

钢船建造法

第五卷 外场作业

日本造船学会钢船建造法研究委员会 编

刘志权 译

国防工业出版社

钢 船 建 造 法

第五卷 外场作业

日本造船学会
钢船建造法研究委员会 编

刘 志 权 译

施万春 程舜麟 校
杨 深 陈光圻

国防工业出版社

内 容 简 介

本书共分六卷。

本书为第五卷外场作业部分。主要介绍从分段上船台(船坞)到建成船体、船舶下水整个外场作业的工作内容,并分章较为详尽地介绍了所采用的设施与设备、建造工艺、工序管理、质量管理及下水工艺等。本书基本上反映了日本造船厂生产技术和组织管理实际情况,对我国造船业有一定的参考价值。

本书可供船舶设计与建造人员、企业管理和领导人员阅读,也可供大专院校有关专业师生参考。

新版 鋼船工作法

第V卷 外業工作法

日本造船学会

鋼船工作法研究委员会 编

産報 株式会社 1976年

*

鋼 船 建 造 法

第五卷 外場作業

日本造船学会

鋼船工作法研究委员会 编

刘 志 权 译

施万春 程舜麟

杨 深 陈光圻 校

*

国防工业出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092¹/₁₆ 印张13¹/₂ 310千字

1986年4月第一版 1986年4月第一次印刷 印数:001—855册

统一书号:15034·2971 定价:2.80元

目 录

第一章 概 述

1.1 外场工序的意义	1
1.1.1 外场工序的所处地位	1
1.2 外场工序的变迁	1
1.2.1 建造方式	1
1.2.2 机械化	1
1.3 外场作业的内容和意义	2
1.3.1 墩木、撑柱作业	2
1.3.2 船台装配前作业	2
1.3.3 船台吊装作业	2
1.3.4 定位作业	2
1.3.5 装配作业	3
1.3.6 焊接作业	3
1.3.7 矫正作业	3
1.3.8 脚手架作业	3
1.3.9 检查	3
1.3.10 下水作业	4
1.4 建造方式	4
1.4.1 展开方式	4
1.4.2 建造方式	7

第二章 设 备

2.1 造船坞及船台	12
2.1.1 概要	12
2.1.2 结构	16
2.2 起重机	21
2.2.1 概要	21
2.2.2 起重机的种类	23
2.2.3 起重机的主要参数	24
2.2.4 起重机的安全操作	28
2.3 脚手架设备	29
2.3.1 升降设备	29
2.3.2 舷外用脚手架设备	30
2.3.3 船内用脚手架装置	31
2.4 电气设备	33
2.4.1 概要	33
2.4.2 电力配置	33

2.4.3 起重机的电源设备	34
2.4.4 焊接电源设备	34
2.4.5 动力、照明及其他电源	35
2.4.6 电气设备的管理	36
2.5 焊接设备	36
2.5.1 手动电焊机	36
2.5.2 自动电焊机	37
2.5.3 电焊机及其器材的管理和维修	37
2.5.4 焊接材料库和干燥炉	38
2.6 公用动力管道	39
2.6.1 切割用可燃气体管道	39
2.6.2 氧气管道	40
2.6.3 焊接用气体管道	40
2.6.4 压缩空气管道	42
2.6.5 淡水及海水管道	43
2.7 作业环境的改善	43
2.7.1 通风	43
2.7.2 冷气设备	44
2.7.3 照明	45
2.7.4 急救	46

第三章 建 造 工 艺

3.1 建造计划	47
3.1.1 分段划分	47
3.1.2 船台装配顺序	48
3.1.3 工作孔	49
3.1.4 脚手架	50
3.1.5 船台装配前工作（坞侧工作）	51
3.1.6 一般施工要领	53
3.2 船体的支承方法	56
3.2.1 船体安放位置	56
3.2.2 墩木、撑柱的种类和结构	58
3.2.3 墩木、撑柱的排列间距	60
3.2.4 墩木、撑柱的强度及其所 受到的荷重	65
3.2.5 水压试验时墩木和撑柱的增设	66
3.2.6 船体安放的防震措施	66
3.2.7 墩木、撑柱的准备	66

3.2.8	墩木的堆叠方式	67
3.3	船台吊装	67
3.3.1	吊马(吊板)的形状、强度 及安装位置	67
3.3.2	钢索的挂绕方法和手拉 葫芦的使用方法	69
3.3.3	起重机联合起吊	69
3.3.4	船台吊装用的工夹具	70
3.3.5	船台吊装准备	72
3.3.6	船台吊装作业	73
3.4	脚手架	73
3.4.1	脚手架计划	73
3.4.2	脚手架的种类	77
3.4.3	脚手架的标准	79
3.4.4	脚手架的器材和管理	81
3.5	船型定位	83
3.5.1	概述	83
3.5.2	定位计划	84
3.5.3	分段定位实例	86
3.5.4	船型测量和保持	88
3.5.5	完工后的船型测量	88
3.6	装配作业	89
3.6.1	概述	89
3.6.2	作业内容及作业顺序	89
3.6.3	装配作业的注意事项	90
3.7	焊接	91
3.7.1	概述	91
3.7.2	焊接材料的选择和使用量	91
3.7.3	焊接顺序	93
3.7.4	坡口准备	93
3.7.5	焊接方法	96
3.7.6	船体焊接施工中的几个问题	97
3.7.7	焊接缺陷的修补和防止	101
3.8	矫正	102
3.8.1	加热法矫正(火工矫正)	102
3.8.2	加热和外力并用的矫正方法	104
3.9	开铆钉孔和螺栓紧固定位	104
3.9.1	钻铆钉孔的时间和方法	104
3.9.2	现场的镗孔方法	106
3.9.3	孔径和铆钉直径的关系	106
3.9.4	绞孔作业(拉眼)	106
3.9.5	螺栓紧固	107
3.10	铆接和捻缝	108
3.10.1	铆接时间	108
3.10.2	铆钉的材料、形状及使用场所	108
3.10.3	铆接后的铆钉尺寸	110
3.10.4	铆接余量和压紧余量	110
3.10.5	铆钉的加热方法及加热温度	111
3.10.6	铆接方法和铆接顺序	112
3.10.7	拆卸、开孔和刮平	113
3.10.8	捻缝方法	113
3.10.9	反面扣槽和批铲加工	115
3.10.10	水密、油密工作	115
3.11	下水前的舾装工作	117
3.11.1	管系舾装(管道和阀件)	117
3.11.2	铁质舾装件	117
3.11.3	木质舾装件	119
3.11.4	涂漆	120
3.11.5	轮机舾装	121
3.11.6	电气舾装	121
第四章 工序管理		
4.1	外场工序管理的意义和特点	122
4.1.1	外场工序管理的意义	122
4.1.2	建造设备的进步与工序管理 方式的变迁	122
4.2	外场工序的各种计划	124
4.2.1	进度表的研究和工时均 衡的关系	124
4.2.2	大日程表	126
4.2.3	分段吊装日程表	127
4.2.4	船体建造以及完工检查、水 密、气密试验计划表	127
4.2.5	舾装过渡计划表	131
4.2.6	下水前工作计划表	131
4.3	工序控制举例	131
4.3.1	外场工序的控制	131
4.3.2	起重机的运行管理	133
4.4	实施结果的分析方法之例	133
4.4.1	作业进度和实耗工时的对比	133
4.4.2	作业量换算系数和效率的掌握	134
4.5	电子计算机在外场工 序中的应用	134

第四章 工序管理

4.1	外场工序管理的意义和特点	122
4.1.1	外场工序管理的意义	122
4.1.2	建造设备的进步与工序管理方式的变迁	122
4.2	外场工序的各种计划	124
4.2.1	进度表的研究和工时均衡的关系	124
4.2.2	大日程表	126
4.2.3	分段吊装日程表	127
4.2.4	船体建造以及完工检查、水密、气密试验计划表	127
4.2.5	舾装过渡计划表	131
4.2.6	下水前工作计划表	131
4.3	工序控制举例	131
4.3.1	外场工序的控制	131
4.3.2	起重机的运行管理	133
4.4	实施结果的分析方法之例	133
4.4.1	作业进度和实耗工时的对比	133
4.4.2	作业量换算系数和效率的掌握	134
4.5	电子计算机在外场工序中的应用	134

第五章 质量管理

5.1 外场质量管理的意义和合理的方法	136
5.1.1 意义	136
5.1.2 质量管理的合理方法	136
5.2 外场工序质量管理的现状	137
5.2.1 影响质量的各种因素	137
5.2.2 质量管理的实例	138
5.2.3 防止错误操作及其措施	139
5.3 外场的质量标准	140
5.3.1 定位作业的质量标准	141
5.3.2 装配作业的质量标准	142
5.3.3 焊接作业的质量标准	146
5.3.4 矫正作业的质量标准	148
5.4 外场的检查	150
5.4.1 检查的种类和方法	150
5.4.2 装配及变形的检查	151
5.4.3 焊接检查	151
5.4.4 破坏检查	152
5.4.5 非破坏检查	153
5.4.6 以水密和油密为主要目的的检查	155
5.4.7 与船体有关的尺寸和形状的检查	156

第六章 下水工艺

6.1 概述	157
6.1.1 下水的意义	157
6.1.2 下水种类	158
6.2 下水设计	159
6.2.1 下水计算	159
6.2.2 下水滑道的强度	164
6.2.3 船体安放位置的确定	165

6.2.4 下水滑道的中心间距	165
6.2.5 始滑力	166
6.2.6 下水滑道的宽度、长度及平均压力	166
6.2.7 下水滑道承受的最大压力	168
6.2.8 下水时的船体加强	169
6.3 油脂滑道下水	170
6.3.1 油脂滑道下水设计	170
6.3.2 设备、材料、配件以及工具	171
6.3.3 作业方法	177
6.3.4 下水作业工序	185
6.3.5 检查	186
6.4 钢珠滑道下水	187
6.4.1 钢珠滑道下水的设计	187
6.4.2 钢珠、保距器的布置设计	189
6.4.3 设备、材料、配件以及工具	191
6.4.4 作业方法	197
6.4.5 下水作业工序	199
6.4.6 检查	199
6.5 船坞下水	199
6.5.1 造船坞下水的设计	200
6.5.2 设备	201
6.5.3 牵引用导轨及牵引小车	201
6.5.4 造船坞下水作业	202
6.5.5 注水准备	203
6.5.6 注水、漂浮	203
6.5.7 下水(出坞)	204
6.6 特殊下水	205
6.6.1 单条或三、四条滑道下水	205
6.6.2 滚柱滑道下水(算盘式下水或滚轮下水)	206
6.6.3 下水小车下水	207
6.6.4 横向下水	208
6.6.5 起吊下水	209

第一章 概 述

1.1 外场工序的意义

1.1.1 外场工序的所处地位

所谓外场工序，一般是指：从把装配工序中所建成的分段在船台上或造船坞中合拢成船体开始，直到船舶下水或出坞为止的一系列工序。

外场工序是船体作业的最后工序，必须全面保证船体作业的进度及质量。另一方面，由于舾装作业也在船台上或造船坞中与船体作业平行进行，所以还必须对后续的舾装工序充分地进行研究和调整。

如上所述，外场工序是处于船体作业和舾装作业的衔接点，因此必须周密地调整各工种之间的关系。另外从作业环境来看，外场工序几乎全是室外作业，而且是在高空和狭窄的场地上进行操作，所以须特别注意要创造一个安全的作业环境。

1.2 外场工序的变迁

1.2.1 建造方式

过去，在建造铆接结构船的年代里，船台工作不但周期长，而且作业时间在总工时数中也占了很大的比例。这是由于构成船体的各个零件是逐个地在船台上进行装配的缘故，因而船台周期较长，新建船舶的建造计划完全取决于船台作业情况，从某种意义上说这是以船台为主的建造方式。

目前，由于焊接技术的飞跃发展，现在的船舶建造方式已由原来的逐个零件的装配方式，代之以分段合拢方式和在地面预先将几个分段组合起来的分段总装方式，以谋求缩短船台周期（提高船台的周转率）和积极地推进外场作业的地面化。

造船厂的组织形式也从以钻孔、铆接、捻缝工种为主改变为以焊接工种为主。管理方式也经过了多次变革，如船体部门的组织就从原来按工种的管理方式转变成按阶段的管理方式。

另外，就建造方式来说，除原来的船台建造方式之外，在最近新型的造船厂中已普遍采用造船坞建造方式。

近年来随着船舶的大型化和生产量的增大，为了提高船台（或造船坞）的周转率以及改善作业环境，因而出现了与上述要求相适应的各种新的建造方法，主要的有半串联方式、多阶段方式和总装分段移动方式等，对外场作业的改善起了很大的作用。

1.2.2 机械化

外场工序的作业现场，涉及到高空、露天、宽敞和狭窄场所等许多方面，所以现场作业环境是否完善，对工序、安全、质量等方面的管理都是非常重要的。

由于外场作业是随着分段的船台吊装、定位、最后结尾作业等而不断地移动的, 所以为了结合改善上述作业环境, 并使作业场地固定化和提高分段接缝的作业效率, 最近各造船厂都采用了作业单元、脚手架单元、罗泰斯系统、伽玛系统等机械化和装置化的设施。同时还采用了船台(或造船坞)用的各种动力供给装置和通风、冷气设备等, 以改善作业环境。

1.3 外场作业的内容和意义

外场的工作组织、工种名称以及作业内容根据各造船厂的情况而有所不同, 因此本节仅就外场工序的作业内容及其意义作一说明。

1.3.1 墩木、撑柱作业

船体是用龙骨墩、边墩等墩木和撑柱支承在船台上或造船坞中。

墩木和撑柱的布置是按照墩木、撑柱布置图来进行的, 其数量要按能承受船体重量及水压试验时的水重来布置。

由于墩木和撑柱与地面工序中的平台一样, 是形成船体的基准, 因而船型的良好与否将取决于墩木、撑柱的放置情况以及在建造过程中对于船体的上下变化如何作好调整, 所以墩木、撑柱作业是保证船型和定位作业的重要作业。

1.3.2 船台装配前作业

地面装配好的分段在船台装配前的全部作业称为船台装配前作业。它是地面工序和外场工序的交接点, 很多工种要在这段短时间内同时进行工作。因此, 必须注意要促使分段船台装配前作业能安全而高效率地进行, 并且还必须注意使这些工种的作业互不干扰。船台装配前的作业内容如下:

- (1) 分段完工检查;
- (2) 翻身后的装配或焊接;
- (3) 预舾装与涂漆;
- (4) 预先安装脚手架;
- (5) 安装吊马、船台装配马板、定位马板等作业。

1.3.3 船台吊装作业

从装配工序运来的分段, 在上述的船台装配前作业场地上完成船台装配前所必需的各种作业后, 用起重机把分段吊到船台上或造船坞中预定的位置上进行船体合拢。

最近, 随着船舶的大型化和建造工序的缩短, 在船台上进行吊装的分段也相应大型化, 其重量有的超过 300 吨, 所以对船台吊装作业必须严密注意。

另外, 如果分段的吊装位置不妥, 则对以后的定位工作会带来很大的困难, 因此在决定吊装位置时必须充分考虑以后的作业。

1.3.4 定位作业

用起重机把已吊装好的分段处于准确的位置上, 以保证船型建造正确, 此项作业叫

做船型定位或简称为定位作业。

定位作业有以下两部分工作，其一是利用各基准线（纵剖线、水线、肋骨线、标志线）使吊装的分段处于正确的位置；另一是检查已经定好位的部分和整个船型的变动量，并采取预防措施。

如果定位精度不良，不仅影响以后工序的装配与焊接作业，而且还将造成完工后的精度不良，所以必须和分段精度一样，要经常考虑提高定位精度。

1.3.5 装配作业

定位好的分段依次将其接头部位切割正确，或修正接头的错位，以便能进行焊接。

在进行装配作业时，要修正分段之间接头部位的错位、弯曲、间隙，并必须考虑到焊接后的变形，并事先采取预防措施。

1.3.6 焊接作业

根据预先确定的焊接施工要领，进行分段接头部位的焊接。在焊接施工要领中规定了焊接的种类、方法、顺序等内容，这些是根据钢材的种类、现场条件、船型保持以及减少残余应力等因素而规定的。

1.3.7 矫正作业

当焊接变形超过允许量时，就要进行矫正。特别是外板等强力构件的“瘦马”状变形将会影响船体的强度。另外，上层建筑等的变形影响到外部美观，应予以消除。但是仅仅从一般地对已产生的变形采取矫正上来考虑是不够的，更为重要的是在进行装配及焊接前，要事先考虑不使其产生变形。

1.3.8 脚手架作业

如前所述，由于外场的作业场所几乎都是在高空，所以可以说考虑脚手架就无法进行外场作业。脚手架作业也与其他作业一样，也应考虑尽量减少外场工序的作业量，为此或是在地面上预先把脚手架架设在船台装配前的分段上，或是分段接头以外的地方先进行涂漆，以提前完成舾装作业，从而以后只需在接头部位架设脚手架，以上这些应预先很好地研究是很重要的。脚手架不仅要考虑它的架设，还应考虑如何便于拆除。

最近，各造船厂往往从设计阶段就考虑不需要脚手架的结构，而把船体结构的一部分当作脚手架使用，也就是采用所谓永久性脚手架。

并且，由于脚手架的单元化、机械化、装置化等原因，脚手架的架设作业也有日益减少的趋势。

1.3.9 检查

对于完工的部分，由船级协会会同船主监造人员进行检查。主要是对船体结构和焊接进行检查，其方法有外观检查（X线、磁粉探伤、超声波探伤、着色检查等）、水密或气密漏泄检查及强度试验（结构试验）等。

作为造船厂来说，为了取得十分满意的质量，采取由操作工人、管理监督人员检查

以及检查科检查等的双重、三重自主检查体制，以期万无一失。

1.3.10 下水作业

在船台上或造船坞中船体工作完成以后，船舶就可下水。在船台上，船体重量是由所有龙骨墩、边墩及撑柱等支承的，把船体的全部重量从龙骨墩等处转移到事先设置好的下水滑道上，并拆除墩木、撑柱等作业，称为下水作业。

下水方法根据下水滑道(包括固定在船台上的滑道和载着船体在滑道上滑走的滑板)所使用的减摩材料种类的不同，分为油脂滑道下水、钢珠滑道下水及滚柱滑道下水等。

最近由于船体的大型化以及钢珠具有能承受长期荷重的优点，所以很多造船厂都采用钢珠滑道下水。下水是一种难以错了重来的特殊作业，所以必须慎重行事。

另外，超大型船舶下水时，由于其下水重量特别大，解决下水设施及进行下水作业均极为困难，下水的危险性也大为增加，所以现在几乎都采用造船坞建造。

1.4 建造方式

从历史上看，船舶的建造方法一般都采用在船台上建造并使之下水的方式。因此，不言而喻，在建造时，下水是一个重要的前提条件。然而，由于焊接为主的技术的发展，产生了分段建造法，由此，装配顺序，即分段展开方式和由此而产生的建造方式也发生了急剧的变化，并取得了迅速的发展。

特别是1960年以后，船舶大型化(尤其是油船的大型化)的急速发展，各造船厂加大了现有船台的能力，以满足需要，但是，在出现了所谓超大型船后，由于原有的船台建造方式存在着船台结构强度以及下水时的安全等问题，于是就开始了建造超大型造船坞。

这些超大型造船坞的设备，都是在过去积累的建造技术的基础上，进一步增加了新的设想，使之能够采用效率高又安全的建造方式。

以往所采用的船台，其标高大致与地面相同，并为了下水而呈倾斜状，与此相比，船坞建造方式的特点就在于可以在倾斜度极小的船坞中建造船舶，因此，在分段合拢法、预先建造法(预先建造艏部分段)以及随后的船体移动中都采用了各种新的方法，从而产生了许多新的建造方式。

每个造船厂都要根据所建造的船舶的大小、种类以及每年的建造量等因素来决定建造方式，以体现各厂所特有的建造方针。

下面分别介绍有关建造时所采用的分段展开方式和建造方式。

1.4.1 展开方式

首先考虑单艘船舶建造的情况。此时分段的展开方式通常是把处于稳定装配状态的分段作为起始分段，向船首尾、左右、上下三个方向进行分段展开。根据展开方向的重点不同可分类如下：

层状方式——主要向船首尾方向展开；

总段方式——主要向上下方向展开；

梯形(塔式)方式——首尾方向和上下方向进行组合。

另外根据所定的起始分段的位置和数量, 又可分为一点方式和多点方式。

在这些方式中究竟采用何种方式, 因各造船厂所考虑的方法和附属条件而各有所异。本节中仅就一般的特征及其优缺点进行阐述。

1. 层状方式

这主要是从起始分段向船首尾方向展开的方式, 即首先将船底部分展开, 然后向横隔壁、纵隔壁、外板部分展开。

图 1.4.1 所示为从开工到第 n 天的船台合拢情况。

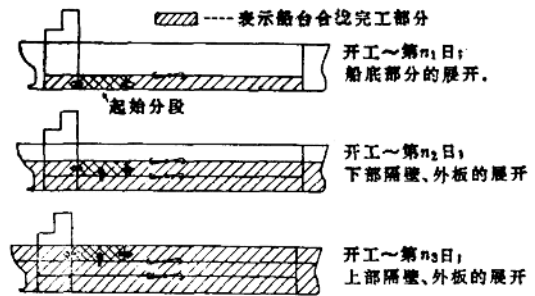


图1.4.1 层状展开方式示例

优点:

(1) 由于在船台合拢初期能容纳比较多的操作工人, 所以可以很快地消除各船下水前后出现的明显等工情况。这一方式对于早期展开作业量较大的船底部分更为有效。

(2) 在某一期间内, 同一工人能从事相同的作业, 所以能指望由于专业化而提高效率。

(3) 由于没有上下作业, 在作业过程中避免了上下交叉情况, 因而改善了作业环境, 能做到安全作业, 从而提高效率。

(4) 如果采用完全的层状方式, 作业场地是从船底移向横隔壁、纵隔壁、外板、上甲板, 因此以较少的操作工人就可完成船台合拢工作, 且作业量易于平衡。另外, 由于按顺序装配的分段都属同一系列, 因而在分段装配阶段容易实现机械化和装置化。

缺点:

(1) 由于上下方向完工比船首尾方向慢, 因而各区域的完工较晚, 这样, 油舱检查和有关舾装方面工作将被推迟。一般, 不能指望这一方式可缩短工期和增加生产量。

(2) 如果船台合拢的分段的焊接顺序不恰当, 将引起船体变形, 特别是船艏艉的上翘变大, 船体完工精度将降低。

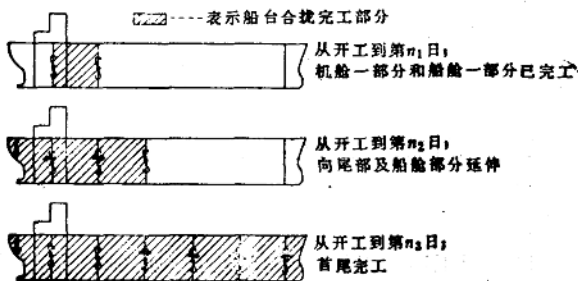


图1.4.2 总段方式的展开示例

2. 总段方式

这是把着重点放在从起始分段向上下方向展开的方式, 也就是从船底到甲板按每个船舱进行船台合拢的方式。

图 1.4.2 所示为从开工到第 n 天的船台合拢情况。

优点:

(1) 由于合拢工作是按一个舱一个舱来完成的, 所以船舱检查能提早进行, 便于实施舱内作业的机械化和装置化。

(2) 由焊接引起的船艏艉上翘少。

(3) 由于分段在地面上合拢成总段比较容易, 而且安全性好, 可望提高效率。

缺点:

(1) 由于船底部分不能尽早展开, 不能消除各船交替时所发生的明显等工情况, 船台合拢工作量也难于平衡。

(2) 容易发生上下作业和混杂作业, 有使作业环境恶化的危险性。

(3) 由于船底、隔壁、外板、上甲板等交叉进行作业, 因板厚、尺寸不同而造成作业量多寡不均, 人员分配管理比较困难。另外, 在分段装配阶段, 平台面积及人员分配也容易发生不均衡。

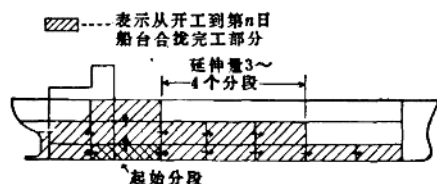


图1.4.3 梯形展开方式示例

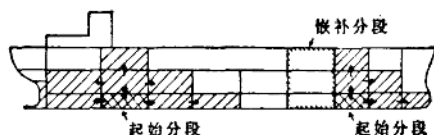


图1.4.4 二点建造方式的展开示例

3. 梯形方式 (塔式)

本方式是层状方式和总段方式的折衷, 是有效地利用了上述两种方式的优点而又弥补了它们的缺点, 因此最近已成为普及的方式。图 1.4.3 所示为从开工起至第 n 日的船台合拢状态。

在这一展开方式中, 一开工就马上吊装船底部分, 及早消除了明显的等工情况。

然后, 吊装隔壁分段, 再吊装外板和上甲板。隔壁和外板分段以及外板和上甲板分段的延伸要考虑到尺寸的精度、确保船型、作业环境等因素, 大体上以 3~4 个分段作为延伸量较为适宜, 但要根据各造船厂的生产能力, 以确定各自合适的延伸量。

4. 多点方式

在决定船台合拢的起始分段时不能简单从事, 一般应考虑有如下几点:

(1) 使分段的安装状态具有稳定性。

(2) 要在进度表上所规定的建造周期内, 完成船舱检查, 包括外板油漆作业全部结束, 处于可以下水的状态。亦即所谓从开工到下水的关键路径工作都包括在所规定的建造期间内。

(3) 目前, 舾装工作中的主机安装已经能在船坞中进行, 为了促进这一工作, 要考虑机舱内的舾装工作尽量也能在船坞内进行。

应按上述各点来决定起始分段的位置。

层状方式对均衡船台装配工序和分段装配工序的工作量是有效的, 如果船首尾方向和上下方向的船台合拢的节拍相同, 则建造周期就与总段方式一样。为了进一步缩短建造周期, 而有意识地缩短船台合拢的节拍, 反而会引起现场工序的混乱。

因此, 为了缩短建造周期, 采用二个以上起始分段的多点方式。多设几个起始分段, 当然能够缩短建造周期, 然而, 嵌补分段越多, 船型定位就越困难, 所以一般仅限于二、三个起始分段。图 1.4.4 为二点方式时分段展开示例。

采用图 1.4.4 的二点方式的场合, 在决定起始分段和最后的嵌补位置时, 必须注意

要使船的首部、中部、机舱的工作量和全体工序取得平衡,并使整个建造期间协调。

最近,大的新型造船厂其展开方式以机械化、装置化作为后盾,有的采用有作业单元、脚手架单元等的梯形方式;有的则在地面上将分段总装成大型分段,采用一种近似总段的方式,如罗泰斯系统、伽玛系统。

1.4.2 建造方式

一般一艘船的作业量在整个建造期间是不稳定的。初期作业面积狭小,作业量也少,但作业量随着船台合拢的进展而增加,达到峰值后将保持一段时间,而下水前又逐渐减少。因此,一般需根据不同时期增减作业人员。当船台数量较少的情况时,则会因发生作业量不均衡,而形成等工情况。

图 1.4.5 所示为一艘船舶建造时的人员分配情况。

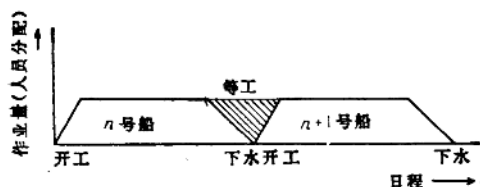


图 1.4.5 建造一艘船舶时的人员分配图

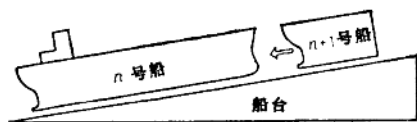


图 1.4.6 船台上纵向移动方式

此外根据机舱舾装工作的要求,必需尽量使机舱附近的船体工作及尽早完成,以使主机安装工作和机舱舾装工作尽早开工。

目前,随着船舶的大型化,建造周期也日益增长,因而必须尽可能地提高船台、船坞的周转率。

为了解决上述各个问题,目前已设想并实施了各种建造方式。下面就这些建造方式分别进行介绍。

1. 半串联方式

在大于一艘船舶长度的船台上或船坞中,在建造前一艘船的同时,建造后一艘船的部分船体,待前一艘船下水后,将其移至规定的装配位置上,以此作为起始分段,再对其余部分进行船台合拢,这个方式称为半串联方式。

在新型的造船厂中,有的厂建有较长的造船坞,在坞中设有中间坞门,并采用小车等方法来移动船体。下面介绍具有代表性的例子。

(1) 船台上船尾大分段纵向移动方式

这一方式是在前一艘船建造的同时,在船台前部建造后一艘船的船体作业以及舾装作业密度都较大的尾部的机舱及泵舱。待前一艘船下水后,利用滑道将其沿纵向移到预定的装配位置,以此作为基准进行其他部分的船台合拢工作。

这种方式的优点如下:

- a. 由于机舱、泵舱的早期舾装,工作量可以均衡;
- b. 一般由于相当于关键路径的部分可以预先建造,所以能缩短船台周期,即可以提高船台的周转率;
- c. 可使装配工序作业量均衡。

这一方式如图 1.4.6 所示,必需设有纵向移动用的牵引装置。在预定位置上进行装

配时，需注意保持左右舷的水平度及船首尾方向的装配坡度。此外，由于受到滑道长度、允许荷重以及牵引装置的卷扬机容量等的限制，所以与漂浮移动法相比，其缺点是移动重量受到限制。

（2）造船坞中纵向移动方式

图 1.4.7 所示为这一方式中的一例。这一方式是：在 *A* 船建造的同时，建造 *B* 船中必须预先建造的船艏部分，在 *A* 船下水时，使 *B* 船漂浮并移向坞口，关闭坞门，并在建造 *B* 船其余部分的同时，又开始建造 *C* 船的船艏部分。

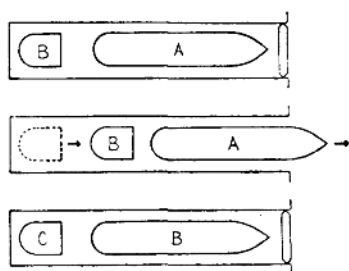


图 1.4.7 造船坞中纵移方式

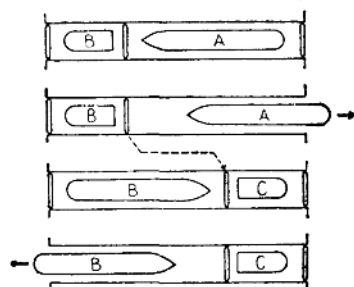


图 1.4.8 双开船坞方式

在这一方式中，可以把 *A* 船下水前后所多余的人员转移到 *B* 船及 *C* 船上，除了可使人员分配均衡外，还能提高船坞的周转率。此外，如果设置中间坞门，不用漂浮方式而用液压等移动装置来移动尾部船体的话，则下水前后的多余人员就更加容易安排。

采用这一方式时，船坞周围的车间设施，特别是分段总装平台、单元舾装车间、贮存场地等，最好是根据建造船的流向而决定。

2. 双开船坞方式（船闸方式）

这一方式和半串联方式一样，是在建造 *A* 船的同时建造 *B* 船的船艏部分，在此情况下，在船坞的两端及中间都设有坞门。

如图 1.4.8 所示，当 *A* 船下水时，*B* 船与之无关而继续进行作业，待 *A* 船下水后，移动中间坞门，然后进行 *B* 船的其余部分及 *C* 船船艏部分的建造，由于可期望具有如同二座船坞同样的效果，所以和单开船坞的半串联方式相比，更有利于提高设备效率以及工序的均衡。在这一方式中，大多把船体车间设在船坞一侧，如果在横跨船坞及坞侧的大型门式起重机下，设置有分段总装场地，则效率将会更高。

3. 推移方式

在一般建造方式中，随着分段船台合拢的进展，船台合拢的作业点和作业场地是顺次移动的，与此相反，推移方式则是把船台合拢作业点和作业场地固定于规定的位置上，将造好的船体部分推移出来。

这一方式是瑞典哥德瓦尔特·阿伦达船厂所采用的独特的方式，其概况如图 1.4.9

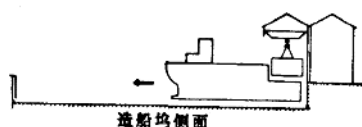
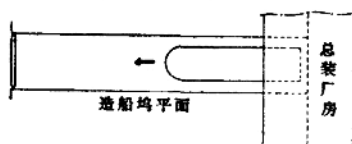


图 1.4.9 推移方式

所示（该船厂的车间布置见《钢船建造法》第一卷）。

这一方式可认为是总段展开方式中的一个理想形式，具有如下优点：

（1）由于船台合拢作业是在固定位置上进行，因而这个部分可用房屋遮蔽，这样就不受注定造船作业命运的气候条件所影响，而成为全天候作业；

（2）由于作业集中于固定场地，就有可能实现机械化、装置化，以提高作业效率；

（3）由于采用了总段方式，使总装厂房可缩小到最小限度，因而也就不需要有宽大的场地。

目前，上述方法的船体推移装置业已研制成功，因而这种方式成为划时代的建造法。

4. 多阶段方式

这是最近新型造船厂所采用的一种建造方式，即以在坞中舾装为目的，将建筑工程分为几个阶段，以使船体和舾装工作的作业量均衡，并在坞中进行主机安装和试车，出坞后可立即进行试航。这种方式的具体示例如下。

（1）三阶段方式

以前，船舶建造方式多数按造船坞和舾装码头二个生产阶段形成生产线，而所谓三阶段方式则是为了将这二个阶段的作业改为全部在坞中完成，在长而大的造船坞中将船舶建筑工程分为船艏建造、船艙和平行舢体建造、舾装工作三个建造阶段。由于各阶段的节拍调整成完全一致，因而这种方式可使工序管理方便，作业场地固定，作业专业化，并能使用各种机械化装置。图1.4.10所示为三阶段建造方式的概况，使用的造船坞有的为直线型式、有的为带有侧船坞的“T”字型式。

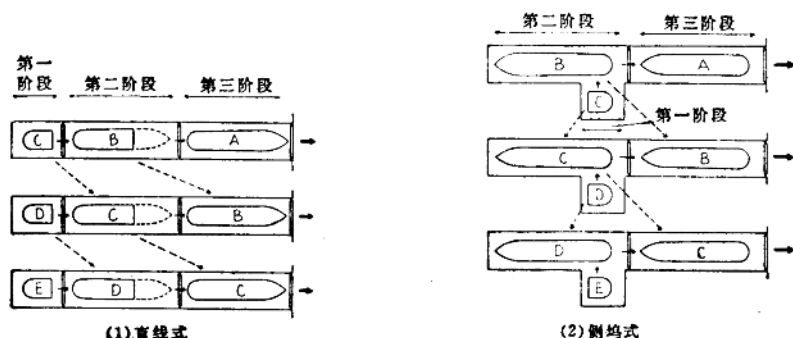


图1.4.10 三阶段建造方式

如果采用这种方式，出坞后就可以立即出海试航，此外还可以减少大型船舶的出入坞和系船作业。

（2）五阶段方式（双坞式系统）

其设想与前述三阶段方式一样，但将船艏部分和船艙部分分别在两个船坞中建造，最后再将船体的两个部分合拢出坞。

图1.4.11所示为这一方式的概况，把船艏部分和船艙部分的生产线分开，进而使分段总装作业与坞中作业紧密联系起来，以求工作量均衡。

图1.4.11所示的各阶段作业内容如下:

第一阶段: 建造船尾部分, 安装主机和主锅炉;

第二阶段: 吊装上层建筑, 进行机舱、泵舱的舾装作业;

第三阶段: 船体合拢, 主机、辅机试车;

第四阶段: 建造平行中体部分船体;

第五阶段: 建造平行中体部分及船首部分船体。

第一、二、三各阶段之间的船体移动方法是采用由重型车轮的小车组和液压推进装置组成的船体移动装置。

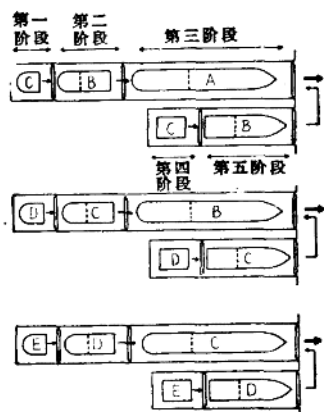


图1.4.11 五阶段方式

5. 总装分段移动方式

在装配阶段和船台装配阶段之间设置分段总装阶段, 将装配好的分段组装成总装分段, 然后把总装分段移至坞中进行船体合拢, 这一建造方式称为总装分段移动方式。由于将以前在坞中进行的工作移至地面, 从而改善了作业环境, 促进了机械化、自动化, 是一种谋求提高作业安全性和作业效率的建造方法。

总装分段一般是作成环形立体分段的形式。分段总装的方法、设备以及移至船坞中的方法都具有独特之处。下面将举例加以介绍。

(1) 罗泰斯系统

这种方式是在坞侧设有分段总装工场, 在此工场内装配成巨大的分段, 然后不用起重机而用移动装置、方向转换装置以及回转入坞装置将上述分段移至合拢处进行船体合拢。

(2) 伽玛系统

在专门的分段总装工场内装配成巨大的分段, 然后用运载工具运到坞侧, 再用船坞上的起重机吊至坞中进行合拢。在此情况下, 为了缩短合拢周期并使接头易于对合, 在分段总装阶段把大型分段的所有接头面进行了无余量加工。

(3) 利顿方式

是美国利顿工业公司(集团)英格尔斯造船厂(西部)所采用的方式, 用小车将环形总段横移至与装配场地处于同一标高的船台上进行船体合拢, 然后, 船舶进行横向下水(利顿方式工厂的布置见《钢船建造法》第I卷)。

6. 两段建造方式

在新型的造船厂中, 经过全面研究, 采用了包括有最合理的布置和最合适的建造方

法的生产系统,但老的造船厂则是有效地利用现有设备来对付船舶的大型化。对付船舶大型化的方法之一为两段建造法。在这种情况下,船体的合拢场地是个突出的问题,根据合拢的方式,两段建造法有如下几种:

(1) 坞中合拢方式

是在船台上分别建成首部船体及尾部船体后,各使之下水,然后在船坞中进行合拢的方式(图1.4.12)。

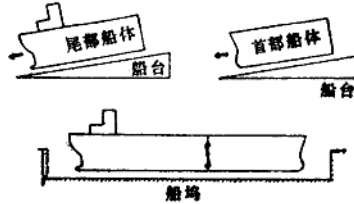


图1.4.12 两段建造坞中合拢方式

(2) 水上合拢方式

是在船台上分别建成首部船体、尾部船体后,再在水上合拢的方法。合拢方式有两种。一种是在大接头处装有水上合拢装置以进行船体合拢;另一种是使船尾部分纵倾,再用大型起重机将船首吊起,使大接头部分露出水面而进行合拢。图1.4.13所示为水上合拢方式的两个例子。

7. 建造方式的采用

前面已介绍了各种建造方式,无论哪种建造方式都有它的优缺点,难以断言哪个方

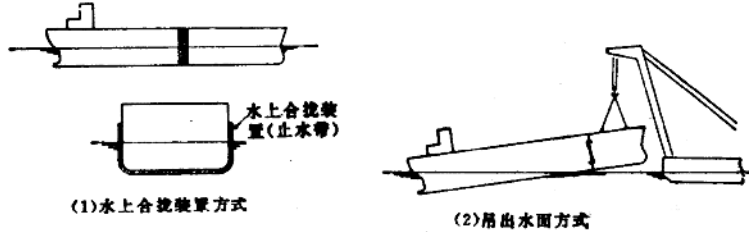


图1.4.13 两段建造水上合拢方式

式好而哪个方式不好。由于它与船厂所处地域条件、建造对象的船舶大小、技术水平以及企业方针等有关,所以在决定采用何种建造方式时,必须考虑下列事项:

- (1) 要与建造的船舶大小相协调;
 - (2) 要与造船厂的技术水平、生产能力相称;
 - (3) 应容易使工程量均衡;
 - (4) 应避免重体力劳动,能够全面施行机械化、装置化及省力化;
 - (5) 没有上下作业、混杂作业,能确保有良好的作业环境;
 - (6) 不是单纯的重复作业,而是能够进行多种作业;
 - (7) 能使分段装配、部件装配、加工工序作业量都可均衡;
 - (8) 不仅是船体工作,而且舾装工作也能预先进行,或能达到船体-舾装一元化。
- 必须在考虑上列各项后,再采用与工厂本身条件最为适应的建造方式。