

激光焊接技术的研究现状与应用

闫继太

深圳市优控激光科技有限公司 广东深圳

【摘要】工业在经济发展中占有举足轻重的位置，而激光技术是目前世界上最重要的研究领域。随着工业化进程的推进，对环保、自动化、高效的要求越来越高，激光技术的应用领域也越来越广泛，其中激光焊接技术的应用越来越受到重视。介绍了激光焊接技术的发展概况，分析了国内外激光焊接技术的发展状况，讨论了激光焊接技术在我国的实际应用。

【关键词】激光焊接技术；研究现状；应用

【收稿日期】2022 年 12 月 14 日 **【出刊日期】**2023 年 2 月 23 日 **【DOI】**10.12208/j.jeea.20230002

Research status and application of laser welding technology

Jitai Yan

Shenzhen Youcontrol Laser Technology Co., LTD., Shenzhen, Guangdong

【Abstract】 Industry plays an important role in economic development, and laser technology is the most important research field in the world. With the advancement of industrialization process, the requirements for environmental protection, automation and high efficiency are becoming more and more high, and the application field of laser technology is becoming more and more extensive, among which the application of laser welding technology is paid more and more attention. This paper introduces the development situation of laser welding technology, analyzes the development situation of laser welding technology at home and abroad, and discusses the practical application of laser welding technology in China.

【Keywords】 laser welding technology; research status; application

引言

激光焊接技术是目前焊接技术发展的一个热点。激光焊接是以激光为热源，利用激光具有较高的能量密度，将激光辐射到材料的表面，通过加热将其融化，从而实现焊接。在国外，激光焊接技术已在各个行业得到了广泛的应用。目前国内的激光焊接技术还处于初级阶段，应用领域还比较狭窄，有待进一步完善。在新的时代，随着工业的快速发展，我们必须加速这项技术的深入和科学的应用，保证它能够为工业的健康发展提供有力的支撑^[1]。

1 激光焊接技术的概况

在研究激光焊接工艺时，必须先了解其基本情况。激光焊接是一种高效率的焊接技术，它利用激光的辐射能量，对激光进行高强度的聚焦，从而产

生更强的激光脉冲，用于金属的焊接。与其它传统焊接工艺相比，激光焊接具有无可比拟的优越性，它具有深度大，不易变形，速度快，焊接设备简单，操作方便，在室温等特殊环境下可以进行焊接，可以焊接石英、钛等不易溶解材料。但是，在激光焊接中，也有一些缺点和不足，它需要很高的焊接附件，而且激光的位置要精确，不能有太大的偏差。

1.1 激光焊接的模式

激光焊接可分为热导焊和深熔焊两种，前者是通过热传递到工件内部，仅在焊缝表面发生熔融，而在工件内部并未完全融化，几乎不会发生汽化，主要应用于低速薄壁材料的焊接；高温不仅能将材料彻底融化，还能将其蒸发，形成大量的电浆。深熔焊接能完全焊接工件，输入能量大，焊接速度快，

作者简介：闫继太（1976-）男，汉族，党员，河南省平顶山市，副总经理，助理工程师，高级技工；研究方向：自动化激光焊接，三维激光焊接应用于技术研发

是目前应用最广的一种方式。

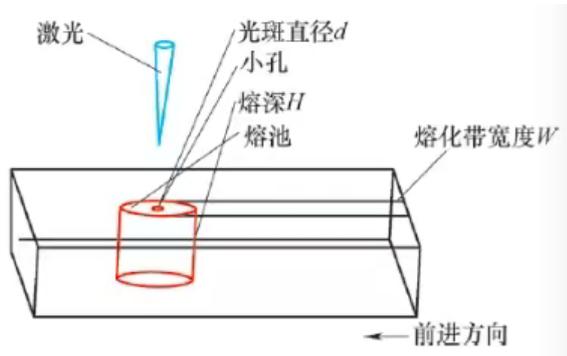


图1 激光焊接原理

1.2 激光焊接的优缺点

激光焊接技术具有许多独特的优势：①激光焊接能使焊接接头强度高、深宽比大、焊接速度快。②由于不需要在真空条件下进行激光焊接，所以利用光学透镜和光纤，可以进行远距离的控制和自动的制造。③激光功率密度高，对钛、石英等难以焊接材料有良好的焊接效果，且能对异种材料进行焊接。当然，激光焊接技术也有缺点：①激光和焊接设备的各个部件的制造造价较高，因而其前期投入和维修费用较高，经济效益较低。②激光焊接的转换效率一般很低（一般在5%至30%），因为固态物质对激光的吸收性很差，尤其是当等离子体产生后（等离子体可以吸收激光）。③激光焊接中聚焦光点很小，对零件的装配精度有很高的要求，微小的设备偏差都会造成很大的误差^[1]。激光焊接技术的推广和激光产品的商业化，使激光器件的成本大幅降低。随着高功率激光器的发展和新的复合焊接技术的开发和应用，已解决了激光焊接转换效率低下的问题，在未来，将逐渐取代电弧、电阻等传统的焊接技术。

1.3 激光焊接的焊缝形状及组织性能

激光焊接时，由于激光的聚焦区域很小，所以它在焊缝附近的热影响区要小于常规的焊接方法，而且一般不需要填充金属，所以焊缝表面均匀，形状美观，没有气孔、裂纹等表面缺陷，特别适用于对焊缝形状有严格要求的应用。尽管聚焦区域更小，但是激光束具有高的能量密度（通常达到 10^3 至 10^8W/cm^2 ）。在焊接时，由于熔池附近的温度梯度较大，因此，焊缝的强度比母材高，而塑性较差。

目前，采用双聚焦技术和复合焊接技术，可以有效地提高接头的质量^[2]。

2 激光焊接技术的研究现状分析

2.1 激光焊接技术的国外研究现状分析

目前，在某些发达国家，激光焊接技术已被广泛采用，并获得了巨额的投资。近年来，随着科学技术的发展，将激光焊接技术与航空、核电等领域结合起来，使其在应用领域的多元化。从这一点可以看出，国外的激光焊接技术已经可以有效地与传统工业和新兴工业相结合，并且形成了一个行业的技术标准和工艺。

2.2 激光焊接技术的国内研究现状分析

国内激光焊接技术的发展与国内的激光焊接技术还存在着很大的差距和缺陷。激光焊接技术因其功率大、精度高、效率高而被广泛地应用于机械加工、汽车、生物医疗等行业。国内目前的研究多集中在激光焊接工艺参数的优化和各种材料的焊接上，以提高焊缝形貌，提高机械性能^[2]，但是由于国内激光焊接设备大多依赖国外的技术，没有成熟的生产技术，因此需要进一步的改进和深入的研究。

3 激光焊接技术的具体应用分析

3.1 激光焊接技术在船舶制造行业中的具体应用分析

一般来讲，船用钢板整体厚度较大，焊缝较长，在实际焊接过程中，往往会出现变形、弯曲等问题。根据相关的资料，如果采用传统的方法进行焊接，几乎有四分之一的工作都要在船板上进行校正，这会极大地影响到焊接的进度，而且能量转换的效率也会降低。而运用激光焊接技术，由于其高效率、低热输入、高深宽比、低变形等优点，可以有效地解决焊接工艺中存在的问题，从而提高焊接的成功率。此外，采用多种激光复合焊接技术，既可以保证船体的强度，又可以大大减轻船体的重量，减少出现缺陷的几率。

3.2 激光焊接技术在汽车工业中的具体应用分析

汽车工业作为一国工业的标准，在人们的日常生活中起到了不可取代的作用。在汽车工业中采用激光焊接技术，可以极大地提高汽车的生产效率。目前，激光焊接技术已广泛用于车身零件的拼接和零件的焊接。采用激光焊接技术，可以进一步减轻

车辆本身的质量，有效地提高车身的强度，并减少生产成本。传统的汽车焊接技术多采用电阻点焊，但对车体的法兰宽度有很高的要求，一般不超过 16 mm。如果采用有效的激光焊接工艺，可以将其厚度控制在 5 mm 以内，很好的解决了这个问题。另外，由于激光光束具有良好的控制能力和易于导电的特点，使其与机械臂的弹性相结合，可以有效地取代传统的焊接方式，从而大大降低了人工成本，增加了作业的灵活性^[3]。

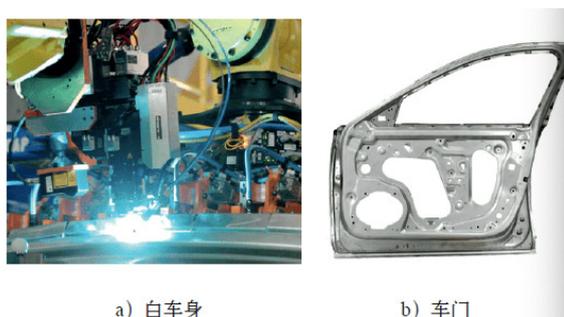


图 2 汽车领域的激光焊接应用

3.3 激光焊接技术在塑料加工中的具体应用分析

塑料是一种应用广泛的物质，仅次于金属。目前，国外的塑料激光焊接技术已经相当成熟，而国内的塑料激光焊接技术尚处在起步阶段。塑料激光焊接技术主要有四种：连续周线焊接、同步焊接、扫描焊接和辐射掩模焊接。在塑料工业中，超声焊接和热板焊接是国内比较常用的一种工艺，但由于其工艺要求比较高、结构比较复杂，所以其焊接效果并不理想。但是，采用激光焊接工艺，可以达到很好的焊接效果，提高焊接质量，在市场上有着很好的应用前景。

3.4 激光焊接技术在电子工业中的具体应用分析

微电子产业是当前最热门的制造业领域。激光焊接技术在电子行业中的应用越来越广泛，特别是在集成电路和半导体器件的封装方面，有着不可替代的优越性。在电子业中，激光焊接最大的优势在于：局部加热，失真小，在进行微电路或精密设备的焊接时，不会对其它部位产生任何影响。国内针对微结构、薄厚度元件在焊接过程中损伤精密零件的技术难题，弥补了当前在电子行业中的某些缺陷^[3]。

3.5 激光焊接技术在在生物学中的应用

在七十年代，激光焊接技术在生物学中得到广泛的应用，其主要方法是利用激光对输卵管和血管进行焊接，并在不同的生物组织中得到广泛的应用。目前，在生物学领域，激光焊接的重点是神经激光的焊接，激光的波长、焊料的选用、照射的剂量等都是非常重要的。近年来，在牙科合金的焊接中，采用了激光焊接技术。

3.6 激光焊接技术在粉末冶金领域中的应用

在传统工业、汽车、飞机、工具等领域中，粉末冶金材料在工业生产中有着特殊的优势，而当前的粉末冶金材料正在逐步替代传统的金属冶炼。以往，由于粉末冶金材料是由合体结合而形成的，因此，传统的方法不能很好地完成。而激光焊接技术则彻底改变了这一状况，采用激光焊接技术，能够达到较高的焊接品质，采用激光光束作为能量源，能够很好地解决传统的熔化焊接工艺受到环境限制的问题^[4]。

4 激光焊接技术及其发展趋势

4.1 复合焊接

针对目前激光焊接技术存在的问题，采用激光和热源进行复合焊接的方法。该焊接工艺是一项很有前途、很先进的技术。目前，激光复合焊接技术主要有三种：①利用电磁感应方式对热源进行加热，该技术不仅对环境友好，而且能精确地控制加热面积，并与激光进行复合焊接，对自动材料的加工具有很大的帮助；②TIG 复合焊是利用电弧强化激光的作用，通过电弧与激光的交互作用，实现了对薄零件的精确、高速的焊接；③采用等离子弧焊技术，采用等离子弧焊技术，提高了激光焊接速度，提高了焊接质量

4.2 激光焊接技术的发展趋势

目前，激光焊接技术在三个方面取得了很大的进步。①将激光焊接技术与其它工业技术相结合，着重于将激光焊接技术与其它光电技术有机地结合起来，利用新的微电子技术对焊接过程进行改造，并将 CNC 技术用于激光焊接技术，使激光焊接技术达到人工控制和柔性化的目的。②对目前的控制方式进行了研究，目前的控制方式主要有线性与非线性两种。这两种控制方式需要进一步的研究和讨论。③将焊接技术与计算机技术有机地结合起来，

将人工的算法引入到焊接控制系统中，使其工作效率得到提高，使其更加智能化，降低人为事故和伤害^[5]。

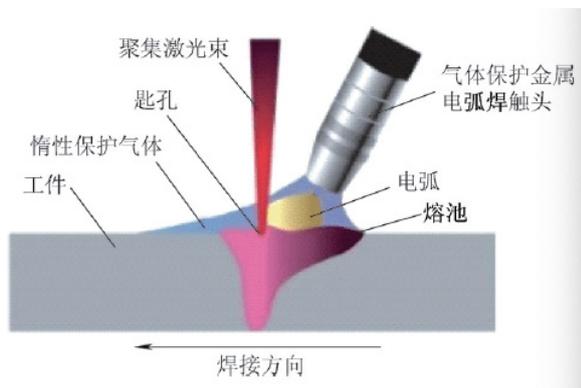


图3 电弧复合焊接

5 结束语

本文分析了激光焊接技术的应用与研究，指出了激光焊接技术在未来的发展方向，将重点放在新型激光焊接设备和工艺控制水平上，并在此基础上，对激光焊接工艺的监测与质量监测进行了深入的探讨。该技术在实际生产中得到了较好的效果，可以逐渐取代传统的焊接工艺。而想要将这种技术的价值最大化，就必须要对它进行进一步的改进和改进，才能保证它在工业上的应用。

参考文献

- [1] 郭长亮. 激光焊接技术的研究现状与应用[J]. 科技风, 2014(8):1.
- [2] 杨永强, 王迪, 杨斌,等. 激光扫描焊接的研究现状与应用前景[J]. 机电工程技术, 2010(9):6.
- [3] 赵劲松. 试论激光焊接技术的研究现状及发展前景[J]. 市场周刊·理论版, 2019.
- [4] 周登科. 激光焊接技术的应用与发展研究[J]. 职业技术, 2017, 016(004):108-110.
- [5] 李慧, 刘喜明, 刘臻,等. 塑料激光焊接技术的研究进展[J]. 期刊论文, 2013.

版权声明：©2022 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS