

# 30 万吨级油船总体建造技术研究

孙洪国, 姜福茂, 窦钧, 迟安峰

(大连新船重工有限责任公司 船舶设计研究所, 辽宁 大连 116021)

**提 要** 介绍了大连新船重工为伊朗国家油轮公司建造的我国首制 30 万吨级油船的总体建造技术研究, 阐述了分段划分、建造程序、尺寸控制和坞内铺墩等工艺问题, 以及一些新技术、新工艺的应用。

**主题词** 巨型油船 船体建造工艺

## 1 背景

伊朗国家油轮公司(NITC)订造, 大连新船重工有限责任公司(DNS)于 1999 年 8 月承造的 5 艘 30 万吨级油船(VLCC)系列产品, 在党中央、国务院的关怀下, 现已有 4 艘船舶按期交付。该种船型的成功建造, 标志着我国的造船水平有了一个质的飞跃, 使我国成为又一个能够建造 VLCC 产品的国家, 这在我国造船史上具有里程碑式的意义。

## 2 船型结构

本船为单螺旋桨、柴油机驱动的原油船, 有球艏和敞水型球艉, 有连续的单层甲板, 双层底, 双舷侧, 设计结构疲劳寿命为 40 年。货舱区为双壳体结构, 由 2 道纵舱壁和 4 道横舱壁将其分为 3 组 15 个货油舱, 另加 2 个污油舱。

## 3 技术参数

总长	333.5m
垂线间长	320.0m
型宽	58.0m
型深	31.0m
甲板梁拱	1.6m
设计吃水	21.0m
结构吃水	22.2m
载重量	299 500t

## 4 总体建造

该产品的总体建造方案为分段建造、坞内合拢、码头舾装及调试。总体思路为分段要成品化建造, 坞内实行总段合拢, 舾装工作要提早进行, 通过缩短坞内建造周期和码头周期, 来缩短产品的整个建造周期。因此, 在该船的总体建造技术研究及应用上, 主要是以壳舾涂一体化为目标, 以造船成组技术和模块化造船理论为指导, 对分段划分的设计、建造程序的选择、精度及尺寸控制手段, 以及坞内铺墩工艺要求等, 都进行了研究, 并取得了理想的效果。

### 4.1 分段划分的特点

#### 4.1.1 货舱区域

货舱区按照上、中、下和左、中、右进行分段划分, 这种对称设计分段划分, 既可以方便生产设计, 又可以方便生产施工, 而且有利于精度控制。见图 1 和图 2。这种划分的优点如下。

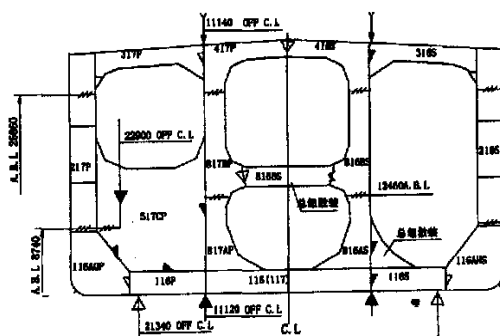


图 1 典型框架划分

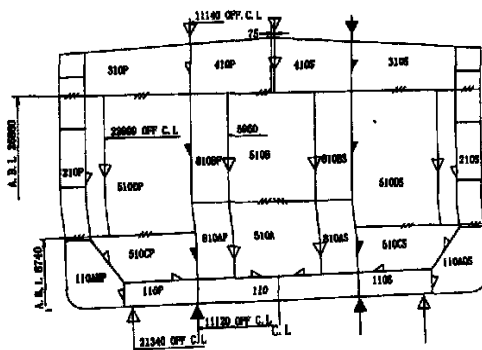


图 2 典型横舱壁划分

作者简介: 孙洪国(1971-), 男, 工程师。

(1) 货舱区分段划分方式为左中右和上中下。这样,能保证合拢缝完全避开甲板货油管系、内底货油管系,以及内底下的压载管系;保证预舾装工作的完整性。

(2) 货舱区艏艉方向的环形分段缝全部为对接缝,分别是货舱区艏壁+2470mm,货舱区艏壁-1800mm。这样做,既能避免其他产品货舱前后壁上的肘板合拢散装的弊端,而使肘板可以全部带到分段上,又能克服纵壁角焊缝对位精度不好控制的毛病。

(3) 分段缝的确定能充分考虑板材的利用率,例如,中底段的左右边缝为距舫11120mm;中横壁、边横壁的立缝分别为距舫5950mm和距舫22960mm;在纵向分段划分上,把 $286^{+75}$ mm和 $310^{-75}$ mm船体折角缝定为分段缝等。通过这样的考虑,使该船的钢板利用率达到了91.7%,为公司已建产品的最高水平。

(4) 以甲板右舷距舫75mm处为分段缝。这样,非常有利于实施甲板中心梁拱焊接变形新工艺(见下文)。

(5) 舷侧分段带一段横壁,这样有利于保证压载舱油漆的完整性。

(6) 舭部分段带一块边底,这样有利于保证内底板和斜内壳纵壁板连接处节点的精度。

#### 4.1.2 机舱区域

该船机舱区域燃油深舱是双壳体结构,且结构复杂。该区域分段划分的主要特点是分段划分充分考虑管系、设备舾装,以及主机安装的需要,例如:

(1) 101段水平分段缝和102段舷板水平分段缝对齐。这样做,为实现101段、102段、102舷板段总组提供了可能,也为膛孔、照光等工序前移提供了可行性。

(2) 603A段前后分成603A和604A两个段,这和以往产品有所不同,这样做的好处是604A段可以在主机以及上层建筑吊装前随泵舱分段一起安装,确保泵舱以及甲板货油管系、消防管系的完整性。

机泵舱区域的分段划分参见图3。

#### 4.2 建造程序的优越性

该船建造程序的选用,基本上体现了保证分段总组舾装及油漆完整性和工序前移的总体思路。这体现在如下几个方面。

(1) 甲板大小幅正转总组。左幅大右幅小,这样做,不仅考虑了结构和吊运的需要,还考虑到甲板管系多集中在中心偏左的区域,有利于保证甲板正置总组舾装的完整性。

(2) 边底段和舭部段、横壁段一起总组,不仅有利于结构施工,而且有利于保护压载舱内油漆。

(3) 上层建筑实现整体吊装,使舾装工作在总组阶段得以完成。

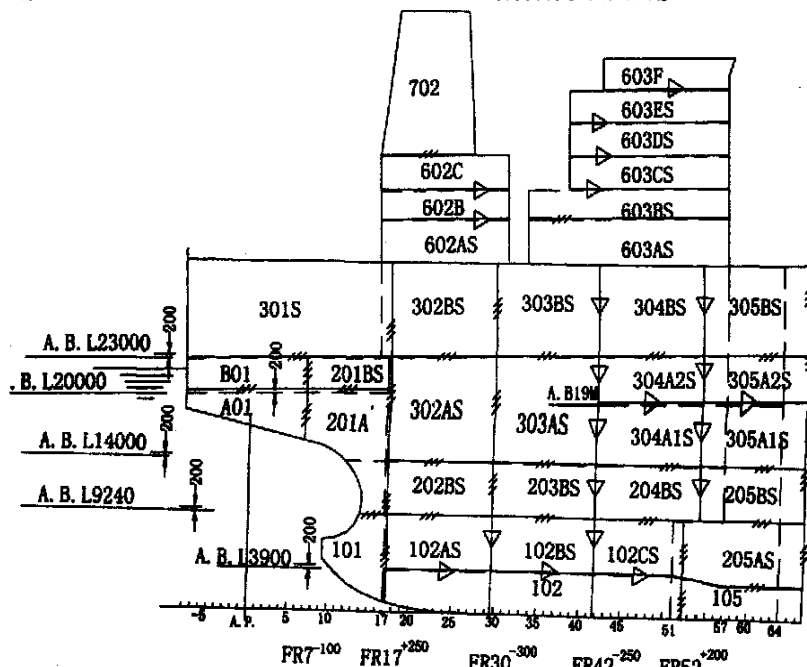


图3 机舱及艏部划分

(4) 以泵舱前第一个底部分段为基准段进行坞内合拢, 便于机舱结构及早成形, 舾装工作尽早展开, 主机照光及主机安装工作也可尽早进行。

(5) 坞内合拢方法以层式建造法为主。从生产设计到分段施工, 都体现了成组技术的优越性, 大大提高了生产效率。

#### 4.3 尺寸控制

该船结构钢材质量大, 平直部分也相对较大, 因此, 在建造上制定了平直分段无余量建造, 所有分段(个别段除外)无余量合拢的精度控制目标。围绕这一目标, 主要从以下几个方面进行工作, 以此作为该船尺寸控制的保证措施。

(1) 在认真总结以往产品精度控制经验的基础上, 对该船的尺寸控制系统作了相当大的改进, 并确定了各个建造阶段合理的精度补偿值。

(2) 通过对组合型材和平面板架的装焊过程的研究, 解决了组合型材和平面板架的不同步问题。

(3) 该船特殊分段建造过程中, 通过编制专用建造工艺, 对这些分段的建造精度进行过程控制, 效果良好。

通过实施尺寸控制, 在 VLCC 船的建造过程中, 分段修割率小于 10%, 分段无余量建造率达到了 94%, 分段无余量合拢率达到了 99.8%, 均为公司到目前为止的最好水平。

#### 4.4 坞内铺墩

公司大坞完工后的线荷载要求: 艏艉部中墩线荷载为 300t/m; 中部中墩线荷载为 100t/m; 边墩线荷载(每行)为 8t/m。考虑到 VLCC 船的分段质量大, 而且强结构间距大, 因此, 在该船坞内铺墩设计时, 主要从以下几个方面来满足上述大坞线荷载的要求:

(1) 通过缩小坞墩间距来减小单墩的荷载;

(2) 考虑到该船线型较大, 因此设计了不同高度、特殊形式的线型墩, 不仅对控制整体变形有利, 满足了墩的荷载要求, 而且不破坏船底油漆, 有利于船底倒墩和补漆等施工需要;

(3) 大量采用钢支柱、高架墩来代替现有的建造墩, 对施工管理十分有利;

(4) 制定了专门的 VLCC 船坞内铺墩作业标准, 对坞墩高度公差、水平度公差, 以及位置公差等作了明确的规定, 对保证船体基线和结构建造质量起到了关键作用。

### 5 新工艺新技术的应用

从设计初始, 一直到建造施工, 为提高该船的建造质量, 通过实地调研、现场实验等方法, 对一些关键项目和工艺作了认真的研究。在该船建造过程中, 应用了多项新工艺、新技术, 效果良好。其中有的工艺方法和技术为国内首创, 有的工艺成果已经达到了世界领先水平。

(1) 甲板中心梁拱焊接变形工艺。针对该船梁拱从中心往两舷折的特点, 通过反复多次试验, 实施了甲板中心梁拱焊接变形工艺, 利用中心纵骨的焊接变形来形成甲板中心梁拱, 减少了一道冷轧机轧折角的工序, 提高了工作效率, 为工厂创造了效益, 实施效果良好。

(2) 关键分段的制作工艺。由于该船的分段大多是超大型分段, 精度不易控制, 特别是 102 段, 长度达 31000mm, 宽度达 21000mm。为了保证其建造精度, 通过结合现场实际情况和以往建造 102 段的经验, 编制了《102 段建造工艺规程》, 应用效果良好。

[下转第 11 页]

[上接第 2 页]

解之上的, 而数据信息则能最准确地描述企业的实际情况。所以, 在进行改造之前, 应该对企业内部的各种数据信息进行广泛收集整理, 对于趋势性描述的数据信息一定要有足够的数量并且具备准确性。

#### 4.5 静态管理(计划)和动态管理(反馈和控制)相结合

船厂生产的计划性非常强, 但是, 一旦出现反常情况, 应急能力很差, 往往会导致恶性循环。所以, 在调整和改造中应该注意计划与反馈和控制的协调, 使整个系统具备一定的应急能力。

#### 4.6 以实用性为鉴定标准

CMS 不是万能的, 不能抱着使用 CMS 后原来的问题就应该完全解决的想法, 同样, 产生了新的问题后, 也不能把问题都归结到 CMS。在调整和改造中, 应该正视问题, 根据系统的实用性给予客观的评价。

### 5 参考文献

- 1 上海造船业实施信息化的建言 上海造船, 2002, (1):
- 2 陈强 船舶制造系统的复杂性及其控制 中国造船, 2002, (3):
- 3 陈达 韩国造船发展现状 机电设备, 2001, (6):

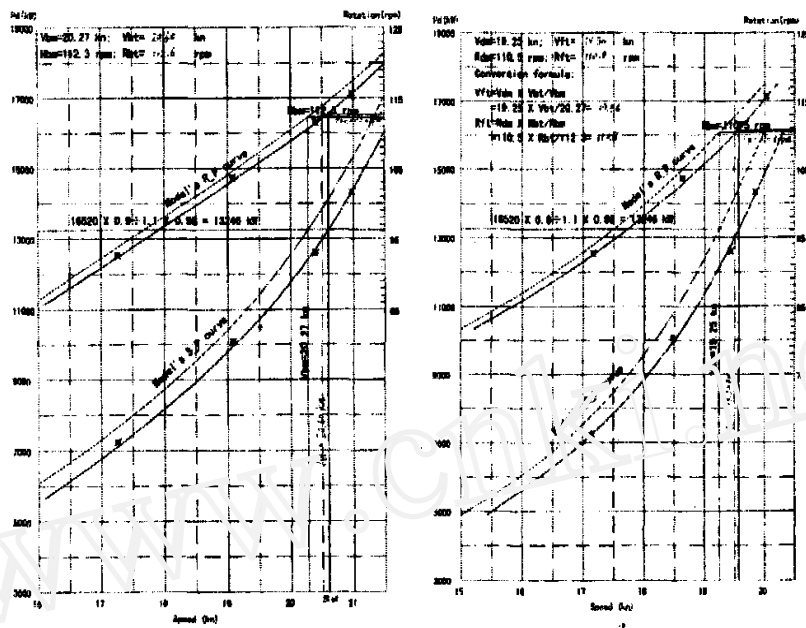


图2 实船与模型试验比较

(2) 本船型成功除了由于对艏部线型进行优化外,还大大得益于优秀的艉部线型设计,该设计思想已经在多型船上得到成功运用,本文对此未加详述。

(3) 螺旋桨采用多家方案可以得到最好的设

计,这在最近几种船型上多次得到验证。

(4) 在线型优化方面的投入是值得的,这为船厂的建造、试航、交船提供了有力的保证,因为船舶的快速性是硬指标,一旦有问题,船厂的损失将是巨大的。

[上接第7页]

另外,还编制了《A 01 段建造工艺规程》和《101 段建造工艺规程》,对现场施工均起到了很好的指导作用。

(3) T 形材精度补偿工艺。该船的骨材全部为 T 形材, T 形材在装焊过程中存在焊接变形、尺寸收缩和切割误差。为保证分段制作精度和合拢精度,通过反复试验,准确地掌握了 T 形材在装焊过程中的变形和收缩规律,编制了 T 形材精度补偿工艺,实施效果良好。

(4) 舵叶装配工程车的使用。由于 VLCC 船舵叶质量大(135t),现场安装研配相当困难,为此,专门设计了舵叶安装工程车,为现场安装研配提供了一个作业平台。该项目的研究为全国首创,实际应用效果相当好。

(5) 分段合拢用钢支柱、高架墩的设计。由于 VLCC 船的船体线型较大,且分段质量大,合拢较困

难,为保证合拢精度,结合现场情况,设计了分段合拢用钢支柱、高架墩,应用较好。

(6) 主机安装工艺和锚系安装工艺的改进与应用。针对该船主机功率大、尺寸大的特点,以及 VLCC 船的锚系特点,对该船的主机安装工艺和锚系安装工艺进行了改进,应用效果良好。

## 6 结束语

通过应用以上总体建造技术,使成组技术、模块化造船等技术在該船上得到了应用,壳舾涂一体化得到了有效的实施,大大缩短了该船的建造周期,保证了建造质量,为中国造船作出了贡献。当然,超大型油船的总建造方案必须考虑船厂硬件情况,例如要有足够大的船坞和相应的起重能力等。如何适应不同船厂的不同设备、设施及流程的要求,是建造技术所追求的最佳目标。本文只是从一个角度去看问题,希望能起到抛砖引玉的作用。