

激光对人眼的损伤及激光防护眼镜的选择

一、激光对人眼的损伤

眼睛是人体对激光最敏感的器官。由于激光的特性,可使能量在空间和时间上高度集中。由于眼晶状体具有聚焦的作用,使视网膜在单位面积上所受激光照射的能量(功率),比相应的角膜入射量提高了近 10 万倍。激光单色性好,在眼底色差小。因为脉冲激光致伤比瞬目反射快得多(人眼瞬目反射时间通常是 150-250ms,而激光脉冲可短至 10 甚至 10 S 级)。再加上在极短的瞬间,在极小的面积上,能量的集中释放,所以,即使是低剂量的激光照射也可引起眼角膜或视网膜的严重损伤。

受激光损伤,轻者呈现视网膜凝固水肿损伤斑,为灰白色,病程 1-2 周,水肿消退。损伤重者视网膜灼伤,出现裂孔、出血,病程为 3-4 周,一旦出血吸收后,留有色素沉着并形成瘢痕。当病变范围涉及到黄斑区,则视力严重下降。相当一部分人视力降到 0.1 以下。

不同波长激光眼损伤部位

波长分区	波长范围(nm)	主要损伤部位
紫外激光	180-400	角膜、晶状体
可见激光	400-700	视网膜、脉络膜
近红外激光	700-1400	视网膜、脉络膜、晶状体
中、远红外激光	1400-106	角膜

眼底对几种激光的有效吸收率

激光器	波长(nm)	吸收率(%)	介质透过率(%)	有效吸收率(%)
钕激光	1064	12	42	5.04
红宝石	694.4	56	96	53.7
氩离子	488-514	70	80	56
倍频 Nd:YAG	532	74	88	65

包括视网膜色素上皮和脉络膜的吸收

激光损伤事故的主要症状

事故发生时,多数受伤者感到眼前突然闪光,继而出现一个不同颜色、不同大小的光斑或暗影,个别人眼部有冲击感,与此同时,视力出现不同程度的下降。受激光损伤,轻者呈现视网膜凝固水肿损伤斑,为灰白色,病程 1-2 周,水肿消退。损伤重者短时间内不能分清眼前物体,有的伤后出现数小时的目眩及畏光,视网膜灼伤,出现裂孔、出血,病程为 3-4 周,一旦出血吸收后,留有色素沉着并形成瘢痕。更为严重和可怕的是,激光对人眼的损伤是积累性和后发性的,一旦后期发现就为时已晚!当病变范围涉及到黄斑区,则视力严重下降。相当一部分人视力降到 0.1 以下。及时主动地佩带激光防护镜是避免损伤的唯一有效的方法。这在发达国家已成为一种自觉的防护手段。

眼睛受损的原因与教训

- 一、工作中未采取眼防护措施
- 二、缺乏安全的工作环境
- 三、思想麻痹
- 四、激光器误触发
- 五、在激光临床眼科治疗中，未能严格控制治疗能量

长期在激光操作环境中工作者眼睛受到长期的影响。在操作和使用激光器时，即使没有直接被激光照射，造成伤害事故的发生。可是激光器所反出的射线通过其他物体或者墙壁等产生的微量反射，长期在这种环境中工作的人群，白内障的发病率极高。

激光防护学认为：

对于低功率（ $\leq 1\text{mw}$ ）的激光器，就应该采取防护措施，否则会引起眼睛的激光积累性损伤；对于激光输出功率大于 1mw 小于 0.5w 的激光器，只有佩带激光防护眼镜才允许直视光束，否则在瞬目反射时间约 0.25s 内，其输出激光即可引起眼的损伤；对于功率 $>0.5\text{w}$ 的激光器，对眼睛的危害最大。无论是直视光束或受其激反射光照射皆可引起眼的损伤。对这类激光器必须采取严格的防护措施。无佩带激光防护眼镜者决不允许操作此类激光器。

二、激光防护眼镜的选用

随着激光技术在军事、民用领域的广泛应用，激光防护技术越来越受到人们的重视，激光防护材料的种类日益增多。从防护原理来看，目前激光防护材料可分为三大类：一是基于线性光学原理的激光防护，它包括吸收型、反射型和吸收/反射复合型；二是基于非线性光学原理的激光防护，它主要利用三阶非线性光学效应，包括非线性吸收、非线性折射、非线性散射和非线性反射；三是基于相变原理的激光防护。激光具有方向性强、单色性好、相干性好等特点，使得它在军事、工业及医疗等领域都有着广泛的应用。但正是激光的这些特点对人体也构成了极大的威胁。眼睛是人体对激光最敏感的器官，由于眼对光的聚焦作用可使视网膜上能量密度增高 105 倍，因此低剂量照射就激光具有方向性强、单色性好、相干性好等特点，使得它在军事、工业及医疗等领域都有着广泛的应用。但正是激光的这些特点对人体也构成了极大的威胁。眼睛是人体对激光最敏感的器官，由于眼对光的聚焦作用可使视网膜上能量密度增高 105 倍，因此低剂量照射就可引起视网膜的严重损伤而导致视力下降直至失明。如何进行有效的激光防护，成可引起视网膜的严重损伤而导致视力下降直至失明。

吸收式、反射式激光防护镜的优与劣

反射式激光防护镜在基底光学玻璃表面镀以多层的反射介质层。

优点：1、工艺简单；

2、可见光透过率高；

3、衰减率较高；

4、光反应时间快 $<10^{-9}$ 秒；

缺点：1、对光源具有严重的选择性。入射光源必须正对防护镜面(入射光为镜面法线方向)，其防护作用才最大。否则会出现蓝漂，入射角越大，防护波长越往短漂移。当防护波段不够宽或防护波长偏短时可能出现斜入射时的完全失效。

2、反射介质层易脱掉，而且脱落之后不易肉眼观察，这也是最危险的，。国内的反射介质层一般一年左右都会发生脱落。光衰减率越高镀的介质层越厚，越容易脱落。

吸收式防护镜在基底材料 PC 中添加特种波长的吸收剂。

优点：1、对光源没有选择性，可以安全防护各种漫反射光；任何角度的入射光都得到同样高效的防护。

2、衰减率较高；

3、表面不怕磨损，即使有擦划，不影响光的安全防护；

4、光反应较快<10-9 秒；

5、同时对激光器操作中产生的刺眼白光有很好的屏蔽性。

缺点：可见光透过率较低。

现在我国使用关于激光安全的强制标准有：

CJB-2408-95 激光防护眼镜防护性能测试方法

GJB-1762-93 激光防护眼镜生理卫生防护要求

JB/T 5524-91 实验室激光安全规则

激光防护镜有多种类型，所用材料不同，原理各异，应用场合也不同。因此，要提供对激光有效防护，必须按具体使用要求对激光防护镜进行合理的选择。选择防护镜时，首先根据所用激光器的最大输出功率（或能量）、光束直径、脉冲时间等参数确定激光输出最大辐照度或最大辐照量。而后，按相应波长和照射时间的最大允许辐照量（眼照射限值）确定眼镜所需最小光密度值，并据此选取合适防护镜。选择的具体条件主要有：

最大辐照量 $H_{max}(J/m^2)$ 或最大辐照度 $E_{max}(W/m^2)$ ；

2、 特定的防护波长；

3、 在相应防护波长的所需最小光密度值 D_{min} ；

4、 防护镜片的非均匀性、非对称性、入射光角度效应等；

5、 抗激光辐射能力；

6、 可见光透过率；

7、 结构和外形。

北京金吉宏业科贸有限责任公司

2006 年 05 月 28 日