

团 体 标 准

T/CAOE 12-2018

大洋多金属硫化物资源勘查技术规范

Specification for oceanic polymetallic sulfide exploration

2018-12-28 发布

2018-12-30 实施

中国海洋工程咨询协会 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 地质勘查阶段目标任务	2
4.1 资源调查阶段	2
4.2 一般勘探阶段	2
4.3 详细勘探阶段	2
5 矿产地质勘查工作	3
5.1 勘查内容及研究程度	3
5.2 地质勘查控制程度	6
5.3 勘查各阶段要求	7
5.4 勘查工作质量要求	9
5.5 海洋环境及工程地质调查	12
5.6 原始地质编录、资料整理、图件编制及报告编写	13
6 可行性评价	15
6.1 概略研究	15
6.2 预可行性研究	15
6.3 可行性研究	16
7 矿产资源 / 储量分类	16
8 矿产资源 / 储量估算	17
8.1 矿产资源 / 储量估算的工业指标	17
8.2 矿产资源 / 储量估算的一般原则	17
8.3 矿产资源/储量估算方法	18
8.4 矿产资源 / 储量分类结果表	18
附录 A	19
附录 B	20
参考文献	21

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由自然资源部提出。

本标准由中国海洋工程咨询协会标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：自然资源部第二海洋研究所、自然资源部第一海洋研究所、中国地质大学（武汉）、中国地质大学（北京）、中国地质调查局广州海洋地质调查局、北京矿冶研究院、国家海洋局北海分局。

本标准主要起草人：陶春辉、廖时理、杨振、韩喜球、李传顺、李小虎、苏新、李怀明、倪建宇、武光海、周建平、邓显明、蒋训雄、王叶剑、于淼、李兵、梁锦、崔运璐、顾春华。

引 言

近十多年来,国际、国内先后出台了一系列固体矿产勘查标准、法律、法规,包括《中华人民共和国深海海底区域资源勘探开发法》、《固体矿产资源、储量分类》(GB/T17766-1999)、《固体矿产地质勘查规范总则》(GB/T13908-2002)(以下简称《总则》)、《勘查目标、矿产资源量、和矿石储量公开报告国际报告模板(2013年11月版)》、《国际海底管理局矿产勘探目标评估、矿产资源和矿产储量报告标准》和《“区域”内多金属硫化物探矿和勘探规章》(以下简称《规章》)等。近40年来,我国在国际海底开展固体矿产资源勘查,除《大洋多金属结核矿产勘查规程》(GB/T 17229-1998)、大洋多金属结核资源勘查规范(GB T 35571-2017)、大洋富钴结壳资源勘查规范(GB T 35572-2017)外,尚无大洋多金属硫化物勘查标准。

国际海底管理局颁布实施的《规章》把国际海底多金属硫化物资源勘查活动分为探矿和勘探两个阶段,其中探矿阶段是承包者在获得勘探合同之前开展的勘探活动;勘探阶段是承包者在合同区开展的旨在为矿产商业开发实施的勘探活动。勘探阶段又根据勘探程度差异进一步分为一般勘探和详细勘探。《中华人民共和国深海海底区域资源勘探开发法》第七章第二十七条的用语含义中,将深海资源勘探阶段前期的活动定义为“资源调查”。基于此,并考虑到勘查目的任务等等前提下,将本标准的勘探阶段划分为:资源调查阶段、一般勘探阶段和详细勘探阶段。由于目前我国大洋多金属硫化物资源勘查尚处于一般勘探阶段,本标准中有关详细勘探阶段的工作仅做概括性描述。国际海底管理局对圈定一般勘探区的工作程度无明确要求,在实践中可不开展或通过少量的海上工作亦可圈定一般勘探区。本标准勘查阶段划分与《总则》中的勘查阶段可对比如下:

资源调查阶段:包括《总则》中的预查和普查阶段;

一般勘探阶段:相当于《总则》中的详查阶段;

详细勘探阶段:相当于《总则》中的勘探阶段。

我国作为国际海底区域多金属硫化物矿产资源承包者,我们所提交的相关报告应遵守国际海底管理局的有关标准。因此,本标准的矿产资源/储量分类依据矿产储量国际报告标准委员会(CRIRSCO)《国际报告模板(2013年11月版)》标准将资源类型分为五类,即矿产资源量(三类);矿产储量(二类)。本标准的分类与矿产储量国际报告标准委员会(CRIRSCO)《勘查目标、矿产资源量、和矿石储量公开报告国际报告模板(2013年11月版)》一致。

大洋多金属硫化物资源勘查规范

1 范围

本标准规定了大洋多金属硫化物资源勘查的阶段目标任务、矿产地质勘查工作、可行性评价、矿产资源/储量分类、矿产资源/储量估算等方面的内容。

本标准适用于大洋多金属硫化物资源勘查各个阶段的工作。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB/T12763.2 海洋调查规范 第2部分：海洋水文观测

GB/T12763.3 海洋调查规范 第3部分：海洋气象观测

GB/T12763.6 海洋调查规范 第6部分：海洋生物调查

GB/T12763.8 海洋调查规范 第8部分：海洋地质地球物理调查

GB/T12763.10 海洋调查规范 第10部分：海底地形地貌调查

GB/T12763.11 海洋调查规范 第11部分：海洋工程地质调查

GB/T17229-1998 大洋多金属结核矿产勘查规程

GBT34908-2017 大洋资源调查术语

DZ 0130（所有部分）地质矿产实验室测试质量管理规范

3 术语和定义

下列术语和定义适应用于本标准。

3.1

大洋多金属硫化物 Oceanic Polymetallic sulfide

洋底由热液作用形成的富含铜锌等成矿元素的硫化物及伴生的矿物。

3.2

潜力评价区 Area for potential resource assessments

尚未申请的调查区、申请区或申请区的一部分，在成矿规律研究的基础上划分。

3.3

远景调查区 Reconnaissance area

潜力评价区的一部分。视成矿地质条件，在获得勘探合同区前后的任何阶段均可设置远景调查区。通过面上的地质、地球物理调查研究资料，对有明显的异常与矿化显示的地区，结合地质、构造和地形等特征进行综合评价后圈定。

3.4

勘查目标 Exploration results

在远景调查区中经调查发现的矿石、矿化点或物化探异常，将那些有可能存在矿体的点和异常圈定出来，并推断矿体可能分布的范围，即形成勘查目标。

3.5

热液区 Hydrothermal field

由一个或多个空间位置相对接近、形成环境（构造、沉积物和/或岩石）基本一致的热液点组成。根据热液区中是否存在正在活动的热液流体，可分为活动热液区和非活动热液区两大类。

4 地质勘查阶段目标任务

4.1 资源调查阶段

大洋多金属硫化物资源调查阶段可按矿产资源潜力评价、远景调查和探矿三个不同步骤进行，亦可根据实际情况合并。

矿产资源潜力评价：在收集区域地质、地球物理、地球化学资料和典型矿床（矿化点）研究的基础上，开展成矿规律研究，预测并圈定远景调查区，估算潜在的资源量。

远景调查：在资源潜力评价的基础上，开展以物化探为主的调查工作，辅之少量矿产调查工作，积累异常与矿化信息，在远景调查区中圈定资源调查区。

资源调查：在远景调查圈定的资源调查区的基础上，进行一定的海上调查工作及地质研究，分析成矿条件，确定可能的矿床赋存部位，圈定矿化异常，确定一般勘探区。在条件允许的情况下，大致圈定矿体，估算推断的资源量，并进行开采技术条件、环境基线和概略研究等工作。

4.2 一般勘探阶段

在综合分析、系统研究区内已有各类地质资料的基础上，对资源调查阶段所提出的一般勘探区，采用各种勘查方法、手段及系统取样工程。确定成矿有利地段，大致查明矿区内构造、岩浆岩和沉积物特征，圈出矿体（化）地段。大致查明矿体的数量、规模、形态、产状，大致查明矿石物质组成及质量特征，大致查明矿石的选冶技术性能或开展必要的可选性实验，大致查明矿床开采技术条件，估算推断的资源量或标示的资源量，并通过概略性研究，做出是否具有工业价值的评价，圈定详细勘探区。

4.3 详细勘探阶段

在一般勘探工作的基础上，对有进一步工作价值的详细勘探区，通过加密各种采样工程及采用其他技术方法，查明构造、岩浆岩、沉积物特征，基本控制矿体的总体分布范围及主要矿体规模、形态、产状，基本确定矿体的连续性，查明矿石质量、矿石加工选冶技术性能和矿床开采技术条件，对可供综合利用的共生矿产进行相应的综合评价，估算标示的资源量或测定的资源量，并进行预可行性研究或可行性研究，确定矿床是否具有工业价值及能否开发利用，为开采设计提供依据。

5 矿产地质勘查工作

5.1 勘查内容及研究程度

5.1.1 地质勘查研究

5.1.1.1 资源调查阶段

5.1.1.1.1 区域地质研究

初步开展资源调查区的地形地貌、构造作用、岩浆作用、沉积作用、生物作用和热液作用等的调查和研究，包括分析资源调查区内各类地质样品的类型、矿物组成和地球化学特征及其分布等。

5.1.1.1.2 矿产地质研究

对发现的矿化点、热液区及各类地质、物化探异常等进行综合研究，分析区内成矿条件等，对调查区开展资源远景评价。

初步研究多金属硫化物矿石的自然类型、产出状态，矿石的结构构造、品位、化学成分、矿物成分等；初步研究多金属硫化物的分布特征与规律。

5.1.1.2 一般勘探阶段

5.1.1.2.1 区域地质研究

开展资源调查区的地形地貌、区域断裂、沉积物类型及其地球物理、地球化学特征等研究；

开展区域岩浆作用和热液活动等研究。研究与热液成矿有关的岩浆岩类型、空间分布以及地球物理、地球化学特征，研究其变化规律、相互关系及对成矿作用的控制和影响。

5.1.1.2.2 矿产地质研究

研究矿化区及相邻区域地形地貌特征及其与矿体空间分布的关系，探讨与成矿有关的微地形、地貌特征。

研究围岩蚀变类型、岩性、物质组分、分带特征，研究其变化规律及其与矿体的相互关系。

研究控制矿体的地质构造类型、规模、性质、产状及对矿体的影响程度。

通过取样工程及地球物理资料研究等，研究矿体规模、形态、产状及厚度与品位变化情况，研究矿体中夹石及顶底板岩性分布情况。

5.1.1.3 详细勘探阶段

5.1.1.3.1 区域地质研究

详细研究矿区内的岩石和沉积物类型及其性质、断裂构造、围岩蚀变、热液活动特征等。

5.1.1.3.2 矿区地质研究

详细研究控制和破坏矿体的地质构造类型、规模、性质、产状及对矿体的影响程度。

详细研究与成矿有关的岩浆岩类型、空间分布以及地球物理、地球化学特征，研究其变化规律、相互关系及对矿体的控制和影响程度。

详细研究矿区沉积物的类型、厚度和地球化学特征。

详细研究围岩蚀变类型、物质组分、分带特征，研究其变化规律与矿体的相互关系。

5.1.1.3.3 矿体地质研究

研究勘探范围内矿体的数量、赋存部位、分布范围；

研究矿体的大小、规模、形态、产状、内部结构、厚度、品位及其变化特点；对矿体边界进行系统控制。

在试采区进行高精度微地形地貌调查，获得更精确的地形地貌资料。

5.1.2 环境调查

5.1.2.1 资源调查阶段

初步研究资源调查区的海洋气象、海洋水文、水体生物、水体化学、表层沉积物等基本特点。

5.1.2.2 一般勘探阶段

研究海洋气象、物理海洋、水体化学、水体生物以及近表层沉积物特征等；研究海底的生物生态特征；初步建立环境基线。

5.1.2.3 详细勘探阶段

详细研究海洋气象、物理海洋、水体化学、水体生物以及近表层沉积物的有机和无机地球化学等特征；研究海底的生物群落、多样性及生态系统特征；研究热液羽状流与近海底流的特征；基本建立环境基线。研究采矿活动对海底生物生态环境的影响因素。在首采地段选定影响参照区，并建立影响参照区详细的海洋环境基线，评价矿床开发对海洋环境的影响。

5.1.3 矿石质量研究

5.1.3.1 资源调查阶段

初步研究不同类型矿石的矿石矿物种类、脉石矿物种类、结构构造、化学成分、主要元素和有用元素的含量以及矿石的自然类型等。

5.1.3.2 一般勘探阶段

研究矿石矿物组成、结构构造及脉石矿物种类、含量；研究矿石的有用、有益和有害组分及其含量、

赋存状态和分布规律；初步划分矿石的自然类型和工业类型，研究其分布规律。

5.1.3.3 详细勘探阶段

详细研究矿石矿物、脉石矿物种类及含量、共生组合、嵌布粒度特征及矿石结构构造特征；详细研究矿石有用及有害组分种类、含量、赋存状态和分布规律，对共伴生矿产进行综合评价。按矿石的矿物成分、含量、结构构造等因素划分自然类型；在划分矿石自然类型基础上，根据矿石选冶特点，按工业利用途径，划分矿石工业类型，并研究其分布范围和所占比例。

5.1.4 矿石选冶和加工技术条件研究

5.1.4.1 资源调查阶段

对不同类型的矿石进行选冶性能对比研究，做出是否可作为工业原料的评价。对组分复杂、粒度较细、尚无成熟选（冶）经验的矿石，做出工业利用方面的初步评价。

5.1.4.2 一般勘探阶段

研究主要矿石类型的选（冶）性能。可进行实验室流程试验，对难选矿石进行实验室扩大连续试验，做出能否工业利用的基本评价。

5.1.4.3 详细勘探阶段

在矿体范围内，针对不同的矿石类型，采集具有代表性的样品，进行加工性能试验。可类比的易选矿石应进行实验室流程试验，一般矿石在实验室流程试验的基础上进行实验室扩大连续试验，大型或难选矿石和新类型矿石应进行半工业试验，必要时进行工业试验，并提出矿石选冶加工的技术方案。

5.1.5 开采技术条件研究

5.1.5.1 资源调查阶段

收集区域水文气象资料，研究资源调查区内发现有多金属硫化物分布的海区及邻近区域的工程地质及环境地质条件，对采矿方法进行探索性研究。

5.1.5.2 一般勘探阶段

开采技术条件内容应包括：

- a) 水文气象研究：研究一般勘探区内的水文气象要素，重点是风、浪、流，海水温度、盐度等特征，了解区内的水文气象复杂程度。
- b) 海洋工程地质研究：研究区内底质类型、分布特征及力学性质，研究区内断裂的类型、规模与分布特征，研究矿区的微地貌特征。
- c) 海洋环境地质研究：研究矿石中对生物有害的元素及其它有害物质成份等，了解矿床开采对区内环境、生态可能产生的影响。

5.1.5.3 详细勘探阶段

开采技术条件内容应包括：

- a) 水文气象研究：详细研究勘探区内风、浪、流、海水温度、盐度等特征。
- b) 海洋工程地质研究：详细研究勘探区的微地貌特征、基岩性质、沉积物和矿石类型与分布规律，划分工程地质类型，测定矿石力学性质，确定区内断层类型、规模、分布及对采矿的影响，详细研究勘探区内影响开采活动的人工布放物分布位置。
- c) 海洋环境地质研究：详细研究区内矿石中对生物有害的元素及其它有害物质成份等，评价矿床开采对区内环境、生态可能产生的影响。

5.1.6 矿产综合评价研究

5.1.6.1 资源调查阶段

对有工业利用价值的共生、伴生矿产，初步研究其含量和赋存特点。

5.1.6.2 一般勘探阶段

对具有工业利用价值的共生、伴生矿产，应研究其组分、含量、赋存状态和分布状况，确定其工业利用的可能性。

5.1.6.3 详细勘探阶段

对勘探范围内具有工业利用价值的共生、伴生矿产，进行综合勘探、综合评价，详细研究其物质组分、含量、赋存状态和分布规律，并对不同类型硫化物中共生、伴生组分的分配率进行鉴定，做出评价。

5.2 地质勘查控制程度

5.2.1 矿石类型划分

矿石类型见附录 A。

5.2.2 勘查工程间距确定原则

勘查工程间距由勘查责任人确定，责任人在成矿规律、矿体变化研究的基础上，参考以下原则确定工程间距：

- a) 依据不同的勘查阶段要求，确定勘查工程间距；
- b) 资源调查阶段因工程数量难以确定，工程间距可不作具体要求；
- c) 获得标示的资源量（*Indicated Resource*）和测定的资源量（*Measured Resource*）的工程间距应根据矿体的规模及复杂程度，由勘查责任人充分论证后确定；
- d) 详细勘探阶段的工程间距，原则上是在一般勘探的基础上加密以圈定可供商业开采的矿体为目标；
- e) 充分考虑影响矿床勘查难易程度的矿体规模、类型、构造以及矿石类型及其有用组分等主要地

质因素布设勘查工程；

- f) 当矿床是由多个矿体类型组成时，应以主要类型的矿体（占 70%）为主；当矿床规模较大时，可按不同地段的地质变量特征，分矿体确定勘探间距。

5.2.3 工程布置原则及控制程度

5.2.3.1 工程布置原则

勘查工程按以下原则部署：

- a) 勘查方法总体以地质采样、羽状流探测、视像观察、地球物理和地球化学勘查为主；近底定点探测（基于载人潜水器（HOV）、有缆潜水器（ROV）等）为辅；
- b) 多金属硫化物地质采样及钻探主要采用垂直控制矿体走向的构造线布设，测站平面应形成棋盘方格型勘查网度；
- c) 地球物理勘查以测线勘查为主，站位调查为辅；勘查方法以海底视像、近底电法、近底磁法等为主，重力、地震、浅层剖面和侧扫声呐等调查为辅；地球物理测线应垂直控制矿体走向的构造线布设；
- d) 基础地质调查测站与地质采样同步；环境调查测站可不形成测网；
- e) 各类勘查方法的使用应根据勘探阶段的不同有所侧重。

5.2.3.2 控制程度

控制程度应遵循以下三个原则：

- a) 根据多金属硫化物矿体的空间分布规律，矿体的圈定应有足够的地球物理（电法）资料及钻探验证为依据；
- b) 获得标示的资源量的和测定的资源量的工程间距应根据矿体的规模及复杂程度，由勘查责任人充分论证后确定；
- c) 相对简单稳定的矿体应保证至少有三条勘探线控制，每条勘探线上不少于 3 个钻孔控制同一矿体。

5.3 勘查各阶段要求

5.3.1 资源调查阶段

5.3.1.1 全面收集资源潜力区地质、地球物理、地球化学和多金属硫化物矿产等资料，开展少量羽状流探测、海底视像探测、地质采样及地球物理探测等，发现并积累各类异常，确定热液区或矿化点，对多金属硫化物成矿潜力做出评价，编制比例尺为 1:2000000~1:500000 的区域地质图、成矿远景图等相关图件。

5.3.1.2 条件许可时，对发现的矿化点、热液区及各类异常等进行综合研究，分析成矿条件等，确定

矿床可能的赋存部位，必要时进行钻探验证，采集测试样品，圈出矿化区。

5.3.1.3 大致查明矿石物质组成、矿石结构构造、矿石品位、矿石化学特征。

5.3.1.4 条件许可时，在矿化区内大致圈出含矿区的范围。必要时估算推断的资源量。

5.3.1.5 适当收集与环境相关的资料，开展环境基线的初步研究。

5.3.2 一般勘探阶段

5.3.2.1 采用海底视像、地形地貌、羽状流、地质取样、地球物理和地球化学等探测方法（如摄像综合拖体探测、基于 AUV/ROV/HOV 等平台的探测、声学深拖探测、近底电法探测、地震探测、沉积物地球化学探测、电视抓斗取样、钻探取样等），发现各类异常、热液区或矿化点，圈定含矿区，条件允许时圈定矿体；基本查明断裂构造的规模、性质，断裂与岩浆活动及成矿作用的关系，尤其注意断裂的控矿作用及成矿后的影响作用。编制比例尺为 1:500000~1:50000 的地质构造图、矿产分布图及异常图。

5.3.2.2 基本查明岩石的类型、岩石学及地球化学特征等，同时应基本查明岩浆活动与硫化物成矿的关系。

5.3.2.3 基本查明区内沉积物的类型、厚度及其结构特征。

5.3.2.4 基本查明矿体围岩岩石蚀变的类型、范围，基本查明蚀变与成矿作用的关系，划出蚀变带范围。

5.3.2.5 基本确定多金属硫化物矿体的形态、规模和产状特征。

5.3.2.6 基本查明矿石物质组成、矿石结构构造、矿石品位、矿石化学、伴生元素特征及矿石丰度等，运用多金属硫化物资源量计算方法，依采样的勘查网度估算标示的资源量。

5.3.2.7 应按总采样站位的 5% 布设箱式、多管、重力活塞、有缆重力、CTD 探测等采样站位进行沉积物及海水取样，以获得沉积物年代、微生物群落结构、土工力学性质及海水物理化学等资料。对勘探区表层沉积物的工程地质条件、海底生态环境、海洋环境进行初步评价。

5.3.2.8 对多金属硫化物勘探区进行多波束全覆盖测深调查，获得更精确的地形地貌资料；开展多金属硫化物开采条件研究，对多金属硫化物开采的技术条件的复杂性进行评估。

5.3.2.9 布设拖网站位或采用电视抓斗、钻探等方法，采获用于选冶试验的多金属硫化物。详细研究多金属硫化物的矿石矿物特征，对矿石的选冶加工性能进行试验研究。

5.3.3.10 进行可行性概略研究。

5.3.3 详细勘探阶段

5.3.3.1 在原有勘查网度的基础上，对矿体进行加密勘查。加密勘查原则以矿体为单位，勘查网度视矿体的规模、复杂程度而定。应开展钻探勘查，近底布置 ROV/HOV（近底视像、采样等）、近底电法、声学深拖、AUV 测量及海底视像等，有效控制矿体的范围、空间分布及其变化规律；查明围岩的性质、蚀变特征；查明与矿体相关的断裂构造及构造对成矿及采矿的影响；编制比例尺为 1:10000~1:5000 的

矿区地质图；编制比例尺为 1:5000~1:2000 的矿体地质图。

5.3.3.2 查明矿石的物质组成、矿石类型、矿石结构构造、矿石品位及伴生元素。

5.3.3.3 估算测定的资源量。

5.3.3.4 评估采矿对海底生态环境的影响。

5.3.3.5 进行高精度多波束或声学深拖微地貌全覆盖测深调查，获得更精确的地形地貌资料；开展多金属硫化物开采条件研究，对开采的技术条件的复杂性进行评估，加强采矿试验和采矿条件研究。

5.3.3.6 在矿体范围内，针对不同的矿石类型，采集具有代表性的样品，进行加工性能试验。可类比的易选矿石应进行实验室流程试验，一般矿石在实验室流程试验的基础上进行实验室扩大连续试验，大型或难选矿石和新类型矿石应进行半工业试验，必要时进行工业试验。并提出矿石选冶加工的技术方案。

5.3.3.7 进行预可行性或可行性研究。

5.4 勘查工作质量要求

5.4.1 工程实施要求

工程施工严格按设计及施工方案执行。

5.4.2 地形及工程测量

成图采用国家规定的统一坐标系，墨卡托（正圆柱）投影。地形测量范围和地形图比例尺应满足不同勘查阶段地质填图及资源/储量估算的需要。

工程测量导航定位精度应符合不同勘探阶段的导航定位误差要求。

地形测量标准要求，按 GB/T12763.10 执行。

5.4.3 地质填图

填图内容包括：岩浆岩类型及分布，断裂性质、规模及分布，沉积物类型及分布，各类热液喷口性质及分布，矿化点、矿化异常及矿体分布，地形地貌等。各类地质填图根据不同勘查阶段的勘查比例尺和目的任务要求进行。

5.4.4 地球物理探测

地球物理探测工作应根据大洋多金属硫化物资源勘查的需要选择有效的方法进行，正式测量前应开展方法试验，选定合适参数。磁力、重力、地震及浅层剖面勘查质量标准要求，按 GB/T12763.8 执行。海底电视和深海摄像图像应清晰，目标物清楚，照相位置定位准确，照相点间隔均匀，70%以上照相点位的照片清晰有效。

GB/T12763 未提出质量要求的探测方法，如电法探测、深潜器探测、声学深拖探测等，其质量控制可参照技术设计及相关调查设备的操作规程要求。

5.4.5 地质采样

多金属硫化物测站采样合格率应大于 95%。测站定位精度应符合调查相应比例尺要求，定点误差不能大于测网间距的 10%。沉积物、海水采样参照 GB/T17229-1998 执行。

海底钻探采样应开启动力定位，确保定位准确，钻进施工应按操作规程进行。电视抓斗采样方法适用于地形相对平缓的海底硫化物与基岩采样，抓斗下放过程中和离底前船舶应开启动力定位，确保定位准确，离底 100m 左右时开启摄像进行监控。以获得清晰的影像和抓获样品为合格。地质拖网着底和开拖时应观察张力计的张力变化，判断是否成功获得样品，以获得样品为合格。

5.4.6 样品采集、处理和分析

5.4.6.1 样品的采集

矿床勘查取样目标主要是矿体及近矿围岩，从矿体或近矿围岩采集代表性样品，用以进行各项分析、测试、鉴定与试验，确定矿产质量、物化性质及开采加工技术条件，采样参照《金属非金属矿产地质普查勘探采样规定及方法》执行。

5.4.6.1.1 基本地质分析样品的采取

根据现场取样工程，对抓斗及拖网取得的样品，重力柱、钻孔等取得的岩芯样品以及硫化物烟囱体等，不同类型样品采集要求有所不同，按以下原则实行：

- a) 所采集的样品应遵循矿床研究的完整性原则，代表性、重复性（兼顾样品测试正副样准备），新鲜性。
- b) 块状硫化物、烟囱体碎块：根据矿化类型、均匀程度而定，以满足全面化学分析及岩矿鉴定需求为准。化学分析样：矿化均匀情况下，每种类型单件样品由 12~16 个 50g 左右小块组成，总质量 0.6~0.8kg；矿化不均匀情况下，每种类型单件样品由 20~25 个 100g 小块组成，总质量 2~2.5kg；矿化极不均匀时，每种类型单件样品由 36~50 个 200g 小块组成，总质量 7.2~10kg。岩矿鉴定样：每种类型单件样品至少 3×6×9cm；小体重样：每一类型矿石单件样品规格至少为 60~120cm³ 的块状；大体重样：每种类型单件样品不小于 0.125m³×0.125m³，即长、宽、深均为 0.5 m。
- c) 硫化物烟囱体：沿矿化变化性大的方向取样，视烟囱体完整情况，在其生长方向上从内到外，从下到上连续布样，取样需满足全面化学分析及岩矿鉴定需求，以 1/2 烟囱体为准。
- d) 矿化样：由矿化类型、均匀程度而定。参照块状硫化物、烟囱体碎块取样。
- e) （超）基性岩：取样覆盖蚀变层，过渡层，内部新鲜层部分，以满足全面化学分析及岩矿鉴定需求为准，一般 2~3kg 完整岩石样。
- f) 玄武岩：取样覆盖玄武质玻璃，过渡层，内层新鲜部分，以满足全面化学分析及岩矿鉴定需求为准，一般 2~3kg 完整岩石样。

- g) 岩芯样：对大口径岩芯采用劈半法，对小口径（45mm 或 59mm）岩芯则需将整个岩芯作为样品。岩芯采取率应达到规定要求，分回次取样，样品长度随矿化均匀程度而不同，兼顾工业指标，一般 1~3m，以不大于可采厚度为宜。

5.4.6.1.2 矿石选（冶）试验样品的采集

矿石加工技术条件试验研究程度由不同勘查阶段的要求决定。样品采集和加工选（冶）试验的各环节质量，应符合《金属非金属矿产地质普查勘探采样规定及方法，国家地质总局，1978 年》等相关技术规程规范的要求。

5.4.6.1.3 岩石、矿石物理技术性能测试样品的采集

在一般勘探和详细勘探阶段应测定硫化物矿石和基岩物理技术性能。测定的项目包括：体重、湿度、孔隙度、硬度、抗压强度、抗剪强度、抗拉强度和加压时的坚固度等。采样的方法、数量和质量要求应按合《金属非金属矿产地质普查勘探采样规定及方法，国家地质总局，1978 年》执行。

5.4.6.2 样品加工处理

现场选定的样品应首先称湿重，并进行含水率及密度测定。

化学分析样品采用分步缩分加工或机械联动线加工。在样品加工全过程中样品重量总损失率不应大于 5%，样品的缩分误差应小于 3%。

分步缩分加工要求：分析样品的制备按切乔特公式进行缩分：

$$Q=Kd^2$$

式中：Q——样品最低可靠质量（kg）；

K——缩分系数；

d——样品中最大颗粒直径（mm）。

多金属硫化物矿常用 k 值为：铜矿石 K 值采样 0.1~0.2，如矿石中伴有贵金属时取 0.3~0.5。

机械联动线加工：经过一次破碎、缩分，直接达到要求粒度和质量数。必须严格按照确定的加工方法和操作规范进行，样品的缩分均匀性要进行试验。

样品加工全部达到粒径 1~0.83mm（16~20 目）后，缩分为正、副样两部分，进一步磨细至规定粒度送化验室的正样最大粒径和最小质量：0.097mm（160 目），200g。副样保存最小质量：500g。

5.4.6.3 样品实验分析

5.4.6.3.1 基本分析

主要用于查明矿石中的有用组分含量，是圈定矿体、划分矿石类型及资源/储量估算的主要依据。多金属硫化物基本分析项目应包括：TFe、Cu、Pb、Zn、Ag、Au、Co、Ni、Se、As 等。

5.4.6.3.2 光谱全分析

用以确定组合分析、化学全分析项目，为矿床综合评价提供参考资料。样品应从基本分析样品的副

样中抽取。

5.4.6.3.3 组合分析

分析矿石中伴生有益和有害组分的含量及分布状况。依此估算伴生有益组分的资源/储量。从同一块段、一个或几个相邻探矿工程中提取若干个基本分析副样，按矿体分矿石类型（或品级）依样品长度的比例组合成一个样品。单个组合分析样品质量一般为 100g~200g，分析项目根据光谱全分析和化学全分析结果结合矿床地质特征确定。测定所用的各种仪器设备应经检查合格，应选择国家标准或行业标准推荐的有关分析方法，使用国家认定的或经指定合格的标准溶液，标定结果的相对误差应小于 0.5%。

5.4.6.3.4 化学全分析

在光谱全分析和岩矿鉴定的基础上按矿体、矿石类型（或品级）采取组合分析副样或单独采取有代表性的样品。鉴定各种矿石类型中主要元素及其他组分的含量，以确定矿石性质和特点。全分析的总和控制在 99%~101%。每种矿石类型或品级一般做 1~2 个。

5.4.6.3.5 微量及稀土元素分析

采用等离子光谱仪、等离子质谱仪鉴定各类矿石中的微量元素、稀土元素和铂族元素等。

5.4.6.3.6 物相分析

用以确定矿石中主要组分及伴生有益组分的赋存状态、物相种类、含量等，为选冶提供依据。样品从基本副样中抽取，亦可专门采集有代表性的样品，采样与分析必须及时进行，以免样品氧化影响质量。分析项目为矿化主元素的全含量、硫化态与其它相态含量。

5.4.6.3.7 矿物分析

采用光学显微镜、X 射线衍射、电子探针、扫描电镜、透射电镜、红外光谱分析等分析方法，以了解矿石矿物及脉石矿物组分及其特征，矿物的世代关系等。

5.4.6.3.8 单矿物或人工精矿分析

查明稀散元素和贵金属元素的赋存状态、分布规律、含量及其与主金属元素的关系，按单矿物估算其矿产资源 / 储量。样品应采自矿体。一般在实验室内用各种机械分选方法获得，要注意可靠性与代表性。采集地点和数量应按实际需要确定，用作估算矿产资源 / 储量时，可按工程或按块段采集组合样，分离人工精矿进行分析。一般送样质量：单矿物 2g~20g，人工精矿 30g~50g。

5.4.6.3.9 分析质量检查

样品分析必须由获得国际认证的测试单位承担。现场分析的样品应全部进行内部检查。室内分析样品应由管理人员分期分批从基本副样中抽取，编密码送原测试室进行检查，内部检查样品的数量为基本分析数量的 10%，分析结果的质量检查误差处理办法按 DZ/T0130.3 的 3.5 相关条款执行。

5.5 海洋环境及工程地质调查

按勘探阶段的勘查比例尺要求进行环境调查，内容应包括水文气象、环境基线、采矿环境因素评估

和工程地质调查。环境基线调查可在全区选定一个示范区块进行调查，调查内容参考国际海底管理局发布的《“区域”内多金属硫化物探矿和勘探规章》、《指导承包者评估“区域”内海洋矿物勘探活动可能对环境造成的影响的建议》等文件及 GB/T12763.11 执行。

工程力学性质调查应以满足采矿技术设计为目的，为采矿系统的设计提供基础资料。调查内容和质量参考《“区域”内多金属硫化物探矿和勘探规章》、GB/T12763.11 执行。

海洋沉积调查按各个勘查阶段要求调查沉积物的物理化学特征，调查内容和质量参考国际海底管理局发布的《“区域”内多金属硫化物探矿和勘探规章》、《指导承包者评估“区域”内海洋矿物勘探活动可能对环境造成的影响的建议》等文件及 GB/T12763.2 执行。

海洋生物调查应以调查海底生物生态为主，调查质量参考国际海底管理局发布的《“区域”内多金属硫化物探矿和勘探规章》、《指导承包者评估“区域”内海洋矿物勘探活动可能对环境造成的影响的建议》等文件及 GB/T12763.6 执行。

海洋水文调查按各个勘查阶段要求调查海水的物理化学特征，调查内容和质量参考国际海底管理局发布的《“区域”内多金属硫化物探矿和勘探规章》、《指导承包者评估“区域”内海洋矿物勘探活动可能对环境造成的影响的建议》等文件及 GB/T12763.2 执行。

海洋气象观测内容和质量参考国际海底管理局发布的《“区域”内多金属硫化物探矿和勘探规章》、《指导承包者评估“区域”内海洋矿物勘探活动可能对环境造成的影响的建议》等文件及 GB/T12763.3 执行。

5.6 原始地质编录、资料整理、图件编制及报告编写

5.6.1 原始调查记录

原始调查记录要求主要包括：

- a) 原始调查记录应确保记录及时、准确、客观、齐全。
- b) 原始地质记录包括各种样品（硫化物、基岩、表层沉积物、水样、生物等）的采集方法、手段、现场观察内容和测试结果等。
- c) 地球物理调查记录包括：多波束地形测量、地磁测量、重力测量、浅层剖面测量、海底视像、ROV/HOV 观测、AUV 观测及地震调查等数据记录、视像及班报等内容。
- d) 海水化学调查记录包括海水的采样方法、现场观测内容及分析测试结果。
- e) 海洋生态环境调查记录包括底栖生物和浮游生物的采样方法、生物种类和数量等观测内容。
- f) 大洋水文调查记录包括采水方法、水的物理化学特征、流场特点及空间结构等。
- g) 大洋气象观测调查记录包括风向、风速、海平面气压、海面空气温度、空气湿度、海面有效能见度、云、天气现象、海浪等。
- h) 工程地质调查记录包括硫化物与岩石物理力学性质，即含水率、密度（体重）、颗粒密度、抗

压强度、抗剪强度、抗拉强度等。

- i) 原始记录应选用适当的信息记录手段，如数字、文字、图像、视频等，并与地质信息系统的建设相适应，及时采用新的方法和手段。
- j) 采用计算机进行原始编录时，应及时将原始数据按规定格式存盘、入库。
- k) 原始调查记录应检查、验收，检查不合格或未经验收的不应采用。

5.6.2 资料综合整理

资料综合整理要求主要包括：

- a) 调查资料的综合整理是矿产资源勘查工作中的重要环节，应贯穿勘查工作的始终；
- b) 资料综合整理应运用新理论、新方法；
- c) 资料综合整理应包括：海洋化学、海洋生物、水文、气象、工程地质资料整理；各类矿石、岩石、沉积物等样品化学分析测试结果、物理性质测试结果、矿物及组构分析结果、矿石质量分析结果等资料整理；地质、地球物理等综合图件的编制；综合图表编制及矿产资源/储量估算等；
- d) 资料综合整理成果应经过质量检查和验收；
- e) 数据、图表等应采用计算机技术进行数据处理和制作。

5.6.3 图件编制

所有图件均应采用统一的黑白地理图为底图，主要图件包括：

(1) 地质图

按相应勘查阶段成图比例尺的要求成图，图面内容应标出海底表面基岩岩性、表层沉积物类型、断层性质等要素。

(2) 构造纲要图

按相应勘查阶段成图比例尺的要求成图。图面内容应标出现阶段调查手段所揭露出的构造要素，如洋中脊位置、火山机构、断层、断裂破碎带、热液喷口、陡坎等。

如图面地质构造要素简单，也可将上述两类图件合并编制“地质构造图”。

(3) 海底地形、地貌图

利用多波束地形测量系统获得的全覆盖水深数据，绘制海底地形图，以反映地形地貌特征。绘图前，应对海上测量数据进行编辑和预处理。根据测量精度和不同勘查阶段，绘制不同比例尺的地形图。绘制大比例尺图，应有近底声学测量数据。应绘制水深等值线图、三维立体图、坡度图等。

(4) 矿产分布图

利用区内所有测站、测线的地质、地球物理资料，将多金属硫化物矿化点、矿体及与多金属硫化物成矿相关的地质、地球化学及地球物理矿化异常，以直观方式表达多金属硫化物矿床的空间分布、成矿

远景及成矿规律的图件。图件比例尺应与各勘查阶段要求相一致。

(5) 各类异常图及相关地球物理图件

根据多金属硫化物找矿的地质、地球化学、地球物理及水体物理化学等标志信息，编制多金属硫化物找矿的相关异常图件。图件比例尺根据需要确定。

(6) 工程地质图

对勘探阶段的勘查区编制工程地质图，以满足多金属硫化物开采作业对区内工程地质信息的要求。图上要素应包括水深、地貌、海底坡度，底质、基岩与硫化物物性及工程力学参数，断裂性质与分布特征。比例尺与勘探阶段勘查程度相适应，以同比例尺地形图作底图。

5.6.4 勘查报告编写

每一勘查阶段都应编制相应的航次现场报告、航次报告和勘查报告。根据报告载体性质的不同，将报告分为纸质报告和电子文档报告两大类。每类报告的组成文件由报告正文、报告附图、报告附表和报告附件四个部分组成：

- a) 报告正文由绪论、主体部分、结论、参考文献、报告图版（必要时）、制印签和封底等部分组成；
- b) 报告附图由图幅标准化的图式、图例、责任表等组成；
- c) 报告附表视勘查阶段的不同，报告附表种类有增减，一般由成果表、记录表、计算表、统计表等组成；
- d) 报告附件包括资源/储量估算工业指标凭证、矿石选冶实验报告、矿床可行性研究报告、照片（插图）、与报告有关的视频以及与矿区勘查有关的其他技术资料文件等。

6 可行性评价

6.1 概略研究（preliminary study）

对矿床开发经济意义进行概略评价。收集分析市场供需状况与矿产品价格趋势，使用勘查数据，借鉴开采与加工技术相应研究成果，估算或选定技术经济参数，经多方案对比，获得经济合理的开发利用方案，据此方案返回的工业指标估算矿产资源量或矿产储量。从而为矿床开发有无投资机会、是否进行下一阶段工作、制定长远规划或为工程建设规划的决策提供依据。

6.2 预可行性研究（Pre-feasibility Study）

对矿床开发经济意义进行初步评价。通常应有依据勘探所获得的标示的或测定的矿产资源量，实验室规模的开采、加工选（冶）试验资料；需要比较系统地对国内外该矿种的资源 / 储量、生产、消费进行调查和初步分析；并对国内、外市场的需求量、产品品种、质量要求和价格趋势做出初步预测。根据矿床规模和矿床地质特征以及海域特点，借鉴类似企业的实践经验，初步研究并提出项目建设规模、产

品种类、项目总体建设轮廓和工艺技术的原则方案；参照类似企业，选择适合评价当时市场价格的技术经济指标，初步提出总投资、主要工程量和主要设备以及生产成本，进行初步经济分析，圈定并估算不同的资源 / 储量类型。

通过国内、外市场调查和预测资料，综合矿区资源条件、工艺技术、开采条件、环境保护以及项目建设的经济效益等各方面因素，从总体上、宏观上对项目建设的必要性、建设条件的可行性以及经济效益的合理性做出评价，为是否进行详细勘探以及推荐项目和编制项目建议书提供依据。

预可行性研究的内容与可行性研究相同，只是详细程度次之。

6.3 可行性研究 (Feasibility Study)

对矿床开发的经济意义进行详细评价。通常依据勘探所获得的资源/储量及相应的开采、加工选冶性能试验结果进行评价，评价所采用的成本数据精确度高，其成本和设备报价所需各项参数是当时的市场价格，同时还应考虑地质、工程、环境、法律、经济政策等因素进行综合评价，具有很强的时效性。研究报告应根据矿床规模、地质特征和现有开采、选冶技术水平，提出项目建设规模、开采、选冶工艺技术的原则方案。

7 矿产资源 / 储量分类

按照矿产资源/储量的地质可靠程度、可行性评价和经济意义，将硫化物矿产资源/储量划分为 5 个类型：

推断的资源量 (Inferred Resource)：是资源量中吨位、品位和矿物成分可以通过一个低水平的置信度予以估计的部分。推断的资源量是通过地质证据推断的，具有假定的但未核实地质的和 / 或品位的连续性。估计推断的资源量的依据是从位于露头上或勘探工程中用合适的技术获取的信息，这些工程数量有限，具有不确定的质量和不确定的可靠性。

标示的资源量 (Indicated Resource)：是矿产资源量中吨位、密度（体重）、形态、物理特征、品位和矿物成分能够以合理的置信度进行估计的部分。估计标示的资源量的依据是勘探工作、取样和化验资料，样品是在露头上或探矿工程中用合适的技术采取的。对于确认地质的和/或品位的连续性来说，标示的资源量使用的工程间距显得过大或部署不合理；但对假定其连续性来说，其间距是足够小且符合要求的。

测定的资源量 (Measured Resource)：是矿产资源量中吨位、密度（体重）、形态、物理特征、品位和矿物成分能够以高的置信度进行估计的部分。估计测定的资源量的依据是详细的和可靠的勘探工作、取样和化验资料，样品是在探矿工程中用合适的技术采取的。要求测定的资源量使用的工程间距很小，足以确定地质的和品位的连续性。

可信储量 (Probable Reserve)：是标示的矿产资源量、在某些情况下是测定的矿产资源量中的经济可采部分。可信的矿石储量是在完成合适的评价和研究后确定的，即在考虑针对现实而假定的采矿的、

冶金的、经济的、市场的、法律的、环境的、社会的和政府的因子的基础上，对测定的矿产资源量进行分析和修改后获得的。这些评价论证表明，在编制报告的时刻，采掘被认为是合理可行的。

证实储量 (Proved Reserve): 是测定的矿产资源量中的经济可采部分。证实的矿石储量包含在采矿过程中混进来的贫化物质和因损失而减少的部分。证实的矿石储量是在完成合适的评价和研究后确定的，即在考虑针对现实而假定的采矿的、冶金的、经济的、市场的、法律的、环境的、社会的和政府的因子的基础上，对测定的矿产资源量进行分析和修改后获得的。这些评价论证表明，在编制报告的时刻，采掘被认为是合理可行的。

从阶段的角度看，探矿结束后，只能得出矿区推断的资源量；一般勘探结束后，可以得出矿区标示的+推断的资源量；详细勘探结束后，可以得出矿区可能存在测定的+标示的+推断的资源量；预可行性研究结束后，可以得出矿区可能存在可信储量+某些类型的资源量；可行性研究结束后，可以得出矿区可能存在可信储量+证实储量+某些类型的资源量。

8 矿产资源 / 储量估算

8.1 矿产资源 / 储量估算的工业指标

依据保护和合理利用矿产资源的方针，科技水平及经济效益所确定，采用类比法、盈亏点平衡法或技术经济评价法确定合理的工业指标。

8.2 矿产资源 / 储量估算的一般原则

- a) 资源 / 储量估算必须在充分综合研究矿床地质条件、控矿因素的基础上，按照合理的工业指标正确圈定矿体的前提下进行。
- b) 参与矿产资源 / 储量估算的各项工程的质量，应符合有关规范、规程和规定的要求。
- c) 根据矿床矿产资源 / 储量的分类结果，按矿体、矿产资源 / 储量类别、矿石类型 [当选 (冶) 试验证实矿石性质差异大，有可能进行分采、分选时，应考虑分矿石类型进行估算] 和块段分别估算各矿体及矿床的矿石量、平均品位和金属量。其中储量用扣除了设计、采矿损失的可实际开采的数量表示，资源量用未扣除设计、采矿损失的数量表示。相应的矿产资源 / 储量估算图件上应标明各类矿产资源 / 储量在地质空间上的分布。
- d) 达到工业要求的共生组分，应分别圈定矿体估算矿产资源 / 储量。
- e) 估算伴生矿产的矿产资源 / 储量时，无需单独圈定矿体，而采用块段或矿体的矿石量和在此矿石量范围内计算出的平均品位，计算矿体和矿床中伴生矿产的金属量和平均品位，即伴生矿产的矿石量和主组分矿石量相同。
- f) 矿产资源 / 储量估算的单位，矿石量为万吨，金属量为吨，共生、伴生的稀有贵金属的金属量单位为千克。铜、铅、锌的矿石品位以质量分数 (%) 计，金、银及稀有贵金属矿石品位以质

量分数 (10^{-6}) 计。

- g) 估算矿产资源 / 储量时,应分别估算探获的矿产资源 / 储量和扣除截止至勘查工作结束时采空区后的矿产资源 / 储量。
- h) 矿产资源 / 储量估算的方法应根据矿床的地质特征、矿体的赋存状态、勘查工程的分布情况等因素进行选择。对估算方法及其结果的正确性应进行检验,可选择一部分有代表性的矿体或块段,采用其他方法进行检验估算,以检验所选择的矿产资源 / 储量估算方法的正确性。
- i) 应用地质统计学方法估算矿产资源 / 储量时,所用的软件应是国家矿产资源 / 储量主管部门审查指定,或是工业部门长期应用、实际应用中证实是可行的软件。矿产资源 / 储量估算应在品位数据结构分析、区域化变量的变异函数估算和研究、正确确定矿产资源 / 储量估值参数及选择估值方法的条件下进行。

8.3 矿产资源/储量估算方法

结合矿体特征及探矿工程实际,选择适宜的资源/储量估算方法,主要包括多边形法、距离倒数加权法和克里格法等。估算资源/储量时可采用国际通用的相关软件进行。

8.4 矿产资源 / 储量分类结果表

根据矿体的勘查地质可靠程度、可行性评价结果,对勘查工作所获得的矿产资源 / 储量进行分类。矿产资源 / 储量估算工作结束后,应按矿产资源 / 储量分类估算结果制定矿产资源 / 储量分类结果表,以说明地质勘查工作所获得的矿产资源 / 储量。矿产资源 / 储量表应在说明矿石量、金属量、平均品位的同时,反映出矿产资源 / 储量的地质可靠程度和经济意义,并标明矿产资源 / 储量的类型。

附 录 A

(规范性附录)

大洋多金属硫化物分类

A.1 分类参数

分类参数包括:

- a) 多金属硫化物的主要有用组分;
- b) 多金属硫化物的矿石结构、构造;
- c) 多金属硫化物的氧化程度。

A.2 分类

A.2.1 主要有用组分分类

按多金属硫化物矿石的主要有用组分,可以分为以下类型:

- a) 铜矿石: Cu 含量达工业品位,其它元素未达工业品位的矿石;
- b) 锌矿石: Zn 含量达工业品位,其它元素未达工业品位的矿石;
- c) 铅矿石: Pb 含量达工业品位,其它元素未达工业品位的矿石;
- d) 铜-锌矿石: Cu、Zn 含量均达工业品位,其它元素未达工业品位的矿石;
- e) 铅-锌矿石: Pb、Zn 含量均达工业品位,其它元素未达工业品位的矿石;
- f) 铅-锌-铜矿石: Pb、Zn、Cu 含量均达工业品位,其它元素未达工业品位的矿石;
- g) 铜-金矿石: Cu、Au 含量均达工业品位,其它元素未达工业品位的矿石;
- h) 铜-锌-金矿石: Cu、Zn、Au 含量均达工业品位,其它元素未达工业品位的矿石;
- i) 铅-锌-铜-金矿石: Cu、Pb、Zn、Au 含量均达工业品位,其它元素未达工业品位的矿石。

A.2.2 矿石结构、构造分类

按多金属硫化物矿石的结构、构造,可以分为以下类型:

- a) 烟囱状矿石;
- b) 角砾状矿石;
- c) 致密块状矿石;
- d) 浸染状矿石。

A.2.3 氧化程度分类

按多金属硫化物矿石的氧化程度分为,可以分为原生矿石、氧化矿石和混合矿石三大类。

- a) 原生矿石,矿石氧化率小于 10%;
- b) 混合矿石,矿石氧化率 10%~30%;
- c) 氧化矿石,氧化率大于 30%。

附录 B

(规范性附录)

大洋多金属硫化物资源/储量分类表

表 B.1 规定了大洋多金属硫化物资源/储量分类。

表 B.1 大洋多金属硫化物资源/储量分类表

项目	地质学认知度增高，置信度增大		
	测定的	标示的	推断的
资源量类型	测定的资源量 (Measured resources)	标示的资源量 (Indicated resources)	推断的资源量 (Inferred resources)
储量类型	证实储量 (Proved reserves)	可信储量 (Probable reserves)	

注：经济意义中，属“经济的”是指矿床经济技术评价通过了预可行性研究或可行性研究的；“内蕴经济的”是指矿床经济技术评价仅进行了概略研究的。勘探目标中列出的吨数范围和品位、质量范围，其对象因勘探程度太低而无法估计矿床资源量，某些数据和信息可能对评估报告的读者有用，但不属于矿产资源或矿产储量资料的一部分。测定的资源量的转换因素未达到最高置信水平时则转换成可信储量。

参 考 文 献

- [1] GB/T 33444-2016 固体矿产地质勘查规范。
- [2] GB/T17766-1999 固体矿产资源/储量分类。
- [3] The International Template for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Mineral Reserves, 2013。
- [4] National Instrument 43-101 Standards of Disclosure for Mineral Projects, 2005。
- [5] Australasian Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves, 2012。
- [6] 大洋协办发[2013]33号, 中国大洋矿产资源研究开发协会关于印发《国际海底矿产勘查阶段》划分及要求指导意见(试行)的通知。
- [7] 《中华人民共和国深海海底区域资源勘探开发法》, 中国法制出版社, 2016年3月。
- [8] 西南印度洋多金属硫化物合同区十年勘探工作规划(2011-2021年), 2014年9月。
- [9] 国际海底管理局, 《“区域”内多金属硫化物探矿和勘探规章》, 2010年。
- [10] 金属非金属矿产地质普查勘探采样规定及方法, 国家地质总局, 1978年。
- [11] 国际海底管理局, 指导承包者评估“区域”内海洋矿物勘探活动可能对环境造成的影响的建议。