

T/GRM

中关村绿色矿山产业联盟团体标准

T/GRM XXXX—2026

阶段空场嗣后充填采矿法合理周转空区体积界定方法

Determination of reasonable volume of turnover goafs for the stage empty field
subsequent filling mining method

(工作组讨论稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中关村绿色矿山产业联盟发布 发布

目 次

前 言	II
引 言	III
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	1
5 数据收集	2
5.1 界定过程	2
5.2 数据收集要求	2
6 计算方法	2
6.1 计算方法	2
6.2 结果分析	3

前　　言

本文件依据 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则第 1 部分:标准的结构和编写》给出的规则编写。

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。

本文件由中关村绿色矿山产业联盟提出。

本文件由中关村绿色矿山产业联盟标准化工作委员会归口。

本文件起草单位:鞍钢基石矿业有限公司、中国矿业大学(北京)、中国安全生产科学研究院

本文件起草人:刘殿军、郭志东、王炳文、李振涛、陈晓云、田迎春、胡世超、祝贺超、崔宇、杨雷、王子介,毕枥、杜光钢、刘述栋、许译心、王龙宇、赵亮、陶治臣、郭琦、孙哲申、岳贵琳、赵强、栾辉、刘畅、姜中灏、张运生、崔佳隽

引 言

地下金属矿山矿石的采出导致井下大量采空区的形成，这不仅劣化了井下的应力环境，威胁着工人及设备的安全，同时采空区不及时处理对地表稳定性也存在潜在威胁。充填采矿法因其安全、环保的显著优势，受到越来越多矿山企业的重视。

采用阶段空场嗣后充填法的相关矿山，由于充填能力限制以及采、充作业的衔接不连续等原因，不可避免地导致充填作业的滞后性，在正常生产期间，充填作业的滞后性必然导致一定数量采空区，即周转空区。若不及时充填，周转空区数量逐渐增加，体积不断累积形成采空区群影响岩体工程的稳定性，一旦发生失稳将诱发链式地质灾害；若执着于加快充填作业进程，充填工作占比过大，将影响后续生产的顺利进行，甚至掣肘矿山的可持续发展。因此通过分析组织生产工序，论证周转空区数量或体积的上下限，为矿山采充平衡界定及围岩稳定性分析提供研究基础。

目前，关于周转空区体积的确定缺乏统一规范与精准指导，不同矿山的地质岩体性质、采矿方法、生产及充填能力等工艺的差异性，导致施工操作标准不能统一，验收流程模糊不清，为填补这一空白，规范生产流程，确定周转空区合理体积上下限，特制定本文件，旨在实现为金属矿山提供系统性、全方位、可操作性强的技术支撑与准则规范，引领该矿山迈向科学化、标准化、高效化发展新征程。

阶段空场嗣后充填采矿法合理周转空区体积界定方法

1 范围

本文件规定了金属矿山周转空区合理体积界定的总体要求、数据收集、计算方法等方面的要求，包括初步生产形成采空区体积、周转空区最小累积体积、矿房全部回采完毕后形成的周转空区体积。

本文件适用于矿石年产量千万吨以上的超大型金属矿山周转空区体积上下限的确定。

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 13908 固体矿产地质勘查规范总则

GB 16423 金属非金属矿山安全规程

DB 41/T 1523 金属非金属地下矿山采空区安全技术规程

AQ 2031 金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范

AQ/T 2053 金属非金属地下矿山建设规范监测监控系统通用技术要求

DB43/T 1385 金属非金属矿山采空区安全风险分级标准

GB 50218 工程岩体分级标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

阶段空场嗣后充填采矿法 stage open stope mining with subsequent filling method

矿块高度与阶段高度相同，将矿块划分为矿房与矿柱，采用空场法回采矿房，形成一定采场空间后利用充填材料进行充填，形成设计强度后进行矿柱的回采充填。

3.2

采充平衡 mining-filling equilibrium

采矿过程中形成采空区体积与生产过程中产生的尾砂、废石等固体废弃物回填空区占据空间体积之间的平衡关系。

3.3

周转空区 turnaround goaf

采矿与充填作业工序间存在一定时间间隔，正产生产期间，不可避免地存在一定数量的采空区，即周转空区，随着采矿、充填作业的持续进行周转空区体积将在某一区间内波动。

4 总体要求

4.1 周转空区不应只包括处于空场状态的采场，还应包括正在出矿和充填的采场。

4.2 采充过程中，未充填空区数量大于3时统称周转空区群。

4.3 周转空区体积应综合考虑初始生产矿房数量、回采作业（凿岩、装药、爆破、通风、出矿等）各工序耗时、充填作业（挡墙假设、充填管道假设、料浆充填、泄水及养护）各工序耗时、盘区生产能力等因素进行界定。

4.4 周转空区稳定性应根据两帮为岩体和充填体两种情况进行研判，不同岩性特征可针对性地进行损伤等级划分规则调整。

4.5 阐述周转空区群形成后，不同空间位置工程岩体结构（如采空区顶板、两帮、上覆岩层、地表岩体及第四系）之间的相互关联与协同变形作用，形成系统的工程岩体变形联动体系。

- 4.6 关注周转空区的体积下限与生产能力适配性，周转空区体积上限与结构稳定的兼容性。
- 4.7 周转空区处理分空区数量勘查、采充平衡论证、失衡防控措施、岩体稳定性监测四个阶段，并应纳入矿区地质勘查、生产、关闭的总体规划。
- 4.8 周转空区防治形成的勘查、安全评价、施工、监理、验收等方案资料应永久保存。企业整合、改制、法人变更、关闭时，档案资料应随矿山主体工程技术档案一并移交归档保管。

5 数据收集

5.1 界定过程

- 5.1.1 明确回采作业各工序耗时，如凿岩、装药、爆破、通风、出矿等，记录采空区形成所需时间；
- 5.1.2 记录单个采空区完全充填所需要的时间；
- 5.1.3 确定回采与充填作业的交叉重叠时间，量定周转空区体积的上下区间。

5.2 数据收集要求

- 5.2.1 分析周转空区体积需要综合考虑初始生产矿房数量、回采作业（凿岩、装药、爆破、通风、出矿等）各工序耗时、充填作业（挡墙假设、充填管道假设、料浆充填、泄水及养护）各工序耗时、盘区生产能力等因素进行界定。

6 计算方法

6.1 计算方法

6.1.1 初步生产形成采空区体积计算方法

初步生产形成采空区体积由式（1）确定：

$$V_c = m_c L B H \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

式中：

V_c ——初始生产矿房全部回采结束后形成采空区的体积(m^3)；

m_c ——初始生产矿房数量(个)；

L ——单个采空区的长度(m)；

B ——单个采空区的宽度(m)；

H ——单个采空区的高度(m)。

6.1.2 周转空区最小累积体积计算方法

充填与回采作业同时进行时，在初始生产形成的采空区被完全充填后，周转空区体积逐渐减小至 V_m ，则 V_m 由式（2）确定：

$$V_{\min} = V_c - (V_f - V_m)t_f \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

式中：

V_{\min} ——周转空区最小累积体积(m^3)；

V_f ——日充填能力(m^3)；

V_m ——日形成采空区体积(m^3)；

t_f ——完全充满初始采空区所需要的时间 (d)；

6.1.3 日形成采空区体积计算方法

式中：

V_m ——日形成采空区体积(m^3)；

M —— 盘区日生产能力(t/d):

γ ——矿石容重(kg/m^3)。

6.1.4 周转空区最大累积体积计算方法

仅回采作业单独进行时,周转空区体积在 V_{min} 的基础上不断增加,在该批次矿房全部回采完毕后形成的周转空区体积由式(4)确定。

$$V_{\max} = V_{\min} + V_m t_m \quad \dots \dots \dots \quad (4)$$

式中：

V_{\max} ——矿房全部回采完后形成的围转空区体积(m^3)；

t_m ——回采作业单独进行到下次充填的间隔时间(d)

6.2 结果分析

6.2.1 周转空区的体积应在 V_{\min} 和 V_{\max} 之间波动。在生产过程中,若伴随着充填作业,则应根据式(2)进行计算周转空区的体积

6.2.2 周转空区的体积界定应实际考虑现场实际情况,如采场围岩或充填体变形情况,采场岩体类型(围岩或充填体),周转空区集中分布状态等。

6.2.3 应当进行根据实际情况换算周转空区的体积波动范围, 借助数值模拟或工程类比等方法进行安全性论证。

6.2.4 若发生采场围岩变形速率增加,围岩变形过大等情况时,应当采取加快充填速率、局部支护加固、调整周转空区空间分布、优化回采顺序等措施。