

利用 ICP-MS/MS 定量分析锂离子电池原料中的金属杂质

使用 Agilent 8900 ICP-MS/MS 对碳酸锂中的 64 种元素进行灵敏、稳定的分析

作者

Tetsuo Kubota
安捷伦科技有限公司



图 1. 锂离子电池组

对电池供电和储能需求不断增加

对大容量、高密度锂离子 (Li-ion) 电池的需求正在迅速增加，尤其是用于消费电子产品、电动汽车 (EVs) 以及与可再生发电相关的储能。电池材料，例如电池电解液和阴极中使用的碳酸锂 (Li_2CO_3) 的纯度，对最终器件的性能有重大影响。为控制电池组件中无机杂质的水平，原材料供应商和制造商通常使用灵敏的多元素分析技术（例如 ICP-MS）分析化学品中痕量金属的含量。

配备 m 透镜的 Agilent 8900 串联四极杆 ICP-MS (ICP-MS/MS) 为该应用提供了出色的稳定性、灵敏度和干扰消除能力。8900 具有的稳定等离子体和 m 透镜支持在单个稀释步骤后测量高基质锂盐，从而大大降低多次稀释过程中的污染风险。使用单一多重调谐方法对 64 种元素进行痕量分析。8900 的 MS/MS 配置支持通过可控的反应化学优化分析受到多原子、同质异位素或双电荷干扰的光谱叠加影响的分析物^[1]。

使用 ICP-MS/MS 对 Li_2CO_3 进行定量分析

高纯度 Li_2CO_3 购于两家制造商。将 0.25 g Li_2CO_3 溶于 250 g 高纯度 1% HNO_3 (TAMAPURE-AA-100) 中，并使溶液稳定 15 min 以脱除 CO_2 。将未加标 Li_2CO_3 样品的三次测量结果乘以稀释倍数 (1000)，计算出 3σ 方法检测限 (MDLs)。采用标准加入法 (MSA) 对其中一个 Li_2CO_3 样品进行加标，来测定所有分析物的浓度。表 1 显示，两个 Li_2CO_3 样品中 64 种分析物具有 ng/kg 至 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 水平的 MDLs，且大多数分析物具有低浓度。

MDLs 和元素定量结果

表 1. 两个 Li₂CO₃ 样品 (A 和 B) 中的分析物、MDLs 和杂质浓度, 针对稀释倍数 (x1000) 进行了校正。所有单位均为 mg/kg

Q1/Q2, 分析物	反应池气体	MDL	Li ₂ CO ₃ 样品 A	Li ₂ CO ₃ 样品 B
11 -> 11 B	无气体	0.032	0.089	0.049
23 -> 23 Na	O ₂	0.055	0.599	2.29
24 -> 24 Mg	O ₂	0.025	0.130	0.254
27 -> 27 Al	O ₂	0.060	0.264	0.687
28 -> 28 Si	H ₂	0.050	32.3	28.4
31 -> 47 P	O ₂	0.016	< MDL	< MDL
32 -> 48 S	O ₂	1.11	8.64	3.19
39 -> 39 K	O ₂	0.020	0.306	0.195
40 -> 40 Ca	H ₂	0.411	14.2	29.0
45 -> 61 Sc	O ₂	0.001	0.001	< MDL
48 -> 64 Ti	O ₂	0.010	< MDL	< MDL
51 -> 67 V	O ₂	0.004	0.043	0.016
52 -> 52 Cr	O ₂	0.001	0.029	0.020
55 -> 55 Mn	O ₂	0.003	0.030	0.044
56 -> 56 Fe	O ₂	0.014	0.207	0.187
59 -> 59 Co	H ₂	0.007	0.042	0.260
60 -> 60 Ni	O ₂	0.010	0.023	0.012
63 -> 63 Cu	O ₂	0.006	0.054	0.037
66 -> 66 Zn	O ₂	0.078	1.12	0.650
71 -> 71 Ga	O ₂	0.003	< MDL	< MDL
72 -> 72 Ge	O ₂	0.001	0.001	0.001
75 -> 91 As	O ₂	0.021	0.225	0.227
78 -> 78 Se	H ₂	0.009	0.022	0.014
85 -> 85 Rb	无气体	0.0003	0.001	0.0004
88 -> 88 Sr	无气体	0.002	0.014	0.043
89 -> 105 Y	O ₂	0.008	0.173	0.533
90 -> 106 Zr	O ₂	0.007	0.011	< MDL
93 -> 93 Nb	无气体	0.0001	0.0001	0.0001
95 -> 95 Mo	H ₂	0.001	< MDL	< MDL
101 -> 101 Ru	O ₂	0.0003	< MDL	< MDL
103 -> 103 Rh	无气体	0.0001	< MDL	< MDL
105 -> 105 Pd	H ₂	0.002	< MDL	0.008
107 -> 107 Ag	O ₂	0.001	< MDL	< MDL
111 -> 111 Cd	H ₂	0.002	< MDL	< MDL
118 -> 118 Sn	O ₂	0.001	0.003	0.002
121 -> 121 Sb	无气体	0.001	< MDL	0.001
125 -> 125 Te	无气体	0.004	< MDL	< MDL
133 -> 133 Cs	H ₂	0.002	0.007	0.003
137 -> 137 Ba	O ₂	0.011	0.165	0.349
139 -> 139 La	无气体	0.002	0.013	0.006
146 -> 146 Nd	无气体	0.001	0.001	< MDL

表 1 (续)

www.agilent.com/chem/8900icp-qqq

DE05138696

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, 2022
2022 年 10 月 3 日, 中国出版
5994-5341ZH-CN

表 1 (续)

147 -> 147 Sm	无气体	0.001	< MDL	< MDL
153 -> 153 Eu	无气体	0.0002	< MDL	< MDL
157 -> 173 Gd	O ₂	0.001	0.001	0.003
159 -> 159 Tb	无气体	0.0002	< MDL	< MDL
163 -> 163 Dy	无气体	0.001	< MDL	< MDL
165 -> 165 Ho	无气体	0.0001	< MDL	< MDL
166 -> 166 Er	无气体	0.0003	< MDL	< MDL
169 -> 169 Tm	无气体	0.0001	< MDL	< MDL
172 -> 172 Yb	无气体	0.0002	< MDL	< MDL
175 -> 175 Lu	无气体	0.0001	< MDL	< MDL
178 -> 178 Hf	H ₂	0.001	< MDL	< MDL
181 -> 181 Ta	无气体	0.0003	< MDL	< MDL
182 -> 182 W	无气体	0.002	0.009	0.011
185 -> 185 Re	无气体	0.0003	< MDL	< MDL
193 -> 193 Ir	无气体	0.001	< MDL	< MDL
195 -> 195 Pt	无气体	0.001	< MDL	< MDL
197 -> 197 Au	无气体	0.001	< MDL	< MDL
208 -> 208 Pb	无气体	0.005	0.093	0.075
209 -> 209 Bi	无气体	0.0004	< MDL	< MDL
232 -> 232 Th	无气体	0.0001	< MDL	< MDL
238 -> 238 U	无气体	0.001	< MDL	< MDL

检查 Li₂CO₃ 的纯度水平

根据 Li₂CO₃ 样品 A 和 B 的供应商提供的信息, 材料纯度分别为 99.99% 和 99.9%。为检查制造商声称的纯度, 将每个样品中测得的所有 64 种元素的浓度相加, 得到总杂质水平, 如表 2 所示。扣除总杂质后获得的纯度等级为 99.994% (样品 A) 和 99.993% (样品 B), 确认了制造商声称的纯度。本研究证明, 8900 ICP-MS/MS 适用于分析复杂、高基质 Li₂CO₃ 样品中各种潜在的目标分析物, 采用单一多重调谐方法运行。

表 2. 计算出的 Li₂CO₃ 样品 A 和 B 的纯度水平

	Li ₂ CO ₃ 样品 A	Li ₂ CO ₃ 样品 B
杂质 (mg/kg)	58.9	66.5
纯度 (%)	99.994	99.993

- Agilent 8800 和 8900 ICP-MS/MS 应用手册, 安捷伦出版物 [5991-2802ZH-CN](#)

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

