



# I4手工作業危害-創客空間



## 教材使用注意事項

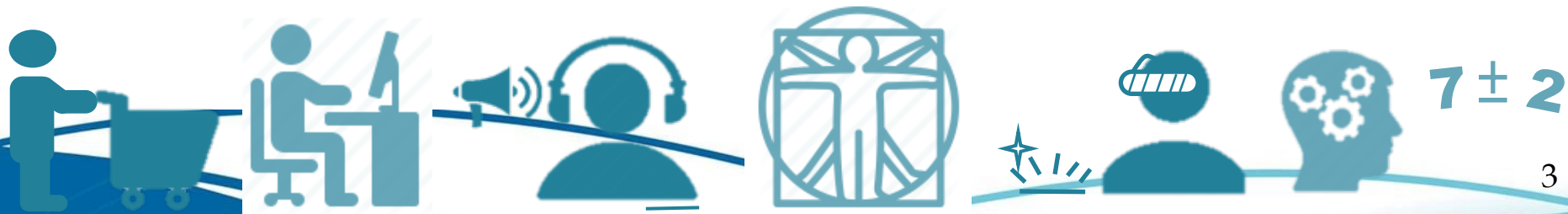
本教材中所有投影片內容(含文字檔及圖檔)著作權皆屬於本部所有。

一、種子師資：對任一單張投影片之教材須完整擷取進行授課，不得將任一單張投影片內容任意進行修改及編輯。

二、作為一般授課使用之參考資料時需標註引用出處。



# 手工作業危害- 創客空間





# 目錄

1. 創客空間 **定義與特性**
2. 創客空間 **安全衛生基本原則及法令**
3. 創客空間 **安全守則**
4. 3D 列印危害
5. VR 危害
6. 雷射雕刻危害
7. 真空成型機危害





# 1. 創客空間(Makerspace)定義與特性

- 創客(Maker):樂於分享並享受動手做的任何自造者。
- 創客空間:由具有共同興趣的人以團體運作方式成立的工作空間。
- 工作環境特性:
  - 少量多樣，工作流程經常變化。
  - 自行組裝設備未依照工業標準設計或職業安全衛生標準。
  - 常用小型加工機具，例如3D列印、雷射雕刻、小型車床等。
  - 空間較狹窄。
  - 缺乏通風。
  - 自主管理意識較強，無特定管理組織。



## 2. 創客空間 安全衛生基本原則

- 環境
  - 設備的空間佈置需考量安全因素
  - 環境的整理整頓是根本
- 設備
  - 購置設備應考量安全性
- 個人防護具
  - 足夠、適當、正確選擇
- 必要之教育訓練
- 緊急應變裝置齊備
- 安全文化
  - 安全為空間使用的最高指導原則
  - 安全文化建置人人有責
  - 以身作則，由自身做起
- 管理組織
  - 需設有負責的主管單位







# 職業安全衛生法第六條第一項

## 提供必要之設備及措施

- 雇主對下列事項應有符合規定之必要安全衛生設備及措施：
  - 一、防止機械、設備或器具等引起之危害。
  - 二、防止爆炸性或發火性等物質引起之危害。
  - 三、防止電、熱或其他之能引起之危害。
  - 四、防止採石、採掘、裝卸、搬運、堆積或採伐等作業中引起之危害。
  - 五、防止有墜落、物體飛落或崩塌等之虞之作業場所引起之危害。
  - 六、防止高壓氣體引起之危害。
  - 七、防止原料、材料、氣體、蒸氣、粉塵、溶劑、化學品、含毒性物質或缺氧空氣等引起之危害。
  - 八、防止輻射、高溫、低溫、超音波、噪音、振動或異常氣壓等引起之危害。
  - 九、防止監視儀表或精密作業等引起之危害。
  - 十、防止廢氣、廢液或殘渣等廢棄物引起之危害。
  - 十一、防止水患或火災等引起之危害。
  - 十二、防止動物、植物或微生物等引起之危害。
  - 十三、防止通道、地板或階梯等引起之危害。
  - 十四、防止未採取充足通風、採光、照明、保溫或防濕等引起之危害。



# 職業安全衛生法第六條第二項

## 對身心健康採取必要之安全衛生措施

- ◆ 第六條第二項 雇主對下列事項，應妥為規劃及採取必要之安全衛生措施：
  - ◆ 重複性作業等促發肌肉骨骼疾病之預防。
  - ◆ 輪班、夜間工作、長時間工作等異常工作負荷促發疾病之預防。
  - ◆ 執行職務因他人行為遭受身體或精神不法侵害之預防。
  - ◆ 避難、急救、休息或其他為保護勞工身心健康之事項。
- ◆ 前二項必要之安全衛生設備與措施之標準及規則，由中央主管機關定之。





# 指定之機械、設備或器具，非符合安全標準者，不得產製供應或設置

- ◆ 第七條第一項 製造者、輸入者、供應者或雇主，對於中央主管機關指定之機械、設備或器具，其構造、性能及防護非符合安全標準者，不得產製運出廠場、輸入、租賃、供應或設置。
- ◆ 前項之安全標準，由中央主管機關定之。

- 所稱中央主管機關指定之機械、設備或器具如下：
  - 一、動力衝剪機械或其安全裝置。
  - 二、手推刨床或其安全裝置。
  - 三、木材加工用圓盤鋸或其安全裝置。
  - 四、動力堆高機。
  - 五、研磨機或其安全裝置。
  - 六、研磨輪。
  - 七、防爆電氣設備(IEC60079 CNS3376)。
  - 八、氣櫃型局部排氣設備。
  - 九、個人呼吸防護裝置
  - 十、其他經中央主管機關公告指定者。

# 機械防護



# 具有危害性之化學品應妥善管理

- ◆ 職安法第十條 雇主對於具有危害性之化學品，應予標示、製備清單及揭示安全資料表，並採取必要之通識措施。
- ◆ 製造者、輸入者或供應者，提供前者項化學品與事業單位或自營作業前，應予標示及提供安全資料表；資料異動時，亦同。

## • 危害性化學品標示及通識規則中應辦理之主要工作項目：

1. 製作危害物質清單。
2. 提供安全資料表(SDS)。
3. 於容器上標示(危害圖式+內容)。
4. 對員工施以危害通識教育訓練。
5. 訂定危害通識計畫書。



危險

1. 名稱：苯(Benzene)
2. 危害成分：苯
3. 警示語：危險
4. 危害警告訊息：

高度易燃液體和蒸氣，吸入有害。造成皮膚刺激，可能致癌。

5. 危害防範措施：緊蓋容器，置容器於通風良好的地方，遠離易燃品；若與眼睛接觸，立刻以大量的水洗滌後洽詢醫療，勿倒入排水溝。
6. 製造商或供應商：(1) 名稱：(2) 地址：(3) 電話：

※更詳細的資料，請參考物質安全資料表

# 危害圖式類型

火焰	圓圈上一團火焰	炸彈爆炸
 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 易燃物質</li> <li>• 發火性物質</li> <li>• 禁水性物質</li> <li>• 有機過氧化物</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 氧化性氣體</li> <li>• 氧化性液體</li> <li>• 氧化性固體</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 爆炸物</li> <li>• 自反應物質</li> <li>• 有機過氧化物</li> </ul>
腐蝕	氣體鋼瓶	骷髏與兩根交叉骨
 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 金屬腐蝕物</li> <li>• 腐蝕／刺激物質第1級</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 加壓氣體</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 急毒性物質第1~3級</li> </ul>
驚嘆號	健康危害	環境危害物質
 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 急毒性物質第4級</li> <li>• 腐蝕／刺激物質第2級</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 致癌物質</li> <li>• 毒性物質</li> <li>• 吸入性危害物質</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 水環境之毒性物質</li> </ul>





# 職業安全衛生設施規則—滑跌倒

- 工作場所之通道、地板、階梯，應保持不致使勞工跌倒、滑倒、踩傷等之安全狀態，或採取必要之預防措施。(設施21)
- 工作場所出入口、樓梯、通道、安全門、安全梯等，應依規定設置適當之採光或照明。必要時並應視需要設置平常照明系統失效時使用之緊急照明系統。(設施313)



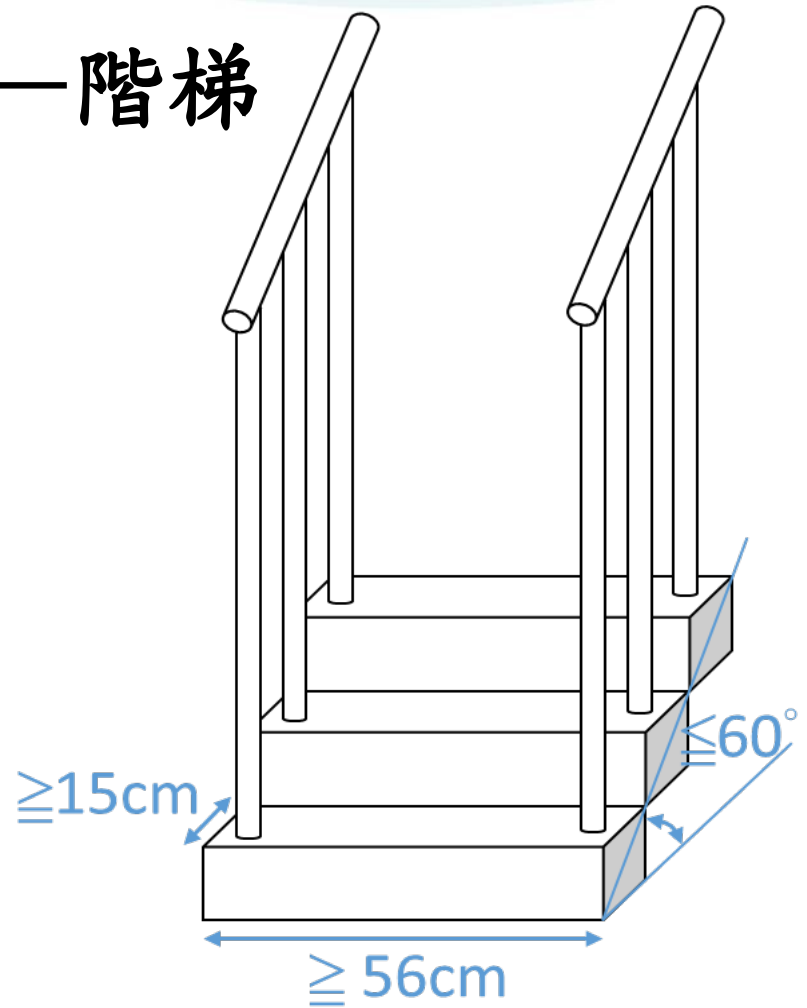
# 職業安全衛生設施規則—通道

- 安全門及安全梯於勞工工作期間內不得上鎖，其通道不得堆置物品。(設施27)
- 不經常使用之緊急避難用出口、通道或避難器具，應標示其目的，且維持隨時能應用之狀態。設置於出口或通道之門，應為外開式。(326-2)



# 職業安全衛生設施規則—階梯

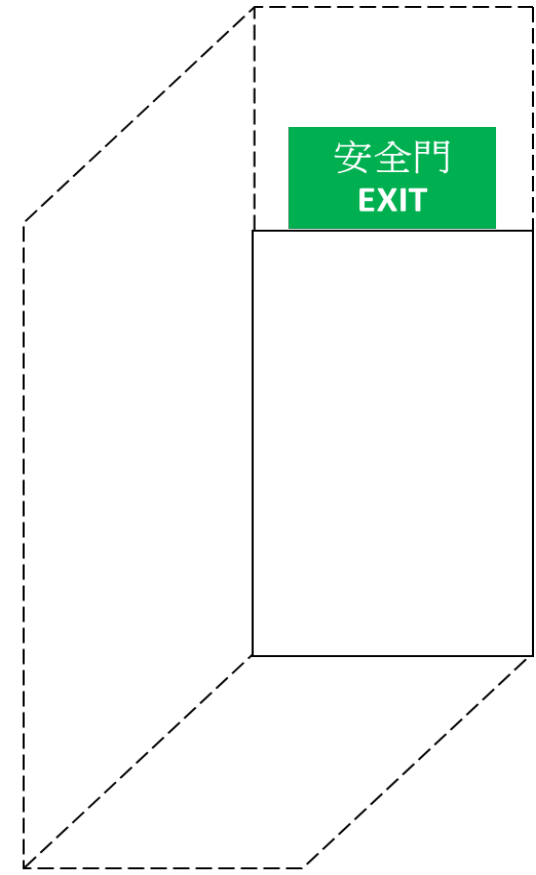
- 工作用階梯之設置，應依下列之規定(設施26)
  - 一、如在原動機與鍋爐房中，或在機械四周通往工作台之工作用階梯，其寬度不得小於五十六公分。
  - 二、斜度不得大於六十度。
  - 三、梯級面深度不得小於十五公分。
  - 四、應有適當之扶手。





# 職業安全衛生設施規則(31)

- 室內工作場所，應依下列規定設置足夠勞工使用之通道：
  - 一、應有適應其用途之寬度，其主要人行道不得小於一公尺。
  - 二、各機械間或其他設備間通道不得小於八十公分。
  - 三、自路面起算二公尺高度之範圍內，不得有障礙物。但因工作之必要，經採防護措施者，不在此限。
  - 四、主要人行道及有關安全門、安全梯應有明顯標示。



主要道路  $\geq 100\text{cm}$   
各機械間或其他設備間  $\geq 80\text{cm}$



# 職業安全衛生設施規則(277)

- 雇主供給勞工使用之個人防護具或防護器具，應依下列規定辦理：
  - 一、保持清潔，並予必要之消毒。
  - 二、經常檢查，保持其性能，不用時並妥予保存。
  - 三、防護具或防護器具應準備足夠使用之數量，個人使用之防護具應置備與作業勞工人數相同或以上之數量，並以個人專用為原則。
  - 四、如對勞工有感染疾病之虞時，應置備個人專用防護器具，或作預防感染疾病之措施。



## 職業安全衛生設施規則(278)

- 搬運、置放、使用有刺角物、凸出物、腐蝕性物質、毒性物質或劇毒物質時，應置備適當之手套、圍裙、裹腿、安全鞋、安全帽、防護眼鏡、防毒口罩、安全面罩等並使勞工確實使用。





# 職業安全衛生設施規則(283)

- 為防止勞工暴露於強烈噪音之工作場所，應置備耳塞、耳罩等防護具，並使勞工確實戴用。

**堅強的最後一道防線！**

## 耳塞佩戴第一式：正確佩戴

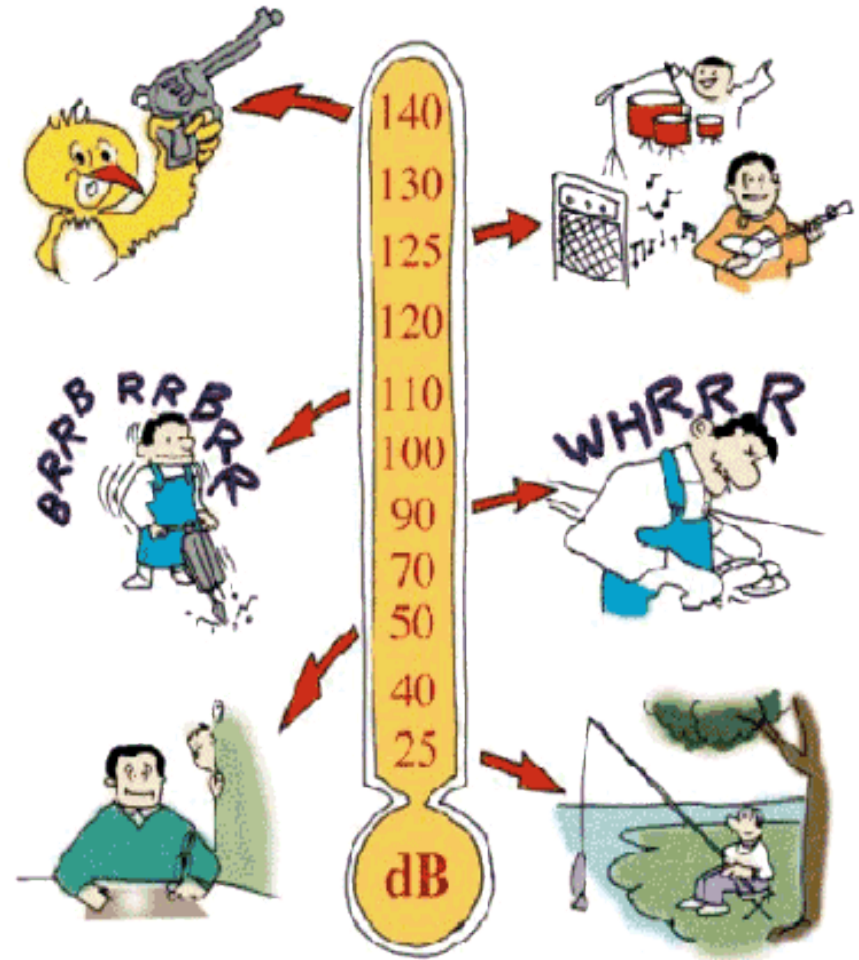






# 職業安全衛生設施規則(300)

工作日容許暴露 時間 (小時)	A 權噪音 音壓級 (dbA)
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1	105
1/2	110
1/4	115







# 職業安全衛生設施規則(287)

- 勞工有暴露於高溫、低溫、非游離輻射線、生物病原體、有害氣體、蒸氣、粉塵或其他有害物之虞者，應置備安全衛生防護具，如安全面罩、防塵口罩、防毒面具、防護眼鏡、防護衣等適當之防護



# 口罩分類

口罩種類	示意圖	效率
一般平面口罩	 <p>建議可使用於日常生活防護及較少污染環境</p>	30%-80%
N系列口罩		95%-99.7%
P系列口罩	 <p>建議可用於油霧滴污染環境</p>	95%-99.7%
R系列口罩		95%-99.7%



# 正確配戴口罩



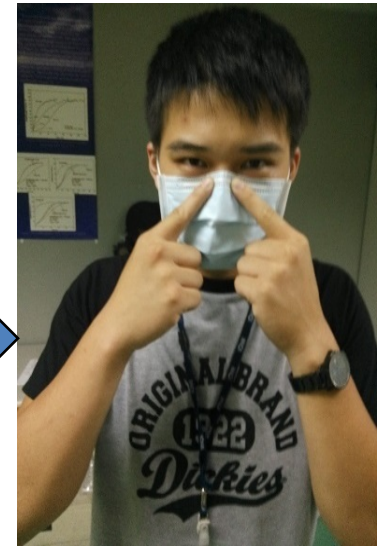
檢查口罩



戴上口罩



自我檢點



調整鼻樑片



# 密合度檢點

呼吸防護具的配戴者在每次使用前均應進行密合檢點，以確定呼吸防護具的密合度可被接受，密合檢點包括正壓與負壓兩種方式。



## 正壓檢點

配戴者將出氣閥(若有)以手掌或其他適當方式封閉後，再緩慢吐氣，若面體內的壓力能達到並維持正壓，空氣無向外洩漏的現象，即表示面體與臉頰密合良好。



## 負壓檢點

配戴者使用適當的方式使口罩面體完全貼合面部，再透過緩慢吸氣，使得面體輕微凹陷。若在十秒鐘內面體仍保持輕微凹陷，且無空氣經由縫隙進入口罩的跡象，即可判定口罩配戴通過檢點。





# 口罩使用前檢點

1. 是否有積垢或沾附過多的粉塵。
2. 是否有裂痕、破損、穿孔或變形的現象。
3. 塑性材質是否有彈性疲乏或變質跡象。
4. 頭部繫帶是否喪失彈性。
5. 是否破損斷裂。
6. 是否有清潔劑殘質、粉塵微粒、毛髮等異物卡在閥座(若有)上。
7. 材料是否有破損、變形、捲曲等現象。
8. 所使用的濾材是否對所欲防護的微粒具備過濾功能(可參考購買時隨產品附送之技術說明或者是廠商型錄)。
9. 是否易與面體鬆脫。
10. 是否已超過有效使用期限。
11. 拋棄式口罩在工作結束後應立即拋棄更新，不應於下次工作時繼續使用。必要時(如濾材上的負荷量增加過快時)，應增加更換頻率。



# 職業安全衛生設施規則(292)

- 雇主對於有害氣體、蒸氣、粉塵等作業場所，應依下列規定辦理：
  - 一、工作場所內發散有害氣體、蒸氣、粉塵時，應視其性質，採取密閉設備、局部排氣裝置、整體換氣裝置或以其他方法導入新鮮空氣等適當措施，使其不超過勞工作業場所容許暴露標準之規定。勞工有發生中毒之虞者，應停止作業並採取緊急措施。
  - 二、勞工暴露於有害氣體、蒸氣、粉塵等之作業時，其空氣中濃度超過八小時日時量平均容許濃度、短時間時量平均容許濃度或最高容許濃度者，應改善其作業方法、縮短工作時間或採取其他保護措施。
  - 三、有害物工作場所，應依有機溶劑、鉛、四烷基鉛、粉塵及特定化學物質等有害物危害預防法規之規定，設置通風設備，並使其有效運轉。



# 職業安全衛生設施規則(299)

- 對於顯著濕熱、寒冷之室內作業場所，對勞工健康有危害之虞者，應設置冷氣、暖氣或採取通風等適當之空氣調節設施。
- 雇主於室內作業場所設置有發散大量熱源之熔融爐、爐灶時，應設置局部排氣或整體換氣裝置，將熱空氣直接排出室外，或採取隔離、屏障或其他防止勞工熱危害之適當措施。





# 職業安全衛生設施規則(312)

- 雇主對於勞工工作場所應使空氣充分流通，必要時，應依下列規定以機械通風設備換氣：
- 一、應足以調節新鮮空氣、溫度及降低有害物濃度。
- 二、其換氣標準如下：

工作場所每一勞工 所佔立方公尺數	5.7以下	5.7~14.2	14.2~28. 3	28.3以上
每分鐘每一勞工所需之 新鮮空氣之立方公尺數	0.6以上	0.4以上	0.3以上	0.14以上



# 職業安全衛生設施規則(313)

- 雇主對於勞工工作場所之採光照明，應依下列規定辦理：
  - 一、各工作場所須有充分之光線，但處理感光材料、坑內及其他特殊作業之工作場所不在此限。
  - 二、光線應分佈均勻，明暗比並應適當。
  - 三、應避免光線之刺目、眩耀現象。
  - 四、各工作場所之窗面面積比率不得小於室內地面面積十分之一。
  - 五、採光以自然採光為原則，但必要時得使用窗簾或遮光物。
  - 六、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。
  - 七、燈盞裝置應採用玻璃燈罩及日光燈為原則，燈泡須完全包蔽於玻璃罩中。
  - 八、窗面及照明器具之透光部份，均須保持清潔。



# 職業安全衛生設施規則(324-1)

- 勞工從事重複性之作業，為避免勞工因姿勢不良、過度施力及作業頻率過高等原因，促發肌肉骨骼疾病，應採取危害預防措施，作成執行紀錄並留存三年。
- 雇主對於連續站立作業之勞工，應設置適當之坐具，以供休息時使用。





## 3. 創客空間安全守則

1. 緊急應變
2. 穿著與個人防護
3. 安全管理
4. 正確使用工具
5. 整理整頓

參考資料: Maker media, 2013, Makerspace playbook, Make: Makezine.com





## 3-1 創客空間安全守則-緊急應變

### 內容應包含

- A. 防止災害擴大現場處置方式
- B. 緊急聯絡電話(校內、校外)
- C. 災害通報系統(視災害嚴重程度不同對象)
- D. 急救及送醫程序



## 3-2 創客空間安全守則-穿著與個人防護

- 服裝

- 操作或接近轉動機具四周**不得**穿著寬鬆衣物
- 操作產生金屬碎屑的機具時，應避免短袖短褲並穿著適當工作服
- 操作或接近轉動機具不得配戴領帶，項鍊及手套
- 操作或接近轉動機具應將長髮捲起或使用髮罩
- 不得露出腳趾或穿拖鞋

- 個人防護

- 配戴安全眼鏡或面罩
- 接觸高溫物，玻璃及尖銳物件應使用適當的手套



## 3-3 創客空間安全守則-安全管理

- A. 建立安全第一的觀念
- B. 不可在工作室中嬉戲逗鬧
- C. 在疲勞及飢餓時不得操作機械設備
- D. 設備使用前必先登記
- E. 不得單獨操作機械設備
- F. 操作機械設備前先熟悉工作守則
- G. 遵循機械設備的標準作業程序
- H. 辦理緊急應變訓練及演練



## 3-4 創客空間安全守則-正確使用工具

- A. 不使用已損壞的工具設備
- B. 發現工具設備損壞，應立即回報
- C. 依照原本設計功能正確地使用工具設備
- D. 機械設備仍持續運轉時不得擅自離開
- E. 工具設備不可帶離工作室
- F. 應定期維護機械設備的安全裝置



## 3-5 創客空間安全守則-整理整頓

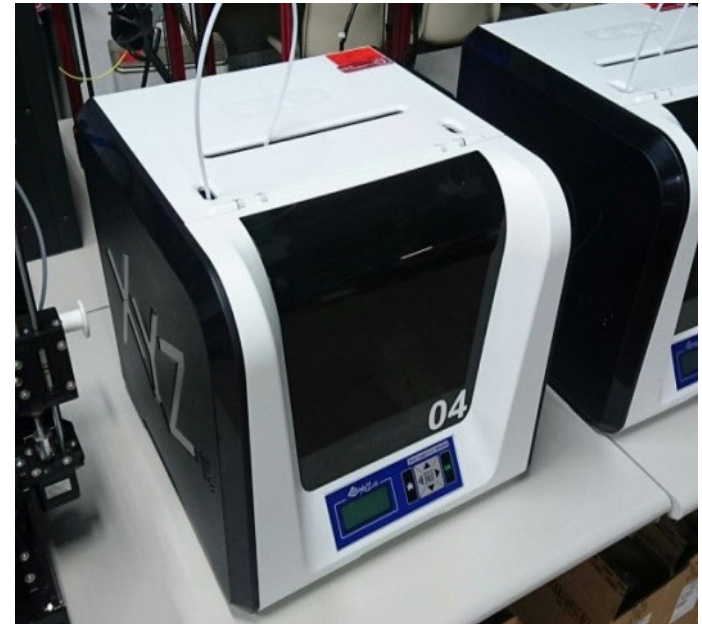
- A. 離開作業區前，應整理設備並清掃地面。
- B. 清潔並將工具歸還原位。
- C. 使用刷子工具清理碎屑，切勿用手。
- D. 切勿在轉動的機器設備附近使用抹布。
- E. 切勿用壓縮空氣噴槍來嬉戲或吹頭髮及衣物。
- F. 利用推板、夾具、鉗具推送加工物進入機具，切勿徒手操作。
- G. 機器設備清潔保養潤滑及加油時，應在關機停止轉動時進行。
- H. 確保運轉機具四周的清潔，無積存水、油及碎屑，防止滑倒意外產生。
- I. 隨時清理地面髒污，並標示地面濕滑，防止意外。





## 4. 3D 列印潛在危害

1. 背景及案例
2. 3D 列印材料
3. 3D 列印安全衛生指引
4. 其他潛在危害



參考資料 OSHA 3D Printing Safety, <http://www.cmu.edu/ehs/training/index.html>



## 4.1 背景及案例

### 奇！3D印表機排廢氣 美夫婦和愛貓中毒身亡

一對居住於美國柏克萊(Berkeley)的年輕夫婦，因為屋內的3-D列印機釋放一氧化碳而中毒死亡。

35歲的莫瑞許（Roger Morash），32歲妻子維樂莉（Valerie）以及他們飼養的兩隻貓，被人發現陳屍家中，屍身呈現一氧化碳中毒徵召。警方召來電力公司和毒物處理專家調查，並把附近鄰居暫時撤離。經調查後，警方強烈懷疑是死者家中的3D列印機排放出來的廢氣，導致夫婦和兩隻貓全部死亡。

曾有專家警告使用3-D打印機的風險。伊利諾州技術學院完成的研究指出，3-D打印機在使用時可釋出微粒及化合物，可能致癌及引發其他疾病。（國際中心／綜合外電報導）



## 4.1 背景及案例

- 3D列印技術
  - 利用化學物質積層的製造技術。
  - 將熱塑性塑膠加熱後由噴嘴擠出，然後沉積到表面上，累積構建該物體。
  - 使原型製作和小規模製造更容易與快速，但此革命性生產過程並非無危害，可能會逸散出奈米微粒。



## 4.1 背景及案例

- 可能危害
  - 使用低溫聚乳酸(PLA)原料的3D印表機，可以釋放每分鐘200億粒子，而較高溫度的丙烯腈丁二烯苯乙烯(ABS)原料可釋放2000億粒/分鐘。
  - PLA原料設計雖為生物相容性，但ABS原料的熱分解產物已被證明對實驗室嚙齒動物具有毒性作用。
  - 人體系統(皮膚，肺，神經和大腦)，對高濃度納米微粒的暴露與不良健康影響相關，包括總呼吸和心臟呼吸死亡率，中風和哮喘症狀。
- 控制對策
  - 材料與環境配置:列印材料與列印機放置規劃需考慮。
  - 通風排氣:多數3D列印機不具有排氣通風或過濾配件，建議思考設置。



## 4.2 3D列印材料

- 3D列印機使用某特定類型材料，常見材料為
  - 熱塑性塑膠和光聚合物
  - 結構支持材料
  - 金屬材料
  - 生物材料
- 部分材料具有特定的危害，在3D列印過程中或被無意地點燃時可能變得更加危險。
- 材料產品的危害資料可由安全資料表獲得。
- 安全資料表可通過製造商的網站或透過職業安全衛生署提供的網站查詢資料：

<http://ghs.osha.gov.tw/CHT/intro/search.aspx>



## 4.2.1 熱塑性塑膠和光聚合物

- 熱塑性塑膠

易燃，造成刺激和皮膚敏感。

可能含有少量有毒成分。

- 光聚合物

利用紫外光的曝光在印刷過程中硬化。這些通常含有有害單體，如丙烯酸酯。

紫外線是非游離輻射，亦可能會對眼睛和皮膚造成傷害。





## 4.2.2 結構支持材料

- 3D列印過程通常使用支撐材料，來允許製造設計中創建空白空間。
- 載體材料通常使用熱塑性丙烯酸類聚合物，其中可能含有有害化學物質，例如磷酸苯酯，因此在使用和處理中要注意其危害。



## 4.2.3 金屬粉塵

製造3D印刷金屬合金工具和零件常使用活性和高度易燃的金屬粉塵。

- 危害：
  - 奈米粒徑的金屬微粒，如鈦和鋁，會自發燃燒引起火災(發火)。
  - 設備高溫狀態，可能造成使用者熱損傷。
  - 潛在的粉塵吸入危害。





## 4.2.3 金屬粉塵

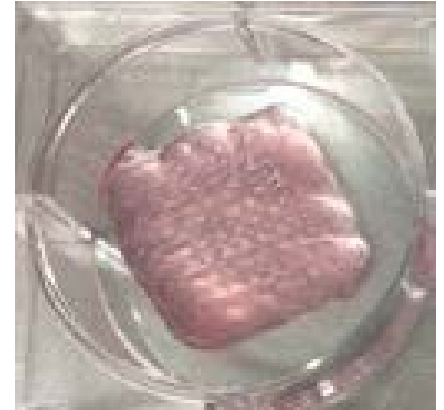
- 預防對策

- 消除潛在的點火源，勿將粉末材料存放在高溫或火源附近。
- 需準備D級金屬滅火器，依照製造商的說明操作。
- 針對電氣設備和電線的負荷是否適合工作，進行事先評估。
- 使用期間須自動檢查。
- 操作該類型3D列印機需制定標準操作程序(SOP)，依據該程序進行。



## 4.2.4 生物材料

- 3D印刷已經擴展到包括生物材料的印刷，例如用於工程組織生成的細胞。需要考慮暴露於生物氣膠和生產過程中的潛在危害。
- 事先應諮詢安全衛生單位，針對生物安全進行風險評估。







## 4.3 3D 列印安全衛生指引

1. 遵循製造商使用指引
2. 3D列印設備的修改或新應用時，諮詢EH&S單位進行風險評估
3. 為防止呼吸道刺激，應在有適當通風設備的環境工作，應每小時至少更換4次新鮮空氣
4. 在開始非常規和危險的工作前通知同事
5. 一旦列印作業開始，請勿打開蓋板及互鎖開關
6. 如果互鎖安全開關發生故障，請勿使用列印機
7. 打印後進入打印機的核心區域時，請佩戴不可滲透的手套和防塵口罩(P100等級)
8. 未固化的印刷材料是有害的，處理時佩戴氯丁橡膠或丁腈手套
9. 如果有材料濺起的風險，請戴上安全護目鏡
10. 如果打印材料墨盒發生洩漏或溢出，請使用吸油墊處理模型材料和支撐材料溢出
11. 清理材料當視為危害性廢棄物處理
12. 將模型和支持材料與食物或飲料儲存區域隔離



## 4.4 他潛在危害

- 熱表面
  - － 列印頭塊和UV燈
- 高壓
  - － 紫外燈連接器，電源插座安全認證和接地線
- 紫外線輻射
  - － 勿直視紫外燈
  - － 確保UV屏幕完好無損
- 移動元件
  - － 印刷機具各元件移動造成傷害





# 5 VR 危害

1. 使用VR產品的潛在危害
2. 物理性危害
3. 生理性危害
4. 心理性危害



參考資料 Health & Safety, [oculus.com/warnings](https://www.oculus.com/warnings)

Costello, Patrick, 1997, Health and Safety Issues associated with Virtual Reality - A Review of Current Literature, Advanced VR Research Centre



## 5.1 使用VR產品的潛在危害

### ● 暈眩

- 4000左右約有1人可能有嚴重眩暈，癲癇發作，在兒童和20歲以下青少年中更常見。如發現症狀應該就醫。
- 任何人使用頭戴裝置，如有癲癇發作、意識不清、眼睛疲勞、眼睛或肌肉抽搐現象時，應立即停止使用。
- 13歲以下兒童和老年人，應在成年人監視下使用，並應限制兒童使用頭戴裝置。
- 因可能對手部及眼部造成負荷，影響協調與平衡能力。應避免長時間穿戴，確保使用過程有適當休息。
- 僅容許在安全環境中使用頭戴裝置。因虛擬現實體驗，易造成個人脫離或完全阻止使用者對實際環境的認知。
- 勿在使用頭戴裝置時，同時進行步行、騎自行車或駕駛等活動。



## 5.1 使用VR產品的潛在危害

- 重複性作業傷害
  - － 高度重複性使用可能造成肌肉、關節或皮膚傷害。
- 輻射干擾
  - － 頭戴裝置所發射無線電，可能影響附近電子設備運行。如果使用者配帶心搏器或其他植入醫療器械，不建議使用。
- 感電
  - － 勿修改或拆卸所提供的任何組件。
  - － 任何電纜損壞或電線裸露，建議不要使用。





## 5.2 物理性危害

- 姿勢

- 沉浸式(Cyberith)頭戴裝置在身體上造成額外的負荷，使用者經常使用一手支撐頭戴式的重量，另一隻手進行交換，屬不自然的姿勢。

- 重複性作業傷害(RSI)

- 使用滑鼠，操縱桿，3D滑鼠，以及數位手套，對腕道產生重複性施壓的傷害。

- 頭戴裝置的重量和適配度

- 在尺寸和重量方面如相對較重(約為2kg)，或不正確的配重，將造成使用者頸部負荷、頭部移動時的額外附加慣性，與配重造成之不平衡，將增加使用者之負荷。



## 5.2 物理性危害

- 衛生問題

- 頭戴裝置經常導致使用者出汗，成為攜帶致病生物，感染傳播的媒介，也成為空氣傳播的病原體、細菌或黴菌茁壯成長的環境。

- 虛擬實境傷害

- 許多系統為使用者切斷現實世界的聲音，加上虛擬實境場景，可能會分散使用者對於外在環境的注意力，而導致使用者脫離現實場景。

- 將使用者限制於安全區域，達到保護使用者為最重要的工作。



## 5.3 生理性危害

### ● 視覺問題

- 虛擬環境的視覺呈現非常重要，桌面和單視鏡半沉浸式系統提供的視覺場景，眼睛的負荷與視覺疲勞是最大問題。
- 單視鏡半沉浸式系統提供了類似電影院的觀看場景，觀看大屏幕距離應約保持至少4m或更大距離，減少調節(聚焦)的需求；但同時亦可能造成不適應。



## 5.3 生理性危害

- 穿戴裝置與螢幕距離

- 顯示幕上兩幅圖像的中心間距，與透鏡系統的光學中心及使用者兩眼間距如果有不適配的現象，會引起視覺不適。兩者間越不匹配，副作用越大。
- 暫時性異位症、眼部肌肉用力不平衡，皆是可能引發之問題。

- 模擬器症狀

- 類似於暈車，例如身體處於靜止，但眼睛卻察覺到移動。
- 可能症狀為動暈，腸胃不適、噁心嘔吐、眩暈、臉色蒼白及冒冷汗等。



## 5.4 心理性危害

- 過於著迷或脫離現實
  - 行為效應包括幻覺、解離症(dissociative disorder)、與現實脫節。
- 道德問題
  - 如過多的暴力或色情世界。
- 額外問題
  - 可能包括焦慮和幽閉恐懼症(claustrophobia)。

可能引發上述影響，惟迄今尚無任何可量化之證明。





## 6. 雷射雕刻危害

1. 雷射光危害
2. 雷射光空氣污染物及控制
3. 火災



參考資料: Environmental Health and Health, Carnegie Mellon University, Laser Cutter Safety,  
[www.cmu.edu/ehs](http://www.cmu.edu/ehs),



## 6. 雷射雕刻案例

### 雷射雕刻機自燃 工藝教室傳火警

- 時間:2016-09
- 事件概述
  - 某中學工藝教室中午傳出火警，起火點疑為教室內雷射切割雕刻機，警消獲報後調派4個分隊人車前往搶救，所幸人員及時疏散，火勢迅速獲得控制。
- 事件經過
  - 事發當日大約中午時間，該中學老師發現工藝教室有煙霧竄出，經察看為教室內雷射切割雕刻機自燃。一方面通報校方，立刻疏散人員；另一方面馬上使用滅火器救火，亦通知台南市消防局派員到場搶救。火勢並未持續延燒，警消很快將火勢撲滅。



## 6.1 雷射光危害

- 雷射切割裝置是非常通用的工具，可用於切割或鑽取木材，塑料和金屬。
- 雷射刀具
  - 美國國家標準學會(ANSI)分類為1級雷射光，對眼睛或皮膚無害的低能量光
  - 封裝所使用為3B級或4級雷射光，其為高能量之雷射光，對眼睛和皮膚皆有危害。
- 唯有經過訓練的人員，才能執行將外殼開啟的維護和修繕作業。



## 6.2 雷射光空氣污染物及控制

### 雷射光空氣污染物(Laser Generated Air Containments)

- 雷射雕刻機使用於切割或鑽孔作業的同時，空氣中可能會發散出苯、甲苯、鹽酸或異氰酸酯等污染物。
- 這些污染物可能是氣態或微粒，對暴露者可能引發健康風險。



## 6.2 雷射光空氣污染物及控制

- **控制措施-過濾和/或排氣系統**
  - 為了控制切割或鑽孔作業，造成金屬、塑膠和其他材料逸散，以及使用雷射可能會產生空氣污染物，需使用過濾及/或排氣系統來減少或消除人員暴露。
- 除了減少或消除人員暴露之外，確保雷射切割機的正常運行，以及良好的生產程序亦非常重要。





## 6.3 火災

- 使用高強度的雷射光束，標記或切割材料時，接觸位置產生極高溫度，加上使用材料可能具易燃特性，於切割器內點燃，導致火災發生。
- 建議注意事項
  - 勿單獨操作系統。
  - 切割時，始終使用“空氣輔助”功能。
  - 保持周圍的區域清潔，避免存在碎屑、雜物和易燃材料。
  - 務必在該地區備置滅火器，通常為二氧化碳(CO<sub>2</sub>)滅火器。



## 6.3 火災

- 建議注意事項

- 保持雷射切割機的內部，包括工作台托盤的清潔，無殘屑。
- 清潔桌面托盤時，請卸下矢量格柵，然後用布，小刷子或吸塵器清潔托盤。
- 過濾或排氣系統進行定期清潔和維護，確保其適當且正常運作。
- 實施適當教育訓練。



# 7. 真空成型機危害

1. 背景
2. 真空成型機危害
3. 作業前的檢核
4. 作業中注意事項





## 7.1 背景

- 真空成型是將一片塑膠加熱至成型溫度後，拉伸到單面模具上或者進入單面模具中，並在模具表面和片材之間施加真空。
- 用於真空成型的適合材料為熱塑性塑膠。最常見且最容易使用熱塑性塑料，是高抗衝擊性聚苯乙烯片材(HIPS)。



## 7.1 背景

- 透明材料也適用於真空成型，例如丙烯酸酯類。
  - － 航空工業如客艙的應用，軍用飛機、直升機的窗簷篷。
  - － 自動取款機。
  - － 卡車駕駛室中的發動機罩，內飾，座椅組件。





## 7.2 真空成型機危害

操作真空成型機時可能出現的危害包括

- 移動元件造成使用者撞傷擦傷等危害
- 電源故障導致感電危害
- 設備故障或使用不當
- 材料高溫造成熱燙傷



## 7.3 作業前的檢核

使用真空成型機前應進行以下安全檢查和預防措施

- 不使用設備時必須關閉電源。
- 使用設備前應徵得主管許可。
- 檢查真空吸引功能是否正常。□
- 開始任何成型操作之前，應仔細檢查所有設備。
- 工作區域應保持清潔。
- 設備使用前，應事先進行教育訓練。



## 7.4 作業中注意事項

- 若該設備專為真空成型熱塑片材而設計6毫米或更小厚度的材料，則不應使用其他規格材料。
- 設備操作中，勿於機器上蓋放置物品，易造成通風不良，無法散熱，導致物品燃燒或熔化。
- 使用時務必有人看守。
- 具有安全連鎖裝置之機械，即使加熱作業時為防止壓板升起，造成加熱器損壞，也不可強制解鎖。
- 執行維修和拆卸程序時，應配戴適當防護具，例如使用手套，以避免因機器或產品高溫造成灼傷。



# 資料來源