

使用安捷伦液相色谱全自动多方法 解决方案高效分析 5 种食品添加剂 和 5 种农药残留

作者

王智聪、吉建国
安捷伦科技（中国）有限公司

摘要

本文介绍了安捷伦液相色谱全自动多方法解决方案（下称：全自动多方法方案）在食品添加剂和农药残留等分析中的应用。全自动多方法方案在液相色谱标准模块的基础上，增配溶剂选择阀和色谱柱选择阀，实现多个分析方法的无缝衔接和全自动连续序列运行。全自动多方法方案可以实现仪器 100% 的利用率，减少样品的总分析时间，且在整个分析过程中实现无人值守，分析效率得到显著提高。同时，采用全自动多方法方案进行批次运行，每个分析方法批次运行前后均采用统一的系统平衡与冲洗的方法，可提高分析重现性。

前言

食品安全涉及对禁止或限量添加的食品添加剂、农药残留等进行分析，食品生产企业及相关检测机构均应建立长效的监管机制。面对大量的分析样品，亟需建立高效的分析方案。常规的逐一运行国家标准方法方案，在方法变更时需要手动更换色谱柱和溶剂，如需夜间或周末更换方法，就需要安排实验人员加班值机，否则仪器待机将处于空闲状态；如果分析过程中使用了含盐等添加剂的流动相，仪器待机期间则无法进行系统的冲洗，对色谱柱、管路和液相色谱硬件等都可能造成危害。

在 2016 年新版食品安全国家标准的基础上，本文采用全自动多方法方案，对 5 种食品添加剂^[1-5]和 5 种农药残留^[6-10]等 10 种分析方法进行自动序列运行。全自动多方法方案是基于色谱柱和溶剂自动切换的液相色谱系统解决方案，基于 Agilent 1260 Infinity II 和 1290 Infinity II 液相色谱的全自动多方法方案，已用于多种类别样品的分析^[11,12]。与传统的单台仪器逐一运行方案相比，全自动多方法方案自动化程度高，减少了样品分析时间和仪器待机时间，提高了分析效率。

实验部分

试剂和样品

甲醇、乙腈为色谱纯级，购于 Merck 公司；甲酸、乙酸、乙酸铵为分析纯，购于 Sigma-Aldrich 公司；实验用水为 Millipore Milli-Q 超纯水系统制备的高纯水；食品添加剂和农药残留标准品（见表 1 和表 2）购于上海安谱公司。

标准工作溶液配制

对食品添加剂和农药残留标准品工作溶液，按照国家标准方法^[1, 2, 4-10]或行业标准方法^[3]进行配制。

仪器配置

基于 Agilent 1260 Infinity II 液相色谱全自动多方法解决方案，典型的仪器配置如下：

- 安捷伦液相色谱全自动多方法解决方案（部件号 G2195AA）
- Agilent 1260 Infinity II 四元泵（部件号 G7111B）
- Agilent 1260 Infinity II 多重自动进样器（部件号 G7167A），配样品冷却装置（部件号 G7167A #100）
- Agilent 1260 Infinity II 柱温箱（部件号 G7116A），内置阀驱（部件号 G7116A#058），配 4-位置-10-端口色谱柱选择阀（部件号 G4237A）、毛细管组件（部件号 G4237A#005）、Agilent InfinityLab Quick-Turn 液相色谱接头（部件号 5067-5966）
- Agilent 1260 Infinity II 二极管阵列检测器（部件号 G7117C）
- Agilent 1290 Infinity 外置阀驱（部件号 G1170A），配 12-位置-13-端口生物惰性溶剂选择阀（部件号 G4235A）

基于 Agilent 1290 Infinity II 液相色谱全自动多方法解决方案，典型的仪器配置如下：

- 安捷伦液相色谱全自动多方法解决方案（部件号 G2195AA）
- Agilent 1290 Infinity II 四元泵（又称“全能泵”）（部件号 G7104A）
- Agilent 1290 Infinity II 多重自动进样器（部件号 G7167B），配样品冷却装置（部件号 G7167B #100）
- Agilent 1290 Infinity II 柱温箱（部件号 G7116B），内置阀驱（部件号 G7116B#058），配色谱柱识别标签读卡器（部件号 G7116B#072）、8-位置-18-端口色谱柱选择阀（部件号 G4239C）、毛细管组件（部件号 G4239C#005）、Agilent InfinityLab Quick-Connect 快速连接接头（部件号 5067-5957）
- Agilent 1290 Infinity II 二极管阵列检测器（部件号 G7117B）
- Agilent 1290 Infinity 外置阀驱（部件号 G1170A），配 12-位置-13-端口生物惰性溶剂选择阀（部件号 G4235A）

软件

Agilent OpenLAB CDS ChemStation C.01.07 SR3 色谱控制软件

溶剂及溶剂选择阀的配置

全自动多方法方案中如果配置 1 个溶剂选择阀，溶剂可从原来的 4 种扩展至 15 种，如果配置 2 个溶剂选择阀，可扩展至 25 种溶剂。本文示例的 10 个分析方法使用了 6 种溶剂，分别为：甲醇（通道 B）、乙腈（通道 C）、纯水（通道 A 和 D1）、0.5% 的乙酸水溶液（通道 D2）、20 mmol/L 乙酸铵水溶液（通道 D3）、20 mmol/L 乙酸铵并添加 2 mmol/L 甲酸的水溶液（通道 D4）。在仪器配置的“通道配置”选项，选择溶剂选择阀的接入流路，如 Agilent 1290 Infinity II 全能泵，选择 D 通道；在“溶剂”选项，编辑溶剂信息，如溶剂名称、pH 值、摩尔浓度等，并选择溶剂类型；然后在仪器分析方法的编辑过程中，针对不同的分析方法，即可方便地选择样品分析及系统清洗所需要的溶剂。

色谱柱及色谱柱选择阀的配置

在全自动多方法方案中，针对不同的分析方法，可能会使用不同类型或规格尺寸的色谱柱，使用色谱柱选择阀，可自动进行分析方法中色谱柱的选择与切换。如 8-位置-18-端口色谱柱选择阀，可同时安装 8 根短柱（柱长 < 100 mm）或 4 根长柱（柱长 < 300 mm），或短柱与长柱的组合（一根长柱占据两根短柱的位置，如 6 根短柱 + 1 根长柱，或 4 根短柱 + 2 根长柱，或 2 根短柱 + 3 根长柱）。本文示例的 10 种方法使用了 3 根色谱柱，分别为：Agilent Poroshell EC-C18, 2.1 x 50 mm, 1.9 μ m（柱 1，部件号 699675-902），Agilent ZORBAX RRHD, SB-C18, 2.1 x 100 mm, 1.8 μ m（柱 2，部件号 858700-902），Agilent ZORBAX RRHD, SB-Aq, 2.1 x 100 mm, 1.8 μ m（柱 3，部件号 858700-914）。

液相色谱条件

5 种食品添加剂和 5 种农药残留分析方法中主要的仪器参数分别如表 1 和表 2 所示，表中分别列出了自动进样器参数、泵阀组合参数、柱温箱参数和 DAD 检测参数等。

表 1. 食品添加剂分析的主要仪器参数

	方法 1	方法 2	方法 3	方法 4	方法 5																																																									
化合物	阿斯巴甜 (1.1) 阿力甜 (1.2)	苯甲酸 (2.1) 糖精钠 (2.2) 山梨酸 (2.3)	对羟基苯甲酸甲酯 (3.1) 对羟基苯甲酸乙酯 (3.2) 对羟基苯甲酸异丙酯 (3.3) 对羟基苯甲酸丙酯 (3.4) 对羟基苯甲酸异丁酯 (3.5) 对羟基苯甲酸丁酯 (3.6)	柠檬黄 (4.1) 新红 (4.2) 苋菜红 (4.3) 胭脂红 (4.4) 日落黄 (4.5) 亮蓝 (4.6) 赤藓红 (4.7)	没食子酸丙酯 (PG) (5.1) 2,4,5-三羟基苯丁酮 (THBP) (5.2) 叔丁基对苯二酚 (TBHQ) (5.3) 去甲二氢愈创木酸 (NDGA) (5.4) 叔丁基对羟基茴香醚 (BHA) (5.5) 没食子酸辛酯 (OG) (5.6) 2,6-二叔丁基-4-羟甲基苯酚 (Ionox-100) (5.7) 没食子酸十二酯 (DG) (5.8) 2,6-二叔丁基对羟甲基苯酚 (BHT) (5.9)																																																									
色谱柱	柱 1	柱 1	柱 1	柱 2	柱 3																																																									
柱温	35 °C	35 °C	35 °C	35 °C	35 °C																																																									
溶剂	溶剂 A/C	溶剂 D4/B	溶剂 D4/B	溶剂 D4/B	溶剂 D2/C																																																									
梯度/等度	12% C	3% B	<table><tr><td>Time</td><td>B%</td><td>D%</td></tr><tr><td>0</td><td>50</td><td>50</td></tr><tr><td>0.2</td><td>50</td><td>50</td></tr><tr><td>3.0</td><td>55</td><td>45</td></tr><tr><td>3.1</td><td>95</td><td>5</td></tr><tr><td>4.0</td><td>95</td><td>5</td></tr></table>	Time	B%	D%	0	50	50	0.2	50	50	3.0	55	45	3.1	95	5	4.0	95	5	<table><tr><td>Time</td><td>B%</td><td>D%</td></tr><tr><td>0</td><td>8</td><td>92</td></tr><tr><td>0.2</td><td>8</td><td>92</td></tr><tr><td>2.0</td><td>15</td><td>85</td></tr><tr><td>3.0</td><td>45</td><td>55</td></tr><tr><td>4.5</td><td>50</td><td>50</td></tr><tr><td>5.5</td><td>95</td><td>5</td></tr><tr><td>7.0</td><td>95</td><td>5</td></tr></table>	Time	B%	D%	0	8	92	0.2	8	92	2.0	15	85	3.0	45	55	4.5	50	50	5.5	95	5	7.0	95	5	<table><tr><td>Time</td><td>C%</td><td>D%</td></tr><tr><td>0</td><td>30</td><td>70</td></tr><tr><td>0.2</td><td>30</td><td>70</td></tr><tr><td>4.0</td><td>95</td><td>5</td></tr><tr><td>5.0</td><td>95</td><td>5</td></tr></table>	Time	C%	D%	0	30	70	0.2	30	70	4.0	95	5	5.0	95	5
Time	B%	D%																																																												
0	50	50																																																												
0.2	50	50																																																												
3.0	55	45																																																												
3.1	95	5																																																												
4.0	95	5																																																												
Time	B%	D%																																																												
0	8	92																																																												
0.2	8	92																																																												
2.0	15	85																																																												
3.0	45	55																																																												
4.5	50	50																																																												
5.5	95	5																																																												
7.0	95	5																																																												
Time	C%	D%																																																												
0	30	70																																																												
0.2	30	70																																																												
4.0	95	5																																																												
5.0	95	5																																																												
流速	0.7 mL/min	0.7 mL/min	0.7 mL/min	0.5 mL/min	0.5 mL/min																																																									
检测波长	200 nm	234 nm	260 nm	254 nm	280 nm																																																									
进样体积	1 µL	1 µL	1 µL	1 µL	1 µL																																																									
停止时间	3.5 min	2.0 min	4.0 min	7.0 min	5.0 min																																																									
后运行时间	0 min	0 min	2.0 min	2.5 min	2.5 min																																																									

注：化合物后括号内数字为色谱峰的编号，色谱图如图 2 所示

表 2. 农药残留分析的主要仪器参数

	方法 6	方法 7	方法 8	方法 9	方法 10
化合物	噻菌灵 (6.1)	阿维菌素 (7.1)	抑芽丹 (8.1)	啮螨酯 (9.1)	啮氧灵(10.1)
色谱柱	柱 1	柱 1	柱 3	柱 1	柱 1
柱温	35 °C	35 °C	35 °C	35 °C	35 °C
溶剂	溶剂 D4/B	溶剂 A/B	溶剂 D3/B	溶剂 A/C	溶剂 A/C
梯度/等度	45% B	85% B	2% B	70% C	65% C
流速	0.5 mL/min	0.7 mL/min	0.5 mL/min	0.7 mL/min	0.7 mL/min
检测波长	300 nm	245 nm	315 nm	254 nm	235 nm
进样体积	1 µL	1 µL	1 µL	1 µL	1 µL
停止时间	2.0 min	2.0 min	1.5 min	2.0 min	2.0 min
后运行时间	0 min	0 min	0 min	0 min	0 min

注：化合物后括号内数字为色谱峰的编号，色谱图如图 3 所示

过渡方法的建立

全自动多方法方案的关键技术是实现多个方法的自动序列运行，不同的分析方法可能会使用不同的溶剂、色谱柱和分析参数，如流速、梯度程序、柱温、检测波长和进样量等。为实现多个分析方法的自动切换、无缝衔接，需要编辑过渡方法来进行溶剂与色谱柱的自动选择与切换、系统的自动平衡与清洗等。

在过渡方法中要实现溶剂置换、系统平衡、清洗和保存等功能，可借助色谱柱选择阀中“废液”或“旁路”的流路设计，如图 1 所示。在“废液”流路中，溶剂不经过色谱柱和检测器；在“旁路”流路中，溶剂不经过色谱柱但流经检测器，可根据需要选择适当的流路实现相应的功能。如用于不同分析方法的转换，设置溶剂组合比例为 50:50，可采用“废液”的流路快速进行溶剂置换；若用于含盐溶剂的系统清洗，可采用“废液”或“旁路”的流路，并选择纯水高流速快速冲洗；对系统或色谱柱的平衡、冲洗和保存等，可采用色谱柱的流路，选择适当的溶剂进行冲洗，如在样品分析之前，使用样品分析方法所用的起始比例的溶剂平衡色谱柱，在样品分析之后，使用纯有机溶剂清洗和保存色谱柱等。

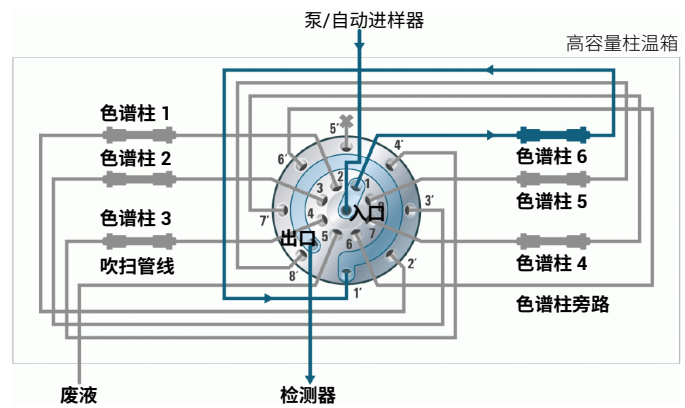


图 1. 8-位置-18-端口色谱柱选择阀位置的分配及其流路设置
阀位 2、3、4、1、8 和 7 分别与色谱柱连接，并置于柱温箱左 1、左 2、左 3、右 1、右 2 和右 3 的位置；阀位 5 为“废液”流路，阀位 6 为“旁路”流路

序列的建立与运行

分别编辑 10 个分析方法每类样品的序列文件，根据需要设置合适的样品类型，如标准曲线校正样品、质控样品和未知样品等，并采用样品分析方法如 SAMPLE ANALYSIS.M。以方法 1 为例，在样品分析之前插入如 SYSTEM PRERUN.M 的过渡方法，用于溶剂置换和系统平衡，在样品分析之后插入如 SYSTEM POSTRUN.M 的过渡方法，用于系统清洗和保存，如表 3 所示。

表 3. 序列文件中序列表的编辑

行	样品容器	样品位置	样品名称	方法名称	进样源	进样量	进样次数	样品类型
1	*54VialPlate*		PRERUN	M1-SYSTEM PRERUN	与方法一致		1	样品
2	*54VialPlate*		BLANK RUN	M1-SYSTEM ANALYSIS	与方法一致		2	样品
3	*54VialPlate*	D1F-A1	SAMPLE	M1-SYSTEM ANALYSIS	与方法一致	1	10	样品
4	*54VialPlate*		POSTRUN	M1-SYSTEM POSTRUN	与方法一致		1	样品

按照同样的方法分别编辑其它类样品分析的序列文件。在序列队列运行中依次添加上述多个样品分析的序列文件，如 M1.S、M2.S，……，并在运行队列的最后一行添加一个关机（待机）的序列文件，如 SYSTEM SHUTDOWN.S，多方法序列运行之后，将仪器设置为待机状态，如自动关闭所用灯、泵和柱温箱等。

结果与讨论

分析结果

按照上述方法进行仪器配置、样品分析方法的建立、过渡方法的建立、序列文件的建立、序列队列的建立和运行等，所得方法 1-10 典型的色谱图如图 2 和图 3 所示。

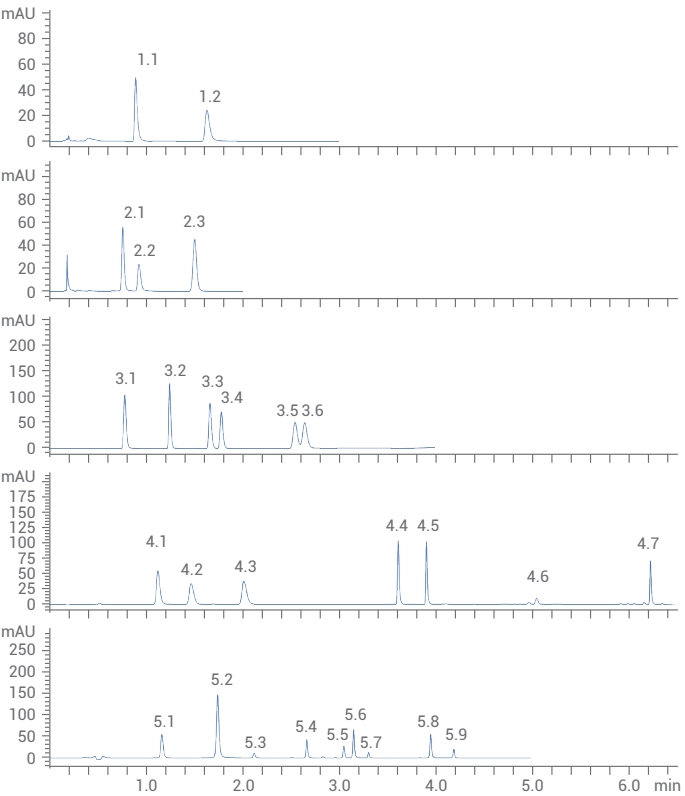


图 2. 5 种食品添加剂分析的色谱图（色谱峰对应的化合物信息如表 1 所示）

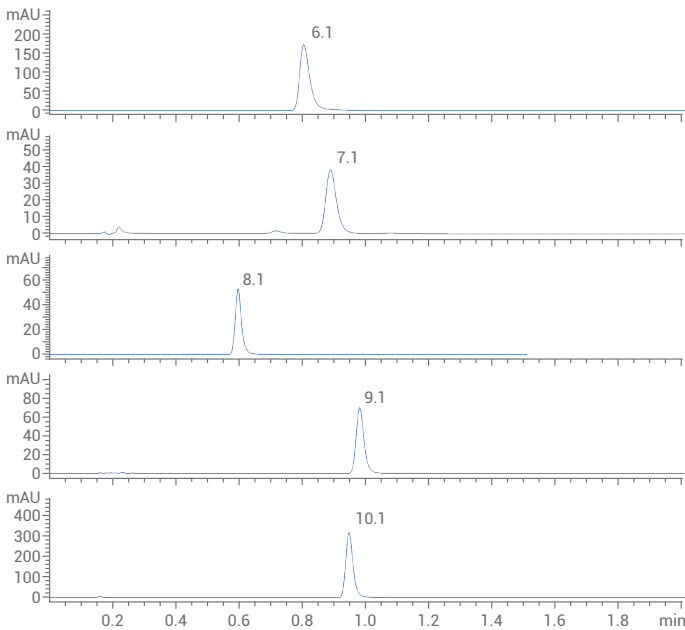


图 3. 5 种农药残留分析的色谱图（色谱峰对应的化合物信息如表 2 所示）

全自动多方法方案与逐一运行国家标准方法方案的比较

使用小粒径填料的色谱柱，可以提高柱效，但也会增大柱压。Agilent ZORBAX RRHD 粒径 1.8 μm 填料的系列色谱柱，最高耐压 1200 bar；Agilent Poroshell 粒径 1.9 μm 填料的系列色谱柱，最高耐压 1300 bar。基于 Agilent 1290 Infinity II 液相色谱全自动多方法方案，系统耐压 1300 bar，满足小粒径填料色谱柱快速高效的分析需求。以方法 9 为例，在唑螨酯的测定中，国家标准方法 GB 23200.29 使用 C18, 4.6 X 250 mm, 5 μm 的色谱柱，在推荐的色谱分离条件下，唑螨酯的保留因子 k 约为 2.16；在本文所述的全自动多方法方案中，使用 Poroshell EC-C18, 2.1 X 50 mm, 1.9 μm 的色谱柱，唑螨酯的保留因子 k 为 5.8。与国家标准方法相比，全自动多方法方案不仅保留因子增大，而且分析时间显著减少。

以本文示例的 10 种分析方法为例，不考虑样品前处理等，采用单台仪器逐一运行国家标准方法方案，对每个方法样品分析前后系统准备的时间预估为 1.5 h，如更换溶剂、平衡色谱柱、清洗色谱柱等；而采用全自动多方法方案，每个方法所使用的过渡方法时间预估为 0.5-1 h。分别采用逐一运行国家标准方法方案和全自动多方法方案运行食品添加剂和农药残留等 10 种分析方法，若每个方法进样 40 针，两种方案中每个方法的总运行时间如表 4 所示。

表 4. 采用逐一运行国家标准方法方案与全自动多方法方案分别运行 10 种分析方法的所需时间（单位：h）

	方法 1	方法 2	方法 3	方法 4	方法 5	方法 6	方法 7	方法 8	方法 9	方法 10
逐一运行国家标准方法方案	11.5	18.2	21.5	15.5	21.5	8.2	8.2	5.5	14.8	8.2
全自动多方法方案	3.2	2.2	4.8	7.2	5.5	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2

在正常的周工作时间，若采用逐一运行国家标准方法方案，按照方法 1 至方法 10 的顺序依次运行，仅考虑样品的仪器运行时间，需要 9 天，如表 5 所示。该方案在分析方法变更时，需要手动更换色谱柱、溶剂等；有时候还需要值机，比如在第 9 天，先运行方法 8，需要等待方法 8 运行结束，更换色谱柱之后才能运行方法 9 和 10。若采用全自动多方法方案，可自动连续序列运行上述 10 种分析方法，实现仪器 100% 的利用率；在全自动多方法方案运行过程中，无需手动更换色谱柱和溶剂，可实现无人值守。与逐一运行国家标准方法方案相比，全自动多方法方案还能减少仪器在夜间或周末的待机时间，总分析时间由 9 天减少至 2 天，分析效率大大提高。

表 5. 逐一运行国家标准方法方案与全自动多方法方案的比较

	食品添加剂类					农药残留类				
	方法 1	方法 2	方法 3	方法 4	方法 5	方法 6	方法 7	方法 8	方法 9	方法 10
逐一运行国家标准方案	第 1-3 天			第 4 天	第 5 天	第 8 天		第 9 天	第 9 天	
	柱 1 溶剂 A/C	柱 1 溶剂 D4/B	柱 1 溶剂 D4/B	柱 2 溶剂 D4/B	柱 3 溶剂 D2/C	柱 1 溶剂 D4/B	柱 1 溶剂 A/B	柱 3 溶剂 D3/B	柱 1 溶剂 A/C	柱 1 溶剂 A/C
全自动多方法方案	方法 1-10									
	第 1-2 天									
	10 种方法自动连续运行									

对不同的样品分析方法，有些方法可能会使用含酸、碱或盐等添加剂的流动相，如本文示例方法 2、3、4、5、6 和 8，这几个方法在流动相中添加乙酸或乙酸盐等，用于改善分离。在常规液相色谱系统中，样品分析之后需要手动更换溶剂，并进行色谱柱和系统的冲洗。手动操作不仅费时费力，而且在夜间或周末就无法进行系统的冲洗。比如，使用常规系统按照逐一运行国家标准方法方案依次运行上述 10 种分析方法，在第 4 天运行方法 4，需要 15.5 h；若从上午 9 点开始，运行至凌晨结束，样品分析结束的时间为夜间，液相色谱系统将保存在含盐流动相体系中，这对色谱柱、管路和液相色谱硬件都会造成潜在的危害。

常规液相色谱一般配置 4 个溶剂通道，对四元泵，如 Agilent 1290 Infinity II 全能泵，配置 A、B、C、D 四路溶剂；对二元泵，如 Agilent 1290 Infinity II 高速泵，配置 A1/A2、B1/B2 四路溶剂。在逐一运行国家标准方法方案中，对使用含添加剂流动相的分析方法，运行结束后调用通道 A 的纯水，可冲洗系统中混合器之后的管路及配件；对全自动多方法方案，调用溶剂选择阀扩展流路中的纯水，如通道 D1 的纯水，可实现系统的彻底清洗。以方法 4 为例，该方法水相为含盐溶剂（配置在通道 D4），样品分析之后，在过渡方法中调用溶剂选择阀通道 D1 的纯水，并采用“废液”或“旁路”的流路冲洗整个系统，系统冲洗完成后再切换色谱柱选择阀至色谱柱流路位置，先使用较高比例的纯水冲洗色谱柱中残留的含盐溶剂，再使用纯有机溶剂对色谱柱进行清洗和保存。与常规的液相色谱系统清洗方法相比，采用全自动多方法方案的系统清洗方法，除了可以冲洗系统混合器后的管路及配件，还可以对溶剂选择阀和混合器之间的管路以及该流路脱气机内腔进行彻底清洗，如图 4 所示，全自动多方法方案能自动进行溶剂置换和系统清洗，实现系统的无盐保存。

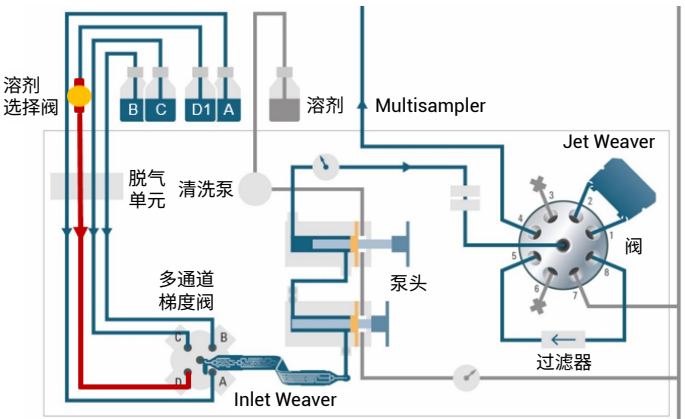


图 4. 全自动多方法方案系统清洗的流路（以 Agilent 1290 Infinity II 全能泵为例）

全自动多方法方案的重现性

以方法 1 和方法 2 连续 3 个批次的自动序列运行为例，每个样品重复进样 10 次，考察全自动多方法方案批内及批间的重现性。方法 1 和方法 2 使用完全不同的流动相体系，并采用等度方法进行分析。以方法 2 为例，通过连续 3 个批次的序列运行，对糖精钠、苯甲酸和山梨酸，批内及批间保留时间的精密度均小于 0.2%，批内及批间峰面积的精密度均小于 0.3%，如图 5 所示，说明全自动多方法方案具有良好的分析重现性。采用全自动多方法方案进行批次运行，对每个分析方法，批次运行前后均采用统一的系统平衡与冲洗的方法（不同方法之间可能有差异），既提高了分析重现性，也有利于批次间数据的比对。

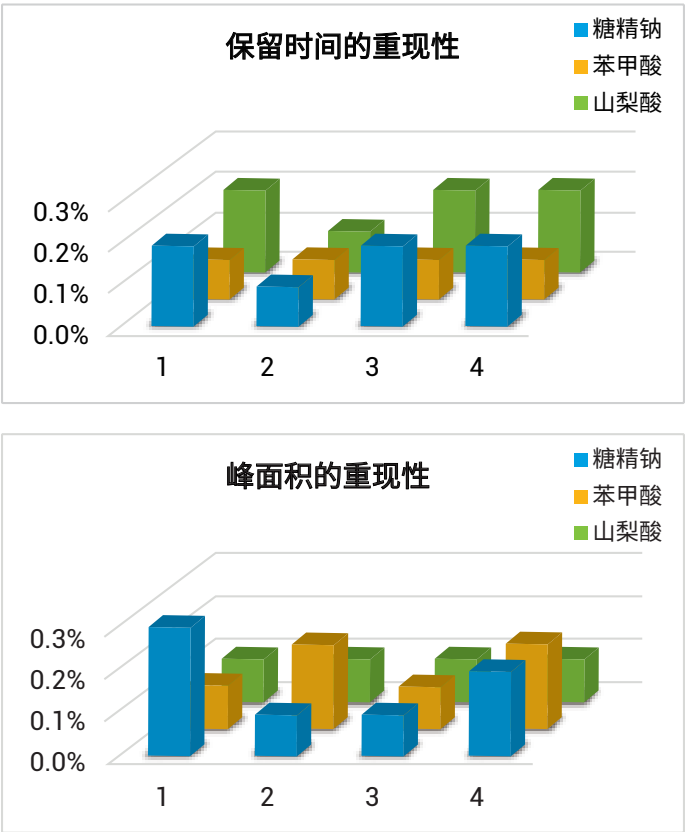


图 5. 全自动多方法方案的分析重现性，图中 1-3 分别表示第一、二、三次序列运行运行的批内精密度；4 表示三次序列运行运行的批间精密度

结论

随着食品安全监管的加强，食品中限量添加的食品添加剂和农药残留的检测任务日益增多，检测实验室对于提高自动化程度、提高仪器使用效率和分析产出效率的要求也日益强烈。安捷伦液相色谱全自动多方法解决方案在液相色谱标准模块的基础上，增配溶剂选择阀和色谱柱选择阀，为实现多方法的全自动序列运行提供了便利。全自动多方法方案运行期间无需手动更换溶剂和色谱柱，能够实现无人干预和无人值守，解放了劳动力。多个方法自动序列运行，可充分利用夜间、周末等时间，减少仪器待机时间，从而提高仪器使用效率。同时，使用 Agilent Poroshell 和 ZORBAX RRHD 系列小粒径填料的色谱柱，能在满足分离要求的基础上显著减少分析时间；全自动多方法方案中使用高效的溶剂置换和系统清洗的方法，可使系统得到彻底清洗，实现系统的无盐保存，在批次运行中也有利于提高批内及批间的分析重复性。除本文示例所述的食物添加剂和农药残留的分析方法之外，全自动多方法方案还可以组合其他类型样品的分析方法，用于不同行业和领域，如食品安全监管、药物质量控制和环境检测等，提高实验效率。

参考文献

1. 食品中阿斯巴甜和阿力甜的测定；食品安全国家标准，GB 5009.263-2016
2. 食品中苯甲酸、山梨酸和糖精钠的测定；食品安全国家标准，GB 5009.28-2016
3. 出口食品中对羟基苯甲酸酯的测定；出入境检验检疫行业标准，SN/T 4047-2014
4. 食品中合成色素的测定；食品安全国家标准，GB 5009.35-2016
5. 食品中 9 种抗氧化剂的测定；食品安全国家标准，GB 5009.32-2016
6. 水果和蔬菜中噻菌灵残留量的测定；食品安全国家标准，GB 23200.17-2016
7. 水果和蔬菜中阿维菌素残留量的测定；食品安全国家标准，GB 23200.19-2016
8. 坚果及坚果制品中抑芽丹残留量的测定；食品安全国家标准，GB 23200.22-2016
9. 水果和蔬菜中唑螨酯残留量的测定；食品安全国家标准，GB 23200.29-2016
10. 食品中啶氧灵残留量的测定；食品安全国家标准，GB 23200.56-2016
11. Edgar Naegele. Agilent 1290 Infinity II 全自动多方法解决方案，使用自动化的色谱柱和溶剂选择阀在一台液相色谱系统上切换七种应用；应用简报，安捷伦科技有限公司，出版号 5991-5679CHCN，2015
12. Sonja Krieger. Different Food Applications on a Single LC System Using Automated Column and Solvent Selection Agilent 1260 Infinity II Multimethod Solution (Agilent 1260 Infinity II 全自动多方法解决方案，使用自动化的色谱柱和溶剂选择阀在一台液相色谱系统上用于多种食品添加剂的分析)；应用简报，安捷伦科技有限公司，出版号 5991-7622EN，2016

www.agilent.com

安捷伦对本资料可能存在的错误或由于提供、展示或使用本资料所造成的间接损失不承担任何责任。

本文中的信息、说明和技术指标如有变更，恕不另行通知。

© 安捷伦科技（中国）有限公司，2017
2017 年 11 月 30 日，中国印刷
5991-8775ZHCN

