

# 激光安全防护问题

关 崇 文

(中国科学院上海光机所)

**提要:** 本文报道了我所人员十多年来遭到激光器损伤的情况。选有代表性的病例,分析了发生事故的原因,以便广大激光工作者从中汲取教训,引以为鉴。提出了“激光靶点光斑反射光”对眼睛有非常大的危险性,并讨论了激光安全防护问题。

## Some problems on laser safety

Guan Congwen

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica)

**Abstract:** Laser induced harms on persons in Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics during more than the past ten years are reported. Some typical cases are selected and the causes for accidents analysed. It is pointed out that the reflected light from the laser irradiated spot is a serious hazard to human eyes, and some problems on laser safety are discussed.

### 一、激光器损伤人体的情况

随着激光技术及其应用的迅速发展,激光损伤人体的事例不断出现。仅就我所来看,激光辐射损伤已有多例,此外尚有在操作过程中激光器装置对人体的损伤(见附表)。

激光的生物效应还不完全清楚,弄清它的机理非常有意义。接触激光的人员日益增多,为了消除激光对人体的损伤,开展激光防护工作是不可忽视的,现将表中激光人体损伤典型病例简介如下。

例1,激光束直接灼伤眼底。女,科研人员。当用右眼对准氩离子激光器调光路时,另一协作人员不慎触发了电源,使波长4880埃,功率约1瓦的激光束射入眼底。伤眼即感昏暗失明,有蓝、绿光感,偏头痛,乏力。视物有畸变现象,看纸张不平,视直杆物时有弯

曲感。诊断为右眼视网膜黄斑区烧伤。视中心区永久性失明。

防护讨论:此例严重的偶然事故的主要原因是参加激光操作人员不懂激光安全知识,不执行激光安全操作规程所致。

例2,与人的水平视线等高的激光束直接射伤眼底。男,科研人员。被调Q铝酸钇激光器,5次/秒,脉宽20毫微秒,0.4焦耳,功率约20兆瓦的激光束直接射入眼底。由于波长1.06微米是不可见光,光束与其同高未加注意,斜射眼内幸未烧伤黄斑区,视力尚好。检查结果,左眼底在视神经乳头鼻下方有一直径约3~4毫米青灰色的网膜损伤斑,后演变成水肿、色素残留。

防护讨论:激光室内未标示出“激光危险区”,激光束包括反射束与人的眼同高,易遭激光损伤。

收稿日期:1980年4月7日。

激光损伤人体情况分类统计表

类别	病例情况	人数
激光束直接照射的眼损伤	氩离子激光的眼底灼伤	1
	调Q掺钕铝酸钇激光的眼底灼伤	1
	150瓦CO <sub>2</sub> 激光束30米处辐射眼部	1
	5毫瓦以下氦-氖激光辐射眼底	3
激光靶点光斑反射光对眼的损伤	调Q, YAG-Nd激光反射束的眼底灼伤	1
	调Q, 可调谐染料激光反射束的眼底灼伤	1
	调Q, YAG-Nd激光反射束的眼玻璃体损伤	1
	调Q, YAG-Nd激光光路上反射束的眼底灼伤	1
激光皮肤损伤	1000瓦CO <sub>2</sub> 激光束的上肢照射伤	2
	990瓦CO <sub>2</sub> 激光束的上腹部照射伤	1
	100瓦CO <sub>2</sub> 激光束的上肢照射伤	2
	10~90瓦CO <sub>2</sub> 激光束的颈、背、上肢照射伤	43
共 计		58

此外, 激光装置还引起其他的人体损伤, 如电击伤、中毒事故、放射线损伤和爆炸事故等, 亦需加强防护。

例3, 戴着护目镜, 还遭到“激光靶点光斑反射光”的眼底灼伤。男, 科研人员, 在测量5次/秒, 波长5700埃, 功率5兆瓦的染料激光器的“激光靶点光斑”能量时, 因光斑不易看清而拿一张曝光显影了的照像纸寻找激光光斑的位置, 结果从黑纸(此黑纸的反射率约18%)上反射来的激光束穿透了他戴着的护目镜, 正好射中了他的左眼眼底的黄斑区。治疗月余, 视力有所恢复, 但视物颜色较深, 看黄色物体时, 左眼深黄, 右眼为淡黄色。

防护讨论: “激光靶点光斑反射光”的亮度很高, 穿透护目镜(防1.06微米和0.53微米)仍能损伤眼底。迄今仍有一些激光工作者用黑纸作活动靶测定靶点光斑的位置, 并注视光斑的出现, 这样做酷似自己用“激光枪”瞄准自己眼底的黄斑区, 非常危险。此偶然事故还表明: 佩戴的激光护目镜要经过测定, 确保安全可靠。

例4, “激光靶点光斑反射光”的眼玻璃体损伤。男, 科研人员。在操纵5次/秒调Q YAG-Nd激光器时, 在靶点光斑处用一白纸

作观察屏。调试时, 较长时间地斜视白纸上的靶点光斑。以后感眼花, 视物有固定黑影。诊断: 右眼玻璃体混浊。

防护讨论: 激光工作者经常要寻找“激光靶点光斑”。它的反射光亮度很高。一定要进行防护, 一丝不苟, 要戴有效的护目镜, 对于重复频率或连续激光尤应注意。

例5, 高功率CO<sub>2</sub>激光的皮肤三度烧伤。男, 科研人员, 通宵作激光实验, 凌晨, 其右上腹部遭到990瓦CO<sub>2</sub>激光束照射约1秒钟。当即烧穿了白工作服等五件衣服, 进而烧伤皮肤。不痛。检查: 腹壁右上部皮肤有1厘米长的烧伤伤口。从伤口中取出一块如黄豆大的“肉焦块”。皮肤三度烧伤。

防护讨论: 在疲劳的情况下, 或工作紧张时容易发生事故。在这时更应严格要求执行激光安全操作规程, 必要时设“安全监督值勤员”。

## 二、对发生激光损伤事故原因的分析

就我所发生的病例来看, 数目较多, 有的伤情还相当严重。主要原因之一是没有制定“激光安全操作规程”或未随时修订, 或者是制定了也不认真执行。有的实验室未标出“激光危险区”、“高电压危险区”等。有的激光工作者一忙起来就丢掉安全制度, 平时也不注意研究消除事故苗子, 麻痹大意而发生意外。

对新参加激光工作人员不进行激光安全教育, 对于临时接触激光的人员不说明安全注意事项, 不佩戴防护用品均易造成意外事故的发生。

从我所激光眼损伤事故表明, “激光光路反射光”、“激光靶点光斑反射光”亮度高, 对眼睛危害很大, 应引起足够注意。因为激光工作者经常要与“激光靶点光斑”打交道。如测定光斑能量、切割、焊接以及使用激光刀等, 有时甚至是用双目仔细凝视着靶点光斑。如

不注意有效防护, 就会造成眼睛的隐性损伤或显性损伤。重复频率激光、连续激光的反射光亦可造成眼玻璃体的损伤。调Q激光、不可见的激光、半暗室工作环境等条件都可能增加对眼睛的危害性。我们要对每一个激光系统加以分析和估计, 制定有效的防护措施, 激光损伤是完全可以防止的。

由于激光技术的发展, 激光器的附属装置更是多种多样, 因而新的损伤因素亦会发生。如有的激光器产生短脉冲的放射线损伤, 产生有毒的气体。在激光器上常发生触电事故。这些新老工业卫生和劳动卫生的问题, 均有待于有关部门研究解决!

### 三、加强激光安全防护措施

1. 在国家尚未公布“激光防护规定”和“激光技术安全标准”以前, 据多年来激光防护工作情况和存在的问题, 关于激光防护工作的原则至少应考虑到下述三点:

① 不同波长不同强度激光辐射损伤的防护;

② 激光器装置(包括激光应用的装置)各个环节上的安全防护;

③ 在研制激光器的工艺过程中和激光器运转过程中, 污染空气、水源和产生的其他有害物质的无害化处理。

当前要从实际情况出发, 对具有损伤阈值以上的激光器, 均应制定简明的“激光器安全操作规则”, 并且要随时修订, 认真执行。

2. 要建立激光安全防护教育的制度。激光工作者一定要了解激光防护知识, 学会使用防护设备, 能主动地进行防护工作。特别是新手, 在从事激光工作前应进行激光安全教育, 这要成为一个制度。对临时接触激光的人员, 如参观者、接受激光治疗的患者, 亦应向他们简单介绍激光安全注意事项。

3. 激光对皮肤、内脏辐射的防护。

关于对眼睛和皮肤的激光防护, 已有许

多文献报道。由于激光防护机理尚不完全清楚, 关于激光可能穿透体壁损伤内脏问题亦应作实际的考查。实验表明: 小白鼠在肌肉和头骨完整的条件下, 头壳的激光透光率为0.55%<sup>[1]</sup>; 用红宝石激光照射小白鼠头部大脑, 产生明显损伤的最低能量密度小于19.22焦耳/毫米<sup>2</sup><sup>[2]</sup>。对于人来说, 数字要比这个数字大得多, 还需进一步研究。对于头部、胸部和腹部应避免用大能量大功率激光照射。必要时应计算体壁对激光的局部吸收、反射和透过的量和激光射入体壁的可能深度, 以避免损伤内脏。既要进行必要的激光治疗, 又要确保安全, 有利于进一步开展激光治疗。

4. 呼吸道的防护: 激光可能使空气电离, 产生臭氧。CO<sub>2</sub>激光束射到耐火砖上可能产生铍等有害气体。激光刀能使蛋白质烧焦气化并伴有奇臭的有害气体。激光核聚变实验时靶室里的有害气体, 均应针对实际情况, 作到有效的通风排气, 尽可能地进有害化处理。此外在实验室里应禁止吸烟。

5. 加强激光防护的科研工作和管理工作。激光同生物组织的相互作用, 形成激光的生物效应, 两者和环境等条件经常处于变化之中。要对每一个激光系统作出具体分析, 即要预防发生显性损伤又要预防隐性损伤。不仅要研制有效的护目镜, 又要考虑采用多种手段进行防护。要总结激光意外损伤人体的教训, 了解国内外防护工作的进展。进行必要的体检, 建立激光体检档案。医务人员要深入到科研和生产第一线上去, 研究各种有害因素对人体的影响, 加强对激光防护的研究。激光防护工作涉及到许多学科和部门, 需要共同协作, 把激光防护工作搞好, 加强管理, 确保广大激光工作者的健康。

### 参 考 文 献

- [1] 激光生物效应协作组; “激光生物效应的研究”, 第7页(1973)。
- [2] 上海第二医学院激光室编, “激光学习班激光生物效应及其防护资料”, 第14页(1975)。