

船舶主船体结构设计的若干问题分析

宫莉莉¹ 王轶² 王小威¹

1. 舟山海鲸船舶设计有限公司 浙江 舟山 316000

2. 舟山市华丰船舶修造有限公司 浙江 舟山 316000

摘要:近年来,随着我国社会经济体制改革不断纵深发展,海上运输业的建设取得了很大的成效和进步,在这一趋势的引导下,船舶的生产也获得了更大的市场发展空间,船舶结构设计也需要在新时期考虑到更加多元化的条件。因此,船舶结构设计除了要保证实用性和安全性之外,同时也应当兼顾工艺的有效应用和经济性的要求。而且船舶主体结构作为影响船体稳定性和可靠性的重要组成部分,本身就决定着船舶的航速和续航能力,必须得到高度重视和关注。

关键词:船体结构;设计方式;问题分析

1 船舶主体结构设计的要求

船舶主体结构在设计过程中,要综合考虑航运实用性、船舶经济性、生产工艺性和维护便捷性等多方面因素,其中经济性因素最为关键。在设计船舶主体结构时,必须严格依据相关设计规范,科学选取设计依据,这是保证船舶结构稳定性的先提条件。船舶设计最终是为船舶制造服务的,因此,所设计出来的结构必须易于制造,便于进行质量控制等活动。一般情况下,船舶主体结构要尽可能多地使用标准化型材或者轧制型材,各个主材间要保持合理的间距,一方面也易于开展各项成本控制工作,提升船舶制造的经济性。另一方面有利于提高船舶制造的工艺性。实用性也是船舶主体结构设计的重要考虑因素,比如,在设计货船时要提前规划好舱口尺寸的大小,避免因舱口过小而对对货物装卸造成不便,在设计客船时要设法减小船体的总变形,防止航运过程中出现过大大变形而造成乘客的不适或恐慌。

2 分析船舶主体结构设计必须要考虑的因素

船舶本身就是水上运输的核心主体,在运营期间,会与海水等具有腐蚀性的介质产生密切的接触,这就很容易增大结构腐蚀问题出现的可能性,如果不做好保养和维修工作,那么就有可能使得腐蚀的面积大大延伸,最终降低了整个船体的刚度,甚至会出现构件锈穿的问题。同时,船舶也会受到各种主客观因素的影响和限制,例如不良气候的干扰,货物的装卸和磨损、波浪的拍击和起伏等,以上这些都会加剧船体自身的磨损程度。在波浪的冲击下,船体的外板也有可能出现变形问题,最终改变自身的结构应力,甚至会出现中垂弯曲的现象,影响运输的安全和稳定。因此,如果船舶遇到了较大规模浪涌,波浪的反复交替也会进一步扭曲船体的结构,造成中垂等负面状态的进一步恶化,严重时也会导致核载分布全然失衡。

作者简介:宫莉莉;1989.03.25,汉族,女,山东威海,舟山海鲸船舶设计有限公司,船体设计师,中级工程师,本科,研究方向:船舶主船体结构设计。

3 船舶主船体结构设计的若干问题

3.1 纵横向构件

在船舶主船体主要构件设计的进程中,结构连续性要保持良好,尽可能地规避结构断层或者高度剖面突变情况的发生。一般来说,要针对主要构件的框架,应当设计为完整的闭环形式,将框架上面不同的接合部位设计成具有一定半径的圆角形状,从而形成连续性好,平滑度佳的船体支撑结构。针对纵向构件,在设计的进程中要多加注意,应全力保证强度的连续性。个别纵向部件直接关系到船体梁的总纵强度,具体布置的过程中,要将其向端部延长足够的距离。特别是针对货舱的设计,这一过程需要将位于货舱部分的纵舱壁中,几个关键支撑构件延伸至货舱外部,并以设置舷侧纵横、强肋骨等方式对内壳部分予以加强处理。

3.2 结构钢材的选择

船体结构材料的选择是结构设计的一项重要任务,在设计构件尺寸前就应选择好材料。目前像钢材、铝合金、木材、玻璃增强塑料、钢筋混凝土等都可以用于船体结构,其中以钢材为主。选材时要兼顾结构重量和建造成本,不仅要广泛选材,而且要考虑不同材料组合。材料的来源,机械性能和工艺性能,价格等都是选材时要考虑的因素。一般用钢材的屈服极限代表他的强度特性,确定结构尺寸的因素不仅仅是材料的屈服极限,还有结构的稳定性,腐蚀余量。小船腐蚀余量较大,对横骨架式结构的船为提高结构的稳定性,必须增加板厚度。当船的尺度比较大,总弯曲比较严重的情况下,采用高强度钢材可以降低船体重心。提高设计水平不仅要依靠船舶理论,更要善于学习经验,充分利用计算机,因为成功的设计是经验和现代化设计方法的综合体现,方可以使结构设计更加合理。

3.3 底边舱结构

在处理底边舱斜板和双层底内底板交接处的时候,施工人员可以选择焊接或者是圆弧连接这2种不同的形式。如果以焊接为主,那么必须要保证底边舱斜板和旁龙骨对齐,内底板伸出焊脚,那么伸出的距离也应当不小于1cm也不必大

于5cm, 如果距离过长, 就会影响后续扇形补板工作的有序进行。在此, 内底板伸出部分的末尾处, 应当尽可能保持原形的状态, 施工人员应当确保各个构件之间能够完全焊透。在大多数情况下, 底边舱斜板都是以纵骨架式结构为主的, 即便是在船舱和底板交接的弯曲处, 也不会做过于严格的要求, 无论是横骨架式或者是纵骨架式都可以满足运行的需要, 但大多数施工人员都会选择前者。同时, 底边舱斜板和内底板之间的夹角, 应当在 $45^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 。

4 船体主船体结构设计的若干问题及对策

4.1 构件的连续性

一种结构型式或某一种构件, 在其布置方向上不能突然中断或尺寸有明显的突变, 以免破坏内力的有效传递或引起应力集中。如船底的纵向构件应尽可能连续贯通至首尾, 若无法连续而中断, 则应各自向舱壁的另一面延伸, 相互交错两个肋距以上, 中部纵骨架式向首, 尾横骨架式过渡处, 纵骨不能同时中断在同一肋位, 而应逐渐延伸后消失。连接实肋板与强横梁的肋骨应为强肋骨, 而非普通肋骨, 以遵循等强度理论。

4.2 突出设计船舶的特点

由于船舶的类型, 用途及其他某些方面特点的不同, 其设计时的中心问题也各有区别。例如客船和油船的结构比一般干货船要求要高, 在规范中单独设章, 特别作出补充规定, 主要是出于从保障旅客生命安全, 保护生态环境的角度考虑, 设计时就应突出船舶的特点, 并将其他问题服从于这一主题。

4.3 肘板连结的重要性

船体框架一般是各构件通过节点处肘板连接而成为一整体的。因此, 船体构件在艏部、舷侧及舱壁等处一般要转向过渡, 出现众多节点。在节点处构件之间采用肘板连接, 既可以保证构件的刚性连接, 传递载荷, 减少应力集中。又可以把庞大的船体结构框架分解成不同方位的构件, 方便构件预制; 加工和上船装配焊接。从而大大减轻工人的劳动强度, 并降低对工厂起吊设备的要求。

4.4 对船舶进行分段的预舾装以及预涂装

大中型船舶的压载舱的可用空间十分窄小, 由首到尾的过渡区间仅仅只有一米, 在进行分段设计时很难更好的展开施工建设, 并且在进行建造过程中, 不安全因素也逐步增加, 因此, 要高度重视对于壳舾涂一体化的建设。

4.5 重视关键疲劳节点部位的施工质量的提高

这里的关键疲劳节点主要包括舱口围板的前端终止点以及纵向舱口围板开孔等, 这些部位最容易产生疲劳, 因此, 要提高这些节点的材料质量。

4.6 规范的适用性

不同的船舶性质和不同的主尺度及比值的民用船舶, 应根据具体情况选用对应的现行规范设计和计算, 科学选择构件尺寸, 保证船体的强度。

4.7 强度与质量

船体的结构强度是以一定质量与型式的建造材料为基础的。保证船体的结构具有足够的强度, 刚度及稳定性是设计者应首先考虑的问题, 否则就有可能出现船体结构的变形、破坏, 影响其使用寿命, 甚至发生危及船舶及人命、财产安全的事故。有的船舶建造后投入营运不久, 外板、焊缝多处出现变形、裂缝, 内部结构失稳, 机器轴线偏移, 不得不进厂返修加固。如我省某公司第一批建造的两艘1 000 吨级分节驳使用不到1年, 就出现船体纵向中垂现象, 其船中空载状态时下沉变形挠度值 $7 \sim 9$ cm, 重载状态时下沉变形挠度值 $11 \sim 13$ cm, 导致后来营运不得已采取减少装载措施, 确保船中核定的干舷高度, 以满足船舶的结构强度及储备浮力要求, 每艘船舶由此减少载货量近50 吨, 损失率达5%。后来设计部门、承建船厂对纵向结构重新设计、计算并予重点加强, 从而防止了变形事故再次发生。

5 结束语

在船舶船体设计进程中, 细节做得好不好, 直接关系到建造船舶的质量与效率。船舶主体结构设计是一项科学性极强的工作, 同时也是一个动态优化、不断改进的过程。设计人员要在坚持相关设计原则的基础上, 不断对结构设计进行优化调整, 在确保船体结构强度的同时, 尽量减轻船体自重, 提高船舶航运的经济性, 充分发挥船舶的使用性能。

参考文献:

- [1]倪军, 张瑞婷.关于船舶结构优化设计方法的研究[J].科技传播, 2017(22): 49-51.
- [2]刘建峰.船体结构设计及建造的细节处理[J].黑龙江科技信息, 2017, (08): 49.
- [3]刘亮, 肖连文.船舶主船体结构设计的若干问题分析[J].科研, 2017(7): 281-282.