

第三章 金屬表面處理業作業危害及預防對策

第一節 產業特性介紹

電鍍及熱處理製程：凡從事金屬表面處理及熱處理之行業均屬之。金屬經初步加工成型後需修飾金屬表面、美化金屬表面、更進一步改變金屬表面的機械性質及物理化學性質等之各種操作過程稱之為金屬表面處理或稱之金屬表面加工(Metal Surface Finishing)。

所謂金屬表面處理，是指利用各種方法來保護金屬製品本身，以達到防止銹蝕並使之美觀，且提高產品附加價值賦予特殊功能的意思。事實上它包括了電鍍、塗裝、陽極處理、金屬熔射、材料被覆以及熱浸等方式，各有各專業功能的領域及施工對象。表面處理的目的可以分四大類：

- 一、美觀(Appearance)：為了提高製品之附加價值，賦予製品表面美觀，例如裝飾性電鍍 (Decorative Plating) Au、Ag、Rh、Ni、Cr、黃銅等電鍍 (Electroplating)。
- 二、防護(Protection)：為了延長製品的壽命，再製品表面披覆(Coating)耐腐蝕之材料，例如保護性電鍍(Protective Plating) Zn、Cd、Ni、Cr、Sn 等電鍍。
- 三、特殊表面性質(Special Surface Properties)：
 - (一)提高製品之導電性(Electrical Conductivity)，例如電鍍 Ag、Cu。
 - (二)提高焊接性(Solderability)，在通訊及電子工業應用，例如 Sn-Pb 合金電鍍。
 - (三)提高光線之反射性(Light Reflectivity)，例如太空船、人造衛星的外殼需反射光線，應用 Ag 及 Rh 的鍍層上。
 - (四)減小接觸阻抗(Contact Resistance)，例如在電子組件之 Au 及 Pd 電鍍。
- 四、機械或工程性質(Mechanical or Engineering Properties)
 - (一)提高製品之強度(Strength)，例如塑膠電鍍。

- (二)提高製品之潤滑性 (Bearing Properties) 例如多孔鉻之電鍍 (Porous Chromium Plating)、內燃機之鋁合金活塞，鍍錫(Sn)，以防止汽缸壁刮傷。
- (三)增加硬度(Hardness)及耐磨性(Wear Resistance)，例如硬鉻電鍍 (Hard Chromium Plating)。
- (四)提高製品之耐熱性、耐候性、抗幅射線，例如塑膠、非金屬之電鍍。
- (五)滲碳(Carburizing)、氮化(Nitriding)之防止，例如鋼鐵表面硬化 (Case Hardening)時，在不需硬化部份鍍 Cu。

表面處理工業雖然不是工業之主流，但只有透過表面處理，製品的特性及價值才能充份發揮出來。應用電鍍(Plating)、陽極處理(Anodizing)、化成處理(Conversion Coating)、塗裝(Coating)等工業技術，達到防蝕、增進可焊性、潤滑性、耐磨性、附著性，及鋼材防止滲碳等的多項目的。

所以表面處理為各種加工製造工業不可或缺的，從傳統工業到近代高科技，表面處理技術一直扮演非常重要性之角色。例如太空船、人造衛星、積體電路等之發展表面處理技術都有決定性之影響，表面處理對材料日新月異，帶動相關科技工程之進步。表面處理技術之種類依表面處理之特性可分類：

- 一、機械法—珠擊法：切削、搪磨、噴砂、精磨、研磨及超加工。
- 二、冶金法—表面硬化：(淬火、滲碳、氮化)、擴散皮膜法。
- 三、化學法—電解研磨：酸、化學研磨、酸蝕雕刻。
- 四、表面披覆—電鍍：無電鍍、熱浸鍍、熔射鍍、真空蒸著、陰極噴塗。
- 五、無機披覆—陽極處理：化成處理、著色、琺瑯處理。
- 六、有機披覆—塗裝：橡膠加襯、塑膠加襯。

依據民國 70 年行政院科技顧問組調查報告，有關表面處理工業，國內約有 4,000 家，其中電鍍工業約佔 1,200 家，分散全省各地，主要的生產項目有工業電鍍、裝飾電鍍、熱浸電鍍、陽極電鍍、化成電鍍、發色、塗裝，從事表面處理的工作人員有 15,000 至 20,000 人，具有專業知識程度者約 1,000 人至 1,500 人。

一般從業人員的程度較低，科技知識及品管觀念缺乏，難有研究開發新產品，唯賴低廉勞力，以求生存。表面處理對材料之附加價值甚高，先進國家不惜投入龐大人力物力從事研究發展，使得表面處理技術日新月異。

由於表面處理地下工廠甚多，使廢棄物形成嚴重之工安問題，尤其廢棄物處理系統投資費用極高，非一般中小型表面處理工廠所能負擔維持得起。

表面處理技術之種類 從表面處理之結果可分類為：

一、裝飾電鍍(Decorative Plating)

裝飾電鍍之主要目的改進產品之外觀，提高產品附加價值，其主要產品如項鍊，胸針，耳環等飾物。

二、工程電鍍(Engineering Plating)

工程電鍍之目的是增加產品之耐蝕力，延長使用壽命，改進機械性質等。現在許多精密模具無法使用機械加工，也使用電鍍法，稱之為電鑄 (Electroforming)。工程之規模較大，許多操作採用自動化，多附屬於大規模機器製造廠。

獨立之工程電鍍廠也大都與大型機器金屬製造廠訂有長期加工契約，其惡性競爭較裝飾性電鍍廠來得小，工程電鍍技術水準必須精益求精，其發展是大有可為的。工程電鍍使用支援物料數量鉅大，因此工安問題需特別重視。

一般中小型工廠為節省開支，沒有廢棄物處理設備或工安設備，或有也只供參觀檢查時之用，浪費投資，罔顧員工及環境之安全與衛生。故今後發展方向為如何協助，促使這些小廠家合併，引進或研究開發更經濟、更有效及更安全新技術。

三、鍍錫(Tin Plating)

鍍錫生產應往高速率之連續生產方向發展，唯有使用高度自動化設備才能節省日益高漲之工資及能源。此種設備國內無法設計製造，需向國外引進技術，近年來使用鋁罐，鋁箔，塑膠瓶罐，蠟紙盒，玻璃瓶等材料越來越普遍，佔馬口鐵很大的市場，尤其一些錫生產的開

發國家如印尼、菲律賓、泰國、馬來西亞等也開始生產馬口鐵，另外有逐漸改無錫鐵皮(Tin Free Steel)之趨勢。

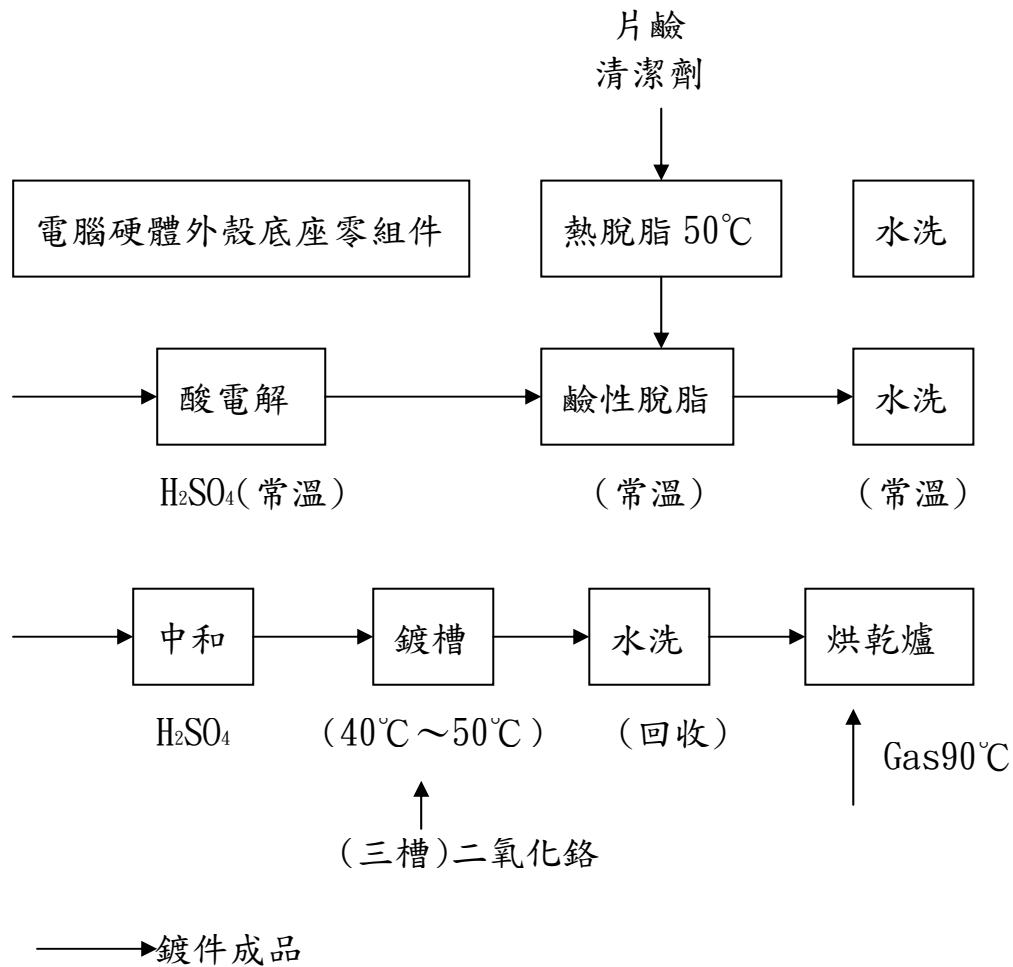


圖 3.1 電鍍作業程序

四、熱浸鍍鋅(Zinc Hot Dip Coating)

鍍鋅鋼片主要有電鍍式鍍鋅鋼片及熱浸式鋼片，其中以熱浸式佔大多數，鍍鋅鋼片具有優良耐蝕性與低廉價格。主要用途為建築，如用在頂板(Roofing)、側板(Siding)、廣告牌、風管等，其次為電器及機械業。國內鍍鋅鋼片業者需淘汰更新陳舊設備，採用新式連續式熱浸鍍鋅方式生產，產量大、品質佳、產品適用性廣、成本低並加以配合耐高腐蝕力、鍍層延性、抗熱性、銲接性及美麗彩色塗裝之需求提高製品之品質。如發展出來的鐵鋅合金鍍面、差別鍍鋅、單面鍍鋅及鋁鋅合金鍍面等。

五、陽極處理(Anodizing)

鋁的陽極處理是鋁金屬表面藉由電流的作用形成一層氧化物膜，堅硬耐磨、抗蝕性極高、色澤優美。鋁合金本身易於加工，強度高，用途很廣，鋁的陽極處理產品為鋁門窗、傢俱、照相機及儀表外殼另件。鋁材製造及其加工業也日益擴展，陽極處理有相當市場潛力。

陽極處理之發展例如硬質陽極處理(Hard Anodizing)，在低溫電流亦有用交直流並用之陽極處理。這種硬化之陽極處理的鋁材可用於活塞、汽缸、汽缸內襯、油壓機及渦輪之零件、汽閥、齒輪、槍械零件，離合器、煞車碟片(Brake Disk)、機器零件及工具等。

六、塗裝(Coating)

塗裝工業之成長仍應會繼續擴大，應設法取締地下工廠以減少公害保障合法廠商，避免惡性競爭。教育用戶重視表面處理技術之價值，提高塗裝品質之要求。大廠商應力爭上游，自行發展高級產品而不能只埋怨小廠之低廉競銷。發展之趨勢大多採用粉體塗裝，以節省能源和溶劑並可減少公害。非溶劑之塗裝和省能源型（紫外線硬化，低溫硬化）之新產品我國塗裝工業當然應該迎頭趕上。

一般而言，金屬表面處理約有以下作業程序：

一、除污清潔：

除污清潔大略又有下列方法：

- (一)浸漬清潔法(Immersion Cleaning)：在所有使清潔劑與污染的金屬表面密切接觸的方法中，最常使用的為槽器浸漬法，清潔金屬表面的槽器容量，上自特殊建造的400加侖容器，並配以加熱線圈，攪拌器，與空中吊車，下至救難用的55加侖裝的鼓形容器。
- (二)噴灑清潔法(Spray Cleaning)：當必須以組合生產線之原理來清洗大量金屬時，將利用自動或半自動清洗機上的清潔劑作用。它組合了噴頭上清潔溶液的物理與化學作用的機械力量。
- (三)電解清潔法(Electrolytic Cleaning)：這種清潔過程乃是配合槽器清潔法來作業，目的在增強效果並增加清潔過程的速率，它僅用於電鍍作業前的清潔。

(四)高週波清潔法(Ultrasonic Cleaning)：高週波能配合用於傳統的金屬清潔作業程序上，以達到嚴格清潔的標準。

(五)除漆(Paint Stripping)：主要過程為皂化(Saponification)，加於強鹼溶液上的化學反應，如苛性鈉，氫氧化鈉等轉變動物或植物顏料或它種油脂為水溶性肥皂。

(六)乾噴清潔法(Dry-Blast Cleaning)：此種清潔法係使用磨料以相當高的速度吹向被清潔物的表面，它藉本身的磨蝕性投射至高重產品上，此種方法除去的污物與除去油污及油膩的方法不同。乾噴法的主要用途包括：

1. 除去污穢的表層。
2. 除去氧化物、磨蝕品與軋鋼垢。
3. 生產出鎚平或暗面加工。
4. 調製表面以適應較佳的黏合漆。
5. 除去粗糙、抓痕與表面不規則。
6. 除去油漆及乾燥的表面污斑。

二、電鍍(Electroplating)

電鍍為最知名的加工法，常被考慮作為裝飾性的加工。然而，若予指定則電鍍加工還有多種其它的用途。因此，它除了可以提供吸引人的外觀外，電鍍品還可用來組合機械零件、銲接，以及用來防止與空氣接觸、增加導電性與食品等裝備上。

當然，電鍍需使用多種附屬材料，因此在大量電鍍作業上，每年所消耗的材料中，鎳與錫超過了總消耗額的一半以上，鋅約佔了一半，而鎳與銀約佔20%。

三、鋁的陽極氧化(Anodizing of Aluminum)

由於金屬的本性不同，所以它們在各種電解液中的陽極氧化反應亦不相同。若反應出來的產品在基本上是不溶性，則可在陽極氧化金屬的表面形成薄層或塗層。端視電解液的本性與特殊的電力狀況，可形成耐久的塗層，它具有功能及裝飾的可行性。當金屬未受到侵害時也有例外的狀況；在一些實例中，氧通常被釋出，但金屬卻沒有化學

性的改變。在其它狀況中，若反應出來的產品為可溶性，則金屬將與陰離子反應並遭受侵害。

四、有機塗層

有機塗層使工業製造業者對產品的表面特性多的無從選擇。這些塗層能提供許多美觀的效果，如色彩、光澤與纖細。它們亦可提供多種防護金屬腐蝕的用途，而使塗層能承受酸劑、去污劑、熱水、海水、鹼劑、溶劑與其它多種破壞性環境的侵襲。所以，塗層可提供多種特殊的功能，如絕緣、平滑、防滑與溫度控制等。由於使用的塗層料與方法大不相同，因此，以上狀況均可能發生。

由於早自1920年代科學革新已發生在塗層工業上，因此實際上無限制的選用塗層早就開始。研究所獲之結果導致了多種自然與人工結合劑、顏料、稀釋劑與添加劑的發展，這些物品對今日的油漆化學家有很大的幫助。根據油漆化學家們數百年來對這些原料的知識累積，他們列出了各種最後使用的“定製(Tailor-Made)”塗層。

五、瓷光漆(Porcelain Enameling)

瓷光漆為一種在溫度升高至足以溶化塗層而與底漆產生一種永久結合而集中在金屬上的無機加工。在大部份工業的作業上，此種溫度的範圍在900°至1800°F之間，它視使用的瓷光漆的配方而定。基本上，瓷光漆為一種鹼鋁硼矽酸鹽(玻璃)，其它的無機物可加諸在它的上面以提供所需的物理特性，如對酸及鹼溶液，熱、腐蝕、磨蝕等的抗力。此外，還可加入其它材料以產生各種色彩與結構。此種加工尚有它種名稱，包括玻璃襯(Glasslining)，玻璃瓷(Vitreous Enamel)，陶瓷層(Ceramic Coating)，與鋼瓷(Porcelain on Steel)。

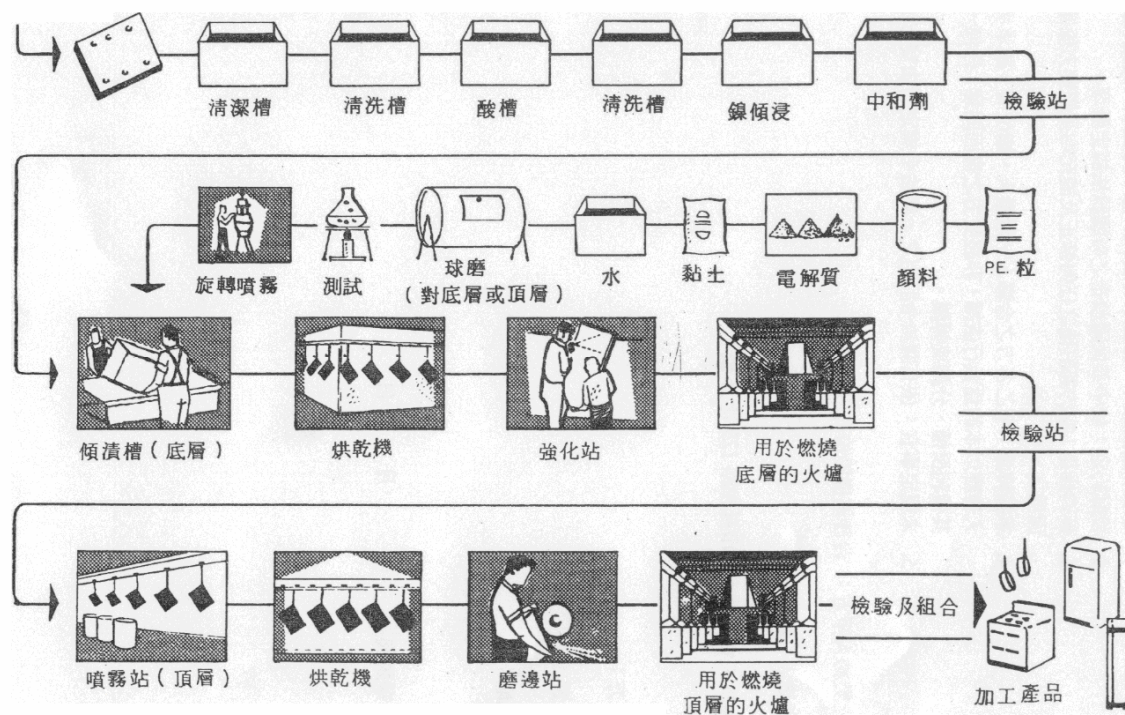


圖3.2 瓷光漆作業程序

六、化學蒸汽沈積法(Cheical Vapor Deposition)

此種塗層係由加熱表面的蒸汽及氣體的化學作用所形成，但此種加熱的表面和擴散塗層上的加熱表面不同。加熱是沈積過程中驅動力，若與電力相較，它是電鍍的驅動力。這些塗層現在正用於工業的用途上。此種過程亦稱之為“氣鍍”(Gas Plating)及熱解電鍍(Pyrolytic Plating)。

化學蒸汽沈積法的基本要求為在單獨裝置的汽化器內揮發化學混合物(通常為金屬)，且混以其它氣體，並量度使其進入含有加熱物體或表面的無空氣隔艙內。在加熱表面上發生化學反應(常為簡單的分解作用)而形成沈積物或塗層。當新鮮空氣及蒸汽注入時，分解後的產品便被掃出隔艙外。廢棄的產品使其通過一個回復凝結器或廢品燃燒器或二者均用。此法所使用的大氣壓力為常壓，但真空使用的範圍卻為0.1至10 Torr，此乃視塗層系統及材料而定。此項工作必須像任何一種其它的塗層法一樣先予以清潔，但若沈積物為黏劑時，則這項要求就更嚴格。

七、擴散塗層(Diffusion Coatings)

擴散塗層亦稱為包紮—膠合塗層(Pack-Cementation Coatings)，此乃由於部份塗料與基本金屬製成合金的特性而命名。在製造時，汽化的化學物雖在表面作用，但它並不像在蒸汽電鍍中剛好位於表面上。製造此種塗層方法的一般名稱為滲鋅、滲矽、滲鋁與滲鉻。在方法上與化學反應上，此種方法可與滲碳鋼比較，它是一種擴散過程，而在特殊場合予以處理而廣泛使用。

八、熱傾金屬塗層(Hot-Dip Metallic Coatings)

軟鋼表面的不安定性在此鋼暴露在使用的環境時會造成腐蝕。為了控制腐蝕並延長使用的壽命，常使用較經濟的方式，此種方式乃是黏附一層防護性的熱傾塗層，而甚少使用防腐性的不銹鋼。除了由此可提供防護作用外，金屬塗層還有裝飾的效用，它可改良外表的美觀。

九、熱傾鋁塗層(Hot-Dip Aluminum Coatings)

耐久的金屬塗層廣泛地用於鋼鐵上的抗制腐蝕的環境及衝擊的損害。雖然鋅早已成為塗層材料，但鋁亦因其普遍性而成為塗層材料。將鋁黏附在鋼上常用的方法為火焰噴附法(金屬噴縛法)、蒸汽沈積法、護面法及熱傾法。在連續基本金屬上含鋁的鋼條由於熱傾法的速度及經濟而特別吸引人。

十、噴附金屬塗層(Sprayed-Metal Coatings)

金屬噴附的過程，亦稱為金屬噴敷法(Spray Metallizing)此法乃是使用活動式或固定式的裝備來噴附防護性的金屬塗層。噴槍的構造在使金屬粉或金屬線填入噴槍內，然後在噴槍內加熱至熔化狀態。然後將熔化的金屬粒噴在需要塗層的金屬上。不斷的熔滴黏在先前沈積的金屬上，直到所需的厚度為止。採用活動裝備的金屬噴附法常用於場修或結合損傷的零件，如強力鏟的戽斗。金屬噴附法的主要用途在修補作業，雖然現在有限噸位的鋁及鋅噴附製造鋼正開始生產亦然。

十一、磷酸鹽轉換塗層(Phosphate-Conversion Coatings)

Thomas Coslett 在美國用其最先的磷酸鐵塗層法奠定了磷酸鹽塗層法的基礎。他最初的技術，披露於 1906 年，其方法為使用一種由反

應鐵屑予磷酸來稀釋的磷酸鐵池。漸漸地，它替換了一種改良的磷酸錳池，再使用磷酸鋅池及鉻酸清洗來改善塗層品質，此種技術流傳至今。然而，磷酸錳係用於防銹磷酸的前 20 年的基本磷酸鹽塗層。

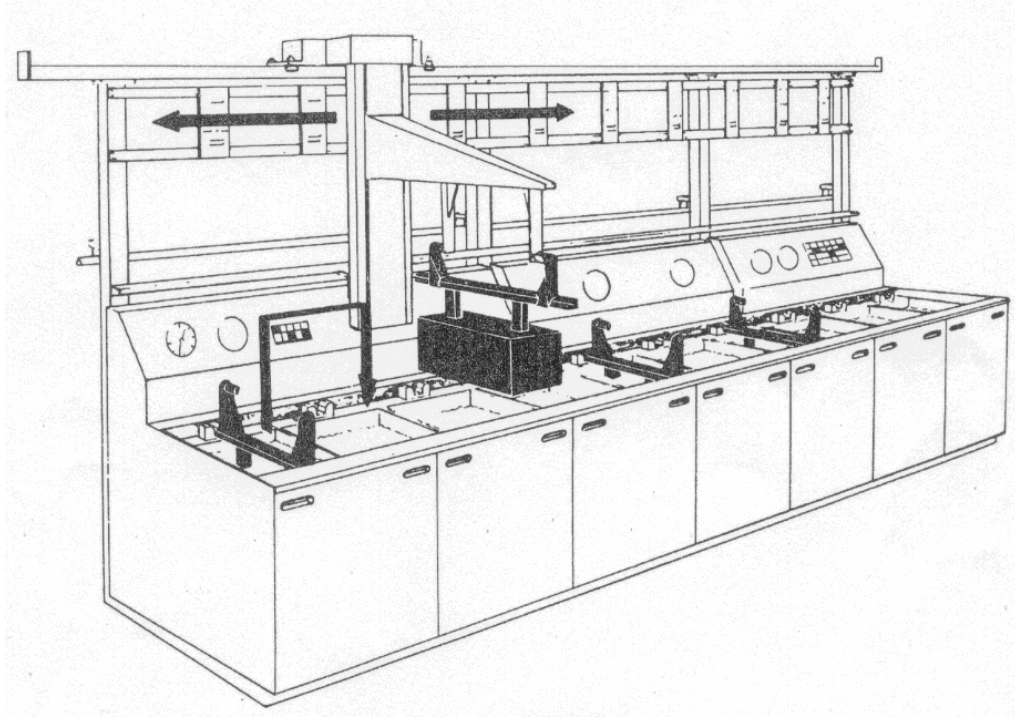


圖 3.3 自動電鍍櫃

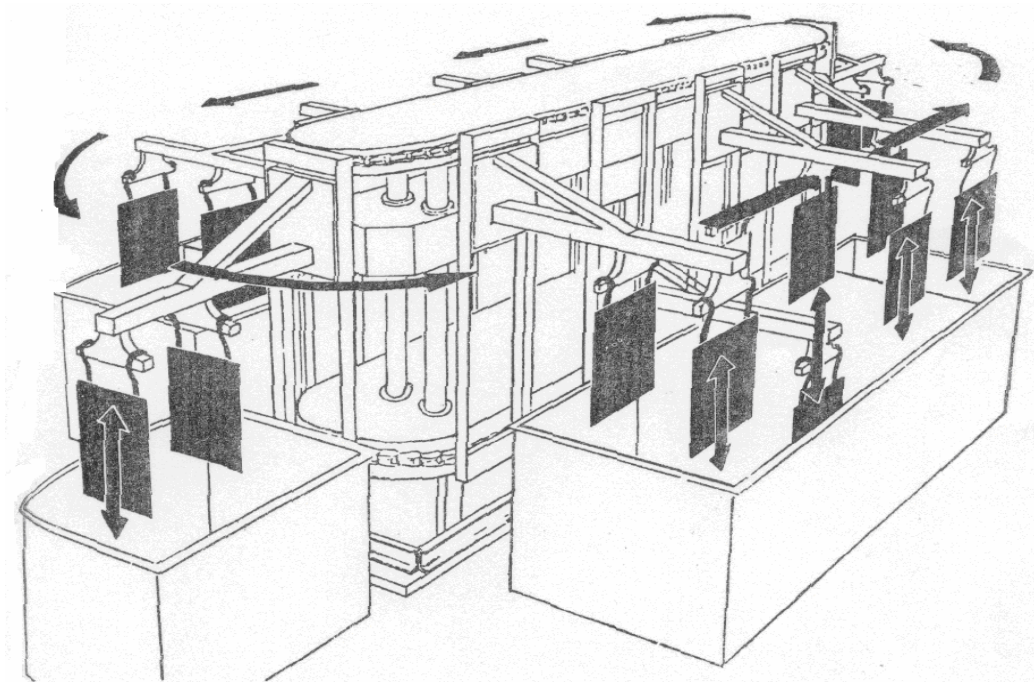


圖 3.4 側臂自動電鍍機

第二節 潛在危害分析

勞工安全衛生法現在已逐漸地反映了勞工安全。標準化的作業書給予那些具有危害的工作提供了詳盡的書面資料。標準化的作業程序書亦給予工作者在從事一項新的工作前有個安全作業的訓練依據。

雖然在金屬表面處理作業上有許多含有毒性及腐蝕的物質須予處理，故其作業易生之危害概略也有脈絡可循，但若能在作業上予以標準化的處理，則在作業中就不會危及作業者之健康。金屬表面處理業除了切割、夾捲、感電、碰撞外，常因沒有正確使用含有毒性及腐蝕性的物品所造成職業病之發生，

以下為國內類似金屬基本工業作業場所發生之重大職業災害案例：

一、勞工從事鋼管酸洗作業遭鋼管碰撞墜落表面處理槽死亡職業災害。

案例：92年5月下午，罹災者站於表面處理槽之欄杆與鋼管之間的工作場所地面，以鐵剪欲將捆綁鋼管之鐵條剪斷，當鐵條被剪斷時，鋼管滾動，罹災者可能為閃躲滾動之鋼管，身體跳起，但仍遭鋼管碰撞，身體失去平衡，越過圍欄，跌落3公尺深之鋼管表面處理槽內，槽內溶液溫度攝氏70度，罹災者馬上自行爬出，由勞工甲送至醫院急救，再轉送燒燙傷中心，仍傷重不治。(附註：Flux槽內容物為氯化鋅+氯化銨+水，PH值約4.0~5.5)。

二、從事起重機擋車裝置之焊接作業時火災致死職業災害。

案例：91年3月上旬，勞工甲以電焊機從事起重機擋車裝置之焊接作業時(在廠房挑高二樓夾層樓梯口)，忽然發現一樓倉儲區正在冒煙(由該區置放有十捆泡棉處冒煙)，勞工甲隨即以滅火器滅火，但因火勢太大延燒太快，無法滅火，導致置放於旁邊之兩桶瓦斯(液化石油氣五十公斤裝)因溫度過高爆裂，使得火勢更猛，順風勢沿著二樓(2.8公尺)夾層延燒至挑高二樓(高度6.3公尺，堆放紙箱各式規格共計二百個)，致火勢一發不可收拾，延燒至成品倉庫二樓外勞宿舍，在裡面之守衛勞工乙因逃生不及而死亡。

三、從事鍋爐煙囪腐蝕更換作業因踏穿屋頂石綿板發生承攬人勞工墜落死

亡職業災害案例。

案例：94年7月上旬，勞工甲、乙二人經由鍋爐煙囪附設之固定爬梯上去屋頂拆除鍋爐煙囪上端腐蝕部分。作業時安全帶鉤掛在平台欄杆上，另勞工丙在地面準備材料配合吊車作業。勞工甲先用切割器進行切除，並配合吊車將切除之部分吊至地面，當舊煙囪已全部吊離，於是勞工甲解開安全帶鉤掛，走在屋頂鐵皮上準備至廠區入口處叫勞工乙上來幫忙，當時突然聽到「碰」一聲，回頭已不見勞工乙，勞工甲回至爬梯處發現勞工乙已跌落地面，附近屋頂石綿板已被踩穿破損一塊；惟當時勞工乙已無意識，經緊急連絡救護車送醫急救，惟仍傷重不治。

四、從事螺絲吊料作業因盛料桶倒塌發生外勞被壓死亡災害。

案例：94年10月上旬，當時正有勞工甲、勞工乙及罹災外勞等3人值夜班，廠內有1號及2號螺絲熱處理爐運轉中，勞工乙在1號爐後端，勞工甲在1號爐入料口附近，外勞則站在相距勞工甲約15公尺之螺絲待料區操作固定式起重機。此時，勞工甲突然聽到「碰」一聲，回頭一看發現螺絲盛料桶已傾斜，但不見外勞；經前往查看，就發現外勞已遭傾斜之盛料桶壓住頸部夾在牆間，動彈不得。勞工甲趕緊跑至辦公室叫醒總經理到現場處理；當時罹災者已無意識且無氣息及脈搏。總經理隨即向110報案，再由警方通知119救護車到廠，惟罹災者已無生命跡象。

五、操作熱風爐未先關閉電源致發生感電災害。

案例：罹災者與勞工甲共同負責操作熱風爐、氣體爐、鹽液爐，於93年6月下午三號熱風爐正要起爐，此時勞工甲與朱經理亦在現場整修其他爐蓋，罹災者開啟三號熱風爐爐蓋，但他未依熱風爐安全操作守則，先關閉電源，即自行開啟爐蓋，於下午14時30分許，郭課長發現罹災者站在三號熱風爐前，一手扶在爐蓋懸臂，另一手操作氣動蓋板握把，好久都沒動作，於是喊叫「電到了」，勞工甲聞聲即跑到電氣控制室，關閉電源，勞工甲跑過去用腳踢倒罹災者，再經大家幫忙把罹災者抬到辦公室前，由

朱經理施以人工呼吸，並連絡救護車支援，為救人要緊救護車未到前，勞工甲即開車送往醫院急救，但經院方告知不樂觀，勞工甲立即轉送其他醫院急救，仍然傷重不治死亡。

金屬表面處理作業中會產生許多職業安全衛生上的傷害，即對人體內臟的傷害、對皮膚的傷害(皮膚炎)及機械安全傷害等。這三種傷害最好是儘可能予以單獨考量，但有時亦必須整體來考量。

一、對人體內臟的傷害：

(一) 氰化物(Cyanides)

氰化物無疑的是金屬表面處理作業中所使用的最毒物品，僅僅約50毫克的氫氰酸或等量的氰化鈉吸入人體，即會導致瞬間的死亡。然而很少的工業中毒情況係由氰化物所造成。氰化鈉是一種強基弱酸鹽，在液態溶液中它會遭到強烈的水分解而形成鹼、氫氧化鈉及酸，氫氰酸的結構。除非加上極濃的過重單體鹼，氫氰酸方能自溶液中蒸發。在溫度上昇時，氫氰酸的揮發性亦提高。

鍍鋅為採用氰化鈉的一種加工過程。鍍鋅槽通常在室溫下作業，且在電解液中添加了氫氧化鈉，在此槽中能生成氫氰酸氣(HCN)的可能性極小。氰化銅電鍍槽在室溫下作業時，電解液中並不添加鹼。氫氰酸的氣味可在接近槽器時聞出，但此一氣味並不表示就有危險存在。槽區室內大小，以及室內通風等因素對空氣中密集的HCN都有很大的關係。危險濃度的出現可用相當簡易的測試方法來獲得。然而，在室溫上昇時處理高速或鑄銅電鍍槽作業時，一般所維持的通風將不能僅依照HCN在空氣中安全限制內所保持的標準。在此槽上應另行提供適當的局部排風系統。

氰化物電鍍槽常在高電流效能，電極及可溶陽極上作業。用此種方法，則氣體就隨時會從電極中釋出。然而，在此情況下電鍍，應考慮所噴出之含氰化物電鍍液的霧氣將可能會從槽器上釋出。顯然地，此項作業應在足夠的通風下完成，以排除在最壞的氣體狀況下生成含HCN聚集之危害。

放入或正自氰化物槽中取出的物體最少應清洗兩遍，尤其在

酸浸的狀況時，每一遍均應以流動的水來清洗，從清洗槽中流出之含有氰化物的物品，絕不可將其流入含有清洗酸水的排水管內，因為它可能產生HCN，氫氰酸氣，它們均特別危險，甚或導致人畜之死亡。

二、對皮膚的傷害：

(一) 鎘(Cadmium)

鎘是電鍍作業上最常用到的重金屬。由於其毒性甚強，故美國政府工業衛生會議所制定其在空氣中之排放值為0.1毫克/立方公尺。對每個工人平均而言，在工作中每天將吸入10立方公尺的空氣。因此，此即表示每天他們將吸入鎘的最大量為1毫克。

由於高電極效應可使鍍鎘作業在最小的霧氣狀況下進行，因此，在鍍鎘的槽器上不需要另外提供排風系統。但是，這些電鍍槽必須予以監視，以保證正常之作業而防止意外的電解液釋出。此外，用以組成或補充電鍍槽內之鎘鹽，應予嚴格的管理以防止灰塵之污染，此即意味，若鎘鹽為乾燥之粉末，則它們從容器中傳送至另一容器時應在隔離排氣室中完成，隔離室亦可用作其它的工作，如噴漆等。同時，由於此項工作之進行僅為間歇性的，所以前述氰化物之防護裝備均應穿戴。另外還有一種方法可以減少，甚或避免灰塵形成的可能性。此種方法係以溶液形態來獲得鎘鹽，或在任何傳送作業實施之前藉水之加入來改變容器內之乾鎘鹽為溶液狀態。同時應觀察鍍鎘作業時，一併觀察使用之其它有毒金屬及其混合物的狀態。

(二) 鉛(Lead)

鉛是一種不常沈積但常用於電鍍室內作為槽襯及不溶電極的金屬。在修補漏槽或在新槽器上用作接縫之工作係用燒鉛(Lead Burning)法來完成。此種作業類似燃燒軟焊或焊條。接縫之燒鉛必須在室溫很低下完成，以防止熔化之金屬流動。此項作業必須配合放出濃密之鉛烟以延長暴露的時間。然而類似燒鉛之物，亦即具有鉛之鋼殼，用燃燒來除去此種外殼，及用燃燒作為鉛板之

機械處理，故將使濃密的鉛氣以烟霧形態在前兩作業中排入空氣內，或在最後作業中以烟灰形態排入空氣內。

槽器之修理，僅需燒鉛數分鐘即可完成。此種工作最好在使用作業之材料移除後，用具有可彎折的排氣管燒鉛器或使用合格的金屬烟氣防護面罩來操作。主要的修護工作或新裝備的組合，最好是在為此特別設計的工廠內完成，在此工廠內裝有足夠的局部以及一般機械通排風系統，使空氣中的含鉛濃度在排出限制值之下(0.2 毫克/立方公尺)。

一般使用的重金屬，如鎳與錫並不常造成職業性的疾病危害，一方面因其不屬於劇毒物，另一方面為此種毒氣或毒物在沈積過程中不會散發出來。

(三) 鉻酸鹽(Chromates)

早期因鍍鉻所造成的職業疾病，尤其是吸入電解液霧氣所引起的穿孔性鼻中膈病十分普遍。現在穿孔性的鼻中膈病甚少發生，此乃由於現在許多電鍍鉻槽均裝設了充足的通風排氣設施，以控制來自槽內之霧氣。

鍍鉻係在含有鉻酸及硫酸的電解液中完成。有時此種電解液還含有氟酸。在此種電解液中，陰極效應很低，僅為電流的15 %，係用來作為金屬之沈積，所餘之電流均用來釋放氫氣。陽極為可溶性的，氧在此極中釋出。此兩種氣泡經過電解液，機械地將電解液的霧氣攜於空氣中。此種霧氣自常用的鍍鉻槽中散發，其影響力甚至可達距離很遠的勞工身上。

在控制從鍍鉻槽散出之鉻酸霧氣上已有兩種有效的發展。其中一種係利用塑膠屑或塑膠粒，使它們漂浮在電鍍液之表面。若有滿足的塑膠粒深度，則當霧滴通過塑膠粒時就會被捕捉，使氣體避免與鉻酸液作某種程度之磨擦。然而電鍍作業者有時會覺得這些屑粒令人生厭，因為當自槽中取出工作物時，屑粒會黏附在上面。

另一種發展係藉某種物質將其加入電解液中來改變表面張

力，使氣泡聚集在表面上。如果這些氣泡直到霧氣形成或達到氣泡表面才會破裂，則逸自槽器內之霧氣量便會減低。但是，此種控制方式卻產生了另一種潛伏的危害：由於氣泡集中在槽面而形成氫和氧，則任何來自電擊的火花將會引起爆炸，雖然此種爆炸的本身不會引起任何嚴重損害，但將使電解液濺出，很可能會傷及人身。

(四)陽極氧化溶液(Anodizing Solutions)

陽極氧化在某方面類似鍍鉻，電解液中常含有鉻酸或硫酸，在作業中會有很多的氣體停留在電解液的兩電極上，它們所形成的酸霧像鍍鉻形成的酸霧一樣敏感及具有腐蝕性。控制此種酸霧的方法與鍍鉻使用的方法相同，也就是說，使用適當的兩側排氣通風，同時亦可一併使用前面所提的其它控制方法。

(五)電拋光溶液(Electropolishing Solutions)

電拋光作業雖然仍不普遍，但現已逐漸推廣中，故此應略加敘述。除了一般酸氣散佈的危害之外，電拋光作業還會造成另兩種危害。第一種危害為可能形成及散佈砷化氫，此乃由於砷或其混合物出現所致，此種情況甚至在極少量的電解質或正在拋光的金屬上均會發生。砷化氫形成之可能性並非為電拋光本身的特性，而是在其與任何含有氫之釋出及砷或其混合物出現的化學物或電化作業接觸所造成。由於含有砷化氫形成之可能性，及此種氣體含有劇毒，因此，所有的電拋光作業，必須供以有效的局部通風排氣系統，此種通風排氣亦可控制由兩電極上噴出之酸霧擴散。

電拋光第二種主要的危害為具有爆炸性，它在電解液含過氯酸時就會發生。雖然含有過氯酸、乙酯及水成份的溶液用於電拋光時不會爆炸，而少量含氧化物的物質也不會增加危險。然而，若自槽中蒸餾醋酸，因為其不夠冷，則電解液將充滿過氯酸，溶液的殘渣在如此蒸餾下就易於爆炸。多孔的有機襯料會充滿此種電解液，也是造成爆炸的原因之一。所以非到必要時儘量少使用

過氯酸作為電拋光溶液，最好使用危險較少的電解液。

(六)鹼性清潔液(Alkaline Cleaning Solutions)

金屬之清潔可分為數種，第一種是使用鹼性溶液，通常為熱的鹼性溶液，用於電鍍前除去金屬零件上的油污，油脂及污垢。非電解性的鹼性清潔液係在工作室中與蒸汽一同使用，有時某些鹼性霧會併入蒸汽中。在鹼性清潔槽旁使用通風是一種很好的作法，因為蒸汽本身會擴散至工作室內而使濕氣上昇造成極濕的環境。由於蒸汽從沒有控制的槽器中散佈，因而減低了操作者的視界而造成他及其伙伴之危害。

鹼性清潔亦可用電鍍法來完成。在此項作業需要清潔的工作物懸於陰極或陽極上，但常懸在陽極上，在被清潔的金屬上之氣體(氫或氧)的擴散將促進清潔作業，但亦為引起鹼霧的形成，除非使用一種泡沫毯來協助控制霧氣，即使如此，電解式的鹼性清潔槽亦必須使用局部的通排系統。

(七)除脂溶劑(Degreasing Solvents)

另一種常在電鍍部門中使用的清潔作業為溶劑除脂法，通常使用三氯乙烯(最近，亦使用三氯乙烷)。此項作業常在鹼性清潔前完成以防止被清潔之金屬太油膩時鹼性槽之過載。但有時在金屬被電鍍前僅單獨使用鹼性清潔就足夠了。

在汽化除脂上，將需要除脂的工作物置於汽體區域之下。由於該工作物在室溫之下，故蒸汽凝結於其上使其潮濕而帶有溶劑，此種溶劑遍佈金屬表面，洗去了不溶性的油污及油脂，及一些黏附的污垢及金屬碎屑等。當工作物達到蒸汽相同的溫度時(約188°F)，就不會再有凝結情況發生，此時就得將工作物取出。當低熱能的工作物或具有裂縫的工作物在汽化除脂器中除脂時，則只要有足夠的溶劑就可完成整個清潔工作而不需蒸汽凝結在上面。此時再用塗泥法來作為輔助作業，它在工作物上會散發含有泵的清蒸氣及熱溶劑，此項作業係在蒸汽管下進行。

在液態除脂上，將下部的空間分為兩個以上的小室，凝結的

溶劑經由槽道進入其中一室，稱為清潔溶劑室(Clean-Solvent Compartment)，然後再溢向其它室內。在液態除脂上，將工作物浸於髒的溶劑室內，在此它將受到搖晃而產生洗滌作用，然後將工作物留下，使髒的溶劑排至髒溶劑室內，然後工作物在清潔的溶劑室中清洗，爾後再將工作物置於蒸汽區域內用凝結劑作最後之清洗，最後將工作物自槽中取出。

在連續除脂器中，需要除脂的工作物是以連續的鏈環在槽中移動，除脂器全部密封，除了工作物掛在鏈環上，及已除脂後的工作物取出時方予開啟。

這些除脂器上的作業必須施以防範措施的檢查，其主要的目的在防止溶劑的蒸汽進入工作室內。其防範工作如下：

1. 將需要除脂的物件浸沈於槽器內而以不超過11呎/分鐘(3.4公尺/分鐘)之速度來除脂。這個速度為保持蒸汽標準及安定的最大速度，以防止溶劑之蒸汽在攪拌時之溢出。在此速度下將物件浸沈，使其與溶劑的液體及蒸汽一起停留在槽器內，然後再以此速度將物件取出，而置於熱、乾、無任何黏稠的槽器內。
2. 必要時應使來自塗泥軟管之全部物件，及溶劑蒸汽保持在標準蒸汽下來完成塗泥作業。
3. 含有凹陷的物件應使凹陷處向下放置。若凹陷處向上則熱凝溶劑將會陷入而使物件到達槽器上部時會流出槽外。若需除脂之物件數量均有凹陷，則此物件在自蒸汽區浸漬完成，在到達槽器上部之前應使其慢慢地翻動，使陷於凹陷處之溶劑流回槽內。
4. 吸收性的物件。如繩索、木材或布料等決不可置於除脂器內，因為這些材料將吸入液態溶劑而自蒸汽區取出時不會乾燥。若這些材料是清潔的，則其所吸入的溶劑從槽中取出而在工作室中給予蒸汽後便會從材料中蒸發。若需除脂之物件為十分精細的機械或拋光物，則不可使其與硬金屬接觸，必須使用有彈性而非吸收性的容器。木質架子若用聚乙烯醇塑膠作塗層，則一直可用到原木露出為止。金屬架子亦可用此種塑膠作塗層，因為此種塗層具有

抗阻三氯乙烯的作用，並且耐用。鉛的性質類似，故亦可用作塗層，或作為物件本身的結構材料。

5. 除脂器的位置。最基本考量的是除脂器的位置，此種裝備應放置在具有良好通風的大房間內，而使三氯乙烯在蒸汽排出槽外時予以稀釋。然而，敞開式的除脂器決不可置於門邊或窗戶旁，及各處的排氣裝備旁，因為經過除脂器上方的空氣將會使貯存於槽器內的蒸汽帶出。如果這些空氣無法避免，則至少在槽器的三面均應使用擋板以防止蒸汽的被帶走。若不能適當地放置及處理除脂器，如所述，則必須使用局部的通風排氣裝置，或對置於除脂器內的物件使用通風排氣裝備，直至其溶劑完全吹乾為止。
6. 槽器的清潔必須在溶劑充分被污染後為之。此種清潔槽器的工作必須依據製造指南來實施，以防止工人吸入蒸汽。若僅有一個蒸餾器而不敷使用時，則將有大量的溶劑自槽底蒸餾出來。如果除脂器內沒有足夠的空間來貯存全部需要蒸餾的溶劑時，則必須取出部份溶劑，但決不可使用開口的容器來運送及貯存溶劑。油污的殘渣在冷卻前決不可除去，而應將其迅速地置於密封的容器內。若清潔口是開啟的，則在再度關閉時應使用一個新的密閉墊圈。若工人有需要進入槽器時，則應將槽器打開使空氣流通，同時提供工人一個輔助的呼吸面罩，另配以一根安全索，而在工人感覺不適時能被其它工人迅速救出。
7. 當除脂器用瓦斯加熱時，除非添加空氣作適當的燃燒外，均應將其開口緊閉。排氣管應採用防腐材料製成且須延長至戶外。三氯乙烯蒸汽在加熱至高溫時，就如同在燃燒室的情況一樣，它部份的蒸汽將分解為氯化氫及光氣。只要有少量光氣的形成就會造成極大之危險，因為光氣對肺部有極大的刺激，而且具有像氧化氮一樣致病的效果。光氣的排出限制容許量為0.4毫克/立方公尺的空氣。

另一種商用的除脂器係用四氯乙烯或過氯乙烯作為溶劑及空氣凝結劑。此種除脂器是電動式的，且在頂部下數吋裝設了一個

熱電耦器，當蒸汽上昇至熱電耦位置時，電流便被切斷，蒸汽下降時，電流便再度接通。此種間歇性的加熱使蒸汽不規則地上升與下降，即使在無物件除脂時亦然。除脂之零件很輕及除脂作業偶而為之時，使用此種裝備是很安全的。在連續及重除脂作業上，使用此種裝備會在工人呼吸區內生成蒸汽密集的現象，它遠超出了最大容許延長暴露的範圍。

另一種偶爾亦用來除去油脂或油污的材料為四氯化碳，它可單獨使用，亦可與其它溶劑混合使用，四氯化碳是工業上所使用的一種最毒的溶劑。僅在中度的濃度下暴露在四氯化碳的蒸汽中就會造成肝、腎的嚴重傷害。它與單獨的感染性疾病有很大的不同，同時乙醇大量增加了感染性。在防火上有時會使用四氯化碳，因為在此狀況下防燃性的考量比高毒性的考量更為需要，但官方建議最好使用其它的溶劑為佳。

(八)浸漬酸(picking Acids)

用酸浸法來除去金屬的氧化塗層是電鍍室中常用的一種方法。酸浸槽是否需要局部的排氣通風問題取決於它們產生大氣污染的程度。一般而言，若用像鹽酸、硫酸等的冷稀釋酸就不需要通排風裝置，若用熱或濃密的酸液則就需要通排風裝置。除去像鋅一樣的活性金屬塗層，即使使用的為冷稀釋酸液亦會造成密集的刺激酸氣。當吸入鹽酸時，不僅上半部呼吸管會受到刺激，同時也會造成全身的傷害。因此在使用含有此種酸液的浸槽時，縱然刺激的氣體或霧氣不會從槽器中散發，亦應使用通排風設備。

含有硝酸的霧滴溶液必須要有良好的通排風設備。氮的氧化物，常稱為硝煙，它們在過程中散發，並潛伏著。它們並不會立即刺激吸入的人體，而使肺在延遲6, 8小時，甚至在暴露於硝煙下10小時之後才會受到刺激。人們吸入這些氣體後會突然感覺呼吸困難，此種病情係由肺腫所造成，因為液體充滿了肺的空氣位置，而使人感覺像溺水窒息一樣，此種情況最後會導致死亡，但是由吸入硝煙所導致的死亡可予立即防範。此種作業的通風必須

具有極佳的設計以除去那些不僅從液體表面，並且從那些來自溶液中等待清洗之金屬物件上所釋放出來的氣體。

(九)擦光與拋光(Buffering and Polishing)

擦光常在電鍍之後完成，有時在電鍍室中來實施，有時在電鍍部門的指導下完成。擦光與拋光有時亦在電鍍前完成，且擦光亦可在兩項電鍍作業之間來實施。若需加工的金屬具有較強的毒性，或使用的磨蝕劑，像灰塵一樣，則會產生石灰沈積病(由吸入過量的矽土而致之肺病)的情況，則使用良好的局部通排風裝備是急需的以保護僱工的健康。甚至正在擦光的金屬並沒有含有太多的毒性，而且磨蝕物是一種較不毒的材料，局部的通排系統亦應使用，使其免於討厭的灰塵干擾其工作，並提高工廠的清潔與良好的工廠管理。

(十)失火及爆炸防範(Fire and Explosion Protection)

50種最常使用的溶劑中，僅有少數的幾種是不燃性的，它們是：四氯化碳、三氯甲烷、甲基三氯甲烷、二氯甲烷、過氯乙烯、四氯乙烷、三氯乙烯及氟化的碳化氫(富利昂)，這些溶劑每一種都是鹵化的碳化氫。但是，並非所有的鹵化碳化氫都是不能燃燒的。在那些物質中不能燃燒的為氯乙烯、三氯丙烷與單氯苯。所有其它常用的溶劑与其它化學品均是可燃性的，只是，其中某些溶劑之可燃性較大而已。某些溶劑的燃點在比室溫高很多，但也有溶劑的燃點卻在冬天室外的溫度之下。

(十一)溶劑蒸汽洩漏之防範(Solvent-vapor Leakage Protection)

在烤爐及噴漆機器上，為防止蒸汽的洩漏，必須使用足夠的通風設備使所有開口處維持向內流入的空氣速度至少為100呎/分鐘。機器內的溶劑蒸汽密度必須降至少於LEL的25 %。

在決定濃度是否過量時，必須知道正在蒸發中的溶劑成分，烤爐或機器內在蒸發溫度時的LEL值，與單位時間蒸發的溶劑量。易燃蒸汽濃度之單獨或連續測試可很容易的完成。使用一組烤爐時，蒸汽的平均濃度必須限制為LEL的10 %，因為在

乾燥週期開始時，較迅速的蒸發就會發生。

加熱裝置必須能提供連鎖裝置及防止點燃溶劑蒸汽的安全因素。另一種不能忽視的因素，為在混合器上方及在吹送空氣至易燃的蒸汽製造裝備的電扇時，須使用非鐵扇葉之電扇。

(十二)皮膚炎(Dermatitis)

電鍍上危害之重要性不可忽視皮膚炎。造成皮膚傷害的化學品可分為主要刺激物與敏感劑。足夠量的主要刺激物在一般人觸摸後造成嚴重的燒傷或中度的皮膚刺激。酸、鹼會與皮膚內的蛋白質發生作用而為嚴重的主要刺激物，有機溶劑會逐除排出皮膚的脂肪成份，通常，它發現為中性的主要刺激物，此兩種刺激物加諸於人身的傷害為局部性的。

敏感劑，是一種不會傷害皮膚的物質，但對某些敏感的人在多次接觸之後造成敏感，某些情況下，少量的主要刺激物亦可能為敏感劑，它們所造成的皮膚炎稱為皮膚中毒(Dermatitis Veuenata)，類似有毒的疹子。此種皮膚炎通常發生在與皮膚接觸之處，若在不斷暴露下它會蔓延至全身。

一次的暴露就可令皮膚敏感者產生皮膚敏感，另一種稱為“潛伏期”的皮膚炎在感染之後，病體會潛伏一週，一個月或甚至數年之久。任何皮膚的傷害均會導致皮膚受到敏感劑的抵抗力減低而遭致疾病的侵襲。大部份的工人由於敏感而無法在敏感的工作崗位上繼續工作，但是亦有少部份的人會對工作產生免疫性。有時注射類似用在花粉熱患者身上的抗敏劑，則可使工人產生對敏感物之抗體使其可繼續工作而不致罹病。

防範皮膚炎的主要方法為防止或減少工人與造成皮膚炎的物件接觸，尤其是主要的刺激物。這些防範方法包括了過程之改變，過程之隔離，使用局部的通風系統，及貨品管理等。有時，對特別會危害皮膚的物件予以淘汰，而使用柔和的物件來取代高刺激物件。保持工廠的清潔對防止工人與刺激物的接觸有很大的助益，個人的清潔亦很重要。在與產生皮膚炎物品接

觸的地方必須提供充足的清洗設備。這件事情不僅意味需要有個清洗池，也意味必須要供給充分的清洗池數量而使工人不必在等待的情況下可徹底完成清洗工作。熱水、毛巾及良好而不含粗糙磨蝕的中性清潔劑必須儘量地供應。此項清洗工作應在下班前完成，某些職業另外還需要其它的個人防護裝備，如手套、套袖、連身工作服、圍裙、防護油膏或其它物品來防止刺激物的直接接觸，這是電鍍工業上最為普遍的防護方式。

(十三)材料之貯存與管理 (Storage and Handling of Materials)

材料的貯存與管理均應依照其爾後發展的最安全處理來作安排。例如，不能共存的化學品，如酸和氰化物不可安置於同一房間內。腐蝕材料之煤烟應用水幕來圍隔。酸與氨會很快地散發揮發性的刺激氣體或毒氣至空氣中，因此不可將其從大玻璃瓶傾入水桶中或是類似的敞口容器內，應將其泵入容器，這些容器經由系統化的精細排列儘可能予以密封，使作業員獲得最大的保護。若僅使用少量的化學品則可購買那些一次用完的容器量。專家們建議用氫氟酸來構成工作槽應有足夠的強度。顯然地此項作業係自大容器中將酸液傾入硬橡皮桶內，然後再傾入槽中。作業員用一個頭巾覆在頭上及肩上作為防護，肩部以下再穿上合格的防毒面罩及其它良好的個人防護裝備來防止與酸液接觸。然而，對氫氟酸氣甚少有人使用防護措施，此時酸氣在移送中散發出夾，此種氣體被發現在操作處之50呎外都會有過量的刺激性。

三、機械安全危害：

- (一)切割、夾捲危害：廠內所使用之機械設備具捲入點及易發生切割傷處，無安全防護，易導致作業勞工發生切割、夾捲之危害。
- (二)感電危害：機械器具電線破損或交流電焊機未加裝自動電擊防止裝置，易發生作業人員感電災害。
- (三)碰撞、撞擊危害：使用固定式起重機吊掛重物，常發生作業勞工遭物體撞擊或碰撞危害。

(四)倒塌、崩塌危害：廠內因空間有限，有時常見原物料堆置高度過高，在堆積物品、拆卸取料作業時，易因堆積不慎而發生倒塌、崩塌之災害。

第三節 危害預防對策

金屬表面處理業其製程所使用之生產機具，因以研磨機、去脂槽、酸洗槽、電解槽、塗佈機為主，故主要危害特性為接觸毒化物、危害物、切割傷、夾捲、撞擊，而本行業之安衛輔導需求，在安衛管理面為危害物管理、勞檢缺失改善、健康管理改善、自動檢查之規劃，在安衛管理技術工具面為自動點檢工具、製程安全檢核工具、初步危害分析工具，在機械設備安全防護面為高壓電氣設備安全防護裝置、機械設備安全防護措施。

金屬表面處理業作業之潛在危害及其預防原則分述如下：

一、有害氣體及有毒化學藥品危害預防

(一)有害氣體危害預防

1. 電鍍時會產生有害氣體，如酸洗時有硝酸氣體發生，如經常吸入肺部及與皮膚接觸，則可發生危害，又如電鍍時有鉻酐等氣體發生對於操作者亦有危害。
2. 在實際操作時有害氣體不得超出限度，以保持操作人員健康。
3. 電鍍操作時，應先將通風設備加以運轉，然後再進行操作，操作完成後，應該將通風設備繼續運轉一段時間，因為操作完畢後仍有有害氣體彌漫在工作室。
4. 操作人員最好能戴口罩或防毒面具，如在室外露天下用酸洗時，操作人員應立於上風，以免吸入有害氣體。
5. 電鍍場所門窗在可能情況應經常開啟，使新鮮空氣更易於流入。

(二)有毒化學藥品危害預防：

電鍍中有毒化學藥品及酸類有下列各種，在貯藏及搬運時，均應加以注意，以免發生中毒及灼傷事故。電鍍中所用化學藥品均應有專室貯藏，並有專人保管，以免發生事故。

1. 鉻酐危害預防：鉻酐為有害物，與皮膚接觸後，即發生潰瘍，鉻酐粉末更具高度刺激性及毒性，使用時須用橡皮手套、圍裙、長統靴、防護油膏及護目眼鏡等，以免與皮膚相接觸。
2. 氰化物危害預防：氰化物中有氰化鉀及氰化鈉，二者毒性均極大，普通如吸入極少量時，亦會中毒死亡，故在使用時應特別小心，

如手接觸到，立即用溫水沖洗；衣物上如沾有立即清洗，皮膚上裂口，切不可碰觸，俾免中毒。

3. 鍍液危害預防：該液對皮膚有刺激性，操作時應戴橡皮手套及防水油膏，以保護皮膚。
4. 鎘鹽危害預防：鎘鹽中如銀鹽及砒鹽等，均能使全身血液中毒，操作時應戴口罩。
5. 陽極危害預防：電鍍所用陽極如不清淨時，則可能含有砷、汞，等重金屬，此類物質均對人體有害，電鍍時可能擴散於空氣中，吸入人體過多，則會發生中毒現象。
6. 酸類危害預防：電鍍所用各種酸類，如硝酸、硫酸、鹽酸、鉻酐等，對於皮膚均有灼傷性，使用時應極小心，勿使與皮膚或衣物相接觸。
7. 砷危害預防：砷亦為有害化學藥品之一，誤服時亦可能中毒致死。

二、操作危害預防：

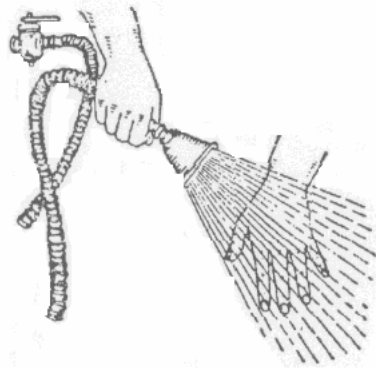
(一)機械清潔危害預防

1. 機械清潔有拋光、磨光、噴砂等方法，在操作時均應小心，以免發生機械工傷事故。
2. 拋光及磨光時應戴口罩及防護眼鏡，砂輪及拋光輪上均裝有吸塵設備及保護罩設備，以免砂輪爆裂。
3. 噴砂時不可將頭伸入噴砂機內部窺視。

(二)化學清潔危害預防：化學清潔法有酸洗法及有機溶液去油法兩種。

1. 酸洗時：如硝酸與金屬相作用時，即有二氧化氮產生，對於皮膚組織發生刺激。
2. 工作物應用掛鉤緩緩放於酸內，不可將工作物擲於酸內，以免濺發於外或濺於面部或衣物上。
3. 儲放酸液之器皿，使用完畢即用瓶蓋緊閉或倒於瓶中密封，酸液應置於不與他物衝擊之安全處所。
4. 用酸清潔物件時，應戴橡皮手套、口罩、護目眼鏡、長統橡皮靴等，並須在良好通風設備下進行。

5. 如遇酸濺於手上或面部時，可用特製自來水龍頭或洗眼用自來水龍頭沖洗，此兩種沖洗設備在電鍍工場必須設置，此外工作完畢或飯前必須洗手及洗臉。



自來水龍頭沖洗



洗眼用水龍頭



圖 3.5 電鍍槽裝設局部排氣裝置

三、電鍍危害預防

- (一) 電鍍時應先將工作用銅絲掛牢或使用導電棒將螺絲夾緊，並將電源中斷，然後放於槽內。

- (二)如有工件不慎墜入鍍槽底部時，須用爬鈎取出，不可用手摸取。
工件放入鍍槽中時，應緩緩放下，以免鍍液濺於眼中或面部以及其他物件上。如鍍槽過深及過大，處置工件時，不可立於槽邊或槽上，以免滑跌於槽中。待工件安置妥當後，然後接上電源，工件鍍畢後，須先中斷電源，然後取下工件。
- (三)在鍍鉻時，不可久立於鍍鉻槽邊，以免吸入毒氣。如鍍槽係用電熱加熱時(110 V 以上電壓)不可用手摸觸。
- (四)電解磨光採用過氯酸作電解液時，操作溫度不得超過規定範圍，否則易引起爆炸。配製電解液時，須將過氯酸緩緩加入其他溶液內，並注意不得使溫度超過 30 °C 。



圖 3.6 產品噴砂塗裝時為防止粉塵危害，使用濕式密閉室

四、搬運安全

(一)酸類傾倒

1. 傾倒酸液時，須將酸瓶置於特製之架上，此外用特殊設備如用龍頭可免將酸液濺潑於外。
2. 用虹吸管原理及空氣壓力取酸裝置。
3. 取酸方法係用腳風箱將空氣壓入瓶內，酸即被擠出；亦係將空氣

壓入球形閥內而使酸液排出，以上各種裝置使用上極為安全便利。

4. 如配製稀硫酸時，須將硫酸緩緩少量加入水中，以防硫酸發熱及飛濺，切不可將水傾入硫酸中，以防止爆炸危險。

(二)酸桶搬運時須用特殊之手推車。

五、用電安全

(一)電鍍時所用之電源皆為低電壓，故無觸電事故，但發電機如係用高於 110 V 以上電動機帶動時，有時會因為不小心觸電。

(二)又如照明用燈須用 36 V，如為普通電燈因所用電壓為 110V，則極易因線上絕緣層日久破壞以致觸電。如發生觸電時，應照下述方法急救：

1. 如發生觸電時，不可裸手將被觸電人拉開，應先將電源關閉，或用乾木條將觸電人推開，使人與電源隔斷，或將落在人身上之電線用木棒或竹竿推開。
2. 觸電人失去知覺或停止呼吸時，應使之平臥地上，先運用人工呼吸法使其恢復呼吸，待其恢復知覺再送醫診治。
3. 如有電灼傷時，可用燙傷藥膏塗於患處，或送醫包紮。
4. 電源設備或電力開關等危險地區，應懸掛紅底白字“危險”標示牌。



圖3.7 電氣開關用開關箱收容，防止勞工誤觸而感電

六、安全守則

- (一) 手部潮濕不可使用電氣開關。
- (二) 操作時必須將抽風機打開。
- (三) 拋光時須戴上安全面罩。
- (四) 未經許可不得擅自起動拋光機或整流器。
- (五) 電鍍時須穿著抗酸圍裙。
- (六) 如需在電鍍溶液中轉動鍍件時應戴橡皮手套。
- (七) 電門關閉後，拋光機或滾筒電鍍槽尚未停止運轉前，切勿離開機械。

七、急救

基本上的急救防範必須予以注意。為防止災害，首先，決不可容許員工於工作區內進食。其它的防範包括對數名部門人員施以急救訓練，提供急救器材或急救箱，確定淋浴，洗眼及臉的沖洗機及擔架、毯子是否適用，以及在固定位置張貼幾個急救醫生及最近距離之醫院的名稱、地址與電話號碼。同時，醫生所指定的物品，作業中使用的特殊化學品的解毒劑均應置於近處，以便隨時可以取用。