

樂盟季刊

Thermo Scientific iCAP Q ICP-MS
在油品分析中的應用

關鍵字

油品分析、去除干擾、潤滑油分析、有機溶劑分析、儀器選購

本期內容

- Thermo Scientific iCAP Q ICP-MS 在油品分析中的應用
- Thermo Scientific iCAP 7600 ICP-OES 分析潤滑油中微量元素
- Thermo Scientific iCAP Q ICP-MS在半導體有機溶劑上的應用
- 如何選擇一台合適的感應耦合電漿質譜儀(ICP-MS)
- 如何選擇一台合適的感應耦合電漿發射光譜儀(ICP-OES)

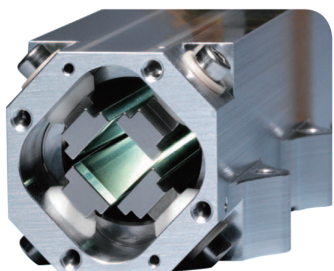
前言

樂盟成長至今，與各行各業建立起良好的合作關係與分析經驗，例如檢測化工溶劑中ppt等級的不純物、太陽能矽原料不純物、貴金屬不純物、食品和藥品中

有害金屬以及同位素質譜儀鑑定蜂蜜等食品的真偽，致力於將儀器的性能發揮到最大效益。樂盟不僅是儀器商，以技術、專業與熱誠的服務做客戶的後盾，讓儀器不空轉品管有保障。

本期以油品分析為主軸，以往分析油類的樣品需經過繁雜的前處理才能上機分析，然而前處理不僅耗費成本更可能在這過程中增加樣品受汙染的風險，進而影響對產品品質的判斷。因此，Thermo Scientific iCAP Q ICP-MS 與iCAP 7600 ICP-OES針對有機類的樣品設計專用的Kit與通氧氣的質量流量控制裝置(MFC)，能避免熄火與積碳的問題提高分析效率。在後述的內文中說明了儀器的組態和實驗方法，並以樂盟實驗室的Demo機台進行實驗，真實的呈現儀器的分析性能與偵測能力。

我們的應用團隊依照客戶的需求建立各項產品的分析方法與數據，每季以期刊的方式發送給客戶，期望各位客戶能多與我們互動與指教，讓我們能與客戶一同學習成長。



Reed的話

親愛及尊貴的樂盟客戶，本人又再次以興奮及開心的心情來完成本季期刊Reed的話。首先介紹一下我是江德明，Reed 是我的英文名字，以後大家也可以叫我Reed，我會覺得很親切。

這是2014年的開端，Reed還是要謝謝與我一起打拼的夥伴們在2013年的奉獻，我們將以熱情迎向這嶄新的一年。樂盟在所有尊貴客戶的指導、愛護下持續穩健的成長。

誠如大家時常看到Reed還是在第一線服務大家，所以也時常與客戶互動與客戶對話，以下是我聽到來自客戶的話，謹簡述於下：

“江總，.....你的工程師服務態度上也是令人放心（Reed 偷偷開心）要加油。.....硬體設施與人員數目也是持續的投資，不容易歐.....”

說真的樂盟夥伴們每天均要與客戶一起面對許許多多、大大小小的挑戰與辛苦。當然我們十分珍惜客戶的每句話，因為這一切都是惕勵我們的金律，字字句句樂盟都當作惕勵與步步前進的基石。Reed其實是驚心步步的服務各位客戶，會珍惜被市場肯定，無論是在量與質上也會持續的與時俱進，主動傳承經驗。

今天與將心目中的質譜儀以另一個輕鬆的方式表達給客戶，希望能博君一笑：

質量之於物，結結實實，推演一解答地真理，真理之於物，清清楚楚，判讀零誤差的定義。定義之於物，正正確確，測量全精準的結果，結果之於物，重重複複，再現於真值質譜儀。

江德明2014甲午，新竹。

Thermo Scientific iCAP Q ICP-MS 在油品分析中的應用

應用工程師 連凱莉
Email: kellylien@joytech.com.tw



石油是一種複雜的碳氫化合物，除了以烴類為主要成份外，還存在一些非烴類成份，包括氮、硫、氧化合物和微量元素。在原油加工過程中，有些微量金屬元素(如鈾和鎳)有毒，有些元素(如銅、砷和鎳)會腐蝕管道。此外，微量金屬元素在原油探勘和加工過程中會向周圍環境排放，造成汙染。另外，原油樣品中的鈾/鎳的比值可作為參數來考察不同地區原油的屬性，原油中的金屬元素種類及含量具有一定的特徵性，因此檢測原油中的元素可成為原油油種鑑別的指標之一。

本文利用Thermo Scientific iCAP Q ICP-MS分析原油和柴油中的微量金屬鈉、鎂、鈦、鈾、鉻、錳、鐵、鎳、銅、鋅等16種元素，分析時只需將待測樣品以煤油稀釋即可上機，無須經過複雜的前處理與消化過程，除了一般分析時需要使用的霧化氣體外，另外可在分析時注入氧氣，有助於有機樣品完全燃燒，有效的改善積碳現象，並排除了碳、氮($^{12}\text{C}^{2+}$, $^{13}\text{C}^{14}\text{N}^+$, $^{40}\text{Ar}^{12}\text{C}^+$)所產生的同質量干擾(^{24}Mg , ^{27}Al , ^{52}Cr)。除了油品之外像其他有機樣品(IPA、NMP和PGMEA等)皆可直接上機分析，利用iCAP Q ICP-MS能快速又準確的分析有機樣品並得到可信賴的數據。

實驗方法與儀器設定

檢量線配置方法

取 0.1 g 的 100 mg/kg Conostan S-21 organic multi-element standard 以煤油定量至 10 g，此為 1 mg/kg stock standard solution，檢量線濃度分別為 1、2、5、10、20 和 50 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ，詳細配置濃度如表一。



樣品配置方法

本實驗分析樣品為原油及柴油各三個，樣品以煤油分別稀釋 100 及 20 倍(原油樣品鈾和鎳濃度較高須稀釋 1000 倍分析)。樣品添加 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ standard solution 作為樣品添加回收率及兩小時穩定性測試。

表一、檢量線濃度

Sample List	Stock Standard (g)	Total weight (g)	Standard Conc.($\mu\text{g}/\text{kg}$)
STD-1	0.012	10.05	1.19
STD-2	0.022	10.09	2.18
STD-3	0.051	10.03	5.08
STD-4	0.101	10.03	10.07
STD-5	0.200	10.04	19.94
STD-6	0.509	10.03	50.75

分析儀器與條件

使用 Thermo iCAP Qc ICP-MS 分析油品樣品，分析有機樣品時須注入氧氣能有效地將碳去除及使用進樣量較小的 injector (1.0 mm)，樣品為較易揮發的有機溶劑須將電子式冰箱溫度設為 -10°C ，低溫能降低樣品的揮發性且霧化效果佳，詳細的儀器參數設定如表二。

表二、儀器參數設定

Parameter	Value
Nebulizer	PFA 100ul
Injector	Quartz 1.0mm ID
Spray Chamber interface	Quartz, cyclonic Pt cone
Plasma mode	KED
RF forward power (w)	1550
Sampling depth (mm)	4.7
Nebulizer gas Flow (L/min)	0.5
Spray Chamber Temperature ($^\circ\text{C}$)	-10
He cell gas flow (mL/min)	4.0
Addition gas flow (mL/min)	40

實驗數據及結果

1. 方法偵測極限(MDL)及檢量線

此次實驗皆使用煤油來稀釋樣品，故MDL為煤油測試七次結果的三倍標準偏差。注入氧氣能有效地去除碳所產生的同質量干擾，例如： $^{24}\text{Mg} (^{12}\text{C}^{2+})$ 、 $^{52}\text{Cr} (^{40}\text{Ar}^{12}\text{C}^+)$ ，皆能得到較低的偵測極限及背景值，MDL與BEC(儀器背景值)如表三。圖一(A~H)為檢量線圖，線性回歸均大於0.999以上。

表三、各元素方法偵測極限值與儀器背景值

Sample List	LOD (µg/kg)	BEC (µg/kg)
23Na	0.200	0.513
24Mg	0.784	3.564
48Ti	0.011	0.009
51V	0.021	0.019
53Cr	0.028	0.038
55Mn	0.042	0.026
56Fe	0.036	0.076
60Ni	0.013	0.041
63Cu	0.006	0.043
66Zn	0.060	0.446
98Mo	0.003	0.012
107Ag	0.003	0.011
111Cd	0.021	0.113
120Sn	0.028	0.020
138Ba	0.032	0.014
208Pb	0.011	0.021

表四、原油樣品濃度

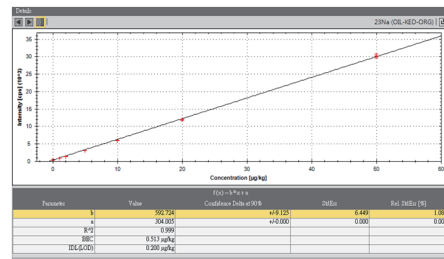
Sample List	Units	原油-1	原油-2	原油-3
23Na	mg/kg	6.146	2.704	1.485
24Mg	mg/kg	N.D	N.D	0.016
48Ti	mg/kg	0.152	0.020	0.042
51V	mg/kg	2.468	45.08	9.036
53Cr	mg/kg	0.019	0.042	0.027
55Mn	mg/kg	0.028	0.007	0.037
56Fe	mg/kg	6.663	0.608	1.148
58Ni	mg/kg	14.76	14.46	9.474
63Cu	mg/kg	0.020	3.750	0.035
64Zn	mg/kg	0.132	0.024	0.094
95Mo	mg/kg	0.015	0.051	0.676
107Ag	mg/kg	0.190	0.014	0.031
111Cd	mg/kg	0.102	0.011	0.012
120Sn	mg/kg	0.037	0.291	0.035
138Ba	mg/kg	0.018	0.003	0.018
208Pb	mg/kg	0.018	0.008	0.026

2. 樣品實際濃度

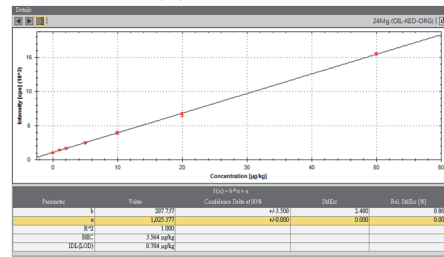
原油及柴油樣品濃度差異非常大，原油中的鈉、鎂、鐵、鈦含量較高，最高可達45 ppm，柴油樣品濃度較低為 ppb level，結果如表四、五。

表五、柴油樣品濃度

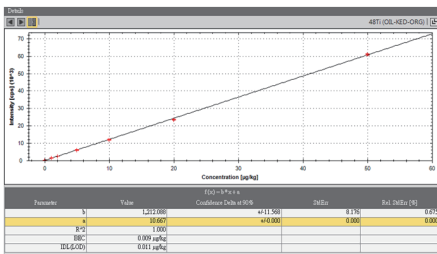
Sample List	Units	柴油-1	柴油-2	柴油-3
23Na	µg/kg	27.56	28.64	27.18
24Mg	µg/kg	N.D	N.D	N.D
48Ti	µg/kg	0.242	0.462	9.928
51V	µg/kg	0.928	1.58	4.83
53Cr	µg/kg	0.074	0.045	1.638
55Mn	µg/kg	0.478	0.485	0.823
56Fe	µg/kg	1.302	1.136	3.713
58Ni	µg/kg	14.13	5.52	22.18
63Cu	µg/kg	N.D	N.D	3.117
64Zn	µg/kg	N.D	N.D	9.336
95Mo	µg/kg	0.212	0.12	0.635
107Ag	µg/kg	0.057	0.049	10.26
111Cd	µg/kg	1.031	N.D	7.3
120Sn	µg/kg	1.109	0.737	4.483
138Ba	µg/kg	N.D	N.D	0.038
208Pb	µg/kg	0.165	0.089	0.498



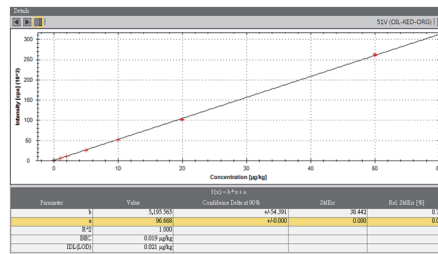
圖一(A)、²³Na檢量線圖



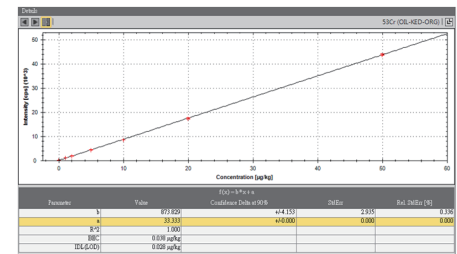
圖一(B)、²⁴Mg檢量線圖



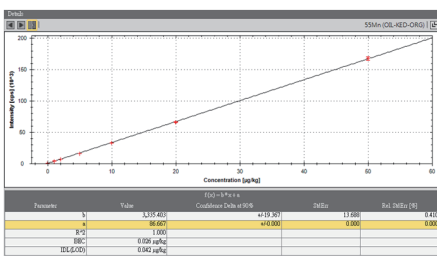
圖一(C)、⁴⁸Ti檢量線圖



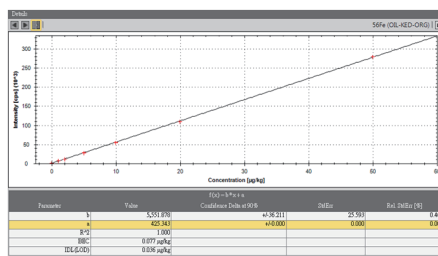
圖一(D)、⁵¹V檢量線圖



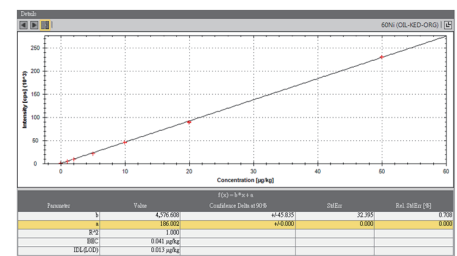
圖一(E)、⁵³Cr檢量線圖



圖一(F)、⁵⁵Mn檢量線圖



圖一(G)、⁵⁶Fe檢量線圖



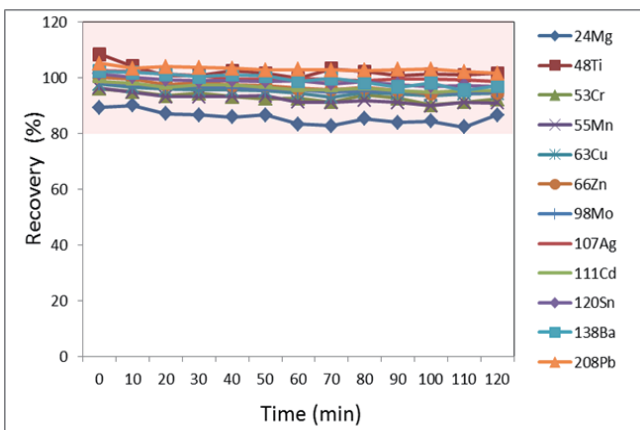
圖一(H)、⁶⁰Ni檢量線圖

3. 樣品添加回收率

樣品添加10 µg/kg standard solution 計算樣品添加回收率，實驗結果顯示原油及柴油回收率為90~110%，如表六、七。

4. 穩定性測試

樣品添加10 µg/kg standard solution 連續分析兩小時，實驗結果顯示所有元素的相對標準偏差(RSD)均小於3%，如表八。兩小時穩定性的結果如圖九，Na、V、Fe和Ni樣品濃度高，而添加濃度相對而言偏低，故不列入圖中。



圖二、2小時穩定性測試

結論

利用Thermo Scientific iCAP Q ICP-MS 分析油品樣品16種元素，不需再像以往一樣經過複雜又費時的前處理，以有機溶劑稀釋的方式直接上機，此方法能快速又準確的應用在油品的微量金屬測定。

表六、原油樣品添加回收率

Sample List	原油 1-100x	原油 1-100x +10 (µg/kg)	Recovery (%)
23Na	61.46	71.62	102
24Mg	0.000	9.726	97
48Ti	1.521	11.28	98
51V	24.68	34.39	97
53Cr	0.188	10.13	99
55Mn	0.280	10.06	98
56Fe	66.63	76.89	103
58Ni	147.6	157.6	100
63Cu	0.203	10.12	99
64Zn	1.317	10.56	92
95Mo	0.147	10.12	100
107Ag	1.898	11.25	94
111Cd	1.024	10.42	94
120Sn	0.369	10.43	101
138Ba	0.175	10.71	105
208Pb	0.176	10.48	103

表七、柴油樣品添加回收率

Sample List	柴油 1-20x	柴油 1-20x + 10 (µg/kg)	Recovery(%)
23Na	1.378	11.20	98
24Mg	0.00	9.513	95
48Ti	0.012	10.06	101
51V	0.046	9.525	95
53Cr	0.004	9.958	100
55Mn	0.024	9.900	99
56Fe	0.065	9.471	94
58Ni	0.706	9.923	92
63Cu	0.00	9.725	97
64Zn	0.00	9.137	91
95Mo	0.011	9.124	91
107Ag	0.003	8.971	90
111Cd	0.052	11.23	112
120Sn	0.055	10.29	102
138Ba	0.00	9.673	97
208Pb	0.008	9.372	94

表八、2小時穩定性測試

Date/Time	23Na	24Mg	48Ti	51V	53Cr	55Mn	56Fe	60Ni	63Cu	66Zn	98Mo	107Ag	111Cd	120Sn	138Ba	208Pb
1/28/2014 11:33:08	71.32	8.932	10.84	32.78	9.598	9.637	72.41	150.9	9.772	10.02	9.830	10.26	9.870	10.14	10.23	10.51
1/28/2014 11:43:50	70.81	9.006	10.41	32.45	9.496	9.489	72.59	150.6	9.668	9.954	9.752	10.21	9.797	10.02	10.19	10.34
1/28/2014 11:54:32	69.78	8.706	10.08	32.45	9.348	9.319	71.46	149.5	9.591	9.757	9.672	10.13	9.649	9.937	10.13	10.40
1/28/2014 12:05:14	67.14	8.660	10.08	32.16	9.44	9.321	72.28	147.4	9.555	9.839	9.669	10.08	9.754	9.888	10.03	10.37
1/28/2014 12:15:56	68.71	8.586	10.25	32.14	9.321	9.330	71.53	149.0	9.552	9.740	9.640	9.965	9.729	9.896	10.11	10.33
1/28/2014 12:26:39	69.87	8.656	10.15	32.05	9.249	9.342	70.92	148.2	9.526	9.717	9.57	9.946	9.656	9.867	10.06	10.27
1/28/2014 12:37:21	68.09	8.339	9.98	31.84	9.265	9.126	69.85	146.6	9.435	9.622	9.568	9.985	9.551	9.878	9.864	10.29
1/28/2014 12:48:04	68.82	8.275	10.32	31.58	9.127	9.102	69.72	145.2	9.308	9.576	9.468	9.935	9.554	9.773	9.979	10.27
1/28/2014 12:58:47	69.96	8.532	10.22	31.85	9.376	9.182	70.48	147.5	9.479	9.645	9.522	9.898	9.618	9.854	9.832	10.26
1/28/2014 13:09:30	69.20	8.385	10.08	31.67	9.251	9.106	69.94	145.9	9.420	9.546	9.494	9.956	9.539	9.751	9.665	10.29
1/28/2014 13:20:13	68.11	8.439	10.12	31.57	9.018	8.987	69.13	145.2	9.360	9.419	9.484	9.944	9.484	9.687	9.816	10.30
1/28/2014 13:30:57	68.46	8.220	10.10	31.40	9.125	9.101	68.55	145.5	9.420	9.545	9.442	9.925	9.543	9.718	9.544	10.22
1/28/2014 13:33:38	68.56	8.655	10.16	31.58	9.235	9.096	69.98	145.9	9.435	9.474	9.507	9.857	9.540	9.675	9.711	10.15
average	69.14	8.569	10.21	31.96	9.300	9.240	70.68	147.5	9.5	9.68	9.59	10.01	9.640	9.850	9.940	10.31
stdev	1.17	0.24	0.22	0.42	0.16	0.18	1.3	2.01	0.13	0.18	0.12	0.12	0.12	0.13	0.21	0.09
RSD%	1.69	2.77	2.16	1.31	1.72	2.00	1.84	1.36	1.34	1.85	1.24	1.23	1.23	1.36	2.16	0.85

Thermo Scientific iCAP 7600 ICP-OES 分析潤滑油中微量元素

應用工程師 黃逸民
Email: thomashuang@joytech.com.tw



前言

分析潤滑油中元素不純物在維護發動機與機械是強而有力的依據。除了定期分析與追蹤油品可以預防與提前得知齒輪傳動與機械狀況，也可作為保養檢修前的依據。感應耦合電漿光譜儀(ICP-OES)可作為分析油品(本篇以潤滑油中不純物為主)樣品中元素不純物的工具，也可以針對使用過或添加其他添加劑油品做精密的分析，以確保油品品質。而潤滑油中存在過多的金屬如鐵、銅與鎳等元素，都會增加機械使用的負擔與磨損。而其他汙染元素如矽元素也證實會經由損壞的過濾器而進入到油品中，進一步影響潤滑油使用效率。除此之外，許多廠商為了增加潤滑油效率會添加一些油品添加劑，其含鈣、磷和鋅等元素，因此添加品管控制也是非常重要。監控這些元素濃度可最作為預防與維護機械上的主要重點，因此評估風險上機械預防可以減少不必要的維修與停機。過去油品分析需藉由"消化"油品這步驟將轉為可以分析"水樣"樣品，而增分析上的成本與時間。本方法使用Thermo Scientific iCAP 7600 ICP-OES Duo提供油品直接分析方法，具有快速、方便，高準確度等優點。

實驗方法與儀器設定

樣品與標準品配置

由100 mg/kg多元素混合標準品(100 mg/kg S-21 organic multi-element standard, Conostan)用煤油(Kerosene)稀釋成標準品濃度0、1、2、5和10 mg/kg。而潤滑油樣品取0.1 g用煤油稀釋至20 g約為200x上機分析。穩定性測試取200x稀釋潤滑油樣品添加2 mg/kg標準品作穩定性測試。

儀器組態

油品分析上利用有機進樣系統，其中含V-groove nebulizer、bafled spray chamber與1 mm centre tube。表一列出本實驗方法之儀器狀態與電漿狀況。

儀器條件

Thermo Scientific iCAP 7600 ICP-OES Duo作為本方法分析儀器。ICP-OES分析有機樣品容易受到"熄火"與"積碳"的考驗，最新iCAP 7600具備有機進樣系統與輔助氧氣分流兩種特色。首先，有機進樣系統可防止過多有機物樣品進入電漿中，不會使過多溶劑氣液體進入電漿而將電漿"澆熄"。輔助氧氣分流，有機樣品分析時會因助燃氣體不足，導致燃燒不完全而產生大量"碳粒"附著在火炬管的內壁，碳粒亦有可能將火炬管的氫氣通道堵塞縮短火炬管的使用壽命。當導入氧氣至電漿中可以使有機物完全燃燒，因此可大幅減少碳粒的產生。

表一、儀器設定

儀器條件	
蠕動幫浦	40 rpm
霧化器	V-groove nebulizer
霧化器流量	0.2 L/min
霧化室	a baffled cyclonic spray chamber
中心管	石英, 1 mm 中心管
火炬	EMT torch
電漿條件	
RF 功率	1150 W
冷卻氣體流量	12 L/min
輔助氣體流量	0.5 L/min
輔助氧氣分流	0.1 L/min
重複次數	3

實驗數據及結果

1. 方法偵測極限(MDL)及檢量線

潤滑油與標準品皆以煤油稀釋，因此標準檢量線建立後，以空白煤油分析7次取其3*SD作為偵測極限(DL)，而潤滑油上機時因部分元素濃度較高(Ca, P, Zn, Mg)稀釋兩百倍上機，因此MDL為200 * DL，線性迴歸皆大於0.998(表二)。

表二、檢量線線性迴歸與方法偵測極限(MDL)

Elements	線性迴歸	MDL (mg/kg)
Ag 338.289	0.9999	0.76
Al 396.152	0.9996	1.29
Ca 184.006	0.9997	0.34
Cd 214.438	0.9993	0.12
Fe 259.940	1.0000	0.16
Cu 324.754	0.9999	0.32
Mg 285.213	1.0000	0.16
Mo 202.030	0.9996	0.33
Na 589.592	0.9983	0.60
P 177.495	0.9999	3.17
Pb 220.353	0.9997	2.46
Si 251.611	0.9998	1.67
Sn 189.989	0.9997	0.80
Ti 334.941	0.9997	0.10
V 310.230	0.9999	0.32
Zn 206.200	0.9998	0.13
Ni 231.604	0.9997	0.71
Ba 233.527	0.9999	0.30
Cr 267.716	1.0000	0.43
Mn 257.610	0.9996	0.05

表三、潤滑油內控標準品分析濃度與標定值

Elements	潤滑油分析濃度 (mg/kg)	標定值 (mg/kg)
Ag 338.289	9.27	
Al 396.152	2.29	
Ba 233.527	< MDL	
Ca 184.006	1342.91	1263.2
Cd 214.438	17.71	
Cr 267.716	< MDL	
Cu 324.754	15.33	
Fe 259.940	1.14	
Mg 285.213	822.81	817.5
Mn 257.610	< MDL	
Mo 202.030	45.82	
Na 589.592	4.86	
Ni 231.604	< MDL	
P 177.495	1031.46	994.3
Pb 220.353	10.49	
Si 251.611	10.03	
Sn 189.989	< MDL	
Ti 334.941	< MDL	
V 310.230	< MDL	
Zn 206.200	1071.35	1083.1

2. 樣品實際濃度

此潤滑油樣品為一內控標準品(Working Standard)，其中Ca、Mg、Zn和P有內控標準值，分析結果如表三。潤滑油添加劑Ca、Mg、Zn和P元素濃度約為0.1% (w/w)，其他元素濃度皆小於20 mg/kg。

3. 樣品添加回收率

樣品添加2 mg/kg standard solution 計算樣品添加回收率，實驗結果顯示潤滑油回收率為90~110%，如表四。

表四、樣品上機與添加 2 mg/kg 回收率測試

Elements	潤滑油-200x	潤滑油-200x +2 (mg/kg)	Recovery (%)
Ag 338.289	0.046	1.945	94.94
Al 396.152	0.011	2.043	101.56
Ba 233.527	< DL	2.027	101.34
Ca 184.006	6.715	8.700	99.29
Cd 214.438	0.089	2.027	96.91
Cr 267.716	< DL	1.980	98.99
Cu 324.754	0.077	2.014	96.87
Fe 259.940	0.006	2.018	100.62
Mg 285.213	4.114	6.193	103.96
Mn 257.610	< DL	2.064	103.20
Mo 202.030	0.229	2.282	102.67
Na 589.592	0.024	2.036	100.56
Ni 231.604	< DL	2.026	101.30
P 177.495	5.157	7.025	93.41
Pb 220.353	0.052	1.998	97.29
Si 251.611	0.050	2.090	102.01
Sn 189.989	< DL	2.007	100.36
Ti 334.941	< DL	2.022	101.10
V 310.230	< DL	2.036	101.80
Zn 206.200	5.357	7.440	104.14

表五、兩小時穩定性測試

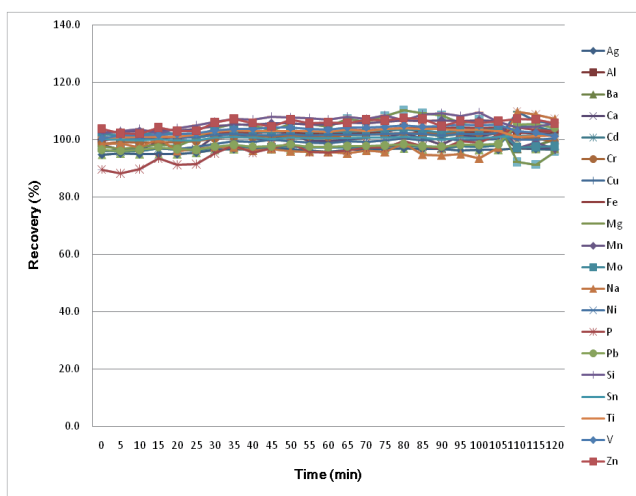
	Ag	Al	Ba	Ca	Cd	Cu	Fe	Mg	Mo	Na	Ni	P	Pb	Si	Ti	V	Zn
1	1.943	2.018	2.021	8.679	2.012	1.996	2.001	6.007	2.270	1.992	2.019	6.948	1.980	2.095	2.018	2.013	7.434
2	1.949	2.029	2.012	8.643	2.009	2.005	2.013	5.990	2.259	1.998	2.011	6.922	1.973	2.111	2.015	2.031	7.401
3	1.944	2.027	2.011	8.646	2.010	2.009	2.013	6.005	2.263	1.969	2.012	6.950	1.983	2.124	2.022	2.030	7.398
4	1.945	2.043	2.027	8.700	2.027	2.014	2.018	6.019	2.282	2.036	2.026	7.025	1.998	2.090	2.022	2.036	7.440
5	1.945	2.021	2.017	8.652	2.017	2.014	2.020	6.008	2.269	1.946	2.016	6.981	1.986	2.130	2.021	2.040	7.415
6	1.954	2.032	2.017	8.645	2.015	2.026	2.026	6.060	2.266	1.958	2.018	6.988	1.983	2.152	2.034	2.043	7.418
7	1.974	2.058	2.037	8.740	2.033	2.048	2.048	6.132	2.288	1.973	2.036	7.060	2.004	2.174	2.055	2.065	7.475
8	1.980	2.065	2.044	8.760	2.044	2.067	2.060	6.162	2.296	1.970	2.040	7.119	2.016	2.193	2.064	2.076	7.501
9	1.976	2.063	2.035	8.722	2.035	2.059	2.056	6.151	2.290	1.948	2.034	7.067	2.004	2.191	2.063	2.074	7.472
10	1.980	2.065	2.029	8.713	2.031	2.075	2.066	6.120	2.281	1.960	2.030	7.099	2.006	2.210	2.059	2.087	7.448
11	1.980	2.064	2.039	8.754	2.043	2.069	2.066	6.163	2.295	1.943	2.043	7.132	2.018	2.206	2.063	2.084	7.496
12	1.973	2.053	2.031	8.705	2.032	2.055	2.060	6.164	2.283	1.940	2.032	7.070	2.005	2.199	2.060	2.075	7.469
13	1.963	2.049	2.035	8.707	2.035	2.049	2.055	6.143	2.285	1.939	2.034	7.070	2.001	2.188	2.054	2.069	7.477
14	1.975	2.064	2.031	8.716	2.033	2.068	2.075	6.200	2.286	1.927	2.036	7.081	2.005	2.210	2.072	2.087	7.473
15	1.978	2.059	2.039	8.728	2.040	2.061	2.070	6.176	2.291	1.948	2.038	7.101	2.009	2.197	2.060	2.087	7.495
16	1.979	2.067	2.040	8.729	2.039	2.071	2.080	6.218	2.293	1.937	2.039	7.101	2.011	2.219	2.075	2.092	7.492
17	1.987	2.089	2.046	8.758	2.048	2.086	2.085	6.256	2.300	2.001	2.045	7.147	2.021	2.183	2.079	2.098	7.508
18	1.981	2.060	2.042	8.727	2.041	2.073	2.084	6.236	2.294	1.921	2.041	7.113	2.005	2.227	2.077	2.093	7.502
19	1.982	2.063	2.025	8.680	2.030	2.087	2.086	6.225	2.279	1.916	2.029	7.093	2.004	2.237	2.077	2.097	7.450
20	1.974	2.061	2.040	8.746	2.042	2.074	2.088	6.165	2.296	1.922	2.043	7.149	2.018	2.217	2.065	2.105	7.487
21	1.974	2.060	2.036	8.736	2.038	2.078	2.087	6.193	2.293	1.894	2.039	7.138	2.017	2.238	2.071	2.100	7.473
22	1.976	2.071	2.047	8.763	2.048	2.082	2.088	6.165	2.304	1.971	2.046	7.193	2.022	2.176	2.060	2.105	7.487
23	1.988	2.067	2.023	8.650	2.027	2.095	2.102	6.248	2.276	1.867	2.027	7.097	1.997	2.247	2.085	2.108	7.440
24	1.983	2.053	2.027	8.674	2.033	2.087	2.097	6.182	2.283	1.850	2.033	7.137	2.003	2.226	2.070	2.109	7.445
AVG	1.970	2.054	2.031	8.707	2.032	2.056	2.060	6.141	2.284	1.947	2.032	7.074	2.003	2.185	2.056	2.075	7.462
SD	0.015	0.017	0.011	0.040	0.012	0.030	0.030	0.083	0.012	0.041	0.010	0.071	0.013	0.046	0.022	0.028	0.033
RSD %	0.75	0.85	0.52	0.46	0.57	1.44	1.45	1.35	0.53	2.12	0.51	1.00	0.67	2.09	1.05	1.36	0.44

4. 兩小時穩定性測試

潤滑油樣品用煤油稀釋 200 倍並添加 2 mg/kg，每五分鐘量測一次共 24 次，總計 2 小時，數據顯示如表五。兩小時 RSD 皆小於 3%，顯示分析之穩定性穩定良好。圖三顯示其兩小時添加回收率之狀況。

結論

Thermo Scientific iCAP 7600 ICP-OES Duo 具有輔助氧氣分流增加可克服 ICP-OES 分析有機樣品會"積碳"的缺點，減少儀器或耗材損壞發生。分析潤滑油上具有良好的穩定性，且連兩小時 RSD < 3% 添加分析重複性良好，可作為有機樣品分析參考。

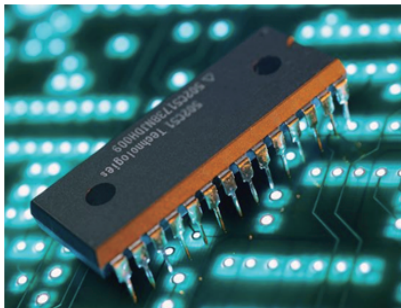


圖一、兩小時穩定性回收率測試



Thermo Scientific iCAP Q ICP-MS 在半導體有機溶劑上的應用

應用工程師 張凱媛
Email: carriechang@joytech.com.tw



有機溶劑被廣泛的應用於半導體製程中，最常用之有機溶劑包括丙酮(Acetone)、異丙醇(IPA)、N-甲基-2-環丙醯酮(NMP)、丙二醇甲基醚(PGME)及丙二醇甲基醚醋酸酯(PGMEA)等，其中PGME及PGMEA主要應用於半導體製程中去光阻劑或是稀釋劑，必須嚴格管控其金屬不純物的含量，因為這些不純物的存在，將會對記憶體元件的可靠性產生不利的影響。由於感應耦合電漿質譜儀(ICP-MS)具有低偵測極限且能快速測定各種化學品中超微量元素的能力，已成為電子化工產業品質控制不可缺少的分析工具。Thermo Scientific iCAP Q ICP-MS同時提供了碰撞模式、反應模式和標準模式三種測定模式，儀器操作人員可以根據實際測定的要求選擇最適合的模式，並能在一個分析方法中進行不同模式的切換。

本實驗不需經過繁瑣的前處理及稀釋步驟，分析時同時注入氧氣，幫助有機樣品完全燃燒減少積碳現象，並可有效去除碳所形成的同位素干擾，例如： $^{24}\text{Mg}(^{12}\text{C}^{2+})$ 、 $^{52}\text{Cr}(^{40}\text{Ar}^{12}\text{C}^{+})$ ，證明了iCAP-Q能有效的去除干擾，並可直接分析有機樣品，能夠很容易的對PGME和PGMEA中全部微量雜質元素進行測定，得到最好的分析結果。

實驗方法與儀器設定

實驗方法

本實驗直接以高純度的PGME及PGMEA，以標準添加的方法配置檢量線，直接上機分析，不需稀釋及前處理，檢量線濃度為0、10、20、50、100和200 ppt。

儀器設定

本實驗使用的儀器為Thermo Scientific iCAP Q ICP-MS，可分析質量範圍從4到250 amu。分析有機樣品時需注入氧氣能使樣品完全燃燒，有效減少積碳現象。進樣系統的選擇則選用管徑較小之中心管(1.0 mm)，並採用標準配備的電子冰箱，控制霧化室的溫度於 -10°C ，如此可降低有機樣品的揮發性，進樣時不會導致電漿熄火，並使樣品霧化效果更加穩定。儀器具備碰撞氣體模式，可利用單一氣體(氬氣)有效地去除干擾，並且同時保有測定時的高靈敏度。詳細的儀器進樣系統選擇及儀器參數設定如表一。

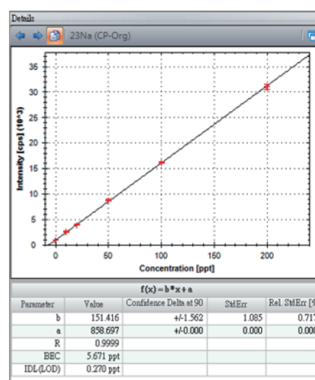
表一、儀器進樣系統及參數設定

Introduction Components			
Spray Chamber	Quartz cyclonic Spray Chamber		
Injector	1.0 mm Quartz Injector		
Sample Cone	Platinum(Pt)		
Skimmer Cone	Platinum(Pt)		
Nebulizer	PFA-100 Micro-flow Nebulizer		
Instrumental Parameters			
Operation Mode	STD	KED	CP
RF Power (W)	1550	1550	800
CCT Gas Flow (He) (mL/min)	-	4.02	-
Spray Chamber Temperature($^{\circ}\text{C}$)	-10		
Additional Gas Flow (O_2) (mL/min)	30		

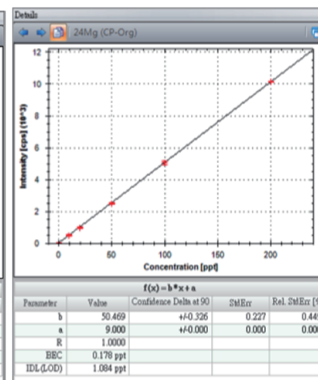
實驗數據與結果

1. 檢量線線性及方法偵測極限(MDL)

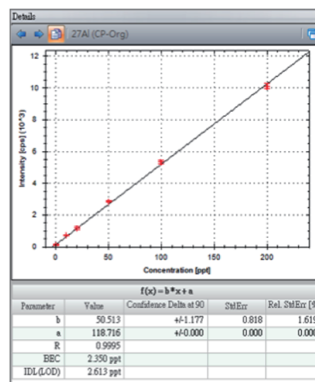
本實驗以STD、KED和CP三種不同的電漿模式，對PGME及PGMEA中的不純物進行分析，並同時注入氧氣，使有機樣品燃燒完全，減少積碳現象，並能有效去除碳所造成的質量數干擾，例如： $^{24}\text{Mg}(^{12}\text{C}^{2+})$ 、 $^{52}\text{Cr}(^{40}\text{Ar}^{12}\text{C}^{+})$ ，所得到的檢量線線性皆大於0.999，具有良好的線性，如圖一(A~D)之檢量線圖。



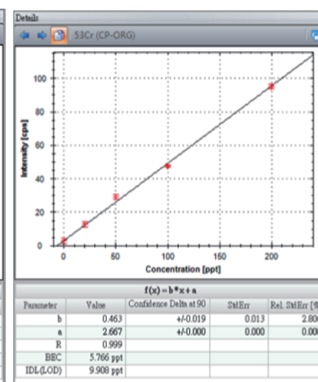
圖一(A)、 ^{23}Na 檢量線圖



圖一(B)、 ^{24}Mg 檢量線圖



圖一(C)、 ^{27}Al 檢量線圖



圖一(D)、 ^{53}Cr 檢量線圖

2. 方法偵測極限(MDL)

偵測極限以空白溶液重複分析7次，因為為標準添加法，其空白溶液即為PGME或PGMEA，計算其3倍之標準偏差，得知其方法偵測極限皆小於10 ppt或更低，顯示iCAP Q具有良好的偵測能力，如表二所示。

表二、各元素方法偵測極限值

Mass	Plasma Mode	Unit	PGME	PGMEA
7Li	CP	ppt	0.02	<0.01
9Be	STD	ppt	0.72	<0.01
23Na	CP	ppt	0.27	0.27
24Mg	CP	ppt	0.38	1.08
27Al	CP	ppt	0.79	1.57
39K	CP	ppt	0.61	0.69
40Ca	CP	ppt	1.15	0.87
48Ti	KED	ppt	7.77	2.73
51V	KED	ppt	2.56	0.53
53Cr	CP	ppt	9.80	9.91
55Mn	CP	ppt	0.18	1.15
56Fe	CP	ppt	1.46	3.51
59Co	CP	ppt	0.48	<0.01
60Ni	CP	ppt	1.77	3.34
63Cu	CP	ppt	1.09	0.52
64Zn	CP	ppt	2.29	4.15
71Ga	CP	ppt	<0.01	0.74
75As	KED	ppt	2.90	2.27
88Sr	CP	ppt	<0.01	0.06
95Mo	STD	ppt	9.24	3.03
107Ag	STD	ppt	1.14	0.90
111Cd	STD	ppt	0.35	0.69
115In	STD	ppt	0.19	0.28
118Sn	STD	ppt	3.62	8.62
121Sb	STD	ppt	1.52	1.41
138Ba	STD	ppt	<0.01	<0.01
197Au	STD	ppt	2.55	1.03
205Tl	CP	ppt	<0.01	<0.01
208Pb	CP	ppt	0.71	0.69
209Bi	STD	ppt	0.38	0.19

3. 樣品實際濃度

表三為本次實驗所分析之PGME及PGMEA之結果，因為標準添加法，其BEC之背景值即為樣品的實際濃度，所得之金屬不純物的濃度皆小於15 ppt。

4. 樣品添加回收率

表四為樣品添加20 ppt回收率的測試值，所有元素回收率皆介於80~120%之間，所有元素皆有良好的加成性，顯示此方法有良好的偵測結果。

結論

利用Thermo Scientific iCAP Q ICP-MS分析有機樣品，如PGME和PGMEA，不需經過複雜的前處理及稀釋方法，只需於進樣的同時注入氧氣，即可得到極低的偵測極限及良好的分析結果，快速且準確的完成分析，此分析方法亦可應用於不同有機溶劑上，例如：IPA、DMSO及NMP等。

表三、PGME及PGMEA實際樣品濃度

Mass	Unit	PGME	PGMEA
7Li	ppt	0.02	0.01
9Be	ppt	0.14	<0.01
23Na	ppt	5.67	5.41
24Mg	ppt	0.18	0.18
27Al	ppt	1.13	1.50
39K	ppt	3.17	3.66
40Ca	ppt	4.13	3.41
48Ti	ppt	6.94	12.50
51V	ppt	2.47	0.22
53Cr	ppt	7.97	5.77
55Mn	ppt	0.45	1.14
56Fe	ppt	7.31	7.90
59Co	ppt	0.09	0.07
60Ni	ppt	0.85	2.86
63Cu	ppt	0.46	0.91
64Zn	ppt	2.31	6.92
71Ga	ppt	<0.01	0.49
75As	ppt	1.81	0.66
88Sr	ppt	<0.01	0.02
95Mo	ppt	10.10	1.95
107Ag	ppt	0.38	0.67
111Cd	ppt	0.20	0.13
115In	ppt	0.80	0.15
118Sn	ppt	8.82	12.70
121Sb	ppt	0.51	0.58
138Ba	ppt	<0.01	<0.01
197Au	ppt	1.42	0.62
205Tl	ppt	<0.01	<0.01
208Pb	ppt	0.14	0.13
209Bi	ppt	0.14	0.05

表四、樣品添加20 ppt之回收率值

Mass	PGME Recovery (%)	PGMEA Recovery(%)
7Li	94.9	86.1
9Be	84.3	100.4
23Na	97.8	95.7
24Mg	102.3	100.3
27Al	108.0	82.3
39K	89.9	92.9
40Ca	97.4	96.4
48Ti	106.1	80.2
51V	109.9	90.3
53Cr	115.6	100.9
55Mn	97.8	86.5
56Fe	119.4	103.3
59Co	101.8	80.2
60Ni	99.2	83.6
63Cu	93.6	81.7
64Zn	102.9	84.4
71Ga	100.0	91.0
75As	99.6	82.0
88Sr	86.0	92.1
95Mo	104.2	96.3
107Ag	102.0	82.3
111Cd	106.2	86.2
115In	92.6	84.2
118Sn	105.9	105.6
121Sb	110.5	90.9
138Ba	102.0	87.0
197Au	108.2	90.8
205Tl	98.8	81.4
208Pb	106.9	86.2
209Bi	95.3	83.5

如何選擇一台合適的感應耦合電漿質譜儀ICP-MS

業務工程師 林瑞三
Email: samlin@joytech.com.tw

儀器是協助我們進行測量的工具，使我們能夠在量測時得到精準且再現性高的結果，以利於其他應用的參考。提到量測的工具，自古至今也是因為知識提升與科技進步的影響慢慢的演化與進步，而進步的動機與目的，不外乎是要把要測量的物品量測得更準更穩更有效率，以及加大待測物的範圍等。所以要如何選一台好的量測儀器，可以由儀器發明的動機與目的清楚的了解。

感應耦合電漿質譜儀(ICP-MS)是一種用來量測待測物中元素含量的量測儀器，含有進樣系統(introduction system)、電漿產生器(RF generator)、真空系統(Vacuum system)、離子聚焦鏡(ion extraction lens)、氣體碰撞室(collision cell)、質量分析器(mass analyzer)與偵測器(detector)等部位。每個部位都有它特有的功能，第一步可先由其功能來切入了解：

- 1. 進樣系統：**將澄清液態樣品均勻、穩定、快速的導入電漿區。
- 2. 電漿產生區：**極高溫(6000~1000°K)的電漿可以使樣品中的所有化合物高溫燃燒成單一原子進而離子化。
- 3. 離子聚焦鏡：**將離子可以集中進入分析器，大幅提升感度。
- 4. 真空系統：**離子狀態的元素才可以被分析器所偵測到，好的真空環境才可避免離子與空氣中分子反應而降低感度。
- 5. 氣體碰撞室：**四級柱式的質譜，由於其質量解析度有限的關係，需要氣體碰撞室來去除”相近質量干擾”的前驅物質，避免”相近質量干擾”產生的訊號誤判，對四級柱質譜來說，良好的去除干擾設計可以大幅增加訊號的準確性與操作簡易性。
- 6. 質量分析器：**利用離子荷質比差異來判斷被離子化的元素質量。
- 7. 偵測器：**偵測離子產生放大的訊號進而傳導至電腦軟體進行訊號判讀。在了解了每個部位的功能後，不難知道其每個部位的重要性以及選擇重點。

接下來以使用者的角度來考慮，有下列幾個重點：

- 1. 操作便利性：**進樣系統是使用者最常接觸的部分，也是樣品進行ICP-MS分析的第一站，因為位於第一線，所以會接觸各式各類的樣品。為了去除樣品間的記憶效應，進樣系統的日常維護是必要的。此時如能簡單的將進樣系統裝卸，將會為操作人員節省不少的時間，並大幅增加工作效率。另一方面，ICP-MS可在同一模式下進行所有元素的偵測，不需要多樣模式進行分析也會大幅的增加分析效率。表一為Thermo Scientific iCAP-Q建立40元素檢量線所需時間表示圖表。

表一、分析時間軸

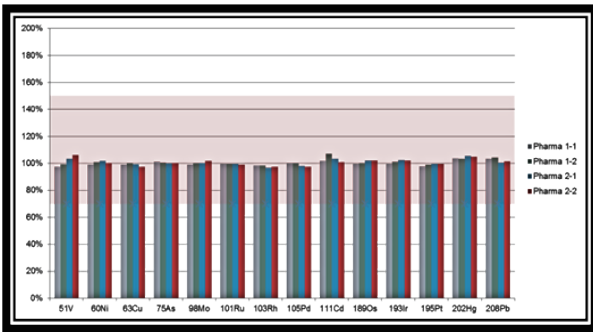
Sample List	Start Time	3 mins		4 mins		3 mins		4 mins	
		11/22/2012 7:06 PM	11/22/2012 7:09 PM	11/22/2012 7:13 PM	11/22/2012 7:16 PM	11/22/2012 7:20 PM			
Blank	Blank	Blank	Blank	Blank	Blank	Blank	Blank	Blank	Blank
7Li(CP2)	Value	3515	3515	7225	36087	7225	36087	7225	36087
9Be(STDS)	Value	7	2729	5520	29076	5520	29076	5520	29076
11B(STDS)	Value	1117	4365	7661	35083	7661	35083	7661	35083
23Na(CP2)	Value	575	7906	14249	91620	14249	91620	14249	91620
24Mg(CP2)	Value	95	2369	4708	22470	4708	22470	4708	22470
27Al(CP2)	Value	307	2286	4952	17976	4952	17976	4952	17976
39K(CP2)	Value	270	3977	7541	43083	7541	43083	7541	43083
40Ca(CP2)	Value	915	2938	4167	21189	4167	21189	4167	21189
48Ti(KSDS)	Value	179	2432	4642	23540	4642	23540	4642	23540
51V(STDS)	Value	371	14654	29574	153527	29574	153527	29574	153527
52Cr(CP2)	Value	188	1157	2233	10789	2233	10789	2233	10789
55Mn(CP2)	Value	59	2282	4507	22126	4507	22126	4507	22126
56Fe(CP2)	Value	730	2074	3652	14366	3652	14366	3652	14366
59Co(CP2)	Value	170	1677	3271	14799	3271	14799	3271	14799
60Ni(CP2)	Value	6	422	805	4020	805	4020	805	4020
63Cu(CP2)	Value	109	1189	2253	10744	2253	10744	2253	10744
66Zn(CP2)	Value	6	103	186	1000	186	1000	186	1000
69Ga(STDS)	Value	161	13758	28055	158513	28055	158513	28055	158513
71Ga(STDS)	Value	105	9245	18938	102154	18938	102154	18938	102154
75As(STDS)	Value	67	2583	5088	26194	5088	26194	5088	26194
85Sr(STDS)	Value	175	23904	48686	256490	48686	256490	48686	256490
90Zr(STDS)	Value	56	8191	15846	82821	15846	82821	15846	82821
93Nb(STDS)	Value	78	17406	35128	186568	35128	186568	35128	186568
95Mo(STDS)	Value	92	3632	6912	35831	6912	35831	6912	35831
105Pd(STDS)	Value	97	48452	99956	532700	99956	532700	99956	532700
107Ag(STDS)	Value	3125	17768	32296	153803	32296	153803	32296	153803
111Cd(STDS)	Value	9	3140	6344	33590	6344	33590	6344	33590
115In(STDS)	Value	7	25413	54689	309954	54689	309954	54689	309954
120Sn(STDS)	Value	146	8464	16132	101383	16132	101383	16132	101383
121Sb(STDS)	Value	244	6883	13987	72390	13987	72390	13987	72390
138Ba(STDS)	Value	337	22640	45242	237120	45242	237120	45242	237120
181Ta(STDS)	Value	450	32495	65777	349072	65777	349072	65777	349072
182W(STDS)	Value	581	7037	13821	69827	13821	69827	13821	69827
195Pt(STDS)	Value	10	7196	14592	78429	14592	78429	14592	78429
197Au(STDS)	Value	42	245	432	2205	432	2205	432	2205
205Tl(STDS)	Value	31	23080	47660	265904	47660	265904	47660	265904
208Pb(STDS)	Value	682	17537	33788	177318	33788	177318	33788	177318
209Bi(STDS)	Value	127	26077	52946	289287	52946	289287	52946	289287

2. 量測準確性：精準的量測才不失去量測的意義，而不精準的量測會誤導決策方向。如何將同質量干擾去除，也就是離子透鏡與氣體碰撞室等的設計，是決定ICP-MS如何能夠得到精準量測的重要指標關鍵。在樣品中的離子進入真空時，中性粒子與光子也會伴隨進入，如何將造成干擾的光子與中性粒子去除是降低背景雜訊的第一步。接下來針對較低質量的離子排除將會完全杜絕較低質量的離子(常見的有C, H, O, N, Cl等)形成同質量的多原子離子干擾。真正連續式串聯的雙四極柱設計可以將干擾的前驅物完全去除，使得到的訊號是真正的訊號，而不是干擾所貢獻的訊號。圖一為ICP-MS常見的基質與同質量的多離子干擾。

Element/isotope	Matrix/solvent	Interference
³⁹ K ⁺	H ₂ O	³⁹ ArH ⁺
⁴⁰ Ca ⁺	H ₂ O	⁴⁰ Ar ⁺
⁵⁶ Fe ⁺	H ₂ O	⁴⁰ Ar ¹⁶ O ⁺
⁸⁰ Se ⁺	H ₂ O	⁴⁰ Ar ⁴⁰ Ar ⁺
⁵¹ V ⁺	HCl	³⁵ Cl ¹⁶ O ⁺
⁷⁵ As ⁺	HCl	⁴⁰ Ar ³⁵ Cl ⁺
²⁸ Si ⁺	HNO ₃	¹⁴ N ¹⁴ N ⁺
⁴⁴ Ca ⁺	HNO ₃	¹⁴ N ¹⁴ N ¹⁶ O ⁺
⁵⁵ Mn ⁺	HNO ₃	⁴⁰ Ar ¹⁵ N ⁺
⁴⁸ Ti ⁺	H ₂ SO ₄	³² S ¹⁶ O ⁺
⁵² Cr ⁺	H ₂ SO ₄	³⁴ S ¹⁸ O ⁺
⁶⁴ Zn ⁺	H ₂ SO ₄	³² S ¹⁶ O ¹⁶ O ⁺
⁶³ Cu ⁺	H ₂ PO ₄	³¹ P ¹⁸ O ¹⁶ O ⁺
²⁴ Mg ⁺	Organics	¹² C ¹² C ⁺
⁵² Cr ⁺	Organics	⁴⁰ Ar ¹² C ⁺
⁶⁵ Cu ⁺	Minerals	⁴⁸ Ca ¹⁶ OH ⁺
⁶⁴ Zn ⁺	Minerals	⁴⁸ Ca ¹⁶ O ⁺
⁶³ Cu ⁺	Seawater	⁴⁰ Ar ²³ Na ⁺

圖一、ICP-MS常見的同質量干擾

3. 量測穩定性：穩定的量測系統是再現量測結果的基本要素，也是儀器每個部位間是否彼此配合的表現，從霧化氣氣體進樣量的控制、電漿氣體進樣量控制、RF產生器對電漿效率的控制、真空維持度等等每個部位都彼此相關也都需要彼此配合，才會得到穩定的量測結果。圖二是Thermo Scientific iCAP-Q依據USP 233方法進行的在0.5J*濃度下各元素的回收率測試。*J指50 kg重的成人可接受藥品中的限量濃度。



圖二、Thermo Scientific iCAP-Q依據USP 233方法進行各元素的回收率測試。

4. 量測速度(效率)：好的樣品量測效率才可以增加操作者的工作效率，四極柱的掃描速度、樣品進樣速度、真空幫浦的抽速以及偵測器的掃描速度等都是影響量測效率的因素。

5. 量測感度：高的量測感度可以在相同時間內得到較高的訊噪比(signal to noise ratio)，可以使ICP-MS得到較低的偵測極限，因此是一項極重要的參考指標。表二為樂盟科技應用工程師操作Thermo Scientific iCAP-Q在單一方法下進行超純水量測的數據。

表二、超純水量中各元素的濃度(ppb)

Sample List	UPW	Sample List	UPW
7Li (CP)	0.009	77Se (KEDS)	4.667
9Be (STDS)	0.333	88Sr (KEDS)	0.002
11B (STDS)	5.789	90Zr (KEDS)	0.006
23Na (CP)	0.335	93Nb (KEDS)	0.099
24Mg (CP)	0.013	98Mo (KEDS)	0.165
27Al (CP)	0.017	105Pd (KEDS)	0.010
39K (CP)	1.748	107Ag (KEDS)	0.097
40Ca (CP)	3.225	114Cd (KEDS)	0.130
48Ti (KEDS)	0.558	115In (KEDS)	0.006
51V (KEDS)	0.359	120Sn (KEDS)	1.651
52Cr (CP)	2.059	121Sb (KEDS)	0.032
55Mn (CP)	0.136	138Ba (KEDS)	0.004
56Fe (CP)	0.342	181Ta (KEDS)	0.049
58Ni (CP)	0.016	184W (KEDS)	0.068
59Co (CP)	0.038	195Pt (KEDS)	0.074
63Cu (CP)	0.011	197Au (KEDS)	0.071
64Zn (CP)	1.192	205Tl (CP)	0.047
71Ga (CP)	0.003	208Pb (CP)	0.067
74Ge (KEDS)	0.585	209Bi (KEDS)	0.044
75As (KEDS)	0.960		

以管理者的角度來討論：

- 1. 使用成本：**耗材的消耗量是最直接的使用成本，如果耗材的使用量減少則可以大幅的減少儀器的維護成本。
- 2. 體積：**儀器所佔的空間越小，相對來說可以利用的空間也就多，可以給管理者有更多的空間可以利用，也可以給使用者有更寬敞舒服的環境。
- 3. 樣品需求量：**在樣品是貴重且難取得的狀況下，樣品所需要的量是必須要被適當的管控。

4. 符合法規要求：食品、醫藥、環境、水質等等法規各有其對個元素的限量要求，對美國藥典來說USP 233版本需要同方法中完成藥品中的所有15種限量元素的濃度量測，此規定是使量測品質達到更高的要求。表三(A & B)是尿液標準品(1% HNO₃稀釋50倍)與血液標準品的量測結果。

表三(A)、以Thermo Scientific iCAP-Q分析尿液標準品中各元素的濃度

Urine Control Level 2-69112			
Elements	Mean	Range	實際分析數據
Al	50	33-68	63.4
Cr	19.9	15.9-23.9	20.6
Mn	22.8	18-27.4	20.3
Co	21.7	17.3-26	19.2
60Ni	26.2	20.9-31.4	23.7
Cu	69	56-83	62.3
Zn	979	783-1175	915
As	155	124-186	161
Cd	16.8	13.5-20.2	16.6
Sb	38.6	30.9-46.4	43.87
Tl	184	148-221	183
Pb	70.2	56.1-84.2	72

表三(B)、以Thermo Scientific iCAP-Q分析全血標準品中各元素的濃度

Serorm Whole Blood L-2			
Elements	Analytical Value	Acceptable Range	實際分析數據
Cr	6.3	5.1 - 7.5	6.787
Co	6.1	5.3 - 6.9	5.551
Ni	5.3	4.1 - 6.5	4.851
As	13.2	10.6 - 15.8	14.46
Cd	6	5.2 - 6.8	6.289
Cu	623	--	654
Zn	5038	--	5076
Pb	393	351 - 435	397
Hg	7.8	7.0-8.6	7.419

綜合以上觀點可以了解到選擇一台好的ICP-MS需要注意的重點，然而除了儀器本身外，額外需要考慮的重要因素是儀器供應商的服務品質與應用上支援的能力。樂盟專業的應用與維修團隊具有豐富的服務經驗，為客戶著想、幫助客戶的理念，並以即時解決問題的能力來服務每個客戶，以協助客戶成功、成為客戶的好朋友為我們的目標努力，也定期舉辦各式研討會與客戶們共同成長，希望能與更多客戶共同經歷這成長的過程，提升台灣儀器界的服務品質。☺

如何選擇一台合適的感應耦合電漿發射光譜儀ICP-OES

業務工程師 曾嚴寬
Email: kennyseng@joytech.com.tw

為什麼要買一隻筆？因為需要用來寫字、簽名或是作筆記；那為什麼要買一台感應耦合電漿發射光譜儀呢？那為需要準確、快速、節省的分析出樣品中的金屬離子含量。Thermo的ICP-OES無論是針對準確、快速或是節省成本，都讓您在滿意的結果。

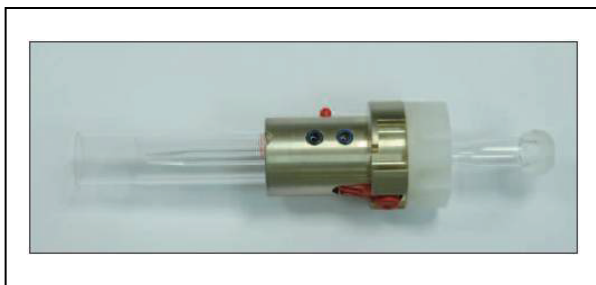
Thermo Scientific iCAP 7000 series ICP-OES在分析實際樣品時，擁有業界最佳的解析度(0.007 nm @ 200 nm)，因此對於光譜干擾具有最佳的解決成效。而分析5N以上純度矽(Si)、銅(Cu)的高基質樣品時，都可以得到十分穩定的精確度、準確度與再現性。

搭配CID (charge injection device)的偵測器，機台是以同步式的分析模式進行訊號讀取，無論選擇的譜線多寡，都不會影響機台分析樣品的速度。若您每天樣品分析量在150以上，搭配旗艦機型的Sprint Valve，更是有效率的節省樣品分析時間。



iCAP 7600 ICP-OES with integrated mini pump and sprint valve for fast sample introduction.

業界體積最小的機台，首先就節省了實驗室空間，再搭配了電漿區專利無尾銜與保溫設計，讓電漿功率是最低的1150W就可得到與他牌1500W相等的高溫。再搭配EMT(Enhanced Matrix Tolerance)的火炬組件，讓年耗材成本有效降低。如此節省維護及運作成本的ICP-OES，當然是最佳之選。



在軟實力方面，除了最基本Demo機台可以給予廣大客戶分析上的支援，樂盟更擁有17位工程師，只服務台灣地區的所有用戶，讓您的設備穩定、安全、正確的運作著。Your Lab, Joy Service!就是您最佳的選擇、最大的保障。

<下期預告>

以Thermo ICP-OES和ICP-MS分析土壤與放流水中的重金屬

我們每天住的土地及所吃的蔬菜水果等農產品都與土壤及水質有著密切的關係。自從1982年桃園縣觀音鄉大潭村化工廠不當排放工廠廢水，附近農地遭受廢水污染而全部廢耕的第一起鎊米事件，使台灣的人民與政府單位意識到土壤與水資源污染的嚴重性。直到去年齊柏林導演的「看見台灣」紀錄片中，引發後勁溪遭到工廠所排放的工業廢水污染事件，我們必須要正視環境的變化以及對民眾健康影響的每個環節。由之前的例子可見農地污染的主要因素是源自於水源的污染，因此環保署持續進行土壤污染監控，並訂立土壤管制和水質排放等標準來規範工商業的發展。我們將於下一期期刊中探討利用感應耦合發射光譜儀(ICP-OES)及感應耦合質譜儀(ICP-MS)來分析土壤及放流水中重金屬含量的分析方法。

土壤與流放水的組成分複雜難以一概而論，不僅在前處理上需耗費較多的時間，並且會有較為明顯的基質效應與光譜干擾。以Thermo Scientific iCAP 7000 Series ICP-OES和iCAP Q ICP-MS分析土壤與流放水樣品，一次的分析方法便可以分析所有元素，且因樣品的濃度差異頗大，可提高線性範圍以減少稀釋的次數，相較於以AA分析的方式能大幅縮短分析時間，這也意味著減少分析的成本，並且能即時與準確的監測土壤與流放水的重金屬含量。下期的樂盟期刊中將以ICP-OES和ICP-MS分析土壤樣品、土壤的國際標準品與流放水，將分析方法與分析時需要注意的技巧與各位客戶分享，期望能與所有的客戶一同守護台灣。

<樂盟花絮>



2013年樂盟科技國外員工旅遊-蘭卡威