

热切割行业现状及发展

荆文 王智新 于浩楠 林思

(机械科学研究院 哈尔滨焊接研究所, 哈尔滨 150028)

摘要 从热切割应用较广的四种加工工艺: 氧气切割、等离子弧切割、激光切割、水射流切割论述了国内热切割行业的发展现状, 分析了行业发展的主要趋势。针对国内热切割行业发展的现状及趋势, 提出了现阶段国内热切割行业存在的问题, 提出实现国内热切割行业提质升级, 应加大基础学科建设、基础领域研究, 强化基础能力, 增加核心基础零部件及高技术附加值产品的研发投入, 加强产品质量监管, 注重原始创新、加大知识产权保护力度。应以“中国制造 2025”为抓手推动行业提质升级, 坚决淘汰倒退、落后的产品和技术, 加快新旧动能转换, 促进国内热切割行业向中高端发展。

关键词: 热切割 行业现状 发展趋势 提质升级

中图分类号: TG481

0 序 言

热切割作为一种现代工业中不可或缺的加工手段, 是与焊接相辅相成的基础工艺, 它的发展水平一直是影响和衡量一个国家基础加工制造水平的重要指标。随着国家对基础装备制造相关行业的重视以及大型舰船、海洋工程、轨道车辆、工程机械、石油石化等重大领域的迅速发展, 自主发展和其它行业带动作用共同推动了热切割技术的蓬勃爆发。

1 技术现状

1.1 氧气切割

氧气切割技术是应用最为广泛的切割加工碳钢和低合金钢的热切割方法。丙烷、丙烯、石油气、天然气及混合型燃气等新型燃气已经替代乙炔气成为切割工艺中的主要燃气。新型燃气的应用降低了氧气切割的应用成本, 提高了生产安全稳定性, 并且更为清洁环保。割炬、割嘴等氧气切割工具的研究改进, 以及各种机械化、自动化切割设备的研究、发展及应用, 尤其是数控切割机的广泛应用, 使得氧气切割的精度、质量和效率有了更大幅度提高^[1]。

国内制造业及舰船、海工、石化等重点行业发展迅速, 钢材的加工量巨大, 氧气切割的应用仍然十分广泛。同时相关的氧气切割工艺、装备的研发、应用也随

之持续进行。目前国内氧气切割工艺、装备技术已经较为成熟, 并在大厚度精密切割、超大厚度极限切割等高质量、高水平的切割加工领域达到国际先进水平^[2-4]。

1.2 等离子弧切割

等离子弧切割技术可用于低碳钢、低合金钢、不锈钢、铝及其合金等有色金属的切割加工, 在 1 ~ 50 mm 低碳钢、1 ~ 80 mm 不锈钢板材的高速、高质量切割加工应用广泛, 是应用量同氧气切割同样巨大的钢材切割加工的主要手段。

等离子弧切割自投入工业应用以来经历了较长时间的发展, 小电流等离子切割、非高频引弧等离子切割、水再压缩等离子切割、水下等离子切割、精细等离子切割等^[5-6]。

国内等离子弧切割机的生产及应用以 300 A 以下的中小电流为主, 而 300 A 以上的大电流等离子切割电源及配套核心部件主要由海宝、凯尔贝等国外公司生产。

国内热切割市场上的精细等离子切割主要应用海宝、林肯凯博等国外知名品牌提供的精细等离子电源、数控系统、调高系统和专门的精细小孔切割编程软件等。

国内有江阴市六和智能设备有限公司研发了国内首台的数字化精细等离子弧切割系统 LH-270A, 其主要技术指标与国外同类产品相当。

1.3 激光切割

激光切割具有热变形和热影响区小、切割精度高、

收稿日期: 2017-07-07

基金项目: 国家科技重大专项基金资助项目(2014ZX04014-051)

又适合于柔性生产等特点,在加工各种金属和非金属的高精度零件中应用量大,广泛应用于石油机械、纺织机械、工程机械、核工业、航空航天、船舶、汽车制造等行业。

近几年来,国内激光切割设备技术和产业发展迅速,高功率光纤激光器被大量应用,从普通幅面到超大幅面、从平面(二维)到坡口和曲面(三维),都有成熟商品化产品。光路设计、切割工艺控制技术都很成熟,在驱动方面普遍采用高速伺服系统,在性能与价格方面都已经具备较强的竞争力。

目前全球激光切割设备主要由德国 TRUPMF、瑞士 BYSTR-ONIC 和意大利 PRIMA 占据主要份额。国内激光切割企业主要有:深圳大族激光公司、上海团结普瑞玛公司、奔腾楚天公司、武汉法利莱公司、苏州领创公司及中小激光企业近百家。与美国、欧盟、日本等发达国家相比,国内的激光切割设备仍然存在一定的差距,国产设备仍然只能占领国内中低端市场。激光切割设备中的高功率激光器、激光加工专用控制系统、激光光束传输控制、高度跟踪系统等核心技术以及高端激光切割设备仍然依赖进口,制约了国内激光切割产品和技术的发展。

1.4 水射流切割

水射流切割主要应用于航空航天、汽车制造、船舶制造等行业中的复合材料的切割加工,在玻璃、建材、造纸、皮革和食品行业也有应用。切割加工过程中不产生热影响、不改变被加工材料的材质,精度也较高,是氧气切割、等离子弧切割、激光切割等利用热源进行切割工艺方法的有效补充。

1.5 数控切割

国内数控切割设备以二维坐标为主,可根据用户需求及工艺需要搭载不同的热切割工艺。国内现有数控切割机制造厂家 500 余家,便携式数控切割机年产可达 2 万台,轻型、大型龙门数控切割机年产约 1 万台,各种数控切割机的产销量和保有量居世界第一。

随着国内二维坐标数控切割机的发展,国内数控切割设备出现了两极化发展:一是轻量化,向低成本、轻量化、专业技术发展,如利用高强度型材制造的单悬臂便携式数控切割机,该类设备重量轻、成本低,但运行精度及切割加工质量和效率并未下降,能够满足低成本要求的简单切割下料加工;另一是高集成度、高利润、高技术、多工序多工艺复合化发展,如多种类型的专机化新产品,如平板坡口切割、管板切割一体、等离子钻切一体等高端热切割装备,满足高质量、高效率、

复杂的切割成形加工的需求。

2 发展趋势

2.1 产线化

生产制造单一切割机的厂家非常少,越来越多的企业根据市场与技术的发展,研发制造以热切割加工为中心、上下料于一体的产线化产品。

各类型钢约占钢材总量 46%,目前主要采用手工和机械切割,很少使用数控或机器人切割,市场前景广阔。型钢切割生产线实现型材的定位、标记、切割等功能,实现在型材端部切割特定形状端面及焊接坡口等成型切割。切割加工的型材主要包括:H 型钢、矩形管、槽钢、T 型材、球扁钢、角钢、扁钢等。主要切割:切角、切断、切特定形状孔、切流水孔、切安装孔。主要生产企业有:宁波金凤、济南艾西特、德州凯斯锐等。

宁波金凤球扁钢机器人切割生产线:采用高精度 ABB 机器人系统、海宝 HPR260XD 精细等离子、自动上下料、除尘系统以及球扁钢自动套料软件组成。

济南艾西特型材机器人切割生产线:由上下料系统、机器人、等离子、除尘系统等七部分组成,适用于 H 型钢、矩形管、方管、槽钢、角钢等型材的多种形状切割。

FastCAM MultiBOT 切割机械臂、江苏博大型钢切割机:由切割机械臂、多轴数控系统、智能切割软件组成,可切割圆管方管坡口、管子坡口、型钢坡口。

哈尔滨行健机器人切割机:采用机器人视觉识别技术,开发了六轴联动坡口切割机器人设备,自动切割三维曲面坡口。应用于压力容器封头、球形储罐及其他曲面钢板的测量、划线和二次坡口加工。

2.2 复合化

复合加工中心的优势在于能将多种加工手段集于一体,同时完成后续焊接工艺的划线工序,尤其适合厚板大幅面的加工,以高速机车的制造和发展为例,在高速机车的制造中,存在有大量的钣金加工结构件、焊接件。特别是机车构架的横梁、端梁,零件上孔群多,加工繁琐,采用数控等离子钻铣切一体化复合加工装备可以一次加工完成,不仅大大提高了加工效率,同时由于一次装夹加工成型,采用软件套料板材加工,零件的加工精度和材料的利用率也得到了相应的提高。

钻切复合一体机是平板切割向智能化、冷热加工一体化发展的高精度加工装备。一次装夹即可完成钻孔、切割等多道工序,实现跨平台多功能集成,无需后续的手工或机械二次加工,减少辅助工序时间,降低人

力成本,提高产品精度和生产效率。

江苏博大、无锡华联等多家大中型切割机企业研发生产了平面钻切复合机。

2.3 专机化

在钢构工程、石油石化、船舶制造、风电、核电等大型企业关键构件的切割加工,需要对切割设备进行专机化设计,针对不同的加工对象而定向开发的切割专机或工作站。

随着管道输送及各类管桁架结构在能源、压力容器、石化、海洋工程、造船、电力、交通运输及钢结构等领域中的广泛运用,进一步促进了国内管加工技术的快速发展。管件的下料尺寸、坡口切割精度直接影响管件的焊接质量。为提高管件下料精度和设备的自动化程度,针对不同管件、不同切割形式专业化设计的各类管件切割专机应运而生。此类切割专机包括:数控曲面切割机、数控相贯线切割机、相贯线切割生产线、管道预制生产线、移动式管件加工站等。目前国内各大切割生产企业都进行相关产品的研发生产:江苏博大、宁波金凤、上海通用、无锡华联等。

3 存在问题及建议

3.1 基础学科建设、基础领域研究

热切割是多学科交叉的基础应用领域,涉及到了物理学的多个分支,包括:燃烧学、气体射流动力学、等离子物理学、流体力学等,以及电气控制、计算机软件等多种学科。热切割应用领域最广泛的几种工艺方法:氧气切割、等离子弧切割、激光切割、水射流切割,其相关的工艺及装备均是多领域学科交叉复合的成果。

各种热切割工艺的理论基础研究如等离子弧的产生及控制、各种热切割工艺的微观机理及其与切割质量的关系等,以及等离子电源、割炬、激光切割高功率发生器等关键零部件的研发都需要基础学科领域的大量深入研究。基础学科的投入不足,基础领域的研发力度弱是制约国内热切割技术发展的重要因素。

3.2 关键零部件、高技术附加值产品研发

国内热切割技术应用范围广泛,是热切割设备研发、生产大国。但从市场结构来看,国内热切割行业仍处于国际分工的中低端,量大而不强,国外品牌仍然占据了国内市场中高端的主要份额。

国内搭载等离子弧切割、激光切割等热切割工艺的二维坐标数控龙门切割机、三维坐标机器人柔性切割系统、多种类型的切割专机等热切割装备的研发、生产、应用量居世界前列。但等离子弧切割系统中的电

源本体、割炬、数控系统、调高系统等,激光切割系统中的高功率激光器、激光加工专用控制系统、激光光束传输控制、高度跟踪系统等核心零部件以及高水平、高技术附加值的切割装备仍然为国外品牌占据,仍然依赖进口。这严重制约了国内热切割行业向高水平、高技术附加值方向发展,制约了国内热切割行业的提质升级。

3.3 标准体系建设、产品质量监管

由于市场准入门槛不断降低,越来越多的资本进入热切割行业,使得国内热切割市场不断活跃,产品质量参差不齐。由于技术水平不足,仿冒知名企业产品,应用落后甚至倒退的技术生产不符合标准规范产品等现象尤其突出。这种情况下,需要在市场准入门槛降低的同时强化热切割产品质量监管。建立完善的热切割标准化体系,以标准化指导行业产品质量,建立企业技术同盟协同质量监督机构及政府部门,利用规范的标准化进程实现产品质量的监管,打击淘汰劣质、仿冒、技术落后、倒退的产品,维护市场健康良性的发展。

3.4 原始创新、知识产权保护

创新是促进企业提升产品质量,促使行业品质升级的重要力量。长期以来,国内热切割行业的新产品研发模式是依靠学习国外先进技术和产品,采用引进消化吸收再创新的模式来发展的。如等离子切割电源、割炬及其备件、激光切割高功率激光器等核心技术设备的应用目前均依赖国外进口,国内产品对其进行学习改进并应用。这在一定时期内促进了国内热切割行业技术及产品的发展。

国际化的今天,国内热切割产品和技术要走向国门、面向国际,旧有模式不足以维持国内热切割行业的快速发展。目前要研发高端热切割装备需要的核心部件如等离子切割系统中的电源、割炬等,激光切割系统中的高功率激光器、控制系统、跟踪系统等均为国外品牌垄断,鼓励企业及科研机构向基础领域和核心零部件加大研发投入,并维护其创新利益。促进国内热切割行业提质升级、向国际市场中高端迈进,原始创新是不可或缺的主要驱动力量。在这个基础上,加大知识产权保护力度,维护国内热切割行业的创新动力是十分必要的。

4 结 论

目前,国内的热切割装备与国外先进品牌差距仍然较大,等离子和激光切割装备尤为突出。国内应用的设备和技术多为进口,自主研发产品质量稳定性差、

使用寿命短,与国外先进品牌差距较大,仍然停留在较低级阶段。要缩短与国际先进水平的差距提升国内热切割产品质量和行业等级,任重而道远。

在中国制造走向世界的今天,热切割作为中国制造业的核心基础产业,关系到中国制造业转型升级的进程。认真贯彻以习近平同志为核心的中共中央加快建设制造强国的战略部署,落实新发展理念,实施创新驱动发展战略,以“中国制造 2025”为抓手推动行业提质升级,坚决淘汰倒退、落后的产品和技术,加快新旧动能转换,促进国内热切割行业向中高端发展。

参 考 文 献

- [1] 梁桂芳. 切割技术手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 1997.
- [2] 王智新, 韩永旭, 高奇, 等. 海洋平台桩腿齿条精密氧气

切割工艺试验研究[J]. 焊接, 2014(6): 16-18.

- [3] 韩永旭. 大厚度钢材热切割技术与装备发展现状[J]. 焊接, 2012(1): 27-30.
- [4] 赵松柏, 韩永旭, 曹亮, 等. 超大厚度火焰切割工艺试验研究[J]. 一重技术, 2013(1): 27-29.
- [5] 杨克柱, 李妮, 阎交生, 等. 国内外等离子切割电源的现状与发展趋势[J]. 金属加工: 热加工, 2014(14): 46-47.
- [6] 杨克柱, 张光先, 李妮, 等. 国内外等离子切割技术现状及发展趋势[J]. 现代焊接, 2014(8): 6-11.

作者简介: 荆文, 1985年出生, 硕士, 工程师。主要从事焊接国际合作、科研管理、焊接行业服务等工作, 已发表论文4篇。

基于小孔特征图像处理的变极性等离子弧焊接工艺研究

俞逸希 王继锋

(上海市特种设备监督检验技术研究院, 上海 200062)

摘要 铝合金变极性等离子弧焊是一种新型高效的焊接方法。针对等离子弧对焊接工艺参数的变化比较敏感的问题, 建立了视觉传感系统用于实时采集和处理小孔图像, 通过大量的焊接工艺试验探讨了等离子弧焊工艺参数对小孔特征及焊缝成型的影响。结果表明, 采用合理的焊接参数并结合背面小孔视觉特征, 可以实现铝合金的穿孔型变极性等离子焊接, 并能够稳定地控制焊接过程。

关键词: 变极性等离子弧焊 小孔特征 焊接工艺参数
中图分类号: TG456.2

0 序 言

随着焊接技术的高速发展, “高能束焊接”技术研

究目前已引起越来越多机械科学领域学者的关注。变极性等离子弧焊(Variable Polarity Plasma Arc Welding, 简称VPPAW)具有能量密度高、自适应性强、对接头装配精度要求低、成本较低等优点, 同时也是航空航天领域普遍采用适合铝合金的焊接技术^[1-2]。但由于等离子弧随着焊接工艺和规范参数的改变而变化较大, 获得良好焊接接头的合理焊接参数范围较窄、焊缝成型

收稿日期: 2017-06-21

基金项目: 上海市浦江人才计划(15PJD035); 上海市质量技术监督局(2016-11)。