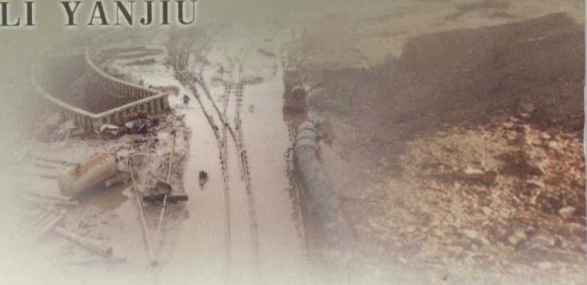


XINGGONG KUANGQU YANRONGSHUI YUNYI GUIlǚ
JI KUANGJING TUSHUI JILI YANJIU



荥巩矿区岩溶水运移规律 及矿井突水机理研究

庞 良 袁巧红 韩国童 朱登杰 编著



黄河水利出版社

荥巩矿区岩溶水运移规律及 矿井突水机理研究

庞 良 袁巧红 韩国童 朱登杰 编著

黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

荥巩矿区在河南省具有独特的区位和煤矿资源优势,并具有独立的水文地质单元。本书运用 GMS 软件模拟岩溶运移规律的手段,较系统地研究了煤层底板岩溶水的运移规律,认为矿井突水主要来源为奥陶系及寒武系碳酸盐岩岩溶地下水,通过矿床底板、断层大流量进入巷道。研究成果表明,通过对矿井采取疏水降压措施,安全开采是可行的;对新开采工作面的物探低阻异常区进行注浆,堵水效果明显。在荥巩矿区开采实践中,本项研究成果起到了很好的指导作用,对类似煤矿企业生产也具有一定的参考价值。

本书可供矿山企业、城镇供水、地矿科研院所等企事业单位从事生产和科研的广大水文地质工作者学习与参考。

图书在版编目(CIP)数据

荥巩矿区岩溶水运移规律及矿井突水机理研究/庞良
等编著. —郑州:黄河水利出版社,2011.5

ISBN 978 - 7 - 5509 - 0030 - 1

I. ①荥… II. ①庞… III. ①岩溶水 - 矿井突水 -
研究 IV. ①TD 742

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 066344 号

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

承印单位:河南地质彩色印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:10

字数:230 千字

印数:1—1 000

版次:2011 年 5 月第 1 版

印次:2011 年 5 月第 1 次印刷

定价:28.00 元

前 言

根据河南省中原城市群经济隆起带、郑洛工业走廊发展战略的部署,结合荥巩矿区独特的区位和煤矿资源优势,矿区的重要性显得较为突出。煤矿水文地质条件的研究及水害问题的查证,不仅严重影响矿山的正常生产,危及从业工人的人身安全,而且对矿山所在地的生态环境造成严重影响。因此,煤矿水害的治理和研究、恢复生态、水资源的合理利用课题,一直是生产单位和科研机构关注的重点,也是多年来的难点问题。2007~2009年,河南省地质矿产勘查开发局测绘队依据河南省财政厅(豫财办建[2007]412号)文件,组织课题组,实施了对荥巩矿区岩溶水运移规律和矿井充水机理研究工作。

荥巩煤田包括陇海铁路和310国道两侧荥阳市—巩义市段煤矿区,东起郑州市西部须水和侯寨,西至巩义市沙鱼沟和东店镇,南达五指岭,北依汜水镇和郭小寨断层。五指岭断层和荥密复背斜轴部构成岩溶水系统的南部地下水分水岭边界;郭小寨和须水断层构成岩溶水系统的北部边界,属阻水性;沙鱼沟断层和柳树沟断层构成岩溶水系统的西部隔水边界;薛店断层和李新寨断层及奥灰岩深埋区构成岩溶水系统的东部边界,三李一带泉群构成岩溶水系统排泄区。研究区构成一个独立完整的水文地质单元,总面积约为 950 km^2 。

目前,荥巩煤田总排水量为 $6\,525\sim 18\,398\text{ m}^3/\text{h}$,仅荥阳市总排水量达 $4\,460\sim 11\,510\text{ m}^3/\text{h}$ 。开采岩溶水供水井较少,共6眼,总开采量约 $2\,100\text{ m}^3/\text{d}$ 。为了保证安全生产,各矿井被迫大功率强排,矿井强排水不仅破坏了水资源的平衡,影响了经济社会和环境效益,而且矿井水资源的利用率低,造成水资源的浪费。

研究认为,矿井突水排水主要来源为奥陶系及寒武系碳酸盐岩岩溶地下水,通过矿床底板、断层大流量进入巷道所致。根据荥巩煤田所处的水文地质条件,属荥密复背斜北翼三李岩溶水系统,为荥密复背斜北翼单斜储水构造,荥巩煤田位于三李岩溶水系统的径流排泄区。本区岩溶地下水的补给方式主要有山区大气降水补给、山地与丘陵分界线附近河谷洪水补给及上覆含水层的越流补给等,其中大气降水为地下水的主要补给来源。岩溶地下水总体流场特征是由南流向北。裸露山区为入渗补给区,岩溶地下水没有统一的流场。进入丘陵埋藏区,岩溶地下水具有统一的流场,在天然条件下,岩溶地下水向东径流,并形成岩溶地下水强径流带,也是荥巩煤田的主采煤区,分布着大小十多个煤矿,煤矿开采大流量强排水,造成地下水位下降,客观上使西部及北部的地下水向东南径流,成为径流—开采型,在三李和米河一带的地貌构造有利部位,以泉的形式排泄。

本项目较系统地研究了荥巩矿区的水文地质条件,分类研究了煤矿的突水情况,运用多种方法相结合判别了突水水源,并对充水途径进行了论证。研究中运用GMS软件模拟岩溶水运移规律,软件具有较强优势。GMS是美国环境模型研究实验室和美国军队排水工程试验工作站,在综合MODFLOW等已有地下水模型的基础上开发的具有综合性和良好图形界面的地下水模拟软件包。其可以采用概念化方式建立水文地质概念模型,使该

过程更直观,操作更方便。运用 GMS 进行先粗后细两步模拟,即先以荣巩矿区水文地质单元为计算区建立区域模型,然后以区域模型计算的地下水位或流量作为局部模型的边界条件建立王河煤矿矿区涌水量局部模型。运用局部模型对开采范围内水位降到安全水位时的最大涌水量进行预测,结果可以看出,研究区中上寒武—奥陶系含水层中的水是可以疏降的,通过采取疏水降压措施进行安全开采是可行的。为了减少矿井排水量,本次研究设计了堵水方案模拟,对新开采工作面的物探低阻异常区进行注浆,使其渗透系数减小,堵水实施后矿井排水量明显减少,堵水效果明显。说明本项研究成果已起到了很好的指导作用,在类似煤矿企业生产中具有一定的实用价值。

本项目在研究过程中,得到了中国地质大学(武汉)环境学院的靳孟贵教授、郭会荣副教授的大力指导和协助,得到了中国地质大学(武汉)地质过程与矿产资源国家重点实验室、环境学院教学实验中心的支持和帮助,以及河南理工大学的潘国营教授和王河煤矿卢纪周总工程师的大力协助,得到了王河、新中、徐庄、大峪沟等多个煤矿的大力配合,在此一并表示诚挚的感谢。

本书研究成果可供广大水文地质环境地质工作者,煤矿企业等专业技术人员参考和交流。由于作者水平所限,书中不足之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

作 者

2010 年 11 月于郑州

目 录

前 言

第 1 章 研究工作概况	(1)
1.1 研究目标与内容	(1)
1.2 以往水文地质工作概述	(1)
1.3 研究思路与方法	(2)
1.4 完成的工作量与成果	(4)
第 2 章 茌巩矿区区域自然地理及地质概况	(6)
2.1 地形地貌	(6)
2.2 气 象	(9)
2.3 水 文	(10)
2.4 地层岩性	(11)
2.5 地质构造	(18)
第 3 章 茌巩矿区区域水文地质条件	(22)
3.1 地下水的赋存及分布规律	(22)
3.2 岩溶水的补给、径流与排泄	(25)
3.3 岩溶水动态	(28)
3.4 岩溶水化学特征	(31)
3.5 岩溶水稳定同位素特征	(46)
3.6 水化学特征的指示意义	(52)
3.7 岩溶发育特征与规律	(53)
第 4 章 王河矿区水文地质条件分析	(61)
4.1 地层与构造	(61)
4.2 含水层与隔水层	(66)
4.3 岩溶水动态及流场	(67)
4.4 矿区水化学特征及水质评价	(70)
第 5 章 王河矿充水条件及突水危险性评价	(76)
5.1 相邻矿井水文地质特征及充水条件分析	(76)
5.2 王河矿井充水条件	(80)
5.3 王河矿井突水影响因素分析	(86)
5.4 矿井突水危险性评价	(91)
第 6 章 区域地下水及王河煤矿矿井涌水量数值模拟	(114)
6.1 区域地下水数值模拟	(114)
6.2 王河煤矿矿井涌水量数值模拟	(125)

第7章	一、煤层开采水害防治措施	(141)
7.1	水害防治现状分析	(141)
7.2	存在问题分析	(144)
7.3	水害防治对策建议	(144)
第8章	结论与建议	(148)
8.1	主要结论	(148)
8.2	主要建议	(151)
参考文献		(152)

第1章 研究工作概况

1.1 研究目标与内容

荥巩矿区包括王河、新中、徐庄、小关、米河、中原、大峪沟等众多煤矿。本次在荥巩矿区区域条件研究的基础上,重点研究王河煤矿。尽管王河煤矿已经有40年的开采历史,但由于开发规模较小,受客观条件限制,基础地质和水文地质工作比较薄弱,对荥巩矿区区域岩溶水文地质条件的研究还不够系统深入,对于矿井充水条件和突水规律认识不清,因此采掘生产带有一定的盲目性。为了保护并安全开采王河煤矿深部受水害严重威胁的560万t_a煤层煤炭资源,提高水害防治水平,使矿井尽快形成生产能力并达到安全生产,在河南省财政厅的大力支持下,河南省地质矿产勘查开发局测绘队开展了本次水文地质调查研究工作。

1.1.1 研究目标

本次工作的主要目标是:在充分收集与分析前人资料的基础上,开展一定范围的荥巩矿区区域及王河煤矿野外水文地质调查工作,进一步查清区域及王河煤矿水文地质条件,分析矿井充水条件及突水规律,在此基础上建立合理可信的矿井涌水量数值模拟模型,预测矿井涌水量,模拟防治水方案,提出矿区水害综合防治措施建议。

1.1.2 主要研究内容

(1)查明荥巩矿区区域及王河煤矿的岩溶水文地质条件,包括岩溶水的赋存,岩溶水补给、径流、排泄的特点,岩溶水的动态特点和水化学特征,岩溶水流动系统的划分及特征,岩溶发育规律等。

(2)查明荥巩矿区区域及王河井田水文地质条件,重点查明深部采区±0 m以下一₁煤层顶底板灰岩含水层岩溶发育规律,圈定奥灰岩溶水富水区;分析矿井充水条件及突水规律,评价突水危险性。

(3)建立荥巩矿区区域和王河矿区水文地质概念模型与数值模型,计算区域水均衡量、预测矿井涌水量,模拟防治水方案,为矿山开采防排水方案及治水方案设计提供依据。

(4)提出王河煤矿水害综合防治措施建议。

1.2 以往水文地质工作概述

自20世纪60年代以来,水利部门、地矿部门、煤炭部门在该地区曾先后开展过不同目的的地质、地下水资源勘察评价、煤田水文地质工作,主要进行的工作如下:

(1)基础地质及煤田地质调查:自20世纪五六十年代开始,河南省地质局区调队、水

文队及煤田地质队等单位先后完成了1/20万洛阳幅、临汝幅、郑州幅、许昌幅地质普查报告,河南省1/50万地质图及其说明书,荥巩煤田地质勘察和核查报告,2006年《荥巩煤田(荥阳境内)煤炭资源开发规划》等。上述成果对该地区地层分布、岩性、厚度及地质构造等特征都有较为详细的论述。

(2)区域水文地质调查:1995~1996年,河南省地质矿产勘查开发局水文地质二队提交了《郑州市新中煤矿排供水源地扩大开采资源初步评价报告》、《河南省荥阳市水文地质调查报告》和《河南省巩义市水文地质调查报告》;1997年和1999年河南省地矿厅环境水文地质总站分别提交了《河南省新密市区域水文地质调查报告》和《河南省郑州市区域水文地质调查报告》;2005年,郑州市水利局、河南省地质矿产勘查开发局水文地质二队提交了《郑州市地下水资源调查评价报告》。

(3)荥巩矿区水文地质调查:1991年,河南省煤炭科学研究所提交了《荥巩煤田水文地质条件及岩溶水防治研究报告》;1993年,河南省煤田地质局豫中地质勘察工程公司在本矿区进行了补充地质勘探,并提交了《王河煤矿补勘地质报告》;2003~2006年,完成了新中煤矿、王河煤矿、徐庄煤矿、大峪沟煤矿等10余份煤矿核查报告;2006年,河南省郑州地质工程勘察院提交了《河南省荥巩煤田荥阳市煤矿区矿井水资源评价报告》;2007年,河南理工大学完成了《荥巩矿区一₁煤开采岩溶水分布运移规律与灾害防治对策研究》报告。

以上成果对认识本区的地质、水文地质条件积累了丰富的宝贵资料,奠定了本次工作的基础。但以上资料和成果大多主要体现在区域地质与区域水文地质条件方面,或周边煤矿的零星资料,对王河煤矿水文地质条件缺乏综合性的专题研究,主要表现在:

- (1)区域水文地质条件与矿井充水条件的关系不清;
- (2)矿区水文地质条件不太清楚,特别是深部采区煤层底板奥灰水赋存规律、矿区断层导水性以及王河矿与周边矿岩溶水的水力联系不清楚;
- (3)矿井充水来源、充水途径以及突水规律还有待深入分析;
- (4)未用数值模拟技术定量预测矿区涌水量、模拟防治水方案。

因此,针对上述问题,通过深入调查研究,查明区域及矿区水文地质条件和矿坑充水形成条件,是王河煤矿灾害防治方案设计和安全采矿的基础。

1.3 研究思路与方法

1.3.1 研究思路

本项目研究以地下水系统理论为指导,充分利用现有勘察资料和研究成果,采用先进的探测及分析测试技术,在区域地下水系统框架下,将野外实地调查和室内综合分析相结合,定性分析和定量计算相结合,分析区域、矿区和矿井等不同范围的岩溶水水文地质条件,重点研究矿区岩溶水富集规律,刻画矿区含水介质结构,分析矿井充水条件和突水规律。在此基础上,建立合理的矿区水文地质概念模型和可信的数值模拟模型,进行矿井涌水量预测和防治水方案模拟,为防水工程设计和施工提供可靠的水文地质依据。研究思路如图1-1所示。

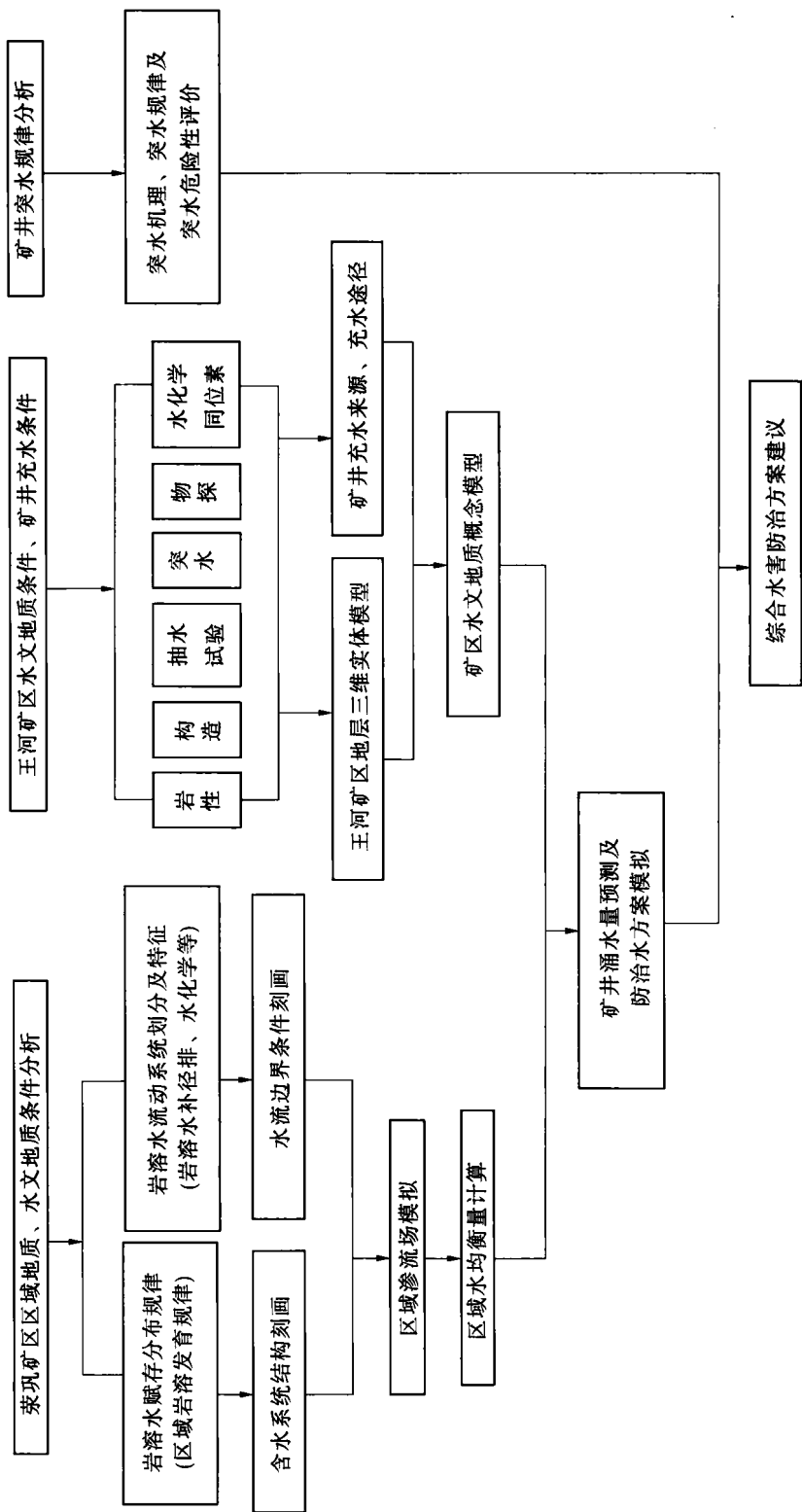


图 1-1 王河煤矿水文地质条件研究思路

1.3.2 研究方法

(1) 收集现有勘察资料 and 前人研究成果并进行系统整理分析。

(2) 结合前人研究成果, 深入系统地分析区域和王河矿区的气象、水文、地层、构造、钻孔、水文地质等方面的基础资料; 通过重点地段的野外水文地质补充调查, 查明区域岩溶水的形成条件, 总结岩溶发育规律和岩溶水分布规律; 通过水样采集与分析, 确定不同水源和不同部位地下水的水化学类型及其基本特征, 重点利用地下水常规化学组分、微量组分及氢氧稳定同位素组分的水文地质指示作用, 判断矿区主要充水岩层的补给条件、天然排泄去路及相互联系, 判断目前矿坑水的主要来源。

(3) 以历史积累的矿井地质及水文地质资料为基础, 采用信息融合技术对矿井充水岩溶含水层进行富水性分区。对岩性、构造、抽水试验、突水、物探(瞬变电磁法)、水动力场、水化学等资料进行信息融合, 进行含水层平面和垂向上富水性分区。

(4) 通过对突水点分布、突水强度、底板隔水层厚度、岩性、水压、富水性等信息的综合分析, 总结矿井充水条件、突水规律和突水机理(水源、通道和水量动态), 评价突水危险性。

(5) 在准确理解矿区地下水含水系统结构与流动系统的基础上, 结合岩溶水动态资料分析, 充分利用矿区的抽排水资料, 获取水文地质参数, 采用地下水数值模拟技术预测涌水量, 并对堵水方案进行初步模拟。

1.4 完成的工作量与成果

按照研究计划, 项目组成员于 2008 年 7 ~ 12 月, 深入现场进行了野外实地调查、测量、水样采集以及井下瞬变电磁物探工作; 2009 年 1 ~ 11 月, 进行了水样测试、资料整理与分析, 并补充和完善了必要的野外工作。主要工作总结于表 1-1, 具体包括如下内容:

表 1-1 主要工作量一览

取大气水、地表水、 地下水样	个(组)	测试项目(全分析)	同位素	
	67	37	30	
野外路线调查	地面调查(条)	地质点	水点	长期观测孔
1:50 000 区域水文地质补充测绘	6	255	60	6
1:10 000 矿区水文地质测绘	6	120	20	8
瞬变电磁探测调查	工作面(个)	井下水文地质观测孔(个)		物理点(个)
	5	7		760
室内数值模拟	区域渗流场模拟 (km ²)	矿区涌水量模拟 (km ²)	堵水方案的模拟(个)	
	857	10	4	
研究报告	份	1		

(1) 区域野外水文地质补充调查。调查范围南起区域岩溶水水文地质单元五指岭分水岭(补给区),北至茌巩煤田各矿区,西起大峪沟,向东包括新中矿、王河矿、徐庄矿,一直到茌阳贾峪镇的鹿平煤矿和中原煤矿,总面积 950 km^2 。通过野外露头、地下水水化学现场测试和取样、观测井和泉水调查等,掌握了大量的第一手地质和水文地质资料。

(2) 收集了工作区 64 个钻孔勘探资料和煤田地质勘探报告中的水文地质条件部分(文字),为含水系统结构刻画以及区域水文地质条件的分析奠定了基础。

(3) 收集并整理了王河煤矿及相邻井田(大峪沟、新中、徐庄)历年积累的地质及水文地质资料,尤其是涌水量资料、水位长期观测资料、历年来突水资料及水化学资料。

(4) 完成了 37 个地下水和地表水水样的水质全分析和 30 个氢氧同位素样的测试。

(5) 进行了 1:10 000 矿区水文地质测绘。包括地面调查,水样采集和巷道水文地质调查资料的收集。设置了 3 个区域地下水长期观测孔(每 5 天观测 1 次,连续观测半年),收集了 11 个长期观测孔近 2 年的水位资料。

(6) 进行了 5 个工作面及 7 个井下观测孔的瞬变电磁勘探工作,共计完成 760 个物理点。

(7) 建立了区域岩溶地下水流动模型,对区域渗流场进行了数值模拟;建立了王河矿区详细的水文地质模型,模拟了矿井涌水量,对现有堵水方案进行了评价和模拟。

第2章 荥巩矿区区域自然地理及地质概况

2.1 地形地貌

荥巩矿区地势总体南高北低,由中低山、丘陵过渡到平原,山区与丘陵、丘陵与平原分界明显。海拔1 000 m以上的中山区均位于登封境内;海拔400~1 000 m的低山区位于南部;中部是丘陵区,海拔一般为200~400 m;北部和沿河地带是平原区,海拔在200 m以下,其中大部分在150 m以下(见图2-1)。依据其地貌成因、形态特征及物质组成,可划分为中低山丘陵和平原两大类,其特征分述如下。



图2-1 荥巩矿区区域地形地貌

2.1.1 中低山

中低山主要分布于新密市的北部和巩义市、荥阳市的南部,呈东西向展布,由嵩山、箕山、五指岭诸山组成,如图2-2所示。地面标高1 000~1 512.4 m,相对高差500~1 000 m。地表岩性由太古界、元古界变质岩、岩浆岩及古生界碳酸盐岩组成。嵩山东段主峰部分由下元古界石英岩、石英片岩组成,山顶呈尖棱、齿状,其他山顶由中、元古界层状石英砂岩或碳酸盐岩组成,山顶、山脊平缓。

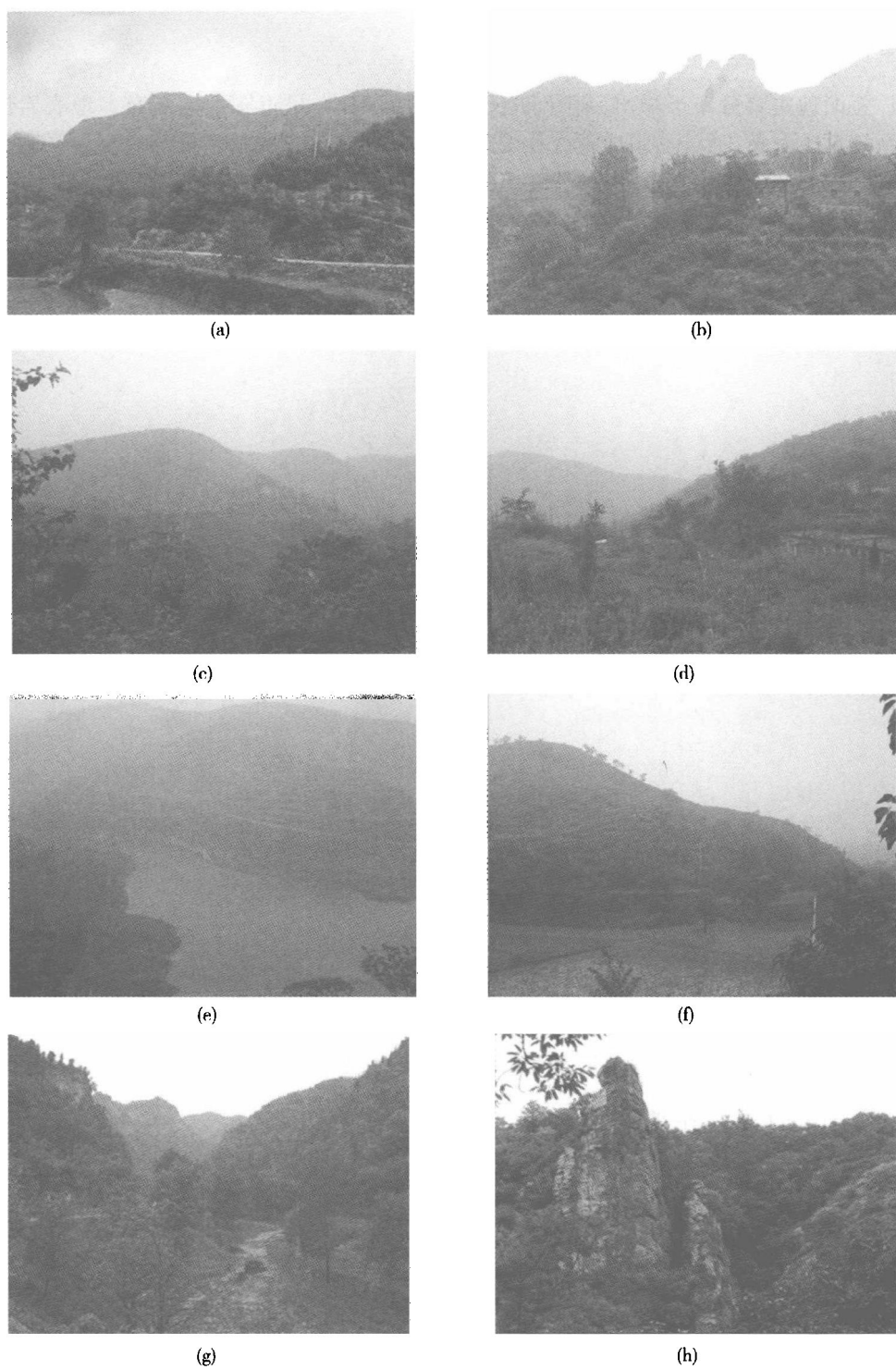


图 2-2 荣巩南部中低山地形地貌

2.1.2 丘陵岗地

丘陵岗地主要分布于郑州、荥阳、巩义北部黄河南岸,呈近东西向展布。地表岩性为上更新统黄土及黄土状土,组成黄土丘陵地貌景观,如图 2-3 所示。局部有三叠系砂页岩出露,地面标高 200 ~ 420 m,相对高度 50 ~ 100 m,区内冲沟发育,冲沟多成“V”字形,沟深多在 30 ~ 50 m,黄土柱等微地貌发育。地表向北倾斜,坡降 20‰ ~ 40‰,地面高程 150 ~ 500 m,以堆积上更新统风成黄土为主。

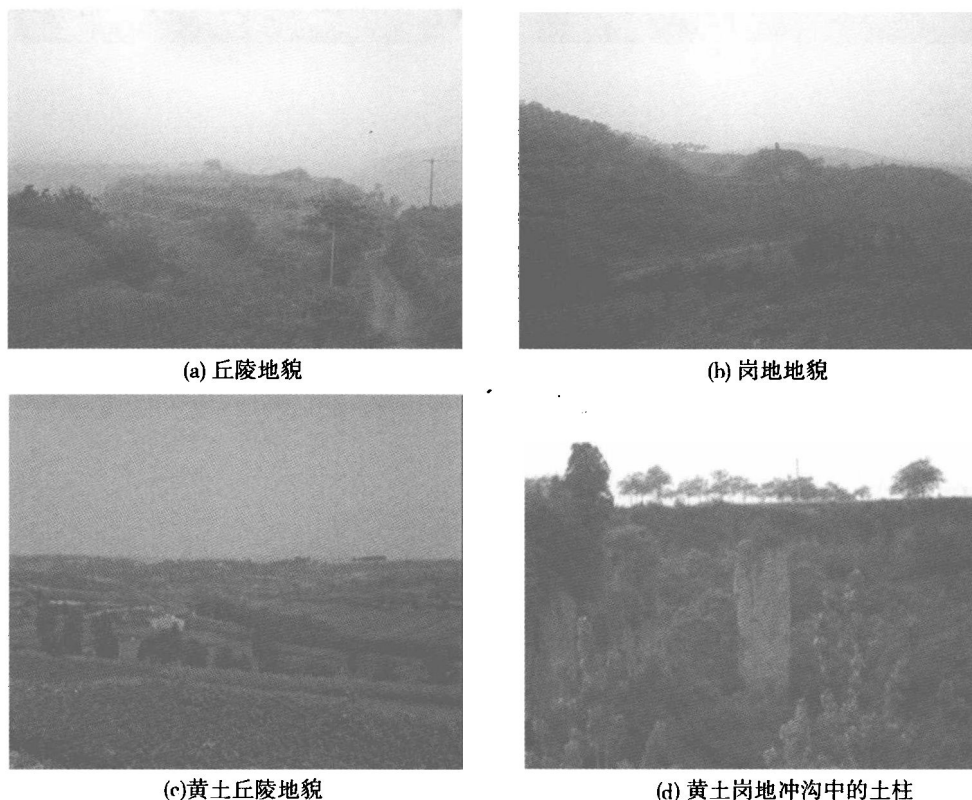


图 2-3 丘陵岗地与黄土冲沟地形地貌

2.1.3 山前冲洪积平原区

山前冲洪积平原区分布于郑州西、荥阳、巩义等地,地表岩性为上更新统粉土、粉质黏土。地势由山前向平原倾斜,是山区水流挟带泥沙向平原下泄沉积而形成的。地面高程 110 ~ 140 m,地形平坦开阔,发育有少量冲沟,沟深多在 6 ~ 8 m,沟壁陡直。

2.1.4 黄河冲积平原区

黄河冲积平原区主要分布于郑州市西流湖以东、黄河大堤以南的广大地区,地面为全新统冲积层覆盖,地形开阔平坦,向东南微显倾斜,地面高程 80 ~ 120 m。

2.1.5 黄河漫滩区

黄河漫滩区主要分布于黄河南岸黄河大堤以北地区,地面为全新统冲积层覆盖,地形开阔平坦,向东微显倾斜。

2.2 气 象

研究区属北温带大陆性季风气候,春、夏、秋、冬四季分明,多年平均气温 14.3℃,极端最高气温 43℃,极端最低温度 -19.7℃。

多年平均降水量 639.8 mm,最大降水量发生在 1964 年,为 1 049.6 mm,最小降水量发生在 1981 年,为 420.1 mm。荥阳市 1956~2008 年多年平均降水量见图 2-4。

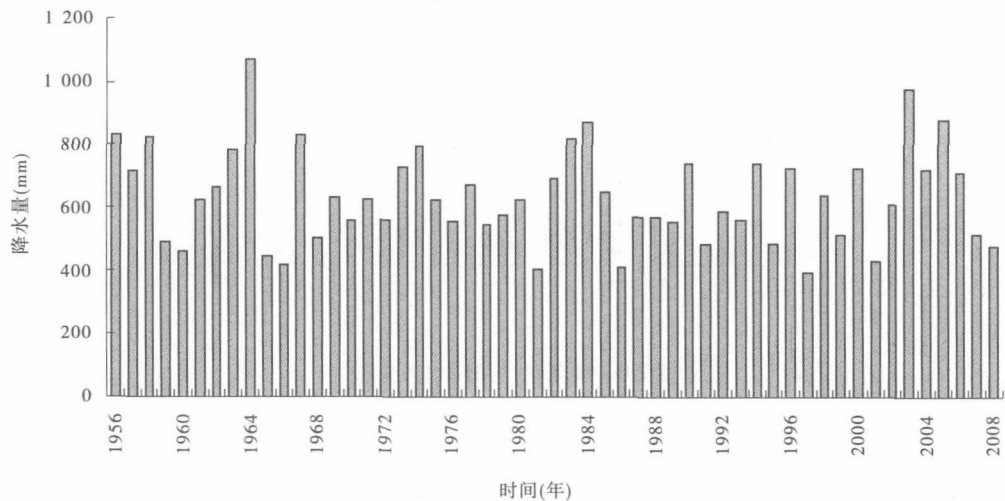


图 2-4 荥阳市 1956~2008 年多年平均降水量

多年平均降水年内分配的特点表现为汛期集中,季节分配不均匀和最大最小月相差悬殊等。一年四季降水量变化较大,6~8 月降水最多,降水量为 321.3~368.7 mm,占全年降水量的 52.4%~54.5%;3~5 月降水量为 112.5~137.8 mm,占年降水量的 19.0%~20.5%;9~11 月降水量为 117.9~152.8 mm,占年降水量的 20.0%~23.2%;12 月~翌年 2 月降水最少,降水量为 21.4~34.6 mm,占年降水量的 3.6%~5.2%。郑州市—荥阳站多年平均降水量年内分配见图 2-5,多年平均月降水量分布见图 2-6。

降水的空间分布总体上是呈由南向北逐渐递减的趋势,荥阳市、新密市交界的山区降水量较大。年降水量的低值区分布在巩义、荥阳、郑州的北部黄河沿岸一带。

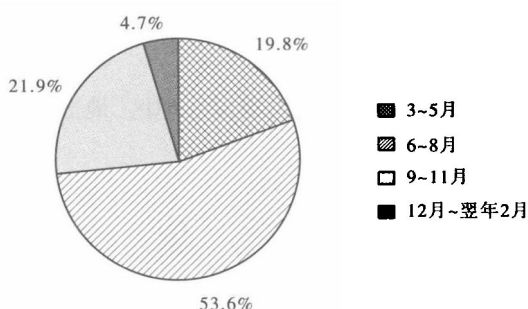


图 2-5 郑州市—荥阳站降水量年内分配

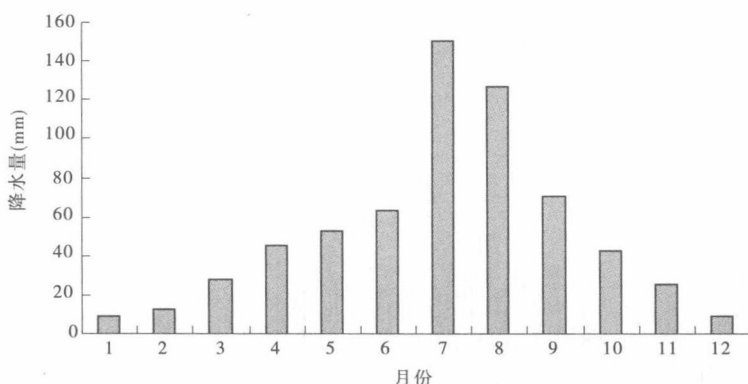


图 2-6 多年平均月降水量分布

2.3 水 文

研究区内地表水系发育,大多河流发育在研究区北部,分属淮河水系和黄河水系。淮河水系和黄河水系以五指岭为界,东边为淮河水系,西边为黄河水系(见图 2-7)。

研究区内主要河流如下:汜水河为黄河水系支流,东支发源于新密市尖山乡田种湾村五指岭北坡,流经荥阳市庙子乡、巩义市米河镇、荥阳市刘河、高阳、峡窝镇,由汜水镇口子村注入黄河;西支发源于新密市尖山乡巩密关村以北五指岭东牛旦山,经仲沟村入巩义市新中镇,流经小关镇,至米河镇两河口村汇入东支。汜水河总长 42 km,流域面积约 560 km²。

索河为淮河水系贾鲁河上游淮河的三级支流,河流全长 23 km,流域面积 557.9 km²,是荥阳市和郑州北部的泄洪排涝河道之一。

区内泉水多出露在南部低山基岩裸露区,荣巩煤田东部的三李勘探排泄区曾发育多处岩溶大泉,但由于采煤排水地下水位下降而已经断流。

市区分布 4 座中型水库,主要接纳山区洪水和矿井排水,水库水文特征值见表 2-1。