



# 中华人民共和国安全生产行业标准

AQ 2061—2018

## 金属非金属地下矿山防治水安全技术规范

Safety technical specifications for water prevention and control in metal and nonmetal underground mines

2018-05-22 发布

2018-12-01 实施

中华人民共和国应急管理部 发布



目 次

前言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 一般要求 ..... 2

5 矿区水文地质勘探、补勘及矿山应具备的基础资料..... 3

6 水害预防 ..... 6

7 排水系统..... 17

8 井下探放水..... 17

9 水害治理..... 20

10 水文地质观测 ..... 23

附录 A（资料性附录） 矿区水文地质主要图件及内容要求 ..... 26

附录 B（规范性附录） 安全水压的计算 ..... 29

附录 C（规范性附录） 含水层富水性的等级标准 ..... 30

## 前 言

本标准除 5.1.5、5.1.6、5.1.7、5.1.10、5.1.11、5.2.5、5.3.2、5.3.6、5.3.3、5.3.6、5.3.7、6.1.2.1、6.1.2.2、6.1.3.2、6.1.3.3、6.2.1.7、6.2.2.2、6.2.2.3、6.2.2.4、6.2.2.7、6.2.3.1、6.2.3.5、6.2.3.7、6.2.3.8、6.2.3.9、6.2.3.10、6.2.3.11、6.2.3.12、6.2.3.13、6.2.4.1、6.2.4.2、6.2.4.3、6.2.4.4、6.2.4.5、6.2.7.2、6.2.7.3、6.2.7.4、6.2.7.6、6.2.7.7、6.2.8.4、6.3.4、6.3.5、6.4.1、6.4.3、7.4、7.9、8.4、9.1.7、9.2.1、9.2.2、9.2.3、9.3.1、9.4.4、9.4.5、9.4.6、9.5、10.1.1、10.1.3、10.1.4、10.2.1、10.2.2 条文及附录 A、附录 B 外,其余均为强制性的。

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由原国家安全生产监督管理总局监管一司提出。

本标准由全国安全生产标准化技术委员会非煤矿山安全分技术委员会(SAC/TC 288/SC 2)归口。

本标准起草单位:长沙矿山研究院有限责任公司、金属矿山安全技术国家重点实验室、中国恩菲工程技术有限公司、东北大学、华北理工大学、深圳市中金岭南有色金属股份有限公司凡口铅锌矿。

本标准主要起草人:容玲聪、徐必根、姚曙、甘德清、杨天鸿、朱承敏、高超、徐京苑、欧阳仕元、马亚杰、张湘生。

# 金属非金属地下矿山防治水安全技术规范

## 1 范围

本标准规定了金属非金属地下矿山各阶段防治水工作的内容、方法、步骤、技术要求以及矿山水害评估和报告编写要求。

本标准适用于国内各类金属非金属地下矿山的水文地质勘探、规划设计、建设、开采和闭坑各阶段及有关部门的防治水工作。

本标准不适用于煤系共伴生金属非金属地下矿产的矿山和石油、天然气、矿泉水等液态或气态矿藏的矿山。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 14623—2006 金属非金属矿山安全规程

GB/T 29639—2013 生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则

GB 50771—2012 有色金属采矿设计规范

GB 51060—2014 有色金属矿山水文地质勘探规范

AQ/T 9007—2011 生产安全事故应急演练指南

ZD/T 0285—2015 矿山帷幕注浆规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**矿山 mines**

金属非金属地下矿山的简称。

### 3.2

**金属非金属地下矿山 metal and nonmetal underground mines**

以平硐、斜井、斜坡道、竖井等作为出入口,深入地表以下,采出金属或非金属矿物的采矿场及其附属设施的矿山。

### 3.3

**采空区 mined-out area**

矿产开采后留下的空间。

### 3.4

**老采空区 old workings**

遗留的采空区和已经报废巷道的总称。

3.5

**水患 potential water hazard**

矿山存在发生水灾的隐患。

3.6

**水害(灾) water accident**

影响矿井正常生产活动,对矿井安全生产构成威胁以及使矿山局部或全部被淹没的突水或透水事故。

3.7

**正常涌水量 normal water inflow to mine workings**

矿床开采期间,矿坑涌水量的平均值。

3.8

**最大涌水量 maximum water inflow to mine workings**

矿床开采期间,矿坑涌水量的峰值。

3.9

**大水矿山 mines with heavy water inflow**

正常涌水量超过  $10\,000\text{ m}^3/\text{d}$  的矿山。

3.10

**防水矿(岩)柱 waterproof ore(rock) pillar**

确保近水体或强含水层下或其附近安全采矿而留设的矿体开采上(下)限至水体底(顶)界之间的矿岩层。

3.11

**崩落层 caving layer**

采空区上方岩层失去支撑,产生裂缝和断裂并向采空区垮落的岩层。

3.12

**带压开采 mining under safe water pressure of aquifer**

在有承压水压力的含水层上、中、下进行的采矿。

3.13

**井下近矿体帷幕 underground curtain adjacent to an ore body**

在井下对矿体围岩注浆,在矿体外围形成的一定厚度的防渗体。

3.14

**水文地质模型 conceptual hydrogeological model**

把含水层实际的边界类型、内部结构、渗透性质、水力特征和补给、径流、排泄等条件概化为便于进行数学与物理模拟的模式。

3.15

**地下水数学模型 mathematical model of groundwater**

以水文地质模型为基础建立的,能逼近实际地下水系统结构、水流运动特征和各种渗透要素的一组数学关系式。

3.16

**充填水 filling water**

充填体析(泌)出的水和清洁充填管路的洗管水。

4 一般要求

4.1 矿山建设项目设计之前,应委托相应资质单位对矿区进行工程地质、水文地质勘探,探明矿区水文

地质条件,划分水文地质类型。

4.2 矿山防治水应坚持“预测预报,有疑必探,先探后掘,先治后采”的原则,采取“防、堵、疏、排、截、避”综合治理措施。

4.3 水文地质条件中等矿山应成立相应防治水机构,配置防治水专业技术人员,配备防治水及抢险救灾设备,建立探放水队伍。

水文地质条件复杂矿山应设立专门防治水机构,配置专职防治水专业技术人员,建立专业探放水队伍,配备相应的防排水设施、配齐专用探水装备和防治水抢险救灾设备。

4.4 矿山在未调查核实矿区内及周边的小矿井、老空区、现有生产矿坑的积水区、含水层、岩溶带、导水构造及周边区域水文地质条件前,严禁进行采矿活动,应先采取物探、钻探、水文试验等手段查清水文地质条件。发现有透(突)水征兆时,应立即停止受水威胁区域的作业,并立即采取相应紧急处置措施,撤出所有可能受水威胁区域的人员,分析查找可能透水原因,采取有效安全措施,防止发生透水事故。

4.5 矿山应加强井下作业人员防治水知识的培训,提高井下作业人员对地下水风险的辨识能力,提高预见、防护、处理水患的技能和综合素质。

4.6 矿山应定期进行安全隐患排查,尤其是雨季前,制定隐患处理措施,及时处理安全隐患。

## 5 矿区水文地质勘探、补勘及矿山应具备的基础资料

### 5.1 矿区水文地质调查与勘探

5.1.1 矿区水文地质类型划分为简单、中等、复杂三种类型。具体分类方法应按 GB 51060—2014 中 3.1.3 条的规定执行。

5.1.2 水文地质条件发生变化的生产及改扩建矿山,应重新核实水文地质类型,委托相应资质机构研究矿区水文地质条件,编制相应的勘探或专项研究报告。矿区水文地质勘探或专项研究报告应包括下列主要内容:

- a) 矿区所在位置、范围及四邻关系,自然地理等情况;
- b) 矿区含水层分布规律和特征,补、迳、排条件;
- c) 矿区隔水层分布规律特征;
- d) 矿坑充水因素分析,矿坑及周边老空区分布及积水状况;
- e) 矿坑涌水量构成及其变化规律分析;
- f) 大气降雨对矿坑涌水量的关系及变化规律;
- g) 矿区地表水体分布、汇水面积、地表水体与地下水的联系程度及联系通道;
- h) 地表采矿冒落沉陷、岩溶塌陷分布、特征及对矿坑涌水的影响分析;
- i) 矿坑开采受水影响程度和防治水工作难易程度;
- j) 矿坑涌水量预测;
- k) 水文地质实测平剖面图;
- l) 水文地质类型划分及防治水工作建议。

5.1.3 水文地质调查与勘探具体要求按 GB 51060—2014 的规定执行。但除留作观测孔外,其他所有钻孔都应全孔段水泥封孔密实。在地质勘探报告中应提交封孔孔径、孔深及水泥用量。对穿越含水地段的钻孔封孔应采取压水试验进行质量检查,应有 5%~10% 的取芯质量检查。

5.1.4 矿山发生重大透(突)水事故后,透(突)水稳定流量  $300 \text{ m}^3/\text{h}$  以上的,应在 1 年内重新确定矿区水文地质类型。

5.1.5 矿坑涌水量计算主要方法有:水文地质比拟法、数理统计法、水文分析法、水均衡法、解析法、数值模拟法等。矿井涌水量计算宜根据矿区水文地质条件,选择两种以上计算方法对比后确定。水文地质边界条件复杂、涌水量较大的矿区,宜选择矿区地下水位降深较大、影响半径扩展较广的抽、放水试验

资料,并应用经验公式法进行计算。

5.1.6 生产期间的矿坑涌水量计算宜采用水均衡法、数值模拟法。在进行矿坑涌水量计算时,应充分考虑矿床不同开采方式、不同排水方式以及同一地下水系统中其他矿坑和相邻矿区排水量的影响。改建、扩建矿山宜采用水文地质比拟法。

5.1.7 有条件的矿山,推荐建立整个地下水系统的水文地质模型和相应的数学模型。

5.1.8 错动区正常降雨径流渗入量和暴雨径流系数按 GB 50771—2012 中 5.1.2 和 5.1.7 的规定执行。

5.1.9 应计算最低开拓阶段及以上排水阶段的涌水量。涌水量计算应包括正常涌水量和最大涌水量。矿体采动后导水裂隙带波及地面时,还应计算错动区降雨径流渗入量。

5.1.10 需预先疏干的矿床,应计算疏干中段及以上的疏干工程量(包括疏干孔数、疏干孔位、疏干时间、疏干孔深、疏干水量)。可采用三维数值模拟法。

5.1.11 露天转井下开采的矿山,计算井下涌水量时,应充分考虑露天坑汇水面积内的降雨量、进入露天坑的地表水等入渗转化为井下涌水量的因素。错动区的降雨径流渗入量和露天坑的暴雨径流量计算,设计暴雨频率标准取值应按下列规定选取:

- a) 大型矿山可取 5%;
- b) 中型矿山可取 10%;
- c) 小型矿山可取 20%;
- d) 塌陷特别严重、雨量大的地区,应适当提高暴雨频率标准取值。

## 5.2 矿山应具有的水文地质基础资料

5.2.1 新建矿山基建期间基建单位应收集、整理、分析下列水文地质资料,基建完成后将全部移交给生产单位:

- a) 水文地质观测台账和成果;
- b) 突水点台账、记录和有关防治水的技术总结,以及注浆堵水记录和有关资料;
- c) 井筒及巷道水文地质编录及实测剖面;
- d) 矿区水文地质总结报告。

5.2.2 生产矿山应建立、保存以下防治水基础资料档案,并根据生产建设情况及时补充修改:

- a) 矿坑涌水量和排水量成果;
- b) 降雨量资料;
- c) 地表水文观测成果;
- d) 钻孔水位、井下水压、水量及井泉动态观测成果;
- e) 抽(放)水试验成果;
- f) 矿坑突水、突泥点编录资料;
- g) 矿区地质钻孔综合成果;
- h) 井下水文地质钻孔(含探放水孔)成果;
- i) 水质分析成果;
- j) 水源水质分析观测资料;
- k) 水源井(孔)资料;
- l) 钻孔封孔资料;
- m) 矿区周边矿山、采空区及老空区调查资料;
- n) 采矿沉陷、岩溶塌陷、裂缝观测资料;
- o) 水闸门(墙)建设及观测资料;
- p) 地表位移、沉降、泥石流观测资料;



- q) 其他专门防治水项目的资料。
- 5.2.3 矿山防治水应绘制下列水文地质基础图件,并及时修改完善:(图件及内容要求参见附录 A)
- a) 中段水文地质平面图;
  - b) 矿坑涌水量与各种相关因素动态曲线图;
  - c) 不同时期地下水等水位线图(大水矿山,平水期和丰水期至少各 1 张);
  - d) 矿区和区域综合水文地质平面图;
  - e) 钻孔综合水文地质柱状图;
  - f) 各勘探线水文地质剖面图;
  - g) 地面塌陷分布图;
  - h) 地表位移、沉降发展趋势图;
  - i) 排水系统及排水系统能力图;
  - j) 防治水工程实施图。
- 5.2.4 矿山闭坑应提供闭坑报告,闭坑报告中应包含以下水文地质内容:
- a) 闭坑前矿井各中段采掘空间分布图;
  - b) 生产期间历年实测矿坑涌水量,水质及闭坑时期地下水位等资料;
  - c) 分析评价可能存在的充水水源、通道及积水量;
  - d) 闭坑对邻近生产矿坑安全的影响和应采取的防治水措施。
- 5.2.5 水文地质条件复杂的矿山应建立水文地质信息、实时自动监测管理系统,实现矿区水文地质文字资料、数据采集、图件绘制、计算评价和矿山水害防治、预测预报一体化。

### 5.3 水文地质补充调查与勘探

- 5.3.1 当矿区现有水文地质资料不能满足生产建设需要时,应针对存在的问题进行专项水文地质补充调查。水文地质补充调查范围应覆盖一个相对独立补给、径流、排泄条件的水文地质单元。
- 5.3.2 水文地质补充调查宜采用钻探、物探、化探等传统方法,有条件的鼓励采用遥感、全球卫星定位、地理信息系统及适合本矿区地层物性的物探方法。
- 5.3.3 水文地质补充调查应包括以下内容:
- a) 资料收集。收集降水量、蒸发量、气温、气压、相对湿度、风向、风速及其历年月平均值和百年之内的极值,以及调查区内以往勘查研究成果、动态观测资料、勘探钻孔、供水井钻探及抽水试验资料。
  - b) 地貌地质情况。调查由开采或地下水活动诱发的地面塌陷、崩塌、滑坡、人工湖等地貌变化、岩溶发育矿区的各种岩溶地貌形态;基本查明第四系松散覆盖层和基岩露头的时代、岩性、厚度、富水性及地下水的补排方式等,并划分含水层或相对隔水层;查明地质构造的形态、产状、性质、规模、有无泉水出露,以及破碎带的范围、充填物、胶结程度、导水性等情况;分析研究其对矿床开采的影响。
  - c) 地表水体情况。调查矿区河流、水渠、湖泊、积水区、山塘和水库等地表水体的历年汇水面积、水位、流量、积水量、最大洪水淹没范围、含泥砂量、水质和地表水体与下伏含水层的水力关系等;对可能渗漏补给地下水的地段要进行详细调查,并进行渗漏量监测。
  - d) 井泉情况。调查井泉的位置、标高、深度、出水层位、涌水量、水位、水质、水温、有无气体溢出、流出类型及其补给水源,并素描泉水出露的地形地质平面图和剖面图。
  - e) 废弃矿井情况。调查废弃矿井的位置及开采、充水、排水的资料及废弃矿井停采原因等情况;察看地形,圈出采空区,并估算积水量;对没有资料的老采空区应采用高精度物探方法探明其位置、规模及充水情况。
  - f) 生产矿井情况。调查矿区内生产矿井的充水因素、充水方式、突水层位、突水点的位置与突水

量、矿坑涌水量的动态变化与开采水平、开采面积、地面塌陷错动区的关系、以往发生水害的观测研究资料和防治水措施及效果。

- g) 岩溶情况。岩溶塌陷非常严重的矿区,应采用高精度岩溶探测方法,查明矿区岩溶发育情况和主要进水通道位置、规模,为制定防治水方案提供依据;有疏干岩溶塌陷的矿山应详细调查开采或地下水活动诱发的岩溶塌陷发展的形态、规模、分布范围、对地下水运动有明显影响的补给和排泄通道,必要时进行连通试验和暗河、岩溶塌陷的测绘工作,并分析岩溶发育规律和地下水径流方向,圈定补给区,测定补给区内的渗漏情况,估算地下水径流量。
- h) 周边矿井情况。调查周边矿井的位置、范围、开采层位、充水情况、地质构造、采矿方法、采出矿量、隔离矿柱以及与相邻矿坑的空间关系,并收集系统完整的采掘工程平面图及有关资料。

5.3.4 凡属下列情况之一者,应进行水文地质补充勘探:

- a) 矿区主要勘探目的层未开展过水文地质勘探工作;
- b) 矿区原勘探工程量不足,水文地质条件未查清;
- c) 经采掘揭露,水文地质条件比原勘探报告复杂;
- d) 矿区水文地质条件因长期开采已发生较大变化,原勘探报告不能满足安全生产要求;
- e) 矿坑开拓延深、开采新矿体,或扩大矿区范围设计需要;
- f) 巷道顶板处于特殊地质条件部位或深部矿层下伏强含水层;矿体底板带压及需要做专门防治水工程等特殊要求的;
- g) 井巷工程施工穿越强富水性含水层时。

5.3.5 地面水文地质补充勘探按 GB 51060—2014 中 3.4 的规定执行。

5.3.6 遇下列情况之一者,应进行井下水文地质补充勘探:

- a) 地面水文地质勘探难以查清问题时,宜开展井下放水试验或连通(示踪)试验等;
- b) 矿体顶、底板有含水(流)砂层或岩溶含水层时,需进行疏水开采试验;
- c) 受地表水体和地形限制或受开采塌陷影响,地面无施工条件;
- d) 孔深或地下水位埋深过大,地面无法进行水文地质试验;
- e) 深部矿床水文地质条件复杂,矿体位于侵蚀基准面以下,主要含水层富水性好,补给条件较好,水压高;构造破碎带发育,导水性强且沟通强含水层。

5.3.7 井下水文地质补充勘探主要采用下列手段方法:

- a) 井下物探、钻探、监测、测试、坑道放水试验等手段;
- b) 井下与地面相结合的综合勘探方法。

5.3.8 井下水文地质补充勘探按 GB 51060—2014 中 6.1 至 6.6 的规定执行。

## 6 水害预防

### 6.1 地面防治水

#### 6.1.1 地表水防治

6.1.1.1 矿山应查清矿区及其附近地表水系的汇水、渗漏情况、排泄能力和有关水利工程等情况,掌握当地历年降水量和矿山布置永久建构筑物及井筒位置处的最高洪水水位资料,及建立的疏水、防水和排水系统情况。

6.1.1.2 矿山应主动与气象、水利、防汛等部门联系,建立灾害性天气预警和预防机制。及时掌握可能危及矿山安全生产的暴雨洪水灾害和灾害性天气的预报预警信息,主动采取措施。并与周边相邻矿井沟通信息,当矿坑出现异常情况时,立即向周边相邻矿井预警。

6.1.1.3 矿山应对本矿区范围内及周边废弃老井、地面塌陷坑、岩溶裂缝、采动裂隙巡视检查,并建立

与可能影响矿井(坑)安全生产的水库、湖泊、河流、涵闸、堤防工程主管部门通报机制,接到暴雨灾害预警信息和警报后,要实施 24 h 不间断巡查。每次降雨降大到暴雨前后,矿区应派专业人员及时观测矿坑涌水量变化。

6.1.1.4 雨季前矿山应全面检查防范暴雨洪水引发事故灾难措施的落实情况,对排查出的隐患,要落实责任,限定在汛期前完成整改。防治水工程要有专门设计和施工方案,竣工后矿山应组织验收。

6.1.1.5 矿区各井口的标高,应高于当地或矿井所在地形历史最高洪水位 1 m 以上。工业场地的地面标高,应高于当地历史最高洪水位。达不到要求的,应以历史最高洪水位为防护标准修筑防洪堤,井口应筑人工岛,使井口高于最高洪水位 1 m 以上。

6.1.1.6 井口附近或塌陷区内外的地表水体可能溃入井下时,应采取措施并遵守下列规定:

- a) 矿区范围汇水面积较大的,应在采矿错动范围外修筑截洪沟,将降雨径流截出矿区,避免渗入井下;
- b) 严禁开采防隔水矿(岩)柱;
- c) 地表容易积水的地点应修筑沟渠,排泄积水。修筑沟渠时,应避开强含水层露头、裂隙和导水岩层。不能修筑沟渠排水时,应填平压实;范围太大无法填平时,应用水泵或建排洪站排水;
- d) 矿山受到河流、山洪威胁时,应修筑堤坝和泄洪渠;
- e) 排到地面的矿坑水,应妥善处理,避免再渗入井下;
- f) 漏水的沟渠和河床,应及时堵漏或局部改道;
- g) 地面裂缝和塌陷应填塞,填塞前及填塞过程中应有防止人员陷入塌陷坑内的安全措施。具备条件时,清除塌陷体后用块石或混凝土封堵岩溶通道,再用黏土回填塌陷区;
- h) 位于频繁发生塌陷区的河道,具备改道条件时,应改道。无法改道时,应采用物探探查、钻探验证的方法对河床下岩溶发育情况进行勘察,并采取有效措施治理河床;
- i) 有滑坡危险的地段,应加密观测,可能威胁矿山安全时,应采取防止滑坡措施;
- j) 影响矿区安全的落水洞、岩溶漏斗、溶洞等,均应采取填充或注浆等措施严密封闭。

6.1.1.7 废石、矿石和其他堆积物等杂物严禁堆放在山洪、河流可能冲刷到的地段。

6.1.1.8 报废的竖井应充填密实或浇注 1 个大于井筒断面的坚实钢筋混凝土盖板,且覆盖 2 倍于井口直径的不透水黏土,并应设栅栏和标志。井口封闭盖应达到防止地表水灌入的要求:

- a) 报废的斜井应充填密实或在井口以下斜长 20 m 处砌筑砖、石或混凝土墙,再填至井口并加砌封墙;
- b) 报废的平硐,应从硐口向里用泥土填实至少 20 m,再砌墙宽 600 mm~800 mm 厚的混凝土封墙,封墙底部应留设直径不小于 150 mm 的泄水孔。有地面水影响的报废井口应设置排水沟;
- c) 封填报废的立井、斜井和平硐时,应做好隐蔽工程记录,并填图归档;
- d) 如报废已封闭的立井、斜井和平硐在矿山下一步采矿过程中,受采动影响,应重新封闭严实,保证在矿山生产期间安全。

6.1.1.9 使用中的钻孔应安装孔口保护装置,报废的钻孔应及时封孔。观测孔、注浆孔、电缆孔、与井下或含水层相通的钻孔,其孔口管应高出当地最高洪水位或具备防止地表水倒灌(下泄)装置。

## 6.1.2 疏干塌陷防治

6.1.2.1 疏干排水时有地表沉降、塌陷的矿山应进行塌陷和沉降观测,分析塌陷和沉降的发展趋势、预测塌陷和沉降范围及灾害程度。裸露型岩溶、地面塌陷发育的矿区,应做好气象观测,降雨、洪水预报;封堵可能影响生产安全的井下揭露的主要岩溶进水通道;对已采区可构建挡水墙隔离;雨季应加密地下水的动态观测,并进行矿井涌水峰值的预报。

危及居民安全的应采取加固措施或搬迁。

6.1.2.2 应采取有效的物探方法查明塌陷区的岩溶裂隙、过水通道的分布情况及发展规律。推荐采用地面五极纵轴电(激电)测深和高密度电法(浅部),探测网度推荐采用 $50\text{ m}\times 20\text{ m}$ ,异常密集区加密。塌陷区有河道时,应沿河道延伸方向布置探测剖面,剖面总数不少于3条。

应布置适量的钻孔验证物探成果,每条剖面至少布置1个。

6.1.2.3 矿山应建立矿区塌陷发生、发展趋势台账,包括塌陷个数、塌陷面积、裂缝位置、规模、时间、降雨量、矿坑排水量。

6.1.2.4 露天转井下矿山应加强地面泥石流的监测和预防,采用地表地质测绘、钻探、山地工程、物探、试验和测试等方法对可能存在地面泥石流的矿山进行长期动态监测和预测预报,并应制定应急和治理措施。

6.1.2.5 疏干岩溶塌陷、滑坡、泥石流等地质灾害的评价、设计应由相关资质的单位完成。

### 6.1.3 矿区截流帷幕

6.1.3.1 矿区岩溶发育,矿坑疏排水引起地面岩溶塌陷,并对人民生命财产造成较大损失,且矿区具有以下水文地质条件时,应采用矿区帷幕截流防治水方案:

- a) 在采矿冒落带 $20\text{ m}$ 以外有相对狭窄且集中的地下水进水通道;
- b) 有可靠的隔水边界(两端);
- c) 有可靠的隔水底板;
- d) 包围式帷幕有可靠隔水底板就可。

6.1.3.2 确定矿区截流帷幕幕址应遵循下列程序和要求:

- a) 采用矿区帷幕注浆方案前,宜在拟建帷幕线区域进行帷幕线勘察,利用物探、钻探、水文地质试验等方法查清岩溶裂隙、过水通道的分布位置和规模,确定矿区截流帷幕线位置,并对矿区帷幕截流方案进行可行性研究;
- b) 开展矿区帷幕注浆试验,确定帷幕参数、注浆材料、制浆和注浆工艺、注浆过程控制、效果检测方法并预计帷幕效果;
- c) 推荐采用数值模拟技术,从技术、经济、资源开发、堵水效果、环境等各方面对帷幕线幕址和方案综合比较,确定最终的幕址和深度。

6.1.3.3 帷幕线岩溶探测方法及野外工作装置要求:

- a) 帷幕施工前,应采用合适的物探方法查明帷幕线岩溶等过水通道,帷幕注浆结束后,应采用同样的物探方法对注浆效果进行检测;
- b) 帷幕线岩溶探测(或效果检测)方法,宜采用地面五极纵轴、三极、四极电(激电)测深。推荐采用五极纵轴激电(电)测深;
- c) 推荐探测点距: $4\text{ m}\sim 10\text{ m}$ 。

6.1.3.4 矿区截流帷幕的其他技术及要求按 DZ/T 0285—2015 执行。

## 6.2 井下防治水

### 6.2.1 留设阻隔水矿(岩)柱

6.2.1.1 相邻矿区的分界处,应留足阻隔水矿(岩)柱。以断层分界的矿井(坑),应在断层两侧留足阻隔水矿(岩)柱,矿柱尺寸由设计确定。

6.2.1.2 不采取疏干措施的受水害威胁的矿山,下列情况应留设阻隔水矿(岩)柱,并应事先制定防突水的安全措施:

- a) 在地表水体(江、河、湖、海、沼泽等)、含水冲积层下和水淹区临近地带;
- b) 与强含水层存在水力联系的断层、裂隙带或与强导水断层接触的矿体;

- c) 有大量积水的旧井巷和采空区；
- d) 导水、充水的岩溶溶洞、暗河、流砂层；
- e) 受保护的观测孔、注浆孔和电缆孔等。

6.2.1.3 各类防隔水矿(岩)柱的尺寸,应根据矿区(坑)的地质构造、水文地质条件、矿体赋存条件、围岩物理力学性质、开采方法及岩层移动规律等因素,参照公式(1)确定,在设计规定的保留期内不应开采或破坏。

$$L=0.5MK\sqrt{\frac{3P}{K_P}}\geq 20\text{ m} \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$L$  ——留设的隔水矿(岩)柱宽度,单位为米(m);

$M$  ——矿体厚度或采高(取大值),单位为米(m);

$K$  ——安全系数(一般取 2~5);

$P$  ——岩层承受的静水压力,单位为兆帕(MPa);

$K_P$  ——矿(岩)体的抗拉强度,单位为兆帕(MPa)。

6.2.1.4 各类防隔水矿(岩)柱应符合设计要求,不得随意变动,水患消除前,严禁在各类防隔水矿(岩)柱中进行采掘活动。

6.2.1.5 开采水淹区下的防隔水矿(岩)柱时,应彻底疏放上部积水,严禁顶水作业。

6.2.1.6 带水压开采的矿山,应分中段或分采区实行隔离开采。分区之间应留设防隔水矿(岩)柱并在关键部位建立防水闸门。

6.2.1.7 软弱围岩层状矿体,防水矿(岩)柱的留设方法和宽度可参考《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》中附录六的公式计算。

## 6.2.2 防水闸门、防水闸门硐室与防水闸墙

6.2.2.1 水文地质条件复杂的矿山,应在井底车场周围、中央泵站的巷道两端或有突水危险的地段设置防水闸门硐室、建筑防水闸门。

6.2.2.2 有突水危险的采掘区域,宜在其附近设置防水闸门。不具备建筑防水闸门条件时,可不建防水闸门,但应制定严格的其他防治水措施。

6.2.2.3 露天转井下开采的矿山,宜根据水文地质条件及露天坑渗漏情况在井下露天坑底附近中段的适当位置建筑防水闸门。

6.2.2.4 防水闸门硐室和防水闸门技术要求:

- a) 防水闸门硐室应选在围岩稳定,岩层完整致密的单轨直线巷道内。门体采用定型设计,对非定型设计的产品需由相应资质的单位设计;
- b) 防水闸门硐室由相应资质的单位设计和施工,防水闸门竣工后,业主按照设计要求验收合格后才能投入使用;
- c) 防水闸门硐室结构设计宜按照《采矿工程设计手册》选用;
- d) 防水闸门硐室前、后两端,应分别砌筑不小于 5 m 长的混凝土护碛,碛后用混凝土填实,不得空帮、空顶。防水闸门硐室和护碛应用高标号水泥进行注浆加固,注浆压力须大于闸墙设计承压力;
- e) 酸性地下水则应采用防酸水泥。还应在来水方向的一侧,做 20 mm~30 mm 厚的防水砂浆抹面层;
- f) 防水闸门断面应满足 GB 14623—2006 的规定,其尺寸应能通过外形最大设备;
- g) 防水闸门来水一侧 15 m~25 m 处,应加设 1 道挡物算子门。防水闸门与算子门之间应畅通无阻。来水时先关算子门,后关防水闸门。如采用双向防水闸门,应在两侧各设 1 道算子门;

- h) 通过防水闸门的轨道、电机车架空线等应灵活易拆;通过防水闸门墙体的各种管路和闸门外侧的闸阀的耐压能力应与防水闸门设计压力一致;通过防水闸门墙体的电缆、管道,应用堵头和阀门封堵严密,不得漏水;
- i) 设有防水闸门控制系统的电源控制硐室应高于巷道 0.5 m 以上;
- j) 防水闸门应安设观测水压的装置并有放水管和放水闸阀;
- k) 新掘进巷道内建筑的防水闸门,应进行注水耐压试验,防水闸门内试验段巷道的长度不宜大于 15 m,试验的压力不得低于设计水压,稳压时间应在 24 h 以上,试压时应有专门安全措施。不合格处应进行注浆加固后再行验收;
- l) 防水闸门开启前,应对井下排水、供电系统进行 1 次全面检查。排水能力应与防水闸门硐室放水管的放水量相适应。水沟应畅通无阻;
- m) 防水闸门开启时,预埋在硐室混凝土内的排水管和通过硐室两端巷道的排水沟有效过水断面应满足通过硐室的最大涌水量。

6.2.2.5 防水闸门应灵活可靠,应积极推广远程控制系统,并保证每年进行 2 次关闭试验,1 次应在雨季前。关闭闸门所用的工具和零配件应专人保管,专门地点存放,不得挪用丢失。

6.2.2.6 防水闸墙应由相应资质的单位设计和施工,防水闸墙竣工后,业主按照设计要求进行验收,验收合格后才能投入使用。

6.2.2.7 防水闸墙的设计与施工应遵循下列原则:

- a) 设计前应全面弄清闸墙预计承压力、闸墙所在断面支护形式、原掘进方法、混凝土标号、闸墙围岩性质、硬度及各种物理力学参数;
- b) 闸墙的形式:水压大,可选择楔形;水压特大,可构筑多级楔形;
- c) 水闸墙应布置在致密坚硬及无裂隙的岩石中;
- d) 水闸墙周边应掏槽嵌入到岩石中并预埋注浆管,闸墙体完工后,再进行注浆,充填缝隙,使之与围岩构成一体。注浆压力应大于闸墙设计承压力;
- e) 永久水闸墙应留设泄水管路阀门,酸性水质巷道的阀门管路应进行防腐处理,长期封水的水闸墙管路阀门宜使用不锈钢材料;
- f) 永久水闸墙厚度应按照公式(2)确定,再选用公式按剪应力对闸墙厚度进行验算。

$$B = \frac{KPS_2}{(2.57b + 2h_2) \times \tau} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- $B$  ——防水墙体厚度,单位为米(m);
- $K$  ——混凝土结构抗剪设计安全系数;
- $P$  ——静水压力,单位为兆帕(MPa);
- $S_2$  ——背水面巷道净面积,单位为平方米(m<sup>2</sup>);
- $b$  ——背水面巷道净宽度,单位为米(m);
- $h_2$  ——背水面巷道直墙高度,单位为米(m);
- $\tau$  ——混凝土的抗剪强度(如果围岩抗剪强度低则用围岩值)。

6.2.2.8 报废的盲井和斜井下口的密闭水闸墙应留泄水孔,每月定期观测水压,雨季加密。

### 6.2.3 疏干开采、带压开采和控制疏放

6.2.3.1 矿体顶、底板有富含水层,且疏干不造成严重地质环境问题时,可进行疏干开采。直接揭露含水体的放水疏干工程,施工前应先建好水仓、水泵房等排水设施。地下水位降到安全水位前不应采矿(参见附录 B)。

6.2.3.2 被松散富含水层所覆盖的浅埋缓倾斜矿体,需要疏干开采时,应进行专门水文地质勘探或补

充勘探,查明水文地质条件,并根据勘探成果确定疏干地段、制定疏干方案。

6.2.3.3 矿体上部有流砂层或较大半充填溶洞,疏干开采前应着重解决如下问题:

- a) 查明流砂层的埋藏分布条件,研究其相变及成因类型,查明溶洞的分布;
- b) 查明流砂层的富水性、水理性质,预计涌水量和预测可疏干性,建立动态观测网,观测疏干速度和疏干半径;
- c) 在疏干开采试验中,应观测研究爆破影响带高度、水砂分离方法,钻孔超前探放水安全距离等;
- d) 预测溃水、溃砂引起的地面塌陷及处理方法。

6.2.3.4 矿体顶板受开采破坏后,若崩落影响范围内存在强含水层(体),回采前应对含水层采取超前疏干措施。进行专门水文地质勘探和试验,并编制疏干方案,选定疏干方式和方法,综合评价疏干开采条件和技术经济合理性。

6.2.3.5 矿井疏干开采过程中,应进行定性、定量分析,对顶板水害分区评价和预测。有条件的矿山可应用数值模拟技术,进行各中段疏干孔位置、数量、深度、疏干水量和地下水流场变化的模拟和预测。

6.2.3.6 承压含水层与开采矿体之间的隔水层能承受的水头值大于实际水头值时,开采后隔水层不易被破坏,矿体底板突水的可能性小,可进行“带水压开采”,但应制定安全措施。

6.2.3.7 当承压含水层与开采矿体之间的隔水层厚度,能承受的水头值小于实际水头值时,开采前应遵守下列规定:

- a) 采取疏水降压的方法,把承压含水层的水头值降到隔水层允许的安全水位以下,并制订安全措施;
- b) 矿坑(井)排水应与矿区供水、生态环境相结合,推广应用矿坑(井)排水、供水、生态环保三位一体优化结合的管理模式和方法;
- c) 承压含水层的集中补给边界已基本查清,可预先进行矿区堵截水措施,截断水源,然后疏水降压开采;
- d) 承压含水层的补给水源充沛,不具备疏水降压和矿区截流帷幕注浆条件时,可酌情采用局部注浆加固顶、底板隔水层和井下近矿体帷幕的方法,但应编制专门的设计,在有充分防范措施的条件下进行试采。

6.2.3.8 控制疏放应按疏放勘探、试验疏放和生产疏放 3 个程序进行;宜采用地表疏放、井下疏放和联合疏放 3 种方式。

6.2.3.9 控制疏放应遵守下列规定:

- a) 被疏干含水层的渗透性好,含水丰富;潜水含水层的渗透系数大于 3 m/d,承压含水层渗透系数大于 0.5 m/d 等大水矿山,宜采用地表疏干;
- b) 矿体直接顶(底)板为含水层,宜采用巷道(采准巷道)疏放;
- c) 矿体上部为砂岩裂隙含水层,宜采用钻孔疏放;
- d) 水文地质条件复杂的矿床,单一疏放方式不能满足生产需要时,宜采用联合疏放;
- e) 疏放应与矿山建井、开采阶段相适应;
- f) 疏干排水能力应超过充水含水层的天然补给量;
- g) 疏干工程应靠近防护地段,并尽可能从含水层底板地形低洼处开始;
- h) 疏干钻孔数应多方案试算,孔间干扰应达到最大值,水位降低能满足安全采掘要求;
- i) 疏干工作不能停顿,应根据生产需要有步骤地进行;
- j) 水平含水层宜采用环状疏干系统,倾斜含水层宜采用线状疏干系统。

6.2.3.10 地表疏排孔布置:

- a) 根据水文地质条件进行合理的设计;
- b) 以生产中段和生产采区为中心,宜呈环形孔排和直线形孔排布置;

- c) 均质含水层宜等距布孔,非均质含水层不宜等距布孔;
- d) 疏干孔(井)应打在富水性强的地方;
- e) 打大直径孔(井)前,应先施工小口径试验孔;
- f) 位置应在采矿崩落边界之外。

6.2.3.11 井下疏干工程可根据矿山的实际选用以下 6 种方式:

- a) 疏干石门;
- b) 疏干竖井;
- c) 疏干井巷:疏干石门、疏干盲井、疏干小井以及拦截大突水点、岩溶管道或其他地下水流疏泄巷道等;
- d) 水平疏干巷道;
- e) 井下疏干孔:井下疏干平孔、斜孔和垂孔,用于分散疏干或局部疏干;
- f) 直通式井下疏干孔。

6.2.3.12 顶板水疏放降压钻孔布置应遵循以下原则:

- a) 应布置在裂隙发育和标高较低的地段;
- b) 孔间距与顶板基本周期来压的距离相同;
- c) 钻孔深度应打穿爆破影响带;
- d) 钻孔的方位宜斜向揭露含水层;
- e) 钻孔孔径不宜过大;
- f) 钻孔数量视水量而定。

6.2.3.13 顶板疏放降压钻孔的施工应遵循以下原则:

- a) 使用反压装置;
- b) 埋设孔口管、安装放水装置,控制疏放水量;
- c) 具备条件的,宜地面施工井下疏放降压钻孔。

6.2.3.14 采用放水闸门或专门放水硐室进行疏水降压开采试验的主要要求:

- a) 应委托相关资质单位进行专门的施工设计;
- b) 预计最大涌水量;
- c) 应建立能保证排出最大涌水量的排水系统;
- d) 应选择适当位置建筑防水闸门;
- e) 做好钻孔超前探水和放水降压工作;
- f) 做好井下和地表水位、水压、涌水量的观测工作。

6.2.4 矿井(坑)注浆堵水

6.2.4.1 井筒预注浆:

- a) 预计井筒穿过含水层或破碎带且预测涌水量大于施工允许水量时,宜选用地面预注浆或井筒外围地面帷幕注浆堵水方案;
- b) 制定注浆方案前,应根据含水层情况施工 1 个至 3 个井筒勘探孔,获取含水层的埋深、厚度、岩性、简易水文观测、抽(压)水试验、水质分析等资料并预测井筒涌水量。勘探孔施工过程中,破碎孔段未取得水文参数之前,严禁使用水泥等固壁材料;
- c) 注浆终止深度应超过最下部含水层的埋深 10 m~20 m 或超过井筒底部 10 m;
- d) 井壁裂隙较发育,淋水较大,水量小于 20 m<sup>3</sup>/h,大于 6 m<sup>3</sup>/h,应进行壁后注浆;
- e) 井筒工作面涌水量超过 20 m<sup>3</sup>/h,应进行工作面注浆。止浆垫(岩帽)厚度应计算确定;
- f) 工作面注浆钻孔一般沿井筒周边布置,钻孔数量、孔径、倾角和方位根据地下水压、井筒岩石及裂隙发育情况确定。应设计中心检查孔或其他检查孔检查注浆效果。



#### 6.2.4.2 巷道工作面注浆堵水：

- a) 不采取疏干开采的矿区,巷道过导水破碎带时,应进行预注浆堵水,尤其是深部过导水破碎带时,应采用高压注浆；
- b) 巷道工作面预注浆前须施工止浆墙或预留止浆岩帽,其厚度应通过计算确定；
- c) 钻孔数量、孔径、倾角应根据含水层性质、导水构造产状以及检查孔结果确定；
- d) 钻孔偏斜率不大于1%,注浆孔应清水钻进,孔口管埋深不小于2 m~5 m,注浆终压不小于静水压力的2.5倍；
- e) 注浆结束标准:注浆分序进行,注浆压力均匀持续上升达到设计终压,同时单位吸浆量小于10 L/min,稳压20 min~30 min；
- f) 掘进前一定要超前探水:探水孔的位置、方向、数目、孔径、每次钻进的深度和超前距离,应根据水头高低、岩石结构与硬度等条件在设计中明确规定(一般钻孔数不少于3个,钻孔向外围偏斜 $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 。对于长距离作业面,偏斜角加大,以控制巷道截面的探水范围),保证侧帮有效防护厚度；
- g) 巷道施工过程中遇意外涌水,涌水量小于 $20\text{ m}^3/\text{h}$ 且围岩稳定时可强行通过,待永久支护完成后进行壁后注浆封堵,大于 $20\text{ m}^3/\text{h}$ 需停止掘进,进行工作面预注浆。

#### 6.2.4.3 注浆封堵突水点要求：

- a) 圈定突水点位置,分析突水点附近的地质构造,查明降压漏斗形态,分析突水前后水文观测孔和井、泉的动态变化,必要时进行连通(示踪)试验；
- b) 探明突水补给水源充沛程度或补给含水层的富水性、突水通道性质、数量、大小等；
- c) 注浆前,应做连通和压(注)水试验;注浆前后应做好矿井(坑)排水对比分析；
- d) 编制注浆堵水方案。

6.2.4.4 井下巷道穿过与河流、湖泊、溶洞、含水层等存在水力联系的导水断层、裂隙(带)、岩溶溶洞构造,超前探水发现前方有水时,应超前预注浆封堵加固,必要时预先构筑防水闸门或采取其他防治水措施。穿过含水层段的井巷,应按防水的要求进行壁后注浆处理。

6.2.4.5 回采工作面内有导水断层、裂隙或岩溶溶洞时,应按设计规定留设防隔水矿(岩)柱或采用注浆方法封堵导水通道。对注浆的工作面可先进行物探,查明水文地质条件,注浆后,再用物探与钻探验证注浆效果。

6.2.4.6 工作面回采后,对废弃关闭的局部疏水降压钻孔,如可能对后续开采产生不利影响,应进行注浆封闭,并在有关图纸上标注。

6.2.4.7 废弃矿井闭坑淹没前,如影响附近矿山,应绘制矿山现状的竣工图,根据需要采用物探、化探和钻探等方法,探测矿坑边界防隔矿(岩)柱破坏状况及可能的透水地段,采用注浆堵水工程隔断废弃矿井与相邻生产矿井(坑)的水力联系,避免发生水害事故。

### 6.2.5 井下近矿体帷幕

#### 6.2.5.1 采用井下近矿体帷幕应满足下列条件：

- a) 矿体的直接顶、底板为含水层,巷道掘进或工作面回采时,含水层水直接涌入矿坑并给矿坑安全生产带来影响和灾害；
- b) 矿体相对集中；
- c) 采用充填法采矿。

#### 6.2.5.2 近矿体帷幕常采用的工程及要求：

- a) 穿脉水平探水注浆钻孔的网度应达到如下目的：
  - 1) 确定各个水平分段矿体、矿岩的地质边界；
  - 2) 基本查清顶、底板含水层的岩溶、裂隙、构造发育情况、产状、规模、赋导水性等；

- 3) 查明矿体及顶、底板含水层工程地质特征,特别是接触带的稳固性;
- 4) 利用井下各涌水钻孔和出水点,进行井下水文地质试验(如群孔放水试验),基本查明含水层岩溶裂隙发育分布规律,导水裂隙的水力联系程度和可能存在的富水区,初步圈定注浆过程中浆液运移分布范围;
- 5) 穿脉水平孔注浆,基本封堵顶底板含水层岩溶导水裂隙及主径流通道。

b) 横向加密注浆工程:

- 1) 在矿体围岩构筑由纵横交错注浆钻孔控制的立体结构体系;
- 2) 在近矿体穿脉水平探水钻孔注浆的基础上,根据矿体分布规律,顶、底板水文地质特征,注浆的效果及安全性,在近矿体围岩中布置其他方向的加密注浆孔(一般采用横向钻孔),最终形成没有明显薄弱环节的注浆盖层。

6.2.5.3 近矿体帷幕参数要求:

- a) 帷幕厚度、孔距应根据采矿方法、流体力学、岩体和注浆体强度,经计算确定;
- b) 孔深以确保帷幕的垂直厚度为准;
- c) 钻孔偏斜角:不大于 1%;
- d) 帷幕渗透系数:不大于 0.06 m/d。

6.2.5.4 探水注浆联络巷道的布置:

- a) 在无巷道经过的地段,应在相对安全的岩层内布置与穿脉方向垂直的探水注浆联络巷道,巷道距离含水层不小于 10 m;
- b) 巷道和硐室掘进前应进行钻孔超前探水注浆,并预留一定厚度的“岩帽”作为止浆垫。“岩帽”厚度根据岩石的性质、强度、水压大小参考式(3)确定:

$$B = \frac{P_0 D}{4\tau} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$B$  ——岩帽厚度,单位为米(m);  
 $P_0$  ——最大注浆压力,单位为兆帕(MPa);  
 $D$  ——止浆“岩帽”外接圆直径,单位为米(m);  
 $\tau$  ——矿岩允许抗剪强度,单位为兆帕(MPa)。

- c) 联络巷道施工到矿体外围含水层边界附近时,应进行超前探水注浆;
- d) 联络巷道施工时,应在断面进行浅孔探水并注浆;
- e) 施工探水巷道应采用控制爆破技术。

6.2.5.5 钻注硐室设计在联络巷道内,钻注硐室间距为 10 m~12 m,硐室尺寸根据施工设备确定。

6.2.5.6 穿脉水平探水注浆钻孔布置:

- a) 在采准巷道硐室中,应布置与穿脉方向一致的水平钻孔进行探水注浆;
- b) 根据帷幕厚度、钻孔倾角确定探水钻孔控制深度,一定区域(100 m<sup>2</sup>~900 m<sup>2</sup>)内所有钻孔(孔口安装高压阀门)终孔后,应进行群孔压水试验;
- c) 注浆过程中,应先注水力联系较孤立的钻孔,再对水力联系较好的多孔(选择 2 个~3 个)进行群孔注浆;
- d) 检查孔布置:检查孔数量为注浆钻孔数量的 10%~15%。

6.2.5.7 平行矿体走向的加密注浆钻孔,常利用井下开拓系统、联络巷道和钻注硐室。

6.2.5.8 近矿体帷幕注浆工艺参数按《矿山帷幕注浆技术规范》中 5.6.3 的规定执行,但浆液类型宜采用单液水泥浆和双液水泥浆。

6.2.5.9 注浆资料整理内容及要求按《矿山帷幕注浆技术规范》中 9.1 至 9.2 的规定执行。

6.2.5.10 井下近矿体帷幕施工应制定如下应急安全技术措施:

- a) 突水预报;
- b) 增大排水能力;
- c) 防水闸门;
- d) 采空区顶板堵漏;
- e) 坚持“有疑必探”的原则。

6.2.5.11 井下近矿体帷幕的设计与施工应由具有专业技术实力和施工经验的单位承担。

## 6.2.6 井下泥石流防治

6.2.6.1 连续大雨时,崩落法开采的矿山应加密地表塌陷坑、井下黄泥点的调查、统计及分析,并及时处理。

6.2.6.2 加强塌陷区的综合治理,减少塌陷区的汇水量:

- a) 塌陷范围外修建排水沟,拦截部分汇水;
- b) 塌坑安置排水泵,强降雨期间将汇入地表塌坑内的水抽出;
- c) 严禁在塌陷区及周边非法采矿、选矿、碎石加工、耕植;
- d) 严禁向塌坑排灌尾砂及工业用水。

6.2.6.3 提前对含水层进行疏水降压,施工过程中加强顶板控制,发现淋水加大,条件恶化应停止作业。

6.2.6.4 存在井下泥石流危害的矿山,应坚持超前探水措施。

## 6.2.7 酸性水的防治方法

6.2.7.1 酸性水的矿井,应查明酸性水的来源、水量、形成酸性水的主要因素,并定期取样进行水质分析,向有关单位提供资料及处理意见。

6.2.7.2 酸性水主要来自浅部矿层时,宜先采深部,再采浅部。

6.2.7.3 酸性水主要来自老采区时,应留设隔水矿(岩)柱。

6.2.7.4 酸性水主要来自大气降水和地表水的渗入时,应留足浅部隔水(岩)柱。

6.2.7.5 不同水源混合形成酸性水时,应按酸性水设计排水系统。

6.2.7.6 拦截酸性水,避免迂回循环,防止灌入深部水平。

6.2.7.7 可用生石灰等中和酸性水。

## 6.2.8 充填水防治

6.2.8.1 大体积嗣后胶结充填水防治应采取如下脱水措施:

- a) 提高充填体浓度;
- b) 一个采场悬挂1根至2根波纹脱水花管(脱水管)将充填水引至巷道,花管一般采用 $\phi 110$  mm塑料波纹管,孔径一般为10 mm,孔距8 m~10 m,外包土工布和麻布,钢丝扎紧,再用卡套将脱水管与钢绞线卡稳。

6.2.8.2 非胶结充填水防治:非胶结充填常用于1步骤胶结充填,2步骤非胶结充填。一般采取挡墙顶以上3 m至挡墙底面(一般总高不超过8 m)胶结充填,2步骤采取悬挂波纹花脱水管的措施,防止采场大面积积水及挡墙垮塌。

6.2.8.3 充填挡墙的要求:

- a) 挡墙的设计与施工满足大体积充填的要求;
- b) 每次充填高度不超过1.3 m~1.5 m;
- c) 第二次充填应在第一次充填体凝固后进行。

6.2.8.4 充填水防治措施

- a) 膏体充填充填体不离析、不分层、泌出水量少,有条件的矿山宜采用膏体充填;
- b) 提高充填料浆浓度,降低充填体析出水量;
- c) 清洁充填管路的洗管水不宜充填采场,宜用三通排入巷道水沟;
- d) 采场充填前须按设计要求构筑充填挡墙和架设好采场脱水、泄水设施;
- e) 按设计要求进行采场充填,保证充填脱水时间后养护期,避免大量的充填水聚集。

### 6.3 水体下采矿

#### 6.3.1 在河流、湖泊、水库和海域等水体下采矿,应留足防隔水矿(岩)柱:

- a) 松散含水层下开采时,应按照水体采动等级留设不同类型的防隔水矿(岩)柱(防水、防砂或防塌矿岩柱);
- b) 基岩含水层(体)或含水断裂带下开采时,应对开采前后覆岩的渗透性及含水层之间的水力联系进行分析评价,确定采用留设防隔水矿(岩)柱或者采用疏干方法保证安全开采。

#### 6.3.2 水体下采矿,应由相应资质机构编制可行性方案和开采设计,回采过程中要严格按照设计要求控制开采范围、开采高度和防隔水矿(岩)柱尺寸。

#### 6.3.3 开采过程中,发现地质条件变化,需要缩小安全矿(岩)柱尺寸,提高开采上限时,应进行可行性研究,重新履行相关手续经审查批准后,方可进行试采。

#### 6.3.4 设计水体下开采的防隔水矿(岩)柱尺寸时,覆岩崩落层、保护层尺寸可参考《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》中公式计算,或者根据类似地质条件下的经验数据结合基于工程地质模型的力学分析、数值模拟等多种方法综合确定,同时还应结合覆岩原始导水情况和开采爆破影响带进行叠加分析综合确定。涉及水体下开采的矿区应开展覆岩崩落层和范围的实测工作,逐步积累经验,指导矿区水体下开采工作。

留设安全矿(岩)柱开采的,应结合上覆土层、风化带的临界水力坡度,进行抗渗透破坏评价,确保不发生溃水和溃砂事故。

#### 6.3.5 临近水体下的采掘工作应遵循以下原则:

- a) 采矿方法应有效控制采高和开采范围。工作面范围内存在高角度断层时,应采取措施,防止断层导水或沿断层带冒顶破坏;
- b) 水体下开采缓倾斜及倾斜多层矿体时,宜采用分层充填法,并尽量减少第一、第二中段的采厚,相邻中段同一位置的回采间歇时间应不小于4个月至6个月,岩性坚硬顶板间歇时间应适当延长。相邻两个中段同时回采时,上中段回采工作面应比下中段工作面超前一个工作面斜长的距离,且应不小于20 m,留设防砂和防塌矿(岩)柱;
- c) 水体下开采急倾斜矿体,应采用充填法采矿;
- d) 当地表水体或松散强含水层下无隔水层时,开采浅部矿体及含水层中等富水性以上的厚大矿体,应采用保护顶板的采矿方法。易于疏降的中等富水性以上松散层底部含水层,可采用疏降含水层水位或疏干等方法。

#### 6.3.6 采掘时应加强水情和水体底界面变形的监测。试采结束后,应给矿山提交试采总结报告,研究规律,指导水体下采矿。

### 6.4 露天转井下水害防治

#### 6.4.1 露天转地下开采,境界安全顶柱的留设应符合下列规定:

- a) 采用空场法回采时,露天坑底应留设境界安全顶柱,安全顶柱的厚度应通过岩石力学计算确定,但不应小于10 m;
- b) 采用井下近矿体帷幕防治水方案的矿山,安全顶柱的厚度应大于帷幕有效厚度;
- c) 采用充填法回采时,可在露天坑底铺设钢筋混凝土假底作为地下开采的假顶。当采用进路式

回采且进路宽度不大于 4 m 时,钢筋混凝土假顶厚度不应小于 1 m;当采用空场嗣后充填采矿法时,钢筋混凝土假顶厚度应按采场跨度参数通过岩石力学计算确定。

6.4.2 排水方案设计时,应分析研究原露天坑的截排水能力及其对坑内排水的影响。

6.4.3 露天坑底及边帮应做防渗防崩塌处理,宜首先采用注浆法加固防渗露天坑底及边帮,注浆孔深度不少于 10 m,宜采用改性黏土浆。注浆加固防渗后再铺设 1.0 m 钢筋混凝土,再水泥砂浆抹平。

6.4.4 露天坑的截排水系统宜继续保留运行,不宜将露天坑内水放入井下矿坑排出。

## 6.5 防治水工程设计与施工

6.5.1 矿山防治水工程设计纳入初步设计中。水文地质条件简单——中等类型的防治水工程设计与采矿工程设计一并审核,水文地质条件复杂类型的防治水工程设计应先进行水文审核,再与采矿设计一并审核。

6.5.2 矿山防治水工程设计应与采矿工程设计紧密结合,充分考虑开拓方案、采矿方法。

6.5.3 采用堵疏结合防治水方法的,应在完成堵水工程后再实施疏干放水工程。需要进行坑内放水试验的,放水巷应布置在隔水层中,放水试验结束后应使地下水位回复原状再施工堵水工程。

## 7 排水系统

7.1 井下排水设施按 GB 16423—2006 第 6.6.4 执行。

7.2 排水用的水泵、水管、闸阀、配电设备和输电线路,应经常检查和维护。每年雨季前应全面检修 1 次,并对全部水泵进行 1 次联合排水试验,发现问题及时处理。

7.3 应及时清理水仓、沉淀池和水沟中的淤泥。每年雨季前应清理 1 次,含泥量大的矿井,应设机械排泥设施。

7.4 积极推广井下泵房无人值守和远程监控集控系统,应加强排水系统检测与维修,保持水仓容量不小于 50%安全水位和排水系统运转正常。受水威胁严重矿井(坑)应实现井下泵房无人值守和地面远程监控。推广使用地面操控的潜水泵自动排水系统。

7.5 采用平巷排水的矿坑,平巷的总过水能力应不小于历年最大渗入矿井水量或估算的矿坑最大涌水量的 1.2 倍。水沟或排水巷标高应低于主运输巷,否则,应有可靠的技术措施(如防水门等)确保主运输巷的安全。

7.6 水文地质条件复杂矿区建设新井时,应在井筒底留设潜水泵窝,老矿井也应改建增设。井筒开凿到底后,井底附近应设置具有一定能力的临时排水设施。

7.7 永久排水系统形成前的在建矿坑,各施工区应设置足够排水能力的临时排水系统。

7.8 新中段的采矿作业,应在新中段永久防、排水系统建成后进行。

7.9 静储量很大,动储量较小,且只有地下水影响的矿山,基建和建设初期的排水系统能力宜加大到预测正常排水系统的 2.5 倍。

## 8 井下探放水

8.1 采掘工作面遇下列情况之一时,应进行探放水,探水前应确定探水线并标绘在图上:

- a) 接近水淹或者可能积水的井巷、采空区或者相近的矿山;
- b) 接近含水层、导水断层、暗河、溶洞和导水陷落柱;
- c) 打开防隔水岩(矿)柱进行放水前;
- d) 接近可能与河流、湖泊、水库、水池、水井等相通的断层带;
- e) 接近有出水可能的老钻孔;

- f) 接近水文地质条件复杂的区域;
- g) 采掘破坏影响范围内有承压含水层或含水构造、矿床与含水层间的阻隔水矿(岩)柱厚度不清楚可能发生突水;
- h) 接近其他可能突水地区。

8.2 探放水工程应先设计,设计应包括如下内容:

- a) 探放水的采掘工作面及周围的水文地质条件、水害类型、水量及水压预计;
- b) 探放水巷道的开拓方向、施工次序、规格和支护方式;
- c) 探放水钻孔组数、个数、方向、角度、深度、孔径、施工技术要求和采用的超前距、帮距及探水线确定;
- d) 探放钻孔孔口安全装置及耐压要求等;
- e) 探放水施工与掘进工作的安全规定;
- f) 受水威胁地区信号联系和避灾路线;
- g) 通风措施;
- h) 防排水设施,如水闸门、水闸墙、水仓、水泵、管路、水沟等排水系统及能力的安排;
- i) 水情及避灾联系汇报制度和灾害处理措施;
- j) 探放水硐室设计、探放水孔布置的平面图、剖面图等。

8.3 探水线确定方法:

- a) 老采空区的探水线:一般沿采空区积水线或采空区边界平行外推 60 m~150 m;
- b) 含水层、断层的探水线按(1)式计算。

8.4 探放老采空区水应遵循以下原则:

- a) 不在河沟及重要建筑物下面的老空区,宜排放老空区水;
- b) 与地表水水力联系密切或雨季接受降水大量补给的老空区水或老空区涌水量很大、水质酸性等,宜先隔离后探放;
- c) 水量大、水压高的老空区水,应先从顶、底板岩层打穿层放水孔,降水压后再探放水;
- d) 老空区被强含水层或水源所淹没,宜先堵住出水点再探放水;
- e) 应分析查明老空区水体的空间位置、积水量和水压,监视放水全过程,核对放水量,直到老空区水放完为止。

8.5 探水前,应编制探水设计,确定探水警戒线,并采取防止有害气体危害的安全措施。探水孔的布置、位置、方向、数目、孔径、每次钻进的深度和超前距离,应根据水头高低、矿(岩)层厚度和硬度等确定。并严格按设计进行探放水。

8.6 探放水钻孔的布设要求:

- a) 探放老采空区水、岩溶溶洞水和钻孔水等,探水钻孔应成组布设,并在工作面内呈扇形。
  - 1) 钻孔终孔位置水平距不超过 3 m。
  - 2) 终孔垂距不超过 1.5 m。
  - 3) 探水钻孔的最小超前距或帮距按表 1 执行。
  - 4) 平巷的探放水孔,应呈半扇面形布置在巷道正前。
  - 5) 斜坡道探放水孔,呈扇面形布置在巷道的前方。
- b) 探放断裂构造水、探水钻孔应沿掘进方向的前方及危险更大的方向布置;探水孔数量以能够控制工作面前方的中心和上下左右为准,不少于 3 个。
- c) 探放水孔开孔后,应埋设孔口管,孔口管的长度应根据岩石强度,静水压力,以及孔口管与水泥浆结石之间的黏结力等综合计算确定,钻进前应安装孔口安全装置,采用反压和有防喷装置的方法钻进。外接高压闸阀和高压防喷装置,并应进行耐压检测,压力达到巷道可能要承受的最大地下水压且无泄漏后方可继续钻进。

- d) 探水钻孔深度应根据掘进长度、水头高低、岩体结构与硬度等条件确定,超前于巷道掘进距离见表 1。

#### 8.7 探水钻机安装要求:

- a) 加强钻孔附近的巷道支护和加固,并在工作面迎头打好坚固的立柱和拦板;
- b) 如安钻地点与积水区间距小于探水规定的超前距,或有突水征兆时,应采取加固措施或用止浆墙封闭后探放水;
- c) 清理巷道,挖好排水沟。探水钻孔位于巷道低洼处时,应配备与探放水量相适应的排水设备;
- d) 主要探水孔位置,应由测量人员现场标定。探放水工作的负责人应亲临现场检查;
- e) 在预计水压大于 0.1 MPa 的地点探水时,应预先固结套管,套管深度在设计中规定。并安装闸阀、开掘安全躲避硐室,制定撤人的避灾路线等安全措施,并使每个作业人员熟知;
- f) 钻孔内水压大于 1.5 MPa 时,应采用反压和有防喷装置的方法钻进,并制定防止孔口管或岩壁突然鼓出的措施;
- g) 探水钻孔除兼作堵水、水文勘探或疏水用钻孔外,终孔孔径一般不得大于 75 mm。

#### 8.8 探水钻孔超前距离和止水套管长度要求:

- a) 探放老空区积水的超前钻距,应根据水压、矿(岩)层厚度和强度及安全措施等情况确定,软弱岩矿不得小于 30 m,坚硬岩石不得小于 20 m,止水套管长度不得小于 5 m;
- b) 探放含水层、断层和岩溶溶洞等含水体时,按参考表 1 确定。

表 1 岩层中探水钻孔超前钻距和止水套管长度

水压 MPa	钻孔超前钻距 m	止水套管长度 m
<1.0	>10	>5
1.0~2.0	>15	>10
2.0~3.0	>20	>15
>3.0	>25	>20

8.9 钻进时发现矿岩松软破碎、片帮、来压或钻孔中水压、水量突然增大和顶钻等异常时,应立即停钻,记录其孔深并固定好钻杆,但不得拔出钻杆。应立即汇报,派人监测水情。如发现情况危急,应立即撤出所有受水威胁区域的人员,并采取措施进行处理。

8.10 钻孔见水后,应尽量控制泄水水量,若流量太大,使得继续钻进难以进行,或者可能超出矿井排水能力时,应关闭孔口闸阀,终止钻进。

8.11 放水前,应估计积水量,根据矿坑排水系统能力控制放水流量,防止淹井;放水时,应设专人监测并记录水量、水压。若水量突变,应及时处理并立即报告。

#### 8.12 探放水安全措施:

- a) 探水的巷道中间不得有低洼积水段;
- b) 探水巷应在探水钻孔有效控制范围内掘进,探水孔的超前距、帮距及孔间距应符合设计要求。每次探水后、掘进前,应在起点处设置标志,并建立挂牌制度;
- c) 巷道支护应牢固,顶、帮背实,无高吊棚脚,斜巷有撑杆,使巷道有较强的抗水流冲击能力;
- d) 探放水地点应安设电话和报警装置;
- e) 应向受水威胁地区的施工人员贯彻、交代报警信号及避灾路线;
- f) 探水巷道应加强出水征兆的观察,一旦发现异常应立即停止工作,及时处理。情况紧急时应立即发出警报,撤出所有受水威胁地区的人员;

- g) 钻孔接近老空区,预计可能有有害气体涌出时,应有矿山救护队员和安全员在现场值班,检查空气成分。有害气体超过有关条文规定时,应立即停止打钻,切断电源,撤出人员,并报告主管部门,采取措施,进行处理;
- h) 放水工作应尽量避免在雨季进行;
- i) 探放水人员应按照批准的设计施工,未经审批单位允许,不得擅自改变设计。

8.13 探放水应急处理措施:

- a) 钻杆接口断开无法退出时,应及时关闭探水钻机,退出钻杆,更换新钻头接口,继续钻进,与断开的钻杆进行套钻,如未能套钻,应重新进行开孔钻探;
- b) 探水过程中,如开、关按钮控制器失灵,应切断电源,更换控制按钮;
- c) 钻探过程中无法转进时,应检查钻杆是否脱节,检查工作面回水颜色及钻探情况,退出钻杆检查钻头等。待查明原因后,方可继续进行探放水;
- d) 探水过程中,水开始变大时,应立即汇报矿相关技术和管理部门,分析后方可进行重新探放或停止探放;
- e) 探水中电机烧坏时,及时更换电机;
- f) 推进杆折断时,及时退出钻杆、关闭电源,进行检查、更换;
- g) 发现钻探松软或有异常响声时,应立即停止钻进,汇报调度室或井下值班矿领导、矿分管领导,待研究决定后,重新进行钻探或停止钻探。

9 水害治理

9.1 应急预案及实施要求

9.1.1 矿山应根据矿坑的主要水害类型和可能发生的水害事故进行分级管控,按照 GB/T 29639—2013 编制水害专项应急预案和现场处置方案,并对应急预案和现场处置方案进行人员培训,每年应按照 AQ/T 9007—2011 对应急预案进行 1 次救灾演练并修订完善。

9.1.2 矿山安全管理人员和调度室人员应熟悉水害应急预案和现场处置方案。

9.1.3 矿山应设置安全出口,规定避水灾路线,设置贴有反光膜的清晰路标,并应让全体职工熟悉,一旦突水,能够安全撤离,避免意外伤亡事故。

9.1.4 现场发现水情的人员,应立即向矿调度室或井下值班领导报告有关突水地点及水情,并通知周围有关人员撤离到安全位置或升井。

9.1.5 矿调度室接到水情报告后,应立即启动本矿井(坑)水害应急预案,根据来水方向、地点、水量等因素,确定人员安全撤离的路径,通知井下受水患影响地点的人员,马上撤离到安全位置或升井。同时向值班负责人和主要领导汇报,并将水患情况通报周边所有矿山。

9.1.6 有突水征兆时,应立即作好关闭防水闸门的准备,确认人员全部撤离后,方可关闭防水闸门。

9.1.7 发生事故后,宜采用如下现场紧急处理、抢险应急技术措施:

- a) 构筑临时水闸墙;
- b) 紧急投入强排水设备(如竖、斜井卧泵、潜水泵群)等措施;
- c) 临时水闸墙的主体材料宜选择袋装水泥码砌垛;
- d) 水闸墙应留泄水管路;
- e) 袋装水泥闸墙码砌一定高度(0.5 m~1.0 m)后,应将闸墙中部的水泥袋划破。

9.1.8 矿山应根据水患的影响程度及时调整井下通风系统,避免风流紊乱、有害气体超限。对老采空区、硫化矿床氧化带的溶洞、深大断裂有关的含水构造进行探水,以及被淹井巷排水和放水作业时,应事先采取通风安全措施,并使用防爆照明灯具、便携式多功能气体检测仪。发现有害气体,应及时采取处置措施。



9.1.9 矿山应将防范暴雨洪水引发矿山事故灾难作为一项重要内容纳入应急救援预案和现场处置方案。落实防范暴雨洪水所需的物资、设备和资金、时间及责任人。

9.1.10 矿山应主动联系各级抢险救灾机构,掌握抢救技术装备情况,一旦发生水害事故,立即制定抢救方案,争取社会救援,实施事故抢救。

## 9.2 塌陷裂缝治理

9.2.1 矿山生产过程中地面发生塌陷时,应根据已发塌陷的分布及活跃程度,设计有效的塌陷防治方法对塌陷进行治理。常用的治理技术有:

- a) 分析地面塌陷成因;
- b) 地面塌陷预防;
- c) 塌陷回填法;
- d) 一般注浆法;
- e) 孔内造浆及注浆法;
- f) 旋喷桩帷幕法;
- g) 埋管注浆法;
- h) 隐伏土洞探测及治理。

9.2.2 塌陷位于河床时,可在漏水地段铺设不透水的人工河床。

9.2.3 矿区地面出现的塌陷裂缝,应及时填塞。可沿缝挖沟,深度可设计 0.4 m~0.8 m,裂缝边缘两侧各宽 0.5 m,缝内填入石块和片石,上部用灰土填塞夯实。

塌陷回填抢险时,一般采用如下应急措施,在底部架废钢管、废钢轨、废钢丝绳,再连续投入柴把、草束、砂包、片石,当泄水量明显减小后,再填塞大量石块,最后在上部用水泥浆砌片石,灰土夯实。

## 9.3 应急响应安全技术措施

9.3.1 井下重大水灾发生时灾区人员的自救安全撤离措施:

- a) 工作面一旦发生重大水灾,如有可能,在场人员首先应在跟班队长或班组长的指挥下,尽可能就地取材,采取加固工作面等措施,堵住出水点,防止事故范围扩大;并立即向单位调度室或井下值班领导汇报水灾地点,初步判断涌水量和水灾发生时间等情况;
- b) 若水势过猛,无法抢救,凡受水灾威胁区域人员都应在本班班长带领下撤出危险区域,撤离时应有组织地避开压力水头,沿着规定的避灾路线迅速撤退;同时迅速通知可能受水害威胁区域的人员停止工作,切断电源,快速撤离。

9.3.2 救援措施:

- a) 矿山调度室接到事故汇报后,应及时通知救护队前往救护;
- b) 救护队员到达现场后,应先向事故附近区域工作的人员了解事故发生原因、事故前人员分布位置,并实地查看巷道状况,保证退路安全畅通;
- c) 如果通风系统遭到破坏,应积极恢复事故发生地点的正常通风;如果暂时不能恢复,可利用水管、压风管路等向被水堵截区域的人员输送新鲜空气。当有害气体威胁到抢救人员安全时,救护队应独立担负抢救人员和恢复通风的工作;
- d) 抢救人员时,要用灯光、呼喊、敲击等方法,判断遇险人员位置,与遇险人员保持联系,鼓励他们配合工作。必要时,可开掘通向遇险人员所在区域的专用巷道;
- e) 恢复被水淹巷道时,应始终坚持由外向里、由高到低的原则,并由专人检查顶板情况,发现异常,立即撤出人员,加强巷道支护。

## 9.4 排水恢复被淹井巷

9.4.1 恢复被淹井巷前,应提供包含下列内容的突水淹井调查报告:

- a) 突水点位置、时间、淹井过程、突水形式、水源分析、淹没速度、涌水量变化等；
- b) 估算突水淹没范围，积水量；
- c) 预计排水中的涌水量，查清淹没前井巷各区段的涌水量，推算突水点的最大涌水量和稳定涌水量，预计恢复中各中段的涌水量，并设计恢复过程中排水量曲线；
- d) 提供有关水文地质点（孔、井、泉）的动态资料和曲线，水文地质平面图、剖面图和水化学资料等；
- e) 突水后矿山采取的临时防治水措施。

9.4.2 矿井（坑）恢复时，应做好以下工作：

- a) 专人跟班定时测定并记录涌水量和水位；
- b) 观察记录恢复后井巷的冒顶、片帮和淋水等情况；
- c) 观察记录突水点的具体位置、涌水量和水温等并作突水点素描、拍照；
- d) 定时观测地面观测孔、井、泉等水文地质点并观察地面有无塌陷、裂缝现象等。

9.4.3 排除井筒的积水及恢复被淹井巷前，应制定有害气体突然涌出的安全措施。排水过程中，应有矿山救护队检查水面上的空气成分，发现有害气体，应及时处理。

9.4.4 矿井（坑）突水时强排水技术，排水前应根据突水地点、突水量、井巷工程地质条件、采空区及淹没区域不同标高的预测最大涌水量以及未淹没泵房的设备能力等基础资料制定强排水方案。

- a) 突水中段的排水泵房未被淹没前宜采用如下强排水措施：
  - 1) 测定涌水量和预测最大涌水量；
  - 2) 启动全部排水设备强行排水；
  - 3) 当突水量较大且核实能力不足，有条件时可关闭井底车场水闸门限制放水；
  - 4) 有条件时可向低标高井巷部分放水。
- b) 突水中段泵房被淹，水位仍上涨的强排水措施：
  - 1) 关闭未淹井巷涌水钻孔，对部分涌水采取闸墙封堵或建临时排水站减缓水位上涨；
  - 2) 迅速建立竖井潜水泵、临时斜井卧式离心泵强排水基地制止水位上涨。强排水基地应尽可能接近淹没水位，又需保证不被继续上涨的水位淹没。

9.4.5 当突水量小于矿坑排水能力，但突水量有可能增大时，为保护泵房和井筒安全，可采取建立临时和永久水闸墙的控水技术措施。

9.4.6 突水时的注浆堵水应遵循下列原则：

- a) 应掌握矿坑工程地质水文地质条件，明确堵水位置、分析钻探和注浆难度，做到条件分析充分，设计考虑周全；
- b) 第一批钻孔应针对出水点附近设计及施工，终孔位置应充分考虑浆液的扩散和流失；
- c) 前期注浆以增加出水口阻力为目标，后期再增大压力达到堵水目的；
- d) 注浆孔孔径不宜过小；
- e) 堵水方案是一个动态变化过程，注浆场地、钻孔布设应随着突水水源通道及水文地质条件的深入而调整；
- f) 注浆堵水要进行多方案对比、好中选优，综合运用；
- g) 钻探设备选型可靠，材料保证充分；
- h) 一般采用分段下行注浆，不采取孔口混合注浆；
- i) 设计中应明确规定施工过程中需配合的地质及水文地质工作；
- j) 前期的突水通道及水源探测应列入设计内容；
- k) 施工组织设计中应明确施工中的细节问题；
- l) 应采用比较成熟的先进技术和工艺。

9.4.7 矿井恢复后，应全面整理淹没和恢复两个过程的图纸和资料，确定突水原因，提出避免发生重复

事故的措施,总结排水恢复中水文地质工作的经验和教训。

9.4.8 通过强排水过程,重新认识矿区水文地质条件。

## 9.5 泥石流治理

泥石流治理包括:

- a) 掘进巷道施工中泥石流涌出后,应采取钻探等技术手段探明冒落空间范围,计算冒落高度。选择打钻注浆方案时,钻孔尽可能从多个地点施工,能互相交叉,采取立体、多层次、全方位注浆、充填,以达到最佳注浆效果;
- b) 打钻注浆前应采取砌筑密闭墙及少量注浆等办法对打钻注浆等施工硐室进行加固;
- c) 打钻注浆前应首先选择好避灾路线,提前进行防灾演习,一旦出现意外,保证所有作业人员均能安全撤离。

## 10 水文地质观测

### 10.1 地面水文地质观测

10.1.1 生产期间矿山的地面水文地质观测包含以下内容:

- a) 降雨量观测。地下水补给受大气降水或地表水影响较大的矿区(井),应建立雨量观测站,进行降雨量观测;
- b) 地表水观测。应至少每月观测 1 次地表水,雨季或暴雨后应增加观测密度,观测矿区河流、水渠、湖泊、积水区、山塘和水库等地表水体的水位、流量、积水量、最大洪水淹没范围、含泥砂量、水质等;对可能渗漏补给地下水的地段应进行渗漏量监测;
- c) 地下水动态观测。应建立矿区地下水动态观测网,进行地下水动态观测,利用现有钻孔、井、泉、出水点等观测地下水动态。观测点应覆盖矿坑生产建设对地下水有影响的含水层,布置在矿坑充水的地下水强径流带、构造破碎带和与地表水有水力联系的岩土层以及矿坑开采过程中水文地质条件可能发生变化、井下主要突水点附近或有突水威胁的地段、疏干边界或隔水边界处。观测项目包括地下水位、水温、水质和流量,多层含水层应分层观测。

10.1.2 观测点应统一编号,并测定坐标,标绘在综合水文地质图上。观测点应设置固定观测标志,安装孔口保护装置。

10.1.3 采掘过程中应坚持地面水文地质观测。掌握地下水动态规律前,7 天至 10 天观测 1 次;掌握地下水动态规律后,每月观测 1 次至 3 次;雨季或遇有异常情况时,应增加观测次数。水质监测每年不少于 2 次,丰、枯水期各 1 次。

观测时,注意连续性和精度。每次应有 2 次读数,水位观测差值不得大于 2 cm,流量观测差值不得大于 1%,水温观测差值不得大于 0.5 °C。取值采用算术平均值。测量工具使用前应当进行校验。宜采用智能自动监测仪进行观测、记录和传输数据。

10.1.4 地面裂缝、沉降观测:

- a) 开采引起地面裂缝、沉降的矿山应进行地面裂缝、沉降观测;
- b) 基准点和观测点设置要求:
  - 1) 基准点应设在沉降区域以外;
  - 2) 观测点应设置在能表示出沉降特征的地点、可采用浅埋标志;
  - 3) 观测点本身应牢固稳定,确保点位安全,能长期保存;
  - 4) 要保证在点上能垂直置尺和良好的通视条件;
  - 5) 观测点应在平面图标记。
- c) 观测方法及精度要求:

- 1) 地面裂缝监测,可采用简易的红漆标记、钢卷尺、钢直尺和游标卡尺观测,观测精度为毫米;
  - 2) 房屋变形开裂监测,可采用简易的贴纸条标记、钢卷尺、钢直尺和游标卡尺观测,观测精度为毫米;
  - 3) 地面沉降监测可采用二等水准测量的方法,其线路闭合差应小于 $\pm 0.6\sqrt{n}$ mm。水平位移采用轴线法观测,轴线法难以施测时采用小角度法观测水平位移,误差小于2.0 mm;
  - 4) 观测精度要求:沉降观测中误差小于0.5 mm,水准测量闭合小于 $\pm 0.8\sqrt{n}$ mm,位移观测中误差小于5.0 mm。
- d) 观测频率要求:
- 1) 地面塌陷、裂缝监测,监测频次为3次/月;异常时应加密观测;
  - 2) 沉降监测:监测频次一般为3次/月。雨天应加密观测。
- e) 沉降观测应提交下列图表:
- 1) 工程平面位置图及基准点分布图;
  - 2) 沉降观测点位分布图;
  - 3) 沉降观测成果表。

## 10.2 井下水文地质观测

10.2.1 矿山应对新掘的井筒、巷道及时进行水文地质编录,绘制井筒、巷道的实测水文地质剖面图或展开图。

- a) 井巷编录应详细描述含水层产状、厚度、岩性、构造、裂隙或岩溶的发育与充填情况,以及涌(渗)点的位置标高、出水形式、涌水量和水温等,并取水样进行水质分析。
- b) 裂隙编录应测定产状、长度、宽度、数量、形状、尖灭情况、充填程度及充填物等,观察记录地下水活动的痕迹,绘制裂隙玫瑰图,选择有代表性地段按(4)式测定计算岩石的裂隙率:

$$K_T = \frac{\sum ab}{F} \times 100 \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$K_T$ ——裂隙率,单位为百分数(%);

$a$  ——裂隙长度,单位为米(m);

$b$  ——裂隙宽度,单位为米(m);

$F$  ——测定面积,单位为平方米( $m^2$ ),较密集裂隙可取 $1\ m^2 \sim 2\ m^2$ ,稀疏裂隙可取 $4\ m^2 \sim 10\ m^2$ 。

- c) 岩溶编录应观测记录其形态、发育、分布状况、有无充填物和充填物成分及充水状况等,并应编制卡片,附平面图、剖面图、素描图或照片。
- d) 断裂构造编录时,应分析判断断层的性质,测定其断距、产状、破碎带宽度,并观测记录断裂带充填物成分、胶结程度、出水及导水情况等。
- e) 出水点编录应详细观测记录出水的时间、地点、确切位置、出水层位、岩性、厚度、出水形式、围岩破坏情况等,并测定初始和稳定涌水量、水温、水质和含泥砂量等。同时应观测其附近出水点、观测孔涌水量和水位的变化,并分析突水原因。主要突水点可作为动态观测点进行系统观测,并要编制卡片,附平面图、素描图或照片。
- f) 应观测工作面“出汗”、顶板淋水加大、空气变冷、发生雾气、挂红、水叫、底板涌水、变形或其他异常现象,工作人员处于安全状态时,应详细记录底鼓、片帮、支柱折断、围岩膨胀、巷道断面缩小、异味、水色。有突水征兆时,工作人员应及时撤出到安全地带。

### 10.2.2 矿坑涌水量观测及水质监测应符合下列规定：

- a) 应分矿体、分中段设站观测。断裂破碎带、岩溶溶洞出水较大的应单独设站观测。涌水量每月观测1次至3次。水质监测每年不少于3次,丰、平、枯水期各1次。涌水量出现异常、井下发生突水或受降水影响较大的矿坑,雨季观测频率应增加观测次数;
- b) 井下新揭露的涌水量未稳定的中小出水点,应每天至少观测1次。较大突水点涌水量未稳定期,应1 h~2 h观测1次,有条件时,应加大观测频率及进行水质分析。涌水量稳定后,可按井下正常观测频率观测;
- c) 采掘工作面上方影响范围内有地表水体、富水含水层或穿过与富水含水层相连通的构造断裂带或接近老空区积水区时,应每天观测,掌握涌水量变化。含水层富水性的等级标准按照附录C;
- d) 在含水层内及附近围岩中开掘竖、斜井,应垂向每延深10 m或涌水量突然增加时观测1次涌水量;
- e) 观测矿坑涌水量应注重连续性和精度,宜采用容积法、堰测法、流速仪法或其他先进的方法确保精度。测量工具和仪表应定期校验。

### 10.2.3 井下进行含水层疏水降压时,流量、水压稳定前,应每小时观测1次至2次;流量、水压基本稳定后,按正常观测要求进行,每日观测1次。

疏放老空区水应每日观测1次。

**附 录 A**  
**(资料性附录)**

**矿区水文地质主要图件及内容要求**

**A.1 各中段水文地质平面图**

中段水文地质平面图是综合记录井下中段实测水文地质资料的图纸,是分析矿坑地下水分布规律,开展水害预测、制定防治水措施的主要依据之一,也是矿坑水害防治的必备图纸,一般采用采掘工程平面图作底图进行编制,比例尺为 1/2 000~1/5 000,主要内容有:

- a) 各种类型的出(突)水点要统一编号,并注明出水日期、涌水量、水位(水压)、水温及涌水特征;
- b) 废弃井巷、采空区、老硐等的积水范围和积水量;
- c) 井下水闸门、水闸墙、放水孔、阻隔水矿(岩)柱、泵房、水仓、水泵台数及能力;
- d) 井下排水路线;
- e) 井下涌水量观测站(点)的位置及水量;
- f) 矿体、含水层及隔水层、断裂构造、岩溶现象等地质和水文地质界线;
- g) “其他”。

中段水文地质平面图应随采掘工程的进展及时补充填绘。

**A.2 矿坑涌水量与各种相关因素历时曲线图**

矿坑涌水量与各种相关因素历时曲线是综合反映矿坑地下水变化规律,预测矿坑涌水趋势的图纸,各矿应根据具体情况,选择不同的相关因素绘制以下几种关系曲线图:

- a) 矿坑涌水量与降水量、地下水位曲线图;
- b) 矿坑涌水量与单位走向开拓长度、单位采空面积关系曲线图;
- c) 矿坑涌水量随时间变化曲线图;
- d) 矿坑涌水量随开采深度变化曲线图。

**A.3 矿区综合水文地质平面图**

矿区综合水文地质平面图是反映矿区水文地质条件的图纸之一。也是进行矿区防治水工作的主要参考依据。综合水文地质平面图一般在矿区地形地质图的基础上编制,比例尺为 1/2 000~1/10 000。主要内容有:

- a) 基岩含水层露头(包括疏干岩溶塌陷)及冲积层底部含水层(流砂、砂砾、砂卵石层等)的平面分布状况;
- b) 地表水体,水文观测站,井、泉、落水洞分布位置、塌陷分布及范围;
- c) 水文地质钻孔及其抽水试验成果;
- d) 基岩等高线;
- e) 设计的或开采矿床井下巷道、矿坑回采范围及井下突水点资料;
- f) 主要含水层等水位(压)线及其代表的时间;
- g) 老窑、小矿山位置及开采范围和涌水情况;
- h) 有疏干塌陷的岩溶矿山应对塌陷活跃程度进行分区;

- i) 有条件时,划分水文地质单元,进行水文地质分区。

#### A.4 矿井综合水文地质柱状图

矿井综合水文地质柱状图是反映含水层、隔水层及矿体之间的组合关系和含水层层数、厚度及富水性的图纸。一般采用相应比例尺随同矿区综合水文地质平面图一道编制。主要内容有:

- a) 含水层时代名称、厚度、岩性、岩溶和裂隙发育情况;
- b) 各含水层水文地质试验参数;
- c) 含水层的水质类型;
- d) 矿井出水点位置、出水量;
- e) 隔水层时代名称、厚度、岩性情况。

#### A.5 水文地质剖面图

水文地质剖面图主要是反映含水层、隔水层、褶曲、断裂构造、岩溶发育情况等和矿体之间的空间关系。主要内容有:

- a) 含水层岩性、厚度、埋藏深度、岩溶裂隙发育深度;
- b) 水文地质孔、观测孔及其试验参数和观测资料;
- c) 地表水体及其水位;
- d) 矿体及主要井巷位置。

水文地质剖面图一般以走向、倾向有代表性的勘探线地质剖面为基础。

#### A.6 矿区含水层等水位线图

等水位线图主要反映地下水的流场特征。水文地质复杂型的矿区,对主要含水层(组)应坚持定期绘制。比例尺为 1/2000~1/10000。主要内容有:

- a) 含水层、矿体露头线,主要断层线;
- b) 水文地质孔、观测孔、井、泉的地面标高,井、泉孔口标高和地下水位(压)标高;
- c) 河、渠、塘、水库、塌陷积水区等地表水体观测站的位置、地面标高和同期水面标高;
- d) 矿区各井口位置、开拓范围和公路、铁路交通干线;
- e) 地下水等水位线,表示地下水流向;
- f) 可采矿体底板下隔水层等厚线(当受开采影响的主含水层在可采矿体底板下时);
- g) 井下开拓、开采工程分布范围,涌水、突水点位置及涌水量。

#### A.7 区域水文地质平面图

区域水文地质图一般在 1/10 000~1/100 000 区域地质图的基础上经过区域水文地质调查之后编制。成图的同时,应写出编图说明书。主要内容有:

- a) 地表水系、分水岭界线、地貌单元划分;
- b) 主要含水层露头,松散层等厚线;
- c) 地下水天然出露点及人工揭露点;
- d) 岩溶形态及构造破碎带;
- e) 水文地质钻孔及其抽水试验成果;

- f) 地下水等水位线,地下水流向;
- g) 划分地下水补给、径流、排泄区;
- h) 划分不同水文地质单元,进行水文地质分区;
- i) 附相应比例尺的区域综合水文地质柱状图、区域水文地质剖面图。

#### A.8 矿区岩溶分布图

岩溶特别发育的矿区,应根据调查和勘探的实际资料编制矿区岩溶图,为研究岩溶的发育分布规律和矿区岩溶水防治提供参考依据。

岩溶图的形式可根据具体情况编制岩溶分布平面图、岩溶实测剖面图或展开图等:

- a) 岩溶分布平面图可在矿区综合水文地质图的基础上填绘岩溶地貌、汇水封闭洼地、落水洞、地下暗河的进出水口、天窗、地下水的天然出露点及人工出露点、岩溶塌陷活跃分区、地表水和地下水的分水岭等;
- b) 岩溶实测剖面图或展开图,根据对溶洞或暗河的实际测绘资料编制。



**附 录 B**  
(规范性附录)  
**安全水压的计算**

**B.1 掘进巷道底板隔水层**

计算见式(B.1):

$$H=2K_p\frac{t^2}{L^2}+\gamma t \quad \dots\dots\dots(\text{B.1})$$

式中:

$H$  ——底板隔水层能够承受的安全水压,单位为兆帕(MPa);

$K_p$  ——底板隔水层的平均抗张强度,单位为兆帕(MPa);

$t$  ——隔水层厚度,单位为米(m);

$L$  ——巷道宽度,单位为米(m);

$\gamma$  ——底板隔水层的平均容重,单位为兆牛每立方米(MN/m<sup>3</sup>)。

**B.2 回采工作面**

计算见式(B.2):

$$P=T_s\times M \quad \dots\dots\dots(\text{B.2})$$

式中:

$P$  ——安全水压,单位为兆帕(MPa);

$T_s$  ——突水系数,单位为兆帕每米(MPa/m);

$M$  ——底板隔水层厚度,单位为米(m)。

注:  $T_s$  值应根据岩性和构造情况确定,一般情况下,在具有构造破坏的地段按 0.06 MPa/m 计算,隔水层完整无断裂构造破坏地段按 0.1 MPa/m 计算。

**B.3 突水系数**

计算见式(B.3):

$$T_s=\frac{P}{M} \quad \dots\dots\dots(\text{B.3})$$

式中:

$T_s$  ——突水系数,单位为兆帕每米(MPa/m);

$P$  ——底板隔水层承受的水头压力,单位为兆帕(MPa);

$M$  ——安全水压,单位为米(m)。

附 录 C  
(规范性附录)  
含水层富水性的等级标准

C.1 按钻孔单位涌水量( $q$ )富水性[注]划分

以下四级:

- a) 弱富水性: $q < 0.1 \text{ L/s} \cdot \text{m}$ ;
- b) 中等富水性: $0.1 \text{ L/s} \cdot \text{m} < q \leq 1.0 \text{ L/s} \cdot \text{m}$ ;
- c) 强富水性: $1.0 \text{ L/s} \cdot \text{m} < q \leq 5.0 \text{ L/s} \cdot \text{m}$ ;
- d) 极强富水性: $q > 5.0 \text{ L/s} \cdot \text{m}$ 。

C.2 按天然泉水流量含水层富水性划分

以下四级:

- a) 弱富水性: $Q < 1.0 \text{ L/s}$ ;
- b) 中等富水性: $1.0 \text{ L/s} < Q \leq 10.0 \text{ L/s}$ ;
- c) 强富水性: $10.0 \text{ L/s} < Q \leq 50.0 \text{ L/s}$ ;
- d) 极强富水性: $Q > 50.0 \text{ L/s}$ 。

注:评价含水层的富水性,钻孔单位涌水量以口径 91 mm、抽水水位降深 10 m 为准,若口径、水位降深与上述不符时,应进行换算再比较富水性。

---