

全国特种作业人员安全技术培训考核统编教材

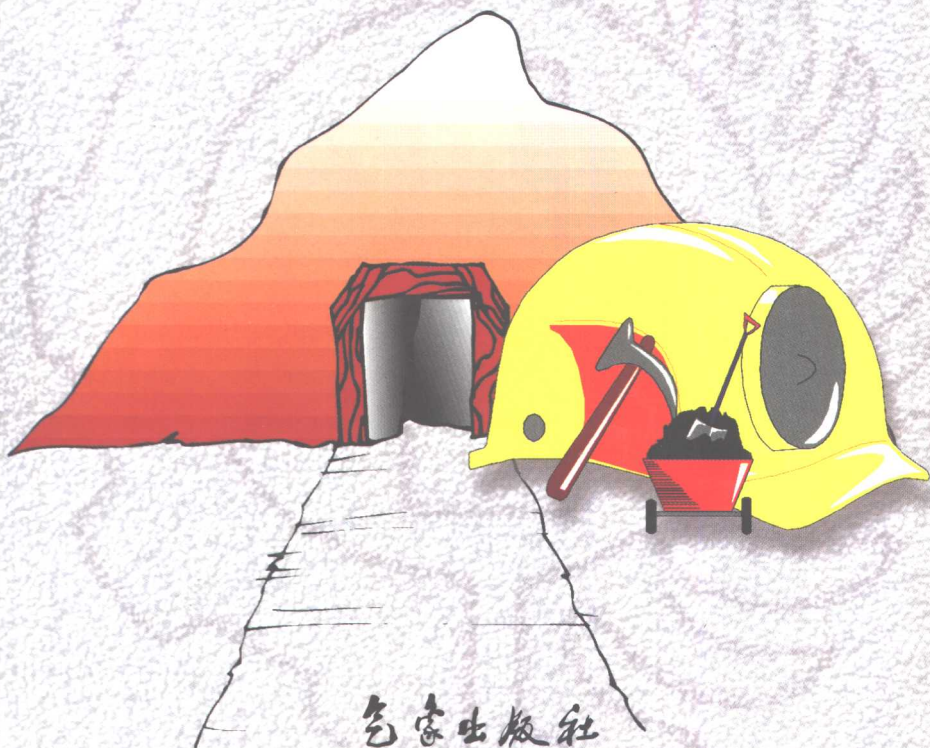
QUANGUO TEZHONG ZUOYE RENYUAN ANQUAN JISHU PEIXUN KAOHE TONGBIAN JIAOCAI

矿井泵工

国家经贸委

KUANGJING BENGGONG

安全生产局 / 组织编写



气象出版社

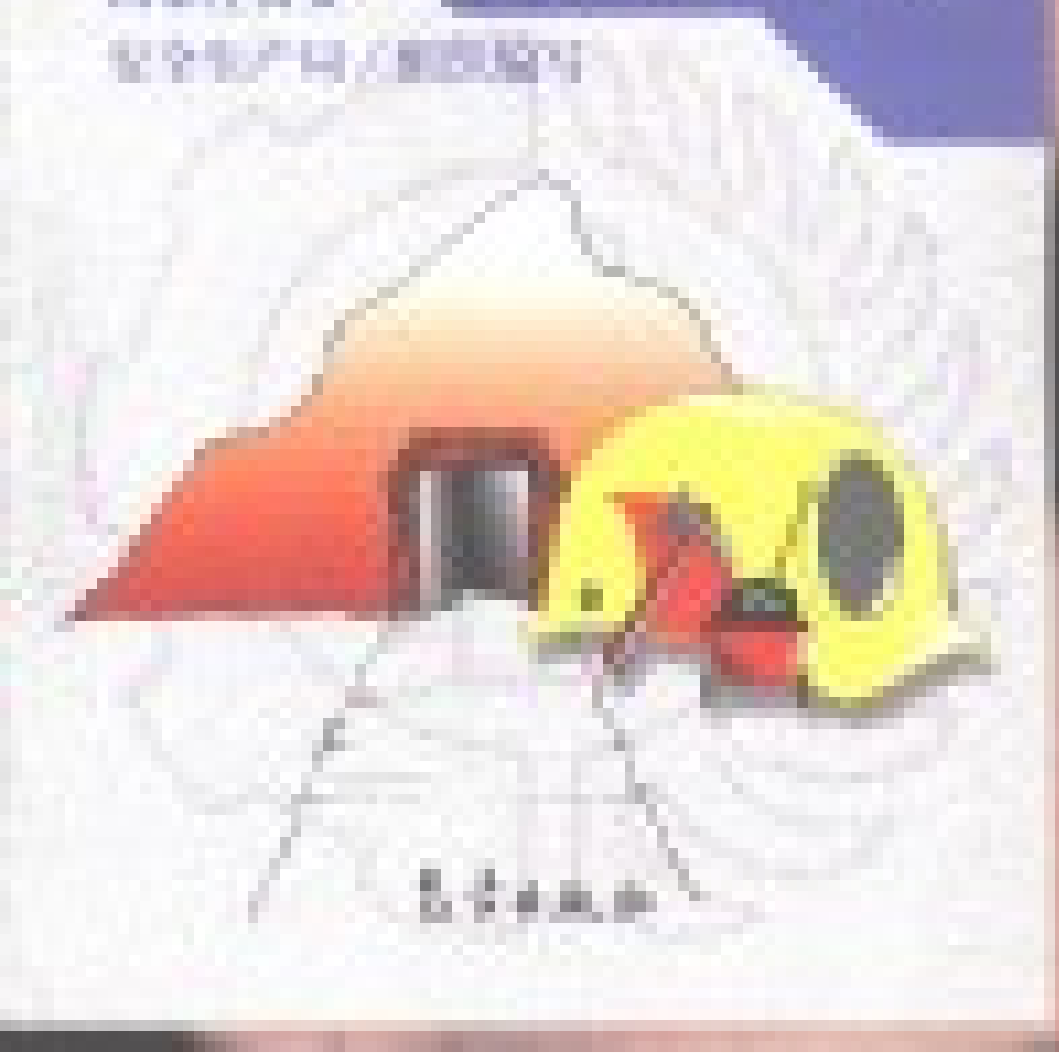
中国地质大学（北京）地质工程研究所 地质工程研究所

矿井泵工

中国地质大学（北京）

地质工程研究所 地质工程研究所

地质工程研究所 地质工程研究所



地质工程研究所

全国特种作业人员安全技术培训考核统编教材

矿 井 泵 工

国家经贸委安全生产局 组织编写

编 写：黄 艳 李 波 孔庆高

审 核：罗长才 王秀芹 王兆清 孙广忠

气象出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

矿井泵工/国家经贸委安全生产局组织编写. --北京:
气象出版社, 2001. 6

全国特种作业人员安全技术培训考核统编教材

ISBN 7-5029-3196-1

I. 矿... II. 国... III. 矿山用泵-使用-技术培训-教材

IV. TD442

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 041833 号

内容提要

本书从加强矿山特种作业人员安全技术培训工作出发,根据《矿山特种作业人员安全操作资格考核标准》对矿井泵工的要求,全面介绍了矿用水泵的基本理论、安全操作和维护管理技术,旨在提高矿井泵工的安全意识、责任感和实际操作技能以及处理事故的能力,使矿山特种作业人员的素质得到全面的提高。本书内容包括概述、叶片式水泵、其他水泵、矿山固定排水设备的应用、水泵的操作运行、管理及维护检修、事故案例分析及防范措施、矿山安全基本知识。

本书主要作为矿井泵工的安全操作资格的培训教材,亦可供检修、管理及有关工程技术人员参考。

气象出版社 出版

(北京中关村南大街 46 号 邮编:100081 电话:62175925 69554459)

责任编辑:王秀芹 成秀虎 终审:周诗健

封面设计:刘扬 责任技编:陈红 责任校对:宋春香

*

北京市兴怀印刷厂印刷

气象出版社发行 全国各地新华书店经销

*

开本:850×1168 1/32 印张:5 字数:130 千字

2001 年 6 月第一版 2001 年 6 月第一次印刷

印数:1—5000 定价:10.00 元

前 言

电工作业、金属焊接切割等一些特种作业容易发生伤亡事故，对操作者本人、他人及周围设施、设备的安全造成重大危害。从统计资料分析，大量的事故都发生在这些作业中，而且多数都是由于直接从事这些作业的操作人员缺乏安全知识，安全操作技能差或违章作业造成的。因此，依法加强直接从事这些作业的操作人员，即特种作业人员的安全技术培训、考核非常必要。

为保障人民生命财产的安全，促进安全生产，《劳动法》、《矿山安全法》、《消防法》等有关法律、法规作出了一系列的规定，要求特种作业人员必须经过专门的安全技术培训，经考核合格取得操作资格证书，方可上岗作业。原劳动部曾制定了相应的培训考核管理规定和培训考核大纲，并编写了特种作业人员培训考核统编教材，对推动此项工作发挥了重要作用。1998年国务院机构改革后，原劳动部承担的职业安全监察、矿山安全监察及安全综合管理职能划入国家经贸委。为适应社会主义市场经济的发展和劳动用工制度改革、劳动力流动频繁的新形势，防止各地特种作业人员实际操作水平的参差不齐，避免重复培训、考核和发证，减轻持证人员的负担和社会的总体运营成本，统一规范特种作业人员的培训、考核工作，国家经贸委发布了《特种作业人员安全技术培训考核管理办法》（国家经贸委令第13号），在全国推广使用具有防伪功能的IC卡《中华人民共和国特种作业操作证》，实行统一的培训大纲、考核标准、培训教材及证件。

为此，在总结经验并广泛征求各方面意见的基础上，国家经贸委安全生产局组织有关单位的专家、技术人员编写了这套教材。本套教材包括：《电工》、《焊工》、《厂内机动车辆驾驶员》、《起重工》、《起重司索工》、《制冷工》、《大型制冷工》、《电梯工》、《信号工·拥罐工》、《矿井泵工》、《矿井通风工》、《主扇风机操作工》、《主提升机

操作工》、《绞车操作工》、《带式输送机操作工》、《矿用机车司机》、《铲运机司机》、《矿用汽车驾驶员》、《尾矿工》、《安全检查工》等 20 余种教材,由罗音宇、王红汉、张静、徐晓航、曲世惠主编,闪淳昌、杨富、任树奎主审。

本套教材在编审过程中,得到了武汉安全环保研究院、天津市劳动保护教育中心、河南省劳动保护教育中心、北京市事故预防中心、青岛市安全生产监督管理局、武钢矿业公司、大冶有色金属公司、鲁中冶金矿业公司、淮南矿务局、大冶铁矿、铜录山铜矿、梅山铁矿、马钢南山铁矿、南芬铁矿、鸡冠咀金矿、湖北省经贸委安全生产处、湖南省经贸委安全生产处、山东省安委会办公室等单位的大力支持,在此,谨对上述单位表示谢意。

本套教材介绍了特种作业人员必须掌握的安全技术知识,包括基本理论知识和实际操作技能,融科学性、实用性、系统性于一体,是特种作业人员上岗前,为取得《中华人民共和国特种作业操作证》进行安全技术培训的指定教材,也是上岗后不断巩固、提高的工具书,同时也可供有关管理人员、工程技术人员及大专院校师生参考。

《矿井泵工》由黄艳、李波、孔庆高同志编写,罗长才、王秀芹、王兆清、孙广忠审核。

国家经贸委安全生产局

2000 年 12 月

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 矿井的涌水量.....	(1)
第二节 矿山防水与排水的任务及内容.....	(9)
第三节 矿山排水系统	(12)
第四节 矿山排水设备及分类	(15)
第二章 叶片式水泵	(18)
第一节 离心式水泵的分类及型号	(18)
第二节 离心式水泵的构造	(21)
第三节 离心式水泵的工作原理及基本参数	(24)
第四节 离心式水泵的主要零件	(31)
第五节 离心式水泵的基本性能参数	(34)
第六节 离心式水泵的基本方程式	(37)
第七节 离心式水泵的联合工作	(39)
第八节 泵用安全装置	(40)
第三章 其他水泵	(48)
第一节 射流泵	(48)
第二节 气泡泵	(49)
第三节 压气泵	(50)
第四节 往复泵	(51)
第五节 螺杆泵	(53)
第四章 矿山固定排水设备的应用	(55)
第一节 对矿山固定排水设备的要求	(55)
第二节 确定水泵台数	(56)
第三节 水泵房和水仓	(58)
第四节 排水管路及阀门	(67)
第五节 矿山排水设备的驱动	(85)

第六节	水泵的安装	(89)
第五章	水泵的操作运行、管理及维护检修	(93)
第一节	水泵操作工岗位管理制度	(93)
第二节	离心式水泵的运行工况及调节	(99)
第三节	离心式水泵的维护检修	(105)
第四节	排水设备常见故障及处理方法	(114)
第六章	事故案例分析及防范措施	(122)
第一节	矿山事故处理准则	(122)
第二节	事故预防	(123)
第三节	事故案例分析	(125)
第四节	被淹没矿井的排水案例分析	(131)
第七章	矿山安全基本知识	(140)
第一节	矿山防灭火	(140)
第二节	矿山人身事故紧急救护知识	(146)
第三节	矿山职工素质要求	(153)
参考文献		(154)

第一章 概 述

第一节 矿井的涌水量

一、矿井的涌水量

矿井涌水主要来自大气降水、地表水、地下水和老窿及旧井巷积水。

大气降水包括雨水和融雪,是很多矿坑涌水的经常补给源之一。不同的地区、不同的季节,涌入矿井的水量也不同。在降水量较大的季节和地区,矿井涌水量也较大;在降水量较小的季节和地区,矿井涌水量也较小。涌水量随井巷深度增加而减少。

地表水是指江、河、湖、海、洼地积水及水库的水等。

地下水主要来自孔隙水、裂隙水和岩溶水。地下各种岩层和土层(其中如砂土、砂砾和卵石)因有大量空隙,水在其中积存和渗透,称为含水层,石炭岩很细密,易浸蚀成溶洞,连起来的溶洞可构成地下暗河,这种岩层在矿井开采过程中涌水量会突然增大,危害很大。

地下水流入矿井后组成静储量 and 动储量两部分,开采初期或水源供给不充沛的情况下,往往是以静储量为主,随着排水时间延长,静储量逐渐被消耗,动储量的比例相对增加。

我国许多矿区都分布有古代老窿和现已停止排水的旧巷道,当井下采掘工作面接近它们时,老窿和旧巷积水便会成为矿坑涌水的水源。

二、露天矿涌水量的产生

露天矿涌水量的产生主要有自然和人为两大因素。

自然因素包括气候条件、地表水体、地形条件、岩石结构、地质构造等。

气候条件的影响,使矿床的含水性不仅具有季节性的特征,而且也有着明显的地区性特征。在我国气温高雨量大的南方和西南方,降水渗透是地下水的主要来源。在气温低雨量少的西北地区,水蒸发量大,地下水的水位也较低。

地表水体(河流、湖泊、海洋等)和地下水在一定条件下可以互相转化和补给。河流、湖泊的水位、流量变化,海潮的影响都会传递给附近矿区的潜水。

地形影响到地下水的循环条件和含水岩层埋藏的深度。对位于侵蚀基准面以上和地势较高的矿床,很可能是无水或含水较少。反之就可能含水较多。在古河道地区,往往分布着较厚的砂砾层,并极易存有丰富的地下水,它可以向附近的矿体渗透和补给。

人为因素包括不科学的开采、废坑积水、未处理的勘探钻孔等。

在开采过程中不掌握矿山的水文地质资料,没有采取有效的防水排水措施,或由于开采工作上错误,很可能导致突然涌水引起不必要的损失。另外,对边坡参数确定的不合理和维护不善,发生大面积滑坡时,容易诱发涌水,甚至造成滑坡与涌水之间的互相诱发。

废弃的矿坑常有大量积水,当排水工作停止后,废坑内的积水水位将会上涨。这种水源一旦与采场沟通,在一瞬间就会以很大的水压和水量突然涌入采场,使涌水量巨增。此外,人工水库的渗水也是矿山涌水量增加的因素。

地质勘探工作结束后,必须用黏土或水泥将钻孔封死。否则,一经开采钻孔本身就成为沟通含水层和地表水的通路,将水引入

作业区。

总之,地表水、大气降水和地下水都将成为露天矿涌水的水源。

三、涌水量的预测

1. 涌水量预测的任务

矿坑涌水量是矿山排水和矿床疏干设计的重要依据。矿坑涌水量数值,影响矿山基建工程和投资的规模、矿石生产成本和矿山生产经济效益的高低,在水文地质条件复杂程度中等以上的矿山,还影响着矿山治水方案的确定。

矿坑涌水量预测包括矿坑总体涌水量预测和具体开拓工程涌水量预测。主要任务是:预测不利边界条件、不利垂向补给条件下将威胁矿山安全的最大涌水量和正常补给条件下的正常涌水量,为设计矿山排水能力提供依据;预测枯水条件下的最小可能涌水量,为利用矿坑水提供水量下限;必要而且可能时,预测正常补给条件下矿坑排水量与矿山疏干时间的关系,供确定最佳疏干排水量之用。

矿坑涌水量预测要反映补给期与非补给期、洪水年份与枯水年份在补给因素、边界条件和径流通道方面的差异。要反映天然条件以及矿床开采、矿坑排水所引起的条件变化。

常用的矿坑涌水量预测方法有水文地质比拟法、涌水量曲线方程法、水均衡法和稳定流解析法四类。这四类方法适用于水文地质条件比较简单的矿山,且均具简便易行的优点。20世纪70年代以来,数值法和电网络模拟法得到了应用,这两类方法能逼近矿山水文地质条件和疏干、排水条件,能实现涌水量预测的各项任务,但计算耗时多、费用大、对基础资料和渗流场的控制程度要求高,一般用于条件比较复杂的矿山。

2. 涌水量预测的要求

(1)在矿坑涌水量预测之前,必须先查清矿区水文地质条件和

矿坑充水因素,然后再结合矿床开采方法,选择合适的计算方法和公式。这是矿坑涌水量预测可靠性的基本保证。

(2)为达到上述要求,在矿床勘探阶段,就应当根据矿区可能采用的涌水量计算方法,合理布置和调整水文地质勘探工程和试验,以使其满足涌水量计算的要求。

(3)矿坑涌水量预测的项目,当矿区水文地质条件简单时:露天开采矿山,只需计算某一标高以上一个或几个的矿坑涌水量,包括地下水涌水量和降雨径流量;地下开采矿山,除需计算基建开拓各阶段涌水量以外,还需计算竖井、斜井井筒的涌水量。当矿区水文地质条件在中等复杂程度以上,而矿山又需设计疏干防水措施时,不论是露天或地下开采的矿山,除要求计算上述项目外,还需计算各阶段相应的地下水静储量。

(4)地下开采某一阶段或露天开采某一标高的矿坑涌水量计算,一般都应包括正常涌水量和最大涌水量。按照设计部门的计算方法,阶段涌水量和露天采矿场渗水量一般均由地下水水量和降雨汇集的水量组成。即阶段涌水量为地下水涌水量与降雨渗入量之和;露天采矿场涌水量为地表水涌水量与降雨流量之和。

四、涌水量的计算

矿井涌水量的大小,通常以每小时或每分钟涌入矿井多少立方米来计算,由于涌水量受水文地质、气候条件、地下积水及开采方法的影响,因此各矿井涌水量均不一致,即便同一矿井,不同季节也不一样,当雨季和融雪期出现高峰时渗入井下,这时的涌水量为最大涌水量,正常时期的涌水量为正常涌水量。

地下开采的矿山要计算最低开拓水平以上各阶段的井下水正常涌水量与最大涌水量,计算竖井或斜井井筒的涌水量;当矿体开采顶板崩落后能导致降雨渗入矿井时,要计算崩落区正常降雨量及设计频率的暴雨渗入量。

露天开采的矿山要按照排水方案确定的各泵站所在标高及位

置,计算各泵站的地下水正常涌水量及最大涌水量。计算各泵站承担的汇水区的正常降雨径流量及设计频率的短历时及长历时暴雨径流量,并进行储排平衡计算,绘制采场设计频率暴雨径流量与时间的关系曲线图,从而确定各泵站的排水能力、储水能力以及淹没深度和淹没时间。

涌水量的各种计算方法都有各自不同的条件和要求。若计算方法选择不合适,预测结果同样不可靠。下面仅就几种常用的矿坑涌水量计算方法加以简要介绍。

1. 各种类型的比拟法,要求比拟的矿区水文地质条件相似,一般只适用老矿区用上一水平的水量来推求下一水平的水量。

2. 相关分析法和 $Q-S$ 曲线外推法,要求抽水试验或坑道放水试验的流程尽量多一些,以便建立曲线方程或回归方程。另外,要求抽水试验或坑道入水试验降深尽量大一些,因为曲线外推法要求外推降深不超过抽水试验或放水试验最大降深的二倍。否则,外推过大,预测结果的可行性就难于保证。

应用上述两种方法预测涌水量应满足下列两个条件:

①抽水降深可以很大、含水层富水性较弱的矿山;

②矿区疏干或放水试验阶段,用上一水平实测矿坑涌水量推算下一水平的涌水量。

对新设计矿山来说,勘探阶段抽水试验降深都比较小,而要求外推范围比较大时,可行性就差,所以大多不宜采用。

3. 稳定流解析法只能计算出不随时间变化的平衡状态下的稳定动流量。由于地下水的实际运动状态总是在不断变化,因而,稳定流解析法的应用有一定的局限性,严格来说,它只适用于定水头边界条件下的径流计算。

相对稳定流是地下水运动过程中客观存在的,而且当地下水处于极其缓慢的非稳定流运动时,在有限时段内,也可以近似地看作相对稳定流。而对于矿坑充水来源是以静储量为主,动流量补给明显不足的矿床则不宜采用稳定流解析法来计算矿坑涌水量。

4. 非稳定流解析法较稳定流的观点有了新的发展,它引进了时间因素。非稳定流理论认为含水层是可以压缩的弹性体,随着排水的水位下降,含水层能释放出—部分贮存的水。因而,不但在潜水含水层中抽水是一个逐渐疏干含水层的过程,而且在承压含水层中排水也是一个不断消耗贮存水的过程,故随着排水时间的延续,各集水构筑物汇流的地下水流场中的任意点水头总是在不断变化,地下水始终处于非稳定流运动状态。所以,用非稳定流解析法即使在矿区动流量补给不足、以静贮量为主条件下的矿井,依然可以进行预测在任意点水位降低情况下指定时间的矿坑涌水量。

5. 数值解法是日前矿坑涌水量计算最完善的一种方法。它能反映复杂矿区水文地质条件下储水层平面上和垂直方向上的非均质性、多个含水层的越流补给、“天窗”和河流的渗漏问题,以及复杂边界条件等种种因素的影响。在矿坑涌水量计算中此法所得结果更接近实际。不过这种方法需有大量的基础资料才能完成。

五、突然涌水的预测与防治

1. 突然涌水的特征

在大气降水较多的地区,雨季暴雨量大,矿井突水与降雨关系密切,突水来势凶猛,随着降雨减弱或中止后,涌水量衰减很快,矿井恢复中的排水工作比较简单。当地表水为突水水源时,突水均以动流量为主,其突水的猛烈程度与地表水体的规模和突水途径的沟通情况密切相关。若地表水体规模大、途径畅通,突水程度就猛烈,突水量可长期不衰。

当老窿水为突水水源而且具有较大的积水空间时,瞬时突水量将特别大。若老窿水无补给源,放空后突水将终止,矿井恢复比较容易;若补给源水量大,则问题就很复杂。

2. 突水水源

矿井突然涌水的主要水源有地下水、地表水、大气降水、径流及老窿水。突水水源可能仅由上述一种水源构成,也可能由上述两

种或两种以上水源的参与。

3: 突水通道

形成矿井突水的通道形式很多,大致可分为导水构造带、岩溶通道、由抽排地下水引起的地面塌陷、由采矿后顶板岩石移动产生的通道和未封或封孔质量不佳的钻孔等。

4. 突水预测

矿井突水必须具备突水产生的条件,地表水源突水产生的条件多为:井巷揭露了沟通地表水体的导水构造带、岩溶通道、未封或封孔质量不佳的钻孔;采矿的崩落带或导水裂隙扩展到了水体分布区;疏干排水引起的地面塌陷发展到了地表水体分布区。

地下水源突水产生的条件多为:井巷在较高水位条件下揭露了含水层、岩溶、裂隙通道;导水构造带、沟通间接顶板、底板、侧向含水层的导水构造时或采矿后顶板岩石移动产生的通道沟通了间接顶板或间接侧向含水层时;有时在矿体与间接底板、间接顶板和间接侧向地下水源之间并无突水通道,但由于开凿巷道或矿体开采后,在静水压力的作用下可能产生隔水层鼓破而导致突水。

老隆水源突水产生的条件多为:井巷沟通了积水老隆或与其相贯通的导水构造、岩石通道、未封或封孔质量不佳的钻孔;采矿的冒落带、导水裂隙通到老隆积水区。

5. 突水防治

矿井突然涌水防治的方法、措施主要有两方面,一是处理突水水源;二是处理突水通道。前者包括对含水层的疏干、降压、放空老隆积水、进行河流改道、防渗及其它一些与此有关的处理措施;后者包括在地下构筑防帷幕、防渗墙、留设矿岩柱、用局部注浆方法或挡水墙的方式处理突水点,填堵塌陷等等。此外,还可采用防水门、挡水墙来减小突水后对矿井的危害,采用超前钻探水来指导井巷在有突水威胁地段的施工,以及采用其它一系列成熟的施工、生产安全管理措施。

矿井基建阶段防治突水的方法和措施

(1)从安全角度出发,合理安排施工顺序。一般在每个阶段开拓时,首先开凿水仓、水泵房,保证排水设施尽快建立,然后施工防水闸门,再开拓其它工程。

(2)根据需要,为给矿井基建创造安全条件,可利用放水孔提前放水疏干。

(3)在组织设计中,对所有突水可疑地段的井巷施工,作出具体的超前探水设计,布置好突水发生时的撤退路线。井巷施工和各环节,都应符合国家规定的安全要求。

(4)在井巷开拓时期,提前完成观测网的施工并进行观测,以及及时掌握地下水动态,指导井下工程安全施工。

(5)井巷施工时,及时进行水文地质编录、分析和研究。

(6)在基建阶段地表水对矿井就构成威胁的矿区,要合理安排地面防水工程的施工顺序。受地表水体威胁的塌陷发生后,及时进行处理。

(7)在岩溶发育的裸露型矿床,暴雨后矿井有突然涌水的可能时,要与当地气象部门取得联系,以便及时预报并采取安全防御措施。

(8)在井巷施工时,对矿床疏干无益和影响基建施工的突水点,采用注浆或水闸墙予以封堵。

(9)在施工中出现新的水文地质情况、发现疏干设计存在问题时,应及时提出修改设计的意见。

(10)保证各项疏干排水工程按设计的进度要求竣工,并给予维护和保养,使地下水位在预定期限内降到设计规定的高度。

(11)矿井突水淹没后,采用堵水、强排、排堵结合的方法给以恢复。

矿井生产阶段防治突水的方法和措施

为使矿山能正常持续地生产,还需随着采矿的发展和延深,适时地开拓新水平或新区段,因此,上述基建阶段突水防治工作的主要方法和措施,也基本上适用于本阶段。除此以外,还要做如下

工作:

(1)对采矿形成的地面崩落区,在条件允许的情况下,用原地粘性土壤堵裂缝和崩落坑,必要时,在适当位置安设移动式临时泵站,以排除崩落区内降雨积水;随着崩落区的扩展,调整区外截水沟的位置。

(2)在地表水体或上覆间接顶板含水层下开采的矿床,及时建立顶板岩石移动观测网,并进行系统观测,以随时掌握开采过程中顶板岩石移动的发展情况,防止矿床顶板突然涌水。

(3)按设计建议和治水方式,或根据新的水文地质情况,采用其它更优的治水方式,保证疏干降落曲线满足采矿延续时防止突然涌水的需要。

(4)随着开采范围的扩展和延深及疏干漏斗的扩大,及时增补地下水动态观测孔。

第二节 矿山防水与排水的任务及内容

一、矿山防排水的任务

在矿山地下开采过程中,由于土壤和岩层中含水的涌出,雨雪和江河中水的渗透,水砂充填和水力采矿的供水,将有大量的水昼夜不停地汇集于井下,如果不能及时地将这些积水排送到井上,井下的安全生产就得不到保障,严重时,会使矿井生产中断或造成矿井被淹没的危险,因此矿井排水设备的任务就是把坑内积水及时排送到地面上。

露天矿山的防水与排水是保证矿山安全和正常生产的先决条件。凹陷露天矿本身就相当于一口大井,从客观上它就具备了汇集大气降水、地表径流和地下涌水的条件。因此在露天矿的整个生产期间,甚至基建期间都要采取有效的防、排水措施。特别是当开发大水矿床时,就取决于防水与排水技术的先进性和措施的完善程度。