



中华人民共和国安全生产行业标准

AQ 2062—2018

超深竖井施工安全技术规范

Safety technical specification for ultra-deep shaft constructing in mine

2018-05-22 发布

2018-12-01 实施

中华人民共和国应急管理部 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总则 2

5 提升系统 2

6 辅助系统 5

7 重大危害的预防 6

前 言

本标准的全部技术内容为强制性。

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由原国家安全生产监督管理总局监管一司提出。

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

本标准起草单位:金诚信矿业管理股份有限公司,中国安全生产科学研究院、中国恩菲工程技术有限公司、铜陵有色金属集团铜冠矿山建设股份有限公司、中信重工机械股份有限公司。

本标准主要起草人:张兴凯、王先成、李红辉、付士根、杜贵文、安建英、胡彦华、张步斌、关洪海、郑亚利、刘风坤、谢旭阳、朱兴明、朱学胜、夏云平。

超深竖井施工安全技术规范

1 范围

本标准规定了超深竖井施工安全技术总则,提升系统、辅助系统要求以及重大危害的预防。
本标准适用于采用钻爆法连续掘砌施工深度大于 1 200 m 的金属和非金属矿山竖井工程。

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 8918 重要用途钢丝绳

GB 16423 金属非金属矿山安全规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

超深竖井 ultra-deep shaft

一次掘砌成井深度大于 1 200 m 的竖井。

3.2

凿井井架 sinking head frame

凿井时用于承载提升和悬吊荷载、布置天轮、卸矸等设备、设施的构筑物。

3.3

提升容器 lifting conveyance

竖井施工时,用于升降人员、物料的容器。

3.4

导向绳 guide rope

竖井施工时,用作提升容器导向、限制提升容器摆动量的钢丝绳;也称为钢丝绳罐道、稳绳。

3.5

安全间隙 safety spacing

提升容器与周围的其他提升容器、井壁、梁、管路、电缆、吊盘喇叭口、封口盘出口等的最小距离。

3.6

过卷高度 over wind height

为避免提升容器因过卷而造成安全事故,在确定井架高度时留有的安全高度。

3.7

岩爆 rock burst

竖井在高地应力区施工过程中,岩体聚积的弹性变形能突然猛烈释放,使岩块破裂并抛出的动力现象。

3.8

热害 heat-harm

井下作业环境气温超过人体正常热平衡所能忍受的程度,导致劳动效率降低,事故频率增加,健康受到损伤。

3.9

井下突水 underground water inrush

竖井施工时,地下水突然大量涌入井筒而产生淹井隐患的现象。

4 总则

4.1 矿山施工企业应遵守国家有关安全生产的法律、法规、规程、规范和标准。

4.2 主要施工设备、设施应具有安全管理部门颁发的矿用产品安全标志证书。

4.3 主要施工设备、设施应由有资质的单位进行检测、检验,检验合格,出具报告,且在有效期内;施工单位应按规定进行日常检查、维护、保养。

4.4 工程开工前,应由施工单位编制《超深竖井施工安全技术措施》,与《超深竖井施工组织设计》一并报上级单位审核通过后,再报监理单位和建设单位审批,审批通过后才能开始施工。

4.5 超深竖井施工图设计和施工安全技术措施应综合考虑施工阶段的本质安全。

4.6 用于超深竖井凿井施工的提升机、凿井绞车、钢丝绳、天轮、吊桶、钩头、凿井井架等应符合相应的国家标准、行业标准。

4.7 超深竖井施工应按照 GB 16423 和本标准的要求,对凿井设备、设施制定严格的检查、检测 and 操作规定,并记录在册,在相应的醒目位置公示。

4.8 本标准没有明确规定的,应执行 GB 16423 的相关规定。

5 提升系统

5.1 提升机

5.1.1 施工用提升机应采用缠绕式矿井提升机,宜选用凿井提升机;提升机卷筒直径与钢丝绳直径之比,不应小于 70。

5.1.2 应根据井筒深度、直径和施工进度要求等因素选择提升容器、钢丝绳和提升机的规格型号,并对钢丝绳的静张力、静张力差和安全系数进行计算,对提升机的允许缠绕钢丝绳长度、电机功率进行验算。

5.1.3 吊桶升降人员时的加速度不大于 0.5 m/s^2 ;提升速度应符合下列要求:

- a) 有导向绳时,最大提升速度应按 $V_{\max} \leq 0.2 \times H^{1/2}$ 公式计算,且不得大于 7 m/s ;
- b) 无导向绳时,提升速度不应超过 1 m/s ;
- c) 乘坐吊桶检查井筒设施时,提升速度不应超过 0.3 m/s 。

注: H 表示提升高度,单位为米(m)。

5.1.4 吊桶升降物料时的加速度和速度应符合下列要求:

- a) 提升火工品或长材料时,加速度不大于 0.5 m/s^2 ;提升其他物料时,加速度不大于 0.75 m/s^2 ;
- b) 提升火工品时,提升速度不应超过 5 m/s ;
- c) 提升大型设备或长材料时,提升速度不应超过 4 m/s ;
- d) 最大提升速度应按 $V_{\max} \leq 0.25 \times H^{1/2}$ 公式计算,且不得大于 8.66 m/s ;
- e) 无导向绳时,提升速度不应超过 1 m/s 。

注: H 表示提升高度,单位为米(m)。

5.1.5 井筒施工深度超过 1 000 m 时,提升容器应在吊盘上方先自动暂停,待接收到下行信号后再通过吊盘。

5.1.6 带绳槽的卷筒,钢丝绳可缠绕两层;当卷筒两端设有过渡块、卷筒强度满足要求且卷筒边缘与最外层钢丝绳的高差大于钢丝绳直径的 2.5 倍时,可缠绕三层。

5.1.7 提升容器的最小安全间隙应满足下列要求:

- a) 提升容器与井壁之间的最小距离不得小于 $200 + H_1/3(\text{mm})$;
- b) 提升容器与钢梁、管子、风筒、电缆突出部分之间的最小距离不应小于 $250 + H_1/3(\text{mm})$;
- c) 两提升容器之间的最小距离或两提升容器导向绳之间的距离不得小于 $300 + H_1/3(\text{mm})$;
- d) 喇叭口与最大通过物之间的安全间距不应小于 200 mm。

注: H_1 表示井筒设计深度,单位为米(m)。当采取可靠的安全技术措施时, H_1 可分段计算最小安全间隙。

5.1.8 竖井提升系统应设过卷保护装置,吊桶提升时的过卷高度不应小于 4 m。

5.1.9 双钩提升时,当一个吊桶提人、火工品或提升长材料时,另一个吊桶应空载提升。

5.1.10 每班应配置两名提升机操作工,且每班工作时间不应大于 8 h。

5.2 电控系统

5.2.1 提升机电气传动宜采用四象限变频调速系统,控制系统应采用可编程序控制器(PLC)。

5.2.2 提升运行速度图应根据提升工况分别编制,提升机应按照提升运行速度图运行。

5.2.3 在运行条件发生变化后,应修改提升运行速度图,试运行无问题后,才可正常运行。

5.3 提升钢丝绳

5.3.1 提升钢丝绳应满足 GB 8918 的要求,选用适合竖井提升的不旋转钢丝绳,钢丝抗拉强度不宜超过 1 960 MPa,在环境温度低于 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时钢丝抗拉强度不应超过 1 870 MPa。

5.3.2 新提升钢丝绳悬挂时的安全系数应符合下列规定:

- a) 升降人员时不小于 9;
- b) 升降物料时不小于 7。

5.3.3 使用中的提升钢丝绳,定期试验时安全系数为下列数值的,应更换:

- a) 升降人员时小于 7;
- b) 升降物料时小于 6。

5.3.4 提升钢丝绳与天轮的绳偏角不宜大于 $1^{\circ}10'$,最大不应超过 $1^{\circ}30'$ 。

5.3.5 从卷筒到天轮的提升钢丝绳弦长不宜超过 60 m,当超过 60 m 时,应有控制钢丝绳跳动的有效措施。

5.3.6 提升钢丝绳应在卷筒上留有不少于 4 圈摩擦绳,每季度应将钢丝绳临界段串动 1/4 绳圈的位置。

5.4 悬吊设施

5.4.1 施工期间井筒内的管路宜采用井壁固定的方式。

5.4.2 凿井绞车的选型应与所承担的最大载荷相匹配,凿井绞车群基础宜采用整体混凝土基础。

5.4.3 悬吊钢丝绳应满足 GB 8918 的要求,其安全系数应符合下列规定:

- a) 悬吊安全梯、吊盘、水泵及管路、模板的钢丝绳不应小于 6;
- b) 其他悬吊钢丝绳不应小于 5。

5.4.4 采用吊盘绳兼做稳绳时,应符合下列要求:

- a) 采用钢丝较粗、抗磨损性较好的钢丝绳或密封式钢丝绳;
- b) 滑架上的滑套采用改良 PVC、尼龙材料等高分子材料,以减少滑架升降时对钢丝绳的磨损;

c) 对钢丝绳加强检测,当钢丝绳磨损或断丝超过 GB 16423 规定时,立即更换钢丝绳。

5.4.5 悬吊吊盘应符合下列规定:

- a) 凿井绞车采用集中控制系统控制吊盘的上下运行;
- b) 悬吊钢丝绳安装钢丝绳张力平衡装置。

5.4.6 悬吊钢丝绳应在凿井绞车卷筒上留有不少于 6 圈摩擦绳。

5.5 井架

5.5.1 凿井井架型号应根据悬吊重量和井筒直径进行选择,验算受力构件的强度、刚度和井架的整体稳定性。

5.5.2 凿井井架高度应保证过卷高度和伞钻上下井的需要。

5.5.3 当具备条件时,应优先利用永久井架(塔)凿井。采用永久井架(塔)时,应根据井架(塔)的形式和结构参数,优化天轮平台、卸矸台的布置,对井架(塔)进行安全性验算。

5.6 天轮

5.6.1 提升天轮的直径与钢丝绳直径之比,在围包角大于 90° 时,不应小于 70,在围包角小于 90° 时,不应小于 55。

5.6.2 悬吊天轮轴承座和绳轮的技术性能应满足超深竖井施工安全要求。

5.6.3 天轮的计算荷重不应小于实际选用钢丝绳的最大静张力。

5.6.4 安装轴承座时,应设置与天轮载荷相匹配的挡铁。

5.7 安全保护装置

5.7.1 提升系统的机电控制装置,除应符合 GB 16423 中对提升系统要求的保护与电气闭锁装置的相关规定外,还应符合下列规定:

- a) 定期对提升设备自身的电机过热、液压制动系统的压力变化、闸瓦磨损及碟形弹簧疲劳进行检测;
- b) 松绳保护装置要接入安全回路和报警回路,在提升绳松绳时能自动断电并报警;
- c) 安装减速功能保护装置,当容器到达减速位置时,能示警并开始减速;
- d) 安装制动系统油压过压、欠压保护装置。

5.7.2 提升系统应按下列要求设置安全保护:

- a) 限速保护:当减速段速度超过设定值的 10% 时,应发出警示,超过 15% 时应能自动断电,且使制动器实施安全制动;限速保护应当设置相互独立的双线型式;
- b) 超速保护:当提升速度超过最大速度 15% 时,应能自动断电,且使制动器实施安全制动;超速保护应当设置相互独立的双线型式;
- c) 过卷保护:当提升容器在井上或井底超过正常停止位置 0.5 m 时,应能自动断电,且使制动器实施安全制动;过卷保护应当设置硬件和软件相互独立的双线型式;
- d) 变流器综合保护:提升机调速装置中的变流器应具有过负荷、欠电压、过电压等保护,且能在故障出现时自动迅速地切断电源,且使制动器实施安全制动;
- e) 测速和行程计算装置保护:提升机应设置测速和行程计算装置,当测速和行程计算装置出现故障时,应能自动断电,且使制动器实施安全制动;
- f) 闸瓦保护:提升机应配置闸瓦保护装置,当闸瓦间隙过大、闸瓦磨损时,应能报警并闭锁;
- g) 减速功能保护:当自动减速失效时,应能迅速强制减速或使制动器实施安全制动;减速功能保护应当设置相互独立的双线型式;
- h) 错向运行保护:当提升机发生错向运行时,能自动断电,且使制动器实施安全制动。

- 5.7.3 提升机调速系统应与制动系统和润滑系统设置安全闭锁,当制动系统和润滑系统出现油压过高、油温过高、欠压等故障时应能使调速系统示警、减速或安全制动。
- 5.7.4 提升机调速系统应与信号系统设置安全闭锁,在未收到开车信号前不能启动。
- 5.7.5 提升机与安全过桥宜设置联锁装置。
- 5.7.6 超速、井筒终端减速区限速保护、过卷和过放等重要保护装置应各自按冗余原则设置。

6 辅助系统

6.1 通风系统

- 6.1.1 通风方式宜采用混合式通风方式,风筒应采用刚性风筒。
- 6.1.2 井筒爆破通风后,当检测仪器显示有毒有害气体浓度超过标准时,严禁人员下井。
- 6.1.3 当井筒内有人作业时,应保证风机正常工作,井下作业面的空气质量符合 GB 16423 的相关规定。
- 6.1.4 严寒地区的竖井施工,应采取有效措施避免寒风影响井下工人健康,防止凿井设备、设施以及井口段因冻害而产生安全隐患。

6.2 排水系统

- 6.2.1 排水能力应根据竖井勘察地质报告提供的涌水量配置,不宜小于 $50 \text{ m}^3/\text{h}$,最大排水能力不宜小于提供的最大涌水量,主要的水泵和电机应有备用,数量不少于一套。
- 6.2.2 排水系统宜采用多级接力排水方式,水泵扬程和管路选型应根据该段排水高度计算后确定。
- 6.2.3 当采用压风管兼作临时排水管时,压风管的管壁厚度、连接强度、管路的悬吊、固定应满足排水时的安全要求。
- 6.2.4 布置在临时水泵硐室内的水泵、水仓和配电箱,应留出检修的空间;靠近井筒侧设置牢固的不低于 1.5 m 的栏杆;在底板上设置高度不小于 300 mm 的挡隔。
- 6.2.5 当具备条件时,应利用生产期间的排水系统。

6.3 供配电系统

- 6.3.1 井口工业广场应配置完善的供配电系统,采取双回路供电;当外部电源不能满足要求时,备用电源的最小供电负荷应满足提升人员的要求。
- 6.3.2 井下供电电压不得高于 10 kV ,当采用高压电缆向安装在临时变电硐室的变压器供电时,低压配电系统接地应采用 IT 系统,并设置绝缘监视装置。
- 6.3.3 高压电缆应采用矿用阻燃钢丝铠装电缆,在井筒中不应有中间接头,从变压器引出的动力电缆应采用矿用阻燃橡套电缆。

6.4 信号系统

- 6.4.1 竖井施工应安装两套独立的声、光信号系统和通信装置,信号系统和通信装置应满足 GB 16423 的相关要求。
- 6.4.2 竖井施工应设置具有下列功能的视频监视系统:
 - a) 采集工作面、吊盘、井口、卸矸台、提升机房、井口信号房等场所的视频信息;
 - b) 在调度室、操作室等实时显示画面;
 - c) 配置足够容量的储存硬盘。

7 重大危害的预防

7.1 岩爆

- 7.1.1 竖井工勘地质资料应提供各地层不同标高的原岩应力大小、方向和地温等基础数据。
- 7.1.2 根据工勘地质资料,宜从适当标高开始,对井筒围岩进行岩体力学监测,验证地应力大小、方向、地温等基础数据。
- 7.1.3 通过对围岩的监测,预判发生岩爆的位置及概率,评估岩爆的危害性。对施工时有岩爆倾向的井筒段,应制定防治岩爆的施工技术组织措施。
- 7.1.4 施工图设计宜改善井筒与马头门、硐室等连接处的结构形式,降低结构的应力集中;混凝土井壁结构的抗拉、抗剪强度应考虑岩爆的影响。
- 7.1.5 设计的混凝土井壁结构,宜在岩爆危险区域的永久支护与围岩之间留出一定的释能空间,采用柔性材料作为填充物。
- 7.1.6 在施工过程中,应收集并分析相关监测数据,便于确定卸压孔的设计,以及调整永久支护和围岩之间预留空间大小等。
- 7.1.7 在岩爆危险区域施工时,宜减小掘砌循环段高,减小围岩暴露面积,缩短暴露时间。
- 7.1.8 凿岩爆破应采用控制爆破技术,减小炮孔间距和周边炮孔的装药量,减少爆破对围岩的破坏影响,降低因围岩凹凸不平造成的应力集中。
- 7.1.9 临时支护应根据围岩性质、岩爆发生的强度和频率,分别采取不同形式,合理确定支护时间。
- 7.1.10 在岩爆危险区施工时,宜布置岩音检测的专业仪器,应配置专职安全工程师,在现场作专门监护。
- 7.1.11 在施工组织设计中应制订预防岩爆的措施,并对施工人员进行培训和配备防岩爆伤害的个人防护用具。

7.2 地温

- 7.2.1 当井下作业面干球温度达到 $28^{\circ}\text{C}\sim 32^{\circ}\text{C}$ 时,工作面应采取加强通风、洒水等措施降温。
- 7.2.2 当井下作业面干球温度达到 $32^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ 时,工作面应采取小范围降温,个人穿戴降温防护服等措施。
- 7.2.3 当井下作业面干球温度超过 35°C 时,应采用机械制冷降温措施;否则,井下工人连续工作时间不应超过 2 h。
- 7.2.4 在高岩温地段,应制定防止火工品自燃、早爆的预防措施。

7.3 井下突水

- 7.3.1 工勘地质报告应明确各含水层的类型、标高、特征、涌水量等,并提出防治水的建议。
 - 7.3.2 施工过含水层时,应采取“探、导、截、堵、排”综合预防措施,宜优先采取注浆堵水的治水方案。
 - 7.3.3 需要工作面预注浆时,应提前编制施工技术组织措施。
-