

一种超高薄壁护堰钢圆筒制造的工艺研究

莫 鹏

上海振华重工(集团)股份有限公司 江苏 南通 226000

摘要: 本文研究的主要载体是一种直径仅为22米,高度达到62米且重量约为704吨超大型钢圆筒。文中借鉴以往普通高度的制造方案结合现在的小直径且超高护堰钢圆筒的特点研究一种在安全、成本、质量、周期、综合经济效益等方面的数据都比较优越的一种超高水深小直径护堰钢圆筒的先进制造工艺。认为此超高水深钢圆筒先进制造工艺技术将会为公司在超大特殊钢圆筒制造领域提高一定的综合核心竞争力。

关键词: 护堰钢圆筒; 超高; 直径小; 新工艺; 新技术; 新方法; 新思路

引言

随着海运物流码头和桥隧工程人工岛的兴起和逐步增加,一种以钢圆筒逐步替代传统抛堆石护堰的方案正逐步兴起。钢圆筒围堰相比较于抛石围堰,更加具有优势。1、钢圆筒可就近制造,工期短效率高;2、相比来说制造钢圆筒工艺可操作性强;3、几乎对海洋水环境没有污染;4、密封性能好,能有效保证围堰内不透水。



图1 超高钢圆筒围堰

1 工作难点

1.1 以往钢圆筒高度约为34米,作为单段就可以合拢,且吊装高度错错有余。本次总高度加上拼装胎架达到63米。

1.1.1 龙门吊极限吊高为75米,还要使用分散式吊梁12米,再配上钢丝绳卸扣2米,现有龙门吊可能已不具备吊装要求。

1.1.2 超高的高度和结构的偏软对吊装合拢或整体吊装过程中的结构变形控制带来非常大的挑战。

1.2 此钢圆筒设计之初为了更好的进行海上振沉对一些结构在满足技术规格要求的前提下进行阻碍振沉结构的减少与优化:

1.2.1 结构较以往取消了中下部的环向加强横肋导致

结构不满足整体翻身和1/6片的竖立强度。

1.2.2 由于环向水平横肋结构的取消对制作过程中的成型和定型及整体吊装时的变形控制是非常大的挑战。

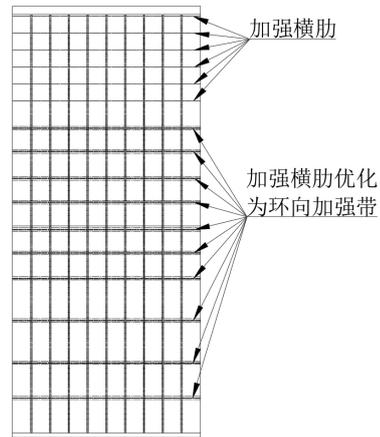


图2 钢圆筒较以往优化后的示意图

2 方案实施主要关键技术

2.1 根据超高围堰钢圆筒超高的特点,为便于制作过程中的片体吊装竖立和合拢吊装将整个钢圆筒分为上下两段分别制作成型,最终再利用800吨龙门吊上下两段合拢。



图3 钢圆筒上下段吊装合拢

2.2 分成上下两段就可以分两条线分别对上下段单独

制作成型，上下段两条线分别同时制作在解决吊装合拢问题的同时又缩短了1.5倍的生产周期。

2.3 将整个圆筒体按每60°划切成一个片体，一段共计六份片体分别进行片体制作，这样也可以大大缩短制造周期。

2.4 由于环向加强横肋优化为环向加强带，对片体成型线性保证带来较大挑战，就要求片体制作时需要搭制更多圆弧胎架，并在板片上胎后逐步进行封胎来保证焊前的线型符合设计要求，并在合拢口位置安装临时定位模板便于合拢对位，然后进行整体焊接。



图4 圆弧片体制作胎架

2.5 片体竖立成型成圆筒体后采用垂直气电焊对钢圆筒围板立缝进行焊接，这种焊接一次成型且内外表光滑、效率高、质量稳定、焊接热输入均匀，焊接变形小。

3 方案实施主要关键过程

对于一个项目在安全和质量管理方面采用新技术、新工艺、新方案把安全风险降到最低，守住质量底线就成功了一半。针对此项目的固有的超高超大的特性，在项目开工的时候方案策划之初，就考虑到针对超高超大项目首先进行分段，分片，高空作业地面化，大型节段片体化，能在地面做的绝不高空做。针对龙门吊吊装高度无法满足要求的同时，我们优化吊装方案拟取消分布式吊梁，并通过有限元分析计算此方案的吊装结构强度是否符合要求和对结构是否会产生塑性变形进行验算，最终的结果都符合规范技术要求。

3.1 在水平胎架上进行片体拼板，焊接第一面然后将上面的环向加强带吊装到位，只定位固定中间，可解决在后期圆弧片体成型时由于圆弧半径不一样导致的伸缩不一样产生硬节不柔顺的问题。环向加强带先装也可以解决在圆弧片体成型时嵌装难度增加的问题，再将加强竖肋安装焊接完成。然后片体进行翻身焊接拼板缝，并进行火工矫正，检验合格后翻身进入下道工序。



图5 水平胎架制作阶段

3.2 板片进入圆弧胎架后先根据地样线进行定位、压胎、封胎，保证圆弧线性，然后根据工艺要求安装合拢口临时固定内模和吊耳位置加强内模，逐步安装加强竖肋和定位固定环向加强带，最后从中间向两侧对称焊接，减小变形，待脱胎前进行火工消除应力，精控测量数据后修割合拢余量并开设合拢坡口。



图6 圆弧胎架阶段制作

3.3 片体制作的同时在外场开始布置合拢胎位和制作专用片体合拢内模胎架，内模胎架的作用为：①对圆弧片体竖立后的防倾临时固定；②方便施工作业人员的上下及对纵缝环缝装配焊接打磨等的站位空间，能从根本控制因没有作业空间导致的质量不过关；③内模胎架牢固的结构可以在调节或保证钢圆筒椭圆度的时候进行加固措施；④能作为有效的登高作业安全平台，将安全风险控制到最低。

3.4 片体竖立装配结束后就形成一个圆筒体结构，根据片体划分会有6道长度约30m的垂直立缝。此时采用先进的立缝焊接工艺——垂直气电焊，垂直气电焊是一种可以单面焊双面成型的焊接工艺，且焊缝是一次成型内外表光滑，焊接效率极高，且焊接质量稳定，焊后变形量小，成本投入低，是批量立缝作业的最佳选择。项目采用此焊接工艺为项目进度和焊接质量控制立了汗马功劳。



图7 钢圆筒垂直气电焊

3.5 待上下段所有工作及附属件安装结束后,就开始准备上下段吊装合拢。因采用分布式吊梁龙门吊高度不满足吊装要求,只能采用龙门吊1#、2#、3#钩直接分出8个吊点进行吊装,因考虑到钢圆筒结构偏软,特别根据吊装方案的受力情况对结构强度和位移情况进行了有限元分析计算,最终结果都符合技术规范,可以采用此方案进行吊装。这一结果破解了制造过程中的重要难题,使项目得以顺利按计划执行。

对于吊装工况,需考虑吊点及相邻结构的结果系数。为简化结果数据处理,本报告所有构件均考虑1.3的结果系数,即构件的许用应力为273Mpa。

计算结果如表3.1.1所示,结构强度满足要求。

表3.1.1 应力校核结果

结构位置	相当应力 σ_e (N/mm ²)	许用应力 σ_c (N/mm ²)	利用率
吊耳	133	273	0.49
筒体	198	273	0.73

3.2 相对变形

最大变形18.4mm。

3.3 应力及变形分布云图

注: 应力单位: N/m²

变形单位: m

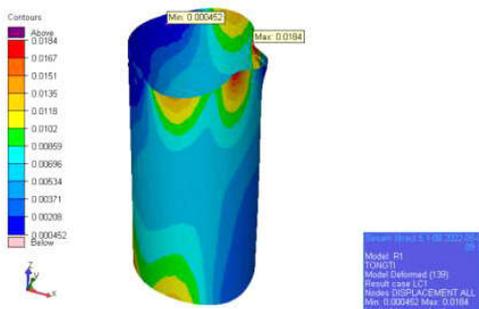


图 3.3.1 变形云图(放大100倍显示)

图8 钢圆筒吊装有限元分析

4 方案验证及效果分析

4.1 此超高护堰钢圆筒制造方案已在项目预开工的钢圆筒上成功实施,效果达到预期,可作为后续大面积开工制作的钢圆筒方案。也可为后续类似结构钢圆筒制作拼装提供成熟的解决方案和经验借鉴。

4.2 分段分片制作技术创新方案,非常的适应短平快的项目,能有效解决因胎位少,单工序周期长,大面积开工造成的工序流转不畅通和周期长的问题。此方案能将单个钢圆筒分成若干个单片体,单片体可同时开工制作且互补干涉,然后同时分步为两条线组合为上下筒体,最终进行上下段大合拢。最大的优点就是缩短制作总周期,有效保证项目按期交付。

5 综合经济效益分析

钢圆筒分段分片制作的创新工艺技术方案,能有效应付市场上客户为减少整个项目的周期成本而下的短平快急单,能拉得出打得响,能真真切切做到生产促经营的口号。只有公司的市场好了,所有的员工才会好,继而才会提高公司在市场上的信誉与竞争力。为建设卓越的公司添砖加瓦。根据国家的发展战略,保护环境目前是放在首位的,只有绿水青山才能可持续发展。而国家的大基建(人工岛或深水码头)中使用钢圆护堰要比抛石堆叠更加的环保和更加的具有经济效益必定会在后续大力推广。此时我们就会有优越的条件来拥抱市场,分到一杯羹。

6 结束语

我司率先在行业中对超高护堰钢圆筒制造采用此种新工艺新技术新方案势必会影响此行业制造方案的技术革新,而我们此先进的工艺技术方案已成功应用,技术已成熟,且已证明此新工艺技术方案目前是安全风险最低、成本低、质量有保证,工序最明朗,项目整体制作周期短,且能有效保证项目交期的先进建造方案。也能为公司经营部门提高中标率,提高市场占有率,真正达到生产促经营的目标。我们将会砥砺前行,不断的完善现有方案并不断挖掘更优更高效的新工艺新技术。力争公司在行业中争当排头兵,走在行业的第一梯队,业务与利润双丰收。

参考文献

- [1]GB 50205-2020钢结构工程施工质量验收标准.2020.06
- [2]GB/T 50017-2003.钢结构设计规范[S]
- [3]卜一德.起重吊装计算及安全技术.北京.中国建筑工业出版社.2008.
- [4]石少卿等人.建筑结构有限元分析及ANSYS范例详解.北京.中国建筑工业出版社.2008.