

河南省焦作煤田矿井水防治研究

HENANSHENG JIAOZUO MEITIAN KUANGJINGSHUI FANGZHI YANJIU



牛森营 著

地质出版社

河南省焦作煤田矿井 水防治研究

牛森营 著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书系统地介绍了河南省焦作煤田矿井水防治的实践经验。主要内容包括：焦作矿区水文地质特征、焦作煤田淹井原因分析、演马庄矿矿井水防治、韩王矿矿井水防治、九里山矿水害综合防治、 $P-M$ 图临界值法防止 L_2 奥灰水直接突水淹井、突水预测预报、焦作煤业集团《矿井水文地质规程》实施细则。本书理论与实践相结合，对煤矿区矿井防治水的技术交流和推广、煤矿区水害预测与治理，以及促进煤矿区安全状况的根本好转都有价值。

本书可供煤矿企业从事矿井防治水工作的工程技术、管理人员使用，也可供科研、设计部门及煤炭高等院校师生学习参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

河南省焦作煤田矿井水防治研究 / 牛森营著. —北京：
地质出版社，2007.6
ISBN 978-7-116-05336-6

I. 河… II. 牛… III. 煤矿 - 矿山水灾 - 防治 - 经验 -
焦作市 IV. TD745

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 085440 号

责任编辑：张新元 何 蔓 王 璞

责任校对：关风云

出版发行：地质出版社

社址邮编：北京海淀区学院路 31 号，100083

咨询电话：(010) 82324508 (邮购部)；(010) 82324580 (编辑室)

网 址：<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱：zbs@gph.com.cn

传 真：(010) 82310759

印 刷：北京长宁印刷有限公司

开 本：787mm × 1092mm $\frac{1}{16}$

印 张：8

字 数：192 千字

印 数：1—600 册

版 次：2007 年 6 月北京第 1 版 · 第 1 次印刷

定 价：28.00 元

书 号：ISBN 978-7-116-05336-6

(如对本书有建议或意见，敬请致电本社；如本书有印装问题，本社负责调换)

前 言

焦作煤业集团是我国大型煤炭企业之一。总核定生产能力为 346 万 t/a, 到 2015 年的规划产量为 450 万 t/a。2000 年, 焦作煤业集团的煤炭产量达到 299 万 t。

河南焦作煤矿区为华北型煤田石炭—二叠系含煤地层, 煤系地层太原组主要由 3 层煤层夹有数层薄层灰岩组成, 煤系地层基底为寒武—奥陶系碳酸盐岩地层, 喀斯特裂隙发育, 富水性极强。该区地处太行山东南麓, 主要开采二叠系山西组二₁煤、石炭系太原组一₅煤, 为中灰、低硫优质无烟煤, 地质储量为近 30 亿 t, 具有百年开采历史。绝大部分矿井开采深度逐年加大, 水压、地温和地应力呈现“三高”特点, 部分矿井水压已达 5MPa 以上, 煤层底板突水几率越来越高, 突水强度越来越大。矿区 95% 的煤炭储量严重受到水患威胁, 矿井的排水量大。世界上只有匈牙利、俄罗斯、赞比亚等国的极少数矿区才有如此大的涌水量。国内外许多著名水文地质专家、教授多次对此进行考察研究, 认为焦作水文地质条件十分复杂。该区高角度正断层发育, 煤层底板承受高水压, 含水层之间水力联系密切, 致使煤层底板突水频繁, 累计已发生煤层底板突水 1000 余次, 最大煤层底板突水量达 320m³/min, 矿井总排水量 200~300m³/min。可见, 焦作煤田区地下水问题已是一个突出的问题。

焦作矿区的开采历史也就是不断与地下水患作斗争的历史。1986 年以来, 焦作矿区确定了“立足矿井、以防为主、疏堵结合、综合治理”的防治水患方针, 近 20 年来没有发生淹采区和淹井事故。20 世纪 70~80 年代, 随着矿井延深开拓以及开采石炭系一₅煤, 水患事故急剧增加, 连续发生 6 起恶性煤层底板突水淹井事故, 共发生淹井事故 14 次。1949 年后, 在治理水害的过程中, 确定了石炭系 L₈ 薄层石灰岩 (厚度 6~8m) 为矿井直接充水的水源, 具有可疏性, 进而进行了大规模 L₈ 疏放水工程, 使得 L₈ 煤层底板突水趋势有所下降。在长期与地下水患的斗争中, 我们积累了一些经验, 在此汇编成书, 希望能与广大同行交流。

防治和减少突水淹井事故是煤层底板水害综合控制的一项重要工作。近年来, 煤矿减灾已经引起政府和煤矿管理部门的高度重视, 广大煤矿科研和工程技术人员一直在不断地探索与实践。多年来, 我国在矿井水文地质理论、水害预测预报和煤矿新技术应用等方面取得了一定的成就。

本书主要介绍了焦作矿区水文地质特征、焦作煤田淹井原因分析、演马庄矿矿井水防治、韩王矿矿井水防治、九里山矿水害综合防治、P-M 图临界值法防止 L₂ 奥灰水直接突水淹井、突水预测预报、焦作煤业集团《矿井水文地质规程》实施细则。本

书理论与实践相结合，为河南煤矿区推广和交流矿井防治水的经验和先进技术，对河南煤矿区水害预测与治理具有较强的指导意义。

在本书编写过程中，我们得到了河南煤矿区有关领导和同志的大力支持和帮助，在此一并表示衷心感谢。

作 者
2007 年 2 月

目次

前 言

第一章 焦作矿区水文地质特征	(1)
第一节 自然地理概况	(1)
一、气象与水文特征	(1)
二、地形地貌特征	(1)
第二节 地质条件	(3)
一、地层	(3)
二、构造	(4)
第三节 水文地质特征	(5)
一、太行山岩溶水补给区	(6)
二、山麓平原地下水径流排泄区	(6)
第四节 矿井水文地质特征	(8)
一、含水层	(8)
二、矿井充水特征	(11)
第二章 焦作煤田淹井原因分析	(15)
第一节 淹井简况及原因	(16)
一、中福公司三号井淹井	(16)
二、李河矿淹井	(16)
三、中马村矿三次淹井	(17)
四、韩王矿工人村斜井淹井	(18)
五、韩王矿大井三次淹井	(18)
六、韩王矿东小巷淹井	(19)
七、王封矿民有井淹井	(20)
八、冯营矿二次突水淹井	(20)
九、演马庄煤矿两次淹井	(21)
十、李封矿塔斜井机电事故淹井	(22)
第二节 淹井原因综合分析	(22)
一、淹井发生的频率	(22)
二、淹井发生的延续时间	(23)
三、突水量与水源关系	(23)
四、淹井原因与历年矿井防排水管理水平	(23)
第三节 防止淹井的措施	(24)
第三章 演马庄矿矿井水防治	(25)
第一节 矿井水文地质特征	(25)
一、含水层与隔水层	(25)

二、水力联系	(27)
三、地下水流场特征	(28)
第二节 矿井充水因素	(30)
一、生产矿井的水文地质特征	(30)
二、矿井充水因素分析	(32)
三、矿井水文地质类型	(32)
四、矿井二水平充水因素分析	(33)
第三节 演马庄煤矿二 ₁ 车场突水防治	(33)
一、水害发生经过	(34)
二、水害发生原因	(34)
三、注浆堵水	(35)
四、经验教训	(38)
第四节 演马庄矿西二 F ₃ 八灰进水口截流工程	(38)
一、西二进水口的勘查	(38)
二、截流进行情况	(39)
三、工程量及费用	(40)
四、效果及经济效益	(40)
五、对西二 ₈ 灰进水口的进一步认识	(43)
第五节 演马庄煤矿二水平排水	(44)
一、概况	(44)
二、水量预测及排水	(45)
三、水文动态	(46)
四、注浆质量评价	(46)
五、几点认识	(47)
第四章 韩王矿矿井水防治	(48)
第一节 韩王矿概况	(48)
一、基本情况	(48)
二、第八层灰岩水的补给条件及补给途径	(49)
三、第八层灰岩水突入矿坑的条件分析	(51)
第二节 韩王矿 25091 工作面突水治理方案	(53)
一、25091 工作面概况	(53)
二、25091 工作面突水情况	(53)
三、25 采区水文地质条件分析	(53)
四、25 采区储量分布	(54)
五、突水治理	(54)
第五章 中马村矿矿井水防治	(56)
第一节 概况	(56)
一、矿井突水淹井情况	(56)
二、水文地质条件及突水分析	(56)

第二节 矿井水防治	(58)
一、注浆堵水方案的选择	(58)
二、注浆钻孔布置, 钻孔结构及质量要求	(58)
三、注浆堵水工艺及施工	(59)
四、静水注浆期间水位变化	(60)
五、工程量及工作费用	(61)
六、突水点注浆堵水效果及质量的初步评价	(61)
第六章 矿井垂向越导通道综合探测技术	(63)
第一节 垂向越导突水基本特征	(63)
一、越导突水	(63)
二、越导突水条件分析	(64)
三、垂向越导突水特征	(68)
第二节 垂向越导通道综合探测技术	(69)
一、垂向越导通道的区域圈定	(69)
二、垂向越导通道的区段圈定	(70)
三、垂向越导通道的工程圈定	(72)
第三节 垂向越导通道综合探测技术的应用及其经济效益	(74)
一、九里山矿一 ₂ 采区的注浆治理	(74)
二、朱村矿 01051 改造	(75)
三、韩王矿 24061 工作面改造	(76)
第七章 $P-M$ 图临界值法防止 L_2 灰及奥灰水直接突水淹井	(77)
第一节 防止 L_2 灰、奥灰直接突水的迫切性	(77)
第二节 L_2 灰及奥灰突水因素机理	(77)
一、矿压	(77)
二、水压	(78)
三、距离	(79)
四、岩性	(80)
第三节 $P-M$ 图与临界线	(80)
第四节 采二 ₁ 煤防止 L_2 灰及奥水直接突水的方法	(81)
一、控制距离与预注浆	(82)
二、防止突水措施	(82)
第八章 突水预测预报	(83)
第一节 概述	(83)
一、突水预报研究任务	(83)
二、突水预报的现状	(83)
第二节 突水预报研究方法	(85)
一、区域性宏观控制	(85)
二、井田矿床水文地质分区	(86)
三、采掘地点突水预测	(86)

第三节 煤巷掘进时突水预报模型 (87)

一、突水预报工作步骤 (87)

二、突水预报水文地质模型的建立 (88)

三、突水预报水文地质模型的参数 (89)

第九章 焦作煤矿防隔水煤（岩）柱留设 (91)

第一节 煤层露头防隔水煤（岩）柱的留设 (91)

第二节 断层防水煤（岩）柱的留设 (93)

一、按《矿井水文地质规程》中的公式计算 (93)

二、按经验数字留设 (96)

第三节 相邻井田技术边界防隔水煤（岩）柱的留设 (97)

一、走向断面上边界煤柱宽度（图 9-11） (98)

二、倾向断面上边界煤柱宽度（图 9-12） (98)

第四节 其他条件下防隔水煤（岩）柱的留设 (99)

第十章 焦作煤矿矿井水文地质规程 (101)

第一节 总则 (101)

第二节 矿井水文地质类型划分及工作要求 (101)

第三节 矿井水文地质观测与编录 (103)

一、地面水文地质补充调查与观测 (103)

二、井下水文地质观测与编录 (104)

第四节 矿井水文地质补充勘探 (105)

一、矿井水文地质补充勘探的原则 (105)

二、地面水文地质补充勘探 (106)

三、井下水文地质勘探 (107)

第五节 矿井水文地质资料整理要求 (108)

第六节 采掘工作面的水害预测与防探水 (111)

一、采掘工作面的水害预测 (111)

二、采掘工作面的防探水 (112)

第七节 矿井防治工程中的水文地质工作 (113)

一、防隔水煤（岩）柱的留设 (113)

二、疏放降压开采 (113)

三、排水恢复被淹井巷 (114)

四、注浆堵水 (115)

五、地面水防治 (116)

六、编制防治水规划 (116)

第八节 其他水文地质工作 (116)

一、矿区供水 (116)

二、矿区环境 (117)

三、管理现代化 (117)

参考文献 (118)

第一章

焦作矿区水文地质特征

焦作矿区开采深度 300 ~ 500m, 煤系上覆冲积砂砾层孔隙水, 煤系下伏厚约 800m 喀斯特灰岩, 地下水丰富。矿区北部是 2000km² 的喀斯特灰岩裸露区, 直接接受大气降水渗入补给。矿井的排水量大, 水文地质条件十分复杂。

第一节 自然地理概况

一、气象与水文特征

1. 气象特征

焦作矿区属温带大陆性季风型气候。北部山区多年平均降水量为 701mm, 年最小降水量 412mm (1965 年), 年最大降水量为 1195mm (1963 年)。山前冲积平原区多年平均降水量为 595mm, 最小降水量为 289.8mm (1981 年), 最大降水量 922mm (1965 年)。降水量在一年内分配非常不均: 多集中在七、八月份, 约占全年降水量的 48% 左右; 其次为六、九月份, 约占全年降水量的 22% 左右。主要受地形的影响, 降水量自北部山区到山前冲积平原呈逐渐减少趋势。

2. 水文特征

焦作矿区外围主要河流有丹河、山门河、峪河、西石河和纸坊沟。丹河属黄河水系, 为常年性河流, 河床漏失严重, 后寨至后陈庄一带, 是河水的强烈渗漏地段。1994 年实测年平均渗漏量是 1.7338m³/s, 丹河渗漏补给是焦作矿区喀斯特水的补给来源之一。其余河流属海河水系。除丹河外, 峪河也为常年性河流; 山门河、西石河、纸坊沟为季节性河流。

上述几条河流大都流经喀斯特发育区, 河床漏失严重。山门河、西石河、纸坊沟实为干谷, 只在个别年份洪水能流出山口, 平常年份均无水流。河水在出山口以上近 10km 地段内全部漏失, 补给地下水, 均为焦作矿区喀斯特水的补给来源。

二、地形地貌特征

1. 地形

焦作矿区北部为太行山脉, 南部为黄河、沁河冲洪积平原。北部山区地面标高 200 ~ 1790m, 地面起伏大。南部山前冲积平原地面标高 80 ~ 200m。全区地形特征是, 西北部较高, 东南部较低。

差小。

(3) 山地 (I)

1) 构造侵蚀中山 (I_1)

分布于焦作市区北部柳树口—夺火一带, 山地呈北东向分布, 标高 1000 ~ 1700m, 地形陡峭, 深切河谷发育。山体基岩裸露, 多呈背斜山、向斜山与单面山。

2) 构造溶蚀低山 (I_2)

分布于群英、马鞍石水库以南许河、田坪以北一带, 标高 500 ~ 1000m。地表岩性多为中奥陶世灰岩。河谷深切, 多呈“V”型和“U”型, 为干谷或半干谷。地面起伏较大, 喀斯特发育, 多见溶隙、溶沟、溶槽及溶洞等喀斯特地貌形态。

3) 构造剥蚀丘陵 (I_3)

分布于焦作市区北部近山前地带, 地面标高 200 ~ 500m。山顶呈浑圆状, 山坡平缓。

第二节 地质条件

一、地层

本地区出露的地层有太古宇、元古宇震旦系, 下古生界寒武系、奥陶系, 上古生界石炭—二叠系, 中生界三叠系, 新生界第三系及第四系。由老至新分述如下:

太古宇 (Ar) 主要出露于峪河口、薄壁一带, 主要岩性为中等程度变质作用形成的片麻岩和混合岩类, 出露厚度大于 1000m。

震旦系 (Z) 分布于峪河口及马鞍石水库一带, 与下伏太古宇呈角度不整合接触, 主要岩性为浅红、紫红色石英状砂岩, 出露厚度 100 ~ 500m。

寒武系 (Є) 出露于丹河、峪河一带深切河谷之内, 与下伏震旦系呈平行不整合接触, 总厚 300 ~ 590m。根据岩性及沉积韵律, 分为下、中、上三统: 下寒武统 ($Є_1$) 主要为泥灰岩、泥质灰岩及砖红色页岩、砂岩; 中寒武统 ($Є_2$) 下部为紫红色页岩、砂岩, 中上部是深灰色亮晶灰岩、白云岩; 上寒武统 ($Є_3$) 主要是中厚层状结晶白云岩。

奥陶系 (O) 广泛裸露于北部山区及隐伏于山前倾斜平原之下, 出露的地层为中、下统, 与下伏上寒武统整合接触, 总厚 500m 左右。下奥陶统 (O_1) 主要出露在深切河谷两岸, 地貌上常呈陡壁, 岩性为青灰色细晶白云岩及硅质条带或硅质团块白云岩, 厚 150m 左右。中奥陶统 (O_2) 广泛分布于北部山区, 山前则埋藏于石炭系之下, 局部埋藏于新生界之下, 是一套碳酸盐岩建造, 厚 360m 左右。可划分为 2 个组 6 个段, 主要由黑色、灰色厚层状灰岩、白云质灰岩及泥灰岩组成。

石炭系 (C) 零星出露于北部山丘顶部, 山前则隐伏于第三系—第四系之下, 为一套海陆交互相沉积, 主要岩性为砂岩、砂质页岩、铝土质页岩, 夹 9 层灰岩, 含煤数层, 厚 70 ~ 90m, 与下伏奥陶系呈平行不整合接触。

二叠系 (P) 隐伏于山前倾斜平原之下。岩性主要为砂岩、泥岩及页岩互层, 含可采煤层, 厚 70 ~ 120m。

三叠系 (T) 未出露, 据钻孔资料, 岩性主要为砂岩、页岩夹可采煤层。

古近系 (E) 仅在个别钻孔中见到, 岩性为砾岩、砂岩、泥炭岩互层。

新近系 (N) 地面未见出露, 仅在个别钻孔见到, 主要由砾岩、砂岩、泥岩、泥灰岩及砂质粘土、砂砾石层组成。

第四系 (Q) 主要分布于山前冲洪积平原及冲积平原区, 岩性为砂砾石、砂、亚砂土及亚粘土。

二、构造

焦作矿区位于东秦岭纬向构造带北缘和新华夏系太行山隆起的南段与晋东南山字形构造反射弧前缘相交接地带。本区断裂构造发育 (图 1-2)。主要有:

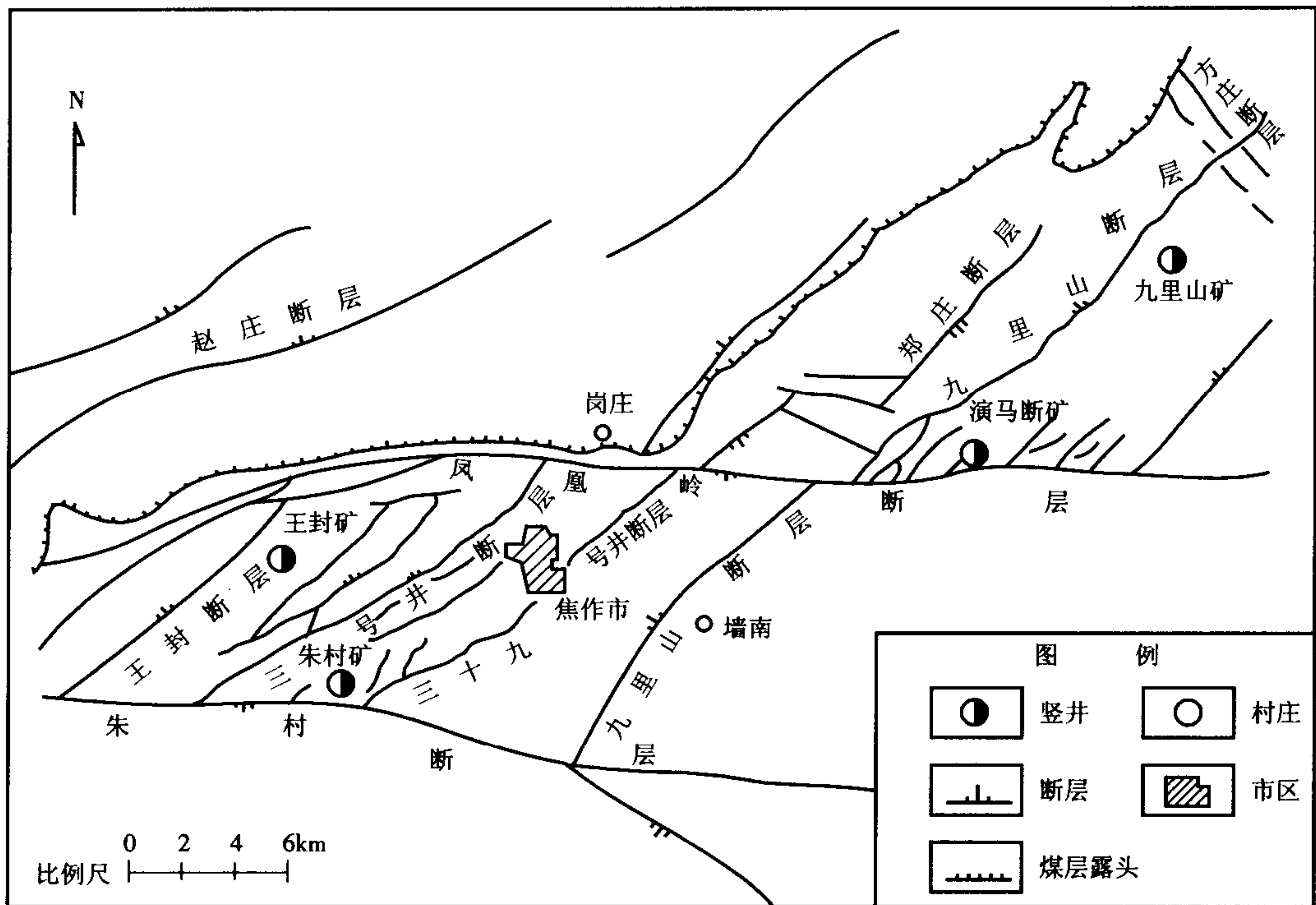


图 1-2 焦作地区断裂构造纲要图

1) 九里山断层: 西起东于村, 与朱村断层相交, 至小墙北被凤凰岭断层截断。断层走向北东, 倾向北西。断层南东盘上升, 北西盘下降, 断距 300 ~ 1000m。致使断层北东段九里山附近奥陶系灰岩裸露地表, 沿断层走向, 形成残丘。

2) 朱村断层: 该断层由邻区西北沿山前地带经柏山向东没入第四系。断层呈东西走向, 倾向南, 倾角 70°左右。据钻孔资料, 在朱村一带, 断距达 1000m 以上。使断层北侧灰岩与南侧的煤系地层及新生界相接, 从而成为本地区喀斯特水的南部边界。

3) 赵庄断层: 西南端在南岭口与凤凰岭断层相接, 经六堆宇交于黑龙王庙断层之上, 全长 35km, 走向北东, 倾向南东, 倾角 65° ~ 68°。

4) 凤凰岭断层: 西起逍遥河口, 沿焦作北部山前延伸, 构成山区与平原的自然分界, 翁润河以东隐伏于新生界之下。断层走向近东西, 倾向南, 倾角 80°左右。断层落差 200 ~ 300m, 局部地带可见断层破碎带。

另外，本地区还有董村断层、三十九号井断层、方庄断层、黑龙王庙断层、耿黄断层等断裂构造。

第三节 水文地质特征

焦作煤田矿床水文地质特点是：补给区宽广，水源丰富，断裂发育，水力联系密切。煤层底顶水受水压高，突水频繁，一般各矿井涌水量为 $5 \sim 120\text{m}^3/\text{min}$ ，全局总涌水量 $400 \sim 550\text{m}^3/\text{min}$ ，含水系数 $48\text{m}^3/\text{t}$ ，排水费合吨煤 5 元，约占原煤成本的 20%，因此，矿区地下水运动规律及防治方法的研究是本区极为重要和迫切的任务。

太行山东南段地下水的运动与赋存条件，主要受区内巨厚的岩溶灰岩、区域隔水层、火成岩侵入体、地质构造、地貌因素的控制，其中构造是主导因素，它控制着地貌的格局、含水层埋藏、径流带的展布、区域隔水层的起伏与分布，形成一个含水与隔水、导水与阻水复合的地质体。本区按水文地质特征可划分为 2 个水文地质单元：① 太行山岩溶水补给区；② 山麓平原孔隙潜水与层岩溶水径流排泄区（图 1-3）^①（潘国营等，2002）。

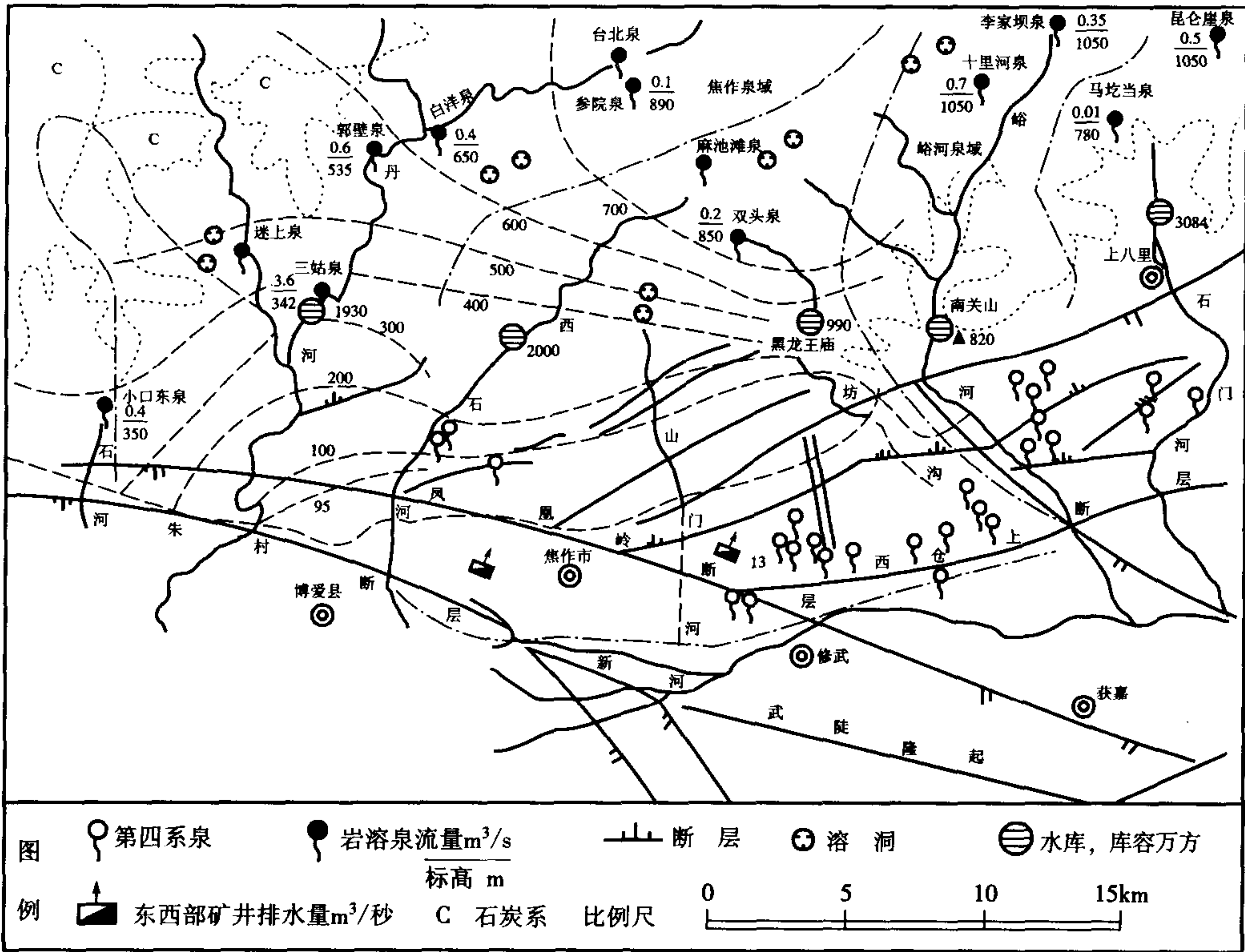


图 1-3 焦作区域水文地质图

① 焦作矿场局等，1988，焦作区域水文地质条件及地下水防治与利用（研究报告）。

一、太行山岩溶水补给区

太行山海拔千余米。构造形态为一宽缓背斜，地层大面积向东南倾斜，影响着区域地下水流向。由于山西高原与华北平原高差千余米，北部晋城一带地下水位 + 600m，往南至焦作为 + 90m，两地相距 40km，水位高差 510m，平均水力坡度 12.7‰。

在山区广泛出露古生代地层。按岩性可分为 2 套岩层组：

1) 碳酸盐岩含水层组：由中奥陶统厚层石灰岩、下奥陶统白云岩和上、中寒武统鲕状石灰岩组成，总厚 800 ~ 1000m。

2) 非碳酸盐岩不透水岩层组：由下寒武统页岩、震旦系石英岩和太古宙片麻岩等组成，可简称“区域隔水层”。

在焦作以北宽约 40km 范围内，灰岩含水层厚数十米至数百米，位于河床以下，致使地表水强烈下渗而断流成为暗流区。由于太行山东段及西段“区域隔水层”抬起，大部分在河床中出露，河水难以下渗，以及火成岩侵入体不透水岩体的穿插，致使太行山东南段这一拐折地带，岩层破碎，渗漏强烈，岩溶含水层厚，成为山区地下水集中汇流地带。

山区碳酸盐岩地层中岩溶十分发育，地表岩溶可见有 3 个层次：① 峰顶古岩溶带；② 唐县期侵蚀宽谷岩溶带；③ 现成峡谷溶蚀带。岩溶以裂隙为主，溶洞、溶蚀洼地也有发育。

岩溶泉是区内岩溶地下水主要排泄形式。泉水多出露在太行山背斜轴部附近或稍偏北地段的河谷Ⅰ和Ⅱ级阶地处，出露标高在 300 ~ 700m。在太行山南段，泉水多在河谷西岸出露，说明区域地下水流向由北向东南流动，大部分泉流量达 1 ~ 6m³/s。

巨厚的碳酸盐岩组是一套夹有泥岩薄层可溶程度不等的地层组合，其中奥陶系上马家沟组底部有 50m 左右的泥灰岩、页岩，下马家沟组底与冶理组之间有 20 ~ 80m 的泥灰岩、页岩，分布稳定，起局部隔水层作用。岩溶的发育程度有差异（表 1 - 1）。

表 1 - 1 岩溶发育程度与岩石成分关系表

地质时代	岩 性	相对溶蚀度/%	白云石含量/%	裂隙度/（条/米）
O ₂	石灰岩	0.94	36	5 ~ 30
O ₁	白云岩	0.59	69	5 ~ 15
Є ₃	竹叶状灰岩	0.96	5	—
Є ₂	鲕状灰岩	0.97	11	10 ~ 20

各含水层之间由于构造作用，断块之间往往直接接触，使区内水力联系密切且具有全区统一水位，同时也影响着地下水局部的流向，如西石河床遇黄塘 - 许河断层隆起，地下水流向发生局部变化而分为东西两支径流；同时，矿区奥陶纪灰岩含水层地下水降压漏斗扩展到此为止，形成南北很陡的水力坡度变化带。

二、山麓平原地下水径流排泄区

山麓平原为山前冲洪积扇覆盖，下伏石炭—二叠纪煤系地层及奥陶—寒武纪灰岩。冲洪积扇宽 8 ~ 10km，大量接受降雨及地表水的渗漏补给，一些河床渗漏率为 48% ~ 70%，如山门河河床渗漏率为 57%。

在山麓边缘以断层接触的地段，如阎河—岗庄、方庄—峪河口一带，冲积层厚度大，一般 70 ~ 1000m，直接与山区灰岩含水层发生密切水力联系，接受山区地下水的侧向补给。而以单斜构造相接触地带，冲积层厚度小，一般 0 ~ 50m，冲积层与下伏奥陶纪灰岩含水层没有直接水力联系，则形成沿山麓冲积层无水地带，如王封—李封，牛庄—冯营两个非含水区。由于山麓冲积层与山区灰岩含水层接触形式不同，在潜水等高线图上明显反映在瓮涧河、子房沟、歇河一带形成潜水低水位带，以及峪河、丹河常年性河谷形成潜水高水位带的特征。

平原区埋藏较深的奥陶纪灰岩岩溶水通过较大的导水断裂垂直上移补给是另一种主要补给形式，典型例子如九里山断层导水带。该地带有泉水出露，断面径流的变化、水质、水温、水动态等均有明显的异常。

1. 区域地下水排泄的三种方式

1) 冲积扇边缘群排泄。如九里山泉群在 1956 年最大流量为 $12.9\text{m}^3/\text{s}$ ，最小流量 $1.29\text{m}^3/\text{s}$ ，出露标高 +95m。近年因矿井排水及天气干旱影响，地下水位下降，泉水干涸，现九里山泉群流量仅 $0.0 \sim 0.4\text{m}^3/\text{s}$ 。

2) 山麓岩溶大泉。如辉县百泉，流量 $2 \sim 8\text{m}^3/\text{s}$ 。九里山区城寨泉，标高 105m，为间歇泉。

3) 矿井排水及工农业用水。目前已成为地下水主要排泄方式，排水量为 $10\text{m}^3/\text{s}$ 。区域地下水总流向，其一是向东南流向新乡卫河，其二是向西流向济沁盆地，南部武陟地下隆起是地表水和地下水的分水岭。

区域地下水的径流通道，由于构造、岩性、地貌等差异，发育程度是不均一的，存在着强岩溶带及弱岩溶带。根据调查研究，区内主要的强岩溶地下水径流带有三条：① 朱村断层强岩溶地下水径流带；② 凤凰岭断层强岩溶地下水径流带；③ 苏庄—万庄断层强岩溶地下水径流带。

2. 地下水强径流带的划分依据和特征

1) 构造特征。断裂使岩层裂隙岩溶化，特别是区内近东西向张扭性断层，新构造活动性强烈的断层，有利于地下水活动。其标志是新生代地层厚度沿断层两侧有明显的差别，如朱村断层，近东西向延伸 10 余公里，落差 710m，北升南降，其南盘为济源沉降盆地，新生代地层厚度 1000 ~ 5000m，而北盘为焦作煤田隆起，新生代地层厚 50 ~ 200m。凤凰岭断层，走向东西，延伸十余公里，落差 300m，北升南降，两盘新生代厚度亦有百余米的差距，同时两盘断块构造形式显然不同，西南盘为地堑—地垒构造型式，东北盘则为倾斜台阶断块。赤庄断层，走向近东西，南升北降，落差 800 ~ 1000m，冲积层的岩性、粒度、厚度在断层两侧明显不同，西南盘新生代 200 ~ 300m，成分以石灰岩砾石为主，而东北盘新生代突增至 400 ~ 1000m，岩性以石灰岩、石英岩、变质岩为主，大部分为漂砾、砾石。

2) 断层的垂直错动使阻水岩层与灰岩相接触。如朱村断层南盘为三叠纪砂页岩阻挡，凤凰岭断层南盘为煤系地层阻挡，赤庄断层北盘是麻粒岩阻挡。

3) 断裂方向与地下水流向正交相切。水流遇到断层后即顺断层破碎带向深部流动。

4) 河口处河流正切断层带。如丹河切朱村断层，西石河切凤凰岭断层和朱村断层，纸房沟河切赤庄断层，河流是地表及地下水的汇集中心，山区岩溶的发育也大部分在河谷

的两侧，有利于地下水运动。

5) 深层岩溶发育。根据钻孔及巷道揭露，大部分密集在这三大断层两侧，特别是断层的上升盘，形成大量的、水量稳定的突水密集带，如王封矿西部、马村矿西部、中马村矿西部、演马庄矿西部、九里山矿东部等。

6) 演马庄矿二₁ 轨道于 1979 年 3 月 9 日突水 $214\text{m}^3/\text{min}$ ，降落漏斗沿凤凰岭断层迅速伸展。

7) 矿井长期大量排出石炭纪八层灰岩地下水，已形成以矿井为中心的降压漏斗群，但矿井涌水量仍呈增长趋势，显然受到奥陶纪灰岩水的补给。从漏斗形态分析，长期排水而水位不易降低的地区是上述断层水力联系密切的地带，如王封矿西部、朱村矿东南区、韩王矿西部、演马庄矿西部、冯营矿东部等。

8) 从埋深 200m 地下水温度等值线图可看出：低温区 ($17 \sim 18^\circ\text{C}$) 与山区地下水补给有关，大部分出现在上述断裂带附近。而较高水温的地带 ($> 24^\circ\text{C}$)，又多出现在这些断裂带的延伸部分，说明具有深层水补给。

9) 奥陶纪灰岩含水层水位变化幅度为 $8 \sim 14\text{m}$ 。沿朱村断层凤凰岭断层附近幅度均大于 12m ，说明补给作用强烈。

第三节 矿井水文地质特征

一、含水层

区内含水层有 4 组。

1. 新生代砂砾层孔隙含水层组

为山麓冲洪积扇，砂砾层在冲积扇上部占剖面 $60\% \sim 80\%$ ，边缘占 $30\% \sim 40\%$ ，两个冲积扇之间以粘土类地层为主。冲积层浅部一般 50m 以上，多为粗砂砾石层，渗透性强， K 值 $10 \sim 100\text{m/d}$ ，涌水量 $10 \sim 16\text{m}^3/\text{min}$ ，局部有流砂层。50m 以下多为砾岩层，石灰岩颗粒钙质胶结，常有溶蚀现象，一般含水性较上部小， K 值 $1 \sim 10\text{m/d}$ ，冲积层厚度在矿区为 $0 \sim 200\text{m}$ ，向东南倾斜方向递增，但在一些断层两侧，由于基岩表面的起伏，厚度有明显差别。由于冲积层厚度薄 (小于 50m)，潜水位埋藏深，在沿山麓形成 2 个非含水地带，只有在瓮涧河、子房沟口，冲积层才是含水的，潜水位标高为 $85 \sim 120\text{m}$ ，流向东南，水力坡度 12‰ ，潜水等水位线在上述两个河口形成 2 个明显的潜水谷。

冲积扇边缘潜水出露成泉，如马坊泉、蒋村泉、灵泉等，流量 $0.1 \sim 0.5\text{m}^3/\text{s}$ 。潜水矿化度 $0.2 \sim 1\text{g/L}$ ，向冲积扇边缘增大，冲积层水与矿井水水力联系程度，主要取决于岩性接触关系，如冯营矿处在冲积扇之间以粘土为主地带，对矿井充水极小。而演马庄矿浅部煤系地层和石炭纪奥陶纪石灰岩露头与含水砂砾石层直接接触，水力联系密切，该矿 1964 年 12121 工作面发生石炭纪八层灰岩突水 $89\text{m}^3/\text{min}$ 时，该灰岩露头部分由于与冲积层古河床砂砾层接触，水直接渗入补给，形成一个明显的降压漏斗，经查明条件，注浆截流后，水位才恢复，使矿井水量减少 $17\text{m}^3/\text{min}$ 。矿区潜水位近年由于矿井排水，水位有所下降，而矿区外围，潜水位则普遍上升。

2. 二叠系砂岩裂隙水含水层组

由砂岩、粉砂岩、页岩互层组成，厚 $0 \sim 600\text{m}$ ，富水性差。 K 值 $0.1 \sim 0.8\text{m/d}$ 。在砂