

雷射安全



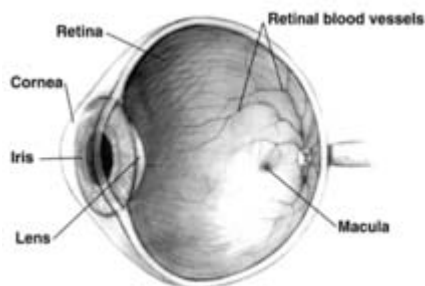
一個典型的歐洲風格的雷射警告標誌。

雷射安全是安全設計，使用和實施的雷射器的雷射事故，特別是那些有關眼部受傷的風險降到最低。因為即使是相對少量的雷射可導致永久性的眼睛損傷，銷售和使用的雷射器通常是受政府法規。

中度和高功率雷射器是潛在的危險，因為他們可以燃燒的眼睛，甚至皮膚的視網膜。為了控制受傷的危險，各種規格，例如 ANSI Z136 在美國和 IEC 60825 國際定義“類”根據他們的功率和波長的雷射。這些法規也規定了必要的安全措施，如標籤明確的警告，並戴好雷射防護鏡操作時，雷射的雷射器。

激光輻射的危害

激光輻射主要通過熱效應造成傷害。即使是適度的功率雷射可以造成傷害的眼睛。高功率雷射器也可以灼傷皮膚。一些雷射器是如此強大，即使從表面的漫反射對眼睛是有害的。

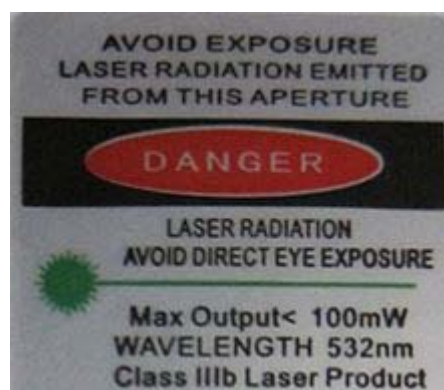


人眼圖。

連貫性和低的激光光的發散角，借助於透鏡進入眼睛，可能會導致激光輻射被集中到視網膜一個非常小的光斑上。雖只有 10 °C 的破壞，但視網膜的感光細胞依舊過性升高。如果雷射是足夠強大的，在幾分之一秒永久性的損害可能發生，這字面上的速度比一眨眼的功夫還快。足夠強大的雷射器在可見光到近紅外範圍內（400-1400 納米）會穿透眼球並可能會導致視網膜的加熱，而暴露到激光輻射波長小於 400nm 和大於 1400 納米主要是由角膜和晶狀體吸收，導致白內障或燒傷損傷。

紅外雷射器是特別有害的，因為身體的保護“ 眨眼反射 ”僅由可見光回應觸發。例如，有些人暴露於高功率雷射發射無形的 1064 納米的輻射，可能不會感到疼痛或任何警訊，直接損害他們的視力。從眼球發出的雜訊可能是唯一的跡象表明，視網膜的損害已經發生，即視網膜加熱至超過 100 °C 產生局部爆炸沸騰的陪同下立即建立一個永久性的盲點。

損傷機制



典型的美國（ANSI）雷射警告標籤。

雷射器可以在生物組織造成損害，在眼睛和皮膚造成熱損傷或燒傷，發生組織被加熱時，發生點其中的蛋白質產生變性。另一種機制是光化學損傷，光觸發化學反應，在組織中，光化學損害的發生大多與短波長的光（藍色和紫外線）有關，可從數小時的過程中積累。短於大約 1 微秒的雷射脈衝可以使溫度迅速上升，導致水的爆炸沸騰。隨後可以從爆炸的衝擊波造成損害相對遠離的衝擊點。超短脈衝，也可以表現出的自聚焦在眼睛的透明部分，導致增加的損害電勢相比更長的脈衝具有相同的能源。

眼睛聚焦到視網膜上的可見光和近紅外光的雷射光束，被聚焦在視網膜上的強度可高達 200,000 倍高於雷射光束進入眼睛的地步。大部分被吸收的色素上皮細胞中的黑色素顏料僅次於光感受器，並導致在視網膜的灼傷。波長小於 400 納米的紫外線容易被吸收，由於光化學損害，容易造成受傷的角膜和晶狀體。紅外光主要引起的熱損傷，在近紅外波長的視網膜和更多的正面部分的眼在較長的波長。下表總結了在不同波長的雷射所造成的各種醫療條件，但不包括由於脈衝雷射的傷害。

波長範圍	病理作用
180-315 納米 (UV-B, UV-C)	角膜炎 (角膜發炎, 相當於曬傷)
UV-A (315-400 納米)	光化學白內障 (混濁的眼睛的晶狀體)
400-780 納米 (可見)	光化學損害視網膜, 視網膜燒傷
(780-1400 nm 的近紅外)	白內障, 視網膜燒傷
1.4-3.0 μ m 的 (IR) 的	廷得耳效應 (房水蛋白), 白內障, 角膜燒傷
3.0 微米 1 毫米	角膜燒傷

的皮膚通常較不敏感的眼睛的雷射光比, 但過度暴露在紫外線光從任何來源(雷射和非雷射)可能會導致短期和長期影響類似曬傷, 而可見光和紅外光的波長主要是有害的, 由於溫度過高而造成的損壞。

修改後的系統

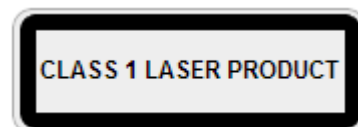


2 級和更高的警告標籤

下面為指定的 IEC 60825-1 標準的主要特點和要求的分類系統, 以及典型的警告標籤。此外, 2 級和更高必須有三角警示標籤和其他標籤都需要在特定的情況下, 表明雷射發射, 雷射孔徑, 皮膚的危害和不可見的波長。

1 級

1 類雷射在正常使用條件下是安全的。這意味著不能用肉眼觀看雷射或與典型的放大鏡光學元件 (如望遠鏡或顯微鏡) 造成超過最大允許暴露 (MPE)。重要的是要認識到, 某些劃分為 1 類雷射器仍可能構成危險時, 用望遠鏡或顯微鏡足夠大的光圈。例如, 一個具有非常大的准直光束或非常高的發散光束的高功率雷射, 可以劃分為 1 類, 如果功率, 通過在標準中定義的孔是小於第 1 類的 AEL, 但是, 不安全的功率電平可能會收取較大的光圈光學放大鏡。

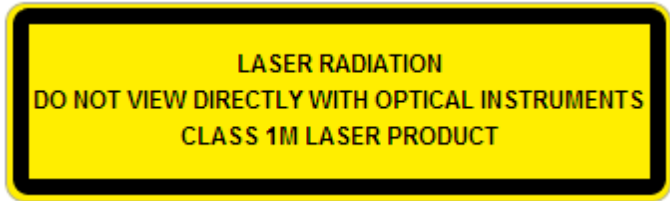


1M 類

一個 1M 類雷射安全使用的所有條件，除非通過放大光學顯微鏡和望遠鏡等。

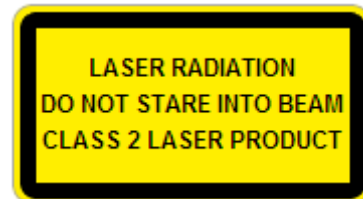
1M 類雷射生產的大口徑光束，或橫樑是不同的。一類 1M 雷射的 MPE 通常不能超過除非聚焦或成像光學元件被

用於縮小光束。如果光束重新聚焦，1M 類雷射器的危險可能增加，並且可以改變產品類。



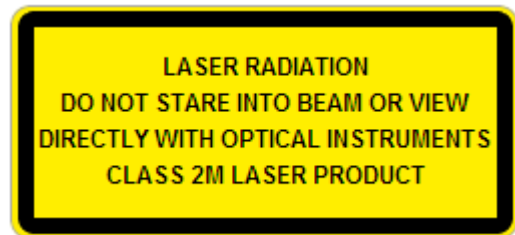
2 級

2 級雷射是安全的，因為瞬目反射會限制到不超過 0.25 秒的曝光。它僅適用於可見光的雷射器（400-700 納米）。類 2 雷射器被限制為 1 mW 的連續波，如果發光時間小於 0.25 秒，或如果光線不是空間相干。故意的瞬目反射的抑制，可能會導致眼睛受傷。許多測量儀器的雷射準心都為 2 級。



2M 類

2M 雷射是安全的，因為只要不通過光學儀器就不會造成瞬目反射。正如 1M 級，這適用於雷射光束具有大直徑或大發散，而瞳孔光通過的量不能超過 2 級的限制。



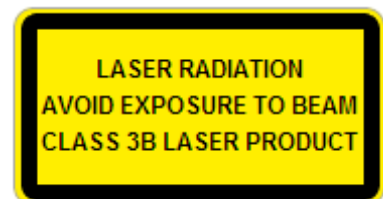
3R 級

3R 級雷射被認為是安全的，如果小心處理，有限制的觀看光束。3R 級雷射，可以超過 MPE，造成低風險的傷害。可見連續雷射器的 3R 級到 5 mW。對於其他波長的脈衝雷射，適用其他限制。



3B 類

一個 3B 類雷射的眼睛是有害的，如果直接暴露，但如從紙張或其它霧面的漫反射，不會對人體有害。從 315 納米到遠紅外的波長範圍內的連續雷射器的 AEL 是對於在 400 和 700 nm 之間的脈衝雷射器 0.5 W，AEL 是 30 毫瓦。其他限制適用於其他波長的超短脈衝雷射器。防護眼鏡，通常需要一個 3B 類雷射光束直接觀察可能



發生的。必須配備有一個鑰匙開關和安全聯鎖-3B 類雷射器。3B 類雷射器內使用 CD 和 DVD 燒錄機。

4 級

4 級是最高和最危險的一類雷射器，包括雷射器，超過 3B 類機場快線的。根據定義，第 4 類雷射灼傷皮膚，或引起毀滅性的，永久性的眼睛損傷造成的直接，不管是彌漫性或間接光束觀看。這些雷射器可以點燃可燃材料，並且因此可以代表火災風險。這些危害可能也適用於間接非鏡面反射的光束，甚至明顯的磨砂表面，這意味著必須採取非常謹慎控制光束路徑。在大多數國家是非法出售預組裝的 4 級雷射，但是公民可以構建一個 4 級雷射供個人使用。4 級雷射器必須配備一個鑰匙開關和安全聯鎖。大多數工業，科學，軍事和醫療雷射器屬於這一類。

