



機械危害與防護

大綱

- 9.1 機械防護之重要性
 - 9.2 機械傷害事故的種類及發生原因
 - 9.3 機械危害的部位
 - 9.4 機械防護的類型
 - 9.5 機械防護的設計
 - 9.6 機械傷害事故的防止方法
- 本章重點摘要



在使用機械、設備的過程中，難免會引起各種事故，而這些事故常會帶來傷害，甚至造成死亡或殘廢的重大災害。通常機械設備所引起的災害，其原因不外乎是機械、設備本身的不安全狀態或操作機械、設備的不安全行為等所致，因此為謀求機械、設備之安全化，從機械、設備之設計、製造、設置、使用到廢止之管理，各階層的每個人都必須從各自的立場採取適當措施。尤其在機械設備之設計、製造階段，以本質的安全化為目標，考慮安全防護措施的裝設，以使工作者能安心操作，減少意外事故的發生；此外，在使用階段，應考慮到機械、設備的危險性，設定作業標準，並實施安全教育，以及加強作業中之監督指導，消除不安全的動作。

9.1 機械防護之重要性

所謂「**機械防護**」(machine guarding)乃係針對機械設備可能發生危害的部位，設置適當的安全裝置，或在其週圍採取有效的防護措施，以減少機械傷害的發生。

具體而言，機械設備防護之目的及益處主要如下：

一、目的

- 1.防止人體的任何部位與機械設備的操作點、捲入點及運動機件等可能發生危害的部位或區域直接接觸，以免造成傷害。
- 2.防止人員在工作中被機械操作產生的飛屑、火花或其他可能斷裂的物料與零件擊傷。
- 3.防止機械失效、電氣失效時所造成的傷害。
- 4.防止操作人員因個人的因素如疲倦或疏忽等而造成的意外傷害。

二、益處

- 1.消除工作人員恐懼機械設備的心理。
- 2.防止操作人員的人為失誤。
- 3.節省工廠的直接損失及間接損失。
- 4.提高工作情緒，獲得更多更好的生產。

9.2 機械傷害事故的種類及發生原因

一、一般常見的機械傷害

- 由於機械設備的種類繁多，其對人體所造成的傷害亦有各種不同的型態，通常在一般作業場所常見的機械傷害如下：
 - 1.切傷及剪傷：操作割切或剪切機械（剪床、動力裁紙機等），可能因疏失或操作不當，而使身體的某些部位受到傷害。
 - 2.割傷及刺傷：係指被鋒利或尖銳的刀具及物料所割裂或刺破，輕微的割傷及刺傷可能僅傷及皮膚或肌肉的表層，但嚴重時則會深至人體的骨骼，甚至使身體的某一部位斷裂而造成殘廢。

- 3.擦傷及磨傷：凡人體與旋轉或運動中的機件、物料接觸時所造成。
- 4.壓傷、撞傷及夾傷：身體或其中的任何部位受到重物的壓迫、撞擊，或被夾軋在兩個運動物體之間，均會造成某種程度的傷害，嚴重時，往往會使身體的某些部位永久失能或導致殘廢。
- 5.扭傷及用力過度：肌肉扭傷或用力過度，通常是因為操作人員估計錯誤，而希望在瞬間舉起或扳動某一機件或重物所引起。

總之，機械傷害嚴重時將使人完全喪失工作能力，或導致部份身軀的永久殘廢，即使較輕微的傷害，亦往往需要休息相當時日才能恢復工作。如圖9-1所示，是我國製造業勞工傷害、殘廢、死亡原因分析，顯示出由於製造業中機械傷害（包括被捲、被切、割、擦傷，被撞等）的比例非常高，實不可不慎。因此，如果未能做好安全防護，常常會造成工人心理上的陰影，亦間接影響工作的效率。

二、機械傷害事故發生的主要原因

➤ (一)不安全的環境

■ 1.造成機械傷害事故的機械動作或部位。

• (1)旋轉、往復及直線運動中之機件：

- ①旋轉中之機件。例如飛輪、連軸器、車床上之工作物等，若其上附有突出之固定螺絲(Set Screws)、鍵(Keys)或其他物件則更形危險。
- ②往復運動中之機件。例如牛頭鉋床、龍門鉋床、空氣錘等，可能造成撞傷、夾傷等事故。
- ③直線運動中的機件。例如輸送帶、傳動皮帶、鏈條等。此種機件可能造成擦傷等事故。



圖 9-1 製造業勞工傷害、殘廢、死亡原因分析

- (2)轉動機件之咬合點(Inrunning Nip Points)：當兩件機件做相對轉動或一者轉動一者直線運動時，若身體或衣物接觸到其內向咬合點時，即會被捲入而被輾傷。具有這種危險的機件如齒輪組、鏈輪組，齒輪和齒條、皮帶輪組、摩擦輪組、軋輥(Roller)等等。
- (3)切割刃口：金屬、木料或其他材料切割加工機械之刀具刃口，由於受機械動力帶動以高速運動，若不慎觸及，極容易被割傷甚或肢體被切斷，造成嚴重的傷害事故。例如砂輪機、圓盤鋸、帶鋸、銑刀等。
- (4)衝、切、彎、鍛等動作：衝床、剪床、折床、鍛造機(Air Hammer)等機械，均係以衝擊力加工，由於動作快速，衝擊力極大，在工作物進出之間，若不注意，極易造成傷害事故，最常見的是手部受到傷害或截斷而成殘廢。

- 2.不良的作業環境：

- (1)機械佈置不良：未考慮工作空間、行動路徑等需求，易造成工作人員絆倒、被機械夾傷、頭部碰傷等事故。
- (2)地面有油污、雜物等，易造成工作人員滑倒、絆倒等事故。
- (3)因噪音、空氣品質、照明不足等間接因素影響工作人員的體能或精神，操作不慎即易發生事故。

- 3.機械的不正常動作：預期之外的機械動作，常使工作人員在沒有防備的狀況下，受到嚴重的傷害。造成機械不正常動作的原因有下列數端：

- (1)因工作人員誤觸開關或誤操作而引起之誤動作。
- (2)因機械故障而引起之誤動作。
- (3)因控制電路故障而引起之誤動作。

➤ (二)不安全的行為

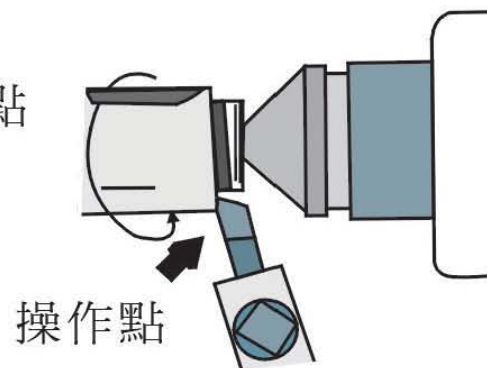
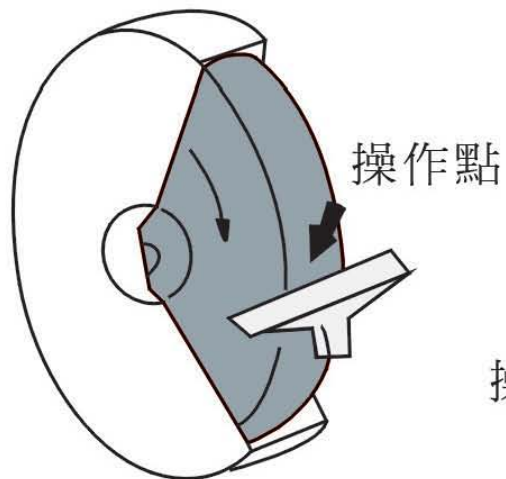
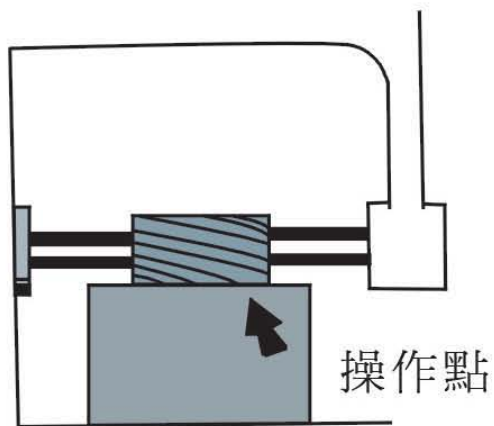
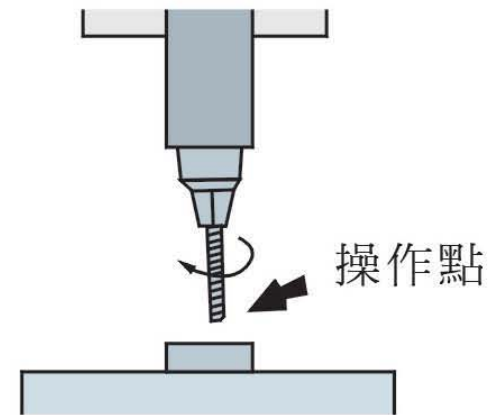
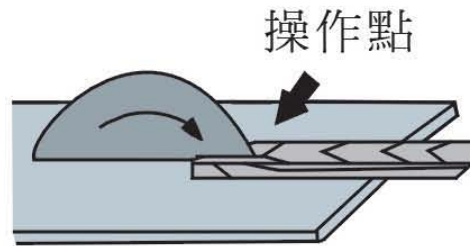
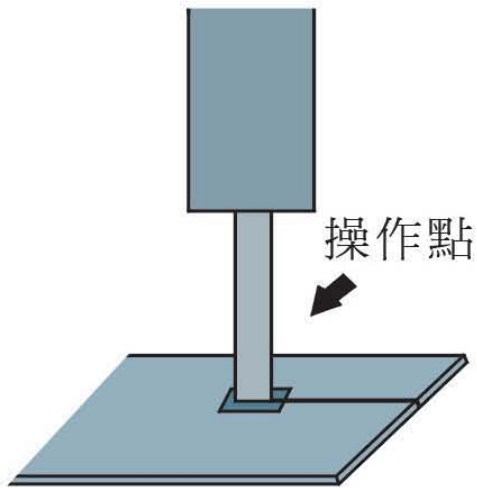
- 造成機械傷害事故的不安全行為有以下幾種：
- 1.擅自啟動或操作自己不熟悉的機械。
- 2.為圖工作方便、擅自拆卸機械的安全防護裝置。
- 3.未依規定著用個人防護具。
- 4.未依規定使用適當的夾具等。
- 5.機械運轉中從事危險的維修或潤滑保養工作。
- 6.兩人以上操作或維修時，未事先約定或不遵守操作程序以保護他人的安全。
- 7.人員不必要的進入運轉中機械的危險範圍內。

9.3 機械危害的部位

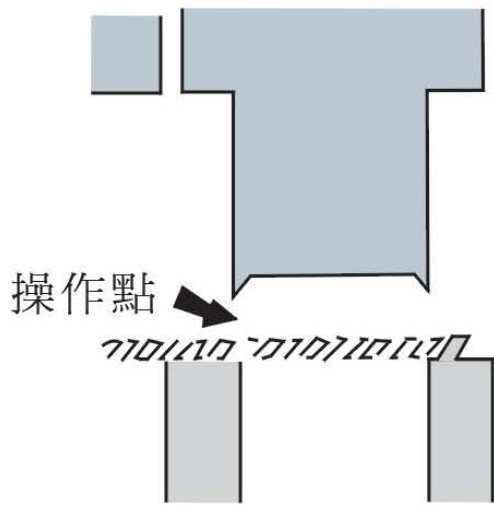
- 要做好機械的安全防護，首先必須瞭解機械危害的部位。一般而言，機械經常會對人體造成傷害的部位，主要如下：

一、操作點

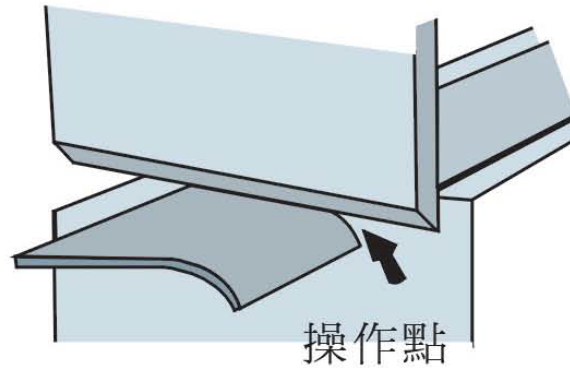
- 又稱工作點，係指工件或物料與機械上的加工裝置接觸的部份，如常見的切割、衝壓、剪裁和彎曲等動作均屬之，如圖9-2所示。



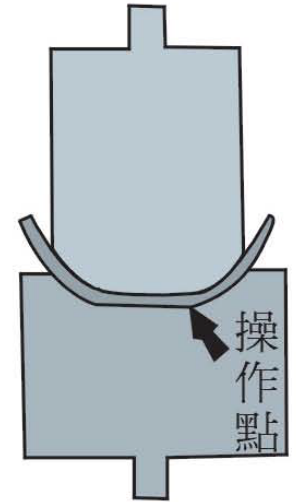
(1) 切割



(2) 衝壓



(3) 剪裁



(4) 彎曲

圖 9-2 常見機械加工的操作點

二、動力傳動裝置

➤ 機械的動力傳動裝置如滑輪、齒輪、鏈條和皮帶輪等，常因部份相對轉動，或一部份固定一部份轉動等，而產生一捲入點，物件或身體均可能被夾捲而造成傷害。通常捲入點有三種型態，如圖9-3所示。

- 1.機件以相反方向旋轉，而其軸互相平行所形成的捲入點：例如兩齒輪的互相銜接，兩滾筒的緊密接觸等。
- 2.由旋轉的與作切線運動的機件所形成的捲入點：例如動力傳動帶及其滑輪、鏈條與鏈輪之間的捲入點。
- 3.旋轉與固定機件部份之間所形的捲入點：例如有輪輻或輪柄的手輪、齒輪輸送帶等的周邊。

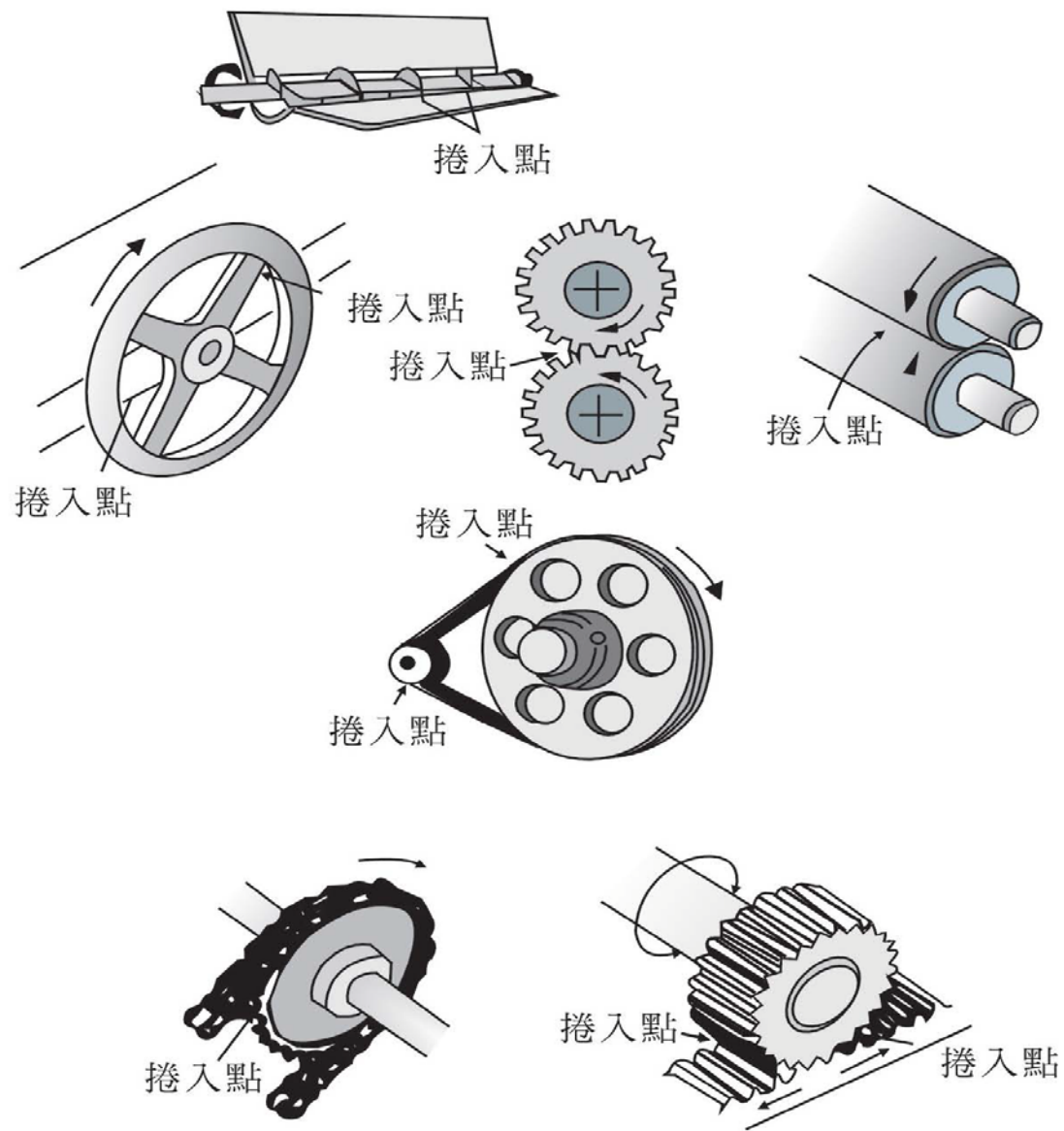


圖 9-3 動力傳輸裝置的捲入點

三、運動之機件

- ▶ 機械運轉時，凡是運動的各機件，均可能對人體造成傷害。例如各種往復、旋轉，直線運動的機件，以及進料裝置等，如圖9-4所示。

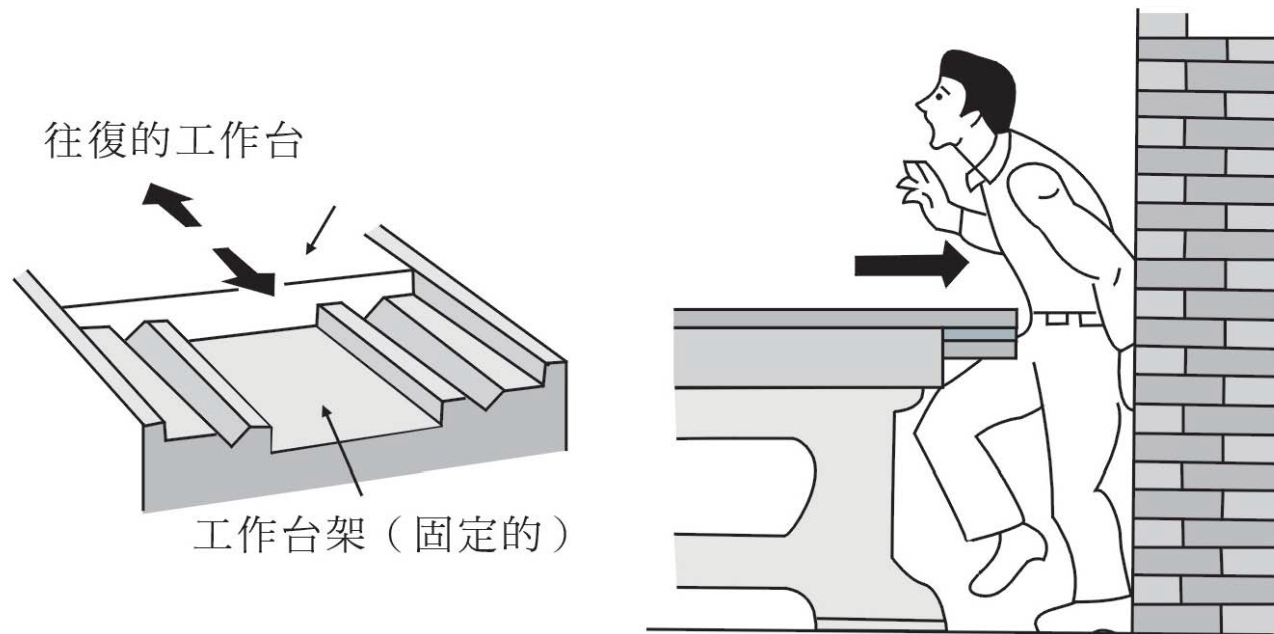


圖 9-4 機械運動之機件

9.4 機械防護的類型

機械的安全防護措施可分為：機械安全設計(Design)、機械安全防護物(Guards)、和機械安全裝置(Devices)三種主要的類型。

一、機械安全設計

- ▶ 機械設備本質上應具備「一旦人員操作失誤時仍能保持其安全性」之所謂的“本質安全(**intrinsic safety**)”，亦即謀求機械設備本身的安全來彌補人類作業上的失誤，當機械發生異常時，也可轉至安全的一方；即使操作者操作錯誤，也不致於形成災害。因此機械設計的理想境地是：所有的機械設備不應讓使用者必須運用他們的經驗和技巧才能安全地工作，亦即使用者不論其對該項機械設備的瞭解和熟悉程度如何，操作謹慎或粗心大意的程度如何，皆能安全地操作而不致發生危害。

二、機械安全防護物

- ▶ 所謂「防護物」係為防止人體與機械危害的部份或危險地區直接接觸而設置的各種障礙物，包括護罩、護圍、護蓋、柵欄、柵門和各種提醒注意的警示障礙物。如圖9-5及圖9-6所示。

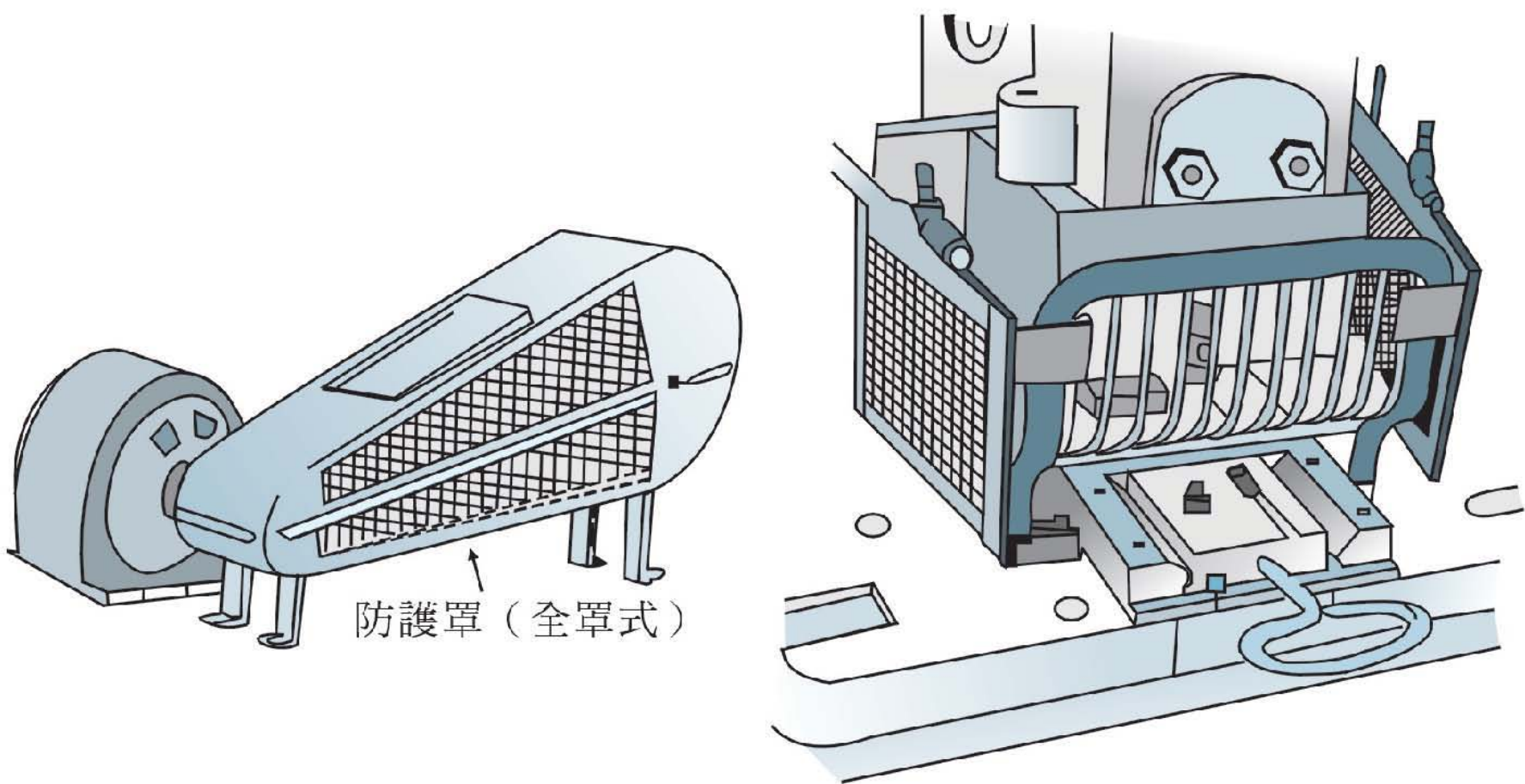


圖 9-5 防護罩及防護柵欄

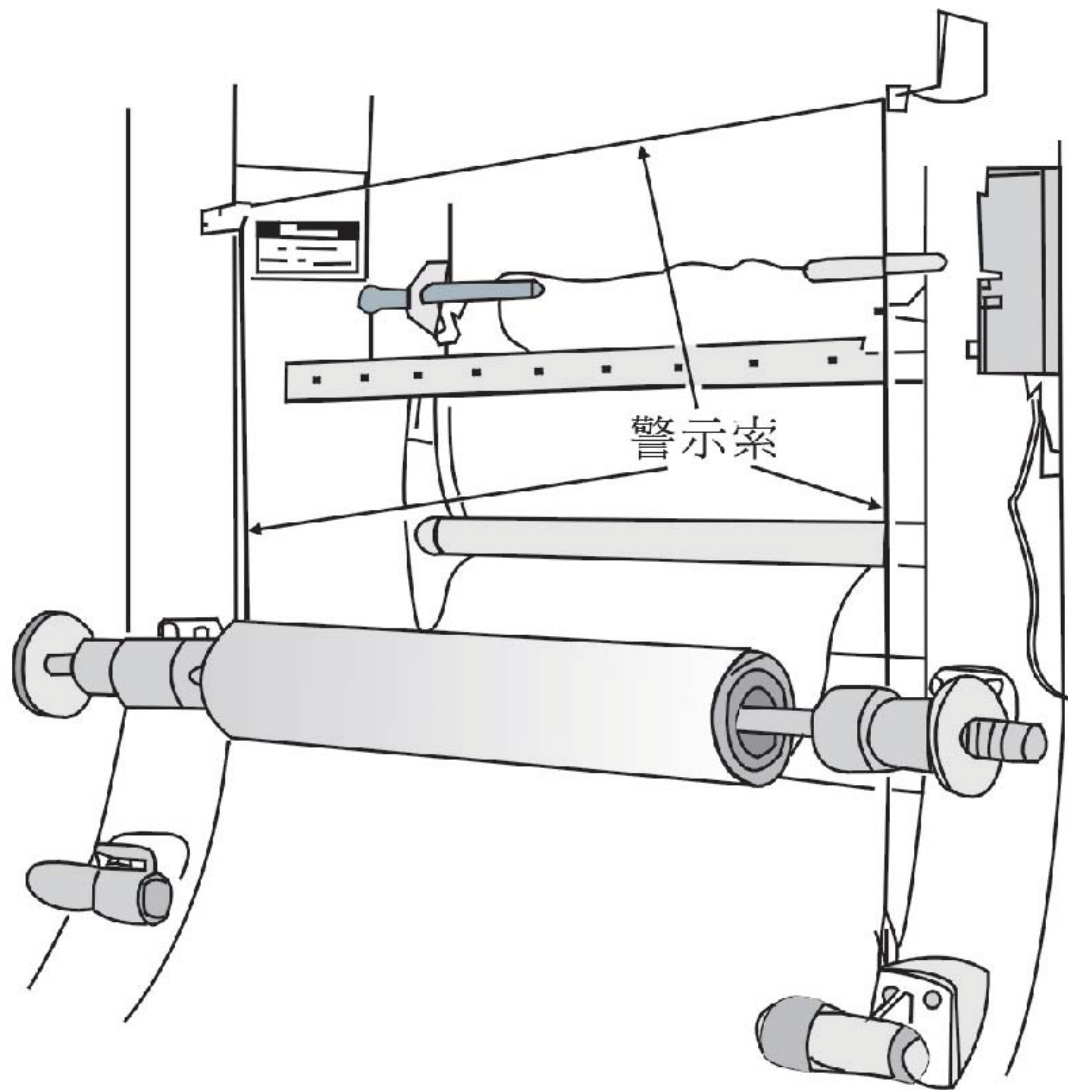


圖 9-6 警示障礙物

三、機械安全裝置

- ▶ 為防止人體進入機械的危害部位，除了可以設置各種障礙物予以防護外，尚可利用感應、機械原理、遙控及改善進卸料操作等方式的裝置，以確保機械的安全，如圖9-7所示，當人體有任何部位置於危險區或機械電氣失效時，可控制機械使其無法操作或立即自動停止；而如圖9-8所示，則是操作時限制人體的任何部位進入危險區，或將其從危險區迅速掃開或拉回。

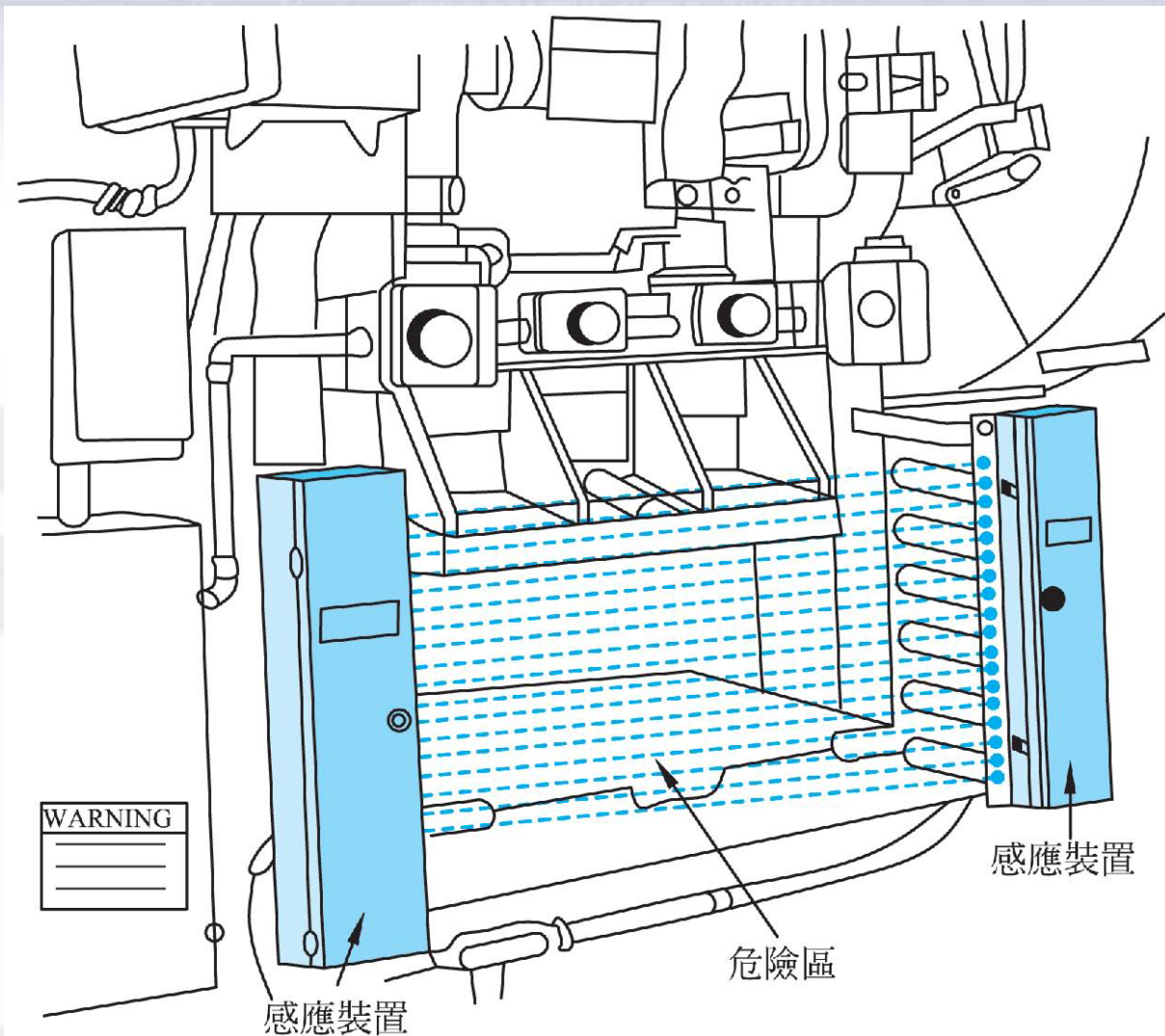


圖 9-7 機械安全裝置：光電感應裝置

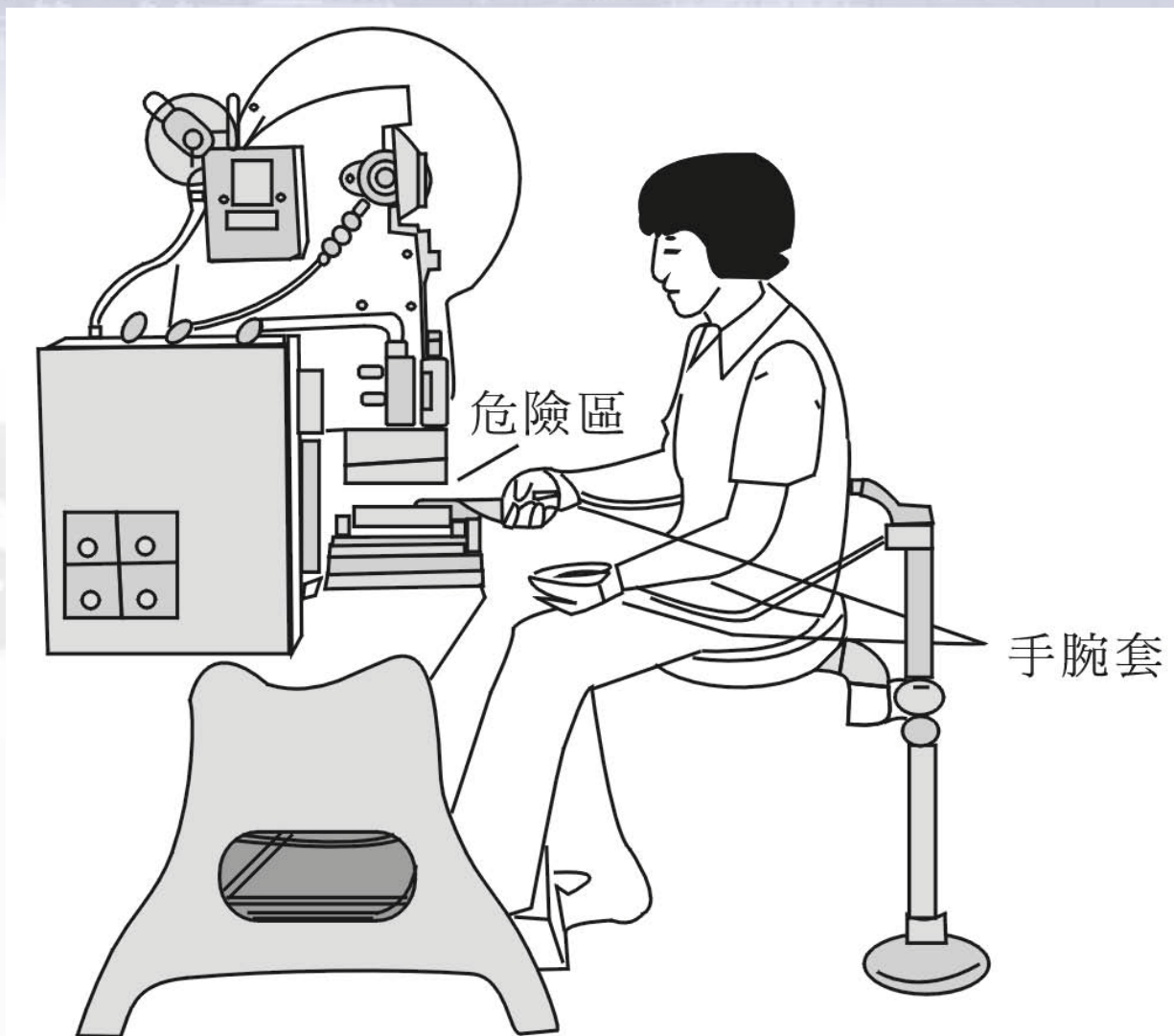


圖 9-8 機械安全裝置：拉住裝置

9.5 機械防護的設計

一、機械防護設計應考慮的條件

- 要達到保護操作者免遭機械危害，無論機械防護物或安全裝置的設計，均應該符合下列最低的必備條件：
 - 1.必須符合勞工安全衛生有關法令及國家標準的規定。
 - 2.防止身體接觸：①能防止手、臂或身體任何部份直接接觸運動的危險機件。②機械操作時，防止身體進入危險區域。
 - 3.防範落物傷人：①能防範落下的物件進入運動的機件中。②能為操作人員及行人提供最大的保護。

- 4.不致造成新的危害。
- 5.不妨礙生產或造成不便：①不妨礙工人工作效率，反而增加其生產速度。②不使工人感覺不舒適及麻煩。
- 6.便利檢查、調整、修護和潤滑。
- 7.堅固耐用：①為機械上的一項永久設備。②不會減弱機械結構的強度。

二、機械安全設計的原則

➤ (一)操作點的安全設計原則

- 1.設置圍欄、護蓋、或予以封閉隔絕。
- 2.裝置機械進料、出料的設備。
- 3.操作員的手一旦進入危險區，設置緊急制動或遮斷機械運動的裝置。
- 4.安裝搖控或兩手齊按控制器的裝置。
- 5.安裝自動推開或拉開手臂的裝置。
- 6.設置安全繩或安全桿。

➤ (二)動力傳動設備或其它運動機件的安全設計原則

- 1.危險的傳動或運動部份不宜外露，至少應予封閉。
- 2.會磨損和需要調整，或以手注入潤滑油的機械零件應很方便地可以接近。
- 3.作業中的機械，應隨時能自動且連續潤滑。
- 4.應考慮在機械上設計個別驅動裝置，使驅動機構引起的危害得以減少。
- 5.在操作點附近應避免光線明暗強烈對比，且不宜有眩光。懸在機器上的燈光顏色及個別燈具位置亦需考慮。
- 6.儘可能以機械方式來輸送物料。

- 7.自動輸送的粉塵與氣體應遠離機械。
- 8.儘可能減少噪音與振動。
- 9.使眼睛疲勞的機械運動應予避免。
- 10.常須接觸或處理的機械零件外表，應易於處理。
- 11.手搬運的零件重量應在肌力限制之內，否則應設計以機械方法來搬運。
- 12.設計時，應考慮使附件容易裝置。
- 13.設計機械的外形，應能減少絆倒、摔倒或跌倒、衝撞等發生意外事故的危險。
- 14.宜加上零件強度的安全因素。
- 15.只要製造環境許可，製造者應設置操作點的防護物。
- 16.機械應放置在安全的地方，不然應予隔離。

9.6 機械傷害事故的防止方法

- 造成機械傷害事故的原因，可分為不安全的環境和不安全的行為兩種。所以，要謀求防止的方法，當然就是要探討如何消除這兩項不安全因素。

一、消除不安全環境

- 1.防護方法：
 - (1)護欄法：就是以護板或圍網，將危險的「工作點」或「危險部位」予以強制隔離，以防人員不慎接近或因切屑、碎片飛出傷人，同時也可以防止切削液飛濺污染地面。

- (2)遙控法：就是以機械或電氣遙控的方法，避免工作人員進入危險的區域或接近危險的工作件。
- (3)自動法：採用自動進料或其他自動機械，代替人員與危險機械直接接觸，或以一自動撥開裝置，每當機械動作之前即自動掃過危險區域，以強迫工作人員的手不停留在該區域內。

➤ 2.防護設計的原則：

- (1)整體原則：應就整體的使用、維修等操作條件考慮，不得因一種安全裝置或設施引起其他安全危害。
- (2)經濟原則：安全裝置應在能充分發揮防護功能的前提下，儘量不增加生產成本為原則。
- (3)保證原則：不可靠的安全裝置反而會變成為陷阱，所以安全裝置應具有絕對的可信度。
- (4)不干擾原則：防護措施應儘量不妨害正常的生產作業，並不增加工作人員的體力負荷為原則，否則這種措施易遭作業人員拆除或捨棄而無法發揮預期的效果。

➤ 3.消除危險的工作環境：

- (1)保持廠房地面清潔，鐵屑等易致人員絆倒的雜物應隨時清除。避免油污濺落地面，若不慎濺污地面，亦應立即清理，以免人員滑倒。乾淨清爽的工作環境不僅可減少意外事故，更可提高工作效率。
- (2)走道的空間，應有正常人的高度，避免頭部碰撞傷害。
- (3)物料成品的堆置要考慮作業人員工作空間和通行路線的需求。

二、消除不安全的行為

➤ 要清除不安全的行為，就要訂定完備的作業安全守則，加強教育訓練，及嚴格的要求作業人員遵守。下面就介紹機械作業的安全守則。

■ 1.一般守則：

- (1)機器由一個共同開關啟動時，應事先約定啟動以前的信號，負責打開開關的人員，必須看清所有機器操作人員都準備好了，始得啟動開關。
- (2)清掃機器刀刃部，或做檢修、保養時，機器必須停止運轉，開關必須鎖定，或掛上明顯的「禁止操作」警告標示。

- (3)機器運轉中，如不得不清除切屑、切粉時，絕對不得用手，必須用毛刷或其他工具為之。
- (4)寬鬆的衣服、長領帶、飾物配件，絕不可在工作中穿戴，以免滋生危險。
- (5)長髮應予束綁妥當，以不致垂下被機器捲入或夾住為原則。
- (6)不得接近運轉皮帶。
- (7)護具要確實穿戴。
- (8)機械上的安全設備，不得任意拆除，每天機械啟動前，應先檢查測試安全設施的功能，以確定其功能正常。
- (9)機械應定期維護，以保機械功能正常，可避免因機械故障而引起的傷害事故。
- (10)領班應隨時監督工作人員，防止或糾正危險的動作。

■ 2.砂輪機或研磨床作業安全規則：

- (1)砂輪必須採用通過破壞回轉試驗、回轉試驗及衝擊試驗合格的產品。
- (2)將砂輪裝上砂輪機前，先檢視砂輪最高使用速度與砂輪機的無負荷回轉速度（回轉數）是否適合。
- (3)砂輪如為新品，應先試轉三分鐘以上，以確定其性能。
- (4)不得超過砂輪最高使用速度使用。
- (5)除側面專用砂輪之外，不得使用普通砂輪側面研磨。

本章重點摘要

機械危害的部位，通常可分為操作點的危害、動力傳動裝置的危害、運動機件的危害等。而所造成的機械傷害事故則有被夾、被捲、被切、割、擦傷以及被撞等，在製造業中為勞工傷害、殘廢、死亡的最主要原因。因此防範機械危害最易達成的方法就是機械防護，亦即針對機械設備可能發生危害的部位，設置適當的安全裝置，或在其周圍採取有效的附設措施，以減少機械傷害的發生。

機械防護的類型通常可分為機械安全設計、機械安全防護物及機械安全裝置等，同時在設計機械防護時，亦應考慮一些重要的條件及原則。