

金属地下矿山中深孔落矿作业安全技术规范

Safety technical specification for medium-length hole caving in metal underground mines

2023 - 04 - 24 发布

2023 - 05 - 24 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 总体要求 2

5 中深孔落矿设计 2

6 施工准备 5

7 落矿作业 5

8 作业质量控制 6

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DB37/T 2041—2012《金属地下矿山中深孔落矿作业安全技术标准》，与DB37/T 2041—2012相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 名称变更为《金属地下矿山中深孔落矿作业安全技术规范》；
- b) 增加了“预裂爆破”的定义（见 3.5）；
- c) 删除了“设计原则”（见 2012 版的 5.1）；
- d) 增加了计算“最小抵抗线”的公式、“炮孔间距”的介绍（见 5.1.3、5.1.4）；
- e) 删除关于机心高度的描述（见 2012 年版的 5.4.8）；
- f) 删除了电雷管、导火索、粉状硝铵类炸药的内容（见 2012 年版的 6.3.3、6.3.4）；
- g) 更改了不合格炮孔的说明（见 2012 年版的 7.8.1）；
- h) 更改了二次爆破中相关距离的说明（见 2012 年版的 7.10）。

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。

本文件由山东省应急管理厅提出并组织实施。

本文件由山东安全生产标准化技术委员会归口。

本文件的历次版本发布情况为：

——2012 年首次发布为 DB37/T 2041—2012；

——本次为第一次修订。

金属地下矿山中深孔落矿作业安全技术规范

1 范围

本文件规定了金属地下矿山中深孔落矿设计、凿岩施工和爆破落矿的安全技术要求。
本文件适用于山东省境内金属地下矿山中深孔爆破落矿。

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 6722 爆破安全规程
- GB 50021 岩土工程勘察规范
- GB 50086 岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范
- GB 28286 工业炸药通用技术条件
- GB/T 51339 非煤矿山采矿术语标准
- AQ 2013.2 金属非金属地下矿山通风技术规范 局部通风

3 术语和定义

GB/T 51339界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

中深孔 medium-length hole
孔径50 mm～90 mm，深度5 m～30 m的炮孔。

3.2

落矿 ore falling
以切割巷道或拉底空间为自由面，用凿岩爆破方法崩落矿石的作业。
[来源：GB/T 51339—2018，7.6.2]

3.3

中深孔落矿 medium-length hole blasting
采用中深孔爆破的落矿作业。
[来源：GB/T 51339—2018，7.6.4]

3.4

光面爆破 smooth blasting
沿井巷设计开挖轮廓线密集布置炮孔，爆破后使开挖的井巷轮廓形状规整，减少对围岩破坏的控制爆破。
[来源：GB/T 51339—2018，11.2.18]

3.5

预裂爆破 presplitting blasting
沿井巷或边坡的设计轮廓线布置密集炮孔，先于主爆破区起爆形成预裂缝，以减弱主爆区爆破的破坏作用和降低爆破地震效应的一种控制爆破方法。

[来源：GB/T 51339—2018，11.2.9]

3.6

盲炮 misfire

因各种原因未能按设计起爆，造成药包拒爆的装药或部分装药。

[来源：GB/T 51339—2018，11.7.5]

3.7

悬顶 hanging roof

因各种原因造成矿石没有全部爆下或未达到设计爆破高度的状态。

3.8

二次爆破 secondary blasting

将爆破后的不合格大块矿岩，再次进行爆破。

[来源：GB/T 51339—2018，11.2.19]

4 总体要求

4.1 中深孔落矿作业应编制施工组织设计，并经企业总工或技术负责人审批同意。

4.2 凿岩巷道，按支护设计及时支护。

4.3 中深孔落矿，应选择安全性好的技术工艺和施工设备。

4.4 施工中使用的设备、材料和备件，符合国家、行业及山东省有关规范、标准的要求。

5 中深孔落矿设计

中深孔落矿设计由矿山企业完成，并经矿山企业总工程师或技术负责人审批同意。应包括凿岩方案、爆破方案、出矿方案、施工及安全要求等内容。

5.1 凿岩方案

包括凿岩机械，凿岩顺序，炮孔布置及其参数选取，一次落矿分段高度确定及落矿体积计算。

5.1.1 炮孔布置

5.1.1.1 中深孔布置方式可分为扇形中深孔和平行中深孔两类。按中深孔的布置方向可分为垂直、倾斜和水平三类。

5.1.1.2 考虑分组爆破布置，组间加大排距，防止后冲挤孔，组内采用大密集系数布置。组间第一排亦可施工前仰角。

5.1.1.3 排面布置要考虑矿房中已揭露的节理、裂隙等对凿岩、爆破的影响，合理布置。

5.1.2 爆破参数确定

5.1.2.1 炮孔直径

炮孔直径一般为50 mm～90 mm，主要取决于使用的凿岩设备、钻具以及落矿分段高度要求等。

5.1.2.2 炮孔深度

5.1.2.2.1 常用炮孔深度为5 m～30 m，视分段落矿高度及矿体（或采幅）的边界而定。

5.1.2.2.2 水平孔应向上倾斜，孔深在8 m以下时，仰角可取3°～5°，孔深大于8 m时，仰角可取5°～7°。

5.1.3 炮孔排距

5.1.3.1 炮孔排距通常等于最小抵抗线 W ，可用公式（1）求出：

$$W = \frac{d \sqrt{7.85 \times \Delta \times \eta}}{\sqrt{m \times q}} \dots\dots\dots (1)$$

- 式中：
- W ——最小抵抗线，m；
 - d ——炮孔直径，m；
 - Δ ——装药密度，kg/m³；
 - η ——装药系数， $\eta = \frac{\text{装药长}}{\text{炮孔长}} = 0.7 \sim 0.8$ ；
 - m ——密集系数（邻近系数）， $m = 0.8 \sim 1.2$ ；
 - q ——炸药单耗，kg/m³。

5.1.3.2 当单位炸药消耗量、中深孔密集系数、装药密度和中深孔装药系数等参数为定值时，最小抵抗线与孔径成正比，也可以用公式（2）求出：

$$W = K \times d \dots\dots\dots (2)$$

- 式中：
- K ——岩石系数，坚硬岩，取25～30；较硬岩石，取30～35；较软岩、软岩，取35～45；岩石坚硬程度分类按GB 50021的规定；
 - d ——深孔直径，m。

5.1.4 炮孔间距

炮孔间距是指同一排相邻两炮孔之间的垂直距离。对于扇形中深孔布置可用孔底垂距 a 来表示（见图1），通常是指由较短的中深孔孔底至相邻中深孔的垂直距离；孔间距为最小抵抗线的0.8～1.2倍，即（0.8～1.2） w 。孔间距 a 亦可用公式（3）计算：

$$a = m \times W \dots\dots\dots (3)$$

- 式中：
- a ——孔间距，m；
 - m ——密集系数（邻近系数）， m 值取0.8～1.2；对于扇形孔底 m 值可增大到1.5～3.0；
 - W ——最小抵抗线，m。

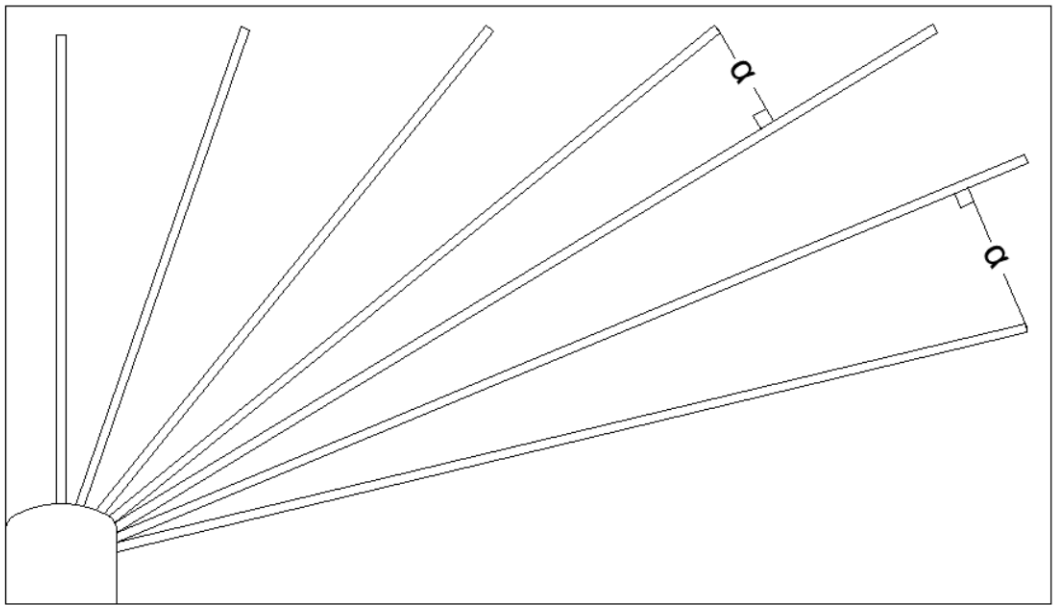


图1 扇形中深孔的孔间距

5.2 爆破方案

包括炮孔装药、填塞及起爆网络设计，确定起爆段别及起爆方式、顺序，组网、起爆站位置，计算一次爆破量及爆破安全距离，界定安全警戒与撤离区域范围，布设信号标志，提出警戒要求及对主要设施、设备的安全防护等。

5.2.1 爆破设计装药量

计算用公式（4）：

$$Q = q \times A \times B \times L \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- Q ——采场一次爆破总装药量，kg；
- q ——炸药单耗，kg/m³；
- A ——采幅宽度，m；
- B ——一次崩矿总长度，m；
- L ——一次落矿高度，m。

5.2.2 起爆顺序及时间间隔

从外沿第一排炮孔或开挖边界开始，采用排间延时或排内延时的起爆顺序，非电导爆管雷管起爆。以形成新自由面所需要的时间来确定延期间隔时间，通常情况下，延时间隔时间为15 ms～75 ms，常用25 ms～30 ms，如雷管延时时间精度差，随着排数的增加，排间延时间隔时间应依次加长。

5.2.3 多巷道凿岩炮孔排面间衔接

- 5.2.3.1 多凿岩巷道布孔时，炮孔排面间应保持一定衔接关系，同排同段爆破的两条凿岩巷道，应使炮孔分布均匀，以减少大块的产出率。同排不同段或既不同排又不同段的炮孔衔接时，通常在相邻炮孔控制范围的边界，留0.8 m～1 m的间隔。在同一平面上的炮孔，但爆破方向互相垂直，其间应留1 m～1.5 m的间隔。凡留有间隔带的地方，应在下个循环的第一排处加设一排加强炮孔。
- 5.2.3.2 炮孔底部与充填采空区、巷道或硐室之间宜留0.8 m～1.2 m矿岩层。

5.3 出矿方案

包括确定出矿设备、出矿方式、出矿顺序、出矿控制量、出矿与凿岩作业应保持的安全步距（距离）及爆堆与作业顶板的高度要求等。

5.4 支护方案

包括支护方式的选择及工艺技术要求。

5.5 安全技术与防护措施

包括物体打击、高空坠落、机械伤害、触电伤害、砸伤等控制与防护措施。有突水和空区风险的矿山，应增加探水探空区设计。

6 施工准备

6.1 编制施工组织方案

施工组织设计包括但不限于以下内容：

- a) 采区（或矿块、矿房）工程地质、水文地质等开采技术条件；
- b) 采区（或矿块、矿房）通风、人行、充填系统工程布置情况；
- c) 凿岩方案、爆破方案、通风方案、出矿方案、支护方案，安全技术与防护措施。

6.2 检查作业面安全状况

- 6.2.1 应了解、掌握矿体与围岩的稳定性情况。
- 6.2.2 采准工程应已施工完成，通风、人行安全出口等回采基本条件具备施工条件。
- 6.2.3 检查作业面，对切割巷、凿岩巷等施工条件进行安全确认。

7 落矿作业

- 7.1 严格按中深孔落矿施工设计进行布孔凿岩，装药、连线起爆。
- 7.2 在落矿过程中，应按设计的采幅或矿体厚度控制顶板暴露面积。
- 7.3 对接近顶板、矿房边界或间柱的炮孔宜采用控制爆破。
- 7.4 水害严重或水文地质条件复杂的矿山应根据矿山防治水工作的要求，凿岩过程中严格执行防治水方案。
- 7.5 爆破作业准备及器材检查：
 - a) 爆破作业区应有满足作业安全所需的照明设施，爆破装药现场严禁用明火照明；爆破装药采用电灯照明时，在离爆破作业面 100 m 以内应使用电压不高于 36 V 的照明器材；
 - b) 对于因爆破抛掷矿石埋孔的情况，应进行处理，确保所有炮孔都能装药。遇有堵孔时要使用输药管或其它方式进行通孔，不合格的应重新补打；
 - c) 严格按设计进行装药，炮孔堵塞长度不得少于 600 mm；
 - d) 爆破器材外观检查项目应包括：
 - 1) 雷管管体不应压扁、破损、锈蚀，加强帽不应歪斜；
 - 2) 导爆索表面要均匀且无折伤、压痕、变形、霉斑、油污；
 - 3) 导爆管管内无断药，无异物或堵塞，无折伤、油污、穿孔，端头封口；
 - 4) 乳化和水胶炸药不应稀化或变硬。

- e) 爆破作业使用符合 GB 28286 等国家标准或行业标准的爆破器材；
- f) 在爆破中推广应用爆破新技术、新工艺，推广新器材，应符合 GB 6722 相应部分的规定；
- g) 宜应用装药器装药；
- h) 宜使用导爆管、导爆索等安全性好的起爆器材。

7.6 每次爆破后，应加强通风并进行洒水降尘，空气质量符合 AQ 2013.2 规定后方可进行下一步作业。

7.7 应对排面方位角、倾角及炮孔角度、孔深偏差大于标准的；排面位置与设计偏差 0.3 m 或排面倾角超过 3° 或炮孔倾角超过 3° 或炮孔深度欠深或超深 0.5 m 的不合格炮孔根据设计和爆破要求采取补打、补孔等方式处理进行处理。

7.8 悬顶处理要求包括：

- a) 出现悬顶时应组织有经验的工程技术人员现场察看，制定处理方案；
- b) 悬顶处理可根据造成原因和悬顶高度采取补打炮孔重新爆破或采用其它安全方式处理；
- c) 处理悬顶应制定专门的安全措施，做好安全监护。

7.9 二次爆破要求包括：

- a) 起爆前应通知相邻采场和井巷作业人员撤到安全地点并设置警戒；
- b) 严禁操作人员进入卡堵的出矿漏斗或溜眼爆破大块矿石；
- c) 在与采场短溜井相对或斜对的出矿漏斗处理卡斗或二次爆破时，应在溜井下部的放矿作业人员撤到安全地点后进行，且应做好作业人员的坠井防护工作，不应裸露药包爆破；
- d) 专用炸药箱和起爆器材箱应设在二次爆破地点 30 m 范围外，两箱间隔不得小于 5 m，其存放量不应超过当班二次爆破使用量。

7.10 对凿岩巷道实施喷锚支护应符合 GB 50086 相应部分的规定。

7.11 装药及连线起爆、盲炮处理等应符合 GB 6722 相应部分的规定。

8 作业质量控制

8.1 应坚持凿岩质量检查制度，每条落矿巷道或作业面凿岩工作完成后应及时进行质量验收。

8.2 验收应以设计为依据，现场实测炮孔深度、角度、排面位置和方位角偏差，并做好原始记录。