

研究论文

新型船载智能大气采样装置的设计和实现

袁东方 王硕仁 陈清满 夏寅月

(中国极地研究中心, 上海 200136)

摘要 大气采样器是研究大气污染物的基础样品采集设备, 通过采集大气颗粒物研究空气中各种颗粒状有机和无机污染物。但是目前大气采样器以自研和对陆用设备升级改造为主, 由于船舶环境条件的特殊性, 这些设备在船上应用存在一定的风险。根据中国极地多年考察大气采样器的使用情况, “雪龙 2”号自主设计了一种新型船用双通道大流量采样设备。该设备不仅可以进行一般气体颗粒物采集, 还可以兼容大体积固相萃取柱采集, 成功应用于中国第 36 次南极考察及第 11 次北极考察。

关键词 大气采样 大体积固相萃取柱 船用 双通道 极地

doi: 10.13679/j.jdyj.20200070

0 引言

海洋气溶胶是大气气溶胶的重要组成部分, 一方面其特有的物理化学特性对海洋大气中各种物理化学过程产生重要影响, 另一方面, 海洋气溶胶是陆源物质向海洋输送的一种重要形式^[1-2]。大气采样器是采集大气污染物或受污染空气的仪器或装置, 其工作原理是用采样泵抽取样品, 通过不同的措施及同步计时的方法, 达到定量采集^[3]。基于海洋气溶胶的重要性, 中国科学家开发试验了多款气溶胶采样装备, 经多年现场使用测试逐渐趋于稳定。由于极地考察航线沿地球经向连接南极和北极, 中国去往极地的航时和航线均比较稳定, 每年均可以获取一个连续的、大范围的气溶胶取样剖面, 如能搭载一个高效适用的气溶胶大气采样器, 意义重大。但因极地考察现场环境条件的特殊性以及作业任务的多样性, 适用于极地科考的气溶胶采样系统发展较缓。

首次南极考察时“向阳红 10”号安装了一套自行研发的气溶胶采样系统, 开启了中国极地海洋气溶胶的现场观测研究的序幕。随着南极考察深入, 中国南大洋海洋大气化学的研究工作也取得快速发展。1989 年, 科考人员搭乘“极地”号进行南极环球考察, 采集了南大洋、太平洋、南大西洋、印度洋及航线近岸海域大气海洋气溶胶样品, 研究了海洋大气中 Na、Mg、K、Cl、Ca、Br、F 等元素的特征、金属形态和入海通量, 系统阐述了海洋气溶胶中化学物种的来源示踪元素特征^[4-7]。1994 年, “雪龙”号服役并首航南极, 先后执行了 22 次南极考察和 10 次北极科学考察, 每次都搭载种类繁多的气溶胶大气采样器, 获取了大量的气溶胶样品^[8-12]。截至 2019 年, 以北极科学考察为例, 中国北极科学考察使用的大气采样设备均以科研人员自带设备为主(表 1)。

随着中国第四代极地科考破冰船“雪龙 2”号的入列, 对科考系统和空间进行了顶层设计和

[收稿日期] 2020 年 10 月收到来稿, 2021 年 4 月收到修改稿

[基金项目] 新建极地科考破冰船项目(发改投资[2015]429 号)资助

[作者简介] 袁东方, 男, 1985 年生。实验室主任、高级工程师, 主要从事科考船实验室建设、管理和科考支撑保障研究。E-mail: yuandongfang@pric.org.cn

[通信作者] 王硕仁, E-mail: wangshuoren@pric.org.cn

表1 北极考察自带大气采样器数量^[13-16]Table 1. The numbers of atmospheric samplers in Arctic expeditions^[13-16]

考察航次	自带大气采样器数量/个
第3次北极考察	3
第4次北极考察	4
第5次北极考察	2
第6次北极考察	3

功能分区, 罗经甲板用于科考平台将安装布置包含大气采样器在内的多套气象、大气、海冰观测和采样装置, 同时因为船型较“雪龙”号小, 罗经甲板用于科考作业面积大规模减少, 已经没有空间安装多台功能相似的科考设备^[17]。因此“雪龙2”号迫切需要一台适应我国极地科考调查船使用需求的大气采样器, 本文就“雪龙2”号船载大气采样器的需求、设计和应用展开讨论, 阐述适合中国南北极考察需求的船载大气采样器的相关内容。

1 常用采集方法及存在问题

目前大气中有机污染物的采集方法通常是通过玻璃纤维滤膜(GF/F)采集大气颗粒相样品, 用聚氨酯泡沫(PUF)采集气相中有机污染物, 将吸附了大气中有机污染物的 GF/F 膜和 PUF 进行索氏抽提, 经由分离、纯化获取待观测样品, 然后进行仪器分析。中国南北极考察几乎所有的大气采集科考任务都使用尺寸为 40~150 mm 的滤膜进行样品采集, 2~3 天获取一个样品。相对统一的采集膜为设计使用一款通用的大气采样器提供了现实基础。

近两年一些新的样品采集和处理技术在大气采样器上得到应用, 例如: 固相萃取技术(SPE, Solid Phase Extraction), 其本质上是一种富集技术, 样品通过填充吸附剂的萃取柱, 目标分析物和杂质被保留在萃取柱上, 然后分别用选择性溶剂去除杂质, 洗脱出分析物, 从而达到分离的目的。对于超痕量的半挥发性有机污染物, 采用进行大体积固相萃取柱(Hi-Volume SPE)进行采集(图1)^[18]。基于上述技术, 高源^[19-20]、郑宏元^[21]应用 GC-MS 和 GC-MS/MS 已完成 400 余种半挥发性有机化合物一次性富集分析的技术开发, 其

中包括 30 种单体多环芳烃(Monomer-PAHs)、52 种甲基多环芳烃(Methyl-PAHs)、31 种硝基多环芳烃(Nitro-PAHs)、27 种多氯联苯(PCBs)、8 种氯苯(CBs)、8 种多溴二苯醚(PBDEs)、11 种有机磷阻燃剂(OPFRs)和 222 种农药(Pesticides)等半挥发性有机化合物。

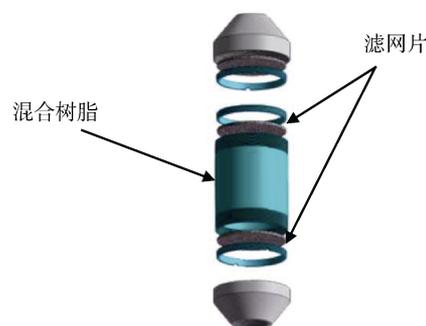


图1 大体积固相萃取柱^[18]
Fig.1. Hi-Volume SPE^[18]

虽然目前中国大气采样器的技术发展取得了长足进步, 但是“雪龙”号所携带的气溶胶大气采样器产品功能单一, 流量大小不一, 占用了大部分的科考作业平台面积^[11,22], 影响其他科考设备的布置。此外, 队员自带的设备并不适合在船上使用, 主要问题如下: 1. 设备设计相对简单, 多为自研或陆用产品升级改造设备, 不满足船舶室外设备防护等级要求; 2. 船舶短时间内从赤道到达极地或从极地到达赤道, 工作环境变化剧烈, 设备保温和散热达不到要求; 3. 虽然部分设备自带了风向、风速传感器, 但是大气采样设备安装环境附近风向多变, 大气采样设备离船舶烟囱较近, 无法有效避免烟囱废气污染; 4. 自带设备需要在南北极考察任务开始前运到船上, 任务结束后运回, 搬运麻烦; 5. 普通的大气采样器采用一般的风机提供抽气动力, 抽气压力较低, 无法匹配大体积固相萃取柱使用。

2 需求分析

针对上述存在的问题, 结合中国极地科考破冰船建设的方向, “雪龙2”号根据多年的南北极考察科研人员对大气采样器的需求和使用经验, 以及在“雪龙”号配备的智能大气采样器的应用经

验,为“雪龙 2”号自主设计一种新型船用双通道大流量采样设备。“雪龙 2”号大气采样器是基于主动采样技术设计的非实时监测大气采样器^[23-24],需满足以下需求。

1. 满足极地船用规范标准,防护等级不低于 IP56。

船用设备,尤其是露天安装的船用设备,防尘防水等级是确保设备使用安全的前提,避免因绝缘低而影响全船其他用电设备的使用。同时,中国极地科考船舶,往返南极需多次穿越西风带,该区域气象条件恶劣,甲板上浪严重,设备防护等级需满足甲板上浪的冲击。大气采样器需能在极地低温环境下长期稳定运行,同时也要能在赤道高温地区使用。

大气采样器是安装在船舶舱室外的设备,其工作环境恶劣,防水、防尘以及工作可靠性都要比陆用设备严格。船用室外设备需满足 IP56 的防护标准,固定安装在科考破冰船上,同时要耐盐碱腐蚀,可以在低温、高温以及雨雪等恶劣环境下正常使用。

2. 设备能够匹配常规过滤膜和大体积固相萃取柱,兼容性好。

由于南北极任务的多样性,不仅有常规过滤膜进行气溶胶采集,还存在大体积固相萃取柱,两者采集结构和对设备的要求存在着差别,新的设备需要兼容性好,能够满足不同科考任务作业的需求。

3. 双通道设计。

两个通道可以独立进行控制并进行数据采集,能够满足不同科考任务对采集参数的需求,减少设备体积,满足科考船作业空间不足的要求。

4. 避免烟囱废气污染。

设备接入车载气象站相对风向、风速信号,可以根据相对风向风速进行控制,有效避免烟囱废气对样品的污染。

5. 系统操作简单,操作便捷。

新型大气采样器的使用步骤简单,操作界面简洁,流量测量精准,参数丰富,科考人员只需要进行简单的操作和设置即可开始采样。同时具备远程显示功能,可以在实验室内部实时监控样品采集的数据,减轻了科考人员的工作量。

6. 设备固定式安装。

“雪龙 2”号和“雪龙”号相比,在吊车配备以

及结构设计上存在差异,吊车无法将物品吊运至罗经甲板,自带设备搬运存在困难,需要将大气采样器设备固定安装在罗经甲板,减少设备的搬运工作量。

3 技术创新

根据“雪龙 2”号的特点,利用当前成熟的变频电机和测量技术,重点从船用标准、兼容性、防污染、设备体积、采样效率和设备操作便利性等角度考虑进行设计(图 2)^[25]。设备主要由可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller, 简称 PLC)控制系统、高压风机、气体流量计、变频装置、远程监控系统以及采样头各部分组成(图 3)。



图 2 “雪龙 2”号大气采样器

Fig.2. Atmospheric sampler of Xuelong 2

3.1 满足极地恶劣海况

为了解决盐雾腐蚀问题,海上金属件不能使用普通镀锌钢管、铝合金管等容易锈蚀脱落的材料。一旦锈蚀,产生的氧化物碎屑被吸入管道内后会吸附在样品膜上,对样品产生污染和影响,严重时甚至击穿滤膜,影响设备安全。因此“雪龙 2”号大气采样设备整体采用 316L 不锈钢材质,耐盐雾腐蚀,不会产生锈蚀现象。

为了满足 IP56 防护等级要求,在设计时对电气元器件和其他防护等级较高的设备分别布置,

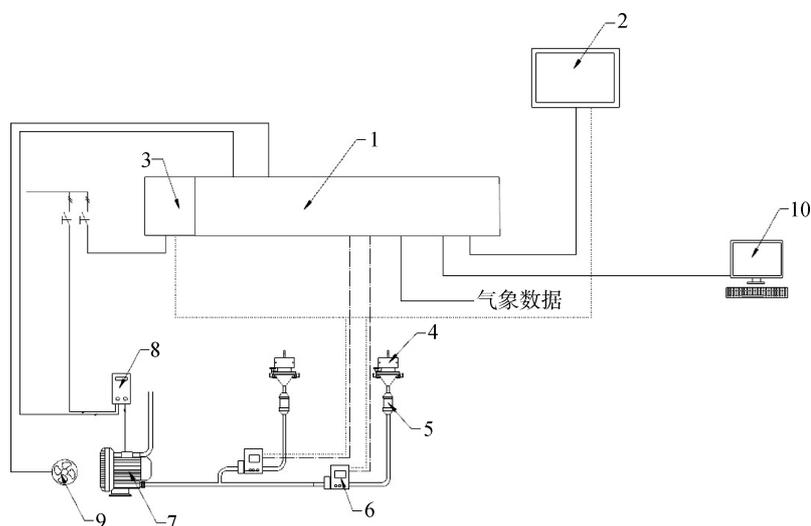


图3 “雪龙2”号大气采样器系统图. 1: PLC控制装置; 2: 人机交互界面; 3: 电源模块; 4: 采样头; 5: 大体积固相萃取柱; 6: 气体流量计; 7: 高压风机; 8: 变频装置; 9: 散热装置; 10: 远程监控系统

Fig.3. Diagram of atmospheric sampler system of *Xuelong 2*. 1: PLC control device; 2: human-computer interaction interface; 3: power module; 4: sampling head; 5: Hi-Volume SPE; 6: gas flowmeter; 7: high pressure fan; 8: frequency conversion device; 9: cooling device; 10: remote monitoring system

例如: PLC、气体流量计、接线盒等散热量小且需要防水的电气元器件放在密封的空间内(图4红色区域), 以达到IP56防护等级; 高压风机和散热风扇等使用船用设备, 达到IP56防护等级, 放在下半部开敞空间(图4绿色区域)。从而使设备整体达到了IP56防护等级。

极地科考船会在很短的时间内从赤道到达极地或从极地到达赤道, 设备既要在极地进行保温又要在赤道进行有效散热, 系统设计了一套自动散热和保温装置, 由温控器控制散热风机和空间加热器, 当空间内温度高于设定值时启动风扇降温, 当温度低于设定值时可以启动空间加热器进行加热。

此外, “雪龙2”号对于进气通道进行特殊设计。为了防止雨水、海水进入管道污染采样滤膜, 进气口上方采用风帽结构。

3.2 兼容性和便携性设计

为了提高大气采样设备的通用性, 既可以使用玻璃纤维滤膜(GF/F)采集大气颗粒相样品、使用聚氨酯泡沫(PUF)采集气相中有机污染物, 也可以使用大体积固相萃取柱采集超痕量有机污染。设备的采样头采用通用接口和快速拆装设计(图5)。根据科考任务不同, 滤膜采样头和大体积固相萃取柱可以通过标准接口自由选择。滤膜采样口最

大直径150 mm, 可以匹配150 mm内各种滤膜, 兼容性强。采样头的兼容性设计在实际应用中具有极大的便利性, 可以满足不同作业任务的需求, 科考队员无需自带大气采样设备, 可使用船载大气采样器进行采样, 减少了队员的工作量。

采用标准接口的采样头, 可以随时脱离设备主体, 滤膜的更换更加便利。由于极地风力较大,

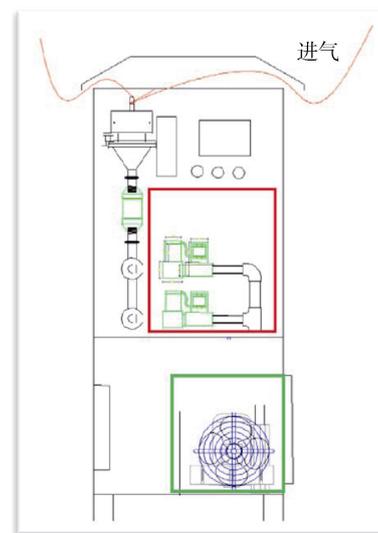


图4 大气采样器结构图

Fig.4. Structure diagram of atmospheric sampler

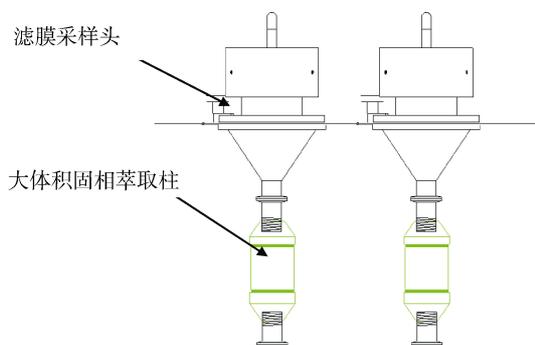


图 5 采样头设计

Fig.5. The design of sampling head

尤其是位于“雪龙 2”号最高处的罗经甲板风力更大,全速航行过程中,人员行走均很困难,换膜更加困难。队员可以将采样头拆下带回室内更换滤膜,无需在露天大风、低温环境下进行滤膜更换(图 6)。



图 6 室内更换滤膜

Fig.6. Replacement of the filter membrane indoors

3.3 双通道和大流量设计

“雪龙 2”号在很小的空间内配备了 2 套新型大气采样器,每个采样器均为双通道设计,共 4 个采样通道,可供 4 个科研项目同时进行采样。且每个采样通道均为独立设计,可单独设置流速、流量、采样体积或采样时间。配置双通道采样管路,每个管路上配一台高精度气体质量流量控制器,可以精准地测量和控制每一个管路上的大气流量,进行恒流量和定量采集,实现了一台机器同时进行两个样品的采集,提高了作业的效率,减少了设备的体积。常规的大气采样器风机一般采用固定转速设计,对于不同滤膜的不同抽

气流量无法进行调整。新型大气采样器采用 PLC 进行程序设计,抽风机由变频器进行变频控制,可以根据两个通道流量的设定值精准地控制风机转速,满足通道对于进气量的要求,低流量下风机低速运行也可以降低能耗。在第 11 次北极考察过程中就充分展现了其设计优势,2 台大气采样器保障了 4 个不同需求的科研项目同时采样。

为满足两个通道同时使用大体积固相萃取柱进行作业,并且相互不受影响,设备采用了超高压抽风机,可以产生 10~100 kPa 压力,额定流量达 $110 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$,通道使用最大流量为 $18 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ 。该最大抽气量基本满足了大体积固相萃取柱对抽气量的需求。通常一个样品需要 2~3 天的时间才能满足实验室分析的要求,船舶航行可超一千多海里。大跨度的样品测量,时间和空间分辨率极低,难以快速、准确地反映海洋气溶胶的化学组分及粒径分布等实时变化信息。采用高压大流量大气采样器,可以有效缩短每个大体积固相萃取柱的采样周期和跨度,提高时间和空间分辨率。

3.4 防污染设计

大气采样器一般安装在罗经甲板,罗经甲板还设置有各种天线和桅杆,外加烟囱的遮挡,造成罗经甲板风向多变。其中船舶烟囱废气是大气采样器的最大污染源。“雪龙 2”号罗经甲板上的科考平台靠近烟囱(图 7),直线距离约 8 m。一般大气采样器都设置有风向风速仪,为大气采样器提供风向数据,以避免尾向风将烟囱污染物带到大气采样器方向。但由于罗经甲板设备密集,小区域内风向风速受到其他设备遮挡干扰,造成风向和实际风向存在较大误差,烟囱废气就有可能被吸入系统污染采样样品(图 8)。

为了解决这个问题,系统接入了车载自动气象站相对风向和风速数据,车载自动气象站安装在桅杆最高处,获取的风向风速准确度高。根据自动气象站相对风向和风速来控制采样设备的运行和停止。当相对风向来自于船艏一定范围内、风速高于设定速度时,系统可以进行采样;不在这个范围内则停止采样。通过相对风向、风速解决了烟囱排出的废气位于上风向或者风速较低时对采样样品的污染。同时设置越控功能,若采集样品不受烟囱废气的干扰,可以对系统进行越控,大气采样器强制运行,不受风向、风速的影响。

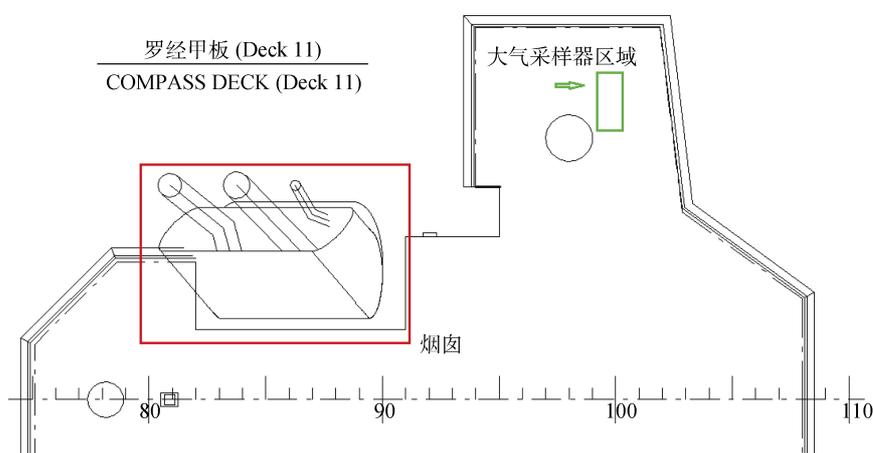


图7 罗经甲板布置图

Fig.7. Compass deck arrangement



图8 烟囱废气影响样品采集

Fig.8. Exhaust gas of chimney affects sample collection

3.5 便利的人机界面设计

系统设置了友好的人机界面, 界面操作简单, 只需要输入目标数据即可进行样品采集, 系统自动运行, 不需要进行额外的操作, 科考人员只需进行简单的培训即可进行操作使用。系统有定时、定量以及手动采集模式, 科研人员可以根据需求选择相应的模式: 在定时采集模式下, 只需设定采集时长和流量, 系统自动进行运行, 达到设定值时停止采集(图 9a); 在定量模式下, 设定采集总量和流量, 系统自动运行, 达到设定值时停止采集(图 9b); 在手动模式下, 可以对设备进行检查以及自定义设置, 满足大气采样器的各种需求。在定时、定量和手动采集模式下, 系统都会根据设定参数自动判断是否符合采集要求, 启动或停止设备采样。

同时还设置远程客户端, 使科考队员可以在实验室控制面板上使用大气采样器数据, 这样科考队员就无需经常到罗经甲板查看设备运行



图9 采集模式设定页面. a)定时采集模式; b)定量采集模式
Fig.9. Acquisition mode setting page. a)timing acquisition mode; b)quantitative acquisition model

情况, 只需要在实验室打开监控页面, 就可以查看大气采样器各种参数, 减少恶劣海况下科考队员到舱室外的次数, 提高安全性。

4 结论

在中国第 36 次南极考察和第 11 次北极考察过程中, “雪龙 2”号穿越南极、北极和赤道等特殊区域, 设备工作环境恶劣^[26-27]。赤道高温、潮湿, 极地低温、干燥, 大气采样器在极限环境下运行正常。获取了数量众多的宝贵样品。经过近两年的运行检验, 设备可靠性较高。

根据多年的大气采样器在船舶上的使用经验, 结合大体积固相萃取柱的极地应用, 按照船舶规范要求, 在“雪龙 2”号上设计了一套新型船载大气采样器, 能够应对各种严格的作业环境, 满足船载设备要求, 并已经在“雪龙 2”号上进行了应用, 成效显著。这套新型大气采样器使用工业

PLC 和变频器对风机进行变频控制,同时采用高精度流量控制器,实现双通道能够进行独立采样,满足不同的极地样品采集任务对不同流量的需求;占用甲板面积较单通道大气采样器面积少,更有利于“雪龙 2”号罗经甲板科考设备的布局;引入船舶自动气象站相对风向风速信号,可以有效避免烟囱废气对样品的污染,减少废气对气溶胶样品的干扰;便利的人机界面以及远程客户端的设计,使科考队员操作更加简单,监控更加方便,

大大减少了科考队员的工作量。

在“雪龙 2”号上设计的新型船载大气采样器不仅可以搭载在极地科考船上使用,也可以应用到陆地监测、其他大洋科考船、南北极考察站,使用区域广泛,应用前景广阔。基于“雪龙 2”号大气采样器技术制作的新型站基大气采样器已经完成了制造和验收工作,目前正在国内进行气溶胶采集,该套设备计划布置在南极长城站执行相关采集任务。

参考文献

- 1 FITZGERALD J W. Marine aerosols: A review[J]. *Atmospheric Environment Part A General Topics*, 1991, 25(3/4): 533-545.
- 2 DUCE R A, LISS P S, MERRILL J T, et al. The atmospheric input of trace species to the world ocean[J]. *Global Biogeochemical Cycles*, 1991, 5(3): 193-259.
- 3 王文,何振环,张红杰. 常见气体监测类采样器计量方法分析与研究[J]. *中国检验检测*, 2020, 28(2): 36-37.
- 4 陈立奇,杨绪林,汤荣坤,等. 环球海洋大气气溶胶化学研究 I. Na、Mg、K、Cl、Ca、Br、F 的特征[J]. *海洋学报(中文版)*, 1992, 14(6): 47-55.
- 5 陈立奇,高鹏飞,杨绪林. 环球海洋大气气溶胶化学研究 II. 来源示踪元素的特征[J]. *海洋与湖沼*, 1993, 24(3): 264-271.
- 6 陈立奇,余群,杨绪林. 环球海洋大气气溶胶化学研究 III: 金属形态和入海通量[J]. *大气科学*, 1994, 18(2): 215-223.
- 7 CHEN L Q, CHEN M, ZHAN L Y, et al. Review of CHINARE chemical oceanographic research in the Southern Ocean during 1984-2016. *Advances in Polar Science*, 2017, 28 (2): 139-150.
- 8 孙俊英. 中国首次北极科学考察沿线气溶胶可溶性成分的分析[J]. *冰川冻土*, 2002, 24(6): 744-749.
- 9 徐建中,孙俊英,秦大河,等. 中国第二次北极科学考察沿线气溶胶可溶性离子分布特征和来源[J]. *环境科学学报*, 2007, 27(9): 1417-1424.
- 10 徐建中,孙俊英,任贾文,等. 中国第二次北极科学考察沿线气溶胶成分分析[J]. *冰川冻土*, 2005, 27(2): 205-212.
- 11 徐国杰,陈立奇,张远辉,等. 中国第 26 次南极科学考察航线上空水溶性气溶胶化学成分特征研究[J]. *极地研究*, 2011, 23(2): 98-107.
- 12 俞娟. 海洋边界层大气痕量成分及有毒物质调查研究——以甲烷、生物气溶胶及汞为例[D]. 合肥: 中国科学技术大学, 2015.
- 13 张海生. 《中国第三次北极科学考察报告》[R]. 北京: 海洋出版社, 2009: 201-205.
- 14 余兴光. 《中国第四次北极科学考察报告》[R]. 北京: 海洋出版社, 2011: 244-251.
- 15 马德毅. 《中国第五次北极科学考察报告》[R]. 北京: 海洋出版社, 2013: 111.
- 16 潘增弟. 《中国第六次北极科学考察报告》[R]. 北京: 海洋出版社, 2015: 196-198.
- 17 陈清满,王硕仁,袁东方. “雪龙 2”号极地科考破冰船实验室的特殊设计[J]. *极地研究*, 2020, 32(3): 352-361.
- 18 蔡明红. 大体积固相萃取采集柱[P]. 中国. ZL201630238222.7.
- 19 GAO Y, ZHENG H Y, XIA Y Y, et al. Spatial distributions and seasonal changes of current-use pesticides from the north Pacific to the Arctic Oceans[J]. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 2019, 124(16): 9716-9729.
- 20 GAO Y, ZHENG H Y, XIA Y Y, et al. Global scale distribution, seasonal changes and long-range transport potentiality of endosulfan in the surface seawater and air[J]. *Chemosphere*, 2020, 260: 127634.
- 21 ZHENG H Y, GAO Y, XIA Y Y, et al. Seasonal variation of legacy organochlorine pesticides (OCPs) from East Asia to the Arctic Ocean[J]. *Geophysical Research Letters*, 2020, 47(19): e2020GL089775.
- 22 李伟,陈立奇,杨绪林,等. 船载风控大容量气溶胶采集系统的开发和应用[J]. *海洋技术*, 2008(1): 4-7.
- 23 朱青青,刘国瑞,张宪,等. 大气中持久性有机污染物的采样技术进展[J]. *生态毒理学报*, 2016, 11(2): 50-60.
- 24 梁照东. 大气中持久性有机污染物检测方法浅析[J]. *资源节约与环保*, 2018(10): 43-44.

- 25 王硕仁, 袁东方, 陈清满, 等. 一种船载式智能化多通道的大气采样系统、其使用方法及应用: CN111650011A[P]. 2020-09-11.
- 26 刘诗平. “雪龙2”号忙碌科考迎新年[N]. 新华网, 2019-12-31.
- 27 刘诗平. “雪龙2”号即将穿越“咆哮西风带”[N]. 新华网, 2020-1-9.

The design and realization of a new type of shipborne intelligent atmospheric sampling device

Yuan Dongfang, Wang Shuoren, Chen Qingman, Xia Yinyue

(Polar Research Institute of China, Shanghai 200136, China)

Abstract

An atmospheric sampling device is the primary equipment required for studying atmospheric pollutants; it collects various types of atmospheric particles, including organic and inorganic pollutants. However, at present, atmospheric samplers are mainly self-developed and modified for land use. Given the particularity of ship environmental conditions, there are certain risks involved in the application of such equipment on board. Therefore, researchers of the *Xuelong 2* independently designed and made a new type of marine dual-channel large-flow sampling device. This sampler not only collects large-volume solid phase extraction columns, but also is compatible with other gas particle collections and historical data. It was successfully used during the 36th Chinese National Antarctic Research Expedition and the 11th Chinese National Arctic Research Expedition.

Keywords atmospheric sampling, HI-volume SPE, marine, dual channel, polar