

介紹

1. 使用範圍

本安全資料表說明雷射產品的輻射相關危害及其安全需求與安全防護對策，同時說明雷射產品所使用的材料及物質可能引起的危害。

2. 名詞解釋

- (1) 雷射產品：利用激勵輻射線放射而再加以放大光的產品。
- (2) 製造商：加工、製造、組裝雷射產品的個人或組織，若雷射產品為進口者，進口商視為製造商，若授權修改雷射產品的個人或組織，亦視為製造商。
- (3) 修改：變更雷射產品使其加工材料、加工方式、或加工狀態與原使設計不同，或改變機械的安全防護特性。
- (4) 加工區域：雷射光束與加工件材料反應的區域。
- (5) 加工作業：加工作業包括兩部份，即自動或手動的將被加工的材料或零件進料或退料；雷射光束單獨或是與其他設備共同進行加工的動作。
- (6) 加工件：被加工的材料，即雷射光束的標靶。

3. 構造、形式種類、優點

雷射產品的構造包括機械本體，雷射產生裝置，雷射光控制系統，加工件夾持機構，安全防護裝置，和除害裝置(如機械通風裝置、集塵裝置)。其作用原理乃是由雷射產生裝置產生雷射光束，經由雷射控制系統將雷射光束發射。由於雷射光束將高能量集中於光點上，因此可以避免加工件承受加工刀具的重量及推力，同時光點的尺寸很小，可進行精密加工及避免加工件材料的損失。

4. 使用場所(作業)、行業、職種、相關作業環境

雷射產品多使用於精密加工作業，如飛機/汽車製造，精密儀器加工，材料表面硬化/處理等行業。

危害

1. 潛在危害、災害類型、災害防止對策

雷射產品的潛在危害包括：機械性危害，電氣性危害，熱危害，噪音

危害，振動危害，輻射危害，使用及處理的材料和物質的危害，忽略人體工學的危害，外在因素影響所引起的危害等。

雷射產品的輻射危害包括：

- (1) 雷射光束直接或間接(反射、折射、繞射)發射所引起的危害；
- (2) 離子輻射所引起的危害；
- (3) 附屬設備如閃光燈、放電真空管、高週波源、射頻源等產生的附屬輻射(紫外線、微波)所引起的危害；
- (4) 雷射標靶(加工件)因光學效應所產生的次輻射發射所引起的危害(此次輻射的波長與原雷射的輻射波長可能不同)。

上述輻射危害應加以遮蔽或裝設護圍將輻射危害隔離，或使用互鎖裝置使得遮蔽物開啓時，立即關閉雷射源的供應。

雷射產品的使用及處理的材料和物質的危害包括：

- (5) 機械所使用的材料或物質所引起的危害，如雷射氣體，雷射染料，溶劑等；
- (6) 雷射光束與材料(如煙煙、粉塵、雜質、蒸氣等)相互反應所引起的危害；
- (7) 機械所使用的介質氣體或觸媒所引起的危害；
- (8) 機械所使用的介質氣體或觸媒與雷射光束相互反應所引起的危害。

為避免上述使用的材料或物質所引起的危害，機械所使用的材料應謹慎的選用，若有發生火災、爆炸、有毒/有害性氣體外洩、或缺氧之虞時，除了機械應採用密閉設計之外，同時應採取耐壓型式設計。

雷射產品因動力源異常或使用環境不良，可能引起機械故障而產生危害的狀態，或使得人員必須進入危險區域內產生人機介面的危害。外在因素影響所引起的危害原因包括：

溫度、濕度、外在的衝擊和振動、環境內的粉塵、蒸氣、或氣體，電磁干擾，射頻電波干擾，電源供應異常，電力供應品質不良，控制系統軟體/硬體不相容等。

雷射產品上述危害所產生的災害型態包括輻射外洩、火災、爆炸、有毒/有害性物質外洩、缺氧等，應針對危害因子及其引發之災害類型以設計方式消除危害，或以安全防護裝置加以防護。

2. 安全裝置之構造、作動、功用等原理

雷射產品的輻射危害，應以護圍，固定式遮蔽物，和安全互鎖裝置加

以防護。機械使用的材料和物質所引起的危害，如煙煙、蒸氣、粉塵等，應以機械式通風裝置及集塵裝置等方式排除。依據雷射產品的使用型態及物質，人員應穿戴適當的個人防護具。

3. 相關作業環境之危害

雷射產品使用時，應避免二次雷射輻射的危害，如雷射光束的反射、折射、和繞射。機械使用的環境應避免振動，和外在因素的影響(如外力衝撞、電磁干擾等)，以避免雷射光束的誤動作。由於雷射產品使用高能量產生雷射光束，且雷射光束本身具有高能量，因此在易燃易爆環境下使用時，應注意機械防爆的設計。機械所使用的材料和物質，加工後可能產生有毒性和有害性物質和副產品及廢棄物，應注意此類物質的處理，以避免產生環境污染。

安全需求

1. 雷射產品的製造商必須：

- (1) 執行機械整體(包括所有機械零組件及附屬設備)的危害因子鑑別與分析；
- (2) 針對危害因子進行安全防護措施；
- (3) 對所有安全防護措施進行認證和驗證；
- (4) 提供使用者足夠的使用資訊

並以上述程序確保雷射產品的安全性。

2. 製造商應依據上述危害分析的結果，在雷射產品的設計和製造過程中，提供適當的安全防護對策。安全防護對策應至少足以防護前述"潛在危害"中所有的可能危害因子。
3. 雷射產品的危害評估分析應包括雷射產品生命週期內所有的層面(如設計、搬運、安裝、使用、維修、保養、測試、修理、報廢等)。
4. 在雷射產品進行任何變更之後並於使用前，應進行危害評估分析。
5. 雷射產品的危害評估分析應至少包括前述"潛在危害"中各項危害因子，外在因素的干擾，及機械的危險區域，尤其是與雷射系統，雷射光束路徑，雷射光束供應系統，和製程區域等相關的區域。危害評估分析的結果應詳實的以書面文件記錄。
6. 雷射產品的安全防護裝置如遮蔽、護圍、停機裝置、光束消散裝置、跳脫裝置、緊急停機裝置等的設計及製造，應符合相關的安全規範

(如ISO12100)；

7. 雷射產品的護圍可以是被動式或主動式的護圍，被動式護圍的設計和製造所使用的材料應使得人員在最差的狀況下，雷射曝露劑量超過1級的允許曝露劑量時，人員有足夠的時間啟動緊急停機的控制；主動式護圍包括偵測裝置與護圍兩部份，當偵測裝置偵測到雷射光束射到護圍，或是其他相關現象使得雷射光束可能射到護圍時，應立即停止雷射光束的發射。
8. 如果主動式護圍曝露在高雷射能量的環境下，且雷射可能破壞護圍時，系統應在雷射破壞護圍之前停止雷射的供應及發射，同時應在雷射劑量超過1級的允許曝露劑量之前停止機械運轉。
9. 雷射產品主要的危險區域通常為製程區域，在製程區域內應具有護圍以防止機械正常運轉時，人員接近雷射劑量超過1級的允許曝露劑量的區域。
10. 雷射產品的危害評估分析中應詳述護圍的種類及其防護的型式，如區域性防護或機械週邊防護等。
11. 區域性防護是指利用護圍等方式，降低局部區域內的雷射輻射和相關的光學輻射劑量到安全的劑量範圍內，而不是針對大區域範圍內的安全防護。例如在加工件雷射光束加工或聚焦的位置，使用極小的發射頭和配置小型的護圍，而不是將整個加工件，加工件的夾持機構，或機械的動作系統整體防護。
12. 週邊性防護是利用一個或多個較大型的護圍，將較大範圍加以密閉(如密閉式護蓋)，通常此範圍包括加工件整體、加工件的夾持機構、和機械的動作系統，以降低此範圍內的雷射輻射和相關的光學輻射劑量到安全的劑量範圍內。此類型的防護至少應考量下列因素：
 - (1) 雷射光束相對於加工件的行進方向(不論為固定式或可調式)；
 - (2) 雷射加工的型態(如切割或熔接)；
 - (3) 加工件及其夾持機構的尺寸、形狀和材質；
 - (4) 加工區域的可視性。
13. 當機械進行維修或調整時，人員有時無法避免必須進入雷射輻射劑量超過1級的允許曝露劑量的區域內執行作業，因此機械設計和製造時應考量下列狀況並提供安全防護措施：
 - (1) 維修或調整在危險區域以外進行作業；
 - (2) 維修或調整在危險區域以內進行作業，但是此區域具備與"操作

時的防護"同等級的安全防護措施(如互鎖式護罩等)；

(3) 維修或調整在危險區域以內進行作業，且此區域不具備與"操作時的防護"同等級的安全防護措施，但是其雷射輻射劑量不超過1級的允許曝露劑量；

(4) 維修或調整在危險區域以內進行作業，且此區域不具備與"操作時的防護"同等級的安全防護措施，但是其雷射輻射劑量超過1級的允許曝露劑量。

製造商應明確的指示維修或調整作業是屬於何種狀態的作業，並對各項作業狀態提供安全作業程序及警告不遵守此作業程序可能引起的危害。

14. 當機械在教導、加工路徑程式化、和程式驗證的過程時，應防止人員進入雷射輻射劑量超過3A級的允許曝露劑量的區域內執行作業；如果實際上無法滿足此要求時，則應符合上述"維修和調整時的防護"中的安全要求。
15. 雷射產品的控制系統及控制迴路應符合相關標準的規定(如EN60204、EN954-1、IEC204-1等)。
16. 雷射產品的控制系統應與雷射系統的控制系統分離；機械的停止控制應停止機械運轉，並將雷射光束隔離或停止產生雷射光束；雷射停止控制器則應停止產生雷射光束。
17. 雷射產品的緊急停機控制器應
 - (1) 停止產生雷射光束，並自動停止雷射光束發射；
 - (2) 停止機械運轉；
 - (3) 將雷射供應電源關閉，並釋放所有儲存的能量。
18. 如果雷射系統同時提供數個各自獨立運轉的機械使用，則任何一個機械上的緊急停機控制器作動時，除了上述(第16條)的要求之外，還應自動停止相關的機械，並將通向相關機械的雷射光束路徑予以隔離。
19. 隔離雷射光束時應將雷射光束阻擋和轉向，以禁止雷射光束進入雷射供應系統內。
20. 雷射光束隔離裝置應為失效安全型的雷射光束遮斷器，其安裝位置應在雷射系統內或緊鄰雷射系統的外部。當雷射光束遮斷器處於關閉位置時，應有位置指示裝置，顯示遮斷器的狀態，以避免雷射光束誤操作而發射。
21. 雷射光束遮斷器應能夠很容易的在關閉位置鎖住，常見的方式為使用

鑰匙開關控制。

22. 在雷射光束路徑上須進行區域內維修或清潔時，或是一個雷射光束供應源供應數個雷射光束路徑，當人員必須進入其中一個路徑而其他路徑仍須供應雷射光束時，機械製造商必須提供附加的雷射光束遮斷器。
23. 製造商需將雷射產品所使用的材料及物質的詳細資料提供給使用者。
24. 製造商對於機械使用的材料及物質可能產生的煙煙、蒸氣、粉塵等，應提供適當的捕捉裝置，以防止其逸散。
25. 製造商應提供機械使用材料的限制，及加工此材料時可能產生的煙煙和粉塵量的相關資訊給使用者。
26. 製造商應提供機械加工時所使用的觸媒氣體及其煙煙可能產生的危害(包括火災、爆炸、毒性物質外洩、過氧、缺氧等)。如陶瓷加工時可能產生氧化鋁、鎂離子、鈣離子、矽氧化物等皆為毒性物質；金屬加工時，可能產生鉻離子、錳、鈷(毒性)，鋅、銅(過敏性)，鈹(肺纖維症)，氧化鎳(致癌性)；塑膠加工時，可能產生苯族、脂族碳水化合物、芳香族碳水化合物、多鹵化物多核性碳水化合物、氰化物、氟化氫等物質(毒性、過敏性、致癌性)等。
27. 雷射產品的輻射劑量等級應依據IEC825-1的驗證程序加以量測驗證。
28. 雷射產品控制器的功能應依據製造商所提供的功能測試程序進行驗證。
29. 雷射產品的安全防護措施，尤其是護圍和控制器的位置與作動，應以目測進行驗證。
30. 製造商應提供足夠的安全相關文件與數據給使用者，包括維修和調整的操作程序。
31. 製造商應提供使用者足夠的安全相關的教育訓練。
32. 製造商應提供安全說明書及操作說明書給使用者，操作說明書中應說明各種操作型態及加工材料可能產生的危害，人員所需要的最低個人防護具，避免危害應有的最低安全防護措施(包括電氣性危害如高電容放電、感電等)。
33. 雷射產品須具備銘牌，內容包含製造商的名稱及住址，機械的製造日期，機械的類型、型號、和製造序號。
34. 雷射家具機械的標示必須符合機械使用地區的法令，其顏色、尺寸、

字型、圖案皆須符合法令規定及IEC825-1的規定。

35. 雷射產品應依據其使用狀態，增加適當的警告或注意標示(如"機械可能產生毒性煙煙及粉塵"，"高壓危險"等標示)，此標示應符合使用地區的法令及ISO3864的規定。
36. 雷射產品標示的內容應清楚易懂，並標示於機械危險區域以外明顯的位置，不會使得人員曝露於超過允許雷射輻射劑量值的環境下。

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。

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. ISO11252:1983 "Lasers and laser-related equipment - Laser device - Minimum requirements for documentation"
5. IEC825-1:1993 "Safety of laser products - Part 1: Equipment classification, requirements and user's guide"