

第二節 實習工場安全衛生之因素分析

本節針對國中特殊技藝教育實習工場教學設施安全衛生之影響因素進行分析探討，欲從環境因素、實習工場管理佈置、電氣安全及安全防護裝置等進行分析，在實習活動的考量下，建立國中特殊技藝教育實習工場教學設施安全衛生的研究基礎。

安全衛生工作的主要目的在於防止事故發生，保障生命安全與身體健康（中華民國工業安全衛生協會，民 85）。所謂事出必有因，發生事故的原因，經研究分析結果，可歸結為間接（社會環境、個人缺陷）與直接原因（不安全的狀態及行為），或天然災害與人為疏失等原因，細究事故發生原因如下（中華民國工業安全衛生協會，民 85；勞委會，民 79；陳文宣，民 79；張添洲、王信宗，民 76；陳有志、張朝清，民 87；羅文基，民 78）：

一、不安全的狀態：佔 10%

- 1、不適當的支撐或防護。
- 2、有缺陷的工具、設備或供應器具。
- 3、擁擠的工作場所。
- 4、不適當的警告裝置。
- 5、火災及爆炸的危害。
- 6、不良的內務環境。
- 7、有害的環境狀況。
- 8、過強的噪音。
- 9、不良的照明。
- 10、不良的通風。

1 1、輻射暴露。

二、不安全的行為：佔 88%

1、不適當的速度操作機器。

2、未經授權操作機器。

3、不適當的使用機器。

4、使用有缺陷的設備。

5、使安全裝置無效。

6、未能使用防護具。

7、未適當的置放設備。

8、站立不適當位置。

9、不適當的舉物。

10、修理轉動中之設備。

11、現場嬉戲。

12、使用含有酒精之飲料。

13、使用藥物。

三、天災：2%

以上為一般工廠事故發生原因的簡要分析。以下謹針對實習工場教學設施安全衛生之影響因素，分別就環境因素、實習工場管理佈置、電氣安全及安全防護裝置等方面，進行深層的分析探討。

壹、環境因素

造成安全衛生事故之環境危害的因素有化學性、物理性、生物性及人體工學因素等等。

一、化學性 (Chemical) 因素

化學性物質藉由飲食、皮膚接觸及吸入 (缺氧、空氣汙染有害物) 等管道進入人體，造成身體的危害，如表 1 所示。

表 1 化學性危害因素

資料來源：中華民國工業安全衛生協會編印，民 85。勞工安全衛生教材 (559 頁)。

危 害 因 子	造 成 之 影 響
水銀及除草劑	影響神經系統，造成肌肉疲勞及不能協調
一氧化碳、氰化物	造成缺氧
苦味酸、單寧酸、酚、 甲醛	皮膚炎
石棉及游離二氧化矽	塵肺癌
多氯聯苯 (PCB)	氣搓瘡
苯	引起再生不良性貧血、白血病、顆粒性白血球缺乏
鉛	貧血、多發性神經病變、精子缺少
氯乙烯	肝血管肉瘤
鉻酸	鼻中隔穿孔、肺癌、鼻癌
TDI	氣喘

從上表中得知，在學校實習工場中存在的化學性危害因素，例如瓦斯中毒、農藥...等之危害說明如下；

- 瓦斯中毒：一般我們對瓦斯的安全印象是指其易燃性質，但瓦斯最嚴重的危害卻是易引起一氧化碳中毒，中毒的原因，若人吸入瓦斯中的一氧化碳影響組織對氧之利用或阻止、干擾氧之送至組織，而造成缺氧的危害。
- 農藥的危害：農藥中含有各種有毒的化學成份，易從人的皮膚、食入或吸入等各種管道進入人體，過去國內曾發生農民噴灑農藥

後中毒事件及巴拉圭農藥工廠勞工罹患皮膚原位癌等事件。

二、生物性 (Biological) 因素

包括寄生蟲、細菌、病毒、昆蟲、黴菌及霉菌等因素所造成的危害，例如藉由病毒傳染的 B 型肝炎。

三、物理性 (Physical) 因素

不良之採光照明、通風及過量之噪音、溫濕條件、電磁波、震動、異常氣壓、游離輻射等皆會造成人體的危害。

(一)採光照明：

良好的光線，能使工作人員的視覺迅速、確實、舒適、安全、提高工作情緒與品質（陳文宣，民 79）。光的來源可分為自然採光與人工照明兩種，採光的原則以自然採光為主，不足時配合人工照明輔助。

實習工場內之光線主要目的乃在獲得明視所需照度，依勞工安全衛生設施規則第一百十三條規定，工作場所之採光照明規定如下：

- 1、須有充足之光線。
- 2、光線應分佈均勻，明暗比率應適當。應避免光線之刺目、炫耀現象。
- 3、窗面面積比率不得小於室內地面面積十分之一。
- 4、採光以自然採光為原則。
- 5、作業場所面積過大、夜間或氣候因素自然採光不足時，可用人工照明。
- 6、燈蓋裝置應採用玻璃燈罩及日光燈為原則，燈泡需完全包蔽於玻璃罩中。

7、窗面及照明器具之透光部份，均須保持清潔。

(二) 噪音：

凡是不規則及不協調的音波在同一時間存在，使人聽到而厭煩者，或是不想聽的聲音，都可稱為噪音（張添洲、王信宗，民75）。亦即會引起人在生理上和心理上不愉快的聲音（陳文宣，民79）。

聲音之計算單位為分貝（db），當物體震動時，對空氣產生壓力波的變化，此種空氣壓力之變化稱為音壓，音壓與人耳可聽之最低音壓界限之比取對數值即稱為音壓級（db）。

人長時間暴露於噪音的環境（如在 90db 的環境工作超過八小時），會造成聽力的損失（聽力損失一旦造成將無法治療回復）、工作效率降低、煩躁、精神緊張、內分泌失調及影響睡眠等危害。

(三) 通風：

通風之目的在調整工作場所之空氣，以保持工作者之安全與健康，提高工作效率。空氣中之氧氣含量低於 16%時對人體即有危害，通風的方式有自然換氣與機械換氣兩種，以供應新鮮之空氣與工作者，以防止自人體或機械設備所產生之熱、二氧化碳、水份、煙、塵埃、細菌及其他有害物質等給予工作者不良之影響。工作場所之換氣量為每人每小時 40 立方米以上。

(四) 溫濕度：

溫濕條件為人體對環境中冷熱之感覺。工作環境除了要考慮氣溫之外，對於濕度、風速與輻射熱（合稱溫濕四要素）等，應一併考量對人體產生的影響。工作場所溫濕度條件不良所造成的危害，常見的有：(1) 失水 (2) 熱痙攣 (3) 熱衰竭 (4) 中暑

等。

(五)輻射危害

1.游離輻射：

游離輻射為自然環境所存在的輻射能，在工業上常使用者為 α 、 β 、 γ 、X及中子射線等。游離輻射對人體危害為貧血、細胞染色體突變或致癌等。

2.非游離輻射

- (1) 紅外線：常由高溫物體產生，例如電銲作業；如眼睛經常直視紅熱物體易導致白內障的危害。
- (2) 微波：微波為一種電磁輻射，對水份之熱效應極強，容易穿透皮膚及肌肉組織，造成蛋白質的凝固，具有相當的破壞力，容易造成為白內障；微波爐使用時必須遠離，並隨時檢查門上玻璃的隔絕層是否完好。
- (3) 紫外線：會造成皮膚癌與角膜炎之危害；例如銲接作業，從事工作時必須使用適當的防護裝置。
- (4) 雷射：為一種高能量光線，會造成燒傷危害。

學校電腦實習工場之顯示器（CRT）所產生電磁波有可能對人體造成危害，陳玠洲、葉秀桃（民 80）兩位教師認為電腦教室的佈置的原則，操作者與自己的顯示幕距離保持一手臂長的距離，和其他顯示器則至少保持兩個手臂長的距離，才不至危害身體健康，建議最理想的電腦實習工場佈置參考如圖 2-1 所示。

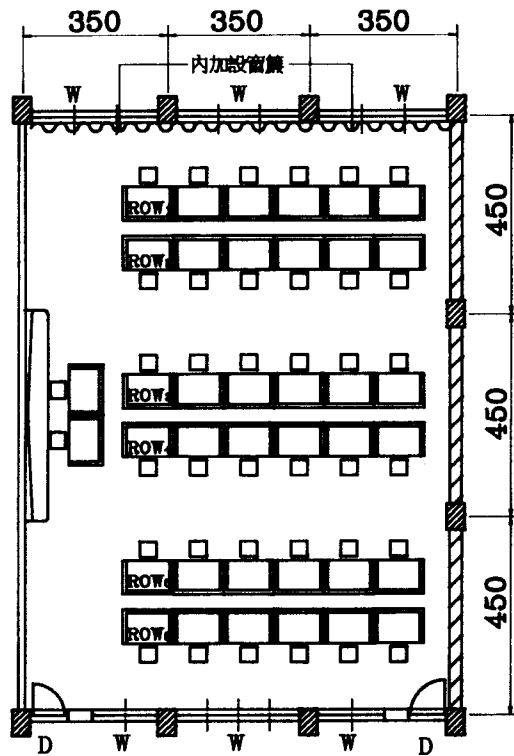


圖 2-1 改良式電腦實習工場佈置圖

資料來源：陳玠洲、葉秀桃（民 80）。從電腦顯示幕對人體健康之影響談電腦教室教學環境之設計。《資訊與教育》23 33-41。

四、人體工學 (Ergonomic)

人們工作之習慣嗜好原則即為人體工學，使用人體生物科學與各種工程科學結合以使作業者與工作相互調整適應，其目的在於更有效工作、減少傷害、降低操作成本、降低訓練時間與更有效之人力應用（中華民國工業安全衛生協會，民 85）。

人只能短時間忍受不舒適或壓力，從事不自然或奇怪的動作。例如：

- 1、設計不良的工具或機械設備。

- 2、不良的採光照明。
- 3、不正確之提舉和搬運。
- 4、不適當之姿勢。
- 5、單調而重複性的工作。
- 6、不舒適的工作環境。
- 7、警戒不足的工作場所。
- 8、容易犯錯的工作場所。
- 9、儀表標示不良。
- 10、其他。

貳、實習工場管理與佈置

實習工場佈置與管理是教師基於教學活動需要所進行之工場規劃與設計，除了硬體的機器設備購置之外，還包含軟體的工場管理之營造。實習工場佈置與管理的重要意義，除了可使教學順利，上課秩序易予維護，減少學生的意外傷害事件，預防器材的無謂浪費；更可使現有設備機具和器材，發揮最大的功用，有效的運用每一種教學設施，使學生獲得最佳的學習效果（于敦德，民70）。

一、工場空間規劃要點

教師從事實習教學活動時，必須能掌控每位學生的狀況與行為，Finsterbach（1973）主張工場長寬比率應小於二，便於教師管理，每位學生應至少擁有 5.1 平方公尺的工作空間，窗戶面積應大於地面面積的五分之一，樓高應有 3.2 公尺以上，組裝空間應足夠最大實習工件活動之用。出口的設計至少應有兩個以上的門的開向，必須向外開啟，方合乎消防安全規章之要求。

二、地面與通道

地面材質應易於清理，尤其要注意防滑的設計（貼止滑條、防滑銅條或其他防滑材料地板等）。實習工場內行人通道，最少要能容納兩人並肩行進的寬度，約為 1.1 公尺以上（于敦德，民 70）。通道必須隨時保持暢通，不可擺置物料或器具，通道兩邊必須塗上白色或黃色的分界線以資辨識。

三、機械安裝方向

機械安裝方位有以下四種情況（于敦德，民 70）：

第一種情況：是工作者並排而立，機尾對機尾，如無需經常有人通過或在尾端進行修護工作，機尾間之距離約留 0.3 至 0.45 公尺。

第二種情況：是工作者面對面方式，機械則背對背，機械間之距離約留 0.3 公尺以上，如需在期間修護，則留 0.45 公尺之距離。

第三種情況：是工作者面對背方式，機械則同方位依次擺設，機械間之距離約留 1.5 至 2 公尺。

第四種情況：是工作者背對背方式，機械則反向擺設，機械間之距離約留 2 公尺以上。

其他如機械至通道邊緣界限之距離約留 0.3 公尺以上，機械操作人員距離通道邊緣界限之距離約留 0.8 公尺以上，機械至牆壁之距離約為 0.35 公尺以上，但須扣除機械之最大衝程之距離。

四、工作台的安排

工作台與工作台之間的距離，宜有合適通道，其距離約為 1.8 公尺以上。在工作台並肩工作之人員，其工作崗位間隔約為 1.3 公尺以

上。工作台至通道邊緣界限之距離約留 0.3 公尺以上，操作人員距離通道邊緣界限之距離約留 0.8 公尺以上。

五、電器與管路

水、氣壓、油壓與電氣等管線最好能埋設於牆內，若為舊工廠重新佈置，其管線亦應使用管線壓條處理，以防止學生意外傷害發生。

六、抽排氣系統

實習工場最理想的通風方式為自然換氣，自然換氣量不足時，應佐以抽排氣系統實施強制換氣，以確保空氣品質，維護學生健康安全。

七、照明設備

實習工場照明，要配合機械與工作崗位的位置，照明注意事項：照明要避免刺眼的過強光線、減少陰影、避免背光與直接照射雙眼（于敦德，民 70）。

實習工場照明以自然採光為原則，自然採光無法利用時，應佐以人工照明，補其不足。常見之工作場所其規定之照明度如表 2 所示。

表 2 工作照明度

工 作	最低照明度 (呎/燭光)
一般機械操作	60
製 圖	150
精 密 加 工	300-400
鉗 工	60-100

資料來源：于敦德（民 70）。實習工場佈置與管理（49 頁）。台北市：正中書局。

八、消防設施

現在新建實習工場設計規劃，依據建築及消防相關法規之規定皆需具有火警感知警鈴與消防滅火之系統，但對於老舊實習工場則無完備之消防系統，無論新建或舊有之實習工場，按各實習工場特性，皆

應備有各種消防滅火措施與設備，並擬妥防火方案（陳文宣，民 79；陳次農、黃保卿、吳榮輝，民 76；陳有志、張朝清，民 87）。

（一）完備的消防設施。

1. 設置防火設備：防火牆、防火門、滅火器、消防栓及其他各種消防設施，平時準備妥善，並要定期檢查其功能之有效。
2. 裝設防火警報系統。
3. 設立防火組織。

（二）實施定期檢查。

（三）保持工場整潔。

（四）實施安全訓練與教導。

（五）擬定安全規則。

（六）改善工作環境，控制火源的發生。

（七）足夠的移動式滅火器，放置於最明顯且取用方便的地點。

（八）去除可燃物質。

（九）高溫防止。

九、救護設施

急救首要目的是救命，就是只給予遭意外傷害或病患者之立即和臨時性的照料至能得到醫師的診治為止（陳文宣，民 79）。實習工場應備有合於標準之急救箱，急救箱應置於隨時容易取得的地點，箱內的藥品必須隨時檢查與更換，以備不時之需。

十、色彩調配

在實習工場，為提高工作效率，施行色彩調節，把陰暗汙穢的色彩，變成清潔明亮的環境，進而使用鼓舞精神的色彩，成為減輕疲勞，作成有效率的工作環境，這些都會因色彩而產生變化。因為色光在實

習工場的視覺環境，均與作業者的工作、健康和 safety，有著密切的關係（陳文宣，民 79）。

對於實習工場安全顏色使用原則：如表 3 所示。

表 3 色彩意義的使用場所及範例

種類	意義	使用場所	使用範例	備註
紅	防火停止	表示防火或停止的地方。	防火標誌、防火栓、滅火器、緊急操作場所、停止標誌。	
橙	危險	警戒及災害可能引起傷害之處。	危險標誌，暴露的開關、機械安全蓋內面、暴露齒輪的側面。	
黃	明示注意	易相撞、墜落之處。	注意標誌，機器上的突出物、怕被撞上的柱子。	特別要注意之處要加入黑色，作黑黃相間的圖示。
綠	救護	有關救護的事及場所，沒危險之標誌。	急救箱的存放位置，救護室入口。	與救護有關，為了特別強調而用綠色白底十字。
白	通路儲藏整頓	表示通路、方向指示、必須整頓清潔之場所。	通路之區域線，方向標誌，廢物箱的位置。	用於通路，如果白色不易看到，亦可用黃色。
藍	注意待修	提示待修之場所，提示注意。	修理中或故障而停止運轉之處的表示標誌，開關箱的表面。	

資料來源：陳文宣，民 79。工業安全與衛生（309 頁）。台北市：全華科技圖書公司。

參、電氣安全

電是最乾淨的重要能源之一，帶給人類更有效率的生產與生活上的方便，但對於電力如缺乏知識或使用不當，將導致災害與事故發生，學校實習工場教學活動中，處處皆會使用電氣機具，是故用電的安全極為重要。

政府及學者專家對於用電安全，提出相關規定與見解（中華民國工業安全衛生協會，民 85；陳文宣，民 79；陳次農、黃保卿、吳榮輝，民 76）。針對學校實習工廠中感電事故、電氣火災，靜電危害之原因與對策，綜合整理如下：

一、感電事故之原因：

- (一)電氣作業中觸及帶電部位。
- (二)電氣設備漏電，觸及漏電處所。
- (三)電氣配線絕緣被覆老化、損傷，觸及露出電線。開關外蓋破損，觸及內部帶電部位。
- (四)其他：如電銲作業觸及電銲夾柄等。

二、防止感電事故之對策

- (一)採小電壓法。
- (二)以遙控方式啟動。
- (三)採非接地配線方式。
- (四)將電氣設備接地。
- (五)裝設漏電斷路器。
- (六)電氣設備應定期檢查。
- (七)電氣作業時採取適當的安全措施。

(八) 其他防止感電措施。

三、電氣火災之原因：

- (一) 產生過大的電流（短路、漏電與過載）。
- (二) 產生電氣火花及電弧。
- (三) 接觸不良。
- (四) 電氣不正常的使用，例如同時間多項設備共用同一電源插頭。

四、防止電氣火災之對策：

- (一) 電線不可超過其安全電流。
- (二) 電線與電器連接應確實。
- (三) 機器設備不可超載使用。
- (四) 定期檢查斷線絕緣是否完整。
- (五) 電器開關周圍不可放置易燃物品。
- (六) 不得擅自使用銅線、鐵線代替保險絲。

五、靜電危害之原因：

- (一) 電擊。
- (二) 放電火花引起火災爆炸。

六、防止靜電危害之對策：

- (一) 抑制靜電發生。
- (二) 接地。
- (三) 使用導電性之材料。
- (四) 加濕。
- (五) 游離化。

肆、防護裝置

防護包括預防與保護，有裝置在機械上的保護配件及個人的安全防護器具兩種。

Szoke 和 Vest (1975) 對於特殊教育班級和職業班級中，所使用的機器設備，必須依照特殊需要學習者的需求加以改良和調整（陳階陞，民 79）；例如

改進聽障者的設備建議：

1. 機器操作鈕旁邊應裝設一紅燈，以指示機器正在運轉中。
2. 裝一燈光連接電鈴，鈴聲響時，燈光即亮。這一方法可應用於打字機、計時器、火警鈴以及緊急情況通知器等。

改進視障者的設備建議：

1. 控制鈕和開關應裝設在方便接近的位置。採用特殊的觸覺控制鈕—點字帶或凸起的記號。
2. 聽覺警示燈應比視覺警示燈更為恰當。
3. 電力設備須加設保護板。
4. 特別設計的通訊和測量工具以及其他裝置—有聲電子計算機、車床進刀指示器...等。

國中特殊技藝教育班學生，因先天性生理上與心理上的個別差異，在動作反應、判斷能力、感知接受...等方面明顯較弱，特殊技藝班實習工廠的防護裝置更應實施規劃設計，以確保學生健康安全。

一、機械防護

學校實習工場應用機械操作頻繁，機械防護旨在分析機械工作中，因機械構造或運動等所可能引起的身體危害，將不安全發生源找出而設法事先予以防範，採取一些必要的措施或裝置。

機械防護就是對於造成傷害的機械動作加以分析，提出機械防護方法所採行的對策（中華民國工業安全衛生協會，民 85；陳文宣，民 79；陳次農、黃保卿、吳榮輝，民 76；陳有志、張朝清，民 87）。分析如下：

(一)造成傷害的機械動作

1.機械之轉動、往復及直線動作：

- 轉動的機械會使人的頭髮、衣服及手指捲入而造成嚴重的傷害；例如螺桿、飛輪等。
- 往復動作的機械，其前後或上下往復運動會使工作者遭受到撞擊傷害；例如鉋床、插床等。
- 直線運動的機械，容易使工作者造成撞擊或擦撞的傷害；例如皮帶、鏈條等。

2.動作捲入點：

- 當機械部份相對運動，或一部份固定一部份轉動，及產生動作捲入，容易使身體的部份被捲入而造成碎裂；例如壓麵機，皮帶輪等。

3.切割動作：

- 由於機械之轉動、往復及直線運動等動作進行切割工作所造成的傷害；例如鋸切、車削等。

4.機械衝、截、彎等動作：

- 由於動力操作使物料由大變小或成形，在工作點物料進入或退出時易造成手部的傷害；例如沖床、壓床等。

(二)機械防護方法或裝置

- 1.護罩法：此裝置在於防止人體任何部位進入或接觸機械裡面，

依其作用可區分為護罩式及護欄（柵）式兩種。

- 2.連鎖法：此裝置在於安全防護裝置未裝上時，機械不能啟動操作；連鎖之方法可分為機械連鎖及電氣連鎖兩種；若以防護形狀則可分為罩式、門式與障礙式三種。
- 3.自動法：此裝置在於當機器開動時，機器各部位的防護裝置即自動適時發生作用，使人體不至於進入危險區或停止動作。自動法防護裝置有電眼、回拉設施、連桿設施與推開設施。
- 4.遙控法：採自動化的各種安全開關操作，使工作者遠離機器工作點。常用的裝置形式有電氣掀鈕式、氣油壓閥門式、雙開關式等。
- 5.改善進料及出料法：如使用工具代替手進料、半自動或全自動進出料法等。

二、個人防護

個人防護器具是用以防止傷害的個人裝備，若機械上的各種工程設施或安全防護裝置，仍未能確保工作環境絕對安全，工作者則必須使用各種必要的個人防護裝置，以保障個人的安全，個人安全護具可謂是工作者的最後一道防線，個人防護器具的選用與使用必須有正確的觀念與態度，選用合乎國家標準或檢驗合格的防護具及適當的保養與使用前的檢查是相當重要的，以確保個人防護具之有效性。常用的個人防護器具，分析如下（中華民國工業安全衛生協會，民 85；陳文宣，民 79；陳次農、黃保卿、吳榮輝，民 76；陳有志、張朝清，民 87）；

- （一）頭部防護器具：安全帽、乘車用安全帽、工作安全帽、頭巾、防護帽等。

- (二) 面部防護器具：面部護罩、熔接面罩（電銲頭盔）、安全面罩等。
- (三) 眼睛防護器具：防塵眼鏡、防毒眼鏡、遮光眼鏡（電銲熔接用）、防風眼鏡等。
- (四) 耳部防護器具：防音耳護、耳罩、防音帽等。
- (五) 手部防護器具：耐熱手套、防護手套、耐電絕緣手套、工作安全手套、防毒手套、耐酸鹼手套、護腕及護手、皮膚保護劑、指套、手墊等。
- (六) 足部防護器具：安全鞋、工作長靴、護腿及護足等。
- (七) 呼吸系統防護器具：防塵口罩、防毒面罩、通氣口罩、送風口罩、壓縮空氣面罩、氧氣呼吸器、一氧化碳自己救命器等。
- (八) 身體防護器具：工作衣、防護衣、防毒衣、圍裙、肩衣（袖套）等。
- (九) 其他防護器具：安全帶、救生衣、救生索等。