

# 船体分段模拟建造实训项目的设计与开发<sup>\*</sup>

谈华军 赵 洁

(武汉交通职业学院, 湖北 武汉 430065)

**摘 要:** 分段建造是船舶建造的重要组成部分,也是船舶工程技术专业学生重要的学习内容。长期以来,由于受校内实训设备、场地条件、材料成本、操作安全等多种因素的影响,校内分段建造技能的训练一直很难开展,极大制约了学生对该项技术的学习和实践技能的提高。因此,在实训环节加强船体分段模拟建造技术的探研,做好分段模拟建造训练项目的设计与开发,对提高船舶工程技术专业整体教学效果具有十分重要的意义。

**关键词:** 船体分段;模拟建造;教学成本;项目设计

DOI: 10.3969/j.issn.1672-9846.2015.02.019

中图分类号: U663

文献标志码: A

文章编号: 1672-9846(2015)02-0073-05

分段和总段建造是船体装配工艺程序中的重要组成部分。在装配时,工艺程序的合理与否,直接影响分段建造质量、装配操作的难易、分段变形的大小、建造周期的长短等,<sup>[1]</sup>很多造船企业都急需分段建造方面的技术人才。作为职业院校,在教学过程中要以市场为导向,加强船体分段建造方面的教学研究,开展基于船体分段建造实际生产过程的模拟实训项目的设计与开发,让学生在校园内就能进行分段建造的模拟训练,提高学生分段建造的实操技能,满足企业的用人需求。这不但可以降低实践教学成本,提高实训效果,也有利于实践教学工作的有效开展。

## 1 船体分段建造技能训练在校内难以开展的原因

### 1.1 场地设备条件有限

船体分段建造不但需要较为宽阔的场地,也需要行车、胎架、各种加工机械、装配工具、专业吊装运输等多种装备,一般职业院校很难具备这

些条件。

### 1.2 实训成本昂贵

船体分段由大量钢板、型材通过复杂的加工装配焊接而成,材料成本十分昂贵。以一个 100 吨的小型船舶分段为例,光钢材费用就需几十万元,就是按小比例进行船体分段建造训练也需较高的实训成本。所以,在校内用钢材进行船体分段建造训练不太现实。

### 1.3 实训安全隐患较多

船体分段建造是一项复杂系统工作,作业面大,存在立体作业、交叉作业、高空作业等复杂情况,工作环境较差。<sup>[2]</sup>特别是在分段吊装、合拢的过程中,学生如果没有经过严格的安全技术教育和专门的培训很容易发生安全事故。

总之,在校内进行真实的船体分段建造实训,不论是场地设备条件、实训成本、实训安全性等方面都存在较大问题,不具备可行性。开发模拟仿

<sup>\*</sup>收稿日期:2015-04-23

基金项目:武汉交通职业学院校级项目“基于国家船舶工程技术实训基地的船体分段模拟建造技术研究”(编号:2013qw5)。

作者简介:谈华军(1967-),男,湖北武汉人,武汉交通职业学院船舶与海洋工程学院实验师,主要从事船舶工程技术专业实践教学研究。

赵 洁(1983-),女,湖北枣阳人,武汉交通职业学院船舶与海洋工程学院教师,主要从事船舶工程技术专业理论教学研究。

真的分段建造训练方法,比较符合现阶段教学工作的实际需要。

## 2 船体分段模拟建造实训项目设计的思路

船体分段模拟建造实训项目的设计以低成本、高安全性、学生容易上手操作为原则,通过模拟船体分段构件放样、号料与下料、构件成形加工、部件装配、分段装配、总段合拢等船舶建造生产过程的实践,让学生了解船舶建造的工艺流程,掌握各流程的操作技能,提高学生的专业素养,为以后的专业学习和企业顶岗实训打下良好的基础。

### 2.1 材料的选用

为最大限度地降低实训成本,方便下料、成形加工、装配等实训操作,在模拟训练中用硬纸板代替钢板,可大大节约实训材料成本。

### 2.2 工具的选用

根据硬纸板的特性,划线工具可用铅笔、钢直尺、圈尺、样条等。下料工具可用手工剪刀、裁纸刀代替切割机。焊接工具可用 502 速干胶水代替焊机,可将硬纸板制作的船体构件快速拼接起来。由于用硬纸板制作的船体分段重量很轻,在分段合拢时也不需要专用吊具,整个模拟建造实训工具成本较低。

## 3 船体分段模拟建造实训项目的选择

船体分段模拟建造项目的选择应与《船舶结构模型制作》等实训课程紧密结合,根据实训时间的长短合理制定模拟建造目标。由于船体艏艉分段线型复杂,在放样过程中线型修正所用时间较长,构件的下料加工难度也较大,没有两周左右的时间很难完成建模工作。鉴于一周的实训时间,在船体分段模拟建造时,可选择线型较为平缓的中部船体总段作为模拟建造对象(如图 1)。



图 1 12500 吨多用途散货船中部总段模型

根据船体分段模拟建造工艺的实施主体特点及实训基地的现有条件,以典型实船 12500 吨多用途散货船为目标,选择该船的 #60—#115<sup>+500</sup> 船

体中部总段进行建模。在模拟建造过程中,以船体中部货舱区域 #60—#115<sup>+500</sup> 的基本结构图、中横剖面图、节点图等图纸真实的图样和《钢质海船建造与入级规范》《船舶与海上设施法定检验规则》等规范为教学材料依据,按照 1:20 的比例,严格按照分段建造的工艺流程,在船舶工程专业实训基地放样实训室,组织实习学生来完成船体中部总段的模拟建造训练工作。

由于该船体总段结构典型,各种分段类型齐全,通过模拟建造训练有利于学生全方位深入了解双层底、底边水舱、舷侧、甲板、横舱壁等多种分段的结构特点及其放样、下料、成形加工、装配、合拢等工作流程,提高学生的专业素养,促进学生综合实践能力的不断提高。

## 4 船体总段模拟建造程序的设计

在模拟建造训练时,为达到理想的训练效果,必须以船舶建造的实际工作流程为蓝本,对整个模拟建造程序进行全仿真的精心设计,使之完全与船厂的实际工作同步,努力营造逼真的工作环境,增强学生的实践学习兴趣。

### 4.1 船体总段模拟建造任务的划分

船体总段由底部分段、左、右舷侧、舱壁分段、甲板分段以及舾装件等组合而成,<sup>[3]</sup>其结构复杂,数量多,时间紧,加工装配难度较大,在模拟建造时不可能一个个地去完成。建造前必须将每个分段建造任务,按难易程度和工作量大小科学合理地分配到班级不同的小组或个人同时开工进行,否则整个总段建造任务很难按时完成,从而影响实训效果和分段模拟建造工作的完整性。因此,在分组建模过程中可以参照船厂的进度管理方法,严格控制各小组的工作进度,统一安排放样、号料、下料、成形加工、分段装配、总段合拢等各阶段时间节点,协调整个模型建造进度流程,以此培养学生的责任意识和团队协作精神。

### 4.2 模型零件的放样号料和下料

(1)模型零件的放样号料。以 12500 吨多用途散货船的 #60—#115<sup>+500</sup> 1:20 比例的肋骨型线图为准,划出内底板边线、肋板边线、舷侧内板线、舷侧平台、纵骨、中桁材、旁桁材、梁拱曲线等重要内部结构线。再根据该图分别做出每个肋位横向构件样板(肋板、肘板、横梁等)及纵向构件样板(纵骨、中桁材、旁桁材、舷侧平台、内底板、底板、甲板等)。当模型零件强度达不到建模要求

时,可进行适当的调整或替换(如球扁钢可换成角钢等)。由于模型制作比例较小,肋板人孔的形状尺寸太小会影响模型内部结构装配焊接时,可在保证零件强度的情况下对人孔尺寸进行适当的修改,确保模型建造工作顺利进行。

(2)模型零件下料。在硬纸板上进行下料加工,首先要注意安全操作,相互配合,避免伤手。如构件相同,可用一个样板进行复制下料。下料时可根据实际情况选用适合的下料工具,如直线下料可用裁纸刀和钢直尺配合进行;弧线下料可用大小剪刀剪切;开肋板人孔可用分规慢慢划出(如图 2)。



图 2 肋板下料示意图

#### 4.3 分段零部件的加工与装配

(1)零件的加工。分段零件下好料后,可进行成形加工。加工主要包括纵骨(角钢)折边、扶强材折边、开人孔和型材安装口等。折边加工时可用裁纸刀在材料折边线上轻轻划上一刀,但不能划穿,然后将划好的材料拿到桌子的直边上直接用手进行折弯,如不直可用手矫正,这样可保证纵骨的折边加工质量。开人孔时可用分规将圆弧部分先慢慢划开,直线部分用裁纸刀或剪刀开出,型材安装口可用裁纸刀或剪刀直接开出。

(2)部件装配。部件的装配主要包括强横梁、强扶强材、水平桁材等部件的拼装。这些 T 型材的拼装可模拟钢质 T 型材装配方法,直的 T 型部件可采用倒装法。<sup>[4]</sup>弯曲的 T 型材如强横梁可用侧装法。先在面板中间划出装配线,然后将立板直接用 502 速干胶水与面板对线粘牢,粘好后如不垂直,可用手进行矫正。

#### 4.4 分段的装配

每个分段结构形式及零部件组成互不相同。由于同一分段可有不同的建造方法和装焊顺序,

不同的分段更有各自不同的建造方法。所以在分段模拟装配时,必须根据各个分段的结构特点选择合理的装配方法。

(1)双层底分段模拟建造程序。双层底分段的建造方法有正造法和反造法两种。正造法是以外底板为基准面,一般在胎架上装焊。而反造法以内底板为基准面,在平台上建造,利用肋板、龙骨(或桁材)等纵横骨架来保证底部线型。<sup>[5]</sup>反造法方法简单,不需胎架直接在实验桌上操作即可。其程序如下:①将内底板下好后,放到实验桌上,划出纵横构件安装线(注意尺寸一定要准确)。②先装内底板纵骨(用 502 胶水粘接),注意方向和余量加放位置。③再装肋板和中桁材、旁桁材。为提高双层底分段的结构强度和整体安装效果,肋板与桁材的连接方式可以改为整体对接插接方式,即接连处先装的构件上面开一半插接口,后装构件下面开一半插接口(如图 3)。这种连接方式可保证肋板与桁材都不完全断开,不但方便结构安装,而且能保证分段整体强度和完工后的平整度,对后期的总段合拢施工十分有利。④将安装好纵骨的底板与分段对线粘牢。⑤将经过成形加工的舭部板与分段对线粘牢。这样就可完成双层底分段的模拟建造工作。



图 3 双层底分段装配示意图

(2)舷侧分段模拟建造程序。由基本结构图可以看出,本船舷侧分段由舷侧外板、普通肋骨、强肋骨、舷侧纵桁、顶边舱等几种构件组成(如图 4)。由于本船 #60—#115<sup>+500</sup> 舷侧分段线型平直,故以平直的舷侧外板为基准面,采用侧造法建造,其模拟建造程序如下:①将舷侧分段顶边舱内边板下料并划线折边(可采用角钢加工方法);②在内边板上划出纵横构件装配线并放到实验桌上;③先装顶边舱内边板纵骨,再装肋板使之形成小组立(如图 5);④将外侧船舷板下料,划上纵横构

件安装线后放到实验桌上;⑤先装舷侧纵骨,再将上边小组立与船舷板对线安装成中组立;⑥安装中部舷侧纵桁后,再安装下部小组立,就可完成舷侧分段建造工作。

(3)横舱壁分段模拟建造程序。横舱壁分段是由舱壁板、扶强材、舱壁桁材等组成平面舱壁。其模拟建造程序如下:(1)将横舱壁整体下料,不留余量;(2)在横舱壁上划上纵横构件安装线;(3)将加工好的扶强材对线安装,安装时下面不留余量,上面留出甲板纵骨安装高度;(4)装水平桁材和强扶强材时(如图6),要注意顺序,避免不必要的返工。

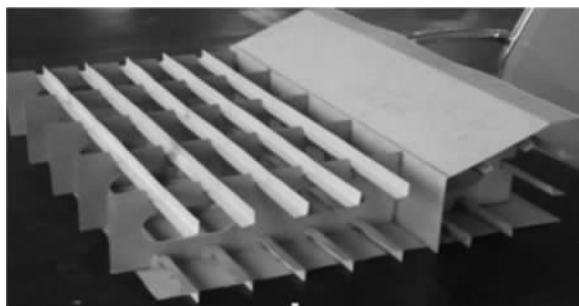


图4 舷侧分段结构图



图5 顶边舱小组立示意图



图6 横舱壁分段装配示意图

(4)甲板分段模拟建造程序。甲板分段由甲板、横梁、强横梁、甲板纵桁、舱口围板等组成。甲板梁

拱曲率比较小,可采用倒装法,进行甲板分段建造。其模拟建造程序如下:(1)根据甲板梁拱曲线,定出甲板的平面宽度和长度并下料(建议宽度方向可留5—10毫米的余量);(2)以甲板中心线为基准,利用已成形的横舱壁分段上部扶强材等结构安装点来确定甲板纵构件安装线位置,这样可避免后面合拢时的误差;(3)划出甲板纵横构件安装线;(4)先装甲板纵骨,再装甲板横梁等构件,这样就可完成甲板分段模拟建造工作(如图7)。

#### 4.5 船体中部总段的合拢程序

总段是主船体沿船长方向划分的,其深度和宽度等于该处型深和型宽的环形立体分段。船体中部总段一般采用正装法建造。各个分段组装工作必须在总段合拢之前完成。总段合拢时以底部双层底分段为基础,再依次安装舱壁、舷侧和甲板等分段(如图8),使之形成环形总段。其模拟建造程序如下:(1)将双层底分段在实验桌上进行定位,看平整度是否符合要求;(2)在内底板上划上横舱壁、舷侧分段安装线;(3)装横舱壁分段时,横舱壁分段中心线与内底板中心线一定要对应粘牢,并检验横舱壁垂直度;(4)横舱壁安装完



图7 甲板分段装配示意图

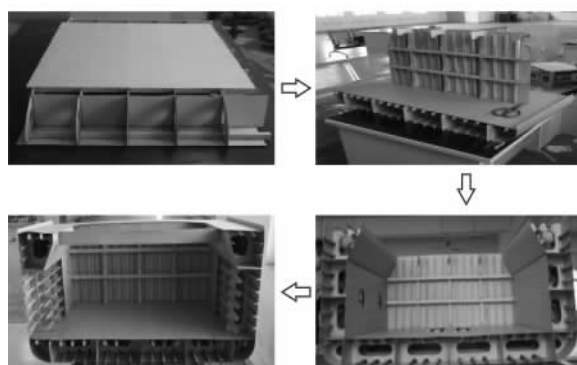


图8 船体中部总段模拟建造工艺流程示意图

毕,再分别安装两边的舷侧分段(如图 9);(5)舷侧分段安装完毕,再安装甲板分段(如图 10),在安装时甲板两边如有多的余量,可先割余量,再进行安装粘接;(6)总段组装完成,可以检查整体装配质量是否符合要求。



图 9 舷侧分段安装示意图



图 10 甲板分段安装示意图

##### 5 船体分段模拟建造实训项目开发的意义

船体分段模拟建造实训项目参照船舶建造的实际工作流程,在校内实训基地,模拟船体分段的放样、下料、加工及装配等建造过程,其训练方法独特,仿真效果好。学生能以亲身体验的形式,深入了解常规船体分段建造工艺的流程,促进已学船舶结构、船舶制图、船舶放样等专业知识在实际

中的灵活运用,并在动手实践中逐步掌握船体零件放样、号料、下料、成形加工、部件拼装、余量加放、分段装配、总段合拢等实践操作技能,很好地解决过去那种学生必须去船厂才能参与船体分段装配的训练难题,为学生以后专业学习和顶岗实训提供了宝贵的工作经验。

船体分段模拟建造实训项目创造性的以硬纸板代替钢材,以剪刀、裁纸刀代替切割机,以 502 速干胶水代替焊机,在校内组织学生进行船体构件加工、零部件装配、分段装配、总段合拢等模拟仿真训练,让学生在实训室就能获得与实际生产相同或相当的操作训练效果,避免了学生在校外实习的交通支出和安全隐患等问题,可大大降低实践教学成本,有利于实践教学工作的健康开展。

通过船体分段模拟建造的实践,还可以全方位检查学生在船体放样、号料、钢料加工和船体装配等方面理论与实践知识的掌握情况,有助于在实践教学中,根据学生的实际情况及存在的问题,及时采取有效措施,不断改进教学方法,促进学生各方面能力的不断提升。

船体分段建造项目的模拟训练思路及教学方法,对其他课程和专业的实践教学工作有一定的借鉴作用,值得在职业院校推广。

参考文献:

- [1]王云梯. 船体装配工艺[M]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,1994:145—146.
- [2]赵洁,谈华军. 船体分段模拟建造实训教学探讨[J]. 武汉交通职业学院学报,2015,(1):44—47.
- [3]王鸿斌. 船体修造工艺[M]. 北京:人民交通出版社,2006:208—209.
- [4]曹峰. 船体装配操作技能[M]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2008:114—115.
- [5]华乃导. 船体修造与工艺手册[M]. 大连:大连海事大学出版社,2000:224—226.