

### 海砂地质勘查规范

Specifications for marine aggregates exploration

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

(本草案完成时间：2023 年 7 月 13 日)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。



## 目 次

前 言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
4 勘查目的及勘查阶段 .....	2
4.1 勘查目的 .....	2
4.2 勘查阶段 .....	2
5 勘查研究程度 .....	3
5.1 普查阶段 .....	3
5.2 详查阶段 .....	4
5.3 勘探阶段 .....	5
6 勘查控制程度 .....	7
6.1 勘查类型确定 .....	7
6.2 勘查工程间距确定 .....	7
6.3 勘查工程部署 .....	7
6.4 勘查深度 .....	8
6.5 勘查控制程度 .....	8
6.6 综合勘查综合评价 .....	8
7 绿色勘查要求 .....	8
7.1 基本要求 .....	8
7.2 勘查设计 .....	9
7.3 勘查施工 .....	9
7.4 环境恢复治理与验收 .....	9
8 勘查工作及其质量 .....	9
8.1 地形地貌调查 .....	9
8.2 地球物理勘查 .....	9
8.3 海底底质调查 .....	10
8.4 取样工程 .....	10
8.5 海洋水文、工程地质、环境地质调查 .....	10
8.6 样品的采取、分析测试与试验 .....	11
8.7 矿石选冶试样的采集与分析、试验 .....	12
8.8 矿石物理技术性能测试样品的采集与试验 .....	12
8.9 原始地质编录、资料综合整理和报告编写 .....	13
9 可行性评价 .....	13
9.1 基本要求 .....	13
9.2 概略研究 .....	13
9.3 预可行性研究 .....	13
9.4 可行性研究 .....	14

10 资源储量估算.....	14
10.1 矿床工业指标.....	14
10.2 矿体圈定.....	14
10.3 资源量估算的基本要求.....	15
10.4 估算参数的确定.....	15
10.5 储量估算的基本要求.....	16
10.6 资源储量类型确定.....	16
10.7 资源储量估算结果.....	16
附 录 A （资料性） 矿床勘查类型划分及勘查工程间距.....	17
A.1 勘查类型的确定.....	17
A.2 勘查工程间距.....	18
附 录 B （资料性） 海砂勘查测网.....	19
附 录 C （资料性） 沉积物粒级与命名分类.....	20
C.1 碎屑沉积物粒级分类表.....	20
C.2 沉积物分类命名.....	20
C.3 沉积物野外分类命名.....	20
附 录 D （资料性） 一般性工业指标.....	22
D.1 矿石质量指标.....	22
D.2 开采技术条件指标.....	22
参 考 文 献.....	23

## 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。

本文件是在系统分析总结海南岛周边海域海砂资源调查评价工作实践和借鉴国内海砂地质勘查经验的基础上制定。

本文件由海南省地质局提出。

本文件由海南省综合标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：海南省海洋地质调查院。

本文件主要起草人：陈波、林明智、冯亚生、曾维特、仝长亮、张匡华、张从伟、薛玉龙、李海云、付标、瞿洪宝、王嘉琳、孙龙飞。



# 海砂地质勘查规范

## 1 范围

本文件规定了海砂地质勘查的勘查目的及勘查阶段、勘查研究程度、勘查控制程度、绿色勘查要求、勘查工作及其质量、可行性评价、资源储量估算等方面的要求。

本文件适用于海南省海砂资源各勘查阶段的地质勘查工作、资源储量估算及其成果评价。

## 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 6566 建筑材料放射性核素限量
- GB 17378.3 海洋监测规范第 3 部分：样品采集、贮存与运输
- GB 17378.4 海洋监测规范第 4 部分：海水分析
- GB 17378.5 海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析
- GB 17378.6 海洋监测规范第 6 部分：生物体分析
- GB/T 12763.2 海洋调查规范第 2 部分：海洋水文观测
- GB/T 12763.8 海洋调查规范第 8 部分：海洋地质地球物理调查
- GB/T 12763.10 海洋调查规范第 10 部分：海底地形地貌调查
- GB/T 12763.11 海洋调查规范第 11 部分：海洋工程地质调查
- GB/T 13908 固体矿产地质勘查规范总则
- GB/T 14684 建设用砂
- GB/T 17766 固体矿产资源储量分类
- GB/T 19485 海洋工程环境影响评价技术导则
- GB/T 25283 固体矿产综合勘查评价规范
- GB/T 42361 海域使用论证技术导则
- GB/T 50123 土工试验方法标准
- DZ/T 0033 固体矿产地质勘查报告编写规范
- DZ/T 0078 固体矿产勘查原始地质编录规程
- DZ/T 0079 固体矿产勘查地质资料综合整理综合研究技术要求
- DZ/T 0292 海洋多波束水深测量规程
- DZ/T 0327 海洋地质取样技术规程
- DZ/T 0336 固体矿产勘查概略研究规范
- DZ/T 0338（所有部分） 固体矿产资源量估算规程
- DZ/T 0339 矿床工业指标论证技术要求
- 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
- SY/T 5163 沉积岩中黏土矿物和常见非黏土矿物X射线衍射分析方法
- HY/T 253 浅地层剖面调查技术要求

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**海砂** marine aggregates

由自然风化、水流搬运和分选、堆积形成，赋存于现代海洋环境，可用作回填料或经人工开采、筛选和净化处理后能作建筑用集料的碎屑沉积物颗粒。

注：本文件所指海砂为不含其它金属和非金属矿产资源的普通天然砂。

#### 3.2

**含砂率** sand content

海砂粒径介于0.075mm~4.75mm颗粒组分所占的质量百分数。

### 4 勘查目的及勘查阶段

#### 4.1 勘查目的

发现和评价可供进一步勘查或开采的海砂矿床（体），为海砂勘查或开发决策提供相关地质信息，最终为矿山建设设计提供必需的地质资料。

#### 4.2 勘查阶段

##### 4.2.1 勘查阶段划分

勘查工作按GB/T 13908、GB/T 17766划分为普查、详查和勘探三个阶段。一般宜按阶段循序渐进地进行。合并或者跨阶段提交勘查成果，也宜参照勘查阶段要求分步实施。

##### 4.2.2 各阶段的目的任务

###### 4.2.2.1 普查阶段

在海洋区域地质调查、研究的基础上，通过中小比例尺（ $\leq 1:100\,000$ ）地质—地球物理勘查，发现海砂矿体（层），并通过稀疏取样工程控制和测试、试验研究，初步查明矿体（层）地质特征以及矿石加工选冶技术性能，初步了解开采技术条件。开展概略研究，估算推断资源量，作出是否有必要转入详查的评价，并提出可供详查的范围。

###### 4.2.2.2 详查阶段

在普查的基础上，通过有效勘查手段、系统取样工程控制和测试、试验研究，基本查明海砂矿床地质特征、矿石加工选冶性能以及开采技术条件，为矿区规划、勘探区确定等提供地质依据。开展概略研究，估算推断资源量和控制资源量，作出是否有必要转入勘探的评价，并提出可供勘探的范围；也可开展预可行性研究或可行性研究，估算可信储量。

###### 4.2.2.3 勘探阶段

在详查的基础上，通过有效勘查手段、加密取样工程控制和测试、深入试验研究，详细查明海砂矿床地质特征、矿石加工选冶性能以及开采技术条件，为矿山建设设计确定矿山生产规模、产品方案、开采方式、开拓方案、矿石加工选冶工艺，以及矿山总体布置等提供必需的地质资料。开展概略研究，估算推断、控制、探明资源量；也可开展预可行性研究或可行性研究，估算可信、证实储量。



## 5 勘查研究程度

### 5.1 普查阶段

#### 5.1.1 成矿地质条件

收集区内海洋地质、矿产、地球物理、地球化学、海洋环境等综合资料，了解区域地质特征和成矿远景。在普查区内开展1:100 000的地形地貌调查、地球物理勘查和海底底质调查（勘查测网见附录B中的表B.1），结合稀疏工程揭露，研究成矿地质规律，并与已知矿床对比，探讨矿床成因，总结找矿标志。具体要求如下：

- a) 初步查明普查区的地质、构造、新构造活动等地质特征；
- b) 初步查明普查区的基岩地质、地貌和第四纪地质特征，并初步划分地貌单元；
- c) 初步查明普查区的海底松散沉积物的层序、时代、岩性、厚度、空间分布、沉积环境。

#### 5.1.2 矿体（层）特征

通过地球物理勘查、海底底质调查工作，对初步发现的海砂矿体（层），特别是主要矿体（层），应用取样工程稀疏控制，通过初步控制研究，对矿体（层）的连续性作出合理推测。具体要求如下：

- a) 初步查明普查区矿体（层）的内部结构、形态、数量、规模、产状及其变化情况；
- b) 初步查明普查区矿体（层）的连续性、地球物理反射标志、总体分布范围；
- c) 初步查明普查区矿体（层）的覆盖层和夹层的岩性、规模、产状特征，底板起伏变化特征及其分布情况。

#### 5.1.3 矿石质量特征

通过稀疏工程的取样测试、分析，与同类矿床类比，初步查明海砂的矿物组成、化学成分、粒度分布；初步查明海砂中有害物质含量、颗粒级配、细度模数、含泥量；初步查明海砂共伴生重矿物的种类、含量、赋存状态、变化情况和分布规律。

#### 5.1.4 矿石加工选冶技术性能

通过已初步开展的海砂物化性能测试（含泥量、有害物质含量、坚固性、颗粒级配、表观密度、松散堆积密度、空隙率、碱集料反应）及与已有矿床进行类比研究，初步查明海砂的加工选冶技术性能特征。具体要求按DZ/T 0340执行。

#### 5.1.5 矿床开采技术条件

##### 5.1.5.1 海洋水文条件

收集、整理区内海洋水文、气象资料，初步了解海洋水文条件，为进一步开展工作提供依据。

##### 5.1.5.2 工程地质条件

收集、整理区内工程地质资料，根据不同矿床成因类型，有针对性地开展工程地质调查工作。具体要求如下：

- a) 初步了解普查区第四纪地层的岩性，初步划分工程地质岩组；
- b) 初步了解普查区矿体（层）及顶底板岩石的物理力学性质，如松散系数、安息角等，测定海砂体重，初步了解覆盖层、夹层的厚度与分布范围及其对开采的影响；
- c) 初步了解普查区内旧采迹分布范围及开采方式，初步了解航道、锚地、海底电缆、海底管道及其他设施或障碍物的分布范围；

- d) 预测矿床开采时可能发生的主要工程地质问题。

### 5.1.5.3 环境地质条件

收集、整理区内环境地质、海洋生物及生态环境资料，有针对性地开展环境地质调查工作。具体要求如下：

- a) 收集区域和普查区地震地质情况资料、新构造活动资料，对普查区稳定性做出初步评价；
- b) 收集、了解普查区及附近海底滑坡等地质灾害资料，对未来开采的稳固性做出初步评价；
- c) 初步查明矿层、覆盖层中可能影响环境质量的放射性元素及其它有害组分的种类和含量及分布情况；
- d) 预测矿床开采对海洋环境可能造成的破坏和影响，初步了解矿床开采时，对海流、海岸，滨海旅游景观的影响程度。

## 5.2 详查阶段

### 5.2.1 成矿地质条件

在普查的基础上，通过1：50 000~1：25 000地形地貌调查、地球物理勘查和海底底质调查（勘查网见附录B中的表B.1），结合系统工程控制和揭露，阐明矿床的成矿规律和矿床成因。具体要求如下：

- a) 基本查明详查区的成矿地质条件和海砂赋矿地质体特征；
- b) 基本查明详查区的基岩地质、地貌和第四纪地质特征，并划分地貌单元；
- c) 基本查明详查区的海底松散沉积物的层序、时代、岩性、产状、厚度、空间分布、沉积环境及其与海砂形成的关系；
- d) 基本查明详查区的新构造活动及其与海砂成因、分布的关系。

### 5.2.2 矿体（层）特征

根据海砂矿体（层）特征合理确定勘查类型和工程间距，采用有效的勘查技术方法手段、系统的取样工程，对详查区进行系统控制，基本查明海砂矿体（层）特征。具体要求如下：

- a) 基本查明详查区矿体（层）类型及各类型的空间分布；
- b) 基本查明详查区矿体（层）的内部结构、形态、数量、规模、产状、空间位置及其变化情况；
- c) 基本查明详查区矿体（层）的总体分布范围、连续性、地球物理反射标志及赋存于不同地貌单元中的矿体（层）之间关系；
- d) 基本查明详查区矿体（层）的覆盖层、夹层及顶底板的岩性、规模、产状特征，底板起伏变化特征及其分布情况。

### 5.2.3 矿石质量特征

通过系统工程的取样测试、分析、试验，基本查明海砂的物质组成、化学成分、粒度特征；基本查明海砂中有害物质种类、含量及其分布情况；基本查明海砂的颗粒级配、细度模数、含泥量；基本查明海砂共伴生重矿物的种类、含量、赋存状态、变化情况和分布规律。

### 5.2.4 矿石加工选冶技术性能

在类比研究基础上，基本查明海砂物化性能，可视情况进行实验室流程试验，必要时进行实验室扩大连续试验，基本查明详查区内海砂的加工选冶技术性能。具体要求按DZ/T 0340执行。

### 5.2.5 矿床开采技术条件

### 5.2.5.1 海洋水文条件

通过资料收集和布站观测，基本查明详查区内波浪、潮汐、风暴潮、海流、水温、水质、水中悬浮物、盐度、风、气旋等海洋水文、气象条件。

### 5.2.5.2 工程地质条件

通过系统工程控制和取样测试、试验，有针对性地开展工程地质勘查工作。具体要求如下：

- a) 基本查明详查区内第四纪地层的岩性，划分工程地质岩组；
- b) 基本查明矿体（层）及顶底板围岩的物理力学性质，如干湿密度、含水率、孔隙比、饱和度、液限、塑限、松散系数、安息角等；
- c) 基本查明矿体（层）底板起伏变化情况，基本查明覆盖层、夹层的厚度与分布范围及其对开采的影响；
- d) 基本查明详查区内旧采迹分布范围及开采方式，基本查明详查区内航道、锚地、海底电缆、海底管道及其他设施或障碍物的分布范围；
- e) 预测矿床开采时可能发生的主要工程地质问题。

### 5.2.5.3 环境地质条件

通过资料收集和海洋环境质量现状调查，有针对性地开展环境地质调查工作，基本查明矿床的环境地质背景。具体要求如下：

- a) 搜集区内地震史、地震烈度和新构造活动的资料，阐明区内地震地质情况，对详查区地震稳定性做出评价；
- b) 基本查明详查区内海底滑坡、海底泥石流等地质现象的发育程度、范围、产生的条件，并对其发展趋势做出预测，当其对矿床开采有影响时应提出治理意见；
- c) 基本查明矿床的地质环境背景，测定矿石放射性物质等对人体有害成分的含量，超过允许含量的应圈定其范围；
- d) 预测矿床开采后对海底地形地貌、冲淤环境、沉积物环境、近岸边坡稳定性、海域水动力环境、海洋生物及生态环境、海洋保护区、海洋养殖、航道、港口、军事设施、周边地质环境等的影响，并提出预防措施的建议。

## 5.3 勘探阶段

### 5.3.1 成矿地质条件

在详查的基础上，通过1：10 000~1：5 000地形地貌调查、地球物理勘查和海底底质调查（勘查网见附录B中的表B.1），根据勘探取样工程加密控制和揭露情况，深入成矿作用和成矿规律的研究。具体要求如下：

- a) 详细查明勘探区的成矿地质条件和海砂赋矿地质体特征；
- b) 详细查明勘探区的基岩地质、地貌和第四纪地质特征，并划分地貌单元；
- c) 详细查明勘探区的海底松散沉积层的层序、时代、厚度、产状、空间分布、沉积环境及其与海砂的关系；
- d) 详细查明勘探区的新构造活动及其与海砂成因的关系。

### 5.3.2 矿体（层）特征

在详查系统工程控制的基础上，采用有效的勘查技术方法手段，对海砂矿体（层）、底板起伏变化大的地段进行必要的加密控制，详细查明主要海砂矿体（层）特征。具体要求如下：

- a) 详细查明勘探区矿体（层）的数量、规模、形态和内部结构、产状、空间分布及其分支、复合、膨缩变化情况；
- b) 详细查明勘探区矿体（层）类型及各类型的分布范围，测定矿体（层）的含泥率、质量（体重）、松散系数；
- c) 详细查明勘探区矿体（层）的连续性、地球物理反射标志、总体分布范围及赋存于不同地貌单元中的海砂矿体（层）之间关系；
- d) 详细查明勘探区矿体（层）的覆盖层、夹层及顶底板的岩性、规模、产状特征，底板起伏变化特征及其分布情况。

### 5.3.3 矿石质量特征

在详查系统工程控制的基础上，通过取样鉴定、测试、分析，详细查明海砂的物质组成、化学成分、粒度特征；详细查明海砂中有害物质种类、含量及其分布情况；详细查明海砂的颗粒级配、细度模数、含泥量。

### 5.3.4 矿石加工选冶技术性能

在取样试验和类比研究基础上，详细查明海砂物化性能，视情况进行实验室流程试验，必要时进行实验室扩大连续试验，详细查明勘探区内海砂加工选冶技术性能，为矿山建设设计推荐合理的加工选冶工艺流程。具体要求按DZ/T 0340执行。

### 5.3.5 矿床开采技术条件

#### 5.3.5.1 海洋水文条件

通过资料收集和布站观测，详细查明勘探区内波浪、潮汐、风暴潮、海流、水温、水质、水中悬浮物、盐度、风、气旋等海洋水文、气象条件。

#### 5.3.5.2 工程地质条件

在详查工作的基础上，有针对性地开展工程地质调查工作。具体要求如下：

- a) 详细查明勘探区内第四纪地层的岩性，详细划分工程地质岩组；
- b) 详细查明矿体（层）及顶底板围岩的物理力学性质，如干湿密度、含水率、孔隙比、饱和度、液限、塑限、松散系数、安息角等，研究其稳定性能；
- c) 详细查明矿体（层）底板起伏变化情况，详细查明覆盖层、夹层的厚度与分布范围及其对开采的影响；
- d) 详细查明勘探区内旧采迹分布范围及开采方式，详细查明勘探区内航道、锚地、海底电缆、海底管道及其他设施或障碍物的分布范围；
- e) 详细查明矿床工程地质条件，指出矿床开采可能出现的主要工程地质问题并提出防治建议。

#### 5.3.5.3 环境地质条件

在详查工作的基础上，有针对性地开展环境地质调查工作。具体要求如下：

- a) 搜集区内地震史、地震烈度和新构造活动的资料，阐明区内地震地质情况，对勘探区稳定性做出评价；
- b) 详细查明勘探区内海底滑坡、海底泥石流等地质现象的发育程度、范围、产生的条件，并对其发展趋势做出预测，当其对矿床开采有影响时应提出治理意见；
- c) 详细查明矿床的环境地质背景，测定放射性物质等对人体有害成分的含量、赋存状态及分布规律，超过允许含量的应圈定其范围；

- d) 对矿床开采前的环境地质质量做出评价；详细评估矿床开采对海底地形地貌、冲淤环境、沉积物环境、近岸边坡稳定性、海域水动力环境、海洋生物及生态环境、海洋保护区、海洋养殖、航道、港口、军事设施、周边地质环境等的影响，并提出预防建议。

## 6 勘查控制程度

### 6.1 勘查类型确定

6.1.1 勘查类型的确定旨在正确地选择勘查方法和手段，合理地确定勘查工程间距及有效地控制和圈定矿体。

6.1.2 矿床勘查类型应根据主要矿体的特征确定。勘查时，一般根据矿体的资源量规模确定主要矿体，将资源量从大到小累计超过勘查区总资源量 60%的一个或多个矿体确定为主要矿体。

6.1.3 普查阶段可与同类矿床类比，初步确定勘查类型；详查阶段应根据影响勘查类型的主要地质因素确定勘查类型；勘探阶段应根据影响勘查类型的主要地质因素的变化情况验证勘查类型，经验证不合理的，应调整勘查类型。

6.1.4 根据勘查区主要矿体的规模大小、形态复杂程度、厚度稳定程度、矿石含泥量分布的均匀程度等四个主要地质因素及其类型系数，将勘查类型划分为三种类型。具体如下：

- a) I 类型（简单类型），类型系数之和为 2.5~3.0，如规模较大、底板坡度较平坦的水下潮流沙脊（沙波）型、河口三角洲型；
- b) II 类型（中等类型），类型系数之和为 1.7~2.4，如底板不平坦的古河谷型、冲刷槽型、古（埋藏）三角洲型；
- c) III 类型（复杂类型），类型系数之和为 1.0~1.6，如规模较小的、底板极不平坦的古（残留）海岸型。

各勘查类型的确定依据见附录 A。鉴于地质因素的复杂性，允许有简单—中等类型（I—II 类型）、中等—复杂类型（II—III 类型）等过渡类型存在。

6.1.5 对于规模巨大矿体可依据其在不同地段变化程度，分段确定勘查类型。

6.1.6 原则上某一矿体确定为某种勘查类型（III 类型除外），应能以相应勘查类型的基本工程间距连续布置三条及以上勘查线且每条线上有连续两个以上工程见矿。

### 6.2 勘查工程间距确定

6.2.1 勘查工程间距应根据勘查类型合理确定。探求控制资源量的基本工程间距见附录 A 中的表 A.5。

6.2.2 探求探明、推断资源量的勘查工程间距，一般分别在基本工程间距的基础上加密或放稀 1 倍，但不限于 1 倍，以满足相应勘查阶段控制程度要求为准则。实际勘查过程中，普查阶段的工程间距应尽可能兼顾与后续勘查工程部署合理衔接；详查和勘探阶段还可通过类比、地质统计学分析、工程验证等方法，论证工程间距的合理性，并视情况进行调整。

### 6.3 勘查工程部署

6.3.1 勘查工程部署应遵循由表及里、由疏到密、由浅入深、由已知到未知的原则。勘查工程部署应充分考虑海砂矿床成因，并结合海砂矿体（层）形态类型特点。

6.3.2 在合理确定勘查类型和勘查工程间距的基础上，根据海砂矿体（层）地质特征、地形地貌、地球物理特征和生态环境保护要求，选择适当、有效、对生态环境影响最小的勘查方法和手段，部署勘查工程；可视具体情况调整局部勘查工程间距，加强主要矿体（层）（如矿层变化较大的地段）和次要矿体（层）的控制。

6.3.3 勘查取样工程一般以地质钻探为主，柱状地质取样为辅，配合有效的地球物理勘查手段；实际

勘查过程中，一般宜先开展表层地质取样、地球物理勘查等面性工作，以指导、优化取样工程的部署和施工。具体要求如下：

- a) 勘查线应垂直海砂矿体（层）走向或物质来源方向，勘查工程应布置在勘查线上；
- b) 矿体（层）呈面型分布的、形态很复杂的、宽度和厚度很不稳定的，应按勘查网部署勘查工程。

6.3.4 一般情况下，普查阶段用稀疏的取样工程进行控制，详查阶段用系统的（按一定的勘查工程间距且有规律）取样工程控制，勘探阶段应在详查系统控制的基础上合理地加密控制。

## 6.4 勘查深度

勘查深度主要取决于生态环境保护要求和现有开采技术水平。根据当前国内海砂地质勘查工作经验，勘查深度（含水深）一般小于100m，取样工程（钻孔）揭露深度（自海底以下）一般小于30m。勘查深部矿体（层）特别是有较大覆盖层的，应适当加强开采技术条件研究。

## 6.5 勘查控制程度

6.5.1 勘查时，应围绕勘查工作的目的、任务，部署勘查工程，合理确定控制程度。应注意控制勘查范围内矿体（层）的总体分布范围和赋存于不同地貌单元矿体（层）的相互关系。对主要矿体（层）的边界应用工程控制，对其宽度可适当加密控制；对矿体（层）的底板起伏变化较大的地段，以及夹层和影响海砂开采的覆盖层等的规模、产状应有工程控制；对可随主要海砂矿体（层）同时开采的小矿体（层）应适当控制。

6.5.2 普查阶段，在符合地质规律的前提下，可按初步确定的勘查类型（无类比条件的按Ⅱ勘查类型）和推断资源量的勘查工程间距，估算推断资源量。

6.5.3 详查阶段，在确定的勘查深度以上范围，一般探求控制和推断资源量。控制资源量一般宜集中分布在资源量最优、可能首先或先期开采的地段。在确定的勘查深度以下，一般不作深入工作，可通过地球物理解释，对成矿远景作出评价。一般详查阶段控制资源量占比最低为30~50%。

6.5.4 勘探阶段，在矿床内确定的勘查深度以上范围，一般探求探明、控制和推断资源量，且各类型资源量分布及比例应合理。勘探阶段应以首采区为重点，兼顾全区；首采区内原则上应为探明和控制资源量。在确定的勘查深度以下，一般不作深入工作，可对成矿远景作出评价。一般勘探阶段探明资源量占比最低为10~20%，探明+控制资源量占比最低为50~60%。

## 6.6 综合勘查综合评价

6.6.1 各勘查阶段均应对矿床进行综合勘查综合评价。具体要求按 GB/T 25283 执行。

6.6.2 勘查时，应注意对勘查区内回填料海砂开展综合评价（包括已圈定矿体的覆盖层或夹层）。

6.6.3 对达到综合评价参考指标且在当前技术经济条件下能够回收利用的伴生重矿物，应研究提出综合回收利用方案；对虽未达到综合评价参考指标或未列入综合评价参考指标，但可在矿石选冶过程中单独出产品或富集达到综合利用条件，应研究提出综合回收利用途径，并进行相应的评价。

## 7 绿色勘查要求

### 7.1 基本要求

7.1.1 应将绿色发展和生态环境保护要求贯穿于地质勘查设计、施工、验收、成果提交的全过程，实施勘查全过程的环境影响最小化控制。

7.1.2 依靠科技和管理创新，最大限度地避免或减轻勘查活动对海洋生态环境的扰动、污染和破坏。倡导采用先进的地球物理、地质取样和钻探勘查技术手段。

7.1.3 应对施工人员进行环境保护知识、技能培训，增强环境保护意识，切实落实绿色勘查要求。

## 7.2 勘查设计

7.2.1 勘查设计应充分体现并明确提出绿色勘查要求。

7.2.2 勘查设计前，应收集了解区内海洋生态环境资料，对勘查活动可能造成的生态环境影响及程度作出预判。

7.2.3 勘查设计中，应统筹勘查目的任务与生态环境保护之间的关系，采用适宜的勘查方法、技术手段、工艺设备和新材料，合理部署勘查工程，对物料堆存、废弃物处理、各项工程施工等勘查活动各环节的绿色勘查工作作出明确的业务技术安排，制定明确的安全及污染预防控制措施、组织管理措施和应急处置方案。

## 7.3 勘查施工

7.3.1 勘查施工过程中，应严格按照勘查设计落实绿色勘查要求。优化工程设计时，应充分考虑绿色勘查要求。

7.3.2 勘查施工过程中，应定期或不定期对绿色勘查工作进行检查评价，开展生产安全事故隐患的排查治理，对出现的动态问题及安全隐患，及时采取有效的技术措施，消除安全隐患，预防事故发生。

7.3.3 勘查工作中，应注意船舶漏油、船上生活污水垃圾的回收，钻进过程中使用泥浆的循环利用和规范处置。

## 7.4 环境恢复治理与验收

7.4.1 应针对勘查活动造成的环境破坏或影响，按照国家法律法规、强制性标准和恢复治理设计要求，及时进行环境恢复治理，最大限度消除勘查活动对生态环境造成的负面影响。

7.4.2 项目竣工验收应将绿色勘查要求落实情况作为重要考核内容。

## 8 勘查工作及其质量

### 8.1 地形地貌调查

#### 8.1.1 单波束水深测量

单波束水深测量采用测线网方式进行。主测线应垂直海底地形或构造的总体走向布设，联络测线则尽量与主测线垂直，不同比例尺的主测线和联络测线的测线间距见附录B中的表B.1。勘查方法及质量要求按GB/T 12763.10执行。

#### 8.1.2 多波束水深测量

多波束水深测量采用全覆盖方式进行，一般根据需要在详查、勘探阶段部署开展。主测线应沿海底地形的总体走向平行布设，最大限度地增加海底覆盖率，联络测线应垂直于主测线。勘查方法及质量要求按GB/T 12763.10和DZ/T 0292执行。

#### 8.1.3 侧扫声呐测量

根据勘查阶段任务要求及成图的比例尺决定测网密度和是否需要全覆盖测量；测线布设可与单（多）波束水深测量、浅地层剖面测量等工作同网，也可单独布设测网，不同比例尺的主测线和联络测线的测线间距见附录B中的表B.1。勘查方法及质量要求按GB/T 12763.10执行。

### 8.2 地球物理勘查

### 8.2.1 浅地层剖面测量

浅地层剖面测量采用测线网方式进行。主测线布置应垂直地层或构造的总体走向，联络线应尽量与主测线垂直；在不了解地层走向的情况下，主测线的布设应垂直海底地形等深线或构造总体走向；近岸作业时，主测线可垂直于等深线布设。在测量过程中遇海底地质构造复杂或地层变化较大，应适当加密测线，加密的程度以能完善地反映海底地层、砂层和控制浅部地质构造特征为原则。根据勘查阶段任务的要求，不同比例尺的主测线和联络测线的测线间距见附录B中的表B.1。勘查方法及质量要求按GB/T 12763.10和HY/T 253执行。

通过海底底质调查验证为泥质、粉砂质等细颗粒沉积物的，可选择同时开展浅地层剖面测量和单道地震测量手段；对海砂在海底表层直接出露，且通过底质调查验证为粗颗粒碎屑沉积物的，可直接选择单道地震测量手段。

### 8.2.2 单道地震测量

单道地震测量采用测线网方式进行。主测线布置应垂直地层的总体走向，联络线应尽量与主测线垂直，不同比例尺的主测线和联络测线的测线间距见附录B中的表B.1。勘查方法及质量要求按GB/T 12763.10执行。

## 8.3 海底底质调查

### 8.3.1 表层地质取样

表层地质取样测网及布设原则是根据不同勘查阶段比例尺要求确定的，具体见附录B中的表B.1。勘查方法及质量要求按GB/T 12763.8和DZ/T 0327执行。

### 8.3.2 柱状地质取样

柱状地质取样测网及布设原则是在表层地质取样测网的基础上进行的，站位尽可能布设在成矿潜力较大、矿体变化复杂的区域。据不同勘查阶段比例尺要求确定的测网见附录B中的表B.1。勘查方法及质量要求按GB/T 12763.8和DZ/T 0327执行。

在粗颗粒沉积物海域进行柱状地质取样难度较大，经以往地质资料收集和表层地质取样验证为粗颗粒沉积物时，勘查设计可不再部署柱状地质取样工作手段。

## 8.4 取样工程

地质钻探是海砂勘查取样工程的主要手段，为避免岩心污染，使用的钻探工艺应能保持矿石原有结构特点和完整性。取样工程布设的原则见6.3，其中详查阶段的勘查工程间距是海砂勘查的基本工程间距（见附录A中的表A.5）。勘查方法及质量要求按DZ/T 0327执行。

## 8.5 海洋水文、工程地质、环境地质调查

### 8.5.1 海洋水文

普查阶段进行海洋水文气象资料收集和评估，详查和勘探阶段应进行海洋水文观测和沉积动力调查。在勘查区有代表性的测站上，采用不少于25小时定点连续观测的方法，分层测量海流流速、流向、温度、盐度等，采集悬浮体水样，并同步开展潮位观测；分层一般宜按照表、中、底3层原则，当水深 $\geq 50\text{m}$ 时，应分为表、0.2H、0.6H、0.8H、底等5层。每1小时实测一次，每次分层实测流速、流向、水温、盐度、水体悬浮体含量。勘查方法及质量要求按GB/T 12763.2执行。

### 8.5.2 工程地质



普查阶段进行海洋工程地质资料收集和评估，详查和勘探阶段应进行海洋工程地质调查评价。通过地形地貌调查、浅地层剖面测量、工程地质取样测试试验，查明区内岩土层的物理力学性质及其空间变化、灾害地质要素及分布特征；开展工程地质条件综合评价，以便为海砂开采技术条件分析提供基础资料。勘查方法及质量要求按GB/T 12763.11执行。

### 8.5.3 环境地质

普查阶段进行海洋环境地质资料收集和评估，详查和勘探阶段应进行海洋环境地质调查评价。开展海洋水文动力、海水水质、表层沉积物、海洋生态（底栖生物）等海洋环境质量现状调查，调查断面及站位布设宜按GB/T 42361或GB/T 19485中2级评价要求执行；开展区域地震安全性分析评价；开展海水水质、沉积物、生态环境现状评价；开展海洋水文动力环境影响评价，进行平面二维潮流、泥沙扩散的数值模拟；开展地形地貌与冲淤环境影响评价和海砂开采对岸滩稳定性的影响分析。用于现状评价及影响评价的历史资料应满足GB/T 19485规定的时限性要求。

## 8.6 样品的采取、分析测试与试验

### 8.6.1 样品采取

- 8.6.1.1 样品的采取应具有代表性。采样的方法应根据采样目的，结合勘查手段等因素确定，样品重量应满足分析测试需要。样品的采集、贮存与运输按GB 17378.3执行。
- 8.6.1.2 表层样的采集应充分混合均匀后，根据研究测试项目的要求采取。
- 8.6.1.3 柱状样、钻孔岩心样的采集应根据岩性变化进行连续分段、分层取样，以满足沉积物分析研究及评价海砂质量要求。

### 8.6.2 分析测试

#### 8.6.2.1 沉积物分析

测试项目为粒度分析、地球化学分析、碎屑矿物鉴定、黏土矿物分析，测试方法按GB/T 12763.8、GB 17378.5、SY/T 5163执行。

#### 8.6.2.2 颗粒级配与细度模数

测定海砂在150 $\mu\text{m}$ 、300 $\mu\text{m}$ 、600 $\mu\text{m}$ 、1.18mm、2.36mm、4.75mm方孔筛的累计筛余百分率，计算海砂细度模数，评价颗粒级配分区。测试方法按GB/T 14684执行。

#### 8.6.2.3 含泥量

测定海砂中粒径小于75 $\mu\text{m}$ 的颗粒含量，测试方法按GB/T 14684执行。

#### 8.6.2.4 泥块含量

测定海砂中原粒径大于1.18mm，经水浸洗、手捏后小于600 $\mu\text{m}$ 的颗粒含量，测试方法按GB/T 14684执行。

#### 8.6.2.5 有害物质

测试项目为云母、轻物质、有机质、硫化物及硫酸盐、氯化物、贝壳含量等，测试方法按GB/T 14684执行。

#### 8.6.2.6 物理性质测试

测试项目为表观密度、堆积密度、空隙率、坚固性等，测试方法按GB/T 14684执行。

#### 8.6.2.7 碱集料反应

测试硅质集料与混凝土中的碱发生潜在碱—硅酸反应的危害性，测试方法按GB/T 14684执行。

#### 8.6.2.8 放射性比活度

测试海砂的放射性强度，以评价其对环境和人体的危害程度，测试内容包括<sup>40</sup>K (Bg/Kg)、<sup>226</sup>Ra (Bg/Kg)、<sup>232</sup>Th (Bg/Kg)。海砂的放射性剂量要求按GB 6566执行。

#### 8.6.2.9 重砂分析

分析鉴定海砂中重矿物的含量，采用实体显微镜下统计法，分析方法按DZ/T 0208执行。

#### 8.6.2.10 海水水质分析

分析项目为pH值、化学需氧量、溶解氧、活性磷酸盐氮、亚硝酸盐、硝酸盐氮、铵盐、石油类、总汞、铜、铅、锌、镉、砷、总铬、悬浮物等，测试方法按GB 17378.4执行。

#### 8.6.2.11 沉积物质量分析

分析项目为总汞、铜、铅、锌、镉、总铬、砷、石油类、有机碳、硫化物等，测试方法按GB 17378.5执行。

#### 8.6.2.12 底栖生物分析

分析鉴定底栖生物种类、数量、多样性指数，分析方法按GB 17378.6执行。

#### 8.6.2.13 其他分析测试

为满足地质、地层年代研究及矿石加工技术需要，还应开展沉积物全岩矿物分析、地质年代测定、古生物鉴定（孢粉、有孔虫、硅藻、放射虫、钙质超微化石等）、碳氧同位素等分析测试；开展氯离子物相分析，测定海砂氯离子的赋存状态、含量及分配率；可结合选冶试验成果开展工程应用研究，如淡化海砂对钢筋混凝土耐久性及力学性能试验研究等。

### 8.7 矿石选冶试样的采集与分析、试验

8.7.1 根据选矿加工技术试验目的和要求，选矿试验样品应在海砂矿体（层）结构、构造、物质组成、粒度组成等方面具有代表性，样品要与详查和勘探范围内矿石特征基本一致。

8.7.2 海砂为易选矿石，普查阶段，可进行矿床类比，开展矿石物化性能初步测试，初步判断矿石的可利用性；详查阶段，开展矿石物化性能基本测试研究，必要时进行实验室流程试验或实验室扩大连续试验；勘探阶段，开展物化性能详细测试研究，必要时进行实验室流程试验或实验室扩大连续试验，查明海砂的加工选冶技术性能。采样、试验质量要求按DZ/T 0340执行。

8.7.3 选矿产品作为钢筋混凝土用砂时，氯离子含量一般不得大于0.02%，作为预应力混凝土用砂氯离子含量一般不得大于0.01%。选矿产品拟应用于特定领域时，其有害物质的含量应满足相应标准规范的要求。

### 8.8 矿石物理性能测试样品的采集与试验

海砂为天然集料的原料，根据工业用途，矿石物理性能测试项目有含泥量、有害物质含量、坚固性、级配、表观密度、松散堆积密度、空隙率、碱集料反应（选矿试验前后样品对比）等。此外，还应

开展矿石体积质量（模拟海水环境大体重、干体重）、含水率、巨砾率、松散系数、风干状态和水下休止角等试验；以及根据需要对矿体（层）、夹石及底板的固结、剪切、密度、比重、液塑限等分析测试。各种样品采取方法、测定数量和质量要求按GB/T 50123、DZ/T 0340执行。

## 8.9 原始地质编录、资料综合整理和报告编写

### 8.9.1 原始地质编录

海砂勘查各阶段的各种原始地质编录应在现场进行，野外碎屑沉积物的分类命名见附录C中的表C.3。各项原始编录应有统一要求，文字简明扼要，书写整洁，图、表清晰，文、图、表应一致，符合DZ/T 0078的规定。对各项原始地质编录，应及时进行质量检查与验收。

### 8.9.2 资料综合整理

在各项原始地质编录质量检查验收的基础上，应及时进行地球物理数据处理解释、资料综合整理和研究，为编写勘查地质报告做好准备，按DZ/T 0079的规定对资料进行综合整理。提倡使用计算机技术及RS、GPS、GIS和地球物理处理等新技术、新方法，应尽量采用数字化技术处理，建立勘查成果数据库。

### 8.9.3 报告编写

勘查报告的具体编制应符合DZ/T 0033的规定，并应由主管单位或勘查委托人组织相关专家检查验收。

## 9 可行性评价

### 9.1 基本要求

9.1.1 在普查、详查和勘探各阶段，均应进行可行性评价工作，并与勘查工作同步进行、动态深化，以使各勘查阶段紧密衔接，减少勘查或开发的投资风险，提高矿产勘查开发的经济、社会效益及生态环境综合效益。

9.1.2 可行性评价根据研究深度由浅到深划分概略研究、预可行性研究和可行性研究三个阶段。概略研究可由勘查单位完成，预可行性研究和可行性研究应由具有相应能力的单位完成。

9.1.3 可行性评价应视研究深度的需要，综合考虑地质、采矿、加工选冶、基础设施、经济、市场、法律、环境、社区和政策等因素，分析研究矿山建设的可能性、可行性，并作出是否宜由较低勘查阶段转入较高勘查阶段、矿床开发是否可行的结论。

### 9.2 概略研究

9.2.1 通过了解分析项目的地质、采矿、加工选冶、基础设施、经济、市场、法律、环境、社区和政策等因素，对项目的技术可行性和经济合理性进行简略研究，作出矿床开发是否可能、是否转入下一勘查阶段工作的结论。

9.2.2 概略研究可在各勘查工作程度基础上进行。具体按DZ/T 0336执行。

### 9.3 预可行性研究

9.3.1 通过分析项目的地质、采矿、加工选冶、基础设施、经济、市场、法律、环境、社区和政策等因素，对项目的技术可行性和经济合理性进行初步研究。作出矿山建设是否可行的基本评价，为矿山建设立项提供决策依据。

9.3.2 预可行性研究应在详查及以上工作程度基础上进行。

#### 9.4 可行性研究

9.4.1 通过深入分析项目的地质、采矿、加工选冶、基础设施、经济、市场、法律、环境、社区和政策等因素，对项目的技术可行性和经济合理性进行详细研究。作出矿山建设是否可行的详细评价，为矿山建设投资决策、确定工程项目建设计划和编制矿山建设初步设计等提供依据。

9.4.2 可行性研究一般宜在勘探工作程度基础上进行。

### 10 资源储量估算

#### 10.1 矿床工业指标

10.1.1 矿床工业指标是在一定时期的技术经济条件下，对矿床矿石质量和开采技术条件方面所提出的一套指标，是圈定矿体、估算资源储量的依据。通常包括一般工业指标和论证制订的矿床工业指标。矿床工业指标论证制订按 DZ/T 0339 执行。

10.1.2 普查阶段，可采用一般工业指标，也可采用与同类矿床类比的工业指标；详查、勘探阶段，原则上采用一般工业指标，也可根据需要采用经论证制订的矿床工业指标。海砂勘查一般工业指标见附录 D。

#### 10.2 矿体圈定

##### 10.2.1 圈定原则

矿体（层）圈定应从单工程开始，按照单工程——剖面——平面或三维矿体（层）顺序，由表及里、由浅入深依次圈连，剖面上与平面上的矿体（层）应相互对应。

##### 10.2.2 单工程矿体的圈定

根据分析测试数据，矿石质量符合工业指标的样品，不论其连续累计厚度多大，都应圈定为一个矿体（层）。

##### 10.2.3 剖面上矿体的连接

直接出露海底的矿体（层）顶板通常以地形线自然相连，底板以单工程控制矿层的实际厚度直线连接。埋藏型矿体（层）顶、底板通常以单工程控制矿层的实际厚度直线连接。此外，还应充分应用浅剖、单道地震测量成果，加强分层连接，达到对矿体顶、底板的有效控制。

##### 10.2.4 平面上矿体的连接

采用直线连接各剖面上矿体的资源量估算界限投影点。

##### 10.2.5 矿体的外推

矿体的外推应符合以下条件：

——相邻的两工程一个见矿，另一个不见矿时，若实际工程间距不大于推断资源量工程间距，则按实际工程间距的 1/2 尖推或 1/4 平推，若实际工程间距大于推断资源量工程间距，则按推断资源量工程间距的 1/2 尖推或 1/4 平推；

——边缘见矿工程外没有工程控制时，矿体应按推断资源量或控制资源量工程间距的 1/2 尖推或 1/4 平推。

### 10.2.6 块段的划分

块段是矿产资源储量估算的基本单元，应根据矿体的连续性、资源储量类型、矿石质量以及矿体边界等要素来划分。其划分原则为：

- 要素相同的应划分为相同块段，要素不同的应分别划为不同块段，同一块段内，矿体连续、产状稳定、地质可靠程度相同；
- 不同资源储量类型的块段、工程内圈定及外推的块段应单独划分，属同一资源储量类型的划为一个块段，块段划分不宜过大或过小，通常沿矿体走向上以勘查线上见矿工程连线为界，倾向上以勘查线上见矿工程连线为限；
- 由单工程控制的矿体划分为一个块段。

### 10.3 资源量估算的基本要求

10.3.1 参与资源量估算的各项工程质量、采样测试分析质量均应符合有关规范、规程和规定要求。凡符合有关规范、规程和规定要求的工程、采样测试分析结果均应参与矿体（层）圈定和资源量估算。

10.3.2 资源量估算应在充分研究矿床地质特征和成矿控矿因素的基础上，遵循地质规律，按照工业指标和圈矿原则正确圈定矿体（层）的前提下进行。

10.3.3 矿体（层）圈连应符合地质规律，矿体（层）与地质体的关系应符合地质认识。通常应采用直线连接，在充分掌握矿体（层）的形态特征时，也可采用自然曲线连接。无论采用何种方式连接，工程间圈连的矿体（层）厚度不应大于工程控制矿体（层）的实际厚度。

10.3.4 应按矿体（层），分资源量类型估算资源量。

10.3.5 资源量估算应根据矿体（层）特征（矿层的形态和内部结构、宽度、厚度、产状及其变化情况）、取样工程分布情况和取样数量等选择适宜估算方法，并以实际测定值为基础依据，合理选取资源量估算参数。估算探明资源量、控制资源量时应采用取样工程确定的估算参数，估算推断资源量时可采用取样工程和地球物理勘查成果相结合的方式确定矿体估算参数。原则上采用计算机应用技术，建立数据库和三维地质模型，估算资源量；也可选择地质块段法、断面法、算术平均法，估算资源量。资源量估算方法的选择与运用按 DZ/T 0338（所有部分）执行。

### 10.4 估算参数的确定

#### 10.4.1 细度模数

细度模数的确定分为：

- a) 单样品细度模数：由分析测试结果获得；
- b) 单工程细度模数：采用块段内单工程细度模数与单工程厚度加权平均求得；
- c) 块段平均细度模数：采用块段内单工程细度模数与单工程厚度加权平均求得；
- d) 矿体平均细度模数：采用矿体内各块段平均细度模数与块段矿石体积加权平均求得。

#### 10.4.2 含砂率

含砂率的确定分为：

- a) 单样品含砂率：100%—含泥量百分数—单样品 4.75mm 筛余量百分数；
- b) 单工程含砂率：采用单样品含砂率与样品长度加权平均求得；
- c) 块段平均含砂率：采用块段内单工程含砂率与单工程厚度加权平均求得；
- d) 矿体平均含砂率：采用矿体内各块段平均含砂率与块段矿石体积加权平均求得。

#### 10.4.3 含泥量

含泥量的确定分为：

- a) 单样品含泥量：由分析测试结果获得；
- b) 单工程含泥量：采用单样品含泥量与样品长度加权平均求得；
- c) 块段平均含泥量：采用块段内单工程含泥量与单工程厚度加权平均求得；
- d) 矿体平均含泥量：采用矿体内各块段平均含泥量与块段矿石体积加权平均求得。

#### 10.4.4 厚度

矿体厚度的确定分为：

- a) 单工程矿体厚度：单工程中同一矿层内符合矿石质量指标的各单样品代表长度之和；
- b) 块段平均厚度：采用块段内所有单工程厚度算术平均求得。
- c) 矿体平均厚度：采用各块段体积之和与各块段的投影面积之和的比值。

#### 10.4.5 面积测定

利用满足资源量估算精度要求的软件制图，可在资源量估算图上直接读取。

#### 10.4.6 体重

矿石体重分为自然体重和干体重，可通过室内试验获得。

### 10.5 储量估算的基本要求

当可行性评价采取预可行性或可行性研究时，应估算储量。分析研究采矿、加工、选冶、基础设施、经济、市场、法律、环境、社区和政策等因素（简称转换因素），通过预可行性研究、可行性研究或与之相当的技术经济评价，认为矿产资源开发项目技术可行、经济合理、环境允许时，考虑可能的矿石损失和贫化后，探明资源量、控制资源量扣除设计损失和采矿损失后方能转为储量。资源储量类型划分及转换具体按GB/T 17766执行。

### 10.6 资源储量类型确定

应根据矿床不同矿体（层）、不同地段（块段）的勘查控制研究程度，客观评价分类对象的地质可靠程度，并结合可行性评价的结论，确定矿产资源储量类型。具体按GB/T 17766、GB/T 13908执行。

### 10.7 资源储量估算结果

资源储量估算结果应以文、图、表的方式，按保有、动用（有动用量时）和累计查明，对不同资源量类型反映清楚；最终结果包括矿石量（体积、质量）、细度模数、含砂率、含泥量。资源储量估算单位及精度具体要求如下：

- a) 细度模数，保留一位小数；
- b) 含砂率，保留一位小数；
- c) 含泥量（%），保留一位小数；
- d) 厚度单位，为米（m），保留两位小数；
- e) 面积单位，为平方米（m<sup>2</sup>），保留整数；
- f) 矿石量（体积）单位，为万立方米（10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>），保留两位小数；
- g) 矿石量（质量）单位，为万吨（10<sup>4</sup>t），保留两位小数；
- h) 体重单位，为吨/立方米（t/m<sup>3</sup>），保留两位小数。

## 附录 A

(资料性)

## 矿床勘查类型划分及勘查工程间距

## A.1 勘查类型的确定

## A.1.1 确定的因素

根据主要矿体的规模大小、形态复杂程度、厚度稳定程度、矿石含泥量分布的均匀程度等四个主要地质因素确定勘查类型。为了量化这四个地质因素的影响大小，每个因素都赋予一定的数值，称为类型系数。应用每个矿床相对应的上述四个地质因素的类型系数之和确定勘查类型。在影响勘查类型的四个因素中，主矿体规模大小和形态复杂程度比较重要，所赋的类型系数各占总值的30%；厚度稳定程度和矿石含泥量分布的均匀程度相对次要，所赋的类型系数各占总值的20%。

## A.1.2 矿体规模

矿体规模分为大、中、小型三类，其划分条件及类型系数见表A.1。

表A.1 矿体规模分级表

规模	长度 (m)	平均宽度 (m)	类型系数
大	>10 000	>2 000	0.9
中	10 000~3 000	2 000~500	0.6
小	<3 000	<500	0.3

注：小范围勘查由区域矿体规模进行分级。

## A.1.3 矿体形态复杂程度

矿体形态复杂程度分为简单、中等、复杂三类，其划分条件及类型系数见表A.2。

表A.2 矿体形态复杂程度表

形态复杂程度	形态特征	类型系数
简单	矿体形态较规则，呈层状、似层状，底板平坦且坡度小	0.9
中等	矿体形态较规则—不规则，呈似层状，分支复合较多，底板不平坦	0.6
复杂	矿体形态不规则—很不规则，呈分枝状、透镜状，分支复合较多，底板极不平坦	0.3

## A.1.4 矿体厚度稳定程度

矿体厚度稳定程度分为较稳定、不稳定、很不稳定三类，其划分条件及类型系数见表A.3。

表A.3 矿体厚度稳定程度表

稳定程度	厚度变化系数 (%)	类型系数
较稳定	<50	0.6
不稳定	50~80	0.4
很不稳定	>80	0.2

## A.1.5 矿石含泥量分布的均匀程度

矿石含泥量分布的均匀程度分为较均匀、不均匀、很不均匀三类，其划分条件及类型系数见表A.4。

表A.4 矿石含泥量分布的均匀程度表

分布均匀程度	含泥量变化系数 (%)	类型系数
较均匀	<100	0.6
不均匀	100~150	0.4
很不均匀	>150	0.2

表A.4中含泥量变化系数 (V) 的计算公式如下：

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100\%$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (X_i - \bar{X})^2} \quad (n < 50 \text{ 时})$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (X_i - \bar{X})^2} \quad (n \geq 50 \text{ 时})$$

式中：

V——含泥量变化系数；

σ——含泥量均方差；

$\bar{x}$ ——含泥量算术平均数；

$X_i$ ——样品含泥量；

n——样品数量。

## A.2 勘查工程间距

本文件推荐的勘查工程间距见表A.5。

表A.5 勘查工程间距推荐表

勘查类型	基本工程间距 (m)	
	线距 (走向)	孔距 (倾向)
I	1000~2000	500~1000
II	500~1000	200~500
III	200~500	100~200

注1：本勘查工程间距也适用于回填料海砂勘查和评价。  
注2：小范围勘查由勘查区范围及形状适当调整工程间距。



附录 B  
(资料性)  
海砂勘查测网

海砂勘查推荐的测网见表B.1。

表B.1 海砂勘查测网表

勘查工作		普查阶段		详查阶段		勘探阶段	
方法	手段	勘查比例尺	测网	勘查比例尺	测网	勘查比例尺	测网
海底地形地貌调查	单波束水深测量	1:100 000	2km×4km	1:50 000~ 1:25 000	1km×2km~ 0.5km×1km	1:10 000~ 1:5 000	0.2km×0.5km~ 0.1km×0.2km
	侧扫声呐测量	1:100 000	2km×4km	1:50 000~ 1:25 000	1km×2km~ 0.5km×1km	1:10 000~ 1:5 000	0.2km×0.5km~ 0.1km×0.2km
海底底质调查	表层地质取样	1:100 000	2km×4km	1:50 000~ 1:25 000	1km×2km~ 0.5km×1km	1:10 000~ 1:5 000	0.2km×0.5km~ 0.1km×0.2km
	柱状地质取样	1:100 000	不少于表层地质取样 站位的15%。	1:50 000~ 1:25 000	不少于表层地质取样 站位的15%。	1:10 000~ 1:5 000	不少于表层地质取样 站位的15%。
地球物理勘查	浅地层剖面测量	1:100 000	2km×4km	1:50 000~ 1:25 000	1km×2km~ 0.5km×1km	1:10 000~ 1:5 000	0.2km×0.5km~ 0.1km×0.2km
	单道地震测量	1:100 000	2km×4km	1:50 000~ 1:25 000	1km×2km~ 0.5km×1km	1:10 000~ 1:5 000	0.2km×0.5km~ 0.1km×0.2km
<p>注1：“×”号前为主测线间距，“×”后为联络测线间距。</p> <p>注2：勘探阶段的地形地貌调查常采用多波束水深测量。</p> <p>注3：海底底质情况是选择浅地层测量工作手段的考虑因素。</p> <p>注4：柱状地质取样手段不适用于粗碎屑沉积物。</p> <p>注5：小范围勘查由勘查区范围及形状适当调整测网。</p>							

附 录 C  
(资料性)  
沉积物粒级与命名分类

### C.1 碎屑沉积物粒级分类表

碎屑沉积物粒级标准见表C.1。

表C.1 沉积物粒级分类表

粒级名称	粒级范围 (mm)
巨砾	>1000
粗砾	>100
中砾	>9.50
细砾	9.50~4.75
极细砾	4.75~2.36
极粗砂	2.36~1.18
粗砂	1.18~0.60
中砂	0.60~0.30
细砂	0.30~0.15
极细砂	0.15~0.075
粉砂	0.075~0.005
粘土	<0.005

### C.2 沉积物分类命名

沉积物按细度模数分为砾(卵)石、粗砂、中砂、细砂、特细砂和泥。沉积物分类命名见表C.2。

表C.2 沉积物分类命名表

沉积物类型	细度模数 (M <sub>x</sub> )
砾(卵)石	>3.7
粗砂	3.7~3.1
中砂	3.0~2.3
细砂	2.2~1.6
特细砂	1.5~0.7
泥	<0.7

### C.3 沉积物野外分类命名

为使沉积物野外分类命名和按细度模数分类命名有效衔接,野外编录时,采用优势粒级法进行野外命名。沉积物野外分类命名见表C.3。

表C.3 沉积物野外分类命名表

优势粒级	特定粒级组合	沉积物野外命名					
		砾(卵)石	粗砂	中砂	细砂	特细砂	泥
极细砾 (2.36~4.75mm)	极细砾及以上粒级 (>2.36mm)	≥50%	<50%				
极粗砂 (1.18~2.36mm)	粗砂及以上粒级 (>0.60mm)		≥70%	<70%			
粗砂 (0.60~1.18mm)	粗砂及以上粒级 (>0.60mm)		≥70%	<70%			
中砂 (0.30~ 0.60mm)	≥80%	中砂粒级 (0.30~0.60mm)				≥80%	
	55%~80%	中砂及以下粒级 (<0.60mm)			<70%	≥70%	
	<55%	中砂及以下粒级 (<0.60mm)		<40%	40%~65%	65%~90%	≥90%
细砂 (0.15~ 0.30mm)	≥65%	细砂粒级 (0.15~0.30mm)					≥65%
	<65%	细砂及以下粒级 (<0.30mm)				<65%	65%~95% ≥95%
极细砂及以下 (<0.15mm)	细砂及以下粒级 (<0.30mm)				<55%	55%~85%	≥85%

注：优势粒级为判别基础，特定粒级组合百分数为沉积物野外命名依据。

附录 D  
(资料性)  
一般性工业指标

D.1 矿石质量指标

D.1.1 砂的细度模数：0.7~3.7。

D.1.2 含砂率： $\geq 80\%$ 。

D.1.3 放射性物质照射指标： $\leq 1$ 。

D.2 开采技术条件指标

D.2.1 最小可采厚度： $\geq 2\text{m}$ 。

D.2.2 夹层剔除厚度： $\geq 2\text{m}$ 。

## 参 考 文 献

- [1] GB/T 33444—2016 固体矿产勘查工作规范
- [2] DZ/T 0208—2020 矿产地质勘查规范 金属砂矿类
- [3] DZ/T 0255—2014 海洋区域地质调查规范（1:50 000）
- [4] DZ/T 0256—2014 海洋区域地质调查规范（1:250 000）
- [5] T/CMAS 0001—2018 绿色勘查指南
- [6] DD 2012—10 海砂（建筑用砂）地质勘查规范
- [7] 矿产资源工业要求手册（2014年修订本）.地质出版社，2014.
- [8] 曹雪晴、谭启新、张勇等.中国近海建筑砂矿床特征.矿石矿物学杂志，2007年02期.
- [9] 全长亮、黎刚等.海南岛东北部海域海砂资源特征及成因.海洋地质前沿，2018年01期.
- [10] 全长亮、陈飞等.海南省海砂资源勘查开发现状与对策分析.海洋开发与管理，2018年03期.
- [11] 全长亮.海南岛海砂资源的分类特征及成矿特点分析.中国地质调查，2018年03期.
- [12] 全长亮、陈飞等.海南岛东北部海域海砂资源分布特征及开发前景分析.中国矿业，2019年01期.
- [13] 全长亮.海南省建筑用海砂资源保障对策研究.国土资源情报，2019年06期.
- [14] 全长亮、张匡华等.海南岛北部海域海砂资源潜力评价.中国地质，2020年05期.
- [15] 海南省海洋地质调查研究院.西南浅滩海砂资源勘查评价工程间距论证分析报告.2020.2.
- [16] 海南省海洋地质调查研究院.海南省文昌市西南浅滩2Km<sup>2</sup>海域海砂资源详查地质报告.2020.4.
- [17] 海南省海洋地质调查研究院.海南省文昌市铺前湾海域西南前滩海砂资源详查地质报告.2020.9.
- [18] 海南省海洋地质调查研究院.海南省文昌市铺前湾海域西南前滩海砂资源普查地质报告.2020.11.
- [19] 海南省海洋地质调查研究院.海南省东方市昌化江入海口海域墩头浅滩海砂资源详查地质报告.2020.11.
- [20] 海南省海洋地质调查研究院.海南省临高县琼州海峡西口海域海砂资源普查报告.2021.11.
- [21] 海南省海洋地质调查研究院、广西雍华矿冶工程设计咨询有限公司.海南省乐东县二行沙西侧海域海砂矿床工业指标论证报告.2022.10.
- [22] 海南省海洋地质调查研究院.海南省乐东县二行沙西侧海域海砂资源详查报告.2022.11.
- [23] 海南省海洋地质调查研究院.海南省东方市通天沙西侧海域海砂资源普查报告.2022.11.