

汽车用激光拼焊板技术及其应用综述

韩丹¹ 黄中琦²

1. 昆山宝锦激光拼焊有限公司 江苏昆山 215324 2. 苏州新昌科技有限公司 江苏苏州 215123

引言

随着现代社会的发展和快节奏的生活,汽车在人们的生活中扮演者越来越重要的角色,人们对汽车行业的要求也越来越高,要求汽车的安全性和节能性,以及汽车的轻便性,这些要求直接促进了激光拼焊板技术在汽车行业的应用,目前这种技术已经在世界范围内广为应用。

在具体的汽车零件的生产过程中,主要是分离成形法和整体成形法。分离成形法主要是指单个的生产零件,然后再利用焊接技术将这些零散的部件焊接起来,形成汽车生产所需要的结构部件。这种成形法的优点在于可以优化单个零件的性能,选择适宜的材料生产单个部件,将这些部件焊接起来也可以形成系统优势。但是这样一来,将会加大生产中的加工和装配成本,并且由于单个零件的材料不同,再加上焊接时的节点重合,可能会增加汽车的重量。而后者则简单的多,它是利用一台压机,将所需要的材料相同的零件在一块整体板材上生产的方法,这种方法从实际来看缺点是十分明显的,因为虽然材料可能相同,但是具体的零件的厚度要求等是不同的,这时候对于选择生产材料造成了影响,增大了成形难度。

以上两种是汽车零件生产中传统上应用的生产方法,其缺点都是增加了汽车自身的重量,降低了汽车的性能优化效果。目前人们对汽车的要求越来越高,除了美观外,更要求汽车的轻便性、速度,而传统的部件生产方式无法满足这种要求。因此,汽车生产领域结合传统方式的优缺点和现代机械技术,推出了一种新型的部件成形方式,即拼焊板冲压成形技术。

激光拼焊板技术是在激光焊接技术发展的基础上,结合汽车部件生产的需要而出现的一种新型的现代加工技术,主要的生产原则是利用高能量的激光,通过对不同类型和不同性能的材料焊接,使得生产各个零件的材料集中在一张整体板块上,根据各个部件所需的材料进行冲压,满足零件对材料和厚度的不同要求。激光拼焊板工艺在汽车行业的应用,有效地解决了传统部件成形方法中的缺点和问题,满足了不同部件的不同材料要求和不同工艺要求。

激光拼焊板技术在二十世纪八十年代中期就已在美国、日本以及西欧等发达国家的汽车生产中得到了广泛的应用,经过这几十年的发展,这种部件生产方式的优点越来越明显,尤其是其生产的部件对于改进汽车的性能方面有巨大的作用,已经在全世界范围内得到了认可,广泛地应用于制造汽车车身。本文对激光拼焊板技术及其应用进行论述。

一、拼焊及激光拼焊技术概述

1. 拼焊技术

所谓拼焊技术,就是部件生产中,把生产单个零件所需的不同材料或者多块材料焊接在一起的方法,这样一来,生产零件的材料就简单的形成了一块毛坯件,方便整体部件生产时的应用。成为所需零部件。此类钢板我们通常称之为拼焊板,或者叫TWB(Tailor Welded Blanks)。拼焊板最初是为了解决机械生产中生产零件时材料的宽度或者长度不够这一问题而引进的技术,利用焊接的方法,把符合要求的材料焊接起来,满足部件生产时的长度和宽度需要。后来随着部件生产中各种问题的吧出现,才推动了拼焊板向着不同表面处理、不同种类、不同厚板方向的技术发展,由此才真正实现了汽车钢板拼焊的目的。

拼焊技术中具体的方法有滚压电阻缝焊、等离子焊、电子束焊、气体保护焊等多种方法,但是最为先进的却是激光焊接技术。随着汽车行业生产条件的改进以及激光焊接技术的巨大优势,汽车行业现在多选择滚压电阻焊或激光焊。前者通常采用搭接接头,需要一个

较小的搭接量。因为在对两个焊件进行焊接时,部件的接头处由于重叠作用会使得其稍厚于单个焊件的厚度。并且这种方式由于在使用时产生的热量较大,若不注意,会使焊接材料的实际性能受到影响,甚至改变。

2. 激光焊接技术

激光技术作为工艺加工领域的亮点技术,其最重要的优点在于它的鲜明的方向性和操作中对象的相关性。在结合现代机械加工领域其他的技术发展,使得激光逐渐代替传统的焊接技术,成为现代工业加工的主流技术。这种焊接方式的优点很多,尤其是对于高熔点金属或两种不同金属焊接时,不会影响金属材料的性能。并且由于激光技术的高度相关性和目标的集中性,不会影响整体的材料。在对不同的材料进行焊接时,采用的是对接的方式而不是大街,这样避免了材料焊接部位的重叠,不会使焊接部位的重量增加,提高了焊接材料的重量均衡性。这些优点都推进了激光焊接技术的推广,甚至出现了代替滚压缝焊的趋势。但是鉴于激光焊接技术的设备要求较高,一时之间还无法完全替代滚压缝焊技术,但是其发展前景是十分乐观的。

在激光焊接技术中,常见的激光器的材料主要有半导体、固体、气体、液体等,鉴于生产设备和实施中的技术要求,目前汽车加工领域常用的激光器主要是气体激光器和固体激光器。

二、激光拼焊板技术的优势

与传统的焊接技术相比,激光焊接技术的长处在于改变了各种冲压零部件的点焊技术,可以结合自身的技术特点,将不同特点的金属材料根据要求焊接成一个后进行冲压,使需要的部件成形。

激光拼焊技术的优势主要体现在以下几个方面:

1、其独特的焊接技术能够减轻车身重量,提高汽车的轻便性

这种技术使得在焊接时可以采用连接而非搭连的方式,减少了重叠时造成的零件重量的增加,能够有效地降低整体车身的重量。

2、可以最大限度的将相关的零件结合成整体部件,增强汽车的整结构刚度

这种技术可以对生产中的部件性能进行优化焊接,使零件的系统性功能得以强化,有利于提高部件整体的结构精度,同时也可以减少零部件生产的加工程序。

3、可以很好地提高生产材料的利用率

这种技术摆脱了传统焊接时对材料的浪费,可以将不同厚度以及性能的材料焊接起来,构成汽车的部件,从而能够提高材料的利用效率,避免了材料的浪费。

4、能够有效的提高汽车部件的结构功能

将各种零件生产所需的最优金属材料进行焊接,可以有效的提高部件整体的功能,个体最优的结果联合形成系统的优化效果;在生产中,可以针对特殊部位,采取相应的加厚或者加硬措施,以满足汽车的结构优化所需。

5、为生产宽体车提供了可能性

传统的焊接技术中,由于焊接时会加重部件的重量,并且技术水平较低,一般只是同种材料的焊接,使得汽车生产受到钢板板宽的影响较大。现在,采用激光拼焊已经成为了一种有效而经济的工艺方法。例如,开始于上个世纪九十年代的汽车领域的超轻型车体项目,于1998年出了样车。在这个车型上,运用的拼焊板零部件数量达到16件,约占车身重量的45%。并使整体生产中的零件数量得到了有效的降低,与此同时,材料的优化组合也使得汽车的抗扭刚度得到了提高,改善了车身的抗震效果。

6、在汽车产品的设计上可以更加灵活、富有创意

这种技术使得不同性能金属的焊接成为可能,在设计时,设计

者不必再囿于传统的考虑而束缚自己的创意,可以选取有效地材料对设计进行优化,不必受制于零部件生产中不同材料以及材料厚度、刚度的不同要求

当然,激光拼焊技术也具有不利之处。

在工业加工中,激光技术虽然有很多的优点,能够促进零部件生产向着高精尖方向发展。但是,激光焊接方法的技术性非常高,需要技术人员具有精确地控制技巧。由于激光焊接多采用“深入焊”或“透焊”工艺,难免会出现焊接缺陷。并且由于焊缝部位的硬化,给后序的冲压过程也会带来一定影响。

三、激光拼焊板的发展阶段

一般来说,激光拼焊板的发展可以概括为以下几个阶段:

技术起步阶段。从上世纪80年代中期开始,汽车部件生产领域对于超大板块构架的要求,促进了这一技术的出现和进步。德国是首先使用这种技术的国家,随后随着汽车种类的增加和发展的需要,激光拼焊技术开始得到国际社会的认可。

技术发展阶段。随着焊接技术的不断改进和汽车性能的提高,激光拼焊技术的优秀效果得以展现,促进了其各项设备和应用领域的扩大。汽车制造商开始应用激光拼焊板,并在各方面获得了大量的激光拼焊的经验。

技术成熟阶段。主要是汽车生产领域开始普遍的使用激光技术提高部件生产的性能阶段。20世纪末开始,全球主要汽车厂商开始大量使用或计划大量使用激光拼焊板。

技术提高阶段。这一时期主要是指激光技术想着更高的要求有发展,结合技术优势,不断加强其生产高精尖部件的能力阶段。

激光拼焊板技术在国外的发展历程

自上个世界八十年代中期,激光拼焊技术开始在西方发达国家的汽车生产领域得到应用。此后,美国、日本、加拿大等国家开始引进这些技术,并不断创新、扩大激光焊接的技术和领域。目前看来,这项技术主要的应用领域仍然是汽车部件生产领域,为汽车行业生产所需的部件。世界各大名牌汽车生产商都通过该技术改进自身的车身设计,优化汽车的功能。这些现象极大地促进了激光拼焊技术在全世界的推广与应用。调查资料显示,在世界上利用激光技术生产的拼焊板中,西欧国家占71%,美国占21%,日本占8%,目前共有300多条拼焊板生产线分布于世界各地。

同时发达国家的许多冶金行业也引进了激光焊接技术。比如意大利的Sollak公司通过引进该技术在不断的提高自身的产能,并且还与其他国家建立了激光拼焊板的生产线,极大地提高了公司的产能。再比如日本的JFE,这是日本钢铁公司中首家拥有激光拼焊板设备的公司。它在本国仓敷地区的水岛钢板工业公司内建立的激光拼焊板设备,已于2004年9月份投入运行。该项目总共耗资6亿日元,预计年产激光拼焊板的能力约为200万张。这一项目的引进不但提高了拼焊板的生产效率,而且设备较为先进,能够满足大面积拼焊板的生产需要。

韩国浦项扩大光阳市工厂激光拼焊板的产能。浦项集团希望扩大的激光拼焊板产能和光阳市工厂两条新建的镀锌生产线能帮助他们在国内外汽车板市场的竞争力。现在已经扩大到450万吨,其汽车板产能将占浦项总产能的10%以上。

四、激光拼焊板的国内发展现状

目前,激光拼焊板已广泛地应用在汽车车身的各个部位上,如行李箱加强板、行李箱内板、减震器支座、后轮罩、侧围内板、前后门内板、前地板、前纵梁、保险杠、横梁、轮罩、B柱连接件、中立柱等等,取得了令人骄傲的成绩。这些设计和选材降低了车辆的制造成本和重量,提高了乘客的安全性。

针对我国国民经济发展带来的国民消费需求,以及汽车行业自身发展的需要,我国钢铁行业已经开始引进这一技术,致力于利用激光拼焊技术满足我国汽车生产行业的要求。随着这一技术的推广和应用,也为中国汽车工业的发展提供了强有力的支撑。

我国的激光拼焊板技术的真正应用是从本世纪初开始的。2002年10月,中国第一条激光拼焊板专业化商业生产线正式投入运行。这是德国蒂森克虏伯集团拼焊板有限公司在海外的第八家公司,也是在

亚洲的第一家,即与武汉中人瑞众汽车零部件产业有限公司合资,成立武汉蒂森克虏伯中人激光拼焊有限公司。后期通过股权并购,成了独资企业。该公司引进的8kWCO₂直线连续激光焊接生产线,采用了蒂森克虏伯的全套专有技术和质量控制体系进行生产和工艺开发。生产线的最小工件间距为50mm,焊接速度为10m/min,年生产能力2万吨,已为国内汽车生产企业提供配套,并向国外出口。

上海宝钢从1991年就开始对激光拼焊技术进行研究,完成了多家汽车厂车身部件的工艺研究,还进行了实冲试验。由宝钢股份、宝钢国际、上海大众联合发展公司和阿赛洛集团联合投资组建了上海宝钢阿赛洛激光拼焊有限公司,一期工程引进了激光拼焊板自动生产线,于2004年11月投产。工程总投资1亿美元。

2004年,宝钢国际贸易、一汽解放汽车、日本住友商事共同投资2.76亿元,合资成立了长春一汽宝友钢材加工配送有限公司。公司引进了瑞士Soudonic生产的全自动激光曲线拼焊线,已经批量生产,为一汽集团提供所需的激光拼焊板。

现在随着我国汽车生产需求和产出的不断增加,对激光拼焊板的需求也在不断地增加,目前各大汽车生产厂家都在竞相采用激光拼焊板来优化汽车的性能,这些车型包括,帕萨特、雅阁、波罗、别克、奥迪和马自达等高品质车型。不过,他们主要使用的仍然是从国外进口的拼焊板和模具进行冲压。

五、激光拼焊板的技术趋势

未来激光焊接技术将会怎样?答案有两个:演变;改进现有技术。

可以预计,激光焊接将会有一种新的激光源——纤维激光,这是一种设有灵活的纤维谐振器的激光,输入能量比率远远高于输出能量。

另一种激光焊接方式是“交替龙门焊接”。当焊接时间超过50%的工作时间时,激光焊接装置更为节省。

在应用方面,现在正在应用电阻螺柱焊接,解决这个问题的办法是一种规定有两个焊接交替配置的激光。当一个配置的焊接正在运行时,另一个配置处处理头向下一个焊接位置移动,在这以后激光将转至另一个焊接配置。

除此之外,还有摩擦焊接技术。

六、激光拼焊板的市场供应模式

对于如何将激光拼焊板应用到具体生产中去,各个国家各有其特点。我们可以借鉴发达国家的优秀模式。世界上的发达国家在该技术的应用上时间比较长,经验比较成熟,可以为我国的技术应用提供借鉴经验。以欧、美、日等发达国家的情况来分析,其研究和生产的主要可分为3种类型;以欧洲为代表,将拼焊板的研究和生产集中在钢厂,根据汽车厂的需求生产出满足汽车设计和生产要求的产品;以日本为代表,由各汽车厂独立完成(前提条件是汽车生产规模相对较大);以美国为代表,一般由中间公司(这些中间公司大多由钢厂、汽车厂和第3方合资经营)进行研究和生产,将产品提供给汽车厂。

七、激光拼焊板质量管理

评估系统

蒂森LAM(激光应用管理)与焊缝检查系统相结合,不仅能查出趋向瑕疵,譬如不规则的几何缝隙,而且还能查出小程度的瑕疵,譬如气孔和孔洞。光条纹和等离子传感器系统的结合已经以最佳状态作为补充。因此高测量率能保证在高焊接速度情况下,安全地查出轻微的有瑕疵的可能性。

一个电脑辅助的评估系统能自动评估传感器信号,包括在焊接过程期间。从而确定是否相关测量点的条件符合指定的要求,或者是否导致接缝质量。

在焊接过程期间,焊缝的温度由红外测量登记。各任意拼接板被评估的传感器数据记录被存放在一个短协议中。一个完整的错误侦查系统可警告操作员在全自动焊接设施中发生的所有机械缺点,这个质量管理和监控系统被扩大为针对非线性激光焊接生产的新设备概念。传感器安置在焊接头前能够查出将要被焊接板料的连接边缘,不仅允许查明连接边缘的确切位置,而且允许测量板料之间的重叠。当

查明的重叠测量超出一个被预定的极限值时,将会警告操作员,并且自动整理出空隙。另外,运用这种设备,连接边缘的侦查信号也被用于精确地辨别和调整连接边缘的激光束。

焊接检测

拼焊板的生产过程采用的是自动化生产线,这就需要现代化的检测仪器。通常,在焊接激光头的后面安装一个焊缝监测系统,用来监测焊缝的质量。等离子体监测系统被用来监测焊接过程的稳定性。计算机辅助系统可以在焊接过程中处理传感器提供的信号。

蒂森克虏伯等公司,在前期阶段就提出了焊缝质量和生产过程管理自动评估的不同可能性。近年来,这个技术在不同阶段得到了进一步发展并被改进,它不仅控制焊接过程本身,而且可以用这项根据现有系统开发的最新一代技术来评估焊缝。其监测系统不仅能在高速焊接过程中监测焊缝几何形状上的缺陷,而且还能检测极小的孔洞。

完成焊接后,焊缝区域的静态、动态强度是非常重要的指标,需要对焊缝区域抽样,进行破坏性抗拉强度测试(杯突测试),以检验焊缝区的拉伸成形性能。

八、国内激光拼焊装备的发展引进状况

随着现代汽车行业的发展,激光加工产业也在不断地扩大生产规模,创造的产值也逐年增加。21世纪,激光加工业的发展将会再上一个台阶。因此,对于激光加工生产的设备需求也会不断地增加。我国的生产设备主要是从发达国家引进的,虽然国内也在自主研发激光拼焊技术的设备,但也大多数借鉴德国以及日本的先进经验和核心技术。就焊接部分而言,德国通快(Trumpf)公司在中国10年前的销售额就为1亿美元,瑞士百超(Bystronic)公司在中国的销售紧随其后。其他国外大公司每年的销量为15台套左右。

目前我国的汽车行业虽然大规模地引进了激光焊接技术,汽车的性能也有所提高,但是与其他发达国家相比,我国在这一技术的利用方面明显的比较落后。随着我国汽车工业的发展,激光加工设备在我国企业的应用必将更加迅速,购买力会不断增强,前景会更加广阔。

激光焊接装备核心技术有以下几个方面:

1)激光焊接技术

根据激光加工类型,研究YAG固体激光器、支流和射频激励的轴快流CO₂激光器和横流CO₂激光器的各自的特点,选择合理的激光器;研究辐射参数传感器和工艺参数传感器,进行传感器信息技术融合处理。

2)料片定位、夹紧技术

研究目前世界上已有的激光焊接机本体结构,开发设计多功能、多自由度(五自由度)的本体结构;研发具有自主知识产权的定位、夹紧机构。

3)拼焊工艺

由于激光焊接工艺及参数的选择对激光焊接质量的影响较大,要根据不同的技术要求,选择不同的焊接工艺和参数,建立焊接工艺参数数据库。

4)质量检测技术

研究焊接过程中焊缝质量的实时检测系统,以保证焊接质量,实现激光焊接的全自动化。目前,该项技术在我国还是空白。

5)激光焊接控制技术

建立基于知识的专家系统,提出一种基于知识的焊接控制技术,直接对检测信号实施某种运算后作为反馈量控制系统的运行,实现对焊接过程的实时控制及焊接质量分析。将实时采样的信息经处理后与知识库的焊接缺陷特征信息进行比较,从而可以实时发现并识别焊接缺陷种类。

九、激光拼焊板项目应用实例

昆山宝锦激光拼焊有限公司。作为国内首家引进激光拼焊技术的民营企业,其主要的生产目标是专门为汽车厂生产激光拼焊板和其他相关的部件。公司董事长李国新,1995年毕业于中央党校,2002年开始独立创业,发展至今已拥有4家企业,2011年公司销售额突破10

亿元人民币。

昆山宝锦于2010年7月成立,2012年6月正式投产。项目总投资3.5亿元人民币。产品范围覆盖直线焊、折线焊和曲线焊。有多项新开发产品、技术获得国家专利。

昆山宝锦引进德国通快公司激光拼焊生产技术,采用世界顶级的Muller Weingarten开卷落料设备和Soudronic激光焊接设备,运用现代化的信息管理技术,可提供具备卓越品质并可追溯的产品和长期稳定的供应链服务。公司现有一条汽车用激光拼焊板自动落料线,配套一条激光拼焊线,年产能达3000万片汽车用激光拼焊板及材料加工量达10万吨。目前除了向国内汽车厂提供激光拼焊板外,还向钢厂提供配送服务。

昆山宝锦有一条液晶显示器显示模组用前框拼焊自动落料线,配套二条激光拼焊线,年产能达1300万片前框用激光拼焊料片。向国内液晶显示器模组厂提供焊接前框。

十、结语

激光技术在汽车加工领域的应用,为汽车行业开拓了新的发展方向。利用这种技术生产的拼焊板,能够克服传统焊接技术的缺点,为优化汽车的性能提供了契机。

随着人们生活水平的提高以及审美要求的提高,现代社会的汽车种类也日益多样化。如何在市场竞争中获得主动权,就要看所生产的汽车性能。激光拼焊板对于提高汽车部件的结构和性能效果十分优秀,是目前十分理想的焊接技术。作为一种新的技术,以及其在优化汽车行业服务质量中的巨大作用,激光拼焊板技术必然或获得更加广泛的应用,具有更加强大的生命力。因此,汽车生产领域应该积极地引进激光技术的生产设备和技术人员,致力于优化产品的性能。

(>>上接第316页)

3.2严格控制管子伸出管孔端长度,管子伸出管孔端长度应为管子的焊角高度加1.5mm。63.5的管子,管子伸出管孔端长度应为6.5mm,以防止管子伸出管孔端过长产生裂纹并延伸至管板孔桥。

3.3在锅筒后部增加导流板等必要的措施,强化锅筒后管板锅水的扰动,改善处于循环死区的区域,使锅内的水有一定的流动性,强化循环冷却,使材料温度不至于过高。

3.4管子安装完毕后,应对锅炉进行超压试验,合格后锅炉方可投入使用。

4、锅炉的运行

4.1锅炉水质处理一定按“锅炉水处理监督管理规则”要求进行,配备合格的水处理人员,每班至少排污一次,应有防止系统失水的措施,预防水垢生成。

4.2在锅炉的进出水管道上加装旁通管,锅炉投运前,在将采暖管网系统补满水后,将锅炉的进出口阀门关闭,开启循环泵进行采暖系统冷循环,间断打开管网过滤器进行排污,待排出污水清澈时,关闭旁通管道,打开锅炉进出口阀门,再进行正常循环。

4.3锅炉使用过程中,尽量限制锅炉的启动次数,避免因锅炉频繁启动使后管板热疲劳产生裂纹。

5、结束语

该炉采取上述维修和管理措施后,发现其锅筒腐蚀和水垢大大减轻,管板的表面没再出现微裂纹痕迹,管端表面状态保持良好,保证了锅炉的长期正常使用。