

## 前 言

本标准的第5章、第6章、第7章、第8章为强制性的,其余为推荐性的。

本标准等效采用了ISO 11553:1996《机械安全 激光加工机械 安全要求》,结合国内具体情况,有以下几点改变:

1. 在标准的技术要素方面,删去了原标准的附录A“防护装置”,因为其内容包含在根据IEC国际标准IEC 60825-4:1997《激光产品的安全 第4部分:激光防护装置》制定的另一个国家标准中。

2. 在标准的概述要素方面,删去了原标准的引言,因为该引言说明的是欧洲机械安全标准的情况,与本标准技术内容关系不大,故将其删去;同时将引言中有关适用范围的部分移至第1章“范围”中。

3. 在标准的一般要素方面,根据国内具体情况,将标准名称修改为《激光加工机械 安全要求》,将原“引用标准”一章中所列的标准修改为相应的国家标准。因此,在本标准的正文中有关的地方在文字叙述上都做了相应的修改。

4. 在标准的补充要素方面,删去了原提示的附录D:“参考文献”。

本标准的附录A和附录B是提示的附录。

……

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由北京光电技术研究所归口。

本标准负责起草单位:国家激光器件质量监督检验中心;参加起草单位:北京光电技术研究所、北京吉普汽车有限公司。

本标准主要起草人:王世孝、吴爱平、卢永红、李严。

## ISO 前言

国际标准化组织(ISO)是各国家标准组织(ISO 成员)的世界性联合体。国际标准的制定工作一般是由 ISO 技术委员会完成的。每一个成员组织只要对技术委员会确定的项目感兴趣,都有权派代表参加该技术委员会。与 ISO 有联系的国际组织、政府机构与非官方组织,也可参与其工作。在电工标准化的所有方面,ISO 与国际电工委员会(IEC)进行密切的合作。

为技术委员会所采纳的国际标准草案要分发给各成员组织以便投票表决。在投票的成员团体中至少得有 75% 的成员投赞成票,该草案才可作为国际标准出版。

国际标准 ISO 11553 是由 ISO/TC 172:“光学与光学仪器”中的 SC9:“光电系统”,欧洲标准化委员会 CEN/TC 123:“激光器和与激光有关的设备”以及 IEC/TC 76:“激光设备”合作共同制定的。

附录 A 是本标准的一部分。附录 B、附录 C 和附录 D 是提示的附录。

# 中华人民共和国国家标准

## 激光加工机械 安全要求

GB 18490—2001  
eqv ISO 11553:1996

Laser processing machines—Safety requirements

### 1 范围

本标准提出了有关激光加工机械的危险,规定了与辐射危险及被加工物料危险有关的安全要求,并规定了这类设备的制造者应该提供的资料。

本标准适用于用激光对材料进行加工的机械。

本标准不适用于特意为下列应用制造的激光产品或者包含激光产品的设备:

- 照相平板印刷术(photolithography);
- 立体光刻照相术(stereolithography);
- 全息术(holography);
- 医学应用(medical applications(per IEC 60601-2-22));
- 数据存储(data storage)。

### 2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 2893—1982 安全色

GB 2894—1996 安全标志(neq ISO 3864:1984)

GB/T 5226.1—1996 工业机械电气设备 第一部分:通用技术条件(eqv IEC 60204-1:1992)

GB 7247—1995 激光产品的辐射安全、设备分类、要求和用户指南(idt IEC 60825:1984)

GB/T 15706.1—1995 机械安全 基本概念与设计通则 第1部分:基本术语、方法学  
(eqv ISO/TR 12100-1:1992)

GB/T 15706.2—1995 机械安全 基本概念与设计通则 第2部分:技术原则与规范  
(eqv ISO/TR 12100-2:1992)

IEC 60825-4:1997 激光产品的安全 激光防护装置

### 3 定义

本标准采用 GB/T 15706.1—1995、GB 7247—1995 的定义及下列定义。

#### 3.1 机械

(机器) machine

由若干个零、部件组合而成,其中至少有一个零件是可运动的,并且有适当的机械致动机构、控制和动力系统等。它们的组合具有一定的应用目的,如物料的加工、处理、搬运或包装等。

#### 3.2 激光加工机 laser processing machine

包含有一台或多台激光器,能提供足够的能量/功率使至少有一部分工件融化、气化,或者引起相变

的机械(机器),并且在准备使用时具有功能上和安全上的完备性。

### 3.3 (预防性)维护 (preventive) maintenance

为了保证产品预定的性能,在给用户的文件资料中所规定的调整或者程序的执行,这些调整或程序是要由用户来完成的。

注:例如包括消耗品的再补充与清洁。

### 3.4 制造者 manufacturer

装配激光加工机的个人或者组织。如果激光加工机是进口的,则进口商承担制造者的职责。负责调整、改进加工机的个人或者组织也被看作是制造者。

### 3.5 改进 modification

使激光加工机能以不同于原设计的方式加工物料的改造,或使激光加工机能对不同于原设计加工对象的物料进行加工的改造,或者影响激光加工机安全性能的改造。

### 3.6 加工区 process zone

激光光束与工件物料相互作用的区域。

### 3.7 生产 production

激光加工机按设计被使用的阶段,这包括下述操作:

- 装入与卸下要加工的部件和/或物料;这一操作或全自动,或半自动,或者是手动的;
- 加工;在加工过程中只有激光光束工作,或者激光光束与其他器具共同工作。

### 3.8 检修 service

(故障检修) (corrective maintenance)

在制造者检修说明书中所陈述的调整或其程序的执行,它可能会影响产品的性能。

注:例如包括故障诊断、设备拆开与修理。

### 3.9 组件 subassembly

激光加工机固有性能所要求的组成部分。按照 GB 7247,一个组件可能属于一个激光类别。

### 3.10 工件 workpiece

预定要加工的物料;激光光束的目标靶。

## 4 危险

本章概述了用激光加工物料时有关的各种危险。

### 4.1 固有的危险

激光加工机可能导致下列危险(见 GB/T 15706.1):

- a) 机械危险;
- b) 电气危险;
- c) 噪声危险;
- d) 热危险;
- e) 振动危险;
- f) 辐射危险;例如包括:
  - 直射或反射的激光光束导致的危险;
  - 离子辐射导致的危险;
  - 由例如闪光灯、放电管或射频源发出的伴随辐射(紫外、微波等)导致的危险;
  - 因光束作用使目标靶发出二次辐射(其波长可能不同于该光束波长)导致的危险。
- g) 材料和物质导致的危险;例如包括:
  - 激光加工机使用的制品(例如激光气体、激光染料、激活气体,溶媒等)导致的危险;
  - 光束与物料相互作用(例如烟、颗粒、蒸气、碎块等)导致的危险;

- 火灾或爆炸；
- 用于促进激光与靶相互作用的气体(见 5.3.3)及其产生的烟雾导致的危险；这包括爆炸、火灾、中毒和氧缺乏。
- h) 机器设计时忽略人类工效学原则而导致的危险。

#### 4.2 外部影响(干扰)造成的危险

激光加工机的工作环境及其电源状态可能使加工机工作不正常而导致危险状态,有必要让人进入其危险的加工区。

环境干扰另外还包括:

- 温度；
- 湿度；
- 外来冲击/振动；
- 周围的蒸气、灰尘或其他气体；
- 电磁干扰/射电频率干扰；
- 断电/电压起伏；
- 不能胜任的硬件/软件的兼容性与完整性。

#### 4.3 本标准涉及的危险

只有辐射导致的危险,以及激光与物料相互作用导致的危险才是本标准要论及的危险。有关其他危险的资料见附录 A。

### 5 安全要求与措施

#### 5.1 一般要求

制造者应该保证激光加工机的安全性能,或者给出有关加工机的:

- 危险鉴别与分析；
- 安全措施的实施；
- 安全措施的确认与验证；
- 为用户提供适当的资料。

根据对危险的鉴别(见 5.2),在激光加工机设计与制造阶段就应把适当的安全防护措施包含进去。

下述要求应该给予满足:

- a) 每一个制造者都应该遵守本章规定的安全要求与防护措施；
- b) 安装人员应该对激光加工机——包括组件——的整体一致性负责。

注:即使制造者与顾客/用户是同一法人实体,这些要求也适用。

这些措施应该考虑到第 4 章所列的每一种危险,危险分析的结果及其资料见附录 A 和附录 B。

#### 5.2 风险评价

风险评价应该在下列情况下进行:

- a) 激光加工机从设计制造、应用到维护检修的各个阶段,见 GB/T 15706.1；
- b) 负责改进的人员或组织对加工机进行每一次改进之后。

风险评价包括但不限于下述内容:

- a) 在 4.1 和 4.2 中列出的危险；
- b) 危险区,特别是与激光系统、激光光束路径、光束传输系统、及加工区有关的那些区域；
- c) 在 4.2 中列出的“干扰”。

风险评价的结果应该及时地用文件表示出来。

#### 5.3 修正措施的实施

安全防护措施,正如 5.3.1~5.3.3 所规定的,应该在激光加工机设计与制造阶段就包含进去。

### 5.3.1 激光辐射危险的防护

#### 5.3.1.1 概述

在生产期间(不管正常与否),应该排除人员受到1级可达发射极限(AEL)以上激光辐射照射的可能性。维护时则应该避免人员受到3A级可达发射极限(AEL)以上激光辐射的照射。

为了做到这一点,应该符合下列要求:

a) 应该采取工程上的措施,如GB 7247和GB/T 15706所规定的,以防止人员未经许可就进入危险区。

b) 如果在加工机运转的同时人员不得不在危险区内停留(例如检修期间),则该加工机应该装备有能直接控制加工机运行、光束方向和光束挡块的装置。

c) 保护装置,像光闸、挡板、光束耗散器件、自动停机机构、阻滞器件等,其设计应该符合GB 7247和GB/T 15706的规定要求。如果这两个文件的要求含义模糊或者有差别,则上述a)和b)的要求是具有决定性的。

d) 一个保护装置,或者同一保护装置可以用来对一种以上的危险同时提供保护。

另外,要求c)中的保护装置还应该符合IEC 60825-4规定的要求。

#### 5.3.1.2 生产期间的防护

主要危险区通常是加工区。

在正常生产期间,当激光辐射超过1级AEL时,应该有一个或多个防护装置防止人员进入加工区。

危险分析应该说明要采用的防护是哪一种类型的,是局部保护还是外围保护。

局部保护是使激光辐射以及有关的光辐射减小到安全量值的一种防护方法——例如借助于固定在工件上光束焦点附近的套管或小块挡板——而不用把工件、工件支架和/或加工机运动系统全封闭起来。

外围保护是通过一个或多个远距离挡板(例如保护性围栏)把工件、工件支架以及加工机,通常是大部分的运动系统封闭起来,使激光辐射以及有关的光辐射减小到安全量值的一种防护方法。保护的种类取决于几个因素,例如:

- 光束相对工件的传输方向(固定的或可变的);
- 激光加工机的工作类型(切割、焊接、表面改性等);
- 待加工工件的材质、形状及表面状态;
- 工件支架;
- 加工区的能见度。

#### 5.3.1.3 检修期间的防护

在检修期间,人员有时会不可避免地接近1级AEL以上的激光辐射。所以,应该根据下述四种情况(按所列先后顺序考虑)进行激光加工机的设计并提供适当的安全保护措施:

a) 在危险区外面进行检修。

b) 在危险区里面进行检修,用和生产期间相同的方式控制接近(如联锁的防护罩)。

c) 在危险区里面进行检修而可能接近不超过1级AEL的激光辐射(例如把生产期间正常封闭的防护装置打开)。

d) 在危险区里面进行检修,例如应该打开生产期间正常封闭的防护装置,这时,可能接近超过1级AEL的激光辐射(见5.3.1.1 b))。

制造者应该说明可能接近的激光辐射的级别,并就每一种情况(若适宜)的安全保护方案提出建议。

#### 5.3.1.4 培训、规划和方案验证期间的防护

在培训、规划和方案验证期间应避免人员接近3A级AEL以上的激光辐射。如果不能满足这一条件,则应该符合检修期间的防护要求。

### 5.3.2 控制装置与控制电路

控制装置与控制电路应该符合 GB/T 5226.1 的要求。

#### 5.3.2.1 启动/停机开关

激光加工机停机开关应该能使加工机停机(致动装置断电),同时,或者隔离激光光束,或者不再产生激光光束。激光器停机开关应该能使激光光束不再产生。

对于激光系统和加工机的其余部分,可以使用各自独立的控制装置。

#### 5.3.2.2 紧急终止开关

紧急终止开关应该符合 GB/T 5226.1 的要求。

紧急终止开关应该能同时:

- 使激光光束不再产生并自动把激光光闸放在适当的位置;
- 使加工机停机(致动装置断电);
- 切断激光电源并释放储存的所有能量。

如果几台加工机共用一台激光器且各加工机的工作彼此独立无关,则安装在某一台加工机上的紧急终止开关应该像上述要求那样工作,或者

- 使有关的加工机停机(致动装置断电),同时
- 切断通向该加工机的激光光束。

#### 5.3.2.3 联锁控制装置和防护控制装置

在防护装置被打开或被移动,或者安全联锁装置失效时,加工机应该不能自动运行工作。如果加工机的设计要求在一个或多个防护装置被打开(正常生产时是闭合的),并且对加工机致动装置供电的情况下,能临时执行某些程序,则提供的工作方式应该能使那些防护装置无效。

选择的工作方式应该:

- a) 是用可锁定方式的选择器;
- b) 能自动隔离激光光束;
- c) 能防止加工机自动运行。

可以将一个用钥匙操纵的开关用作方式选择器。

在带有安全联锁装置(可失效的)的可拆卸观察板上的分立式联锁超控\*机械装置应该符合 GB 7247的有关要求。

所选定的工作方式应该用信号清晰地表示出来。在工作方式选定之后,应该在检修时能使光束的隔离无效(即“打开”光闸)。

注\*: 超控是使安全联锁暂时失去作用的措施。

#### 5.3.2.4 隔离激光光束的措施

激光光束的隔离应该通过截断光束和/或使激光光束偏离来实现,以防止激光光束进入光束传输系统。

实现光束隔离应该用一个位于激光器内的或能立即移出激光器的失效安全的激光光束挡块(光闸)。光束挡块处在闭合位置上时应该有一个指示器给予说明(即防止光束射出)。

应该提供一简便易行的方法使挡往光路的光束挡块锁定,为此允许使用钥匙开关。

在下述情况下可由加工机制造者提供附加的光束挡块:

- a) 沿着光路(光束传输系统)有维护区或者清洁区时;
- b) 一台激光器有多个光路,人员需要进入其中一个光路而光束要沿其他光路传输时。

#### 5.3.2.5 人员位于危险区内时的保护装置

如 GB/T 15706.2—1995 中 4.1.4 所述,对于人员应该停留在危险区内(生产情况除外)的情况,加工机应该提供能控制致动系统及激光光束发射的装置,而且要由位于危险区内的人员操纵。这种装置应该符合下列要求:

- 该装置应该有一手持式控制开关,它断开时能防止人员接近 3A 级 AEL 以上的激光辐射;

- 在用该装置进行控制时,加工机致动系统及激光光束的发射应该完全只由此装置控制;
- 若通过门可以进入危险区,则应该在这些门都关好以后才能用该装置启动激光发射。

### 5.3.3 由材料和物质产生的危险的防护

制造者应该使顾客或用户了解加工机能加工哪些物料。制造者应该提供适当的方法来收集烟雾与这些物料散在空气中的颗粒。制造者还应该提供这些物料的限值以及这些物料在加工过程中产生的烟雾和颗粒物的极限值。

注:安全地清除加工机产生的烟雾及颗粒物,以达到地区的、国家的或标准规定的极限值的要求,是顾客或用户的职责。

应该对用于促进激光与工件相互作用的辅助气体(如氧气)及其产生的烟雾所造成的危险给予适当的考虑。有关的危险包括爆炸、着火、有毒影响、氧过剩及氧缺乏。

其他内容见附录 A。

## 6 安全要求与措施的检验

是否符合本标准的要求,特别是那些有关防护装置与控制装置的定位要求,应该目测检验予以确认。

控制装置是否功能正常,应该按制造者规定的试验方法进行检验。

有关激光辐射量值的检验方法应该符合 GB 7247—1995 第 9 章的规定\*。

## 7 给用户的资料

在 GB 7247、GB/T 5226.1 和 GB/T 15706 的要求之外,还应该符合下述要求:

- a) 制造者应该提供适当的与安全有关的文件和数据,包括顾客/用户正确维护检修的方法。
- b) 制造者应该告知用户,把加工机产生的烟雾与颗粒物清除掉是用户的职责。
- c) 制造者应该提供可加工物料的限值以及这些物料在加工过程中产生的烟雾和颗粒物的极限值。

制造者还应该提供有关烟雾和颗粒物清除设备的一般资料。

d) 制造者应该为用户提供安全方面适当有效的培训。

e) 制造者应该通过在使用说明书和/或操作手册中提供醒目的警告说明建议用户了解各种潜在的危险。

在使用说明书和/或操作手册中宜考虑包含下列内容:

1) GB 7247 规定的对主要激光辐射的防护措施。

**最低要求:**在可能受到 3B 和 4 类激光产品的辐射照射时,应该配戴适用于其激光波长与激光功率的防护眼镜。

2) 某些工作,例如焊接,可能产生较强的紫外辐射和可见辐射。

**最低要求:**在可能受到这类辐射照射时,应配戴适当的防护眼镜(如焊接面罩)。

3) 绝大多数物料在加工时都会产生烟雾和颗粒物。在加工金属时会产生重金属蒸气。这些蒸气能伤害人体的器官与组织。在加工塑料时可能产生有毒的或致命的副产品。

**最低要求:**在进行这类加工之前,

——应熟悉待加工的物料,了解会产生什么样的副产品,评价它们对健康的影响,并确定必要的防护措施。

——采用适当的措施防止或控制有害的影响;这类措施通常会要求可靠地排除加工区的烟雾并将其净化到符合要求以后再排放到远离人员的大气中。

\* 在 GB 7247—1995 修订为新版之前,这部分内容请参阅 GB/Z 18461—2001《激光产品的安全 生产者关于激光辐射安全的检查清单》附录 C(标准的附录)。



- 就有关的危险以及要采取的保护措施对操作人员进行培训。
  - 必要时,监测操作人员受到的照射,并采取适当方式监视他们的健康状况,使之符合地方法规的要求。
  - 向有关的管理机构咨询,了解在把气体排放到大气之前必须要符合的国家和/或地方法规。
- 4) 用来驱动激光器及其辅助设备的电压/电流是有危险的。其电源可能包含有电容器组,在设备切断电源以后,它还可能要持续一段时间才能放完电。
- 最低要求:**在维修电源时应遵循电气安全操作法规。

## 8 标记

应该遵守有关标记的地方法规或区域法规。

加工机应该固定有标记,说明:

- 激光加工机制造者的名称和地址;
- 激光加工机的制造日期;
- 激光加工机的类型和编号(若适宜)。

标记应该满足下列要求:

- 激光辐射警告标记的颜色、尺寸及印制型式应符合 GB 7247 的规定;
- 除 GB 7247 对标记的要求以外,激光加工机在安装固定以后,应该具有其他有关的注意事项和警告标记(例如:“本加工机可能产生有毒的烟雾/颗粒物”)。该标记的大小和位置应能使危险区外面的人员不会经受到第 4 章列出的各种危险就能看到。

标记的颜色、尺寸及印制型式应符合 GB 2893 和 GB 2894 的规定要求。

**附录 A**  
(提示的附录)  
**可能的危险**

**A1 加工副产物举例**

下面列举了用激光进行加工时常见的副产物。

这些例子仅供参考,并不全面。

**A1.1 陶瓷加工**

三氧化二铝  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 镁 Mg, 钙 Ca 与硅 Si 的氧化物; 氧化铍 BeO(剧毒)。

**A1.2 硅片加工**

浮在空气中的硅 Si 及氧化硅的碎屑(可能吸进肺叶,能引起矽肺病)。

**A1.3 金属加工**

从医学观点来看,至少下列金属及其化合物是有影响的: 锰 Mn, 铬 Cr, 镍 Ni, 钴 Co, 铝 Al, 锌 Zn, 铜 Cu, 铍 Be, 铅 Pb, 锑 Sb。

医学方面的影响如下所述:

有毒	$\text{Cr}^{6+}$ , Mn, Co
过敏反应, 金属烟雾引起发烧	Zn, Cu
肺纤维化	Be
致癌	$\text{Cr}^{6+}$ , NiO

金属铍是很危险的,尤其是在大气中切割合金或含铍的金属时会产生重金属烟雾。

**A1.4 塑料切割**

在切割塑料时可能会产生各种各样具有潜在危险的物质。温度比较低时产生脂肪族烃,而温度较高时则会使芳香族烃(像苯, PAH)和多卤多环类烃(例如二氧芑, 呋喃)增加。其中某些物质可能会产生氰化物, 异氰酸盐(聚氨酯), 丙烯酸盐(PMMA), 和氯化氢(PVC)。

医学方面的影响有:

- 有毒: 氰化物, CO, 苯的衍生物;
- 过敏源/刺激物: 异氰酸盐, 丙烯酸盐;
- 呼吸道刺激: 甲醛, 丙烯醛, 胺类;
- 致癌: 苯, 某些 PAH 物质。

**A1.5 金属焊接**

与金属切割相比,产生的总烟雾量要低。预计可能会产生重金属蒸气。

见 A1.3。

**A1.6 表面改性**

一般地说不会产生什么值得注意的副产物,有时也会产生重金属蒸气。

**A1.7 低温焊接与钎焊**

预计可能会产生重金属蒸气, 焊剂蒸气及其副产物。

**A1.8 切割纸和木材**

一般的纤维素副产物, 酯类, 酸类, 乙醇, 苯等。

**A2 二次辐射危险举例**

二次辐射危险包括焊接区、激光合金化或熔覆区的光辐射, 它会引起:

- 聚合物降解和有毒烟雾气体的产生,尤其是臭氧。
- 可燃性物料造成的火灾或爆炸的危险。
- 等离子体发出的  $\chi$  射线。
- 紫外辐射与强烈可见光的发射对人形成的危险。
- 烧穿或烧毁激光加工头的冷却水、工作气体管路,以及传感器的导线,造成元件损毁或机械事故的危险。

### A3 机械危险举例

#### A3.1 机械运动部件

#### A3.2 机械手或机器人

机械手或机器人可能会把防护罩打穿一个孔,可能损坏激光器或激光传输系统,还可能会使激光光束指向操作人员/周围围墙/观察窗孔。

### A4 电气危险举例

#### A4.1 首要的危险

可能出现的高压,储存的能量,大电流。

#### A4.2 次要的危险

在极高电压下无屏蔽元件产生的臭氧或  $\chi$  射线。

### A5 设计不完善举例

有关联锁开关,开关件,联锁线路,气体管线与气体阀门的粗劣设计和配置。  
布线和气体管线对激光辐射的不适当防护。

## 附录 B

(提示的附录)

### 其他危险的防护

本附录列出了有关激光以外的危险,这些危险也很有必要给予考虑。这里列出的危险并不全面。  
GB/T 15706 的要求适用于所有这里列出的危险。

#### B1 机械方面的危险

参见有关机械安全的标准。

#### B2 电气方面的危险

参见有关工业机械电气设备安全方面的标准。

#### B3 热方面的危险

参见有关机械安全的标准。

#### B4 噪声

参见有关声学、噪声测量方面的标准。

**B5 振动**

参见有关的标准。

**B6 硬件/软件兼容性和完整性**

专用要求可适用。

**B7 二次辐射的防护**

参见有关的标准。

---