

台灣地區鉛污染  
防治的歷史觀



前些日子國父紀念館推出有關圓明園的展覽，其中頗引人注意的是殷商青銅器部份，都是罕見珍品，多數是酒器。正好電視台也有介紹青銅器節目，提到商朝末代皇帝紂王（在位為1154—1122B.C.），荒淫暴虐，可能是酗酒過度，中了青銅器中溶出重金屬的毒。這件事很容易使人聯想起羅馬暴君尼祿（在位為54-68A.D.）。剛登基時，勤政愛民，後來卻殺母、殺妻、殘害基督教徒，有人認為是用鉛製酒杯飲酒中了鉛毒。歷史真相，不免撲朔迷離，但是鉛的毒性，卻是不爭事實。

鉛與人類的關係，自古以來就密不可分。這項對人類健康毫無益處的物質，幾乎無所不在。據估計環境中約有二億噸鉛。主要鉛污染來源包括含鉛汽油、鉛製水管、油漆、工業製造等。在尚未推廣無鉛汽油地區，約計有90%來自含鉛汽油<sup>1</sup>。

鉛可以經由呼吸或吞食進入人體，長期存積在血液、柔軟組織（特別如腎臟）、和骨骼中。鉛會干擾鈣的生理作用，阻撓中樞神經細胞以化學方式傳遞信息，並會影響細胞膜活動。由於兒童體型小，即使攝取和成人同量的鉛，影響也遠為顯著。因此兒童血鉛含量往往是管制鉛污染標準的依據。大致說來，血鉛在10—20 $\mu\text{g}/\text{dl}$ （註：1 $\text{dl}$ 等於100 $\text{ml}$ ）之間時，有中樞神經成長受損、缺乏維他命D、血色素不足等影響。血鉛為20—60 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 時，有尿蛋白及腦神經細胞傳動性能減弱等影響。血鉛達到60—80 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 時，有明顯貧血症，以及中樞神經嚴重受損情形。血鉛超過80 $\mu\text{g}/$



dI時，可能肇致死亡。不幸的是在血鉛量小於 $45\mu\text{g}/\text{dI}$ 時，通常並沒有顯著徵象。一直要到兒童成長，有低智商或學習困難等症狀時才能知道，可惜為時已晚，無法挽救。因此訂立安全血鉛濃度標準是一件相當困難的挑戰。目前為大家所接受的是美國疾病控制防治中心，在西元一九九一年建立的兒童血鉛濃度不超過 $10\mu\text{g}/\text{dI}$ 。

讀者也許有興趣知道人體內通常血鉛濃度是多少。據估計在工業革命以前，人體中血鉛濃度約為 $0.016\mu\text{g}/\text{dI}$ 。即使在今日，住在不受污染偏僻地區居民的血鉛濃度，南半球為 $0.78\mu\text{g}/\text{dI}$ ，北半球 $3.20\mu\text{g}/\text{dI}$ 。美國在西元一九七六年時平均為 $12.8\mu\text{g}/\text{dI}$ 。後來在西元一九七八年禁用含鉛油漆，西元一九八六年禁用含鉛汽油後，西元一九九一年測到的平均血鉛濃度為 $2.8\mu\text{g}/\text{dI}$ ，同時，一到五歲兒童血鉛濃度也降低到 $3.2\mu\text{g}/\text{dI}$ ，血鉛濃度超過 $10\mu\text{g}/\text{dI}$ 兒童的比例則降到4.4%<sup>2</sup>。但在工業新興國家，情形就不很樂觀。如中國大陸工業及交通頻繁地段，兒童血鉛濃度高達 $21.8-67.9\mu\text{g}/\text{dI}$ 。據世界衛生組織估計，全球約有一半五歲以下兒童的血鉛濃度超過 $10\mu\text{g}/\text{dI}$ 。

對環工界同仁來說，用血鉛濃度作為管制標準，難免覺得有些摸不著邊際。不過世界衛生組織有一套從環境品質估計血鉛濃度的統計資料，可供參考。以成人來說，空氣中含鉛量每 $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 會產生血鉛濃度 $1.64\mu\text{g}/\text{dI}$ 。飲用水中含鉛每 $1\mu\text{g}/\text{l}$ 會產生血鉛濃度 $0.06\mu\text{g}/\text{dI}$ 。食品中每 $1\mu\text{g}/\text{d}$ 會產生血鉛濃度 $0.04-0.06\mu\text{g}/\text{dI}$ 。兒童的相關資料是，空氣中含鉛每 $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 會產生血鉛



濃度 $1.92\mu\text{g}/\text{dl}$ ，食品含鉛每 $1\mu\text{g}/\text{d}$ 會產生血鉛濃度 $0.01\mu\text{g}/\text{dl}$ ，可惜沒有飲用水方面數字。

台灣地區由於先後兩項發展，使得鉛污染情形頗為樂觀。第一項是自來水鉛管的替代。光復初期，除極少數例外，一般自來水用戶接管都用的是鉛管。在水質酸性地區，鉛很可能溶出，進入人體。當時自來水水源，以地下水為主，很多地方地下水的pH值偏低，形成一個很大的健康威脅。正好在民國40年代，台灣塑膠公司首度在國內生產塑膠，產品中有大批PVC管，很想進軍自來水市場。但是一般民眾對這種新興產品，看來不太堅固耐久，接受度不很高。筆者和幾位同仁根據一系列耐壓和耐蝕試驗結果，寫了一份報告，說明PVC管和鉛管至少一樣可靠，而且沒有衛生方面顧慮<sup>3</sup>。後來PVC管被普遍採用，幾乎完全替代了鉛管，我們這篇報告有多少助益很難說。不過由於那時候汽機車數量很少，含鉛汽油還不是主要鉛污染來源，鉛管的替代很可能替台灣地區居民去掉了當時最重要的鉛污染來源。

第二項發展是成功推廣無鉛汽油。台灣地區從民國60年代起經濟起飛，汽機車數量直線上升，含鉛汽油的污染問題終於搬上檯面。首先李國鼎政務委員在民國75年6月5日行政院一千九百八十六次院會上提議，經過一段時間後，新車不得再使用含鉛汽油，舊車也必須改裝，使之可以用無鉛汽油。正好行政院在民國75年8月1日，成立跨部會部長級官員組成的環保小組，李政務委員的提議就交由環保小組來執行。



環保小組推動無鉛汽油工作分三個部份進行：第一部份是供應無鉛汽油並逐漸減少含鉛汽油中的含鉛量；第二部份是規定新型新車出廠必須使用無鉛汽油；第三部份是實施無鉛汽油和含鉛汽油價差，鼓勵淘汰用含鉛汽油的舊車。其中第一部份是最主要的重頭戲。減少含鉛汽油中的含鉛量這件工作，其實老早已經開始。如民國44年時含鉛量為 $0.84g/l$ （註：公克/公升）。民國62年時已降到 $0.7g/l$ 。民國75年時更降到 $0.2g/l$ ，後來再降到 $0.12g/l$ ，已經是當時國際水平。不過環保小組並不以此為滿足，特別擬訂了一個方案，規定民國82年時含鉛量降到 $0.08g/l$ ，民國86年時再降到 $0.026g/l$ ，民國89年元月一日起全面使用無鉛汽油。環保小組雖然在民國82年完成階段性任務後結束，國內推動無鉛汽油方案仍然積極進行。筆者在民國91年初親赴加油站考察，發現已經只供應無鉛汽油，顯示完美達成了推動無鉛汽油目的，使得台灣地區居民早日脫離嚴重鉛污染的陰影，這件工作應該是環保小組不太為人知的重大貢獻之一。在推行過程中，僅僅在民國75年和民國80年兩年間，台北市空氣中平均含鉛量就從 $0.48\mu g/m^3$ 降到 $0.23\mu g/m^3$ ，減少一半以上。鉛污染減少受惠最深的應該是智商受到保護的兒童。

聯合國永續發展委員會曾在西元一九九四年呼籲會員國禁用含鉛汽油。但是到西元二千年底，仍然只有42個國家全面禁用或開始採取步驟禁用含鉛汽油。西元二〇〇二年5月7日在泰國曼谷召開的一項國際會議中，參加的環保及衛生專家特別號召亞洲國家，儘速去除汽油中的含

鉛**5**。可見我國在這方面的成就，已可列入國際先進，遠超過大多數亞洲國家。

目前最令人擔心的是工業製造引起的土壤鉛污染。據調查台灣地區受鉛污染農田生產稻穀含鉛量達未受污染農田所產稻穀含鉛量的一百四十倍，可見情況的嚴重**6**。這種受污染農田面積據報導有三百一十九公頃**7**。至於職業性鉛中毒也值得注意，其中包括鉛電池製造、建築拆除工作、銲接、陶瓷器製作、首飾及裝修加工等。

近年研究顯示，即使保持兒童血鉛濃度不超過 $10\mu\text{g}/\text{dl}$ ，仍然有智商降低徵象，而且這種徵象無法在事後改善環境恢復，因此預防是最好也是唯一的方法，顯示上面提到目前為一般國家接受的標準很可能還有加嚴的必要。

台灣地區由於上述兩項鉛污染防治發展，情況比較良好。但在工業製造肇致土壤污染及職業性鉛中毒方面，仍須隨時注意，加強預防，以維國民健康。

（本文原刊環境工程會刊第13卷第3期，民國91年8月出版）



## 參考文獻：

- 1 "Lead Unsafe at Any Level", Bulletin of the WHO, Geneva, Vol. 80, No. 1, 2002, p.82.
- 2 Shilu Tong, Yasmin E. von Shiradin & Tippawan Prapamonol, " Environmental Lead Exposure: Public Health Problem of Global Dimensions", Bulletin of the WHO, Geneva, Vol. 75, No. 9, 2002, pp. 1068-1075.
- 3 「台灣塑膠公司產品硬質管對於自來水之綜合試驗報告」，台灣省自來水季刊第十卷第一期單行本，共兩篇，1959。
- 4 「行政院環境保護小組紀實」，環保通訊週刊雜誌社，台北市，民國83.2。
- 5 "Asian Governments Are Told to Remove Lead from Petrol ", Bulletin of the WHO, Geneva, Vol. 80, No. 4, 2002, p.339.
- 6 陳尊賢，「台灣地區受重金屬污染土壤之整治技術與限制」，環保月刊，2002年3月號，越吟出版社，台北市，pp.69-77。
- 7 「高縣部份農地五種重金屬染指」，中國時報，台北市，民國91.4.24。