



提高气相色谱创新回报率

Agilent Intuvo 9000 气相色谱系统带来的
经济价值提升

白皮书

作者

Eric Denoyer 博士
气相色谱与工作流程自动化
市场总监
安捷伦科技有限公司
2850 Centerville Road
Wilmington, DE 19808
US

前言

相当一段时间以来，气相色谱被认为是相对成熟的领域，直到最近这一现状发生了改变。Agilent Intuvo 9000 气相色谱系统的创新体现在气相色谱分析的革命性简化¹ 以及气相色谱实验室分析效率和经济效益的巨大提升。

Intuvo 创新包括直接加热系统，其速度更快，功耗和占用的台面空间仅为传统空气浴柱温箱的一半。无密封垫圈的直接连接与即插即用的流路消除了复杂性和泄漏的主要来源。独特的一次性芯片式保护柱无需色谱柱切割。在考虑 Intuvo 投资时，对 Intuvo 创新可能带来的经济价值进行估算将很有帮助。

本白皮书中介绍了 Intuvo 与传统空气浴柱温箱气相色谱系统相比，即使在第一年也可获得 50000 美元以上的经济价值增长，从而使气相色谱实验室管理人员获得更高的 ROI（投资回报率）。这在实验室管理人员努力优化和更新其仪器资产基础时，可以作为判断资产管理决策的重要指标。



Agilent Technologies

无泄漏连接的价值

挑战

许多气相色谱实验室管理人员抱怨说，由于气相色谱连接错误造成泄漏导致的意外停机是实验室工作效率下降的主要原因。他们还认为通过适当培训操作人员正确实现复杂的基于密封垫圈的连接难度过高。以前的规则规定手紧后再拧四分之一圈是有好处的，但经验不足的人常常认为既然四分之一圈可以，那么一整圈肯定更好。而事实并非如此。

在一批样品的主要部分运行之前，往往检测不到泄漏隐患，而要等到 QC 检查未通过时才明白存在泄漏问题。中断工作流程以排除流路中的泄漏，并进行修复、验证，然后重新运行样品批次，由此造成的工作效率下降可能影响结果的准时交付。损失难以替代（如果有可能替代）的珍贵样品可能比工作效率损失代价更大。

创新

Intuvo 无需使用螺母和密封垫圈进行流路连接。相反，轻转扭矩扳手即可实现直接快速的端面密封连接。咔嗒声与触觉反馈提示操作人员已成功建立无泄漏连接。Intuvo 独有的自动检漏功能还可提供持续保证，确保系统随批次分析的进行始终保持正确连接。

经济价值

确保实验室管理人员能够始终提供可靠的结果，并在不中断的情况下规划其工作流程，具有避免流路泄漏故障导致的意外停机的巨大优势。业务不确定性的降低对于忙碌的实验室具有实际的价值（表 1）。

从经济角度讲，这一价值的体现取决于实验室所服务企业的结构，但从客观上来说，许多气相色谱实验室每年都会浪费大量时间来解决连接泄漏问题。令许多实验室管理人员心疼的是，他们每个季度都要花费 6-8 个小时甚至更长的时间来排除和修复流路泄

漏问题。每季度 6 小时相当于每年多运行 72 个样品的时间。大多数管理人员可以找到工作效率提升与额外运行 72 个样品的经济价值之间的关系。

如果某个实验室的收费为 125 美元/样品（这是环境分析市场的常见价格），则 72 个样品意味着每年收益增加 9000 美元。许多环境实验室的人力资源和基础设施成本在很大程度上是固定的，因此这一增加收益的相当一部分可归为净利润。即使收益的利润率仅为 20%，实验室每年也将增加 1800 美元的利润。

表 1. 利用 Agilent Intuvo 9000 气相色谱仪避免泄漏获得的经济价值

参数	值
排除泄漏故障的次数	每季度 2 次 每年 8 次
排除故障、修复、验证和重复运行的小时数	每个事件 3 小时 每年 24 小时
EPA 8270D 方法运行的分析周期	每个样品 20 分钟
利用 Intuvo 能够增加的样品分析数量	每年 72 个样品
收益	每个样品 125 美元
增加的收益, Intuvo	每年 9000 美元
利润率	20%
增加的利润, Intuvo	每年 1800 美元

快速直接加热和冷却的价值

挑战

时间对于许多气相色谱实验室而言至关重要。警察实验室表示，他们需要快速获得结果以为刑侦或检控案件提供支持。服务实验室深知，如果加快他们的样品周转速度，就可以进行溢价收费。他们每年分析的收费样品越多，获得的利润就越高。QA 实验室不希望对生产流程产生影响。他们希望确保报告 QA 结果不会成为创收过程中的限速步骤。研发实验室往往需要承担对失败流程或质量问题进行技术支持的压力，以避免产品发运和收益受损，因此通常需要快速获得结果。对许多企业来说，获得结果耗费的时间意味着每小时几万到几十万美元的支出，所以快速获得结果可以节省大量成本。

创新性

提高气相色谱样品流路的加热和冷却速度，可缩短注入一个样品和准备好运行下一个样品之间的分析周期。Intuvo 利用创新的快速直接加热和冷却系统实现这一通量改善。与传统的空气浴柱温箱气相色谱系统不同，Intuvo 色谱柱能以高达 250 °C/min 的速率加热，冷却时间缩短 1-2 分钟，功耗和空间减半，对实验室空调系统的需求也降低一半。

经济价值

实验室管理人员普遍认识到宝贵的实验室台面空间的重要性。许多公司没有更多的资金或资源进行扩展，或可能无法确保必要的授权和许可可以扩展化学实验室台面空间。然而，许多实验室仍然希望提高工作效率。在不扩展实验室台面空间的前提下提高企业工作效率，这种能力非常有价值（表 2）。

使用 Intuvo 还可降低能耗。以典型的食品中农药残留测量的 20 分钟方法为例¹，测得利用 Intuvo 运行一个色谱循环所需的电量为 0.105 kWh，而使用相同方法的传统空气浴柱温箱的能耗为 0.228 kWh，后者超出了前者的两倍。

按照 0.12 美元/kWh 计算，传统系统每年将花费大约 492 美元，而 Intuvo 的费用为 227 美元，每年可节省 265 美元。如果采用快速气相色谱方法（如环境样品的总石油烃分析 (TPH) 或石油制品的模拟蒸馏分析），节省的费用将增加 2-3 倍。每年节省的费用看似不多，但是考虑到仪器的使用寿命长达 10-15 年，在整个生命周期内节省的总费用是相当可观的。

除了这些有形成本节省外，还应考虑到 Intuvo 的能源和空间节省可帮助企业达到严格的碳排放标准，以及更重要的可持续发展目标（表 3）。

从经济角度讲，即使将样品之间的分

析周期缩短几分钟，也可以为许多气相色谱实验室带来巨大的价值。例如，对于运行测定土壤和沉积物中半挥发性有机化合物 (SVOC) 的 US EPA 8270 方法² 的实验室而言，其色谱分析周期为约 20-25 分钟，将分析周期缩短 90 秒即可使每天轻松地多分析 3-5 个样品。

即使实验室每天仅多分析一个样品，按每周工作 5 天每年工作 50 周计算，意味着每年可以多分析 250 个样品。这是一种任何人都可以在自己的实验室中获得的工作效率提升。

如果实验室按照 125 美元/样品收费，额外运行 250 个样品则表示每年增加收益 31250 美元。这一增加收益的相当一部分可归为净利润，如果运营利润率为 20%，则实验室将获得增加多达 6250 美元利润的潜力。

表 2. 利用 Agilent Intuvo 9000 气相色谱仪实现的能源节省

参数	值
每次农药分析运行的功耗, Intuvo	0.105 kWh
每次农药分析运行的功耗, 传统	0.228 kWh
农药分析时间	20 分钟
分析次数	每天 72 次
仪器使用情况	每年 50 周 每周 5 天
能耗, Intuvo	1890 kWh
能耗, 传统	4104 kWh
能源成本	0.12 美元/kWh
能源成本, Intuvo	每年 227 美元
能源成本, 传统	每年 492 美元
Intuvo 能耗/传统系统能耗	46%
能源成本节省, Intuvo	每年 266 美元

避免色谱柱切割所带来的价值

挑战

通过切割毛细管柱去除样品基质材料的污染对于气相色谱实验室而言通常是一项耗时的维护工作。不幸的是，色谱柱切割是一个需要相当的技巧和时间才能准确完成的过程。许多实验室仅将这项工作安排给少数被证明具有足够技能的人，以免工作出错。通常，只有当 QA 检查发现样品不满足标准时，才能发现可能存在不当的色谱柱切割，但此时批次样品已大量运行，为时已晚。这不仅会导致意外停机，需要重新运行样品批次，而且可能导致宝贵样品的损失。这些都是实验室管理人员希望避免的工作效率损失。

切割分析柱的不良后果是色谱柱长度在每次切割时均会减少。长度减少会造成两个问题。首先，色谱柱的色谱性能随其长度减少而下降。其次，色谱柱长度改变时，将导致分析物保留时间漂移。继而需要调整操作条件以重新对准保留时间。该过程可能需要相当长的时间，而这些时间本可用于分析样品。

创新性

Intuvo 在进样口和色谱柱之间使用一次性芯片式保护柱，从而无需切割分析柱。该芯片式保护柱用作保留间隙柱以捕集不必要的大分子量物质，避免这些物质沉积到色谱柱上。否则这些不需要的物质将污染色谱柱，降低其性能，并最终缩短其可用寿命。

表 3. 每天分析的额外环境样品的经济价值

参数	值
额外的样品运行	每天 1 次
时间范围	每周 5 天 每年 50 周
利用 Intuvo 额外分析的样品数量	每年 250 个样品
收益	每个样品 125 美元
增加的收益, Intuvo	31250 美元
假定利润率	20%
增加的利润, Intuvo	6250 美元

芯片式保护柱只需约 3-5 分钟即可完成更换，相比之下，切割和重新安装常规色谱柱则需要 20-30 分钟。更换芯片式保护柱还避免了通常与不当移除、切割和重新安装色谱柱引起的泄漏相关的故障排除和修复停机时间。同样重要的是，保留时间在切割色谱柱后会发生漂移，需要至少 20-30 分钟重新调整保留时间并确认操作。相比之下，更换芯片式保护柱时保留时间不发生漂移，可节省大量时间。

芯片式保护柱的另一个优势在于可避免有害的基质成分沉积到色谱柱上，从而延长分析柱的使用寿命。假设色谱柱在安装时的长度为 30 m，则退役时的长度仍将是 30 m。

经济价值

为估算 Intuvo 的经济价值，我们以一家使用 EPA 方法 8270 对土壤提取物中的 SVOC 进行分析的环境实验室为例，该实验室需要 20 分钟运行得到色谱图。将利用 Intuvo 运行该分析与使用传统空气浴柱温箱气相色谱系统的运行进行比较（表 4）。

保守估计，假设更换 Intuvo 芯片式保护柱需要 5 分钟，切割传统色谱柱需要 20 分钟，在传统气相色谱上重新锁定保留时间需要 20 分钟。通常每周切

割色谱柱两次。许多实验室发现他们实际上在每次切割时必须重新调整保留时间，而这取决于切割的长度，因实验室而异。保守假设传统气相色谱仪在每切割两次色谱柱后调整一次保留时间。

即使按此保守估计，Intuvo 在一年内需要的维护时间将减少至 1/6。这意味着在 Intuvo 上每年可以多运行 125 个样品。按 125 美元/样品计算，扣除芯片式保护柱成本后的净收益为 7625 美元，在利润率为 20% 时，将增加 1525 美元的利润。

现在来算一算色谱柱寿命延长带来的价值。使用保留间隙柱技术时，通常观察到色谱柱使用寿命会有所延长。在运行 EPA 8270D 应用以及运行食品中农药残留测定方法的应用实验室中，我们发现 Intuvo 芯片式保护柱能够将分析柱的使用寿命延长多达 2 周。因此，如果传统色谱柱通常持续使用 4 周，Intuvo 色谱柱可持续使用最多 6 周。该方法规定，在进行重大维护（如更换分析柱）后需要对气相色谱仪进行重新校准。因此，延长色谱柱寿命的一个重要优势是减少气相色谱仪重新校准的频率，重新校准过程可能非常耗时，每次长达 6-8 小时。

分析柱的使用寿命因实验室而异，取决于具体的分析方法，尤其是进样至气相色谱仪中的样品类型。然而，在上述环境和食品应用中，如果 Intuvo 色谱柱持续使用 6 周而传统色谱柱只能持续使用 4 周，则采用 Intuvo 时每年只需进行 8.3 次重新校准，而采用传统气相色谱仪则需要 12.5 次重新校准。

为估算经济价值，假设每次更换新色谱柱时，这些方法的典型重新校准循环需要 6 小时才能完成。这意味着 Intuvo 可节省 25 小时的重新校准时间，相当于能多分析 75 个样品（分析周期 20 分钟）。这意味着采用 Intuvo 能够增加 9375 美元的收益或 1875 美元的利润（表 5）。

表 4. 避免色谱柱切割带来的经济价值

参数	值
更换芯片式保护柱所需的时间	5 分钟
切割传统色谱柱所需的时间	20 分钟
重新调整保留时间所需的时间	20 分钟
色谱分析时间	20 分钟
色谱柱切割或芯片式保护柱更换次数	2 次/周
保留时间重新锁定频次	每 2 次切割
保留时间重新锁定频率	1 次/周
芯片式保护柱维护时间, Intuvo	10 分钟/周
色谱柱切割维护时间, 传统	60 分钟/周
Intuvo 节省的维护时间	每周 50 分钟 每年 50 周
Intuvo 节省的时间	每年 2500 分钟
利用 Intuvo 额外分析的样品数量	每年 125 个
每个样品的收益	125 美元
Intuvo 带来的总收益增加	15625 美元
所用的芯片式保护柱数量	每年 100 个
芯片式保护柱价格	每个芯片式保护柱标价 80 美元
芯片式保护柱的总成本	每年 8000 美元
Intuvo 带来的净收益增加	每年 7625 美元
实验室利润率	20%
Intuvo 的净利润率	每年 1525 美元

表 5. 由于色谱柱寿命延长而减少重新校准所带来的经济价值

参数	值
重新校准时间	每次色谱柱更换 6 小时
示例性气相色谱方法	US EPA 8270D
该示例中观察到的 Intuvo 色谱柱寿命	6 周
该示例中观察到的传统色谱柱寿命	4 周
Intuvo 重新校准次数	每年 8.3 次
传统色谱柱重新校准次数	每年 12.5 次
每年重新校准时间, Intuvo	每年 50 小时
每年重新校准时间, 传统	每年 75 小时
节省的重新校准时间, Intuvo	每年 25 小时
增加的样品数量, Intuvo	每年 75 个
增加的收益, Intuvo	每年 9375 美元
利润率	20%
增加的利润	每年 1875 美元

Agilent Intuvo 增加的经济价值

以上几个示例表明，与传统气相色谱系统相比，Intuvo 的革命性创新如何增加 50000 美元以上的经济价值，从而获得更出色的投资回报或创新回报。

尤其要注意到，这些例子中没有考虑人工成本，特别是对于 Intuvo 不需要而传统气相色谱系统需要的维护程序，因为人工费率的差异非常大。然而，这种节省可以轻松地使用上文提到的时间来计算，得到的结果可能在每年数万美元的范围内。此外，在系统投入使用时，每年均可获得上述全部增值。安捷伦气相色谱仪的使用寿命通常为 10 年或更长。因此，很容易得到总投资回报，在仪器的使用寿命内可能获得几十万美元增值。

同样值得一提的是，Intuvo 的最大价值之一是减少了由计划外停机导致的业务不确定性。始终提供更一致的可预测业务成果，尤其是在不同操作人员之间或全球不同运营场所之间，可确保业务连续性和生产力。这可能是 Intuvo 投资最重要的回报之一。

表 6. 使用 Agilent Intuvo 9000 气相色谱仪带来的估算经济价值

创新性	属性	估算的经济价值
芯片式保护柱	无需切割维护	7625 美元
	重新校准时间缩短	9375 美元
快速连接	避免连接泄漏	9000 美元
直接加热	功耗降低	266 美元
	分析周期缩短	31250 美元
每年增加的总经济价值		57516 美元

参考文献

1. Agilent Intuvo 9000 气相色谱系统，安捷伦科技公司，出版号 5991-7273CHCN，2016
2. R. Veeneman, J. Stevens，使用 Agilent Intuvo 9000 气相色谱仪和 Agilent 7000 系列质谱仪分析半挥发性有机化合物，安捷伦科技公司应用简报，出版号 5991-7256CHCN，2016
3. M. Giardina，使用 Agilent Intuvo 9000 气相色谱仪和 Agilent 7000 系列质谱仪进行多残留农药分析，安捷伦科技公司应用简报，出版号 5991-7216CHCN，2016

查找当地的安捷伦客户中心：

www.agilent.com/chem/contactus-cn

免费专线：

800-820-3278, 400-820-3278 (手机用户)

联系我们：

LSCA-China_800@agilent.com

在线询价：

www.agilent.com/chem/erfq-cn

本文提供的信息仅作参考用途，不作为担保。
请联系安捷伦客户服务中心告知您的具体需求。

www.agilent.com

本文中的信息、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，2017
2017 年 4 月 25 日，中国出版
5991-7833CHCN



Agilent Technologies