

# 17 000 t 近海散货船建造工艺方法

卞鸣煜

(扬州市地方海事局,江苏 扬州 225000)

**摘 要:**介绍了 17 000 t 近海散货船的主要量度和船型特点、生产设计内容,重点叙述了此船的船体建造特点和焊接工艺特点、环氧树脂施工工艺及下水工艺。此船建造过程中采用了新工艺,减少了造船周期,保证了造船质量,为建造同类船舶提供参考。

**关键词:**散货船;建造方法;工艺

**中图分类号:** U 671. 4

**文献标识码:** B

## 1 主要量度和船型特点

### 1. 1 主要量度

17 000 t 近海散货船总布置图如图 1 所示。

总长	150. 90m
设计水线长	145. 30m
两柱间长	142. 30m

型宽	21. 00m
型深	11. 40m
设计吃水	8. 30m
载重量	17 000t
总吨位	10 247
净吨位	5 738

### 1. 2 航区

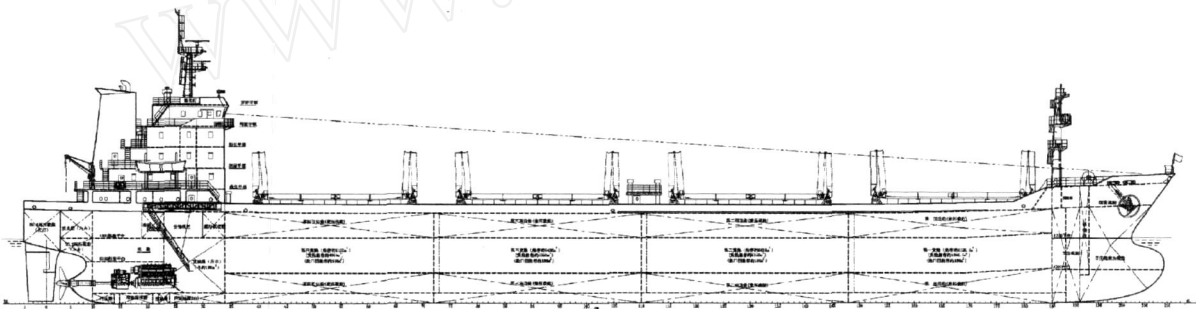


图 1 17 000 t 近海散货船总布置图

本船主要航行于我国沿海港口,装运散煤、钢材、谷物、矿沙、袋装粮食、袋装水泥等不易燃货物。

本船设计满足我国近海航区及 B 级冰区加强的要求。

### 1. 3 船型特点

本船为钢质全电焊船,单甲板、双层底、单舷侧,带有顶边舱和底边舱的船型;方尾、前倾首柱带球鼻线型;单机、单桨、单舵、柴油机推进尾机型船舶。

为了满足横向结构的强度,该船货舱区域分为 4 个舱,且每个货舱长度都小于 30m。为了满足强度要求,减轻自身重量,本船主甲板、舱口围板、舷顶列板及顶边舱斜板使用了 AH36 级高强度钢,对焊

接技术水平要求较高。

## 2 船舶生产设计

### 2. 1 船体生产设计

根据龙门吊的起重能力为 100t,结合实际使用的板材规格,将船体分为 78 个分段,每个分段的长度控制在 10m 以内,需翻身的分段重量不超过 100t。生产设计提供的图纸有:全船分段划分图,各分段结构图及零件图、数控切割指令等。

### 2. 2 内装生产设计

(1)装饰的范围:按法规和图纸的要求,机舱进行防火分割、绝缘和隔热工作,尤其是逃生通道和厨房;各层甲板室、走廊按防火等级进行绘制,并处理与门窗开孔、管路、电缆、通风管等关系。

(2)绘制各舱室家具用品的布置图,要求布局

收稿日期:2008 - 11 - 20

作者简介:卞鸣煜(1981 - ),男,扬州市地方海事局助理工程师,主要从事船舶检验工作。

合理, 方便使用。

(3) 按有关标准绘制家具 (如写字台、沙发、座椅、床、柜等) 结构图, 并给出材料明细表, 以便采购装饰材料和制作。

### 3 船体建造特点

本船采用塔式建造法和平行建造法相结合的方法。

#### 3.1 塔式建造法

以  $Fr103^{-180} \sim Fr116^{+410}$  双层底为基准分段, 向首、向尾、向上发展, 直至完成整个船体建造。选择该分段作基准分段有两个理由: 第一距船中, 便于施工时由船中向首、尾对称焊接; 第二  $Fr110$  为槽型舱壁, 有利于舦部和舷侧分段的定位, 减少焊接变形。

#### 3.2 平行建造法

该厂 1 号船台面积为  $10\,824\text{m}^2$ , 该船占地面积约为  $3\,000\text{m}^2$ , 因此应合理规划该船台, 做到“空间分道、时间有序”。在实际操作中, 将该 1 号船台分为三个部分。船台东侧面积为  $1\,700\text{m}^2$  用于大合拢, 西侧和北侧用于分段建造。西侧制作了 7 只  $15\text{m} \times 10\text{m}$  的水平分段胎架和 2 只拼板胎架以及首、尾分段甲板梁拱胎架, 以保证分段的水平度。东侧场地, 内底分段合拢后, 形成了一个约  $1\,600\text{m}^2$  的平台, 在该平台上拼装  $Fr72$ 、 $Fr110$ 、 $Fr148$  槽形舱壁。

### 4 焊接工艺的特点

#### 4.1 高强度钢的焊接

该厂第一次使用 AH36 高强度钢焊接, 且高强度钢全部集中在顶边舱区域, 厚度为 12、14、16mm 不等。考虑到高强度钢外板缝均为平对接, 所以决定使用埋弧自动焊, 用以改善施焊条件, 提高工作效率。在正式施工前, 按焊接工艺认可的要求制作了试板, 焊接工艺各项参数为:

(1) 焊接工艺采用的母材为船用 AH36 级板, 焊接材料为焊丝 H10A, 焊剂 101。

(2) 工件厚度为 16mm。

(3) 焊接方法采用埋弧自动焊。

(4) 焊接电流  $500 \sim 800\text{A}$ , 电压  $38 \sim 42\text{V}$ 。

(5) 接头形式为对接焊。

(6) 钢板打坡口  $25^\circ$  留根 5mm, 拼板间隙  $0 \sim 3\text{mm}$ , 正面焊接结束后, 翻身刨缝, 埋弧自动焊盖面。

将试板进行各项力学试验, 试验各项结果满足《材料与焊接规范》要求。

#### 4.2 铸钢件的焊接

焊前将铸钢件整体预热至  $100 \sim 150^\circ\text{C}$ 。焊接时 2 名焊工同时对称施焊, 以减少焊接变形。由于铸钢件含碳量高, 所以实船焊接时采用低氢型焊接材料 (J711 焊丝,  $\text{CO}_2$  气体保护焊或 E507 碱性焊条)。焊接同时及时清理焊渣, 随时监测层间温度, 确保温度不低于  $100^\circ\text{C}$ 。焊后用石棉布覆盖构件表面, 使其缓慢冷却, 防止产生焊接裂纹。

#### 4.3 高效焊接方法的使用

为了提高效率, 提高焊接质量, 该船采用高效焊接的方法。高效焊接的使用范围:

(1) 埋弧自动焊 (H08A 焊丝和焊剂进行对接缝的焊接): 主甲板、舷侧外板、船底板、内底板、舱壁板、平台板、斜板焊接。

(2)  $\text{CO}_2$  半自动焊: 顶边舱、底边舱的结构焊, 主机座区域的板材与结构的焊接等。

(3)  $\text{CO}_2$  单面焊, 双面成型工艺 (J711), 用于船体对接焊缝, 主要焊接主甲板、顶边舱、底边舱斜板, 顶边舱、底边舱内的纵骨对接, 内、外底板, 内、外底纵骨, 内、外底纵桁, 舱口围板, 舱口纵桁等。

(4) 铁粉焊条 (E4201), 主要用于双层底分段内纵骨、纵桁与内、外底板的结构焊。

### 5 环氧树脂施工工艺

环氧树脂浇注工艺便捷、准确。浇注时无毒、无污染, 温室浇注, 室温固化; 粘度低, 表面张力小; 浇注过程中物料不沉淀, 固化后不分层, 外观均一; 固化后的材料性能稳定、耐油、耐海水, 对金属物无腐蚀无毒性, 有自熄性能。采用此工艺能大大提高工作效率, 缩短造船周期。例如: 浇注主机垫块时, 采用这项工艺仅需  $1 \sim 2\text{h}$ , 采用老工艺耗时近一个星期。基于以上优点, 本船主机垫块、齿轮箱垫块及尾轴管的安装均采用环氧树脂浇注。

本船主机、齿轮箱 Chockfast 垫块施工工艺:

(1) 轴系对中。

(2) 机器座板底平面及机座面板上平面清洗干净。在清洗、浇注过程中应保持周围环境无打磨、电焊、气割等工作进行。

(3) 将柔性泡沫条切割成相应的尺寸, 塞入机器座与基座平面之间, 形成垫块模壳。

(4) 将泡沫管条插入底脚螺栓孔内, 检查泡沫管条是否严密, 保证 Chockfast 固化后能够塞入底脚螺栓。

(5) 将脱模剂喷入模壳内, Chockfast 固化后便于移去挡板, 防止粘结。

(6) 将混合后的 Chockfast 立即进行浇注, 浇注

完成后,确保所有垫块模壳内充满 Chockfast

(7)固化 24h后,取出泡沫管条,放入底脚螺栓,将定位螺栓取出,拧紧底脚螺栓。

(8)测量并记录机器对中情况。

## 6 下水工艺

(1)本船自重:5 300t

(2)船台:246m ×44m;坡度:1:12。

(3)下水方式:采用气囊,目前气囊下水的最大自重已超过 12 000t,而且经过这几年的实践,已相当成熟。

(4)下水步骤:移去梯子、电缆线等;彻底清除船台上影响气囊滚动的一切杂物,尤其注意清除尖锐的角铁;用多根钢丝绳将船舶牢牢栓住,钢丝绳的另一端由卷扬机固定;按事先计算的间距填入气囊,冲气,使全船重量全部落于气囊之上,充气

操作人员必须站在气囊嘴的侧面,保证安全;将船底下的墩木全部撤出;落墩后,严禁人员再进入船底;快速补涂建造墩下油漆,防锈漆、防污漆各涂一遍;卷扬机缓慢释放钢丝绳,船体借助微弱的向下的牵引力,在气囊上缓慢滚动;若气囊不滚动,可用挖土机顶船首;回收气囊;船舶移至码头。

## 7 结语

17 000t近海散货船是该厂建厂后建造的最大 1 艘吨位的船舶。本船建造过程中,在船体焊接工艺和高效焊接方法的使用、船体建造顺序、船体分段划分方法、船舶下水等方面采用了多项新工艺和新方法。这些新工艺及新方法的采用,减少了造船周期,保证了造船质量,提高了工作效率,为该厂以及处于发展时期的其他民营船厂同类型船舶的建造提供了有益的参考。

(上接第 22 页)

其分离效果远好于传统的沉淀池,出水水质良好,出水悬浮物和浊度接近于零,可直接回用,实现了污水资源化。

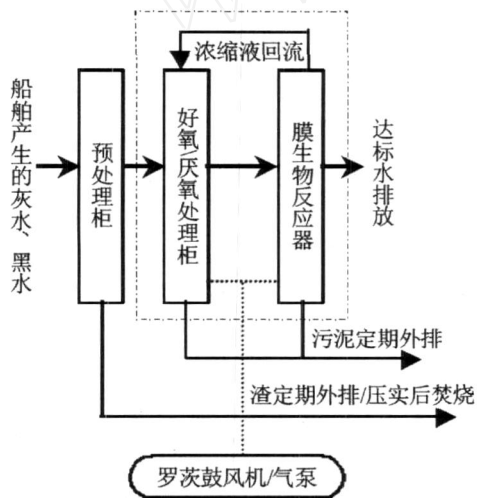


图 2 MBR 的工艺流程

(2)膜的高效截留作用,使微生物完全截留在膜生物反应器内,实现反应器水力停留时间(HRT)和污泥龄(SRT)的完全分离,运行控制灵活稳定。

(3)利于硝化细菌的截留和繁殖,系统硝化效率高。通过运行方式改变有脱氮和除磷功能。

(4)由于泥龄可以非常长,从而大大提高难降解有机物的降解效率。

(5)反应器在高容积负荷、低污泥负荷、长泥龄下运行,剩余污泥产量极低。由于泥龄可无限长,理

论上可实现零污泥排放。

我国对 MBR 的研究虽然还不到十年,但进展十分迅速。国内对 MBR 的研究大致可分为两个方面,一方面探索不同生物处理工艺与膜分离单元的组合形式,生物反应处理工艺从活性污泥法扩展到接触氧化法、生物膜法、活性污泥与生物膜相结合的复合式工艺、两相厌氧工艺;另一方面是影响处理效果与膜污染的因素、机理及数学模型的研究,探求合适的操作条件与工艺参数,尽可能减轻膜污染,提高膜组件的处理能力和运行稳定性。

## 4 结语

目前,海洋环境污染越来越得到人类的重视,而船舶在带来交通便利的同时也是海洋环境的重要污染源之一。如何防止和减少船舶对海洋的污染将是人类今后的一项重要课题。新型船舶污水处理技术的开发既是一个机遇也是一个挑战,越来越多的使用新技术将带给我们一个绿色的海洋。

### 参考文献:

- [1] MO MARPOL73/78 MEPC107. (49) [S].
- [2] 白韶光. 船舶污水处理技术及其发展趋势 [J]. 上海造船, 2006, 28(2): 44 - 45.
- [3] 刘喜元, 曾荣辉, 吴国. 船舶污水排放面临的问题及解决措施 [J]. 船舶工程, 2007, 29(1): 73 - 75.
- [4] 孟凡生, 王业耀. 膜生物反应器在我国的研究发展展望 [J]. 水资源保护, 2005, (4): 1 - 3.
- [5] 蔡军, 黄荣富, 陈勇. 舰艇水污染现状分析与防治措施 [J]. 航海工程, 2007, 36(2): 94 - 96.