

造船成组技术

主 编 翁德伟
 副主编 徐学光 陆伟东



上海交通大学出版社

绪 论

成组技术(GROUP TECHNOLOGY)是应用相似性原理对企业的所有工作进行符合逻辑的安排,使多品种、中小批量生产获取大批量生产效益的综合性技术,也是替代传统生产理论,实现生产现代化的核心技术。造船成组技术是船舶工业的系统工程学。它是以船舶“中间产品”为导向的建造策略,替代以工种专业化为导向的组织原则。建立“中间产品”专业化生产体系的关键是:船厂以成组的设备平面布置,即分道作业线替代传统的机群式的平面布置;生产管理以短循环期的流通量控制替代长循环期的库存量控制;以优化的,即船体建造、舾装、涂装一体化的作业排序,替代概略的作业排序。通过这些变革,使得以“分道生产”为特征的区域建造体制替代长期应用的以某船(最终产品)为主线的工种建造体制。从而,使单艘和小批量生产能转而采用大批量生产的方法,达到近乎大批生产的效率。研究和实践表明,在传统船厂向现代化船厂发展的过程中,只要应用本书所论述的成组技术原理和方法,建立能持续地自我完善的生产系统,即使不搬动设备,即采用虚设的成组工艺流程,由于信息畅通和人员素质的不断改善,也能使船厂生产效率获得较大幅度的提高。

造船业首先引进成组技术的国家是日本,始于50年代后期。他们在船厂技术改造和开发新型造船设备中,应用了成组技术的流程分析法。后来,又把成组技术原理应用到船舶设计和生产管理,变革造船体制。结果,船舶零件种类不断减少,建造工时不断下降。此后,欧洲船厂相继开展成组技术在造船中应用的研究。70年代,苏联发表了有关船体零件及其加工的成组分类编码系统;瑞典船厂组建了成组生产单元;英国开发并实施了以成组技术理论为指导的“通用核心技术”。南朝鲜、加拿大和我国台湾省的船厂也都引进了成组技术。美国政府、海军和造船企业投入巨资,以“美国国家造船研究计划”为题开展了造船应用成组技术的系统研究,以建立造船成组生产系统,称为“先进的造船体制和技术(ASSAT)”。国际造船界认为,成组技术为一切国家船舶工业的生存和发展指明了技术道路。

鉴于上述形势,中国船舶工业总公司于1986年成立了造船成组技术(简称GTS)课题组*,由研究设计院所、工厂和高等院校共计七个单位的人员组成。课题组于1987年将有关成组技术的评述、译文和索引汇集成书内部发行。该书涉及技术文献417篇,从许多资料来看,机械业的成组技术理论和方法已经相当成熟,国内外均有许多论著;而造船业的成组技术还处于研究开发阶段,大多是短篇论文,唯有美国通过国际合作,正在编印系统的GTS丛书。

美国造船成组技术丛书系统地论述了造船工程各方面的问题,它的编纂经历了十余年时间,反映了发达造船国家的经验,现在已被誉为当代最先进的造船理论。

成组技术的引进业已创建、并正在创建现代化的造船体制,分析研究表明GTS体系包含了造船生产全过程的各个方面。GTS所提出的船舶建造策略是:以中间产品专业化生产为导向,实现船体建造、舾装和涂装一体化。生产组织体制和各项工作都要遵循该策略,即都以“中间产品”为基准。影响船舶生产全局的四项工作是:

质量控制循环活动 企业中每个人都置身于“计划——实施——校核——改进——再计

划”的循环中，以不断提高各成组单元和所有人员的素质；

船舶建造标准化 不仅是产品标准化，还包括加工、装配、安装、检验和各项管理的标准化，以有效地控制企业的生产活动；

建造合同技术谈判 技术谈判内容含设计、建造标准、造船方法、质量指标、分段划分、精度数据、焊缝和工艺通孔等，这些规定不明确会引起设计修改、生产混乱和成本增加；

产品导向型工程分解 以工艺过程的相似性为衡准，将全船逐级分解为各类“中间产品”，直至从市场采办的材料、元器件和设备。

造船成组技术体系中的主体技术有船体分道建造法、区域舾装法、区域涂装法、管件族制造法和船体建造、舾装、涂装一体化。

船体分道建造法 以各分段工作量相近作为分段划分的主要依据，确保均衡生产和生产资源的高效使用；采用精度控制技术，旨在以补偿量替代工艺余量，减少重复的修整作业；广泛运用线加热技术，以使船体零部件和分段达到规定的形状和尺寸，且节省工时。

区域舾装法 在船舶设计之前即制定“建造策略”，对舾装作业作出规定，主要是把大量的舾装作业提前在车间内完成，开展单元舾装和分段预舾装，以避免前松后紧的生产状况和节省工时；建立计算机辅助的记录系统，跟踪记录物资采办和生产供货情况，使物资既不提早、也不拖延，准时运抵船厂；建立船厂内的“托盘系统”，把器材和“中间产品”集配成托盘，按规定的时间送到规定的成组单元，以制造更高一级的“中间产品”。

区域涂装法 把按系统设计的涂装规格书转换为按区域的多系统的规格书；把涂装作业尽早地安排在车间或平台上完成，并且，协调地安排在分段装配与分段舾装之间，避免不同工种的相互干扰。

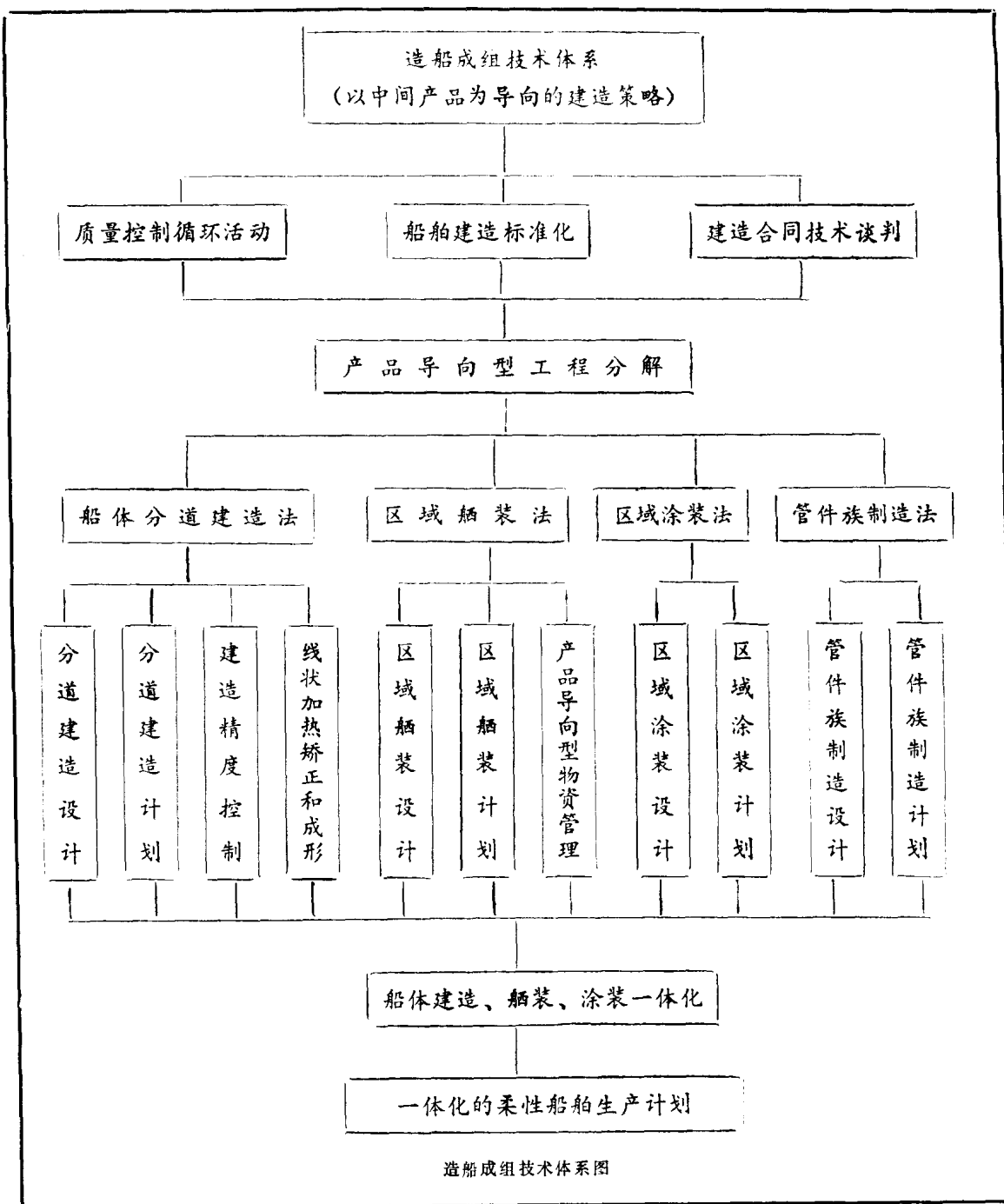
管件族制造法 把具有相同工艺过程的管子集为“族”，按“族”组织生产；采用成组的短循环期的流通量控制法，下一循环期所需安装的管件，在这个循环周期加工完成，并进行涂装，然后集配，以“托盘”形式提供给舾装生产单元。这样，就不必设置管件成品库。

船体建造、舾装、涂装一体化 船舶工程一体化的核心是使船体分段划分和分段生产计划服从于舾装和涂装的要求，从而把不同类型的作业组织为具有相同相位的工艺流程，提高了造船整体效率。

一体化的柔性造船计划系统是根据制造“中间产品”的数理统计，建立材料用量与作业量的参数关系，通过控制材料用量来控制生产进度，而不是直接控制操作人员。传统的方法是负责不同船舶、不同专业的监造师主管本船、本专业的生产进度，结果造成船厂内各生产车间、部门、工种之间在时间、空间上的矛盾，以致发生争夺时空的情况，并无法从整体利益的角度进行协调，造成工时损失，计划失控。成组技术的分道建造体制是按生产区域编制计划，“中间产品”与船舶分离，因此，避免了任何在同一时间和空间争夺生产资源的现象。

《造船成组技术》包容了 GTS 理论的最基本部份：以“中间产品”导向的工程项目分解、生产组织体制、物资管理系统；以成组生产单元即 GTS 生产小组为单位的质量控制循环活动；作为主体技术的船体分道建造法、区域舾装法、区域涂装法、管件族制造法和船体、舾装、涂装一体化；与主体技术相适应的由系统向区域转换的设计技术和一体化的柔性船舶生产计划。

近 20 年来，我国建造船舶的吨位由万吨级发展到 10 万吨级以上，品种由普通的客船、



* 中国船舶工业总公司造船成组技术课题组联系地址:

上海市 中山南二路851号 船舶工艺研究所 邮政编码: 200032

电话: 4399626 传真0086-021-4390908

货船、油船发展到未来型冷风集装箱船、成品油船和海上石油平台,产品质量达到国际水平,产品进入国际市场,並占有一定份额。当前,我国船舶产量已占世界第五位,这是我国造船界致力于自主研究、技术改造和对外技术合作所取得的成果。但在充分肯定船舶工业进步的同时,也必须清醒地认识到:虽然在这些年中我国船舶工业总产值增长了三倍多,但在人均产量、工时消耗、材料利用率等方面,同国外先进国家相比,都存在着相当大的差距。我们曾把造船工艺技术分解为合理分段划分、合理建造方案、精度控制、高效焊接、高效工艺装备、预舾装、计算机应用和合理工艺流程等八个方面,向我国造船界富有经验的专家进行两轮咨询调查。专家们认为在合理工艺流程方面,应予以充分的重视。因为物流本身消耗大量的人力、物力,而不会使产品增值。一张钢板从进厂到安装到船体上要搬运26次之多,船体建造工时有70%用于搬运和定位。所以,工艺流程不合理是造成造船工时消耗大、经济效益差的主要原因之一。研究表明,合理工艺流程的根本办法就是把成组技术引进到我国船厂,把受“批量法则”束缚的、传统的、以工种专业化为导向的造船生产体制,改造为以船舶“中间产品”专业化为导向的生产体制;使船厂成为由数十个乃至上百个成组生产单元构成的实体。每个成组生产单元均具有它特定的“中间产品”、人员、设备、场地、规模、和指标,是多工种的生产组织,作为成本核算单位,犹如小型工厂。这样的生产体系能形成极为简单的信息流和物流,如本书封面的图案所示,使生产处于可控状态。随着成组生产体系的形成,由于是以特定的“中间产品”为导向,所以,各生产单元的管理和生产方法会不断优化,各种先进的组织管理技术和工艺技术及装备也会如鱼得水,充分发挥作用。成组技术的实施将不断提高职工的素质,增强设计人员和工艺人员的信息交流,促使船舶生产的合理化、标准化、模块化和机械化,在国外已使船厂整体生产效率提高了一至二倍。以成组技术为核心,进一步结合计算机辅助设计、建造、管理和检测,以及船厂自动化、机器人化等措施,逐步实现船舶柔性制造系统和计算机综合自动化系统,这就是国际造船技术发展的总趋势。

《造船成组技术》是国内第一本系统地论述造船成组技术理论和方法的科技专著。本书对改革传统的船舶建造体制和生产方法,全面提高造船生产效率,使船舶工业向现代化方向发展具有战略指导作用。它是一部理论著作和实用教科书,涉及到造船工程的各个方面,可为科研、设计、生产、管理和教育等单位的业务和教学活动所使用。我们热忱期望,本书的出版能促进成组技术与中国船舶工业相结合,推动船舶建造体制的改革,提高我国船舶工业的水平,使我国船舶工业向现代化迈进,从而在本世纪末进入世界先进造船国家行列。

1. 船厂组织和管理人员培训

美国造船工业对日本石川岛播磨重工业公司的船舶生产体制作了全面研究后得出这么一个结论：日本和美国的船厂在培养和使用受过大学教育的中级管理人员方面差别很大；日本船厂对此类人员的培养和使用远较美国重视。因此，特开设了一个研究项目，题为“中级管理人员的作用和培养”。

后来发现，石川岛播磨重工业公司的管理人员培训法其原理与美国大学中所教授的组织与管理的基本原理相一致。于是，上述研究项目就改变方向，其内容进而包括传统的功能型组织的影响与产品导向型组织（如石川岛播磨重工业公司所采用的）的关系。该研究报告的结论是：在采用传统的功能型组织的情况下，要实行卓有成效的管理人员培训计划是不可能的。

这项研究进一步揭示：石川岛播磨重工业公司令人印象至深的管理人员培训计划之所以可行是因为该公司的造船部门采取了产品导向型组织。产品导向型组织与管理人员培训相结合受到美国许多著名公司的高度重视；美国学术界对此论著极多，认为这种方法决非日本文化孕育的结果。

日本船厂的管理人员显然读过美国的教科书，是深受美国文化影响的。

50年代与60年代之交，日本造船工业崛起，造船技术蓬勃发展。船厂在成组技术原理的指引下，船舶的设计和制造从传统的系统导向逐渐过渡到区域导向，即所谓的区域造船法。区域造船法广泛采用产品导向型工程分解、分道作业线、模块造船、区域舾装和区域涂装等技术。生产方法的变更要求船厂改革生产组织，重新调整传统的管理机构与体制，更新信息流通程序和规章制度，以同新的造船方法相适应。日本船厂顺应形势，于60年代初选择了以产品导向型工程分解为基础的产品导向型组织，舍弃了一向沿袭的功能型组织，生产方法与生产组织相得益彰，从而使日本造船工业一帆风顺向前发展，30余年来船舶产量一直雄踞世界第一，创造了辉煌业绩。

美国从1976年起，在“国家造船研究计划”的倡导推动下，造船业也悄悄地从系统导向造船向区域导向造船过渡。今天，美国的各大船厂和海军船厂没有一家不在一定程度上采用了区域导向造船法。特别在海军舰艇的建造与修理上，成组技术显示出了无比的活力。阿冯达尔船厂采用成组技术后，造船成本大为减低，在激烈的投标竞争中，以巨大的造价优势压倒对手，一举夺得数亿美元军品订货。这是一个理论转化为实践的硕果。目前，美国船厂无一例外地正致力于建立一个与新的造船法相适应的生产组织和管理体制，彻底摆脱功能型组织的羁绊而毅然采纳产品导向型组织，从而进一步提高生产率。

改革船厂组织体制是当前世界区域造船法潮流中最困难的一项任务。改革的范围涉及各类组织机构的工作活动和职工的技能教育等方面。船厂决策部门必须认清问题的关键，制订出审慎、完善的过渡计划。决策者对改革的理解、支持和责任心是改革成功与否的关键，任何勉强或犹豫都会损害改革甚至破坏组织的运行。因此，决策人要充分掌握改革的速度和程度，统筹兼顾，创造一个人人都感到心情舒畅的改革环境，从而使区域造船法在宽坦的道路

上一往直前。

科学的造船方法和先进的生产体制必然需要善于分析思考的管理人员。显然,生产组织体制的开发和人员培训两者应齐头并进。产品导向型组织在结构上不同于功能型组织,它所需要的是具有管理技能和综合技能而非仅有专业知识的管理人员。因此,管理人员必须培训,使之适应新的生产方式和组织体制。日本船厂正是这样做的。

1.1 引言

1983年4月,日本第一流的造船权威真藤恒博士在接受《华盛顿邮报》记者采访时说:“我在50年代初首次访美时看到车间内处处都有受过高等教育的工程师,他们熟悉生产方法,知道如何使用机床。由于他们深谙工艺规程,故而能获得较高的生产率和质量。”他又说:“但当我在1980年访美时,车间中未见到此类工程师。”

本篇以对石川岛播磨重工业公司管理人员培训计划的报导为开始,并以真藤恒博士所强调的船厂中管理人员的作用为重点。然而,研究很快揭示:船厂的组织结构和设计是另一个需要探讨的、更为深远的相关问题。

美国《鸿运》杂志(Fortune)每年对500家公司进行调查,发现1950~1970年间这500家公司发生了惊人的变化。1950年,他们中仅有20.3%是产品导向型组织,功能型组织高达62.2%。20年后,这500家公司中采取产品导向型组织的已占75.9%,仍保留功能型组织的却剧降到11.2%。如图1-1所示。

在上一时间范围的中央,即60年代初,日本的船厂摒弃了功能型组织,转而选择以产品导向型工程分解为基础的产品导向型组织。相反,美国的造船工业却未发生这种剧变。

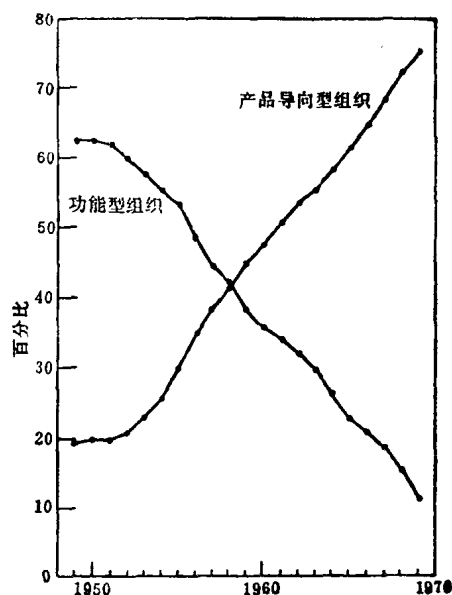


图1-1 1949~1969年间,受《鸿运》杂志抽样调查的500家公司从功能型组织向产品导向型组织过渡的趋势

1.2 功能型组织和产品导向型组织

功能型和产品导向型是组织的两种基本形式。其他一切形式诸如基体型等均属于混合型组织。

功能型组织结构按共同的生产活动调集资源,工程师和生产人员均按功能组织起来。产品导向型组织则以产品导向型工程分解和成组技术为基础,成组技术适宜多品种生产,即多种产品小批量生产。设计和生产以同一方法加以组织,均以同一产品为目标,在造船中即以中间产品为目标。

当一家公司只生产一种或数种产品且工艺不变时,功能型组织是最好的组织形式。造船中的保守主义者片面地将整艘船看作船厂的最终产品。然而,现代化船厂的经理却将预期的

最终产品分解成许多中间产品，即分解成零件和层层部件，再将它们制成较大的部件；并将这些零件和部件委托给厂内外专业化和高效率的车间或厂制造。这种先进的造船方法称之为中间产品导向型方法，基本上是一种装配过程。

显然，船舶不是船厂唯一的最终产品，因为桥梁、化工设备、电力设备等非船产品也可成为船厂的最终产品。不管最终产品是什么，现代化船厂的经理总是许多中间产品的设计者和制造者。将中间产品作为生产活动的中心可使石川岛播磨之类大型公司更好地对付技术的变化和多重市场。

1.3 总管理部门的两个层次

产品导向型组织的总管理部门至少存在着两个层次，且其人数比采用功能型组织时为多。

一份研究美国70家大公司发展史的报告指出，从功能型组织向产品导向型组织转化的冲击是：总管理部门产生了两个层次。这种管理体制可使负责企业命运的经理和董事不必过问日常经营活动，从而有更多的时间、信息和精力来考虑长期计划和评估业绩。同时，这种管理体制将经营管理的责任和必要的权力授予各职能部门的经理。

石川岛播磨重工业公司拥有多家企业，充分采用两个层次的管理方法。各船厂虽仍保留“总经理”的职衔，但其责任较之典型的美国船厂的总经理为小，比一般的“经营经理”则稍大。下文用“主要经营经理”这一职衔，以示区别。

主要经营经理的职责包括下列诸项，适用于一切工业生产过程。

- (1) 制订计划。设计和确定材料是计划的一个方面。
- (2) 制订工作日程。
- (3) 执行。包括物资的采购、调度和生产。

关于设计，在设有中央基本设计室时，除了基本设计外，主要经营经理对一切设计负责。他不必为应付应收帐目之类的事务操心，必须特别关心的仅限于直接影响生产的船厂内部事务，不包括销售、接生意、拉关系等外部事务。同高层管理人员相比，主要经营经理这一角色的特点是：他所关注的是当前的投资利润；而通过对新产品和新业务的投资使企业进一步发展则是高层管理部门的事。

1.4 设计与生产的结合

设计与生产相结合是部门之间协作的特性。保守主义者常抱怨设计和生产部门不能相互合作。众所周知，设计和生产不相结合付出的代价极为巨大，并且对于劳动纪律和工作情绪也有不利的影响。保守主义者承认这一点，但长期来未能找到解决办法。这是因为不像他们所设想的那样，过错在于设计人员或生产人员。

如果人们在相互抵触的两个目标下工作，或者在为了实现部门目标而牺牲整体目标的情况下工作，则这种组织结构必有毛病。例如，当经营一级的人员看到了正在发生的意外变化，但却不能将这一信息反馈给高一级的计划和目标调整系统，则情况就是这样。让生产人员参与合同设计，这是一个很好的做法。

功能型组织结构的一个致命伤是部门之间联系不够。部门内部的相似性会使这一部门的

雇员采取相似的价值观、目标和立场。相似性有益于该职能部门内部的合作、效率和工作质量，但却会妨碍其与其他部门的协调和合作。功能型组织将重点放在各职能部门内部的专门业务上而不是部门间的横向协调。对于一家经营业务不很复杂的小公司来说，功能型组织是适合的。小型公司由于规模小，尽管采用功能型组织，但是仍可保持部门之间必需的交流水平。

然而在必须对付复杂技术的大型公司中，产品导向型组织结构可按产品（在造船工业中按中间产品）将设计和生产分类归组；人员、信息和工作也按中间产品加以组织。因此，设计人员和生产人员之间的联络和认定均以他们所生产的中间产品的诸项事务为中心而进行。各职能部门之间的合作甚为良好。

1.5 产品导向型组织和管理人员培训

随着生产组织的突破，除了设计与生产的结合外，随之而来的还有许多别的好处。其中之一是，日本船厂发现成本控制加强了。各类中间产品的生产可当作各不相关的事来处理。生产控制也可加强，因为分工更为合理，从而可将统计控制法用于作业过程，效果更大。此外，日本船厂还能利用其产品导向型组织有系统、有意识地促进其管理人员的培训。

在石川岛播磨重工业公司，产品导向型组织是管理人员培训计划成功的基础。由于功能型组织和产品导向型组织在结构上有所不同，这对管理人员的培训和晋升很有影响。产品导向型组织实际上起了“管理学校”的作用，可以有效地培训中级经理，使之能解决问题，担负起经济责任。

在传统组织中，管理人员来自职能车间或职能部门，晋级常以其在职能部门的经验和专门知识为依据。这类管理人员熟悉他们所在的车间或部门的情况，但不了解其他车间的情况和各车间之间的相互关系。他们的生产观念狭隘而局部，没有系统和全局性。

与美国的军事部门一样，石川岛播磨重工业公司对年轻的受过高等教育的人员实行工作轮换制。由于大型公司采取产品导向型组织，这种方法切实可行。产品导向型组织将人员提升到上一级管理部门的依据是该人的管理技能和综合技能，而不是专业知识。管理人员应有能力实现各职能部门之间的协调，而不是某一专业的专家。

一个不能培育其自己的管理人员的机构必将灭亡；一个机构造就管理人员的能力比高效地、低成本地进行生产的能力更为重要。

1.6 管理人员培训制度的诸方面

石川岛播磨重工业公司管理人员培训方法并无什么固有的“日本特色”。美国的许多公司，如国际商用机械公司、埃克森公司、城市银行等，也采用了许多类似的方法。就其产品导向型组织和管理人员培训计划而言，该公司的企业文化不象美国的造船公司，却象国际商用机械公司或埃克森公司。

石川岛播磨重工业公司、国际商用机械公司、埃克森公司、城市银行等成功的管理人员培训计划其共同之点有：

(1) 将培训计划纳入公司的制度，深入各级管理部门，影响组织的运行方式。国际商用机械公司管理人员培训部主任E.F.克里格说：“我们不聘用培训管理人员的教员。我们挑选有技

术和能力的人，为其提供一锻炼的洪炉，将其炼成管理人员。”

(2) 管理人员培训是经理工作的一部分，经理有责任推荐其部下。经理的薪金和晋升部分取决于其在这方面的成功与否。

(3) 最高管理部门对于培训计划的支持和长期承担的义务不可有丝毫动摇，否则，管理人员的岗位轮训或工作轮换就将停止。可录用一批年轻的工程师，经常将他们从一个部门调到另一个部门工作，他们大都会成为第一流的管理人员。

1.7 石川岛播磨重工业公司管理人员的培训

石川岛播磨重工业公司的任务是按照社会需求提供优质的产品和服务，并从中获得合理的利润。同时，该公司还依赖于人类的创造性。因此，人的培训和生产体制的开发应同时并进。最重要的是，人的培训不应受到管理部门暂时变化的影响。每名新毕业生的工作计划按一年或三年制订，并每年予以修正。管理人员培训计划是该公司总管理计划的一部分，对该公司的前途至关重要，必须持之以恒。

管理人员培训计划旨在通过教育与训练将学员锻炼成一个能体现石川岛播磨重工业公司宗旨的人。在整个培训期间，该公司对学员委以更大的责任；培训结束后，可能委以全公司的领导责任。

该公司各部门的经理每年订制嗣后十年的人员需求计划，然后告知人事部门来年所需大学毕业生的人数。人事部门同时为各部门招聘新的大学毕业生。因此，同年进入该公司的全部大学毕业生形成一个阶层。在他们为公司服务的头几年，以毕业年份作为升擢的资历基础。尔后，按才能优选出来的为数不多的几个人将继续攀登公司权力金字塔的顶点。将由此多出来的、经验丰富的人员调到与该公司有关的其他组织，如国内附属机构、海外工程项目办公室和咨询部门，从而实现必要的减员。由于这些调离人员是管理的多面手和技术专家，因此他们可在不同的工业部门服务。埃克森公司培训部执行协调员小F.盖恩斯说：“在我公司犹如在石川岛播磨重工业公司一样，管理人员培训制度的最主要之点在于从管理人员队伍中调动人才的速率。这始终是一个巨大的挑战”。

1983年，石川岛播磨重工业公司造船部雇用了27名大学毕业生，其中5人获有研究生学位。1984年招聘的大学毕业生略微多些。这些新雇员分配在公司本部和四家船厂。大学毕业生一般占船厂总人数的3%，分配到基本设计部门的大学毕业生不计在内。这个百分比包括经过公司培训后显示出分析能力而崭露头角的少数高中毕业生。

石川岛播磨重工业公司管理人员培训计划的两个重要特点是：它由最高管理部门组织并在实施中优先予以安排。

培训计划通过下列数种途径实现：

- (1) 部门的在职培训；
- (2) 为专业人员开设短期训练班；
- (3) 开设财务、计算机、管理、文献等短期训练班；
- (4) 举办书面和口头交流技术短期训练班。

上列诸项中，最重要的是在职培训。新来的人分配到车间或科室，由主任或经理教授管理技术。为完成其培训任务，主任或经理必须：

- (1) 经常不忘自己所负的人员培训责任。帮助下属进步是自己最重要的一项任务；
- (2) 一开始就要教导下属掌握基本知识，包括有关业务的原理与方法训练，以作为将来提高的稳固基础；
- (3) 不要把每个人放在同一模子里塑造，应根据各人的能力、性格和特长制定正确的培训计划；
- (4) 要求其下属增强责任心和能力，这是个人成长的最有效的催化剂；
- (5) 应将具有挑战性的任务派给下属，纵然该属员当前的知识和经验可能尚难以承担此一任务；
- (6) 应记录任务的完成结果。

大学毕业生进入石川岛播磨重工业公司后，在最初12年内工作不断轮换。开头两年，派其做一些设计工作。两年结束时调到生产部门。这样，未来的管理人员就兼有设计和生产两方面的经验，并知道设计和生产部门密切联系的必要性。除此之外，石川岛播磨重工业公司所采用的产品导向型组织能使设计与生产的结合程度远较别国船厂所采用的功能型组织为高。

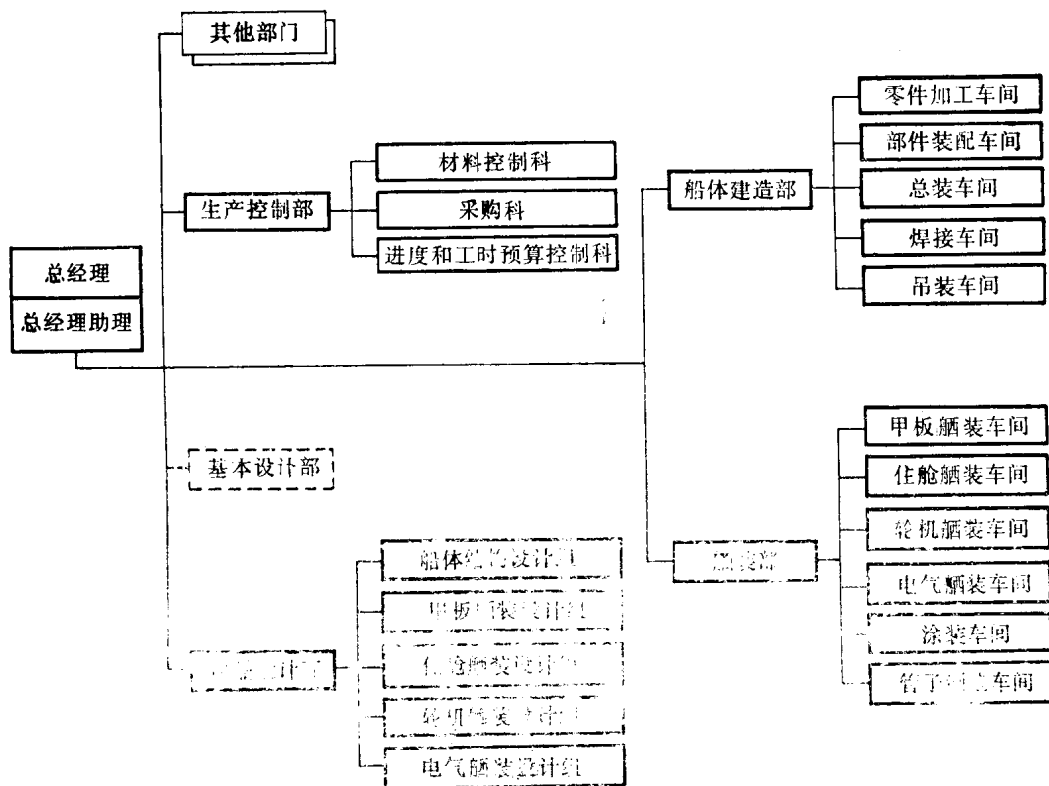


图1-2 石川岛播磨重工业公司吴船厂1982年前后的组织体制

各人的专业计划经过与科室经理磋商后每年更新。经理在与下属讨论工作时，应考虑下属的个人愿望与才能。典型的管理职务有：

- (1) 舾装设计工程师；
- (2) 放样现场工程师；
- (3) 总装现场工程师；
- (4) 轮机舾装车间现场工程师；

- (5) 涂装车间现场工程师；
- (6) 船体建造或舾装部门的车间主任或高级生产工程师；
- (7) 船体建造或舾装部门的经理；
- (8) 生产控制部门的经理；
- (9) 总经理助理；
- (10) 总经理。

进公司初分配到车间从事管理工作的大学毕业生应负的典型职责见1.8实例。原则上，他们代表车间经理，负责编制工时和材料预算，编排车间内部工作进度和工艺流程。

一个完全成熟的工程师和经理对生产全过程富有经验，他受过良好的教育和训练，知道自己的能力和职责，不断改进建造体制。他们甚可步入更高的管理岗位。他们技术基础强，管理方面多才多艺，确是一群优秀分子。

图1-2所示石川岛播磨重工业公司船厂组织体制是一种适用于造船的产品导向型体制，人员、信息和工作完全按照产品导向型工程分解加以组织。如图1-3所示，这种组织的优点在于车

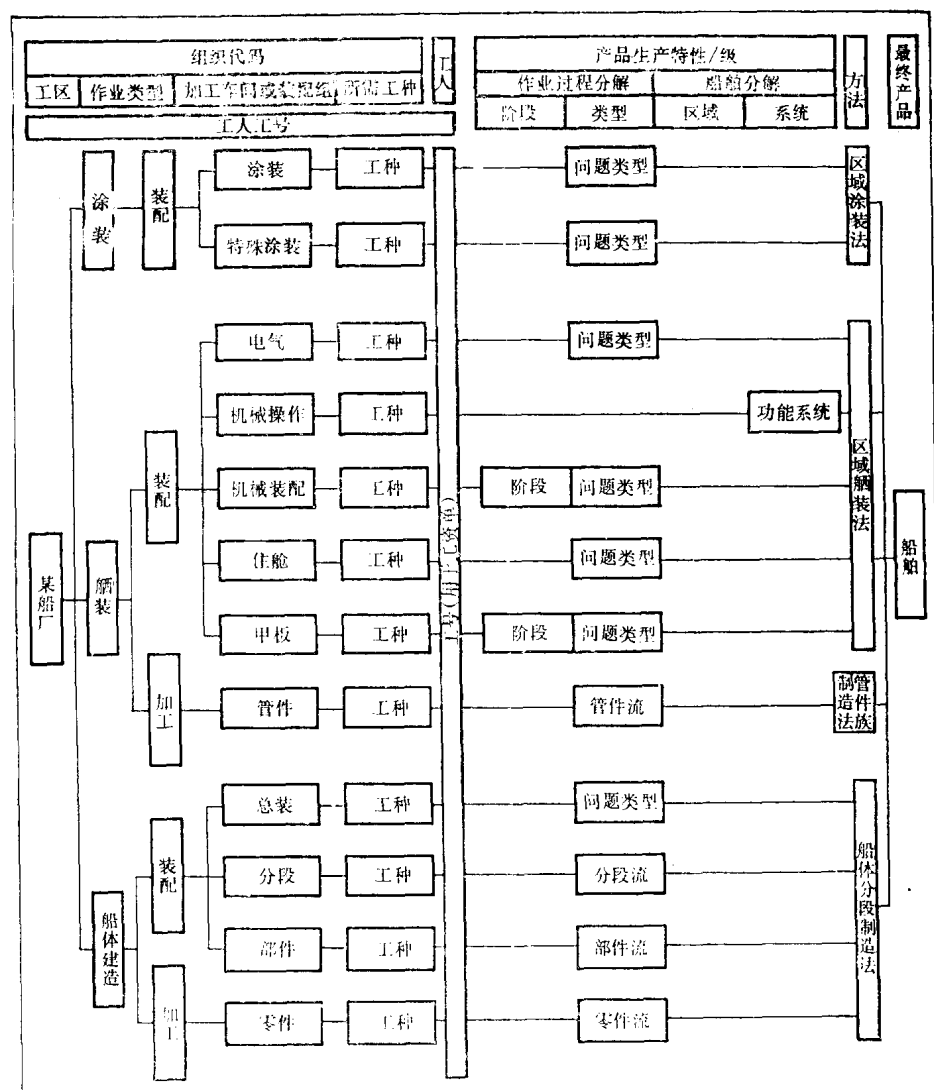


图1-3 1975年前后日本造船业处于顶峰期间，石川岛播磨重工业公司船厂的生产组织(自左至右看)

间的生产组织完全符合成本分配。因此，产品导向型工程分解是造船厂建立产品导向型生产组织的基础。

此外，受过高等教育、经过强化培训、具有分析能力、善于独立思考的人对于现代先进的生产体制的重要作用也是不可否认的。科学的造船方法需要受过高等教育的工程师和经理。美国造船工业传统的功能型组织未能造就技术基础扎实的通才。产品导向型组织是建立工程师与经理特殊管理组的基础。当前的造船、特别是舰艇建造对船厂的经理提出了挑战，要求他们将受过大学教育的中级管理人员更好地加以组织，更有目的、更妥善地使用。

1.8 中级管理人员职责实例

中级管理人员的具体工作以下列两例说明。

1.8.1 舾装件(如管件)制造车间受过高等教育的职员的责任

一、专项工作

1. 根据以往的效率记录和拟采取的作业方法的改进措施，例如采用自动焊和改良的工夹具等，将分配给车间的每艘新建船的工时和材料预算进一步分配到各分道作业线；
2. 制订和执行长期(1年)车间工作负荷计划，每当厂部的长期计划改变时作相应修整；
3. 设法利用分包商和加班加点，以弥补工作负荷的波动；
4. 同分包商谈判，确定一年内的工作量和单位价格；
5. 估算出为完成设计人员所提供的图纸、材料清单和其他资料所需的工作量；
6. 编制中期(3个月)进度计划，以满足托盘需用日期。编制时可利用反馈信息，如每一单位重量、管件、电缆长度等的工时；
7. 利用反馈数据绘制每艘船的工时控制曲线图；
8. 维护计算机信息处理数据库，例如，建造期间控制用的批号与序号，以及相应的船号、部件号。此外还有单元舾装、分段舾装、船上舾装期间控制用的托盘号，等等；
9. 制订设备和设施改进计划；
10. 贯彻执行特别计划，例如如何使车间充满朝气的计划。

二、日常工作

1. 车间主任、分道作业线工长及其助理、以及其他工作人员每周集会，以便：
 - (1) 以计划产量为依据检查各分道作业线每周完成的零件数；
 - (2) 确定下一周应完成的工作量，包括分包和加班加点的作业；
 - (3) 安排各分道作业线下周的人数；
2. 车间主任每月一次向部门经理提交生产实况报告，说明计划与实际结果的差距，并提出改进建议；
3. 贯彻执行精度管理制度；
4. 参加每月两次的安全管理会议。

1.8.2 舾装件(如甲板、住舱、轮机和电气)装配车间

受过高等教育的职员的责任

一、专项工作

1. 参与合同设计前初步设计的研究,并参与船舶建造策略的制定;
2. 参加船体分段划分会议;
3. 编制区域舾装方案,如确定单元舾装、分段舾装、总段和船上舾装等的区域与阶段,必要时,在不影响船东要求的前提下,向设计人员提出改进布置的建议,以提高生产率;
4. 确定主机之类特殊设备的需用日期,并查核这类设备能否按时获得;
5. 利用各托盘的设计输出数据和各种具体材料装配所需工时率,编制1~3个月进度计划;
6. 随着设计阶段的推进和设计所需的输入信息诸如检验点、参考线、焊缝气密试验方法等的增多,继续深化建造策略,予以进一步明确,促使详细设计的输出信息真正成为施工文件;
7. 提供制订舾装方案所需的资料,研究采用新观念和新目标,以降低成本;
8. 编制区域舾装进度表,确保其与设计进度相适应,以编制与托盘相一致的施工文件;
9. 编制脚手架计划;
10. 从安全角度出发规定进出通道和路线;
11. 根据往昔的效率记录和拟采取的作业方法的改进措施,例如自动焊和改良的工夹具等,将分配给车间的每艘新建船的工时和材料预算进一步分配到各分道作业线;
12. 参照总装进度,重新确定船上起重机的位置;
13. 制订主机安装、轴系找中、管系完工后的清洗等计划;
14. 制订设备改进计划;
15. 贯彻执行车间主任提出的特别事项;
16. 记载车间费用帐目;
17. 保存各阶段控制表并分析其结果,如分段舾装、总段和船上舾装等各阶段控制表;
18. 编制施工文件。

二、日常工作

1. 参加所在车间每天早晨简短的工长会议;
2. 主持每周周会,确定下周工作负荷。主要内容有:
 - (1) 检查由工长提出的月度计划和由工长助理提出的周计划;
 - (2) 传达由车间职员提出的工作方案;
 - (3) 与工长讨论后调整人力分配;
3. 一天两次巡视施工现场;
4. 亲身参加主要设备试车;
5. 对船东和验船师提出的不满意项目予以解答,并处理反馈信息;
6. 参加厂长召开的船舶建造周会,决定同其他车间、特别是涂装车间的协调事项;
7. 车间主任每月一次向部门经理提交报告,陈述生产实况,说明计划与实际结果的差距,并提出改进建议;
8. 参加每月两次的安全管理会议。

2. 船体建造、舾装和涂装一体化

传统造船厂主管生产的厂长们经常这样说：“我们只要能及时地得到施工图纸和材料、设备，建造船舶也能象其他任何行业一样高效率地进行。”他们认为造船方法已经没有什么可进一步发展了，这是由于忽视了一个严酷的现实——大多数生产效率高的船厂之所以成功，关键在于从合同设计开始，就使生产人员和设计人员紧密结合，开展设计和计划工作。这样，就能使每一项设计自始至终符合预先制定的船体建造、舾装和涂装一体化的建造策略。设计工作事实上是计划的一个方面。

现代化船厂与传统船厂相比较，人员和信息的组织，及生产过程都是不同的。现代化船厂的各个方面的工作相互有机地结合，并且组织成一个能自身不断完善和提高了的造船系统。

现代化船厂生产主要是依靠人员的广博知识和技能。刚从大学毕业的人员先被安排在生产车间任现场工程师，然后，再调换他们的工作部门，使他们获得船体建造、舾装和涂装的生产和设计两方面的经验；这种人员培训方法很有效益。船厂中这些聪明的人员，可被委派担任车间主任、高级工程师和各处室的负责人。同时，也可在不同类型的两个部门之间调换工作。

本篇所论述的船舶一体化建造法，特别值得关注的的一个方面是频繁地运用制造的统计控制，即精度控制。早在1967年，日本造船学会的报告就指出，精度控制具有“划时代”意义，它奠定了现代化造船方法的基础。

实施成组技术提高生产效率的一个很重要的因素就是优化作业排序。用计算的方法对作业排序进行优化，可以达到如下目标：设备调整时间最少、工件平均加工时间最少、关键设备利用率最高、材料利用率最高和脱期交货时间最短等。实践证明，由于作业排序的优化，对于不同类型作业可以使生产能力提高15~83%。

传统船厂以最终产品为主线、按工种导向组织生产，作业错综复杂。不同船舶在船厂同时建造，相互争夺场地、设施和劳力。同一场地（船和分段）的不同工种相互干扰。船厂各职能部门从本部门立场出发处理问题，推委扯皮的情况时有发生。所以，难以达到作业排序之优化。

船体建造、舾装和涂装一体化是建立在引进成组技术、以中间产品专业化为导向组织生产的基础上。它是造船技术发展的第四级水平。造船技术发展至今，可划分为五级水平。散装船体，并在船体形成后舾装，是第一级水平。先形成分段，而后合拢为船体，并进行预舾装，是第二级水平。由于成组技术的引进，船体采用了分道建造法，在船舶设计之前就制定了“建造策略”，规定了设计要贯彻的区域舾装方案，这就是第三级水平。中国船厂目前属于二级到三级水平之间。一体化建造法是第四级水平：在船体分道建造和区域导向舾装的基础上使中间产品的制造不按船舶和船舶系统分类，实现空间分道、时间有序、责任明确、相互协调的作业优化排序。同时，造船系统的设计、生产、管理和采购各部门的任务和计划及相互关系，都围绕中间产品的制造予以明确规定，使得船厂的一切工作相互协调，极富节奏。日本造船业自引进成组技术理论起，花费了20多年的时间才达到了这样的水平。第五级水平是充分发挥人的因素，开展全面质量管理小组活动，持续地完善造船系统，不断提高生产率。

本篇将适用于在下列人员和组织具体工作中使用：

- (1) 决心革命性地改造传统造船方法,并具有充分权力与传统习惯作对抗的高级工程师;
- (2) 包括独立的设计公司的船舶设计组织,因为设计组织和生产组织,两方面对船体建造、舾装和涂装都负有责任,而本篇对生产人员 and 设计人员间的相互联系论述得十分详细;
- (3) 美国海军机构。在1983年,海军方面就宣布,将由海军自己开发和设计新型号的船舶;
- (4) 学生、学者或其他任何大型工业工程项目的有关管理部门。

2.1 引言

2.1.1 背景

焊接代替铆接已有很长时间,而焊接所导致的造船方法的改进甚至现在仍在研究发展中。在焊接未引进前,建造每艘船的船体基本上采用相同的工艺过程。首先铺龙骨底板,然后竖肋骨框,最后逐块装配外板,这反映了自古以来的木船建造的工艺过程。它是一种系统导向型的工艺过程,即首先组装龙骨系统,然后安装肋骨框系统,最后装配外板系统等。与这种工艺过程相适应的是系统导向的计划安排,包括系统导向的船体建造图纸的设绘。

焊接技术的引进意味着能很容易地把结构零件组装为船体的某一部份。这种焊接件可以由甲板部件、舱壁和龙骨组装而成。因此,大量的装配作业可以从船台转移到车间内或车间附近的平台上去做,这就更加安全、高效和精密。

制造了足够的分段后,就可逐一合拢形成船体。这样,船体建造就成了区域导向型。一些船厂逐步进展到绘制适应于区域导向的船体建造图纸,使所设计的图纸与船体实际按区域建造相同。从事船体建造详细设计和生产管理的人员也应改变工作方法,以适应建造策略转变的需要。

甚至在分段建造法成为常规时,舾装和涂装作业仍然排在分段制造完成后才进行,例外极少。也就是说,要在船体建造基本完成之后,才进行大量的舾装作业。许多舾装件的测量、加工和安装都在船上进行,导致生产效率很低。

某些船厂采用了分段预舾装,把舾装作业分为两个基本阶段,即在分段上舾装和在船上舾装。然而,许多船厂继续采用以系统划分的图纸,施工项目根据系统或系统某部分的舾装作业编制,并按此执行。施工项目的内容较广泛,目的较多,要实现和谐协调的工艺流程必须作出极大的努力。各个施工组在执行这种施工项目时,经常相互争夺施工场地。传统舾装法所遇到的问题同样会在分段舾装中遇到;虽然程度较低,但仍值得注意。仍存在很多临时性的辅助作业,例如搭脚手架,设置焊接电缆、压缩空气管和柔性的通风管。许多仰面安装作业仍然要工人仰面进行。

还有一点不合理:按系统编制详细设计材料清单和从事材料采购的人,常毫无必要地忙于做一时尚不需要的系统某部分工作。生产准备工作的两个重要方面详细设计和编制材料清单,以及材料采购都是以系统导向的,然而预舾装却以区域导向。在这种情况下,即使是综合预舾装,其效率仍然是很有限的,因为建造策略相互冲突。努力实现单一的区域导向建造策略能导致科学造船方法的诞生。

世界上生产能力强的一些船厂已经以船体、舾装和涂装一体化的造船方法替代了传统的造船方法,这种方法有下列值得注意的特性。

(1) 船体分道建造法。根据成组技术族制造的原理制造船体零件、部件和分段，按工艺流程组建生产线。

(2) 抛弃了舾装是船体建造后续作业这一旧概念，以精确划分的区域和阶段来控制舾装。新方法有三个基本阶段，即单元舾装、分段舾装和船上舾装。此外，还有一个次阶段，即当分段倒置时，以俯向来完成本来必须仰面完成的作业。

(3) 族制造。例如管件族制造，它以成组技术原理代替作坊时代思想方法，以最有效的手段制造多品种、小批量产品，可获得生产线生产方法的效益。

(4) 采用产品导向型工程分解。它通过强调专业内容，把船舶创造性地划分为许多理想化的中间产品，例如，零件和部件，使之能协调地分道生产，从而大大简化了前面提到的不同类型作业的一体化。

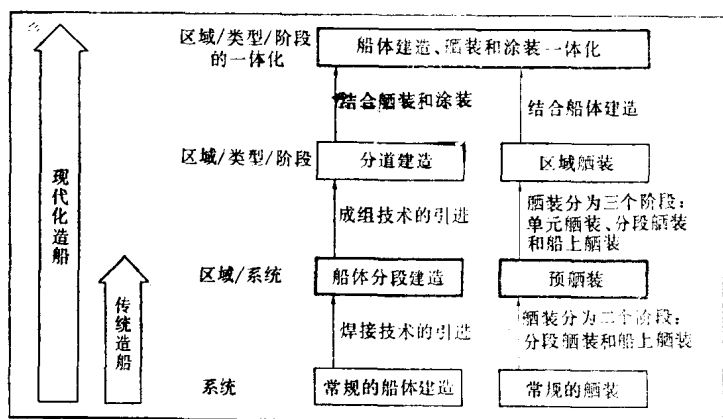


图2-1 造船技术进步史

图2—1描述了上述导致船体建造、舾装和涂装作业一体化的造船方法发展史。掌握了一体化建造法的船厂通常在船舶下水时舾装完成率超过90%。因此，他们必须采用更有意义的进度指标：

(1) 分段上船台前的舾装完成率；

(2) 总装阶段的舾装完成率。

这两个完成率分别达到35%和85%是很平常的。

2.1.2 一体化方法对船体建造的影响

一体化的船体建造、舾装和涂装对船体建造的每个方面都有影响。传统的人员、信息和作业组织是不适应的。由于大多数生产能力强的造船企业的实践已经证明一体化建造法是非常有效的，并且还在继续完善这个方法，所以，对于要参与竞争的造船企业来说，只有实施一体化造船法，别无它择。他们也极需要掌握一体化造船法。为此，改革造船各级职能部门结构，有效地运用信息和合理生产过程是必由之路。

由于船体建造总是以牺牲其他工种作业为代价而处于优先地位，因此，要对船体建造进行必要的改革很可能是最困难的。某些老资格的管理人员不愿为了实现一体化建造法而把“钢结构”的生产置于从属的地位，更不要说主动引导向这个方向发展了。但是，如果他们这样做了，就会感到惊奇，因为各种作业在协调的流水加工原理的指导下，也能提高船体建造的生产率。

如图2—2所示，船体建造、舾装和涂装的一体化要求船厂的所有部门实现空前的通力合作。因为船体建造工程师的工作起先导作用，所以，他们必须懂得舾装和涂装方面的需要。通过商议、折衷和最终相互统一来实现一体化的计划。最重要的目标是提高整个造船系统的生产率。