

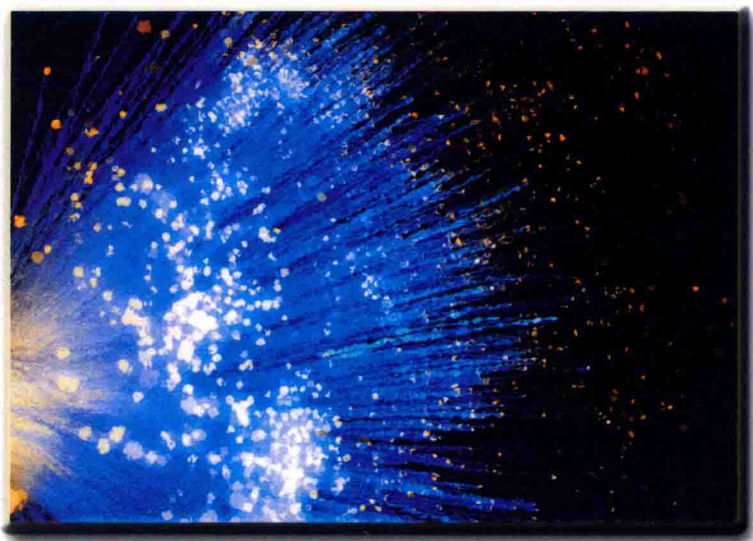


职业技术教育课程改革规划教材  
光机电专业国家级教学资源库系列教材

# 先进激光制造设备

XIANJIN JIGUANG  
ZHIZAO SHEBEI

主 编 肖海兵 钟正根  
宋长辉  
副主编 周泳全 刘明俊  
徐晓梅 张 卫  
主 审 唐霞辉





职业技术教育课程改革规划教材  
光机电专业国家级教学资源库系列教材

# 先进激光制造设备

XIANJIN JIGUANG  
ZHIZAO SHEBEI

主 编 肖海兵 钟正根 宋长辉  
副主编 周泳全 刘明俊 徐晓梅 张 卫  
主 审 唐霞辉

贵州师范学院内部使用



华中科技大学出版社  
<http://www.hustp.com>

中国·武汉

## 内 容 简 介

本书是全国高职高专激光领域人才培养的规划教材,根据高职高专教育的培养目标和教学特点,遵循“实用,够用”的原则,强调可操作性和实用性,注重培养学生的动手能力和解决实际问题的能力。编者结合团队教学实践与教学经验,参考激光制造企业需求编写了此书。本书内容涵盖了激光打标设备、激光打孔设备、激光切割设备、激光焊接设备、激光热处理设备、超短脉冲激光加工设备、激光快速成形技术及3D打印设备和其他先进激光加工设备等。

本书可作为高职高专激光领域专业的基础课教材,也可作为独立院校、成人院校相关专业的教材,还可作为相关培训的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

先进激光制造设备/肖海兵,钟正根,宋长辉主编. —武汉:华中科技大学出版社,2019.3  
职业技术教育课程改革规划教材. 光机电专业国家级教学资源库系列教材  
ISBN 978-7-5680-5044-9

I. ①先… II. ①肖… ②钟… ③宋… III. ①激光加工-工业生产设备-高等职业教育-教材 IV. ①TG665

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 040063 号

### 先进激光制造设备

Xianjin Jiguang Zhizao Shebei

肖海兵 钟正根 宋长辉 主编

策划编辑:王红梅

责任编辑:刘艳花

封面设计:秦茹

责任校对:张会军

责任监印:徐露

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)  
武汉市东湖新技术开发区华工科技园

电话:(027)81321913

邮编:430223

录排:武汉市洪山区佳年华文印部

印刷:武汉市籍缘印刷厂

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:13

字数:313千字

版次:2019年3月第1版第1次印刷

定价:29.80元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换  
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务  
版权所有 侵权必究

# 职业技术教育课程改革规划教材 光机电专业国家级教学资源库系列教材

## 编审委员会

- 主任:**姚建铨(天津大学精密仪器与光电子工程学院教授,中科院院士)
- 副主任:**王又良(中国光学学会激光加工专业委员会主任)
- 朱 晓(华中科技大学激光加工国家工程研究中心主任,教授,博导;  
湖北省暨武汉激光学会理事长;武汉·中国光谷激光行业协会会长)
- 吴让大(中国光学学会激光加工专业委员会副主任,奔腾楚天(温州)总经理,  
教授级高级工程师)
- 委员:**唐霞辉(华中科技大学激光加工国家工程研究中心副主任,教授,博导;  
中国光学学会激光加工专业委员副秘书长)
- 吕启涛(大族激光科技产业集团股份有限公司首席技术官,博士;  
中组部千人计划入选者)
- 牛增强(深圳市联赢激光股份有限公司首席技术官,博士)
- 杨永强(华南理工大学机械与汽车工程学院,教授)
- 牛丽媛(浙江工贸职业技术学院材料工程系教授、博士后)
- 熊政军(中南民族大学激光与智能制造研究院院长,教授)
- 陈一峰(武汉船舶职业技术学院光电制造与应用技术专业负责人,教授)
- 郑宣成(浙江嘉泰激光科技股份有限公司董事长,温州市激光行业协会副会长,  
高级工程师)
- 胡志刚(浙江圣石激光科技股份有限公司总经理,高级工程师)
- 刘善琨(湖北省激光行业协会秘书长)
- 侯若洪(广东省激光行业协会会长;深圳光韵达光电科技股份有限公司总经理)
- 陈 焱(深圳市激光智能制造行业协会会长;大族激光智能装备集团总经理)
- 闵大勇(苏州长光华芯光电技术有限公司董事长)
- 赵裕兴(苏州德龙激光股份有限公司董事长)
- 王小兴(深圳镭霆激光科技有限公司董事长,总经理)
- 王 瑾(大族激光科技产业集团股份有限公司精密焊接事业部总经理)
- 王志伟(深圳市铭镭激光设备有限公司总经理)



# 前言

激光是朝阳行业,预计在未来十年中会蓬勃发展。良好的行业大环境,造就了光电制造与应用技术专业、激光加工技术专业的毕业生供不应求的现象。光电制造与应用技术专业、激光加工技术专业等专业的学生毕业后可从事激光加工设备的研发、调试、工艺设计、售后服务等工作。

深圳信息职业技术学院结合深圳激光产业的发展开设本课程。深圳信息职业技术学院机电工程学院的特种加工技术专业(激光加工技术方向)成立于2013年,已经建成较完善的激光加工实训室。目前,该校在光电制造与应用技术专业、机械设计专业开设“先进激光制造设备”课程。本课程是光电制造与应用技术专业的核心课程,是机械设计专业的拓展课程。

本书面向从事激光应用领域的科研人员、高职院校相关专业的大学生,作为激光加工技术专业、机械设计专业、光电制造与应用技术专业等相关专业的“先进激光制造设备”课程的教学指导教材,强调可操作性、实用性,采用项目式教学方法,注重培养学生的动手能力和解决实际问题的能力。

本书共11章:第1章,先进激光制造设备概述;第2章,先进激光制造设备相关知识;第3章,激光打标设备;第4章,激光打孔设备;第5章,激光切割设备;第6章,激光焊接设备;第7章,激光热处理设备;第8章,超短脉冲激光加工设备;第9章,激光快速成形技术及3D打印设备;第10章,其他先进激光加工设备;第11章,激光加工设备开发。

本书在编写过程中参考了有关的专著、论文和激光实训室激光加工设备使用说明书等文献资料,得到深圳市海目星激光科技有限公司、深圳市正亚激光设备有限公司的大力支持,得到中国光学学会激光加工专业委员会职业教育的大力支持。在此向相关单位及相关人员表示感谢。

本书编写分工为深圳信息职业技术学院的肖海兵高级工程师编写第1章、第2章、第4章、第5章、第6章、第7章、第10章;华南理工大学宋长辉副研究员编写第8章;浙江工贸职业技术学院钟正根编写第3章、第9章;深圳信息职业技术学院的周泳全教授、刘明俊副教授、徐晓梅讲师和张卫讲师共同编写第11章;最后由肖海兵统稿。华中科技大学激光加工国家工程研究中心副主任唐霞辉教授作为主审提出了很多宝贵意见。在此一并表示感谢。

由于编者写作水平有限,书中难免有不妥或错误之处,敬请读者批评指正。

编者

2018年10月

# 目 录

<b>1 先进激光制造设备概述</b> .....	(1)
1.1 课程介绍 .....	(1)
1.2 国内外激光加工设备概况 .....	(5)
1.3 先进激光制造设备发展趋势 .....	(10)
<b>2 先进激光制造设备相关知识</b> .....	(12)
2.1 激光加工设备基本结构 .....	(12)
2.2 激光与材料的相互作用 .....	(20)
2.3 激光光束参数 .....	(22)
2.4 激光加工分类 .....	(23)
<b>3 激光打标设备</b> .....	(26)
3.1 激光打标基本知识 .....	(26)
3.2 激光打标设备的结构 .....	(32)
3.3 三维动态激光打标设备 .....	(37)
3.4 常用激光打标功能介绍 .....	(38)
3.5 影响激光打标效果的因素 .....	(54)
<b>4 激光打孔设备</b> .....	(59)
4.1 激光打孔的基本知识 .....	(59)
4.2 激光打孔设备基本结构 .....	(64)
4.3 激光打孔工艺 .....	(66)
<b>5 激光切割设备</b> .....	(70)
5.1 激光切割基本知识 .....	(70)
5.2 激光切割设备的基本结构 .....	(74)
5.3 激光切割工艺 .....	(88)
5.4 激光切割缺陷评价与分析 .....	(91)
<b>6 激光焊接设备</b> .....	(95)
6.1 激光焊接基本知识 .....	(95)
6.2 激光焊接设备的基本结构 .....	(99)
6.3 激光焊接工艺 .....	(107)
6.4 激光焊接缺陷评价与分析 .....	(110)
<b>7 激光热处理设备</b> .....	(112)
7.1 激光热处理 .....	(112)
7.2 激光淬火 .....	(113)
7.3 激光熔覆 .....	(116)
7.4 激光合金化 .....	(126)

8 超短脉冲激光加工设备 .....	(130)
8.1 超短脉冲激光基本知识 .....	(130)
8.2 皮秒激光切割设备与工艺 .....	(133)
8.3 飞秒激光加工设备与工艺 .....	(137)
9 激光快速成形技术及 3D 打印设备 .....	(140)
9.1 概述 .....	(140)
9.2 3D 打印技术介绍及分类 .....	(144)
9.3 3D 打印技术的发展 .....	(152)
9.4 桌面 3D 打印设备 .....	(154)
10 其他先进激光加工设备 .....	(161)
10.1 激光抛光 .....	(161)
10.2 激光清洗 .....	(164)
10.3 激光内雕 .....	(173)
11 激光加工设备开发 .....	(182)
11.1 激光加工设备设计 .....	(182)
11.2 三维紫外激光设备设计 .....	(183)
11.3 三维紫外激光精密标识设备的组装及测试 .....	(187)
附录 A 激光及激光设备安全等级 .....	(192)
附录 B 激光加工机械安全要求(GB/T 18490-2001) .....	(194)
参考文献 .....	(200)

# 先进激光制造设备概述

## 1.1 课程介绍

### 1.1.1 课程性质与作用

“先进激光制造设备”课程是光电制造与应用技术专业、激光加工技术专业的核心课程。激光加工技术专业以培养社会急需的激光加工设备高端技能型人才为宗旨,造就德、智、体全面发展,具备创新意识和创意素质的复合型人才。重点训练激光加工设备的安装、调试、加工工艺、维修维护、数控操作等高端技能。本课程涉及光学与激光、机械、电子电工、控制技术等专业知识。

“先进激光制造设备”是激光加工技术专业学生必修的一门专业核心课程,是校企合作开发的基于工作过程的课程。本课程介绍构成激光加工设备的机械零部件的结构和工作原理、光电组件的结构和工作原理。激光加工技术专业的教学定位是培养具有良好综合素质,掌握激光加工技术、工艺和专业设备的基本理论和专业技能,从事机械零件和电子产品的光加工的高素质技能型人才。“先进激光制造设备”课程体系如图 1-1 所示。

“先进激光制造设备”课程的教学目的是让学生了解和掌握激光加工设备结构、工作原理与加工工艺,培养学生分析、解决激光加工工艺问题的能力,特别强调学生对激光加工设备结构的深入理解,为学生今后从事光电子方向的工作打下扎实的理论基础,为学生深入学习专业知识、掌握职业技能、提高全面素质、适应职业要求打下良好的基础,为学生将来从事产品的设计、制造与测量工作打下良好的基础,并为学生拓展职业技能。

深圳市及其周边地区的企业对激光加工设备人才的需求特别旺盛。本课程是在深圳信息职业技术学院机电工程学院教学工厂人才培养模式下,本着满足社会对激光加工设备人才的需求和学生自主创业的需要为原则,通过社会与行业企业调研,经学院教育专家、课程团队、企业专家共同构建的。

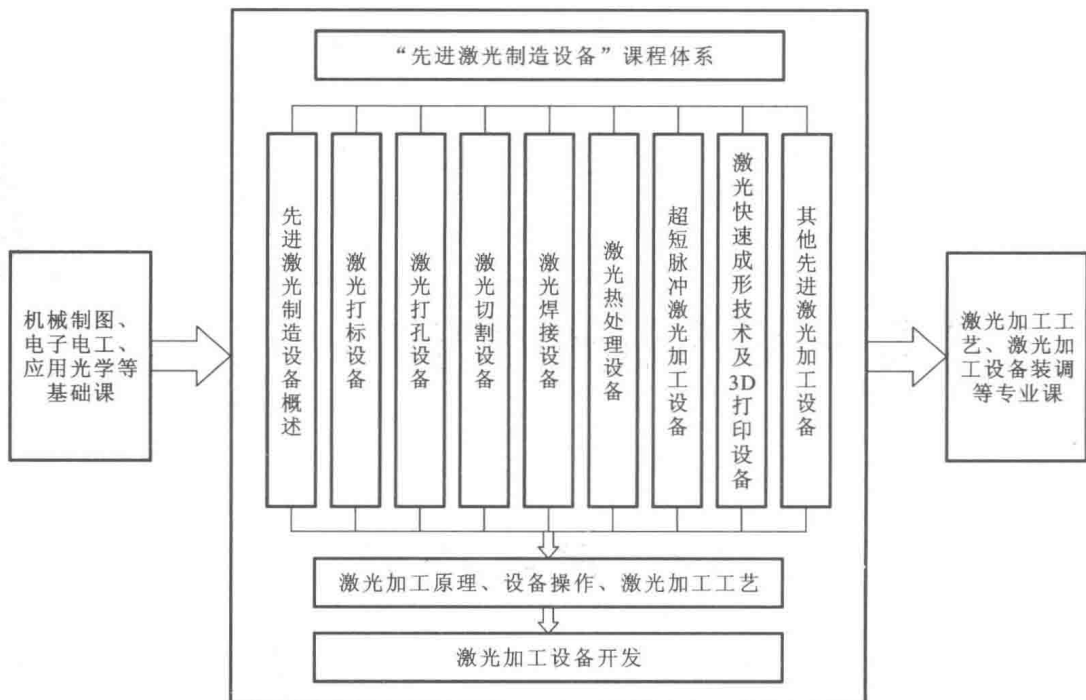


图 1-1 “先进激光制造设备”课程体系

### 1.1.2 课程设计理念

本课程坚持“以学生为本”的教育思想，课程设计中采用项目驱动为主的教学模式，使学生在获得适应岗位的职业素养和职业能力的同时，获得自主学习的能力、方法创新的能力、协作沟通的能力和可持续发展的能力。

遵循教高[2006]16号文件精神，把“以就业为导向”“校企合作，工学结合”等高职教育思想贯穿到课程建设、课程设计、课程实施、课程评价的全过程，以及教材建设、教学条件建设和课程网站建设等方面，充分体现高职课程的职业性、实践性和开放性。

本课程从专业培养目标及企业的实际出发，结合当今国内外先进的激光加工设备及应用技术，全面阐述了激光工程应用领域所涉及的知识体系，让学生在进入企业之前，先了解激光应用技术的系统概念，以便更好地为企业服务、为社会服务。

本课程以机电类专业培养方案的指导思想和最新的教学计划为依据，以学生为主体，全面讲述激光应用技术知识的内容，拓展学生的知识面，培养学生理论联系实际的能力。

### 1.1.3 课程设计思路

#### 1. 课程内容

在课程设计中，改变传统的以学科知识为主构建课程内容，按照行业需求、岗位适用、技能为主的原则，设计以培养学生能力为基础，基于工作过程，以典型工作任务为载体的课程

内容,突出实践在教学中的主体地位。

## 2. 课程学习目标

通过本课程的学习,学生对激光加工设备的结构原理和加工工艺可有一个比较全面的了解,通过一定的实践操作练习,学生可掌握一定的激光加工设备基础知识,为今后更好地利用激光加工技术参加生产建设等工作打下扎实的理论基础。

本课程学习目标可以从知识目标、能力目标及素质目标等方面进行分析。

(1) 知识目标:激光加工设备的基本结构、设备种类和适用范围;不同行业激光技术及其加工设备的使用范围;激光加工设备的维护与维修技术。

(2) 能力目标:激光加工设备的使用能力、维护与维修能力。

(3) 素质目标:提出问题、分析问题、解决问题的能力;创新能力以及团队合作的能力;勤于思考、刻苦钻研、虚心请教、踏实求真的职业精神。

### 1.1.4 教学评价、考核要求

本课程教学过程以学生为主体,以项目、任务形式驱动学生对此部分知识的把握,引领、开发学生探索新知识、新技能的积极性和热情,因此,考核时以学生在完成任务的过程中表现出来的求知欲及解决问题的能力为参考,采用作业形式巩固其对知识的掌握。

学期末设置期末考试,对课程重要的知识点进行综合性考核,重在考查用知识解决实际问题的能力。

考核过程采用项目考评、过程考评、报告考评及知识考评等,实现形成性评价和总结性评价相结合,对知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观等进行全面评价。

考核内容由以下三部分组成。

(1) 学习情感态度表现(20%)。

该部分成绩由教师根据学生平时的学习态度、课堂纪律及考勤纪律、团队配合情况等确定,占总成绩的20%。

(2) 项目过程评价(30%)。

该部分成绩以完成项目内容和项目要求为依据进行评分,占总成绩的30%。它由以下几个部分组成,具体评定标准如下。

① 教师考评:在项目结束后,教师根据学生完成任务的情况进行评分,此项占总成绩的20%。

② 学生自评互评:在项目结束后,教师根据项目成员的付出比例进行评分,在项目小组内进行学生互评,此项占总成绩的5%。

③ 项目报告质量:指导教师根据学生或项目小组提交的项目总结、技术文档的质量进行评分,此项占总成绩的5%。

(3) 期末考试成绩(50%)。

期末考试由知识点考查及实操组成,主要考查学生对课程核心知识点的掌握情况及对技能的掌握情况,占总成绩的50%。

### 1.1.5 实训室建设

本课程依托激光加工实训室。深圳信息职业技术学院已经建成较完善的激光加工实训室,如图 1-2 所示,目前有 5 台激光打标机(1 台 CO<sub>2</sub>激光打标机、3 台光纤打标机、1 台三维紫外激光打标机)、4 台激光切割机(1 台光纤激光切割机、1 台固体激光切割机、2 台紫外激光精密切割机)、2 台激光焊接机、2 台激光内雕机、4 套激光光路调试设备、1 个激光智能焊接工作站、1 套激光熔覆加工设备、1 套皮秒激光微纳加工设备、1 套三维机器人光纤激光切割设备等先进的激光加工设备,建立了较完善的激光仿真实训室,实训室有激光打标仿真软件、激光切割仿真软件、激光焊接仿真软件、激光熔覆仿真软件等。



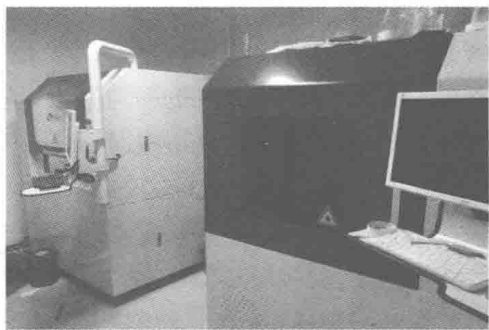
(a) 激光打标机



(b) 激光切割机



(c) 激光光路调试设备



(d) 皮秒激光微纳加工设备



(e) 三维机器人光纤激光切割设备



(f) 激光仿真实训室

图 1-2 激光加工实训室

## 1.2 国内外激光加工设备概况

### 1.2.1 激光的产生及激光加工设备的发展

激光的理论基础起源于爱因斯坦。1916年,爱因斯坦提出了一套全新的理论——光与物质相互作用。这一理论是说在组成物质的原子中,有不同数量的粒子(电子)分布在不同的能级上,在 高能级上的粒子受到某种光的激发,会从高能级跳到(跃迁)到低能级上,这时将会辐射出与激发它的光相同性质的光,而且在某种状态下,能出现一个弱光激发出一个强光的现象。这就称为受激辐射的光放大,简称激光。

1953年,美国人查尔斯·哈德·汤斯(Charles Hard Townes)从受激辐射的原理到一个可见的激光设备迈出了第一步。他发明了第一个微波放大器。微波是波长比可见光大得多的电磁波,它的波长以厘米为单位进行计量。微波放大器用在电波望远镜中,把望远镜从外太空接到的弱信号进行放大,从而使得人类可以瞭望银河系的中心。第一个运转的微波放大器使得激光的出现变得容易。

1958年,美国科学家亚瑟·莱昂纳德·肖洛(Arthur Leonard Schawlow)和查尔斯·哈德·汤斯发现了一种神奇的现象:当他们将氦光灯泡所发射的光照在一种稀土晶体上时,晶体的分子会发出鲜艳的、始终会聚在一起的强光。根据这一现象,他们提出了激光原理,即物质在受到与其分子固有振荡频率相同的能量激发时,都会产生这种不发散的强光——激光。他们为此发表了重要论文,并获得1964年的诺贝尔物理学奖,这奠定了激光发展的基础。

1960年5月15日,美国加利福尼亚州休斯实验室的科学家西奥多·梅曼宣布获得了波长为 $0.6943\ \mu\text{m}$ 的激光,这是人类有史以来获得的第一束激光,西奥多·梅曼也因此成为世界上第一个将激光引入实用领域的科学家。

1960年7月7日,西奥多·梅曼宣布世界上第一台激光器诞生,西奥多·梅曼的方案是利用一个高强闪光灯管来激发红宝石。红宝石只是一种掺有铬原子的刚玉,所以当红宝石受到刺激时,就会发出一种红光。在一块表面镀上反光镜的红宝石的表面钻一个孔,使红光可以从这个孔溢出,从而产生一条相当集中的纤细红色光柱,当它射向某一点时,可使其达到比太阳表面还高的温度。

1962年,发明半导体二极管激光器(这是现在小型商用激光器的支柱)。

1965年5月,激光打孔设备成功地应用于拉丝模打孔生产,获得了显著的经济效益。

1965年12月,成功研制出激光漫反射测距机。

1966年4月,研制出遥控脉冲激光多普勒测速仪。

1965年,第一台可产生大功率激光的器件—— $\text{CO}_2$ 激光器诞生。

1967年,第一台X射线激光器研制成功。

1969年,激光用于遥感勘测,激光被射向阿波罗11号放在月球表面的反射器,测得的地

月距离误差在几米范围内。

1971年,激光进入艺术世界,用于舞台光影效果,以及激光全息摄像。英国籍匈牙利裔物理学家 Dennis Gabor 凭借对全息摄像的研究获得诺贝尔奖。

1978年,飞利浦制造出第一台激光盘(LD)播放机,不过播放机的价格很高。

1982年,第一台紧凑碟片(CD)播放机出现,第一张 CD 盘是美国歌手 Billy Joel 于 1978 年发行的专辑 52nd Street。

1983年,里根总统发表了“星球大战”的演讲,描绘了基于太空的激光武器。

1990年,激光用于制造业,包括集成电路和汽车制造。

1991年,第一次用激光治疗近视,海湾战争中第一次用激光制造导弹。

1997年,美国麻省理工学院的研究人员研制出第一台原子激光器。

2010年,美国国家核安全管理局(NNSA)表示,通过使用 192 束激光来束缚核聚变的反应原料、氢的同位素氘(质量数为 2)和氚(质量数为 3),解决了核聚变的一个关键难题。

## 1.2.2 激光加工设备应用

激光加工设备是利用光的能量经过透镜聚焦后在焦点上达到很高的能量密度,靠光热效应进行材料(包括金属与非金属)加工的设备。按照用途不同可分为激光切割设备、激光打标设备、激光雕刻设备、激光焊接设备、激光打孔设备、微加工及表面改性设备、激光刻蚀设备等。近年来,与激光加工相关的产品和服务迅速发展,向电子产品、汽车制造、精密仪器制造、光伏电池等领域不断渗透,形成遍布全球的产业链,产业分工的成熟度和深入程度不断提升。

激光技术的研究范围一般可分为以下几个方面。

(1) 激光加工系统:激光器、导光系统、加工机床、控制系统及检测系统。

(2) 激光加工工艺:打标、切割、焊接、表面处理、打孔、划线、微调等各种加工工艺。

(3) 激光焊接:主要用于焊接汽车车身厚薄板、汽车零件、锂电池、心脏起搏器、密封继电器等密封器件,以及各种不允许焊接污染和变形的器件。目前常用的激光器有 YAG 激光器、CO<sub>2</sub> 激光器和半导体泵浦激光器。

(4) 激光切割:主要用于切割各种金属和特殊材料的零件。目前常用的激光器有 YAG 激光器和 CO<sub>2</sub> 激光器。

(5) 激光打标:在各种材料和几乎所有的行业中均得到广泛应用。目前常用的激光器有 YAG 激光器、CO<sub>2</sub> 激光器和半导体泵浦激光器。

(6) 激光打孔:主要应用在航空航天、汽车制造、电子仪表、化工等行业。目前国内比较成熟的激光打孔技术应用在人造金刚石和天然金刚石拉丝模,以及宝石轴承、飞机叶片、多层印刷线路板等的生产。

(7) 激光热处理:在汽车工业中应用广泛,如缸套、曲轴、活塞环、换向器、齿轮等零部件的热处理,同时在航空航天、机床行业和其他机械行业也应用广泛。我国的激光热处理应用远比国外广泛得多。目前使用的激光器多以 YAG 激光器、CO<sub>2</sub> 激光器为主。

(8) 激光快速成形:由激光加工技术、计算机数控技术及柔性制造技术结合而成。多用于模具和模型行业。目前使用的激光器多以 YAG 激光器、CO<sub>2</sub> 激光器为主。

(9) 激光熔覆:在航空航天、模具及机电行业应用广泛。目前使用的激光器多以大功率YAG激光器、CO<sub>2</sub>激光器为主。

激光加工设备属于专业设备制造业,是改造、提升传统加工技术的高新技术,具有节能、高效、环保等综合优势。激光加工设备属于国家重点发展领域。2017年科技部印发的《“十三五”先进制造技术领域科技创新专项规划》指出了增材制造、激光制造、智能机器人制造装备等的发展任务。激光加工设备对航空、汽车、造船、食品、医药、精密机械等行业来说是提升产品品质、节约成本、提升竞争力的科技应用设备。随着国内制造业的结构调整和产业转移,国际上越来越多的高尖产品转移到国内生产,这大大促进了对激光加工技术的应用。

### 1.2.3 激光加工设备行业概况

目前激光加工设备行业已形成成熟的产业链,激光加工设备行业产业链如图1-3所示。上游主要包括激光材料及配套元器件,中游主要包括各种激光器及其配套设备,下游主要包括激光应用产品、消费产品、仪器设备等。

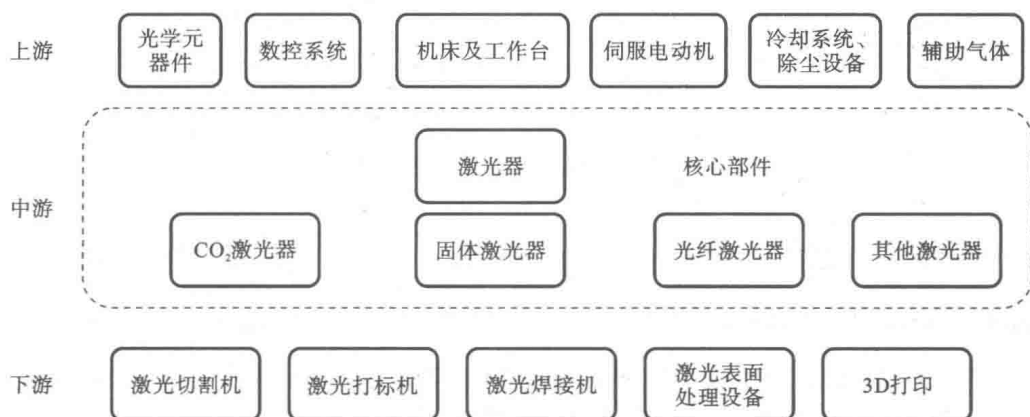


图 1-3 激光加工设备行业产业链

激光加工设备下游应用广泛,分布如图1-4所示。

根据图1-5所示的全球激光材料加工系统市场规模,预测全球激光材料加工系统市场规模在2022年将达到97.5亿美元,年复合增长率为6.13%。根据市场调查,2015年全球用于材料加工的激光系统市场规模达到了107亿欧元,比2014年的87亿欧元增长了约20%(因受汇率影响,以美元计算无法体现增长变动情况)。

在中国激光产业市场中,激光设备市场(含进口)2015年销售总收入达到336亿元,同比2014年增长4.7个百分点。

全球激光加工系统市场占比如图1-6所示,可看出在全球激光加工系统市场中,通快占据30%的市场份额,是行业龙头,大族激光占据10%的市场份额。但是在中国市场上,大族激光增长速度快,营业收入规模远超通快和百超。

国内激光加工系统市场占比如图1-7所示,可看出在国内激光加工系统市场,大族激光的占有率第一,稳居行业龙头。大族激光的市场份额占国内激光加工系统市场份额的35%,超出第二21个百分点。

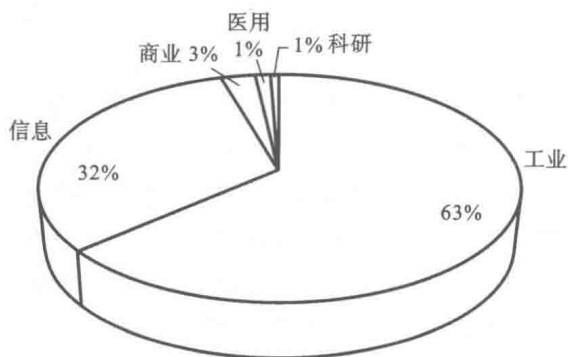


图 1-4 激光设备下游应用

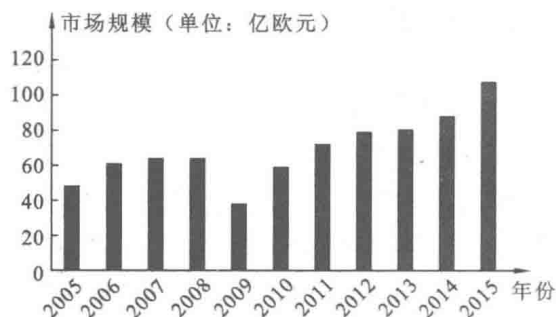


图 1-5 全球激光材料加工系统市场规模

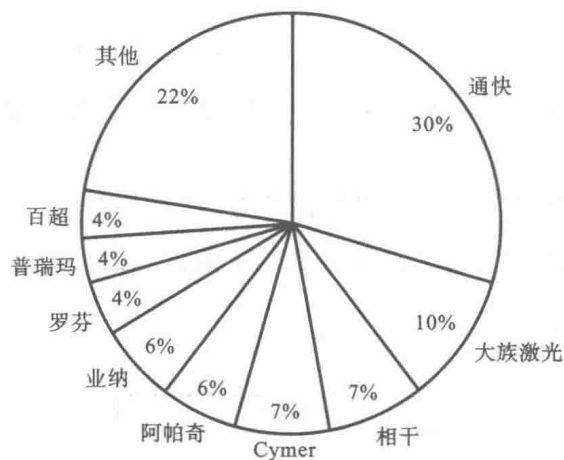


图 1-6 全球激光加工系统市场占比



图 1-7 国内激光加工系统市场占比

当前,国内激光市场主要分为激光加工设备、光通信器件与设备、激光测量设备、激光器、激光医疗设备、激光零部件等,其产品主要应用于工业加工和光通信市场,两者占据了近七成的市场空间。

据统计,我国已有上千家激光相关企业,主要位于上海、北京、江苏、湖北和广东等经济发达的地区,这些地区的年销售额约占全国激光产品市场总额的 90%。

2017 年中国上市激光企业市值 TOP20 如表 1-1 所示,排名前 5 的龙头激光企业总市值近 1364 亿元,排名前 20 的激光企业总市值接近 1868 亿元。

表 1-1 2017 年中国上市激光企业市值 TOP20

序号	股票代码	证券简称	总市值/万元	主要业务
1	002008	大族激光	5390813	大功率激光切割、激光焊接
2	300024	机器人	2928569	机器人激光系统
3	600666	奥瑞德	2135547	激光精密加工设备
4	000988	华工科技	1702316	激光器、激光加工设备及成套设备、激光全息综合防伪标识

续表

序号	股票代码	证券名称简称	总市值/万元	主要业务
5	002444	巨星科技	1481691	五金加工、机械设备、激光仪等
6	002222	福晶科技	765225	光学晶体、晶体材料、激光器件的制造及其技术咨询、技术服务
7	300410	正业科技	695396	激光切割机
8	300516	久之洋	527160	光学镜头、红外热像仪、激光测距仪的研发
9	603607	京华激光	374156	激光全息模压制品
10	600288	大恒科技	372590	光学仪器、激光加工设备
11	002189	利达光电	360226	精密光学零件、光学薄膜产品、光学镜头、光学引擎、数码投影产品、光学辅料
12	300620	光库科技	356312	激光元件、配件及组件技术
13	300227	光韵达	319625	3D 打印
14	300167	迪威迅	296937	激光工程投影仪、激光电影放映机、激光电视
15	300161	华中数控	274046	数控系统、激光加工机器人
16	300220	金运激光	248220	大幅面金属激光切割机、激光雕刻切割机、激光切割床、激光打标机、激光焊接机等
17	833684	联赢激光	225504	焊接设备
18	832861	奇致激光	101400	激光医疗美容设备
19	838157	华光光电	66468	LED 照明产品、光学模组
20	836850	嘉东光电	55650	光学元件

排名前五的激光企业,市值均超 100 亿元,排名第五的巨星科技,市值已经接近 150 亿元。前五个激光企业的总市值,超 TOP20 激光企业总市值的 70%。前三名差别比较大,第一名大族激光的总市值约为 539 亿元,差不多是第二名机器人的 1.8 倍。第二名与第三名的市值差距不大,两者相差 8 亿元左右。

大族激光是中国激光装备行业的领军企业,也是亚洲最大、世界知名的激光加工设备生产企业,主要从事激光加工设备的研发、生产和销售。大族激光是世界上仅有的几家拥有“紫外激光专利”的公司之一,已实现激光技术装备研发、生产的跨越发展,可为国内外客户提供一整套激光加工解决方案及相关配套设施。

随着激光技术的进步,中国激光行业必将获得快速发展。未来五年,我国激光市场在相关产业的带动下,将实现快速发展,至 2018 年底,我国激光应用领域将形成以激光加工、激光通信、激光医疗、激光显示、激光全息等为产业的激光产业群,行业发展前景很好。

国内激光应用如图 1-8 所示。

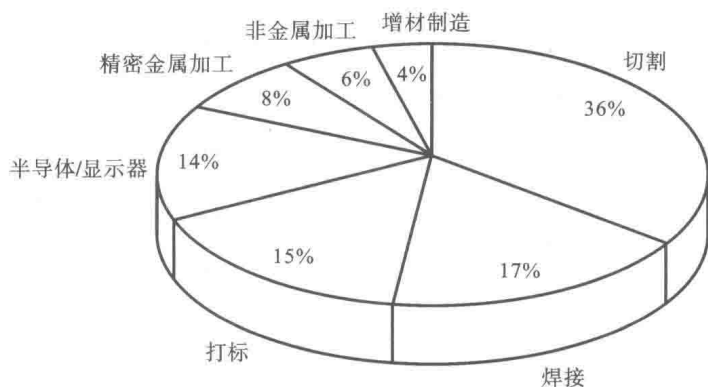


图 1-8 国内激光应用

## 1.2.4 激光加工设备现状分析

### 1. 国际激光加工设备行业现状

激光加工技术自诞生以来在工业制造中显示出低成本、高效率以及应用领域广泛的优势,受到各国高度重视。目前,以德国、美国、日本为主的少数工业发达国家基本实现了在大型制造产业中用激光加工工艺替换传统工艺,同时也造就了德国罗芬、通快,美国阿帕奇等一批优秀的激光企业。

为了促进激光加工技术及激光加工设备的快速发展,主要发达国家有序地推进激光行业的发展。例如,美国成立了精密激光机械加工协会、德国制定了激光发展计划、日本编制了激光研究五年计划等。国家层面的推动促进了激光行业的发展,同时激光应用的发展提升了各国的先进制造业的发展水平。

### 2. 国内激光加工设备行业现状

我国制造业的结构调整与转型升级为激光加工设备提供了广阔的市场,尤其在汽车、轨道交通及钣金加工等行业中,激光技术的应用日益普遍。国内激光上市公司中,呈现出以少数上市公司为龙头、多家中小市值激光企业共同竞争的行业格局。在业务内容上,大多数企业集中于激光加工设备的研发与集成,并提供一定的加工服务。激光加工设备市场作为激光产业的一个重要的细分领域,国内激光加工设备制造企业的市场份额持续提升。

## 1.3 先进激光制造设备发展趋势

### 1. 数控化和多功能化

激光加工设备把激光器与计算机数控技术、先进的光学系统,以及高精度和自动化的工件定位相结合,形成研制和生产加工中心,并把多种加工功能集于一台激光加工设备上(整机由激光器、光学系统、联动工作台、CNC 控制系统、CCD 监控系统、制冷系统、光纤传输系