

# CSTM 团体标准《钴镍硫精矿》编制说明

(立项阶段  征求意见阶段  审查阶段  报批阶段 )

## 1. 基本情况

### (1) 国内外概况

钒钛磁铁矿作为一种铁、钒、钛及多种稀贵金属共生的复合矿产资源，其伴生的钴、镍等元素因具有优异的物理化学性能，成为新能源电池、硬质合金、航空航天等领域不可或缺的关键材料。我国攀西地区作为钒钛磁铁矿的富集区，已形成以龙佰四川矿冶、攀钢集团为代表的产业集群，通过技术创新实现了铁、钛、钒、硫、钴、铜等多元素的综合利用。钴镍硫精矿是从钒钛磁铁矿中综合回收的金属精矿，主要成分为钴、镍、硫等元素。其中，钴是重要的战略金属，广泛应用于航空航天、电器制造、磁性材料、高温合金及电池等领域；镍则在不锈钢、合金材料、储能电池等行业具有关键作用。该产品通过进一步冶炼可提取钴、镍等金属，是新能源、高端制造等产业的重要原料，对提升钒钛磁铁矿资源综合利用价值具有显著意义。

然而，国内外尚无针对钴镍硫精矿的标准，现有标准体系存在显著不足。国际标准主要参照 ISO 14600《镍精矿》和 ISO 13545《钴精矿》，国内虽有 YS/T 301-2022《钴精矿》等标准作为依据，但这些标准未能充分体现钴镍硫精矿中硫与钴、镍协同共生的资源特点，导致产品贸易缺乏统一的技术规范，制约产业链上下游的质量协同与高效管控。

标准体系的滞后使得钴镍硫精矿的生产、贸易及质量监管面临多重挑战。生产端因缺乏统一标准，企业难以优化选矿工艺，导致钴镍回收率低、杂质控制不稳定；贸易端因质量判定无据可依，增加了贸易摩擦风险，削弱了我国在全球钴镍资源市场的定价权，应用端因高端制造业对原料纯度的严苛要求无法满足，制约了产业升级。

### (2) 市场需求及生产现状

我国攀西地区和河北承德地区拥有丰富的钒钛磁铁矿资源，由此衍生的钴镍硫精矿年产能已突破百万吨，成为全球重要的钴镍资源供给地。随着新能源汽车、储能产业及高端制造业的高速发展，全球对钴镍资源的需求呈现爆发式增长，我国作为消费大国，进口依存度高达 70%以上，资源保障压力显著。钴镍硫精矿作

为关键原料，其标准化体系建设对资源高效利用、产业链安全及国际贸易具有重要意义。

目前，攀西地区已建成首条钒钛磁铁矿钴镍资源回收示范线（如新白马公司示范线），设计年生产钴镍硫精矿 5000 吨以上，钴回收率达 80%以上。攀钢年处理钒钛磁铁矿超 5000 万吨，钴镍硫精矿产能 4.5 万吨/年。龙佰矿冶年处理钒钛磁铁矿超 1500 万吨，钴镍硫精矿产能 3 万吨/年。太和矿区处理钒钛磁铁矿超 1000 万吨，钴镍硫精矿产能 3 万吨/年。然而，整体生产仍存在区域发展不均衡的问题，其他矿区的硫（钴）粗精矿因品位低、钴含量未达计价标准，产品价值有限。此外，现有工艺对细粒及微细粒钴镍矿物的回收效率仍需提升，制约了资源综合利用率。

### （3）技术优势

#### ①钒钛磁铁矿综合利用的技术积淀与全球领先地位

作为全球两家实现钒钛磁铁矿中铁、钒、钛综合利用的龙头企业，龙佰集团、攀钢集团深耕钒钛资源开发领域多年，攻克钒钛磁铁矿等世界性技术难题，构建了两代钒钛资源综合利用技术体系。其技术实力不仅体现在铁、钒、钛的高效提取上，更延伸至共伴生资源的开发利用。攀枝花地区钒钛磁铁矿中蕴含丰富的钴、镍等战略金属，两大龙头通过长期技术研发，形成了从矿石开采到多金属回收的全链条技术能力，为钴镍硫精矿的标准化生产提供了坚实的资源利用基础。

#### ②钴镍资源回收的关键技术突破

龙佰矿冶公司构建了完整的采—选—冶全产业链，针对攀西红格矿区提钛降钙难题，开发出专属工艺，成功将钛精矿品位提升至 50.0%，氧化钙含量降至 0.20%以下，为钴镍硫精矿的高效提取提供了优质原料基础；首创“超微细粒级钛铁矿全流程源头高效回收关键技术”，使钛资源综合利用率提升至 43.40%，达到国际领先水平，同步优化了钴镍硫精矿的选矿工艺，保障了产品中钴、镍等金属的高回收率；建成全球最大的圆形钛渣电炉（36MVA），攻克了攀西钛资源转型升级氯化钛渣的关键技术，推动了钛精矿—氯化钛渣—氯化法钛白粉及钛合金的全产业链升级，为钴镍硫精矿的深加工提供了技术支撑。

针对攀西钒钛磁铁矿伴生钴镍资源难以高效回收的难题，攀钢矿业与中国地质科学院矿产综合利用研究所合作，研发出“高效富集硫化物—硫钴精准分离”

综合回收新工艺及配套绿色浮选药剂体系。通过优化浮选工艺和药剂配方，成功将硫(钴)粗精矿中的钴品位从 0.3%提升至 1.0%以上，镍品位从 0.7%提升至 2.0%以上，钴回收率达到 80%以上。这一技术突破不仅实现了钴镍资源的高效富集，也为钴镍硫精矿的成分控制和质量提升提供了关键技术支撑。

### ③工程化实践与示范线建设的引领作用

攀钢集团注重将科研成果转化为实际生产力。2022 年，其依托自主设计与施工能力，在新白马公司建成了攀西首条钒钛磁铁矿钴镍资源回收示范线，年处理硫(钴)粗精矿 3 万吨，投产后运行稳定，已实现钴镍精矿的规模化生产。通过示范线的运行，攀钢积累了丰富的生产数据和工艺参数，为《钴镍硫精矿》标准中生产流程、检测方法及质量控制指标的制定提供了真实可靠的工程实践依据。

### (4) 目的

本标准编制工作以国家产业政策为导向，结合行业技术发展需求，旨在规范钴镍硫精矿的技术要求、分析方法及环保指标，规范产品的各项要求，为企业生产、贸易和质量监管提供统一技术依据，畅通国内外贸易渠道。同时进一步推动企业技术创新，提升钴镍资源综合利用水平，助力我国在全球钴镍资源领域掌握标准话语权，为新能源、高端制造等产业的高质量发展提供坚实支撑。

### (5) 意义

本标准在指标覆盖范围、检测方法先进性及资源特性针对性方面显著优于国内外现有标准，通过系统性整合多金属共生指标、引入先进检测技术，将填补国内外钴镍硫精矿专项标准的空白，推动行业规范化发展，并提升我国在全球钴镍资源领域的竞争力。通过对产品质量进行限定及等级划分，对相关检测方法进行统一规定，可为企业生产指明方向及目标，促进钴镍硫精矿生产的标准化和规模化，完善从钒钛磁铁矿开采到钴镍硫精矿生产的全链条技术，提高生产效益，解决低品位矿综合回收的经济性问题，减少资源浪费，提升攀西地区钒钛资源综合利用水平。

## 2. 预期的社会效益和经济效益

《钴镍硫精矿》产品标准的制定实施，通过标准化规范产品的参数、检测方法等内容，产量占比有望提升至 30%以上，缓解我国钴镍进口依赖（钴对外依存度超 90%），年减少进口量约 3000 吨，保障新能源、航空航天等战略产业供应

链安全，实现资源高效利用、产业绿色升级和经济效益提升的多赢格局。经济上预计 5 年内行业总产值突破 100 亿元，企业利润率提高 5~8 个百分点。

### 3. 工作简况

#### (1) 任务来源

经中国材料与试验标准化委员会（以下简称：CSTM 标准委员会）钒钛综合利用标准化领域委员会审查、CSTM 标准委员会批准《钴镍硫精矿》立项，标准项目归口管理委员会为 CSTM 钒钛综合利用标准化领域委员会（CSTM/FC20），标准中文版立项编号为 CSTM LX 2000 00932—2022，英文版立项编号为 CSTM LX 2000 00932—2022 E，标准牵头单位为龙佰四川矿冶有限公司，参与单位为攀西钒钛检验检测院（国家钒钛制品质量检验检测中心）、攀钢集团矿业有限公司、河北钢铁股份有限公司承钢分公司、四川德胜集团钒钛有限公司、冶金工业信息标准研究院。

#### (2) 标准起草单位、工作组成员及任务分工：

表1 标准起草信息表

序号	起草单位	起草人	任务分工	联系方式
1	龙佰四川矿冶有限公司		负责技术指标设计与协调	
2	攀西钒钛检验检测院		试验方法验证	
3	攀钢集团矿业有限公司		参与技术指标设计	
4	河北钢铁股份有限公司承钢公司		参与技术指标设计	
5	四川德胜集团钒钛有限公司		参与技术指标设计	
6	冶金工业信息标准研究院		参与标准格式与协调	

#### (3) 制修订标准的主要工作过程：

##### ①标准立项阶段

2022 年 5 月-7 月，四川龙佰矿冶有限公司接到标准的制定任务后，会同相关起草单位，成立了标准制定小组，开展钒钛磁铁矿综合利用技术-钴镍硫精矿现状调研，形成技术调研报告，初步确定技术指标。

##### ②标准编制阶段

2022年8月-10月，明确了标准任务和对象，对《钴镍硫精矿》生产企业和用户企业开展调研，收集整理材料，并起草标准初步草稿。

2022年11月-12月，标准制定小组召开内部研讨，对《钴镍硫精矿》的思路进行了沟通，修改标准草案和技术指标。

2023年1月-2月，召开工作组研讨会议，初步确定标准编制的原则和标准的框架内容，与会专家建议参照已发布实施的《钴精矿》（YS/T301-2007）、《镍精矿》（YS/T340-2014）、《硫精矿》（YB/T733-2007）、《硫精矿》（YS/T337-2009）等相关标准修改。

2023年3月15日，形成草案（二稿），召开了标准研讨会，与会专家讨论研究决定，该标准适用于多金属矿石（钒钛磁铁矿）浮选后所得的含钴镍的硫精矿，供提取金属钴、金属镍、氧化钴和制酸工业用，建议将标准名称修改为《钴镍硫精矿》，量化指标选择与现有生产企业产品实际技术指标保持一致。会后标准起草组进一步修改标准草案，增加了产品牌号，于2023年4月形成了标准征求意见稿预审稿，并提交至CSTM/FC20秘书处审查。

2023年5月，秘书处对征求意见稿预审稿进行初审后回复，按照秘书处回复意见进行修订，并对产品分析方法进行验证，标准编制小组内部对标准草案进行讨论，对技术要求内容进行逐一验证，于2025年4月形成征求意见稿预审稿（二稿），并提交至CSTM/FC20秘书处审查。

2025年6月，秘书处对征求意见稿预审稿（二稿）进行审查，提出关于预审稿（二稿）中关于包装、标志、运输、贮存、质量证明书等内容的建议，编制小组经内部讨论后，于2025年8月形成征求意见稿（三稿），并提交至CSTM/FC20秘书处审查。

2025年8月12日，根据CSTM/FC20秘书处修改意见对标准文本及编制说明进行修改完善，形成征求意见稿。

### ③标准征求意见与处理阶段

...

## 4. 标准编制的原则

### （1）制定标准的依据或理由

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》、GB/T 20001.7—2017《标准编写规则 第7部分：指南标准》或GB/T 20001.10—2014《标准编写规则 第10部分：产品标准》的规定起草。

## (2) 制定标准的原则

- ①注重先进性，参考国内外先进标准及公开文献。
- ②充分考虑标准方法的推广性，可操作性。
- ③充分考虑了满足国家法律法规、安全卫生环保法规的要求。

## 5. 标准主要技术内容

(1) 本标准规定了钴镍硫精矿的分类、技术要求、试验方法、检验规则以及包装、标志、运输、贮存和质量证明书。适用于钒钛磁铁矿选铁后，经浮选工艺选钛除硫得到的钴（质量分数不低于0.3%）、镍（质量分数不低于0.1%）含量远超原矿的再生矿产品。

(2) 我国的钒钛磁铁矿资源分布广泛，不同矿区原矿的品位及其矿物组成的差别较大，不同生产厂家生产的钴镍硫精矿的产品质量差别也较大。钴镍硫精矿大致可以分为高钴高镍高硫、高钴低镍高硫、低钴低镍高硫几种类型，每一类型产品中有价元素钒和杂质元素铁的含量不同，为了充分体现各类型产品特点及其质量水平，本标准将钴镍硫精矿按化学成分分为GNLJK100、GNLJK60、GNLJK30两个牌号。牌号中各部分的含义为：GNSJK分别是“钴”“镍”“硫”“精”“矿”五个汉字拼音的首个大写字母；100、60、30表示对应牌号产品的最低钴含量要求。产品的化学成分应符合表1的规定。

表1 化学成分

牌号	化学成分			
	Co	Ni	S	TFe
	≥			
GNLJK100	1.00	2.00	38	42
GNLJK60	0.60	1.50	34	35
GNLJK30	0.30	0.10	30	32
产品中的TFe和Ni的质量百分数作为交货条件时应在订货单（或合同）中注明。 注：若需方有特殊要求，由供需双方协商并在订货单（或合同）中注明。				

(3) 本标准规定了钴镍硫精矿的制样要求，制样目的主要是规范样品的抽取，保证检测样品的代表性和检测结果的准确性，规范样品的制备和保存。制备的数量应不少于4份（验收分析、供方、需方、仲裁各一份）。

(4) 本标准对上述主要技术指标的试验方法、检验规则进行了统一规定，为生产企业和用户提供统一遵循。

(5) 对技术要求的说明

①化学成分

调研过程中，标准起草小组随机抽取了攀西地区生产企业近期的产品检验数据，实物化学成分情况见表 2。

表 2 《钴镍硫精矿》实物化学成分

生产单位	化学成分（质量分数）/%			
	Co	Ni	S	TFe
龙佰矿冶 1	0.628	1.59	34.85	41.84
龙佰矿冶 2	0.614	1.54	34.9	41.81
龙佰矿冶 3	0.607	1.54	34.69	41.69
攀钢矿业 1	0.295	0.114	32.09	46.31
攀钢矿业 2	0.296	0.149	29.84	46.38
攀钢白马 3	0.272	0.655	30.51	52.25
攀钢白马 4	0.266	0.604	31.49	54.75

本标准关于钴镍硫精矿硫化学成分的要求，主要根据目前的实物质量并结合用户的要求，按照不同的牌号及其质量等级分别确定。

②水分

钴镍硫精矿的水分含量高低，理论上对使用没有影响。但是，过高的水分将会使钴镍硫精矿运输、贮存和使用过程中出现问题，例如流失、皮带输送不畅等。

目前，钴镍硫精矿的水分含量一般在 9%~11%。经研究，当钴镍硫精矿的水分含量在 10%以下时，不会造成运输、贮存和使用困难。因此，本标准规定：钴镍硫精矿的水分含量应不大于 10.0%。

③粒度

钴镍硫精矿的粒度，对生产硫酸有很大影响，由于采用沸腾法生产硫酸，需钴镍硫精矿与氧气充分接触后燃烧，若钴镍硫精矿粒度过小，不易控制反应速率，若粒度过大，导致燃烧不充分。经试验，当粒度不大于 0.080mm，能够充分燃烧。因此，本标准规定：钴镍硫精矿的粒度应不大于 0.080mm。

## 6. 试验或验证结果

我国目前暂无钴镍硫精矿化学分析方法标准，但已形成一整套的铁矿石化学

分析方法标准，即 GB/T 6730。长期的生产和检验实践表明，GB/T 6730 的相关部分同样适用于钴镍硫精矿，因此，本标准规定钴镍硫精矿化学成分和水分的测定方法全部采用现行的国家标准。实物样品检测数据如表 3 所示：

表 3 《钴镍硫精矿》实物分析结果

样品编号	化学成分（质量分数）/%			
	Co	Ni	S	TFe
样品 1	0.382	0.990	35.42	33.42
样品 2	0.418	0.760	32.75	35.56
样品 3	0.550	1.25	35.76	41.56
样品 4	0.578	1.26	35.58	41.69
样品 5	0.48	1.08	33.55	39.62
样品 6	0.358	0.836	33.50	39.81
样品 7	0.41	0.8	31.99	32.99

### 7. 与国内外同类标准水平的对比情况

国内外尚无专门针对钴镍硫精矿的标准，现有标准与拟制定的《钴镍硫精矿》产品标准存在显著差异，具体对比如下：

①国内现行标准如 YS/T 301-2007《钴精矿》和 YS/T 337-2009《硫精矿》分别针对单一钴精矿或硫精矿，未涵盖钴镍硫精矿中钴、镍、硫多金属共生的特性。例如，YS/T 301-2007 仅规定了钴精矿的钴含量及杂质指标，未涉及镍和硫的协同控制；YS/T 337-2009 则聚焦硫精矿的硫含量，对钴、镍等伴生金属缺乏要求。

本标准将系统性整合钴、镍、硫的含量指标，并针对钒钛磁铁矿伴生资源特性，增加伴生元素（如铜、铬）的回收要求，填补多金属共生矿的标准空白。

②现有标准如《镍精矿、钴硫精矿化学分析方法》(YS/T 472.1~472.5-2005) 虽涉及部分元素的检测，但方法较为单一（如火焰原子吸收光谱法），且未覆盖高端应用场景对杂质（如钠、镁、钙）的检测要求。

本标准将引入先进检测技术，如电感耦合等离子体原子发射光谱法（ICP-AES，参考 GB/T 3884.18-2023），提升检测精度和效率，同时针对电池材料等领域需求，完善杂质限量指标及检测方法。

③国际标准如 ISO 14600《镍精矿》和 ISO 13545《钴精矿》主要针对单一金属精矿，未考虑硫精矿的特殊性。例如，ISO 14600 仅规定了镍精矿的镍含量

和杂质要求，未涉及硫的含量控制；ISO 13545 则聚焦钴精矿的钴含量，对硫及其他伴生元素缺乏规范。同时在检测方法和指标设定上相对滞后，难以适应新能源产业对钴镍硫精矿的高纯度需求。例如，ISO 标准未对高端电池材料所需的杂质含量（如钠、镁、钙）提出严格限制。

本标准将结合我国钒钛磁铁矿资源特点，首次明确硫精矿的专项指标，如硫含量分级、钴镍协同品位要求等，弥补国际标准在多金属硫精矿领域的缺失。

#### **8. 与有关的现行法律、法规和标准的关系**

本标准的制定符合国家和行业有关的方针、政策、规定、法律和法规。本标准的制定和实施未涉及强制性国家标准。

#### **9. 知识产权情况说明**

未涉及专利及其他知识产权争议。

#### **10. 重大分歧意见的处理经过和依据**

无。

#### **11. 贯彻标准的要求和措施建议**

发布后数月实施，最长不超过 6 个月。开展标准宣贯培训，推动企业按新标准组织生产。

#### **12. 替代或废止现行相关标准的建议**

建议替代行业内企业自定标准，逐步统一市场技术规范。

#### **13. 其它应予说明的事项**

本标准为首次制定，后续将根据产业发展动态修订完善。

#### **14. 编制说明附件**

无。

CSTM 团体标准《钴镍硫精矿》编制工作组

2025-8