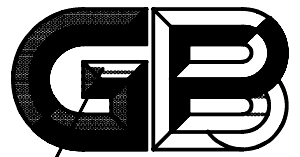


ICS 31.260  
J 39



# 中华人民共和国国家标准化指导性技术文件

GB/Z 18462—2001

## 前 言

本指导性技术文件是根据 ISO 的 2 类技术报告 ISO/TR 11552:1997《激光器和与激光有关的设备 激光加工机械 金属切割的性能规范与标准检查程序》制定的,在技术要素方面与之等效;在其他几个要素方面,结合国内具体情况,有以下几点改变:

——在指导性技术文件的概述要素方面,删去了原引言,因为该引言说明的是本指导性技术文件和其他几个标准之间的关系,与本指导性技术文件技术内容关系不大,故将其删去。

——在指导性技术文件的一般要素方面,根据国内具体情况,将本指导性技术文件名称修改为《激光加工机械 金属切割的性能规范与标准检查程序》;将原“引用标准”中所列的标准修改为相应的国家标准,删去了其中所列的标准草案,因为对应于这些标准草案,将陆续制定相应的国家标准。因此,在本指导性技术文件的正文中有关的地方在文字叙述上都做了相应的修改。

——在指导性技术文件的补充要素方面,删去了原提示的附录 D“参考文献”。

本指导性技术文件的附录 A,附录 B 和附录 C 都是提示的附录。

本指导性技术文件仅供参考。有关对本指导性技术文件的建议和意见,向国务院标准化行政主管部门反映。

本指导性技术文件由中国机械工业联合会提出。

本指导性技术文件由北京光电技术研究所归口。

本指导性技术文件负责起草单位:国家激光器件质量监督检验中心。

本指导性技术文件参加起草单位:北京光电技术研究所、北京吉普汽车有限公司。

本指导性技术文件主要起草人: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 成员组织)的世界性联合体。国际标准的制定工作一般是由 ISO 各技术委员会完成的。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。

技术委员会的主要任务是制定国际标准。但在特定情况下,技术委员会可以提议出版技术报告,其类型可以是下述中的一种:

——1 类,尽管反复努力争取作为国际标准出版,仍不能得到必要的多数主持的时候;

——2 类,标准对象在技术上仍处于发展之中,或者由于其他某种原因,在将来而不是目前才有可能统一为国际标准的时候;

——3 类,技术委员会从作为国际标准正式出版的那些出版物中,例如“技术发展动态”,已经收集到不同种类资料的时候。

1 类与 2 类技术报告在出版后三年之内要进行复审,以决定其是否能转变为国际标准。3 类技术报告则要一直到它所提供的资料不再有效或不再有用的时候才不得不进行复审。

ISO/TR 11552 是 2 类的技术报告,它是由 ISO/TC 172:“光学与光学仪器”SC 9:“光电系统”与 CEN/TC 123:“激光器和与激光有关的设备”联合制订的。

本文件是正在出版的技术报告(2 类)系列出版物(按照 ISO/IEC 导则第 1 部分 G. 3. 2. 2)的其中之一,该出版物在激光材料加工领域可作为一个“未来标准暂用”,这是因为迫切需要就如何应用这一领域的标准而形成一个指南,以满足鉴定的需要。

本文件不被看作是“国际标准”。建议暂时应用以便收集它在实际应用中的经验与资料。有关该文件内容的评论意见可寄予 ISO 中央秘书处。

本技术报告(2 类)的复审将在其出版后三年内进行,以便选择再延长三年,还是转化为国际标准,或是废止。

附录 A,附录 B,附录 C 和附录 D 均是提示的附录。

# 激光加工机械 金属切割的性能规范与标准检查程序

GB/Z 18462—2001  
eqv ISO/TR 11552:1997

Laser processing machines—Performance specifications  
and benchmarks for cutting of metals

## 1 范围

本指导性技术文件规定了激光加工机械切割质量的一般评价标准及有关测量的内容,以表征用于金属切割的激光加工机械的性能特征。

测量方法与测量器具还能用来记录激光切割机械的特性和/或跟踪激光切割机械在一段时间内性能的变化。

本指导性技术文件适用于一般用途的激光加工机械,也适用于专用的激光加工机械。

本指导性技术文件既不包括激光加工机械的性能指标,也不包括对它的要求。因此它不适用于两个厂家生产的激光机械之间的竞争性对比。

## 2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本指导性技术文件中引用而构成本指导性技术文件的条文。本指导性技术文件出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本指导性技术文件的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 15313—1994 激光术语(eqv ISO 4287:1997)

GB/T 3505—2000 产品几何技术规范 表面结构 轮廓法 表面结构的术语、定义及参数

## 3 定义

本指导性技术文件采用 GB/T 15313 给出的定义及下列定义。

### 3.1 后拖角 drag

在切割面上看到的、向切割方向后方偏斜的割纹与激光入射方向的角偏差。

### 3.2 结瘤 dross

切口上不希望有的凝固残留物,包括在激光束从切割面射出处所附着的固化金属熔滴。

### 3.3 完全切割 full cut

在试件整个长度上完成切断的切割。

### 3.4 热影响区宽度 heat-affected-zone width

垂直于切割面测得的该面与能观察到的因切割热而使材料特性发生变化的点之间的最大距离。

注:热影响区宽度用毫米(mm)或微米( $\mu\text{m}$ )表示。

### 3.5 中断切割 interrupted cut

在试件长度上只完成一部分的切割。

### 3.6 切口宽度 kerf width

在激光束入射工件处测得的切口两侧切割面之间的宽度。

注：切口密度用毫米(mm)表示。

### 3.7 氧化层 oxidation level

在切割面上凝固的金属氧化的最大厚度。

注：氧化层用毫米(mm)表示。

### 3.8 轮廓 profile

沿激光光束方向观察到的用一维、二维或三维量度的切割轨迹。

注：轮廓精度以预期的轮廓与实际得到的轮廓之间的偏差来度量，它包括系统偏差和随机偏差。

### 3.9 重铸层 recast level

在切割边缘处，垂直于切割面测得的再固化金属所形成的均匀表面或薄膜的最大厚度。

注：重铸层用毫米(mm)表示。

## 4 机械与工艺参数

### 4.1 概述

激光切割的性能取决于许多参数。本指导性技术文件提供了这些参数的结构框架及其统一的术语，使得两个系统之间和/或同一系统在不同时间之间切割性能的度量是可以比较的。显然，不同类型的激光器件其参数也是不同的。

用于表征某一器件或者系统的许多参数(例如谐振腔的几何形状或气流)通过设计或工厂制作都是确定的。这些参数在本指导性技术文件中叫做“系统不变量”。其他的参数，像电流的调整或光学指标，可以由操作者设置以达到一定的功能。这些参数称为“变量”或“可控”参数。在这些参数的主要组合或者型式中，有一些参数在试验中必须保持不变，而有一些参数则在每次试验时都应进行测量(包括那些可以测量的，但不包括用代码或其他方式表示的通用参数)，还有一些参数，它们可以改变也可以不变，对本指导性技术文件所要求的结果一致性不产生影响。表 1 给出适用于确定激光切割“标准检查程序”试验草案的各种参数分类[见附录 A(提示的附录)]。

表 1 系统参数的分类

分类	说 明
0	不能改变的参数(系统不变量)
1	每次试验时应保持在某一值不变的参数
2	每次试验时都应该做记录的参数
3	未知的或通用的(保密的)但在每次试验时都要尽可能保持不变的参数
4	在本指导性技术文件范围内不可控的参数
5	与获得标准检查结果无关的参数

附录 A 列举了适用于可控标准检查程序的激光系统试验参数。每一个参数均列出了它可能出现的分类(见表 1)。例如，最大脉冲重复率(Hz)，它可能被划分为“系统不变量”，“每次试验都要有记录的参数”，也可能与试验无关(像只以连续波形式运转的激光器)。

附录 A 中列举了大约 150 个参数，但是每个参数不一定个个都要测定。所以每当要进行新的试验时，都应再检查一次，看哪些参数的分类和/或采用值是应该注意的。

附录 B(提示的附录)给出了本指导性技术文件使用的一种检查清单的格式，这仅是举例。检查清单没必要模仿附录 B，但是它应该适合于激光器的类型、用途等。每个使用者都应该提出他自己约定的检查清单，向操作者说明，哪些参数需要调整，哪些参数要保持不变，并且/或者列出相应试验用的表格。使用者通过分析附录 A 所列举的参数，看哪些参数适用于自己的激光系统或装置，进而完成检查用的清单。

首先,分类为 4 或 5 的参数可以从清单上除掉。其次,分类为 0 或 1 的参数应加以鉴别并且列出;试验数据记录单只涉及到表示分类为 0 与 1 的参数的一种特定组合的代码。每一试验记录单都应包含有分类为 3 的参数代码以及需要记录结果的分类为 2 的参数。记录单还应该包含有能鉴别分类为 0 或 1 的参数组合的代码,除非这种组合是不变的。为了区分整个试验,最好有一系列标题(见 4.2 和附录 B)。

## 4.2 标准检查程序的试验技术条件

### 4.2.1 总则

标准检查程序的试验技术条件规定每一个参数都要划分其类别:0,1,2 或 3 类;或者

- a) 若是 0,1 或 2 类的参数,规定其数值,或者
- b) 若是 3 类的参数,规定一标志码。

划分为 4 或 5 类的参数不必记录。

### 4.2.2 一维切割标准检查程序的试验

#### 4.2.2.1 试样的技术要求

试样应该由用户规定,假定试样的厚度是均匀的,长度至少 100 mm,并且符合 4.2.2.2 的要求。

#### 4.2.2.2 切割的技术要求

完全切割与中断切割应该各进行一次。中断切割的长度必须是  $55\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$ 。完全切割的长度则应该至少是从试样边缘算起的试样厚度的十倍。

### 4.2.3 二维切割标准检查程序的试验

#### 4.2.3.1 试样的技术要求

试样必须由用户设计以适应试验的要求。附录 C(提示的附录)规定了适用的试验样品,在这种情况下,试样应该是厚度均匀的,平滑的,尺寸符合要求的。附录 C 中图 C1 显示了切割试验的一个例子。若有必要,可以增大试验样品的尺寸,但是其尺寸一般应该与图示尺寸成比例地增大。

对于重复的图样,其圆半径及齿形图样的根部尺寸应该大约是几何级数的。

#### 4.2.3.2 厚度达到 20 mm 时的切割技术要求

附录 C 中图 C2 表示的是对厚度较大的材料的切割。若有必要,可以增大试验样品的尺寸,但是,一般应成比例地增大。

附录 C 中图 C3 表示的是另一可供选择的包含有较小元件的切割。该试验样品的尺寸应与其厚度成比例。

#### 4.2.3.3 试验部位

应该对三个试样在三种不同部位进行切割试验,以测试加工机在规定切割范围内的一致性。

### 4.2.4 三维切割标准检查程序的试验

#### 4.2.4.1 试样的技术要求

规定要用两个试样:

a) 一个弯曲的试样,曲率半径不大于 1 m。若试样断面是管形的,则试验应该在该管轴线的各种取向上进行。试样的材质、厚度与曲率半径应该由用户确定;

b) 一个空心立方体或者有五个平面的立体结构,其材质与厚度应该由用户确定。

#### 4.2.4.2 切割的技术要求与试验方位

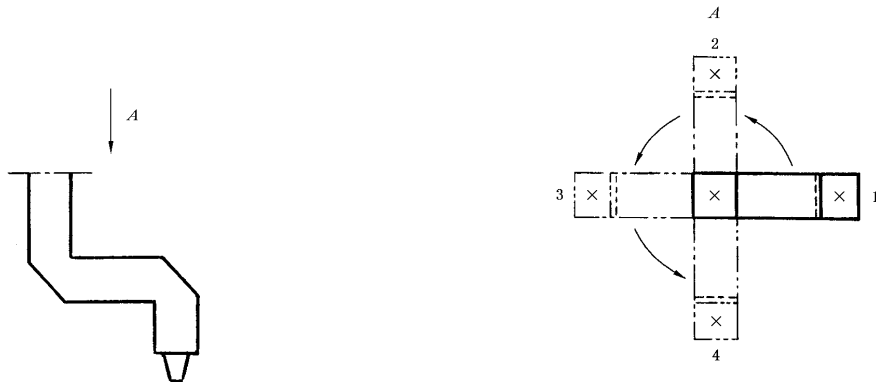
##### 4.2.4.2.1 弯曲的试样

应该至少选择在三个部位上进行切割以测试在整个切割范围内的一致性。

##### 4.2.4.2.2 空心立方体

a) 在立方体顶面上应进行四次切割,每一次切割用图 1 所示偏置肘节的一个方位。

b) 在立方体四个侧面的每一侧面上应进行两次切割,每一次切割用图 2 所示的一个方位。



a) 偏置肘节的侧视图

b) 说明四个方位的顶视图,激光射向纸里

图 1 切割立方体顶部表面时偏置肘节的四个方位

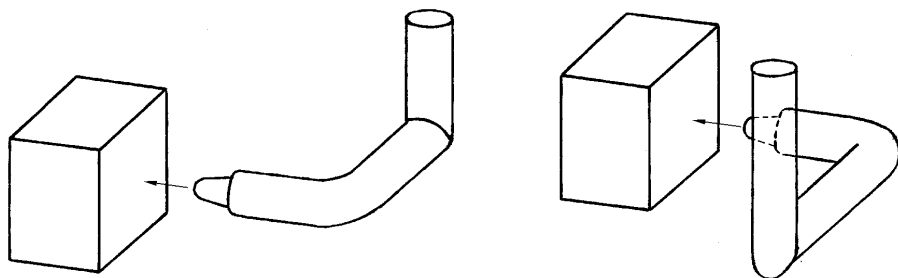


图 2 在垂直面上切割时偏置肘节的二个方位

## 5 评价

### 5.1 概述

切割质量的评价是本指导性技术文件的关键部分。本文件尽可能采用通用的切割评价程序。评价可以由用户进行,而不依靠实验室。评价要考虑下述特性:

a) 定量评价

- 垂直度或者倾斜度  $u$ , mm;
- 粗糙度  $R_z$ ,  $\mu\text{m}$ 。

b) 定性评价

- 后拖角;
- 切口上缘圆弧度;
- 断面精度;
- 切口宽度;
- 结瘤;
- 热影响区宽度;
- 氧化层;
- 重铸层;
- 裂纹;
- 氧化色。

### 5.2 定量评价——分级

加工机械在切割的垂直度与粗糙度方面的性能按表 2 所示的精度等级划分。

表 2 切割的垂直度与粗糙度的分级

级别	说 明
0	严格的,精确的(stringent)
I	居中的,中等的(intermediate)
II	适度的,一般的(moderate)
N	不分级的(not classified)

通过将测量值与图 3 所示的各级分类区域进行比较来分级。目前,激光切割金属的厚度一般不会超过 40 mm。图 3 给出的厚度在 40 mm 以上的数值仅供参考。

如有必要,可由用户对后拖角和切口上缘圆弧度进行定量的评价。本指导性技术文件不再提供更进一步的指南。

### 5.3 测量

#### 5.3.1 垂直度或者倾斜度 $u$

垂直度或者倾斜度  $u$  定义为预期切割后表面与实际切割后表面之间的最大垂直距离(见图 4),用 mm 表示,它是应该进行测量的。

对于某一切割精度等级所允许的值  $u$  是切割材料厚度的函数。

#### 5.3.2 粗糙度 $R_z$

每次粗糙度的测量都应在 15 mm 的切割长度上进行。粗糙度的定义见 GB/T 3505—2000 的 4.1.3。

对于某一切割精度等级所允许的值  $R_z$  是切割材料厚度的函数。

#### 5.3.3 测量点

##### 5.3.3.1 总则

测量点的数目与位置取决于加工工件的形状和尺寸,有时还与它预期的用途有关。5.3.3.2 给出了评价用的最低要求。

##### 5.3.3.2 测量面的数目

- 对于 0 级或 I 级的精度等级,必须测量所有的面。
- 对于 II 级的精度等级,必须测量不小于一半的切割面。
- 测量的设计应考虑到这样一个事实:即切割质量,特别是垂直度,可能与切割的方向有关。

##### 5.3.3.3 单项测量的数目

- 为了确定总粗糙度精度( $Q_z$ ),要求在每个切割面上测量一次  $R_z$ 。
- 为了确定切割面总垂直度精度( $u_q$ ),要求在每一侧面上测量三次  $u$ 。

##### 5.3.3.4 测量位置

对于厚度 2 mm 以下的切割,应该在其中点测量粗糙度。当切割的厚度大于 2 mm 时,应该在工件厚度的三分之二处,从其上部表面测量粗糙度。

### 5.4 规定切割的精度等级

- 测量  $R_z$ (见 5.3.2)用于计算“总粗糙度精度( $Q_z$ )”;
- 对于任一侧面,粗糙度  $R_z$  的测量值取平均得到该侧面的粗糙度  $R_s$  值。粗糙度精度( $Q_z$ )则为

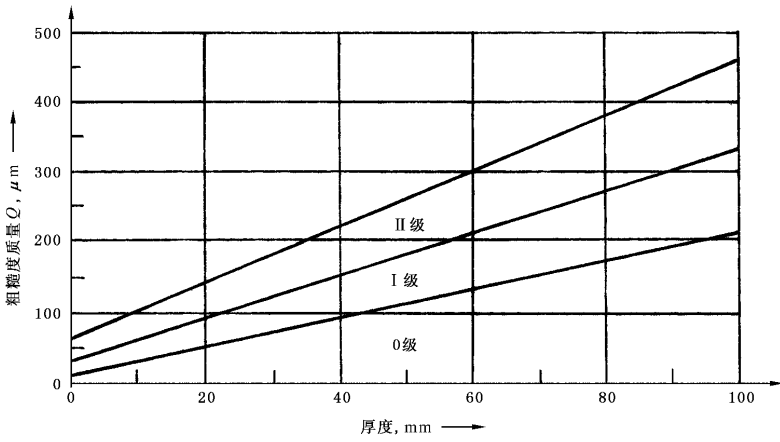
$$Q_z = \sum (R_s) / N \quad \dots\dots\dots (1)$$

其中  $N$  表示切割的侧面数目。

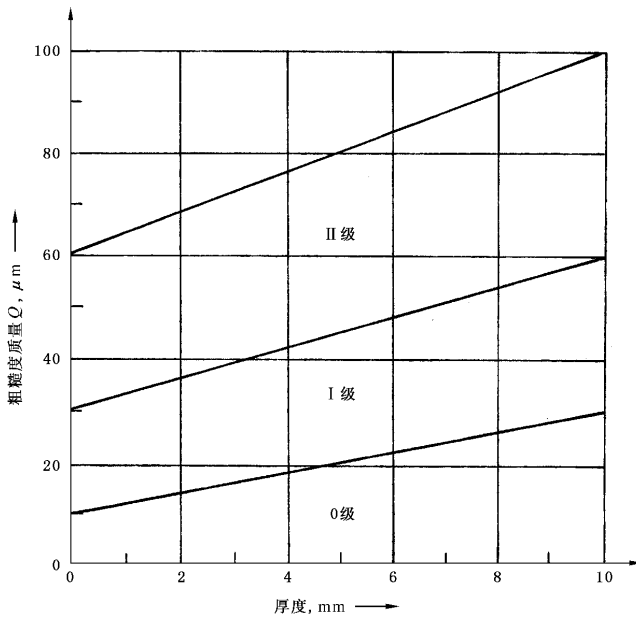
- 类似地,“总垂直度精度( $u_q$ )”则为

$$u_q = \sum (u_s) / N \quad \dots\dots\dots (2)$$

c) 属于精度等级 0, I, II 和 N 的总粗糙度精度 ( $Q_z$ ) 与总垂直度精度 ( $u_q$ ) 的值表示如图 3。在计算得到的两个值中,用最不利的那个值确定切割相应的级别。

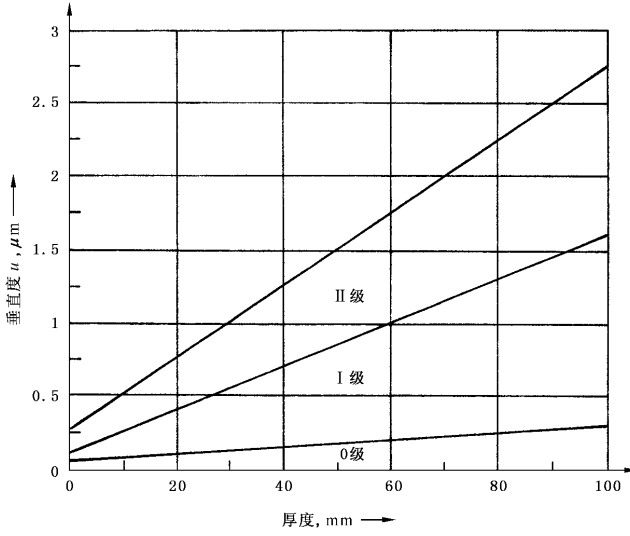


a) 粗糙度  $Q$  (0~100 mm)

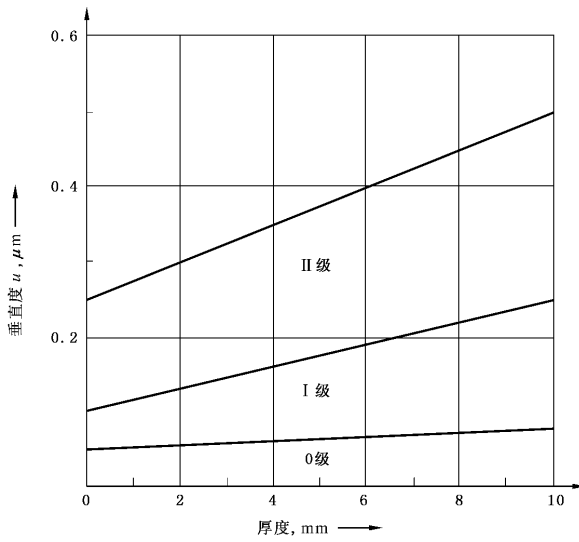


b) 粗糙度  $Q$  (0~10 mm)

图 3 激光切割质量



c) 垂直度  $u$  (0~100 mm)



d) 垂直度  $u$  (0~10 mm)

图 3 (完)

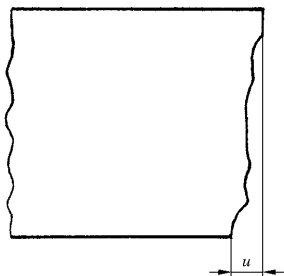


图 4 垂直度或倾斜度偏差

表 3 用代数表达式给出了切割每一级别的总粗糙度精度( $Q_z$ )与总垂直度精度( $u_q$ )的取值范围。

表 3 总粗糙度精度( $Q_z$ )与总垂直度精度( $u_q$ )因子的代数表达式

精度等级	总粗糙度精度 $Q_z, \mu\text{m}$	总垂直度精度 $u_q, \text{mm}$
0	$\leq 10 + 0.002a$	$\leq 0.05 + 0.0025a$
I	$\leq 30 + 0.003a$	$\leq 0.1 + 0.015a$
II	$\leq 60 + 0.004a$	$\leq 0.25 + 0.025a$
N	$> 60 + 0.004a$	$> 0.25 + 0.025a$

注： $a$  是加工工件的厚度，单位用表中规定的单位。

## 5.5 定性评价

### 5.5.1 综述

在 5.1b) 中列出的定性评价用特性有些是很容易测量的。但是它们在切割质量评价中的重要性则取决于它是否适用于最终产品。为此，将它们列出加以说明，可是并未给出与切割质量的定量关系。为了实施标准检查程序，可以进行比较性评价并根据用户的要求进行复查，但是如果要想得到有意义的结果，就必须小心地控制附录 A 中列出的参数。

### 5.5.2 后拖角与切口上缘圆弧度

这两个参数被看作是关键的定性因素。这两个参数的测量方法可从有关热切割表面质量分类和尺寸误差的文件中找到。

### 5.5.3 断面精度

设计出推荐使用的试验断面与各种尺寸的试验以便提供加工机械切割性能的总体评价。在很多情况下，切割的性能是由切割工作平台的质量决定的。

用户可以规定进行比较性试验以符合特殊的需要，但是只要有可能，就应该用同一个工作平台进行切割试验。

### 5.5.4 结瘤与氧化层

要求有良好性能指标的用户应该建立其自己的判定准则。常常用彩色照相的方法来进行比较性试验。

### 5.5.5 切口宽度，重铸层，氧化色和裂纹

采用适当的零部件彩色照相或者断面金相显微照相的方法可评价这些参数。在每一照片上都应包含有一个合适的校准刻度。

### 5.5.6 热影响区宽度

对于严格的评价来说，这一参数一般会需要冶金实验室给予关注。

在多数情况下，这一参数是无关紧要的，若为了进行比较，表面脱色作用就能给出足够的说明。

附录 A  
(提示的附录)  
应考虑的参数表

参数表

序号	项目名称	允许的分类
A	需进行的试验	
A1	标准的试验(一维,二维或三维)	
A2	常规加工	
1	用户名称 customer	2,5
2	订单号码 order number	2,5
3	用户的部件编号 customer part number	2,5
4	图纸编号 drawing number	2,5
5	车间工作单编号 shop order number	2,5
B	操作人员姓名 operator's name	2
C	工作日期 date	2
D	工件的详细情况 details of workpiece	
6	材料名称 name of material	2
7	材料标准分类 standard classification of material	1,2
8	材料成分 material composition	1,2,3
9	材料生产路线(批号) material production route(Batch No.)	1,2,3
10	厚度 thickness(mm)	2
11	硬度 hardness(HV)	2
12	拉伸强度和屈服强度 tensile and yield strengths(MPa)	2
13	断面缩减率和延伸率 reduction of area and elongation(%)	2
14	表面预加工 surface preparation	1,2,3,4
15	表面镀(涂)层厚度 surface coating thickness( $\mu\text{m}$ )	1,2,3,4
16	表面镀(涂)层情况 details of surface coating	1,2,3
17	材料处理情况 material treatment	1,2,3
E	激光光源的详细情况 laser source details	
18	名称标识 designation	0,5
19	型号,生产厂家与编号 model,manufacturer and serial number	0
20	安装日期 date of installation	0,5
21	激光类型 laser type	0
F1	二氧化碳激光器的详细情况 details required for CO <sub>2</sub> laser	
22	工作气体流动方式和谐振腔类型 type of flow and cavity	0
23	激励方式 type of excitation	0
24	光束模式 beam mode	0,1,2,3
25	最大与最小束腰值 maximum and minimum beam waist value(mm)	1,2,3
26	光束发散度 beam divergence (mrad)	0,1,2,3
27	最大输出功率 maximum output power(W)	0,2
28	光束偏振(类型) beam polarization(type)	0,1,2,3
29	最大脉冲重复速率 maximum pulse repetition rate(p/s)	0,2,5
30	最大脉冲持续时间 maximum pulse duration(s)	0,2,5
31	最大脉冲能量 maximum pulse energy(J)	0,2,5

表(续)

序号	项目名称	允许的分类
32	光束传输因子 beam propagation factor	0,2,3,4
33a)	短期指向稳定度 pointing stability for short term	0,3,4
b)	长期指向稳定度 pointing stability for long term	0,3,4
<b>F2</b>	<b>Nd:YAG 激光器的详细情况 details required for Nd:YAG laser</b>	
34	棒直径 rod diameter(mm)	0,2
35	板条尺寸 slab size(mm)	
36	谐振腔输出光束直径 resonator output beam diameter(mm)	0,2
37	光束发散度 beam divergence(mrad)	0,1,2,3,4
38	最大放大率 maximum magnification	0,2
39	最大脉冲重复速率 maximum pulse repetition rate(p/s)	0,2
40	最大脉冲持续时间 maximum pulse duration(s)	0,2
41	最大脉冲能量 maximum pulse energy(J)	0,2,3
42	最大峰值功率 maximum peak power(W)	0,2,3
43	最大输出功率 maximum output power(W)	0,2
44	输出功率稳定度 output power stability(%)	0,2,3
45	功率提升能力 power ramping capability	0,2,5
46	脉冲成形能力 pulse shaping capability	0,2,5
47	光纤用最小光束直径 minimum beam diameter for fibre(mm)	0,2,5
<b>G</b>	<b>光束传输系统 beam delivery system</b>	
48	名称标识 designation	0
49	型号 model	0
50	生产厂家 manufacturer	0
51	编号 serial number	0
52	安装日期 installation date	0,5
53	光束传输系统说明(框图) beam delivery system description(schematic)	0
54	光源与聚焦系统的最大距离(毫米) maximum distance source-focusing system(mm)	0,1,2
55	光源与聚焦系统的最小距离(毫米) minimum distance source-focusing system(mm)	0,1,2
56	反射元件数 number of reflecting elements	0,2
57	透射元件数 number of transmitting elements	0,2
58	光束分束 beam splitting	0,2,5
59	光束发散度校正 beam divergence correction	0,1,2,3,5
60	偏振器件 polarizer device	0,1,2,3,5
	飞行光学系统 flying optic system	
61	可控坐标轴数 number of controlled axes	0,1,2
62	行程极限 travel limits(mm)	0,2
63	定位精度 positioning accuracy( $\mu\text{m}$ )	0,2
64	重复定位精度 positioning repeatability( $\mu\text{m}$ )	0,1,2
65	移动速度极限 speed limits(m/s)	0,1,2
66	移动速度精度 speed accuracy(%)	0,1,2
67	加速度 acceleration( $\text{m/s}^2$ )	0,1,2
68	最终光束直径 final beam diameter(mm)	0,1,2
69	最终功率密度分布 final power density distribution	1,2,3
70	传输系统的功率损耗 power loss in delivery system(%)	0,1,3,4
71	功率密度测量程序 power density measurement procedure	1,2,5
<b>H</b>	<b>带光纤的 Nd:YAG 激光器以及其他激光器 Nd:YAG and other laser with fibre</b>	
72	光纤数量 number of optical fibres	0,2,5

表(续)

序号	项目名称	允许的分类
73	光纤类型 type of optical fibres	0,2,5
74	光纤芯径 core diameter of optical fibres(mm)	0,2,5
75	光纤数值孔径 numerical aperture of optical fibre	
76	光纤长度 length of optical fibres(m)	0,2,5
77	光纤最小弯曲半径 minimum bending radius(mm)	0,2,5
78	光纤传输最大平均功率 maximum delivered average power(W)	0,1,2
79	光纤传输最大峰值功率 maximum peak power delivered(W)	0,1,2,3,5
80	光纤传输功率损耗 power loss in fibre delivering(%)	0,2,3,5
<b>I</b>	<b>光束整形聚焦系统 beam-shaping focusing system</b>	
81	名称标识 designation	0
82	型号 model	0
83	生产厂家 manufacturer	0
84	编号 serial number	0
85	安装日期 installation data	0,5
86	聚焦系统说明(框图) focusing system description(schematic)	0
87	反射元件数 number of reflecting elements	0,1,2,3
88	透射元件数 number of transmitting elements	0,1,2,3
89	光束分束 beam splitting	0,2,5
90	聚焦系统孔径 focusing system aperture(mm)	0,1,2
91	焦距 focal length(mm)	0,1,2
92	景深 depth of field(mm)	0,1,2
93	聚焦系统功率损耗 power loss in the focusing system(%)	0,1,3
94	聚焦系统焦距 focal point-focusing system distance(mm)	0,1,2
95	焦点直径 beam focus diameter	
96	瑞利长度 Rayleigh length	
<b>J</b>	<b>工件控制系统 workpiece handling system</b>	
97	名称标识 designation	0
98	型号 model	0
99	生产厂家 manufacturer	0
100	编号 serial number	0
101	安装日期 installation date	0,5
102	可控坐标轴数 number of controlled axes	0,1,2
103	行程极限 travel limits(m)	0,2
104	定位精度 positioning accuracy(mm)	0,2
105	重复定位精度 positioning repeatability(%)	0,1,2
106	速度极限 speed limits(m/s)	0,1,2
107	速度准确性 speed accuracy(%)	0,1,2
108	加速度 acceleration(m/s <sup>2</sup> )	0,1,2
<b>K</b>	<b>切割数据 cutting data</b>	
109	切割光束方向(水平,垂直) cutting beam direction(horizontal,vertical)	0,1,2
110	切割方向 cutting direction	0,2
111	光束在工件处的偏振状态(类型) beam polarization at the workpiece(type)	0,1,2
112	工件处偏振方向 polarization direction at the workpiece	0,1,2,5
113	光束与工件夹角 beam-workpiece angle(°)	1,2
114	光束与工件侧面夹角 beam-workpiece side angle(°)	1,2
115	光束焦点距工件上表面的距离(mm) beam focal position from workpiece top surface(mm)	1,2

表(完)

序号	项目名称	允许的分类
116	切割速度 cutting speed(m/min)	1,2
117	平均光束功率 average beam power(W)	1,2
118	切割周期耗损总功率(说明) cutting cycle-full power(descr.)	1,2
119	功率提升时间 ramp up time(s)	1,2,5
120	功率下落时间 ramp down time(s)	1,2,5
121	起始点穿透方式 piercing procedure	1,2,5
122	穿透时间 time to pierce 运行方式 operational mode	
123	脉冲重复速率 pulse repetition rate(Hz)	1,2,5
124	脉冲持续时间 pulse duration(s)	1,2,3,5
125	脉冲能量 pulse energy(J)	1,2,3,5
126	脉冲上升时间 pulse rise(s)	1,2,3,5
127	脉冲下降时间 pulse fall(s)	1,2,3,5
128	脉冲图形 pulse diagram	1,2,5
129	光束波动(幅度,频率,说明) beam oscillation(ampl,freq,descr)	1,2,3,5
130	焦点直径(两个方向) focal spot diameter(on two dir.)( $\mu\text{m}$ )	1,2,3
131	焦点功率密度分布 power density distribution at focus	1,2,3,4
132	功率密度分布测量 power density distribution measurement procedure	
<b>L</b>	<b>辅助气体系统 gas assist system</b>	
133	辅助系统说明(框图) assist system description(schematic)	0,1,2
134	辅助喷管数 number of assist jets	0,1,2,3
135	主喷管气体及其混合成分 gas and gas mixture composition in the main jet	1,2,3
136	副喷管气体及其混合成分 gas and gas mixture composition in the auxiliary jet(s)	1,2,3,5
137	主气流气压(巴) gas pressure in the main gas jet (bar)	1,2,3
138	副气流气压(巴) gas pressure in the auxiliary gas jet (s) (bar)	1,2,3,5
139	喷嘴直径 nozzle orifice diameter(mm)	0,2,3
140	喷嘴形状 nozzle shape	0,2,3
141	喷嘴定向角 nozzle orientation angle( $^{\circ}$ )	0,2,3
142	喷射距离 stand-off distance(mm)	0,2
143	背面气体或混合气 underside gas or mixture(1/min)	1,2,3,5
144	背面气流 underside gas flow(1/min)	1,2,3,5
145	背面气压(巴) underside gas pressure (bar)	1,2,3,5
<b>M</b>	<b>环境条件 ambient conditions</b>	
146	振动 vibration	
147	温度 temperature( $^{\circ}\text{C}$ )	
148	湿度 humidity( $\%$ )	
149	冷却水温度范围 water cooling temperature range( $^{\circ}\text{C}\sim^{\circ}\text{C}$ )	

## 附录 B

(提示的附录)

## 车间切割技术条件举例

表 B1 给出质量保证用的一种车间切割记录。像这样的单页记录与标准是一致的。更为准确的格式则取决于所应用的激光切割设备。

表 B1 车间切割技术条件

日期： 年 月 日

用户名称		车间工作单编号	
订单号码		操作人员	
参数分类码(0)(1)		参数分类码(3)	

材 料		设 备		切 割		穿 孔	
类型		激光器编号		平均功率,kW		平均功率,kW	
名称标识		工件控制系统		脉冲宽度,ms		脉冲宽度,ms	
厚度,mm		光束模式 TEM		脉冲间隔,ms		脉冲间隔,ms	
批号		光束直径,mm		脉冲成形	是/否	脉冲成形	是/否
镀(涂)层		切割头		切割速度,mm/s		钻孔时间,s	

部件编号	图纸编号	切割速度 m/min	喷嘴直径 mm	投射距离 mm	焦点位置 mm	气体类型	气压 Pa	透镜焦距 mm	高气压 (是/否)

要求	加工	
	其他	

附 录 C

(提示的附录)

标准检查程序的切割图样举例

图 C1~C3 给出试验用切割图样的例子,其中切割方向一般是顺时针方向。

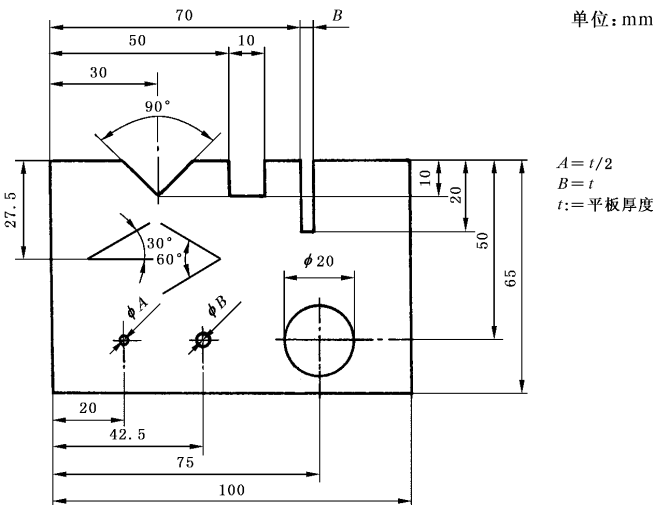


图 C1 厚度在 4 mm 以下的材料切割试样举例(推荐的最小尺寸)

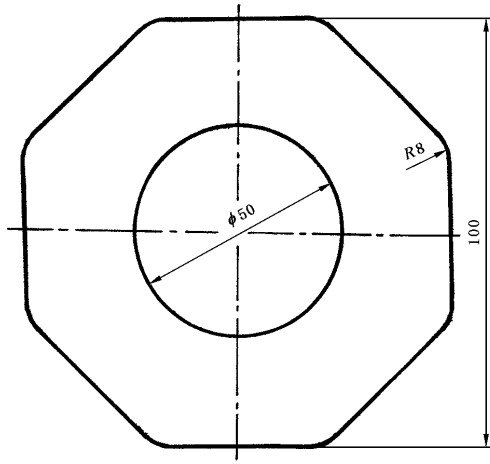
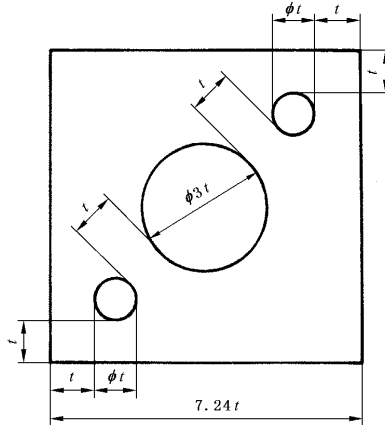


图 C2 厚度在 20 mm 以下的材料切割试样举例(推荐的最小尺寸)

单位: mm



$t$ : 平板厚度

图 C3 厚度在 2~6 mm 之间的材料切割试样举例