

使用 Agilent 1200 Infinity 系列在线 SPE 解决方案检测饮用水、地表水 和地下水中的痕量除草剂

应用简报

环境

作者

Bettina Schuhn、Edgar Naegle 和
Thomas Glauner
安捷伦科技公司
Waldbonn, Germany

摘要

本应用简报展示了 Agilent 1200 Infinity 系列在线 SPE 解决方案与 Agilent 6460 三重四极杆 LC/MS 系统联用分析水中痕量除草剂的性能。该方法符合德国 DIN 标准 38407-36，适用于测定与地表水和饮用水质量相关的所选中性除草剂和除草剂代谢物。该方法的性能已经在实验室间验证研究中成功通过测试。本文给出了实际水样的线性、峰面积和保留时间 (RT) 精度以及浓度精度。



Agilent Technologies

前言

尽管现代农用化学品较易降解，但水中的除草剂残留物和除草剂代谢物仍然是一个严重的环境问题。即使是适度使用，在地表水、地下水和自来水中还是可以发现水溶性除草剂。因此，除草剂和除草剂代谢物的监测对于确保水质非常重要。

典型的水中除草剂分析工作流程需要通过固相萃取 (SPE) 富集目标分析物。随着检测系统灵敏度的逐渐提高，分析人员开始倾向于使用直接进样或在线 SPE 方法分析水样。因此，水、废水和污泥检测可以使用新的标准方法，通过直接进样或在线 SPE 分析除草剂和除草剂代谢物。本应用简报介绍的方法包括与地表水和饮用水相关的 27 种除草剂和除草剂代谢物，符合德国 DIN 标准 38407-36 的要求。

该方法基于 1200 Infinity 系列在线 SPE 解决方案进行。本文展示了地下水、自来水和地表水等不同类型水样使用 27 种相关浓度除草剂加标后的分析结果。所有除草剂在饮用水中的最大残留限量为 0.1 $\mu\text{g}/\text{L}$ ，除草剂残留物定量分析方法的定量限应低于 0.025 $\mu\text{g}/\text{L}^{1,2}$ 。

在大体积水样进样时通过联用 HPLC 与三重四极杆质谱可实现低 ng/L 浓度测量。1200 Infinity 系列在线 SPE 解决方案基于 Agilent 1290 Infinity Flexible Cube 实现在线富集，采用 Agilent 1260 Infinity 四元泵，并可通过多次抽取工具包进行体积最大可达 1800 μL 样品的大体积进样。同时使用一台 HPLC 泵和 1290 Infinity Flexible Cube 中的一台低压柱塞泵，可以在 SPE 捕集柱上富集样品并

在同一次运行中在分析柱上进行色谱分离。

使用一个 2 位/10 通阀进行交替操作两根捕集柱，显著提高了样品通量。与手动或自动离线 SPE 方法相比，使用 Agilent 1200 Infinity 系列在线 SPE 解决方案可以节省检测水中痕量除草剂所需的时间、溶剂和人力。

实验部分

仪器

Agilent 1200 Infinity 系列在线 SPE 解决方案	型号
Agilent 1260 Infinity 四元泵，配有内部脱气机和 LAN 卡 (G1369C)	G1311B
Agilent 1260 Infinity 标准自动进样器，带有 900 μL 计量头 (G1313-60007)	G1329B
Agilent 1290 Infinity 恒温器	G1330B
Agilent 1290 Infinity Flexible Cube	G4227A
Agilent 1200 Infinity 系列在线 SPE 启始工具包 (附带一个 2 位/10 通阀)	G4742A
具有安捷伦喷射流技术的 Agilent 6460 三重四极杆 LC/MS 系统	G6460A

采集和评估软件

- 安捷伦三重四极杆质谱仪
MassHunter 数据采集软件，
06.00 版
- Agilent MassHunter Optimizer
软件，06.00 版
- Agilent MassHunter 离子源和
iFunnel Optimizer 软件，06.00 版
- Agilent MassHunter 定性分析软
件，05.02 版
- Agilent MassHunter 定量分析软
件，06.00 版

1290 Infinity Flexible Cube 设置

- 阀：2 位/10 通 Quick-Change 快速切换阀
- 溶剂选择阀：
溶剂 A1：水，
溶剂 B1：乙腈

系统配置

1290 Infinity 系列在线 SPE 解决方案包含一个 2 位/10 通阀，两根捕集柱，一台柱塞泵和一个溶剂选择阀³。SPE 小柱包含的 PLRP-S 相（交联苯乙烯-二乙烯基苯共聚物）不含硅醇基和重金属离子，是一种高度均质材料。SPE 小柱可重复使用 (> 200 次进样)，老化和洗脱所需的溶剂量较少。

色谱条件 – 液相色谱方法

参数	设置
分析柱	Agilent ZORBAX Eclipse Plus C18, 2.1 × 150 mm, 3.5 µm (部件号 959763-902) Agilent 1290 Infinity 在线过滤器 (0.3 µm) (部件号 5067-4638)
捕集柱	两个保护柱卡套 (部件号 820999-901) PLRP-S 小柱, 2.1 × 12.5 mm, 15-20 µm (部件号 5982-1271) 6 mL 螺纹口样品瓶 (玻璃, 部件号 9301-1377), 螺纹口瓶盖 (部件号 9301-1379), 预穿孔隔垫 (部件号 5188-2758)
流动相	A = 水溶液, 5 mM 甲酸铵 + 0.1% 甲酸 B = 乙腈 + 5% 水, 5 mM 甲酸铵 + 0.1% 甲酸
梯度	0 分钟时 2% B 2 分钟时 2% B 2.5 分钟时 25% B 12 分钟时 100% B 22.1 分钟时 2% B
流速	0.4 mL/min
停止时间	22.1 min
后运行时间	10 min
进样量	900 µL 样品瓶 (甲醇) 进样针清洗
抽取和进样速度	1000 µL/min
样品温度	5 °C
柱温	30 °C

表 1. Agilent 1290 Infinity Flexible Cube 的柱塞泵时间表

时间	功能	参数
0	泵送一定时间	泵送 60 s, 流速: 1 mL/min 通道 A1
2	右阀切换位置	增大阀位置 (切换阀)
2.1	泵送一定时间	泵送 180 s, 流速: 1.5 mL/min 通道 B1
6	泵送一定时间	泵送 300 s, 流速: 1.5 mL/min 通道 A1

操作原理

1290 Infinity Flexible Cube 中的柱塞泵用于将样品从自动进样器泵入捕集柱，同时在每次进样后可用多达三种不同溶剂冲洗这些捕集柱。自动进样器与柱塞泵相连，将样品直接载入其中一个捕集柱 (SPE 1)，而另一个捕集柱 (SPE 2) 位于分析柱前端并与 LC 泵相连（图 1）。样品载入第一个捕集柱时，切换 2 位/10 通阀，改变捕集柱的位置（图 2）。

改变捕集柱位置后，HPLC 泵会输送梯度溶剂，将样品从捕集柱 (SPE 1) 反冲到分析柱中。与此同时，清洗上一次运行使用的捕集柱 (SPE 2) 并重新平衡。操作人员可以通过 1290 Infinity Flexible Cube 中的溶剂选择阀使用多达三种溶剂进行清洗和重新平衡捕集柱。

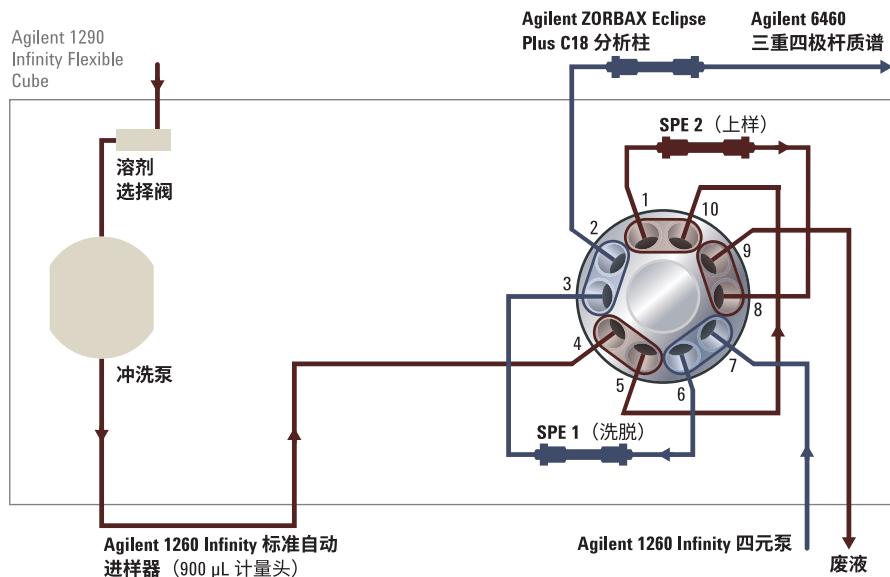


图 1. Agilent 1290 Infinity Flexible Cube — 柱塞泵正在装载第一个 SPE 捕集柱 (红色)，而第二个 SPE (蓝色) 则位于流路中分析柱之前

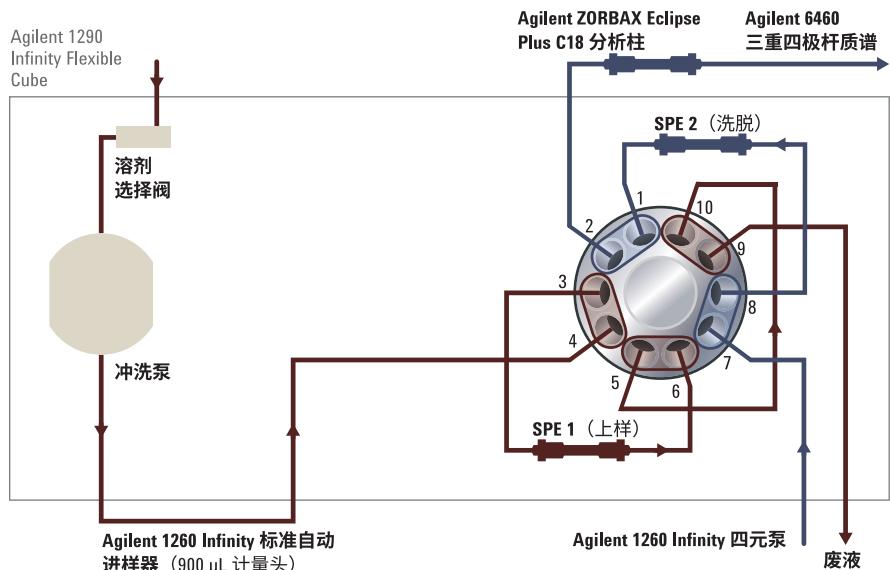


图 2. Agilent 1290 Infinity Flexible Cube — 交替使用 SPE 柱，SPE 1 现位于分析柱之前，而 SPE 2 先清洗，然后装载新样品

使用 Agilent MassHunter 离子源和 iFunnel Optimizer 软件对安捷伦喷射流离子源参数进行优化。配备正离子电喷雾安捷伦喷射流技术的 6460 三重四极杆 LC/MS 系统的离子源条件如下表所示：

色谱条件 – 质谱方法

参数	设置
干燥气温度	260 °C
干燥气流速	9 L/min
雾化器压力	45 psi
鞘气温度	300 °C
鞘气流速	12 L/min
毛细管电压	3500 V
喷嘴电压	500 V
Delta EMV	400 V

使用 6460 三重四极杆 LC/MS 系统的多反应监测 (MRM) 模式检测除草剂和除草剂代谢物。所有目标化合物的 MRM 离子对均使用 MassHunter Optimizer 软件进行优化。每种除草剂标准品均采用流动注射进样，以优化碎裂电压和碰撞能量。在最终的动

态 MRM (DMRM) 方法中，每种化合物使用两个 MRM 离子对。表 2 所示为 27 组除草剂，每种子离子（定量离子和定性离子）的碎裂电压和碰撞能量均为最佳值。通过在标准 MRM 模式下分析除草剂混合物标准品，确定所有目标化合物的保留时间 (RT)。然后使用 MassHunter 采集软件中的更新 MRM 方法自动生成 DMRM 方法。分析周期为 500 ms 时，DMRM 方法的最小驻留时间为 17.33 ms，最大驻留时间为 146.5 ms，最大 MRM 并发数为 24。

化学品

所有试剂均为 LC/MS 级。乙腈购自德国 Merck 公司。新制超纯水产自配置 LC-Pak Polisher 和 0.22 μ m 膜式终端过滤器 (Millipak) 的 Milli-Q Integral 水纯化系统。甲酸（部件号 G2453-85060）和甲酸铵（部件号 G1946-85021）来自安捷伦科技公司。

所有除草剂标准品均购自德国 Dr. Ehrenstorfer 公司，浓度为 100 μ g/mL (溶于乙腈溶液)。使用不同储备液制备质量控制 (QC) 标准品 (浓度为 1 μ g/mL 的乙腈溶液)。用自来水将 QC 稀释至 0.1 μ g/L。

样品

使用不同浓度的各种储备液对四份不同水样加标。样品为：

- **样品 1：**自来水 (用 50 mg/L 硫代硫酸钠淬灭残留的水消毒剂)
- **样品 2：**地下水
- **样品 3：**地表水
- **样品 4：**地表水 (高废水含量)

将水样以 15000 rpm 的转速离心 5 分钟，然后直接进样。

表 2. MRM 和 DMRM 方法表中列出了所有 27 种除草剂及其母离子、子离子、最佳碰撞能量、最佳碎裂电压和保留时间

化合物	母离子种类	母离子	母离子 + 加合物	CE 子离子 1 (V)	CE 子离子 2 (V)	碎裂电压 (V)	保留时间 (min)		
2,6-二氯苯甲酰胺	[M+H] ⁺	190.0	191.0	109.0	40	172.9	16	100	6.5
甲草胺	[M+H] ⁺	269.8	270.1	238.1	4	45.12	28	75	11.2
莠去津	[M+H] ⁺	215.71	216.1	174.0	16	104.0	28	105	8.89
脱乙基莠去津	[M+H] ⁺	187.63	188.1	104.0	28	68.1	36	105	6.73
脱异丙基莠去津	[M+H] ⁺	173.6	174.1	104.2	24	68.1	32	95	6.12
啶酰菌胺	[M+H] ⁺	342.2	343.0	307.0	16	271.0	32	130	10.66
除草定	[M+H] ⁺	260.1	261.0	205.0	8	188	28	105	7.74
卡马西平	[M+H] ⁺	236.3	237.1	194.1	16	192	20	135	7.93
毒虫畏	[M+H] ⁺	358.6	359.0	155.0	8	99.0	28	70	11.41
杀草敏	[M+H] ⁺	221.6	222.0	92.2	24	104.2	20	125	6.73
杀草敏-甲基-脱苯基	[M+H] ⁺	159.57	160.0	130.1	24	88	36	120	5.51
毒死蜱	[M+H] ⁺	350.6	350.0	97.0	32	198.0	16	95	13.53
绿麦隆	[M+H] ⁺	212.7	213.1/215	72.1	20	72.1	20	100	8.66
敌草隆	[M+H] ⁺	233.1	233.1/235	72.0	16	72.0	16	100	9.05
甜菜味	[M+NH ₄] ⁺	286.3	304.1	121.1	27	161.2	31	85	10.84
异丙隆	[M+H] ⁺	206.3	207.1	72.1	20	165.0	8	85	8.92
环草定	[M+H] ⁺	234.3	235.1	153.1	12	136.1	36	70	8.09
甲霜灵	[M+H] ⁺	279.3	280.2	220.0	8	192.1	16	70	8.89
苯嗪草酮	[M+H] ⁺	202.2	203.1	175.1	12	104.1	24	105	6.57
吡唑草胺	[M+H] ⁺	277.8	278.1	210.1	4	134.1	20	85	9.54
异丙甲草胺	[M+H] ⁺	283.8	284.1	252.1	12	176.1	24	90	11.14
嗪草酮	[M+H] ⁺	214.3	215.1	187.2	25	84.0	29	105	8.32
二甲戊乐灵	[M+H] ⁺	281.3	282.2	212.2	4	194	16	125	13.57
喹氧灵	[M+H] ⁺	307.1	308.0	196.9	36	262.0	52	150	13.19
西玛津	[M+H] ⁺	201.7	202.1	104	24	124.0	16	120	7.94
特丁津	[M+H] ⁺	229.7	230.1	174.0	12	104.0	32	105	10.05
脱乙基特丁津	[M+H] ⁺	201.66	202.1	146.0	12	104.0	28	80	8.06

结果与讨论

从四种水样（包括自来水、地下水和两种不同地表水）中测定 27 种除草剂。图 3 显示了所有化合物的色谱图（自来水标准溶液，50 ng/L）。

配制了含有所有 27 种除草剂的 1000 ng/L 储备液。制备了一系列浓度最低为 10 ng/L 的自来水稀释溶液，以进行 10-500 ng/L 六种浓度的校准。在校准过程中和不同样品之间对 QC (100 ng/L) 进行测定，以确保测量始终保持高精度。在所有实验中，27 种目标化合物中绝大多数 QC 样品的回收率均在可接受的范围内。

大多数化合物六种浓度下的校准曲线均具有极好的线性，相关系数均大于 0.999。不需要进行加权曲线就能通过原点。观察到甜菜味的定量限 (LOQ) 较高，校准曲线的线性相关系数较低 (> 0.973)。

图 4 所示为异丙甲草胺（一种非极性除草剂）的校准曲线，保留时间为 11 分钟。其校准曲线表现出优异的线性，相关系数大于 0.999。该色谱图显示了加标地表水（样品 3）的定量离子和定性离子的叠加结果。测量估计浓度为 50 ng/L，与加标参考值匹配。

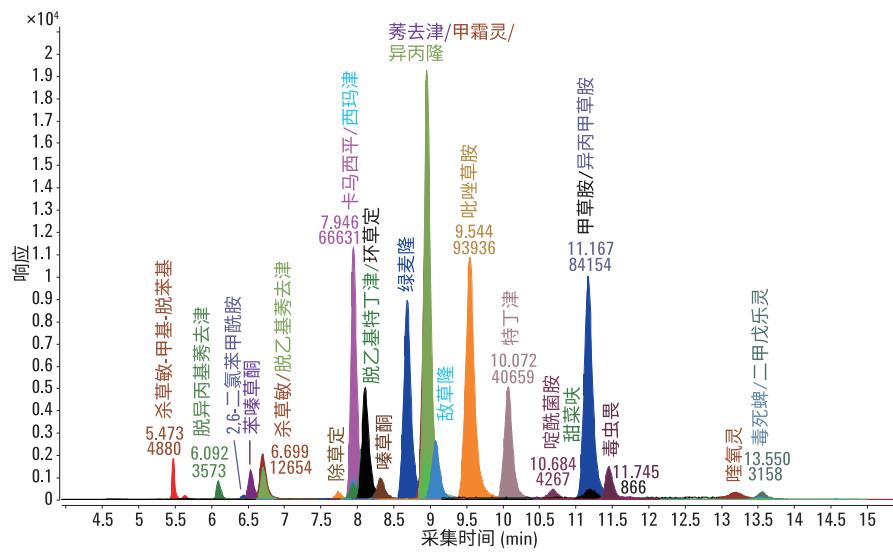


图 3. 27 种除草剂浓度均为 50 ng/L 的校准标样的 DMRM 色谱图

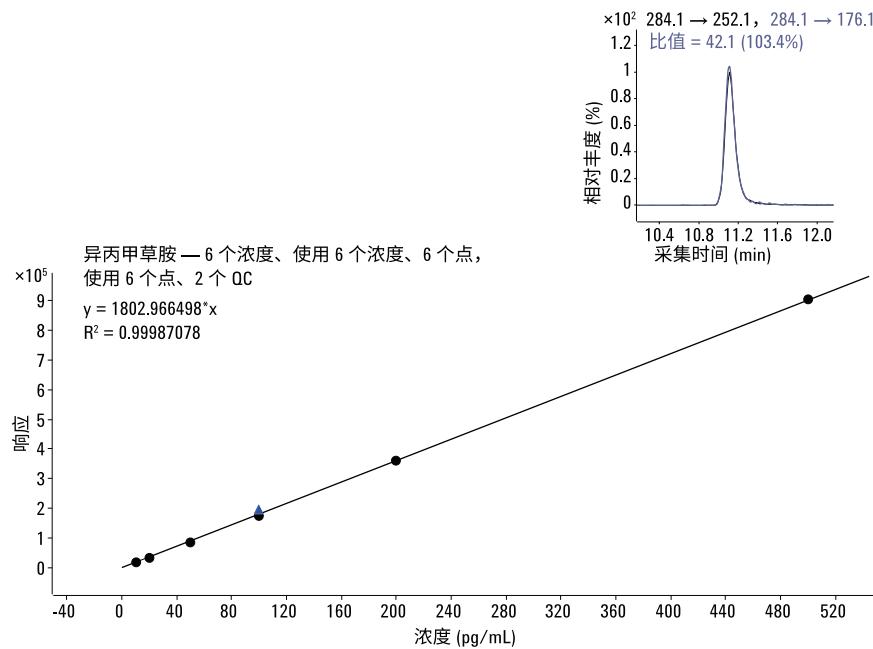


图 4. 六种校准浓度下 (10-500 ng/L) 异丙甲草胺的校准曲线。三角形代表浓度为 100 ng/L 的 QC 样品。色谱图所示为实测浓度 50 ng/L 的加标地表水样品中的异丙甲草胺（保留时间为 11 分钟）（参考值：50 ng/L）

表 3 和表 4 汇总了实验室间验证研究的结果。表 3 所示为加标自来水（样品 1）和加标地下水（样品 2）的定量结果，表 4 所示为基于外标校准法的两个加标地表水样品（样品 3 和 4）的结果。

对每个样品的四次运行结果取平均值，计算得出峰面积的相对标准偏差（%RSD）。表中列出了参考值并计算了表观回收率，偏离参考值超过 20% 的结果分别以橙色和红色突出显示。

样品 1 中，大多数化合物的表观回收率与参考值之间的偏差小于 20%。大多数化合物的表观回收率较高，有一种化合物（毒死蜱）在自来水中的参考值高于在线 SPE 实测浓度。

大多数化合物四次运行的峰面积 RSD 低于 5%，有四种除草剂的 RSD 低于 9%。

表 3 还显示了加标地下水（样品 2）的在线 SPE 结果。除甜菜味之外，所有化合物的峰面积 RSD 均低于 4%。

大多数化合物具有良好的表观回收率。与样品 1 相比，样品 2 中的一些化合物与参考值之间的偏差略高。样品 1 和 2 中特丁津和莠去津的估计浓度略高于参考值。

地表水（样品 3 和 4）的基质含量较高，并且含有一些颗粒物质。为了防止样品中的细小颗粒损坏分析柱，在柱前安装了一个在线过滤器。

表 3. 加标自来水（样品 1）和加标地下水样品（样品 2）的实验室间验证研究结果

化合物	样品 1（自来水）				样品 2（地下水）			
	平均值 (n = 4) (µg/L)	峰面积 %RSD	参考值 (µg/L)	表观回收率 (±20%)	平均值 (n = 4) (µg/L)	峰面积 %RSD	参考值 (µg/L)	表观回收率 (±20%)
杀草敏-甲基-脱苯基	0.089	4.3	0.080	111	0.064	3.8	0.050	128
2,6-二氯苯甲酰胺	0.050	5.0	0.050	100	0.197	3.1	0.160	123
脱异丙基莠去津	0.112	1.7	0.100	112	0.099	1.7	0.080	123
苯嗪草酮	0.092	1.9	0.080	115	0.120	1.4	0.100	120
杀草敏	0.098	1.2	0.100	98	0.093	1.0	0.120	77
脱乙基莠去津	0.053	1.0	0.050	106	0.142	1.7	0.160	89
嗪草酮	0.092	1.9	0.080	115	0.110	1.2	0.100	110
除草定	0.129	2.0	0.100	129	0.095	2.6	0.080	118
西玛津	0.090	1.5	0.080	113	0.102	2.4	0.100	102
卡马西平	0.106	0.4	0.100	106	0.053	1.4	0.050	107
脱乙基特丁津	0.058	0.9	0.050	116	0.177	0.3	0.160	111
绿麦隆	0.091	0.9	0.080	113	0.114	0.3	0.100	114
吡唑草胺	0.095	0.3	0.080	119	0.062	1.3	0.050	124
甲霜灵	0.056	1.0	0.050	112	0.093	0.9	0.080	116
莠去津	0.104	1.6	0.080	130	0.080	2.2	0.050	161
环草定	0.055	1.1	0.050	111	0.129	2.1	0.120	107
异丙隆	0.139	0.9	0.120	116	0.057	1.5	0.050	114
敌草隆	0.095	0.9	0.080	119	0.057	1.0	0.050	114
甜菜味	0.104	6.8	0.100	104	0.140	12.3	0.120	117
啶酰菌胺	0.097	1.1	0.080	122	0.119	2.2	0.100	119
特丁津	0.127	0.6	0.100	127	0.154	0.6	0.120	128
甲草胺	0.096	0.5	0.080	120	0.129	1.3	0.100	129
异丙甲草胺	0.092	0.3	0.080	115	0.189	0.9	0.160	118
毒虫畏	0.062	1.2	0.050	124	0.146	2.1	0.120	121
毒死蜱	0.042	6.9	0.120	35	0.054	0.8	0.050	108
喹氧灵	0.077	8.9	0.080	96	0.122	3.8	0.160	76
二甲戊乐灵	0.139	8.6	0.100	139	0.124	1.5	0.120	103

表 4 汇总了加标地表水的结果（样品 3）。除甜菜味的 RSD 为 12% 之外，所有化合物的峰面积 RSD 均低于 5%。大多数分析物的表观回收率均在可接受的范围内（参考值的 80-120%），而脱乙基莠去津、吡唑草胺、特丁津和甲草胺的估计浓度超出参考值 20% 以上，喹氧灵的表观回收率则低于 60%。在污水含量较高的第二个加标地表水样品（样品 4）中，大多数化合物的

峰面积 RSD 值小于 5%，估计浓度接近预期浓度。其中有六种除草剂的估计浓度低于参考值的 80%。

总之，在线 SPE 结果显示所有被分析水样均具有良好的表观回收率。某些水样的计算浓度超出参考值约 30%。样品 4 中，三种疏水性最强的化合物回收率低于参考值的 80%。但回收率的变化与化合物极性之间没有关联。

在系统中交替使用捕集柱进样样品 1（自来水）和样品 2（地下水）8 次，以进行统计评估，评估其重现性以及峰面积和 RT 精度。捕集柱和各次运行之间的峰面积精度和重现性非常出色。数据评估表明，峰面积精度 RSD 一般低于 3%，但也有一些例外情况，如极性极高的除草剂和非极性除草剂，其峰面积 RSD 大于 5%。

表 4. 两份加标地表水样（样品 3 和 4）的实验室间验证研究结果

化合物	样品 3（地表水）				样品 4（地表水）			
	平均值 (n = 4) (µg/L)	峰面积 (µg/L)	参考值 (µg/L)	表观回收率 (±20%)	平均值 (n = 4) (µg/L)	峰面积 (µg/L)	参考值 (µg/L)	表观回收率 (±20%)
杀草敏-甲基-脱苯基	0.277	3.7	0.319	87	0.168	13.2	0.297	57
2,6-二氯苯甲酰胺	0.109	3.3	0.100	109	0.077	9.9	0.092	84
脱异丙基莠去津	0.167	0.9	0.160	105	0.043	2.5	0.050	85
苯嗪草酮	0.051	2.1	0.050	102	0.143	2.5	0.180	79
杀草敏	0.047	1.8	0.050	94	0.117	7.4	0.160	73
脱乙基莠去津	0.132	1.8	0.100	132	0.162	4.1	0.140	116
嗪草酮	0.184	1.5	0.180	102	0.061	2.4	0.062	98
除草定	0.055	5.3	0.050	110	0.277	5.2	0.300	92
西玛津	0.170	2.0	0.160	107	0.050	2.2	0.050	99
卡马西平	0.165	1.2	0.137	121	0.337	0.8	0.274	123
脱乙基特丁津	0.092	2.1	0.080	115	0.111	0.8	0.100	111
绿麦隆	0.075	0.6	0.068	110	0.166	0.4	0.160	103
吡唑草胺	0.211	1.1	0.160	132	0.118	0.2	0.100	118
甲霜灵	0.115	1.2	0.100	115	0.399	1.0	0.353	113
莠去津	0.351	1.0	0.300	117	0.107	1.7	0.100	107
环草定	0.179	1.1	0.180	100	0.092	2.6	0.100	92
异丙隆	0.130	0.8	0.117	111	0.188	1.4	0.182	103
敌草隆	0.360	1.0	0.300	120	0.121	1.5	0.110	110
甜菜味	0.056	11.9	0.050	112	0.283	3.8	0.300	94
啶酰菌胺	0.191	1.5	0.160	120	0.116	1.2	0.108	107
特丁津	0.064	0.8	0.050	127	0.180	1.4	0.160	113
甲草胺	0.373	1.5	0.300	124	0.054	2.7	0.050	109
异丙甲草胺	0.060	1.2	0.050	120	0.106	1.7	0.100	106
毒虫畏	0.196	1.5	0.160	122	0.109	3.4	0.100	109
毒死蜱	0.094	2.0	0.100	94	0.126	3.6	0.160	79
喹氧灵	0.059	4.7	0.100	59	0.022	6.0	0.050	44
二甲戊乐灵	0.139	2.2	0.160	87	0.032	7.5	0.050	64

地下水（样品 2）的 RT 精度也十分出色。所有检测化合物均表现出优异的 RT 精度，平均标准偏差为 ± 0.9 s, RSD < 0.1%。

结论

地下水和地表水是饮用水生产的来源，因此监测除草剂浓度十分重要。

本应用简报介绍了一种 Agilent 1200 Infinity 系列在线 SPE 解决方案与 Agilent 6460 三重四极杆 LC/MS 系统联用，测定水中相关除草剂和除草剂代谢物的方法。通过在实验室间验证研究中测定样品展示该方法性能。实验证明，对于校准用加标自来水中的大

多数目标化合物，该系统能够实现高达 95% 的表观回收率，并且该方法在分析不同类型水样时可获得高度重现的结果。大多数目标化合物的峰面积精度小于 5%。RT 精度显示其 RSD 小于 0.1%。大多数化合物表现出优异的线性，其相关系数 R^2 为 0.999。实验室间验证研究期间检测的四种不同水样中，大多数化合物的表观回收率在 20% 的可接受范围内。

自动富集处理使常规的三重四极杆质谱仪能够获得更低的检测限并快速完成水样分析，而无需进行耗时的样品前处理或使用 SPE 萃取柱进行离线富集。

参考文献

1. DIN 38407-36 (Draft): German standard methods for the examination of water, waste water and sludge - Jointly determinable substances (group F) - Part 35: Determination of selected neutral and alkaline plant treatment agents using high performance liquid chromatography and mass spectrometric detection (HPLC-MS/MS) (F 36)
2. EU Council, Directive on the Quality of Water Intended for Human Consumption, 98/83/EC, 1998
3. E. Naegele, “Quantification of trace-level herbicides in drinking water by online enrichment with the Agilent 1290 Infinity Series Online-SPE Solution and Triple Quadrupole MS DetectionAgilent 1290 Infinity Series Online-SPE Solution and Triple Quadrupole MS Detection (Agilent 1290 Infinity 系列在线 SPE 解决方案与三重四极杆质谱仪联用实现在线富集以定量检测饮用水中的痕量除草剂)”，安捷伦科技应用简报，2013，出版号 5991-1738EN

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

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，2013
2013 年 6 月 1 日，中国出版
5991-2405CHCN



Agilent Technologies