

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T XXXXX—XXXX

代替 XX/T

激光淬火机技术规范

Technical specification for laser hardening machines
(草案)

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

(本草案完成时间：2025.08.27)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前 言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 淬火机组成与环境要求 2

 4.1 组成 2

 4.2 环境要求 2

5 安全防护要求 2

 5.1 激光辐射安全 2

 5.2 电气及控制安全 3

 5.3 机械安全 3

6 一般技术要求 3

 6.1 激光器要求 3

 6.2 导光系统要求 3

 6.3 运动平台要求 3

 6.4 电气控制系统要求 3

 6.5 防护装置要求 4

 6.6 除尘装置要求 4

 6.7 水冷装置要求 4

 6.8 空运转试验 4

 6.9 负荷运转试验 5

7 试验方法 5

 7.1 安全防护 5

 7.2 激光器 5

 7.3 导光系统 5

 7.4 运动平台 6

 7.5 电气控制系统 6

 7.6 防护装置 6

 7.7 除尘装置 6

 7.8 水冷装置 6

 7.9 空运转试验 7

 7.10 负荷运转试验 7

8 检测规则 7

 8.1 概述 7

 8.2 检验原则 7

 8.3 检验项目 7

 8.4 合格判定 8

9 标志、包装、存储与运输 8

 9.1 标志 8

 9.2 包装 8

 9.3 运输 9

 9.4 贮存 9

附 录 A（资料性） 常用激光器及特点 10

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。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国光辐射安全和激光设备标准化技术委员会（SAC/TC 284）和全国特种加工机床标准化技术委员会（SAC/TC 161）共同归口。

本文件起草单位：浙江工业大学、浙江久恒光电科技有限公司、武汉华工激光工程有限责任公司、华工法利莱切焊系统工程有限公司、绵阳华工智能装备有限公司、苏州电加工机床研究所有限公司、苏州天弘激光股份有限公司、四川中久大光科技有限公司、武汉锐科光纤激光技术股份有限公司、宁波海天激光科技有限公司、度亘核芯光电技术（苏州）有限公司、烟台恩邦电子科技有限公司、大族激光智能装备集团有限公司、中国电子科技集团公司第十一研究所、国网电力科学研究院武汉南瑞有限责任公司、浙江宸诺激光智能科技有限公司、中车工业研究院（青岛）有限公司。

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

激光淬火机技术规范

1 范围

本文件规定了激光淬火机的组成、环境要求、安全防护要求和技术要求，描述了相应的试验方法，规定了检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于激光淬火机的制造。

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/T 191 包装储运图示标志

GB 2894 安全标志及其使用导则

GB/T 5226.1-2019 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件

GB/T 5706 机械安全风险评估标准

GB/T 7247.1 激光产品的安全 第1部分：设备分类和要求

GB/T 7247.4 激光产品的安全 第4部分

JB/T 8356 机床包装 技术条件

JB/T 9312 光学零件 包装

GB/T 10320 激光设备和设施的电气安全

GB/T 14896.9 特种加工机床 术语 第9部分：激光加工机床

GB/T 13306 标牌

GB/T 13863 激光辐射功率和功率不稳定性测试方法

GB/T 15313 激光术语

GB 16297 大气污染物综合排放标准

GB/T 18683 钢铁件激光表面淬火

GB/T 18490.1 机械安全 激光加工机 第1部分：通用安全要求

GB/T 18569.2 机械安全 减小由机械排放的有害物质对健康的风险 第2部分：生成验证流程的方法

GB 44703 光辐射安全通用要求

GB 46037 特种加工机床 安全技术要求

3 术语和定义

GB/T 7247.1、GB/T 14896.9、GB/T 15313、GB/T 18683 界定的术语和定义适用于本文件。

3.1

激光淬火 laser hardening ; laser quenching

以激光为能源，以极快的速度加热工件表面的自冷淬火。

来源：GB/T 18683 的 3.1 激光表面淬火

3.2

激光淬火机 laser hardening machine; laser quenching machine

采用激光淬火工艺的机器。

4 淬火机组成与环境要求

4.1 组成

激光淬火机（后面简称“淬火机”）组成部分见表1。

表 1 淬火机组成部分

名称	基本模块	选配模块	组成部分	主要功能
激光器	●		常用激光器有半导体激光器、光纤激光器、CO ₂ 激光器、碟片激光器、YAG 激光器等。常用激光器及特点见附录 A 的表 A.1。	主要为激光淬火工艺提供激光源。
导光系统	●		包括淬火头、可见光同轴瞄准、光束传输及转向等装置。	将激光器发出的激光束传输到工件被加工区域的传输系统。
运动平台	●		常见的运动平台有数控机床、机械手以及复合平台等，包括床身、运动机构和防护装置，可根据工件几何形状选配旋转轴。针对激光淬火工件的形状及技术要求，可选择二维或多维的自动/数控机床、机械手臂或其他适配设备。	实现光束、工件独立移动或相对移动的装置。
电气控制系统	●		包含电气系统、运动控制系统和控制软件等。	控制激光淬火机有序运行的装置，可对控制参数及淬火机状态进行监测、记录与保存。
防护装置	●		可选用防护隔间、屏风、围栏、防护窗、电子围栏、安全互锁等。	为防止激光直接辐射或经工件反射、漫反射到工作人员身体及眼内造成伤害。
除尘装置	●		包括吸尘机/器及其附属设施等。	有效吸附激光淬火过程中产生的烟雾粉尘，确保作业区域及周边环境的洁净。
水冷装置	●		包括制冷系统、水路系统和控制系统等。	为确保激光器及光学系统的稳定运行，防止过热影响设备性能。

4.2 环境要求

通常，淬火机的工作环境应满足下列要求：

- a) 环境温度：5℃~40℃；
 - b) 相对湿度：≤85%，且无冷凝；
 - c) 室内压力：86 kPa~106 kPa；
 - d) 外部干扰：设备周边无影响其正常工作的振动源、电磁场及气流扰动等；
- 对于特定的应用场合，淬火机制造厂商也可与用户共同商定特殊的环境要求。

5 安全防护要求

5.1 激光辐射安全

- 5.1.1 淬火机的光辐射安全应符合 GB 44703 第 6 章对高风险等级激光产品的规定，满足 GB/T 7247.1-2024 第 6 章对 4 类激光产品的安全要求。
- 5.1.2 淬火机的激光辐射安全风险标识应符合 GB 44703—2024 中第 5 章的规定。

5.1.3 淬火机应按照 GB/T 7247.4 的规定配置满足 IV 类激光安全的高防护型激光防护屏。

5.2 电气及控制安全

5.2.1 淬火机的电气系统安全应符合 GB/T 5226.1 的相关规定和 GB/T 10320 的要求。

5.2.2 淬火机应按照 GB/T 5226.1—2019 中第 6 章的规定设计安全接地防护，动力电路导线和保护接地电路之间的绝缘电阻不应小于 $1\text{ M}\Omega$ ，且动力电路导线和保护联结电路之间能承受的最大电压应大于淬火机额定电压。

5.2.3 淬火机的保护联结电路应符合 GB/T 5226.1—2019 中 8.2 的规定，急停控制器件应符合 GB/T 5226.1—2019 中 10.7 的规定。

5.2.4 淬火机的电缆或导线的连接、布线和标志，应符合 GB/T 5226.1—2019 中第 12 章和第 13 章的规定。

5.2.5 淬火机宜具备工作环境监测、报警功能。当淬火机超出工作环境要求时，应能立刻停机，待工作环境达到要求时，方能继续工作。

5.2.6 控制系统应设置可靠的电气和机械双重限位功能。

5.2.7 当淬火机配置了感应、电磁场、超声场等辅助能场设备时，淬火机应具备声、磁和电等的防护措施。

5.3 机械安全

5.3.1 淬火机机械安全应符合 GB/T 18490.1

5.3.2 17 中第 5 章的规定，确保设备运行时的机械防护性能。

5.3.3 淬火机的机械安全风险应按照 GB/T 15706 中的要求进行评估并采取相应的风险减小措施。

5.3.4 机械的外露部分不应有可能导致伤害操作者的尖棱、尖角、凸出及开口等。（补充目视法）

6 一般技术要求

6.1 激光器要求

6.1.1 激光器最大输出功率不应小于标称功率。

6.1.2 激光器工作稳定后，功率输出的响应时间宜不超过 0.5 s 。

6.1.3 激光器的输出功率不稳定性应小于 3%。

6.2 导光系统要求

6.2.1 导光系统能够承受的最大功率不应低于激光器最大输出功率

6.2.2 导光系统的传输功率损耗应小于 10%。

6.2.3 导光系统宜选用全封闭。

6.2.4 淬火头应具备水冷回路。

6.2.5 淬火头内部的光学腔体的制造和装配过程应在洁净环境下进行，确保内部无油脂、金属碎屑、纤维等污染物；且装配应密封、无泄漏，防止外部污染物进入腔体内部。

6.2.6 应在淬火头的明显位置粘贴其关键参数，包括适用波长、最大承受功率、光斑尺寸及工作距离等技术指标。

6.3 运动平台要求

6.3.1 运动平台的承重能力不应小于标称最大承重。

6.3.2 运动平台宜配备防湿、防潮、防粉尘等防护措施。

6.3.3 运动平台的各轴运动至极限位置时，应能自动停止。

6.3.4 运动系统在激光淬火加工过程中应保持运行平稳，确保运动平台的夹持端机械振动振幅 $\leq 1\text{ mm}$ ；运动抖动加速度 $\leq 0.2g$ 。

6.3.5 运动系统应具备防碰撞装置，发生碰撞后淬火机立即停止工作。

6.4 电气控制系统要求

- 6.4.1 电气控制系统的监视仪表应显示清晰，操作的开关、旋钮等应灵活可靠。
- 6.4.2 电气控制系统应具备淬火轨迹的编程功能，可选择自动或手动控制其程序运行。
- 6.4.3 电气控制系统应能设置激光器、运动平台的运行参数并监控运行状态，具备记录、查看其运行情况和报警信息的功能。
- 6.4.4 电气控制系统应具备分级声光告警功能，告警信息应在淬火机说明书中详细描述。

6.5 防护装置要求

- 6.5.1 淬火机防护设计应符合 GB/T 7247.4 的要求。
- 6.5.2 激光屏蔽装置通常有透光防护屏与不透光的防护帘。透光防护屏需达到 OD 值 ≥ 4 ；不透光防护帘则应具备耐高温和防金属溅射的特性。
- 6.5.3 激光屏蔽装置应不易倾倒、便于移动，应选用阻燃材料制造，不应使用易燃油漆或高反射率材料。
- 6.5.4 激光屏蔽装置的隔离范围应符合 GB/T 7247.1 规定的 1 类激光防护距离要求，并在显著位置设置安全警示标识。
- 6.5.5 激光工作区域宜配备电子围栏，在激光设备启动前自动激活电子围栏；设置三级优先联锁机制，包括人员闯入立即停机、防护失效报警和紧急按钮触发，并配备声光报警装置。

6.6 除尘装置要求

- 6.6.1 在室内工作的淬火机应配备除尘装置，并能及时处理激光淬火过程中产生的烟尘。
- 6.6.2 吸风口的作用范围应能覆盖淬火加工区域。
- 6.6.3 除尘装置的排放口污染物排放浓度必须符合 GB 16297 的强制性规定。

6.7 水冷装置要求

- 6.7.1 应采用封闭式循环水路设计，确保冷却水稳定流动，减少外界污染。水路应配备进出水口压差报警功能、水温超限保护（超出设定值 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 时触发）等系统安全防护装置。
- 6.7.2 在低温环境下（ $< 5^{\circ}\text{C}$ ），冷却水系统需采取防冻措施，如加装电伴热或采用防冻液混合介质，防止管路结冰导致设备损坏。
- 6.7.3 冷却介质宜采用电阻率 $\geq 1\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$ 的高纯度去离子水或蒸馏水，以减少水垢和离子沉积，避免腐蚀铜质或铝质冷却部件。
- 6.7.4 应满足激光器和淬火头在最大功率下连续工作的制冷要求。
- 6.7.5 激光系统以额定功率工作时，冷却水进水温度和回水温度的温度差值应小于 10°C 。
- 6.7.6 水冷装置应具备 2 路及以上的独立温度控制功能，激光器冷却水温控制精度应在 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 范围，淬火头冷却水温控制精度应在 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 范围。
- 6.7.7 水冷装置的水温设置范围应覆盖 $18^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 区间。

6.8 空运转试验

6.8.1 供电电源适应能力试验

调节淬火机供电电压分别为额定值的 90% 和 110%，运行 2 h，应无故障。

6.8.2 急停试验

- 6.8.2.1 淬火机应具备急停功能，并符合 GB/T 5226.1 的要求。

6.8.2.2 淬火机急停功能应进行联锁功能验证，包括防护门未可靠关闭时激光系统禁止启动的联锁功能；冷却系统发生故障时自动切断激光输出的保护功能；光路系统异常时立即终止激光发射的安全响应，所有联锁功能必须确保在异常条件发生时能及时、可靠地执行预设的安全动作。

6.8.3 运行噪声试验

淬火机空运转时，噪声声压级不应大于 75 dB(A)，且淬火机运行时无冲击声与异响。

6.9 负荷运转试验

6.9.1 加工试验

试验工艺应按照 GB/T 18683《钢铁件激光表面淬火》的 6.2 制定，若用户有特殊需求，须按照用户需求制定试验工艺；试验结果应满足用户要求，检测参数应包含：

- a) 淬火深度；
- b) 淬火截面硬度；
- c) 淬火宽度；
- d) 淬火表面硬度。

6.9.2 稳定性试验

6.9.2.1 淬火机在额定的最大淬火效率条件下累计工作 4 h，间隔次数不超过 3 次，每次间隔时间不超过 30 min，加工过程中应平稳、可靠。

6.9.2.2 淬火机在用户要求的工艺参数下进行激光淬火加工，加工长度累计 10m，加工全过程试样工艺效果应稳定一致。

7 试验方法

7.1 安全防护

7.1.1 按照 GB/T 5226.1—2019 中 18.3 的方法，在动力电路导线和保护接地电路间施加 500 V 直流电时测得的绝缘电阻不应小于 1 M Ω 。

7.1.2 按照 GB/T 5226.1—2019 中 18.4 的方法，在动力电路导线和保护联结电路之间施加最大试验电压（两倍的电气设备额定电压与 1000 V 的较大者）1 s，不应出现击穿放电现象。

7.1.3 模拟运动轴超程，检测电气限位与机械硬限位是否均应能立即触发急停并中断轴运动。

7.1.4 目视检查淬火机外露部分是否存在有可能导致伤害操作者的尖棱、尖角、凸出及开口等。

7.2 激光器

7.2.1 在最大功率下运行激光器，采用功率计测量输出激光功率的值，与标称功率进行比较。

7.2.2 采用高速功率探头测量激光器从低功率阶跃至额定功率时，输出达到 90% 目标值的响应时间应 ≤ 0.5 s。

7.2.3 按照 GB/T 13863 的方法，测量激光功率不稳定性。

7.3 导光系统

7.3.1 在最大输出功率下连续运行激光器 30min，检查各光学镜片是否过热或损坏。

7.3.2 采用功率计测量传输光路输出端的功率，与设定值进行比较并计算损耗率。

7.3.3 目视检查导光系统是否全封闭。

7.3.4 目视检查淬火头内部的水路配备情况。

7.3.5 在洁净环境下，使用内窥镜检查腔体内部无污染物，并采用氦质谱检漏仪测试确认密封性达标无泄漏。

7.3.6 目视检查淬火头参数的标注情况。

7.4 运动平台

7.4.1 在运动平台中心位置施加 1.1 倍标称最大承重的静载荷，保持 10 分钟，平台结构无永久变形且所有运动轴功能正常。

7.4.2 目视检查运动平台是否具备除湿、除尘措施。

7.4.3 模拟超行程运动，观察当各线性轴运动至极限位置时，运动平台是否停止。

7.4.4 在额定功率下连续运行激光淬火机，采用激光测振仪测量夹持端的机械振动振幅，并使用加速度传感器采集运动抖动数据，分析其最大加速度值。

7.4.5 在淬火机静止或低速运行状态下，使用可调节力度的测试装置以设定阈值力触碰淬火头防碰撞传感器，观察淬火机是否立即停止运动和激光输出，并触发报警信号。

7.5 电气控制系统

7.5.1 开启淬火机，采用目视法检查监视仪表是否显示清晰，同时，开关/旋钮进行 50 次循环操作，检查其是否无卡滞、松动现象。

7.5.2 通过控制系统的手动按钮和编程的方式，分别测试各轴的手动和自动运行功能，要求响应灵敏，运动方向、速度正常；并且使用系统自带的编程界面编辑相应的淬火轨迹（如平面或螺旋），验证系统是否能解析轨迹文件（如 G 代码或其他格式），并生成对应的控制指令。

7.5.3 目视检查系统的参数设定和运行状态显示功能，查看系统的记录文件和报警信息的正确性。

7.5.4 按照 GB/T 15706，人为触发各级典型故障，采用目视法检查声光报警是否与说明书描述一致。

7.6 防护装置

7.6.1 按照 GB/T 7247.4 对淬火机的防护体系进行检查。

7.6.2 对透光防护屏，用激光功率计和衰减片测试 OD 值；对不透光防护帘，采用高温金属熔滴进行溅射，检查是否有破损。

7.6.3 通过抗倾倒测试（50N 推力不倾倒）和移动力测试（ $\leq 100\text{N}$ ）检查屏蔽装置是否稳定、便携；采用 1000℃ 火焰持续灼烧材料 10 秒，检测是否无明火蔓延；使用反射率仪测量表面反射率，检查是否符合要求。

7.6.4 按照 GB/T 7247.1，检查隔离范围是否符合要求，并目视检查是否按要求设置安全警示标识。

7.6.5 模拟三级连锁场景（人员闯入触发急停、拆除围栏时系统报警、手动急停按钮优先中断激光）来触发电子围栏，测试连锁响应时间及停机动作，同步检查声光报警强度。

7.7 除尘装置

7.7.1 目视检查淬火加工过程中除尘机的烟尘抽吸能力和抽吸范围。

7.7.2 在额定功率下持续运行除尘装置，在排放口采样点采集烟尘，并依据 GB 16297 中规定的分析方法测定污染物浓度，其结果应符合标准限值要求。

7.8 水冷装置

7.8.1 在额定流量下运行冷却装置，模拟压差超过设定阈值时，检验报警功能是否立即触发；加热水温使超出设定值，检查系统是否准确启动保护措施以及报警联动效果。

7.8.2 将冷却系统置于 -10℃ 低温环境中静置 8 小时，检查管路是否结冰；若采用电伴热，需测试其启动温度及加热均匀性是否符合要求；若使用防冻液混合介质，需检测冰点及对金属部件的腐蚀性；恢复常温后验证系统能否正常启动，无渗漏或流量异常。

7.8.3 在 60℃ 加速老化试验中运行 200 小时，检查铜/铝冷却部件表面有无腐蚀或沉积。

7.8.4 在最大激光功率下运行淬火机，观察水冷装置及激光器的水温报警信号状态，并检查水冷装置的冷却能力。

7.8.5 在额定功率下持续运行淬火机 4h，比较冷却水进水温度与回水温度值，检查是否符合要求。

7.8.6 检查说明书中对水冷机的水温控制精度的描述。

7.8.7 目视检查冷却系统水温的设定范围。

7.9 空运转试验

7.9.1 按照GB/T 5226.1的规定试验淬火机供电电源适应能力。

7.9.2 模拟淬火机在工作、试验或检修维护中突然停电的情况，触发急停装置，目视检查淬火机的急停功能及设备恢复供电后的工作状态。

7.9.3 通过模拟防护门开启、冷却系统故障和光路异常三种工况，验证急停连锁功能；同时测试急停按钮响应时间是否符合要求。

7.9.4 淬火机在额定工作条件下运行10 min后，采用声学测量仪进行噪声检测。

7.10 负荷运转试验

7.10.1 加工试验

7.10.1.1 在与用户协商后选定试验材料与工艺参数对样块进行激光单道淬火工艺，并对加工后的试样按照GB/T 18683第7章中单道淬火的评定方法，对试样进行取样、制样以及分析，检测试样的淬火深度、宽度、截面硬度以及表面硬度是否符合要求。

7.10.1.2 若单道淬火的淬火宽度无法满足用户需求时，采用多道淬火的工艺进行加工，并对加工后的试样按照GB/T 18683第7章中多道淬火的评定方法，对试样进行取样、制样以及分析，重新检测试样的淬火深度、宽度、截面硬度以及表面硬度是否符合要求。

7.10.1.3 若用户无特殊要求，则应按照GB/T 18683选取工艺参数进行单道淬火加工并按照GB/T 18683的要求进行测试评定，检查试样的淬火深度、宽度、截面硬度以及表面硬度是否符合要求。

7.10.2 稳定性试验

7.10.2.1 淬火机在设计要求负载下按最大效率累计工作4 h，间隔次数不超过3次，每次间隔时间不超过30 min，目视检查淬火机运转的流畅性及淬火过程的稳定性。

7.10.2.2 根据用户要求进行激光淬火工艺加工，加工长度累计10m，每间隔0.5m进行金相取样，按照GB/T 18683对试样进行表面硬度、表面淬火硬化层深度、表面淬火硬化层宽度进行测试评定，检测加工过程的工艺效果稳定性。

8 检测规则

8.1 概述

根据检验原则和检验目的的不同，淬火机的检验分为出厂检验和型式检验。

8.2 检验原则

8.2.1 每台淬火机在出厂前都应进行出厂检验。

8.2.2 有下列情况之一时，淬火机应进行型式检验：

- 新淬火机定型或淬火机改进时；
- 淬火机结构、材料、工艺发生重大改变，可能影响性能时；
- 淬火机停产1年以上再次恢复生产时；
- 质量监督机构提出型式检验要求。

8.2.3 型式检验应从出厂检验合格的淬火机中抽取，数量应满足型式检验的样本要求。

8.2.4 在进行更换光纤、重大保养等行为后需进行出厂检验。

8.3 检验项目

淬火机的检验按照表3进行。

表 3 淬火机检验项目

序号	检验项目		要求章条号	检验方法章条号	出厂检验	型式检验
1	安全与防护		5	7.1	●	●
3	激光器及导光系统		6.1	7.2	●	●
4	淬火头		6.2	7.3	●	●
5	运动平台		6.3	7.4	●	●
6	电气控制系统		6.4	7.5	●	●
7	防护装置		6.5	7.6	●	●
8	除尘装置		6.6	7.7	●	●
9	水冷装置		6.7	7.8	●	●
10	空运转试验		6.8	7.9	●	●
11	负荷运转实验	加工试验	6.9.1	7.10.1	-	●
12		稳定性试验	6.9.2	7.10.2	●	-
注：1.●表示需进行检验的项目，-表示不需进行检验的项目，空栏表示未按规定对应项目； 2. 部分系统淬火机上不存在，则不需要检验相应项目。						

8.4 合格判定

- 8.4.1 淬火机所有型式检验项目均需达到合格标准，任一项目不合格即判定整机型式检验不合格。
- 8.4.2 出厂检验项目全部合格方可通过检验。首次检验不合格项目允许返修后复检，但返修次数不得超过两次；若第二次复检后仍存在不合格项，则判定整机出厂检验不合格。

9 标志、包装、存储与运输

9.1 标志

9.1.1 铭牌

设备的铭牌应固定在设备的适当部位，并至少标明设备名称、型号、编号、制造单位名称、出厂日期等信息。

9.1.2 警示标志

- 淬火机应含有 GB/T 44703 规定的警示标志，警示标志包括机械警告、电气警告、高温警告、激光辐射警告等，并按照 GB 2894 设置。
- 9.1.2.1 激光标志、标牌应符合 GB/T 13306 的规定。
- 9.1.2.2 淬火机的警示标志应固定在设备及其周边的显著位置，并符合 GB 2894 的规定。
- 9.1.2.3 淬火机应设置当心火灾、当心烫伤、当心高温表面、当心激光等警告标志。
- 9.1.2.4 淬火机还应设置必须戴防护眼镜等指令标志。

9.2 包装

- 9.2.1 淬火机的包装应符合 JB/T 8356 的规定。
- 9.2.2 根据淬火机各部件的形状、尺寸、重量以及存储与运输的要求，选择合适的填充物与内外包装材料。
- 9.2.3 设备与外包装之间应用填充物填实，避免设备在包装内移动，并起到减震作用。
- 9.2.4 外包装应坚固完好，能抵抗存储、装载、运输与卸载过程中的正常冲击、振动和挤压。
- 9.2.5 设备包装箱内应附有说明书、合格证、检测报告、随行备件及装箱清单等纸质或电子材料。

9.2.6 光学镜头的包装应符合 JB/T 9312-1999，应该清洁、干燥后密封包装，避免水汽凝结与雾化影响镜片的透光率与成像质量。

9.3 运输

9.3.1 设备包装箱上的包装储运图示标志应符合 GB/T 191 的规定，包装箱还应标明设备名称等。

9.3.2 运输方案需考虑：设备与运输箱体的固定，装/卸载方式，交通工具的选择，雨雪、沙尘等天气的应对措施等，其中：

a) 使用公路运输时须使用气垫减震车辆；空运包装则需通过 1.2m 跌落测试。

b) 运输时需采用专用的防滑垫和尼龙绑带固定，设备与箱体间需有足够的缓冲层，且关键部件需单独加固。

9.3.3 运输过程中必须使用缓冲材料保证设备承受冲击不超过 3g，采用 IP65 级以上防水箱体。

9.3.4 激光器运输前需用 0.1mm 聚乙烯膜真空密封，内置高效干燥剂，水冷系统必须彻底排空并充注高纯氮气，外包装须清晰标注防潮和易碎标识，确保光学部件在运输过程中绝对防潮。

9.4 贮存

9.4.1 设备应贮存在清洁、通风、干燥、阴凉、无腐蚀性气氛的环境中，并做好防水防潮、防尘、防晒、防冻等措施。

9.4.2 定期对设备的防潮和锈蚀进行重新检验和清洁。

9.4.3 设备贮存应注意防震，必须放置在专用减震平台上，贮存区域要远离振动源并设置隔离带。

附 录 A
(资料性)

常用激光器及特点

激光淬火常用激光器及特点见表A. 1。

表 A. 1 常用激光器及特点

激光器类型	激光器特点
CO ₂ 激光器	通常利用硬光路，体积大、结构复杂，使用寿命较短，易实现均匀的大光斑；若不预置吸光涂料，工件材料的激光吸收率较低。
半导体激光器	通常利用光纤输出，体积小、重量轻，使用寿命长，便于集成和移动使用，电光转换效率高，易实现均匀的大光斑。
光纤激光器	采用光纤输出，体积小、重量轻，使用寿命长，便于集成和移动使用，电光转换效率高，但光斑均匀性较差。
碟片激光器	通常利用光纤输出，体积小、重量轻、价格较贵，电光转换效率高，但光斑均匀性较差。
YAG激光器	可利用光纤输出，激光功率易衰减，不适合大面积表面淬火。