



中华人民共和国国家标准

GB/T 42249—2022

矿产资源综合利用技术指标及其计算方法

Codes for comprehensive utilization of mineral resources

2022-12-30 发布

2023-04-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

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 计算方法 3

 4.1 开采回采率 3

 4.2 选矿回收率 4

 4.3 选矿综合回收率 5

 4.4 共伴生矿产选矿综合回收率 6

 4.5 共伴生矿产综合利用率 6

 4.6 矿产资源综合利用率 7

参考文献..... 9

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

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。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会(SAC/TC 93)归口。

本文件起草单位：中国地质科学院郑州矿产综合利用研究所、自然资源部矿产资源保护监督司、中国地质调查局、中国冶金矿山企业协会。

本文件主要起草人：冯安生、吕振福、许大纯、杨卉芃、黄学雄、尹仲年、曹进成、赵军伟、武秋杰、薛迎喜、陈丛林、姜圣才、周文雅、丁国峰、王秋霞、卞孝东。

矿产资源综合利用技术指标及其计算方法

1 范围

本文件规定了固体非能源矿产资源综合利用过程中开采回采率、选矿回收率、选矿综合回收率、共伴生矿产选矿综合回收率、共伴生矿产综合利用率和矿产资源综合利用率等技术指标术语的定义和计算方法。

本文件适用于固体非能源矿产资源开发利用的评价、试验研究、工业设计、生产实践和管理工作中矿产资源综合利用指标的计算。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

主要有用组分 **main useful component**

矿石中具有经济价值、在当前技术经济和环境许可条件下可单独提取利用的主要组分(矿物、元素、化合物,下同)。

注:它是矿产勘查、开采的主要对象,也是矿产资源评价的主要对象。

3.2

共生有用组分 **paragenetic useful components**

同一矿区(矿床)内,存在两种或多种有用组分分别达到工业品位,或虽未达到工业品位,但已达到边界品位以上,经论证后可以制定综合工业指标的一组矿产,称为共生矿产,与主要有用组分共生的其他有用组分即为共生有用组分。

注:它既包括在开采或加工利用过程中可以综合回收的有用组分,又包括加工利用时虽不能单独回收,但进入产品并对产品品质有利的组分。

3.3

伴生有用组分 **associated useful components**

在主要有用组分矿体中赋存的、未达到工业品位但已达到综合评价参考指标,或虽未达到综合评价参考指标,但可在选冶过程中单独产出产品或可在某一产品中富集且达到计价标准,通过开采主要有用组分可综合回收利用的其他有用组分。

注:共生及伴生有用组分的确定参照 GB/T 25283。

3.4

当量品位 **equivalent grade**

共伴生组分的品位按照价格比法折算成的相对于主要有用组分的品位。

注:计算方法参考 GB/T 25283—2010,附录 Q。

3.5

开采回采率 **mining recovery**

K

采出的纯矿石量(资源储量)占当期消耗的矿产资源储量的百分比。

3.5.1

工作面回采率 **mining recovery of working face**

工作面采出的纯矿石量(资源储量)占工作面消耗资源储量的百分比。

[来源:GB/T 31089—2014,3.2,有修改]

3.5.2

采区回采率 **mining recovery of district**

采区采出的纯矿石量(资源储量)占采区消耗资源储量的百分比。

[来源:GB/T 31089—2014,3.3,有修改]

3.5.3

矿山回采率 **mining recovery of mine**

矿山采出的纯矿石量(资源储量)占矿山消耗资源储量的百分比。

3.6

选矿回收率 **mineral processing recovery**

ϵ

选矿产品中某有用组分的质量占入选原矿中该有用组分质量的百分比。

3.6.1

选矿综合回收率 **mineral processing recovery of useful components**

按当量品位计算的,回收利用的主要有用组分、共伴生有用组分质量和占入选原矿中主要有用组分、共伴生有用组分质量和的百分比。

注:包含主矿产和共伴生矿产的选矿回收率,共伴生矿产及其产品品位以当量品位计算。

3.6.2

共伴生矿产选矿综合回收率 **mineral processing recovery of paragenetic and coexisting useful components**

按当量品位计算的,回收利用的共伴生有用组分质量和占入选原矿中共伴生有用组分质量和的百分比。

注:包含共伴生矿产的选矿回收率,共伴生矿产及其产品品位以当量品位计算。

3.7

共伴生矿产综合利用率 **total recovery of paragenetic and coexisting minerals**

T

采选(冶)作业中,各最终产品中共伴生有用组分的质量和与当期消耗矿产资源储量中所有共伴生有用组分质量和的百分比。

3.8

矿产资源综合利用率 **total recovery of mineral resources**

R

采选(冶)作业中,各最终产品中有用组分(包括主要有用组分、共生有用组分、伴生有用组分)的质量之和占当期消耗矿产资源储量中所有有用组分质量之和的百分比。

3.9

采矿损失率 **mining loss ratio**

S

采矿过程中,损失矿产资源储量占当期消耗矿产资源储量的百分比。

3.10

精矿品位 concentrate grade

β

选矿产品中,某有用组分的质量占该产品质量的百分比。

4 计算方法

4.1 开采回采率

4.1.1 单个矿山开采回采率

4.1.1.1 通用开采回采率

对于不确定是工作面、采区还是矿山的开采回采率,按照公式(1)计算开采回采率:

$$K = \frac{Q_c}{Q} \times 100\% = \frac{Q - Q_s}{Q} \times 100\% = (1 - S) \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- K ——开采回采率;
- Q_c ——当期采出的纯矿石量(资源储量),单位为吨(t);
- Q ——当期消耗的矿产资源储量,单位为吨(t);
- Q_s ——当期损失的矿产资源储量,单位为吨(t);
- S ——采矿损失率。

4.1.1.2 工作面回采率

按照公式(2)计算工作面回采率:

$$K_F = \frac{Q_{CF}}{Q_F} \times 100\% = \frac{Q_F - Q_{SF}}{Q_F} \times 100\% = (1 - S_F) \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

- K_F ——工作面回采率;
- Q_{CF} ——工作面当期采出的纯矿石量(资源储量),单位为吨(t);
- Q_F ——工作面当期消耗的矿产资源储量,单位为吨(t);
- Q_{SF} ——工作面当期损失的矿产资源储量,单位为吨(t);
- S_F ——工作面采矿损失率。

4.1.1.3 采区回采率

按照公式(3)计算采区回采率:

$$K_D = \frac{Q_{CD}}{Q_D} \times 100\% = \frac{Q_D - Q_{SD}}{Q_D} \times 100\% = (1 - S_D) \times 100\% \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

- K_D ——采区回采率;
- Q_{CD} ——采区当期采出的纯矿石量(资源储量),单位为吨(t);
- Q_D ——采区当期消耗的矿产资源储量,单位为吨(t);
- Q_{SD} ——采区当期损失的矿产资源储量,单位为吨(t);
- S_D ——采区采矿损失率。

4.1.1.4 矿山回采率

按照公式(4)计算矿山回采率：

$$K_M = \frac{Q_{CM}}{Q_M} \times 100\% = \frac{Q_M - Q_{SM}}{Q_M} \times 100\% = (1 - S_M) \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中：

K_M —— 矿山回采率；

Q_{CM} —— 矿山当期采出的纯矿石量(资源储量)，单位为吨(t)；

Q_M —— 矿山当期消耗的矿产资源储量，单位为吨(t)；

Q_{SM} —— 矿山当期损失的矿产资源储量，单位为吨(t)；

S_M —— 矿山采矿损失率。

4.1.2 多矿山平均开采回采率

多矿山平均开采回采率，即各矿山采出的纯矿石量(资源储量)和与各矿山消耗的矿产资源储量和的百分比。多矿山平均开采回采率采用加权平均法计算，若参加计算的矿山个数为 n ，按照公式(5)计算多矿山平均开采回采率：

$$K_n = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{Ci}}{\sum_{i=1}^n Q_i} \times 100\% = \frac{\sum_{i=1}^n K_i \cdot Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

式中：

K_n —— 平均开采回采率；

n —— 计算平均开采回采率的矿山数；

Q_{Ci} —— 第 i 个矿山采出的纯矿石量(资源储量)，单位为吨(t)；

Q_i —— 第 i 个矿山消耗的矿产资源储量，单位为吨(t)；

K_i —— 第 i 个矿山的开采回采率。

示例：

四座矿山年度消耗资源储量分别为 120 t、35 t、10 t、420 t，开采回采率分别为 87.3%、81.4%、83.7%、85.3%，则四座矿山平均开采回采率为：

$$K_4 = \frac{87.3\% \times 120 + 81.4\% \times 35 + 83.7\% \times 10 + 85.3\% \times 420}{120 + 35 + 10 + 420} \times 100\% = 85.45\%$$

4.2 选矿回收率

4.2.1 单个矿山选矿回收率

按照公式(6)计算单个矿山选矿回收率：

$$\epsilon = \frac{\sum_{i=1}^p Q_{Ki} \cdot \beta_i}{Q_0 \cdot \alpha} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

式中：

ϵ —— 选矿回收率；

p —— 精矿种类数；

Q_{Ki} —— 精矿 i 的质量，单位为吨(t)；

β_i —— 精矿 i 的品位，%；

Q_0 —— 原矿质量，单位为吨(t)；

α ——原矿品位。

示例：

矿山年度入选铁矿石 100 t、原矿品位 TFe 28%，分选后得到两种铁精矿：磁铁矿精矿 15 t，TFe 品位 69.5%；赤铁矿精矿 20 t，TFe 品位 65%，则铁的选矿回收率为：

$$\epsilon = \frac{15 \times 69.5\% + 20 \times 65\%}{100 \times 28\%} \times 100\% = 83.66\%$$

4.2.2 多矿山平均选矿回收率

多矿山平均选矿回收率，即各矿山选矿厂精矿中某有用组分质量和与各选矿厂入选原矿中该有用组分质量和的百分比。多矿山平均选矿回收率采用加权平均法计算，若参加计算的选矿厂个数为 n ，按照公式(7)计算多矿山平均选矿回收率：

$$\epsilon_n = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{p=1}^j Q_{kip} \cdot \beta_{ip}}{\sum_{i=1}^n Q_{0i} \cdot \alpha_i} \times 100\% = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{0i} \cdot \alpha_i \cdot \epsilon_i}{\sum_{i=1}^n Q_{0i} \cdot \alpha_i} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

- ϵ_n ——平均选矿回收率；
- n ——计算平均选矿回收率的矿山数；
- j ——第 i 个选矿厂精矿产品数；
- Q_{kip} ——第 i 个选矿厂第 p 种精矿质量，单位为吨(t)；
- β_{ip} ——第 i 个选矿厂第 p 种精矿的精矿品位；
- Q_{0i} ——第 i 个选矿厂原矿质量，单位为吨(t)；
- α_i ——第 i 个选矿厂的原矿品位；
- ϵ_i ——第 i 个选矿厂的选矿回收率。

示例：

四座矿山选矿厂年度入选铜矿石分别为 120 t、35 t、10 t、420 t，入选原矿铜品位分别为 0.76%、0.73%、1.15%、1.02%，选矿回收率分别为 91.65%、88.45%、92.16%、86.14%，则四座矿山的平均选矿回收率为：

$$\epsilon_4 = \frac{120 \times 0.76\% \times 91.65\% + 35 \times 0.73\% \times 88.45\% + 10 \times 1.15\% \times 92.16\% + 420 \times 1.02\% \times 86.14\%}{120 \times 0.76\% + 35 \times 0.73\% + 10 \times 1.15\% + 420 \times 1.02\%} \times 100\% = 87.27\%$$

4.3 选矿综合回收率

对于选矿回收共伴生矿产的矿山，计算选矿综合回收率时，先将共伴生组分的品位按照价格比法折算成当量品位。按照公式(8)计算当量品位：

$$\alpha'_i = \alpha_i \cdot \frac{P_i}{P} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：

- α'_i ——共伴生组分 i 的当量品位；
- α_i ——原矿中共伴生组分 i 的品位；
- P_i ——单位共伴生组分 i 价格，单位为元；
- P ——单位主要组分价格，单位为元。

示例 1：

矿山主要有用组分为铜，伴生有黄铁矿、磁铁矿及金，选厂入选原矿中铜品位 0.74%、硫(黄铁矿中的硫)品位 9.18%、铁(磁铁矿中的铁)品位 6.5%、金品位 0.54 g/t；若铜单价为 5.63 万元/吨，硫单价为 0.158 万元/吨，铁单价为 0.35 万元/吨，金单价为 320 元/克，则：
各共伴生组分的当量品位分别为：

$$\alpha'_{\text{S}} = 9.18\% \times \frac{0.158}{5.63} \times 100\% = 0.26\%$$

$$\alpha'_{\text{Fe}} = 6.5\% \times \frac{0.35}{5.63} \times 100\% = 0.40\%$$

$$\alpha'_{\text{Au}} = 0.000\ 054\% \times \frac{32\ 000}{5.63} \times 100\% = 0.31\%$$

按照公式(9)计算选矿综合回收率:

$$\epsilon_{\text{Ru}}^v = \frac{\sum_{i=1}^v \alpha'_i \cdot \epsilon_i}{\sum_{i=1}^u \alpha'_i} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:

ϵ_{Ru}^v —— u 种组分回收 v 种时的选矿综合回收率;

u —— 矿产资源储量中主、共伴生有用组分个数;

v —— 产品中回收利用的主、共伴生有用组分个数;

ϵ_i —— 组分 i 的选矿回收率;

α'_i —— 原矿中组分 i 的当量品位。

示例 2:

接示例 1,若矿石经过选矿厂分选后,铜、铁得到回收,选矿回收率分别为 91.45%、75.13%,则该矿山 4 种组分回收 2 种时的选矿综合回收率 ϵ_{Ru}^2 为:

$$\epsilon_{\text{Ru}}^2 = \frac{0.74\% \times 91.45\% + 0.40\% \times 75.13\%}{0.74\% + 0.26\% + 0.40\% + 0.31\%} \times 100\% = 57.15\%$$

4.4 共伴生矿产选矿综合回收率

对于选矿回收共伴生矿产的矿山,按照公式(10)计算共伴生矿产选矿综合回收率:

$$\epsilon_{\text{Tk}}^v = \frac{\sum_{i=1}^v \alpha'_i \cdot \epsilon_i}{\sum_{i=1}^k \alpha'_i} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中:

ϵ_{Tk}^v —— k 种共伴生组分回收 v 种时的共伴生矿产选矿综合回收率;

k —— 矿产资源储量中共伴生有用组分个数;

v —— 回收利用的共伴生有用组分个数;

ϵ_i —— 共伴生组分 i 的选矿回收率;

α'_i —— 原矿中共伴生组分 i 的当量品位。

示例:

接 4.3 示例 1,若矿石经过选矿厂分选后,共伴生组分铁、金的选矿回收率分别为 75.13%、60.87%,硫未回收。则矿山 3 种共伴生组分回收 2 种时的共伴生矿产选矿综合回收率 ϵ_{T3}^2 为:

$$\epsilon_{\text{T3}}^2 = \frac{0.40\% \times 75.13\% + 0.31\% \times 60.87\%}{0.26\% + 0.40\% + 0.31\%} \times 100\% = 50.43\%$$

4.5 共伴生矿产综合利用率

4.5.1 单个矿山共伴生矿产综合利用率

对于选矿回收共伴生矿产的矿山,按照公式(11)计算单个矿山共伴生矿产综合利用率:

$$T_{Pk}^v = K \cdot \epsilon_{Rk}^v \times 100\% = \frac{K \cdot \sum_{i=1}^v \epsilon_i \cdot \alpha'_i}{\sum_{i=1}^k \alpha'_i} \times 100\% \dots\dots\dots (11)$$

式中：

T_{Pk}^v —— k 种共伴生有用组分回收 v 种时的共伴生矿产综合利用率；

k ——矿产资源储量中共伴生有用组分个数；

v ——各最终产品中回收利用的共伴生有用组分个数；

K ——开采回采率；

ϵ_i ——共伴生有用组分 i 的选矿回收率；

α'_i ——共伴生有用组分 i 的当量品位。

示例：

接 4.4 示例，若开采回采率 $K=83.7\%$ ，则矿山 3 种共伴生组分回收 2 种时的共伴生矿产综合利用率为：

$T_{P3}^2 = K \cdot \epsilon_{Rk}^v = 83.7\% \times 50.43\% \times 100\% = 42.21\%$

4.5.2 多矿山平均共伴生矿产综合利用率

按照公式(12)计算多矿山平均共伴生矿产综合利用率：

$$T_n = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i \cdot T_i}{\sum_{i=1}^n Q_i} \times 100\% \dots\dots\dots (12)$$

式中：

T_n —— n 座矿山平均共伴生矿产综合利用率；

n ——计算共伴生矿产综合利用率的矿山数；

Q_i ——第 i 个矿山消耗的矿产资源储量，单位为吨(t)；

T_i ——第 i 个矿山的共伴生矿产综合利用率。

示例：

四座矿山年度消耗资源储量分别为 120 t、35 t、10 t、420 t，共伴生矿产综合利用率分别为 81.48%、65.42%、75.13%、76.78%，则四座矿山平均共伴生矿产综合利用率为：

$T_4 = \frac{120 \times 81.48\% + 35 \times 65.42\% + 10 \times 75.13\% + 420 \times 76.78\%}{120 + 35 + 10 + 420} \times 100\% = 77.04\%$

4.6 矿产资源综合利用率

4.6.1 单个矿山矿产资源综合利用率

按照公式(13)计算单个矿山矿产资源综合利用率：

$$R_{Pu}^v = K \cdot \epsilon_{Ru}^v \times 100\% = \frac{K \cdot \sum_{i=1}^v \epsilon_i \cdot \alpha'_i}{\sum_{i=1}^u \alpha'_i} \times 100\% \dots\dots\dots (13)$$

式中：

R_{Pu}^v —— u 种有用组分回收 v 种时的矿产资源综合利用率；

u ——矿产资源储量中主、共伴生有用组分个数；

v ——各最终选矿产品中回收利用的主、共伴生有用组分个数；

K ——开采回采率；

ϵ_i ——有用组分 i 的选矿回收率；
 α'_i ——原矿中有用组分 i 的当量品位。

示例：
接 4.3 示例 2，若开采回采率 $K=83.7\%$ ，则矿山 4 种组分回收 2 种的矿产资源综合利用率为：
 $R_{P4}^2 = K \cdot \epsilon_{R4}^2 \times 100\% = 83.7\% \times 57.15\% \times 100\% = 47.83\%$

4.6.2 多矿山平均矿产资源综合利用率

按照公式(14)计算多矿山平均矿产资源综合利用率：

$$R_n = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i \cdot R_i}{\sum_{i=1}^n Q_i} \times 100\% \dots\dots\dots (14)$$

式中：
 R_n —— n 个矿山的平均矿产资源综合利用率。
 n ——计算矿产资源综合利用率的矿山数；
 Q_i ——第 i 个矿山消耗的矿产资源储量，单位为吨(t)；
 R_i ——第 i 个矿山的矿产资源综合利用率。

示例：
四座矿山年度消耗资源储量分别为 120 t、35 t、10 t、420 t，矿产资源综合利用率分别为 81.31%、68.73%、77.64%、77.03%，则四座矿山平均矿产资源综合利用率为：
 $R_4 = \frac{81.31\% \times 120 + 68.73\% \times 35 + 77.64\% \times 10 + 77.03\% \times 420}{120 + 35 + 10 + 420} \times 100\% = 77.82\%$

参 考 文 献

- [1] GB/T 25283—2010 矿产资源综合勘查评价规范
 - [2] GB/T 31089—2014 煤矿回采率计算方法及要求
-