

默克純水報 H₂O 教室

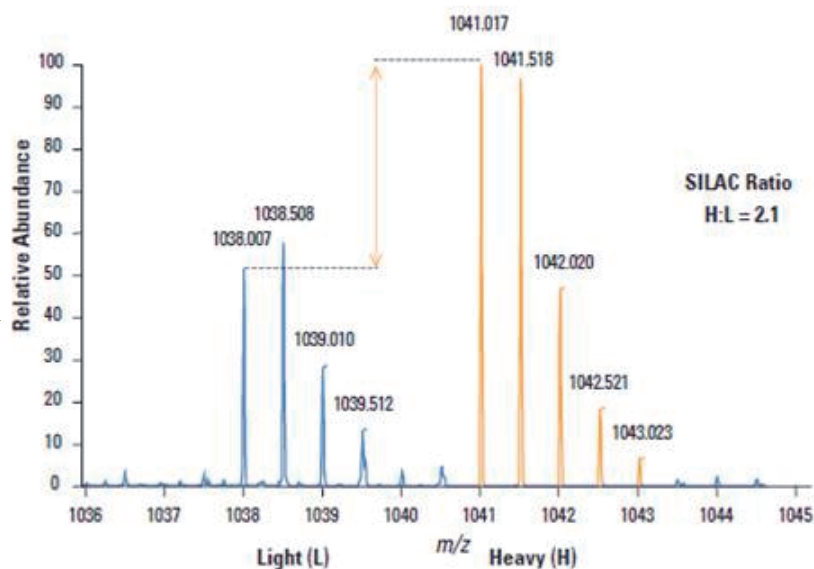
親愛的純水用戶：

您好。

在上一期純水報中，我們討論 EDI (連續電子式去離子裝置, Electrodeionization) 如何有效去除水中離子等污染物質。我們提供許多實驗數據，幫您更了解 EDI 的運作原理及效能。

此期純水報，我們將談現今非常重要且越來越普遍使用的分析儀器：ICP-MS (感應耦合電漿質譜儀)。我們將介紹此儀器的運作，並著重水中污染物質可能對實驗結果造成的影響，及去除這些污染物質的有效方法等。

再次感謝您的閱讀，也希望此篇文章對您的實驗或研究有很大的幫助！



第十六期

「感應耦合電漿質譜儀 (ICP-MS) 的用水品質需求及水中污染物質對於分析結果的可能影響」¹

2014. 03. 06

感應耦合電漿質譜儀 (ICP-MS) 所需高純度水

感應耦合電漿質譜儀 (ICP-MS) 於數種產業及實驗室的微量分析實驗中被使用得越來越多。ICP-MS 於 1980 年代後期開始發展，其運作原理將簡易的樣品導入步驟、快速 ICP 技術的分析與精確、低偵測極限的質譜儀做結合。此儀器可分析數種極微量的元素，偵測精確度可達 ppt 甚至 ppq 的程度。ICP-MS 被廣泛使用在許多領域，如飲用水分析、廢水分析、環境化學、地質學/土壤科學、礦業/冶金術、食品科學及藥物分析等等。

儀器概述

在高溫的氬電漿中，樣品會分解成中性的元素，並依照不同的荷質比被分析。ICP-MS 可分成四個主要的部份：樣品導入及氣膠 (aerosol) 產生、被電漿源離子化、不同質量分佈、分析系統。圖 1 顯示 ICP-MS 的運作流程。

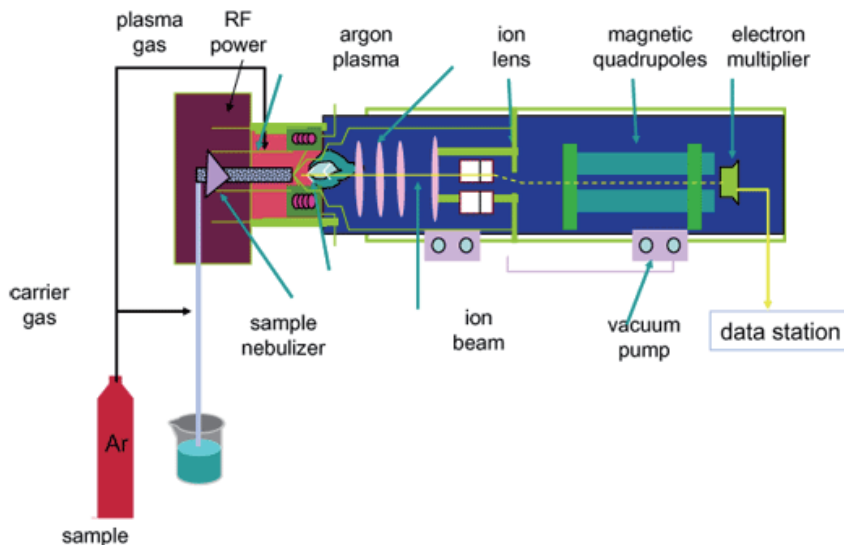


圖 1 ICP-MS 的運作流程

純水品質對 ICP-MS 分析的影響

水雖不在分析步驟中使用，然而，樣品製備、空白樣品及標準品的製備皆需要高純度的純水。此純水需符合兩項基本的條件：

- 不能干擾欲分析的金屬元素
- 讓儀器得以在最佳的狀態運作，如將 ICP-MS 的污染物質降至最低

因純水被使用於 ICP-MS 分析步驟中很前端的部分，若水中含有污染物質，將會對後面甚至整個分析的過程造成影響。

實驗條件

ICP-MS 儀器的分析結果與分析條件/環境狀況有很大的關係。於潔淨的空間及標準的實驗室裡工作，將大大提高達到低偵測極限 (detection limits)、與背景值相等濃度值的可能性。

近幾十年來，ICP-MS 儀器分析能力大大提升，數種元素的偵測極限也大大的被改善了。圖 2 的例子顯示，ICP-MS 分析能力會直接影響偵測極限的高低。除此之外，今日的研究發現，對某些元素的微量分析來講，溶劑品質亦會干擾儀器的敏感度。

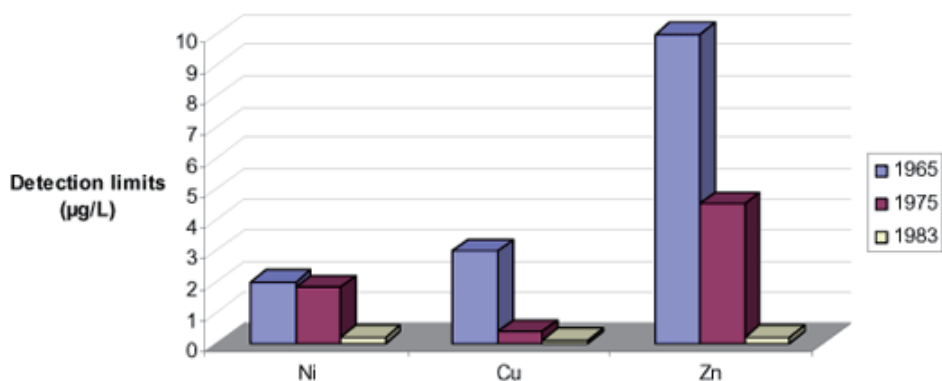


圖 2 近二十多年來 ICP-MS 偵測極限的演變

容器的選擇亦相當重要，因為有些容器在長時間下會釋放離子至水中。即使選擇了最佳的容器，容器之前處理方式 (潤洗、浸泡、清洗等步驟) 仍需好好研究。圖 3 說明一個已被研發的步驟。

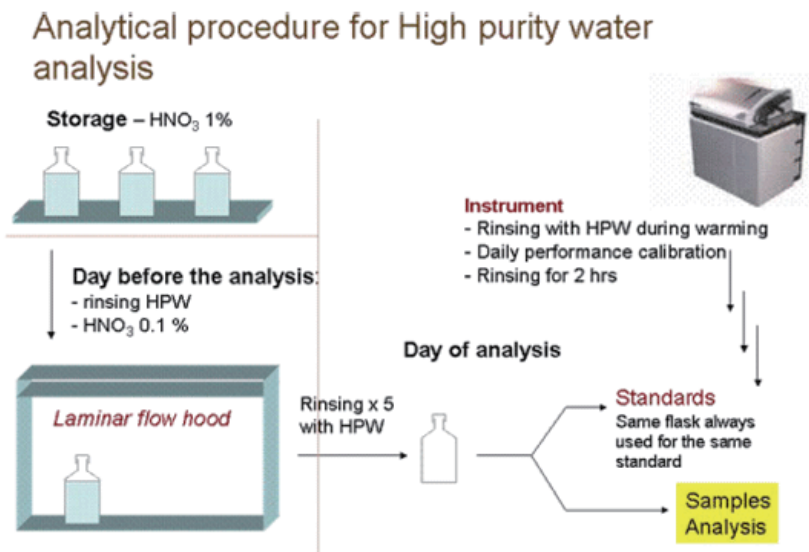


圖 3 高純度水的分析步驟

用來穩定樣品的硝酸可能是樣品污染的來源之一。硝酸在長時間保持樣品並增加分析數據的再現性上用處很大，但有可能會成為污染的來源。

Concentrations in ng.mL ⁻¹					
	Na	Ca	Fe	Zn	Pb
Classical Lab					
Ultrapure water	3.2	1.9	2.5	0.20	0.14
Ultrapure HNO ₃	5.4	2.2	2.4	0.45	0.29
Clean Room					
Ultrapure water	0.45	0.27	0.17	0.025	0.013
Ultrapure HNO ₃	0.84	0.8	1.3	0.051	0.038
1 http://www.ivstandards.com					

純水品質的參數

- 不含微量元素的水

水中任何微量金屬元素顯然會影響 ICP-MS 的分析。因此，比阻抗值 18.2 MΩ•cm 的超純水是 ICP-MS 分析用水最起碼的要求，此外，亦要注意避免任何離子污染物從水純化系統釋放出來。防治方法包括：使用安全離子交換樹脂管匣，避免樹脂飽和後馬上有離子釋放。另外，可在終端加裝針對金屬離子有吸附能力的終端過濾器。管線或閥的慎選亦很重要，可有效避免超純水的污染。

- 顆粒

為避免噴霧器 (nebulizer) 的破壞，顆粒亦需被去除。另外，有些金屬會跟顆粒結合而干擾分析的結果。於純化單元終端加裝孔徑 0.1 μm 的濾膜，可以有效防止水純化系統釋放出顆粒污染物質。

- 降低有機物質

大量的有機物質會黏著在噴霧器的內壁上，進而需要更多的清洗。另外，有些金屬會形成有機金屬的複合物，例如鉑、汞、錫或鈹等，它們會與有機物分子形成共價鍵。為了使水中的此類元素降至最低，破壞有機金屬化合物的鍵結，並將金屬從水中去除非常重要。光氧化路徑可用來降解有機物質，釋放至水中的金屬進而可被離子交換樹脂去除。另外，活性碳亦可吸附有機物質，故可降低水中的有機物質含量。

- 微生物

保持水中微生物的含量至最低是很重要的。微生物會釋出離子，亦可視為像顆粒一樣，會干擾實驗上所添加的離子，而對噴霧器造成破壞。有許多技術可以有效地控制且降低水中微生物的含量，如 254 nm 波長殺菌紫外燈結合終端過濾器，即為常被採用的方法。

Milli-Q Integral/Q-POD Element系統所產製超純水的元素含量

下方表格顯示超純水中元素的含量 (在乾淨的實驗室偵測，以將環境可能造成的污染降至最低)。此數據來自使用 Milli-Q Integral 系統，加裝 Q-POD Element 所純化出的極低金屬含量超純水，ICP-MS 使用的是 Agilent 7700s + MFN100。

Symbol	Isotope	DL (ppt)	Concentration (ppt)
Li	7	0.01	< DL
Be	9	0.00	< DL
B	10	9.53	< DL
Na	23	0.07	0.17
Mg	24	0.08	< DL
Al	27	0.20	< DL
K	39	0.16	0.37
Ca	40	0.86	2.7
Cr	52	0.94	< DL
Mn	55	0.17	0.18
Fe	56	0.81	< DL
Co	59	0.04	< DL
Ni	60	0.99	< DL
Cu	65	5.32	< DL
Zn	66	0.36	0.77
Ga	69	0.00	< DL
As	75	1.52	< DL
Sr	88	0.00	< DL
Ag	107	0.64	< DL
Cd	111	0.13	< DL
Sn	118	0.41	< DL
Sb	121	0.00	< DL
Ba	138	0.01	< DL
Pb	208	0.22	< DL
Bi	209	0.02	< DL

Ca: interference with ArO
DL= Detection Limit

Merck Millipore 提供您解決方案

針對 ICP-MS 使用者的需求，Merck Millipore 為您發展出許多的方案。當您在非常潔淨的實驗室操作 ICP-MS 分析微量元素時，Milli-Q Advantage, Milli-Q Integral 及 Q-POD Element 是您最佳的選擇。當您在一般實驗室操作 ICP-MS 進行一般的元素分析，您則可選擇 Milli-Q Integral, Milli-Q Advantage 及 Milli-Q Reference。

選擇適合 ICP-MS 分析所使用的超純水，需要考慮以下幾個因素：

- 分析方法
- 實驗方法所需用水量
- 該方法的偵測極限
- 實驗室環境狀態
- 是否需要做水系統的確校
- 實驗室進水來源的條件
- 實驗室中每日純水及超純水用水量
- 實驗室可用空間大小
- 線上偵測水質系統 (確保水質保持在需求的標準內)

- 實驗室中其他需要使用超純水的應用
- 實驗室應用未來可能的發展

Merck Millipore 應用專員及專業技術團隊，將幫助您探討以上的因素，並做最適當的選擇。

備註：

1. 資料來源: http://www.millipore.com/lab_water

