

铺管船托管架制造工艺解析

郁海飞 杨建华

(上海振华重工集团股份有限公司 上海 201913)

摘要: 本文通过对托管架管材的相贯线下料、不同板厚管材的焊接、圆管卷制、TKY相贯线接头装配与焊接、结构制作流程中的各项工艺作了较为详细的阐述,并根据现场施工时出现的问题,对方案进行了优化,积累了经验,为以后的同类项目提供了借鉴。

关键词: 相贯线接头;圆管卷制;防腐;托辊支撑

0 引言

海洋已经成为全球油气资源开发的新领域,成为了全球油气资源重要的接替区。在海上开采出来的油气资源主要依靠管道方式进行运输,因此海洋管道铺管技术在石油集输中的作用显得越来越重要。托管架悬挂在铺管船的船尾,托管架是管道铺设中的重要辅助设备之一,主要作用是工作时承载和传递管道重力,使铺设的管道形成S型下放至海底。受作业环境等影响,托管架受力较大,对结构自身强度要求非常高。

1 托管架结构特点分析

托管架可分为臂架结构和提升系统两部分(如图1所示),其中臂架结构为主要得钢结构部件。臂架结构是由管材组成的刚性桁架,所以臂架表现为刚性特性,它是托管架的主体钢结构,整个臂架可分为三段,分段之间上下都是通过铰点方式连接,每段之间是可拆卸。臂架结构可通过提升系统进行俯仰操作,进而调节铺设管道的入水角度,与托管架臂架圆管组成箱体结构。臂架结构中的托辊装置通过支撑组件上的销轴孔可上下调节,从而可根据不同工况调

节铺设的管道入水角度,所以托辊支撑组件制作精度的好坏直接影响到托管架能否满足铺设管道的设计角度、深度的功能要求。

2 制作难点分析

(1) 臂架结构为管材组成的桁架结构,其中的圆管直径大、壁厚过厚、且所有管材焊缝为CJP焊缝,焊接收缩变形将非常大,因而对相贯圆管装配尺寸的精度要求特别高,分段之间通过四个铰点连接,这对构件的外形尺寸要求又高。

(2) 所有管材相贯接头焊缝为CJP焊缝,主管与支管相贯连接组成密封箱体,用户要求相贯焊缝不允许贴衬垫,只能允许单面施焊双面成型,焊接难度很大,对焊工的技术水平要求过于严苛。

(3) 结构截面小(高1000mm×宽420mm),需完成65mm腹板的CJP角接焊缝,焊接需预热时的施焊环境非常差,而焊接要求高,导致焊接变形难以控制。

(4) 支撑组件与圆管焊缝需要满足单面焊双面成型,焊接要求高,而箱体长施焊引起的焊接收缩容易使构件出现较大的焊接变形,甚至出现箱体扭曲,从而影响托辊装置得装配。

(5) 托管架托辊装置通过左右两组托辊支撑组件进行上下方向的调节,对左右两组托辊支撑组件销轴孔及平面度要求非常高,稍有偏差就可能对托辊装置无法进行上下调节。托辊支撑组件与臂架管材焊接好之后,箱体无法密封,现有条件无法对箱体内部做任何方式的防腐处理,在铺管过程中海水可通过销轴孔进入此箱体对结构进行腐蚀。

3 工艺方案

3.1 臂架结构制作工艺

臂架结构中的圆管及椎管因规格较大,市场上无法采购到无缝钢管,此批圆管及椎管全部放样下料后进行卷制。为提高钢板的利用率及降低卷管费用,对结构中所需圆管按规格进行分类,根据图纸中单根圆管长度进行套料,再根据套料情况结合现有钢板规格进行下料卷圆,对比理论圆管采购长度节约钢板约50t,从而提高了材料利用率。为提高制作效率,臂架主结构分为5个单片板单独按图纸要求制作,单片制作完成后再由臂架结构内侧向外侧进行拼装。

3.2 管材相贯线接头装配及施焊工艺

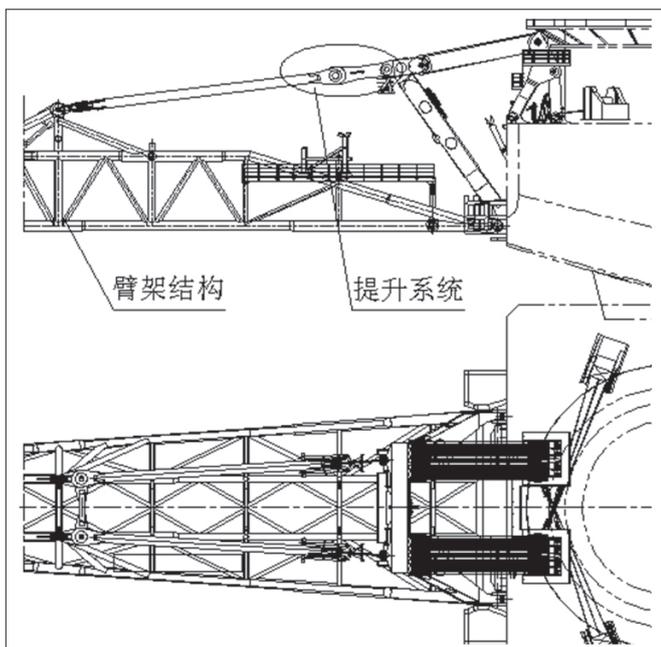


图1 托管架结构分布

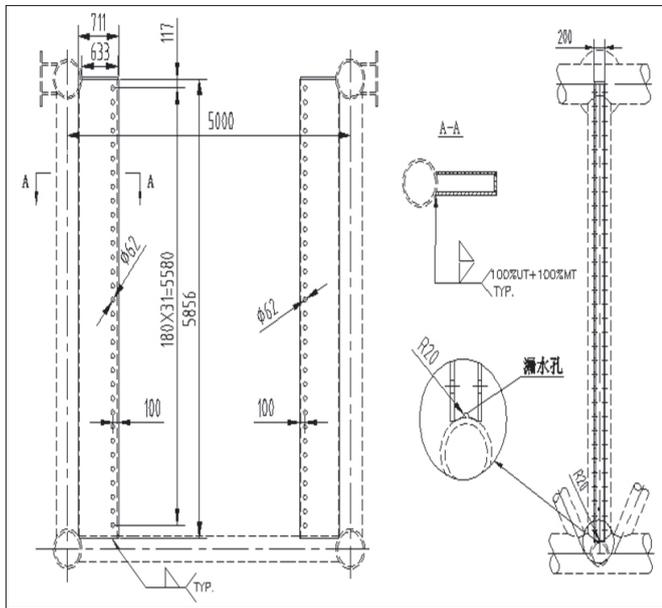


图 2 支撑组件装配图

臂架结构为管材桁架结构，所有管材相贯接头焊缝为 CJP 焊缝，相贯接头的焊接在整个构件制作过程中起着至关重要的地位，管材相贯接头的装配精度对焊接质量的高低起着决定性作用。为了能达焊缝 UT100%探伤合格的要求，只能采用单面施焊双面成型技术。达到焊缝双面成型条件是必须控制相贯线切割轮廓精度，将管材接头装配间隙控制在 3 ~ 5mm，从而保证接头装配要求，为达到制作要求控制焊接变形采用以下措施：

① 管材全部采用相贯线切割，为保证切割参数的正确性，对结构中存在三维角度的管材进行三维建模，从而确保相贯线切割参数的准确性，保证切割后管材尺寸符合图纸要求。

② 相贯线管材的装配角度位置需严格按照图纸要求布置，相贯线切割误差可能导致装配角度不能一次到位，因此装配过程中需进行打磨调整。

③ 采用对称施焊，对称施焊可减少因焊接过程中的单边焊接收缩引起的变形。

④ 采用同步焊，每个接头安排 2 个或 2 个以上焊工在对称位置同时进行施焊，保证收缩量基本相同，减少变形量。

3.3 狭小箱体制作施焊工艺

臂架铰点箱体截面小（高 1000 × 宽 420）内部不具备施焊条件，腹板为 65mm、底板 80mm，并且需要保证焊缝能 UT100% 探伤合格。另外箱体内侧又无法加工，后续也不能通过厚度余量来借正开档尺寸，但是又需要保证后续装配的开档尺寸控制在 ±3mm 范围内。按常规制作方案此结构四面成型后衬垫焊，但此结构内部不是密封结构且容易积水，因此后续可能会导致衬垫处腐蚀。为有效的控制焊接变形以保证装配精度，现采用以下措施：

① 经过对结构的分析，利用此结构高度较低特点采用三面成型焊接。腹板下料后对平面加工并将腹板与底板破口加工成 J 型破口，再以加工面为基准进行装配，开档尺寸预

留 5mm 收缩余量，各尺寸符合要求后安装工艺隔板，箱体 90° 翻身后将腹板与底板焊缝进行立焊打底焊。

② 箱体内侧焊缝打底后将 2 组臂架铰点箱体以底板利用卡码两两固定为一个整体，再左右同步施焊以控制焊接收缩量。

③ 腹板与底板焊缝完成后需符合开档尺寸，若超差需进行校正，达到要求后将盖板利用单面施焊双面成型技术进行装配焊接。

3.4 托辊支撑板制作工艺

托辊装置通过支撑板上的销轴孔可上下调节托辊装置，从而可根据不同工况调节铺设的管道入水角度，所以托辊支撑板制作精度的好坏会直接影响到托管架的原有设计功能。U 型结构与臂架管材施焊后内部又无法油漆也不能密封，因支撑组件与圆管组成的箱体不是密闭箱体，为了保证此处单面施焊双面成型，对焊缝作出了高要求。但实际上因内侧焊缝无法做防腐处理，这种设计仍然无法解决焊缝后期的腐蚀问题。针对此难点具体制作流程如下：

为保证支撑组件与圆管组成的箱体为密封箱体，将对原设计中的 R20 漏水孔（见图 3 中放大视图）进行修改，施工人员可以通过修改后的漏水孔来焊接工艺隔板与臂架圆管的焊缝，从而保证了箱体的密封性。

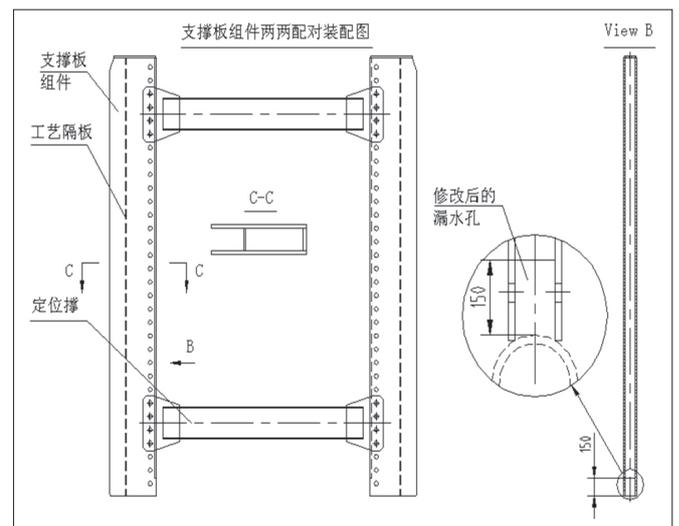


图 3 托辊组件制作构思

(1) 支撑组件 U 型结构成型时增加工艺隔板，使支撑组件与圆管焊缝进行密封，支撑组件与工艺隔板制作成组件后在与臂架圆管施焊时能更好的控制焊接变形及扭曲。

(2) 考虑到支撑组件组件箱体空间小，导致内部无法油漆，为满足产品的防腐要求，在支撑组件制作完成、各尺寸符合设计要求后进行整体热浸锌处理。为了达到满足热浸锌要求，支撑组件数控下料后即进行冲砂处理，以去除钢板表面底漆及杂质。

(3) 为提高加工效率，需在支撑组件装焊至臂架结构上之前加工好销轴孔，但这样会导致左右支撑组件上的销轴孔的位置度、平行度无法达到设计安装的要求。为此，我们要求托辊支撑组件热浸锌处理完成后按图纸要求机加

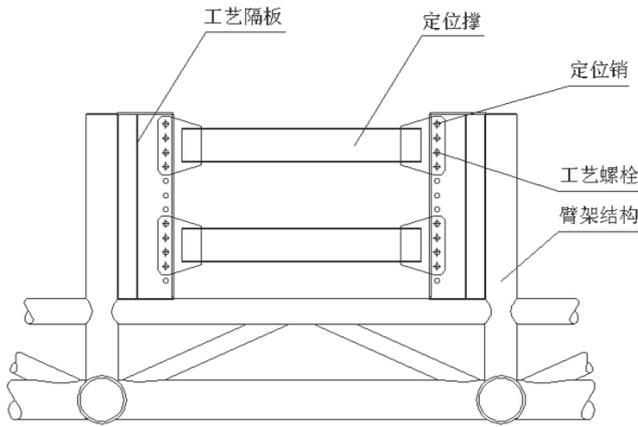


图 4 托辊支撑板装配图

工好销轴孔，为保证左右托辊支撑组件组件装焊接好之后，仍能满足销轴孔的开档尺寸、位置度、平行度的精度要求，利用工艺定位撑将支撑组件两两配对连接为整体后再定位施焊在臂架结构上。

4 结语

通过对托管架结构进行详细分析，结合基地现有的制造能力，对产品结构进行优化，制定了确实可行的施工方案；通过大家的共同努力及协作下，严格按照工艺方案进行施工，顺利的完成了托管架的制作。目前托管架结构已按生产计划要求制作完成，通过各构件的调试符合设计的各功能要



图 5 制造完成的臂架组件

求，根据项目的现场制作积累了经验，为公司后续项目提供了借鉴和施工技术支持。

参考文献：

[1] 汪家政, 翟连忠. 大型船舶舵系安装精度控制关键技术研究 [J]. 船舶工程, 2011(02)
 [2] 顾文捷, 周玉飞, 戴军. TRIBON 系统曲面建模模块在精度造船中的应用 [J]. 广东造船, 2011(01).

(上接第 118 页)

重机的安装、使用和拆卸产生直接影响，所以安全监理人员在对塔式起重机进行安全检查的过程中，也要加强对安全技术资料的科学查验，主要内容涵盖以下几点：

①对起重机是否具备特种设备制造许可证、产品合格证等证明书进行仔细查验，明确工作中是否进行初始登记、安装细则等手续的办理。

②如果是租赁的起重机，那么出租单位就需要在建筑起重机械租赁合同中进行细节明确，通过对双方安全责任的划分，避免后续工作中出现其他权责问题，保证起重机相关证明资料和使用说明书的有效性不受到影响。

③对起重机安装和拆卸专项施工方案进行检查，特别是对该方案针对性的检查，保证项目可操作性得到基础保障。

④检查安装或是使用过程中也要加强对相关验收资料的查阅，重点在于机械基础验收、检测验收和安装验收等情况。

4 施工现场的检查

首先，需要及时对塔吊基础进行检查。在塔吊中基础环节尤为重要，这也是对塔吊整体稳定性造成影响的关键性因素。在某种程度而言，塔吊出现安全事故的主要原因在于基础积水和地耐力不充足。因此在实际检查中也要加强对周围排水情况的检查，避免出现基础环节的积水或是不均匀沉降问题。其次，加强对塔身和现场施工人员的安全检查。

在对起重面设计情况、安装效果和使用情况进行检查的过程中应该严格按照安全技术要求开展工作。在起重工作中，工作人员是最基础的组成环节，因此更应该加强对施工人员的有效检查，确保每位工作人员都能以最强的责任意识和技术手段参与到工作项目中。最后，加强对临街、建筑群周边环境的检查。施工单位如果选择在临街位置或是建筑群中应用塔吊，就需要进一步加强对安全性问题的关注，在各项设备安全性不受到影响的基础上，实现设备灵敏性的提升，确保建筑物和塔吊运行部位的水平位置满足建筑工程的施工要求。

5 结语

综上所述，目前我国建筑工程中仍然存在较多安全隐患，因此相关施工单位更需要加强对措施的整改，对于塔吊项目施工中存在重大安全隐患的内容要及时进行停工整改，只有保证事故隐患得到有效处理，才能最大程度降低和预防不安全事故的发生，最终为我国固定式塔式起重机在建筑工程建设中优势作用的发挥提供更大帮助，实现建筑技术水平和安全水平的全面提升。

参考文献：

[1] 许文忠. 固定式塔式起重机安全监理要点 [J]. 建筑安全, 2016, 21(2): 53-54.
 [2] 孙亦军. 浅析独立固定式塔式起重机地基与基础设计 [J]. 建筑, 2019, 35(2): 77-78.