

钢船建造法

第二卷 生产管理图表制作及放样

日本造船学会钢船建造法研究委员会 编

穆木公 译 毛若枫 校

国防工业出版社



内 容 简 介

全书共分六卷。

本书为第二卷生产管理图表制作及放样部分。主要介绍生产管理图表的制作、使用和放样作业方法，以及工序管理和质量管理等，并列有大量图表和数据。本书基本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。

该书可供船舶设计与建造人员、企业管理和领导人员阅读，也可供大专院校船舶设计与制造专业师生参考。

DV27/25

新版 鋼船工作法

第Ⅰ卷 工作管理図表作業および現図工作法

日本造船学会

鋼船工作法研究委員会 編

産報 株式会社 1975年

鋼 船 建 造 法

第二卷 生产管理图表制作及放样

日本造船学会

鋼船建造法研究委員会 編

穆木公 译

毛若枫 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9¹/₈ 209千字

1985年11月第一版 1985年11月第一次印刷 印数：001—890册

统一书号：15034·2931 定价：1.90元

目 录

第一章 一般事项

1.1 绪言	1
1.2 船体建造中的生产管理 图表制作	1
1.2.1 生产管理图表的意义	1
1.2.2 生产管理图表与船体建造施工间的 关系	2
1.2.3 生产管理图表的种类	3
1.3 船体建造中的放样作业	5
1.3.1 放样的意义	5
1.3.2 放样的种类及其未来	6

第二章 生产管理图表的制作

2.1 制作生产管理图表的基本原则 ...	8
2.1.1 从船体建造施工来看基本原则的 确定	8
2.1.2 划分分段的原则	8
2.1.3 决定部件装配范围的原则	11
2.1.4 决定分段接头的具体原则	12
2.1.5 决定分段内部构件接头的原则	14
2.1.6 决定装配基准线的原则	16
2.1.7 制订钢材使用指导书的原则	17
2.2 生产管理图表	18
2.2.1 制作生产管理图表的基本准则和 总计划的制订	18
2.2.2 加工作业的生产管理图表	19
2.2.3 装配作业的生产管理图表	28
2.2.4 船台装配作业的生产管理图表	38
2.3 船体施工管理各种要素	43
2.3.1 各种要素的作用	43
2.3.2 各种要素	43

第三章 放样

3.1 船体型线图	46
3.1.1 船体型线图的意义和准备	46

3.1.2 型线图的绘制顺序	53
3.1.3 型线光顺	55
3.1.4 梁拱及舷弧	57
3.1.5 船首尾部型线图	59
3.1.6 内部构件型线图	63
3.1.7 外板排板	63
3.2 展开	63
3.2.1 展开的准备及展开的考虑方法	63
3.2.2 展开的基础及求角度	64
3.2.3 外板展开方法	66
3.2.4 甲板展开方法	71
3.2.5 双层底边板展开方法	72
3.2.6 纵桁材展开方法	73
3.2.7 肋骨展开方法	75
3.2.8 锚链筒的放样及展开方法	75
3.2.9 导流(风)板展开方法	77
3.3 船舶量吨容积的丈量	78
3.3.1 丈量甲板	78
3.3.2 丈量甲板以下部分的量吨容积	79
3.3.3 丈量甲板以上部分的量吨容积	83
3.4 从船体施工来看放样作业 注意事项	83
3.4.1 焊接上的注意事项	83
3.4.2 构件端部处理	86
3.4.3 开孔的注意事项	88
3.4.4 钢板折边和型钢弯曲加工	91
3.4.5 铆接施工的注意事项	93
3.4.6 其他方面的注意事项	94
3.5 实尺放样	95
3.5.1 实尺放样间	95
3.5.2 实尺放样作业的原则和准备	96
3.5.3 样杆及样板、样箱的制作	96
3.5.4 基准线及采用超越骑缝线的表示 方法	97
3.5.5 模型	98
3.6 比例放样	98
3.6.1 比例放样间	98

3.6.2	比例放样作业	99
3.6.3	在底图上指示的施工信息	100
3.6.4	尺寸表	102
3.6.5	绘图工具和辅助材料	102

第四章 放样自动化

4.1	概述	107
4.2	自动化放样系统	107
4.3	型线图的光顺计算	107
4.3.1	光顺的方法	108
4.3.2	在船体型线光顺上应用	110
4.4	纵缝的计算	114
4.4.1	纵缝的确定	114
4.4.2	纵缝的曲线近似	114
4.4.3	横剖线图上的坐标计算	114
4.5	外板的展开计算	115
4.6	肋骨、纵桁的展开计算	117
4.6.1	肋骨的展开计算	117
4.6.2	纵桁的展开计算	118
4.7	外板装配胎架尺寸的计算	119
4.8	内部构件放样的自动化	120

4.8.1	根据数字信息绘图	120
4.8.2	图形处理系统	122
4.8.3	图形处理系统中的硬件	128
4.9	放样作业的未来	130

第五章 工序管理

5.1	计划	131
5.1.1	工序进度计划	131
5.1.2	各种作业指示表	131
5.2	统一控制	132
5.2.1	跟踪统计调查	132
5.2.2	调整	133

第六章 质量管理

6.1	生产管理图表制作和放样作业 中的质量管理	134
6.1.1	质量管理的意义	134
6.1.2	质量管理的原则	134
6.2	检验	135
6.2.1	检验的要领	135
6.2.2	检验结果的归纳	136
6.3	防止差错的措施	136

第一章 一般事项

1.1 绪 言

船体建造,可以说是造船的关键,这项作业的好坏,将直接影响船舶的质量。另一方面,从施工量来说,船体建造施工量大约要占整个造船工程施工量的一半以上,而且就其施工本身来说,可以看成是把造船生产各种作业集中起来的一项综合性作业。因此,船体建造也同其他所有工程施工一样,必须充分作好计划和准备工作,这些做得越完善、越好,船体建造施工效率就越高,质量就越好。

本卷将介绍从船舶设计出图后到钢材实际投料这一阶段所进行的作业方法。这种作业,可分为生产管理图表制作和放样两个方面[●]。

所谓生产管理图表,是为了最合理地进行船体建造这样一项大型工程施工,把满足设计(按设计图要求)和现场施工条件的施工方法、工艺要求、技术条件等各种问题,事先经过充分研究,制订出施工原则,然后把这些原则用具体的图和表的形式表示出来。这样,生产管理图表便成为施工技术指导文件,供指导现场施工、管理使用。

所谓放样,就是把设计图和生产管理图表中所表示的、所要求的全部船体零件、结构,用具体的线型图样、样板,或某种信息表达出来,作为号料、加工和装配的依据。

因此在本卷中,将介绍有关生产管理图表制作时所必需的思考方法和要领,以及具体表达这些方法和要领的生产管理图表的意义、内容和形式及其实例;介绍根据上述图表所进行的实尺放样、比例放样,以及利用电子计算机进行的数字放样等方法。

最后,将介绍一下工序管理和质量管理,前者主要是为了有效地进行生产管理图表的制作;后者主要是为了能够确切地审核和使用已得到的简明实用的图表和样板等信息。

1.2 船体建造中的生产管理图表制作

1.2.1 生产管理图表的意义

在船体建造中,焊接方法的采用已成为船体建造方式飞跃发展的一种推动力。为了

● 目前,在日本造船厂的设计工作大致分为合同设计、基本设计、详细设计、生产设计几个阶段。也有的船厂将基本设计和详细设计合在一起,称为性能设计。

所谓生产设计(或称施工设计),是为了适应按工序或流水线组织生产所实行的一种新型设计施工方法。在详细设计完成以后,由一个统一部门把设计、工艺、计划、管理等方面妥善地联系在一起,把这些方面的指示、要求记载到一种综合性的施工图和作业表(即生产管理图表)中去,作为指导现场施工的唯一技术文件。由于各造船厂情况不同,故所采用的生产设计具体做法和内容不尽相同。

鉴于整个生产活动预先在生产设计阶段得到统一、协调,使施工与设计、工艺等一致起来,能够合理、有效地组织生产、安排施工、消除干扰,保证生产有条不紊地进行,大大提高生产效率。

因为把放样这项作业看成是船体零件(包括构件,下同)设计,是号料等后续工序的施工依据,所以把它放在生产设计中完成。因此,生产设计包括生产管理图表制作和放样,即本卷所要介绍的两项内容。

——译注

适应焊接技术与焊接结构的应用，又继续进行了改进造船方法的研究，大大促进了生产管理领域的发展，取得了显著的成果。

相应采用的生产管理图表，就是为了使最基层的作业人员（包括施工人员和管理人员，下同）都能够适应这种船体现代建造方法，应运而生的一种图和表形式的施工指导文件。生产管理图表的作用，可以从两个方面来论述。

（1）施工管理方面

详细设计完成以后，其设计图都是从纯原理、性能角度出发，或者说是以船东或造船协会（或船级社、海事部门）的要求绘制的，在船体建造中只具有“基本原理图”的性质（可以说，就是解决“造的是什么样船”的问题）；而生产管理图表则是着眼于实际施工，根据施工单位（或生产阶段或工序）的具体情况，把设计图进行分解、汇集，按施工要求制作的。它相当于施工指令，成为施工唯一依据，根据它明确作业范围，如何进行施工，并且把分头进行的加工、装配、船台或船坞合拢等阶段的作业有效地联系起来（可以说，就是解决“如何进行造船”的问题）。

此外，由于采用了零件表，用零件编号标记工序，所以使繁杂的零件管理在一定程度上变得简便了。同时，根据装配图、零件表制作的生产管理图表，即切割图、分段尺寸划线图等，把各个阶段的作业划成固定作业，使作业更加标准化、单一化，给施工管理方面带来很好效果。

（2）生产技术方面

由于生产管理图表是根据既定的统一原则制作的，它把工艺、技术及其他方面综合在一个施工文件中，使生产与工艺、技术等统一在一个目标之下，成为指导全部施工的切实可行的依据，因此，大大地限制了作业人员按照各自经验进行作业的技术范围，使之按照统一的生产技术从事作业，防止“各行其事”，避免生产技术分离而造成的矛盾。同时，还能把施工的改进和新的成果及时运用到生产中去，这就能在生产技术方面实行真正有效的统一控制和管理。

由于上述作业明显标准化的结果，可以说，不再过于依赖作业人员的熟练技艺和经验，而且作业人员也不需要消化、掌握像过去造船厂那样极其庞杂的工作量了。

另外，可以不管过去的习惯工种等问题，自由地对工程进行剖析、标准化，按工序划分生产阶段。结果，即使与加工或者装配方面过去分开单独考虑的舾装工程，自从采用了生产管理图表以后，就开始把预舾装作业编入到船体建造工程中去，从此，舾装工程起了巨大变化，取得显著的效果。

虽然，上面叙述了生产管理图表的意义和重大作用，但随着生产的发展，作业人员技术的提高，流水线作业和装配自动化的实现，以及生产程序化的广泛应用等，生产管理图表的形式、内容将会更加完善，效果会更好。

1.2.2 生产管理图表与船体建造施工间的关系

在制作生产管理图表这个问题上，最重要的可以说就是所谓的生产性。生产性意味着必须以企业经营的观点进行生产活动，从这个意义上来看，这些图表的作用就是尽量提高生产性，并且和后续各道生产工序保持密切的联系。

虽然，目前各造船厂对采用这种生产管理图表的必要性认识颇有差异，但它的优越

性则是公认的。下面，还是按钢材的流程说明一下为什么要制作这些图表。

首先，大致介绍一下船体建造各工序施工的必要条件：

(1) 要把所需要的钢材，按类型，在一定的时间内，以实际需要的顺序运送到施工现场。

(2) 对出库供应的钢材，按照所选定的浪弗最小的加工方法全部进行正确的号料。这里应该指出的是，号料所必需的信息一定要准确无遗、协调一致。

(3) 把号完料的钢材先进行切割，再正确地按照已规定的工艺流程在限定的时间内进行加工，然后把所需要的全部零件集中放到所需要的场地去。

(4) 集中起来的零件，按照规定的施工方法和程序进行装配焊接，并且尽量在零件容易集中、分类的内场作业间装焊成适当大小的部件或结构件。

(5) 在一定时间内，把装配成的部件和结构以及一部分零件分类运到特制的装配平台上，正确地装配成某一大小的分段。这时，为了保证分段的精确形状（制造精度）和便于装配作业进行，必须预先制造装配胎架。

(6) 因为分段要移动或吊装，所以在分段吊装之前，先要安装上一些必要的脚手架金属附件等。

(7) 吊装到船台上合拢的分段，为了确保船体正确线型，要先定位，然后分段与分段对接、施焊。

(8) 在船台上，为了能使最后的安装作业施工方便、安全，还需要设置脚手架、栏杆，铺设电线、管路，安装照明、通风设备等。

(9) 此外，在进行上述作业时，还需要计算出重量、切割长度、焊接长度以及零件数量等，作为工序进度计划和管理的诸要素。

对于上述各项施工条件，在施工前必须最有效地安排到施工计划中去，指导实际施工。为此，应把它们完全用具体的“通知形式”表示出来，才能作为施工的可靠依据，才能满足施工条件。这就是所要介绍的生产管理图表。

这种图表对于船体建造施工来说，就是把具有“基本原理图”性质的设计图，制作成具有“指导生产单位施工”功能的施工图和表，成为一种指导现场施工的图表形式的技术文件。为了制作这种生产管理图表，首先必须明确它的制作原则。

为此，有必要对加工、地面装配、船台合拢各工序中所产生的施工和进度上的各种问题，进行充分的研究和讨论。

最后，为了能经常把新的内容及时吸收到生产管理图表中来，把出现的问题及早由图表中修正或排除，还必须把各阶段或工序的情况不断地反馈回去。因此，对新内容或问题要充分分析、研究、总结，采取必要措施，及时不断地充实到所使用的生产管理图表中去，这对改进船体建造施工、提高生产效率是很有益的。

由此可见，这种生产管理图表绝不能脱离各阶段或工序的实际生产，相反地，实际生产也不能缺少生产管理图表。

1.2.3 生产管理图表的种类

生产管理图表到底包括有哪些类型的图表呢？在此仅作一概要的介绍。当然，这里所介绍的图表是现在已经应用的实例，由于各造船厂都有自己固有的任务和具体情况，

因此, 图表的名称、形式、内容上都各不相同, 而且随着今后建造方法的不断改进, 完全可以预言, 将会有更多、更新的各种各样适应造船需要的生产管理图表产生出来。

这里所说的生产管理图表, 实际上是各个阶段或工序进行施工所使用的图表[●]。下面, 分别例举一些按工艺流程制作的具有代表性的生产管理图表。

(1) 装配图

一般, 在考虑最省事的分段吊装顺序、吊车的能力和装配平台的容量等以后, 绘制出分段划分图[●], 然后再根据分段划分图绘制出分段装配图。

分段装配图是分段装配施工的依据, 它不仅要标明施工方法、检验要求等, 而且还要指示实际施工的顺序。另外, 装配图也要注明安装到该分段上的其他零件、结构或者主要的舾装件。这样, 作业人员可以不用再去查看其他有关的图纸, 只根据分段装配图就能完成本工序的施工任务。因此, 在实际生产中, 只要绘制出少量的必需的装配图, 再加上一些必要的补充说明, 就可以进行施工了。

另外, 在分段装配前的部件装配、小立体分段和平面分段装配中, 也要绘制出少量必要的完整装配图, 供作业人员使用。

接下去, 以装配图为基础, 制作出下面几种生产管理图表。

(2) 装配零件表

就是把装配图中所表示的各种零部件、结构件列成一览表, 表中要标明它们的名称、形状、数量、重量、工艺流程等, 供备生产阶段或工序零件管理使用。

(3) 切割图

这是一种在钢板、型钢上按浪费最小的原则进行取料的指示图。在切割图中, 要注明所必需的样板或纸带、零件名称、作业指示等内容。对于号料作业者来说, 要杜绝图纸上发生诸如技术文件不全、样板或纸带不明确, 以及技术不成熟等问题。

另外, 还要在图上标出切割长度和零件名称、数量, 这对工序管理也是有益的。

(4) 气刨表

气刨只能进行直线切割, 所以不要样板、直尺等信息, 只要根据尺寸就可以进行切割。

气刨虽然适用于平行切割, 但和移动式自动气割机联用, 也能进行一部分斜线切割。在气刨表中, 除了表示零件的尺寸外, 还要标出坡口加工符号、零件名称、切割长度等, 这对管理也是有用的。

(5) 拼板图

拼板图是一种为把气刨切割后的钢板在拼板场地进行拼接的图纸。当然, 在拼板图上要记载拼接长度、焊接长度、重量等, 这对工序管理也是有用的。

(6) 拼板零件表

同装配零件表一样, 它是一种供拼板用的零件表。

(7) 钢材供应表

在切割图或者气刨表等上面所标明的钢材, 必须按各工序所需要的时间及时出库, 钢

● 另外, 还有订货、配套、检验以及舾装等使用的图表。——译注

● 分段划分还要考虑到船体强度、工艺等方面问题。——译注

材供应表就是为了指示这项工作而编制的一种管理表。

(8) 小零件号料图表

这是一种在余料上进行小型零件号料用的图表。它既是切割图，又是钢材供应表，同时又兼有作业指示和管理图表的作用。

(9) 尺寸划线图表

这是一种依照全部尺寸或胎架型值进行简单零件号料、装配中的划线和船台合拢划线等的图和表。

(10) 弯曲加工尺寸图表

这种图表是根据尺寸和弯曲加工样板、样箱或胎架型值，对肋骨、曲型外板、面板加强材、曲型内部构件等进行弯曲加工的尺寸图和表。

(11) 胎架型值图表

这是为甲板分段、曲面外板分段或者首尾分段等装配施工制造胎架用的尺寸图表。

(12) 船台施工图

对于分段吊装所必需的吊装件、定位件、支撑件、吊装用的导向板、基准线，以及脚手架等，一般是在装配图中表示，但有时也在其他图中表示。这里，把所有标有关于船台施工内容的图纸，统称为船台施工图。

此外，还有一些图纸是专门用来表示绳索的许用负荷、绳索间的夹角，支柱、墩木、脚手架、栏杆的设置，电线、管路、照明、通风的配置，危险标记等的布置，以及船台分段合拢接头部位加强和施焊等的指示图，等等。

以上仅例举出一部分生产管理图表，而在造船厂里还会见到其他各种各样的生产管理图表。可以预料，今后更加新颖的生产管理图表将层出不穷。

如上所述，生产管理图表可以说是为始终把施工指示和管理结合在一起，实现施工统一控制的图和表。

1.3 船体建造中的放样作业

1.3.1 放样的意义

正如前面所述，最终来说，放样作业就是把船体构件设计出来，便于船体建造后续各道工序进行施工的一种必要手段。对于长达 100~400 米，而且又不能用简单的尺寸表示出来的由曲面构成的船体来说，仅靠设计图和生产管理图表一般是不可能直接投入施工，中间必须要加进放样来实现。

现将放样的意义叙述如下：

(1) 得到构件（零件）的真实形状和尺寸。通过放样直接可以得到一般构件的形状和尺寸；而对于具有双向曲度形状的构件，还要在施工允许的范围内展开成平面，并把展开后的形状用图表示出来。

(2) 检验构件工艺性。根据放样得到的构件形状、尺寸，再判断在船体施工中是否可能又容易，工艺是否合理。例如，从限定的钢材上取料和装配施焊是否可行，在吊装时是否会发生障碍，等等。经过反复检验、推敲，最后确定适宜的构件形状、尺寸。

(3) 正确地传递施工方法。放样就是把生产管理图表中所记载的必要施工方法指

示用准确无误的图形、样板之类信息表示出来,以此传递到后续各道工序中去,在号料及其他作业过程中,给作业者提供明确的施工依据。

(4) 给出构件弯曲加工的成型样板之类信息。为了把展开得到的构件形状加工成构件真实的形状,就必须靠放样提供可以正确操作使用,又简易的弯曲加工样板等信息。

综上所述,可见放样作业不仅仅是对设计图和生产管理图表中的构件进行单个放大、设计,而且是对生产和有关规定等方面的一次审核和完善,进而成为施工方法的传递者,起到加工指导的作用。因此,放样不但要完成图面的展开,而且还必须考虑到其他有关作业施工要求,为后续各道工序提供施工技术依据。所以,放样作业在船体建造中占有很重要地位,应该予以重视。

既然放样的作用是指导作业人员施工,那么,它本身就一定要作到明瞭、实用,更好地起到上述作用。

1.3.2 放样的种类及其未来

(1) 实尺放样

实尺放样,就是做成与实物同样大小的样板的一种作业方法,很早以来一直采用。实尺放样包括:绘制船体施工型线图、船体构件放样与展开、制作样板及样箱、模型等。

绘制船体施工型线图,就是根据设计图所标注的尺寸,在放样间地板上画出与实物一样大小的船体型线图,并在图上画出进行放样作业所需要的全部基准线。

船体施工型线图画完后,就要进行各个船体构件放样。凡是在设计图上不能直接反映出其实际形状的构件,都要在放样间地板上或放样台上画出这些构件的实尺图。这种将复杂形状或者具有双向曲度之类的构件在平面上表示出来的作业,叫做展开。由于船体构件(如外板等)都是用平的钢板制成的,所以任何曲面都必须近似地展开成平面。

由于是根据放样制作样板,所以放样时必须把生产管理图表中有关样板制作方面内容正确地表达出来。样板的制作,包括号料样板、加工样板和装配样板的制作。

号料样板,是用来在钢材上划出船体构件的展开实形,供号料用的样板;加工样板,是采用加工成形的扁铁或铁块做成的供弯曲加工用的铁样或铁模等;装配样板,是供地面分段装配、部件装配划线或确定安装角度用的样板,以及供制造胎架用的样板。

采用制作模型的方法是一种试验性的放样方法,它是模拟实际制成模型,供讨论、研究实际作业时使用,如起锚模型试验等。

(2) 比例放样

由于实尺放样制作样板是实际尺寸的样板,所以不易使用与保存,而且制作时需要很大的场地,耗费材料与工时也多。另外,由于在长期保管中还会引起变形和损坏,所以造同型船再使用这些样板时还得修补。

另一方面,由于船型迅速向大型化发展,特别1962年下半年,出现了13万吨级油船以后,这样超大型的船体图形,在过去的船厂实尺放样间已容纳不下了。为了解决上述问题,采用把原图画成1:10或其他缩小比例图,再制成投影用的透明底图或做成负片,代替过去的实尺放样。这种放样方法称为比例放样。

一般,比例放样是以1:10进行的,所以可以在放样台上绘制船体施工型线图,进行放样展开等。考虑到这些缩尺图将作为切割图供下料用,因此要把缩尺图画在伸缩率很

小的专用纸上或者涤纶片上，也可以直接制成负片。

另外，正如生产管理图表那一节中所叙述的那样，实尺样板中的一部分号料样板、加工样板及装配样板，可以用尺寸图表或胎架型值代替。这就是说，要求在生产管理图表中要最大限度地包含放样作业的内容，或者说，放样作业将正在被生产管理图表所代替。

（3）数字放样

采用比例放样方法进行外板展开时，假如在 1/10 缩尺图上进行的话，若要保持与实尺放样同样的精度，势必要求比例放样精度提高 10 倍。因此，在运用比例放样时，为了提高精度，则不采取依靠提高缩尺图精度的办法，而采取依靠数值计算方法来达到。

目前，由于电子计算机的飞速发展，已经编制出来了利用电子计算机进行放样的各种程序系统。同时，由于数控切割机的进一步实用化，需要编制数控切割机的输入信息，这就促进了电子计算机图形处理技术的发展。

现在，从船体型线光顺计算到各种展开计算、图形处理等一系列放样作业，都能利用电子计算机进行了，并且正扩充成一个从设计到生产的集成系统。

（4）放样作业的未来

从船体型线光顺计算到各种展开计算、图形处理等一系列的放样作业，作为集成系统正在完成，这一点上面已经说过了。

目前，以实现放样以后各道工序自动化为目标的程序系统已在建立。今后的发展方向是，进一步扩大、发展现有的程序系统，努力建立、完善基本设计、详细设计或性能设计等方面的数据库程序系统。

可以预料，也和末端装置的改进相辅相成，由于从设计到生产采用集成系统，使包括放样在内的设计作业状态将发生巨大的变革。

第二章 生产管理图表的制作

2.1 制作生产管理图表的基本原则

2.1.1 从船体建造施工来看基本原则的确定

由于设计出来的船体结构状况各不相同,而且随着造船经验不断积累,研究的新成果不断涌现,船体建造方法也将日益改进和发展。当船体建造施工时,如果没有统一的施工基本原则,又不指明具体的施工方法,只靠各个工程的负责人员主观臆想去制订施工计划进行生产的话,势必给现场作业人员施工造成混乱或造成错误操作事故;而且应该与施工状态相适应的计划、设计本身,也变成在毫无一定原则遵循的情况下制订的产物,这必定造成设计与生产不相适应和相互脱节的问题。

因此,为了使生产施工能在系统有效的管理下进行,首先要确定生产施工的基本原则,然后,所有的作业都必须按照基本原则去进行施工。无论是对生产上各种问题研究,还是对生产中发生不符合现场施工等情况的解决,都要经常与有经验的人员讨论、研究,必要时,要一面修改基本原则,一面进行施工。

另外,这些基本原则也将根据各造船厂的设备、技术、组织等条件的不同而有所差异。特别是,这些基本原则往往在很大程度上受设备条件影响,例如,加工和装配场地的大小、起重机能力、自动焊接设备的能力、平台的面积、船台的面积等等。

另外,在确定基本原则时,不仅受上述条件的影响,还要考虑到通用性的问题,这种考虑方法将在下面加以介绍。

2.1.2 划分分段的原则

所谓分段划分,就是决定地面装配的单位,换句话说,就是决定吊装单位(但目前大型造船厂里,在地面装配和船台合拢之间,加上分段组装这道工序,就是把装配好的分段又在地面上组装成大型分段,然后再把大型分段吊装到船台合拢。这时,地面装配单位和船台吊装单位就完全不同了)。过去,分段的划分只是根据设计条件决定,很复杂,随着焊接的采用及焊接技术的发展,分段的划分则是从生产施工角度出发,在广泛的范围内与现场要求一致起来,这样,分段的划分就容易决定。因而必须确定与设计要求一致,又适合于施工的最佳划分原则,然后再决定分段制造的基本原则。

当然,这种分段划分基本原则将随着设备的改进、生产技术的提高,在充分研究的基础上加以完善。最近,在一些大型造船厂里,造船坞的吊车起吊能力有的已达每台200~600吨,因此能够把从地面装配场地移运出来的分段吊运到设在坞旁的总装场地,组装成巨大的分段,再把分段吊装到船坞内合拢。在采用这种建造方式的造船厂里,可以说在分段划分原则中又增添了新的内容。

这样,分段的划分一般来说要符合下面几个条件,最后决定分段的适当大小。这些条件是:吊装起始点;吊车能力(地面装配场状况以及吊车类型);装配作业的条件;装

配平台周转条件；船台施工条件，以及与舾装工程的关系，等等。

在这些条件中，由于有些场合各条件之间是相互矛盾的，因此不一定能完全满足全部条件，这就需要根据各造船厂实际情况，以及具体船体结构，逐条加以分析研究，进行取舍选择。所以一般来说，在有的场合考虑分段的划分是存在一定困难的。

（1）吊装起始点的决定

首先，决定从船的哪一部分如何开始吊装分段结构（这个分段称奠基段或基准段）。由于各船厂采用的船体建造方式不同，如一岛式、多岛式、塔式或者交替式等，因而吊装起始点有不同的决定方法，所以可根据各造船厂的具体情况和特点灵活决定。一般是，为了提早进行船尾机舱的预舾装，大都把起始点之一放在机舱分段。

（2）吊车能力

分段划分多大，就要要求造船厂设置多大吊装能力的吊车。至于说具体应该设置多大能力的吊车，这是属于另外考虑的船厂设备问题，而这里所考虑的是，按已经设置的吊车设备，如何进行分段划分的问题。

1）地面装配场内的吊车能力

在大型造船厂里，装配场内的吊车能力与设计分段重量相比较是有一定裕量的，有的地方还采用传送带或行车，因此可以说，起重能力很少成为分段划分的限制条件。在现有的造船厂里，随着船舶向大型化发展，使分段重量也有相应增大的趋势，所以，有时装配场内的吊车能力也会成为分段划分的重要条件。这时，必须考虑到联合起吊的条件、起吊高度、是否需要分段翻身等条件，然后决定分段重量和最大尺寸。

2）船台吊装的吊车能力

在造船坞上设有门式吊车的新型大造船厂里，因为要作到船坞内的任何位置上吊车都能以最大起吊能力吊运分段，所以作为分段划分条件的分段最大重量就容易确定了。这时，吊车起吊能力会成为在装配场内制造分段的最大重量限制条件的情况是比较少见的，而只是在总装场内装成大型分段时，才会构成最大重量的限制条件。

在现有的造船厂里，凡在船台周围设有高架旋臂吊车的，都必须把吊车的布置图正确地画出来进行研究。特别是在用2台以上的吊车联合起吊一个分段时，一定要算出分段的重心，对安全性必须作充分的研究。图2.1.1为使用高架旋臂吊车时的分段吊装能力图表一例。

（3）地面装配作业和平台的周转条件

在装配作业中，第一、为了保持分段的精度，必须使划分的分段在装配中不易发生变形；第二、划分的分段在吊运和翻身时，不需要采取加强措施，不必采用很大的加强结构。但这里不是说，把分段划分得越小越好，相反地，如果安装上其他船体构件后能起到加强作用，问题就解决了。这样，分段可以划分得大一些，先安装上这种结构再进行吊装和翻身。因此，这是个应该在图纸上仔细研究的问题。例如，在甲板横梁处纵贯隔壁的情况，如果不安装隔壁就进行吊运和翻身，则需要采取加强措施；而如果事先把隔壁安装到甲板下，就可以不用另行加强了，由此可见，在实际施工中采用后一种处理办法为好。

对于装配平台周转条件来说，就是要尽量把平行中体部分分段做成形状相同，使各分段的施工量比较平均；甚至首尾曲型结构，也要尽可能在同一平台上做成相似的小分

段，以便估算施工量，使其均衡化。

总之，为了更好地利用平台，提高平台周转率，在决定平台尺寸时，往往是先确定平台所要容纳的分段最大尺寸，就是说，分段的划分必须满足这个条件。

此外，由于考虑尽量把分段的船台施工转移到地面上来做，这时若分段大小划分得适当，大一些的分段在地面装配时也就不再用周转了，而且缩短了船台周期。为了解决这个问题，目前已广泛采用，把在地面装配好的分段移到船台附近或船坞周围的专门总装场地组装成大型分段，然后把大型分段吊装到船台上合拢的方法。

(4) 船台施工条件

1) 缩短吊装时间

不言而喻，分段的形状一定要便于吊装，后面 2.1.4 节中所提出的分段接头状况对吊装作业有很大影响。另外，分段的划分还必须考虑到应该保证分段吊装时的稳定性。

2) 要容易定位

所说的容易定位，是指容易做到定位迅速和确保船型精度。特别是，由于分段划分在很大程度上将影响船宽、型深、船长等主尺度的制造精度，所以必须注意这方面工艺问题。

3) 减少船台施工量

为了做到这一点，不仅要最大限度地减少船台合拢时分段端部接头切割、修整的施工量，还要尽可能不用定位附件；在条件允许情况下，应尽量在地面装配时加大分段，以及船台无余量装配工艺，等等。

4) 改善船台施工环境

在船台合拢时，爬高作业、高空作业、狭小空间作业等的施工环境很差，因此应尽量避免造成这样施工条件的接头，以改善施工环境。例如，若在货仓内的舭阱、机舱双层底小油柜等处设有接头，施工时，不仅有的地方作业者进不去，而且有的地方就是进去了也没有办法换气；又如，要是把接头位置调整一下，就可使部分船体结构能在胎架上装配，这样不仅使许多仰焊作业变成俯焊作业，而且装配时可以不要架设脚手架。

(5) 与舾装工程的关系

以前，已经把舾装作业从船台移到地面进行。为了进一步提高舾装作业效率，后来又采用了在分段上进行预舾装的工艺方法。近年来，由于舾装环境的进一步改善，施工的均衡化，以及预舾装本身的优越性，使之在沿用过去的分段预舾装的同时，又引进了单元舾装工艺方法。

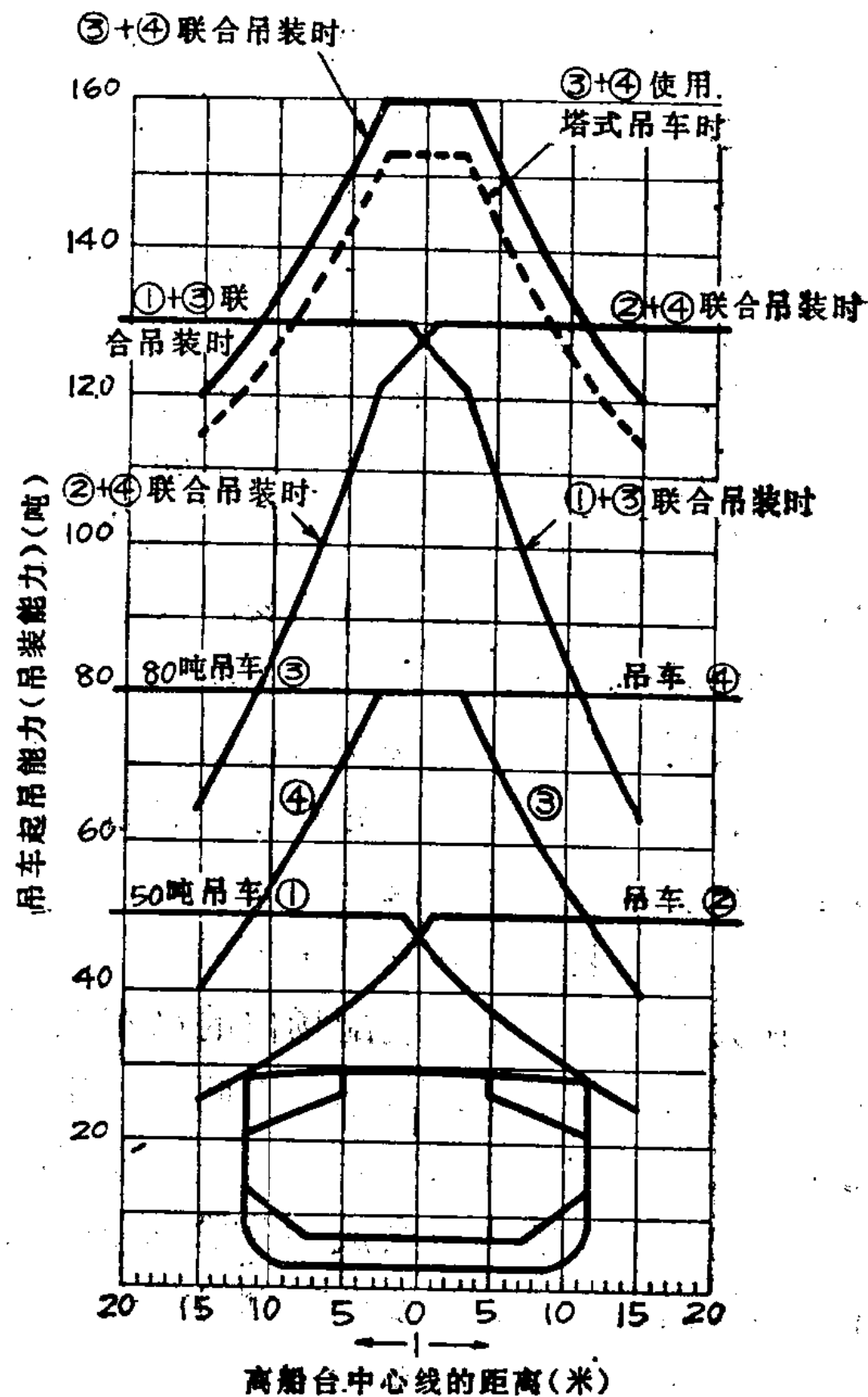


图2.1.1 吊车能力示例

在实际决定分段划分时，必须充分考虑分段划分和分段预舾装或单元舾装的相互关系，不仅使船体建造施工，而且使舾装作业也能合理、顺利地进行，以发挥各自的优点。

在大型单元舾装中，往往采用把属于船体结构的支柱和平台之类构件也纳入舾装单元中去，作为舾装的一部分的工艺方法进行施工。另外，往往把机舱内的各种发动机机座等做成单独的小分段，装配时作为舾装单元之一装焊，这样，提高了单元舾装的效果。

2.1.3 决定部件装配范围的原则

部件装配范围的决定，要根据由装配平台面积，以及移运吊车的能力和起吊高度所决定的部件装配成品（部件）的尺寸、重量来考虑，并应该作到：

（1）零件集中管理的合理化

在部件装配中，由于是把大部分的小型零件同大型零件或者把大型零件、构件装焊在一起，组成部装件（部件），因此，零件都是在内场进行处理，使之便于合理地进行施工和管理。另外，由于实行了部件装配，送往地面分段装配场或者船台的零件数量大为减少，使在这一阶段中的零件集中管理变得容易、可靠。

（2）提高产品精度

从效果来看，在专用场地内只生产部件成品，则能周到地注意到各施工方面的细节。另外，由于采用整体平台，就能切实地采取反变形和焊接约束等措施。这样，无疑对提高产品精度和节约工时、提高工效都有利。

（3）增加俯焊作业

部件地面装配能使绝大部分的立焊、仰焊作业变成相对效果较好的俯焊作业，因而大大提高施工效率。另外，还可以采用重力焊等先进焊接方法，一个作业者能够同时操纵几台焊机进行作业。

（4）容易实现机械化、自动化

一方面，作业是在内场专用平台上进行，适于部件装配作业；另一方面，作业者可以在固定的位置上进行固定的作业，因此容易实现机械化、自动化。近年来，在传送带上装配部件，实行流水线生产的部件装配作业的造船厂逐渐增多。

（5）提高装配平台的周转率

由于采用了部件装配这道工序，使这部分内场装配场地可以使用起重力小而起吊、移运能力好的小型吊车，并可以采用在最适于吊车多的室内车间装配的平台上进行装焊。因此，若能设法使部件装配平台的周转率大幅度提高，则装配场地的面积便可相应减小。同时，就装配作业本身，也可以把装配速度差不多的结构集中装焊，以提高施工效率。

（6）有利于零件管理和运出

因结构的原因而不能进行部件装配的零件，甚至小型零件，如果将它们直接单个地运到其他装配场地的话，就容易造成零件混乱、遗失等管理方面严重问题。为了克服这种情况，可以把这些零件先临时贴附在已经装配好了的属于同一段的大型部件上，并在图面上加以说明，随大型部件一起运出；或者在这种零件多的情况下，也可以按各个分段把所有的零件分别集中在一起，记载清楚，然后运到装配场地去。这样，有利于后续工序的施工。

2.1.4 决定分段接头的具体原则

具体的分段接头，对吊车吊装所需要的时间、船台施工量、施工效果等都有很大影响。因此，在决定分段接头时，要注意这样三点：使分段容易吊装；要便于修整接头部位出现的尺寸误差；要减少接头部位的船台施工量。

一般来说，为了使分段容易吊装，必须注意以下几点：

- 1) 在吊装方向面上，没有障碍物和突起之类东西；
- 2) 分段间不应形成嵌接；
- 3) 吊装方向面的活动范围要大。

图2.1.2(a)表示后吊装的分段不合乎要求的例子；(b)表示改变分段接头位置后的例子。

下面，将探讨一下分段接头的类型；最终切割和余量要领；分段接头无余量；接头部位的焊接及其焊后变形；自动焊和坡口要领等有关问题。

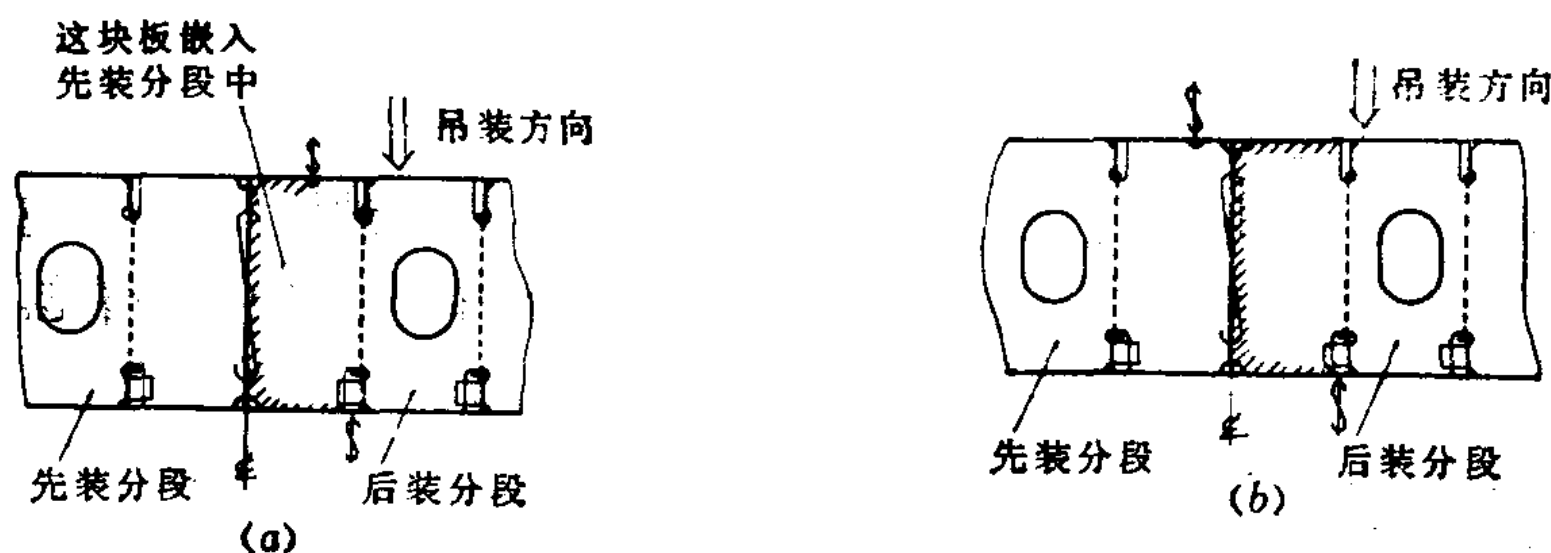


图 2.1.2

(1) 分段接头的类型

分段接头都是采用对接接头，按其接缝的排列方式，分段接头型式可分两种：一种是外壳板和骨材的腹板、面板的接缝采取顺次错开方式的接头；另一种是外壳板和骨材的腹板、面板的接缝采取全部位于一直线方式的接头。一般，根据船体的结构和建造方法，来决定到底采用哪一种型式接头合适。但是，为了提高制造精度和适于自动焊接，目前多采用一直线型式的接头，有时也采用混合式接头，就是外板之类板接缝和内部构件的接缝是错开的，而所有的内部构件接缝都在一直线上。

1) 接缝错开的分段接头型式

图2.1.3为壳板和腹板、面板接缝错开的接头型式。若采用这种接头，假定先吊装的分段是基准位置（一端已切去余量），那么把后吊装的分段从先吊装分段的后面重迭上去，就能放到基准位置上。

在决定错开量时，为了减少现场施工量，应力求在不妨碍下述两点的情况下，取最小值。

① 从船体结构强度角度来考虑，要确保接头焊缝与扇形孔之间的最小允许尺寸（图2.1.4中的 a 、 b ）。

② 从吊装角度来考虑，要确保进行吊装的最小余量。如果错开量太小的话，像图2.1.5那样， A 和 B 或者 C 和 D 就要相碰，所以先吊装的分段的错开量应做成比预定的错开量长出一些，这样，在吊装后装分段时， A 和 B 或者 C 和 D 之间不会发生碰撞。

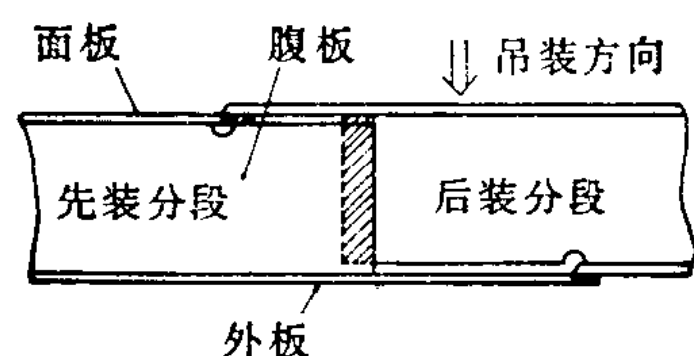


图 2.1.3

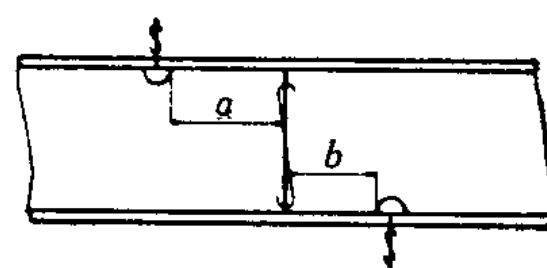


图 2.1.4

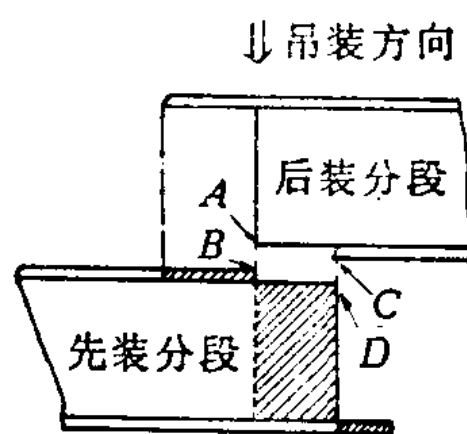


图 2.1.5

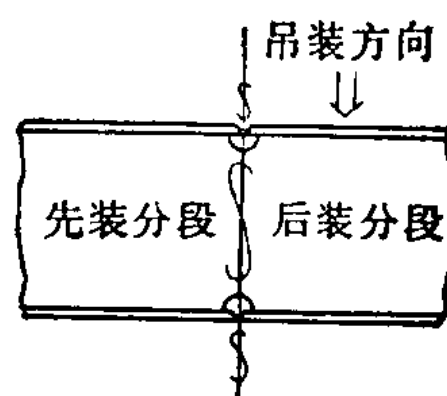


图 2.1.6

另外，在确定错开量时，还必须把分段吊放时的摆动、船台倾斜等影响因素考虑进去。

2) 接缝一直线的分段接头型式

图 2.1.6 为壳板和腹板、面板接缝全部在一直线的接头形式。

采用这种接头时，现场装配施工量可变得最少，而且对吊装作业也非常有利。另外，如果再使用胎架等工艺设备，则船体制造精度也可得到提高。这种接头型式不仅在船台合拢中采用，而且在地面装配也可采用，同样具有容易保证装配精度的优点。

(2) 最终切割和余量●的要领

普通分段接头，除了下面提到的分段无余量（分段两端预先完成余量最终切割）的情况外，如果分段有一端对接面是事先完成余量最终切割（无余量）的话，那么另一端对接面就要在船台上进行切割、修整，所以分段端部要留有比对接预定线长出一些的余量。这时，一定要考虑对接部位的重迭方式，使在现场容易进行最终切割作业。如图 2.1.7 所示，(a) 为在上面重迭的方式；(b) 为从外面重迭上去的方式。采用上述重迭方式切割余量，还便于同时切割出焊接坡口。但是在 (c) 那样厚板与薄板的对接中，由于厚板部分需要削边，这可以事先加工解决，因此采用薄板部分在现场进行最终切割的方式为好。

(3) 分段接头无余量

为了做到分段接头不用在装配现场进行最终切割余量，如果分段接头部位不留余量，那么就等于在地面事先完成两端余量的最终切割，成为无余量分段。

随着地面装配技术的发展，分段制造精度不断地提高，实现了分段无余量制造、船台无余量装配工艺。其优点如下：

① 减少了在施工环境恶劣的船台上进行切割的施工量；

● 在船体建造中，工艺余量（简称余量）有切割余量和补偿余量两种。这里指前者；后者为船体或结构焊接收缩、加工补偿等的正常保留余量，本书后面要提到。两者要严加区别。——译注