

HENANSHENG MEIKUANG CAIKONGQU
TAXIAN ZAIHAI ZHILIFANGFA YANJIU

河南省煤矿采空区 塌陷灾害治理方法研究

田奎生 王艳霞 著



黄河水利出版社

河南省煤矿采空区 塌陷灾害治理方法研究

田奎生 王艳霞 著

黄河水利出版社

· 郑州 ·

图书在版编目(CIP)数据

河南省煤矿采空区塌陷灾害治理方法研究/田奎生, 王艳霞著. —郑州: 黄河水利出版社, 2010.9

ISBN 978-7-80734-906-8

I. ①河… II. ①田… ②王… III. ①煤矿开采—地面沉降—灾害防治—研究—河南省 IV. ①TD327

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 181720 号

组稿编辑: 王路平 电话: 0371-66022212 E-mail: hhslwlp@126.com

出版社: 黄河水利出版社

地址: 河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层 邮政编码: 450003

发行单位: 黄河水利出版社

发行部电话: 0371-66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail: hhslcbs@126.com

承印单位: 黄河水利委员会印刷厂

开本: 850 mm × 1 168 mm 1 / 32

印张: 6.75

字数: 170 字

印数: 1—1 000

版次: 2010 年 9 月第 1 版

印次: 2010 年 9 月第 1 次印刷

定价: 20.00 元

前 言

煤矿采空区塌陷灾害是一个世界性难题,西方发达国家包括德国著名的鲁尔矿区都曾不可避免地遇到类似难题。但凡进行煤炭开采的企业,都会由于采空塌陷这一煤矿特有的生产破坏形式,从而带来一系列的社会、经济和环境问题,造成人与自然的和谐,严重制约了国民经济的健康、稳定发展。值得庆幸的是,部分煤矿已针对采空塌陷问题陆续开展了专项研究工作,并有步骤地展开了对其的综合治理,收到了良好的成效。

河南省是一个采煤大省,煤炭资源非常丰富,已开采的煤矿众多,都不同程度地存在采空塌陷危害。由于采空塌陷对耕地、矿山环境、地表建筑物及其设施的破坏在全省范围内都非常严重,因而对煤矿采空区塌陷灾害的研究、治理任务十分艰巨。

河南省幅员辽阔,山区、丘陵和平原地貌单元都有分布,因采煤造成的采空塌陷可分为以义马、济源等矿区为代表的丘陵型塌陷和以永城、平顶山、焦作为代表的平原型塌陷两大类;按照地面塌陷程度、地表附着物的破坏程度不同,又可分为塌陷严重区、塌陷次严重区、塌陷轻微区、无塌陷区四类。已有的煤矿采空区及其相关的地质灾害调查研究成果为全省的采空塌陷区调查与治理提供了较为科学的依据。就灾害特点上,其具有群发性、衍生性、区域性、持续时间长期性、不可避免性和可预防性等,以上特性决定了对采空区塌陷灾害的治理必须依靠科学的理论、先进的施工工艺。

本书通过对河南省内 15 个不同地域、不同地质条件、不同开采方式的煤矿采空区塌陷灾害的调查,提出了煤矿采空区塌陷灾害严重程度划分标准、塌陷灾害分类和塌陷区分区,对采空塌陷区的覆岩移动破坏规律、塌陷灾害规律、地表移动和变形因素、

塌陷灾害的预测方法、煤矿采空区预计参数、采空区地表允许变形值、采空区稳定性工程地质模式及类型、采空区评价类型和治理等级进行了研究；依据采空区特征、工程目的、施工条件研究了土地复垦、注浆充填、非注浆方法、桩基础处理、建筑物结构保护措施等采空区塌陷灾害治理方法；研究了煤矿在开采过程中控制地面塌陷的方法。

采空区塌陷灾害综合治理在目前经济、技术层面上都能实施，已有众多成功的经验可借鉴，应依靠各级政府的管理和相应的法律法规，发挥煤矿企业各部门的积极性，治理塌陷灾害和减少塌陷灾害并重；以治为主，改善采空塌陷区的地质环境，尽快解决由地面塌陷引起的诸多问题，消除不利影响，减少损失，全面构建和谐社会。

本书共分7章，编写人员及编写分工如下：田奎生编写第1、4、5、6、7章，王艳霞编写第2、3章。

在本书的编写过程中，得到了西安科技大学张志沛教授、煤炭科学研究总院西安研究院李佑郎高工的大力支持和帮助，书中插图由张鑫完成。借此机会向所有给予支持和帮助的同志们表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，书中难免有疏漏错误之处，敬请广大读者和同仁批评指正。

作者

2010年5月

目 录

前 言

第 1 章 概 述	(1)
1.1 目的与任务	(1)
1.2 前期工作概述	(1)
第 2 章 区域概况	(5)
2.1 自然地理	(5)
2.2 社会经济概况	(8)
2.3 区域地质环境背景	(11)
第 3 章 煤矿环境地质与采空区塌陷灾害特征	(25)
3.1 煤田分布和煤田地质概况	(25)
3.2 采空区塌陷灾害发育现状	(32)
3.3 采空区塌陷灾害分类标准及分区	(39)
3.4 采空区塌陷灾害的基本特征	(47)
3.5 采空区塌陷灾害的严重程度	(76)
第 4 章 采空区塌陷灾害的机理与稳定性分析	(77)
4.1 采空区塌陷对煤矿地质环境的影响	(77)
4.2 煤矿采空区覆岩移动破坏规律	(80)
4.3 煤矿采空区塌陷灾害的规律	(87)
4.4 影响煤矿采空区地表移动和变形的因素	(97)
4.5 塌陷灾害的预测方法	(109)
4.6 煤矿采空区预计参数	(113)
4.7 采空区地表允许变形值	(115)
4.8 采空区稳定性工程地质模式及类型	(116)

4.9	采空区评价和治理类级	(120)
第5章	采空区塌陷灾害治理方法的研究	(129)
5.1	采空区塌陷灾害治理方法的分类	(129)
5.2	选择采空区塌陷灾害治理方法的原则	(131)
5.3	土地复垦	(133)
5.4	注浆充填	(148)
5.5	非注浆方法	(159)
5.6	桩基础处理采空区	(160)
5.7	建筑物结构保护措施	(162)
5.8	采空区塌陷灾害治理方法建议	(168)
第6章	煤矿在开采过程中控制地面塌陷的方法研究	(180)
6.1	在开采过程中控制地面塌陷方法的分类	(180)
6.2	采矿技术措施	(183)
6.3	覆岩离层充填方法	(188)
6.4	特殊条件下的开采保护措施	(191)
6.5	采空区塌陷灾害的防治综合系统	(200)
第7章	结论与建议	(203)
7.1	结 论	(203)
7.2	建 议	(205)
参考文献		(207)
参考资料		(210)

第1章 概述

1.1 目的与任务

《河南省煤矿采空区塌陷灾害治理方法研究》是河南省财政两权价款资金资助的“河南省 2004 年度矿山地质环境治理项目”之一，旨在通过对全省不同地域、不同地质条件下、不同开采方式所形成的部分煤矿采空塌陷区的调查，研究经济合理的煤矿采空区塌陷灾害治理方法。主要任务是：

(1)重点对河南省内新密、平顶山、义马、焦作、鹤壁等 15 个主要煤矿区因采煤而引起的部分采空区塌陷灾害进行调查，评价采空区塌陷灾害的发育特征及危害程度。

(2)基于上述调查评价结果，结合国内外煤矿采空区塌陷灾害的治理经验，开展河南省煤矿采空区塌陷灾害治理方法研究工作。

1.2 前期工作概述

20 世纪 50 年代以来，全省完成了区域地质、煤田地质、水文地质、工程地质、环境地质、矿山环境地质、地质灾害调查等基础地质工作，对煤矿采空区及其相关的地质灾害调查研究工作主要是在近十年内进行的，工作程度见表 1-1。以上成果为本次工作提供了基础地质资料。

自 2001 年以来，已完成的卢氏、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,大都涉及了煤矿采空区塌陷灾害问题,其成果是本次调查研究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》及《河南省矿山地质环境调查与评估报告》等已有的调查报告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,为本次煤矿采空区塌陷灾害治理方法研究工作提供了丰富、翔实的基础资料,具有极高的参考价值。

表 1-1 煤矿采空区工作程度评述

项目名称	完成单位	完成时间	主要成果
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 年	对全省 3 066 处地方煤矿的几十处矿区的采煤塌陷、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
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 年	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区
河南省地质灾害防治规划	河南省地质研究所、河南省地质环境监测总站	2000 年	对全省主要地质灾害的现状发育程度和分区、地质灾害防治现状等作了客观的论述和总结,完善了行政管理体系

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 年	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)地质灾害及其隐患进行调查,划分出地质灾害易发区,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
河南省矿山地质环境现状调查	河南省地质科学研究所	2001 ~ 2002 年	对全省 142 个矿山进行了调研,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
河南省平顶山煤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、平顶山煤业(集团)有限责任公司	2002 年	初步查明了矿山开采遇到的和诱发的地质灾害,对矿山环境的形成机制、发育和分布规律及其危害性进行了全面调查、分析论述。在综合分析矿区地质环境条件、地质灾害分布规律的基础上,采用定性一半定量方法,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

续表 1-1

项目名称	完成单位	完成时间	主要成果
河南省郑州矿区采煤塌陷受灾情况报告	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	2002 ~ 2003 年	对矿区各矿的基本情况、塌陷面积、分布情况进行了初步调查,对采矿塌陷对公共设施、居民房屋造成的危害情况进行了详细调查
河南省矿山地质环境调查与评估报告	河南省地质环境监测总站	2003 年	基本查明矿山基本情况;查明矿山开发引起的环境地质问题及其危害,调查与评价矿山地质环境治理措施及效果;对矿山地质环境现状作出初步评估

第2章 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 530 km, 东西横亘 580 km, 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、焦柳铁路分别交会于郑州、商丘、洛阳,与太新、新兖、漯阜铁路分别交会于新乡、漯河,在南部东西贯穿全境的宁西铁路已建成通车,铁路在河南境内已形成网络。公路四通八达,公路通车里程达到 69 040 km。京珠高速(河南段)、连霍高速(河南段)、大广高速、二广高速、兰南高速、郑少洛高速等已建成通车。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河南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 $12.8 \sim 15.5$ $^{\circ}\text{C}$ 。7 月气温最高, 月平均气温 $27 \sim 28$ $^{\circ}\text{C}$, 1 月气温最低, 月平均气温 $-2 \sim 2$ $^{\circ}\text{C}$ 。全年无霜期为 $190 \sim 230$ d。多年平均降水量 $600 \sim 1\,200$ mm, 淮河以南达 $1\,000 \sim 1\,200$ mm, 黄淮河之间(包括豫西山区)年降水量 $700 \sim 900$ mm, 豫北及豫西黄土地区为 $600 \sim 700$ mm, 南阳盆地年降水量为 $750 \sim 850$ mm, 具有从南向北递减的趋势。年蒸发量 $1\,100 \sim 1\,700$ mm, 由北向南递减。

河南省内河流较多, 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 1 500 余条, 流域面积在 100 km^2 以上的河流有 470 多条, $1\,000\text{ km}^2$ 以上的有 50 多条, 超过 $5\,000\text{ km}^2$ 的有 16 条。黄河自西向东横贯河南省中北部, 主要支流有伊洛河、沁河、天然文岩渠等, 境内流长 711 km, 流域面积 $3.6 \times 10^4\text{ km}^2$, 占全省面积的 21.6%, 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, 横贯河南省东南部, 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 340 km, 流域面积约 $8.8 \times 10^4\text{ km}^2$, 占全省总面积的 52.7%。长江水系在境内主要有唐河、白河、丹江等支流, 流经河南省西南部, 境内流域面积 $2.7 \times 10^4\text{ km}^2$, 占全省总面积的 16.2%。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 9.0%。

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 185 km，山地海拔多在 500 ~ 1 000 m，最高海拔 1 725 m，呈现山高谷深、山势峻峭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河南境内的分界线。豫西山地的主要山峰海拔多在 1 500 m 以上，较高的山峰海拔超过 2 000 m，灵宝境内的老鸦岔脑海拔 2 413.8 m，为河南省最高峰。

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至偃师，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。海拔多在 300 ~ 800 m，只有主峰超过 1 000 m，如太白顶海拔 1 140 m。

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 200 m 以下，盆地东西宽 120 km，南北长 150 km，呈椭圆形，面积约 11 900 km²。

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、海河三大水系共同冲积而成,也称黄淮海平原,它由一系列河流冲积扇组合而成,而且以黄河大冲积扇为主体。

2.2 社会经济概况

2.2.1 人口及城乡建设

截至目前,河南省有 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、1 249 个乡、310 个街道办事处、3 170 个居民委员会、47 298 个村民委员会。

河南省是我国人口分布最稠密的省区之一,2005 年年底,全省总人口超过 9 768 万人,其中全省城镇人口 2 994 万人,占 30.65%;乡村人口 6 774 万人,占 69.35%。

截至 2005 年,全省地区生产总值 10 535.20 亿元,成为全国第五个经济总量超万亿元的省份。其中,第一产业增加值 1 843.04 亿元,增长 7.5%;第二产业增加值 5 539.33 亿元,增长 17.6%;第三产业增加值 3 152.83 亿元,增长 12.6%。全省人均生产总值 11 236 元。

河南省城市建设发展较快,2005 年年底城市面积达 13 345 km²,建成区面积 1 249 km²,全省平均每户住房间数为 2.71 间,人均住房面积 21.89 m²,建成区绿化覆盖面积 36 063 hm²,建成区绿化覆盖率 28.9%。

“十五”期间河南省加大城镇化建设步伐,已初步形成了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、通信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,以钢铁工业而兴建的安阳、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。近年来,平均每年全省工业总产值超过 8 100 亿元,其中轻工业 3 489.18 亿元,重工业 4 686.76 亿元,全年工业增加值为 2 508.73 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。近年来,平均每年全省粮油总产量分别为 4 210 万 t 和 421 万 t。全省农林牧渔业总产值为 2 194.81 亿元,其中,农业 1 360.26 亿元,林业 60.45 亿元,牧业 750.73 亿元,渔业 23.37 亿元。

2.2.4 矿产资源概况

截至目前,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 81 种),已开发利用的为 81 种(含亚矿种为 106 种)。

省内已探明资源储量并载入河南省矿产资源储量表的固体矿产产地共 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、耐火黏土、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、耐火黏土、钼、金等几种矿产的采选在我国占有重要的地位,对河南省相关工业的发展有重大影响。

河南省煤炭在垂深 2 000 m 以浅含煤的面积约 19 000 km²,占全省面积的 11%;已勘察面积约 4 000 km²,占含煤面积的 21%。全省 135 个县(市)中都有煤炭资源赋存。根据资源分布和含煤地质特征,全省共划分为 19 个煤田和 5 个含煤区。截至 2003 年年底,河南省煤炭资源总量为 1 130.99 亿 t,占全国资源总量的 2.0%,全省共有不同勘察程度的煤矿区(井田)286 处,保有资源储量 245.55 亿 t,约占全国的 2.8%,位居全国第十位。

河南煤炭资源开发历史悠久,目前已形成了以平煤集团等六大国有重点煤矿为主体,地方煤矿为骨干,乡村集体和个体煤矿星罗棋布的生产开发格局。1998 年年底,全省共有国有生产矿井 114 处,煤炭年生产能力 617 万 t,其中国有重点煤矿 46 处,年生产能力 4 631 万 t;国有地方煤矿 68 处,年生产能力 1 539 万 t;全省乡镇、集体及个体煤矿 3 700 处,年生产能力在 4 000 万 t 以上。到 2005 年年底,河南省煤炭工业原煤产量为 18 761.4 万 t。

2005 年,全省工业企业盈亏相抵后实现利润总额 667.95 亿元,增长 64.5%。其中能源、食品、非金属矿物制品、有色金属冶炼及压延加工等行业带领全省工业利润快速增长,而煤炭开采和洗选业实现利润总额 91.25 亿元,增加率为 69.2%,对全省利润增长的贡献率为 14.3%,拉动全省利润总额增长 9.2 个百分点,