

船舶分段建造虚拟仿真实验

实
验
指
导
书

一、船舶建造工艺流程

1、生产大节点

开工——上船台（铺底）——下水（出坞）——航海试验——完工交船生产大节点在工艺流程中是某工艺阶段的开工期（或上一个节点的完工期），工艺阶段一般说是两个节点间的施工期。生产大节点的期限是编制和执行生产计划的基点，框定了船舶建造各工艺阶段的节拍和生产周期；节点的完成日也是船东向船厂分期付款的交割日。

2、工艺阶段

钢材予处理——号料加工——零、部件装配——分段装焊——船台装焊（合拢）——拉线镗孔——船舶下水——发电机动车——主机动车——系泊试验——航海试验——完工交船

以上工艺阶段是按船舶建造形象进度划分的可以进一步进行分解，造船工艺流程是并行工程，即船体建造与舾装作业是并行分道组织，涂装作业安排在分道生产线的两个小阶段之间，船体与舾装分道生产线在各阶段接续地汇入壳舾涂一体化生产流程。

二、船舶建造的前期策划

船舶设计建造是一项复杂的系统工程，在开工前船厂必须组织前期策划，一是要扫清技术障碍；二是要解决施工难点。

（一）前期技术组织准备

1、吃透“技术说明书”（设计规格书）

技术说明书是船东提出并经双方技术谈判，以相应国际规范及公约为约束的船舶设计建造的技术要求。船厂在新船型特别是高附加值船舶的承接中必须慎重对待：必须搞清重要设备运行的采用标准情况、关键技术的工艺条件要求，特别是要排查出技术说明书中暗藏的技术障碍，不排除某些船东存有恶意意图。

2、组织设计工作

船舶设计工作分三个阶段组织进行——初步设计、详细设计、生产设计。初步设计：是从收到船东技术任务书或询价开始，进行船舶总体方案的设计。提供出设计规格说明书、总布置图、舢剖面图、机舱布置图、主要设备厂商表等。详细设计：在初步设计基础上，通过对各个具体技术专业项目，进行系统原理设计计算，绘制关键图纸，解决设计中的技术问题最终确定船舶全部技术性能、船体结构、重要材料设备选型和订货要求等。生产设计：是在详细设计送审图完成基础上，按工艺阶段、施工区域和组装单元，绘制记入各种工艺技术指示和各种管理数据的工作图、管理表以及提供生产信息文件的设计。

简而言之，初步设计——描绘出将建造一艘什么样的船；详细设计——确定各专业各系统如何配置与运行；生产设计——指示怎样合理地建造这艘船。生产设计是施工设计，必须密切结合工厂的工艺流程、设施设备能力、工艺水平甚至工艺习惯。

3、选择经济性设备材料

详细设计一经确定，全船 80%的成本已经固化（其中设备材料费用占全船总成本的 65%左右），在人工费、专用费项目中降低成本的空间很小。据资料统计，国内船厂与国外先进船厂建造的同类船舶相比，设备裕量和材料消耗量均高出 10%。因此在主要设备、材料厂商表范围内，对重要设备、大宗物资必须坚持集中订货、定点订货；对金额高的常用消耗性材料，争取采用寄售或赊销方式。

（二）对生产管理部门的要求

1、根据生产线表的要求，要详细、准确地编制《船舶生产技术准备综合日程表》，包括设备纳期表、设计出图计划等，并进行跟踪、调度、检查、考核。生产技术准备是船厂组织船舶建造重要的管理

体系，在调度为主要管理手段时期，围绕出图、供货、配套等项目常常纠缠不清，牵扯了生产管理者极大的精力。目前各船厂生产技术准备状况已有了很大改观：一是建立了拉动式需求计划管理体系；二是将各船只生产技术准备的职责落实到项目组；三是应用了信息技术：设计出图进度及状况、物资订货及到货情况、集配件的需求。

2、根据现代造船“设计、生产、管理一体化”的要求，从合同签订开始生产管理部门参与设计工作，在船舶设计过程中，按造船管理规程的要求，将分阶段召开 A、B、C、D 等会议，其目的都是以合理和方便施工为宗旨，将管理要求和设计意图融合起来。为此，在合同生效三个月内，生产管理部门要编制出《建造方针》，该方针是指导船舶建造的纲领性文件，主要内容有：

(1) 合同概要。

(2) 建造船舶的主要技术参数和主要物量。

(3) 建造方法。包括分段划分原则；重要分段的结构特征及尺寸；分段重量的控制范围；钢板规格控制；总段装配范围；上层建筑整体吊装的重量计算；分段予舾装范围和要求；场地分配及面积计算；船台建造方法和定位分段的确定等。

(4) 新工艺新技术的应用和实施范围及要求。

(5) 船舶建造主要建造计划线表。

(6) 质量、成本、资金等管理。

三、船舶建造过程的控制

(一) 钢料加工阶段

钢料加工过程：

钢材备料——钢材处理线（矫平、喷砂除锈、底漆）——放样号料——构件边缘加工（切割、加工焊接坡口）——构件成型加工（非

平直构件加工成应有曲度)——船体零部件装配(平面接板、框架组立)。

关注的问题

1、钢料供应。船厂是钢材消耗大户，从产业关系看应该与钢厂建立利益共享的战略伙伴关系。

2、钢料加工应分道加工的路径。

3、提高钢材利用率

(1) 努力开展船体与舾装同步设计，以提高一次套料利用率；

(2) 在钢料加工中心留有充分的余料堆放、分检、再利用场地，一是可调用余料进行二次套料；二是利用余料切割法兰、肘板、人孔盖等制件；三是调用余料补充工装。

(3) 尽可能根据用料尺寸，多规格在钢厂组织定尺订货

(二) 分段制作阶段

1、分段是构成船体结构的实体。根据船舶建造工艺、场地条件、起重能力、周期要求等；

2、按几何特征分类分段名称

(1) 平面分段：平面板列带有骨架的单层平面板架；

(2) 曲面分段：平面板列带有骨架的单层曲面板架；

(3) 半立体分段：两层或两层以上板架所组成的不封闭分段；

(4) 立体分段：两层或两层以上板架所组成的封闭分段；

(5) 总段：主船体沿船长划分，其深度和宽度等于该处船深和船宽的环形分段。特别需要指出的是：立体分段和总段是由若干平面分段和曲面分段所组成，由于平面分段和曲面分段是分段建造中的基本单位，作为船舶建造主流程，必须组织流水线生产。

分段按其结构所属部位可分为：

- (1) 底部分段
- (2) 舷侧分段
- (3) 甲板分段
- (4) 首尾分段
- (5) 上层建筑等

3、分段制作阶段建造组织措施

- (1) 严格按批量顺序下料
- (2) 贯彻总装造船原则

为充分发挥船厂主要生产设施（船台、船坞、总组场地和起重设备等）能力，应将生产主流程即组织流水线生产的项目留在厂内，能够以中间产品组织生产和供应的次流程项目，尽可能以“分包”形式扩散到厂外，实行“专业化生产、社会化配套”。

- (3) 执行分段成品化交验

按照“壳舾涂一体化”要求，在分段制作阶段，应将该部位的铁舾件、管舾件、电气焊接件尽可能地全部安装上去，并完成分段涂装工事。在分段下胎交验时，上下道工序必须依据清单进行逐项检查确认，尽可能减少施工项目在工序间的流转。

- (4) 扩大总组吊装数量
- (5) 调整工序生产能力
- (6) 努力采用新工艺新技术

在分段制作阶段推行精度管理，逐步做到无余量下料、切割和装配；大力采用高效焊接技术；推行盆舾装、正反转予舾装等。

（三）舾装件（铁舾件、管舾件、电气焊接件）加工、集配、安装阶段

1、舾装作业与船体建造是并行分道组织（只是在讲述中排在分

段制作阶段之后),按施工阶段和区域分为单元舾装、分段舾装和船上舾装。分段舾装:当分段倒置时在甲板顶面安装,分段翻身后在甲板表面安装。船上舾装:当船体总装时和总装后,在船上一个舱室内或跨几个舱室进行安装。

2、舾装件加工、集配、安装阶段建造组织措施

(1) 为保证舾装作业与船体建造并行展开,必须努力作到舾装设计与船体设计达到同步。从设计关系看,船体设计是先行开展的,在船体设计提供背景图情况下,舾装设计才能确定设备位置、管系走向。

(2) 舾装集配中心的选址。在厂区面积充裕的情况下舾装集配中心尽可能设在厂内。

(3) 舾装集配中心的功能。

- a、按订货清单组织舾装件制作;
- b、对通用件、预制件等扩大预制并实行库存管理;
- c、对舾装件按类型、规格合理堆放;
- d、根据各托盘表的标识进行分检、配托;
- e、按指定的时间将托盘配送到指定的地点。

(4) 托盘设计与托盘管理“托盘”从形象看是一个钢质材料制成的筐,承载着托盘表所列的舾装件、连接件,按照一个作业小组 3-5 天的工作物量,送到指定的作业地点,所以也称“任务包”;托盘实质反映了一种管理思想,托盘表表达了完成工作单元的信息和指令。托盘表来源于托盘设计图纸文件的分解,设计人员必须执行托盘表不能“跨阶段、跨区域、跨类型”编制的原则,特别强调的是设计人员必须对生产进度、施工区域划分、现场施工条件及施工劳动量有较清楚的了解,否则编出的托盘表将会给现场施工造成混乱。

（四）船台合拢阶段

船台是船厂最重要的生产设施，船台合拢工程的组织和周期的控制，决定着船厂的产品产量。因此，在该阶段的中心任务就是如何缩短船台（船坞）建造周期。特别是对于拥有大型船坞的船厂来说，由于坞容较大，如何同时合理摆放几条船位并对各船只工程进度作到同步控制尤其显得重要。

围绕缩短船台（船坞）建造周期：

1、对于船体建造的要求是严格执行吊装计划组织连续吊装，从工程控制角度看：一是要避免出现“卡壳”分段影响吊装；二是要有充分的分段储备保证工程进度。

2、对于舾装作业的要求是必须在生产管理和作业单位建立起一个理念：“船下就是安装，船上就是调试”（最大限度地提高分段予舾装率），具体的要求是在分段制作阶段已将设备机座、管系、单元模块安装或制造完毕，在船台阶段主要组织各系统连接、管系泵压串油、电气通电等校验调试工事。

3、重视并组织“工序前移”工作。船台建造阶段在船舶建造工程中是组织难度大、投入劳动多的阶段：分段吊装、船上舾装、设备定位、主机吊装等交叉作业。船舶下水后一些关键项目，全部或部分在船台建造阶段完成。如着力组织发电机系统的管系合拢安装、密性试验、设备定位及调试，使船舶下水后尽快争取发电动车，为其他关联工事展开创造条件。

4、开展船舶下水完整性检查。为改变船厂在计划节点强行下水的传统作法，生产管理部门制定了各船只下水完整性项目清单，确定船舶下水前必完项目，以及部分跨期到下水后项目完工百分比。船舶下水前生产管理部门组织专项检查，经公司主管领导审定后才能

下达船舶 下水指令。

（五）水下作业阶段

该阶段主要控制项目为：船舶下水、发电机车、主机动车。

1、船舶下水是利用下水设备将船舶从建造区移入水域的工艺过程。通常的方法有重力式下水、漂浮式下水、机械化下水。

2、发电机车是一个标志性节点。它意味着舾装作业已经基本结束，各系统、设备进入到交验阶段。

3、主机动车象征着该船已经趋于完整，安装和交验也基本结束，施工重点转入到试航前的准备和完善工作。

在水下作业阶段对生产管理的要求：

1、船舶下水主要是安全保障。包括数据测算、潮汐情况、设备检查、下水作业的调度与组织。

2、调试工事的组织。过去系统和设备的调试是由生产车间承担的，但随着船舶建造数量的增加，特别是设备机电一体化程度的提高，调试工事的重要性日益显现出来。

（六）试航交船阶段

在船舶整个建造过程中，经常性地对各工程项目进行严格的检验与验收。在船体主体工程和动力装置等安装完工后，需要由船厂、船东和验船机构三方代表参加，共同负责船舶的试验与验收工作，试验与验收分两阶段组织。

1、系泊试验：是将船系泊于船厂码头上进行，船舶基本处于静止状态，其目的是检查船体、机械设备、动力装置、电气装置的质量和安装可靠性，使船舶达到具备试航的条件。

2、航海试验：是对新建船舶全面的、综合性的一次试验，试航前拟定有航海大纲，准备好必备的测试仪器和设备，在航行中主要测

试主机、操舵、抛锚、测速、回转、惯性、通导等试验。

3、航海试验后生产管理部门负责按清单组织完成扫尾项目、向船东移交备品备件；技术部门按照合同要求提供完工图纸和文件；质量部门按照合同要求提供产品质量证书；经营和财务部门在加减账项目与金额得到确认的情况下与船东进行价格结算。当交船协议签署后，船厂就完成了交船任务。