿	1.79	3.20	1.79:1	11400	大型	1733
王庄矿	3.9	6.71	1.72:1	10400	大型	1921
大 平	2.17	3.92	1.81:1	6900	大型	1324
超 化	1.45	2.46	1.69:1	2800	大型	2286
告 成	0.83	1.27	1.52:1	1953	大型	741
王 沟	1.63	2.23	1.36:1	5640	大型	605
合 计	22.04	37.67				12713

焦作煤业集团沉陷特征表

表 4—6

矿 区 名 称	沉陷 面积 (km <sup>2</sup> )	采空区 面 积 (km <sup>2</sup> )	沉陷面积与 采空区面积 之 比	沉陷区 下沉值 m	沉陷 规模
韩王矿	3.2	3	1.07	1.5	大型
冯营矿	1.5	1.5	1	5	大型
演马矿	3.5	2.6	1.35	5	大型
中马村矿	1.8	1	1.8	7	大型
九里山	2.6	2	1.3	1	大型
合计	12.6	10.1			

永煤集团沉陷特征表

表 4—7

矿区名 称	采空区 面 积 (km <sup>2</sup> )	沉陷 面积 (km <sup>2</sup> )	沉陷面积 与采空区 面积之比	沉陷区 下沉值 (m)	沉陷 规模	经济损失 (万元)
新庄煤	5.48	5.82	1.06	2	大型	1048
车集煤	0.37	1.42	3.84	2.5	大型	160
陈四楼	3.74	5.6	1.5	3.4	大型	5000
城郊煤	0.18	0.2	1.11	2	大型	80
合计	9.77	12.84				6288

义煤集团沉陷特征表

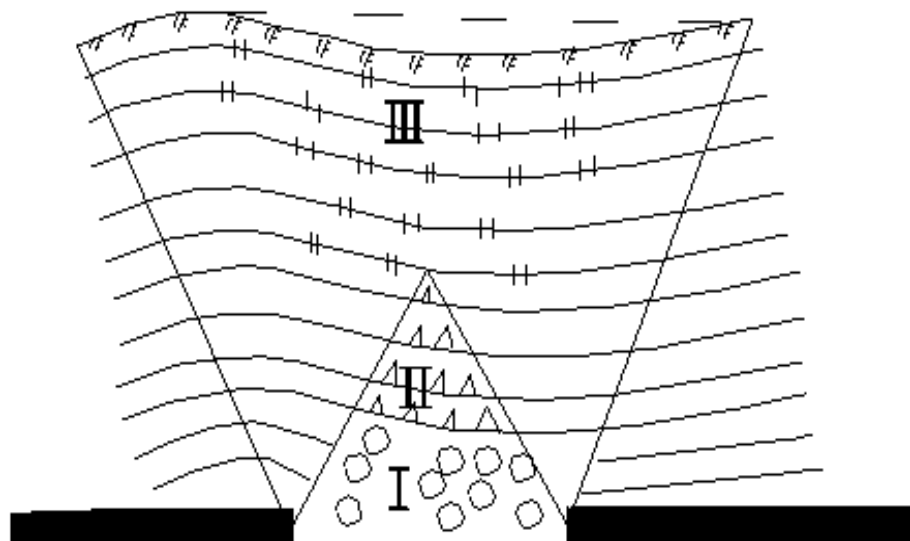
表 4—8

矿 区 名 称	采空区 面 积 (km <sup>2</sup> )	沉陷面 积 (km <sup>2</sup> )	沉陷面积 与采空区 面积之比	沉陷区 下沉值 (m)	沉陷 规模	威胁户数(户) 及经济损失 (万元)
千秋矿	12	16.6	1.38	15	大型	262, 1000
跃进矿	6	9	1.5	6	大型	300, 600
常村矿	7.15	9.36	1.31	4.5	大型	7800
杨村矿	3.7	5.7	1.54	5	大型	1200
曹窑矿	0.99	1.31	1.32	2.35	大型	621
合计	29.84	41.97				562, 11221

鹤壁煤业集团沉陷特征表

表 4—9

矿 区 名 称	采空区 面 积 (km <sup>2</sup> )	沉陷 面积 (km <sup>2</sup> )	沉陷面积 与采空区 面积之比	沉陷区 下沉值 (m)	沉陷 规模	威胁资产 (万元)
第二煤矿	5.14	6.7	1.3	3.1	大型	1598.6
第三煤矿	4.96	5.33	1.07	5.5	大型	1000
第四煤矿	8.42	11.08	1.32	7.5	大型	3868
第五煤矿	2.81	3.2	1.14	4	大型	3000
第九煤矿	2.68	6.7	2.5	6.5	大型	3500
第十煤矿	0.15	0	0	0		
第八煤矿	2.99	3.62	1.21	5	大型	1500
第六煤矿	4	4.67	1.17	4	大型	3000
合计	31.15	41.3				17466.6



I —冒落带； II —裂隙带； 弯曲带III

图 4—2 覆岩移动上三带示意图

被采出以后，采空区在自重及其上覆岩层的压力下，产生向下弯曲和移动，当顶板岩层的拉张应力超过该层岩层的抗拉强度时，直接顶板首先发生断裂和破碎并相继冒落，接着上覆岩层相继向下弯曲、移动，进而发生断裂和断层，随着采矿工作面向前掘进，采动影响的岩层范围不断扩大。当矿层开采的范围进一步扩大到某种程度时，在地表就会形成一个比采空区大的多的盆地，从而危及地表建筑物和农田。

由于上覆岩层的采动，地面变形产生地面下沉盆地或开采塌陷盆地，它的范围总是大于采空区的范围，按地面变形破坏程度不同，可划分为边界区、危险区与断裂区。如图 4—3 所示，边界区仅发生很小的下沉，一般不影响地面建筑物的正常使用；危险区中则地面发生一系列地裂缝，建筑物将破坏或倒塌。

#### 4.2.1.3 开采沉陷的模式及危害

根据调查，开采沉陷的形态特征表现为多样性和不重复性。平面形态表现为长条形、椭圆形、近圆形、串珠形、环状线形和不规则形；剖面形态表现为移动盆地、圆柱形、圆锥形，开采沉陷的形态虽然多种多样，危害也不尽相同，但根据各矿区地质环境背景条件，开采沉陷可以归纳为三种模式：即冒落式开采沉陷、沉陷式开采沉陷和地堑式开采沉陷。

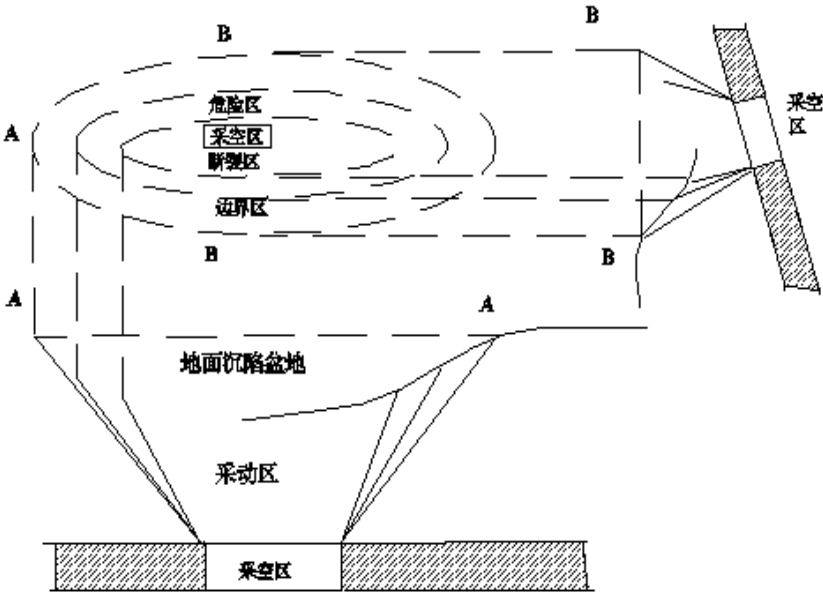


图 4—3 地下采矿引起地面变形破坏的特征

## 1、沉陷式开采沉陷

### ①沉陷式开采沉陷形成模式

沉陷式开采沉陷主要分布于焦作煤矿区、郑州、新密、宜洛、平顶山东郊煤矿区大多数位于丘陵向平原过渡地带，永城煤矿区位于豫东平原，地势相对平坦。且煤系地层上覆厚层的第四系沉积物。松散层厚一般 40—100m，岩性以亚粘土、粘土、淤泥质为主，可塑。煤层采空后，煤层上覆岩层发生沉陷，松散层发生塑性变形，波及地表之后，多在采空区上方形成一个比采空区面积大的多的沉陷盆地（移动盆地），其形成模式见图（4—4）所示。当采空区布置许多平行回采工作面时，其地表形成波浪式连续沉陷盆地，如永煤集团陈四楼矿，连续分布多个移动盆地。

### ②沉陷式开采沉陷的特殊危害

沉陷式开采沉陷的特殊危害是地面形成槽形移动盆地，改变了地表水、地下水的流向，在沉陷区内长年或季节性积水，使土地完全不能耕种。如永煤陈四楼矿地区常年积水，积水面积达 500 公顷。严重影响生态环境。

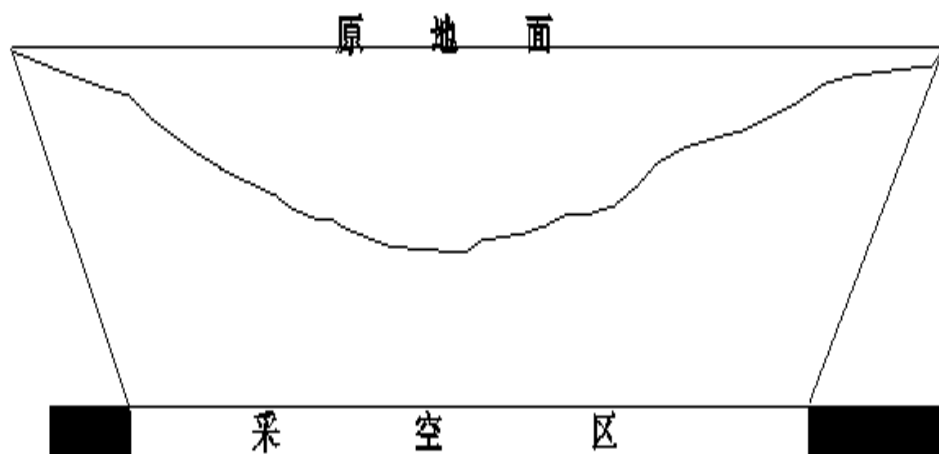


图 4—4 地表移动盆地

## 2、地堑式开采沉陷

### ①地堑式开采沉陷形成模式

地堑式开采沉陷主要分布中低山丘陵区，地层以石炭系、二迭系为主，上覆松散层较薄，岩性以砂岩、泥质软硬互层为主。我省主要为：安阳、鹤壁、三门



峡、郑州的荥巩登封、平顶山韩梁等煤矿区。

由于受地形、地貌的影响，沉陷后形成局部漏丰式的沉陷坑和锯齿状地裂缝，有些形成陡坎地形，通常不积水，如登封水峪沉陷区，沉陷形成 1—3m 高陡坎。沉陷坑往往规模不大，但密集分布，呈鸡窝状，有时被地裂缝贯通。即使地下大面积开采形成移动盆地涉及地表，由于地形、微地貌单元的分割，地表变形特征也不同于平原区沉陷盆地，局部地形较平坦地段陷坑明显，沉陷加剧地表起伏，垂直变形表现显著，形成规模较大的切割多个微地貌单元的地裂缝，并易引起山体开裂坡体滑坡、崩塌、沉陷区范围内所有部位变形破坏性都较大。如安阳、鹤壁、三门峡、平顶山西部矿区、郑州荥巩、登封煤矿区都呈现这种特征。主要地层物理力学性质见（表 4—10）。

#### ②地堑式开采沉陷的特殊危害

地堑式开采沉陷广泛分布，其特点是存在一系列平等或弧状落差裂表缝，在丘陵山区，最大危害是形成崩塌、滑坡或山体滑移，威胁生命财产安全。

### 4.2.2 地面塌陷

初步调查金属矿山开采引起的地面塌陷地 49 处，塌陷面积累计 440.5 公顷。经济损失 1245.62 万元见（表 4—11），地面塌陷比较集中，规模比沉陷小，塌陷方式主要为冒落式塌陷，主要分布在安阳铁矿、栾川康山金矿、红庄金矿、三道庄钼矿、南泥湖钼、文峪金矿、灵宝小秦岭金矿区等矿区。

#### ①冒落式开采塌陷形成模式

据调查，河南省重点矿区冒落式开采塌陷主要分布于义马矿区侏罗系煤系地层中和大多数金属矿区，如：灵宝、嵩县金矿区、栾川钼矿区。根据顶板岩石物理力学性质分析，冒落式塌陷分布于顶板为坚硬岩石的采空区，当采空区顶板岩层达到极限单向抗压强度时，顶板岩层发生断裂，顶板或覆岩产生冒落，冒落塌陷。

#### ②冒落塌陷的特殊危害

冒落沉陷的特殊危害主要是顶板突然冒落，并伴随塌陷地震，且震级随回采率、煤柱大小，采空区面积大小有关。由于其突发性，往往造成巨大的人员伤

亡和财产损失。

### 4.2.3 地裂缝

#### 4.2.3.1 地裂缝的分布、规模及特征

本次调查地裂缝地质灾害共 324 条，多分布在煤矿区，金属矿区分布很少。比较典型的为：平煤集团 21 条、郑煤集团 25 条、焦作矿区 40 条、鹤煤集团 7 条、义煤集团 9 条；金矿 4 条。典型地裂缝特征见表 4—12。

地表裂缝的分布都是和一定的矿产分布密切相关的，地裂缝空间分布总是受采空区的范围和方向控制。特别是有煤矿的地方，几乎都有地裂缝的发育。

采矿引起的地裂缝并非地表沉陷一开始就产生的，而是地表点的主应力达到一定值后才开始逐步形成的。地表一点达到此应力值时的已开采面积（即裂缝临界开采面积）的大小取决于开采深度，开采厚度，上覆岩土层的物理力学性质和岩土结构等因素，产生裂缝的应力值则取决于地表土的物理力学性质。

因采矿引起的地裂缝在地表的表现好似纵横延伸、形态各异，实际上它们的显现确有一定的规律。

鹤煤四矿力学性质

表 4—10

试验项目 试材编号		干燥情况下抗压 强度（kg/cm <sup>2</sup> ）	饱和情况下抗压 强度（kg/cm <sup>2</sup> ）	吸水率 （%）	备注
二煤顶	1	435	425	1.10	压力方向均 与纹理垂直
	2	311	361	1.16	
	3	298	218	1.36	
二煤底	1	505	210	0.99	试件尺寸 5cm <sup>2</sup>
	2	418	344	0.77	
	3	296	338	0.84	

全省金属矿区地面塌陷基本情表

表 4—11

企业 规模	企业 个数	采矿场占地面积 (公顷)	塌陷		
			塌陷 个数	塌陷面积 (公顷)	经济损失 (万元)
大	12	78.73	4	50.02	100.04
中	25	234.59	6	320.79	276.0
小	4036	4133.42	39	73.06	869.58
合计	4073	4446.74	49	443.87	1245.62

由于矿产开采的规模大小各异，从而产生的采空区规模也就各不相同。采矿引起的地裂缝在地表的形态是各种各样的，地裂缝的地表形态特征包括其规模、地表的形态、地裂缝的微细结构，地裂缝的错距。就采煤来说，大型煤矿采空区一般都是比较规则的，地表变形也是逐渐变化的，在沉陷盆地的外边缘区产生的拉张裂缝也是呈规律分布的，一般呈线型分布在采空区沉陷边界上，大致与采空面相互平行。

地裂缝的宽度主要是受拉张应力的作用大小控制，同时也和上覆土的土质性质、岩土的物理力学性质有很大关系，在调查的地裂缝中最宽可达 5m。照片（鹤壁煤矿区）。

地裂缝的深度受矿产的采厚比、开采规模、上覆岩土层的组合关系、岩土力学性质的众多因素影响，在调查的地裂缝中最深可达 30m。

地裂缝的发育，不该在平面上或在剖面上，其形态总是以一定图形显示出来，因此地裂缝的形态总是和一定的图形相联系的。在平面上，单条地裂缝实际并不是一条简单的直线或曲线，而是一条不规则的线。在一般情况下，往往是若干条地裂缝组合在一起的，任何一条地裂缝在平面上总是有一定的走向，在调查的地裂缝中，很大部分的地裂缝都是直线延伸的，部分地裂缝在地表表现为弧形。

地裂缝的垂直形态也是多种多样的。一般来说，平直光滑的地裂缝面为数较少，而那些凹凸不平的地裂缝面却比比皆是，大都近于  $90^\circ$ ，凹凸不平的地裂缝面的倾角则常常变化不定，甚至出现倾向相反的现象，裂缝一般表现为上宽下窄，多显示出“V”形，也有的显槽形和漏斗形。

在调查的地裂缝中，最长的地裂缝是平顶山娘娘山地裂缝达 4500m。照片（平顶山煤矿区）。

#### 4.2.3.2 产生机理

地裂缝是地下矿产开采后，其上覆岩层与底板岩层的应力平衡状态遭到破坏，从而产生移动，变形和破坏的一种现象。地下矿产采出后，采空区顶板岩层在自重及其上部覆岩作用下，向下弯曲、移动。当其内部拉应力超过岩石强度极限时直接顶板便断裂，破碎而冒落。其上部的老顶岩层以梁或悬臂梁弯曲的形式，沿层面的法线方向移动、弯曲，进而产生断裂和离层。随回采工作面推进，新

典型地裂缝特征表

表 4—12

地 点	坐 标	走 向	长 度	宽 度	可见 深度	规模	危 害
鹤煤集团第二煤矿	N: 35°58' 46" E: 114°10' 20.3"	200°	300m	0.2—0.10m		中	房屋 5 座
鹤煤集团第二煤矿	N: 35°58' 41.6" E: 114°09' 42.9"	275°	400m	0.30—0.40m	1.5m	中	改变农田
鹤煤集团第三煤矿	N: 35°57' 17.6" E: 114°11' 16.4"	220°	500m	1.1m		中	改变农田
鹤煤集团第四煤矿	N: 35°59' 21.6" E: 114°10' 0.1"	168°	400m	1.6m		中	损失
鹤煤集团第五煤矿	N: 35°55' 24.3" E: 114°10' 29.4"	335°	300m	0.3m		中	耕地废弃
鹤煤集团第九煤矿	N: 36°00' 58.4" E: 114°08' 39.8"	270°	1500m	1.3m		大	改变农田和破坏房屋 影响 3 个村庄
鹤煤集团第九煤矿	N: 36°01' 19.1" E: 114°08' 46.0"	135°	1500m	2m		大	
鹤煤集团第九煤矿	N: 36°01' 23.6" E: 114°08' 47.1"	150°	1000m	2.5m		大	
郑煤集团超化矿太平矿区	N: 34°26' 35" E: 113°16' 18.9"	60°	3000m	0.10—0.30m		大	破坏房屋 100 余间
郑煤集团超化矿裴沟矿区	N: 34°29' 26.9" E: 113°27' 57.8"	80°	100m	0.4m	1.5m	中	
平顶山高庄矿	N: 33°53' 38.9" E: 112°50' 39.0"	315°	4500m	4.5m	1—4m	大	
灵宝市大湖金矿	N: 34°27' 50.9" E: 110°37' 2.3"		400m	0.4m	0.3m	中	
安阳大众煤矿	N: 36°12' 8.1" E: 114°05' 55.6"	220°	300m	0.4m		中	破坏南鲁山、西鲁山村庄
安阳龙山煤矿	N: 36°04' 42.8" E: 114°06' 24.4"	270°	600m	0.4m		大	对农田灌溉有轻微影响
栾川红庄金矿	N: 34°06' 20" E: 111°20' 50"		1200m	0.6m		大	房屋开裂破坏
义马集团观音堂煤矿	N: 34°43' 13.1" E: 111°31' 23.7"	160°	1000m	0.1—0.6m		大	两个村庄搬迁, 费用 240 多万元

采动后的上覆岩层也随之移动，当采空区范围达到一定大小时，岩层移动过程将发展到地表，随着回采工作面的继续推进，在地表将形成一个范围较大的洼地—沉陷盆地。

由于开采深度、开采厚度、采煤方法、顶板管理方式等因素的不同，地表移动和变形的形式也不一样。当开采深度与采厚比值较小时，地表可能出现较大的裂缝或塌陷坑，这时，地表的移动和变形在空间和时间上都是不连续的，即渐变中有突变，它们的分布没有严格的规律性，这种情况为非连续的地表破坏。而开采深度与采厚的比值较大时，地表不出现大的裂缝和塌陷坑，这时地表的移动和变形在空间和时间上是连续的、渐变的，它们的分布有明显的规律性，这种情况为连续的地表变形。

我省非连续性地表变形较为突出的有鹤壁矿区、安阳矿区、济源矿区、三门峡矿区和平顶山西部矿区。而永城矿区、郑州矿区、平顶山东部矿区则表现为连续性地表变形。

#### 4.2.3.3 形成模式及危害

##### (1) 形成模式

根据调查，矿山形成的地裂缝形态特征主要表现为直线形、弧形、折线形、不规则形等。地裂缝的形成模式可概化为移动盆地边缘拉张裂缝带、地堑式群缝带、冒落环状裂缝带和不规则裂缝带四种类型。

##### ①移动盆地边缘拉张裂缝带型

主要分布于地形较为平坦的郑州矿区、永城矿区和平顶山东部矿区。该裂缝带位于采煤所形成的移动盆地的外边缘，其走向大致平行于煤矿采空区，形态特征以直线型为主。裂缝力学性质为张性，落差较小。

##### ②地堑式裂缝群带

我省大多矿山皆有分布，主要分布于中低山、丘陵地区，地形高差较大，以石炭、二迭、侏罗系地层加第四系薄层覆盖层为主的地区。比较典型的有鹤壁矿区、义马矿区。裂缝位于煤矿较大采空区上方及周边，形成地堑式开采塌陷，裂缝形态以直线形、弧形、不规则形为主，落差较大，滑移明显，裂缝带规模较大，土地破坏严重。

### ③冒落环状裂缝带

主要分布于金属区，裂缝带位于冒落式塌陷的周围，形态特征以环状为主，部分呈弧状。裂缝带规模一般较小，落差不明显。

### ④不规则裂缝带

我省分布比较普遍，主要分布于中小型煤矿采空区上方，一般情况下不出现开采塌陷，仅表现为地裂缝，裂缝形态特征以直线、折线、不规则为主，地裂缝规模一般较小，土地破坏较轻微。

## （2）地裂缝造成的危害

本次调查地裂缝 324 条，经济损失 9445.3 万元，主要危害对象为：地裂缝严重破坏耕地，宽大裂缝即使复垦 2—3 年，但在雨季仍可见到裂缝痕迹或裂缝冲穴，土地复垦难度较大。另外，地裂缝破坏铁路、公路、大路、乡间小道以及水利、电力设施都较为普遍。其中危害最大的是破坏居民住宅，威胁人民群众的生命财产安全。

## 4.2.4 崩塌、滑坡、泥石流

### 4.2.4.1 崩塌

本次工作调查崩塌 16 处，经济损失 24.3 万元，这些崩塌大多与采矿有直接关系，其中 15 处基岩崩塌，1 处为黄土及松散堆积物崩塌，这些崩塌规模不很大，造成的损失主要是对耕地、道路的破坏，比起其它的地质灾害类型规模和损失较小。

### 4.2.4.2 滑坡

本次共调查滑坡 15 处，经济损失 864.6 万元，按滑坡坡体岩类划分，基岩滑坡 4 处，占 27%；黄土滑坡 6 处，占 40%；其它滑坡 5 处，占 33%。按规模分级，小型滑坡 10 处，占 67%，中型滑坡 3 处，占 20%；大型、巨型滑坡 2 处，占 13%。比较典型的有义马北露天矿滑坡、平顶山矿区娘娘山滑坡，义马跃进煤矿山体滑坡。

黄土滑坡分布于斜坡上，滑坡体和滑床均为黄土，在黄土层中夹有粘性很强的古土壤层，隔水性好，遇水岩性变软，可塑性强，往往成为滑坡形成的滑动面。

黄土滑坡滑体整体下滑后，后缘形成拉张裂缝。滑体上形成许多阶梯状陡坎横向裂缝，或平行延伸，成交错展布，土层疏松，不宜耕种。黄土滑坡大多分布在沟谷，滑体向沟底滑移，前缘逐渐被流水冲走，造成水土流失。基岩滑坡主要发生在石炭、二迭系地层中，滑动面为薄煤层或薄层泥页岩，滑体为厚层状坚硬的砂岩。滑体砂岩因整体下滑形成平台。若砂岩上盖有砂质泥岩时，这些砂质泥岩常因挤压而破碎，后缘形成拉张裂缝。

露天开采的矿产排土场滑坡，这类滑坡既不同于基岩滑坡，又有别于黄土滑坡，滑体和滑床均为矿抗挖土、石混合排弃物。

#### 4.2.4.3 泥石流

本次调查矿区泥石流灾害共 32 条，主要为灵宝小秦岭矿区 20 条、栾川钼矿区 8 条、嵩县祁雨沟金矿区 1 条。其它零星分布。

##### (1) 特征

##### ①泥石流的发生条件。

一是有降雨和地形条件。二是物源条件。泥石流的规模与矿山坑口数量，开采规模大小，开采历史密切相关。沟内坑口数量多，规模大，堆积的废石矿渣量就多，开采时间长，历史积留的物质就多，形成泥石流的规模就大。我省泥石流发育规模较大的是小秦岭金矿区和栾川钼矿区。小秦岭金矿区内大西峪、枣乡峪、大湖峪、杨砦峪等 9 条沟谷流域内集中分布 30 家矿山企业，沟内坑口密布，废石尾矿堆积量巨大，最小的苍珠峪 的堆积量也有 13 万  $\text{m}^3$ ，最大的枣乡峪、大湖峪达 240 多万  $\text{m}^3$ 。栾川上房沟、三道庄钼矿区露天开采剥离的废石、土及尾矿堆积量近亿吨，潜在巨大的危害。分布不太集中的矿山废石产生量较少，一个坑口的废石量一般在 0.5—1.5 万  $\text{m}^3$ ，所以泥石流的规模相对较小，但尾矿库溃决引发的往往是大型泥石流。

②泥石流发生的时间分布相对集中。泥石流多集中发生在 6—9 月，多在暴雨的激发下突然发生。

③泥石流灾害损失大。无论规模大小，一旦发生泥石流，危害的目标物多，危害程度大，在泥石流活动范围内的所有对象，都有可能被泥石流冲击摧毁，形成严重灾害。

## （2）危害

①危害矿山，矿区是人类活动和工程建设的集中分布区，受地理条件的限制，矿山厂房、宿舍、设施等都建在沟谷两侧较平坦的凹地，处于泥石流的形成区和流通区内，一旦发生泥石流是道貌岸然当其冲的危害对象。

②危害下游城镇、村寨。山区城镇和村寨受地质条件限制，多建在沟谷内或沟口，城镇人口居住集中，一旦受泥石流冲击将造成人员伤亡和巨大财产损失。如小秦岭的几个泥石流沟内分布着许多村庄及许多矿工临时居住地。安阳李珍铁矿黄岭尾库东副坝（现尾矿已高出 2m 多）下即是安阳市重镇铜冶镇。栾川冷水镇麦秸沟铅锌矿尾矿库下是冷水镇政府所在地、医院、学校和厂矿。

③破坏生态环境。泥石流沟流域内由于大面积的面状侵蚀，使土地瘠薄、农田被毁。强烈的沟通侵蚀破坏了两岸坡体的稳定，滑坡、崩塌发育，地质生态环境脆弱。

泥石流在其搬运的过程中，具有强大的冲击力，几乎能摧毁阻碍它流动的所有障碍物，有些泥石流一次能把数百万方的固体物质搬运出沟谷，甚至把行进途中的城镇、村寨、道路、农田等设施一扫而光。现将本次调查中发现的两起典型泥石流地质灾害叙述如下：

1996 年 8 月嵩县祁雨沟泥石流冲毁房屋 500 间，汽车 16 辆，冲走金精粉 56 吨，沟内耕地 4.67 万  $\text{m}^2$ ，正在开会的 36 位职工死亡，4 人重伤，经济损失 1260 多万元。

1994 年 7 月，突降暴雨，大西峪文峪金矿尾矿坝坍塌，洪水夹带废渣和沟谷内堆放的大量废石形成泥石流，造成 51 人死亡。1998 年 7 月该沟再次发生泥石流灾害，毁坏矿区公路 16km，桥梁涵洞 10 多处，变压器、空压机等大型矿山设备数台，供电、通讯中断，经济损失 473 万元。

### 4.2.5 矿坑突水

矿坑突水是煤矿区主要地质环境灾害之一。是指采掘过程中，矿层周围的地下水、老窖积水突然涌入或溃入矿井。轻者增加矿井排水量，增加开采成本，重者造成淹采区或淹井事故。不但恶化工人们的劳动条件而且威胁工人的安全生



产，同时给国家造成巨大的经济损失，乃至受水害威胁的矿产资源不能及时开发利用。

按突水点与开采煤层所处的相对位置可分为顶板突水，底板突水和煤柱突水。我省受威胁最为严重的为下伏石炭，奥陶系的灰岩岩溶水，即底板突水，其来势猛，危害大。本次调查我省主要煤矿区发生矿坑突水及突水情况见表 4—13。

#### 4.2.6 井田热害

河南省石炭—二叠纪煤田，各煤田地温梯度变化规律为由北而南增大，北部鹤壁为  $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ，中部禹州为  $1.9\text{—}2.2^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ，南部平顶山为  $3.2\text{—}3.5^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 。

在具有地温异常分布的豫西地区，一级热害面积为  $150\text{km}^2$ ，二级热害为  $121\text{km}^2$ ，已发现具有地温异常的矿区有平顶山矿区、新郑矿区、禹州梁北一号井田、永城矿区。在平顶山矿区已发生多起井田热害，如 1971 年 10 月，八矿东风井发生井下热害，突然涌出温度高达  $37^{\circ}\text{C}$  的热水，导致井下作业人员发生多起呕吐、中暑、传染性温疹等病例。

### 4.3 矿业开发占用及破坏土地资源情况

河南省因矿业开发引起的土地破坏点多面广，程度各不相同，情况十分复杂，本次工作有一些数据是在野外现场利用 GPS 定点、罗盘定向、皮尺丈量、实测得来的。部分数据根据开采平面图，结合现场调查和地表移动参数确定塌陷边界计算而来，遗漏较少，准确性较高。特别是 90 个大中型企业占用破坏土地情况，本次调查全部做了实地核查。全省各矿山企业占用、改变破坏土地状况统计表可知采矿场占地 9079.67 公顷、固体废料场 1703.93 公顷、尾矿库 721.99 公顷、地面塌陷和地面沉陷 34683.3 公顷、各矿山企业占用、改变破坏土地数总量为 46187.7 公顷。各矿山企业占用各类土地情况见（表 4—14）。大型企业占用、改变破坏土地数量为：21834.54 公顷、中型企业 11772.64 公顷、小型企业占用、改变破坏土地数量为 12580.51 公顷。大、中、型企业占用、改变破坏各类土地数量情况见（表 4—15）。各地（市）矿山企业、占用、改变破坏土地数量情况见（表 4—16）。

主要突水矿区突水情况简表

表 4—13

矿区	矿井	突水量 (m <sup>3</sup> /分)	水流	突水道	突水原因	备注
鹤壁矿区	九矿	68.2	O <sub>2</sub>	断层 F913		大小突水 100 多次 淹井
	马庄矿	225	O <sub>2</sub>	F40		
	五矿	20.2	L6	NE77° 断裂		
	三矿	4.7				
	二矿	6.9				
新密矿区	东风矿	13.3	O <sub>2</sub>	破碎带	揭露断层	突水 100 多次 , 淹井 10 多次
	王庄矿	10.5	C <sub>3</sub> L <sub>2-8</sub> , O <sub>2</sub>	F, 岩溶裂隙	揭露断层	
	梁沟矿	23.3	O <sub>2</sub>	F	揭露断层	
	米村矿	75.3	C <sub>3</sub> L <sub>7-8</sub> O <sub>2</sub>	岩溶裂隙	揭露断层	
	芦沟矿	16.7	C <sub>3</sub> L <sub>25</sub> , O <sub>2</sub>	破碎带	揭露断层	
	龙湾井	933	洪水灌入			
焦作矿区	中马矿	1200	C <sub>3</sub> L <sub>1</sub>	构造	断层导通底板 L <sub>1</sub> 水	建矿以来共发生 900 次突水, 生产淹井 20 多次
	演马矿	320	C <sub>3</sub> L <sub>1</sub> , 贯通老井	构造	断层导水	
	冯营	85	C <sub>3</sub> L <sub>1</sub>	构造	防水煤柱不足	
	韩王矿	24	C <sub>3</sub> L <sub>1</sub>		断层, 裂隙发育, 排水量小	
	朱村	25.4	C <sub>3</sub> L <sub>1</sub> -O <sub>2</sub>	构造	断层, 裂隙发育, 排水量小	
	九里山	34	C <sub>3</sub> L <sub>1</sub> -O <sub>2</sub>	构造	构造复杂	
平顶山矿区	七矿	23.3				
	十一矿	5.6				
	十三矿	7.2				
义马矿区	千秋矿	27.6				
	观音堂	6.5				
永城矿区	车集	1.7				
	城郊	1.7				
济源	济源矿	>100				
荥巩矿区	新中矿	3.3-60.5	顶板	F	断层破碎带, 地表水渗漏	突水 40 多次, 淹井 5 次
	王河矿	0.75-16.8	顶板	F	背斜轴部拉张裂隙	
	徐庄矿	3.9-20	顶板	上覆岩裂隙	苍道揭露裂隙断层	
	小关矿	3.3-10	顶板	F	降水、洪流	
	半河矿	0.8-23.3	顶板	上覆岩裂隙	地表水渗漏	

总之，按企业规模划分，大、中型企业占破坏土地面积较大，其中大型矿山企业占用、改变及破坏土地数量表占 47.27%；中型矿山企业占用、改变及破坏土地数量表占 25.5%；小型矿山企业占用、改变及破坏土地数量表占 27.4%。按地区划分，占用破坏土地较为严重的地区为平顶山地区、三门峡地区、焦作地区、鹤壁地区和郑州地区，分别占全省破坏土地面积的 35.8%、11.7%、9.6%、7.0%、19.4%。按矿种划分，煤矿占用破坏土地程度尤为严重，金矿、铝钒土矿次之。

**矿山企业占用、改变及破坏土地数量表**

表 4—14

类型	采矿场 (公顷)	固体废料场 (公顷)	尾矿库 (公顷)	地面塌陷和地面沉陷 (公顷)	总计 (公顷)
耕地	3623.16	402.62	92.98	28130.98	32249.74
林地	632.18	134.59	130.19	624.34	1521.29
草地	445.30	96.75	41.71	342.99	926.76
其它	4377.83	1069.96	457.10	5585.00	11489.90
合计	9079.67	1703.93	721.99	34683.30	46187.7

**各类型矿山企业占用、改变及破坏土地数量表**

表 4—15

企业类型	耕 地	林 地	草 地	其 它	合 计
大 型	18779.05	139.48	95.9	2820.11	21834.54
中 型	7020.45	855.55	333.2	3563.44	11772.64
小 型	6450.24	526.27	497.66	5106.34	12580.51
总 计	32249.74	1521.29	926.76	11489.9	46187.7

全省各市矿山企业占用、改变及破坏土地面积统计表

表 4—16

地 区	耕 地 (公顷)	林 地 (公顷)	草 地 (公顷)	其 它 (公顷)	合 计 (公顷)
郑 州	7842.9	68.96	85.45	984.16	8981.47
洛 阳	115.21	100.60	49.80	795.83	1061.43
平顶山	13176.83	15.17	78.45	3262.98	16533.43
三门峡	1739.13	99.23	154.58	3396.51	5389.45
鹤 壁	1851.20	805.74	0.66	591.35	3248.95
安 阳	806.45		15.0	286.76	1108.22
濮 阳	281.7	6.0		5.23	292.93
焦 作	3678.68	155.57	19.38	567.69	4421.32
驻马店		6.0	37.6	308.04	351.64
新 乡	107.63	0.20	0.01	54.39	162.24
济 源	504.29	10.78	7.37	105.91	628.35
信 阳	24.2	51.20	14.3	219.06	308.75
南 阳	165.66	200.84	456.74	780.07	1603.31
商 丘	1912.47	1.00		3.50	1916.97
许 昌	10.68		5.92	125.74	142.34
漯 河	35.6			1.30	36.9
周 口					
开 封					
总 计	32252.63	1521.2	925.26	11488.52	46187.70

### 4.3.1 露天开采对土地资源的影响

我省露天矿开采的矿产种类繁多，如铝土矿、铜矿、铅锌矿、煤矿、珍珠岩和膨润土、石灰岩等。开产这些矿产对土地资源和环境的影响主要发生在基建和生产过程中。

(1) 露天矿建设期间。矿山生产区、办公区，以及生产基础设施和交通运输系统的建设都占用土地，建设过程中必将对矿区原有的土地、水系、植被和大气等生态环境造成一定影响。

(2) 露天矿生产期间。首先是矿区开采上覆岩层和表土的剥离，需进行大规模的开挖，其开挖面积和速度取决于露天矿的规模和生产能力。开挖范围内原有

的土地和生态环境将被彻底破坏，同时可能对周围的土地、水文、植被和大气造成不利的影响，其中最主要的是水土流失，地下水位降低和生态环境恶化。其次是开挖出来的土石方需另地存放，即大量剥离物存放场要压占土地，其压占土地的面积则取决于剥离量和堆存方式，这与井工开采时煤矿煤矸石排放场的情况相似，但其堆放量和占地面积将远比煤矸石多。压占区的土地和地面附着物将被彻底掩埋而丧失，对生态环境的影响程度则与排放场的位置和剥离物本身的理化性质有关。

(3) 采石场对植被和生态环境的破坏比其它矿产露天开采更为严重。这类矿山企业点多面广，开采没有任何设计或保护措施，倚坡开挖，露天作业，随意性很大。特别是在一些石灰岩采石场，往往是多用途开采，一方面直接将荒料运走，作为建筑材料或水泥生产原料，另一方面就地烧制石灰，并对生石灰进行粉碎和过筛，这样不但将开挖区植被全部破坏，而且在风的作用下将石灰粉吹到周边一定范围内把植被烧死。另外频繁的放炮振动对环境也造成一定的影响。

#### **4.3.2 井下开采对土地资源和生态环境的影响**

河南省的矿产大多数为井下开采，井下开采对土地的压占破坏及对环境的影响主要有两个方面：一是矿区地表塌陷、沉陷，二是废渣及采矿场压占，从现场调查资料分析，废渣及采矿场压占破坏土地的数量较少，大约只占矿区破坏土地的 26%，而采矿沉陷土地面积一般要占到矿区土地破坏总面积的 74%，所以采矿破坏土地的数量以沉陷为主，特别是煤矿区尤为突出。采矿沉陷对土地资源和生态环境的影响主要有以下几个方面：

(1) 采矿塌陷可使沉陷范围内的地表发生垂直沉降。如果地下水水位较浅，或有外来水源排入，或因大气降水，就可能造成塌陷区积水而淹没土地。

(2) 采矿沉陷区沉降和移动不均衡，使沉陷区产生不同的附加倾斜、弯曲，裂缝甚至滑坡或崩塌，使土地本身可利用性及其附着物受到破坏。如耕地变得起伏不平或支离破碎，造成水、肥、土壤流失，耕作难度加大。根据调查情况来看，除采动形成的崩塌、滑坡等突发性灾害破坏以外，农作物和果树因塌陷影响减产的比例，一般轻度破坏不会超过原产量的 5—10%，中度破坏减产不会超过原产

量的 20—30%。地面建筑物、构筑物、水利、交通、电力等工农业生产设施因采矿塌陷而遭受不同程度的破坏。

(3) 采矿塌陷引起的地表沉降和裂缝可能在一定程度上改变地表径流方向和汇水条件,使部分地表水沿裂缝渗入地下,同时也可使地下水沿上覆岩层采动裂缝渗入采空区或深部岩层,从而使矿区地表水减少,潜水干涸,井、泉断流,同时使地下水位降低,甚至使上覆岩层中的含水层遭受破坏。地表水通过采动裂缝渗入地下的同时,地表污水也随之进入含水层,从而污染地下水源;地下水通过采动裂缝进入采空区时,又可能受到采矿污染;矿坑水通过排水系统排放到地表水系中又使地表水系受到污染,因而矿区水环境将不断恶化。而水环境的恶化又将进一步导致整个矿区生态环境的进一步恶化。

### 4.3.3 矿山环境地质卫片解译

遥感解译作为本次调查的一种辅助手段,采用 2000 年美国 Landsat—ETM 卫星的图像,对主要矿区的地面沉陷、采场、尾矿库、废渣堆等矿山环境地质问题进行了解译。并填写了遥感解译登记表,其汇总结果见(表 4—17),本次的解译方法主要用目视法:在实地调查过程中,根据实地情况在卫片上的反映建立解译标志,进行解译,并对所调查矿山企业填报的数据进行核实和验证,建立了影像数据库,为矿山企业的动态监测提供了基础资料。

矿山环境地质遥感解译成果汇总表

表 4—17

环境地质问题	图斑数量	面积(公顷)
地面沉陷面积	5	397.47
煤矸石占地面积	47	355.61
废石、废渣占地面积	16	740.34
尾矿占地面积	53	468.39
露天采场占地面积	36	1093.41
合 计	157	3055.22

## 4.4 矿业开发对地下水系统的影响与破坏

目前开发利用矿产主要为煤、金、铝土矿、钼矿、铁矿、铜、铅矿等,但由于金、铝土矿、钼矿、铁矿的开采面积和深度,规模等远不及煤矿,因而对水资源和水环境的影响要比煤矿的影响小的多,所以下面重点就煤矿开采对水资源的

影响进行分析。

#### 4.4.1 煤层与含水层组合特征

河南煤田地质构造、沉积环境和区域水文地质条件特征分析，煤层与含水层、隔水层组合有以下特征：煤层、含水层与隔水层三者共同赋存于一个地质体中，一般为同期沉积。三者具有独立的成层特征，但又有互层关系。同时受沉淀环境影响，在层厚上有厚薄和尖灭的变化规律。三者都受后期构造的影响，被断层切割成块状或被褶皱挤压成厚薄不一的特征。

煤层、含水层、隔水层、弱含水层均为交互相沉积，共存于同一系统中。其中煤层夹于含水层中，其顶底板均有含水层和隔水层，因此煤层开采时，在采区范围内，含水层要受到影响，地下水天然条件下的补、径、排关系也要发生变化。

#### 4.4.2 矿业开发对地下水资源的破坏

煤矿开采直接影响的地下水是煤系地层裂隙水、岩溶水。根据河南省煤层与含水层组合特点，采煤过程中排水量变化规律及影响矿坑排水量的因素等条件。煤层开采后由于顶板的冒落，使采空区上覆含水层遭到破坏，原来储存于含水层中的水在短时间内排空，在开采深部煤层时，煤系地层下伏含水层遭到破坏后，特别是奥灰含水层，矿井涌水量迅速增大，然后随着时间的延长，排水量逐渐趋于相对稳定，其破坏是永久性的。矿井涌水量与降水及地表水体关系密切，随着深度的加大，矿井涌水量与煤系本身所含含水层与下伏含水层的富水性有关。如焦作、鹤壁、新密煤田。矿井涌水量与下伏奥陶系灰岩水关系十分密切。

煤矿开采对水资源的破坏除了可计量的直接损失外，更为重要的是对生态环境的扰动，而这种扰动所产生的影响更具广泛和深远性。

①改变了地下水自然流场及补、径、排条件。由于煤，水资源共存于一个地质体中，在天然条件下，各有自身赋存条件及变化规律，煤矿开采打破了地下水原有的自然平衡，局部由承压转为无压，导致煤系地层以上裂隙水受到明显的破坏，使原有的含水层变为透水层，原有的水井干枯，泉水断流。

②改变了“三水”转化关系

在自然状态下，降水，地表水与地下水存在一定的补排关系，由于矿坑排水在浅部地段，导致“三带”连通，使地表水转化为地下水，涌入矿坑再排出，在下游转化为地下水，地表水、地下水互相转化，相互补给，改变了原有状态下的循环过程。

③地下水水质恶化

④形成大面积水位下降漏斗区

⑤引起地面地质灾害，进一步破坏了水资源

由于采空区的形成及其顶板塌陷，在地面引起较为严重的地质灾害。主要有地裂缝、塌陷、滑坡、崩塌。一系列的地质灾害，破坏浅部隔水层和储水构造，改变径流路线，枯竭了浅层水资源，并影响了侧向补给量。

### 4.4.3 矿区地下水环境质量评价

#### 4.4.3.1 评价标准与方法

##### (1) 评价标准

①本次评价的方法参照地下水质量标准，水质评价原则（GB/14848—93）制定。该标准依据我国地下水水质现状，参照生活饮用水、工业、农业用水水质要求，将地下水质量划分为五类（表 4—18）。

I 类：主要反映地下水化学组分的低天然背景含量，适用了各种用途；

II 类：主要反映地下水化学组分的天然背景含量，适用了各种用途；

III 类：以人体健康基准为依据。主要适用于集中式生活饮用水水源及工农业用水；

IV 类：以农业和工业用水要求为依据，除适用于农业和部份工业用水外，适当处理可作生活用水；

V 不宜饮用，其它用水可根据使用目的再进行专门评价。

##### ②污染评价标准

地下水污染是指在人类活动影响下，地下水质量发生明显恶化的现象。地下水污染评价采用单项参数评价与多项参数综合评价相结合的原则进行，将地下水受污染的程度划分为四级：



地下水质量标准表

表 4—18

序号	标准值 类别 项目	I 类	II类	III类	IV类	V类
		I 类	II类	III类	IV类	V类
1	色 (度)	≤5	≤5	≤15	≤25	>25
2	嗅和味	无	无	无	无	无
3	浑浊度 (度)	≤3	≤3	≤3	≤10	>10
4	肉眼可见物	无	无	无	无	无
5	PH	6.5—8.5			5.5—6.5 8.5—9	<5.5,>9
6	总硬度 (以 CaCO <sub>3</sub> 计) (mg/L)	≤150	≤300	≤450	≤550	>550
7	溶解性总固体 (mg/L)	≤300	≤500	≤100	≤2000	>2000
8	硫酸盐 (mg/L)	≤50	≤150	≤250	≤350	>350
9	氯化物 (mg/L)	≤50	≤150	≤250	≤350	>350
10	铁 (Fe) (mg/L)	≤0.1	≤0.2	≤0.3	≤1.5	>1.5
11	锰 (Mn) (mg/L)	≤0.05	≤0.05	≤0.1	≤1.0	>1.0
12	铜 (Cu) (mg/L)	≤0.01	≤0.05	≤1.0	≤1.5	>1.5
13	锌(Zn) (mg/L)	≤0.05	≤0.5	≤1.0	≤5.0	>5.0
14	钼 (Mo) (mg/L)	≤0.001	≤0.01	≤0.1	≤0.5	>0.5
15	钴 (Co) (mg/L)	≤0.005	≤0.05	≤0.05	≤1.0	>1.0
16	挥发性酚类 (以苯酚计) (mg/L)	≤0.001	≤0.001	≤0.002	≤0.01	>0.01
17	阴离子合成洗涤剂 (mg/L)	不得检出	≤0.01	≤0.3	≤0.3	>0.3
18	高锰酸盐指数 (mg/L)	≤1.0	≤2.0	≤3.0	≤10	>10
19	硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	≤2.0	≤5.0	≤20	≤30	>30
20	亚硝酸盐 (以 N 计) (mg/L)	≤0.001	0.01	≤0.02	≤0.1	>0.1

地下水质量标准表

续表 4—18

项目 序号	标准值 类别 项目	I 类	II 类	III类	IV类	V 类
		I 类	II 类	III类	IV类	V 类
21	氨氮 (NH <sub>4</sub> ) (mg/L)	≤0.02	≤0.02	≤0.2	≤0.5	≤0.05
22	氟化物 (mg/L)	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤2.0	>2.0
23	碘化物 (mg/L)	≤0.1	≤0.1	≤0.2	≤1.0	>1.0
24	氰化物 (mg/L)	≤0.001	≤0.01	≤0.05	≤0.1	>0.1
25	汞 (Hg) (mg/L)	≤0.00005	≤0.0005	≤0.001	≤0.001	>0.001
26	砷 (Ag) (mg/L)	≤0.005	≤0.01	≤0.05	≤0.05	>0.05
27	硒 (Se) (mg/L)	≤0.01	≤0.01	≤0.01	≤0.1	>0.1
28	镉 (Cd) (mg/L)	≤0.0001	≤0.01	≤0.01	≤0.01	>0.01
29	铬 (六价) (Cr <sup>6+</sup> ) (mg/L)	≤0.005	≤0.01	≤0.05	≤0.1	>0.1
30	铅 (Pb) (mg/L)	≤0.005	≤0.01	≤0.05	≤0.1	>0.1
31	铍 (Be) (mg/L)	0.00002	≤0.0001	≤0.0002	≤0.001	>0.001
32	钡 (Ba) (mg/L)	≤0.01	≤0.1	≤1.0	≤4.0	>4.0
33	镍 (Ni) (mg/L)	≤0.005	≤0.05	≤0.05	≤0.1	>0.1
34	滴滴涕 (μg/L)	不得检出	≤0.005	≤1.0	≤1.0	>1.0
35	六六六 (μg/L)	≤0.005	≤0.05	≤5.0	≤5.0	>5.0
36	总大肠菌群 (个/L)	≤3.0	≤3.0	≤3.0	≤100	>100
37	细菌总数 (个/mL)	≤100	≤100	≤100	≤1000	>1000
38	总 α 放射线 (Bq/L)	≤0.1	≤0.1	≤0.1	>0.1	>0.1
39	总 β 放射线 (Bq/L)	≤0.1	≤1.0	≤1.0	>1.0	>1.0

I级：主要反映地下水化学组分的天然背景值含量或无明显可辩说的污染源存在，且水质的变化未超过生活饮用水卫生标准（GB5749—85）时，定为未污染（主要为标准的一、二类水）；

II级：仅有单项参数超背景值，且有可辩识的污染源存在，但污染水未超生活饮用水卫生标准或单项超生活饮用水卫生标准污染超标强度在10%以内时，定为轻度污染，适当处理后，可供饮用；

III级：多于一级参数超背景值或超生活饮用卫生标准且污染强度在10%以内时，定为中度污染。不宜适用，适用于农业和部份工业用水，适当处理后可供饮用；

IV级：有多于一项参数超背景值或超生活饮用水卫生标准且污染超标强度大于10%时，定为重度污染。不宜饮用，适当处理后，适用于农业和部份工业用水。

## （2）评价方法

地下水质量评价以地下水调查的水质分析资料及水质监测资料为基础，分为单项参数评价和多项参数综合评判的方法进行，单项参数评价按本标准分类指标划分为五类，不同类别标准相同时，从优不从劣。然后综合对比各项指标的评价结果，采用就高不就低的原则判定地下水类别。也就是说，当有某一参数含量较高时，就按它所属的类确定该地下水的类别，最后的归类取决于各单项参数评价的最高者。

## （3）评价参数

本次评价选择PH值，氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、挥发性酚类、热氯化物、砷、汞、铬、总硬度、铅、氟、锌、铜、欣、锰、硒、硫酸盐、氯化物等30余项作为评价参数。

## （4）地下水环境背景值

地下水环境背景值是确定地下水是否受污染的标准。本次背景值的选取参照《黄河冲积平原（河南省开封市）地下水环境背景值调查研究》和《地下水质量标准（GB/T14848—93）》共同确定。

### 4.4.3.2 矿区地下水质量评价

矿区地下水水质现状主要反映岩溶水、裂隙水和孔隙水，现根据收集资料和矿区地下水资源的水质分析成果分述如下：

### （1）平顶山矿区

#### ①松散岩类孔隙水

松散岩类孔隙水主要分布在沙河冲积平原。汝河冲积平原、山前倾斜平原区。根据其埋藏深度可划分为浅层水和中深层水。中深层地下水由于其埋藏较深，不易受到污染，故仅对浅层地下水污染现状作如下叙述。浅层地下水污染情况见表（4—19）。

该区水化学类型主要为  $\text{HCO}_3\cdot\text{SO}_4\text{—Ca}$  型水，在七矿、西市场、西高皇一带为  $\text{SO}_4\text{Cl—Ca}$  型水，东高皇、黄台徐一带为  $\text{HCO}_3\text{—Ca}$  型水。该区东部主要超标因子为  $\text{Cu}$ 、 $\text{Mn}$ 、 $\text{NO}_2$  及硬度水质较差，北部山区为  $\text{HCO}_3\text{—Ca}$  型水，据分析结果，基本上满足生活饮用水标准，没有分析出超标项目，水质较好。

#### ②碎屑岩类裂隙水

主要赋存于上石盒子组“平顶山砂岩”及石干峰组石英砂岩中，水量较小，泉流流量 0.03—2.63 升/秒，一般 0.1—0.3 升/秒，季节性变化明显，浅部已基本被疏干，水化学类型为  $\text{HCO}_3\text{—Ca}$  型水，矿化度小于 0.4g/t，水质良好，没受到污染，基本上满足生活饮用水标准。

#### ③碳酸盐岩类岩溶裂隙水

沿锅底山断层将整个平顶山岩溶水系统分为东西两部份，西部的十一矿、五矿和七矿靠近岩溶水补给区迳流条件好，水质较好，为  $\text{HCO}_3\text{—Ca}$  型水，矿化度 0.2—0.4 克/升，水温相对较低，一般在 18℃ 左右。

东部情况有所不同，郭庄背斜以西的三矿、四矿、六矿、一矿、二矿、

平顶山矿区地下水水质监测结果表

表 4—19

项目名称	一矿	二矿	三矿	四矿	五矿	六矿	七矿	八矿	九矿	十矿	十一矿	十二矿	大庄矿	高庄矿	十三矿
色	4	2	7	1	0	3	3	1	1	3	5	3	4	4	6
浑浊度	1.6	1.0	0.7	0.5	0.7	1.8	0.8	0.4	0.5	0.9	4.1	1.1	2.3	1.9	18.0
和味	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无
油浊可见物	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无
PH	7.0	6.5	7.0	7.0	7.0	6.9	7.0	7.0	7.0	6.8	7.0	6.5	7.4	7.0	6.5
总硬度(以CaCO <sub>3</sub> 计)	367	300	364	295	224	227	256	298	248	274	239	238	280	286	202
铁	0.037	0.135	0.112	0.153	0.139	0.184	0.129	0.041	0.029	0.071	0.112	0.133	0.024	0.018	0.036
锰	0.004	0.047	0.013	0.007	0.047	/	/	0.009	0.002	0.032	0.015	0.067	0.016	0.018	0.022
铜	/	/	/	/	/	0.068	/	/	/	/	/	/	/	/	/
锌	0.016	0.113	0.013	0.439	0.007	0.544	0.005	/	0.128	0.098	0.023	0.783	0.027	0.102	0.011
阴离子合成洗涤剂	/	/	0.16	/	0.17	0.06	/	/	0.08	0.07	0.05	/	0.09	0.09	/
硫酸盐	45	54	35	58	31	26	24	29	70	44	33	35	53	56	69
氯化物	113	87	110	145	57	96	61	21	20	60	54	121	47	31	34
溶解性总固体	708	567	760	516	547	498	495	530	465	605	501	516	612	501	437
氯化物	0.64	0.61	0.71	0.30	0.64	0.76	0.76	0.78	0.82	0.74	0.63	0.79	0.72	0.51	0.24
砷	0.08	/	0.015	/	/	/	0.014	/	/	/	0.008	0.008	0.008	0.008	0.016
硒	/	0.00015	0.00015	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.00024
铬(六价)	/	/	0.005	/	0.005	/	0.009	0.007	/	0.010	0.033	/	0.018	0.016	/
铅	0.002	0.004	/	0.007	0.002	0.026	0.008	/	/	/	/	0.023	/	/	/
银	/	/	/	/	/	0.008	/	/	/	0.003	/	/	/	/	/
硝酸盐(以氮计)	12.99	12.80	11.83	16.67	10.24	3.87	4.89	6.60	5.51	5.18	16.37	1.86	12.8	8.36	3.33
细菌总数	242	107	321	218	425	206	131	68	82	358	456	143	121	133	92
总大肠菌群(个)	>230	>230	>230	>230	>230	>230	>230	>230	>230	>230	>230	>230	>230	>230	>230
水位(米)	1.2	3.0	0.5	1.3	4.5	1.5	1.7			4.0	8.0	3.5	3.0	5.14	8.0
井深(米)	3.5	4.5	2.5	2.8	7.0	3.0	3.3			6.0	12.0	6.0	7.0	6.3	

十矿和十二矿由于锅底山断层的阻隔，地下水迳流变弱，水质不如西部，水化学类型复杂，主要为  $\text{HCO}_3\text{—Na}\cdot\text{HCO}_3\cdot\text{SO}_4\text{—Na}$ 、 $\text{HCO}_3\text{—Ca}\cdot\text{Mg}$  型水。矿化度较西部普遍增高，一般为 0.5 克/升，水温升高。

郭庄背斜以东的八矿距岩溶地下水补给区最远、最深，地下水活动最弱，水质更差，为  $\text{HCO}_3\text{—SO}_4\text{—Na—Ca}$  型水，矿化度一般大于 0.5 克/升，水温更高，最高达 40℃ 以上。

总而言之，平顶山煤田岩溶地下水水化学分布规律是沿着地下水总的流向，自十一矿至八矿，地下水迳流逐渐变弱，水质变差，地温渐高，水化学类型逐步由  $\text{HCO}_3\text{—Ca}$  型转变为  $\text{HCO}_3\text{—SO}_4\text{—Na—Ca}$  型。

平顶山根据矿区地下水监测资料，本区岩溶地下水的污染程度可分为中等污染，轻污染和未污染三个级别。

中等污染区：分布在西区的韩庄，岩溶水中挥发酚、汞和总硬度三超标。挥发酚含量为 0.002 毫克/升。汞含量为 0.0012 毫克/升，总硬度为 28.46 德国度。综合评价指数为 3.330。

轻污染区：分布在平顶山市的西部及南部和西区的韩庄、大庄一带，有 1—2 个超标项目，挥发酚含量为 0.0016—0.0024 毫克/升，汞含量为 0.0001—0.00168 毫克/升，总硬度为 4.94—25.26 德国度，综合评价指数为 1—2.3。

未污染区：分布在平顶山市的北部、东部等，碳酸盐岩含水层上覆较厚的二叠系泥岩或第四系的粘土、亚粘土层、岩石的透水性弱，地面污染物质不易直接渗入，下伏岩溶水未受污染，未出现超标项目，综合评价指数等于零。

## （2）新密矿区

### ①松散岩类孔隙水

该区未作专门的污染分析，根据现有资料，其污染程度较岩溶水和裂隙水严重，尤其是浅层孔隙水，受地面污染源的影响更易污染。

### ②裂隙水

该区常量组分：硫酸根含量为 2.4—49.5 毫克/升，氯化物为 11.0—53.5 毫克/升，硝酸根含量为 1.4—8.0 毫克/升，氨离子含量为 0.06 毫克/升，亚硝酸根只有一个检出含量为 0.006 毫克/升。矿化度为 265—693 毫克/升，PH 值为 6.8—7.65。

均未超出生活饮用水水质标准。

微量元素：挥发酚最高含量为 0.002 毫克/升，达到生活饮用水限量的最高允许标准。氟化物各点均有检出，含量为 0.2—0.36 毫克/升，未超过生活饮用水水质限量标准。其它离子铁、汞、银、铜、锌、砷、硒等，仅在 1—2 个点中检出，含量很低，未超过生活饮用水标准。六价铬和镉未检出。

### ③岩溶水、微量元素

该区岩溶水中汞、硒、银、六价铬、锌、铁、砷、铜、铅、氰化物均有检出，除阴离子合成洗涤剂检出含量为 0.65 毫克/升，超过生活饮用水含量 0.3 毫克/升的限量要求外，其它均未超标。

常规组份中硫酸盐、氯化物、硝酸盐氮全部检出，氨氮和亚硝酸盐氮部份检出，总硬度为 15.25—21.34 德国度，矿化度为 3.15—447 毫克/升，PH 值为 7.05—7.8，均符合生活饮用水水质标准。

挥发酚的含量为 0.00007—0.004692 毫克/升，新密煤田东风矿岩溶液水的含量为 0.004692 毫克/升，超过生活饮用水水质标准。其它点均未超标。

该区岩溶地下水的污染程度分为轻度污染和未污染两个级别。轻度污染水，分布在东风矿附近，挥发酚一项超标，综合评价指数为 2.35。其它广大地区岩溶水未受污染，未出现超标污染项目，综合评价指数等于零。

## （3）焦作矿区

### ①孔隙水

该区水化学特征为  $\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4 - \text{Ca} \cdot \text{Mg}$ ； $\text{HCO}_3 - \text{Ca} \cdot \text{Mg}$ ；和  $\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4 - \text{Na} \cdot \text{Mg}$  型。其中焦作市区南，东部地区第四系孔隙水水质较差。

### ②岩溶水

本区岩溶水有五种类型，即  $\text{HCO}_3 - \text{Ca}$ ； $\text{HCO}_3 - \text{Ca} \cdot \text{Mg}$ ； $\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4 - \text{Ca}$ ； $\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4 - \text{Ca} \cdot \text{Mg}$  及  $\text{SO}_4 \cdot \text{HCO}_3 - \text{Ca} \cdot \text{Mg}$  型，其分布总的规律由补给区经迳流区至排泄区水化学类型由单一到复杂过渡型。

总的来看，区内岩溶水是一种低矿化、低硬度的淡水、矿化度 0.2—0.5 克/升，硬度 10—20 德国度。PH 值 7—8，其化学成份以  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{HCO}_3^-$  含量为主，其它离子次之。 $\text{Ca}^{2+}$  的含量一般为 50—100 毫克/升， $\text{HCO}_3^-$  含量一般为 200—300

毫克/升,  $\text{Mg}^{2+}$ 含量一般为 10—30 毫克/升、 $\text{Na}^+$ 含量小于 20 毫克/升,  $\text{SO}_4^{2-}$ 含量东部一般为 20—40 毫克/升, 西部南部大于 100 毫克/升,  $\text{Cl}^-$ 含量小于 20 毫克/升。游离  $\text{CO}_2$  含量略高, 一般 5—10 毫克/升, 局部达 30 毫克/升左右。

本区微量元素中, 有总铁、 $\text{F}^-$ 、酚、氰、阴离子洗涤剂全部被检出。且有铁、 $\text{F}^-$ 和酚有超标现象  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{Cr}^{6+}$ 、 $\text{As}^{3+}$ 、 $\text{Hg}^{2+}$ 、部份被检出, 且有  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{Mn}^{2+}$ 出现超标现象。

总之, 本区岩溶水综合污染指数为 0—35.4, 大部分地区岩溶水未受污染, 污染指数大于 3 者皆为本底值超标所致, 岩溶水污染程度属轻污染。

#### (4) 其它矿区

由于资料不详和野外工作时间有限, 其它矿区未作深入研究。但金属矿山绝大多数情况下具有明显的环境污染特性, 其造成的地下水污染也是不可避免的, 如小秦金矿区、栾川钼矿区和零星分布的铝土矿和硫铁矿区, 地下水中一般会出现氰化物、硫酸根和氟离子超标现象。

义马、永城、鹤壁和安阳矿区地下水还有待作进一步的研究工作。

### 4.4.4 矿业开发对矿区地下水系统的影响 (以焦作矿区为例)

#### 4.5.4.1 焦作煤矿区水文地质概况

焦作矿区位于河南省西北部, 北靠太行山, 南临黄河, 东西长 40km, 南北宽 6km, 面积约 240km<sup>2</sup>。矿区分布有 15 个井田, 主要开采二叠系山西组大煤, 次为石炭系太原组二煤, 平均开采深度约 300m。矿区处于山前倾斜平原, 断裂构造发育。(图 4—5)

凤凰岭断层以南的矿井主要位于焦作市以西称焦西矿区, 有王村 (以关闭) 李村、朱村、焦西、焦东等 5 个矿田。凤凰岭断层以北属焦东矿区, 有马村、中马、韩王、演马、九里山、方庄等 10 个矿田。

矿区位于九里山泉城岩溶地下水的径流排泄区, 地下水资源丰富, 水文地质条件复杂, 矿坑突水是本区重要的地质灾害。据统计, 历年来矿坑突水 700 多次, 其中大于 1m<sup>3</sup>/min 的有 273 次, 最大突水量达 243m<sup>3</sup>/min, 给矿区生产及人身安全造成了巨大的损失和威胁。



### (1) 主要含水层组及特征

This geological map illustrates the tectonic structure of the Jiaozuo region. Key features include:
 

- Faults:** Numerous faults are depicted as lines with different orientations and patterns, labeled with names such as 焦山断层 (Jiaoshan Fault), 西平断层 (Xiping Fault), 平山断层 (Pingshan Fault), 九里山断层 (Jiuli Mountain Fault), 燕东断层 (Yandong Fault), 九里山断层 (Jiuli Mountain Fault), 平山断层 (Pingshan Fault), 焦山断层 (Jiaoshan Fault), 西平断层 (Xiping Fault), 平山断层 (Pingshan Fault), 九里山断层 (Jiuli Mountain Fault), 燕东断层 (Yandong Fault), 九里山断层 (Jiuli Mountain Fault), 平山断层 (Pingshan Fault), 焦山断层 (Jiaoshan Fault), 西平断层 (Xiping Fault), 平山断层 (Pingshan Fault), 九里山断层 (Jiuli Mountain Fault), 燕东断层 (Yandong Fault).
- Geological Features:** The map shows various geological units and structures, including the 焦山 (Jiaoshan) and 西平 (Xiping) areas.
- Location:** The city of 焦作市 (Jiaozuo City) is marked with a shaded area in the center of the map.
- Topography:** The map includes contour lines representing the terrain, showing a generally hilly or mountainous landscape.

**图 4—5 矿区断裂构造纲要图**

洞含水层组、中奥陶统灰岩网格裂隙—溶洞含水层组、中寒武统灰岩稀疏裂隙—溶洞含水层组。其中，中奥陶统灰岩网格裂隙—溶洞型含水层组为该区的主要含水层，由厚层灰岩，白云质灰岩，泥灰岩组成。厚度 350—400 米。根据岩性组合特征，可分为二组六段，根据钻空资料和微观鉴定， $O_2^3$  和  $O_2^5$  裂隙率及易溶物含量高（表 4—20），CaO 和 MgO 比值大。岩溶发育，富水性强，成为中奥陶纪主要的含水层段。

### (2) 地下水补径、排及转化特征

天然条件下，地下水主要接受大气降水和季节性洪水渗漏补给。目前在矿坑排水的情况下，大量的矿坑水通过渠道渗漏和农灌回渗补给地下水，成为特定的主要补给水源。

天然状态下，岩溶地下水主要在九里山残丘南侧奥灰“天窗”，顶托越流，以泉群的形式排出地表，其天然排泄量一般为 3—12 米<sup>2</sup>/秒。但在目前，由于受开采条件的影响，一方面岩溶地下水的排泄方式发生变化，泉水断流，自备井开

中奥陶统灰岩网格裂隙—溶洞型含水层特征表

表 4—20

地层代号	厚度(m)	岩 性	岩溶裂隙(%)	易溶物		难溶物	
				最高—最低(%)	平均(%)	最高—最低(%)	平均(%)
O <sub>2</sub> S <sup>3</sup>	70	灰岩与角石和状灰岩	1.96	56-31	47	39-0.5	12.5
O <sub>2</sub> S <sup>2</sup>	130	纯灰岩含水性	2.12	56-47.5	52.6	8.3-0.5	3.3
O <sub>2</sub> S <sup>1</sup>	50	深灰色泥质灰岩弱含水	1.16	54.2-22.5	43.2	50.7	6.9
O <sub>2</sub> X <sup>2</sup>	90	灰白色白云质灰岩含水性	1.58	55-32	49.8	36.8-1.5	8.2
O <sub>2</sub> X <sup>1</sup>	60	泥灰岩角砾状灰岩含水弱	0.38	48.2-32.6	37.9	33.3-7.6	25.9

采及岩溶水沿断层直接进入矿坑或沿断层位 L2、L8 灰岩进入矿坑，而后以矿坑排水的形式排泄岩溶地下水成为目前岩溶水的主要排泄方式；另一方面，改变了岩溶地下水流场即岩溶水由原来的以水平运动为主转变为以垂直运动为主，从而造成以矿坑排水为中间环节所形

成的九里山岩溶水与孔隙水特殊的转化关系。

#### 4.5.4.3 矿床充水特征

##### (1) 矿床充水条件

从矿床充水空间分析，在矿床长期疏干排水的情况下，充水来源有二，一是赋存在煤系地层上的第四纪松散岩类孔隙水。埋藏浅，自由渗漏进入矿井，多表现为顶板水。其特征是水量小，不易造成大的突水危害；另一种是赋存于煤系地层之下的奥陶系灰岩岩溶水。埋藏深，水压大，以顶托越流进入矿坑，表现为底板水。其特点是水量大来势猛，往往造成突水淹井事故，例如演马矿 1979 年 3 月 9 日下山东场巷道，底板突水水量达 243m<sup>3</sup>/min,造成重大淹井事故，直至 1981 年 12 月才恢复生产。

从顶底板水量和时间的变化关系看，开采初期，矿坑充水多以顶板水为主，随着时间的推移，顶板水量逐渐趋于稳定状态，而底板水却逐渐增大。

##### ① 充水通道

焦作矿区充水通道主要有断裂带二灰，八灰联合通道，采矿造成的裂隙通道和“天窗”通道以及古陷落通道

焦作矿区断裂构造发育，构成矿坑充水通道的主要是受主干断裂控制的次级断层带，这些次级断层多数张裂性好，导富水性强，并相互沟通，使深部中奥陶裂隙岩溶水和  $L_2$ 、 $L_8$  灰岩水发生水力联系，从而形成矿坑底板充水的良好通道。矿区大多数底板突水都受断层控制， $O_2$  灰岩岩溶水顺着断层破碎带通过  $L_2$  灰岩或  $L_8$  灰岩进入矿坑（图 4—6）。

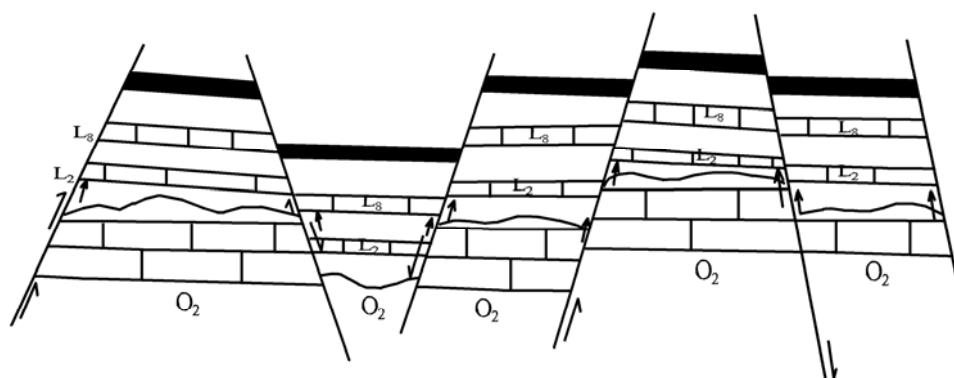


图 4—6 断层通道示意图

## ②采矿造成的裂隙通道。

通过对焦作地区矿坑充水水源及充水途径的分析，认为采矿造成的裂隙通道是顶板水的主要补给途径，但采矿造成的裂隙是否可以成为顶板充水通道，主要取决于冒落带的高度与裂隙高度之和，当大于顶板隔水层厚度时，就可以成为第四系砂砾石孔隙水垂直下渗补给矿坑通道，否则形不成通道。我国各矿区经验证明：二叠系砂页岩厚度大于 60 米，上覆第四纪砂砾石孔隙水不易垂直下渗补给矿坑，焦作矿区因构造复杂，大煤顶板隔水层厚度变化较大，特别是朱村、焦西、演马、韩王、九里山等大水矿井，局部地段顶板隔水层厚度小于 60 米。其抗压、抗张能力低，由于矿井开采，引起大顶冒落带高度达到上覆含水层，引起顶板突水，突水量达  $4.3\text{m}^3/\text{min}$ 。其次采矿造成的裂隙通道还可表现为底板水。由于矿山周期性来压，从而触发水压对底板隔水层的压力，当底板所受到的水压力大于它本身的抗压强度极限值时，即可发生底鼓，使底板隔水层原有的地层结构受到破坏，在隆起的顶部以及两侧产生裂隙，下覆含水层的水便通过这些裂隙

补给矿坑,在深部断层的影响下,深部岩溶水顺着构造破碎带以及裂隙进入矿坑,往往造成突水。例如演马矿 1964 年 9 月 16 日,因矿山压力增大,引起底鼓,高达 0.6m,宽 4m,长 12m,在鼓起两侧产生裂隙,岩溶水便沿着裂隙进入矿坑,造成突水。

### ③ “天窗”通道

在焦东矿区,演马一九里山一带,由于九里山断层北西盘下降,南东盘上升,使石炭、奥陶系地层直接和第四系接触,局部地段中奥陶统灰岩暴露地表,形成“天窗”造成通道,从而增加矿坑充水量有两种形式:其一是 L<sub>8</sub>、L<sub>2</sub> 灰岩直接和砂砾岩石含水层接触,地下水通过 L<sub>8</sub>、L<sub>2</sub> 灰岩岩溶裂隙以底板充水形式补给矿坑;其二是大气降水,沙砾石孔隙水通过奥陶统灰岩补给 L<sub>8</sub>、L<sub>2</sub> 灰岩含水层,然后进入矿坑,由此砂砾石之间的孔隙、L<sub>8</sub>、L<sub>2</sub> 灰岩和奥陶系灰岩岩溶裂隙、溶洞均为“天窗”通道的表现形式。

另外,陷落柱也是矿坑充水的一种通道,据矿井揭露,本区陷落柱不发育,仅在李村矿天官区的采煤过程中遇一古陷落柱,并引起突水,突水量达 89 米<sup>3</sup>/分。

## 4.5 矿山废水、废渣对环境的影响

### 4.5.1 矿山废水、废渣的种类和规模

本次野外调查的废水含矿坑水、选矿废水、堆浸废水、洗煤水;废渣包括尾矿、废石(土)、煤矸石、粉煤灰。废水、废渣在能源矿产、黑色金属、有色金属、贵金属等多种领域的排放量见表(4—21)、(4—22)、(4—23)。

矿山企业废水废液排放量表

表 4—21

	类 型	年产出量 (万 m <sup>3</sup> )	年排放量 (万 m <sup>3</sup> )	年治理量 (万 m <sup>3</sup> )	年循环利用 量(万 m <sup>3</sup> )
废水 废液 排放	矿坑水	41575.92	36072.01	20810.46	8836.01
	选矿废水	4515.8	1219.90	3489.09	3773.55
	堆浸废水	8.55	7.85	2.95	6.79
	洗煤水	723.6	327.55	702.51	396.05
	合 计	46823.87	37627.31	25005.01	13012.4

矿山企业废渣排放量表

表 4—22

废渣 排放 量表	类型	数量 (处)	年产出量 (万吨)	年排 放量 (万吨)	累计积存量 (万吨)	年综合 利用量 (万吨)
	尾矿	339	1013.40	598.69	9578.20	117.90
	废石(土)	1862	1435.07	940.09	8671.87	758.74
	煤矸石	1367	692.21	501.62	9222.44	667.85
	粉煤灰	53	15.24	3.01	3.51	3.18
	合计	3621	3155.92	2043.62	27526.37	1547.83

#### 4.5.2 矿山废水的污染与危害

水污染系指排入水体的污染物超过了水的自净能力，从而使水质恶化的现象；是污染物质进入水体的数量达到了破坏水体原有用途程度的现象。

矿山污染物进入水体的途径主要有：矿坑水、选矿尾水、生活污水的排放；废石堆经大气降水补给经化学作用产生有毒化合物、大气污染物降落而污染水体等。水体中的污染物，概括地说可分为无机无毒物、无机有毒物、有机无毒物和有机有毒物四大类。无机无毒物主要指酸、碱及一般无机盐和氮、磷等植物营养物质；无机有毒物主要指各类重金属（汞、镉、铅、锌、铬）和氰化物、氟化物等；有机无毒物主要指水体不比较容易分解的有机化合物，如碳水化合物、脂肪、蛋白质等；有机有毒物主要指苯酚、多环芳烃和各种人工合成的具积累性的稳定有机化合物，如多氯联苯和有机氯化学药剂等。有机物的污染特征是耗氧，有毒物的污染特征是生物毒性。

矿山废水的污染类型是多种多样的，包括溶解氧减少、溶解盐类增加，水硬度增大，酸碱度发生变化，以及水中含剧毒物质的化学性污染；水色、混浊度及水温变化的物理性污染；水中出现病原体的生物性污染。在上述三种污染类型中，最主要的污染物质是重金属物质、有机物质、石油悬浮固体物质以及热流出物。它们会使水质变坏，影响人体健康。例如，选冶后的尾水中，常含高浓度酚类化合物，当其达到一定浓度时，会引起头昏、贫血、失眠以及其它神经系统症状。在含汞矿床排放的矿坑水中，汞含量超过 0.05 毫克/升时，能毒害人的神经系统、

河南省矿山企业排放废水、废渣汇总表

表 4—23

矿 种		能源矿产		金属矿产		非金属矿产			合 计
		煤炭	其它	黑色金属	有色、铂族、贵 金属	化工及冶金 原料	建筑材料	特种非金 属	
矿 业 废 水  (万吨)	年产出量	40833.21	1962	941.18	2130.35	701.69	255.06		46823.49
	年排放最	35014.53	28.0	659.78	1295.6	374.68	254.61		37627.2
	年处理量	21186.42	1946.0	172.98	1026.6	452.74	220.27		25005.01
	年循环 利用量	9219.32	1934.0	227.92	1399.41	231.3	0.45		13012.4
矿 业 废 渣  (万吨)	年产出量	762.48	17.1	433.96	1328.82	63.23	548.63	0.57	3154.79
	年排放最	501.42	5.1	408.96	709.09	56.64	362.0	0.41	2043.62
	综合 利用量	682.97	0.0	42.15	136.30	26.19	659.88	0.34	1547.83
	累计 积存量	9302.12	808.84	2915.51	11978.57	246.66	2274.03	0.65	27526.37

脑部受损，引起四肢麻木，运动失调、视野变窄、发育困难、听力减退，也可出现心血管衰竭、急性肾功能衰竭以及严重的胃肠道损伤等，铅在水中的浓度过大，不仅可引起失眠、昏睡等症状，也与肝、肾、肠、卵巢及多种淋巴腺癌和白血病有关。

众所周知，V·M·弋尔德施密特将自然界元素根据电子层的结构和原子容积的大小分为亲气元素、亲石元素、亲铜元素和亲铁元素四类。在矿山有害元素来源中，尤以后二类为主，特别是亲铜元素中的S、Zn、As、Au等污染性较强，其中有的还可以自然元素状态存在。矿石与废石堆中的有害元素往往以水迁移的形式排入环境。其中，最主要的有：Cl、Br、I、S、Ca、Mg、Na、F、Sr、Zn、Cu、Ni、Co、Mo、Mn、Si、P、K等。

矿山废水中的重金属离子在一定条件下，由于离子交换，其沉淀、吸附、水解、络合、絮凝等理化作用，最终绝大部分进入沉淀物；而在条件变化时，又有一部分重金属由于扩散、解相、溶解、氧化还原和络合作用，以及生物及物理影响等因素的作用，又从沉淀物重返水相。前一过程的结果，使水质得到一定程度的净化，后一过程则使水体溶液的重金属浓度增高，出现明显的次生污染。这两种过程几乎都是在水—沉淀物界面进行的，而且只是水体沉积物中一部分金属参加了反应。

矿山废水排放对水圈和岩石圈的污染给国民经济带来的危害是有目共睹的。除前述的危及人体健康因素外，它还改变了潜水的水文地质动态，污染地表水系：含矿物质的水使土壤起碱、使地面沼泽化等。同时还污染了地下水系统。

### 4.5.3 废水对环境的污染分析评价

#### （1）评价标准和评价方法

本次评价标准采用《中华人民共和国污水综合排放标准（GB8978—88）》中第一类污染物和第二类污染物中第三级标准为准（见表4—24、4—25），作为废水排放的最低要求。按此要求将废水的排放去向划分三个区域：

I、重点保护水域，指国家GB3838—88Ⅲ类水域和《海水水质标准》Ⅱ类水域，如城镇集中式生活饮用水水源地二级保护区，一般经济渔业水域，重要风

景游览区等，对排入本区水域的污水执行一级标准。

II、一般保护水域，指国家 GB3838—88IV、V 类水域和《海水水质标准》III类水域，如一般工业用水区，景观用水区及农业用水区，港口和海洋开发作业区，排放本区水域的污水执行二级标准。

III、城镇下水道，指对排入城镇下水道并进入二级污水处理厂进行生物处理的污水执行三级标准。

(2) 评价参数的选定

根据污水环境质量评价要求，结合本次工作采样分析项目及收集资料情况，拟选择 PH 值、色度、耗氧量、挥发酚、氰化物、氟化物、砷、汞、六价铬、镉、铜、铅、锰、锌等项指标参与综合评价。但是收集资料一般达不到该项目的要求，只索取其中的主要几项，进行粗略的评价。

(3) 评价结果

本次野外共采取废水样 23 组，从化验结果得知，被选定为参加综合评价参数的项目中，第一类污染物中检出率较高的有砷、铅、镉，其中砷的检出率为 34.8%，含量为 0.01—0.08 毫克/升，铅的检出率为 34.8%，含量为 0.02—2.18 毫克/升，镉的检出率为 47.4%，含量为 0.02—0.21 毫克/升，汞的检出率为 8.7%，含量为 0.0002—0.0003 毫克/升。只有一个样检出有六价铬，含量为 0.12 毫克/升。出现超过第一类污染物最高允许排放浓度标准的有铅和镉，且超标率分别为 13.0%和 4.3%，其余均未超出第一类污染物最高允许排放浓度的标准。

第一类污染物最高允许排放浓度

表 4—24

污染物	最高允许排放浓度
1、总汞	0.05
2、烷基汞	不得检出
3、总镉	0.1
4、总铬	1.5
5、六价铬	0.5
6、总砷	0.5
7、总铅	1.0
8、总镍	1.0
9、苯并（α）芘	0.00003

单位：mg/L



第二类污染物最高允许排放浓度

表 4—25

标准分级 规模 净值 污染物	一级标准		二级标准		三级标准
	新扩改	现有	新扩改	现有	
1、PH 值	6—9	6—9	6—9	6—9	6—9
2、色度（稀释倍数）	50	80	80	100	
3、悬浮物	70	100	200	250	400
4、生化需氧量（BoD <sub>5</sub> ）	30	60	60	80	300
5、化学需氧量（CoDcr）	100	150	150	200	500
6、石油类	10	15	10	20	30
7、动植物油	20	30	20	40	100
8、挥发酚	0.5	1.0	0.5	1.0	2.0
9、氧化物	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0
10、硫化物	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0
11、氨氮	15	25	25	40	
12、氟化物	10	15	10	15	20
13、磷酸盐（P）	0.5	1.0	1.0	2.0	
14、甲醛	1.0	2.0	2.0	3.0	
15、苯胺类	1.0	2.0	3.0	3.0	5.0
16、硝基苯类	2.0	3.0	3.0	5.0	5.0
17、阳离子合成剂（L—AS）	5.0	10	10	15	20
18、铜	0.5	0.5	1.0	1.0	2.0
19、锌	2.0	2.0	4.0	5.0	5.0
20、锰	2.0	5.0	2.0	5.0	5.0

单位：mg/L

第二类污染物中，检出率较高的有猛、铜、锌、氨氮和氟化物。挥发酚和氰化物部分检出。其中猛的检出率为 82.6%，含量分别为 0.04—90 毫克/升，一、二、三级标准超标率分别为：30.4%、30.4%、8.7%；铜的检出率为 78.3%，含量分别为 0.01—4.1 毫克/升，一、二、三级标准超标率分别为：17.4%、4.3%、4.3%；锌的检出率为 78.3%，含量分别为 0.01—1.17 毫克/升，均未超出一、二、三级标准。氨氮的检出率为 95.6%，含量分别为 0.1—30 毫克/升，一、二、三级标准超标率分别为：4.3%、4.3%、0%；氟化物的检出率为 95.6%，含量分别为：0.06—6.5 毫克/升，均未超出一、二、三级标准。挥发酚的检出率为 43.5%，含量分别为：0.002—0.011 毫克/升，均未超标。氰化物的检出率为 56.5%，含量分别为：0.001—9.6 毫克/升，一、二、三级标准超标率分别为：8.7%、8.7%、8.7%；化学耗氧量不超标，色度超标率为 8.7%，PH 值超标率为 8.7%。具体情况见表 4—26、4—27。

#### 4.5.4 矿山废渣的污染和危害

矿山废渣包括掘进及剥离废石、选矿尾砂、冶炼厂炉渣和粉尘等。任何一个生产工艺过程都不可能将原料（矿石）全部转化成产品，产品以外的剩余物料即作为废弃物排放环境。这些废渣造成毒害污染环境的途径是多种多样的，概可分为以下几个方面：

（1）占用土地，损伤地表；

（2）破坏土壤、危害生物，造成地方病源；

（3）废石、尾砂、炉渣、烧渣及粉尘的长期堆放，在空气中进行风化分解，促使很多有害元素和化合物进入地表及地下水中，尤其尾砂、炉渣、烧渣受风化分解作用既迅速又能提供浓度更高的污染物，危害尤烈。我省西部金属矿区较为严重见（表 4—28）。

（4）粉尘污染可引起矿山多种职业病，诸如矽肺病、骨痛病，血液病、煤肺病、石棉病、氟中毒（萤石粉尘造成）等。参见表 4—29、4—30。粉尘粒度愈小，防护愈难，而愈易致病。我省粉尘污染比较严重的为信阳上天梯非金属矿。该区居住生活环境十分恶化。

（5）废石堆、矿层与围岩自燃时，放出大量一氧化碳、二氧化硫以及其它有害有机物污染环境，危及安全。我省尤为严重的为义马煤田、平顶山和鹤壁煤田。

（6）诱发地质灾害

金属矿山开采和营运过程中必然产生大量的固体废物，包括废石和尾矿两大类。由于堆土（渣、石）场、尾矿库设计不合理，安全措施不到位，或超库容、超龄服役，或遇山洪暴雨等形成水石流、泥石流。我省金属矿山因废石、尾矿引发的突发性灾害已有多次发生，危害非常严重。如 1994 年的“7·11”灵宝大西峪沟泥石流；1996 年“8·3”嵩县祁雨沟泥石流；小秦岭金矿区现有水石流隐患点 9 处。目前我省还有以下尾矿库存在不同程度的隐患：栾川钼业公司尾矿库、栾川冷水街尾矿库、栾川陶湾街尾矿库、林钢朗垒尾矿库、安阳李珍黄岭尾矿库、大河铜矿尾矿库等。

##### 4.5.4.1 土壤污染

土壤污染对人体的危害往往是通过农作物间接产生的。且不易及时发觉，

废水污染状况一览表

表 4—26

检测项目	采样日期 2003 年	监测 点数 (个)	检测含量			检出情况		超标污染情况				
			最小	最大	平均	个数	检出率 (%)	个数	超标率			主要 分布 区域
									一级	二级	三级	
锰	4 月—8 月	23	0.04	90	6.03	19	82.6	7	30.4	30.4	8.7	鹤壁、栾川、灵宝、嵩县
铜	4 月—8 月	23	0.01	4.1	0.37	18	78.3	4	17.4	4.3	4.3	
锌	4 月—8 月	23	0.01	1.17	0.22	18	78.3	0	0	0	0	
汞	4 月—8 月	23	0.0002	0.0003	0.00025	2	8.7	0	0	0	0	
镉	4 月—8 月	23	0.02	0.21	0.1	4	17.4	1	4.3			灵宝
六价铬	4 月—8 月	23	0.12	0.12	0.12	1	4.3	0	0	0	0	
砷	4 月—8 月	23	0.01	0.08	0.027	8	34.8	0	0	0	0	
铅	4 月—8 月	23	0.02	2.18	0.72	8	34.8	3	13.0	0	0	灵宝、嵩县
氨氮	4 月—8 月	23	0.1	30	2.46	22	95.6	1	4.3	4.3	0	嵩县
氟化物	4 月—8 月	23	0.06	6.5	1.41	22	95.6	0	0	0	0	
挥发酚	4 月—8 月	23	0.002	0.011	0.0046	10	43.5	0	0	0	0	
氰化物	4 月—8 月	23	0.001	9.6	1.48	13	56.5	2	8.7	8.7	8.7	嵩县
色度	4 月—8 月	23	2	超		23	100	2	8.7	8.7	8.7	嵩县、鹤壁
PH 值	4 月—8 月	23	7.1	10.25	7.87	23	100	2	8.7	8.7	8.7	嵩县、桐柏
COD	4 月—8 月	23	0.08	119.63	8.64	21	91.3	0	0	0	0	

废 水 污 染 评 价 表

表 4—27

区域	水样号	采样位置	污染物浓度（毫克/升）																	超标个数	可以排放去向
			色度	锰	铜	锌	挥发酚	氨氮	氟化物	砷	硒	汞	镉	化学耗氧	六价铬	氰化物	铅	银	PH 值		
灵宝		大湖峪沟口	5.0	8.4	0.67	0.31	<0.002	0.14	0.4	0.016	<0.0001	0.0003	0.07	1.79	<0.001	0.035	0.47	<0.01	7.50	2	III
		枣香河上游	7.0	2.2	0.54	0.37	<0.002	0.1	0.34	0.01	<0.0001	0.0002	0.01	2.99	<0.001	0.006	2.18	<0.01	7.60	3	不能
		枣香河下游	8.0	3.00	0.75	0.41	<0.002	0.1	0.44	0.08	<0.0001	<0.0001	0.21	4.49	<0.001	0.012	1.2	<0.01	7.55	4	不能
		银泉沟硫铁矿	4.0	2.00	0.09	0.23	<0.002	0.14	0.58	0.02	<0.0001	<0.0001	<0.001	0.52	<0.001	0.012	0.02	<0.01	7.60	1	II
焦作		焦作马营煤矿	3.0	0.1	0.02	<0.01	<0.002	0.12	<0.05	<0.002	0.0004	<0.0001	<0.01	0.3	<0.001	<0.001	<0.01	<0.01	7.60	0	I
		焦作中马煤矿	2.0	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	0.10	0.34	<0.002	<0.0001	<0.0001	<0.01	0.08	<0.001	<0.001	<0.01	<0.01	7.70	0	I
		演马庄煤矿	2.0	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	0.10	0.38	<0.002	0	<0.0001	<0.01	0.19	<0.001	<0.001	<0.01	<0.01	7.60	0	I
嵩县		嵩县中萤氟盐	3.0	1.4	<0.01	0.13	0.002	0.32	6.50	<0.002	<0.0001	<0.0001	<0.01	2.24	<0.001	0.002	<0.01	<0.01	7.50	0	I
		嵩县金中金矿	34	3.6	4.1	0.5	0.006	5.8	2.36	0.002	<0.0001	<0.0001	0.09	17.94	<0.001	9.6	0.11	0.07	8.3	2	III
		嵩县金源金矿	3.0	1.44	0.03	0.04	<0.002	0.24	1.48	<0.002	<0.0001	<0.0001	<0.01	1.20	<0.001	<0.001	<0.01	<0.01	7.30	0	I
		嵩县前河金矿	85	0.2	0.06	0.08	0.011	30.00	3.76	0.048	0.0014	<0.0001	0.02	119.63	<0.001	9.60	1.63	0.04	10.0	4	不能

注： I—代表重点保护水域

II—代表一般保护水域

III—代表城镇下水道

不能—代表不能排放（需经过化学处理）

废 水 污 染 评 价 表

续表 4—27

区域	水样号	采样位置	污染物浓度（毫克/升）																	超标个数	可以排放去向
			色度	锰	铜	锌	挥发酚	氨氮	氟化物	砷	硒	汞	镉	化学耗氧	六价铬	氰化物	铅	银	PH 值		
栾川		钼业公炉场沟马圈造厂	26.0	1.2	0.16	1.17	0.004	2.20	1.56	<0.002	0.0004	<0.0001	<0.01	1.50	0.12	0.002	<0.01	<0.01	7.25	0	I
		栾川 858 金矿	6.0	4.00	0.14	0.16	0.006	0.52	2.52	<0.002	0.0004	<0.0001	<0.01	8.97	<0.001	0.019	<0.01	<0.01	7.35	1	II
		潭头金矿	7.0	0.46	<0.01	0.04	0.002	0.10	0.16	<0.002	<0.0001	<0.0001	<0.01	1.79	<0.001	0.001	<0.01	<0.01	7.70	0	I
		康山金矿	9.0	0.34	0.02	0.03	<0.002	0.10	0.40	<0.002	<0.0001	<0.0001	<0.01	1.79	<0.001	0.001	0.02	<0.01	7.90	0	I
		栾川县城东北河水	3.0	0.46	0.02	0.19	0.004	<0.02	0.74	<0.002	0.0004	<0.0001	<0.01	0.97	0.001	<0.001	<0.01	<0.01	7.90	0	I
平顶山		平顶山高庄矿		0.04	0.01	<0.01	<0.002		0.98	<0.002		<0.0001	<0.01		<0.001	<0.001	<0.01		7.5	0	I
		舞阳工铁尾矿		0.06	0.01	<0.01	<0.002		0.76	<0.002		<0.0001	<0.01		<0.001	<0.001	<0.01		7.35	0	I
桐柏		桐柏县碱矿	56	<0.01	0.03	0.03	0.005	0.36	0.86	0.03	0.0007	<0.0001	<0.001	11.23	<0.001	0.002	<0.01	0.02	10.25	1	III
		桐柏县银矿	2.0	1.64	0.01	0.20	0.004	11.00	4.00	0.01	<0.0001	0.0001	<0.01	1.82	<0.001	0.004	<0.01	<0.01	7.10	0	I
巩义		巩义市铁生沟煤矿	4.0	<0.01	<0.01	0.01	<0.002	2.40	1.20	<0.002	0.0005	<0.0001	<0.01	0.63	<0.001	<0.001	<0.01	<0.01	8.10	0	I
济源		济源煤矿	5.0	0.10	0.01	<0.02	<0.002	0.12	0.06	<0.002	0.0002	<0.0001	<0.01	0.22	<0.001	<0.001	<0.01	<0.01	8.72	0	I
鹤壁		鹤壁五矿	超	90.0	0.01	0.04	<0.002	0.24	1.18	<0.002	0.0008	<0.0001	<0.01	1.18	<0.001	<0.001	0.10	0.02	7.60	2	III

矿山重金属元素含量及危害性

表 4—28

元素	含 量	危 害
铜	人体正常含量为 100—500 毫克	铜是人体中需要的一种元素，过量则有害，含铜盐类如硫酸铜更具毒性。
铅	矿区空气中正常含量 1.3 微克/m <sup>3</sup> ；头发中正常含量 2—59 微克/克；达 42—1000 微克/克，即可慢性中毒。	铅可以形成不溶性的磷酸三铅，进入人体后在骨骼中沉淀，也可有少量进入肝、脑、胃等内脏器官，对神经系统、血液皆有害。
镉	土壤 1.0ppm；饮水 0.01ppm；废水 0.1ppm；大气 1.0ppm；废渣 0.3ppm。	镉中毒引起“骨痛病”，死亡率达 58%。
锌		锌本身无害，但其盐类能使人体内蛋白质沉淀，对皮肤、粘膜有刺激腐蚀作用。
砷	砷选冶车间，巷道空气中最高允许含量为 0.3 毫克/m。	砷对人、动植物均有严重危害，以三价砷为最强烈，使小孩骨质病成残废畸形；成人头痛、呕吐、腹泻，重者死亡；砷与喉、眼癌及白血病有关。
汞	空气中正常汞蒸发含量应小于 0.1 毫克/m；成人体内允许含量小于 100 微毫克/毫克。	甲基汞引起“水俣病”；空气中含汞超标可引起知觉障碍病变。

要通过农作物、植物以及对人的影响才能表现出来，而且土壤一旦被污染后，其波及范围较广，通常是难以期待自然净化的。

鉴于以上特点，土壤污染的判定比较复杂。到目前为止，还没有制定出类似于水和大气的那种诸如《土壤中有毒物质最高容许浓度》的制定标准，因为土壤中污染物的含量与农作物（或植物）生长发育之间的因果关系十分复杂，有时污染物质的含量超过土壤背景值很多，但并未影响植物

可能产生有害粉尘的金属矿物

表 4—29

金属	矿 物	危 害 说 明
铝	铝矾土	矾土病、肺部有部分瘢痕
砷	辉砷钴矿、硫砷铜矿、雄黄、雌黄、砷钴矿、毒砂	使皮肤、粘膜局部受到刺激引起贫血（溶血剂）、癌症、血红蛋白尿。
铍	绿柱石、矽铍石	铍中毒、肺部慢性病、肺部损伤、局部急性肺炎
铬	铬铁矿	肺癌
钴	砷钴矿、硫钴矿、钴华	肺癌、气管炎、硬金属病
铁	赤铁矿	铁尘肺、肺部瘢痕增加
汞	辰砂	肾病多、唾液增多、头晕、瘢痕机能亢进、咳、汞中毒、水俣病
锌	闪锌矿	呼吸急促、也有尘肺病例
镍	镍黄铁矿、红砷镍矿、针硫镍矿、硅镁镍矿	肺癌
钒	钒铅矿、钾钒铀矿	水文性肺部瘢痕、呼吸道及眼刺激

可能产生有害粉尘的非金属矿物

表 4—30

矿 物 名 称	危 害 说 明
温石棉、铁石棉、青石棉、直闪石	石棉尘肺、肺癌、肠胃癌、胸膜和腹膜髓质瘤；可能增加淋巴系统恶性病变。
石英、玉髓、燧石、矽藻土、蛋白石	矽肺、胸腺性气喘、脾脏矽结节、矽肺结核；演变性肺部纤维性病变。
黑云母、白云母、金云母	肺部纤维性病变、矽肺。
石墨	石墨尘肺、肺结核。
高岭土、矽线石、蓝晶石	肺部造成瘢痕
滑石	滑石粉沉着病；非对称肺纤维性病变；滑石尘肺。
霞石	霞石尘肺；肺部有部分瘢痕。

的正常生长；有时植物生长已受影响，但植物体内未见污染物质的积累；而有时植物体内虽有明显的污染物质积累，仍未见影响植物的正常生长。所以，对于土壤是否受到污染，既要考虑将土壤中污染物质的测定值与土壤本低值作比较，看土壤中元素或化合物的含量有无异常现象；还要考虑农作物中污染物质的含量；看它与土壤中污染物质含量之间的关系；同时还要观察和检查农作物生长发育是否受到限制，有无生态变异以及人食用后对健康有无危害，只有这样综合考虑，才能全面评价土壤的污染。

由于我省矿产资源开发程度比较高，开采历史较长，矿区土壤均不同程度受到污染，砷、镉、六价铬、铜、锌、三价铁、铅、锰、硒、碘、汞和 PH 值十二项因子等作现状评价。野外共采集土样 38 组，且按水土比例 5:1，浸泡 16 小时，测得水溶液结果。

#### ①煤矸石对土壤的污染

煤矸石污染样 27 组，其中新密矿区 7 组，鹤壁矿区 2 组，平煤矿区 11 组，焦作矿区 7 组，其特征值见（表 4—31）。

通过检测，重点地区 PH 值平均值为 7.45—7.84，最大值为 8.30，最小值为 5.5；砷的平均值为 0.02—0.21，最大值为 0.5，最小值未检出；镉的平均值为 0.01—0.014，最大值为 0.076，最小值未检出；六价铬四大矿区均未检出；铜的平均值为 0.07—0.127，最大值为 0.15，最小值为 0.05；锌的平均值为 0.1—0.25，最大值为 0.55，最小值为 0.05；三价铁的平均值为 0.064—0.15，最大值为 0.2，最小值未检出；铅的平均值为平煤矿区的 0.014，其它矿区均未检出；锰的平均值

为 0.14—0.145，最大值为 1.6，最小值未检出；硒的平均值为 0.015—0.17，最大值为 1.769，最小值未检出；碘的平均值为 0.07—0.09，最大值为 1.0，最小值未检出；汞的平均值为 0.0004—0.009，最大值为 0.011，最小值未检出。

②其它废石、尾矿对土壤的污染。除煤矸石对土壤的污染外，本次还取了金矿、银矿、铁矿、萤石矿、碱矿和盐晶石矿对土壤的污染样共 11 组，对土壤的污染情况见（表 4—32）。

### ③有害元素的迁移及富集规律

本次工作针对有害元素在土壤中的迁移与富集，分别在新密米村矿、王庄矿、焦作演马庄矿、鹤壁五矿进行了 4 组污染样分析，分析成果见表(4—33、4—34、4—35、4—36)。

由于各矿区土壤类型、成份、背景条件存在差异，故有害元素在土壤中的迁移与富集存在差异，总体来讲，PH 值变化不大；As、Hg 一般在煤矸石附近和下游相对富集。Mn、Cu、Se 一般在煤矸石附近相对富集，远离煤矸石含量较低，迁移距离较短。Zn 元素迁移存在差异，一般情况下靠近煤矸石时，含量较高，远离煤矸石时含量较低，如新密半村矿、王庄矿。但在鹤壁五矿和焦作演马庄矿呈现不同的富集特征。Cd、Cr<sup>6+</sup>、Pb、Mn 元素在土壤中含量较低，本次未被检出。

#### 4.5.4.2 大气污染

废渣对大气的污染主要表现在粉尘污染和废气污染两个方面，其中废气污染多是由矸石堆的自燃产生的。下面着重对粉尘污染和矸石堆自然作进一步的论述。

##### ①粉尘污染

粉尘影响着人类健康、生态系统和生物圈。进入肺部的微粉可长期存附并对呼吸作用产生慢性影响；粉尘降落到植被和作物表面，可妨碍其光合作用；严重的粉尘可影响人和动物的呼吸。特别是在多干法加工的矿山，如颚破、干法粉碎、干法筛分等，这些作业过程均产生大量粉尘。加之大量堆存尾粉、尾砂，在风力作用下随风起尘，更加重了矿区的粉尘污染，恶化矿区环境，并由此引发矽肺病的发生。



煤矸石污染土壤特征表

表 4—31

重点地区	取样点	PH	AS	Cd	Cr <sup>6+</sup>	Cu	Zn	Fe <sup>3+</sup>	Pb	Mn	Se	I <sup>-</sup>	Hg
焦作矿区	最大值	8.25	0.36	0.035	<0.01	0.15	0.20	0.20	<0.05	<0.05	0.03	0.5	0.009
	最小值	7.30	0.02	<0.01	<0.01	0.1	0.15	<0.10	<0.05	<0.05	0.0015	<0.25	<0.0002
	平均值	7.84	0.103	0.006	<0.01	0.11	0.17	0.10	<0.05	<0.05	0.015	0.07	0.00026
鹤壁矿区	最大值	7.55	0.2	<0.05	<0.05	0.14	0.13	0.15	<0.05	<0.05	1.4	<0.25	0.011
	最小值	7.5	0.02	<0.05	<0.05	0.09	0.065	0.15	<0.05	<0.05	0.6	<0.25	0.009
	平均值	7.53	0.11	<0.05	<0.05	0.115	0.1	0.15	<0.05	<0.05	1.0	<0.25	0.01
新密矿区	最大值	8.30	<0.02	<0.01	<0.01	0.1	0.55	0.20	<0.05	1.0	0.032	0.50	<0.002
	最小值	5.5	<0.02	<0.01	<0.01	0.05	0.05	0.10	<0.05	<0.05	<0.0001	<0.25	<0.002
	平均值	7.45	<0.02	<0.01	<0.01	0.07	0.14	0.14	<0.05	0.14	0.093	0.07	<0.002
平煤矿区	最大值	8.10	0.5	0.076	<0.01	0.15	0.3	0.10	0.10	1.6	1.769	1.00	0.0028
	最小值	6.8	<0.02	<0.01	<0.01	0.10	0.20	<0.10	<0.05	<0.05	<0.05	<0.25	<0.0002
	平均值	7.62	0.21	0.014	<0.01	0.127	0.25	0.064	0.014	0.145	0.17	0.09	0.0004

其它尾矿污染土壤成果表

表 4—32

取 样 地 点	PH	AS	Cd	Cr <sup>6+</sup>	Cu	Zn	Fe <sup>3+</sup>	Pb	Mn	Se	I <sup>-</sup>	Hg
舞阳铁 钢	8.4	<0.02	<0.01	<0.01	0.05	0.15	0.10	<0.05	<0.05	<0.0005	<0.25	0.0003
巩义大 峪沟	7.15	<0.02	<0.01	<0.01	0.10	0.15	0.20	<0.05	1.0	0.041	<0.25	<0.0002
桐柏毛 集铁矿	7.70	<0.02	<0.01	<0.01	0.05	0.05	0.20	<0.05	<0.05	0.0005	<0.25	<0.0002
桐柏 光业金 矿	8.10	0.02	<0.01	<0.01	0.05	0.05	0.20	0.05	<0.05	<0.0005	<0.25	<0.0002
桐柏 碱矿	8.30	<0.02	1.65	<0.01	7.90	6.99	2600	10.25	300	0.002	10.0	0.0042
桐柏 银矿	7.40	<0.02	0.15	<0.01	0.05	0.55	0.10	0.20	<0.05	0.001	<0.25	0.0004
南阳卧 龙区盐 晶石矿	7.60	<0.02	<0.01	<0.01	0.05	0.05	0.10	<0.05	<0.05	<0.0005	<0.25	<0.0002
嵩县金 源金矿	7.60	<0.02	<0.01	<0.01	0.15	0.15	0.10	<0.05	<0.05	<0.0005	<0.25	0.0007
嵩县 茨石矿	7.80	<0.02	0.035	<0.01	0.10	0.20	0.10	<0.05	<0.05	<0.0005	<0.25	0.0004
嵩县前 河金矿	7.70	0.20	<0.01	<0.01	0.15	0.15	<0.10	<0.05	<0.05	0.002	1.0	0.0006
嵩县金 牛店房 金矿	7.90	0.02	<0.01	<0.01	0.15	0.35	<0.10	<0.05	<0.05	0.0015	1.0	0.0004

鹤壁五矿煤矸石有害元素的迁移与富集特征表

表 4—33

取样地点	PH	AS	Cd	Cr <sup>6+</sup>	Cu	Zn	Fe <sup>3+</sup>	Pb	Mn	Se	I	Hg
煤矸石旁	7.5	0.02	<0.05	<0.05	0.09	0.065	0.15	<0.05	<0.05	1.4	<0.25	0.009
下游	7.55	0.20	<0.05	<0.05	0.14	0.13	0.15	<0.05	<0.05	0.6	<0.25	0.011

焦作演马庄矿煤矸石有害元素的迁移与富集特征表

表 4—34

取样地点	PH	AS	Cd	Cr <sup>6+</sup>	Cu	Zn	Fe <sup>3+</sup>	Pb	Mn	Se	I	Hg
煤矸石旁	8.25	0.06	<0.01	<0.01	0.10	0.15	0.10	<0.05	<0.05	0.024	<0.25	0.0007
下游	7.90	0.36	<0.01	<0.01	0.10	0.20	<0.10	<0.05	<0.05	0.0065	0.50	0.0002

新密半村矿煤矸石有害元素的迁移与富集特征表

表 4—35

取样地点	PH	AS	Cd	Cr <sup>6+</sup>	Cu	Zn	Fe <sup>3+</sup>	Pb	Mn	Se	I	Hg
煤矸石旁	7.55	<0.02	<0.01	<0.01	0.10	0.10	0.10	<0.05	<0.05	0.0030	<0.25	<0.0002
下游	7.60	<0.02	<0.01	<0.01	0.05	0.05	0.10	<0.05	<0.05	<0.0025	0.5	<0.0002

新密王庄矿煤矸石有害元素的迁移与富集特征表

表 4—36

取样地点	PH	AS	Cd	Cr <sup>6+</sup>	Cu	Zn	Fe <sup>3+</sup>	Pb	Mn	Se	I	Hg
煤矸石旁	7.55	<0.02	<0.01	<0.01	0.10	0.10	0.10	<0.05	<0.05	0.014	<0.25	<0.0002
下游	7.60	<0.02	<0.01	<0.01	0.05	0.05	0.10	<0.05	<0.05	<0.0001	<0.25	<0.0002

信阳市上天梯非金属矿区是全国著名的优质珍珠岩、膨润土产品基地。同时还生产沸石和玻璃用凝灰岩，且这四种矿产的资源量达 5400 多万吨。但近 30 年来，因开发矿产造成的环境污染直接威胁着当地的生态环境和人们的生命安全，300 多家矿山企业一个挨着一个，使上天梯矿区长期笼罩在一片烟尘之中。“沙尘暴天天有，晴天一身灰，雨天一身泥”是这里的真实写照。

南阳市卧龙区蒲山镇是全国著名的优质灰岩矿产品基地，石灰岩资源量达 3

亿  $\text{m}^3$ ，但 50 多年来，200 多家一个挨一个的石料场，100 多家石灰窑和 8 家大型水泥厂，使蒲山镇长期笼罩在一片烟尘之中。“家住蒲山镇，一年吃块砖”是这里的真实写照，据监测，蒲山矿区大气降尘量平均为  $201\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ，总悬浮颗粒物平均值为 8.4 毫升/标  $\text{m}^3$ ，超过大气环境质量二级标准的 41 倍，三级标准的 27 倍。当地居民说，长年的烟尘和粉尘污染，使这里的庄稼大多光开花不结果；2001 年，这里有十几人死于胃癌和肺癌。

我省存在同样问题、环境极其相似的矿区还有：禹州无梁石灰岩矿区、新乡凤凰山石灰岩矿区，息县蒲公山石灰岩矿区、信阳南湾灰岩矿区，方城滑石矿区，新密白寨石灰岩矿区等。

#### ② 矸石堆自燃

矸石堆自燃在我省主要表现在煤矿区，煤矸石大多弃置于平川地带，加之长期堆放，利用率很低。经日晒雨淋、风化剥蚀、浸蚀，天长日久便发生自燃，从而释放大量  $\text{CO}$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 。苯并芘等有害气体，严重污染矿区及周围的大气环境。

我省煤矸石自燃现象分布很广。如鹤壁矿区、焦作矿区、荥巩矿区、义马矿区、平顶山矿区，特别是义马矿区和平顶山矿区表现尤为严重。见照片。目前永城矿区和新密矿区还未出现煤矸石自燃现象。

由于本次未作大气监测。各种有害气体的具体超标程度不详，这里不能作出大气质量的具体评价。

### 4.6 导致矿山环境地质问题的主要因素

我省为矿业大省，近 50 年尤其是 80 年代以来，人类强烈的采矿工程活动所引起的环境问题呈现多样化和及其复杂化的态势，对区域社会经济发展影响是巨大的。因此在调查矿山地质环境现状的基础上，分析研究引起矿山地质环境问题的各种因素显得极为重要，从而为合理开发利用矿产资源和保护地质环境提供防治对策和科学依据。

矿山地质环境问题是多种因素综合作用的结果，总体上分自然因素和人为因素。

## 4.6.1 地面沉陷影响因素

### 4.6.1.1 自然因素

#### (1) 矿产埋藏条件

①矿产埋深愈大（即开采深度愈大），变形扩展到地表所需的时间愈长，地表变形值愈小，变形比较平缓均匀，但地表移动盆地的范围加大，如永煤集团，郑煤集团和平煤集团矿区。

②矿层厚度愈大，开采空间愈大，会使地表变形值增大，如鹤煤集团四矿、九矿，栾川红庄金矿，三道庄钼矿区等。

③矿层倾角大时，使水平移动值增大，地表出现地裂缝的可能性增大，盆地和采空区的位置更不相对应。

④松散覆盖层的厚度及性质。松散覆盖层越厚，地表变形值越小，但地表移动盆地范围加大。如永煤集团矿区。松散覆盖层主要为粘性土时，则地表出现地裂缝的可能性增大。若松散覆盖层主要为粉土，则出现中小型地面沉陷陷坑的可能性增大。

#### (2) 地质构造因素

①矿层产状。矿层倾角平缓时，盆地位于采空区正上方，形状基本上对称于采空区；矿层倾角较大时，盆地在沿矿层走向方向仍对称于采空区，而沿倾角方向，随着倾角的增大，盆地中心愈向倾斜的方向偏移。

②岩层节理裂隙发育，会促使变形加快，增大变形范围，扩大地表裂缝区，如栾川红庄金矿区，鹤煤四矿、九矿区等。

③断层会破坏地表移动的正常规律，改变移动盆地的大小位置，断层带上的地表变形更加剧烈。

#### (3) 岩性因素

①上覆岩层均为坚硬、中硬、软弱岩石层或其互层时，开采后容易冒落，顶板随采随冒，不形成悬顶，能被冒落岩块支撑，并继续发生弯曲下沉与变形而直达地表，地表产生非连续变形。我省大多数煤矿区都有此现象，尤以郑煤集团、平煤集团、鹤煤集团和义煤集团矿区为突出。其它如南召、禹州等地的铝矾土矿也很普遍。

②如覆岩中大部分为板坚硬岩石时，顶板大面积暴露，矿柱支撑强度不够时，当采空区达到一定面积之后，其上方的厚层状坚硬覆岩发生直达地表的一次性突然冒落（即切冒形变形），地表则产生突然塌陷的非连续变形。如栾川南泥湖钼矿区和三道碛钼矿区，其上覆岩层极坚硬，采后顶板长期缓慢下沉，甚至不移动，当采空区面积越采越大时，便发生大面积突发性冒落，从而引发塌陷地震。

③如覆岩中均为极软弱岩层或第四纪土层，顶板即使是小面积暴露，也会在局部地方沿直线向上发生冒落，并可直达地表，这时地表出现漏斗型塌陷坑。

④如覆岩中仅在一定位置上存在厚层状极坚硬岩层，顶板局部或大面积暴露后发生冒落，但冒落发展到该极坚硬岩层时便形成悬顶，不再发展到地表，这时地表产生缓慢的连续型变形，特别是在太原组下部煤层开采时，由于坚硬砂岩或石灰岩层形成悬顶，较小采空区地表变化不明显。

⑤如覆岩中均为厚层状极坚硬岩层，顶板局部或大面积暴露后发生冒落后发生弯曲变形，地表只发生缓慢的连续型变形。

⑥厚的、塑性大的软弱岩层，覆盖于硬岩层上时，后者产生破坏，会被前者缓冲或掩盖，软岩层象缓冲垫一样，使地表变形平缓，如永煤集团矿区。反之，上覆软弱层较薄，则地表变形会快，并出现裂缝，如鹤煤集团九矿、四矿等岩层软硬相间，且倾角较大时，在接触处常出现离层现象。地表第四纪堆积物愈厚，则地表变形愈大，但变形平缓均匀。

#### 4.6.1.2 人为因素

##### (1) 采矿方法和顶板管理方法

采矿方法和顶板管理方法是影响围岩应力变化，岩层移动，覆岩破坏的主要因素。目前在煤矿应用较为普遍的方法有长壁垮落法、长壁充填法和煤柱支撑法等。其它矿种如金矿、铝矾土矿，也大都采用此方法。

垮落法是目前采用的最普遍，使覆岩破坏最严重的一种顶板管理方法。采用垮落法管理顶板进行长壁工作面开采时，顶板岩层一般都要发生冒落和开裂性破坏，并在岩层内部形成“三带”。当深厚比较大时，能促使上覆岩层迅速而平稳地移动，地表下沉量达到最大，因而下沉系数也较大。

用充填法采煤，对覆岩的破坏较小，一般只引起开裂性破坏而无冒落性破坏，

能够减小地表移动量，并使地表移动和变形更为均匀。

煤柱支撑法管理顶板，一般是在顶底板岩层较坚硬地 情况下采用。从影响覆岩的破坏来看，煤柱支撑法管理顶板有两种情况：一种是保留的煤柱面积较大，煤柱能够支撑住覆岩的全部重量，使其不发生破坏，如条带法、房柱法等；另一种是保留的煤柱面积较小，煤柱支撑不住顶板，如刀柱法等，当采空区扩大到一定范围后，刀柱被压垮，覆岩发生冒落和开裂性破坏。在煤柱未能支撑住顶板的情况下，覆岩破坏情况和最大高度几乎与垮落法管理顶板的效果一样，地表下沉量明显增加。

## （2）采空宽度的影响

地表变形的范围与宽度有密切的关系。在煤层埋深不变的情况下，开采宽度越大，形成的地表影响越大（如图 4—7 所示）。

### 4.6.2 地裂缝影响因素

我省矿山地质环境问题中地裂缝有两种类型：一类是地下采空区地面塌陷引起的，并且出现地面变形（地表移动）整个过程中，直到塌陷区稳定后才逐渐消

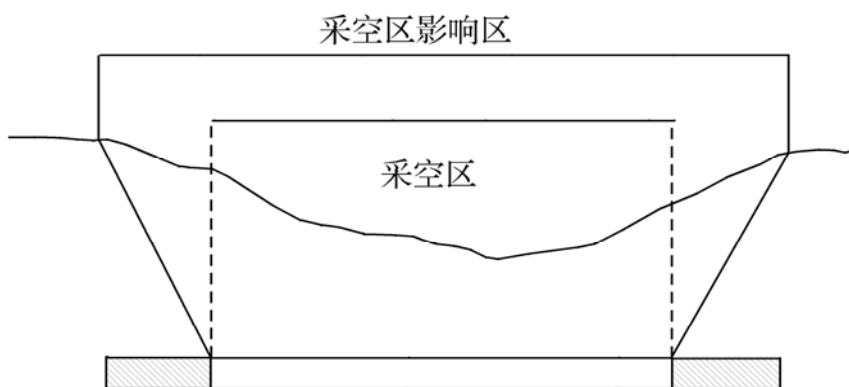


图 4—7 采空影响示意图

失；另一类是露天矿开采引起的，露天开采塑造了边坡 。上露岩体出现的大量卸荷裂缝，继续发展则演变为崩塌，滑坡。如义煤集团北露天矿、安阳李珍铁矿、信阳上天梯非金属矿等。

地裂缝的形态特征受气象、水文、地质构造、采矿条件、开采规模、上露岩土层的组合关系、岩石的物理学性质、岩土力学性质多种因素综合作用的结果。

地表裂缝的分布和矿产分布密切相关，空间分布受采空区的范围和方向控制，因此地裂缝的影响因素很大程度上与地面塌陷的影响因素息息相关。

### 4.6.3 矿坑突水影响因素

矿坑突水多发生在煤矿区，其突水条件一般有：充水水源，充水通道和充水程度。这三个条件即决定于矿井所处的自然地理、地质和水文地质特征，也决定于矿井建设和生产过程中采矿活动对天然水文地质条件的改变，即一系列自然因素和人为因素错综复杂的影响。

#### 4.6.3.1 自然因素

##### (1) 大气降水

各煤田在开采过程中涌水量随季节变化明显，雨季大，旱季小，且有一定的滞后性。鹤壁八矿枯水期排水量为 400—470 吨/时，丰水期排水量增大到 475—580 吨/时；同时降水量呈现多年周期性变化。如焦作矿区连续干旱年，矿井地下水由原来的 85m 持续下降到 36m，恢复正常水位后有回升到 85m。

##### (2) 地形

地形直接影响矿井水的汇集和排泄，是控制矿井涌水量大小和防治工作难易程度的主要因素之一。位于当地侵蚀基准面以上的矿井一般不会发生突水事故。如义煤集团矿区。位于当地侵蚀基准面以下的矿井则易于发生突水事故，我省许多矿区大都如此。

##### (3) 地表水

地表水能否涌入矿井及其渗入量的大小，主要取决于下述因素：

①井巷与地表水体间的岩石渗透性。若地表水体与井巷之间为强透水岩层，即使距离甚远，地表水也可能导致矿井充水。如鹤壁矿区，淇河、洹河河床奥陶系灰岩裸露，溶蚀裂隙发育，与地下水水力联系密切，鹤壁九矿突水引起小南湾泉群消失，河流量减少。

②地表水体与井巷的相对位置。只有当井巷高程低于地表水时，地表水才能成为矿井充水水源；当井巷高程低于地表水体，在其它条件相同时，距离愈小，影响愈大，反之则影响减小。



③地表水体的性质和规模。当地表水是矿井突水水源时，若为常年性水体，则水体为定水头补给边界，矿井涌水量通常大而稳定，淹井后不易恢复；若为季节性水体，只能定期间断补给，矿井涌水量随季节性变化。因此，当矿区存在地表水体时，首先应查明水体与井巷的相对位置；其次需要勘察水体与井巷之间的岩层透水性，判断地表水有无渗入矿井的通道和性质；最后在判明地表水确系矿井水充水水源时，在根据地表水体的性质和规模大小，动态特征，结合通道的性质确定地表水对矿井充水的影响程度。

我省对矿井充水有明显影响的地表水有：济源矿区的蟒沁河，宜洛矿区的洛河支流李沟河，临汝矿区的蒋公河，平顶山矿区的湛河，韩梁矿区的沙河支流石龙河等。据济源矿区排水资料证明，凡在沁济蟒渠引水灌溉期间，矿井排水量就增大。另外，在韩梁矿区的石龙河与临汝矿区的蒋公河干旱季节，河水流至石炭系突然消失，河水大量注入地下，补给灰岩含水层，使河床常年呈干枯状态，只有雨季才有水流。据实测河水流量，每年通过矿区石龙河有 164 万吨水注入石炭系中，蒋公河每年有 290 万吨水注入临汝矿区石炭系含水层中。平顶山矿区被 40 余米的第四系粘土层所隔，河流对其影响较小。

#### （4）井巷围岩的性质

当井巷围岩为含水层时，储存于其中的地下水就会成为矿井充水的水源。当井巷围岩为隔水层时，如果厚度大而稳定，且具有足够的强度，则可起阻止周围的水向矿井充水的作用；反之，隔水层厚度小而不稳定，且强度较低，或存在各种天然或人为通道时，即使含水层距井口较远，仍能对矿井充水。因此，井巷围岩对矿井充水起重要作用。

##### ①充水岩层对矿井充水的影响

根据充水岩层的含水空间特征，可分为孔隙充水岩层、裂隙充水岩层和岩溶充水岩层。特别是岩溶充水岩层，由于其含水空间分布极不均一，致使岩溶水具有宏观上的统一水力联系，而局部水力联系不好，水量分布极不均匀的特点。因此，岩溶水岩层对矿井充水影响的两个鲜明特点：一是位于岩溶发育强径流带上的矿井易发生突水，突水频率高，矿井涌水量大，如焦作韩王矿，演马矿位于九里山断层强径流带上，为该矿区突水最频繁，水量最大的矿井；二是矿井充水

以突水为主，个别突水点的水量常远远超过矿井正常涌水量，极易发生淹井事故。

充水岩层的厚度和分布面积愈大，地下水储量愈丰富，对矿井充水影响愈大，反之则小。同时充水岩层的出露和补给条件对矿井充水亦有很大影响。

## ②隔水岩层对矿井充水的影响。

一般认为，松散层中的粘土，坚硬岩石中含泥质较高的柔性岩石和胶结很好而且裂隙，岩溶不发育的岩层，以及经过后期胶结的断层破碎带都可以起到较好阻水作用。特别指出的是：当地质剖面中的砂质粘土，粘质砂土，粉砂岩或一些裂隙不发育的坚硬岩层等，其透水性介于含水层和隔水层之间，当其垂向渗透系数较大时，含水层于含水层之间或者充水岩层与井巷之间仍可能通过其产生越流补给，向矿井充水，特别是在上下含水层水头差很大或水压较高时。同时隔水层的隔水性质不是一成不变的，粘土或隔水断层在水压作用或长期渗透影响以及矿压等人为因素影响下，可由阻水变导水。

隔水层的厚度愈大，愈能在各种情况下有效地阻止水进入矿井；厚度不大的隔水层或经受不住水压的作用，或在开采活动等人工作用下遭受破坏而降低，甚至完全失去阻水能力而导致矿井充水。此外，由于地质作用的复杂多变性，隔水层即可能因变薄、尖灭而形成“天窗”。也可能因断层、陷落柱等破坏而形成导水通道而使矿井充水。

隔水层是由不同的岩性岩层组成的结果。例如焦作矿区二叠系大煤和太原统八灰之间的隔水层即由砂岩，薄层灰岩，泥岩，砂质泥岩及页岩组成的互层。据研究，刚性较强的岩层如灰岩，砂岩具有较高的强度，对抵抗矿压的破坏起较大的作用；而柔性岩石如泥岩，页岩等，其强度较低，抵抗矿压破坏的能力差，但其隔水阻水能力较强。由刚柔性相间的岩层组成的隔水岩层则更有利于抵抗矿压与水压的综合作用，在厚度相同的条件下更有利于抑制底板突水。

## （5）地质构造

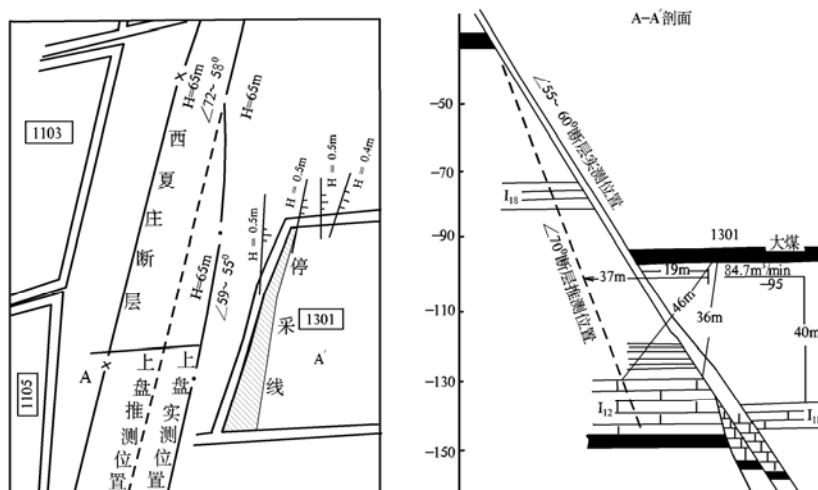
地质构造是影响矿井充水的重要因素，我省 70%的矿井充水与地质构造有关。具体影响表现为：

### ①褶曲构造

褶曲的类型决定地下水的储存条件和贮存量大小，向斜构造与单斜、背斜

向比,易于汇集和储存地下水,常形成蓄水构造或自流盆地。同属向斜构造,其规模愈大,含水层的分布范围愈广,地下水的储存量愈丰富,对矿井充水影响愈大。

## ②断裂构造



### ③断层降低岩层的强度

矿区，与断裂构造有关的突水常发生在两条主干断裂的复合部位及其锐角一侧，主干断裂旁侧的“入”字型小构造，断裂密集带，断层尖灭端，断层交叉点等部位，（如图 4—9）。尽管断裂构造是影响矿坑充水的主要因素，但并非所有的断层都导水，有的还起着良好的隔水阻水作用，构成矿井或充水岩层的天然隔水边界。断裂是否导水，主要取决于：A、断裂面的力学性质，一般张裂性断裂导水性最好、压性断裂最差，扭性断裂介于两者之间。B、断裂两盘的岩性，相同力学性质的断裂，两盘均为刚性岩层时导水性好，为柔性岩层时导水性差。如果一盘为柔性岩层，另一盘为刚性岩层，断裂可能在天然情况下隔水，开采后逐渐变为导水。如焦作韩王矿 1221 老采巷，1974 年 9 月 24 日距断层 5m 处停掘，开始无水，25 日 12 时，发现正前方巷道出现底鼓，两帮各有一小股水涌出。水量约为 12—15m<sup>3</sup>/h，26 日 1 时增至 876m<sup>3</sup>/h，3 时达到 1440m<sup>3</sup>/h 这种滞后突水的现象再煤矿生产中时有发生。C、断裂的规模，在其它条件相同时，断层的走向愈大，断裂带宽度愈宽，导水条件愈好。

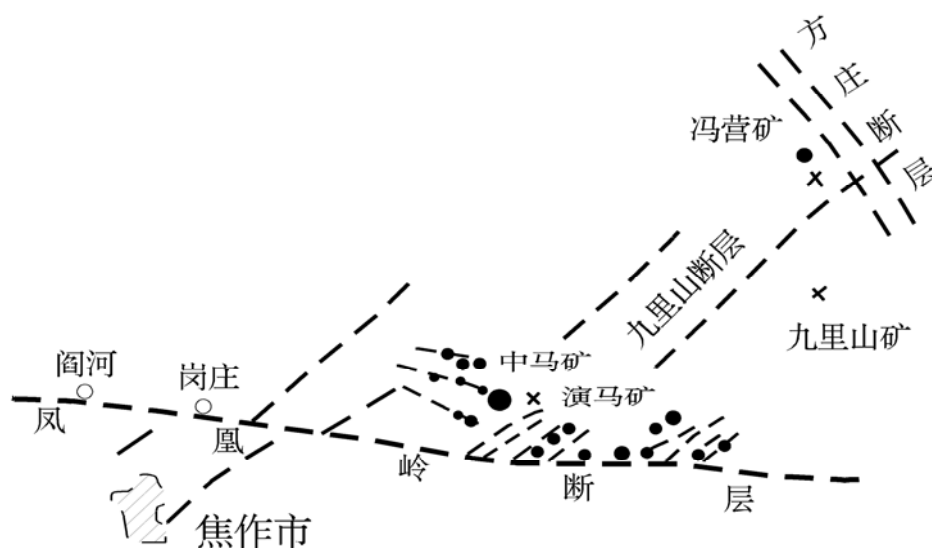


图 4—9 焦作矿区突水点位置与断层展布关系图

#### （6）岩溶降落柱

岩溶陷落柱是由于煤系地层下伏的奥陶系灰岩顶部岩溶发育，常形成巨大的溶洞，使上覆地层失去支撑，从而在重力的作用下不断向下垮落而成。由于它不同程度地贯穿了奥灰以上的地层，当贯穿煤系地层时，陷落柱就可能成为奥灰水进入矿井的通道。如我省的安阳、鹤壁、焦作、新密矿区都出现过此现象。

#### 4.6.3.2 人为因素

人为因素对矿井充水的影响即包括产生新的充水水源和通道，也包括改变水文地质条件，影响矿井的充水程度等。

##### (1) 老空积水

矿井采掘工程一旦揭露或接近老空积水区，老空积水便成为新的充水水源，轻则增大矿井涌水量，重则淹没巷道，工作面或采区，甚至冲毁巷道，造成人员伤亡。我省许多煤矿开采历史悠久，有的长达数百年，老空积水大多分布矿井浅部，位置居高临下，且位置不清，水体几何形状极不规则，空间分布极不规律，对积水区位置难于分析判断和准确掌握，因此矿井充水常带有突发性，如焦作演马矿，周边小煤窑越界开采，防柱采完后，演马矿突然涌水淹井，差点造成伤亡，损失 100 多万元；登封矿区新建矿和韩梁矿区韩庄矿多次突水均造成淹井和伤亡事故，这些都是人为因素导致老空积水造成的。

##### (2) 导水钻孔

所有钻孔终孔后都应按封孔设计要求和钻探规程的规定进行封孔。未进行封孔或虽封孔，但质量不合要求的钻孔便成为沟通煤层上部或下部含水层的导水钻孔。当采掘工程揭露或接近时，会酿成突水事故。

##### (3) 采掘破坏对矿井充水的影响

煤层在天然状态下与周围岩层相接触，并保持其应力平衡状态。当煤层采出后，采空区周围的岩层失去支撑而向采空区内逐渐移动、弯曲和破坏，原始应力状态亦随着发生变化。随着采矿工作面的不断推进，围岩的移动、变形和破坏不断由采场向外、向上和向下扩展，导致顶板、底板和煤壁的破坏，在采场周围形成破坏带或人工充水通道。当波及充水水源时，就会发生顶板突水、底板突水或断层突水。

##### (4) 矿井长期排水引起充水条件变化

矿井长期排水会使矿井水文地质条件发生很大变化，甚至根本性的变化。长期排水即可以引起某些导致矿井充水的含水层疏干，使矿井涌水量减少，也可以引起地下水分水岭位置和补排关系的变化，使矿井涌水量增加，在隐伏岩溶矿区还可能产生岩溶塌陷，形成新的人工充水通道，使矿井充水条件更加复杂。如

鹤壁九矿，洛阳龙门煤矿。

#### 4.6.4 滑坡、崩塌、泥石流影响因素

(1) 山脚开挖引起的滑坡：开挖山脚揭露了坡体软弱层面，使前缘临空，导致斜坡失稳，如舞钢市八台铁矿铁古坑采场，西坡由于人工开挖山体，上覆第四系在雨季经常发生沿基岩层面滑坡现象，直接威胁采场作业。

(2) 不合理开采引起的崩塌、滑坡：剥采比不按露天开采设计的台阶式开采的要求，采面过陡，或掏挖矿体，后缘产生卸荷张裂缝，在爆破和车辆的震动下诱发山体崩滑。特别在石灰岩开采区最为典型，如焦作九里山、息县蒲公山、禹州市无梁镇灰岩采区，没有一处是台阶式开采，有些位于下部层位的矿体还存在掏采现象，上部岩体下滑，崩塌隐患严重。1987 年息县蒲公山崩塌灾害，就是因为掏挖矿体，造成上部岩体 5 万立方米岩块崩塌，造成 24 人死亡 4 人重伤。95、98 年曾两度再次发生类似崩塌，目前仍存在隐患。

(3) 矿山布局不合理，加工点与开采区上下重叠。如安阳李珍铁矿区武祖洞采场，边坡陡直，山下掏挖矿体，上崖顶布置浅井，剥离废土顺坡堆积，极易发生滑坡崩塌。采矿加工点布局过于密集，剥离废土石等松散物质就地顺坡堆积，遇震动或雨水激发诱发滑坡。

(4) 排土场、渣堆滑坡。剥离土石、地下开采掘进废石，矿渣顺坡堆积，且堆积高度在 20 米以上，坡角大于 30 度，雨季极易诱发滑坡。如义马北露天矿内排土场。

#### (5) 矿业秩序混乱

我省许多矿区，采矿点多，规模小，管理失控，乱挖的现象比较普遍，各自随意乱挖，即破坏了矿产资源，又易引发崩塌、滑坡。特别是铁矿、铝土矿、金矿、灰岩矿、建筑饰料露天开采比较突出。如栾川红庄金矿、桐柏破山银矿、巩义涉村铝土矿。当地群众乱采乱挖，引起滑坡、崩塌，严重威胁当地居民的安全。

(6) 尾矿坝溃决：金属矿山多处于山区，绝大多数尾矿库依沟谷地形筑坝而建，或沿沟谷河道边砌坝而成。许多尾矿库超期服役，库高远远超出设计库容，坝体承受巨大的压力，加之不能及时复垦，在暴雨季节如若溃坝，将造成巨大的

泥石流灾害。如 1994 年 7 月，小秦岭矿区大西峪突降暴雨，导致文峪沟金矿尾矿库坍塌，洪水携带废渣和堆弃在沟谷间的废石形成泥石流，造成 51 人死亡，损失惨重。

(7) 矿产开采过程中产生的、选冶过程中产生的大量固废，尾矿长期堆积于沟谷中，为泥石流的形成提供了丰富的物源。

(8) 尾矿库建设选址不合理，超期服役，坝体失稳，是形成泥石流的巨大隐患，如栾川陶湾后街钼矿尾矿坝，栾川冷水街尾矿坝、嵩县陶村祁雨沟金矿尾矿坝等，像定时炸弹一样，威胁着流域内矿山和居民的生命安全。

(9) 汛期暴雨和洪水激发。一般重大的崩塌、滑坡、泥石流事故多发生在 7—8 月份暴雨季节。充沛的雨水为崩滑泥提供了水动力条件。

#### **4.6.5 矿区地下水位下降影响因素**

(1) 对区域水文地质条件认识不足而导致的过量开采引起的，尤其是地下水资源形成条件认识不全面，所计算的允许开采量偏大，使开采量长期大于补给量，势必造成地表、地下水疏干，从而造成地下水位的持续下降。

##### **(2) 不合理开采**

指矿区开采地段，开采层位的过于集中及开采管理的无政府状态，虽然整个含水层的补给与开采量处于基本平衡状态，但在局部地段由于开采井集中或开采强度过大，将会产生局部地段或某些含水层水位的大幅度持续下降。

(3) 人为或自然因素变化导致地下水补给量减少。

#### **4.6.6 矿区水体污染影响因素**

水体污染的原因归结起来主要是污染源，污染途径的存在及水动力，水化学条件的改变。

##### **(1) 污染源**

采矿引起的污染往往是地下水污染的主要原因。采矿活动有大量的矿井水外排，其中大多数未经处理而排放，含有大量的悬浮物、有机物，有的矿区矿井水为腐蚀性很强的酸性水，排出地表后污染土壤或地表水，危害更大；另外煤矿区采矿排出大量矸石，其成分经淋滤作用渗入地下也造成地下水的污染。金矿、

钼矿区选矿产生的废水危害更大。矿区疏干排水，包气带加厚，降水对疏干带的淋滤，加剧了地下水的污染。

另外，工农业生产及城镇生活引起的污染，都不同程度上造成矿区水体污染。

## (2) 污染途径

水体污染途径是复杂多样的，分类方法亦各异，按力学特点分为：间歇入渗型，连续入渗型，越流型，径流型和直接地表水体污染。上章节已提起这里不在详述。

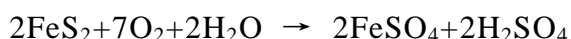
## (3) 水动力和水化学条件的改变。

污染源和污染通道的存在是地下水水质可能恶化的必备条件，水动力条件的改变和水化学作用的产生，常常是水体污染的直接原因：

A、开采含水层和污水体之间必须有某种直接或间接的水力联系（补，排关系）。

B、由于开采抽水（或污水灌注），在开采含水层（或地段）中形成相对于污染水体的负压区，导致污水直接或间接地流入并污染开采含水层。

C、新的水化学作用改变水质。许多水体矿化度、硬度、铁锰离子含量增高及 PH 值降低等往往是由于含水层疏干、氧化作用加强所致。例如煤矿区广泛分布的黄铁矿（ $\text{FeS}_2$ ）在还原条件下很稳定，几乎不溶于水，但在氧化条件下易于溶解，即：



这一反应可造成强酸型环境，使岩层中原先不易溶解的化合物变为较易溶解，从而使水中铁、锰、钙、镁、硫酸根离子含量大大增加，地下水矿化度，硬度随之增高。

### 4.6.7 井田热害影响因素

影响井田热害的因素即是多方面的，又是复杂的，主要包括岩石的热导性，构造运动，岩浆活动，地下水循环以及其它人为因素。

#### (1) 岩石的导热性



众所周知，地球内部的热源是通过岩石向外传导的，不同的岩石具有不同的传导热能力。一般而言，致密坚硬岩石的导热性强，传热快，增温率小；松散土石导热性差、传热慢、增温率大。

## （2）构造运动

构造运动的影响表现在下述几个方面：即基底起伏状况、褶曲影响、断裂影响等。基底隆起带较基底拗陷带的地温和增温率要高些，这是由于结晶基底的岩石导热率比沉积盖层岩石导热率大所致。在同一水平背斜部位的地温及增温率要高于同一水平向斜部位。如平顶山矿山，在沉积盖层内部，顺层面方向导热率高，垂直层面方向导热率低。这样就造成了热量向着基底隆起部位和背斜轴部集中。另外，由于岩浆或变质岩构造的结晶基底，其放射性含量往往高于沉积盖层，因此，在同一水平，基底抬高处就有可能提供更多的附加热源。

断裂构造特别是张性和张扭性断裂是地下水 and 地下热水运移的良好通道；而压性或压扭性断裂都阻止地下水或地下热水渗透，由此必将造成局部水的富集，迫使其循着相对开启部分或派生的张性羽状断裂向上运移。因此，在断层带，尤其是较大的断层带附近，常产生地温或高温的异常现象。

## （3）岩浆活动

侵入到地壳中的岩浆岩体，尤其是中、新生代的岩浆侵入体的冷却余热对地温增高也有一定的影响。所有岩石都含有一定量的放射性元素，其中，能产生大量热能的有铀、钍、钾及生成物。

## （4）地下水循环

在深部赋存的地下水，沿着断裂和裂隙通道，带走了从深部垂直向上传递热量的一部分，促使地温和增温率降低，改变了原始地温状况。地下水径流越强，带走的越多。在补给区，起着冷却降温的作用；在径流区，则起着增温作用。

## （5）人为因素

矿区的通风、排水以及机械运转生热，钻探过程中泥浆循环，钻头摩擦生热等，对地温和测温数据将产生一定的影响。其中，尤以通风和排水影响比较明显。

## 5.0 矿山地质环境综合评估

### 5.1 评估原则

现状条件下，省内的矿山地质环境问题主要有崩塌、滑坡、泥石流、开采沉陷、地裂缝、土地占用与破坏、固体废弃物、废水、废液排放、水资源枯竭、矿坑突水、煤(矸石)自燃等。矿山地质环境综合评估分区应在详细调查矿山地质环境现状、充分研究矿山地质作用与地质环境之间的相互影响及由此产生的环境地质问题的表现形式、形成机制和规律的基础上，突出以矿山地质环境的多少、发育程度、危害程度为主体，兼顾地质环境背景，结合人类工程、经济活动的强度，依据“区内相似、区际相异”的原则进行分区。在所划分的不同的环境地质问题区和亚区内，矿山地质环境的影响程度、区域地质背景以及矿山开采活动的特点应存在明显差异，具有典型的代表性。

### 5.2 评估方法

选取评价因子并进行单元格剖分；利用定性和定量相结合的方法，对每一单元格的每一评价因子进行评价赋值；利用积分值法，分别计算各单元格的矿山地质环境及恢复治理、人类活动及矿山地质背景的得分，并计算其总得分；以各项得分为分级因素，利用聚类分析及神经网络方法进行定量分级，在此基础上，根据各单元格内矿山地质环境问题的发育及危害程度对单元格的等级进行综合评定；依据各单元格的等级划分，对全省矿山环境地质问题进行综合评估分区(图 5—1)。

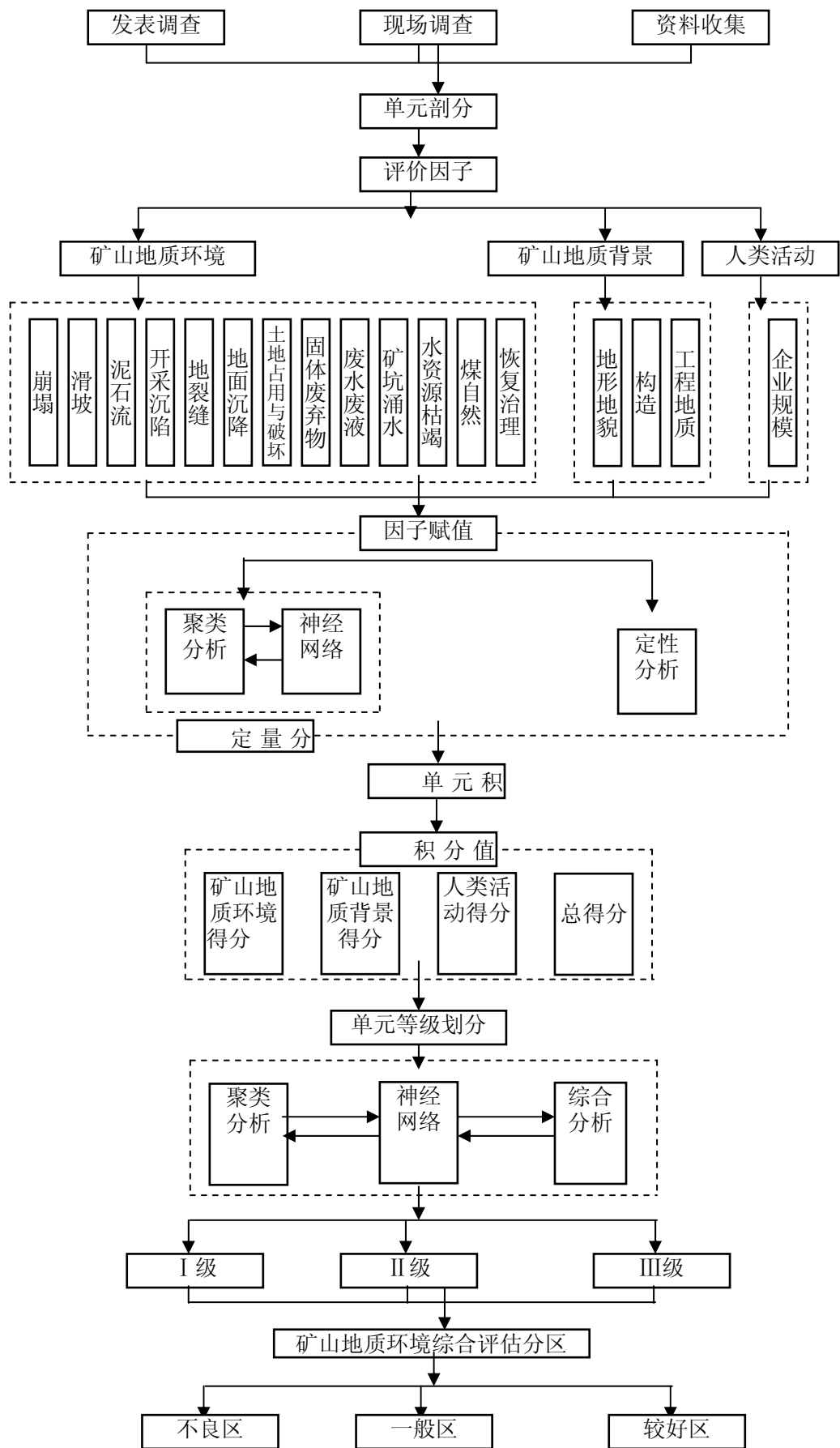
#### 5.2.1 评价因子的选取与赋值

##### 5.2.1.1 评价因子的选取

在充分调查和研究河南省地质环境背景和主要地质环境问题及矿山开采活动特点的基础上，选取以下 17 个因子，其中部分因子由多个要素组成(表 5-1)。

##### 5.2.1.2 评价因子各组成要素的量化

在所选取的 17 个评价因子中，部分评价因子的组成要素是定性的，为了对评价因子赋值时能够尽量定量化，需根据相关标准对这些定性要素进行量化转变，特殊部位通过加减分予以调整。



5-1 技术路线图

河南省矿山地质环境评价因子一览表

表 5—1

序号	类 型	评 价 因 子	组 成 要 素
1	区域地质背景	地形地貌	①地貌类型 ②冲沟切割
2		工程地质条件	①工程地质岩组 ②孕育地质灾害程度
3		构造条件	①发育程度 ②活动性
4	矿山地质环境	崩塌	①规模 ②影响面积 ③经济损失 ④死亡人数
5		滑坡	①规模 ②影响面积 ③经济损失 ④死亡人数
6		泥石流	①规模 ②影响面积 ③经济损失 ④死亡人数
7		地面沉陷	①规模 ②影响面积 ③经济损失 ④死亡人数
8		地裂缝	①规模 ②影响面积 ③经济损失 ④死亡人数
9		地面沉降	①规模 ②影响面积 ③经济损失 ④死亡人数
10		土地占用与破坏	①总面积 ②治理面积
11		固体废弃物	①年排放量 ②累计积存量
12		废水、废液排放	①年排放量 ②年治理量 ③年循环利用量
13		矿坑突水	①最大突水量 ②经济损失 ③人员死亡
14		水资源枯竭	①影响面积 ②区域地下水位最大下降幅度
15		煤(矸石)自然	①易燃程度 ②危害程度
16	人类活动	企业规模	
17	恢复治理	矿山生态环境恢复治理的难易程度	

### (1) 地形地貌

**地形地貌各组成要素的量化转变**

表 5—2

地貌类型	高、中山	低山、丘陵	平原、盆地
赋值	3	2	1
冲沟切割	冲沟密度大, 重度切割	冲沟密度较大, 中度切割	轻度切割、无冲沟
赋值	3	2	1

### (2) 工程地质条件

**工程地质条件各组成要素的量化转变**

表 5—3

工程地质岩组	松散土体	软弱、较软弱岩组	坚硬、较坚硬岩组
赋值	3	2	1
孕育地质灾害程度	严重	中等	轻微
赋值	3	2	1

### (3) 构造条件

**构造条件各组成要素的量化转变**

表 5—4

发育程度	强	中	弱
赋值	3	2	1
活动性	强	中	弱
赋值	3	2	1

### (4) 崩塌、滑坡、泥石流、开采沉陷、地裂缝、地面沉降

在这 5 个评价因子中,“规模”是其定性组成要素,在对其进行量化转变是需按照《全国矿山地质环境调查实施细则》(中国地质环境监测院,2002 年 8 月)对规模的划分见表 4—3。

### (5) 煤自燃

**煤自然因子各组成要素的量化转变**

表 5—

6

煤易燃程度	极易	易	较易	不自然
赋值	3	2	1	0
危害程度	极严重	严重	轻微	无

赋值	3	2	1	0
----	---	---	---	---

### 5.2.1.3 评价因子的赋值方法

在对各评价因子进行赋值时主要采用定性、定量相结合的方法：

针对企业规模和矿山生态环境恢复治理的难易程度 2 个评价因子，依据相关标准进行综合分析，定性确定赋值标准。

通过对上述部分评价因子的组成要素进行量化，可以对崩塌、滑坡、泥石流等 15 个评价因子进行定量赋值，本文主要采用聚类分析和神经网络两种方法。

#### (1) 聚类分析方法的基本原理

众所周知，同类事物具有很强的相似性，因此可以用相似性统计量这个量度标准作为事物分类的依据。等价说法就是同类事物之间的距离应很小，可以用距离统计量作为分类的依据。

在实际工作中，当需要研究样品与样品之间关系时，一般用距离系数统计量或者相似系数统计量作为分类计算的依据，这种方法称为 Q 型聚类法；当需要研究变量与变量之间关系时，常用相关系数统计量作为分类计算的依据，这种方法称为 R 型聚类法。

对评价因子进行赋值需要考虑各评价因子的组成要素之间的关系，利用各评价因子的组成要素之间的距离系数统计量作为依据进行分类，故本次评价采用 Q 型聚类法。计算步骤如下：

#### ①对原始数据的预处理

由于所研究的各评价因子的要素具有不同的量纲，为避免某些要素所起的作用受到压抑，需对其进行必要的变换，是其所有的尺度均匀化。本次计算采用正规化方法，即对每个要素进行以下变换：

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j(\min)}{x_j(\max) - x_j(\min)} \quad \begin{matrix} i = 1, 2, \dots, n \\ j = 1, 2, \dots, n \end{matrix}$$

式中：  $x_j(\max)$ 和 $x_j(\min)$  分别为第  $j$  个要素的最大和最小值

$i$  为某评价因子组成要素的数目

$j$  为某评价因子组成要素的构成要素

#### ②计算距离系数阵

在聚类分析中，对于定量变量，常用的距离是明考夫斯基（Minkowski）距离：

$$d_{ij} = \left[ \sum_{k=1}^m |x_{ik} - x_{jk}|^q \right]^{\frac{1}{q}}$$

### ③分类

显然， $d_{ij}$  越小，表示变量间的距离越小，差异就越小，两者越相似，反之， $d_{ij}$  越大，则表示变量间的距离越大，两者的相似程度就越低。通过计算所有变量之间的距离，可对其进行分类。

## (2) 神经网络的基本原理

人工神经网络 (Artificial Neural Network) 是指由大量与自然神经细胞类似的 (人工) 神经元联接而成的网络，是用工程技术手段模拟生物神经网络的结构特征和功能的一类人工系统，其特点在于通过对已知样本的学习，掌握输入与输出之间的非线性关系 (尽管这种关系并不一定能用数学表达式写出)，并能对这种关系进行存储记忆，然后通过“联想”对未知样本进行预测。

本次计算主要采用误差反向传播 (BP) 算法，其网络结构一般为三层：输入层、中间隐含层和输出层 (图 5—2)。

BP 算法的一般步骤为：

①用任意小  $([-1, +1])$  的随机数设置各层节点之间的初始连接权和各节点的初始阈值。

②给定输入及期望输出

③通过网络之间前向传播计算各层节点的激活值 (输出值)

$$Q_{pj} = f \left( \sum_j O_{pji} O_{(p-1)i} \right)$$

其中：  $p$  为输入模式对序列

$i, j$  为对应层节点序列

$f$  为 sigmoid 函数，即  $f(x) = (1 + e^{-x})^{-1}$

④比较输出层各节点激活值与期望输出值之间的差别，将误差反向传播给输出层以下各层节点，即按下式用迭代法进行权值修正：

$$\Delta w(k+1) = \Delta w(k) + \eta \delta_{pj} O_{pj}$$

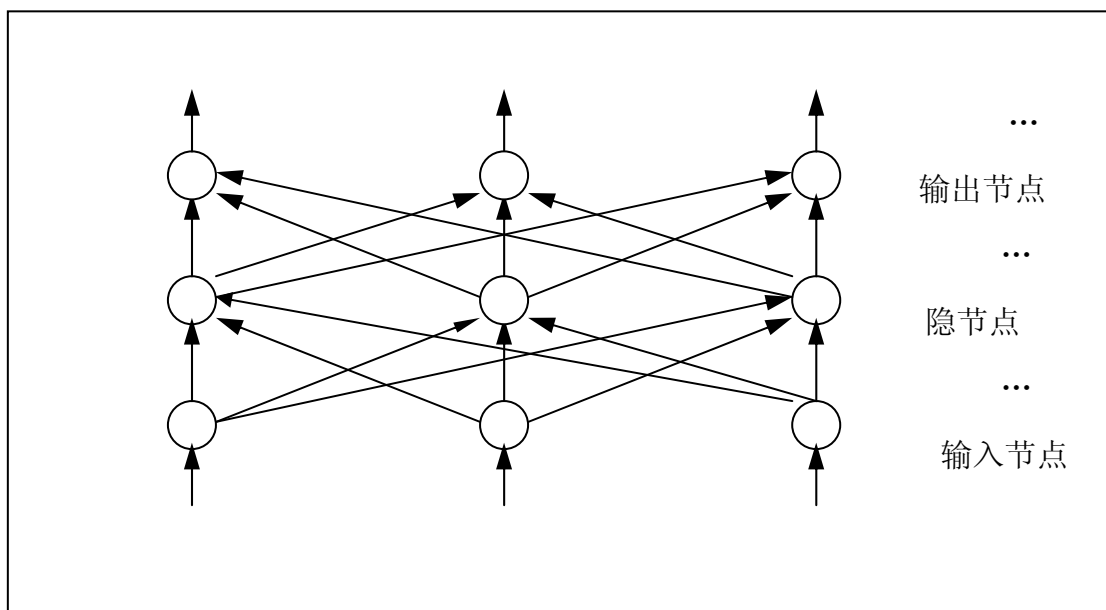


图 5—2 网络结构

⑤重复迭代计算，直至实际输出与期望输出的均方差小于某一给定值 $\xi$ 为止，网络训练完毕。

⑥用学习好的网络，输入预测样本参数，便可直接得到相应的预测输出。

#### 5.2.1.4 评价因子的赋值

依据上述方法，对所选取的 17 个评价因子进行分类并加以评分赋值，具体赋值标准见（表 5—7）。

### 5.2.2 单元格的剖分

将全省按经纬度剖分网格，网格大小为  $6/\times 5/$ ，共剖分 2025 个评价单元，每个评价单元面积约 100km（图 5—3 网格剖分图）。

### 5.2.3 评价单元的积分计算和分级

#### 5.2.3.1 评价单元的积分计算和分级

分别计算各单元格的矿山地质环境及恢复治理、人类活动及矿山地质背景的得分，并计算其总得分。计算方法主要采用积分值法，即：

$$M = \sum_{n=1}^i \alpha_i$$

式中： $M$  为某评价单元的总评分值



$\alpha_i$  为第  $i$  个评价因子的评分值、

$n$  为  $i$  个评价因子数

根据表 5—7 中评价因子赋值分级标准，给每一个评价因子赋值，将每个单元内的评价因子赋值累计求和，得出其积分值。

### 5.2.3.2 评价单元的分级

在对单元进行具体分级时，主要遵照以下原则：

(1) 贯彻以矿山地质环境的多少、发育程度、危害程度为主体，兼顾地质环境背景

**河南省矿山地质环境评价因子一览表**

表 5—7

序号	类型	评价因子	评价方法	赋值			
				3	2	1	0
1	区域地质背景	地形地貌	聚类分析 神经网络	I 类	II 类	III 类	IV 类
2		工程地质条件		I 类	II 类	III 类	IV 类
3		构造条件		I 类	II 类	III 类	IV 类
4	矿山地质环境	崩塌		I 类	II 类	III 类	IV 类
5		滑坡		I 类	II 类	III 类	IV 类
6		泥石流		I 类	II 类	III 类	IV 类
7		开采沉陷		I 类	II 类	III 类	IV 类
8		地裂缝		I 类	II 类	III 类	IV 类
9		地面沉降		I 类	II 类	III 类	IV 类
10		土地占用与破坏		I 类	II 类	III 类	IV 类
11		固体废弃物		I 类	II 类	III 类	IV 类
12		废水、废液排放		I 类	II 类	III 类	IV 类
13		矿坑突水		I 类	II 类	III 类	IV 类
14		水资源枯竭		I 类	II 类	III 类	IV 类
15		煤(矸石)自燃		I 类	II 类	III 类	IV 类
16	人类活动	企业规模	定性综合分析	大	中	小	无
17	恢复治理	矿山生态环境恢复治理的难易程度		难	较难	易	极易

5—3 网格剖分图

和人类工程、经济活动强度的主旨。

(2) 以矿山地质环境及恢复治理得分、人类活动得分、矿山地质背景得分及总得分为分级因素，利用聚类分析及神经网络方法进行定量分级。

(3) 在定量分级的基础上，根据各单元格内矿山地质环境问题的发育程度及强度和矿山企业的数量、采矿类型进行综合评定。

依据上述分区原则，将评价单元积分值划分为三个等级：Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级。分别对应于矿山环境地质问题的发育程度：Ⅰ级为不良发育区、Ⅱ级为一般发育区、Ⅲ级为较好发育区。

### 5.3 矿山地质环境综合分区评述

在评价单元分级的基础上，将全省矿山环境地质问题发育程度评价分为三个区：不良区、一般区和较好区（表 5—8）。

#### (1) 矿山地质环境不良区

I—01、鹤壁、安阳矿区地面沉陷、崩塌、滑坡、泥石流为主地质环境问题不良区

该区面积 1277km<sup>2</sup>，目前有 10 个大、中型矿山企业和 420 个小型矿山企业。存在的地质环境的问题种类繁多，其中以地面沉陷和崩滑泥尤为严重。区内采空造成的地面塌陷及其伴生地裂缝的影响面积达 54km<sup>2</sup>，经济损失近 32 亿元。区内露天采矿区的采场边坡坡度多大于 70°，边坡岩体在采矿活动的扰动下多松动，崩塌、滑坡隐患严重，其中李珍铁矿武祖洞采场上部有一体积约 5 万 m<sup>3</sup> 变形体，岩体松动位移量达 20cm，直接威胁下面采场安全。在山区，金属矿的地下开采造成山体开裂，裂缝局部宽度达数米，引起山体滑坡的隐患极大；区内的金属矿区的部分尾矿库超期服役，废石、废渣大量堆放在沟谷内，存在汛期泥石流隐患。区内废水废液年排量约 3643 万 m<sup>3</sup>；固体废弃物年排放量约 140 万吨，累计堆放量约 2815 万吨；区内水文地质条件较复杂，矿坑涌水较严重，据调查，区内矿坑涌水量大于 300m<sup>3</sup>/h 的达十余次，造成的直接经济损失大于 5000 万元；长期的地下水抽排，造成地下水位明显下降，最大降深约 50m。

I—02、济源矿区地面沉陷、矿坑涌水为主地质环境问题不良区

分布于济源市北部，面积约 180km<sup>2</sup>。区内分布有 1 个中型矿山企业和 72 个小型矿山企业，以开采煤矿和灰岩矿为主。区内煤矿采空区诱发的地面沉陷面积大于 350 公顷，

河南省矿山地质环境综合评估分区表

表 5—8

编号	矿山环境地质综合评估区
I	I -01 鹤壁、安阳矿区地面沉陷、崩塌、滑坡、泥石流为主地质环境问题不良区
	I -02 济源矿区地面沉陷为主地质环境问题不良区
	I -03 焦作矿区矿坑涌水、地面沉陷为主地质环境问题不良区
	I -04 灵宝矿区崩塌、滑坡、泥石流为主地质环境问题不良区
	I -05 义马矿区滑坡、地面沉陷、煤矸石自燃为主地质环境问题不良区
	I -06 宜阳矿区地面沉陷为主地质环境问题不良区
	I -07 郑州、禹县矿区地面沉陷、矿坑突水为主地质环境问题不良区
	I -08 栾川、洛宁、嵩县矿区崩塌、滑坡、泥石流为主地质环境问题不良区
	I -09 平顶山矿区地面沉陷、矿坑突水为主地质环境问题不良区
	I -10 永城矿区地面沉陷为主地质环境问题不良区
	I -11 南阳市、南召矿区崩塌、滑坡、泥石流为主地质环境问题不良区
	I -12 舞钢矿区滑坡、固体废弃物为主地质环境问题不良区
	I -13 桐柏矿区地面塌陷、泥石流、水土污染为主地质环境问题不良区
II	II-01 鹤壁、安阳矿区崩塌、滑坡、地面沉陷为主地质环境问题一般区
	II-02 焦作、济源矿区崩塌、地面沉陷为主地质环境问题一般区
	II-03 灵宝矿区土地占用、水土污染为主地质环境问题一般区
	II-04 陕县—伊川矿区地面沉陷、水土流失为主地质环境问题一般区
	II-05 郑州、平顶山矿区水土流失、矿坑突水为主地质环境问题一般区
	II-06 卢氏—内乡矿区崩塌、滑坡、地面塌陷为主地质环境问题一般区
	II-07 嵩县、栾川矿区滑坡、泥石流、水土污染为主地质环境问题一般区
	II-08 方城—桐柏矿区崩塌、滑坡、泥石流为主地质环境问题一般区
	II-09 信阳矿区水土流失、崩塌、滑坡为主地质环境问题一般区
III	矿山地质环境较好区

经济损失超过 2000 万元；其伴生地裂缝的影响面积约 300 公顷，造成的直接经济损失约 300 万元；区内水文地质条件复杂，矿坑涌水严重，最近一次涌水量 $>6000\text{m}^3/\text{h}$ ，影响范围 500 公顷，经济损失 3000 万元，死亡 22 人。废水、废液排放量约 451 万  $\text{m}^3/\text{a}$ ，固体废弃物年排放量约 3.6 万吨，累计堆放量约 200 万吨。区内的灰岩矿多为露天开采，采场坡角较陡，存在崩塌、滑坡隐患。

#### I—03、焦作矿区矿坑突水、地面沉陷为主地质环境问题不良区

分布于焦作市中战区和马村区，面积于约  $335\text{km}^2$ 。区内分布有 5 个中型煤矿和 72 个小型矿山企业，以开采煤和灰岩矿为主。该区水文地质条件复杂，矿坑突水频繁，建国以来共发生矿坑突水 700 余次，其中大于  $350\text{m}^3/\text{h}$  的突水达 57 次，突水造成淹井灾

害达 14 次，直接经济损失达 3 亿多元。区内采空诱发的地面沉陷面积约  $27\text{km}^2$ ，伴生地裂缝的影响面积约 100 公顷。废水、废液排放量  $13535\text{万 m}^3/\text{a}$ ，长期大量的抽排地下水造成水位大幅度下降，最大水位降深达 220m。固体废弃物年排放量约 50 万吨，累计堆放量约 1400 万吨。区内矿山开采占用和破坏土地共  $42\text{km}^2$  左右。区内的灰岩矿多为露天开采，采场坡角较陡，存在崩塌、滑坡隐患。

#### I—04、灵宝矿区崩塌、滑坡、泥石流为主地质环境问题不良区

该区位于灵宝市的西部山区，地形起伏大，坡高沟深，切割强烈，面积约  $640\text{km}^2$ 。区内共分布有 42 个矿山企业，其中大、中型矿山 12 个，以开采金矿、硫铁矿为主。区内固体废弃物年排放量约 240 万吨，累计排放量 4100 万吨，其中废石土多沿山坡随意堆放，由于数量巨大，严重挤压山谷空间，局部区域仅容车辆通过，除少数矿山企业采取护堰措施进行防护外，其它均无任何防护措施；各矿山企业的尾矿库均置于切割强烈的黄土冲沟内，部分已超期服役；在汛期，诱发泥石流的隐患极大，由于矿山比较集中，一旦泥石流灾害发生，人员伤亡和财产损失将十分巨大。长期的矿山开采，形成的采空区极易导致采空塌陷，进一步诱发山体滑坡、崩塌灾害发生。区内废水、废液年排放量  $320\text{万 m}^3$ ，长期的抽排地下水，造成地下水位下降，据访问调查，最大降深达 200m 左右，此外，废水、废液的排放还能够造成水土污染，影响和改变该地区的生态环境。

#### I—05、义马矿区滑坡、地面沉陷、煤矸石自燃为主地质环境问题不良区

该区包括义马市、陕县北部区域、渑池南部区域和新安的西部区域，面积约  $1258\text{km}^2$ 。区内共有大小矿山企业 317 个，其中大、中型矿 9 个，以煤矿开采为主。在我省唯一的大型露天煤矿（北露天煤矿）采坑内，北部边坡曾先后多次发生滑坡，南部边坡东部区域也有滑坡体存在，直接威胁陇海铁路及上部村庄安全，此外，内排土场也存在滑坡隐患；煤矿地下采空直接和间接诱发山体开裂，在适宜的地质条件和外部诱发条件下，有导致滑坡灾害发生的可能性。区内采空引起的地面沉陷、地裂缝多发，形成多个沉陷、地裂缝集中发生区，影响总面积大于  $40\text{km}^2$ ，经济损失近亿元。区内煤矸石年排放量超过 50 万吨，累计堆放量约 1500 万吨，由于所开采的侏罗纪煤系煤燃点低，属极易燃煤，故所堆积的煤矸石极易自燃，部分煤矿（如石壕煤矿）将储煤场建于有煤矸石（正在自燃）填埋的平台上，潜在危险较大，此外，煤矸石自燃所产生的各种有害气体

体，严重污染大气环境。

#### I—06、宜阳矿区地面塌陷为主地质环境问题不良区

该区位于宜阳县东部区域，宜洛煤田就分布于此，面积约  $186\text{km}^2$ 。区内共分布有 67 个小型矿山企业，以煤矿开采为主。区内属低山丘陵地貌，构造发育，水文地质条件中等。区内煤矿开采历史较早，长期的煤矿开采形成一系列的矿山环境地质问题，区内地面沉陷、地裂缝发育，严重改造农田、损毁道路和建筑物，矸石大量堆积，未能有效利用，占地、污染均十分严重。

#### I—07、郑州、禹县矿区地面塌陷、矿坑突水为主地质环境问题不良区

该区主要分布于巩义市、荥阳市、登封市、新密市和禹州市的部分区域，包括巩荥、新密、登封和禹县四大煤田，面积约  $3026\text{km}^2$ 。区内分布有大小矿山企业近 800 个，其中大型、中型矿山企业 11 个，主要开采煤矿、铝土矿和灰岩矿。区内采空诱发的地面沉陷严重，形成多个沉陷盆地，部分沉陷盆地塌深 6—8m，常年积水，沉陷区域总面积大于  $65\text{km}^2$ ，经济损失愈 35 亿元，塌陷周围伴生地裂缝发育，直接损坏地面建筑物、道路等基础设施，影响面积大于 400 公顷。区内水文地质条件简单—中等，具矿坑突水隐患，仅巩荥矿区新中矿，在建矿以来共发生突水 12 次，突水量超过  $800\text{m}^3/\text{h}$  的达 6 次，此外，由于小型矿山密集分布，在采矿过程中疏于生产安全管理，矿坑突水的隐患较大，仅 2003 年，登封、禹州的三个小煤矿就先后发生矿坑突水，造成巨大的人员伤亡。据不完全统计，区内固体废弃物年排放量约 170 万吨，累计排放量 1600 万吨左右。废水、废液年排放量约  $2300\text{m}^3$ 。区内的铝土矿和灰岩矿的开采造成地表植被破坏，致使水土流失加剧，对土地占用、改造和破坏严重，并存在崩塌、滑坡隐患。

#### I—08、栾川、洛宁、嵩县矿区崩塌、滑坡、泥石流为主地质环境问题不良区

该区包括栾川西部和东部区域、洛宁南部区域和嵩县北西部区域，面积约  $1721\text{km}^2$ 。区内共分布有 206 个矿山企业，其中大、中型矿山 9 个，以开采金矿、钼矿为主。区内固体废弃物年排放量约 750 万吨，累计排放量 6600 万吨，废石土多沿山坡堆放，由于矿山企业分布较密集，多年的矿产开发导致植被破坏，水土流失严重，汛期易诱发崩塌、滑坡、泥石流灾害；矿山采空区诱发的地面塌陷，可进一步导致山体滑坡、崩塌的发生。区内尾矿库数目众多，部分尾矿库工程简单，部分超期服役或带病服役，在遇暴雨、山

洪的情况下可能冲毁，灾害隐患较大。区内废水、废液年排放量约  $890\text{m}^3$ ，长期的废水、废液排放使区内地表水、地下水和土壤污染的问题较突出。

#### I—09、平顶山矿区地面沉陷、矿坑突水为主地质环境问题不良区

该区位于平顶山市、宝丰、鲁山和汝州的部分区域，包括平顶山煤田和汝州煤田，面积  $1191\text{km}^2$ 。区内分布有大小矿山企业 467 个，其中大、中型矿山 17 个，主要开采煤矿。经过多年的矿山开采，目前区内矿山地质环境问题非常突出。采空区诱发的地面沉陷面积近  $180\text{km}^2$ ，其中耕地约  $65\text{km}^2$ ，部分农田出现常年和季节性积水，前后影响的村庄、单位、学校近 230 个，经济损失超过 25 亿元；沉陷区的边缘地带地裂缝发育强烈，地势平坦区域内的裂缝对地面建筑物、道路进行改造和破坏，山体裂缝可进一步诱发山体滑坡、崩塌等地质灾害的发生（如娘娘山滑坡）。平顶山矿区水文地质条件属中等—较复杂，自建矿以来，共发生突水 286 次，其中大型的 7 次，突水量最大  $4999\text{m}^3/\text{h}$ ，直接经济损失约 5000 万元，间接经济损失未作统计。区内现有矸石山 70 多座，矸石量近 2 亿吨，占用耕地约 70 公顷，且有不同程度的自燃。区内废水、废液年排放量约  $5900\text{m}^3$ ，长期的矿坑疏干性排水，造成浅层含水层已被疏干，深部寒武灰岩地下水位也大幅度下降，降深近 200m。

#### I—10、永城矿区地面沉陷为主地质环境问题不良区

该区分布于永城市东端，面积约  $527\text{km}^2$ 。区内共有 4 个大型煤矿企业，年实际生产能力 814 万吨。该区地处黄淮两河冲积平原，地势平坦，区内采空诱发的地面沉陷严重，面积近  $13\text{km}^2$ ，部分沉陷区常年积水，改造、占用和破坏耕地严重。区内煤矸石年产出量约 34 万吨，但由于矸石多用于修路、回填、平整土地，故累计积存量较少，约有 50 万吨。区内废水年排放量约 1550 万吨，但由于采矿时间较短，地下水位下降不太明显。

#### I—11、南阳市、南召矿区崩塌、滑坡、泥石流为主地质环境问题不良区

该区分布于南阳市宛城区、卧龙区及南召县中部，面积约  $625\text{km}^2$ 。区内共有 167 个矿山企业，其中大型企业 2 个，以开采建筑材料、铅锌矿为主。建筑材料的开采以露天开采为主，采坑边坡坡角一般  $70^{\circ}$ — $85^{\circ}$ ，岩体多松动，局部岩石呈碎裂状，边坡后缘出现裂缝，在外因的诱导下，极易产生崩塌、滑坡灾害；矿山剥离的废石土多顺坡堆

积,无防护措施,汛期滑坡、泥石流隐患较大。金属矿产的地下开采引发多处小型塌陷,在地形陡峻处还可进一步诱发崩塌、滑坡,采矿废石和选矿尾矿堆放的不规范极易产生泥石流灾害。矿山的开采还造成植被破坏、水土流失严重,采矿密集区还产生严重的粉尘污染。

#### I—12、舞钢矿区滑坡、固体废弃物为主地质环境问题不良区

该区位于舞钢市北部,面积约 283km<sup>2</sup>。区内共分布有矿山企业 16 个,其中中型企业 2 个,以开采铁矿为主。区内剥离废石土量巨大,年排放量近 200 万吨,累计堆存量超过 1900 万吨,占地面积大于 50 公顷,区内有尾矿库数座,年产尾矿约 40 万吨,累计积存量大于 350 万吨,占地面积大于 15 公顷。由于开矿的影响,区内汛期经常有小型滑坡发生。此外长期的开矿造成局部植被破坏,水土流失严重。

#### I—13、桐柏矿区地面塌陷、泥石流、水土污染为主地质环境问题不良区

该区位于桐柏县中部,面积约 568km<sup>2</sup>。区内分布有大、中型矿山企业 5 个,小型矿山企业 33 个,以开采银、铜等金属矿为主。区内由采空引起的塌陷达数十处之多,其特点是面积小,深度大,集中分布,由于其分布与采矿工作面一致,多形成矿坑的注水通道,直接威胁矿山的生产及地下采掘人员的生命安全。区内固体废弃物年排放量约 100 万吨,累计堆放量达 2600 万吨,废石堆、尾矿库多存在滑坡、泥石流灾害隐患。区内废水、废液年排放量约 300 万吨,长期的废水、废液排放不仅造成该区地下水位下降,还造成地表、地下水土污染,尤其矿山周围的个体小矿,多采用土法提炼金、银等,造成的水土污染尤为严重。

### (2) 矿山地质环境一般区

#### II—01、鹤壁、安阳矿区崩塌、滑坡、地面沉陷为主地质环境问题一般区

该区包括林州市、安阳县、汤阴县、淇县、浚县、辉县及卫辉市的部分区域,面积约 7393km<sup>2</sup>。区内主要分布有小型铁矿企业、建筑石料企业及少量小型煤矿。存在的矿山地质环境主要为小型崩塌、滑坡及地面沉陷,此外,矿山的开采还造成水土流失、粉尘污染、破坏自然景观等。

#### II—02、焦作、济源矿区崩塌、地面沉陷为主地质环境问题一般区

该区包括修武县、博爱县、沁阳市及济源市的部分区域,面积约 1723km<sup>2</sup>。区内矿



山企业均为小型，主要开采石灰岩和煤矿，有少量的粘土矿。区内的灰岩开采多为露天开采，采矿边坡较陡，部分矿山采矿、加工点上下叠置，极易诱发崩塌灾害，小型煤矿及粘土矿的地下开采诱发许多规模较小的地面塌陷和地裂缝，危及城镇、道路和农田。开矿活动还破坏自然景观、植被，并产生噪音、粉尘污染。

#### II—03、灵宝矿区土地占用、水土污染为主地质环境问题一般区

该区位于灵宝的西北部，面积 1180km<sup>2</sup>。区内分布有数十个小型矿山企业，以开采金、铁、石材和粘土矿为主。矿山地质环境主要表现为采矿活动、固体废弃物对土地的占用和破坏以及金属矿开采产生的废水对地表、地下水土的污染。

#### II—04、陕县—伊川矿区地面塌陷、水土流失为主地质环境问题一般区

该区包括陕县、渑池县、新安县、宜阳县和伊川县的部分区域，面积约 3973km<sup>2</sup>。区内分布有上 160 多个小型矿山企业，以开采煤、铝土和建筑石料为主。煤矿主要集中于伊川县，多年的开采致使地面沉陷、地裂缝相对较发育，直接破坏房屋、道路、改造农田。区内铝土矿和灰岩的开采多为露天开采，对植被破坏较严重，使水土流失加剧，严重破坏自然景观，并存在噪音、粉尘等污染，局部区域还存在崩塌、滑坡隐患。

#### II—05、郑州、平顶山矿区水土流失、矿坑突水为主地质环境问题一般区

该区包括巩义市、荥阳市、新郑市、登封市、新密市、禹州市、汝州市、宝丰县、鲁山县和汝州市的部分区域，面积约 6188km<sup>2</sup>。区内分布有数百个小型矿山企业，主要开采煤矿、灰岩和铝土矿。小型煤矿除了诱发地面塌陷、地裂缝等矿山地质环境问题外，由于安全管理和生产的无序和混乱，极易发生了灾害性的矿坑突水事件，今年发生的三次矿坑突水事故足以警戒。铝土矿的开采剥离废石量大，采矿废渣多就近堆放，大量占用和破坏土地，使水土流失加剧。灰岩矿的采场边坡较陡，易诱发崩塌、滑坡灾害，并且破坏自然景观、植被，造成水土流失。

#### II—06、卢氏—内乡矿区崩塌、滑坡、地面塌陷为主地质环境问题一般区

该区主要包括卢氏县、西峡县、淅川县、内乡县、镇平县和南召县的部分区域，面积约 10010km<sup>2</sup>。区内分布有数百个小型矿山企业，以开采铅锌、钼等金属矿产和玉石、建材等非金属矿产为主。在金属矿开采区存在环境地质问题主要为地面塌陷、废渣堆放和占有土地，局部采矿集中分布区域，由于采矿的大量废石堆存于沟谷之中，堵塞河道，存

在滑塌和泥石流灾害隐患。非金属矿区的露天采场多存在崩塌、滑坡隐患。

#### II—07、嵩县、栾川矿区滑坡、泥石流、水土污染为主地质环境问题一般区

该区主要包括嵩县和栾川县的部分区域，面积 3528km<sup>2</sup>。区内分布有 100 多个小型矿山企业，主要以开采金、铅锌、钼等金属矿产和萤石为主。矿产的开发多为地下开采，由于矿区多处于山区内，地势陡峻狭窄，采矿废石多于硐口沿山坡、沟谷堆放，易诱发滑坡、泥石流灾害，采矿、选矿废水的排放对水土进行污染，在萤石矿的周围，氟污染较为严重。此外，矿山活动还造成植被破坏、水土流失。

#### II—08、方城—桐柏矿区崩塌、滑坡、泥石流为主地质环境问题一般区

该区包括方城县、泌阳县、确山县、舞钢市和桐柏县的部分区域，面积约 5247km<sup>2</sup>。区内分布有近 200 个小型矿山企业，以开采铅锌、银等金属矿产和建筑石材为主。金属开采矿区的环境地质问题主要为废渣堆放占用土地及其产生的滑坡、泥石流隐患。建筑石材多为露天开采，易诱发崩塌、滑坡等潜在灾害。区内矿山开采集中区植被破坏、水土流失较严重。

#### II—09、信阳矿区水土流失、崩塌、滑坡为主地质环境问题一般区

该区主要包括信阳市平桥区、罗山县、光山县、商城县和新县的部分区域，面积约 7667km<sup>2</sup>。区内共分布有近 200 个矿山企业，其中 1 个中型企业。主要开采珍珠岩、沸石、灰岩等非金属矿。矿产开发多为露天开采，采坑边坡较陡，多大于 75°，局部大于 90°，汛期经常发生小型崩塌、滑坡，采矿废石土多没有专门的堆放场所，侵占耕地，局部堵塞河道，具诱发灾害的隐患。区内植被破坏和水土流失都较为严重，粉尘污染尤为突出。

#### (3) 矿山地质环境较好区

该区面积约 10.6 万 km<sup>2</sup>。区内分布有少量的小型矿山企业，这些企业主要分布于豫中、豫东平原区，主要开采粘土、河道挖砂，局部区域开采建筑石材。矿山地质环境问题主要表现为占有和破坏耕地、破坏河道，局部有小型的崩塌、滑坡隐患，整体属矿山地质环境较好区。

## 5.4 矿山环境发展趋势及保护工作存在问题

在矿山地质环境恢复与治理过程中存在的这些不利因素将决定全省矿山地质环境、

尤其是矿山企业集中的大多数大型矿产地的发展总趋势将愈发复杂、愈发严重。同时，这个过程积极的、有利的因素也将促使矿山企业分布相对分散和企业投入矿山环境恢复与治理力度较大的区域的环境恶化程度得以控制和缓和。在矿产资源缺乏及无矿山开采活动的区域，矿山地质环境将依然保持良好，具体各矿区的发展趋势见表 5—9。

存在的问题主要表现为：

(1) 矿山地质环境保护意识淡薄

目前多数的矿山业主，受经济利益的驱动，在大肆开挖矿产资源的同时，忽略了对地质环境的保护，造成矿山地质环境从根本上不能得到治理，随着开矿活动的持续，地质环境将在原有问题上诱发一系列的再生灾害，使得环境更加复杂、更加恶化。

(2) 小型矿山诱发的矿山地质环境问题日益突出

本次调查矿山企业 5577 个，其中大、中型矿山企业 92 个，仅占 1.6%，小型矿山企业 5483 个，是大中型企业的 60 倍。在小型矿山集中采矿的区域，越界开采、无证偷采、

**河南省矿山地质环境发展趋势预测表** 表 5—9

矿区名称	发展趋势
安阳、鹤壁矿区	进一步恶化
焦作、济源矿区	进一步恶化
灵宝矿区	进一步恶化
义马矿区	进一步恶化
宜阳矿区	进一步恶化
郑州矿区	进一步恶化
栾川、嵩县矿区	进一步恶化
舞钢矿区	进一步恶化
信阳矿区	进一步恶化
平顶山矿区	逐步向好的趋势发展
永城矿区	逐步向好的趋势发展
桐柏矿区	逐步向好的趋势发展
南阳、南召矿区	逐步向好的趋势发展
卢氏—内乡矿区	逐步向好的趋势发展
方城—泌阳矿区	逐步向好的趋势发展
矿产资源缺乏和无矿山企业地区	得以控制和保持良好

一证多采、乱采滥挖现象较为严重，破坏了资源和矿区生产环境，加剧了矿山地质环境的恶化；小型矿山多数布局不合理，管理水平低，采矿工艺、技术落后，“三废”随意排放，对引发的地质环境问题无任何保护与防治措施。

### （3）矿山地质环境恢复与治理资金投入不足

目前环境保护的法律、法规和条例多数提出“谁开发、谁保护，谁破坏、谁治理”的政策，但很难得以有效落实，全省大、中型矿山大部分是在计划经济时期建立的，企业所得利润已全部上缴国家，没有留下治理矿山地质环境的资金，而治理长期采矿活动所造成的地质环境问题所需的资金数额又十分巨大，企业难以承受；由于缺乏监督管理，多数小型企业在采矿后一走了之，留下一系列的环境地质问题无人投入资金治理，所有这些问题使得矿山地质环境问题难以得到有效的恢复和治理。

在看到问题的同时，我们同时也看到了希望。随着社会各界人士，尤其矿业业主环保意识的逐步增强、法规政策体系的逐步完善，投入矿山地质环境治理的人力、物力的投入也将逐渐增大，部分区域的矿山地质环境问题的恶化程度将得到控制并得以缓和。

## 6.0 矿山地质环境治理措施与成效

矿业开发为全省国民经济和社会发展发挥了重要作用。但由于科学技术、经济条件以及计划经济模式等因素的影响，全省矿产资源开发利用过去走的是一条以浪费资源和牺牲环境为代价的粗放式的发展路子。矿山尾矿、煤矸石、废水、废石和废气的大量排放，崩塌、滑坡、泥石流、地面沉陷、矿坑充水等地质灾害的加剧，恶化了地质环境，已成为制约我省经济和社会可持续发展的重要因素。特别是历年来，矿山地质灾害给人民造成的巨大的生命财产损失，使各级政府、矿山企业认识到保护资源、科学合理开发利用以及制定并落实地质灾害防范制度的重要性，并投入大量资金进行地质灾害防治，降低灾害损失，治理恢复地质环境。随着时代的发展，保护环境成为人类共识，国家相继出台了一系列法律、法规对矿山开发环境保护进行规范。

### 6.1 土地复垦与生态地质环境建设成效

河南省土地总面积 16.7 万 km<sup>2</sup>，山地、丘陵约占 44.4%，平原约占 55.6%。平原多于山地丘陵。全省人口 9473 万，耕地总面积 8081255.15 公顷，人均耕地 0.086 公顷（1.29

亩)，耕地人均面积较少，耕地后备资源不足，人地矛盾突出。

近十年来，随着《土地法》、《环境保护法》、《矿产资源法》、《土地复垦规定》等一系列法律、法规的颁布，贯彻落实矿山土地复垦和生态地质环境建设逐步被各级地方政府以及矿山企业所认知、重视。逐步走向一个法制化、规范化的轨道。据本次矿山环境调查所得数据表明，截止 2002 年底，全省各类矿山企业累计恢复治理土地面积 9725.05 公顷见（表 6—1）。恢复治理对象主要为矿山企业闭坑露天采场、停用的废渣石堆场、尾矿库，以及采矿引起的部分地面塌陷区、地裂缝区、泥石流沟谷、滑坡、崩塌点等。

据不完全统计，平顶山矿区：从 1956 年至 2000 年，共投入资金 10.5 亿元，其中，1992 年至 2000 年投入资金 6.18 亿元。主要用于治理环境污染和恢复生态环境，其中环境污染防治以工业废水治理为主；生态环境恢复主要以植树造林、矿区绿化、矸石山绿化、矸石综合利用、塌陷区复垦等，已取得了较好的经济效益、社会效益和环境效益。

全省矿山企业恢复治理土地面积统计表

表 6—1

矿 类	矿 种	累计恢复治理土地面积 (公顷)	矿 类	矿 种	累计恢复治理土地 面积 (公顷)
能源矿产	煤炭	8712.332	冶金辅助原料非金属	萤石	0.7
	石油			菱镁矿	
	其他	30.5		其他	6.36
黑色金属	铁矿	36.575	化工原料非金属	硫	0.31
	锰矿			明矾	
	其他			其他	0.07
有色金属	铜矿	2.8	建材及其他非金属	石灰岩	16.33
	铅锌矿	34.96		石膏	
	铝土	72.96		其他	650.01
	其他	1.55	稀有稀土		
贵金属	金矿	146.36			
	银矿	13.1		金刚石	
	其他	0.01	特种非金属	其他	0.118
合 计	9725.05 公顷				

自 1991 年以来，平煤集团年投入复垦资金 500 多万元，在辛北、辛南、温集等处共开挖疏通渠道 11 条，共计 19000 米，开挖鱼塘 63 个，建桥、涵 112 座，复垦土地 4722 亩。1991 年以来采空塌陷治理（复垦）投入资金 5030.9 万元，产生经济效益 2000

多万元。

多年来，平煤集团多方筹措 2800 万元资金，采取植树造林、修建公园等措施，改善和恢复矿区生态环境，现林区面积约 64695 亩，其中韩梁矿区 45144 亩；平顶山市区北部面积约 13350 亩，目前矿区矸石山中有 10 座全部绿化，13 座部分绿化。例如平煤一矿、二矿矸石山上建设可通往矸石山顶的阶梯绿荫道、绕山仿古长城、伟人塑像、凉亭等，使昔日飞尘漫漫的矸石山如今绿树成荫，景色宜人，成为职工休闲游乐的场所，已产生了较大的社会效益、环境效益。

平顶山矿区为了治理废水污染问题，累计投资达到 7401 万元，日平均处理废水能达到 9 万吨。目前仍在继续兴建两个大型矿井污水处理厂。

## 6.2 地质灾害防治措施与效果

### 6.2.1 地面沉陷的防治措施

据本次调查，我省大部分煤矿区地面沉陷防治，基本上采取先发生沉陷后进行治理的方式，治理方法主要是避让和填埋，少部分矿区如郑州煤矿区、平顶山煤矿区、焦作煤矿区、安阳鹤壁煤矿区等对灾害防治逐步开始探索。目前省内采取的防治对策主要有：

- (1) 居民点搬迁；
- (2) 房屋、建筑物加固；
- (3) 对重要建筑群、道路及不适合搬迁的居民点、城镇、工业区预留安全煤柱，划定禁采边界；
- (4) 对已形成的沉陷区、裂缝综合治理，因地制宜开展土地复垦工作。如充填覆土复耕，挖深垫浅，改造为渔塘，发展水产业或修建休闲游乐场所等。

以平顶山矿区为例，说明煤矿区地质灾害防治成效：平顶山煤矿区因历年来的开采，已形成地面沉陷区共计  $185.4\text{km}^2$ 。自 1956 年至 2000 年共投入资金治理矿区地质灾害及环境地质问题约 10.15 亿元。矿区地质灾害防御、治理主要措施主要采用监测、搬迁、复垦、绿化等措施。在采矿沉陷区建立了沉降监测系统。平煤集团十二矿 1998 年 12 月建立了蜜蜂王监测站，共布设监测点 19 个，控制点 2 个，采用精密仪器测量，每 10—15 天测量一次。较好地预防采矿沉陷对周围居民人身财产的危害，并为矿区采空塌陷预报积累了宝贵的资料。平顶山煤田地表区异（就）地拆建，进行房屋抗变形加固村庄

42 个，总计投资达 5470 万元，极大地保护了人民群众生命财产安全，改善了生活条件。

### 6.2.2 泥石流的防治措施

我省金属、非金属矿山大多数分布在豫北、豫西、豫西南中低山、丘陵区，构造复杂、沟谷切割较深，地形高差大，植被稀少，地质环境脆弱是我省自然地质灾害易发区，加之矿产开采活动的诱发，加剧了这些地区的地质灾害。全省开发程度较高的金属、非金属矿种包括金、铝土矿、钼矿、铁矿、铅锌矿、萤石、沸石、珍珠岩、灰岩、粘土矿等。主要集中开采矿区有：灵宝金矿区、栾川钼矿区、焦阳非金属矿区、洛宁金矿区、嵩县金矿区，安林铁矿区、南阳蒲山灰岩矿区、巩义铝土矿、粘土矿区等。这些矿区废石、废渣排放多位于采洞或露天采场附近，一般沿山坡、沟谷堆积，堆积高度、坡度以及总方量均较大。企业一般均建有选矿厂，大量采用湿法选矿，尾矿大都以流体状排出，以尾矿库储存。绝大多数尾矿库依沟谷筑坝而建，或沿沟谷河道边砌坝而成。由于数十年来的开采，金属矿区、非金属矿区已积累了大量废石、废渣以及尾矿，且这些废石渣、尾矿长期大量堆积于山坡、山谷、沟底中，堵塞河道，尤其是沟谷切割深、地形纵降比大的地带，遇暴雨、洪水极易形成泥石流，直接威胁流域及下游矿山、居民生命财产安全。尤其是大部分企业的尾矿库均建于五六十年代，存在设计水平较低、选址不合理、尾矿坝施工建设不规范、坝体失稳、超期服役、使用库容已远大于设计库容等隐患。加之许多矿山企业经济效益欠佳，不能及时新建或扩建改造、加固尾矿库，已使许多尾矿库成为危库，时刻威胁着流域内矿山和居民的生命财产安全。近年来，金属、非金属矿区因废石渣诱发、加剧的泥石流灾害以及尾矿坝溃决事故，已给矿区人民生命财产、国家财产造成了极大的损害。受历次事故的教训，目前各金属、非金属集中开采矿区已成为全省矿山环境治理、灾害防治的重点区域，各级行政主管部门已制定了严格的规章制度，对各矿山企业的危害地质环境，诱发灾害的行为进行了具体约束，并由政府拨付和企业自筹巨额资金进行治疗。规划治理措施包括：

(1) 废石废渣排放，采取合理勘察选址、集中有序堆放；现有废石、渣堆进行覆土，并植树种草绿化，坡脚砌筑、档土墙坝，防止废石、渣随意滚落，坡面修筑浆砌石护坡或进行其它固化措施，防止雨水冲刷，对占用主要行洪通道如河谷、沟谷的废石废渣进行清理或修建行洪渠或管道，保证洪水的顺利通过，截断泥石流形成的物源条件。

(2) 新建尾矿库必须由国内有相应资质的专业单位按照国家相关规范进行选址、评估、勘察、设计、施工及监理。严禁无设计、无监理进行施工。尾矿库上游必须保证汇水面积小，下游无重要建筑交通线、工矿企业、居民点等设施。坝体内各项设施齐全，并达到国家规定相应的防洪、抗震等标准。正在使用的尾矿库必须按照设计使用要求，进行围坝体，库内设施的监测维护、护固。坝面应随坝体的逐年升高而进行浆砌块石、固化或绿化，防止雨水冲刷。达到设计使用年限的、设计座容的尾矿库，应立即停用，启动闭库程序，严禁超设计能力使用。同时，对已闭库尾矿库，正在使用的尾矿库，设专职人员对其进行不间断监测，并制定相应的预警、应急抢险预案，防止尾矿库溃决事故而引发泥石流灾害。

(3) 对各矿区内乱采滥挖、随意弃置废石、尾矿对地质环境造成极大破坏的个体私营矿点进行清理、关闭、整顿、恢复了矿业秩序，保护了地质环境预防了地质灾害。

经过近几年的大力整治，金属、非金属矿区的地质环境破坏程度得到逐步减轻，地质灾害隐患逐步减少。但是由于历年开采活动的积累，各矿区已形成了大量的废石、渣堆和尾矿库，再加上经济条件的制约，治理整顿难度较大。目前，治理的重点主要针对灾害易发且对城镇等居民聚居区、工业区构成较大威胁的地点，治理投资力度有限。

例如：灵宝鑫鑫金矿，采矿坑口十八个，均位于朱侧镇老虎沟内；老虎沟沟谷狭窄，沟底坡度  $11^{\circ}$ — $12^{\circ}$  左右。两侧岩石裸露，岩壁陡立。每个坑口废石堆 2—3 个，废石总量 50 余万  $m^3$ ，均沿山沟谷两侧山坡堆放，形成了废石堆堆相连绵延不断的景观。1998 年 9 月，因暴雨引发大型泥石流灾害，影响范围 40 公顷，直接经济损失 30 余万元。98 年以后，企业每年投资 10 余万元，对沟谷内废石堆进行加固整治。清理沟底废石，留出行洪通道，在废石堆周围砌筑拦石坝，（坝体厚度 1.5m 以上），并设置专门班组，对废石堆进行加固、维护和变形监测，制定了详细的预警信息系统和防灾减灾预案，预防泥石流灾害和尽量降低灾害带来的损失。又如：灵宝市枪马金矿、桐柏矿业有限公司（银矿）、桐柏银洞坡金矿等为了保证尾矿库安全运行，采用条石砌筑拱形坝型式对初级坝体进行专门加固，并对尾矿堆坝坡面覆土、种植树木、草皮绿化，并沿坡面纵横砌筑排水沟渠，防止雨水冲刷地面，整个尾矿坝坝体绿树成荫，郁郁葱葱，与周围山坡自然景观浑然一体。



### 6.2.3 崩塌、滑坡的防治措施

崩塌、滑坡是露天开采的金属、非金属矿山易发的地质灾害。我省大型铁矿、铝土矿、钼矿等金属矿产及绝大多数非金属矿产皆为露天开采，多发生崩塌、滑坡。露天开采塑造了边坡，随着开挖深度的加大，临空面增高，卸落拉力加大，岩土体后缘出现裂缝，前缘下沉，沿作用力方向出现层间滑动或沿节理裂隙。层间薄弱面滑动，在重力作用下，以及开矿放炮爆动震动、车辆碾压震动、雨水入渗、冻胀等激发因素作用下，边坡失稳出现崩塌、滑坡。若上部岩层组为硬岩层，常出现崩塌；若上部岩层较软或软硬相间，岩体往往沿层间滑动，表现为滑坡居多。引起崩塌、滑坡主要原因有：

- (1) 山脚开挖引起滑坡；
- (2) 不合理开采引起的崩塌、滑坡；
- (3) 矿山布局不合理，加工点、开采区、废石场上下叠置；
- (4) 排场、渣堆顺坡堆放、地堆积高度、坡度不合理；

(5) 矿业秩序混乱，乱采滥挖，无统一规划。矿山崩塌、滑坡的特点是规模相对较小，多数为小型，但突发性强，直接威胁生产作业人员生命和矿山企业机械设备财产安全，事故率高，但同时人为控制性较强，只要规范开采、合理布局、有序作业，加强监督、监测，灾害完全可防范。目前，矿山企业崩塌、滑坡灾害防治的措施主要有：

①加强监测；

②采用科学合理的开采布局，如：严格按照露天开采设计的剥采地进行台阶式开采，放缓采面、坡面，限制采面、坡面高度等；

③对危险地段修建防水面，削方减载，减少振动、坡脚堆载、抗滑桩支护措施等。防治对象主要针对威胁矿山企业自身工作面、采场的灾害隐患点以及部分对周围居民点存在较大威胁的隐患点。受各矿山企业经济条件制约，防治对象较局限，投资规模较小。大量的灾害点没采取任何措施或仅采取监测、避让措施。

部分矿山企业对崩塌、滑坡灾害防治力度较大的企业，如义马北露天矿等，采取工程措施，投资力度较大。义马北露天矿于 1960 年开工建设，1967 年投产。最高年产量曾达 107 万吨。经多年的露天开采，已形成一个东西长约 2.2km、南北宽 0.5—1.1km、平均深度 80 余米的巨型露天矿坑。露天矿坑南坡、北坡因坡形陡，岩土体工程地质特

性较差，局部地段曾发生小型滑坡，土体严重变形、裂缝。企业为保证工作面安全和矿坑附近铁路、民房、文物古迹、工厂等建筑设施安全，多次投巨资对边坡进行整治。对北坡采用坑内剥离废渣土堆压坡脚方式。对南坡采用钢筋混凝土抗滑桩支护方式防止边坡变形，以保证坑壁附近陇海铁路安全。经过处理，提高了坑壁边坡稳定性。

近几年来，为查清地质灾害现状，制定相应的防治规划和措施，我省进行了一系列的地质灾害区划工作，具体包括：卢氏、灵宝、林州、汝州、栾川、内乡、光山、泌阳、修武等县市，建立了地质灾害动态监测网络，对这些地区地质灾害现状发展趋势、危害程度以及防治措施、建议等作了基本阐述，对防止地质灾害对人身财产安全危害起到了很大作用。

## **6.3 矿山废水、废渣综合利用与效果**

### **6.3.1 矿山废水综合利用与效果**

#### **6.3.1.1 煤矿企业废水综合利用与效果**

全省煤矿企业主要开采石炭系、二叠系、侏罗系（义马矿区）煤层，受矿床埋藏深度、赋存条件，以及开采工艺的限制，煤矿生产需抽排大量的地下水，往往在煤矿区形成范围很大的地下水位降落漏斗。特别是在煤矿集中开采区，如鹤壁矿区、焦作矿区、平顶山矿区等，浅层地下水往往呈疏干状态，人民群众生活和工农业生产用水大量依赖矿井排水。同时煤矿企业本身又需大量水用于生产，如井下喷水降尘、煤产品洗选等，因此，煤矿在全省各类矿山企业中，成为废水产出排放的大户，但废水综合利用的程度较高。例如平顶山煤矿区，在各大中型矿修建污水处理厂，对矿山废水进行净化，2001年处理量达到 3500 万吨，处理后的水全部用于矿区人民生活和附近农村农业灌溉。较好地解决了矿区工业与民用水之间的矛盾。全省煤矿废水年产出、排放、治理、循环利用量见表 6—2。

#### **6.3.1.2 金属和非金属矿山废水综合利用与效果**

全省金属和非金属矿山企业，绝大部分位于中低山区和丘陵区，工业矿床一般埋藏标高较高，水文地质条件较简单。开采过程中，抽排地下水量较小。矿山企业一般均建有选矿厂，所抽排地下水用于选矿厂生产，且大部分在选矿厂循环利用，少部分用于排放尾矿。部分企业将所排放废水用于附近居民和工农业生产和生活用水。全省金属和非

金属企业废水产出及循环利用量见表(表 6—3)。

全省煤矿废水年产出、排放、治理、循环利用量

表 6—2

类型	年产出量 (万 m <sup>3</sup> )	年排放量 (万 m <sup>3</sup> )	年治理量利用量 (万 m <sup>3</sup> )
矿坑水	40108.19	34685.5	8822.79
洗煤水	725.02	329.0	396.53
合计	40833.21	35014.5	9219.32

金属和非金属矿山废水排放及循环利用量统计表

表 6—3

矿 种	金属矿产		非金属		合计 (万 m <sup>3</sup> )
	黑色 金属 (万 m <sup>3</sup> )	有色、铂族、 贵金属 (万 m <sup>3</sup> )	化工及冶金原料 (万 m <sup>3</sup> )	建筑材料 (万 m <sup>3</sup> )	
年产出量	941.18	2130.35	701.69	255.06	4028.28
年排放量	659.78	1295.60	374.68	254.61	2584.67
年处理量	172.98	1026.6	452.74	220.27	1872.59
循环利用量	227.92	1399.41	231.3	0.45	1859.08

受科学技术、经济条件、地质构造、开采方式等因素的影响，矿山获得人类工农业生产、日常生活所必需矿产资源的同时，也产生了大量的废水、废渣。大量废水废渣的排放，对矿山周围水体、土壤、大气产生了严重的污染，大量占用有限的土地资源，破坏了地表植被，改变自然地貌景观，已成为制约人类社会可持续发展的重要因素，对人民群众身体健康和生活生产带来了巨大的危害。国家已制定了相关法规，对“三废”排放进行严格限制，要求各工矿企业必须对“三废”进行治理，并大力开展综合利用。但是，受当前科学技术、经济条件的影响，废水、废渣的综合利用方法措施较少，困难较多。目前，全省矿山废水废渣的综合利用仍处在研究探索和起步阶段，煤矿开采过程中的矿坑派出的水现主要用途有：洗煤循环用水；经沉淀后用于灌溉。

### 6.3.2 煤矸石综合利用与效果

据本次调查，全省煤矿企业煤矸石年排放总量 501.62 万吨，累计积存量 9222.44 万

吨。年综合利用量 667.85 万吨。目前已接近产出平衡。但仍有多年积累的大量煤矸石长期堆放于煤矿企业周围，减少煤矸石排放和开展综合利用，已成为煤矿区政府企业的重要目标之一。各级政府主管部门、企业，相关科研单位先后投资对煤矸石综合利用展开探索研究，取得一定的成果，各项综合利用措施也开始实施。目前阶段，煤矸石综合利用方法主要有：

- (1) 直接用于建筑，交通工程填方、垫路基等；
- (2) 用于充填采空塌陷区或沟谷，进行土地复垦改造地形；
- (3) 用来制造建筑材料，如：制矸石砖、生产水泥或水泥混合材料；
- (4) 用作矸石电厂发电燃料。

据本次调查情况来看，由于近几年建筑、交通工程发展较快，尤其煤矿区附近高速公路的建设，大量煤矸石用于路基铺垫。煤矸石制作建材如生产矸石砖、水泥、矸石发电等深化利用模式发展较为缓慢，总体利用量较小。部分矿区企业综合利用工作较为突出，如：义马煤业（集团）有限责任公司观音堂煤矿，根据其煤矸石发热量较高，易燃等特性，投资兴建了矸石电厂，将煤矸石作为燃料用于发电，年消耗矸石 7 万余吨，所产生电能可满足矿上生产及职工生活用电需要。减轻了矸石对环境的危害，又产生了较大的经济效益，义马煤业（集团）有限责任公司耿村煤矿，将其所排放煤矸石作为水泥原料出售给附近水泥厂，年消耗矸石量 3 万余吨，产生了很好的经济效益。平顶山矿区利用煤矸石充填地表采空塌陷区，将荒废土地改造为良田，已复垦土地 4700 余亩，产生了极大的社会效益。安阳市林州大众煤矿，利用矿周围沟谷堆放煤矸石，沟谷存满后覆土复耕，现已平整改造良田 30 余亩，并还田于民，改善了工农关系，创造了一定社会效益。

### 6.3.3 金属、非金属矿山废渣综合利用与效果

全省金属、非金属矿山企业所排放的废渣主要包括废石（土）、尾矿两类，其中尤以露天开采的大中型企业废石（土）排放量大。经过数十年的开采，全省金属、非金属矿山企业积累了大量的废石（土）、尾矿，本次调查显示，废石（土）累计积存量 8671.87 万吨，年综合利用量为 758.74 万吨。尾矿累计积存量 9578.20，尾矿年综合利用量为 117.9 万吨。全省金属、非金属矿山企业大部分集中于豫西、豫北、豫西南的中低山、丘陵区，

地理位置一般较偏远,周边地区经济往往欠发达,决定了矿山企业废渣综合利用量较小。绝大部分矿山企业受科技条件、经济条件制约,将废渣只作为废物排放,很少利用或根本无利用。开展综合利用的企业主要为城镇、公路干线附近的部分大中型企业及小型企业。综合利用措施主要是直接用于铺垫公路路基和其它建筑工程填方,以及用于企业附近充填沟谷改造地形。少部分岩性较好,含土质少的废石加工为建筑石料用于工业民用建筑。个别企业废石(土)、尾矿利用成效较好。例如河南灵化集团股份有限公司银家沟硫铁矿,利用白云岩废石,修筑滤水坝,使矿山排放的含多种有毒有害物质的酸性废水,经滤水坝处理后,直观清澈透明,PH 值降为 7.6,其它各项离子含量均达到国家污水综合排放标准规定,降低了污水处理费用,减少了矿区环境污染。我省金属、非金属矿山企业,因以往选矿技术较为落后或不成熟,致使所排放尾矿中仍具有相当品位,尤其金银等贵金属矿产,许多企业的尾矿仍具有工业价值。另外,我省金属、非金属矿床多共生伴生其他矿种,以往采选只注重其中一种或几种主要矿产,其它矿产则白白浪费,大量弃置于尾矿中。随着选矿技术水平的不断提高,许多尾矿库将成为未来资源,产生不可估量的经济和社会效益。目前,把尾矿库做为后备资源重新开发利用的企业如南阳桐柏银洞坡金矿,该矿专门投资购置了采砂船和相配套的洗选设备,对尾矿库进行二次开发利用,回收了大量有用资源。

## 6.4 矿山地质环境恢复治理措施及效益(以大河铜矿为例)

大河铜矿处于丘陵区,由于三十多年的矿山开采,致使矿区发生了地面塌陷、尾矿库坝坡失稳、矿区生态环境破坏、水环境恶化等环境地质问题。大河铜矿矿山地质环境治理恢复工程,对地面塌陷、尾矿库坝坡失稳、矿区生态环境破坏提出了有针对性的治理措施。尾矿库坝坡失稳的治理措施为设有反滤层的块石压坡工程、排渗井系统工程、排洪区工程及监测工程。地面塌陷的治理措施为塌陷坑填埋工程、刘山岩河导水槽工程、监测系统及警示系统工程。对塌陷区、尾矿库库区及矿区的房前屋后进行了植树种草绿化。矿区栽树 11000 余株;种植爬山虎 500 棵;黑风沟尾矿库库区种草 5000m<sup>2</sup> (0.5 公顷);岗冲北沟尾矿库库区种草 17000m<sup>2</sup> (1.7 公顷),实施矿区生态环境恢复面积 56.42 公顷。

经过对大河铜矿矿山地质环境治理恢复工程使矿区地面塌陷、尾矿库坝坡失稳、矿

区生态环境破坏、水环境恶化等环境地质问题得到解决。使尾矿库坝坡失稳及地面塌陷威胁着矿区 370 人、22.7 公顷耕地、370 余间房屋、桐安公路及矿山井下 120 余人、8000 余万元固定资产得到安全，并使二郎山水库得到正常使用。矿区生态环境破坏及水环境恶化，水土流失、矿区居民的生存质量得到提高。

## 7.0 矿山生态环境保护与整治

我省人口众多、自然生态环境脆弱，矿产资源开发程度较高，生态环境与经济发展之间的矛盾比较突出，矿山地质环境保护与治理任务十分艰巨。因此，必须坚持在保护中开发、在开发中保护，且有利于矿业经济可持续发展、有利于改善环境质量和促进生态良性循环，重点解决矿山地质环境存在的突出矛盾和问题为出发点，正确处理好长远与当前、整体与局部的关系，加强法制建设，强化监督管理，以科学技术为先导，防治结合，开发与治理并举，建立与我省经济、社会发展相适应的矿山地质环境保护监测、监督、防治体系，建立生态矿业，实现社会效益、经济效益及生态环境效益的统一，实现我省经济社会可持续发展的战略目标。

### 7.1 矿山地质环境保护与整治分区

矿山地质环境保护与整治分区的目的是为了更好保护及改善矿山地质环境，使人类有一个良好的生存环境；为了正确处理好矿山经济发展与地质环境保护之间的辩证关系，合理开发和利用矿产资源，最大限度保护地质环境。

#### 7.1.1 矿山地质环境保护分区

依据国家和省政府规定的矿产资源禁采区和限采区及其他不允许开采或限制的地区，主要包括国家地质公园、国家森林公园、旅游风景名胜区、城市饮用水源地、重要交通干道直观可视范围内严禁采矿以及其他不允许开采或限制的地区，包括矿产资源开发易产生较严重环境地质问题的地区等见（表 7—1）。依据 2002 年河南省“十五”矿产资源开发规划成果，规划禁采区见（表 7—2）

#### 7.1.2 矿山地质环境整治分区

依据矿山地质环境条件，主要环境地质问题的分布规律，参照前面第五章环境地质问题综合评价结果，结合全省矿产资源规划和经济发展长远规划，遵循“以防为主，防治结合”及“轻、重、缓、急”的原则，进行矿山地质环境整治分区，共划分急待恢复治理区（H）10 个、一般恢复治理区（Y）9 个和加强保护区（J）。见（表 7—3）。

风景名胜、地质公园保护区一览表

表 7—1

		保护区名称	位 置	备注
地质公园	国家级	宝天曼国家地质公园	南阳市、内乡县	
		焦作云台山国家地质公园	焦作市、修武县	
		登封嵩山国家地质公园	郑州市、登封市	
	省级	西峡恐龙蛋化石省级地质公园	南阳市、西峡县	
		沁阳神农山省级地质公园	焦作市、沁阳市	
		遂平查岈山省级地质公园	驻马店市、遂平县	
		卢氏狮子坪省级地质公园	三门峡市、卢氏县	
风景名胜	国家级	王屋山风景名胜区	济源市	
		云台山风景名胜区	焦作市、修武县	
		石人山风景名胜区	平顶山市、鲁山县	
	省级	青龙峡风景名胜区	焦作市、修武县	
		林滤山风景名胜区	安阳市、林州市省级	
		浮戏山-雪花洞风景名胜区	郑州市、巩义市	
		环翠峪风景名胜区	郑州市、巩义市	
		万仙山风景名胜区	新乡市、辉县市	
		亚武山风景名胜区	三门峡市、灵宝市	
		老君山鸡冠洞风景名胜区	洛阳市、栾川县	
		黄河风景名胜区	郑州市	
		丹江风景名胜区	南阳市、淅川县	
		昭平湖风景名胜区	平顶山市、鲁山县	
		南湾风景名胜区	信阳市	
自然保护区	世界级	洛阳龙门石窟世界文化遗产保护区	洛阳市	
	国家级	太行山猕猴国家级自然保护区	(济源、焦作、新乡	
		伏牛山国家级自然保护区	洛阳、平顶山、南阳市	
		信阳鸡公山国家级自然保护区、罗山董寨鸟类国家级自然保护区	信阳市、罗山县	



矿产资源规划禁采区、限采区一览表

表 7—2

	名 称	备 注
禁 采 区	新安县岱崮铁矿禁采区	
	新安县蕨山井田禁采区	
	卢氏县夜长坪钼矿禁采区	
	舞钢市下曹铁矿禁采区	
	南召县龙潭煤矿禁采区	
	渑池扣门山井田禁采区	
	许昌铁矿禁采区	
	嵩县雷门沟钼矿禁采区	
	罗山县涩港母山钼矿禁采区	
限 采 区	新乡-辉县灰岩限采区	
	博爱县茶棚铁矿限采区	
	济源市邵源姜疙瘩煤矿限采区	
	新安县竹园-狂口黄铁矿及铝土矿限采区	
	新安县马行沟铝土矿限采区	
	新安-三门峡灰岩限采区	
	陕县侯村段小井限采区	
	陕县杜家沟铝土矿限采区	
	陕县观音堂煤矿地方小窑限采区	
	陕县申家窑金矿限采区	
	新安郁山井田限采区	
	郑州-巩义-禹州灰岩限采区	
	巩义市谷山井田米河煤矿限采区	
	荥阳市王河煤矿限采区	
	卢氏县曲里铁锌铜限采区	
	卢氏县掌耳汤锑矿限采区	
	卢氏县大河沟锑矿限采区	
	栾川县上房沟钼矿限采区	
	栾川县南泥湖钼钨矿限采区	
	栾川县三道庄钼钨矿限采区	
	宜阳县红旗煤矿限采区	
	宜阳县宜洛煤矿限采区	
	汝州市梨园矿区赵庄井限采区	
	汝州市胡沟煤矿限采区	
	汝州市任村矿区限采区	
	宝丰县边庄铝土矿限采区	
	鲁山县梁洼铝土矿限采区	
	鲁山县段店井田限采	
	平顶山市二矿限采区	
	舞阳孟寨盐矿限采区	
	舞钢市小韩庄铁矿限采区	
	南阳市卧龙区独山镇独山玉限采区	
	确山县吴桂桥井田限采区	
	确山灰岩限采区	
	商城县马鞍山煤矿限采区	

矿山地质环境整治分区一览表

表 7—3

	区 名	主要治理措施
急待恢复治理区	鹤壁-安阳矿区生态环境急待恢复治理区	地面沉陷区：充填、土地复垦；（崩滑泥灾害点）卸载、疏导、拦挡；水土保持，植被恢复
	焦作矿区生态环境急待恢复治理区	地面沉陷区：充填、土地复垦；煤矸石综合利用、拦挡、绿化；水土保持；植被恢复
	济源矿区生态环境急待恢复治理区	地面沉陷区：充填、土地复垦；水土保持；植被恢复。
	义马矿区生态环境急待恢复治理区	地面沉陷区：充填、土地复垦；煤矸石综合利用、拦挡、绿化；水土保持；植被恢复
	灵宝矿区生态环境急待恢复治理区	崩滑泥灾害点、区：卸载、疏导、拦挡；废渣石堆放综合规划整理；尾矿库加固、绿化；水土保持；植被恢复
	栾川、洛宁、嵩县矿区生态环境急待恢复治理区	崩滑泥灾害点、区：卸载、疏导、拦挡；废渣石堆放综合规划整理；尾矿库加固、绿化；水土保持；植被恢复
	新密、登封、禹县矿区生态环境急待恢复治理区	地面沉陷区：充填、土地复垦；煤矸石综合利用、拦挡、绿化；水土保持；植被恢复。
	平顶山矿区生态环境急待恢复治理区	地面沉陷区：充填、土地复垦；煤矸石综合利用、拦挡、绿化；水土保持；植被恢复
	桐柏矿区生态环境急待恢复治理区	地面塌陷点：充填、土地复垦；对泥石流灾害拦挡、疏导；水土保持；植被恢复
	永城矿区生态环境急待恢复治理区	地面沉陷区：充填、土地复垦；煤矸石综合利用、拦挡、绿化；水土保持；植被恢复
一般恢复治理区	鹤壁-安阳矿区生态环境恢复治理区	崩滑泥灾害点：采取卸载、疏导、拦挡等工程措施；水土保持；植被恢复
	焦作-济源矿区生态环境恢复治理区	地面沉陷区：充填、土地复垦；水土保持；植被恢复
	灵宝矿区生态环境恢复治理区	废渣石堆放综合规划整理；水土保持；植被恢复
	陕县-伊川矿区生态环境恢复治理区	地面沉陷区：充填、土地复垦；水土保持；植被恢复
	郑州-平顶山矿区生态环境恢复治理区	地面沉陷区：土地复垦；水土保持；植被恢复
	卢氏-内乡矿区生态环境恢复治理区	地面沉陷区：充填、土地复垦；（崩滑泥灾害点）采取卸载、疏导、拦挡等工程措施；水土保持；植被恢复
	栾川-嵩县矿区生态环境恢复治理区	滑坡、泥石流灾害点：采取卸载、疏导、拦挡等工程措施；水土保持；植被恢复
	方城-桐柏矿区生态环境恢复治理区	崩滑泥灾害点：采取卸载、疏导、拦挡等工程措施；水土保持；植被恢复
	信阳矿区生态环境恢复治理区	崩塌、滑坡灾害点：采取卸载、疏导、拦挡等工程措施；水土保持；植被恢复
加强保护区	其他地区为生态环境加强保护区	

## 7.2 矿山生态环境保护与整治对策与建议

### 7.2.1 矿山生态环境保护与整治基本原则

(1) 坚持矿产资源开发利用与生态环境保护并重的原则，实施矿产资源开发、环境保护协调发展的战略；坚持矿山生态环境保护和地质灾害控制预防为主、预防与治理相结合的原则；建立矿山地质环境监测网络，强化监督管理，积极稳妥地推进矿山环境综合治理。

从我省经济建设及矿业经济发展需要为出发点，结合全省资源分布、开发情况及矿山地质环境现状，按照“谁开发、谁保护、谁污染、谁治理、谁破坏、谁恢复、谁使用、谁补偿”的原则，在促进矿业经济持续发展的前提下做好矿山地质环境保护工作。

#### (2) 政府监督管理和全社会共同参与相结合

重视发挥政府、企业和公众三方面的作用。强化政府和各级行政主管部门在矿山生态环境保护方面的主导作用，综合运用经济、行政和法律手段，建立完善的监督、监测、管理体制；通过直接投资、贷款贴息、税收优惠、调控价格、政府采购和信息发布等手段，利用市场机制合理分担环境义务，建立多元化的投资渠道，充分调动矿山企业的主观能动性，使矿山地质环境保护与治理工作有根本好转，鼓励公众参与，加强舆论监督，维护生态平衡，防治环境污染，合理开发利用矿产资源。

#### (3) 统筹安排，分区规划，分类指导，突出重点，分步实施

根据我省矿山地质环境现状，统筹安排，分区规划，分类指导，加强综合治理，分期实施。优选对全省矿山地质环境保护与治理工作起推进作用的示范矿山重点突破，集中投入，带动和推进全省矿山地质环境的整治工作；坚持治理与保护并举、保护优先的方针，从源头抓起，避免出现新的破坏和污染；要尊重自然规律，注意发挥生态的自我修复能力，充分考虑社会经济条件，因地制宜采取综合治理措施，提高建设和治理效果，保证投入发挥最大的效益。

#### (4) 坚持科学性、实用性、可操作性原则

按照国家对生态环境、地质环境保护的要求，遵循生态、地质环境规律，结合当地社会与经济发展现状和规划，对重点地区、重要环境生态、地质问题作好实验研究工作，以治本为原则，标本兼治，使开发建设与环境承载相统一。

## 7.2.2 矿山生态环境保护整治对策与建议

### (1) 加强领导和协调，建立矿山地质环境保护科学决策机制

矿山地质环境的监督管理涉及环保、水利、林业、国土资源等多个行政管理部门，各级地方政府尤其是矿产资源重点开发地区应实行矿山地质环境保护领导责任制，各部门对本行业和本系统地质负责的责任制落到实处，明确矿业权人的矿山地质环境保护责任。地方政府应把矿山地质环境保护和治理规划纳入当地社会和经济发展的长远规划和年度计划，加强对矿山地质环境保护和监督。

充分动员和利用社会力量进行监督，尤其是发挥新闻媒体的舆论监督作用，宣传表彰矿山地质环境保护中的先进典型，公开披露破坏矿山地质环境的违法行为。通过广泛的宣传教育，使广大干部群众真正认识矿山地质环境保护对促进区域经济社会可持续发展的重要意义，增强各级领导和企业的矿山地质环境保护意识，从根本上转变“重开发、轻保护”的思想和行为。

### (2) 完善法律法规，健全监督管理体系

按照社会主义市场经济的要求，针对矿山地质环境保护的特点，在国家即将出台的矿山地质环境保护法律法规体系和技术标准体系下，针对我省实际情况，制定并完善相关实施办法。矿山地质灾害的突发性强，对人员、财产威胁大，防治应纳入全省地质灾害防灾预案的监测监督之下，强化执法力度，全面推进依法行政、依法保护、依法治灾，努力使矿山地质环境保护工作走上法制化、制度化、规范化和科学化的轨道。

### (3) 严格执法，确保各项治理措施的有效落实

依法严格执行“三同时”制度，环境影响评价制度、建设用地地质灾害评估制度、申请办理采矿证的环境影响报告书制度，严格生产矿山年检的环境保护与治理审查制度，对污染和破坏环境严重的矿山，要依法取缔关闭、不予换发或暂停发放许可证。

### (4) 制定系统、科学的保护与防治规划

历史积留问题太多是造成矿山地质环境压力巨大的重要因素。历经几十年的开采，矿山积累的环境问题尤其是地质环境问题极多，所需恢复治理资金数额巨大、治理周期较长。如小秦岭金矿区，栾川钼矿区等历经几十年的强力开采，沟谷内堆积大量的废渣、尾矿，泥石流等次生地质灾害隐患巨大，地质环境破坏严重，而且也影响了后续的资源

开发利用。因此，矿山地质环境保护整治不能急功近利，必须制定系统、科学的保护与防治规划。且矿山地质环境保护整治涉及到资源综合利用、环境污染的防治、生态环境的恢复重建、土地复垦、地质灾害防治等多个领域，编制全省矿山地质环境综合防治规划，可促使社会、经济和环境统一协调发展。保护与防治规划应纳入当地社会和区域经济的计划中，重点开发区的矿产利用开发方案中也应制定相应的地质环境保护与治理方案，努力使矿山地质环境防治工作走向制度化、规范化和科学化的轨道。

#### （5）建立稳定的投入保障机制，完善奖惩措施，促进综合治理

积极采取有效的措施，促进矿山地质环境综合治理。国家、地方、企业、个人共同努力，多渠道、多层次、多方位筹集建设和保护资金。各级政府要将矿山地质环境保护资金纳入财政预算，并逐步加大投入比例。采取优惠的投资导向政策，加大引进国外资金技术的力度，鼓励引进大气污染防治、水污染防治、固体废弃物处理处置、资源综合利用、能源等矿产品清洁生产利用领域的技术和装备，鼓励外商直接投资于矿山生态建设和地质环境治理。加紧出台相关法律法规条文和经济制约措施，并且配套完善地质环境保护工作的奖惩措施，可以首先在矿产资源开发重点市（县）实行征收矿山地质环境治理保证金，在总结经验、补充完善的基础上全省推广。对矿山地质环境保护工作做得好的矿山企业应予以政策和经济鼓励。

#### （6）依靠科技进步，树立典型示范工程，搞好综合防治

加大科技投资力度，通过科技进步和技术发行，提高矿产资源开发利用的技术水平，减少“三废”排放量，提高固废利用率和资源化水平。鼓励各类科研和开发机构从事矿山地质环境综合治理的科研工作，建立矿山地质环境保护、生态与地质环境治理、土地复垦专家咨询和技术支撑体系，推广先进实用技术和经验。开展不同矿种、不同地区的地质环境调查评价和综合治理研究，树立典型示范工程，积极推进矿山地质环境治理工作。

#### （7）调整产业结构，规范矿业秩序

我省矿山企业大、中型仅占 1% 强，绝大多数企业规模过小，技术水平低，工艺落后，矿产资源综合利用程度低，环境破坏严重。国有矿山及大型煤矿浅煤区、贵金属矿区、露天开采区周边普遍存在乡镇或个体采矿户争抢矿源、越界开采、无证偷采、一证

多采、乱采滥挖等现象，严重干扰国有矿山的正常安全生产，加剧了矿山地质环境的恶化。因此，我省必须加大产业结构调整和规范矿业秩序力度，提高矿山企业采选冶工艺，促进矿产品深加工，对技术素质低、设备落后、污染破坏环境严重和无证开采的企业坚决关停。

### 7.2.3 保护与治理措施

#### （1）完善、贯彻落实相关法律法规

国家对矿产资源开发及相应的环境保护先后颁布法律有《矿产资源法》、《环境保护法》、《水土保持法》、《土地法》等，我省颁布的相关配套法规如《河南省实施〈土地管理办法〉办法》、《河南省污染源限期管理办法》、《河南省污染防治设施监督管理办法》、《河南省地质灾害防治管理办法》等都有效促进了矿山地质环境保护与治理工作。但缺少针对矿山地质环境保护整治的系统、实用的相关技术标准和专门性法规。

随着全省各地市机构改革的完成，将基本建立环境保护、地质环境管理及执法体系，依法行使行政管理、监督、检查和执法职能。目前国有矿山企业基本都设立有专门环保、安全部门或专职人员，负责对矿山地质环境的监督检查。

在矿山建设中要严格执行相关的法规和制度。如矿山建设与环保设施的设计、施工、投产使用的三同时制度；矿山环境影响评价制度；建设用地危险性评估制度；征收排污费制度；矿产资源开采登记制度；矿山恢复保证金制度；矿山恢复与复垦制度；矿产资源开发生态环境补偿费制度等。同时要整顿矿山秩序，恢复绿色生态。对严重破坏生态环境，没有安全保障的小矿进行集中整治、拆除，对无证开采的矿山企业要立即取缔。我省在矿山企业开采证年审中实行了环境影响审查制度：对达不到环保要求、地质环境保护不力、次生地质灾害隐患较大的矿山依法取缔、不予换证或暂停发放新许可证。通过年审，逐步加强了矿业权人的环保意识，提高了矿业权人对矿山地质环境治理的主动性。

#### （2）经济措施

运用经济杠杆加快矿山地质环境保护整治：矿山设计必须考虑矿山地质灾害的发生及防治，并按基建投资一定比例，预先提取防治专项基金。建立矿山地质灾害防治保证金制度，由政府调度使用。增加现行的资源费或资源补偿费的功能，用于矿山地质灾害

防治。

矿山地质环境治理的费用主要来源于两方面，其一是国家征收的排污费、水土保持补偿费、水土流失防治费、土地复垦费、矿产资源补偿费等费用的返还补助金和专项治理资金，其二是企业自筹资金。用于土地塌陷区土地复垦，尾矿库加固整修、复垦，崩塌、滑坡等次生地质灾害的治理。

(3) 技术措施：积极探索和引用先进的矿山采、选、冶技术，提高资源综合利用水平，建设“三废”处理设施、环境监测设施。通过规范作业方法，合理部署开采方案，改进采选技术，有计划安排废（石）土、尾矿堆置，及时复垦，减轻对环境的污染，消除次生地质灾害隐患。并对已形成灾害的区段采取工程措施进行治理。

#### ①崩塌、滑坡、泥石流灾害防治

矿山开采产生的废渣土、矸石、尾矿等由于堆放场地地形、堆放坡度、防护措施设置不当，以及开采方式不合理等因素影响，易引发崩塌、滑坡、泥石流灾害。滑坡（崩塌）、泥石流防治系统见（表 7—4）。

崩塌的防治措施主要有清除危岩，利用预应力锚杆（索）加固危岩、利用支撑墩支撑危岩以及在工程施工中对不稳定的边坡，及时作好水泥砂浆护壁、衬砌等护坡措施。

#### ②采矿塌陷灾害的防治

采矿塌陷防治的目的，是为了减轻人为灾害，改善矿区环境。以往多是在塌陷区形成且造成危害以后，才着手进行治理，这种“滞后”的治理行为，常常是事倍功半。今后应当提倡以防为主，防治结合的原则。在塌陷区形成之前，就采取“超前”防治措施。即在制定开采设计时就考虑预防措施，并在开采进行中认真实施，包括在采矿过程中所使用的各种“减塌技术和措施”等，如充填采矿法、条带采矿法以及井下支护和岩层加固措施等。采取这些措施能够大大减少矿山塌陷的范围、塌陷幅度，减缓塌陷的时间进程，减轻塌陷的危害程度。综合治理措施见（表 7—5）。

#### ③矿坑突水的防治

I、要查清矿区地表陷坑，封堵洞穴口，回填洼坑，疏导积水，以防地表水流经洼坑入矿井。

II、矿区内若有危及坑道安全的地表迳流时，应进行改道。

滑坡（崩塌）、泥石流防治系统表

表 7—4

滑坡、泥石流防治系统	预防系统	避、撤	划定滑坡、泥石流危险区	
			撤离危险区的人、财、物	
			禁止在危险区建居民点、工厂、铁路等	
		保护环境	保护、恢复区域林草覆盖	
			合理施工，避免造成坡体失稳	
			严禁乱采乱挖，合理堆放废土、弃碴	
			改善坡面排水系统	
	预警系统	确定活动的、危险的滑坡、泥石流点		
		监测（人工、仪器）	降雨（暴雨）、泉水变化	
			地表变化、岩体破坏、滑坡移位	
			裂缝变化、移位、地声	
		预测评价	分析研究	
			建立评价系统	
			预警预报	
	治理系统	工程措施	滑坡治理工程	载水工程
				排水工程
				减重工程
				抗滑工程
				抗岸工程
				固土工程
		泥石流治理工程	调蓄水工程	
			稳坡工程	
			拦挡工程	
			排导工程	
			停淤工程	
		生物措施	山地水源涵养林	
			沟谷水土保持林	沟头预防林
沟坡防护林				
沟底防冲林				
护堤固滩林				
社会经济措施				



采矿塌陷区综合治理系统

表 7—5

塌陷区 综合治理	井式减塌 技术措施	充填采矿法	干式充填法	人力充填
				重力充填
				风力充填
			水力充填法	水砂充填
				尾矿充填
		胶结充填法		
		条带采矿法		
		房柱采矿法		
	覆盖破碎带、断裂带注浆法			
	土地复用 还田于民	改旱地为水田		
		井上、井下疏、排水—降低地下潜水位高度		
		挖深垫浅或围盆造田		
		发展塌陷区 “立体型” 生态农业	外缘带—旱作物	
			外缘带内—水生作物	
			水旱过渡带—林业（喜湿林木）	
			牧业（喜湿牧草）	
			积水区边缘带—养殖业（水禽、小水兽及高产值养殖业）	
			积水区—养鱼业（提倡网箱养鱼）	
		矸石、废石	综合利用	
	村镇迁建	矸石、废石回填，强夯加固，人造迁建地基		
		设计抗变形建筑物		
		环境优美、美化		
	水污染治 理	地表污水层及浅层地下水的净化处理		
		饮用水与工农业用水分离		
		生物污水净化		
		开采深层洁净地下水		
		另辟新的洁净水源		

III、在老窑密集、常发生突水灾害的矿坑，应安设防水闸。

IV、开展水文地质预报。

V、煤矿区应根据岩溶水富集规律和国民经济发展的需要建立排供水源地，进行浅排降压。

VI、主动疏放有直接突水威胁的含水层（带）。

VII、进一步开展注浆堵水截流试验。

VIII、建立矿井完整的防水系统，如防水煤岩柱、防水闸门及地表防洪系统等。根据水文地质条件进行分区分带，进行分区隔离开采。

## 8.0 结论与建议

### 8.1 结论

#### 8.1.1 主要工作成果

(1) 通过对我省不同经济类型矿山分布、开发规模、开采方式、选矿方法、生产现状等矿山基本情况的调查,基本查明了矿山开采对地质环境的影响及矿山开采过程中产生的环境地质问题。

(2) 本次调查共收到各矿山企业填报“矿山地质环境现状调查表”6471份,其中生产矿山5812份,在建矿山200份,停产、关闭、闭坑矿山459份。大型矿山企业报表34份,中型矿山企业报表57份,小型矿山企业报表6380份。重点矿山调查与核查224个,其中大型矿山34个,中型矿山45个,小型矿山145个。水土测试样品80组。卫片解译3055.22公顷。

(3) 查明了矿山开发引起的环境地质问题主要是:地面沉陷、泥石流、滑坡、崩塌、地裂缝、井田热害、矿坑突水、水体污染、地表地下水疏干、矿业开发对土地资源的影响与破坏等。针对这些环境地质问题形成原因、分布规律、影响因素、危害情况及发展趋势进行了详细地论述。

(4) 经统计汇总我省矿山开采引发的地质灾害经济损失53647.49万元,矿山开采占用、改变、破坏土地46225.2公顷,矿山开采过程中废水废液的排放总量36076.99万 $\text{m}^3$ ,矿山开采尾矿及固体废物积存总量27489.94万吨。为矿山环境恢复治理提供了依据。

(5) 通过对资料的综合分析,选取评价因子并进行单元网格剖分,利用定性和定量相结合的方法,将全省矿山环境地质问题发育程度划分为三个大区:I区为不良发育区(13个亚区),II区为一般发育区(9个亚区),III级为较好发育区。并对各亚区的矿山环境地质问题现状进行了评述。

(6) 在查明了我省矿山地质环境现状基础上,依据矿山地质环境问题综合评价结果,结合我省矿产资源规划,遵循“以防为主,防治结合”及“轻、重、缓、急”的原则,将我省矿山地质环境整治划分出急待恢复治理区(H)10个、一般恢复治理区(Y)9个和加强保护区(J)。综合分析、总结了目前地质环境保护与治理现状,针对各类地质

环境问题提出了具体防治防治措施和建议。

(7) 本次调查取得的矿山地质环境资料和数据, 完全按照《全国矿山环境地质信息系统》要求, 建立了数据库、图形库、多媒体连接的地理信息系统, 可进行数据查询、数据统计、数据分析、数据报表、图形数据组织、显示与管理、多媒体连接等, 为矿山企业管理部门提供了现代化的管理系统。

(8) 编制了《河南省矿山地质环境现状调查报告》报告和河南省省矿山地质环境现状调查实际材料图、河南省省矿山地质环境现状图、河南省省矿山地质环境综合评估分区图、河南省省矿山地质环境保护与整治分区图, 建立了河南省省矿山地质环境信息系统。为矿山地质环境保护与治理规划提供了科学依据, 对推动我省矿山环境治理, 矿业开发与矿山地质环境保护起到了积极作用。

### **8.1.2 存在的主要问题**

(1) 各矿山企业填报表的过程中, 部分矿山企业未能上报矿山地质环境调查表, 已经填报的表格当中还有 15% 的表格填报不合格, 因此, 根据报表所统计数据存在着一定的误差。另外, 各矿山企业缺乏地质灾害的系统资料, 尤其是地质灾害造成的危害程度、经济损失情况等有关资料。因此, 统计出的地质灾害发生次数和经济损失数据有一定误差。

(2) 在卫片解译中受卫片精度限制, 本次解译工作只对大、中型露天采矿场、煤矸石、尾矿、废石堆放及部分沉陷解译核查。

(3) 受调查精度和时间的限制, 未能对所有矿山企业逐个核查, 未核查到的矿山企业, 存在的地质环境问题不能全部掌握。

(4) 针对以上问题, 下一步工作应以矿区为单位进行详查。

## **8.2 建议**

(1) 加强矿山地质环境保护法规建设, 尽快开展矿山地质环境保护立法调研, 出台地方矿山地质环境保护法规, 使矿山地质环境保护步入法制轨道。

A、建立矿山环境恢复治理保证金制度, 督促矿山企业实施环境保护措施到位: 为使矿山环境恢复治理落实到实处, 对新建矿山企业和老矿山企业新形成的矿山环境问题的恢复治理, 应建立矿山环境恢复治理保证金制度。应按照“谁开发谁保护、谁破坏谁

恢复”的方针由矿山企业承担治理责任，出资进行治理。矿山企业应按照开采矿种、年限及废物排放情况，交纳一定数额的专项资金，待开采后期及闭矿后专门用于环境治理恢复。同时，对于老矿山、已关闭的小型矿山等历史遗留问题，可由各级政府财政拿出一定资金逐步治理。

**B、建立矿山监督检查制度：**矿山环境监督制度也是政府加强矿山环境管理的重要环节，其目的在于查明矿山企业遵守各项环境保护规定的情况，并在必要时采取强制执行措施。

**C、开展固体废物综合利用科技攻关研究，拓宽利用领域，提高综合利用的科技水平和经济效益。**

**D、政府出台优惠政策，加大固体废物综合利用的力度：**对技术方法可行，能够利用的煤矸石等固体废物进行综合利用，鼓励地方办企业利用进行煤矸石等固体废物用于建材制造、发电、环境整治、土地复耕、道路建设等方面，因地制宜地进行矿山环境恢复治理。政府对相关企业给以优惠政策，如财政补贴、减免税收等。

**(2) 确立环境产权和复垦土地使用权：**经政府土地部门批准，矿山已征用或长期租赁的土地范围内，经过环境治理而产生的环境资源产权，包括所有权、使用权、开发权，应归属于此项治理的投资者。

**(3) 加强地质灾害监测预报，实施矿山地质灾害治理工程：**对于矿山因采矿或固体废石堆放造成的地质灾害要加强监测与防治。严重威胁人民群众生命财产安全的地质灾害隐患要进行实施勘察治理工程，消除隐患。对大面积的地面沉陷地段可进行土地复垦。对于危害程度较小的地质灾害要建立地质灾害监测体系，加强预报预警工作，确保人民群众生命财产安全。

**(4) 加大矿山污水治理力度，减少水土污染：**对废水排放量较大，污染严重的矿山企业，要求同步建设废水处理设施，达标排放。对于规模较小，污染严重的小型矿山应坚决关闭。

## 主要参考文献:

- 1.河南省地质环境监测总站.河南省地下水资源评价报告.2002 年 4 月
- 2.河南省地质测绘院.河南省 1: 50 万地质图说明书.2000 年 9 月
3.                    河南省 1: 50 万工程地质图说明书.
- 4.河南省统计局. 河南统计年鉴 (2000 年). 中国统计出版社, 2000 年 8 月
- 5.河南省地质科学研究所.河南省矿山地质环境调查.2002 年 5 月
- 6.太原理工岩土工程公司、煤炭工业部郑州设计研究院.河南省平顶山矿区采煤沉陷情况报告.2002 年 12 月
- 7.河南省地矿建设工程 (集团) 有限公司、平顶山煤业 (集团) 有限责任公司.河南省平顶山矿区地质环境调查评价与防治报告.2002 年 7 月
- 8.郑州煤炭工业 (集团) 有限责任公司、煤炭工业部郑州设计研究院. 河南省郑州矿区采煤沉陷受灾情况报告.2002 年 12 月
- 9.河南省地质科学研究所. 河南省矿产开发利用规划.2002 年
- 10.河南省地勘局一工院、河南省地质环境监测总站. 河南省区域环境地质调查报告, 2001 年 10 月
- 11.河南省地质矿产厅. 河南省地质矿产志. 中国展望教育出版社, 1992 年 6 月
- 12.河南省地质矿产局. 河南省区域地质志. 地质出版社, 1989 年 4 月
- 13.胥泽银、郭科.多元统计方法及其程序设计.四川科学技术出版社 1999 年 9 月
- 14.黄润秋、许强.工程地质广义系统科学分析原理及应用. 地质出版社, 1997 年 9 月
- 15.张卓元、王士天、王兰生.工程地质分析原理. 地质出版社, 1990 年 12 月