

王志荣 石明生 编著

矿井地下水害 与防治

KUANGJING DIXIASHUIHAI YU FANGZHI



黄河水利出版社

矿井地下水害与防治

王志荣 石明生 编著

黄河水利出版社

内 容 提 要

河南省煤矿是全国著名的大水矿区,全省北起鹤壁、南至平顶山,地下水患严重,突水事故频发,已引起国内外的广泛关注。本书介绍了河南省矿井水害的现状、矿区水文地质特征、地下水害形成机理,阐述了矿井水害的控制因素、矿井水害防治措施和矿井水综合利用方法、突水事故案例分析及突水事故系统分析,最后介绍了当前矿井水文地质的最新工作方法和最新发展动态。

本书可供矿山工程勘察、设计、施工、监理、建管、矿井地质工程技术人员使用,也可作为大专院校相关专业师生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

矿井地下水害与防治/王志荣、石明生编著. —郑州:
黄河水利出版社, 2003. 7

ISBN 7-80621-696-0

I. 矿… II. ①王…②石… III. ①地下水-矿山
水灾-预防②地下水-矿山水灾-处理 IV. TD745

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 050168 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话及传真:0371-6022620

E-mail:yrp@public.zz.ha.cn

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:850mm×1168mm 1/32

印张:5.75

字数:142 千字

印数:1—1 500

版次:2003 年 7 月第 1 版

印次:2003 年 7 月第 1 次印刷

书号:ISBN 7-80621-696-0/TD·1 定价:12.00 元

前 言

矿山安全是煤矿生产永恒的话题,而防治地下水害则是河南省煤矿安全生产所面临的一个迫切的重大课题。

河南省煤矿多系“三软”矿区,水文地质、工程地质条件复杂,矿井地质灾害频繁,而地下水害尤为严重。省内北起鹤壁,南至平顶山,自开采之时起突水事故即连绵不断。据原河南省煤炭工业厅统计的资料,仅 1993 年全省各类突水、淹井事故即达 700 余起,造成人员伤亡 940 余人,造成年吨煤死亡率远远高于全国平均水平。频繁的地下水害严重威胁着矿井的安全生产,同时也造成生产成本剧增。焦作矿务局仅九里山煤矿每年所支出的排水电费即高达 400 多万元。多年来,各级领导和广大矿井地质工作者对矿井水害问题十分重视。地质、煤炭、冶金、化工等各部门科研力量也进行了大量的实际工作,力图解决矿井水害的预测预报问题。但由于“三软”矿区水文地质条件的复杂性和不确定性,尽管投入了很大力量和使用各种先进手段,对问题的解决仍收效甚微。

煤矿水害防治反映了一个国家或地区的科技水平和经济能力,此问题在当今世界地质界中仍是一个难题。煤矿地下水害自 20 世纪 80 年代初逐渐为人们所认识。中国地质大学(北京)田开铭教授等对各向异性裂隙介质渗透性的研究,以及据此建立的裂隙岩石水文地质模型对推动国内矿井水文地质的研究及地下水害的防治具有开拓性意义。而华北型煤田矿井防治水决策系统的建立及矿坑涌水量预测的拟三维数值模型研究(武强,1992 年,1995 年)则揭开了华北地区矿井防治水研究的序幕。河南省矿井水害

问题于 20 世纪 90 年代初开始受到重视,有关部门和专家对此开展了广泛的研究(李勋千,1992 年;董家国,1992 年;任素贞,1993 年;煤科院西安分院,1993 年;河南省煤田地质公司,1994 年)。但是限于各自的工作范围和研究内容,目前对河南省矿井水害防治尚未取得总体认识,在其形成机理、控制因素、作用时间和构造环境等方面仍存在着不同看法。本书就是在已有工作的基础上,总结了新中国成立以来河南省历次地下水害的经验、教训,应用工程地质、水文地质基础理论对矿井水害的形成机理、控制因素及综合利用进行了系统、清晰的论述和科学探讨。同时,对各种勘察技术手段、治水方法、预测数理模型、环境地质和计算机应用等也进行了初步探讨。

在此,编著者对河南省煤炭工业管理局安全处李震寰高级工程师(教授级高工)、综合处董风仪高级工程师及河南省煤炭科研所地质建井室李铁强工程师在本书编著过程中的关心、支持和指导表示衷心的感谢。郑州工业大学环水学院万长吉教授、吴泽宁教授对本书初稿提出了若干有益的修改意见,河南省煤矿安全监察局黄体信高级工程师(教授级高工)、严振声高级工程师对编著者给予了热情指导和帮助,在此一并致谢。

编著者

2003 年 4 月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 河南省煤矿水害现状.....	(1)
第二节 地质及水文地质特征.....	(3)
第三节 矿井水害形成机理分析.....	(9)
第二章 矿井突水控制因素	(18)
第一节 含水层对矿井突水的控制作用	(18)
第二节 地质构造对矿井突水的控制作用	(26)
第三节 自然地理条件对矿井突水的控制作用	(48)
第三章 矿井突水综合防治	(59)
第一节 国内外矿井防治水技术	(59)
第二节 河南省矿井防治水技术	(62)
第三节 矿井水综合利用展望	(66)
第四章 矿井突水防治案例分析	(81)
第一节 二 ₁ 煤层顶板砂岩防治水	(82)
第二节 二 ₁ 煤层底板灰岩防治水	(89)
第三节 一 ₁ 煤层底板灰岩防治水	(103)
第五章 矿井突水系统分析	(107)
第一节 矿井突水水源判别.....	(107)
第二节 矿井突水通道分析.....	(117)
第三节 矿井涌水量计算.....	(127)
第六章 矿井水文地质工作方法	(138)
第一节 矿井水文地质分类.....	(138)

第二节 矿井水文地质调查·····	(144)
第三节 矿井水文地质物探·····	(155)
附录 1 水文地质计量单位 ·····	(168)
附录 2 水文地质常见名词 ·····	(169)
参考文献·····	(173)

第一章 绪 论

第一节 河南省煤矿水害现状

随着我国工农业生产的迅速发展,对煤炭的需求量日益增长,能源的紧缺问题越来越突出。在我国煤炭生产结构中,河南省具有举足轻重的地位。2002 年河南省煤炭总产量已突破 9 000 万 t,成为我国第二大产煤省份。因此,加快河南省煤炭工业的发展,对全省乃至全国的国民经济发展都具有重要的战略意义。

河南省煤炭工业发展受到多种因素的制约,除当前国家政策性因素外(如资金短缺、设备陈旧、煤价过低等),水、火、瓦斯、顶板等地质灾害是主要自然限制因素,尤其是地下水害对煤矿的生产和建设构成极大威胁。河南省煤矿多系大水矿区,奥灰和太灰水患严重。全省北起鹤壁,南至平顶山,自开采之时起水患即连绵不断(见图 1-1)。据统计资料,自新中国成立以来,全国岩溶类矿井突水量大于 $10 \text{ m}^3/\text{min}$ 的突水共发生 200 余次,大于 $50 \text{ m}^3/\text{min}$ 的突水 20 余次,而河南省同类矿井同等规模的突水分别为 60 余次和 10 余次,占全国同类突水次数数的 30% 和 50%。以焦作矿区为例。该矿区位于河南省西北部,是一个具有 80 多年开采历史的老矿区,也是我国有名的大水矿区。自建矿以来,发生大小突水事故近千次,仅 $100 \text{ m}^3/\text{min}$ 以上突水就达 7 次。目前,全区矿井总涌水量达 $400 \sim 500 \text{ m}^3/\text{min}$,最高达 $589.92 \text{ m}^3/\text{min}$,富水系数 $66.3 \text{ m}^3/\text{t}$ 。频繁的突水事故严重地威胁着矿井的安全生产,增加了生产成本,仅九里山井田年排水电费即高达 400 多万元。水害

已成为制约焦作矿区发展的主要障碍。

此外,全国产煤大户——平顶山矿区水害也十分严重。1987年全区矿井总排水量 $5\,215.12\text{万 m}^3$ 。自20世纪60年代以来,大于 $360\text{ m}^3/\text{h}$ 的突水共24次,造成淹井6次、淹风井2次、淹井底车场1次,15次为局部被淹,造成停采停掘。历年最大突水点出水量 $4\,390\text{ m}^3/\text{h}$,采面最大涌水量 $420\text{ m}^3/\text{h}$ 。

由此可见,河南省主要产煤区水文地质条件均很复杂,与国内其他产煤地区乃至世界主要产煤国家相比,无论从受水威胁的面积上,还是从类型上或严重程度都是罕见的,而且随着开采深度的增加,水害威胁越来越大,防治水的工作也越来越困难。

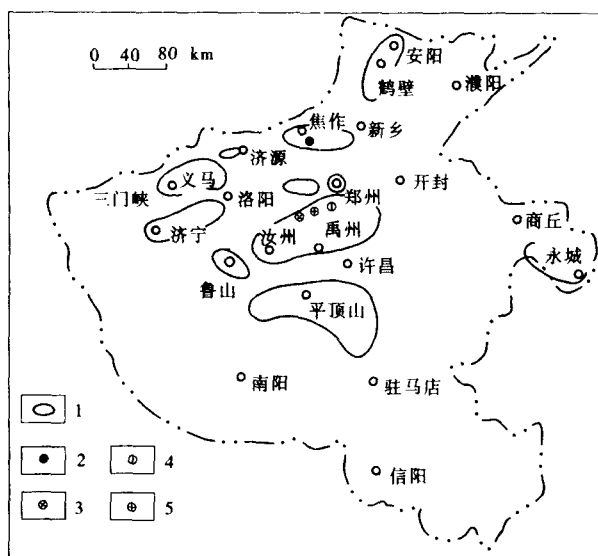


图 1-1 河南省煤矿水害分布示意图

1—水害分区界线;2—九里山煤矿;
3—养钱池煤矿;4—裴沟煤矿;5—部城煤矿

第二节 地质及水文地质特征

一、区域含水层特征

河南省气候属大陆性半干燥亚湿润气候带,特点是冬春干旱、夏秋湿润,降雨多集中在七、八、九三个月,曲线呈三角峰形,占全年降水量的60%以上。全省煤田为典型的华北型石炭—二叠系煤田,下伏奥陶系灰岩或寒武系灰岩,构成煤系地层底盘。石炭系太原组薄层灰岩广泛发育其间,在漫长的地质时期中岩石被溶蚀,形成了广袤的储水空间。岩溶地下水储藏量大,运移复杂,以高水头对矿床进行充水,成为煤矿开采的主要威胁。根据地下水赋存条件、水力特征、岩性特征以及与主采煤层之间的空间关系,将矿区含水层划分为顶板碎屑岩类孔隙裂隙含水层和底板碳酸盐类岩溶裂隙含水层两大含水岩组。

(一)煤层顶板砂岩含水层特征

河南省煤田主采煤层二煤组顶板含水层包括太原组最上层灰岩顶面以上的诸砂岩含水层,主要有大占砂岩、砂锅窑砂岩、田家沟砂岩、平顶山砂岩和金斗山砂岩等。由于山西组 and 上、下石盒子组属于陆相环境,几乎没有具有一定水文地质意义的海相灰岩沉积。各开采煤层的直接或间接顶板以及直接底板均为砂、泥岩互层,特别是上、下石盒子组各开采煤层与下伏的太原组和本溪组的各薄层灰岩和奥陶系巨厚灰岩相距较远。因此,各开采煤层的矿床水文地质条件比较简单,几乎不存在底板岩溶—裂隙水突水问题,仅有水量较小的顶板砂岩裂隙充水问题,如新密煤田、确山煤田、永夏煤田。据永夏煤田勘探资料,山西组砂岩裂隙含水层岩相变化较大,裂隙发育不均,单位涌水量为 $0.001 \sim 0.711 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m})$,渗透系数为 $0.002 \sim 0.800 \text{ m/d}$,水化学类型属于 $\text{SO}_4\text{—Na}$ 型。各

含水层皆被厚层泥岩、砂质泥岩所隔,为互无水力联系的单一含水层,水量有限,水压不高,除少数构造破坏外,一般防治较为简单。在河南地区普遍采用掘进疏放效果很好,因而煤层顶板砂岩防水不是难题。

(二)煤层底板灰岩含水层特征

河南省煤田主采煤层二₁煤层底板灰岩含水层可分为石炭系太原组(C₃)岩溶裂隙含水层和奥陶系(O)灰岩岩溶裂隙含水层。

1. 豫西地区底板灰岩含水层特征

豫西地区主采二₁煤层,底板太原组共含9层灰岩,其中第7~第8层灰岩(L₇₋₈)及第1~第4层灰岩(L₁₋₄)较发育,层位稳定且为合层。L₇₋₈灰岩合层厚8~12 m,上距二₁煤层底面8~10 m。钻孔及巷道揭露岩溶裂隙及含水溶洞发育,但极不均匀,突水时以消耗静储量为主,是矿井直接充水含水层。钻孔抽水试验结果为: $q = 0.00487 \sim 0.25 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m})$, $K = 0.0091 \sim 0.06 \text{ m}/\text{d}$ 。L₁₋₄灰岩合层厚10 m左右,上距二₁煤层底面60 m左右,钻孔揭露岩溶裂隙及含水溶洞发育,但不均一。钻孔抽水试验结果为: $q = 0.00491 \sim 1.65 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m})$, $K = 0.0362 \sim 6.58 \text{ m}/\text{d}$ 。

O₂灰岩岩溶含水层为二₁煤系基底,裂隙与溶洞发育。豫西新密煤田杨家洼井田曾揭露8.8 m高的溶洞。钻孔抽水 $q = 0.00016 \sim 3.71 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m})$, $K = 0.00026 \sim 6.37 \text{ m}/\text{d}$,突水性强,但不均匀,是矿井间接充水含水层。

L₇₋₈灰岩离二₁煤层最近,采区底板采动裂隙(深度一般为10 m左右)常常波及该含水层,是煤矿井田的直接充水水源。L₁₋₄、O₂灰岩岩溶含水层因距二₁煤层较远,一般不直接向矿坑突水。通过大量突水实例分析,浅部开采目前尚未发生L₁₋₄、O₂岩层突水。但随着开采深度的增加,特别是当采掘活动揭露大的断层时,将可能发生灾害性突水,甚至淹井。

豫西平顶山矿区主采下二叠统山西组 J_{16-17} 煤层,煤层底板下伏的太原组上段第2层灰岩 L_2 (二灰),距煤层13~25 m,厚度1.2~25.1 m。二灰岩溶发育,岩溶形态主要为岩溶裂隙和溶洞,富水性较好,是煤层底板的直接充水含水层。

2. 豫北地区底板灰岩含水层特征

豫北焦作矿区和鹤壁矿区主采 二_1 煤层的底板充水含水层为石炭系 L_8 、 L_2 岩溶含水层和奥陶系岩溶含水层。奥灰上距 二_1 煤层一般为95 m,广泛出露于山区丘陵,直接接收大气降水补给,富水性极强,是其他各含水层的总补给源。 L_2 灰岩平均厚12 m,溶隙、溶洞发育,与奥灰相距仅10 m左右,两者水力联系十分密切,是井田强含水层之一。 L_8 灰岩平均厚8 m,上距开采 二_1 煤层一般为30 m,下距 L_2 灰岩40~45 m,是矿井的直接充水含水层。 L_8 灰岩在正常情况下出水量有限,一般为 $10\sim 30\text{ m}^3/\text{h}$,但有其他强含水层补给时,则可能发生恶性突水事故。焦作矿区九里山煤矿突水强度最大可达 $3\,226\text{ m}^3/\text{h}$,给矿井安全带来了极大隐患。

3. 豫东地区底板灰岩含水层特征

豫东永夏矿区主采山西组 二_2 煤层,底板太原组含水层共含灰岩11层,总厚度超过70 m,其中 L_{11} 、 L_8 、 L_2 沉积较稳定。 L_{11} 灰岩平均1 m多厚,上距 二_2 煤底板为40~65 m,平均为50 m,对矿井突水不构成威胁; L_8 灰岩平均厚10 m,上距 二_2 煤底板平均为80 m,富水性较强,是矿井的主要充水含水层。各层灰岩岩溶裂隙发育不均,多被泥岩、钙质泥岩分割,富水强弱不同。地下水运动以水平侧向运移为主,垂直越流补给为次。单位涌水量 q 为 $0.001\sim 2.870\text{ L}/(\text{s}\cdot\text{m})$,渗透系数 K 为 $0.005\sim 7.470\text{ m/d}$,水化学类型为 $\text{SO}_4-\text{Ca}+\text{Na}$ 型,矿化度为 $2.0\sim 3.3\text{ g/L}$,水温为 $30\sim 35\text{ }^\circ\text{C}$ 。巷道涌水量一般为 $120\sim 200\text{ m}^3/\text{h}$,目前最大达 $500\text{ m}^3/\text{h}$,给矿井安全生产带来一定威胁。

奥陶系岩溶含水层距 二_2 煤底板210 m左右,平均厚度为400

m。永城隐伏背斜轴部奥陶系灰岩大面积隆起,直接被新生界地层覆盖,走向与背斜轴向一致,岩溶裂隙的发育随深度的增加而减弱,部分被泥质、钙质充填。受构造的控制,奥陶系岩溶含水层富水性很不均一,但接受大气降水的补给量较大,主要以潜流形式向远方排泄,并对太灰含水层进行越流补给,是矿井突水的主要补给水源。单位涌水量 q 为 $0.002 \sim 3.560 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m})$,渗透系数 K 为 $0.009 \sim 6.220 \text{ m/d}$,水化学类型为 $\text{SO}_4 - \text{HCO}_3 - \text{Na}$ 型,矿化度为 $1.05 \sim 3.70 \text{ g/L}$,水温为 $18 \sim 32 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

(三)煤层底板隔水岩组分析

隔水岩组一般是指煤层顶、底板隔水岩层组合,而二₁煤层底板直接隔水层则是指该煤层底面至太原组最上层灰岩(L_8)之间的砂泥岩层,主要由粉砂岩及泥岩组成,岩性致密、坚硬,完整性好,层位稳定,一般厚 10 m 左右。该隔水层在河南省煤田发育稳定,是当地矿井最主要和最有效的隔水层。

太原组中部砂泥岩段岩性为砂质泥岩、泥岩与粉砂岩。厚度为 20~30 m,层位稳定,分布连续,透水性弱,为太原组上部灰岩段与下部灰岩段之间的隔水层。

本溪组岩性为灰色铝土岩、铝土质泥岩,结构致密、坚硬,裂隙不发育,层位稳定,厚度一般为 5~10 m。通常情况下,本溪组岩层成为太原组灰岩与下伏奥陶系含水层之间的隔水层。

古老变质岩隔水层包括太古界登封群、下元古界嵩山群、上元古界震旦系等不同变质程度的片岩、片麻岩、石英岩、花岗岩等。该类岩层除风化带含微弱潜水外,一般为坚硬完整的基岩,透水性、含水性均差,常常构成区域性隔水边界。

二、区域构造特征

河南省位于华北古板块南部,南临秦岭—大别山造山带,东隔郯庐断层与华南古板块下扬子区相望,西北与新华夏系太行山隆

起带接壤;构造上,处于稳定区与活动带之间的过渡区域。构造面貌和地质演化与华北古板块主体具有相同的基本特征。

河南省煤田位于华北晚古生代聚煤盆地南缘。后者是一个典型的板块内大型沉积盆地,其发生、发展和消亡的历程,同华北古板块与相邻板块之间的作用密切相关。在中生代早中期,华北板块与华南板块全面碰撞与拼贴,形成河南省南部的秦岭—大别山造山带收缩、隆起并且遭受剥蚀,从而构成以逆冲缩短为特点的华北型煤田(或河南省煤田)南部边界。同时,在板块内广阔的煤田分布地区形成以断陷伸展为特点的张性构造。两者在时间上演化交替,在空间上叠置共存(曹代勇,1993年)。

煤田构造发育的区域特征对矿井水文地质条件的影响是显而易见的。构造因素本身是控制岩层含水空间发育的重要因素,它决定了储水构造的大小、水文地质单元的边界、含水层的出露与分布范围。而断裂发育程度、断裂本身的阻水性、导水性和其对矿井水害的控制作用也有区域性差异,影响着矿井水文地质条件。

根据地质力学观点,地处新华夏系太行山隆起带东侧和南侧的鹤壁矿区与焦作矿区,其煤系地层基底可溶岩沉积巨厚,倾角平缓,呈大面积展布,可溶岩裸露面积可达数千平方公里,属开启型储水构造。地质构造以断裂为主,褶皱次之。大多数断裂规模较小,不足以错断巨厚可溶岩层,但几乎所有矿区边界断层的断距都在100 m以上,足以使奥陶系含水层与太原组含水层发生一定程度的水力联系。此外,断裂构造本身就构成岩溶地下水的集中渗流带或强径流带,赋存其中的地下水往往以典型的华北岩溶大泉形式集中排泄。

位于小秦岭—嵩山东西构造带东段北侧、嵩山大背倾北翼的荥巩矿区和位于荥密背斜与禹密背斜间复式向斜构造中的新密矿区,也是河南省著名的大水矿区。前者为一单斜储水构造,后者为一向东倾伏的承压盆地。煤系地层基底可溶岩厚度中等,出露于

背倾核部,面积达数百平方公里,开启程度为 0.21~0.25。区域岩溶地下水以泉或泉群溢出地表。

位于小秦岭—嵩山东西构造带和嵩淮弧形构造带复合部位的禹州矿区、平顶山矿区、韩梁矿区、临汝矿区和朝川矿区,区内褶皱与断裂发育。褶皱构造均为经历多期变形的短轴向斜或构造盆地,形成封闭或半封闭的承压储水构造。断裂构造多为扭性或压扭性,具有阻水性质。岩溶地下水在自低山丘陵补给区向平原排泄区运移中受断层阻隔,在地势低洼处呈区段排泄。由于煤系地层基底可溶岩厚度相对较薄,裸露面积小,储水构造开启程度差,所以该区岩溶地下水大气补给量小,渗流途径短,无岩溶大泉出露,且有沿断裂分布的特征。

由上述分析可知,水文地质区域特征不仅控制了矿区水文地质条件的复杂程度,还决定了矿区涌水量的大小与矿井突水的频率强度。

三、矿井水害分区特征

河南省石炭—二叠系煤田为典型的华北地台型煤田,根据主采煤层底板含水层的厚度、岩性、岩相、含水性及煤田构造特征,将其分为新华夏系太行山隆起带东侧与南侧矿井水文地质条件复杂至极复杂区、秦岭东西构造带东段北亚带北侧及与华夏系第二沉降带西缘复合部位矿井水文地质条件中等至复杂区、秦岭东西构造带东段北亚带南侧与嵩淮弧形构造复合部位矿井水文地质条件简单至中等区三个大区(李栋臣,1996年)。

由于上述各区石炭—二叠系煤系地层水文地质区域特征的差异,造就了各自独立的水文地质条件和各不相同的水文地质问题。这无疑对河南省今后在上述地区从事煤田水文地质勘探、矿井水文地质类型的划分及地下水害的防治等均有指导意义。从理论上解释了同是石炭—二叠系煤田,同样开采山西组二₁煤层,焦作矿

区矿井涌水量高达 $89 \text{ m}^3/\text{min}$ 、突水量高达 $243 \text{ m}^3/\text{min}$ 、突水频率高达数百次,而禹州、平顶山矿区则矿井涌水量仅为 $80 \sim 350 \text{ m}^3/\text{h}$ 、突水量仅为 $30 \sim 120 \text{ m}^3/\text{h}$ 。以上研究为矿井水文地质工作指明了正确的方向,同时为制订防治水害措施与方案提供了理论依据。

第三节 矿井水害形成机理分析

通过分析矿井水害现状和总结新中国成立以来历次突水淹井事故的经验、教训,河南省煤矿的水害事故根据其形成机理,可分成地下热水型、机械潜蚀型、裂隙型、岩溶型及构造型五种基本类型。下面对这五种类型水害的形成机理——进行分析。

一、地下热水型水害形成机理分析

地下水的流动过程,就是和周围介质进行长时间和长距离的热量交换的过程。地下水的比热远较各种岩石的比热大。在 15°C 时,水的比热为 1,石灰岩为 $0.16 \sim 0.23$,砂岩为 $0.19 \sim 0.22$ 。岩层中含水量增大时,其比热也会随之增大。由于水的热容量大,流动着的地下水便成为良好的载热体和地温场中的传热媒介。地下热水的赋存与运动既决定了含水层本身的温度状况,又影响到周围岩层的温度分布,甚至在整个矿区形成热害。

矿区地热异常的实质就是地下热水在地下做深循环运动,即地下水在重力作用下由补给区向地壳深部地温等值线增值方向流动,在一定条件下携带着热量又向着地温等值线减值的地壳浅部方向流动(见表 1-1)。地下热水深循环的过程便是地下水不断降温,而围岩不断增温的过程。这种过程主要出现在排泄区和地下水交替十分强烈的地区,其结果是形成一定范围的正异常(高温、高梯度)。豫西地区的三李矿区、龙门矿区、新郑矿区、平顶山矿区

都是热异常矿区,并有多处热泉沿断层出露地面(见图 1-2)。热水点水温一般在 40 ℃ 左右,龙门矿区 04-5 孔测得热水点的温度达 51 ℃,新郑矿区二₁ 煤顶板大占砂岩的地温也达 41 ℃。地下热害已经成为制约矿区开发的主要因素之一。

表 1-1 地温梯度值与循环深度的关系

热水点	实测温度 (℃)	质量比数 $w(\text{SiO}_2)$	推算温度 (℃)	地温梯度 (℃/100m)	循环深度 (m)
三李 18-14	38	34.0×10^{-6}	53.6	1.5	2 500
龙门 04-5	51	39.2×10^{-6}	86.5	1.5	3 500

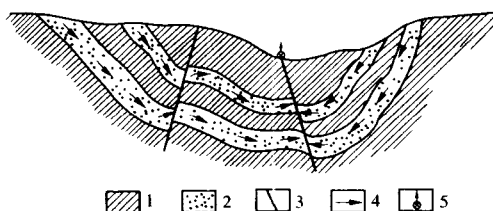


图 1-2 地下热水深循环示意图

1—隔水层;2—含水层;3—断层;4—地下热水流向;5—热泉

实践和理论研究证明:矿区地热异常完全受断层构造控制(宋士明等,1992 年)。煤科院西安分院地温课题组运用有限单元法对平顶山八矿的地温进行了数值模拟,模拟结果显示,水文地质、构造地质是影响地温场分布的两个主要地质因素。由于深部含水层中的热水沿断层带上升,使断层上盘部分区域的岩温升高,地温异常带上宽下窄,影响范围与断层带中热水的温度和围岩的背景温度之差成正比,如图 1-3(a)所示;在相反情况下,由于浅部冷水沿断层带下渗,降低了断层上盘的岩温,地温异常带上窄下宽,影响范围显然也与背景岩温值和断层带中热水的温度值之差成正比,如图 1-3(b)所示。因此,治理矿区地下热水水害必须首先治