

## 介紹

### 1. 使用範圍

本機械安全資料表定義機械安全的基本觀念，其目的在於協助設計者、使用者及其他相關機構、團體、或人員了解機械安全的基本條件，同時提供機械設備的設計者和製造商完整的機械安全架構與指令，使其能製造兼顧預期功能與安全的機械設備，以符合機械安全的基本要求。另一方面也提供使用者及其他相關機構、團體、或人員機械安全的觀念，明瞭安全機械所須具備的條件，進而操作、使用安全的機械設備，避免機械危害的發生。

### 2. 名詞解釋

- (1) 機械：由相互連結的零組件組合而成，具有適當的啟動、停止、控制、電氣等系統，相互結合之後可進行特定的用途或發揮特定的功能；尤其是用以做為材料的製造、處理、搬運、包裝、或類似的製程。
- (2) 機械安全：機械在指定的條件和環境下，執行其設計的特定功能(如加工、製造、運送、安裝、調整、維修、拆卸等)時，不會造成人員的傷害或機械本身的損壞。
- (3) 危險狀態：不安全的狀態，尤其是指會對人員造成傷害或損害健康，或是造成機械損壞的狀態；如機械危險、感電危險等。
- (4) 危險：危險狀態會導致人員傷害或損害健康，或是機械損壞的原因。
- (5) 風險：在危險狀態下會造成人員傷害或損害健康，或是機械損壞的可能性及嚴重程度。
- (6) 風險分析(評估)：全面性的衡量在危險狀態下，會對人員傷害或損害健康，或是造成機械損壞的可能性及嚴重程度，以做為選擇安全防護措施的依據。
- (7) 危險區域：機械內部或鄰近周圍，有可能造成人員傷害或損害健康，或機械損壞等危險的區域。
- (8) 設計功能：依據機械設備本身的設計、結構、或功能，或是在機械的設計者或製造者所提供的資料中所指定的用途，而被認定的

一般用途。

- (9) 安全功能：機械必須具備的基本功能之一，當此功能失效時，將立即增加機械造成人員傷害或損害健康，或是機械損壞的風險；可分為關鍵性安全功能(失效時立即產生危險的狀態)及備用性安全功能(失效時不會立即產生危險的狀態，但是會降低安全性)。
  - (10) 非預期啟動：任何不是人員有意識的啟動機械設備，而有造成人員的危險的原因。
  - (11) 失效安全：在能量供應失效，或是機械零組件失效的狀態下，仍然能夠保持機械設備的安全性。
  - (12) 安全防護：使用特定的技術或措施，以保護人員避免無法合理去除或設計時無法有效限制的危險，防止人員傷害或損害健康的方式。
  - (13) 護罩：機械設備的一部份，藉由實質的物理性障礙物提供人員的保護，包括固定式、移動式、可調式、互鎖式、控制式等護罩。
  - (14) 安全裝置：可降低或消除危險的裝置，可以獨立或與護罩連結使用；包括互鎖裝置、控制裝置、壓按啟動裝置、雙手控制裝置、跳脫裝置、限制裝置等型式。
  - (15) 護圍：實質的物理性障礙物以降低進入危險區域的可能性。
3. 構造、形式種類、優點  
機械的型式種類繁多，依據不同的加工型態與要求，會有不同的設計和構造。
4. 使用場所(作業)、行業、職種、相關作業環境  
略。

## 危害

1. 潛在危害、災害類型、災害防止對策  
機械所產生的危害包括：機械性危害、電氣性危害、異常溫度危害、噪音危害、振動危害、游離輻射和非游離輻射的危害、使用材料或物質所引起的危害、人體工學性危害、聯鎖性危害等，這些危害將在本安全資料表中詳細說明。
2. 安全裝置之構造、作動、功用等原理  
依據機械所產生的不同危害，應使用不同的安全防護裝置，包括護

罩、安全裝置、護圍等，使用安全防護裝置的原則將在本安全資料表中詳細說明。

3. 相關作業環境之危害略。

#### 機械危害

1. 本安全資料表鑑別並說明機械可能產生的各類型危害，以利於機械的風險評估，尤其是在設計機械時；檢定機械安全的符合性；改善機械安全狀態時，以保障人員的安全。

#### 機械性危險

2. 機械性危險是由於機械元件、工具、或工件的機械運動，或是固體或液體噴射所造成的物理因素。
3. 機械性危險的基本型式包括擠壓危險、剪斷危險、切斷危險、絞入危險、陷入危險、衝擊危險、刺傷危險、磨擦危險、高壓液體噴射危險、絆倒或跌倒危險等。
4. 機械的零組件或加工件所引起的機械危險包括：
  - (1) 零組件或加工件的如尖角、銳角等；
  - (2) 相關的位置所產生的擠壓、剪斷、或纏繞，尤其是產生相對位移時；
  - (3) 質量和穩定性，如重力、位能等；
  - (4) 質量和速度，如動能；
  - (5) 質量和加速度，如離心力；
  - (6) 不適當的機械能量，可能產生危險的破損或破裂，如過負荷，過壓等；
  - (7) 非常壓狀態下的氣體或液體的潛在能量，如真空、高壓等；
  - (8) 彈性元件的潛在能量，如彈簧等；
  - (9) 機械零組件或加工件的脫落、鬆動、或掉落的危險；
  - (10) 機械零組件或加工件的磨擦及其產生的異常溫度和其引起的燃燒。

#### 電氣性危險

5. 電氣的危險會導致人員感電或燃燒，引起人員傷害或損害健康，或是機械損壞，其原因包括：
  - (1) 人員接觸到導電元件(常態下帶電元件)；

- (2) 人員接觸到非常態導電元件(尤其是指絕緣破壞或失效狀態)；
- (3) 在高電壓範圍內人員接近導電元件；
- (4) 非預期使用條件的絕緣物質；
- (5) 靜電效應；
- (6) 過載、溫升、接地不良、保護協調不當等。

#### 異常溫度的危險

6. 異常溫度的危險包括接觸異常溫度的物體或材料，熱源的輻射熱及火燄或爆炸所造成的燒傷或灼傷；或是人員在過冷或過熱的環境下執行作業，造成危害健康的影響。

#### 噪音危險

7. 噪音可能造成永久性聽力損失、耳鳴、失聰、疲勞、壓力增加、失去平衡感、影響談話溝通、影響聽覺訊號傳遞等干擾。

#### 振動危險

8. 機械所引起的振動可能傳送到全身，尤其是手指、手掌、手腕、和手臂。劇烈的振動可能會引起生理失調、腕道症候群、肌腱炎、神經和骨骼病變。

#### 游離輻射和非游離輻射的危險

9. 游離輻射的危險多為物質的分子分裂或融合所產生的射線所造成，如X射線、 $\alpha$ 射線、 $\beta$ 射線、 $\gamma$ 射線、中子射線、電子或離子光束等。
10. 非游離輻射的危險多為高能量振盪所產生，如低頻振盪、射頻、紅外線、可見光、紫外線、雷射等。

#### 使用材料或物質所引起的危害

11. 機械所處理、使用、或排放的材料或物質和用來製造機械本身的材料或物質都有可能產生危險，包括：
  - (1) 由於接觸、皮膚滲透、吸入、或食入具有毒性、腐蝕性、刺激性的液體、氣體、熏煙、粉塵、蒸氣和灰塵等物質；
  - (2) 不相容的材料或物質造成反應，所引起的毒性、腐蝕性物質，或是火災和爆炸的危險；
  - (3) 生物性(如黴菌)和微生物性(如細菌)的危險。

#### 人體工學性危險

12. 設計機械時忽略人體工學的原則，使得機械和人體特性和能力配合錯誤，導致：
  - (1) 生理性危險：如不良的姿勢、不當的施力、或連續重復性的動

作，導致人員骨骼肌肉不良的影響；

- (2) 心理性危險：在機械的使用範圍內操作、監控、或維修機械時，因心智負擔過重、壓力過大，造成心理及生理的交互影響；
- (3) 人爲疏失。

#### 聯鎖的危險

- 13. 有些獨立的危險，其本身的嚴重性很小，但是若干個獨立危險相互連結發生時，卻會造成嚴重性很高的危險。

#### 安全措施的選擇

- 14. 安全措施必須在設計階段即納入設計的考量，並與機械的功能或其他措施配合，並考量強制使用者落實執行。
- 15. 機械的設計者應依據下列優先順序，考量所選擇的安全措施：
  - (1) 確認機械的設計和使用極限；
  - (2) 確認機械的所有危險，並評估各項危險的風險值及機械的總風險值；
  - (3) 儘可能的消除危險；
  - (4) 若是無法消除危險，應將危險加以限制；
  - (5) 設計護罩和安全裝置，以避免任何殘存的危險；
  - (6) 若是無法避免所有的危險，應告知並警告使用者機械所有尚存在的危險；
  - (7) 考量其他必要的預防措施，如行政管理、標準操作程序等。
- 16. 上述安全措施不可以用較低階的方式取代較高階的安全防護，且安全措施的考量爲閉迴路循環，並且必須經過實際的驗證，每個循環及其驗證結果必須達到令人滿意的安全效果。實施此安全循環時，必須以下列的優先順序進行考量：
  - (1) 機械安全；
  - (2) 機械執行其設計功能、設定、調整、維修等的的能力；
  - (3) 機械的製造、操作、和維修的成本。
- 17. 機械設計階段的安全措施皆優先於使用者施行的安全措施，也就是儘量在設計階段就將機械的危險消除。
- 18. 爲了使機械能夠連續的安全操作，安全措施必須使得機械容易操作使用，並且不會妨礙機械設計功能的發揮。否則使用者會爲了讓機械能夠發揮設計的功能，而捨棄了機械的安全措施。

#### 機械設計和極限考量

19. 機械的設計起始於機械極限值的考量，包括：
- (1) 使用限制：機械設計時的預期使用範圍及設計功能，如使用電壓、電流，加工件，轉速，進刀速度等。
  - (2) 空間限制：機械的可動範圍，位移，行程，安裝機械所需的空間，人機介面，機械與能量源介面等。
  - (3) 時間限制：操作時間與停機時間，機械的預期使用壽命，零組件的預期使用壽命及更換週期。

確認機械危險並評估機械風險

20. 機械的設計者應考量機械可能引起的各種危險，並加以鑑別與確認。確認機械的各項危險之後，設計者應預見這些危險對人員造成傷害或損害健康，或是損壞機械的各種可能原因。

21. 設計者進行機械風險評估時，應考量：

- (1) 機械的整個生命周期(從設計到報廢)中所有層面中，與人員的互動關係；
- (2) 機械因為各種原因無法執行其預期功能，包括：
  - A. 加工件的材料、尺寸、性質、或特性改變；
  - B. 機械的一個或多個零組件或其功能失效；
  - C. 外界因素(如振動、電磁干擾、電擊等)的干擾；
  - D. 設計錯誤或設計不完整(如軟體或硬體設計錯誤)；
  - E. 機械動力供應源所引起的干擾；
  - F. 操作者所引起的機械控制失誤(如手持式控制器)。
- (3) 可預見的範圍內機械可能發生的誤用，如：
  - A. 可預見的正常疏忽，但非蓄意誤用機械所導致的可預見的錯誤動作；
  - B. 使用機械時，由於機械的功能不全、意外事件、機械故障等情況下，造成人員錯誤的動作或判斷。
  - C. 可能在機械附近出現的人員，如未成年人員，老人，肢體殘障人士等可能操作特定機械的特定動作。

消除或降低危險的順序

22. 機械的風險由機械發生危險的可能性及其嚴重程度兩項因素決定，因此在決定機械的風險之後，設計者應從危險發生的可能性或其嚴重程度兩者之一，或同時針對此兩項因素，將危險排除或儘量降低，以達到降低機械風險的目的。

23. 能夠使得機械降低風險的各項工程技術性措施(不包括行政措施)，皆可視為以設計手段降低機械風險。
24. 若是上述設計中無法消除的危險，應使用安全防護裝置(如護罩、安全措施、護圍等)，將各項機械危險加以限制或消除。
25. 若是使用現有科技及安全防護裝置仍然無法將所有的危險消除或降低，機械的設計者或製造者應告知及警告使用者機械所有殘存的危險，如何種危險雖然經過那些設計手段的改善，並使用那些安全防護技術，仍然無法有效的降低機械的風險，其殘存的最大可能風險為何等。
26. 機械使用說明及警告標示應詳細描述預定用來克服機械所有危險的程序及操作模式，同時必須指明是否需要受過特定的訓練，是否需要取得特殊的証照或資格，是否需要個人防護裝置等。
27. 若是經過上述的各項安全措施，機械的設計者認為仍然有必要採取其他的預防措施，以增加人員的安全性，或是便於處理特殊的狀況或緊急狀態，則應採取其他的預防措施，如增加可維修性等。

#### 機械風險評估

28. 風險評估可分為定性及定量評估，然而不論採用何種方式，評估者的知識與經驗，是機械風險評估良窳的重要關鍵。
29. 進行機械風險評估時，必須先行假設機械一定會故障，人員一定會犯錯，因此一定要進行機械的安全防護。
30. 選擇安全防護措施時，應考量在機械的各項限制因素(包括使用、空間、時間、經費等限制)下，使用最新的安全技術，不得以其他理由不採用最新的安全技術。
31. 機械風險評估的目的在協助設計者、製造者、使用者、安全工程師、或其他的相關人員，依據機械的各項限制與現有的技術水準，決定最適當的安全防護措施，以達到最高的機械安全的程度。
32. 機械風險評估時不能以意外事件的資料，說明機械危險發生的低機率或少數事件，而質疑機械所需的安全程度。更不可以因為無意外事件發生，就驟然斷定為低風險，而不採用或使用不合格的安全防護措施。應謹記未發生意外事件並不代表意外事件不會發生。
33. 進行機械風險評估時，應考量機械發生危險的可能性。此可能性與人員進入危險區域的頻率和停留在危險區域內時間得長短有關，亦即人員曝露於危險狀態下。

34. 進行機械風險評估時，應同時考量機械發生危險的嚴重程度。在特定的危險狀態下，危險會因為不同的因素造成不同情況人員的人員傷害或損害健康，應考量這些因素最嚴重的影響。
35. 進行機械風險評估時，應對機械的各項危險分別進行發生可能性及嚴重程度的風險評估，再將各項危險的風險評估予以組合，成為機械整體的風險評估值。
36. 機械風險評估的結果，對設計者選用機械的安全防護措施與裝置，非常有幫助，同時也可以使得使用者進一步了解其所使用及操作的機械，增加人員的安全性。

#### 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. 勞工安全衛生法第五條第一項第八款  
雇主應有防止輻射線、高溫、低溫、超音波、噪音、振動、異常氣壓等所引起之危害之必要且符合標準之安全衛生設備。
4. 勞工安全衛生法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、套胴、跨橋等設備。
5. 勞工安全衛生法設施規則第五十六條  
雇主對於鑽孔機、截角機等旋轉刀具作業，勞工有觸及之虞者，應明確告知並標示勞工不得使用手套。

#### 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83年，台北，勞工安全衛生設施規則。
4. EN292-1:1991 Safety of machinery - Basic concepts, general principles for design - Part 1: Basic terminology, methodology



5. EN292-2:1991 Safety of machinery - Basic concepts, general principles for design - Part 2: Technical principles and specifications
6. EN60204-1:1992 Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements
7. EN1050 Safety of Machinery---Principles for Risk Assessment
8. CEN/CLC Memorandum No. 9:1994 Guidelines for the inclusion of safety aspects in standards
9. IEC 812 Analysis techniques for system reliability - Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA)
10. IEC 1025 Fault tree analysis (FTA)
11. 系統分析方法。