

# 自动化多点温室气体测量系统

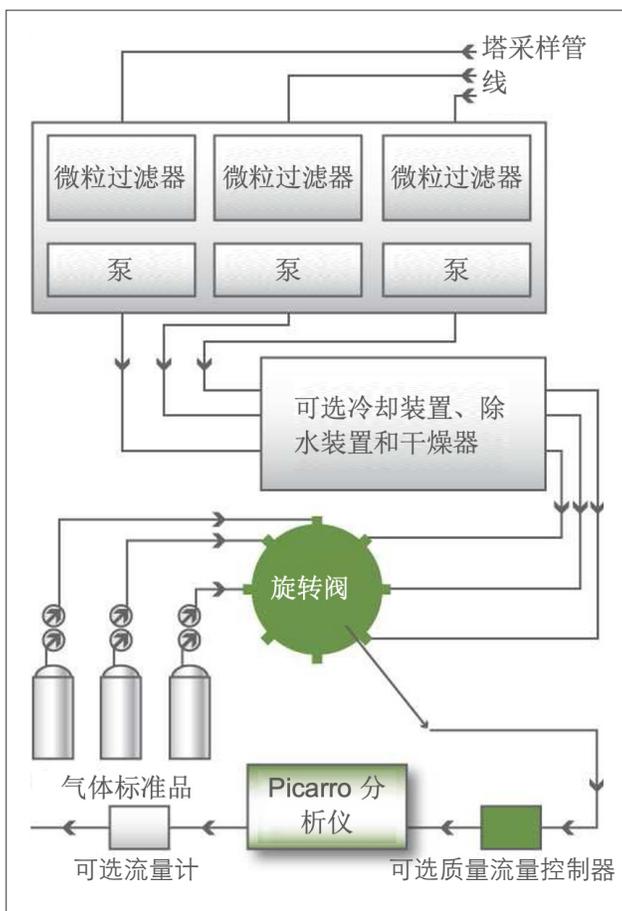
Picarro 分析仪可以简单地集成到现场测量站点，因而能够在全球范围内部署用于温室气体分析

# PICARRO

应用文章 (AN016)

## 摘要

Picarro 分析仪及其自动阀门定序器通过添加一个简单的歧管系统轻松地集成到温室气体监测站（如高塔装置）中，可以从多个高度进行自动采样，并可使用多个校准标样进行校准验证。



采用电磁阀控制歧管的典型设置图和部件清单，在三个不同高度进行高塔采样，采用两种不同的校准标样进行校准。

## 硬件设置

本文提供了两个示例说明用户如何部署阀门歧管，在多个点（即沿着高塔的高度）使用多种校准气体进行测量。采样点的数量和所测校准气体的数量可能会有所不同（尽管有些用户只使用两种校准标样，但我们建议使用三种校准标样）。虽然配备电磁阀的装置比配备旋转阀的装置成本低，但一些用户更喜欢使用旋转阀进行大量输入，因为它可以简化管道连接（此外，分析仪仅支持使用六个电磁阀）。下图提供了一些部件和供应商示例。对于管道长度通常为数百米的高塔装置，通常需要使用快速二级泵（> 1 升/分钟）将空气通过长管道快速输送至分析仪所在位置。然后分析仪通过旁路“啜吸”一小部分气流，如下所示。应该

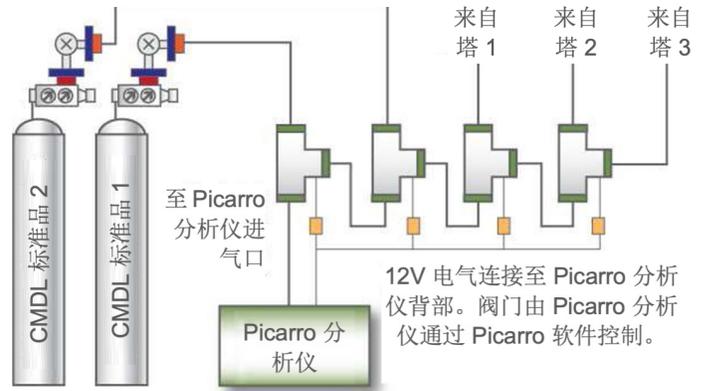


KCRA Walnut Grove 塔 (LBL/CALGEM) 配备 Picarro CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub>O 分析仪，采样高度为 30 米、100 米和 480 米

注意的是，任何采样歧管，特别是如果使用新的调节装置，可能需要几天到几周时间才能完全稳定和提供可重复的气体浓度。此外，当气瓶排空后，气体浓度可能会开始变化。在部署整个系统时，量化这些影响以及温度依赖性非常重要，尤其对于气瓶而言。

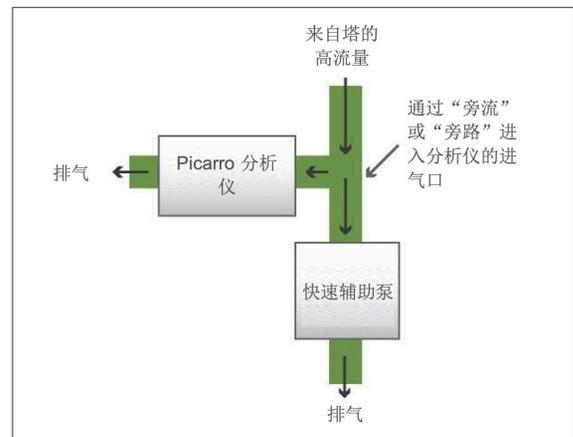
根据用户是否偏好测量干燥空气样品（相对于湿环境空气样品），设置中的可选设备可能包括低温和/或化学（即 Drierite）干燥设备。

由于 Picarro 分析仪基于不受水汽干扰的精密光谱技术（不同于所有基于 NDIR 的分析仪，如 Li-COR 的分析仪），因此无需干燥空气，这可以大大简化整个测量系统的硬件和维护。其它可选系统部件包括质流控制器（MFC）和流量计，用于控制和监控空气样品和校准气体的流量。尽管这些部件不是必需的，但是它们可以帮助对样品输送系统进行远程故障排除，并通过在将样品输入分析仪之前稳定流量和压强峰值来帮助输送更加均匀的气体样品。（Picarro 分析仪在测量腔内以恒定压强运行，但允许流量变化。这样，分析仪能够快速响应和校正样品压强偏差。）

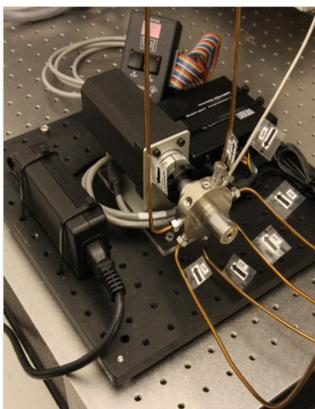


供应商	描述	件号	数量	项目
Swagelok	1/8" Male to 1/8"NPT	SS-200-1-2	12	■
Swagelok	1/4" Male to 1/8"NPT	SS-4-TA-1-2	2	■
Swagelok	1/8" connector	SS-200-set / SS-202-1	1 / 10	■
Swagelok	1/4" connector	SS-400-set / SS-402-1	1 / 10	■
Swagelok	Reducer	SS-200-R-4	2	■
Swagelok	Manual Valve	SS-1GS4-A	2	⊗
Parker	Three-way valve	091-0094-900	4	⊕
Scott Gas	Regulator	5114B590	2	⊗
Molex	Electrical Connector	43020-0200 / 43031-0007	4 / 4	■
Molex	Electrical Connector	43025-0200 / 43030-0007	4 / 4	■

采用电磁阀控制歧管的典型设置图和部件清单，在三个不同高度进行高塔采样，采用两种不同的校准标样进行校准。



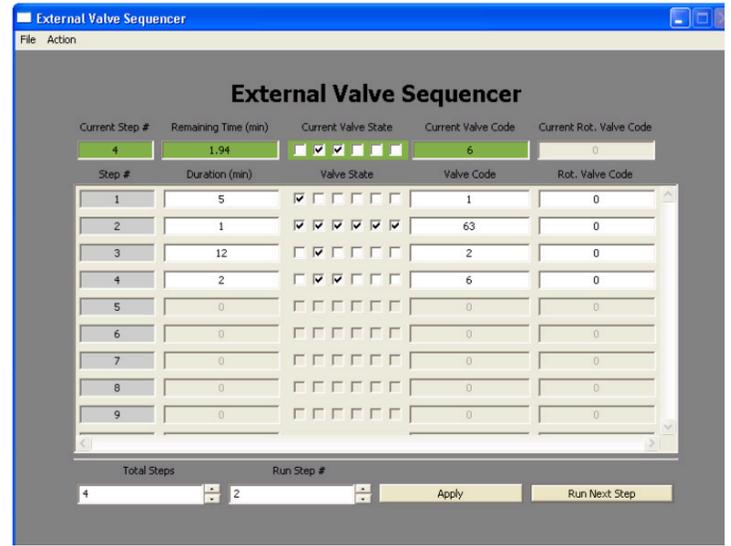
图中显示了 Picarro 分析仪和二级泵的典型运行方式，可从塔上的长管中快速吸入空气。



图为配备 8 端口多位置旋转阀的典型歧管和配备两个电磁阀的歧管。

## Picarro 阀门定序器软件

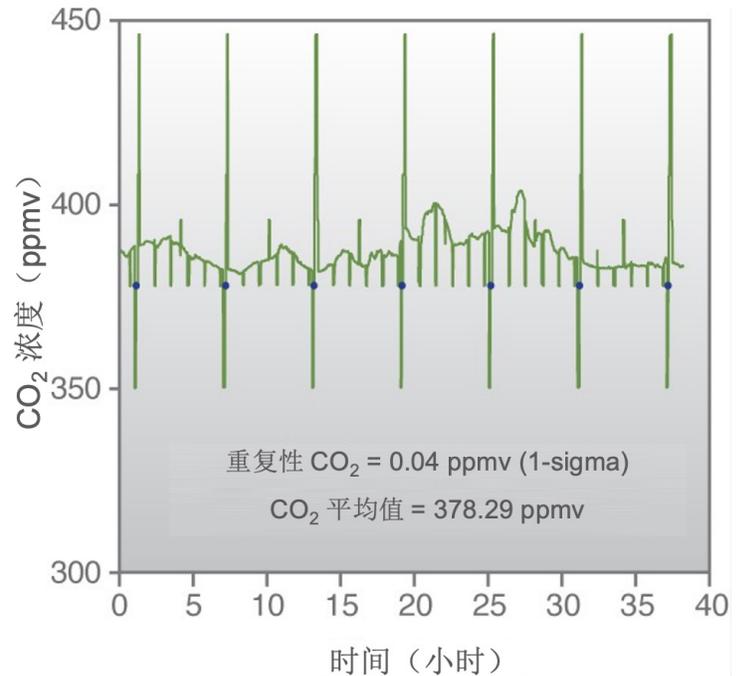
Picarro 分析仪软件中包括一个阀门定序器模块，允许用户定义、保存和调用多个定制阀门序列，以及通过软件自动切换阀门。分析仪可以控制多达六个单独的电磁阀和一个多位旋转阀。各种旋转阀门可从（比如）Valco (VICI) (<http://www.vici.com>) 采购（即4/8/16端口，多种配置可选，可适应不同的管道等）。Valco 可提供一种常用阀门，配备所有必要的电气和机械附件，能够立即与 Picarro 分析仪组合使用。电磁阀直接插接到分析仪上（通过随机附带的、配备六个 12V 1A 继电器输出的电缆）。旋转阀通过专门配置的串行端口与分析仪连接，此端口可用于与 Valco 阀门执行器连接。



Picarro 阀门定序器软件截图

## 示例数据

这里提供的数据来自美国国家海洋和大气管理局 (NOAA) 的一个装置。该装置对环境空气进行采样，并定期测量校准标样，每次测量持续几分钟，以使样品输送稳定并保持足够长的时间，从而使分析仪能够收集到稳定的数据，然后对这段时间的数据求平均，为校准验证提供最佳的测量统计数据。空气样品测量与校准标样测量交错进行——对于高塔测量而言，这些测量将在的塔上的不同高度交替进行。数据由分析仪连续记录，同时根据用户的偏好，也可以发送到外部数据记录器并与其它气体或气象测量值合并。每个数据点都标有一个值，指示在特定时间启动的阀门配置，使用户能够轻松地根据不同的塔高和不同的校准标样进行筛选。然后使用每个校准标样的测量平均值生成线性校正值，必要时通过该校正值对数据进行调整。



在 NOAA 现场设备上采集的典型数据显示环境测量值与各种标样测量值（峰值）交错。

## 校准验证和数据缩放

虽然 Picarro 分析仪是目前最稳定的市售气体分析仪之一，但要达到科学界的准确度要求，需要定期验证分析仪的校准，如果有必要，还要求缩放数据以匹配测量的气体标样。尽管用户通常会在现场部署前彻底校准分析仪（通常使用四至六种标准气体），但一旦进入现场，即使连续使用多年，内部校准也很少需要调整。相反，典型的现场测量会采用三到四次定期校准标样测量值。在分析仪记录数据后，每个用户可能会采用特定方法对数据进行离线标准化——同样，不是通过实际调整分析仪的内部校准值进行。由于分析仪的响应几乎完全是线性的，因此只需测量三种校准气体(跨过典型测量浓度的范围)，即可完全确定缩放数据所需的线性回归系数。有关分析仪校准的更多信息，请参考 Picarro 应用文章 AN015。



图为爱荷华州森特维尔市 Penn State 塔，采样高度为地面以上 30 米（100 英尺）和 110 米（360 英尺）

