

海洋平台中主要结构焊接与探伤的要求解析

高振强

(中国船级社质量认证有限公司山东分公司, 山东 青岛 266000)

摘要 随着我国海洋石油业的飞速发展, 如何高效利用海洋资源、高质量的海洋工程作业、高效的施工进度成为当下的热点, 本文仅对施工中海上移动平台的钢结构焊接作业做简单介绍。海上移动平台作为海上经济作业设备具有用途广、稳定性强、效率高等优点。而作为海上移动平台的建造根基, 便是大量而烦琐的焊接作业, 常见的焊接形式有以下几种: 电弧焊、埋弧焊、氩弧焊、气焊、激光焊、二保焊等; 常见的焊接位置有: 平焊、立焊、仰焊、角焊等; 探伤类型包括: 渗透检测 (penetrant testing, PT)、磁粉检测 (magnetic testing, MT)、超声检测 (ultrasonic testing, UT)、射线照相检测 (radiographic testing, RT) 等。

关键词 海上移动平台 焊接 NDT 探伤 铺管作业

中图分类号: TG4

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)11-0046-03

1 概述

自 20 世纪 90 年代以来, 随着世界海洋经济的加速发展, 国家之间的海洋经济竞争呈现白热化的趋势, 尤其对海洋新兴产业的竞争和开发海洋技术制高点的争夺日趋激烈。海洋能源的开采发展也逐步成为海洋经济中不可或缺的生力军。为进一步发展海洋能源的开发, 海洋移动平台的使用为推进海洋经济发展提供了不可或缺的力量, 为此海洋移动平台的使用安全成了重中之重。在海上移动平台建造过程中, 依据规范及相关标准, 正确选择并严格遵守焊接程序, 保证焊接质量, 减小变形和内应力, 确保平台整体结构及局部结构具有良好的性能, 满足平台使用要求, 是项目工程顺利完满地完成的关键。本文依据中国船级社《海上移动平台入级规范》《钢质海船入级规范》《材料与焊接规范》等及其修改通报, 对海上移动平台的焊接及探伤要求进行总结与解析。(注: 焊接要求包含但不限于本说明书包含内容, 具体实施参照相关规范。)

2 焊接过程要求

建造焊接时, 按已认可的焊接工艺规程施焊。整体建造时, 对平面分段与立体分段, 应从结构的中央部位开始焊接, 然后向左右或前后分散对称焊接, 以减小结构变形和内应力。根据船厂编制的工艺进行焊接施工, 但须取得现场验船部门的认可。凡是对称于中心线的构件, 采用对称焊接法, 用双数焊工同时工作。构造中若同时存在对接焊缝与角接焊缝, 则先焊对接缝, 后焊角接缝^[1]。焊缝接头不在纵横缝交叉处。应力较大的焊缝, 焊接过程中不应间断, 要求迅速连续完成。

各种结构采用间断焊与平面连接焊接时, 构件端部应进行双面连续加强焊, 以保证结构强度。定位焊的数量应尽量减少, 定位焊缝应具有足够的高度。其长度, 对一般强度钢应不小于 30mm, 对高强度钢应不小于 50mm。定位焊的焊缝质量与施焊的焊缝质量相同。有缺陷的定位焊应在施焊前清除干净。焊缝末端收口处应填满弧坑, 以防止产生弧坑裂纹。对有焊透要求的焊缝, 在焊接第二面焊缝前应进行清根, 清根后应具有适当的坡口形状, 以便进行封底焊。在除去临时焊缝、定位焊缝、焊缝缺陷、焊疤和清根时, 均不得损伤母材。

2.1 主要焊缝的焊接要求

等厚板的对接焊, 板缝两侧的钢板要调整到同一平面, 如果同时对口间隙不均、间隙特小的位置应先焊, 间隙超过 8mm 的位置应先进行堆焊, 达到合适的间隙再进行正常施焊。对特殊构件应避免将焊缝布置在应力集中处, 尽量减少焊缝交叉。主要结构的平行焊缝应保持一定的距离, 对接焊缝间的平行距离应不小于 100 mm, 对接焊缝与角焊缝间的平行距离应不小于 50mm。用“马”“排”“螺栓”定位焊保装配件间的位置与贴紧度时, 强度定位力不宜过大, 防止造成过大的内力。

2.2 组焊件的焊接要求

对接焊口: 应采用 V、X 形坡口或经船级社认可的其他形式接口, 坡口角度满足规范要求。T 型接口: 采用双面坡口、单面坡口或经船级社认可的其他形式接口, 坡口角度满足规范要求。角型焊口: 焊口采用双面坡口、单面坡口或经船级社认可的其他形式接口,

坡口角度满足规范要求。

2.3 对接、搭接及塞焊焊接要求

坡口间隙和钢板的错边不得超过有关标准的规定值。不同厚度钢板对接,其厚度差不超过下述之值:不同厚度对接时,板厚差与错边不得朝一个方向迭加。主要构件的对接焊缝须按焊接检验要求作无损探伤检验。尽量避免搭接焊缝,如采用搭接焊缝时,凉拌的搭接宽度应为较小板厚度的4倍,但不必大于50mm,搭接表面紧密贴合,搭接两端应采用连续角焊。

$t=6\sim 8\text{mm}:<2\text{mm}; t=8\sim 10\text{mm}:<3\text{mm}; t>10\text{mm}:<4\text{mm}.$

(注:若超过上述值,则应在较厚板作单面或双面削斜,削斜宽度不小于厚度差的4倍。)

2.4 焊接高度

对接焊缝应全部熔透填满焊口。连续角焊缝的焊脚高度 $K=1.414\delta$ (δ 为薄板焊件边缘的厚度),如采用交错间断角焊、链式间断角焊、挖孔焊型式,焊脚高度应照比例增大,符合中国船级社《海上移动平台入级规范》(2012)1.5.4要求。

2.5 角焊缝应采用双面连续焊的部位

风雨密甲板和上层建筑外围壁边界的角焊缝,包括舱口围板、升降口及其它开口。液体舱和水密舱室的周界。机座和机器支承结构的连接处。船首0.25L区域内主要构件和次要构件与船底板连接处的所有角焊缝。厨房、餐厅、洗衣室、浴室、厕所和蓄电池室等处的周界角焊缝。所有主要、次要构件端部与板材连接的角焊缝和肘板端部与板材连接的搭接焊缝。

2.6 焊接质量检验

外观检验:对所有焊缝表面进行外观检验,焊缝表面不得有裂纹、夹渣、未溶合、气孔、焊瘤和弧孔,特殊构件不允许咬边,对缺陷予以修补,焊缝表面应成型均匀,并平缓的向两侧过渡。焊缝无损探伤:对结构的无损检验应根据不同部位,采用射线、超声波、磁粉或渗透等探伤方法,参照《海上移动平台入级规范》的规定。无损检测的范围、数量及其所采用的工艺和标准应经船级社认可。

3 主要结构连接及探伤要求

3.1 主体结构

所有桁材、横梁、骨材和承柱的拼接缝应为全焊透的坡口对接焊,且面板与腹板的对接焊缝至少应错开一个腹板高度,所有的对接缝应20%RT或UT探伤。对于立体分段建造的平台,结构连接的形式需经过船检的认可。桁材、横梁以及重要骨材的相交处及

重要的连接处应采取全焊透的角焊缝^[2],并至少进行20%UT探伤。纵、横向主桁甲板和底板以及舷侧处和艏、艉端板处的甲板和底板的对接缝,纵、横舱壁(包括舷侧板和艏、艉端板)的对接缝至少应进行20%RT或UT探伤。甲板、底板、舷侧板和艏艉端板横、纵对接焊缝的交汇处,应进行适当比例的UT或RT探伤。

3.2 围阱结构

围阱区纵、横加强材的拼接缝应为全焊透的坡口对接缝,并应进行至少20%MT及20%RT或UT探伤。围阱区重要加强板材的连接缝以及骨材的交汇焊缝应为全焊透的坡口焊,并应进行至少20%UT探伤。围阱区四周甲板、底板的对接缝以及围阱壁的对接缝应进行100%MT和100%RT或UT探伤。围阱区与齿轮箱架连接座板应为全焊透的坡口对接缝,并应进行100%MT和100%RT或UT探伤。

3.3 桩腿结构

桩腿的分段对接环焊缝应进行100%MT和100%RT或UT探伤。纵向各焊缝50%UT和20%MT探伤。桩腿与桩靴面板和底板的焊缝包括辐射板与桩腿的焊缝应为全焊透角焊缝,并应进行100%MT和100%UT探伤。齿条座板及齿条的对接缝应为坡口全焊透焊缝,并应进行100%MT和100%UT探伤。桩腿内部纵向加强桁材面板、腹板的对接缝应5%MT和5%UT探伤。齿条座板和齿条的填角焊应为角焊缝,并应进行20%MT和20%UT探伤。

3.4 桩靴结构

桩靴结构较为复杂,且作业空间狭小,建议在制作中安排合理工序,个别位置使用多种方式探伤。辐射板和环形隔板(含环形梁)所有的对接缝应进行20%MT和20%UT探伤^[3]。所有辐射板和环形隔板(含环形梁)交汇焊缝以及它们与桩靴面板、底板的焊缝应为坡口全焊透角焊缝,并应进行至少20%MT和20%UT探伤。桩靴壳板(包括面板、底板和侧板)的对接焊缝应为坡口全焊透对接焊缝,并应至少进行20%MT和20%UT探伤,侧板与面板和底的焊缝应为坡口全焊透角焊缝,并应至少进行20%MT和20%UT探伤。桩靴建成后应进行压水试验(试验压头为50m)。

3.5 二层甲板结构

所有桁材、横梁、骨材和承柱的拼接缝应为全焊透的坡口对接焊,且面板与腹板的对接焊缝至少应错开一个腹板高度,所有的对接缝应20%RT或UT探伤。

桁材、横梁以及重要骨材的相交处及重要的连接处应采取全焊透的角焊缝,并至少进行20%UT探伤。

所有支承构架的节点焊缝应为全焊透的坡口焊, 并应进行至少 20% 的 UT 探伤。

3.6 直升飞机平台结构

直升机甲板桁材和梁材以及支承桁架所有的拼接缝应为坡口全焊透的对接缝, 并应进行至少 20% 的 RT 或 UT 探伤。直升机支承桁架与平台艏部端板的三个连接点应进行 100% 的 RT 或 UT 探伤。所有支承构架的节点焊缝应为全焊透的坡口焊, 并应进行至少 20% 的 UT 探伤。

3.7 直升飞机平台结构

甲板室外围壁以及顶层甲板所有焊缝(包括对接焊缝和填角焊缝)应进行冲水试验。厨房、浴室和厕所等应进行积水试验至门槛高度。

3.8 悬臂梁结构、油缸基座、棘爪及导向基座

悬臂梁不应在靠近支点一半悬臂长的范围内拼接; 在其他位置拼接时, 面板与腹板的拼接缝应至少错开 1m 的距离。悬臂梁的拼接焊缝应进行 100%MT 和 100%UT 探伤。悬臂梁面板与腹板的焊缝应为坡口全焊透焊缝, 并应进行 100%MT 和 100%UT 探伤。悬臂梁推板面板与腹板的焊缝应为坡口全焊透焊缝, 并应进行 100%MT 和 20%UT 探伤, 复板两侧应布置对称性的肘板加强。油缸基座: 油缸基座面板与主立板焊缝应为坡口全焊透, 并应进行 100%MT 和 100%UT 探伤。基座主立板与主甲板焊缝应为坡口全焊透, 并应进行 100%MT 和 100%UT 探伤。棘爪: 所有的坡口全焊透焊缝应进行 100%MT 和 100%UT 探伤, 所有的填角焊缝应进行 20%MT 探伤^[4]。悬臂梁基座及锁紧结构: 锁紧基座压条、压条加强筋与锁紧机构侧板之间应为坡口全焊透焊缝, 并应进行 100%MT 和 100%UT 探伤。基座面板与横立板、纵立板、导向板以及导向板与加强筋之间的焊缝应为坡口全焊透焊缝, 并应进行 100%MT 和 100%UT 探伤。悬臂梁基座与主甲板的连接焊缝采用坡口全焊透焊缝, 并应进行 100%MT 和 100%UT 探伤。

3.9 横向导轨结构、横向移动支座、棘爪座结构

横移轨道梁组装焊缝应为坡口全焊透, 并进行 100%MT 和 100%UT 探伤。

横向移动支座所有结构间焊缝应为坡口全焊透焊缝, 并应进行 100%MT 和 100%UT 探伤。

棘爪座所有结构焊缝应为坡口全焊透焊缝, 并应进行 100%MT 和 100%UT 探伤。

3.10 海水泵架结构

泵架管对接焊缝应为坡口全焊透焊缝^[5], 并应进行

100%MT 和 100%UT 探伤。结构节点角焊缝应为坡口全焊透焊缝, 并应进行 20%MT 和 20%UT 探伤。

3.11 起重机基座结构

起重机基座与平台底板焊接为坡口全焊透焊缝, 并应进行 20%UT 探伤。吊机筒与平台甲板、舱壁版焊接为坡口全焊透焊缝, 并应进行 100%UT 探伤。吊机筒与吊机自带短节的连接环焊缝应为坡口全焊透焊缝, 100%RT 探伤。

3.12 燃烧臂及基座结构

燃烧臂主弦管对接采用坡口全焊透焊缝, 并进行 20%UT 探伤。横撑、斜撑与弦管的焊接采用深熔填角焊接, 并进行 5%MT 探伤。燃烧臂底部铰接眼板与弦管连接处采用坡口全焊透焊缝, 并进行 100%MT 和 100%UT 探伤。燃烧臂基座结构焊缝采用坡口全焊透焊缝, 并进行 20%UT 探伤。

3.13 隔水管扶正平台结构

隔水管扶正平台主框架连接为坡口全焊透焊缝, 并进行 20%UT 探伤。用于隔水管与平台连接的眼板, 其分别与平台主体、隔水管框架的连接为坡口全焊透焊缝, 并进行 100%UT 和 100%MT 探伤。

4 结语

通过本文的分析解答了使用者对海上移动平台的钢结构焊接质量控制与检验的法律法规要求, 它是与实践与经验分析得出有效的把控要点, 焊接质量与探伤要点可有力地保证项目顺利实施。本文仅对常规材料与焊接形式做出了解释, 但对于特殊构件与非常规材料中涉及的焊接要求与探伤要求就需要另作分析, 特别是在海面以上的潮气区的金属构件的焊接与探伤, 需慎重。此位置受潮气腐蚀量要大于其他位置, 且多为主要承力结构, 一般应给予更大的腐蚀余量, 使用多种探伤方法, 结合测量, 以确保低误差率。

参考文献:

- [1] AWS D1.1 Structural Welding Code-Steel.2020.
- [2] 海上移动式钻井平台构造和设备规则(MODU CODE)[S].<https://wenku.so.com/d/a519afa1b6f469bcde60194f72ff9788>.
- [3] 冯超群, 郑露. 海上平台起重机吊臂腐蚀修复工艺[J]. 石油和化工设备, 2018(10):67-69.
- [4] 钟培道. 断裂失效分析(续)[J]. 理化检验(物理分册), 2005(10):535-539.
- [5] 中国船级社. CCS 材料与焊接规范[S].2021.