

激光技术应用综述

陈国强¹ 叶飞²

(1. 浙江清华长三角研究院, 浙江 嘉兴 314051;
2. 浙江航天润博测控技术有限公司, 浙江 杭州 310016)

摘要: 激光是 20 世纪人类最伟大的科技发明之一, 在农业、医疗、机械加工和信息技术等领域都有着广泛运用, 对社会生产、产业结构调整产生了深远影响。激光技术最先被运用于测量领域, 为建筑领域测绘、地理空间测绘等带来了便利, 凭借精度高、穿透力强等优点, 被广泛运用于机械加工领域, 完成机械焊接、切割等加工工艺。同时, 激光还被应用于医疗领域, 为临床治疗提供科学数据, 还推动了信息技术、人工智能技术的发展。本文汇总了国内外激光技术相关研究, 进一步探究了这一技术在各个领域的运用, 为激光技术创新与运用提供参考。

关键词: 激光技术; 国内外研究; 医疗; 工业; 机械

1916 年著名物理学家爱因斯坦发现了激光原理, 提出了受激辐射理论, 这一发现在科学技术引起了轰动。1960 年西奥多·梅曼发明了世界上第一台激光器, 预示着激光技术进入了新的发展阶段, 被广泛运用于农业、工业、医疗、军事、信息技术和航空航天等领域, 促进了高新技术产业发展, 对人们的学习、生活和工作也产生了深远影响。激光具有方向性强、高亮度和通光源单色性等优点, 凭借这些优势, 被广泛运用于机械加工、医疗和军事等领域, 推进了计算机、半导体、原子能和人工智能技术等高新技术产业的发展。

一、激光技术国内外发展历史

(一) 国外研究现状

1958 年美国学者美国科研者肖洛与汤斯发表了《红外与光学激射器》系统性分析了红外线、激光技术发展历史, 二者在波长、传播等方面的异同点, 进一步明确红外线与激光之间的联系, 他们利用氪光灯泡所发射的光照在一种稀土晶体上, 发现该晶体分子会发出鲜艳的、聚集在一起的强光, 他们根据这一现象提出了“激光原理”与“受激发射”理念, 这是研制激光器的雏形, 为后续激光器研发奠定了基础。1960 年美国物理学家梅曼成功研制出世界上第一台激光器, 他利用高强闪光灯管来激发红宝石, 在红宝石上钻一个孔, 当强光照在红宝石上时, 光穿过这个小孔形成一条红色光柱, 当这条光柱射向其他物体时, 光的温度要比太阳表面温度还高, 可以用来切割和焊机金属材料、攻击军事目标等。1988 年巴西成功研制便携式半导体激光大气通信系统, 利用新型激光器来研发军用红外线通信装置, 在传统双筒望远镜上安装激光二极管和麦克风, 使用时把双筒镜对准另一方就可以进行通信, 适用于野外通信。1991 年 Valentin Gapontsev 博士在美国麻省创了世界上最大的光纤激光器制造企业, 邀请激光领域研究人员成立研发团队, 对光纤激光技术进行深入研究, 研究光纤激光器在医疗、交通和传感器等领域的运用, 逐步提升激光发射距离、精度。1961 年美国 RCA、MIT 林肯实验室和 IBM 公司实验室都开始研究半导体激光器, 把半导体技术和激光器衔接起来, 进一步拓宽激光技术运用领域, 次年 IBM 公司研发团队成功研制了砷化镓半导体激光器, 进一步推动了半导体技术的发展, 让更多人认识到激光技术的优越性, 进一步推动了激光器研发技术发展。2012 年松下集团研发团队研制了输出功率为 1W、体积为 2cc 的“绿色 SHG 激光器单元”, 第一次提出了激光技术可能对环境、人体造成的危害, 开始尝试把绿色环保理念和激光器研发结合起来, 缩小激光器体积, 合理控制激光发射距离、穿透力等, 进一步推动了激

光器技术发展。

(二) 国内研究现状

我国激光技术与国外几乎同时起步, 凭借老一辈科学家坚持不懈的努力, 激光技术发展势头比较迅猛。外国激光技术传到国内后, 掀起了研究热潮, 我国著名科学家钱学森正式把“光受激发射”改称“激光”。1957 年王大珩教授在长春成立了我国第一所光学研究所, 开始探索激光在精密仪器制造、医疗和军事等领域的运用。1961 年夏天, 我国成功研发第一台激光器, 开启了我国激光技术研究新征程。1964 年我国成立了世界上第一所激光技术专业研究所—上海光电所, 把全国激光领域专家聚集在一起, 带领青年科研人员开始研究激光技术, 当年启动了“6403”项目, 研发了高能钕玻璃激光系统, 1965 年开始研发高功率激光系统, 研究高功率激光器原理和应用技术, 重点研发军用激光器, 为捍卫国防安全作出了突出贡献。改革开放以来, 我国激光科技事业蓬勃发展, 在 1980 年举办了第一次国家机关会议, 邀请世界各国激光科研机构、生产企业和专家等参会, 促进了国内外激光技术交流。1987 年我国成立了光学行业协会, 下设激光分会, 每年举办激光科研大会, 分享激光领域新技术, 为国内激光产业提供技术支撑, 培养更多年轻激光科研人才。随着我国激光技术崛起, 光峰科技、锐科激光和大族激光等民族企业迅速崛起, 在激光雕刻机、激光显示器和激光发射器等领域取得了众多发明专利, 还凭借价格优势迅速占据了海外市场。2019 年南京理工大学成功研制国内首台万瓦级光纤激光器用光闸, 进一步推动了我国大功率光纤激光器发展, 填补了国内在此领域的空白。

二、激光技术在工业上的应用

(一) 国外相关研究

美国、德国和日本在激光加工产业走在了世界前列, 运用激光加工工艺对传统工艺进行改造升级, 利用激光焊接、激光雕刻等技术来开展汽车、机械、钢铁加工, 既可以节约原材料, 又可以提升加工精度, 让国内制造业进入了“光制造”时代。德国、美国和日本是举世闻名的制造业大国, 在汽车制造、数控设备制造领域处于国际领先水平, 这得益于他们重视激光技术发展, 政府投入大量资金开展激光技术科研。例如美国成立了精密激光机械加工协会, 选拔国内激光研究领域专家担任协会负责人, 为协会提供科研资金, 促进协会与国内加工企业合作, 还可以吸收企业资金, 保障激光协会科研项目的顺利运行, 这一政策让美国激光器技术处于世界领先地位, 迅速占据了世界市场。德国在 1994—2002 年制定了国家激光发展计划, 规划激光技术研发路径,

重点探索激光设备在汽车制造、机械制造领域的运用,把激光加工和数控技术衔接起来,研发了一大批先进的数控机床、数控铣床和工业机器人等设备,让德国制造业迅速崛起。德国政府大力扶持激光技术研究所发展,例如 Nutech 研究所和汉诺威激光研究所,重点研发激光切割、焊接和再制造等技术,并向奔驰、宝马和大众等汽车企业提供技术服务,德国 Trumpf 公司率先研发了 CO₂ 激光器产品中的射频电源,进一步丰富了激光发射器类型,提升了激光加工技术精度,为精密仪器制造、汽车制造注入了新活力。

(二) 国内发展现状

自从激光技术传入我国以来,国家一直在全面推进激光技术研究,把华中科技大学、中科院作为激光研究机构,自主研发激光新技术,在武汉设立激光实验室,进一步推进我国激光技术的发展。我国深圳大族激光公司设立了激光研究院,聘请德国 Rofin 公司激光研究专家吕启涛博士为公司技术指导,积极引进德国先进的激光技术,进一步提升了自身科研能力,还积极与高校合作,加快了激光科技成果转化速度,研发了半导体激光器、激光雕刻等设备。华工科技公司自主研发光纤激光器,立足武汉激光产业发展趋势,积极研发高质量激光设备,一方面满足国内企业需求,另一方面可以出口激光设备。李峰西、宋文秀和索海生等(2021)分析了激光清洗技术在工业领域的运用,他们分析了激光清洗工作原理,进一步探究了激光技术在飞机旧油漆、楼宇外墙和精密仪器等的清洗,既可以减轻对机械零部件表面的破坏,又可以提升机械清洗工作效率。张丽、孙耀宁和王国建等(2020)分析了飞秒激光在工业领域的运用,他们分析了飞秒激光瞬间功率、超脉冲、超高精度和空间分辨率,可以对各类材料进行冷处理,利用飞秒激光技术对金属表面进行处理,进行材料微加工、零部件安全检测等,进一步提升机械制造工艺水平。

三、激光技术在医学方面的应用

(一) 国外研究

国外学者最先开始探索把激光技术运用于临床治疗,伯恩和朗克罗探究了激光在显微镜中的运用,研发使用特殊染料的激光器,利用微激光对一些特殊细胞,细胞组织等进行观察,进一步观察细胞中的微量抗体、细胞结构,更好地掌握细胞内部信息,得出更加准确的数据,为临床针对奠定良好基础。1966 年国外科学家提出了激光全息摄影诊断技术,利用激光衍射特性对物体进行全方位检测,记录物体的振幅、波长和相位,获取清晰度更高的图像,随后这一技术被广泛运用于医疗领域。1969 年美国研发了临床专用的超声激光全息摄影机,这个摄影机可以透过人体软组织,通过超声回波激发塑料薄膜,在摄影机上形成声物图,最几秒钟内拍摄全息照片,可以用来诊断癌症,及时发现患者病灶,提升癌症治疗效果。美国 Sandiz 国家实验室研发了微腔半导体激光器,利用透明细胞作为仪器波导材料,改变激光横模结构,让激光光谱发生变化,通过光谱变化来识别细胞,帮助医生快速了解患者病情。

(二) 国内研究

王炳儒和黄翔(2019)分析了激光技术在临床医学中的运用,他们分析了激光技术在临床手术、治疗等领域的优势,认为这一技术手术时间短,可以降低对患者身体机能的影响,准确度比较高,提升了手术成功率,激光手术设备精度高、自动化水平高,可以辅助医生进行手术,进一步保证手术安全性。他们分析了激光在

癌症治疗中的运用,利用特殊激光器对患者癌细胞进行消除,消除癌细胞,延缓癌细胞扩散,还可以利用激光治疗近视,通过飞秒激光治疗近视,帮助患者摘掉眼镜。阮亮和耿远明(2022)分析了半导体激光治疗设备的临床应用前景和方法,首先介绍了半导体激光器的研发历史、特点,进一步探索这一设备在医院口腔、眼科、肿瘤科、耳鼻喉科、心血管科等治疗中的运用,分析了治疗过程、疗效和患者满意度,大力推广半导体激光设备,进一步减轻患者病痛,做好癌症早期筛查与治疗工作,以及临床手术治疗效果。

四、激光技术在军事领域的运用

(一) 国外研究

20 世纪 60 年代苏联开始研究激光武器,逐步研发了新型激光雷达、激光通信电话等,提升了军队作战过程中通信质量,同时还开始研发激光武器。1971 年美国成立了海军高能激光计划管理办公室,负责研发海军激光武器,进一步提升海战战略装备水平。随后该办公室一直在研发 CO₂ 气动激光新型武器,后续开始研发 DF 化学激光器。美国休斯公司也在为海军研发激光武器,把追踪器、激光器和光束控制装置融合起来,进一步研发激光拦截系统,这为激光技术在军事领域运用研究提供了新思路。美国、德国等国家开始利用光纤激光器研发军事机器人,把激光技术和人工智能、传感器等技术融为一体,设计智能化军事机器人,让其来代替人进行排爆、进攻等危险任务,这标志着现代军事战争逐步向智能化、现代化转型。

(二) 国内研究

王永仲教授是我国军事科研领域的专家,出版了《现代军用光学技术》一书,他在书中详细阐述了激光技术对现代战争的影响,分析了这一技术在军事领域的广泛运用,结合国内外出现了激光军事武器进行了分析,进一步探索了我国研发激光军事装备的前景和路径。他认为激光技术扩大了作战空域和领域,对战场通信、信号传输、导弹拦截等都产生了影响,我国要进一步研发激光武器,例如激光雷达、激光拦截系统和激光无人机等,进一步提升激光武器水平。

五、结语

激光技术具有穿透力强、精准度高等优势,被广泛运用在工业领域、医疗领域、军事领域等,推动了自动化加工技术发展,把激光加工系统和计算机数控技术相结合,研发自动化机械加工设备,推动了精密仪器制造和机械制造技术的发展。同时,我们还要不断研发新型激光器、半导体激光器、光纤激光器等设备,进一步扩大激光技术应用领域,为我们的生活、学习带来更多便利。此外,我们还要树立和平、科学利用激光技术的理念,研发新型激光设备,为癌症治疗、临床手术、大气监测和国防建设等提供技术支持,进一步推动激光技术发展。

参考文献:

- [1] 李峰西, 宋文秀, 索海生等. 浅谈激光清洗技术在工业领域的应用 [J]. 清洗世界, 2021, 37(11): 80-81.
- [2] 张丽, 孙耀宁, 王国建等. 飞秒激光在工业领域的研究与应用进展 [J]. 热加工工艺, 2020, 49(10): 20-24.
- [3] 王炳儒, 黄翔. 激光技术在医学中的应用 [J]. 世界最新医学信息文摘, 2019, 19(76): 70+74.
- [4] 阮亮, 耿远明. 半导体激光治疗设备的临床应用与发展前景 [J]. 中国激光医学杂志, 2022, 31(02): 107-111.