

ICS 73.020

CCS 点击此处添加 CCS 号

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3部分：铁、
锰、铬、钒、钛

Requirements for recovery index of mineral resources—Part 3: Iron, manganese,
chromium, vanadium, titanium

(报批稿)

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
6 指标要求.....	2
附 录 A （资料性） “三率”指标的计算方法	5
附 录 B （资料性） 铁矿山生产建设规模分类	7
附 录 C （资料性） 矿体及围岩基本质量等级	8
附 录 D （资料性） 铁、铬、钛精矿质量要求	9
附 录 E （资料性） 铁、锰、铬、钛矿物及矿石类型	12
参 考 文 献.....	14

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3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、中国冶金矿山企业协会、中国地质调查局、自然资源部矿产资源储量评审中心、山东省地质科学研究所

本文件主要起草人：武秋杰、吕振福、张海啟、乔春磊、尹仲年、姜圣才、陈丛林、王利、陈文韬、梁太涛、李作敏、丁国峰、张博冉、曹进成、周文雅、程光锁、孙伟清、胡戈、糕传源、陈辉、许文耀、宋昕铭

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伴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3部分，明确了铁、锰、铬、钒、钛等5种金属矿产的开采回采率、选矿回收率和共伴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3部分：铁、锰、铬、钒、钛

1 范围

本文件规定了铁、锰、铬、钒、钛等矿产资源开发利用的开采回采率、选矿回收率、共伴生矿产综合利用率的术语和定义、基本要求、指标设置和指标要求。

本文件适用于铁、锰、铬、钒、钛等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 12719 矿区水文地质工程地质勘查规范
- 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 一般工业固体废物和填埋污染控制标准
- 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/T 50218 工程岩体分级标准
- GB 50612 冶金矿山选矿厂工艺设计规范
- GB 50830 冶金矿山采矿设计规范
- 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
- GB 51119 冶金矿山排土场设计规范
- DZ/T 0200 矿产地质勘查规范 铁 锰 铬
- DZ/T 0208 矿产地质勘查规范 金属砂矿类
- DZ/T 0322 钒矿地质勘查规范
- 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

3 术语和定义

GB/T 17766、GB/T 42249和DZ/T 0340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，逐步提高资源利用水平。
- 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。对共伴生矿产实行综合开采、综合利用。资源勘查和资源储量管理应符合 GB/T 13908、GB/T 17766、DZ/T 0200、DZ/T 0208、DZ/T 0322、DZ/T 0336 和 DZ/T 0399 的规定 A。

4.4 按照 GB 18599、GB 50612、GB 50830、GB 50863、GB 51016 和 GB 51119 的规定开展矿石开采选矿加工、废石与尾矿堆存、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

铁、锰、铬、钒、钛矿山开采环节评价指标采用开采回采率，开采回采率计算方法应符合GB/T 42249，详见附录A。露天矿山评价指标采用矿山开采回采率。地下矿山评价指标采用采区的开采回采率，有多个采区的，采用平均采区回采率作为评价指标。铁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。铁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

铁、锰、铬、钒、钛矿山选矿环节评价指标采用主要有用组分的选矿回收率。精矿宜符合质量要求，详见附录D。矿物及矿石类型见附录E。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

铁、锰、铬、钒、钛矿山综合利用环节评价指标采用共生矿产综合利用率，共生矿产综合利用率计算方法应符合GB/T 42249，详见附录A。钒钛磁铁矿综合利用环节评价指标是钒、钛、铬的选矿回收率，其他规范之外的元素指标值需经论证确定。

6 指标要求

6.1 铁矿

6.1.1 领跑者指标

6.1.1.1 露天开采的大型铁矿开采回采率不低于 99%，中小型铁矿开采回采率不低于 98%。地下开采的铁矿，稳固矿体的开采回采率不低于 93%，不稳固矿体的开采回采率不低于 90%。

6.1.1.2 磁铁矿选矿回收率不低于 95%，赤铁矿选矿回收率不低于 77%，褐铁矿选矿回收率不低于 98%，菱铁矿选矿回收率不低于 95%，钒钛磁铁矿中铁的选矿回收率不低于 73%。磁铁矿选矿回收率特指磁铁矿的回收率。

6.1.2 一般指标

6.1.2.1 露天开采的大型铁矿开采回采率一般不低于 95%，露天开采的中小型铁矿开采回采率一般不低于 94%。地下开采的铁矿，稳固矿体的开采回采率一般不低于 86%，不稳固矿体的开采回采率一般不低于 84%。

6.1.2.2 磁铁矿选矿回收率一般不低于 88%，赤铁矿选矿回收率一般不低于 68%，褐铁矿选矿回收率一般不低于 83%，菱铁矿选矿回收率一般不低于 90%，钒钛磁铁矿中铁的选矿回收率一般不低于 64%。

6.1.3 最低指标

6.1.3.1 露天开采的大型铁矿开采回采率最低不低于 93%，中小型及以下铁矿开采回采率最低不低于 90%。地下开采的铁矿，稳固矿体的开采回采率最低不低于 84%，不稳固矿体的开采回采率最低不低于 79%。

6.1.3.2 磁铁矿选矿回收率最低不低于 80%，赤铁矿选矿回收率最低不低于 52%，褐铁矿选矿回收率最低不低于 72%，菱铁矿选矿回收率最低不低于 76%，钒钛磁铁矿中铁的选矿回收率最低不低于 60%。

6.1.3.3 当铁矿共伴生矿物的品位达到表 A.5 规定的值时，开采设计或开发利用方案要对此元素的综合利用方式提出指标要求。当共伴生的有用矿物在现有技术条件下暂时不能回收，或技术经济评价结论不宜综合利用的，应提出处置措施，为以后实施综合利用创造条件。

6.1.3.4 矿山企业开发利用钒钛磁铁矿时，应对伴生的钛、钒、铬及硫化物等有用组分进行综合利用。根据入选矿石的铁钛比（ TFe/TiO_2 ）和钛精矿品位的不同，钛的选矿回收率应达到表 1 要求。

表1 钛的最低回收率指标

入选矿石铁钛比	钛精矿品位/%	钛选矿回收率/%
$2.1 \leq TFe/TiO_2 < 2.6$	47	20
$2.6 \leq TFe/TiO_2 < 3.5$	47	16
$TFe/TiO_2 \geq 3.5$	47	12

6.2 锰矿

6.2.1 领跑者指标

6.2.1.1 露天开采的锰矿开采回采率不低于 93%。地下开采的锰矿开采回采率不低于 90%。

6.2.1.2 氧化锰选矿回收率不低于 87%，碳酸锰选矿回收率不低于 85%。

6.2.2 一般指标

6.2.2.1 露天锰矿开采回采率一般不低于 92%，地下开采的锰矿开采回采率一般不低于 85%。

6.2.2.2 氧化锰选矿回收率一般不低于 80%，碳酸锰选矿回收率一般不低于 80%。

6.2.3 最低指标

6.2.3.1 露天开采的锰矿开采回采率最低不低于 90%，地下开采的锰矿开采回采率最低不低于 80%。

6.2.3.2 氧化锰选矿回收率最低不低于 75%，碳酸锰选矿回收率最低不低于 78%，其他锰矿选矿回收率最低不低于 65%。

6.2.3.3 在锰矿中常有铁、钴、镍及有色、贵金属等伴生。当共伴生有用组分的品位达到表 2 示的含量时，开采设计或矿产资源开发利用方案应对该有用组分的综合利用方式提出指标要求。当共伴生有用组分在现有技术条件下暂时不能回收或技术经济评价结论不宜综合利用时，应提出处置措施，矿山具体利用程度应依据地质勘查报告、选矿试验、矿山设计及矿山采选生产实际等确定。

表2 锰矿共伴生组分综合利用参考值

共伴生组分	ω_B	共伴生组分	ω_B
Co	0.02%~0.03%	B_2O_5	1%~3%

共生组分	ω_B	共生组分	ω_B
Ni	0.1%~0.2%	S	2%~4%
Cu	0.1%~0.2%	Au	0.2×10^{-6}
Pb	0.4%	Ag	5×10^{-6}
Zn	0.4%		

6.3 铬矿

6.3.1 一般指标

6.3.1.1 露天开采铬矿的矿山开采回采率一般不低于 95%。地下开采铬矿的矿山开采回采率一般不低于 90%。

6.3.1.2 铬矿选矿回收率一般不低于 78%。

6.3.2 最低指标

6.3.2.1 露天开采铬矿的矿山开采回采率最低不低于 93%。地下开采铬矿的矿山开采回采率最低不低于 85%。

6.3.2.2 铬矿选矿回收率最低不低于 75%。

6.3.2.3 铬矿中常伴生有铂族及钴、镍、金等元素，当铂族含量总量大于 0.2g/t、钴（Co）含量大于 0.02%、镍（Ni）含量大于 0.2%时，应加强综合评价并尽可能回收利用。与铬矿共生的矿物，其综合利用率不得低于 50%；与铬矿伴生的矿物，其综合利用率不得低于 30%。

6.4 钒矿

6.4.1 一般指标

6.4.1.1 露天开采的钒矿开采回采率一般不低于 90%，地下开采的钒矿开采回采率一般不低于 85%。

6.4.1.2 钒矿选矿回收率一般不低于 80%。

6.4.2 最低指标

6.4.2.1 露天开采的钒矿开采回采率最低不低于 80%，地下开采的钒矿开采回采率最低不低于 77%。

6.4.2.2 钒矿选矿回收率最低不低于 70%。

6.5 钛矿

6.5.1 一般指标

6.5.1.1 钛矿开采回采率一般不低于 92%。

6.5.1.2 钛铁砂型选矿回收率一般不低于 70%；金红石型选矿回收率一般不低于 45%。

6.5.2 最低指标

6.5.2.1 钛矿的开采回采率最低不低于 90%。

6.5.2.2 钛铁砂型选矿回收率最低不低于 68%；金红石型选矿回收率最低不低于 43%。

附 录 A
(资料性)
“三率”指标的计算方法

A.1 开采回采率

A.1.1 采区回采率

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

式中:

- K ——开采回采率;
- Q_c ——采区当期采出的纯矿石量, 单位为吨 (t);
- Q ——采区当期动用量, 单位为吨 (t);
- Q_s ——采区当期开采损失量, 单位为吨 (t);
- S ——采区开采损失率。

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, 单位为吨 (t);
- Q_M ——矿山当期动用量, 单位为吨 (t);
- Q_{sM} ——矿山开采损失量, 单位为吨 (t);
- S_M ——矿山开采损失率。

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 个采区采出的纯矿石量, 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。计算公式如下:

$$\varepsilon = \frac{\sum_{i=1}^p Q_{Ki} \beta_i}{Q_0 \cdot \alpha} \times 100\% \dots\dots\dots (A.4)$$

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。

注：磁铁矿特指磁铁矿品位。

A.3 矿产资源综合利用率

A.3.1 当量品位

将共伴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/吨；

P ——单位主要组分价格，单位为元/吨。

A.3.2 选矿综合回收率

$$\varepsilon_{Ru}^n = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha'_i \cdot \varepsilon_i}{\sum_{i=1}^u \alpha_i} \times 100\% \dots\dots\dots (A.6)$$

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、共伴生有用组分个数；

n ——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。

A.3.3 综合利用率

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

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、共伴生有用组分个数；

n ——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_{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)
铁矿山生产建设规模分类

B.1 铁矿山生产建设规模。

铁矿山生产建设规模分类见表B.1。

表 B.1 铁矿山生产建设规模

矿种		矿山生产建设规模级别				最低生产建设规模
		计量单位(原矿)	大型	中型	小型	
铁矿	露天开采	10 ⁴ t/a	≥200	60~<200	<60	5
	地下开采	10 ⁴ t/a	≥100	30~<100	<30	3

附 录 C
(资料性)
矿体及围岩基本质量等级

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 20m, 可长期稳定, 偶有掉块, 无塌方	不支护的暴露面积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<10m, 可长期稳定, 偶有掉块; 跨度 10m~ 20m, 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200~800m 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<5m, 可基本稳定; 跨度 5m~ 10m, 可稳定数月, 可发生局部块体位移及小、中塌方; 跨度 10m~20m, 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50~200m 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 5m, 可稳定数日至 1 个月; 跨度>5m, 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	\leq 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)
铁、铬、钛精矿质量要求

D.1 铁精矿质量标准

磁铁矿精矿质量要求见表 D.1。

表 D.1 磁铁矿精矿质量要求

级别	ω_B (%)						
	TFe	SiO ₂	S	P	Al ₂ O ₃	水分	粒度-0.075mm
C68	≥68.0	≤6.5	≤0.08	≤0.05	≤0.6	≤10.0	≥70.0
C67	67.0~<68	≤6.5	≤0.10	≤0.05	≤0.6	≤10.0	≥60.0
C66	66.0~<67.0	≤7.0	≤0.15	≤0.07	≤1.0	≤10.0	≥60.0
C65	65.0~<66.0	≤7.5	≤0.15	≤0.10	≤1.0	≤11.0	≥60.0
C63	63.0~<65.0	≤8.0	≤0.20	≤0.10	≤2.0	≤11.0	≥60.0
C60	60.0~<63.0	≤9.0	≤0.50	≤0.10	≤2.0	≤11.0	≥60.0

注：水分指标供参考。铁精矿中砷含量(质量分数)应不大于0.07%。

赤铁矿精矿质量要求见表 D.2。

表 D.2 赤铁矿精矿质量要求

级别	ω_B (%)						
	TFe	SiO ₂	S	P	Al ₂ O ₃	水分	粒度-0.075mm
H67	≥67.0	≤5.0	≤0.05	≤0.05	≤0.8	≤10.0	≥70.0
H66	66.0~<67.0	≤5.0	≤0.08	≤0.05	≤0.8	≤10.0	≥70.0
H65	65.0~<66.0	≤6.5	≤0.10	≤0.05	≤1.2	≤10.0	≥70.0
H63	63.0~<65.0	≤8.0	≤0.20	≤0.10	≤1.2	≤10.0	≥70.0
H60	60.0~<63.0	≤10.0	≤0.30	≤0.10	≤1.2	≤10.0	≥70.0
H58	58.0~<63.0	≤12.0	≤0.30	≤0.10	≤1.50	≤10.0	≥70.0

注：水分指标供参考。铁精矿中砷含量(质量分数)应不大于0.07%。

以钒钛磁铁矿为主铁矿精矿质量要求见表 D.3。

表 D.3 以钒钛磁铁矿为主铁矿精矿质量要求

级别	ω_B (%)								
	TFe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	V ₂ O ₅	TiO ₂	P	S	水分	粒度-0.075mm
P63	≥63.0	≤3.5	≤2.0	≥0.30	≤6.0	≤0.07	≤0.12	≤10.0	≥60.0
P60	60.0~<63.0	≤4.0	≤3.0	≥0.35	≤8.0	≤0.10	≤0.20	≤10.0	≥60.0
P55	55.0~<60.0	≤6.0	≤4.0	≥0.35	≤13	≤0.10	≤0.30	≤11.0	≥60.0
P53	53.0~<55.0	≤8.0	≤4.5	≥0.35	≤13	≤0.15	≤0.90	≤11.0	≥60.0

注：水分指标供参考。铁精矿中砷含量(质量分数)应不大于0.07%。

D.2 铬精矿质量要求

各牌号铬精矿质量要求见表 D.4。

表 D.4 各牌号铬精矿质量要求

牌号	ω (Cr ₂ O ₃) %	ω (SiO ₂) %	ω (CaO) %
G50A	≥50.0	<3.5	<1.0
G50B	≥50.0	3.4~4.0	<1.0
G50C	≥50.0	4.0~4.5	<1.0
G45A	≥45.0	<4.0	<1.0

牌号	ω (Cr_2O_3) %	ω (SiO_2) %	ω (CaO) %
G45B	≥ 45.0	4.0~4.5	< 1.0
G45C	≥ 45.0	4.5~5.0	< 1.0
G40A	≥ 40.0	< 5.0	< 1.0
G40B	≥ 40.0	5.0~5.5	< 1.0
G35	≥ 35.0	< 6.0	< 1.3
G33	≥ 33.0	< 6.5	< 1.5
G30	≥ 30.0	< 7.0	< 2.0

D. 2. 1 冶金用铬矿石按加工方式不同（选矿和天然矿）分为精矿和块矿两类。精矿质量要求见表D. 5，块矿质量要求见表D. 6。

表 D. 5 铬铁矿精矿质量要求

牌号	ω (Cr_2O_3) %	ω (SiO_2) %	ω (MgO) %	ω (Al_2O_3) %	ω (S) %	ω (P) %	Cr/Fe
G-50A	≥ 50.0	≤ 4.0	≤ 16.0	≤ 16.0	≤ 0.007	≤ 0.006	≥ 3.2
G-50B	≥ 50.0	≤ 5.0	≤ 18.0	≤ 18.0	≤ 0.007	≤ 0.006	≥ 2.0
G-50C	≥ 50.0	≤ 7.5	≤ 18.0	≤ 18.0	≤ 0.009	≤ 0.007	≥ 2.5
G-48A	≥ 48.0	≤ 5.0	≤ 22.0	≤ 16.0	≤ 0.008	≤ 0.007	≥ 2.8
G-48B	≥ 48.0	≤ 7.0	≤ 24.0	≤ 18.0	≤ 0.008	≤ 0.008	≥ 2.5
G-44A	≥ 44.0	≤ 7.0	≤ 12.0	≤ 16.0	≤ 0.008	≤ 0.007	≥ 2.2
G-44B	≥ 44.0	≤ 7.0	≤ 12.0	≤ 18.0	≤ 0.008	≤ 0.008	≥ 1.9
G-42	≥ 42.0	≤ 7.5	≤ 12.0	≤ 18.0	≤ 0.008	≤ 0.008	≥ 1.5

表 D. 6 铬铁矿块矿质量要求

牌号	ω (Cr_2O_3) %	ω (SiO_2) %	ω (MgO) %	ω (Al_2O_3) %	ω (S) %	ω (P) %	Cr/Fe
K-44	≥ 44.0	≤ 12.0	≤ 22.0	≤ 16.0	≤ 0.007	≤ 0.006	≥ 2.8
K-42	≥ 42.0	≤ 12.0	≤ 22.0	≤ 16.0	≤ 0.007	≤ 0.008	≥ 2.6
K-40A	≥ 40.0	≤ 12.0	≤ 24.0	≤ 16.0	≤ 0.007	≤ 0.008	≥ 2.4
K-40B	≥ 40.0	≤ 12.0	≤ 14.0	≤ 16.0	≤ 0.008	≤ 0.008	≥ 1.5
K-38A	≥ 38.0	≤ 12.0	≤ 24.0	≤ 16.0	≤ 0.007	≤ 0.008	≥ 2.3
K-38B	≥ 38.0	≤ 12.0	≤ 12.0	≤ 17.0	≤ 0.010	≤ 0.008	≥ 1.5
K-36	≥ 36.0	≤ 12.0	≤ 24.0	≤ 16.0	≤ 0.007	≤ 0.008	≥ 2.2

D. 2. 2 耐火材料用铬矿石质量要求见表D. 7。

表 D. 7 耐火材料用铬矿石质量要求

牌号	ω (Cr_2O_3) %	ω (SiO_2) %	ω (CaO) %	ω (-20mm碎矿) %
GKS50	≥ 50.0	< 4.5	< 1.0	≤ 30
GKS45	≥ 45.0	< 5.0	< 1.0	≤ 30
GKS40	≥ 40.0	< 5.5	< 1.0	≤ 30
GKS35	≥ 35.0	< 6.0	< 1.3	≤ 30
GKS33	≥ 33.0	< 6.5	< 1.5	≤ 30
GKS30	≥ 30.0	< 7.0	< 2.0	

D. 2. 3 铸造用铬铁矿石质量要求见表D. 8。

表 D. 8 铸造用铬矿石质量要求

ω (Cr_2O_3) %	ω (TFe) %	ω (SiO_2) %	ω (CaO) %
≥ 46	≤ 27	≤ 1.3	≤ 0.4

D.3 钛铁矿精矿质量要求

钛铁矿精矿质量要求见表 D.9。

表 D.9 钛铁矿精矿质量要求

品级	ω (TiO_2) %	ω ($\text{TiO}_2+\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO}$) %	杂质含量 ω_B %					
			CaO	MgO	P	Fe_2O_3	Al_2O_3	SiO_2
一级品	≥ 52	≥ 94	≤ 0.1	≤ 0.4	≤ 0.030	≤ 27	≤ 1.5	≤ 1.5
二级品	≥ 50	≥ 93	≤ 0.3	≤ 0.7	≤ 0.050	≤ 27	≤ 1.5	≤ 2.0
三级品A	≥ 49	≥ 92	≤ 0.6	≤ 0.9	≤ 0.050	≤ 17	≤ 2.0	≤ 2.0
三级品B	≥ 48	≥ 92	≤ 0.6	≤ 1.4	≤ 0.050	≤ 17	≤ 2.0	≤ 2.5
四级品	≥ 47	≥ 90	≤ 1.0	≤ 1.5	≤ 0.050	≤ 17	≤ 2.5	≤ 2.5
五级品	≥ 46	≥ 88	≤ 1.0	≤ 2.5	≤ 0.050	≤ 17	≤ 2.5	≤ 3.0
六级品	≥ 45	≥ 88	≤ 1.0	≤ 3.5	≤ 0.080	≤ 17	≤ 3.0	≤ 4.0
七级品	≥ 44	≥ 88	≤ 1.0	≤ 4.0	≤ 0.080	≤ 17	≤ 3.5	≤ 4.5
八级品	≥ 42	≥ 88	≤ 1.5	≤ 4.5	≤ 0.080	≤ 17	≤ 4.0	≤ 5.0
九级品	≥ 40	≥ 88	≤ 1.5	≤ 5.5	≤ 0.080	≤ 17	≤ 5.0	≤ 6.0

附 录 E
(资料性)
铁、锰、铬、钛矿物及矿石类型

E.1 铁矿物及矿石类型

E.1.1 铁矿物

目前具有工业利用价值的主要铁矿物有：磁铁矿、钒钛磁铁矿、钛铁矿、赤铁矿、镜铁矿、褐铁矿和菱铁矿，其主要特征见表E.1。

表 E.1 具有工业利用价值的主要铁矿物类型

矿物名称	化学分子式	ω_B (%)	附注
磁铁矿 (magnetite)	Fe_3O_4	Fe:72.1 FeO:31.03 Fe ₂ O ₃ :68.96	
钛磁铁矿 (titanomagnetite)	$(Fe,Ti)_3O_4$	Fe:57.4 TiO ₂ :12~16	600℃以上铁钛固溶体结构均一，600℃以下分解成磁铁矿、钛铁矿及钛铁晶石
钒磁铁矿 (coulsonite)	FeV_2O_4	FeO:27.92~30.75 V ₂ O ₅ :68.41~72.04	含钒磁铁矿固溶体分解产物
钛铁矿 (ilmenite)	$FeTiO_3$	Fe:36.8 Ti:31.6	
赤铁矿 (hematite)	$\alpha-Fe_2O_3$	Fe:69.94	玫瑰花状或片状集合体称镜铁矿
磁赤铁矿 (mehemite)	$\gamma-Fe_2O_3$	Fe:69.94	由磁铁矿氧化而成，具磁性
针铁矿 (goethite)	$\alpha-FeO(OH)$	Fe:62.9	褐铁矿主要组成部分，其中含不定量吸附水者称水针铁矿
纤铁矿 (lepidocrocite)	$\gamma-FeO(OH)$		褐铁矿主要组成部分，其中含不定量吸附水者称水纤铁矿；其分布不及针铁矿普遍
菱铁矿 (siderite)	$FeCO_3$	FeO:62.01 CO ₂ :37.99	

E.1.2 铁矿石的自然类型

E.1.2.1 按组成矿石的主要铁矿物可分为磁铁矿石、赤铁矿石、镜铁矿石、假象赤铁矿石、钒钛磁铁矿石、褐铁矿石、菱铁矿石，以及由两种以上铁矿物作为主要组成的复合矿石等。

E.1.2.2 按矿石中主要脉石矿物的种类可分为石英型、闪石型、辉石型、斜长石型、石榴子石型、铁白云石型、碧玉型铁矿石等。

E.1.2.3 按结构构造可分为浸染状、网脉状、条纹-条带状、致密块状、角砾状、鲕状、肾状、蜂窝状、粉状铁矿石等。

E.2 锰矿物及矿石类型

目前工业上利用的主要锰矿物为锰的氧化物、氢氧化物、硫化物及锰的碳酸盐、硼酸盐、硅酸盐类矿物。

根据矿石中主要锰矿物划分为：碳酸锰矿石、氧化锰矿石、硅酸锰矿石、硼酸锰矿石、铁锰多金属矿石，以及由上述两种或两种以上类型的矿物构成的复合矿石。

根据矿石结构构造划分为：块状矿石、条带状矿石、多孔状矿石、肾状矿石、豆状矿石、粉状矿石、钟乳状矿石等。

E.3 铬矿石类型

铬矿石自然类型见表E. 2。

表 E. 2 铬矿石自然类型

矿石类型	铬矿物密集程度	ω_B (%)	
		铬矿物	Cr_2O_3
致密块状矿石	极密集	>80	>40
浸染状矿石	稠密浸染	>50~80	>25~40
	中等浸染	>30~50	>15~25
	稀疏浸染	10~30	5~15

E. 4 钛矿物

地壳中含钛在1%以上的矿物有80余种，具有工业价值的有15种。中国主要利用的有钛铁矿、金红石和钛磁铁矿等，其主要特征见表E. 3。

表 E. 3 主要钛矿物类型

矿物名称	化学式	$\omega(TiO_2)$ (%)
金红石	TiO_2	90~99
钛铁矿	$FeTiO_3$	52.66
钛磁铁矿	$(Fe,Ti)_3O_4$	12~16

参 考 文 献

- [1] GB/T 36704 铁精矿
- [2] JB/T 6984 铸造用铬铁矿砂
- [3] YB/T 4031 钛精矿（岩矿）
- [4] YB/T 4066 铬精矿
- [5] YB/T 5277 冶金用铬矿石
- [6] 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