

飲用水處理藥劑液氯中有效氯檢測方法

中華民國 115 年 7 月 28 日環部授研字第 1155108906 號

自中華民國 115 年 11 月 15 日生效

NIEA D435.22C

一、方法概要

於現場將液氯經容器閥與輔助閥（針閥）導出使其汽化後，採集汽化後之固定體積氣體，以碘化鉀溶液吸收其中所含氯氣，量測殘留氣體（如 H_2 、 O_2 、 N_2 、 CO 、 CO_2 等）體積，依採樣氣體氯氣比例換算液氯中有效氯含量。

二、適用範圍

本方法適用於飲用水處理藥劑液氯中有效氯(Cl_2)檢測。

三、干擾

略。

四、設備與材料

（一）氣體量測管：以下稱量測管，材質為玻璃，型式如下二種：

(1) 無下端釋放口之量測管（測定裝置如圖一）：容量為 100 mL，量測管上端細頸刻度以容量 1 mL 分為 50 等份，每等份 0.02 mL。

(2) 下端設有釋放口之量測管（測定裝置如圖二）：容量分為 100 mL（規格如圖三）或 500 mL（規格如圖四）。量測管上方 10 mL 範圍內有容積刻度至少為 0.1 mL，其下方約 2 cm 內之容積刻度至少為 1 mL。

（二）吸收瓶：玻璃材質或其他適當材質，盛裝碘化鉀溶液或氫氧化鈉溶液，容量為約 250 mL 或 750 mL 或其他適當容量；後段氫氧化鈉溶液吸收瓶得視需要增加容量，以確保殘餘氯氣充分吸收。

（三）三通活栓：聚四氟乙烯 (PTFE)、玻璃或不與氯氣反應之材質。

（四）雙通活栓：聚四氟乙烯、玻璃或不與氯氣反應之材質。

（五）軟簧夾。

（六）氯氣導入管：橡皮管（氟橡膠軟管）或不與氯氣反應之材質軟管。

- (七) 碘化鉀吸收液導入管：橡皮管（氟橡膠軟管）或不與碘化鉀反應之材質軟管。
- (八) 樣品容器架：固定液氯鋼瓶或容器。
- (九) 容器閥：控制氯氣流出，連接輔助閥與導氣系統。
- (十) 輔助閥（針閥）：微調氣體流量。
- (十一) 起泡瓶：玻璃材質，內盛裝水，藉由起泡頻率，以觀察氣泡速率。

五、試劑

檢測時使用之試劑除非另有說明，否則至少必須為試藥級。使用之溶液，可依試藥配製比例製備所需使用體積。

- (一) 試劑水：電阻率 $\geq 16 \text{ M}\Omega\text{-cm}$ 。
- (二) 氯化鈉溶液，300 g/L：將氯化鈉 300 g 溶解於試劑水中，並添加試藥級硫酸調整成弱酸性（pH 5 至 pH 6），並稀釋至 1,000 mL。
- (三) 碘化鉀溶液，100 g/L：將碘化鉀 100 g 溶解於 300 g/L 氯化鈉溶液中並稀釋至 1,000 mL。
- (四) 氫氧化鈉溶液：稱 200 g 氫氧化鈉溶解於約 200 g 試劑水中。此試劑可使用濃度 30%至 50%的氫氧化鈉溶液取代，亦可使用市售商品溶液。

六、採樣與保存

(一) 採樣前準備

- 1.採樣人員須瞭解液氯及氯氣之狀態、特性、危害性及儲存容器、場所等資料，以決定所需要的採樣裝置與安全裝備（採樣安全注意事項請參閱註1）。
 - 2.採樣前應確保採樣裝置乾淨，以避免採樣過程中交叉污染，並應選用適當材質之設備，以免樣品吸附或與化學物質反應而影響分析或造成危險。
- (二) 樣品採樣依容器而定，規定如表一。每批樣品採樣數目如容器超過兩個以上時應取檢驗結果平均值。

- 1.採樣前應檢視液氯鋼瓶外觀及壓力狀態，如發現洩漏、損壞或腐蝕，或鋼瓶內壓力高於同溫度下液氯之飽和蒸氣壓時，不得進行採樣。
- 2.樣品須為液態氯經適當再汽化者，容器為鋼瓶時，倒置取料鋼瓶即自液線以下取樣。
- 3.本方法須於現場直接檢測，樣品無須保存及運送。

(三) 測定裝置組裝及採樣定量

- 1.將液氯鋼瓶固定在容器架上，輔助閥連接至容器閥。
- 2.使用無下端釋放口之量測管（測定裝置如圖一）：
 - (1) 將量測管下端以三通活栓，於同一接口切換連接氯氣導入管與碘化鉀吸收液導入管至吸收瓶，上端接三通活栓。
 - (2) 上端以三通活栓連接釋放管至起泡瓶及氫氧化鈉吸收設備，用於吸收逸散氣體。
- 3.使用下端設有釋放口之量測管（測定裝置如圖二）：
 - (1) 量測管下端導入口可連接導管，用於氯氣導入或碘化鉀吸收液的引入。下端另設釋放口（排氣、平衡壓力）並與三通活栓連接，上端接雙通活栓。
 - (2) 下端導管在完成氣體導入後，可拆除並改接碘化鉀吸收液導管與吸收瓶，用於後續氣體吸收測定。
 - (3) 量測管的上端及下端釋放口均連接起泡瓶及氫氧化鈉吸收設備，用於吸收逸散氣體並維持系統壓力平衡。
- 4.組裝完成後，應執行以下檢查以確認裝置氣密性及活栓功能：
 - (1) 量測管本體檢查：確認無破損、接頭無鬆脫，活栓轉動正常。
 - (2) 活栓內漏檢查：
 - A.關閉上下活栓，將吸收瓶抬高至高於量測管，液體不應進入量測管，且液面應穩定，以判定下端活栓無內漏。
 - B.開啟下端活栓、關閉上端活栓，吸收瓶抬高後，液體應進入量測管且液面穩定，判定上端活栓無內漏；若液面持續上升，表示上端活栓可能洩漏。

5. 採樣及導入量測管定量

- (1) 將輔助閥透過氯氣導入管接至量測管下端導入口。
- (2) 開啟上下端活栓，微開容器閥並緩慢開啟輔助閥，使液氯導出汽化為氯氣後，緩慢導入量測管（註2）。
- (3) 量測管的容量不同時，導入時間亦不同，容量 100 mL 時，持續導入氯氣 2 分鐘至 6 分鐘；容量 500 mL 時，持續導入氯氣 10 分鐘至 15 分鐘（註3）。

七、步驟

（一）使用無下端釋放口之量測管

1. 導入完成後，依序關閉容器閥、輔助閥，接著關閉上下端活栓。
2. 靜置量測管（約 10 分鐘）至達室溫，稍微開啟上端活栓使壓力平衡後立即關閉。
3. 確認吸收瓶已加入足量碘化鉀溶液（100 g/L）（註4）。
4. 將下端三通活栓切換連接碘化鉀吸收液導入管與吸收瓶，打開軟簧夾，排除導管與三通活栓間空氣。
5. 關閉三通活栓後，確認導管內已充滿碘化鉀溶液且無氣泡。
6. 將三通活栓轉向吸收液導入方向，使碘化鉀溶液流入量測管，並緩緩搖盪量測管以吸收氯氣。
7. 待導入的吸收液液面不再上升時，將其靜置 5 分鐘至 8 分鐘。
8. 將量測管與吸收瓶中的液面維持在同一水平面，並讀取量測管中殘餘氣體體積(V_2)。

（二）使用下端設有釋放口之量測管

1. 導入完成後，將下端三通活栓轉向釋放口打開，同時關閉上端雙通活栓，以排出多餘氣體。
2. 依序關閉容器閥與輔助閥，將下端三通活栓切換至全關閉位置，並移除氯氣導入管。
3. 靜置量測管（約 10 分鐘）至達室溫，稍微開啟上端活栓使壓力平衡後立即關閉。

4.確認吸收瓶已加入足量碘化鉀溶液（100 g/L）（註4），並依七、（一）4.至七、（一）7.步驟進行吸收操作。

5.將量測管與吸收瓶中的液面維持在同一水平面，並讀取量測管中殘餘氣體體積(V_2)。

八、結果處理

每一樣品均須自採樣階段起至分析階段，依相同程序執行重複樣品分析，並計算平均值為其檢測結果。同批（註5）多件樣品應取各檢測結果之平均值作為該批檢測結果。有效氯(Cl_2)含量(%)(v/v)計算公式如下：

$$A = \frac{V_1 - V_2}{V_1} \times 100\%$$

A：有效氯(Cl_2)含量(%)(v/v)

V_1 ：氣體量測管的容積(mL)

V_2 ：氣體量測管中的殘餘氣體體積(mL)

九、品質管制

每一樣品均須自採樣階段起至分析階段，依相同程序執行重複樣品分析，其相對差異百分比應在 0.2 % 以內。

十、精密度與準確度

略

十一、參考資料

（一）中華民國國家標準，工業用液氯－氯含量測定，CNS 432 K1034，中華民國 114 年。

（二）中華民國國家標準，液氯檢驗法，CNS 1059 K6096，中華民國 64 年。

（三）行政院環境保護署，化學物質採樣方法，NIEA T103.10B，中華民國 110 年。

(四) 日本規格協會，工業用液化塩素—塩素含有量の求め方，
JIS K1102，2024。

註 1：採樣安全注意事項

- (1) 視化學物質特性、採樣作業及現場環境監測結果，使用適當之防護裝備（如表二），必要時使用 C 級以上防護裝備，以維護採樣人員安全。
- (2) 採樣前應先查詢液氯及氯氣安全資料表 (Safety data sheet, SDS)，以瞭解化學物質特性、成分及貯存方式，並準備相關防護設備及裝置。
- (3) 採樣人員應由現場人員說明及引導至採樣位置，遵循安全作業規範，並遵守採樣現場的安全風險處理措施。
- (4) 保持照明充足，且應注意使用明火設備之安全性。
- (5) 採樣現場如存在揮發性有機物，應避免使用火源或加熱裝置。
- (6) 如進入儲槽採樣前，採樣人員須先觸及儲槽，將身上的靜電接地消除。
- (7) 採集液化氣體必須特別注意遠離安全洩壓閥之位置，應嚴防爆炸、火災、窒息、中毒、腐蝕、凍傷等事故，採樣地點應通風良好且遠離火源。採樣時，應注意不同採樣物質之安全灌裝量。
- (8) 採樣前應確認氫氧化鈉吸收設備運作正常，以防逸散氯氣造成人員危害。

註 2：液氯汽化導入量測管後，系統內將維持正壓且充滿氯氣，可使用肥皂水塗抹於管路與接頭處進行檢漏，觀察是否產生氣泡。確認無漏氣後，方可進行後續操作。亦可使用氨水或將氨氣靠近各接頭處，如有氯氣逸散，即會產生明顯白霧，以利判別是否漏氣。

註 3：可藉由觀察起泡瓶內氣泡頻率調整輔助閥，以控制氣流速度至起泡器內起泡每分鐘 10 次為止。此種速度，經 15 分鐘後，量測管中原有空氣即確保完全趕出。

註 4：使用 100 mL 量測管時，應準備約 200 mL 碘化鉀溶液（100 g/L）；使用 500 mL 量測管時，約需 700 mL 碘化鉀溶液（100 g/L）。碘化鉀溶液體積可視氯氣含量及量測管容量調整，以確保能完全吸收氯氣，並補充液位至穩定液封位置以利讀取刻度。

註 5：同批指同一來源、同一進貨批號或同一進廠時間之液氯。

表一 同批應採樣的最低數與容器數對照表

容器	容器數	應採樣最低數
槽車以外之容器	1-10	1
	11-50	2
	51-100	3
	101-500	5
	501-1000	10
槽車	1	1

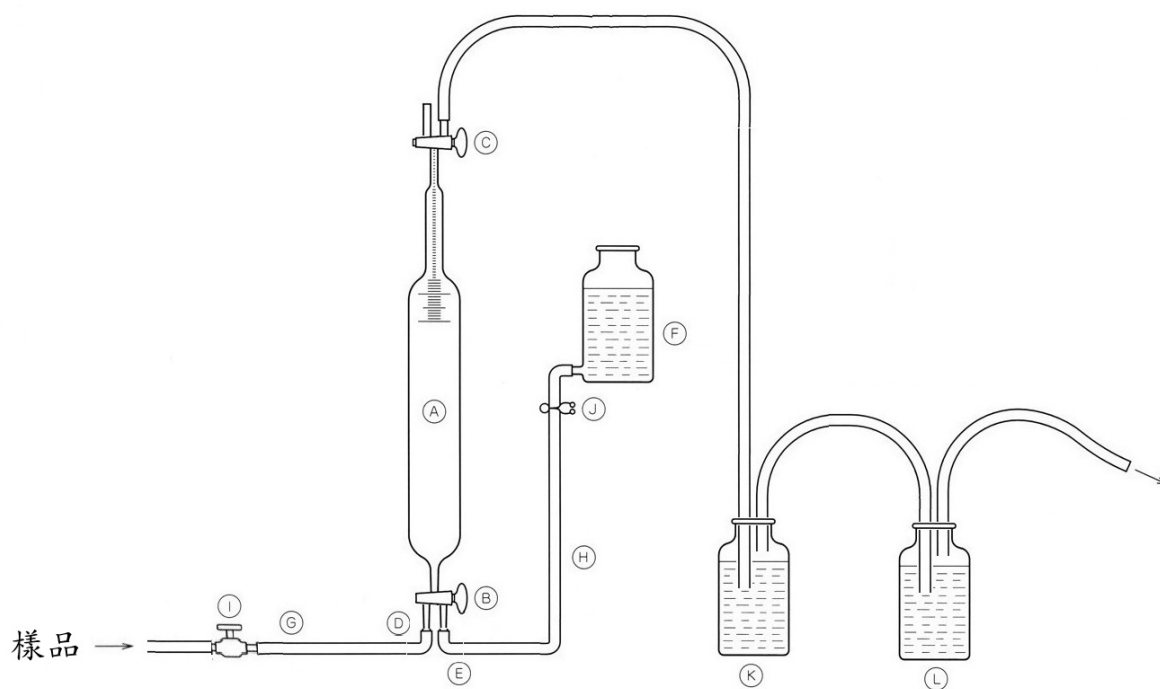
註：一批液氯之容器數目如超過 1000 時，其超過數目仍適用表一，而合計之。

資料來源：參考資料（二）

表二 個人防護裝備等級、選用時機及基本配備

防護等級	選用時機	基本配備
A 級防護	現場已測得高濃度蒸氣、氣體或懸浮微粒，或採樣時有可能會接觸到毒性化學物質。	1.含面罩自供空氣式人工呼吸器 (SCBAs)。 2.正壓全密封式化學防護衣、內式化學防護手套。 3.適當之工作服。 4.具化學防護之長（半）統安全鞋、可棄式鞋套。 5.適當之安全帽。
B 級防護	現場已測得高濃度蒸氣、氣體或懸浮微粒，但對皮膚不致有害或現場氧氣濃度低於 19.5%。	1.含面罩自供空氣式人工呼吸器。 2.頭套連身式化學防護衣。 3.內、外式化學防護手套。 4.適當之工作服。 5.具化學防護之長（半）統安全鞋、可棄式鞋套。 6.適當之安全帽。
C 級防護	已知採樣現場危害氣體濃度，且濾毒罐能有效吸收此氣體，作業場所為與大氣相通之開放式空間，皮膚直接碰觸危害物不會造成嚴重傷害。	1.全面式或半面式面罩之空氣濾淨呼吸器。 2.頭套連身式化學防護衣。 3.內、外式化學防護手套。 4.適當之工作服。 5.具化學防護之長（半）統安全鞋、可棄式鞋套。 6.適當之安全帽。
D 級防護	採樣現場無危害物質暴露風險、危害物濃度不超過最大許可暴露濃度或作業中不可能吸入任何危害物，作業場所為與大氣相通之開放式空間。	1.適當之工作服。 2.手套。 3.安全鞋。 4.安全眼鏡或護目鏡。 5.適當之安全帽。

註：可依化學物質之危害特性需求，以環境監測設備於採樣過程中全程監測現場環境之危害狀況，作為防護裝備選擇依據，確保執行開桶時及採樣過程之安全。

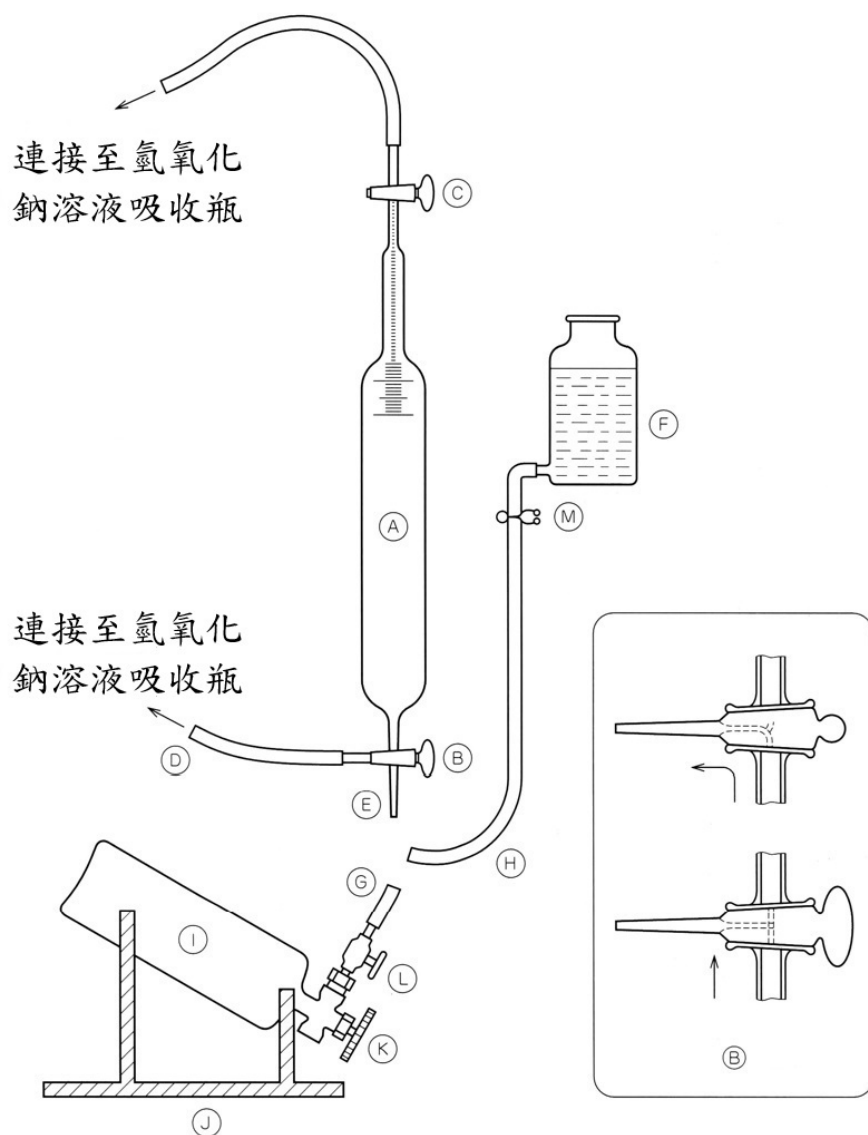


說明

- | | |
|-------------|--------------|
| A. 氣體吸收量測管 | G. 氯氣導入管 |
| B. 下端三通活栓 | H. 碘化鉀溶液導入管 |
| C. 上端三通活栓 | I. 輔助閥（針閥） |
| D. 氯氣導入口 | J. 軟簧夾 |
| E. 吸收液導入口 | K. 起泡瓶 |
| F. 碘化鉀溶液吸收瓶 | L. 氫氧化鈉溶液吸收瓶 |

圖一 有效氯含量測定裝置圖例（無下端釋放口）

資料來源：參考資料（二）



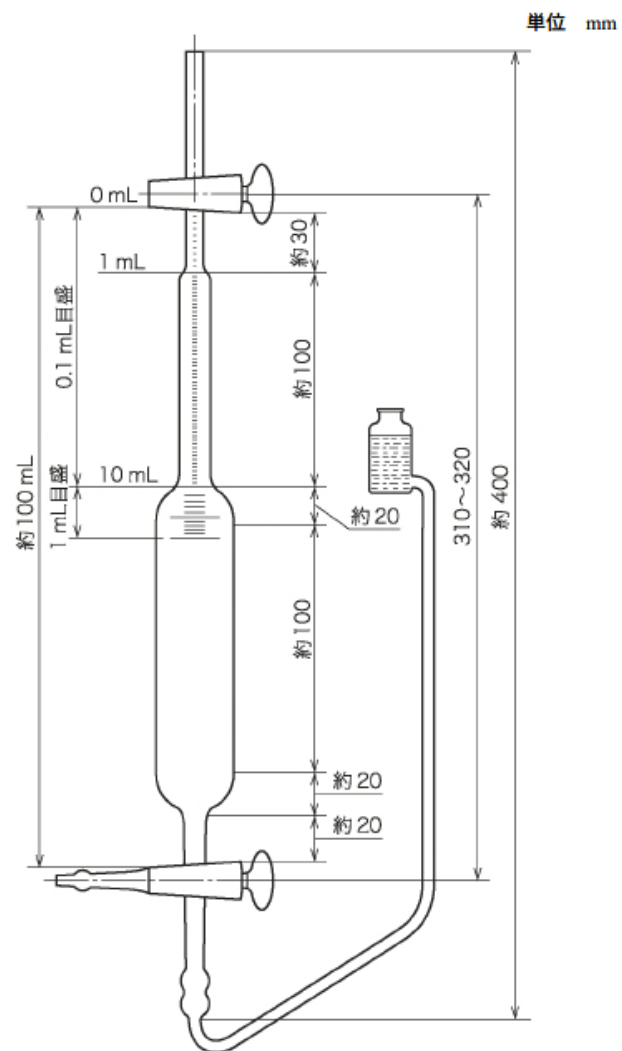
說明

- A. 氣體吸收量測管
- B. 下端三通活栓
- C. 上端雙通活栓
- D. 釋放管
- E. 量測管導入口
- F. 碘化鉀溶液吸收瓶
- G. 氯氣導入管

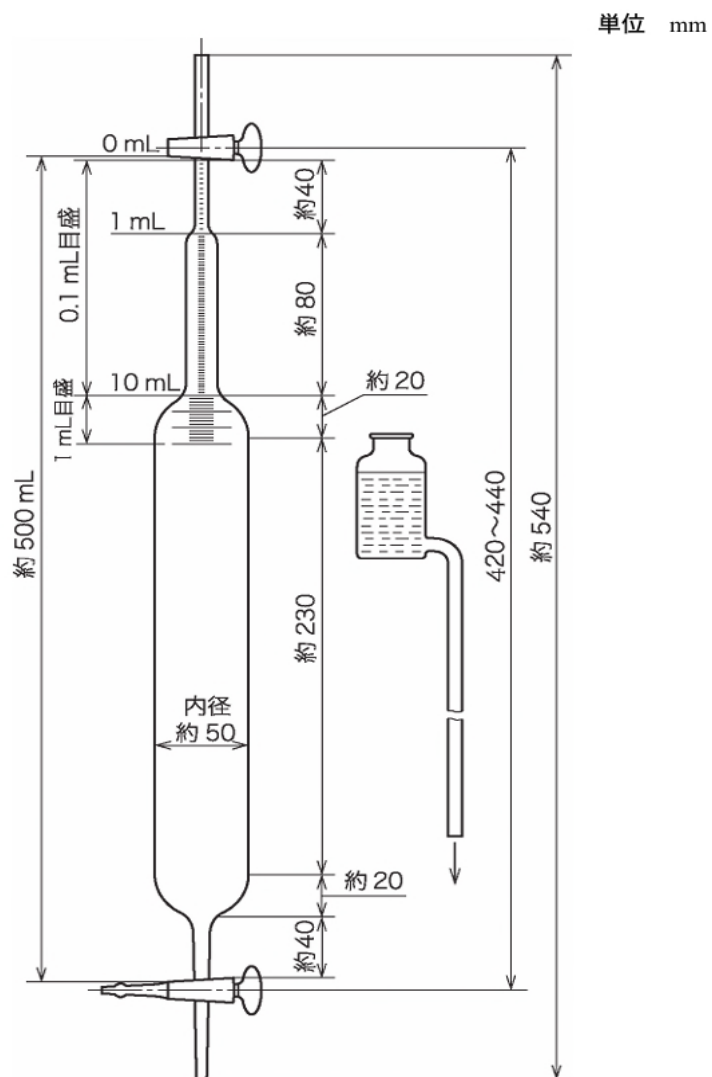
- H. 碘化鉀溶液導入管
- I. 樣品容器
- J. 樣品容器架
- K. 容器閥
- L. 輔助閥（針閥）
- M. 軟簧夾

圖二 有效氯含量測定裝置圖例（下端設有釋放口）

資料來源：參考資料（一）、（四）



圖三 100 mL 氣體量測管裝置圖例
 資料來源：參考資料（一）（四）



圖四 500 mL 氣體量測管裝置圖例

資料來源：參考資料（一）（四）