

# 中华人民共和国矿山安全行业标准

KA 23—2025  
代替 AQ 2005—2005

## 金属非金属矿山排土场安全生产规则

Safety production regulations for waste dumps in  
metal and nonmetal mines

2025-09-01 发布

2025-11-01 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 基本规定 .....	2
5 排土场作业管理 .....	2
5.1 一般规定 .....	2
5.2 汽车排土 .....	3
5.3 铁路列车排土 .....	3
5.4 排土机排土 .....	4
5.5 推土机作业 .....	4
5.6 单斗挖掘机作业 .....	5
6 排土场防排洪与防震 .....	5
7 排土场监测 .....	5
7.1 一般规定 .....	5
7.2 排土场监测项目 .....	6
7.3 排土场监测预警 .....	6
8 排土场安全检查 .....	6
8.1 一般规定 .....	6
8.2 排土场作业安全检查 .....	6
8.3 排土场截排水构筑物安全检查 .....	6
8.4 排土场拦挡设施安全检查 .....	6
8.5 排土场安全监测系统安全检查 .....	7
8.6 排土场周边环境安全检查 .....	7
8.7 排土场辅助设施安全检查 .....	7
9 排土场隐患分类治理 .....	7
10 排土场应急管理 .....	7
11 排土场回采 .....	8
11.1 一般规定 .....	8
11.2 排土场回采过程 .....	8
12 排土场关闭 .....	8
13 排土场档案管理 .....	9

## 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。

本文件代替 AQ 2005—2005《金属非金属矿山排土场安全生产规则》，与 AQ 2005—2005 相比，除结构调整和编辑性修改外，主要技术变化如下：

- a) 更改了“范围”(见第 1 章)；
- b) 更改了“规范性引用文件”(见第 2 章)；
- c) 将“定义”更改为“术语和定义”(见第 3 章)；
- d) 将“排土场安全管理”更改为“基本规定”(见第 4 章)；
- e) 删除了“排土场的设计”(见 AQ 2005—2005 的第 5 章)；
- f) 更改了“排土场作业管理”(见第 5 章, AQ 2005—2005 的第 6 章)；
- g) 更改了“排土场监测”(见第 7 章, AQ 2005—2005 的 9.1)；
- h) 增加了排土场安全检查中“排土场安全监测系统安全检查”(见 8.5)；
- i) 将“排土场安全度分类与评价”更改为“排土场隐患分类治理”(见第 9 章, AQ 2005—2005 的第 10 章)；
- j) 增加了“排土场应急管理”(见第 10 章)；
- k) 增加了“排土场回采”(见第 11 章)；
- l) 更改了“排土场关闭”(见第 12 章, AQ 2005—2005 的 8.1)；
- m) 删除了“排土场复垦”(见 AQ 2005—2005 的 8.2)；
- n) 更改了“排土场档案管理”(见第 13 章, AQ 2005—2005 的 9.3)；

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露天与特殊开采分技术委员会归口。

本文件起草单位：中钢集团马鞍山矿山研究总院股份有限公司、中国冶金地质总局、江西铜业股份有限公司德兴铜矿、中国恩菲工程技术有限公司、中国安全生产科学研究院、应急管理部信息研究院、北方工业大学、矿冶科技集团有限公司、包钢集团矿山研究院(有限责任公司)、重钢西昌矿业有限公司、广东广业云硫矿业有限公司、云南华联锌钢股份有限公司、安徽马钢矿业资源集团南山矿业有限公司、首钢集团有限公司矿业公司、攀钢集团矿业有限公司。

本文件主要起草人：许传华、徐修平、李建璞、代永新、寿震宇、周玉新、张青松、赵峥、付搏涛、罗志雄、李全明、杨志林、黄佳强、李从德、朱末琳、李廷俊、曾梦阳、田光、吴小刚、魏杰、王小东、毛权生、冀成、刁虎、张建波、邱宇、汪炳锋、崔旋、刘星、陈光银、丁鹏、耿超。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 2005 年首次发布为 AQ 2005—2005；
- 本次为第一次修订。

# 金属非金属矿山排土场安全生产规则

## 1 范围

本文件规定了金属非金属矿山排土场作业管理、防排洪与防震、监测、安全检查、隐患分类治理、应急管理、回采、关闭和档案管理等的要求。

本文件适用于金属非金属矿山的排土场。

## 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/T 14161 矿山安全标志

GB 14784 带式输送机安全规范

GB 16423 金属非金属矿山安全规程

GB 50070 矿山电力设计标准

GB 50421 有色金属矿山排土场设计标准

GB 50512 冶金露天矿准轨铁路设计规范

GB 51119 冶金矿山排土场设计规范

KA/T 22.1 矿山隐蔽致灾因素普查规范 第1部分:总则

KA/T 22.3 矿山隐蔽致灾因素普查规范 第3部分:金属非金属矿山及尾矿库

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**排土场 waste dump, spoil dump**

集中堆放露天开采剥离物或地下开采废石的场所,又称废石场。

### 3.2

**台阶 bench**

根据排土作业的要求,按一定高度划分的阶段。

### 3.3

**堆置高度 heap height**

最上部台阶坡顶线与最下部台阶坡底线之间的垂直距离。

### 3.4

**安全防护距离 safety protective distance**

排土场最终境界与被保护对象之间的最小安全水平距离。

### 3.5

**拦渣坝 stone retaining dam**

设在排土场坡脚以外,用于拦挡滚石、滑坡、泥石流物料,防止水土流失的构筑物。

3.6

**排土场回采 re-mining of waste dump**

对排土场中的排弃物进行开采的过程。

3.7

**排土场关闭 waste dump closure**

排土场停止使用后,考虑长期堆存安全和环保要求所进行的封场工作。

4 基本规定

4.1 矿山企业主要负责人是排土场安全生产第一责任人,应组织制定并落实与排土场安全生产相关的各项管理制度,保证安全生产投入的有效实施。

4.2 矿山企业应建立健全排土场安全运行的规章制度,应包括:

- 全员安全生产责任制;
- 岗位操作规程;
- 安全教育培训制度;
- 安全监测管理制度;
- 安全检查制度;
- 重大事故隐患管理制度;
- 风险分级管控与隐患排查治理制度;
- 应急管理制度;
- 档案管理制度。

4.3 矿山企业应加强排土场相关的安全生产标准化建设,组织建立并落实安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防工作机制,及时消除生产安全事故隐患。

4.4 矿山企业应严格按照设计文件和技术规范做好排土场安全生产管理工作。

4.5 矿山企业应严格按照排土场设计进行建设和运行。符合金属非金属矿山建设项目安全设施重大设计变更的,应编制金属非金属矿山建设项目安全设施重大变更设计。

4.6 矿山企业应加强对排土场周边的安全检查和他理。未经设计论证,排土场安全防护距离内严禁新增建筑物。

4.7 现状堆置高度 100 m 及以上的排土场,应每年进行 1 次边坡稳定性分析。排土场稳定性分析应符合 GB 50421 或 GB 51119 的相关规定。

4.8 矿山企业应按 KA/T 22.1 和 KA/T 22.3 相关要求落实排土场隐蔽致灾因素普查。

4.9 排土场应设置符合 GB/T 14161 规定的警示标志。

5 排土场作业管理

5.1 一般规定

5.1.1 排土作业应按审批的安全设施设计进行。

5.1.2 排土作业时,应由经培训考核合格的人员指挥,进入作业区的工作人员、车辆、工程机械应服从指挥人员的指挥。非作业人员未经允许严禁进入排土作业区。

5.1.3 排土作业区应符合下列要求:

- 有良好的照明;
- 配备通信工具;
- 设置有效的安全标志。

- 5.1.4 复杂地形条件排土场应通过调整排土场排土顺序、排土方向等,合理使用排土空间,确保排土过程中的安全稳定性。
- 5.1.5 排土过程中不应形成影响边坡稳定性的连续软弱面。
- 5.1.6 排土场推进速度应根据单位时间、单位排土线长度的岩石流量确定,不应单点长时间集中排放。
- 5.1.7 排土场存在滑坡等事故征兆情形时,应立即停止作业、撤出现场作业人员,查明原因并及时处理。
- 5.1.8 排土场内严禁进行捡矿、放牧等与排土作业无关的活动,无关人员严禁进入。

## 5.2 汽车排土

- 5.2.1 排土场平台应平整,排土线应整体均衡推进,坡顶线应呈直线形或弧形,坡顶线向平台内方向30 m范围内应有2%~5%的反坡。
- 5.2.2 汽车进入排土场内应限速行驶。距排土工作面50 m~200 m时限速16 km/h,50 m范围内限速8 km/h,排土作业区应按要求设置限速牌等安全标志。
- 5.2.3 排土卸车平台边缘应设置连续的安全车挡,其高度应不小于最大轮胎直径的1/2,车挡顶宽和底宽应分别不小于最大轮胎直径的1/4和3/4。设置移动车挡设施时,应对不同类型移动车挡制定相应安全作业要求,并按要求作业。
- 5.2.4 卸土时,汽车应垂直于排土工作线,倒车速度应不大于5 km/h,严禁冲撞安全车挡。
- 5.2.5 排土场作业区内遇粉尘、照明等因素使驾驶员视距小于30 m或遇恶劣天气时,应及时停止作业、撤出现场作业人员。
- 5.2.6 排土作业区照明系统应满足作业要求。照明角度、亮度、距离应能满足汽车安全翻卸需求,夜间无照明严禁排土。灯塔与排土车挡距离应按以下公式计算:

$$d \geq b + 10 \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- $d$ ——灯塔与排土车挡距离,单位为米(m);
- $b$ ——车辆视觉盲区距离,单位为米(m)。

- 5.2.7 在同一地段进行卸车和排土作业时,设备之间应保持安全距离。上下平台同时进行排土作业时,作业面之间应保持超前安全距离,并设专人负责协调和管理。
- 5.2.8 排土作业区应配备满足安全生产需要的钢丝绳、大卸扣等应急工具。

## 5.3 铁路列车排土

- 5.3.1 铁路运输路线,应符合下列规定:

- 准轨线路应符合 GB 50512 的规定;
- 路基面应向排土场内侧形成反坡;
- 准轨铁路平曲线半径应不小于 200 m,并设置外轨超高保证安全;
- 窄轨铁路平曲线半径:600 mm 轨距时,应不小于 50 m;大于 600 mm 轨距时,应不小于 100 m;
- 线路尽头前的一个列车长度内应有 2.5‰~5‰ 的上升坡度;
- 卸车线路中心线至台阶坡顶线的距离:准轨线路应不小于 2 m,窄轨线路应不小于 1 m;
- 牵引网路应符合 GB 50070 的相关规定;网路始端应设电源开关,做到先停电后移动网路;
- 独头卸载线端部应设置车挡,车挡应有完好的拦挡指示和红色夜光示警牌;独头线的起点和终点应设置铁路障碍指示器。

- 5.3.2 列车在卸车线上运行和卸载时,应符合下列规定:

- 列车进入排土线后,应由排土人员指挥列车运行;
- 列车运行速度准轨应不大于 10 km/h,窄轨应不大于 8 km/h,接近路端时,应不大于 5 km/h;

- 严禁运行中卸土；
- 卸车顺序应从尾部向机车方向依次进行，必要时，机车应以推送方式进入；
- 列车推送时，应有调车员在前引导指挥；
- 新移设的线路，首次列车严禁牵引进入；
- 翻车时应由 2 人操作，操作人员应位于车厢内侧；
- 人工清扫自翻车时应有安全措施；
- 卸车完毕，应在排土人员发出出车信号后，列车方可驶出排土线。

#### 5.4 排土机排土

5.4.1 胶带输送机应设置设备运行和人身安全的保护装置，保护装置应符合 GB 14784 的相关规定。

5.4.2 胶带运输时，应符合下列规定：

- 设备运行前应对设备进行检查和确认；
- 任何人员严禁搭乘胶带输送机；
- 应在跨越输送机的地点设置带有安全栏杆的跨越桥；
- 清除附着在输送带、滚筒和托辊上的物料以及输送带下的物料时，应停车进行；
- 设备运转时严禁进行注油、检查和修理等工作；
- 维修或者更换备件时，应执行挂牌上锁程序并由专人监护。

5.4.3 排土机排土时，应符合下列规定：

- 排土机启动前应做好检查；
- 应在稳定的平盘上作业，排土机外侧履带与台阶坡顶线的距离应符合设备安全要求；
- 作业过程中，应及时掌握车身倾角的变化，周期检查平台下沉情况，当达到警戒倾角时，应及时汇报、空载动车，并立即组织整改，确认安全后方可恢复作业；当发现有较严重下沉或较大裂缝时，人员和设备应立即撤出危险部位，并采取处置措施；
- 工作场地和行走道路的坡度应符合排土机的技术要求；
- 排土机上排、下排高度应根据设计要求、设备情况、排土参数和稳定性计算等综合确定；
- 应沿排土线往复均匀排土，不应集中排土。

5.4.4 排土机升段时，应符合下列规定：

- 升段作业前，应制定相应的技术方案和安全措施，并对场地和设备进行全面检查；
- 排土机行走道路的宽度、地基强度、坡度、横向高差及排土机与行走道路边缘的间距等参数应符合排土机的技术和安全要求；
- 卸料车的路轨参数应满足卸料车行走要求；
- 排土机和卸料车行走前，应清除排土机、卸料车上的物料以及散落物品，固定好悬挂物；
- 升段过程中，应时刻关注排土机、卸料车及周边环境情况，出现异常时应立即停车，待处理完成后方可恢复行走；
- 排土机在坡道行走时应避免停车，需要停车时，应做好相应的安全措施；
- 行走过程中，卸料车与排土机行走速度应严格一致；
- 排土机长距离行走时，受料臂、排料臂应与行走方向成一直线，并将其吊起、固定；配重小车在靠近回转中心的前端，到位后用销子固定；
- 严禁上坡转弯；
- 排土机升段完成后，应在确认设备和周边环境安全后试车；
- 排土机升段全程应制定对应的应急处置方案。

#### 5.5 推土机作业

5.5.1 推土机作业应符合下列规定：

- 推土机作业的工作面坡度应符合设备要求；
- 刮板不应超出平台边缘；
- 距离平台边缘小于 5 m 时，推土机应低速运行；
- 推土机不应后退驶向平台边缘；
- 在排土场边缘不应沿平行坡顶线方向推土；
- 人员严禁站在推土机上；
- 司机不应离开驾驶室。

#### 5.5.2 推土机牵引其他设备时应符合下列规定：

- 被牵引设备应带有制动系统，并应有人操作；
- 下坡时不应用绳索牵引；
- 行走速度应不大于 5 km/h；
- 应有专人指挥。

### 5.6 单斗挖掘机作业

单斗挖掘机作业应符合下列规定：

- 受土坑应确保边坡安全，严禁超挖；
- 挖掘机至站立台阶坡顶线的安全距离应根据台阶高度确定，台阶高度超过 20 m 时还应制定专项安全措施。

## 6 排土场防排洪与防震

6.1 排土场应根据设计要求修筑可靠的截洪和排水系统。

6.2 排土场应根据设计要求形成平台反坡，平台汇水严禁冲刷坡面，平台表面不应积水。

6.3 排土场应按设计要求设置排渗设施。

6.4 汛期前应采取下列措施做好防汛工作：

- 全面检查排土场截排水构筑物，确保内外截排水沟畅通；
- 备足防洪抢险所需物资；
- 及时了解和掌握汛期水情和气象预报情况，确保排土场应急道路、通信、供电及照明线路可靠和畅通。

6.5 汛期应加强对排土场的巡查，发现隐患应及时处理。

6.6 汛期后应对截排水构筑物和拦挡设施进行全面检查，发现隐患应及时处理。

6.7 处于地震烈度 7 度及以上地区的排土场，应制定专项应急预案。

6.8 地震后，应对排土场进行全面巡查和检测，对损坏部位及时修复和加固。

## 7 排土场监测

### 7.1 一般规定

7.1.1 矿山企业应建立排土场安全监测系统，定期进行排土场监测。

7.1.2 排土场安全监测系统应一次性设计，分步实施。

7.1.3 在线安全监测系统应结合人工安全监测设置，定期对在线监测数据与人工监测数据进行比对。

7.1.4 监测周期应满足排土场日常管理的要求，相关的监测项目应在同一时段进行。

7.1.5 监测数据应及时整理分析，如有异常，及时响应。

## 7.2 排土场监测项目

- 7.2.1 现状堆置高度 150 m 及以上的在用排土场边坡必须进行边坡表面变形和边坡视频监测。
- 7.2.2 当排土场台阶出现贯通性裂缝时,应对裂缝实施监测。

## 7.3 排土场监测预警

排土场安全监测预警等级应分为蓝色预警、黄色预警、橙色预警、红色预警,监测预警初始阈值应由设计单位确定。预警阈值应动态更新。

## 8 排土场安全检查

### 8.1 一般规定

- 8.1.1 矿山企业应定期组织相关人员对排土场进行安全检查。安全检查每季度至少 1 次,并做好记录;汛期前后、地震后、寒冷地区冰冻期后应进行专项检查。
- 8.1.2 安全检查不应使用生产运行日常巡检结果及安全监测数据代替。需要采用仪器进行测量的,应按人工安全监测的要求及精度进行测量。
- 8.1.3 安全检查后应对检查记录进行整理、分析,对分析结论进行闭环处置,并对检查过程资料进行归档。

### 8.2 排土场作业安全检查

排土场作业安全检查的主要内容及要求应包括:

- 排土场段高、排土场平台宽度、排土场反坡坡度等排土参数是否满足设计要求;
- 汽车排土场安全车挡的底宽、顶宽和高度是否符合要求;
- 铁路排土场线路坡度和曲率半径是否满足设计要求;
- 排土机排土外侧履带与台阶坡顶线之间的距离是否满足要求;
- 单斗挖掘机至所在台阶坡顶线的距离是否满足要求;
- 排土场变形、裂缝情况,排土场出现不均匀沉降、裂缝时,应查明沉降量,裂缝的长度、宽度、走向等,并判断危害程度;
- 排土地基是否出现底鼓,排土地基出现底鼓、裂缝时,应查明范围和底鼓高度等,判断危害程度;
- 排土场边坡位移量是否存在加速变化的趋势,判断滑坡风险;
- 排土场坡脚外围滚石安全距离范围内是否有建构筑物、道路和耕种地等,是否在该范围内从事非生产活动。

### 8.3 排土场截排水构筑物安全检查

截排水构筑物安全检查的主要内容及要求应包括:

- 截排水构筑物布设是否符合设计要求;
- 截排水沟断面尺寸和沟底纵坡是否符合设计要求;
- 截排水沟有无变形、移位、损毁、淤堵;
- 沿线山坡是否存在滑坡、塌方,判断对截排水构筑物的危害程度。

### 8.4 排土场拦挡设施安全检查

拦挡设施安全检查的主要内容及要求应包括:

- 拦挡设施布设和轮廓尺寸是否按照设计布置;

——拦渣坝淤储空间是否满足设计要求。

### 8.5 排土场安全监测系统安全检查

安全监测系统安全检查的主要内容及要求应包括：

- 监测设施的设置是否满足设计要求，监测设施是否有损坏，是否运行正常；
- 监测内容及监测预警阈值的设置是否满足设计要求；
- 监测设施是否定期检查和维护；
- 在线监测与人工监测数据是否定期比对和校正。

### 8.6 排土场周边环境安全检查

周边环境安全检查的主要内容及要求应包括：

- 周边山体是否存在滑坡、塌方和泥石流等危及排土场安全运行的因素；
- 场区范围内是否存在违规回采、违章爆破、违章建筑、外来排弃物、放牧和开垦等危及排土场安全的情形；
- 排土场安全防护距离范围内是否存在人员密集场所和不符合设计要求的建构筑物等。

### 8.7 排土场辅助设施安全检查

辅助设施安全检查的主要内容及要求应包括：

- 照明设施是否满足夜间安全生产使用要求，照明线路、设备及其布置是否安全、规范；
- 通信设施是否畅通；
- 应急道路是否畅通；
- 临时及永久性安全标志的设置是否完备、清晰。

## 9 排土场隐患分类治理

### 9.1 排土场出现以下情形时，矿山企业应立即整改，消除隐患：

- 整体稳定性安全系数小于 1.1 的；
- 在平均坡度大于 1:5 的地基上顺坡排土或在软地基上排土，未按设计采取安全措施的；
- 总堆置高度 2 倍范围以内有居住区、村镇、工业场地等人员密集场所，未按设计采取安全措施的；
- 未按排土场设计参数、排土顺序进行排土作业的；
- 周围截排水构筑物未按设计修筑，严重变形、移位、损毁或淤堵的；
- 边坡出现滑坡、底鼓征兆的。

### 9.2 排土场出现以下情形时，矿山企业应限期整改，消除隐患：

- 整体稳定性安全系数介于 1.1 与设计规范规定值之间的；
- 周围设施不满足排土场设计安全防护距离要求的；
- 截排水构筑物局部变形、移位、损毁或淤堵的。

### 9.3 出现 9.1 和 9.2 所述情形的，矿山企业应按照排土场设计要求整改治理，或应委托设计单位提出工程治理方案并落实。

## 10 排土场应急管理

### 10.1 矿山企业应落实排土场应急管理主体责任，建立健全排土场生产安全事故应急工作责任制和应

急管理规章制度,制定应急预案,应急预案应包含排土场专项应急预案和现场处置方案。

10.2 编制排土场专项应急预案和现场处置方案时应考虑下列因素:

- 排土场滑坡;
- 排土场泥石流;
- 排土场坍塌和沉陷;
- 排土场滚石;
- 截排水构筑物变形、移位、损毁、淤堵;
- 暴雨、山洪、地震、雪崩、山坡泥石流、山体滑坡等灾害。

10.3 矿山企业每年汛前应至少进行1次应急演练,并保存演练方案、记录和总结评估报告等资料不少于2年。

10.4 矿山企业应每3年进行1次应急预案评估,并及时进行修订。

10.5 矿山企业应建立应急值班制度,配备应急值班人员,汛期实施24小时值班值守。

10.6 矿山企业应储备满足预案要求的应急救援器材、设备和物资,并定期进行检查、维保及更新补充。

10.7 排土场发生险情或事故后,应立即启动应急预案,科学组织抢险救援,并按有关规定报告事故情况。

## 11 排土场回采

### 11.1 一般规定

11.1.1 未经设计,严禁任何单位和个人在排土场内进行回采。

11.1.2 排土场回采应符合下列要求:

- 回采过程中应保证排土场安全设施正常运行;
- 回采顺序应按照“自上而下、分层开采”的原则进行。

### 11.2 排土场回采过程

11.2.1 排土场回采过程中应满足下列要求:

- 排土场回采应建立回采安全管理制度,做好回采安全生产管理工作;
- 暴雨、大雪、大风、大雾等恶劣天气期间严禁回采作业,并且应采取安全防范措施;
- 回采区应采取有效措施,防止滑坡、塌方和泥石流等灾害的发生。

11.2.2 排土场回采过程中不应采用火工品爆破方式进行破碎。

11.2.3 排土场回采台阶高度应不大于铲装机械最大挖掘高度,且不应影响边坡稳定性和下部作业安全。

11.2.4 排土场回采工程涉及的铲装作业、道路运输、带式输送机运输及电气设施等应符合 GB 16423 的规定。

11.2.5 排土场回采期间,应按设计要求确保截排水设施完善有效。

11.2.6 排土场回采中止或结束后如继续排土,应重新进行设计,否则应进行关闭。

## 12 排土场关闭

12.1 排土场达到设计堆置标高或不再进行排土作业的,应进行关闭。

12.2 排土场存在安全隐患的,关闭设计应包含安全隐患的治理措施。

12.3 排土场关闭设计应对排土场安全性进行分析,并提出相应的工程措施及管理方案。

12.4 排土场关闭后,应做好坡面及截排水构筑物的维护。

12.5 排土场复垦工程不应破坏排土场安全设施,不应降低截排水系统的防排洪能力。

12.6 排土场关闭后重新启用或改作他用时应进行设计。

### 13 排土场档案管理

13.1 矿山企业应建立排土场档案管理制度。

13.2 排土场档案应包括排土场建设和管理活动中形成的有关历史记录,按照排土场建设、排土场生产运行、排土场回采和排土场关闭等阶段分别进行档案管理。

13.3 排土场建设、排土场回采及排土场关闭档案应包括:

- 项目审批、核准或备案等批准文件;
- 永久水准基点标高、坐标位置、控制网、地形图等测绘资料;
- 岩土工程勘察资料;
- 设计文件及设计变更资料;
- 安全评价资料;
- 安全监测资料;
- 工程施工资料。

13.4 排土场生产运行档案应包括:

- 年度作业计划及生产记录;
- 安全监测资料;
- 安全检查及隐患整改记录;
- 安全事故应急预案、应急预案演练记录及应急预案评估;
- 边坡稳定性分析报告;
- 隐蔽致灾因素普查报告。

13.5 采用电子版保存的排土场档案资料,应进行备份。

---

中华人民共和国矿山安全行业标准

KA 24—2025

原地浸出铀矿山安全规程

Safety regulation for in situ leaching uranium mines

2025-09-01 发布

2025-11-01 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 总则 .....	3
4.1 基本规定 .....	3
4.2 矿山建设与管理 .....	3
5 钻井工程 .....	4
5.1 机泵房 .....	4
5.2 机泵设备 .....	5
5.3 钻井作业 .....	5
5.4 测井 .....	6
5.5 成井 .....	6
5.6 成井洗井 .....	7
6 抽注液系统 .....	7
6.1 集控室 .....	7
6.2 集液和配液设施 .....	8
6.3 泵房 .....	8
6.4 抽液管道和注液管道 .....	8
6.5 生产洗井 .....	9
6.6 提(下)泵作业 .....	9
7 辅助生产设施 .....	9
7.1 电气设施 .....	9
7.2 危险化学品的采购、储存与使用 .....	10
7.3 硫酸库 .....	10
7.4 气体站 .....	10
参考文献 .....	12

## 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露天与特殊开采分技术委员会归口。

本文件起草单位：核工业北京化工冶金研究院、中国铀业股份有限公司、中钢集团马鞍山矿山研究院股份有限公司、中国安全生产科学研究院、湖南中核勘探有限责任公司、中核内蒙古矿业有限公司、中核新疆矿业有限公司、中核通辽铀业有限责任公司。

本文件主要起草人：胡鹏华、唐大伟、干雨杭、胡龙飞、李先杰、苏学斌、熊贤亮、喻六平、付土根、魏杰、闻振乾、王伟、刘啸尘、杨国栋、阳奕汉、汤庆四、张青林。

本文件为首次发布。

# 原地浸出铀矿山安全规程

## 1 范围

本文件规定了原地浸出铀矿山(简称“地浸铀矿山”)钻井工程、抽注液系统、辅助生产设施的设计、建设、运行及维护的安全要求。

本文件适用于地浸铀矿山的设计、建设、运行及维护过程。

本文件不适用于采用湿法冶金工艺(包括离子交换、萃取、沉淀、煅烧等单元操作或其中部分单元操作)处理地浸出液,生产铀化学浓缩物的地浸水冶部分。

其他金属矿产原地浸出开采矿山可参考执行。

## 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 15603 危险化学品储存通则
- GB 16423 金属非金属矿山安全规程
- GB 30871 危险化学品企业特殊作业安全规范
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB 50030 氧气站设计规范
- GB 50034 建筑照明设计标准
- GB 50057 建筑物防雷设计规范
- GB 50140 建筑灭火器配置设计规范
- GB 50194 建设工程施工现场供用电安全规范
- GB 50235 工业金属管道施工规范
- GB 50316 工业金属管道设计规范
- GB 55037 建筑防火通用规范
- EJ/T 20075 铀矿冶企业总图运输设计要求
- TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**浸出剂** **lixiviant**

能把矿石中的铀有选择性地、较完全地溶解到溶液中的化学试剂。

### 3.2

**抽出井** **pumping well**

抽液井

地浸采铀过程中从矿层内抽出浸出液的钻井。

[来源:GB/T 4960.3—2010, 2.18]

3.3

**注入井 injection well**

注液井

地浸采铀过程中向矿层注入浸出剂的钻井。

[来源:GB/T 4960.3—2010, 2.17]

3.4

**原地浸出采铀 in situ leaching of uranium mining**

地浸采铀

将配制好的浸出剂通过注入井注入具有适当渗透性能的铀矿层里,在铀矿层中渗透和扩散,与天然埋藏条件下的铀矿物发生化学反应,生产含铀元素的浸出液,然后通过抽出井收集铀浸出液的采铀工艺。

[来源:GB 23727—2020, 3.7]

3.5

**原地浸出铀矿山 in situ leaching uranium mine**

地浸铀矿山

采用地浸采铀工艺从事含铀系放射性核素矿石的开采过程和浸出液处理活动的铀矿山企业。

3.6

**浸出液 pregnant solution**

地浸采铀过程中,从钻井抽出的含铀溶液。

3.7

**监测井 monitor well**

布置在采区内或外围目的层具有采集地下水样品功能的井。

3.8

**集中控制室 header house**

集控室

布置在地浸采铀井场,对采区工艺钻井抽液、注液汇集、控制和监测的操作室。集控室分为固定式和移动式,通常每个采区设置一个,通过仪表计量抽出井和注入井的流量、压力等参数。

3.9

**集液池(罐) pregnant solution pond(tank)**

地浸采铀过程中汇集浸出液的池型或罐型构筑物。

3.10

**配液池(罐) lixiviant pond(tank)**

地浸采铀过程中配制浸出剂的池型或罐型构筑物。

3.11

**井场 well field**

地浸铀矿山开拓工程布置的场地,是抽出井、注入井、监测井、集控室、集液泵房、集液池(罐)、配液池(罐)、气体站、抽注液管网等设施所在场地的集合。

3.12

**钻机机场 drilling operation site**

钻井工程活动开展的场地,简称机场。

## 4 总则

### 4.1 基本规定

- 4.1.1 地浸铀矿山应按照 GB 16423 的要求建立健全并落实安全生产责任制和安全生产规章制度。
- 4.1.2 地浸铀矿山应按照 GB 16423 的要求配备专职安全生产管理人员,从业人员超过一百人的应设置安全生产管理机构。
- 4.1.3 地浸铀矿山应使用符合国家有关要求的设备、器材及安全检测仪器仪表。
- 4.1.4 地浸铀矿山的主要负责人、专职安全生产管理人员、安全生产管理机构应满足 GB 16423 的要求。
- 4.1.5 地浸铀矿山应按照 GB 16423 的要求对所有从业人员及外来人员实施安全生产教育和培训,培训情况和考核结果应记录存档。
- 4.1.6 新入职地浸铀矿山的生产作业人员应接受不少于 72 学时的三级安全教育培训。经考核合格后,由从事矿山作业 2 年以上的员工带领工作不少于 4 个月,熟悉本工种操作技术并经考核合格方可独立工作。应确定具体的跟班实习期,实习期间不应单独上岗作业。
- 4.1.7 地浸铀矿山应按照 GB 16423 的要求建立健全应急救援体系。
- 4.1.8 地浸铀矿山应保存下列图纸及其电子版文档,可根据实际情况对相关图纸合并绘制,且至少每 3 个月更新一次并由矿山主要负责人签字确认:
- 矿区地质图(包括地形地质图、地质柱状图、地质剖面图,水文地质剖面图等);
  - 矿区总平面布置图;
  - 井场总平面布置图;
  - 井场主管网平面布置图;
  - 井场矿体平面投影图;
  - 井场钻井平面布置图;
  - 注入井、抽出井结构图;
  - 集控室抽液、注液系统流程图;
  - 气体站或硫酸罐或化学品库平面布置图;
  - 集液池(罐)、配液池(罐)及其棚的平面布置图、立面图;
  - 自动化监测与控制系统图;
  - 泵房平面布置图;
  - 输变电电气工程平面布置图;
  - 供配电系统图。

### 4.2 矿山建设与管理

- 4.2.1 地浸铀矿山的办公区、生活区、工业场地、地面建筑等,应按照 GB 16423 的要求设置在安全区域。
- 4.2.2 地浸铀矿山运输道路的急弯、陡坡、危险地段应设置警示标志。
- 4.2.3 地浸铀矿山的防火与灭火应满足 GB 50016、GB 50140 和 GB 55037 的相关要求。
- 4.2.4 用作消防车道的矿区道路宽度和净空高度应大于 4 m,转弯半径应满足消防车转弯的要求。尽头式道路应设有不小于 12 m×12 m 的回车场,场地设计坡度应不大于 6%。
- 4.2.5 地浸铀矿山的防洪标准应符合 EJ/T 20075 的有关规定。
- 4.2.6 建设在地势险峻、土质疏松地区的地浸铀矿山的集控室、井场管网、气体站等设施应设置预防山体滑坡、泥石流的监测预警设施。

- 4.2.7 任何人进入地浸铀矿山作业场所,应遵守矿山的安全生产规章制度。
- 4.2.8 地浸铀矿山应在具有危险因素的集控室、气体站、机场、集液与配液等场所和有关设施、设备上设置醒目的安全警示标志,并保持完好。
- 4.2.9 地浸铀矿山设备的巡查检查、维护保养、检测检验应符合 GB 16423 的要求。对于不需要专业检测资质的设备的检测检验,矿山应依据标准规范要求开展相应的检测、检验。生产期间,设备应由取得相应资质的人员操作或使用。

## 5 钻井工程

### 5.1 机场修建

- 5.1.1 机场地基应平整、坚固、稳定、适用。钻塔底座的填方部分不应超过塔基面积的 1/4,在山坡修筑地基的,岩石稳定时坡度应小于  $80^\circ$ ,地层松散不稳定时坡度应小于  $45^\circ$ 。若坡度无法满足要求时,应对边坡进行稳定性分析,并采取边坡防护措施。修筑地基应考虑地区季节的风向,使塔角迎风,减少钻塔风阻。
- 5.1.2 在修筑地基前应先对施工现场进行踏勘,根据选用的设备、孔深等情况确定基土修筑的类型和修筑方法。
- 5.1.3 机场周围应有排水、防洪措施。在林区、草原、特殊矿产地等特殊地区作业时应遵守该地区的防火等相关规定。
- 5.1.4 机场钻井边缘距地下电缆线路水平距离应大于 5 m,距地下通信线缆、构筑物、管道等水平距离应大于 2 m,与氧气管道的距离应满足 GB 50030 的规定。
- 5.1.5 起、放钻架时,钻架外边缘与输电线路边缘之间的安全距离应符合表 1 的规定。

表 1 钻架与输电线路边缘之间的最小安全距离

电压/kV	<1	1~10	35~110	154~220	350~550
最小安全距离/m	4	6	8	10	15

- 5.1.6 确需在寒冷季节进行钻井施工时,机台应采取防寒、防滑、防火措施。
- 5.1.7 钻机施工区域应采用围栏或警戒线与外部分隔,泥浆池及沉砂池周围应设置围栏或上方加盖盖板,悬挂“禁止非工作人员入内”等安全警示标志。
- 5.1.8 机场动力配电箱与照明配电箱应分别设置,照明灯具应采用防护等级不低于 IP54 的 36 V 防水灯具。照明所需光照度应符合 GB 50034 的要求,照明电压应为 36 V。照明灯泡应距塔布表面 300 mm 以上,照明线路应绝缘良好。
- 5.1.9 钻井工程用电应遵守 GB 50194 的规定,每台钻机应独立设置开关箱,实行“一机一闸一漏电保护器”。
- 5.1.10 钻塔(井架)应安装避雷针并使用高压瓷瓶将避雷针与钻塔绝缘。避雷针接地电阻应不大于  $15 \Omega$ 。接闪器应高出塔顶 1.5 m 以上,引下线与钻塔绷绳各部空间距离应不小于 1 m,接地极与电机的接地、孔口管及绷绳地锚的距离应大于 3 m。
- 5.1.11 机台地板铺设应牢固、平整、防滑,面积应满足工作需求。机场与营地应配备灭火器材,灭火器材应外观、性能完好并放入专用的消防箱内,由专人定期检查并记录。
- 5.1.12 机场的物资材料、工具、管材、岩心、油料等应合理分区摆放并设置标识牌。
- 5.1.13 机场应设置安全通道并清楚地标示出有效的逃生方法和路线。
- 5.1.14 机场内应设置各类齐全的警示标识,机场入口处应设置项目概况告示牌、安全风险辨别与管控

措施警示牌、入场须知牌、岗位职责牌、操作规程牌、逃生路线牌等。

5.1.15 机场应安装具有存储功能的视频监控设备,数据存储时间应不低于 30 天,视频监控设备不正常时应停止作业。

5.1.16 机场应依据施工地域、季节和作业特点配备相应的急救药品。

## 5.2 机场设备

5.2.1 钻机防护应符合下列要求:

- 钻机外露旋转部件应有安全防护装置,钻机天车应有限位器,限位器与钻机的提升系统应设置连锁装置;钻机井架绷绳设置应符合井架说明书要求,且与架空电力线的距离应不小于 3 m,并不应在架空电力线下方穿过;
- 钻机提升装置上应设置电子拉力表,且应在拉力达到限制负荷时报警,拉力表应安装在钻机操作者可视范围内。

5.2.2 设备安装、拆卸、搬运应遵守下列规定:

- 钻机安装时,所有用电设备均应采用接地保护装置;
- 钻塔起放时应有专人统一指挥,安全员现场监督,在钻塔放倒范围内不应站人;
- 落地式钻机钻塔安装时,应确保构件的完好;构件起吊时,应绑扎牢固;
- 进行安装作业的人员应戴好安全帽,塔上作业人员应系好安全带和防坠器;
- 拆卸钻塔时,若采用从上到下逐层拆卸的,在上层未拆卸时,不应拆卸下层的构件或螺丝;在拆卸作业时,不应抛扔构件;
- 不应在坡度超过 15°的坡上、凹凸不平和松软的地面上整体搬迁;多人搬运钻机、泥浆泵等重型设备时应有专人指挥;吊装搬运作业应遵守 GB 30871 的规定;
- 遇到五级以上(含五级)大风及暴雨、冰雪、浓雾、黑夜时,不应安装、拆卸钻塔。

5.2.3 升降钻具、使用钢丝绳应符合下列要求:

- 升降机的制动装置、离合装置、提引器、游动滑车、拧管机和拧卸工具等应满足作业需求;
- 钢丝绳安全系数应大于 7;提引器处于孔口时,升降机卷筒钢丝绳圈数应不少于 3 圈;
- 钢丝绳固定连接绳卡应不少于 3 个;绳卡距绳头应大于钢丝绳直径的 6 倍;
- 升降机应平稳操作,升降过程中不应用手触摸钢丝绳;
- 提引器、提引钩应有安全连锁装置;
- 提落钻具或钻杆时,提引器切口应朝下,钻具处于悬吊或倾斜状态时,不应用手探摸悬吊钻具内的岩心或探视管内岩心;
- 发生跑钻时,不应抢插垫叉或强行抓抱钻杆。

5.2.4 泥浆泵应符合下列规定:

- 泥浆泵参数应满足生产需求。砂岩钻探用泥浆泵最大泵压应不小于 6 MPa、最大泵流量应不小于 250 L/min;
- 液力端总成和动力端总成各部分应完好有效,高压管路应有防脱装置,设备应满足 1 000 m 以内钻井液力输送要求。

5.2.5 柴油发电机应符合下列规定:

- 柴油发电机组输出功率应按照所有驱动设备功率总和的 1.2~1.5 倍进行配置;
- 柴油发电机组应确保无漏水、漏气、漏油现象,散热系统、电池启动系统、各滤清系统应完好;
- 应确保柴油发电机电路系统各开关、指示灯、紧急按钮状态完好有效,各传感器工作状态完好有效,显示、调节、断路性能完好有效。电力连接系统应满足野外生产技术需求。

## 5.3 钻井作业

5.3.1 钻机进行的各项安全生产活动均应及时、准确记录在专用的记录本上,参加人员应签字,活动记

录应存档。

5.3.2 开钻前施工单位负责人应组织专业技术人员和机长对钻塔、机械设备、安全设施、冲洗液循环系统等的安装质量进行检查验收,并进行试车运转,合格后方可开钻。

5.3.3 钻机开动时,不应进行部件拆卸、修理、更换和擦洗。

5.3.4 在进行扩孔、扫孔、扫脱落岩心作业以及在溶洞、松散复杂地层钻进时,应由专人操作,操作升降机应平稳,并与井口操作及塔上人员协调一致,不应猛升猛降和超负荷提拉。钢丝绳缠绕与排序不应产生互咬和掉道情况。

5.3.5 当班作业人员不应无故离开作业现场,钻进施工中任何时间除作业班长外应保证至少 1 名钻工在作业现场。

5.3.6 孔内事故处理应遵守以下规定:

——孔内事故处理前,应全面检查钻塔(钻架)构件、天车、游动滑车、钢丝绳、绳卡、提引器、吊钩、地脚螺丝、仪器、仪表等;

——处理孔内事故时,应由机(班)长或熟练技工操作,并设专人指挥;除直接操作人员外,其他人员应撤离;

——不应同时使用升降机、千斤顶或吊锤起拔孔内事故钻具,不应超设备限定负荷强行起拔孔内事故钻具;

——打吊锤时,吊锤下部钻杆处应安装冲击把手或其他限位装置;不应手扶、握钻杆或打箍;人力拉绳打吊锤时,应统一指挥;

——使用千斤顶回杆时,不应使用升降机提吊被顶起的事故钻具;

——人工反钻具时,扳杆回转范围内不应站人;不应使用链钳、管钳工具反事故钻具,反转钻机反钻具时应采用低速慢转,使用钢丝绳反管钻具时连接物件应牢固可靠。

5.3.7 遇五级以上(含五级)大风、暴雨、暴雪、雷电等恶劣天气应停止钻井作业。

## 5.4 测井

5.4.1 测井作业前,应对电源及发电机进行安全检查。测井应采用独立的供电线路。

5.4.2 测井作业前,钻机机台人员应对测井人员进行安全交底;测井作业期间,钻机机台应留有值班工作人员配合测井作业。

5.4.3 测井作业前应进行安全分析,并采取相应的控制和预防措施。作业时不应进行交叉作业,现场不应启停其他大功率用电设备,不应使用电焊作业。

5.4.4 在机台应妥善安放测井仪器设备,牢靠固定孔口滑轮和绞车,测井车应停放在平坦的地方,绞车与井口间距应大于 10 m。绞车与井口操作人员之间应保持联络通畅,夜间施工应保证照明良好。

5.4.5 测井仪线路间及对地绝缘电阻应不小于 10 MΩ,供电电源对地电阻应不小于 1 MΩ,井下仪和电缆在潮湿环境下,缆芯间及对地电阻应不小于 2 MΩ。

5.4.6 应确认供电线安全无误后方可接通电源。应确认检查绞车刹车完好后方可下放测井仪及电缆。下放测井仪及电缆时应慢速、平稳。

5.4.7 测井仪离孔口 20 m 时,应有减速警戒记号。

5.4.8 除操作人员,其他人员应远离卷筒。任何人员不应跨越正在提升或下放的电缆并不应在绞车与孔口滑轮间站立,不应用手抓摸孔口滑轮附近电缆。地面电源线与测量线应分开布放。

5.4.9 测井仪提升遇卡时,应迅速指定有处理事故经验的专人会同钻探人员协商处理方案。

5.4.10 遇六级以上(含六级)大风、暴雨、雷电、大雾等恶劣天气,不应进行测井作业;若正在作业,应将仪器起入套管内并暂停作业。

## 5.5 成井

5.5.1 套管选用的管材应具有耐腐蚀性,外观无裂缝、破损、结痂、气孔、夹渣、毛边等现象,管材弯曲度

应不大于 0.5%，同一截面的壁厚允许偏差应不超过 14%。

#### 5.5.2 套管安装应遵守以下要求：

- 安装前应针对高处坠落、物体打击等职业伤害事故采取相应的安全预防措施；
- 安装前应对升降系统提引器具、管材及拧卸工具等进行严格检查；
- 安装时应有专人指挥，缓慢下放，当遇到阻力时不应快提快放；
- 夜间进行套管安装时，应确保作业场所光线充足；
- 套管起落范围内不应站人，操作升降机应平稳。

5.5.3 采用夹板提吊法下井管时，夹板上应有钢丝绳兜槽，夹板应夹持水平、周正、牢固。对接丝扣时，不应摘掉吊环或钢丝绳绳套。

5.5.4 在进行水泥浆固井前应检查管道连接和阀门的完好情况。

5.5.5 采用水泥浆固井时，水泥浆配制人员应佩戴防护口罩。

5.5.6 井口应设置安全防护罩，防护罩内表面应与井管外表面紧密贴合。

### 5.6 成井洗井

5.6.1 洗井工作开始前，应检查洗井设备连接、运转是否正常，并确定出水口 20 m 内无人后方可开机。

5.6.2 洗井过程中，应指定专人现场指挥或监护。

5.6.3 采用空压机洗井时应满足以下要求：

- 洗井应使用高压风管，其额定耐压值应不小于空气压缩机额定排气压力，且应采用总成连接方式。洗井过程中不应带压移动风管，风管应固定牢靠，周围应设置警示标志；
- 洗井采用的压力容器及其安全附件应定期检验；
- 当检查修理时，应注意避免杂物掉入汽缸、储气罐及导管内，机器在运转中，不应进行任何修理工作；
- 空压机房内不应放置易燃、易爆物品。

5.6.4 采用活塞洗井时应满足以下要求：

- 洗井前应根据井管内壁情况选择合适的活塞直径，并对钢丝绳、升降制动设备的安全性、完好性进行检查；
- 洗井时应注意控制活塞下降、提升速度，不应硬拉、猛墩；
- 洗井后应检查钢丝绳的磨损状况，当钢丝绳直径相对于公称直径减小 6% 或有明显的早期内部损坏特征时应及时更换。

## 6 抽注液系统

### 6.1 集控室

6.1.1 集控室内电气设备应与抽注液管线分开布置，中间应采取防液体喷溅措施。电气设备应接地良好。

6.1.2 集控室及室外变压器应安装避雷装置。

6.1.3 集控室内电气设备 IP 防护等级应不低于 IP2X，设备本体不满足时应设置不低于 IP2X 的遮护物，且设备裸露带电部分与遮护物间水平净距应不小于 100 mm。

6.1.4 集控室应进行通风，通风换气量应不小于 3 次/h，并应设计伸出集控室外用于排出浸出液中气体的排气管。

6.1.5 集控室抽液主管、抽液支管、注液主管、注液支管流量均应进行瞬时和累积监测，监测结果应现场显示与记录，流量异常时应报警。抽液主管、抽液支管流量应与抽液变频潜水泵实现联锁控制。

- 6.1.6 集控室内注液主管压力应进行监测、指示。如果浸出剂加压注入并需过滤,加压泵应安置在注液过滤装置前端,过滤装置的性能应满足矿山流量和压力的要求。
- 6.1.7 过滤装置压力表显示值大于设计值时应更换滤袋。不应带压打开过滤装置。
- 6.1.8 应定期检查过滤装置各连接管道的牢固性和进出口阀门的密闭性。
- 6.1.9 集控室内不应吸烟,并应在门口等显著位置设置“禁止烟火”“保持通风”“当心触电”等标志。
- 6.1.10 采用二氧化碳+氧气工艺的地浸铀矿山集控室还应满足以下要求:
  - 应设置氧气或二氧化碳浓度报警器,并与事故风机联锁控制,报警器应定期检查测试;
  - 氧气支管的氧气流量应直读显示;
  - 采区氧气主管流量应进行监测、指示、累积、报警与记录。

## 6.2 集液和配液设施

- 6.2.1 集液池、配液池应采取密闭措施和防渗措施。
- 6.2.2 集液池(罐)、配液池(罐)应满足下列安全要求:
  - 正常运行液位应处于池(罐)的设计储存最高液位和最低液位之间;
  - 应设置液位监测仪表和报警装置,实现现场直读显示,并将液位信号与报警系统、泵控制系统实现联锁控制。
- 6.2.3 集液罐和配液罐布置在地表时,四周应设置围堰,并满足下列要求:
  - 其有效容积应不小于单个最大罐的容积;
  - 围堰的设计高度应比计算高度高出 0.2 m 以上;
  - 在围堰的适当位置应设置便于人员进出的台阶;
  - 围堰内应设置漏液收集回收设施且围堰底部应采取防渗措施。
- 6.2.4 集液池棚、配液池棚以及围堰外部应设置放射性标识。
- 6.2.5 集液池(罐)、配液池(罐)非特殊情况下不应有人员进入。集液池(罐)、配液池(罐)应与人员物理隔离。
- 6.2.6 进入集液池(罐)、配液池(罐)内部作业时应按照进入有限空间作业进行管理,应满足 GB 30871 的要求。
- 6.2.7 抽液泵、注液泵及变频器应设置运行状态监测设施,实现远程显示与控制。

## 6.3 泵房

- 6.3.1 泵及配套的电气设备应采取防水、防尘和防腐蚀措施。
- 6.3.2 注液泵的高压电机应设置绕阻和定子的温度监测、报警与记录装置,高压电机轴温应定期监测,当温度异常时应报警并停泵。
- 6.3.3 采用二氧化碳+氧气工艺的地浸铀矿山应在集液、注液泵房设置氧气或二氧化碳报警器。集液、注液泵房应进行通风,通风换气量应不小于 3 次/h。

## 6.4 抽液管道和注液管道

- 6.4.1 抽液管道和注液管道应根据输送介质、压力损失等要求,合理确定管道设计压力。应结合介质的工作环境、腐蚀性等要求,合理选用管材。阀门、管道接头应采取有效的密封措施和防跑、冒、滴、漏措施。
- 6.4.2 注液管道和抽液管道的监测应满足 6.1.5 和 6.1.6 的要求。若存在化工泵,则应在泵出口设置压力检测装置,进行压力的检测、指示与记录,压力异常时应报警。
- 6.4.3 在运行过程中可能超压的注液管道应设置安全阀,安全阀的开启压力应为正常最大工作压力的 1.1 倍。

6.4.4 抽液管道、注液管道的支撑结构应根据管内输送介质及管道自重、支撑间距要求、管道外部的保温层和管道受热变形产生的应力等确定。

6.4.5 注液分流管排与井场集控室墙面的距离,应满足管道、阀门、仪表和管件的维修空间要求,并根据集控室的结构形式、抽注液支管的数量等合理确定。

6.4.6 管道安全附件的铅封、校验标签应完好。安全附件应在校验有效期内使用。

## 6.5 生产洗井

6.5.1 采用化学洗井时,应遵守以下规定:

- 负责洗井液配制的人员,应掌握洗井液对人体的影响,并采取相应的防护措施;
- 操作人员配制强酸溶液和有挥发性物品时,应佩戴防护眼镜、防酸口罩和手套,并严格按有关规程操作;
- 洗井过程中,若使用注酸泵注液,操作人员应在注酸正常后远离注酸泵;当酸液飞溅到皮肤上时,应立即采用清水进行冲洗,并及时送医;
- 待洗的井口附近应配备移动式洗眼器和医药箱。

6.5.2 采用空压机洗井时,应满足 5.6.3 的安全要求。

6.5.3 采用活塞洗井时,应满足 5.6.4 的安全要求。

6.5.4 洗井废水回收装置应采取防喷溅措施。

## 6.6 提(下)泵作业

6.6.1 作业前,应对提泵车辆、绞车、制动装置等进行安全确认。

6.6.2 应严格控制潜水泵提升或下放的速度,并密切观察绞车运行状况,作业人员不应少于 2 人。

6.6.3 应如实做好提(下)泵作业过程记录。

## 7 辅助生产设施

### 7.1 电气设施

7.1.1 地浸铀矿山集液泵、配液泵、潜水泵等二级负荷电气设备应由 2 回线路供电,当无法满足 2 回线路供电时,应设置应急电源。采用柴油发电机作为应急电源的,应满足 5.2.5 的要求。

7.1.2 地面主变电所应符合以下规定:

- 距离准轨铁路应不小于 40 m;
- 应远离污秽及火灾、爆炸危险环境和噪声、振动环境;
- 应避开断层、滑坡、沉陷区等不良地质地带以及受雪崩影响地带;
- 地面标高应高于工业场地标高 0.5 m 以上。

7.1.3 变电所应安全坚固,应有良好的通风,并应设置防止雨、雪和蛇、鼠等小动物从采光窗、通风窗、门、电缆沟等处进入室内的设施。

7.1.4 露天和半露天变电所的变压器应符合以下要求:

- 变压器周围 0.8 m 外应设置固定围栏或围墙,10 kV 变压器围栏(墙)高度不应低于 1.7 m, 20 kV 变压器围栏(墙)高度不应低于 1.8 m;
- 安全疏散处应设置照明和明显的疏散指示标志以及“安全出口”标志;
- 电力设备应有带电指示灯或指示仪表。

7.1.5 配电室电气设备布置的间距、通道及围栏的设置应满足 GB 50194 的要求,变电所、配电室入口应悬挂“非工作人员禁止入内”的标志,高压电气设备应悬挂“高压危险”的标志。变配电室应关门加锁。电气设备可能被人触及的裸露带电部分,应设置保护罩或遮栏及警示标志。动力配电柜应锁闭,非专业

电工不应开启。

7.1.6 在控制室、配电室及主要通道等处应装设应急照明,在变电所的带电区域内或临近带电线路处不应使用金属梯子,所有变配电设备前、后应敷设绝缘垫。

7.1.7 地浸铀矿山供电线路应合理布置,生产用电与生活用电应独立设置线路;高压配电线路应装设过负荷、短路、漏电保护;低压配电线路应装设短路和单相接地(漏电)保护。

7.1.8 移动式电气设备应使用矿用橡套软电缆。

7.1.9 井场户外设置的电气设备应采用户外型;裸露导体应有安全防护。

7.1.10 照明设施应符合下列规定:

——所有作业点及危险点照明所需光照度应满足 GB 50034 的要求;

——常规照明电压应为 220 V;井架、行灯或移动式电灯的电压应不高于 36 V。

7.1.11 地浸铀矿山建(构)筑物防雷接地措施应符合 GB 50057 的要求,每年应在雷雨季节前由有资质的单位对雷电防护系统进行评价与检测,并做好记录。

## 7.2 危险化学品的采购、储存与使用

7.2.1 地浸铀矿山应向依法取得从事危险化学品生产、经营活动许可的企业采购危险化学品,采购的危险化学品应具有《危险化学品安全技术说明书》和化学品安全标签。

7.2.2 液氧、二氧化碳、硫酸等危险化学品运输应由具有危险化学品运输资质的单位承担。

7.2.3 危险化学品存储、使用场所醒目位置应设置安全警示标志、拴挂安全技术说明书、张贴风险告知卡。

7.2.4 应根据存储、使用的危险化学品的种类和危险特性,在存储、使用场所设置相应的监测、监控、通风、防晒、调温、防火、灭火、防爆、泄压、防毒、中和、防潮、防雷、防静电、防腐、防泄漏以及防护围堤或者隔离操作等安全设施、设备,并按照国家标准、行业标准或者国家有关规定对安全设施、设备进行经常性维护、保养。

7.2.5 危险化学品装卸人员应掌握危险化学品的《危险化学品安全技术说明书》、化学品安全标签的相关内容。装卸时应穿戴好个体防护用品,严格按照操作规程操作,并有专人监护。

7.2.6 危险化学品作业现场应备有正压式空气呼吸器、化学防护服、过滤式防毒面具、气体浓度检测仪、手电筒、对讲机、急救箱、吸附材料、洗消设施、应急处置工具箱等应急救援设备和物资。

7.2.7 夜间、恶劣天气不应进行危险化学品的装卸,如遇特殊情况必须装卸时,应得到部门负责人的同意,并采取应对措施。

7.2.8 管理人员应每班对各储罐进行巡检,并做好记录,发现跑、冒、滴、漏应及时处理,发现重大隐患应及时上报。

## 7.3 硫酸库

7.3.1 硫酸的贮存应符合 GB 15603 相关规定。

7.3.2 硫酸库应建在开阔的场地上,硫酸的储罐应安装在基座上,基座的高度和结构应保证储罐底面的安全操作。

7.3.3 装酸的储罐应安装有导管、液面高度计和信号装置。

7.3.4 储罐上应设安全栏杆和梯子,罐的周围应有围栏。

7.3.5 硫酸的高位槽应有回流管。

7.3.6 储酸罐周围应设置围堰和事故池,其有效容积应不小于单个最大罐的容积。

## 7.4 气体站

7.4.1 气体站应有良好的通风条件或设有换气通风装置,配置灭火器材,周围 5 m 范围内不应存放易

燃易爆物,应保持场地清洁干净。

7.4.2 气体站应设置有两处安全出入口,并应分开布置在气体站两侧。入口处应设置人体静电释放器。

7.4.3 气体站应设置围墙或围栏。围墙或围栏应选用防爆、防火的材料,高度应不小于 2 m,栏杆间距应不大于 15 cm,周围应设置安全标志。

7.4.4 安装气体容器的基础应坚实牢固,并应防火耐热。

7.4.5 气体站应有满足槽车或消防车出入的通道。

7.4.6 气体站储罐的安装间距,应不小于相邻两容器中较大容器者的半径,且最小间距应不小于 1 m。

7.4.7 储罐的真空度应满足设计要求,并定期检测。

7.4.8 储罐安置在室外的,应设有导除静电的接地装置及防雷击装置。防止静电的接地电阻应不大于 10  $\Omega$ ;防雷击装置的最大冲击电阻应不大于 30  $\Omega$ 。

7.4.9 气体站液氧储罐、液态二氧化碳储罐应设置安全阀、视频监控、液位及压力监测装置,信号应传输至监控中心。

7.4.10 液氧供气管道、阀门的材质应符合 GB 50030 中规定的要求,并按照 GB 50030 中的规定进行安装、压力及泄漏性试验。二氧化碳管道设计及管件选用应按照 GB 50316 中相关要求,并按照 GB 50235 中的规定进行安装、压力及泄漏性试验。

7.4.11 液氧、二氧化碳储罐的运行、检维修应遵守 TSG 21 的要求。

7.4.12 液氧储罐还应满足以下要求:

- 应设置氧气泄漏监测及报警装置,气体站空气中的氧气浓度超过 23.5%时应报警;
- 应每班进行巡视;
- 储罐周围 25 m 内禁止明火,并应有明显的禁火标志;
- 安装液氧设备的基础应无油脂及其他可燃物,不应使用沥青地面;
- 储罐周围 5 m 内不应有通向低处场所(如地下室、坑穴、地井、沟渠)的开口,地沟入口处应有挡液堰;
- 液氧储罐及安全附件的设置应满足 GB 50030 的要求。

7.4.13 液氧泵应满足以下要求:

- 液氧泵及其附属仪表元件和安全附件的使用应满足设备操作说明书或技术操作规程的要求,并定期进行检修;
- 液氧泵在启动前,应确认安全防护装置、密封气系统、轴承温度、仪表等的运转正常,安全附件齐全有效,且设备的启动区域无任何人员;
- 液氧泵的紧急停车按钮上应有明显的标签,紧急停车按钮应能使泵停止运行并同时触发相应的自动阀门与系统隔离;
- 液氧泵运行中出现密封气排气低温报警时应立即停止液氧泵的运行;
- 液氧泵的维修工作应在泵停止运行和泄压后进行。液氧泵在开展维修作业时,应先加热至常温,所有电力、气体等均应被有效隔离,在得到工作许可审批后方可进行维修作业。其操作或维修人员不应穿戴和使用受到润滑油/脂污染的工作服和工器具;
- 液氧泵周围应有良好的通风,如果液氧泵冷端安装在泵箱内时,应设置泄漏监测或监控装置;
- 液氧泵区域应设有明显的警示标识和应急措施。

参 考 文 献

- [1] GB 30077 危险化学品单位应急救援物资配备标准
  - [2] AQ 2004 地质勘探安全规程
  - [3] EJ/T 20039 地浸采铀钻孔钻进与成井工艺要求
  - [4] DB37/T 1811 地质钻探安全施工规范
  - [5] T/CCGA 10006 低温液体泵使用、维护安全技术规范
  - [6] Q/CNNC GB 1.3 中核集团安全生产标准化考核评级标准 第3部分:铀矿采冶
  - [7] Q/CNNC JB 77 铀矿冶安全规程
  - [8] 《危险化学品安全管理条例》(国务院令 第344号)
  - [9] 《生产经营单位安全培训规定》(国家安全生产监督管理总局令 第80号)
  - [10] 《关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见》(矿安〔2022〕4号)
-

# 中华人民共和国矿山安全行业标准

KA 25—2025

## 煤矿井下机电设备完好性要求

Requirements for the integrity of mechanical and  
electrical equipment in coal mines

2025-09-01 发布

2026-02-01 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 基本要求 .....	2
4.1 一般要求 .....	2
4.2 外观及结构 .....	2
5 电气设备防爆要求 .....	2
5.1 通用要求 .....	2
5.2 隔爆型 .....	3
5.3 本质安全型 .....	8
5.4 增安型 .....	8
5.5 浇封型 .....	8
5.6 正压型 .....	8
5.7 矿用一般型 .....	9
6 电气设备性能要求 .....	9
6.1 通用要求 .....	9
6.2 开关与控制设备 .....	11
6.3 变压器 .....	11
6.4 电动机 .....	11
6.5 蓄电池电源 .....	12
6.6 照明装置 .....	12
7 机电设备要求 .....	13
7.1 通用要求 .....	13
7.2 提升设备 .....	17
7.3 带式输送设备 .....	18
7.4 辅助运输设备 .....	19
7.5 排水设备 .....	20
7.6 通风设备 .....	20
7.7 压风设备 .....	21
7.8 采掘设备 .....	21
7.9 支护设备 .....	22
附录 A(规范性) 机电设备检查表 .....	23

## 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防爆与设备分技术委员会归口。

本文件起草单位：安标国家矿用产品安全标志中心有限公司、山东能源集团有限公司、兖矿能源集团股份有限公司、国能榆林能源有限责任公司、国能神东煤炭集团有限责任公司、陕煤集团神木红柳林矿业有限公司、郑州煤炭工业(集团)有限责任公司、煤科(北京)检测技术有限公司、重庆安标检测研究院有限公司、山西天地煤机装备有限公司、上海煤科检测技术有限公司、太原煤科检测技术有限公司、电光防爆科技股份有限公司、内蒙古安标检验认证有限公司、张家口恒洋电器有限公司。

本文件主要起草人：张勇、孟积渐、亓玉浩、王九红、卢学明、刘凯华、贺国东旭、贺雨、刘韬、李飞、郭云飞、郭奋超、马培赓、张胜达、李瑶瑶、杨文杰、齐东迁、李子涵、曹相春、陈曦、杜卿。

本文件为首次发布。

# 煤矿井下机电设备完好性要求

## 1 范围

本文件规定了煤矿井下的电气设备防爆要求、电气设备性能要求和机电设备要求。  
本文件适用于煤矿井下在用机电设备的日常检查、定期检验、维护保养及运行管理。

## 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/T 2900.35 电工术语 爆炸性环境
- GB/T 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求
- GB/T 3836.2 爆炸性环境 第2部分：由隔爆外壳“d”保护的设备
- GB/T 3836.3 爆炸性环境 第3部分：由增安型“e”保护的设备
- GB/T 3836.4 爆炸性环境 第4部分：由本质安全型“i”保护的设备
- GB/T 3836.5 爆炸性环境 第5部分：由正压外壳“p”保护的设备
- GB/T 3836.9 爆炸性环境 第9部分：由浇封型“m”保护的设备
- GB/T 3836.24 爆炸性环境 第24部分：由特殊型“s”保护的设备
- GB/T 12173 矿用一般型电气设备
- GB 51145 煤矿电气设备安装工程施工与验收规范

## 3 术语和定义

GB/T 3836.1、GB/T 3836.2、GB/T 3836.3、GB/T 3836.4、GB/T 3836.5、GB/T 3836.9、GB/T 3836.24、GB/T 12173、GB/T 2900.35、GB 51145 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 机电设备 **electromechanical apparatus**

由机械部分与电气部分组成，实现提升、运输、排水、通风、采掘、支护等特定功能的井下设备。

### 3.2

#### 电气设备 **electrical apparatus**

利用电能实现驱动、测量、控制、转换等功能的设备，包括电动机、传感器、开关、变频器、变压器等。

### 3.3

#### 完好性 **integrity**

设备能够持续满足安全生产相关要求的状态。

### 3.4

#### 一般检查(C) **close inspection**

在设备不断电、不停机的状态下进行的检查，主要通过目视、查阅技术资料以及使用卡尺、红外测温仪等工具，对设备进行的常规检查。

### 3.5

#### **详细检查(D) detailed inspection**

在设备停机断电或开启外壳状态下进行的全面检查,除一般检查内容外,需使用绝缘电阻表、接地电阻测试仪等专用仪器,对设备进行的深入检查。

### 3.6

#### **一般缺陷 general defect**

设备偏离完好状态,但不影响其基本功能和安全运行,可通过日常维护或检修消除。

### 3.7

#### **严重隐患 major hazard**

设备处于失爆、保护失效等危险状态,可能导致严重失控、人员伤亡或其他井下重大安全事故,应立即停止运行。

## 4 基本要求

### 4.1 一般要求

4.1.1 井下在用机电设备应具有矿用产品安全标志证书,生产厂家、产品名称、规格型号等信息应与证书一致。

4.1.2 技术资料应完整齐备,至少包含:

- a) 产品合格证、出厂检验报告等证明文件;
- b) 使用说明书、电气原理图等技术文件;
- c) 检查、维修等记录。

4.1.3 定期检验的机电设备应具有检验合格报告,检验周期应符合《煤矿安全规程》及相关产品标准的规定。

4.1.4 机电设备不应超过规定的使用年限或使用次数。

4.1.5 技术改造后的机电设备应经安全性能评估或检测检验,并建立完整的技术档案。

4.1.6 使用环境条件(温度、湿度、大气压力、冷却参数等)应符合使用说明书的要求。

4.1.7 急停、保护、联锁、闭锁、监测和告警装置应完整有效,不应拆卸或关闭。

4.1.8 按附录 A 的表 A.1、表 A.2、表 A.3 进行完好性检查,检查等级和间隔时间应综合考虑设备型式、使用说明书、影响损坏程度的因素、使用区域及以往检查结果。

### 4.2 外观及结构

4.2.1 组成部件应完好无缺,不应擅自更改。

4.2.2 外壳及主体结构应完好,无零部件缺失、焊缝开裂、结构裂纹或永久变形等缺陷。

4.2.3 各部位锈蚀及涂层磨损程度不应影响防爆性能、结构强度等关键指标。

4.2.4 铭牌、MA 标识及安全警示等标志标牌应齐全完整、内容清晰准确。

## 5 电气设备防爆要求

### 5.1 通用要求

#### 5.1.1 使用区域

井下电气设备的使用区域应符合表 1 的要求。

表 1 井下电气设备型式要求

设备类别	突出矿井和瓦斯喷出区域	高瓦斯矿井、低瓦斯矿井				
		井底车场、中央变电所、总进风巷		翻车机硐室	采区进风巷	总回风巷、采区回风巷、采掘工作面和工作面进、回风巷
		低瓦斯矿井	高瓦斯矿井			
高低压电机和电气设备	矿用防爆型 (增安型除外)	矿用一般型	矿用一般型	矿用防爆型	矿用防爆型	矿用防爆型 (增安型除外)
照明灯具	矿用防爆型 (增安型除外)	矿用一般型	矿用防爆型	矿用防爆型	矿用防爆型	矿用防爆型 (矿用增安型除外)
通信、自动控制的仪表、仪器	矿用防爆型 (增安型除外)	矿用一般型	矿用防爆型	矿用防爆型	矿用防爆型	矿用防爆型 (增安型除外)
<p>注 1: 使用架线电机车运输的巷道中及沿巷道的机电设备硐室内,能使用矿用一般型电气设备(包括照明灯具、通信、自动控制的仪表、仪器)。</p> <p>注 2: 突出矿井井底车场的主泵房内,能使用矿用增安型电动机。</p> <p>注 3: 矿井应使用本质安全型矿灯。</p> <p>注 4: 远距离传输的监测监控、通信信号应使用本质安全型,动力载波信号除外。</p> <p>注 5: 在爆炸性环境中使用的设备应符合相应的保护级别。煤矿井下使用的非防爆便携式电气测量仪表,应在甲烷浓度 1.0% 以下的地点使用,并实时监测使用环境的甲烷浓度。</p> <p>注 6: 充电硐室内的电气设备应使用矿用防爆设备。</p>						

### 5.1.2 检查要求

单一防爆型式的电气设备应满足对应防爆性能要求,复合防爆型式的电气设备应同时满足各单一防爆型式要求。

## 5.2 隔爆型

### 5.2.1 隔爆外壳

5.2.1.1 隔爆外壳的变形长度不应超过 50 mm,凹凸深度不应超过 5 mm,不应存在裂纹、开焊或不符合要求的焊缝。

5.2.1.2 金属外壳电气设备的接线腔内表面应涂覆耐电弧漆。

5.2.1.3 金属外壳内外表面不应存在影响防爆性能的氧化层(锈蚀层)脱落现象。

5.2.1.4 隔爆腔之间应保持原设计的隔爆性能,不应直接贯通,接线座不应存在裂缝或松动。

5.2.1.5 壳体上的透明件(如观察窗、灯具透明罩)不应存在破裂或松动现象,表面划痕或磨损深度应小于 1 mm。

5.2.1.6 快开门式的门或盖,其法兰四边均应设有卡扣,卡扣不应存在变形、开裂或缺失等现象。

### 5.2.2 联锁装置

5.2.2.1 隔爆外壳应与隔离开关机械联锁,非专用工具不应轻易解除联锁。

5.2.2.2 隔离开关在闭合状态下,快开门或盖应闭锁且无法打开;当快开门或盖处于打开状态时,隔离开关应闭锁且无法合闸。

### 5.2.3 警告牌

5.2.3.1 采用螺钉固定或螺纹式的门或盖上应有“严禁带电开盖”等警告牌。

5.2.3.2 隔爆腔采用快开门结构,且腔内含有电容器、热元件等需延时释放能量的元器件时,设备应有以下警告牌:

- 断电后,延迟 Y 分钟方可开盖(其中“Y 分钟”为实际延时时间);
- 存在爆炸性环境时严禁打开。

5.2.3.3 警告牌应牢固安装。

### 5.2.4 特殊紧固件

5.2.4.1 特殊紧固件应采用不锈钢材料或采取有效防锈措施,不应使用塑料或轻金属材质。

5.2.4.2 特殊紧固件应结构完整,同一紧固部位规格应统一,不应出现变形、裂纹等缺陷。

5.2.4.3 特殊紧固件应采用垫圈防松或其他有效的防松措施,不应出现松动或滑扣现象。

5.2.4.4 特殊紧固件孔允许的螺纹啮合深度不应小于紧固件螺纹的外径。

5.2.4.5 不带垫圈时,螺栓应能完全拧入隔爆外壳壁的盲孔内,且盲孔底部不应有杂物。

5.2.4.6 钻孔处隔爆外壳壁的剩余厚度不应小于螺栓直径的 1/3,且不应小于 3 mm。

5.2.4.7 特殊紧固件不应穿透隔爆外壳壁,除非其与壳壁构成隔爆结合面且不可与外壳分离。

5.2.4.8 通孔螺栓拧紧后,其裸露丝扣长度不应少于 1 扣。

### 5.2.5 隔爆结合面

5.2.5.1 结合面上不应存在影响隔爆参数的油漆或杂物。

5.2.5.2 结合面表面应涂覆防锈油或进行磷化处理,锈蚀部位经擦拭后不应留有斑痕。

5.2.5.3 构成结合面的各运动部件应无碰撞和摩擦现象。

5.2.5.4 快开式门或盖的结合面长度不应小于 25 mm,隔爆间隙应符合表 2 的要求。

### 5.2.6 止口结合面

5.2.6.1 隔爆结合面宽度  $L$ 、隔爆结合面间隙  $i$  的尺寸应符合表 2 的要求。

表 2 隔爆结合面尺寸

结合面类型	隔爆结合面 宽度( $L$ ) mm	隔爆结合面间隙( $i$ ) mm					
		$V \leq 100$	$100 < V \leq 500$	$500 < V \leq 2\,000$	$2\,000 < V \leq 5\,750$	$V > 5\,750$	
平面结合面、 圆筒形结合面 或止口结合面	$\geq 6.0$	$\leq 0.30$	—	—	—	—	
	$\geq 9.5$	$\leq 0.35$	$\leq 0.35$	$\leq 0.08$	—	—	
	$\geq 12.5$	$\leq 0.40$	$\leq 0.40$	$\leq 0.40$	$\leq 0.40$	$\leq 0.40$	
	$\geq 25.0$	$\leq 0.50$	$\leq 0.50$	$\leq 0.50$	$\leq 0.50$	$\leq 0.50$	
旋转电机 转轴结合面	滑动 轴承	$\geq 6.0$	$\leq 0.30$	—	—	—	—
		$\geq 9.5$	$\leq 0.35$	$\leq 0.35$	—	—	—
		$\geq 12.5$	$\leq 0.40$	$\leq 0.40$	$\leq 0.40$	$\leq 0.40$	$\leq 0.40$
		$\geq 25.0$	$\leq 0.50$	$\leq 0.50$	$\leq 0.50$	$\leq 0.50$	$\leq 0.50$
		$\geq 40.0$	$\leq 0.60$	$\leq 0.60$	$\leq 0.60$	$\leq 0.60$	$\leq 0.60$

表 2 (续)

接合面类型		隔爆接合面 宽度(L) mm	隔爆接合面间隙(i) mm				
			$V \leq 100$	$100 < V \leq 500$	$500 < V \leq 2\,000$	$2\,000 < V \leq 5\,750$	$V > 5\,750$
旋转电机 转轴接合面	滚动 轴承	$\geq 6.0$	$\leq 0.45$	—	—	—	—
		$\geq 9.5$	$\leq 0.50$	$\leq 0.50$	—	—	—
		$\geq 12.5$	$\leq 0.60$	$\leq 0.60$	$\leq 0.60$	$\leq 0.60$	$\leq 0.60$
		$\geq 25.0$	$\leq 0.75$	$\leq 0.75$	$\leq 0.75$	$\leq 0.75$	$\leq 0.75$
		$\geq 40.0$	$\leq 0.80$	$\leq 0.80$	$\leq 0.80$	$\leq 0.80$	$\leq 0.80$
<p>注 1: <math>V</math> 为外壳的内部总体积,单位为立方厘米(<math>\text{cm}^3</math>)。</p> <p>注 2: 如果外壳和内装部件在使用中不可分开,其容积是指净容积。</p> <p>注 3: 对于灯具,应在未安装光源时测定容积。</p>							

5.2.6.2 当隔爆接合面  $L$  被组装隔爆外壳的螺纹孔分隔时,隔爆接合面的最短通路  $l$  应满足下列要求:

- 当  $L < 12.5 \text{ mm}$  时,  $l \geq 6 \text{ mm}$ ;
- 当  $12.5 \text{ mm} \leq L < 25 \text{ mm}$  时,  $l \geq 8 \text{ mm}$ ;
- 当  $L \geq 25 \text{ mm}$  时,  $l \geq 9 \text{ mm}$ 。

5.2.6.3 采用圆筒加平面结构的隔爆面应满足 GB/T 3836.2—2021 第 5.2.3 条的要求。

5.2.6.4 隔爆接合面平均粗糙度  $Ra$  不应大于  $6.3 \mu\text{m}$ 。

### 5.2.7 螺纹接合面

5.2.7.1 圆柱形螺纹接合面啮合螺纹不应少于 5 扣;啮合深度应符合下列要求:

- 净空间大于  $100 \text{ cm}^3$  时,啮合深度不少于  $8 \text{ mm}$ ;
- 净空间不大于  $100 \text{ cm}^3$  时,啮合深度不少于  $5 \text{ mm}$ 。

5.2.7.2 锥形螺纹接合面的螺纹结构应符合锥管螺纹(NPT)的相关要求。

5.2.7.3 应采取有效的防松措施;对于螺纹式门或盖,应辅以内六角紧定螺钉或等效方式,并且内六角紧定螺钉紧固后不得从螺孔中凸出。

### 5.2.8 衬垫结构的视窗

5.2.8.1 整体结构应完整,按照紫铜衬垫、视窗(灯罩)、弹性垫圈以及压紧件的顺序安装,不应采用压块、压脚等局部压紧方式。

5.2.8.2 透明件应无影响防爆型式的损伤。

5.2.8.3 紫铜衬垫与玻璃之间、窗口座与紫铜衬垫之间的隔爆面尺寸应符合表 2 的要求。

### 5.2.9 粘接接合面

5.2.9.1 粘接接合面应无未胶粘区域,胶粘部位应无明显老化和气孔。

5.2.9.2 整体结构的机械强度不应仅依赖粘接材料,应采用补充的机械固定方式确保结构强度。

### 5.2.10 电缆引入装置

- 5.2.10.1 引入装置应结构完整、配件齐全、尺寸匹配,不应存在可能损伤电缆的尖锐棱角、损坏或松动现象。
- 5.2.10.2 卡兰式进出线嘴应压紧密封圈,用单手测试时不应有晃动现象,螺旋式进出线嘴有效啮合螺纹不应少于5扣,用单手测试时不应转动超过 $180^{\circ}$ 。
- 5.2.10.3 应选用与电气设备防爆等级相适应的电缆引入装置,引入方式应与其铭牌标注及内装元器件相符。
- 5.2.10.4 应使用弹性密封圈(分层朝内)、垫圈、压紧螺母或压盘依次装入压紧,电缆应有效压紧。
- 5.2.10.5 未使用的电缆引入口应使用封堵件有效封堵,或使用密封圈(分层朝内)、挡板或堵头、垫圈、压紧螺母或压盘依次装入,压紧封堵。
- 5.2.10.6 金属挡板直径与进线装置内径之差不应大于2 mm,厚度不应小于2 mm,金属套圈外径与进线装置内径之差不应大于2 mm,厚度不应小于1 mm,不应有锈蚀现象。
- 5.2.10.7 铠装电缆引入装置采用填料密封方式时,应封填至叉口以上40 mm。
- 5.2.10.8 高压电缆的引入装置采用浇铸固化密封式时,填料的填充深度应大于电缆引入孔径的1.5倍,且不小于40 mm。

### 5.2.11 密封圈

- 5.2.11.1 密封圈不应严重变形、老化、龟裂、破损或失去弹性。密封填料应饱满无间隙,并与电缆和外壳贴合紧密。
- 5.2.11.2 密封圈外径与进线装置内径之差满足下列要求:
  - 密封圈外径不大于20 mm时,直径差不应大于1 mm;
  - 密封圈外径在20 mm~60 mm时,直径差不应大于1.5 mm;
  - 密封圈外径大于90 mm时,直径差不应大于2 mm。
- 5.2.11.3 密封圈内径与电缆外径之差不应大于 $\pm 1$  mm;对于截面积不大于 $4\text{ mm}^2$ 的电缆,密封圈内径不应大于电缆外径。
- 5.2.11.4 密封圈宽度不应小于电缆外径的0.7倍(最小10 mm);除截面积为 $70\text{ mm}^2$ 的电缆外,密封圈厚度不应小于电缆外径的0.3倍(最小4 mm)。
- 5.2.11.5 电缆与密封圈之间不应包扎任何异物;单孔密封圈不应穿设多根电缆。
- 5.2.11.6 控制线和信号线的密封圈分层内外凸起高度不应超过密封圈宽度的 $1/3$ 。
- 5.2.11.7 经过修整的密封圈应整齐圆滑,其凹凸度不应大于2 mm。

### 5.2.12 电缆

- 5.2.12.1 电缆的末端应接入防爆电气设备或元件,电缆连接应采用连接装置。
- 5.2.12.2 连接电气设备的电缆长度应大于3 m,电缆护套应伸入接线腔壁内5 mm~15 mm。
- 5.2.12.3 电缆护套应无明显损伤或严重变形,不应露出芯线绝缘或屏蔽层。护套伤痕的深度不应超过其厚度的 $1/2$ ,长度不应超过20 mm,或沿电缆周长方向不应超过 $1/3$ 。
- 5.2.12.4 导线连接应采用弓形垫圈、碗形垫圈或专用接线头,并采取防松措施,不得压迫导线绝缘。导线裸露部分距卡爪(或平垫圈)的距离不应大于1 mm。高压电缆应采用压接方式连接;使用压板压线时,压板凹面应朝内。
- 5.2.12.5 接线腔内电缆屏蔽层应规范处理,最小爬电距离和最小电气间隙应满足表3的要求。

### 5.2.13 电气间隙与爬电距离

电气设备接线腔内或直接引入的接线端子部分的电气间隙和爬电距离应满足表3的要求。

表 3 电气间隙与爬电距离

工作电压 (交流有效值或直流) <sup>a、b</sup> V	最小爬电距离 mm			最小电气间隙 mm
	材料级别 <sup>c</sup>			
	I	II	III a	
≤10	1.6	1.6	1.6	1.6
≤12.5	1.6	1.6	1.6	1.6
≤16	1.6	1.6	1.6	1.6
≤20	1.6	1.6	1.6	1.6
≤25	1.7	1.7	1.7	1.7
≤32	1.8	1.8	1.8	1.8
≤40	1.9	2.4	3.0	1.9
≤50	2.1	2.6	3.4	2.1
≤63	2.1	2.6	3.4	2.1
≤80	2.2	2.8	3.6	2.2
≤100	2.4	3.0	3.8	2.4
≤125	2.5	3.2	4.0	2.5
≤160	3.2	4.0	5.0	3.2
≤200	4.0	5.0	6.3	4.0
≤250	5.0	6.3	8.0	5.0
≤320	6.3	8.0	10.0	6.0
≤400	8.0	10.0	12.5	6.0
≤500	10	12.5	16	8.0
≤630	12	16	20	10
≤800	16	20	25	12
≤1 000	20	25	32	14
≤1 250	22	26	32	18
≤1 600	23	27	32	20
≤2 000	25	28	32	23
≤2 500	32	36	40	29
≤3 200	50	56	63	44

表 3 (续)

工作电压 (交流有效值或直流) <sup>a、b</sup> V	最小爬电距离 mm			最小电气间隙 mm
	材料级别 <sup>c</sup>			
	I	II	III a	
≤5 000	63	71	80	50
≤6 300	80	90	100	60
≤8 000	100	110	125	80
≤10 000	125	140	160	100

<sup>a</sup> 当确定爬电距离和电气间隙规定值时,工作电压可能比表中的电压值高出 1.1 倍。系数 1.1 表示,在电路的许多地方中,工作电压等于额定电压,许多常用的额定电压考虑到 1.1 倍这个系数。

<sup>b</sup> 所示的爬电距离和电气间隙值已经考虑到最大供电电压偏差±10%,因此当确定使用表中的工作电压值时,不必考虑电压波动。

<sup>c</sup> 按相比漏电起痕指数对绝缘材料进行分级,详见 GB/T 3836.3—2021 第 4.4.1 条。

### 5.3 本质安全型

5.3.1 本质安全型电气设备外壳应无裂纹、损伤。

5.3.2 本质安全型电气设备的所有零部件、元器件及线路应连接可靠,性能良好。

5.3.3 带有本质安全电路的电缆应进行标识。当电缆护套或外层采用颜色标识时,应选用浅蓝色标记带有本质安全电路的电缆。浅蓝色标记电缆不应用于其他用途;若需用于其他用途,其使用方式和场合不应造成混淆,也不应降低本质安全电路的识别准确性。

5.3.4 本质安全型电气设备的关联装置应与矿用产品安全标志证书保持一致。

5.3.5 本质安全型系统、装置的组成设备应与矿用产品安全标志证书保持一致。

### 5.4 增安型

5.4.1 内部装有裸露带电部件的电气设备所使用的特殊紧固件,应符合本文件第 5.2.4.1 条至第 5.2.4.4 条的要求。

5.4.2 增安腔内所有裸露带电导体的电气间隙和爬电距离均应符合表 3 的要求。

5.4.3 衬垫应状态良好,不应有明显的损坏或老化现象。

5.4.4 电阻加热器应与其防爆关联设备正确连接,安全装置及附件应齐全且状态良好。

5.4.5 电气连接件应与导线连接可靠且紧固,防松设施应齐全,不应有明显锈蚀。

### 5.5 浇封型

5.5.1 浇封剂表面应无明显老化、裂缝或损伤现象。

5.5.2 电缆应有效浇封,拔脱动作不应导致电缆位移。

5.5.3 温度保护装置采用外接方式时,应与其关联设备正确连接,安全装置及附件应齐全且状态良好。

### 5.6 正压型

5.6.1 正压外壳的显著位置应设置清晰、永久的标牌,并标明正压型防爆设备的特殊要求和警示信息。

- 5.6.2 正压外壳及其保护输送管路应无影响防爆型式的变形或损坏,并应设置火花及颗粒挡板。
- 5.6.3 电气设备运行状态和保护功能应正常,保护气体应供应稳定。

## 5.7 矿用一般型

- 5.7.1 除仪器仪表、灯具、通信信号和自动控制设备外,紧固螺栓规格不应小于 M6。对于直径小于 M6 的螺栓,应采用耐腐蚀材料。
- 5.7.2 外部衬垫应状态良好,不应有老化现象。
- 5.7.3 电缆引入装置应配备夹紧装置,在紧固状态下电缆不应轻易转动或位移,且不应降低外壳的整体防护等级。
- 5.7.4 连接外部电路的连接件应与导线可靠紧固,配备防松设施,不应有明显锈蚀。
- 5.7.5 当开盖后腔内仍带电时,带电部件应具备至少 IP20 的外壳防护,该防护外壳上应设置“当心触电”的警示标识。
- 5.7.6 采用隔离开关联锁结构时,应确保触头的断开状态可直接观察,或可通过手柄位置准确判断触头状态。

## 6 电气设备性能要求

### 6.1 通用要求

#### 6.1.1 运行状态

- 6.1.1.1 外壳表面温度不应超过 150℃。
- 6.1.1.2 温度、噪声和振动应符合相应产品标准的规定。
- 6.1.1.3 电气设备运行过程中不应出现异常声音和振动。

#### 6.1.2 电气绝缘

- 6.1.2.1 各元器件连接电缆不应过度弯曲或扭转,电缆护套不应有老化、裂纹或破损等现象。
- 6.1.2.2 绝缘材料表面应清洁,不应有油垢、裂纹或放电痕迹。
- 6.1.2.3 带电裸露金属部件的最小爬电距离和最小电气间隙应满足表 3 要求。
- 6.1.2.4 绝缘电阻应满足表 4 的要求。

表 4 绝缘电阻

设备额定电压 V	绝缘电阻 MΩ
10 000	≥10.0
6 000	≥6.0
3 300	≥4.0
1 140	≥2.5
660	≥2.0
380	≥1.5
220	≥1.5
127	≥1.5
≤60	≥1.0

### 6.1.3 保护与联锁

6.1.3.1 短路保护、过载保护、断相保护、过欠压保护、过热保护、冷却回路保护、通信故障保护、漏电保护、漏电闭锁、绝缘监视、甲烷电闭锁、风电闭锁及主备切换等保护功能应投入运行,其保护设置值应符合产品标准或使用说明书的规定。

6.1.3.2 隔离开关与断路器或接触器之间应具备可靠的电气联锁,确保仅在断路器或接触器触点完全断开的情况下,隔离开关方可正常分断;当隔离开关处于分断状态时,通过常规操作方式不能使断路器或接触器闭合。

### 6.1.4 接地

6.1.4.1 电压为 36 V 及以上的电气设备,其金属外壳、金属构架及附件、电缆金属护套等非带电裸露金属部件均应实施保护接地。

6.1.4.2 当任一组主接地极断开时,井下总接地网上任一保护接地点的接地电阻值不应超过  $2\ \Omega$ 。每一移动式 and 手持式电气设备至局部接地极之间,保护接地用的电缆芯线和接地连接导线的电阻值不应超过  $1\ \Omega$ 。

6.1.4.3 电气设备内部可触及的非带电金属部件均应可靠接地。

6.1.4.4 电气设备不应串联接地。

6.1.4.5 电气设备的金属外壳及铠装电缆接线腔应设有完整的外接地螺栓,并应配备防松措施和接地标志(移动设备除外)。

6.1.4.6 电气设备接地线应满足下列要求:

- a) 采用多股软铜绞线、钢绞线或镀锌扁钢等连接,连接面应接触良好,不应有松动现象;
- b) 应采用截面不小于  $25\ \text{mm}^2$  的铜线,或截面不小于  $50\ \text{mm}^2$  的耐腐蚀铁线,或厚度不小于  $4\ \text{mm}$  且截面不小于  $50\ \text{mm}^2$  的耐腐蚀扁钢作为接地导体;
- c) 易受机械损伤的部位应加装防护套管;
- d) 除接地体外,接地体引出线的垂直部分和接地装置连接部位外侧  $100\ \text{mm}$  范围内应有防腐处理。

6.1.4.7 铠装电缆端头的钢带(钢丝)和铅皮应直接与接地螺栓连接。

6.1.4.8 接地网的外露连接点应具有良好的机械强度和电气连续性,防腐层应完整无破损,接地标识应清晰可辨。

6.1.4.9 外接地螺栓应满足下列要求:

- a) 功率大于  $10\ \text{kW}$  时,不应小于 M12;
- b) 功率  $5\ \text{kW}$  至  $10\ \text{kW}$  时,不应小于 M10;
- c) 功率  $250\ \text{W}$  至  $5\ \text{kW}$  时,不应小于 M8;
- d) 功率不大于  $250\ \text{W}$  且电流不大于  $5\ \text{A}$  时,不应小于 M6;
- e) 对于本质安全型电气设备如有接地要求,外接地螺栓应能压紧接地芯线。

### 6.1.5 腔体内部

6.1.5.1 腔内元器件应安装牢固,不应有松动现象。

6.1.5.2 腔体内壁、接合面及腔内元器件表面不应有凝露、液滴积聚、积水残留或放电痕迹;腔体内部不应检测到因绝缘材料过热产生的异常挥发性气味。

6.1.5.3 绝缘基座应结构完整,不应有裂纹、尖锐棱角、松动等现象。

6.1.5.4 接线端子应结构完好、配件齐全、尺寸匹配,不应有电弧灼伤痕迹,且标识应完整、清晰可辨。

6.1.5.5 腔体内部应保持清洁,不应存在废弃紧固件、多余垫圈等冗余部件。

#### 6.1.5.6 腔内导线应满足下列要求：

- a) 导线绝缘层不应存在老化、破损现象；
- b) 电源及负荷导线应排布整齐，不应与其他接线柱接触，不应受到任何形式的机械挤压；
- c) 导线连接处应具备防松措施，压接部位不应松动；
- d) 导线接头及未使用的导线终端应有绝缘措施。

#### 6.1.6 显示与操控

6.1.6.1 状态显示单元应运行良好，能完整显示各类状态参数和故障信息，显示内容应与实际工况相符；数据记录应可存储、追溯。

6.1.6.2 操作按键应响应灵敏，不应出现无响应、误动作或异常触发等现象。

6.1.6.3 操作手柄应定位准确、扳动灵活，与操作轴连接应稳固可靠，不应有虚位现象。

#### 6.2 开关与控制设备

6.2.1 台架应安装稳固，不应出现歪斜或晃动现象；其外缘与巷道壁的间距不应小于 200 mm。

6.2.2 在带电操作过程中，电磁机构及机械部件应运行正常，不应出现异常振动或噪声。

6.2.3 隔离开关手柄方位应与触头状态严格对应，分合闸动作应流畅，不应有卡滞或虚位现象；触头接触面不应有显著电弧蚀损痕迹。

6.2.4 断路器及接触器应动作可靠、结构完整，无机械变形。

6.2.5 电容器等储能元件应无变形、漏液等现象，放电回路功能完好。

6.2.6 控制变压器绕组不应有损伤、老化等现象。

6.2.7 冷却水的温度、压力和流量应符合使用说明书的要求。

6.2.8 变频器配套使用的滤波器、电抗器等设备应配置齐全、参数匹配。

#### 6.3 变压器

6.3.1 绕组不应有损伤、变形等现象，绝缘层不应出现龟裂、碳化、掉渣等现象，各部件应固定牢靠，不应有松动。

6.3.2 温度检测装置应工作正常，所显示的绕组温度不应超过表 5 的要求。

表 5 不同绝缘等级绕组温度限值

绝缘等级	温度限值 ℃
B	120
F	145
H	170
N	190
R	210

#### 6.4 电动机

6.4.1 接线端子应标号清晰、完整；引线绝缘不应有老化、破损现象；接线方式应与铭牌标识一致。

6.4.2 冷却风扇叶轮与风扇罩、通风孔挡板及其紧固件之间的间隙不应小于风扇叶轮最大直径的 1/100，且不应小于 1 mm。

6.4.3 冷却水的温度、压力和流量应符合使用说明书的要求。

6.4.4 运行噪声应满足下列要求：

- a) 启动阶段应声音平稳过渡,无金属摩擦声、刮擦声等机械干涉噪声,变频电机无高频啸叫声；
- b) 正常运行时应无金属颗粒感杂声、间歇性冲击声、周期性扫膛声等异常声响。

6.4.5 电动机在起动和运行过程中应转动平稳,不应出现剧烈振动;若无特殊要求,其振动不应超过表 6 的要求。

表 6 电机振动限值

电动机额定转速 r/min	振动限值
1 500 以上	3.6 mm/s
1 500~500	4.5 mm/s
500 以下	90 $\mu$ m

6.4.6 温度检测装置应工作正常,所显示的绕组及轴承温度不应超过使用说明书的规定,如无规定则不应超过表 5 和表 7 的要求。

表 7 不同类型轴承温度限值

类型	温度限值 ℃
滑动轴承	80
滚动轴承	95

## 6.5 蓄电池电源

6.5.1 串联或并联的电池组应为同一生产厂家的同一规格电池。

6.5.2 电源维修及电池更换应按使用说明书要求进行,电池型号、规格不应改变,有维护记录。

6.5.3 灭火装置应完整有效,不应存在缺失、过期等现象。

6.5.4 电池容量的衰减程度不应超过使用说明书的规定。

6.5.5 锂离子蓄电池电源应满足下列要求：

- a) 电池电压、电流、温度等监测功能应正常工作,监测参数应在正常范围内；
- b) 过充电压保护、过放电压保护、充电过流保护、放电过流保护、过热保护、短路保护等保护功能应投入运行,其保护设置值应符合产品标准的规定；
- c) 正常充、放电过程中,锂离子蓄电池最高温度不应超过 60 ℃。

6.5.6 铅酸蓄电池电源应满足下列要求：

- a) 应保持密封完好,不应有渗液现象；
- b) 任意工况下倾斜度均不应超过 15°；
- c) 绝缘电阻和电池极柱间连接电阻应符合产品标准的规定。

## 6.6 照明装置

6.6.1 照明功能应正常,亮度应满足可视性要求。

6.6.2 外表面应保持清洁,不应有影响光效的积尘、油污。

6.6.3 透光部件应完整,无破裂、龟裂等损伤现象。

6.6.4 光源应发光稳定,不应有明显频闪现象。

## 7 机电设备要求

### 7.1 通用要求

#### 7.1.1 电气部分

机电设备的电气部分应满足第5章和第6章的规定。

#### 7.1.2 运行状态

7.1.2.1 机电设备应运行正常,不应有功能缺失。

7.1.2.2 温度、噪声、振动不应超过产品标准或使用说明书的规定。

7.1.2.3 机电设备不应出现异常声音或振动。

7.1.2.4 机电设备配套的传感器及仪器仪表应配套齐全、运行正常。

#### 7.1.3 机壳及金属结构

7.1.3.1 基座应稳固,运行时不应有晃动现象。

7.1.3.2 金属结构表面不应存在焊接开裂、裂纹等缺陷。

7.1.3.3 结构件的变形量和磨损量不应超过产品标准的规定。

7.1.3.4 金属机壳应采取防锈措施,锈蚀程度不应影响其机械性能。

7.1.3.5 各类转动结构应转动灵活、运行可靠。

#### 7.1.4 安全防护、操控及信号

7.1.4.1 紧急停止按钮应设置在显著位置,颜色醒目、识别明确;按钮功能应完好,操作灵敏,并应具备防止误触的结构措施。

7.1.4.2 安全防护应满足下列要求:

- a) 外露旋转等可能危及人身安全的部位应设有防护装置;
- b) 易发生跌落或踏空的位置应配备牢固的盖板、扶手或栏杆;
- c) 作业区域应具备充足的工作空间和明确的紧急疏散通道;
- d) 存在发生火灾风险的机电设备应配备数量充足、性能完好的消防器材。

7.1.4.3 人员操作机构应满足下列要求:

- a) 操作区域应具备良好的目视辨识条件和便捷的操作环境;
- b) 操纵杆基座应牢固安装,不应有松动现象;
- c) 旋钮、按钮、操纵杆等操作部件应标识清晰、准确,操作应灵活,动作应可靠。

7.1.4.4 信号部件应满足下列要求:

- a) 显示单元应完整显示设备运行状态和保护报警信息,显示内容应与实际工况相符;
- b) 电话等通信设备应连接正常,通话声音应清晰无杂音;
- c) 警铃等声学警示装置应声音响亮、连续,无断续或失效现象;
- d) 信号灯等光学警示装置应灯光明亮,颜色清晰,易于辨识。

#### 7.1.5 紧固件

7.1.5.1 螺栓、铆钉、键等紧固件外观应满足下列要求:

- a) 结构应完整、连接牢固,不应有歪斜、滑扣、变形、松动等现象;
  - b) 同一连接部位的紧固件应规格统一。
- 7.1.5.2 主要受力或易受冲击部位的螺母应采取有效的防松措施。
- 7.1.5.3 螺栓拧入螺纹孔的长度不应小于螺栓直径。
- 7.1.5.4 螺栓拧紧后,其裸露丝扣不应少于 1 扣,不应通过增加垫圈调整丝扣露出长度。
- 7.1.6 连接装置
- 7.1.6.1 钢丝绳、联轴器、插销等连接装置应满足下列要求:
- a) 应结构完整、连接可靠;
  - b) 不应有严重扭曲、变形等机械损伤;
  - c) 磨损量、伸长量等参数不应超过产品标准规定的限值。
- 7.1.6.2 钢丝绳应满足下列要求:
- a) 安全系数、弯曲半径、直径、固定方式及缠绕层数应符合《煤矿安全规程》的规定;
  - b) 穿绳孔边缘应倒圆处理,不应存在锐利边缘;
  - c) 多绳提升装置中任意一根钢丝绳的张力与平均张力之差不应超过±10%;
  - d) 使用期限、断丝程度、直径缩小程度和锈蚀程度应符合表 8 的要求。

表 8 钢丝绳安全使用要求

项目	类型		要求	
使用期限	摩擦式提升机	提升钢丝绳	<2 年	如果钢丝绳的断丝、直径缩小和锈蚀程度不超过本表断丝、直径缩小和锈蚀程度的规定,可继续使用 1 年
		平衡钢丝绳	<4 年	
	井筒中悬挂水泵、抓岩机的钢丝绳	<1 年	到期后经检查鉴定,锈蚀程度不超过本表锈蚀程度的规定,可以继续使用	
悬挂风管、输料管、安全梯和电缆的钢丝绳	<2 年			
断丝程度	升降人员或者升降人员和物料用钢丝绳		<5%	1 个捻距内断丝断面积与钢丝总断面积之比
	专为升降物料用的钢丝绳、平衡钢丝绳、防坠器的制动钢丝绳(包括缓冲绳)、兼作运人的钢丝绳牵引带式输送机的钢丝绳和架空乘人装置的钢丝绳		<10%	
	罐道钢丝绳		<15%	
	无极绳运输和专为运物料的钢丝绳牵引带式输送机用的钢丝绳		<25%	
直径缩小程度	提升钢丝绳、架空乘人装置或者制动钢丝绳		<10%	1. 以钢丝绳公称直径为准计算的直径减小量 2. 使用密封式钢丝绳时,外层钢丝厚度磨损量达到 50%时,应更换
	罐道钢丝绳		<15%	
锈蚀程度	升降人员用钢丝绳		钢丝不应出现变黑、锈皮、点蚀麻坑等损伤	
	其他		钢丝绳不应锈蚀严重、点蚀麻坑形成沟纹或外层钢丝松动	

## 7.1.6.3 联轴器应满足下列要求：

- a) 端面间隙和同轴度应符合产品标准的规定；
- b) 弹性柱销联轴器的胶圈外径与销孔内径之差不应大于 3 mm，柱销螺母应配有防松装置；
- c) 齿轮联轴器的齿轮磨损量不应超过原齿厚的 25%，键和螺栓均不应松动；
- d) 蛇形弹簧联轴器的弹簧应无损伤，磨损量不应超过原厚度的 10%；
- e) 链式联轴器的链轮应无裂纹、咬伤，链轮齿厚磨损量不应超过 5 mm。

## 7.1.7 传动机构

## 7.1.7.1 减速器应满足下列要求：

- a) 应转动灵活，无卡滞现象；
- b) 接合面应配合严密，不应有漏油现象；
- c) 润滑油脂应清洁，油量合适；油面高度应超过大齿轮直径的 1/3，轴承润滑脂充填量应为油腔容积的 1/2~1/3。

## 7.1.7.2 齿轮应满足下列要求：

- a) 齿面磨损应均匀，封闭齿轮不应超过原齿厚的 15%，开式齿轮不应超过 20%；
- b) 齿圈与轮心应配合紧固，轮缘、辐条应无裂纹，不应有断齿、拉毛等现象；
- c) 齿面胶合区不应超过齿高的 1/3、齿长的 1/2；
- d) 齿面点蚀区应符合表 9 的要求；
- e) 圆柱齿轮和蜗轮的啮合接触斑点应位于齿面中部，圆锥齿轮的接触斑点应位于齿面中部并偏向小端，接触面积应符合表 10 的要求。

表 9 齿面点蚀区

点蚀形状	占齿长比例 %	占齿宽比例 %
细长状	<100	—
长条状	<70	<10
斑块状	<30	<40

表 10 齿轮啮合的接触斑点面积

齿轮类型	占齿长比例 %	占齿宽比例 %
圆柱齿轮	≥50	≥40
圆锥齿轮	≥50	≥50
弧齿锥齿轮	≥30	≥30
蜗轮	≥35	≥50

## 7.1.7.3 轴与轴承应满足下列要求：

- a) 不应存在严重锈蚀、裂纹或弯曲现象，转动应平稳，无卡滞；
- b) 振动、声音应无异常，轴承温度不应超过表 7 的要求；
- c) 轴承磨损应符合设备技术文件的规定，如无规定时应符合表 11 的要求。

表 11 轴承磨损间隙

轴承内径( $d$ ) mm	滑动轴承间隙 mm	滚动轴承间隙 mm
$d \leq 50$	$\leq 0.15$	$\leq 0.08$
$50 < d \leq 80$	$\leq 0.22$	$\leq 0.10$
$80 < d \leq 120$	$\leq 0.30$	$\leq 0.12$
$120 < d \leq 180$	$\leq 0.40$	$\leq 0.17$
$180 < d \leq 250$	$\leq 0.50$	$\leq 0.23$
$250 < d \leq 315$	$\leq 0.60$	$\leq 0.26$
$315 < d \leq 400$	$\leq 0.70$	$\leq 0.30$
$400 < d \leq 500$	$\leq 0.85$	$\leq 0.35$
$500 < d \leq 630$	$\leq 1.00$	$\leq 0.40$
$630 < d \leq 800$	$\leq 1.50$	$\leq 0.46$
$800 < d \leq 1\ 000$	$\leq 2.00$	$\leq 0.50$

### 7.1.8 工作介质系统

#### 7.1.8.1 固定式管路及容器应满足下列要求：

- a) 管路应固定牢靠,不应出现松动、脱落或错位现象；
- b) 输送介质应流动畅通,流向标识应清晰可见；
- c) 管路外壁应无明显锈蚀、裂纹、凹陷、擦伤等机械损伤；
- d) 储液容器、蓄能器等部件应无渗漏、裂纹、变形等缺陷,液位应处于规定范围内；
- e) 容器应设置液位指示装置,指示清晰可靠。

#### 7.1.8.2 软管应满足下列要求：

- a) 软管应布局整齐、走向合理、固定可靠,不应受到拉伸、挤压或拧扭等外力影响；
- b) 外观应无老化、鼓包、开裂、破损、渗漏等现象；
- c) 弯曲半径不应小于产品标准规定值,胶管不应出现死弯或打折；
- d) 每米胶管外层破损不应超过 2 处,单处破损面积不应大于  $1\text{ cm}^2$ ,且不应露出金属编织层；
- e) 胶管破损点与接头之间的距离应大于 200 mm。

#### 7.1.8.3 接头应满足下列要求：

- a) 各类接头应连接牢固、密封可靠,无渗漏、松动、脱落等现象；
- b) 接头表面应无严重锈蚀、变形、毛刺,不应影响密封效果；
- c) 快速接头应装拆顺畅,锁定机构应完整、工作可靠；
- d) 与软管、管路、容器等部位的连接应结构匹配、无强行连接现象。

#### 7.1.8.4 泵体应满足下列要求：

- a) 各类泵(如油泵、水泵、喷雾泵、增压泵等)应运转正常,无异常噪声、振动、发热；
- b) 性能参数(流量、压力等)应符合使用说明书规定；
- c) 泵体应无渗漏、裂纹、明显变形等缺陷；
- d) 轴封、油封、水封等应密封完好,无滴漏现象；
- e) 泵基础应牢固,地脚螺栓应无松动、锈蚀。

## 7.2 提升设备

7.2.1 过卷和过放保护、超速保护、过负荷和欠电压保护、限速保护、提升容器位置指示保护、闸瓦间隙保护、松绳保护、仓位超限保护、减速功能保护、错向运行保护等保护功能应投入运行,其保护设置值应符合产品标准或使用说明书的规定。

7.2.2 加(减)速度和提升速度应满足表 12 的要求。

表 12 矿井提升装置的加(减)速度和提升速度

项目	立井提升		斜井提升	
	升降人员	升降物料	升降人员	升降物料
加(减)速度 m/s <sup>2</sup>	≤0.75	—	≤0.5	—
提升速度 m/s	≤0.5√H,且≤12	≤0.6√H	≤5	≤7,当铺设固定道床且 钢轨≥38 kg/m时≤9

注: H 为提升高度,单位为米(m)。

7.2.3 罐道及提升容器应满足下列要求:

- 木罐道任一侧磨损量不应超过 15 mm,罐耳与罐道的总间隙不应超过 40 mm;
- 钢轨罐道轨头任一侧磨损量不应超过 8 mm,轨腰磨损量不应超过原厚度的 25%,罐耳的任一侧磨损量不应超过 8 mm,在同一侧罐耳和罐道的总磨损量不应超过 10 mm,罐耳与罐道的总间隙不应超过 20 mm;
- 矩形钢罐道任一侧的磨损量不应超过原厚度的 50%;
- 钢丝绳罐道与滑套的总间隙不应超过 15 mm;
- 提升容器之间及提升容器与井壁、罐道梁、井梁之间的间隙应满足表 13 的要求;
- 钢丝绳罐提升容器之间的间隙小于表 13 的要求时,应设防撞绳。

表 13 提升容器间及提升容器与井壁、罐道梁、井梁之间的间隙

罐道和井梁布置		容器与容器 之间	容器与井壁 之间	容器与罐道梁 之间	容器与井梁 之间	备注
罐道布置在 容器一侧		>200 mm	>150 mm	>40 mm	>150 mm	罐耳与罐道卡子之间 应大于 20 mm
罐道布置在 容器两侧	木罐道	—	>200 mm	>50 mm	>200 mm	有卸载滑轮的容器,滑轮与 罐道梁间隙增加 25 mm
	刚罐道	—	>150 mm	>40 mm	>150 mm	
罐道布置在 容器正面	木罐道	>200 mm	>200 mm	>50 mm	>200 mm	—
	刚罐道	>200 mm	>150 mm	>40 mm	>150 mm	
钢丝绳罐道		>500 mm	>350 mm	—	>350 mm	设防撞绳时,容器之间 最小间隙为 200 mm

7.2.4 天轮和摩擦轮绳槽衬垫应满足下列要求:

- 天轮绳槽衬垫磨损量不应超过钢丝绳直径的深度,沿侧面磨损量不应超过钢丝绳直径的 1/2;
- 摩擦轮绳槽衬垫磨损剩余厚度不应小于钢丝绳直径,绳槽磨损深度不应超过 70 mm。

7.2.5 罐道绳张紧力应满足下列要求：

- a) 每个提升容器有 4 根罐道绳时,各罐道绳张紧力之差不应小于平均张紧力的 5%,内侧张紧力应大于外侧；
- b) 每个提升容器有 2 根罐道绳时,各罐道绳的张紧力应当相等。

7.2.6 制动装置应满足下列要求：

- a) 应响应灵敏,动作平稳,无迟滞、卡阻、异响等现象；
- b) 制动接触面应接触良好、保持清洁,无油污、杂物等降低摩擦系数的物质,不应存在拉毛、刮伤等现象；
- c) 磨损沟纹的深度不应大于 1.5 mm,沟纹宽度总和不应超过有效闸面宽度的 10%；
- d) 闸瓦磨损后表面距固定螺栓头不应小于 5 mm,闸衬磨损余厚不应小于 3 mm；
- e) 闸轮的圆跳动量不应超过 1.5 mm,闸盘的端面圆跳动量不应超过 1 mm；
- f) 盘式制动器空动时间不应超过 0.3 s,闸瓦式制动器不应超过 0.5 s；
- g) 制动时闸瓦接触面积和松闸后闸瓦间隙应满足表 14 的要求；
- h) 制动力矩与实际提升最大载荷旋转力矩之比不应小于 3；
- i) 安全制动减速度应满足表 15 的要求。

表 14 闸瓦接触面积和间隙

制动器类型	制动时闸瓦接触面积比例 %	松闸后闸瓦间间隙 mm
平移式	≥80	≤2
角移式	≥80	≤2.5,且两侧间隙差≤0.5
盘式	≥60	≤2

表 15 安全制动减速度

减速度	$\theta \leq 30^\circ$	$\theta > 30^\circ$
提升减速度 m/s <sup>2</sup>	≤ $A_c$	≤5
下放减速度 m/s <sup>2</sup>	≥0.75	≥1.5

注 1:  $A_c = g(\sin\theta + f\cos\theta)$ 。

注 2:  $A_c$  为自然减速度,单位为米每二次方秒(m/s<sup>2</sup>); $g$  为重力加速度,单位为米每二次方秒(m/s<sup>2</sup>); $\theta$  为井巷倾角,单位为度(°); $f$  为阻力系数,取 0.010~0.015。

7.3 带式输送设备

7.3.1 打滑保护、跑偏保护、堆煤保护、撕裂保护、张紧力下降保护、温度监测、烟雾监测、自动洒水等功能应投入运行,其设置参数应符合产品标准或使用说明书的规定。

7.3.2 空载运行时,带速应为设计带速的 95%~110%;带载运行时,带速不应低于设计带速的 95%。

7.3.3 输送机起动加速度不应大于 0.3 m/s<sup>2</sup>,制动减速度不应小于 0.3 m/s<sup>2</sup>。

7.3.4 上运输送机应装设防逆转装置和制动装置。停车后,不应出现自行逆转现象。

- 7.3.5 下运输送机应装设制动装置。不应出现输送带超速、滚料或输送带与驱动滚筒之间打滑现象。
- 7.3.6 滚筒胶层及胶带应满足下列要求：
- 胶层与滚筒表面应紧密贴合，不应有脱层或裂口；
  - 滚筒表面胶层磨损量不应超过原厚度的 1/2；
  - 胶带应无破裂，横向裂口不应超过带宽的 5%，保护层脱皮不应超过 0.3 m<sup>2</sup>，中间纤维层破损面宽度不应超过带宽的 5%；
  - 胶带接头应牢固平整，硫化接头应无裂口、鼓泡或碎边。
- 7.3.7 制动装置应满足下列要求：
- 应响应灵敏，动作平稳，无迟滞、卡阻、异响等现象；
  - 制动时有效接触面应不小于 60% 闸瓦面积，接触面应无油污、杂物等降低摩擦系数的物质。
- 7.4 辅助运输设备
- 7.4.1 超速保护、甲烷浓度报警、电池过放指示、氢气检测、超温保护、脱绳保护、越位保护、张紧力下降保护、距离保护等保护功能应投入运行，其保护设置值应符合产品标准或使用说明书的规定。
- 7.4.2 速度、里程、气液压力、温度、瓦斯浓度、冷却水位等显示仪表应工作正常，指示准确可靠。
- 7.4.3 运输车辆的照明灯亮度和警铃装置警声传播距离应满足产品标准或使用说明书的要求。
- 7.4.4 信号灯应能正常工作。
- 7.4.5 最大速度不应超过产品使用说明书的规定值。
- 7.4.6 随车应配套在有效期内的灭火器。
- 7.4.7 制动装置应满足下列要求：
- 工作制动、安全制动和停车制动功能应正常，车辆在停车制动状态下不应发生溜车现象；
  - 应响应灵敏，动作平稳，无迟滞、卡阻、异响等现象；
  - 制动接触面应接触良好，磨损程度不应超过使用说明书的规定。
- 7.4.8 轨道机车应满足下列要求：
- 每端碰头从车厢(体)向外突出的长度不应小于 100 mm；
  - 制动装置的闸瓦磨损余厚不应小于 15 mm，完全松闸后闸间隙应为 3 mm~5 mm；
  - 运送物料时制动距离不应超过 40 m，运送人员时制动距离不应超过 20 m；
  - 轮箍(或车轮)踏面余厚不应少于原厚度的 60%，且无凹槽。
- 7.4.9 单轨吊车应满足下列要求：
- 安全制动和停车制动装置应为失效安全型，制动力应为额定牵引力的 1.5 倍~2 倍；
  - 绳牵引式运输设备运行速度超过额定速度 30% 时，其他运输设备运行速度超过额定速度 15% 时，应能自动制动，空动时间不应大于 0.7 s；
  - 在最大载荷、最大坡度条件下以最大设计速度向下运行时，制动距离不应超过该速度下 6 s 的行程距离；
  - 在最小载荷、最大坡度条件下向上运行时，制动减速度不应大于 5 m/s<sup>2</sup>。
- 7.4.10 无轨胶轮车应满足下列要求：
- 自卸式无轨胶轮车，货箱举升和回落时间均不应超过 30 s；
  - 离合操纵机构、换挡机构、速度控制机构、转向机构操作灵活可靠；
  - 底盘距离地面间隙不应小于 160 mm；
  - 制动距离不应大于 8 m。
- 7.4.11 架空乘人装置应满足下列要求：
- 相邻两组托绳轮沿牵引钢丝绳方向的间距应小于设计规定的吊椅间距，且应不大于 12 m；
  - 水平转弯装置最小曲率半径应不小于 6 m，吊椅能平滑、稳定通过，无卡阻和干涉现象；

- c) 工作制动和安全制动应为失效安全型,安全制动装置应设置在驱动轮上,制动力应为额定牵引力的 1.5~3 倍;
- d) 低速闸闸瓦接触面积应不小于 80%,磨损余厚应大于原厚的 2/3,高速闸闸瓦接触面积应不小于 60%,磨损余厚应大于原厚的 1/3;
- e) 各部位距离应满足表 16 的要求。

表 16 架空乘人装置各部位距离

部位	距离 m
单人吊椅中心与巷道一侧突出部分之间	$\geq 0.7$
双人吊椅中心与巷道一侧突出部分之间	$\geq 1.0$
双向同时运送人员时钢丝绳间距	$\geq 1.6$
固定抱索器的钢丝绳间距	$\geq 1.0$
乘人吊椅与底板之间	$\geq 0.2$
乘人站处乘人吊椅与底板之间	$\leq 0.5$
乘人平台处钢丝绳与巷道壁之间	$\geq 1.0$
乘坐间距	$\geq 6$ ,且 $\geq$ 牵引钢丝绳 5 s 的运行距离

#### 7.4.12 防爆柴油机应满足下列要求:

- a) 发动机排气超温、冷却水超温、尾气水箱水位、润滑油压力等保护装置工作正常。
- b) 启动时间不应大于 15 s。
- c) 各部位温度满足下列要求:
  - 1) 工作时表面温度不应超过 150 °C;
  - 2) 排气温度不应超过 77 °C;
  - 3) 冷却水温度不应超过 95 °C。
- d) 阻火器满足下列要求:
  - 1) 应畅通无阻塞,空气滤清器完好;
  - 2) 隔爆尺寸应满足表 2 要求。

#### 7.5 排水设备

7.5.1 备用水泵和检修水泵应能正常运行,其中备用水泵的排水能力不应低于工作水泵的 70%,检修水泵的排水能力不应低于工作水泵的 25%。

7.5.2 管路内壁水垢厚度不应超过管道内径的 2.5%。

7.5.3 吸水井(坑)应无杂物,底阀不应淤埋和堵塞,应能在 5 min 内完成引水并启动水泵。

7.5.4 排水系统整体运行效率不应低于 70%。

#### 7.6 通风设备

7.6.1 通风机正常工作时,其转速应达到额定值,风量和风压应满足使用说明书的要求。

7.6.2 配套电动机的运行功率不应超过其额定功率。

7.6.3 叶轮的转动方向和风流方向应与设备上的标志一致。

7.6.4 叶轮应满足下列要求:

- a) 叶轮应无裂纹、破损、变形、锈蚀等缺陷,焊缝应完整无脱焊现象,叶片不应松动;
- b) 叶轮与轴的连接应坚固可靠,无轴向窜动和晃动现象;
- c) 叶轮应保持较好的动平衡性能,在任意角度能自然停止,无明显回转现象;
- d) 轴流式通风机叶片的安装角度应一致,误差不应大于 $\pm 1^\circ$ ;
- e) 离心式通风机叶轮与进风口的配合应符合生产厂家的规定,如无规定应满足下列要求:
  - 1) 搭接式通风机搭接长度不应小于叶轮直径的 $1/100$ ,径向间隙不应大于叶轮直径的 $3\%$ ;
  - 2) 对接式通风机轴向间隙不应大于叶轮直径的 $5\%$ 。

#### 7.6.5 主要通风机应满足下列要求:

- a) 主要通风机应有两回路供电线路,供电线路上不应分接任何负荷;
- b) 主要通风机与备用通风机应能力一致,当主要通风机停止工作后备用通风机应能在 $10\text{ min}$ 内起动工作;
- c) 主要通风机的反风设施应能在 $10\text{ min}$ 内改变巷道中的风流方向,当风流方向改变后,主要通风机的供给风量不应小于正常风风量的 $40\%$ ;
- d) 主要通风机轴承振动值刚性支撑应不大于 $4.6\text{ mm/s}$ ,挠性支撑应不大于 $7.1\text{ mm/s}$ ;
- e) 叶轮与机壳的间隙应大于 $1\text{ mm}$ 。

#### 7.6.6 局部通风机应满足下列要求:

- a) 通风机进气口应设有防护网,网眼尺寸不应大于 $30\text{ mm}$ ;
- b) 抽出式轴流通风机叶轮的叶片与机壳或保护圈之间的单侧径向间隙不应小于 $2.5\text{ mm}$ ;
- c) 抽出式混流通风机叶轮的叶片顶端与壳体或保护圈之间的单侧径向间隙不应小于 $2.5\text{ mm}$ 。

### 7.7 压风设备

7.7.1 断油保护、电机过载、超温保护、断水保护等保护功能应投入运行,其保护设置值应符合产品标准或使用说明书的规定。

7.7.2 进气过滤器、冷却剂过滤器应畅通无阻塞。

7.7.3 冷却剂及压缩机油应保持清洁,所使用的油品型号应符合使用说明书的要求。

7.7.4 安全阀和压力调节器应动作可靠,安全阀的动作压力不应超过额定工作压力的 $1.1$ 倍。

7.7.5 储气罐释压阀动作压力应为工作压力的 $1.25$ 倍~ $1.4$ 倍。

7.7.6 储气罐应具备排污功能,罐体内部不应积存过多油或水。

7.7.7 配备的自动灭火装置应运转正常。

7.7.8 空气压缩机各部位温度应满足下列要求:

- a) 螺杆式空气压缩机的排气温度不应超过 $120\text{ }^\circ\text{C}$ ;
- b) 离心式空气压缩机的排气温度不应超过 $130\text{ }^\circ\text{C}$ ;
- c) 储气罐内的温度不应超过 $120\text{ }^\circ\text{C}$ 。

### 7.8 采掘设备

7.8.1 闭锁刮板机装置、制动装置、离合装置、甲烷检测装置、断水保护装置、内外喷雾装置、防滑装置等安全与辅助功能应完整,运行可靠,功能正常。

7.8.2 内外喷雾装置的水压不应低于设计要求。

7.8.3 各旋转机构的转速与旋转方向应符合设计要求。

7.8.4 操作按钮和手柄应动作灵活、定位准确、闭锁可靠;各受控部位应响应准确,无误动作现象。启动前应发出预警信号,预警持续时间和延时起动时间均不应小于 $5\text{ s}$ ,预警声压级不应低于 $80\text{ dB(A)}$ ;离合机构应松紧适度,动作可靠。

7.8.5 摇臂升降应平稳,升降全行程所需时间应符合使用说明书规定,误差不应大于 $\pm 10\%$ ;压力阀动

作压力应符合设计要求,误差不应大于 $\pm 3\%$ ;摇臂悬停在水平位置后不应自动下滑。

7.8.6 截齿应磨损均匀,磨损量和缺齿数量不应超过产品使用说明书规定限值。

7.8.7 采煤机应满足下列要求:

- a) 采煤机与配套刮板输送机应配合良好,滑靴与输送机中部槽、导向滑靴与行走轨、行走轮与行走轨、滚筒截齿与输送机铲煤板、拖缆装置与输送机电缆槽等配合部位应无干涉、啃咬、卡滞现象;
- b) 采煤机在任意行走速度下应能平稳运行,全行程无卡滞、跳动或异常冲击现象。

7.8.8 掘进机应满足下列要求:

- a) 前照灯和尾灯应工作正常,亮度应满足作业环境照明需求;
- b) 前进、后退及转向应灵活可靠,不应有卡滞、偏移等异常现象;
- c) 切割机构、装运机构及铲板之间应无干涉、碰撞、啃咬等异常现象;
- d) 油泵、切割机构、转载机和装运机构的启停顺序应正确,联锁关系应符合使用说明书要求。

7.8.9 刮板机应满足下列要求:

- a) 整机运转应平稳,不应出现跳链、掉链、刮板卡滞等现象,刮板链应与链轮正常啮合,并在中部槽内顺畅运行,不应与机头架舌板、拨链器等部件发生刮卡;
- b) 挡煤板、电缆槽、铲煤板之间应无干涉,导向装置及无链牵引装置应能保障配套采煤机的顺利运行,电缆槽应能保证采煤机电缆夹板顺利拖曳,铲煤板应能有效将煤壁侧浮煤汇入中部槽;
- c) 刮板的弯曲变形不应大于 5 mm,底板磨损量不应超过原厚度的 20%。

## 7.9 支护设备

7.9.1 液压泵站应满足下列要求:

- a) 乳化液压力应稳定可靠,不应低于使用说明书规定的下限值;
- b) 乳化液应清洁、无析皂、无悬浮杂质,浓度符合使用要求,液位指示装置显示清晰、准确;
- c) 过滤器应配置齐全,性能良好,无堵塞或泄漏现象,运行状态正常;
- d) 蓄能器应外观完好,无锈蚀、磕碰、变形等缺陷;充氮压力应满足使用说明书要求,误差不大于 0.5 MPa;压力指示应准确可读,接口密封良好;
- e) 浮球阀应工作可靠,不应有泄漏、渗漏现象,应能在液位达到上限后完全关闭;
- f) 泵站电机应运行平稳,无异常振动和噪声,温度不应超过设备规定值。

7.9.2 液压支架应满足下列要求:

- a) 安全阀的开启压力应为额定工作压力的 0.9 倍~1.1 倍,关闭压力不应小于额定工作压力的 0.85 倍;
- b) 液压支架各活动部位应动作灵活,转动顺畅,推拉杆弯曲量每米不应超过 10 mm。

7.9.3 液压缸体应满足下列要求:

- a) 缸体本体及活塞杆应无明显变形、弯曲、压痕等结构性损伤;
- b) 伸缩动作应平稳准确,不应有渗漏、漏液现象;
- c) 缸体外表镀层应完整,不应有脱落,局部轻微锈斑面积不应大于 50 cm<sup>2</sup>;
- d) 表面划痕深度不应大于 0.5 mm,长度不应大于 50 mm,且每个缸体上的划痕数量不应多于 3 处。

**附录 A**  
**(规范性)**  
**机电设备检查表**

煤矿井下机电设备的完好性检查应依据表 A. 1、表 A. 2、表 A. 3 进行。检查时,应根据设备的结构和功能类别,选用相应的检查项目。

**表 A. 1 电气设备防爆检查表**

序号	检查内容		检查等级		评价等级
			C	D	
1	电气设备本身的防爆型式应适合其目前所在的井下区域类别		√	√	☆
2	井下在用机电设备应具有矿用产品安全标志证书,生产厂家、产品名称、规格型号等信息应与证书一致		√	√	☆
3	电气设备的技术资料应完整齐备		√	√	△
4	机械闭锁、接地等装置不应拆卸或关闭,应维持功能完整性、响应灵敏度和运行可靠性		√	√	☆
5	组成部件应完好、无缺失,不应随意更改,应与备案图纸一致		√	√	☆
6	铭牌、MA 标识及安全警示等标志标牌应齐全完整、内容清晰准确		√	√	△
隔爆型					
7	隔爆壳体	隔爆外壳的变形长度不应超过 50 mm,凹凸深度不应超过 5 mm,不应存在裂纹、开焊或不符合要求的焊缝	√	√	☆
		金属外壳电气设备的接线腔内表面应涂覆耐电弧漆		√	☆
		金属外壳内外表面不应存在影响防爆性能的氧化层(锈蚀层)脱落现象	√	√	☆
		隔爆腔之间应保持原设计的隔爆性能,不应直接贯通,接线座不应存在裂缝或松动		√	☆
		壳体上的透明件(如观察窗、灯具透明罩)不应存在破裂或松动现象,表面划痕或磨损深度应小于 1 mm	√	√	☆
		快开门式的门或盖,其法兰四边均应设有卡扣,卡扣不应存在变形、开裂或缺失等现象	√	√	☆
8	联锁装置	隔爆外壳应与隔离开关机械联锁,非专用工具不应轻易解除联锁	√	√	☆
		隔离开关在闭合状态下,快开门或盖应闭锁且无法打开;当快开门或盖处于打开状态时,隔离开关应闭锁且无法合闸	√	√	☆
9	警告牌	采用螺钉固定或螺纹式的门或盖上应有“严禁带电开盖”等警告牌	√	√	△
		隔爆腔采用快开门结构,且腔内含有电容器、热元件等需延时释放能量的元器件时,设备应有警告牌	√	√	△
		警告牌应牢固安装	√	√	△

表 A.1 (续)

序号	检查内容		检查等级		评价等级
			C	D	
10	特殊紧固件	特殊紧固件应采用不锈钢材料或采取有效防锈措施	√	√	△
		不应使用塑料或轻金属材质	√	√	☆
		特殊紧固件应结构完整,同一紧固部位规格应统一,不应出现变形、裂纹等缺陷	√	√	☆
		特殊紧固件应采用垫圈防松或其他有效的防松措施,不应出现松动或滑扣现象	√	√	☆
		特殊紧固件孔允许的螺纹啮合深度不应小于紧固件螺纹的外径		√	☆
		不带垫圈时,螺栓应能完全拧入隔爆外壳壁的盲孔内,且盲孔底部不应有杂物		√	☆
		钻孔处隔爆外壳壁的剩余厚度不应小于螺栓直径的 1/3,且不应小于 3 mm		√	☆
		紧固件不应穿透隔爆外壳壁,除非其与壳壁构成隔爆接合面且不可与外壳分离	√	√	☆
		通孔螺栓拧紧后,其裸露丝扣长度不应少于 1 扣	√	√	☆
11	隔爆接合面	接合面上不应存在影响隔爆参数的油漆或杂物		√	☆
		接合面表面应涂覆防锈油或进行磷化处理,锈蚀部位经擦拭后不应留有斑痕		√	☆
		构成接合面的各运动部件应无碰撞和摩擦现象		√	☆
		快开式门或盖的接合面长度不应小于 25 mm,隔爆间隙应符合表 2 的要求		√	☆
12	止口接合面	隔爆面长度( $L$ )、隔爆间隙( $i$ )的尺寸应符合表 2 的要求		√	☆
		当隔爆接合面 $L$ 被组装隔爆外壳的螺纹孔分隔时,隔爆接合面的最短通路 $l$ 应满足下列要求: 当 $L < 12.5$ mm 时, $l \geq 6$ mm; 当 $12.5$ mm $\leq L < 25$ mm 时, $l \geq 8$ mm; 当 $L \geq 25$ mm 时, $l \geq 9$ mm		√	☆
		采用圆筒加平面结构的隔爆面应满足 GB/T 3836.2—2021 第 5.2.3 条的要求		√	☆
		隔爆接合面平均粗糙度 $Ra$ 不应大于 6.3 $\mu$ m		√	☆
13	螺纹接合面	圆柱形螺纹接合面啮合螺纹不应少于 5 扣;啮合深度应符合下列要求: 净空间大于 100 cm <sup>3</sup> 时,啮合深度不少于 8 mm; 净空间不大于 100 cm <sup>3</sup> 时,啮合深度不少于 5 mm		√	☆
		锥形螺纹接合面的螺纹结构应符合锥管螺纹(NPT)的相关要求		√	☆
		应采取有效的防松措施;对于螺纹式门或盖,应辅以内六角紧定螺钉或等效方式,并且内六角紧定螺钉紧固后不得从螺孔中凸出	√	√	☆

表 A.1 (续)

序号	检查内容		检查等级		评价等级
			C	D	
14	衬垫结构	整体结构应完整,按照紫铜衬垫、视窗(灯罩)、弹性垫圈以及压紧件的顺序安装,不应采用压块、压脚等局部压紧方式		√	☆
		透明件应无影响防爆型式的损伤	√	√	☆
		紫铜衬垫与玻璃之间、窗口座与紫铜衬垫之间的隔爆面尺寸应符合表 2 的要求		√	☆
15	粘结结合面	粘接结合面应无未胶粘区域,胶粘部位应无明显老化和气孔	√	√	☆
		整体结构的机械强度不应仅依赖粘结材料,应采用补充的机械固定方式确保结构强度	√	√	☆
16	电缆引入装置	引入装置应结构完整、配件齐全、尺寸匹配,不应存在可能损伤电缆的尖锐棱角、损坏或松动现象	√	√	☆
		卡兰式进出线嘴应压紧密封圈,用单手测试时不应有晃动现象,螺旋式进出线嘴有效啮合螺纹不应少于 5 扣,用单手测试时不应转动超过 180°	√	√	☆
		应选用与电气设备防爆等级相适应的电缆引入装置,引入方式应与其铭牌标注及内装元器件相符	√	√	☆
		应使用弹性密封圈(分层朝内)、垫圈、压紧螺母或压盘依次装入压紧,电缆应有效压紧		√	☆
		未使用的电缆引入口应使用封堵件有效封堵,或使用密封圈(分层朝内)、挡板或堵头、垫圈、压紧螺母或压盘依次装入,压紧封堵		√	☆
		金属挡板直径与进线装置内径之差不应大于 2 mm,厚度不应小于 2 mm,金属套圈外径与进线装置内径之差不应大于 2 mm,厚度不应小于 1 mm,不应有锈蚀现象		√	△
		铠装电缆引入装置采用填料密封方式时,应封填至叉口以上 40 mm	√	√	△
		高压电缆的引入装置采用浇铸固化密封式时,填料的填充深度应大于电缆引入孔径的 1.5 倍,且不小于 40 mm		√	△
17	密封圈	密封圈不应严重变形、老化、龟裂、破损或失去弹性。密封填料应饱满无间隙,并与电缆和外壳贴合紧密	√	√	☆
		密封圈外径与进线装置内径之差满足下列要求: 密封圈外径不大于 20 mm 时,直径差不应大于 1 mm; 密封圈外径 20 mm~60 mm 范围内时,直径差不应大于 1.5 mm; 密封圈外径大于 90 mm 时,直径差不应大于 2 mm		√	△
		密封圈内径与电缆外径之差不应大于±1 mm;对于截面积不大于 4 mm <sup>2</sup> 的电缆,密封圈内径不应大于电缆外径		√	△
		密封圈宽度不应小于电缆外径的 0.7 倍(最小 10 mm);除截面积为 70 mm <sup>2</sup> 的电缆外,密封圈厚度不应小于电缆外径的 0.3 倍(最小 4 mm)		√	△

表 A.1 (续)

序号	检查内容		检查等级		评价等级
			C	D	
17	密封圈	电缆与密封圈之间不应包扎任何异物;单孔密封圈不应穿设多根电缆	√	√	☆
		控制线和信号线的密封圈分层内外凸起高度不应超过密封圈宽度的 1/3		√	△
		经过修整的密封圈应整齐圆滑,其凹凸度不应大于 2 mm		√	△
18	电缆	电缆的末端应接入防爆电气设备或元件,电缆连接应采用连接装置	√	√	☆
		连接电气设备的电缆长度应大于 3 m,电缆护套应伸入接线腔壁内 5 mm~15 mm	√	√	△
		电缆护套应无明显损伤或严重变形,不应露出芯线绝缘或屏蔽层。护套伤痕的深度不应超过其厚度的 1/2,长度不应超过 20 mm,或沿电缆周长方向不应超过 1/3	√	√	☆
		导线连接应采用弓形垫圈、碗形垫圈或专用接线头,并采取防松措施,不得压迫导线绝缘。导线裸露部分距卡爪(或平垫圈)的距离不应大于 1 mm。高压电缆应采用压接方式连接;使用压板压线时,压板凹面应朝内		√	△
		接线腔内电缆屏蔽层应规范处理,爬电距离及电气间隙应满足表 3 要求		√	☆
19	电气设备接线腔内或直接引入的接线端子部分的电气间隙和爬电距离应满足表 3 要求			√	☆
本质安全型					
20	本质安全型电气设备外壳应无裂纹、损伤		√	√	☆
21	本质安全型电气设备的所有零部件、元器件及线路应连接可靠,性能良好			√	☆
22	带有本质安全电路的电缆应进行标识。当电缆护套或外层采用颜色标识时,应选用浅蓝色标记带有本质安全电路的电缆。浅蓝色标记电缆不应用于其他用途;若需用于其他用途,其使用方式和场合不应造成混淆,也不应降低本质安全电路的识别准确性			√	△
23	本质安全型电气设备的关联装置应与矿用产品安全标志证书保持一致		√	√	☆
24	本质安全型系统、装置的组成设备应与矿用产品安全标志证书保持一致		√	√	☆
增安型					
25	内部装有裸露带电部件的电气设备所使用的特殊紧固件,应符合本文件第 5.2.4.1 条至第 5.2.4.4 条的要求			√	☆
26	增安腔内所有裸露带电导体的电气间隙和爬电距离均应符合表 3 的要求			√	☆
27	衬垫应状态良好,不应有明显的损坏或老化现象			√	☆
28	电阻加热器应与其 Ex 关联设备正确连接,安全装置及附件应齐全且状态良好			√	☆
29	电气连接件应与导线连接可靠且紧固,防松设施应齐全,不应有明显锈蚀			√	☆
浇封型					
30	浇封剂表面应无明显老化、裂缝或损伤现象			√	☆
31	电缆应有效浇封,拔脱动作不应导致电缆位移		√	√	☆
32	温度保护装置采用外接方式时,应与其关联设备正确连接,安全装置及附件应齐全且状态良好			√	☆

表 A.1 (续)

序号	检查内容	检查等级		评价等级
		C	D	
正压型				
33	正压外壳的显著位置应设置清晰、永久的标牌,并标明正压型防爆设备的特殊要求和警示信息	√	√	△
34	正压外壳及其保护输送管路应无影响防爆型式的变形或损坏,并应设置火花及颗粒挡板	√	√	☆
35	电气设备运行状态和保护功能应正常,保护气体应供应稳定	√	√	☆
矿用一般型				
36	除仪器仪表、灯具、通信信号和自动控制设备外,紧固螺栓直径不应小于 M6。对于直径小于 M6 的螺栓,应采用耐腐蚀材料		√	△
37	外部衬垫应状态良好,不应有老化现象		√	△
38	电缆引入装置应配备夹紧装置,在紧固状态下电缆不应轻易转动或位移,且不应降低外壳的整体防护等级	√	√	△
39	连接外部电路的连接件应与导线可靠紧固,配备防松设施,不应有明显锈蚀		√	△
40	当开盖后腔内仍带电时,带电部件应具备至少 IP20 的外壳防护,该防护外壳上应设置“当心触电”的警示标识	√	√	△
41	采用隔离开关联锁结构时,应确保触头的断开状态可直接观察,或可通过手柄位置准确判断触头状态	√	√	△
注: C—一般检查;D—详细检查;△—一般缺陷;☆—严重隐患。				

表 A.2 电气设备性能检查表

序号	检查内容	检查等级		评价等级
		C	D	
1	电气设备的使用环境条件(温度、湿度、大气压力、冷却参数等)应符合使用说明书的要求	√	√	△
2	定期检验的电气设备应具有检验合格报告,检验周期应符合《煤矿安全规程》及相关产品标准的规定	√	√	☆
3	急停、保护、联锁、闭锁、监测和告警装置应完整有效,不应拆卸或关闭		√	☆
4	组成部件应完好、无缺失,不应随意更改,应与备案图纸一致	√	√	☆
5	铭牌安全警示等标志标牌应齐全完整、内容清晰准确	√	√	△
运行状态				
6	外壳表面温度不应超过 150 ℃	√	√	☆
7	温度、噪声和振动应符合相应产品标准的规定	√	√	△
8	电气设备运行过程中不应出现异常声音和振动	√	√	△
电气绝缘				
9	各元器件连接电缆不应过度弯曲或扭转,电缆护套不应有老化、裂纹或破损等现象		√	△

表 A.2 (续)

序号	检查内容		检查等级		评价等级
			C	D	
10	绝缘材料表面应清洁,不应有油垢、裂纹或放电痕迹			√	△
11	带电裸露金属部件的电气间隙和爬电距离应满足表 3 要求			√	☆
12	绝缘电阻应满足表 4 的要求			√	☆
保护与联锁					
13	短路保护、过载保护、断相保护、过欠压保护、过热保护、冷却回路保护、通信故障保护、漏电保护、漏电闭锁、绝缘监视、甲烷电闭锁、风电闭锁及主备切换等保护功能应投入运行,其保护设置值应符合产品标准或使用说明书的规定			√	☆
14	隔离开关与断路器或接触器之间应具备可靠的电气联锁,确保仅在断路器或接触器触点完全断开的情况下,隔离开关方可正常分断;当隔离开关处于分断状态时,通过常规操作方式不能使断路器或接触器闭合			√	☆
接地状态					
15	电压为 36 V 及以上的电气设备,其金属外壳、金属构架及附件、电缆金属护套等非带电裸露金属部件均应实施保护接地		√	√	☆
16	当任一组主接地极断开时,井下总接地网上任一保护接地点的接地电阻值不应超过 2 Ω。每一移动式 and 手持式电气设备至局部接地极之间,保护接地用的电缆芯线和接地连接导线的电阻值不应超过 1 Ω			√	△
17	电气设备内部可触及的非带电金属部件均应可靠接地			√	△
18	电气设备不应串联接地		√	√	△
19	电气设备的金属外壳及铠装电缆接线腔应设有完整的外接地螺栓,并应配备防松措施和接地标志(移动设备除外)		√	√	△
20	接地线	采用多股软铜绞线、钢绞线或镀锌扁钢等连接,连接面应接触良好,不应有松动现象	√	√	△
		应采用截面不小于 25 mm <sup>2</sup> 的铜线,或截面不小于 50 mm <sup>2</sup> 的耐腐蚀铁线,或厚度不小于 4 mm 且截面不小于 50 mm <sup>2</sup> 的耐腐蚀扁钢作为接地导体		√	△
		易受机械损伤的部位应加装防护套管	√	√	△
		除接地体外,接地体引出线的垂直部分和接地装置连接部位外侧 100 mm 范围内应有防腐处理	√	√	△
21	铠装电缆	端头的钢带(钢丝)和铅皮应直接与接地螺栓连接	√	√	△
22	接地网	外露连接点应确保机械强度与电气连续性		√	△
		防腐层应完整、无破损	√	√	△
		接地标识应清晰可辨	√	√	△
23	外接地螺栓	功率大于 10 kW 时,不应小于 M12; 功率 5 kW 至 10 kW 时,不应小于 M10; 功率 250 W 至 5 kW 时,不应小于 M8; 功率不大于 250 W 且电流不大于 5 A 时,不应小于 M6; 对于本质安全型电气设备如有接地要求,外接地螺栓应能压紧接地芯线	√	√	△

表 A.2 (续)

序号	检查内容		检查等级		评价等级
			C	D	
腔体内部					
24	腔内元器件应安装牢固,不应有松动现象			√	△
25	腔体内壁、接合面及腔内元器件表面不应有凝露、液滴积聚、积水残留或放电痕迹;腔体内部不应检测到因绝缘材料过热产生的异常挥发性气味			√	△
26	绝缘基座应结构完整,不应有裂纹、尖锐棱角、松动等现象			√	△
27	接线端子应结构完好、配件齐全、尺寸匹配,不应有电弧灼伤痕迹,且标识应完整、清晰可辨			√	△
28	腔体内部应保持清洁,不应存在废弃紧固件、多余垫圈等冗余部件			√	△
29	腔内导线	导线绝缘层不应存在老化、破损现象		√	△
		电源及负荷导线应排布整齐,不应与其他接线柱接触,不应受到任何形式的机械挤压		√	△
		导线连接处应具备防松措施,压接部位不应松动		√	△
		导线接头及未使用的导线终端应有绝缘措施		√	△
显示与操控					
30	状态显示单元应运行良好,能完整显示各类状态参数和故障信息,显示内容应与实际工况相符;数据记录应可存储、追溯		√	√	△
31	操作按键应响应灵敏,不应出现无响应、误动作或异常触发等现象		√	√	△
32	操作手柄应定位准确、扳动灵活,与操作轴连接应稳固可靠,不应有虚位现象		√	√	△
开关与控制设备					
33	台架应安装稳固,不应出现歪斜或晃动现象;其外缘与巷道壁的间距不应小于 200 mm		√	√	△
34	在带电操作过程中,电磁机构及机械部件应运行正常,不应出现异常振动或噪声		√	√	△
35	隔离开关手柄方位应与触头状态严格对应,分合闸动作应流畅,不应有卡滞或虚位现象;触头接触面不应有显著电弧蚀损痕迹		√	√	△
36	断路器及接触器应动作可靠、结构完整,无机械变形			√	△
37	电容器等储能元件应无变形、漏液等现象,放电回路功能完好			√	△
38	控制变压器绕组不应有损伤、老化等现象			√	△
39	冷却水的温度、压力和流量应符合使用说明书的要求		√	√	△
40	变频器配套使用的滤波器、电抗器等设备应配置齐全、参数匹配		√	√	△
变压器					
41	绕组不应有损伤、变形等现象,绝缘层不应出现龟裂、碳化、掉渣等现象,各部件应固定牢靠,不应有松动			√	△
42	温度检测装置应工作正常,所显示的绕组温度不应超过表 5 的要求		√	√	△

表 A.2 (续)

序号	检查内容		检查等级		评价等级
			C	D	
电动机					
43	接线端子应标号清晰、完整；引线绝缘不应有老化、破损现象；接线方式应与铭牌标识一致			√	△
44	冷却风扇叶轮与风扇罩、通风孔挡板及其紧固件之间的间隙不应小于风扇叶轮最大直径的 1/100,且不应小于 1 mm			√	☆
45	冷却水的温度、压力和流量应符合使用说明书的要求		√	√	△
46	启动阶段声音平稳过渡,无金属摩擦声、刮擦声等机械干涉噪声,变频电机无高频啸叫声		√	√	△
47	正常运行时无金属颗粒感杂声、间歇性冲击声、周期性扫膛声等异常声响		√	√	△
48	电动机在起动和运行过程中应转动平稳,不应出现剧烈振动;若无特殊要求,其振动不应超过表 6 的要求		√	√	△
49	温度检测装置应工作正常,所显示的绕组及轴承温度不应超过使用说明书的规定,如无规定则不应超过表 5 和表 7 的要求		√	√	△
蓄电池电源					
50	串联或并联的电池组应为同一生产厂家的同一规格电池			√	△
51	电源维修及电池更换应按使用说明书要求进行,电池型号、规格不应改变,有维护记录		√	√	△
52	灭火装置应完整有效,不应存在缺失、过期等现象		√	√	☆
53	电池容量的衰减程度不应超过使用说明书的规定			√	△
54	锂离子蓄电池电源	正常充、放电过程中,锂离子蓄电池最高温度不应超过 60 ℃	√	√	△
		锂离子蓄电池应采用串联方式连接	√	√	△
		电池电压、电流、温度等监测功能应正常工作,监测参数应在正常范围内		√	△
		过充电压保护、过放电压保护、充电过流保护、放电过流保护、过热保护、短路保护等保护功能应投入运行,其保护设置值应符合产品标准的规定		√	☆
55	铅酸蓄电池电源	应保持密封完好,不应有渗液现象	√	√	△
		任意工况下倾斜度均不应超过 15°	√	√	△
		绝缘电阻和电池极柱间连接电阻应符合产品标准的规定		√	△
照明装置					
56	照明功能应正常,亮度应满足可视性要求		√	√	△
57	外表面应保持清洁,不应有影响光效的积尘、油污		√	√	△
58	透光部件应完整,无破裂、龟裂等损伤现象		√	√	△
59	光源应发光稳定,不应有明显频闪现象		√	√	△
注: C—一般检查;D—详细检查;△—一般缺陷;☆—严重隐患。					

表 A.3 机电设备检查表

序号	检查内容		检查等级		评价等级
			C	D	
1	技术资料应完整齐备		√	√	△
2	定期检验的机电设备应具有检验合格报告,检验周期应符合《煤矿安全规程》及相关产品标准的规定		√	√	☆
3	机电设备不应超过规定的使用年限或使用次数		√	√	△
4	技术改造后的机电设备应经安全性能评估或检测检验,并建立完整的技术档案		√	√	☆
5	机电设备的使用环境条件(温度、湿度、大气压力、冷却参数等)应符合使用说明书的要求		√	√	△
6	急停、保护、联锁、闭锁、监测和告警装置应完整有效,不应拆卸或关闭			√	☆
7	组成部件应完好无缺,不应擅自更改		√	√	△
8	外壳及主体结构应完好,无零部件缺失、焊缝开裂、结构裂纹或永久变形等缺陷		√	√	△
9	各部位锈蚀及涂层磨损程度不应影响防爆性能、结构强度等关键指标		√	√	☆
10	铭牌、MA 标识及安全警示等标志标牌应齐全完整、内容清晰准确		√	√	△
运行状态					
11	机电设备应运行正常,不应有功能缺失		√	√	△
12	温度、噪声、振动不应超过产品标准或使用说明书的规定		√	√	△
13	机电设备不应出现异常声音或振动		√	√	△
14	机电设备配套的传感器及仪器仪表应配套齐全、运行正常		√	√	△
机壳及金属结构					
15	基座应稳固,运行时不应有晃动现象		√	√	△
16	金属结构表面不应存在焊接开裂、裂纹等缺陷		√	√	△
17	结构件的变形量和磨损量不应超过产品标准的规定			√	△
18	金属机壳应采取防锈措施,锈蚀程度不应影响其机械性能		√	√	△
19	各类转动结构应转动灵活、运行可靠		√	√	△
安全防护、操控及信号					
20	紧急停止按钮应设置在显著位置,颜色醒目、识别明确;按钮功能应完好,操作灵敏,并应具备防止误触的结构措施		√	√	☆
21	安全防护	外露旋转部位等可能危及人身安全的部位应设有防护装置	√	√	△
		易发生跌落或踏空的位置应配备牢固的盖板、扶手或栏杆	√	√	△
		作业区域应具备充足的工作空间和明确的紧急疏散通道	√	√	☆
		存在发生火灾风险的应配备数量充足、性能完好的消防器材	√	√	☆
22	人员操作机构	操作区域应具备良好的目视辨识条件和便捷的操作环境	√	√	△
		操纵杆基座应牢固安装,不应有松动现象	√	√	△
		旋钮、按钮、操纵杆等操作部件应标识清晰、准确,操作应灵活,动作应可靠	√	√	△

表 A.3 (续)

序号	检查内容		检查等级		评价等级
			C	D	
23	信号部件	显示单元应完整显示设备运行状态和保护报警信息,显示内容应与实际工况相符	√	√	△
		电话等通信设备应连接正常,通话声音应清晰无杂音	√	√	△
		警铃等声学警示装置应声音响亮、连续,无断续或失效现象	√	√	△
		信号灯等光学警示装置应灯光明亮,颜色清晰,易于辨识	√	√	△
紧固件					
24	螺栓、铆钉、键等紧固件结构应完整、连接牢固,不应有歪斜、滑扣、变形、松动等现象;同一连接部位的紧固件应规格统一		√	√	△
25	主要受力或易受冲击部位的螺母应采取有效的防松措施			√	△
26	螺栓拧入螺纹孔的长度不应小于螺栓直径			√	△
27	螺栓拧紧后,其裸露丝扣不应少于 1 扣,不应通过增加垫圈调整丝扣露出长度			√	△
连接装置					
28	钢丝绳、联轴器、插销等连接装置应结构完整、连接可靠;无严重扭曲、变形;磨损量、伸长量不超过产品标准的规定			√	△
29	钢丝绳	安全系数、弯曲半径、直径、固定方式及缠绕层数应符合《煤矿安全规程》的规定		√	☆
		穿绳孔边缘应倒圆处理,不应存在锐利边缘	√	√	△
		多绳提升装置中任意一根钢丝绳的张力与平均张力之差不应超过±10%		√	△
		使用期限及断丝、直径缩小、锈蚀程度应符合表 8 的要求		√	☆
30	联轴器	端面间隙和同轴度应符合产品标准的规定		√	△
		弹性柱销联轴器的胶圈外径与销孔内径之差不应大于 3 mm,柱销螺母应配有防松装置		√	△
		齿轮联轴器的齿轮磨损量不应超过原齿厚的 25%,键与螺栓均不应松动		√	△
		蛇形弹簧联轴器的弹簧应无损伤,磨损量不应超过原厚度的 10%		√	△
		链式联轴器的链轮应无裂纹、咬伤,链轮齿厚磨损量不应超过 5 mm		√	△
传动机构					
31	减速器	应转动灵活,无卡滞现象	√	√	△
		接合面应配合严密,不应有漏油现象	√	√	△
		润滑油脂应清洁,油量合适;油面高度应超过大齿轮直径的 1/3,轴承润滑油脂充填量应为油腔容积的 1/2~1/3	√	√	△
32	齿轮	齿面磨损应均匀,封闭齿轮不应超过原齿厚的 15%,开式齿轮不应超过 20%		√	△
		齿圈与轮心应配合紧固,轮缘、辐条应无裂纹,不应有断齿、拉毛等现象		√	△

表 A.3 (续)

序号	检查内容		检查等级		评价等级
			C	D	
32	齿轮	齿面胶合区不应超过齿高的 1/3、齿长的 1/2		√	△
		齿面点蚀区应符合表 9 的要求		√	△
		圆柱齿轮和蜗轮的啮合接触斑点应位于齿面中部,圆锥齿轮的接触斑点应位于齿面中部并偏向小端,接触面积应符合表 10 的要求		√	△
33	轴与轴承	不应存在严重锈蚀、裂纹或弯曲现象,转动应平稳,无卡滞		√	△
		振动、声音应无异常,轴承温度不应超过表 7 的要求		√	△
		轴承磨损应符合设备技术文件的规定,如无规定时应符合表 11 的要求		√	△
工作介质系统					
34	固定式管路及容器	管路应固定牢靠,不应出现松动、脱落或错位现象	√	√	△
		输送介质应流动畅通,流向标识应清晰可见	√	√	△
		管路外壁应无明显锈蚀、裂纹、凹陷、擦伤等机械损伤	√	√	△
		储液容器、蓄能器等部件应无渗漏、裂纹、变形等缺陷,液位应处于规定范围内	√	√	△
		容器应设置液位指示装置,指示清晰可靠	√	√	△
35	软管	软管应布局整齐、走向合理、固定可靠,不应受到拉伸、挤压或拧扭等外力影响	√	√	△
		外观应无老化、鼓包、开裂、破损、渗漏等现象	√	√	△
		弯曲半径不应小于产品标准规定值,胶管不应出现死弯或打折	√	√	△
		每米胶管外层破损不应超过 2 处,单处破损面积不应大于 1 cm <sup>2</sup> ,且不应露出金属编织层		√	△
		胶管破损点与接头之间的距离应大于 200 mm		√	△
36	接头	各类接头应连接牢固、密封可靠,无渗漏、松动、脱落等现象	√	√	△
		接头表面应无严重锈蚀、变形、毛刺,不应影响密封效果	√	√	△
		快速接头应拆装顺畅,锁定机构应完整、工作可靠	√	√	△
		与软管、管路、容器等部位的连接应结构匹配、无强行连接现象	√	√	△
37	泵体	各类泵(如油泵、水泵、喷雾泵、增压泵等)应运转正常,无异常噪声、振动、发热	√	√	△
		性能参数(流量、压力等)应符合使用说明书规定	√	√	△
		泵体应无渗漏、裂纹、明显变形等缺陷	√	√	△
		轴封、油封、水封等应密封完好,无滴漏现象	√	√	△
		G 泵基础应牢固,地脚螺栓应无松动、锈蚀	√	√	△
提升设备					
38	过卷和过放保护、超速保护、过负荷和欠电压保护、限速保护、提升容器位置指示保护、闸瓦间隙保护、松绳保护、仓位超限保护、减速功能保护、错向运行保护等保护功能应投入运行,其保护设置值应符合产品标准或使用说明书的规定			√	☆

表 A.3 (续)

序号	检查内容		检查等级		评价等级
			C	D	
39	加(减)速度和提升速度应满足表 12 的要求			√	△
40	罐道及提升容器	木罐道任一侧磨损量不应超过 15 mm,罐耳与罐道的总间隙不应超过 40 mm		√	△
		钢轨罐道轨头任一侧磨损量不应超过 8 mm,轨腰磨损量不应超过原厚度的 25%,罐耳的任一侧磨损量不应超过 8 mm,在同一侧罐耳和罐道的总磨损量不应超过 10 mm,罐耳与罐道的总间隙不应超过 20 mm		√	△
		矩形钢罐道任一侧的磨损量不应超过原厚度的 50%		√	△
		钢丝绳罐道与滑套的总间隙不应超过 15 mm		√	△
		提升容器之间及提升容器与井壁、罐道梁、井梁之间的间隙应满足表 13 的要求		√	△
		钢丝绳罐提升容器之间的间隙小于表 13 的要求时,应设防撞绳		√	△
41	绳槽	天轮绳槽衬垫磨损量不应超过钢丝绳直径的深度,沿侧面磨损量不应超过钢丝绳直径的 1/2		√	△
		摩擦轮绳槽衬垫磨损剩余厚度不应小于钢丝绳直径,绳槽磨损深度不应超过 70 mm		√	△
42	钢丝绳	每个提升容器有 4 根罐道绳时,各罐道绳张紧力之差不应小于平均张紧力的 5%,内侧张紧力应大于外侧		√	△
		每个提升容器有 2 根罐道绳时,各罐道绳的张紧力应当相等		√	△
43	制动装置	应响应灵敏,动作平稳,无迟滞、卡阻、异响等现象	√	√	△
		制动接触面应接触良好、保持清洁,无油污、杂物等降低摩擦系数的物质,不应存在拉毛、刮伤等现象	√	√	△
		磨损沟纹的深度不应大于 1.5 mm,沟纹宽度总和不应超过有效闸面宽度的 10%		√	△
		闸瓦磨损后表面距固定螺栓头不应小于 5 mm,闸衬磨损余厚不应小于 3 mm		√	△
		闸轮的圆跳动量不应超过 1.5 mm,闸盘的端面圆跳动量不应超过 1 mm		√	△
		盘式制动器空动时间不应超过 0.3 s,闸瓦式制动器不应超过 0.5 s		√	△
		制动时闸瓦接触面积和松闸后闸瓦间隙应满足表 14 的要求		√	△
		制动力矩与实际提升最大载荷旋转力矩之比不应小于 3		√	△
安全制动减速度应满足表 15 的要求		√	☆		
带式输送设备					
44	打滑保护、跑偏保护、堆煤保护、撕裂保护、张紧力下降保护、温度监测、烟雾监测、自动洒水等功能应投入运行,其设置参数应符合产品标准或使用说明书的规定			√	☆

表 A.3 (续)

序号	检查内容		检查等级		评价等级
			C	D	
45	空载运行时,带速应为设计带速的 95%~110%;带载运行时,带速不应低于设计带速的 95%			√	△
46	输送机起动加速度不应大于 0.3 m/s <sup>2</sup> ,制动减速度不应小于 0.3 m/s <sup>2</sup>			√	△
47	上输送机应装设防逆转装置和制动装置。停车后,不应出现自行逆转现象		√	√	△
48	下输送机应装设制动装置。不应出现输送带超速、滚料或输送带与驱动滚筒之间打滑现象		√	√	△
49	滚筒胶层 胶带	胶层与滚筒表面应紧密贴合,不应有脱层或裂口	√	√	△
		滚筒表面胶层磨损量不应超过原厚度的 1/2		√	△
		胶带应无破裂,横向裂口不应超过带宽的 5%,保护层脱皮不应超过 0.3 m <sup>2</sup> ,中间纤维层破损面宽度不应超过带宽 5%		√	△
		胶带接头应牢固平整,硫化接头应无裂口、鼓泡或碎边	√	√	△
50	制动装置	应响应灵敏,动作平稳,无迟滞、卡阻、异响等现象	√	√	△
		制动时有效接触面应不小于 60% 闸瓦面积,接触面应无油污、杂物等降低摩擦系数的物质		√	△
辅助运输设备					
51	超速保护、甲烷浓度报警、电池过放指示、氢气检测、超温保护、脱绳保护、越位保护、张紧力下降保护、距离保护等保护功能应投入运行,其保护设置值应符合产品标准或说明书的规定			√	☆
52	速度、里程、气压压力、温度、瓦斯浓度、冷却水位等显示仪表应工作正常,指示准确可靠		√	√	△
53	运输车辆的照明灯亮度和警铃装置警声传播距离应满足产品标准或说明书的要求		√	√	△
54	信号灯应能正常工作		√	√	△
55	最大速度不应超过产品说明书的规定值		√	√	△
56	随车应配备在有效期内的灭火器		√	√	☆
57	制动装置	工作制动、安全制动和停车制动功能应正常,在停车制动状态下不应发生溜车现象	√	√	△
		应响应灵敏,动作平稳,无迟滞、卡阻、异响等现象	√	√	△
		制动接触面应接触良好,磨损程度不应超过说明书的规定		√	△
58	轨道机车	每端碰头从车厢(体)向外突出的长度不应小于 100 mm	√	√	△
		制动装置的闸瓦磨损余厚不应小于 15 mm,完全松闸后闸间隙应为 3 mm~5 mm		√	△
		运送物料时制动距离不应超过 40 m,运送人员时制动距离不应超过 20 m	√	√	△
		轮箍(或车轮)踏面余厚不应少于原厚度的 60%,且无凹槽		√	△

表 A.3 (续)

序号	检查内容		检查等级		评价等级
			C	D	
59	单轨吊车	安全制动和停车制动装置应为失效安全型,制动力应为额定牵引力的 1.5 倍~2 倍		√	△
		绳牵引式运输设备运行速度超过额定速度 30%时,其他运输设备运行速度超过额定速度 15%时,应能自动制动,空动时间不应大于 0.7 s		√	△
		在最大载荷、最大坡度条件下以最大设计速度向下运行时,制动距离不应超过该速度下 6 s 的行程距离	√	√	△
		在最小载荷、最大坡度条件下向上运行时,制动减速度不应大于 5 m/s <sup>2</sup>		√	△
60	无轨胶轮车	自卸式无轨胶轮车,货箱举升和回落时间均不应超过 30 s		√	△
		离合操纵机构、换挡机构、速度控制机构、转向机构操作灵活可靠	√	√	△
		底盘距离地面间隙不应小于 160 mm	√	√	△
		制动距离不应大于 8 m	√	√	△
61	架空乘人装置	相邻两组托绳轮沿牵引钢丝绳方向的间距应小于设计规定的吊椅间距,且应不大于 12 m	√	√	△
		水平转弯装置最小曲率半径应不小于 6 m,吊椅能平滑、稳定通过,无卡阻和干涉现象		√	△
		工作制动和安全制动应为失效安全型,安全制动装置应设置在驱动轮上,制动力应为额定牵引力的 1.5~3 倍		√	△
		低速闸瓦接触面积应不小于 80%,磨损余厚应大于原厚 2/3 高速闸瓦接触面积应不小于 60%,磨损余厚应大于原厚 1/3		√	△
		各部位距离应满足表 16 的要求	√	√	△
62	防爆柴油机	发动机排气超温、冷却水超温、尾气水箱水位、润滑油压力等保护装置工作正常	√	√	△
		启动时间不应大于 15 s		√	△
		工作时表面温度不应超过 150℃;排气温度不应超过 77℃;冷却水温度不应超过 95℃		√	△
		阻火器应畅通无阻塞,空气滤清器完好	√	√	△
		阻火器隔爆尺寸应满足表 2 要求		√	☆
排水设备					
63	备用水泵和检修水泵应能正常运行,其中备用水泵的排水能力不应低于工作水泵的 70%,检修水泵的排水能力不应低于工作水泵的 25%		√	△	
64	管路内壁水垢厚度不应超过管道内径的 2.5%		√	△	
65	吸水井(坑)应无杂物,底阀不应淤埋和堵塞,应能在 5 min 内完成引水并启动水泵	√	√	△	
66	排水系统整体运行效率不应低于 70%		√	△	

表 A.3 (续)

序号	检查内容		检查等级		评价等级
			C	D	
通风设备					
67	通风机正常工作时,其转速应达到额定值,风量和风压应满足使用说明书的要求		√	√	△
68	配套电动机的运行功率不应超过其额定功率			√	△
69	叶轮的转动方向和风流方向应与设备上的标志一致		√	√	△
70	叶轮	叶轮应无裂纹、破损、变形、锈蚀等缺陷,焊缝应完整无脱焊现象,叶片不应松动	√	√	△
		叶轮与轴的连接应坚固可靠,无轴向窜动和晃动现象	√	√	△
		叶轮应保持较好的动平衡性能,在任意角度能自然停止,无明显回转现象	√	√	△
		轴流式通风机叶片的安装角度应一致,误差不应大于 $\pm 1^\circ$		√	△
		离心式通风机叶轮与进风口的配合应符合生产厂家的规定,如无规定应满足下列要求: 搭接式通风机搭接长度不应小于叶轮直径的 1/100,径向间隙不应大于叶轮直径的 3%;对接式通风机轴向间隙不应大于叶轮直径的 5%		√	△
71	主要通风机	主要通风机应有两回路供电线路,供电线路上不应分接任何负荷		√	☆
		主要通风机与备用通风机应能力一致,当主要通风机停止工作后备用通风机应能在 10 min 内起动工作		√	☆
		主要通风机的反风设施应能在 10 min 内改变巷道中的风流方向,当风流方向改变后,主要通风机的供给风量不应小于正常供风量的 40%		√	△
		主要通风机轴承振动值刚性支撑应不大于 4.6 mm/s,挠性支撑应不大于 7.1 mm/s		√	△
		叶轮与机壳的间隙应大于 1 mm		√	△
72	局部通风机	通风机进气口应设有防护网,网眼尺寸不应大于 30 mm	√	√	△
		抽出式轴流通风机叶轮的叶片与机壳或保护圈之间的单侧径向间隙不应小于 2.5 mm		√	△
		抽出式混流通风机叶轮的叶片顶端与壳体或保护圈之间的单侧径向间隙不应小于 2.5 mm		√	△
压风设备					
73	断油保护、电机过载、超温保护、断水保护等保护功能应投入运行,其保护设置值应符合产品标准或使用说明书的规定			√	☆
74	进气过滤器、冷却剂过滤器应畅通无阻塞		√	√	△
75	冷却剂及压缩机油应保持清洁,所使用的油品型号应符合使用说明书的要求		√	√	△
76	安全阀和压力调节器应动作可靠,安全阀的动作压力不应超过额定工作压力的 1.1 倍			√	△
77	储气罐释压阀动作压力应为工作压力的 1.25 倍~1.4 倍			√	△

表 A.3 (续)

序号	检查内容		检查等级		评价等级
			C	D	
78	储气罐应具备排污功能,罐体内部不应积存过多油或水		√	√	△
79	配备的自动灭火装置应运转正常		√	√	☆
80	空气压缩机	螺杆式空气压缩机的排气温度不应超过 120 ℃ 离心式空气压缩机的排气温度不应超过 130 ℃ 储气罐内的温度不应超过 120 ℃	√	√	☆
采掘设备					
81	闭锁刮板机装置、制动装置、离合装置、甲烷检测装置、断水保护装置、内外喷雾装置、防滑装置等安全与辅助功能应完整,运行可靠,功能正常			√	☆
82	内外喷雾装置的水压不应低于设计要求		√	√	△
83	各旋转机构的转速与旋转方向应符合设计要求		√	√	△
84	操作按钮和手柄应动作灵活、定位准确、闭锁可靠;各受控部位应响应准确,无误动作现象。启动前应发出预警信号,预警持续时间和延时启动时间均不应小于 5 s,预警声压级不应低于 80 dB(A);离合机构应松紧适度,动作可靠		√	√	△
85	摇臂升降应平稳,升降全程所需时间应符合使用说明书规定,误差不应大于±10%;压力阀动作压力应符合设计要求,误差不应大于±3%;摇臂悬停在水平位置后不应自动下滑			√	△
86	截齿应磨损均匀,磨损量和缺齿数量不应超过产品使用说明书规定限值		√	√	△
87	采煤机	采煤机与配套刮板输送机应配合良好,滑靴与输送机中部槽、导向滑靴与行走轨、行走轮与行走轨、滚筒截齿与输送机铲煤板、拖缆装置与输送机电缆槽等配合部位应无干涉、啃咬、卡滞现象	√	√	△
		采煤机在任意行走速度下应能平稳运行,全程无卡滞、跳动或异常冲击现象	√	√	△
88	掘进机	前照灯和尾灯应工作正常,亮度应满足作业环境照明需求	√	√	△
		前进、后退及转向应灵活可靠,不应有卡滞、偏移等异常现象	√	√	△
		切割机构、装运机构及铲板之间应无干涉、碰撞、啃咬等异常现象	√	√	△
		油泵、切割机构、转载机和装运机构的启停顺序应正确,联锁关系应符合使用说明书要求	√	√	△
89	刮板机	整机运转应平稳,不应出现跳链、掉链、刮板卡滞等现象,刮板链应与链轮正常啮合,并在中部槽内顺畅运行,不应与机头架舌板、拨链器等部件发生刮卡	√	√	△
		挡煤板、电缆槽、铲煤板之间应无干涉,导向装置及无链牵引装置应能保障配套采煤机的顺利运行,电缆槽应能保证采煤机电缆夹板顺利拖曳,铲煤板应能有效将煤壁侧浮煤汇入中部槽	√	√	△
		刮板的弯曲变形不应大于 5 mm,底板磨损量不应超过原厚度的 20%		√	△

表 A.3 (续)

序号	检查内容		检查等级		评价等级
			C	D	
支护设备					
90	液压泵站	乳化液压力应稳定可靠,不应低于使用说明书规定的下限值	√	√	△
		乳化液应清洁、无析皂、无悬浮杂质,浓度符合使用要求,液位指示装置显示清晰、准确	√	√	△
		过滤器应配置齐全,性能良好,无堵塞或泄漏现象,运行状态正常	√	√	△
		蓄能器应外观完好,无锈蚀、磕碰、变形等缺陷;充氮压力应满足使用说明书要求,误差不大于 0.5 MPa;压力指示应准确可读,接口密封良好	√	√	△
		浮球阀应工作可靠,不应有泄漏、渗漏现象,应能在液位达到上限后完全关闭	√	√	△
		泵站电机应运行平稳,无异常振动和噪声,温度不应超过设备规定值	√	√	△
91	液压支架	安全阀的开启压力应为额定工作压力的 0.9 倍~1.1 倍,关闭压力不应小于额定工作压力的 0.85 倍		√	☆
		液压支架各活动部位应动作灵活,转动顺畅,推拉杆弯曲量每米不应超过 10 mm	√	√	△
92	液压缸体	缸体本体及活塞杆应无明显变形、弯曲、压痕等结构性损伤	√	√	△
		伸缩动作应平稳准确,不应有渗漏、漏液现象	√	√	△
		缸体外表镀层应完整,不应有脱落,局部轻微锈斑面积不应大于 50 cm <sup>2</sup>		√	△
		表面划痕深度不应大于 0.5 mm,长度不应大于 50 mm,且每个缸体上的划痕数量不应多于 3 处		√	△
注: C—一般检查;D—详细检查;△—一般缺陷;☆—严重隐患。					

中华人民共和国矿山安全行业标准

KA 26—2025

地下矿山用锂离子动力电池  
安全技术条件

Safety specification for lithium-ion traction batteries applied  
in underground mines

2025-09-01 发布

2025-12-01 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 符号和缩略语 .....	3
4.1 符号 .....	3
4.2 缩略语 .....	3
5 技术要求 .....	3
5.1 基本要求 .....	3
5.2 电池单体技术要求 .....	3
5.3 电池模块技术要求 .....	4
6 试验方法 .....	5
6.1 试验条件 .....	5
6.2 试验准备 .....	6
6.3 基本检查 .....	6
6.4 电池单体试验 .....	6
6.5 电池模块试验 .....	9
7 检验规则 .....	12
7.1 检验项目 .....	12
7.2 抽样 .....	13
7.3 判别规则 .....	13
8 运输和储存 .....	13
8.1 运输 .....	13
8.2 储存 .....	13

## 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。

本文件由安标国家矿用产品安全标志中心有限公司提出。

本文件由矿山安全行业标准化技术委员会防爆与设备分技术委员会归口。

本文件起草单位：安标国家矿用产品安全标志中心有限公司、国家储能及动力电池质量检验检测中心、中国平煤神马控股集团有限公司、国家能源投资集团有限责任公司、宁德时代新能源科技股份有限公司、芜湖天弋能源科技有限公司、山东能源集团有限公司、中国中煤能源集团有限公司、深圳弗迪电池有限公司、青岛睿能智慧矿山装备研究院有限公司、深圳市德塔工业智能电动汽车有限公司、太原矿机电气股份有限公司、石家庄煤矿机械有限责任公司、中煤科工(上海)新能源有限公司、常州科研试制中心有限公司、上海煤科检测技术有限公司。

本文件主要起草人：张勇、胡道中、李延河、李子涵、李飞、丁震、吴冠军、李庆明、詹新举、亓玉浩、孟积渐、管增伦、金磊、冯茂林、张伟、薛安东、杜永红、李英娜、臧财运、钱军、钱柄旭。

本文件为首次发布。

# 地下矿山用锂离子动力电池 安全技术条件

## 1 范围

本文件规定了地下矿山用锂离子动力电池的技术要求、检验规则、运输和储存,描述了对应的试验方法。

本文件适用于地下矿山使用的锂离子动力电池。

## 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 38031—2025 电动汽车用动力蓄电池安全要求

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**地下矿山用锂离子动力电池** **lithium-ion traction batteries applied in underground mines**

为地下矿山用设备提供动力的锂离子蓄电池(以下简称“电池”),电池单体额定容量大于 10 Ah。

### 3.2

**电池单体** **battery cell**

将化学能与电能进行相互转换的基本单元装置。

注:通常包括正极、负极、隔膜、电解质、外壳、端子和泄压结构,并被设计成可充电。

[来源:GB 38031—2025,3.1,有修改]

### 3.3

**电池模块** **battery module**

将不少于 5 个电池单体串联组成的组合体。

注:组成电池模块的电池单体间可具有隔热材料层。

[来源:GB 38031—2025,3.2,有修改]

### 3.4

**额定容量** **rated capacity**

由制造商声明的电池单体、电池模块的容量值。

注:额定容量通常用安时(Ah)表示。

[来源:GB 38031—2025,3.8,有修改]

### 3.5

**实际容量** **practical capacity**

以制造商规定的条件,可从完全充电的电池单体、电池模块中释放的容量值。

[来源:GB 38031—2025,3.9,有修改]

3.6

**荷电状态 state-of-charge**

当前电池单体、电池模块按照制造商规定的放电条件可释放的容量占实际容量的百分比。

[来源:GB 38031—2025,3.10,有修改]

3.7

**外壳破裂 housing crack**

由于内部或外部因素引起电池单体或电池模块外壳的机械损伤,导致内部物质暴露或溢出的现象。

[来源:GB 38031—2025,3.13,有修改]

3.8

**泄漏 leakage**

有可见物质从电池单体、电池模块中漏出至外部的现象。

[来源:GB 38031—2025,3.14,有修改]

3.9

**起火 fire**

电池单体、电池模块任何部位发生持续燃烧(火焰持续时间大于1s)。

注:在不拆卸试验对象的情况下通过目视判断。火花及拉弧不属于燃烧。

[来源:GB 38031—2025,3.12,有修改]

3.10

**爆炸 explosion**

突然释放足以产生压力波或喷射物的能量。

注:压力波或喷射物可能会对周边区域造成结构或物理破坏。

[来源:GB 38031—2025,3.11]

3.11

**热失控 thermal runaway**

电池单体放热连锁反应引起电池温度不可控上升的现象。

[来源:GB 38031—2025,3.16]

3.12

**热扩散 thermal propagation**

电池模块内由一个电池单体热失控引发的其余电池单体接连发生热失控的现象。

[来源:GB 38031—2025,3.17,有修改]

3.13

**充电终止电压 end-of-charge voltage**

电池单体、电池模块按照制造商规定的条件充电时允许达到的最高电压。

[来源:GB 38031—2025,定义3.18,有修改]

3.14

**放电终止电压 end-of-discharge-voltage**

电池单体、电池模块按照制造商规定的条件放电时允许达到的最低电压。

[来源:GB 38031—2025,定义3.19,有修改]

## 4 符号和缩略语

### 4.1 符号

下列符号适用于本文件：

- $I_1$ : 1 h 率放电电流(A),其数值等于额定容量值;
- $I_3$ : 3 h 率放电电流(A),其数值等于额定容量值的 1/3。

### 4.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件：

- FS: 满量程(full scale);
- SOC: 荷电状态(state-of-charge)。

## 5 技术要求

### 5.1 基本要求

- 5.1.1 电池应采用安全性能较好的正极材料,如磷酸铁锂。
- 5.1.2 电池应标志清晰,具有能够追溯产品规格、型号和制造商信息的唯一编码。
- 5.1.3 电池外观应清洁,无机械损伤,有清晰的正负极标记。
- 5.1.4 电池的结构、外形尺寸和质量应符合制造商技术条件。

### 5.2 电池单体技术要求

#### 5.2.1 电气性能

##### 5.2.1.1 实际容量

电池单体按照 6.2.2 进行预处理,实际容量不应低于额定容量,并且不应超过额定容量的 110%。所有电池单体的实际容量的极差应不大于平均值的 3%。

注:极差是样本的最大值和最小值之差。

##### 5.2.1.2 循环寿命

电池单体按照 6.4.1 进行循环寿命试验,试验中电池电压、温度等状态应符合制造商规定,每次释放的容量不应低于实际容量的 93%。

#### 5.2.2 安全性能

##### 5.2.2.1 过放电

电池单体(包括通过循环寿命试验的电池单体)按照 6.4.2.1 进行过放电试验,应不起火、不爆炸。

##### 5.2.2.2 过充电

电池单体(包括通过循环寿命试验的电池单体)按照 6.4.2.2 进行过充电试验,应不起火、不爆炸,并且除泄压结构外的壳体应不破裂。

#### 5.2.2.3 高温充放电循环

电池单体(包括通过循环寿命试验的电池单体)按照 6.4.2.3 进行高温充放电循环试验,应不起火、不爆炸。

#### 5.2.2.4 低温充放电循环

电池单体(包括通过循环寿命试验的电池单体)按照 6.4.2.4 进行低温充放电循环试验,应不起火、不爆炸。

#### 5.2.2.5 外部短路

电池单体(包括通过循环寿命试验的电池单体)按照 6.4.2.5 进行外部短路试验,应不起火、不爆炸。

#### 5.2.2.6 跌落

电池单体(包括通过循环寿命试验的电池单体)按照 6.4.2.6 进行跌落试验,应不泄漏、不起火、不爆炸。

#### 5.2.2.7 加热

电池单体(包括通过循环寿命试验的电池单体)按照 6.4.2.7 进行加热试验,应不起火、不爆炸。

#### 5.2.2.8 挤压

电池单体(包括通过循环寿命试验的电池单体)按照 6.4.2.8 进行挤压试验,应不起火、不爆炸。

#### 5.2.2.9 针刺

电池单体(包括通过循环寿命试验的电池单体)按照 6.4.2.9 进行针刺试验,应不起火、不爆炸。

#### 5.2.2.10 热失控

电池单体按照 6.4.2.10 进行热失控试验,应不起火、不爆炸,并且除泄压结构外的壳体应不破裂。

#### 5.2.2.11 泄压结构

对于有泄压结构的电池单体,应按照 6.4.2.11 进行泄压结构试验,泄压结构开启压力应在制造商规定范围内,泄压结构开启前泄压结构与电池单体外壳均不应有漏气现象。

#### 5.2.2.12 隔膜耐热性

电池单体按照 6.4.2.12 进行隔膜耐热性试验,湿法工艺隔膜纵向热收缩率和横向热收缩率应小于 5%,干法工艺隔膜纵向热收缩率和横向热收缩率应小于 4%。

### 5.3 电池模块技术要求

#### 5.3.1 电气性能

##### 5.3.1.1 实际容量

电池模块按照 6.2.2 进行预处理,实际容量不应低于额定容量,并且不应超过额定容量的 110%。所有电池模块的实际容量的极差应不大于平均值的 3%。

### 5.3.1.2 电池一致性

电池模块按照 6.5.1 进行电池一致性试验,极差系数应不大于 5。

### 5.3.2 安全性能

#### 5.3.2.1 过放电

电池模块按照 6.5.2.1 进行过放电试验,应不起火、不爆炸。

#### 5.3.2.2 过充电

电池模块按照 6.5.2.2 进行过充电试验,应不起火、不爆炸,并且除泄压结构外的壳体应不破裂。

#### 5.3.2.3 高温充放电循环

电池模块按照 6.5.2.3 进行高温充放电循环试验,应不起火、不爆炸。

#### 5.3.2.4 低温充放电循环

电池模块按照 6.5.2.4 进行低温充放电循环试验,应不起火、不爆炸。

#### 5.3.2.5 外部短路

电池模块按照 6.5.2.5 进行外部短路试验,应不起火、不爆炸。

#### 5.3.2.6 跌落

电池模块按照 6.5.2.6 进行跌落试验,应不泄漏、不起火、不爆炸。

#### 5.3.2.7 加热

电池模块按照 6.5.2.7 进行加热试验,应不起火、不爆炸。

#### 5.3.2.8 挤压

电池模块按照 6.5.2.8 进行挤压试验,应不起火、不爆炸。

#### 5.3.2.9 热扩散

电池模块按照 6.5.2.9 进行热扩散试验,除触发对象外的电池单体应不发生热失控,并且应不破裂、不泄漏、不起火、不爆炸。

## 6 试验方法

### 6.1 试验条件

#### 6.1.1 环境条件

除另有特别规定外,试验应在以下环境条件下进行:

——环境温度:22℃±5℃;

——相对湿度:10%~90%;

——大气压力:86 kPa~106 kPa。

### 6.1.2 测量仪器、仪表准确度

测量仪器、仪表准确度应不低于以下要求：

- 电压测量装置： $\pm 0.5\%FS$ ；
- 电流测量装置： $\pm 0.5\%FS$ ；
- 温度测量装置： $\pm 0.5\text{ }^\circ\text{C}$ ；
- 时间测量装置： $\pm 0.1\text{ s}$ ；
- 尺寸测量装置： $\pm 0.1\%FS$ ；
- 质量测量装置： $\pm 0.1\%FS$ ；
- 压力测量装置： $\pm 1\%FS$ 。

## 6.2 试验准备

### 6.2.1 标准充电

以不小于  $1I_3$  的电流放电至制造商技术条件中规定的放电终止电压，静置 1 h，然后按照制造商提供的充电方法进行充电，充电后静置 1 h。

若制造商未提供充电方法，则依据以下方法充电：

以不小于  $1I_3$  的电流恒流充电至制造商技术条件中规定的充电终止电压时转恒压充电，至充电电流降至  $0.05I_1$  时停止充电，充电后静置 1 h。

### 6.2.2 预处理

6.2.2.1 正式测试开始前，所有电池单体、电池模块应先进行预处理循环。步骤如下：

- a) 按照 6.2.1 进行标准充电；
- b) 以制造商规定的且不小于  $1I_3$  的电流放电至制造商规定的放电终止条件；
- c) 静置 1 h(或制造商提供的不大于 1 h 的静置时间)；
- d) 重复步骤 a)~c)。

6.2.2.2 如果电池单体连续 3 次的放电容量极差小于额定容量的 3%，则认为电池单体完成了预处理，预处理循环终止，取最后 3 次试验结果平均值作为实际容量。

6.2.2.3 如果电池模块连续 2 次的放电容量极差小于额定容量的 3%，则认为电池模块完成了预处理，预处理循环终止，取最后 2 次试验结果平均值作为实际容量。

## 6.3 基本检查

目视检查电池单体和电池模块的外观，检查电池模块的结构。

用量具测量电池单体和电池模块的外形尺寸。

用衡器测量电池单体和电池模块的质量。

## 6.4 电池单体试验

### 6.4.1 循环寿命

随机取 9 个电池单体分别按照以下步骤进行循环寿命试验：

- a) 将电池单体按照 6.2.1 进行充电；
- b) 以制造商规定且不小于  $1I_3$  的电流放电至制造商技术条件中规定的放电终止电压，静置 1 h(或制造商提供的不大于 1 h 的静置时间)，记录放电时释放的容量，然后按照制造商提供的充电方法进行充电，充电后静置 1 h(或制造商提供的不大于 1 h 的静置时间)；

c) 重复步骤 b)500 次。

如果出现不符合制造商规定的电池状态,则提前终止测试循环。

## 6.4.2 安全性能

### 6.4.2.1 过放电

随机取 2 个电池单体和 1 个通过循环寿命试验的电池单体分别按照以下步骤进行过放电试验:

- a) 将电池单体以制造商规定的且不小于  $1I_3$  的电流放电至制造商规定的放电终止条件;
- b) 以  $1I_1$  电流放电 30 min;
- c) 完成以上步骤后,在试验环境温度下观察 3 h。

### 6.4.2.2 过充电

随机取 2 个电池单体和 1 个通过循环寿命试验的电池单体分别按照以下步骤进行过充电试验:

- a) 将电池单体按照 6.2.1 进行充电;
- b) 以  $3I_1$  电流或制造商规定的最大充电电流充电,持续充电 7 h 或充电至电池单体电压达到 10 V;
- c) 完成以上步骤后,在试验环境温度下观察 3 h。

### 6.4.2.3 高温充放电循环

随机取 2 个电池单体和 1 个通过循环寿命试验的电池单体分别按照以下步骤进行高温充放电循环试验:

- a) 将电池单体放置在  $(80 \pm 2)$  °C 的温度箱中,待电池单体温度达到  $(80 \pm 2)$  °C 后,静置 30 min;
- b) 按照 6.2.1 进行充电;
- c) 重复步骤 b)20 次;
- d) 完成以上步骤后,在试验环境温度下观察 6 h。

### 6.4.2.4 低温充放电循环

随机取 2 个电池单体和 1 个通过循环寿命试验的电池单体分别按照以下步骤进行低温充放电循环试验:

- a) 将电池单体放置在  $(-10 \pm 2)$  °C 的温度箱中,待电池单体温度达到  $(-10 \pm 2)$  °C 后,静置 30 min;
- b) 按照 6.2.1 进行充电;
- c) 重复步骤 b)20 次;
- d) 完成以上步骤后,在试验环境温度下观察 6 h。

### 6.4.2.5 外部短路

随机取 2 个电池单体和 1 个通过循环寿命试验的电池单体分别按照以下步骤进行外部短路试验:

- a) 将电池单体按照 6.2.1 进行充电;
- b) 将电池单体正、负极经外部短路 1 h,外部线路电阻应小于 3 mΩ;
- c) 完成以上步骤后,在试验环境温度下观察 3 h。

### 6.4.2.6 跌落

随机取 2 个电池单体和 1 个通过循环寿命试验的电池单体分别按照以下步骤进行跌落试验:

- a) 将电池单体按照 6.2.1 进行充电;

- b) 以 1.5 m 的高度端子向下垂直跌落到混凝土地面上；
- c) 完成以上步骤后,在试验环境温度下观察 3 h。

#### 6.4.2.7 加热

随机取 2 个电池单体和 1 个通过循环寿命试验的电池单体分别按照以下步骤进行加热试验：

- a) 将电池单体按照 6.2.1 进行充电；
- b) 放入温度箱,按照 5 °C/min 速率由室温升至(150±2) °C,保持此温度 6 h 之后停止加热；
- c) 完成以上步骤后,在试验环境温度下观察 3 h。

#### 6.4.2.8 挤压

随机取 2 个电池单体和 1 个通过循环寿命试验的电池单体分别按照以下步骤进行挤压试验：

- a) 将电池单体按照 6.2.1 进行充电；
- b) 按照下列条件进行挤压试验：
  - 1) 挤压板形式:半径 75 mm 的半圆柱体,半圆柱体的长度( $L$ )大于被挤压电池单体的尺寸,如图 1 中 a)所示；
  - 2) 挤压方向:垂直于电池单体极板方向施压,如图 1 中 b)和 c)所示；
  - 3) 挤压速度:不大于 2 mm/s；
  - 4) 挤压程度:电池单体电压达到 0 V 或变形量达到 50%或挤压力达到 200 kN 或 1000 倍试验对象重量后停止挤压；
- c) 完成以上步骤后,在试验环境温度下观察 3 h。

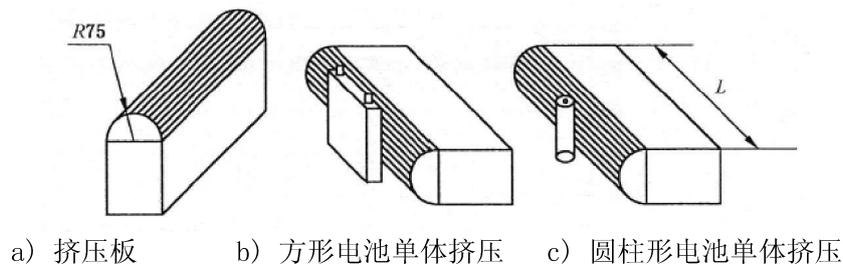


图 1 挤压板和电池单体挤压示意图

#### 6.4.2.9 针刺

随机取 2 个电池单体和 1 个通过循环寿命试验的电池单体分别按照以下步骤进行针刺试验：

- a) 将电池单体按照 6.2.1 进行充电；
- b) 用直径 5 mm~8 mm 的耐高温钢针(针尖的圆锥角为 45°~60°,针的表面应光洁,无锈蚀、氧化层和油污),以 0.1 mm/s 的速度,从垂直于极板的方向刺入 10 mm 深度或电池单体厚度的 30%,取较大值,刺入位置宜靠近所刺面的几何中心,钢针停留在电池单体中；
- c) 完成以上步骤后,在试验环境温度下观察 3 h。

#### 6.4.2.10 热失控

随机取 2 个电池单体按照以下步骤进行热失控试验：

- a) 将电池单体按照 6.2.1 进行充电；
- b) 按照以下方法之一进行热失控试验(由制造商选择)：
  - 1) 外部加热触发热失控方法,按照 GB 38031—2025 中 C.5.3.4 进行；

- 2) 内部加热触发热失控方法,按照 GB 38031—2025 中 C. 5. 3. 5 进行;
- 3) 过充电触发热失控方法,以制造商规定且不小于  $1I_3$  的电流恒流充电,监测电池单体负极端子温度,直至发生热失控时停止充电;

c) 完成以上步骤后,在试验环境温度下观察 3 h。

热失控触发判定条件:

- a) 电池单体产生电压降,且下降值超过初始电压的 25%;
- b) 监测点温度达到制造商规定的最高工作温度;
- c) 监测点的温升速率大于等于  $1\text{ }^\circ\text{C/s}$ ,且持续 3 s 以上。

当 a) 和 c) 或者 b) 和 c) 发生时,判定发生热失控。如果采用的热失控触发方法未触发热失控,为了确保安全,应证明采用如上三种方法均不会发生热失控。

#### 6. 4. 2. 11 泄压结构

随机取 5 个空电池单体外壳进行泄压结构试验。

按照制造商规定的压力值对空电池单体外壳施加压力。

#### 6. 4. 2. 12 隔膜耐热性

随机取 3 个隔膜进行耐热性试验。

将隔膜制备成  $10\text{ cm}\times 10\text{ cm}$  的样品,并放置于恒温箱内,以  $5\text{ }^\circ\text{C/min}$  从  $25\text{ }^\circ\text{C}$  升温至  $120\text{ }^\circ\text{C}$ ,并在  $120\text{ }^\circ\text{C}$  下静置 1 h,然后以  $5\text{ }^\circ\text{C/min}$  降温至  $25\text{ }^\circ\text{C}$ ,测量纵向(电池极耳方向)、横向尺寸。

纵向热收缩率按照公式(1)计算,横向热收缩率按照公式(2)计算。

$$TD = (10 - l) / 10 \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$MD = (10 - w) / 10 \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$TD$  ——纵向热收缩率;

$MD$  ——横向热收缩率;

$l$  ——样品纵向尺寸,单位为厘米(cm);

$w$  ——样品横向尺寸,单位为厘米(cm)。

### 6. 5 电池模块试验

#### 6. 5. 1 电池一致性

随机取 9 个电池模块按照以下步骤进行电池一致性试验:

- a) 将电池模块按照 6. 2. 1 进行充电;
- b) 静置 24 h;
- c) 以 5 s 为间隔,测量三次电池模块中各电池单体的电压,每个电池单体的电压取三次结果的平均值,按照公式(3)计算电压极差系数。

$$U_j = (U_{\max} - U_{\min}) / U_p \times 100 \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$U_j$  ——电压极差系数;

$U_{\max}$  ——电池模块中电池单体的最高电压,单位为伏(V);

$U_{\min}$  ——电池模块中电池单体的最低电压,单位为伏(V);

$U_p$  ——电池模块中电池单体的平均电压,单位为伏(V)。

## 6.5.2 安全性能

### 6.5.2.1 过放电

随机取 1 个通过电池一致性试验的电池模块按照以下步骤进行过放电试验：

- a) 将电池模块按照 6.2.1 进行充电；
- b) 以制造商规定的且不小于  $1I_3$  的电流放电至制造商规定的放电终止条件；
- c) 以  $1I_1$  电流放电 30 min 或者电池模块中任意电池单体电压达到 0 V；
- d) 完成以上步骤后,在试验环境温度下观察 3 h。

### 6.5.2.2 过充电

随机取 1 个通过电池一致性试验的电池模块按照以下步骤进行过充电试验：

- a) 将电池模块按照 6.2.1 进行充电；
- b) 以  $3I_1$  电流或制造商规定的最大充电电流充电,电池模块中任意电池单体电压达到 10 V 时停止充电,否则持续充电 7 h；
- c) 完成以上步骤后,在试验环境温度下观察 3 h。

### 6.5.2.3 高温充放电循环

随机取 1 个通过电池一致性试验的电池模块按照以下步骤进行高温充放电循环试验：

- a) 将电池模块放置在  $(80 \pm 2)^\circ\text{C}$  的温度箱中,待电池模块温度达到  $(80 \pm 2)^\circ\text{C}$  后,静置 30 min；
- b) 按照 6.2.1 进行充电；
- c) 重复步骤 b)20 次；
- d) 完成以上步骤后,在试验环境温度下观察 6 h。

### 6.5.2.4 低温充放电循环

随机取 1 个通过电池一致性试验的电池模块按照以下步骤进行低温充放电循环试验：

- a) 将电池模块放置在  $(-10 \pm 2)^\circ\text{C}$  的温度箱中,待电池模块温度达到  $(-10 \pm 2)^\circ\text{C}$  后,静置 30 min；
- b) 按照 6.2.1 进行充电；
- c) 重复步骤 b)20 次；
- d) 完成以上步骤后,在试验环境温度下观察 6 h。

### 6.5.2.5 外部短路

随机取 1 个通过电池一致性试验的电池模块按照以下步骤进行外部短路试验：

- a) 将电池模块按照 6.2.1 进行充电；
- b) 将电池模块正、负极经外部短路 1 h,外部线路电阻应小于  $3\text{ m}\Omega$ ；
- c) 完成以上步骤后,在试验环境温度下观察 3 h。

### 6.5.2.6 跌落

随机取 1 个通过电池一致性试验的电池模块按照以下步骤进行跌落试验：

- a) 将电池模块按照 6.2.1 进行充电；
- b) 将电池模块以 1.5 m 的高度端子向下垂直跌落到混凝土地面上；
- c) 完成以上步骤后,在试验环境温度下观察 3 h。

### 6.5.2.7 加热

随机取 1 个通过电池一致性试验的电池模块按照以下步骤进行加热试验：

- a) 将电池模块按照 6.2.1 进行充电；
- b) 放入温度箱,按照  $5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$  速率由室温升至  $(150\pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,保持此温度 6 h 之后停止加热；
- c) 完成以上步骤后,在试验环境温度下观察 3 h。

### 6.5.2.8 挤压

随机取 1 个通过电池一致性试验的电池模块按照以下步骤进行挤压试验：

- a) 将电池模块按照 6.2.1 进行充电；
- b) 按照下列条件进行挤压试验,挤压力选取见表 1：
  - 1) 挤压板形式:半径 75 mm 的半圆柱体,半圆柱体的长度(L)大于被挤压电池模块的尺寸,如图 2 中 a)所示；
  - 2) 挤压方向:垂直于电池极板方向施压,如果最容易受到挤压的方向不可获得,则垂直于电池排列方向施压,如图 2 中 b)所示；

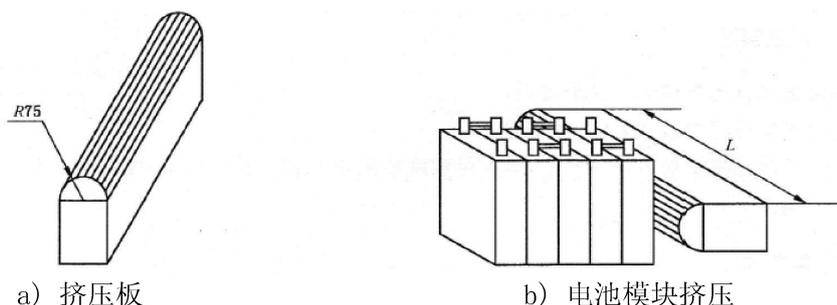


图 2 挤压板和电池模块挤压示意图

- 3) 挤压速度:不大于  $2\text{ mm}/\text{s}$ ；
- 4) 挤压程度:电池模块中任意电池单体电压达到  $0\text{ V}$  或者模块的变形量达到  $30\%$  或者挤压力达到电池模块重量的 1000 倍和表 1 所列数值中较大值后保持 10 min；
- c) 完成以上步骤后,在试验环境温度下观察 3 h。

表 1 挤压力选取

挤压面接触电池单体数量 $n$	挤压力 kN
1	200
2~5	$100 \times n$
$>5$	500

### 6.5.2.9 热扩散

随机取 1 个通过电池一致性试验的电池模块进行热扩散试验。

选取排列在电池模块中间的两个电池单体作为热失控触发对象,按照 6.4.2.10 触发热失控。

注: 电池模块由奇数  $n$  个电池单体组成时,选取第  $(n-1)/2$  和  $(n+1)/2$  个电池单体触发热失控。

## 7 检验规则

## 7.1 检验项目

电池检验项目见表 2。

表 2 检验项目

序号	检验项目		技术要求	试验方法	出厂检验	型式检验
1	外观		5.1	6.3	√	√
2	电池单体电气性能	实际容量	5.2.1.1	6.2.2	★	√
3		循环寿命	5.2.1.2	6.4.1	●	√
4	电池单体安全性能	过放电	5.2.2.1	6.4.2.1	★	√
5		过充电	5.2.2.2	6.4.2.2	★	√
6		高温充放电循环	5.2.2.3	6.4.2.3	★	√
7		低温充放电循环	5.2.2.4	6.4.2.4	★	√
8		外部短路	5.2.2.5	6.4.2.5	★	√
9		跌落	5.2.2.6	6.4.2.6	★	√
10		加热	5.2.2.7	6.4.2.7	★	√
11		挤压	5.2.2.8	6.4.2.8	★	√
12		针刺	5.2.2.9	6.4.2.9	★	√
13		热失控	5.2.2.10	6.4.2.10	★	√
14		泄压结构	5.2.2.11	6.4.2.11	★	√
15		隔膜耐热性	5.2.2.12	6.4.2.12	★	√
16		电池模块电气性能	实际容量	5.3.1.1	6.2.2	●
17	电池一致性		5.3.1.2	6.5.1	●	√
18	电池模块安全性能	过放电	5.3.2.1	6.5.2.1	●	√
19		过充电	5.3.2.2	6.5.2.2	●	√
20		高温充放电循环	5.3.2.3	6.5.2.3	●	√
21		低温充放电循环	5.3.2.4	6.5.2.4	●	√
22		外部短路	5.3.2.5	6.5.2.5	●	√
23		跌落	5.3.2.6	6.5.2.6	●	√
24		加热	5.3.2.7	6.5.2.7	●	√
25		挤压	5.3.2.8	6.5.2.8	●	√
26		热扩散	5.3.2.9	6.5.2.9	●	√
<p>注 1: √表示应进行的检验项目,★表示每批抽样检验项目,●表示制造商自行选定的检验项目。</p> <p>注 2: 若电池单体或电池模块的正负极端子不在同一平面,需额外进行 1 次跌落试验,额外提供 1 个电池单体或电池模块。</p>						

## 7.2 抽样

型式检验的样品应从出厂检验合格的产品中随机抽取。

抽样基数:电池单体不少于 300 个,电池模块不少于 30 个,空电池单体外壳不少于 10 个,隔膜试样不少于 10 个。

样品数量:电池单体 29 个,电池模块 9 个,空电池单体外壳 5 个,隔膜试样 3 个。

## 7.3 判别规则

任意试验项目中任意次试验不合格,应判定该项目不合格。

任意项目不合格,应判定该产品不合格。

## 8 运输和储存

### 8.1 运输

8.1.1 电池运输应采用厢式车辆,不应采用敞开式车辆盖篷布方式运输。

8.1.2 电池运输中 SOC 应不高于 30%,在运输中不应倒置或受剧烈机械冲击、暴晒和雨淋。

8.1.3 电池在装卸过程中,应轻搬轻放,严防摔掷、翻滚和重压。

### 8.2 储存

8.2.1 电池应储存在温度为 5℃~40℃,干燥、清洁及通风良好的仓库内,不应与易燃易爆物品混放。

8.2.2 电池储存时 SOC 不应高于 40%,不应倒置及卧放,应避免机械冲击或重压。

8.2.3 电池储存时不应受阳光直射,距离热源不应少于 2 m。

8.2.4 电池在储存时应按照制造商规定的周期定期进行充电。

## 中华人民共和国矿山安全行业标准

KA 27.1—2025

### 煤矿水害防治 第1部分：顶板水害防治

Coal mine water disaster prevention and control—  
Part 1: Prevention and control of roof water disaster

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 一般要求 .....	1
5 顶板水害探查 .....	2
6 顶板水害治理 .....	2
7 顶板水害预防 .....	5
8 安全评价 .....	6
参考文献.....	7

## 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：开滦(集团)有限责任公司、中煤科工西安研究院(集团)有限公司、中检集团公信安全科技有限公司、国家矿山安全监察局河北局、冀中能源集团有限责任公司、中煤科工开采研究院有限公司、西安科技大学、华北科技学院。

本文件主要起草人：冯玉、才向军、李旗、王柏林、王克新、刘英锋、常建良、张雷、连会青、张玉军、姬战锁、宋德旺、王苏健、邢斌、张宏志、白林、张辉、王革纯、刘建伟、刘连柏、王浩坤、杨哲楚、李军朝、陈永现。

本文件为首次发布。

# 煤矿水害防治

## 第 1 部分:顶板水害防治

### 1 范围

本文件规定了煤矿顶板含水层水害防治的术语和定义、一般要求、顶板水害探查、顶板水害治理、顶板水害预防、安全评价的技术要求。

本文件适用于煤层采掘受顶板含水层水害威胁矿井的防治工作。

### 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/T 29639 生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则

GB/T 40130 煤矿专门水文地质勘查规范

GB/T 50451 煤矿井下排水泵站及排水管路设计规范

DZ/T 0285 矿山帷幕注浆规范

KA/T 1 井下探放水技术规范

KA/T 8 矿区地下水动态长期观测技术规范

KA/T 22.2 矿山隐蔽致灾因素普查规范 第 2 部分:煤矿

MT/T 865 导水裂缝带高度的钻孔冲洗液漏失量观测方法

MT/T 1201.4 煤矿感知数据联网接入规范 第 4 部分:水害防治  
《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》

### 3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

### 4 一般要求

4.1 顶板含水层水害防治应按查明条件、综合治理、效果检验、安全评价的原则开展,煤矿企业、矿井应结合实际情况制定顶板水害防治技术路线。

4.2 采动影响范围内的煤层顶板含水层影响采掘安全时,应采用综合疏放、注浆改造含水层、帷幕截流、疏干(降)开采、控制导水裂隙带高度等方法开展顶板水害防治工作,消除威胁并安全评价合格后,方可进行采掘活动。

4.3 煤层顶板存在富水性中等以上含水层威胁的矿井,应实测垮落带、导水裂隙带发育高度,测定方法应按照 MT/T 865 或 KA/T 22.2 的规定执行。

4.4 在松散含水层下开采时,应按照水体采动等级留设防水、防砂或者防塌等不同类型的煤(岩)柱,水体采动等级按照《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》的规定执行。

4.5 在基岩含水层或者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煤(岩)柱、采用疏干(降)、注浆改造含水层等方法保证安全开采。

4.6 矿井应编制包含顶板水害在内的水害专项应急预案和现场处置方案,并做好落实。应急预案应符合 GB/T 29639 有关要求。

4.7 煤矿企业、矿井应确保顶板水害防治工程的资金投入,资金计划经主要负责人批准后组织实施。

4.8 煤矿企业、矿井应进行包含顶板水害在内的防治水知识教育和培训,对防治水专业人员进行新技术、新方法的再教育,提高防治顶板水害的工作技能和有效处置水害的应急能力。

## 5 顶板水害探查

5.1 矿井应查明 3 年~5 年生产规划区域煤层顶板含水层水文地质特征、地质构造发育及其导(含)水性、基岩面起伏变化情况以及古河床冲刷带的位置、深度、富水性。

5.2 受顶板砂(砾)岩裂隙含水层、灰岩含水层水害威胁的矿井,应查明含水层厚度、空间分布、富水性、补径排条件、煤层开采后导水裂隙带发育高度以及隔水层、风化带分布情况。

5.3 受顶板松散含水层水害威胁的矿井,应查明含水层的埋藏分布条件、富水性、水理性质、渗透系数、水位等,查明开采煤层上覆基岩厚度、岩性组合及构造发育情况。

5.4 煤层顶板存在半固结、弱胶结岩层可能发生水砂溃涌的矿井,应查明半固结、弱胶结岩层埋藏分布条件、含(隔)水性、水理性质、成分组成以及力学性质。

5.5 回采工作面圈出后,应首先进行综合物探工作。对工作面内的构造情况及回采影响范围内的顶板含水层富水性各采用至少一种相应的物探手段分别进行探测,确定富水异常区,对富水异常区应进行钻探探查。

5.6 探查工程施工前应编制探查设计,内容应包括探查范围、探查目的、探查手段、技术方法、工程布置、安全技术措施、工程量及资金预算。

5.7 探查工程完成后,应编制探查总结分析报告,内容应包括完成的工程量、查明的地质和水文地质条件、危险性评价、防治技术措施。

5.8 探查设计和总结分析报告内容应符合 GB/T 40130 和 KA/T 22.2 的规定。

## 6 顶板水害治理

### 6.1 综合疏放

#### 6.1.1 适用条件

适用于补给量较小的顶板基岩含水层水害治理的情形。

#### 6.1.2 技术要求

##### 6.1.2.1 总体要求

综合疏放根据具体条件,应采用区域疏放、掘进疏放、回采疏放等方法,其中区域疏放以采(盘)区为单位进行,掘进疏放、回采疏放效果应满足工作面采掘安全的需要。

疏放采用地面钻孔抽水、井下钻孔疏水的方式进行。地面钻孔设计应符合 GB/T 40130 的规定,井下钻孔设计、施工应符合 KA/T 1 的规定。

##### 6.1.2.2 区域疏放

区域疏放应符合以下要求:

- a) 区域疏放应在区域富水区预测基础上进行,综合分析导水裂隙带高度、顶板含水层赋存状况及富水性,开展疏(抽)水试验,进行可疏性评价,编制区域疏放水方案;
- b) 区域疏放水方案应包含顶板疏放水工程、疏水目标及区域防治水措施,必要时预先开掘专用疏水巷道,提前在疏水巷道进行区域疏放水工作;
- c) 疏放水钻孔应根据水文地质条件布置,对于构造和富水性异常区域应加密布孔,同时布置一定数量的水文监测孔;
- d) 对距煤层较远、富水性中等以上存在水害威胁的顶板含水层可采用大功率钻机或定向钻机超前疏放、自然疏排等方法进行防范;
- e) 区域疏放水方案应由煤矿企业技术负责人批准后执行。

### 6.1.2.3 掘进疏放

掘进疏放应符合以下要求:

- a) 受顶板含水层水害威胁的区域,巷道掘进前,应编制完成《工作面水文地质情况分析报告和水害防治措施》,综合分析顶板含水层威胁程度;编制掘进疏放水设计,确定疏放水目标,预计疏放水量,并提出排水能力要求;
- b) 巷道掘进过程中井下疏放水应施工钻场或泄水巷,明确钻场或泄水巷施工层位、技术要求。建立排水系统后,施工疏放水钻孔;
- c) 钻孔间距和数量根据水文地质条件确定;
- d) 掘进疏放水设计应由煤矿总工程师批准后执行。

### 6.1.2.4 回采疏放

回采疏放应符合以下要求:

- a) 受顶板含水层水害威胁的回采工作面,应编制疏放水设计,确定疏放水目标,预计疏放水量,并提出排水能力要求;
- b) 对富水异常区,应加密疏放钻孔布置;
- c) 疏放水工程应在回采前完成;
- d) 回采疏放水设计应由煤矿总工程师批准后执行;
- e) 对距煤层较远、富水性中等以上的顶板含水层,不存在导水构造,对煤层开采不存在溃水威胁的情形,可采取自然疏排的方法。

### 6.1.3 效果检验

按以下要求实施效果检验:

- a) 动态分析疏水钻孔水量、水压(位)等相关数据,确保疏水效果达到疏水方案(设计)要求;
- b) 施工检验孔,检验孔数量应满足工作面走向长度每 500 m 内至少施工 1 个,检验孔的水量、水压(位)满足疏水方案(设计)要求;
- c) 水文监测孔的水压(位)达到疏放水方案(设计)的要求。

## 6.2 注浆改造含水层

### 6.2.1 适用条件

适用于开采影响范围内存在富水性中等以上松散层含水层或富水性强以上基岩含水层,补给充沛不具备疏放条件,顶板含水层具有可注性的情形。

## 6.2.2 技术要求

6.2.2.1 分析水文地质条件,进行注浆试验,评价含水层注浆改造的可行性,编制含水层注浆改造方案。

6.2.2.2 含水层注浆改造方案内容应包括水文地质条件分析、注浆改造目的层、钻孔布设、压水试验、注浆材料、设备、注浆参数及工艺、注浆站设置、改造标准、封孔要求、效果检验,经煤矿企业技术负责人批准后执行。

## 6.2.3 效果检验

按以下要求实施效果检验:

- a) 利用注浆孔漏失量、注浆量、注浆压力等指标动态分析综合评价注浆效果是否达到方案要求;
- b) 施工检验孔,通过取心、压水试验等方法检验注浆效果,受注层的富水性、渗透性应达到相对隔水层标准或满足方案要求,重点对漏失量大、注浆量大的地段施工检验孔检验注浆效果。

## 6.3 帷幕截流

### 6.3.1 适用条件

适用于煤层顶板富水性强的含水层,对开采区域补给量较大,不易疏干(降)或疏干(降)经济不合理的情形。

### 6.3.2 技术要求

6.3.2.1 帷幕截流应根据水文地质条件进行可行性评价研究,开展帷幕建设条件勘探,查明地层层序、地质构造、边界条件以及含水层水文地质工程地质参数,必要时开展地下水数值模拟研究,确定采用垂向帷幕或横向帷幕形式。

6.3.2.2 帷幕截流方案应包括帷幕形式、建造方法、断面、厚度、边界以及达到的截流标准。

6.3.2.3 帷幕截流方案由煤矿企业技术负责人批准后执行。

6.3.2.4 帷幕注浆工程应参照 DZ/T 0285 的规定实施。

6.3.2.5 帷幕工程竣工后应开展监测工作,建立帷幕墙内外含水层水位(压)动态观测网,实现帷幕墙内外含水层水位(压)的动态监测预警。

### 6.3.3 效果检验

按以下要求实施效果检验:

- a) 通过施工钻孔取心、压注水试验等检验帷幕墙厚度、深度、抗渗性、强度,检验结果应符合方案要求;
- b) 通过抽(放)水试验、帷幕墙内外水位(压)对比、施工前后涌水量变化等方法综合分析帷幕墙截流效果。

## 6.4 疏干(降)开采

### 6.4.1 适用条件

适用于开采影响范围内煤层顶板存在松散层、半固结、弱胶结含水层,受溃水溃砂威胁的情形。

### 6.4.2 技术要求

6.4.2.1 目标含水层应进行疏干(降)试验,测定目标含水层的水文地质参数,预计单孔疏水量、影响半

径等,确定钻孔布置。

6.4.2.2 疏干(降)试验应按以下要求开展:

- a) 预计涌水量和评价可疏干性,建立水文动态观测网,观测疏干(降)速度和疏干(降)半径;
- b) 在疏干(降)开采试验中,应观测研究垮落带、导水裂隙带发育高度,溃水溃砂的最小垂直距离,疏水钻孔超前安全距离。

6.4.2.3 疏干(降)方案应符合以下要求:

- a) 根据勘探成果和疏干(降)试验编制疏干(降)方案,疏干(降)方案应包括疏干(降)地段、疏干(降)目标、疏干(降)工程的布置、规模、种类、施工设备、施工工艺;
- b) 钻孔密度根据疏干(降)试验结果确定,疏干(降)能力应超过充水含水层的天然补给量;
- c) 疏干(降)工程应尽可能靠近被疏干(降)含水层的低洼处;
- d) 方案中应包括溃水溃砂引起地面塌陷的预测及处理方法;
- e) 疏干(降)采用地面钻孔抽水、井下钻孔疏水的方式,地面钻孔设计应符合 GB/T 40130 的规定,井下钻孔设计、施工应符合 KA/T 1 的规定;
- f) 疏干(降)方案经煤矿企业技术负责人组织批准后执行。

6.4.3 效果检验

按以下要求实施效果检验:

- a) 施工检验钻孔,钻孔涌水量、含砂量等参数满足方案要求;
- b) 目标含水层水位降至含水层底板或安全水位。

6.5 控制导水裂隙带高度

6.5.1 适用条件

适用于开采影响范围内存在不易疏干(降)或需要保护的顶板含水层的情形。

6.5.2 技术要求

6.5.2.1 控制导水裂隙带高度采煤方法主要有充填开采、部分开采、分层开采等。其中部分开采包括条带开采、限制采高等。

6.5.2.2 充填开采方案主要内容应包括采煤方法、充填工艺、充填材料、充填率、充填步距。

6.5.2.3 条带开采方案主要内容应包括条带采宽、留宽、采高、开采顺序。

6.5.2.4 限制采高方案主要内容应包括限制采高、范围、限高措施。

6.5.2.5 分层开采方案主要内容应包括分层采厚、层数、累计采厚、开采间隔时间。

6.5.2.6 控制导水裂隙带高度采煤方案由煤矿企业技术负责人批准后执行。

6.5.3 效果检验

实测控制导水裂隙带高度开采条件下“两带”发育高度,并结合目标含水层水位监测、采后工作面涌水量观测等综合分析开采效果,效果应满足设计要求。

7 顶板水害预防

7.1 留设安全煤(岩)柱

采用顶板含水层水害治理方法无法实现安全开采或经济不合理时,应依据《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》相关要求留设防水、防砂或者防塌等不同类型的安全煤(岩)柱。

## 7.2 建立健全排水系统

排水系统建设应符合以下要求：

- a) 受顶板含水层水威胁的采掘工作面应建立健全排水系统，排水能力应不小于工作面预计最大涌水量的 1.5 倍；
- b) 预计采掘工作面涌水量较大时，应建立煤水分离系统或施工泄水巷，采取沉淀或引流措施；
- c) 疏放顶板含水层需建立采区排水系统的，采区排水系统建设应符合 GB/T 50451 的规定。

## 7.3 监测监控

受顶板含水层水威胁的矿井应建立健全顶板含水层动态监测系统及水害风险监测预警系统，系统建设应符合 KA/T 8 和 MT/T 1201.4 的规定。

## 8 安全评价

8.1 受顶板含水层水害威胁的工作面掘进前应完成安全评价，安全评价应包含在掘进工作面的《水文地质情况分析报告和水害防治措施》中。

8.2 工作面回采前，应编制《专门水文地质情况评价报告和水害隐患治理情况分析报告》，对回采工作面进行安全评价，原则上不得分段评价。因工作面走向长度较大，含水层疏放或疏干（降）不能一次完成的，工作面可以分段评价，每段评价长度不小于 500 m 和半年开采长度，评价超前距不小于 100 m，分段评价标准应一致。

8.3 开展注浆改造含水层、帷幕截流等顶板水害专项治理工程，应开展治理工程效果评价，由煤矿企业技术负责人审批。

### 参 考 文 献

- [1] 《煤矿安全规程》(应急管理部令 第17号)
  - [2] 《煤矿防治水细则》(煤安监调查〔2018〕14号)
  - [3] 《煤矿地质工作细则》(矿安〔2023〕192号)
  - [4] 《煤矿防治水“三区”管理办法》(矿安〔2022〕85号)
  - [5] NB/T 10727—2021 煤矿膏体充填开采技术规范
  - [6] DB13/T 2528.1—2017 河北省地方标准《煤矿水害防治 第1部分 顶板水害防治》
  - [7] DB34/T 4442.1—2023 安徽省地方标准《煤矿水害防治 第1部分 顶板水害防治》
  - [8] 武强等,《煤矿防治水手册》,煤炭工业出版社,2013
  - [9] 魏久传等,《矿井地质手册》,煤炭工业出版社,2016
-

## 中华人民共和国矿山安全行业标准

KA 27.2—2025

### 煤矿水害防治 第2部分：底板构造探查治理

Coal mine water disaster prevention and control—  
Part 2: Structure exploration and treatment of coal floor for water disaster

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 底板构造探查 .....	1
5 底板构造治理 .....	3
6 质量检查及效果检验 .....	6
附录 A (资料性) 底板构造探查物探设计提纲 .....	7
附录 B (资料性) 底板构造探查钻探设计提纲 .....	8
附录 C (资料性) 底板构造治理工程设计提纲 .....	9
参考文献 .....	10

## 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：中煤科工西安研究院(集团)有限公司、冀中能源集团有限责任公司、中检集团公信安全科技有限公司、国家矿山安全监察局河北局、开滦(集团)有限责任公司、陕西陕煤澄合矿业有限公司、华北科技学院、西安科技大学、中国矿业大学、中煤科工开采研究院有限公司。

本文件主要起草人：田干、刘英锋、王世东、王铁记、马旺、程建远、才向军、尹尚先、王苏健、王峰、宋宪旺、曾一凡、赵春虎、曾方禄、孙四清、李刚、冯海宁、张玉军、徐百龙。

本文件为首次发布。

# 煤矿水害防治

## 第2部分：底板构造探查治理

### 1 范围

本文件规定了煤矿水害防治底板构造探查治理的术语和定义、底板构造探查、底板构造治理、质量检查及效果检验的技术要求。

本文件适用于煤层底板水害的构造探查治理工作。

### 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/T 14157—2023 水文地质术语
- GB/T 15663.1—2008 煤矿科技术语 第1部分：煤炭地质与勘查
- GB/T 24505—2009 矿井井下高压含水层探水钻探技术规范
- GB/T 40130—2021 煤矿专门水文地质勘查规范
- DZ/T 0148—2014 水文水井地质钻探规程
- DZ/T 0187 地面磁性源瞬变电磁法技术规程
- DZ/T 0215—2020 矿产地质勘查规范 煤
- DZ/T 0300 煤田地震勘探规范
- KA/T 1—2023 井下探放水技术规范
- KA/T 2—2023 煤层底板石灰岩含水层超前区域治理技术规范
- KA/T 6—2023 矿井突水水源水化学判别方法
- KA/T 9—2023 煤矿地下水连通示踪试验方法
- MT/T 693 矿用无线电波透视仪通用技术条件
- MT/T 898 煤炭电法勘探规范
- NB/T 11459 煤矿井下直流电法勘探规程

### 3 术语和定义

GB/T 15663.1—2008 和 GB/T 14157—2023 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**煤层底板构造 coal floor structure**

可能诱发煤层底板水害的断层、陷落柱。

### 4 底板构造探查

#### 4.1 一般规定

4.1.1 矿井建设前应在地面查明先期开采阶段的构造发育情况。矿井建设、生产过程中应根据采区接

替进一步探查查明构造发育情况。矿井各阶段构造的勘探工作程度按照 DZ/T 0215—2020 中 5.3.2 的规定执行。

4.1.2 当采掘实际揭露与原有探查结果出入较大不能满足矿井建设与生产需要时,应开展补充勘探工作。

4.1.3 矿井新采区准备和新水平延伸前,应查明构造发育情况。

## 4.2 探查的原则

4.2.1 应遵循物探、钻探和化探等手段相结合的原则。

4.2.2 坚持“一孔多用”的原则。

4.2.3 坚持井上下物探、钻探相结合的原则。

## 4.3 探查的基本内容

4.3.1 探查断层的性质、产状、发育规模、含(导)水性、断层两侧含(隔)水层对接情况及水力联系等。

4.3.2 探查陷落柱的形状、大小;充填物的岩性、层位、密实程度和伴生构造情况;陷落柱的含(导)水性及其与主要含水层的水力联系。

## 4.4 探查方法

### 4.4.1 物探

4.4.1.1 具备地震地质条件的矿井,采掘区设计前应进行地面三维地震勘探,查明落差大于 5 m 的断层、长轴大于 20 m 的陷落柱发育情况。

4.4.1.2 根据现场实际,可选用地面瞬变电磁法、高密度电法或可控源音频大地电磁测深等物探方法,探查构造的含水性。

4.4.1.3 受底板水害威胁的掘进巷道,应采用井下直流电法或瞬变电磁法等方法探查构造的富水异常区。

4.4.1.4 工作面回采前,应采用无线电波透视或槽波地震等方法探查工作面构造发育情况;采用井下瞬变电磁法、直流电阻率测深法或音频电穿透法等方法探查构造富水异常区。

4.4.1.5 具备条件的矿井,可采用物探新技术、新方法对采掘工作面的底板构造发育情况及其富水异常区进行探查。

4.4.1.6 物探探查工程布置、方法和资料处理等,应符合 DZ/T 0187、DZ/T 0300、MT/T 898、MT/T 693 和 NB/T 11459 的规定。

### 4.4.2 钻探

4.4.2.1 采掘前,应利用钻探手段对物探探查的构造特别是构造的富水异常区进行探查和验证,查明断层、陷落柱的地质与水文地质特性。

4.4.2.2 根据底板构造发育情况,可采用普钻、定向钻相结合的探查手段。条件允许时优先采用定向钻探手段。

4.4.2.3 地面钻探探查断层的相关地质参数和含(导)水性时,应在断层两盘对孔布置。

4.4.2.4 井下钻孔孔口水压大于 5 MPa 时,应优先采用地面钻探对底板构造进行探查。

4.4.2.5 煤层内,井下原则上禁止探查水压大于 1 MPa 的充水断层、陷落柱及构造物探富水异常区。如确实需要的,可先构筑防水闸墙,并在闸墙外向内探查。

4.4.2.6 井下钻探探查底板构造时,应按照《煤矿防治水细则》规定的掘进工作面安全隔水层厚度和回采工作面突水系数计算安全隔水层厚度,选择安全隔水层厚度以下可能含水层段作为探查目标层位。

### 4.4.3 其他方法

4.4.3.1 可采用钻孔取芯、钻孔窥视、室内试验、测井等方法,探查构造的工程地质条件。

4.4.3.2 可利用抽(放)水试验、水化学分析、示踪试验等方法探查分析构造的富水性、水化学特征、连通性等。抽(放)水试验按照 GB/T 40130—2021 中 5.7、5.8 的规定执行。水化学分析、连通示踪试验按照 KA/T 6—2023 和 KA/T 9—2023 规定的技术要求执行。

### 4.5 探查要求

#### 4.5.1 一般要求

井下在揭露断层、陷落柱前,应根据预测构造的发育范围、富水性、水压等计算探查超前距,确定探查位置。

#### 4.5.2 物探

4.5.2.1 物探作业前,应根据作业区的实际情况和工作目的等编写设计,设计时充分考虑控制精度和作业环境,设计应由煤矿总工程师审批。物探设计提纲见附录 A。

4.5.2.2 井下电磁法探查构造的富水性时,巷道断面、长度应满足探测所需要的空间;距探测点 20 m 范围内不得有积水;巷道内动力电缆、大型机电设备应停电。

4.5.2.3 底板构造的发育特征及富水性可采用井下直流电法、瞬变电磁法、音频电穿透法、探地雷达、瑞利波及槽波地震、无线电波透视等方法;采煤工作面应选择电法、电磁法或弹性波法两种以上的物探方法。

4.5.2.4 施工结束后,应提交物探成果报告。物探成果应当与其他勘探成果相结合,相互验证。采区以上综合物探成果应由煤矿企业技术负责人组织验收。其他物探成果报告由煤矿总工程师组织验收。

#### 4.5.3 钻探

4.5.3.1 钻探应进行专项探查设计,内容包括钻孔结构、终孔层位、技术要求等。钻探设计提纲见附录 B。

4.5.3.2 井下探查煤层底板断层时,钻孔沿掘进方向的正前方底板方向及含水体方向应呈扇形布置,钻孔不得少于 3 个,其中含水体方向的钻孔不得少于 2 个。

4.5.3.3 井下探查陷落柱时,应根据陷落柱预测的规模和位置布孔,底板方向钻孔不得少于 3 个,有异常时应加密布孔。

4.5.3.4 井下采用普钻探查时,应对终孔孔深超过 150 m 的所有探查钻孔进行全孔测斜,孔深不足 150 m 的探查孔测斜不少于该循环总量的 30%,验证孔全部测斜。孔斜超标不能达到目标区域时,应增加探查钻孔。

4.5.3.5 钻探过程中,应对每个涌水(漏失)点的深度、层位、水量、水压(位)、水温等进行观测。

4.5.3.6 钻进时应准确判别煤、岩层厚度并记录换层深度。终孔应核实孔深。

4.5.3.7 预计钻孔揭露构造前具备条件的应进行取芯钻进,观测岩心完整性,分析构造性质、含(导)水性及发育特征。

4.5.3.8 井下钻探其他要求应按照 KA/T 1—2023 中第 10 章的相关规定执行。

## 5 底板构造治理

### 5.1 一般规定

5.1.1 存在下列情况之一的,应开展构造水害治理:

- a) 与强或极强含水层及其他水体存在水力联系的断层、陷落柱等；
- b) 井巷工程接近或穿过导(含)水构造的；
- c) 底板隐伏构造难以查明的；
- d) 底板存在导(含)水断层、陷落柱未采取措施消除威胁的。

5.1.2 对底板导水构造水压大、富水性强、注浆工程量较大的优先采用地面注浆治理。地面注浆治理可按照 KA/T 2—2023 中第 6 章的相关规定执行。

5.1.3 底板构造尚未查明的,应采用探治结合的治理方式。

5.1.4 工程实施过程中应根据实际进行设计优化,条件发生重大变化时应进行设计变更。

5.1.5 根据矿井实际条件可采取留设防隔水煤(岩)柱等防治措施。煤(岩)柱留设方法应符合《煤矿防治水细则》的相关规定。

5.1.6 探查查明含水且与其他含水层不存在水力联系的底板构造,可采用疏放水治理措施。

## 5.2 治理工程设计

### 5.2.1 一般规定

5.2.1.1 底板构造需要进行注浆治理的,应编制方案设计。治理工程设计提纲参见附录 C。

5.2.1.2 工程设计应包括但不限于以下内容:

- a) 构造水文地质条件分析；
- b) 治理思路:治理范围和层位,预期达到的治理目标；
- c) 钻探工程设计:钻探设备、钻孔布置、钻孔结构、钻探工程量和钻探技术要求等；
- d) 注浆工程设计:注浆设备、注浆方式和工艺、注浆材料,预计注浆量、注浆结束标准和注浆施工技术要求等；
- e) 治理效果检验:检验方法、技术指标和合格标准等；
- f) 工期、工程概算等；
- g) 井下钻探设计还应包括以下内容:
  - 巷道的支护形式、规格、掘进方向；
  - 钻探施工技术要求,钻探超前距、帮距及允许掘进距离；
  - 确定钻孔孔口安全装置及耐压要求；
  - 钻探施工安全技术措施,应包括通风、瓦斯及有害气体、防排水、水害应急处理等措施；
  - 工程附图,如排水路线、避灾路线图等。

### 5.2.2 钻探工程设计

5.2.2.1 钻探工程设计的原则:

- a) 探查钻孔与治理孔相结合的原则；
- b) 钻孔布置应整体控制、异常区适当加密的原则；
- c) 治理钻孔钻进方向与导水构造走向应尽可能相交的原则；
- d) 注浆治理范围和治理后隔水层厚度应满足带压开采安全要求的原则。

5.2.2.2 钻孔的超前距、钻孔与巷道之间的安全距离应参照《煤矿防治水细则》中保护煤(岩)柱尺寸的公式计算。

5.2.2.3 检查钻孔设计工程量应不少于工程量的 10%。检查孔重点布置在物探异常区、涌水量大、注浆量大、地层破碎等区段。

5.2.2.4 检查孔注浆层段应取芯,岩心采取率应不小于 70%。

5.2.2.5 钻探其他技术要求按照 GB/T 40130—2021 中 5.3、KA/T 1—2023 中 5.2 和 KA/T 2—2023

中 5.3 的相关规定执行。

### 5.2.3 注浆工程设计

#### 5.2.3.1 注浆系统应符合以下要求：

- a) 注浆系统应包括供水、供电、制浆、灌注和计量监测等系统；
- b) 根据现场实际可以采用地面或井下注浆系统。注浆系统应满足治理工程的供水供电、材料供应、注浆能力、注浆压力、管路长度等技术要求；
- c) 注浆系统应选用与设计压力相匹配的变量泵组，单管输浆能力应至少满足单泵最大流量的要求，注浆管路应至少能承受 1.5 倍的最大注浆压力，注浆压力表的量程应不小于设计注浆终压的 1.5 倍。

5.2.3.2 根据底板构造不同地质及水文地质条件选择水泥、黏土、粉煤灰、骨料等适合的注浆材料。一般情况下应采用水泥单液浆，必要时可采用骨料、黏土水泥混合浆、粉煤灰水泥混合浆或水泥—水玻璃双液浆等。预计单孔注浆段注浆量按照公式(1)进行计算：

$$Q = A\pi R^2 H\mu\beta/m \dots\dots\dots(1)$$

式中：

- Q —— 注浆量，单位为立方米(m<sup>3</sup>)；  
 A —— 浆液消耗系数，一般取 1.2~1.5；  
 R —— 浆液的有效扩散半径，单位为米(m)；  
 H —— 注浆段高，单位为米(m)；  
 μ —— 岩石空隙率，用百分比表示(%)；  
 β —— 浆液充填系数，取 0.8~0.9；  
 m —— 浆液结实率，用百分比表示(%)。

#### 5.2.3.3 注浆工艺及参数选取应符合以下要求：

- a) 注浆方式一般采用前进式分段注浆；
- b) 注浆段长度应根据构造发育区段地层特征及钻遇冲洗液消耗量(涌水量)大小综合确定；
- c) 受注段注浆终压一般为目的层静水压力的 1.5 倍~3 倍；终压稳定条件下，注浆流量不大于 60 L/min，且稳定时间不小于 30 min 时，注浆结束；注浆流量达到结束标准，持续升压超过终压无法稳压时，可结束注浆。回次注浆压力结束标准应不小于终孔压力；
- d) 回次注浆未达注浆结束标准应扫孔复注；
- e) 注浆浆液的密度一般为 1.05 g/cm<sup>3</sup>~1.60 g/cm<sup>3</sup>。

## 5.3 治理工程施工

### 5.3.1 一般规定

5.3.1.1 项目施工前应编制治理工程的施工组织设计，明确设计目的、实施方案、工程技术参数、施工技术要求等。并由煤矿总工程师组织审批后实施。

5.3.1.2 施工前应提交开工报告或申请，经煤矿总工程师审批后方可施工。

5.3.1.3 施工过程中应对施工质量、安全、进度、技术资料、工程验收等进行全面过程管控。报表应及时、详细、真实、完整填写，严禁事后补填。

5.3.1.4 施工应严格按方案设计、施工组织设计、钻探注浆安全生产操作规程等组织施工。

5.3.1.5 施工过程中条件发生较大变化时应进行方案设计变更，并经审批后实施。

### 5.3.2 钻探施工

5.3.2.1 钻探开工前应按照钻孔设计坐标进行现场测量放样，开孔后应对钻孔孔位复测。

5.3.2.2 钻孔固井应严格按照设计要求安设套管,满足注浆治理技术要求。套管下入施工、止水施工工艺应符合 DZ/T 0148—2014 中 13.7 的规定。固管耐压值应不小于注浆压力要求。

5.3.2.3 注浆段应采用清水或无固相冲洗液钻进。每个注浆段钻探完成后应充分洗孔。

5.3.2.4 每次下钻前测量每根钻杆长度,起钻时应校核钻孔深度,终孔后应有孔深验收记录,孔深误差不应大于 0.1%。

5.3.2.5 定向钻孔轨迹测量应采用随钻测斜仪,测点间距不大于 10 m。地面普钻孔应 100 m 进行一次测斜。井下普钻应符合 4.5.3.4 规定的测斜要求。

5.3.2.6 钻进过程中应进行简易水文地质观测,主要观测含水层各段初见水压(位)、稳定水压(位)、冲洗液消耗量及漏水位置、涌水量及涌水点位置等,详细记录岩层破碎、掉钻、掉块、卡钻、涌水(砂)水色变化等异常现象。

5.3.2.7 钻进过程中,应填写班报表、套管下放及固井记录表、轨迹测斜记录表、孔深验收表、简易水文地质观测记录以及钻时、冲洗液、岩屑录井记录表和岩心记录表等原始记录。

### 5.3.3 注浆施工

5.3.3.1 注浆前应进行注浆系统试运转,检查水电供应、制浆设备、注浆设备、监测设备、通信设备、孔口装置等是否正常。

5.3.3.2 回次注浆前应观测钻孔水压(位),进行注前简易压水试验,不具备压水试验条件的应进行简易放水试验。

5.3.3.3 简易压(放)水试验结束后,依据单位吸水率或钻孔涌水量确定注浆参数。

5.3.3.4 无压或低压大量充填注浆等情况下应采用间歇注浆法施工,升压后采用连续注浆至结束标准;井下巷道发生底鼓、变形或跑浆时应立即停止注浆。

5.3.3.5 注浆过程中,正在钻探施工的钻孔发生串浆时,应停止注浆,提出钻具,采用孔口压盖或多孔同注的方法处理。正在观测的钻孔发生串浆时,应采用孔口压盖的方法处理。

5.3.3.6 终孔注浆结束后可进行压水试验。井下钻孔扫孔后出水量大于  $10\text{ m}^3/\text{h}$  的应进行复注。

5.3.3.7 复注时应采用稀浆、小泵量注浆,并提高注浆压力。

5.3.3.8 终孔注浆达到结束标准后按照设计要求应进行封孔。

## 6 质量检查及效果检验

6.1 应从施工过程质量检查、地面效果检验和井下效果检验三个方面进行施工质量与效果检验。施工质量和效果检验按照 KA/T 2—2023 中第 7 章规定执行。

6.2 应采用物探手段对构造治理区域进行探查验证,有条件的可对治理区进行治理前后物探探查对比,为治理效果检验提供依据。

6.3 检查孔应对物探、注浆等异常区和构造复杂区进行钻探验证。检查孔应从钻孔的稳定涌水量、水压、水质、岩心、裂隙充填情况等方面对治理效果进行综合分析。检查孔应按照 GB/T 24505—2009 中第 5 章、第 7 章的相关技术要求进行施工。

6.4 应将钻探、注浆实际完成情况与设计指标对比分析施工质量。

6.5 突水构造治理过程中应对涌水量变化进行实时观测,定量分析堵水效果。

## 附录 A

(资料性)

### 底板构造探查物探设计提纲

#### A.1 底板构造探查地面物探设计提纲(以地面三维地震和瞬变电磁勘探为例)

A.1.1 前言

A.1.2 概况

A.1.3 地质概况和地球物理特征

A.1.4 施工方法及工程量

A.1.5 资料处理

A.1.6 资料解译

A.1.7 报告提交

A.1.8 主要技术措施

A.1.9 施工组织、工期及质量控制措施

A.1.10 附图

A.1.10.1 ××煤矿××采区地面三维地震工程布置图

A.1.10.2 ××煤矿××采区地面瞬变电磁工程布置图

#### A.2 底板构造探查井下物探设计提纲(以井下槽波地震勘探为例)

A.2.1 前言

A.2.2 概况

A.2.3 地质及地震地质条件

A.2.4 槽波地震探测方法简介

A.2.5 施工方法及工程量

A.2.6 资料处理、解译及报告提交

A.2.7 主要技术措施

A.2.8 施工组织、工期及质量控制措施

A.2.9 附图

××煤矿××工作面槽波地震探查工程布置图

**附 录 B**  
(资料性)  
**底板构造探查钻探设计提纲**

- B.1 前言**
- B.2 矿井概况**
- B.3 矿井地质及水文地质**
  - B.3.1 地质概况**
  - B.3.2 水文地质概况**
- B.4 底板构造水害分析**
  - B.4.1 构造基本概况**
  - B.4.2 构造区水害分析**
  - B.4.3 构造存在主要水害隐患**
- B.5 钻探工程设计**
  - B.5.1 设计原则及技术路线**
  - B.5.2 钻探设计**
    - B.5.2.1 钻场设计**
    - B.5.2.2 钻孔布置**
    - B.5.2.3 钻孔结构**
    - B.5.2.4 钻探技术要求**
- B.6 水文地质试验**
- B.7 临时排水系统**
- B.8 安全技术措施**
- B.9 工程量、工期及费用**
- B.10 设计说明**
- B.11 附图**
- B.12 附表**

## 附 录 C

(资料性)

### 底板构造治理工程设计提纲

- C.1 前言
- C.2 矿井概况
- C.3 地质及水文地质概况
  - C.3.1 区域地质概况
  - C.3.2 矿井地质概况
  - C.3.3 水文地质概况
  - C.3.4 底板构造水害特征
- C.4 综合治理思路
  - C.4.1 目标及任务
  - C.4.2 治理思路
- C.5 治理工程设计
  - C.5.1 设计依据
  - C.5.2 钻探工程设计
    - C.5.2.1 钻孔布置原则
    - C.5.2.2 钻探工程布置
    - C.5.2.3 钻孔结构
    - C.5.2.4 钻探技术要求
  - C.5.3 注浆工程设计
    - C.5.3.1 注浆站设计
    - C.5.3.2 注浆工艺
    - C.5.3.3 注浆材料及注浆量
    - C.5.3.4 注浆参数
    - C.5.3.5 注浆技术要求
  - C.5.4 治理效果检验
- C.6 工程量、工期及费用预算
- C.7 附图
- C.8 附表

参 考 文 献

- [1] 《煤矿安全规程》(应急管理部令 第 17 号)
  - [2] 《煤矿防治水细则》(煤安监调查〔2018〕14 号)
  - [3] 《煤矿地质工作细则》(矿安〔2023〕第 192 号)
  - [4] GB 51070—2014 煤炭矿井防治水设计规范
  - [5] NB/T 10730—2021 煤矿井下断层导水性探查与治理技术规范
-

## 中华人民共和国矿山安全行业标准

KA 27.3—2025

### 煤矿水害防治

### 第3部分：煤层底板井下注浆改造与加固

Coal mine water disaster prevention and control—Part 3: Underground  
grouting transformation and reinforcement of coal seam floor

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 设计 .....	1
6 施工 .....	3
7 质量检查与效果验证 .....	4
8 验收与总结 .....	5
附录 A (资料性) 工作面底板注浆改造与加固设计提纲 .....	6
附录 B (资料性) 工作面底板注浆改造与加固竣工及效果评价报告提纲 .....	7
参考文献 .....	8

## 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：赵鹏飞、张现辉、冯海宁、王皓、刘芳亮、刘银波、王卓、李冬红、郭海书、杨策、李建虎、尹松良、张会松、陈龙、孙鑫、刘钰鑫、孙辽、吕鹏飞、尚冀玮、吕兴立、付庆伟、徐耀标。

本文件为首次发布。

# 煤矿水害防治

## 第3部分：煤层底板井下注浆改造与加固

### 1 范围

本文件规定了带压开采条件下煤层底板井下注浆改造与加固工程的术语和定义、一般规定、设计、施工、质量检查与效果验证、验收与总结的技术要求。

本文件适用于带压开采煤矿开展的煤层底板井下注浆改造与加固工程。

### 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/T 14157 水文地质术语

GB/T 15663.1 煤矿科技术语 第1部分：煤炭地质与勘查

KA/T 1 井下探放水技术规范

MT/T 1201.4 煤矿感知数据联网接入规范 第4部分：水害防治

MT/T 1201.6 煤矿感知数据联网接入规范 第6部分：工业视频

### 3 术语和定义

GB/T 14157 和 GB/T 15663.1 界定的术语和定义适用于本文件。

### 4 一般规定

4.1 开展井下底板注浆改造与加固前，应编制治理工程设计，由煤矿总工程师组织审批，设计提纲见附录 A。

4.2 超前探放水钻孔兼作注浆改造与加固钻孔使用的，钻孔终孔深度应满足采煤工作面突水系数不大于 0.1 MPa/m。

4.3 存在预计孔口水压大于 5 MPa、底板破坏深度大于隔水层厚度或者突水系数大于 0.1 MPa/m 情况的，应进行可行性论证，并报上级煤矿企业技术负责人审批，若无上级煤矿企业应组织专家评审。

4.4 工程结束后由煤矿企业技术负责人组织效果评价，若无上级煤矿企业应组织专家评价验收，竣工及效果评价报告提纲见附录 B。

4.5 具备条件的煤矿可以采用井下定向钻机、开孔定向仪、扶正器、远程高清视频等先进手段，提高施工效能。

### 5 设计

#### 5.1 治理范围

井下底板注浆改造与加固工程，对治理区应按全面改造与加固工作面底板含（隔）水层的原则进行

设计,均匀布孔,加固范围应按《煤矿防治水细则》公式(附 6-3)进行计算,钻孔轨迹覆盖范围应不小于工作面外围 30 m。

## 5.2 目标层选取

注浆改造与加固层位应选择在底板破坏带以深,具备可注性且治理后满足带压开采要求的层位。

## 5.3 钻探设计

### 5.3.1 钻场选取

钻场位置应选择在围岩稳定地段,钻场设计应包含钻场位置、规格、支护方式等,以满足作业安全和利于施工为原则。

### 5.3.2 布孔方式

5.3.2.1 钻孔方位应与构造裂隙发育方向垂直或斜交。突水系数不大于 0.06 MPa/m 时,针对构造发育区重点布孔;突水系数大于 0.06 MPa/m 时,按实测浆液扩散半径均匀布孔,无实测数据的按照终孔间距 40 m~60 m 均匀布孔,对以下区域应加密布孔:

- 物探异常区;
- 断层破碎带、褶曲轴部、隔水层异常变薄带或裂隙异常发育带;
- 存在原始导升能力高、涌水量异常、静水压力高、水量衰减速度慢、水质与目标含水层接近、注浆量大等特点的水文异常区域;
- 工作面初次来压等应力集中区;
- 在靠近井下巷道、采空区、井筒等注浆终压不宜过大的区域。

### 5.3.3 钻孔设计

#### 5.3.3.1 设计内容

设计应包括注浆孔设计和检查孔设计,明确钻场、目标层、单孔设计参数、偏斜要求、钻孔平剖面图、钻孔结构、施工顺序、涌水量预计及避灾联系汇报流程要求和灾害处理措施,特殊情况的处理、排水系统、瓦斯监测要求和避灾路线等。

#### 5.3.3.2 技术要求

5.3.3.2.1 止水套管应满足以下要求:

- 止水套管长度应符合《煤矿防治水细则》第四十八条要求;
- 止水套管末端应与巷道底板留有足够的安全煤(岩)柱;
- 进行耐压试验时,扫孔应超过止水套管底端 0.5 m~1.0 m,耐压试验压力达到设计值,稳定 30 min 以上,孔口周围无渗水现象即为合格,否则应重新注浆固管。止水套管耐压压力应不小于设计注浆终压。

5.3.3.2.2 检查孔应符合以下要求:

- 设计检查孔数量应不小于设计注浆孔数量的 20%,重点对构造和底板裂隙发育区段、物探异常区、初次来压等应力集中区、单孔涌水量超标(大于 10 m<sup>3</sup>/h)或单孔注浆量异常的区域进行检查;
- 检查孔终孔位置与注浆孔终孔位置平距一般不大于 1/2 布孔间距,终孔层位一般不大于注浆深度;
- 检查孔单孔涌水量应不大于 10 m<sup>3</sup>/h,当大于 10 m<sup>3</sup>/h 时,应按注浆孔处理并再次进行效果检

验,直至达标。

#### 5.3.3.2.3 钻孔测斜应满足以下要求:

- 采用普钻成组施工的,每组钻孔测斜数量占比不少于 30%;
- 对揭露层位与预计层位出现较大偏差的钻孔、注浆加固断层(陷落柱等构造)薄弱带的钻孔、出现水文异常(水量、水压、水温等)的钻孔进行测斜;
- 检查孔应全部测斜;
- 实际测斜深度应满足能明确判定终孔层位的需要,原则上不小于实际孔深 90%;对于偏差较大达不到设计要求的应重新补孔。

### 5.4 注浆设计

#### 5.4.1 注浆系统

5.4.1.1 应建立满足煤矿底板注浆改造与加固、超前注浆和注浆堵水等需要的集中注浆站,能够制取密度在  $1.05 \text{ g/cm}^3 \sim 1.60 \text{ g/cm}^3$  范围内的粘黏土、水泥、粉煤灰的单液浆及多种混合浆液;并配备与注浆能力及注浆压力相匹配的注浆管路系统。

5.4.1.2 有条件的煤矿可建立地面自动化注浆站,采用电脑自动控制的高速涡流制浆系统,实现浆液自动配比、注浆参数自动监测、注浆量自动计量。

#### 5.4.2 压(放)水试验

5.4.2.1 终孔水量不大于  $10 \text{ m}^3/\text{h}$  或无水时,应进行压水试验,根据压水试验结果确定注浆参数。

5.4.2.2 进行放水试验时,应详细记录放水量、水压动态变化及相关含水层水位动态变化等。

#### 5.4.3 注浆材料及配比

5.4.3.1 注浆材料一般以水泥单液浆、黏土水泥浆或粉煤灰水泥浆为主。

5.4.3.2 浆液配比应遵循由稀到浓的原则,一般密度为  $1.05 \text{ g/cm}^3 \sim 1.60 \text{ g/cm}^3$ ,根据孔口压力变化情况进行逐级调整,在注浆量小的地段,可采用稀浆注浆。

#### 5.4.4 结束标准

孔口压力达到设计压力(不小于 1.5 倍静水压力),注浆泵吸入量小于  $60 \text{ L/min}$  且持续 30 min 以上。

## 6 施工

### 6.1 钻场要求

6.1.1 钻场应安装视频监控,相关要求应符合 MT/T 1201.4、MT/T 1201.6 的规定。按照“一孔一视频”的原则,终孔验收视频应进行拷贝、存档,保存时间应至少至工作面开采结束。

6.1.2 钻场应配备与预计钻孔最大涌水量相匹配的排水系统。

6.1.3 钻场及周边附近巷道应加强支护,并保持撤人通道畅通;钻机固定应卧到实底并采用打地锚、锚索或钎点柱方式;施工钻场 10 m 范围内应安设专用电话。

6.1.4 瓦斯等有毒有害气体监测和通风应满足安全需要。

### 6.2 钻探施工

钻探施工应按以下要求进行:

- a) 钻探施工前应编制施工安全技术措施,并由煤矿总工程师组织审批;
- b) 全面注浆改造与加固钻孔宜分阶段施工,第一阶段按设计范围均匀布孔施工,第二阶段有针对性的加密布孔施工;
- c) 在预计水压大于 0.1 MPa 的地点施工时,预先固结套管并安装与设计压力相匹配的闸阀;预计水压大于 1.5 MPa 时,应安装反压防喷装置;
- d) 钻进过程中,应采用岩粉或取芯做好判层工作,准确记录岩性描述、换层深度,并密切观测钻孔出水情况,记录出水及水量变化位置,做好水量、水压、水温观测;
- e) 施工过程中发现水文异常现象如卡(顶)钻、掉钻、塌孔、憋泵、循环液漏失、岩石破碎,钻场及周边压力显现异常、底鼓、出水等,按照 KA/T 1 有关规定采取相应措施;
- f) 钻探施工过程中的开孔、下止水套管、耐压试验、终孔等关键环节应由煤矿防治水部门组织验收,有条件的煤矿可采用开孔定向仪器、视频监控等先进手段,优化关键工序,提高施工效能;
- g) 所有钻孔终孔点垂深不得小于设计深度,测斜钻孔实际成孔轨迹不能满足注浆改造与加固设计目的时,应重新施工补充钻孔。

### 6.3 注浆施工

注浆施工应按以下要求进行:

- a) 全面注浆改造与加固注浆宜分阶段施工,第一阶段按浆液扩散半径均匀布孔全面注浆,第二阶段有针对性的加密注浆和注浆效果检验与补充注浆;
- b) 根据压水试验、放水量等情况选择注浆材料及配比,并对泵量、注浆压力、浆液比重实时监测;
- c) 根据注浆过程中孔口压力、注浆量、注浆时间、注浆效果分析适时调整注浆材料和配比;
- d) 注浆参数调整后,出现注浆压力突增或吸浆量突减等现象,应立即查明原因并及时进行处理;
- e) 注浆时应动态观测其他钻孔及附近区域串浆、跑浆等异常情况并及时处理;
- f) 注浆孔结束压力、泵量应达到设计要求,因特殊情况不满足设计要求的应分析原因,并调整设计;
- g) 每班应汇报注浆动态情况,遇异常情况及时汇报调度室及防治水部门并记录相关内容;
- h) 注浆记录应做到内容齐全无漏项、准确、无涂改,工作人员签名齐全。

### 6.4 封孔

封孔应按以下要求进行:

- a) 正常注浆钻孔终孔注浆达到结束标准即为注浆封孔,全孔无漏失或无涌水,达到终孔层位要进行压水试验,不具备注浆条件时应采用孔底返浆方式封孔;
- b) 采用孔底返浆方式封孔时,应采用单液水泥浆,浆液密度不小于  $1.50 \text{ g/cm}^3$ ;
- c) 钻孔封孔结束 72 h 后,若仍有残留水流出,应重新封孔,直至封孔良好。

## 7 质量检查与效果验证

### 7.1 钻探验证

- a) 钻孔止水套管下入、耐压试验应由防治水部门现场监督;若采用远程视频验收时,应确保视频清晰、连续;
- b) 钻孔终孔后由防治水和钻探部门联合进行现场和资料验收,核查孔深、轨迹、层位、涌水情况等,对无水钻孔可远程视频验收代替现场验收,但应确保视频清晰、连续;
- c) 注浆期间应记录注浆参数(泵量、比重、材料配比、孔口压力等)变化情况,统计单点注浆量;
- d) 治理钻孔成孔数量不应小于总体设计数量,否则补充加密;

- e) 注浆量与预计偏差较大时,应及时分析原因,排除异常情况;
- f) 检查孔终孔层位应符合设计要求;
- g) 检查孔注浆量应小于附近区域注浆钻孔注浆量,否则重新检验;
- h) 检查孔单孔涌水量应不大于  $10 \text{ m}^3/\text{h}$ ,否则应补注并再次施工检验孔,直至合格。

## 7.2 物探验证

- a) 可以采用直流电阻率电测深、瞬变电磁、音频电穿透、探地雷达、瑞利波及槽波、无线电坑透等方法探测;采煤工作面应当选择两种以上方法进行综合探测,相互验证,覆盖范围不小于注浆改造与加固范围;
- b) 对物探异常区应进行钻探验证、补注,每个工作面综合物探异常区验证钻孔数量不少于 2 个,直至治理达标。

## 8 验收与总结

8.1 钻孔注浆结束后,应对工程质量和原始资料进行验收。

8.2 钻孔单孔总结应留存备查,其主要内容包括:开孔及终孔日期、下止水套管长度、出水层位、水量、水压、注浆深度、注浆时间、浆液配比、注浆量、注浆压力、施工过程中出现事故的处理和分析、注浆质量评价等。

8.3 工程竣工后应编制竣工及效果评价报告,按设计要求从工程质量和效果验证等方面评价加固与改造效果。

附 录 A

(资料性)

工作面底板注浆改造与加固设计提纲

- A.1 工作面概况
- A.2 工作面地质及水文地质条件
- A.3 工作面底板注浆改造与加固
  - A.3.1 设计目的和原则
  - A.3.2 钻孔布置
  - A.3.3 钻孔结构
  - A.3.4 钻探技术要求
  - A.3.5 注浆系统
  - A.3.6 注浆技术要求
  - A.3.7 注浆结束标准
- A.4 安全技术措施
- A.5 附图、附表

## 附 录 B

(资料性)

### 工作面底板注浆改造与加固竣工及效果评价报告提纲

- B.1 工作面概况
- B.2 工作面地质及水文地质条件
- B.3 工作面底板注浆改造与加固
  - B.3.1 工程设计概况
    - B.3.1.1 设计原则
    - B.3.1.2 工程布置
    - B.3.1.3 钻探技术要求
    - B.3.1.4 注浆技术要求
  - B.3.2 工程施工情况
    - B.3.2.1 整体完成情况
    - B.3.2.2 钻探施工情况
    - B.3.2.3 注浆施工情况
    - B.3.2.4 井下物、钻探验证结果
- B.4 效果分析评价
- B.5 存在问题和建议
- B.6 附图、附表

参 考 文 献

- [1] 《煤矿安全规程》(应急管理部令 第 17 号)
  - [2] 《煤矿地质工作细则》(矿安〔2023〕192 号)
  - [3] 《煤矿防治水细则》(煤安监调查〔2018〕14 号)
-

## 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。

- a) 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。
- b) 存在垂向隐伏导水通道且难以查明的。
- c) 煤层底板隔水层厚度小于或等于煤层底板破坏深度的。
- d) 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：

- a) 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:

- 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。
- 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。
- 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:

- 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 kg	对应的灰重量 kg	浆液体积 m <sup>3</sup>	水占总重量比 %	水占总体积比 %	灰占总重量比 %	密度 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 精浆重量 kg	黏土浆含 黏土干料重 kg	加入的水 泥重量 kg	浆液 体积 m <sup>3</sup>	水占总 体积比 %	水占总 重量比 %	灰占总 重量比 %	土占总 重量比 %	土占干料 重量比 %	密度 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 kg	黏土浆含黏土干料重 kg	加入的水泥重量 kg	浆液体积 m <sup>3</sup>	水占总体积比 %	水占总体重量比 %	灰占总体重量比 %	土占总体重量比 %	土占干料重量比 %	密度 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 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

## 中华人民共和国矿山安全行业标准

KA 27.5—2025

### 煤矿水害防治 第5部分：老空水害防治

Coal mine water disaster prevention and control—  
Part 5: Goaf water prevention and control

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 .....	2
5 老空水探查 .....	2
6 老空水治理 .....	4
7 老空水监控 .....	5
附录 A(资料性) 老空区水害分析预测表 .....	6
附录 B(资料性) 探放老空水作业设计与安全技术措施 .....	7
参考文献 .....	8

## 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：华北科技学院、中煤科工西安研究院(集团)有限公司、防灾科技学院、国家矿山安全监察局河北局、冀中能源集团有限责任公司、中国大唐集团能源投资有限责任公司、开滦(集团)有限责任公司、西安科技大学、中国矿业大学(北京)。

本文件主要起草人：尹尚先、连会青、徐斌、刘英锋、张耀文、尹慧超、张巧卓、王桦、夏向学、晏涛、李海君、曾一凡、周禹良、曹敏、张现辉、杨军辉、田干、赵鹏飞、刘阔林、李雄飞、刘芳亮、刘连柏、王钢、王玉国、赵鹏、张义安、黄辉、李建虎、李军朝、王苏健、郭国强、梁满玉、王屹、吕雷彬、詹云虹。

本文件为首次发布。

# 煤矿水害防治

## 第5部分：老空水害防治

### 1 范围

本文件规定了老空水害防治的术语和定义、一般规定、老空水探查、老空水治理及老空水监控。  
本文件适用于煤层采掘受老空水害威胁矿井的防治工作。

### 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/T 14157 水文地质术语

GB/T 15663.1 煤矿科技术语 第1部分：煤炭地质与勘查

GB/T 37807 露天煤矿井采空区勘查技术规范

GB/T 40130 煤矿专门水文地质勘查规范

GB 51070 煤炭矿井防治水设计规范

KA/T 1 井下探放水技术规范

KA/T 7 煤矿水化学分析方法

KA/T 22.2 矿山隐蔽致灾因素普查规范 第2部分：煤矿

### 3 术语和定义

GB/T 15663.1 和 GB/T 14157 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**老空区积水量** **water accumulation in goaf**

赋存于老空区的积水，由静态储水量以及动态补给量两部分构成。

#### 3.2

**积水线** **water accumulation boundary**

经过调查确定的积水边界线。

#### 3.3

**探水线** **water exploration line**

用钻探方法进行探水作业的起始线。

#### 3.4

**警戒线** **warning line**

开始加强水情观测、警惕积水威胁的起始线。

#### 3.5

**可采区** **exploitable mining area**

矿井水文地质条件清楚、水害防治措施到位的区域。

3.6

**缓采区 mining-suspended area**

矿井未达到水文地质条件清楚、水害防治措施到位的区域。

3.7

**禁采区 forbidden exploitation area**

矿井经安全论证和经济技术比较,目前治理措施难以达到安全开采或者经济上不合理的区域。

3.8

**循环放水 circulating drainage**

通过分阶段放水与动态监测逐步疏放老空积水,直至消除水害威胁的技术流程。

3.9

**老空动态水补给量 dynamic water recharge quantity of old goaf**

在自然或人为因素作用下,单位时间内持续向老空区补给的水量。

4 一般规定

4.1 根据老空积水量、水压、补给量、水质、矿井现有排水能力和放水后解放的煤炭资源量等因素综合分析,煤矿老空水害防治选择“疏放、隔离”的治理方法,疏放应采用“查全、探清、放净、验准”四步工作法,探放水作业应在视频监控条件下进行。

4.2 根据老空积水量或补给源型式按以下要求选择处置方式。

——当老空有大量积水或者有稳定补给源时,应优先选择留设防隔水煤(岩)柱。

——当老空积水量较小或者没有稳定补给源时,应优先选择超前疏干(放)方法。

——对于有潜在补给源的,应采取切断补给水源或者修建防水闸墙等隔离措施。

4.3 煤矿总工程师应组织开展区域老空水害隐患普查和论证,受老空水影响的煤层按可采区、缓采区、禁采区分区管理。

4.4 煤矿企业、煤矿应制定包含老空水在内的水害应急预案和现场处置方案,并定期演练。

4.5 煤矿企业、煤矿应进行防治水知识教育和培训,对防治水专业人员进行新技术、新方法的再教育,提高防治老空水的工作技能和有效处置老空水灾的应急能力。

4.6 煤矿企业、煤矿应确保老空水防治工程的资金投入。

4.7 矿井中长期防治水规划及年度防治水计划应包含老空水防治专项措施,经批准后列入安全投入计划,并组织实施。

5 老空水探查

5.1 勘查

5.1.1 访问调查与踏勘应符合以下要求:

a) 老空水调查内容包括老空区名称、开采层位、开采范围、停采时间、积水范围、积水深度、积水量、水位(压)、老空水补给来源等情况。老窑还应调查建井时间、井筒位置、井田范围、关闭时间等,调查内容应分别填绘老空水调查台账和矿井充水性图。

b) 煤矿应组织专业技术人员走访相关知情人,同时结合矿井采掘现状及与周边矿井图纸交换情况,详细调查、收集老窑采掘形成的老空区平面和立体分布资料。

c) 针对采掘活动引起的地表裂缝、裂隙、塌陷等岩移变化情况及老窑井口位置、工业场地、井口封闭情况等进行地面踏勘。

d) 地面踏勘的技术要求按照 GB/T 37807 及 KA/T 22.2 规定执行。

## 5.1.2 现场综合探查应符合以下要求。

- a) 地面物探应结合地质、地形地貌条件、老空区和地层物性特征、干扰源特征等确定物探方法；井下物探应根据探测目的、老空区属性等确定物探方法。具体技术方法应按照 GB/T 40130 或 KA/T 22.2 中煤矿老空区探查技术要求执行。
- b) 对物探圈定的异常区应通过地面(井下)钻探进行验证。
- c) 当老空区积水来源不明时,应开展水化学动态分析。化学检测指标、水样采集处理、检测方法、检测结果的整理和校核等按照 KA/T 7 的规定执行。取样时,应采取措施防范有毒有害气体。
- d) 根据矿井老空水查明程度,划定矿井老空积水线、探水线和警戒线,并绘制在矿井充水性图和采掘工程平面图等图件上。老空探水“三线”确定依据见表 1。

表 1 老空探水“三线”确定依据

单位:米

边界名称	确定方法	煤层软硬程度	依靠调查分析判别	有一定图纸资料作参考	可靠图纸资料作依据
探水线	由积水线 平行外推	松软	100~150	80~100	30~40
		中硬	80~120	60~80	30~35
		坚硬	60~100	40~60	30
警戒线	由探水线 平行外推		60~80	40~50	20~40

## 5.1.3 老空区积水量估算按以下方法进行。

老空区积水量估算应结合物探、钻探成果,确定积水区面积、采厚,巷道断面、长度、充水系数等参数。积水量可按照公式(1)~公式(3)进行估算。

$$Q_{\text{积}} = Q_{\text{采}} + Q_{\text{巷}} \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$Q_{\text{积}}$ ——总积水量,单位为立方米( $\text{m}^3$ );

$Q_{\text{采}}$ ——老空区积水量,单位为立方米( $\text{m}^3$ );

$Q_{\text{巷}}$ ——巷道积水量,单位为立方米( $\text{m}^3$ )。

$$Q_{\text{采}} = \eta MF / \cos\theta \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

$\eta$ ——充水系数,老空区取 0.25~0.5,煤层巷道取 0.5~0.8,岩石巷道取 0.8~1.0,具体应参考各矿老空区实际充填压实情况,确定充水系数;

$M$ ——老空区平均采厚,单位为米(m);

$F$ ——积水区水平投影面积,单位为平方米( $\text{m}^2$ );

$\theta$ ——煤层倾角,单位为度( $^\circ$ );

其余符号同上。

$$Q_{\text{巷}} = \eta WL_{\text{巷}} \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

$W$ ——积水巷道断面面积,单位为平方米( $\text{m}^2$ );

$L_{\text{巷}}$ ——积水巷道长度,单位为米(m);

其余符号同上。

## 5.2 预测预报

煤矿应按以下要求对老空水开展预测预报:

- 依据水害普查论证资料或水文地质报告编制老空水害预测图,并建立老空水害分析预测表,做到一矿一图表。老空水害预测图以矿井充水性图为底图,对于已经准确判定的老空区边界,用实线标注;对于资料不清、分析预测判定的老空区,用虚线标注。老空水害分析预测表应包括水害地点、水文地质简述、预防及处理意见等信息,详细内容见附录 A;
- 依据采掘工程布置分析老空积水对采掘工程的影响程度,并明确探放水对象;根据积水量、矿井排水能力预计钻孔放水量、放水时间,确定临时排水能力。

### 5.3 探水

#### 5.3.1 设计应符合以下要求:

- a) 根据老空积水线、探水线及警戒线标绘范围,应“一场一设计、一孔一设计”,由煤矿防治水部门编制老空探水设计,由施工队伍编制探水安全技术措施,并由煤矿总工程师组织审批。
- b) 探水设计应包含探查区老空积水情况、地质及水文地质条件、巷道参数等,探水钻孔孔组布置、钻孔参数和探水设备,施工保障及安全技术措施、施工用图表等。设计应满足《煤矿防治水细则》及 KA/T 1 的规定。
- c) 有条件的矿井应采用定向钻机开展大范围、长距离探水。
- d) 老空探水施工安全技术措施,应具有针对性、可操作性,现场应严格落实和考核。预计老空水压大于 1 MPa 时,不宜在煤层中探水。探放老空水作业设计与安全技术措施见附录 B。

#### 5.3.2 施工应符合以下要求:

- a) 严格执行井下探水“三专”与“两探”要求,即由专业技术人员编制探水设计,采用专用钻机进行探水,由专业探水队伍施工,同时应采用钻探、物探两种方法,做到相互验证,查清采掘工作面及周边老空水情况。不得使用煤电钻、锚杆钻机、风锤等非专用钻机探放水。
- b) 井下探水施工应按照设计进行。
- c) 安装钻机、钻进过程中钻遇异常情况或预计有毒有害气体涌出的,应按《煤矿防治水细则》相关规定处置。

#### 5.3.3 评价应符合以下要求:

- a) 探水应查明老空水位置、范围、水位(压)和积水量。
- b) 探水结束后,应进行总结,对照探水设计分析评价探水效果。

## 6 老空水治理

### 6.1 疏放(抽排)

- 6.1.1 有条件的矿井,应采用地面钻孔或其他方式抽排老空水;如采用井下疏放老空水的,优先选择定向钻孔。
- 6.1.2 巷道掘进前,应疏降(干)影响采掘安全的顶、底板及本煤层老空积水。当与上覆采空积水间距小于 10 倍巷高或当与下伏承压采空积水间距小于安全隔水层厚度时,应在掘进前疏干(降)采空区积水或采取其他的防治水措施。
- 6.1.3 沿空掘进的下山巷道超前疏放相邻老空区积水的,在查明老空区积水范围、积水标高等情况后,可实行限压(水压小于 0.01 MPa)循环放水,应制定专门措施由煤矿总工程师审批。
- 6.1.4 疏放水过程中应密切监测水量、水压等变化情况,结合排水系统能力,控制放水孔的水量,做好通孔等防止钻孔堵塞措施。同时根据放水情况动态开展补探工作,尤其局部低洼处,直至放净或降至最低水位且放水量稳定为动态水补给量。
- 6.1.5 疏放老空水时,在钻孔揭露老空区的当班期间,带班矿领导应到钻探现场检查巡查,预计可能发生瓦斯或其他有害气体涌出的,应设有瓦斯检查员或矿山救护队员在现场值班,随时检查空气成分。若

瓦斯或其他有害气体浓度超过有关规定,应立即停止钻进,切断电源,撤出人员,并报告矿井调度室及时处理。对发生水—瓦斯共喷现象可采用水气分离装置,避免瓦斯超限。揭露老空未见积水的钻孔应及时封堵。

6.1.6 放水结束后,应对比放水量与预计积水量,无水源补给的,应达到疏干或积水位降至安全水位下;有水源补给的,积水水位降至安全水位之下,放水量稳定至与补给水量达到动态平衡,并持续放水。

6.1.7 上部老空水疏放结束后,应在积水底部及局部低洼处施工补充验证孔,保证施工到积水底部。未达到疏放要求时,应编制补充方案,并再次验证。

6.1.8 地测防治水部门提交工程效果评价报告,煤矿总工程师应组织相关部门进行审查验收。

6.1.9 老空疏放水工程效果评价内容应包括物探钻探的验证情况、钻探施工质量、施工的安全保障情况及放水全过程控制情况等。

## 6.2 隔离

6.2.1 应依据老空积水及其威胁程度,按照《煤矿防治水细则》分类留设防隔水煤(岩)柱。

6.2.2 对于无法查明或排除威胁的老空水且具备巷道截流隔离的,可建设防水闸墙;对于上山有老空区并可能有水源补给的废弃巷道,应设防水闸墙。防水闸墙的设置应按照 GB 51070 的规定执行。修建防水闸墙应按照设计、施工和验收程序进行。

## 7 老空水监控

7.1 生产建设矿井应对影响安全生产的自身及周边老空水的水位(压)、水量等进行定期观测分析,并及时更新图纸。

7.2 留有泄水孔、观测孔的老空区,应对老空积水情况进行动态监测,监测内容包括水位(压)、水量、水温、有毒有害气体等;采用留设防隔水煤(岩)柱和防水闸墙措施隔离老空水的,还应对其安全状态进行监测。

7.3 当老空积水量、水位(压)出现骤增、骤减等异常情况时,应分析原因并采取应对措施。

附 录 A  
(资料性)  
老空区水害分析预测表

XXX 煤矿采掘工作面老空水害分析预测

序号	预测水害地点	施工队	工作面上 下标高	煤层			采掘时间	水文地质 简述	预防及 处理意见	责任单位	备注
				名称	厚度	倾角					
1											
2											
……											
需要说明的问题：											

## 附录 B

(资料性)

### 探放老空水作业设计与安全技术措施

- B.1** 探放水作业区域老空积水情况。包括老空积水范围、积水量、水头高度水压、补给量,老空与上、下老空区、相邻积水区、地表河流、建筑物及断层构造的关系,积水区与含煤地层及上下含水层的水力联系等。
- B.2** 探放水区地质、水文地质条件。
- B.3** 探放水区巷道的布置、施工次序、规格和支护形式等。
- B.4** 探放水钻孔组数、个数、孔径、方位、倾角、深度,套管长度、壁厚,施工技术要求及采用的超前距与帮距。
- B.5** 探放水施工设备、钻具等。
- B.6** 探放水施工安全技术措施。包括孔口管的安装与固定、钻机运输安装、钻探操作的安全措施,受老空水等威胁地区的撤人制度、信号联系,施工现场的通风措施和瓦斯检查制度,防灭火措施,钻孔放水措施、机电管理及避灾路线等,安装视频监控监督探放水作业全过程。
- B.7** 防排水设施,如水闸门、水闸墙及水仓、水泵、管路和水沟等,排水系统能力、排水设备的维护、泄水线路的清理制度等。
- B.8** 施工工程图件。老空水体位置、老空积水区与现采掘工作面的关系图,探放水钻孔布置的平面图、剖面图及钻孔施工位置图,避灾路线图等。
- B.9** 发生透水事故的应急措施。包括应急处置基本原则、避水灾害路线、现场人员的避灾方法、应急救援方法等。

参 考 文 献

- [1] 《煤矿安全规程》(应急管理部令 第 17 号)
  - [2] 《煤矿地质工作细则》(矿安〔2023〕192 号)
  - [3] 《煤矿防治水细则》(煤安监调查〔2018〕14 号)
  - [4] T/GRM 076—2023 煤矿采空区积水探测技术规范
  - [5] T/SXDZ 030—2020 煤矿井下探放水作业规程
-

## 中华人民共和国矿山安全行业标准

KA 27.6—2025

### 煤矿水害防治 第6部分：水害风险监测预警系统

Coal mine water disaster prevention and control—  
Part 6: Water disaster risk monitoring and forewarning system

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 监测预警系统构成及功能 .....	2
6 监测预警平台 .....	2
7 监测数据管理 .....	2
8 水害预警 .....	6
9 预警响应 .....	7
附录 A(规范性) 故障提醒时间间隔 .....	8

## 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河北局提出。

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。

本文件主要起草单位：河北煤炭科学研究院有限公司、冀中能源集团有限责任公司、国家矿山安全监察局河北局、矿井水害探测与防控国家矿山安全监察局重点实验室、开滦(集团)有限责任公司、皖北煤电集团有限责任公司、淮河能源控股集团有限责任公司、中国矿业大学(北京)、中煤新集能源股份有限公司、中国平煤神马控股集团有限公司。

本文件主要起草人：贾靖、赵立松、高有身、周帅、卢钢、杜小河、冯玉、马旺、杨波、王丹、左建平、段中稳、朱昌淮、洪荒、刘宝敏、傅先杰、武斌、刘银波、孙波、冯海宁、乔顺兴、刘钰鑫、高刚、任跃武、贾龙。

本文件为首次发布。

# 煤矿水害防治

## 第6部分：水害风险监测预警系统

### 1 范围

本文件规定了煤矿水害风险监测预警系统的术语和定义、一般规定、监测预警系统构成及功能、监测预警平台、监测数据管理、水害预警、预警响应。

本文件适用于煤矿企业或煤矿针对水害风险开展的监测预警。

### 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/T 28181—2022 公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求

AQ 6201—2019 煤矿安全监控系统通用技术要求

MT/T 1201.4—2023 煤矿感知数据联网接入规范 第4部分：水害防治

MT/T 1201.6—2023 煤矿感知数据联网接入规范 第6部分：工业视频

MT/T 1233—2025 煤矿底板水害微震监测数据采集及处理规范

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**煤矿水害风险监测预警系统** coal mine water disaster risk monitoring and forewarning system

实时采集降水量数据、涌水量数据、矿井排水量数据、长观孔〔水位（压）、水温〕数据、探放水视频、微震数据、排水系统视频等水害风险相关要素监测数据，进行联网信息融合，综合研判水害风险并进行预警的系统。

#### 3.2

**四级预警** four grades forewarning

依据突水威胁严重程度，将水害风险按照高、较高、中、低4个等级进行红色、橙色、黄色、蓝色预警，对应预警等级为Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级、Ⅳ级。

### 4 一般规定

4.1 煤矿企业或煤矿建设的水害风险监测预警系统，应接入各省矿山安全监察局、国家矿山安全监察局水害平台，实现水害监测预警一体化。

4.2 煤矿水害风险监测预警系统数据接入类型、内容、流程等应满足 MT/T 1201.4—2023、MT/T 1201.6—2023 要求。

4.3 应指定专人或机构对系统进行维护，确保系统正常运行。

4.4 不得随意删除、更改、屏蔽预警信息。

4.5 煤矿水害风险监测预警系统,在投入运行前,煤矿企业或煤矿应对系统的时效性、准确性、稳定性进行1次性能检测评估,运行以后每2年进行1次性能检测评估,形成性能检测评估报告,报煤矿企业技术负责人审批。

4.6 系统应具备故障提醒功能,故障提醒时间间隔应符合附录A的规定。

## 5 监测预警系统构成及功能

5.1 煤矿水害风险监测数据应包含但不限于降水量数据、涌水量数据、矿井排水量数据、长观孔[水位(压)、水温]数据和探放水视频。根据煤矿实际条件,其他宜接入的水害监测数据包括微震数据、排水系统视频、地表水数据、地表岩层移动数据、疏(放)水工程数据等。

5.2 煤矿水害风险监测预警系统应包括数据采集、传输、处理、存储、预警、展示等模块。

5.3 系统应具备自动采集、自动传输、存储调阅、智能预警、联网共享、多维展示、手机推送等功能。

## 6 监测预警平台

### 6.1 预警平台软件

预警平台软件应符合AQ 6201—2019规定,应同时满足以下要求:

- a) 操作系统、数据库、编程语言等应满足可靠性、开放性、兼容性要求,易操作、易维护、安全、成熟,与煤矿管控平台兼容;
- b) 具有与水文监测系统外部系统联接的接口,满足降水量数据、涌水量数据、矿井排水量数据、长观孔[水位(压)、水温]数据、探放水视频、微震数据、排水系统视频等接入要求;
- c) 融合降水量数据、涌水量数据、矿井排水量数据、长观孔[水位(压)、水温]数据、探放水视频、微震数据、排水系统视频等系统监测数据,以图表、曲线图等多种方式直观展示煤矿水害风险指标数据,进行突水风险预警;
- d) 集成监测数据,连通监控视频;
- e) 通过移动端页面等方式登录操作;
- f) 具备断线提醒及预警信息声光报警、短信推送等功能。

### 6.2 预警平台硬件

预警平台硬件应符合AQ 6201—2019规定,应同时满足以下要求:

- a) 应包括系统服务器、大屏显示系统、操作台、存储等,满足可靠性、可维护性、开放性、兼容性和可扩展性等要求;
- b) 系统服务器应具备软件平台运行及存储功能,承载软件平台各项功能运转负荷;
- c) 操作台应包括平台操控电脑、固定通信设备等。

## 7 监测数据管理

### 7.1 降水量数据

#### 7.1.1 数据采集

降水量数据采集应符合以下要求:

- a) 煤矿应建立气象站或降水量监测站,具备自动监测功能;

- b) 录入监测站、设备参数等信息；
- c) 对降水量数据进行实时采集；
- d) 降水量数据通过有线、物联网等方式传输到监测系统。

### 7.1.2 数据处理及查询

降水量数据处理及查询应符合以下要求：

- a) 采用动态累计方式,按 1 h、3 h、6 h、12 h、24 h 进行数据统计；
- b) 应具备年、月、日、时降水量数据查询功能,数据应长期保存；
- c) 降水量实时及历史数据应采用图表等方式进行展示及输出。

### 7.1.3 预警管理

降水量预警管理应符合以下要求：

- a) 设置降水量阈值,进行四级预警；
- b) 查询降水量预警历史信息,对预警信息进行按条件查询、原因分析和解除。

## 7.2 涌水量数据

### 7.2.1 数据采集

涌水量数据采集应符合以下要求：

- a) 应在采区泵房、水平泵房、中央泵房水仓入口处、未封堵的主要涌(突)水点及突水危险区域的主要巷道等位置布置涌水量数据采集设备；
- b) 涌水量数据采集设备包括地面监测主站、井下监测分站、流量传感器、明渠流量计、流速测量仪等；
- c) 录入测点、设备参数等信息；
- d) 对涌水量数据进行实时采集；
- e) 涌水量数据通过有线、物联网等方式传输到监测系统。

### 7.2.2 数据处理及查询

涌水量数据处理及查询应符合以下要求：

- a) 采用动态累计方式,按日、时进行数据统计；
- b) 应具备年、月、日、时涌水量数据查询功能,数据应长期保存；
- c) 涌水量实时及历史数据应采用图表等方式进行展示及输出。

### 7.2.3 预警管理

涌水量预警管理应符合以下要求：

- a) 设置涌水量阈值,进行四级预警；
- b) 查询涌水量预警历史信息,对预警信息进行按条件查询、原因分析和解除。

## 7.3 矿井排水量数据

### 7.3.1 数据采集

矿井排水量数据采集应符合以下要求：

- a) 应在中央泵房(含直排泵房)布置矿井排水量数据采集设备；
- b) 矿井排水量数据采集设备包括地面监测主站、井下监测分站、水泵开停传感器、流量传感器等；

- c) 录入测点、设备参数等信息；
- d) 对矿井排水量数据进行实时采集；
- e) 矿井排水量数据通过有线、物联网等方式传输到监测系统。

### 7.3.2 数据处理及查询

矿井排水量数据处理及查询应符合以下要求：

- a) 采用动态累计方式,按日、时进行数据统计；
- b) 应具备年、月、日、时矿井排水量数据查询功能,数据应长期保存；
- c) 矿井排水量实时及历史数据应采用图表等方式进行展示及输出。

### 7.3.3 预警管理

矿井排水量预警管理应符合以下要求：

- a) 设置矿井排水量阈值,进行四级预警；
- b) 查询矿井排水量预警历史信息,对预警信息进行按条件查询、原因分析和解除。

## 7.4 长观孔数据

### 7.4.1 数据采集

长观孔数据采集应符合以下要求：

- a) 安装监测系统主控站、矿用水文分站及长观孔[水位(压)、水温]传感器等；
- b) 录入测点、设备参数等信息；
- c) 对长观孔[水位(压)、水温]数据进行实时采集；
- d) 长观孔[水位(压)、水温]数据通过有线、物联网等方式传输到监测系统；
- e) 水位(压)数据应精确到 0.01 m,水温数据应精确到 0.1 ℃。

### 7.4.2 数据处理及查询

长观孔数据处理及查询应符合以下要求：

- a) 应具备年、月、日、时长观孔[水位(压)、水温]数据查询功能,数据应长期保存；
- b) 长观孔[水位(压)、水温]实时及历史数据应采用图表等方式进行展示及输出。

### 7.4.3 预警管理

长观孔预警管理应符合以下要求：

- a) 设置长观孔[水位(压)、水温]阈值,进行四级预警；
- b) 查询长观孔[水位(压)、水温]预警历史信息,对预警信息进行按条件查询、原因分析和解除。

## 7.5 探放水视频

### 7.5.1 视频采集

探放水视频采集应符合以下要求：

- a) 在探放水作业区域布置视频监控；
- b) 探放水视频设备包括视频服务器、网络交换机、网络摄像头、光缆等,信息传输、交换、控制满足 GB/T 28181—2022 要求；
- c) 录入测点、设备参数等信息；
- d) 对探放水视频进行实时采集；

- e) 探放水视频通过有线、物联网等方式传输到监测系统；
- f) 视频在线状态应至少每小时同步 1 次。

### 7.5.2 视频管理

探放水视频管理应符合以下要求：

- a) 煤矿本地应至少保存 90 d 探放水视频；
- b) 探放水工程超过 90 d 时，应保存至工程结束。

## 7.6 微震数据

### 7.6.1 数据采集

微震数据采集应符合以下要求：

- a) 数据采集过程应包括数据采集系统构建、数据采集系统校正，满足 MT/T 1233—2025 的规定；
- b) 录入监测区域、微震分站、检波器参数等信息；
- c) 对微震信号进行实时采集；
- d) 微震数据通过有线、物联网等方式传输到监测系统。

### 7.6.2 数据处理及查询

微震数据处理及查询应符合以下要求：

- a) 数据处理过程应包括前处理设置、数据处理、处理结果校正，满足 MT/T 1233—2025 的规定；
- b) 按照 24 h 进行微震事件频次、能量等参数统计；
- c) 应具备年、月、日、时微震数据查询功能，应至少保留近 5 年数据；
- d) 微震当日及历史数据、分析结论应采用图表等方式展示及输出。

### 7.6.3 预警管理

微震预警管理应符合以下要求：

- a) 设置微震阈值，进行四级预警；
- b) 查询微震预警历史信息，对预警信息进行按条件查询、原因分析和解除。

## 7.7 排水系统视频

### 7.7.1 视频采集

排水系统视频采集应符合以下要求：

- a) 在中央泵房(含直排泵房)布置视频监控；
- b) 排水系统视频设备包括视频服务器、网络交换机、网络摄像头、光缆等，信息传输、交换、控制满足 GB/T 28181—2022 要求；
- c) 录入测点、设备参数等信息；
- d) 对排水系统视频进行实时采集；
- e) 排水系统视频通过有线、物联网等方式传输到监测系统；
- f) 视频在线状态应至少每小时同步 1 次。

### 7.7.2 视频管理

煤矿本地应至少保存 90 d 排水系统视频。

## 8 水害预警

### 8.1 预警等级划分

水害风险监测预警等级划分依据各监测要素数据判定。风险及预警等级划分、颜色表征应符合表1规定。

表 1 水害风险监测预警等级

风险等级	预警等级	颜色表征
高	I	红色
较高	II	橙色
中	III	黄色
低	IV	蓝色
注：出现断线等故障，系统发出断线提醒，颜色表征为灰色。		

### 8.2 等级划分条件

#### 8.2.1 降水量预警

降水量预警等级划分：

- a) 红色预警：3小时内降水量达到100mm，且可能持续；
- b) 橙色预警：3小时内降水量达到50mm，且可能持续；
- c) 黄色预警：6小时内降水量达到50mm，且可能持续；
- d) 蓝色预警：12小时内降水量达到50mm，且可能持续。

#### 8.2.2 涌水量预警

分采区、水平、涌(突)水点，依据涌水量变化值或变化率，由煤矿制定分级预警阈值。

#### 8.2.3 矿井排水量预警

依据矿井排水量变化值或变化率，由煤矿制定分级预警阈值。

#### 8.2.4 长观孔预警

依据长观孔[水位(压)、水温]变化值或变化率，由煤矿制定分级预警阈值。

#### 8.2.5 微震预警

依据微震事件发生频次、层位、属性及时空演变规律，制定分级预警阈值。

#### 8.2.6 其他预警

其他监测数据由煤矿分别制定分级预警阈值。

#### 8.2.7 综合预警

降水量、涌水量、矿井排水量、长观孔[水位(压)、水温]、微震等多参数同时出现预警，按照其中最高

等级发出水害预警。煤矿应根据矿井水害特征及监测预警指标组合情况,研究制定本矿井的多参数综合预警指标体系和方法。

#### 8.2.8 预警阈值审批

涌水量、矿井排水量、长观孔[水位(压)、水温]、微震等预警阈值确定后,报煤矿企业技术负责人审批。

### 9 预警响应

- 9.1 煤矿应制定分级预警响应办法,由煤矿总工程师审核,报煤矿企业技术负责人审批。
- 9.2 出现预警情况,按照分级预警响应办法启动相关应急处置程序。
- 9.3 预警解除应由煤矿提出申请,报煤矿企业技术负责人审批。

附 录 A

(规范性)

故障提醒时间间隔

- A.1 降水量数据间隔 0.5 h 无信号,系统发出断线提醒,应及时修复。
  - A.2 涌水量数据间隔 3 h 无信号,系统发出断线提醒,应及时修复。
  - A.3 矿井排水量数据间隔 3 h 无信号,系统发出断线提醒,应及时修复。
  - A.4 长观孔[水位(压)、水温]数据间隔 6 h 无信号,系统发出断线提醒,应及时修复。
  - A.5 探放水视频无实时信号,系统发出断线提醒,应及时修复。
  - A.6 微震数据间隔 24 h 无数据,系统发出断线提醒,应及时修复。
  - A.7 排水系统视频无实时信号,系统发出断线提醒,应及时修复。
-