

微型實驗簡介 (上)

方金祥

創意微型科學工作室

chfang1273@yahoo.com.tw

微型實驗 (Microscale Laboratory, 簡稱 M.L.) 是近年來國內、外迅速發展的一種實驗, 著者曾參加在二〇〇〇年十二月在香港浸信會大學舉行的國際微型化學學術研討會, 二〇〇二年八月於北京舉行的第十七屆國際化學教育學術研討會及二〇〇四年八月土耳其伊斯坦堡舉行的第十八屆國際化學教育學術研討會二〇〇六年八月於韓國首爾舉行的第十九屆國際化學教育學術研討會, 以及二〇一〇年八月於台灣台北舉行的第二十一屆國際化學教育學術研討會, 往後各屆國際化學教育學術研討會中之主題中, 都將有關微型化學實驗列入十大研討主題之一, 由此可見微型實驗是二十一世紀化學教育的發展方向和重要課題, 它是一種新穎的實驗方法和技術。

■ 微型實驗之重要性

微型實驗的崛起, 可說是八〇年代化學實驗方法漸受重視的實驗改革。一九八二年美國 D. W. Mayo 博士在 Bowdon 學院和 Bron 大學等校中成功地推展有機化學實驗微型化, 當初是著眼在環境保護和實驗室安全的需要, 並很迅速地被推廣使用。到一九八九年統計已有 400 餘所校院及研究單位採用微型化學實驗, 其試用範圍由有機化學實驗推

展到無機化學、普通化學, 推廣學校也由大學推展到中學化學實驗。到九〇年代微型化學實驗已有更迅速的發展, 此一實驗的改革也已引起國際化學界的重視。而著者早在民國七十五年便已注意到此一問題, 也曾著手設計許多與中學化學實驗相關之微型化學實驗, 並曾至台灣南區七縣市、澎湖縣及金門縣等各國中加以推廣。

■ 微型實驗的意義、特點與設計原則

(一) 微型實驗的意義

在化學教學中採用微型實驗配合科學活動動手做時, 由於體積小、輕便、經濟、安全、效果好、污染低, 可提供每位小朋友人手一套實驗裝置, 各自操作, 增加動手做的機會, 提高學習化學的興趣。微型實驗有將原傳統實驗裝置如玻璃材質之容器、試管、燒杯、冷凝管...等加以微小化而成, 亦有將原傳統實驗裝置加以改良成不易破損的塑膠材質、體積小、輕便易攜帶的微型改良實驗裝置。著者較著重在後者的微型化學實驗的設計改良與製作, 曾將多年來所設計的成果之一, 首次於一九九八年四月二十二日至二十六日, 前往中國大陸浙江杭州師範學院(現在的杭州師範大學) 參加由大陸中國化學會、杭州師院、華東師大等主辦的「九八年

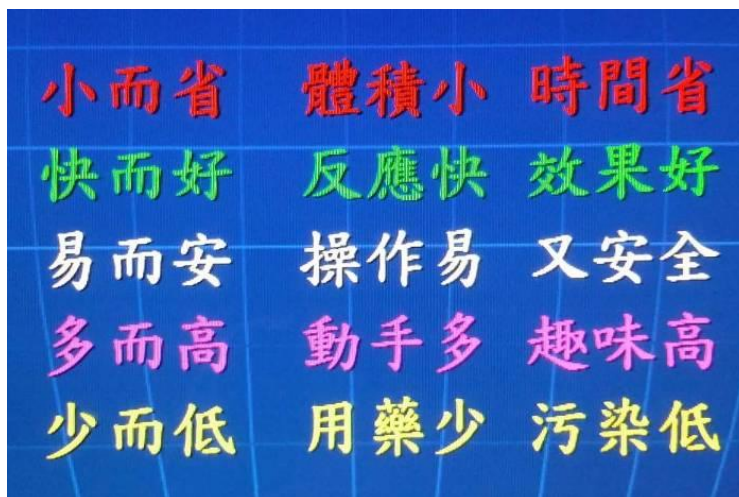
全國微型化學實驗學術大會」。會中同時舉辦第四屆全國微型化學實驗研討會及第二屆中學微型化學實驗研討會，微型化學實驗的意義與重要性，由中國科學院院士戴安邦教授於一九九八年春的題詞為：「大力推行微型化學實驗，使全國中學的化學教學皆有學生的單人實驗作業，以加強化學教學的素質教育作用。因為學生在化學實驗室的作業中，不僅學到第一手化學知識和動手技術，由於教師的指導得法、循循善誘、嚴格要求，更受到科學方法和思維的訓練，還得到科學精神和品德的培養。」以及中國科學院院士陳耀祖教授於一九九八年四月的題詞為：「化學是一門實驗性科學，在化學教育中化學實驗的教學至關重要，採用微型化學實驗儀器，可以節約試劑和時間，並得以訓練學生細心操作的技巧，使教學者得以在有限學時之內，有限經費條件下，完成實驗教學的要求。所以有關微型化學實驗儀器的研製是應該予以支持與鼓勵的，使之日臻完善並加以推廣。」，在這題詞當中已非常明確地指明了推廣微型化學實驗的目標、意義、方法與對師生的要求，也是對推展微型化學實驗工作者莫大的鼓舞與鞭策。

(二) 微型化學實驗十大特點與三字經

(1) 微型化學實驗的十大特點

著者經多年來累積的經驗後，提出以小、省、快、好、易、安、多、高、少、低等十個字代表微型化學實驗的十大特點。

(2) 微型化學實驗的三字經



將微型化學實驗的十大特點以三字經的方式來闡釋，則更能突顯出其特點如下：

(三) 微型化學實驗的設計原則

微型化學實驗的設計原則為需具有「省資源、可回收、低污染」之環保理念，以及遵守 (3+1) R 之原則。

前 3 個 R 為歐美先進國家所提出來的廢棄物處理妙方，分別為減量 (Reduce)、回收 (Recycle) 及再用 (Reuse)，再加上第 4 個 R 為拒用 (Refuse)，亦既是針對中小學的化學實驗有下列五項情形時必須加以拒用 (拒絕使用)：(1)化學藥品具有高毒性、(2)化學藥品不易買到、(3)化學反應太繁瑣、(4)化學反應有爆炸危險性、以及(5)化學實驗裝置組裝複雜且易破裂。唯在拒絕使用之前，必須針對其實驗方法及裝置提出改良設計成微型化學實驗裝置以進行微型實驗，俾使化學實驗能符合環保理念。

■ 微型實驗的歷史背景

在化學實驗中參與反應的試劑用量，係隨著科學儀器與科學技術的進步與發展，而

有逐漸減少的趨勢。早在一八四五年 N.D. Cheronis 等便已開始提倡將實驗小型化 (small-scale)，四〇年代半微量有機合成、半微量定性分析等在教學中的應用也逐漸被重視。美國化學家 Nicholas D. Cheronis 在一九四一年舉行的美國化學會年會上，對半微量實驗的儀器與分析技術在普通化學及有機化學中的應用作了有系統的介紹，也受到與會學者專家的重視。一九七五年美籍華裔學者馬祖聖 (T. S. Ma) 教授曾編著「化學中的微型操作」一書來推展微型化學實驗，此後有不少中學化學教師也受到影響而開始研究一些小型化的實驗裝置來進行化學實驗，微型有機化學實驗在八〇年代脫穎而出後，就奠定了微型化學實驗的基礎，由此可見化學實驗小型化、微型化是化學教學發展的重要課題與必然的趨勢。

■ 國外有關微型實驗的發展

一九八二年起 Mayo 等在 Bowdoin 學院及 Merrimack 學院等的有機化學實驗教學中便開始採用微型有機化學實驗，一九八四年在美國化學年會中首次發表微型化學實驗，一九八五年在美國化學教育雜誌刊出有關微型化學實驗的論文，一九八六年第一本「微型有機實驗」書問世，一九八九年第二版出版，根據統計至一九八九年底美國已有四百多所院校採用了微型化學實驗，Mayo 預測到一九九二年將有百分之八十左右的美國大學基礎有機實驗會走向微型化。微型有機化學實驗在國外發展非常迅速，並帶動了無機化學、普通化學及中目前學化學的微型實驗的研究與應用。

目前微型實驗在大學和中學化學中的應用已受到國際化學教育界的重視，美國化學教育期刊 (*Journal of Chemical Education*) 自一九八九年十一月起開闢「微型實驗 (The Microscale Laboratory)」的專欄，以加強對微型實驗的報導，至今微型實驗在世界上已有很好的發展。

■ 大陸有關微型實驗的發展

大陸從一九八八年起開始引進並研發微型實驗，首先在大學院校來推廣使用，爾後陸續推廣到全國中學。目前微型實驗已被列為高校化學教育研究中心的課題，籌組研究協作組來大力推展，至今已有十三、四年了。在大陸的教委會有關部門、中國化學會和各有關院校的支持下，經過很多教師的共同努力，微型化學實驗已在大陸七百多所院校及中學推廣應用。

目前大陸方面在微型實驗之推展，已受到國外同行的矚目，杭州師範大學化學系周寧懷教授為大學院校首先帶動並推展微型實驗的專家學者，周寧懷教授曾相繼在國際理論與應用化學聯合會 (IUPAC) 的學術大會及歐亞化學大會發表論文，由此可見，大陸在微型實驗推展所做的努力，已有相當的績效。

大陸每兩年舉辦一次全國微型化學學術大會，著者曾出席在一九九八年在杭州師範、二〇〇五年在齊齊哈爾大學、二〇〇七年在廣東湛江師範學院以及二〇〇九年在內蒙古民族大學舉辦的研討會發表論文。其中一九九八年四月二十二日至二十六日由杭州

師範學院負責舉辦九八年第四屆全國微型化學學術大會 (ACML)，會中著者受邀發表論文及擔任研討會分組副主席，並以「減量減廢化學教學實驗設計研究」一文，在學術大會中報告與作品展示，受到與會大學教授專家學者及中學教師一致肯定。在學術大會後，大會決定成立「全國微型化學實驗研究中心」，中心聘請主持人擔任首屆理事及特約研究員，以加強兩岸學術交流，並期望微型化學實驗能在兩岸加速推展。

→ 續【[微型實驗簡介 \(下\)](#)】