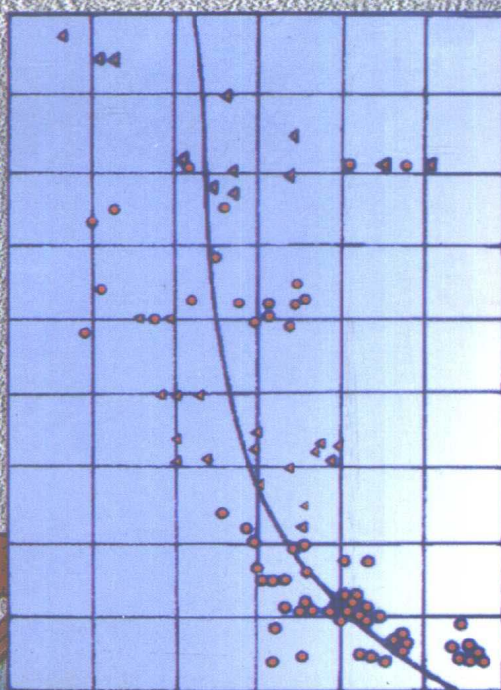


高等学校规划教材

专门水文地质学

郑世书 陈江中 刘汉湖 编
胡友彪 刘亚军



中国矿业大学出版社

高等学校规划教材

专门水文地质学

郑世书 陈江中 刘汉湖 编
胡友彪 孙亚军

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

专门水文地质学是水文地质与工程地质专业本科生的一门重要的技术方法性课程。全书共四篇十七章。第一篇,矿床水文地质,包括:矿床(井)充水条件、矿井突水及其预测评价、矿床(井)水文地质类型、矿井涌水量预测、矿井水的防治;第二篇,矿区供水水文地质,包括:矿区供水水源地的选择及常用水源的地下水赋存特征、供水水质评价、地下水的水量计算与地下水资源评价、地下水的开发与管理;第三篇,矿区环境水文地质,包括:矿区常见的环境水文地质问题、环境水文地质研究方法简述;第四篇,矿区水文地质勘查方法,包括:矿区水文地质勘查概论、水文地质测绘、水文地质钻探、水文地质试验、地下水动态均衡、矿区水文地质勘查成果等内容。

本书是高等学校水文地质与工程地质专业本科生的教材,亦可供从事矿区和其它水文地质工作的科技人员参考。

责任编辑:宋德淑

图书在版编目(CIP)数据

专门水文地质学/郑世书编. —徐州:中国矿业大学
出版社,1999.9
高等学校规划教材
ISBN 7-81070-035-9

I. 专… II. 郑… III. 水文地质学-高等学校-
教材. IV. P641

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 31501 号

中国矿业大学出版社出版发行

(江苏徐州 邮政编码 221008)

出版人 解京选

北京地质印刷厂印刷 新华书店经销

开本 787×1092 1/16 印张 15.625 字数 377 千字

1999 年 9 月第 1 版 1999 年 9 月第 1 次印刷

印数 1~200 册 定价 18.80 元

(如有印装质量问题,本社负责调换)

前 言

专门水文地质学是水文地质与工程地质专业的一门重要的技术方法性课程,学习本课程目的在于掌握水文地质勘查的基本方法和学会分析解决某些实际水文地质问题的初步能力。

《专门水文地质学》的内容一般包括水文地质勘查的技术方法和各种不同目的水文地质勘查与评价,主要是供水和矿床水文地质勘查与评价。不论是供水水文地质勘查、矿床水文地质勘查或其它目的水文地质勘查,所采用的技术方法都是大同小异的,只是勘查、评价的内容和要求不同,各有其特点和侧重。考虑到矿区地下水的两重性特点,它既有影响甚至危害生产,需要加以防治的一面,同时又是宝贵的资源,需要加以合理开发、利用和保护。另一方面,从矿区水文地质工作的发展来看,今天已不仅局限于要求解决矿井防治水问题,解决矿区供水的呼声也越来越高,而且随着矿区开采规模的扩大和对供水需求的不断增加,不仅矿井排水和矿区供水的矛盾日益突出,而且因排水和供水引起的环境问题也日益受到重视,在一些矿区已提到必须加以预防和治理的日程。

基于上述认识,从煤矿开发的特点和需要出发,本书以矿区水文地质工作为主线,对专门水文地质学应该涉及到的内容和勘查技术方法加以全面的展开。考虑到这样调整既可以使与矿区有关的水文地质问题及其勘查自成体系,克服了各部分内容之间的脱节和不必要的重复,从而有利于对矿区水文地质工作的全面了解,同时也保留了历来专门水文地质学各部分的基本内容。另一方面,随着国家经济建设的发展,还考虑到区域性的、综合性的水文地质勘查将逐步为地方性的、专门性的水文地质勘查所代替,并且各种专门目的的水文地质勘查也已积累了相当丰富的经验,在此基础上国家及有关部门都已先后制订了各种“规范”、“规程”或“国家标准”。这样学生在较深入地掌握了矿区水文地质勘查与评价之后,应能借助于有关“规程”、“规范”或“国家标准”,进行其它目的的水文地质勘查与评价。

本书是以编者多年来在中国矿业大学讲授“专门水文地质学”的讲稿为基础,参考近年来出版的有关教科书和各兄弟院校内部使用的教材或讲义编写而成。编写前根据现行水文地质与工程地质专业教学计划要求及煤田水文地质勘探与矿井水文地质工作实践制订了教材编写细纲。编写过程中,吸收了部分煤炭生产、科研、教学部门的生产技术经验及科研成果,充实了教材内容。

参加本书编写的有:中国矿业大学郑世书(绪论、第一、二、三、十二章)、陈江中(第四、八章)、刘汉湖(第五、七、十三、十六章)、孙亚军(第十四、十五、十七章);淮南矿业学院胡友彪(第六、九、十、十一章)。郑世书为本书主编。

淮南矿业学院陈兆炎教授、桂和荣教授和李定龙副教授参加了本书编写细纲的讨论,中国矿业大学陈锁忠副教授参加了第三篇初稿的讨论,他们都对本书的结构和

内容提出了宝贵的意见,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,书中难免存在这样那样的缺点乃至错误,希望批评指正。

编 者

1998年12月

目 录

绪论	1
----------	---

第一篇 矿床水文地质

概述	4
第一章 矿床(井)充水条件	6
第一节 影响矿井充水的自然因素	6
第二节 影响矿井充水的人为因素	17
第三节 矿井充水条件分析	19
第二章 矿井突水及其预测评价	21
第一节 采掘活动对顶板岩层的破坏及顶板突水评价	21
第二节 采掘活动对底板岩层的破坏及底板突水预测评价	26
第三章 矿床(井)水文地质类型	34
第一节 矿床水文地质勘探类型的划分	35
第二节 矿井水文地质类型的划分	37
第四章 矿井涌水量预测	39
第一节 概述	39
第二节 相关比拟法	41
第三节 解析法	46
第四节 水均衡法	57
第五节 其它方法	59
第五章 矿井水的防治	63
第一节 矿区地面防水	63
第二节 井下防水	65
第三节 疏干降压	73
第四节 矿井及露天矿排水	78
第五节 注浆堵水技术	79

第二篇 矿区供水水文地质

概述	91
第六章 矿区供水水源地的选择及常用水源的地下水赋存特征	94
第一节 矿区供水水源地选择的原则和方法	94
第二节 矿区常用水源的地下水赋存特征	96
第七章 供水水质评价	102

第一节 饮用水水质评价	102
第二节 工业用水水质评价	104
第八章 地下水的水量计算与地下水资源评价	109
第一节 地下水量的概念	109
第二节 地下水允许开采量的计算	113
第三节 地下水资源评价	123
第九章 地下水的开发与管理	129
第一节 地下水开采地段及取水构筑物	129
第二节 管井结构设计与成井工艺简介	133
第三节 地下水资源管理简述	138
第四节 矿区地下水开发与管理中的几个问题	141

第三篇 矿区环境水文地质

概述	147
第十章 矿区常见的环境水文地质问题	148
第一节 区域地下水位持续下降	148
第二节 岩溶地表塌陷	150
第三节 地面沉降	155
第四节 地下水水质恶化	158
第五节 酸性矿井水的形成与防治	163
第十一章 环境水文地质研究方法简述	167
第一节 环境水文地质调查	167
第二节 地下水环境质量现状评价方法简介	170
第三节 地下水质量预测与环境影响评价简述	173

第四篇 矿区水文地质勘查方法

第十二章 矿区水文地质勘查概述	177
第一节 (煤)矿区水文地质勘查阶段划分及各阶段的基本要求	177
第二节 矿区水文地质勘查方法和工作量	179
第三节 矿区水文地质勘查工作程序简述	180
第十三章 水文地质测绘	182
第一节 水文地质测绘的目的、任务及工作程序	182
第二节 矿区水文地质测绘的基本内容和要求	184
第十四章 水文地质钻探	188
第一节 水文地质钻探的任务和特点	188
第二节 水文地质钻孔的布置原则	189
第三节 水文地质钻探的技术要求	190
第四节 水文地质钻探的观测与编录	196
第十五章 水文地质试验	200
第一节 抽水试验的目的、任务及类型	200

第二节	抽水试验的技术要求	202
第三节	抽水试验设备	206
第四节	抽水试验的现场工作	215
第五节	其它试验方法简介	218
第十六章	地下水动态均衡	223
第一节	影响地下水动态的因素与均衡式	223
第二节	地下水均衡要素的测定方法	225
第三节	地下水长期观测的组织及资料整理	228
第四节	地下水动态预测	230
第十七章	矿区水文地质勘查成果	233
第一节	矿区水文地质图件	233
第二节	矿区水文地质报告文字说明	235
主要参考文献		237

绪 论

一、专门水文地质学的概念

专门水文地质学是在水文地质基本理论指导下,研究水文地质勘探理论与方法的课程。其目的是使学生学会在生产中经济合理地安排水文地质勘查技术方法与工作量,以保证在较短时间内取得符合精度要求的勘查成果,从而解决生产中提出的水文地质问题。

地下水是一种十分宝贵的资源,在一定条件下又是危害生产的因素。国民经济的不同部门,无论是为了科学合理地开发利用地下水资源,或是经济有效地防治地下水的危害,都需要开展水文地质勘查工作。因此,从广泛意义上来认识各种不同目的水文地质勘查的原理和方法,均可列入专门水文地质学的范畴;或不同目的水文地质勘查的原理、目的、任务、内容和要求,也可作为专门水文地质学的不同分支,如矿床水文地质学、供水水文地质学等。

不同水文地质勘查的目的、任务和内容各不相同,但其所采用的工作方法或技术手段大同小异。学生只要掌握某种目的的水文地质勘查与评价,对其它目的的水文地质勘查应能触类旁通,至少参照相应的“国家标准”或“规程”、“规范”能进行该项水文地质勘查工作。

随着经济发展和科学技术进步,专门水文地质学的各个分支,无论是研究内容和方法,都在不断发展与完善,相互交叉与渗透。例如,矿床水文地质的研究内容,现已不仅局限于矿井水的预防与治理,也要研究和解决矿区的供水和因采矿而引起的环境问题,有时还要研究如何开发利用矿泉水和低温热水,只是不同矿区因其自然条件不同而有所区别或侧重。矿床水文地质的研究方法,也已不再局限于传统的地质学方法,开始逐步渗透进采矿学的思想。可见,现今的矿床水文地质研究内容,愈来愈广泛和综合,以至在一定条件下矿床水文地质勘查与其它目的的水文地质勘查之间的界限已变得比较模糊,特别是矿井水害防治与矿区供水的研究和解决尤其如此。正因为矿床水文地质研究的范畴已经概括了专门水文地质学的基本内容,故本书以矿区水文地质工作为主线展开,依次介绍矿床水文地质、矿区供水水文地质、矿区环境水文地质和矿区水文地质勘查方法等四部分内容。

二、我国矿区(煤矿)水文地质发展概况

我国是世界上勘查和开发利用地下水最早的国家之一,也是开采利用煤炭资源最早的国家。据考古发现和历史记载,距今约 5 700 年的河姆渡人(浙江余姚)就已开始打井取水,汉代开始烧煤,已发现的最古的老窑古井始于唐代,说明我国古代对煤矿地下水的认识能力和防治技术已达到相当的水平。

长期封建统治和鸦片战争后帝国主义对中国的侵略,严重阻碍了生产力的发展和科学技术的进步,不仅古代的矿井防治水经验未能上升为理论,而且由于帝国主义对中国矿产资源的掠夺,在 20 世纪初叶,曾先后酿成大量的煤矿水害事故。如 1935 年 3 月 5 日山东淄博北大井突水淹井,最大突水量 $443 \text{ m}^3/\text{min}$,酿成 553 人遇难的重大惨案。

新中国建立以来,随着大规模的社会主义经济建设,我国的矿区水文地质工作得到了迅猛的发展。在全国性综合水文地质勘查(水文地质普查)的基础上,我国广大煤矿水文地质工作者在煤田寻找和勘查过程中,进行了全国性的煤田水文地质调查,编制了全国性的煤田

水文地质综合图件;对数百个矿区进行了水文地质勘查;参与了数以千计的各类地质、水文地质勘查报告的编制,为新老矿区规划、新矿井的设计、建设和老矿井的扩建、改造提供了可靠的水文地质依据。在煤矿建设和生产过程中,围绕煤矿的正常安全建设和生产,各矿区和矿井普遍在勘查阶段水文地质工作的基础上,开展了水文地质补充调查与井上下水文地质观测工作,部分水文地质条件复杂的矿井还进行了矿井水文地质勘探,为解决矿井生产建设中的水文地质问题,防治水害,保护和利用矿区地下水资源提供了依据。

矿井防治水是煤矿水文地质工作的重要组成部分。40余年来,我国煤矿水文地质工作者通过生产实践和科学试验已总结出一整套的地面防治水、井下探放水、留设防水隔离煤柱、疏放降压、带压开采与注浆堵水等矿井防治水经验,为杜绝重大水害事故、保障矿井安全、恢复被淹矿井、解放受水威胁煤炭资源及保证煤炭生产持续稳定地发展做出了重要的贡献。

供水也是矿区水文地质工作的重要任务之一。广大煤矿水文地质工作者除在地下水资源较丰富的我国东部地区寻找和评价了一批矿区水源外,也在西北干旱缺水的一些矿区寻找与评价了一些地下水源地,缓解了这些矿区的供水矛盾,为我国煤炭开发战略重点西移做出了贡献。在一些因长期疏排地下水引起排、供矛盾的老矿区,分别通过建立地下水管理模式,加强矿井排水和矿区供水的统一管理或矿井水的综合利用(包括矿井水处理,使矿井水资源化),成功地实现了排供结合。此外,个别矿区还开发利用了矿泉水和低温热水。这些成绩的取得,不仅在一定程度上缓解了煤矿区的缺水状况,也为综合利用和科学管理矿区地下水资源积累了经验。

采矿活动,特别是矿井排水和矿区供水长期抽排地下水,已引起了各种环境公害,如岩溶矿区长期疏排地下水引起的地面塌陷、开采或疏降浅层地下水引起的地面沉降,大规模开采活动引起的地面沉陷、排放未经处理的矿井水导致的地表水和土壤的污染,长期疏排地下水引起的区域地下水位下降和水质恶化,给矿区的环境和生态造成不同程度的破坏。在这些环境公害中,不乏是环境水文地质问题。尽管矿区对环境水文地质问题的系统研究尚在起步,但一些矿区从确保煤矿安全正常生产的角度出发,对其中的一些问题,如岩溶塌陷治理、酸性矿井水防治的研究已取得相当的进展,少数矿区还开展了环境水文地质调查工作。

在矿区水文地质勘查中,煤矿水文地质工作者根据矿井的特定条件,创造并发展了一整套以井下放水试验为核心的技术方法,为大水矿区更好地模拟开采条件下的地下水流场和提高矿床水文地质条件定量评价的精度探索出一条行之有效的途径。此外,在大水矿区的水文地质勘查中,物探、钻探、化探、同位素测试、放水试验、连通试验及水位遥测技术的综合应用,对于查明矿床充水条件和快速判明矿井突水水源和通道,正在起着重要的作用。

在矿区水文地质条件的定量评价方面,随着电子计算机的普及,数值法、模糊数学方法、时间序列分析方法、灰色系统理论等新的数学理论和方法,无论是在矿井涌水量预测或是地下水资源评价中都得到了愈来愈广泛的应用。近年来,在建立水文地质数据库、开展计算机绘图、进行水害预测预报和建立水害防治专家系统等方面也取得了一定的进展。

在教学和科学研究方面,也得到很大的发展。自1980年建立煤炭系统第一个水文地质与工程地质专业以来,先后已有六所院校设置了本科专业,一所院校取得了该专业的硕士学位授予权,个别中等专业学校也设置了相关专业,培养出一批不同层次的以矿区水文地质、工程地质为主要培养方向的专业人才。在科研队伍得到进一步壮大的同时,科学技术水平

也有了较大的提高,先后在矿区水文地质条件、水量评价、矿井水害防治、岩溶水资源及大水区岩溶水预测和利用及管理等方面取得了一批重要成果。

为了加强对矿区水文地质工作的组织、领导和管理,原煤炭工业部曾先后配合全国储量委员会制定或单独颁发了《煤炭资源地质勘探规范》、《矿井水文地质规程》(试行)、《煤矿防治水工作条例》(试行)、《煤炭资源地质勘探抽水试验规程》等一系列加强技术管理的规章文件,新的有关矿区水文地质工作的国家标准正在制订之中。无疑,这些“规范”或“规程”对提高矿区水文地质工作水平,以及促进矿区水文地质工作的规范化和标准化都起到重要作用。

尽管我国矿区水文地质工作取得了巨大的进展,但与国际水平和国内先进部门相比较,在一些理论和技术方法上(如模型化、勘查的技术手段等)仍然存在相当的差距,有待进一步努力。

随着社会主义四个现代化建设的发展,摆在矿区水文地质工作者面前的任务是:①煤炭在今后一个相当长的时期内仍将是我国的第一能源,经济发展离不开能源(煤炭),而煤炭工业发展离不开治水、供水和遏制采矿对环境的影响;②随着煤炭开发战略重点的西移,解决干旱地区供水是新的煤炭基地建设和发展的关键,东部地区要维持目前的煤炭产量,随着矿井的延深,受水害威胁的程度亦将会有增无减,因此无论是解决西部地区的煤矿供水或东部地区的煤矿治水都会有更大的难度;③随着经济发展和人民生活水平的提高,对环境素质必将会提出更高的要求,因此遏制采矿对环境的破坏,保护和治理矿区环境的任务必然会日益紧迫。此外,随着市场经济的深入发展,矿区水文地质工作还面临着市场经济的挑战,不可避免地要参与市场竞争,通过竞争去求生存、求效益。因此,我们一定要重视对水文地质基础理论与技术方法的研究,依靠科学技术的进步去积极参与市场竞争,研究和解决矿区水文地质工作中不断出现的新问题,为赶超世界先进水平去创造出自己的光辉业绩。

第一篇 矿床水文地质

概 述

一、矿床水文地质学的目的和任务

矿床水文地质学是专门水文地质学的重要组成部分,它研究与矿床开采有关的各种水文地质问题及解决这些问题的方法和途径。

矿床水文地质工作是指从矿床普查开始,整个矿床勘探、建设、生产直至矿井报废过程中所进行的水文地质工作。其目的在于综合评价矿床的水文地质条件,为矿区规划、矿井设计、建设(施工)和生产提供水文地质依据,以保证矿井建设和生产的安全、经济、合理的进行,并充分利用与保护国家资源(包括矿产资源与水资源)。

矿床水文地质工作的任务是随采矿事业的发展而不断完善。大体包括五个方面:①研究矿区水文地质条件,查明矿井水的来源及影响矿井建设和生产的水文地质因素;②预测矿井涌水量的大小,为矿区规划和矿井设计、建设、生产提供定量依据;③研究防治地下水对煤矿建设和生产危害的措施,确保矿井安全生产和最佳经济效益;④研究和解决矿区的供水水源;⑤研究采矿对矿区水文地质条件所引起的变化及保护矿区地下水资源和环境的措施。

二、矿床水文地质工作的阶段性

矿床水文地质工作是直接为采矿生产服务的,而采矿工作的进行从矿床的发现到开采结束要经历若干阶段。每一个采矿阶段都有一个相应的地质—水文地质工作阶段与之对应。同一阶段的地质—水文地质工作为对应阶段的采矿工作提供所需的地质—水文地质依据,而相应阶段的采矿工作又对下一阶段的地质—水文地质工作提出了新的任务和要求,并不断发展、不断深入。

在矿区地质—水文地质工作中,水文地质多是从属地质工作,作为地质工作的一部分来进行的,只有当水文地质条件极复杂或部分复杂的矿区,才进行专门的水文地质勘查工作。

三、矿床地下水的特点和矿床水文地质条件的复杂性

(一) 矿床地下水的两重性

矿床地下水是采矿的一大危害,轻则恶化采掘条件,影响劳动生产率;重则增大矿井涌水量,提高排水费用和采煤成本;严重时造成矿井突水,淹没工作面、采区或整个矿井,造成重大经济损失,甚至人员伤亡;有些矿井还可能由于水文地质条件过于复杂,使已探明的煤炭储量列于平衡表外,造成资源积压。另一方面,矿床地下水又是煤矿生产、矿区生活和其它工农业生产所不可缺少的,既可以开发利用符合水质要求的矿床地下水作为矿区生活饮用水和工业用水;也可以按不同水质和用途分别进行供水,工业用水采用矿井水,生活饮用水优先考虑地下水,在一些缺水的矿区也可以利用经过处理后的矿井水作为生活饮用水。此外,在一些矿区还开发利用可供饮用的天然矿泉水和低温热水,充分发挥矿床地下水的资源作用。

(二) 矿床水文地质条件的复杂多变性

由于自然地理、地质和水文地质条件的差异,我国不同地区,甚至同一矿区的不同矿井

或同一矿井的不同采区、不同煤层、同一煤层的不同开采水平,水文地质条件的复杂程度多存在一定的甚至较大的差异。例如,我国北方石炭二叠纪煤田,山西组和太原组煤层均可采。开采山西组煤层时,水文地质条件一般比较简单,矿井涌水量不大;开采太原组煤层(特别是下三层煤)时,矿井水文地质条件则相对复杂,多数矿区或矿井涌水量大,突水频繁,或迄今尚不能大规模开采。据《煤矿水害事故典型案例汇编》统计,在我国的各种类型煤矿中,厚层灰岩水水害事故约占各类水害事故的 25%,最大突水量为 $2\,053\text{ m}^3/\text{min}$ (开滦范各庄矿 2171 工作面陷落柱奥灰突水);薄层灰岩水水害事故约占各类水害事故总数的 30%,最大突水量为 $320\text{ m}^3/\text{min}$ (河南焦作演马庄矿二一车场第二次太原组二层灰岩突水);地表水体水和松散层孔隙水水害事故约占各类突水事故总数的 14%,最大突水量为 $300\text{ m}^3/\text{min}$ (山东新汶张庄矿 11 煤层西南风井西侧冲沟溃水事故);砂岩水水害事故较少,仅占各类水害事故总数的 1%,突水量亦较小,最大为 $46.8\text{ m}^3/\text{min}$ (开滦范各庄矿 -490 m 水平 204 工作面 12 煤层底板砂岩水)。

矿床水文地质条件的复杂性还表现为多变性,一是随季节变化,二是随采矿活动和矿区排水而变化,所以矿床的水文地质条件在不同季节、不同年份、不同采矿阶段均表现出一定的甚至很大的差别。因此在研究矿床水文地质条件时,要注意分阶段由浅入深地进行;在分析矿床地下水规律时,既要注意分析空间上的变化规律,又要注意分析时间上的变化规律;在治理矿床地下水时,既要想到除弊兴利,更要想到变害为利。

第一章 矿床(井)充水条件

采矿过程中涌入矿井(山)^①巷道的水称为矿井(坑)水。矿床(井)充水的水源和通道是矿井水形成的必备条件,其它因素则影响矿井涌水量的大小及其动态变化。因此,人们习惯于将矿井充水水源、充水通道和影响矿井充水程度等三类因素的综合作用结果称为矿床(井)的充水条件^②。由于不同矿床(井)的充水水源不同、充水通道不一和充水程度的差异,决定了矿井水的涌入特征、水量大小和动态变化,即决定了矿床(井)水文地质条件的复杂程度。因此正确评价矿床(井)充水条件,认识矿床(井)水文地质规律,对于指导矿床(井)水文地质勘查,以及预测和计算矿井涌水量、预测矿井突水、制定矿井防治水规划及进行防治水工程设计乃至矿区水资源的合理开发与矿井水的综合利用等,都具有十分重要的意义。

矿井充水条件既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,即决定于一系列自然因素和人为因素错综复杂的影响。因此在正确分析和评价矿井充水条件前,应首先了解各种自然因素和人为因素对矿井充水所起的作用。

第一节 影响矿井充水的自然因素

影响矿井充水的自然因素有:大气降水、地形、地表水、井巷围岩的性质,以及地质构造、岩溶陷落柱等。

一、大气降水

大气降水是地下水的主要补给来源,因此所有矿井的充水都不同程度地受到降水的影响。降水对矿井充水的影响,既与降水的特点有关,也与降水的人渗条件有关。

由于大气降水的多变性和自然地理条件的复杂性,使降水的人渗过程十分错综复杂,对矿井充水的影响千差万别。对于露天矿:①降水直接降落在矿坑内,形成降雨径流,其水量大小决定于降水量、露天坑范围及其汇水条件;②矿坑充水与降水关系极为密切,雨后坑内水量立即增大。对于有集中入渗通道的矿井:①降水沿集中入渗通道灌入矿井造成涌水,其水量大小既取决于降水量大小和集中通道连通地表部分的汇水条件,也取决于集中通道的过水断面和长度;②矿井充水与降水关系密切,矿井充水滞后于降水的时间,一般为数小时至数日,有时易构成水害。当降水是通过岩层的孔隙、裂隙渗入矿井时:①入渗机制比较复杂,矿井充水既决定于降水量大小、降水强度(强度大易形成地表径流流失,强度小又不及润湿包气带)和降水历时(历时长有利于入渗),更决定于入渗条件(地形及地表水系发育情况、岩层渗透性和渗透距离、植被等);②矿井充水与降水的关系不如前两种情况密切,矿井涌水

① 在我国,“矿井”意指井工开采的煤矿,其它金属矿、非金属矿和露天煤矿一般称“矿山”或“矿坑”。

② 矿床充水条件与矿井充水条件没有本质区别。前者意指矿床开采前的勘查阶段对未来矿井充水条件的评价,通常带有预测的性质;后者意指矿床开采后对生产矿井充水条件的评价,包括对矿井充水水源的判别和突水通道的分析,一般针对性、实践性更强。

量增大滞后于降水的时间较长,一般为十几天至几十天不等,在降水特点相同的情况下主要取决于入渗条件。

一般受降水影响的矿井,其涌水量变化有以下两个明显的特点:

(一) 周期性变化

1. 季节性(年周期性)变化

矿井涌水量变化与降水量变化相一致。如山东淄博洪山矿涌水量与降水量是随降水量增加涌水量也随之增大,涌水量峰值滞后于降水量峰值(图1—1),并年复一年地表现出明显的年周期性变化。

在实际工作中,一般按矿井涌水量峰值滞后于降水量峰值的时间长短来反映降水对矿井充水的影响快慢,用涌水量季节变化系数 η 来衡量降水对矿井充水的影响程度。

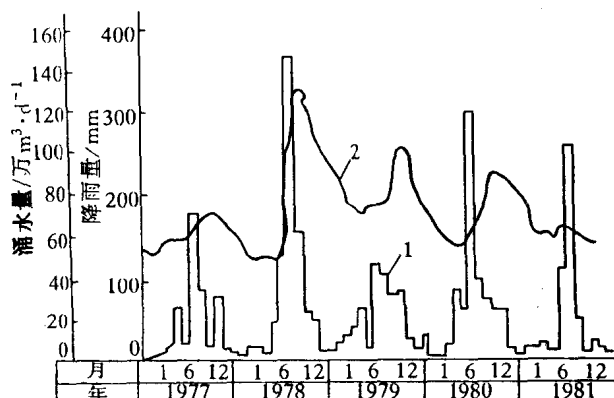


图1—1 淄博洪山矿涌水量与降水量关系曲线
1—月降水量;2—月矿井涌水量

$$\eta = \frac{Q_{\max}}{Q_n} \quad (1-1)$$

式中 $Q_{\max}$ 、 Q_n ——当年矿井最大的和正常的涌水量, m^3/h 或 m^3/min 。

2. 多年周期性变化

由于年降水量的变化是一种随机性变化,它既有周期性的变化特点,但又非完全重复。同样,受年降水量影响的矿井涌水量也反映了这种变化特征(表1—1)。

表1—1 北京矿务局长沟峪煤矿1974~1980年矿井涌水量变化

年 份	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
降雨年类型*	丰水年	枯水年	平水年	丰水年	平水年	丰水年	枯水年
矿井正常涌水量/ $\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$	1.78	1.77	1.83	1.68	2.92	2.15	2.05
矿井最大涌水量/ $\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$	79.44	3.55	49.78	84.72	21.33	103.94	3.89
矿井涌水量季节变化系数 η	44.62	2.01	26.48	50.43	7.38	48.34	1.90

注:1. * 丰水年、平水年和枯水年分别指年降水量大于、等于(或相近)和小于多年平均降水量的年份。

2. 据陈爱光等。

由表1—1说明,对于受降水影响大的矿井,特别是露天矿和有集中入渗通道的矿井,不仅要考虑降水的季节性变化对矿井充水的影响,也要注意降水量的多年周期性变化影响。

(二) 降水的影响随深度减弱

同一矿井,降水对矿井充水的影响有随深度减弱的趋势,表现为深水平矿井涌水量比浅水平小,涌水量峰值滞后于降水量峰值的时间延长,其减小的幅度和滞后的时间长短取决于入渗条件的变化。例如,以大气降水为主要充水来源的四川芙蓉煤矿, +515.75 m 水平的中平硐,矿井涌水量变化系数 $\eta=19$,而 +441 m 水平的下平硐, $\eta=3.6$ 。

二、地形

地形直接影响矿井水的汇集和排泄,它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。地形对矿井充水的影响集中反映在矿井相对于当地侵蚀基准面的位置上,故将其分为以下两大类:

(一) 位于当地侵蚀基准面以上的矿井

这类矿井一般位于山区分水岭或斜坡地带,开采当地侵蚀基准面以上的煤层,地形通常不利于充水水源的汇集而有利于排泄,矿井甚至可利用平硐排水。这类矿井一般以大气降水为主要充水水源,矿井正常涌水量较小,雨季短期增大,水文地质条件比较简单。但应注意,当侵蚀基准面以上的井巷上方存在封闭汇水洼地,并有集中入渗通道与矿井相通时,也会造成很大的涌水,甚至发生灾害事故。

(二) 位于当地侵蚀基准面以下的矿井

这类矿井一般位于山前平原地带或山间盆地内,开采当地侵蚀基准面以下的煤层,地形有利于各类充水水源向矿井汇集而不利排泄,在岩性和构造适宜的条件下,地表水和地下水使矿井大量充水,矿井涌水量大而稳定,水文地质条件一般都较复杂。这类矿井又分为两种情况,即近地表水体的和远离地表水体的,前者的充水条件比后者更为复杂。

三、地表水

流经矿区或邻近矿区的地表水体,当其与井巷或充水岩层具有水力联系时,成为矿井充水水源,甚至导致淹井。

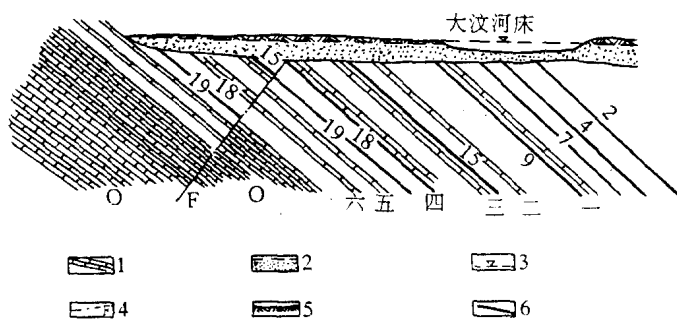


图 1—2 地表水通过松散砂砾层补给薄层灰岩
导致矿井充水(据《案例》^①)

1—石灰岩;2—含水砂砾岩;3—河水位;4—断层;5—黄土层;6—煤层
一、二、三、四、五、六为石灰岩名称

地表水体能否成为矿井充水水源,取决于地表水体与井巷之间有无直接或间接联系的通道。通常,地表水涌入或灌入矿井的途径是:①通过第四系松散砂砾层及基岩露头,如山东新汶西港矿大汶河水通过松散砂砾层补给四灰含水层而导致矿井充水(图 1—2);②通过小窑采空区,如山东淄博洪山矿 1962 年雨季东大沟洪水位上升,淹没沟两岸的南北炮台两对小窑,地表水沿小窑采空区泄入三井,最大

涌水量达 $614 \text{ m}^3/\text{h}$;③通过地表岩溶塌陷,如湖南涟邵恩口二井,木杉河洪水冲垮河堤,灌入塌陷区,灌入矿井,最大涌水量达 $3500 \text{ m}^3/\text{h}$;④地表水体下采煤,冒落裂隙带与地表水体沟通,如吉林辽源梅河一井水库透水淹井。

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:

(一) 井巷与地表水体间的岩石渗透性

当有地表水体存在时,井巷与地表水体间的岩石渗透性是决定地表水能否成为矿井充

^①中国统配煤矿总公司生产局、煤炭科技情报研究所编《煤矿水害事故典型案例汇编》,1992 年,简称《案例》。下同。

水水源和充水强弱的关键。若地表水体与井巷之间有相对隔水层存在,即使井巷在地表水体之下,只要开采冒落裂隙带不波及地表水体,地表水对矿井充水影响不大,甚至可实现水体下安全采煤;若地表水体与井巷之间为强透水岩层,即使相距甚远,地表水也可能导致矿井充水。前者如安徽闸河煤田,煤系上部普遍覆盖有 10 m~15 m 的粘土隔水层,矿井上部虽有岱河、龙河通过,对矿井充水几无影响;后者如河北临城煤田,泚河远在矿区西南侧的灰岩区即渗入地下,补给奥灰水,成为临城北井、临城南井和岗头一井奥灰突水的补给水源(图 1—3)。

根据井巷与地表水体间岩石的渗透性不同,可将地表水体附近的矿井分为:①井巷与地表水体间无水力联系,地表水不补给矿井水;②井巷与地表水体间有微弱水力联系,地表水可少量补给矿井水,矿井排水疏干漏斗可越过地表水体;③地表水正常渗入补给,地表水体为定水头补给边界,补给量较为稳定,矿井涌水量主要取决于透水岩层的透水性、过水断面和水头梯度。当充水通道为砂砾石孔隙或岩溶管道时,矿井涌水量可能很大,甚至造成灾害性影响。

(二) 地表水体与井巷的相对位置

地表水体与井巷所处的相对高程,只有当井巷高程低于地表水体时,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。如湖南某矿,距河下 50 m 深的巷道涌水量为 $132 \text{ m}^3/\text{h} \sim 360 \text{ m}^3/\text{h}$,其中 76%~81% 为河水补给;距河下 125 m~250 m 深的井巷,涌水量减为 $11 \text{ m}^3/\text{h} \sim 17 \text{ m}^3/\text{h}$,河水几乎没有影响。又如,前苏联某一矿区,位于同一水平的巷道,随着巷道与地表水体距离的缩短,由于水力坡度增大巷道涌水量也相应增加。

(三) 地表水体的性质和规模

当地表水是矿井充水来源时,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,其次需勘查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及其性质,最后在判明地表水体确系矿井充水水源时,再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体对矿井充水的影响程度。

通常,对于流经矿区的地表水,都应在河流进出矿区、采空塌陷区或主要充水岩层处设置水文观测站,测定河流水位及流量变化。在无渠道等工程引水情况下,若下游断面流量

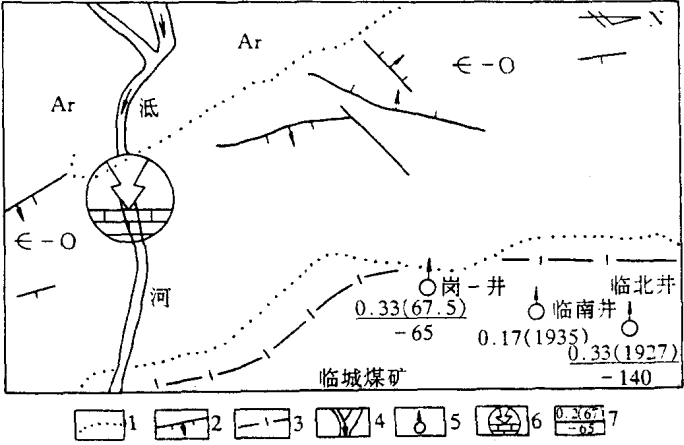


图 1—3 河北临城煤田泚河水渗漏补给导致矿井充水情况图(据李金凯等)

1—地层界线;2—断层;3—井田边界;4—河流;5—矿井奥灰突水点;
6—河流渗漏点;7—突水量(突水时间)/突水点标高