



中华人民共和国国家标准

GB 16423—2020
代替 GB 16423—2006

金属非金属矿山安全规程

Safety regulation for metal and nonmetal mines

2020-10-11 发布

2021-09-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 III

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 矿山企业主要负责人 4

 4.3 专职安全生产管理人员 4

 4.4 安全生产管理机构 4

 4.5 安全教育与培训 5

 4.6 矿山建设 5

 4.7 安全生产管理 5

 4.8 闭坑 6

5 露天矿山 6

 5.1 基本规定 6

 5.2 露天开采 7

 5.3 矿岩粗破碎 8

 5.4 矿岩运输 9

 5.5 排土 12

 5.6 电气设施 14

 5.7 防排水与防灭火 19

6 地下矿山 19

 6.1 基本规定 19

 6.2 矿山井巷 21

 6.3 地下开采 28

 6.4 提升运输 33

 6.5 矿岩粗破碎 43

 6.6 井下环境 44

 6.7 电气设施 46

 6.8 防排水 52

 6.9 防灭火 54

7 特殊开采 56

 7.1 水力开采 56

 7.2 挖掘船开采 57

 7.3 饰面石材开采 58

 7.4 盐湖开采 60

GB 16423—2020

7.5 钻井水溶开采 61

7.6 井盐开采 63

7.7 地下原地浸出 63

8 应急救援..... 63



前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB 16423—2006《金属非金属矿山安全规程》。

本标准与 GB 16423—2006 相比,主要变化如下:

- 删除了 2006 年版中的非强制性条款,修订后的规程全部由强制性条款组成;
- 修改了防跑车装置等术语和定义,增加了安全出口等术语和定义;
- 对 2006 年版的条款顺序进行了适当的调整;
- 修改了部分条款;
- 取消了“职业危害防治”章条;
- 增加了“特殊开采”和“应急救援”章条;
- 删除了 2006 年版引用的若干标准,只引用 GB 6722 和 GB 18871。

本标准由中华人民共和国应急管理部提出并归口。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB 16423—1996、GB 16423—2006;
- GB 16424—1996。



金属非金属矿山安全规程

1 范围

本标准规定了金属非金属矿山的设计、建设、开采和闭坑全过程的安全要求。
本标准适用于金属非金属矿山的设计、建设、开采和闭坑的全过程。
本标准不适用于：
——煤系金属非金属矿山的开采；
——河砂和海砂开采；
——石油、天然气、页岩气、矿泉水等液态或气态矿藏的开采。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。
GB 6722 爆破安全规程
GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

金属非金属露天矿山 metal and nonmetal opencast mines
在地表通过剥离围岩、表土或砾石，采出金属或非金属矿物的采矿场及其附属设施。
注：“金属非金属露天矿山”在本标准中简称“露天矿山”。

3.2

金属非金属地下矿山 metal and nonmetal underground mines
以平硐、斜井、斜坡道、竖井等作为出入口，深入地表以下，采出金属或非金属矿物的采矿场及其附属设施。
注：“金属非金属地下矿山”在本标准中简称“地下矿山”。

3.3

煤系金属非金属矿山 mines of metal and nonmetal accompanied with coal
开采与煤共（伴）生矿种的金属非金属矿山。

3.4

安全出口 safe exit
矿山井下人员安全地离开井下到达地面的通道。

3.5

主要安全出口 main safe exit
矿山井下人员日常工作时使用的安全出口。

GB 16423—2020

3.6

应急安全出口 emergency exit

矿山井下人员不经常使用的安全出口。

3.7

水力开采 hydromine

利用高压水冲击矿石和围岩,回收矿物的采矿工艺。

3.8

挖掘船开采 dredging

利用挖掘船抽吸含矿泥浆回收有用矿物的采矿工艺。

3.9

饰面石材开采 shaping stone mine

开采大理石等石材的特殊采矿工艺。

3.10

盐湖开采 recovering on saline

在盐湖中开采盐类和其他有用矿物的采矿工艺。



3.11

钻井水溶开采 solution mining

通过钻井将淡水注入井下,将矿物溶解为溶液并压出地面回收的采矿工艺。

3.12

原地浸出采矿 in situ leaching

将溶浸剂从地表压入地下矿层,将有用矿物转化为液相后再抽取至地表的采矿工艺。

3.13

排土场 dump

集中堆放矿山建设和生产过程中产生的腐殖表土和岩石等的场所。

3.14

矿岩粗破碎 primary crushing

为使矿石或者岩石的尺寸满足提升运输或后续工艺要求进行的破碎工作。

3.15

防跑车装置 bull

斜井提升时,安装在提升线路上防止矿车继续下坠的装置。

3.16

岩爆 rockburst

岩体中聚积的弹性变形势能突然猛烈释放,导致岩石爆裂或弹射出来的现象。

3.17

有效风量率 ratio of effective air quantity

各工作面实际得到的有效风量总和与矿井总进风量的比值。

3.18

钢丝绳安全系数 safety factor of steel wire rope with static load

全部钢丝绳的钢丝破断拉力总和与其所承受的最大静载荷之比。

3.19

制动钢丝绳安全系数 safety factor of braking rope

制动钢丝绳的最小破断力与制动载荷之比。

3.20

钢丝绳静防滑安全系数 static anti-slip safety factor of steel wire rope

按照尤拉公式计算出的,提升装置上钢丝绳打滑时的钢丝绳静张力差与设计工况下钢丝绳最大静张力差的比值。

3.21

钢丝绳动防滑安全系数 dynamic anti-slip safety factor of steel wire rope

按照尤拉公式计算出的,提升系统加速或者减速运行过程中提升装置上钢丝绳打滑时的钢丝绳张力差与设计工况下钢丝绳最大动张力差的比值。

3.22

织物芯输送带静载荷安全系数 safety factor of fibre belts

每层织物单位宽度的抗拉强度、织物层数、输送带宽度的乘积与输送带承受的最大静拉力的比值。

3.23

钢丝绳芯输送带静载荷安全系数 safety factor of steel cord belts

输送带单位宽度的抗拉强度和输送带宽度的乘积与输送带承受的最大静拉力的比值。

3.24

输送带动载荷安全系数 safety factor of belts with dynamic load

输送带的名义破断拉力与计算最大动载荷的比值。

3.25

大倾角带式输送机 steep belt conveyor

上行倾角超过 15°或者下行倾角超过 12°的带式输送机。

3.26

设计最大排水量 maximum engineering drainage water

矿山设计中采取设置防水门等技术措施后,单位时间内需要排出的最大水量。

4 总则

4.1 基本规定

4.1.1 矿山企业应遵守国家有关安全生产的法律、法规、规章和标准。

4.1.2 矿山企业应建立健全安全生产责任制,制定安全生产规章制度、安全教育培训制度和各岗位的安全操作规程。明确各岗位人员的责任和考核标准。

4.1.3 矿山企业应认真执行安全生产责任制和安全生产规章制度。

4.1.4 矿山企业应认真执行安全检查制度。

4.1.5 矿山企业应认真执行安全教育培训制度。

4.1.6 矿山企业应配备专职安全生产管理人员;从业人员超过一百人的应当设置安全生产管理机构。

4.1.7 矿山企业使用的设备、器材、防护用品及安全检测仪器仪表,应符合国家有关要求。

4.1.8 矿山企业应为从业人员提供符合国家标准要求的劳动防护用品。进入矿山作业场所的人员,应按规定佩带防护用品。

4.1.9 露天矿山应保存下列图纸,并根据实际情况的变化及时更新:

- 地形地质图;
- 采剥工程年末图;
- 采场边坡工程平面及剖面图;
- 采场最终境界图;
- 排土场年末图;

GB 16423—2020

- 排土场工程平面及剖面图；
- 供配电系统图；
- 井下采空区与露天矿平面对照图；
- 防排水系统图。

4.1.10 地下矿山应保存下列图纸，并根据实际情况的变化及时更新：

- 矿区地形地质图、水文地质图(含平面和剖面)；
- 开拓系统图；
- 中段平面图；
- 通风系统图；
- 井上、井下对照图；
- 压风、供水、排水系统图；
- 通信系统图；
- 供配电系统图；
- 井下避灾路线图；
- 相邻采区或矿山与本矿山空间位置关系图。

图中应正确标记：

- 已掘进巷道和计划掘进巷道的位置、名称、规格；
- 采空区和已充填采空区、废弃井巷和计划开采的采场的位置、名称与尺寸；
- 通风、防尘、防火、防水、排水等主要设备和设施的位置；
- 风流方向，人员安全撤离的路线和安全出口；
- 井下通信设备位置；
- 采空区及废弃井巷的处理方式、进度、现状及地表塌陷区的位置。

4.2 矿山企业主要负责人

4.2.1 矿山企业主要负责人对本矿山的安全生产负责。

4.2.2 矿山企业主要负责人应具备矿山安全生产专业知识，具有领导矿山安全生产和处理矿山事故的能力。

4.2.3 矿山企业主要负责人应依法接受安全培训和考核，并取得合格证。

4.3 专职安全生产管理人员

4.3.1 专职安全生产管理人员应从事矿山工作 5 年以上、具有相应的矿山安全生产专业知识和工作经验并熟悉本矿山生产系统。专职安全生产管理人员应依法接受培训，并取得合格证。

4.3.2 专职安全生产管理人员应按照岗位职责组织或者参与制定本矿山的安全生产规章制度、各岗位的安全操作规程和安全事故应急救援预案。

4.3.3 专职安全生产管理人员应按照岗位职责组织或者参与制定安全教育培训制度，组织矿山从业人员的安全生产教育和培训工作以及外来人员入矿前的安全教育工作。

4.3.4 专职安全生产管理人员应按照岗位职责组织本矿山应急救援演练。

4.3.5 专职安全生产管理人员应按照岗位职责和安全生产检查制度对安全生产状况进行检查；及时排查生产安全事故隐患，提出改进安全生产管理的建议；制止和纠正违章指挥、强令冒险作业、违反操作规程的行为；督促落实本单位安全生产整改措施。检查、处理情况和改进措施及整改情况应由检查人员记录，并由各级责任人员签字确认后存档。

4.4 安全生产管理机构

4.4.1 安全生产管理机构应配备足够的专职安全生产管理人员。

4.4.2 安全生产管理机构负责本矿山安全生产的日常管理工作,组织或者参与制定安全生产规章制度、岗位操作规程、安全事故应急预案,组织安全生产教育和培训工作,组织本矿山应急救援演练。

4.5 安全教育与培训

4.5.1 矿山企业应对矿山从业人员进行安全生产教育和培训,保证各岗位人员具备必要的安全生产知识,熟悉本矿山安全生产规章制度和本岗位安全操作规程,掌握本岗位的安全操作技能。未经安全生产教育和培训合格的,不准许上岗。

4.5.2 新进露天矿山的生产作业人员应接受不少于 72 h 的安全培训,经考试合格后上岗。

4.5.3 新进地下矿山的生产作业人员应接受不少于 72 h 的安全培训;经考试合格后,由从事地下矿山作业 2 年以上的老工人带领工作至少 4 个月,熟悉本工种操作技术并经考核合格方可独立工作。

4.5.4 调换工种的生产作业人员应接受新岗位的安全操作培训,考试合格方可进行新工种操作。

4.5.5 所有生产作业人员每年至少应接受 20 h 的职业安全再培训,并应考试合格。

4.5.6 采用新工艺、新技术、新设备、新材料时,应对有关人员进行专门培训和考试。

4.5.7 入矿参观、考察、实习、学习、检查等的外来人员,应接受安全教育,并由熟悉本矿山安全生产系统的从业人员带领进入作业场所。

4.5.8 矿山从业人员的安全培训情况和考核结果,应记录存档。

4.6 矿山建设

4.6.1 矿山企业的办公区、生活区、工业场地、地面建筑等,不应设在危崖、塌陷区、崩落区,不应设在受尘毒、污风影响区域内,不应受洪水、泥石流、爆破威胁。

4.6.2 矿山企业的加油站、加气站应设置在安全地点。

4.6.3 矿山企业的新建、改建、扩建项目,应按照国家要求进行安全设施设计。安全设施应该与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。

4.6.4 矿山企业的新建、改建、扩建项目的安全设施,应按照国家有关规定进行设计、施工和验收。

4.6.5 矿山建设项目的安全设施应该在项目正式投产前进行验收。

4.7 安全生产管理

4.7.1 任何人不应酒后进入矿山作业场所,不应将酒类饮料带入矿山作业场所;紧急医疗除外。

4.7.2 矿山井下禁止吸烟。

4.7.3 矿山企业的要害岗位、重要设备和设施周围及危险区域,应设置醒目的安全警示标志,并在生产使用期间保持完好。

4.7.4 矿山企业应对安全设施进行定期检查、维护和保养,记录结果并存档,记录应由相关人员签字确认;安全设施在用期间,不得拆除或者破坏。

4.7.5 矿山使用的涉及人身安全的设备应由专业生产单位生产,并经具有专业资质的检测、检验机构检测、检验合格,方可投入使用;矿山生产期间,应定期由具有专业资质的检测、检验机构进行检测、检验,并出具检测、检验报告。

4.7.6 矿山采用涉及安全生产的新技术、新工艺、新设备、新材料之前,应制定可靠的安全措施,并将相关文件存档。

4.7.7 矿山设备不应在有明火或其他不安全因素的地点加油或加气。

4.7.8 地下矿山企业应建立健全下井人员出入矿井登记和检查制度。入井人员应随身携带符合安全要求的照明灯具和自救器。

4.7.9 矿山企业发生生产安全事故时,矿山企业主要负责人应立即组织抢救,迅速采取有效措施减小损失。

GB 16423—2020

4.7.10 发生生产安全事故后,企业应按国家有关规定及时、如实报告事故情况;分析事故原因,总结经验教训,提出防止同类事故发生的措施。

4.7.11 发生特别重大生产安全事故,或地下矿山停产 6 个月以上,恢复生产前应进行全面安全检查、制定和采取可靠的安全措施。满足安全生产条件后方可恢复生产。

4.8 闭坑

4.8.1 露天矿山闭坑应对周围安全无不良影响;露天坑入口、露天坑周围易于发生危险的区域应设置围栏和警示标志,防止人员误入。

4.8.2 地下矿山闭坑时,应对进入矿山地下的入口进行封闭,并沿划定的崩落区范围设置围栏和警示标志,防止人员坠入。

5 露天矿山

5.1 基本规定

5.1.1 有遭遇洪水危险的露天矿山应设置专用的防洪、排洪设施。

5.1.2 在受地下开采影响的范围内进行露天开采时,应采取有效的安全技术措施。

5.1.3 地下开采转为露天开采时,应确定全部地下工程和矿柱的位置并绘制在矿山平、剖面对照图上;开采前应处理对露天开采安全有威胁的地下工程和采空区,不能处理的,应采取安全措施并在开采过程中处理。

5.1.4 露天与地下同时开采时,应分析露天开采与地下开采的相互影响并采取有效的安全措施。露天和井下同时爆破影响安全时,不应同时爆破。

5.1.5 下列区域内不得设置有人值守的建构筑物:

- 受露天爆破威胁区域;
- 储存爆破器材的危险区域;
- 矿山防洪区域;
- 受岩体变形、塌陷、滑坡、泥石流等地质灾害影响区域。

5.1.6 采剥和排土作业不应给深部开采和邻近矿山造成水害或者其他危害。

5.1.7 设计规定保留的矿柱、岩柱、挂帮矿体,在规定的期限内,未经技术论证,不应开采或破坏。

5.1.8 露天坑入口和露天坑周围易于发生危险的区域应设置围栏和警示标志,防止无关人员进入。

5.1.9 采矿设备的供电电缆,应保持绝缘良好,不应与金属材料和其他导电材料接触,横过道路、铁路时应采取防护措施。

5.1.10 露天采矿设备从架空电力线路下方通过时,设备最突出部分与架空线路的距离应符合下列规定:

- 3 kV 以下,不小于 1.5 m;
- 3 kV~10 kV,不小于 2.0 m;
- 10 kV 以上,不小于 3.0 m。

5.1.11 不应采用没有捕尘装置的干式穿孔设备。

5.1.12 露天爆破应遵守 GB 6722 的规定。

5.1.13 距坠落基准面 2 m 及 2 m 以上、有人员坠落危险的作业场所应设安全网等防护设施,作业人员应佩戴安全带。有六级以上强风时,不应进行高处作业和露天起重作业。

5.1.14 不良天气影响正常生产时,应立即停止作业;威胁人身安全时,人员应转移到安全地点。

5.2 露天开采

5.2.1 一般规定

5.2.1.1 露天开采应遵循自上而下的开采顺序,分台阶开采。生产台阶高度应符合表 1 的规定。

表 1 生产台阶高度

矿岩性质	作业方式		台阶高度
松软的岩土、砂状的矿岩	机械铲装	不爆破	不大于机械的最大挖掘高度
坚硬稳固的矿岩		爆破	不大于机械最大挖掘高度的 1.5 倍

- 5.2.1.2 露天矿山应该采用机械方式进行开采。
- 5.2.1.3 多台阶并段时并段数量不超过 3 个,且不应影响边坡稳定性及下部作业安全。
- 5.2.1.4 露天采场应设安全平台和清扫平台。人工清扫平台宽度不小于 6 m,机械清扫平台宽度应满足设备要求且不小于 8 m。
- 5.2.1.5 采场运输道路以及供电、通信线路均应设置在稳定区域内。

5.2.2 穿孔作业

- 5.2.2.1 钻机稳车时,应与台阶坡顶线保持足够的安全距离。穿凿第一排孔时,钻机的纵轴线与台阶坡顶线的夹角不应小于 45°。钻机与下部台阶接近坡底线的电铲不应同时作业。钻机长时间停机,应切断机上电源。
- 5.2.2.2 移动钻机应遵守如下规定:
 - 行走前司机应先鸣笛,确认履带前后无人;
 - 行进前方应有充分的照明;
 - 行走时应采取防倾覆措施,前方应有人引导和监护;
 - 不应在松软地面或者倾角超过 15°的坡面上行走;
 - 不应 90°急转弯;
 - 不应在斜坡上长时间停留。
- 5.2.2.3 遇到影响安全的恶劣天气时不应上钻架顶作业。

5.2.3 铲装作业

- 5.2.3.1 铲装工作开始前应确认作业环境安全。
- 5.2.3.2 铲装设备工作前应发出警告信号,无关人员应远离设备。
- 5.2.3.3 铲装设备工作时其平衡装置与台阶坡底的水平距离不小于 1 m。
- 5.2.3.4 铲装设备工作应遵守下列规定:
 - 悬臂和铲斗及工作面附近不应有人员停留;
 - 铲斗不应从车辆驾驶室上方通过;
 - 人员不应在司机室踏板上或有落石危险的地方停留;
 - 不应调整电铲起重臂。
- 5.2.3.5 多台铲装设备在同一平台上作业时,铲装设备间距应符合下列规定:
 - 汽车运输:不小于设备最大工作半径的 3 倍,且不小于 50 m;
 - 铁路运输:不小于 2 列车的长度。
- 5.2.3.6 上、下台阶同时作业时,上部台阶的铲装设备应超前下部台阶铲装设备;超前距离不小于铲装

GB 16423—2020

设备最大工作半径的 3 倍,且不小于 50 m。

5.2.3.7 铲装时铲斗不应压、碰运输设备;铲斗卸载时,铲斗下沿与运输设备上沿高差不大于 0.5 m;不应用铲斗处理车箱粘结物。

5.2.3.8 发现悬浮岩块或崩塌征兆时,应立即停止铲装作业,并将设备转移至安全地带。

5.2.3.9 铲装设备穿过铁路、电缆线路或者风水管路时,应采取安全防护措施保护电缆、风水管和铁路设施。

5.2.3.10 铲装设备行走应遵守下列规定:

- 应在作业平台的稳定范围内行走;
- 上、下坡时铲斗应下放并与地面保持适当距离。

5.2.4 边坡

5.2.4.1 露天边坡应符合设计要求,保证边坡整体的安全稳定。

5.2.4.2 邻近最终边坡作业应遵守下列规定:

- 采用控制爆破减震;
- 保持台阶的安全坡面角,不应超挖坡底。

5.2.4.3 遇有下列情况时,应采取有效的安全措施:

- 岩层内倾于采场,且设计边坡角大于岩层倾角;
- 有多组节理、裂隙空间组合结构面内倾于采场;
- 有较大软弱结构面切割边坡;
- 构成不稳定的潜在滑坡体的边坡。

5.2.4.4 边坡浮石清除完毕之前不应在边坡底部作业;人员和设备不应在边坡底部停留。

5.2.4.5 矿山应建立健全边坡安全管理和检查制度。每 5 年至少进行 1 次边坡稳定性分析。

5.2.4.6 露天采场工作边坡应每季度检查 1 次,运输或者行人的非工作边坡每半年检查 1 次;边坡出现滑坡或者坍塌迹象时,应立即停止受影响区域的生产作业,撤出相关人员和设备,采取安全措施;高度超过 200 m 的露天边坡应进行在线监测,对承受水压的边坡应进行水压监测。

5.2.4.7 矿山应制定针对边坡滑塌事故的应急预案。

5.2.5 溜井、溜槽

5.2.5.1 溜井应布置在坚硬、稳定的矿岩中;溜井穿过局部不稳固地层时应采取加固措施。

5.2.5.2 溜井井口应高出周围地面,防止地面汇水进入溜井;井口周围应有良好的照明,并设安全护栏和明显的警示标志;溜井卸矿口应设高度不小于车轮轮胎直径 1/3 的车挡;卸矿时应有监控或者专人指挥。

5.2.5.3 溜井底部放矿硐室应设安全通道。放矿口两侧均应联通地表。

5.2.5.4 不应将杂物卸入溜井,溜井不应放空。

5.2.5.5 在溜井口及其周围进行爆破,应有专门设计。

5.2.5.6 溜井检修时,无关人员不应在附近逗留。

5.2.5.7 溜井发生堵塞、垮塌、跑矿等事故时,应待其稳定后查明事故的位置和原因,再进行处理;事故处理人员不应从下部进入溜井。

5.2.5.8 溜井积水时应妥善处理;采取安全措施后方可继续放矿,且不应卸入粉矿。

5.2.5.9 溜槽高度不大于 120 m,倾角不超过 50°;溜槽卸矿口应设置高度不小于车轮高度 1/3 的车挡,溜槽底部应设接矿平台和防滚石挡墙;接矿平台周围应有明显警示标志;溜矿时严禁人员靠近溜槽。

5.3 矿岩粗破碎



5.3.1 矿岩粗破碎站应符合下列规定:

- 破碎站应避开有沉降、塌陷、滑坡危险以及受洪水威胁的地段；
- 应设照明设施、卸料指示和报警信号装置；
- 破碎机受料仓和缓冲仓排料口应设视频监控；
- 矿仓口周围应设围挡或防护栏杆；卸车平台受料口应设牢固的安全限位车挡，车挡高度不小于车轮轮胎直径的 $1/3$ ；
- 矿仓口卸料时应采取喷雾降尘措施。

5.3.2 铁路车辆卸载应遵守下列规定：

- 翻车机及周围无人、无障碍物，方可翻车卸矿；
- 检修翻车机或在矿槽内工作时应有可靠的安全措施；
- 粗破碎机和给料设备处于停车状态时，不应直接向破碎机卸矿。

5.3.3 用起重机吊运大块物料时，应将物料绑好挂牢，由专人指挥缓慢起吊。

5.3.4 用起重机吊运大块物料或用破碎锤处理大块时，非作业人员应撤到安全地点。

5.3.5 处理给料设备堵塞和蓬矿时，应遵守下列规定：

- 断开设备电源开关，并有专人监护；
- 人员应在安全位置作业。

5.3.6 清除破碎机内部物料时，应断开设备电源，并有专人监护；先清除给矿机头部的矿石，然后从破碎机上部开始处理；不得从排矿口下部向上处理。

5.3.7 处理破碎机下部矿仓问题时应遵守下列规定：

- 安排人员监护破碎站卸矿平台，防止运输设备卸料；
- 断开破碎机和给料设备电源，并有专人监护；
- 清空破碎机内的物料；
- 作业人员应系好安全绳或者安全带。

5.4 矿岩运输

5.4.1 铁路运输

5.4.1.1 铁路运输线路应符合下列规定：

- 线路坡度不大于 45‰ ；曲线段坡度不大于 3‰ ；
- 平面连接曲线长度不小于 30 m ；
- 线路的平曲线段轨距应加宽：半径小于 300 m 时，加宽 10 mm ；不小于 300 m 时，加宽 5 mm ；
- 轨距加宽段与正常段之间的连接线长度不小于 30 m ，坡度不大于 3‰ ；
- 竖曲线半径不小于 $3\,000\text{ m}$ ，连接线长度不小于 200 m ；
- 道床边坡坡度不大于 $1:1.75$ ；
- 路肩宽度不小于 1 m 。

5.4.1.2 固定线路的曲线段应符合下列规定：

- 准轨铁路曲线半径：不小于 120 m ；
- 窄轨铁路曲线半径： 600 mm 轨距时，不小于 30 m ；轨距大于 600 mm 时，不小于 60 m ；
- 在曲线内侧设护轨。

5.4.1.3 矿山铁路应按规定设置避让线、安全线和故障车辆停车线。

5.4.1.4 窄轨铁路接触线距轨面的高度，应符合下列规定：

- 地下型电机车架线应遵守 6.4.1.13 的规定；
- 露天型电机车架线高度不低于 3.0 m ，并符合设备安全要求；
- 接触线与公路交叉处的架线高度根据公路交通安全要求确定。

GB 16423—2020

5.4.1.5 下列地段应设双侧护轨：

- 桥梁范围内；
- 路堤道口铺砌的范围内；
- 准轨线路中心到桥墩距离小于 3 m 的桥下线路。

5.4.1.6 铁路道口应符合下列规定：

- 人流和车流密度较大的铁路与道路的交叉口应实行立体交叉；
- 站场内不应设平交道口；
- 平交道口应设自动道口信号装置并设专人看守。

5.4.1.7 大桥及跨线桥跨越铁路电网的相应部位应设安全栅网；跨线桥两侧应设防止矿石坠落的防护网。

5.4.1.8 装、卸车线应保证车辆不能自由滑行。线路尽头应设安全车挡与警示标志。

5.4.1.9 准轨列车制动距离不大于 300 m；窄轨列车制动距离不大于 150 m。

5.4.1.10 同一线路上不应有两列或者两列以上列车同时调车；不应采用自溜方式调车。

5.4.1.11 列车运行时，人员不应攀登机车或车辆；电机车升起受电弓后，人员不应登上车顶或进入侧走台。

5.4.1.12 铁路起重机作业时，应采取措施防止起重机意外移动。

5.4.2 道路运输

5.4.2.1 不应用自卸汽车运载易燃、易爆物品。

5.4.2.2 自卸汽车装载应遵守如下规定：

- 停在铲装设备回转范围 0.5 m 以外；
- 驾驶员不离开驾驶室，不将身体任何部位伸出驾驶室外；
- 不在装载时检查、维护车辆。

5.4.2.3 双车道的路面宽度，应保证会车安全。主要运输道路的急弯、陡坡、危险地段应设置警示标志。

5.4.2.4 运输道路的高陡路基路段，或者弯道、坡度较大的填方地段，远离山体一侧应设置高度不小于车轮轮胎直径 1/2 的护栏、挡车墙等安全设施及醒目的警示标志。

5.4.2.5 道路与铁路交叉的道口交角应不小于 45°；交叉道口应设置警示牌。

5.4.2.6 汽车运行应遵守下列规定：

- 驾驶室外禁止乘人；
- 运行时不升降车斗；
- 不采用溜车方式发动车辆；
- 不空挡滑行；
- 不弯道超车；
- 下坡车速不超过 25 km/h；
- 不在主运输道路和坡道上停车；
- 不在供电线路下停车；
- 拖挂车辆行驶时采取可靠的安全措施，并有专人指挥；
- 通过道口之前驾驶员减速瞭望，确认安全后再通过；
- 不超载运行。

5.4.2.7 现场检修车辆时，应采取可靠的安全措施。

5.4.2.8 夜间装卸车应有良好的照明条件。

5.4.2.9 雾霾或烟尘影响能见度时，应开启警示灯，靠右侧减速行驶，前后车间距应不小于 30 m，视距不足 30 m 时，应靠右停车。冰雪或多雨季节，道路湿滑时，应有防滑措施并减速行驶，前后车距应不小

于 40 m。拖挂其他车辆时,应采取有效的安全措施,并有专人指挥。

5.4.3 带式输送机运输

5.4.3.1 使用带式输送机应遵守下列规定:

- 物料不应从输送带上向下滚落;
- 带式输送机倾角:向上不大于 15° ,向下不大于 12° ,大倾角带式输送机除外;
- 任何人员均不应搭乘非载人带式输送机;
- 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,应停车进行;
- 不在运行的输送带下清理物料;
- 输送机运转时不进行注油、检查和修理等工作;
- 维修或者更换备件时,应停车、切断电源,并由专人监护,不准许送电。

5.4.3.2 使用大倾角带式输送机应遵守 6.4.3.8 的规定。

5.4.3.3 钢丝绳芯输送带静载荷安全系数不小于 7;棉织物芯输送带静载荷安全系数不小于 8;其他织物芯输送带静载荷安全系数不小于 10。

5.4.3.4 各种输送带的动载荷安全系数不小于 3。

5.4.3.5 带式输送机应设如下安全保护装置:

- 装料点和卸料点的空仓、满仓等的保护和报警装置,并与输送机联锁;
- 输送带清扫装置;
- 防止输送带撕裂、断带、跑偏等的保护装置;
- 防止超速、过载、打滑、大块冲击等的保护装置;
- 线路上的信号、电气联锁和紧急停车装置;
- 可靠的制动装置;
- 上行带式输送机防逆转装置。

5.4.3.6 带式输送机传动装置、拉紧装置周围应设安全围栏;输送机转载处应设防护罩和溜槽堵塞保护装置与报警装置。

5.4.3.7 采用带式输送机运输应遵守下列规定:

- 无通廊的带式输送机两侧均应设置宽度不小于 1.0 m 的人行道;
- 有通廊的带式输送机两侧应设人行道,经常行人侧的人行道宽度不小于 1.0 m,另一侧不小于 0.6 m;
- 多条带式输送机并列布置时,相邻输送机之间应设置宽度不小于 1.0 m 的人行道。

5.4.3.8 平硐或者斜井内的带式输送机应采用阻燃型输送带。

5.4.4 斜坡提升

5.4.4.1 提升速度应符合下列规定:

- 人车或者串车提升:斜坡长度不大于 300 m 时,不大于 3.5 m/s;斜坡长度大于 300 m 时,不大于 5 m/s;
- 箕斗提升:斜坡长度不大于 300 m 时,不大于 5 m/s;斜坡长度大于 300 m 时,不大于 7 m/s;
- 人车或者串车通过甩车道的速度不大于 1.5 m/s。

5.4.4.2 提升加、减速度应符合下列规定:

- 升降人员:不大于 0.5 m/s^2 ;
- 升降物料:不大于 0.75 m/s^2 。

5.4.4.3 斜坡提升应遵守下列规定:

GB 16423—2020

- 采用缠绕式提升机；
- 提升机卷筒直径与钢丝绳直径之比不小于 60；
- 钢丝绳在卷筒上缠绕的层数和卷筒端板高度符合 6.4.8.3、6.4.8.4 和 6.4.8.5 的规定；
- 最大制动力矩和提升系统最大静力矩之比不小于 3；
- 从提升机卷筒到天轮的钢丝绳弦长不超过 60 m。

5.4.4.4 提升钢丝绳安全系数应符合下列规定：

- 专门提升物料的，不小于 6.5；
- 提升人员的，不小于 9.0。

5.4.4.5 提升钢丝绳连接装置安全系数应满足 6.4.6.7 的规定。

5.4.4.6 提升钢丝绳检验和更换应遵守 6.4.7.1、6.4.7.2、6.4.7.4、6.4.7.5、6.4.7.6、6.4.7.7 和 6.4.7.9 的规定。

5.4.4.7 斜坡提升主电机应设短路及断电保护、超速保护、过负荷及无电压保护。斜坡提升系统应设提升容器过卷保护。

5.4.4.8 斜坡轨道与上部车场的连接处应设置阻车器，斜坡轨道线路上应设地辊，底部平车场应设置挡车装置。倾角大于 10° 的斜坡提升轨道应设轨道防滑装置。轨道两侧应设宽度不小于 1.0 m 的人行道。人行道倾角为 $10^\circ \sim 15^\circ$ 时应设人行踏步， $15^\circ \sim 35^\circ$ 时应设踏步及扶手，大于 35° 时应设梯子和扶手。

5.4.4.9 在斜坡轨道上进行检查或者维修工作时，应采取安全措施保证工作人员的安全。

5.4.5 架空索道运输

5.4.5.1 架空索道运输应遵守货运架空索道安全规范的规定。

5.4.5.2 索道线路经过厂区、居民区、铁路、道路时，应有安全防护措施。

5.4.5.3 索道线路与电力、通讯架空线路交叉时，应采取保护措施。

5.4.5.4 遇有八级或八级以上大风时，应停止索道运转和线路上的一切作业。

5.4.5.5 离地高度小于 2.5 m 的牵引索和站内设备的运转部分，应设安全罩或防护网。高出地面 0.6 m 以上的站房，应在站口设置安全栅栏。

5.4.5.6 驱动机应同时设置工作制动和紧急制动两套装置，其中任一套装置出现故障，均应停止运行。

5.4.5.7 索道各站都应设有专用的电话和音响信号装置，其中任一种出现故障，均应停止运行。

5.5 排土

5.5.1 排土场

5.5.1.1 排土场不应受洪水威胁或者由于上游汇水造成滑坡、塌方、泥石流等灾害。

5.5.1.2 排土场不应给采矿场、工业场地、居民区、铁路、公路和其他设施造成安全隐患。

5.5.1.3 排土场不应影响露天矿山边坡稳定，不应产生滚石、滑塌等危害。

5.5.1.4 排土场建设前应进行工程地质、水文地质勘察，并按照排土场稳定性要求处理地基。

5.5.1.5 排土场应设拦挡设施，堆置高度大于 120 m 的沟谷型排土场应在底部设置挡石坝。

5.5.1.6 内部排土场不应影响矿山正常开采和边坡稳定，排土场坡脚与开采作业点之间应留设安全距离，必要时设置滚石或泥石流拦挡设施。

5.5.1.7 排土场防洪应遵守下列规定：

- 山坡排土场周围应修筑可靠的截、排水设施；
- 山坡排土场内的平台应设置 $2\% \sim 5\%$ 的反坡，并在靠近山坡处修筑排水沟；
- 排土场范围内有出水点的，应在排土之前进行处理；
- 疏浚排土场外截洪沟和排土场内的排水沟，确保排洪设施可以正常工作；

- 及时了解和掌握水情以及气象预报情况,保证排土场、下游泥石流拦挡坝和通信、供电、照明线路的安全;
- 洪水过后立即对排土场和排洪设施进行检查,发现问题立即处理。

5.5.1.8 矿山应制定针对排土场滑坡、泥石流等事故的应急预案。

5.5.2 排土作业

5.5.2.1 矿山企业应设专职人员负责排土场的安全管理工作。

5.5.2.2 排土作业应按经过批准的安全设施设计进行。

5.5.2.3 排土作业区应符合下列要求:

- 有良好的照明;
- 配备通信工具;
- 设置醒目的安全警示标志。

5.5.2.4 汽车排土应遵守下列规定:

- 排土平台应平整,排土线应整体均衡推进;
- 在排土卸载平台边缘设置安全车挡,车挡高度不小于车轮轮胎直径的 $1/2$,顶宽不小于车轮轮胎直径的 $1/4$,底宽不小于车轮轮胎直径的 $3/4$;
- 由经过培训考核合格的人员指挥;
- 进入作业区内的人员、车辆服从指挥;非作业人员未经允许不得进入排土作业区;无关人员不得进入;
- 汽车与排土工作面距离小于 200 m 时,车速不大于 16 km/h;与坡顶线距离小于 50 m 时,车速不大于 8 km/h;
- 重车卸载时的倒车速度不大于 5 km/h;
- 能见度小于 30 m 时停止排土作业。

5.5.2.5 铁路列车排土应遵守下列规定:

- 路基面向排土场内侧形成反坡;
- 准轨铁路平曲线半径不小于 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,不小于 50 m;大于 600 mm 轨距时,不小于 100 m;
- 线路尽头前的一个列车长度内,形成 2.5% ~ 5% 的上升坡度;
- 卸车线路中心线至台阶坡顶线的距离:准轨线路不小于 2 m;窄轨线路不小于 1 m;
- 卸载线端部设置车挡和带有夜光的拦挡警示牌;
- 排土作业点设置清晰的带有夜光的停车标志;
- 列车进入排土线后由专人指挥运行;列车以推送方式进入卸车线,从列车尾部向机车方向依次卸车;
- 准轨列车运行速度不大于 10 km/h;窄轨列车运行速度不大于 8 km/h;接近路端时,不大于 5 km/h;
- 排土人员发出卸车完毕信号后,列车方可驶出排土线。

5.5.2.6 排土机排土应遵守下列规定:

- 排土机在稳定的平盘上作业;
- 排土机移设时,受料臂、排料臂升起并固定,且与行走方向成一直线,上坡时不转弯;
- 排土机与排土场坡顶线的距离符合设备安全要求。

5.5.2.7 推土机作业应遵守下列规定:

- 推土机作业的工作面坡度符合设备要求;
- 刮板不超出平台边缘;

GB 16423—2020

- 距离平台边缘小于 5 m 时,推土机低速运行;
- 推土机不后退开向平台边缘;
- 不在排土平台边缘沿平行坡顶线方向推土;
- 人员不站在推土机上;
- 司机不离开驾驶室。

5.5.2.8 推土机牵引其他设备时应遵守下列规定:

- 被牵引设备带有制动系统,并有人操纵;
- 下坡时不用绳索牵引;
- 行走速度不大于 5 km/h;
- 有专人指挥。

5.5.2.9 应在平整的地面上维修推土机。维修刮板时,应将其放稳在垫板上,并关闭发动机。

5.5.3 排土场检查与监测

5.5.3.1 排土场应进行下列安全检查:

- 排土场台阶高度、排土线长度;
- 排土场的反坡坡度,每 100 m 检查剖面不少于 2 个;
- 排土场边缘的汽车车挡尺寸;
- 铁路排土的线路坡度和曲线半径;
- 排土机排土时履带与台阶坡顶线之间的距离;
- 截排水系统、拦挡坝的完好情况及淤储空间情况。

发现拦挡坝淤储空间不足,排土场出现不均匀沉降、裂缝、隆起时,应查明情况、分析原因并及时处理。

5.5.3.2 矿山企业应建立排土场边坡稳定监测制度,边坡高度超过 200 m 的,应设边坡稳定监测系统,防止发生泥石流和滑坡。

5.6 电气设施

5.6.1 供电系统

5.6.1.1 主变电所设置应符合下列规定:

- 设置在爆破警戒线以外;
- 距离准轨铁路不小于 40 m;
- 远离污秽及火灾、爆炸危险环境和噪声、震动环境;
- 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;
- 地面标高应高于当地最高洪水位 0.5 m 以上。

5.6.1.2 主变电所主变压器设置应遵守以下规定:

- 矿山一级负荷的两个电源均需经主变压器变压时,应采用 2 台变压器;
- 主变压器为 2 台及以上时,若其中 1 台停止运行,其余变压器应至少保证一级负荷的供电。

5.6.1.3 采矿场和排土场的手持式电气设备的电压不大于 220 V。

5.6.1.4 采矿场采用双回路供电时,每回路供电能力应均能供全负荷;采用三回路供电时,每个回路的供电能力不应小于全部负荷的 50%。

5.6.1.5 供配电系统中性点接地应符合下列规定:

- 向露天采场、排土场供电的 6 kV~35 kV 系统,不得采用中性点直接接地方式;
- 当 6 kV~35 kV 系统中性点采用不接地、经消弧线圈接地或高电阻接地时,单相接地故障点

的电流不应大于 10 A；

- 当 6 kV～35 kV 系统中性点经低电阻接地时，单相接地故障点的电流不大于 200 A；
- 低压配电系统为 IT 系统时应装设绝缘监视装置。

5.6.1.6 露天采场、排土场的架空供电线路上设置开关设备时，应符合下列规定：

- 环形或半环形线路的出口和联络处设置分段开关；
- 横跨线或纵架线与环形线、半环形线或其他地面固定干线连接处设置开关；
- 高压电气设备或移动式变电站与横跨线或纵架线连接处设置开关；
- 移动式高压电力设备的供电线路设置具有单相接地保护的开关设备。

5.6.1.7 露天矿户外安装的电气设备应采用户外型电气设备；室外配电装置的裸露导体应有安全防护，当电气设备外绝缘体最低部位距地小于 2 500 mm 时，应装设固定遮栏；高压设备周围应设置围栏；露天或半露天变电所的变压器四周应设高度不低于 1.8 m 的固定围栏或围墙。

5.6.1.8 固定式高压架空电力线路不应架设在爆破作业区和未稳定的排土区内。

5.6.1.9 移动式电气设备应使用矿用橡套软电缆。



5.6.2 牵引网络

5.6.2.1 移动式直流牵引网的接触线应采用铜电车线。

5.6.2.2 接触网应装设分区绝缘器或锚段关节，并应用分区开关联络。

5.6.2.3 接触网应在下列区域单独分段：

- 装卸作业线路；
- 检查机车线路；
- 机车库内线路；
- 专用线路；
- 移动式线路；
- 运送人员的站台线路；
- 区间与站场之间的线路；
- 平硐口内、外的线路；
- 其他需要分段的线路。

5.6.2.4 装卸作业线路、检查机车的线路以及其他需要安全作业的线路，接触网的分段应采用带接地刀闸的分区开关。

5.6.2.5 窄轨铁路接触网电杆外缘与机车及车辆边缘的净距不应小于 0.7 m。准轨铁路接触网电杆外缘与铁路中心线的距离不应小于表 2 规定的数值。

5.6.2.6 软横跨时电杆外缘与铁路中心线的距离，不小于表 2 中规定的数值。

表 2 准轨铁路接触网电杆外缘与铁路中心线的距离 单位为米

电杆位置	曲线半径							
	200	300	400	500	600	1 000	1 500	>1 500
曲线外侧	2.80	2.70	2.60	2.50	2.50	2.50	2.44	2.44
曲线内侧	3.10	3.00	2.80	2.60	2.60	2.60	2.50	2.44
软横跨时	3.10	3.00						

5.6.2.7 牵引网及受电弓带电部分与桥梁、平硐、巷道、管道等接地部分的安全净距不小于 0.2 m。

5.6.2.8 有爆炸危险场所的轨道不应作回流导体。不准许用于回流的钢轨应装设两处可靠的轨道绝

GB 16423—2020

缘：第一绝缘点应设在分界处；第二绝缘点应设在爆炸危险场所以外；两个绝缘点的距离应大于一列车的长度。

5.6.2.9 采用电引爆爆破时不得将通向爆破区的轨道作为回流导体，并应采取在爆破期间内能断开轨道电流的安全措施。

5.6.2.10 牵引变电所直流 750 V 及以上的出线开关，应采用直流快速开关。

5.6.2.11 牵引变电所直流快速开关和空气断路器脱扣器的瞬时动作电流整定值应符合下列规定：

- 当采用直流快速开关时，瞬时动作电流整定值不应小于线路上经常出现的短时最大负荷电流的 1.3 倍，不应大于线路上最小短路电流的 0.77 倍；
- 当采用空气断路器时，瞬时动作电流整定值不应小于线路上经常出现的短时最大负荷电流的 1.25 倍，不应大于线路上最小短路电流的 0.8 倍。

5.6.2.12 标准轨距铁路牵引变电所每段母线上的整流装置和直流配电装置，应设置直流接地速断保护；发生接地故障时，保护装置应立即断开该段母线上所有整流设备的电源。

5.6.3 照明

5.6.3.1 夜间工作时，下列地点应设照明装置：

- 空气压缩机和水泵的工作地点；
- 带式输送机、斜坡提升线路以及相应的人行梯或人行道；
- 汽车装载处、排土场、卸车线；
- 调车站、会让站。

5.6.3.2 照明电压应符合下列规定：

- 固定式照明灯具：不高于 220 V；
- 行灯或移动式灯具：不高于 36 V，并经安全隔离变压器供电；
- 在金属容器内或者潮湿地点作业时，不高于 12 V。

5.6.3.3 下列场所应设置应急照明：

- 变配电所；
- 监控室、生产调度室、通信站和网络中心；
- 矿山救护值班室。

5.6.3.4 移动式非架空照明线路应采用橡套软电缆。

5.6.4 防雷及接地保护

5.6.4.1 采场架空线路的下列位置应装设避雷装置：

- 采场供电线路与横跨线或纵架线的连接处；
- 多雷地区的高压设备进线电缆与横跨线或纵架线的连接处；
- 排土场高压设备进线电缆与架空线的连接处。

5.6.4.2 地面牵引网的下列位置应装设避雷装置：

- 馈电线与接触线连接处；
- 机车库进口处；
- 运输平硐硐口；
- 线路上每个独立区段内。

5.6.4.3 地面直流牵引变电所母线上应装设直流避雷装置；750 V 及以上或多雷地区的地面牵引变电所，应在每回出线装设直流避雷装置。

5.6.4.4 电气设备接地应符合下列规定：

- 高、低压电气设备，应设保护接地。

- 各接地线应并联。
- 架空线路无分支的部分,应每 1 km~2 km 接地 1 次。
- 架空接地线截面积不小于 35 mm²;接地线设在配电线路最下层导线的下方,与导线任一点的距离应不小于 0.5 m。
- 移动式电气设备应采用矿用橡套软电缆的专用接地芯线接地。
- 应对拖曳电缆的接地保护芯线进行电气连续性监测。
- 牵引变电所整流装置、直流配电装置的金属外壳均应接地。在接地电流流经直流接地继电器前的全部直流接地母线、支线应与地绝缘,且不应与交流设备的接地母线、建筑物的钢筋、金属构件等有金属连接。

5.6.4.5 主接地极应符合下列规定:

- 采场的主接地极不少于 2 组;
- 任一组主接地极断开后,在架空接地线上任一点测得的对地电阻不大于 4 Ω;
- 移动设备与架空接地线之间的接地电阻不大于 1 Ω;
- 牵引变电所接地装置的接地电阻:直流电压 1 kV 及以上的不大于 0.5 Ω;
- 直流电压 1 kV 以下的地面牵引变电所,不大于 4 Ω。

5.6.5 运行、检查和维修

5.6.5.1 矿山应建立电气作业安全制度,规定工作票、工作许可、监护、间断、转移和终结等工作程序。电气作业应遵守下列规定:

- 电气设备和线路的操作维修应由专职电气工作人员进行,严禁非电气专业人员从事电气作业。
- 不应单人作业。
- 未经许可不得操作、移动和恢复电气设备。
- 紧急情况下可以为切断电源而操作电气设备。
- 停电检修时,所有已切断的电源的开关把手均应加锁,并验电、放电、将线路接地,悬挂“有人作业,禁止送电”的警示牌。只有执行这项工作的人员才有权取下警示牌并送电。
- 不应带电检修或搬动任何带电设备和电缆、电线;检修或搬动时,应先切断电源,并将导体完全放电和接地。
- 移动设备司机离开时应切断设备电源。
- 接地电阻应每年测定 1 次,测定工作应在该地区最干燥、地下水位最低的季节进行。

5.6.5.2 主变电所应符合下列规定:

- 有防雷、防火、防潮措施;
- 有防止小动物窜入的措施;
- 有防止电缆燃烧的措施;
- 所有电气设备正常不带电的金属外壳应有保护接地;
- 带电的导线、设备、变压器、油开关附近不应有易燃易爆物品;
- 电气设备周围应有保护措施并设置警示标志。

5.6.5.3 电气室内的各种电气设备控制装置上应注明编号和用途,并有停送电标志;电气室入口应悬挂“非工作人员禁止入内”的标志牌,高压电气设备应悬挂“高压危险”的标志牌,并应有照明。

5.6.5.4 操作电气设备应遵守下列规定:

- 非值班人员不应操作电气设备;
- 手持式电气设备应有可靠的绝缘;
- 操作高压电气设备回路的工作人员应佩戴绝缘手套、穿电工绝缘靴或站在绝缘台、绝缘垫上;
- 装卸高压熔断器应佩戴护目眼镜;

GB 16423—2020

- 雨天操作户外高压设备应使用带防雨罩的绝缘棒；
 - 不应使用金属梯子。
- 5.6.5.5 电气保护装置检验应遵守下列规定：
- 使用前应进行检验；
 - 在用设备每年至少检验 1 次；
 - 漏电保护装置每半年至少检验 1 次；
 - 线路变动、负荷调整时应进行检验；
 - 应做好检验记录并存档。
- 5.6.5.6 雷雨天气巡视室外高压设备应穿绝缘靴，不应使用伞具，不应靠近避雷装置。
- 5.6.5.7 高压变配电设备和线路的停送电作业及检修应遵守下列规定：
- 应指定专人负责停、送电作业，作业时应有专人监护；
 - 申请停、送电时，应执行工作票制度；
 - 断电作业时，应进行验电、放电，并设置三相短路接地线；供电线路的电源开关应加锁或设专人看护，并悬挂“有人作业，不准送电”的警示牌；
 - 确认所有作业完毕后再摘除接地线和警示牌；
 - 由负责人检查无误后再通知调度恢复送电；
 - 值班人员应做好停送电记录。
- 5.6.5.8 架空绝缘导线维护作业应遵守下列规定：
- 不应直接接触或接近架空绝缘导线；
 - 应在架空绝缘导线的分段或联络开关两侧、分支杆受电侧、电缆引下杆受电侧的适当位置设立验电接地环或其他验电接地装置；
 - 不应穿越未停电接地的绝缘导线；
 - 断开或接入绝缘导线前应采取防感应电的措施。
- 5.6.5.9 在供电线路上带电作业应采取可靠的安全措施，并经矿山企业主要负责人批准。
- 5.6.5.10 架空线下不应停放设备，不应堆置物料。
- 5.6.5.11 敷设橡套电缆应遵守下列规定：
- 电缆线路应避开水仓和可能出现滑坡的地段；
 - 跨台阶敷设电缆应避开有浮石、裂缝等的地段；
 - 电缆穿越铁路、公路时，应采取保护措施；
 - 高压电缆使用前应进行绝缘试验。
- 5.6.5.12 橡套电缆的接头应采用焊接或熔焊芯线连接，或采用矿山专用插接件连接。接头的外层采用硫化热补法、冷补胶法或者绝缘胶带等补接。
- 5.6.5.13 移动带电电缆前，应检查、确认电缆无破损，并佩戴好绝缘防护用品。绝缘损坏的橡套电缆，经修理、试验合格后方准使用。
- 5.6.5.14 使用电缆应遵守下列规定：
- 高压电缆修复后，应进行绝缘试验再使用；
 - 运行的高压电缆每年雷雨季节前应进行预防性试验；
 - 电缆接头的强度、导电性能和绝缘性能应满足要求；
 - 不应带电插拔移动式高压软电缆连接器；
 - 沿地面敷设的、向移动设备供电的橡套电缆中间不应有接头；应采取避免措施避免电缆被移动设备损坏。

5.7 防排水与防灭火

5.7.1 防排水

5.7.1.1 露天矿山应建立水文地质资料档案；有洪水或地下水威胁的应设置防、排水机构；水文地质条件复杂或有洪水淹没危险的应配备专职水文地质人员。

5.7.1.2 露天采场的总出入沟口、平硐口、排水口和工业场地应不受洪水威胁。

5.7.1.3 露天矿山应采取下列措施保证采场安全：

- 在采场边坡台阶设置排水沟；
- 地下水影响露天采场的安全生产时，应采取疏干等防治措施。

5.7.1.4 露天矿山应按照下列要求建立防排水系统：

- 受洪水威胁的露天采场应设置地面防洪工程；
- 不具备自然外排条件的山坡露天矿，境界外应设截水沟排水；
- 凹陷露天坑应设机械排水或自流排水设施；
- 遇设计防洪频率的暴雨时，最低台阶淹没时间不应超过 7 d，淹没前应撤出人员和重要设备。

5.7.1.5 机械排水设施应符合下列规定：

- 应设工作水泵和备用水泵；工作水泵应能在 20 h 内排出一昼夜正常涌水量，全部水泵应能在 20 h 内排出一昼夜的设计最大排水量。
- 应设工作排水管路和备用排水管路。工作排水管路应能配合工作水泵在 20 h 内排出一昼夜正常涌水量；全部排水管路应能配合工作水泵和备用水泵在 20 h 内排出一昼夜的设计最大排水量。任意一条排水管路检修时，其他排水管路应能完成正常排水任务。

5.7.2 防火和灭火

5.7.2.1 矿山建构筑物应建立消防设施，设置消防器材。

5.7.2.2 露天矿用设备应配备灭火器。

5.7.2.3 设备加油时严禁吸烟和明火。

5.7.2.4 露天矿用设备上严禁存放汽油和其他易燃易爆品。

5.7.2.5 严禁用汽油擦洗设备。

5.7.2.6 易燃易爆物品不应放在轨道接头、电缆接头或接地极附近。废弃的油料、棉纱和易燃物应妥善管理。

5.7.2.7 木材场、防护用品仓库、爆破器材库、氢和乙炔瓶库、石油液化气站和油库等重要场所，应建立防火制度，采取防火、防爆措施，备足消防器材。

6 地下矿山

6.1 基本规定

6.1.1 安全出口

6.1.1.1 矿井的安全出口应符合下列规定：

- 每个矿井至少应有两个相互独立、间距不小于 30 m、直达地面的安全出口；矿体一翼走向长度超过 1 000 m 时，此翼应有安全出口；
- 每个生产水平或中段至少应有两个便于行人的安全出口，并应同通往地面的安全出口相通；
- 井巷的分道口应有路标，注明其所在地点及通往地面出口的方向；
- 安全出口应定期检查，保证其处于良好状态。

GB 16423—2020

6.1.1.2 井下生产作业人员均应熟悉安全出口。

6.1.1.3 作为主要安全出口的罐笼提升井,应装备2套相互独立的提升系统,或装备1套提升系统并设置梯子间。当矿井的安全出口均为竖井时,至少有一条竖井中应装备梯子间。

6.1.1.4 作为应急安全出口的竖井应设应急提升设施或者梯子间。深度超过300 m的井筒设置梯子间时,应在井筒无马头门段设置与梯子间相通的休息硐室。休息硐室间距不大于150 m。硐室宽度不小于1.5 m,深度不小于2.0 m,高度不小于2.1 m。

6.1.1.5 用于提升人员的罐笼提升系统和矿用电梯应采用双回路供电。

6.1.1.6 井下存在跑矿危险的作业点,应设置确保人员安全撤离的通道。

6.1.2 露天转地下开采

露天开采转地下开采时,应考虑露天边坡稳定性以及可能产生的泥石流对地下开采的影响。地下开采时的矿山排水设计应考虑露天坑汇水影响。

6.1.3 联合开采

6.1.3.1 露天与地下同时开采时,应合理安排露天与地下各采区的回采顺序,避免相互影响。

6.1.3.2 露天与井下同时爆破对安全有影响时,不应同时爆破。爆破前应通知对方撤出危险区域内的人员。

6.1.4 作业安全

6.1.4.1 采用凿岩爆破法掘进应遵守下列规定:

- 采取湿式凿岩、爆破喷雾、装岩洒水和净化风流等综合防尘措施;
- 在遇水膨胀、强度降低的岩层中掘进不能采用湿式凿岩时,可采用干式凿岩,但应采取降尘措施,作业人员应佩戴防尘保护用品;
- 装药爆破前应设置安全警戒标识线;
- 爆破通风后经检查、处理浮石,确认安全后方可进入工作面作业。

6.1.4.2 在有岩爆危险的区段作业应遵守下列规定:

- 制定监测地压、预防岩爆的技术措施;
- 编制专门的施工安全技术措施;
- 对作业人员进行培训。

6.1.4.3 在高温地层中作业应遵守下列规定:

- 采取降温及人员防护的措施;
- 湿球温度超过30℃时,应停止作业;
- 采取防止民用爆炸物品自燃、早爆的预防措施。

6.1.4.4 在强含水层及高水压地层中作业应遵守下列规定:

- 边探边掘:打钻孔超前探水,每次钻孔数量不少于4个;钻孔深度在竖井中不小于40 m,在平巷中不小于10 m;
- 编制防治水技术方案;
- 施工前应制定专门的施工安全技术措施。

6.1.4.5 天井、溜井、漏斗口等存在人员坠落可能的地方,应设警示标志、照明设施、护栏、安全网或格筛。

6.1.4.6 在竖井、天井、溜井和漏斗口上方,或在坠落基准面2 m以上作业,有发生坠落危险的,应设安全网等防护设施,作业人员应佩戴安全带。作业时,不应抛掷物件,不应上下层同时作业,并应设专人监护。

6.1.4.7 操作距地面或平台面 2 m 以上的设备或阀门时,应有固定平台和梯子。平台及通道边缘应设置高度不小于 1.2 m 的安全护栏,并有足够的照明。平台、通道和梯子踏板应采取可靠的防滑措施。

6.1.4.8 作业前应认真检查作业地点的安全情况,发现严重危及人身安全的征兆时,应迅速撤出危险区、设置禁止人员和车辆通行的警戒标志和照明、报告矿有关部门及时处理。处理结果应记录存档。

6.1.4.9 进入采掘工作面的每个班组都应携带气体检测仪,随时监测有毒有害气体。

6.1.5 排土场

地下矿山排土场、排土作业和排土场检查与监测应遵守 5.5 的相关规定。

6.2 矿山井巷

6.2.1 一般规定

6.2.1.1 井巷工程施工应按施工组织设计进行。

6.2.1.2 井巷工程穿过软岩、流砂、淤泥、砂砾、破碎带、老窿、溶洞或较大含水层等不良地层时,施工前应制定专门的施工安全技术措施。

6.2.2 竖井掘进

6.2.2.1 表土层掘进应遵守下列规定:

- 施工前应制定专门的施工安全技术措施;
- 井筒内应设梯子,不应用简易提升设施升降人员;
- 在含水表土层施工时,应采取降低水位、防止井壁砂土流失导致空帮的技术措施;
- 采用井圈或其他临时支护时,临时支护应安全可靠、紧靠工作面,并及时进行永久支护;在进行永久支护前,每班应派专人观测地面沉降和临时支护后面的井帮变化情况;发现危险征兆时,立即停止工作,撤出人员,进行处理。

6.2.2.2 竖井施工时应采取措施防止坠物,并应遵守下列规定:

- 井口应设置带井盖门的临时封口盘,井盖门两端应安装栅栏;封口盘和井盖门的结构应坚固严密;
- 卸碴设施应严密,不允许向井下漏碴、漏水;
- 井口周围应设围栏,人员进出地点应设栅栏门;
- 井筒内作业人员携带的工具、材料,应拴绑牢固或置于工具袋内;
- 不应向井筒内掷物。

6.2.2.3 竖井施工采用吊盘应遵守下列规定:

- 吊盘不少于两层;
- 吊盘悬挂应平稳牢固,吊盘周边应均匀布置至少 4 个悬挂点;
- 吊盘绳兼做稳绳时,应定期涂油并及时维护,每周至少检查 1 次稳绳磨损情况;
- 滑架上的滑套应采用低硬度耐磨材料制作;
- 升降吊盘之前应严格检查绞车、悬吊钢丝绳及信号装置,撤出吊盘下的所有作业人员;
- 移动吊盘应有专人指挥;移动完毕应固定吊盘,并将吊盘与井壁之间的空隙盖严;经检查,确认可靠后方准作业。

6.2.2.4 进行下列作业的人员应佩戴安全带,且安全带一端应正确固定:

- 拆除保护岩柱或保护台;
- 在井筒内或井架上安装、维修或拆除设备;
- 在井筒内处理悬吊设备、管、缆,或在吊盘上进行作业;

GB 16423—2020

- 乘坐吊桶；
- 爆破后到井圈上清理浮石；
- 井筒施工时的吊泵作业；
- 在中段井口进行支护、锁口作业。

6.2.2.5 吊桶提升应遵守下列规定：

- 关闭井盖门之前不应装卸吊桶或往钩头上系扎工具或材料；
- 吊桶上方应设坚固的保护伞；
- 井盖门应有自动启闭装置；
- 井架上应有防止吊桶过卷的装置，悬挂吊桶的钢丝绳应有稳绳装置；
- 吊桶内的岩碴应低于桶口边缘 0.1 m 以上，装入桶内的长材料应牢固固定在吊桶梁上；
- 吊桶运行通道周围不应有未固定的悬吊物；
- 吊桶应沿导向钢丝绳升降；竖井开凿初期无导向绳时，或处于吊盘下面无导向绳部分时，吊桶的无导向升降距离不超过 40 m；
- 吊桶上的关键部件应每班检查 1 次；
- 装有物料的吊桶不应乘人；不应用自动翻转式或底卸式吊桶升降人员；抢救伤员除外；
- 乘坐吊桶人员人均占有有效面积不小于 0.2 m²；
- 乘桶人员应面向桶外，不应坐在或站在吊桶边缘；
- 井口出车平台的井盖门关闭、吊桶停稳后，人员才能进出吊桶；
- 井口、吊盘和井底工作面，均应有良好的信号装置。

6.2.2.6 抓岩机出碴应遵守下列规定：

- 作业前详细检查抓岩机各部件和悬吊钢丝绳；
- 爆破后，工作面应经过通风、洒水、处理浮石、清扫井圈和处理盲炮，才能进行抓岩作业；
- 不应抓取超过抓岩机能力的大块岩石；
- 抓岩机卸岩时，严禁人员站在吊桶附近；
- 不应用手从抓岩机抓片下取岩块；
- 升降抓岩机应有专人指挥；
- 临时停用时，应用绞车将抓岩机提升到安全高度。

6.2.2.7 竖井施工时应设悬挂式金属安全梯。安全梯应有电动绞车和手动绞车，电动绞车能力不小于 5 t。悬吊安全梯的绞车具备电动和手动两种功能时，可不另设手动绞车。

6.2.2.8 井筒内各作业地点均应设通达井口的独立的声、光信号系统和通信装置。掘进与砌壁平行作业时，从吊盘和掘进工作面发出的信号应有明显区别，并指定专人负责信号工作。应由井口信号工负责与卷扬机房和井筒工作面联系。

6.2.2.9 井筒延深时，应设坚固的保护盘或在井底水窝下留保安岩柱，将井筒的延深部分与上部作业部分隔开。破除岩柱或拆除保护盘时应进行专门的施工设计，并经矿山企业主要负责人批准方可施工。

6.2.2.10 井底工作面、吊盘、井口和卸碴台等，均应设视频监视系统，数据储存时间不少于 24 h。

6.2.2.11 冻结法凿井应遵守下列规定：

- 冻结深度应延深至稳定基岩以下至少 10 m。
- 钻进冻结孔时应测定钻孔的方向和偏斜度，并绘制冻结孔实际偏斜平面位置图，测斜的间隔不超过 30 m；偏斜度超过规定时应及时纠正；钻孔偏斜影响冻结效果时，应补孔。
- 地质检查钻孔不应打在冻结的井筒内。水文观测钻孔偏斜不得超出井筒，深度不应超过冻结段下部隔水层。

- 冻结管下放到钻孔后应进行试漏,发现异常应及时处理。
- 确认冻结壁已交圈后方可进行试挖;冻结和凿井过程中,应经常检查盐水温度和流量、井帮温度和位移,以及井帮和工作面渗漏盐水等情况;检查应有详细记录,发现异常应及时处理。
- 掘进过程中应有防止冻结壁变形、片帮、掉石、断管等安全措施。
- 生根壁座应设在含水较少的稳定、坚硬的基岩中。
- 在永久井壁施工全部完成前不应停止冻结。
- 预留梁窝应有防止漏水的措施。
- 冻结结束后应及时将全孔或冻结管用水泥砂浆或混凝土充满填实。
- 冻结站应用不燃性材料建筑,并应有通风装置,氨的浓度不应超过 0.004%;站内严禁烟火,并应有急救和消防器材。
- 氨瓶和氨罐应经过试验,合格后方准使用;在运输、使用和存放期间,应有安全措施。

6.2.2.12 地面或工作面预注浆法凿井应遵守下列规定:

- 应编制注浆工程设计;
- 注浆段长度应大于注浆的含水岩层的厚度,并深入不透水岩层 5 m~10 m;设计井底位置在注浆的含水岩层内时,注浆深度应比井筒深 10 m 以上;
- 地面预注浆的钻孔偏斜率不得超过 0.5%,每钻进 40 m 应测斜 1 次;
- 注浆站设在地面时,井上、下应有可靠的通信联系;
- 孔口管应按设计孔位埋设牢固,并安设高压阀门;注浆前,应对止浆垫和孔口管进行耐压试验,试验压力应大于注浆压力 1 MPa;
- 注浆前应进行注浆泵和输送管路系统的耐压试验,试验压力应达到最大注浆压力的 1.5 倍,试验时间不小于 15 min;
- 注浆压力突然上升时,应停泵卸压,查明原因并进行处理;
- 每次注浆后,应至少停歇 30 min,方可提拔止浆塞;
- 工作面预注浆应设置止浆岩帽或混凝土止浆垫;混凝土止浆垫由井壁支承时,应确认井壁安全性;
- 注浆结束后,应检查注浆效果,合格后方可开凿井筒;
- 制浆和注浆的工作人员应佩戴防护眼镜和口罩,水泥搅拌房内应采取防尘措施。

6.2.2.13 钻井法凿井应遵守下列规定:

- 钻井的底部应深入不透水的稳定基岩 5 m 以上;
- 井口应有可靠的防坠措施;
- 井筒内的护壁泥浆面应高于地下静止水位;
- 钻井时应测定井筒的偏斜度,偏斜超过规定时应及时纠正;钻井完毕后,应绘制井筒的纵、横剖面图,井筒中心线和截面应符合设计要求;
- 应逐节检查鉴定预制井壁的质量;井壁连接部位应有可靠的防腐蚀和防水措施;
- 井壁下沉完成后,应检查井壁偏斜度;符合要求后方可进行壁后充填;壁后充填应密实,充填材料应满足强度和凝固时间的要求,并能够置换出泥浆;
- 开凿沉井井壁的底部或马头门之前,应检查破壁处及其上方 15 m~30 m 范围内的壁后充填质量,不合格时应采取可靠的补救措施。

6.2.3 竖井安全要求

6.2.3.1 提升容器之间以及提升容器与井壁、罐道梁、井梁之间的最小间隙,应符合表 3 规定。

GB 16423—2020

表 3 提升容器之间以及提升容器最突出部分和井壁、罐道梁、井梁之间的最小间隙

单位为毫米

罐道和井梁布置		容器和容器 之间	容器和井壁 之间	容器和罐道梁 之间	容器和井梁 之间	备注
罐道布置在容器一侧		200	150	40	150	罐道和导向槽之间为 20
罐道布置在 容器两侧	木罐道	—	200	50	200	有卸载轮的容器,卸载轮 和罐道梁间隙增加 25
	钢罐道	—	150	40	150	
罐道布置在 罐笼两端	木罐道	200	200	50	200	
	钢罐道	200	150	40	150	
钢丝绳罐道 (静态间隙)	$H < 800\text{ m}$	450	350	—	350	设防撞绳时,容器之间 最小间隙为 200 mm; 罐道间隙计算值向上一 级圆整,级差 10 mm; H ——井筒深度,单位 为米(m)
	$800\text{ m} \leq H < 1\,400\text{ m}$	$450 + (H - 800)/3$	$350 + (H - 800)/6$	—	$350 + (H - 800)/6$	
	$H \geq 1\,400\text{ m}$	$550 + (H - 800)/5$	$450 + (H - 800)/10$	—	$450 + (H - 800)/10$	

6.2.3.2 凿井时,两个提升容器的钢丝绳罐道之间的间隙不小于 $250 + H/3$ (H 为井筒深度,单位为 m) mm,且应不小于 300 mm。

6.2.3.3 竖井梯子间应符合下列规定:

- 梯子倾角不大于 80° ;
- 相邻的两个梯子平台的垂直距离不大于 8 m,平台应防滑;
- 平台梯子孔的尺寸不小于 $0.7\text{ m} \times 0.6\text{ m}$;
- 梯子上端应高出平台 1 m,下端距井壁不小于 0.6 m;
- 梯子宽度不小于 0.4 m,梯蹬间距不大于 0.3 m;
- 梯子间周围应设防护栏栅;
- 梯子间不应采用可燃性材料。

6.2.3.4 罐笼提升竖井与各水平的连接处应设置下列设施:

- 足够的照明及视频监控装置;
- 通往罐笼间的进出口设常闭安全门,安全门只应在人员或车辆通过时打开;
- 井口周围应设置高度不小于 1.5 m 的防护栏杆或金属网;
- 候罐平台等应设梯子和高度不小于 1.2 m 的防护栏杆;
- 铺设轨道时设置阻车器;
- 井筒两侧的马头门应有人行绕道连通。

6.2.3.5 其他竖井应设置:

- 梯子间出口与各水平之间应设人行通道;通道应设防护栏杆,栏杆高度不小于 1.2 m;通道入口处应设栅栏门;
- 禁止人员通行或接近的井口应设置栏栅和明显的警示标志。

6.2.4 斜井、斜坡道、平巷掘进

6.2.4.1 地表部分开口应严格按照设计施工,并及时支护和砌筑挡墙。

6.2.4.2 出碴之前应检查和处理工作面顶、帮的浮石;在斜井中移动耙斗装岩机时下方不应有人。

6.2.4.3 采用有轨设备施工斜井时应遵守下列规定：

- 井口应设阻车器，并与提升系统连锁或者由专人控制；
- 井口及掘进工作面下方均应设保险杠，并由专人控制，工作面上方的保险杠应随工作面的推进而移动；
- 斜井内人行道一侧应设躲避硐室，其间隔不大于 50 m；
- 井下设电话和声、光信号装置。

6.2.4.4 采用无轨设备施工应遵守 6.3.4 的规定。

6.2.5 水平和倾斜井巷安全要求

6.2.5.1 行人的有轨运输巷道应设高度不小于 1.9 m 的人行道，人行道宽度不小于 0.8 m；机车、车辆高度超过 1.7 m 时，人行道宽度不小于 1.0 m。

6.2.5.2 调车场、人员乘车场、井底车场矿车摘挂钩处两侧应各设一条人行道，有效净高不小于 1.9 m，人行道宽度不小于 1.0 m。

6.2.5.3 行人的提升斜井应设人行道；提升容器运行通道与人行道之间未设坚固的隔离设施的，提升时不应有人员通行。

6.2.5.4 提升斜井的人行道应符合下列要求：

- 宽度不小于 1.0 m；
- 高度不小于 1.9 m；
- 斜井倾角为 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 时，设人行踏步； $15^{\circ}\sim 35^{\circ}$ 时，设踏步及扶手；大于 35° 时，设梯子和扶手。

6.2.5.5 斜井内的带式输送机的一侧应设检修道，检修道宽度不小于 1.0 m；输送机另一侧到斜井侧壁的宽度不小于 0.6 m。当检修运输道和人行道合并时，应设躲避硐室，其间距不大于 50 m。

6.2.5.6 行人的无轨运输巷道和斜坡道应按下列要求设置人行道或躲避硐室：

- 人行道的高度不小于 1.9 m，宽度不小于 1.2 m；
- 躲避硐室的高度不小于 1.9 m，深度和宽度均不小于 1.0 m；
- 躲避硐室间距：曲线段不超过 15 m，直线段不超过 50 m；
- 躲避硐室应有明显的标志，并保持干净、无障碍物。

6.2.5.7 在水平巷道、斜井和斜坡道中，运输设备之间、运输设备与巷道壁或者巷道内设施之间的间隙，应符合下列规定：

- 有轨运输不小于 0.3 m；
- 无轨运输不小于 0.6 m。



6.2.6 天井、溜井掘进

6.2.6.1 采用普通法掘进天井、溜井应遵守下列规定：

- 架设的工作台应牢固可靠；
- 及时设置安全可靠的支护棚，工作面至支护棚的距离不大于 6 m；
- 掘进高度超过 7 m 时应有装备完好的梯子间和溜渣间等设施，梯子间和溜渣间用隔板隔开；上部有护棚的梯子可视为梯子间；
- 天井掘进到距上部巷道约 7 m 时，测量人员应给出贯通位置，并在上部巷道设置警示标志和警戒围栏；
- 溜渣间应保留不少于 1 次爆破的矿岩量，不应放空。

6.2.6.2 吊罐法掘进天井应遵守下列规定：

- 上罐前应检查吊罐各部件的连接装置、保护盖板、钢丝绳、风水管接头，以及声光信号系统和通信设施等是否完善、牢固，如有损坏或故障，经处理可正常使用后方准作业；

GB 16423—2020

- 吊罐提升钢丝绳的安全系数不小于 13,任何一个捻距内的断丝数不超过钢丝总数的 5%,磨损不超过原直径的 10%;
- 吊罐应装设可由罐内人员控制的信号装置;
- 电缆不应和吊罐钢丝绳设在一个吊罐孔内;
- 升降吊罐时应认真处理卡帮和浮石;
- 作业人员应系好安全带,并站在保护盖板下,头部不应接触罐盖和罐壁;升降完毕应立即切断吊罐绞车电源,绑紧制动装置;
- 不应从吊罐上往下投掷工具或材料;
- 天井中心孔偏斜率不大于 0.5%;
- 吊罐绞车应锁在短轨上,并与巷道钢轨断开;
- 检修吊罐应在安全地点进行;
- 天井与上部巷道贯通时,应加强上部巷道的通风和警戒。

6.2.6.3 用爬罐法掘进天井应遵守下列规定:

- 爬罐运行时人员应站在罐内,遇卡帮或浮石应停罐处理;
- 爬罐行至导轨顶端时应使保护伞接近工作面,工作台接近导轨顶端;
- 不应利用自重下降;
- 运送导轨应用装配销固定;
- 安装导轨时应站在保护伞下先将浮石处理干净,再将导轨固定牢靠;
- 及时擦净制动器上的油污;
- 6.2.6.2 的规定。

6.2.6.4 用天井钻机掘进天井应遵守下列规定:

- 扩孔期间,严禁人员进入孔的下方;扩孔完毕,应在天井周围设置栅栏和警示标志,防止人员进入;
- 采用凿岩爆破扩井应遵守 6.2.6.1 的有关规定。

6.2.7 井巷支护

6.2.7.1 不应用木材或者其他可燃材料作永久支护。

6.2.7.2 在不稳固的岩层中掘进时应进行支护;在松软、破碎或流砂地层中掘进时应在永久性支护与掘进工作面之间进行临时支护或特殊支护。

6.2.7.3 井巷施工设计中应规定井巷支护方法和支护与工作面间的距离;中途停止掘进时应及时支护至工作面。

6.2.7.4 架设支架时应遵守下列规定:

- 支架架设后应将梁、柱与顶、帮之间楔紧;顶和帮的空隙应塞紧;
- 支架之间应有拉杆,斜巷支架应增设下撑;
- 倾角大于 30°的斜巷,永久性棚架之间应架设撑柱;
- 柱窝应打在稳定的岩石上;
- 爆破前应加固靠近工作面的支架;
- 发现棚腿歪斜、顶梁弯曲等应及时更换、修复。

6.2.7.5 井巷砌碇支模时应遵守下列规定:

- 砌碇前拆除原有支架时,应及时清理顶、帮浮石,并采取临时护顶措施;
- 砌碇后应将顶、帮空隙填实;
- 碇胎的强度应能承受所支撑重量的 3 倍以上;
- 碇胎的下弦不应支撑工作台。

6.2.7.6 竖井砌碇时应遵守下列规定：

- 竖井的永久性支护与掘进工作面之间，应设必要的临时支护；
- 施工组织设计应对永久性支护及临时支护与掘进工作面的距离做出规定；
- 砌块支护时应保持碇壁平整、接口严密；岩帮与碇壁之间的空隙应用碎石填满，并用砂浆灌实；
- 砌碇支护井筒岩壁有涌水时，应用导管引出，砌碇完毕应进行封水。

6.2.7.7 喷锚支护应遵守下列规定：

- 应对锚杆做拉力试验，对喷体做厚度和强度检查；
- 进行锚固力试验应有安全措施；
- 处理喷射管路堵塞时应将喷枪口朝下且不应朝向人员；
- 在松软破碎的岩层中进行喷锚作业时，应打超前锚杆，进行预先护顶；
- 动压巷道支护应采用喷锚与金属网联合支护方式；
- 在有淋水的井巷中喷锚应预先做好防水工作；
- 软岩采用锚杆支护，锚杆应全长锚固。

6.2.8 井巷维护和报废

6.2.8.1 应对井巷进行定期检查。作为安全出口或者升降人员的井筒，每月至少检查 1 次；地压较大的井巷和人员活动频繁的采矿巷道，应每班进行检查。发现问题应及时处理并做好记录。

6.2.8.2 维修主要提升井筒、运输大巷和大型硐室，应有经矿山企业主要负责人批准的安全技术措施。

6.2.8.3 斜井和平巷维修或扩大断面时，应遵守下列规定：

- 应先加固工作地点附近的支护体，然后拆除工作地点的支护，并做好临时支护；
- 拆除密集支架时，1 次应不超过两架；
- 撤换松软地点的支架，或维修巷道交叉处、严重冒顶片帮区，应在支架之间加拉杆支撑或架设临时支架；
- 清理浮石时应在安全地点作业；
- 在斜井内作业时，应停止车辆运行，并设警戒和明显标志；
- 在独头巷道内作业时，作业地点不应有非作业人员。

6.2.8.4 维修竖井应遵守下列规定：

- 应编制施工组织设计；
- 作业前应将各中段马头门及井梁上的浮石清理干净；
- 各中段马头门应设专人看管；
- 应在坚固的平台上作业，平台上应有保护设施和联络信号，工作平台与中段平巷之间应有可靠的通信联络；
- 作业人员应系好安全带。

6.2.8.5 人员站在提升容器的顶盖上检修、检查井筒时，应遵守下列规定：

- 应在保护伞下作业；
- 应佩戴与提升钢丝绳牢固连接的安全带；
- 提升容器升降速度不超过 0.3 m/s；
- 作业人员应有专用通信装置；
- 井口及各中段马头门设专人警戒，防止坠物。

6.2.8.6 废弃井巷和硐室的入口应及时封闭，封闭时应留有泄水条件。封闭墙上应标明编号、封闭时间、责任人、井巷原名称。封闭前入口处应设明显警示标志，禁止人员进入。封闭墙在相应图纸上标出，并归档永久保存。报废井巷的地面入口周围应设高度不低于 1.5 m 的栅栏。

6.2.8.7 修复废旧井巷前应查明井巷本身的稳定情况及周围构筑物、井巷、采空区等的分布情况和废旧

GB 16423—2020

井巷内的空气成分,确认安全方可施工。

6.2.8.8 修复被水淹没的井巷时,对露出的部分应及时检查、支护,并采取措施防止有害气体突出和突然涌水。

6.3 地下开采

6.3.1 一般规定

6.3.1.1 地下采矿应按设计要求进行。

6.3.1.2 地下开采时,应圈定岩体移动范围或岩体移动监测范围;地表主要建构筑物、主要井筒应布置在地表岩体移动范围之外,或者留保安矿柱消除其影响。

6.3.1.3 地表主要建构筑物、主要开拓工程入口应布置在不受地表滑坡、滚石、泥石流、雪崩等危险因素影响的安全地带,无法避开时,应采取可靠的安全措施。

6.3.1.4 每个采区或者盘区、矿块均应有两个便于行人的安全出口,并与通往地面的安全出口相通。

6.3.1.5 采矿设计应提出矿柱回采和采空区处理方案,并制定专门的安全措施。

6.3.1.6 应严格保持矿柱(含顶柱、底柱和间柱等)的尺寸、形状和直立度;应有专人检查和管理,确保矿柱的稳定性。

6.3.1.7 胶结充填体中的二次掘进应待充填体达到规定的养护期和强度后方准进行,不满足安全要求的还应做可靠的支护。

6.3.1.8 作业场所的钻孔、井巷、溶洞、陷坑、泥浆池和水仓等,均应加盖或设栅栏围挡,并设置明显的警示标志。设备的转动部件外围应设防护罩或围栏。

6.3.1.9 溜井不应放空。大块矿石、废旧钢材、木材和钢丝绳等不应放入井内。溜井口不应有水流入。人员不应直接站在溜井、漏斗内堆存的矿石上或进入溜井与漏斗内处理堵塞。采用特殊方法处理堵塞应经矿山企业主要负责人批准。

6.3.1.10 采场放矿作业出现悬拱或立槽时人员不应进入悬拱、立槽下方危险区进行处理。

6.3.1.11 人员需要进入的采场应有良好的照明。

6.3.1.12 应建立采场顶板分级管理制度。对顶板不稳固的采场,应有监控手段和处理措施。

人员需要进入的采场作业面的顶板和侧面应保持稳定,矿岩不稳固时应采取支护措施。因爆破或其他原因而破坏的支护应及时修复,确认安全后方准作业。

回采作业前应处理顶板和两帮的浮石,确认安全后方可进行回采作业。

处理浮石时,同一作业面不应进行其他作业;发现冒顶征兆应停止作业进行处理;发现大面积冒顶征兆,应立即撤离人员并及时上报。

6.3.1.13 发现井下有危及作业人员安全的危险应立即消除。当班作业结束前来不及消除时,当班负责人应做好书面记录,内容包括危险状况和所采取的处理措施。下一班负责人在本班作业人员开始危险区内的作业前,应确认上一班的记载内容,并告知相关作业人员上述危险状况、已采取的处理措施、为解除危险应做的工作。

6.3.1.14 工程地质复杂、有严重地压活动的矿山,应遵守下列规定:

- 设立专门机构或专职人员负责地压管理工作,做好现场监测和预测、预报工作;
- 发现大面积地压活动预兆应立即停止作业,将人员撤至安全地点;
- 通往塌陷区的井巷应封闭;
- 地表塌陷区应设明显警示标志和必要的围挡设施,人员不应进入塌陷区和采空区。

6.3.1.15 采用空场法采矿的矿山,应采取充填、隔离或强制崩落围岩的措施,及时处理采空区。

6.3.1.16 地下开采的矿山应对地面沉降情况进行监测。

6.3.1.17 井下爆破应遵守 GB 6722 的规定。

6.3.1.18 矿井停电时,应停止井下生产作业,并组织人员撤出。

6.3.2 采矿方法

6.3.2.1 采用全面采矿法、房柱采矿法采矿,应遵守下列规定:

- 采场的结构参数和矿柱(包括点柱、条柱)参数应经岩石力学计算分析后确定;当开采前期缺少相关岩石力学参数时,可采取类比法确定;
- 未经原设计单位变更设计或专业研究机构的研究并采取安全措施,不得减小矿柱(包括点柱、条柱)尺寸或扩大矿房的尺寸,不得采用人工支柱替代原有矿柱以回采矿柱;
- 回采过程中应认真检查顶板,处理浮石,并根据岩石稳定性对采场顶板进行必要的支护。

6.3.2.2 采用浅孔留矿法采矿应遵守下列规定:

- 开采第一分层前应将下部漏斗和喇叭口扩完;
- 各漏斗应均匀放矿,发现悬空应停止其上部作业;经妥善处理悬空后,方准继续作业;
- 放矿人员和采场内的人员应密切联系,在放矿影响范围内不应上下同时作业;
- 严格控制每一回采分层的放矿量,保证凿岩工作面安全操作所需高度。

6.3.2.3 采用分段空场法和阶段空场法采矿,应遵守下列规定:

- 采场顶柱内除可开掘回采、运输、充填和通风巷道外,不得开掘其他巷道;
- 上下中段的矿房和矿柱应相对应;
- 人员不应进入采空区。

6.3.2.4 空场法回采矿柱应遵守下列规定:

- 应由原设计单位或专业研究机构研究论证;
- 回采顶柱和间柱前应先检查运输巷道的稳定情况,运输巷道不稳定时采取加固措施;
- 回采前和回采过程中应设有岩体应力和应变监测设施,实时监测矿岩稳定情况;
- 所有顶柱和间柱的回采准备工作应在矿房回采结束前完成;
- 与矿柱回采无关的人员,未经矿山企业主要负责人批准不应进入未充填矿房顶柱内的巷道和矿柱回采区内;
- 大量崩落矿柱时,应采取措施保证爆破冲击波和地震波影响范围内的巷道、设备及设施的安全;未达到预期崩落效果的应进行补充崩落设计后再次爆破;
- 编制专门的应急预案。

6.3.2.5 采用壁式崩落法回采应遵守下列规定:

- 应遵守设计规定的悬顶、控顶、放顶距离和放顶的安全措施;
- 放顶前应进行全面检查,以确保出口畅通、照明良好和设备安全;
- 放顶时人员不应在放顶区附近的巷道中停留;
- 在密集支柱中,每隔 3 m~5 m 应有一个宽度不小于 0.8 m 的安全出口,密集支柱受压过大时,应及时采取加固措施;
- 若放顶未达到预期效果,应重新设计,方可进行二次放顶;
- 放顶后应及时封闭落顶区,禁止人员进入;
- 多层矿体分层回采时,应待上层顶板岩石崩落并稳定后再回采下部矿层;
- 相邻两个中段同时回采时,上中段回采工作面应比下中段工作面超前一个工作面斜长的距离,且应不小于 20 m;
- 除倾角小于 10°的矿体外,机械撤柱及人工撤柱,应自下而上、由远而近进行。

6.3.2.6 采用分层崩落法回采应遵守下列规定:

- 每个分层进路宽度不超过 3 m,分层高度不超过 3.5 m,进路长度不应超过 50 m;
- 上下分层同时回采时,上分层在水平方向上应超前相邻下分层 15 m 以上;

GB 16423—2020

- 崩落假顶时人员不应在相邻的进路内停留；
- 假顶降落受阻时不应继续开采分层；顶板降落产生空洞时不应在相邻进路或下部分层巷道内作业；
- 崩落顶板时不应用砍伐法撤出支柱；
- 顶板不能及时自然崩落的缓倾斜矿体应进行强制放顶；
- 凿岩、装药、出矿等作业，应在支护区域内进行；
- 采区采完后应在天井口铺设加强假顶；
- 采矿应从矿块一侧向天井方向进行，以免造成通风不良的独头工作面；采掘接近天井时，分层沿脉或穿脉应在分层内与另一天井相通；
- 清理工作面应从出口开始向崩落区进行。

6.3.2.7 采用有底柱分段崩落法和阶段崩落法回采，应遵守下列规定：

- 采场电耙道应有贯穿风流；电耙的耙运方向应与风流方向相反；
- 电耙道间的联络道应设在入风侧，并在电耙绞车的侧翼或后方；
- 电耙道放矿溜井口旁应有宽度不小于 0.8 m 的人行道；
- 不得用未修复的电耙道出矿；
- 采用挤压爆破时应控制补偿空间和放矿量，以免造成悬拱；
- 拉底空间应形成厚度不小于 3 m~4 m 的松散垫层；
- 采场顶部应有厚度不小于崩落层高度的覆盖岩层，若采场顶板不能自行冒落应及时强制崩落，或用充填料充填。

6.3.2.8 采用无底柱分段崩落法回采应遵守下列规定：

- 回采工作面的上方应有大于分段高度的覆盖岩层，以保证回采工作的安全；上盘不能自行冒落或冒落的岩石量达不到规定厚度时应及时进行强制放顶；
- 上下两个分段同时回采时，上分段应超前于下分段，超前距离应使上分段位于下分段回采工作面的错动范围之外，且不小于 20 m；
- 分段联络道应有足够的新鲜风流；
- 各分段回采完毕应及时封闭本分段的溜井口。

6.3.2.9 采用自然崩落法回采应遵守下列规定：

- 应编制放矿计划，严格控制放矿，崩落面与松散物料面之间的空间高度不大于 5 m，防止产生空气冲击波造成人员伤害和设施破坏；
- 应采用可靠的监测手段对崩落顶板的变化情况进行监测；
- 雨季出矿应采取相应的安全措施，严格控制单个放矿点的出矿量，防止泥石流伤人；
- 不应采用裸露药包处理放矿点堵塞、结拱或者破碎大块；如特殊情况需要，应由矿山企业主要负责人批准。

6.3.2.10 采用充填法回采应遵守下列规定：

- 井下充填不应产生或者释放有毒有害气体；
- 采场中的顺路行人井、溜矿井、水砂充填用泄水井和通风井，应保持畅通；
- 用组合式钢筒作行人、滤水、放矿的顺路天井时，钢筒组装作业前应在井口悬挂安全网；
- 上向充填法每一分层回采完后应及时充填，最后一个分层回采完后应接顶密实；
- 下向充填法回采，进路两帮底角的矿石应清理干净，每采完一条进路应及时充填，并应接顶密实；
- 采场或进路充填前应架设坚固的充填挡墙，并安设泄水井或泄水管道；膏体充填可不设泄水设施；
- 人员不应在非管道输送充填料的充填井下方停留或通行；

- 各充填工序间应有通信联络；
- 人员和设备进入充填体面层之前，应确认充填体具有足够的支撑强度；
- 采场下部巷道及水沟堆积的充填料应及时清理；
- 采用人工间柱上向分层充填法采矿时，人工间柱两侧采场应错开一定距离；
- 采用空场嗣后充填采矿法回采时，相邻采场或矿房的充填体达到设计强度后才能开始第二步骤采场或矿柱的回采。

6.3.2.11 地下盐矿和石膏矿回采应遵守下列规定：

- 应采用干式凿岩机或机械切削，并采取有效的干式捕尘、降尘措施；
- 不得在路面洒水或用水清洗采场矿壁；
- 下班前应将溜井中的石膏矿石或盐矿石放空，防止溜井堵塞；
- 当矿层顶板为泥岩或页岩等不稳定岩层时，应加强支护或在顶板保留完整的矿石护顶层，确保采场顶板稳定；凿岩时顶部炮孔不应穿越护顶层，保证爆破后护顶层完整；
- 当采用充填法开采或对空采区进行嗣后充填时，应有效收集溢流水，防止对矿柱和周边矿岩产生溶蚀或产生有毒有害气体；
- 采用崩落法开采石膏矿时应控制每次的崩矿量，做到强采强出，避免矿石在采场中凝结。

6.3.2.12 有 H₂S 等有毒有害气体的矿山应遵守下列规定：

- 应制定 H₂S 等有毒有害气体检测制度；
- 每个班组都应携带气体检测仪，随时监测 H₂S 等有毒有害气体；
- 采场工作面 H₂S 气体体积浓度不大于 10×10^{-6} 时人员方可进入；
- 采掘过程中应采取打超前释放孔等措施释放 H₂S 气体，确保采掘过程中人员的安全；
- 每季度测定 1 次有毒有害气体浓度；每半年进行 1 次井下空气成分的取样分析。

6.3.3 岩爆预防

6.3.3.1 有下列情况之一的，应当进行岩爆倾向性研究：

- 有强烈震动、瞬间底鼓或帮鼓、矿岩弹射等现象的；
- 相邻矿井开采同一深度发生过岩爆的；
- 埋深超过 1 000 m 的。

6.3.3.2 开采岩爆倾向性大的矿段时应进行岩爆危险性评价。

6.3.3.3 具有岩爆危害的矿井，防治岩爆工作应遵守下列规定：

- 矿山应有专门的机构与人员负责岩爆防治工作；
- 矿山应制定防治岩爆灾害的专门技术措施；
- 应对作业人员进行相关的培训；
- 应选择有利于减少应力集中的采矿方法和工艺、开采顺序；主要设施应布置在岩爆危害相对较弱的区域；
- 巷道或采场支护应采用锚网或喷锚网等柔性支护为主的支护型式；
- 岩爆危害严重的矿山应建立微震监测设施和危险区域日常监测和预警制度；
- 判定有岩爆危险时，应立即停止作业、撤出人员，并上报；采取安全措施并确认危险解除后方可恢复正常作业。

6.3.4 井下出矿与无轨运输

6.3.4.1 采用电耙绞车出矿应遵守下列规定：

- 应有良好照明；
- 绞车前部应设防断绳回甩的防护设施；

GB 16423—2020

- 绞车开动前司机应发出信号；
- 电耙运行时人员不应跨越钢丝绳，耙道内及尾部不应有人；
- 电耙停止运行时应将钢丝绳放松。

6.3.4.2 无轨设备应符合下列规定：

- 采用电动机或者柴油发动机驱动；
- 柴油发动机尾气中：CO 的体积浓度小于或等于 $1\ 500 \times 10^{-6}$ ，NO 的体积浓度小于或等于 900×10^{-6} ；
- 每台设备均应配备灭火装置；
- 刹车系统、灯光系统、警报系统应齐全有效；
- 操作人员上方应有防护板或者防护网；
- 用于运输人员、油料的无轨设备应采用湿式制动器；
- 井下专用运人车应有行车制动系统、驻车制动系统和应急制动系统；
- 行车制动系统和应急制动系统至少有一个为失效安全型。

6.3.4.3 采用无轨设备运输应遵守下列规定：

- 应采用地下矿山专用无轨设备；
- 行驶速度不超过 25 km/h；
- 通过斜坡道运输人员时，应采用井下专用运人车，每辆车乘员数量不超过 25 人；
- 油料运输车辆在井下的行驶速度不超过 15 km/h，与其他同向运行车辆距离不小于 100 m；
- 自动化作业采区应设置门禁系统；
- 按照设备要求定期进行检查和维护保养。

6.3.4.4 无轨运输系统应符合下列要求：

- 设备顶部至巷道顶板的距离不小于 0.6 m；
- 斜坡道每 400 m 应设置一段坡度不大于 3%、长度不小于 20 m 的缓坡段；
- 错车道应设置在缓坡段；
- 斜坡道坡度：承载 5 人以上的运人车辆通行的，不大于 16%；承载 5 人以下的运人车辆通行的，不大于 20%；
- 斜坡道路面应平整；主要斜坡道应有良好的混凝土、沥青或级配均匀的碎石路面；
- 溜井卸矿口应设置格筛、防坠梁、车挡等防坠设施。车挡的高度不小于运输设备车轮轮胎直径的 1/3。

6.3.4.5 无轨设备运行应遵守下列规定：

- 不超载；
- 不熄火下滑；
- 避让行人；
- 不站在铲斗内作业；
- 不在设备的工作臂、升降的铲斗下方停留；
- 不从设备的工作臂、升降的铲斗下方通过；
- 车辆间距不小于 50 m；
- 在斜坡道上停车时采取可靠的挡车措施；
- 司机离开前停车制动并熄灭柴油发动机、切断电动设备电源；
- 维修前柴油设备熄火，切断电动设备电源。

6.4 提升运输

6.4.1 有轨运输

6.4.1.1 采用电机车运输的矿井,由井底车场或平硐口到作业地点所经平巷长度超过 1 500 m 时,应设专用人车运送人员。

专用人车应有坚固的金属顶棚和确保人员安全的车辆结构,车辆的顶棚、车厢和车架应有良好的连接,通过钢轨实现电气接地。

6.4.1.2 专用人车运送人员应遵守下列规定:

- 人员上、下车地点应有良好的照明和声光信号装置;
- 人员上、下车时,其他车辆不应进入乘车区域;
- 不应超员;
- 列车行驶前应挂好安全门链;
- 列车行驶速度不超过 3 m/s;
- 架线式电机车的滑触线应设分段开关,人员上、下车时应切断电源;
- 不应用人车运送具有爆炸性、易燃性、腐蚀性等危险特性的物品;
- 除了处理事故外,不应附挂材料车。

6.4.1.3 乘车人员应遵守下列规定:

- 服从司机指挥;
- 在人车车厢内乘坐;
- 携带的工具和零件不应露出车外;
- 不应扒车、跳车;
- 列车停稳前,不应上、下车或将头部和身体探出车外。

6.4.1.4 车辆的连接装置不得自行脱钩,车辆两端的碰头或缓冲器的伸出长度不小于 100 mm。

6.4.1.5 停放在轨道上的车辆有可能自滑时,应采取有效措施制动。

6.4.1.6 在运输巷道内,人员应沿人行道行走;不应在轨道上或者两条轨道之间停留;不应横跨列车。

6.4.1.7 运输线路曲线半径应符合下列规定:

- 行驶速度不大于 1.5 m/s 时,不小于车辆最大轴距的 7 倍;
- 行驶速度大于 1.5 m/s 时,不小于车辆最大轴距的 10 倍;
- 线路转弯大于 90°时,不小于车辆最大轴距的 10 倍;
- 采用 6 m³ 以上大型车辆运输时,不小于车辆固定轴距的 20 倍;
- 采用无人驾驶电机车运输时,不小于车辆固定轴距的 20 倍。

6.4.1.8 有轨运输线路曲线段轨道应加宽,外轨应设超高,满足车辆稳定运行通过的要求。

6.4.1.9 维修线路时,应在维修地点前后各 80 m 以外设置警示标志,维修结束后撤除。

6.4.1.10 禁止使用内燃机车;有发生气体爆炸或自然发火危险的,严禁使用非防爆型电机车。

6.4.1.11 电机车司机应遵守下列规定:

- 每班应检查电机车的闸、灯、警铃;任何一项不正常,均不应使用;
- 驾驶车辆运行时不应将头或身体探出车外;
- 离开机车前应将机车制动并切断电动机电源。

6.4.1.12 电机车运行应遵守下列规定:

- 列车制动距离不超过 80 m;10 t 以下机车牵引运输时,不超过 40 m;运送人员时,不超过 20 m;
- 列车正常行车时机车应在列车的前端牵引;

GB 16423—2020

- 双机牵引列车允许 1 台机车在前端牵引,1 台机车在后端推动;
- 电机车司机视线受阻时应减速行驶并发出警告信号;
- 任何人发现列车运行前方有障碍物或者危险时,应发出紧急停车信号;
- 不应采用无连接方式顶车;
- 顶车速度不大于 0.5 m/s,并应有专人在行驶前方观察监护。

6.4.1.13 架线式电机车的滑触线架设高度应符合下列规定:

- 主要运输巷道:线路电压低于 500 V 时,不低于 1.8 m;线路电压高于 500 V 时,不低于 2.0 m;
- 井下调车场、轨道与人行道交叉点:线路电压低于 500 V 时,不低于 2.0 m;线路电压高于 500 V 时,不低于 2.2 m;
- 井底车场,不低于 2.2 m;
- 地表架线高度不低于 2.4 m。

6.4.1.14 电机车滑触线架设应符合下列规定:

- 滑触线悬挂点的间距:在直线段内不超过 5 m,在曲线段内不超过 3 m;
- 滑触线线夹两侧的横拉线应用瓷瓶绝缘,线夹与瓷瓶的距离不超过 0.2 m,线夹与巷道顶板或支架横梁间的距离不小于 0.2 m;
- 滑触线与管线外缘的距离不小于 0.2 m;
- 滑触线与金属管线交叉处应用绝缘物隔开。

6.4.1.15 电机车滑触线应设分段开关,分段距离不超过 500 m。每一条支线也应设分段开关。上下班时间,距井筒 50 m 以内的滑触线应切断电源。

架线式电机车工作中断时间超过一个班时,应切断非工作区域内的电机车线路电源。维修电机车线路时应先切断电源,并将线路接地。

6.4.1.16 同时运行数量多于 2 列车的主要运输水平应设有轨运输信号系统。

6.4.1.17 无人驾驶电机车运输应遵守下列规定:

- 设置通信系统;
- 设置报警系统;
- 设置视频监视系统;
- 设置装卸矿控制系统;
- 设置具备信集闭、自动控制和人工控制功能的电机车运行控制系统;
- 设置地面或者井下集中控制室;
- 电机车运行时不应有人员进入作业区域。

6.4.2 斜井提升

6.4.2.1 斜井人车应符合下列要求:

- 有坚固的顶棚,并装有可靠的断绳保险器;
- 列车每节车厢的断绳保险器应相互联结,并能在断绳时起作用;
- 断绳保险器应具有自动和手动功能;
- 各节车厢之间除连接装置外还应附挂保险链并定期进行检查;不合格者立即更换;
- 在用斜井人车的断绳保险器,每日进行 1 次手动落闸试验;每月进行 1 次静止松绳落闸试验;实验结果应记录存档。

6.4.2.2 斜井提升应遵守下列规定:

- 严禁人员在提升轨道上行走;
- 多水平提升时,各水平发出的信号应有区别;
- 收发信号的地点应悬挂明显的信号编码牌。



6.4.2.3 斜井升降人员时应遵守下列规定：

- 不应采用人货混合串车提升；
- 每节车厢均能向提升机司机发出紧急停车信号；
- 随车安全员应乘坐在能操纵断绳保险器的第一节车内；
- 乘车人员应听从随车安全员指挥，按指定地点上、下车；人员应乘坐在人车车厢内；上车后应关好车门，挂好车链；
- 斜井人车停运时，应停放在专用存车线路上，并采取安全措施防止人车坠落或者下滑。

6.4.2.4 斜井提升速度应符合下列规定：

- 串车提升：斜井长度不大于 300 m 时，不大于 3.5 m/s；斜井长度大于 300 m 时，不大于 5 m/s；
- 箕斗提升：斜井长度不大于 300 m 时，不大于 5 m/s；斜井长度大于 300 m 时，不大于 7 m/s。

6.4.2.5 加速或者减速过程中不应出现松绳现象。提升人员的加速度或减速度不超过 0.5 m/s^2 ；提升物料的加速度或减速度不超过 0.75 m/s^2 。

6.4.2.6 倾角大于 10° 的斜井，应有轨道防滑措施。

6.4.2.7 斜井串车提升系统应设常闭式防跑车装置。

6.4.2.8 斜井各水平车场应设阻车器或挡车栏；下部车场还应设躲避硐室。

6.4.2.9 斜井串车提升时，矿车的连接装置应符合 6.4.1.4 的规定，连接钩、环和连接杆的安全系数不小于 6。

6.4.3 带式输送机运输

6.4.3.1 井下带式输送机应采用阻燃型输送带。

6.4.3.2 钢丝绳芯输送带静荷载安全系数不小于 7；棉织物芯输送带静荷载安全系数不小于 8；其他织物芯输送带静荷载安全系数不小于 10。

6.4.3.3 各种输送带的动荷载安全系数不小于 3。

6.4.3.4 使用带式输送机应遵守下列规定：

- 物料不应从输送带上向下滚落；
- 带式输送机倾角：向上不大于 15° ，向下不大于 12° ；大倾角输送机不受此限；
- 任何人员均不应搭乘非载人带式输送机；
- 跨越输送机的地点应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，应停车进行；
- 不应在运行的输送带下清理物料；
- 输送机运转时不应进行注油、检查和修理等工作；
- 维修或者更换备件时，应停车并切断电源，并由专人监护不许送电。

6.4.3.5 带式输送机应有下列安全保护装置：

- 装料点和卸料点设空仓、满仓等保护和报警装置，并与输送机联锁；
- 输送带清扫装置以及防大块冲击、防输送带跑偏等的保护装置；
- 紧急停车装置；
- 制动装置。

6.4.3.6 长度超过 400 m 的带式输送机应设下列保护装置：

- 防输送带撕裂、断带等保护装置；
- 防止超速、过载、打滑等的保护装置；
- 线路上的信号、电气联锁和紧急停车装置。

6.4.3.7 上行带式输送机应有防止输送带逆转的措施。

6.4.3.8 大倾角带式输送机的输送带形式、结构和参数，应与输送机倾角相适应。

GB 16423—2020

6.4.3.9 带式输送机斜井检修道作辅助提升时,提升容器与带式输送机最突出部分或者斜井壁之间的间隙不小于 0.3 m,提升速度不超过 1.5 m/s。采用无轨设备运输人员和检修材料时,无轨设备与带式输送机或者斜井壁之间的间隙不小于 0.6 m,车辆运行速度不超过 2 m/s。

6.4.4 竖井提升

6.4.4.1 提升容器和平衡锤在竖井中运行时应有罐道导向。缠绕式提升系统应采用木罐道或者钢丝绳罐道,摩擦式提升系统应采用型钢罐道、木罐道或者钢丝绳罐道。

6.4.4.2 提升容器的导向槽或者滑动罐耳与罐道之间的间隙应符合下列规定:

- 采用木罐道的,每侧不超过 10 mm;
- 采用型钢罐道的:采用滚轮罐耳时,导向槽每侧间隙 10 mm~15 mm;不用滚轮罐耳时,导向槽每侧间隙不超过 5 mm;
- 采用钢丝绳罐道的,导向器内径比罐道绳直径大 2 mm~5 mm。

6.4.4.3 罐道磨损达到下列程度,应该更换:

- 木罐道一侧磨损超过 15 mm;
- 型钢罐道一侧磨损超过型钢壁厚的 50%;
- 罐道钢丝绳在一个捻距内的表面钢丝断丝超过 15%;
- 罐道钢丝绳的表面钢丝磨损超过 50%。

6.4.4.4 导向槽或者导向器磨损达到下列程度,应该更换:

- 导向槽一侧磨损超过 8 mm;
- 型钢罐道和容器导向槽一侧总磨损量达到 10 mm;
- 钢丝绳罐道导向器磨损超过 8 mm。

6.4.4.5 提升容器之间、提升容器与井壁、罐道梁、井梁之间的间隙,应符合 6.2.3.1、6.2.3.2 的规定。

6.4.4.6 钢丝绳罐道应采用密封钢丝绳,罐道绳的刚性系数不小于 500 N/m;每个提升容器的罐道绳张紧力应相差 5%~10%,内侧张紧力大,外侧张紧力小。

6.4.4.7 罐道钢丝绳采用重锤拉紧时,井上应设钢丝绳固定装置,井下应设钢丝绳导向装置;拉紧重锤的最低位置到井底最高水面的距离不小于 1.5 m。

6.4.4.8 罐道钢丝绳采用液压拉紧时,应在井上设置罐道绳拉紧力调节装置。

6.4.4.9 罐道钢丝绳应有 20 m 以上备用长度。每 3 个月应对罐道钢丝绳固定装置和拉紧装置进行 1 次检查,及时串动和转动钢丝绳。检查和处理情况应记录存档。

6.4.4.10 采用多绳摩擦式提升时,粉矿仓应设在尾绳之下,粉矿顶面距离尾绳最低位置应不小于 5 m。罐道钢丝绳穿过粉矿仓的,应用隔离套筒保护钢丝绳。

6.4.4.11 罐道钢丝绳直径不小于 28 mm,防撞钢丝绳直径不小于 40 mm。

6.4.4.12 缠绕式提升系统应符合下列规定:

- 卷筒到天轮的钢丝绳最大偏角不超过 $1^{\circ}30'$;
- 天轮绳槽剖面中心线应与天轮轴中心线垂直;天轮不应有变形和活动现象;
- 采用钢丝绳罐道时,提升钢丝绳应采用不旋转钢丝绳;
- 双卷筒提升机的提升钢丝绳规格应相同。

6.4.4.13 摩擦式提升系统应符合下列规定:

- 首绳应为同一生产批次的钢丝绳;
- 采用扭转钢丝绳作首绳时应按左右捻相间的顺序悬挂;
- 首绳悬挂前应去除表面油脂;腐蚀性严重的矿井,应在钢丝绳表面涂增摩脂;
- 圆尾绳挂绳前应消除旋转力矩;
- 井底应设尾绳隔离装置。

- 6.4.4.14 提升竖井的井塔或者井架内和竖井井底应设置过卷段,过卷段高度应符合下列规定:
- 提升速度大于 6 m/s 时,不小于最高提升速度下运行 1 s 的距离或者 10 m;
 - 提升速度为 3 m/s~6 m/s 时,不小于 6 m;
 - 提升速度小于 3 m/s 时,不小于 4 m;
 - 凿井期间用吊桶提升时,不小于 4 m。
- 6.4.4.15 过卷段终端应设置过卷挡梁;发生过卷事故后过卷挡梁应能正常使用。
- 6.4.4.16 竖井提升系统应符合下列规定:
- 过卷段应设过卷缓冲装置或者楔形罐道,使过卷容器能够平稳地在过卷段内停住;
 - 深度大于 800 m 的竖井应设过卷缓冲装置,使过卷容器在缓冲装置内平稳停住,并不再反向下滑或反弹;
 - 楔形罐道的楔形部分的斜度为 1%;包括较宽部分的直线段在内的长度不小于过卷段高度的 2/3;摩擦式提升系统的下行容器应比上行容器提前接触楔形罐道,提前距离不小于 1 m。
- 6.4.4.17 提升人员的罐笼提升系统应在井架或者井塔的过卷段内设置罐笼防坠装置,使罐笼下坠高度不超过 0.5 m。
- 6.4.4.18 垂直深度超过 50 m 的竖井用作人员主要出入口时,应采用罐笼或矿用电梯升降人员。
- 6.4.4.19 提升人员的罐笼提升系统应符合下列规定:
- 井口和井下各中段马头门应设安全门;
 - 自动安全门应与提升机连锁;
 - 手动安全门应由信号工负责开闭;
 - 同一层罐笼不应同时升降人员和物料;
 - 负责运输爆破器材的人员应跟罐监护,并通知信号工和提升机司机;
 - 乘罐人员应在距井筒 5 m 以外候罐,并听从信号工指挥。
- 6.4.4.20 主要提升矿、废石的罐笼提升系统应符合下列规定:
- 井口和井下各中段马头门应设自动安全门,并与提升机连锁;
 - 井口和井下各中段马头门应设摇台;
 - 采用钢丝绳罐道时,井下各中段应设稳罐装置;
 - 摇台和稳罐装置应与提升机闭锁。
- 6.4.4.21 使用矿用电梯应遵守下列规定:
- 机房通道应设照明,通道门应向外开,门外应设警示标志;
 - 电梯井井筒应设梯子间;
 - 与电梯井连接的中段马头门铺设轨道时应设阻车器;
 - 井筒底部应设排水设施和通达最低服务水平的梯子;
 - 电梯机房硐室应无渗水,井底不应积水;
 - 曳引电动机、控制柜应接地,接地电阻不大于 2 Ω 。
- 6.4.4.22 矿用电梯应符合下列规定:
- 控制柜应采用密封结构,柜内相对湿度不大于 80%;
 - 电气设备外壳防护等级不低于 IP55;开关、按钮及井底电气设备外壳防护等级不低于 IP67;
 - 曳引电动机的绝缘等级不低于 F 级;
 - 钢丝绳和金属零件应满足防腐蚀要求;
 - 轿厢内应设紧急报警装置;轿厢顶不应漏水。
- 6.4.4.23 出现下列情况之一,应对矿用电梯进行检验:
- 安装、改造或者重大维修完成后;
 - 由于安全性能导致停用,再次使用前;

GB 16423—2020

- 停止使用 3 个月以上,再次使用前;
- 距上次检验满 1 年。

6.4.4.24 电梯钢丝绳出现下列情况之一时应报废:

- 笼状畸变、绳芯挤出、扭结、部分压扁、弯折或严重锈蚀;
- 一个捻距内单股的断丝数大于 4 根;
- 钢丝绳直径小于公称直径的 90%。

6.4.4.25 升降人员的竖井井口和提升机室应悬挂下列布告牌:

- 每班上下井时间表;
- 信号标志;
- 每层罐笼允许乘人数;
- 其他有关升降人员的注意事项。

6.4.4.26 无隔离设施的混合井升降人员时,箕斗提升系统应停止运行。

6.4.4.27 箕斗提升系统应在箕斗装载地点、卸载地点设置信号装置;信号应与提升机启动有闭锁关系。

6.4.4.28 罐笼提升信号系统应符合下列规定:

- 应在井口和井下各中段马头门设信号装置;
- 不同地点发出的信号应有区别;
- 跟罐信号工使用的信号装置应便于跟罐信号工从罐内发信号;
- 井口信号工或跟罐信号工可直接向提升机司机发信号;
- 中段信号工经过井口信号工同意可以向提升机司机发信号;紧急情况下可直接向提升机司机发出紧急停车信号。

6.4.4.29 竖井提升系统应按照下列要求进行检查,发现问题立即处理,并将检查和处理结果记录存档:

- 提升系统的钢丝绳、悬挂装置、提升容器、防坠器等,每天由专人检查 1 次,每月由矿机电部门组织检查 1 次;
- 提升机的卷筒或摩擦轮、制动装置、调绳装置、传动装置、电动机和控制设备以及各种保护装置和闭锁装置等,每天由专人检查 1 次,每月由矿机电部门组织检查 1 次;
- 提升容器的防坠器、连接装置、保险链、罐门、导向槽、罐体、罐内阻车器等,每天由专人检查 1 次,每月由矿机电部门组织检查 1 次;
- 天轮、导向轮、过卷缓冲装置、罐道、尾绳隔离装置、安全门、摇台、阻车器、装卸矿设施等,每月由专人检查 1 次;
- 新安装或大修后的单绳罐笼防坠器应进行脱钩试验,合格后方可使用;在用防坠器每半年进行 1 次不脱钩试验;每年进行 1 次脱钩试验;防坠器的抓捕器断面减少 20%或者导向套衬瓦一侧磨损超过 3 mm 时应更换。

6.4.4.30 井架和多绳提升机井塔,每年检查 1 次;木质井架每半年检查 1 次。发现问题应及时处理。检查和处理结果应记录存档。

6.4.4.31 提升系统每年应进行 1 次检验,发现问题立即处理。检验和处理结果应记录存档。检验项目如下:

- 6.4.8.11~6.4.8.14 规定的各种安全保护;
- 电气传动装置和控制系统的情况;
- 工作制动和安全制动的工作性能:验算和检测制动力矩,测定安全制动减速度。

6.4.5 提升容器

6.4.5.1 单绳罐笼应设可靠的断绳防坠器。

6.4.5.2 多绳提升首绳悬挂装置应能自动平衡各首绳张力;圆尾绳悬挂装置应保证尾绳自由旋转。

6.4.5.3 竖井提升罐笼应符合下列要求：

- 罐笼顶部应设置可以拆卸的检修用安全棚和栏杆；
- 罐笼顶部应设坚固的罐顶门或逃生通道，各层之间应设坚固的人孔门；
- 罐顶下部应设防止淋水的安全棚；
- 罐笼各层均应设置安全扶手；
- 罐笼内各层均应设逃生爬梯；
- 罐门应设在罐笼端部，且不应向外打开；罐门应自锁；
- 罐笼内的轨道应设护轨和阻车器。

6.4.6 钢丝绳和连接装置

6.4.6.1 矿井提升设施应采用适合矿山使用的钢丝绳。

6.4.6.2 缠绕式提升钢丝绳悬挂时的安全系数应符合下列规定：

- 专作升降人员用的，不小于 9.0；
- 升降人员和物料用的，升降人员时不小于 9.0，升降物料时不小于 7.5；
- 用作应急提升人员的，不小于 7.5；
- 专作升降物料用的，不小于 6.5。

6.4.6.3 摩擦式提升钢丝绳悬挂时的安全系数应符合下列规定：

- 专作升降人员用的，不小于 8.0；
- 升降人员和物料用的，升降人员时不小于 8.0，升降物料时不小于 7.5；
- 专作升降物料用的，不小于 7.0；
- 平衡尾绳，不小于 7.0。

6.4.6.4 罐道钢丝绳和防撞钢丝绳安全系数不小于 6.0。

6.4.6.5 制动钢丝绳安全系数不小于 3.0。

6.4.6.6 凿井用的钢丝绳安全系数应符合下列规定：

- 悬挂吊盘、水泵、排水管用，不小于 6.0；
- 悬挂风筒、压缩空气管、混凝土输送管、电缆及拉紧装置用的，不小于 5.0。

6.4.6.7 连接装置的安全系数应符合下列规定：

- 升降人员的，不小于 13；
- 专用于升降物料的，不小于 10；
- 悬挂吊盘、安全梯、水泵、抓岩机的，不小于 10；
- 悬挂风管、水管、风筒、注浆管的，不小于 8；
- 吊桶提梁和连接装置，不小于 13。

6.4.7 钢丝绳的检查与报废

6.4.7.1 提升钢丝绳、平衡钢丝绳、罐道钢丝绳、制动钢丝绳使用前均应进行检验，并有经过相关责任人员签字的检验报告。经过检验的钢丝绳贮存期不超过 6 个月，超过 6 个月应重新检验。

6.4.7.2 钢丝绳的钢丝有变黑、锈皮、点蚀麻坑等损伤时，不应用作升降人员。

6.4.7.3 摩擦式提升系统在用钢丝绳与摩擦衬垫应按下列要求进行检查：

a) 日常检查：

- 钢丝绳的断丝、磨损情况：当班作业人员每日检查 1 次；提升管理部门每周组织检查 1 次；矿山管理部门每月组织检查 1 次；检查时钢丝绳速度不大于 0.3 m/s；
- 首绳张力：提升管理部门每周组织检查 1 次，如各绳张力反弹波时间差超过 10%，应调绳；

GB 16423—2020

——摩擦衬垫绳槽直径:提升管理部门每周组织检查 1 次,各绳槽直径差应不大于 0.8 mm;包括车削量在内的衬垫厚度减小量达到衬垫厚度的 2/3,应更换衬垫。

b) 定期检验:

——首绳和圆尾绳自悬挂时起 1 年内至少应进行 1 次检验,以后每 6 个月至少检验 1 次,达到报废标准立即更换。

钢丝绳定期检验应由有专业资质的检验、检测机构进行,并应提供检验报告。

所有检查和处理结果均应记录存档。

6.4.7.4 在用的缠绕式提升钢丝绳应按下列要求进行检验:

a) 断丝和磨损情况日常检查:

——作业人员每日检查 1 次;

——提升管理部门每周组织检查 1 次;

——矿山管理部门每月组织检查 1 次;

——检查时钢丝绳速度不大于 0.3 m/s;

——钢丝绳在运行中由于卡罐或突然停车等受到猛烈拉力时,应立即停止运转并进行检查。

b) 定期检验:

——升降人员或升降人员和物料用的,自悬挂时起每 6 个月检验 1 次;有腐蚀气体的矿山,3 个月检验 1 次;

——专门升降物料用的,自悬挂时起 1 年内进行第 1 次检验,以后每 6 个月检验 1 次;

——悬挂吊盘等用的,自悬挂时起每年检验 1 次。

钢丝绳定期检验应由有专业资质的检验、检测机构进行,并应提供检验报告。

达到报废标准的钢丝绳应立即更换。

所有检查和处理结果均应记录存档。

6.4.7.5 钢丝绳一个捻距内的断丝断面积与钢丝总断面积之比达到下列数值时,应更换:

——升降人员的钢丝绳,5%;

——专为升降物料用的提升钢丝绳、平衡钢丝绳、防坠器的制动钢丝绳,10%;

——罐道钢丝绳,15%;

——倾角 30°以下的斜井提升钢丝绳,10%。

6.4.7.6 钢丝绳直径减小量达到下列数值时,应更换:

——提升钢丝绳或制动钢丝绳,10%;

——罐道钢丝绳,15%;

——密封钢丝绳外层钢丝厚度磨损量达到 50%。

6.4.7.7 在用的提升钢丝绳,定期检验时安全系数小于下列数值的,应更换:

——专作升降人员用的,7.0;

——升降人员和物料用的,升降人员时 7.0 或升降物料时 6.0;

——专作升降物料的,5.0;

——悬挂吊盘等用的,5.0。

6.4.7.8 多绳摩擦提升机的首绳,检验时或者使用中有一根不合格的,应全部更换。

6.4.7.9 出现下列情况之一者,应更换钢丝绳:

——钢丝绳产生严重扭曲或变形;

——钢丝绳局部伸长超过 0.5%;

——断丝数突然增加或伸长突然加快;

——钢丝绳严重锈蚀、点蚀,或外层钢丝松弛。

6.4.8 提升装置

6.4.8.1 缠绕式提升机的卷筒和天轮的直径与钢丝绳直径之比,应符合下列规定:

- 用作竖井、斜井和凿井提升的,不小于 60;
- 用作排土场提升或运输的,不小于 50;
- 悬挂吊盘、吊泵、管道用绞车的,不小于 20;
- 凿井时提升物料的绞车卷筒,不小于 20。

6.4.8.2 摩擦式提升机的摩擦轮、天轮和导向轮的最小直径与钢丝绳直径之比,应符合下列规定:

- 塔式提升机的摩擦轮直径:有导向轮时不小于 100,无导向轮时不小于 80;
- 落地式提升机的摩擦轮和天轮直径:不小于 100;
- 塔式提升机的导向轮直径:不小于 80。

6.4.8.3 缠绕式提升机卷筒缠绕钢丝绳的层数应符合下列规定:

- 卷筒表面带有平行折线绳槽和层间过渡装置的:升降人员时不超过 3 层;专用于升降物料时不超过 4 层;
- 卷筒表面带有螺旋绳槽和层间过渡装置的:升降人员时不超过 2 层;专用于升降物料时不超过 3 层;
- 卷筒表面无绳槽的:升降人员时缠绕 1 层;专用于升降物料时不超过 2 层;
- 应急提升人员的不超过 3 层;
- 凿井期间提升人员的不超过 3 层。

6.4.8.4 移动式提升装置、专为提升物料用的辅助提升装置、凿井期间专用于升降物料的提升机卷筒可多层缠绕。

6.4.8.5 缠绕式提升机的卷筒应符合下列规定:

- 卷筒边缘应高出最外一层钢丝绳,高出部分应大于钢丝绳直径的 2.5 倍;
- 卷筒内应设固定钢丝绳的专用装置,不应将钢丝绳固定在卷筒轴上;
- 卷筒上的绳孔不应有锋利的边缘和毛刺,折弯处不应形成锐角。

6.4.8.6 缠绕式提升应遵守下列规定:

- 定期试验用的补充绳应缠绕在卷筒上或保留在卷筒内;
- 卷筒上保留的钢丝绳不少于三圈;
- 每季度应将钢丝绳的位置串动 1/4 绳圈;
- 多层缠绕卷筒,应每周检查钢丝绳由下层转至上层的过渡段部分,并统计其断丝数,检查结果应记录存档;
- 双筒提升机调绳应在无负荷情况下进行。

6.4.8.7 天轮的轮缘应高于绳槽内的钢丝绳,高出部分大于钢丝绳直径的 1.5 倍。衬垫磨损深度达到钢丝绳直径的 1 倍,或侧面磨损量达到钢丝绳直径的 1/2 时,应立即更换。

6.4.8.8 竖井升降人员时,提升容器的最高速度应不超过式(1)计算值,且最大应不超过 12 m/s:

$$v = 0.5\sqrt{H} \quad \dots\dots\dots (1)$$

竖井升降物料时,提升容器的最高速度应不超过式(2)计算值:

$$v = 0.6\sqrt{H} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

v ——最高速度,单位为米每秒(m/s);

H ——提升高度,单位为米(m)。

6.4.8.9 凿井期间吊桶升降人员的最高速度:有导向绳时不超过罐笼提升最高速度的 1/3;无导向绳时不超过 1 m/s。

GB 16423—2020

吊桶升降物料的最高速度：有导向绳时不超过罐笼提升最高速度的 $2/3$ ；无导向绳时，应不超过 2 m/s 。

6.4.8.10 竖井升降人员时，加速度和减速度应不超过 0.75 m/s^2 ；升降物料时，加速度和减速度应不超过 1.0 m/s^2 。

6.4.8.11 提升装置的机电控制系统应采用双 PLC 控制系统，实现位置和速度的冗余保护，并具有下列保护功能：

- 限速保护；
- 主电动机的短路及断电保护；
- 过卷保护；
- 过速保护；
- 过负荷及无电压保护；
- 闸瓦磨损保护；
- 润滑系统油压过高、过低或制动油温过高的保护；
- 直流电动机失励磁保护；
- 测速回路断电保护。

6.4.8.12 提升装置的机电控制系统应符合下列要求：

- 使用电气制动的，当制动电流消失时应实现安全制动；
- 深度指示器故障时，应实现安全制动；
- 制动油压过高、制动油泵电动机断电、制动闸瓦异常时，应实现安全制动；
- 提升容器到达预定减速点时提升机应自动减速；
- 提升机与信号系统之间应实现闭锁，无工作执行信号不能开车；
- 未经提升管理部门批准不得解除闭锁和安全制动。

6.4.8.13 提升系统应设下列保护和联锁：

- 控制电源的失压保护；
- 主电动机回路接地保护；
- 制动状态下主电动机的过电流保护；
- 辅机控制系统采用交流不停电电源装置(UPS)供电时的电源失电保护；
- 高压换向器(或全部电气设备)的隔墙(或围栅)门与断路器之间的联锁；
- 安全制动时不能接通电动机电源的联锁；
- 工作制动时电动机不能加速的联锁；
- 高压换向器的电弧闭锁；
- 控制屏加速接触器主触头的失灵闭锁；
- 缠绕式提升机应设松绳保护联锁；
- 采用电气制动时，高压换向器与直流接触器间应有电弧闭锁；
- 主电动机冷却故障或者温升超过额定值的联锁；
- 可控硅整流装置冷却故障的联锁；
- 尾绳工作不正常的联锁；
- 装卸载装置运行不到位的联锁；
- 装矿设施不正常及超载过限的联锁；
- 深度指示器调零装置失灵、摩擦式提升机位置同步未完成的联锁；
- 摇台工作状态的联锁；
- 井口及各中段安全门未关闭的联锁。

6.4.8.14 提升机制动系统应符合下列要求：

- 能用自动和手动两种方式实现安全制动；
 - 制动时提升机电机自动断电。
- 6.4.8.15 缠绕式提升机应有定车装置。
- 6.4.8.16 安全制动空行程时间不超过 0.3 s。
- 6.4.8.17 竖井和倾角不小于 30°的斜井提升系统的安全制动减速度应符合下列要求：
- 满载下放时不小于 1.5 m/s^2 ；
 - 满载提升时不大于 5 m/s^2 。
- 6.4.8.18 倾角小于 30°的斜井提升系统的安全制动减速度应符合下列要求：
- 满载下放时不小于 0.75 m/s^2 ；
 - 满载提升时不应使提升钢丝绳产生松弛现象。
- 6.4.8.19 提升机最大制动力矩和提升系统最大静张力差产生的旋转力矩的比值应符合下列要求：
- 正常生产提升：不小于 3；
 - 凿井期间升降物料：不小于 2；
 - 双卷筒提升机空载条件下调绳：不小于 1.2。
- 6.4.8.20 多绳摩擦提升系统设有导向轮时，摩擦轮的钢丝绳围包角应不大于 200°。
- 6.4.8.21 多绳摩擦提升系统的钢丝绳静防滑安全系数应大于 1.75；动防滑安全系数应大于 1.25；重载侧和空载侧的静张力比应小于 1.5。
- 6.4.8.22 提升人员的提升机应由人工控制启动。每班升降人员之前，应空车运行一个循环，检查提升机的运行情况，并将检查结果记录存档。连续运转时，可不受此限。
- 发生故障时司机应立即向调度报告，并应记录停车时间、故障原因、修复时间和所采取的措施。事故及处理记录应由相关人员签字确认后存档。
- 6.4.8.23 矿山应保存下列技术资料：
- 提升机使用说明书；
 - 制动装置的结构图和制动系统图；
 - 电气系统图和控制原理图；
 - 提升系统图；
 - 设备运转记录；
 - 检验和更换钢丝绳的记录；
 - 大、中、小修记录；
 - 岗位责任制和操作规程；
 - 司机班中检查和交接班记录；
 - 提升系统的检查和检验记录。
- 6.4.8.24 提升机室内应悬挂提升系统图、制动系统图、电气控制原理图、提升系统的技术特征、岗位责任制和操作规程等。

6.5 矿岩粗破碎

- 6.5.1 井下粗破碎站应符合下列要求：
- 矿仓口周围应设围挡或防护栏杆；
 - 卸车平台受料口应设牢固的安全限位车挡，车挡高度不小于车轮轮胎直径的 1/3；
 - 破碎机受料槽和缓冲仓排料口应设视频监控；
 - 矿仓口卸料时应采取喷雾降尘措施。
- 6.5.2 处理大块物料或者设备上部矿仓、破碎机内部、破碎机下部矿仓内的物料应执行 5.3.3～5.3.7 的规定。

GB 16423—2020

6.6 井下环境

6.6.1 井下空气

6.6.1.1 井下空气成分应符合下列要求：

- 采掘工作面进风风流中的 O₂ 体积浓度不低于 20%，CO₂ 体积浓度不高于 0.5%。
- 入风井巷和采掘工作面的风源含尘量不大于 0.5 mg/m³；
- 作业场所空气中有害气体浓度不超过表 4 规定；
- 作业场所空气中粉尘(总粉尘、呼吸性粉尘)浓度不超过表 5 的规定。

表 4 采矿工作面进风风流中有害气体浓度限值

有害气体名称	限值/%
一氧化碳(CO)	0.002 4
氮氧化物(换算成 NO ₂)	0.000 25
二氧化硫(SO ₂)	0.000 5
硫化氢(H ₂ S)	0.000 66
氨(NH ₃)	0.004

表 5 作业场所空气中粉尘浓度限值

游离 SiO ₂ 的质量分数/%	时间加权平均浓度限值/(mg/m ³)	
	总粉尘	呼吸性粉尘
<10	4	1.5
10~50	1	0.7
50~80	0.7	0.3
≥80	0.5	0.2
注：时间加权平均浓度限值是每天 8 h 工作时间内接触的平均浓度限值。		

6.6.1.2 含铀、钍等放射性元素的矿山，井下空气中氡及其子体的浓度应符合 GB 18871 的有关规定。

6.6.1.3 矿井进风应满足下列要求：

- 井下工作人员供风量不少于 4 m³/(min·人)；
- 排尘风速：硐室型采场不小于 0.15 m/s，饰面石材开采时不小于 0.06 m/s；巷道型采场和掘进巷道不小于 0.25 m/s；电耙道和二次破碎巷道不小于 0.5 m/s；箕斗硐室、装矿皮带道等作业地点的风速不小于 0.2 m/s；
- 破碎机硐室：采用旋回破碎机的，风量不小于 12 m³/s；采用其他破碎机的，风量不小于 8 m³/s，采用 2 台破碎设备时，不小于 12 m³/s；
- 柴油设备运行时供风量不小于 4 m³/(min·kW)；
- 满足 6.6.1.4 规定的风速要求。

6.6.1.4 有人员作业场所的井下气象条件应符合下列要求：

- 人员连续作业场所的湿球温度不高于 27℃，通风降温不能满足要求时，应采取制冷降温或其他防护措施；
- 湿球温度超过 30℃时，应停止作业；

- 湿球温度为 27℃~30℃时,人员连续作业时间不应超过 2 h,且风速不小于 1.0 m/s;
- 湿球温度为 25℃~27℃时,风速不小于 0.5 m/s;
- 湿球温度 20℃~25℃时,风速不小于 0.25 m/s;
- 湿球温度低于 20℃时,风速不小于 0.15 m/s。

6.6.1.5 进风井巷空气温度应不低于 2℃;低于 2℃时,应有空气加热设施。不应采用明火直接加热进入矿井的空气。

严寒地区的提升竖井和作为安全出口的竖井应有保温措施,防止井口及井筒结冰。如有结冰应及时处理,处理结冰前应撤离井口和井下各中段马头门附近的人员,并做好安全警戒。

有放射性的矿山,不应用老窿或老巷预热或降温。

6.6.1.6 井巷内平均风速应不超过表 6 的规定。

表 6 井巷断面平均风速限值

井巷名称	平均风速限值/(m/s)
专用风井、专用总进风道、专用总回风道	20
用于回风的物料提升井	12
提升人员和物料的井筒、用于进风的物料提升井、中段的主要进风道和回风道、修理中的井筒、主要斜坡道	8
运输巷道、输送机斜井、采区进风道	6
采场	4

6.6.2 通风系统

6.6.2.1 地下矿山应采用机械通风。设有在线监测系统的矿山应根据监测结果及时调整通风系统;未设置在线监测系统的矿山每年应对通风系统进行 1 次检测,并根据检测结果及时调整通风系统。矿山应及时更新通风系统图。通风系统图应标明通风设备、风量、风流方向、通风构筑物、与通风系统隔离的区域等。

6.6.2.2 矿井通风系统的有效风量率应不低于 60%。

6.6.2.3 矿山形成系统通风、采场形成贯穿风流之前不应进行回采作业。

6.6.2.4 进入矿井的空气不应受到有害物质的污染,主要进风风流不应直接通过采空区或塌陷区;需要通过时,应砌筑严密的通风假巷引流。

主要进风巷和回风巷应经常维护,不应堆放材料和设备,应保持清洁和风流畅通。

放射性矿山回风井与进风井的间距应大于 300 m。

矿井排出的污风不应应对矿区环境造成危害。

6.6.2.5 箕斗井、混合井作进风井时,应采取有效的净化措施,保证空气质量。

6.6.2.6 井下硐室通风应符合下列要求:

- 来自破碎硐室、主溜井等处的污风经净化处理达标后可以进入通风系统;未经净化处理达标的污风应引入回风道;
- 爆破器材库应有独立的回风道;
- 充电硐室空气中 H₂ 的体积浓度不超过 0.5%;
- 所有机电硐室都应供给新鲜风流。

6.6.2.7 采场、二次破碎巷道和电耙巷道应利用贯穿风流通风或机械通风。

6.6.2.8 采场回采结束后,应及时密闭采空区,并隔断影响正常通风的相关巷道。



GB 16423—2020

6.6.2.9 风门、风桥、风窗、挡风墙等通风构筑物应由专人负责检查、维修,保持完好严密状态。主要运输巷道应设两道风门,其间距应大于一列车的长度。手动风门应与风流方向成 $80^{\circ}\sim 85^{\circ}$ 的夹角,并逆风开启。

6.6.2.10 使用风桥应遵守下列规定:

- 不应使用木制风桥;
- 风桥与巷道的连接处应做成弧形。

6.6.3 通风机

6.6.3.1 正常生产情况下主通风机应连续运转,满足井下生产所需风量。当主通风机发生故障或需要停机检查时,应立即向调度室和矿山企业主要负责人报告,并采取必要措施。

6.6.3.2 每台主通风机电机均应有备用,并能迅速更换。同一个硐室或风机房内使用多台同型号电机时,可以只备用1台。

6.6.3.3 主通风设施应能使矿井风流在10 min内反向,反风量不小于正常运转时风量的60%。采用多级机站通风的矿山,主通风系统的每台通风机都应满足反风要求,以保证整个系统可以反风。

每年应至少进行1次反风试验,并测定主要风路的风量。

6.6.3.4 主通风机房应设有测量风压、风量、电流、电压和轴承温度等的仪表。每班都应对通风机运转情况进行检查,并有运转记录。采用自动控制的主通风机,每两周应进行1次自控系统的检查。

6.6.3.5 掘进工作面和通风不良的工作场所,应设局部通风设施,并应有防止其被撞击破坏的措施。

6.6.3.6 局部通风应采用阻燃风筒,风筒口与工作面的距离:压入式通风不应超过10 m;抽出式通风不应超过5 m;混合式通风,压入风筒的出口不应超过10 m,抽出风筒入口应滞后压入风筒出口5 m以上。

6.6.3.7 人员进入独头工作面之前,应启动局部通风机通风,确保空气质量满足作业要求,较长时间无人进入的工作面还应进行空气质量检测。独头工作面有人作业时,通风机应连续运转。

6.6.3.8 停止作业且无贯穿风流的采场、独头巷道,应设栅栏和警示标志,防止人员进入。重新进入前,应进行通风并检测空气成分,确认安全后方准进入。

6.6.4 矿井降温

6.6.4.1 矿山应采取措施避免热环境损害员工健康。

6.6.4.2 有可能产生热害的矿山,应监测和控制工作面的气象条件;对员工进行防止热害的培训;为员工配备热害防护装备。

6.6.4.3 热害矿山应制定针对热害的工作制度和管理制度,编制主通风机、制冷系统等停止工作时的应急预案。

6.6.4.4 通风和制冷系统应随开采方案的改变以及矿山开拓、生产的进展进行相应调整。

6.6.4.5 有爆炸危险的矿山,井下制冷降温设备应采用防爆型。

6.6.4.6 地表制冷站采用氨作为制冷剂时,机房距井口应大于200 m。

6.6.4.7 井下制冷站严禁采用氨作为制冷剂,并应有制冷剂泄露监测设施和应急预案。

6.7 电气设施**6.7.1 矿山供电**

6.7.1.1 人员提升系统、矿井主要排水系统的负荷应作为一级负荷,由双重电源供电,任一电源的容量应至少满足矿山全部一级负荷电力需求。应采取措施保证两个电源不会同时损坏。

6.7.1.2 主变配电所设置应符合5.6.1.1的规定。

6.7.1.3 主变电所主变压器设置应遵守 5.6.1.2 的规定。

6.7.1.4 井下采用的电压应符合下列规定：

- 高压,不超过 35 kV;
- 低压,不超过 1 140 V;
- 运输巷道、井底车场照明,不超过 220 V;采掘工作面、出矿巷道、天井和天井至回采工作面之间照明,不超过 36 V;行灯电压不超过 36 V;
- 手持式电气设备电压不超过 127 V;
- 电机车牵引网络电压:交流不超过 380 V;直流不超过 750 V。

6.7.1.5 井下变、配电所的电源及供电回路设置应符合下列规定：

- 由地面引至井下各个变、配电所的电力电缆总回路数不少于两回路;当任一回路停止供电时,其余回路应能承担该变电所的全部负荷;
- 有一级负荷的井下变、配电所,主排水泵房变、配电所,在有爆炸危险或对人体健康有严重损害危险环境中工作的主通风机和升降人员的竖井提升机,应由双重电源供电;
- 井下主变、配电所和具有低压一级负荷的变、配电所的配电变压器不得少于 2 台;1 台停止运行时,其余变压器应能承担全部负荷;
- 上述设备的控制回路和辅助设备,应有与主设备同等可靠的电源;
- 为井下一级负荷供电的 35 kV 及以下除采用钢制杆塔外的地面架空线路不得共杆架设;
- 经由地面架空线路引入井下变、配电所的供电电缆,应在架空线与电缆连接处装设避雷装置。

6.7.1.6 向井下供电的 6 kV~35 kV 系统中性点接地方式应符合下列规定：

- a) 1 140 V 及以下低压配电系统中性点应采用 IT 系统、TN-S 系统或中性点经电阻接地系统;有爆炸危险的矿山应采用 IT 系统;
- b) 向井下采场供电的 6 kV~35 kV 系统中性点不得采用直接接地系统;
- c) 6 kV~35 kV 系统单相接地故障点的电流应满足下述条件:
 - 当 6 kV~35 kV 系统中性点不接地时,单相接地故障点的电流不大于 10 A;
 - 当 6 kV~35 kV 系统中性点低电阻接地时,单相接地故障点的电流不大于 200 A。
- d) 井下低压配电系统采用 IT 系统或采用中性点经高电阻接地系统时,除装设必要的保护装置外,还应至少设置下列监测设备和保护装置之一:
 - 绝缘监测装置(IMD);
 - 绝缘故障定位系统(IFLS);
 - 剩余电流监测装置(RCM)或剩余电流保护装置(RCD)。
- e) 井下 1 000 V(1 140 V)及以下低压配电系统采用 TN-S 系统时,除装设必要的保护装置外,还应满足一级负荷的供电要求和下列条件:
 - 整个系统的中性导体和保护导体应严格分开;中性导体和保护导体分开后,不应连接在一起;
 - 在任何情况下保护导体不应有工作电流;
 - 互连的保护导体应严格连接到地;
 - 所有外露可导电部分应连接至接地保护导线;该保护导体在操作过程中不得断开,不应有过电流保护装置;
 - 馈电端应安装带有剩余电流装置(RCD)或剩余电流监视装置(RCM)的开关装置;
 - 剩余电流装置最大额定电流为 0.5 A;剩余电流保护装置(RCD)或交流/直流剩余电流监视装置(RCM)的动作时限为 0.2 s。

6.7.1.7 井下低压配电系统采用 IT 系统时,配电系统电源端的带电部分应不接地或经高阻抗接地;配电系统相导体和外露可导电部分之间第 1 次出现阻抗可忽略的故障时,故障电流不大于 5 A。

GB 16423—2020

6.7.1.8 引至采掘工作面的电源线应装设具有明显断开点的隔离电器。

6.7.2 电缆

6.7.2.1 井下应采用低烟、低卤或无卤的阻燃电缆。

6.7.2.2 井下电缆应符合下列要求：

- 在竖井井筒或倾角 45° 及以上的井巷内，固定敷设的电缆应采用交联聚乙烯绝缘粗钢丝铠装聚氯乙烯护套电力电缆或聚氯乙烯绝缘粗钢丝铠装聚氯乙烯护套电力电缆；
- 在水平巷道或倾角小于 45° 的井巷内，固定敷设的高压电缆应采用交联聚乙烯绝缘钢带或细钢丝铠装聚氯乙烯护套电力电缆、聚氯乙烯绝缘钢带或细钢丝铠装聚氯乙烯护套电力电缆；
- 移动式变电站的电源电缆应采用井下矿用监视型屏蔽橡套电缆；
- 非固定敷设的高低电压电缆、移动式和手持式电气设备应采用矿用橡套软电缆；
- 移动式照明线路应采用橡套电缆；有可能受机械损伤的固定敷设照明电缆应采用钢带铠装电缆；
- 硐室内应采用塑料护套钢带(或钢丝)铠装电缆；
- 井下信号和控制用线路应采用铠装电缆；
- 矿用橡套电缆的接地芯线不应兼作其他用途；
- 重要电源电缆、移动式电气设备的电缆及井下有爆炸危险环境的低压电缆应采用铜芯电缆。

6.7.2.3 敷设在竖井井筒内的电缆不应有接头。电缆接头应设置在中段水平巷道内。

6.7.2.4 敷设在钻孔中的电缆应紧固在钢丝绳上。钻孔应加装金属保护套管。

6.7.2.5 在水平巷道的个别地段沿底板敷设电缆时应用钢质或不燃性材料覆盖；电缆不应敷设在排水沟中。

6.7.2.6 井下电缆敷设应符合下列规定：

- 水平或倾斜巷道内悬挂的电缆，在矿车、机车掉道时或其他运输车辆运行时不应受到撞击；电缆坠落时不会落在带式输送机上或车辆正常运行的通道上；
- 水平或倾斜巷道内的电缆悬挂点的间距不大于 3 m；竖井电缆悬挂点的间距不大于 6 m；
- 电缆固定装置应能承受电缆重量，且不应损坏电缆的外皮；电缆上不应悬挂任何物体；
- 不应将电缆悬挂在风、水管路上；电缆与风、水管路平行敷设时，应敷设在管路上方 300 mm 以上；
- 高、低压电力电缆敷设在巷道同一侧时，高压电缆应敷设在上方；
- 高、低压电力电缆之间的净距应不小于 100 mm；高压电缆之间、低压电缆之间的净距应不小于 50 mm，并应不小于电缆外径；
- 电力电缆与通信电缆或光缆敷设在巷道同一侧时，电力电缆应在通信电缆下方，且净距不小于 100 mm；电力电缆与通信电缆或光缆在井筒内敷设时，净距不小于 300 mm；
- 裸露的电缆的铠装或金属外皮应作防腐蚀处理；
- 供给一级负荷用电的两回电源线路应配置在不同层支架或不同侧的支架上，并应实行防火分隔。

6.7.3 电气设备及保护

6.7.3.1 井下不应采用油浸式电气设备。

6.7.3.2 向井下供电的线路不得装设自动重合闸装置。

6.7.3.3 从井下变配电所引出的低压馈出线应装设带有过电流保护的断路器，且被保护线路末端的最小短路电流不应低于断路器瞬时或短延时脱扣器整定电流的 1.5 倍。

6.7.3.4 井下 3 kV~35 kV 配电系统单相接地保护应符合下列规定：

- 中性点不接地、高电阻接地或消弧线圈接地时,变、配电所的高压馈出线上应装有选择性的单相接地保护;接地保护应动作于跳闸或信号;向移动变电站供电的高压馈出线,应装设有选择性的单相接地保护,保护应无时限地动作于跳闸;
- 中性点低电阻接地时,井下各级变、配电所高压馈线均应装设二段零序电流保护;其第一段应采用动作时限不长于 0.3 s 的零序电流速断,直接向电动机、变压器和移动变电站供电的高压馈线应采用无时限的零序电流速断;第二段应采用零序过电流保护,时限应与相间过电流保护相同。

6.7.3.5 井下低压配电 IT 系统应有自动切断电源的故障防护措施,并应符合下列规定:

- 当绝缘下降至整定值时,应由监测设备发出可听和(或)可见信号;
- 有爆炸危险环境发生对外露导电部分或对地的单一接地故障时,防护装置应立即切断故障线路;
- 无爆炸危险环境发生对外露导电部分或对地的单一接地故障时:若预期接触电压不超过 36 V,可短时继续运行,并由绝缘监视装置发出可听和(或)可见的报警信号;若预期接触电压超过 36 V,防护装置应立即切断故障线路;当发生第二次异相接地故障时,应由过电流保护器或剩余电流保护器切断故障回路。

6.7.4 电气硐室



6.7.4.1 电气硐室应符合下列要求:

- 不应采用可燃性材料支护;
- 硐室的顶板和墙壁应无渗水;
- 中央变电所的地面应比其入口处巷道底板高出 0.5 m 以上;与水泵房毗邻时,应高于水泵房地面 0.3 m;
- 采区变电所及其他电气硐室的地面应比其入口处的巷道底板高出 0.2 m;
- 硐室地面应以 2‰~5‰ 的坡度向巷道等标高较低的方向倾斜;
- 电缆沟应无积水。

6.7.4.2 电气设备硐室应符合下列规定:

- 长度超过 9 m 的硐室,应在硐室的两端各设一个出口;
- 出口应设防火门和向外开的铁栅栏门;有淹没危险时,应设防水门。

6.7.4.3 硐室内应配备消防器材。

6.7.4.4 硐室内各种电气设备的控制装置,应注明编号和用途,并有停送电标志。硐室入口应悬挂“非工作人员禁止入内”的标志牌,高压电气设备应悬挂“高压危险”的标志牌,并应有照明。无人值守的硐室应关门加锁。

6.7.5 照明

6.7.5.1 井下所有作业地点、安全通道和通往作业地点的通道均应设照明。

6.7.5.2 下列场所应设置应急照明:

- 井下变电所;
- 主要排水泵房;
- 监控室、生产调度室、通信站和网络中心;
- 提升机房;
- 通风机房;
- 副井井口房;
- 矿山救护值班室。

GB 16423—2020

非消防工作区域继续工作应急照明连续供电时间不应少于 2 h;消防应急照明和灯光疏散指示标志的备用电源的连续供电时间不应少于 0.5 h。

6.7.5.3 采、掘工作面应采用移动式电气照明,移动式照明灯具应具有良好的透光和耐震性能,坚固耐用,并有金属保护网等安全措施。

6.7.5.4 照明变压器应采用专用线路供电。照明电源应从其供电变压器低压出线侧的断路器之前引出。

6.7.5.5 井下照明灯具应防水、防潮、防尘;井下爆破器材库照明应采取防爆措施。

6.7.6 保护接地

6.7.6.1 井下电气装置、设备的外露可导电部分和构架及电缆的配件、接线盒、金属外皮等应接地。

6.7.6.2 直接从地面供电的井下变、配电所的接地母线应与其附近的下列可导电部分作总等电位联结:

- 供水、排水、排泥、压缩空气、充填管路等金属物;
- 沿井巷装设的金属结构。

6.7.6.3 非直接从地面供电的井下变、配电所和移动变电站的接地母线应与 6.7.6.2 规定的外界可导电部分就近作局部等电位联结。

6.7.6.4 下列地点应设局部接地装置:

- 采区变电所和工作面配电点;
- 电气设备硐室;
- 单独的高压配电装置;
- 连接高压电力电缆的接线盒金属外壳。

6.7.6.5 井下电气设备保护接地系统应符合下列规定:

- 井下各开采水平的主接地装置和所有局部接地装置应通过接地干线相互连接,构成井下总接地网;
- 需要接地的设备和局部接地极均应与接地干线连接;
- 不应将两组主接地极置于同一个水仓或集水井内;
- 移动式电气设备应采用矿用橡套电缆的接地芯线接地。

6.7.6.6 主接地极应设在井下水仓或集水井中,且应不少于两组,应采用面积不小于 0.75 m^2 、厚度不小于 5 mm 的钢板作为主接地极。

6.7.6.7 接地干线应采用截面积不小于 100 mm^2 、厚度不小于 4 mm 的扁钢,或直径不小于 12 mm 的圆钢。电气设备外壳与接地干线的连接线(采用电缆芯线接地的除外)、电缆接线盒两头的电缆金属连接线,应采用截面积不小于 48 mm^2 、厚度不小于 4 mm 的扁钢或直径不小于 8 mm 的圆钢。

6.7.6.8 局部接地极应符合下列要求:

- 局部接地极设置在排水沟或积水坑中时,应采用面积不小于 0.6 m^2 、厚度不小于 3.5 mm 的钢板,或具有同样表面积、厚度不小于 3.5 mm 的钢管,并应平放于水沟深处;
- 局部接地极设置在其他地点时,应采用直径不小于 35 mm、长度不小于 1.5 m、壁厚不小于 3.5 mm 的钢管,钢管上至少应有 20 个直径不小于 5 mm 的孔,并竖直埋入地下。

6.7.6.9 接地装置所用的钢材应镀锌。

6.7.6.10 当任一主接地极断开时,在其余主接地极连成的接地网上任一点测得的总接地电阻不应大于 $2\ \Omega$ 。接地线及其连接部位应设在便于检查和试验的地方。

6.7.6.11 移动式电气设备与接地网之间的保护接地线电阻应不大于 $1\ \Omega$ 。

6.7.7 通信与监测监控

6.7.7.1 地下矿山应建立人员下井登记检查制度和相应的管理制度。

6.7.7.2 地下矿山应建立有线调度通信系统。

6.7.7.3 大中型地下矿山应建立监测监控系统,监控网络应当通过网络安全设备与其他网络互通互联;最大班下井人数超过 30 人的应设人员定位系统,下井人员应随身携带标识卡。

6.7.7.4 以下地点应设直通矿调度室的有线调度电话:

- 地面变电所、通风机房、提升机房、空压机房、充填制备站等;
- 马头门、中段车场、井底车场、装矿点、卸矿点、转载点、粉矿回收水平等;
- 采矿作业中段或分段的适当位置,掘进工程的适当位置;
- 井下主要水泵房、中央变电所、采区变电所、调度硐室、破碎站、通风机控制硐室、带式输送机控制硐室、设备维修硐室等主要机电设备硐室;
- 爆破时撤离人员集中地点、避灾硐室、油库、加油站、爆破器材库等重要位置。

6.7.7.5 有线调度通信系统应采用专用通信电缆;调度电话至调度交换机和安全栅应采用矿用通信电缆直接连接,不得利用大地作回路。井下调度电话不应由井下就地供电,或者经有源中继器接调度交换机。

6.7.7.6 井下通信系统应满足下列要求:

- 井下有线通信系统应设两路通信电缆,分别从不同的井筒进入井下;其中任何一路通信电缆都应能满足井下与地表通信需要;
- 井下通信设备应满足电磁兼容要求,在巷道内安装时应满足防水、防腐、防尘要求,防护等级应不低于 IP54;
- 通信系统应有防雷电保护措施;
- 通信系统应连续运行,电网停电后,备用电源应能保证系统连续工作 2 h 以上。

6.7.7.7 人员定位系统应符合下列要求:

- 有人员出入的井口、重点区域出入口、限制区域等应当设置读卡分站;
- 人员定位系统应具备检测标识卡是否正常、是否唯一的功能。

6.7.7.8 监测监控系统和人员定位系统主机及联网主机应当双机热备份,连续运行。电网停电后,备用电源应能支持系统连续工作 2 h 以上。

6.7.7.9 监测监控系统应符合下列要求:

- 监测监控设备的电源应取自被控开关的电源侧或者专用电源,严禁接在被控开关的负荷侧;
- 检修与监测监控设备关联的电气设备,需要监控设备停止运行时,应制定安全措施,并报矿山企业主要负责人审批;
- 监测监控设备发生故障应及时处理,在故障处理期间应采取人工监测等安全措施,并填写故障记录;
- 监测监控系统应能实时上传和保存监控数据;数据保存时间不少于 1 个月,并可随时调用;
- 矿调度室值班人员应当监视监控信息、填写运行日志;系统发出报警、断电、馈电异常等信息时,值班人员应采取措施及时处理;处理过程和结果应当记录备案。

6.7.7.10 矿山应绘制、及时更新和保存井下通信系统图、人员定位系统图、监测监控系统图;图纸应标明有线调度通信系统、人员定位系统、监测监控系统的设备种类、数量和位置,通信电缆、电源电缆的敷设线路。

6.7.8 检查、维修和操作

6.7.8.1 矿山应建立电气作业安全制度,规定工作票、工作许可、监护、间断、转移和终结等工作程序。严禁非电专业人员从事电气作业。

6.7.8.2 井下电气设备应按表 7 规定由电气维修工进行检测,及时处理检测中发现的问题,并将检测和处理结果记录存档。

GB 16423—2020

表 7 电气设备检查制度

检查项目	检查时间
井下自动保护装置检查	每季 1 次(负荷变化时应当及时整定)
主要电气设备绝缘电阻测定	每季 1 次
井下全部接地网和总接地网电阻测定	每季 1 次
高压电缆耐压试验、橡套电缆检查	每季 1 次
新安装和长期没运行的电气设备,合闸前应测量绝缘和接地电阻	投入运行前

- 6.7.8.3 井下电气工作人员应遵守下列规定：
- 重要线路和重要工作场所的停、送电,以及 1 000 V(1 140 V)以上的电气设备检修,应持有主管电气工程师签发的作业票,方准进行作业；
 - 不应带电检修或搬动任何带电设备、电缆和电线；检修或搬动时,应先切断电源,并将导体完全放电和接地；
 - 停电检修时,所有已切断电源的开关把手均应加锁；对该回路验电、放电,将线路接地,并且悬挂“有人作业,禁止送电”的警示牌；只有执行这项工作的人员,才有权取下警示牌并送电；
 - 不应单人作业；
 - 未经许可不得操作、移动和恢复电气设备；
 - 紧急情况下可以为切断电源而操作电气设备。
- 6.7.8.4 手持式电气设备的操作手柄和工作中必须接触的部分应有良好绝缘。
- 6.7.8.5 沿地面敷设的、向移动设备供电的橡套电缆中间不应有接头；应采取措施避免电缆被移动设备损坏。
- 6.7.8.6 移动设备司机离开时应切断电源。

6.8 防排水

6.8.1 一般规定

水文地质条件复杂的矿山,建设前应进行专门的水文地质勘查,在基建、生产过程中持续开展有关防治水方面的调查、监测工作。

6.8.2 地面防水

- 6.8.2.1 应查清矿区及其附近地表的水流系统、汇水面积、河流沟渠汇水情况、疏水能力、积水区、水利工程现状和规划情况,以及当地日最大降雨量、历年最高洪水位,并结合矿区特点建立和健全防水、排水系统。
- 6.8.2.2 每年雨季前,矿山应组织 1 次防水检查,并编制防水计划。防水工程应在雨季前竣工。
- 6.8.2.3 矿井(竖井、斜井、平硐等)井口的标高应高于当地历史最高洪水位 1 m 以上。工业场地的地面标高应高于当地历史最高洪水位。
- 6.8.2.4 井下疏干放水有可能导致地表塌陷时,应先将潜在塌陷区的居民迁走,公路和河流改道,再进行疏放水。矿区不能进行大规模疏放水时,应采取帷幕注浆堵水等防治水措施。
- 6.8.2.5 矿区及其附近的地表水或大气降水有可能危及井下安全时,应根据具体情况采取设防洪堤、截水沟、封闭溶洞或报废的矿井和钻孔、留设防水矿柱等防范措施。

6.8.2.6 矿石、废石和其他堆积物不应堵塞山洪通道,不应淤塞沟渠和河道。

6.8.3 井下防水

6.8.3.1 应调查核实矿区范围内的小矿井、老井、老采空区、现有生产矿井的积水区、含水层、岩溶带、地质构造等详细情况,并填绘矿区水文地质图。

6.8.3.2 对积水的旧井巷、老采区、流砂层、各类地表水体、沼泽、强含水层、强岩溶带等不安全地带,如不能采取疏放水措施保证开采安全,应留设安全矿(岩)柱。防治水设计应确定安全矿(岩)柱的尺寸,在设计规定的保留期内不应开采或破坏安全矿(岩)柱。在上述区域附近开采时应采取预防突然涌水的安全措施。

6.8.3.3 矿山井下最低中段的主水泵房和变电所的进口应装设防水门,防水门压力等级不低于 0.1 MPa。水仓与水泵房之间应隔开,隔墙、水仓与配水井之间的配水阀的压力等级应与防水门相同。

水文地质条件复杂的矿山应在关键巷道内设置防水门,防止水泵房、中央变电所和竖井等井下关键设施被淹。防水门压力等级应高于其承受的静压且高于一个中段高度的水压。

通往强含水带、积水区、有可能突然大量涌水区域的巷道和专用的截水、放水巷道应设置防水门。防水门压力等级应高于其承受的静压。

防水门应设置在岩石稳固的地点,由专人管理,定期维修,确保可以随时启用。

6.8.3.4 矿井最大涌水量超过正常涌水量的 5 倍,且大于 50 000 m³/d 时,应在中段石门设置防水门,减少进入水仓的水量。

6.8.3.5 对接近水体的地带或与水体有联系的可疑地段,应坚持“有疑必探,先探后掘”的原则,编制探水设计。

6.8.3.6 掘进工作面或其他地点发现透水预兆时,应立即停止工作,并报告矿山企业主要负责人,采取措施。情况紧急时应立即发出警报,撤出所有可能受透水威胁的人员。

6.8.3.7 进行老采空区、硫化矿床氧化带的溶洞、与深大断裂有关的含水构造探水作业时,以及进行被淹井巷的排水和放水作业时,为预防有害气体逸出造成危害,应事先采取通风安全措施,并使用防爆照明灯具。发现有害气体、易燃气体泄出应及时采取处置措施。

6.8.3.8 受地下水威胁的矿山应采取矿床疏干、堵水等治理措施。

6.8.3.9 裸露型岩溶充水矿区、地面塌陷发育的矿区,应做好气象观测。雨季应加强降雨观测并根据暴雨强度采取应对措施,直至暂停生产。

6.8.3.10 井筒掘进过程中预测裸露段涌水量大于 20 m³/h 时应先行治水。井巷穿越强含水层或高压含水断裂破碎带之前应治水后再掘进。

6.8.4 井下排水设施

6.8.4.1 主要水仓应由两个独立的巷道系统组成。最低中段水仓总容积应能容纳 4 h 的正常涌水量;正常涌水量超过 2 000 m³/h 时,应能容纳 2 h 的正常涌水量,且不小于 8 000 m³。应及时清理水仓中的淤泥,水仓有效容积不小于总容积的 70%。

6.8.4.2 井下最低中段的主水泵房出口不少于两个;一个通往中段巷道并装设防水门;另一个在水泵房地面 7 m 以上与安全出口连通,或者直接通达上一水平。水泵房地面应至少高出水泵房入口处巷道底板 0.5 m;潜没式泵房应设两个通往中段巷道的出口。

6.8.4.3 井下主要排水设备应包括工作水泵、备用水泵和检修水泵。工作水泵应能在 20 h 内排出一昼夜正常涌水量;工作水泵和备用水泵应能在 20 h 内排出一昼夜的设计最大排水量。备用水泵能力不小于工作水泵能力的 50%;检修水泵能力不小于工作水泵能力的 25%。只设 3 台水泵时,水泵型号应相同。

6.8.4.4 应设工作排水管路和备用排水管路。水泵出口应直接与工作排水管路和备用排水管路连接。

GB 16423—2020

工作排水管路应能配合工作水泵在 20 h 内排出一昼夜正常涌水量；全部排水管路应能配合工作水泵和备用水泵在 20 h 内排出一昼夜的设计最大排水量。任意一条排水管路检修时，其他排水管路应能完成正常排水任务。

6.9 防灭火

6.9.1 一般规定

6.9.1.1 地面防火应遵守 5.7.2 的相关规定。

6.9.1.2 应结合井下供水系统设置井下消防管路。

6.9.1.3 下列场所应设消防栓：

- 内燃自行设备通行频繁的主要斜坡道和主要平硐；
- 燃油储存硐室和加油站；
- 主要中段井底车场和无轨设备维修硐室。

6.9.1.4 斜坡道或巷道中的消防栓设置间距不大于 100 m；每个消防栓应配有水枪和水带，水带的长度应满足消防栓设置间距内的消防要求。

6.9.1.5 井下消防系统应符合下列规定：

- 井下消防供水水池应能服务井下所有作业地点，水池容积不小于 200 m³。
- 消防栓栓口动压力应为 0.25 MPa~0.5 MPa。供水系统压力过大时应采取减压措施。
- 消防栓最不利点的水枪充实水柱不小于 7 m。
- 消防主管管内径不小于 80 mm。

6.9.1.6 木材场、有自然发火危险的矿岩堆场、炉渣场，应布置在常年最小频率风向上风侧，距离进风井口 80 m 以上。

6.9.1.7 在下列地点或区域应配置灭火器：

- 有人员和设备通行的主要进风巷道、进风井井口建筑、主要通风机房和压入式辅助通风机房、风硐及暖风道；
- 人员提升竖井的马头门、井底车场；
- 变压器室、变配电所、电机车库、维修硐室、破碎硐室、带式输送机驱动站等主要机电设备硐室、油库和加油站、爆破器材库、材料库、避灾硐室、休息或排班硐室等；
- 内燃自行设备通行频繁的斜坡道和巷道，灭火器配置点间距不大于 300 m。

6.9.1.8 每个灭火器配置点的灭火器数量不少于 2 具，灭火器应能扑灭 150 m 范围内的初始火源。

6.9.1.9 井口和平硐口 50 m 范围内的建筑物内不得存放燃油、油脂或其他可燃材料。

6.9.1.10 井下车库、加油站和储油硐室应符合下列要求：

- 应设在发生火灾或爆炸事故时对井下主要设施及作业区影响最小的位置；
- 加油站、储油硐室应和车库分开；
- 应设置防止失控车辆闯入的保护措施；
- 在显著位置设置“严禁烟火”的标志。

6.9.1.11 储油硐室和加油站应符合下列要求：

- 应有独立回风道；
- 与巷道连接处应设甲级防火门；
- 储油量不超过三昼夜的需用量；
- 每个油罐或者油桶均应有明确标识和编号；
- 储油硐室附近和加油站内应设集油坑；
- 集油坑容积：储存油罐的不小于油罐容积的 1.5 倍；储存油桶的不小于最大油桶容积的 1.1 倍；

加油站的不小于 0.5 m^3 ；

- 应定期检查油罐，发现泄漏立即停止使用；
- 修理油罐应采取安全措施，经过审批后进行；
- 油桶应分类摆放整齐，油桶和空桶分开存放，并严密封盖；
- 地面和墙壁应光滑、不渗漏，应有使溢流流向集油坑的坡度；
- 收集的油料应尽快运出矿井。

6.9.1.12 运送燃油的油罐不得与其他物料混装。运油车辆的显著位置应有“严禁烟火”标志。运油车辆应配备消防器材。

6.9.1.13 车辆加油时，应采用输油泵或唧管输油，操作人员应按规范进行操作；加油过程中应严格控制加油的速度；发生跑、冒、漏油时，应及时处理。

6.9.1.14 井下燃油设备或液压设备不应漏油，出现漏油应及时处理。

6.9.1.15 采用管道向井下输送燃油时，地表油罐应距离井口 50 m 以上，并远离常年最大频率风向的井口上风侧。井巷中的输油管应和动力电缆分开布置，并能避免坠落物的撞击。巷道中的输油管应挂有“严禁烟火”“油管”等标志。不应在容易发生变形的井筒和巷道采用管道输送燃油。

6.9.1.16 井下固定柴油设备应安装在不可燃的基础上，并应装有热传感器，当温度过高时能自动停止发动机。

6.9.1.17 井下不得使用乙炔发生装置。

6.9.1.18 不应用明火直接加热井下空气或烘烤井口冻结的管道。井下不应使用电炉和灯泡防潮、烘烤和采暖。

6.9.1.19 矿山应建立动火制度，在井下和井口建筑物内进行焊接等明火作业，应制定防火措施，经矿山企业主要负责人批准后方可动火。在井筒内进行焊接时应派专人监护；在作业部位的下方应设置收集焊渣的设施；焊接完毕应严格检查清理。

6.9.1.20 矿井发生火灾时，主通风机是否继续运转或反风，应根据矿井火灾应急预案和当时的具体情况，由矿山企业主要负责人决定。

6.9.2 防自然发火

6.9.2.1 有自然发火危险的矿山应设井下环境监测系统，实现连续自动监测与报警。监测内容应包括井下空气成分、温度、湿度和水的 pH 值等，应系统研究内因火灾的特点和发火规律。有沼气渗出的矿山，应加强沼气监测。

6.9.2.2 开采有自然发火危险的矿床应采取以下防火措施：

- 主要运输巷道、总进风道、总回风道，均应布置在无自然发火危险的围岩中，并采取预防性注浆或者其他有效措施；
- 选择合适的采矿方法，合理划分矿块，并采用后退式回采顺序；根据采取防火措施后的矿床最短发火期确定采区开采期限；充填法采矿时，应采用惰性充填材料及时充填采空区；
- 应有灭火的应急预案；
- 采用黄泥或其他物料注浆灭火时应按应急预案规定的钻孔网度、料浆浓度和注浆系数进行；
- 应防止上部中段的水泄漏到采矿场，并防止水管在采场漏水；
- 严密封闭采空区；
- 应清理采场矿石，工作面不应留存坑木等易燃物。

6.9.3 井下灭火

6.9.3.1 发现井下起火应立即采取一切可能的措施直接扑灭，并迅速报告矿调度室；矿山各层级应按照矿井火灾应急预案，首先将人员撤离危险地区，并组织人员，利用现场的一切工具和器材及时灭火。火

GB 16423—2020

源不能扑灭时,应封闭火区。

6.9.3.2 电气设备着火时,应首先切断电源。在电源切断之前,不能用导电的灭火器材灭火。

6.9.3.3 矿山企业主要负责人接到火灾报告后,应立即组织有关人员查明火源及发火地点的情况;根据矿井火灾应急预案,拟定具体的灭火和抢救行动计划。同时应采取措施防止风流自然反向和有害气体蔓延。

6.9.3.4 需要封闭的发火地点应先采取临时封闭措施,然后再砌筑永久性防火墙。进行封闭工作之前,应由佩戴隔绝式呼吸器的救护队员检查回风流的成分和温度。在有害气体中封闭火区,应由救护队员佩戴隔绝式呼吸器进行。在新鲜风流中封闭火区,应准备隔绝式呼吸器。

如发现爆炸危险,应暂停工作,撤出人员,并采取措施消除危险。

封闭具有爆炸危险的火区时,应遵守下列规定:

——应先采取注入惰性气体等抑爆措施,然后在安全位置构筑进、回风密闭设施。

——封闭具有多条进、回风通道的火区,应同时封闭各条通道;不能实现同时封闭的,应先封闭次要进回风通道,后封闭主要进回风通道。

——加强火区封闭的施工组织管理;封闭过程中密闭墙预留通风孔,封孔时进、回风巷同时封闭;封闭完成后所有人员立即撤出。

——检查或加固密闭墙等工作应在火区封闭完成 24 h 后实施。发现已封闭火区发生爆炸造成密闭墙破坏时,严禁调派救护队侦察或恢复密闭墙;应采取安全措施,实施远距离封闭。

6.9.3.5 防火墙应符合下列规定:

——严密坚实;

——在墙的上、中、下部,各安装一根直径 35 mm~100 mm 的铁管,以便取样、测温、放水和充填,铁管露头要用带螺纹的塞子封闭;

——设人行孔;封闭工作结束应立即封闭人行孔。

6.9.4 火区管理

6.9.4.1 对已封闭的火区,应建立火区检查记录档案,绘制火区位置关系图,并归档永久保存。

6.9.4.2 永久性防火墙应有编号,并在火区位置关系图和通风系统图上标出。发现火区封闭不严或有其他缺陷以及火区内有异常变化时,应及时处理和报告。

6.9.4.3 封闭的火区启封和恢复开采:应根据监测结果确认封闭火区内的火已熄灭,制定安全措施,并报矿山企业主要负责人批准后,方可进行;应先打开回风侧,无异常现象再打开进风侧;火区面积较大时,应设多道调节门,分段启封,逐步推进。

6.9.4.4 启封火区的风流应直接引入回风流,回风流经过的巷道中的人员应事先撤出。恢复火区通风时,应监测回风流中有害气体的浓度,发现有复燃征兆,应立即停止通风,重新封闭。

6.9.4.5 火区启封后 3 d 内,应由矿山救护队每班进行气体成分、温度、湿度和水的 pH 值的检测。确认一切情况良好,方可转入生产。

6.9.4.6 在活动性火区下部和同一中段进行回采时,应留防火矿柱;其设计和安全措施,应经矿山企业主要负责人批准。



7 特殊开采

7.1 水力开采

7.1.1 水枪喷嘴至工作台阶坡底线的距离应符合下列规定:

——逆向冲采松散的砂质黏土岩,不小于台阶高度的 0.8 倍;

——冲采黏土质的致密岩土,不小于台阶高度的 1.2 倍。

7.1.2 冲采致密岩土并进行底部掏槽时,台阶高度应不超过 10 m;分段逆向冲采除外。采用水力掘沟、明槽运矿时,掘沟或者明槽的宽度应不小于台阶高度的 1.5 倍。

7.1.3 开采倾角 30° 以上、底板平滑的山坡砂矿,不应逆向冲采。冲采溶洞中的沉积砂矿时,应及时处理溶洞边缘上的浮石。台阶坡面上有大块浮石时,不应正面冲采。

7.1.4 冲采溶洞中的沉积砂矿前,应查明周边溶洞分布状况,分析溶洞的稳定性,对不稳固的溶洞采取处理措施。

7.1.5 水枪正在作业的冲采工作面,人员不应靠近边坡。水枪停止作业时,应经过检查确认安全,方可进入冲采工作面,但不应进入坡底线附近。水枪开动时,任何人员均不应在冲采范围内进行其他工作。水枪突然停水,在关闭水源开关以前,任何人员均不应进入冲采工作面。

7.1.6 一个台阶同时有两台水枪作业时,对向冲采时相互距离应不小于水枪有效射程的 2.5 倍;平行冲采时相互距离应不小于水枪有效射程的 1.5 倍。上、下两个台阶同时开采时,上部台阶作业面应超前下部台阶作业面 30 m 以上。

7.1.7 矿浆池上部的砂泵,应设稳固的操作平台和带扶手的梯子,平台宽度应不小于 0.8 m。上面有行人的运矿沟槽,沟槽上应设盖板或金属网。深度超过 2 m 的沟槽,应设明显标志,并禁止人员靠近。

7.1.8 敷设有管道或渡槽的栈桥,应设宽度不小于 0.8 m 的人行通道和梯子。

7.1.9 供配电线路,应符合下列要求:

- 固定输电线路,不应设在采掘作业区内,其与作业水枪间的距离,应不小于水枪射程的 2 倍;
- 采场内的移动电缆,不应从水枪射程范围内通过,并应保证绝缘良好;
- 电气线路应有良好的防雷设施。

7.1.10 泥浆管道至裸露输电线和通信线路的距离,应不小于电杆高度的 1.5 倍。

7.2 挖掘船开采

7.2.1 采、选船基坑开挖的深度,应大于船的吃水深度 0.8 m 以上;采、选船的吃水深度超过设计规定的吃水深度时,应及时查找原因,排除安全隐患;采区实际水深低于船的吃水深度时,应停止作业;开采工作面水上边坡高度大于 3 m,边坡角大于矿岩自然安息角时,应用水枪及时处理边坡。

7.2.2 采、选船上机械设备的转动部位应安装可拆卸的护栏;甲板、桥板、梯子及操作平台外侧应安装扶手;采、选船的浮箱应设平时密封紧锁的渗水观察孔。

7.2.3 采、选船的牵引绳应定期检查,达到 6.4.7 规定的缠绕式提升钢丝绳更换标准时,应及时更换。

7.2.4 挖掘作业期间,在挖掘船的首绳和边绳的岸上设置区内不应进行其他作业。

7.2.5 挖掘船工作时干舷高不小于 0.2 m;过河时,河面标高与采池水面标高之差不大于 0.5 m;过河段水位低于安全水位时应筑坝提高水位。

7.2.6 地表建(构)筑物到采池边的距离不小于 30 m;设备到采池边的距离不小于 5 m;人员到采池边的距离不小于 2 m。

7.2.7 挖掘船作业时,人员和船只不应在其回转半径范围内停留或经过。

7.2.8 在大风、大雾及洪水期间,行船和调船应有可靠的安全措施。

7.2.9 动力电缆应保持绝缘良好;敷设在地表部分,应有警示标志;横穿道路时,应采取防护措施;水上部分应敷设在浮箱或木排上。

7.2.10 挖掘船上应设置水位警报、照明、信号、通信和救护设备。

7.2.11 采场的主要进出口,应设置醒目的警示标志。距离采场边缘 30 m,应设安全防护线,其内不应堆放任何杂物。进入采场的作业人员应穿戴救生器材。

7.2.12 挖掘船船体距离采场边缘不小于 20 m。船体四周应用缆绳固定,防止飘浮、摇摆、碰撞采场边坡面,产生滑坡事故。

7.2.13 采场边坡高度不大于 10 m,水上部分边坡角不大于 40° ,水下部分不大于 30° 。应定期对边坡进

GB 16423—2020

行安全检查,发现有潜在滑坡危险地段应自上而下放缓边坡。

7.2.14 过采区应按设计要求进行回填及治理,防止滑坡、塌方和泥石流等灾害的发生。

7.3 饰面石材开采

7.3.1 石材开采禁止使用硐室爆破;矿体内应采用锯切法掘进、回采;露天剥离、开拓堑沟以及开采特殊赋存的矿体,采用炸药爆破应进行论证,并应遵守 GB 6722 的有关规定。

7.3.2 除遵守 7.3 规定外,还应该遵守露天矿山和地下矿山的相关规定。

7.3.3 最终边坡应留设安全平台、清扫平台;安全平台宽度不小于 3 m,清扫平台宽度不小于 6 m。最终边坡角应满足安全稳定的要求,并在设计阶段进行论证。

7.3.4 最终边坡节理裂隙较发育或有构造带时,应清理浮石、降低边坡角度并进行加固。

7.3.5 开采台阶高度不应大于 10 m;最终台阶高度应根据岩体节理裂隙发育程度、岩体稳定性由设计确定,但不应大于 20 m。

7.3.6 最小工作平台宽度应满足长条块石翻倒、解体、整形、装运、清渣等工序的作业要求;高台阶开采时工作平台宽度应不小于 20 m;开采台阶的外沿应设置栏杆和警示标志。

7.3.7 高台阶长条块石翻倒作业前,应在预翻倒位置铺垫渣土,人员撤离至 20 m 以外。

7.3.8 荒料堆场通道宽度应满足装运设备的作业要求;荒料堆高不应超过 3 层。

7.3.9 金刚石串珠锯操作应遵守下列规定:

- 操作人员应接受培训后方可操作设备。
- 作业现场周围应设置安全警示标志。
- 轨道铺设前应清理平台,保证轨道铺设区域的平整;锯切作业前,应检查并确认动力电缆及控制电缆均正常,保护接地良好。
- 操作台应放置于绳锯机侧面 15 m 以外,并与串珠锯运动方向垂直;操作人员的站位应符合串珠锯操作的有关要求,严禁直接面对绳锯切割方向进行操作或跨越运行中的串珠绳。
- 锯切作业前应在串珠锯外侧安置安全防护栏栅,周围人员退到安全位置后方可启动串珠锯。
- 锯切作业时,若需要进入锯切区域,操作人员应停止串珠锯作业,待问题处理完毕确认安全后,方可启动串珠锯。
- 串珠锯水平切割作业前,操作者应将专用的安全挡板置于外露的串珠绳外侧。安全挡板的高度应超过串珠锯运动高度 0.5 m 以上。
- 串珠锯垂直切割作业前,应在串珠锯导轨尾部安放高度 2 m 以上的安全挡板。
- 在进行垂直面切割时,禁止人员站在与切割线相同方向上观察切割轨迹。移动冷却水管时,应从切缝侧面操作。
- 切割作业时操作人员不得离开串珠锯操作台;自动切割即将完成时应转到人工控制,并逐渐减低行走速度。
- 每次停机后,都要检查串珠绳接头,及时更换截面磨损或不符合要求的接头。
- 雨雪、雷暴、大雾、大风等不良天气应停止作业。

7.3.10 操作链臂锯应遵守下列规定:

- 操作人员接受培训后方可操作设备;
- 作业现场周围应设置安全警示标志;
- 轨道铺设前清理平台,保证轨道铺设区域的平整;每次行走进给之前,检查轨道固定销的位置,防止固定销伸出地面过高与行走机构发生碰撞;
- 倾斜锯切矿体时,锯切倾斜角度应符合链臂锯倾斜工作要求;
- 设备行走时,轨道上禁止站立人员或放置物体;
- 切割臂转换工位时,禁止人员靠近切割臂工作区域;

- 在进行水平切割作业时,应及时在锯缝中塞入楔子支撑上部矿体;发生坍塌压住切割臂时,应用千斤顶将塌落岩石支起,加入楔子后方可再进行切割作业;
- 主电机启动时应减小进给量,切割臂进给时应有人监控;
- 雨雪、雷暴、大雾、大风等不良天气应停止作业。

7.3.11 操作水平取芯钻机应遵守下列规定:

- 操作人员接受培训后方可操作设备;
- 钻机安装前,应将安装钻机的地面处理平整;钻机应安放牢固、可靠固定;冷却水管畅通并连接可靠;
- 根据待钻孔的位置调整钻机安装方向和钻杆水平度,确保钻杆轴线与孔中心重合;
- 钻机工作过程中出现非正常噪音和振动时应立即停机检查;
- 钻杆在孔内时,严禁启动钻杆反转。

7.3.12 操作圆盘锯应遵守下列规定:

- 操作人员接受培训考核合格后方可操作设备;
- 轨道铺设前清理平台,保证轨道铺设区域的平整;各段轨道的连接应牢固、可靠;轨道高出平台较多时,应采取加固支撑措施;
- 开机前检查:锯片应锁紧,锯片防护罩应牢固并盖住金刚石锯片表面积一半以上,运行机构的限位开关和机械止挡应可靠,冷却水管应畅通并连接可靠;
- 锯片的偏摆应符合要求;
- 应观察圆盘锯工作时锯片是否平行运行;电流、电压是否在允许值范围;发生异常应及时停机;
- 圆盘锯在行走、作业、停机时,机体应保持稳定;
- 停机后应检查电源是否完全断开,检查是否有漏油、漏水情况;
- 应采取措施保证锯机安装就位、锯片装拆过程中的安全;
- 雨雪、台风、雷暴、大雾、大风等不良天气应停止作业;
- 更换锯片时应有 2 人或 2 人以上协同操作,禁止独自 1 人更换锯片。

7.3.13 操作荒料叉装车应遵守下列规定:

- 叉装车不得超载作业;
- 工作前检查:轮胎不应有割伤及裂痕,气压、轮胎压圈及压圈锁应正常,轮胎固定螺丝及端盖螺丝不应松动;转向和制动器液压油、制动冷却油油面应正常,应按照叉装车保养要求加注润滑脂;
- 作业前应对作业区域的环境进行仔细观察,了解电缆、设备等障碍物情况;应对工作面进行清理,使其满足叉装车和荒料运输车作业要求;重载运行应控制速度,待设备停稳后方可换向;重载下坡时,应低速慢行、防止翻车;
- 荒料装车时,货叉应尽可能放低、缓慢卸载;铲装荒料时应垂直荒料长度方向叉进,不得斜叉;
- 叉装车应配备灭火器,司机应熟悉灭火器的使用方法;
- 停车时应将货叉平稳地放在地上,发动机怠速运转 5 min 后方可熄火;不得在发动机高速运转时熄火。

7.3.14 操作桅杆起重机应遵守下列规定:

- 桅杆起重机基础应设在岩体稳固的地段,应安装可靠的防雷和接地保护装置。
- 桅杆起重机不得超载吊装,起吊时不应斜拉、拖拽。
- 提升、变幅、回转机构的限位开关中的接触开关,使用时应定期检查,超过使用寿命应及时更换。
- 吊起的荒料禁止从汽车驾驶室或人员上方越过;荒料离开作业面之前不应回转;起吊荒料回转时,不应改变动臂倾角,不应换挡。

GB 16423—2020

- 起吊荒料时,如发现电流表超过额定数值,应立即停止起吊,放下荒料。查明原因并排除故障后,方可重新开始作业。
- 荒料吊钩与吊臂上端的滑轮组应保持 2 m 以上的安全距离。
- 吊装荒料时,桅杆起重机作业范围内禁止人员、设备进入。
- 吊钩的最低极限位置,应保证提升滚筒上最少有 6 圈钢丝绳。

7.3.15 地下开采应遵守下列规定:

- 平硐口应修建安全顶棚,硐口支护长度不小于 10 m;
- 开拓巷道应布置在稳定的岩体中;设备距巷道壁、顶均不小于 0.6 m,巷道断面尺寸应满足采运设备通行需要;
- 采用全锯切作业的巷道断面尺寸应满足设备作业要求;
- 矿房、矿柱的参数应经过设计论证,矿柱的安全系数不小于 2 倍;
- 矿房切顶后,顶板若出现节理裂隙应及时进行应力监测和稳定性分析,根据分析结果,必要时进行支护;矿房向下分层开采前根据顶板稳固情况及时采取相应的支护措施;应力、应变值超限时,应立即停止开采作业;
- 矿柱出现节理裂隙时,应及时采用锚杆等进行支护,并监测地压;
- 链臂锯作业前应根据矿层产状和节理裂隙分布设计锯切位置;巷道掘进锯切时,靠巷道壁、顶的锯缝应贯穿,保证背切的串珠绳穿透通畅;
- 锯切作业结束后,相关设备和人员应撤离至锯切工作面 10 m 以外;
- 矿山应建立岩体应力、位移参数的实时测量和监控系统。

7.4 盐湖开采

7.4.1 盐湖作业区应符合下列规定:

- 在溶洞、气眼和淤泥较厚的地点应设立明显的警示标志;
- 采坑深度超过 1 m 时,距采坑边缘 1.5 m 范围内不应站人或停放设备;
- 车辆驶入盐层松软的再生盐产区前,应先查看和确认盐层的承载能力。

7.4.2 在盐湖内进行手工开采作业应遵守下列规定:

- 应根据当地气候和环境特征采取防暑、防冻、防晒等措施;
- 多人在同一盐槽内作业时,应保持 2 m 以上距离;
- 作业人员应根据当地气候和环境特征佩戴劳保防护设施。

7.4.3 采盐船应符合下列规定:

- 采盐船的长宽比、型宽与型深比,应符合有关船舶设计规范的规定;
- 采盐船的初稳心高度,应在 1.5 m~3.0 m 范围内;
- 采盐船的液压设备应可自动调节、超压泄荷、恒扭矩无级变速,油泵应在零流量时起动;
- 采盐船的电气设备、元件,应具有防潮、耐腐蚀性能;
- 采盐船甲板应有防滑措施。

7.4.4 采坑两边的缆机桩应具有足够的强度。

7.4.5 采盐船作业应遵守下列规定:

- 采盐船动力电缆应按规范铺设,并留有较大余量,防止拉断或被船碰挂损伤;
- 采坑的水深应不小于采盐船设计吃水深度的 1.3 倍;
- 绞吸式采盐船的绞刀应至少没入水中 3/4;
- 原盐层应自上而下分层采掘,防止采掘量超限引起链斗出轨、断链或绞刀卡死;
- 横移缆绳应松紧适宜;横移绞车时应防止缆绳过紧造成断绳;
- 链斗运转时应注意观察桥身振动等异常现象,发现问题立即停机处理;

- 破碎机出现堵塞或破碎板松动时,应停止上料并切断链斗和破碎机电源,进行处理;
- 每 2 h 检查 1 次台车油缸和定位桩油缸,发现台车行程与指示器不符,应立即停机调整;
- 采盐船移位时,应停止链斗、破碎机或绞刀等设备的运转,并提起主、副桩;
- 梭式输送机横移时,机上和机头伸出方向不应有人;输送机伸向运盐船船舱前,应发出警号;
- 采盐船与运盐船的移动,应协调一致,并通过鸣笛等加强联系,避免撞船。

7.4.6 疏松盐层爆破应执行 GB 6722 的有关规定。

7.4.7 采用铁路和道路运输卤盐,应执行 5.4.1 和 5.4.2 的有关规定。

7.4.8 采用管道输送卤盐应遵守 7.6.1 的有关规定。

7.4.9 采用运盐船运输卤盐应遵守下列规定:

- 航道宽度不小于运盐船宽度的 5 倍;
- 航道水深不小于 1.5 m;
- 航道中不应有漂浮物;
- 码头船坞应与运盐船的卸盐方式相适应;
- 港池应具有船舶调头、会船安全作业的最小水域;
- 码头应具有良好的照明设施,并配备适当数量的探照灯,保证码头周围的湖面有足够的照度;
- 运盐船应达到船舶技术状况分类的一类船标准;
- 运盐船每年应按规定由有资质的检测检验机构检验 1 次;
- 运盐船应配备足够数量的灭火器材及救生器具;
- 运盐船使用的电气设备应有良好的防水、防潮、耐腐蚀和绝缘性能;
- 运盐船不应超载运行;应以安全航速行驶;
- 相向行驶的运盐船,会船时的最小距离应不小于 5 m;
- 运盐船进入采区应减速行驶;
- 运盐船空载航行时应进行漏水检查,以免发生沉船事故;
- 运盐船行至离港湾 200 m 时,应加强瞭望、减速行驶,并用声光信号与码头指挥人员取得联系;未经指挥人员同意,不应进港;
- 运盐船卸盐时,绞车和卸料输送机周围 1 m 范围内不应有人;
- 运盐船卸盐完毕,方可提起盐门或收回输送机,不应带料提起盐门或收回输送机。

7.4.10 采用带式输送机运输卤盐,应遵守 5.4.3 的规定。

7.4.11 推土机作业时,应选择适宜的铲、推线路。清理作业现场时,应保证车辆无下陷、倾覆等危险。

7.4.12 推土机清除高于机体并埋于地下的物体时,应有安全防护措施。

7.4.13 推土机作业时人员不应上下。夜间作业现场应有良好的照明。

7.4.14 矿堆和尾盐堆应分层堆排,分层高度不大于 30 m,坡面角不超过 60°,分层间应留有 20 m 宽的安全平台。

7.4.15 任何人均不应在矿堆和尾盐堆上长时间停留。

7.5 钻井水溶开采

7.5.1 井架及其基础应符合下列规定:

- 各主要部件不应有裂纹和严重锈蚀、变形、弯曲;
- 螺栓、螺帽及弹簧垫圈应齐全;
- 基础应满足施工安全要求,其平面误差应不大于 3 mm;
- 底座四角高差应不大于 3 mm;
- 绷绳应与地面呈 45°。

7.5.2 装、拆井架时,应有专人统一指挥。遇 6 级以上大风、暴雨、暴雪、大雾及夜间照明时,不应进行

GB 16423—2020

井架装、拆作业。

7.5.3 电气设施应符合下列规定：

- 供配电设施距井口不小于 30 m；
- 线路不应有裸线及漏电现象；
- 供电线路应合理布置，生产用电与生活用电分开；
- 架空电力线与井架绷绳应至少相距 3 m，并不应在绷绳上空穿过；
- 架线高度应保证各种相关车辆安全通行；
- 井架应采用电压不高于 36 V 的低压防爆灯照明。

7.5.4 指重表应符合下列规定：

- 单独装在专用仪表箱中；
- 不与井架接触；
- 与传感器处于同一水平；
- 指重表、灵敏表和自动记录仪的读数应一致，若有偏差应及时调整。

7.5.5 绞车卷筒、转盘面水平误差应小于 1.5 mm；链轮中心偏差应小于 2 mm；皮带轮中心偏差应小于 3 mm；井口、转盘、天车的中心偏差应不超过 10 mm。

7.5.6 钻机游动系统钢丝绳安装应遵守下列规定：

- 安装前消除应力、防止大钩扭劲；
- 直径应与钻机型号相匹配；
- 任何情况下卷筒上应有 2 圈以上钢丝绳；
- 死绳端应在死轮上缠绕 2 圈以上，并用专用绳卡固定，两绳卡之间距离不小于钢丝绳直径的 6 倍。

7.5.7 中深井每作业 2 井次、深井每作业 1 井次，应对钻机提升系统进行至少 1 次探伤。

7.5.8 防撞天车、水龙头保险绳、吊钳尾绳、钢绳固定绳卡等，均应按规定装设，并经检查合格。

7.5.9 采用柴油机作钻井动力时应安装消声器。

7.5.10 钻井、修井作业，应遵守下列规定：

- 人员上井架作业应系安全带；
- 所带工具、棍类物件应装好绑牢；
- 处理卡钻时，不应使用吊钳进行倒扣；用转盘强行倒扣时，应把连接螺栓拧紧，再用绳索固定在方钻杆上；吊卡不应挂在吊环上；应绑好耳环，插好大钩锁销；
- 防撞天车装置应定期检查，确保处于灵活状态；提钻时，操作人员应注意游动滑车上升情况，并与井架工保持联系；
- 检查设备时应停车；
- 上提钻具之前，应对井架、绷绳及提升系统进行全面检查；
- 强行转动钻具时，不应超过钻杆允许扭转圈数，并控制倒转速度，防止钻具扭断或倒开；倒扣时，井口工具应绑牢，除司钻及指挥人员外，无关人员应撤离操作平台；
- 有毒有害气体超标时，应配备相应的防护器具（防毒面具、排风扇等），并有专人监护；
- 有易燃气体的作业场所严禁吸烟，动火作业应办理动火作业证；
- 井口应安装防喷装置，并采取相应防喷措施。

7.5.11 水溶开采应遵守下列规定：

- 井口装置中的管汇应采用厚壁无缝钢管，不应采用直缝管或螺旋管；
- 管道阀门的耐压等级应大于设计最大工作压力；
- 井口装置中的各组件安装完毕，应进行耐压试验，试验压力不低于设计最大工作压力的 1.25 倍，试验合格方可投入使用；

- 作业场所应有排水和防止液体渗漏的设施,地面应防滑;
- 在有毒有害气体聚集的井口、卤池、取样阀等地点作业时,应采取防毒措施,并有专人监护。

7.5.12 钻井水溶开采还应遵守 7.6 的规定。

7.6 井盐开采

7.6.1 采输卤作业应遵守下列规定:

- 采卤工艺管汇、输卤管道的耐压等级,应满足使用压力要求;安装完毕应进行耐压试验,试验压力不低于设计最大工作压力的 1.25 倍;试验合格方可投入使用;
- 输盐管路每隔 100 m~200 m,应设一处理事故用的三通管;
- 输卤管道应每年旋转一定角度;
- 输卤管道支座基础应定期检查和维修;
- 水泵加盘根或维修时,应断开电源;
- 采卤工艺管汇应按输送介质的不同,涂以不同的颜色,并注明介质名称和输送方向;
- 严格按工艺、设备操作规程操作;
- 应定时观测记录卤井、机电设备运行的电流、电压、电机温度、水压和流量、卤水浓度和温度等参数;异常情况应及时向生产调度报告;紧急情况应立即采取相应措施并汇报;
- 单井生产正、反循环和多井连通生产注、出水井的倒换等工艺技术的改变,应经矿山企业主要负责人批准;
- 夜间操作井口装置、检修管道和阀门时不应单人作业,作业现场应有充足的照明;
- 井口装置、泵、工艺管汇、输卤管线等采输卤设备、设施,应及时进行维护和检修。

7.6.2 生产采区应与建构筑物、交通设施、水体等保持足够的安全距离。钻井水溶开采的深度不应超过设计安全开采深度。井组之间应按设计要求预留保安矿柱。

7.6.3 井盐矿山应设立地表水和地下水水质监测系统,每半年至少对矿区范围的水质(主要是含盐量)进行 1 次检测。

7.6.4 对岩层破碎、采空区很高等易发生地表沉陷和位移的矿区,应进行地表沉陷和位移监测。在地表可能或已有沉降、位移的区域,应设明显的安全警示标志,并编制相应的应急预案。

7.6.5 废弃的地质勘探井和生产井,应做彻底封井处理。

7.7 地下原地浸出

7.7.1 地下原地爆破浸出采矿应遵守下列规定:

- 布液系统应防止跑、冒、滴、漏,避免浸出液伤人;
- 采场拉底空间形成后,应在底部铺设不小于 0.5 m 厚的混凝土隔层,并向集液巷形成一定的坡度,混凝土隔层上应铺一层防水防酸隔离层;
- 井下浸出液收集后,应采用管道密闭输送;
- 采场矿堆溶浸结束并滤干后,应及时进行清水洗堆和中和处理,直至流出液 pH 值达到 7~8;
- 浸出结束后应严密封堵通往采场的通道。

7.7.2 地下原地浸出采矿作业应保持抽液量与注液量基本平衡。加强对监测井的观测,防止酸性溶液渗到溶浸区以外,污染地下水。出现污染时应停止溶浸作业,并做好后续的处理工作。

8 应急救援

8.1 矿山企业应建立健全应急管理、应急演练、应急撤离、信息报告、应急救援等规章制度,落实应急救援装备和物资储备,按照相关规定设立矿山救护队,或设立兼职矿山救护队并与就近的专业矿山救护队

GB 16423—2020

签订救护协议。

8.2 矿山企业应根据矿山实际编制应急救援预案,由矿山企业主要负责人批准实施,并定期进行应急救援演练,当矿山实际情况发生较大变化或在应急演练中发现有重大问题,应及时修订应急救援预案。

8.3 矿山应为入井人员配备额定防护时间不少于 30 min 的隔绝式自救器,入井人员应随身携带。自救器的数量不少于矿山全天入井总人数的 1.1 倍。

8.4 矿山企业应建立和完善井下安全撤离通道,并随井下生产系统的变化及时调整;井下应设置声光报警系统。

8.5 井下所有工作地点 100 m 范围内、巷道分岔口应设置避灾路线指示牌,巷道内每 200 m 至少设置一个。避灾路线指示牌应标明避灾路线和方向、人员所在位置等信息,避灾路线指示牌应设在受到保护的显著位置,避灾信息在矿灯照明下应清晰。

8.6 矿山应对所有入井人员进行安全培训,告知井下安全须知、紧急情况下的撤离路线和自救器的使用方法。井下作业人员应熟悉应急救援预案和避灾路线,具有自救、互救和安全避灾知识,熟练掌握自救器和紧急避灾系统的使用方法。班组长应具备兼职救护队员的知识和能力,能够在发生险情后第一时间组织作业人员自救互救和安全避灾。

8.7 矿山企业应及时向矿山救护队提供 4.1.9、4.1.10 规定的图纸和应急救援预案。

8.8 矿井发生事故时,井下人员应在保证安全前提下组织抢救,否则应立即撤离并报告矿山企业主要负责人。矿山企业主要负责人接到报告后应立即启动应急预案,组织抢救并上报事故信息。

8.9 发生事故的矿山在进行事故应急救援工作的同时,应报请当地政府和主管部门在通信、交通运输、医疗、电力、现场秩序维护等方面提供保障。