



中华人民共和国国家标准

GB ×××××—×××××

以激光为加工能量的快速成形机床 安全防护技术要求

Rapid prototyping machines by laser as processing energy –
Technical requirements for safeguarding

(报批稿)

×××××—×××—××× 发布

×××××—×××—××× 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 II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义 1

4 危险一览表..... 2

5 安全防护要求及措施 3

6 使用信息（检查见 7.12） 5

7 安全防护要求的检验 7

附录A（资料性附录）与本标准有关的危险一览表..... 9

前 言

本标准的第 5 章～第 7 章为强制性的，其余为推荐性的。

请注意本标准的某些内容有可能涉及专利。本标准的发布机构不应承担识别这些专利的责任。

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国特种加工机床标准化技术委员会（SAC/TC161）归口。

本标准起草单位：西安交通大学、快速制造国家工程研究中心、苏州电加工机床研究所。

本标准主要起草人：赵万华、宋松辉、于志三、王应、傅初森、卢秉恒。

以激光为加工能量的快速成形机床

安全防护技术要求

1 范围

本标准规定了以激光为加工能量的快速成形机床的安全防护技术要求。
本标准适用于以激光为加工能量的快速成形机床（以下简称“机床”）。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB 2893 安全色（GB 2893-2008，ISO 3864-1:2002，MOD）

GB 2894 安全标志及其使用导则

GB 5226.1-2002 机械安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件（IEC 60204-1:2000，IDT）

GB 7247.1 激光产品的安全 第1部分：设备分类、要求和用户指南（GB 7247.1-2001，IEC 60825-1:1993，IDT）

GB 10320 激光设备和设施的电气安全（GB 10320-1995，eqv IEC 820:1986）

GB/T 14896.7-2004 特种加工机床 术语 第7部分：快速成形机床

GB/T 15706.1-2007 机械安全 基本概念与设计通则 第1部分：基本术语和方法（ISO 12100-1:2003，IDT）

GB/T 15706.2-2007 机械安全 基本概念与设计通则 第2部分：技术原则（ISO 12100-2:2003，IDT）

GB/T 16769-2008 金属切削机床 噪声声压级测量方法

GB 18490 激光加工机械 安全要求（GB 18490-2001，eqv ISO 11553:1996）

GB/T 18569.1-2001 机械安全 减小由机械排放的危害性物质对健康的风险 第1部分：用于机械制造商的原则和规范（eqv ISO 14123-1:1998）

GB/T 18569.2-2001 机械安全 减小由机械排放的危害性物质对健康的风险 第2部分：产生验证程序的方法学（eqv ISO 14123-2:1998）

3 术语和定义

GB/T 14896.7-2004 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

危险 hazard

可能损伤或危害健康的起源。

注：“危险”一词一般与其他词联合使用限定其起源和预料其对身体损伤或危害健康的性质，如电击危险、辐射危险、冷热危险、污染危险、挤压危险、剪切危险、中毒危险等（由机床产生的各种危险见第四章）。

3.2

风险 risk

在危险状态下，可能损伤或危害健康的概率和程度的综合。

3.3

危险区 danger zone

使人面临损伤或危害健康风险的机床内部的某一区域，特别是与激光系统、激光光路、光束传输系统的有关区域及成形加工区和（或）周围的区域。

注：产生本定义中所设想的风险中的危险既可在机床预定试用期间经常存在（危险运动件的运动，焊接时的电弧等），也可能意外地出现（意外起动）。

3.4

加工区 machining area

成形室内激光光束与成形材料或工件相互作用的区域。

3.5

安全防护 safeguarding

采用称为安全防护装置（安全装置、防护装置）的特定技术手段，防止人们遭到不能由设计适当避免或充分限制的各种危险的安全措施。

3.6

操作者 operator

对机床进行安装、使用、调整、维护、修理或转场运输的人员。

3.7

防护装置 guard device

通过物体障碍方式专门用于人身保护的装置。防护装置的结构可以是壳、屏、门、防护罩、挡板围封、封闭式防护装置等。

注 1：防护装置的作用可以是：

——单独作用，只有当它关闭时才是有效的；

——与有或无防护锁的联锁装置联合作用，在这种情况下，防护装置无论在任何位置都能保证防护作用。

注 2：“关闭”对固定式防护装置来说是“保持在应有位置”。

3.8

安全装置 safety device

消除或减小风险的单一装置或与防护装置联用（而不是防护装置）的装置。

3.9

激光器 laser

主要通过受控受激发射过程产生或放大波长在 180nm~1mm 的电磁辐射的装置。又称光量子放大器。

3.10

激光辐射 laser radiation

由激光产品的受控受激发射而产生的波长为 180nm~1mm 的所有电磁辐射。

3.11

激光快速成形机床 laser rapid prototyping machines

以激光为加工能量，采用逐层离散 / 堆积的原理进行快速成形加工处理的机床。其包含有一台或多台激光器，能够提供足够的能量或功率，使至少有一部分成形材料或工件融化烧结、气化蒸发、相变固化。

3.12

成形材料 forming materials

用于以激光为加工能量的快速堆积加工处理成形零件的材料。

4 危险一览表

机床的危险因素参见附录 A。

5 安全防护要求及措施

5.1 一般要求（检查见 7.1）

5.1.1 在设计机床确定预定功能、预定用途、预期寿命、选用激光系统以及推荐适用成形加工材料时，应考虑安全防护措施。机床按规定条件制造、安装、调试、维护、修理、贮存、运输和使用时，不应应对人员和环境构成危险和造成伤害。

5.1.2 应通过设计排除或减小风险，包括单独或组合使用以下措施：

- 选用适当的设计结构避免及减小风险；
- 减少操作者进入危险区的需要，以控制其面临危险。

5.1.3 通过设计不能避免或充分限制的危险，应采用安全防护装置对人员加以防护。

5.1.4 对于因防护装置不足而残留的风险以及某些不能防护的危险，应通过有效方式告知操作者。应在使用说明书中说明，必要时还应在危险部位设置警告标志或标牌。

5.2 机械危险及防护（检查见 7.2）

5.2.1 在操作者可能触及的机床部位不得有尖棱、尖角、锐边等缺陷，以免引起刺伤和割伤危险。

5.2.2 在预定工作条件下，机床及其部件不应出现意外倾覆。激光系统、光束传输部件应有防护措施并牢固定位，防止造成冲击和振动。

5.2.3 机床的往复运动部件应采取可靠的限位措施。各运动轴应设置可靠的电气、机械双重限位装置，防止造成滑落的危险。

5.2.4 机床的加工区应设联锁的防护罩，光束的通道应防护围封。对于工作区采用封闭结构的机床，成形室应设联锁的门。

5.2.5 联锁的防护装置打开时，机床应停止工作或不能起动，并确保在防护装置关闭前不能起动。如成形室的门打开时，机床不能加工，以防止运动部件高速运行时造成冲撞的危险。

5.2.6 机床的激光成形加工装置应安全、可靠，确保其不致脱落或在运动时不被甩出。

5.2.7 在危险性较大的部位应考虑采用多重不同安全防护装置，并有可靠的失效保护机制。如高温保护措施，光束终止衰减器、挡板、自动停机机构等光机电多重保护装置。

5.3 安全防护装置（检查见 7.3）

5.3.1 安全防护装置是针对所涉及的机构运动危险而设置的。它应做到：

- 满足所需的机构强度和刚度，性能可靠；
- 不增加任何附加危险（如造成夹伤、剪切等）；
- 能牢固可靠地固定。

5.3.2 可拆卸的防护装置应装拆方便，其质量不得大于 6kg。防护装置的开启推动力不得大于 40N。

5.4 控制系统和装置的安全防护（检查见 7.4）

5.4.1 机床的控制装置和控制电路应符合 GB 5226.1-2002 的要求，对于激光系统和机床其余部分，可使用各自独立的控制装置，保证其功能可靠，并确保所有功能不相互干扰。控制系统应能承受预期的工作负荷和外来影响。控制信息载体的中断和损坏不应导致运动失控、激光系统的延时关断等危险局面的出现。

5.4.2 设置控制系统时应考虑到误操作可能导致的附加危险。容易出现误操作的控制器件应在设计上考虑容错。

5.4.3 机床应为每种控制功能设置工作状态选择开关，其每一个设置只允许对应一种控制功能或工作状态（如自动控制或调整、检查），也可用其他方式（如代码控制）进行工作状态选择。机床停机开关应能使在机床运动部件停止的同时隔离激光光束，或不再产生激光光束；激光器停机开关应能使激光光束不再产生。

5.4.4 每个“起动”控制元器件附近均应设置一个“停止”控制元器件。机床的每个操作位置均应设置急停器件。机床的急停应能实现：

- 使激光光束不再产生并自动把激光光闸放到关断位置；
- 使机床停机（控制装置断电）；
- 切断激光电源并释放储存的所有能量。

5.4.5 经常观察读数的仪表的安装高度一般为 0.7m~1.7m。不经常观察读数的仪表的安装高度允许为 0.3m~2.5m。激光系统的光束监测位置应高于操作者的水平视线，同时应采取相应的安全防护措施。

5.4.6 在防护装置被打开或被移动，或联锁装置失效时，机床不能自动运行工作。如机床的设计要求在一个或多个防护装置被打开（正常加工时是闭合的），且对机床控制装置供电的情况下，能临时执行某些程序，则提供的工作方式应能使那些防护装置无效。选择的工作方式：

- a) 用可锁定方式的选择器；
- b) 能自动隔离激光光束；
- c) 能防止机床自动运行。

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

5.5 电气危险与防护(检查见 7.5、7.13)

5.5.1 电气箱（柜）的防护等级应符合 GB 5226.1-2002 的规定。

5.5.2 机床的保护接地电路的连续性、绝缘电阻检验及耐压试验应符合 GB 5226.1-2002 的规定。

5.5.3 机床成形室内的电气设备（包括元器件）应为具有耐热、耐腐蚀及防爆等级要求的电气产品（见 GB 5226.1-2002 中 19.4 的规定）。

5.5.4 机床电气设备的其他安全防护要求应符合 GB 5226.1-2002 的规定。

5.5.5 使用高压（高于 1kV）的激光器，应在切断激光电源时，使电容器储存的能量快速释放。阳极工作电压大于 5kV 的电子器件，应进行 X 射线屏蔽。

5.6 温度控制安全防护要求(检查见 7.6、7.14)

5.6.1 激光加工系统应采用可靠的温度控制装置，能自动调节其温度，其加热系统外部应采取隔热防护措施（如加装用隔热材料制成的防护罩），以防止烫伤的危险。

5.6.2 成形室或料斗槽加热的机床，应采取下列防护措施：

- 采用可靠的温度控制装置，控制加热器温度，防止温度过高；
- 成形室或料斗槽温度超过设定温度时应报警，并可按工艺要求停止加热或关机。

5.6.3 成形室门应与激光加工加热系统联锁，在其加热和加工运行时，门不能打开。

5.6.4 应在机床使用说明书中提示不同成形材料所需的加热温度和成形室、料斗槽的温度范围。

5.7 排风、灭火安全防护要求(检查见 7.7)

5.7.1 成形室应设有排风装置，流量应满足冷却要求，可按工艺要求与成形室、料斗槽加热器联动或互锁。

5.7.2 在使用促进激光与成形材料相互作用的辅助气体（如氧气）时，应在使用说明书中提出工作间排气、通风以及对灭火器材的要求。

5.8 有害物质防护要求(检查见 7.8、7.15)

5.8.1 应按 GB/T 18569.1-2001 规定的原则，考虑到排放的烟雾及成形材料散落在空气中的颗粒物对健康产生有害性风险，采取适当方法予以回收，达标排放，并在使用说明书中提出对有害物质的限值以及这些成形材料在加工过程中产生的烟雾和颗粒物的极限值。

5.8.2 有害性物质浓度的测定方法按 GB/T 18569.2-2001 的规定。

5.9 激光辐射的安全防护（检查见 7.9）

5.9.1 应按 GB 7247.1 的规定进行激光辐射的安全防护。

5.9.2 激光辐射可能超过 1 级 AEL（可达辐射极限）时，应有一个或多个防护装置防止人员进入加工区。根据光束相对于工件的方向、激光加工的类型、成形加工材料的性质及加工区的能见度来选

定采用局部或外围有效防护激光辐射的保护措施。

5.9.3 考虑到维修期间人员有时会不可避免地接近 1 级 AEL（可达辐射极限）以上的激光辐射，应按下述四种情况（按所列先后顺序考虑）进行激光加工机床的设计并提供适当的安全保护措施：

- a) 在危险区外进行检修；
- b) 在危险区内进行检修，用和生产期间相同的方式控制接近（如联锁的防护罩）；
- c) 在危险区内进行检修而接近不超过 1 级 AEL（可达辐射极限）的激光辐射（如把生产期间正常封闭的防护装置打开）；
- d) 在危险区内进行检修，如在打开生产期间正常封闭的防护装置时，可接近超过 1 级 AEL（可达辐射极限）的激光辐射。

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

5.9.4 在培训、规划和方案验证期间应避免人员接近 3A 级 AEL（可达辐射极限）以上的激光辐射。如不能满足这一条件，则应符合检修期间的防护要求。

5.9.5 激光光束的隔离应通过截断光束和（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。

实现光束隔离应使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有一个指示器给予说明（即防止光束射出）。

应提供一简便易行的方法使挡住光路的光束挡块锁定，为此允许使用钥匙开关。

在下述情况下可由机床的制造者提供附加的光束挡块：

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

5.9.6 考虑到人员必须停留在危险区内（生产情况除外）的情况，机床应提供控制系统及激光光束发射的装置，且应由位于危险区内的人员操控。这种装置应符合下列要求：

- 该装置应有一手持式控制开关，它断开时能防止人员接近 3A 级 AEL（可达辐射极限）以上的激光辐射；
- 在用该装置进行控制时，机床控制系统及激光光束的发射应完全只由该装置控制；
- 若通过门可以进入危险区，则应在这些门都关好以后才能用该装置启动激光发射。

5.10 噪声（检查见 7.10）

5.10.1 机床整机噪声声压级不应超过 75dB(A)。机床的噪声声压级测量方法应符合 GB/T 16769-2008 的规定。

5.10.2 机床在运转时不应出现尖叫声和冲击声。

5.11 照明（检查见 7.11）

5.11.1 应提供机床安全工作所需的照明装置或在机床上预留照明装置的接口。

5.11.2 机床照明装置的电气安全防护要求应符合 GB 5226.1-2002 中 16.2 的规定。

6 使用信息（检查见 7.12）

6.1 信号和警告装置

信号和警告装置的设计、配置应便于检查。使用说明书中应有对警告装置的检查规定。激光器工作时应有明显的信号指示，警告标志应贴在机床的醒目位置，并应符合 GB 7247.1 的要求。

6.2 标志和符号

6.2.1 机床及激光系统部件应有产品标志（铭牌），主要包括下列信息：

- 制造厂名称；
- 产品名称；
- 产品型号、激光器的分类级别；
- 生产日期或出厂日期；

——产品编号。

6.2.2 机床及其附件的注油位置和润滑点应有标志。操作件的颜色应与主机不同。

6.2.3 机床易发生危险的部位（包括防护装置）应有警告操作者注意各种危险的安全标志或涂上安全色。安全标志应符合 GB 2894 的规定。安全色应符合 GB 2893 的规定。

6.2.4 机床电气设备的标志应符合 GB 5226.1-2002 的规定。

6.2.5 机床上的安全标志及安全色应采用防腐材料制作，安装牢固，显示清晰。信息应保持醒目可见，且不应被阻挡。

6.2.6 激光器产品应根据其型号、级别，贴有各种标志，并应符合 GB 7247.1 的要求。在其使用、维护或检修期间，标志应保持固定，字迹清楚，明显可见。标志的边框及符号应在黄底面上涂成黑色。

6.3 使用说明书

6.3.1 概述

使用说明书中关于安全方面的要求应全面、具体，明确提醒操作者在操作中可能会面临的危险，并应有危险防范措施和防护方法的说明。使用说明书安全内容见 6.3.2~6.3.7。使用说明书的载体（纸质或光盘）应保证经久耐用。

在使用说明书和（或）操作手册中还应包括下列内容：

a) 应符合 GB 7247.1 规定的对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，应配戴适用于其激光波长与功率的防护眼镜。

b) 用来驱动激光器及其辅助设备的电压和电流是有危险的。其电源可能包含有电容器组，在设备切断电源之后，它还可能要持续一段时间才会放完电。在维修电源时应予以充分注意，遵循电气安全规程。

6.3.2 机床的运输、搬运和贮存信息

机床的运输、搬运和贮存信息包括：

——机床的安全贮存条件；

——机床的尺寸、质量和重心位置；

——机床的搬运说明（如起吊设备的施力点），激光系统部件宜航空运输；

——机床的包装安全防护要求及包装图示标志，激光系统部件用原包装、原标识单独封装。

6.3.3 机床交付试运转的信息

机床交付试运转的信息包括：

——机床固定的要求；

——装配和安装要求：安装的空间要求等，激光系统部件必须牢固安装、可靠固定、在其光路及延长线方向不得有平凸面反射物；

——机床动力源的连接说明（包括接地装置的要求）；

——允许的环境条件：如环境温度、湿度、粉尘和振动等要求。

6.3.4 机床自身的信息

机床自身的信息包括：

——机床产生的噪声数据；

——安全功能的说明和图表。

6.3.5 机床使用信息

机床使用信息包括：

——使用前的准备和检查；

——使用前和使用中的安全警示和安全防护、警告标志的说明；

——起动及运行过程中的操作程序、方法、注意事项以及易出现的误操作和防范措施；

- 运行中可能出现的危险情况；
- 运行中安全状况的监测和记录。

6.3.6 机床维修信息

应提出维修人员进行维修的安全技术要求，对激光系统部件的维护和检修应严格按产品技术安全规程由具有技术资质人员及激光安全员共同完成。

6.3.7 有害物质排放信息

排放有害物质的相关附件的安装、使用应予说明；有害物质的排放应符合国家有关环保的规定。

7 安全防护要求的检验

机床的安全防护要求可通过检查、试验等进行检验。检查可通过目测、手动检验及测量等实施，试验则是按照一定的方法，通过仪器测量相应指标数据，得出定性和定量结论（试验中可有检查内容）。

7.1 一般检查（安全防护要求见 5.1）

通过安全评估、设计安全分析等检查机床是否达到了安全设计的要求以及安全措施是否合理。

7.2 机械危险及防护的检查（安全防护要求见 5.2）

7.2.1 机床易接触到的部分是否平整，是否有尖棱、尖角、毛刺等。

7.2.2 机床及其部件安装是否稳固。

7.2.3 往复运动部件是否采取了可靠的限位措施；各运动轴（电动）除电气限位措施外，是否采取了可靠的机械限位措施。

7.2.4 机床的加工区是否安装了联锁的防护罩，光束的通道是否安装防护围封，成形室是否设置了联锁的门。

7.2.5 联锁防护装置的联锁是否有效、可靠。按设计要求，对联锁功能重复三次试验。

7.2.6 激光成形加工装置是否可靠。

7.2.7 危险性的部位是否采取了多种不同的防护措施。

7.3 安全防护装置的检查（安全防护要求见 5.3）

7.3.1 安全防护装置的设置是否合理，其本身刚性、强度、可安装性等是否符合要求，是否增加了附加危险。

7.3.2 常拆卸的防护装置的质量是否不超过 6kg。防护装置的开启推动力是否小于 40N。

7.4 控制系统安全防护检查（安全防护要求见 5.4）

7.4.1 控制系统功能是否可靠，机床或激光系统的控制装置功能是否相互干扰。控制信息载体的中断是否会导致危险。

7.4.2 易出现误操作的控制器件是否进行了容错设计。是否采取了防止意外起动的措施。

7.4.3 工作状态选择开关是否一个位置对应一种控制方式或工作状态；机床的停机开关能否停机同时隔离或停止产生光束。

7.4.4 机床“起动”、“停止”器件及急停器件的设置是否合理、正确；机床的急停器件能否实现预定功能。

7.4.5 仪表及激光光束观测等的高度是否符合要求。

7.5 电气安全检查（安全防护要求见 5.5）

7.5.1 电气箱（柜）的防护等级是否符合要求。

7.5.2 电气箱（柜）的接地电阻、电路间的绝缘电阻及耐压是否符合要求。

7.5.3 成形室内的电气设备是否为具有额外耐热耐腐蚀防爆要求的产品。

7.5.4 机床其他电气设备是否符合 GB 5226.1-2002 的规定。

7.5.5 高压电容器组的能量有否适当的释放措施，有害的射线是否得到屏蔽。

7.6 温度控制安全防护检查（安全防护要求见 5.6）

7.6.1 激光成形加工加热系统的温度控制装置是否可靠，是否采取了隔热防护措施。

7.6.2 成形室、料斗槽加热器是否采取了可靠的温度控制装置。

7.6.3 成形室门是否与激光成形加工加热系统进行了连锁。

7.6.4 使用说明书中是否给出了相应的温度数值。

7.7 排风系统安全防护检查(安全防护要求见 5.7)

成形室是否有排风装置,流量是否达到设计要求,是否与加热器连锁。

7.8 有害物质安全防护检查(安全防护要求见 5.8)

是否按有关法规的要求对有害物质的排放及回收设置适当的装置,并履行向用户告知的责任。

7.9 激光辐射的安全防护检查(安全防护要求见 5.9)

7.9.1 使用说明书是否对激光辐射安全防护管理措施,生产、检修及培训规划、方案验证等各个期间的技术规范做了说明和规定。

7.9.2 隔离激光光束的措施是否建立,技术措施及装置是否适用、合理及齐全。

7.9.3 人员进入危险区的保护措施是否有效并被确实执行。

7.10 噪声检查(安全防护要求见 5.10)

噪声声压级是否 $\leq 75\text{dB(A)}$,机床是否有尖叫声和冲击声。

7.11 照明检查(安全防护要求见 5.11)

7.11.1 机床上是否提供了所需要的照明装置或相应的接口。

7.11.2 机床上照明装置的电气安全是否符合 GB 5226.1-2002 的规定。

7.12 使用信息检查(安全防护要求见第 6 章)

7.12.1 机床及激光系统的信号、警告装置、标志和符号等是否完善。

7.12.2 机床及激光系统的标志和符号等是否牢固、清晰可见。

7.12.3 使用说明书是否对机床的危险、防护措施及环保要求作了明确说明。

7.12.4 使用说明书载体是否能经久耐用。

7.12.5 使用说明书中是否提供了不同成形材料的激光成形加工的加热温度和成形室温度范围。

7.13 电气安全试验(安全防护要求见 5.5)

机床应按 GB 5226.1-2002 的规定作如下试验:

a) 保护接地电路的连续性

保护接地电路连续性试验应按 GB 5226.1-2002 中 19.2 的规定进行。

b) 绝缘电阻试验

绝缘电阻试验应按 GB 5226.1-2002 中 19.3 的规定进行。

c) 耐压试验

耐压试验应按 GB 5226.1-2002 中 19.4 的规定进行。

7.14 激光成形加工加热系统控制试验(安全防护要求见 5.6)

7.14.1 激光成形加工加热系统温度控制试验:

a) 按使用说明书的提示选择成形加工的加热温度范围,作为温度上、下限值的设定值;

b) 调整温度控制装置使成形加工加热温度低于下限值或高于上限值时,温度控制装置都应能自动调节加热系统,在预定的时间内使成形加工的加热温度上升或下降;

c) 重复试验 3 次,温度控制应正确、可靠。

7.14.2 成形室加热器温度控制试验:

a) 按使用说明书的提示选择成形室料斗槽温度范围,作为成形室料斗槽温度上、下限设定值;

b) 调整温度控制装置使成形室料斗槽温度低于下限值或高于上限值时,温度控制装置都应能自动调节加热器,在预定的时间内使成形室料斗槽温度上升或下降;

c) 重复试验 3 次,温度控制应正确、可靠。

7.15 有害物质检测(型式检验,安全防护要求见 5.8)

按 GB/T 18569.1-2001 和 GB/T 18569.2-2001 进行试验。

附录 A
(资料性附录)
与本标准有关的危险一览表

本表按 GB/T 15706.1-2007、GB/T 15706.2-2007 及 GB/T 18490 给出的原则，结合以激光为加工能量的快速成形机床的具体情况列出。

表 A.1 危险一览表

危险		本标准中对应章条
1	机械危险	5.2
1.1	尖棱、尖角、锐边等的刺伤和割伤危险	5.2.1
1.2	机床及其部件倾覆危险	5.2.2
1.3	滑落危险	5.2.3
1.4	冲撞危险	5.2.5
1.5	激光成形加工装置坠落或抛射危险	5.2.6
2	高温危险	5.6
2.1	烫伤危险	5.6.1、5.6.2、5.6.3、5.6.4
2.2	火灾危险	5.7.2
3	电气危险	5.5
3.1	电气设备危险	5.5.3、5.5.4
4	忽略人类工效学产生的危险	5.4.2~5.4.5
4.1	误操作危险	5.4.2
4.2	控制状态设置不当	5.4.3
4.3	不适当的工作面照明	5.11.2
5	由于能源失效、机械零件损坏等产生的危险	5.2.3、5.2.6、5.2.7、5.4.1
5.1	控制零件或流体意外抛射	5.2.6
5.2	控制信息载体的中断，控制系统的失效、失灵	5.4.1
6	由于安全措施错误的或不正确的定位产生的危险	5.2、5.3、5.4、6
6.1	防护装置的联锁不可靠危险	5.2.3
6.2	各类有关安全装置	5.3
6.3	各类防护装置	5.3
6.4	起动和停机装置	5.4.4
6.5	安全信号和装置	6.1
6.6	各类信息和报警装置	6.1、6.2、6.3
7	激光辐射危险	5.9
7.1	直射反射及离子辐射导致的危险	5.9
7.2	由激光闪光灯、放电管或射频源发出的伴随辐射的危险	5.9.2
7.3	因光束作用使成形件 / 物料二次辐射的危险	5.9.3
8	材料和物质导致的危险	5.6.4、5.7.2
8.1	激光器产品（激光气体、激光染料、激活气体、溶媒）危险	5.7.2
8.2	光束与成形物料相互作用导致的火灾及爆炸危险	5.7.2
8.3	促进光束与物料相互作用及产生的中毒、氧缺乏的危险	5.7.2