

第五章、運輸工具製造修配業(汽車、機車和自行車)

運輸工具製造修配業之特定製程範圍為從事汽車、機車、自行車及其零組件製造之行業，如小客車、客貨兩用車、卡車、貨車、曳引車、越野車、高爾夫球車、掃街車、運鈔車、機車、自行車等製造。引擎及裝有引擎之車身底盤製造等之鈹金衝壓成型、鍛造、鑄造、焊接、熱處理、電鍍、表面處理等製程。

第一節 產業特性介紹

我國的汽車業目前有許多家，但多數與國外生產技術合作，並均設置大面積之製造工廠如圖 5.1 所示。汽車生產製造程序相當繁雜，其製造流程如圖 5.2 所示。故汽車工廠多設有：(1)鑄造工場，(2)鍛造工場，(3)熱處理工場，(4)機械加工工場，(5)模具夾具工場，(6)引擎裝配工場，(7)壓造工場，(8)車身工場，(9)塗裝工場，(10)車輛裝配工場，(11)試車跑道、整備、檢驗等工廠或生產單位。其中尚有大部份零件須從衛星工場供應，如輪胎、玻璃、座椅、電線、電裝品、裝璜零件等；另外亦有由國外進口，如變速箱、化油器、方向機、板金件等。



圖 5.1 國內車廠大多上有大面積工廠

我國機車製造技術相當良好，目前有許多公司已在國外設廠生產。

機車生產製造程序，雖未如汽車生產製造程序繁雜，但也相當複雜，不過其各零件生產時所需的技術就技術面而言，整個機車製造運用技術和汽車略同。另外，運用這些技術時所需的設備項目繁多，以一般製造設備為例，包括引擎製造設備、鑄造設備、鍛造設備、車架製造設備、工具模具製造設備、電鍍設備、噴漆設備、造模設備……等，均與汽車略同。例如：在機車引擎製造設備方面，主要生產機器計有磨床、銑床、搪床、鑽床、攻絲等；在車架、車身方面，製造車架邊樑所用的設備計有壓床、電焊機、點焊機，製造車身所用的設備計有壓床、電焊機、點焊機、剪床等；在工具模具製造設備方面，主要的有磨床、銑床、車床、鉋床、鑽床、鋸床、砂輪機、衝床、放電加工機、刻模機等；在鍛造及電鍍設備方面，機車業熔化設備主要的熔鐵爐、低週波爐、高週波爐、坩堝爐等；在砂處理設備主要的有篩砂機、混砂機、震砂機等；在造模設備主要的有造模機，清砂設備主要的有噴砂機；在鍛造設備主要的有加熱爐、鍛錘、壓床、油壓機等；在熱處理設備主要的有熱處理爐、鹽浴槽、淬火槽、高週波熱處理爐等；在電鍍設備主要的有脫脂槽、除鏽槽、水洗槽、中和槽、鋁氧極化槽、電鍍槽等；在噴漆設備有脫脂、去鏽、除酸、皮膜處理設備，烘乾設備等等。

※由於前述機車生產時所需的技術汽車略同，因此本文有關危害及防範不另加分開。

第二節 潛在危害分析及預防對策

汽機車工業和工業車輛(貨運車、客運車、無軌電車、有軌電車、農用拖拉車和工業用牽引車)。它是機械工業的一個組成部分。汽、機車自行車之零組件生產需使用衝壓設備執行切、彎板(管)材之動作，若未作好安全管理與設備檢查及維護，常導致噪音及壓傷人員事件主要危害為衝壓安全問題，如圖 5.2 及 5.3 所示，早期因有 45%至 55%均由衝壓設備完成，手工操作需要三道程序，手拿、手放需好幾次。如安全防護作不好就容易軋到手，要解決此問題，目前大多必須改變生產技術，可由模具改革著手，朝向機械化、半自動化、自動化、多工化、複合模方向發展。如衝床上裝設光電式安全裝置，另可設置自動送料系統，此外還要考慮機械安全管理，訂定安全作業標準及執行作業人員安全訓練。



圖 5.2 衝壓設備執行切、彎管材之動作



圖 5.3 管件落下時常造成管件相互撞擊而形成高噪音作業場所

生產過程包括：

1. 鑄造(煉鋼工場、鑄造工場)。包括鋼、鑄鐵及有色金屬(鋁、銅、錫、鋅、鉛)的熔煉和澆鑄，以及鑄件及半成品〈板材、棒材、線材、螺母、螺栓等〉的處理。各種輔助材料，如潤滑油和切削油、塗裝、橡膠和塑膠，分別在專門的工廠內製備。
2. 國內汽車製造業均採專業分工，分別由衛星工廠提供各式車輛之零組件及物料，如圖 5.4 鍛造和機械加工。包括錘鍛、精整、熱處理、汽缸體和曲柄軸等的機械加工，直至組零件和機械部位的生產和發動機的裝配和試驗。與此同時，其他工場衝壓金屬板製造車身，制備組零件，最後是對各種零件部位以及整個車身進行塗裝。此外，還有專門的工程段進行下述作業：電鍍附件，製造電氣部位、制動器、噴油泵和內部裝飾（車座、車內壁板、儀表板等）。大型汽車製造廠設備齊全，能製造衝壓模具、型箱、模型以及其他設備。
3. 最後組裝：將機械部位和車內裝飾件裝於車身；修整、出廠前試車、產品出廠。



圖 5.4 由衛星工廠提供各式車輛之零組件及物料

以上所述之危害分析彙整如下表：

運輸工具製造修配業主要危害分析表		
作業別	危害來源	危害種類
鑄造	1. 熔爐、鑄造機 2. 鑄砂	1. 有害光線、高溫、熱危害 2. 粉塵、噪音危害
壓造	1. 起重機、堆高機、衝壓設備 2. 鋼板、鋼管	1. 機械撞擊、切割、夾捲 2. 噪音危害
材料切斷	1. 裁切機 2. 鋼板、鋼管	1. 機械撞擊、切割、夾捲 2. 噪音危害
機械加工熱處理	1. 熱處理爐、起重機、堆高機 2. 鋼板、鋼管	1. 機械撞擊、物體滾落 2. 高溫、熱危害
車身點焊鈹金	1. 機械手臂、電焊機、輸送帶 2. 鋼板、鋼管	1. 機械撞擊、夾捲 2. 點焊時產生金屬燻煙危害
噴漆	1. 輸送帶 2. 塗料、鋼板、鋼管	1. 機械撞擊、夾捲 2. 噴漆時產生有害氣體
裝配	1. 輸送帶、相關工具 2. 相關零組件	1. 機械撞擊、夾捲 2. 噪音、人因工程危害
試驗	1. 測試機 2. 半成品	1. 機械撞擊、夾捲 2. 人因工程危害
出廠	1. 貨車 2. 成品	1. 車輛撞擊、物體滾落

要完成生產整體過程需要有相當專業分工的整合，包括材料和能源(電力、石油及其製品、氣體、壓縮空氣等等)的供應與分配，以及工廠和設備的建造和維修所需的各種專業作業。

整體生產過程的規模和型式將決定工作條件、所用材料、製造成品，以及工作的負荷、方式和節奏。

危害及防護：依照各作業流程在生產製造過程的前後次序來討論。

1. 煉鋼工場和鑄造工場：在煉鋼工場和鑄造工場，主要的衛生問題是環境條件、噪音以及由粉塵和氣體造成的空氣污染。由於工作場所較大，需要不斷地更換大量空氣，以排除有害的金屬煙煙和粉塵；作業環境存在高溫熱源，特別是輻射性熱源，如熔爐、熔融金屬(約 900 至 1,200°C)、熱鍛(鋼錠、鋼坯、板材、線材和鑄件，約 500-800°C)如圖 5.5 所示。煉鋼爐附近輻射溫度最高，(周圍溫度高達 42-45°C，黑球溫度計可能輒達 80-90°C、相對溼度約 40%)，但是，暴露時間並不是連續的，工作人員在二次暴露之間有相當長的間隔時間處於正常的環境之中。在鑄造工廠的有關流程，由於灼熱金屬較少，輻射溫度較低，但在炎熱時工作期間過長也可能熱中暑，並可能口渴喝過多飲料而引起消化系統疾病。



圖 5.5 冶煉作業現場除有高溫危害外，亦有害光線、金屬煙煙等危害

保護工作人員避免受熱危害的方法有：在爐壁和爐門前設置水簾，並將熱源裹以隔熱材料或在熱源前設置熱反射面、加強通風、適當地提供工作中之休息時間。從醫學的角度挑選工作人員，並採取適當熱適應環境的作業步驟。並提供勞工隔熱工作服、安全面罩以預防白內障，安排空調休息室供勞工休息。

煉鋼工場和鑄造工場中存在的大氣污染物有：(1)金屬燻煙和粉塵(根據熱處理工法的不同，有氧化鐵、碳酸鹽、矽酸鹽、不同結晶形式的二氧化矽等金屬燻煙和粉塵)，(2)氣體〈一氧化碳、二氧化碳、二氧化硫〉，(3)金屬燻煙〈磷、鉛、氟、錳等，視熔融金屬的成分而定〉。在產生污染物的地方應設置排氣通風設備，排出的氣體應過濾。勞工體格檢查及健康檢查是必須的，以便早期發現塵肺症、慢性支氣管炎和肺氣腫、肺結核、慢性一氧化碳中毒等早期症狀。

許多作業中存在強烈的噪音和振動，如熔爐裝料，鑄造間的機械化出芯、脫模之落砂，用氣動工具清理鑄件。特別是在鍛造工場，間斷的脈衝噪音可達118至120分貝。因此噪音控制措施非常重要。汽車工業已經高度機械化和自動化，從而使體力勞動減少，勞工可在隔離的空調室內通過遙控系統監視運行情況。機械化鑄造工場的事故率比傳統鑄造工場的事故率低得多。

發動機和變速箱製造：在機械加工工場，由於生產採自動化或用數位控制連續自動生產線，基本上已消除了過去機械加工工場中經常發生的事故和疾病。凸輪軸、齒輪、差動齒輪、制動鼓等零件的加工以往要在許多機工作業流程中完成加工。如今多用自動化加工流程，其程序多達60或70次，包括鑽、鉸、銑等，且能自動控制公差。這些機器加工組列往往長達200米以上，均有聲光故障警報系統，只需要製造管理和維修人員。

在表面淬火、回火、硝酸鹽浴以及需要熱處理等工作，空氣中常有毒性氣體：如一氧化碳、二氧化碳、氰化物等。在拉床、銑床、滾齒機和鉋床上加工車軸、軸套、軸環等零件需要大量潤滑液，工作環境之空氣品質將令人不適。機工人員以及接觸細鐵屑和在過濾、回收再生前濾出的潤滑液的工作人員，均有罹患皮膚炎的危險。機械應盡可能安置有效防濺擋版、所用的潤

滑液應經常更換；在此狀況下護手膏會有稍微的保護作用，但仍有限，而戴棉紗手套則肯定是有害的，因為會使皮膚長時間接觸潤滑液。應對接觸潤滑液的勞工提供防油工作圍裙，並鼓勵工作人員在下班後徹底清洗身體。

在使用碳化矽和氧化鋁砂輪的場合，磨削作業和磨刀作業多已不存在工作人員罹患矽肺症的危險，但需要防止砂輪破裂、碎片飛出的危險，磨削鎂合金和鋁合金時則可能起火。砂輪應裝設安全護罩，勞工應佩戴防護眼鏡和面罩以及呼吸防護具。組合件和整套機械零件作業以往在輸送帶上進行，需防止捲夾、碰撞之危害。發動機裝配和機械試驗和試車，這些作業會在特殊的場所進行，必須設有排廢氣的設備和噪音控制設施，(有吸聲壁和隔聲底板)。通常該處之噪音可高達 100 至 105 分貝。

車身製造：車身製造與發動機裝配同時進行。其主製造流程是在 20 至 2000 噸的自動衝壓機上衝壓鋼板、帶鋼和小型工作件。此處衝壓作業為主要的危險。衝壓工具生產中最近的一項革新是用玻璃纖維增強塑料製造模具。因為勞工要接觸各種樹脂和玻璃纖維，已經發生由於刺激和過敏反應而引起皮膚炎和呼吸系統疾病的病例。有關衝壓安全事項請參考附錄一。

用懸掛式焊接機或連續式自動焊接機將鋼板衝壓件裝配至車身部位，連續自動電焊機工作得較快、較精確，操作比較省力，並能減少灼熱金屬和火花噴濺的危險性，車身廠均設置大型機器人執行連續式自動焊接作業，並在作業點四周設置防止火花四濺之活動簾，以防焊接火花灼傷人員或異物入眼等事故，如圖 5.6 所示。在焊接時原沾附在鋼板上的礦物油因焊接點的高溫而燃燒之產物會污染空氣。汽車車身之組裝，懸掛式焊接機裝有平衡系統但操作很笨重麻煩，需由作業人員拉著懸掛式焊接機進行各種角度之焊接，所以身體骨骼肌肉之累積性傷害及割傷經常發生，如圖 5.7 所示。小零件則使用氣焊或惰性氣體(氬或二氧化碳)焊接。在此作業中，勞工作人員會暴露於有害光線下，還暴露於可呼吸性燃氧化物、錳、銅、鋅、鐵等，及一氧化碳、二氧化矽、氮氧化物、二氧化碳等。因此，作業場所必須設置局部排氣裝置、防護屏蔽、防護板，並給工作人員提供焊工用面罩或抗有害光線護目鏡、絕緣手套、工作圍裙。還應定期對勞工進行體格檢查、健康檢查。



圖 5.6 作業點四周設置防止火花四濺之活動簾



圖 5.7 作業人員拉著懸掛式焊接機進行各種角度之焊接

有些裝配工作和車身鑲板缺陷修補工作。需要用鉛和錫合金(含有微量的銻)進行焊接。這項工作尤其在磨去多餘的焊料時，存在著鉛中毒的風險。對於這風險很難採取合適的防護措施，因此，目前的趨勢是提高衝壓件品質，以減少必要的修補工作，同時加強對暴露之工作人員的健康進行監督。在這些作業中，往往噪音可高達 95 至 98 分貝，頻率峰值為 600-800 赫茲。

電鍍：某些衝壓鋼件和鑄件，如保險桿、手把等，要用鉻、鎳、鎘、銅等進行電鍍如圖 5.8 所示，然後再進行磨光和拋光，這些工作通常在單獨工作工場進行，工作人員將暴露於吸入或接觸酸性電解液的化學物質蒸氣。電解槽應裝有特殊的槽邊排氣裝置，電鍍液中應添加能防止起泡的表面張力

劑。勞工應穿戴可防護眼、面、手、臂的安全防護具及工作圍裙，並定期進行健康檢查。

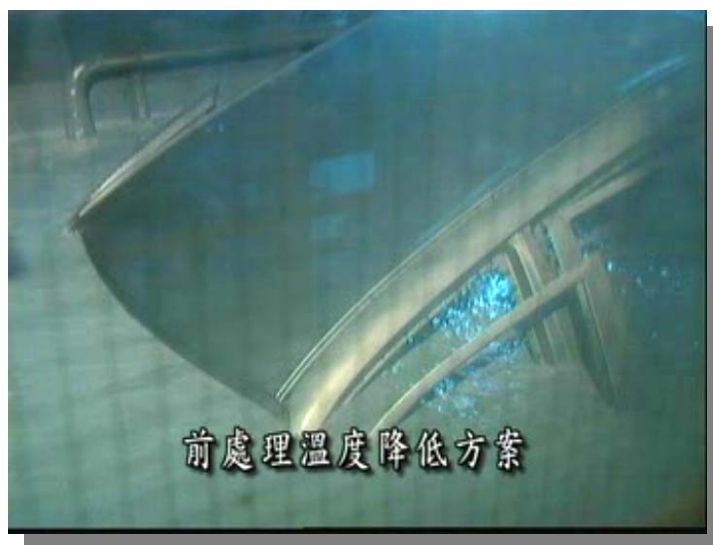


圖 5.8 車身組裝完成後需經由去脂、電鍍處理等製程

將零件放入槽中及從槽內取出的工作十分艱苦，應盡可能實現機械化。磨光和拋光電鍍零件的工作亦很勞累，因為勞工必須用手指抓住零件並壓向旋轉的轉盤；同時勞工還要暴露於棉、大麻和亞麻的植物性粉塵之中。這項工作也要盡力用機械化方法，例如使用連續自動拋光機。

上漆：車身在裝配線上裝配完畢後便送入塗裝工場。在塗裝工場內，勞工常使用含有甲苯、二甲苯、庚烷化學物質，以先清除車身沾附之油脂，然後在封閉的塗裝槽中再上底漆。接著再連續執行各種中層及表層之噴塗作業，最後進入大型烘箱內烘乾。

塗裝間存在的潛在危害，是吸入甲苯、二甲苯、丙烯、醋酸丁酯，醋酸戊酯和甲醇的有機溶劑蒸氣，吸入危害的危害性對塗裝作業而言，通常是次要的，有些塗料含有鉻鹽和鉛鹽，甚至有些塗裝原料為毒性物質，極可能發生急性中毒事件。原則上禁止用苯作溶劑，塗裝中亦需禁用含鉛塗料。

噴塗作業是在特殊的噴塗室內進行的，如圖 5.9 所示。噴塗室的牆邊和地坪柵格下有水簾，且不斷地送入濾清的空氣，勞工需配戴合適的濾罐式或供氣式呼吸防護具。比較新的辦法是採用浸塗工法敷塗底漆和面漆。採用靜電或電漿工法塗抹數道漆，在這情況下，工作人員在室外工作，只須進行監控和維修。

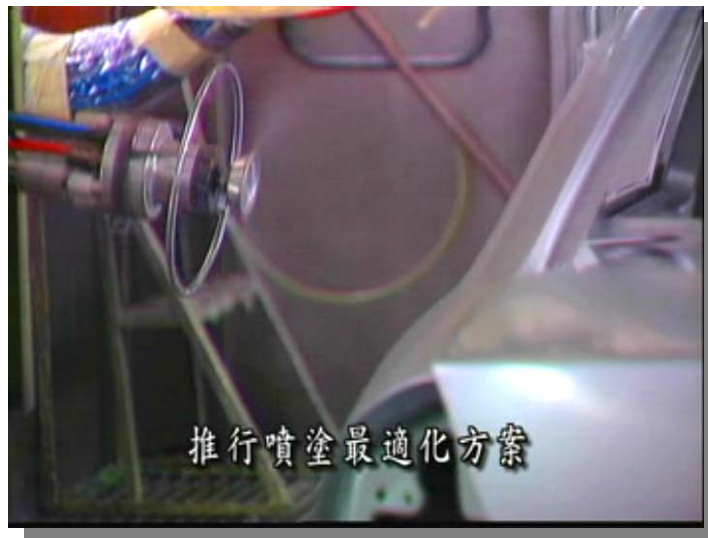


圖 5.9 噴塗作業需在通風排氣良好之護罩下進行

禁止用苯作溶劑，在塗裝間使用之塗料不可為含鉛塗料，現代工廠機械化程度不斷的提高，採取這三種措施已基本地消除汽車製造塗裝過程之大多數危險，但由於溶劑使用為必然之手段，其發生火災之本質危害仍然存在著，國內某大汽車廠即發生過塗裝工廠大火而付之一炬之案例，故在塗裝工場設置靈敏度較高之消防警報及自動滅火系統、嚴格實施火源管制有其必要性。

噴塗完成的車輛將送入裝設有排氣通風設備的大型烘爐烘烤後再送入組裝工場，如圖 5.10 所示，以安裝上各種機構及組件。在組裝工場，車身、發動機、變速箱等都將進行安裝，另亦將裝上座墊和各種車內飾品。



圖 5.10 噴塗完成送至大型烘爐中烘乾漆料，此處為高溫作業環境

車輛裝配：車輛裝配中，常可以看到最先進的傳送帶作業，每個勞工重複地安裝完成每輛車上各種組件的限定任務，勞工非必要將無法離開，作業中需要持續集中注意力，而且有些工廠採取混合型號及車種之生產排程，使作業人員長期處於緊張狀態之中，因此有人因工程及勞動條件安排的問題。作業雖然並不需要消耗很多體力，但要求很嚴，必須採取一定的姿勢或動作，例如在車輛內部安裝零件或在車身下方操作時，人的手和前臂需要高舉過頭。現在，在車身製造和車輛組配中越來越多地使用工業用機器人，已使許多作業風險大大改進，工業用機器人法規請參考機器人安全防護規則。

車輛組裝完畢之後，必須進行性能試驗、修整和發動測試。檢驗可局限在輓道測試平台上進行輓承試驗(試驗時通風十分重要，以排除廢氣)如圖 5.11 所示，但也需要在不同類型的路面上進行跑道測試、防水和防塵試驗，如圖 5.12 所示，以及野外試車。發動之前，需在車輛表面塗上一層可溶於石油的石蠟防護層，此作業空間使用高亮度照明，因長時間凝視車體極易造成視覺疲勞，如圖 5.13 所示。



圖 5.11 車身底盤下方之零組件安裝，作業人員必需經常以高過頭部之肢體動作從事作業



圖 5.12 組裝完成之車輛進行各項檢測



圖 5.13 完成組裝之車輛由專業資深人員作細部外觀目視檢驗

一般危害：在汽車工業中，製造過程的各道工序必須高度協調。這就需要普遍使用機械輸送設備，如同步輸送帶、高架輸送機、龍門吊車、廠內各式輸送車(電動車、柴油車、汽油車、液化石油氣車輛)如圖 5.13 所示。貯藏大量危險有害物質，包括有毒物質(氰化物、三氯乙烯、四氯乙碳物)、酸類、及其他腐蝕性物質、易燃和易爆液化石油氣、塗裝溶劑、礦物油)。為作好發電和配電工作，並妥善防護發電機、配電線路和電氣設備，以便向各種機器和照明供應其電壓，自 12 至 500,000 伏特(對汽車工業電氣危險亦是最大的危害之一。由於使用許多壓縮機輸送空氣至各個工場和每個工作崗位、噪音和振動常是危害因素。在汽車工業職業病並不多，少數可能有砂肺症、溶

劑中毒、鉛中毒、由礦物油引起的皮膚炎病患，及重聽等。職業傷害事故很多，主要為手臂和腿部割傷、扭傷和壓傷，有時也可能傷及面部(異物入眼)和身體灼傷，一氧化碳中毒和溶劑中毒很少，另可能有新出現的危害，即用於非破壞探傷檢測的輻射線和放射性同位素。也有許多工作人員自訴患有消化系統疾病(胃炎、十二指腸炎)和神經系統障礙(焦慮和壓抑)，這些疾病並非汽車工業所特有，可歸因於輪班工作制度的普遍現象。



圖 5.14 應用精密的輸送系統將各部零組件精確地送至各個裝配點

職災案例：

據○○公司領班○○○稱：罹災者案發當日負責組裝機輪台平衡修正工作，案發前我在組裝機前段組立部分教導作業人員輪胎與鋼圈之組立，教導完畢後發現罹災者不在位置上，我走過去看，發現罹災者趴在機台下方，雙腳伸在走道上，我喊叫罹災者，發現並無反應，我走到罹災者腳後方蹲下看見罹災者頭部被平衡機升降台夾住，我立刻到辦公室叫廠長及課長。

有關機械安全及電鍍另請參考汽機車工業製造各程序危害及預防及附錄一有關機械加工及其處置安全衛生事項。