

海水中痕量活性磷酸盐的测定
流动分析-磷钼蓝固相萃取-分光光度法
(编制说明)

厦门大学
2021年7月

目 录

一、制定标准的背景、目的和意义.....	1
二、工作简况.....	1
1、任务来源、标准负责起草和参加起草单位.....	1
2、主要工作过程.....	2
3、标准主要起草人及其所做的工作.....	4
三、标准编制原则和确定标准主要内容（如技术指标、参数、公式、性能要求、试验方法、检验规则等）的论据（含试验、统计数据）.....	5
1、标准编制原则.....	5
2、确定标准主要内容的依据.....	5
四、主要试验（或验证）的分析、综述，技术经济论证，预期的经济效果.....	13
1、主要试验（或验证）的分析、综述.....	13
2、预期的经济效果.....	13
五、与有关现行法律、法规和标准的关系.....	14
六、标准作为推荐性行业标准的建议.....	14
七、贯彻该标准的要求和措施建议.....	14
八、其他应予说明的事项.....	15

一、制定标准的背景、目的和意义

磷是海洋浮游植物生长所必需的营养元素，磷的可利用性直接影响初级生产力的大小。活性磷酸盐作为无机磷的主要形式，在磷的海洋生物地球化学过程中扮演着重要角色。在大洋中，特别是一些寡营养海域，海洋表层活性磷酸盐被浮游植物大量摄取，浓度往往低至 nmol/L 级别。由于传统分析方法的灵敏度较低，导致这些区域活性磷酸盐数据相对匮乏，限制了科学家对海洋磷循环过程的认识。获取寡营养海区海水中活性磷酸盐浓度的高通量数据，是大洋调查和海洋环境保护的需要，也是海洋生物地球化学研究的需要。为准确获取数据，除了拥有灵敏、可靠的分析方法，标准化指导性技术文件是必不可少的。

目前，国内外已有的海水活性磷酸盐的标准分析方法能有效分析海水中常量浓度的活性磷酸盐，但是无法满足痕量活性磷酸盐的测定需求。而国内外海水痕量活性磷酸盐的测定方法均为研究性方法，我国尚无痕量活性磷酸盐测定的国家标准或行业标准，国外亦无类似的标准。由厦门大学与自然资源部第三海洋研究所自主研发的基于流动分析-磷钼蓝固相萃取-分光光度法测定海水痕量活性磷酸盐的分析方法，检出限达到 nmol/L 级别。该方法多年来历经研发团队实验室和多个航次的反复验证与应用，也已被我国多家涉海研究单位采用。因此，本项目旨在根据该成熟研究性方法的基础上，制定海水中痕量活性磷酸盐测定的标准分析方法。该标准将为我国的深远海营养盐调查研究提供可靠的方法及规范，满足国内涉海单位对痕量活性磷酸盐的测定需求，为正在走向深远海的中国海洋科学调查提供海洋观测技术支撑，推动海洋事业的发展。

二、工作简况

1、任务来源、标准负责起草和参加起草单位

该标准制定项目来源于自然资源部。2018 年 9 月，自然资源部发布《自然资源部办公厅关于印发 2018 年自然资源（海洋领域）标准制修订工作计划的通知》（自然资办发[2018]26 号），其中，明确指出“为贯彻落实党的十九大精神，围绕自然资源部新职能，落实部党组关于标准化工作的新要求，按照《海洋标准化管理办法》（国海规范[2016]4 号）和原国家海洋局 2018 年度标准化工作安排，

部组织制定了《2018年自然资源（海洋领域）标准制修订工作计划》，共157项行业标准制修订计划项目。”这些项目中，包括《海水中痕量活性磷酸盐的测定流动分析-磷钼蓝固相萃取-分光光度法》（项目编号：2018100110-T）。该标准由厦门大学负责起草，自然资源部第三海洋研究所参与该标准的起草工作。

2、主要工作过程

作为本标准的负责起草单位，厦门大学自2018年9月接到自然资源部关于《2018年自然资源（海洋领域）标准制修订工作计划》的通知后，即积极联系本标准参与起草单位，成立标准编制工作组，制定工作实施方案，并开展标准草案撰写、方法验证试验、审查意见稿撰写等相关工作，主要工作过程如下：

（1）起草阶段：

- （a）2017年11月，收到自然资源部（原国家海洋局）下发文件《国家海洋局关于组织申报2018年度海洋国家标准和行业标准制修订计划项目立项的通知》（国海科字[2017]542号），根据文件中《2018年度海洋标准项目重点需求表》和《2018年度海洋标准项目申报要求》，厦门大学联合自然资源部第三海洋研究所相关人员，讨论本标准项目制定的可行性和工作方案。
- （b）2017年12月，由厦门大学提出制定本标准的项目申请，填写海洋标准项目申报材料并报送全国海洋标准化技术委员会。初步确定了工作任务内容，明确负责起草单位和参加单位，成立标准编制工作组，确定主要起草人员、编写思路 and 任务分工。
- （c）2018年1月-3月，标准编制工作组着手本标准草案的起草工作，经多轮讨论，确定了标准草案初稿，并提交至全国海洋标准化技术委员会海洋调查技术与方法分技术委员会进行形式审查。
- （d）2018年4月，收到全国海洋标准化技术委员会海洋调查技术与方法分技术委员会发来的形式审查意见，并按照审查意见修改标准草案初稿，再次提交至海洋调查技术与方法分技术委员会进行技术审查。
- （e）2018年5月，在杭州参加由全国海洋标准化技术委员会海洋调查技术与方法分技术委员会组织的“2018年度标准立项审查会议”，并由项目负责人进行现场答辩。

- (f) 2018年9月，收到自然资源部发布的《自然资源部办公厅关于印发2018年自然资源（海洋领域）标准制修订工作计划的通知》（自然资办发[2018]26号），确定本标准制定项目获得立项。标准编制工作组立即确定详细工作方案并着手标准起草工作。
- (g) 2019年3月，开展方法互校和方法验证工作。组织了包括厦门大学、自然资源部第三海洋研究所、自然资源部第二海洋研究所、国家海洋局北海环境监测中心、福建海洋研究所、中国海洋大学、国家海洋局厦门海洋预报台等在内的7家单位，联合开展方法互校实验。
- (h) 2019年6月，完成互校实验的数据处理及格式修改，收回7家单位的互校实验报告。
- (i) 2019年7月-2020年6月，经过标准编制工作组的反复讨论和修改，完成标准审查意见稿的撰写。
- (j) 2020年6月，在厦门召开内部评审会，邀请专家对标准审查稿进行审议。标准编制工作组根据专家意见，对标准格式和文字表述做了详细修改，确定本标准审查意见稿。
- (2) 征求意见阶段：
- (a) 2020年10月，将修改确认后的标准征求意见稿及相关材料提交全国海洋标准化技术委员会海洋调查观测监测分技术委员会。
- (b) 2020年10月，全国海洋标准化技术委员会海洋调查技术与方法分技术委员会将征求意见稿公开征求意见。征求意见截止时间为2020年11月14日。
- (c) 2020年11月，共收到20家单位的征求意见反馈材料。标准编制工作组立即根据各单位反馈意见展开讨论和修改工作，确定标准送审稿。具体反馈意见汇总如下：征求意见时间为2020年10月14日-2020年11月14日，发送“征求意见稿”的单位数：20个。收到“征求意见稿”后，回函的单位数：20个；回函并有建议或意见的单位数：10个（具体名单：国家海洋环境监测中心、自然资源部第二海洋研究所、国家海洋局北海海洋环境监测中心站、中国水产科学研究院南海水产研究所、中国科学院海洋研究所、自然资源部第一海洋研究所、中国海洋大学环境科学与工程学院、中国科

学院烟台海岸带研究所、国家海洋局北海环境监测中心、中国科学院南海海洋研究所)；没有回函的单位数：0个；收集修改意见共36条，采纳24条，未采纳9条，部分采纳3条。

(3) 审查阶段：

(a) 2021年1月，召开内部专家评审会，对修改后的标准送审稿进行审核。将修改确认后的标准送审稿及相关材料提交全国海洋标准化技术委员会海洋调查观测监测分技术委员会。

(b) 2021年5月15-16日，由全国海洋标准化技术委员会海洋调查观测监测分技术委员会组织在厦门召开了“《海水中痕量铵盐氮的测定 流动分析-邻苯二甲醛固相萃取-荧光光度法》等行业标准审查会”，会议由来自自然资源部第二海洋研究所、国家海洋标准计量中心、国家海洋局东海环境监测中心、厦门大学、自然资源部北海局、自然资源部第三海洋研究所、福建海洋研究所、福建省水产研究所、国家海洋局北海环境监测中心等单位的9名专家组成专家组。专家组一致同意该标准通过审查，并提出审查修改意见共13条，项目组全部采纳。

(c) 2021年6月-7月，项目组根据审查会议专家提出的修改意见，标准编制工作组立即着手文件修订工作。

(4) 报批阶段：

2021年7月，标准编制工作组将修改确认后的标准报批稿及相关材料提交全国海洋标准化技术委员会海洋调查观测监测分技术委员会。

3、标准主要起草人及其所做的工作

本标准主要起草人及分工介绍如下：

姓名	单位	分工内容
马剑	厦门大学	负责标准撰写、组织项目实施
袁东星	厦门大学	技术总负责，质量把关，标准修改
张元标	自然资源部第三海洋研究所	负责方法互校，参与标准撰写
刘宝敏	厦门大学	协助负责人组织协调
韩爱琴	自然资源部第三海洋研究所	参与标准撰写及文字修改

三、标准编制原则和确定标准主要内容（如技术指标、参数、公式、性能要求、试验方法、检验规则等）的论据（含试验、统计数据）

1、标准编制原则

本标准按照《中华人民共和国标准化法》和《自然资源标准化管理办法》等相关规定起草，遵循适用性、协调性、先进性原则，编制依据包括：

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。

GB/T 20001.1-2015 标准编写规则 第1部分：术语。

GB/T 20001.4-2015 标准编写规则 第4部分：试验方法标准。

HY/T 258-2018 海洋监测化学分析方法标准编写导则。

HJ 168-2020 环境监测分析方法标准制订技术导则。

本标准在标准框架、结构、格式等方面均符合标准编写规则或导则要求。编制内容与GB 17378.4-2007《海洋监测规范 第4部分：海水分析》、GB/T 12763.4-2007《海洋调查规范 第4部分：海水化学要素调查》、HY/T 147.1-2013《海洋监测技术规程 第1部分：海水》等现行有关国家标准、国家规范、行业标准方法化学反应原理基本相同，但是本标准更专注于痕量活性磷酸盐的测定，且本标准在起草过程中参照了现行标准的格式及表述，因此本标准 and 现行标准内容相协调，保持了一致性。本标准的方法注重科学性、先进性，同时确保标准的可操作性和分析结果的准确性。

2、确定标准主要内容的依据

本标准规定了测定海水中痕量活性磷酸盐的流动分析-磷钼蓝固相萃取-分光光度法。适用于海水中浓度为 nmol/L 级别的痕量活性磷酸盐的测定。标准正文包括了范围、规范性引用文件、术语和定义、方法原理、试剂与材料、仪器和设备、样品采集与保存、分析步骤、结果计算与记录、精密度和准确度、质量保证和质量控制、注意事项等 12 部分。

（1）标准结构和内容格式

标准主体部分内容和格式严格按照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》和HY/T 258-2018《海洋监测化学分析方法

标准编写导则》的规定和要求编写，同时兼顾与已有海洋监测和海洋调查国家标准相协调，保持一致性。

(2) 方法原理

本标准方法的化学反应原理基于活性磷酸盐测定的分光光度法，该方法已被广泛使用。在此基础上，由厦门大学与自然资源部第三海洋研究所结合流动分析技术和固相萃取技术，自主研发了基于流动分析-磷钼蓝固相萃取-分光光度法测定海水痕量活性磷酸盐的分析方法。该研究成果已发表于国际学术刊物《Analytica Chimica Acta》(Underway analysis of nanomolar dissolved reactive phosphorus in oligotrophic seawater with automated on-line solid phase extraction and spectrophotometric system. Analytical Chimica Acta, 2017, 950: 80-87)。该方法多年来历经研发团队实验室和多个航次的反复验证与应用，也已被我国多家涉海研究单位采用。通过该方法所获得的痕量活性磷酸盐的数据被国际同行广泛认可，用于绘制全球痕量活性磷酸盐地图和构建全球海洋模型，相关成果发表于《Science Advances》(Biogeochemical controls of surface ocean phosphate. Science Advances, 2019, 5, eaax0341)。本部分在起草过程中充分考虑了方法的可操作性和分析结果的准确性。

(3) 方法技术指标确定依据

本研究采用单因素法，对方法中的实验参数进行了优化，包括试剂混合盘管长度、反应盘管长度、试剂浓度、洗脱剂NaOH溶液浓度、洗脱流速等。同时，对固相萃取小柱使用次数、盐度、温度等对测定结果的影响进行考察。在最优实验条件下，得到工作曲线。

(a) 试剂混合盘管长度和反应盘管长度的优化

试剂混合盘管是钼酸铵混合使用液和抗坏血酸使用液混合的场所，管长影响试剂的混合效果从而影响反应的灵敏度。实验表明，试剂混合盘管长度大于1 m时，本方法的灵敏度不再随着管长的增加而增加，考虑分析速度等因素，选择试剂混合盘管的长度为1 m。

反应盘管是混合后的试剂与样品发生反应、生成磷钼蓝的场所。在本方法条件下，当反应盘管长度为5.5 m时，样品的反应时间为56 s。图1为本方法条件下的磷钼蓝反应动力学曲线。由图可知，当反应时间为56 s时，磷钼蓝反应程度

基本可以达到 100%。因此，选择反应盘管长度为 5.5 m。

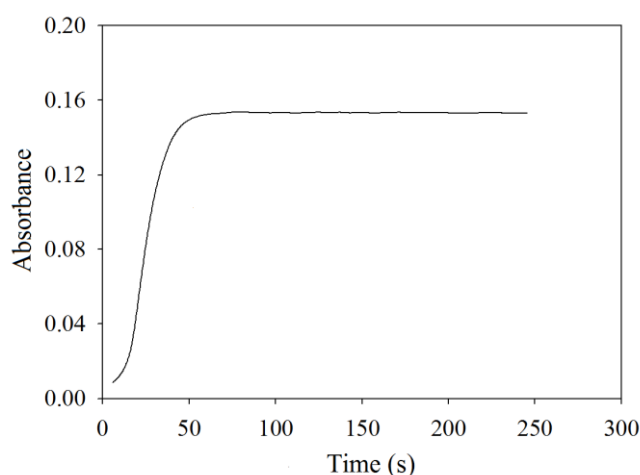


图 1 磷钼蓝反应动力学曲线

(b) 试剂浓度的优化

为了考察试剂浓度对反应的影响，保持其他条件不变，钼酸铵混合使用液和抗坏血酸使用液的浓度按比例同时变化，所测得的工作曲线的斜率和空白样品的吸光值如图 2 所示，两者均随着试剂浓度的升高而增大。综合考虑方法灵敏度和试剂用量，选择抗坏血酸使用液的浓度为 18 g/L，即取 18 mL 100 g/L 的抗坏血酸贮备液，用超纯水稀释至 100 mL 作为抗坏血酸使用液；选择钼酸铵混合使用液的稀释比例为 36% (V/V)，即取钼酸铵混合贮备液 36 mL，用超纯水稀释至 100 mL 作为钼酸铵混合使用液。

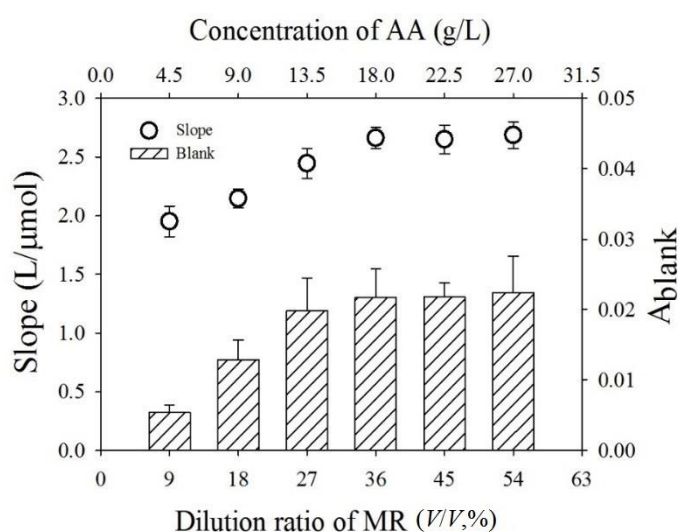


图 2 试剂浓度对反应的影响 ($n=3$)

(c) 洗脱剂 NaOH 溶液浓度和洗脱流速的优化

磷钼蓝易在 HLB 固相萃取小柱上保留。在碱性条件下，磷钼蓝形成保留能力较弱的离子态，可被洗脱剂从柱上洗脱下来，因此选择 NaOH 溶液作为洗脱剂。以洗脱剂的吸光度为考察指标，恒定其他参数，分别考察 NaOH 溶液浓度为 0.01~0.4 mol/L，洗脱流速为 0.5~5.0 mL/min 对洗脱效果的影响，综合考虑试剂用量、分析速度和洗脱效果，最终得到最优实验条件为 NaOH 溶液的浓度为 0.2 mol/L，洗脱流速为 2.0 mL/min。

(d) 固相萃取小柱使用次数的考察

固相萃取小柱使用次数有限，超过一定次数小柱会失活，从而影响测定结果的准确性。在本方法的实验条件下，实验过程中保持试剂、温度等条件不变，使用同一小柱连续测定同一活性磷酸盐样品 200 次以上，结果如图 3 所示。当测定次数超过 180 次时，测定结果出现明显的波动；测定次数在 180 次内，测得的吸光值为 0.1566 ± 0.0081 (RSD=5.2%)。考虑到实际水样基底的复杂性，本方法建议每测定约 100 个样品更换一次固相萃取小柱。

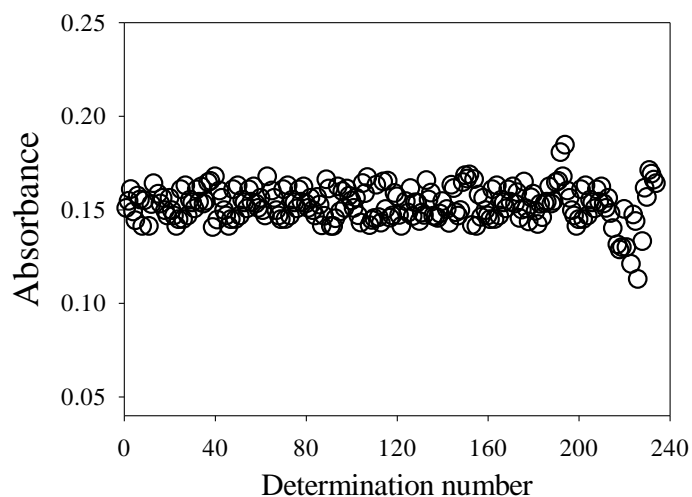


图 3 固相萃取小柱使用次数对测定结果的影响

(e) 盐度的影响

为了考察盐度对本方法的影响，使用人工海水分别配制盐度为 0~35 的空白样品和 200 nmol/L 的含磷试样，使用本方法进行测定，结果如图 4 所示。不同盐度下的同一浓度样品测定结果无显著差异，可见盐度对本方法无影响，因此本

方法可以直接应用于不同盐度样品的测试，无需进行盐度校正。

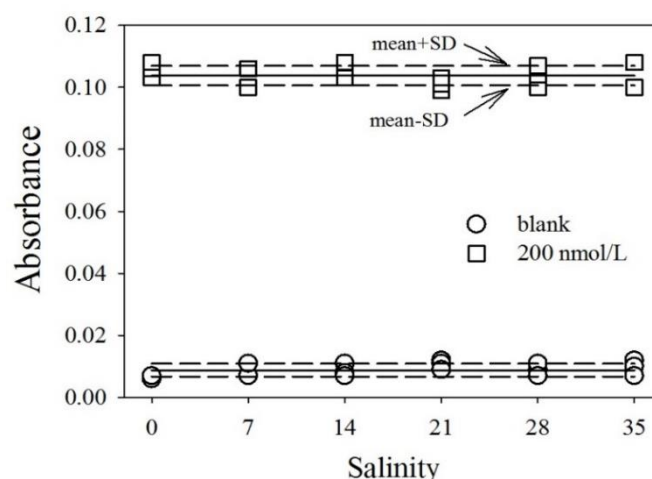


图 4 盐度对测定结果的影响 ($n=3$)

(f) 温度的影响

提高反应温度不仅有利于加快磷钼蓝反应的进程，提高分析效率，同时也会影响干扰物质砷酸盐和硅酸盐的干扰程度，考察了温度的影响，结果如图 5 所示。在室温下，砷酸盐浓度为 0~80 nmol/L 时，本方法几乎不受砷酸盐干扰；硅酸盐浓度为 0~80 $\mu\text{mol/L}$ 时，本方法几乎不受硅酸盐的影响。当温度超过 35 $^{\circ}\text{C}$ 时，砷酸盐和硅酸盐的吸光值有明显提高，对活性磷酸盐的测定产生较大干扰。因此，本方法最终选择在室温条件进行测定。

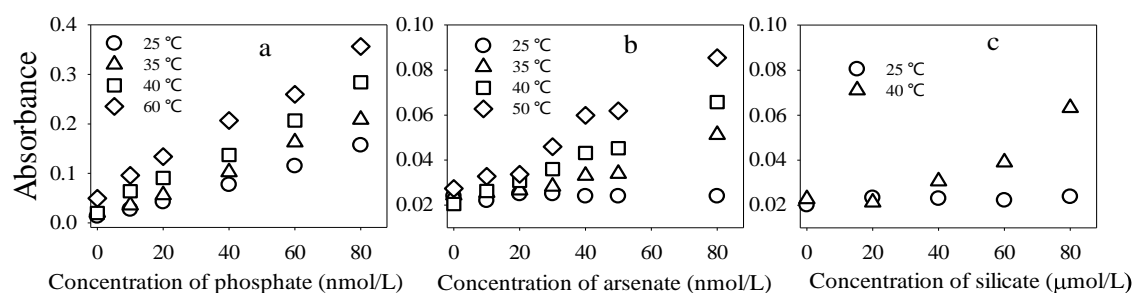


图 5 温度对磷酸盐 (a)、砷酸盐 (b) 和硅酸盐 (c) 反应的影响

(g) 标准曲线和典型信号输出图

使用超纯水配制标准系列溶液，设定不同的富集时间 (480 s 和 240 s)，分别得到不同的标准曲线，如图 6 所示。在实际样品测定中，可以根据样品中活性磷酸盐的浓度选择不同的富集时间，以不同的标准曲线进行定量。图 6 中的插入

图为本方法单次测定样品的典型信号输出图，界面峰 1 为样品与氯化钠使用液的界面峰，界面峰 2 为氢氧化钠使用液与超纯水的界面峰。

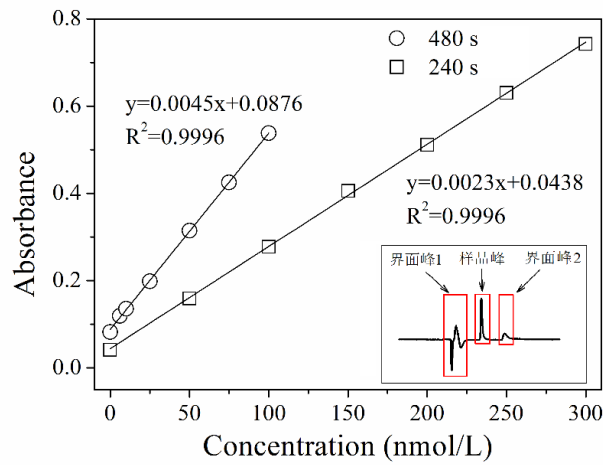


图 6 标准曲线和典型信号输出图

(h) 方法技术指标

编制组组织了厦门大学、自然资源部第三海洋研究所、自然资源部第二海洋研究所、国家海洋局北海环境监测中心、福建海洋研究所、中国海洋大学、国家海洋局厦门海洋预报台等 7 家单位对本标准方法进行了试验验证工作，开展了标准方法互校，7 家实验室分别对活性磷酸盐浓度为 40.0 nmol/L 和 150.0 nmol/L 的样品进行了重复测试 (n = 10~11)，测定平均值分别为 39.6 nmol/L~43.7 nmol/L 和 144.2 nmol/L~158.4 nmol/L；重复性标准差分别为 1.7 nmol/L 和 2.9 nmol/L；重复性限分别为 4.6 nmol/L 和 8.1 nmol/L；再现性标准差分别为 2.1 nmol/L 和 5.3 nmol/L；再现性限分别为 6.0 nmol/L 和 14.7 nmol/L。验证报告及各单位数据报告见附件，各单位验证数据统计结果如表 1 所示。本标准中方法检出限、测定下限、重复性标准差、重复性限、再现性标准差、再现性限、准确度等技术指标的计算综合了 7 家单位的验证报告结果，这些技术指标的计算严格按照 HY/T 258-2018 《海洋监测化学分析方法标准编写导则》的计算方法和表述方法执行。

表 1 海水中痕量活性磷酸盐的验证试验数据统计表

实验室号	样品 1			样品 2		
	\bar{x}_i nmol/L	S_i	RSD _i %	\bar{x}_i nmol/L	S_i	RSD _i %
1	39.6	0.9	2.3	155.5	2.3	1.5

2	42.9	1.9	4.4	144.2	1.8	1.3
3	42.7	1.0	2.5	153.1	4.2	2.7
4	41.0	2.1	5.1	155.7	2.6	1.6
5	43.7	0.5	1.2	154.7	2.8	1.8
6	40.5	2.2	5.5	158.4	1.9	1.2
7	41.8	2.0	4.8	153.4	3.9	2.5
参加实验室数目	7			7		
可接受结果的数目	7			7		
总体平均值 (nmol/L)	41.7			153.5		
真值或可接受值 (nmol/L)	40.0			150.0		
重复性标准差 S_r	1.7			2.9		
重复性限 r	4.6			8.1		
再现性标准差 S_R	2.1			5.3		
再现性限 R	6.0			14.7		

标准正文中 10.1 精密度部分的描述为“在同一实验室，由同一操作者使用相同设备，按相同的测试方法，并在短时间内对同一被测对象相互独立进行测试获得的两次独立测试结果的绝对差值应不大于这两个测定值的算术平均值的 20%，以大于 20% 的情况不超过 5% 为前提。在不同的实验室，由不同的操作者使用不同的设备，按相同的测试方法，对同一被测对象相互独立进行测试获得的两次独立测试结果的绝对差值应不大于这两个测定值的算术平均值的 20%，以大于 20% 的情况不超过 5% 为前提。”其中，标准相关限值 20% 的确定依据如下：将 7 家单位验证报告中有关精密度的测试数据汇总，在最保守的情况下，取每家单位对同一被测对象相互独立进行的测试结果相差最大的两次独立测定值，计算两个测定值的绝对差值与两个测定值的算术平均值的比值，得到的范围为 3.2%~20.0%，故本标准相关限值设为 20%；将 7 家验证单位精密度数据中同一浓度的平均值作为一个独立测定值，在最保守的情况下，取不同家单位对同一被

测对象的测试结果相差最大的两个测定值，计算两个测定值的绝对差值与两个测定值的算术平均值的比值，结果分别为 9.3%、9.8%，故本标准相关限值设为 20%。

(4) 痕量活性磷酸盐样品的保存方法

GB 17378.4-2007《海洋监测规范 第4部分：海水分析》对活性磷酸盐样品的保存条件及时间做了明确规定，具体为：采集后立即测定，若不能立即测定，可置于冰箱中冷藏保存，但不能超过48 h。考虑到大洋航次的特殊性，难以在短期内完成测定，本研究对冷冻条件下的样品保存时间进行了测试。在2006年11月“海洋生物地球化学创新群体”冬季航次中，使用本方法对不同采样深度的痕量活性磷酸盐样品进行现场测定；并将同一样品于-20 ℃冷冻保存，于第30 d使用本方法再次进行测定，具体结果如表2所示，两次测定结果无显著差异，表明痕量活性磷酸盐样品在-20 ℃冷冻条件下至少可以保存30 d。因此本标准“7 样品采集与保存”部分给出说明：样品采集后宜现场分析，若无法及时分析，可置于冰箱中冷藏或-20 ℃冷冻保存，冷藏不能超过48 h，冷冻不宜超过30 d。

表2 样品保存时间测试

采样深度 m	现场测定结果 nmol/L	-20 ℃冷冻保存30 d测定结果 nmol/L
2	16.5	15.6±0.6 (n=3)
25	17.3	18.0±0.6 (n=3)
50	21.1	21.4±1.0 (n=3)
75	217.4	219.0±3.4 (n=3)
100	488.8	485.4±21.4 (n=3)

(5) 其他说明

为保证标准方法的可操作性和更好的推广效果，本标准在“样品采集与保存”、“注意事项”等部分，结合海水痕量活性磷酸盐的测定要求和多年来的实际工作经验，增加了必要性的具体描述。

四、主要试验（或验证）的分析、综述，技术经济论证，预期的经济效果

1、主要试验（或验证）的分析、综述

本标准方法由厦门大学与自然资源部第三海洋研究所自主研发，多年来的实践证明该方法的可行性和可操作性。编制组组织了厦门大学、自然资源部第三海洋研究所、自然资源部第二海洋研究所、国家海洋局北海环境监测中心、福建海洋研究所、中国海洋大学、国家海洋局厦门海洋预报台等 7 家单位对本标准方法进行了试验验证工作，开展了标准方法互校，验证报告及各单位数据报告见附件。互校结果充分证明了该标准方法的有效性，适宜推广使用。

2、预期的经济效果

营养盐是海洋初级生产力和海洋物质循环的重要参数，也是海洋调查中的重要化学参数。但目前低浓度营养盐的测定技术匮乏，标准方法空缺，本标准方法将填补我国在这方面的空白。

全球海洋船舶水文调查项目（Global Ocean Ship-based Hydrographic Investigations Program，简称 GO-SHIP）由国际海洋碳协作计划（IOCCP）组织和世界气候研究计划-气候变率与可预报性研究（CLIVAR）组织于 2007 年成立。该项目将全球对物理海洋、海洋碳循环、海洋生物地球化学及海洋生态系统感兴趣的科学家和海洋水文数据的用户聚集起来，以持续开展全球水文观测研究，在国际海洋研究中有较高的影响力，所发布的操作规程被全球海洋研究者广泛认可和采用。GO-SHIP 在国际海洋研究委员会（Scientific Committee on Ocean Research，简称 SCOR）147 工作组（WG147: Towards Comparability of Global Oceanic Nutrient Data (COMPONUT)）成员的参与下，于 2019 年更新了 GO-SHIP 项目的操作规程“GO-SHIP Repeat Hydrography Nutrient Manual: The precise and accurate determination of dissolved inorganic nutrients in seawater, using Continuous Flow Analysis methods.”（Becker et al., 2019）。该操作规程给出了海水中常量营养盐的分析方法和具体操作步骤，同时，介绍了海水痕量营养盐的分析工作，其中的痕量营养盐分析方法引用了课题组已发表的研究成果（Jian Ma*, Lori Adornato,

Robert H. Byrne, Dongxing Yuan, Determination of nanomolar levels of nutrients in seawater, Trends in Analytical Chemistry, 2014, 60, 1-15)。该成果涵盖了本标准的核心技术和方法内容。由此可见,本标准中规定的海水中痕量活性磷酸盐方法处于世界先进水平。

通过前期调研和研讨,了解到国内诸多涉海单位均有低浓度活性磷酸盐的检测需求。本标准方法将为国家的深远海营养盐调查研究提供可靠的方法及规范,为正在走向深远海的中国海洋科学调查提供海洋观测技术支撑,推动海洋事业的发展。可以预见,本标准具有良好的社会经济效益。

五、与有关现行法律、法规和标准的关系

本标准编制内容和格式符合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》、GB/T 20001.4-2015《标准编写规则 第4部分:试验方法标准》和HY/T 258-2018《海洋监测化学分析方法标准编写导则》等现行国家标准和行业标准的规范要求。编制内容与GB 17378.4-2007《海洋监测规范 第4部分:海水分析》、GB/T 12763.4-2007《海洋调查规范 第4部分:海水化学要素调查》、HY/T 147.1-2013《海洋监测技术规程 第1部分:海水》等现行有关国家标准、国家规范、行业标准内容保持一致性,标准内容并不矛盾。本标准方法适用于海水中浓度为nmol/L级别的痕量活性磷酸盐的测定,可作为现行国家标准、国家规范、行业标准的有效补充,满足目前海洋科学研究中对痕量活性磷酸盐的检测需求,具有较强的针对性和可操作性。

六、标准作为推荐性行业标准的建议

建议本标准作为推荐性海洋行业标准,为海洋监/检测和海洋调查尤其是海水痕量营养盐的分析工作提供支撑。

七、贯彻该标准的要求和措施建议

为更好地贯彻执行新标准,建议在本标准批准发布后在海洋检验检测机构和相关部门组织宣贯,引导标准使用者正确地执行标准,有效地开展海水痕量活性

磷酸盐分析测定工作，并在标准执行过程中发现问题并收集意见，及时开展修订工作，促进标准的不断完善。

八、其他应予说明的事项

无。