

DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T XXXXX—XXXX

矿产资源“三率”指标要求 第4部分：铜等
12种有色金属矿产

Requirements for recovery index of mineral resources—Part 4: Copper and other 11
non-ferrous metal mineral resources

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(报批稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中华人民共和国自然资源部 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 基本要求	1
5 指标设置	2
5.1 分级指标	2
5.2 评价指标	2
6 指标要求	2
6.1 铜矿	2
6.2 铝土矿	3
6.3 铅矿与锌矿	3
6.4 钼矿	4
6.5 镍矿	4
6.6 钨矿	5
6.7 锡矿	6
6.8 锑矿	6
6.9 镁(炼镁白云岩)	7
6.10 钴矿	7
6.11 铋矿	7
附录 A (资料性) “三率” 指标计算方法	8
附录 B (资料性) 矿山生产建设规模分类	10
附录 C (资料性) 岩体基本质量等级	11
附录 D (资料性) 精矿质量要求	12
参考文献	17

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。

本文件是DZ/T XXXX《矿产资源“三率”指标要求》的第4部分，DZ/T XXXX已经发布了以下部分：

- 第1部分：煤；
- 第2部分：石油、天然气、煤层气、页岩气、二氧化碳气；
- 第3部分：铁、锰、铬、钒、钛；
- 第4部分：铜等12种有色金属矿产；
- 第5部分：金、银、铌、钽、锂、锆、铈、稀土、锗；
- 第6部分：石墨等26种非金属矿产；
- 第7部分：石英岩、石英砂岩、脉石英、天然石英砂、粉石英；
- 第8部分：硫铁矿、磷、硼、天然碱、钠硝石；
- 第9部分：盐湖和盐类矿产；
- 第10部分：石煤、天然沥青、油砂、油页岩。

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(TC93)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、中国有色金属工业协会、吉林省自然资源厅、云南省自然资源厅、山东省地质科学研究院。

本文件主要起草人：吕振福、丁国峰、张海啟、乔春磊、尹仲年、段绍甫、张楠、陈丛林、王利、孙伟清、嵯传源、李作敏、武秋杰、张亮、张博冉、刘航涛、陈文韬、梁太涛、胡戈。

引 言

DZ/T XXXX《矿产资源“三率”指标要求》旨在明确矿产资源开采、选矿加工和综合利用共生矿产应达到的指标要求。DZ/T XXXX《矿产资源“三率”指标要求》由十五个部分组成。

- 第1部分：煤；
- 第2部分：石油、天然气、煤层气、页岩气、二氧化碳气；
- 第3部分：铁、锰、铬、钒、钛；
- 第4部分：铜等12种有色金属矿产；
- 第5部分：金、银、铌、钽、锂、锆、铈、稀土、锗；
- 第6部分：石墨等26种非金属矿产；
- 第7部分：石英岩、石英砂岩、脉石英、天然石英砂、粉石英；
- 第8部分：硫铁矿、磷、硼、天然碱、钠硝石；
- 第9部分：盐湖和盐类矿产；
- 第10部分：石煤、天然沥青、油砂、油页岩；
- 第11部分：火山渣、火山灰、浮石、粗面岩、麦饭石、硅藻土；
- 第12部分：宝石、水晶、玛瑙、金刚石；
- 第13部分：黏土类矿产；
- 第14部分：饰面石材和建筑用石料矿产；
- 第15部分：地热、矿泉水。

本部分为DZ/T XXXX的第4部分，明确了铜、铝土矿、铅、锌、钼、镍、钨、锡、锑、镁(炼镁白云岩)、钴、铀矿产的开采回采率、选矿回收率和共生矿产综合利用率的领跑者指标、一般指标和最低指标，与相关技术标准配套使用。

矿产资源“三率”指标要求 第4部分：铜等12种有色金属矿产

1 范围

本文件规定了铜、铝土矿、铅、锌、钼、镍、钨、锡、锑、镁(炼镁白云岩)、钴、铋资源开发利用的开采回采率、选矿回收率、综合利用率的术语和定义、基本要求、指标设置和指标要求。

本文件适用于铜、铝土矿、铅、锌、钼、镍、钨、锡、锑、镁(炼镁白云岩)、钴、铋矿产资源开发利用水平的评价。

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/T 17766 固体矿产资源储量分类
- GB 18599 一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准
- GB/T 25283 矿产资源综合勘查评价规范
- GB/T 42249 矿产资源综合利用技术指标及其计算方法
- GB 50421 有色金属矿山排土场设计标准
- GB 50771 有色金属采矿设计规范
- GB 50782 有色金属选矿厂工艺设计规范
- GB 50863 尾矿设施设计规范
- GB 51016 非煤露天矿边坡工程技术规范
- DZ/T 0201 矿产地质勘查规范 钨、锡、汞、锑
- DZ/T 0202 矿产地质勘查规范 铝土矿
- DZ/T 0214 矿产地质勘查规范 铜、铅、锌、银、镍、钼
- DZ/T 0336 固体矿产勘查概略研究规范
- DZ/T 0340 矿产勘查矿石加工选冶技术性能试验研究程度要求
- DZ/T 0399 矿山资源储量管理规范
- TD/T 1036 土地复垦质量控制标准

3 术语和定义

GB/T 42249界定的术语和定义适用于本文件。

4 基本要求

- 4.1 坚持开发与保护并重的原则，采取先进适用采选方法、工艺、技术和装备，逐步提高矿山“三率”水平。
- 4.2 保护和合理利用资源，做到保护性开采、薄厚兼采、贫富兼采，做到优矿优用、分级利用、高效利用。
- 4.3 按照 GB/T 25283 对共伴生矿产进行综合评价。对共伴生矿产综合开采、综合利用。资源勘查和资源储量管理符合 GB/T 13908、GB/T 17766、DZ/T 0201、DZ/T 0202、DZ/T 0214、DZ/T 0336 和 DZ/T 0399 的规定。
- 4.4 按照 GB 18599、GB 50421、GB 50771、GB 50782、GB 50863、GB 51016 和 TD/T 1036 的规定开展矿石开采加工、废石与尾矿处置、矿山地质环境保护与恢复治理、土地复垦。

5 指标设置

5.1 分级指标

5.1.1 领跑者指标

领跑者指标是为划定行业指标的领跑矿山而设定，指标值反映了处于领先地位矿山的开发利用指标情况。

5.1.2 一般指标

一般指标是为评价矿产资源开发利用水平而设定，指标值反映了多数矿山能达到的开发利用指标情况。

5.1.3 最低指标

最低指标是行业开发利用的最低标准，指标值反映了绝大多数矿山在当前技术经济条件和政策法规下应该达到的指标情况。

5.2 评价指标

5.2.1 开采环节

开采环节采用开采回采率指标评价，开采回采率计算方法应符合GB/T 42249，详见附录A。露天矿山评价指标为矿山开采回采率。地下矿山评价指标为采区回采率，有多个采区的，评价指标为平均采区回采率。铜矿、铅矿、锌矿、钼矿矿山开采回采率指标与矿山生产建设规模有关，矿山生产建设规模分类见附录B。铝土矿、铅矿、锌矿、钼矿、锡矿矿山开采回采率指标与岩体基本质量等级有关，岩体基本质量等级见附录C。

5.2.2 选矿环节

选矿环节采用主要有用组分的选矿回收率指标评价，精矿宜符合质量要求，详见附录D。选矿回收率计算方法应符合GB/T 42249，详见附录A。

5.2.3 综合利用环节

综合利用环节采用共伴生矿产综合利用率指标评价，共伴生矿产综合利用率计算方法应符合GB/T 42249，详见附录A。

6 指标要求

6.1 铜矿

6.1.1 领跑者指标

6.1.1.1 露天开采铜矿的矿山开采回采率不低于 99%。地下开采铜矿的矿山开采回采率不低于 98%。

6.1.1.2 硫化铜矿选矿回收率不低于 95%。

6.1.2 一般指标

6.1.2.1 露天开采铜矿的矿山开采回采率不低于 97.5%。地下开采铜矿的矿山开采回采率不低于 92%。

6.1.2.2 硫化铜矿选矿回收率不低于 90%。

6.1.3 最低指标

6.1.3.1 露天开采铜矿的大型矿山开采回采率不低于 95%，中小型矿山开采回采率不低于 92%。地下开采矿山依据铜（地质）品位的不同，开采回采率不低于表 1 要求。

表1 铜矿地下矿山开采回采率最低指标

地质品位 $\geq 1.0\%$	$0.50\% < \text{地质品位} < 1.0\%$	地质品位 $\leq 0.50\%$
90%	85%	80%

6.1.3.2 硫化铜矿选矿回收率：品位小于 0.4%时，不低于 80%；品位在 0.4%和 0.8%之间时，不低于 85%；品位大于 0.8%时，不低于 90%。氧化铜矿选矿回收率不低于 66%。混合矿选矿回收率：品位不高于 0.6%时，不低于 75%；品位高于 0.6%时，不低于 80%。

6.1.3.3 铜矿中常伴生有铅、锌、钼、钴、钨、锡、镍、硫、铋、金、银、镉、硒、碲、镓、锗、铟、铷等组分，应加强综合评价与回收利用。根据铜品位、含硫品位和 DZ/T 0340 中铁的回收状态不同，综合利用率不低于表 2 要求。

表2 铜矿共伴生资源综合利用率最低指标

铁回收状态	露天开采或 $\text{Cu} \geq 1.0\%$ 地下开采			$\text{Cu} 0.50\% \sim 1.0\%$ 地下开采			$\text{Cu} \leq 0.50\%$ 地下开采		
	矿石含硫(%)			矿石含硫(%)			矿石含硫(%)		
	>10.00	2.00~10.00	≤ 2	>10.00	2.00~10.00	≤ 2	>10.00	2.00~10.00	≤ 2
无铁/不回收铁	65.0	55.0	50.0	55.0	50.0	45.0	50.0	45.0	40.0
易选铁	55.0	50.0	45.0	45.0	42.0	40.0	40.0	37.0	35.0
中等可选	47.0	43.0	40.0	40.0	38.0	36.0	37.0	35.0	32.0
难选铁	40.0	37.0	35.0	36.0	34.0	32.0	35.0	32.0	30.0

6.2 铝土矿

6.2.1 领跑者指标

6.2.1.1 露天开采铝土矿的矿山开采回采率不低于 98%。地下开采铝土矿的矿山开采回采率不低于 90%。

6.2.1.2 铝土矿选（洗）矿回收率不低于 97%。

6.2.2 一般指标

6.2.2.1 露天开采铝土矿的矿山开采回采率不低于 95%。地下开采铝土矿的矿山开采回采率不低于 79%。

6.2.2.2 堆积型、红土型铝土矿选（洗）矿回收率不低于 94%。

6.2.3 最低指标

6.2.3.1 露天开采铝土矿的矿山开采回采率不低于 93%。地下开采铝土矿的采区回采率不低于 70%，对于顶板、围岩属于不稳固或极不稳固的，采区回采率不低于 60%。

6.2.3.2 铝硅比不小于 5 的，选矿回收率不低于 80%；铝硅比大于 3、小于 5 的，选矿回收率不低于 76%；铝硅比不大于 3 的，选矿回收率不低于 72%。

6.2.3.3 铝土矿中常含有高岭石、铁、镓、硫、耐火粘土、铁矾土、熔剂用灰岩、煤炭、陶瓷土等多种有用矿产，按照 DZ/T 0202，应加强综合评价与回收利用，企业宜综合利用有用组分。

6.3 铅矿与锌矿

6.3.1 领跑者指标

6.3.1.1 露天开采铅矿或锌矿的矿山开采回采率不低于 98%。地下开采铅矿或锌矿的矿山开采回采率不低于 95%。

6.3.1.2 铅矿或锌矿选矿回收率不低于 95%。

6.3.2 一般指标

6.3.2.1 露天开采铅矿或锌矿的矿山开采回采率不低于 95.3%。地下开采铅矿或锌矿的矿山开采回采率不低于 88%。

6.3.2.2 硫化铅或硫化锌矿选矿回收率不低于 88%。

6.3.3 最低指标

6.3.3.1 大型露天矿山开采回采率不低于 95%，中小型矿山或矿体形态变化大、矿体薄、矿岩稳固性差时不低于 88%。地下开采矿山依据铅矿或锌矿地质品位的不同，开采回采率不低于表 3 要求。

表3 铅矿或锌矿地下矿山开采回采率最低指标

地质品位 $\geq 10\%$	$4.50\% < \text{地质品位} < 10\%$	地质品位 $\leq 4.50\%$
90%	85%	80%

6.3.3.2 铅矿或锌矿选矿回收率依据入选品位和矿石类型不同，分别不低于表 4 和表 5 要求。

表4 铅矿选矿回收率最低指标

矿石类型	硫化矿			混合矿			氧化矿
入选品位	$\alpha < 3\%$	$3\% \leq \alpha \leq 5\%$	$\alpha > 5\%$	$\alpha < 4\%$	$4\% \leq \alpha \leq 7\%$	$\alpha > 7\%$	/
选矿回收率	85%	90%	92%	70%	78%	81%	68%

表5 锌矿选矿回收率最低指标

矿石类型	硫化矿			混合矿			氧化矿
入选品位	$\alpha < 3\%$	$3\% \leq \alpha \leq 5\%$	$\alpha > 5\%$	$\alpha < 4\%$	$4\% \leq \alpha \leq 7\%$	$\alpha > 7\%$	/
选矿回收率	85%	90%	92%	70%	78%	81%	68%

6.3.3.3 铅矿或锌矿中常伴有铜、钨、锡、钼、铋、砷、汞、钴、镍、金、银、铂、稀有金属、稀散元素、铀以及硫、铁、萤石、天青石、重晶石等，应加强综合评价与回收利用。铅锌矿综合利用率不低于 40%。

6.4 钨矿

6.4.1 领跑者指标

6.4.1.1 露天开采钨矿的矿山开采回采率不低于 99.6%。地下开采钨矿的矿山开采回采率不低于 98%。

6.4.1.2 钨矿选矿回收率不低于 94%。

6.4.2 一般指标

6.4.2.1 露天开采钨矿的矿山开采回采率不低于 98.5%。地下开采钨矿的矿山开采回采率不低于 90%。

6.4.2.2 钨矿选矿回收率不低于 85%。

6.4.3 最低指标

6.4.3.1 大型露天矿山开采回采率不低于 95%，中小型矿山或矿体形态变化大、矿体薄、矿岩稳固性差时不低于 92%。依据矿床地质品位和开采条件，钨矿地下开采回采率不低于表 6 要求。

表6 钨矿地下开采回采率最低指标

开采条件或地质品位	$\alpha > 0.2\%$	$0.1\% < \alpha \leq 0.2\%$	$\alpha \leq 0.1\%$ 或矿体复杂难采
采区回采率	90%	85%	80%

6.4.3.2 钨矿选矿回收率依据入选品位和可选条件不同，不低于表 7 要求。

表7 钨矿选矿回收率最低指标

入选品位	$\alpha \leq 0.06\%$	$0.06\% < \alpha \leq 0.10\%$	$\alpha > 0.10\%$
氧化率 $< 10\%$	75	83	90
复杂难选	65	73	80

6.4.3.3 钨矿中常伴生有钼、铋、铜、铅、锌、钴、铁、金、铌、铍、镓、铟、硒、碲、铀、硫等，应加强综合评价与回收利用。当钨矿仅回收铜或钼时，综合利用率应达到 50%以上；当回收 2 种以上伴生组分时，综合利用率应达到 40%以上。

6.5 镍矿

6.5.1 领跑者指标

6.5.1.1 镍矿地下开采回采率不低于 98%。

6.5.1.2 镍矿选矿回收率不低于 86%。

6.5.2 一般指标

6.5.2.1 露天开采镍矿的矿山开采回采率不低于 95%。地下开采镍矿的矿山开采回采率不低于 90%。

6.5.2.2 镍矿选矿回收率不低于 80.8%。

6.5.3 最低指标

6.5.3.1 露天矿山开采回采率不低于 92%，矿体形态复杂的不得低于 88%；依据矿床地质品位不同，镍矿地下开采回采率不低于表 8 指标要求。

表8 镍矿地下开采回采率最低指标

矿石性质	原生矿石			其他矿石		
	地质品位	$\alpha \leq 0.35\%$	$0.35\% < \alpha \leq 0.65\%$	$\alpha > 0.65\%$	$\alpha \leq 1.2\%$	$1.2\% < \alpha \leq 2.0\%$
采区回采率	80%	88%	92%	80%	88%	92%

6.5.3.2 镍矿选矿回收率依据入选品位和可选条件不同，不低于表 9 要求。

表9 镍矿选矿回收率最低指标

矿石性质	原生矿石			其他矿石		
	地质品位	$\alpha \leq 0.5\%$ 或复杂难选	$0.5\% < \alpha \leq 0.8\%$	$\alpha > 0.8\%$	$\alpha \leq 1.2\%$	$1.2\% < \alpha \leq 2.0\%$
选矿回收率	65%	75%	85%	55%	65%	75%

6.5.3.3 镍矿中常伴生有铜、铁、铬、钴、锰、铂族元素、金、银及硒、碲等，应加强综合评价与回收利用。当综合回收黑色金属和（或）非金属资源时，其共伴生矿产综合利用率不低于 45%，当综合回收资源全部为有色金属时，其共伴生矿产综合利用率不低于 60%。

6.6 钨矿

6.6.1 领跑者指标

6.6.1.1 露天开采钨矿的开采回采率不低于 97%。地下开采钨矿的矿山开采回采率不低于 95.3%。

6.6.1.2 钨矿选矿回收率不低于 88%。

6.6.2 一般指标

6.6.2.1 露天开采钨矿的矿山开采回采率不低于 95.5%。地下开采钨矿的矿山开采回采率不低于 87%。

6.6.2.2 钨矿选矿回收率不低于 82.5%。

6.6.3 最低指标

6.6.3.1 露天矿山开采回采率不低于 92%；依据矿床地质品位和开采条件不同，钨矿地下开采回采率不低于表 10 指标要求。

表10 钨矿地下开采回采率最低指标

开采条件或地质品位	$\alpha > 0.4\%$	$0.2\% < \alpha \leq 0.4\%$	$\alpha \leq 0.2\%$ 或矿体复杂难采
采区回采率 (%)	88	85	80

6.6.3.2 钨矿选矿回收率依据入选品位和可选条件不同，不低于表 11 要求。

表11 钨矿选矿回收率最低指标

矿石类型	黑钨矿 ⁺		白钨矿 ⁺		复杂难选、混合矿	
	入选品位 (%)	$WO_3 > 0.2$	$WO_3 \leq 0.2$	$WO_3 > 0.2$	$WO_3 \leq 0.2$	$WO_3 \leq 0.2$
选矿回收率 (%)	82	74	78	70	70	62

6.6.3.3 钨矿中常伴生有锡、钼、铋、铜、铅、锌、铍、铀、金、银、铌、钽、稀土、锂、砷、硫、磷、水晶、萤石等，应加强综合评价与回收利用。钨矿综合利用率不低于 50%。

6.7 锡矿

6.7.1 领跑者指标

6.7.1.1 地下开采锡矿的开采回采率不低于 96%。

6.7.1.2 锡矿选矿回收率不低于 85%。

6.7.2 一般指标

6.7.2.1 露天开采锡矿的矿山开采回采率不低于 90%。地下开采锡矿的矿山开采回采率不低于 90%。

6.7.2.2 锡矿选矿回收率不低于 73%。

6.7.3 最低指标

6.7.3.1 露天锡矿矿体形态变化大、矿体薄、矿岩稳固性差的开采回采率不低于 92%；依据矿床地质品位和开采条件不同，地下开采回采率不低于表 12 指标要求。

表12 锡矿地下开采回采率最低指标

地质品位 (%)	$\alpha \geq 0.8$	$0.4 < \alpha < 0.8$	$\alpha \leq 0.4$
采区回采率 (%)	90	85	80

6.7.3.2 锡矿选矿回收率依据入选品位和可选条件不同，不低于表 13 要求。

表13 锡矿选矿回收率最低指标

可选程度	中等可选			复杂难选		
入选品位 (%)	$\alpha \geq 0.8$	$0.4 < \alpha < 0.8$	$\alpha \leq 0.4$	$\alpha \geq 0.8$	$0.4 < \alpha < 0.8$	$\alpha \leq 0.4$
选矿回收率 (%)	80	70	62	65	60	50

6.7.3.3 原生锡矿中常伴生钨、铅、锡、铜、铋、铌、钽、铍、铀、钼、铟、铊、铋、有时还有硫、砷和铁。砂锡矿中通常共生、伴生自然金、黑钨矿、白钨矿、独居石、金红石、白铅矿、闪锌矿、黄铜矿、方铅矿等有用矿物，以及铌、钽等稀有元素，应加强综合评价与回收利用。锡矿综合利用率不低于 50%。

6.8 铋矿

6.8.1 领跑者指标

6.8.1.1 地下开采铋矿的开采回采率不低于 95%。

6.8.1.2 铋矿选矿回收率不低于 95%。

6.8.2 一般指标

6.8.2.1 地下开采铋矿的矿山开采回采率不低于 87%。

6.8.2.2 铋矿选矿回收率不低于 88.6%。

6.8.3 最低指标

6.8.3.1 露天矿山开采回采率不低于 92%；依据矿床地质品位和开采条件不同，地下开采回采率不低于表 14 指标要求。

表14 铋矿地下开采回采率最低指标

开采条件或地质品位 (%)	$\alpha > 2.5$	$1.5 < \alpha \leq 2.5$	$\alpha \leq 1.5$ 或矿体复杂难采
采区回采率 (%)	85	80	75

6.8.3.2 铋矿选矿回收率依据入选品位和可选条件不同，不低于表 15 要求。

表15 铋矿选矿回收率最低指标

可选程度	中等可选			复杂难选		
入选品位 (%)	$\alpha \geq 2.5$	$1.5 < \alpha < 2.5$	$\alpha \leq 1.5$	$\alpha \geq 2.5$	$1.5 < \alpha < 2.5$	$\alpha \leq 1.5$
选矿回收率 (%)	90	82	75	75	65	60

6.8.3.3 铋矿中常伴生有金、钨、铅、锌汞以及锡、铜、铋、砷、硫、铁、镍、钴、锰、铬、铂、钼、钨、硒等组分，应加强综合评价与回收利用。铋矿共伴生综合利用率不低于 50%，当铋矿石复杂难选时，共伴生矿产综合利用率不低于 40%。

6.9 镁(炼镁白云岩)

6.9.1 领跑者指标

开采镁(炼镁白云岩)的开采回采率不低于98%。

6.9.2 一般指标

露天开采镁(炼镁白云岩)的矿山开采回采率不低于95%。地下开采镁(炼镁白云岩)的矿山开采回采率不低于85%。

6.9.3 最低指标

露天开采镁(炼镁白云岩)的矿山开采回采率不低于92%。地下开采镁(炼镁白云岩)的矿山开采回采率不低于78%。

6.10 钴矿

6.10.1 一般指标

6.10.1.1 露天开采钴矿的矿山开采回采率不低于 90%。地下开采钴矿的矿山开采回采率不低于 78%。

6.10.1.2 钴矿选矿回收率不低于 72%。

6.10.2 最低指标

6.10.2.1 露天开采钴矿的矿山开采回采率不低于 88%。地下开采钴矿的矿山开采回采率不低于 75%。

6.10.2.2 钴矿选矿回收率不低于 70%。

6.11 铋矿

6.11.1 一般指标

6.11.1.1 露天开采铋矿的开采回采率不低于 94%。地下开采铋矿的开采回采率不低于 87%。

6.11.1.2 铋矿选矿回收率不低于 72%。

6.11.2 最低指标

6.11.2.1 露天开采铋矿的开采回采率不低于 90%。地下开采铋矿的开采回采率不低于 83%。

6.11.2.2 铋矿选矿回收率不低于 70%。

附 录 A
(资料性)
“三率”指标计算方法

A.1 开采回采率

A.1.1 采区回采率

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

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。

A.1.2 矿山回采率

$$K_M = \frac{Q_{CM}}{Q_M} \times 100\% = \frac{Q_M - Q_{SM}}{Q_M} \times 100\% = (1 - S_M) \times 100\% \dots\dots\dots (A.2)$$

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。

A.1.3 平均采区回采率

平均采区回采率, 即一个矿山存在多个采区时, 各采区采出的纯矿石量(矿产储量)和与各采区消耗的矿产资源储量和的百分比。平均采区回采率采用加权平均法计算, 若参加计算的采区个数为n, 计算公式如下:

$$K_n = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{ci}}{\sum_{i=1}^n Q_i} \times 100\% = \frac{\sum_{i=1}^n K_i \cdot Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i} \times 100\% \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

- K_n ——平均采区回采率;
- n ——计算平均采区回采率的采区数;
- Q_{ci} ——第i个采区开采量, 单位为吨(t);
- Q_i ——第i个采区动用量, 单位为吨(t);
- K_i ——第i个采区的回采率。

A.2 选矿回收率

本公式计算的是某一种有用组分的选矿回收率。

$$\varepsilon = \frac{\sum_{i=1}^p Q_{Ki} \cdot \beta_i}{Q_o \cdot \alpha} \times 100\% \dots\dots\dots (A.4)$$

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。

A.3 矿产资源综合利用率

A.3.1 当量品位

将共生组分的品位按照价格比法折算成当量品位。计算公式如下：

$$\alpha'_i = \alpha_i \cdot \frac{P_i}{P} \times 100\% \dots\dots\dots (A.5)$$

式中：

α'_i ——共生组分*i*的当量品位；
 α_i ——原矿中共生组分*i*的品位，（%）；
 P_i ——单位共生组分*i*价格，可根据情况取多年价格均值，单位为元；
 P ——单位主要组分价格，可根据情况取多年价格均值，单位为元。

A.3.2 选矿综合回收率

$$\varepsilon_{Ru}^n = \frac{\sum_{i=1}^v \alpha'_i \varepsilon_i}{\sum_{i=1}^u \alpha'_i} \dots\dots\dots (A.6)$$

式中：

ε_{Ru}^n ——*u*种组分回收*n*种时的选矿综合回收率；
 u ——矿产资源储量中主、共生有用组分个数；
 n ——产品中回收利用的主、共生有用组分个数；
 ε_i ——组分*i*的选矿回收率；
 α'_i ——原矿中组分*i*的当量品位。

A.3.3 综合利用率

$$R_{Pu}^n = m \cdot \varepsilon_{Ru}^n = \frac{K \cdot \sum_{i=1}^n \varepsilon_i \cdot \alpha'_i}{\sum_{i=1}^u \alpha'_i} \times 100\% \dots\dots\dots (A.7)$$

式中：

R_{Pu}^n ——*u*种有用组分回收*n*种时的矿产资源综合利用率；
 u ——矿产资源储量中主、共生有用组分个数；
 n ——各最终选矿产品中回收利用的主、共生有用组分个数；
 m ——开采回采率；
 ε_{Ru}^n ——*u*种组分回收*n*种时的选矿综合回收率；
 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。

附录 B

(资料性)

矿山生产建设规模分类

铜矿、铝土矿、铅矿、锌矿、钼矿、镍矿、钨矿、锡矿、锑矿、镁(炼镁白云岩)、钴矿、铋矿等有色金属矿产矿山生产建设规模分类见表B.1。

表B.1 矿山生产建设规模

矿种	矿山生产建设规模级别				最低生产建设规模
	计量单位(矿石)	大型	中型	小型	
铜	10 ⁴ t/a	≥100	30~<100	<30	3
铝土矿	10 ⁴ t/a	≥100	30~<100	<30	6
铅	10 ⁴ t/a	≥100	30~<100	<30	3
锌	10 ⁴ t/a	≥100	30~<100	<30	3
钼	10 ⁴ t/a	≥100	30~<100	<30	3
镍	10 ⁴ t/a	≥100	30~<100	<30	3
钨	10 ⁴ t/a	≥100	30~<100	<30	3
锡	10 ⁴ t/a	≥100	30~<100	<30	3
锑	10 ⁴ t/a	≥100	30~<100	<30	3
镁(炼镁白云岩)	10 ⁴ t/a	≥100	30~<100	<30	—
钴	10 ⁴ t/a	≥100	30~<100	<30	—
铋	10 ⁴ t/a	≥100	30~<100	<30	—

附 录 C
(资料性)
岩体基本质量等级

C.1 稳固性

稳固性是矿石或岩石在空间允许暴露面积的大小和暴露时间长短方面的性能。影响矿岩稳固性的因素十分复杂。它不仅与矿岩的成分、结构、构造、节理状况、风化程度以及水文地质条件等有关，还与开采过程中所形成的实际状况有关。

C.2 稳固性分级

矿体及围岩稳固性分级见表C.1。

表 C.1 矿体及围岩固性分级

稳定性	岩体基本质量级别	岩体基本质量的定性特征	岩体基本质量指标 (BQ)	自稳能力	表征
稳固	I	坚硬岩, 岩体完整	>550	跨度 $\leq 20\text{m}$, 可长期稳定, 偶有掉块, 无塌方	不支护的暴露面积为 800m^2 以上的矿岩。
	II	坚硬岩, 岩体较完整; 较坚硬岩, 岩体完整	451~550	跨度 $< 10\text{m}$, 可长期稳定, 偶有掉块; 跨度 $10\text{m} \sim 20\text{m}$, 可基本稳定, 局部可发生掉块或小塌方	不支护的暴露面积为 $200 \sim 800\text{m}^2$ 的矿岩。
中等稳固	III	坚硬岩, 岩体较破碎; 较坚硬岩, 岩体较完整; 较软岩, 岩体完整	351~450	跨度 $< 5\text{m}$, 可基本稳定; 跨度 $5\text{m} \sim 10\text{m}$, 可稳定数月, 可发生局部块体位移及小、中塌方; 跨度 $10\text{m} \sim 20\text{m}$, 可稳定数日至1个月, 可发生小、中塌方	不支护的暴露面积为 $50 \sim 200\text{m}^2$ 的矿岩。
不稳固	IV	坚硬岩, 岩体破碎; 较坚硬岩, 岩体较破碎~破碎; 较软岩, 岩体较完整~较破碎; 软岩, 岩体完整~较完整	251~350	跨度 $\leq 5\text{m}$, 可稳定数日至1个月; 跨度 $> 5\text{m}$, 一般无自稳能力, 数日至数月内可发生松动变形、小塌方, 进而发展为中、大塌方。埋深小时, 以拱部松动破坏为主, 埋深大时, 有明显塑性流动变形和挤压破坏	在这类矿岩石中, 允许有较小的不支护的暴露空间, 一般允许的暴露面积在 50m^2 以内。
	V	较软岩, 岩体破碎; 软岩, 岩体较破碎~破碎; 全部极软岩及全部极破碎岩	≤ 250	无自稳能力	掘进巷道或开辟采场时, 不允许有暴露面积, 否则可能产生冒顶片帮现象。在巷道掘进时, 须超前支护进行维护。

附 录 D
(资料性)
精矿质量要求

D.1 铜精矿

铜精矿质量要求见表D.1。

表D.1 铜精矿化学成分

品级	$\omega(\text{Cu})\%$	杂质质量分数 (%)			
		As	Pb+Zn	MgO	Bi+Sb
一级	≥ 32	≤ 0.10	≤ 2	≤ 1	≤ 0.10
二级	≥ 25	≤ 0.20	≤ 5	≤ 2	≤ 0.30
三级	≥ 20	≤ 0.20	≤ 8	≤ 3	≤ 0.40
四级	≥ 16	≤ 0.30	≤ 10	≤ 4	≤ 0.50
五级	≥ 13	≤ 0.40	≤ 12	≤ 5	≤ 0.60

D.2 铝土矿

按 YB/T 5057-93《铝土矿石技术条件》的要求，铝土矿矿石品级划分见表 D.2。

表D.2 铝土矿矿石品级

品级	品 位		用途举例
	铝硅比值	$\omega(\text{Al}_2\text{O}_3)(\%)$	
I	≥ 12	≥ 73	刚玉型研磨材料、高铝水泥、氧化铝
		≥ 69	氧化铝
		≥ 66	氧化铝
		≥ 60	氧化铝
II	≥ 9	≥ 71	高铝水泥、氧化铝
		≥ 67	氧化铝
		≥ 64	氧化铝
		≥ 50	氧化铝
III	≥ 7	≥ 69	氧化铝
		≥ 66	氧化铝
		≥ 62	氧化铝
IV	≥ 5	≥ 62	氧化铝
V	≥ 4	≥ 58	氧化铝
VI	≥ 3	≥ 54	氧化铝
VII	≥ 6	≥ 48	氧化铝

注1：I至VI级品适用于一水硬铝石型矿石；VII级品适用于三水铝石型矿石。
注2：根据铝土矿其他质量指标。分为不同矿石类型。① Fe_2O_3 ：高铁型， $\omega(\text{Fe}_2\text{O}_3)$ 大于或等于15%；中高铁型， $\omega(\text{Fe}_2\text{O}_3)$ 为6%~15%；中铁型， $\omega(\text{Fe}_2\text{O}_3)$ 为3%~6%；中铁型， $\omega(\text{Fe}_2\text{O}_3)$ 为6%~15%；高铁型， $\omega(\text{Fe}_2\text{O}_3)$ 大于或等于15%。②S：低硫型， $\omega(\text{S})$ 小于0.3%；中硫型， $\omega(\text{S})$ 为0.3%~0.8%；高硫型， $\omega(\text{S})$ 大于0.8%。

按GB/T 24483-2009《铝土矿石》，铝土矿矿石按矿床（矿石）类型分为沉积型（一水硬铝石）、堆积型（一水硬铝石）及红土型（三水铝石）三大类型，每种类型按化学成分划分牌号。铝土矿矿石的化学成分应符合表D.3的要求。

表D.3 铝土矿矿石的化学成分

矿床（矿石）类型	牌号	铝硅比值	杂质质量分数 (%)					水分
			Al_2O_3	Fe_2O_3	S	CaO+MgO	TiO_2	
沉积型（一水硬铝石）	CLK12-70	≥ 12	≥ 70	≤ 5	≤ 0.30	≤ 1.5	—	≤ 7
	CLK8-65	≥ 8	≥ 65	≤ 8	≤ 0.50	≤ 1.5	—	

	CLK6-62	≥6	≥62	≤9	≤0.50	≤1.5	—	
	CLK5-60	≥5	≥60	≤10	≤0.50	≤1.5	—	
	CLK3.5-55	≥3.5	≥55	—	≤0.80	—	—	
堆积型（一水硬铝石）	DLK15-60	≥15	≥60	≤20	≤0.10	≤1.5	—	≤8
	DLK11-55	≥11	≥55	≤25	≤0.10	≤1.5	—	
	DLK6-50	≥6	≥50	≤28	≤0.10	≤1.5	—	
	DLK4-45	≥4	≥45	≤28	≤0.10	≤1.5	—	
红土型（三水铝石）	HLK7-50	≥7	≥50	≤18	—	—	≤2	≤8
	HLK4-45	≥4	≥45	≤18	—	—	≤2	
	HLK3-40	≥3	≥40	≤25	—	—	≤3	

用作高铝水泥的铝土矿矿石质量要求： $\omega(\text{Fe}_2\text{O}_3)$ 小于或等于2.5%， $\omega(\text{TiO}_2)$ 小于或等于3.5%， $\omega(\text{R}_2\text{O})$ （一价金属氧化物）小于或等于1.0%， $\omega(\text{MgO})$ 小于或等于1.0%。

用作研磨材料的铝土矿矿石质量要求： $\omega(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 大于或等于70%， $\omega(\text{Fe}_2\text{O}_3)$ 小于或等于5%， $\omega(\text{TiO}_2)$ 小于或等于4.5%， $\omega(\text{CaO}+\text{MgO})$ 小于或等于1%，铝硅比值大于或等于12。

D.3 铅精矿

铅精矿质量要求见表D.4。

表D.4 铅精矿化学成分

品级	$\omega(\text{Pb})\%$	杂质质量分数（%）				
		Cu	Zn	As	SiO_2	Al_2O_3
一级	≥65	≤3.0	≤4.0	≤0.3	≤1.5	≤2.0
二级	≥60		≤5.0	≤0.4	≤2.0	≤2.5
三级	≥55		≤6.0	≤0.5	≤2.5	≤3.0
四级	≥50	≤4.0	≤6.5	≤0.55	≤3.0	≤4.0
五级	≥45		≤7.0	≤0.7	≤3.0	≤4.0

D.4 锌精矿

锌精矿质量要求见表D.5。

表D.5 锌精矿化学成分

品级	$\omega(\text{Zn})\%$	杂质质量分数（%）				
		Cu	Pb	Fe	As	SiO_2
一级	≥55	≤1.0	≤1.2	≤6	≤0.2	≤3.5
二级	≥50	≤1.2	≤1.85	≤8	≤0.4	≤4.5
三级	≥45	≤1.5	≤2.5	≤12	≤0.5	≤5.0
四级	≥40	≤1.5	≤2.5	≤14	≤0.5	≤5.5

注：四级品铁闪锌矿含铁量可不大于18%

D.5 钼精矿

钼精矿质量要求见表D.6。

表D.6 钼精矿化学成分

牌号	品级	$\omega(\text{Mo})\%$	杂质质量分数，不大于（≤）%										
			CaO	WO_3	Cu	P	Sn	Pb	As	SiO_2	Bi	K	C
KMo-57.00	一级	≥57	0.40	0.05	0.07	0.01	0.01	0.085	0.001	1.7	0.05	—	0.50
KMo-55.00	二级	≥55	0.40	0.05	0.10	0.01	0.01	0.100	0.001	4.0	0.05	0.20	—
KMo-53.00	三级	≥53	1.30	0.05	0.15	0.01	0.01	0.100	0.01	5.0	0.05	0.25	—
KMo-51.00	四级	≥51	1.80	0.10	0.20	0.02	0.02	0.100	0.01	6.3	0.05	0.30	—
KMo-49.00	五级	≥49	2.20	0.15	0.22	0.02	0.02	0.100	0.01	8.0	0.05	—	—

KMo-47.00	六级	≥47	2.70	—	0.25	0.02	0.02	0.150	0.01	9.0	0.05	—	—
-----------	----	-----	------	---	------	------	------	-------	------	-----	------	---	---

D.6 镍精矿

镍精矿质量要求见表D.7。

表D.7 镍精矿化学成分

等级	ω(Ni)%	ω(MgO)%	ω(Pb+Zn)%	ω(As)%
一级品	≥10.0	≤6.0	≤0.05	≤0.03
二级品	≥8.5	≤6.8	≤0.05	≤0.03
三级品	≥7.5	≤8.0	≤0.20	≤0.10
四级品	≥6.5	≤9.0	≤0.25	≤0.20
五级品	≥5.5	≤10.5	≤0.30	≤0.30

D.7 钨精矿

钨精矿按矿物组成为黑钨精矿、白钨精矿、混合钨精矿、钨细泥四类。其质量标准见表D.8。

表D.8 钨精矿化学成分

品种	ω(WO ₃)%	杂质质量分数(%)											
		S	P	As	Mo	Ca	Mn	Cu	Sn	SiO ₂	Sb	Ba	
黑钨精矿	特级	≥65	≤0.7	≤0.05	≤0.15	≤0.04	≤5.0	—	≤0.13	≤0.15	≤7.0	≤0.01	≤0.20
	一级	≥63	≤2.0	≤0.20	≤0.35	≤0.05	≤5.0	—	≤0.15	≤0.35	≤8.0	≤0.02	≤0.30
	二级	≥58	≤2.5	≤0.25	≤0.37	≤0.10	≤5.0	—	≤0.25	≤0.40	≤8.0	≤0.02	≤0.50
	三级	≥55	≤3.0	≤0.30	≤0.40	≤0.20	≤5.0	—	≤0.30	≤0.60	—	≤0.02	≤0.50
	四级	≥50	≤3.5	≤0.35	≤0.45	≤0.25	≤5.0	—	≤0.35	≤0.60	—	≤0.02	≤0.50
	五级	≥45	≤4.5	≤0.35	≤0.45	≤0.25	≤5.0	—	≤0.35	≤0.60	—	≤0.03	≤0.50
白钨精矿	特级	≥65	≤0.7	≤0.05	≤0.15	—	—	≤1.0	≤0.13	≤0.15	≤7.0	≤0.01	≤0.20
	一级	≥63	≤2.5	≤0.25	≤0.30	—	—	≤1.0	≤0.35	≤0.20	≤8.0	≤0.15	≤0.30
	二级	≥58	≤3.0	≤0.30	≤0.35	—	—	≤1.5	≤0.40	≤0.25	≤8.0	≤0.20	≤0.50
	三级	≥55	≤3.5	≤0.35	≤0.40	—	—	≤2.0	≤0.45	≤0.35	—	≤0.20	≤0.50
	四级	≥50	≤4.0	≤0.40	≤0.40	—	—	≤2.0	≤0.45	≤0.40	—	≤0.20	≤0.50
	五级	≥45	≤4.5	≤0.40	≤0.45	—	—	≤2.0	≤0.45	≤0.40	—	≤0.20	≤0.50
混合钨精矿	≥63	≤2.0	≤0.25	≤0.35	—	—	—	≤0.35	≤0.50	≤6.0	≤0.20	≤0.50	
钨细泥	≥20	≤3.0	≤10.0	≤0.30	—	—	—	—	—	—	—	—	

注1: 引自YS/T231-2015《钨精矿》。
 注2: 表中“—”为杂质含量不限。
 注3: 精矿中钽、铌、钼为有价元素, 如有需要, 供方应报出分析数据。
 注4: 供需双方对表中规定的个别杂质含量及其他杂质(如Fe、Pb、Bi等)有特殊要求时, 可协商解决。

D.8 锡精矿

锡精矿质量要求见表D.9。

表D.9 锡精矿化学成分

类别	品级	ω (Sn) %	杂质质量分数 (%)							
			S	As	Bi	Zn	Sb	Fe	F	Cu
氧化物型	一级品	≥ 70.00	≤ 0.30	≤ 0.20	≤ 0.08	≤ 0.30	≤ 0.20	≤ 3.00	≤ 0.20	≤ 0.30
	二级品	≥ 65.00	≤ 0.40	≤ 0.30	≤ 0.10	≤ 0.40	≤ 0.20	≤ 5.00	≤ 0.20	≤ 0.40
	三级品	≥ 60.00	≤ 0.50	≤ 0.40	≤ 0.10	≤ 0.50	≤ 0.30	≤ 7.00	≤ 0.20	≤ 0.50
	四级品	≥ 55.00	≤ 0.60	≤ 0.50	≤ 0.15	≤ 0.60	≤ 0.40	≤ 9.00	≤ 0.20	≤ 0.60
	五级品	≥ 50.00	≤ 0.80	≤ 0.60	≤ 0.15	≤ 0.70	≤ 0.40	≤ 12.00	≤ 0.20	≤ 0.70
	六级品	≥ 45.00	≤ 1.00	≤ 0.70	≤ 0.20	≤ 0.80	≤ 0.50	≤ 15.00	≤ 0.20	≤ 0.80
	七级品	≥ 40.00	≤ 1.20	≤ 0.80	≤ 0.20	≤ 0.90	≤ 0.60	≤ 16.00	≤ 0.20	≤ 0.90
硫化物型	一级品	≥ 70.00	≤ 0.70	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.50	≤ 0.30	≤ 3.00	≤ 0.20	≤ 0.50
	二级品	≥ 65.00	≤ 1.00	≤ 0.40	≤ 0.40	≤ 0.80	≤ 0.40	≤ 5.00	≤ 0.20	≤ 0.80
	三级品	≥ 60.00	≤ 1.50	≤ 0.50	≤ 0.50	≤ 0.90	≤ 0.50	≤ 7.00	≤ 0.20	≤ 0.90
	四级品	≥ 55.00	≤ 2.00	≤ 1.00	≤ 0.60	≤ 1.00	≤ 0.60	≤ 9.00	≤ 0.20	≤ 1.00
	五级品	≥ 50.00	≤ 2.50	≤ 1.50	≤ 0.80	≤ 1.20	≤ 0.70	≤ 12.00	≤ 0.20	≤ 1.20
	六级品	≥ 45.00	≤ 3.00	≤ 2.00	≤ 1.00	≤ 1.40	≤ 0.80	≤ 15.00	≤ 0.20	≤ 1.40
	七级品	≥ 40.00	≤ 3.50	≤ 2.50	≤ 1.20	≤ 1.60	≤ 0.90	≤ 16.00	≤ 0.20	≤ 1.60

注：引自YS/T 339-3011《锡精矿》。

D.9 铈精矿

铈精矿质量要求见表D.10和表D.11。

表D.10 硫化铈精矿、混合铈精矿的品级划分及化学成分

类别	品级	ω (Sb) %	杂质质量分数 (%)				
			As	Pb	Bi	Cu	Se
粉精矿	一级品	≥ 55	≤ 0.6	≤ 0.15	≤ 0.0015	≤ 0.006	≤ 0.02
	二级品	≥ 45	≤ 0.6	≤ 0.15	≤ 0.0015	≤ 0.006	≤ 0.02
	三级品	≥ 35	≤ 0.4	≤ 0.15	≤ 0.0020	≤ 0.010	≤ 0.02
	四级品	≥ 30	≤ 0.4	≤ 0.15	≤ 0.0020	≤ 0.010	≤ 0.02
块精矿	一级品	≥ 60	≤ 0.6	≤ 0.15	≤ 0.0015	≤ 0.006	≤ 0.02
	二级品	≥ 50	≤ 0.6	≤ 0.15	≤ 0.0015	≤ 0.006	≤ 0.02
	三级品	≥ 40	≤ 0.4	≤ 0.15	≤ 0.0020	≤ 0.010	≤ 0.02
	四级品	≥ 30	≤ 0.4	≤ 0.15	≤ 0.0020	≤ 0.010	≤ 0.02
	五级品	≥ 20	≤ 0.2	≤ 0.10	≤ 0.0020	≤ 0.010	≤ 0.02

注：引自YS/T 385-2019《铈精矿》。

表D.11 氧化块精矿的品级划分及化学成分

品级	ω (Sb) %	杂质质量分数 (%)				
		As	Pb	Bi	Cu	Se
一级品	≥ 60	≤ 0.6	≤ 0.20	≤ 0.0015	≤ 0.006	≤ 0.02
二级品	≥ 50	≤ 0.6	≤ 0.20	≤ 0.0015	≤ 0.006	≤ 0.02
三级品	≥ 40	≤ 0.4	≤ 0.15	≤ 0.0020	≤ 0.010	≤ 0.02
四级品	≥ 30	≤ 0.4	≤ 0.15	≤ 0.0020	≤ 0.010	≤ 0.02

注：引自YS/T 385-2019《铈精矿》。

D.10 钴精矿

钴精矿质量要求见表D.12。

表D.12 钴精矿化学成分

类别	品级	$\omega(\text{Co})\%$	杂质质量分数 (%)					
			Mn	Pb	As	Cd	Hg	SiO ₂
硫化钴精矿	一级品	≥ 20.0	≤ 0.2	≤ 0.10	≤ 0.10	≤ 0.05	≤ 0.001	≤ 5.0
	二级品	≥ 15.0	≤ 0.2	≤ 0.10	≤ 0.10	≤ 0.05	≤ 0.001	≤ 10.0
	三级品	≥ 10.0	≤ 0.5	≤ 0.10	≤ 0.10	≤ 0.05	≤ 0.001	≤ 15.0
	四级品	≥ 6.0	≤ 0.5	≤ 0.10	≤ 0.10	≤ 0.05	≤ 0.001	≤ 20.0
氧化钴精矿	一级品	≥ 10.0	≤ 2	≤ 0.10	≤ 0.10	≤ 0.05	≤ 0.01	—
	二级品	≥ 8.0	≤ 3	≤ 0.10	≤ 0.10	≤ 0.05	≤ 0.01	—
	三级品	≥ 5.0	≤ 4	≤ 0.10	≤ 0.10	≤ 0.05	≤ 0.01	—
混合钴精矿	一级品	≥ 15.0	≤ 1.0	≤ 0.10	≤ 0.10	≤ 0.05	≤ 0.01	—
	二级品	≥ 12.0	≤ 1.5	≤ 0.10	≤ 0.10	≤ 0.05	≤ 0.01	—
	三级品	≥ 9.0	≤ 2.0	≤ 0.10	≤ 0.10	≤ 0.05	≤ 0.01	—
	四级品	≥ 6.0	≤ 3.0	≤ 0.10	≤ 0.10	≤ 0.05	≤ 0.01	—

D.11 铋精矿

铋精矿质量要求参考表D.13。

表D.13 铋精矿化学成分

品级	$\omega(\text{Bi})\%$	杂质质量分数 (%)		
		As	SiO ₂	WO ₃
I 级品	≥ 60	≤ 0.2	≤ 2	≤ 3
II 级品	≥ 50	≤ 0.2	≤ 3	≤ 3
III 级品	≥ 40	≤ 0.5	≤ 4	≤ 3
IV 级品	≥ 30	≤ 0.5	≤ 4	≤ 3
V 级品	≥ 20	≤ 1.0	≤ 5	≤ 3

参 考 文 献

- [1] GB 20424—2006 重金属精矿产品中有害元素的限量规范
 - [2] GB/T 24483-2009 铝土矿石
 - [3] GB/T 33444 固体矿产勘查工作规范
 - [4] GB/T 50218 工程岩体分级标准
 - [5] YB/T 5057-93 铝土矿石技术条件
 - [6] YS/T 231-2015 钨精矿
 - [7] YS/T 235-2016 钼精矿
 - [8] YS/T 301-2007 钴精矿
 - [9] YS/T 318-2007 铜精矿
 - [10] YS/T 319-2013 铅精矿
 - [11] YS/T 320-2014 锌精矿
 - [12] YS/T 321-2005 铋精矿
 - [13] YS/T 339-2011 锡精矿
 - [14] YS/T 340-2014 镍精矿
 - [15] YS/T 385-2019 锑精矿
 - [16] 矿产资源工业要求参考手册编委会. 矿产资源工业要求参考手册. 北京: 地质出版社, 2021
-