

SCIEX液质联用系统对电子级超纯水中尿素的测定

The Determination of Urea in Electronic Grade Ultrapure Water Using SCIEX LC-MS/MS System

李广宁, 孙小杰, 杨总, 刘冰洁

Li Guangning, Sun Xiaojie, Yang zong, Liu bingjie

关键词: LC-MS/MS; 尿素; 半导体; 电子级超纯水

Key words: LC-MS/MS; Urea; Semiconductor; Water

引言

在半导体制程（如晶圆清洗、光刻等）中，对用水水质的要求极为严苛，尤其是电子级超纯水（UPW）。其中，尿素（Urea，分子式 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ，分子量 60）作为一种典型的小分子中性有机污染物，是关键控制指标之一。尿素主要来源于市政污水或再生水中的氮化物，难以有效去除，且易引发总有机碳（TOC）超标，进而影响光阻涂布、晶圆蚀刻等关键工艺，最终降低产品良率。

目前，国际上尚未针对尿素设定统一标准（如 SEMI F63 或 ISO），通常通过 TOC 间接控制（每 1 g 尿素约贡献 0.2 g TOC）。然而，随着先进制程（如 7 nm 及以下节点）的发展，对水质的要求日益提升，尿素的直接监测变得愈发重要。对于采用再生水作为电子级水源（原水）的企业，必须严格控制尿素浓度，以防止其在处理系统中穿透，影响最终水质。不同水质等级下的尿素限值如表1所示：

为帮助企业强化对水中尿素的控制，我们基于 SCIEX TripleQuad™ 系统，开发了一套高效、灵敏的尿素检测方法。该方案依托 SCIEX 液质联用技术平台，具备高灵敏度、优异准确性和快速检测能力，可为电子级水源中尿素污染的监控提供可靠支持。

仪器设备

SCIEX ExionLC™ 系统 + SCIEX Triple Quad™ 系统

色谱方法:

色谱柱: HILIC 1.7 μm , 100 \times 2.1 mm

表1. 再生水用作工业水水源的尿素限值（单位: $\mu\text{g/L}$ ）⁽¹⁾

水质等级	尿素限值 ($\mu\text{g/L}$)	适用场景
EWS-1 (高纯级)	<10	集成电路/半导体, 需深度处理
EWS-2 (中纯级)	<15	面板显示等
EWS-3 (低纯级)	<40	一般电子组装



流动相: A: 水 (含0.1% 甲酸及5mmol/L 甲酸铵)

B: 乙腈

梯度洗脱:

Time [min]	Flow [mL/min]	B[%]
0.00	0.3000	95
1.50	0.3000	95
2.50	0.3000	50
3.50	0.3000	50
3.60	0.3000	95
5.00	0.3000	95

流速：0.3 mL/min；

柱温：40℃；

质谱方法：

扫描方式：正模式

离子源：ESI

离子对列表见附表

实验结果

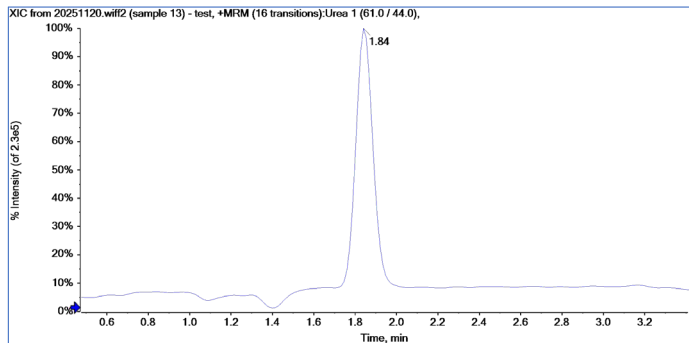


图1. 水中尿素的提取离子流色谱图

1. 线性，回归方程及回归系数

配置1~100 µg/L标准测试液，结果表明，线性关系良好，r值均大于0.99922，（见图2），且各浓度点准确度均在85-110%间，方法从低浓度点到高浓度点均具有良好的准确度。

2. 重复性以及回收率

用空白水样加标考察方法灵敏度，添加浓度分别为10 µg/L，40 µg/L；100 µg/L进样测试，相关回收率均在90%-108%之间，符合方法学要求。同时，连续进样（n=6）考察方法的重复性，所有化合物6次进样峰面积RSD%均在2.23%~3.65%范围内，展现了方法的可靠性以及仪器的耐受性。

3. 实际样品分析

多来源电子级工艺水样检测显示，尿素在部分水样中被检出，浓度介于3~10 µg/L。（如图3）。

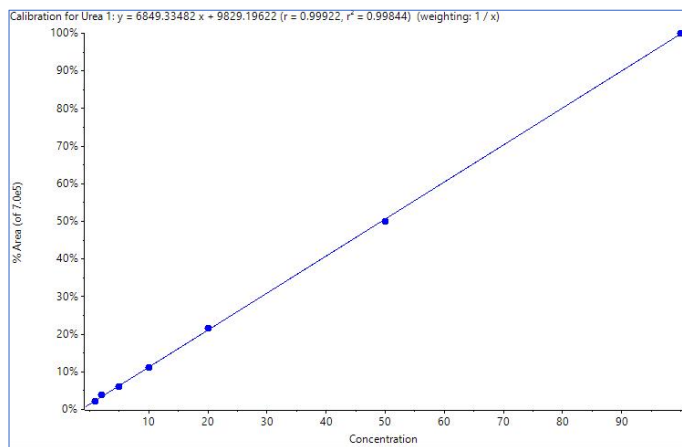


图2. 尿素的基质匹配标准曲线

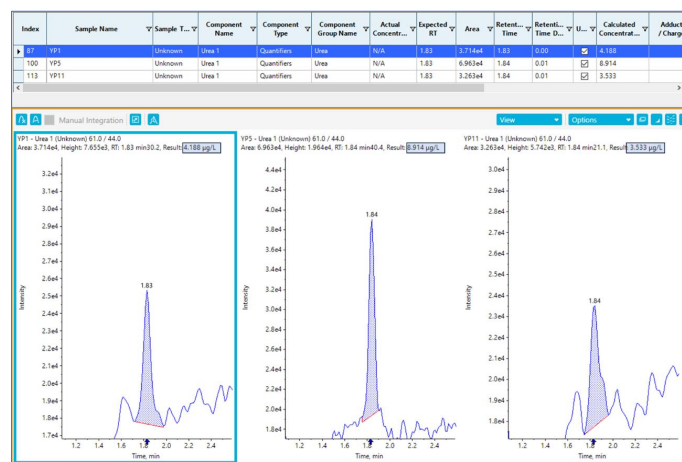


图3. 不同来源电子级水样的尿素检出色谱图

总结

本实验基于 SCIEX Triple Quad™ 系统，建立了水中尿素的 LC-MS/MS 检测方法。该方法操作简便、分析速度快、灵敏度高、重现性佳，可充分满足电子行业对超纯水中尿素监控的检测需求。

参考文献

1. 《再生水利用电子级水水源编制说明》

附录：尿素的质谱离子对参数

中文名	英文名	Q1	Q3	DP(V)	CE(V)	CXP(V)
尿素	Urea	61	44	35	24	11
		61	43	35	43	10

SCIEX临床诊断产品线仅用于体外诊断。仅凭处方销售。这些产品并非在所有国家地区都提供销售。获取有关具体可用信息，请联系当地销售代表或查阅<https://sciex.com.cn/diagnostics>。所有其他产品仅用于研究。不用于临床诊断。本文提及的商标和/或注册商标，也包括相关的标识、标志的所有权，归属于AB Sciex Pte. Ltd. 或在美国和/或某些其他国家地区的各权利所有人。

© 2026 DH Tech. Dev. Pte. Ltd. MKT-37222-A



SCIEX中国

北京分公司
北京市昌平区生命科学园科学园路
18号院A座一层
电话：010-5808-1388
传真：010-5808-1390

全国咨询电话：800-820-3488, 400-821-3897

上海公司及中国区应用支持中心
上海市长宁区福泉北路518号
1座502室
电话：021-2419-7201
传真：021-2419-7333

官网：sciex.com.cn

广州办公室
广州国际生物岛星岛环北路1号
B2栋501、502单元
电话：020-8842-4017

官方微信：[SCIEX-China](https://www.sciex.com.cn)