



国家示范性高职院校建设项目成果
高等职业教育教学改革系列规划教材

激光加工设备 电气控制

◎ 杨 晟 主编 ◎ 李建新 主审



• 理论与实践相结合，注重基础知识的应用和基本技能的培养

• 按照先部分、再总体，先基础知识、再综合应用的形式组织内容

• 内容选择上注重实用性和针对性，案例均源于国内主流激光企业

• 提供免费的电子教学课件，以方便教师教学



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

高等职业教育教学改革系列规划教材

激光加工设备电气控制

主 编 杨 晟
副主编 范有雄 孙冬丽 石金发 张泽奎
主 审 李建新

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书主要讲述激光加工设备电气控制技术的基础与主要控制单元的控制原理。激光加工设备电气控制技术的基础与主要控制单元包括低压电气控制、制冷系统电气控制、激光电源、PLC 控制、激光加工设备数控系统、激光加工设备机器人应用等,通过对主要控制单元的讲述使读者掌握激光加工设备电气控制系统的工作原理。本书在内容选择上注重实用性和针对性,实际案例均来源于国内主流激光企业的典型激光加工设备。

本书既可以作为高职高专院校激光加工技术、光电子技术专业及其他相关专业的教材,也可以作为工业激光应用领域工程技术人员的培训教材及参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

激光加工设备电气控制 / 杨晟主编. —北京: 电子工业出版社, 2014.9
高等职业教育教学改革系列规划教材
ISBN 978-7-121-23304-3

I. ①激… II. ①杨… III. ①激光加工—设备—电气控制—高等职业教育—教材 IV. ①TG665

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 107482 号

策划编辑: 王艳萍

责任编辑: 郝黎明 特约编辑: 安家宁

印 刷: 三河市双峰印刷装订有限公司

装 订: 三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 17.75 字数: 454.4 千字

版 次: 2014 年 9 月第 1 版

印 次: 2014 年 9 月第 1 次印刷

印 数: 2 000 册 定价: 38.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

激光加工作为一种新兴加工手段在工业领域得到了大量应用。激光加工设备是一种集光、机、电、计算机于一体的设备，激光加工设备电气控制系统是包括低压电气控制、制冷系统电气控制、激光电源、PLC 控制、激光加工设备数控系统、激光加工设备机器人应用等多学科知识的综合体。激光加工领域包括很多方面，激光加工设备也有很多品种，本书主要对目前国内应用最广泛的以灯泵固体激光器、光纤激光器、半导体泵浦固体激光器为代表的激光打标、激光焊接、激光切割等激光加工设备进行论述。

本书内容主要包括激光加工设备低压电气控制、制冷系统电气控制、激光电源、PLC 控制、激光加工设备数控系统、激光加工设备机器人应用。本书所讲述的理论、设备和案例均来源于实践，结构上采取先部分、再总体，先基础知识、再综合应用的形式。

本书重点讲述知识的综合应用，如 PLC 控制部分主要要求学生掌握 PLC 的基本编程方法和技巧，学会应用 PLC 解决激光加工设备电气控制系统的实际需要。

本书是近几年我校与企业联合办学，教师深入企业实践的结果。在本书的编写过程中，得到了华工激光、瑞丰光电、楚天激光、逸飞激光、中谷电源、九申光电等激光企业的大力支持，在此深表感谢。

本书由武汉软件工程职业学院杨晟担任主编，范有雄、孙冬丽、石金发、张泽奎担任副主编，李建新担任主审。其中，第 1~5 章由杨晟编写，第 6 章由杨晟、范有雄、石金发编写，第 7 章由杨晟、孙冬丽、张泽奎编写，程五四、廖卫宁、马庆、余显孝、陶亮、戴江勇、何智恒、李必刚等激光企业专家也给予了很多指导。全书由杨晟统稿。

本书带有配套的教学资源，包括电子教学课件等，请有需要的读者登录华信教育资源网（<http://www.hxedu.com.cn>）免费注册后进行下载，如有问题请在网站留言或与电子工业出版社联系。

由于编者水平有限，书中难免存在遗漏之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第1章 激光加工技术概述	(1)
1.1 激光加工技术概况	(1)
1.1.1 激光加工的原理	(1)
1.1.2 激光加工的优点	(2)
1.1.3 激光加工应用分类	(2)
1.2 我国激光加工产业发展概况	(5)
1.3 激光加工设备的构成	(5)
1.3.1 激光焊接机	(6)
1.3.2 激光打标机	(7)
1.3.3 固体激光切割机	(9)
1.4 激光加工设备电气控制系统	(10)
习题	(19)
第2章 低压电气控制	(20)
2.1 低压电器概述	(20)
2.1.1 低压电器的分类	(20)
2.1.2 低压电器的应用	(20)
2.1.3 低压电器的主要技术指标	(20)
2.2 常用低压电器元件	(21)
2.2.1 接触器	(21)
2.2.2 继电器	(23)
2.2.3 熔断器	(28)
2.2.4 低压隔离器	(28)
2.2.5 主令电器	(31)
2.3 低压电气控制系统	(36)
2.3.1 电气控制系统图识图	(36)
2.3.2 电机基本控制线路	(36)
2.4 激光加工设备低压电气控制系统应用实例	(41)
2.4.1 激光打标机主电路电气控制	(41)
2.4.2 激光设备的循环出光控制	(43)
习题	(44)
第3章 制冷系统电气控制	(46)
3.1 制冷系统工作原理	(46)
3.1.1 空调制冷的原理	(46)
3.1.2 激光设备冷水机	(46)

3.2	武汉汉立 JL 系列激光冷水机电气控制	(48)
3.2.1	汉立 JL 系列激光冷水机	(48)
3.2.2	JL 系列激光冷水机电气控制系统	(50)
	习题	(58)
第 4 章	激光电源	(59)
4.1	固体脉冲激光电源	(59)
4.1.1	固体脉冲激光电源概述	(59)
4.1.2	恒流型脉冲激光电源	(68)
4.1.3	功率反馈脉冲激光电源	(82)
4.2	氪灯激光电源	(102)
4.2.1	主要技术参数	(102)
4.2.2	工作原理	(102)
4.2.3	操作使用说明	(104)
4.3	半导体激光电源	(104)
4.3.1	主要技术参数	(105)
4.3.2	操作使用说明	(105)
	习题	(112)
第 5 章	PLC 控制	(113)
5.1	三菱 FX _{2N} PLC	(113)
5.1.1	PLC 概述	(113)
5.1.2	PLC 的基本组成、工作原理及编程语言	(117)
5.1.3	三菱 FX _{2N} PLC 介绍	(121)
5.1.4	三菱 FX _{2N} 系列 PLC 基本指令及应用	(132)
5.1.5	三菱 FX _{2N} 系列 PLC 步进指令及应用	(145)
5.1.6	三菱 FX _{2N} 系列 PLC 常用功能指令	(149)
5.1.7	三菱 FX _{2N} 系列 PLC 编程软件使用	(158)
5.1.8	PLC 程序设计方法	(162)
5.2	激光加工设备 PLC 应用实例	(169)
5.2.1	武汉瑞丰光电技术有限公司基于 FX1S—30MT—001 PLC 的模具修复激光焊接机	(169)
5.2.2	基于台达 DVP24ES2 PLC 的步进电机变速运动控制系统	(171)
	习题	(182)
第 6 章	激光加工设备数控系统	(184)
6.1	控制与伺服系统	(184)
6.1.1	伺服电机概述	(184)
6.1.2	步进电机	(187)
6.1.3	交流伺服电机	(201)
6.2	三菱 FX _{2N} —20GM PLC	(203)
6.2.1	定位单元硬件	(204)

6.2.2	FX _{2N} —20GM 定位指令	(207)
6.2.3	参数设定	(210)
6.2.4	可编程序控制器的手工编程器使用	(213)
6.2.5	FX-PCS-VPS/WIN-E 软件的使用	(216)
6.2.6	激光加工程序编程	(220)
6.2.7	FX _{2N} —20GM 定位单元应用实例	(224)
6.3	激光焊接/切割机数控系统 (CNC2000 数控系统)	(227)
	习题	(249)
第 7 章	激光加工设备机器人应用	(251)
7.1	ABB 机器人	(251)
7.1.1	ABB 机器人结构	(251)
7.1.2	ABB 机器人示教器	(253)
7.1.3	ABB 机器人编程语言	(257)
7.1.4	新建程序模块	(259)
7.1.5	创建例行程序	(260)
7.1.6	指令添加	(261)
7.1.7	编辑指令变量	(261)
7.1.8	运行特定的例行程序	(263)
7.1.9	注意事项	(263)
7.2	激光加工设备机器人应用举例	(263)
7.2.1	基本运动实例	(263)
7.2.2	长方形	(264)
7.2.3	焊接程序例子	(264)
	习题	(274)
	参考文献	(275)

第 1 章 激光加工技术概述

学习目标：

1. 了解激光加工技术的发展现状。
2. 了解激光加工设备的系统构成。
3. 了解激光加工设备的系统配置和技术参数。
4. 了解激光加工设备电气控制系统的构成。

1.1 激光加工技术概况

激光及制造技术是 20 世纪与原子能、半导体及计算机齐名的四项重大发明之一。激光因具有单色性、相干性和平行性三大特点，特别适用于材料加工。

激光加工（Laser OEM）是激光应用最有发展前途的领域之一。目前，在工业生产中已经随处可见激光的影子，无时不在，无处不见。传统制造业如汽车、材料加工、机械制造、钢铁冶金、石油、五金、机械重工等，新兴产业领域如航空航天、制药、光通信、半导体、光伏、电子科技等，都已经开始大规模应用激光加工技术，制造业正式步入“光加工”时代。

当前最热门的 3D 打印依靠的主要技术就是激光，如图 1-1 所示。



图 1-1 激光 3D 打印

苹果公司的手机为什么能卖到很高的价钱？除应用了先进的信息通信技术之外，更重要的一点就是大量应用了先进的激光制造技术。其制造商富士康公司为生产 iPhone 引进了数百台激光生产设备，应用激光对线路板进行隔层“穿山”焊接，采用的技术十分神奇。

激光及制造技术与信息、计算机、机械模具、新材料、新能源等高新技术深度融合，是实现制造业大国、经济大国及军事大国的重要手段之一。

1.1.1 激光加工的原理

激光是一种强度高、方向性好、单色性好的相干光。由于激光的发散角小和单色性好，理论上可以聚焦到尺寸与光的波长相近的（微米）小斑点，可以使焦点处的功率密度达到

$10^5 \sim 10^{13} \text{ W/cm}^2$, 温度可达 $1 \times 10^4 \text{ }^\circ\text{C}$ 以上, 在这样的高温下, 任何材料都将瞬时急剧熔化和汽化, 并爆炸性地高速喷射出来, 同时产生方向性很强的冲击。因此, 激光加工是工件在光热效应下产生高温熔融和受冲击波抛出的综合过程。

1.1.2 激光加工的优点

(1) 激光功率密度大, 几乎所有的金属和非金属材料都可以进行激光加工, 即使熔点高、硬度大和质脆的材料(如陶瓷、金刚石等)。

(2) 激光束的发散角可小于 1mrad , 激光聚焦后光斑直径可小到微米量级, 作用时间可以短到纳秒和皮秒, 同时, 大功率激光器的连续输出功率又可达千瓦至十千瓦量级, 因而激光既适于精密微细加工, 又适于大型材料加工。

(3) 激光束容易控制, 易于与精密机械、精密测量技术和电子计算机相结合, 实现加工的高度自动化, 并达到很高的加工精度。

(4) 加工时不需要刀具, 属于非接触加工, 无机械加工变形。

(5) 在恶劣环境或其他人难以接近的地方, 可用机器人进行激光加工。

1.1.3 激光加工应用分类

激光加工技术包括激光切割、激光打标、激光焊接、激光打孔、激光淬火、激光熔覆、激光合金化、3D 打印(激光三维成型)、太阳能薄膜电池激光刻膜机、激光划片、激光雕刻、激光内雕、激光调阻、激光刻线、ITO 激光刻蚀等, 应用领域非常广泛。

其中, 激光切割设备、激光打标设备、激光焊接设备目前应用最多, 本书主要分析激光切割设备、激光打标设备、激光焊接设备的电气控制系统。

1. 激光切割

激光切割(Laser Cutting)以其切割范围广、切割速度高、切缝窄、切割质量好、热影响区小、加工柔性大等优点, 在现代工业中得到了广泛应用。激光切割技术广泛应用于金属和非金属材料的加工中, 可大大缩短加工时间, 降低加工成本, 提高工件质量, 如图 1-2 所示。

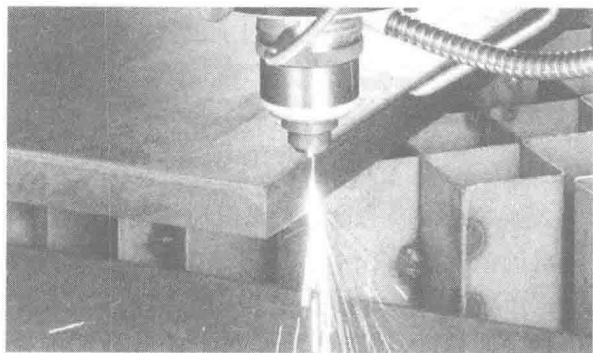


图 1-2 激光切割

金属材料激光切割大多采用高功率(激光功率在 2000W 以上)的 CO_2 激光切割机或光纤激光切割机, 也有中小功率(激光功率在 500W 左右)的 YAG 激光切割机或光纤激光切割机, 中国高功率金属激光切割机行业 2012 年总装机量近 1000 台。

如国内奔腾楚天公司推出的功率高达 5000W 的 CO_2 激光切割机型, 碳钢切割的最大厚

度可以达到 25mm, 不锈钢切割的最大厚度可以达到 15mm, 在石油化工领域、油脂化工容器领域、船舶制造行业及不锈钢加工服务领域得到了广泛的应用。

华工激光法利莱公司的三维光纤激光切割机, 通过龙门固定倒挂机器人或立式固定机器人底座, 光纤激光器柔性传输高品质的激光到切割头, 对汽车三维零件进行异形加工, 代替了传统的加工方式, 降低了模具投资, 显著缩短了汽车制造商和零部件配套商的开发周期, 并提高了加工效率和切割工件的精度, 降低了生产成本。

2. 激光打标

激光打标 (Laster Marking) 技术是激光加工最大的应用领域之一。激光打标是利用高能量密度的激光对工件进行局部照射, 使表层材料汽化或发生颜色变化的化学反应, 从而留下永久性标记的一种打标方法。激光打标可以打出各种文字、符号和图案等, 字符大小可以从毫米到微米量级。如图 1-3 所示为轴承激光打标。



图 1-3 轴承激光打标

按照全球对激光加工系统销售总量的统计, 激光打标机仅次于激光切割机, 占第二位, 近年来已接近激光切割机销售量, 各占总量的 1/3 左右。国内激光打标已应用的行业有电子工业、汽车工业、工具量具、航空航天、仪器仪表、包装工业、医疗产品、家用电器、键盘、广告标牌、证件卡片、日常用品、珠宝钻石等领域。标记对象的材料可以是各类金属和非金属, 如不锈钢、铝合金、有机玻璃、塑料、陶瓷、合成材料、木材、橡胶、皮革制品、纸制品、印刷电路板、多种电子电器、香烟、纽扣、雷管、金属零件, 一直到食品包装、药品包装, 甚至螃蟹等。其年销售量为 4000~5000 台, 所采用的有灯泵 Nd 激光器、玻璃管或金属腔的 CO₂ 激光器、全固态激光器。激光打标机可对零件在固定位置打标, 也可对在流水线上的物品进行飞行打标。我国生产激光打标机较知名的企业有大族激光、华工激光、楚天激光、大恒激光、桂林星辰激光等公司。

3. 激光焊接

激光焊接一般无须焊料和焊剂, 只需工件加工区域“热熔”在一起即可。激光焊接速度快, 热影响区小, 焊接质量高, 既可焊接同种材料, 也可焊接异种材料, 还可透过玻璃进行焊接。

20 世纪 80 年代, 激光焊接作为一种高质量、高精度、低变形、高效率和高速度的焊接新技术, 已开始在美国、日本等国和欧洲的汽车生产线上投入使用。

汽车工业中，激光焊接主要用于车身框架结构的焊接，如顶盖与侧盖车身的焊接，前挡风玻璃框架、车门内板、车身底板、中立柱等。如图 1-4 所示为车顶激光焊接。

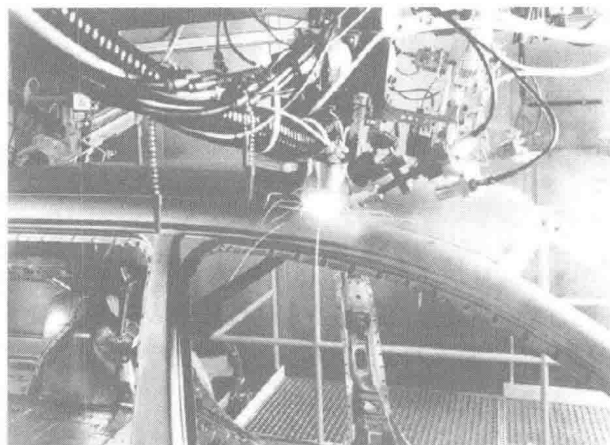


图 1-4 车顶激光焊接

采用激光焊接技术，工件连接的接合面宽度可以减小，既可降低板材使用量，又可提高车体刚度，零件焊接部位几乎没有变形，焊接速度快，而且不需要焊后热处理。

随着高功率 CO_2 激光器和高功率的 YAG 激光器及光纤传输技术的完善，以及进入 21 世纪后激光焊接应用领域的扩大，激光焊接技术在航空航天、轮船、军工、海洋钻探、汽车生产、轻轨高铁等领域的应用越来越广，如图 1-5~图 1-7 所示。

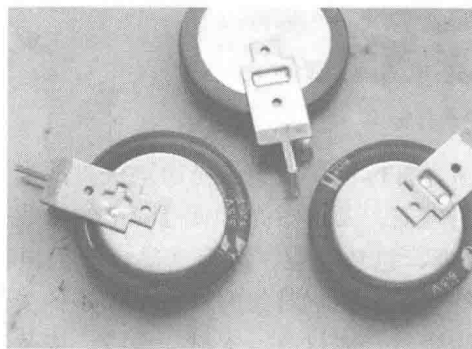


图 1-5 电池盖帽焊接

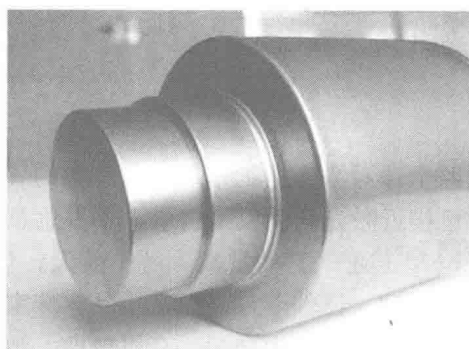


图 1-6 汽车传感器焊接

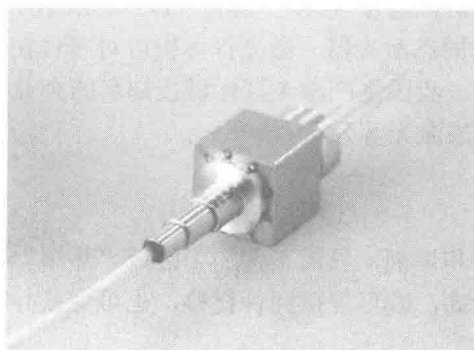


图 1-7 光通信器件焊接

激光焊接应用门槛相对较高,集激光焊接机、工作平台系统、焊接工艺于一体。国内市场上的激光焊接机设备制造商主要有深圳联赢、大族激光、华工激光、武汉逸飞等公司。

1.2 我国激光加工产业发展概况

近十多年,中国工业激光产业发展迅猛,年增长率达 15%,中国的激光加工市场已成为国际激光加工市场中重要的一员。

随着中国由制造业大国向制造业强国转变,激光加工技术越来越受到制造业的重视,国内大型、重型企业也越来越关注激光加工设备的进展,国产激光加工设备在能源、交通运输、钢铁冶金、船舶与汽车制造、电子电气工业、航空航天等国民经济支柱产业中逐步得到广泛推广和应用。激光技术装备助推我国制造业从粗放型、高能耗、低附加值模式向循环经济、高附加值、高精度转化,为提升整个国家的制造业发展水平和创新能力做出贡献。

国内激光产业正在形成四大产业群,主要集中在华中地区、环渤海、长江三角洲、珠江三角洲。整个产业将呈现指数增长趋势,用先进的激光制造技术改造传统产业仍将是我国激光产业未来发展遵循的道路,激光产业将更加集中在武汉、广东、北京、上海、江苏等经济发达的省市。

国内知名的激光设备制造公司包括深圳大族激光、深圳光韵达、深圳木森科技、深圳创鑫激光、深圳瑞丰恒、深圳铭镭激光、深圳迪能激光、深圳联赢激光、深圳光大激光、武汉华工激光、武汉锐科、武汉凌云光电、武汉瑞丰光电、武汉三工、武汉吉事达激光、武汉楚天激光、武汉逸飞激光、武汉奔腾楚天、武汉华俄激光、武汉天琪激光、武汉金运激光、武汉新特光电、武汉梅曼、武汉光谷科威晶、北京大恒、北京国科、沈阳大陆、上海团结普瑞玛等,大族激光已经跻身世界最大的激光公司之列。

我国激光产品的质量与国际先进水平相比还有较大的差距,主要表现在安全性、稳定性、可靠性、使用寿命及自动化程度方面,中高端激光器大多依赖国外进口。

虽然我国激光技术方面和国际先进水平还存在不小的差距,但是我们也不必妄自菲薄,毕竟我们的激光产业快速发展只有近十年的历程。国际一流的激光公司如德国罗芬、美国相干和美国理波等都是 20 世纪 60 年代成立的公司,它们有超过 40 年的历史,技术和经验积累十分深厚。美国 IPG 公司在光纤激光器方面风光无限,但是它们也已有 20 年的技术积累。

激光加工设备未来的发展,一方面是新型激光器,如半导体激光器、光纤激光器、飞秒激光器及准分子激光器等,以满足多种加工的要求;另一方面,提高了激光加工系统的集成化和柔性化水平,激光自动化生产线是激光应用的高级阶段,也是真正的全面解决方案,包括原材料上下料、材料传送和加工等,提供给客户交钥匙工程。

1.3 激光加工设备的构成

激光加工设备通常分为标准设备和非标准设备。所谓标准设备是可以满足大多数用户需求的通用设备,例如激光打标机、激光切割机、激光焊接机等市场需求量大的激光加工系

统；而非标准设备通常是根椐特殊用户的需求订做的专用设备，是市场需求量小的一类激光加工系统。

一台激光加工机一般由激光器、光路传输系统、激光电源、冷却系统、数控系统（或机器人）、工作台、辅助系统（照明、吹气、CCD 监视、定位）等组成。

1.3.1 激光焊接机

如图 1-8 所示为楚天激光 300W 激光焊接机。

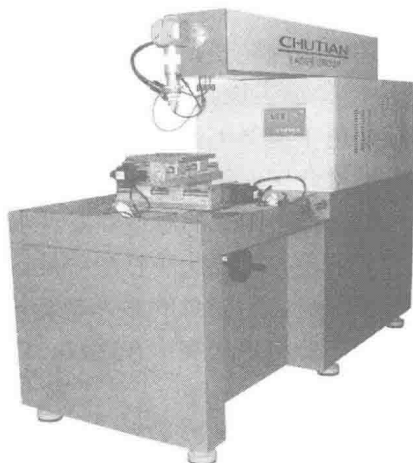


图 1-8 楚天激光 300W 激光焊接机

该机型是一种标准设备，能方便地调节二维工作台与旋转夹具的高度，偏转激光的入射角度，选择激光的输出功率、频率和脉宽等参数，并具有误操作和超温自动保护、输出波形设置等功能，配备二维工作台和旋转夹具。其广泛应用于焊接金、银、白金、不锈钢、钛等金属及其合金材料，已经广泛应用于航空航天、兵器、舰船、石化、家电、日用品、医疗、仪表、电子、汽车及模具的修补等行业。

1. 参数

楚天激光 300W 激光焊接机的参数如表 1-1 所示。

表 1-1 楚天激光 300W 激光焊接机的参数

激光波长	1.06 μm
工作物质	晶体 Nd:YAG
激光输出最大单脉冲能量	$\geq 70\text{J}$
激光额定平均功率	300W
激光脉冲频率	1~100Hz（可调）
激光脉冲宽度	0.1~10ms（可调）
光束发散角	$\leq 15\text{mrad}$
能量不稳定性	$\leq \pm 2.5\%$
激光日连续工作时间	16h

2. 激光电源

激光电源采用武汉中谷电源 ZGMC-2-B 双灯推车激光电源, 该电源由主电路、触发电路、预燃电路、控制电路、保护电路组成, 其频率、脉宽连续可调。

3. 激光传输系统、聚焦系统及同轴观察监视系统

楚天激光 300W 激光焊接机采用一路激光束输出激光, 同时配备可调照明灯及氮气保护系统。聚焦系统参数如表 1-2 所示。

表 1-2 聚焦系统参数

聚焦镜焦距	75mm
聚焦光斑直径	0.3~0.6mm
聚焦镜上下调节长度	40mm

4. 指示光源系统

指示光源系统由半导体激光管、电源及精密调整架组成, 其参数如表 1-3 所示。

表 1-3 指示光源系统参数

指示光波长	0.6328 μ m
指示光功率	1mW

5. 冷却系统

激光器采用全腔内循环水冷方式, 内循环冷却介质为去离子水或纯净水, 冷却系统由水箱、过滤器、磁性泵, 以及水温、水流量保护器等组成。

外循环冷却系统配备武汉汉立 JLYG-80 激光冷水机。

6. 数控系统及工作台

数控系统配备二维精密工作台、旋转夹具和手动 Z 轴升降装置, 控制系统和软件采用 CNC2000 数控系统 (有的机型选用三菱 FX_{2N}-20GM PLC 作为控制系统), 数控系统 X、Y、Z 轴行程如表 1-4 所示。

表 1-4 数控系统 X、Y、Z 轴行程

X、Y 轴工作台行程	100mm×200mm
Z 轴升降行程	100mm

1.3.2 激光打标机

图 1-9 所示为华工激光 LSF 系列光纤激光打标机。

LSF 系列光纤激光打标机适用于包括铜、铝及不锈钢等金属材料、计算机键盘、手机按键等绝大部分非金属材料的激光打标, 其优异的光束质量还适用于精密电子和微加工。



图 1-9 华工激光 LSF 系列光纤激光打标机

1. 系统组成

LSF 系列光纤激光打标机主要由四部分组成,即光纤激光器、光路及振镜扫描系统、计算机控制系统、工作台。下面介绍前三部分。

1) 光纤激光器

光纤激光器为一体化整体结构,无光学污染,无功率的耦合损失,结构小巧紧凑,空气冷却,具有其他激光器不具备的高效率和可靠性。

2) 光路及振镜扫描系统

(1) 光学系统: 1064nm 基于振镜的高精度反射、聚光系统。

(2) 扩束镜: 光纤激光器内部自带扩束镜。

(3) 激光校正: 选用红色半导体指示光准直系统指示光轴位置,指示光与激光同轴,在加工时可达到寻迹指示的功能,并及时进行精确定位。

(4) 振镜扫描系统: 使激光按照预定轨迹运行的执行机构,主要由高精度伺服电机、电机驱动板、反射镜、F- θ 透镜及直流供给电源组成。

3) 计算机控制系统

(1) 控制系统及板卡: 金橙子激光打标板卡、USB 总线的控制卡接口、四路数字信号输入、两路数字信号输出,用于外部的辅助设备及各种报警信号的连接。

(2) 控制计算机: 2GB 内存、500GB 硬盘、19 寸液晶显示器、中文 Windows 操作系统。

(3) 专用打标软件: 打标软件可在 Windows 2000 或 XP 下运行,全中文操作系统,兼容 Photoshop, CorelDRAW, AutoCAD 等多种绘图软件;能够实现中英文文字、时间日期、条形码、序列号等的标记,输出中英文、图形、各类条形码、二维码等;字库功能齐全,多

达 200 种字体，可以自定义单线字体，创建专有的单线字库。

2. 技术参数

华工激光 LSF 系列光纤激光打标机技术参数如表 1-5 所示。

表 1-5 华工激光 LSF 系列光纤激光打标机技术参数

型号	LSF10/20/30/40/50
激光器	光纤激光器
激光波长	1.064 μ m
平均输出功率	10W/20W/30W/50W
功率调节范围	0%~100%
打标范围	110mm×110mm（标准） 145mm×145mm（可选） 175mm×175mm（可选） 210mm×210mm（可选）
最大打标线速	7000mm/s
最小线宽	0.01mm
最小字符高度	0.2mm
标刻重复精度	± 0.003 mm
标刻深度	0.01~0.2mm（视材料）
整机供电	1000W/AC220V/50Hz
冷却方式	风冷

1.3.3 固体激光切割机

如图 1-10 所示为武汉天琪激光 500W 固体激光切割机。

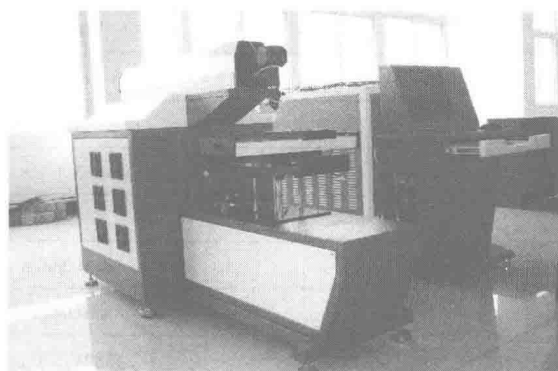


图 1-10 武汉天琪激光 500W 固体激光切割机

1. 机型特点

(1) 数控系统，图形化界面，方便操作，专业切割控制软件可随意设计各种图形及文字，即时加工，支持 AutoCAD、CorelDRAW 等专业制图软件。

(2) 电容非接触式自动高度跟踪系统，可以自动调整最佳的焦距，保证整板最佳切割

效果。

(3) 防撞设计, 避免切割头与切下的板材碰撞引起激光头损坏。

该种切割机主要用于碳钢、硅钢、不锈钢、铝合金、钛合金、镀锌板、酸洗板、镀铝锌板、铜等多种金属材料的快速切割; 应用于医疗微电子、眼镜架、弹簧片、工艺品、电路板、电水壶、机械和电器零配件等行业。

2. 设备优势

(1) 精度高: 适用于精密配件的切割和各种工艺字、画的精细切割。

(2) 速度快: 是线切割的 100 倍以上。

(3) 热影响区小, 不易变形; 切缝平整、美观, 无须后续处理。

(4) 性价比极高: 价格只有同类性能 CO_2 激光切割机的 $1/3$, 及同等功效数控冲床的 $2/5$ 。

(5) 使用成本很低: 仅为同类 CO_2 激光切割机的 $1/10 \sim 1/8$, 每小时成本仅为 18~35 元, 而 CO_2 激光切割机每小时成本为 150~240 元。

(6) 后续维护费用很低: 仅为同类 CO_2 激光切割机的 $1/15 \sim 1/10$, 及同等功效数控冲床的 $1/4 \sim 1/3$ 。

(7) 性能稳定, 保证持续生产。固体 YAG 激光器是激光领域最稳定、最成熟的产品之一。

3. 技术参数

武汉天琪激光 500W 固体激光切割机技术参数如表 1-6 所示。

表 1-6 武汉天琪激光 500W 固体激光切割机技术参数

型号	TQL-LCY500-0505
工作物质	晶体 Nd:YAG
激光波长	1.064 μm
加工幅面	500mm $\times$ 500mm
最大切割厚度	6mm
脉冲频率	1~300 Hz
最小线宽	0.15mm
轴向定位精度	$\leq \pm 0.08\text{mm}$
重复定位精度	$\leq \pm 0.04\text{mm}$
整机供电	380V/50Hz
冷却方式	水冷

1.4 激光加工设备电气控制系统

激光加工设备电气控制系统由低压电气控制、制冷机电气控制、激光电源电气控制、数