

環 境 保 護

臺灣省水污染物質中重金屬調查及管制

李錦地* 張嵩林** 洪正中***

一、前 言

本省近年來由於工業的快速發展而逐漸步入工業化時代，但同時也併發水污染問題，其中尤以工業廢水中毒性物質之污染問題最為各方面所重視。毒性污染物不僅直接危害農作物和水產生物，造成本省農漁業經濟資源每年極大之損失，同時還會因生物對毒性污染物有蓄積作用，經由食物鏈途徑而進入人體，危害國民之健康與生命。故如何防治工業廢水中毒性物質之污染問題，為本省水污染防治最重要的工作之一。

工業廢水中之毒物大致可分為有機毒物與無機毒物二大類。前者如多氯聯苯、農藥、氯化苯類、硝基酚類等，約有 114 種；後者約 15 種，大部份為重金屬，如汞、鎘、鉛、鉻等，均為毒性極強之物質，工業用途甚廣，而且這些物質已經證實會使人體致病！因此，本所自民國六十七年開始對水污染物質中之重金屬類，進行全省性之調查及管制工作，期望能在最短時間內有效的遏止重金屬之污染。

本計劃之進行首由各類重金屬之進口量及生產量調查著手，再追蹤調查使用工廠之使用量、使用情形、污染途徑、廢水中殘餘量、工廠環境污染程度等，並針對污染情形擬定管制措施。經五年之調查結果，已大致掌握住本省重金屬之水污染現況，本文僅就五年來之調查結果及管制措施詳述如下，以供水污染防治有關單位之參考。

二、調 查 範 圍 及 步 驟

1. 重金屬種類：

自民國六十七年開始，從重金屬物質中毒性較強之汞、鎘、鉛、鉻等四種著手調查，至六十九年又增加鋅、鎳、銅三種，故至目前已有七種重金屬列為本所調查項目。

2. 調查步驟：

(1) 清查進口資料：

由於臺灣不生產上述七種重金屬，全部仰賴國外進口，故自海關登錄進口資料，為較可行之調查方法。清查進口資料包括：進口金屬種類及型態、進口量三項。

* 臺灣省水污染防治所所長

** 臺灣省水污染防治所副所長

*** 臺灣省水污染防治所代隊長

(2)清查重金屬化合物生產資料：

如氧化鋅、碳酸鋅等重金屬化合物除直接進口外，大部份為進口金屬鋅，如鋅塊、鋅粒等，然後合成製造；故亦調查本省重金屬化合物之生產工廠、化合物種類、生產量等資料。

(3)追蹤用途：

依進口及生產類別逐一追蹤調查重金屬用途以及工業製程中重金屬使用情形。同時，依工業局提供之工業資料核對各類用途使用重金屬之必要性。

(4)追蹤使用量：

於工廠調查中同時派人或函寄表格，追蹤重金屬之使用量，以瞭解使用情形是否正常。

(5)調查污染途徑：

調查使用工廠生產製程中使用重金屬情形、廢水形成過程中，重金屬直接、間接流入之可能性等污染途徑。

(6)調查廢水中重金屬殘餘量：

對各類重金屬使用工廠取樣分析廢水中之重金屬殘餘量，凡屬易造成污染之工廠類別則逐一取樣調查，而不易造成污染之工廠類別，經確定後，則不再逐一調查。

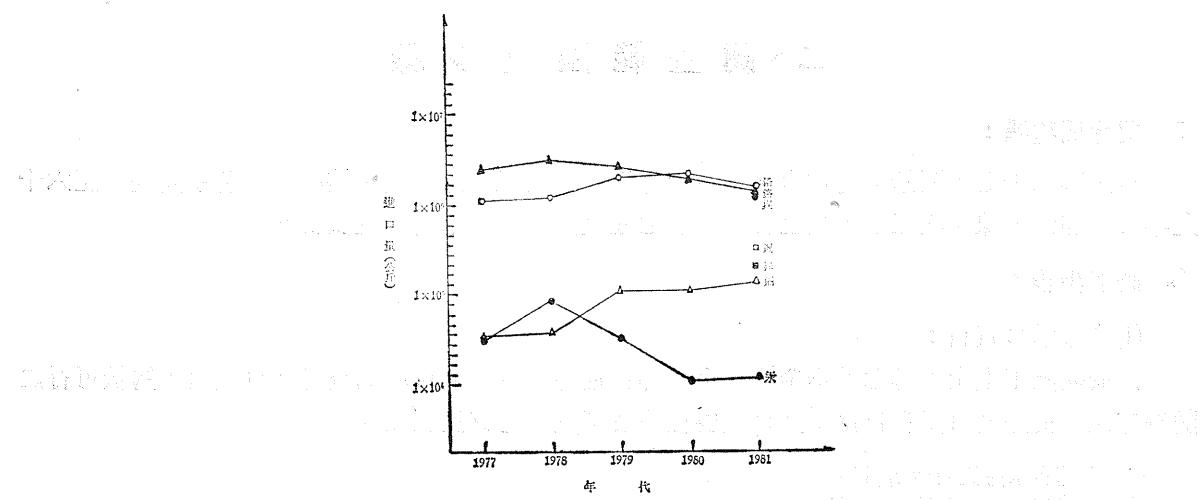
(7)調查環境污染影響：

使用量大且污染程度嚴重之工廠除進行上述六項調查工作外，並對該廠進行環境重金屬污染影響調查。因重金屬對所有環境生物都有濃縮累積毒害之現象，故對環境中之水、底泥、土壤、作物和水生物均調查分析重金屬含量，以瞭解環境重金屬污染之潛在危險性。

三、調查結果

1. 重金屬貨品之進口量：

本省近五年（民國 66—70 年）來重金屬貨品之進口量調查結果如圖一所示，以鉛、鎆、鎳等貨品進口量較高，汞之進口量較低。



圖一 本省近五年重金屬進口量統計

進口汞貨品全部以元素汞型態進口，自民國68年開始由於工業局對使用汞工廠限制使用量及管制進口後，進口量遽減，如民國67年進口量約92公噸，但至民國70年進口量減至約13.7公噸，五年來平均年進口量約46公噸。

進口鎘貨品之主要型態只有未鍍鎘及氧化鎘二種，由於本省工業上鎘用量急遽增加，故進口量由民國66年之59公噸增至民國70年之190公噸，五年來平均年進口量約126公噸。

鉛貨品主要以一氧化鉛、四氧化三鉛等鉛之氧化物型態進口，年進口量在1000—4000公噸之間，五年來平均值為2,813公噸。另外以金屬鉛型態如鉛錠、未鍍鉛、鉛合金等之進口量並未加入上列數值中，金屬鉛之年進口量約九千公噸（民國66年），但大部份金屬鉛與水污染無關。

鉻貨品主要以鉻酸、重鉻酸鈉和鉻黃等型態進口，進口量有逐年稍減之趨勢，平均年進口量為4,587公噸。上述統計數值包括所有鉻化合物及未鍍鉻，已鍍鉻等之進口量在內。

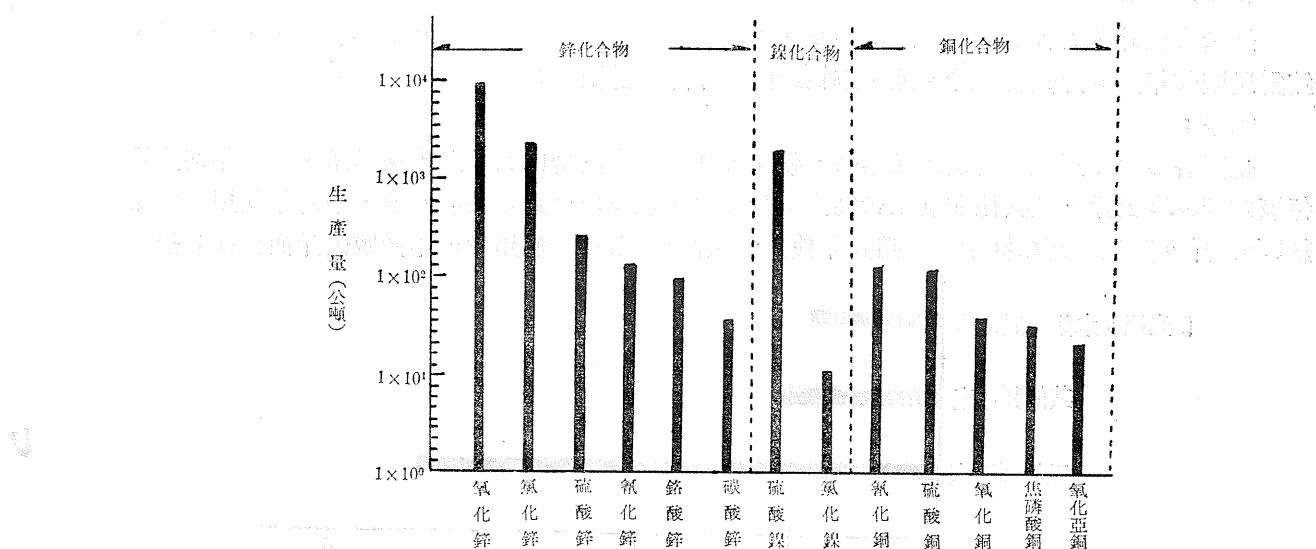
至於鋅、鎳、銅三種重金屬進口量僅有民國70年之調查資料。鋅貨品主要以氧化鋅和碳酸鋅兩種型態（佔94%）進口，該年鋅化合物進口量約400公噸，但不包括金屬鋅型態之貨品在內。

鎳貨品主要以硫酸鎳、氯化鎳兩種型態（佔95%）進口，該鎳化合物年進口量約1,800公噸，但不包括金屬鎳型態之貨品在內。

銅貨品主要以硫酸銅、氧化亞銅兩種型態（佔86%）進口，該銅化合物年進口量約533公噸，但不包括金屬銅型之貨品在內。

2. 重金屬化合物之生產量：

本省工業上使用之重金屬化合物除直接進口利用以外，另外則是進口金屬型態加工製造成化合物，如電鍍業所必需之氯化鋅、氯化鋅、硫酸鎳、氯化銅、硫酸銅、焦磷酸銅等大多是國內生產。民國七十年本省鋅、鎳、銅化合物之生產量如圖二所示。其餘重金屬汞、鎘、鉛、鉻等之化合物則極少在本省生產，幾乎全部由國外直接進口。



圖二、本省鋅、鎳、銅化合物之生產量

3. 重金屬在本省工業上之用途：

經本所五年之調查重金屬在本省工業上的用途，並依照各用途類別之使用量推估各工業類別使用重金屬之百分比，如表一所示。由於本省每年之工業經濟均有所改變，且重金屬使用廠數也有所增減，故重金屬使用量在各類別工業所佔比例僅供參考。

表一 重金屬在本省工業上之用途及其所佔百分比

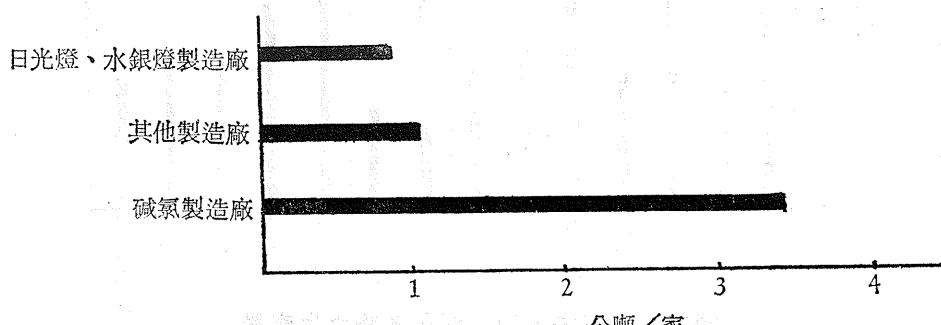
汞	碱氯製造	日光燈、水銀燈製造	其他(溫度計、鏡、電池)	鎘	硬脂酸鎘製造	金屬鍍鎘	塗料、顏料製造
	75%	15%	10%		90%	10%	
鉛	鉛蓄電池製造	硬脂酸鉛製造	塗料、顏料製造	鉻	鍍鉻	皮革鞣製	塗料、顏料製造
	60%	16%	10%		44%	40%	
	鋼纜熱處理	映像管玻璃體製造	鉛錫合金焊接劑製造		其他(玻璃、大理石加工)		
	8%	3%	3%		6%		
鋅	橡膠業	鍍鋅	硬脂酸鋅製造	鎳	鍍鎳	顯色添加劑	其他(金屬表面處理等)
	35%	30%	10%		85%	5%	10%
	顏料、塗料製造	鋅錳電池製造	其他(金屬表面處理、製藥等)	銅	鍍銅	顏料、塗料製造	顯色添加劑
	8%	7%	10%		70%	20%	10%

4. 各工業類別使用量：

經調查統計全省各類金屬使用型態及使用量，整理摘要如表二至表八所示。（汞、鎘、鉛、鉻為民國68年之統計資料，鋅、鎳、銅為民國70年之統計資料）。

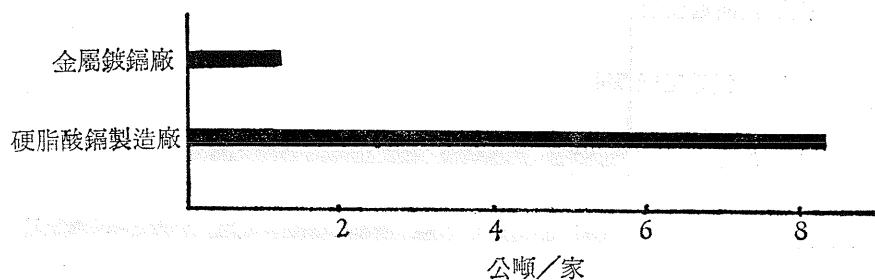
(1) 汞：

臺灣各類汞使用工廠均使用元素汞。鹼氯製造廠在臺灣地區共有八家使用汞，平均年使用量每家約3,432公斤，較其他類別工廠為高。日光燈、水銀燈製造廠共有四家，平均年使用量每家約858公斤。其他類別如紅汞水製造廠年使用量較高，而電鍍廠使用量則年僅數公斤而已（圖三）。



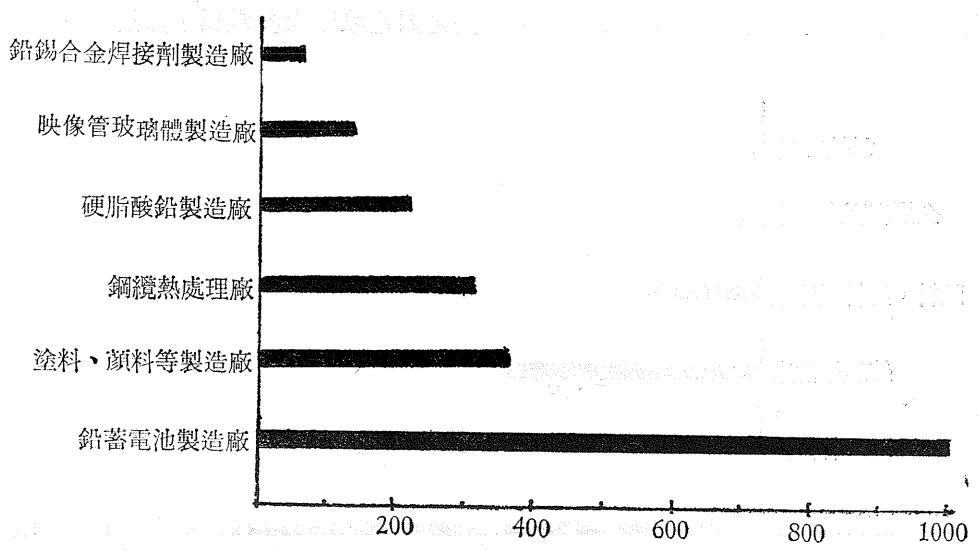
圖三 各類工廠汞之平均年使用量

(2) 鎔：
臺灣鎔使用工廠都用鎔條及氧化鎔。經調查五家硬脂酸鎔製造廠，平均年使用量為 8,250 公斤，較之金屬鍍鎔廠平均年使用量 1,233 公斤為高（圖四）。



圖四 各類工廠鎔之平均年使用量

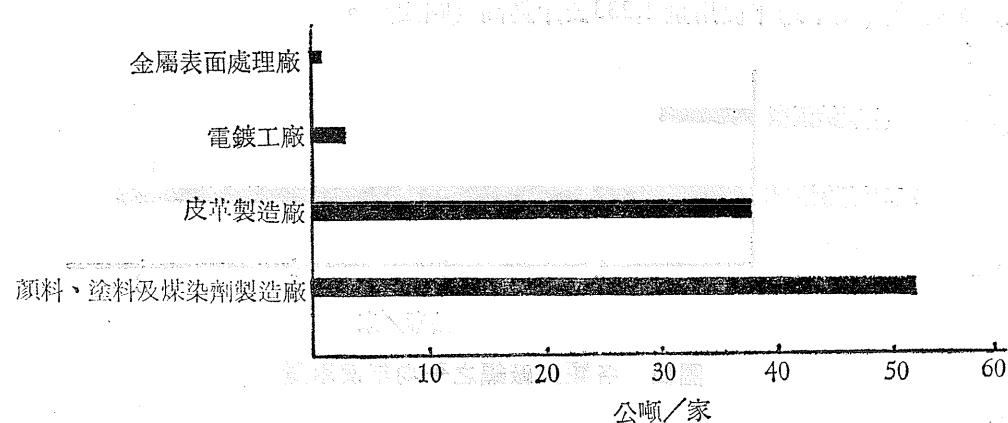
(3) 鉛：
臺灣各類鉛使用工廠使用鉛之型態共有一氧化鉛、過氧化鉛、四氧化三鉛、其他氧化鉛、鉛片、鉛錠、鉛合金錠、鉛錫合金等八種，使用量均極大，如全省七家鉛蓄電池製造廠平均年使用量高達 1,086,400 公斤，除鉛錫合金焊接劑廠以外，各類別工業之平均年使用量皆在 100—400 公噸之間（圖五）。



圖五 各類工廠鉛之平均年使用量

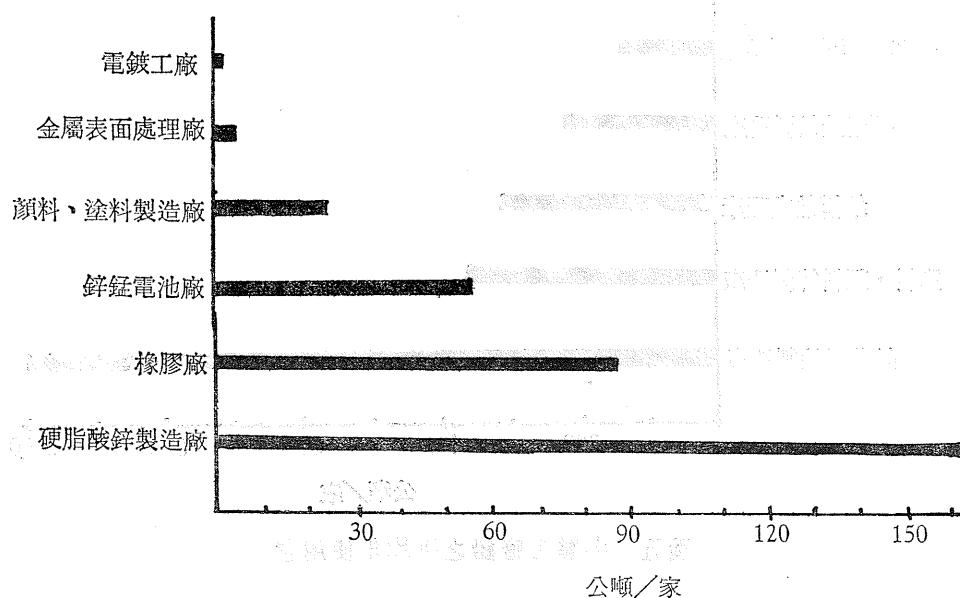
(4) 鉻：
臺灣各類鉻使用工廠使用鉻酸，重鉻酸鈉、鉻酸鋅和氧化鉻等四種型態。顏料塗料製造廠之平均鉻使用量最大，經查五家該類別工廠平均每家年使用量為 52,560 公斤；其次是皮革製造廠，

經查三十家皮革鞣製廠平均年使用量為38,158公斤；電鍍工廠經調查結果平均年使用量為2,154公斤，至於金屬表面處理廠平均年使用量則最低（圖六）。



圖六 各類工廠鉻之平均年使用量

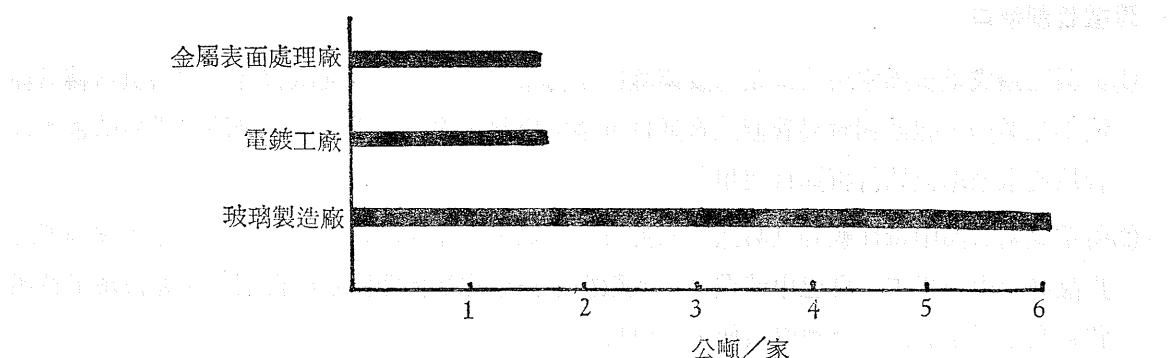
(5) 鋅：
臺灣各類鋅使用工廠使用氧化鋅、碳酸鋅、氯化鋅、硫酸鋅、氰化鋅等五種型態。以硬脂酸鋅製造廠之平均年使用量最大，其次是橡膠工廠、鋅錳電池廠、顏料塗料製造廠，而電鍍廠、金屬表面處理廠之每家平均年使用量反而較少，主要是因電鍍廠大多數為小廠所致（圖七）。



圖七 各類工廠鋅之平均年使用量

(6) 鎳：

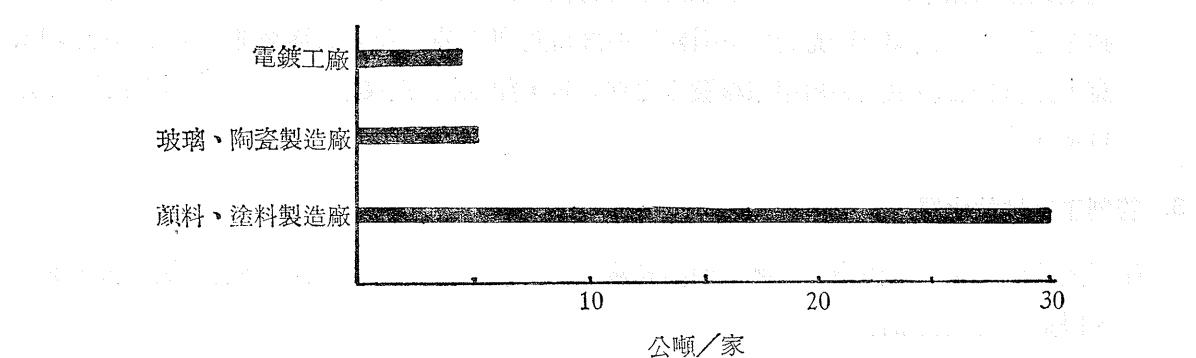
鎳使用工廠使用鎳板及硫酸鎳、氯化鎳二種鎳化合物。電鍍廠、金屬表面處理廠每家平均年使用量均約1,600公斤，而玻璃製造廠則較高，約6,000公斤（圖八）。



圖八 各類工廠鎳之平均年使用量

(7) 銅：

銅使用工廠使用硫酸銅、氰化銅、氧化銅、氧化亞銅、焦磷酸銅等五種銅化合物。以塗料顏料製造廠每家平均年使用量最高，約30,000公斤，至於玻璃陶瓷工廠及電鍍廠則在4,000—5,000公斤左右（圖九）。



圖九 各類工廠銅之平均年使用量

5. 排放水中之重金屬含量：

為瞭解各重金屬使用工廠排放水中之重金屬含量及污染程度，於民國67—71年間本所人員共調查420家重金屬使用工廠，排放水採樣檢驗次數總計790次。

四、管 制 措 施

針對工業之重金屬水污染問題，本所已採取如下之四項管制措施：

1. 建議管制進口

- (1)針對已造成重金屬水污染以及造成環境嚴重污染之工廠，除督促改善外，並將資料轉呈經濟部工業局，報請國貿局管制該廠進口重金屬原料，俟該廠重金屬污染防治設施改善並符合放流水標準後始得再進口使用。
- (2)將重金屬貨品中毒性較強且易造成水污染之種類，優先報請國貿局列為管制品。經列管之貨品必須由使用工廠自己申請進口，並徵得水污染防治機關同意始得進口；非使用工廠與貿易商不得申請進口及轉賣其他工廠使用。
- (3)目前已列為管制品之重金屬貨品有元素汞、氧化鎘、鎘條等。以後將建議陸續增加必要管制之重金屬種類。

2. 限制使用量

- (1)查核工廠重金屬之實際使用需要量，將有關資料呈報工業局以核發該廠之進口量，以達限制工廠使用量之目的，並期減少無謂之損耗量。
- (2)逐期嚴格限制單位成品之重金屬損耗量的方法來限制使用量；例如目前工業局限制鹼製造業每生產一噸 100% 燒鹼時汞損耗量不得超過 30 公克，將來將逐漸降至 20 公克或 10 公克，並依據各廠汞之利用率來核發汞之進口量，如汞損耗率超過標準，則減少其下次之進口量。

3. 管制工廠排放水質

- (1)對於造成重金屬水污染之工廠定期抽樣檢查排放水重金屬含量，不合格者依法取締、罰款、限期改善或勒令停工。
- (2)責成污染工廠設置處理設備使放流水符合標準，並回收利用廢水中所含重金屬。
- (3)嚴格管制重金屬污染工廠之廢水排入灌溉圳道或魚池，以防污染農漁產物。

4. 環境污染量清除

- (1)工廠環境已造成重金屬污染者，調查污染範圍及分佈等資料，責成工廠清除污染環境之水域底泥及土壤。
- (2)於清除後繼續追蹤調查是否減輕對環境污染之影響及潛在危險性。

五、結論

1. 本所經五年來對於水污染物質中重金屬之調查追蹤，已大致掌握汞、鎘、鉛、鉻、鋅、鎳、銅等七種重金屬之工業廢水污染情形，並針對調查結果採取有效之管制措施，以期達到防治重金屬水污染之目的。
2. 汞在臺灣工業上之主要用途有六類，其中以鹼氯製造業使用量最大（佔75%左右），因在製程中難防汞之損漏，故廢水中汞殘餘量最高（平均 0.276 ppm），為本省水質汞污染之主要污染源。
3. 鎘在臺灣工業上之主要用途有二類，其中以硬脂酸鎘（塑膠安定劑）製造業使用量最大（佔 90%左右），且易殘留在廢水中，為本省水質鎘污染之主要污染源。
4. 鉛在臺灣工業上之主要用途有六類，其中以鉛蓄電池製造業使用量最大（佔60%左右），而該業與硬脂酸鉛製造業之廢水中鉛殘餘量均極高，同為本省水質鉛污染之主要污染源。
5. 鉻在臺灣工業上之主要用途有五類，其中以電鍍鉻和皮革鞣製使用量最大（合佔84%左右），且該兩類工業廢水中鉻殘餘量均極高，為本省水質鉻污染之主要污染源。
6. 鋅化合物在臺灣工業上之主要用途有六類，其中以橡膠業和鍍鋅工業使用量最大（合佔65%），但以鍍鋅業和硬脂酸鋅製造業之廢水鋅殘餘量最高，為本省水質鋅污染之主要污染源。
7. 鎳化合物在臺灣工業上之主要用途有三類，其中以鍍鎳工業使用量最大（佔85%左右），且易殘留在廢水中，為本省水質鎳污染之主要污染源。
8. 銅化合物在臺灣工業上之主要用途有三類，其中以鍍銅工業使用量最大（佔70%左右），且易殘留在廢水中，為本省水質銅污染之主要污染源。
9. 綜合臺灣工業重金屬水污染調查結果，可知鹼氯工業、塑膠安定劑製造業，鉛蓄電池製造業、電鍍工業為重金屬水污染之主要污染源，管制措施及防治方法應優先針對上述四類工廠之重金屬污染問題著手。