

介紹

1. 使用範圍

本安全資料表介紹機械安全防護的觀念及原則，內容適用於一般性機械設備的安全防護，不限定任何單機的使用。

2. 名詞解釋

(1) 危害能量：指超過人體所能承受的任何型式的能量，如電能、機械能、位能、熱能……等。

(2) 傳遞路徑：指能量由能量源經由特定的媒介物，傳遞至接受者所經過的物理介質（傳遞路徑可以是真空，如輻射熱能的傳遞。）。

3. 構造、形式種類、優點

一般性機械設備的安全防護應儘可能採用本安全資料表所述之原則製作安全防護裝置，而其構造依機械設備的構造及操作型態改變，以切合實際的需要，然而必須具備下列基本特性：

(1) 能確實防止操作點的危害

(2) 不會引發其他任何型式的安全危害

(3) 具有足夠的強度與可靠度

(4) 儘可能不會妨礙正常的操作

4. 使用場所(作業)、行業、職種、相關作業環境

適用於一般性機械設備常規性加工作業，如金屬製品製造業、木竹加工製造業等行業，作業環境為一般性工廠，加工作業場所等。

危害

1. 潛在危害、災害類型、災害防止對策（安全設施）

(1) 潛在危害：任何機械設備的任何零組件，在正常操作狀態或是異常狀態時，若會產生危害能量者，皆有潛在的危害。

(2) 災害型態：一般災害型態以切、割、夾、捲為主，其他的災害型態如撞擊、碰撞、飛射等也會發生。

(3) 災害防止對策：應依據本安全資料表製作安全防護裝置，使得機械設備不會產生危害能量，或是危害能量不會傳遞到接受者。

2. 安全裝置之構造、作動、功用等原理

(1) 安全裝置之構造：應依據機械設備的構造，使用場所，操作型態的特性加以設計與製作，以符合實際使用的需要；其作動原理應配合機械設備使用時之作動，不可造成干涉或妨礙。

(2) 安全裝置的作動大致可分為：機械式、電子式、氣壓式、液壓式等型態。機械式構造較單純，維修保養較方便，然其反應速度較慢；電子式的反應速度最快；然應注意其可靠度及可用度，尤其在惡劣的操作環境下易受環境影響，使其功能無法有效的發揮；氣壓式反應速度較快，然較不穩定；液壓式反應速度較慢，然較穩定。此二者相對於機械式而言，維修保養較繁雜。

3. 相關作業環境之危害

一般作業環境的危害以振動與噪音居多，其他作業環境的危害如倒塌、碰撞、絆倒等，也有發生的可能。

使用

1. 風險防阻與損失控制：早期對安全的定義在於利用工程、行政和管理的活動，達到人員不受傷，物品（包括機械設備、產品、半成品、原物料等）不損壞的目的。然而近代對安全的要求，除了上述兩點之外，更要求從安全的活動中創造整體的利潤，也就是風險防阻與損失控制，進而回饋生產與製造的資訊，增加生產力。

2. 安全活動：機械設備的主要用途在於可以重複的為人類做功。而機械設備做功的過程中，都會涉及能量的轉換。就能量的觀點而言，若是外界（如機械設備所產生的）能量，傳遞到人體或物品上，而這些能量超過人體或物品所能夠承受的範圍，就會發生人員受傷或物品損壞的事件，亦即是不安全的事件。各種工程、行政和管理的活動，足以防止這些不安全事件的發生，即為安全活動。而藉由安全活動的實施，防止人員受傷及物品損壞所造成的損失，即為安全活動的直接利潤。而這些人員及物品能持續的投入生產，避免人員不足、人員重新訓練、設備整修等停機時間的損失，及相對人員心情、工作情緒的影響等，則為安全活動的間接利潤。

3. 安全防護之做法：就能量傳遞的過程而言，能量從發生源（如電源），經由媒介物（如機械設備），傳遞到接受者（如人員、物品）。如果接受者無法承受所接受的能量，即發生不安全事件。因此安全防護的做法可以從能量源、傳遞路徑和接受者三方面來進行。

4. 降低能量：若是將能量發生源所產生的能量，降低至不會導致人員或物品無法承受的狀態，則為安全的機械設備。然而通常此類能源的能量過低，只能用於控制訊號的傳遞，無法進行產品加工。因此降低能量源的方式，僅適用於極少數的場合（如儀控訊號的傳遞、直流手電筒……等）。
5. 阻隔切斷：若是在能量源與接受者之間的傳遞路徑，以物理性、空間性或其他方式，加以阻隔、切斷，使得能量無法傳遞到接受者上，亦是最常見的安全防護方式（如護蓋、閘門……等）。
6. 加諸接受者：若是以各種防護器具加諸於接受者上，以增加接受者承受外部能量的能力，亦為安全防護的一種方式。然而此種方式的成效相對於前述兩種方式的成效為差。基本上此種安全防護方式認為能量傳遞到接受者的可能性極高，因此以防護器具增加接受者承受外部能量的能力。然而接受者曝露在高能量的環境下，防護器具是否足以承受此外部能量，保障接受者的安全，直接與防護器具的材質、強度、構造、選用、配戴方式、防護時間長短等眾多因素相關。同時接受者已曝露於高能量的環境下，接受者所承受的風險，已相對的大幅增加。
7. 安全防護的選擇順序：在選擇安全防護方法時，依序應為
 - (1) 降低能量源所產生的能量；
 - (2) 隔絕能量的傳遞路徑，使能量無法傳遞到接受者；
 - (3) 增加接受者承受外部能量的能力；
 - (4) 以其他的行政手段（如標準作業程序、警告標示……等）進行安全控制。

其中第**（4）**類不被認為是積極的安全防護行為，應在前三類安全防護行為無法執行或不足以防護時，才採取的補充措施。

8. 安全防護的原則：可分為：
 - (1) 消除危險
 - (2) 遠離危險
 - (3) 隔離危險
 - (4) 危險預警
 - (5) 避開危險
 - (6) 失效安全
 - (7) 避免受傷
 - (8) 降低受傷程度

其中(1)~(7)項等7項是在危險發生之前所採取的措施，以達到安全防護

的目的。(8)項是傷害已經發生，為降低傷害的影響程度所採取的措施，已非安全防護的範圍了。

9. 消除危險：消除危險是指利用設計及製造的方法，將造成危險的各項因子予以消除，以達到安全防護的目的，也就是本質安全的機器。當機器本身已不存在危險因子時，自然不會造成危險。然而如前所述，此種本質安全的機器所能做的功極為有限，因此僅適用於極少數的特殊場合。
10. 遠離危險：將危險能量與接受者之間，以空間距離的形式隔絕，使得危險能量無法傳遞到接受者，而達到安全防護的目的。最常見的做法是加工作業的自動進退料，使用夾具、冶具或手工具（但需注意此法可能造成危險能量的傳遞及其型式的改變，造成二次傷害。）。此時接受者（如操作人員）與能量釋放點（機械的加工夾切點）之間，以實際的空間區隔，危險能量無法傳遞到接受者，因此接受者處於安全的狀態下。
11. 隔離危險：指將危險能量限制在一個範圍之內，而接受者無法在危險區域內具有危險能量時進入此範圍內。一般的做法是以物理性障礙物限制能量的範圍與阻隔接受者進入此範圍內。此物理性障礙物可以是固定的（如固定式護圍），移動式的（如移動式護圍，當危險能量存在時，護圍限制能量逸散出及接受者進入此範圍內），互鎖式的（如連鎖式護圍，當護圍的狀態不足以達到安全防護的目的時，危險能量自動停止）。不論是何種型式或形狀的物理性障礙物，都必須具備將危險能量傳遞路徑阻隔，不致危害接受者的功能。
12. 危險預警：當接受者進入危險區域之內時，即利用視覺、聽覺或是其他型式的警報系統，警告接受者已處於危險的狀態之下，進而採取必要的防護措施。危險預警裝置有光電感應式、近接感應式、壓力感應式、物理性障礙式等多種型式。然而單獨的危險預警裝置配合警報系統，不足以達到安全防護的目的。因此需要將危險預警裝置與其他的安全防護措施連結。如將光電感應式裝置與緊急停機迴路連結，當光電感應裝置啟動之後，機器的電源即被切除，機器也立即停止，以防止接受者的傷害。使用危險預警裝置做為安全防護措施的機器，必須能夠隨時停止，且危險預警裝置必須和其他的工程性安全防護措施連結使用。
13. 避開危險：指接受者在機器的危險行程時，處於危險區域之外；而在機器的非危險行程中，進入危險區域內。也就是說接受者在危險的操作區域內進出，而隨時處於危險的邊緣，因此避開危險不能算是最適當的安全防護裝置。就機械安全的觀點而言，機器一定會故障，人員操作一定會發生錯

誤，因此不能單獨的依靠人或是機器來避開危險，必須使用其他的安全防護裝置，如拉開式、掃除式、限制式等，以補足人員或機器的不足，進而達到安全防護的目的。其主要做法是依據機器危險行程的動作，將接受者強制排除在危險區域之外，而當機器於非危險行程時，此強制功能即消失，接受者可以在此機器的非危險行程中，自由進入危險區域內。因此當機器發生故障或是人員發生錯誤，而機器處於危險行程時，接受者會自然的被限制在危險區域之外，而不會發生危險。其他行政措施如安全操作程序等，不可視為安全防護裝置，也不可做為安全防護的唯一手段。避開危險的裝置不適用於連續或快速行程的機器和作業。

14. 失效安全：指機器或其零組件發生故障或失效時，也不會造成接受者的危險。其作法是將機器在正常狀態時置於高能量狀態下，再利用設計的手段，使得機器發生故障時處於低能量狀態，甚至無能量的狀態，也就不會造成接受者的傷害。正向設計是常見的失效安全設計，而壓縮彈簧是啟動拉桿常用的失效安全元件。安全電路設計則在失效安全設計中扮演關鍵性的角色。
15. 避免受傷：指接受者配置各種安全防護器具，當危險能量傳遞到接受者時，由防護器具將全部或大部份的能量吸收，而接受者所接受到的危險能量也就相對的降低。至於是否能夠達到完全的安全防護，就需視防護器具的強度、適用性、穿戴方式等多種因素決定。此種安全防護方式，危險能量已傳遞到接受者，因此不能算是良好的安全防護措施，也不能做為安全防護的優先選擇方式。
16. 降低受傷的程度：影響不是安全防護措施。基本上此階段是人員已經受傷，應採取急救或是緊急應變措施，避免人員受傷程度增加或造成二次傷害。因此在工作場所內應備有急救藥品與器材，並配置合格的急救人員，規劃並演練緊急應變計劃，對外則必須聯合緊急通報、救護、支援等機構，以適切的處置緊急狀況，將受傷的程度降至最低。
17. 安全防護的原則：應以降低危險能量源為優先選擇，就是以設計的手段，將機器有可能產生的危險完全消除，也就是本質安全的機器。若是無法做到本質安全，則應考量阻隔危險能量傳遞的路徑，使危險能量無法傳遞到接受者，如遠離危險、隔離危險……等方式。若是仍然無法作到，則應考慮將傳遞到接受者的危險能量降低，如使用各種個人防護器具等。至於人員受傷之後的緊急救護，只能降低人員受傷的程度與影響，也只能視為安全防護的補充做法，而非安全防護措施了。

相關法令、標準

1. 勞工安全衛生法第五條第一項第一款
雇主應有防止機械、器具、設備等引起之危害之必要且符合標準之安全衛生設備。
2. 勞工安全衛生法第五條第一項第三款
雇主應有防止電、熱及其他之能所引起之危害之必要且符合標準之安全衛生設備。
3. 勞工安全衛生設施規則第四十三條
雇主對於機械之原動機、轉軸、齒輪、帶輪、飛輪、傳動輪、傳動帶等有危害勞工之虞之部分，應有護罩、護圍、套洞、跨橋等設備。
4. 勞工安全衛生設施規則第五十八條
雇主對於左列機械部分，其作業有危害勞工之虞者，應設置護罩、護圍等：
 - (1) 紙、布、鋼纜或其他具有捲入點危險之捲洞作業機械。
 - (2) 磨床或龍門鉋床之鉋盤、牛頭鉋床之滑板等之衝程部分。
 - (3) 直立車床、多角車床等之突出旋轉中加工物部分。
 - (4) 帶鋸(木材加工用帶鋸除外)之鋸切所需鋸齒以外部分之鋸齒及帶輪。
5. 機械器具防護標準第二條
雇主設置本法施行細則第九條所定之機械、器具防護性能，不得低於本標準之規定。

參考資料

1. 行政院勞工委員會，民國 80 年，台北，勞工安全衛生法。
2. 行政院勞工委員會，民國 80 年，台北，勞工安全衛生法施行細則。
3. 行政院勞工委員會，民國 81 年，台北，機械器具防護標準。
4. 行政院勞工委員會，民國 83 年，台北，勞工安全衛生設施規則。
5. National Safety Council, USA, Industrial Safety Data Sheets I-710, 1986, "Power Press Point-of-Operation Safeguarding: Concepts"。