

澄清石灰水快速備製方法與技術

楊志強

國立屏東大學 師資培育中心

nzm@nptu.edu.tw

摘要：澄清石灰水為氫氧化鈣溶液，廣泛應用於檢驗二氧化碳及觀察沉澱反應，在國小至大學之自然科與化學課程中，皆具高度教學應用機會。傳統製備法需將生石灰與水反應後靜置數小時甚至隔夜，再取上清液或經濾紙過濾，雖原理簡單，然耗時長、操作繁瑣且不利於課堂即時使用，且長期保存亦易變質或造成容器損耗。本文提出「澄清石灰水快速備製法」，以按壓瓶為壓力來源，棉花為過濾介質，結構密封、操作簡便且可重複使用。製備時僅需將 RO 水與適量生石灰混合搖勻，利用瓶身加壓使溶液經棉花過濾，即可於短時間內獲得澄清石灰水，無須靜置，能有效配合課堂時程並提升實驗靈活性。此法兼具安全、效率與環保，符合微型實驗精神，適合在科學教育推廣與應用，為傳統製備方法提供具可行性與創新性的替代方案。

■ 前言

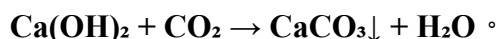
自然課實驗中，「澄清石灰水」是檢驗二氧化碳是否產生的關鍵試劑。然而，傳統製備澄清石灰水的方法不僅繁瑣，需先將生石灰加入水中靜置數小時甚至隔夜，或仰賴漏斗與濾紙進行耗時過濾，這些步驟往往無法配合課堂教學時間與實驗流程安排，成為實務上的挑戰。為了解決這一問題，本文提出一項創新技術：「澄清石灰水快速備製法」。此法運用按壓瓶與棉花結合，設計出「澄清石灰水快速過濾器」，具備密封性佳、可加壓與快速過濾等優點，能有效在短時間內製備出符合教學需求的澄清石灰水，大幅提升教學現場的實驗效率與靈活性。這項方法不僅解決實驗準備上的瓶頸，也契合微型實驗 (Microscale Laboratory) (方金祥，2014) 強調的安全、效率與環保的特點，為未來科學教育的實驗教學提供了一個實用且具推廣性的創新方案。

■ 澄清石灰水的重要性與問題

一、澄清石灰水的重要性

澄清石灰水是指氫氧化鈣 ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) 的稀溶液，呈弱鹼性，常用於檢驗二氧化碳的存在，因為 CO_2 通入澄清石灰水後會產生碳酸鈣 (CaCO_3) 沉澱，使液體變混濁，在自然科課程中，澄清石灰水常用於檢驗二氧化碳的存在，是觀察呼吸作用、燃燒、酸鹼反應等多項實驗的重要試劑。

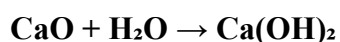
國小階段使用澄清石灰水多為定性實驗，教學目標在於引導學生觀察並檢驗二氧化碳的存在，主要是利用澄清石灰水變混濁現象，說明二氧化碳的影響，進而培養國小學生對於觀察力。國中階段則進一步結合定性與定量的概念，除了強調反應現象外，也會讓學生學習背後的化學原理，例如二氧化碳與氫氧化鈣反應生成碳酸鈣沉澱的化學式：



國中階段，除了在理化學課之外，生物課在介紹呼吸作用的時候，也會需要這個實驗需要澄清石灰水來檢驗呼吸作用的產物，學生能透過反應過程，清楚觀察生成固體沉澱的過程，有時國中老師也會再補充：若通入過量二氧化碳，原本混濁的澄清石灰水會再度變清澈，這是因為生成的碳酸鈣會進一步與二氧化碳及水反應生成可溶於水的碳酸氫鈣，化學式如下：



這樣的補充能引導學生思考化學反應的可逆性與溶解平衡概念，提升他們對化學現象的整體理解能力。到了高中或大學的化學課中，除了再次介紹過上述反應式之外，也會再補充生石灰與水反應過程或讓學生實際操作與製備。最簡單的方法就是生石灰 (CaO) 加入水中，進行使其與水反應生成氫氧化鈣溶液，化學式如下：



澄清石灰水在自然與化學教學中具高度教育價值，是檢驗二氧化碳、觀察沉澱反應與理解溶解平衡的重要材料。從國小到大學，許多實驗以此為媒介，幫助學生連結生活與科學，培養觀察、推理與化學思維。特別在探究與實作課程中，學生可藉此學習儀器操作、實驗設計與假設驗證。其製備過程也蘊含科學技能訓練，如溶液飽和度與過濾技術，是進入科學探究的重要橋樑。

二、澄清石灰水的傳統製備方法與問題分析

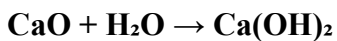
如上所述，澄清石灰水是自然科與化學實驗中常用的試劑，尤其在檢測二氧化碳（如動植物的呼吸作用）、觀察沉澱反應，以及說明氣體與液體反應的課程中，扮演著非常重要的角色。澄清石灰水的主要成分為氫氧化鈣 (Ca(OH)₂) 溶液，而這種物質在水中的溶解度相當有限，在 25°C 時約為 1.5 克 / 升。這代表每升水最多只能溶解約 1.5 克 Ca(OH)₂，形成飽和溶液。

若要製備 100 毫升（即 0.1 公升）的飽和澄清石灰水，依此比例推算，僅需約 0.15 克的氫氧化鈣即可。由於氫氧化鈣通常是由生石灰（氧化鈣，CaO）與水反應而得，因此約使用 0.10 至 0.12 克的 CaO，再加入約 100 mL 的清水，即可製成所需的澄清石灰水。在

教學現場的實務操作中，老師們往往以「一小湯匙的生石灰加入一瓶寶特瓶的清水」作為簡便方式進行配置。

值得注意的是，CaO 與水結合時會產生劇烈的放熱反應，這一特性常被應用在加熱食品的原理說明中，例如以生石灰加熱蛋或肉等食材。由於其反應具有危險性，操作時必須保持安全距離並配戴適當的防護設備，如護目鏡與口罩，避免生石灰粉末刺激眼睛與呼吸道。特別提醒，在進行實驗時應將生石灰「加入水中」，而非將水「倒入生石灰」，以避免劇烈噴濺造成危險。這些細節在教學現場中需加強指導與管理，確保學生能在安全的環境中進行操作與學習，傳統的澄清石灰水製備方式如下：

(一)準備材料：取適量生石灰加入水中，進行反應生成氫氧化鈣溶液。反應式如下：



(二)攪拌與靜置：將反應後的混合液充分攪拌後，靜置數小時甚至過夜，讓未溶解的固體氫氧化鈣沉澱至容器底部。此時上層液體會逐漸變得澄清，即為目標試劑。

(三)取得上清液：可直接小心地將上層透明液體倒出，即為澄清石灰水，亦可使用漏斗與濾紙進行進一步的過濾，以提高透明度與純度。

這種傳統製備法雖然簡單且原理清楚，但在實務操作上卻有不少限制。特別是在教學現場，教師常面臨時間緊迫、設備不足與流程效率等問題：

- 耗時長：需靜置數小時甚至隔夜，無法立即使用，影響課堂實驗安排。
- 操作繁瑣：老師常面臨需用濾紙及漏斗過濾、轉移與靜置等步驟，操作上相當繁瑣。

上述問題如果老師不趕時間的話，通常可以使用「一小湯匙的生石灰加入一瓶寶特瓶的清水」作為簡便方式進行配置，靜置一個星期後，即可取得上清液來做實驗，但是問題就是「時間」，而且澄清石灰水久置後，還可能會變質，或因為保特瓶的底部被鹼性的石灰溶侵蝕，造成漏液的困擾，若沒有合適的容器及保存條件，並不適合長適保存。

■ 澄清石灰水快速備製法介紹

然傳統的備製方式需靜置與過濾數小時，對課堂時間有限的師生而言，實為一大挑戰。筆者參考蔡期銜等人（2006）對實驗教學的建議，以及阿簡老師（2008）在部落格中分享的過濾裝置，備製過程也用濾紙或濾布等過濾方式，發現濾紙速度較慢，或濾布無法過濾乾淨，若另外使用加壓設計又得進行加工及安排掛架，於是思考利用現有器材設計出一種簡便、密封性佳且可重複使用的「澄清石灰水快速過濾裝置」。此裝置以按壓瓶作為壓力來源，搭配棉花作為過濾介質，具備器材易取得、微量使用、操作安全與快速備製等優點，能有效提升課

堂實驗的時效性與靈活性，相關材料及操作過程如下：

(一)準備材料(見圖 1)：

1. 一個乾淨的空塑膠按壓瓶 (如洗髮精瓶、洗手乳瓶，請注意不是噴瓶！)。
2. 棉花。(可從藥局或美妝店取得)
3. 生石灰。(可使用海苔乾燥劑)
4. RO 水。
5. 乘裝及測試：容器 (小茶匙、20cc 漱口量杯、吸管、止洩帶)。



圖 1 實驗所需材料

(二)備制及測試過程：

1. 將空塑膠按壓瓶打開後，取適量棉花塞入按壓瓶的吸水管處，務必壓緊但不致於完全阻塞氣體或液體流動，接合處可用止洩帶處理縫隙。
2. 將按壓瓶裝入清水 (使用 RO 水即可) 再加入一匙 CaO 後，蓋緊瓶蓋均勻搖晃混合。
3. 按壓瓶身產生壓力，使液體由吸管經過棉花區快速過濾，最後滴入接收容器中，即可取得澄清石灰水。
4. 測試：測試時可利用吸管，將口中氣體吹入石灰水中，觀察其變化前後差異。

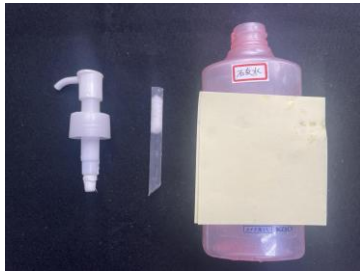


圖 2 棉花塞入吸水管

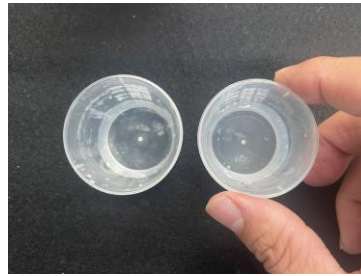


圖 3 吸氣前澄清石灰水



圖 4 吸氣後澄清石灰水

「澄清石灰水快速過濾裝置」，主要以按壓瓶結合棉花作為濾材，除了縫隙可能需要使用止洩帶處理之外，其餘部分皆以現成的器材組裝即可，將 RO 水與 CaO 充份混合後，無需等待即可馬上取用，成功克服傳統澄清石灰水製備需長時間靜置與過濾的限制，有效提升課堂實驗的時效性與彈性，也展現了微型實驗精神下的創新實踐，期望為自然科教學提供一套具實用性與推廣潛力的理想方案。

■ 參考資料

方金祥 (2014)。微型實驗簡介(上)。臺灣化學教育，2。

<https://chemed.chemistry.org.tw/%e5%be%ae%e5%9e%8b%e5%af%a6%e9%a9%97%e7%b0%a1%e4%bb%8b%e3%80%88%e4%b8%8a%e3%80%89%ef%bc%8f%e6%96%b9%e9%87%91%e7%a5%a5-3/>

阿簡 (2008 年 12 月 28 日)。快速過濾器製作--澄清石灰水的好幫手。阿簡生物筆記。https://a-chien.blogspot.com/2008/12/blog-post_28.html

蔡期銜、鄭珮驊、詹惠媛、李沐瑾、彭敏芝、蘇芸蓁 (2006)。我變!我變!我變變變!~澄清石灰水變身大考驗。全國中小學科展，國小組化學科。未出版。