

海洋工程钢结构焊接横向裂纹产生原因及控制措施

杨万广 徐景林 贾必玉 王朝 曾凡善

海洋石油工程(青岛)有限公司

[摘要]在大型海洋钢结构中,接头形状复杂多样,但常见的焊接缺陷有裂纹、气孔、夹渣等。在超声波试验的焊接过程中,由于大多数有害缺陷(如裂纹和未完全熔化)垂直于试验表面或以一定角度存在,因此通常采用切割波倾斜试验方法进行试验。焊接中产生横截面裂纹的可能性很小,但如果造成很大的破坏,很可能导致断裂,给生产和生活带来不可估量的事故和灾难。产生交叉裂纹的原因很多,主要受应力集中、焊接工艺不当、预热等条件的影响。因此,在海洋钢结构无损焊接试验中,正确评估和修复横截面,及时消除隐患尤为重要,这不仅提高了海洋石油平台的使用寿命,而且还要保护海洋环境,以避免在恶劣条件下发生事故。本文件作为后续工作的指南,分析了工作中的探索实例。

[关键词]海洋工程; 钢结构焊接; 横向裂纹; 控制措施

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6288.2020.02.1241

裂纹是海洋钢结构焊接中最常见的焊接缺陷之一。裂纹在扩展方向上可分为纵向裂缝、横向裂缝和辐射裂缝。横向裂纹,也称为冷裂纹或延迟裂纹,主要发生在焊接极限处,延伸至焊接区和热影响区,几乎垂直于焊接极限。更为严重的是,在裂纹端部形成尖锐的踵部,应力集中度高,易于扩散。焊接时不允许存在。产生横向裂纹的主要原因是应力、焊接工艺不合理、氢气的存在和冶金因素。大面积出现横截面裂纹。在国内,关于裂纹横向检测的研究很少。现有的试验方法,如射线照相试验、磁粉探伤和埃迪电流试验,在检测横向裂纹方面稍显不足。超声波检测有一些优点,尤其适用于裂纹检测。便携式超声检测技术对基于反射或透射的缺陷和开放裂纹非常敏感。在海洋钢结构的无损焊接试验中,磁粉检测和超声波检测的结合主要用于分别识别和评价焊接表面和内部缺陷。

一、钢结构焊接裂纹产生原因

(一) 热裂纹产生原因

在高温条件下,钢结构的焊接容易产生热裂纹。在焊接过程中,焊接受到温度的影响,并产生结晶反应。此外,由于金属牵引力的影响,热裂纹呈现出不同的形状。通过分析这些形式,可以将它们分为不同的类型。在焊接过程中,由于高温和牵引应力的影响,热量变得不规则,受热面不平衡。这种现象在金属杂质和牵引张力的影响下,会产生部分结晶焊接和多边裂纹。所谓凝固裂纹是指金属在焊接过程中的凝固和下一阶段的脆性温度。根据该温度,焊接过程中会出现凝固裂纹。在主要形成过程中,焊接金属的结晶颗粒之间有许多液体层。由于其坚固性较低,在基础凝固和不规则冷却过程中,温度降低,从而产生张力。该变形超过金属的可接受临界值,导致凝固破裂。所谓液化裂纹是指,如果焊接过程中温度过高,金属化合物将无法保持扩散并形成局部晶界。非塑性裂纹是指在焊接过程中,由于热循环的影响,金属的总塑性受到影响,再加上金属的拉伸应力,晶体受到应力,导致非塑性断裂。

(二) 冷裂纹产生原因

钢结构产生裂纹的原因有很多,包括冷裂纹和热裂纹,属于典型和常见的裂纹类型。在多层焊接阶段,焊接部位经常出现冷裂纹。在多层焊接作业中,由于钢结构本身具有较高的温度要求,如果不能有效捕捉温度变化,将对整体结构造成一定的损伤和裂缝。在建筑钢结构的焊接过程中,最脆弱的部位是焊接接头。由于平台结构的强度大,面积大,钢结构本身的结构也会发生或多或少的变化。此时,结构中的氢分子将异常移动,最终集中在平台钢结构的受损部分。随着实践的不断深入,冷却和沉淀完成,最终出现冷却裂纹,对钢结构的整体稳定性产生不利影响。

(三) 层状撕裂裂纹产生原因

钢结构焊接后,容易受到温度、湿度等环境因素的影响。随着温度的不断变化和发展,钢结构构件容易发生变形和裂纹。同时,应加强对结构应力的控制。当钢结构的焊接材料和焊接部件的合金元素超过规定标准时,钢结构将产生过大的应力,并在高温条件下再次形成热裂纹。此外,结构钢材材料从施工现场运输

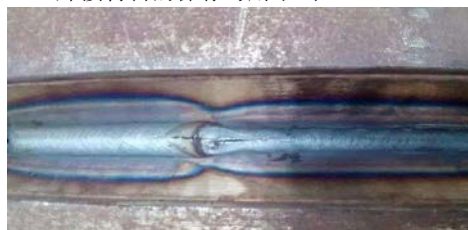
过程中通常会产生一些杂质。随着杂质的增多,就会形成一种分层状态,加上应力的作用,此时就形成了阶梯状裂纹。

二、钢结构横向裂纹产生原因

(一) 焊接材料中有杂质

埋弧焊和药芯焊中存在灰尘。如果粉尘纯度不足且附着有杂质,则会影响焊接性能。在这个阶段,不能完全排除一些焊接生产商偷工减料和使用非熟练材料的可能性。另外,当采用埋弧焊回收非加热粉尘时,热焊机会同时吸收钢板氧化物(氧化皮)、其他杂质、焊渣和粉尘,造成污染。

(二) 焊接材料的保存与用不当



焊接材料的储存与使用非常重要。若焊接材料的存储与使用存在问题,会导致焊接材料受潮,促使焊接过程中产生裂痕。无论焊接材料的包装与型号,都应当对存储条件进行明确的规定。焊接材料的运输过程中,也需要注重焊接材料的存储。若存储出现问题,焊接过程中使用了这些潮湿材料,在焊接过程中会出现横向裂纹。

(三) 焊接材料的焊接过程存在问题

焊接工艺的运行是主要原因。海洋工程钢结构的焊接需要完全成熟的工程规范和技术规定,如焊接方法、焊前预热温度、安装要求、焊接材料、焊接顺序等,焊接技术参数、焊后处理等。焊接横向裂纹产生的主要原因是:(1)坡口角隙过小。(2)防水和防水措施不足,尤其是在混浊和下雨天气条件下以及高湿度条件下的焊接。(3)焊接表面的油污和水渍未清除。(4)改性后未去除碳。(5)CO₂气体的含水量超过参考值,用于还原气体的压缩空气的含水量超过参考值。(6)焊接前预热温度不足。(7)焊接能量太大。(8)焊后热处理不正确。

(四) 应力产生的影响

海洋钢结构在焊接过程中会出现横向裂纹,受一定应力的影响。例如,在钢结构的焊接过程中,由于结构的特殊性和焊接顺序的误差,结构中的残余应力和焊接应力过大,无法随时间释放,当焊接适应性受到影响时,会出现横向裂纹。在目前海洋钢结构的焊接中,由于应力引起的交叉裂纹主要存在于柱环板、环板等封闭结构中。

三、海洋工程钢结构焊接横向裂纹控制措施

(一) 有效进行焊接材料的控制

随着社会的不断发展和进步,越来越多的专家逐渐认识和开发钢结构施工的诸多优点,并逐步将其应用于工厂、桥梁和建筑工程中。钢结构本身具有很强的稳定性、安全性和效率,得

到了业内专业人士的广泛认可和推广。在20世纪40年代,电弧焊被广泛应用于钢结构中。随着新技术和新材料的不断出现,气体保护焊等技术受到了广泛的欢迎。焊接技术在不同的高度发展,提高了焊接效率,确保了焊接质量,缩短了施工时间,节约了施工成本。实现经济效益和社会效益的统一。由于采用了多种技术,钢结构的焊接与采用不同焊接工艺时所需的材料有很大不同。此时,我们的主管人员从实际出发,在结构现场选择具体的焊接条件和合理的焊接材料,以实现焊接工艺的最佳整体配置。满足建筑结构完整性和安全发展的关键点,不断提高焊接效率,达到预期效果。焊接时,应有效选择适合钢结构的焊接材料,并充分检查其强度和坚固性,以提高施工效果。



(二) 强化焊接工艺

一般来说,钢结构的焊接过程主要包括两部分:内部焊接和现场焊接。在实际施工过程中,两种焊接工艺的操作要求也有所不同:对于堆场上的焊接工艺,主要通过机械进行自动焊接操作,实现构件与主体的有效焊接。焊接接头的保护也特别重要。必须对主要圆角进行有效焊接、优化焊接工艺、预热和后续操作。此外,必须检查外部环境,确保温度和湿度符合焊接要求。同时做好保温、防风等基础工作,最大限度地降低构件安装、焊接的错误率,减少质量问题的发生。目前,钢结构焊接技术已广泛应用于钢结构的整体施工中。钢结构本身具有较强的适应性和较低的环境要求。因此,它开始成为建筑工程建设的重要组成部分。为了发挥关键作用,必须保证焊接材料的质量,确保材料的整体性能满足发展需要。只有这样才能保证工程质量。在结构的焊接过程中,最常用的钢结构焊接材料是超低氢焊接材料,但在实际工作中必须保持温度。

(三) 有效管控焊接过程

在焊接过程中,应标准化具体的焊接操作。首先,焊接环境通风良好,光线充足。不得在雨天和潮湿环境中进行焊接。应确保焊接环境中有一定的防水措施。第二,保证焊接技术人员的专业技术水平,尽量选用经验丰富、焊接水平高的优秀人员焊接特殊部位,提高焊接质量。第三,在焊接准备过程中,必须将角度和坡度间隙减小到最合适的数据,以确保焊接过程的集成。第四,做好焊接前的各项准备工作,认真清理焊接过程,不得留下浸水、油污、杂质等换句话说,焊接路径必须保持清洁。第五,如有必要,应在焊接过程中检查二氧化碳和其他气体的含水量。第六,焊接前准备预热,焊接过程中检查电流、张力、焊接速度等因素。焊接后,必须进行后热储存处理。第七,必须对常规焊接操作中使用的各种设备进行必要的维护,并且必须检查各种电流计和仪表的服务质量。

(四) 消除应力的影响

根据应力的影响,消除了防止横向裂纹的措施。例如,在设计过程中,可以有效地释放应力,达到消除应力、减少横向裂纹产生的效果。此外,例如,在焊接过程中,可以调整焊接顺序,以取代单向焊接的负面影响。这种分散焊接方法能够均匀分散各种焊接应力,释放焊接应力,从而减少交叉裂纹的产生。

(五) 提高母材的质量

根据不同的海上施工要求,选择十字槽钢的影响。例如,在相对复杂的深部区域,海上钢结构的施工必须使用高碳含量的高强度钢。具体而言,在此类钢结构施工期间,焊接工艺的设计应尽量减少横向裂纹的存在,并做好保护工作。普通钢结构的焊接过程主要根据一定的碳含量标准进行检验,以确保其在标准范围内使用,减少母材的影响。

(六) 有效管控焊接施工作业的条件

通过大量的调查和实践,在钢结构焊接施工过程中,影响焊接质量的因素很多,包括外部因素,主要包括风力和外部环境。因此,为了有效地完成钢结构的焊接,必须不断优化施工条件,减少环境因素的影响。首先,焊接室温度的控制。焊接过程中,如果环境温度过低,应合理调整温度值至正常焊接温度,并与设备的运行参数相一致。同时使用的设备应进行预热,以确保设备的运行状态。这样就可以实现下一步的焊接施工。另外,钢结构的焊接是在事先确定焊接方法和焊接位置,选择合适的焊接材料,满足焊接要求后进行的。其次,控制空气湿度,尽量将区域湿度控制在90度以内。如果焊接设备的原材料层是湿的,则应提前准备以消除湿热,并确保焊接零件的表面干燥,以免影响焊接效果。在湿度和热量问题的情况下,必须结合施工情况确定现场钢结构和焊接部件的特定特性及其特定特性,并进行优化控制。第三,合理控制现场风况。控制的主要原则是确保在先前的风条件下风速和焊接条件的稳定性。

(七) 强化施工人员的能力与安全素养

作为钢结构焊接工程的主体,施工技术人员的世界观、技术能力和完整素质都会对海洋工程的质量产生一定的影响。为加强安全意识培训能力和厂家专业素质,在焊接初期,必须及时通知施工服务部门和主管服务部门,并通知制造商就一些可预见的问题进行一系列职业培训和培训课程。在施工过程中,施工人员必须继续接受系统全面的职业培训和质量培训,并通过专业论证后进入现场开展工作,尽可能演示操作和相关审查和测试。焊接人员必须充分了解各种裂纹产生的具体原因,增强专业质量和安全技术意识,在焊接过程中采取相应的预防和处理措施,选择合适的焊接电流后,纠正多个工艺,检查焊接参数,并根据选择的焊接材料选择合适的施工工艺。减少裂缝的存在。此外,对海洋钢结构裂缝问题的实际解决方案进行了分类和说明,并直接展示了合理、准确的施工工艺以及各种辅助设备和设备的使用方法。

结束语

海洋工程中钢结构是最主要的部分。正因如此,钢结构焊接中出现横裂纹现象是非常严重的问题。我们应当对横裂纹的成因进行积极地关注与研究,并积极创新和探索改进方法,为钢结构的稳定耐用性提高,起到促进效果,以达到海洋工程的工作效率提高,以及保障工作人员生命安全的效果,为海洋工程领域的未来发展做出贡献。

参考文献:

- [1] 李大用. 10Ni5CrMoV钢大拘束结构焊接冷裂纹判据及奥氏体焊丝研究[D]. 哈尔滨工业大学, 2019.
- [2] 张伟伟, 李卫良, 朱质轩. 华侨城钢结构大厦超厚高强钢焊接冷裂纹的预防及对策[J]. 焊接技术, 2018, 47(07): 97-100.
- [3] 李忠坪, 宋洪波, 程晋宜, 辛宏光, 朱彦明. 常见裂纹形式和预防措施在海洋钢结构焊接中的分析[J]. 化工管理, 2017(17): 17.
- [4] 陈志杰, 张其林, 杨彬. 钢结构焊接裂纹监测技术研究与应用[J]. 施工技术, 2017, 46(09): 89-92.
- [5] 姚国春, 霍立兴, 张玉凤, 荆洪阳, 杨新岐. 带人工裂纹的焊接钢结构梁柱节点有限元应力分析[J]. 机械强度, 2001(01): 47-49.