

# 同步垂直双向观测 (SVDV) — 超快的分析速度和卓越的分析性能

## 技术概述

### 5110 ICP-OES



## 什么是同步垂直双向观测 (SVDV)?

Agilent 5110 ICP-OES 彻底变革了 ICP-OES 分析。样品通量更高、气体消耗更低，其完美的分析性能让您轻松应对复杂样品。5110 SVDV 拥有独特的智能光谱组合 (DSC) 技术，该技术可以在一次测量中自动选择并同时测定来自稳定的垂直等离子体发出的全波段范围内的水平和垂直方向的光。这一卓越性能，再加上高速 VistaChip II CCD 检测器和创新的 SVS 2+ 切换阀，造就了史上样品通量最高、每个样品分析的气体消耗量最小的 ICP-OES。水平观测的垂直炬管和冷锥接口 (CCI) 等技术使得 5110 能够分析含有高达百分含量总溶解态固体 (TDS) 样品，同时拥有出色的线性动态范围。这些性能有助于最大限度减少额外的样品稀释或同一样品多次读数的需要，进一步提高样品通量。



**Agilent Technologies**

## 一次测量同时读取等离子体水平和垂直观测信号

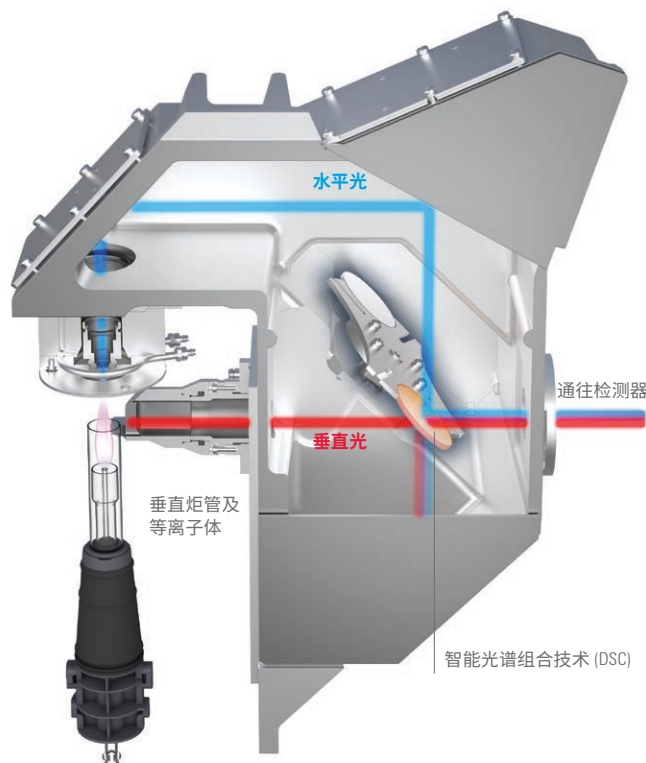


图 1. 示意图展示了来自水平和垂直等离子体观测的发射光同步聚合到 DSC 上，组合的发射光又被传输到多色仪光学元件上

传统的双向观测 (DV) ICP-OES 仪器存在一定的不足，尤其是耐用性和分析速度。大多数传统双向观测系统使用的是水平炬管，而非更耐用的垂直炬管。这会影响炬管寿命，还会限制系统的基质应对能力。由于需要依次进行垂直和水平观测，分析速度也打了折扣。与传统 DV ICP-OES 仪器相比，带 DSC 技术的 Agilent 5110 SVDV ICP-OES 的创新设计消除了这两个不利因素，可提供卓越的分析速度和性能。

5110 SVDV 的前置光路将水平光（来自等离子体中心通道的发射光）和垂直光（来自等离子体侧向的一小部分发射光）聚合到一个点。独特的 DSC 组

件（图 1）位于两条发射光光路的聚合点，水平和垂直发射光的组合被同步导入 5110 SVDV 的光学元件。由于可同时读取水平和垂直光，因此缩短了样品的分析时间，确保每个样品分析的氦气消耗量比现代任何全谱直读 ICP-OES 都要低。

相比之下，传统“全谱直读”DV 仪器在样品通量方面大打折扣，因为该仪器需依次读取水平和垂直的发射光。在同一方法中，用户需要指定哪些元素和波长在水平方向读取，哪些元素和波长在垂直方向读取。因此，同一样品需读取两次。根据不同的传统全谱直读 DV 仪器设计，同一样品的完整分析最多可能需要读取四次。US EPA 200.7 一类的基准分析对仪器性能有强制性要求，在使用类似的样品引入系统组件的情况下，Agilent 5110 SVDV ICP-OES 的分析速度是传统“全谱直读”DV 仪器的两倍，而每个样品分析的氦气消耗量只有后者的一半。得益于出色的光学设计和用于所有 5110 配置的 VistaChip II CCD 定制检测器，5110 垂直双向观测 (VDV) 配置（以及 VDV 操作模式）使得每个样品消耗的气体比其他“传统”DV 系统少 30%。

精心设计的 DSC 组件可反射或透射特定波长的光，并将光传输至光栅多色仪中。这样就可以对有毒元素等痕量元素的波长进行水平光路测定，对营养元素等高浓度元素的波长进行垂直光路测定。不需要的波长的光则透射过去或者被反射掉，不会进入多色仪。

DSC 的独特性能使得 5110 ICP-OES 成为分析环境样品以及食品和农业样品的理想选择，这些样品中 Na 和 K 等元素的含量通常高达 ppm 水平，As、Cd、Pb 和 Se 等元素的浓度则仅到 ppb 水平。5110 只需一次测定即可完成对上述所有元素的分析。

典型性能

线性动态范围

那些通常受易电离元素 (EIE) 干扰的元素在 5110 SVDV ICP-OES 上获得了出色的线性动态范围 (LDR)。Na 和 K 就是这类元素的代表。

电离干扰是由样品中存在的高浓度 EIE 引起的，特别是常见的 K 和 Na 等碱金属元素，其次是 Ca 和 Mg 等碱土金属元素。这些元素的电离能低，在等离子体中很容易电离。如果这些元素的浓度很高，等离子体中的电子密度会升高，其他元素的原子化-电离平衡就会受到影响。当样品中存在高浓度的 EIE 时，这些元素会增强或者抑制发射信号，使得在报告低浓度元素的结果时出现虚高或虚低的情况。

专用的垂直观测仪器在很大程度上能够避免 EIE 干扰，因为它可以对观测高度进行优化，从而只测定碱金属电离较少的那一部分等离子体的发射光，进而最大限度减小抑制或增强效应的影响。

一般来说，传统的全谱直读 DV 仪器在垂直方向读取 EIE 元素，在水平方向读取痕量元素，因此，如果想要完整分析所有元素，需对样品进行两次或两次以上的序列测定。Agilent 5110 SVDV ICP-OES 上的 DSC 可一次同时测定水平和垂直的光，也就是说，它可以在垂直方向测定那些受 EIE 干扰的元素，同时在水平方向测定痕量元素。这样一来就可消除 Na 和 K 等营养元素的 EIE 干扰，同时还可测定

As、Se、Cd 和 Pb 等痕量元素，无需耗费额外时间，更可降低每个样品分析的氦气消耗量，获得准确而精密的数据以及无与伦比的 LDR（图 2）。

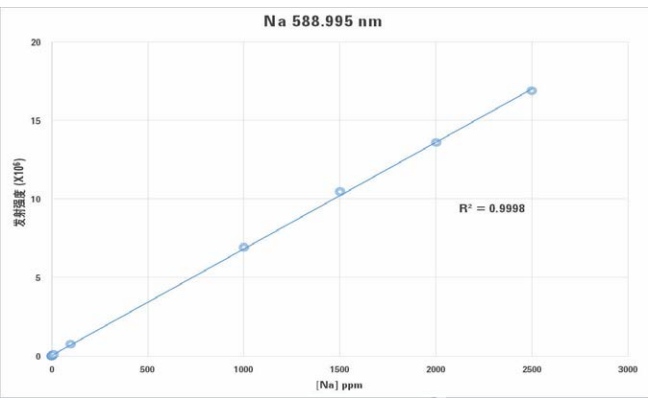


图 2. Na 589.995 nm 在 SVDV 模式下的线性动态范围 (0.1-2500 ppm)

为了证明这一点，我们开展了一项实验，并将结果发表在一份应用简报上（出版号：5991-4868CHCN，“使用 Agilent 5110 SVDV ICP-OES 分析牛肝”）。该应用简报表明，在同一次分析中，高浓度的 Na 和 K 获得了极佳的回收率，而痕量分析物也获得了出色的回收率。实验结果总结于表 1。

表 1. 安捷伦应用简报 5991-4868CHCN 的数据概览。经微波酸消解后 NIST 牛肝脏 1577 SRM 中常量元素及微量元素的回收率

元素	标准值 (mg/kg)	实测值 (mg/kg)	% 回收率
K 766	9700	9832	101
Na 589	2430	2410	99
Mn 257	10.3	9.8	96
Cd 228	0.27	0.26	96

## 灵活的操作模式

为了提供最大的灵活性和应用范围，配置 DSC 技术的 5110 SVDV 能够在四种不同的模式下运行（注意，所有 5110 配置以及操作模式使用的都是耐用的垂直炬管）。模式选择器（图 3）通过将相关的光学组件置于光路中来获得四种不同的模式：

- 同步垂直双向观测 (SVDV):  
模式选择器 = DSC，同步实现水平和垂直分析
- 垂直双向观测 (VDV):  
模式选择器 = 反光镜/“孔”，可依次实现水平和垂直分析
- 专门的垂直观测 (RV):  
模式选择器 = “孔”，只能实现垂直分析
- 专门的水平观测 (AV):  
模式选择器 = 反光镜，只能实现水平分析

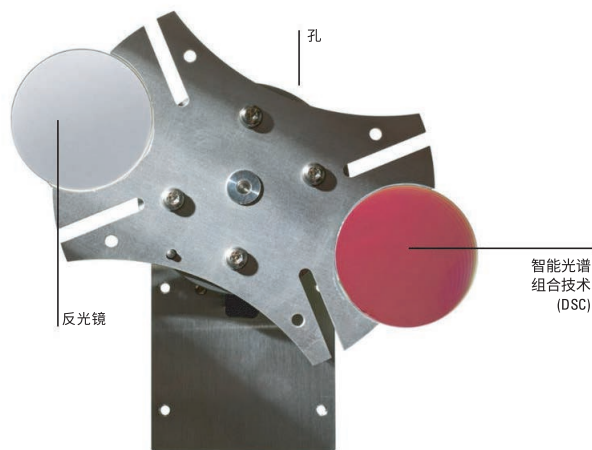


图 3. 可在 5110 SVDV 配置上实现四种操作模式的模式选择组件

带端点（水平）前置光路和侧向（垂直）前置光路的垂直炬管使得仪器能够同时分析含高总溶解态固体的样品，而且还可获得 ppb 水平的灵敏度。这种固有的性能使得实验室确信仅靠这一台仪器便可满足未来的分析需求。

## 总结

ICP-OES 是一种成熟的技术，25 年以来一直被用于各种类型样品的元素分析。近年来，ICP-OES 的操作者面临着这样一个选择：要求高灵敏度时，使用水平等离子体，而需要处理高浓度、复杂样品基质时，则使用垂直等离子体。“全谱直读” DV ICP-OES 仪器的混合型技术基于水平炬管，它试图破解这一难题，但是这类仪器无法处理高浓度总溶解态固体的样品，而且同一样品需读取多次，分析速度慢，而且成本也较高，因此分析性能大打折扣。

Agilent 5110 SVDV ICP-OES 则不存在这类问题。DSC 技术使得 5110 能够同时进行水平和垂直观测分析。这样一来可提高分析速度，减少氦气消耗以及提高精密度，因为只需一次读数即可完成全波段测定。5110 采用的垂直炬管具有更强的耐用性，这有助于分析员测定包括高总溶解态固体样品以及挥发性有机溶剂在内的复杂样品，而且长期稳定性极好，灵敏度可与水平等离子体水平观测模式下获得的灵敏度相媲美。

[www.agilent.com](http://www.agilent.com)

安捷伦不对本文可能存在的错误或由于提供、展示或使用本文所造成的间接损失承担任何责任。

本资料中的信息、说明和指标如有变更，恕不另行通知。

© 安捷伦科技（中国）有限公司，2016  
2016 年 5 月 1 日，中国出版  
出版号：5991-4853CHCN



Agilent Technologies