

## 走航式海洋表层多要素测量系统

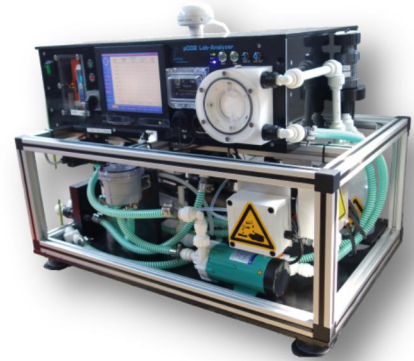
### OceanPack™ Autonomous Underway Measuring System(AUMS)



经典型



精简型



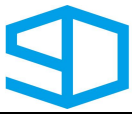
可移动型

#### 设备特点

- √ 高度智能化和现代化，减少人力
- √ 多种尺寸，应用灵活
- √ 海气二氧化碳同步测量
- √ 硅膜快速分离水中 CO<sub>2</sub>，T<sub>90</sub><3min
- √ 采样频率 1Hz
- √ 标气自动校准、自动调零
- √ 自动清洁，防止生物附着
- √ 自带进水控制器
- √ 自主开发 NetDI®系统，触屏式一键设置
- √ 几乎可扩展所有传感器和分析仪
- √ 仪器无需特殊维护保养
- √ 通用数据，双重备份
- √ 接入 SOCAT 或 ICOS 数据库平台
- √ 根据实际情况定制开发



安装于中国下一代破冰船雪龙2号



## 设备介绍

### 一、系统介绍

SubCtech 在海洋仪器领域具有超过 26 年的历史，是一家独资企业，具有高度的生产、研发自主性。仪器多个组件均受到专利保护，具有独特的技术先进性、测量准确性以及良好的耐用性。SubCtech 公司与德国霍姆赫兹研究所的 GEOMAR 研究院长期合作，保证所有的研发设计都达到最优品质，公司具有 ISO 13628-6 和 API17f 认证的专业海洋仪器设计研发资质，以及 ISO 9001:2015 认证的生产制造资质，公司工程师均具有高标准的 IPC-A-600/610-3 到 SIL-2 资格认证。

德国 SubCtech 公司 OceanPack™ AUMS 表层海水走航观测系统是一套集成有海水和空气 CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O/CH<sub>4</sub> 含量分析、多种海水物理化学性质传感器、五参数全自动营养盐分析仪、各种船载设备数据输入输出的高度集成的一体化系统，具有极佳的性能、超强的稳定性和适应性、极大减少人工参与的自主化操作能力，以及完全可扩展的系统设计，完全满足各项的系统要求。

OceanPack™ AUMS 独特的设计使其在走航式水-气 CO<sub>2</sub> 测量领域备受好评。二氧化碳分析仪集成在 19" 的 OceanPack™ 机架之中，通过船上的表层水采集系统可以分析水中 pCO<sub>2</sub> 的值，利用单独安装在甲板上的进气箱可以采集来自大气中的 CO<sub>2</sub> 并进行分析。其独特之处在于采用了特殊的膜结构实现水体中二氧化碳与检测仓中二氧化碳的平衡，检测仓中装载成熟的 LI-COR® 系列分析仪，检测二氧化碳浓度并输出信号，膜法平衡器受渗透率、浓差极化与透膜率的影响，仓中气体变化平缓，因此信号非常平滑，另外由于操作简单，检测过程耗时短、响应快，且数据更加准确。

OceanPack™ AUMS 系统集成工作状态稳定的红外分析仪或激光分析仪，应用于海洋环境中表层海水及大气中 CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O/CH<sub>4</sub> 浓度，及其相关参数（温度、盐度、pH）的走航监测。仪器自带切换海水/大气测量所需的全部软件和硬件，支持水体和空气中 CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O/CH<sub>4</sub> 测量时间和周期的自由调整。从测量水体切换到测量空气：平衡时间小于 1 分钟，从测量空气切换到测量水体：平衡时间小于 5 分钟。系统控制软件兼容性强，系统具有完善的自监测功能，包括系统自监测和测量数据监测等，以保证数据质量，在无人操作的情况下也可自我运转。

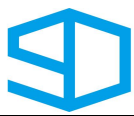
OceanPack™ AUMS 几乎可兼容所有探头，可在主机的除泡器内集成溶解氧、浊度、硝酸盐、叶绿素、CDOM、pH、温度盐度等，相关参数可以基本实现同步测量，测量得到的数据通过主机内的数据采集器实时显示在屏幕中，无需另外增加旁路，也无需将数据导出后再进行复杂计算。用户也可根据需要在旁路增加更多的分析仪进行其他参数的测量。



## 二、OceanPack™ 核心优势

### 1. 产品对比

比较项目	德国 SubCtech OceanPack™	德国 4H JENA	美国 General Oceanic
规格	三种规格可选	单一规格	单一规格
气体平衡方法	膜法	膜法	喷淋法
二氧化碳检测器	LI-COR 840x 或 LosGatos	需用户单独购买	需用户单独购买
激光检测器	LosGatos 一键式操作	无	Picarro 需要用户单独操作
除泡器	体积 6L, 两段式除泡	体积 2L, 简单除泡	体积 2L, 简单除泡
检测前后水样	分离	除泡器内混合	分离
外形	19"标准机架, 抽屉式设计	自行设计机架	自行设计机架
校准调零	自动调零, 无需标气	纯氮气+两种标气	纯氮气+两种标气
系统设计	管路简单, 组件少	管路密集复杂, 小型组件多	管路密集复杂, 小型组件多
扩展性	几乎兼容所有探头	不支持更多探头	仅限于 CTD、DO、GPS
操作系统	基于 ARM Cortex 的 NetDI®系统, 简单稳定	基于 Windows®的 Win7 系统, 有崩溃风险	基于 Windows®的 Win7 系统, 有崩溃风险
数据格式	通用 NMEA-0183	专用格式	专用格式
数据传输方式	RS232/422/485	单芯脉冲信号	RS485
维护	活动管路组件, 易拆装	硬质固定组件, 难维护	硬质固定组件, 难维护



## 2.主要性能优势

对比项目	传统走航系统	SubCtech 的 OceanPack 改进方案
水-气测量组件	一个分析仪连续测量，采样频率很低，大约 10 min	两个分析仪同时测量水中和空气中的 $pCO_2$ ，采样频率能达到 1Hz
校准组件	需要 2-3 个额外的参考气 (WMO 认证的标准气体，价格昂贵)	小船：高性能的 LI-COR® 分析空气中 $CO_2$ 时不需要参考气体，长期漂移可以通过后处理校正。 调查船：使用 1-2 个气体的自动校准功能就可以达到水体分析时最高的准确度
安装	重量较大 >100kg，有多个软管，需要有额外的空间放置必需的气瓶，气管	整个系统集成在一个 19" 标准机架内，最轻质量 <75kg，耗电量低，不使用气瓶时不会占用额外空间
CO2 分析仪	分析仪要专门购买并且由客户自行安装	成熟的 LI-COR® 系列分析仪配置好后集成在系统内，实现即插即用。可集成其他例如 Las Gatos 分析仪，或在激光分析仪和红外分析仪之间切换
操作系统	分析仪配备两套特有的分析程序，水系统必须用专门的软件	编程计算好的整套解决方案，标准的 NMEA-0183 数据格式
附加探头	只能安装少数探头	系统非常灵活，模块化组装使其具有多个端口，能兼容几乎所有探头，能够完全集成在水路中并且很容易保养，可选择是否安装自动清洁模块
接口	不同的文件和专有的数据格式	标准的 NMEA-0183 (ASCII) 数据格式 (SubCtech 是 NMEA 和 SUT 成员)
平衡器	敏感的玻璃平衡器，需要定期维护，且喷淋时的压力会影响气体溶解度	平板硅膜平衡器无需维护，过滤膜由 HZG (即 GKSS) 研究中心开发
生物附着	玻璃过滤器易被生物附着	平板硅膜平衡器几乎不会受到生物附着，泥沙沉积的影响 (已通过 NOAA ACT 测试认证)
除泡器	不提供，水路是平衡器的一部分，如果要安装外部探头，必须安装在旁路上	"mBubbler®" 是具有气体耐受性的除泡器，可以将气泡卷起至 $\pm 30^\circ$ 和倾斜的角度并将其去除，首次经 IFREMER 在 2009 年得到证实。可以集成很多传感器，在相同水体条件下进行数据采集。
耐用性	由于有多个管道，玻璃平衡器，因此对恶劣条件比较敏感	适用于极端条件，曾在 30 nmi 游艇竞赛中得到测试，很多客户在各种天气情况下的使用也证明了这一点

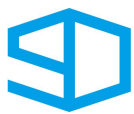




数据处理	数据处理很费力，由于各程序独立运行且内部存储数据，因此要处理多个文件	数据实现实时计算，但原始数据仍旧保存便于后期科学处理，数据全部集成嵌入在数据采集仪中
后期成本	由于定期保养后续费用会很高，而且参考气体需要不断购买	可以在无人监管的状态下正常运行3个周以上，后续费用低，如果可以的话不需要外部气瓶

### 三、核心技术参数（红外传感器）

测量参数（可选）	参数规格	测量参数（可选）	参数规格
CO <sub>2</sub> (表层水+大气)	量程：0-20000ppm，可调整	叶绿素 a	量程：0-50 μg/l
	分辨率：0.1ppm		分辨率：0.025 μg/l
	精度：±1ppm	藻红蛋白	量程：0-175 μg/l
CH <sub>4</sub> (表层水+大气)	量程：0-5000ppm，可调整	藻蓝蛋白	分辨率：0.086 μg/l
	分辨率：0.1ppm		量程：0-175 μg/l
	精度：±1ppm	藻蓝蛋白	分辨率：0.086 μg/l
进水口温度	量程：-5~45℃	CDOM	量程：0-1500 μg/l
	分辨率：0.0001℃		分辨率：0.1 μg/l
	精度：±0.005℃	荧光	量程：0-500 μg/l
	稳定性：0.00025℃/月		分辨率：0.01 μg/l
测量温度	量程：-5~35℃	浊度	量程：0-1500NTU
	分辨率：0.0001℃		分辨率：0.05NTU
	精度：±0.002℃	藻类	总叶绿素范围：0-200 μg/l
电导率	量程：0-7S/m		分辨率：0.01 μg/l
	分辨率：0.00001 S/m	PAH	透射率：0-100%
	精度：±0.0003 S/m		量程：0.1-500ppb，可调整
盐度	量程：0.5-40PSU	TOC	分辨率：0.5ppb
	分辨率：0.0002PSU		量程：0.25-50mg/l，可调整
	精度：0.005PSU	DOC	量程：0.25-50mg/l，可调整
溶解氧	量程：0-16mg/l	COD	量程：0.6-44mg/l，可调整



	分辨率: 0.032mg/l	TSS	量程: 4-130mg/l, 可调整
	精度: ±0.256mg/l	BOD	量程: 0.6-44mg/l, 可调整
	饱和度: 0-150%	KHP	量程: 0.25-200mg/l, 可调整
	饱和度精度: ±5%	光学营养盐	量程: 可调整
	饱和度分辨率: 0.4%	硝酸盐-氮	量程: 0.08-140 umol/L
pH	量程: 0-14pH		测量误差: <5%
	分辨率: 0.01pH	铵盐-氮	量程: 0.2-20 umol/L
	精度: ±0.05pH		测量误差: <5%
ORP	量程: -2000 - +2000 mV	亚硝酸盐-氮	量程: 0.03-6 umol/L
	精度: ±1mV		测量误差: <5%
	温度范围: -10-130° C	磷酸盐-磷	量程: 0.03-6 umol/L
	温度精度: 0.1°C		测量误差: <5%
走航式微塑料/浮游生物/有机颗粒物	水样过滤面积: ≥2000mm <sup>2</sup>	硅酸盐-硅	量程: 0.3-100 umol/L
	孔径: 5-5000 μ m		测量误差: <5%

## 系统组成

### 1. OceanPack™主机机柜

- 德国SubCtech公司设计制造的mBubbler®品牌除泡器单元, 可在一个水箱中采集同一时间和温度的数据。
- 集成Li-COR NDIR分析仪的pCO<sub>2</sub>、甲烷海水流通式传感器, 带平膜模块和自动校准。
- SmartDI®嵌入式数据记录器, 触摸屏显示, 实时多任务处理系统, 2 x 4 GB CF卡, 驱动器(系统+备份, 数据)。
- 所有传感器连接, 包括电源, 数据, 供水, 自动清洗系统, 配置设置。
- 所有传感器和分析仪的自动供电, 包括不间断电源UPS。
- 可通过类似或串行传感器扩展。

### 2. 带有如下组件的Top-Box™ (安装在甲板)

- 气体和气体过滤器;气泵。
- 所有Top-Box™组件的供电



- 用于传输空气的抗紫外线室外管路。
- 带有调节加热器的进气箱，在北极条件下安全运行(已被POLARSTERN号证明可用于零下35摄氏度)。
- 接口尺寸，1/4英寸；功率20W

### 3. 营养盐机柜

- 专为海水中营养盐的监测设计
- DI水箱，用于超纯水存取
- 营养盐分析仪，精度为ppb级别
- 冰箱，用于存放试剂，最长可保存一个月
- 营养盐机柜除泡器，带25 μ m滤芯和压缩空气自动清洁系统
- 大体积废液箱，存储化学废液

### 4. 扩展单元（选择性配置）

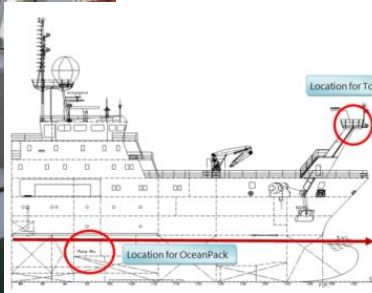
- 配有高精度的LasGatos激光检测仪，用于检测CO<sub>2</sub>,CH<sub>4</sub>,H<sub>2</sub>O等温室气体，且能够自动进行压力和温度补偿。
- LasGatos激光检测仪自动校准单元，能够定时对仪器进行自校准。
- 高精度的SubCtech温度传感器，测量进水口温度，后期计算可加入温度补偿。
- 海鸟SBE-45TSG表层温盐(温度和电导率/盐度)到自己的旁路中，并可调节水流量。
- Satlantic SeaFET pH传感器，离子选择性电极(ISFET)传感器，具有长期的海水测量稳定性。
- -Wetlabs 三参数荧光计，用于测量叶绿素，浊度，可溶性有色有机物
- -自动营养盐分析仪，可测量五项营养盐指标
- 走航式微塑料/浮游生物/有机颗粒物/水样采集系统，可以在走航的过程中实现采集/过滤水样。
- AADI Optode 4835溶解氧传感器，具有盐度校正和极长维护周期，只有少数受生物污染影响。
- Turner 三参数传感器，可以测量CDOM，藻蓝蛋白，藻红蛋白，荧光等参数
- 高精度，无腐蚀的水压和水流传感器(OceanPack™内)。
- Trios PAH 水中油类物质荧光探头。
- AOA藻类分析仪，实现叶绿素在线分析。
- Trios OPUS水质分析仪，可以选择测量BOD，COD，TSS， DOC，TOC，KHP，营养盐等参数。
- SubCtech ORP传感器，测量氧化还原电位。
- 根据需要的其他传感器。
- 外接船舶数据，例如GPS、罗经、波浪、气象、遥感等等。
- 通过无线网络实现数据远程传输和显示。
- 其他定制化功能。



OceanPack™ 在国际海洋科考项目上有广泛的应用



2010 年比利时科考船

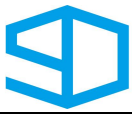


2011 年中国科学号科考船

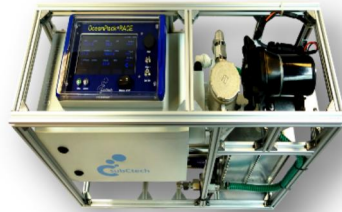


2013 年德国 Polarstern 科考船





2014 年格陵兰极地科考



2017 年沃尔沃全球帆船赛



2019 年安装于中国下一代破冰船