

LI-COR®

水体碳循环测量解决方案





LI-COR 成功完成对Apollo SciTech公司的收购

2023年, LI-COR Environmental成功完成了对Apollo SciTech公司的收购, 这进一步丰富了LI-COR Environmental的产品线, 并将其测量领域扩展到了水体, 如河流、湖泊和海洋等。

Apollo SciTech公司成立于2001年, 总部位于特拉华州。Apollo SciTech专注于研发和生产用于测量水体二氧化碳相关参数(如二氧化碳分压 $p\text{CO}_2$ 、溶解性无机碳DIC、总碱度TAI_k、水体pH)的仪器。在过去的20多年里, 其产品在全球范围内得到了广泛应用。

此次收购, 使LI-COR Environmental将其测量技术拓展到了水体领域, 这有助于帮助研究者们更全面地揭示全球温室气体的循环过程与机理。

LI-COR Environmental的副总裁兼总经理Kristin Feese表示:“在减缓全球气候变化中, 海洋扮演着至关重要的角色。它能够吸收大量热量和二氧化碳。然而, 大气与海洋之间的温室气体交换, 以及海洋内部的二氧化碳的迁移与转化过程, 仍存在许多未解之谜。只有通过仪器的精确测量, 以及全面研究温室气体的循环过程, 科学家们才能制定出减缓气候变化的合理行动方案。”

LI-COR Environmental的首席技术官Mark Johnson说:“Apollo SciTech的两款畅销仪器, 溶解性无机碳(DIC)和二氧化碳分压($p\text{CO}_2$)测量系统, 一直需要LI-COR的气体分析仪提供精准的二氧化碳测量数据, 收购无疑将有助于这些产品的进一步升级, 从而为广大研究者们提供更高品质的测量系统。”

LI-COR®

目录

2	LI-5300A 总溶解性无机碳DIC分析仪
4	LI-5400A 走航式二氧化碳分压 $p\text{CO}_2$ 测量系统
6	LI-5700A 分光光度法海水pH分析仪
8	LI-5800A 总碱度TAIk滴定仪

LI-5300A 总溶解性无机碳DIC分析仪

技术参数

- 单次分析进样量: 0.5 – 4 mL
- 单次分析耗时: ~ 4 min
- 精度: $\pm 0.05\%$ 或 $\pm 1 \mu\text{mol kg}^{-1}$ (海水)
(1 mL样品时为 $\pm 0.1\%$ 或 $\pm 2 \mu\text{mol kg}^{-1}$)
- 分析范围: 0.2 – 20 mM
- 只需1种标准样品
- 工作环境: 实验室或车载测量



图1. LI-5300A 总溶解性无机碳DIC分析仪前视图: 多通道取样器; LI-7815 高精度 $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ 分析仪 (电脑下方)

仪器简介

LI-5300A 总溶解性无机碳DIC分析仪 (前身为 Apollo AS-C6L), 可精确测量各种水体中的总溶解性无机碳 (DIC)。LI-5300A包括LI-7815高精度 $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ 分析仪、高精度数字注射泵 (Tecan, 瑞士)、高性能质量流量控制器 (精确调节载气流速)、专用汽提反应器 (从水样中高效稳定提取 CO_2)、电子冷凝除水系统。

LI-5300A的优点在于: 样品消耗量小 (0.5 – 4 mL)、分析速度快 (单次约4 min)、既可用于实验室也可用于车载测量。即使在海水样品体积仅为1.0 mL的情况下, 测量精度仍优于 $\pm 0.1\%$ 或 $\pm 2 \mu\text{mol kg}^{-1}$ 。当海水样品体积为3 – 4 mL时, 控温环境下的测量精度可达 $\pm 0.05\%$ 或 $\pm 1 \mu\text{mol kg}^{-1}$ 。

测量模式包括单次测量、指定精度测量、指定重复次数测量。技术参数中的“精度”, 是通过分析来自同一水样的8个样品确定的。

各种水体例如河流、湖泊、近海、大洋、沉积物孔隙水、地下水等, 它们之间的DIC差异很大。当水样DIC比较低时, 测量的精度就会变差。这种情况下, 需要针对不同水体调整测量条件。LI-5300A 的量程是 0.2 – 20 mM, 适合各种水体DIC的测量。实验结果表明, 水样中溶解的盐和硫化氢 (H_2S) 对 DIC的分析结果无影响。相较于其它产品, LI-5300A的独特优势在于: 专为高精度、小样品量 (< 1 mL) 测量设计; 仅需一种标准溶液, 即可生成包含3种样品体积的校准曲线; 能够按照用户设置, 自动连续测量8个样品和3个标准液, 耗时约2.5 h。

分析结果

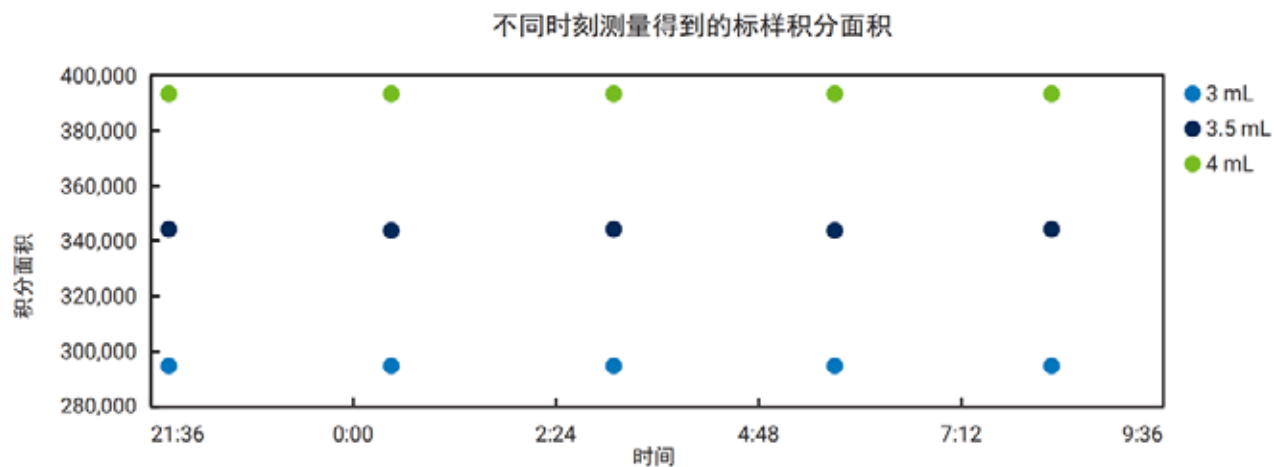


图2. 不同时刻测量标准样品得到的CO₂信号积分面积与时间的关系。每组测量3种不同体积（3 mL、3.5 mL、4 mL）的标准溶液。12 h内，总体标准偏差优于0.05%。

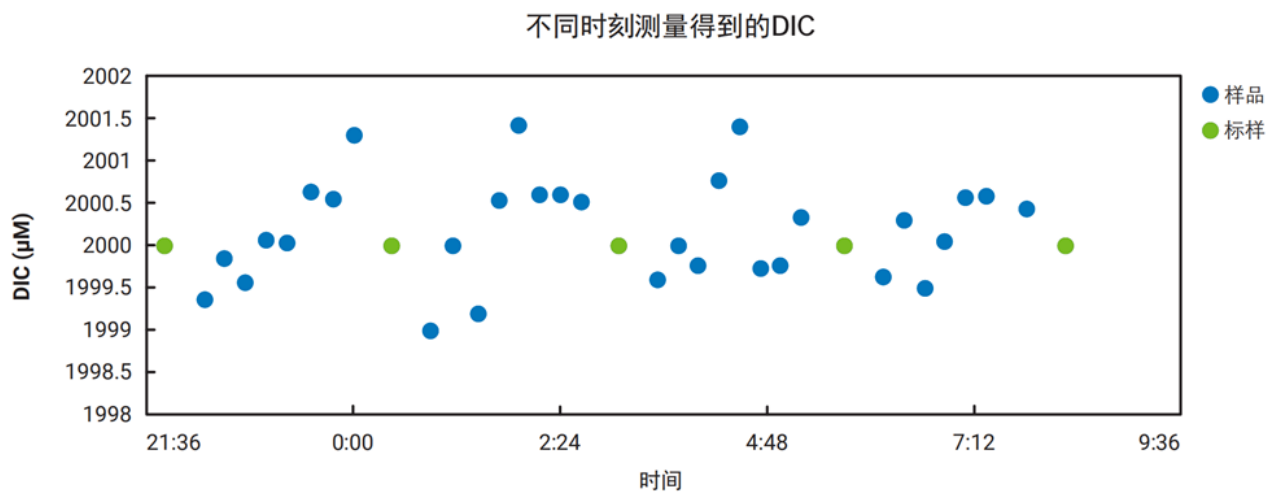


图3. 不同时刻测量样品得到的DIC浓度。实验时间为2020年1月27 - 28日。每轮测量：先测量1套标样，再由8个通道测量相应的8个样品。重复测量4轮。12 h内，通过8个通道测得的样品DIC的总体标准偏差优于0.05%，每轮8个样本平均DIC的准确度为 $\pm 0.05\%$ 。

LI-5400A 走航式二氧化碳分压pCO₂测量系统

技术参数

- 数据采集速度: 读取间隔30秒或以上, 可调
- 测量响应时间: 2 – 3 min
- 计算机操作系统: Windows 10
- 工作环境: 室内、室外、走航式测量
- 电源: 110 或 220 VAC, 须订制
- 双过滤装置
- CO₂ 分析仪: LI-850 或 LI-7815
- 本机GPS或连接船舶GPS
- 其它传感器:
 - Sea-Bird SBE45 温盐仪
 - Aanderaa DO溶解氧传感器
 - Turner Designs Cyclops-7F 叶绿素浓度测量仪
 - AirMar 200WX超声波气象仪



图1. LI-5400A 走航式二氧化碳分压pCO₂测量系统

仪器简介

LI-5400A 走航式二氧化碳分压pCO₂测量系统 (前身为Apollo AS-P3), 针对走航式测量 (航行时实时测量, 或者在固定平台上连续测量) 开发, 用于测量水体CO₂分压 (pCO₂)、CH₄ (开发中)、溶解氧 (DO)、叶绿素浓度、表层水体的盐度和温度 (Sea-Bird SBE45)、大气CO₂浓度。通过AirMar超声波气象仪, 可连续记录 GPS 数据 (纬度和经度)。(海水通常由船舶的海水管线进入) 船载泵将海水样品压入莲蓬头平衡器, 充分平衡的气体从平衡器中抽出, 经电子冷凝除水系统去除其中的水汽, 之后使用CO₂ 分析仪 (LI-850 或 LI-7815) 对该气体进行定量分析, 测量结束后将其排入大气。莲蓬头平衡器对于CO₂的响应时间约2 min。此外, 莲蓬头平衡器通过次级平衡器与外部空气完全隔绝。

LI-5400A能够自动执行以下程序: 按照设定时间间隔测量1) CO₂ 标气 (多达5 种); 2) 大气 pCO₂; 3) 表层水体的pCO₂、DO、温度、盐度; 4) GPS坐标。 pCO₂ 的测量精度与 CO₂ 分析仪的测量精度一致。

配置

标准配置

- AirMar 200WX超声波气象仪 (测量GPS位置、空气温度、风速)
- Sea-Bird SBE45 温盐仪 (测量表层水体的温度和盐度)
- CO₂分析仪
- LI-850
- LI-7815

高级配置

- Aanderaa 4835 DO (溶氧)
- Turner Designs Cyclops 7 (叶绿素浓度)
- pH

配置	LI-5400A	LI-5405A	LI-5410A	LI-5415A
LI-7815	✓	✓	—	—
LI-850	—	—	✓	✓
AirMar 超声波气象仪	✓	✓	✓	✓
Sea-Bird 温盐仪	✓	✓	✓	✓
高级配置				
Aanderaa DO (溶解氧)	—	✓	—	✓
Turner (叶绿素浓度)				
pH				

LI-5700A 分光光度法海水pH分析仪

技术参数

- 精度: 优于 ± 0.001 pH值单位
- 分析波长: 434 nm, 578 nm, 705 nm
(可用户定义, 可扩展)
- pH指示剂: 间甲酚紫mCP
- 分光光度计: 安捷伦 Cary 60
- 比色池: 规格10 cm, 具备温控水浴套件
- 温控精度: $< 0.1^\circ\text{C}$
- 自动连续测量: 依次9个样品
- 单次分析进样量: $\sim 40\text{ mL}$
- 单次分析耗时: ~ 5 分钟
- 工作环境: 实验室或船载测量

仪器简介

LI-5700A 分光光度法海水pH分析仪 (前身为 Apollo AS-spec-pH2T) 专为自动精准测定海水样品 pH 值研发。它使用pH指示剂 (间甲酚紫), 根据比色法原理, 在3个波段 (434 nm、578 nm 和 705 nm) 比较样品颜色的相对强度, 其中前两个波段的光吸收强度是pH值的已知函数, 第三个波段的光吸收强度用作基线校正 (Clayton 和 Byrne, 1993; Liu et al., 2011)。

LI-5700A 分光光度法海水pH分析仪自动分析仪是基于 (Carter et al., 2013) 的研究成果设计并完善的。

LI-5700A 应用高品质安捷伦分光光度计 (Cary 60) 进行高精度比色测定。内置新型恒温分光光度比色流通池, 分析池中的所有样品都控制在恒定温度。为确保数据质量, 全部分析过程用水浴控温以保持样品温度恒定。

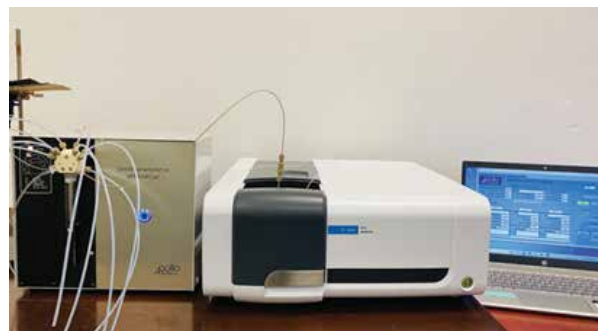


图1. 应用于船载或者岸基实验室的全套LI-5700A 分光光度法海水pH分析仪

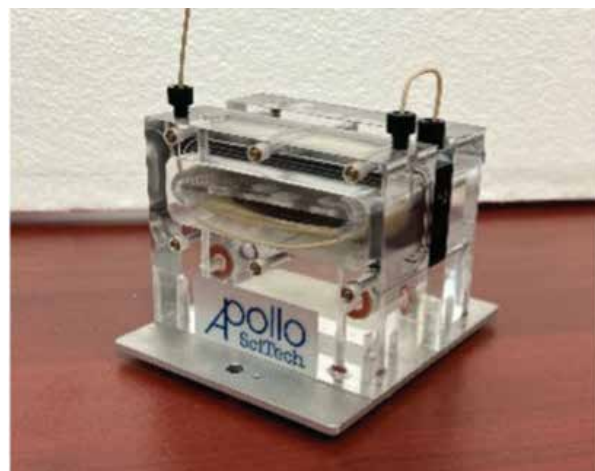


图2. 具备温控水浴套件的比色流通池 (Cary60 分光光度计内)

分析结果

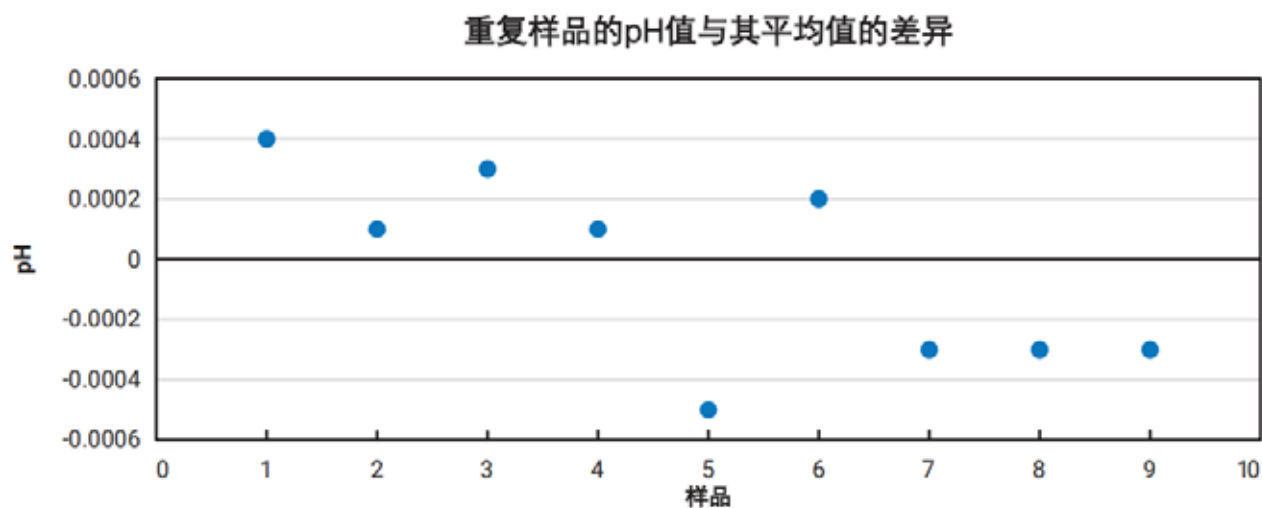


图3. 样品pH值与平均值的差异（从同一Cali-5-Bond袋中取样）。水样来自特拉华海岸，袋内未添加 HgCl_2 。pH平均值和标准差为 8.0598 ± 0.0003 。

参考文献

Carter, B. R., J. A. Radich, H. L. Doyle, and A. G. Dickson. 2013. An automated system for spectrophotometric seawater pH measurements. *Limnol. Ocean. Methods*, 11: 16–27.

Clayton, T. D., and R. H. Byrne. 1993. Spectrophotometric seawater pH measurements: total hydrogen ion concentration scale calibration of m-cresol purple and at-sea results. *Deep-Sea Res.*, 40: 2315–2329.

Liu, X., M. C. Patsavas, and R. H. Byrne. 2011. Purification and Characterization of meta-Cresol Purple for Spectrophotometric Seawater pH Measurements. *Environ. Sci. Technol.*, 45: 4862–4868. doi:10.1021/es200665d

LI-5800A 总碱度TAIk滴定仪

技术参数

- 模式: 开放式滴定池自动Gran滴定
- 精度: 优于 $\pm 0.1\%$ 或者 $\pm 2 \mu\text{mol kg}^{-1}$ (海水)
- 单次分析进样量: 20 – 25 mL
- 单次分析耗时: 7 – 10分钟
- 工作环境: 实验室或船载测量

仪器简介

LI-5800A总碱度TAIk滴定仪 (前身为Apollo AS-ALK3由两个高精度数字注射泵 (Tecan, 瑞士)、科研级pH计 (Thermo Scientific Orion, 美国)、pH玻璃复合电极 (Thermo Scientific Orion, 美国) 构成。

过去二十年间, LI-5800A的早期型号 AS-ALK2 总碱度滴定仪已对河流、湖泊、近海、大洋、沉积物孔隙水、地下水等各种条件的水体进行过测量。该系统的独特之处在于能够自动高精度 ($\pm 0.1\%$) 进行Gran线性滴定。此外, 该系统已经成功应用于船载测量。为确保获得高质量数据, 在整个滴定分析过程中应进行水浴控温。

当前型号 LI-5800A, 数字泵具备更高分辨率从而实现更精确的分析结果。同时, 软件的可靠性得到进一步提升。



图1. LI-5800A 总碱度TAIk滴定仪正视图



图2. LI-5800A 总碱度TAIk滴定仪测量工作台

分析结果

2022年2月18日, 使用LI-5800A对同一近海水样进行重复测试 (测量10次), 进样量为20 mL。海水样品采集于美国特拉华州南部的印第安河入口处。全部分析测试结果的总变异系数为0.08%。

总碱度滴定测试报告	
ALK 滴定测试型号: LI-5800A	序列号: 2202
样品类型: 海水	进样量: 20 mL
电极序列号: W-ZS1-15894	

#	日期	总碱度 [$\mu\text{mol/L}$]
#1-1	Feb-18	2000.3
#1-2	Feb-18	2001.5
#1-3	Feb-18	2002.6
#1-4	Feb-18	1998.6
#1-5	Feb-18	2000.4
#1-6	Feb-18	1999.3
#1-7	Feb-18	2000.8
#1-8	Feb-18	2000.8
#1-9	Feb-18	1998.3
#1-10	Feb-18	1997.9
	均值	2000.1
	SD (标准差)	1.50
	RSD (变异系数)	0.08%

表 1. 对同一近海水样品重复进行总碱度测量

LI-COR[®]

北京莱阔生物科技有限公司

电话: 400-1131-511

网址: www.licor.cn

邮箱: china-info@licor.com

地址: 北京市海淀区西土城路蓟门壹号



莱阔微信公众号