

T/HNBX

海南省标准化协会团体标准

T/HNBX 210—2024

海洋深层水资源调查评价技术规程

Technical code for deep sea water resource survey and assessment

2024 - 06 - 10 发布

2024 - 07 - 01 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. 调查评价目标和范围	2
4.1 调查评价目标	2
4.2 调查评价范围	2
5. 调查评价流程	2
6. 调查	2
6.1 调查站位部署原则	2
6.2 调查阶段划分	3
6.3 调查层位设置	3
6.4 调查指标	3
6.5 调查工作手段	3
7. 测试分析	4
8. 评价	4
8.1 单项评价	4
8.2 水质综合评价	6
9. 海洋深层水资源调查评价报告编写	6
附录 A (资料性附录) CTD 测量记录表	7
附录 B (资料性附录) 水样登记表	8
附录 C (资料性附录) 调查指标参考测试分析方法及其检出限和测定下限表	9
附录 D (资料性附录) 南海西沙海域海洋深层水资源调查温度和营养盐结果	15
附录 E (资料性附录) 海洋深层水资源调查评价报告参考提纲	16

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。

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。

本文件由广州海洋地质调查局三亚南海地质研究所、自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所共同提出。

本文件由海南省标准化协会归口。

本文件起草单位：广州海洋地质调查局三亚南海地质研究所、自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所。

本文件主要起草人：路东宇、王嘹亮、黄磊、陈梅、夏长发、郭旭东、房晓宸、李学林、田霏、张江勇、王彦美、邓义楠、罗贤虎、张琦、高春娟。

海洋深层水资源调查评价技术规程

1 范围

本文件规定了海洋深层水资源调查评价的术语和定义、调查评价目标和范围、调查评价流程、调查、测试分析、评价、海洋深层水资源调查评价报告编写等要求。

本文件适用于海洋深层水资源的调查和评价。

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 12379-1990 环境核辐射监测规定

GB/T 12763.1-2007 海洋调查规范 第1部分：总则

GB/T 12763.2-2007 海洋调查规范 第2部分：海洋水文观测

GB/T 12763.4-2007 海洋调查规范 第4部分：海水化学要素调查

GB/T 15918 海洋学综合术语

GB 17378.3-2007 海洋监测规范 第3部分：样品采集、贮存与运输

GB 17378.4-2007 海洋监测规范 第4部分：海水分析

GB/T 19834 海洋学术语 海洋资源学

HJ 1300-2023 海水 海洋沉积物和海洋生物质量评价技术规范

DZ/T 0327-2019 海洋地质取样技术规程

HY/T 235-2018 海洋环境放射性核素监测技术规程

3 术语和定义

GB/T 15918、GB/T 19834 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

海洋深层水 deep sea water; deep ocean water

海洋中深度 200 m 以深的，无阳光照射的具有低温性、富营养盐和营养元素、纯净性和可持续性的海水。

3.2

海洋深层水资源 deep sea water resource

海洋深层水资源是现阶段或一段时间内可供人们开发利用，用于改善或提高人们生活福祉的海洋深层水。

3.3

海洋深层水资源评价 assessment of deep sea water resource

对海洋深层水资源的资源禀赋（基本物理性质、化学性质和生物性质特点）、资源分布范围、资源量按照一定原则或标准进行定量或者定性的评定和估价。

3.4

海洋深层水推定资源量 inferred deep sea water resources

调查海域范围内，经过 1:200 万比例尺到 1:50 万比例尺精度的普查评价后，估算的海洋深层水的静态水体总量，以体积计算。

3.5

海洋深层水控制资源量 indicated deep sea water resources

调查海域范围内，经过 1: 50 万到 1: 10 万间比例尺精度详查评价后，估算的海洋深层水的静态水体总量，以体积计算。

3.6

海洋深层水可开发资源量 indicated deep sea water resources

调查海域范围内，经过 1: 10 万或更高精度的勘探评价后，估算的可供开发的海洋深层水的静态水体总量，以体积计算。

4 调查评价目标和范围

4.1 调查评价目标

本标准以海水物理、化学、微生物调查数据为基础，定量或定性评估海洋深层水资源基本性状及资源量。

4.2 调查评价范围

调查评价的空间范围为调查海域 0 m 平面向海底投影之间的水体。

5 调查评价流程

本文件制定了海洋深层水调查的流程，如图 1 所示。

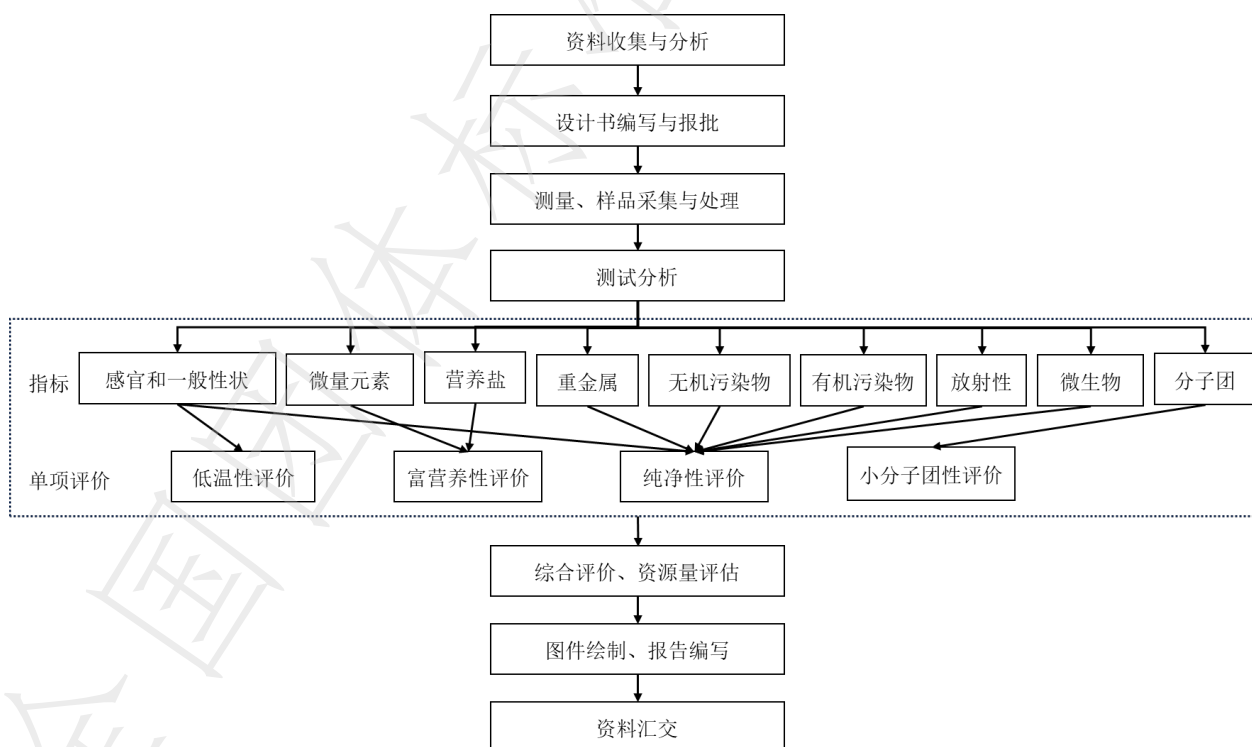


图1 海洋深层水调查评价推荐流程图

6 调查

6.1 调查站位部署原则

根据调查程度部署。采用网格法布设调查站位，详见表 1。部分海洋水文或者化学剧烈变化区域、海底地形特殊、海况复杂或者其他特殊需求地区，可适当加密。

6.2 调查阶段划分

调查阶段划分为：普查、详查和勘探三个阶段，分别对应不同比例尺和调查站位间距，开展工作。

- a) 普查阶段计算推断资源量，提出资源远景区；
- b) 详查阶段计算控制资源量，提出资源优选区；
- c) 勘探阶段计算可开发资源量，提出工程备选区（表 1）。

表1 海洋深层水调查比例尺对应站位布设间距对照表

调查阶段	比例尺	站位间距/km	调查成果
勘探	1: 50 000	2×4	可开发资源量；工程备选区
	1: 100 000	6×12	
详查	1: 250 000	10×20	控制资源量；优选区
	1: 500 000	20×40	
普查	1: 1 000 000	40×80	推断资源量；远景区
	1: 2 000 000	80×160	

6.3 调查层位设置

根据调查站位海水深度设定调查采样层位，如表 2。调查深度一般不超过 3 000 m。

表2 调查层位设置要求

水深/m	标准层次	底层与相邻标准层最小距离/m
200~1000	表层、每100m、底层	50
1000~3000	表层、每500m、底层	100

注1：表层系指 0.1 m~5 m深度；

6.4 调查指标

海洋深层水调查指标见表 3。海洋深层水资源调查视调查具体情况或需求，可增加指标一并调查。

6.5 调查工作手段

6.5.1 CTD 测量及样品采集

6.5.1.1 温盐深测量仪（CTD）调查

温盐深测量仪（CTD）调查项目如下：

- a) 海水深度测量方法及技术指标要求参照 GB/T 12763.2-2007 中 4.8 规定进行。现场海水水深测量以米（m）为单位。记录取一位小数，准确度±2%。
- b) 海水温度、盐度测量采用温盐深仪（CTD）进行定点测温，分别参照 GB/T 12763.2-2007 中 5.2 和 6.2 执行。海水温度和盐度的测量层次与海水采样层次一致。测量作业同时填写 CTD 测量记录附录 A。

6.5.1.2 样品采集

样品采集操作如下：

- a) 根据海洋采样规定方法，采取防污染措施，按照规范操作，结合实际条件，确定合适采样方法，利用取样器进行海水分层取样。
- b) 采样容器选择和洗涤参照 GB 17378.3-2007 中 4.12.1 和 4.12.2 规定执行。
- c) 水样采集上船甲板后，先填写水样登记表附录 B，核对瓶号。立即分装水样。
- d) 一般取样根据设计采样层位要求，按照 GB 17378.3-2007 中 4.9 规定进行现场采样。其中溶解氧、pH、总碱度、氯化物、5 项营养盐、总磷、总氮样品采集参照 GB/T 12763.4-2007 中

4.4 规定执行。特殊取样（浑浊度、悬浮物、重金属、油类样品采集）按照 4.10 规定执行，现场空白样和平行样参考 4.11.1 和 4.11.2 规定执行。

- e) 微量金属采样采用参考 DZ/T 0327-2019 海水样品取样 7.1、7.2 和 7.3 规定进行。
- f) 放射性样品采集参照 GB 12379-1990 中 7.4 规定或 HY/T 235-2018 中 4.2.1 规定执行。
- g) 海水 ^{14}C 同位素测年样品采集（加速器质谱仪法）。使用 0.45 μm 纤维滤膜过滤处理，方法参照 GB 17378.4-2007 中 4.1.3 要求执行。滤液使用带有毛玻璃颈的 250 mL 窄玻璃瓶收集 DIC 样品。从满瓶中溢出约 100 mL 水后，加入 50 μL 饱和 HgCl_2 溶液毒化，并用涂有油脂的毛玻璃塞将瓶子盖紧。所有样品瓶都用宽橡皮筋固定以确保气密密封并在室温下储存，远离强光。或滤液收集在带有毛玻璃颈的 250 mL 窄玻璃瓶中，置于 4 $^{\circ}\text{C}$ 保存，直至实验室分析测试。

6.5.1.3 样品处理

海水样品现场处理参照 GB 17378.4-2007 执行。

6.5.2 样品的固定与贮存

海水样品的固定参照 GB 17378.3-2007 中 4.12.3 规定执行。水质样品的固定通常采用冷冻和酸化后低温冷藏两种方法。水质过滤样加酸酸化，使 pH 值小于 2，然后低温冷藏。未过滤的样品不能酸化（汞的样品除外），酸化可使颗粒物上的痕量金属解吸，未过滤的水样应冷冻贮存。

样品贮存参照 GB/T 12763.4-2007 中 4.4 规定执行。

6.5.3 样品运输

样品运输参照 GB 17378.3-2007 中 4.12 规定执行。

7 测试分析

详细测试方法见附录 C。

8 评价

8.1 单项评价

评价项包括：1) 低温性、2) 纯净性、3) 富营养性、4) 小分子团性。评价指标参考 HJ 1300-2023 中单指标评价方法 4.2.1 执行。

1) 低温性

根据调查的海水的不同深度的温度数据，海水夏季温度低于 16 $^{\circ}\text{C}$ （冬季低于 15 $^{\circ}\text{C}$ ）的海水温度为具有低温性海水（表 3；附录 D）。

2) 纯净性

选取 7 方面指标进行纯净性评价：（1）感官和一般性状；（2）重金属元素；（3）无机污染物；（4）有机污染物；（5）放射性；（6）微生物；（7）微塑料；各项指标限值见表 3。

3) 富营养性

富营养性主要评价无机营养盐和微量元素含量，限值详见表 3。

4) 小分子团性

主要评价深层海水提取至海表或 4 $^{\circ}\text{C}$ 保存时，未经处理的海水中的一半以上水分子团所含的水分子个数，限值详见表 3。

表 3 海洋深层水资源调查评价指标及其限值

序号	评价方面	1 级评价层面	2 级评价指标	单位	限值
1	感官和一般性状	低温性	温度	$^{\circ}\text{C}$	≤ 16
2		纯净性	水色	度	≤ 15
3			嗅和味	-	无臭和异味
4			pH	-	7~8.5
5			悬浮物	mg/L	≤ 10

表3 海洋深层水资源调查评价指标及其限值(续)

序号	评价方面	1级评价层面	2级评价指标	单位	限值	
6	重金属	纯净性	砷	mg/L	≤0.01	
7			镉	mg/L	≤0.005	
8			铅	mg/L	≤0.01	
9			汞	mg/L	≤0.001	
10			铜	mg/L	≤1	
11			铬(六价)	mg/L	≤0.05	
12			总铬	mg/L	≤0.05	
13			无机污染物	钡	mg/L	≤0.7
14				硼	mg/L	≤1
15				银	mg/L	≤0.05
16				铍	mg/L	≤0.002
17				铋	mg/L	≤0.005
18	铊			mg/L	≤0.0001	
19	氰化物			mg/L	≤0.05	
20	硫化物			mg/L	≤0.02	
21	亚氯酸盐			mg/L	≤0.7	
22	氯酸盐			mg/L	≤0.7	
23	溴酸盐			mg/L	≤0.01	
24	二氯乙酸 ^a			mg/L	≤0.05	
25	三氯乙酸 ^a			mg/L	≤0.1	
26	氟化物(以F ⁻ 计)			mg/L	≤1.5(1)	
27	有机污染物			挥发性酚	mg/L	≤0.005
28				石油类	mg/L	≤0.05
29				六六六	mg/L	≤0.001
30				滴滴涕 ^a	mg/L	≤0.00005
31			马拉硫磷	mg/L	≤0.0005	
32			甲基对硫磷	mg/L	≤0.0005	
33			苯并芘	μg/L	≤0.0025	
34			多氯联苯 ^a	μg/L	≤0.05	
35			七氯 ^a	μg/L	≤0.01	
36			六氯苯 ^a	μg/L	≤0.01	
37			阴离子表面活性剂(以LAS计)	mg/L	≤0.03	
38	放射性		总α放射性活度	Bq/L	≤0.5	
39			总β放射性活度	Bq/L	≤1	
40			³ H ^a	Bq/L	≤2	
41			⁹⁰ Sr ^a	Bq/L	≤4	
42			¹³¹ I ^a	Bq/L	≤5	
43			¹³⁴ Cs ^a	Bq/L	≤0.6	
44			¹³⁷ Cs ^a	Bq/L	≤0.7	
45	微生物		总大肠菌群	MPN/100mL或CFU/100mL	不应检出(≤700个/L)	
46			粪大肠杆菌	个/L	≤140	
47			菌落总数	MPN/mL或CFU/mL	≤100	
48			铜绿假单胞菌 ^a	CFU/250mL	≤5	
49			粪链球菌 ^a	CFU/250mL	≤5	
50			产气荚膜梭菌 ^a	CFU/50mL	≤5	
51			贾第鞭毛虫 ^a	个/10L	<1	
52			隐孢子虫 ^a	个/10L	<1	
53			霉菌和酵母菌总数 ^a	CFU/g或CFU/mL	不应检出	
54			金黄色葡萄球菌 ^a	/g或/mL	不应检出	
55			耐热大肠菌群 ^a	/g或/mL	不应检出	

表3 海洋深层水资源调查评价指标及其限值（续）

序号	评价方面	1级评价层面	2级评价指标	单位	限值
56	微量元素	营养性	锌	mg/L	≤1
57			锰	mg/L	≤0.1 (0.4)
58			钼	mg/L	≤0.07
59			镍	mg/L	≤0.02
60			硒	mg/L	≤0.01 (0.05)
61			钒 a	mg/L	-
62			钴 a	mg/L	-
63			铁	mg/L	-
64			碘	mg/L	-
65			营养盐	营养性	无机氮
66	硝酸氮 a	μ mol/L			≥40
67	亚硝酸氮 a	μ mol/L			≤0.1
68	铵盐 a	μ mol/L			≤0.5
69	活性磷酸盐	μ mol/L			≥1
70	活性硅酸盐	μ mol/L			≥20
71	分子团	小分子团性	水分子团 (H ₂ O/D ₂ O) a	个	≤10
72	微塑料	纯净性	微塑料 (<5 mm) a	n/m ³	<0.045

注：a-选测调查评价指标

8.2 水质综合评价

对选取的2级评价指标进行1级评价方面的单项评价后，将单指标质量等级的网格进行叠加比较，依据所有指标中质量最差的等级，确定该网格的综合质量等级，评价方法参照 HJ 1300-2023 中 4.2.2 执行。

9 海洋深层水资源调查评价报告编写

报告编写参考 GB/T 12763.1-2007 中 14 和附录E。

附 录 A
(资料性附录)
CTD 测量记录表

调查船: _____ 调查海区: _____ 航次号: _____

水 深: _____ 仪器型号: _____ 探头号: _____

测量日期								
纬度								
经度								
取样间隔								
入水时间								
出水时间								
下放速度								
电池电压								
海况								
CTD采水记录								
采水器号	层次	压力/MPa	温度/℃	电导率	盐度	采水瓶号	盐度计值	备注

记录人: _____

校对入: _____

附 录 B
(资料性附录)
水样登记表

编号: _____								第 _____ 页, 共 _____ 页							
调查项目名称: _____															
航次号: _____				调查海区: _____				海况: _____							
调查船: _____				采样日期: _____年____月____日				至 _____年____月____日							
序号	站号	经度	纬度	采样时间	站位水深 /m	采样深度 /m	水温/ ℃	水样瓶号							
								溶解氧	pH	营养盐					
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															

记录人:

校对入:

附录 C
(资料性附录)

调查指标参考测试分析方法及其检出限和测定下限表

表C.1 调查指标参考测试分析方法及其检出限和测定下限表

项目	分析方法	方法编号或来源	检出限 a	测定下限	检测范围
水深	水深测量	GB/T 12763.2-2007 (4.8)	-	-	-
水温和盐度	温盐深仪 (CTD) 法	GB/T 12763.2-2007 (5, 6) b	-	-	-
水色	比色法	GB 17378.4-2007 (21)	-	-	-
嗅和味	感官法	GB 17378.4-2007 (24)	-	-	-
悬浮物	重量法	GB 17378.4-2007 (27)	2 mg/L	-	-
pH	pH 计法	GB 17378.4-2007 (26)	-	-	0~14
溶解氧	电化学探头法	HJ 506-2009	-	-	饱和度 0~100%
	碘量法	GB 17378.4-2007 (31)	-	-	-
	碘量滴定法	GB/T 12763.4-2007 (5) b	-	0.08 mg/L	0.08 mg/L~16 mg/L
	光学传感器法	ISO 17289:2014 c	0.1 mg/L	-	饱和度 0~100%
锂、钠、镁、钾、钙	离子色谱法	HJ 812-2016	锂: 0.01 mg/L 钠: 0.02 mg/L 镁: 0.02 mg/L 钾: 0.02 mg/L 钙: 0.03 mg/L	锂: 0.04 mg/L 钠: 0.08 mg/L 镁: 0.08 mg/L 钾: 0.08 mg/L 钙: 0.12 mg/L	-
氟、氯、溴	离子色谱法	HJ 84-2016	氟: 0.006 mg/L 氯: 0.007 mg/L 溴: 0.016 mg/L	氟: 0.024 mg/L 氯: 0.028 mg/L 溴: 0.064 mg/L	-
碘	离子色谱法	HJ 778-2015	0.002 mg/L (250 μL 进样)	0.008 mg/L	-
硼	姜黄素分光光度法	HJ/T 49-1999	-	-	-
铝、铁、镉、钡、钼、银	电感耦合等离子体发射光谱法	HJ 776-2015	铝: 0.009 mg/L; 0.07 mg/L (水平; 垂直) 铁: 0.01 mg/L; 0.02 mg/L (水平; 垂直) 镉: 0.2 mg/L; 0.06 mg/L (水平; 垂直) 钡: 0.01 mg/L; 0.002 mg/L (水平; 垂直) 钼: 0.05 mg/L; 0.02 mg/L (水平; 垂直) 银: 0.03 mg/L; 0.02 mg/L (水平; 垂直)	铝: 0.04 mg/L; 0.28 mg/L (水平; 垂直) 铁: 0.04 mg/L; 0.07 mg/L (水平; 垂直) 镉: 0.93 mg/L; 0.24 mg/L (水平; 垂直) 钡: 0.04 mg/L; 0.01 mg/L (水平; 垂直) 钼: 0.18 mg/L; 0.08 mg/L (水平; 垂直) 银: 0.13 mg/L; 0.07 mg/L (水平; 垂直)	-

表 C.1 调查指标参考测试分析方法及其检出限和测定下限表 (续)

项目	分析方法	方法编号或来源	检出限 a	测定下限	检测范围
氨氮	连续流动比色法	HJ 442.3-2020 (附录 C)	0.001 mg/L	-	0~3.36 mg/L
	靛酚蓝分光光度法	GB 17378.4-2007 (36.1)	-	-	-
	靛酚蓝法	GB/T 12763.4-2007(附录 C) b	-	0.0007 mg/L	0.0007 mg/L~0.112 mg/L
	次溴酸盐氧化法	GB 17378.4-2007 (36.2)	-	-	-
	次溴酸钠氧化法	GB/T 12763.4-2007 (12) b	-	0.0004 mg/L	0.0004 mg/L~0.112 mg/L
	气相分子吸收光谱法	HJ/T 195-2023	0.020 mg/L	0.080 mg/L	0.080 mg/L~100 mg/L
铵盐	流动分析法	HY/T 147.1-2013(9.1)	1.08 μg/L	-	-
硝酸盐氮、亚硝酸盐氮	连续流动比色法	HJ 442.3-2020 (附录 D)	0.001 mg/L	-	0~1.75 mg/L
硝酸盐氮	镉柱还原法	GB 17378.4-2007 (38.1)	-	-	-
	镉铜柱还原法	GB/T 12763.4-2007(附录 B) b	-	0.0006 mg/L	0.0006 mg/L~0.196 mg/L
	锌-镉还原法	GB 17378.4-2007 (38.2)	-	-	-
	锌镉还原法	GB/T 12763.4-2007 (11) b	-	0.0007 mg/L	0.0007 mg/L~0.224 mg/L
	流动分析法	HY/T 147.1-2013(8.1)	0.6 μg/L	-	-
	气相分子吸收光谱法	HJ/T 198-2005	0.006 mg/L	0.024 mg/L	0.024 mg/L~10 mg/L
亚硝酸盐氮	萘乙二胺分光光度法	GB 17378.4-2007 (37)	-	-	-
	重氮-偶氮法	GB/T 12763.4-2007 (10) b	-	0.0003 mg/L	0.0006 mg/L~0.056 mg/L
	流动分析法	HY/T 147.1-2013(7.1)	0.35 μg/L	-	-
	气相分子吸收光谱法	HJ/T 197-2005	0.003 mg/L	0.012 mg/L	0.012 mg/L~10 mg/L
活性磷酸盐	磷钼蓝萃取分光光度法	GB 17378.4-2007 (39.2)	0.2 μg/L	-	-
	磷钼蓝分光光度法	GB 17378.4-2007 (39.1)	-	-	-
	抗坏血酸还原磷钼蓝法	GB/T 12763.4-2007(9) b	-	0.0006 mg/L	0.0006 mg/L~0.149 mg/L
	连续流动比色法	HJ 442.3-2020 (附录 E)	0.001 mg/L	-	0~3 mg/L
活性硅酸盐	硅钼蓝法	GB 17378.4-2007 (17.2)	-	-	-
	硅钼蓝法	GB/T 12763.4-2007(8) b	-	0.003 mg/L	0.003 mg/L~0.7 mg/L
	硅钼黄法	GB 17378.4-2007 (17.1)	-	-	-
	硅钼黄法	GB/T 12763.4-2007(附录 A) b	-	0.013 mg/L	0.013 mg/L~4.48 mg/L
	连续流动比色法	HJ 442.3-2020 (附录 F)	0.002 mg/L	-	0~4.2 mg/L

表 C.1 调查指标参考测试分析方法及其检出限和测定下限表 (续)

项目	分析方法	方法编号或来源	检出限 a	测定下限	检测范围
硅酸盐	流动分析法	HY/T 147.4-2013 (11)	0.84 mg/L	-	-
汞	原子荧光法	GB 17378.4-2007 (5.1)	0.007 μg/L	-	-
	冷原子吸收分光光度法	GB 17378.4-2007 (5.2)	0.001 μg/L	-	-
	金捕集冷原子吸收光度法	GB 17378.4-2007 (5.3)	0.0027 μg/L	-	-
铜、铅、镉、锌	阳极溶出伏安法	GB 17378.4-2007 (6.2, 7.2, 8.2, 9.2)	铜: 0.6 μg/L; 铅: 0.3 μg/L; 镉: 0.09 μg/L; 锌: 1.2 μg/L	-	-
铜、铅、镉、钒、铀、镍、钴	在线螯合预富集电感耦合等离子体质谱法	USEPA 200.10 c	铜: 0.023 μg/L; 铅: 0.074 μg/L; 镉: 0.041 μg/L; 钒: 0.014 μg/L; 铀: 0.031 μg/L; 镍: 0.081 μg/L; 钴: 0.021 μg/L	-	-
铜、铅、锌、镉、镍、铬、铍、锰、钴、砷、铊	电感耦合等离子体质谱法	HY/T 147.1-2013(5)	铜: 0.12 μg/L; 铅: 0.07 μg/L; 锌: 0.10 μg/L; 镉: 0.03 μg/L; 铬: 0.05 μg/L; 铍: 0.02 μg/L; 锰: 0.01 μg/L; 钴: 0.05 μg/L; 镍: 0.23 μg/L; 砷: 0.05 μg/L; 铊: 0.06 μg/L	-	-
铜、铅、镉、镍	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.4-2007 (6.1, 7.1, 8.1, 42)	铜: 0.2 μg/L; 铅: 0.03 μg/L; 镉: 0.01 μg/L; 镍: 0.5 μg/L	-	-
锌	火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.4-2007 (9.1)	3.1 μg/L	-	-
总铬	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.4-2007 (10.1)	0.4 μg/L	-	-
	二苯碳酰二肼分光光度法	GB17378.4-2007 (10.2)	0.3 μg/L	-	-
六价铬	二苯碳酰二肼分光光度法	GB/T 7467-1987	0.004 mg/L	-	0.016 mg/L~1 mg/L
	便携式光谱仪法	HY/T 147.1-2013(6)	16 μg/L	-	-

表 C.1 调查指标参考测试分析方法及其检出限和测定下限表 (续)

项目	分析方法	方法编号或来源	检出限 a	测定下限	检测范围
砷	原子荧光法	GB 17378.4-2007 (11.1)	0.5 μg/L	-	-
	砷化氢-硝酸银分光光度法	GB 17378.4-2007 (11.2)	0.4 μg/L	-	-
	氢化物发生原子吸收分光光度法	GB 17378.4-2007 (11.3)	0.06 μg/L	-	-
	催化极谱法	GB 17378.4-2007 (11.4)	1.1 μg/L	-	-
硒	荧光分光光度法	GB 17378.4-2007 (12.1)	0.2 μg/L	-	-
	二氨基联苯胺分光光度法	GB 17378.4-2007 (12.2)	0.4 μg/L	-	-
	催化极谱法	GB 17378.4-2007 (12.3)	0.1 μg/L	-	-
	原子荧光法	HJ 442.3-2020 (附录 G)	0.2 μg/L	-	-
氰化物	异烟酸-吡唑啉酮分光光度法	GB 17378.4-2007 (20.1)	0.5 μg/L	-	-
	吡啶-巴比土酸分光光度法	GB 17378.4-2007 (20.2)	0.3 μg/L	-	-
	便携式光谱仪法	HY/T 147.1-2013 (16)	13.5 μg/L	-	-
硫化物	亚甲基蓝分光光度法	GB 17378.4-2007 (18.1)	0.2 μg/L	-	0.2 μg/L~10 μg/L
	离子选择电极法	GB 17378.4-2007 (18.2)	3.3 μg/L	-	-
	气相分子吸收光谱法	HJ 200-2023	0.005 mg/L	0.020 mg/L	0.020 mg/L~10 mg/L
挥发性酚	4-氨基安替比林分光光度法	GB 17378.4-2007 (19)	1.1 μg/L	-	0.001 mg/L~10 mg/L
	流动注射和连续流动法	ISO 14402:1999 c	-	-	0.01 mg/L~1 mg/L
挥发性有机物	顶空气相色谱-质谱法	HJ 810-2016	全扫描模式: 2 μg/L~10 μg/L; 选择离子模式: 0.4 μg/L~1.7 μg/L	全扫描模式: 8 μg/L~40 μg/L; 选择离子模式: 1.6 μg/L~6.8 μg/L	-
	吹扫捕集/气相色谱-质谱法	HJ 639-2012	用全扫描方式测定: 0.6 μg/L~5.0 mg/L; 用选择离子方式测定: 0.2 μg/L~2.3 mg/L	全扫描方式: 2.4 μg/L~20.0 mg/L 选择离子方式: 0.8 μg/L~9.2 mg/L	-

表 C.1 调查指标参考测试分析方法及其检出限和测定下限表 (续)

项目	分析方法	方法编号或来源	检出限 a	测定下限	检测范围
阴离子洗涤剂	亚甲基蓝分光光度法	GB 17378.4-2007 (23)	0.010 mg/L	-	-
油类	荧光分光光度法	GB 17378.4-2007 (13.1)	1.0 μg/L	-	-
	紫外分光光度法	GB 17378.4-2007 (13.2)	3.5 μg/L	-	-
	重量法	GB 17378.4-2007 (13.3)	200 μg/L	-	-
六六六、滴滴涕	气相色谱法	GB 17378.4-2007 (14)	六六六:0.001 μg/L 滴滴涕:0.0038 μg/L	-	-
	气相色谱-质谱法	HJ 699-2014	0.021 μg/L~0.034 μg/L	-	>0.14 μg/L
马拉硫磷和甲基对硫磷	气相色谱法	GB 13192-1991	马拉硫磷: 4.3×10 ⁻⁹ g; 甲基对硫磷: 2.8×10 ⁻⁹ g	-	马拉硫磷: >6.4×10 ⁻⁴ mg/L; 甲基对硫磷: >4.2×10 ⁻⁴ mg/L
苯并[a]芘	液液萃取和固相萃取高效液相色谱法	HJ 478-2009	0.0004 μg/L	-	>0.0016 μg/L
总 α 放射性活度	低本底总 α 检测法	GB/T 5750.13-2023 (4.1)	0.02 Bq/L	-	-
	厚源法	HJ 898-2017	4.3×10 ⁻² Bq/L	0.017 Bq/L~0.050 Bq/L	-
总 β 放射性活度	低本底总 β 检测法	GB/T 5750.13-2023 (5.1)	0.03 Bq/L	-	-
	厚源法	HY/T 235-2018 (9)	-	-	-
	厚源法	HJ 899-2017	1.5×10 ⁻² Bq/L	0.01 Bq/L~0.015 Bq/L	-
氡	低本底液体闪烁能谱法	GB/T 35570-2017	-	0.9 Bq/L	-
铯-90	二-(2-乙基己基)磷酸萃取色层法;发烟硝酸沉淀法;离子交换法	HJ 815-2016	-	-	10 ⁻² ~10Bq/L
碘-131	β 计数法	GB/T 35190-2017	-	4×10 ⁻³ Bq/L	-
铯-134、铯-137	γ 能谱法	HY/T 235-2018 (5)	-	-	-
总大肠菌群和粪大肠菌群	发酵法	GB 17378.7-2007 (9.1)	20 个/L	-	-
粪大肠菌群	滤膜法	GB 17378.7-2007 (9.2)	-	-	-
氯酸盐、亚氯酸盐、溴酸盐、二氯乙酸、三氯乙酸	离子色谱法	HJ 1050-2019	氯酸盐:0.005 mg/L 亚氯酸盐:0.002 mg/L 溴酸盐:0.002 mg/L 二氯乙酸:0.005 mg/L 三氯乙酸:0.01 mg/L	氯酸盐:0.020 mg/L 亚氯酸盐:0.008 mg/L 溴酸盐:0.008 mg/L 二氯乙酸:0.020 mg/L 三氯乙酸:0.040 mg/L	-

表 C.1 调查指标参考测试分析方法及其检出限和测定下限表 (续)

项目	分析方法	方法编号或来源	检出限 a	测定下限	检测范围
氟化物	茜素磺酸锆目视比色法	HJ 487-2009	0.1 mg/L	0.4 mg/L	-
	氟试剂分光光度法	HJ 488-2009	0.02 mg/L	0.08 mg/L	-
小水分子团	红外光谱法	d	-	-	-
微塑料	傅立叶变换显微红外光谱法	e	-	-	-

a-检出限、测定下限和检出范围来源于引用方法。

b-GB/T 12763.4-2007 方法可作为参考方法，一般在南海、大洋等较远海域或长期海上作业时的现场分析时采用。

c-参考分析/测试方法USEPA 200.10、ISO 17289:2014和ISO 14402:1999。

d-参考文献方法, Zhang, B. et al., 2020. Infrared spectroscopy of neutral water clusters at finite temperature: Evidence for a noncyclic pentamer. Proceedings of the National Academy of Sciences, 117(27): 15423-15428。

e-参考《海水增殖区环境微塑料监测技术规范》(DB37/T 4323-2021) 规定方法。

附录 D
(资料性附录)

南海西沙海域海洋深层水资源调查温度和营养盐结果

表D.1 南海西沙海域海洋深层水资源调查温度和营养盐结果

站位	深度 /m	海底深度 /m	温度 /°C	硝酸盐 / $\mu\text{mol/L}$	亚硝酸盐 / $\mu\text{mol/L}$	铵盐 / $\mu\text{mol/L}$	磷酸盐 / $\mu\text{mol/L}$	硅酸盐 / $\mu\text{mol/L}$
N-WS008	1	1196	28.75	5.47	-	-	0.019	-
N-WS008	50	1196	26.13	4.65	-	0.043	0.060	-
N-WS008	100	1196	19.66	24.77	0.003	0.093	0.64	5.79
N-WS008	200	1196	14.26	41.17	-	0.013	1.29	24.02
N-WS008	300	1196	11.65	53.87	0.024	0.063	1.88	38.80
N-WS008	400	1196	9.85	57.07	-	0.003	2.09	54.20
N-WS008	500	1196	8.87	62.40	0.007	0.043	2.31	63.63
N-WS008	600	1196	7.67	62.52	-	0.013	2.44	76.20
N-WS008	700	1196	6.95	73.75	-	0.14	2.57	85.00
N-WS008	800	1196	6.17	70.80	-	0.19	2.61	99.46
N-WS008	900	1196	5.86	72.32	-	0.27	2.66	102.29
N-WS009	1	1011	29.21	13.46	0.016	0.35	0.029	0.14
N-WS009	50	1011	25.14	5.92	0.003	0.37	0.10	-
N-WS009	100	1011	19.34	24.53	0.077	0.21	0.80	8.62
N-WS009	200	1011	13.79	48.26	0.007	0.24	1.40	26.22
N-WS009	400	1011	9.64	62.97	0.020	0.15	2.01	55.77
N-WS009	600	1011	7.33	63.87	0.036	0.36	2.57	83.43
N-WS009	800	1011	5.68	74.36	0.003	0.34	2.70	105.12
N-WS009	900	1011	5.54	75.84	0.011	0.27	2.73	109.21
N-WS010	1	1196	29.46	5.68	0.200	0.28	0.029	-
N-WS010	50	1196	23.03	1.17	0.077	0.29	0.071	0.13
N-WS010	100	1196	19.46	28.05	0.044	0.39	0.65	11.14
N-WS010	200	1196	14.22	36.17	0.171	0.10	1.42	28.43
N-WS010	400	1196	9.98	55.02	0.110	0.093	2.03	51.37
N-WS010	600	1196	7.67	68.50	-	0.24	2.50	52.31
N-WS010	800	1196	5.82	75.72	0.028	0.20	2.87	104.50
N-WS010	1000	1196	4.59	68.71	-	0.31	2.87	124.62
N-WS010	1100	1196	4.24	74.20	-	0.35	3.02	130.59

附录 E
(资料性附录)
海洋深层水资源调查评价报告参考提纲

海洋深层水调查报告至少应包含但不限于如下列举内容。

海洋深层水资源调查评价报告参考提纲

- 一、调查目的
- 二、调查区域
- 三、调查指标
- 四、调查方法及手段
- 五、评价方法
- 六、调查结果
- 七、资源量评价
- 八、评价结果
- 九、结论

报告附图件

- 附图 1. 调查站位布置图；
 - 附图 2. 海水温度分布曲线；
 - 附图 3. 海水盐度分布曲线；
 - 附图 4. 海水 5 种无机营养盐分布曲线；
 - 附图 5. 海水有机污染物含量分布曲线；
 - 附图 6. 海水重金属含量分布曲线；
 - 附图 7. 海水总 α 、总 β 放射性活度分布曲线；
 - 附图 8. 海水微生物含量分布曲线。
-