

# 造船特种焊接技术

■ 文 / 上海船舶工艺研究所 陈家本

## 摩擦振荡焊在造船中的应用

最近英国TWI所发明的摩擦振荡焊(Friction Stir Welding)方法不仅可以焊接铝、锌、镁、铜,而且已成功地焊接了25毫米的钢板,是一个很有吸引力的新方法。这种焊接方法多年来被用于诸如螺钉之类的焊接,以将各类支架安装在船壳结构上,该焊接的原理是依靠两个金属件,或者两个金属件与一个机件之间的摩擦,产生足够的热量使金属软化而形成一个焊接点,而且ESAB公司已推出了一套这样的焊接系统,在试用中摩擦振荡焊通过几个焊道可焊接厚度达12毫米的钢板。因摩擦振荡焊是一种固相焊接方法,可用于对金属板材进行全熔深焊接,而不会达到金属的熔点。在摩擦振荡过程中一个带凸肩并装有导形轴销的圆柱形焊头,一边低速旋转,一边插入二块对接在一起的板材的接合部位。焊件必须夹紧,以免在焊接过程中受力分开。耐磨焊头与焊件之间摩擦产生的热量,使焊件软化而不达到熔点,从而可使焊头沿焊接路线移动。塑性的材料被挤向焊头轴销的尾端,并且通过焊头凸肩由轴销的紧密接触而受到锻压。冷却后,两个焊件之间形成一个固相融合区。其基本原理如图1所示。摩擦振荡焊还可用于焊接铝板,无须采用充填焊丝和保护气体。在板厚为1.6~30毫米的铝板均可实现全熔深焊接,并且不会产生气孔。对许多铝合金,甚至对那些被认

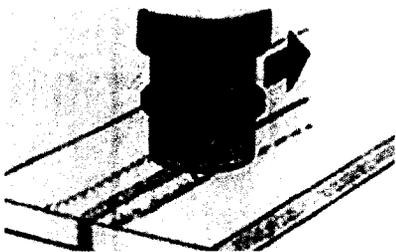


图1

为难以用常规熔焊技术进行焊接的金属,都可通过摩擦振荡焊形成高强度的焊缝,且变形很小。这一技术引起今后造船焊接变改的极大兴趣,可广泛应用于经济建设到军事工程的一切领域。

## 激光焊接

激光在它出现的四十年间产生了巨大的效益,并且目前激光焊接已成为一种造船工业所能接受的焊接方法。激光焊接实现了一种既能快速焊接又几乎可避免任何变形的低热量输入过程。以往激光焊接应用中遇到的问题,主要在于激光功率有限,还有就是与激光射线传输到应用点有关的一些困难,尤其是对于船舶建造中常见的较大工件,难度更大。

到了二十世纪末,飞速的科技发展把这些困难降低到了最低程度,因此激光器很快就成了适用于船厂的一种有用的工具。

在船舶建造中获得应用的有两种型号的激光器,一种是CO<sub>2</sub>激光器,另一种是Nb:YAG(钕-钇-铝-石榴石)激光器。CO<sub>2</sub>激光器出现的时间较长,并且它能传输造船应用场合所需的功率,但是较长的波长只允许利用反射镜把激光射线传送到工件,这就是长距离传送所存在的一个根本性问题。

而YAG激光器能利用光纤进行传送,这就大大增加了传送的灵活性,但是这种形式激光器的功率到目前为止还相当有限,因此只能应用于薄板的焊接。国外船级社最近也制订出了一套激光焊接接头的验收规范,从而为这种焊接方法在工业中的广泛应用提供了依据。最近在船舶结构中出现了夹层平面分段结构的生产,这就可以用激光焊接把两个构件一起焊牢,生产出不同的夹

层结构,而这种结构与常规的带有加强肋板的结构形式具有相同的强度,但重量却可大大减轻,夹层结构平面分段使用激光焊后可使分段的重量大大地减轻而且生产费用也合理。

最近激光焊接这种独特的焊接技术正在船舶的轻型甲板结构所用的夹层板平面分段结构的生中得到充分的发挥。尤其是在德国Meyer Werft公司,该公司所生产的平面分段用于游船和其它客船上的非主结构甲板和上层建筑。激光焊接夹层平面分段的优点在于其抗拉强度高,施工方便,成本比常规的平面分段低。

通过激光焊获得的抗拉强度,比用常规焊接方法获得的要高得多。这就为今后激光焊接向大型船舶中获得更大应用创造了条件。更多地应用于大型船舶创造了条件。

日本川崎重工业公司最近用波长1μm激光束合成输出的16KW级激光,以超出1M/min的速度,成功地焊接板厚为15毫米的不锈钢和低碳钢。

该公司是用分光束镜将连续输出的碘激光10KW和脉冲输出的YAG激光6KW控制在同一轴线上以确保输出16KW的合成光束。另外通过安装监视装置,在实现1M/min的快速焊接的同时,还做到了对焊接处监视装置和金属状态的实时监控,保证了焊接质量。由于使用的激光波长比CO<sub>2</sub>气体激光的10.6μm短,所以激光能量基本不吸收焊接时产生的等离子,因此虽然同时激光输出,但焊接熔深要比CO<sub>2</sub>气体激光深,与CO<sub>2</sub>气体激光相比,加上端部的光学装置也小,可对应远距离输送能量时的传送、分送并采用控制操作机器人

下转26页 ▮▮▮

Viking Lady的船舱中)可容纳功率高达1兆瓦的设备。通常情况下,该设备足以在待机模式下向离岸船舶提供充足的电力,且比转运船舶所需电力高出1/4以上。

DNV的副总裁Tor Svensen几乎无法掩饰自己的兴奋。

他说“这是一项具有开拓性的工作和一种新型制造技术。”他解释说,对于DNV来说,该项目不仅在技术方面具有重要性,而且对液化天然气和燃料电池驱动的船舶起草和制定分类规则也非常重要。

Svensen说,从宏观角度看,常规业务不再是一种选择。他认为,全球航运业每年要消耗3.35亿吨船用燃油,并排放10亿吨CO<sub>2</sub>。但是,这种状况不能再持续下去了。

他指出,船级社最近进行的一项研究表明,航运业不必投资开发新技术,就能使CO<sub>2</sub>排放量减少5亿吨。他说,天然气目前已被大量采用,且非常适用于从事沿海和海上短程运输的船舶。这些船舶普遍可以重新加注燃油,从而大大减少排放量。

Svensen认为,分销网络只是暂时

受到限制。他指出,挪威最近几个月内建立的出口渠道不断增加,这样就能满足挪威沿岸的液化天然气船舶运营商不断增加的需求。

他强调,燃料电池的潜力很大程度上将取决于Viking Lady在北海投入运行所得到的经验。这是值得期待的。□

链接:



全球聚集船舶燃料电池市场

欧洲造船业正通过推进燃料电池动力船的研发,力图挑战远东地区的中、日、韩造船三强。

据韩国船级社能源环境项目负责人Kim Man-eung在近期召开的“经济环保型燃料电池动力工程船研讨会”上说,欧美先进国家尤其是欧洲,正在积极研发燃料电池技术,目标直击中日韩造船强国,希望借助燃料电池动力船,恢复重振造船及设备业地位。Kim指出,欧洲目前正在推进e4ship项目,预计到2016年投资5000万欧元获得原始燃料动力船技术。

由于目前船舶环保条约规范日趋严格和燃料价格呈上涨趋势,全球掀起了高效、经济环保型船热潮。包括欧美在内的先进国家都把目光聚集在研发燃料电池动力船上。韩国作为世界头号造船强国,自然需求更为迫切。为此,韩国能源、技术、评估和规划研究院(KETEP)将从今年6月至2015年2月推出“兆瓦级船舶辅助动力燃料电池系统研发”项目。

据统计,韩国船舶燃料电池市场规模已达4~6万亿韩元(35.8~53.7亿美元),欧洲市场每年为50万亿韩元。

◀ III 上接24页  
进行加工。

机器人焊接

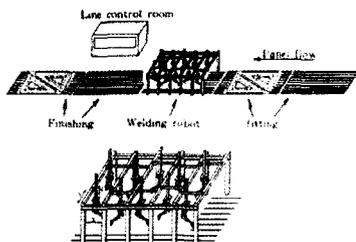


图2 小合拢装焊生产流水线上的焊接机器人

日本NKK津船厂最近又全面采用机器人焊接技术进行船舶建造,如图2所示。

双电极单面MAG自动焊焊机具有4轴控制,NC门架式控制所装置的焊接机器人进行曲面拼板的自动焊接,这种装备已在日本的某船厂使用。而对于曲面分段中的平角焊缝的焊接是采用双头鹅颈式的焊接设备进行焊接,这种方法同样可以把在平行分段中的肋骨先装焊的方法采用到曲面分段的制作上,因此这可谓是最合理化的方法。

结束语

今后的船舶焊接技术发展方向主要可以归纳为以下几个方面:

- 焊接材料的发展:特种化、高效率化、绿色环保化;
- 焊接设备的发展:自动化、机器人化;
- 焊接工艺的发展:高速化、高熔敷率化;
- 焊接生产管理系统的的发展:集成化、智能化、数字化。□