



21世纪中等职业教育课程改革规划教材
激光加工技术专业

激光加工工艺

理实一体化教程

主 编 徐永红 王秀军

副主编 段啟敏 刘 永

刘俊超

主 审 王中林



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

主 编 徐永红 王秀军
副主编 段啟敏 刘 永
刘俊超
主 审 王中林



21世纪中等职业教育课程改革规划教材
激光加工技术专业

激光加工工艺

理实一体化教程



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

内 容 简 介

《激光加工工艺》坚持“立足行业,服务社会”的办学方向,从培养中职院校激光加工技术专业的知识型、技能型人才的角度出发,以“实用、够用”为目的,校企专家共同参与编写而成。教材共分7个项目、21个任务。主要内容包括激光与材料的相互作用、激光标刻技术、激光焊接技术、激光切割技术、激光打孔技术和其他激光加工技术等。教材注重培养学生的检索能力、阅读能力、团队合作能力、分析和解决问题能力与实际操作能力,可操作性强。

图书在版编目(CIP)数据

激光加工工艺理实一体化教程/徐永红,王秀军主编. —武汉:华中科技大学出版社,2016.8
ISBN 978-7-5680-1358-1

I. ①激… II. ①徐… ②王… III. ①激光加工-职业教育-教材 IV. ①TG665

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 263293 号

激光加工工艺 理实一体化教程

徐永红 王秀军 主编

Jiguang Jiagong Gongyi Lishi Yitihua Jiaocheng

策划编辑:王红梅

责任编辑:陈元玉

封面设计:三 禾

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) 电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园 邮编:430223

录 排:武汉楚海文化传播有限公司

印 刷:虎彩印艺股份有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:13.5

字 数:329千字

版 次:2017年7月第1版第2次印刷

定 价:40.00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

编写委员会名单

主 任: 封超华

副主任: 唐连海	史佐相	罗云明	张新强	刘建鹏	黄梅玉
张洪斌	王吉全	魏生海	张晓华	桂超	郭颖超
张吉新	宋晓宾	徐学良	吕自力	夏生荣	武铁兵
刘铁力	冉启全	杨从美	张伟信	廖智勇	田茂兴
彭培松	王保顺	李云翔	黄志科	甘培坤	崔建军
杨宪	徐宗华	肖险峰	莫祖远	谢尉明	闫玉东
刘海光	徐世祥	郭志远	刘志勇	陈志增	李文延
卢义斋	邓清亮	张晓华			

秘书长: 王红梅

编 委: 朱靖海	毛健	葛长民	李雪	刘青华	万丽艳
区军华	雒锐	丁志岩	崔四芳	徐义林	赵经国
湛斌龙	杨振甫	钟卓军	张冬冬	戴志陶	李立刚
刘韬	罗大伟	袁秀梅	武艳风	龙再芳	刘如松
鲁建军	潘相伟	熊志成	王婷	王聪	李允展
余高红	熊娇艳	胡井宾	闫飞龙	赵志新	韩立军
吴三元	彭欣兴	杨立龙	杜飞	胡培松	王世江
王凯言	秦建民	李琦	张天知	许百军	龙邦华
谢文婉	张嘉利	张瑶	尚盈宇	许红军	朱艳
邹雪	汪川川	方海	聂银锋	霍会永	李素芬
信玉荣	李作凤	张胜阳	翟伟波	李西波	黎宇昭
王者金	刘志琴	杜明哲	张彦玲	程玉玲	高立民
陈回凤	黄呈茂	严敏	李广茂	孙建鑫	王皓
李娟	刘小娟	殷建超	赵建华	罗慧	陈建平
肖家海	潘相伟	陈亚兵	彭文海	吴军	李广茂
孙建鑫	庞韩	陈	张盛达	吴华	陈育新
高阳	姜铭				

21 世纪中等职业教育课程改革规划教材激光加工技术专业
“十二五”规划系列教材

教学协作指导委员会

理事长单位:武汉弗莱茵科技有限公司

副理事长单位:蚌埠技师学院

高陵县职业技术教育中心

秘书长单位:华中科技大学出版社

成员单位:焦作市职业技术学校

大同职业技术学院

安阳市高级技工学校

广西经贸高级技工学校

新乡职业技术学院

濮阳技师学院

海南省工业学校

宁夏西北机械技师学院

许昌技术经济学校

桦甸市职业技术教育中心

武安市职业技术教育中心

贵州电子工业学校

毕节职业技术学校

安顺职业技术学校

垦利县职业技术教育中心

宣汉职业中等专业学校

南阳宛西中等专业学校

临泉县高级职业中学

酒泉工贸职业中等专业学校

铜陵中等职业技术教育中心

六盘水水钢技校

南漳县职业技术教育中心

驻马店技师学院

沈阳化工学校

天津东丽区职业技术教育中心

伊通县职业技术教育中心

阜阳技师学院

亳州工业学校

临沭县职业中等专业学校

莲花县职业技术学校

灵川县职业中等专业学校

济源市高级技工学校

赣州技师学院

新乡市牧野区职教中心

安徽材料工程学校

金寨大别山职业学校

灵武市职业技术教育中心

惠水职业技术学校

赵县职业技术教育中心

芜湖工业学校

乐山第一职业中等技术学校

朝阳工程技术学校

武胜县职业中等专业学校

贵州电子信息高级技工学校

阳谷县职业技术教育中心

沈丘职业中等专业学校

安顺职业技术学院

许昌科技学校

临湘县职业中等专业学校

兴平县职业技术教育中心

石家庄栾城县职教中心

韩城市职业中等专业学校

序

作为 21 世纪现代加工与制造的重要标志,激光技术的发展已经备受重视。经过 40 多年的发展,激光技术以其发展速度快、精细化程度高、附加值大等特点,被广泛应用于汽车、电子电气、航空、航天、能源、冶金、机械制造、生命科学等各行各业,对提高产品质量、劳动生产率、自动化、无污染、减少材料消耗等起到了愈来愈重要的作用。在我国制定的《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020 年)》中,激光技术被列为重点发展的八项前沿技术之一。激光技术是一门综合性强、应用范围广的技术,涉及机械学、光学、材料学、工艺学、电工电子学等学科,随着工农业生产、国防科学技术等产业的快速发展,激光技术必将越来越受到社会的极大关注。

面对激光技术产业强劲的发展势头,培养与时俱进的技能型人才,当务之急,尤其需要培养一大批能从事一线操作的应用型技术人才,这就为中、高职院校增设激光加工技术专业提供了前所未有的发展机遇,但同时,专业的发展也面临着严峻的挑战。目前,从事一线教学的广大教育工作者和从业人员迫切需要实用性强、通俗易懂的激光加工技术专业教材,而国内关于该专业的教材多为本科院校和科研院所使用,适合中、高职院校的教材极其匮乏。为此,编写和出版职业院校的激光加工技术专业教材既迫在眉睫,又意义重大。

在湖北省激光行业协会的亲切关怀下,在武汉软件工程职业学院王中林等教授的大力支持,武汉弗莱茵科技有限公司的大力帮助,以及华中科技大学出版社的无私援助下,经过多年的努力,在原版本的基础上,第二次修订了《机械识图 理实一体化教程》《电工与电子技术 理实一体化教程》《电子测量 理实一体化教程》《电气控制与 PLC 理实一体化教程》《激光基础 理

实一体化教程》《激光加工设备 理实一体化教程》《激光加工工艺 理实一体化教程》《激光加工实训技能指导(上、下册)》《AutoCAD 技术 理实一体化教程》《激光英语》等激光加工专业系列教材。参与本系列教材建设的院校大多是国家级改革示范学校或国家级重点院校,参与教材编写的都是普通高校、中高职院校激光加工专业(或学科)带头人,有着丰富的教学 and 实践经验。此外,教材编写还吸收了激光加工设备制造行业的精英参与,经过反复研讨、修订和论证,终于完成了本套教材的编写工作。

本套教材具有以下鲜明的特点。

原创性强。检索表明,中、高职院目前尚未发现激光加工专业的整套教学用书。作为一个服务于经济社会发展的新专业,本套教材含有机械加工、电工电子、激光基础、激光加工工艺和设备、常用软件等内容,覆盖面广,首创性强,是对激光加工技术专业职业教学的一次有效、有益的大胆尝试。如《激光基础 理实一体化教程》《激光加工设备 理实一体化教程》《激光加工工艺 理实一体化教程》《激光英语》等。

针对性强。本套教材注重知识的“可用、够用、实用”,主要以模块贯穿—项目引领—任务驱动,使得机械、电工电子等专业基础模块,如《机械识图 理实一体化教程》《电工与电子技术 理实一体化教程》《电子测量 理实一体化教程》《电气控制与 PLC 理实一体化教程》等,服务于激光加工专业核心模块,针对性强。

实践性强。本套教材凸显理实一体化教学理念,把导、学、教、做、评等各环节有机地结合在一起,以“弱化理论、强化实操,实用、够用”为目的,强化对学生实操能力的培养,让学生“做中学,学中做”,符合当前职业教育改革与发展的精神和要求。如《激光加工实训技能指导(上、下册)》中,以及机、光、电等项目教程里均含有大量的实训教学内容,突出了以“做”为中心的实践性教学环节。

课程设置合理。结合激光加工技术所涉及的领域,本套教材集机、光、电为一体,宽基础、有阶梯,门类齐全,理论体系完整,课时安排比例适当,专业基础和专业核心课程占总课时近70%,与职业教育的理念相契合。

我十分高兴地为本套教材写序,也有幸认识了很多业界朋友,更乐意向全国广大读者推荐这套教材。随着我国高端制造加工业的蓬勃发展,尤其是激光加工技术的广泛应用,有着一批在教学一线的编者、企业有识之士的默默奉献,我坚信,教材的功效一定会得以彰显。

上海市激光技术研究所所长 王又良

2015年7月

前言

激光加工技术是一项综合性极高的技术,它涉及光学、热学、机械学、电工电子学、材料学、工程学等很多学科。由于激光固有的四大特性(单色性、相干性、方向性和高能量密度),在其他的领域也得到广泛发展。随着生产实践应用的需求,激光加工工艺越来越受到人们的重视。激光加工工艺即激光对各种材料的加工,由于热影响区小,光束方向性好,能使光束斑点聚焦到波长级,可以进行选择性加工、精密加工,这是激光加工具有的特点和优越性,是机加工中最有竞争力的一种替代手段。

本教材是从职业教育培养激光加工技术知识型、技能型人才的角度出发,以“实用、够用”为目的,弱化理论,注重实践,针对职业院校学生的特点编写的,通俗易懂,由浅入深,尽量符合学生的可接受教学原则。

本教材被列为 21 世纪中等职业教育课程改革规划教材,适合中职院校激光加工技术专业广大师生使用。全书共分 7 个项目 21 个任务。主要内容包激光与材料的相互作用、激光标刻技术、激光焊接技术、激光切割技术、激光打孔技术和几个其他激光加工技术等。内容的选定坚持以服务学生、服务教学、服务就业为宗旨,注重培养学生的检索能力、阅读能力、团队合作能力、分析和解决问题能力和实际操作能力。在知识链接中增大了知识内涵,尤其是把我国目前激光发展的实际水平位居世界前列这一客观事实凸显了出来,激发了学生的爱国热情。

在教材开发过程中,编委们深入工厂、企业,与相关工程技术人员共同探讨,了解新工艺,学习新技术,努力做到校企培养和使用人才的零距离对接。

本书由安徽蚌埠技师学院的徐永红和王秀军两位老师主编。贵州电

子工业学校的段啟敏、河南济源市高级技工学校的刘永、河南濮阳市高级技工学校的刘俊超,以及吉林省伊通县职教中心、陕西高陵县职教中心、安徽阜阳技师学院、贵州电子工业学校、石家庄栾城县职教中心、辽宁朝阳工程技术学校、四川宣汉职业中等专业学校、宁夏灵武职教中心、山东垦利县职业技术教育中心、甘肃酒泉工贸职业中等专业学校、江西莲花县职业技术学校、河南济源市高级技工学校等全国 70 多所中高职院校的本专业老师共同参与编写而成。本书由王中林主审。

本书在编写过程中参考和借鉴了多本同类教材的内容,也借鉴了激光网上的很多最新的典型案例,在此谨向编著者表示深切谢意;向一直关心支持本教材开发的武汉弗莱茵科技有限公司的封超华总经理、湖北省激光行业协会领导,以及武汉软件工程职业学院的王中林教授、李建新教授、杨晟老师、石中发老师表示崇高的敬意。在书本的编写过程中,还得到武汉弗莱茵科技有限公司全体工程技术人员的无私帮助和大力支持,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2016 年 7 月

目 录



项目 1 绪论

- 任务 1 概述 (2)
- 任务 2 激光与材料的相互作用 (7)

项目 2 激光标刻技术

- 任务 1 激光标刻技术概述 (20)
- 任务 2 激光标刻工艺 (25)
- 任务 3 金属名片和非金属名片的激光标刻 (30)
- 任务 4 金属与非金属材料的旋转标刻和飞行标刻加工 (41)

项目 3 激光焊接技术

- 任务 1 激光焊接技术概述 (54)
- 任务 2 激光焊接工艺 (59)
- 任务 3 编程与控制 (72)

项目 4 激光切割技术

- 任务 1 激光切割技术概述 (94)
- 任务 2 激光切割工艺 (99)

项目 5 激光打孔技术

- 任务 1 激光打孔技术概述 (120)
- 任务 2 激光打孔工艺 (126)

项目 6 其他激光加工技术

- 任务 1 激光淬火 (141)
- 任务 2 激光合金化 (148)
- 任务 3 激光熔覆 (162)
- 任务 4 激光快速成形技术 (179)
- 任务 5 激光清洗与毛化技术 (187)

项目 7 几个激光加工设备教学软件——以武汉弗莱茵科技有限公司开发的教学课件、软件为例

- 任务 1 几个激光加工设备演示课件 (194)
- 任务 2 双光路激光雕刻切割加工维修综合实训系统仿真软件 V1.0 (197)
- 任务 3 多工位带旋转激光标刻加工维修综合实训系统仿真软件 V1.0 (201)

- 参考文献 (206)



项目1

【项目描述】

激光加工工艺涉及光、机、电、材料和其他相关的技术，对不同的加工对象，它有一定的内在规律和特点。激光加工工艺即激光对各种材料的加工工艺，本项目共分为2个任务，即概述、激光与材料的相互作用。学习本项目，可让学生初步了解激光加工的种类及激光与材料的相互作用的基本规律。

【学习目标】

了解激光加工工艺内涵，理解激光加工特点，知道激光加工种类以及激光与材料相互作用的几个阶段，知道影响激光与材料相互作用的因素。

【能力目标】

培养学生网上检索、阅读、思考、分析和解决问题的能力。

绪论

任务1 概述

任务场景

一个好的激光加工产品,它的生产过程绝不能随心所欲,必须按照一定的规范标准来实施。这一激光加工的规范标准就称为激光加工工艺。好的激光加工工艺能够充分保证产品的质量,提高工作的效率。图 1.1.1 所示的为空中客机 A340,其机身、机翼筋板与蒙皮连接采用的是激光焊接工艺,这对激光加工工艺的要求就十分严格。

任务要求

了解激光加工工艺的内涵,理解激光加工的特点,知道激光加工种类。

任务准备

1. 网上检索相关图片和视频,下载并编辑。
2. 多媒体及课件。

基本活动

一、激光加工工艺

激光加工工艺涉及光、机、电、材料、控制系统和其他相关的技术,对于不同的加工对象,它有一定的内在规律和特点。激光加工工艺即激光对各种材料的加工工艺。由于热影响区小,光束方向性好,而且光束斑点可聚焦成不同的大小,以便进行选择性的加工、精密加工,这是激光加工具有的特点,是机加工中最有竞争力的一种替代传统加工工艺的手段。

自激光发明以来的 40 多年间,继以红宝石激光器为代表的固体激光器之后,气体激光器、化学激光器、染料激光器、原子激光器、离子激光器、半导体激光器、X 射线激光器和光纤激光器相继问世。各种性能的激光器,如稳频激光器、稳功率激光器、保偏激光器、大功率激光器、稳方向激光器及超短脉冲激光器先后被研制出来,以满足不同的需求。许多领域应用激光发展出了各种不同的新产品,例如,激光干涉仪、激光测距仪、激光医疗设备、激光打孔机、激光打标机、激光切割机、激光焊接机、激光雕刻机、激光热处理设备、激光防伪商标、激光通信系统、光盘存储器及激光制导武器等。

二、激光加工的特点

激光加工的特点主要包括以下几个方面。

- (1) 几乎可以对所有的金属和非金属材料进行激光加工。可以加工玻璃、有机玻璃等



图 1.1.1 机身、机翼筋板与蒙皮的焊接

透明体;还可以加工高硬度、高脆性及高熔点的材料。

(2) 激光能聚焦成极小的光斑,可进行微细和精密加工,如微细窄缝和微型孔的加工。激光束易于导向、聚焦,以实现各方向变换,极易与数控系统配合,对复杂工件进行加工,因此,它是一种极为灵便的加工方法。

(3) 可用反射镜将激光束送往远离激光器的隔离室或其他地点进行加工。

(4) 加工时无需用刀具,属于非接触加工,并且激光束的高能量及其移动速度均可调,因此可以达到多种加工的目的,如无机械加工变形。

(5) 无需加工工具和特殊环境,便于自动控制、连续加工,加工效率高,加工变形和热变形小。

(6) 激光加工与电子束加工相比,其优点在于可以在大气中进行,不必在真空中进行,不受电磁干扰,设备相对简单,使用方便,性能良好。

三、激光加工的种类

激光加工是指激光束作用于物体的表面而引起的物体变形,或者物体的性能改变的加工过程。按光与物质相互作用的机理,大体可将激光加工分为激光热加工和激光光化学反应加工等两类。

激光热加工是指激光束加于物体所引起的快速效应的各种加工过程;激光光化学反应加工是指激光束加于物体,借助高密度高能光子引发或控制光化学反应的各种加工过程,也称为冷加工。热加工和冷加工均可对金属材料和非金属材料进行切割、打孔、刻槽、标记等。热加工对金属材料进行焊接、表面改性、合金化、切割均极有利,冷加工则对光化学沉积、激光刻蚀、掺杂和氧化很合适。

1. 激光打标

激光打标是指利用高能量的激光束照射在工件表面,光能瞬时被工件材料吸收变成热能,使工件表面材料汽化或发生颜色变化的化学反应,留下永久性标记,从而在工件表面刻出任意需要的文字和图形,以作为永久防伪标志的加工方法,如图 1.1.2 所示。激光打标是激光加工最大的应用领域之一。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数量级,这对产品的防伪有特殊的意义。

激光打标的特点是非接触加工,可在任何异型表面标刻,工件不会变形和产生内应力,适于金属、塑料、玻璃、陶瓷、木材、皮革等各种材料的表面标刻;标记清晰、永久、美观,并能有效防伪;标刻速度快,运行成本低,无污染,可显著提高被标刻产品的档次。

激光打标广泛应用于电子元器件、汽(摩托)车配件、医疗器械、通信器材、计算机外围设备、钟表等产品中。

2. 激光焊接

当激光的功率密度为 $10^5 \sim 10^7 \text{ W/cm}^2$,照射时间约为 $1/100 \text{ s}$ 时,可进行激光焊接。激

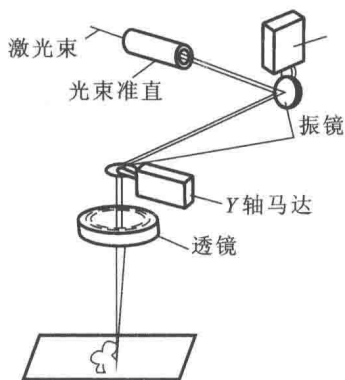


图 1.1.2 激光打标示意图

光焊接一般无需焊料和焊剂,只需将工件的加工区域“热熔”在一起即可,如图 1.1.3 所示。

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。其在机械、汽车、钢铁等工业部门获得了广泛应用,可以用来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。

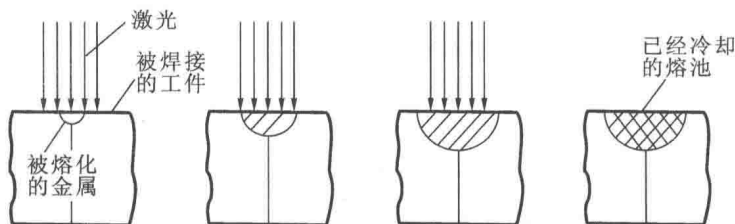


图 1.1.3 激光焊接的过程

3. 激光切割

激光切割是通过激光聚焦后产生的高功率密度能量来实现的。在计算机的控制下,脉冲使激光器放电,输出受控的重复高频率的脉冲激光,形成一定频率、一定脉宽的光束,该脉冲激光束经过光路传导及反射并通过聚焦透镜组聚焦在加工物体的表面上,形成一个个细微的、高能量密度光斑,光斑位于待加工表面附近,以瞬间高温熔化或汽化被加工材料。每一个高能量的激光脉冲瞬间就把物体表面溅射出一个细小的孔,在计算机的控制下,激光加工头与被加工材料按预先绘好的图形进行连续相对运动打点,这样就会把物体加工成想要的形状。切割时,一股与光束同轴气流由切割头喷出,将熔化或汽化的材料由切口的底部吹出(注:如果吹出的气体和被切割材料产生热效反应,则此反应将提供切割所需的附加能源;气流还有冷却已切割面、减少热影响区和保证聚焦透镜不受污染的作用)。与传统的板材加工方法相比,激光切割具有高的切割质量(切口宽度窄、热影响区小、切口光洁)、高的切割速度、高的柔性(可随意切割任意形状)、广泛的材料适应性等优点。激光切割(见图 1.1.4)的原理与激光打孔的原理相似,但工件与激光束要相对移动。在实际加工中,采用工作台数控技术可以实现激光数控切割。

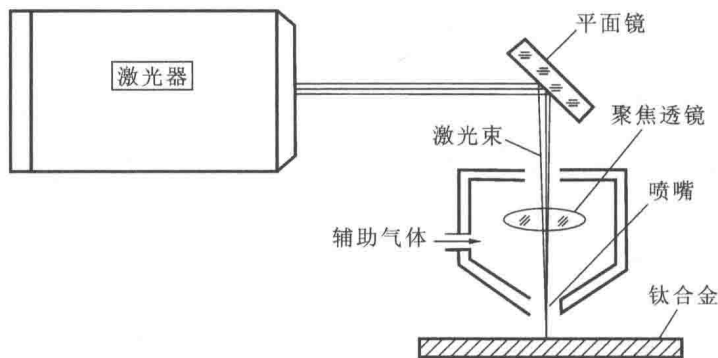


图 1.1.4 激光切割示意图

激光切割大多采用大功率的 CO_2 激光器,对于精细切割,也可采用 YAG 激光器。激光

可以切割金属,也可以切割非金属。在激光切割过程中,由于激光对被切割材料不产生机械冲击和压力,再加上激光切割切缝小,便于自动控制,故在实际中常用来加工玻璃、陶瓷及各种精密细小的零部件。

激光切割过程中,影响激光切割参数的主要因素有激光功率、吹气压力、材料厚度等。

4. 激光打孔

随着近代工业技术的发展,硬度大、熔点高的材料应用越来越多,并且常常要求在这些材料上打出又小又深的孔,例如,钟表或仪表的宝石轴承、钻石拉丝模具、化学纤维的喷丝头以及火箭或柴油发动机中的燃料喷嘴等。这类加工任务,用常规的机械加工方法很困难,有的甚至是不可能的,而用激光打孔,则能比较好地完成任务。

激光打孔过程是激光和物质相互作用的热物理过程,它是由激光光束特性(包括激光的波长、脉冲宽度、激光光束发散角、聚焦状态等)和物质诸多的热物理特性决定的。它在激光加工中归类于激光去除,也叫蒸发加工。激光经聚焦后作为高强度热源对材料进行加热,如图 1.1.5 所示。激光功率密度只要达到 $10^5 \sim 10^6 \text{ W/cm}^2$,就能使各种材料(包括陶瓷)熔化或汽化。在激光打孔中,要详细了解打孔的材料及打孔要求。从理论上讲,激光可以在任何材料的不同位置打出浅至几微米、深至二十几毫米以上的小孔,但具体到某一台打孔机,它的打孔范围是有限的。

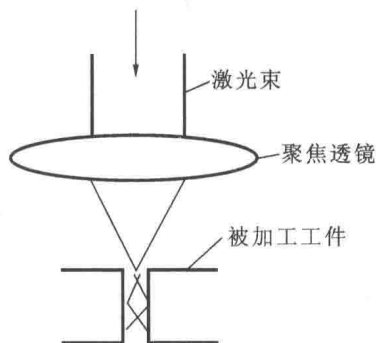


图 1.1.5 激光打孔示意图

所以,在打孔之前,最好要对现有的激光器的打孔范围进行充分了解,以确定能否打孔。

激光打孔的质量主要与激光器的输出功率和照射时间、焦距与发散角、焦点位置、光斑内能量分布、照射次数及工件材料等因素有关。在实际加工中,应合理选择这些工艺参数。

5. 激光表面热处理

激光表面热处理也称激光表面淬火。激光的功率密度只要达到 $10^3 \sim 10^5 \text{ W/cm}^2$,便可对铸铁、中碳钢,甚至低碳钢等材料进行激光表面淬火。淬火层的深度一般为 $0.7 \sim 1.1 \text{ mm}$,淬火层的硬度比常规淬火层的约高 20%。激光表面淬火变形小,还能解决低碳钢的表面淬火强化问题。图 1.1.6 所示的为激光表面热处理应用实例。

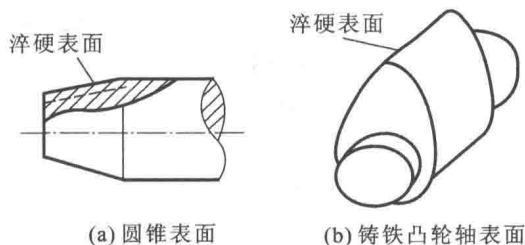


图 1.1.6 激光表面热处理示意图

评价与收获

将本任务的评价与收获填入表 1.1.1 中。

表 1.1.1 任务的评价与收获

过程评价					
评价内容	认知态度	多媒体使用情况	团队协作情况	参与程度	任务完成情况
评价等级					
收获与反思					

巩固与练习

1. 激光加工的特点有哪些?
2. 激光加工的种类有哪些?

知识链接

激光智能装备在国防和航空航天领域的应用

激光制造技术在国防和航空航天领域的产业化应用具有远大前景,具备效率高、能耗低、流程短、性能好、数字化、智能化等特点。

航空发动机是飞机的核心,是飞机性能的重要决定因素。飞机上使用的大型涡轮风扇发动机,涡轮转速超过 5000 转每分钟,发动机燃气流进涡轮前的温度高达 1500°C ,为了防止涡轮叶片、燃烧室、喷油嘴等发动机中的 3 万余个零部件“发烧”,需要引入外围的冷空气,在内部表面形成很薄的冷空气膜给其进行冷却降温,这要通过直径为 0.5 mm 的 10 万余个微小气膜孔来实现。

攻克微小气膜孔的加工方法成为飞机“心脏”正常跳动的关键。但目前现有的电火花打孔、激光打孔,会使孔壁存在再铸层、微裂纹,因而降低了零件使用寿命,严重影响了零件使用的稳定性。为了去除再铸层和微裂纹,国内外均采用激光加工等技术来破解飞机“心脏”正常跳动的难题。

飞机主要结构材料铝、钛合金的激光焊接是相对于传统焊接方式的,因为飞机焊接需要精密环境,手动焊接需要焊接一个零部件抽一次真空,而激光焊接则可以省掉该步骤,大大地节省了时间,激光焊接的效率也是传统焊接的 5~6 倍;热影响小,相对于传统的机械加工,激光焊接材料表面几乎毫发无损;激光焊接能够实现自动化、柔性化,通过数据编程,真正实现智能制造。

激光焊接技术主要应用于焊接飞机主要结构材料铝、钛合金及飞机合金壁板、汽缸垫、电机盒、炮弹、鱼雷、铝合金导弹装药库等方面;激光切割打孔技术应用于飞机蒙皮、蜂窝结构、框架、尾翼壁板、直升机主旋翼、发动机机匣和火箭筒等方面。激光表面处理技术主要有激光淬火与激光熔覆。激光淬火是用高能激光在工件表面快速扫描,在工件表面指甲厚的小区域内快速吸收能量,使其温度不要 1 s 就可上升到 $600\sim 1000^{\circ}\text{C}$,2~3 s 内完成低温淬火,激光淬火后的工件表面会更加坚硬。激光熔覆可修复飞机旧设备,如飞机发动机锻造叶片、涡轮导向器叶片等,熔覆后的旧设备崭新如初,设备基材性能甚至超过从前,柔软的材料