

采用光腔衰荡光谱技术提高水中¹⁷O-盈余测量的精度和速度

摘要：液态水¹⁷O-盈余的测量精度：3h内达6 permeg



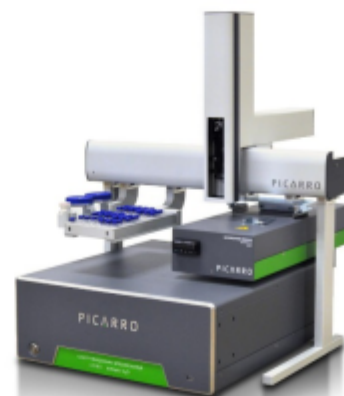
简介

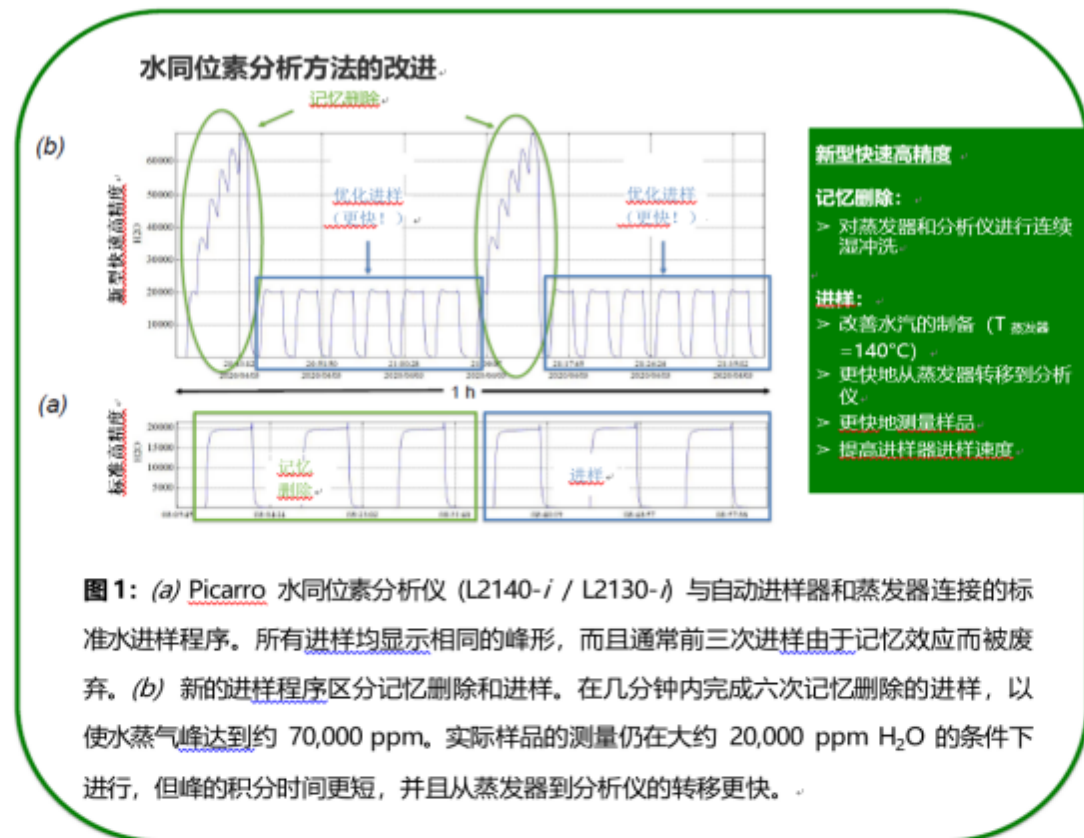
- ¹⁷O-盈余数据 ($^{17}\text{O-盈} = \ln [\delta^{17}\text{O}+1] - 0.528 \ln [\delta^{18}\text{O}+1]$) 已被用于研究气象学过程、植物分馏过程、动物代谢以及其他各种物理和化学过程。而仪器测量精度是将这种有前景的新型示踪技术成功应用于一系列科学问题的关键。
- 迄今为止，CRDS 的¹⁷O-盈余测量精度只达到 10-15 permeg^[1]。在本文中，我们将介绍一种新方法，与质谱法^[2]相比，它可以达到类似甚至更好的精度。改进的方法不需要任何硬件更改，仅需要修改进样程序。

仪器

Picarro L2140-i 水同位素分析仪

- 将分析仪连接自动进样器和蒸发器；
- 当前规格：15permeg (6次进样的平均SD，即1h测量)
 - 目前的15permeg精度规格是因为水进样重现性的限制，而分析仪的精度则不限于此。
 - 改进的进样程序(见下框)可以实现更高的精度或测样速度。(见结果)。





结果

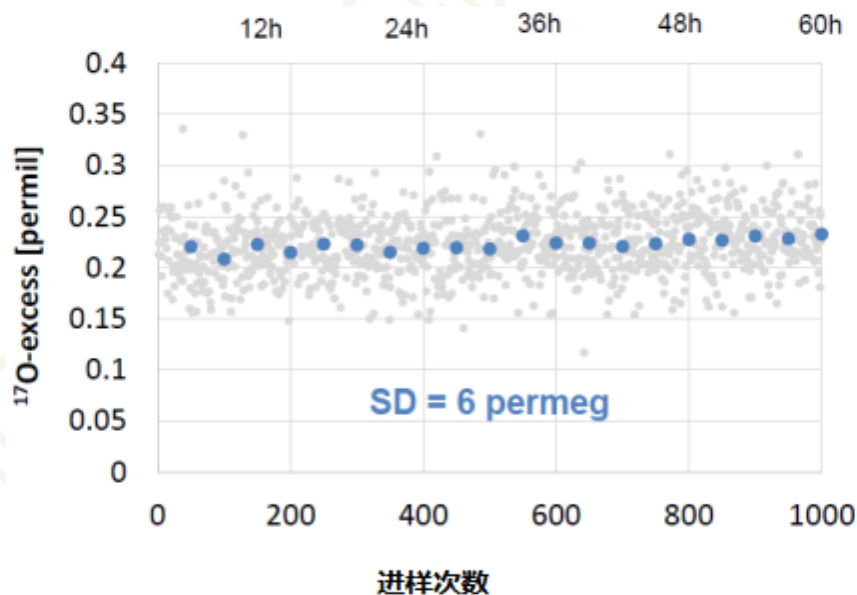


图 2: 使用新的进样程序进行水中 ¹⁷O-盈余测定的重现性试验。灰色数据点为单次进样的 ¹⁷O-盈余值 (每次进样需要 3.7 min, SD=30 permeg)。蓝色数据点为 50 次进样的 ¹⁷O-盈余值的平均值。50 次进样的平均值的标准偏差仅为 6 permeg。

表 1：新的进样程序允许在更短的时间内进更多的样：以前需要大约 1 h 才能达到 15 permeg 的 ^{17}O -盈余精度，现在可以在大约 20 min 内达到相同的精度。以相同的样品进样 3 h 可以达到约 6 permeg 的精度。

平均进样	时间 (h)	时间 (min)	^{17}O -盈余精度 (permeg)
1	0.1	3.7	30
6	0.4	22	12
12	0.7	44	9
20	1.2	73	8
50	3.1	183	6

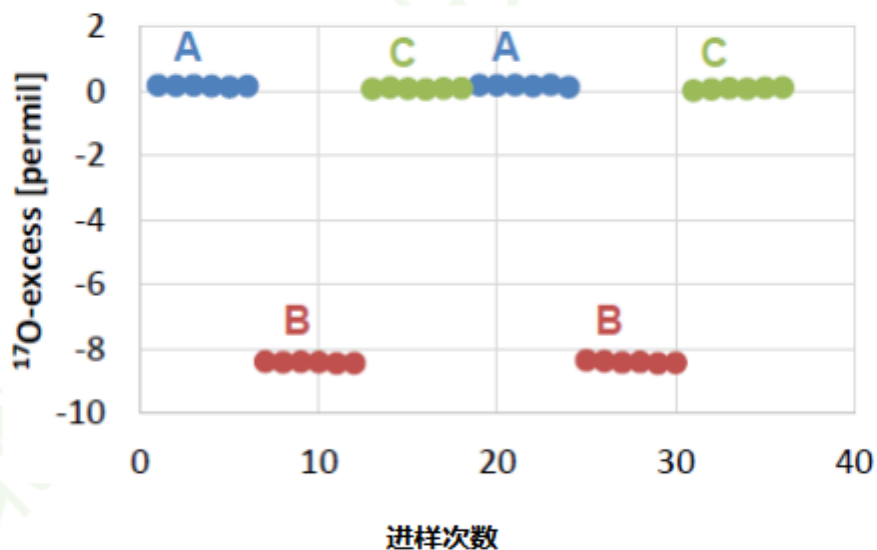


图 3：记忆删除测试。由于改进的记忆删除程序，样品 A、B 和 C 之间的交替没有显示出任何显著的 ^{17}O -盈余的记忆效应 ($SD_A=23$ permeg, $SD_B=28$ permeg, $SD_C=27$ permeg)。

这些测量是由来自 IAEA 的 Len Wassenaar 作为 beta 测试合作的一部分进行的。

结论

- 新的液态水进样程序可以显著提高测量精度和/或测样速度。
 - 测样速度可以提高 3 倍，并且对 ^{17}O -盈余、 $\delta^{18}\text{O}$ 和 δD 的测量仍可达到与以前相同的精度。
 - 另外，当平均进样超过 50 次（即 3 小时）时，可以将 ^{17}O -盈余的测量精度提高到 6 permeg。
- 相同的方法还可以提高常见的 $\delta^{18}\text{O}$ 和 δD 分析的精度和/或速度。

参考文献

- [1] A. Pierchala, K. Rozanski, M. Dulinski, Z. Gorczyca, M. Marzec, R. Czub, High-precision measurements of $\delta^2\text{H}$, $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{17}\text{O}$ in water with the aid of cavity ring-down laser spectroscopy. *Isotopes Environ. Health Stud.* **55**, 290–307 (2019).
- [2] E. Barkan, B. Luz, High precision measurements of $^{17}\text{O}/^{16}\text{O}$ and $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ratios in H_2O . *Rapid Commun. Mass Spectrom.* **19**, 3737–3742 (2005).

如果希望进一步了解文章涉及的应用方法，欢迎与我们联系讨论：

CEN-SUN
北京世纪朝阳科技发展有限公司

Email: james@cen-sun.com 或 chenxf@cen-sun.com

Phone: +86-15205149997 或 +86-18969955870