

全国煤矿安全培训统编教材

矿井水灾防治

国家煤矿安全监察局人事培训司 组织编写

quanguo meikuang anquan peixun tongbian jiaocai

guojia meikuang anquan jianchaju renshi peixunsi zuzhi bianxie

quanguo meikuang anquan peixun tongbian jiaocai

guojia meikuang anquan jianchaju renshi peixunsi zuzhi bianxie

A 类

quanguo meikuang anquan peixun tongbian jiaocai

中国矿业大学出版社

全国煤矿安全培训统编教材

矿 井 水 灾 防 治

(A 类)

国家煤矿安全监察局人事培训司 组织编写

编写 武 强 李周尧

审定 章结来 吴 强

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书较全面地分析了煤矿充水条件和发生水害的主要类型,重点介绍了各种类型水害的主要防治技术,并提出了煤矿排水、供水、生态环保三位一体优化结合的基本理论和模式。

本教材可作为煤炭企业经营管理者、采掘及通风区队长、煤矿安全管理人员以及培训中心师资培训的教材,也可作为基层管理干部、工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

矿井水灾防治/武强,李周尧编. —徐州:中国矿业大学出版社,2002.6

全国煤矿安全培训统编教材

ISBN 7-81070-529-6

I. 矿... II. ①武... ②李... III. ①矿山水灾—预防—技术培训—教材 ②矿山水灾—处理—技术培训—教材 IV. TD745

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第038320号

书 名 矿井水灾防治

编 写 武 强 李周尧

责任编辑 陈贵仁

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

印 刷 北京科技印刷厂

经 销 新华书店

开 本 850×1168 1/32 印张 5 125 字数 130 千字

版次/印次 2002年6月第1版 2002年6月第1次印刷

印 数 5000 册

两册定价 20.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

全国煤矿安全培训统编教材编审委员会

总顾问	路德信			
主任	黄玉治			
副主任	周心权	闫永顺		
委员	王树鹤	付建华	梁嘉琨	石少华
	李文俊	安里千	段刚	陈国新
	蔡卫	徐景德	王金石	王素锋
	瓮立平			

出版说明

搞好煤矿安全生产是保护国家财产和人民群众生命安全的一件大事，它关系到国民经济的发展和社会的稳定。随着我国社会主义市场经济体制的发展，煤炭工业面临着良好的发展机遇，煤炭企业正在向高产、低耗、安全和集约化生产方向发展。但是，煤炭企业安全生产形势仍较为严峻：一方面，煤矿开采水平正在不断加深，生产条件更加复杂化；另一方面，一些煤炭企业仍然存在着盲目追求最大经济效益、不重视安全生产的行为。因此，依法加强对煤矿企业安全生产的监察，通过培训全面提高煤矿企业从业人员的安全素质，是非常必要的。

为了适应我国煤炭工业管理体制改革的需要，国务院于1999年成立了国家煤矿安全监察局，建立了新的煤矿安全监察管理体制。国务院批准的《煤矿安全监察管理体制改革的实施方案》中，赋予国家煤矿安全监察局“组织、指导煤炭企业安全生产技术培训工作，负责煤炭企业主要经营管理者安全资格认证工作”的职能。2000年经国务院批准，又成立了国家安全生产监督管理局，国家煤矿安全监察局与其合署办公。国务院批准的《国家安全生产监督管理局（国家煤矿安全监察局）职能配置、内设机构和人员编制规定》中，赋予国家安全生产监督管理局（国家煤矿安全监察局）“组织、指导本系统安全生产监察人员、煤矿安全监察人员的培训、考核和全国企业安全生产技术培训工作；依法组织、指导并监督特种作业人员的考核工作和企业经营管理者安全资格考核工作”的职能。

为了履行好国务院赋予我们的有关安全培训方面的职能，规范煤矿安全生产技术培训工作，保证培训质量，在总结安全培训工作

经验，借鉴国外发达国家矿山安全培训课程体系的基础上，国家煤矿安全监察局人事培训司组织有关高校、安全技术培训中心和煤炭企业等单位的教授、专家和安全工程技术人员编写了这套模块式“全国煤矿安全培训统编教材”。这套教材不仅反映了传统的煤矿安全生产技术知识，也引进了成熟的煤矿安全生产新知识、新技术，并且针对培训对象的工作类别、专业和文化程度的不同，就其撰写文体、内容深度和广度的差异分为 A、B 两类。A 类教材内容较深，强调内容的科学性、新颖性和实用性，主要适用于国家煤矿安全监察人员、从事煤矿安全培训的教师、煤炭企业主要经营管理者及安全专职管理人员、区（队）长等；B 类教材内容较浅，强调内容的实用性，主要适用于班（组）长、各种作业人员（含特种作业人员）、企业安全检查员等。模块式教材避免了不同工种系列的同一课程教材内容的重复，便于选择较合适的作者重点撰写，内容覆盖面广，融科学性、实用性、系统性于一体，是对各类煤矿安全人员进行安全资格培训（复训）和考核的统编教材，也是各类煤矿安全人员上岗后不断巩固、提高安全生产知识的工具书，同时，也可供有关管理人员、工程技术人员及大专院校的师生参考。

本套教材在编审过程中，得到了中国矿业大学（北京校区）、华北科技学院、焦作工学院、黑龙江科技学院，有关省级煤矿安全监察局、煤矿安全技术培训中心、煤炭企业等单位的大力支持。在此，谨向上述单位表示谢意。

本书由武强、李周尧编写，由章结来、吴强审定。

国家煤矿安全监察局人事培训司

2002 年 2 月

目 录

绪论	(1)
第一章 煤矿床充水条件分析	(8)
思考题	(19)
第二章 矿井突水预兆与突水量估算	(20)
思考题	(25)
第三章 煤矿不同类型水害的防治	(26)
第一节 地表水害的防治	(26)
第二节 老窑水害的防治	(35)
第三节 松散孔隙水害的防治	(45)
第四节 煤层顶板水害的防治	(53)
第五节 煤层底板水害的防治	(60)
思考题	(68)
第四章 煤矿主要防治水技术	(69)
第一节 井下防水煤(岩)柱留设	(69)
第二节 井下探放水	(71)
第三节 疏干降压开采	(78)
第四节 带压开采	(83)
第五节 含水层改造与隔水层加固	(87)
第六节 防水闸门和水闸墙	(88)
第七节 注浆堵水技术	(92)
第八节 矿井防排水系统	(110)
第九节 煤矿顶板水害防治评价技术	(116)
思考题	(126)
第五章 煤矿排水、供水、生态环保三位一体优化	

结合	(127)
第一节 排、供、生态环保三位一体结合的必然性分析与 研究现状	(127)
第二节 排、供、生态环保三位一体结合的基本理论和模 式	(149)
思考题	(152)
主要参考文献	(153)

绪 论

一、我国煤矿水害划分及分布

(一) 水害区的划分

根据我国聚煤区的不同水文地质特征,并考虑到矿井充水对安全生产的危害程度,可将我国煤矿划分为6大矿井水害区(见图0—1)。



图0—1 我国煤矿水害分区示意图

- 1—华北石炭二叠纪煤田的岩溶—裂隙水水害区; 2—华南晚二叠世煤田的岩溶水水害区; 3—东北侏罗纪煤田的裂隙水水害区; 4—西北侏罗纪煤田的裂隙水水害区; 5—西藏—滇西中生代煤田的裂隙水水害区; 6—台湾第三纪煤田的裂隙—孔隙水水害区

(二) 各水害区的概况

从表 0—1 中可看出, 我国矿井水害主要分布在华北和华南两大区, 其矿井水文地质条件极为复杂, 水害十分严重。例如, 华北石炭二叠纪煤田煤系基底的中奥陶统岩溶—裂隙水水害; 黄淮平原新生界松散层孔隙水的水害; 华南晚二叠世煤田的煤系顶、底板灰岩岩溶水水害。而东北侏罗纪煤田虽然也存在着裂隙水及第四系松散层孔隙水的危害, 但除局部地区之外, 整体矿井水害不很严重; 西北侏罗纪煤田地处于干旱、半干旱气候区, 区内严重缺水, 且由于煤层埋藏较浅, 采掘活动易于破坏煤层顶板覆岩的含水层组, 故该地区主要存在着供水和生态系统与环境保护问题; 西藏—滇西及台湾的中、新生代煤田的水文地质条件比较简单, 储量有限, 水害问题也不严重。

表 0—1 我国煤矿水害区的概况

水害区划分		气候区 年降水量及其覆 盖面积的百分数	矿井水对生产危害程度	备 注
编号	名称			
1	华北石炭二叠系岩溶—裂隙水害区	亚湿润—亚干旱气候区 600 mm~1 000 mm 约占 70% 200 mm~600 mm 约占 20%	涌水、突水较频繁, 涌水量大或特大 (1 000 m ³ /h~123 180 m ³ /h), 常常影响生产或淹井, 排水费用负担较大, 矿井安全生产受到严重威胁, 区内中深部下组煤有几百亿吨因水害威胁不能开采	煤田为分布范围大、可采煤层多、储量大、煤种齐全的焦煤和主焦煤重要产地, 对国民经济影响重大
2	华南晚二叠统岩溶水水害区	湿润气候区 1 200 mm~2 000 mm 约占 95%以上	涌水、突水很频繁, 经常影响生产或淹井, 突水量大 (2 700 m ³ /h~27 000 m ³ /h), 矿井正常涌水量亦大 (3 000 m ³ /h~8 000 m ³ /h)。负担巨额排水电费 (400 万元/a~1 500 万元/a); 地面塌陷严重, 井下黄泥突出堵塞井巷。矿井安全受到严重威胁, 雨季更危险	由于地面塌陷, 每年矿区付出上百万元赔偿费。由于主巷布设在强含水层内, 故突水、出水频繁, 主要为底板茅口灰岩水, 江西是顶板长兴灰岩水

续表 0—1

水害区划分		气候区 年降水量及其覆 盖面积的百分数	矿井水对生产危害程度	备 注
编号	名称			
3	东北侏罗系裂隙水水害区	湿润—亚湿润气候区 400 mm~600 mm 约占 60% 600 mm~800 mm 占 25%	一般不影响生产, 部分矿区受地表水和第四系松散层水的危害较重, 有时造成淹井事故	局部为亚干旱区 (15%)
4	西北侏罗系裂隙水水害区	干旱气候区 25 mm~100 mm 占 80% 100~400 mm 占 20%	本区严重缺水, 存在供水和生态系统与环境保护问题, 仅小部分地区存在地表水和老窑水, 造成煤矿水害	局部为亚干旱区
5	西藏—滇西中生界裂隙水水害区	湿润—亚湿润气候区 300 mm~600 mm 约占 55% 800 mm~1 000 mm 约占 35% 1 000 mm~2 000 mm 约占 10%	西藏—滇西和台湾中、新生代煤田煤炭储量仅占全国储量 0.1%, 水文地质条件比较简单, 水害也不严重	一小部分为亚干旱区
6	台湾第三系裂隙—孔隙水水害区	湿润气候区 1 800 mm~4 000 mm 约占 95%以上		

二、我国煤矿水害的主要类型及特点

对我国煤矿曾发生的所有水害案例的系统分析研究, 可以总结出八种主要煤矿水害类型。

(一) 老窑积水透水水害

所谓老窑水, 是指年代久远且采掘范围不明的老窑积水、矿井周围缺乏准确测绘资料的乱掘小窑积水或矿井本身自掘的废巷老塘水。这种水贮集在采空区或与采空区相联的煤岩或岩石巷道内, 水体的几何形状极不规则, 不断推进的生产矿井采掘工程与这种水体的空间关系错综复杂, 难以分析判断。而这种水体又十

分集中，压力传递迅速，其流动与地表水流相同，不同于含水层中地下水的渗透。采掘工程一旦意外接近便可突然喷出，发生通常所说的“透水”事故。事实表明，即使只有几立方米的这种积水，一旦喷出，也可能造成人员伤亡事故。水量较大的老窑积水则可毁矿伤人。这种水体不但存在于地下水资源丰富的矿区，也可能存在于干旱贫水的煤矿区，是煤矿生产普遍存在的一种水害，曾发生过多次意想不到的水害案例。

（二）地表山洪水害

在有地表水体分布的地区，如长年有水的河流、湖泊、水库、塘坝等，因煤矿井下防水煤（岩）柱留设不当，当井下采掘工程发生冒顶或沿断层带坍塌导水时，地表水将大量迅速灌入井下，类似水害事故曾多次发生。尤其是在一些平时甚至长期无水的干河沟或低洼聚水区，多年来平安无事，未引起人们的注意和重视。当突遇山洪暴发，洪水泛滥，会使某些早已隐没不留痕迹的古井筒、隐蔽的岩溶漏斗、浅部采空塌陷裂缝、甚至某些封孔不良的钻孔，由于洪水的侵蚀渗流而突然陷落，造成地面洪水大量倒灌井下；也可沿某些强充水含水层的露头强烈渗漏，结果造成水害事故。在特定条件下，有时可冲毁工业广场，直接从生产井口灌入井下，迫使井下作业人员无法撤出。这种水害往往来势突然且迅猛，一时无法抗拒，可造成重大损失。因此，煤矿生产有一条重要经验，即防水重于排水，防重于治。只有事先做好调查分析，从最坏处着想，做好预防工作，才能真正保证矿井的安全生产。

（三）第四系松散孔隙含水层和第三系含水砂砾层水害

我国大部分煤矿目前主要开采中生代侏罗纪和古生代石炭二叠纪地层中的煤炭。新生代第四系松散孔隙充水含水层甚至第三系充水含水砂砾层往往呈不整合覆盖在这些煤系地层之上。它直接接受大气降水和展布其上的河流、湖泊、水库等地表水体的渗透补给，形成在剖面和平面上结构极其复杂的松散孔隙充水含水水体。这些含水体常年累月地不断地向其下伏的煤层和煤层顶底板

充水含水层以及断层裂隙带渗透补给,其水力联系的程度因彼此间接触关系的不同和隔水层厚度及其分布范围的不同而变化。同时还会因各类钻孔封孔质量的好坏,引起水力联系的变化。这些变化往往导致有关充水含水层的渗透性和采空区冒落裂隙带的导水强度难于真实判断,因而采掘工作面往往会发生涌水量突然增大的异常现象,情况严重时就会造成突水淹井事故。在一些特定条件下,甚至可能造成水与流沙同时溃入矿坑的恶性事故。例如,1963年7月徐州新河煤矿502工作面突然溃入孔隙地下水、流沙和黄泥,淤塞巷道1200 m,停产达58 d。另外,生产实践还表明,在一些第四系松散孔隙含水层沉积厚度较大的地区,由于长期疏降地下水位,松散含水层多孔介质有效应力增加,含水层被压缩,穿过这一地层的井筒就会产生严重的变形破坏,引发另一类型的矿区地质灾害。

(四) 煤层顶板充水含水层水害

煤系地层中一般包括多层可采煤层,其中有的可采煤层厚度又很大,在这些煤层顶板之上往往沉积有多层充水含水层,有的甚至是强岩溶充水含水层,如南方型龙潭组煤系的顶板就是长兴灰岩。由于厚煤层与多煤层的重复采动和断层裂隙塌陷滑移程度不同,采动导水裂隙带发育高度和部位也随之变化,这些常使煤层顶板充水含水层未查明的一些富水带中地下水突然泄入采掘工作面,造成重大水害事故,有时甚至淹没整个采区或工作面或整个生产水平。如果这类充水含水层在隐伏露头部位得到了第四系松散孔隙含水层地下水或在露头部位得到地表水或大气降水的强烈补给,并且它们位于煤层采动导水裂隙带影响范围之内,只要开采煤炭资源就无法躲避时,其水害的预防和治理就更加复杂困难,个别情况下甚至可能造成大量煤炭资源无法开采,或开采后经济效益极不合理。

(五) 煤层底板承压充水含水层水害

这是我国煤矿水害频率最高、危害程度最大的一种灾害,曾多次造成突水淹井或淹整个生产水平的恶性事故,淹采区或淹采

煤工作面的次数就更多了。像山东淄博、肥城，河南焦作、鹤壁，河北开滦、峰峰、邯郸，湖南涟邵、煤炭坝和广西的合山等矿山，各种特定条件下的底板突水事故多达几十次甚至数百次。究其原因就是我国主要煤矿床的基底沉积了巨厚层的碳酸盐岩岩溶充水含水层，如华北型煤田的奥陶系（甚至包括寒武系）碳酸盐岩和华南型煤田的茅口灰岩。这些碳酸盐岩分布范围广，露头或隐伏在第四系松散孔隙含水层下的面积大，能接受大气降水和地表水或孔隙地下水的强烈补给，一次大的降雨过程，几乎可以补给回填其长期疏排消耗形成的地下水疏降漏斗。由于煤层的倾伏，随着开采水平的延深，作用于煤层底板的充水含水层水压越来越大，煤层底板相对隔水层的厚度及其岩性组合在剖面上又复杂多变，断裂裂隙的发育程度各不相同，采动矿压作用于煤层底板的强度和对其产生的影响和破坏也因地而异。因此，煤层底板突水条件事前就很难分析查明，即使作了探查分析和判断，也常常发生意料之外的情况，故煤层底板突水的机率较高，稍一疏忽就会出现底板水害事故。这是我国矿床水文地质研究领域目前未能圆满解决的一个难题。

（六）岩溶陷落柱水害

众所周知，1984年6月开滦范各庄矿在回采相距底板奥陶系灰岩还有200余米的七号煤层时，由于煤系地层在地质历史时期中不断向奥灰溶洞跨落，形成了一个短轴46 m、长轴67 m的椭圆形岩溶陷落柱，柱体冒落高度竟达200 m，直到七号煤层顶板。该岩溶陷落柱冒落的岩块冲填疏松，沟通了煤系与奥灰强充水含水层的水力联系，结果发生了突水量高达 $2\ 053\ \text{m}^3/\text{min}$ 的恶性突水淹井事故，损失巨大，在世界采矿史上留下了令人难以置信的案例。这种水害，赋存条件孤立而隐蔽，事前难以探查发现，防治难度极大。这类水害事故在我国其他矿区也曾多次发生，只是突水水量较范各庄矿略小而已。

（七）断层破碎带突水水害

这种类型的水害，既可与老窑水发生联系，也可与煤层顶板

含水层或底板承压含水层甚至与地表水体发生水力联系而引起,是煤矿水害类型中最普遍的一类。它可以沿断层走向很长一段范围内普遍含(导)水而引发水害,也可以是很局部的一小段甚至是一个点导水而诱发突水。更有甚者,原始状态是不含(导)水的,但在采动条件下引起顶板导水裂隙意外提高上限或底板岩体裂隙发生活化从而转化为导水断层而突水。例如,开滦赵各庄矿九东工作面迟到滞后 12 年的突水事故(突水水量达 $50 \text{ m}^3/\text{min}$),淄博南定矿-300 水平南大巷突水 $20.17 \text{ m}^3/\text{min}$,肥城国家庄矿 1993 年 1 月 5 日 22 点 30 分七层煤-210 水平北大巷 $549.5 \text{ m}^3/\text{min}$ 的大突水,这些突水事故是出人预料的案例。国家庄矿的这次突水,七层煤以下 47 m 的太原统四灰含水层水位已降到-180 m 以下,在突水迎头以外仅 76 m 处有 5 个打透四灰的钻孔证实确已疏干,并且在其下伏的五灰和奥水含水层中,没有发现向上导升补给的任何迹象,但当掘进迎头揭露落差仅 1.2 m、1.5 m 和 2 m 的三条小断层后,即发生了距离 69 m 以下奥灰水的突水,仅 5.5 h 就淹没了-210 水平,8.5 h 淹没了-70 水平的主泵房,全井迅速覆毁后,7 d 又淹没与此相邻的隆庄矿-120 水平,15 d 后又淹没南高余矿的-80 水平,使三个被淹矿井的水位迅速上升到 +31 m 标高,与奥灰区域水位相一致。根据堵水钻孔资料初步分析看来,这次事故是由于距巷道迎头以外 65 m 的一条落差 20 m 的断层(倾角变小到 20 余度)在巷道底板与上述三条小断层相交的结果。此类水害的预防和治理是非常困难和复杂的。

(八) 地表滑坡和井上下泥石流灾害

此类灾害发生的前提条件是有层间软滑的粘土层、疏松破碎的断层带、粘土充填的节理裂隙等软弱结构面,但要形成灾害,还是与地表、地下的工程活动密切相关。分布在高、中山区(如四川、贵州、云南等地区)的一些煤矿,此类灾害十分突出,造成的危害也很大。解决这类灾害问题的方法,既要从水文地质角度去研究,也需从工程地质和岩土工程的角度去探讨分析。

第一章 煤矿床充水条件分析

矿床充水条件分析,是矿床水文地质学重要研究内容之一,也是矿井水文地质工作的重要环节之一。该项工作从普查—勘探阶段开始,直至矿床开采,贯穿于整个工作过程。普查—勘探阶段的矿床充水条件分析,主要是依据矿床所处的自然地理、地质构造和矿区水文地质特征,重点分析天然条件下主要充水岩层(组)的地下水类型、赋存条件、循环条件和补给条件等,并初步预测矿床开采后矿床主要的充水水源和通道,为普查—勘探报告提供水文地质资料,为详细水文地质勘探的工程部署提供依据,为矿坑涌水量预测计算提供天然条件下的水文地质物理概念模型。

矿床开采阶段,井巷工程已形成,矿床充水条件分析更为具体,即改变为矿坑涌水或矿井涌水条件分析。该阶段的充水条件分析工作重点是在开采条件下矿床充水的水源和通道问题,它们是该阶段矿井水文地质工作的核心。这些工作对预测矿井正常和最大涌水量、对确定科学合理的防治水方案具有极其重要的理论意义和实用价值。

随着我国矿区普查—勘探和矿山开采事业的发展,矿床充水条件分析的理论也日趋完善。我国20世纪50~60年代教课书中该部分内容被称为“矿床充水因素分析”,只讲天然状态下的充水条件;70年代以后的教课书和有关讲义称该部分为“矿坑充水因素分析”、“矿井涌水条件分析”等,不仅名称有所改变,而且讲述内容也有较深入地发展。

矿床充水的基本条件可分为天然充水条件和人为充水条件两大类。



一、矿床充水的天然条件

(一) 天然充水水源

矿床天然充水水源主要可分为大气降水、地表水和地下水三种水源。

1. 大气降水水源

大气降水是地下水的主要补给来源，所有矿床充水都直接或间接地与大气降水有关。这里所讲大气降水水源，是指对矿床直接充水的大气降水水源。

以大气降水补给为主的矿床具有下列特点：

- (1) 矿床矿层（体）埋藏较浅；
- (2) 矿床主要充水岩层（组）是裸露的或者其覆盖层很薄；
- (3) 降水量大且采场面积也大的大型露天矿；
- (4) 矿床处于分水岭或地下水位变幅带内。

2. 地表水水源

在有大型地表水体分布（海、湖、大河流、水库、水池等）的矿床地区，查清天然条件下和矿床开采后的地表水体对矿床开采的影响，是矿区水文地质勘探和矿井水文地质工作的一个重要任务，是评价矿床开采价值的重要内容。地表水体不仅可能造成