

晶质石墨矿床圈矿指标方法指南

Methodological guide for ore delineation criteria of crystalline
graphite deposits

(报批稿)

2026 – XX – XX 发布

2026 – XX – XX 实施

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本原则 1

5 工作内容 2

6 报告编写 3

附 录 A （资料性） 晶质石墨产品技术要求 4

附 录 B （资料性） 晶质石墨矿床圈矿指标报告编写提纲 6

参 考 文 献 8

前 言

本标准按照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。

本标准由江苏省自然资源厅提出并组织实施。

本标准由江苏省自然资源标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：江苏省地质勘查技术院、中国地质科学院郑州矿产综合利用研究所。

本标准主要起草人：刘建东，姚维军，刘峰，杨彬彬，梁兴江，张洋洋，石林，沈瑞，张珣，张亮，刘磊，周娟，吴姗姗，朱鹏，康涛，许生武，潘刚，任海涛，高士银、王重阳，薛文敏，王丹，谭琦，郭峰。

晶质石墨矿床圈矿指标方法指南

1 范围

本文件给出了晶质石墨矿床在勘查阶段进行边界品位和最低工业品位论证的总体原则、工作内容及报告编写指导。

本文件适用于地质特征与矿石加工技术性能符合晶质石墨要求的石墨矿产勘查技术指导。

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。

DZ/T 0336 固体矿产勘查概略研究规范

DZ/T 0339 矿床工业指标论证技术要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

晶质石墨 crystalline graphite

石墨晶体片径大于 $1\mu\text{m}$ ，呈鲜片状，可选性好。与石墨伴生的矿物常有石英、云母、长石、透闪石、透辉石、石榴子石和少量硫铁矿、方解石等，有时还伴有金红石及钒等有用组分。矿石为鳞片状、花岗鳞片变晶结构，片状、片麻状或块状构造。矿石类型主要为各类含石墨的片岩型、片麻岩型、变粒岩型、透辉（透闪）岩型、大理岩型、混合岩型、花岗岩型等。

注：这类矿石由于固定碳含量低，工业上不能直接利用，需经选矿才能获得合乎要求的石墨产品。对矿石中所含各种杂质，经选矿后一般可基本脱除；脱除程度差则会影响石墨产品质量。

3.2

鳞片直径 flake diameter

晶质石墨鳞片在基底平面方向上的最大线性尺寸，是衡量鳞片大小的主要参数。

3.3

鳞片厚度 flake thickness

晶质石墨鳞片在垂直于基底平面方向上的尺寸，与鳞片直径共同决定鳞片的径厚比。

4 基本原则

- 4.1 符合产业政策，贯彻生态环境保护要求。
- 4.2 结合勘查阶段选择适宜的评价方法。
- 4.3 结合实际情况合理选取技术经济参数。
- 4.4 以晶质石墨矿物品质和市场为导向，分析晶质石墨矿物价值。
- 4.5 有利于资源的保护与高效、合理利用。

- 4.6 对预期资源规模达到小规模以上的品质石墨矿床，开展圈矿指标论证。
- 4.7 矿石加工选冶技术性能须进行可选性试验。
- 4.8 矿石加工选冶试验 150 μ m 以上石墨产品达到 20%、固定碳含量达到 90% 以上。
- 4.9 矿山建设外部条件基本具备，或完善矿山建设外部条件的途径可以预期，投资可以匡算。
- 4.10 圈矿指标论证由具有相应能力的单位进行。

5 工作内容

5.1 市场研究

- 5.1.1 结合品质石墨鳞片品质、国内外市场供需状况等，预测市场变化趋势。
- 5.1.2 产品经济效益分析计算方法可参照 DZ/T 0336 要求确定。

5.2 基本条件

- 5.2.1 查明勘查工程程度、矿床地质和矿石质量；探明矿床规模等。
- 5.2.2 确定矿床开采技术条件。
- 5.2.3 矿山生产开采规模需要符合产业政策及政府规划的要求。
- 5.2.4 评估矿石加工技术性能：
 - a) 查明石墨矿物鳞片厚度、鳞片直径、固定碳含量以及石墨中杂质矿物赋存状态等特征，评价其对石墨后期选矿及产品品质影响。
 - b) 结合选矿试验结果，明确可利用石墨产品类别和产品质量，具体选矿论证指标参照 DZ/T 0339 的规定执行。
 - c) 确定石墨矿石加工选冶工艺流程、入选品位、产品方案，确定产品产率、选矿回收率和精矿品位。精矿产品品质要求可参照附录 A 执行。

5.3 建设条件

- 5.3.1 根据勘查区位置、自然地理及交通条件，确认供水、供电、通讯、原材料、燃料以及劳动力供应等保障条件。分析上述因素是否满足资源开发的需要，以及对未来矿山建设投资和生产成本费用的影响。
- 5.3.2 分析法律法规、产业政策、社会影响因素和当地经济社会发展现状等，了解永久基本农田、生态红线区、城镇开发边界及重要建（构）筑物等分布情况，评述对资源勘查开发的影响。
- 5.3.3 结合开采条件，初步确定矿山生产规模。

5.4 投资成本费用

5.4.1 建设投资费用

评估石墨矿山开发建设及开始投入生产运营所需要的建设投资、建设期利息和流动资金等。

5.4.2 成本费用

- 5.4.2.1 估算石墨矿山采矿、矿石加工和销售产品的全部成本费用，包括外购原材料、燃料和动力费、工资及福利费、修理费及其他费用、折旧费、矿山维护检测费，摊销费、财务费用、销售费用等。
- 5.4.2.2 安全费用、环境治理费、植被保护费、土地复垦费用、前期勘查投入及矿业权出让收益等费用的摊销按需求计入相关科目从价计征。

5.4.2.3 根据石墨矿山具体情况合理确定成本费用参数，包括地质资源参数，采矿生产参数，选矿技术参数，项目投资参数和原矿成本参数等。

5.5 圈矿指标确定

5.5.1 论证方法

品质石墨矿市场价格受产品品质的影响极大，以盈亏平衡法，见公式（1）为主要计算方法。在运用盈亏平衡法时，结合选矿试验参数（ ϵ 、 β 、 ρ ）和经济参数（ D 、 C ）等确定技术参数。以 α 结果作为圈矿指标。

$$\alpha = \frac{\beta (C+Z)}{(1-\rho) \epsilon D} \dots\dots\dots (1)$$

- 式中：
- α ——盈亏平衡品位，单位为%；
 - β ——精矿产品品位，单位为%；
 - C ——单位全成本费用，单位为元/t；
 - ρ ——采矿贫化率,单位为%；
 - ϵ ——精矿选矿回收率,单位为%；
 - D ——精矿不含税价格,单位为元/t；
 - Z ——资源税，单位为元/t。

6 报告编写

报告编写提纲参见附录 B。

附 录 A
(资料性)
晶质石墨产品技术要求

A.1 本附录明确了晶质石墨精矿产品的技术要求，适用于选矿加工后终端产品的质量分级。本附录与第3章基于矿石原生粒径的鳞片大小分类属于不同维度，不作为原生矿石圈矿的直接依据。

A.2 高纯石墨的技术要求见表A.1。

表 A.1 高纯石墨的技术要求

产品牌号	固定 C/%	水分/%	筛余量/%	主要用途
LC300-99.99	≥99.99	≤0.20	≥80.0	柔性石墨密封材料
LC(-)150、(-)75、(-)45-99.99			≤20.0	代替白金坩埚,用于化学试剂熔融
LC500、300、180-99.9	≥99.90	≤0.20	≥80.0	柔性石墨密封材料
LC(-)150、(-)75、(-)45-99.9			≤20.0	润滑剂基料

A.3 高碳石墨的技术要求见表A.2。

表 A.2 高碳石墨的技术要求

产品牌号	固定 C/%	挥发分/%	水分/%	筛余量/%	主要用途
LG500、300、180、150、125、100-99	≥99.00	≤1.00	≤0.50	≥75.0	填充料
LG(-)150、(-)125、(-)100(-)75、(-)45-99	≥99.00	≤1.00	≤0.50	≤20.0	润滑剂基料、涂料
LG500、300、180、150、125、100-98	≥98.00	≤1.00	≤0.50	≥75.0	
LG(-)150、(-)125、(-)100、(-)75、(-)45-98				≤20.0	润滑剂基料电刷原料
LG500、300、180、150、125、100-97	≥97.00	≤1.20	≤0.50	≥75.0	
LG(-)150、(-)125、(-)100、(-)75、(-)45-97				≤20.0	耐火材料、电碳制品、电池原料 铅笔原料
LG500、300、180、150、125、100-96	≥96.00	≤1.20	≤0.50	≥75.0	
LG(-)150、(-)125、(-)100、(-)75、(-)45-96				≤20.0	电碳制品
LG500、300、180、150、125、100-95	≥95.00	≤1.20	≤0.50	≥75.0	
LG(-)150、(-)125、				≤20.0	耐火材料、电碳

(-)100、(-)75、(-)45-95					制品电池原料、 铅笔原料
LG500、300、180、150、 125、100-94	≥94.00	≤1.20	≤0.50	≥75.0	电碳制品
LG(-)150、(-)125、 (-)100、(-)75、(-)45-94				≤20.0	

A.4 球化石墨的技术要求如下。

a) 球化天然石墨按振实密度分为3类，分别用I、II、III表示，见下表A.3。

表 A.3 球化石墨振实密度分类

项目	类别		
振实密度/(g·mL ⁻¹)	I类	II类	III类
	≥1.06	1.00-1.06	<1.00

b) 球化天然石墨的每个类别按粒度分布分为6个型号，分别用D₁₀、D₅₀、D₉₀、D_{max}的数值表示，见下表A.4。

表 A.4 球化石墨粒度分类

粒度分布	15	16	18	20	24	29
D ₁₀ /μm	10.0±2.0	11.0±2.0	11.0±2.0	13.0±2.0	16.0±2.0	19.0±2.0
D ₅₀ /μm	15±1.0	16±1.0	18±1.0	20±1.0	24±1.0	29±1.0
D ₉₀ /μm	22±3.0	24±3.0	24±3.0	32±3.0	34±3.0	44±3.0
D _{max} /μm	≤50	≤60	≤60	≤70	≤70	≤100

c) 球化天然石墨的理化性能要求见下表A.5。

表 A.5 球化石墨理化性能要求

项目	指标	项目	指标
固定碳含量/%	≥99.95	Na/(mg·kg ⁻¹)	≤0.05
灰分/%	≤0.05	Cu/(mg·kg ⁻¹)	≤2
水分/%	≤0.1	Co/(mg·kg ⁻¹)	≤10
pH值	6±1.0	Mo/(mg·kg ⁻¹)	≤2
Fe/(mg·kg ⁻¹)	≤30	Ni/(mg·kg ⁻¹)	≤0.2
Ca/(mg·kg ⁻¹)	≤20	Si/(mg·kg ⁻¹)	≤5
Al/(mg·kg ⁻¹)	≤10	Cl/(mg·kg ⁻¹)	≤10
Zn/(mg·kg ⁻¹)	≤0.5	F/(mg·kg ⁻¹)	≤10
Ti/(mg·kg ⁻¹)	≤0.2	S/(mg·kg ⁻¹)	≤10

附 录 B

(资料性)

晶质石墨矿床圈矿指标报告编写提纲

B.1 市场研究

结合晶质石墨鳞片品质，分析国内外市场供需状况，查明主要生产国和消费国、进出口情况、晶质石墨价格走势等；分析晶质石墨的市场需求特点及发展趋势预测市场变化趋势。基于选矿试验得到的鳞片粒度分布数据，对不同粒级产品进行加权计算，参照DZ/T 0336要求确定产品价格。

B.2 基本条件

B.2.1 勘查工作程度

确定工程布置方案、主要工作量、勘查程度，完成质量评述。

B.2.2 矿床地质特征

介绍区域地质背景和矿区地质特征，阐明矿体数量、规模、形态、产状、空间分布等矿床地质特征。

B.2.3 矿石质量特征

阐明矿石成分和矿物组成，确定固定碳含量及品位变化规律；详细描述石墨鳞片厚度、片径大小及不同粒径石墨的分布情况；分析杂质矿物赋存状态及其对选矿的影响。

B.2.4 矿床开采技术条件

简述水文地质条件、工程地质条件和环境地质条件。

B.2.5 矿山生产开采规模

说明矿山生产开采规模是否符合产业政策及政府规划的要求。

B.2.6 矿石加工技术性能

基于石墨矿物鳞片厚度、鳞片大小、固定碳含量以及石墨中杂质矿物赋存状态等特征，阐述石墨矿石加工选冶工艺流程、入选品位、产品方案，确定产品产率、产品质量、选矿回收率等。

B.3 建设条件

B.3.1 自然地理及交通条件

明确勘查区位置、自然地理及交通条件。

B.3.2 供水、供电、通讯、原材料、燃料及劳动力供应

依据供水水源、供电、通讯、原材料、燃料以及劳动力供应等情况，分析上述因素是否满足资源开发需要，以及对未来矿山建设投资和生产建设成本费用的影响。

B.3.3 法律法规、产业政策、社会影响因素、生态环境保护

分析法律法规、产业政策、社会影响因素、生态环境因素和当地经济社会发展现状等，了解永久基本农田、城镇开发边界及重要建（构）筑物等分布情况，评估对资源勘查开发的影响因素。

B.3.4 矿产生产规模

综合以上因素，初步确定矿山生产规模。

B.4 投资成本费用

B.4.1 建设投资

估算石墨矿山开发建设及开始投入生产运营所需要的建设投资、建设期利息和流动资金等。

B.4.2 成本费用

估算石墨矿山采矿、矿石加工和销售产品的全部成本费用，包括外购原材料、燃料和动力费、工资及福利费、修理费及其他费用、折旧费、矿山维护检测费，摊销费、财务费用、销售费用等；安全费用、环境治理费、植被保护费、土地复垦费用、前期勘查投入及矿业权出让收益等费用；根据石墨矿山具体情况合理确定成本费用参数，包括地质资源参数，采矿生产参数，选矿技术参数，项目投资参数和原矿成本参数等。

B.5 圈矿指标确定

B.5.1 论证方法

说明以盈亏平衡法为主要计算方法。按正文公式（1）计算盈亏平衡品位（ α ），以 α 结果作为圈矿指标。精矿价格（D）的确定，应基于选矿试验得到的鳞片粒度分布数据，对不同粒级产品进行加权计算，或进行多情景分析。

B.5.2 圈矿指标建议值

根据盈亏平衡品位计算结果和验证结果，提出边界品位、最低工业品位、最小可采厚度、夹石剔除厚度建议值。按照指南要求，模拟矿山开发初步方案，利用获得品位指标开展相应技术经济评价，明确指标技术经济合理性。

B.6 结论

明确列出推荐的圈矿指标。

B.7 附图

附区域地质图、矿区地形地质图、矿体纵投影图、采样平面图及采样柱状图、矿石加工选冶工艺流程图等。

B.8 附表

附基本分析结果登记表、岩矿鉴定结果表、小体重测定结果表、资源量估算表、主要技术经济指标计算表等。

B.9 附件

矿石加工选冶试验研究报告、岩矿鉴定与工艺矿物学研究报告、论证单位资质证书及主要论证人员从业经历等。

参 考 文 献

- [1] 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.
 - [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建设项目评价术语标准. 北京: 中国计划出版社. 2012. 1.
 - [3] 国家发展改革委、建设部. 建设项目经济评价方法与参数 (第三版). 北京: 中国计划出版社. 2006. 8.
 - [4] 投资项目可行性研究指南编写组. 投资项目可行性研究指南. 北京: 中国电力出版社. 2002. 3.
-