

团 体 标 准

T/HNNMIA 9—2022

钼矿固废分级分类方法

Method of grading and classification for molybdenum solid waste

2022-01-25 发布

2022-01-25 实施

河南省有色金属行业协会 发布

目 次

目 次	I
前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 钼矿固废综合利用方式	2
5 分类原则	2
6 按环境扰动风险分级	2
7 按可利用性分类	3
附 录 A（资料性） 钼矿一般工业指标及其伴生矿产综合评价参考指标	5
附 录 B（资料性） 可制作免烧砖尾矿参考要求	6
附 录 C（资料性） 可制作路面砖尾矿参考要求	7
附 录 D（资料性） 废石制作建筑石料参考要求	8
附 录 E（资料性） 尾矿制作土壤改良剂成分参考要求	17
参 考 文 献	18

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。

本文件由河南省有色金属行业协会提出。

本文件由河南省有色金属行业协会归口。

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

本文件主要起草人：武秋杰、刘红召、吕振福、丁国峰、张倩、张亮、李作敏、郭敏、曹进成、周文雅。

本文件为首次发布。

钼矿固废分级分类方法

1 范围

本文件规定了钼矿固废分级分类方法，固废包含废石和尾矿。
本文件适用于钼矿固废分类分级调查评价。

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 5085（所有部分） 危险废物鉴别标准
 GB 5086（所有部分） 固体废物浸出毒性浸出方法
 GB 6566 建筑材料放射性核素限量
 GB 8978 污水综合排放标准
 GB/T 14684 建设用砂
 GB/T 14685 建设用碎石卵石
 GB/T 15555(所有部分) 固体废物测定方法
 GB/T 20861 废弃产品回收利用术语
 GB/T 25176 混凝土和砂浆用再生细骨料
 DZ/T 0214 矿产地质勘查规范 铜、铅、锌、银、镍、钼
 DZ/T 0373 矿山固体废弃物资源化利用指标及计算方法
 JGJ 52 普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准
 JTG F30 水泥混凝土路面施工技术规范
 JTG F40 公路沥青路面施工技术规范
 JTG E41 公路工程岩石试验规程
 JTG E42 公路工程集料试验规程
 SL/T 251 水利水电工程天然建筑材料勘察规程
 TB/T 2140 铁路碎石道砟
 TB 10424 铁路混凝土工程施工质量验收标准
 YB/T 4185 尾矿砂浆技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 废石 mullocks;waste rock

采掘（采剥）作业采出的、低于工业品位且未能进入选矿等后续作业的围岩、夹石等固体废弃物的通称。

[来源：DZ/T 0373-2021，定义3.1]

3.2 尾矿 tailings

选矿作业的产物之一，是入选物料分选出精矿和中矿后的剩余物。

[来源：DZ/T 0373-2021，定义3.2]

3.3 有用组分 useful component

在当前技术经济和环境许可条件下，固废中能回收利用的组分（矿物、元素、化合物）。

3.4 处置 disposal

采用改变尾矿或废石物理、化学、生物特性的方法消除危害成分的活动，或者将尾矿或废石置于符合环境保护规定要求的场所或者设施的活动。

[来源：GB/T 20861-2007，定义2.8，有修改]

3.5 废石利用 mullock utilization

废石用于充填采空区、回收有价值组分、制作建材及平整场地等的活动。

3.6 尾矿利用 tailings utilization

尾矿用于充填采空区、回收有价值组分、制作建材及平整场地等的活动。

4 钼矿固废综合利用方式

4.1 废石有价值组分回收

钼矿废石有价值组分回收主要是在当前技术经济和环境许可条件下，将存量废石进行加工利用综合回收有用组分。主要回收钨、钼、铁、铜、硫等元素和长石、白云石等非金属矿物。

4.2 尾矿再选

钼矿尾矿再选回收其中的有用组分是尾矿综合利用的首选措施，包括存量尾矿再选、新产生尾矿再选。尾矿再选既可减少尾矿坝建坝及维护费，节省破磨、开采、运输等费用，还可节省设备及新工艺研制的更大投资。

4.3 充填采空区

钼矿废石主要的充填方式有胶结充填和干式充填等，废石充填减少了废石堆存，又具有良好的环境效益，而且可为企业降低经济成本。

钼矿尾矿充填主要是使用管道自流（泵送）输送尾矿充填料充填至采空区。

充填采空区可防止采矿造成的地面塌陷，还可提高开采回采率。

4.4 制作建材

钼矿尾矿用于生产建筑材料主要来生产各种墙体材料（烧结砖、免烧砖等）、胶凝材料（水泥）、建筑装饰材料、微晶玻璃等。

利用矿山废石生产建筑用砂石骨料是矿山废石利用一种最常见的方式，也是废石利用量相对较大的一种方式。同时利用矿山废石制备建筑砂石在矿山已有较为广泛的应用。

4.5 用作土壤改良剂

部分矿物组成与土壤相似，重金属含量未超标，含有植物必须元素的尾矿可制作土壤改良剂、缓释肥，用于改善土壤结构，提高土壤孔隙度，增加土壤透气性。

4.6 其他综合利用方式

废石有价值组分回收、尾矿再选、制作建材、充填采空区、用作土壤改良剂等方式以外的利用方式。

5 分类原则

钼矿固废按照环境扰动风险分为无风险固废、低风险固废、中风险固废、高风险固废四级。

钼矿固废按照可利用性分为不可用固废、需保护固废和可利用固废三类。

6 按环境扰动风险分级

6.1 无风险固废

未被列入《国家危险废物名录》或者根据国家规定的GB 5085 鉴别标准和GB 5086及GB/T 15555鉴别方法判定不具有危险特性。按照GB 5086规定方法进行浸出试验而获得的浸出液中，任何一种污染物的浓度均未超过GB 8978最高允许排放浓度，且pH值在6~9范围内的钼矿固废。

6.2 低风险固废

未被列入《国家危险废物名录》或者根据国家规定的GB 5085鉴别标准和GB 5086 及GB/T 15555鉴别方法判定不具有危险特性。按照GB 5086规定方法进行浸出试验而获得的浸出液中，有一种或一种以上的污染物浓度超过GB 8978最高允许排放浓度，或者pH值在6~9范围之外的钼矿固废。

6.3 中风险固废

未被列入《国家危险废物名录》或者根据国家规定的GB 5085鉴别标准和GB 5086及GB/T 15555鉴别方法判定不具有危险特性。按照GB 5086 规定方法进行浸出试验而获得的浸出液中，有一种或一种以上的污染物浓度超过GB 8978最高允许排放浓度，同时pH值在6~9范围之外的钼矿固废。

6.4 高风险固废

列入《国家危险废物名录》或者根据国家规定的GB 5085鉴别标准和GB 5086及GB/T 15555鉴别方法认定的具有腐蚀性、毒性、易燃性反应性和感染性等一种或一种以上危险特性，以及不排除具有以上危险特性的钼矿固废。

7 按可利用性分类

7.1 不可用固废

钼矿固废中各组分均未达到最低工业品位要求，且被列入国家危险废物名录或者根据国家规定的危险废物鉴别标准和鉴别方法认定的具有腐蚀性、毒性、易燃性反应性和感染性等一种或一种以上危险特性，以及不排除具有以上危险特性的固废。

钼矿固废中各组分最低工业品味要求见附录A。

7.2 需保护固废

在评价当期，含有一种或几种达到最低工业品位要求的组分，但这些组分均不能通过技术经济手段回收的固废。

7.3 可利用固废

7.3.1 可回收有价值组分固废

在评价当期，通过技术上可行、经济上合理的技术可回收其中一种或几种组分的固废。

7.3.2 可充填采空区固废

在评价当期，不含有价组分，满足采矿充填工艺和环保要求的固废。

7.3.3 可制机制砂固废

可加工制取机制砂，且机制砂满足GB/T 25176、GB/T 14684及GB/T 14685有关规定的固废。

7.3.4 可制尾矿砂浆固废

可制作尾矿砂浆，且制得砂浆符合YB/T 4185 要求的固废。

7.3.5 可制建材固废

在评价当期，不含有价组分，可用于制作墙体材料(烧结砖、免烧砖等)、胶凝材料(水泥)、建筑装饰材料、微晶玻璃等的尾矿。可制作免烧砖、路面砖尾矿。参考要求见附录A、附录B。制得产品应符合相关要求，其放射性核素比活度、内照指数、外照指数符合GB 6566规定。

利用矿山废石生产建筑用砂石骨料质量参考要求见附录C。

7.3.6 可用作土壤改良剂固废

可用作改善土壤物化性质，制作磁化复合肥、缓释肥等的固废。固废制作土壤改良剂成分参考要求见附录D。

附录 A

(资料性)

钼矿一般工业指标及其伴生矿产综合评价参考指标

A.1 钼矿一般工业指标及其伴生矿产综合评价参考指标

钼矿一般工业指标及其伴生矿产综合评价参考指标见表A.1和表A.2。

表A.1 钼矿一般工业指标

项目	硫化矿石	
	露采	坑采
边界品位(质量分数)%	0.03	0.03
最低工业品位(质量分数)%	0.06	0.08

引自DZ/T 0214。

表A.2 钼矿伴生矿产综合评价参考指标

组分		WO ₃	Cu	Pb	Zn	mFe	s	Bi	Re
含量	%	0.06	0.1	0.2	0.2	3~6	1	0.03	
	g/t								10

引自DZ/T 0214。

附录 B
(资料性)
可制作免烧砖尾矿参考要求

B.1 颗粒配给

尾矿的颗粒级配宜符合表B.1的规定

表B.1 颗粒级配

规格	累计筛余/%	
	细砂	特细砂
4.75mm	10~0	0
2.36mm	15~0	15~0
1.18mm	25~0	20~0
600 μm	40~16	25~0
300 μm	85~55	55~20
150 μm	94~75	90~30

注：若颗粒级配不符合上述要求时，经试验验证后也可使用。

B.2 尾矿成分

尾矿成分宜符合表B.2的规定。

表B.2 尾矿制作免烧砖成分参考要求

项目	指标
全铁含量/%	≤20
硫化物及硫酸盐（以SO ₃ 质量计算）（质量分数）/%	≤0.5
氯化物（以氯离子质量计）（质量分数）/%	≤0.06
云母（质量分数）/%	≤2.0
轻质物（质量分数）/%	≤1.0
有机物	合格

注：尾矿中不应混有草根、树叶、树枝、塑料、煤块、炉渣等杂物。

B.3 坚固性

采用硫酸钠溶液进行试验，尾矿的质量损失不应大于8%。尾矿的压碎值不应大于20%。

B.4 放射性

尾矿的放射性应符合GB 6566的规定。

附录 C
(资料性)
可制作路面砖尾矿参考要求

C.1 颗粒级配

尾矿的颗粒级配宜符合表C.1的规定。

表C.1 颗粒级配

规格	累计筛余/%	
	细砂	特细砂
4.75mm	10~0	0
2.36mm	15~0	15~0
1.18mm	25~0	20~0
600 μ m	40~16	25~0
300 μ m	85~55	55~20
150 μ m	94~75	90~30

C.2 尾矿成分

尾矿成分宜符合表C.2的规定。

表C.2 尾矿制作路面砖成分参考要求

项目	指标
全铁含量	≤15%
硫化物及硫酸盐（以SO ₃ 质量计算）（质量分数）/%	≤0.5
氯化物（以氯离子质量计）（质量分数）/%	≤0.06
云母（质量分数）/%	≤2.0
轻质物（质量分数）/%	≤1.0
有机物	合格

注：尾矿中不应混有草根、树叶、树枝、塑料、煤块、炉渣等杂物。

C.3 坚固性

采用硫酸钠溶液进行试验，尾矿的质量损失不应大于8%。尾矿的压碎值不应大于20%。

C.4 放射性

尾矿的放射性应符合GB 6566的规定。

附录 D
(资料性)
废石制作建筑石料参考要求

D.1 放射性水平分类

钼矿废石制作建筑石料放射性水平分类见表D.1。

表D.1 钼矿废石制作建筑石料放射性水平分类表

类别	IRa	I γ	用途
A	≤ 1.0	≤ 1.3	产销与使用范围不受限制
B	≤ 1.3	≤ 1.9	不可用于 I 类民用建筑, 但可用于 II 类民用建筑物、工业建筑及其他一切建筑
C		≤ 2.8	仅可用于 I 类民用建筑、II 类民用建筑物以外的工业建筑及其他一切建筑
注: I 类民用建筑是指如住宅、老年公寓、托儿所、医院和学校、宾馆、办公楼等; II 类民用建筑是指如商场、体育场、书店、图书馆、文化娱乐场所、展览馆和公共交通等候室、餐厅、理发店等。			

D.2 建筑用石料物理性能化学成分

钼矿废石制作建筑石料物理性能及化学成分一般要求应满足表D.2和D.3。

表D.2 不同类型钼矿废石制作建筑石料一般要求

项目	指标		
	沉积岩	变质岩	火成岩
抗压强度 (水饱和)MPa	≥ 30	≥ 60	≥ 80

表D.3 废石制作建筑石料物理性能及化学成分参考要求

项目	等级指标		
	I 类	II 类	III 类
坚固性 (%)	< 5	< 8	< 12
压碎指标 (%)	≤ 12	≤ 14	≤ 16
硫酸盐及硫化物含量 (换算成SO ₃) (%)	≤ 0.5	≤ 1.0	≤ 1.0
碱活性	经集料碱活性检验 (岩相法), 骨料被评定为非碱活性时, 作为最后结论。若评定为碱活性骨料或可疑时, 作测试, 在达到规定试验龄期的膨胀率应小于0.10%。		

钼矿废石制作混凝土用粗骨料质量技术指标应符合表D.4的规定。

表D.4 钼矿废石制作混凝土粗骨料质量技术指标

序号	项目	指标		
		I 类	II 类	III 类

1	表观密度 (g/cm ³)		≥2.60	≥2.60	≥2.60
2	孔隙率 (%)		≤43	≤45	≤47
3	吸水率 (%)		≤1.0	≤2.0	≤2.0
4	含泥量 (%)		≤0.5	≤1.0	≤1.5
5	泥块含量 (%)			≤0.2	≤0.5
6	针片状颗粒含量 (%)		≤5	≤10	≤15
7	有机质含量		合格	合格	合格
8	硫酸盐及硫化物含量 (换算成SO ₃) (%)		≤0.5	≤1.0	≤1.0
9	坚固性 (%)		≤5	≤8	≤12
10	压碎指标 (%)	卵石	≤10	≤20	≤30
		碎石	≤12	≤14	≤16
11	碱集料反应		在规定试验龄期的膨胀率应小于0.10%		
引自GB/T 14685。					

钼矿废石制作混凝土用细骨料质量技术指标应符合表D.5的规定。

表D.5 钼矿废石制作混凝土用细骨料质量技术指标

序号	项目		指标		
			I类	II类	III类
1	表观密度 (g/cm ³)		≥2.50	≥2.50	≥2.50
2	堆积密度 (g/cm ³)		≥1.40	≥1.40	≥1.40
3	孔隙率 (%)		≤44	≤44	≤44
4	天然砂含泥量 (%)		≤1	≤3	≤5
5	泥块含量 (%)		0	≤1	≤2
6	MB值		≤0.5	≤1.0	≤1.4或合格
7	机制砂石粉含量 (%)	MB值≤1.4或快速法试验合格时	≤10	≤10	≤10
		MB值>1.4或快速法试验不合格时	≤1	≤3	≤5
8	云母含量 (%)		≤1	≤2	≤2
9	轻物质含量 (%)		≤1.0	≤1.0	≤1.0
10	有机质含量		合格	合格	合格
11	硫酸盐及硫化物含量 (换算成SO ₃) (%)		≤0.5	≤0.5	≤0.5

12	氯化物（以氯离子质量计）（%）	≤0.01	≤0.02	≤0.06
13	坚固性（%）	≤8.0	≤8.0	≤10
14	压碎指标（%）	≤20	≤25	≤30
15	碱集料反应	在规定试验龄期的膨胀率应小于0.10%		
引自GB/T 14684。				

D.3 普通混凝土用石料质量要求

钼矿废石制作普通混凝土用碎石质量应符合表D.6的规定。

表D.6 钼矿废石制作普通混凝土用碎石质量指标

序号	项目	指标		
		≥C60	≥C55-C30	≤C25
1	针片状颗粒含量（按质量计）（%）	≤8	≤15	≤25
2	含泥量（按质量计）（%）	≤0.5	≤1.0	≤2.0
3	泥块含量（按质量计）（%）	≤0.2	≤0.5	≤0.7
4	坚固性	≤8（在严寒及寒冷地区室外使用，并经常处于潮湿或干湿交替状态下的混凝土用碎石；有腐蚀性介质作用或经常处于水位变化的地下结构或有抗疲劳、耐磨、抗冲击等要求的混凝土用碎石）		
		≤12（在其他条件下使用混凝土）		
5	硫化物及硫酸盐含量（按SO ₃ 质量计）（%）	≤1.0		
6	碱活性检验	长期处于潮湿环境的重要结构混凝土，其所使用的碎石应进行碱活性检验		
引自JGJ 52。				

钼矿废石制作普通混凝土用碎石的压碎值指标应符合表D.7的规定。

表D.7 钼矿废石制作普通混凝土用碎石的压碎值指标

项目		指标		
		≥C60	C60-C40	≤C40
压碎值（%）	沉积岩	应进行岩石抗压强度检验	≤10	≤16
	变质岩或深成的火成岩		≤12	≤20
	喷出的火成岩		≤13	≤30
引自JGJ 52。				

钼矿废石制作普通混凝土用机制砂质量应符合表D.8的规定。

表D.8 钼矿废石制作普通混凝土用机制砂质量指标

序号	项目		指标		
			≥C60	≥C55-C30	≤C25
1	含泥量（按质量计，%）		≤2.0	≤3.0	≤5.0
2	泥块含量（按质量计，%）		≤0.5	≤1.0	≤2.0
3	石粉含量（%）	MB<1.4（合格）	≤5.0	≤7.0	≤10.0
		MB≥1.4（不合格）	≤2.0	≤2.0	≤5.0
4	压碎值		<30%		
5	坚固性		≤8（在严寒及寒冷地区室外使用，并经常处于潮湿或干湿交替状态下的混凝土用砂；有腐蚀性介质作用或经常处于水位变化的地下结构或有抗疲劳、耐磨、抗冲击等要求的混凝土用砂）		
			≤10（在其他条件下使用混凝土）		
6	云母含量（按质量计，%）		≤2.0		
7	轻物质含量（按质量计，%）		≤1.0		
8	硫化物及硫酸盐含量（换算成SO ₃ ，按质量计，%）		≤1.0		
9	有机物含量		颜色不应深于标准色，当颜色深于标准色时，应按照水泥胶砂强度试验方法进行强度对比试验，抗压强度比不应低于0.95		
10	碱活性检验		长期处于潮湿环境的重要结构混凝土，其所使用的碎石应进行碱活性检验		
11	氯离子含量		≤0.06%（以干砂的质量百分率计，钢筋混凝土用砂）		
			≤0.02%（以干砂的质量百分率计，预应力混凝土用砂）		
引自JGJ 52。					

D.4 钼矿废石制作公路水泥混凝土路面用石料质量要求

钼矿废石制作公路水泥混凝土路面用碎石质量标准应符合表D.9的规定。

表D.9 钼矿废石制作公路水泥混凝土路面用碎石质量指标

序号	项目	指标		
		I类	II类	III类
1	压碎值（%）	≤18.0	≤25.0	≤30.0
2	坚固性（质量损失）（%）	≤5.0	≤8.0	≤12.0
3	针片状颗粒含量（按质量计）（%）	≤8.0	≤15.0	≤20.0
4	含泥量（按质量计）（%）	≤0.5	≤1.0	≤2.0
5	泥块含量（按质量计）（%）	≤0.2	≤0.5	≤0.7

6	吸水率 (按质量计) (%)		≤1.0	≤2.0	≤2.0
7	硫酸盐及硫化物含量 (按SO ₃ 质量计) (%)		≤0.5	≤1.0	≤1.0
8	洛杉矶磨耗损失 (%)		≤28.0	≤32.0	≤35.0
9	有机物含量 (比色法)		合格	合格	合格
10	岩石抗压强度 (MPa)	岩浆岩	≥100		
		变质岩	≥80		
		沉积岩	≥60		
11	表观密度 (g/cm ³)		≥2.50		
12	松散堆积密度 (g/cm ³)		≥1.35		
13	空隙率 (%)		≤47		
14	磨光值 (%)		≥35.0		
15	碱集料反应		不得有碱集料反应或疑似碱集料反应		
引自JTG F30, 硫酸盐及硫化物含量按GB/T 14685检验、岩石抗压强度按JTG E41检验、其他按JTG E42检验。					

钼矿废石制作公路水泥混凝土路面用机制砂质量标准应符合表D. 10的规定。

表D. 10 钼矿废石制作公路水泥混凝土路面用机制砂质量指标

序号	项目		指标		
			I级	II级	III级
1	母岩的抗压强度 (MPa)		≥80.0	≥60.0	≥30.0
2	母岩的磨光值		≥38.0	≥35.0	≥30.0
3	机单粒级最大压碎指标 (%)		≤20.0	≤25.0	≤30.0
4	坚固性 (按质量损失计) (%)		≤6.0	≤8.0	≤10.0
5	氯离子含量 (按质量计) (%)		≤0.01	≤0.02	≤0.06
6	云母含量 (按质量计) (%)		≤1.0	≤2.0	≤2.0
7	硫化物及硫酸盐含量 (按SO ₃ 质量计) (%)		≤0.5	≤0.5	≤0.5
8	泥块含量 (按质量计) (%)		0	≤0.5	≤1.0
9	石粉含量 (%)	MB值<1.40或合格	<3.0	<5.0	<7.0
		MR值≥1.4或不合格	<1.0	<3.0	<5.0
10	轻物质含量 (按质量计) (%)		≤1.0		

11	吸水率 (%)	≤ 2.0
12	表观密度 (g/m^3)	≥ 2.50
13	松散堆积密度 (g/m^3)	≥ 1.40
14	空隙率 (%)	≤ 45.0
15	有机物含量 (比色法)	合格
16	碱活性反应*	不得有碱活性反应或疑似碱活性反应
引自JTG F30, 硫酸盐及硫化物含量按GB/T 14685检验、母岩的抗压强度按JTGE41检验、其他按JTGE42检验。		

D.5 铝矿废石制作沥青混合料用石料质量要求

铝矿废石制作沥青混合料用碎石质量要求符合表D.11的规定。

表D.11 铝矿废石制作沥青混合料用碎石质量指标

序号	项目	指标		
		高速公路、一级公路		其他等级公路
		表面层	其他层次	
1	压碎值 (%)	≤ 26	≤ 28	≤ 30
2	洛杉矶磨耗损失 (%)	≤ 28	≤ 30	≤ 35
3	表观相对密度	≥ 2.60	≥ 2.50	≥ 2.45
4	吸水率 (%)	≤ 2.0	≤ 3.0	≤ 3.0
5	坚固性 (%)	≤ 12	≤ 12	--
6	针片状颗粒含量 (%)	15	≤ 18	≤ 20
	其中粒径大于9.5mm (%)	≤ 12	≤ 15	--
	其中粒径小于9.5mm (%)	≤ 18	≤ 20	--
7	水洗法 $<0.075\text{mm}$ 颗粒含量 (%)	≤ 1	1	≤ 1
8	软石含量 (%)	≤ 3	≤ 5	≤ 5
引自JTG F40, 按JTG E42检验。				

铝矿废石制作沥青混合料用机制砂质量要求符合表D.12的规定。

表D.12 铝矿废石制作沥青混合料用机制砂质量指标

序号	项目	指标
----	----	----

		高速公路、一级公路	其他等级公路
1	表观相对密度	≥ 2.50	≥ 2.45
2	坚固性(>0.3mm部分)(%)	≤ 12	
3	含泥量(小于0.075mm的含量)(%)	≤ 3	≤ 5
4	砂当量(%)	≥ 60	≥ 50
5	亚甲蓝值(g/kg)	≤ 25	
6	棱角性(流动时间)(s)	≥ 30	

引自JTG F40, 按JTG E42检验。

D.6 钼矿废石制作铁路混凝土用石料性能要求

钼矿废石制作铁路混凝土用碎石性能应符合表D.13的规定。

表D.13 钼矿废石制作铁路混凝土用碎石性能

序号	项目	指标		
		<C30	C30-C45	\geq C50
1	针片状颗粒总含量(%)	≤ 10	8	≤ 5
2	含泥量(%)	≤ 1.0	1.0	≤ 0.5
3	泥块含量(%)	0.2	≤ 0.2	≤ 0.2
4	岩石抗压强度	母岩抗压强度与混凝土强度等级之比不应小于1.5		
5	吸水率(%)	< 2		
6	紧密空隙率(%)	40		
7	坚固性(%)	≤ 8 (混凝土结构)		
8		≤ 5 (预应力混凝土结构)		
9	硫化物及硫酸盐含量(%)	0.5		
10	氯离子含量(%)	≤ 0.02		
11	有机物含量	浅于标准色		
12	碱活性	快速砂浆膨胀率应小于0.30%		

引自TB 10424-2010, 按GB/T 14685检验。

钼矿废石制作铁路混凝土用碎石的压碎值指标应符合表D.14的规定。

表D.14 钼矿废石制作铁路混凝土用碎石的压碎值指标

混凝土强度等级	<C30	\geq C30
---------	------	------------

岩石种类	沉积岩	变质岩或深成的火成岩	喷出的火成岩	沉积岩	变质岩或深成的火成岩	喷出的火成岩
压碎值 (%)	≤16	≤20	≤30	≤10	≤12	≤13
引自TB 10424-2010, 按GB/T 14685检验。						

钼矿制作铁路混凝土用机制砂的性能应符合表D. 15的规定。

表D. 15 钼矿制作铁路混凝土用机制砂性能

序号	项目	指标			
		<C30	C30-C45	≥C50	
1	含泥量 (%)	≤3.0	≤2.5	≤2.0	
2	泥块含量 (%)	≤0.5			
3	云母含量 (%)	≤0.5			
4	轻物质含量 (%)	≤0.5			
5	有机物含量	浅于标准色			
6	压碎值 (%)	<25			
7	石粉含量 (%)	MB<1.4 (合格)	≤10.0	≤7.0	≤5.0
		MB≥1.4 (不合格)	≤5.0	≤3.0	≤2.0
8	吸水率 (%)	≤2.0			
9	坚固性 (%)	≤8			
10	硫化物及硫酸盐含量 (%)	≤0.5			
11	氯离子含量 (%)	≤0.02			
12	碱活性	快速砂浆法膨胀率应小于0.30%			
引自TB 10424, 按GB/T 14684检验。					

D. 7 钼矿废石制作铁路碎石道砟性能要求

钼矿废石制作铁路道砟用石料物理性能一般要求见表D. 16。

表D. 16 钼矿废石制作铁路道砟用石料物理性能

性能	项目	指标*等级*参数	特级道砟	一级道砟	评级方法
抗磨耗、抗冲击性能	1	1) 洛杉矶磨耗率LAA%	LAA≤18	18LAA<27	道砟的最终等级以性能1、2、3、4中的最低等级为准。一级道砟, 均应满足5、6、7、8项的要求
	2	1) 标准集料冲击韧度IP 2) 石料耐磨硬度系数K干磨	IP≥110 K干磨>18.3	95<IP<110 18<K干磨≤18.3	
抗压碎性能	3	1) 标准集料压碎率CA%	CA<8	8≤CA<9	
	4	2) 道砟集料压碎率CB%	CB<19	19≤CB<22	
渗水性能	5	1) 渗透系数Pm10-6cm/s 2) 石粉试磨件抗压强度 δ MPa 3) 石粉液限LL%	Pm>4.5 δ <0.4 LL>20	Pm>4.50<0.4LL>20 PL>11	

		4) 石粉塑限PL%	PL>11			
抗大气腐蚀破坏	6	硫酸钠溶液浸泡损失率%	<10			
稳定性能	7 8	1) 密度g/cm ³ 2) 容重g/cm ³	>2.55 >2.50			
注:铁路碎石道砟的样品数量依据TB/T2140铁路碎石道砟。						

D.8 钼矿废石制作砌石用石料物理性能要求

钼矿废石制作砌石用石料物理性能一般要求见表D.17。

表D.17 钼矿废石制作砌石用石料物理性能

序号	项目	指标	备注
1	饱和抗压强度MPa	>30	可视地域、设计要求调整
2	软化系数	>0.75	可视地域、设计要求调整
3	吸水率%	<10	
4	冻融损失率%	<1	
5	干密度g/cm ³	>2.4	
6	硫酸盐及硫化物含量(按SO ₃ 质量计)%	<1	
注:SL/T 251 水利水电工程天然建筑材料勘察规程。			

附录 E

(资料性)

尾矿制作土壤改良剂成分参考要求

E.1 尾矿制作土壤改良剂成分参考要求

尾矿制作突然改良剂成分参考要求见表E.1。

表E.1 尾矿制作突然改良剂成分参考要求

单位: mg/kg

项目		土壤pH值			
		pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	>7.5
镉	水田	0.3	0.4	0.6	0.8
	其他	0.3	0.3	0.3	0.6
汞	水田	0.5	0.5	0.6	1.0
	其他	1.3	1.8	2.4	3.4
砷	水田	30	30	25	20
	其他	40	40	30	25
铅	水田	80	100	140	240
	其他	70	90	120	170
铬	水田	250	250	300	350
	其他	150	150	200	250
铜	水田	150	150	200	200
	其他	50	50	100	100
镍		60	70	100	190
锌		200	200	250	300

注：1.重金属和类金属砷均按元素总量计
2.对于水旱轮作地，采用其中较严格的风险筛选值。

参 考 文 献

- [1] GB 15618 土壤环境质量标准
 - [2] GB 18599 一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准
 - [3] GB/T 20861 废弃产品回收利用术语
 - [4] GB/T 25283 矿产资源综合勘查评价规范
 - [5] GB/T 32326 工业固体废物综合利用技术评价导则
 - [6] GB/T 33600 金属尾矿多孔混凝土夹芯系统复合墙板
 - [7] GB/T 38104 磷尾矿处理处置技术规范
 - [8] GB 50021 岩土工程勘察规范
 - [9] GB 50612 冶金矿山选矿厂工艺设计规范
 - [10] GB 50547 尾矿堆积坝岩土工程技术规范
 - [11] GB 50863 尾矿设施设计规范
 - [12] AQ/T 2050.4 金属非金属矿山安全标准化规范尾矿库实施指南
 - [13] DZ/T 0214-2002 铜铅锌银镍钼矿地质勘查规范
-