

Ecco come si fa la spettrometria ICP-MS: Padroneggiando l'arte di migliorare le prestazioni dei coni

Questo articolo offre consigli per migliorare le prestazioni analitiche in ICP-MS e ti guida attraverso i problemi di manutenzione degli strumenti. In particolare, l'articolo si concentrerà sui coni di interfaccia.



Autore

Gareth Pearson,
Product Manager
Prodotti di consumo per i
sistemi ICP-MS,
Agilent Technologies,
Australia

Introduzione

Prendendo in considerazione la regione di interfaccia, dove si trovano i coni, gli ioni dell'analita vengono prodotti all'interno del plasma a temperature molto elevate e a pressione atmosferica. Questi ioni devono essere trasmessi in uno spettrometro di massa che deve operare a pressioni molto basse. Per prima cosa, gli ioni dell'analita vengono campionati attraverso il primo cono (il cono di campionamento), prima di entrare in una regione di interfaccia a bassa pressione, dove gli ioni si espandono e vengono estratti da un secondo cono (cono per skimmer) in combinazione con le lenti di estrazione.

La figura 1 mostra una rappresentazione schematica della regione di interfaccia. Le lenti di estrazione e i coni di campionamento fanno in modo che gli ioni dell'analita raggiungano la cella di reazione e quindi fluiscono nel quadrupolo nello spettrometro di massa. Oltre al passaggio dalla pressione atmosferica a una pressione molto bassa, è importante impedire l'ingresso di fotoni o di specie neutre che contribuirebbero al segnale di fondo e permettere la trasmissione allo spettrometro di massa dei soli ioni dell'analita carichi positivamente.

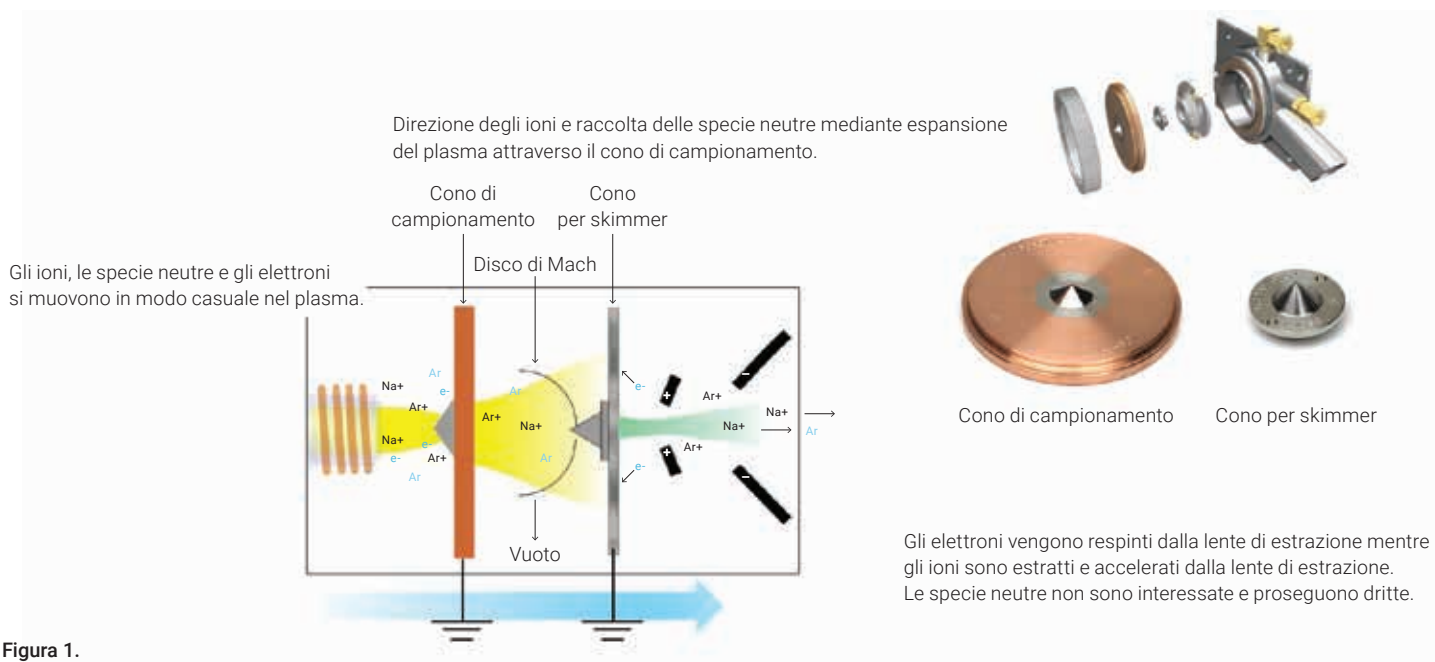


Figura 1.

Agilent offre diversi strumenti software per ottimizzare la trasmissione di ioni.

Procedura di avvio: ti guida in maniera automatica attraverso l'ottimizzazione dei parametri del plasma per il sistema ICP, come l'impostazione dell'asse della torcia, il flusso del gas del nebulizzatore e il monitoraggio delle prestazioni dello strumento in condizioni standard. Lo strumento produce un report sulle prestazioni, che rappresenta un'informazione preziosa che può essere monitorata per tutto il ciclo di vita del sistema ICP-MS per fornire una cronologia e per rendersi conto facilmente quando le cose iniziano a non andare bene.

Autotune per le lenti e parametri di estrazione: elimina le variabili dovute all'operatore e garantisce risultati uniformi di giorno in giorno, in modo che l'estrazione della ion lens offra le migliori prestazioni per il sistema ICP. Tipicamente consigliamo di eseguire tutte queste procedure di avvio. I fattori analogici/ad impulso sono di solito impostati per i singoli metodi, perché devono essere aggiornati per gli elementi all'interno del metodo specifico. Offriamo inoltre un tuning sia per lo strumento nel suo insieme che per batch di analisi, oltre che per ciascun metodo che sarà eseguito.

Coni di interfaccia

Guardiamo più da vicino i coni di interfaccia. Questi sono fondamentali per le prestazioni dei sistemi ICP-MS e devono quindi essere ispezionati regolarmente, concentrandosi in particolare sull'orifizio. A questo scopo Agilent offre una pratica lente di ingrandimento. La lente di ingrandimento è illuminata e fornisce un ingrandimento di 10 volte, unitamente a una scala di misura. È necessario verificare che l'orifizio sia libero, che si mantenga circolare e che le dimensioni siano corrette. Il cono di campionamento deve essere di un millimetro di diametro. Se è ostruito, deve essere pulito e se si è allargato, è giunto al termine della suo ciclo di vita e deve essere sostituito.

Alcuni problemi comuni che riguardano i coni di interfaccia possono essere dovuti a una manipolazione impropria o a un cattivo utilizzo. I coni stessi sono molto fragili, in particolare la punta del cono per skimmer, il quale presenta un'estremità molto fine e pertanto una cattiva manipolazione può causare dei problemi. Durante la pulizia, la rimozione e la reinstallazione nello strumento, la punta non deve essere messa a contatto con alcuna superficie.

Per il cono per skimmer deve essere utilizzata la corretta base: l'elemento principale da ricordare è il materiale che si sta utilizzando. I coni per skimmer in nichel devono utilizzare una base in acciaio inossidabile, che è standard per un sistema con lenti x. Se si utilizzano coni in platino, è necessaria una base del cono in ottone. Questa è l'opzione standard di Agilent per gli strumenti in configurazione semiconduttore. Consente il controllo della temperatura della punta per evitare il surriscaldamento e garantisce che la matrice si depositi sulla punta in modo uniforme.

Qui occorre trovare il giusto equilibrio, in quanto i coni devono essere ben curati per garantire buone prestazioni ma non devono essere puliti più del necessario. Questo perché ogni operazione di pulizia dei coni ridurrà il loro ciclo di vita. È importante concentrarsi sulla punta del cono, specialmente la condizione dell'orifizio: sicuramente non è necessario pulire e lucidare la superficie del cono fino a farla diventare come nuova. L'aspetto della superficie del cono è essenzialmente insignificante, ma dobbiamo assicurarci che l'orifizio sia della dimensione corretta, non sia ostruito e abbia la forma corretta (Figura 2).

Una volta che i coni nuovi sono stati installati, o quelli esistenti puliti, devono essere condizionati. Questa procedura è raccomandata in quanto permette di ridurre la deriva dovuta alla deposizione iniziale della matrice del campione sulla superficie pulita del cono. Si è alla ricerca di un equilibrio con la matrice sulla superficie del cono: uno strato sottile può migliorare la sensibilità perché abbassa il livello del fondo, particolarmente con nichel e rame.

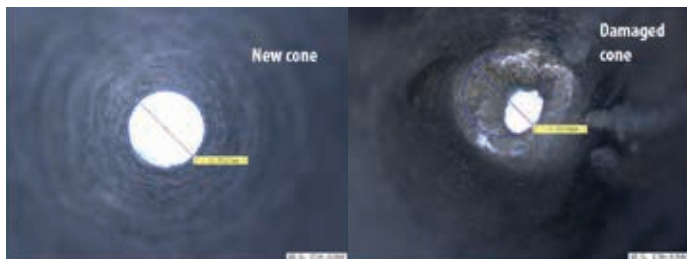


Figura 2.

La raccomandazione di Agilent per il condizionamento standard è di aspirare una soluzione di calcio 50 ppm. Lo si può preparare in acido nitrico 1% e quindi aspirare per circa 10 minuti.

Usare quindi una soluzione di lavaggio, per esempio acido nitrico 1%, per altri dieci minuti raggiungendo così un sufficiente condizionamento del cono.

In pratica, se ogni giorno si analizza lo stesso tipo di matrice del campione, è possibile aspirare la matrice tipica per il campione, per circa 15 minuti, procedura che può essere eseguita durante il riscaldamento dello strumento. Accendere il plasma, aspirare un campione anziché semplicemente sciacquare e poi seguire quanto descritto dopo il riscaldamento iniziale con un bianco o con una soluzione di lavaggio per 10 minuti: questo condiziona il cono in modo specifico per l'analisi.

Per i laboratori di analisi ambientale esiste una terza opzione: è possibile aspirare una soluzione di controllo delle interferenze ([6020 Interference Check Solution A codice 5188-6526](#)).

La soluzione deve essere diluita 10 volte in volume con acqua ultra pura e poi aspirata per un massimo di 30 minuti. Si raccomanda di utilizzare il plasma con impostazione general purpose con auto tuning e in modalità no gas. Eseguire quindi un lavaggio con acido nitrico al 5% per 10 minuti.

Come menzionato, sfruttare il tempo di riscaldamento dello strumento, in modo da non aggiungere un ulteriore ritardo all'analisi. La figura 3 mostra alcuni coni ben condizionati, come dovrebbero essere all'inizio dell'analisi.

Perché e quando abbiamo bisogno di pulire i coni? Abbiamo già accennato sopra che i coni non dovrebbero essere puliti troppo, per evitare di ridurre la loro vita utile. Quando si osserva una riduzione di sensibilità, una scarsa precisione a lungo termine oppure un fondo elevato dovuto alla matrice, al nichel o al rame del cono, di solito è il momento di fare un po' di manutenzione.

È anche possibile notare cambiamenti del vuoto dell'interfaccia. Tipicamente, se i coni iniziano ad ostruirsi oppure si blocca l'orifizio, il vuoto dell'interfaccia può cambiare rispetto al livello normale, indicando di nuovo che è necessaria una manutenzione. Se i coni appaiono come mostrato in figura 4 (confrontare con la figura 3), è segno di un deposito eccessivo della matrice, particolarmente intorno all'orifizio, che deve essere pulito.

È importante ricordare che nella pulizia dei coni, lo scopo non è quello di farli tornare "come nuovi": l'obiettivo è avere dei coni simili a quello mostrato in figura 3, con un deposito uniforme della matrice sulla superficie.

Agilent raccomanda una procedura passo passo per la pulizia dei coni dell'interfaccia. Se fatta regolarmente, semplicemente basta sottoporre il cono a ultrasonificazione in acqua pura. Offriamo dei bastoncini cotonati con una punta fine per consentire la pulizia del lato posteriore del cono e assicurare che l'orifizio sia libero. Semplicemente si utilizzano i bastoncini cotonati con dell'acqua e poi si sottopongono i coni a ultrasonificazione in acqua pura per almeno cinque minuti (tipicamente 20 minuti), ripetendo la procedura secondo necessità. Una buona regola generale consiste nel verificare che l'acqua resti pulita dopo la sonicazione.

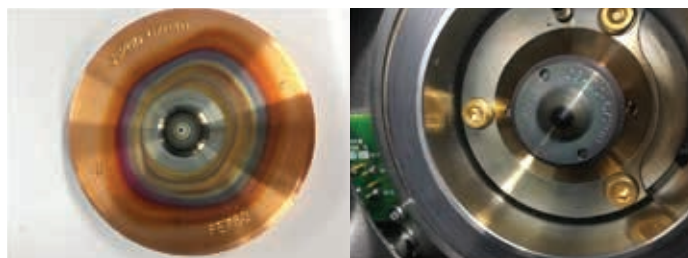


Figura 3.

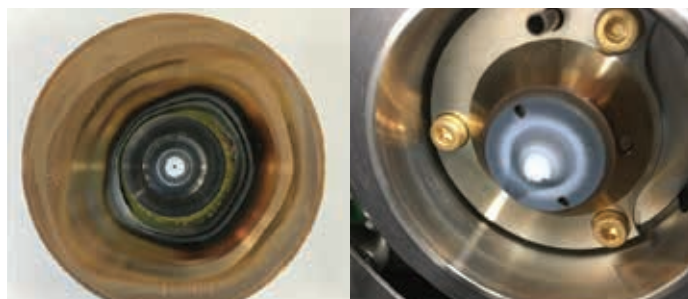


Figura 4.

Successivamente, e solo se l'applicazione lo richiede, è possibile pulire con una soluzione di Citranox al 2%. Consigliamo di sottoporre a ultrasuoni solo per 2 o 3 minuti, di risciacquare il cono con acqua pura e di sottoporlo a ultrasonicazione in acqua pura per circa cinque minuti per assicurarsi che tutti i residui di Citranox siano rimossi. Per ulteriori informazioni visita il sito www.agilent.com/en/promotions/icp-ms-resource.

A questo punto, la maggior parte dei coni dovrebbero essere puliti e di nuovo pronti all'uso. Per contaminazioni più gravi, dopo aver reinstallato il cono e controllato la sensibilità e le prestazioni per l'analisi, consigliamo una pulizia più aggressiva con acido nitrico al 2%. Non sottoporre i coni a ultrasonicazione né immergerli in acido perché questo può portare all'erosione della superficie del cono dovuta all'attacco dell'acido. Immergere, invece, un bastoncino cotonato in acido nitrico al 2% e quindi pulire entrambi i lati del cono. Risciacquare il cono con acqua pura, sottoporre a ultrasonicazione per pochi minuti in acqua pura, e quindi ripetere la procedura per assicurare che tutti i residui di acido siano rimossi. Una volta che i coni sono puliti e prima di reinstallarli, verificare lo stato della rondella in grafite che si trova dietro il cono di campionamento; se è deformata o lacerata, sostituirla.

Utilizzare lo strumento per la rimozione del cono per skimmer per installare e serrare il cono per skimmer; rimontare quindi il cono di campionamento con l'anello di tenuta, che deve essere serrato solo a mano. Il modo migliore per assicurarsi che l'installazione sia corretta, è quello di controllare che, una volta acceso, il plasma passi senza problemi alla modalità di analisi. Inoltre, conoscere la tipica pressione dell'interfaccia del sistema e controllarla per confermare che l'interfaccia stia operando correttamente.

Abbiamo intrapreso uno studio approfondito sulle prestazioni dei coni originali Agilent per il sistema ICP-MS Agilent 7900 utilizzando la configurazione con lente x (ovvero coni di capionamento e per skimmer in niche), per confrontarlo con un riferimento e con altri produttori di coni. È possibile consultare l'[articolo completo qui](#), ma alcuni dei principali risultati sono evidenziati di seguito.

La figura 5 mostra un confronto tra i pesi di coni di campionamento e per skimmer. I coni Agilent sono riportati sulla sinistra, a confronto con i coni di altri produttori. Il punto chiave è che i coni sono tutti diversi e possono essere raggruppati in base al produttore. Queste differenze potrebbero o non potrebbero creare problemi con le prestazioni, ma indubbiamente indicano che esistono diversi metodi di fabbricazione e che non rientrano nella specifica di Agilent.

La figura 6 mostra un confronto tra le sensibilità con procedure di avvio automatizzate e con auto tuning in low matrix. I nuovi coni, mai utilizzati, sono mostrati nel grafico superiore, dove è evidente come le prestazioni dei coni Agilent (in blu) superano quelle dei coni di terze parti. Il grafico inferiore della figura 6 mostra i risultati dopo la procedura di condizionamento descritta in precedenza per laboratori di analisi ambientale utilizzando lo standard ICS. I coni Agilent sono veramente progettati per queste procedure e offrono la migliore sensibilità.



Figura 5.

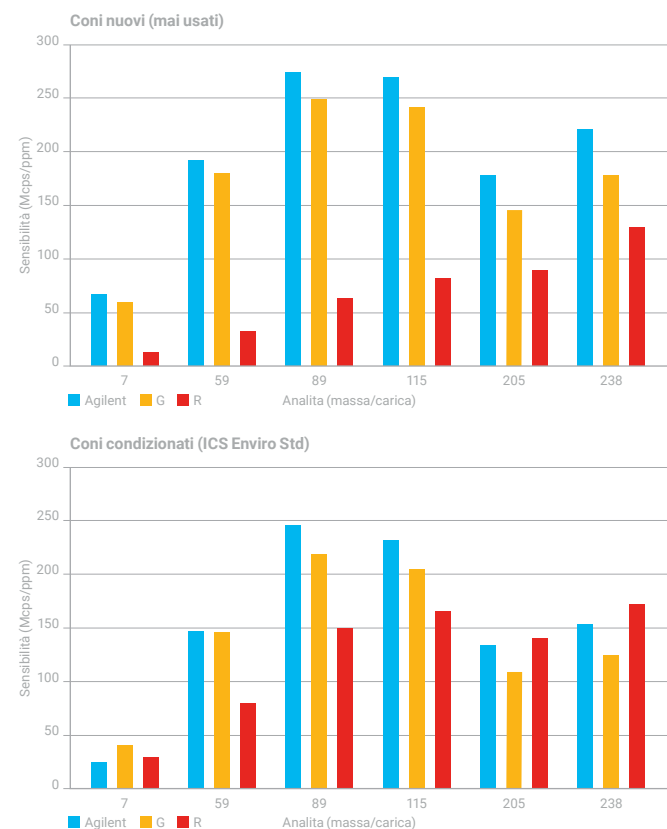


Figura 6.

Abbiamo anche esaminato il fondo. Il fondo, in aggiunta alla sensibilità, è molto importante per i livelli di concentrazione equivalente al fondo (BEC). La figura 7 mostra il confronto in full scan fra un cono originale Agilent e un campione di prova per coni di terze parti. Le linee blu indicano i normali livelli di variabilità, e i valori al di sopra del livello superiore indicano un aumento del fondo a specifiche masse per il cono di prova. Si tratta di un esempio in modalità no gas, e mostra chiaramente che esiste un certo numero di masse che producono un fondo più elevato con coni di terze parti.

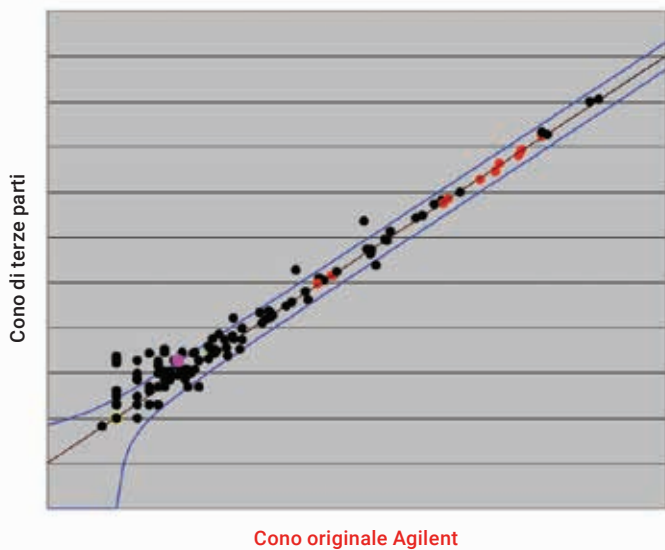


Figura 7.

Analoghi risultati sono osservati in modalità elio e quando si usa una diluizione dell'aerosol, dove per diversi produttori si ha un aumento di fondo lungo l'intero intervallo di massa, e tra i diversi produttori le stesse masse costituiscono un problema per i coni di terze parti. Questo ha un effetto sui livelli di BEC per l'analisi.

Successivamente, abbiamo studiato la stabilità, sia a breve termine (20 minuti), che e a lungo termine. In generale, tutti i coni di prova Agilent soddisfano le specifiche richieste; l'unica eccezione è data dalla stabilità a lungo termine con il litio, che è l'elemento che crea maggiori problemi. Il litio è uno dei primi problemi per molti dei produttori di terze parti, tuttavia ben altre carenze sono presenti su tutta la linea in termini di stabilità. La figura 8 illustra lo scenario peggiore: a sinistra è riportato un tracciato tipico della stabilità per un periodo di due ore, ingrandito per mostrare le variazioni, con i valori indicati in RSD percentuale. Tipicamente, è previsto meno del 3% RSD durante questo intervallo di tempo. A destra, è possibile osservare una deriva significativa dello strumento usando un cono di terze parti. Tutti i coni sono stati trattati esattamente nello stesso modo, e condizionati secondo la nostra procedura raccomandata per i laboratori di analisi ambientale, evidenziando che è necessario prestare maggiore attenzione quando si utilizza un cono di terze parti.

Ritornando alla selezione del giusto tipo di cono per una determinata applicazione (Tabella 1), Agilent offre diversi materiali per soddisfare le esigenze specifiche. Il materiale standard per i coni di campionamento e per skimmer è il nichel, per i sistemi con lenti x, che sono adatti alla maggior parte delle applicazioni di uso comune. Il nichel conferisce buona resistenza termica e chimica e garantisce il funzionamento più economico.

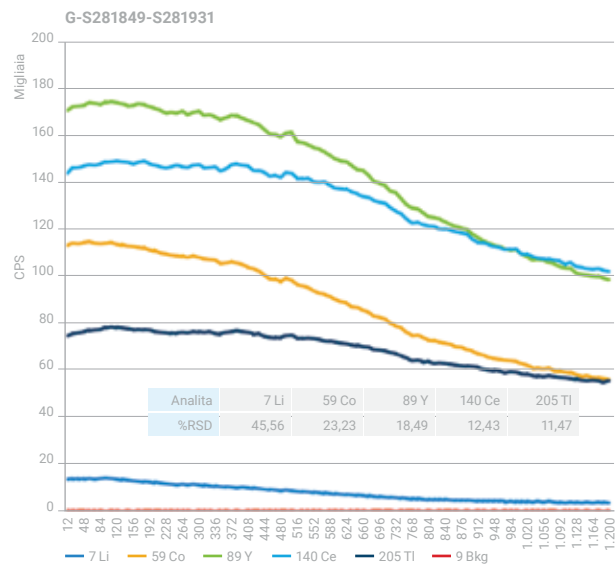
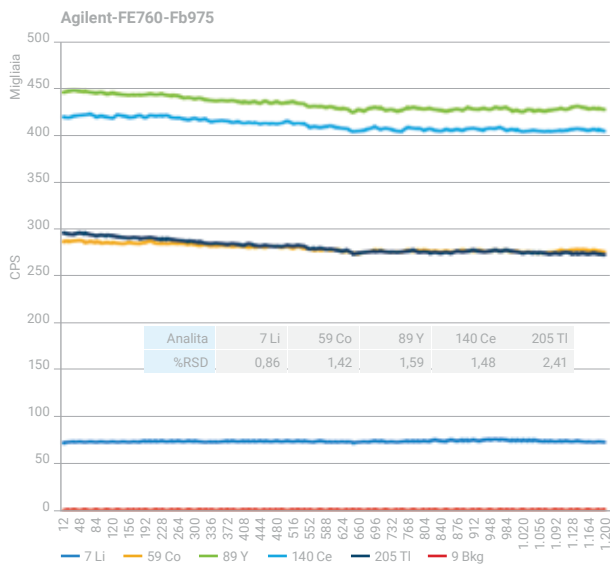


Figura 8.

Tabella 1.

Tipo di cono	Per quale modello ICP-MS?	Base per skimmer richiesta	Applicazioni consigliate
Coni di campionamento/per skimmer in nichel	Standard su 7500a/i/c/ce/cx, 7700x/e, 7800/7900 e 8800/8900 con lente x	Acciaio inossidabile	Adatto per le applicazioni più comuni. Buona resistenza termica e chimica. Offre il funzionamento più economico. Tipicamente se ne usano da 3 a 5 all'anno (sulla base di ~350 campioni/giorno).
Cono di campionamento placcato in nichel	Facoltativo per tutti modelli 77/78/7900 e 88/8900	–	Per campioni contenenti >0,5 % HCl o per operazione di routine con (U)HMI con rapporto massimo di diluizione dell'aerosol.
Coni di campionamento/per skimmer in platino	Standard su 7500/cs, 7700s, 7900 con lente s, 8800/8900 e configurazione semiconduttore. Opzionale per tutti gli altri modelli	Ottone	Richiesto per analisi di acidi aggressivi (in particolare HF) e quando O ₂ /Ar viene utilizzato come gas opzionale per l'analisi di solventi organici. Utilizzare un cono di campionamento con inserto più grande da 18 mm per acidi ad alta viscosità e ad alto punto di ebollizione, per esempio H ₂ SO ₄ o H ₃ PO ₄ .
Cono per skimmer in platino con base in rame	Standard su 7700s, 7900, 8800/8900 configurazione semiconduttore e 8900c	Ottone	Raccomandato per i LOD più bassi e per i campioni in matrice pesante. Tipicamente se ne usano da 1 a 2 all'anno (sulla base di ~350 campioni/giorno).
Skimmer in platino con base in nichel	Standard su 8900m	Ottone	Raccomandato per l'analisi di sostanze organiche.



Cono per skimmer, nichel



Base per skimmer, in acciaio inossidabile



Cono per skimmer, platino



Base per skimmer, ottone

Il cono di campionamento stesso ha una base in rame, e consigliamo ai clienti di passare alla base in rame placcato in nichel, se eseguono regolarmente analisi di matrici ad elevato contenuto di cloruro o utilizzano la diluizione dell'aerosol con la modalità HMI del plasma, che produce un plasma più caldo. Si ottiene così una maggiore resistenza a tali condizioni, oltre che una migliore durata dei coni di campionamento.

Agilent offre anche coni di campionamento e per skimmer in platino. Queste sono le impostazioni di default per i sistemi con lenti s e gli strumenti in configurazione semiconduttore. Sono necessarie per le analisi di acidi aggressivi, in particolare per l'acido fluoridrico, e le consigliamo anche per le analisi di sostanze organiche quando si utilizza l'ossigeno come gas opzionale per bruciare il carico di carbonio sul plasma.

È anche disponibile un cono in platino di fascia alta con inserto più grande, di 18 mm rispetto ai 12 mm dell'inserto standard, che viene raccomandato per acidi fortemente aggressivi, come ad esempio acido solforico e fosforico, grazie alla maggiore resistenza. Tipicamente, Agilent offre la base in rame come configurazione standard, ma offre anche uno skimmer in platino con una base in nichel per le analisi di sostanze organiche.

Recentemente sono stati introdotti tre pacchetti per la manutenzione dei coni, progettati per fornire tutto il necessario per la manutenzione dei coni, compresi due coni di campionamento. È possibile scegliere tra coni in nichel standard, con una base in rame, coni placcati in nichel, o coni in platino. Il kit include una lente di ingrandimento per facilitare la manutenzione e l'ispezione dei coni, una confezione di bastoncini cotonati e rondelle per i coni di campionamento. Maggiori dettagli possono essere trovati visitando www.agilent.com/cs/library/flyers/public/5991-8673_icpms_conecarekit_flyer_ITE.pdf.

Agilent offre un programma di riciclo dei coni in platino. Questo non solo include entrambi i coni, ma anche la schermatura della torcia; è quindi possibile restituire qualsiasi cono in platino Agilent in cambio di un credito per futuri acquisti di coni e schermature. È possibile trovare maggiori dettagli visitando www.agilent.com/chem/Ptcone.

Suggerimenti e risorse

Infine, seguono alcuni suggerimenti, trucchi e risorse per aiutarvi con le procedure di manutenzione e per ottenere le migliori prestazioni dai sistemi ICP-MS.

Procedura raccomandata alla fine della giornata: Seguire i passaggi indicati di seguito...

1. Aspirare la soluzione acida di lavaggio per alcuni minuti prima di spegnere il plasma. Questo aiuta ad evitare il deposito del campione all'interno del nebulizzatore dopo l'analisi.
2. Estinguere il plasma e spegnere il chiller.
3. Rimuovere il capillare del campione dal lavaggio, avviare di nuovo la pompa e pompare eventuali residui della soluzione di lavaggio dalla camera di nebulizzazione.
4. Rilasciare la pressione sui tubi della pompa e rimuovere i fermi dalla fessura di sicurezza. Assicurarsi che i tubi non siano più tesi sui rulli della pompa.
5. Svuotare il vessel dei reflui.
6. Chiudere il foglio di lavoro corrente - lasciare il software Mass Hunter S/W in funzione.
7. Lasciare accesa l'alimentazione di rete. Lo strumento rimane così nella modalità stand-by (garantendo un avvio più rapido).

Programma di manutenzione: Il programma di manutenzione prevede una verifica giornaliera della pressione sulle linee del gas. Se scendono al di sotto di determinati livelli, il software invia degli avvisi; tuttavia è bene essere sicuri di avere un buon controllo sulla fornitura dei gas; controllare i tubi della pompa peristaltica, avvolgerli attorno alle dita, controllando che non siano appiattiti e che siano ancora elastici; controllare visivamente la parte in vetro e tutti i collegamenti all'interno del sistema di introduzione del campione ed esaminare la parte esterna del cono di campionamento, aprendo il coperchio dello strumento, per assicurarsi che abbia un buon aspetto e non vi sia un elevato livello di matrice depositata sulla punta. Ogni volta che è necessario, sostituire i tubi della pompa peristaltica (tipicamente ogni settimana). Controllare la torcia, il ricircolo, che viene spesso dimenticato e verificare anche la pompa rotativa a olio per il vuoto dell'interfaccia; controllare il livello e le condizioni dell'olio in termini di colore e mantenerlo come richiesto.

Avviso di manutenzione preventiva: Agilent offre dei sistemi software che assistono nella manutenzione: avvisi di manutenzione preventiva (early maintenance feedback – EMF). La finestra EMF mostra l'utilizzo di varie componenti e prevede quando eseguire la manutenzione. Tipicamente è utilizzato per la pompa meccanica, per la quale si consiglia un cambio dell'olio ogni sei mesi, nonostante sia completamente personalizzabile, permettendo di impostare i limiti una volta che si conosce il sistema (Figura 9).

È anche possibile utilizzare il file di registro per l'utente che può essere uno strumento utile quando si hanno più utenti: è possibile immettere il tipo di manutenzione effettuata e il sistema registra automaticamente la data e l'ora, che viene inserita nella cronologia dello strumento.



Figura 9.

Prodotti di consumo chiave per i sistemi ICP-MS: per evitare eventuali tempi di fermo macchina assicurarsi di avere ricambi per le parti in vetro, ad esempio torcia, camera di nebulizzazione, nebulizzatore (in quanto possono rompersi durante la sostituzione), connettori per tubi e coni di interfaccia. Non dimenticare nulla associato all'autocampionatore (provette, rack, sonde e tubi di trasferimento), o se si utilizza il sistema a valvole di commutazione (sistema ISIS), conservare i relativi tubi e connettori.

Per semplificare gli ordini e garantire di avere a portata di mano questi essenziali prodotti di consumo, Agilent produce dei kit personalizzabili e di base per i componenti tipici necessari per 12 mesi di funzionamento per i sistemi di ICP-MS. Sono messi a disposizione dei kit per i diversi modelli, consentendo di scegliere i prodotti di consumo adatti per un particolare sistema ICP-MS, compreso il tipo di coni necessario. È possibile trovare ulteriori informazioni visitando www.agilent.com/cs/library/brochures/ICP-MS_Supplies_Kit_5991-5006EN_Brochure.pdf.

Agilent produce anche una gamma completa di standard inorganici e metallo-organici per la spettroscopia atomica, in modo da avere una gamma completa, indipendentemente dal sistema con cui si lavora, AAS, MP-AES, ICP-OES o ICP-MS. I dettagli sono disponibili online visitando www.agilent.com/en/product/chemical-standards o consultando il catalogo degli standard al link www.agilent.com/cs/library/catalogs/public/5991-5678EN_Chemical_Stand_Catalog_LR.pdf. Questo include le soluzioni originali di tuning e di calibrazione della lunghezza d'onda, consigliate per controllare le prestazioni dello strumento.

In aggiunta possiamo offrire standard inorganici custom, consentendoti di ordinare gli esatti elementi di cui hai bisogno alle concentrazioni richieste e con la matrice in cui desideri avere tali standard, con consegna rapida garantita. Questi ultimi sono disponibili per ordini online attraverso la divisione Agilent Ultra Scientific visitando www.ultrasci.com/components/customstandard. I prodotti custom sono fabbricati secondo le esigenze specifiche del cliente, sono in seguito qualificati e certificati dal nostro team di esperti chimici presso la nostra struttura accreditata ISO 9001, 17025 e Guide 34.

Libreria di risorse online per ICP-MS Agilent

L'articolo pone l'attenzione sulla formazione, in modo da ottenere il meglio dal proprio strumento ed evitare problemi. Nel quadro di questo sforzo educativo Agilent ha sviluppato un'apposita pagina web, la Libreria di risorse online per ICP-MS Agilent, al link www.agilent.com/en/promotions/icp-ms-resource, dove è possibile trovare i collegamenti a video che guidano attraverso le procedure di manutenzione, oltre a suggerimenti e trucchi e altre pubblicazioni per contribuire a fare in modo che i sistemi ICP-MS funzionino senza problemi.

Riepilogo

La maggior parte dei guasti di uno strumento si verifica nella zona di introduzione del campione: è quindi importante prestare attenzione a coni di interfaccia, tubi della pompa, drenaggio, torcia, camera di nebulizzazione e nebulizzatore, per ottenere ogni giorno buone prestazioni strumentali. Di seguito troverai un elenco di risorse che ti aiuterà a lavorare con il tuo sistema ICP-MS nel modo più efficace possibile:

[Canale YouTube sulla spettroscopia atomica di Agilent](#)

[Parti e prodotti di consumo per sistemi ICP-MS](#) (On-line Store)

[Note applicative per i sistemi ICP-MS Agilent](#)

[Guida di riferimento rapido per i sistemi ICP-MS Agilent](#) (elenca i più comuni prodotti di consumo)

[Catalogo dei prodotti di consumo per la spettroscopia Agilent](#)

[Standard inorganici e metallo-organici Agilent per la spettroscopia atomica](#)

[Catalogo dei prodotti di consumo Agilent per i sistemi ICP-OES e ICP-MS PerkinElmer](#)

[Webinar registrati di Agilent per la spettroscopia atomica](#)

Agilent realizza anche la rivista trimestrale Agilent ICP-MS Journal (www.agilent.com/en-us/newsletters/icpmsjournal), che presenta applicazioni concrete e aggiornamenti, e costituisce una fonte molto utile di informazioni per gli utenti ICP-MS. È possibile abbonarsi facendo clic sul collegamento blu qui sopra.

Infine, devi sapere che il personale esperto Agilent è sempre a disposizione per darti assistenza e consulenza specifica per la tua applicazione o dettagli sul tuo strumento. C'è anche la University Agilent (www.agilent.com/en/technology/agilent-university), in particolare per la formazione di nuovo personale o di nuovi utenti in questa tecnologia. È in offerta la manutenzione preventiva su tutti gli strumenti Agilent per assicurare le migliori condizioni operative e siamo in grado di offrire una consulenza su metodi e applicazioni specifica per le tue esigenze.

Informazioni sull'autore

Gareth Pearson (Product Manager Prodotti di consumo per i sistemi ICP-MS, Agilent Technologies, Australia)



Pearson si è laureato presso l'Università di Hull, Regno Unito, nel 2003 con un master in chimica per chimica analitica e tossicologia. Nel 2007 ha completato un dottorato di ricerca sui sistemi ICP-MS dal titolo "Elemental Speciation and Miniaturised Sample Introduction Studies for ICP-MS". Ha lavorato come Product Manager nel Regno Unito e in Australia per la spettroscopia e la strumentazione per la preparazione del campione dal 2007. Attualmente, il Dott. Pearson è Product Manager Prodotti di consumo per i sistemi ICP-MS per Agilent Technologies con sede presso lo Spectroscopy Technology Innovation Centre di Melbourne, Australia. Ha oltre 15 anni di esperienza nel campo della chimica analitica e della spettroscopia.

www.agilent.com/chem

Le informazioni fornite possono variare senza preavviso.

© Agilent Technologies, Inc. 2019
Stampato negli Stati Uniti, 11 aprile 2019
5994-0860ITE

