

ICS 25.160.30

CCS J 64



CWA

团 体 标 准

T/CWAN 0038—2021

龙门激光切割机

Gantry laser cutting machine

2021-11-23 发布

2021-12-31 实施

中国焊接协会发布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 型式与基本参数.....	2
5 基本要求.....	3
6 技术要求.....	3
7 试验方法.....	6
8 检验规则.....	8
9 标志、随机文件、附件和工具、包装、运输、贮存.....	8
附录 A（资料性） 不同材料的最大切割速度.....	10
附录 B（资料性） 检验项目分类、要求和试验方法.....	13
附录 C（资料性） 几何精度检验方法.....	14

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国焊接协会提出并归口。

本文件起草单位：奔腾激光（温州）有限公司、武汉锐科光纤激光技术股份有限公司、江苏博大数控成套设备有限公司、河北创力机电科技有限公司、深圳市创鑫激光股份有限公司、上海飞博激光科技有限公司、机械工业火焰切割机械产品质量监督检测中心、沪工智能科技（苏州）有限公司、山东艾西特数控机械有限公司、昆山乾坤机器制造有限公司、江苏亚泰智能科技有限公司、哈尔滨焊接研究院有限公司。

本文件起草人：李正、闫大鹏、谢伟新、李旭、蒋峰、李文涛、王智新、余惠春、王茂忠、朱军营、张友彬、赵松柏、杨忠明、朱超、熊衍军、蒋宝、武鹏博。

龙门激光切割机

1 范围

本文件规定了龙门激光切割机（以下简称“切割机”）的术语和定义、型式与基本参数、基本要求、技术要求、试验方法、检验规则、标志、随机文件、附件和工具、包装、运输、贮存及质量承诺。

本文件适用于激光功率3000W-30000W的龙门结构跨距不小于2.5m的数控激光切割机。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 2894-2008 安全标志及其使用导则
- GB 7247.1-2012 激光产品的安全 第1部分：设备分类、要求
- GB/T 191 包装储运图示标志
- GB/T 5226.1-2019 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术要求
- GB/T 6576-2002 机床润滑系统
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 15313 激光术语
- GB/T 17421.2 机床检验通则 第2部分 数控轴线的定位精度和重复定位精度的确定
- GB/Z 18462 激光加工机械 金属切割的性能规范与标准检查程序
- GB/T 18490.1-2017 机械安全 激光加工机 第1部分：通用安全要求。
- GB/T 18490.3-2017 机械安全 激光加工机 第3部分：激光加工机和手持式加工机及相关辅助设备的噪声降低和测量方法（准确度2级）
- GB/T 34380-2017 数控激光切割机
- JB/T 10045 热切割 质量和几何技术规范（ISO 9013-2002，MOD）

3 术语和定义

GB 7247.1-2012、GB/T 15313及GB/Z 18462界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

定位速度 Positioning speed

为X轴的定位速度 V_x 和Y轴的定位速度 V_y 的合成值，计算方法见公式1：

$$\sqrt{V_x^2 + V_y^2} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

V_x ——X轴的定位速度，单位为m/min；

V_y ——Y轴的定位速度，单位为m/min。

3.2

定位加速度 Positioning acceleration

为X轴的定位加速度 a_x 和Y轴的定位加速度 a_y 的合成值，计算方法见公式2：

$$\sqrt{a_x^2 + a_y^2} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

a_x ——X轴的定位加速度,单位为m/s²;

a_y ——Y轴的定位加速度,单位为m/s²。

3.3

总粗糙度精度 Q_z Total roughness

对于加工工件的任一切割侧面，粗糙度 R_z 的测量值取平均得到该面的粗糙度 R_s 值。加工工件的总粗糙度精度 Q_z 则为：

$$Q_z = \sum (R_s) / N \dots\dots\dots (3)$$

式中：

N ——加工工件的切割侧面数目；

R_s ——对于任一侧面的粗糙度 R_z 的平均值，单位 μm ；

Q_z ——总粗糙度精度，单位 μm 。

3.4

总垂直度精度 u_q Total perpendicularity accuracy

对于加工工件的任一切割侧面，垂直度精度 u_z 的测量值取平均得到该面的垂直度精度 u_s 。总垂直度精度 u_q 则为：

$$u_q = \sum (u_s) / N \dots\dots\dots (4)$$

式中：

N ——加工工件的切割侧面数目；

u_s ——对于任一侧面的垂直度精度 u_z 的平均值，单位mm；

u_q ——总垂直度精度，单位mm。

3.5

空运转 no-load running

切割机进行不切割的连续运行过程。

注：空运转用于评价切割机控制系统、各运动轴和各功能单元的运行状态。切割机空运转时表现的性能为空运转性能。

3.6

负载运转 load running

切割机进行实际切割加工的连续运行过程。

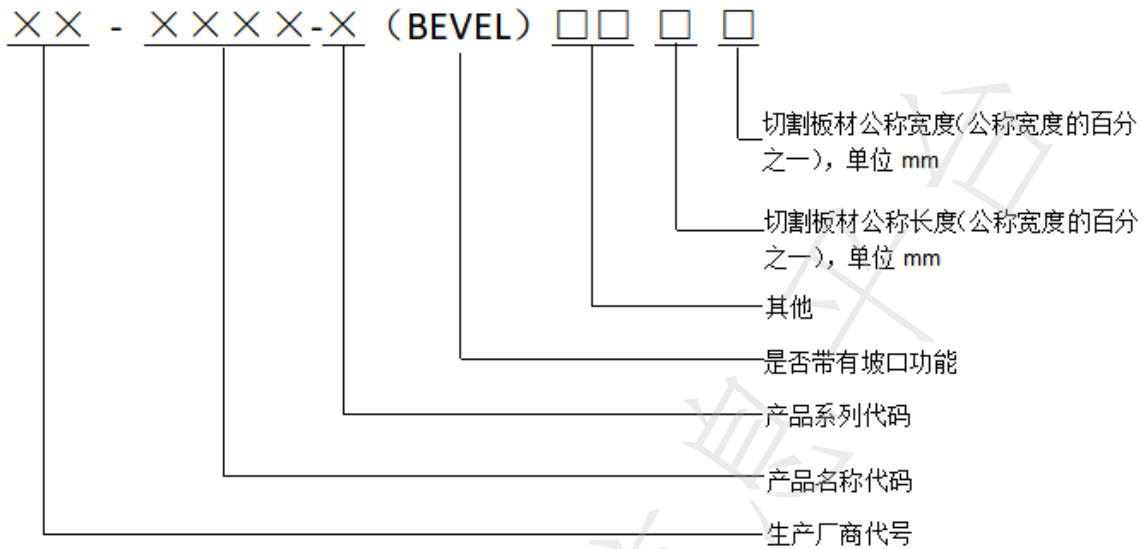
注：负载运转用于评价切割质量。

4 型式与基本参数

4.1 型式

4.1.1 切割机的预设切割路径在同一个二维平面内，典型应用如板材分割。

4.1.2 型号表示方法主要由企业代号、产品代号、主参数代号等主要信息组成。



示例：A 公司生产的 X 系列 BBB 代号的龙门激光切割机，无坡口切割功能，切割板材最大长度为 12000mm，切割板材最大宽度为 3500mm，产品型号标记为：A BBB X 12035。

4.2 基本参数

4.2.1 激光发生器输出占空比为 100% 连续波时的最大平均功率（W）。切割机根据不同工况，实际激光功率应在不小于最小功率的 10% 以上自由设定。

4.2.2 切割机的其他参数（如：最大定位加速度、最大定位速度、工作台载重、切割板材类型及厚度等）可由供需双方协商确定。

5 基本要求

5.1 切割机控制系统应设计有诊断和监控功能，实时监控切割机的运行状态、统计故障代码、统计切割任务等。

5.2 切割机应配备切割气体选择和压力自动调整装置，应含有切割参数数据库，包含不同激光功率、常用材料类型、厚度相对应的切割参数，自动选择切割气体和设定气体压力等。

5.3 切割机应配备排渣装置对切割零件及废料进行收集及清理。

5.4 切割机的工作台单元应配置除尘结构及系统，能抽取切割区域空间内产生的烟尘。

6 技术要求

6.1 环境卫生

切割机应具备除尘装置。切割过程中，切割区域空间内应无明显不消散的烟尘。

6.2 噪声

在空运转条件下，切割机的噪声声压级应不大于 80dB（A）。

6.3 加工和装配质量

6.3.1 铸件不应存在裂纹、冷隔、缩孔、夹渣等缺陷。

6.3.2 基础件热处理质量应符合切割机的设计要求。

- 6.3.3 焊接件的焊缝应牢靠、平整、不得有烧穿、夹渣、未焊透和裂纹等现象。
- 6.3.4 固定连接的零件结合面之间的间隙应不大于 0.04mm，深度应不大于接触面宽的 1/4，累计长度应不大于整个安装面周长的 1/10。
- 6.3.5 激光器传输光纤输出端面不应有烧点、灰尘、划痕等损伤。

6.4 外观

- 6.4.1 切割机外观表面不应有图样未规定的凸起、凹陷、粗糙不平和其他损伤。
- 6.4.2 切割机的防护罩应平整、匀称，不应翘曲、凹陷。
- 6.4.3 切割机零、部件外露结合面的边缘应整齐、匀称，除设计允许外不应有明显的错位。
- 6.4.4 切割机的门、盖与机床的结合面应贴合。
- 6.4.5 切割机的电气柜、电气箱等的门、盖周边与其相关件的缝隙应均匀，缝隙不均匀值应符合 GB/T 34380-2017 中 4.10.1 的规定。

6.5 性能

- 6.5.1 产品性能参数应符合设计要求、技术协议等其它开发立项资料的要求，并充分考虑通用附件等装置连接形式与尺寸规范。
- 6.5.2 空运转条件下，切割机定位速度应不小于 56m/min，定位加速度应不小于 3.5m/s²。
- 6.5.3 切割机切割不同材料时的最大切割速度应不小于附录 A 的规定，最大切割速度下的切割质量应符合本文件中 6.11.3 的规定。
- 6.5.4 空运转时，切割机的各机构应灵活、平衡、可靠和安全。各操纵机构、显示装量应准确可靠。机、电、气各系统应工作平稳、可靠，润滑、气动、冷却系统应无泄漏。连续空运转试验时间应不小于 12 小时。
- 6.5.5 负载运转时，切割机应在工作台满载的情况下进行切割，应平稳、可靠、无异常噪声。割嘴与板材上表面的距离应保持恒定，能够满足切割工艺的要求，切割质量应符合表 2 要求。

6.6 安全

- 6.6.1 防护和阻拦装置应符合 GB/T 34380-2017 第 4.11.2 条的规定。
- 6.6.2 光路系统应符合 GB/T 34380-2017 第 4.11.5 条的规定。
- 6.6.3 气动系统安全应符合 GB/T 34380-2017 第 4.11.6 条的规定。
- 6.6.4 防护罩应符合 GB 7247.1-2012 第 4.2 条的规定。
- 6.6.5 遥控联锁器应符合 GB 7247.1-2012 第 4.4 条的规定。
- 6.6.6 人工复位应符合 GB 7247.1-2012 第 4.5 条的规定。
- 6.6.7 激光辐射发射警告应符合 GB 7247.1-2012 第 4.7 条的规定。
- 6.6.8 紧急停止控制应符合 GB 18490.1-2017 第 5.3.3.3 条的规定。
- 6.6.9 激光辐射警告标志应符合 GB 7247.1-2012 第 5.1、5.6 条的规定。
- 6.6.10 保护联结电路的连续性应符合 GB 5226.1-2019 第 8.2.3 条的规定，接地电阻应 $\leq 0.1\Omega$ 。
- 6.6.11 在动力电路导线和保护电路之间施加 500Vdc 时，绝缘电阻 $\geq 1M\Omega$ 。
- 6.6.12 电气设备的电路导线和保护接地电路之间应经受 50Hz、1000V，至少 1s 时间的耐压试验，无闪络和击穿现象。

6.7 数控系统

- 6.7.1 数控系统一般应具有自动操作、手动操作、程序输入和编辑、自诊断、报警显示、机床回零点、手动数据输入（MDI）、单步进给、板材放置角度矫正等基本功能。

6.7.2 数控系统的安全要求应符合下列要求：

- a) 满足设计使用条件的操作条件和环境影响；
- b) 设置访问口令或钥匙开关，防止程序被有意或无意改动；
- c) 有关安全的软件未经授权不允许改变。

6.8 润滑系统

切割机的润滑系统应符合GB/T 6576-2002的规定。

6.9 冷却装置

冷却装置应能保持使激光发生器、切割头、镜片等功能部件正常工作的温度，应有温度的上下限保护，缺水、水路压力及堵塞等警告和报警。

6.10 气动系统

- 6.10.1 气体的压力设计应不超过回路的最大额定压力或设置限压装置。
- 6.10.2 切割机的气动系统除正常的气体消耗外，不应有任何可听到的泄漏声。
- 6.10.3 气动系统的管路接头法兰等均应密封良好，连接可靠，管长超过 1.5m 的应加管夹固定。
- 6.10.4 气动系统的执行部件在工作时不应有爬行、停滞、明显冲击等现象。

6.11 工作精度

- 6.11.1 切割机的精度分为几何精度和切割精度。
- 6.11.2 切割机的几何精度包括定位精度、重复定位精度、X 轴与 Y 轴垂直度、Z 轴与 X (Y) 轴垂直度，应符合表 1 的规定。

表1 几何精度

单位为mm

定位精度	重复定位精度	X 轴与 Y 轴垂直度	Z 轴与X (Y) 轴垂直度
0.15/1000	0.10/1000	≤0.03/1000	≤0.05/150

6.11.3 切割精度：切割精度包括总粗糙度精度、总垂直度精度和尺寸精度。

- a) 最佳切割状态下切割总粗糙度精度 (Q_z) 应符合表 2 的规定；
- b) 最大切割速度下切割总粗糙度精度 (Q_z) 应符合表 3 的规定；
- c) 最佳切割状态下切割总垂直度精度 (u_q) 应符合表 2 的规定；
- d) 最大切割速度下切割总垂直度精度 (u_q) 应符合表 3 的规定；
- e) 尺寸精度应符合表 4 的规定。

表2 最低切割状态下总粗糙度精度 (Q_z) 与总垂直度精度 (u_q)

材质	总粗糙度精度 Q_z , μm	总垂直度精度 u_q , mm
碳钢	≤50+2a	≤0.15+0.0025a
不锈钢/铝合金	≤60+2a	
黄铜	≤50+3a	

注：a是切割的材料公称厚度，单位为mm。

表3 最大切割速度下切割总粗糙度精度 (Q_z) 与总垂直度精度 (u_q)

材质	总粗糙度精度 Q_z , μm	总垂直度精度 u_q , mm
碳钢	$\leq 40+3a$	$\leq 0.05+0.0025a$
不锈钢/铝合金	$\leq 50+2a$	
黄铜	$\leq 30+3a$	
注: a是切割的材料公称厚度, 单位为mm。		

表4 尺寸精度

单位为mm

圆孔直径	3	5	7	9
尺寸精度	± 0.05	± 0.06	± 0.08	± 0.10
注: 在1mm不锈钢304板上切割。				

7 试验方法

7.1 卫生检验

激光器以不低于 3000W 的功率连续快速切割 8mm 碳钢板 1 分钟, 切割速度满足附录 A 中规定。烟尘应符合本文件 6.1 的规定。

7.2 噪声测量

噪声测量依据 GB/T 18490.3-2017 中附录 A 的方法, 应符合本文件 6.2 的规定。

7.3 加工和装配质量检验

7.3.1 分别用以下方法检验加工质量, 应符合本文件 6.3.1-6.3.3 的规定:

- a) 目视检查铸件质量缺陷。
- b) 检验热处理报告, 应达到热处理规范的要求。
- c) 目视检查焊接件质量缺陷。

7.3.2 装配质量检验:

用塞尺塞入检验装配间隙, 应符合本文件 6.3.4 的规定。

7.3.3 用不小于 70 倍显微镜检查激光器传输光纤输出端面, 应符合本文件 6.3.5 的规定。

7.4 外观检验

使用卡尺测量和目视检查切割机外观, 应符合本文件 6.4 的规定。

7.5 性能检验

7.5.1 检验产品的主要参数是否与设计文件、使用说明书、产品铭牌等相吻合。

7.5.2 使用激光干涉仪分别检验 X 轴和 Y 轴的速度和定位加速度, 其合成值即为切割机的定位速度和定位加速度。应符合 6.5.2 的规定。

7.5.3 切割机最大功率下的最大切割速度应符合本文文件附录 A 的要求，同时工件的切割质量应符合表 3 的要求。

7.5.4 切割机应分别进行下述空运转试验，应符合本文件中 6.5.4 的要求：

- a) 空运转速度应分别按低、中、高速运行；
- b) 连续运转试验过程中不应发生故障，如出现异常或故障，在查明原因进行调整或排除后，应重新开始试验。试验时，自动循环应包括所有功能和全部工作范围，各次自动循环之间的休息时间不应大于 1min。

7.5.5 切割机应分别进行下述负载运转试验：

- a) 分别以最大定位速度 25%、50%、100% 的速度运动，试验 Z 轴随动功能。应符合本文件 6.5.5 的规定。
- b) 切割机在额定的工作条件下正常工作，切割工件应不少于 10 件，切割工件图形可由供需双方协商确定。切割工件应无挂渣、切不透、烧伤等缺陷，应符合本文件中 6.11.3 的规定。

7.6 安全检验

7.6.1 视检运动部件的防护或阻拦装置，应符合本文件 6.6.1 的要求。

7.6.2 视检光路系统，应符合本文件 6.6.2 的要求。

7.6.3 视检气动系统，应符合本文件 6.6.3 的要求。

7.6.4 防护罩视检，移开或拆除检修用防护罩是否需要工具。防护罩的挡板移开时，激光器应能停止发射，应符合本文件 6.6.4 的要求。

7.6.5 遥控联锁器视检，应符合本文件 6.6.5 的要求。

7.6.6 按下人工复位装置，重启激光器或打开主动开关后，应能恢复激光辐射的发射，应符合本文件 6.6.6 的要求。

7.6.7 激光辐射发射警告视检，应符合本文件 6.6.7 的要求。

7.6.8 检查紧急停止控制开关检查，应符合 6.6.8 要求。

7.6.9 视检激光辐射警示标志是否清晰完整，应符合本文件 6.6.9 的要求。

7.6.10 保护联结电路的连续性试验按 GB 5226.1-2019 中 18.2.2 条要求进行，应符合本文件 6.6.10 的要求。

7.6.11 绝缘电阻试验按 GB/T 5226.1-2019 中 18.3 的要求进行，应符合本文件 6.6.11 的要求。

7.6.12 耐压试验按 GB 5226.1-2019 中 18.4 的要求进行，应符合本文件 6.6.12 的要求。

7.7 数控系统检验

通过感官法和操作演示检验人机界面，应符合本文件中 6.7 的要求。

7.8 润滑系统检验

视检应无渗漏现象，各润滑点供油正常，应符合本文件 6.8 的要求。

7.9 冷却装置检验

检查激光发生器、切割头、镜片等功能部件正常工作的温度和冷却系统各功能，应符合本文件 6.9 的要求。

7.10 气动系统检验

切割机气动系统进行下列检查，应符合本文件中 6.10 的要求：

- a) 检查气动系统的密封性，无明显泄漏声；

- b) 管路接头法兰等均应密封良好，连接可靠；
- c) 执行部件在工作时运行平稳。

7.11 精度检验

- 7.11.1 切割机进行几何精度检验前，应调整其安装精度。精度检验顺序并不表示实际的检验次序，为了装拆检验工具和检验方便，可按任意的次序进行检验。
- 7.11.2 安装水平度，在导轨上或安装的导轨结构件上沿切割机的纵向和横向放置水平仪，水平仪的读数应 $\leq 0.02\text{mm}/1000\text{mm}$ 。
- 7.11.3 切割机在空运转试验后应检验其几何精度，并将所测所有实测值记录在合格证中。检验 G1 和 G2 项精度时，目标位置的间距应不等于丝杆导程或齿条节距的整数倍，移动速度不低于 $10\text{m}/\text{min}$ 。几何精度的检验应符合 GB/T 34380-2017 的规定，几何精度检验方法详见附录 C。
- 7.11.4 按照 7.5.4 的方法进行切割试验，检测切割工件的切割精度应符合本文件中 6.11.3 的要求。
- 7.11.5 总粗糙度、总垂直度的检测方法应符合 JB/T 10045 的要求。
- 7.11.6 尺寸精度使用影像测量仪检测，以标准圆孔作为基准圆孔。测量时，将标准圆孔与被测圆孔轮廓相接触，通过测量仪确定差值。

8 检验规则

8.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式试验，具体检验项目见附录B。

8.2 出厂检验

每台切割机须经出厂检验合格，并附上合格证后方可出厂。

8.3 型式试验

8.3.1 下列情况应进行型式试验：

- a) 新设备试制；
- b) 生产时，如改变结构、材料、工艺等；
- c) 长期停产后恢复生产；
- d) 出厂检验结果与上次型式试验有较大差异。

8.3.2 型式试验的样品在出厂检验合格的产品中任意抽取 1 台。

8.3.3 判定规则：型式试验中全部项目合格判定为“合格”，所检项目中有任意一项不合格，则判定产品的检查检验结论为“不合格”。

9 标志、随机文件、附件和工具、包装、运输、贮存

9.1 标志

9.1.1 安全警示标志及其制作应符合 GB 2894、GB 5226.1-2019 中第 16 章、GB 7247.1-2012 中第 5 章的规定。安全警示标志应粘贴在机床的明显部位。

9.1.2 切割机应有固定标牌，标牌应符合 GB/T 13306 的规定，标牌标识内容应至少包括：

- a) 切割机名称和型号；
- b) 加工范围；

- c) 额定功率;
- d) 激光器功率;
- e) 电源;
- f) 出厂编号;
- g) 出厂日期;
- h) 制造厂名称、地址。

9.2 随机文件

切割机出厂应附带下列文件，并封存在不透水袋内：

- a) 切割机合格证;
- b) 使用说明书;
- c) 易损件及备件清单;
- d) 电气接线图与原理图;
- e) 装箱单。

9.3 附件和工具

9.3.1 应具备有保证基本性能的附件和工具，扩大使用性能的特殊附件，根据用户要求按协议供应，附件和工具应标有相应的标记或规格。

9.3.2 切割机的标准附件和工具应保证连接部位的互换性和使用性能。

9.4 包装

9.4.1 包装的材料、技术与方法应符合 GB/T 13384 的规定。在保证切割机质量和运输安全的前提下，可按供需双方约定实施简易包装。

9.4.2 包装图示标志应符合 GB/T 191 的规定，标示内容至少应包括：

- a) 切割机名称和型号;
- b) 重量和装箱日期;
- c) 印有“向上”、“怕湿”、“小心轻放”等标志;
- d) 制造厂名称、地址、电话。

9.5 运输

9.5.1 应符合铁路、公路、水路运输和机械化装载的规定。

9.5.2 运输过程中，应有防压，防潮措施。

9.5.3 切割机应有便于拆装运输的起吊装置。

9.5.4 境内公路运输可以裸装，但应有必要的防雨、防潮措施。

9.6 贮存

切割机须放在干燥通风处，激光器和切割机主机应防止损坏和锈蚀，电气部分应防潮、防压。温度、湿度应符合各相应部件的具体要求。

附录 A

(资料性)

不同材料的最大切割速度

表A.1 碳钢板最大切割速度

单位为 m/min

材料公称厚度 mm	激光器功率 W								
	3000	4000	6000	8000	10000	12000	15000	20000	30000
—	3000	4000	6000	8000	10000	12000	15000	20000	30000
1	10.5	28	30	35	40	50	50	-	-
2	6.5	12	20	30	35	40	15	-	-
3	4.5	8	12	20	25	30	30	-	-
4	3.6	3	7	15	18	20	26	-	-
5	3.3	2.5	5	10	13	15	20	23	23
6	3.1	2.5	4.5	8	10	10	17	18	18
8	2.6	2	2.2	5	7	7	10	14	14
10	1.2	1.8	2.0	2.3	3.5	5	7	9	12
12	1	1	1.9	1.8	1.8	1.8	5	8	10
14	0.9	0.9	1.4	1.6	1.6	1.6	4.5	6	8
16	0.8	0.7	1.2	1.4	1.4	1.5	3	3.2	8
18	0.7	0.6	0.8	1.2	1.3	1.4	1.4	1.4	5.5
20	0.65	0.55	0.6	1	1.2	1.3	1.3	1.3	4.5
25	—	—	0.4	0.3	0.5	0.8	0.8	1.2	2.8
30	—	—	—	0.2	0.3	0.7	0.6	1.2	1.2
40	—	—	—	0.1	0.2	0.25	0.3	0.8	0.9
50	—	—	—	—	—	—	0.2	0.3	0.6
70	—	—	—	—	—	—	—	0.18	0.18
80	—	—	—	—	—	—	—	—	0.12

注：推荐的辅助气体为N₂、空气、O₂。

表A.2 不锈钢板最大切割速度

单位为 m/min

材料公称厚度 mm	激光器功率 W								
	3000	4000	6000	8000	10000	12000	15000	20000	30000
—	3000	4000	6000	8000	10000	12000	15000	20000	30000
1	28	30	30	40	45	50	50	50	50
2	18	15	25	30	35	40	45	50	50
3	7	10	15	20	25	30	35	40	40

表A.2 不锈钢板最大切割速度（续）

单位为 m/min

材料公称厚度 mm	激光器功率 W								
	5	6	10	12	18	23	25	30	35
4	5	6	10	12	18	23	25	30	35
5	3	4	7	9	12	15	18	22	25
6	2	3	4.5	7	8	13	15	18	22
8	1	1.5	3.5	4	5	8	10	13	18
10	0.8	1.0	3.8	3	3.5	6.5	8	10	13
12	—	—	1.3	2	2.5	5	6	8	10
14	—	—	0.8	1.5	2	3	4	6	8
16	—	—	0.5	0.8	1.6	2	2.6	5	7
18	—	—	0.4	0.7	1.2	1.3	2	3.2	6
20	—	—	0.2	0.6	1.0	1.2	1.8	3	7
25	—	—	—	0.4	0.5	0.7	1.0	1.5	2
30	—	—	—	—	—	—	0.6	1	1.2
40	—	—	—	—	—	—	0.3	0.5	0.6
50	—	—	—	—	—	—	0.2	0.2	0.2
70	—	—	—	—	—	—	—	0.1	0.1
80	—	—	—	—	—	—	—	—	0.04

注：推荐的辅助气体为N₂、空气。

表A.3 铝合金板最大切割速度

单位为 m/min

材料公称厚度 mm	激光器功率 W								
	3000	4000	6000	8000	10000	12000	15000	20000	30000
—	3000	4000	6000	8000	10000	12000	15000	20000	30000
1	25	25	35	40	45	45	48	55	55
2	15	16	20	25	25	30	35	40	40
3	7	10	14	22	20	20	25	30	30
4	5	6	8	12	18	18	20	25	25
5	2.5	4	10	8	14	14	15	18	18
6	1.5	2.5	3.5	6	8	10	12	16	18
8	—	1	4	3.5	5	6	8	10	15
10	—	—	1	2	4	4	5	9	12
12	—	—	0.6	1.6	1.6	2	2.5	5	10
14	—	—	0.4	1	1.2	1.5	2	4	8

表A.3 铝合金板最大切割速度（续）

单位为 m/min

材料公称厚度 mm	激光器功率 W								
	16	—	—	0.3	0.8	1	1.3	1.5	3
18	—	—	—	0.7	0.8	1	1.3	2	3
20	—	—	—	0.5	0.6	0.8	0.8	1.5	2
25	—	—	—	0.4	0.5	0.5	0.5	1	1.5
30	—	—	—	—	0.25	0.4	0.4	0.8	0.8
40	—	—	—	—	—	0.25	0.25	0.5	0.5
50	—	—	—	—	—	—	0.2	0.4	0.4
60	—	—	—	—	—	—	—	—	0.2

注：推荐的辅助气体为N₂。

表A.4 黄铜板最大切割速度

单位为 m/min

材料公称厚度 mm	激光器功率 W								
	—	3000	4000	6000	8000	10000	12000	15000	20000
1	20	25	30	30	35	35	38	40	40
2	10	12	18	25	22	30	32	35	35
3	5	7	12	15	15	18	20	28	28
4	2.2	4	8	10	12	15	16	19	20
5	1.8	2.5	5	7	10	12	13	18	18
6	—	2	3.2	6	6	8	9	12	15
8	—	—	1.5	2.5	4	5	6	8	10
10	—	—	0.8	1	3.5	4	5	7	8
12	—	—	0.6	0.8	1.6	1.8	2	2.5	5
14	—	—	—	—	—	—	1.4	2	3
16	—	—	—	—	—	—	1.2	1.5	1.5
18	—	—	—	—	—	—	—	1.2	1.2
20	—	—	—	—	—	—	—	—	0.8

注：推荐的辅助气体为N₂、O₂。

附录 B

(资料性)

检验项目分类、要求和试验方法

表B.1 检验项目分类、要求和试验方法

序号	检验项目		型式试验	出厂检验	技术要求	试验方法
1	环境卫生		○	○	6.1	7.1
2	噪声		○	—	6.2	7.2
3	加工和装配质量		○	○	6.3	7.3
4	外观		○	○	6.4	7.4
5	性能	性能参数 ^a	○	○	6.5.1	7.5.1
		定位速度和加速度 ^a	○	○	6.5.2	7.5.2
		切割最大速度 ^a	○	○	6.5.3	7.5.3
		空运转试验	○	○	6.5.4	7.5.4
		负载运转试验 ^{ab}	○	○	6.5.5	7.5.5
6	安全	防护和阻拦装置	○	—	6.6.1	7.6.1
		光路系统	○	—	6.6.2	7.6.2
		气动系统安全	○	—	6.6.3	7.6.3
		防护罩	○	—	6.6.4	7.6.4
		遥控联锁器	○	—	6.6.5	7.6.5
		人工复位	○	—	6.6.6	7.6.6
		激光辐射发射警告	○	—	6.6.7	7.6.7
		紧急停止控制	○	—	6.6.8	7.6.8
		激光辐射警告标志	○	—	6.6.9	7.6.9
		保护联结电路的连续性	○	○	6.6.10	7.6.10
		绝缘电阻	○	○	6.6.11	7.6.11
		耐压试验	○	○	6.6.12	7.6.12
7	数控系统		○	—	6.7	7.7
8	润滑系统		○	○	6.8	7.8
9	冷却系统		○	○	6.9	7.9
10	气动系统		○	○	6.10	7.10
12	精度	几何精度	○	○	6.11.2	7.11.3
		总粗糙度	○	○	6.11.3.a	7.11.5
		总垂直度	○	○	6.11.3.c	7.11.5
		尺寸精度	○	○	6.11.3.e	7.11.6
13	标志		○	○	9.1	视检

附 录 C
(资料性)
几何精度检验方法

表5 几何精度

单位为毫米

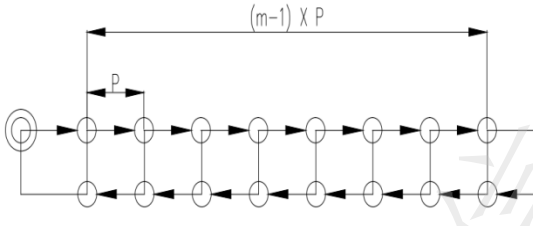
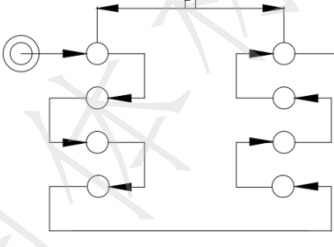
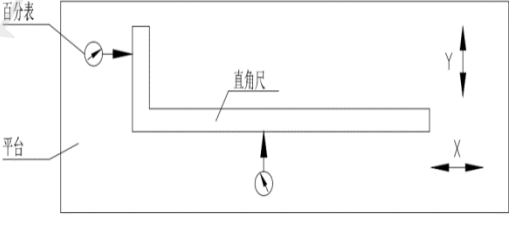
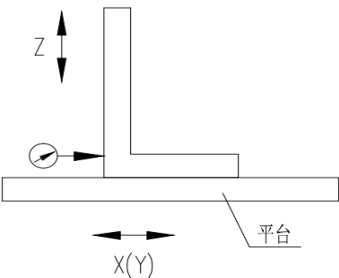
序号	检验项目	简图	检验工具	检验方法
G1	定位精度	 <p>○——目标位置 P——目标位置的距离 m——目标位置的数量</p>	激光干涉仪	<p>行程至 2000 时, 在全长范围内, 每间隔 100 左右选一目标位置, 沿每个目标位置正、负方向各循环五次; 其轴线双向定位精度值 A 按 GB/T 17421.2 规定执行。</p> <p>行程超过 2000 时, 在全长范围内, 每间隔 250 左右选一目标位置, 沿每个目标位置正、负方向各循环五次; 其轴线双向定位精度数值 A 按 GB/T 17421.2 规定执行。</p>
G2	重复位置精度	 <p>○——目标位置 Pi——任意位置</p>	激光干涉仪	<p>在全长范围内, 选不少于两个目标位置, 每个目标位置按不同距离正、负方向各循环 5 次; 其轴线双向重复定位精度数值 R 按 GB/T 17421.2 规定执行。</p>
G3	X 轴与 Y 轴垂直度		平台 直角尺 指示器	<p>将直角尺放置在工作的平台上, 使角尺的一个测量面与切割机的 X 轴(Y 轴)平行。用指示器(百分表)测头触及角尺的另一测量面, 移动切割机的 Y 轴(X 轴), 垂直度为指示器的最大度数差值。</p>

表5 几何精度 (续)

单位为毫米

序号	检验项目	简图	检验工具	检验方法
G4	Z轴与X(Y)轴垂直度		平台 水平仪 直角尺 指示器	用水平仪测量平台并调平,将直角尺放置在与X轴(Y轴)平行的平板上,使角尺一个测量面放置在平板上。用指示器(百分表)测触头及角尺另一测量面,在Z轴行程上分别测出X轴(Y轴)垂直度。