

## 中华人民共和国矿山安全行业标准

KA 27.4—2025

### 煤矿水害防治 第4部分：地面区域治理

Coal mine water disaster prevention and control—  
Part 4: Ground area governance

2025-09-01 发布

2026-01-01 实施

# 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 一般规定 .....                         | 1  |
| 5 管理要求 .....                         | 1  |
| 6 技术要求 .....                         | 2  |
| 附录 A (资料性) 浆液水灰重量比及对应的浓度、密度对照表 ..... | 5  |
| 附录 B (资料性) 地面区域治理工程录井方法 .....        | 7  |
| 附录 C (资料性) 洗井、压水试验及注浆要求 .....        | 9  |
| 附录 D (资料性) 单位吸水率与纯水泥浆初始浓度 .....      | 10 |
| 附录 E (资料性) 工程综合分析评价报告提纲 .....        | 11 |

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由国家矿山安全监察局提出。

本文件由矿山安全行业标准化技术委员会水害防治分技术委员会归口。

本文件起草单位：冀中能源集团有限责任公司、中煤科工西安研究院(集团)有限公司、国家矿山安全监察局河北局。

本文件主要起草人：张会松、孙波、王铁记、姬亚东、张现辉、李志波、马旺、石志远、杨军辉、黄辉、李松、马洪飞、王卓、曹栋、王屹、靳子栋、王春耕、乔威涛、李江锋、武文清、刘银波、赵鹏飞、唐媛媛。

本文件为首次发布。

# 煤矿水害防治

## 第4部分：地面区域治理

### 1 范围

本文件规定了煤层底板地面区域治理的术语和定义、一般规定、管理要求和技术要求。  
本文件适用于带压开采煤矿开展的煤层底板地面区域治理工程。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 9151 钻探工程术语

GB/T 15663.1 煤矿科技术语 第1部分：煤炭地质与勘查

KA/T 2 煤层底板石灰岩含水层超前区域治理技术规范

DZ/T 0489 煤层底板地面探查与注浆技术规范

### 3 术语和定义

GB 9151 和 GB/T 15663.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**地面区域治理** **ground area governance**

采用地面定向钻探技术对煤层底板实施注浆加固、对含水层进行改造的水害防治技术。

### 4 一般规定

煤层底板岩溶含水层富水性强或极强、承受水压大、构造发育，满足下列条件之一的，应优先采用地面区域治理技术治理。

- 底板承压含水层突水系数大于 0.1 MPa/m 或受断层等构造影响破坏段突水系数大于 0.06 MPa/m 的。
- 存在垂向隐伏导水通道且难以查明的。
- 煤层底板隔水层厚度小于或等于煤层底板破坏深度的。
- 煤层底板隔水层厚度大于煤层底板破坏深度，经评价有效隔水层厚度难以抵抗底板水压的。

### 5 管理要求

#### 5.1 技术管理应符合以下要求：

- 地面区域治理设计由煤矿总工程师组织审查并上报煤矿企业技术负责人审批。当工程范围、工程量和方案发生较大变化时，应及时进行设计修改，报煤矿企业技术负责人审批；

- b) 煤矿要建立专门地面区域治理现场管理制度。明确专人负责,专人监管,建立日常工作记录台账,对钻探、注浆过程中出现的各种工程异常情况作好记录;
- c) 地面区域治理工程验收应包括单孔验收及工程竣工验收。单孔验收由煤矿总工程师负责组织,工程竣工验收由煤矿企业技术负责人组织;
- d) 煤矿无上级公司的,设计及报告应组织专家进行评审。

5.2 施工管理应符合以下要求:

- a) 煤矿负责对施工单位工程管理和技术管理进行督查和考核,保证工程质量和工期;
- b) 施工监督主要内容包括:钻探及注浆施工单位的资质;钻进、下套管及注浆过程记录;施工质量、测斜、测井、钻井液密度、漏失量、岩粉鉴定、注浆材料质量、浆液参数、注浆材料进出和工期;
- c) 技术监督主要内容包括:制度建设、设计、钻孔轨迹、注浆工艺、安全技术措施落实情况、施工人员持证上岗、学习培训、岗位责任制。

6 技术要求

6.1 设计

6.1.1 设计内容应包括以下部分:

- a) 地面区域治理工程概况,包括治理范围、位置、地质及水文地质条件、治理目标;
- b) 钻孔布置方案,包括治理目标层的选择,地面主孔、分支孔、检验钻孔的布置和工程量;
- c) 钻探及注浆施工技术要求,包括固孔、录井、水文地质观测、取芯及孔斜要求,压水试验,注浆材料,注浆参数及工艺,注浆站要求,加固质量标准,施工安全技术措施;
- d) 钻探及注浆施工管理要求,包括现场和工程质量管理;
- e) 技术经济指标,包括工程概算、工期及技术经济效益分析。

6.1.2 钻探工程设计应符合以下要求:

- a) 治理范围:以采区或主要构造地质单元为治理范围,工作面外围最小治理范围应不小于 60 m,邻近已回采结束工作面未进行地面区域治理的,工作面沿采空区布置,采空区一侧不再治理;
- b) 目标层选择:根据具体带压开采条件及底板主要含水层富水性确定治理层位应满足带压开采要求;
- c) 布孔方式:采用主孔加分支孔的方式,一个主孔应布置多个分支孔,分支孔呈“带”或“羽”状布置,分支孔应尽量与主要裂隙和构造发育走向垂直或斜交;设计方案可兼顾多个工作面,并根据施工情况及生产规划进行优化;
- d) 分支孔间距应根据控制构造需要及实测浆液扩散范围来确定,遇特殊情况应加密钻孔;
- e) 施工顺序:分支孔应间隔施工,后续分支孔兼做前期分支孔的验证和补注钻孔。

6.1.3 注浆工程设计应符合以下要求:

- a) 建立地面注浆站,配备制浆、注浆、监测等设备,制浆、注浆能力应满足需要;
- b) 制浆设备包括上料设备、专门制浆机、搅拌设备及计算机控制系统等。制浆系统应优先选用具有自动配比、自动监测、自动计量的高速涡流制浆系统。选用黏土及其混合注浆材料时,黏土浆制浆系统应配备专门制浆机及除砂机,除砂机网筛目数应不低于 80 目;
- c) 注浆设备包括注浆泵、管线等。注浆泵选型满足注浆工艺要求,具备调节流量、压力的功能,泵送浆液保持均匀稳定,注浆泵额定工作压力应大于设计最大注浆压力。最大注浆压力大于 5 MPa 时,应选用柱塞泵。微机自动计量系统、电磁流量计、压力计、密度秤等应定期校核;
- d) 监测设备包括压力计、流量计、密度计、自动监测及其控制系统等,压力表、流量计、密度计应定期检定或校准;

- e) 浆液类型应选择水泥浆、水泥黏土浆、水泥砂浆、水泥粉煤灰浆,浆液密度为  $1.10 \text{ g/cm}^3 \sim 1.60 \text{ g/cm}^3$ 。注浆材料配比及密度见附录 A。

## 6.2 施工

### 6.2.1 钻探施工

6.2.1.1 钻孔应按照设计施工,采用随钻测量技术进行钻孔轨迹控制,钻孔轨迹与设计轨迹误差不大于 5 m,关键落点误差不大于 2 m。分支孔目标层钻遇率不小于 80%,发现钻孔脱离目标层时,应对钻孔轨迹进行调整。

6.2.1.2 直孔段除捞取岩粉判定层位外,还要进行常规测井,综合判定层位;造斜段及分支孔主要通过岩粉和自然伽玛值进行层位鉴定,每 1 m 捞取一次岩粉进行鉴定、层位判定。地面区域治理工程录井方法见附录 B。

6.2.1.3 钻孔一般采用三级孔径、两级套管施工,目标层裸孔孔径一般不小于 152 mm。

6.2.1.4 下套管要求:一级套管应下入完整基岩层至少 5 m;钻进至目标层后,下入二级套管。各级套管均用纯水泥浆进行固管,水泥凝固 48 h 后扫孔到出套管底 0.5 m~1.0 m 处,按设计压力做耐压试验,并稳压 30 min 以上。

6.2.1.5 注浆改造目标层内钻进应采用无固相钻井液,漏斗黏度不超过 30 s。

6.2.1.6 钻孔钻进全过程应做好简易水文地质观测。每次起钻后、下钻前测量一次水位(钻孔液面);每钻进 2 h 记录一次钻井液消耗量(钻井液池液面)。

6.2.1.7 施工现场资料记录应规范、齐全。钻进过程中做好钻孔原始记录,包括钻时、钻井液漏失、塌孔、缩径、掉钻、埋钻、换径、变层等,应详细记录其深度、层位、水位和钻井液消耗量。

6.2.1.8 在钻探施工过程中,应重点做好裂隙、断层或陷落柱等的探查与辨别。

### 6.2.2 注浆施工

6.2.2.1 煤矿应制定注浆材料管理制度,包括注浆材料的采购、运输、质量验收以及用量核实等环节。

6.2.2.2 每车水泥应取干样进行简易凝固试验,初步判定水泥质量。按批次委托专业机构进行检验,确保水泥质量符合要求。

6.2.2.3 注浆应符合以下要求:

- a) 当钻遇构造或破碎带等导致钻进困难、钻孔终孔、钻井液消耗量大于等于  $5 \text{ m}^3/\text{h}$  时,应起钻注浆;当钻井液消耗量小于  $5 \text{ m}^3/\text{h}$  时每钻进 100 m~200 m 应进行一次洗井压水或注浆。洗井、压水试验及注浆要求见附录 C。
- b) 注浆前应充分洗井后进行压水试验确定单位吸水率,并据此确定浆液的类型及配比等参数。单位吸水率与对应纯水泥浆初始浓度见附录 D。
- c) 分支孔每段注浆终压(总压力)不得小于受注含水层静水压力的 1.5 倍,泵量不大于  $60 \text{ L/min}$ ,并稳定 30 min 以上即达到注浆结束标准。

6.2.2.4 注浆过程安全监测:注浆施工过程中应对周围环境开展井上下联动监测,发现地面及井下跑浆、变形等情形及时采取相应措施。

### 6.2.3 封孔

封孔应符合以下要求:

- a) 所有分支孔注浆封孔结束后,应对主孔进行封孔,扫孔至主孔段孔底,采用纯水泥浆下钻上行式注浆封孔,水泥浆密度应不小于  $1.60 \text{ g/cm}^3$ ,封闭段的水泥浆凝固面与钻孔孔口的垂距不得大于 5 m;

b) 封孔应做好记录,孔口埋暗标或明标,提交封孔报告。

### 6.3 质量检查

6.3.1 应利用后续分支孔通过岩粉、钻井液漏失点数量及其漏失量、注浆量等指标动态综合分析评价注浆效果。

6.3.2 检查孔施工过程中应进行压水试验,测定单位吸水率及岩层渗透率,检查施工质量。

6.3.3 对陷落柱及较大落差断层治理后应施工专门检验分支孔,检验孔数量根据治理范围确定,应不少于2个。

6.3.4 应重点对构造复杂区,注浆及水位异常区布设质量检查孔。

### 6.4 效果验证

6.4.1 地面验证时,满足下列情况中的2项则认为达到治理效果。

a) 利用后续水平分支孔对治理效果进行验证,采用压(抽)水试验方法确定吸水率,结果小于 $0.01 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m} \cdot \text{m})$ 。

b) 对治理区域进行取芯验证,裂隙充填完全。

c) 治理区域地面物探结果无异常。

6.4.2 井下验证时,满足下列情况则认为达到治理效果。

a) 井下钻探验证单孔水量不超过 $10 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

b) 治理区域井下物探结果无异常。

6.4.3 对主要泥浆漏失点、注浆量明显增大区域及构造发育区域应采用物探、钻探进行重点探查验证。

6.4.4 地面区域治理工程结束并经煤矿企业技术负责人组织验收合格后,区域治理水平孔以上与上覆隔水层底板相接触的浆液扩散距离范围内的岩层厚度可计入隔水层厚度,按照突水系数不大于 $0.1 \text{ MPa}/\text{m}$ 进行安全论证。

6.4.5 掘进前应采用物探方法进行效果检验,无异常的可正常掘进,发现异常的应采用钻探验证并治理达标;回采前应同时采用物探、钻探方法进行治理效果验证。

### 6.5 工程竣工验收

6.5.1 由施工单位编制工程竣工报告,煤矿组织编写并提交工程探查治理综合分析评价报告。

6.5.2 验收内容包括工程量、工作量、工程质量、工期及相关资料。

6.5.3 工程综合分析评价报告提纲见附录 E。

## 附录 A

(资料性)

浆液水灰重量比及对应的浓度、密度对照表

浆液水灰重量比及对应的浓度、密度见表 A.1、表 A.2。

表 A.1 水泥浆水灰重量比及对应的浓度、密度对照表

| 配比级数 | 水灰比     | 对应的水重量<br>kg | 对应的灰重量<br>kg | 浆液体积<br>m <sup>3</sup> | 水占总重量比<br>% | 水占总体积比<br>% | 灰占总重量比<br>% | 密度<br>g/cm <sup>3</sup> |
|------|---------|--------------|--------------|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------|
| 1    | 8 : 1   | 800          | 100          | 0.833                  | 88.9        | 96.0        | 11.1        | 1.09                    |
| 2    | 7 : 1   | 800          | 114          | 0.838                  | 87.5        | 95.5        | 12.5        | 1.10                    |
| 3    | 6 : 1   | 800          | 133          | 0.844                  | 85.7        | 94.8        | 14.3        | 1.11                    |
| 4    | 5 : 1   | 800          | 160          | 0.853                  | 83.3        | 93.8        | 16.7        | 1.13                    |
| 5    | 4 : 1   | 800          | 200          | 0.867                  | 80.0        | 92.3        | 20.0        | 1.15                    |
| 6    | 3 : 1   | 800          | 267          | 0.889                  | 75.0        | 90.0        | 25.0        | 1.20                    |
| 7    | 2 : 1   | 800          | 400          | 0.933                  | 66.7        | 85.7        | 33.3        | 1.29                    |
| 8    | 1.5 : 1 | 800          | 553          | 0.978                  | 60.0        | 81.8        | 40.0        | 1.38                    |
| 9    | 1 : 1   | 800          | 800          | 1.067                  | 50.0        | 75.0        | 50.0        | 1.50                    |
| 10   | 0.7 : 1 | 800          | 1143         | 1.181                  | 41.2        | 67.7        | 58.8        | 1.65                    |
| 11   | 0.6 : 1 | 800          | 1333         | 1.244                  | 37.5        | 64.3        | 62.5        | 1.71                    |

注：水泥材料结石体密度按 3 t/m<sup>3</sup> 计算。

表 A.2 黏土水泥浆土灰重量比及对应的浓度、密度参照表

| 配比级数 | 土灰比     | 1 200 kg 黏土<br>精浆重量<br>kg | 黏土浆含<br>黏土干料重<br>kg | 加入的水<br>泥重量<br>kg | 浆液<br>体积<br>m <sup>3</sup> | 水占总<br>体积比<br>% | 水占总<br>重量比<br>% | 灰占总<br>重量比<br>% | 土占总<br>重量比<br>% | 土占干料<br>重量比<br>% | 密度<br>g/cm <sup>3</sup> |
|------|---------|---------------------------|---------------------|-------------------|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------------|
| 1    | 10 : 0  | 1200                      | 192                 | 0                 | 1.05                       | 92.7            | 80.8            | 0.0             | 19.2            | 100.0            | 1.14                    |
| 2    | 10 : 1  | 1200                      | 192                 | 19                | 1.05                       | 91.3            | 79.3            | 1.9             | 18.8            | 90.9             | 1.16                    |
| 3    | 10 : 2  | 1200                      | 192                 | 38                | 1.06                       | 89.9            | 77.8            | 3.7             | 18.5            | 83.3             | 1.17                    |
| 4    | 10 : 3  | 1200                      | 192                 | 58                | 1.07                       | 88.6            | 76.4            | 5.4             | 18.2            | 76.9             | 1.18                    |
| 5    | 10 : 4  | 1200                      | 192                 | 77                | 1.07                       | 87.2            | 75.0            | 7.1             | 17.8            | 71.4             | 1.19                    |
| 6    | 10 : 5  | 1200                      | 192                 | 96                | 1.08                       | 85.9            | 73.7            | 8.8             | 17.5            | 66.7             | 1.20                    |
| 7    | 10 : 6  | 1200                      | 192                 | 115               | 1.09                       | 84.6            | 72.5            | 10.3            | 17.2            | 62.5             | 1.21                    |
| 8    | 10 : 7  | 1200                      | 192                 | 134               | 1.09                       | 83.3            | 71.2            | 11.8            | 16.9            | 58.8             | 1.22                    |
| 9    | 10 : 8  | 1200                      | 192                 | 154               | 1.10                       | 82.1            | 70.0            | 13.3            | 16.6            | 55.6             | 1.23                    |
| 10   | 10 : 9  | 1200                      | 192                 | 173               | 1.11                       | 80.8            | 68.9            | 14.7            | 16.4            | 52.6             | 1.24                    |
| 11   | 10 : 10 | 1200                      | 192                 | 192               | 1.11                       | 79.6            | 67.8            | 16.1            | 16.1            | 50.0             | 1.25                    |

表 A.2 (续)

| 配比级数 | 土灰比     | 1 200 kg 黏土精浆重量<br>kg | 黏土浆含黏土干料重<br>kg | 加入的水泥重量<br>kg | 浆液体积<br>m <sup>3</sup> | 水占总<br>体积比<br>% | 水占总<br>重量比<br>% | 灰占总<br>重量比<br>% | 土占总<br>重量比<br>% | 土占干料<br>重量比<br>% | 密度<br>g/cm <sup>3</sup> |
|------|---------|-----------------------|-----------------|---------------|------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------------|
| 12   | 10 : 15 | 1200                  | 192             | 288           | 1.18                   | 68.2            | 58.4            | 27.7            | 13.9            | 40.0             | 1.26                    |
| 13   | 10 : 20 | 1200                  | 192             | 384           | 1.24                   | 51.3            | 51.3            | 36.5            | 12.2            | 33.3             | 1.28                    |
| 14   | 10 : 30 | 1200                  | 192             | 576           | 1.30                   | 45.7            | 45.7            | 43.4            | 10.9            | 25.0             | 1.37                    |
| 15   | 10 : 40 | 1200                  | 192             | 768           | 1.37                   | 41.2            | 41.2            | 49.0            | 9.8             | 20.0             | 1.44                    |
| 16   | 10 : 50 | 1200                  | 192             | 960           | 1.37                   | 37.5            | 37.5            | 53.5            | 8.9             | 16.7             | 1.51                    |

注：1 200 kg 密度 1.14 的黏土精浆，黏土结石体密度及水泥材料结石体密度按 3 t/m<sup>3</sup> 计算。

## 附录 B

(资料性)

## 地面区域治理工程录井方法

## B.1 岩屑录井

B.1.1 岩屑录取方法工艺为:捞取岩屑—清洗—烘晒岩屑(或自然晾干)。

B.1.2 捞取岩屑:按录井间距、迟到时间在统一位置准确捞取岩屑。

B.1.3 清洗:清洗方法因岩性而定,以不破坏岩屑为原则。致密坚硬的石灰岩、砂岩及部分泥岩可淘洗或冲洗,软泥岩及松散砂岩等只能用盆轻轻漂洗。

B.1.4 岩屑捞取要求:第四系不捞砂样,但必须判定基岩界面。基岩及二开每 1 m 捞 1 包砂样至完钻,捞取样品每包不少于 200 g,干后装袋,并做好鉴定。现场整理、汇总岩屑录井表,进行初步判层。

B.1.5 水平段捞取样品每包不少于 200 g,每 1 m 捞 1 包砂样至完钻。现场整理、汇总岩屑录井表,进行初步判层。

B.1.6 钻进过程中做好钻孔原始记录,钻探过程中如遇漏水、塌孔、缩径、掉钻等现象时,要详细记录其发生的层位、深度及量值,对换径变层等重要环节应进行详细记录。

B.1.7 如遇特殊情况及在水平段钻出设计层位,根据现场施工情况加密捞取岩屑次数,以分析判层。

B.1.8 如要获取代表性岩屑,应做到井深准、岩屑迟到时间准。岩屑迟到时间常用方法如下:

a) 理论计算法计算岩屑迟到时间见公式(B.1):

$$t = \frac{V}{Q} = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4Q} \cdot H \quad \dots\dots\dots(B.1)$$

式中:

$t$  ——岩屑迟到时间,单位为分钟(min);

$v$  ——井眼与钻杆之间的环形空间容积,单位为立方米( $m^3$ );

$Q$  ——钻井泵排量,单位为立方米每分钟( $m^3/min$ );

$D$  ——井径,即钻头直径,单位为米(m);

$d$  ——钻杆外径,单位为米(m);

$H$  ——井深,单位为米(m)。

注:计算时未考虑岩屑在泥浆中的下沉( $\rho_{\text{岩屑}} > \rho_{\text{泥浆}}$ ),理论计算结果与实际迟到时间不一致(比实际小),仅供参考。

b) 实物测定法计算岩屑迟到时间为:首先选用与岩屑大小、密度相近的红砖块、白瓷碎片等物质,在接单根时投入钻杆内。记下投入后开泵时间及投入物开始返出时间,上述两时间差即为实物循环周期  $t$ 。岩屑迟到时间按公式(B.2)计算:

$$t_1 = t - t_0 \quad \dots\dots\dots(B.2)$$

式中:

$t_1$  ——从井底至井口时间(迟到时间),单位为秒(s);

$t$  ——循环周期,单位为秒(s);

$t_0$  ——实物沿钻杆下行到井底的时间,单位为秒(s)。

c) 实物沿钻杆下行到井底的时间  $t_0$  按公式(B.3)计算:

$$t_0 = \frac{V_1 + V_2}{Q} = \frac{\pi d_1^2}{4Q} \cdot L_1 + \frac{\pi d_2^2}{4Q} \cdot L_2 \quad \dots\dots\dots(B.3)$$

式中:

$V_1、V_2$ ——钻杆和钻挺的内容积,单位为立方米( $m^3$ );

$d_1、d_2$ ——钻杆和钻挺的内径,单位为米(m);

$L_1、L_2$ ——钻杆和钻挺的长度,单位为米(m);

$Q$ ——泥浆排量,单位为立方米每分钟( $m^3/min$ )。

注:实物测定法的优点:实物与地层密度相似或接近,所测迟到时间较准确。颜色鲜艳,易辨认。

d) 标志层法计算岩屑迟到时间如下:当揭露煤层时,钻时会突然加快,钻压会发生剧烈变化,立刻计时,在震动筛处观察煤屑出来的时间即为迟到时间。

**B.1.9** 岩屑迟到时间随井深加大而延长,应每隔一定的间隔测算一次迟到时间,作为该间距内的迟到时间。

## **B.2 钻时录井**

**B.2.1** 钻时录井从造斜段钻进开始进行,每1 m记录1个钻时点。尽量保持钻井参数的相对稳定,以便提高钻时参数反映地层岩性的有效性,并记录造成假钻时的非地质因素。全井漏取钻时点数不得超过总数的0.5%,目标层井段钻时点不得漏取。

**B.2.2** 应及时核对钻具长度和井深,每次下钻前应丈量钻具,校对井深,井深误差不得超过0.1 m;各分支孔终孔时,应通知相关人员到场,共同丈量钻具,进行井深校对。

## **B.3 钻井液录井**

**B.3.1** 定期做一次泥浆全性能测定;按时测定泥浆的密度、黏度、pH值等参数。

**B.3.2** 煤层井段或发现气体显示异常时,要连续测定钻井液密度、黏度,并做好记录。

## **B.4 简易水文观测**

**B.4.1** 全井自二开钻后钻进过程中应按要求开展简易水文观测记录工作,现场应配备水文地质工程师。

**B.4.2** 每次起钻后、下钻前测量一次水位(泥浆池液面、井筒液面);每钻进1 h记录一次钻井液消耗量;进入上水平段后每2 h记录一次钻井液消耗量,不足2 h但大于30 min时也应观察钻井液消耗量。

**B.4.3** 钻遇漏、溶洞、大裂隙、破碎带严重坍塌层段,起、止深度记录要详细、清楚。

**B.4.4** 当发现泥浆漏失时,每10 min~30 min观测1次,泥浆全部漏失时,应开大泵量测定其最大漏失量。

## 附录 C

(资料性)

## 洗井、压水试验及注浆要求

## C.1 洗井、压水试验要求

- C.1.1 洗井时应先压入清水替换钻井液,压水过程中应保持钻杆在孔底,保证全孔段充分洗井。
- C.1.2 提钻后每 30 min 观测一次水位,共观测三次,继续进行抽(压)水洗井至水清砂净后进行水位观测,每 30 min 再观测一次水位。
- C.1.3 在水位稳定后实施压水试验,最初由小泵量开始试压水,逐级加大泵量,若无压力,需保证压水量大于孔内体积 2 倍才可停止压水;若压水过程中有压力,则需压水至压力稳定,压力稳定时间应不小于 30 min。按公式(C.1)计算单位吸水率:

$$q = \frac{Q}{HL} \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

 $q$ ——单位吸水率,单位为升每分钟米米 $[(L/(\min \cdot m \cdot m))]$ ; $Q$ ——压入流量,单位为升每分钟(L/min); $H$ ——作用于试验段的全水头压力,单位为米(m); $L$ ——试验长度,单位为米(m)。

- C.1.4 根据压水情况确定注浆起始泵量:压水无压力时,起始注浆泵量与压水泵量相同;压水有压力时,由取得稳定压力时所用的泵量开始注浆。

## C.2 注浆要求

- C.2.1 采用孔口封闭静压注浆法时,直孔段及造斜段采用下行式注浆,分支孔段采用分段前进式注浆。
- C.2.2 对浆液质量控制时应确保水泥一个批次(不超过 2 000 t)取 1 至 2 个水泥样品做合格性试验。注浆期间每小时应至少测一次浆液密度,误差值不得大于 0.02。注浆材料、密度等浆液配比参数应视单位吸水率而定。浆液密度一般遵循由小到大的原则,选择  $1.10 \text{ g/cm}^3 \sim 1.60 \text{ g/cm}^3$ ,根据孔口压力变化情况进行调整。在吸浆量小的地段,应稀浆慢注,注浆终压应符合设计要求。
- C.2.3 当注浆压力保持不变吸浆量均匀减少时,或吸浆量不变压力均匀升高时,应持续进行注浆,一般不得改变浆液配比。当改变浆液配比后,如注浆压力或吸浆量发生突变,应及时调整浆液密度。
- C.2.4 注浆前后及注浆时应观测邻近水文孔水位变化,判断浆液扩散情况。
- C.2.5 一般注浆工作应连续进行,直至结束。当井下出现底鼓或底板裂隙漏浆时,可采用间歇性注浆;当吸浆量大且不起压时,不宜采取间歇性注浆,密度可逐级升至  $1.60 \text{ g/cm}^3$ ;注浆量超过 1 000 t 仍未起压时,可考虑添加粉煤灰等材料,添加比例根据现场情况确定,起压后改为纯水泥浆。
- C.2.6 泵量达到 60 L/min 以下,注浆终压(总压力)不小于受注含水层静水压力的 1.5 倍并稳定 30 min 以上,结束注浆。
- C.2.7 因井下巷道出现底鼓、跑浆等因素影响,或长时间注浆后达不到注浆结束标准时,应采取专门措施。

## 附 录 D

(资料性)

## 单位吸水率与纯水泥浆初始浓度

单位吸水率与纯水泥浆初始浓度(水灰比)对应关系见表 D.1。

表 D.1 单位吸水率与纯水泥浆初始浓度对应表

|                      |          |         |         |        |     |
|----------------------|----------|---------|---------|--------|-----|
| 单位吸水率<br>L/(min·m·m) | 0.01~0.5 | 0.5~1.0 | 1.0~5.0 | 5.0~10 | >10 |
| 初始浓度(水灰比)            | 7:1      | 6:1     | 4:1     | 2:1    | 1:1 |

附 录 E  
(资料性)  
工程综合分析评价报告提纲

E.1 探查治理概况

E.1.1 区域概况

E.1.2 地质概况

E.1.3 水文地质概况

E.2 工程设计及施工情况

E.2.1 目的及任务

E.2.2 设计及实际施工情况

E.3 工程探查治理综合分析评价

E.3.1 工程技术成果

E.3.2 钻探注浆施工质量

E.3.3 注浆效果检验

E.3.4 地质构造探查情况

E.3.5 水文地质条件综合分析

E.3.6 治理效果综合评价

E.4 结论及存在问题

E.4.1 构造及水文地质揭露情况

E.4.2 工程治理效果综合评价

E.4.3 开采安全评价

E.4.4 存在问题

E.5 下一步防治水工作

E.5.1 井下采掘工程需采取的主要防探水措施

E.5.2 其他防治水工作要求