

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 7247.3—2016/IEC/TR 60825-3:2008

---

## 激光产品的安全 第3部分：激光显示与表演指南

Safety of laser products—Part 3: Guidance for laser display and shows

(IEC/TR 60825-3:2008, IDT)

2016-08-29 发布

2017-03-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

前言 .....	I
1 范围和对象 .....	1
1.1 范围 .....	1
1.2 对象 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 激光辐射的区域界定及最大允许照射量 .....	3
4.1 按照最大允许照射量(MPE) .....	3
4.2 观众 MPE .....	3
4.3 辅助人员 MPE .....	4
4.4 表演人员 MPE .....	4
5 设备和装置的安全规范 .....	5
6 设计人员、安装人员、操作人员和表演人员的职责 .....	7
6.1 培训 .....	7
6.2 设计人员、安装人员和操作人员的策划 .....	7
6.3 安装和调试 .....	8
6.4 操作 .....	8
6.5 显示安全记录(DSR) .....	8
7 特殊事项(E) .....	9
7.1 全息显示(E) .....	9
7.2 紫外光和蓝光激光束(E) .....	9
参考文献 .....	10

## 前 言

《激光产品的安全》分为以下部分：

- 第 1 部分：设备分类、要求；
- 第 3 部分：激光显示与表演指南；
- 第 4 部分：激光防护屏；
- 第 9 部分：非相干光辐射最大允许照射量；
- 第 13 部分：激光产品的分类测量；
- 第 14 部分：用户指南。

本部分为《激光产品的安全》的第 3 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用翻译法等同采用 IEC/TR 60825-3:2008《激光产品的安全 第 3 部分：激光显示与表演指南》(英文版)。

本部分作了下列编辑性修改：

- 第 2 章“规范性引用文件”中的文字叙述，按 GB/T 1.1—2009 的要求作了相应修改；
- 用“本部分”代替原文中的“本文档”。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国光辐射安全和激光设备标准化技术委员会(SAC/TC 284)归口。

本部分起草单位：武汉华工激光工程有限责任公司、华中科技大学、中国电子科技集团公司第十一研究所、武汉楚天激光(集团)股份有限公司、北京机电研究院、中国科学院光电研究院、深圳市大族激光科技股份有限公司、上海市激光技术研究所和北京光电研究所。

本部分主要起草人：卢飞星、万辰皓、唐霞辉、陈汉元、戚燕、吴让大、刘永楨、毕勇、陈焱、张伟、吴爱平、刘刚、李婷。

# 激光产品的安全

## 第3部分:激光显示与表演指南

### 1 范围和对象

#### 1.1 范围

IEC 60825 的本部分是技术报告,对策划、设计、安装和实施采用高功率激光进行显示与表演给予指导。为了在大型场合,例如剧院、广场或建筑物上产生戏剧或艺术的显示效果,其激光功率大到足以造成严重的照射事故,即使极为短暂地照射到人也会如此。为此 GB/T 7247.14—2012 中 4.1.5 子条款规定在没有监管的地方进行示教、显示或娱乐目的只能用 1 类、2 类或可见光 3R 类的激光产品,其他类的激光产品只允许在可控的条件下和经过培训有经验的操作者的指导下谨慎使用。

本部分不包括科研、医疗或工业激光产品的显示或示教,但其中很多原理可以适用上述情况。本指南提供了激光显示或表演的安全建议,包括:艺术显示、广告或光雕制品、博物馆演示光学原理的展品等。

用于家庭环境的激光产品或无法要求他们接受 1 类、2 类或可见光 3R 类激光产品培训的人所用的激光产品在本部分范围之外。

#### 1.2 对象

本部分适用于:

- 设计、制造、装配、安装或操作用于显示或娱乐目的的 4 类、3B 类或非可见光 3R 类的激光产品;
- 在广场、剧院、天文馆、迪斯科舞厅或其他场合安装或工作的激光产品;
- 承担审查该类设备、装置或显示器的安全性。

本部分不是法规性文件,而是用于设计、安装、操作以及评价激光显示和表演的安全与演出所用设备的安全准则。同时,也适用于激光显示装置或设备的改进。

本部分包含对公众或在激光显示附近的服务人员进行防护的安全准则。

在我国,若有表演准许令或告示,或禁止激光对着没有适当防护的观众扫描等法规,本部分不与这些法规要求相抵触,而只是作为补充。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 7247.1—2012 激光产品的安全 第 1 部分:设备分类、要求(IEC 60825-1:2007, IDT)

GB/T 7247.14—2012 激光产品的安全 第 14 部分:用户指南(IEC/TR 60825-14:2004, IDT)

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

GB/T 7247.3—2016/IEC/TR 60825-3:2008

### 3.1

#### 辅助人员 ancillary personnel

包括后台工人、接待员、保安员、技术员、食品饮料供应人员等。这些人员可在安装或激光显示与表演的地点工作,但他们不直接参与激光显示与表演。

注:辅助人员可以进入观众不能进入的地方。

### 3.2

#### 屏障 barrier

将观众从存在激光辐射潜在危险地区隔离的装置。

注1:屏障不能被观众很容易地移动或穿越。

注2:屏障可以是墙、栅栏、舞台前沿等。

注3:在激光显示期间,如果操作者或其他安全人员可以监视到整个隔离区域,也可以使用警示栏杆或警示带。

### 3.3

#### 设计人员 designer

确定视觉效果、投射方案及所使用设备的安放位置的人员。此外,设计人员既可以担当安装人员、操作人员,也可以担当制造人员或供货人员。

### 3.4

#### 显示安全记录 display safety record;DSR

关于具体的激光显示或表演安全状况的书面记录。

### 3.5

#### 安装人员 installer

把设备放在指定地点或参与调整设备至产生预期效果的人员。如果安装工作导致激光显示产品的效果发生改变,那么安装人员也可以是制造人员或供货人员。

### 3.6

#### 激光显示或表演 laser display or show

这种场合至少有一束激光投射到表面或在空气中为可见光,通常观看者为非专业人员。

注:该定义包括那些在博物馆或教育单位的显示以及在天文馆、夜总会、音乐厅和其他娱乐场所的激光表演。

### 3.7

#### 激光投影仪 laser projector

一种单一的或带光束处理单元的能产生激光显示或表演效果的激光器。激光投影仪可视为符合GB 7247.1—2012 有关条款的激光产品。

### 3.8

#### 制造人员 manufacturer

构建、装配或生产一台或多台激光投影仪,或者使用激光投影仪显示或表演(指建立设备实体)的任何人员。不管制造是否为了赢利,本定义都适用。

注:用于激光显示或表演的设备可作为一种激光产品。

### 3.9

#### 掩模板(实体或软件挡板) mask(baffle/physical or software)

实体屏障通常是一块耐用材料做成的板(中心有一小孔作为有效激光束的通道),以阻挡激光束传输到不需要的方向。实体屏障应经得住最大激光辐射而不被穿透,并且相对于投射激光束的位置不能移动。由电子装置或计算机控制的光束“软件屏障”在某些区域可使光束不能进入或功率减小。无论是实体屏障还是软件屏障的性能应在合理预见的单一故障条件下进行评价。

## 3.10

**改装人员 modifier**

改变激光显示或表演的执行、布局或效果,以及改变影响安全性能的系统组件的人员。改装人员也可以是具有这些职责的制造人员、供货人员或设计人员。

## 3.11

**操作人员 operator**

直接控制操作或投射系统的人员。

注:操作人员应经所用激光器安全方面的培训,遵守有关安全规程。操作人员也可被指派为激光显示或表演的安全管理员(参见 GB/T 7247.14—2012 的 3.3)。

## 3.12

**表演人员 performers**

在演出时娱乐公众的人员,他们可以是舞者、歌手或其他音乐人等。

注:表演人员应受激光安全规程的培训,并遵守有关安全规程。

## 3.13

**表演区 performer zone**

只有表演人员可以进入且激光辐射超过观众 MPE 的区域。

注:表演区通常在舞台上。

## 3.14

**扫描图像 scan pattern**

激光扫描产生的效果,通常用装在振镜上的一对反射镜来实现。

## 3.15

**观众 spectator**

位于或靠近激光显示或表演地区的人员。他们有可能受到激光或反射激光束的照射危险(没有安全措施或处于较差的条件下)。他们是激光产生表演效果的观众。不包括激光显示的操作人员、员工或表演人员。

注:观众既不了解关于使用激光的安全规程,也无法要求他们遵守安全规程。

## 3.16

**观众 MPE spectator MPE**

可存在观众区域的激光最大允许辐照度。

## 3.17

**观众区域 spectator zone**

观众所在的场地,其受到的激光辐射小于观众 MPE。

**4 激光辐射的区域界定及最大允许照射量****4.1 按照最大允许照射量(MPE)**

无论如何任何人都不应受到超过相应的肉眼或皮肤 MPE 的激光辐射。对于个别的特殊群体,最大允许激光辐射量值取决于该群体所受到的最长照射时间。

**4.2 观众 MPE**

在观众区的激光辐射量值不应超过 GB/T 7247.14—2012 中第 5 章规定的直接眼照射 MPE。MPE 由 GB/T 7247.14—2012 中表 5、表 6、表 7 的辐射时间  $t$  来决定, $t$  包括激光显示或表演的最长时

## GB/T 7247.3—2016/IEC/TR 60825-3:2008

间,合适的 MPE 值视情况而定(如使用双目望远镜,请见下文)。如果激光辐射量值是由于扫描的结果,则直接眼照射 MPE 也不应超过扫描防护装置的响应时间(见 GB 7247.1—2012 的 4.11 和图 1);或者不应超过连续的激光辐射量值(如果没有扫描防护装置)。

应考虑到观众区内某些区域受到激光辐射的危险可能更大,例如光束处于聚焦或静止状态(如在扫描图样的末端)。

$T_s$ :故障开始时间

$T_E$ :照射结束时间

$$T_E - T_s = T_1 + T_2 + T_3$$

其中  $T_1$  是对故障作出反应的时间,  $T_2$  是启动控制措施的时间,  $T_3$  是已经启动的控制措施变成有效的

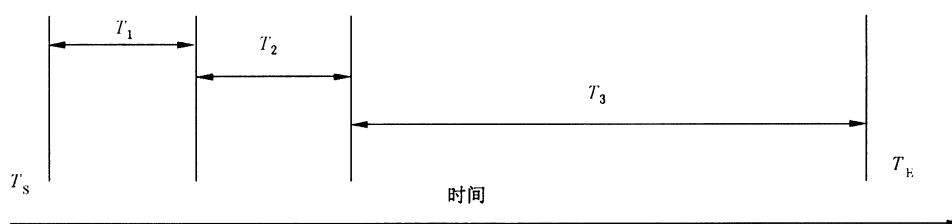


图 1 扫描防护装置生效的时间

使用诸如双目望远镜等观看手段,会潜在地增加对观众的危险性。在有些场合,例如夜总会、天文馆及市政活动中使用双目望远镜是没有问题的。然而在可能使用双目望远镜的场合(如在大型场地)已经禁止使用照相机、录像机等,建议也禁止使用双目望远镜。如果不可能(如在露天场合),因增加观众危险性,观众 MPE 应提高因子 0.02。

#### 4.3 辅助人员 MPE

辅助人员的 MPE 应是直接眼照射 MPE(见 GB/T 7247.14—2012 的表 5 或表 6)。辅助人员也许正在观众区,他们的活动不可能受控,也不可能配备防护眼镜。然而应告诉他们避免直接观察入射光束、扫描器或反射镜。为此照射时间应不超过 0.25 s。

#### 4.4 表演人员 MPE

表演人员或操作人员的 MPE 应是直接眼照射 MPE(见 GB/T 7247.14—2012 的表 5 或表 6)或皮肤照射 MPE(见 GB/T 7247.14—2012 的表 7)。应考虑到表演人员的舞蹈动作,为他们配备适当的防护眼镜及防护服,并告知其安全规程,以免激光辐射超过相应的 MPE。应考虑最长照射时间。MPE 选择准则如表 1 所示。

在某些情况下,表演人员可直接控制激光安全设施,如某一表演人员在光束可能射入表演区之前脚踏开关以示他(她)处于表演区的安全位置。但这种控制措施不管在正常条件下还是表演人员在提示期间离开其位置或面向错误方向(如对着激光的方向)的情况下都应仔细加以设计。

注:在有些情况下应采用 GB/T 20438 系列标准中所描述的标准程序来评估安全特性。

表 1 MPE 选择准则一览表

位置	正常操作下可达发射	合理预见故障条件下可达发射
观众区	直接眼照射 MPE	扫描安全装置或其他发射终止控制的响应时间的 MPE
辅助人员区	接受过避免眼照射的培训 直接眼照射 MPE 0.25 s	直接眼照射 MPE 0.25 s 接受过避免眼照射的培训
表演人员区	接受过避免眼照射的培训 直接眼照射 MPE 0.25 s 眼照射被防护,则采用皮肤 MPE	接受过避免眼照射的培训 直接眼照射 MPE 0.25 s

## 5 设备和装置的安全规范

5.1 GB 7247.1 的要求适用于激光投影设备。

5.2 激光窗口应用足够耐用的材料屏蔽以经得住长时间的激光照射。屏蔽应位于能把激光投射限制在所需方向的位置,同时防止错误的激光辐射。软件屏蔽指用计算机编程的方法去防止偏离方向的光束;特别是用在限制照射到观众区的时候应考虑故障模式。

5.3 目标靶需要适当的屏蔽,当激光对目标靶失调时能限制错误方向的激光束。

5.4 激光投射装置、反射镜片和目标靶应刚性固定,以防止由于振动、冲击、刮风而发生移动。要慎重考虑安装的时间和场所的类型。

5.5 扫描装置及其控制系统应设计成可防止发生以下情况(当正常操作和可预见故障的条件下):

对观众照射的激光辐射量值超过相关的 MPE;

对接受过避免眼照射培训的辅助人员照射的激光辐射量值超过直接眼照射 MPE 0.25 s;

对接受过避免眼照射培训的表演人员、安装人员或操作人员照射的激光辐射量值超过直接眼照射 MPE 0.25 s。如人眼已防护,则采用皮肤 MPE。

5.6 每台激光装置应提供一处或多处具有明显标志且易于操纵的急停控制开关,以便在需要时立即终止激光辐射。

5.7 如果激光显示或表演是在操作人员持续控制、出现问题可立刻终止激光辐射的情况下,应保持超过观众 MPE 的光束与距离观众可能站着任何平面上方至少 3 m、侧向 2.5 m。如图 2 和图 3 所示。

注:如房间大小不够提供这一最小距离,那么需要更详细地评估辐射危险。

5.8 如果激光显示或表演不是在操作人员持续控制、出现问题可立刻终止激光辐射的情况下,必应保持超过观众 MPE 的光束与距离观众可能站着任何平面上方至少 3 m、侧向 2.5 m。此外在可以预见观众可能站立的平面上面 3 m~6 m 的空间,激光辐射不应超过观众 MPE 的 5 倍。如图 4 所示。



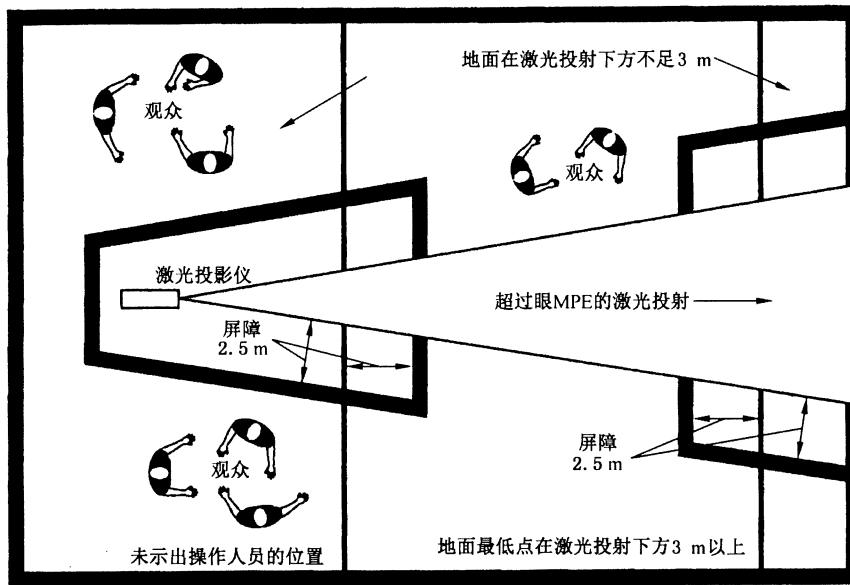


图 2 受操作人员控制的观众隔离区

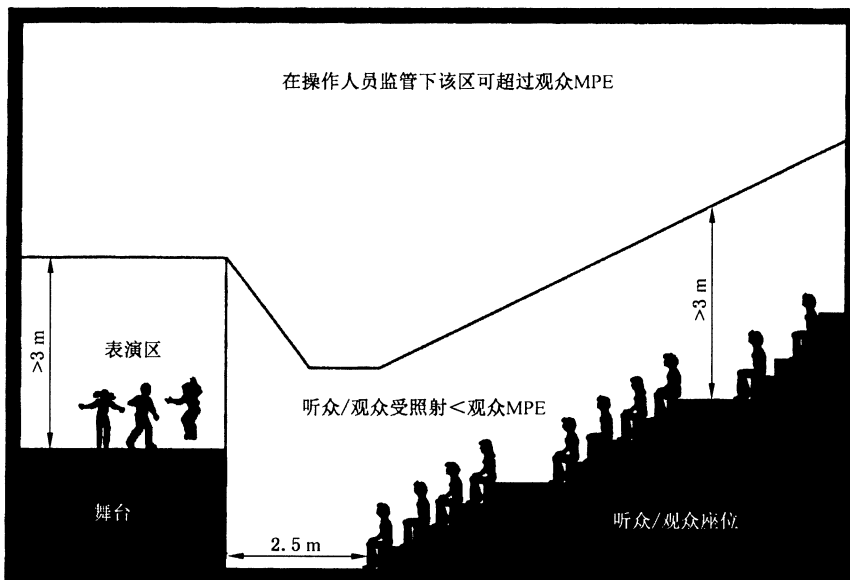


图 3 受操作人员控制的听众/观众隔离区

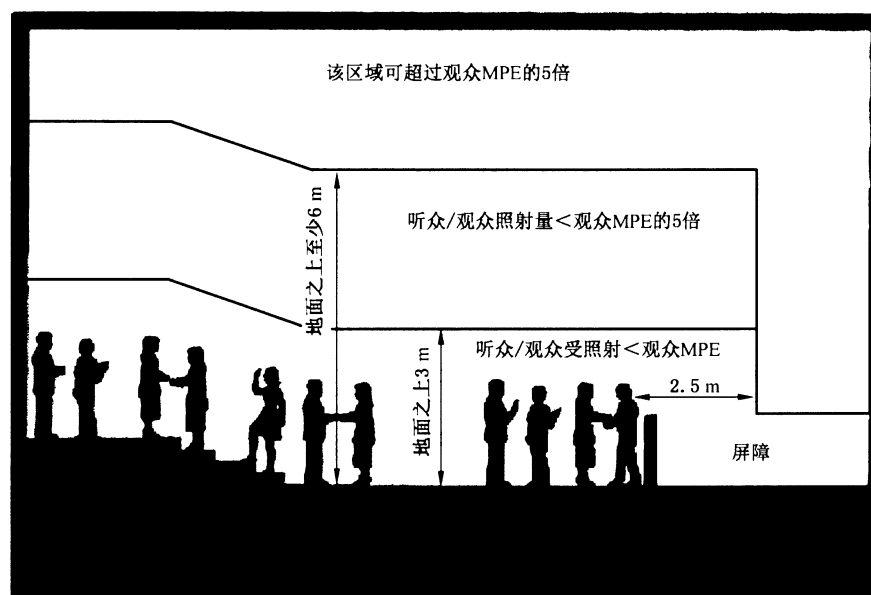


图4 防止无人监视光束的听众/观众隔离区(平面)

## 6 设计人员、安装人员、操作人员和表演人员的职责

### 6.1 培训

6.1.1 设计人员、安装人员、改装人员和操作人员应接受充分的激光安全培训。能准确地保证观众所在区域不超过 MPE 以及保证观众与超过 MPE 的投射的距离。还要培训设计人员熟悉 GB 7247.1—2012 和 GB/T 7247.14—2012 关于激光辐射量值超过 MPE 区域的安全措施以及对安装人员提供在哪些地点或位置需要警示标志的指导。

6.1.2 应该培训安装人员、表演人员和辅助人员在激光辐射量值超过 MPE 的地区如何防止危险照射的方法以及正确地使用安全设备。

### 6.2 设计人员、安装人员和操作人员的策划

6.2.1 激光显示与表演应该预先策划,不能在事发之时临时准备。策划的目的是对所提出要进行的显示有足够的时间开展安全评估,从而采取必要的安全措施。激光显示或表演的策划应尽可能早地完成。必须做出平面和立体图样或草图,在图上标出投影仪、激光束、反射镜、目标靶的位置,观众、表演人员及相应建筑的特点。这种图样必须经过检查,确认能满足所要求的间距,观众不会受到超过相应 MPE 的照射。必须制定意外事故的策划,保证设备或投影仪在发生事故时(例如火灾)不会阻挡或妨碍应急通道。策划还要考虑诸如下雨、刮风等环境因素对目标靶、反射镜等的影响。

6.2.2 策划应包括选派一名或多名激光安全管理员(LSO)。

6.2.3 通报国家或地方管理激光显示或表演的相关部门。如需要,应该在策划阶段尽可能早地进行。有些部门可能有许可要求;或要求在演出指定的天数前报告。内容包括地点、日期、演出场次、表演和场地双方负责人的姓名和电话号码、所用激光器的数量与操作规范等资料以及可视效果的类型和顺序。报告还应包括:

- 对投射到通航空域的航空部门;
- 对投射到通航水路或港口的海运部门;

——对投射到江、湖、海滨或岸线之处的其他有关部门。

在投射到通航空域的情况下,给地方航空部门的通报还需要包含所策划投射地点的地理坐标以及投射的方位角和高度。

### 6.3 安装和调试

6.3.1 系统安装和光路调试应有足够的时间。应清理该区域不必要的人员。对于激光辐射量值超过MPE的地方用适当的警示标志予以公示,并且竖立屏障限制进入。

6.3.2 调试应用尽可能低的发射量值。然而应该确认如用肉眼调试时,周围的光线的强弱极影响用尽可能低的发射量值进行的调试工作,故也应该在调试结束时进行满功率检查,以鉴别出任何虚假光束而完成正确调试。

6.3.3 系统安装和光路调试时,激光束可能射到不同于预期的方向。应建立激光控制区域,并依照GB/T 7247.14—2012的要求公示安全注意事项。

6.3.4 应检查所有扫描故障安全装置的控制、急停控制以保证正常工作。还要检查警示标志和屏障是否在适当的位置,检查所有组件是否安装可靠并锁定。完成这些检查的记录应保存。

6.3.5 设备在调试完成至作业期间应加以警戒和防护,以免使已调试好的光路和性能失调。有必要把设备安装在可靠的投射室内并聘用保安人员。

6.3.6 必须建立与安全和保安人员的协作,并拟定当发生意外事件时通知操作人员的协议。不要臆断观众能遵守激光安全措施,或意识到要遵循正确的方法保护自己不受照射或避免照射到其他物品而造成危险。如果采用高架的投射光束时,不允许观众携带诸如反射气球之类的东西进入表演现场。

6.3.7 操作人员应有当局许可证、调试和预演检查记录、以及在表演现场他(她)具有的操作说明等复印文件。

### 6.4 操作

6.4.1 如果显示或表演由地方管辖部门或航空管理部门来评价,操作人员应在激光显示或表演开始前解决所有与之有关的问题。

6.4.2 在高功率操作开始前操作人员应尽一切可能实行最后的低功率调试检查以保证各种装置在安装后位置并未移动。检查记录应保存。

6.4.3 操作人员应确认当激光显示或表演时所有的投射都可通过目视控制。在操作人员不能保持个人目视控制时,应安排观察员及时通知操作人员。

6.4.4 操作人员应准备着在发生可能导致发生危险的偶然事件或事故出现时立刻终止投射,例如出现观众不守秩序、安全设施移动或损坏。出现引起照射观众、表演人员、操作人员或其他人员的激光辐射量值超过4.2、4.3或4.4所规定极限值的任何情况被认为是事故。

### 6.5 显示安全记录(DSR)

激光安全管理员(LSO)在激光显示和表演处应保持显示安全记录(DSR),包括如何管理激光安全的全部详细资料。DSR应贯穿每一次激光显示和表演的所有执行阶段(即原始设计、策划、安装、调试、工作、维护、服务、维修和拆除)。

显示安全记录(DSR)应包括:

- a) 激光显示或表演的详情:包括设备、位置、场地安排、激光作用的类型和与观众、辅助人员、表演人员有关的光路;
- b) 激光束的特性:包括最大光束功率、波长、发散角和最大/最小扫描速率;

- c) 激光显示或表演进行各阶段的有关安全资料,包括调试过程和预演检查的记录;
- d) 激光显示或表演进行各阶段风险评估的结论;
- e) 控制措施安装就位以及它们的基本原理;
- f) 设计人员、安装人员、改装人员、操作人员、LSO 和激光显示设备所有者的姓名和联系详情;
- g) 应急预案;
- h) 由管理部门(包括国家和地方)发布的与经营和演出相关的批准和限制性文件;
- i) 符合 GB 7247.1—2012 的 6.1 和 6.2 规定的激光设备手册中相关的详细资料。

## 7 特殊事项(E)

### 7.1 全息显示(E)

激光显示或表演中需要考虑的特殊事项是全息图像的再现,应该考虑用于再现的激光束照射到观众或其他人员时,其量值是否可能超过 4.2、4.3、4.4 规定的极限。

### 7.2 紫外光和蓝光激光束(E)

有时会利用紫外光(波长 $<400\text{ nm}$ )和蓝光( $400\text{ nm} < \text{波长} < 500\text{ nm}$ )光束从屏幕或专门制备的目标靶上激发出荧光。对这种情况需要特别注意,因为不能预先警示不可见的辐射。不允许紫外激光束直接射到观众而引起衣服和化妆品上激发出荧光。因为这种危险是由直接或间接的紫外光束照射引起的,所以与激光显示或表演时的累计照射时间有关。光化学的 MPE 不应超过可预见到的累计照射时间。

参 考 文 献

- [1] ICAO DOC 9654—AN/945 激光发射器和飞行安全手册(国际民用航空组织)
  - [2] GB/T 20438—2006(全部)电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全
-