

贯彻落实《煤矿防治水细则》系列图书

煤矿防治水 实用技术

主 编 马金伟
副主编 宁尚根 曹广远

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

煤矿防治水实用技术

主 编 马金伟

副 主 编 宁尚根 曹广远

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

为了贯彻落实《煤矿防治水细则》,加强煤矿防治水基础工作,促进煤矿防治水工作规范化与标准化,提高广大煤矿防治水技术和管理人员的工作水平,防范水害事故的发生,依据《煤矿安全规程》和《煤矿防治水细则》,编写了《煤矿防治水实用技术》。本书分为4个部分,包括:煤矿水害防治与测量工作基础、煤矿水害钻探技术、煤矿老空水探放技术和煤矿岩溶含水层注浆改造技术。

本书可作为煤矿防治水专业技术人员和管理人员的培训教材和工具书,也可供相关专业技术人员和管理人员学习和参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

煤矿防治水实用技术 / 马金伟主编. —徐州 :

中国矿业大学出版社, 2018.10

ISBN 978 - 7 - 5646 - 4062 - 0

I. ① 煤… II. ① 马… III. ① 煤矿—矿山水灾—防治

IV. ① TD745

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第180335号

书 名 煤矿防治水实用技术

主 编 马金伟

责任编辑 满建康 吴学兵 周 丽 陈 慧 于世连

出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司

(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)

营销热线 (0516)83885307 83884995

出版服务 (0516)83885767 83884920

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

印 刷 江苏淮阴新华印刷厂

开 本 787×1092 1/16 印张 15.5 字数 387 千字

版次印次 2018 年 10 月第 1 版 2018 年 10 月第 1 次印刷

定 价 56.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

《煤矿防治水实用技术》

编审委员会

主 编	马金伟			
副主编	宁尚根	曹广远		
参 编	李 强	朱海锋	单 涛	王传盈
	董苏苏	许志杰	李 龙	郭玉成
	尹根成	姚增明	王体申	褚福辉
	黄文明	宁昭曦	彭书新	安博智
	徐晓亮	周安黎	纪晓峰	

主 审 宁尚根 迟清奎

前 言

水害是煤矿的主要灾害之一。在煤矿重特大事故中,水害事故起数仅次于瓦斯事故。水害事故一旦发生,具有抢救难度大、救援复矿时间长、经济损失重、社会影响广等特点。因此,党和国家及各级政府、煤矿企业历来高度重视煤矿防治水工作。国家煤矿安全监察局在原《煤矿防治水规定》的基础上修订印发了《煤矿防治水细则》(煤安监调查〔2018〕14号),于2018年9月1日起施行。法律法规、技术标准的不断健全完善,有力地促进了煤矿防治水工作的开展。

我国煤矿水文地质条件十分复杂,煤炭开采受到老空(窑)水、地表水、顶板水和底板岩溶水等多种水害的严重威胁。近年来,随着煤炭开采深度逐渐加大和下组煤的开发,重特大突水事故时有发生,特别是在资源整合矿井内部和周边,废弃小矿井比比皆是,极易造成矿井透水事故。为了贯彻落实《煤矿防治水细则》,加强煤矿防治水基础工作,给防治水工程技术和管理人员提供工作方法和技术指导的工具书,促进煤矿防治水工作规范化与标准化,提高广大煤矿防治水技术和管理人员的工作水平,防范水害事故的发生,依据《煤矿安全规程》和《煤矿防治水细则》,编写了这部《煤矿防治水实用技术》。

本书分为4个部分。第1部分“煤矿水害防治与测量工作基础”,主要内容为煤矿地质灾害防治与测量相关的地质、水文、测量、储量管理等各专业基础知识、主要技术参数、计算公式、政策性规定以及技术审批规定等,目的是方便煤矿相关专业技术人员及管理人员掌握和查找使用。第2部分“煤矿水害钻探技术”,是在收集国内外煤矿井下钻探技术资料基础上,系统梳理总结了钻探工程地质与水文地质、煤矿井下钻探设备与操作、井下钻孔事故预防与处理、钻探工艺与方法以及设计、措施编制要求等,可作为煤矿防治水专业人员和钻工教育培训的参考资料。第3部分“煤矿老空水探放技术”,是在收集国内探放老空水技术资料基础上,全面总结了老空水害分类及特点、老空水探放目的及原则、老空水探放技术方法及流程和老空水害危险源识别及应急处置措施等内容,为专业技术人员在探放老空水方面提供参考和帮助。第4部分“煤矿岩溶含水层注

浆改造技术”，是在总结肥矿集团近 30 年注浆改造岩溶含水层技术基础上，系统阐述了注浆改造技术的提出与发展、含水层注浆改造机理及作用、注浆改造技术的使用条件及分类、注浆改造材料及工艺、奥灰顶部注浆改造技术和地面区域注浆改造技术等内容，为专业技术人员在注浆改造岩溶含水层治理底板承压水害方面提供参考资料。

中国矿业大学出版社有关领导和编辑为本书的编写和出版付出了艰辛和努力，有关煤炭企业和科研院校为本书编写提供了宝贵资料，在此一并致谢！

由于时间仓促，本书可能还存在不少问题，敬请读者批评指正，以便再版时修正。

编者

2018 年 9 月

目 录

第 1 部分 煤矿水害防治与测量工作基础

第 1 章 煤矿防治水基础知识.....	3
1.1 名词解释	3
1.2 主要技术参数	5
1.3 常用计算公式	12
1.4 矿井采掘工作面水害预测图例	32
第 2 章 煤矿地质	33
2.1 名词解释	33
2.2 煤矿地质类型划分	34
2.3 岩石坚固性分级及碎胀系数	35
2.4 地质主要参数	36
2.5 煤质分级	43
2.6 煤炭地质勘查的工作程度和工程控制程度	52
2.7 储量及矿井设计规模	57
2.8 矿井瓦斯等级划分标准	61
2.9 冲击地压倾向性鉴定标准及主要技术参数	61
第 3 章 煤矿测绘	64
3.1 名词解释	64
3.2 保护煤柱留设	65
3.3 巷道贯通通知单规定	72
3.4 各种采煤方法的下沉系数	72
3.5 地表裂缝深度的实测结果	73
3.6 综放开采裂采比	73
3.7 建筑物损坏补偿办法	73
第 4 章 煤矿地测相关政策性规定	75
4.1 采矿许可证、探矿权有效期	75
4.2 采矿权使用费计算	75

4.3 采矿权价款缴纳规定	75
4.4 探矿权使用费计算	75
4.5 探矿权价款	76
4.6 矿产资源补偿费	76
4.7 矿井水平、采区、工作面个数规定	76
附件	77
附件 1 地质年代表	77
附件 2 地测专业技术资料审批规定一览表	78
附件 3 煤矿安全生产标准化基本要求及评分办法(地质灾害防治与测量)	81

第 2 部分 煤矿水害钻探技术

第 1 章 钻探工程地质、水文地质基础知识	93
1.1 岩石的概念及特点	93
1.2 岩石的分类	93
1.3 岩石的物理特性	97
1.4 岩石硬度系数	98
1.5 岩石的可钻性	99
1.6 水文基础知识	101
第 2 章 煤矿井下钻探设备	108
2.1 钻机	108
2.2 泥浆泵	110
2.3 钻杆	112
2.4 钻头	112
第 3 章 钻机操作	114
3.1 立轴式 ZL300HA 型钻机操作	114
3.2 动力头式 ZDY1200S 型钻机操作	115
3.3 钻机操作安全与维护注意事项	120
第 4 章 煤矿井下钻探基本知识	122
4.1 概述	122
4.2 钻孔设计	122
4.3 井下现场钻孔要素标定	124
4.4 钻孔孔深测量	124
4.5 钻进方法	125

4.6 高压含水层钻进	129
4.7 钻探施工危险源及有害因素辨识	132
第 5 章 井下钻孔事故预防与处理方法	133
5.1 孔内事故的危害及预防事故的意义	133
5.2 孔内事故的分类	133
5.3 处理孔内事故的步骤	134
5.4 处理孔内事故的基本技术	134
5.5 埋钻事故预防与处理方法	137
5.6 烧钻事故预防与处理方法	139
5.7 钻具挤夹、卡阻事故预防与处理方法	140
5.8 钻具折断、脱落、跑钻事故预防与处理方法	144
附件	150
附件 1 井下钻探工安全技术操作规程	150
附件 2 钻探工岗位标准操作流程	151
附件 3 矿井井下高压含水层探水钻探技术规范	153

第 3 部分 煤矿老空水探放技术

第 1 章 老空水害分类及特点	165
1.1 老空水害分类	165
1.2 老空水害主要特点	166
第 2 章 老空水害防治技术体系	167
第 3 章 老空水探放的目的和原则	168
3.1 老空水探放目的	168
3.2 探放水基本原则	168
3.3 老空水探放设计原则	169
第 4 章 老空水探放方法和程序	171
4.1 井下老空水探放基本方法	171
4.2 老空水探放流程	171
第 5 章 老空水调查或排查	172
5.1 水害普查	172
5.2 老空水害隐患排查	173

5.3	老空积水超前物探	175
5.4	老空水动态监测	175
第 6 章	老空水探放设计	176
6.1	老空水探放设计工作流程	176
6.2	老空水探放钻孔布设工艺及参数	176
6.3	老空水探放设计编制	180
6.4	老空水探放设计审定及技术交底	181
第 7 章	老空水探放施工安全技术措施	182
7.1	钻探安全措施	182
7.2	放水及巷道透老空措施	182
7.3	探水巷道掘进安全措施	183
7.4	其他安全措施	183
第 8 章	老空水探放效果验证及总结	184
8.1	探放老空水效果验证	184
8.2	探放老空水总结	184
第 9 章	老空水探放施工技术管理	185
第 10 章	老空水害危险源识别及应急处置措施	186
10.1	老空水害危险源识别	186
10.2	老空水害应急处置措施	187
附件		188
附件 1	老空(老窑)水害调查报告(编制提纲)	188
附件 2	老空水探放设计(编制提纲)	190
附件 3	探放水安全技术措施(编制提纲)	191
附件 4	老空水探放总结(编制提纲)	192
附件 5	山西省煤矿老空水害防治工作规定	192
附件 6	煤矿防治水分区管理论证报告(编制提纲)	197

第 4 部分 煤矿岩溶含水层注浆改造技术

第 1 章	注浆改造技术的提出与发展	201
1.1	注浆改造技术的提出	201
1.2	注浆改造技术发展过程	201

第 2 章 含水层注浆改造机理及作用	203
2.1 含水层注浆改造基本原理	203
2.2 注浆改造浆液渗透机理	203
2.3 含水层注浆改造作用	204
第 3 章 注浆改造技术	206
3.1 注浆改造的适用条件	206
3.2 注浆改造分类	206
第 4 章 注浆改造材料	208
4.1 水泥及水泥浆	208
4.2 黏土及黏土浆	211
4.3 黏土水泥浆	212
第 5 章 注浆改造工艺	216
5.1 注浆孔的布设及结构	217
5.2 制浆设备及工艺	218
5.3 注浆系统及工艺	221
5.4 注浆效果检查与评价	224
第 6 章 奥灰顶部注浆改造技术	225
6.1 奥灰顶部层段划分	225
6.2 奥灰顶部注浆改造可行性分析	226
6.3 奥灰顶部注浆改造的作用	227
6.4 奥灰突水系数临界值及开采临界标高计算	228
6.5 奥灰顶部注浆改造深度计算公式推导	229
6.6 各煤层奥灰顶部注浆改造深度的确定	229
第 7 章 地面区域注浆改造技术	231
7.1 地面水平钻孔注浆加固底板方法及特点	231
7.2 含水层注浆改造区域治理技术施工流程	232
7.3 地面区域治理承压水害关键技术	232
参考文献	233

第 1 部分

煤矿水害防治与测量工作基础

第1章 煤矿防治水基础知识

1.1 名词解释

突水:含水层水的突然涌出。

透水:老空水的突然涌出。

含水层:能透过和给出相当水量的岩层。凡水量足以威胁或影响矿井生产的岩层均可视为含水层,按其威胁程度可进一步划分不同等级的含水层。

隔水层:不能透过和给出水量(透水和给水量均微不足道)的岩层。一般是指泥质含量大($>15\%$),单位涌水量及渗透系数小 $[q < 0.01 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m})]$,渗透系数小于1],具有阻隔水能力的岩石。《煤矿防治水细则》解释:开采煤层底板至含水层顶面之间的厚度为隔水层厚度。

透水层:能让水流透过的岩层。比较含水层而言,能透水但给出水量微弱。

上层滞水:包气带内局部隔水层之上积聚的具有自由水面的重力水。常分布于砂层中的黏土夹层之上和石灰岩中溶洞底部有黏性土充填的部位。

潜水:地表以下第一个稳定隔水层以上具有自由水面的地下水。潜水有自由水面,地表至潜水面间的距离为潜水埋藏深度。潜水层以上没有连续的隔水层,不承压或仅局部承压。

承压水:充满两个隔水层之间的含水层中的地下水。

离层水:煤层开采后,顶板覆岩不均匀变形及破坏而形成的离层空腔积水。

地表水:指陆地表面上动态水和静态水的总称,亦称“陆地水”,包括各种液态的和固态的水体,主要有河流、湖泊、沼泽、冰川、冰盖等。

老空水:已采掘的旧巷及空洞内,常有大量积水被称为老空水。

矿井正常涌水量:矿井开采期间,单位时间内流入矿井的平均水量。一般以年度作为统计区间,以“ m^3/h ”为计量单位。

矿井最大涌水量:矿井开采期间,正常情况下矿井涌水量的峰值。主要与采动影响和降水量有关,不包括矿井灾害水量。一般以年度作为统计区间,以“ m^3/h ”为计量单位。

矿井富水系数:富水系数又称含水系数,是指生产矿井在某时期排水水量 Q 与同一时期的煤炭生产量 P 的比值,即矿井每采一吨煤时需从矿井中排出的水量。

静储量:指天然条件下,储存于地下水最低水位以下含水层中的重力水。因为该体积仅随地质年代发生变化,故称静储量或永久储量。静储量按下式计算: $V_{\text{静}} = \mu \cdot V$,式中: μ 是含水层的给水度; V 是潜水最低水位以下含水层的体积或承压含水层的体积。

动储量:指通过含水层横断面的天然径流量。

调节储量:指地下水位变动带(多年最高与最低水位之间)内含水层中的重力水体积。

开采储量:指在一定的经济技术条件下,用合理的取水工程从含水层中取出的水量,并在预定的开采期内,不会发生水量减少、水质恶化等不良现象。

天然储量:静储量、调节储量和动储量合称地下水的天然储量,它反映天然条件下地下水的水量状况。

降雨量:在某时间内的降雨,未经蒸发、渗透、流失而在水面上积聚的水层深度,称为降雨量。一般指地面每平方米接收到的雨水深度,以 mm 计算。一般用雨量计或雨量筒测定。气象学中一般按 24 小时降雨量划分降水强度。

松散层:指第四系、新近系末未成岩的沉积物,如冲积层、洪积层、残积层等。

近水体:对采掘工作面涌水量可能有直接影响的水体被称为近水体。

顶板保护层:设计水体下采煤的安全煤岩柱时,为了安全起见所增加的岩层区段,它位于导水裂隙带与水体底界面之间。

开采上限:水体下采煤时用安全煤(岩)柱设计方法确定的煤层最高开采标高。

垮落带:由采煤引起的上覆岩层破裂并向采空区垮落的岩层范围。

导水裂隙带:垮落带上方一定范围内的岩层发生断裂,产生裂隙,且具有导水性的岩层范围。

抽冒:是指在浅部厚煤层、急倾斜煤层及断层破碎带和基岩风化带附近采煤或者掘进时,顶板岩层或煤层本身在较小范围内垮落超过正常高度的现象。

切冒:当厚层极硬岩层下方采空区达到一定面积后,发生直达地表的岩层一次性突然垮落和地表塌陷的现象。

防隔水煤(岩)柱:为确保近水体安全采煤而留设的煤层开采上(下)限至水体底(顶)界面之间的煤岩层区段。

防砂安全煤(岩)柱:在松散层弱含水层或固结程度差的基岩弱含水层底界面至煤层开采上限之间设计的用于防止水、砂溃入井巷的煤岩层区段。

防塌安全煤(岩)柱:在松散黏土层或者已疏干的松散含水层底界面至煤层开采上限之间设计的用于防止泥砂塌入采空区的煤岩层区段。

防滑安全煤(岩)柱:在可能发生岩层沿弱面滑移的地区,为了防止或者减缓井筒、地面建(构)筑物滑移而在正常保护煤柱外侧增加留设的煤层区段。

老空:是指采空区、老窑和已经报废井巷的总称。

水淹区域:指被水淹没的井巷和被水淹没的老空总称。

积水线:是指经过调查确定的积水边界线。积水线是由调查所得的水淹区域积水区分布资料,或由物探、钻探探查确定。一般根据物探、钻探探查或分析确定的老空积水区范围,在采掘工程平面图上按照积水上限标高沿等高线确定积水范围边界线。大致查明的,要根据积水范围观测到的最高泄水标高确定。

探水线:是指用钻探方法进行探水作业的起始线。探水线是根据水淹区域的水压、煤(岩)层的抗拉强度及稳定性、资料可靠程度等因素沿积水线平行外推一定距离划定。当采掘工作面接近至此线时就要采取探放水措施。

警戒线:是指开始加强水情观测、警惕积水威胁的起始线。警戒线是由探水线再平行外推一定距离划定。当采掘工作面接近此线后,应当警惕积水威胁,注意采掘工作面水情变化。如发现有渗水征兆要提前探放水,情况危急时要及时撤离受水害威胁区域人员。

超前距:探水钻孔沿巷道掘进前方所控制范围超前于掘进工作面迎头的最小安全距离。

帮距:最外侧探水钻孔所控制范围与巷道帮的最小安全距离。

带压开采:在具有承压水压力的含水层上进行的采煤被称为带压开采。

安全水头值:隔水层能承受的含水层最大水头压力值,即不致引起矿井突水的承压水头最大值。

底板采动导水破坏带:煤层底板岩层受采动影响而产生的采动导水裂隙的范围,其深度为自煤层底板至采动破坏带最深处的法线距离。

底板承压水导升带:煤层底板承压含水层的水在水压力和矿压作用下上升到其顶板岩层中的范围。

1.2 主要技术参数

1.2.1 矿井水文地质类型划分(表 1-1-1)

表 1-1-1 矿井水文地质类型

分类依据		类 别			
		简单	中等	复杂	极复杂
井田内受采掘破坏或者影响的含水层及水体	含水层(水体)性质及补给条件	为孔隙、裂隙、岩溶含水层,补给条件差,补给来源少或者极少	为孔隙、裂隙、岩溶含水层,补给条件一般,有一定的补给水源	为岩溶含水层、厚层砂砾石含水层、老空水、地表水,其补给条件好,补给水源充沛	为岩溶含水层、老空水、地表水,其补给条件很好,补给来源极其充沛,地表泄水条件差
	单位涌水量 q / $[L/(s \cdot m)]$	$q \leq 0.1$	$0.1 < q \leq 1.0$	$1.0 < q \leq 5.0$	$q > 5.0$
井田及周边老空水分布状况		无老空积水	位置、范围、积水量清楚	位置、范围或者积水量不清楚	位置、范围、积水量不清楚
矿井涌水量 / (m^3/h)	正常 Q_1	$Q_1 \leq 180$	$180 < Q_1 \leq 600$	$600 < Q_1 \leq 2\,100$	$Q_1 > 2\,100$
	最大 Q_2	$Q_2 \leq 300$	$300 < Q_2 \leq 1\,200$	$1\,200 < Q_2 \leq 3\,000$	$Q_2 > 3\,000$
突水量 Q_3 / (m^3/h)		$Q_3 \leq 60$	$60 < Q_3 \leq 600$	$600 < Q_3 \leq 1\,800$	$Q_3 > 1\,800$
开采受水害影响程度		采掘工程不受水害影响	矿井偶有突水,采掘工程受水害影响,但不威胁矿井安全	矿井时有突水,采掘工程、矿井安全受水害威胁	矿井突水频繁,采掘工程、矿井安全受水害严重威胁
防治水工作难易程度		防治水工作简单	防治水工作简单或者易于进行	防治水工作难度较高,工程量较大	防治水工作难度高,工程量大

注:1. 单位涌水量 q 以井田主要充水含水层中有代表性的最大值为分类依据。
2. 矿井涌水量 Q_1 、 Q_2 和突水量 Q_3 以近 3 年最大值并结合地质报告中预测涌水量作为分类依据。
3. 同一井田煤层较多,且水文地质条件变化较大时,应当分煤层进行矿井水文地质类型划分。
4. 按分类依据就高不就低的原则,确定矿井水文地质类型。

1.2.2 降雨量等级划分(表 1-1-2)

表 1-1-2 降雨量等级

等级	降雨量/(mm/d)	特 征	备 注
小雨	0.1~9.9	能使地面潮湿,但不泥泞	暴雨雨时短,雨水大部分来不及渗入地下,多呈地表径流流失
中雨	10~24.9	与降到屋顶有“淅淅”声,洼地积水	
大雨	25~59.9	降雨如倾盆,落地四溅	
暴雨	50.0~99.9	比大雨猛,能造成山洪	
大暴雨	100.0~249.9	比暴雨大或时间长,能造成洪涝灾害	
特大暴雨	≥250.0	能造成严重洪涝灾害	

1.2.3 暴雨预警信号分级(表 1-1-3)

表 1-1-3 暴雨预警信号分级

预警信号	降雨量及影响程度
暴雨蓝色预警	12 h 内降雨量将达 50 mm 以上,或已达 50 mm 以上,可能或已经造成影响且降雨可能持续
暴雨黄色预警	6 h 内降雨量将达 50 mm 以上,或已达 50 mm 以上,可能或已经造成影响且降雨可能持续
暴雨橙色预警	3 h 内降雨量将达 50 mm 以上,或者已达 50 mm 以上,可能或已经造成较大影响且降雨可能持续
暴雨红色预警	3 h 内降雨量将达 100 mm 以上,或者已达 100 mm 以上,可能或已经造成严重影响且降雨可能持续

1.2.4 含水层划分原则(表 1-1-4)

表 1-1-4 含水层划分原则

一般原则	注意透水层、隔水层和含水层的相关概念及相互转化的关系考虑形成条件,并能反映客观实际	
根据生产目的	供水	能满足供水量的岩层均可视为含水层,按水量大小进一步划分不同等级的含水层。含水层划分同时要考虑供水规模和要求的不同,以及不同区域水资源差异
	矿井防治水	凡水量足以威胁或影响矿井生产的岩层均可视为含水层,按其威胁程度可进一步划分不同等级的含水层。划分时以含水层的单位涌水量为主要指标,同时要考虑含水层距开采煤层的距离、含水层的水压等多方面因素
根据岩层分布条件	含水层段	对于厚度很大的含水层,考虑岩性差异、裂隙或岩溶发育程度在垂直方向上的变化,应进一步划分出含水性不同的层、段
	含水层组	从简化地质条件、有利生产工作出发,可将一些岩性和含水性相近的薄层含水层综合体归并成一个含水层组
	含水带	不含水的岩层,由于局部裂隙影响可以透水并含水。因此在岩层水平分布方向上,应按实际含水情况划分出含水层带
	富水带	含水岩层由于局部岩性变化,裂隙和岩溶发育可以存在透水性和含水性很强的地段(如古河床、岩溶集中径流地带等),在水平分布上应划分出富水带