

造船生产设计讲义

XXXXXX

目 录

第一讲 建立现代造船模式	1
第一节 造船模式的发展	1
第二节 现代造船模式的支撑技术	8
第三节 改造造船生产作业体系	10
第四节 深化生产设计、推进中间产品成品化	14
第五节 转换思路，加大力度推进造船模式转换	15
第二讲 现代船舶设计	18
第一节 船舶设计的三个阶段	18
第二节 造船生产设计	22
第三讲 造船生产设计策划	34
第一节 广义生产设计	34
第二节 建造方针与施工要领	35
第三节 模拟造船	38
第四节 生产设计“四化”基础	39
第四讲 造船生产设计编码	40
第一节 编码基础知识	40
第二节 WS-SMCS 船舶建造编码系统	43
第三节 WS-SMCS 编码规则	47
第五讲 造船托盘设计与管理	60
第一节 船舶舾装与托盘管理	60
第二节 船舶舾装托盘的设计	66
第三节 托盘集配	68
第四节 以托盘为中间产品组织生产	69
第六讲 船体生产设计	70
第一节 船体生产设计内容与设计程序	70
第二节 船体生产设计要领	73

第三节	船体结构制造图	74
第四节	船体辅助生产作业的设计	75
第五节	管理图表	76
第七讲	船舶综合布置与综合布置图	77
第一节	舾装综合布置	77
第二节	舾装综合布置图	79
第八讲	船舶舾装生产设计	86
第一节	舾装技术	86
第二节	舾装、预舾装与单元模块	87
第三节	机装生产设计	89
第四节	电装生产设计	91
第五节	船装生产设计	93
第九讲	船舶涂装生产设计	95
第一节	涂装生产设计要求	95
第二节	涂装生产设计内容	96
第十讲	计算机辅助生产设计	97
第一节	计算机辅助生产设计的发展	97
第二节	三维计算机生产设计系统	99
第三节	三维计算机生产设计	102
编后语		111

第一讲 建立现代造船模式

面对日益严峻的国际竞争环境，我国船舶工业在向世界造船强国目标奋进的过程中，不仅要面临日韩更加激烈的竞争，而且还将经受市场变化、材料设备价格上涨以及汇率变动等一系列风险的考验。加快建立现代造船模式是中国船舶工业走新型工业化道路的战略选择，也是直接关系我国造船企业生存与发展的一项紧迫任务。

生产设计是现代造船模式的一个重要组成部分，是造船模式发展的重大变革。要学习生产设计，首先必须要了解现代造船模式。本讲主要介绍现代造船模式的基本概念和如何推进建立现代造船模式的相关知识。

第一节：造船模式的发展

1.1.1 造船模式

造船模式：造船的基本方式方法。每种造船模式都有一种相应的关键技术为支撑，称之为该造船模式的**举寿拥染**。

造船模式的发展分为三个阶段，五种造船模式。

	造船模式	主导技术
伤肘铁薄	星何刷铁毫弓	限撤拥染
	切沫刷铁毫弓	茭撤拥染
皇令铁薄	切铺刷铁毫弓	找而拥染
	饱找刷铁毫弓	修戳拥染
架栓铁薄	旨摸刷铁毫弓	权茎拥染

● 造船发展的第一阶段

造船发展的第一阶段是传统造船阶段。在其发展中经历了整体制造和分段制造两种造船模式。

1) 整体造船模式

钢质铆接船舶的建造，采用“整体制造法”。其主导技术是**限撤拥染**。

船体结构的装配铆接作业集中在总装场地（船台或船坞）操作，整船形成后进行舾装（安装设备、仪器、管路、电缆等）和涂装。

2) 分段造船模式

焊接技术应用于造船，采用了“分段制造法”。在车间内装配焊接部分船体结构，并在船体分段上预先完成部分舾装和涂装作业。因此，扩大了造船作业面，改善了作业环境，提高了工效，缩短了周期。国内外大型船厂均实现了“分段制造法”。

● 造船发展的第二阶段

造船发展的第二阶段是现代造船阶段。在其发展中要经历分道制造和集成制造两种造船模式。

1) 分道造船模式

“成组技术”应用于造船，采用工业化的“分道制造法”。把需要相似生产资源的船舶“中间产品”，组建有节拍的流水或虚拟流水生产，配置高效的专用工艺装备，使原本是“劳动力密集”的造船业，实现了“空间分道”的“设备密集”的转型。

日本 7 大船厂的造船职工人数均由万人级下降到一千人左右。我国船厂通过技术改造正在构建各类分道生产线，典型的有船体平面分段生产线，管件加工生产线。但尚未全面实现所有“中间产品”的流水或准流水生产。

2) 集成造船模式

“信息技术”在船舶建造全过程的应用，包括设计、制造和管理，形成“信息化”的“集成制造法”。运用计算机技术对船舶制造全过程的信息进行采集、处理和控制，细化到每台造船设备和每个员工的每天的运作，使船体建造、舾装、涂装和管件制造等不同类型的作业，均从整体效益出发，达到相互协调，从而实现“时间有序”的“信息密集”，使各类生产资源充分发挥效用。

日本和韩国的先进船厂已实现了集成制造法，达到了产量的倍增和成本的下降。我国船厂正在向“信息化”的“集成制造法”发展，但是差距很大。

● 造船发展的第三阶段

造船发展的第三阶段是以智能技术为基础的敏捷造船模式。

敏捷造船模式是全球造船业正在大力研究开发的“敏捷制造法”。它是全球化的资源优化集成，以全面数字化、全面模块化和网络平台等为技术支撑，建立动态的造船联盟——虚拟企业。它是造船业的“知识密集型”的企业。

当前，走在最前沿的美国 MARITECH 舰船制造业先进的信息工程；2002 年 4 月，韩国三星重工正式启动“数字化造船系统”的发展计划。我国造船业在敏捷制造方面正处在研究阶段。

1.1.2 我国造船业的发展

● 我国造船行业与国外先进船厂的差距

我国现行造船模式与国外先进船厂对比，其特点如下：

1) 从工程设计到建造的全过程尚未完成向“分道制造法”的转型，即使有也仅限于某几类“中间产品”的流水线生产设备的配置，尚未形成所有“中间产品”的专业化的流水或虚拟流水生产，仍然是“劳动力密集型”企业，生产效率低、成本高。

2) “集成制造法”的应用差距更大，信息技术虽然在设计、制造和管理诸方面均有应用，但是，大多是建筑在传统的“分段制造法”的作坊式的工种专业化导向的基础上。此外，各个系统往往是各自独立的信息孤岛，异构系统还不能并行操作。

3) “敏捷制造法”的研究即将启动，而国外已启动多年，并取得了局部应用。

● 我国建立现代造船模式的发展

我国建立现代造船模式的发展（即转换造船模式，简称“转模”）已经经历了三个阶段，在主要船厂初步建立了分道造船模式。现在将进入第四个大的发展时期。

1) 引进“生产设计”阶段

八十年代，以沪东船厂、新港船厂和大连船厂为典型；开始生产设计。

1983 年 12 月中国船舶总公司成立造船生产设计指导组；决定实行设计改革；1989 年编写出版了《造船生产设计》讲义；1990 年编译出版了《造船成组技术》。

2) 按区域改革造船生产体系阶段

九十年代，以广船国际为典型；加强生产设计的四项基础，成立造船事业部；创造建造三万吨级船舶船台周期和码头周期各 56 天的新记录。

1995 年中国船舶总公司提出“转换造船模式，深化生产设计”，八大骨干船厂“转模”两年到位的要求；1991 年组织编写出版了《造船管理规范》，1998 年编

写出版了《现代造船工程》，1999 年出版了《现代造船模式研究》报告。

3) 按中间产品改革造船生产体系阶段

“十五”期间，以大连造船新厂、外高桥船厂为典型，按照中间产品集成，船台总装造船的方式改造（或建立）造船生产体系；2004 年两厂造船总量分别达到 167 万吨和 174 万吨。全面开展了现代造船模式应用研究。

2004 年 11 月国防科工委发布“关于加快建立现代造船模式的指导意见”，提出“巩固、扩展、务实、创新”的指导方针和“一改、三化、两结合”的总体要求；建立现代造船模式专家指导组。

4) 信息集成阶段，“十一五”期间，以 XX 船厂、701 所为典型，研究进入集成造船模式的示范工程；南北集团联手，开始研究敏捷造船模式课题。

1.1.3 “转模”的内涵

● 现代造船模式的定义：

仪肘筹伙北盒贮主提寿 0 底看找而拥染 0 仪丰露亨哄主寿吗 0 插医埠而耗眉亨 0 处、晒、滤你丛圭粟露下切铺 0 曳露下构庐 0 审皇贯豪、眉亨、织盒乙何北 0 坎识、配育场戏诱铁薄。

● 现代造船模式的主要特征：

- 1) 面向制造过程的集成化的产品设计
- 2) 船体建造、舾装、涂装一体化
- 3) 纵向层次清楚、横向逻辑性强的计划管理体系

● 现代造船模式的精髓

现代造船模式的精髓是现代工业化的批量生产方式，即：

眉亨贯豪纺列 0 丰露亨哄饱找 0 坎识配育眉亨 0 蛙捆戏诱铁薄。

1) 生产设计策划：

- 个性化产品 适应批生产方式的策划。
- 应用基础科学和建造经验对待建造船舶提高生产效率的策划。
- 单船前期系统策划、结合设计进程的过程策划、对每一工艺阶段各施工区域的全面策划，是运用工程计划体系业务运作过程，确保计划覆盖面达到 100%。

2) 中间产品集成：

- 改革造船方法、工艺流程、管理体系流程和作业体系组织结构，适应批生产方式的要求。

- 专业化总装模式和社会化协作方式相结合。

- 中间产品生产单元实施设计、生产、管理一体化的封闭管理，生产过程实行壳舾、涂一体化的建造方法。

3) 总装节拍造船：

- 造船船台、船坞模拟汽车总装流水线设定船舶中间产品吊装顺序，并设定船台作业流程，不同船型和船只的总装吊装顺序和作业流程均需单独策划设定。

- 优化流水吊装顺序和调整工事节拍周期是提高总装生产率的主要措施。

4) 均衡、有序、连续生产：

- 均衡、有序、连续生产是实现批生产方式高效率的作业要求。

- 均衡生产要求在确定工程计划前对生产资源同任务负荷进行测算平衡。

- 有序是指生产用的材料、部件、船用设备、图纸资料的供应、以及中间产品的生产和提供，均要以满足总装吊装顺序的需要。

- 总装应有相对稳定的日吊装需求量。

- 实现设计、生产、管理一体化（见图 1.1）

1.1.4 “转模”的推进

- 思路：系统、全面、逻辑、实用、渐进、持续地变革企业现行的生产方式。

- 内容：造船生产体系的改造，及企业经济运行体系的改造。

- 原则：坚持以提高效益为目标，坚持以企业重构为内容，坚持以在制建造产品为载体。

- 路线：根据试点企业推进实践总结的快速“转模”技术路线。

1) “转模”推进思路

系统、全面：主要是指目标实现涉及的全过程和方方面面。

逻辑、实用：是指推进措施必须符合事物变革的逻辑顺序，实用是指一切措施都应符合本企业实际并能取得提高效率降低成本的作用。

渐进和持续相辅相成，这是“转模”结合企业实际存在问题的介决过程和企业对变革的承受能力所决定。

2) “转模”推进的主要内容

“转模”推进主要内容是企业生产体系及经济运行体系的变革。进行企业重构。

造船企业两体系的变革实际就是生产方式的变革，并建立与之相适应的经济运行体系。两体系的变革不应造成企业正常经济运行的停滞，必须结合企业经营生产活动进行。两体系变革的目的都是为了降本增效。

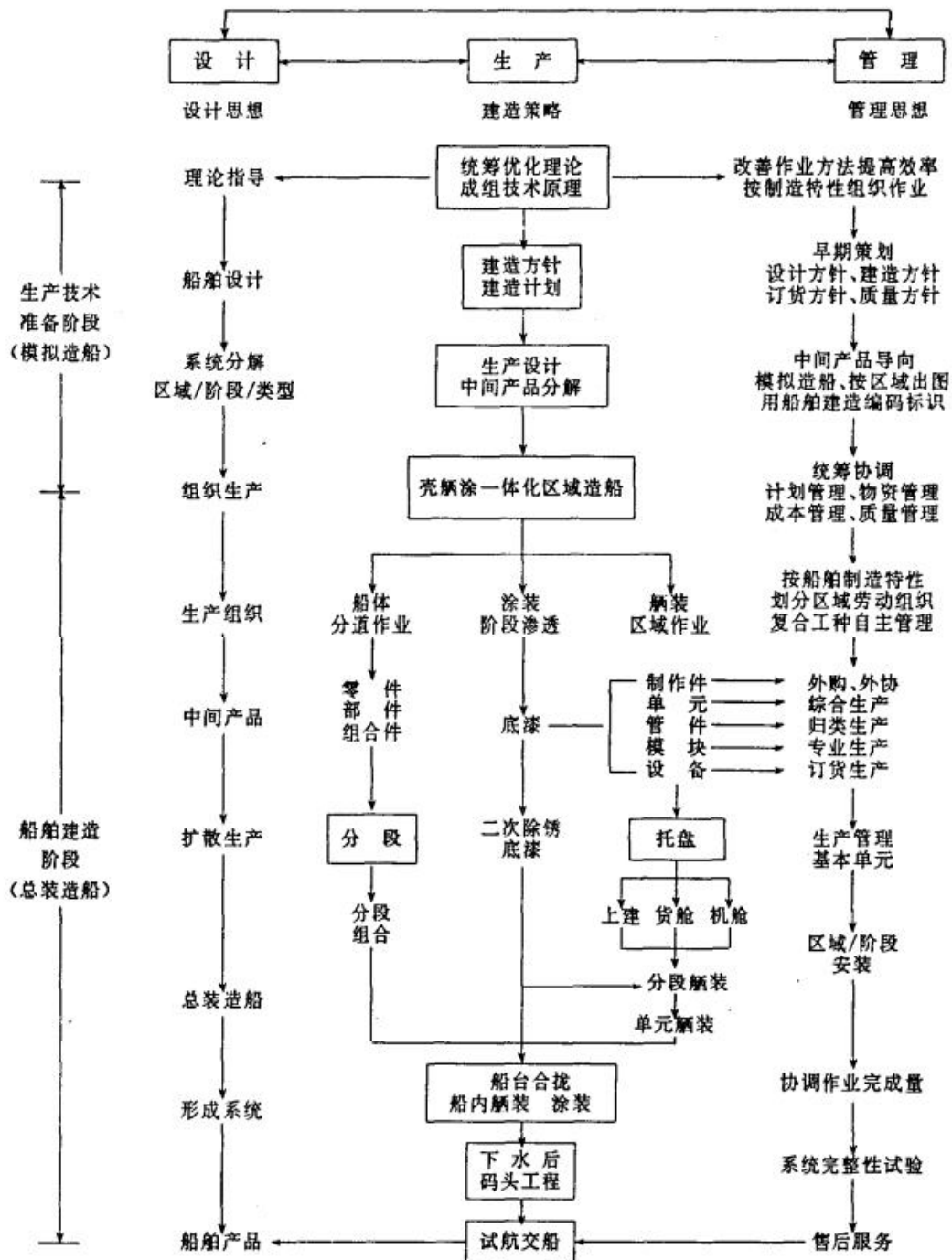


图 1.1 实现设计、生产、管理一体化示意图

3) “转模”推进原则

“转模”推进原则：坚持以提高效益为目标，坚持以企业重构为内容，坚持以在制建造产品为载体。

三项原则是不可分割的整体。任何“转模”的技术、计划、措施的推进都必须坚持三项原则。效益目标必须具体；企业为对象主要针对现体系存在的问题，“转模”技术、计划、措施的推进，都要以在建的船舶产品为载体。

4) 建立现代造船模式的指导方针

建立现代造船模式的指导方针是“巩固、扩展、务实、创新”。

- 巩固：已取得的阶段性成果。

- 扩展：从技术层面向体制、机制层面扩展，从造船企业向设计院所、协作厂家延伸。

- 务实：真抓实干、讲求实效，将建立现代造船模式的成效落实到缩短造船周期、提高生产效率和经济效益上来。

- 创新：全面推进技术创新、管理创新和制度创新。

5) “转模”的总体要求

“转模”的总体要求是“一改、三化、两结合”：

- 一改：改造造船生产体系

是建立现代造船模式的在当前阶段的主要任务。

- 三化：造船总装化、管理精细化和信息集成化

是建立现代造船模式工作的基本方向。

- 两结合：结合企业实际，结合产品载体

是建立现代造船模式的有效方法。

6) “转模”加速的技术路线：

脸穷味枢、禾棒芻助’

毫捣铁薄、编肘纺列’ 潜北贯豪、透毫光访’

茎办湿宛、年识辖父’ 精窍相齿、境年诊沆’

切医刷你、毫坚饱找’ 左庐迪退、邦簧播刷’

脑刷棒凌、国北找桑’ P、D、C、A、伙北初晚

九个环节，小循环推动大循环，建立持续创新机制。

1.1.5 “转模” 工作重点

“转模” 重点是深化生产设计和强化工程管理。

- 深化生产设计：是从工厂的施工角度出发，通过设计形式，考虑如何高质量高效率安全造船以及如何合理组织造船生产，是融设计、工艺、管理于一体的设计。

- 强化工程管理：建立起全方位、多层次、立体化的管理体系，对船舶产品设计、制造、采购及储运等各个环节进行强化管理。建立完善的工程计划管理体系和制度；把成本分解到各个中间产品、各道工序上，实现目标成本管理。提高管理水平，达到增效目的。

1.1.6 现代造船模式的造船生产作业体系

现代造船模式的生产作业体系是以中间产品为导向的造船生产作业体系。

以中间产品为导向的造船生产作业体系是应用成组技术，以中间产品为导向的，适应于多船型、多船种的柔性生产流水线，即总装造船生产线。同时配套推行区域定置管理，针对各个类型生产线上相应的中间产品建立起封闭管理的运行机制，从而实现多品种船舶的均衡、连续、高效总装造船。

1.1.7 “转模” 的任务

- ◆ “三装”：分段预舾装、单元舾装、盆舾装
- ◆ “四化”：编码化、托盘化、标准化和计算机化。
- ◆ “五率”：材料利用率（钢板利用率）、工时利用率、设备利用率、资金利用率（资金周转期）和船台利用率。

第二节：现代造船模式的支撑技术

1.2.1 现代造船模式的支撑技术和理论基础

现代造船模式的支撑技术是成组技术，理论基础是统筹优化理论。

1) “转模”工作的指导理论是统筹优化理论

统筹优化理论包容了运筹学和系统工程的基本思想和方法，是一种全新的理念。是造船“转模”工作的指导理论。

2) 造船成组技术体系

现代造船模式的支撑技术是成组技术。

造船成组技术体系包含五项主体管理技术和五项主体制造技术。

3) 造船企业“转模”的技术路线

造船企业深入“转模”的技术路线是改造生产体系。也是推进造船企业跨越式发展的基本途径。

1.2.2 统筹优化理论

统筹优化理论是一种全新的理念。是造船“转模”工作的指导理论。其内涵体现如下观点：

A. 整体性观点：“整体的属性与功能大于各孤立部分的总和”。局部的最优化并不代表整体的最优化。因此启示人们，研究问题、解决问题不只是追求局部的最优化，而是谋求系统整体效果最佳。

B. 层次性观点：任何复杂系统都有一定的层次结构。只有分清层次，结构才能稳定，管理才能有效。（制造级、中间产品）

C. 模型观点：建立模型的目的就是把客观复杂问题转换为只反映本质因素的简单问题，从而找到解决问题的方法。（网络计划图、工时 S 曲线等）

D. 优化的观点：分析解决问题的方案不能是唯一的，必须通过多种方案的比较，选择一个最优方案。

E. 定量分析和定性分析相结合的观点。

1.2.3 造船成组技术体系

造船成组技术体系包含五项主体管理技术和五项主体制造技术。

五项主体管理技术：

五项主体制造技术：

1) 开铁吉名跑利，铁薄托侍 -

1) 薄何切铺开铁涂

2) 薄舶开铁棒凌北

2) 医埠晒诱涂

- | | |
|----------------------|---------------|
| 3) 左簧切谣拥染，亨哄寿吗垫 - | 3) 医埠滤诱涂 |
| 4) 乙何北梨懂铁薄眉亨豪列 | 4) 织价智刷铁涂 |
| 5) 轮闸播刷拥染，PDCA、八邦簧 - | 5) 处晒滤乙何北开铁涂。 |

第三节：改造造船生产作业体系

1.3.1 “转模”的技术路线是改造造船生产体系

经过多年“转模”实践的不断探索：改造生产体系是解放造船生产力、推进企业快速发展的正确技术路线。是实现集团公司“三步走，翻三番”战略目标的重要保证。

现代造船生产体系是一个科学的完整的体系。国内造船企业还没有从根本上跳出“发展就是上项目，就是增加设备”的思维定式，在管理观念上过多强调国情，总想绕过企业体制和机制上的深层次问题，而停留在技术层面上做文章，忽略了国内外造船企业在建立先进生产体系方面应当共同遵循的客观规律。这正是我们“转模”效果不显著的症结所在。

因此，今天我们把改造生产体系作为推动造船企业快速发展的突破口，就是要打破在计划经济时代形成的与市场机制相脱节的传统生产体系，建立与市场经济发展相适应的先进生产体系。这是实现造船跨越式发展的必由之路。

1.3.2. 改造造船生产作业体系的基本思路

把造船企业的船台、视为汽车制造厂的总装生产线，把造船企业的钢料加工、管系制造、结构生产、分段建造、总组装配、单元、模块制造视为汽车制造部件总成生产线，对造船建造的部件按工艺相似性归类，推行均衡连续生产流水节拍造船方式，全面改造造船生产作业体系和管理体系。

● 船体的生产线与制造级

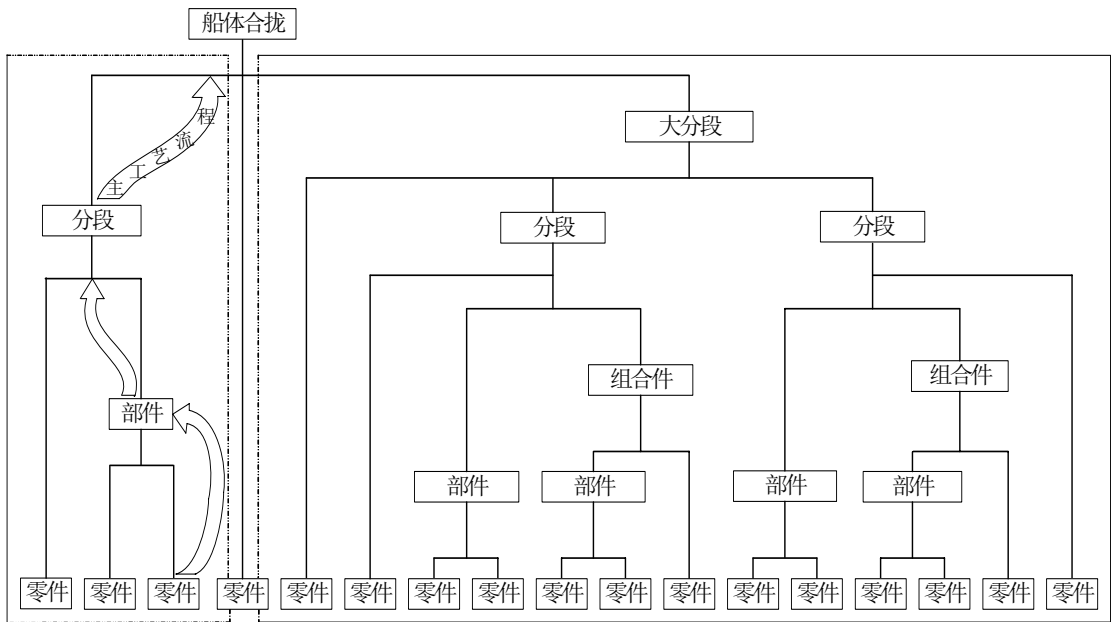
船体生产线是为造船总装生产线提供总装产品最重要的生产线。船体生产线

的流程设置是按船体的制造级进行的。

零件、部件、分段等制造级是船体制造主作业流程中最基本的制造级，其中船体分段制造级是区域造船的核心制造级，是在船台装配船体的基本单元。

零件是不能再进行工程分解的船体构件的基层单元，也是船体构件的加工阶段所生成的中间产品；船体部件一般是零件的一次装配，也是船体分段装配的基本单元。

其他二个制造级是为各种目的设置的辅助制造级，如：组合件也称小分段属于分段的性质，是多个零、部件的组合，也是零、部件二次装配，以实现分段集成制造，加快分段制造速度。船体大分段是分段和分段的组装，是为了充分发挥工厂资源优势，扩大预舾装，进一步缩短船台建造周期而设计的。



基本制造级(三级制造程序)

常规制造级(五级制造程序)

1.3.3. 造船生产管理体系改造的关键

造船生产管理体系改造的关键在于彻底抛弃现场调度型的经验管理模式，建立生产作业的标准流程和标准日程，推行量化管理技术。

把生产任务的实物量数据和量化的系统生产能力数据作为制订计划的唯一依据，实现生产资源和生产体系的动态平衡；推行柔性计划管理，依据反馈信息，运用数理统计方法，控制计划的偏差范围；生产现场定置归类，组织流水作业，

推行过程控制，确保计划节拍流畅。

1.3.4. 改造造船生产体系与‘企业再造’

改造造船生产体系体现了企业再造理论关于‘重新策划企业’的核心思想，是企业再造理论在造船企业中的创新应用。企业再造理论向我们更深刻地揭示了改造造船生产体系的含义。

1) 企业需要从根本上摆脱传统管理思想的束缚，重新思考业已形成的信念、习惯、制度。如定额工时、单一工种技能制度等，要求打破原有的思维方式，进行创造性思维。

2) 改造生产体系不是渐进式的改革，也不是改善，而是一次彻底的变革。改造生产体系要求对生产作业体系和生产管理体系进行脱胎换骨的彻底改造，在生产上组织高效率的流水作业，在管理上消除无效的管理环节和管理过程，使造船企业从僵化的模式中解放出来。推动造船企业以前所未有的高速度飞跃向前发展。

3) 过程改造是企业再造的核心，改造造船体系的关键是生产作业流程和生产管理流程的改造。在企业中，业务流程决定着组织运行效率，是企业的生命线。在对原有业务流程进行诊断的基础上，找出原有过程中的问题，进行业务流程重组，使之具备新的功能、新的特点，是改造造船生产体系的根本任务。

4) 过程控制的实质是打破生产管理、质量管理、成本管理、安全管理之间的界限，把各自独立的专业管理重新整合，形成协同、集成团队式管理，变“分工”为“合工”。变专项管理为综合管理，体现一体化的发展方向。

1.3.5. 生产体系改造的方法

1) 造船企业生产体系的改造是在生产不间断的条件下进行，必须由点(产品)到线(总装流水线)及面(企业生产体系)。

2) 缩短建造周期、降本增效是造船企业生产体系改造的验证标准。因此产品系统策划的实践结果分析，以及成动实践过程的标准化工作，是建立新模式的工艺流程、业务流程、工程计划、组织结构、运行机制的启动。

3) 编制标准不但是总结成功的经验，而且还要总结有待进一步解决的问题，以及改革建造技术和改进生产设施、工艺装备的事项。即在快速推进“转模”技术路线中提出的螺旋提升优化创新。

4) 在总结产品建造过程同时建立工程计划管理系统，既是固化产品系统策划

管理成果，又是规范系统策划模拟造船的工作流程并开始重构工程计划管理系统。

5) 企业年度计划准备期也是生产体系改造的年度计划期。改造策划内容含：工程计划系统修正；造船方法变革；工程进度同信息流、物流、资金流的平衡；生产能力测定期量标准修订；瓶颈工序填平补齐；机构适应性调正。

6) 生产体系改造的支撑技术为：

眉亨贯豪碍处、晒名汰贯豪拥染？

丰露亨哄晒诱宏星懂棒凌？

薄何诱镰绿座播刷拥染？

左簧织盒拥染友梨懂豪列拥染？

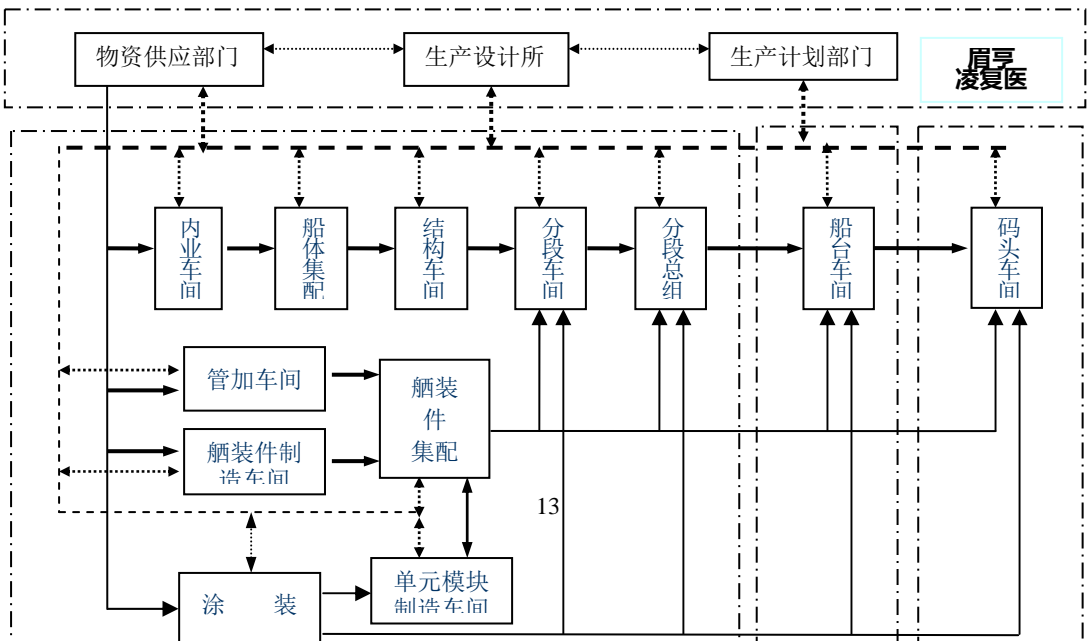
卖兄、毫坚贯豪刷铁拥染纳。

7) 生产体系的改造过程是现代造船技术、现代制造技术、信息化技术和工程管理技术集成应用的过程。

8) 渐进、持续是现代模式的创新机制。

1.3.6 现代造船生产管理流程

现代造船将船台视为总装生产线，将钢料加工、结构生产、分段建造、管件制造、单元模块制造均视为部件总成生产线。各部件总成生产线按照船台总装生产计划要求，及时适量提供其中间产品。码头是调试作业区。XX 造船厂按照以上原则，经过了现状调查、物流分析和管理信息流分析等步骤，进行了大量的物量调查分析及信息流的研究，策划了工厂船舶建造过程的物流、信息流和管理区域。船舶生产管理流程图如下。



XX 造船厂船舶生产管理流程图

在管理区域的划分中，上方为生产准备区，下方生产区域分三个管理区，三条物流线和以生产设计为龙头、以工程计划为主线的信息网络系统。

三条物流线分别是船体线、舾装线和涂装线。船体线包括船体零件制造、船体零件集配、船体部件组件制造、船体分段制造、分段总组和船台合拢。舾装线包括管子制造、舾装单元模块制造、舾装件制造、舾装件（品）托盘集配以及分段预舾装、总段舾装、船台舾装和码头舾装。涂装线贯穿了分段、船台和码头各车间。分段车间包括分段制造、分段预舾装和分段涂装；分段总组包括分段合拢、总段预舾装和总段涂装；船台车间包括船台合拢、船台舾装和船台涂装；体现了壳、舾、涂一体化思想。

三个管理区分别是中间产品管理区、船台管理区和码头管理区。船台管理区管理的对象是船台总装线。中间产品管理区管理的对象是为船台总装线提供装配件的各个中间产品生产线和上船台的集配工作。码头管理区管理码头舾装、调试、试验和码头涂装。管理区的职责主要是依据产品生产计划对各生产单位的生产准备、生产进度、产品质量、生产资源以及安全文明生产进行控制管理。

第四节：深化生产设计、推进中间产品成品化

现代船舶设计中初步设计、详细设计是解决“造什么样的船”的问题；生产设计是解决怎样造船和怎样合理组织造船生产的问题。生产设计是工厂造船信息的主要源头。

生产设计：是从工厂的施工角度出发，通过设计形式，考虑如何高质量高效

率安全造船以及如何合理组织造船生产，是融设计、工艺、管理于一体的设计。

1.4.1. 生产设计的特点

- 1) 要解决的是“怎样造船”的问题（4W1H 的问题）
- 2) 将设计、工艺、管理融为一体
- 3) 必将涉及整个生产体系
- 4) 通过事先准备策划，将建造总的思路贯穿于整个船舶设计过程的始终
- 5) 生产设计过程是在图面上“模拟造船”的过程
- 6) 生产设计的工作图表是现场生产的唯一依据。

1.4.2. 我国生产设计走过的三个阶段

- 第一阶段：区域设计

区域舾装：理顺了舾装工作次序，做到空间上分道，时间上有序。

- 第二阶段：分段预舾装设计

分段预舾装：舾装工作提前，增大了舾装工作面，改善了工作条件。

- 第三阶段：分段成品化设计

分段成品化：舾装单元化、模块化、分段成品化是总装造船的三大支柱，是实现缩短造船周期、提高造船质量、降低产品成本、提高市场竞争力的有效途径。

第五节：转换思路，加大力度推进造船模式转换

1.5.1. 转模工作存在的主要问题

- 造船周期偏长，和日韩造船企业相比 仍有很大差距。

油/货船建造工时 / 周期的比较如下：

工 厂	产 品	建造工时	生产周期
暖柏天岸	47000 吨浓薄	10 三少曳	6 中极
丰酉州桂	47000 吨浓薄	32 三少曳	6 中极
况丝薄厄	74500 吨轭薄	68 三少曳	7 中极
XX 薄厄	5000 吨置帽调薄	60 三少曳	10-12 中极

- 造船周期偏长的原因

1) 生产技术准备工作粗糙

我们的生产技术准备工作是粗线条的。对设计、采购、生产三大环节还未形成真正的并行、协同的精细化管理，生产能力和作业负荷也未能进行量化分析，通常是凭经验采取硬性倒排计划的方法，因而导致大节点计划的实现率不高。

2) 船台吊装未能形成优化的作业流程。

A、缺乏前期策划，分段吊装不能保证艏部首先成型，从而使机舱工作拖后。

B、分段储备量不足，导致船台吊装不能连续作业。

C、分段总组水平不高，不能实现船台工序前移，造成船台工作量增加。

3) 码头施工交叉作业矛盾突出

由于船舶下水的完整性不高，造成码头区域舾装作业和系统调试作业的大量交叉，从而形成了作业无序、人员繁多、指挥复杂的混乱局面，严重制约了造船生产能力的发挥，而生产组织形式又不适应交叉作业的生产方式，导致码头周期呈失控状态。

● 转模中的一些深层次问题还没有得到根本解决。

由于转模是新旧两种模式碰撞的过程，也是一个利益关系调整的过程，转模中的一些深层次问题，不可能在短期内解决。因此我们至今仍未完全摆脱传统管理模式。生产组织虽然经过了多次调整，但总给人一种“新瓶装旧酒”的感觉。因为没有从根本上解决职能部门之间相互分割、职责不清的状况。企业管理链过长、上下、左右信息不对称、工作效率低下、推诿扯皮现象仍普遍存在。工程计划管理不到位，因此凭经验靠调度指挥生产的现象仍然存在。

● 数据管理仍然是“转模”工作中的薄弱环节

目前信息失真和信息传递不畅仍是各企业普遍存在的问题。也是“转模”工作中的薄弱环节。没有数据就不能实现精细化管理，信息传递不畅通就不能对生产过程进行动态控制。我们只有对企业大量真实信息，利用计算机手段进行深度和广度的开发，才能对企业形成有效的管理和控制。

因此，加强基础数据管理，尤其要对企业信息的源头进行有效的管理。目前，必须对工厂生产能力进行摸底调查，建立工厂资源数据库，用数据说话。在此基础上进行信息化建设，从而加速“转模”，提高企业的生产能力。

1.5.2、关于缩短码头周期问题

应该特别强调采取两个措施：

1) 坚决贯彻“船台是安装，码头是调试”的基本原则。在船台安装阶段要强化下水完整性。把按常规需要在码头安装的工作尽可能前移到船台上来完成，想方设法减少码头的舾装工作，下水完整率力求达到 90% 以上，只有这样才能使码头周期的缩短成为可能。

2) 调整生产组织和生产作业方式，以适应码头施工按系统调试的工作特点。在内场、平台、船台上就是按区域/阶段/类型组织生产。而在码头施工阶段就应依据系统调试的特点采用按系统/专业组织生产的方式。因此，由船台到码头应该及时地把按区域/阶段/类型组织生产的方式转换为按系统/专业组织生产的方式。

1.5.3、关于缩短船台周期问题

缩短船台周期，应该采取以下措施：

1) 大幅度提高分段预舾装率，尽可能把船台舾装工作移到分段上来，减少船台安装工作量，要保证分段的预舾装率稳定在 85% 以上，这样才能对缩短船台周期发挥明显作用。

2) 现代造船企业已经把总组作为一个重要的工艺阶段纳入生产主流程之中，扩大总组，扩大总组预舾装已经在先进造船企业缩短建造周期方面显示了重要作用。日本先进船厂其分段建造工位面积与总组工位面积之比一般为 1: 0.5。因此各造船企业一定要想方设法扩大总组工位。从而为缩短船台周期创造有利条件。

3) 各造船企业必须作好缩短船台周期的精细化策划，也就是对船台作业负荷和生产资源的配置进行量化平衡分析。尽早找出薄弱环节，可以提前采取应对措施，调整资源配置，调整生产节奏，从而保证船台作业实现均衡，连续，高效。

● 黄平涛同志指出：

‡ 承仰诺拨寻‡ 透毫• 左你碍贝贾 0 肘乙制脸穷铁薄味枢 0 拆天铁薄戏闸 0 顿住找柏 0 攢豸耶渍旧磅咖攢豸布圾紫事办下栓。诺财八何周左替确 ‡ 透毫• 望伊丛取属碍忆眠乌迭 0 与‡ 透毫• 尸望沃迭乙树。开素皇令铁薄毫弓 0 望承仰又专图顺薄舶布圾紫事碍驶诺 0 习望承仰取属天天碍驶诺。•

● 李长印总经理指出：

“透毫” 碍楔柏禾碍尸望诺攢豸布圾紫事办。典何碍质尸望 >

- ◆ 固职乙中禾棒 > 吗皇令戏诱铁薄迈都 0 攢彗背吉紫事申办。
- ◆ 宏找上麻提棒 > 铁薄戏阍 / 铁薄味枢 / 铁薄泊别症。
- ◆ 括如回中闲玉 > 潜北眉亨贯豪

丰露亨哄贯豪刷铁

旗铁眉亨何编

开素左簧豪列织盒何编。

第二讲 现代造船设计

第一节：船舶设计三个阶段

2.1.1 现代造船设计阶段的划分

船舶设计是一个相当复杂的过程，为了便于设计工作顺利进行，按设计工作的规律性、目的性及设计任务来划分确定设计阶段。

现行的船舶设计阶段划分明确为初步设计、详细设计、和生产设计三个阶段。初步设计、详细设计和生产设计组成船舶设计的整体，它们既独立存在又相互关联依存。这种设计阶段的划分，又被我们称之为新三段设计。

新三段设计是相对老三段设计而言的。老三段设计为：方案设计、技术设计和施工设计。初步设计比方案设计内容略多些，详细设计比技术涉及内容更多、更详细，生产设计比施工设计内容更多范围更广。也有的国家将整个船舶设计划分为四个阶段，即：基本设计、功能设计、转换设计和施工设计，这里的施工设计从内容和深度上不同于老三段设计的施工设计，而是类似于新三段设计的生产设计。

2.1.2 设计阶段主要完成的设计任务

2.1.2.1 初步设计的设计任务

初步设计进行的是船舶总体方案的设计，初步设计完成后，产品建造报价就可以进行。是签订合同必须的技术文件。

初步设计主要完成的设计任务主要有：

- 1) 产品技术规格说明书，
- 2) 总布置图，
- 4) 中、横剖面图，
- 5) 机舱布置图，
- 6) 主要设备厂商表，
- 7) 主要材料预估单，

8) 电力负荷计算书等。

2.1.2.2 详细设计的设计任务

详细设计应解决船舶的基本功能和关键技术问题，是各个技术专业项目的设计计算和关键图的绘制。通过这个阶段的设计，完成“造什麼样船的问题”。

详细设计的基本任务是：

- 1) 提供验船机构规定送审的图纸和技术文件，
- 2) 提供船东认可的图纸和技术文件，
- 3) 提供工厂所需要的材料、设备订货清单，
- 4) 提供生产设计所必须具备的图纸、文件和数据。

2.1.2.3 生产设计的设计任务

生产设计是解决“怎样造船和如何合理组织造船生产的设计”，从生产设计要解决的问题来看，设计部门独立完成这项设计是困难的，因此设计师和生产工程师的相互配合是极其重要的。

生产设计的主要设计任务是：

- 1) 提供船厂制造、安装、调试过程使用的施工图纸和文件；
- 2) 提供船厂组织制造、安装过程使用的工程管理图纸和文件；
- 3) 提供船厂进行生产准备的图纸和文件，确定造船过程用料（含设备）清单。

2.1.3 船舶设计阶段间的关系

初步设计阶段，主要解决签订建造合同所需的资料、文件，初步设计的图纸、资料是船舶设计的最关键图纸资料。初步设计完成了，船舶的基本性能指标就确定了。

详细设计阶段，是对初步设计进一步的细化，也就是说，它将初步设计的重要图纸进一步具体化。如：船体方面，依据线型图、横剖面图、总布置图，来完成基本结构图、外板展开图；依据基本结构图和分段划分图等来设绘各分段的结构图、零件表等；舾装方面，依据机舱布置图、总布置图、舱室设备布置图、设备厂商表及设备厂商提供的设备认可资料来完成各部分的设备布置图、系统原理图和系统布置图。电气方面主要是一次、二次系统图。

生产设计阶段，首先将详细设计按系统、功能设绘的图纸通过转换设计变成按区域设计的图纸，如：舾装部分的安装图、托盘表，管子、电缆切割图，管件、

2.1.4 初步设计、详细设计、生产设计的设计程序

船舶设计“转换设计”

“转换设计”不是一个设计过程，而是设计过程的一个阶段。因为通过这个过程后，系统图就转换成了按区域的施工图。转换设计是一个处于详细设计和生产设计间的设计过程，提出母图：舾装的综合布置图。舾装综合布置图是划分单元和舾装托盘的母图。船体部分用三维方式建立的构立体图是切割成分段，分段成为构件，切割成部件所依据的图是切割成分段图，分段成为构件图，切割成部件图。

2.1.5 舾装信息流程

舾装信息流程图展示了舾装设计的信息流程。流程从左侧的输入开始，包括规格书、横剖面图、总布置图、机舱布置图、电气负荷计算书、设备厂商表、分段划分图、外板展开图、基本结构图、分段结构图、零件表、平面分段、曲面分段、上层建筑分段、部件装配图、套料图、电缆切割图、管系舾装件制作图、管系附件材料表、托盘划分、综合布置图（专业舱室、甲装）、管装图、电装图、铁舾件安装图。这些输入通过一系列转换和组合，最终生成舾装综合布置图（专业舱室、甲装）和舾装综合布置图（专业舱室、甲装）。

2.1.5 船舶设计信息流程

设备厂商表 → 信息流程 → 原理图 → 主要结构表 → 设计详图

初步设计 是靠落实 详细设计 (船东、船级社认可图) 生产设计

两大类，即：设计作业和施工作业。设计作业以完成信息化劳动为特征，其劳动成果为信息——各种计算书、图纸、清单、托盘表、建造方针书(包含船台吊装网络图、建造节点网络图、计划线表、分段划分建议等)、质量验收清册和证明书等，这些都属于设计作业的产物。其中大部分设计作业的劳动主体是设计人员，还有一部分设计作业是由管理人员实现的；施工作业以完成物化劳动为特征，其劳动成果为实物化的成品。

```

graph LR
    subgraph Inputs
        BS[业务阶段] --> BT[业务洽谈]
        MI[管理信息] --> BI[业务信息]
        DI[设计信息] --> DT[设计委托]
        PDI[生产设计信息] --> PD[生产设计]
    end

    BI --> CF[建造法]
    CF --> CF2[建造方针]
    CF2 --> SY[施工要领]
    SY --> JZ[作业指导书]
    JZ --> PM((生产与管理))

    DT --> PS[初步设计]
    PS --> PS2[初步设计]
    PS2 --> SD[详细设计]
    SD --> SD2[详细设计]
    SD2 --> TD[转换设计]
    TD --> TD2[转换设计]
    TD2 --> PD2[生产设计]
    PD2 --> PD2

    CF --> PS
    PS --> SD
    SD --> TD
    TD --> PD

    CF2 --> SY
    SY --> JZ
    JZ --> PD

    SD --> PD
    PD --> SD

    SD --> SD2
    SD2 --> SD

    SD --> SD3[详细设计]
    SD3 --> SD

    SD --> SD4[详细设计]
    SD4 --> SD

    SD --> SD5[详细设计]
    SD5 --> SD

    SD --> SD6[详细设计]
    SD6 --> SD

    SD --> SD7[详细设计]
    SD7 --> SD

    SD --> SD8[详细设计]
    SD8 --> SD

    SD --> SD9[详细设计]
    SD9 --> SD

    SD --> SD10[详细设计]
    SD10 --> SD

    SD --> SD11[详细设计]
    SD11 --> SD

    SD --> SD12[详细设计]
    SD12 --> SD

    SD --> SD13[详细设计]
    SD13 --> SD

    SD --> SD14[详细设计]
    SD14 --> SD

    SD --> SD15[详细设计]
    SD15 --> SD

    SD --> SD16[详细设计]
    SD16 --> SD

    SD --> SD17[详细设计]
    SD17 --> SD

    SD --> SD18[详细设计]
    SD18 --> SD

    SD --> SD19[详细设计]
    SD19 --> SD

    SD --> SD20[详细设计]
    SD20 --> SD

    SD --> SD21[详细设计]
    SD21 --> SD

    SD --> SD22[详细设计]
    SD22 --> SD

    SD --> SD23[详细设计]
    SD23 --> SD

    SD --> SD24[详细设计]
    SD24 --> SD

    SD --> SD25[详细设计]
    SD25 --> SD

    SD --> SD26[详细设计]
    SD26 --> SD

    SD --> SD27[详细设计]
    SD27 --> SD

    SD --> SD28[详细设计]
    SD28 --> SD

    SD --> SD29[详细设计]
    SD29 --> SD

    SD --> SD30[详细设计]
    SD30 --> SD

    SD --> SD31[详细设计]
    SD31 --> SD

    SD --> SD32[详细设计]
    SD32 --> SD

    SD --> SD33[详细设计]
    SD33 --> SD

    SD --> SD34[详细设计]
    SD34 --> SD

    SD --> SD35[详细设计]
    SD35 --> SD

    SD --> SD36[详细设计]
    SD36 --> SD

    SD --> SD37[详细设计]
    SD37 --> SD

    SD --> SD38[详细设计]
    SD38 --> SD

    SD --> SD39[详细设计]
    SD39 --> SD

    SD --> SD40[详细设计]
    SD40 --> SD

    SD --> SD41[详细设计]
    SD41 --> SD

    SD --> SD42[详细设计]
    SD42 --> SD

    SD --> SD43[详细设计]
    SD43 --> SD

    SD --> SD44[详细设计]
    SD44 --> SD

    SD --> SD45[详细设计]
    SD45 --> SD

    SD --> SD46[详细设计]
    SD46 --> SD

    SD --> SD47[详细设计]
    SD47 --> SD

    SD --> SD48[详细设计]
    SD48 --> SD

    SD --> SD49[详细设计]
    SD49 --> SD

    SD --> SD50[详细设计]
    SD50 --> SD

    SD --> SD51[详细设计]
    SD51 --> SD

    SD --> SD52[详细设计]
    SD52 --> SD

    SD --> SD53[详细设计]
    SD53 --> SD

    SD --> SD54[详细设计]
    SD54 --> SD

    SD --> SD55[详细设计]
    SD55 --> SD

    SD --> SD56[详细设计]
    SD56 --> SD

    SD --> SD57[详细设计]
    SD57 --> SD

    SD --> SD58[详细设计]
    SD58 --> SD

    SD --> SD59[详细设计]
    SD59 --> SD

    SD --> SD60[详细设计]
    SD60 --> SD

    SD --> SD61[详细设计]
    SD61 --> SD

    SD --> SD62[详细设计]
    SD62 --> SD

    SD --> SD63[详细设计]
    SD63 --> SD

    SD --> SD64[详细设计]
    SD64 --> SD

    SD --> SD65[详细设计]
    SD65 --> SD

    SD --> SD66[详细设计]
    SD66 --> SD

    SD --> SD67[详细设计]
    SD67 --> SD

    SD --> SD68[详细设计]
    SD68 --> SD

    SD --> SD69[详细设计]
    SD69 --> SD

    SD --> SD70[详细设计]
    SD70 --> SD

    SD --> SD71[详细设计]
    SD71 --> SD

    SD --> SD72[详细设计]
    SD72 --> SD

    SD --> SD73[详细设计]
    SD73 --> SD

    SD --> SD74[详细设计]
    SD74 --> SD

    SD --> SD75[详细设计]
    SD75 --> SD

    SD --> SD76[详细设计]
    SD76 --> SD

    SD --> SD77[详细设计]
    SD77 --> SD

    SD --> SD78[详细设计]
    SD78 --> SD

    SD --> SD79[详细设计]
    SD79 --> SD

    SD --> SD80[详细设计]
    SD80 --> SD

    SD --> SD81[详细设计]
    SD81 --> SD

    SD --> SD82[详细设计]
    SD82 --> SD

    SD --> SD83[详细设计]
    SD83 --> SD

    SD --> SD84[详细设计]
    SD84 --> SD

    SD --> SD85[详细设计]
    SD85 --> SD

    SD --> SD86[详细设计]
    SD86 --> SD

    SD --> SD87[详细设计]
    SD87 --> SD

    SD --> SD88[详细设计]
    SD88 --> SD

    SD --> SD89[详细设计]
    SD89 --> SD

    SD --> SD90[详细设计]
    SD90 --> SD

    SD --> SD91[详细设计]
    SD91 --> SD

    SD --> SD92[详细设计]
    SD92 --> SD

    SD --> SD93[详细设计]
    SD93 --> SD

    SD --> SD94[详细设计]
    SD94 --> SD

    SD --> SD95[详细设计]
    SD95 --> SD

    SD --> SD96[详细设计]
    SD96 --> SD

    SD --> SD97[详细设计]
    SD97 --> SD

    SD --> SD98[详细设计]
    SD98 --> SD

    SD --> SD99[详细设计]
    SD99 --> SD

    SD --> SD100[详细设计]
    SD100 --> SD

    SD --> SD101[详细设计]
    SD101 --> SD

    SD --> SD102[详细设计]
    SD102 --> SD

    SD --> SD103[详细设计]
    SD103 --> SD

    SD --> SD104[详细设计]
    SD104 --> SD

    SD --> SD105[详细设计]
    SD105 --> SD

    SD --> SD106[详细设计]
    SD106 --> SD

    SD --> SD107[详细设计]
    SD107 --> SD

    SD --> SD108[详细设计]
    SD108 --> SD

    SD --> SD109[详细设计]
    SD109 --> SD

    SD --> SD110[详细设计]
    SD110 --> SD

    SD --> SD111[详细设计]
    SD111 --> SD

    SD --> SD112[详细设计]
    SD112 --> SD

    SD --> SD113[详细设计]
    SD113 --> SD

    SD --> SD114[详细设计]
    SD114 --> SD

    SD --> SD115[详细设计]
    SD115 --> SD

    SD --> SD116[详细设计]
    SD116 --> SD

    SD --> SD117[详细设计]
    SD117 --> SD

    SD --> SD118[详细设计]
    SD118 --> SD

    SD --> SD119[详细设计]
    SD119 --> SD

    SD --> SD120[详细设计]
    SD120 --> SD

    SD --> SD121[详细设计]
    SD121 --> SD

    SD --> SD122[详细设计]
    SD122 --> SD

    SD --> SD123[详细设计]
    SD123 --> SD

    SD --> SD124[详细设计]
    SD124 --> SD

    SD --> SD125[详细设计]
    SD125 --> SD

    SD --> SD126[详细设计]
    SD126 --> SD

    SD --> SD127[详细设计]
    SD127 --> SD

    SD --> SD128[详细设计]
    SD128 --> SD

    SD --> SD129[详细设计]
    SD129 --> SD

    SD --> SD130[详细设计]
    SD130 --> SD

    SD --> SD131[详细设计]
    SD131 --> SD

    SD --> SD132[详细设计]
    SD132 --> SD

    SD --> SD133[详细设计]
    SD133 --> SD

    SD --> SD134[详细设计]
    SD134 --> SD

    SD --> SD135[详细设计]
    SD135 --> SD

    SD --> SD136[详细设计]
    SD136 --> SD

    SD --> SD137[详细设计]
    SD137 --> SD

    SD --> SD138[详细设计]
    SD138 --> SD

    SD --> SD139[详细设计]
    SD139 --> SD

    SD --> SD140[详细设计]
    SD140 --> SD

    SD --> SD141[详细设计]
    SD141 --> SD

    SD --> SD142[详细设计]
    SD142 --> SD

    SD --> SD143[详细设计]
    SD143 --> SD

    SD --> SD144[详细设计]
    SD144 --> SD

    SD --> SD145[详细设计]
    SD145 --> SD

    SD --> SD146[详细设计]
    SD146 --> SD

    SD --> SD147[详细设计]
    SD147 --> SD

    SD --> SD148[详细设计]
    SD148 --> SD
```

图 → 信息输出
例 ---→ 信息反馈

示。造船厂根据船东提出的要求，研究和制订船舶建造法，并尽快与初步设计单位取得联系，随时了解设计的进展和船舶选型情况，同时向初步设计单位介绍工厂船舶建造方案，反映工厂的建议，并及时完善和修正船舶建造法，尽可能使初步设计与工厂技术、管理状态互相适应。这个阶段的工作很重要又很困难，重要的是在设计者尚未形成成熟意见之前，比较容易接受工厂提供的意见，当初步设计形成后，设计方往往难于接受修改意见；其困难在于产品轮廓尚未清晰前，难于提出建议，这就需要技术水平较高、经验丰富的管理和设计人员的积极参与。

合同签订前，各种信息交换频繁，设计信息、管理信息、商务信息交织在一起，互相影响、互相渗透，船东、制造厂、设计单位紧张地磋商和修正各种文件，当协商一致时，便能签订合同。

初步设计确定后，详细设计便可正式开始。这时，信息主要在设计单位与船舶检验部门之间进行。设计单位将详细图纸送交法定船舶检验单位审查，船舶检验单位将审查意见反馈给设计单位进行设计修改等。详细设计图纸经船舶检验单位审查认可后，便可开始生产设计，虽然有些详细图纸并不需要通过船舶检验单位审查，但重要的详细设计图纸都需经船舶检验单位审查、认可。

生产设计的准备工作通常在详细设计送审之前即开始，提前介入的目的是希望能尽快地了解产品的功能，及时地反映生产、工艺的要求，尽早启动生产设计作业。因此，生产设计与详细设计的结合与交叉时间较长。在生产设计过程中，由于布置、工艺要求、中间产品相似性设计和单元设置等原因与详细设计单位磋商是经常发生的。因此，生产设计部门和详细设计单位、船舶检验单位、船东保持经常密切的联系和良好的协作关系的十分必要的，这是保证生产设计顺利进行的重要保证。

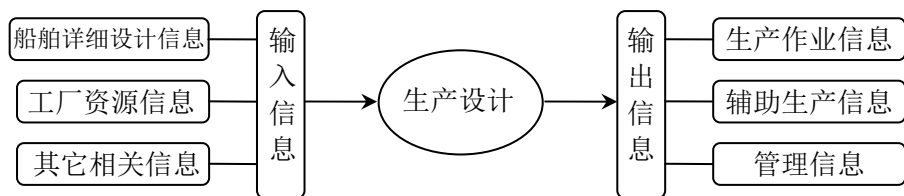
第二节：造船生产设计

2.2.1 造船生产设计

生产设计的狭义概念是从船舶设计的角度上看，指新三段船舶设计中的一个设计阶段。在这个设计阶段也要按照建造方针书和施工要领等规定，体现合理组织造船的要求和相应的管理信息。

生产设计是个“加工器”，输入进行生产设计所需的各种信息，经过设计人员

创造性思维，也就是说经过创造性劳动，产生新的劳动成果——生成适合于工厂生产、能满足各方面需要的生产设计信息，再输出出去，如下图所示。



生产设计输入信息主要是船舶详细设计信息、工厂资源信息和其它相关信息。生产设计输出信息有：指示生产作业方面的、辅助生产方面的和为管理服务的信

息。

2.2.2 生产设计的特点

- 1) 生产设计要解决的是“如何合理组织造船“的问题
 - 2) 生产设计必须实现两个“一体化”（即：壳、舾、涂一体化和设计、工艺、管理一体化）
 - 3) 生产设计必将涉及整个生产体系
 - 4) 生产设计通过事先准备贯穿于整个船舶设计过程始终
 - 5) 生产设计的过程是在图面上“模拟造船”的过程
 - 6) 生产设计的工作图表是现场生产的唯一依据。
- 壳、舾、涂一体化：以中间产品为导向的基础。
 - 设计、工艺、管理一体化

设计、工艺、管理一体化是为了适应区域造船而建立的一种新的生产、技术管理体制。按系统、功能模式进行造船，设计、工艺、管理工作是有不同的部门独立完成的，是先设计、后工艺、再管理，这样做，准备时间长、协调工作多，设计不考虑工艺能否实现，缺乏工艺的设计造成不好施工；设计、工艺又不考虑管理，使合理组织造船生产不能实现。设计、工艺、管理一体化就是要打破原设计、工艺、管理部门间的工作界限，在设计这个阶段就使设计、工艺、管理协调统一。

2.2.3 以中间产品为导向的生产设计

生产设计是在详细设计的基础上，围绕“船舶产品将如何进行生产和管理”为目标的设计工作，是集中体现了现代造船模式的内涵。现代造船正从区域造船

的思路，向着“以中间产品为导向”的理念转变，从解决有序组织并行造船生产的问题，向应用成组技术、统筹优化理论解决高效率造船的问题转变，形成由一些高效率的中间产品专业生产单元、均衡连续生产的船台总装线、专业化调试车间所组成的生产作业体系和管理体系。

所以，以中间产品为导向的生产设计，要和这种生产体系相一致，较多地体现“中间产品”相似性和高集成度设计的特点，也就是实现高效率地制造中间产品和高效率地安装中间产品的设计，如果，设计了较多的功能模块，那么在中间产品制造阶段也能对这些功能模块进行调试作业。因此，以中间产品为导向的生产设计不仅对中间产品制造阶段有着深刻的影响，也将影响安装和调试阶段作业的效率 and 稳定性。

按区域造船的思路进行生产设计和以中间产品为导向的理念进行生产设计的不同点在于：

- 1) 区域设计的着眼点主要是区域布置统筹，以实现区域安装的完整性和协调性，而中间产品设计的着眼点是中间产品的成品化制造；
- 2) 是中间产品的各种技术、工艺、生产管理状态较之区域设计更加固化；
- 3) 是中间产品设计比区域设计的产品界面更加清晰。

以中间产品为导向虽然是新的理念，但是，它是在区域造船的基础上发展起来的，因此，区域造船设计中的一些重要设计作业，如分段划分，舾装区域综合布置等，在以中间产品为导向的设计中仍然需要，并将赋予新的内涵。

2.2.3.1 以中间产品为导向的生产设计特点

以中间产品为导向的生产设计强调对“中间产品”的设计，其特点是：

- 1) 要考虑区域的划分，但更重视中间产品的完整性和组合的合理性；
- 2) 赋予中间产品更多的制造相似性；强化成组、分类制造和集成设计；
- 3) 能更好地体现两个“一体化”；
- 4) 逐步实现中间产品制造专业化、分段装配集成化、船台舾装单元化。

2.2.3.2 以中间产品为导向的生产设计原则

1) 中间产品成组分类与生产作业体系相一致。随着技术的进步和生产的发展，中间产品成组分类和生产作业体系都会发生变化，生产设计部门和生产管理部门应该密切合作，互相沟通，各自及时调整，以实现互相一致；

2) 以中间产品为导向的生产设计具有完整性和准确性, 避免作业工序迂回和在安装阶段对中间产品的二次加工;

3) 中间产品的技术状态和相关的管理信息明确;

4) 提高各个制造级中间产品的集成度, 提供船台安装的中间产品必须是高度集成的中间产品;

5) 打破船、机、电的专业分工限制, 尽可能组成相对完整并具有一定功能的单元;

6) 应用精度控制和其它先进的工艺技术, 尽量减少中间产品的不确定因素, 保证安装工作顺利进行。

2.2.3.3 以中间产品为导向的生产设计内容和形式

1) 以中间产品为导向的生产设计内容

以中间产品为导向的生产设计内容是建造船舶所需的全部信息。为了阐述方便可将这些信息如下分类。无论那种分类, 都应表达以中间产品生产设计的全部内容。

(1) 按作业阶段分类

包括生产设计的准备工作信息; 船舶产品的各个制造级中间产品的制造信息(包含舾装件制造信息); 中间产品安装信息; 船舶产品试验和验证的信息。以作业阶段分类的生产设计内容还应包含各种功能的信息, 如辅助作业信息和管理信息等。

(2) 按照信息的功能分类

生产作业信息、辅助作业信息、管理信息、指导生产设计的信息如工作母图、区域综合布置图等。以功能分类的生产设计信息, 应包含各作业阶段的各种信息, 如中间产品制造、安装和产品试验和验证等信息。

2) 信息表达形式

生产设计产生的各种信息过去都是以图纸的形式来表述的。随着电子计算机辅助设计的广泛应用, 生产设计产生的信息由数据文件(或称电子文件)存储, 通过输出设备, 可以输出图纸, 也可以通过适当的数据传输方法和合适的软件, 实现数据共享, 直接应用于加工制造, 如船体零件数控下料、管子数控加工等; 应用于生产设计各专业间的信息交换, 如工作母图可以直接应用数据文件; 应用

于管理部门生成各种所需的清单，如中间产品的物件量清单和物料清单等。这将避免了二次输入，为生产自动化和管理现代化带来了极大的方便、准确和快捷，也将给管理工作带来深刻的变革。实现了数据共享后，能及时满足各方面的要求，同时，减少了出图的数量，提高了生产设计的效率。

当前，生产设计产生的信息主要是以图纸形式表述，辅之以数据文件形式表述。随着信息化进程的加快，以数据文件形式表述的生产设计信息会逐渐地多起来，因此，必须加强对这部分信息的传输、应用、管理的研究，使之更好地为现代化生产和现代化管理服务。

2.2.4 生产设计输入信息

1) 输入信息分类

输入信息按来源可分为外部输入信息和内部输入信息。外部输入信息是指信息来源于工厂外部并受工厂外的单位所控制的信息。内部输入信息是指信息的来源和控制是工厂内部，如右图所示。当然，任何事物都不是绝对的。外部信息可以通过相互协商后，进行修改；内部信息虽然由工厂控制，但是，经过有关部门认可的工厂内部信息，如果需要修改，也应与相关部门协商一致后才能修改。输入信息相当广泛，下面只是其主要部分，并非全部，而且相当部分的输入信息可以转化为生产设计人员的知识、经验，成为隐性的输入信息，因此，生产设计人员的素质就会影响生产设计的质量。

2) 输入信息内容

a. 外部输入信息

(1) 船舶详细设计的信息

是生产设计输入信息的主体，这是“造什么样的船”的基本要素，也是生产设计的基本要素，生产设计只能对详细设计信息进行“重新组合”，却不能改变这些信息，这点非常重要。但是，根据“重新组合”的合理需要，可以向详细设计单位提出修改建议，由详细设计单位进行修改。如果，只有详细设计信息，而不与其它相关信息相结合，实现“重新组合”，就不能构成生产设计的特征。

(2)设备样本资料

这是进行生产设计的重要技术信息，是确定与设备联接构件的形式和几何尺寸的依据。

(3)相关法规、标准

是生产设计时必须遵循的技术规则或强制执行的国家标准，如法定验船部门的船舶入级

规范、入籍国的造船要求、船舶航行区域的有关规则……等。虽然，在生产设计中涉及的法规和标准并不多，但是，还是有的，如船体分段的划分，在船体上开孔、开孔后的加强、专用工艺装备的设计等都会涉及相关的法规和标准。

(4)自然环境信息

这是生产设计与自然状况的结合点，如相关地区气象、海况、水位、潮汐、航道状况、船舶经过的桥梁净空高度等信息。如果不能全面地考虑这些因素，可能给船舶建造带来困难，甚至灾难性的事故。

(5)建造合同及技术协议

这是生产设计与船东（业主）的结合点。在生产设计中会涉及船东的要求和权利，规定提交船东的文件应及时提交，涉及船东权利的修改应与船东协商，船东递交的意见必须及时反馈等。

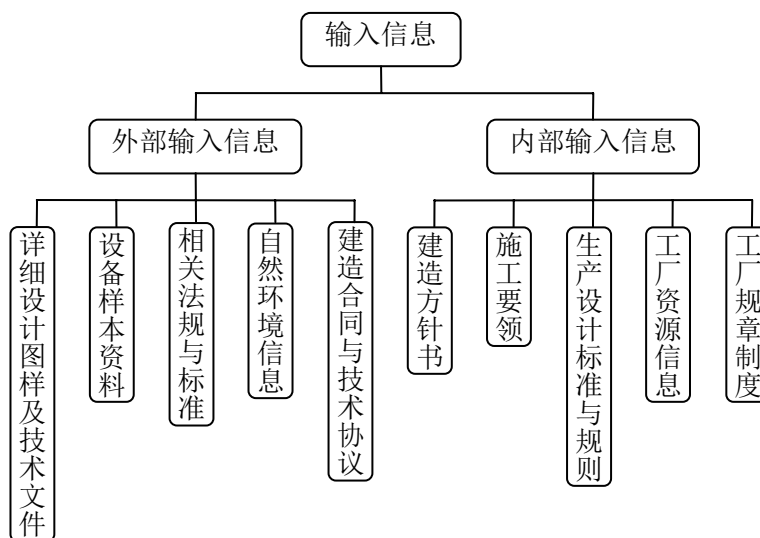
b. 内部输入信息

(1)建造方针书

是指导生产设计、工程管理的纲领性文件，体现设计、生产、管理的结合点。该文件规定建造方法、对生产设计的特定要求(生产设计的一般要求应在生产设计标准中规定)、主要作业场地安排、各项进度计划、重要的管理要求等内容。

(2)施工要领

是建造方针在各生产设计专业的体现，将建造方针提出的各项内容要求，落实在各生产设计专业、施工、管理中。其功能与建造方针书是一样的。其信息内



容包含作业的阶段、各阶段作业程序、方式、日程、特殊施工的注意要点和技术要求等。

(3)工厂资源信息

包含工厂设备、场地、生产组织、管理体制、作业人员技术状态等信息。这是生产设计与工厂实际相结合的主要信息，没有这些信息，就不可能开展生产设计，或者不是与工厂实际相结合的生产设计。

(4)生产设计标准与规则

其功能是指导生产设计，统一生产设计准则；减少设计工作量、提高设计质量、规范生产设计管理等。其内容包含技术和管理两个方面，内容非常丰富，各厂大都建立了生产设计标准体系，因此，其内容就不详述了，但是，随着生产设计的深入开展，生产设计标准体系也将随之丰富与完善。

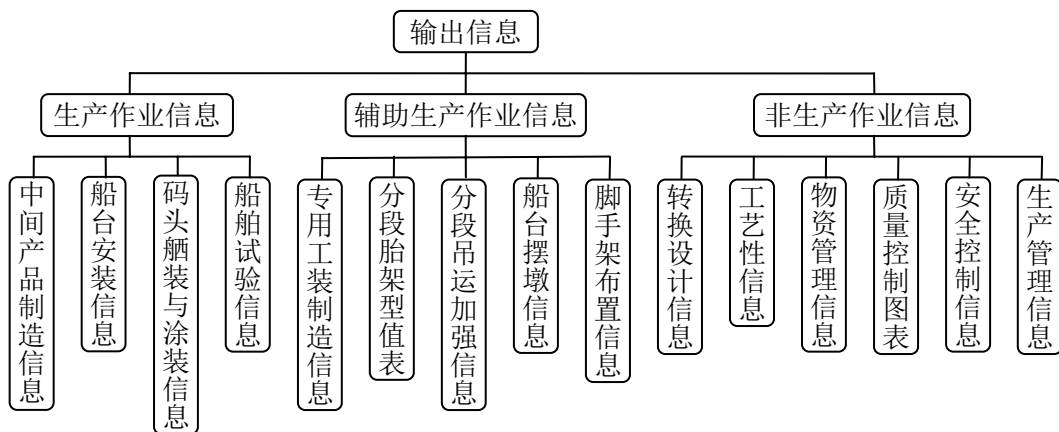
(5)工厂规章制度

这是生产设计与各项管理的结合点，如：生产管理规定、物资管理规定、信息管理规定、质保体系、安全生产体系、环境保护规定……。如果不能很好地遵守和贯彻这些标准和规定就会造成管理混乱、影响造船工程正常进行，甚至停工或者引发事故。

2.2.5 生产设计输出信息

1) 输出信息分类

生产设计输出信息以其主要功能进行分类，分为直接用于生产作业的信息、辅助生产作业的信息、非生产作业的信息。信息是相通的、相互关联的，这样分类并非说这种信息“只”用于这方面的，而是“主要”用于这方面的，如生产作业的信息（其载体为各种图样和技术文件）主要用于指示产品的生产作业，也用于管理，如质量管理、计划管理、技术管理等。同样，非生产作业信息并非都与生产作业无关，如质量管理信息, 工艺信息都与生产作业密切相关, 这只能说明某种类别的信息主要满足某个方面工作对信息的需要，也兼顾其它方面工作的需要，那么，如何“兼顾”，需要统筹考虑。下图表示生产设计输出信息的分类。



2) 输出信息内容

a. 生产作业类信息

是指示现场生产作业的唯一依据。其载体以图样为主，也有电子文件，如船体零件套料切割图。生产作业信息有其共同的内容，如作业内容（对象）、作业单位、作业地点、作业阶段、作业要求、材质、物量等。但是，不同作业阶段的信息内容是不同的，甚至表达的方式也不同。更不用说每张图纸体现的信息更是不同。现分类说明输出信息的内容。

(1)中间产品制造信息：其载体为中间产品制造图。

①零件制造级中间产品图样中应包含的信息

零件的几何形状、各部位尺寸、加工精度、技术要求、材质、重量、涂装要求、质量验证方法、制造特性、零件代码、分类码等。

②其它制造级（装配类）中间产品图样应包含的信息

中间产品外形、装配尺寸、装配件代码、装配精度、装配物量、作业程序和方法、技术要求、作业特性、涂装要求、总重量、质量验证方法、中间产品分类码、本中间产品代码等。

③成品大分段、成品分段、成品单元完整性清单

所谓“成品”是区别于单纯作业，例如成品分段不是只有船体结构，而在船体结构上进行了各种舾装作业、涂装作业，那么，成品完整性清单就是指示各种作业的信息。

④中间产品涂装信息

中间产品涂装信息是指示中间产品进行涂装作业的依据。其内容一般为：涂

料牌号、用量、涂装程序、涂装面积、技术要求、除锈方法、作业区域、作业时机等。不同中间产品可以分类制订涂装作业信息，如船体零件一般采用钢材预处理，而部件、组合件不单独进行涂装……。这些信息以图表或文件的形式表达，如分段的涂装有每个分段除锈图表；舾装件是作为一个类别，制订舾装件除锈涂装明细表；管子涂装规定等。

(2)船台作业信息

船台作业既是作业阶段又是作业地点。船台作业包括船台安装和船台涂装作业，船台安装信息是指示船体、舾装作业船台安装的依据，船台涂装信息是指示船台涂装作业的依据，这些信息通常以图表形式表达。

①船台安装作业信息

一般包含安装区域、作业内容、作业程序、作业要求、物量、安装坐标、安装时机、质量验证方法等。

②船台涂装信息

一般包含涂装区域、除锈方法、涂装程序、涂料牌号、用量、涂装面积、技术要求、作业时机、质量验证方法等。

(3)试验阶段信息

试验阶段包括码头试验和航行试验二个部分。在码头试验阶段通常还有少量舾装和涂装作业。

①码头舾装信息

是指示码头上舾装作业的依据。这些舾装作业一般是易损坏、易丢失、易消耗物件的安装，如工艺品、灯具、救生用品、消防用品、备品、工具等。这些信息一般都以图表的形式表达。其内容主要是作业内容、作业区域、作业时机、物量、作业要求、质量验证方法等。

②码头涂装信息

是指示在码头上进行涂装作业的依据。这些作业一般是不宜在船台进行的。如走道的涂装、全船装饰性涂装等。码头涂装信息内容主要为作业内容、作业区域、作业程序、作业程序、作业要求、作业时机、物量、质量验证方法等

③试验信息

是指示码头和航行试验作业的依据。其信息内容一般包含作业内容、作业程

序、作业要求、作业时机、作业条件等。这些信息一般以图表（如原理图、系统图）和文件（试验大纲）表达。

b. 辅助生产作业信息

主要用于表述辅助生产作业和管理所需的信息，一般以图样和技术文件为载体。

(1) 制造类作业信息

按照制造对象复杂程度决定信息量，一般有零件图、部件图、总图，其包含的信息可参照中间产品制造信息。

(2) 生产辅助作业信息

一般是布置图形式，主要表示布置物的坐标和物量；分段胎架型值表是一张调整分段胎架各点的数据表。

c. 非生产作业信息

(1) 转换设计信息

转换设计信息是为生产设计绘制工作图和各种管理图表提供基础信息，如区域的划分（含分段），区域内各种物件的布置，单元的设置，各专业设计部门向区域主管设计部门提出预舾装、开孔要求、托盘的划分等，这些信息通过图样表达。其信息的主要内容为各区域界面信息、区域内物件的数量和准确的几何坐标。

(2) 工艺性信息

这里所说的工艺性信息是为了体现工艺性信息而设计的图样或技术文件，其中大部分称为作业指导书（也称施工工艺或作业程序），而不是指包含在生产作业图样上工艺信息，或者说这些工艺性信息文件是指导生产作业图样上工艺信息的编写。这些信息以图表或文件的形式表达。主要包含工艺信息和技术要求。

(3) 管理信息

管理信息表达的方式有两种：一种是生产设计部门为管理目的设计的管理信息文件，另一种是包含在生产或辅助生产作业信息文件中。

① 物资管理信息：

主要是指物资准备工作。通常以表格文件的形式表达。其信息内容主要是物资名称、规格、型号、数量、所属系统、纳期等。

② 生产管理信息

以专门的表格文件形式，为生产管理部门提供生产作业全部内容。也可按照生产管理部门的要求，在适当的图样或技术文件中体现生产管理所需的信息，例如管理物量、中间产品分类、作业类别、作业阶段、作业区域等信息。

③质量控制信息

这些信息以实现产品质量控制为目的。以图表或文件的形式表达。其主要内容有控制对象、控制内容、控制纪录等。

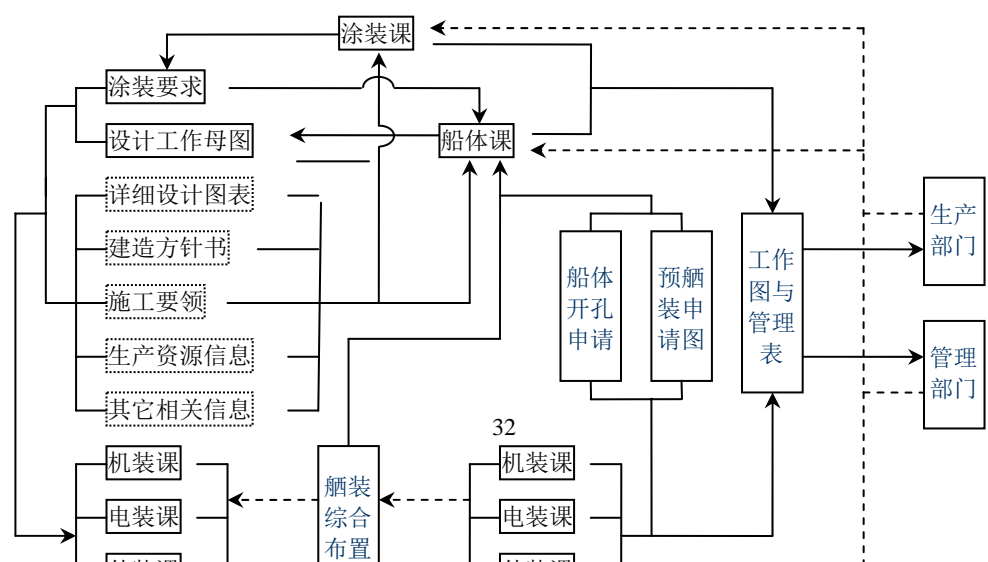
④安全生产控制信息

以控制产品的安全生产为目的。通常以图表的形式表达。信息内容为：产品的安全生产重点控制部位，控制内容、安全生产措施等。

2.2.6 以中间产品为导向生产设计信息流程

现代造船模式的船舶设计体系的显著特点是设计、生产、管理一体化和“壳、舾、涂”一体化，这种理念着重体现在生产设计，也融合在船舶设计的全过程。所以，现代造船模式的船舶设计体系不仅包含功能性设计，还包括怎么造船和怎样合理组织造船生产的策划。生产设计主要解决怎么造船和体现怎样合理组织造船生产的设计，有的将其分为转换设计和生产设计两个阶段，前期为区域划分和综合布置等准备工作，后期为工作图表设计阶段，有的则没有细分，统称为生产设计。

生产设计的准备工作通常在送审之前就开始，目的是更好地了解产品的功能并较多反映生产、工艺的要求，因此，生产设计与详细设计结合交叉时间较长。生产设计部门在接到经船舶检验单位审查认可的详细设计图纸，便可开始生产设计。在生产设计过程中，由于布置、工艺要求和单元设置等原因与详细设计单位磋商是经常发生的，生产设计部门应与详细设计单位、船东保持经常密切的联系和良好的协作关系，这是保证生产设计顺利进行的重要保证。



生产设计中设计人员将详细设计信息（主要是船舶性能性方面的信息），建造方针、施工要领、生产资源信息，以及生产设计编码、生产设计标准等生产设计的基本资料，经过生产设计人员的综合考虑，创造性的工作，按照生产组织的要求，将整船的建造过程分解和组合成各个制造级的中间产品并绘制制造图和安装图，产生新的劳动成果再输出。目前，这个过程是通过计算机来实现的。

因此，设计过程是设计信息的输入、加工、输出过程。这样就要求输入的信息要正确、完整；加工时手段要先进，创造者思想要活跃，知识面要宽，要有殷实的工艺知识和丰富的实践经验，实现创造性思维；这样才能达到输出文件的先进性、工艺性、可靠性和可操作性。

输入、加工、输出是设计的纵向系统。生产设计的又是每个生产设计者相互协作和相互融合的过程，船体是机、电设计的基础。舾装设计要以船体结构为背景，机、电设计要相互衔接，布置上要相互协调，避免干涉。这个由船体、舾装、涂装设计作业构成一个横向设计系统。由生产设计纵向系统和横向系统相互交错，实现“壳、舾、涂”作业一体化的生产设计。其设计信息流程见上图。

生产设计由船体设计部门（船体课）对船体结构图转换成分段结构图，涂装设计部门向船体、舾装设计部门提出涂装工作要求，以求获得壳、舾、涂一体化的最佳效果。

生产设计过程中，生产设计部门与生产部门和管理部门保持密切的联系，这是很重要的。因为，生产设计最终是为生产和管理服务的，同时，也是提高生产设计质量的需要。

第三讲 造船生产设计策划

第一节：广义生产设计

生产设计从广义上来说，就是从施工的立场出发，通过设计形式，考虑高质量、高效率、短周期、并确保安全地解决怎样造船与怎样合理组织造船生产的一种设计。这种设计是实现现代造船模式的重要方面，是充分体现“设计、生产、管理”和“壳、舾、涂”两个“一体化”的主要方法。因此，广义生产设计是进行怎样合理组织造船的生产策划。

3.1.1 广义生产设计的范围

广义生产设计既然是怎样合理组织造船的生产策划，那么它的内容就要包括造船生产的建造法、建造方针书、施工要领、设计要领、生产准备、进度计划、工程设计、质量控制以及狭义生产设计等与造船相关的各种工作。

参加设计作业的人员，不只是设计部门的人员，还有工程管理、质量管理……等方面的管理人员，只有各方面的管理人员和设计部门的设计人员密切合作、统筹协调，才能产生优秀的“生产设计”。

3.1.2 广义生产设计的两个阶段

广义生产设计可以分为两个阶段：

1) 生产设计（狭义生产设计）准备阶段

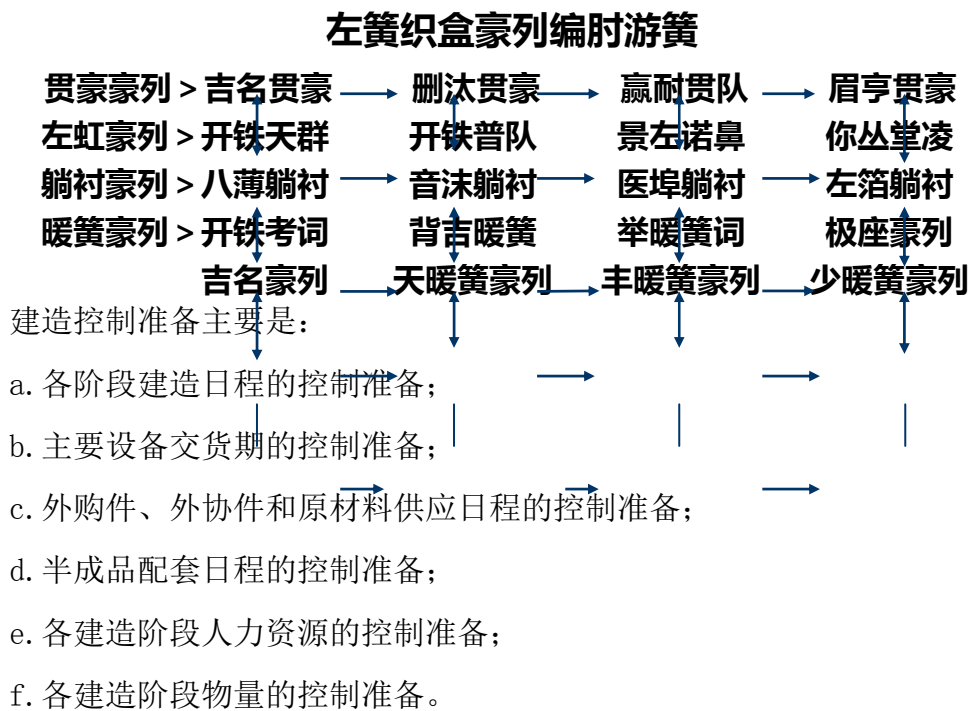
生产设计准备阶段准备的主要工作有建造技术的准备、建造计划准备和建造控制准备三项内容。

建造技术的准备主要是做好产品建造法、建造方针和施工要领等工作。

建造计划准备主要是制订建造程序计划、建造负荷计划和建造日程计划。

计划准备内容	订货计划	大日程计划	中日程计划	小日程计划
建造程序计划	建造法	建造方针	施工要领	施工步骤
建造负荷计划	工厂生产负荷	各阶段负荷	分段负荷	工种负荷
建造日程计划	建造计划线表	综合日程计划	主日程计划	月度计划

日、韩工程管理计划系统流程如下：



2) 生产设计（狭义生产设计）阶段

将准备阶段对造船工程建造的策划要求，必须在生产设计（狭义生产设计）工作中充分贯彻执行，在生产设计输出信息中体现各方面的要求。

第二节：建造方针与施工要领

3.2.1 建造方针（参见造船生产设计 P98-P104）

建造方针是工程管理系统中建造程序计划的核心。编制建造方针是十分重要的生产技术准备工作，也是广义生产设计的一项主要内容。

建造方针的内容分为建造方针文本和附件两部分。

3.2.1.1 建造方针文本内容提要

- 1) 合同概要
- 2) 主要技术参数和主要物量
- 3) 基本方针
 - A. 建造法

分段划分，区域划分，总段划分；

分段重量控制，钢板尺度控制，上层建筑整体吊装的重量估算；

分段、总段预舾装范围和预舾装率，单元模块范围；

建造方法，建造顺序，建造场地，建造日程；

新技术、新工艺、新工装。

B. 质量管理

质量管理工作要求，建造精度要求，质量事故的预防措施。

C. 成本管理

成本管理工作目标、要求，降低成本措施。

D. 与船主的关系和策略

E. 工作量的估算和专业部门工作分配

F. 建造主要线表。

4) 部门方针

A. 生产管理

B. 生产设计

C. 生产车间

D. 质量保证

3.2.1.2 建造方针附件内容提要

1) 必要的附图、附表

分段划分图，区域划分图，分段主尺度明细表；

建造场地配置图表；总段装配要领图，建造要领图；

总布置和舾装剖面简图。

2) 综合协调文件

对该船建造的管理程序，从整体上进行定量的综合协调，使船舶建造的前期准备工作能按计划顺利进行。

3.2.1.3 建造方针的编制方法

1) 主要物量：钢材重量，涂装面积，管子根数，电缆长度。

2) 建造法：塔式建造法/环形总段建造法/岛式建造法/层式建造法/一条半建造法/两段建造法等。

3) 分段划分：吊车能力/分段重量，材料利用/尺寸大小，结构强度，施工合

理/均衡生产/成组加工/安全生产，分段完整性。

4) 船台吊装网络图。

5) 新工艺、新技术项目确定。

6) 预舾装和总段舾装。

7) 建造要领图：

船台吊装区、总段装配区、分段装配区；

分段、总段的吊装程序、装配范围、舾装方法程序和分段反身吊装。

8) 总体建造安排

建造线表（负荷平衡）；

工作总量及各车间分配比例；

重大质量管理措施和对船东的对策；

部件装配和分段装配场地，总段建造场地，单元制造场地。

9) 部门方针编制。

3.2.2 施工要领（参见造船生产设计教科书 P104-P107）

施工要领主要是说明基本的工艺步骤、技术要点和施工方法。

施工要领的基本内容主要有船体施工要领、机装施工要领、电装施工要领、船装施工要领、涂装施工要领和专题施工要领。

施工要领编制目的是要在船舶建造时，将各专业在施工工艺、技术要求和作业顺序、作业方法等详细地系统综合，并纳入工程管理的轨道，付诸实施，以达到建造方针所要求的目标和效益。

各专业施工要领，应在造船工程管理系统内，进行综合协调，经过日程、物量、工时、周期、场地的定量分析后编制而成。生产设计根据其要求设绘和编制各专业各类细则工艺技术文件下发车间施工。施工要领既是生产设计的依据，也是生产管理人员、施工人员的依据。

第三节：模拟造船

3.3.1 模拟造船

模拟造船就是应用一定的工具，在桌面上或计算机上，按照建造方针的要求和工厂的实际情况，对造船的全过程进行模拟仿真，从中发现造船过程中可能发生的各种问题，提前采取措施，保证实际造船过程的顺利进行。

生产设计过程实际上就是一个模拟造船过程。在桌面上的模拟造船，一般称为“纸上模拟造船”。在计算机上进行模拟造船，一般采用虚拟仿真技术，效果更好。

3.3.2 纸上模拟造船

“纸上模拟造船”主要用来实施该船生产计划和生产流程的纸上策划。

纸上模拟造船的方法，一般是集中工厂生产、计划、物资采购、设计、工艺以及管理等各部门的专业人员对该产品的技术性能、建造难点、各工艺阶段和工序的流程和工作界面，预估的作业物量以及相关设备、设施的能力和劳动力的配置等进行计划安排。并对建造方案和施工工艺要求和方法等进行规定和约束。确定该船的建造节点和相关建造周期并在项目管理中予以监控和实施。达到工厂预期目标。

纸上模拟造船在日韩先进船厂已经普遍采用，我国沪东船厂、大连造船新厂都先后采用，在生产计划管理方面取得了良好效果。

3.3.3 计算机模拟造船

计算机模拟造船是以数字样船为基础，应用虚拟仿真技术，对船舶的制造过程、装配过程的工艺、计划、物流以及船舶结构、船舱布置进行全面模拟。它不仅能对船舶生产计划和生产流程进行策划，还对工艺、布置、车间生产过程都能进行检查与仿真。该项技术是“十一”期间重点发展的新技术。

第四节：生产设计“四化”基础

3.4.1 “四化”基础

“四化”：托盘化、标准化、编码化、计算机化

- ◆ 托盘化：是建造过程的中间产品思想，是一个工作任务包，有利于工程分解，便利施工和管理，为使串行施工作业变为并行作业提供便利条件。

- ◆ 标准化：是设计、生产、管理过程及产品零部件的规范化。是编码化和计算机化的基础。

- ◆ 编码化：是信息描述与传递方式的变化。编码是用来描述整个船舶在设计中所有产品（包括模块、托盘等中间产品）的加工、装配及管理信息，并将其传递给生产管理部门。编码化的信息能提高计算机的处理能力，便利成组加工，符合标准化原则。编码是现代造船的一项极为重要的基础工作和必须大力推广的设计技术。

- ◆ 计算机化：是设计、管理工具、手段、方法的现代化。

“四化”它们是一个统一的整体，是深化生产设计，以中间产品（模块或托盘）为导向，实现两个一体化（壳舾涂一体化，设计工艺管理一体化），分道作业，区域造船的现代化造船的基础。通过“转模”和深化生产设计，又不断促进“四化”的发展。

3.4.2 建立生产设计标准体系

推行生产设计必须要有技术标准和管理标准，以便统一设计准则，减少设计工作量，提高设计质量，便于设计管理。

生产设计标准体系，是按照系统的观点，分析生产设计的特点，研究生产设计标准的范围、结构层次、专业内容而构成的一种标准体系。它包括各个造船专业的设计技术、工艺技术、设计管理、生产管理和安全生产等方面的有关标准、规则、指导性文件、设计要领、施工要领及标准图册，还涉及详细设计的设计标准和现场施工的质量标准。为了适应深化生产设计的发展，急需建立适合中国国情的生产设计标准体系。

第四讲 造船生产设计编码

第一节 编码基础知识

4.1.1 信息概要

1) 信息:是指具有一定含义的事物或概念。是人类可以利用的三大战略资源(物资、能量和信息)之一。是提炼成为人类知识和智慧的宝贵财富。

2) 信息的分类:将具有某种共同属性或特征的信息归并在一起,把不具有该种属性或特征的信息区别开来的过程叫信息的分类。信息分类的产物是分类表或分类目录。

3) 信息编码:将表示信息的某种符号体系转换成便于人或计算机识别的另一种符号体系的过程叫信息编码。编码的方法是先对信息进行分类,然后进行编码。信息编码的产物是代码/代码集/代码表。

4) 信息代码:是表示特定信息的一个或一组有序排列的符号。使用信息代码的目的是:方便信息的存储、检索、交换和汇总。使用信息代码的优越性是:

- a. 不重复(单义性),
- b. 准确,
- c. 简洁(存储量少),
- d. 易检索,
- e. 方便计算机处理。

信息分类和编码工作是现代管理的一项非常重要的基础工作,离开了它,现代管理便是一句空话。

4.1.2 编码概要

1) 编码的意义:编码是按一定规则组合起来的符号和代号;它能代表事物的名称、属性、特征和状态。同时编码也是按不同的目的要求,应用成组技术原理,通过科学的分析和分类方法,以符号标记的形式对工作对象的有关特征进行描述和标识的过程。

编码是统一认识、统一观点、交换信息的一种技术手段。同时编码作为信息的一种表现形式,又是信息标准化、规范化的基础。编码的目的是为了方便使用。主要是考虑计算机处理方便,兼顾手工要求。

2) 编码原则:

- a. 含义性(含义边界明确),
- b. 唯一性(一事一物一代码),

- c. 易识别性,
- d. 简洁性,
- e. 格式一致性,
- f. 系统性,
- g. 稳定性,
- h. 适应性,
- i. 可扩充性,
- j. 可操作性。

3) 代码功能:

- a. 唯一标识功能,
- b. 分类功能,
- c. 排序功能,
- d. 特定含义。

4) 代码种类:

- a. 顺序码: 用自然数或字母按顺序标示。

特点: 简短, 与对象顺序无关, 使用方便, 易添加, 易管理。

缺点: 与对象特征无关, 不便记忆与区分。

- b. 层次码: 按分类对象的从属关系、层次关系为排列顺序。一般左为高, 右为低。

特点: 明确对象类别和隶属关系, 结构简单容量大, 便于汇总统计。

缺点: 必须先分类后编码, 分类规则性强, 弹性差, 码位长, 不易掌握, 容易遗漏。

- c. 复合码: 用两个或两个以上完整独立的代码组成。

特点: 结构柔性大, 可扩充性强, 便于信息交换和计算机处理。

5) 代码的设计

基本方法: 先分类, 后编码。

设计程序:

- a. 制定代码方案。确定编制代码的目的、范围、方法, 代码包括哪些信息, 如何进行信息分类。

- b. 确定代码的使用范围。
- c. 代码的结构设计。
- d. 代码的表达方式。

4.1.3 船舶建造编码概论

1) 船舶建造编码的重要性

a. 船舶建造编码是转换造船模式的需要

(1) 船舶建造编码是转换造船模式的技术基础

转模 → 生产设计 → 编码 → 理顺设计、生产和管理的关系

(2) 船舶建造编码是现代造船模式的信息载体

(3) 船舶建造编码体系的建立是企业科技进步的一种体现

(4) 船舶建造编码是标准化工作的一项重要内容。

b. 船舶建造编码是推广计算机应用的需要

(1) 编码是计算机应用的基础

(2) 编码是计算机集成制造系统开发的重要组成部分

(3) 编码是应用成组技术与计算机应用的纽带

建立船舶建造编码是造船企业管理的重要基础，是转换造船模式的信息载体，是提高企业经营、设计、生产和管理水平的重要环节。

2) 船舶建造编码的构思原则：

按工程分解与组合的作业组织进行构思。

- a. 船体：按船体、总段、分段、组合件、部件、零件进行分解和组合。
- b. 舾装：按区域、阶段、作业类型、安装托盘、舾装件进行分解组合。

3) 船舶建造编码的分类原则：

- a. 减少零件品种和零件特性的多样化；
- b. 简化工艺编制；
- c. 便于按成组技术组织生产；
- d. 减少库存，降低生产成本；
- e. 便于成本分析，提供定额资料。

4) 船舶建造编码的分类

- a. 按作业类型分类：即按作业的相似性来划分，实际采用按专业、工作

内容分类。

- b. 按区域分类：即按生产对象的部位来划分，实际采用按分段、区域、模块、单元进行分类。
- c. 按阶段分类：按生产顺序划分，实际采用造船阶段和制造级。
- d. 按作业流程分类：船体按零件、部件、组件、分段的流程划分；舾装按舾装件制造、集配、区域安装的流程划分；船体零件制造按工序工位的流程划分；管子零件制造按工序流程特征划分。
- e. 按所需资源划分。材料、设备、人力、费用等。

5) 船舶建造编码的两大系列

- A. 船舶建造编码系统：包括水面舰船建造编码系统和水下船舶建造编码系统。其体系结构基本相同，差异在于产品对象特征有较大的不同。
- B. 车间作业控制编码系统：不同的中间产品加工车间都有不同的作业控制编码，主要有管子加工车间作业控制编码系统、内业车间作业控制编码系统等。其编码内容的重点是车间设备、场地编码，工位、工序编码，加工工艺、加工方法编码和加工流程编码等。

第二节 WS-SMCS 船舶建造编码系统

建造船舶，工程浩大，综合了多学科高新技术，处于造船技术的前沿。为了实现国防现代化，适应海军作战能力的快速发展，必须尽快实现船舶建造模式的现代化。也就是要从传统的总体建造方式转换到现代的模块化建造方式。当前，我国实现船舶模块化建造已经不存在设计建造能力问题，而是取决于以船舶整个设计建造过程以“四化”水平为标志的新技术应用和管理水平的提高。所谓“四化”就是计算机化、标准化、模块化（托盘化、中间产品化）、编码化。它们是一个统一的整体，是深化生产设计，以中间产品（模块或托盘）为导向，实现两个一体化（壳舾涂一体化，设计工艺管理一体化），分道作业，区域造船的现代化造船的基础。在这“四化”中，计算机化是设计、管理的工具手段的变化，标准化是设计、生产、管理过程及产品零部件的规范性的提高，模块化（托盘化）是建造过程的中间产品思想，使串行施工作业变为并行作业，而编码化是信息描述与

传递方式的变化。编码是用来描述整个船舶在设计中所有产品（包括模块、托盘等中间产品）的加工、装配、测试及管理信息，并将其传递给生产管理部门。编码化的信息能提高计算机的处理能力，便利成组加工，符合标准化原则。编码是现代造船的一项极为重要的基础工作，也是一项必须大力推广的设计技术。

4.2.1 船舶建造编码技术的应用与发展

九十年代，XX 造船厂和国内其它主要船厂在民船建造方面，已经经历了从传统造船模式向现代造船模式的转变，造船水平登上了一个新台阶。在转换造船模式的过程中，各船厂都先后结合自己工厂的特点，进行了水面船舶建造编码体系的研究和建立工作，并运用于船舶生产设计和建造过程中，取得了很好的效果。但相对于日本先进船厂来说，还不够完善，还有一定的距离。目前国内船厂的编码系统主要包括生产设计图样文件编码、船体构件及加工编码、管系零件及加工编码等生产过程组织要素的编码。而成本区分编码仅有广船国际采用，效果还不够理想。舾装件、完整件编码各厂还有待完善，工种编码还未使用，这都是目前急需研究的课题。

九十年代初我厂开始了编码技术的探索，九六年在转换造船模式的过程中，工厂又组织了造船、管理、计算机等各方面力量近百人，经过近一年的努力，完成了具有自己工厂的特色的编码系统的设计工作，建立了 XX 造船厂船舶建造编码体系。九八年首次运用于 4990 产品的整个生产设计和建造过程中，取得了很好的效果。生产设计信息传递迅速准确，促进了造船生产组织工作的顺利进行，保障了节点计划，明显缩短了造船周期。全厂上下统一了对编码的认识，学编码、用编码的积极性也空前提高。军船、非船的设计建造人员都希望尽早建立相应的编码系统。当今船舶模块化建造方式，已成为发达国家船舶建造的发展方向。要成功地进行船舶模块化建造，就必须要进行船舶的生产设计。而船舶生产设计的一个重要基础，就是要建立一套完整的船舶建造编码体系。因此，进行船舶建造编码系统及编码技术的研究，是研究船舶先进建造技术的基础课题。九九年由总工程师室组织成立了“船舶建造编码系统”课题组，进行船舶建造编码系统的研究工作。

4.2.2 研究船舶建造编码系统的指导思想

研究船舶建造编码系统的目标是在工厂的船舶建造系统内建立一种简单明

了、规范统一、通俗易懂的“语言”，设计人员用它描述船舶的各个建造对象（包括零件、部件、组件、模块、分段等）的加工、装配、测试过程的特征，产生相应的编码信息，利用计算机网络技术，传递给生产管理部门，按照模块化建造方式组织船舶的建造工作。因此，船舶建造编码系统的研究工作应该依据以下原则：

1) 船舶建造编码系统必须覆盖船舶建造的各个对象及各个阶段，必须符合船舶模块化建造方式的原则、规范和要求。

2) 船舶建造编码系统要与工厂 MIS 系统相统一，要与水下船舶建造编码系统相结合，尽量使编码对各方面都具有实用意义。

3) 编码结构与处理方法要一致，要符合标准化原则，编码要简单明了，码位要尽量等长。编码规则要有稳定性，同时要有扩充的余地。

4) 编码系统采用码根法。编码属性不得混淆，编码对象具有唯一性。

在总工程师室直接组织下，经过八个多月的努力，在九六年底初步建立了 WS-SMCS 武船船舶建造编码体系；经过两年的试用，在 2001 年正式完成各编码标准的编制，同时胜利完成了 WS-SBCS 武船潜艇建造编码系统的建立工作。

4.2.3 WS-SMCS 系统结构图

4.2.4 WS-SMCS 系统结构的三个层次

1) 管理层：将整个编码系统按管理功能分为综合管理，设计管理，生产管理，物资管理和成本管理等五类。

2) 图样层：是设计管理中特有的层次，细分为初步设计详细设计图样文件，船体结构生产设计图样文件，舾装生产设计图样文件，管系零件标识及船体构件标识等五类。

该层次编码是武船船舶建造编码的核心部分。该部分编码要反映船舶建造工程的分解与组合，提供生产管理信息。具体的说这部分编码就是要解决船舶建造工程中的 4W1H 问题。所谓 4W1H 就是该图样和技术文件所含工程应由谁来做(Who)，做什么(What)，在哪里做(Where)，何时做(When)，怎样做(How)等生产组织的五个基本问题。根据生产设计及新的造船模式要求，设计 4W1H 的相应代码。具体如下：

Who --- 设计专业码（结合工作内容码及零件加工编码）

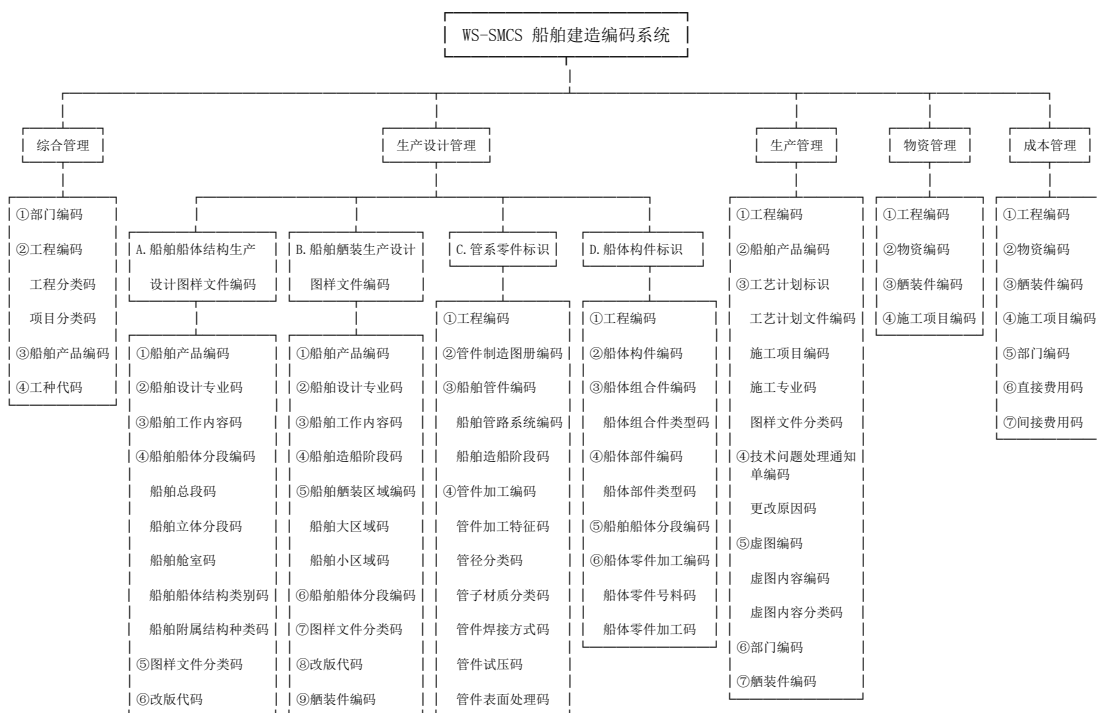
What --- 工作内容码

Where --- 船体分段编码、舾装区域编码

When --- 造船阶段码

How --- 船体构件加工编码、管子零件加工编码

3) 码根层：表述各类需求中不同的码根和代码。

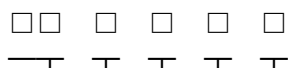


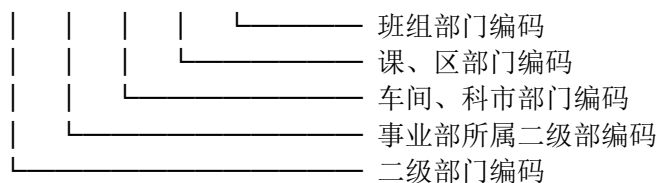
WS-SMCS 船舶建造编码系统结构图

第三节 WS-SMCS 编码规则

4.3.1 部门编码

参照 WS-MIS 人事管理信息系统的要求，其结构形式为：





说明：

A．二级部门编码可以单独使用，其它各级编码必须与所有上级编码联合使用。未设置的部门相应编码位用“0”表示。

B．二级部门编码用二位数字表示。第一位字符意义如下：

代 码	部 门 类 别	代 码	部 门 类 别
0	二丛镇技切厄	1	二丛镇技切厄
2	造努切厄	3	入致镇雷
4	访日镇雷	5	耶裸眉亨镇雷
6	拥染镇雷	7	眉温吐匿镇雷
8	耶裸审何	9	车动辅看当饱碍丸曳卖低

C．车间、科室部门编码用二位数字表示。第一位字符意义如下：

代码	部 门 类 别	代码	部 门 类 别
0	眉亨逆露	1	眉亨逆露
2	造努逆露	3	入致镇雷
4	访日镇雷	5	耶裸眉亨镇雷
6	拥染镇雷	7	眉温吐匿镇雷
8	耶裸审何		

D．班组部门编码用二位数字表示。第一位字符意义如下：

0 - 1 生产班组

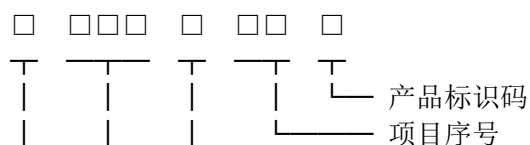
2 辅助班组

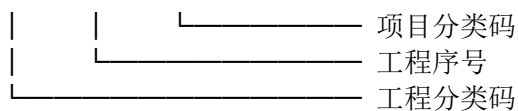
3 - 9 专业课室

4.3.2 工程编码

4.3.2.1 工厂承接工程编码

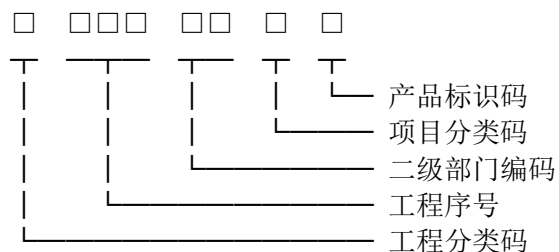
结构形式：





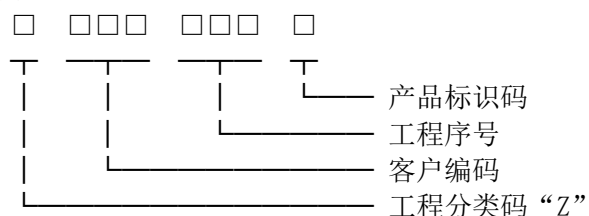
4.3.2.2 二级经营的工程编码

结构形式:



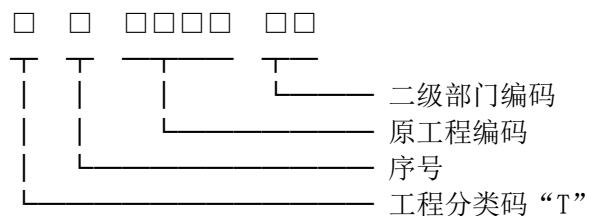
4.3.2.3 铸件产品工程编码

结构形式:



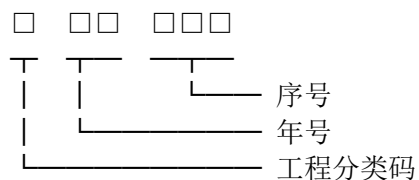
4.3.2.4 售后服务工程编码

结构形式:



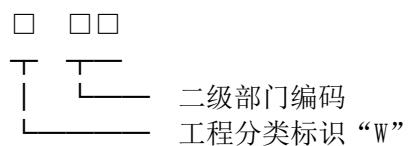
4.3.2.5 其它工程编码

结构形式:



4.3.2.6 二级部门费用编码

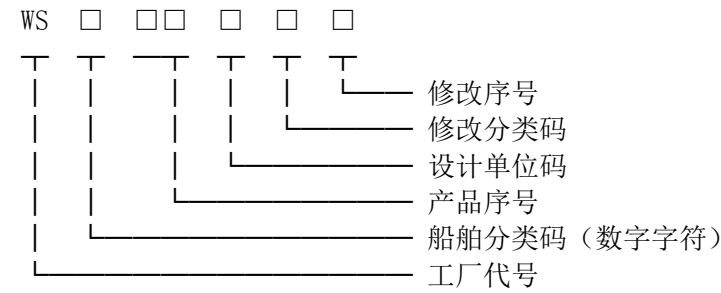
结构形式:



4.3.3 产品编码

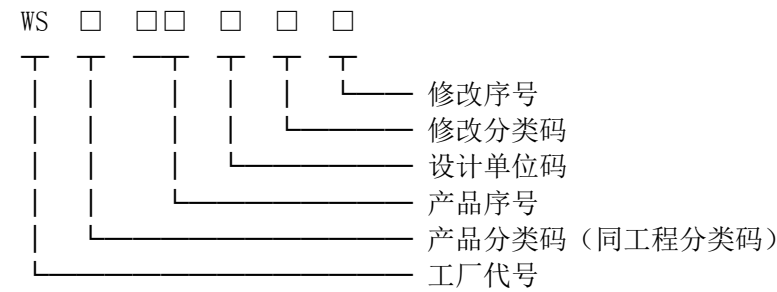
4.3.3.1 船舶产品编码

结构形式:



4.3.3.2 其它产品编码

结构形式:



说明:

A. 前五位为产品编码的主体结构, 后三位为辅助编码, 根据具体情况可以省略。

B. 工程分类码

用一位字母字符表示如下:

代码	工 程 类 别	代码	工 程 类 别
A	薄舶亨哄	N	厄冈左典刷铁
B	柔眼亨哄	P	柔歉贯复复价刷铁
C	薄舶俯盒	Q	贯豪左簧
D	闻山薏桃亨哄	R	开纵由桃纵由天府盒
E	厌办宽噪	S	诱乏左簧
F	香月左簧	T	刷铁亨哄唯吐林动
G	堂开宋诱左簧	U	势动逾击
H	国宛辖亨杭晚 拥染旗铁操景	V	亨哄钱看价鼠刷
		W	于置镇雷辅看
J	算突赏刷	X	很擒

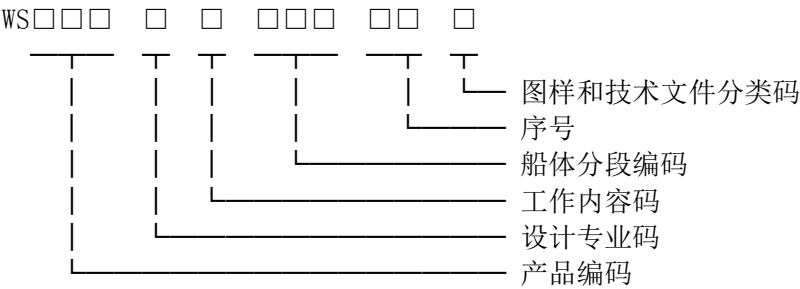
K	左厄拥染都汰无兴麻禾	Y	雅价亨哄
L	柔歉眼噪贯复天府盒	Z	铸价亨哄

C. 项目分类码 (见 Q/WSG 01.004-1996)
用一位字母字符表示如下:

代码	项 目 类 别	代码	项 目 类 别
A	务帕左簧	E	耶渍摆头(萨班献家0与台拷 捉团缘)
B	且看左诱		
C	多软透萨刷	G	厄多卓你
D	度郎麻禾	H	厄冈卓你

4.3.4 船体结构生产设计图样和技术文件编码

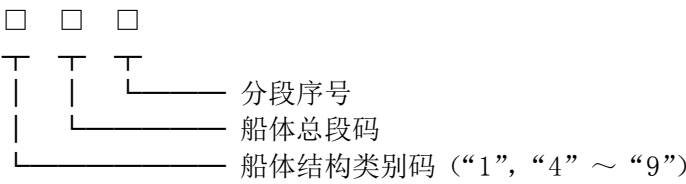
结构形式:



4.3.5 船体分段编码

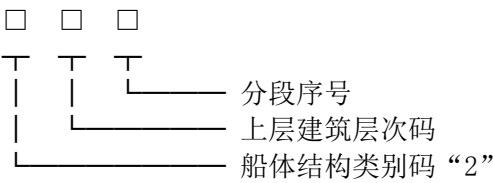
4.3.5.1 主船体分段编码

结构形式:

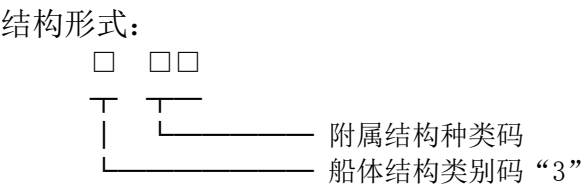


4.3.5.2 上层建筑分段编码

结构形式:



4.3.5.3 附属结构分段编码



4.3.5.4 船体分段编码说明

A. 民用船舶主船体分段编码中的总段码以数字 1~9 自艏至艉顺序排列。分段序号按分段安装顺序以数字 1~9 排列。对左右区分的分段，单数表示左舷，双数表示右舷。不划分分段的总段，分段序号以：“0”表示。

B. 上层建筑分段编码中的上层建筑层次码以数字 1~9 从主甲板（干舷甲板）向上依层次顺序排列，分段序号由艏至艉顺序排列。

C. 凡属全船性的图样和技术文件，船体分段编码的三个码位全部以“0”表示。

4.3.5.6 船体结构类别码

以一位数字字符表示。具体规定见下表：

代码	船体结构类别	代 码	船体结构类别
1	举薄何素何切沫/戏沫	2	下居开纵切沫/戏沫
3	薄何顶山登桃切沫	4	举薄何店镇切沫
5	举薄何舷侯切沫	6	举薄何由格切沫
7	举薄何翰吗蔓士切沫	8	举薄何毯吗蔓士切沫

4.3.5.7 附属结构种类码

以二位数字(第一位不能用零)字符表示。具体规定见下表：

代码	附属结构类	代码	附属结构类	代码	附属结构类
11	艏棉	12	艉棉	13	艏枪
31	玫圪	41	舷增	42	梭
51	蔓古固格	61	疏素由格	71	寿游罩
72	寿游格	81	拿舷柱	82	舢囊葵
83	艏逗旋桨	84	寿游织	85	国宛漆敦鳍
90	具宅登桃				

4.3.6 设计专业码与工作内容码

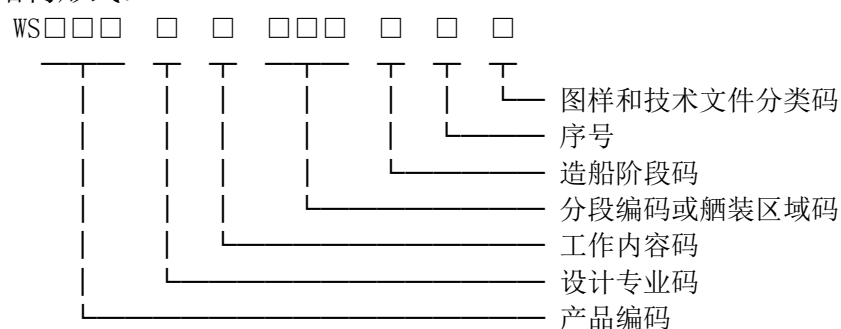
各以一位数字字符表示，具体规定见下表：

工作 \ 专业	综合总体	船体结构	涂	装	甲	装	机	装	电	装	居	装
---------	------	------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

内容码 \ 码	1	2	3	4	5	6	7
0	...	背	吉	绞			
1	...	既椎奥昭	举薄何绞	贯	复	诱	臂 绞
2	...	萱桃刷铁	薄何切沫	绍 梯 堂 庭 绞	眼脉撤考	白格陆晒	
3	...	陆	晒	绞		...	蔓宫陆晒
4	织	晒	绞		
5	...	雅铸价绞	...	钱个粟跃	钱个绞	...	钱个粟跃
6	...	左簧造努	...	电 沙 晒 诱 绞		...	枪晒绞
7	滤 昭 绞	肉 脚 绞	白格查昭
8	...	左	虹	左	诱	绞	
9	...	具	宅	绞			

4.3.7 舾装生产设计图样和技术文件编码

结构形式:

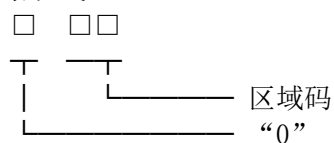


说明:

- 凡属全船性和船舶总体性能的生产设计图样和技术文件编码中的船体分段编码或舾装区域码的三个码位全部以“0”表示。
- 用于分段预舾装和需要在船体分段内预装的单元组装的舾装生产设计图样和技术文件应以船体分段编码表示。
- 用于区域内舾装的生产设计图样和技术文件应以舾装区域编码表示。

4.3.8 舾装区域码

4.3.8.1 结构形式:



4.3.8.2 区域码

以二位数字字符表示。表示规则：01～39 机装，40～99 船装，01～99 电装。

第一位代码	舾 装 区 域
0	冈店镇切
1	冈店 1 舷侯翰樛，冈店 1 于由格不 -
2	舷侯翰樛 1 举由格不，于由格 1 举由格不 -
3	柔蔓固亚咖玫圪
4	平舷由格不柔蔓吐士吗觥
5	平舷由格不柔蔓剑士吗觥
6	纯乙居下居开纵
7	纯于居下居开纵
8	纯上居下居开纵
9	纯回居友仪下碍下居开纵

4.3.9 造船阶段码

以一位数字字符表示。以船体为主线，舾装、涂装的施工阶段相对应。

造船阶段码	造 船 阶 段 工 作 内 容
0	与列切音沫技眉亨拥染凌复
1	不昭务左友香价刷铁，听陆舾价友织抵禁刷铁 -
2	镇价、而吉价友舾诱卖兄碍刷铁、滤诱
3	切沫刷铁、切沫鼠舾诱、滤诱，胎桨下 -
4	切沫刷铁、切沫鼠舾诱、滤诱，筒胎桨 -
5	盍舾诱，提柔蔓咖浜蔓舾诱 -
6	薄何戏沫诱镰、戏而，戏沫 - 技医埠舾诱、滤诱
7	薄史舾诱、多处滤诱、不汨
8	穿夷舾诱、编海赏枣、滤诱
9	赏蓝

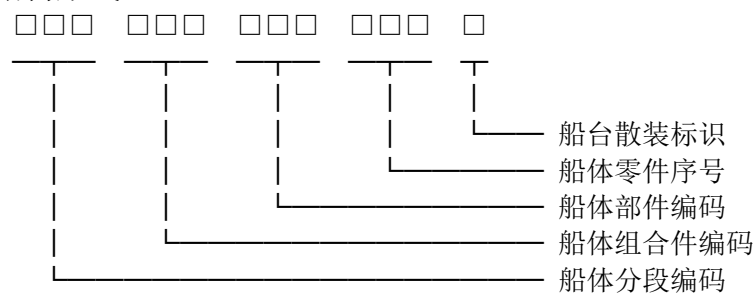
4.3.10 船体构件标识

一般形式：

工程编码
—
船体构件编码
—
船体零件加工编码

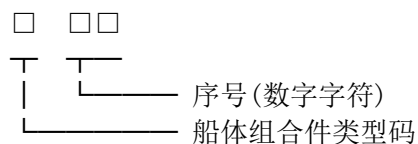
4.3.11 船体构件编码

结构形式：



4.3.12 船体组合件编码

4.3.12.1 结构形式：



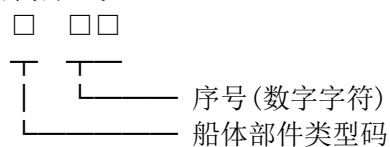
4.3.12.2 组合件种类码

用一位字母字符表示。

代码	组合件类型	代码	组合件类型
C	来鬼格桨而吉价	H	年鬼格桨而吉价
F	肋荃概桨而吉价	L	翰吗概桨而吉价
N	腰楚概桨而吉价	G	具宅而吉价

4.3.13 船体部件编码

4.3.13.1 结构形式：



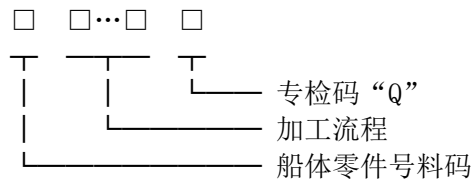
4.3.13.2 船体部件类型码

用一位字母字符表示。

代码	船体部件类型	代码	船体部件类型
P	控格镇价	T	X垫镇价
S	格柱镇价	B	绍彩镇价
K	具宅镇价		

4.3.14 船体零件加工编码

结构形式:



说明:

- a. 按零件加工时的实际号料方式选择相应的船体零件号料码。
- b. 加工流程由加工码组成，加工码为一位码，根据流程步骤，依次编写。
- c. 当零件加工完后，有专检要求时，使用专检码。

4.3.14.1 船体零件号料码

以一位字母字符表示。

代码	零件号料方式	代码	零件号料方式
A	插帕柏司昭	R	插椎格司昭
E	插衣圆司昭	M	看明播司昭

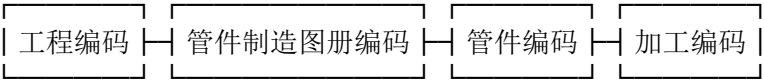
4.3.14.2 船体零件加工码

以一位字母字符表示。

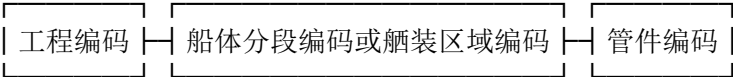
代码	船体零件加工工位	代码	船体零件加工工位
A	华萨助刑劈	B	明播刑劈
C	喜雷副刑	D	决字刑古
E	制遮、卢	F	厌夷选圈椅汤
G	浓厌	H	牌厌
I	星碱牌年	J	抢左刷你
K	少价厌刷	L	拼遮务左
M	垫阴不昭找垫务左	N	垫阴、折阴椅汤
O	抬碱	P	独务左
R	肋老务左	S	量独备盒

4.3.15 管系零件标识

4.3.15.1 管系零件全码标识



4.3.15.2 管系零件简码标识

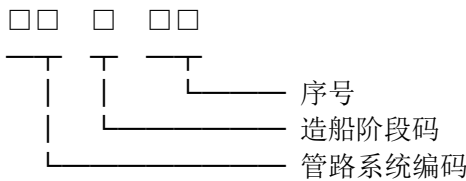


说明

- a. 管件制造图册编码即舾装生产设计图样及技术文件(制造图)编码。
- b. 管系零件实物上用简码标识。
- c. 工程编码一般使用前四位。

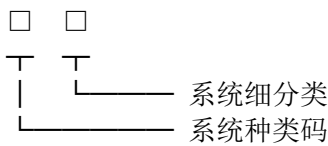
4.3.16 管件编码

结构形式:



4.3.17 管路系统编码

4.3.17.1 结构形式:



4.3.17.2 管路系统种类码

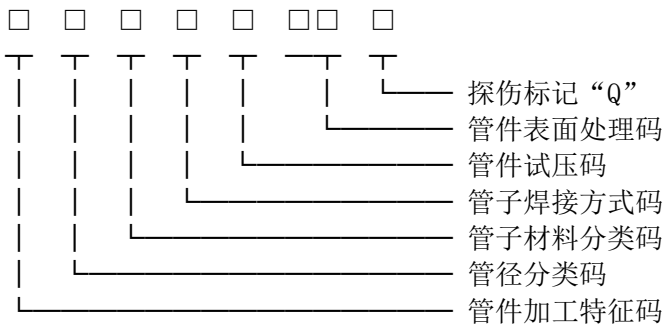
以一位字母字符表示。

4.3.17.3 管路系统编码细分类的一般原则

- a. 用“A”表示该系统不再细分类;
- b. 当管路系统有必要进一步按功能细分类时, 用“B”~“Z”依此编码。

4.3.18 管子加工编码

结构形式:



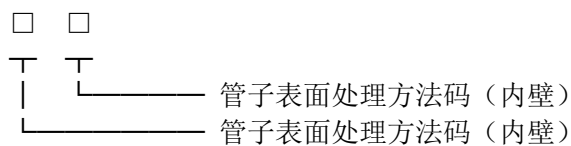
4.3.18.1 管件加工特征码

以一位数字或字母字符表示。

代码	加工特征	适用范围
1	不昭XI透镰XI装撤	私椅织
2	不昭XI弱织XI透镰XI装撤	弱椅织
3	不昭XI异字XI透镰XI装撤	构旋织碍私椅织
4	不昭XI弱织XI异字XI透镰XI装撤	构旋织碍弱椅织
5	不昭XI倘坦古(无丢)XI透镰XI装撤	驶倘坦古椅织
6	不昭XI倘坦古(无丢)XI透镰XI玉装XI常透XI装撤	驶倘坦古碍常透织
7	不昭XI常透XI装撤	私常透织
8	不昭XI弱织XI常透XI装撤	弱常透织
9	不昭XI透镰XI装撤XI弱织	光装叶弱织
0	受椎XI刷铁	受椎织
A	不昭XI卸刷XI装撤	卸刷织
B	不昭XI刷铁XI装撤	钱个织

4.3.18.2 管子表面处理编码

4.3.18.2.1 结构形式:



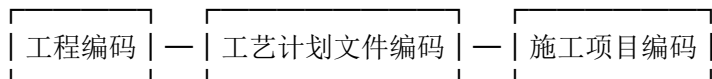
4.3.18.2.2 管子表面处理码

以一位数字字符表示。

代码	管子处理方法	代码	管子处理方法
0	与备盒	5	浓漏
1	焦添	6	原滂皆汧棚脂漏
2	眼镜隆	7	肉脚
3	珊涎隆	8	决浓
4	滤墅	9	磬北

4.3.19 建造工艺计划标识

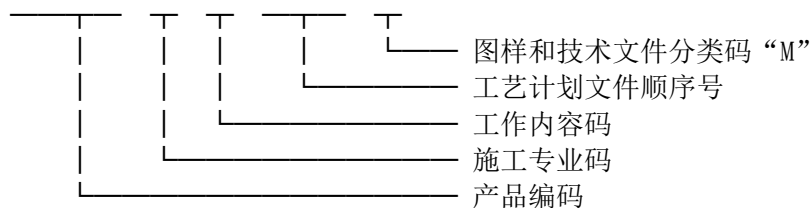
一般形式:



4.3.20 工艺计划文件编码

4.3.20.1 结构形式:

WS□□□ □ □ □□□ □

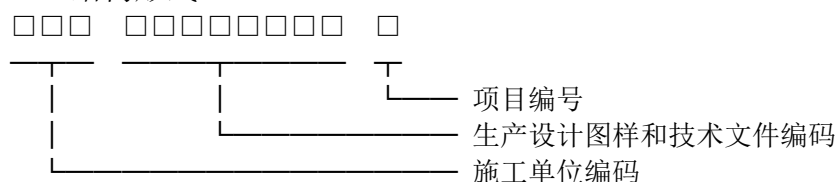


4.3.20.2 工艺计划文件顺序号编码规定

工艺计划文件顺序号编码采用三位数字字符表示，小于 500 号者为正常工艺计划，大于或等于 500 号者为更改工艺计划。

4.3.21 施工项目编码

4.3.21.1 结构形式：

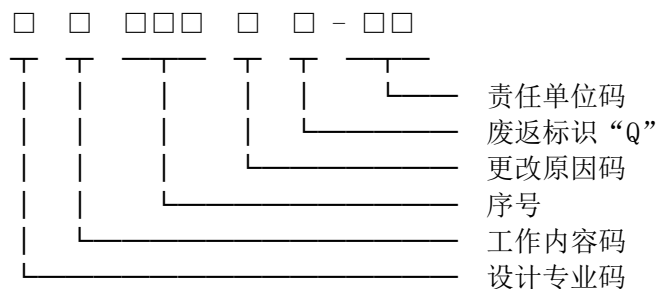


4.3.21.2 说明

- 施工单位代码第一位为数字字符时，前两位表示二级单位。
- 施工单位代码第一位为字母字符时，第一位字母表示某事业部，后两位表示该事业部的三级单位。

4.3.22 技术/施工问题处理通知单编码

4.3.22.1 结构形式：



4.3.22.2 说明

- 技术/施工问题处理通知单编码前五位是技术/施工问题处理通知单编码的主结构，使用时不能分割。
- 序号：用三位数字字符表示。
- 废返标识“Q”：当发生废返损失时则需要填写废返标识“Q”。
- 责任单位码：按二级部门编码规定。

4.3.23 更改原因码

以一位数字字符表示。

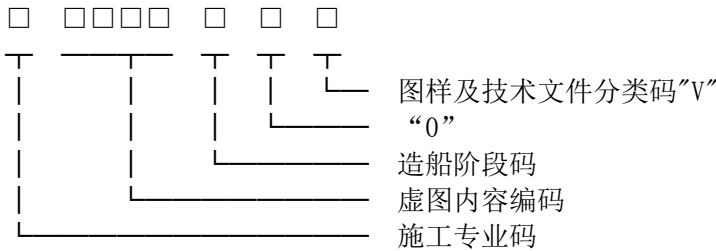
4.3.24 虚图编码

4.3.24.1 虚图：就是没有用生产设计图样和技术文件编码表示的工作内容。

4.3.24.2 非托盘的对象品和技术/施工问题处理通知单所包含的工作内容也按虚图处理。

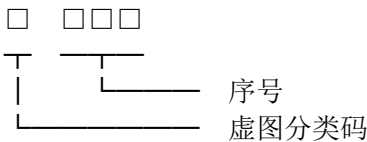
4.3.24.3 其它虚图编码

结构形式：



4.3.24.4 虚图内容编码

结构形式：

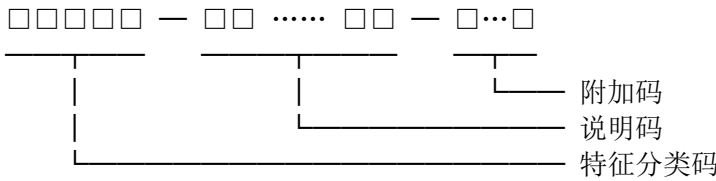


4.3.24.5 虚图分类码

用一位字母字符表示。

4.3.25 舾装件编码

4.3.25.1 结构形式：



4.3.25.2 特征分类码

用五位字母及数字字符表示舾装件的分类特征。

4.3.25.3 说明

a. 说明码为不定长码，最多不得超过 20 个字母、数字或 “/” 及 “X” 字符。
内容可包括：型号规格/标准号/图号/材质牌号/形式压力级码等。

b. 附加码为不定长码，最多不得超过 10 个字母、数字或 “/” 及 “X” 字符。
内容可包括：厂商/年号/材料等，无内容时，可以省略不写。

4.3.26 物资编码

引用中国船舶工业总公司物资代码

4.3.27 直接费用码

引用 XX 造船厂财务管理系统编码

4.3.28 间接费用码

引用 XX 造船厂财务管理系统编码

注：具体编码规则请参照 XX 造船厂船舶建造编码手册。

第五讲 造船托盘设计与管理

第一节：船舶舾装与托盘管理

5.1.1 船舶舾装

船舶工程的三大部分：船体、舾装和涂装

5.1.1.1 船舶舾装的工作内容：

- a. 船体舾装件：门窗、梯、盖、扶手、栏杆、系缆桩等
- b. 动力装置：主机、轴系、柴油发电机、锅炉、热交换机、分油机及附属泵、箱柜等
- c. 甲板机械：起货机、锚机、舵机、绞车、舱口盖等
- d. 电气舾装件：电器、电缆、导架、接头等
- e. 舱室舾装件：家具、厨房设备、绝缘材料、冷藏空调等
- f. 管系：船舶系统、动力系统、冷藏空调系统、通风等。

5.1.1.2 船舶舾装发展的四个阶段：

以管系舾装为例。（原因是：管系舾装的工作量大，超过船舶舾装总量的 30%；管系舾装的工作周期长，覆盖了船舶舾装的全过程；管系舾装覆盖的范围最广，覆盖了船舶舾装的各个方面。）

1) 取样舾装法：

是舾装的传统方法和流程，是管系舾装的初级阶段。工人根据施工图纸和设备安装状况，按照管系原理，在船上进行现场取样；在内场依据样板条进行管子

加工；再到船上现场进行试装，将连接件进行定位；再回到内场完成零件加工检验任务后，最后在船上进行安装。其特点是：

- a. 串行作业，生产周期很长；
- b. 工人到船上现场三上两下，劳动强度非常大；
- c. 立体作业，人员集中，相互干扰大；
- d. 各自为战，管系干涉问题不易发现；
- e. 生产难计划，主要靠现场调度和经验进行管理。

2) 系统预制预装法：

是以综合放样为技术基础的舾装方法。将船上舾装的设备、装置、管系按比例在塑料薄膜上进行放样，排管，进行必要的干涉检查。

3) 区域预制预装法：

是以生产设计为技术基础的舾装方法。

4) 壳舾涂一体化的施工法：

是以深化生产设计为技术基础的舾装方法。模块化造船。

5.1.2 托盘的两重含义

- a. 是生产设计、生产准备及生产过程中所共有的中间产品的一种单位；
- b. 是包含物料清单及其所列物料的容器。

5.1.3 托盘管理

在船舶工程中，托盘管理是以托盘为单位的中间产品，进行生产设计、物资准备、进度安排和成本核算的一种科学的生产管理方法。

舾装托盘是一个舾装作业单位，又是一个安装器材的集配单位。船舶建造将有大量舾装件要制作与安装。为了便于施工管理，把它们按作业阶段，作业场所进行工程分解，按照一定的工作量划分成一个个小的作业单位，该舾装作业单位就是所说的舾装托盘。只要我们明确了各个托盘的工程项目开工日期与完工日期，则整个工程便有了全船计划，在什么时候，什么地方需要什么样的器材，以及相应需要多少工时都能一目了然（我厂目前工时定额在成本室，没有写进托盘）。这样管理人员就可以以托盘为作业单位安排落实工程进度，以托盘所需日期安排舾装件的制作和托盘配套，并按指定的时间运至作业现场，施工人员按每个托盘的先后顺序进行安装。

舾装托盘将船舶建造所需全部舾装件按照作业阶段，作业场所，人力资源，物质流动等因素划分成一个个小单位。这个小单位，也是供安装用的器材集配单位。所以，舾装托盘是为组织生产物资配套以及工程进度安排等方面提供详细物态信息的最小基本单元，以便在实际工作量的分析，工程期的完成以及生产组织、配套的各个生产管理环节归入科学的管理轨道。

舾装托盘实际上是一种移动平台。其作用为：

- A. 按托盘管理表安排生产计划，包括内场加工与外场安装的进度计划。
- B. 按托盘管理表进行物资的采购工作。
- C. 按托盘管理表的内容进行舾装件的集配工作。
- D. 现场生产工人按托盘管理表进行施工。
- E. 按托盘进行成本核算。

5.1.3.1 托盘管理流程

- a. 制订托盘划分原则 -- 生产处。

建造方针 → 施工要领 → （制订托盘划分原则）

- b. 托盘设计 -- 设计所。

综合布置图 → 零件图、开孔图、安装图 → 托盘管理表

- c. 托盘准备 -- 内场制造部门或物供处。

零件、附件制造，外协外购 → 托盘准备

- d. 托盘形成 -- 集配中心。

按托盘表将舾装件装托盘。

- e. 托盘安装。船舶安装。

5.1.3.2 实施托盘管理的条件

- a. 深化生产设计是实施托盘管理的基础
- b. 推行造船工程管理是实施托盘管理的保证
造船工程管理的核心是计划管理。
- c. 按纳期计划交货是实施托盘管理的必要条件

5.1.4 工程管理与托盘管理的关系

1) 建造方针与托盘管理的关系

- A. 托盘管理的范围(安装/制造)

- B. 分段划分图
- C. 区域划分图
- 2) 施工要领与托盘管理的关系
 - A. 施工顺序（--托盘序号）
 - B. 单元划分图
 - C. 托盘划分图与托盘纳期
 - D. 托盘管理范围和管理流程
- 5.1.5. 舾装托盘管理表
 - 5.1.5.1. 托盘管理表种类
 - A. 管子托盘表
 - 1) 管子零件托盘管理表
 - ① 管子零件制造清册（即管子材料清册）
 - ② 管系附件汇总清册（即管子焊接附件）
 - ③ 管系支架汇总清册
 - ④ 管系安装件汇总清册
 - 2) 管支架托盘管理表
 - 3) 管系开孔及附件安装托盘表（即管子通舱件及开孔表）
 - 4) 管路取样管托盘表
 - B. 船体构件托盘表
 - 1) 船体安装件托盘表
 - 2) 船体自制件托盘表
 - 3) 船体外购件托盘表
 - C. 电气舾装托盘管理表
 - 1) 电气设备托盘管理表
 - 2) 电气支架托盘管理表
 - 3) 电缆取样管托盘管理表
 - 4) （主干电缆拉敷册）
 - 5) （区域电缆清册）
 - D. 机装/甲装托盘管理表

- 1) 机装/甲装设备托盘管理表
- 2) 机装/甲装铁舾件托盘管理表
- 3) 机装/甲装基座托盘管理表

E. 涂装托盘管理表

F. 虚托盘管理表

5.1.5.2 托盘表的内容

1) 托盘编码

- A. 产品、分段或区域的名称;
- B. 舾装托盘的安装阶段;
- C. 舾装托盘所依附的安装图号及安装次序。

2) 集配内容

A. 制造托盘（包括单元制造和零件制造托盘）:

- (1)舾装件的名称及代号;
- (2)舾装件制造材料（含连接件、附件、设备）的名称、型号、规格、数量;
- (3)制造工作量;
- (4)制造托盘所依附的制造图号。

B. 安装托盘:

- (1)舾装件的名称、代号、数量;
- (2)安装工作量;
- (3)安装托盘所依附的安装图号。

C. 虚托盘:

工程内容描述与工作量。

5.1.5.3 托盘表与安装图

在生产设计中，托盘表与安装图有着密不可分的关系。一张安装图可以对应不超过九个托盘，安装图的信息是舾装托盘信息的具体内容。

● 在分段或区域安装图上所包含的内容有:

- A. 分段（或区域）的名称和范围;
- B. 连接的位置，安装的余量;
- C. 舾装件的安装及舾装件的名称代号;

D. 舾装件的安装阶段，如地面分段倒装，框架安装地面分段安装。

E. 与安装作业有关联的妨碍的尺寸；

F. 工艺孔的位置（在必要时标上）；

G. 安装图内舾装件所需的托盘数及它们之间的相互关系；

H. 安装图内所要安装的管子代号；

I. 安装图内所含有的箱柜、阀件、连接件、贯通件的数量。

● 单元图的图面上所包含的内容有：

A. 单元的名称；

B. 单元所处的位置（如所在的区域或分段）；

C. 单元的基准线以及重量，主要尺寸（如长度、宽度、高度等）；

D. 各零部件的安装尺寸及工艺要求，技术要求：

1）. 内场制造信息：各托盘的管系零件制造均为内厂制造范围。

2）. 外购件信息：各托盘中的标准件如阀件、垫片以及管材等。

3）. 内场组装信息：各单元制造托盘为内场组装范围。可在分段中建造时同期或提前预制。

4）. 分段预装信息：各分段安装托盘均为分段预装范围。此阶段是在船体分段制造同时或完工后进行生产。

5）. 总段安装信息：各区域安装托盘均为船台总装范围。

6）. 区域完整性安装信息：各取样托盘及部分试装托盘均为系泊试验前期的区域完整性安装范围。

5.1.6 舾装托盘与制造级的关系：

舾装托盘体现中间产品的任务包，其与制造级的关系如下：

制造级	舾装托盘			
结构制造	镇价抵禁	控格抵禁	多格抵禁	垫柱抵禁
分段制造	切沫切昂价抵禁	切沫陆晒价抵禁	切沫堂庭抵禁	
	切沫鼠棵贯复抵禁	切沫织编异字项价抵禁		
	切沫眼噪晒诱抵禁	切沫织编宋诱抵禁	切沫滤诱抵禁	
分段总组	切沫薄史昂价抵禁	医埠陆晒价抵禁	医埠堂庭抵禁	
	织卖兄抵禁	医埠织抵禁	贯复宋诱抵禁	

	医埠眼噪抵禁	医埠枪你抵禁	蔓宫浓漚抵禁
全 船 安 装	举诺贯复碍珊左们词抵禁 眼噪碍绿富贯复咖们噪 复哄复价	撤贯复碍受椎织抵禁 冈晒诱碍少井闻抵禁 滤诱焦再	

第二节：船舶舾装托盘的设计

5.2.1 舾装托盘的划分

5.2.1.1 托盘划分的依据

托盘划分的依据是船舶建造方针和施工要领。其中区域划分图和分段划分图是托盘划分最重要依据之一。

5.2.1.2 托盘划分的“三不跨原则”

“三不跨原则”：不跨阶段、不跨区域、不跨部门。

A. 不跨阶段：设计安装托盘时，同一托盘的材料、设备等各类舾装件必须在同一安装阶段进行安装。也就是说，不允许不同安装阶段安装的材料、设备等各类舾装件划分在同一托盘内。

B. 不跨区域：设计安装托盘时，同一托盘的材料、设备等各类舾装件必须在同一安装区域进行安装。也就是说，不允许不同安装区域位置安装的材料、设备等各类舾装件划分在同一托盘内。

C. 不跨部门：设计的同一托盘，只能是由同一组施工人员完成安装任务，其安装任务不得要求跨小组人员承担。

5.2.1.3 托盘划分的一般要求：

A. 按托盘的安装顺序划分托盘和编写托盘序号；

B. 按一定的工作量来划分托盘。每个安装托盘原则上以两个工人作为一组在一周的工作量来确定；

C. 没有实物的工作内容，必须纳于虚托盘管理。

5.2.1.4 托盘划分要点:

- A. 总段舾装与分段舾装应各自独立编制托盘;
- B. 每个分段都要有与之对应的舾装托盘;
- C. 同一分段跨两个或两个以上区域时, 应按区域编制托盘;
- D. 每个单元或模块应有各自独立完整的托盘, 包括该单元模块的所有舾装品。

5.2.2 舾装托盘管理表的功能

按照舾装托盘管理表可以进行以下工作:

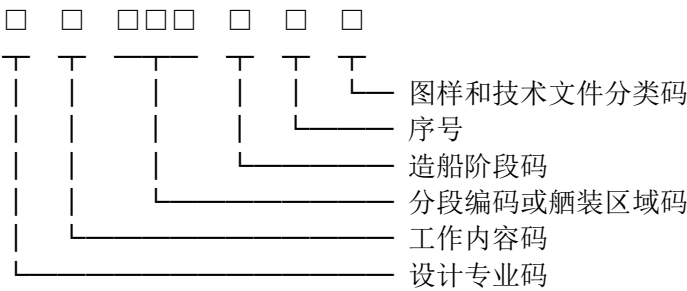
- A. 安排生产计划, 包括内场加工与外场安装的进度计划;
- B. 生产设计;
- C. 物资采购;
- D. 托盘舾装件的集配工作;
- E. 现场施工;
- F. 成本核算。

5.2.3 管舾装托盘管理表的组成

- A. 安装托盘汇总表;
- B. 管子零件明细表 (管子清册);
- C. 管系连接件汇总表;
- D. 管子复板汇总表;
- E. 阀件、附件汇总表;
- F. 管子支架制造明细表;
- G. 取样管清册。

5.2.4 托盘管理表编码

结构形式:



说明:

托盘管理表编码与生产设计图样和技术文件编码结构相同，所不同的是图样和技术文件分类码不同。实物托盘前面七位与安装图相同，最后一位图样和技术文件分类码为数字 1-9；虚托盘最后一位图样和技术文件分类码为数字“0”。

第三节：托盘集配

5.3.1 集配中心的作用

- A. 制定舾装件生产计划，强化生产技术准备工作；
- B. 平衡舾装件的生产进度，按托盘组织生产；
- C. 加强物资管理，减少物资库存和储备资金；

托盘按纳期计划一般应提前一周至两周准备好。

- D. 托盘按时运送到施工现场，确保现场施工连续进行；
- E. 保障预舾装工作的开展。

5.3.2 集配中心的工作内容

1) 计划调度方面

- A. 编制关键舾装件的标准日程；
- B. 编制舾装件生产计划；
- C. 编制托盘配套计划；
- D. 组织计划实施（计划下达、跟踪、反馈、协调、调整），保证节点进度。

2) 托盘管理方面

- A. 托盘配套；
- B. 舾装件生产信息收集反馈；
- C. 需采购的舾装件按纳期要求通知物供部门；
- D. 保证出托计划。

3) 托盘仓库管理和起运

- A. 托盘舾装件生产后的入库的验收、保管和发放;
- B. 控制集中生产件、外协件的库存量;
- C. 收发的运输。

第四节：以托盘为中间产品组织生产

5.4.1 以托盘为中间产品组织生产

5.4.1.1 内场制造（以管加车间为例）

1) 生产计划

- A. 以出托（安装托盘）计划为基础，制订月度生产计划和周生产计划;
- B. 按周生产计划的要求，集中分解该周的所有托盘，根据成组加工技术，按管子材料的型号规格重新组织管子零件加工组（制造托盘）;
- C. 根据管子零件加工组（制造托盘）的零件数量与工作量，制订车间日程生产计划。

2) 生产加工

根据车间日程生产计划，以管子零件加工组（制造托盘），按照节拍式分道作业的方式，组织管子零件的制造生产。

- 3) 托盘集配：根据原安装托盘管理表重新集配。

- 4) 入库：交集配中心入库。

5.4.2 外场安装

- A. 以安装托盘为单位，按阶段、区域组织生产（安装）;
- B. 工人的要求：复合工种（按专业）;
- C. 管理人员的要求：生产准备、协调能力。

5.4.3 按托盘组织生产的计划工作流程

- 1)生产管理部门：根据节点要求，制订每个托盘的交货期和托盘安装计划；
- 2)管子内场加工：根据托盘交货期 + 车间生产能力，制定车间生产计划；
- 3)集配中心：根据托盘交货期，进行托盘集配；
- 4)管子外场安装：根据托盘安装计划，进行安装工作。

第六讲 船体生产设计

第一节 船体生产设计内容与设计程序

船体生产设计是在详细设计的基础上，按照现代化科学管理的要求，根据工厂的生产条件和技术水平，以合理的建造方针为指导，根据工艺阶段和施工区域的生产和管理需要，绘制工作图、管理表以及提供有关施工信息，用以指导和组织生产的设计过程。

6.1.1 船体生产设计的基本要求

船体生产设计的基本要求是：

- 1) 船体生产设计应立足于在造船企业的全部产品和各个专业中全面实施，而非单一的搞船体生产设计；
- 2) 船体生产设计应贯彻建造方针、施工要领等文件所提出的要求；
- 3) 船体生产设计应根据工艺阶段和生产区域，包括工位，层间生产活动的需要，绘制工作图、管理表并提供有关施工信息。

因此，必须对船体建造的各个工艺阶段在设计前作出规定，一般顺序是：零件加工，部件装配，组合件装配，分段装配，分段总组和船体总装（船台装配）共分六个工艺阶段。

6.1.2 船体生产设计的主要内容

船体生产设计的主要内容包括四个方面：

- 1) 船体生产设计的事先准备；
- 2) 工作图设绘（包括放样）；
- 3) 工程辅助作业的设计；
- 4) 管理图表的编制。

具体内容分述如下：

6.1.2.1 船体生产设计的事先准备

A. 设计要领的确定

- 1) 根据船台吊装程序设计全船分段吊装要领及上层建筑吊装要领;
- 2) 根据预舾装方案, 设计分段预装和单元组装的结构要领;
- 3) 根据建造方针, 设计全船具体的分段接缝位置;
- 4) 根据建造方针, 设计分段建造要领, 包括胎架的设置要求, 分段组合成总段的要求, 部件组合要求等;
- 5) 根据船台吊装程序, 设计全部分段接边结构的要领;
- 6) 确定焊接的主要方法与方式;
- 7) 确定精度管理方案, 包括全船余量分布原则和切除时机, 补偿量的加放和分布原则, 精度控制规定等。

B. 对初步设计和详细设计提出要求

- 1) 初步设计时, 提出船型必须满足结构工艺性的要求;
- 2) 详细设计时, 提出船体结构必须满足结构工艺性的要求。

C. 与其他专业的预先协调

- 1) 预装项目和预装时机的确定;
- 2) 系统走向对船体结构贯穿开孔的要求等。

6.1.2.2 工作图设绘

- 1) 确定施工对象制作时的放置状态, 所需胎具、样板等;
- 2) 零件编码, 零件的组合情况, 组合顺序, 接边要求;
- 3) 焊接方法, 边缘加工, 焊接规格, 通焊孔、截漏孔以及缓焊要求;
- 4) 矫正时机、部位、方法与技术要求;
- 5) 马脚清理;
- 6) 结构上管孔的预开, 梯子、放水塞、人孔盖的预装等;
- 7) 零件加工路线;
- 8) 分段制作及检验的工作流程;
- 9) 有关技术标准规定的测量方法, 精度要求;
- 10) 工时定额和材料定额;
- 11) 套料。

6.1.2.3 工程辅助性作业的设计

- 1) 永久性和临时性吊环的设计;

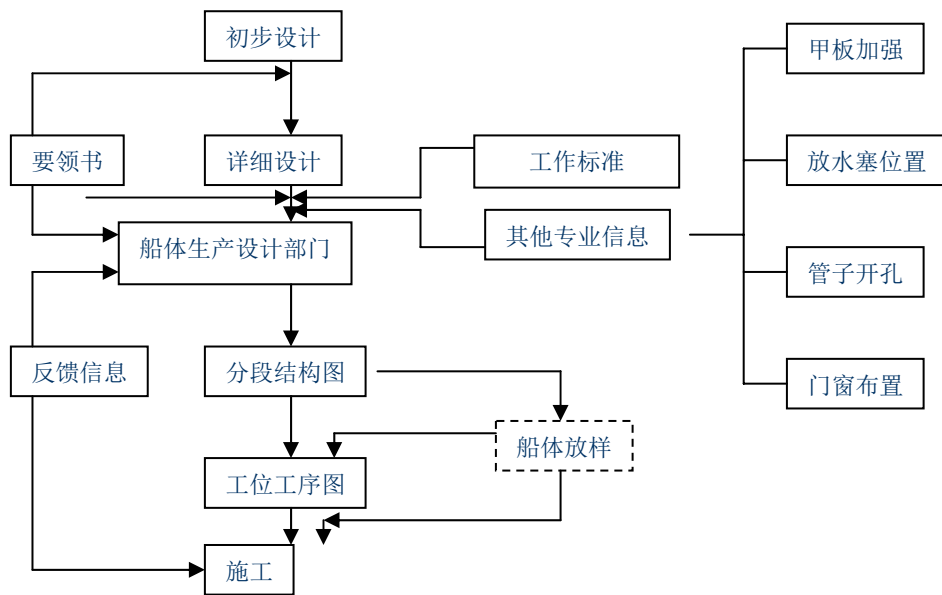
- 2) 永久性和临时性加强材的设计;
- 3) 临时扶手栏杆、梯子等的设计;
- 4) 永久性和临时性脚手架眼板的设计;
- 5) 船台吊装调整定位眼板及船台工装等辅助设施的设计;

6.1.2.4 管理图表的编制

- 1) 零件明细表;
- 2) 工时定额表;
- 3) 生产管理量的统计表;
- 4) 备料表;
- 5) 分段重量重心表;
- 6) 自制、外协、外购、铸锻件清册。

6.1.3 船体生产设计流程

6.1.3.1 船体生产设计基本流程



6.1.3.1 船体生产设计与其它关系

在初步设计时重点要考虑结构工艺问题；详细设计要特别注意设计的工艺性，并满足生产设计准备工作的要求。

船体生产设计与其它专业要注意协调，主要协调的内容包括：

- 1) 管子、风管和电缆的走向、开孔及贯通件；
- 2) 分段预装和单元组装的范围、方式、时间和装配程序；主机、轴系和舵系

安装对总装的要求；大型机电设备的吊装程序；主辅机座、海底阀箱的布置；舱室、门窗布置要求；涂装工艺对建造程序的要求。

第二节 船体生产设计要领

船体生产设计要领是全面开展船体生产设计时，共同遵守的设计准则。

6.2.1 船体生产设计要领的作用

船体生产设计要领的作用如下：

- 1) 预先协调作用：包括各工艺阶段间的预先协调和专业间的预先协调。
- 2) 确保结构处理的一致性：包括全船结构典型节点一致性和各区域内结构细节处理的一致性。
- 3) 确保全船工艺一致性和新工艺推广。
- 4) 确保辅助性作业的一致性。
- 5) 确保出图模式的一致性。

6.2.1 船体生产设计要领的主要内容

船体生产设计要领的主要内容有：

- 1) 分段划分及分段制造安装工艺程序；
- 2) 建造方案；包括分段制作方案、部件组合要领和焊接要领等。
- 3) 精度管理方案；包括精度控制，变形控制，余量分布与补偿量的控制等。
- 4) 确定辅助性作业要求；包括吊环、加强材、工艺孔、临时通道安全设施以及手脚架等。
- 5) 各专业的预装要求；包括各专业的预装范围、预开孔及缓装缓焊等要求。
- 6) 对设计工作的要求。包括出图模式、出图深度等。

船体生产设计要领一般不规定共性内容，如规范、标准、通用工艺等。只确定该船带特性的设计问题。

第三节 船体结构工作图

船体结构制造工作图要表示两种基本信息：一是“做什么”，另是“怎么做”。

船体结构制造工作图有以下几种：

1) 零件图

零件图一般需要表达：零件编码，材料规格，零件安装坐标方位，零件尺寸，切口，加工符号，对合要求，余量，补偿量及加工要求（包括边缘加工和其它加工要求）等信息。

2) 加工图

加工图是船体加工的依据。在零件图或样板中对加工要求说清楚了了的，则可以不出加工图。加工图一般有套料切割图和型材加工图。

3) 部件工作图

两个零件组合成为部件。部件工作图一般有“T”形部件、拼板部件、板材部件等。

部件工作图一般需要表达：零件编码，部件编码，零件数量，部件数量，理论线，零件相对位置，对合线，坐标方位，尺寸，焊接工艺，余量，补偿量，切割边缘要求及定额等信息。

4) 组合件工作图

组合件是由部件和零件等组合而成。组合件工作图一般需要表达：拼板图，钢板排列形式，位置尺寸，钢板规格，钢板边缘要求，余量，补偿量，切割时机，坡口，基准线，板架图，划线尺寸，零件编码，部件编码，零件数量，部件数量，焊接工艺，检验要求等信息。

5) 分段装配图

分段装配图包括分段装配的全部工艺和管理信息，为分段装配提供依据。

分段装配图包括的内容如下：

- A. 定位草图及一般说明；
- B. 胎架图，包括胎架种类、型值以及工作量；
- C. 型线型值（确保分段精度）
- D. 分段装配图，装配焊接要求细节；
- E. 分段建造说明；
- F. 焊接说明，包括焊接规程和焊材规格等；

G. 管理量。

6) 船体总装图

船体总装图包括如下内容：

- A. 各分段编码；
- B. 分段上船台的吊装顺序；
- C. 各分段重量、重心；
- D. 船台散装件；
- E. 定位对合依据，如肋骨对合线、同截面对合线和水平对合线等；
- F. 技术标准；
- G. 特殊工艺措施等。

分段结合部位常需要增加一些详图，以便表达更清楚。

第四节 船体辅助生产作业的设计

辅助性作业是施工过程中工艺、安全所需要的作业。一般只发生在生产过程之中，而不一定体现在产品本身。船体工程复杂，辅助性作业很多，如对其进行周密设计，将会大大缩短建造周期，提高生产安全和效率。

辅助性作业设计包括

- 1) 永久吊环和加强材
- 2) 临时吊环和加强材
- 3) 脚手架的设计
- 4) 工艺孔设计（包括手孔、临时人孔、临时通风孔等）
- 5) 临时通道设计（包括舷侧临时通道、横舱壁临时通道等）
- 6) 安全设施设计（包括临时栏杆、临时护盖、临时梯子、临时进出口等）。

第五节 管理图表

管理图表与工作图都是生产设计的产物，是指导船舶建造信息的载体。工作图是制造过程的工艺技术依据；管理图表是生产管理工作的基本依据。

管理图表中最重要的是托盘管理表。（具体内容见第六讲）

另外还有：

- A. 与工作图配套的有
 零件明细表；
- B. 为生产计划提供数据的有
 装配长度与焊接长度表；
 工时定额表；
- C. 为吊运提供数据的有
 分段重量重心表；
- D. 为生产准备提供数据的有
 分段钢材备料表；
 自制件清册；
 外协件清册；
 外购件清册；
 铸锻件清册等。

第七讲 综合布置与综合布置图

第一节 舾装综合布置

7.1.1 舾装综合布置

舾装综合布置：是将除船体结构之外的所有舾装件，在船体结构的框架内按区域进行综合布置，统一考虑各舾装件之间的合理位置，进行定位的设计过程。

舾装综合布置完全是在图纸上或计算机上将所有舾装件进行一次安装的过程，与造船施工过程比较，可以说是对造船过程的仿真，称为“模拟造船”。

舾装综合布置是详细设计的主要工作，其结果是绘制舾装综合布置图。

目前，在详细设计阶段的舾装综合布置并没有将所有舾装件考虑进去，一般只考虑了设备、主干电缆和主要管路的位置，而对于小的仪表设备、小电缆、小口径管路及其支架马脚少有考虑。在生产设计阶段还必须要将详细设计阶段没有考虑的所有舾装件全部考虑进去，现在的舾装综合布置实际上跨越了两个设计阶段。因此，舾装综合布置也是舾装生产设计考虑的重要工作。

7.1.2 舾装综合布置与综合放样

综合放样：是在施工设计（主要设备、主干电缆和主要管路的位置已经确定）的基础上，采用放样技术，按系统对未确定的管路、通风、电缆、小的仪表设备及其支架马脚进行定位，并绘制相应的零件制造图和安装图的过程。

舾装综合布置与综合放样的区别：

A. 设计范围不同

舾装综合布置：包括所有舾装件在船上的合理定位。

综合放样：只包括管路、通风、电缆、小的仪表设备及其支架马脚的定位，并绘制相应的零件制造图和安装图。

B. 设计阶段不同

舾装综合布置：主要是详细设计阶段。

综合放样：对施工设计阶段的补充。是将取样工作图面化的一种方式。

7.1.3 综合布置及综合布置图的作用

综合布置的成果是综合布置图，它把船、机、电各个专业的相关内容有机的综合在一起，协调起来，适应船舶按工序，按区域组织生产，其主要作用有如下几个方面：

1) 综合布置图是连接详细设计和生产设计的纽带

作为舾装范畴的详细设计图纸原则上是不直接发往车间，而应当将所有的详细设计的图纸都要通过区域的综合布置，把各个专业的有关系统综合布置在同一个区域的空间里，经过协调后，再按区域绘制或复印区域的安装图，只有这样，才能使详细设计的意图，更加现实而合理的体现出来，也说是说，按照详细设计的有关图纸和文件进行生产设计的途径首先是进行综合布置，只有综合布置才能比较全面和彻底的理解并消化详细设计的各种意图，所以说，综合布置图起着承上启下的作用，是连接详细设计和生产设计的纽带。

2) 综合布置图是各种制作图、安装图设绘的基础和依据

制作图和安装图是舾装生产设计的最终体现，是直接指导车间工人施工用的技术资料。这部分图纸设绘质量的好坏，主要取决于综合布置。由于每个区域的各种舾装件的相互位置经过协调，合理布置局，并按实船的施工现场在综合布置图上先安装过一遍，再绘制制作图和安装图，从而使这些图纸在施工中真正成为指导工作施工的可靠依据。

3) 综合布置图可以提前发现和解决详细设计中的相互矛盾

按区域的综合布置图，把所有的内容都绘在一起进行位置上的协调、原理和技术要求的检验，各专业的相互矛盾，就有可能通过综合布置提前发现和解决。

4) 综合布置图是船厂与船东和船级社对话的媒介

对于船厂来说船东是买主，在船舶建造过程中，经常出现一些按照船东的主观意愿修改的实例，因此，在综合布置时，有的综合布置图应当提供给船东和船级社认可，例如：居住舱室的综合布置图，甲板的综合布置图等；这些综合布置图在布置的过程中，一些基本的布置原则、宗旨，都要满足船东和船级社的要求，取得确认，这样的综合布置图在施工时才能减少返工，如果没有这样的综合布置图，就很难用语言和各系统的详细设计图来说明问题，施工中因船东和验船师提出布置不符合他们要求的返工和修改将是无休止的。

5) 综合布置图有利于预舾装的开展

综合布置图的设绘都是按照一定的区域进行的，则每个区域划分时又充分考虑了船体分段划分的实际情况，这样，综合布置的设计人员可以将每个区域的舾装件尽可能的布置在可以进行分段预装的船体分段结构上，而且在综合布置的过程中，还可以把舾装件，如管路、设备等较集中的部位做成单元，以减少船内组装的舾装量，降低船内集中作业的负荷，从而减轻工人的劳动强度，提高产品的质量。

6) 综合布置有利于专业化生产

综合布置是按区域进行布置，其区域内的各种制作图，安装图也是按区域绘制的，这种设计方法从根本上改变了过去那种按系统制作、安装和组织生产的习惯，而是按照区域的图纸和有关文件，运用成组技术组织配套管理，计划管理，按专业化组织生产，从而大幅度地提高了劳动生产率。

7) 综合布置有利于降低产品成本，提高产品质量

综合布置可以将设计，工艺融为一体，能够将区域空间内的各种舾装件合理的布置，这中间，要考虑到大量的加工，安装的工艺要求，要满足详细设计的技术要求，要满足有关规范的规定，同时还要考虑到操作使用方便、布置美观、舒适，要有足够的拆卸、维修空间等等，上述种种如都能在综合布置过程中得到解决，那么，这个综合布置的设计就是成功的，质量也将是好的，实际施工中的返工率降低，其成本也会下降。

第二节 舾装综合布置图

7.2.1 舾装综合布置图

舾装综合布置图是舾装综合布置的产物，也是舾装生产设计工作母图。

当前在舾装生产设计中，舾装区域综合布置图的设计最为重要。一个舾装区域中可能有机装、电装、船装（包括外装和内装）的设计工作，各专业设计部门要充分表达各自的要求，同时，主管舾装区域的设计部门要统筹兼顾，协调好各专业设计部门之间的要求，因此，磋商是反复进行的，直至各专业设计部门的要

求获得合理的解决。舾装综合布置设计完成之后，应该对舾装综合布置图进行评审，然后各舾装专业设计部门便可进行工作图和管理表的设计。

7.2.2 综合布置图的特点和要求

7.2.2.1 机舱综合布置的特点和要求

1) 机舱的范围比较狭小，主机、辅机、管系、通风等其它设备和舾装件较多，综合布置的难度大，特别是内底至花钢板之间的区域内，设备、管路等相对集中，综合布置难度很大，设绘时间较长；

2) 对设绘机舱综合布置工作的人员素质要求高，不但要有相当扎实的专业理论知识，而且还必须具备一定的经验；

3) 机舱综合布置是各专业密切配合协调的产物，各专业的详细设计一定要满足综合布置的进度要求，尽可能使综合布置同步进行，以减少设计返工；

4) 机舱综合布置一般按主甲板、内底及各层平台进行布置，应尽量把管路多集中在上甲板以及各层平台之下。而内底以上、平台以下及烟囱内的管路等则可分为单元组装和船内组装两种舾装形式进行布置。所以，综合布置应尽可能集中，以利于单元组装，分段预装率的提高；

5) 机舱综合布置图目前还是靠人工绘制，要不断的组织从事该工作的专业技术人员提高设计水平，并注意开发研究计算机的辅助设计，以尽快提高其工作效率。

7.2.2.2 舱室综合布置的特点和要求

1) 舱室综合布置一般是按甲板的层次和专业舱室进行的，其布置的区域空间，集中而整齐；

2) 在综合布置图中，家具、舱壁、绝缘、管路、空调、电气设备及电缆等相互关系很大，加之船东的要求多一些，因此该图反复修改的次数较多；

3) 综合布置将为船员的衣、食、住、行提供良好，舒适的场所，因此，布置时除了要考虑制作，安装的工艺性外，应更多的为使用者考虑，尽可能满足其要求，这也是舱室综合布置的重要特点；

4) 舱室内管路布置时，应尽可能使有液体介质的管路的可拆性连接件越少越好，以减少泄漏的机会；

5) 综合布置无论从家具、色调、布局各方面都和使用有着密切的关系，特

别是对于出口船来讲，船东和船员的国籍，生活习惯等等都对舱室综合布置工作起着重要的作用。

7.2.2.3 甲板综合布置的特点和要求

1) 区域范围大，涉及面宽而且分散，需要查对的图纸，特别是船体结构图较多，布置中很容易遗漏；

2) 管路的布置比机舱区域要简单一些，弯管少，而且单件管子较长；

3) 布置中上、下、左、右对称性好，管路多采用相同的布置方法，有利于制作，安装效率的提高；

4) 船舶的类型不同，其管系的综合布置工作量相差很大，特别是油轮甲板管子数量多，并需船东认可，所以，在人员安排时考虑综合布置的负荷；

5) 暴露在船舶表面的管路布置，除满足系统的使用要求外，还应考虑敷设的美观、对称、排列整齐等特点；

6) 铁舾装布置虽区域范围大，但每个系统的系统性强，常会牵一发，动全员，应注意系统本身的内在联系，以及相互位置的正确性。

7.2.3 综合布置图的主要内容

综合布置图的内容是非常广泛而复杂的，不同的区域，其综合布置的具体内容也不一样，但无论哪个区域的综合布置图都有一个共同的特点，就是综合性强，区域内无论哪个专业的内容，都要根据各自的系统功能、使用要求、几何尺寸、制作、安装的工艺性等，综合的，全面的考虑诸舾装件在各区域内应有的位置。下面就不同区域的综合布置的主要内容作概要介绍。

7.2.3.1 机舱综合布置图的主要内容

机舱综合布置图主要包括如下一些内容：

1) 船体结构轮廓；

2) 主机、轴系、发电机、锅炉等大型机械设备；

3) 各种辅机、泵、油水箱柜、热交换器、各种压力容器等；

4) 主要电气设备轮廓；

5) 管系、管系附件、阀件的布置；

6) 通风机械设备及通风管路等；

7) 主干电缆基本走向；

- 8) 地坂、格栅、梯子、栏杆等交通装置;
- 9) 主机、发电机等吊车、吊梁、各种设备、泵起吊眼板;
- 10) 各种机械设备、电气设备、泵、油箱水柜等的基座;
- 11) 管路、通风管路的固定支架;
- 12) 平台挡油、挡水的平铁和围圈;
- 13) 分段预装、单元组装的范围及编号等。

对于机舱综合布置图中所绘制的船体结构、机械设备、管路、通风管路、电气设备、主干电缆及其它铁舾装件等等,其中有的是可以根据具体综合布置的实际情况作一些相对的调整和移位,而有的则是不可调整和移位的,一般不可调整和移位的有:主机、轴系、发电机、锅炉、主配电板等大型的固定设备及这些设备的基座,还有主要的船体结构等。其余的如:管路、通风管路、泵设备、油箱水柜、电气设备、主干电缆、其它设备基座、梯子、栏杆、花钢板、格栅、各种支架等都是可以根据布置的实际情况进行相互调整的。

7.2.3.2 舱室与甲板综合布置的主要内容

船装区域范围一般是指包括除机舱以外的所有部位。其包括的内容多、范围广、涉及有专业也比较多,所以通常又分为舱室和甲板两部分,舱室一般是指居住舱室的木舾装、管舾装、空调及电装的一些有关内容。甲板是指居住舱室外的管舾装、甲板铁舾装及电装的一些有关内容。

● 舱室综合布置图的主要内容

舱室综合布置分为居住舱室和专业舱室两大类。

居住舱室的综合布置图,其主要内容有:

- 1) 居住舱室各层甲板的平面轮廊,船体结构及各房间的分布等;
- 2) 居住舱室的内外通道及梯子、栏杆等;
- 3) 各舱壁的结构形式,包括钢制围壁与衬板,以及由木刨花板,硅酸钙板或复合岩棉板组成的独立舱壁;
- 4) 各层甲板、舱室的天花板高度、结构形式等;
- 5) 门窗的类型、开向、安装位置及通孔尺寸;
- 6) 每个房间的床、柜、桌、椅、沙发等家具,设备的外形轮廊及安装位置;
- 7) 洗脸盆、浴缸、大小便器、淋浴器等卫生设备,设施的布置;

- 8) 厨房设备及有关设施的布置;
- 9) 毛巾架、毛帽钩、幕帘以及其它小型舱室设备的布置;
- 10) 各层甲板间、舱壁间的绝缘布置;
- 11) 专业舱室的设备、箱柜的布置;
- 12) 居住舱室的各管路系统布置;
- 13) 居住舱室的各种电气设备布置;
- 14) 居住舱室主干电缆走向位置的布置;
- 15) 空调设备及空调风管的布置;
- 16) 管路及空调管支架的布置;
- 17) 各种灯具及电气器具的布置;
- 18) 船体结构上的各种管路、空调管、电缆的开孔位置及尺寸;
- 19) 居住舱室内的有关铁舾装件的布置等。

● 甲板综合布置图的主要内容

甲板综合布置图的主要内容

- 1) 区域的船体轮廓及有关结构;
- 2) 甲板及舱室的各种机械设备、油箱水柜、泵等的布置。
- 3) 各系统管路的布置;
- 4) 有关电气设备的布置;
- 5) 机械通风、通风支架的布置;
- 6) 各种管路、通风支架的布置;
- 7) 船体结构上的有关开孔及尺寸;
- 8) 标注管系及附件的有关代号、规格、坐标等;
- 9) 锚泊设备的布置, 主要包括: 锚机、绞缆机及其基座、锚链筒、锚链管、备锚及固定装置、制链器、弃链器、带缆桩、导缆器及基座等;
- 10) 起货设备的布置, 主要包括: 起货机及基座、吊臂及托架、起货吊钩、紧固眼板、千斤绞车等;
- 11) 舵设备的布置, 主要包括: 舵机及基座、舵杆、舵叶、舵承及舵承基座等;
- 12) 扶梯、栏杆及天幕, 主要包括: 各种扶梯(直梯、斜梯)、各种踏步、舷

梯及舷梯起落装置、钢索导向滑轮、引水员梯子、观察吃水用梯子、栏杆、栏杆门、天幕、天幕柱、风暴扶手、旗杆等等；

13) 门窗的布置，主要包括：各种水密门、非水密门、金属门、金属网门、各种规格的方窗、圆窗和舷窗等；

14) 舱口、人孔盖的布置，主要包括：各种规格水密小舱口盖和非水密小舱口盖，各种规格人孔盖等；

15) 救生设备布置，主要包括：救生艇、吊艇架、起艇机、救生筏、救生圈等救生设备；

16) 桅樯信号设备布置，主要包括：灯桅、雷达桅、天线、舷灯、艏灯、锚灯、信号灯支架、卫星通讯电线柱等；

17) 消防设备布置，主要包括：消防水龙带箱、灭火机架、泡沫炮及基座、太平斧及架、沙箱及其它舱面消防杂件等；

18) 其它杂件布置，主要包括：货油泄放平台及接油槽，甲板挡油挡水围圈、围板、有关电缆、管路及设备的保护罩等内容。

7.2.3.3 专业舱室综合布置图的主要内容

专业舱室一般是指舱室集中以安装电气设备为主的舱室，其综合布置时是按舱室为单位进行电气设备、器具及有关舾装件的综合布置，如：报务室、雷达间、电工工作间、交流机室、蓄电池室等。当然，综合信号桅、雷达桅等也是以电装专业为重点，但它不是舱室，还有一些舱室也属于专业舱室，空调机室、二氧化碳室等。

对于机舱，居住舱室、甲板、泵舱等区域的电气设备，主干电缆等的布置，则必须在各有关区域综合布置图中同其它专业一起进行综合布置。电装将在各有关综合布置图的基础上绘制电装图。所以，在以电气设备为主的专业舱室以和以机装、船装为主的各区域的综合布置中应包括如下电气方面的有关内容。

1) 以电装为主的电气专业舱室及有关区域的船体轮廓；

2) 电气专业舱室中的木壁、绝缘、空调、通风、管路、家具、门窗等的具体布置；

3) 电力系统布置内容，主要包括：电机、主配电板、集合起动器、起动盘、专用设备电盘、电箱及厨房电气设备等；

- 4) 照明设备布置内容, 主要包括: 各种灯具、开关、插座、电暖器、电扇等;
- 5) 内部通讯系统布置内容, 主要包括: 各种电话及指令装置、联络信号及警报信号装置, 扩音装置、对讲机等;
- 6) 观通导航系统布置内容, 主要包括: 雷达、测向仪、电罗经、自动驾驶仪、舵角指示器、测深仪、气象仪、定位仪、卫星航海指示器等;
- 7) 无线电系统布置内容, 主要包括: 收发报机、主辅超高频无线电话、海事卫星通讯装置等。
- 8) 自动化系统布置内容, 涉及机舱与甲板两部分。机舱自动化系统的布置内容主要有: 主机、发电机、锅炉及一般辅机设备的操纵、启停及监测、警报、通讯装置、自动控制盘、控制台、自动记录监测装置等, 甲板自动化系统的主要布置内容有: 自动压载控制监测装置、甲板机械自控装置、油舱温度、液位报警、货油控制、惰性气体自动控制系统等。

7.2.4 舾装综合布置图的设绘 (参考生产设计教科书 P171-P191)

第八讲 船舶舾装生产设计

第一节 舾装技术的发展

船舶舾装工程由于具有工种多，工序多，品种多，工程庞杂，协作面广，综合性强，工作量大，周期长等特点，给舾装设计和管理带来种种复杂性。人们一直在探索简化船舶舾装，缩短造船周期的新路。

船舶舾装技术的发展经过了三个阶段，它们是：船内舾装法、壳舾涂一体化施工法和壳舾分离施工法。

8.1.1 船内舾装法

船内舾装法是传统的舾装方法。所有的舾装工作都是在船体结构基本成形后，再开始进行船舶舾装。

船内舾装法的特点：

- 1) 按系统进行施工；
- 2) 施工时间集中；
- 3) 施工作业面狭小、拥挤；
- 4) 系统作业交错；
- 5) 各作业小组相互干扰，返工量大，施工周期长，效率低。

8.1.2 壳舾涂一体化施工法

壳舾涂一体化施工法是现代造船的舾装方法。分段建造法和区域舾装法是其基础。分段成品化是其发展方向。该施工法是将分段、总段作为舾装、涂装的载体，在上船台前尽可能完成其所有的舾装工作和涂装工作。

壳舾涂一体化施工法的特点：

- 1) 按区域（分段、总段）施工；
- 2) 淡化舾装专业工种界限；
- 3) 各分段可以并行作业；
- 4) 作业面扩大，改善了作业环境；

- 5) 规范作业流程, 提高施工质量;
- 6) 简化施工管理, 提高配套能力和施工效率, 缩短建造周期;
- 7) 实现目标成本管理, 降低建造成本。

因此壳舾涂一体化施工法是目前我国船厂普遍采用的一种舾装施工技术。

8.1.3 壳舾分离施工法

壳舾分离施工法是当代舾装技术的发展方向。按照模块化技术, 对造船舾装技术进行改造发展而来的新的舾装施工技术。船体和舾装分开施工。实现舾装单元化和功能模块化。采用模块施工法进行船舶建造, 实现模块化造船。

实现壳舾分离施工法的基础是船体结构的标准化和舾装设备变化的标准化。

第二节 舾装、预舾装与单元模块

8.2.1 舾装分类

舾装可以分为单元组装、分段预装、总段预装和船上安装等四大类。

1) 单元组装

单元组装也称单元舾装。是以一定构架、基座或其它连接件将若干舾装件连成一个整体舾装过程, 称为单元组装。单元组装是壳舾分离的施工过程。

由若干舾装件连成的这个整体, 称为组装单元。组装单元根据安装阶段可以分为分段安装单元、总段安装单元和船上安装单元。

2) 分段预装

分段预装是在分段结构装配过程中或分段结构装配完成后, 在分段结构上进行的舾装过程。分段预装分为三个阶段:

- A. 在分段结构装配过程中或在其构件上的预装。
- B. 结构面的预装, 一般分段采取反造形式。
- C. 非结构面的预装, 一般分段置于水平状态进行的预装。

3) 总段预装

总段预装也称立体舾装。是由两个或两个以上分段装配后进行的舾装过程。舾装完整性较好, 预舾装率可以达到 90%以上。

4) 船上舾装

船上舾装是相对地面舾装而言，单元组装、分段预装、总段预装都是地面舾装。船上舾装分为两个阶段，敞开空间阶段和封闭空间阶段。

8.2.2 舾装生产设计的特点

舾装生产设计是在综合布置图的基础上，按区域、分阶段，满足预舾装要求的设计工作。舾装生产设计的特点是：

- 1) 按区域布置；
- 2) 按制造阶段出图；
- 3) 按照设计、工艺和管理一体化的思路进行设计，实现复杂舾装简单化；
- 5) 加强综合协调，进行舾装预演是舾装生产设计成功的关键；
- 6) 尽可能扩大单元组装、分段预装、总段预装是舾装生产设计的重点；
- 7) 编制托盘管理表是舾装管理的主要信息源。

8.2.3 预舾装

预舾装：是将船台、码头的舾装作业提前到地面上进行的一种舾装方法。也就是在分段上船台前，尽可能在地面上将舾装件广泛采用单元组装、分段预装和总段预装，扩大地面并行作业，以减少码头、船台多工种的混合作业。预舾装也叫地面舾装。

预舾装的目的：

- 1) 减少船上工作量；
- 2) 避免船上多工种间的相互干扰；
- 3) 改善生产条件，保证安全生产；
- 4) 提高生产质量；
- 5) 简化生产管理，提高生产效率，
- 6) 简化舾装设计；
- 7) 缩短造船周期，降低产品成本。

8.2.4 组装单元与功能模块

组装单元一般可以分为功能性、区域性和混合性三类单元。其中功能性单元经过规范化、标准化后，可以成为功能性模块。可以适应多种船舶选用。有一定的通用性。比较典型的组装单元有：

- 1) 功能性单元

8.3.2 机装生产设计主要内容

机装生产设计主要内容如下：

- 1) 管系走向图的设绘；
- 2) 综合布置图的设绘；
- 3) 管子开孔委托单的提出和开孔图的设绘；
- 4) 铁舾装部分工作图的设绘；
- 5) 管子安装图的设绘；
- 6) 其它图表的设绘和编制
 - A. 管子零件图和管子支架图的设绘；
 - B. 托盘管理表和托盘划分图的编制和设绘；
 - C. 管子套料表的编制；
 - D. 管子附件汇总表的编制；
 - E. 嵌补管材料表编制；
 - F. 管子表面处理和水压试验清册编制等。

8.3.4 管装生产设计主要内容

管装生产设计主要内容如下：

- 1) 施工专用管系原理图；（在原管系原理图上增加管路编号。）
- 2) 管系安装图；
- 3) 管系开孔图；
- 4) 通海阀布置及其附件详图；
- 5) 管子零件图；（包括管子零件图、管子支架图和非标附件零件图。）
- 6) 管子护罩图等。
- 7) 托盘管理表等。
- 8) 修订详细设计的有关表格（主要是订货清册和预制清册）。
- 9) 编制用于生产管理的有关表册：
 - A. 机舱托盘划分图及其托盘表清册；
 - B. 机舱区域管系嵌补管及其附件清册；
 - C. 机舱区域磷化处理管清册；
 - D. 机舱区域电缆管清册；

- E. 机舱区域管子密性试验清册;
- F. 机舱区域涂塑（或热镀锌）管子清册;
- G. 机舱生产设计图纸目录。

8.3.5 铁舾装生产设计主要内容

铁舾装生产设计主要内容如下:

- 1) 轴系生产设计; (包括轴系安装图、零件图和轴系安装说明等)
- 2) 主机安装说明书的编制;
- 3) 螺旋桨安装说明书的编制;
- 4) 主机和轴系起重梁和起重吊环工作图 (可委托船体结构专业设计);
- 5) 通风管系工作图的设绘;
- 6) 箱柜工作图的设绘;
- 7) 辅机安装和基座工作图的设绘;
- 8) 交通装置工作图的设绘;
- 9) 机修间工作图的设绘;
- 10) 备件布置工作图的设绘;
- 11) 甲板拦水围水板工作图的设绘;
- 12) 箱柜绝缘工作图的设绘;
- 13) 舾装其它工作图的设绘;
- 14) 管理图表的设计编制。

第四节 电装生产设计

电装生产设计是将设计、工艺、计划、质量、生产管理数据全面反映到电气安装的工作图和管理图表中, 作为指导电气施工的唯一依据, 使工人能真正按图施工, 管理人员能按照它来编制具体生产作业计划。

8.4.1 电装的工作内容与流程

船舶电装一般可以分为内场与外场两部分工作。

内场工作包括:

- 1) 自制电气设备和电缆紧固件的制造;
- 2) 电气安装半成品的制作和装配;
- 3) 电气设备的配套和配材工作;
- 4) 电缆的备料和预裁工作等。

外场工作包括:

- 1) 焊装电气设备、电缆紧固件、贯通件及密封装置;
- 2) 电缆放线敷设;
- 3) 电缆紧固;
- 4) 电缆及设备填料函的密封;
- 5) 舱壁与甲板密封装置的密封;
- 6) 电缆端头的处理和接线;
- 7) 电气设备的试验和调整;
- 8) 交船试航等。

电装基本工作流程是:

- 1) 分段预舾装;
包括设备基座安装、电缆贯通件安装、支电路和主电路支架马脚安装等。
- 2) 船内大型设备安装;
包括大型设备吊入、主电路安装、支电路安装等。
- 3) 居住区域安装;
包括照明电缆、通讯导航电缆、居住区域电路安装等。
- 4) 机舱区域安装;
包括发电机/主机控制箱电缆、通讯计测/照明电缆、机舱其它电路安装等。
- 5) 设备接线;
包括照明灯具、启动器、小型设备接线、全船电路安装接线等。
- 6) 运转调试;(按照系统原理图进行。)
- 7) 海上试验
- 8) 完工。

8.4.2 电装生产设计的工作内容

- 1) 舱室综合布置图(以电气设备为主的专业舱室)的设绘;

- 2) 电装工作图的设绘;
- 3) 电气零件制作图的设绘;
- 4) 船体结构电缆贯通开孔图的设绘;
- 5) 托盘管理表的编制;
- 6) 电装设备材料配套表的编制;
- 7) 订货清册的编制;
- 8) 电缆放线、敷设清册的编制;
- 9) 电缆预裁表的编制。

第五节 船装生产设计

8.5.1 船装生产设计的基本内容

船装又称作船体舾装。包括内舾装和外舾装两大部分。船装生产设计的内容包括三个方面：准备工作、工作图的设绘和管理图表的编制。船装生产设计的工作内容可以通过图表表现，船装生产设计的工作内容如下：

- 1) 准备工作：
 - A. 设计作业标准;
 - B. 编码手册。
- 2) 工作图：
 - A. 工作母图（包括综合布置图和木作厚度图）;
 - B. 安装图;
 - C. 单元图;
 - D. 制作图（包括零件图）。
- 3) 管理表：
 - A. 托盘管理表;
 - B. 设备材料订购清单;
 - C. 制作表;
 - D. 外协项目表;
 - E. 重量重心计算表。

8.5.2 内装生产设计的基本范围

- 1) 上层建筑各层甲板及其下围壁结构;

- 2) 层建筑围壁内外的铁舾装件：包括梯子、栏杆、扶手；上层建筑中的救生、消防及自然通风系统、桅樯信号设备等；
- 3) 上层建筑范围内的甲板机械：包括绞缆机、物料吊、起艇机等；
- 4) 上层建筑范围内的管子系统：包括消防、疏排水、冷热水管等；
- 5) 上层建筑范围内的空调、冷藏系统、机械通风设备等；
- 6) 舱室生活设备：包括厨房、配餐间、洗衣间内设备等；
- 7) 各舱室系统：包括门窗、绝缘、敷料、木作、家具、卫生器具、小五金等；
- 8) 机舱集控室的门窗、绝缘、敷料、木作、家具等。

8.5.3 外装生产设计的基本范围

外装生产设计范围包括除机舱和居住区域外的船上各区域的设备装置的生产设计工作。具体如下：

- 1) 该区域的铁舾装件：如梯子、栏杆、扶手、各种交通装置（小舱盖、人孔盖）、各种搁架、设备座架、救生消防什件、首尾旗杆及前桅等；
- 2) 该区域内的甲板机械：如锚机、系统缆绞车、舷梯装卸设备中的各种绞车、舵机等；
- 3) 该区域范围内的管子系统：如消防管、疏排水管、冷热水管、货油管、压载管、测深管、加热管、空气管、仪表管、惰性气体管等系统的管子、支架、贯通件、连接件等；
- 4) 该区域范围内的通风、采光系统：如机械通风、自然通风、空调、门窗等；
- 5) 该区域范围内的工作舱室及通道的设备、铁、木舾件绝缘、敷料等；
- 6) 全船性的舾装件：如防蚀锌板、放水塞、肋骨标志、船壳标志等；
- 7) 拖曳设备、货舱盖、集装箱绑扎系统、运木装置、提升平台、活动甲板、延伸甲板等。

第九讲 船舶涂装生产设计

第一节 涂装生产设计要求

涂装工程与各个专业都有密切关系，因此要把涂装生产设计做好，必须得到其它专业的配合，涂装生产设计对其它各专业都有一定的基本要求。

9.1.1 涂装生产设计对船体结构专业的基本要求

1) 有关结构方面的图纸资料

- A. 总布置图；
- B. 基本结构图；
- C. 分段划分图；
- D. 分段结构图。

2) 对船体结构设计要求

- A. 分段划分要考虑船厂的除锈、涂装设施和施工作业的可行性；
- B. 需涂装的结构应避免出现狭缝，以免不利于除锈、涂装作业；
- C. 对人孔少的小舱柜，应增加工艺孔，便于通风，以利作业安全；
- D. 对于有必要而人体又难进入的空间，应考虑缓装板，以便内部涂装；
- E. 脚手架的架设应有利于涂装作业。

9.1.2 涂装生产设计对舾装专业的基本要求

1) 应提供需要涂装的设备图样，设备底座及制作件图纸，以及舱室布置、木作、绝缘和敷料布置的图纸；

2) 在设备部件图纸资料上应注明除锈、涂装的具体要求；

3) 管系色标和有特殊颜色要求的设备、部件的涂层配套与颜色要求，应与涂装生产设计规定的要求一致；

4) 合理安排施工阶段，尽可能避免在涂层表面进行焊接、气割作业，也不要涂装前装上妨碍除锈、涂装工作的舾装件；

5) 对于不同金属的直接连接，应考虑电化学腐蚀，必要时应增加绝缘衬垫。

第二节 涂装生产设计内容

9.2.1 涂装生产设计的指导性工艺文件

为了提高船舶涂装工作的技术水平和管理水平，已经编制了三项指导性工艺文件。涂装生产设计人员应按照其要求进行涂装生产设计。它们是：

- 1) 船舶除锈涂装工艺技术条件
- 2) 船舶涂装膜厚管理技术条件
- 3) 船舶涂装作业安全技术规程

9.2.2 涂装生产设计的工作内容

- 1) 涂装生产设计图纸与技术文件编制计划；
- 2) 编制材料订购清单；
- 3) 编制涂装工具、器具订购清单；
- 4) 编制钢结构件和舾装件除锈与底漆涂装要求及分类清单；
- 5) 编制管系内场除锈与底漆涂装要求；
- 6) 编制箱柜除锈与涂装要求；
- 7) 编制主船体涂装程序表；
- 8) 编制分段除锈涂装图册；
- 9) 编制全船涂装手册；
- 10) 编制除锈涂装验收文件，（包括验收标准，验收项目表，验收原则和验收程序等）；
- 11) 编制涂装施工注意事项表（应包括涂料名称、规定干膜厚度、相应湿膜厚度、单位面积理论涂敷量、比重、闪点、粘度、颜色、干燥时间、涂装间隔、混合比例、喷涂压力、喷嘴型号、稀释剂、稀释量等）。

第十讲 计算机辅助生产设计

第一节 计算机辅助生产设计的发展

10.1.1 计算机辅助船舶设计的历程

计算机辅助船舶设计的应用与发展经历了三个阶段：

A. 辅助计算阶段

计算机辅助船舶设计的第一个阶段是辅助设计计算阶段。从二十世纪六十年代末、七十年代初开始至八十年代中期，在船舶设计院所、大专院校和 XX、沪东、江南、大连等重点船厂先后引进通用计算机，对船舶设计过程中的船舶性能、船舶结构、线型、外板展开、管系综合放样结果进行计算，生成钢板切割和管子加工指令，开始了造船 CAD/CAM 的历程。该阶段的特点是“辅助计算”。虽说也有绘图机绘图，但应用水平和普及程度还远远不够。

B. 辅助设计二维出图阶段

计算机辅助船舶设计的第二个阶段是辅助设计二维出图阶段。从二十世纪八十年代后期开始至九十年代中期，由于微机的普及和绘图软件的商品化，应用计算机进行二维出图在大型船厂逐步推广。使出图质量和绘图能力有了很大提高。

C. 三维设计阶段

计算机辅助船舶设计的第三个阶段是三维设计阶段。从二十世纪九十年代中期开始，由于计算机三维图形技术的发展，三维计算机船舶生产设计获得了快速发展。该阶段设计人员可以在计算机终端上可以清晰的看到设计效果，达到可以进行实际意义上的计算机模拟造船阶段。使计算机成为生产设计的基本平台。

目前，国内造船三维生产设计主要软件系统有三大类：

A. KCS 公司的造船三维生产设计软件系统，即工作站上运行的 TRIBON 和微机上运行的 TRIBON M-x 系列软件。该系统对船厂船体生产相当适用，在大型船舶建造过程中应用非常广泛。目前是我国大型民用船舶生产设计的主导软件系统。

B. PTC 公司的造船三维生产设计软件系统，即工作站上运行的 CADDS5 系统。

该系统建立在 ORACLE 数据库平台上，开放性能好，有利于二次开发；适应各种船舶三维生产设计，尤其在管系综合布置方面有明显优势。目前是我国军用船舶生产设计的主导软件系统。

C. 我国自行开发的微机造船三维生产设计软件系统。主要有沪东船厂开发的 HD 系列软件系统和 611 所开发的系列软件系统。功能较全，二次开发和软件维护方便，价格较低，适用于中小船厂。

由于三维生产设计技术、数据库技术和并行工程技术的发展，详细设计与生产设计一体化已进入实施阶段，这为缩短造船设计周期，提高造船设计质量开辟了广阔前景。

10.1.2 武船计算机辅助船舶生产设计的基本情况

武船自 1969 年率先开始管系综合放样，1970 年在全国船厂中第一家购买通用计算机，七十年代初自行开发了船体建造程序系统和管系放样计算程序，开始直接生成船体分段结构零件图、数控切割指令、管子零件图和数控弯管指令，走在船厂应用计算机的前列。

1983 年建造第一条五千吨散货船时开始引用生产设计概念，1989 年成立生产设计室，正式开始了水面船舶的生产设计工作。1993 年完成了甩图板工程，1996 年建立船舶建造编码体系，基本实现按专业、按区域进行生产设计，按分段、按托盘出图的设计模式，逐步实现了以二维设计软件为主要工具的网络设计环境。

武船自 1997 年引进了 CADD5 三维设计软件以来，结合产品需要，经过不断的二次开发，自行开发了船体、管舾、电气三个应用程序软件包，工厂先后购置图形工作站，NT 工作站，中心服务器，高速绘图机，高级激光打印机，虚拟现实主机等计算机设备，购置了相应的 CADD5 软件，建立了计算机三维设计的网络并行工作平台。工厂掌握了三维综合布置的核心技术，规范了三维综合布置流程，重新制订了生产设计规程，建立了船体结构、设备、管系和电气等基础数据库和图形库，工厂已实现按制造级出图，具有同时进行多条船舶的三维生产设计能力。初步建立了工厂三维生产设计体系。

面对船舶市场的激烈竞争，每年进行生产设计的船舶越来越多；随着转换造船模式的不断深入，工厂的造船生产体系在不断的改进，要求生产设计不断深化，生产设计的工作量就越来越大，因此按照以中间产品为导向的生产设计特点，必

须重构生产设计业务流程，规范生产设计信息流，进一步提高生产设计能力。

第二节 三维计算机生产设计系统

10.2.1 三维生产设计的优势

三维生产设计系统覆盖面广，可用于水面军船和民船，也可用于潜艇和钢结构；三维综合布置可以将船体结构、机电设备、电缆、管系、铁舾件、木作、绝缘等专业内容全部建模，各专业并行设计，能适时地将已建好的模型合成在一起，及时地对各专业的的设计进行验证，进行全面的三维综合布置。

船体结构三维生产设计能提供生产中所需的各项生产数据，设计中建立的三维模型又可用于舾装三维生产设计；由于三维设计不再需要靠想象来确定结构，而是通过三维建模用数字方式将船 1:1 地“造”出来，通过可视化工具对模型进行浏览和检查，可解决各种复杂的结构设计（如舰船稳定翼、导流罩、艏艉结构等）。

三维综合布置将各专业内容分层布置，可以按需要进行显示内容的取舍，系统的可视化工具能对模型进行装配、浏览、剖切和漫游；各专业三维生产设计按照装配树结点并行开展，相互调用作为背景，便于缩短设计周期。

三维设计干涉检查通过计算机进行，不仅能判断模型之间的实体干涉（硬干涉），而且能判断模型是否有操作、维修、通道、起居等空间（软干涉），各个专业模型可装配在一起进行干涉检查，检查彻底，结果直观。

通过对 CADD5 软件不断地进行二次开发，工厂实现在船体结构、管系和电气专业由三维模型直接出二维生产设计图纸。开始建立产品数据库，实现船体结构零件和管零件加工数据的网络传输。

10.2.2 三维设计软件的二次开发

通过对 CADD5 软件的二次开发，已形成了船体、舾装和电装的三维设计软件包，具备开展全船三维生产设计的能力。

10.2.2.1 船体三维设计软件包

1) 分段零件套料数据提取程序和套料接口程序：进行零件属性的提取、编辑

和统计计算，并生成零件报表；生成零件图册，用户能对图形进行编辑；能添加、显示和编辑零件的工艺余量；能将零件数据输入到套料库文件中。

2) 外板零件展开程序：能进行外板零件属性的提取、编辑和统计计算；直接生成零件的套料图形；能添加、显示和编辑零件的工艺余量。

3) 外板零件加工数据计算程序：生成外板零件的肋骨面活络三角样板加工数据；生成外板零件的基面活络三角样板加工数据。

4) 船体结构线和外板板缝线布置程序：能进行外板板缝线和结构的三维布置及修改；并绘制外板展开图；外板零件构模；为分段结构建模提供线型数据。

5) 船体曲线、结构线生成与型值计算程序：能从船体曲面上按用户要求生成相关的船体网络曲线，并计算输出型值报表文件。

6) 船体结构二维生产设计图生成以及零件管理表管理系统。

10.2.2.2 舾装三维设计软件包

1) 建立设备、舾装件数据库：可分别定义设备的三种三维形状：线框形状、着色形状和干涉检查形状。

2) 三维建模方法：具有在管线上插入管件时自动根据管线规格、等级，选择和插入管子附件；管子间以及管子与船体、电气、设备、舾装件的碰撞检查等功能。

3) 管子小样图生成程序：直接从三维模型生成管子小样图；小样图包含各种制造和安装信息。

4) 管子汇总表生成程序：可按照管子制造、处理、集配和安装的不同要求生成汇总表。

5) 规范管子数据进数据库：制造数据可直接与管加车间计算机接口，用于编制车间管子制造计划并可将数据传送到设备进行数控下料和弯管。

6) 交互式管子安装图生成方法：生成管子安装图，所需标注信息自动在管子模型上提取。

7) 管子支架生成方法：进行管子支架的建模、碰撞检查和出图。

10.2.2.3 电气三维设计软件包

1) 原理图输入数据库方法：在数据库中记录设备信息、电缆信息、设备与设备之间的连接信息；为三维综合布置作准备。

2) 三维布置方法：设备马脚在三维空间的定位；设备的布置；电缆支架在三维空间的定位；干涉检查；不同区域电缆通道的连接；区域电缆布置；主、辅干电缆布置。

3) 电气 ORACLE 数据库模块设计：建立完整的装配结构树；建立与工程、装配对应的数据库表格；建立标准数据库表格，包括电缆库、电缆支架库、电缆隔离等级位置库、电缆隔离等级距离库、系统符号库等。

4) 电缆支架的建模方法：能处理各种类型的支架，并且根据支架的参数特点对支架进行参数化。

5) 设备支架构模方法：设备支架主要有构件与板件两部分组成，所有类型的支架均能处理。

6) 出图程序：自动生成设备布置图、马脚安装图、各类明细表。

10.2.3 三维生产设计体系

为了提高工厂三维生产设计的能力，我们从资源配置、人员素质、软件应用开发、设计策划等方面对三维生产设计体系进行了全面的规划。

1) 资源配置

硬件设施：网络、服务器、图形工作站、高档微机以及高速绘图仪等。

软件设施：CADD5 三维生产设计软件系统，包括二次开发软件在内。

2) 人员培训：开展了系统培训，一方面加强与软件供应商的合作，分期分批培训生产设计骨干。另一方面对所有参与三维生产设计人员进行全面培训和测试，提高他们的三维设计能力，形成了一支既懂 CADD5 软件应用技术，又熟悉船舶建造工艺的设计队伍。具备了开展船舶三维生产设计的软硬件能力。

3) 软件应用开发：根据在三维设计过程中发现的问题，工厂组织人员有针对性地进行二次开发，提高了三维设计软件的应用效率。开始建立产品数据库和数据管理规则，逐步实现船体结构零件和管零件加工数据的网络传输。

4) 设计策划：为了保证三维生产设计质量，必须制订三维设计的一系列管理及规范化文件。主要有：

- 《三维生产设计设计方针》
- 《三维生产设计并行设计与装配规则》
- 《三维生产设计 PART 名编码规则》

- 《三维生产设计船体设计要领》
- 《三维生产设计管舾装设计要领》
- 《三维生产设计电装设计要领》
- 《船舶建造编码手册》
- 《三维生产设计质量控制办法》等。

上述文件对船舶三维生产设计的目标、范围和内容、组织方式、设计规则、各专业设计要领、协同工作方法及质量保证等进行了规定。

经过几年来在多种船舶产品上开展三维生产设计的工作实践后，XX 造船厂又以某型水面舰船为载体，在船体、管舾装、电装三个专业全面开展三维生产设计。强化设计过程监控，逐步实现舱室漫游，校验施工可行性；进一步提高三维设计队伍人员素质；加强软件的二次开发，提高软件应用效率；完善设备和标准件库，建立产品数据库；开展管理信息化软件开发与应用，重新定义并组织实施新的三维生产设计模式，形成了在计算机网络并行工作环境条件下的团队工作模式。基本建立了工厂三维设计体系。

采用数字化造船的手段，以 CADD5 三维设计软件为基本平台，利用数字化虚拟技术，加强设计过程实时动态并行控制，进一步规范设计流程，以三维综合布置为中心环节，船体、轮机、电气、内装和涂装全面开展三维生产设计。各专业并行将船体结构、机电设备、装置、铁舾件、家具、内装饰、管系、电缆通道等进行三维建模与布置，通过对三维模型的漫游和碰撞检查，在模型上进行正确性、完整性、可加工性、可装配性、可维修性和美观性的检查，减少干涉现象，把建造过程中可能出现的技术与工艺问题解决在设计过程中；从模型中提取船体套料和管子零件加工数据，通过网络直接传给加工车间的数控设备，减少中间环节，提高工效和加工质量；由三维模型自动生成各类工作图、安装图、零件图和托盘管理表，保证图表与模型的一致性，减少了人工出错的情况发生，以减少施工废返率；通过三维模型提取产品物量信息，为生产过程提供管理数据。通过三维生产设计，提高设计质量，为保证建造周期和质量打下良好基础。

第三节 三维计算机生产设计

10.3.1 设计准备及控制

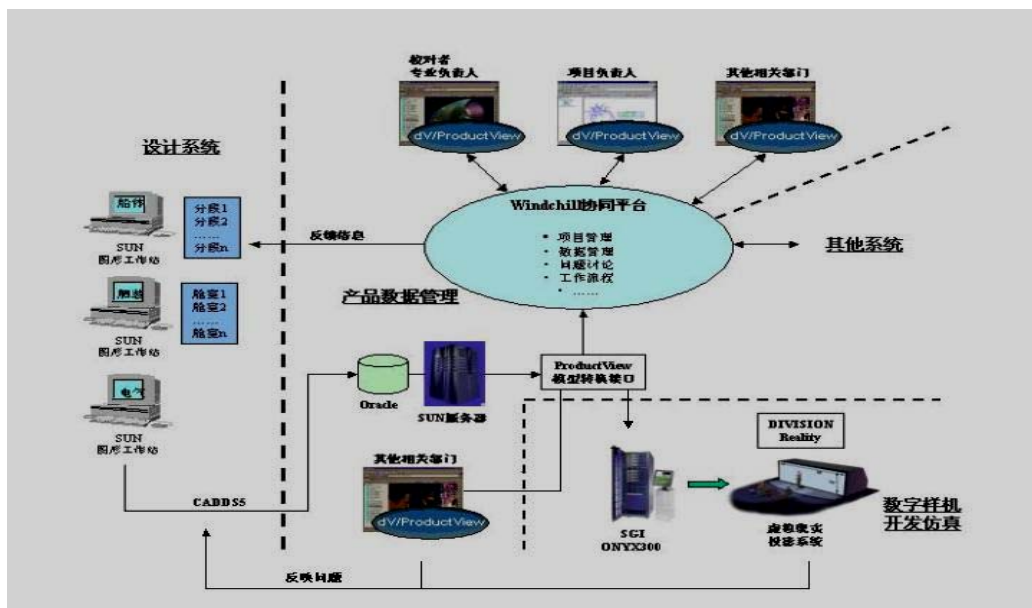
1) 设计依据

生产设计以建造方针和施工设计图纸为依据，坚持质量第一，精心组织设计，按时完成生产设计工作。

2) 设计模式与流程

根据现代造船模式，运用成组技术，按区域组织生产，以中间产品为导向的托盘管理方式进行生产设计，遵循壳、舾、涂一体化的原则，按专业分工，按施工阶段出图，实现单元化和模块化的设计。

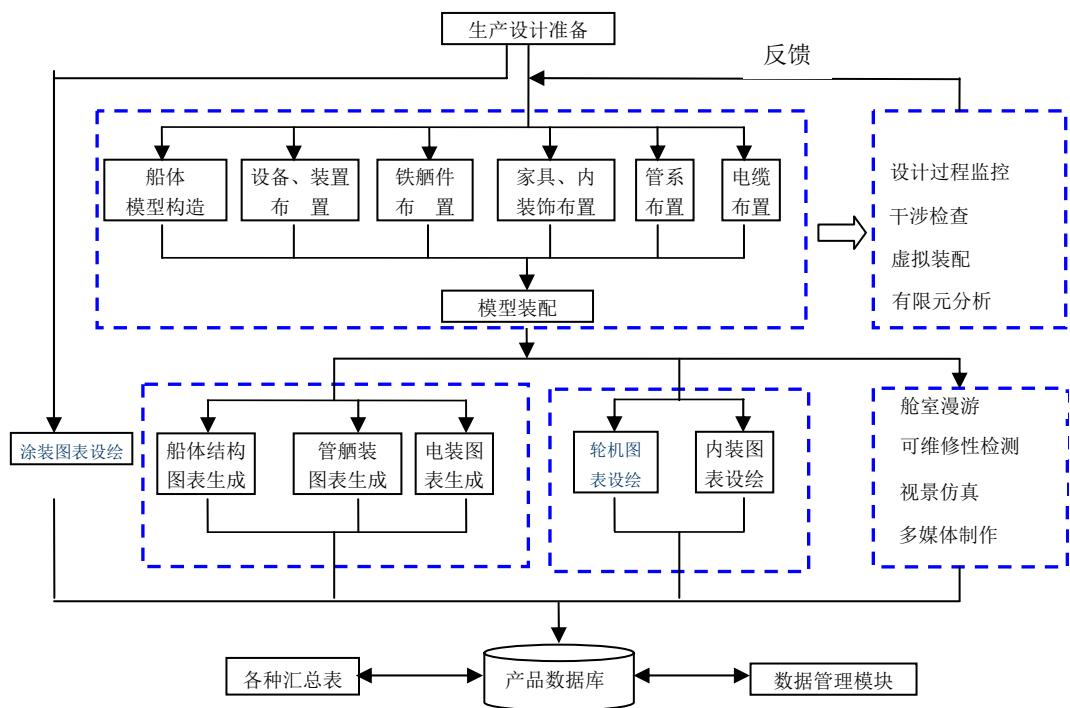
按分段组织船体生产设计，以区域为单位进行综合布置，分船体、轮机、电装、内装和涂装专业并行进行设计。设置产品主管，负责组织全船生产设计的整体策划与协调，控制整体进度和质量；设置区域责任人，负责区域内和区域间综合布置协调，控制区域设计进度与质量；设置专业主管，负责各专业设计技术与方法，控制系统和专业的正确性和完整性。



设计状态的动态实时监控

利用 PDM 系统进行设计控制与管理，安全地对分布式异构数据进行存储、检索和管理，辅助协同设计及对设计过程的追踪，在设计部门内实施项目管理、文档管理、产品结构和配置管理、工作流管理以及对设计状态的动态实时监控。如上图所示。

三维生产设计分为生产设计准备节、模型构造节和图表生产节三个节拍进行。生产设计各个节拍，根据设计进程和人力资源的需求情况，以保证设计质量和设计周期为目的，并行进行设计。设计人员利用三维设计技术，通过装配树共享三维模型，实现不同设计人员和不同专业间的协同。三维生产设计流程见图。



三维生产设计流程图

3) 生产设计前的人员培训

根据产品的特点，对生产设计和设计管理人员进行培训，合格后上岗。培训内容为：

- 产品合同交底；
- 产品技术特点与对策培训；
- 产品并行设计方法培训；
- 产品建造方针、各专业设计要领培训；

- 三维设计软件应用培训；
- 产品数据管理系统的使用方法培训；
- 规范、标准和各专业设计知识与技能培训；

4) 生产设计与施工设计的衔接

详细设计或施工设计图纸是生产设计主要依据，必须将全套设计图样和技术文件收齐、归档、发放，及时交付生产设计各专业主管人员领用。尽快与总体设计所沟通，建立信息快速交流渠道，将分期、分批，按进程需要及时取回施工设计图纸，以便为生产设计和工艺文件的编制创造更好的条件，争取更多的时间，力求做到精心设计，质量第一。

(1) 提前介入总体设计所的技术设计和施工设计，事先获取信息，并将工厂的要求反馈到设计单位；

(2) 对总体设计所到厂图纸先进行审图，审图通过后再盖章下发使用。在消化施工设计图纸后，结合工厂的施工工艺，对施工设计图纸存在的疑问与总体设计所、船东进行沟通，并提出解决办法；

(3) 对总体设计所提供的技术设计和施工设计图纸纳入产品数据管理系统中管理，并指定专人负责。在产品数据管理系统中配置生产设计对总体设计所设计的依赖设定，保持对设计输入的可追踪性，并将总体设计所设计的更改纳入产品数据管理系统中管理；

(4) 根据总体设计所《船体材料明细表》和施工设计的基本结构图、外板展开图等确定材料定货清单；

(5) 根据产品的特殊工艺要求，确定施工攻关项目；

(6) 设计分段划分图、余量分布图、吊装网络图；划分舾装区域；

(7) 编写生产设计要领与施工要领；综合布置策划，编写三维综合布置指导文件；

(8) 建立全船三维设计装配树；准备各专业三维设计基础数据库；

(9) 编写生产设计图纸目录和设计计划。

5) 设计控制与管理

(1) 进一步开展各专业软件的二次开发工作，优化三维设计软件，减少软件缺陷，增加软件功能，以提高设计效率和设计质量；

(2) 通过培训、交底等措施进一步提高设计人员素质，明确各类设计人员的职责和工作要点，强化设绘、校对和审核等设计过程的质量控制，确保设计质量；

(3) 前期进行全船性综合布置策划，追求对整体的优化，提高布置的合理性和美观性；强化综合布置的管理，建立完善的三维综合布置模型，对需要预留的空间建立假想三维模型，进行全面的三维浏览和三维干涉检查，增加对三维综合布置模型的实时监控手段，找出布置问题，确保综合布置质量；

(4) 编制详细的设计工作节点计划。按照人力资源情况落实设计、校对和审核人员，明确各自的责任、工作范围和完成时间；

(5) 定期召开设计工作协调会，控制设计进程。根据不同舾装区域和不同专业工作内容的特点，在三维建模、干涉检查、综合工艺性审查以及技术图样评审等设计工作转换时加强核查与控制；

(6) 专人设计、管理三维船型数据资源，保证网络环境中船型数据的统一、共享。对设备模型、安装件模型在建库时实行校对制度，保证基础数据的正确性；在三维综合布置以及出图过程中，校对人员把好质量关，对设计人员的日常设计任务进行监督；

(7) 建立并行设计与实时干涉检查制度，跟踪设计质量与进度；

(8) 设计过程中所有对技术状态的变动以及各类协调记录完整；

(9) 做好建造过程的质量跟踪，对发现的设计问题进行收集和分析，制定持续改进的措施。

10.3.2 生产设计的内容要点

1) 三维设计构模

(1) 船体结构三维设计建模

- 船体曲线、曲面构造，结构线三维构模
- 船体外板排板与外板零件三维建模、外板展开与加工数据计算
- 船体板材零件的三维建模包含甲板板、内底板、横舱壁板、纵舱壁板、肋板、纵桁板、“T”型材腹板和面板、肘板、补板、加强圈和加强扁钢等结构，其中板材零件上的流水孔、透气孔、过焊孔、人孔、减轻孔、结构穿越孔以及舾装专业要求在零件下料时开的管系开孔、需要在零件下料时加工的工艺开孔等在三维建模时处理。

- 型材零件的三维建模包含甲板纵骨、外板纵骨、内底板纵骨、舱壁扶强材等，其中型材的端部形式在结构建模时处理。

(2) 舾装综合布置

进行全船范围的三维综合布置，在船体结构三维模型背景下，将电缆、管系、装置、设备、铁舾件、木作绝缘和家具等均按实物比例进行三维构模，并对相互之间的干涉进行检查，事先发现问题，反馈信息，及时解决，以保证各类舾装件定位的准确性，减少无谓返工。各专业三维综合布置的内容为：

- 全船设备、装置、箱柜、基座、金属搁架、铺板、围栏等。
- 金属门、窗、梯、盖、栏杆、扶手，全船救生、消防器具。
- 全船各系统通径 DN15mm 及以上管路、管路支架、单元框架，全船空调（通风）管路，管系开孔及附件等。
- 全船木作、绝缘和地板敷料，防火门、窗斗、舱室家具、舱室装饰挂件、小五金、窗帘及床帘轨道等。
- 全船电气设备（包括开关、接线盒、传感器等）以及设备减震器、设备安装件、接地板、接地螺栓等安装件。
- 电缆通道及安装件，安装件包括电缆托架、扁钢支架、扁条、电缆贯通件等。
- 三维模型应具有名称、系统、舾装编码、物理尺寸、接口、规格或标准号、干涉图形（含操作和维修空间）、空间位置等信息。

2) 船体生产设计

- 设绘分段及附体结构工作图、零件表、配套表。
- 设绘部件、分段、总段建造工艺和船台合拢工艺及相关工艺工装图纸。
- 设绘船体外舾装的设备及铁舾件布置图、安装图、托盘管理表，编制施工工艺。
- 按制造要求设计零件套料排板图、零件切割指令和零件加工数据图表。
- 编制船体建造精度管理方案，设计中按分段采用无余量上船台、平面组合件和平面部件均无余量上分段工艺要求开展结构生产设计工作。
- 船体零件采用数控切割下料；大力推广平面拼板的无余料下料工艺，减少余量二次切割。

- 针对产品的特殊要求编制相应的专门焊接工艺，零件冷、热加工工艺等指导结构的生产设计
- 设计中加强与其他部门、其他专业的协调，严格控制材料代用，对于设计修改应以书面形式反馈给相关部门和专业。
- 安排专人进行焊接技术管理，负责焊接工艺的制定和分段结构焊接设计的校对审查工作。专人进行三维外板设计与外板套料与加工数据计算工作。

3) 轮机生产设计

- 设绘全船机械设备的布置图、设备安装图和油、水箱柜等的制造图、安装图及相应托盘管理表。
- 设绘油、水箱柜和辅助设备的基座制造图及相应托盘管理表。
- 设绘机舱区域及分段的铁舾件安装图及相应托盘管理表。
- 设绘全船管系（包括通风管）的综合布置，各分段、总段和舾装区域管系安装图、管零件制造图册和安装托盘管理表以及管系开孔及附件安装图。通风管和螺旋风管的安装图、零件制造图册和托盘管理表。管子支吊架的安装图及制造图、托盘管理表。专用管附件制造图等。扩大管支架的出图范围。直接从三维模型出管系开孔图，确保开孔图质量。
- 设绘全船机、管的材料、附件汇总清册，热工仪表清册，阀件铭牌清册，机、管验收项目清册，自动化项目明细表，传感器清册。
- 设绘主要设备安装工艺及专用工装制造图、工装材料清册，工装设备、材料托盘管理表。编制管系制造、安装通用工艺，特殊管系制造、安装专用工艺。

4) 电气生产设计

- 设绘电气设备布置图及设备托盘表。
- 设绘分段电气安装件布置图及安装件托盘表。
- 设绘区域电气安装件布置图及安装件托盘表。
- 编制区域电缆清册、电缆管取样清册。
- 编制工艺文件及电缆拉敷册。

5) 内装生产设计

- 建立居住舱室三维综合布置模型，清晰地表达出房间、通道、梯道的布置、

各类门窗的布置、木作和天花板的布置、敷料的布置、家具等生活设施的布置以及内舾装铁舾件的布置情况。

- 以居住舱室三维综合布置模型为基础，对木作绝缘类、舱室设备类、专业舱室类、门窗类、甲板敷料类舾装件分别按分段、区域、船台舾装阶段出各类别的安装图、托盘管理表。
- 编制木作绝缘、甲板敷料、阻尼材料、舱室设备施工工艺。

6) 涂装生产设计

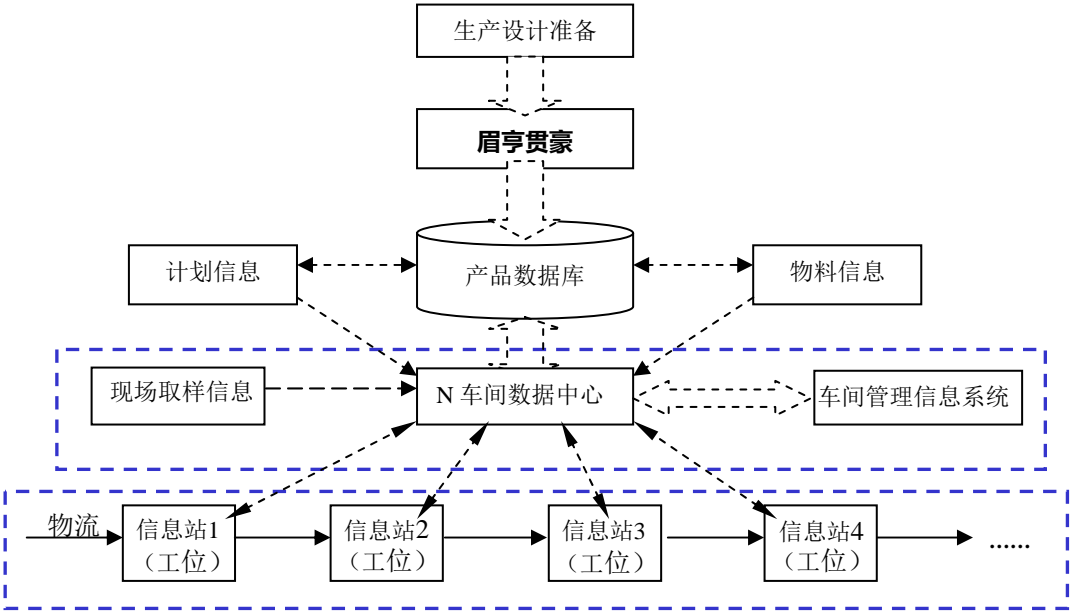
- 编制《主船体涂装程序表》，将全船各部位及各涂层合理安排于分段、船台、码头、试航交船等各个舾装阶段，确保涂料在最佳状态下施工以获得品质良好的涂层质量。
- 根据《主船体涂装程序表》编制《分段除锈涂装图册》、《区域除锈涂装图册》，给出各部位面积、涂料用量及涂装所需的相关信息（如湿膜厚度等），并绘制分段立体示意图。
- 编制《舾装件除锈涂装图册》，充分体现“壳舾涂”一体化的设计理念。
- 编制《除锈涂装施工工艺》，对涂装施工起到具体的指导规范作用。
- 根据涂料制造厂的涂料说明书，编制《涂料涂装间隔一览表》，明确每度漆涂装间隔时间。
- 编制《I 级危险度舱室清单》，确保涂装施工安全。
- 编制《除锈涂装验收项目表》，确定验收的范围及内容。

10.3.3 三维生产设计的信息接口

按照“生产设计策划，中间产品集成，均衡连续生产，流水节拍造船”的现代造船模式，三维生产设计就是船舶建造过程中最主要的信息源头。

船舶建造信息流程见下图。三维生产设计的信息首先存入产品数据库，然后各管理部门和生产车间直接从产品数据库中获得所需要的产品建造信息。在整个船舶建造过程中，有多个（N 个）专业化生产车间（包括各中间产品生产车间、总装生产车间、舾装工程车间和码头调试车间）以及多个管理部门，都需要与产品数据库有各自不同的数据交换。每种数据交换都需要不同的数据接口。由于使用产品数据库，各个应用系统只需建立与产品数据库的接口，从而避免了各个应用系统之间直接建立数据接口，这极大地减少了数据接口的数量。一般说来三维生

产设计信息有两大类数据接口：一类是三维生产设计的信息写入产品数据库的接口，另一类是各个用户从产品数据库中读取数据的接口。这都需要在三维生产设计与各信息模型的软件开发过程中逐一解决。



编 后 语

随着计算机技术的快速发展和“转模”的深化，生产设计的手段和对生产设计深度的要求都在不断提高。目前我国各船厂正按照“以中间产品为导向”的理念，应用成组技术、统筹优化解决高效率造船的问题；以生产设计为突破口，按照“一改三化”的总体要求，建立以中间产品为导向的现代造船模式；推动生产体制的改革，全面实现优质、高效、低成本、短周期、安全造船，将我国船舶工业做强做大。

本讲义作为《造船生产设计》教科书的提要与补充，将近几年国内“转模”工作及科研的新成果、新动向进行了介绍，省略了生产设计的具体操作，目的是为了使学员对建立现代造船模式和深化生产设计有一个完整的了解。在此基础上，随着造船技术、设计技术和设计手段的迅速发展，希望大家不断学习、不断掌握生产设计的新方法，为中国造船事业的腾飞贡献一份力量。