

船舶设计经验泛谈

季良钧

(广船国际)

摘 要: 根据自己几十年来造船设计方面的经验,进行系统总结,牵涉到报价设计、基本设计(详细设计)、生产设计直至完工图纸。

关键词: 船舶设计 基本设计 技术设计 生产设计 经验总结

1 前言

退休三年来一直在关心我公司的造船情况,很想把几十年造船设计方面的经验进行系统总结。这次就作为一个开篇,先泛泛而谈我在船舶设计方面的经验、体会。由于是泛谈,牵涉面就广些,从报价设计、基本设计(详细设计)、生产设计、直到完工图纸都一概包括。主要是谈我的经验、体会、感想、心得,总之以谈技术为主,对事不对人,力求客观公正。由于篇幅有限,很多问题只好点到为止,不深入展开。所写内容可能有不少错误,欢迎读者给予批评指正。

2 基本设计阶段

基本设计是船舶设计的第一阶段,在这个阶段要决定船舶的总体布局和总体性能,是绝对不能出大问题的。如果这一阶段设计质量没有保证,后果是不堪设想的。设计人员必须兢兢业业地搞好工作,切不可粗心大意。具体来讲,基本设计的质量体现在合同保证条款中,即船的载重量、航速、油耗等;以及船的总体性能如:稳性、抗沉性、强度、刚度、震动、噪声、船容、适居性、适航性等;各种设备的选型及容量大小的决定;各种舱室的合理布置等等。还要为下阶段的设计以及建造、交船打下良好的基础。

基本设计的初期阶段是报价设计。设计人员根据船东的要求,如什么样类型的船、载重量多少、航速要多少、续航力多少、货物

种类、起货设备要求等展开设计,确定船的大小、主机功率、货舱容量大小、机舱大小、居住区大小、以及总体布置等。如果有相近的船型参考,上述工作就会变得相对容易些,而且把握性比较大。因此搜集现有船的资料就显得非常重要。不但搜集本单位的,还需要搜集外单位的、外国的,通过各种途径去搜集。如果你手头有一个非常丰富的船型资料库,它对你的工作会是非常有帮助的,也会使你设计出的船舶把握性更大。对设计人员来说,搜集资料是一项基本工作,也是你设计质量保证的一个重要方面。资料搜集之后,更重要的是要对资料进行加工,做成一系列有用的公式、图表,这对你今后工作会有更大帮助。有时候你设计的船型找不到相近的型船,但如你有同类型的船的数据,你就可以从同类船的数据中得出你所需的数据来。在统计分析基础上得出的结果比较可靠,不会犯大的错误,比只用母型船得到的更为可靠。

船的主尺度决定之后,接下来重要的工作是复核空船重量,确定线型主要参数,估算阻力、航速、主机选型。空船重量的估算对总体设计者来说是一项非常重要的工作,设计质量的好坏往往就在这里。对货船来说,空船重量估计不足,最坏的结果是载重量不足,接受罚款而已。对高速船来说后果相对严重一些,会严重影响航速指标。高速船往往载重量有限,空船重量一超过原先估计

值,就要减少载重(客)量,否则排水量就会超过,航速势必保不住。对设计主持人来说,这一关键要亲自把握。在有些船厂,空船重量的资料是非常保密的,不轻易泄露出厂外。积累本厂建造船的重量资料和搜集外单位实船重量资料就非常重要。有丰富的重量资料就可使你估计新船的重量非常精确,不需要什么裕量,船的主尺度可以非常经济,相应地主机也可选小些,这就使船的造价可以相应降低,使你设计的船具有较强的竞争力。对船东来讲运营成本也较低,他也乐于订购这样的船。如果新设计的船比较特殊,现有的资料参考价值不大,你就要做更细致的工作,把空船重量分成许多项,然后分项计算。总之,要做到心中有数为止,切不可毛估估,大概差不多。IHI 就把这项工作称为 RO 基材表。这表不但用来估计空船重量,同时也用来估算成本。重量是与成本直接相连的,有重量就有成本。这个基材表我们很多人只理解为算成本用,其实它主要是用来估算空船重量的。

主机选型是一项非常重要的工作,不是简单地拿一个样本按主机马力选取。这里我们不谈如何选取低速或中速机的问题,而是对低速机如何选型号、缸数和转数的问题,我们需要从造价、重量、震动、螺旋桨效率等等各方面权衡之后才决定。

线型参数决定后,如有把握可以只设计一个线型,把握不大可以设计几个进行比较。如果我们有程序可以鉴别优劣,多设计几个无妨。若只能做船模试验来比较,由于时间和金钱不允许许多设计,但至少也要设计两个以此比较。如两个都不满足那就要在原有基础上改进。模型试验是不可缺少的手段,只有把握比较大而且有丰富经验,或航速要求不高,或主机马力裕度较大的情况才可以不进行船模试验。

重量、线型出来后可校核稳性和总强度。这项工作不可缺少,在报价设计阶段如果时间不允许进行的话,就要靠主尺度确定

上留有裕量来保证,如船宽要尽量大些。但破舱稳性是需要尽量早些计算的。因为如破舱稳性不行,也许会改主尺度,最起码货舱液舱的布置会改。由于影响很大,这项工作切切不可忽视。否则后续工作会推翻重来,对船价也有非常重大的影响。

中剖面图的设计需要注意有的节点应与现场施工人员协调,这样设计的结构就比较适合施工,可以减少工作量,也保证施工质量。新型结构的采用一定要与现场施工人员协调,多一个人出主意总比没人出主意好。同时中剖面图最好要让船级社及早参与审核,以免事后送审时船级社提出大的修改,对结构重量影响太大,搞得不好甚至影响到主尺度。

规格书是船舶设计很重要的一个文件,是船舶建造合同的附件,是对将要建造的船舶主貌在文字上的描述。编写规格书就等于在字面上造一艘船。造好造坏、造贵造便宜全在这里,对规格书的编写切切不可掉以轻心。规格书对建造工艺的描述要符合工厂现有水平。质量标准也要工厂现行的。噪声、震动的水平符合国际最低要求。对内装、外装、机装、电装等设备的说明都是一般要求。如船东在技术谈判中提出高的要求,则需经船价调整或建造周期的调整才能接受。自行编写的规格书,上述原则基本上能做到。难的就是委托外国设计的规格书也要符合这些原则。一定要组织好人员来审核委外编写的规格书。特别要注意那些与船东关系比较密切的编写单位,他们会在规格书中塞进大量对船东有利的说明,一不小心船厂就会吃大亏。另外对这些规格书还要在技术上吃透它。委外设计的船一般都是我厂从未造过的新型船舶,没有或较少经验,技术上有不少地方吃不透,往往就在这里吃了大亏。一定要化大力气把技术要求搞清楚,否则后患无穷。

厂商表的编制需要注意选择熟悉的厂家,如船东推荐不熟悉的厂商,就要注意是

否会影响船价,严防厂家与船东串通一气,造成高价买设备。要积极向外国船东推荐国内优秀厂家,以便提高国产化率和降低船价。特别要注意选择厂商的主动权掌握在自己手里。如选择权在船东,则以船价调整作适当补偿为条件。

总布置图是综合性的图纸,在图纸上要把各专业的要求协调处理好,还要符合有关的国际法规。当然在深化设计阶段对不当之处可以作适当调整,但应尽可能地少。这需要总图设计人员有丰富的知识并善于与各专业进行沟通协调。货舱和油水舱的布置要考虑纵倾调整和减少总纵弯曲力矩,以及满足破舱稳性和人舱指数的要求。居住区的布置要考虑合理布置各种功能舱室,减少噪声、振动,符合船舶的使用要求。各种舾装设备均要布置得合理,这就需要各专业人员协同努力,在有限长度、有限面积、有限空间上得出最大限度的利用率,这才是最佳设计。同时还要注意有最美的外形,使船具有一种动感,内在的美与外在的美兼有之。

3 技术设计阶段

技术设计是船舶设计中一个承前启后的设计,顾名思义就是在技术上体现一艘船舶。这阶段出的图纸需经船级社和船东两方面审查。有的还需经挂旗国政府法定检验部门审查。审查是否符合现行国际公约、国际法规的技术要求;是否符合船东的技术要求,也即技术规格书的要求。施工部门还可审查是否符合施工要求。总之,在技术设计阶段应把主要技术问题解决。

为了避免遗漏,要检查图纸目录,看是否国际法规、船级社及规格书要求的项目都已经列入。规格书中超出常规,船东特别要求的项目要核对清楚以免遗漏。不要等临交船时船东提出哪项哪项规格书中规定的项目没有做,那时不但延误交船,还要花大力气、大价钱才能做到。例如马士基的 35 000

t 油船规格书上规定,主甲板货舱区要设手推车的专用通道,主甲板要开若干维修用的孔并配密封塞等,就是这类项目。如遗漏了临时才做,那返工量就大了。设计主管在开始之初一定要抓好这项工作。图纸目录一定要完整无缺、无遗漏。

还有一个问题需要提出的,就是有的项目这个专业可以做,那个专业也可以做,这就一定要划分清楚,明确负责的专业,既不要无人负责,也不要重复作业。另外,为便于有关单位的审查,要按其法规要求另列图纸目录。如巴拿马运河送审图纸目录、MORPOL 送审图纸目录等。绘制内容按其要求,而不要按我单位的习惯,分散给几个专业绘在几张图上,这样会造成退审延误,影响施工进度。因而技术设计需要抓好图纸是否符合国际法规、船级社规范、挂旗国法定规则和规格书规定的审查。设计时满足要求,审查就较简单,图纸会很快通过,供下阶段设计之用。

由于船舶是复杂的工程建筑物,在同一空间布置了很多设备,牵涉到许多专业,为了避免矛盾,必须协调各个专业。总布置图、各分布置图都需经有关专业进行协调。一是协调同一区域内各专业的划分,二是协调各区域之间的联系,只有加强协调才能避免矛盾,避免返工。

还有就是各专业间的委托,尤其是非结构专业委托结构专业的结构加强要及早提出,切勿拖到后期才提出。这样才可加快设计进度。结构设计专业的人员应主动与其他专业联系及早做好结构局部加强工作,而不要坐等人家提供,把进度拖后。

总体专业的主要工作是进行性能计算,重点在各种装载情况的纵倾和稳性计算。首先需要空船重量重心计算。技术设计阶段的重量计算与基本设计阶段不同,它是在各种专业设计图纸基础上汇总精确计算的结果。

基本设计是在统计基础上的估算结果,精度显然比技术设计要低。但多年来的经验表明,我公司技术设计的空船重量计算不是没有进行,就是计算结果比基本设计的还要少。究其原因各专业的设计部门不重视此项工作,不知道为什么要进行重量计算,技术图纸上往往没有重量,因而无法进行重量计算,只好照抄基本设计的估算数据。技术设计的空船重量要及早地较精确地计算出来是为了及早精确核查纵倾、稳性和纵总强度,以便及早采取措施进行补救。否则会严重拖延设计进度,造成大量设计返工。幸好近年来这种情况还没有出现,但外单位是有过这样的教训:由于稳性不足,临施工时,还要把双层底降低,造成返工和拖延进度的恶果。技术设计空船重量比基本设计的精度还不如的原因,是技术设计的重量是一张张图纸加起来的,由于工作不认真往往会遗漏计算,因而得出的结果往往是只少不多,重心只高不低,只后不前;生产设计进行的空船重量计算也是这样情况。为安全起见往往在重量上增加一些,在重心高度上也增加一些,以适当的裕度来保证。这也是近年来未出大问题的原因所在。但会不会出现计算很马虎,裕度加得不够的极端情况?恐怕谁也不准。

结构设计在这一阶段重点要抓强度和振动这两大主要因素。强度包括总强度和局部强度,还要适当注意应力集中和疲劳强度。按船级规范和有限元计算程序来设计,一般不会有大的问题。总的原则是强度、刚度足够,重量尽量轻。前面已叙述过,在总布置上把油、水、货舱布置得各种装载情况下弯矩剪力最小,从而可以减少船体结构重量。中剖面模数力求达到规范最小剖面模数要求,过大的剖面模数说明布置不甚合理。局部强度则应注意拍击强度、冲击强度、液舱强度、舱壁强度、支持机电设备的局部强度等等,特别注意结构的连续性,避免应力集中,提高疲劳强度。

振动包括总振动和局部振动。总振动在基本设计阶段就要有所考虑。一般用经验公式得出总振动的频率和阶次。在选择主机缸数和转数以及车叶叶片数时就要考虑避开共振区。机舱布置也要考虑主机布置在适当位置,减少振动。在某些情况下要考虑采取减振措施;在尾部设减振装置,主机配减振装置等等。如不事先考虑好,有时难以解决,或解决起来花费很大。技术设计阶段可以精确计算,复核基本设计考虑是否正确。以弥补其不足之处。上层建筑的总体振动也是基本设计要考虑的问题之一,如发现有可能共振则改变层数或采取增加刚度的措施。事先考虑则问题容易解决,到交船试航才发现就难以解决,设计时要切实注意这个问题。局部震动也需要复核,共振之处要作适当加强。我们在这方面有不少经验教训,不少船在试航时都发现震动强烈,超过标准。六十年代甚至有船底板都振裂的事例,机电设备座架刚度不足,发生振动的事例尤其多。

锚泊系统的设计着重注意系缆机、导缆滚轮和带缆桩之间的关系。巴拿马、苏伊士运河和 OCIMF 对锚泊系统有专门要求,应注意满足有关规定。锚系统则要注意锚机链轮、止链器、锚链筒、锚链管之间的相对位置,锚链筒的角度对锚链抛落顺畅和锚爪贴紧船壳板有很大关系。锚链筒出口的位置还要注意锚爪不会与船壳板相碰。有关设计资料都有介绍,一般不会有大的问题。时有锚爪与船壳板不贴的问题发生,有时到交船还在修改。所以设计时要下点功夫。木模也是需要做的,如果能用计算机来模拟就更好了。

操舵系统的设计要注意舵叶厚度有适当大小。因现在大多采用挂舵臂,太薄的挂舵臂强度不易保证。或者是板厚太大材料难以解决,焊接也不易施工。设计时我们常常遇到舵机功率的选择问题,舵机扭矩一般按经验公式来计算,然后放一定的裕量。裕量可大可小,相应地功率也有大有小。由于舵

机是有关船舶安全很重要的设备,我们的意见是宁可选大些、保守一些为好。但也不要过大,过大也会造成船价上升。

桅樯的设计要满足设在其上的航行信号灯的要求,这些在国际避碰规则上都有明确要求,按其要求设计即可。重点要注意桅杆不要发生强烈振动,对其底部结构要注意作适当加强。对流线型单杆桅要适当的支索眼板,万一出现激烈振动可用支索来解决,最好用有限元法计算一下桅杆的自由振动频率以及振动响应,以避免不必要的麻烦。

货舱区的通风在总布置的时候就要考虑好,如不在一开始就通盘考虑,有时到技术设计阶段就很难办,特别是装危险货物时,要求出风口的位置在甲板上一定距离,有时就很难找到适当位置去布置,但越早考虑就越容易找到办法解决。如 15 000 t 干货船就利用 V 字桅杆作通风,出风口设在桅杆上部,结构与桅杆配合很容易就解决了。

货舱通道的设计注意要满足澳大利亚码头工人协会对货舱梯、梯口等的要求。油船的货舱口、梯道,有关国际公约也有专门规定,必须注意满足要求。舷梯、引水梯, SOLAS 有要求,巴拿马运河规则也有特殊要求注意满足。

甲板上的交通安全,国际载重线公约有专门要求,各国政府也有专门规定需注意满足。门、窗的大小,布置,形式,有关国际规则均有要求,需注意满足。人孔盖的大小、规格、布置应按规格书要求进行,要注意结构的连续性和避免应力集中。

货舱盖的大小和形式应根据装运的货物种类来决定,装运集装箱、散货、木材、车辆均有特殊要求,上甲板的货舱盖应注意开启后与吊机的协调,开启状态的开口大小满足规格书的要求。下层舱盖则要注意开启后的舱盖不会与结构相碰,甲板四周留有足够的安全通道。甲板结构要有足够强度和刚度来支持舱盖,在海上航行时不会造成舱盖的

滑移。舱盖的设计除满足有关规范要求还需特殊注意其水密性,启闭灵活、方便,易于操作,便于制造和施工、油漆。

救生设备 SOLAS 有专门规定,应满足其要求。问题是救生艇的选型,采用抛落式或重力式要从布置上通盘考虑后决定。如采用重力式吊艇架则需考虑与舷梯的配合。

消防系统是船舶安全的重要系统,国际公约、各国法定检验部门对此有详细规定,要注意满足。设计时要精心考虑切勿掉以轻心。油船、化学品船、液化气船、装运危险品的干货船对消防要求尤其严格,设计者必须认真仔细研讨规范规则,在设计上充分体现出来。

注入、透气、测量系统的大小,规范有规定,应注意满足要求。透气管有的规范有特殊要求需根据管路阻力来决定管径大小,故不可按常规来定,以免返工。测量管布置要尽可能直且要放在液舱的最低处,总布置时就要考虑留位置给测量管,搞得不好有时无法布测量管。船舶管系图一定要按船的布置来画,不能只画原理,否则很多地方考虑不周。

船底水污水井需要布置在液舱的最低处,总布置时就预先给予考虑,包括测舱底水的管路均应事先考虑好。

压载管路较粗且贯通全船,如何布置,采用什么阀件,如何消除膨胀及船体变形产生的影响,均需设计者精心考虑,目前我们设计的船已有一套常规考虑,设计时可按常规去做即可。经常遇到的问题是双层底舱吸水不畅的问题。交船后船东会提出这一问题,其实在生产设计时注意在吸口附近肋板开充足的流水孔就可解决问题,但往往我们搞具体设计的人忽视了这一问题。不知现在解决了没有?

侧推的功率要根据船舶大小来定,是选液压还是电动则要根据具体情况来定,要从

造价、施工等多种因素比较后选择。设有侧推的船阻力会有所增加。在设计船速时要留有余量,同时要设计好出口形状以降低阻力。

消摆装置目前我们用过消摆水舱和防摇鳍两种,减摇水舱有被动和主动两种。我厂均用过,但被动水舱效果不佳,防摇鳍则造价较高且施工复杂,除非船东要求,一般不予配备。客滚船上防摇鳍整段结构由设备制造厂制造,这样的好处是鳍的试验可以直接在车间试好,不必装上船才试验,但设备价格就上去了。是否可以考虑一个折衷办法,结构由船厂制造,设备的总成和调试在船厂现场进行,这样既可降低成本又不会拖延试验。

内装是船舶设计的一个重要专业,居住区对长年在海上生活的船员来说是他们的生活、工作的场所,是旅客居住游乐的场所。国际公约、国际法规对居住区有很高要求,牵涉到人员的安全、居住的舒适性等等一系列要求,在设计这部分图纸时切不可粗心大意。为了使人员居住舒适,需要有专业的艺术人才对居住区进行美化设计,造船设计师由于缺乏这方面的素养而无能为力。不同船东有不同的审美观点和生活习惯,因此内装区的外观设计,色彩,装饰材料,家具式样,表面处理均需船东认可,我们的设计就是尽可能满足船东要求,当然是在事先商定的材料基础上的满足。

内装设计除满足上述规范、规则、船东的要求之外,还应注意各专业的协调。特别是工作、控制舱室,设备繁多,注意不要互相碰撞、矛盾,以免返工。

噪声会影响工作和休息,国际规则对此有专门要求,有的国家有更高的要求,设计之初就要郑重考虑,必要时进行估算,对超出标准的可采取特殊的降噪措施,否则试航下来,发现超标准,就很难补救,有时甚至会影响到交船。超过标准多少就拒收,在规格书中最好明确下来,力争一个比较大的裕量,

以便于交船。

内装设计一般注意防火分隔合理,逃生通道布置符合规范,高低级船员分开,公共舱室布置合理,各种管路、电缆布置流畅,面积充分利用,照明充足,节省能源,噪声低,振动小,有适当的活动运动场所。布置上需要注意的是:床应纵向布置,居住室有对外的窗子,卫生舱室不设在卧床之上。公共舱室,噪声大的舱室不要与卧室为邻。两个卧室也不要一板之隔。卧室门不要对着公共厕所。高低级船员不要放在同一层,厨房应与冷库邻近,空调机室要布置在能进新鲜空气的处所,而且管路最短。房间布置很有讲究,要集思广益,设计出最好最合理的方案来。

厨房配餐间的布置要符合船东的使用习惯,布置时要征求船东意见,以免改动太多。机舱通风管穿过居住区时,要与内装设计人员协调,特别要注意防止噪声,风头的布置也要注意噪声的影响,必要时在进风口加设降噪设施。

机舱布置时,在基本设计时就要注意机舱长度是否足够,底层面积够不够布置,主发电机平台尾部是否足够宽。及早与船体设计人员协商,如有问题则在布置上、线型上作出修改。但也不能一味追求宽敞。机舱容积和长度是影响船舶性能指示的一个重要因素,越小越好,这就需要轮机设计人员很好动脑筋,发挥聪明才智,才能得到。

轴系扭振是轮机设计很重要的一个问题,最好在初步设计就要预估主机是否需要加设减振装置,轴系是否改变材质或加粗,均需及早判断。因为这些都与船价有关,如需要增加而没有估计进去,船价就会吃亏。

螺旋桨在技术设计时经常会遇到毂的长度是否足够,毂的外径是否过大影响安装。轮机与船体两个专业要进行协调。最好把此问题提前到基本设计阶段解决。因为安装螺旋桨毂的长度会影响尾框形状,如因某一原因轮机要加长毂,这就使不拆舵拆螺旋桨不可能,那就要把螺旋桨前移,也即把尾

轴出口前移,线型就需要修改,如果做了船模试验,就会影响试验结果是否有效等一系列问题。

应急消防泵舱应布置在机舱之外,一般布置在舵机舱里,有的布置在船头,这就需要根据船内位置来定。一般希望尽可能低些,以便在空船状态水泵能抽得上水。如布置在尾尖舱内,应急海底门的位置也要布置恰当。以前曾有过布置机舱里,目前规范不允许,而且防火措施也难解决。

轮机的技术设计除注意满足国际公约、船级社规范、设备制造厂的要求外,需要注意设备的容量要经计算复核,管路阻力也经必要的计算。否则到试航或试验时发现设备容量不够、压头不足或吸力不足就比较麻烦。重型设备的座架也需进行振动复核,以免试验时产生不良振动。

电装设计重点抓住发电机的容量不要搞得太小,电力负荷计算要认真审核,当然过大也造成浪费不可取。电缆要注意选对规格、直径,否则更换起来很麻烦。

各种设备的自控、遥控以及各种监测报警系统,其监测点数量繁多,设计时要注意不要遗漏或搞错,应认真仔细地工作。计程仪和测深仪的舱室布置应按设备厂商要求布置,否则会影响其正常工作。雷达天线的布置也应按厂商要求布置,否则也不能正常工作。

4 生产设计阶段

生产设计顾名思义是为生产而进行的设计。技术设计的图纸不是不能拿来施工,在有些小厂,或不是很复杂的产品,技术设计的图纸已经足够应付生产。但大工厂产品多,分工比较细,产品复杂,就需要进行生产设计,以便生产工作顺畅进行。由于生产设计的图纸是供生产用的,因此出图应以生产单位来划分,即一份图纸应只由一个生产单位执行,否则极可能引起生产混乱,发生漏

施工或重复施工的现象。

生产设计的图纸包括生产单位、生产管理部门所需一切图纸和技术资料。对详细设计图纸进行过修改的或进一步深化的图纸在生产设计阶段仍需绘制。

为使生产设计的图纸符合生产需要,应首先编制一份建造计划书作为生产设计的指导。设计按此进行的话,图纸就会符合生产的要求。另外,图纸不是一下子能全部绘出来的,生产上也不需要一下子提供全部图纸,只需要适时提供所需图纸即可。这样生产与出图时间上的交叉就可缩短建造周期。这样出图时间就应配合生产计划来安排,除出图及时之外,生产设计的图纸还必须正确无误,尽一切可能减少差错。图纸出错的后果一是造成返工,人力物力财力的浪费;二是打乱了计划。图纸质量是非常重要的,切勿等闲视之。只有各级人员,特别是领导人员认识到这个问题的严重性,在思想上高度重视,并采取一切可行的办法来防止,质量问题才会得到解决。

生产设计图纸重点放在工艺性上、正确性上,要便于施工,不出差错。特别注意零部件的形状,数量,位置,尺寸,材质,不要搞错。

船体结构图要注意所用材料的材质、规格是否与技术设计的相符,有些设计细节不当会造成结构破坏,规范都有专门要求,应注意遵守。

结构图要配合其他专业设置该专业所需的加强结构、开孔加强。其他专业应配合结构出图的日期及早提供加强及开孔要求。结构专业不要等待,其他专业不要拖延,这样才能保证出图要求。

补偿导管的结构最好要计算振动频率,以避开机频、叶频,防止共振振裂。

主船体钢材的订货最好以套料后的数据为依据,这样可以提高钢材利用率。

舾装图纸绘制时必须把结构给出,邻近的其他设备也应一并绘入,这样才会发现是否与其他设备、结构相碰。

安装图同样也应把相关的结构、设备、系统绘出,以供安装人员参考,万一发现问题也便于寻找正确的应对措施。

布置图也一样要把邻近相关结构设备绘出,以便发现矛盾。只把自己专业的项目绘出,周围空空的什么也没有的图纸最容易出错。

各系统的综合布置图除了考虑不会与结构、设备、其他系统相碰外,主要还是要考虑是否符合该系统功能上的要求。能否施工、能否维修也是必须考虑的问题。

为了提高设计图纸的质量,制定必要的设计标准、设计要领,校对项目表、校对清单是完全必要的、有效的措施。制定出来后让

大家严格遵守,需要化极大的努力才能做到。除此之外还需要有高素质的人员。每个专业都需要有一个领军人物,他能够把握该专业的全貌,知道问题最容易出在什么地方,他会把好关,防止问题产生。每个产品还需要一个或几个全面把关的帅才,非常熟悉他主管的产品,善于协调各专业,把各专业矛盾化解掉。知道哪些地方最容易出问题,会及早地提出预防措施。基本设计需要有这样的人才不会出问题;技术设计有这样的人才会大量减少图纸差错。

(收稿日期:2002-04-24)

作者简介

季良钧 广船国际原副总设计师,科协副主席,《广船科技》编委会主任、教授级高级工程师。

(上接第 19 页)点要求,每舷至少有 1 只救生圈带可浮救生索。

根据 SOLAS 第Ⅲ章第 I 节第 7 条第 1.3 点要求,不少于总数一半的救生圈需带自亮灯,另外其中 2 个需设自发烟雾信号,因此得出如下最终配备。

24 只救生圈:2 个带可浮救生索的救生圈;

10 个带自亮灯的救生圈;

2 个带自亮灯和自发烟雾信号的救生圈;

10 个普通救生圈。

5.2 救生衣的配备

本船乘员为 1 600 人,根据 SOLAS 第Ⅲ章第 I 节第 7 条第 2.1 点的要求,应为船上每个人配备 1 件救生衣;另按照 SOLAS 第Ⅲ章第 II 节第 21 条第 2 点的要求,客滚船需额外配备不少于船上人员总数 5% 的救生衣;综合以上两项规范的结果,本船需配备 1 680 件成人救生衣。

根据 SOLAS 第Ⅲ章第 I 节第 7 条第

2.1.1 点的要求,应配备若干适合儿童穿着的救生衣,其数量至少相等于船上乘客总数的 10%,或也可要求为每个儿童配备 1 件救生衣而需要的更多数量,综合以上要求,本船配备 170 件儿童救生衣。

6 结束语

救生系统对本客滚船来说,是非常重要的系统,是 1 600 条生命在海难发生时救命的希望,船级社、船东、挂旗国政府的要求非常严格。作为中国建造的第一艘客滚船,对救生系统设计的了解及经验非常不足,许多救生设备是第一次接触的(如海上撤离系统、救助方式等)。本文通过对客滚船救生系统的设计重点,如何根据规则、规范和规格书的要求,进行配备各种救生设施的介绍,使更多的人对该系统有一定的认识 and 了解,并对正在开发的 2 000 m 客滚船及后续的客户滚船的设计有所补益。

(收稿日期:2002-07-11)