

钢船建造法

第四卷 装配作业

日本造船学会钢船建造法研究委员会 编

陈叔刚 译

国防工业出版社

钢 船 建 造 法

第四卷 装配作业

日本造船学会
钢船建造法研究委员会 编

陈叔刚 译

程舜麟 陈光圻
杨 深 施万春 校

国防工业出版社

内 容 简 介

全书共分六卷。

本书为第四卷装配作业部分。主要介绍船体部件及分段的装配焊接工艺,并对部件及分段装配焊接中使用的平台、工艺装置、焊接设备、工夹具等,另外对公用设施等也作了详细叙述。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Ⅳ卷 組立工作法

日本造船学会

鋼船工作法研究委员会 編

座報 株式会社 1976年

*

鋼 船 建 造 法

第四卷 裝配作業

日本造船学会

鋼船建造法研究委员会 編

陈叔刚 译

程舜麟 陈光圻

杨 深 施万春 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

*

787×1092 1/16 印张12 277千字

1986年4月第一版 1986年4月第一次印刷 印数: 001— 875册

统一书号: 15034·2963 定价: 2.50元

目 录

第一章 总论

1.1 船体工程中装配工序的意义	1
1.2 分段装配工序和部件装配	
工序的意义	4
1.2.1 分段装配工序的意义	4
1.2.2 部件装配工序的意义	5
1.3 预舾装、分段涂装、分段	
总装的意义	6
1.3.1 预舾装的意义	6
1.3.2 分段涂装的意义	7
1.3.3 分段总装的意义	7
1.4 装配车间变迁的概要	7
1.4.1 分段装配法的变迁	8
1.4.2 最近装配车间的特点	8
1.4.3 今后的课题	9

第二章 设备、机械及工装

2.1 装配车间的设备	10
2.1.1 概要	10
2.1.2 装配车间的布置	10
2.1.3 装配平台的面积	16
2.1.4 部件装配车间的设备	17
2.1.5 分段装配车间的设备	21
2.1.6 船台装配前作业用的设备	
(以分段总装为主)	26
2.1.7 其它设备	28
2.2 装配平台	29
2.2.1 概要	29
2.2.2 平台的种类及其结构	29
2.2.3 各种平台的特性及优缺点	34
2.2.4 平台基础	35
2.2.5 平台的宽度	35
2.2.6 专用平台和通用平台	36
2.3 装配用的工夹具及装置	36
2.3.1 装配用工具	36

2.3.2 装配用夹具	39
2.3.3 型值胎架	45
2.3.4 装配装置	49
2.4 焊接设备、工具及焊接	
材料的管理	54
2.4.1 电焊机	54
2.4.2 自动、半自动电焊机	57
2.4.3 焊接材料的管理	59

第三章 装配工艺

3.1 装配作业的各种计划	62
3.1.1 分段划分计划	62
3.1.2 工序计划	65
3.1.3 施工计划	66
3.2 分段装配法	73
3.2.1 部件装配概要和装配举例	73
3.2.2 分段装配方法的分类及特征	74
3.2.3 平面分段装配举例	76
3.2.4 曲面分段装配举例	79
3.2.5 立体分段装配举例	82
3.2.6 其它结构装配举例	84
3.3 焊接方法及应用举例	86
3.3.1 各种自动、半自动焊方法	86
3.3.2 装配工序中焊接应用举例	100
3.4 装配作业	101
3.4.1 零部件的搬运与配材	101
3.4.2 装焊作业	102
3.4.3 焊接作业	105
3.4.4 预热	112
3.4.5 铲刨作业	114
3.5 防止和消除焊接变形的的方法	115
3.5.1 变形的种类和变形量	115
3.5.2 防止变形的的方法	120
3.5.3 消除变形的的方法	122
3.5.4 消除应力的退火	124
3.6 船台装配吊装前的作业	124

3.6.1 翻身作业	125
3.6.2 分段涂装	127
3.6.3 预舾装	128
3.6.4 分段总装	128
3.7 分段总装	128
3.7.1 平面分段的平面总装	129
3.7.2 平面分段的立体总装	129
3.7.3 曲面分段的立体总装	131
3.7.4 上层建筑的层状总装	131
3.7.5 分段总装举例	133

第四章 工序管理

4.1 装配工序管理的目的和组织	136
4.1.1 装配工序管理的目的	136
4.1.2 装配工序管理的组织	136
4.2 工序计划	138
4.2.1 工序计划的前提条件	138
4.2.2 长期的分段装配计划	141
4.2.3 各船装配平台的分类计划	143
4.2.4 中日程计划	146
4.3 装配工序的控制	149
4.3.1 小日程	149
4.3.2 与执行要领的关系	150
4.3.3 工序会议, 联系调度会议	150
4.3.4 零件管理, 堆场管理	150
4.3.5 精度管理	151
4.3.6 进度管理	151
4.3.7 作业效率的评定	152
4.4 电子计算机在工序	

管理中的应用	152
--------	-----

4.4.1 应用的背景	152
4.4.2 应用的效果	152
4.4.3 应用的前提	153
4.4.4 在工序计划中的应用	153
4.4.5 在工序控制上的应用	155

第五章 质量管理

5.1 质量管理的目的及组织	156
5.1.1 质量管理的重要性及其方针	156
5.1.2 质量管理的组织及其机能	157
5.2 装配工序中实际的质量管理	157
5.2.1 影响质量的各种重要因素	158
5.2.2 利用管理图的质量管理	159
5.2.3 自主质量管理的系统	159
5.2.4 精度计划(标准尺寸及允许公差的分 配)举例	163
5.3 装配作业中的质量标准	164
5.3.1 装配精度	164
5.3.2 完工分段的尺寸精度	164
5.3.3 焊接及焊接变形	164
5.4 错误操作的处理和防止错误 操作的措施	167
5.4.1 错误操作的处理	167
5.4.2 防止错误操作的措施	168
5.5 检查	169
5.5.1 装配工序中的检查方法	169
5.5.2 检查标准及检查方法	170
5.5.3 分段的完工检查	185

第一章 总 论

1.1 船体工程中装配工序的意义

在建造船体时,要加工大量的钢板和型钢等原材料,首先加工成单个零件,其中一部分零件在部件装配平台上装配成部件,然后将这些零、部件送到分段装配平台上装配成分段。另外,有的造船厂将这些分段彼此之间进一步组合,制成更大的分段(即总段)。最后,在船台上把各个分(总)段装配成船体。

可是,由于船体是一个复杂的结构体,所有的构件不一定都要经过上述的全部工序。因此,到船台装配前有如表 1.1.1 所示的八种加工装配系列。这样,由于零件的流程各不相同,所以生产方式也就非常复杂。

为了更有效地管理这些复杂的生产机构,提高其生产率,吸取了最近几年来的生产工程管理学思想和方法,在工程开工之前,就预先制订出从内场加工到船台装配等各种作业的详细计划。

表1.1.1 加工装配工艺路线的分类

1	内场加工→部件装配→分段装配→分段总装→船台装配
2	内场加工→部件装配→分段装配————→船台装配
3	内场加工→部件装配————→分段总装→船台装配
4	内场加工→部件装配————→船台装配
5	内场加工————→分段装配→分段总装→船台装配
6	内场加工————→分段装配————→船台装配
7	内场加工————→分段总装→船台装配
8	内场加工————→船台装配

船体工程大致可以分为下列五个工序:

- (1) 加工工序
- (2) 部件装配工序或平面分段装配工序
- (3) 分段装配工序或立体分段装配工序
- (4) 分段总装工序
- (5) 船台装配或吊装工序

表1.1.2 各装配工序中处理的零部件数量 (举例)

船型	项目	内场加工		部件装配		分段装配				总段装配				船台装配				配
		原材料	零件数 N	零件数 N_i	装配好的 零件数 S_b	从加工直 接送来的 零件数 N_a	从部件装 配送来的 零件数 A_i	要装配的 零件数 A_n	装配好的 分段数 A_b	从加工直 接送来的 零件数 N_g	从部件装 配送来的 零件数 G_i	从分段装 配送来的 分段数 G_a	要总装的 零件和分 段数 G_n	装配好的 总装分段 数 G_b	分段数 E_b	单独零 件数 N_e	部件数 E_i	
10,000 载重吨 货船		板材 1500张	16,800	11,760	1,638	5,007	1,023	6,030	160	—	4	90	94	22	92	33	11	136
		型材 2800根																
30,000 载重吨 散货货船		板材 1850张	20,432	14,302	2,248	6,090	2,221	8,311	159	—	8	68	76	20	111	40	19	170
		型材 1870根																
70,000 载重吨 散货货船		板材 3284张	36,325	25,872	3,997	10,311	3,975	14,286	355	—	10	106	116	49	298	142	12	452
		型材 3321根																
90,000 载重吨 油船		板材 2939张	41,082	28,264	2,735	12,764	2,707	15,471	348	—	8	75	83	20	293	54	20	367
		型材 4338根																
250,000 载重吨 油船		板材 5000张	73,220	60,050	4,610	12,540	4,270	16,810	395	630	180	132	942	57	320	—	160	480
		型材 3420根																
450,000 载重吨 油船		板材 9464张	116,535	86,739	10,863	29,715	10,722	40,437	648	22	40	199	261	94	543	59	101	703
		型材 24300根																

$$N = N_i + N_a + N_g + N_e \quad S_b = A_i + G_i + E_i \quad A_n = N_a + A_i \quad G_n = N_g + G_i + G_a \quad E = E_b + N_e + E_i$$

$$N = N_i + N_a + N_g, \quad S_b = A_i + G_i + E_i, \quad A_n = N_a + A_i, \quad G_n = N_g + G_i + G_a, \quad E = E_b + N_e + E_i$$

表 1.1.2 是在上述各工序中处理零部件数量的示例。

这样，送到船台上的零部件不管经过怎样的装配工艺路线，其作业内容都是由各种加工、运输、装配作业所组成。最近几年，由于这些加工、运输、装配作业取得了惊人的进展，所以能够实行过去铆钉结构时代所无法比拟的，在质量、数量及经济性方面都优越的制造工艺。

在切割方面，由于门式切割机、半自动切割机的问世，全面地采用气割代替机械剪切。目前，已大量地采用数控切割机。另外，等离子数控切割机也已在采用。

另一方面，第二次世界大战后，由于普遍采用了电焊，建立了分段造船法，并且由于采用了50~80吨的大型起重机，实现了分段大型化。特别是最近几年，起重机的大型化、船舶的大型化和船台周期的缩短有了迅速的进展；对老厂的旧有设施进行了改造和扩建以及建设了新的造船厂；分段已在向巨型化发展；并且还采取了尽量减少船台装配工序工作量的方法。

因此，设置具有理想焊接条件的宽敞的装配车间已成为船体建造上必不可少的了。

本书记述了部件装配、分段装配以及在船台装配前将分段组合成大型分段——分段总装工序中所包含的加工、运输、装配等所有各种作业。

这些工序的各种作业具有很多工种。例如：为了装配一个分段，参与船体建造的10多个工种中约有6~9个工种是必须依次进行作业的。也就是说在以前逐块板的安装方式中，各个工种只有在船台上按工序依次进行工作，才能有效地建造船体，而现在在装配平台上就能完成过去在船台上进行的很多种作业。

此外，船台作业转移到装配工序的工作方式在舾装作业中也被大量地采用。由于在分段装配中或者分段装配以后要大量地进行分段舾装（1.3.1）、分段涂装（1.3.2），所以，分段在船台装配前往往就需配有舾装、涂装工种。具有这样复杂工序的分段，在有限的作业面积中，许多分段要同时进行装配。另外，这些分段的完工时期相错开的时间不多，因此，为了合理地组织装配工序，在规定的日期内完成预定的分段，仅仅依靠各工种之间的联系、调整往往是不够的。为了迅速而合理地处理在各个装配平台上发生的问题，必须配备管理工程师，进行严格的管理。

总而言之，装配工序是需要船体车间大多数工种参加的重要工序。如：表 1.1.3 所示的装配工序的工时在整个船体工作中占有很大的比例。因此能否提高装配工序的技术，

表1.1.3 各种工序的工时比例（举例）

	工 时 比 例 (%)		
	90,000载重吨 油船	70,000载重吨 散装货船	10,000载重吨 货船
放样、施工图	12	12	14
加工	10	9	9
部件装配	11	8	6
分段装配	33	39	25
总段装配	2	2	3
船台装配	32	30	43

注：设船体总工时为100%。

高效率地进行管理,对船体质量的影响固不待言,就是对整个船体工程的效率,也有极大的影响。

1.2 分段装配工序和部件装配工序的意义

1.2.1 分段装配工序的意义

分段建造法是将船体划分成分段在地面的装配平台上进行建造的一种造船方法,其目的是为了尽量减少船台上的工作量。这种建造法具有如下的优点:

- (1) 能够缩短船台周期;
- (2) 对工序和作业技术容易监督管理;
- (3) 由于改善工作环境,易于实现机械化,提高了工作效率;
- (4) 可以减少高空作业的危险;
- (5) 减少了船台焊接工作量,因而可以减少焊接变形及残余应力;
- (6) 能够实行以分段为单位的精度管理,可修正前道工序的精度误差和采取保证下道工序精度的措施,提高了船台工序的精度水平。

分段根据其大小和结构形式可分为多种类型,但大致可分为:平面分段、曲面分段、立体分段、准平面分段。这些分段的典型形状如图 1.2.1~图 1.2.5 所示。

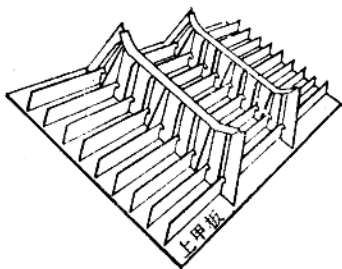


图1.2.1 平面分段（油船上甲板分段）

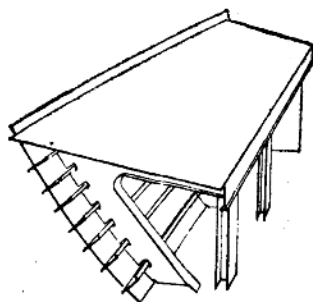


图1.2.2 立体分段（机舱外板L型分段）

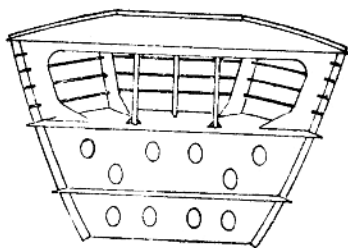


图1.2.3 立体分段（尾部）

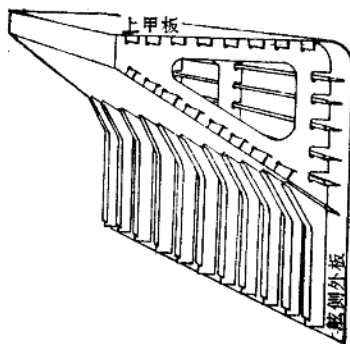


图1.2.4 立体分段（散装货船的边水舱）

在船体结构上,平面分段在数量上要比立体分段多。另外,可以看到立体分段中有很多是由平面分段进一步组合而成的。因而,从概念上可以认为分段通常是由板材、桁材、加强材等所构成的平面结构件。

分段装配工序是把这些板材、桁材、加强材等搬运到平台的规定位置上,先进行零件配材,再装配、焊接成一个完整分段。一般把从零件配材到分段总装或船台装配准备结束之前,称为分段装配工序。

近年来,舾装件的安装和涂装工作,即所谓分段预舾装(1.3.1)和分段涂装(1.3.2),也在地面的装配平台或分段堆场上完成。

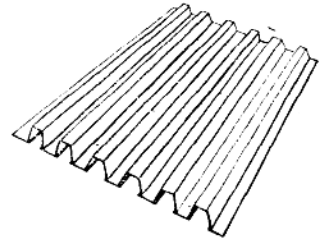


图1.2.5 其它分段(槽形隔壁)

分段重量如图1.2.6所示,一般为50~80吨,但最近有增加到100~150吨的趋势。此外,也有在船台上或在船台旁建造分(总)段,然后采用移动分段的方法进行船体建造。

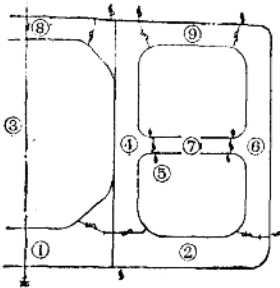


图1.2.6 (a) 9万载重吨油船分段重量

船台装 配顺序	分段名称	重量 (吨)
①	中部船底外板	110
②	边部船底外板	60
③	中部横隔壁	50
④	纵通隔壁	85
⑤	边部横隔壁	30
⑥	舷侧外板	85
⑦	横撑材	3
⑧	中部上甲板	60
⑨	边部上甲板	40

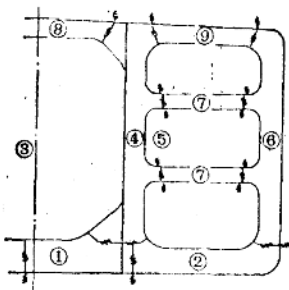


图1.2.6 (b) 25万载重吨油船分段重量

船台装 配顺序	分段名称	重量 (吨)
①	中部船底外板	右 = 180 / 左 = 150
②	边部船底外板	170
③	中部横隔壁	140
④	纵通隔壁	230
⑤	边部横隔壁	70
⑥	舷侧外板	225
⑦	横撑材	15
⑧	中部上甲板	180
⑨	边部上甲板	75

如果分段大型化,一般地说,在船体结构上是有利的,但对于平面分段来说,分段过大,反而会减少装配时的平台周转率。另外,在船台装配时为了增加分段的刚性,还需要加固,从各个装配场地、船台起重机的能力、保持精度等方面来看,分段也不宜过大。一般的方法是设置分段总装工序,把几个分段先组合装配成总段,再进行船台装配。

1.2.2 部件装配工序的意义

在进行分段装配时,例如象桁材这一类构件,先将组成桁材的各个零件分别在另外

的场地上预先装配成外形和重量都更大的部件, 供给分段装配平台。这样做具有如下优点:

- (1) 零件装配成部件后, 分类单位变小, 而且切割后的零件的数量减少, 易于搬运;
- (2) 以分段为单位的工作量均匀化, 而且零部件易于配齐, 工序进度稳定;
- (3) 易于采用小型部件装配专用装置, 提高装配效率;
- (4) 由于有可能采用回转胎架等装置, 增加了俯焊的工作量, 易于保证焊接质量, 提高效率。

在分段装配之前, 先将零件装配成部件, 即称谓部件装配。

在部件装配时, 由于部件的形状小、重量轻, 一般重量为 5~40 吨, 因此不需要分段翻身和船台装配时所用的 50~80 吨的大吨位起重机。另外, 装配平台的结构也自然各不相同, 因为从经济上、效率上来看不宜在分段装配用的平台上进行部件装配, 所以应从设备和组织形式上来考虑采用这一工序好的经营管理方法。

总之, 设置部件装配工序的意义在于: 采用适合于部件装配的起重机、平台以及焊接、定位焊等设备, 进行高效率的作业, 在分段装配所要求的日期内, 无遗漏地供给必要的装配部件。

根据这样的想法, 还可采用便于零件配套的方法, 例如: 即使不是部件装配作业本身直接需要的零件, 而是在分段装配和船台装配时所需要的, 在部件装配时也可预先俯焊在适当的位置上。

辅助设施的形式基本上有固定平台和输送平台两种。采用哪一种形式应根据建造船型、进度要求及整个车间的布置、计划、分类管理的能力而定。

1.3 预舾装、分段涂装、分段总装的意义

1.3.1 预舾装的意义

随着分段建造法的采用, 船体的零部件都汇集在分段装配工序中。可以看到, 基于同样想法的舾装部门, 其建造方法也在发展。例如, 采取了将舾装件适当地汇集成组合件的方法, 即所谓单元舾装法, 而单元舾装就是舾装工序本身的汇集化; 另外, 还采取了在船体装配工序中将舾装件或舾装单元装入船体结构内的方法, 与船台装配、各种装置的安装作业同时并进, 以促进舾装部分各种装置的安装作业。这些作业方法一般称为预舾装。

预舾装具有如下的效果:

- (1) 可减少船台装配工序中起重机的使用次数, 使起重机管理合理化;
- (2) 可在分段的制造过程中完成分段内舾装件的焊接;
- 3. 可缩短舾装周期, 合理地安排人员, 减少工时。

随着这种作业方法的采用, 在船台装配前往船体分段上安装舾装件的工序受到了重视, 所以有的造船厂设置了分段舾装车间。

此外, 为了进一步发展预舾装, 还必须尽量考虑分段总装和预先建造法等。

1.3.2 分段涂装的意义

随着分段建造法的进展,涂装方法也从船台涂装变为在地面上的分段装配阶段中完成涂装。因而在船台上的涂装作业主要是对分段的对接处进行涂装以及修补在各种马板处烧损的地方。

分段涂装的效果如下:

- (1) 大部分涂装作业都在地面上进行,可改善工作环境;
- (2) 大部分作业都在地面上进行,因此能够合理安排人员,缩短工作周期和减少工时;
- (3) 便于对漆膜厚度等的质量管理,可提高产品质量;
- (4) 可减少船台上脚手架的架设工作。

由于上述各种原因,涂装作业的地面化已有所进展,另外单独设置分段涂装工场的造船厂也在增加。

1.3.3 分段总装的意义

近年来正在广泛地采用在船台装配前预先把几个分段组合成总段后,再进行船台装配的方法。其目的是:

- (1) 在船台装配前的工序中多完成些工作,排除工程中的关键路线,以谋求缩短船台周期和提高船台周转率;
- (2) 由于改善了工作环境,排除了高空作业,并减少了脚手架的架设工作等,所以可保证安全和提高工作效率;
- (3) 促进了预舾装和分段涂装;
- (4) 特别是在采用立体分段总装的情况下,减少了船台装配工序中的露天作业。

由于分段总装法受气候影响较小,故常为新型的造船厂所采用。

分段总装方式大致分为立体分段总装和平面分段总装,一般对船体中央部位来说立体的或是平面的分段总装都可采用,但是,对首尾部结构、上层建筑来说,都采用立体分段总装的方式。总装后的立体分段如图 1.3.1 所示。

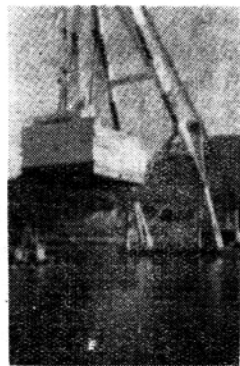


图1.3.1 总装后的立体分段
(上层建筑)

1.4 装配车间变迁的概要

随着焊接技术的进展,船体的焊接结构也有了迅速的发展,在1950年~1951年间采用了分段建造法,代替了过去的铆接结构。由于分段建造法的采用,在过去的加工工序和船台装配工序之间就出现了装配工序。

现在,装配工序是船舶建造工序中最重要工序,装配车间的布置、面积、设备的情况如何,将直接影响造船厂的造船能力。

初期的装配车间设在能利用船台起重机吊运分段的地方。即设置在空船台上、船台

旁边或船台端部空余的地方等，直到认识到装配工序的重要性后，才出现了专门的室内装配车间，并进一步按照作业的内容，分为分段装配车间和部件装配车间。

装配车间的位置选择应考虑到与加工设施的相互关系，既要方便零件运输，又要有利于提高生产率，但由于所需面积较大以及辅助设备庞大，所以受到各造船厂厂址条件的限制。由于上述原因，老的造船厂大多数在船台旁边能利用船台起重机的地方设置室内装配车间。

另一方面，在新型的造船厂中，则要充分考虑到上述条件来决定工厂的总体布置。

1.4.1 分段装配法的变迁

分段可划分为以下四个系列：

- (1) 平面分段系列：船底分段、上甲板分段等；
- (2) 曲面分段系列：曲面外板分段等；
- (3) 立体分段系列：机舱的L型分段等；
- (4) 其它分段系列：槽形隔壁、上层建筑的各层分段以及没有包括在(1)~(3)中的其它分段。

以上分段都是由板材和构架所构成的，立体分段(3)是由几个平面分段、曲面分段组合而成。

平面分段的装配方法有以下三种：

- (1) 散装法
- (2) 先装纵材法
- (3) 框架法

早期的分段装配采用散装法。这种方法是在拼板后的板列上依次安装纵材、肋板、桁材等内部构架，不需要特殊的设备和装置。

但是在这种方法中，配材作业繁杂，难于实现机械化和自动化，不适于大量生产同一形状的平面分段。目前，这种方法正在向先装纵材法和框架法过渡，而仅用于一部分曲面外板分段上。

先装纵材法是拼板后，在流水线上将纵材先装在板列上，然后再将横材进行配材和装配。这种方法随着板列和纵材连接部位的平角焊的自动化，还将纵材和横材的配材定位焊和焊接工位分开，以谋求作业单纯化，改善作业性，达到高效率地装配分段的目的。这种方法存在的问题是：由于先装纵材会引起板列变形，因而与横材的连接处精度不好；横材的配材作业比散装法麻烦；以及各工序间难于同步等。

框架装配法是将纵材、肋板、桁材等内部构架预先在平台上装配成框架，再将框架移到已拼好的板列上，并装配成一体。这种方法的目的：借助于内部构架配材作业的机械化和连接部位的焊接自动化，以加快平台的周转率和提高产品质量的稳定性。本方法在大量重复生产形状相同的单纯平面分段时采用。存在的问题是：不适用于非格子状的分段，框架与拼板工序不易协调。

1.4.2 最近装配车间的特点

1. 车间布置

(1) 装配车间布置按前述的各分段系列明确地区划开,同时,从加工、部件装配到分段装配、船台装配按各工序的顺序按直线进行布置;

(2) 设置将预舾装、分段涂装作业包括在内的室内装配车间;

(3) 扩大分段装配的范围,设置了包括有平面分段总装或立体分段总装的室内装配车间。

2. 装配方法

(1) 平面分段采用先装纵材法或框架法,实现了机械化和自动化。举例如下:

先装纵材法:

a. 纵材自动配材装置;

b. 线焊机。

框架法:

a. 纵材插入装置或横材插入装置;

b. 立角焊自动焊机;

c. 平角焊自动焊机。

(2) 有关曲面外板分段,吸取了纵材先装法的想法,采用了单板分段工作法,并在舳部分段采用了回转胎架装置,实现了机械化和装置化。

(3) 在立体分段总装方面已出现了设有象罗泰斯系统、伽玛系统、滚动系统那样的固定装置或大分段的翻身装置、搬运装置等大规模装置化的装配车间。

1.4.3 今后的课题

如上所述,近几年来装配工序的合理化已取得了进展,作为今后研究的课题,考虑的项目如下:

(1) 除中央部分平面分段以外的分段装配工艺的改进;

(2) 通用性、简便性、效率等各方面均比重力焊优越的自动焊接装置的研制;

3. 装配作业的机械化;

4. 制订装配车间的通风、噪音等的改进措施,以改善工作环境。

第二章 设备、机械及工装

2.1 装配车间的设备

2.1.1 概 要

装配工序是船体建造工序的中间工序，它以内场加工好的各种各样的零件为原料，装配成适当大小的分段，按照船台工序所需的顺序提供。进行这些分段装配作业的场所总称为装配车间。

处理从加工工序送来大量零件的装配工序，按其作业性质又可划分为部件装配工序和分段装配工序，以提高生产效率。因而，在这两个工序中应尽量配置各种各样适宜的设备，并最大限度地发挥其特性。

另一方面，在装配技术发展方面，已从在固定装配平台上的分段装配方法变为在部件输送平台和分段输送平台上的装配方法，分段的尺寸、重量也在向大型化发展。

此外，从改善作业环境、有效而灵活地使用各种设备等的目的出发，采用了分段总装方式，即先在地面上将几个分段装配成大型的大重量分段——大型平面分段、立体分段或层状分段，再进行船台装配。

将这种分段总装方式扩大到船体平行中体部分的整个区域，从装配开始到船台装配前各阶段的作业采用大型工装，并使之系统化。这种系统化的工装有罗泰斯系统、伽玛系统等等。这些系统将从分段装配到船台装配前的作业放到流水线上，以流水作业的方式建造船体，是一种划时代的建造方式。

2.1.2 装配车间的布置

1. 装配车间布置的变化以及零件流程的变迁

装配车间的管理与装配作业的管理是密切相关的，而其中搬运作业的管理又占了很大的比例。因而在选定装配车间的位置时，应考虑到与加工设备的关系，明确零件的运输路线，且要有助于提高生产率。

由于装配车间所需面积较大以及附属设备庞大，所以每个造船厂都受到厂址条件的限制，要想获得理想的位置和设备是困难的，因而借助于扩大平台、增加各种设备来改善装配车间的生产条件，并坚持按期完成分段装配为其基本方针。

在新型的造船厂中建设了适合于建造大型船舶的装配车间，并借助于由以往的节拍生产发展起来的部件装配工序和分段装配工序的流水线化来提高生产率。

另一方面，船体零件的理想流程和原来的想法一样，原则上仍按船体加工——部件装配——分段装配——船台装配顺序地流动。但在船台安装方面，则采用了分段舾装法，把安装在船体内的管子等舾装件在船台装配前预先安装在分段上。或采用分段总装法，将几个分段和舾装件组成一体，装配成大型分段，把船体和舾装工作向地面化

推进。

2. 装配车间的位置

(1) 部件装配车间的位置

经过加工工序的零件，为了正确地送到已经决定了的下一道工序，要进行选择和整理，其中一小部分直接运往船台，其余的零件则经过部件装配车间而运送到分段装配车间。

在部件装配车间内，为了实现部件装配的专业化和单一化，必须在其前阶段设置零件整理场地，进一步集中整理相同的或同类型的零件，并必须在固定的装配平台上采用有节奏的强制性的流水定位作业，以提高生产率。

在新型造船厂或在对装配车间作过改造的几个老船厂中，对配材、定位焊、焊接、部件整理等部件装配工序的一系列作业，采用了在部件装配流水线上连续地进行作业的方式。

加工车间和部件装配车间的位置关系，一般是串联布置的，但在新型的造船厂中也有将各车间作成独立、分散布置的情况。但是，在任何情况下，考虑的车间布置应做到能充分利用加工车间生产的零件形状特点来进行装配。

(2) 分段装配车间的位置

分段装配车间是将加工车间、部件装配车间送来的零部件装配成分段。因此，一般情况下分段装配车间与加工车间、部件装配车间是按串联方式布置的。但是，在新型的造船厂中，也有工厂加强零部件的运输效率而采取独立、分散的布置方式。

为了有效地周转分段装配平台，必须在分段装配工序前后设置部件堆场以及分段堆场。也有部分造船厂在船台附近设置分段装配平台，利用船台上的起重机吊运分段，但是大部分造船厂都是在分段装配车间中设置桥式起重机等的起重设备进行分段的吊运。

对于分段装配车间的布置，应特别考虑的方面有：

- a. 船体车间的总体布置要考虑到材料的运输效率；
- b. 分段装配车间要考虑零部件堆场等所必需的面积。

(3) 分段总装车间的位置

船台作业的地面化、自动化等，主要目的是改善作业环境，提高工作效率，从这个观点出发，将几个分段在地面上组合成一体，装配成平面或立体的大型分段，这个方法称为分段总装法，装配好的大型分段称为总装分段，简称总段。

总段就其性质来讲往往是大重量的分段，因而在搬运、船台吊装时，一般采用搬运平板车、船台起重机、几台船台起重机合吊和浮式起重机等方法。

一般，在新型造船厂中，总段的搬运采用搬运平板车，总段的船台吊装利用船台起重机。当总装分段车间布置在船坞旁边时，则直接利用船坞起重机进行吊装。

此外，在老的造船厂中，如能使用搬运平板车时，则其吊装情况与上述相同；如不能使用时，则在船台起重机的有效范围内设置分段总装平台，以便进行总装分段的船台吊装。

因此，分段总装车间的布置位置必须考虑到既能运入装配好的分段，同时，又有可能用搬运平板车或船台起重机将总段运出。此外，在进行分段舾装时，还必须考虑舾装件的运输路线。

3. 各车间的相互关系

(1) 加工车间与部件装配车间的关系

一般部件装配车间设置在船体加工车间附近。在部件装配车间中,为了结合装配部件的形状,在必要而又最小限度的面积上进行装配,原则上必须在指定的装配场地上连续地进行装配作业。

另一方面,由于加工零件的形状是多种多样的,它的装配工序又涉及到很多方面,因而,在装配时为了配齐一个装配单位所需要的零件,必须特别考虑分类和搬运工作。因此,在加工工序和部件装配工序之间必须增设分类工序,使部件工序与加工工序紧密联系起来。同时,还应当认识到分类工序是为了稳定部件装配作业,作为调节加工零件流程的非常重要的工序。

(2) 部件装配车间与分段装配车间的关系

分段装配车间的目的是高效率地装配由内场加工车间、部件装配车间送来的大小不等、各种各样的零部件。在分段装配工序中,采用多种的装配方法,对同一种类型的分段,则确立了连续大量生产的方式。由此,从内场加工、部件装配工序有条不紊地送出的零部件,经过中间搬运工序,完好地送到分段装配工序,就可以得到良好的工作效率。

另一方面,在船台附近设置分段装配车间时,搬运零部件至分段装配工序的搬运工序,在选择好由内场加工、部件装配工序直接送往分段装配工序的零部件后,就必须将大量各种各样的零部件,迅速送往分段装配车间。

在这种情况下,由于有些分段装配好后能立即进行船台装配,因而就在船台附近的平台上装配,简化了分段的搬运作业。但是,分段装配车间要与部件装配车间串联布置就难以实现,因此,必须充分重视搬运工序。

(3) 分段装配车间与船台的关系

分段装配车间装配好的分段,用起重机、搬运平板车、挂车等运到分段堆场暂时堆放,并在船台装配之前根据需要进行船台装配准备工作(脚手架的安装、舾装件的安装、涂装作业等等)。当分段堆场设置在船台起重机的有效范围内时,就不需要有把分段送到船台的搬运作业。但是,一般能有这样条件的情况很少,因此,与从分段装配车间运出分段的情况相同,采用搬运平板车、挂车等将分段运到船台。因而,为了使搬运平板车、挂车等能在搬运过程中能顺利地通行,就必须整理道路周围的场地。

4. 装配车间布置举例

随着船舶的大型化,建设了新型的造船厂,并对老的造船厂进行了技术改造。从装配车间来看,在技术改造中变化较大的有装配平台的装置化和专用化。

从分段装配的角度来看,船体分段根据其形状,大致能分成如下面四种:

- (1) 平面分段;
- (2) 曲面分段;
- (3) 立体分段;
- (4) 其它分段。

过去,分段的装配方法一般采用散装法,即将组成分段的基本零件逐个地进行配材,装配成分段。现在装配平面分段,则借助于装配平台的装置化,采用了先装纵材