



# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 國科會專題研究計畫成果報告撰寫格式說明

### Preparation of NSC Project Reports

計畫編號：NSC 90-2511-S-032-009-X3

執行期限：90年8月1日至91年10月31日

主持人：吳慧芬

共同主持人：

計畫參與人員：廖佳儀、陳建弘

#### 一、中文摘要

本計劃特別針對現行大學部儀器分析實驗課程進行評估或改善，並提出新的解決方法來降低或去除原本實驗課程中會造成環境污染或對人體有害之物質的研究。具體的研究內容主要包括下列四項：

1. 原子吸收光譜儀(AA)在鉛的測定：由測量汽油中的四乙基鉛更改為測量水中之鉛污染。
2. 將紫外光/可見光光譜儀(UV/VIS)、高效能液相層析儀(HPLC)、傅立葉紅外光光譜儀(FT-IR)、溶液化學須氧量(COD)等實驗中所使用之毒性較高的溶劑的用量降低或尋求毒性較低的溶劑替代品。
3. 將電位控制法所使用之傳統大電極更改為微小的拋棄式印刷電極，減少分析藥品之使用量。
4. 實驗中分析樣品的取樣儘量更改為取自於食品、人體尿液或自然環境中的樣品等，減少化學藥品使用量。

**關鍵詞：**儀器分析實驗、原子吸收光譜儀、鉛的測定、水中鉛之污染、紫外光/可見光光譜儀、高效能液相層析儀、紅外光光譜儀、溶液化學須氧量、溶劑的毒性、循環伏安法、印刷電極

#### Abstract

Evaluating and performing several new

methods to reduce the pollutants produced from the experiments of instrument analysis that may cause environmental pollution and toxicity to human beings. There are four items in the following :

1. In the Atomic Absorption experiments : Determine the lead in water instead of gasoline.
2. In the UV 、 HPLC 、 IR and COD experiments : To reduce the quantity of poisons and solvents produced from the experiments .
3. In the CV experiment : Using screen printing electrodes instead of traditional large electrodes to reduce the solvent wasting used in the traditional experiments.
4. In the experiments of instrument analysis : Sampling the foods or urine to reduce the chemicals used in the laboratory.

**Keywords:** Instrumental Analysis , AA , Lead , HPLC , UV/VIS , IR , COD , CV , Screen Printing electrode

#### 二、緣由與目的

現今的環境污染問題日益嚴重，全民環保意識的提昇與環保工作的推動已刻不容緩，同時也是目前全世界最迫切需要解決的問題之一。過去所設計化學系大學部實

驗課程的內容由於操作的人數眾多再加上以往對於環境污染問題的忽視，已造成今日許多化學藥品與環境有毒污染廢棄物的處理問題。若再不妥善處理將會加重台灣現今已經面臨的嚴重環境污染問題。因此本計劃特別針對現行大學部之儀器分析實驗課程中所進行的多項實驗做具體的評估，並提出有效的減少藥品用量或降低毒性之替代方案以降低或去除毒性較高的化學藥品或溶劑使用。

### 三、結果與討論

經過全盤性的檢討與評估實驗課程中會造成環境污染或對人體有害之部分，再考量整體實驗進行之可行性後將現行之大學部儀器分析實驗做了大幅度之調整。進行之污染問題改善方法執行結果作下列的說明：

- I. 首先將課程中高度污染性的實驗或溶劑予以刪除：極譜儀的實驗使用的滴汞電極所產生的汞廢液一直是極度困擾的污染問題，再加上高揮發性的劇毒水銀蒸氣會危害神經系統、消化系統和呼吸系統，吸入過多時可能會致命。在溶液化學須氧量(COD)實驗中所使用的高氧化試劑  $K_2Cr_2O_7$  為致癌物質，長期接觸或反覆吸入會引起鼻中隔的潰瘍和穿孔，研究顯示也有可能造成肺癌，尤其對水中生物具高度毒性。有鑒於總總難以排除之危害，因此決議將上述實驗予以刪除。另外在多項實驗中所使用之溶劑氯仿會抑制中樞神經系統，長期暴露下可能造成肝和腎損傷，大量吸入甚至可能導致心肺衰竭死亡，因此全部改成以毒性較低的乙醇和二氯甲烷取代之。
- II. 另外針對實驗中污染問題之具體改善方法詳細說明如下：
  1. 原子吸收光譜儀(AA) 的實驗：原來的實驗原本規劃為檢測汽油中之四乙基鉛中的鉛含量，由於四乙基鉛不溶於水，本實驗必須將其溶於有機溶劑 iso-octane 中。同時四乙基鉛會刺激眼睛、皮膚和呼吸道，可能會傷害胎兒或造成腎臟、腦部和視力損傷，嚴重

時可能致死。因此將本實驗嘗試先更改成分析水中之鉛含量，然而在測量海水中的鉛含量時有嚴重的氯干擾。另外原本使用火焰式原子化法所需的樣品量較多所需的樣品濃度也較高，因此再將本實驗的原子化法更改為電熱式原子化法。如此不但可利用階段式的處理先利用介質的添加去除海水中的氯干擾，而且偵測的濃度可從 5 PPM 降低至 10 PPB，同時所需的樣品消耗量也由 100 ml 減少至 20  $\mu$ L。雖然儀器所需消耗的石墨爐成本較高，然而可以排除干擾問題，同時亦可大大的增加偵測靈敏度。改善後的實驗除了完全不須使用到任何有機溶劑之外，分析物標準品所需配置的體積與濃度也大大的降低了，產生重金屬廢棄物的量也可大量減少。

2. 循環伏安法(CV) 的實驗：原本實驗所採用的傳統三電極系統的體積較大，每次分析所使用的溶液量至少需要 10 ml。因此將本系統更改為網版印刷電極後，由於三電極的體積與距離都減小，每次分析所需要使用的溶液量只須 10  $\mu$ L 即可。另外網版印刷電極的成本低廉，使完後即可丟棄，既不會對環境造成污染，還可省略拋光電極的過程，可去除氧化鋁粉的使用。學生除了經濟與環保的體認外，還可以訓練其現代化多元性科學整合研究之能力。
3. 儀器偵測之未知物樣品的取樣盡量直接採用一般食品、藥物或人體體液如血液或尿液等，以減少化學藥品的使用量。並將高毒性的溶劑改用其他低毒性的溶劑取代，並評估其可行性。例如：
  - (1) 紫外光/可見光光譜儀的實驗：採用吸煙者之尿液，偵測尿液中之尼古丁含量。並將該實驗之樣品前處理的溶劑從氯仿改成毒性較低的二氯甲烷。經由學生實際操作之結果比較發現雖然萃取效率較差但是對於整體實驗影響不大。除了讓學

生親身體驗醫療檢驗機構之檢驗程序外，並進一步了解吸煙對身體的危害與影響。

- (2) 高效能液相層析儀的實驗：增加檢測中藥靈芝有效成分及飲料中之咖啡因含量。採用固相萃取法技術作靈芝有效成分的萃取。傳統的萃取法需要使用大量的溶劑來進行，而固相萃取法只須將樣品通過一小段填充吸附劑的管子後再利用適當且微量的溶劑將其沖提出來即可。此法不但大量的減少了萃取溶劑的使用、提昇了萃取的效率同時也縮短了萃取所需的時間。
- (3) 在傅立葉紅外線光譜儀(FT-IR)的實驗中清洗鹽片的溶劑由氯仿更改成無水酒精。雖然酒精還是會稍微溶蝕鹽片，但是整體來說對透光度影響尚可接受，而對實驗的影響亦可藉由背景扣除來克服此缺陷。
- (4) 增加質譜儀以固相微萃取法來檢測藥物含量與藥物結構鑑定：除了有毒化學藥品廢棄物所造成的環境污染之外，時下多數人對藥物濫用的漠視亦是十分嚴重的社會問題。質譜儀由於分析快速、方便及高靈敏度等優點已經發展成許多環境、藥物及食品分析等不可或缺的技术之一。另外結合了固相微萃取法除了可以克服避免水樣注入質譜儀之困擾外，也將偵測極限及藥品使用量大幅降低。使得原本必須溶於化學溶劑中之三環抗鬱劑可以溶於水樣中，除去化學溶劑之浪費，同時亦可將偵測極限由  $5 \times 10^{-5}$  g/ml 降低至  $5 \times 10^{-6}$  g/ml，減少化學藥品的消耗及使用。

本計劃中所提之各項具體改善措施，在本執行年度中不僅已將現行之大學部儀器分析實驗做了大幅度之調整，並在過去的一年中由化學系大學部四年級與化工系三年級全部三百多位學生實際參與執行。新的課程編排，除了可以有效減少實驗中廢棄物或污染物的產生，降低有毒物質對人體的傷害之外，並讓學生對於環境保護有了較深體會與認知。這些專業知識的吸收，加上新的樣品處理方法(例如：固相萃取法與固相微萃取法)與自然環境中採樣(例如：飲用水重金屬污染測定、維他命丸、中藥、飲料和人體血液或尿液等)，讓學生不僅僅只學習到儀器的操作與原理，亦可直接對台灣環境污染做檢測，完成維護環境污染工作的訓練。

#### 四、 成果自評

為了兼顧基礎科學教學品質，並加強學生對環境污染之體認與環保意識之提昇，

## 五、 參考文獻

1. 吳連賞，國內一般廢棄物量回收之若干重要課題分析，環境科學技術教育專刊，1，25。
2. 荊溪昱，地底超臨界廢水氧化處理，環境科學技術教育專刊，1，49。
3. 方金祥，學校化學實驗室減廢妙方(4+1)R，環境科學技術教育專刊，3，14。
4. 方金祥，多功能低污染化學實驗器具組合-並聯式塑膠注射筒，環境科學技術教育專刊，5，67。
5. 黃汝賢，工發水處理廠的現況，問題及對策，環境科學技術教育專刊，7，49。
6. 方金祥，國中低污染化學實驗之改良設計研究，環境科學技術教育專刊，8，51。
7. 方金祥，國中化學實驗室之污染防治及處理之探討，9，60。
8. 賴延水，高雄地區工業用水與民生用水分離之成效，環境科學技術教育專刊，11，29。
9. 黃汝賢，高屏地區水資源受氮氮污狀況與去除方法，環境科學技術教育專刊，11，32。
10. 洪木利，民眾與水，環境科學技術教育專刊，11，76
11. 劉仲康，微生物在垃圾與廢水處理上扮演的角色，環境科學技術教育專刊，13，27。
12. 洪木利，校園減量減廢改良實驗之推廣，環境科學技術教育專刊，14，72。
13. 洪木利，從減少廢污量看實驗室的安全衛生管理，環境科學技術教育專刊，15，57。
14. 嚴祖強，國中理化科減量減廢改良實驗之推廣計劃參與感想，環境科學技術教育專刊，15，59。
15. 方金祥，南區國中理化科減量減廢改良實驗推廣三年感言，環境科學技術教育專刊，15，63。
16. 張明察，校園減量減-由生活科技教育談起，環境科學技術教育專刊，15，68。
17. 黃文生，省南台一中實驗廢棄物處理報告，環境科學技術教育專刊，15，74。