

工程机械高效焊接专题

随着焊接技术的发展，各种先进的高效焊接技术在企业中得到了广泛的应用，工程机械行业也不例外，焊接智能化、激光复合焊、激光切割以及等离子下料复合加工等技术装备成为企业高效生产的重头戏。因此，本文通过邀请工程机械、矿山机械等企业探讨各种焊接与切割装备的应用情况，希望能够给读者起到抛砖引玉的作用。

策划人：张维官

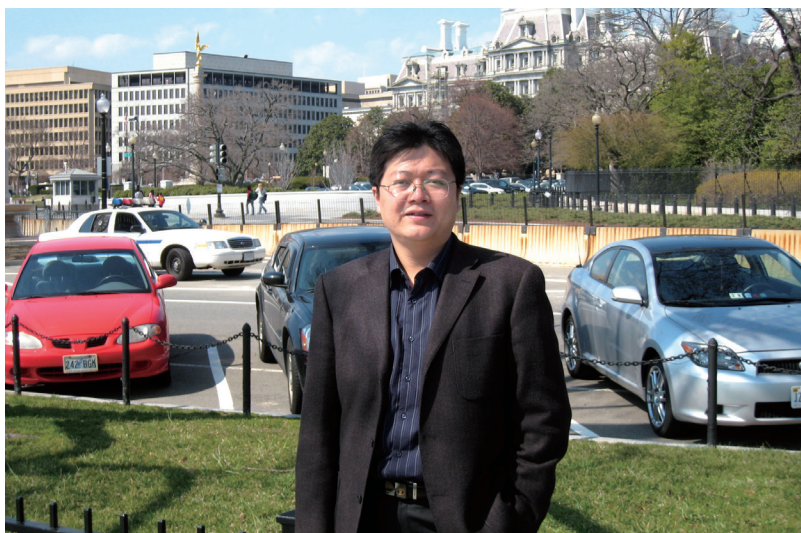


【编者按】 高效焊接一直是企业关注的重点，如何才能实现高效焊接，是否使用了先进的设备就属于高效焊接，其实不然。本刊记者觉得，高效焊接主要结合实际产品结构，实现最大程度的利用各种先进的设备，达到高效焊接的目的。



焊接与切割装备 在工程机械制造高效焊接中的应用

山推工程机械股份有限公司推土机事业部总经理 孙世超



工程机械制造作为我国装备制造领域的重点行业之一，具有产品功能结构复杂、施工工况恶劣、对设备可靠性要求较高等业内公认的独有特点，由此也决定其产品制造要求严格、工艺复杂，尤其是大型关键构件和传动零部件，制造工序多达十几个甚至更多。因此其工艺特点也代表

机械行业先进制造技术水平，是工艺装备新技术创新突破的试验田。

随着高端装备制造业成为“中国制造2025”重点发展的十大支柱产业之一，工程机械行业也将会出现新的机遇期，未来10年或一段时期企业生产将面临制造智能化、柔性化、自动化高度

集成化的应用转型期，其中各种高效的焊接与切割装备将应用于工程机械企业的重点领域，也必将为企业工艺技术创新做出应有的贡献。

众所周知，高效、高精度焊接与切割作为目前先进技术的代表和发展趋势，逐渐被企业所接受，并已在工程机械制造企业中得到了很好的应用，一方面为企业提供高的生产效率，降低生产成本；另一方面也提高了产品零部件的质量，生产出更具市场竞争力的产品，为工程机械更新换代提供工艺设备保障。然而企业应当从生产需求的实际出发，不要盲目选择各种先进的焊接与切割装备，应适应工厂工艺布局与产品工艺流程需要，这样才能真正实现高效焊接与切割生产的最佳效果。本文将对工程机械企业生产中重点应用的高效焊接装备



进行总结, 希望能够为广大企业应用起到抛砖引玉的作用。

板材切割智能装备

板材切割下料是工程机械结构件焊接或装配加工的初始工序, 其下料质量和效率直接影响了后续的生产组织和产品质量。切割工艺设备选择随着板材规格、材料、重要度、精度的不同要求也不尽相同, 但目前已基本上淘汰了技术落后的剪板、机械锯切设备。就工程机械行业主流的板材下料设备有精细等离子切割、光纤激光切割、平板坡口切割、管相贯线切割、钻切复合一体机、型钢切割六大类; 按能量束原理大类可分为激光、等离子、火焰等单一或复合切割工艺装备, 下面重点就激光和等离子切割等应用比较广, 较先进的切割装备进行介绍。

(1) 激光切割 激光切割对比于火焰、等离子切割在中薄板的下料中, 切割效率和切割质量有一个飞跃性、质的提高。激光切割后, 不需要再进行后续加工, 因而可以有效提高生产效率, 降低人工成本, 同样属于高端先进制造。

目前在工程机械行业中的应用主要有平板下料、三维成形件下料等, 激光切割技术也从最初的固体激光、CO₂激光发展到光纤激光, 其中60%主要用于10mm以下的薄板切割, 30%用于16mm以下中厚板切割和10%用于20mm以上厚板的切割, 可见目前国内中小功率光纤激光器得到了普遍应用, 发展前景看好, 厚板切割是未来的发展方

向。激光切割设备主要有机器人激光切割设备、平板激光切割设备以及龙门式三维激光切割设备。目前国内外先进的激光切割设备企业主要有德国TRUPMF、瑞士BYSTR-ONIC、意大利PRIMA、深圳大族、上海团结普瑞玛、奔腾楚天、武汉法利莱、

苏州领创等(见图1), 而激光器主要有IPG、通快、罗芬等(见图2)。

(2) 等离子切割下料 等离子切割下料(见图3~图4)主要用于中厚板高效加工的一种手段, 对于焊接用板材的切割下料, 还需要有坡口加工、孔加工



图1 激光切割机



图2 激光器



图3 精细等离子



图4 精细等离子切割

的能力。在此特别要说明的是精细等离子小孔切割技术，该技术是平板切割功能的拓展，采用高速度高精度龙门数控机床、精细等离子切割电源，高性能多轴数控系统，通过自动控制气体流量、提高弧束挺度，减少割面锥度，达到较好的圆孔切割效果，可以用于工程机械用5~25mm中厚板的切割，实现径厚比为1:1的小圆孔切割，在一定的范围内可以取代钻孔，减少冷加工工序和加工工时，同时实现复合切割工序，或取代激光切割，有效降低激光切割机采购成本。目前国内具有这方面的生产能力的企业主要有梅塞尔（中国）、无锡华联、上海通用重工、江苏博大等，等离子电源主要有美国海宝、美国维克多、凯尔贝等企业如图5所示。

智能化焊接装备

进入21世纪以来，随着焊接技术的快速发展，各种焊接装备的智能化、自动化、数字化水平越来越高，成本也越来越低。尤其是国家重大工程对焊接技术的要求，推动传统的焊接向自动化、智能化以及“高精度控形”、“低损伤控性”的先进制造模式的转变，因此也促进了各种智能化焊接装备在企业的大量应用，特别是焊接机器人、智能化焊接电源、激光焊接装备及焊接专机等。

(1) 焊接机器人 工业机器人具有自动化、智能化、机械化程度高等特点，能够不间断高效的运行预先设定的动作，因此，能够很大程度上降低工人

的劳动强度，提升产品的焊接效率。近年来，国家大力发展智能化工业机器人的战略，促使工业机器人取得了快速的发展，工程机械企业快速响应，如徐工、中联、三一、山推等国内工程机械行业大型企业，已经建立了具有特色的中厚板钢结构件机器人自动化焊接生产线，打破了国外公司对焊接自动化技术的长期垄断。相比手工焊的焊接速度难以超过500mm/min，而先进的自动化焊接已达到了每分钟几米甚至十几米，这都进一步促进了工业机器人在企业中的应用，使中国成为世界机器人第一消费大国。目前，工业机器人研制开发企业主要有国外的ABB、KUKA、徕斯、松下、安川、发那科、柯马等，国内的埃斯顿、杰瑞、北京时代等如图6所示。

(2) 数字化智能焊接电源 焊接电源是焊接质量好坏的关键因素，其技术也从原来的模拟信号发展为数字化阶段，智能焊接电源能够实现数字化控制，提升了焊接参数的稳定性，最终提升产品的生产质量和效率，同时能够实现远程控制或监控的智能化特点，很大程度上降低了焊工人对焊接参数的干预，为焊接信息化生产管理系统的实施奠定基础。目前，先进数字化智能焊接电源主要有伊萨、福尼斯、松下、北京时代、肯倍、山东奥太、瑞凌、佳士、凯尔达等企业。

(3) 激光焊接装备 激光焊接（见图7）作为激光材料加工技术应用的重要方面之一，其主要是利用高能量密度的激光束作为热源的一种高效精密焊接方



图5 等离子电源



图6 双丝焊接机器人

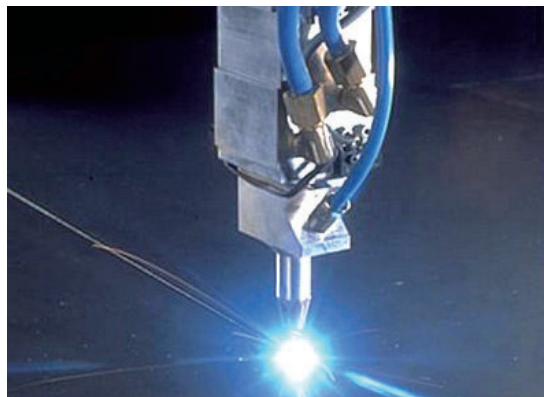


图7 激光焊接



高强钢薄板I形坡口对接 激光填丝焊的焊缝实时跟踪

张轲 谢好 陈易新 陈永亮 王欢 施可扬

【摘要】为解决I形坡口平板对接激光焊接的跟踪要求，构建了平板对接的激光焊接高精度焊缝实时跟踪系统。进行了6mm板厚、I形坡口、对接间隙在0.2mm以内的平板对接进行了焊缝实时跟踪试验。试验表明：在焊接过程中，焊枪在左右方向和高低方向的跟踪精度可以控制在 $\pm 0.15\text{mm}$ 之内，满足平板对接激光焊的高精度实时跟踪要求。

1. 概述

激光焊接技术由于功率密度高、焊接速度快、热输入少、焊后变形和残余应力小，在提高焊接效率的同时，更可提高焊接的质量和构件的位置精度，因此成为工程机械、船舶制造、航空航天及核电制造业中最具发展潜力的节能、高效、优质焊接技术。

激光填丝焊的装配精度高，间隙和坡口控制严格，无论在装夹定位时，还是在焊接过程中，很难保证工件的位置和装配精度始终保持一致，尤其在所焊结构件工件较薄，拼接焊缝又长情况下，焊接工作量大。因此采用跟踪方法，减小重复示教的工作量，焊接过程中实现实时纠偏是

提高工作效率，保证焊接质量的较为理想的解决方案。

平板紧密对接焊缝由于对接间隙非常小，焊缝图像的处理及焊缝特征点的识别都较为困难，为了准确识别焊缝及提前特征点，需采用高精度、高分辨率的激光视觉传感器，本文选用了加拿大赛融公司的高分辨率激光视

国防基础科研计划资助，项目编号A0720132003

上海市重大技术装备研制专项，项目编号 ZB-ZBYZ-03-11-0485

法，其原理为激光辐射加热工件表面，表面热量通过热传导向内部扩散，通过控制激光脉冲的宽度、能量、峰值功率和重复频率等参数，使工件熔化，形成特定的熔池，达到焊接的目的。具有热影响区窄、焊接变形小，焊接速度快、残余应力低、焊缝深宽比大和焊接接头强韧性高等优点。从20世纪70年代发展至今，已形成激光电弧符合焊接技术、高效焊接堆焊技术、激光诱导电弧焊接技术，针对工程机

械用中厚板要求激光束的单位能量更高，激光的功率更大，通常为 $\geq 15\text{kW}$ ，并形成高功率激光深熔焊、高功率激光-电弧复合焊、超窄间隙多层填丝激光焊和真空及局部负压激光焊等主要工艺方法。目前主要有德国通快、罗芬、美国IPG、日本米亚基、深圳大族等企业。

结语

本文对工程机械制造领域主要的高效焊切技术进行了简单阐

述。目前在工程机械制造企业中，已经形成了大型与小型焊切设备相结合、多种多代焊切技术装备相兼容的格局。随着中国制造2025装备制造业技术创新的深入推进，必将会出现越来越多的新型焊切技术及工艺装备，更好地提高零部件和产品的工艺制造水平，同时促进工程机械制造企业朝着柔性化、自动化和智能化方向发展，争当高端装备制造业技术创新的排头兵。

MW 20150902