

船舶分段建造的高效焊接率提升研究

蔡荣芳

(广船国际有限公司 广东 广州 511462)

摘要: 根据自动化焊接策划与应用,分段建造过程中,大力推广高效焊接方法,采用新型高效焊接设备、新工艺、新工法、新材料等,制定工艺、施工、奖罚措施等,分段建造高效焊接率提升接近或达到国内外先进船厂的水平。

关键词: 高效焊接(自动化焊接); 高效焊接率;; 焊接方式; 分段建造

0 引言

分段建造的高效焊接(自动化焊接),是指在分段建造焊接生产过程中,焊丝自动送丝以及小车焊枪自动行走的自动焊接方式。包括:1、FCB焊;2、埋弧自动焊(单、双丝焊);3、FAB焊;4、角焊小车(平、立、横焊、无盲区、摆动);5、纵骨及T排流水线;6、焊接机器人。

焊接自动化率 = 自动化焊接材料耗量 / 焊接材料总消耗量 × 100%

焊接材料总消耗量 = 自动化焊接材料耗量 + 半自动焊接材料耗量(含衬垫) + 手工焊接材料耗量

自动化焊接材料耗量 = 自动化埋弧焊焊丝耗量 + 焊剂耗量 + 自动气保焊丝耗量 + 衬垫耗量

高效焊接率是指采用高效焊接所消耗焊材重量与总消耗焊材重量之比所得的比率。

FCB焊、埋弧自动焊、FAB焊、纵骨和T排流水线和角焊小车焊等操作的焊工必须持有船级社焊工证。

1 现状

广船国际分段建造的高效焊接率在42%左右,其他先进船厂的高效焊接率已达到65%左右,从高效焊接方法入手,高效焊接率达到60%左右,是广船国际努力的目标。

2 制定原则

高效焊接率如何达到目标,综合分析各方面因素后,制定以下原则:

2.1 设计原则

设计部门负责将高效焊接应用方案,落实到具体产品设计图纸中,便于现场按图施工。

2.2 工法原则

(1) 根据型船建造方案,策划相应的高效自动化焊接;
(2) 对新焊接设备和新焊接材料及辅助耗材进行选型,对焊接材料进行试验及评估,并进行新工艺工法的试验、研究,完成焊接工艺评定及船级社签字、认可;

(3) 对型船分段制造制作阶段策划高效焊接应用,根据型船特点,提高典型分段在小组阶段、中组阶段和大组阶段的高效焊接方法应用示意图,施工阶段按图要求进行高效焊接方法的应用;

(4) 工法部门组织对高效焊接应用进行监控,统计相关自动化焊接数据,计算高效焊接率。

2.3 施工原则

(1) 开展新设备、新材料、新工艺工法项目的研究试验及推广工作;对广船国际已成熟的高效焊接工艺(如FCB焊、埋弧自动焊等)扩大使用范围;

(2) 进行高效焊接技术生产应用,分阶段进行高效焊接率指标分解(小组阶段60%;中组阶段47%;大组阶段30%)和应用情况进行汇总;主动进行现有高效焊接工艺及新工艺工法的推广应用,确保高效焊接应用范围和效果;

(3) 定期组织巡查、监督和引导,确保高效焊接技术生产应用范围及效果。

3 制定措施

(1) 高效焊接率提升过程中,除采用FCB焊、埋弧自动焊等高效焊接方法外,各类角焊缝的角焊小车使用是高效焊接率提升的关键;

(2) 加大年度固定资产采购计划中角焊小车的数量;

(3) 制定《部门高效焊接率指标完成情况考核细则》;

(4) 工法/施工部门月度现场高效焊接应用巡查,各阶段高效焊接应用数据,对施工单位进行考核;

(5) 月度按考核细则对各阶段高效焊接率是否达标进行考核;

(6) 年度按出坞型船统计施工部门型船的高效焊接率,并根据制定的高效焊接率目标对各施工单位进行考核。

4 实施

分段建造分三个阶段,一是小组阶段;二是中组阶段;三是大组阶段。

4.1 小组阶段

(1) 小组阶段的高效焊接方法主要是:埋弧自动焊(单、双丝焊)、T排流水线和角焊小车(平焊);

(2) 小组阶段的大板对接焊缝及结构板的对接焊缝以埋弧自动焊(单丝焊)为主;

(3) 结构角焊缝以平角焊居多,采用角焊小车(平焊)(图1),可采用“一人双机”或“一机双头”(图3),能同时监控到两条焊缝的质量,部分单机未能实现自动焊的区域双机能实现,提高单位时间内的焊接质量和效率;

(4) 受结构影响使用角焊小车(平焊)困难的,可采用“分离装配法”,先装配“横向结构”,进行横向结构的平角焊缝,再焊接“纵向结构”的平角焊缝;

(5) 原则上长度>700mm的平角焊缝均采用角焊小车(平焊)进行焊接,平角焊缝成型见图2;



图 1 角焊小车 (平焊)



图 2 平角焊焊缝



图 4 角焊小车 (立焊)

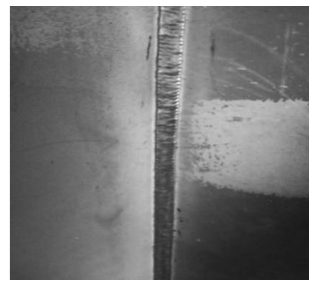


图 5 立角焊焊缝



图 3 “一机双头”

(6) 小组阶段的“T排”在“T排流水线”上采用双面双丝 CO₂ 焊, 焊接质量稳定;

(7) 小组阶段的立角焊缝, 因为长度 < 500mm, 采用角焊小车 (立焊) 的效率不高, 所以, 这部分立角焊缝采用手工 CO₂ 焊焊接;

(8) 根据薄板、厚板 ($\leq 6\text{mm}$ 为薄板, $> 6\text{mm}$ 为中厚板) 以及焊脚 (K) 大小决定采用焊丝的直径, 通常薄板小焊脚的采用 1.0mm 焊丝, 中厚板大焊脚的采用 1.2mm 焊丝;

(9) 在小组阶段块体部分推广使用机器人焊接平角焊缝;

(10) 角焊缝的装配间隙 0 ~ 3mm, 角焊小车焊接过程中, 必须采用专用角焊焊丝, 专用角焊焊丝是专门为适应角焊小车高速焊接而开发的, 焊接速度可以达到 1100mm/min, 普通焊丝是无法适应角焊小车调整焊接且效果达不到要求。

4.2 中组阶段

(1) 平直部分大板对接焊缝, 上线采用 FCB 焊, 有“横向焊缝”的平直大板先平台拼“横向焊缝”后, 再上线进行 FCB “纵向焊缝”的焊接;

(2) 平直上线大板的结构 (纵骨、T 排或球扁钢等) 与大板角焊缝采用“纵骨流水线”的 CO₂ 焊机双面双丝焊, 可同时焊接 7 根, 焊缝成型美观、焊脚大小易控制及焊接质量稳定;

(3) 平面分段后道框架纵骨间平角焊缝 (肋板、桁材与大板) 的平角焊小车 (无盲区) 应用率达 90% 以上, 立角焊缝无结构阻碍采用角焊小车 (立焊) (图 4) 进行焊接, 立角焊缝成型见图 5;

(4) 在平直分段框架中采用焊接机器人焊接结构的平角焊缝和立角焊缝 (图 6)。

(5) 曲面部分的平直大板采用埋弧自动焊;

(6) 段曲面线型分段结构对接焊缝和大焊脚立角焊缝上推广使用角焊小车 (摆动);

(7) 曲面分段的高效焊接率提高主要还是在角焊小车 (平焊) 的使用, 线型分段 $\geq 700\text{mm}$ 且无阻碍平角焊缝



图 6 焊接机器人

应用率达 90% 以上;

(8) 曲面小线型板 (坡度 15°) CO₂ 半自动打底 + 角焊小车 (摆动) 填充盖面或 CO₂ 打底 + 埋弧焊填充盖面;

4.3 大组阶段

(1) 在外场进行分段翻身扣盖后, 框架结构平角焊缝, 采用角焊小车 (平焊) 和角焊小车 (无盲区) 进行平角焊缝的焊接;

(2) 框架结构的立角焊缝采用角焊小车 (立焊) 进行焊接;

(3) 壁墩等结构角焊缝采用角焊小车 (平焊) + 埋弧自动焊或角焊小车 (摆动) 进行焊接;

(4) 在部分型船的槽壁板拼板上采用 FAB 焊, 曲面小线型板采用埋弧自动焊拼板 (图 7);

(5) 曲面小线型板上胎采用角焊小车 (摆动) 盖面 (图 8)。



图 7 小线型埋弧自动焊拼板



图 8 角焊小车 (摆动) 盖面

5 效果与不足

(1) 经过半年时间的运作, 三个阶段的高效焊接率, 除大组阶段约 26% 外, 小组阶段可达 63%, 中组阶段可达 50%, 分段建造的高效焊接率可以达到 55%;

(2) 通过以上措施, 提高施工人员的积极性, 高效焊接推广范围逐步扩大, 高效焊接率明显提高;

(3) 随着高效焊接设备 (尤其是角焊小车) 的逐步增加, 后续高效焊接率会持续提升;

(4) 在高效焊接率提高的同时, 角焊缝焊脚尺寸得到有效控制, 年度节约焊材约 30 吨, 节约金额约 40 万元, 减少打磨工时约 9000 小时, 节约人工成本约 27 万元;

(5) 高效焊接率的提高, 需保证装配精度, 促进了下

料精度提高,解决了最基础环节的根本问题;

(6) 后续修正高效焊接率,除保持目前的状态外,还需不断增加高效焊接设备投入,定期对操作人员进行培训;

(7) 施工作业过程中加强巡查、监督,重点监控大组阶段高效焊接率的提高,考核体制要不断完善。

6 结语

从运作情况看,今后在吸取前面的经验的同时,想法弥补不足,经过一年左右时间,广船国际分段的高效焊接率会接近或达到国内外先进船厂的水平。

参考文献:

- [1] 周业基.我国造船高效焊接与自动化的发展[J].焊接技术,2000年第S1期.
 - [2] 朱晓阳.船舶高效焊接技术应用思考[J].大科技,2011.
 - [3] 洪森,彭茂清.高效焊接技术在船舶建造中的应用及推广[J].广东造船,2018年第01期.
 - [4] 陈绍全.船舶高效焊接技术推广[J].电焊机,2004,34(2).
- 作者简介:蔡荣芳(1970.01-),男,汉族,辽宁大连人,本科,工程师,研究方向:船舶焊接。

(上接第102页)

涂料的加工方法主要是在高速分散机中进行分散,然后在搅拌机中进行搅拌。具体操作方法为将碳钢板表面进行除油除锈,确保钢板表面无油污、灰尘、锈蚀等异物,保证钢板表面清洁干燥无污染。将钢板喷砂至S2.5等级,然后使用喷枪将涂料喷涂上去,喷涂完第一层后,等到涂层表干后再进行第二层的喷涂。

此种涂料有效的解决了高功率激光切割机防烧问题,且喷涂方法简单,易施工。

3 结语

高功率的激光切割机在性能上要比低功率提升很多,因此在设计时,不仅要充分考虑机床的稳定性、结构的刚度及质量,也要考虑切割时产生的烟尘及热量对设备的影响。所以本文主要研究了高功率激光切割的结构设计和防烧除尘设计,一方面,通过床身、横梁和Z轴的材料及结构设计,提升了机床的稳定性及结构的刚度,确保了高功率设备的动态性能及切割精度;另一方面,通过分区除尘、台面及落料斗防烧设计,有效地防止了切割时产生的热量及铁渣对机床带来的不良影响。

通过以上几方面,保证了本文所设计的一种高功率激

光切割机所切碳钢厚度可以达到80mm、不锈钢厚度达到150mm、定位速度达到169m/min、加速度达到2g,以及定位精度达到0.05mm。

参考文献:

- [1] 刘杰.激光切割机的力学性能研究及其优化[J].现代制造技术与装备,2019(9):25-27.
 - [2] 王猛.HLH-2040激光切割机结构分析与优化设计[D].南京:东南大学,2015.
 - [3] 李洋.3015M型光纤激光切割机结构分析及优化[D].济南:济南大学,2017.
 - [4] 王冠.铝合金薄壁梁结构轻量化设计及其变形行为的研究[D].长沙:湖南大学,2013.
 - [5] 陈树明,赵志超.高性能数控激光切割机设计要点[J].数控技术与装备,2003(1):80-81.
 - [6] 王志刚,汪立新,李振光.激光切割烟尘分析及除尘系统[J].锻压装备与制造技术,2011(5):59-61.
- 作者简介:杨绪广(1980.06-),男,汉族,山东济南人,本科(工学学士),正高级工程师,研究方向:激光加工工艺、机械设计。