

ICS
CCS

DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

XX/T XXXXX—XXXX

矿产地质勘查规范 海砂

Specifications for marine sand and gravel exploration

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中华人民共和国自然资源部 发布

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 勘查目的及勘查阶段	2
5 勘查工作程度	3
6 绿色勘查要求	9
7 勘查工作及质量	10
8 可行性评价	14
9 资源储量估算	15
附录 A（资料性） 勘查类型划分	18
附录 B（资料性） 海砂勘查测网	20
附录 C（资料性） 部分砂矿资源储量规模划分标准及品位要求	21
附录 D（资料性） 建筑用海砂有害物质含量等要求	22
附录 E（资料性） 海砂沉积物粒度分级标准	23
附录 F（资料性） 海砂沉积物命名方法	24
附录 G（资料性） 粗度指数的计算方法	26
附录 H（资料性） 海砂规格分类	27
附录 I（资料性） 一般工业指标	28
附录 J（资料性） 海砂矿床主要成因类型	29
附录 K（资料性） 资源量和储量类型及转换关系	30
参考文献	31

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。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会（SAC/TC93）归口。

本文件起草单位：广州海洋地质调查局、青岛海洋地质研究所、自然资源实物地质资料中心、海南省海洋地质调查院、福建省厦门地质工程勘察院、福建省地质调查研究院。

本文件主要起草人：倪玉根、张勇、李建国、习龙、陈波、石要红、马胜中、贾磊、钱星、陈科衡、夏真、陈桂忠、陈欣、郑文燕、林明智、裘中良、毕世普、林光隆、梁开、陈太浩、袁晓婕、董世鸣。

矿产地质勘查规范 海砂

1 范围

本文件规定了海砂地质勘查目的及勘查阶段、勘查工作程度、绿色勘查要求、勘查工作及其质量、可行性评价、资源储量估算等要求。

本文件适用于海砂地质勘查工作及成果评价等。

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/T 12763 海洋调查规范
- GB/T 13908 固体矿产地质勘查规范总则
- GB/T 14506 硅酸盐岩石化学分析方法
- 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 20260 海底沉积物化学分析方法
- GB/T 25283 矿产资源综合勘查评价规范
- 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 地质矿产勘查地质资料综合整理综合研究技术要求
- DZ/T 0208 矿产地质勘查规范 金属砂矿类
- 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

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

海砂（海洋集料） marine sand and gravel (marine aggregates)

由岩石风化后，经水流、冰川和风等地质营力侵蚀、搬运或改造，赋存于海洋环境的砂、砾质碎屑沉积物。

注1：海砂（海洋集料）按用途主要分为：（1）回填料用海砂；（2）建筑用海砂。

注2：建筑用海砂必须净化符合要求后方可使用。

3.2

含砂量 sand content

海砂中粒径介于0.063~32mm的颗粒含量质量百分比。

3.3

含泥量 mud content

海砂中粒径小于0.063mm的颗粒含量质量百分比。

3.4

粗度指数 coarseness exponent

衡量海砂粗细程度的指标。

4 勘查目的及勘查阶段

4.1 勘查目的

一般工业指标

发现和评价可供进一步勘查或开采的海砂矿床（体），为海砂资源的勘查、开发和管理等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/T17766划分为普查、详查和勘探三个阶段。一般应按阶段循序渐进地进行。合并或跨阶段提交勘查成果时，也宜参照勘查阶段要求分步实施。

4.2.2 各阶段目的任务

4.2.2.1 普查

在海洋区域地质调查、研究的基础上，通过物探、钻探等有效的勘查手段，发现海砂矿体，通过稀疏探矿工程控制和取样测试、试验研究，初步查明矿体（床）地质特征，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

在普查的基础上，通过物探、钻探等有效的勘查手段、系统探矿工程控制和取样测试、试验研究，基本查明矿床地质特征、矿石加工选冶技术性能以及开采技术条件，为海砂开采区规划、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

在详查的基础上，通过物探、钻探等有效的勘查手段、加密探矿工程控制和取样测试、深入试验研究，详细查明矿床地质特征、矿石加工选冶性能以及开采技术条件，为海砂开采区确定生产规模、开采方式、开发方案、矿石加工选冶工艺等提供必需的地质资料。开展概略研究，估算推断资源量、控制资源量和探明资源量；也可开展预可行性研究估算可信储量，或开展可行性研究估算证实储量。

5 勘查工作程度

5.1 勘查控制基本要求

5.1.1 勘查类型

5.1.1.1 矿床勘查类型应根据主要矿体的特征确定。勘查阶段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。

5.1.1.2 普查阶段矿体的基本特征尚未查清，难以确定勘查类型，可与同类矿床类比，初步确定勘查类型；详查阶段应根据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主要地质因素的变化情况验证勘查类型确定的合理性，经验证不合理的，应调整勘查类型。

5.1.1.3 根据主要矿体的规模、形态复杂程度、厚度稳定程度、海砂含量分布均匀程度四个主要地质因素，将勘查类型划分为：I 类型（简单类型），II 类型（中等类型），III 类型（复杂类型）。详见附录 A。

5.1.1.4 鉴于地质因素的复杂性，允许有 I-II 类型（简单-中等类型）、II-III 类型（中等-复杂类型）等过渡勘查类型存在。

5.1.1.5 对于规模巨大且不同地段勘查难易程度相差较大的矿床（体），可分段（区）确定勘查类型。

5.1.1.6 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。

5.1.2 勘查工程间距

5.1.2.1 应根据勘查类型合理确定勘查工程间距。地球物理和底质调查测网参见附录 B 表 B.1。探求控制资源量的参考基本勘查工程间距参见附录 B 表 B.2。

5.1.2.2 探明、推断资源量的勘查工程间距，一般分别在基本勘查工程间距的基础上加密和放稀 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。

5.1.2.3 当不具备确定勘查类型的条件时（如普查、跨阶段勘查等情况），可按 II 类型初步确定勘查工程间距。

5.1.3 勘查工程部署

5.1.3.1 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，充分考虑海砂矿床成因，并结合海砂矿体（层）形态特点部署。

5.1.3.2 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、作业条件和生态环境保护要求，选择适当、有效、对生态环境影响小的勘查方法和手段，按矿床勘查类型和相应勘查工程间距部署勘查工程，对矿床进行整体控制；视具体情况调整局部勘查工程间距，加强对矿体局部（如矿体变化较大的地段）的控制。

5.1.3.3 一般情况下，普查阶段采用有限的探矿工程进行控制，详查阶段采用系统的（按一定的勘查工程间距并有规律）探矿工程控制，勘探阶段在详查系统控制的基础上合理地加密控制。

5.1.3.4 海砂地质勘查探矿工程一般以地质钻探为主，配合以有效的地球物理和底质调查手段。地球物理和底质调查测网的布设宜考虑与海洋区域地质调查等资料的衔接。钻探工程应布设在物探测线上，以进行井震对比。

5.1.3.5 一般以勘查网布置工程，地球物理测网不稀于钻探勘查网。

5.1.4 勘查深度

5.1.4.1 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。根据当前国内海砂勘查开发工作经验，勘查深度（含水深）一般不超过 100m。探矿工程（钻孔）揭露深度（自海底以下）一般不超过 30m，可根据实际需要（如泥质盖层较厚等情况）布设更大进尺的钻孔。也可以根据勘查区的生态环境保护要求和当地开采技术水平，调整勘查区的勘查深度。

5.1.4.2 若海底以下 30m 以内遇基岩，则勘查至基岩面（风化层）。

5.1.5 放射性检查

勘查过程中应进行放射性检查，存在放射性异常时应按要求采样测试。当海砂矿体或围岩中的放射性核素含量超过允许限值又不能回收利用，可能影响人体健康及环境保护且无法采取有效措施防治时，不宜转入后续工作。

5.1.6 综合勘查综合评价

5.1.6.1 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。

5.1.6.2 海砂中常伴生有锆石、钛铁矿、金红石、独居石、磷钇矿、锡石、砂金和石英砂矿等，在勘查过程中应综合考虑，进行综合评价（见附录 C）。

5.1.6.3 在勘查建筑用海砂时，若海砂达不到建筑用海砂的要求，应对其是否可作为回填料用海砂进行综合评价。

5.1.7 资料收集

各勘查阶段均应全面收集区域地质资料，特别是工作区及周边的地质、矿产、物探、分析测试、试验研究、最新研究成果等资料，并在充分研究的基础上加以利用。

5.2 普查阶段要求

5.2.1 成矿地质条件

收集海洋地质、矿产、地球物理、地球化学和海洋环境等资料，了解区域地质特征和勘查区成矿远景。开展 1:25000~1:10000 比例尺的海洋地球物理和底质调查（附录 B 表 B.1），结合稀疏钻探工程揭露，研究成矿地质规律，与已知矿床对比，探讨矿床成因，总结找矿标志。要求如下：

- a) 初步查明勘查区成矿地质条件和矿化地质体特征。
- b) 初步查明勘查区地层、构造、岩浆岩、海底底质、地形地貌和地球物理等特征。
- c) 初步查明勘查区海底松散沉积层（第四系地层）的层序、岩性、厚度、空间分布及沉积环境等。

5.2.2 矿体特征

通过地球物理和底质调查，对初步发现的海砂矿体，特别是主要矿体，应用钻探工程控制，通过初步控制研究，对矿体（层）的连续性做出合理推测。要求如下：

- a) 初步查明海砂矿体的数量、规模、形态、产状、内部结构、厚度及其变化情况。
- b) 初步查明海砂矿体的连续性、地球物理反射标志、空间分布范围等。
- c) 初步查明海砂矿体的顶底板起伏变化特征，以及覆盖层和夹层的岩性、产状、厚度、分布情况等特征。

5.2.3 矿石质量

通过稀疏工程的取样鉴定、测试、分析，与同类矿床类比，初步查明海砂的沉积物类型、粒度组成、含泥量、含砂量、粗细程度（粗度指数或细度模数）、表观密度、堆积密度、矿物组成、化学成分、有害物质含量、放射性等；初步查明矿体周围泥层和夹层（围岩和夹石）的沉积物类型、粒度组成、矿物组成、化学成分等。

5.2.4 矿石加工选冶技术性能

海砂为易选矿，普查阶段可类比，必要时进行可选性试验，初步查明矿石的加工选冶技术性能。具体要求参照 DZ/T 0340 执行。若海砂作为建筑用途，应保证其净化后有害物质含量等符合 GB/T 14684 的要求（见附录 D）。

5.2.5 矿床开采技术条件

5.2.5.1 海洋水文气象

收集区域和勘查区海洋水文、气象资料，初步了解区域和勘查区海洋水文、气象条件。

5.2.5.2 工程地质

收集区域和勘查区的工程地质资料，初步了解工程地质条件。简单或中等的可与相似的采砂场类比，复杂的应当布置工程地质工作。要求如下：

- a) 初步了解勘查区第四系地层的岩性，初步划分工程地质岩组。
- b) 初步了解勘查区海砂矿体及顶底板地层的物理力学性质。
- c) 初步了解覆盖层、夹层的厚度与分布情况及其对海砂开采的影响。

d) 预测海砂开采时可能发生的主要工程地质问题。

5.2.5.3 环境地质

收集、研究区域和勘查区的环境地质资料，初步了解环境地质现状。要求如下：

- a) 收集区域和勘查区地震、新构造活动资料，对勘查区稳定性做出初步评价。收集、初步了解勘查区及附近旧采迹、浅埋基岩、浅层气、海底滑坡等灾害地质因素资料。
- b) 收集、初步了解勘查区及附近航道、锚地、海洋保护区、生态红线、海水养殖、海洋工程、海底管线以及其它禁采区等分布情况。
- c) 初步了解海砂矿体、覆盖层中可能影响环境质量的放射性核素以及其它有害组分的种类、含量。
- d) 初步了解海砂开采对水文水动力、地形地貌、岸滩与岸线稳定性、海洋生态环境与生物资源的影响。

5.2.6 资源量探求要求

勘查区内发现海砂矿体时，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。

5.3 详查阶段要求

5.3.1 成矿地质条件

在普查的基础上，开展 1:10000~1:5000 比例尺的海洋地球物理和底质调查（附录 B 表 B.1），结合系统钻探工程控制和揭露，阐明矿床的成矿规律和矿床成因。要求如下：

- a) 基本查明勘查区成矿地质条件和矿化地质体特征。
- b) 基本查明勘查区地层、构造、岩浆岩、海底底质、地形地貌和地球物理等特征。
- c) 基本查明勘查区海底松散沉积层（第四系地层）的层序、岩性、厚度、空间分布及沉积环境等。

5.3.2 矿体特征

采用有效的勘查技术方法手段，系统的钻探工程，对矿区进行系统控制，基本查明海砂矿体特征。要求如下：

- a) 基本查明海砂矿体的数量、规模、形态、产状、内部结构、厚度及其变化情况。
- b) 基本查明海砂矿体的连续性、地球物理反射标志、空间分布范围。
- c) 基本查明海砂矿体的顶底板起伏变化特征，以及覆盖层和夹层的岩性、产状、厚度、分布情况等特征。

5.3.3 矿石质量特征

基本查明海砂的沉积物类型、粒度组成、含泥量、含砂量、粗细程度（粗度指数或细度模数）、表观密度、堆积密度、矿物组成、化学成分、有害物质含量、放射性等；基本查明矿体周围泥层和夹层（围岩和夹石）的沉积物类型、粒度组成、矿物组成、化学成分等。

5.3.4 矿石加工选冶技术性能

基本查明矿石的加工选冶技术性能，具体要求参照 DZ/T 0340 执行。若海砂作为建筑用途，应保证其净化后有害物质含量等符合 GB/T 14684 的要求（见附录 D）。

5.3.5 矿床开采技术条件

5.3.5.1 海洋水文气象

收集区域和勘查区海洋水文、气象资料，了解区域和勘查区海洋水文、气象条件，尤其是影响海砂开采的风、波浪、潮汐、海流、热带气旋、风暴潮、冷空气等，必要时布站观测。

5.3.5.2 工程地质

收集区域和勘查区的工程地质资料，根据不同矿床成因类型，有针对性地开展工程地质工作，每个详查区至少布设 1 个有代表性的工程地质钻孔，取样开展工程地质测试分析，砂层开展标准贯入试验。要求如下：

- a) 基本查明勘查区第四系地层的岩性，初步划分工程地质岩组。
- b) 基本查明勘查区海砂矿体及顶底板地层的物理力学性质，如颗粒组成、干湿密度、含水量、孔隙比、饱和度、液塑限、密实度、压缩试验指标、抗剪强度、休止角等。
- c) 基本查明覆盖层、夹层的厚度与分布情况及其对海砂开采的影响。
- d) 预测海砂开采时可能发生的主要工程地质问题。

5.3.5.3 环境地质

收集区域和勘查区的环境地质资料，根据不同矿床成因类型，有针对性地开展环境地质工作。要求如下：

- a) 收集、了解勘查区及附近航道、锚地、海洋保护区、生态红线、海水养殖、海洋工程、海底管线以及其它禁采区等分布情况。
- b) 基本查明勘查区内旧采迹、浅埋基岩、浅层气、海底滑坡等灾害地质因素分布情况。
- c) 基本查明海砂矿体、覆盖层中可能影响环境质量的放射性核素以及其它有害组分的种类、含量。
- d) 了解海砂开采对水文水动力、地形地貌、岸滩与岸线稳定性、海洋生态环境与生物资源的影响。

5.3.6 资源量分布及比例

在确定的勘查深度以上范围，一般探求控制和推断资源量。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。详查阶段控制资源量占比最低要求 30%~50%。

5.4 勘探阶段要求

5.4.1 成矿地质条件

在详查的基础上，开展 $\geq 1:5000$ 比例尺的海洋地球物理和底质调查（附录 B 表 B.1），根据加密钻探工程控制和揭露，深入开展成矿作用和成矿规律的研究。要求如下：

- a) 详细查明勘查区成矿地质条件和矿化地质体特征。
- b) 详细查明勘查区地层、构造、岩浆岩、海底底质、地形地貌和地球物理等特征。
- c) 详细查明勘查区海底松散沉积层（第四系地层）的层序、岩性、厚度、空间分布及沉积环境等。

5.4.2 矿体特征

在详查的基础上，加密钻探工程控制，详细查明主要矿体特征。要求如下：

- a) 详细查明海砂矿体的数量、规模、产状、厚度、形态和内部结构、空间分布及其分支、复合、膨缩变化情况。
- b) 详细查明海砂矿体的连续性、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之间的关系。
- c) 详细查明海砂矿体的顶底板起伏变化特征，以及覆盖层和夹层的岩性、产状、厚度、分布情况等特征。

5.4.3 矿石质量特征

在加密工程基础上，通过取样鉴定、测试、分析，详细查明海砂的沉积物类型、粒度组成、含泥量、含砂量、粗细程度（粗度指数或细度模数）、表观密度、堆积密度、矿物组成、化学成分、有害物质含量、放射性等；详细查明矿体周围泥层和夹层（围岩和夹石）的沉积物类型、粒度组成、矿物组成、化学成分等。

5.4.4 矿石加工选冶技术性能

勘探阶段应进行可选性试验，必要时进行实验室流程试验，详细查明矿石的加工选冶技术性能。具体要求参照 DZ/T 0340 执行。若海砂作为建筑用途，应保证其净化后有害物质含量等符合 GB/T 14684 的要求（见附录 D）。

5.4.5 矿床开采技术条件

5.4.5.1 海洋水文气象

通过收集资料和布站观测，详细查明勘查区海洋水文、气象条件，尤其是影响海砂开采的风、波浪、潮汐、海流、热带气旋、风暴潮、冷空气等。

5.4.5.2 工程地质

在详查工作的基础上，有针对性地开展工程地质工作，适当增加工程地质钻孔，开展工程地质测试分析，砂层开展标准贯入试验。要求如下：

- a) 详细查明勘查区第四系地层的岩性，初步划分工程地质岩组。
- b) 详细查明勘查区海砂矿体及顶底板地层的物理力学性质，如颗粒组成、干湿密度、含水量、孔隙比、饱和度、液塑限、密实度、压缩试验指标、抗剪强度、休止角等。
- c) 详细查明覆盖层、夹层的厚度与分布情况及其对海砂开采的影响。
- d) 详细查明勘查区工程地质条件，指出海砂开采可能出现的主要工程地质问题并提出防治建议。

5.4.5.3 环境地质

在详查工作的基础上，有针对性地开展环境地质工作。要求如下：

- a) 收集、掌握勘查区及附近航道、锚地、海洋保护区、生态红线、海水养殖、海洋工程、海底管线以及其它禁采区等分布情况。

- b) 详细查明勘查区内旧采迹、浅埋基岩、浅层气、海底滑坡等灾害地质因素的发育程度、分布范围、产生条件，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) 详细查明海砂矿体、覆盖层中可能影响环境质量的放射性核素以及其它有害组分的种类、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做出评价；详细评估海砂开采对水文水动力、地形地貌、岸滩与岸线稳定性、海洋生态环境与生物资源的影响，并提出预防建议。

5.4.6 资源量分布及比例

在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。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。勘探阶段探明资源量占比最低要求 10%~20%，探明+控制资源量占比最低要求 50%~60%。

6 绿色勘查要求

6.1 基本要求

- 6.1.1 按 GB/T 13908 的要求，应将绿色发展和生态环境保护要求贯穿于海砂地质勘查设计、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。
- 6.1.2 依靠科技和管理创新，最大限度地避免或减轻勘查活动对生态环境的扰动、污染和破坏。倡导采用先进的地质地球物理勘查技术。
- 6.1.3 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。

6.2 勘查设计

- 6.2.1 勘查设计应充分体现并明确提出绿色勘查要求。
- 6.2.2 勘查设计前，应收集了解区内气象、水文和生态环境等资料，对勘查活动可能造成的生态环境影响及程度作出预判。
- 6.2.3 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，对勘查活动各环节的绿色勘查工作做出明确的业务技术安排，制定明确的预防控制措施、组织管理措施和应急处置方案。

6.3 勘查施工

- 6.3.1 勘查施工过程中，应按照勘查设计落实绿色勘查要求。优化工程设计时，应考虑绿色勘查要求。
- 6.3.2 勘查施工过程中，应对船舶漏油、船上生产或生活产生的废弃物排海等方面进行有效管控。

6.4 环境恢复治理与验收

- 6.4.1 应针对勘查活动造成的生态环境破坏，按照国家法律法规、强制性标准和恢复治理设计要求，及时进行生态环境恢复治理，最大限度消除勘查活动对生态环境造成的负面影响。
- 6.4.2 项目竣工验收应将绿色勘查要求落实情况作为重要验收内容。

7 勘查工作及质量

7.1 导航定位

7.1.1 定位要求

7.1.1.1 导航定位采用 CGCS2000 或 WGS84 大地坐标系，1985 国家高程基准。

7.1.1.2 导航定位精度优于 2m。

7.1.2 走航测量要求

7.1.2.1 走航测量时，调查船应匀速、直线航行。单波束测深、浅地层剖面 and 单道地震等多种调查设备同步作业时，船速应控制在 4~6kn 之间；只进行多波束测深时，船速应不大于 12kn。

7.1.2.2 普查阶段和详查阶段实际测线与设计测线的偏移距离不大于 30m，勘探阶段实际测线与设计测线的偏移距离不大于 10m，遇障碍物等特殊情况除外。

7.1.2.3 测线连续漏测长度不超过测线长度的 1%，累计漏测不超过测线长度的 6%。

7.1.3 定点测量要求

定点测量时，实际点位与设计点位偏差不大于 20m，遇障碍物等特殊情况除外。表层取样和柱状取样以取样器触底位置作为取样位置；海水取样和温盐深调查以设备入水位置作为测站位置；海底钻探以钻具初次触底时的位置为钻孔位置。

7.2 物探工作

7.2.1 测线布设

7.2.1.1 单波束测深、侧扫声呐、浅地层剖面、单道地震测量采取测网方式同步进行，测网布设原则见附录 B 表 B.1。当已知勘查区为砂质海底，浅地层剖面难以穿透时，可不开展浅地层剖面测量；当已知勘查区不发育表层海砂，亦无特殊地貌时，可不开展侧扫声呐测量。

7.2.1.2 多波束水深测量采用全覆盖方式进行。

7.2.2 技术要求

7.2.2.1 单波束测深

水深小于或等于 30m 时，测量准确度应优于 0.3m；水深大于 30m 时，测量准确度应优于水深的 1%；海砂资源勘查区水深一般不会超过 100m，测深资料应做潮位改正；一般采用数字记录。

7.2.2.2 多波束测深

按照 GB/T 12763.10 的规定进行。

7.2.2.3 侧扫声呐测量

侧扫声呐测量技术要求如下：

- a) 信号频率一般应大于 50kHz。

- b) 拖体位置准确度优于拖缆长度的 10%；分辨率不低于 1m。
- c) 单侧扫描宽度不小于 100m。
- d) 一般采用数字记录。

7.2.2.4 浅地层剖面测量

浅地层剖面测量技术要求如下：

- a) 信号频率一般应大于 3kHz。
- b) 垂向分辨率优于 0.5m。
- c) 探测深度不小于海底以下 30m（遇基岩、砂层、浅层气等除外）。
- d) 一般采用数字记录。

7.2.2.5 单道地震测量

单道地震测量技术要求如下：

- a) 震源频率范围：10Hz~3kHz。
- b) 垂向分辨率优于 3m。
- c) 探测深度不小于海底以下 100m（遇基岩、浅层气等除外）。
- d) 一般采用数字记录。

7.3 地质取样和钻探工作

7.3.1 测站布设

7.3.1.1 表层取样站位按测网布设，部署于物探测线交叉点，其间距见附录 B 表 B.1。

7.3.1.2 柱状取样站位根据实际需要布设。

7.3.1.3 钻探工程根据勘查阶段和勘查类型布设，基本工程间距见附录 B 表 B.2。

7.3.2 技术要求

7.3.2.1 表层取样

表层取样技术要求如下：

- a) 表层沉积物取样一般采用抓斗取样器。
- b) 表层样每站位采集两份样品，每份重量不小于 2kg。

7.3.2.2 柱状取样

柱状取样技术要求如下：

- a) 柱状取样一般采用重力取样器。
- b) 岩芯管内径不小于 72mm。
- c) 样品长度泥层不小于 1.0m，砂层不小于 0.5m。
- d) 两次柱状取样失败，可改为抓斗取样。

7.3.2.3 地质钻探

地质钻探技术要求如下：

- a) 一般采用回转钻进技术，连续全取芯。
- b) 岩芯采取率泥层一般不小于 85%，砂层一般不小于 80%。
- c) 岩芯管内径不小于 89 mm。
- d) 每次钻进长度：砂层一般不大于 1m，泥层一般不大于 2m。
- e) 钻至目标层以下 0.3m 或钻遇基岩以下 0.1m 可终孔。

7.4 海洋水文、工程地质、环境地质调查

根据不同勘查阶段的要求，有针对性地开展海洋水文、工程地质和环境地质调查工作。海洋水文调查按GB/T 12763.2执行。海洋工程地质调查按GB/T 12763.11执行。勘查单位可根据实际需要开展环境地质调查和评价工作，按GB/T 19485执行。

7.5 样品采集与测试分析

7.5.1 粒度分析

7.5.1.1 地质钻孔应连续分层采集粒度分析样品，不得跨层取样。砂层样长不大于 1m，泥层样长不大于 2m。砂层应采集样长范围内混合均匀的样品，泥层可截取样长范围内具代表性的数个小段样混合均匀后进行分析。

7.5.1.2 采用伍登-温德沃斯等比制粒级标准，具体见附录 E；海砂沉积物命名方法见附录 F。

7.5.1.3 泥为粉砂和粘土的合称，即粒径小于 0.063mm 的颗粒。泥样可采用激光法进行粒度分析（参见 GB/T 12763.8），砂样应采用筛析法进行粒度分析。

7.5.1.4 筛析法分析方法和要求：

- a) 原样搅拌均匀，按四分法取样。取样质量按 GB/T 50123 执行：最大粒径小于 2mm 取 100~300g，最大粒径 2~10mm 取 300~1000g，最大粒径 10~20mm 取 1000~2000g，最大粒径 20~40mm 取 2000~4000g。
- b) 将样品筛除大于 32mm 的颗粒，105℃恒温 3h，冷却至室温，在天平上称量，精确至 0.1g。
- c) 将样品加入纯水浸泡 12h。
- d) 将样品置入孔径为 0.063mm 筛中用纯水反复冲洗，直至完全冲洗干净。
- e) 将小于 0.063mm 样品收集入容器，可根据需要做激光法粒度分析（参见 GB/T 12763.8）。
- f) 将大于 0.063mm 样品做筛析法粒度分析。
- g) 将大于 0.063mm 的筛上样品 105℃烘干后恒温 3h，冷却至室温，在天平上称量，精确至 0.1g；置入规定的粒级间隔套筛中（筛孔从上到下为 16mm、8mm、4mm、2mm、1mm、0.5mm、0.25mm、0.125mm，并附筛底）。
- h) 振筛 20 分钟，直至取出后手筛时筛网中无颗粒漏下为止。
- i) 将各粒级样品称量，精确至 0.1g。
- j) 求出各粒级的质量百分含量。

7.5.2 粗度指数和细度模数

7.5.2.1 粗度指数和细度模数均可用以衡量海砂的粗细程度。

7.5.2.2 粗度指数根据 7.5.1 粒度分析数据计算得到，具体见附录 G.4。细度模数根据 GB/T 14684 的要求进行颗粒级配分析和计算获得。粗度指数和细度模数的关系见附录 G.5。

7.5.2.3 海砂可根据粗度指数分为特粗、粗、中、细、特细五种规格，具体见附录 H。

7.5.3 化学分析

7.5.3.1 每个勘查区采集具有代表性的混合样不少于 6 件。另外，每个勘查区宜至少选取 1 个有代表性的地质钻孔开展详细分析，样品采集与粒度分析同步。

7.5.3.2 分析项目包括常量元素、微量元素和稀土元素，具体分析项目视需求确定。常量元素测试方法和要求按 GB/T 14506.28 执行。微量和稀土元素测试方法和要求按 GB/T 20260 执行。

7.5.4 碎屑矿物、粘土矿物鉴定

7.5.4.1 碎屑矿物和粘土矿物鉴定样品一般与化学分析样品同步采集，泥层可不作碎屑矿物鉴定，砂层可不作粘土矿物鉴定。

7.5.4.2 碎屑矿物和粘土矿物鉴定方法和要求按 GB/T 12763.8 执行。

7.5.5 重砂分析

7.5.5.1 每个勘查区采集具有代表性的混合砂样不少于 3 件。

7.5.5.2 分析方法和要求按 DZ/T 0208 执行。

7.5.6 物性分析

7.5.6.1 每个勘查区采集具有代表性的混合砂样不少于 3 件。

7.5.6.2 分析项目包括海砂的坚固性、表观密度、堆积密度、空隙率、碱骨料反应等，视具体需求确定。分析方法和要求按 GB/T 14684 执行。

7.5.7 有害物质分析

7.5.7.1 每个勘查区采集具有代表性的混合砂样不少于 3 件。

7.5.7.2 分析项目包括氯化物、贝壳、云母、轻物质、有机物、硫化物及硫酸盐等。分析方法和要求按 GB/T 14684 执行。

7.5.8 放射性物质照射指数分析

7.5.8.1 每个勘查区采集具有代表性的混合砂样不少于 3 件。

7.5.8.2 分析项目包括镭-226、钍-232、钾-40 的放射性比活度并计算内照射指数 (I_{Ra}) 和外照射指数 (I_r)。分析方法和要求按 GB 6566 执行。

7.5.9 土工试验分析

7.5.9.1 工程地质样品采集和处理按 GB/T 12763.11 执行。

7.5.9.2 分析项目包括颗粒组成、干湿密度、含水量、孔隙比、饱和度、液塑限、密实度、压缩试验指标、抗剪强度、休止角等，视具体需求确定。分析方法和要求按 GB/T 50123 执行。

7.6 原始资料保存、编录、综合整理和报告编写

勘查各阶段，应在现场及时进行原始编录，客观、准确、齐全地反映能够观察到的地质现象。野外采集资料应及时进行质量检查、验收和综合整理。具体要求按 DZ/T 0078 和 DZ/T 0079 执行。勘查报告编写内容应齐全、重点突出、数据正确。具体要求按 DZ/T 0033 执行。

8 可行性评价

8.1 基本要求

8.1.1 在勘查各阶段，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，减少勘查或开发的投资风险，提高矿产勘查开发的经济、社会及生态环境综合效益。

8.1.2 可行性评价根据研究程度由浅到深划分为概略研究、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。

8.1.3 可行性评价应视研究程度的需要，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，分析研究海砂资源开发的可能性（投资机会）、可行性，并做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。

8.2 概略研究

8.2.1 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，做出矿床开发是否可能、是否有必要转入下一勘查阶段工作的结论。

8.2.2 概略研究可在各勘查工作程度的基础上进行。具体要求按 DZ/T 0336 执行。

8.3 预可行性研究

8.3.1 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。做出海砂资源开发是否可行的基本评价，为海砂资源开发立项提供决策依据。

8.3.2 预可行性研究应在详查及以上工作程度的基础上进行。

8.4 可行性研究

8.4.1 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。做出海砂资源开发是否可行的详细评价，为海砂资源开发投资决策、确定工程项目建设计划和编制海砂资源开发初步设计等提供依据。

8.4.2 可行性研究一般应在勘探工作程度的基础上进行。

9 资源储量估算

9.1 矿床工业指标

9.1.1 普查阶段，采用一般工业指标。一般工业指标见附录 I。

9.1.2 详查和勘探阶段，原则上采用论证制定的矿床工业指标，也可根据实际情况采用一般工业指标。

9.2 资源量估算的基本要求

9.2.1 参与资源量估算的各项工程、采样测试分析结果质量应合格。凡质量合格的工程、采样测试分析结果均应参与矿体圈定和资源量估算。

9.2.2 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。

9.2.3 矿体圈连应符合地质规律，矿体与地质体的关系应符合地质认识。一般采用直线连接，在充分掌握矿体形态特征时，也可采用自然曲线连接。当物探资料清晰可靠时，可参与确定矿体边界。

9.2.4 矿体外推应合理，变化趋势明显时按变化趋势外推矿体边界，变化趋势不明显或不清时沿矿体延伸方向外推矿体边界。外推可采用尖推（三角形外推、锥推和楔推）或平推（矩形外推和板推）。

9.2.5 应按矿体分资源量类型估算资源量。资源量估算应根据矿体特征、探矿工程分布情况和取样数量等选择适宜的估算方法，可选择地质块段法、断面法、算术平均法等估算资源量，提倡采用计算机技术，建立三维地质模型，估算资源量。

9.3 资源量估算参数

9.3.1 含泥量

9.3.1.1 单样品含泥量：由分析测试结果获得。

9.3.1.2 单工程平均含泥量：由工程中各样品含泥量与相应的样长加权平均求得。

9.3.1.3 块段平均含泥量：由块段中各见矿工程平均含泥量与相应的矿体厚度加权平均求得。

9.3.1.4 矿体平均含泥量：由矿体中各块段平均含泥量与相应的块段体积加权平均求得。

9.3.2 含砂量

9.3.2.1 单样品含砂量：由分析测试结果获得。

9.3.2.2 单工程平均含砂量：由工程中各样品含砂量与相应的样长加权平均求得。

9.3.2.3 块段平均含砂量：由块段中各见矿工程平均含砂量与相应的矿体厚度加权平均求得。

9.3.2.4 矿体平均含砂量：由矿体中各块段平均含砂量与相应的块段体积加权平均求得。

9.3.3 粗度指数（或细度模数）

9.3.3.1 单样品粗度指数（或细度模数）：由分析测试结果获得。

9.3.3.2 单工程平均粗度指数（或细度模数）：由工程中各样品粗度指数（或细度模数）与相应的样长加权平均求得。

9.3.3.3 块段平均粗度指数（或细度模数）：由块段中各见矿工程平均粗度指数（或细度模数）与相应的矿体厚度加权平均求得。

9.3.3.4 矿体平均粗度指数（或细度模数）：由矿体中各块段平均粗度指数（或细度模数）与相应的块段体积加权平均求得。

9.3.4 厚度计算

9.3.4.1 单工程矿体厚度：单工程中符合工业指标的连续样品长度的总和。

9.3.4.2 块段平均厚度：块段内所有见矿工程矿体厚度的算术平均值。

9.3.4.3 矿体平均厚度：矿体内各块段平均厚度与相应的块段体积加权平均求得。

9.3.5 面积计算

海砂矿体产状平缓，一般通过ArcGIS或MapGIS等软件计算块段水平投影面积。

9.4 矿体圈定、外推与块段划分

9.4.1 矿体圈定

9.4.1.1 不同形态（现代沙脊沙波、古河道、古海岸等）、不同成因（海积、冲积、残积等）、不同工业类型（回填料、建筑用、伴生有用矿物达工业指标等）的海砂一般应分别圈定矿体。海砂矿床主要成因类型见附录J。

9.4.1.2 矿体圈定应从单工程开始，按照单工程——剖面——平面或三维矿体顺序，依次圈连，剖面上与平面上的矿体应相互对应。

9.4.1.3 直接出露海底的矿体顶板通常以地形线自然连接，底板以工程控制砂层厚度直线连接。埋藏矿体顶底板通常以工程控制砂层厚度对应直线连接。当浅地层剖面和单道地震等物探剖面清晰可靠时，可按自然曲线连接矿体。无论采用何种方式连接，工程间圈连的砂层厚度不应大于两工程中控制较厚砂层的实际厚度。

9.4.1.4 平面上，一般采用直线连接各剖面上矿体的资源量估算界线投影点。

9.4.2 矿体外推

9.4.2.1 当见矿工程与相邻未见矿工程的实际工程间距大于推断资源量勘查工程间距，或见矿工程外无控制工程时，按推断资源量勘查工程间距的 1/2 尖推或 1/4 平推，估算推断资源量。

9.4.2.2 当见矿工程与相邻未见矿工程的实际工程间距小于推断资源量勘查工程间距时，按实际工程间距的 1/2 尖推或 1/4 平推，估算推断资源量。

9.4.2.3 当砂层含砂量和厚度呈渐变趋势时，可内插量算边界；边缘见矿工程的外推一般按推断资源量勘查工程间距的 1/2 尖推或 1/4 平推，估算推断资源量。

9.4.2.4 原则上，控制、探明资源量不应以外推的界线为界，但当介于推断、控制资源量的勘查工程间距之间的钻孔见矿且砂层厚度和含砂量变化不大时，可按基本勘查工程间距的 1/4 平推，估算控制资源量。

9.4.3 块段划分

9.4.3.1 不同资源量类型的矿体应划分为不同的块段，由见矿工程圈定的与外推的矿体应划分为不同的块段。

9.4.3.2 相邻两勘查线之间的连续矿体一般划为一个块段。由单工程控制的矿体应单独划分为一个块段。

9.5 资源量估算方法

一般采用地质块段法估算海砂原矿资源量（体积），计算公式如下：

$$V_i = S_i \times H_i$$

$$V = \sum V_i$$

式中：

V——海砂原矿资源量（体积）（万立方米）

V_i ——第*i*块段的海砂原矿资源量（体积）（万立方米）

S_i ——第*i*块段的海砂矿体面积（平方米）

H_i ——第*i*块段的海砂矿体厚度（米）

9.6 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、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，探明资源量、控制资源量可转换为储量。

9.7 资源储量类型确定

应根据勘查控制研究程度，客观评价分类对象的地质可靠程度，并结合可行性评价的深度和结论，确定资源储量类型。具体要求按GB/T 17766执行。资源量和储量转换关系参见附录K。

9.8 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；最终结果包括原矿矿石量（体积）、含砂量、粗度指数（或细度模数）。资源储量估算单位及精度具体要求如下：

- a) 含砂量：数值用“%”表示，保留两位小数。
- b) 粗度指数：保留两位小数；细度模数：保留一位小数。
- c) 厚度：单位为米（m），保留一位小数。
- d) 面积：单位为平方米（m²），取整数。
- e) 原矿矿石量（体积）：单位为万立方米（10⁴m³），保留两位小数。

附录 A (资料性)

勘查类型划分

根据主要矿体的规模、形态复杂程度、厚度稳定程度、海砂含量分布均匀程度四个主要地质因素划分勘查类型。

A.1 矿体规模

矿体规模按面积分为大、中、小型三类，其划分条件见表 A.1。

表A.1 矿体规模分级

规模	矿体面积 (km ²)
大型	>5
中型	1~5
小型	<1

A.2 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，其划分条件见表 A.2。

表A.2 矿体形态复杂程度

形态复杂程度	形态特征
简单	矿体形态简单，呈层状、似层状，底板平坦
中等	矿体形态较简单，呈似层状、透镜状，底板较平坦
复杂	矿体形态复杂，呈不规则状、分支复合较多，底板不平坦

A.3 矿体厚度稳定程度

矿体厚度稳定程度分为稳定、较稳定、不稳定三类，其划分条件见表 A.3。

表A.3 矿体厚度稳定程度

厚度稳定程度	厚度变化系数 (%)
稳定	<50
较稳定	50~80
不稳定	>80

A.4 海砂含量分布均匀程度

矿体海砂含量分布均匀程度分为均匀、较均匀、不均匀三类，其划分条件见表 A.4。

表A.4 矿体海砂含量分布均匀程度

海砂含量分布均匀程度	海砂含量变化系数 (%)
均匀	<100
较均匀	100~150
不均匀	>150

A.5 矿床勘查类型

矿床勘查类型见表 A.5。

表A.5 矿床勘查类型

勘查类型	矿体规模	形态复杂程度	厚度稳定程度	海砂含量分布均匀程度
I 类型(简单类型)	多为大型	简单	稳定	均匀
II 类型(中等类型)	多为大、中型	中等	稳定~较稳定	均匀~较均匀
III 类型(复杂类型)	多为中、小型	复杂	较稳定~不稳定	较均匀~不均匀

附录 B
(资料性)
海砂勘查测网

地球物理和底质调查测网见表B.1。

表B.1 海砂勘查测网

项目	普查阶段		详查阶段		勘探阶段	
	比例尺	测网	比例尺	测网	比例尺	测网
单波束水深测量	1:25000~1:10000	500×1000~200×400m	1:10000~1:5000	200×400~100×200m	≥1:5000	≤100×200m
侧扫声呐测量	1:25000~1:10000	500×1000~200×400m	1:10000~1:5000	200×400~100×200m	≥1:5000	≤100×200m
浅地层剖面测量	1:25000~1:10000	500×1000~200×400m	1:10000~1:5000	200×400~100×200m	≥1:5000	≤100×200m
单道地震测量	1:25000~1:10000	500×1000~200×400m	1:10000~1:5000	200×400~100×200m	≥1:5000	≤100×200m
海底底质调查	1:25000~1:10000	500×1000~200×400m	1:10000~1:5000	200×400~100×200m	≥1:5000	≤100×200m

注1：详查和勘探阶段，宜采用多波束全覆盖水深测量代替单波束水深测量。
注2：底质调查手段一般采用表层地质取样，可根据需要开展适当的柱状取样。

勘查基本工程间距（控制的）要求见表B.2。

表B.2 海砂勘查基本工程间距（钻孔）

勘查类型	基本工程间距（控制的）	
	线距（m）	点距（m）
I 类型	800	400~800
II 类型	400	400
III 类型	200	200

附 录 C
(资料性)

部分砂矿资源储量规模划分标准及品位要求

部分砂矿资源储量规模划分标准及品位要求见表C.1。

表C.1 部分砂矿资源储量规模划分标准及品位要求

矿种名称	单 位	规 模			品 位	
		大型	中型	小型	边界品位 (g/m ³)	最低工业品位 (g/m ³)
锆英石	万吨(矿物)	≥20	5~20	<5	1000~1500	4000~6000
钛铁矿	万吨(矿物)	≥100	20~100	<20	5000	8000
金红石	万吨(矿物)	≥10	2~10	<2	500	800
独居石	吨(矿物)	≥10000	1000~10000	<1000	100~200	200~250
磷钇矿	吨(矿物)	≥5000	500~5000	<500	30~50	50
锡 石	万吨(金属)	≥4	0.5~4	<0.5	100	200
砂 金	吨(金属)	≥8	2~8	<2	0.3~0.5	0.6~1.0

(据《矿产资源储量规模划分标准》和《矿产地质勘查规范 金属砂矿类》)

海砂资源储量规模划分标准见表C.2。

表C.2 海砂资源储量规模划分标准

矿种名称	单 位	规 模		
		大型	中型	小型
海砂	万立方米(矿石)	≥5000	1000~5000	<1000

(据《矿产资源储量规模划分标准》)

附 录 D
(资料性)
建筑用海砂有害物质含量等要求

根据 GB/T 14684 的要求, 建筑用海砂有害物质含量等要求如下:

D.1 有害物质含量要求见表 D.1。

表D.1 有害物质含量

类别	I 类	II 类	III 类
云母 (质量分数) /%	≤1.0	≤2.0	
轻物质 (质量分数) ^a /%	≤1.0		
有机物	合格		
硫化物及硫酸盐 (按 SO ₃ 质量计) /%	≤0.5		
氯化物 (以氯离子质量计) /%	≤0.01	≤0.02	≤0.06 ^b
贝壳 (质量分数) ^c /%	≤3.0	≤5.0	≤8.0
a 天然砂中如含有浮石、火山渣等天然轻骨料时, 经试验验证后, 该指标可不作要求。 b 对于钢筋混凝土用净化处理的海砂, 其氯化物含量应小于或等于 0.02%。 c 该指标仅适用于净化处理的海砂, 其他砂种不作要求。			

D.2 采用硫酸钠溶液法进行试验时, 质量损失率应符合表 D.2 的规定。

表D.2 坚固性指标

类别	I 类	II 类	III 类
质量损失率/%	≤8		≤10

D.3 放射性应符合 GB6566 的规定。天然放射性核素 ²²⁶Ra、²³²Th 和 ⁴⁰K 的放射性比活度应同时满足内照射指数 (I_{Ra}) 和外照射指数 (I_r) ≤1.0。

D.4 表观密度不小于 2500kg/m³、松散堆积密度不小于 1400kg/m³, 空隙率不大于 44%, 特细砂除外。

D.5 碱骨料反应。当需方提出要求时, 应出示膨胀率实测值及碱活性评定结果。

附 录 E
(资料性)
海砂沉积物粒度分级标准

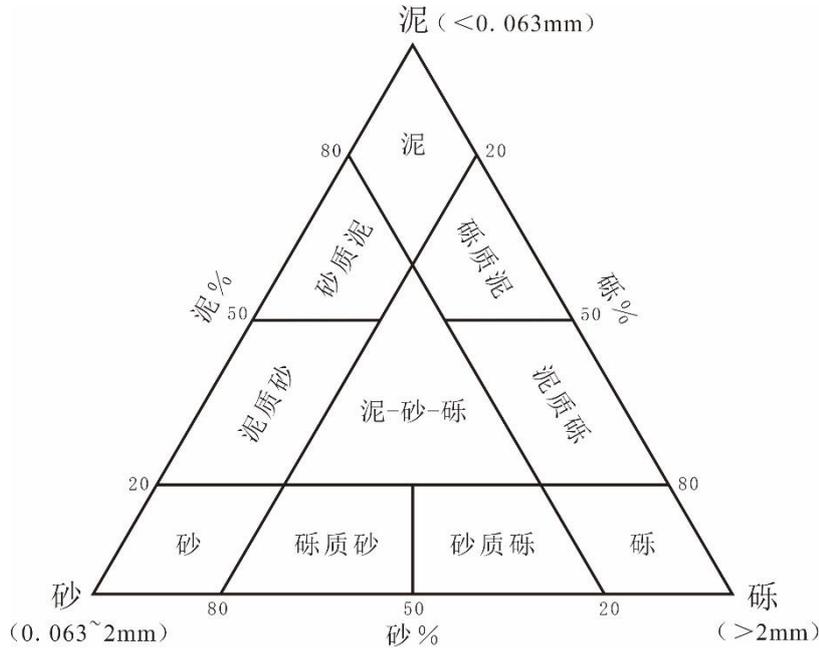
海砂沉积物粒度分级标准见表E.1。

表E.1 海砂沉积物粒度分级标准

粒级名称		分级	
		粒径 (mm)	φ值
砾	巨砾	>256	<-8
	粗砾	256~64	-8~-6
	中砾	64~4	-6~-2
	细砾	4~2	-2~-1
砂	粗砂	2~0.5	-1~1
	中砂	0.5~0.25	1~2
	细砂	0.25~0.063	2~4
泥	粉砂	0.063~0.004	4~8
	粘土	<0.004	>8

附录 F
(资料性)
海砂沉积物命名方法

F.1 海砂沉积物命名三角图解见图 F.1，并可对砂、砾质沉积物继续进行细分命名（表 F.1）。



图F.1 海砂沉积物命名三角图解

F.2 三角图解命名规则：

- 1) 当粒级含量超过 20%时参加定名。
- 2) 当有 2 个粒级均不大于 20%时，以第 3 个粒级单一名称命名。
- 3) 当泥、砂、砾 3 个粒级含量均大于 20%时，命名为泥-砂-砾。
- 4) 当有 2 个粒级大于 20%，含量高的为主命名，次高的为辅助命名。

F.3 砂、砾质沉积物细分命名规则：

- 1) 当“砾-砂-泥三角图解”主命名为“砂”、“砾质砂”和“泥质砂”时，继续采用优势粒级法，根据细砂、中砂、粗砂的含量，超过 20%时参加定名（整个沉积物中的绝对占比，而非砂中的相对占比），将沉积物进一步命名为粗砂、中粗砂、砾质中粗砂、泥质细砂等。
- 2) 当“砾-砂-泥三角图解”主命名为“砾”、“砂质砾”和“泥质砾”时，继续采用优势粒级法，根据细砾、中砾、粗砾的含量，超过 20%时参加定名（整个沉积物中的绝对占比，而非砾中的相对占比），将沉积物进一步命名为粗砾、中粗砾、砂质中细砾、泥质细砾等。

表F.1 砂、砾质沉积物细分命名表

砂质沉积物细分命名			砂质沉积物细分命名规则 (粗砂、中砂、细砂组分含量)	砾质沉积物细分命名			砾质沉积物细分命名规则 (粗砾、中砾、细砾组分含量)
砂	砾质砂	泥质砂		砾	砂质砾	泥质砾	
中砂	砾质中砂	泥质中砂	中砂 > 20%; 粗砂 ≤ 20%; 细砂 ≤ 20%	中砾	砂质中砾	泥质中砾	中砾 > 20%; 粗砾 ≤ 20%; 细砾 ≤ 20%
粗砂	砾质粗砂	泥质粗砂	粗砂 > 20%; 中砂 ≤ 20%; 细砂 ≤ 20%	粗砾	砂质粗砾	泥质粗砾	粗砾 > 20%; 中砾 ≤ 20%; 细砾 ≤ 20%
细砂	砾质细砂	泥质细砂	细砂 > 20%; 粗砂 ≤ 20%; 中砂 ≤ 20%	细砾	砂质细砾	泥质细砾	细砾 > 20%; 粗砾 ≤ 20%; 中砾 ≤ 20%
粗中砂	砾质粗中砂	泥质粗中砂	中砂 > 粗砂 > 20%; 细砂 ≤ 20%	粗中砾	砂质粗中砾	泥质粗中砾	中砾 > 粗砾 > 20%; 细砾 ≤ 20%
中粗砂	砾质中粗砂	泥质中粗砂	粗砂 > 中砂 > 20%; 细砂 ≤ 20%	中粗砾	砂质中粗砾	泥质中粗砾	粗砾 > 中砾 > 20%; 细砾 ≤ 20%
中细砂	砾质中细砂	泥质中细砂	细砂 > 中砂 > 20%; 粗砂 ≤ 20%	中细砾	砂质中细砾	泥质中细砾	细砾 > 中砾 > 20%; 粗砾 ≤ 20%
细中砂	砾质细中砂	泥质细中砂	中砂 > 细砂 > 20%; 粗砂 ≤ 20%	细中砾	砂质细中砾	泥质细中砾	中砾 > 细砾 > 20%; 粗砾 ≤ 20%
粗细砂	砾质粗细砂	泥质粗细砂	细砂 > 粗砂 > 20%; 中砂 ≤ 20%	粗细砾	砂质粗细砾	泥质粗细砾	细砾 > 粗砾 > 20%; 中砾 ≤ 20%
细粗砂	砾质细粗砂	泥质细粗砂	粗砂 > 细砂 > 20%; 中砂 ≤ 20%	细粗砾	砂质细粗砾	泥质细粗砾	粗砾 > 细砾 > 20%; 中砾 ≤ 20%
混合砂	砾质混合砂	泥质混合砂	粗砂 > 20%; 中砂 > 20%; 细砂 > 20%	混合砾	砂质混合砾	泥质混合砾	粗砾 > 20%; 中砾 > 20%; 细砾 > 20%

附录 G
(资料性)
粗度指数的计算方法

G.1 粗度指数 (Ce) 是基于伍登-温特沃斯 (Udden-Wentworth) 等比制粒级标准建立的用以衡量海砂粗细程度的指标, 代表几何平均粒径, 与细度模数具有相同的物理意义。

G.2 粗度指数 (Ce) 的一般公式为:

$$Ce = P1 + 2P2 + 3P3 + 4P4 + 5P5 + 6P6 + \dots$$

式中: Ce为粗度指数; 砂泥粒径分界为0.063mm; P1、P2、P3、P4、P5、P6、...分别为0.125mm、0.25mm、0.5mm、1mm、2mm、4mm、...筛的分计筛余百分比。

该式理论上适用于0.063mm以上所有砂石骨料粗细程度的计算。

G.3 在海砂勘查实践中>32mm的颗粒极少见, 针对不含泥的海砂(成品砂), 粗度指数 (Ce) 的计算公式简化为:

$$Ce = P1 + 2P2 + 3P3 + 4P4 + 5P5 + 6P6 + 7P7 + 8P8$$

式中: Ce为粗度指数; 砂泥粒径分界为0.063mm; P1、P2、P3、P4、P5、P6、P7、P8分别为0.125mm、0.25mm、0.5mm、1mm、2mm、4mm、8mm、16mm筛的分计筛余百分比, 其中粒径32mm以上的颗粒不予考虑。

G.4 在实际勘查过程中, 海砂中一般都含一定量的泥(粒径小于0.063mm)。针对含泥的海砂, 粗度指数 (Ce) 的常用公式为:

$$Ce = (P1 + 2P2 + 3P3 + 4P4 + 5P5 + 6P6 + 7P7 + 8P8)/(1 - Pm)$$

式中: Ce为粗度指数; 砂泥粒径分界为0.063mm; Pm为粒径小于0.063mm的泥含量百分比; P1、P2、P3、P4、P5、P6、P7、P8分别为0.125mm、0.25mm、0.5mm、1mm、2mm、4mm、8mm、16mm筛的分计筛余百分比, 其中粒径32mm以上的颗粒不予考虑。

G.5 粗度指数 (Ce) 和细度模数 (Mx) 的关系。细度模数 (Mx) 是几何平均粒径 (Dm) 的对数式函数: $Mx=3.32lgDm+3.25$ (戴镇潮, 1975)。粗度指数 (Ce) 也是几何平均粒径 (Dm) 的对数式函数: $Ce=3.32lgDm+3.5$ 。粗度指数 (Ce) 与细度模数 (Mx) 的关系式:

$$Ce = Mx + 0.25$$

附 录 H
(资料性)
海砂规格分类

基于粗度指数（细度模数）的海砂规格分类见表H.1。

表H.1 基于粗度指数（细度模数）的海砂规格分类表

规格	粗度指数 (Ce)	细度模数 (M _x)
特粗	$Ce \geq 3.95$	
粗	$3.95 > Ce \geq 3.30$	3.7~3.1
中	$3.30 > Ce \geq 2.50$	3.0~2.3
细	$2.50 > Ce \geq 1.80$	2.2~1.6
特细	$1.80 > Ce \geq 0.95$	1.5~0.7

（基于细度模数的海砂规格分类据GB/T 14684《建设用砂》）

附录 I
(资料性)
一般工业指标

1.1 回填用海砂一般工业指标

(1) 矿石质量指标:

- 1) 含砂量 $\geq 50\%$;
- 2) 粗度指数 ≥ 0.95 , 或细度模数 ≥ 0.7 ;
- 3) 放射性物质照射指数 ≤ 1 。

(2) 开采技术条件指标:

- 1) 最小可开采厚度: 2m;
- 2) 夹层剔除厚度: $> 1\text{m}$ 。

1.2 建筑用海砂一般工业指标

(1) 矿石质量指标:

- 1) 含砂量 $\geq 80\%$;
- 2) 粗度指数 $0.95\sim 3.95$, 或细度模数 $0.7\sim 3.7$;
- 3) 放射性物质照射指数 ≤ 1 。

(2) 开采技术条件指标:

- 1) 最小可开采厚度: 2m;
- 2) 夹层剔除厚度: $> 1\text{m}$ 。

附录 J
(资料性)
海砂矿床主要成因类型

J.1 海积型

由波浪、潮流和沿岸流等海洋地质营力作用下形成的矿床。常见地貌形态包括全新世(现代)沙脊、沙波、沙坝、沙堤、沙丘、沙滩、浅滩、冲刷槽,以及更新世(古)海滩等。潮流沙脊型海砂矿床是主要的海砂矿床类型之一,规模一般较大,典型矿床有台湾海峡潮流沙脊型海砂矿床、琼州海峡东口潮流沙脊型海砂矿床、海南东方-乐东近海潮流沙脊型海砂矿床等。

J.2 冲积型

由更新世低海面时期河流作用下形成的矿床。常见地貌形态包括古河道、河口三角洲等。古河道型海砂矿床是主要的探采对象,典型矿床有珠江口磨刀门外海域古河道型海砂矿床、广东南澳岛南部海域古河道型海砂矿床等。

J.3 洪积型

由间歇性水流产生的洪积物形成的矿床。一般与冲积型矿床较难区分,常统称为冲洪积型矿床。

J.4 残积型

岩石经物理或化学风化产生的残积物形成的矿床。松散砂质沉积物原地堆积,分选和磨圆差。此类矿床发育于低海面时期的山坡,现今被海水和沉积物覆盖。

J.5 坡积型

由坡积物形成的海砂矿床。松散砂质沉积物与原地有一定位移,但总体搬运距离较短,分选和磨圆差。一般与残积型矿床较难区分,常统称为残坡积型矿床。

J.6 风成型和冰川型

目前我国尚无典型矿床实例。

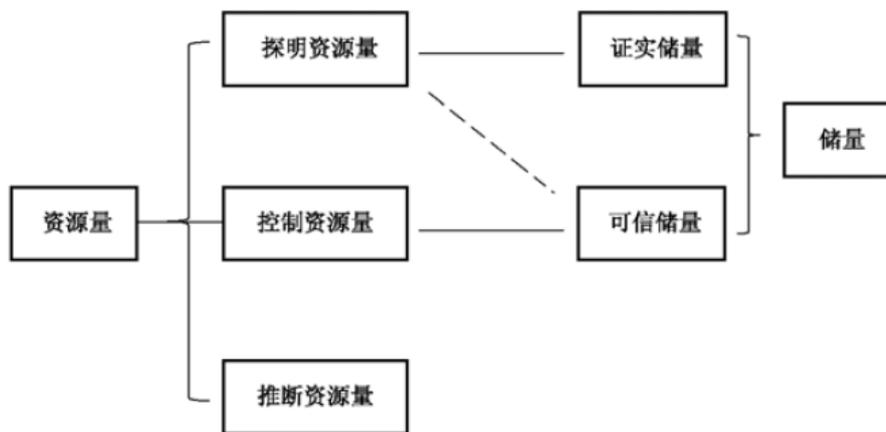
J.7 复合成因类型

对于海砂矿床,复合成因类型,如海积+冲洪积型等较为常见。

附录 K
(资料性)
资源量和储量类型及转换关系

K.1 资源量和储量类型及其转换关系图

资源量和储量类型及其转换关系见图K.1。



图K.1 资源量和储量类型及转换关系示意图

K.2 资源量和储量的相互关系

- K.2.1 资源量和储量之间可相互转换。
- K.2.2 探明资源量、控制资源量可转换为储量。
- K.2.3 资源量转换为储量至少要经过预可行性研究，或与之相当的技术经济评价。
- K.2.4 当转换因素发生改变，已无法满足技术可行性和经济合理性的要求时，储量应适时转换为资源量。

参 考 文 献

- [1] DD2012-12 海砂（建筑用砂）地质勘查规范
- [2] DZ/T 0255-2014 海洋区域地质调查规范（1:50000）
- [3] DZ/T 0256-2014 海洋区域地质调查规范（1:250000）
- [4] 戴镇潮. 砂子细度模数与平均粒径的评价[J]. 建筑结构, 1975, (1): 30-40
- [5] 倪玉根, 李建国, 习龙. 海砂粒级划分标准和沉积物命名方法探讨[J]. 热带海洋学报, 2021, 40(3): 143-151
- [6] 倪玉根, 习龙, 夏真等. 浅地层剖面 and 单道地震测量在海砂勘查中的联合应用[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2021, 41(4): 207-214
- [7] 曹雪晴, 谭启新, 张勇等. 中国近海建筑砂矿床特征[J]. 岩石矿物学杂志, 2007, 26(2): 164-170