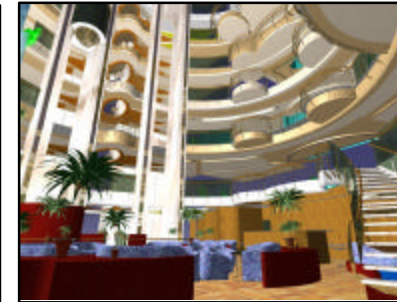
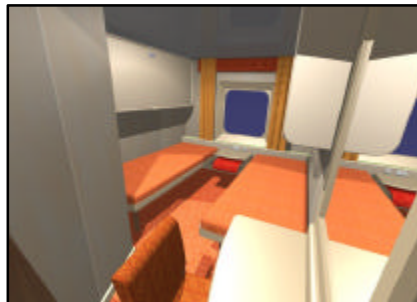
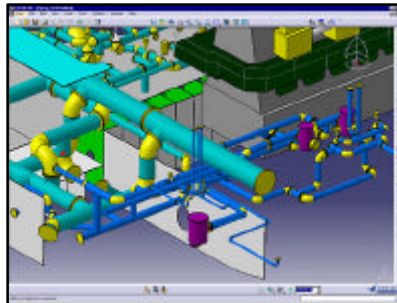
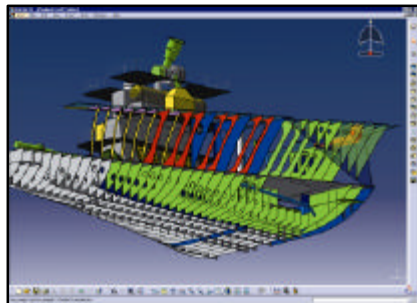
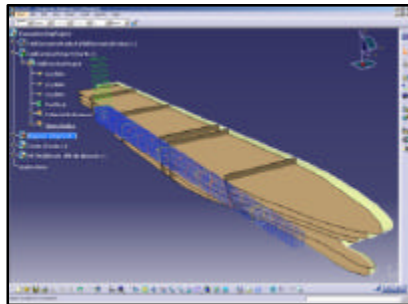


# 造船过程 - 挑战和机遇

IBM产品生命周期管理资源白皮书

第一版 2002.3



这篇白皮书是由Deltamarin 股份有限公司为IBM公司的产品生命周期管理所作，用以作为他们的市场、营销和支持的资源。它提出了商业环境的基本背景和在全球造船厂正在实现的设计生产趋势。不同造船厂之间有相当多的差异，但大多数都要面对在全球市场下共同的经济形势。因此，各个造船厂正在寻求新的信息系统，以支持更灵活的设计和更有效率的生产过程，他们的目标是通过创新的设计、更高的质量、更快的推向市场以及更严格的成本控制而提高其竞争能力。而为了实现这些目标，就出现了如下IT需求，如：协同工作、数字模型、仿真、变更控制、车间管理以及生产控制 - 即PLM解决方案。

尽管这篇报告大部分论述的是客轮和渡轮制造商的情况，但是，所述过程也适用于军用和商业造船厂。我们希望本报告可用于市场定位、销售和售后支持。这是第一版，欢迎读者为以后的更新提出意见和建议。联系方式如下：

**Dr. Edward S. Popko**  
**Worldwide Market Manager, Shipbuilding**  
**IBM Product Lifecycle Management Solutions**  
**IBM Corp. MS P540**  
**2455 South Road**  
**Poughkeepsie, NY 12601**  
**(845) 433-2689 FAX -9901**  
**e:mail popko@us.ibm.com**

**The authors of the paper are:**

**Markku Kanerva**  
**Director, Business Development**  
**Matti Lietepohja**  
**Director, Deltamarin Rauma Office**  
**Product Manager, Production Planning**  
**Petri Hakulinen**  
**Head of Project Department, Basic Design**

**DELTAMARIN Ltd Tel. +358-2-4377 311**  
**Purokatu 1 Fax +358-2-4380 378**  
**FIN-21200 Raisio Finland E-mail: info@deltamarin.com**  
**www.deltamarin.com**

**© Copyright International Business Machines Corp. 2002 All Rights Reserved**

# 造船过程 - 挑战和机遇

## 1. 航运和造船业 - 市场和经济形势

### 1.1 航运业总体市场形势

自1997年以来，航运业形势一直保持良好的，大多数船业部门已经进行了过去少见的扩张，尤其是集装箱、液化天然气和旅游客轮等航运的发展。

与此同时，全球大多数造船厂的订单已经充分饱和，首先是韩国，紧接着现在中国的造船能力也正在扩大，而欧洲主要的旅游客轮造船能力甚至在过去的几年内有了几乎成倍的提高。

当然，航运与造船的周期在很大程度上依靠世界经济形势和消费者的行为，但是，同时也更多地依靠某些特殊的发展需求，如西方世界的耗油量、汽车工业的生产模式、纸张消耗、休闲市场和节假日消费等。

但是航运与造船业的周期正在加速。随着良好的航运市场和更高的造船速度，在1999到2000年间，大多数航运部门的业主都接受了超额定单。而与此同时，报废船只的增长还不太明显，也就是说，这是由于那些老式的船只仍然在使用，以便尽可能取得更多的收益回报。

2002年造船厂家仍然具有过得去的工作量，但是定单却正在减少。随着厂家生产能力的提高，新船定单的竞争将会很激烈。新船的价格在2000年底和2001年初有所反弹，但现在看来，由于一些破釜沉舟的厂家的超量生产，其价格已经不可避免地走向大幅度下跌。这就引发了一个很大的问题：很低的出厂价格是否将会不可避免地再次助厂家起死回生？一个总体的市场预测是，船价将继续下跌，而最有可能恢复的时机最早可能会在2002年秋季出现。

对报废船只所作的长期预测表明，报废量相对于1990年后期的水平有30-35%的提高，达到了每年毛重17-18百万吨。正象在最悲观的预测中所假设的一样，如果真的变为现实，则有意义超量生产将不复在市场中存在，而造船市场好转的形势可能会在2003开始出现，而不是2005年。针对渡轮、客轮以及油轮的双重外壳要求所定的新的安全规则将会为至少一部分计划好的报废量做好准备，并且为早期恢复规划提供支持。另外，国际船只定级机构协会也正对批量运输提出新的安全需求。

据估计，到2005年造船业产量大约为毛重每年2千5百万吨，仅下降到2000年的合同的54%。然而根据以往历史的标准，这并不比二十世纪九十年代的大多数年头更差，而且是二十世纪八十年代典型水平的双倍。

然而，明白自二十世纪九十年代以来造船能力已经有明显的提高这一点是很重要的。对造船业而言，2002和2003年将是艰难的两年。只有近海船只的销售，包括浮式采油设备和服务船只，呈现增长势头。总体的经济恢复将对航运与造船业的复苏起到很重要的作用，而航运总是率先快速灵敏地感觉到经济恢复的行业之一。

### 1.2 对造船业的冲击

一般而言，1999至2001年间的造船价格恢复呈适度地，不均衡的分布。根据Fairplay统计，2000年的平均价格增长了8%，但是到2001底的价格却呈弱势。

一般说，造船厂都计划维持最大的产量，例如：他们会尽量生产最大负载的船只，这将降低单位船只成本并提高效率。一般来说，对维持就业的考虑的要比对最终发包价格的考虑更重

要。

主要由于中国造船能力的提高和新增的产量，在短期内全球造船能力将继续上升，到2003年差不多会达到15%的增长率。在过去的十年中造船能力不止翻了一番。

2001年，只有油轮和液化天然气运输船的船厂仍然保持定单增长，而其他用途的所有造船厂所接收的定单都在减少。今年将会是很艰难的一年，和2000年一样多的油轮和集装箱定单将会在市场萧条的中期交付。

在过去的两年，欧洲的主要市场 - 旅游客轮、渡轮、ro-pax 船以及滚装船已经相当繁荣。在整个90年代，远东的造船厂一直试图进入旅游客轮市场，而终于在1999年取得了不小的进展。尽管在1998到2000年间远东的造船厂得到了一些渡船定单，却促使欧洲的造船厂提高其旅游客轮的生产力，以保卫他们的市场。

尽管一些可选方案由于9.11事件的影响被迫推迟，但目前旅游客轮的定单仍然居高不下。1999年的新订单创了最高记录，其交付将持续到2006年。未来几年生产量将有很高的增长：2002年增长9%，2003年增长接近于14%，2004年增长7.5%，而2005年增长2%。尽管北美乘客数量的增长率与2001年的17%相同，然而自1980年以来平均增长率一直是8.4%。9.11事件后，美国的造船业在最初的萧条后恢复良好，但是相比前几年，其价格仍然很低。当前，在旅游客轮业务上，成本的削减是关键，由于真正的新船于2005年初期和之后才会交付，关于新船的正式讨论看来不会在2002年后半年前开始。

在过去的五年，渡轮市场已经相当活跃。地中海地区和尤其希腊的市场已经经历了与以往不同的新船建造的潮流。在此过程中，公众筹措资金已成为主要特点，但是不幸的是，这种情况已经不复存在。在此其间，一些巨额投资者被迫改变其意向，甚至卖出最近的交付。在北欧和西欧，在未来两年内，在计划对新的渡轮项目的投资比率降低的同时，又计划进行非免税销售，因而一些新的项目已被推迟。

在欧洲，液化天然气的运输船只、集装箱运输船只和滚装式船只传统上几乎都是垄断生产，但是现在，远东的造船厂已经占领了大多数市场，欧洲只剩下两种前景美好但竞争有限的市场：豪华游艇和海军项目。欧洲的一些造船厂已经成功地增加了在这两个方向上的工作。在此其间，一些海军用船造船厂正在重新考虑们进军商用船只的计划，他们以前曾经在这方面遭到创伤。因此，他们很可能会继续集中于他们的核心业务上。

此时，对许多造船厂而言，市场前景非常不好。而与此同时，欧洲政府对造船业的财政补助正在撤消，这使得地方造船厂更加难以竞争。对所有的造船厂而言，2002年是艰难的一年，欧洲尤其如此。政府决议也许会改变，但是现在一些厂家也许将不得不减少他们的生产量，或者甚至被迫停止新船制造。

很明显，造船业的市场形势正在促使他们采用更新 - 更有效的解决方案、程序和商业惯例。

### 1.3 安全和环境问题

由于一些意外事故，安全标准正在加紧制定，尤其是在渡运和旅游客轮事故持续发生后。二十世纪80年代和90年代后期发生的搁浅、碰撞和火灾事故在很大程度上促进了对客轮，尤其是对滚装式渡轮更严格的安全标准和要求的制定。

在美国，很久以前对油轮就有双层外壳要求的标准，但是不合格船只的逐步淘汰已持续了很长时间，这就造成了一个事实，即美国只有少部分的船主在从事国际贸易。

与此同时，散装船只也经历了同样的过程，由于几起事故的发生，导致了规则和设计的改变。对地方要求的强制执行比通过国际海事组织更快，欧洲联盟在这方面起到了很大的作用。

然而此时，安全环境中还存在两个主要的问题。大型旅游客轮的引进导致了对由此而产生的安全问题的广泛的争论，尤其是排空程序和救生系统的安全问题。而船主已经抢先一步在这两方面找到了解决办法，他们不愿被动地等待国际海事组织经过冗长繁杂的手续制定出的新规程，而是主动先采取安全措施，提高其所有船只的安全标准和质量。这样，简单、直接的实践就与风险评估的理论方法结合在一起了。船只定级机构和船业公司也都支持这种做法。

另外，假如等效设计的安全标准至少与现存的根据最新规则建造的船只的标准相同的话，那么等效设计方法不久就会通过，这在造船史上还是第一次。这将把轮船设计者从严格的规则要求，比如，关于配置布置等方面中解放出来，而给他们带来进行更商业化设计的机会。但是，设计者必须负责证明他的设计所达到的安全标准与最新规则要求的安全标准相同。而且，安全规则第一次不再是设计者为使设计和建造更容易、造价更低而寻找漏洞时的负担。而现在，设计者则面临着创造出功能和安全统一的最佳模式的挑战和机遇。近来数字化设计工具的发展则趋向于仿真和基于冒险的设计。

同时环境标准也和安全标准一样正在发展中。国际海事组织正在制定最基本的标准要求，但是地方标准和先行一步的船主却在这方面比预期的加快了好几年。对新技术的投资是很普遍的。

如果造船业本身还没有发展到必要的程度，那么新的安全和环境标准就只会成为附加成本。而对那些发展较好的行业而言，这些标准却既是挑战也是机遇。

仿真和基于冒险的设计方法将会是在造船设计中真正变革的第一步，但是却只有那些实现了有效的三维概念设计系统的厂家才会从中受益，这个系统必须与包括完整产品的模型和与所有相关部分关联的知识管理系统相连，。

## 1.4 造船环境

造船业是基础金属工业，它需要有大量的投入。而要想将生产设备转移到劳动力更廉价的地方是很不容易的，这一点和纺织业、生活消费品业或电子业不同。

二十世纪八十年代初期，欧洲的造船厂家自己生产建造了几乎占船只价值 70 - 80%的设备，如柴油发动机、转向装置、水密门、内壁板及船舱等。

由于日本和韩国进行大量的投入和造船业急剧的波动，导致了二十世纪八十年代早期的两个主要的发展趋势：一是造船厂的倒闭，如瑞典和英国；一是专业化和外包，如芬兰和德国。与此同时，欧洲的造船厂家也普遍采取外包形式。一般情况是，造船厂自己只生产建造占船只价格的 20 - 30%左右的设备，其余设备的生产和安装则由供应厂商、转包商和承包商提供。

在造船业，供应商起着举足轻重的作用，在协助厂家顺利解决主要造船能力和负载变化时，供应商在某些特殊领域参与并促进了技术的发展。发生在二十世纪八十年代早期的第二次石油危机加剧了外包的发展。造船厂出售了其所有多余的供应配件，而集中他们的核心能力，市场



的萧条使得他们不得不更加降低成本，而外包则是主要的解决方式。

在此过程中，欧洲主要的造船厂家之间存在很大差异。一些是初期的外包，包括设计和工程，而另一些厂家甚至将整个过程外包，包括工程、供应、安装甚至试运转。而地方供应业和基础设施的存在则对个别造船厂所采取的完全外包形式造成了很大的影响。

在意大利，中小型造船厂很依赖他们自己为数不多的劳动力，这些劳动力集中在结构、机械和管道系统等方面，而雇佣转包商完成交付和安装全套组装、内部设备、空气调节装置和模拟系统。在芬兰，造船厂为苏联建造专门用途的船只，厂家需要对基础设施和供应商提供必须的支持。英国、挪威、荷兰以及在某种程度上德国都受益于二十世纪八十年代到九十年代早期北海的近海船只制造业的繁荣。

造船业的供应商和转包商在欧洲北部和中部发展较快，德国、挪威、荷兰、英国、芬兰以及瑞典支配着全球的造船供应业。德国的供应商和转包商在全球业内最为出色，其发货单是国内造船厂的两倍。欧洲的造船厂逐渐倒闭，减少生产量，但是供应业的增长速度却比造船厂产量减少速度还快。在芬兰，二十世纪八十年代早期，造船业的工作人员为 18000 多人，其中大多数在造船厂，其数目比如今多多了。而目前在造船业的工作人员有 35000 人，其中只有 6000 工作于造船厂。

外包并建造大型北海平台的初期阶段并不算太成功，最典型的问题是成本超出和工程拖延。虽说可寻找到更廉价的供应商和劳动力，但其进步却微乎其微，这就导致了人们对工程管理、工程协调以及工作流程作更进一步的分析。人们意识到他们还不能同时做到大量外包而又降低成本。不同参与者之间的技术协调很难处理，而进程安排、安装管理和相互协调更是增加了其复杂性。

在许多造船厂，设计和工程转包仍然按照每一个基本项目（钢铁、管道、机械、设备、电力等等）进行实现，但是实际的安装阶段应该和工程同时进行。设计和工程协调已经成了新的要求。

很明显，远东的造船集团需要紧随欧洲之后。由于受 1998 年韩国和远东的金融危机的影响，韩国的公司将不得不受行业分支所限而分裂为更小的单位。这个过程一旦完成，业界将不得不考虑实现造船厂和供应商之间的合并问题。而来自中国造船商对韩国和日本国内市场的压力则会加快这个合并过程。很明显美国造船业在商业市场上经过几年的磕磕绊绊后将会继续致力于海军用船。

因此，欧洲将会继续在其基础设施、供应和转包商业上保持优势，而其它地区则不然。这将为欧洲在造船周期和近海用造船业方面提供一个巨大的缓冲。尽管造船厂经历了困难的几年，但供应业将会继续保持商业、投资、研究开发以及相关综合大学的运转。在该领域，知识管理系统、产品建模技术和系统的并行工程创造了进一步发展有效作业共享、减少交付周期和降低成本的额外机会。

## 1.5 造船业的发展趋势

二十世纪九十年代造船业技术的发展比以往任何时候都要快。快速引进了新的原料、设备、系统和布置。造船厂曾经促进了这个过程的发展，以后也将继续发挥其重要的作用。然而在造船业的长途跋涉的过程中，供应商已经明显地起到了中枢作用。其主要表现在，他们首次和船主一起引进了新技术。这个过程中，独立的顾问事务所也起到了重要的作用。在很多方面这是

一种很正确的思想方法，比如，采用非传统的方法，通过结合新的技术和系统，开发更好更有效率的整船配置。

目前某些类型的船只主要采用柴油发动机的燃气涡轮机器。二十世纪九十年代旅游客轮采用吊舱内推进装置。现在的喷水发动机释放的能量是二十世纪八十年代后期能达到的10倍。许多船只的服务和安全系统也取得了相似的进步。旅游客轮的自动控制和机械控制系统也从只采用具有几百个警报点的简单系统发展到现在采用的具有超过10000个警报点的复杂的多级系统。

虽然技术推动了发展，但是造船厂却把这种发展看作一种威胁而非挑战或机遇。这主要是基于两个简单的事实：责任和统计。造船厂依靠统计估计成本，尤其是牵涉到生产和安装工时方面。如果引进新的技术或系统，造船厂自然地就会估计到，必须额外花时间来学习新技术或系统，这就需要更多的工时，即使新技术实际上减少了工时的需要。

然而，由于有连续三年的良好发展过程，造船厂已经有了在生产、工程和设计系统的新技术上进行投资的自由。至少在详细工程设计阶段，三维建模技术完全可以设计完整的一艘轮船，甚至是一艘旅游客轮，这已是不争的事实。合同和基础设计仍然主要以二维为主。然而，目前一些正在进行中的项目，比如由欧盟投资的项目，就着重采用三维、虚拟现实设计工具和产品建模方法。

在二十世纪八十年代早期的萧条时期，欧洲许多私有造船厂被政府机构所接管。而政府也是通过造船厂 补助体制来避免高失业率以及抵制日本和韩国在造船业上的投资。如今，许多这样的造船厂已按计划走向私有化，但是，任务非常艰巨，尤其是在不赢利的情况下。比如，Kvaerner 厂是集造船业、石油和天然气业以及建筑业为一体的厂家，但是这个模式并不成功，Kvaerner 厂已经打算出售其造船厂。

也许合并和兼并是市场上的大玩家的出路，象 Aker-Kvaerner, Northrop-Grumman, General-Dynamics, 以及 Bazan-AESA 等,接管是另一种方式,比如欧洲海军用造船业的一例, HDW. Fincantieri 厂已在今年实现私有化，西班牙的 IZAR 也打算实行私有化，但是被推迟到了 2004 - 2005 年。

在供应商市场，自二十世纪七十年代后期也逐步开始走合并、接管和兼并的路子，而主要的联合大企业都在二十世纪九十年代形成。ABB, Rolls Royce 以及 Wartsila 是这个潮流中的代表，由于其集中在造船业特定的领域和系统发展，因而成为佼佼者。

供应商的合并是无庸置疑的，尤其是造船厂把力量集中在他们的核心业务，并且寻求更大的合作伙伴时。然而，这也会使在设计和知识管理系统以及 IT 技术上的巨额投资更加方便。

由于大多数造船厂正在寻求新的合同，未来的两三年的竞争将会很激烈。中国的造船业已在本和韩国的市场上分一杯羹，同时中国的中型造船厂在欧洲主要的领域，如滚装式船只、产品和化学运输方面也已占领了相当的市场，这对欧洲的中小型造船厂不啻是严峻的考验。

尽管较小的航运公司传统上都不愿意走出他们的领地区进行新船建造，但是现在却不得不为之。现在，一些欧洲中西部的造船厂正在失去他们在本地的市场，因此他们想通过与东欧的造船厂等的合作来寻求突破。很明显，韩国和日本的造船厂则打算尽力争取液化天然气油轮和近海用船只的市场，而在渡船订单上将会更加不遗余力。

对一些欧洲的造船商，海军的订单可能是救命稻草，但是，其市场依赖于经济增长的形势。在经济萧条时期，政府实际并不想大量增加军费支出，尽管市场正在经历一个小小的繁荣。

造船商之间的竞争主要集中在基本造船要素上，而不管市场和竞争，。特别是在直接销售已经是不可能的情况下，技术转让已经成为合作的一个方面。中国的液化天然气运输项目是一个典型的例子：两三个船主向国外有经验的建造商定购一艘船，要求在短时间内交付，其它的船只则通过含在进口合同内的技术转让手续在国内建造。

在将来，造船市场将会由势均力敌的三方统治：船主，供应商和造船厂。船主的合并则会产生更大型的公司，它可以安排资金管理、在新船订单中实现规模经济，并可促进产品生命周期管理。而船主则利用供应商提供的最新技术进行新船的概念设计和配置。

供应商通过标准化、模块化以及作更广范围的功能供应商而非纯粹的设备供应商来寻求更大的市场。由于服务和维护在市场中日益重要，供应商在产品的生命周期管理中将会发挥重要的作用。

与此同时，造船厂则似乎对产品生命周期管理不起任何作用，或者对其不感兴趣。对造船厂而言，产品的生命仅仅意味着从合同签订开始到担保期满为止。对于在这之后，他们并不感兴趣，因为，造船厂并不涉足产品的长期服务和维护。

## 1.6 未来的机遇

对造船业而言，未来的机遇来自于许多不同的方面 在此仅列出几项，如：其它工业、IT 技术、安全需求以供应商业的不断扩大等。

现在航运和造船业正面临着标准化的问题。作为一个技术密集型产业，无论是在设备选择，还是系统和布置方面，相当数量的新船或多或少还是一种原型。建造基于标准模型和部件的原型船是挑战，也是机遇，在这方面，造船业可以向自动化工业学习经验。

然而，要走这一步还有一个主要的先决条件，造船厂必须了解，对自身详细需求的标准化意味着要有附加的成本，而在全球市场的标准化则意味着机遇，尤其对供应商市场来说。单个造船厂的标准化需求应该全部取消，标准化应该面向更大的市场。

规则修订可以帮助这一过程的实现。导航桥就是一个很好的例子。目前，导航桥都需要上千个设计工时和长时间的交付周期，而它们总是最后完成，这样就延迟了系统试行的启动时间。导航桥的标准化布置，是由国际海事组织制定的一项安全措施，而同时对生产车间而言也是一个机遇，能够在短期内交付和拥有即插即用的连接的标准化导航桥可以缩短安装时间，并提前最终试行的启动时间。

无论是技术产品，还是过程协调，在很短交付时间内完成原型建造对工程管理和协调都具有相当大的压力。在这个过程中，参与者的数量是很重要的，尤其是在点对点时，最典型的问题是出现不协调的信息通讯。具有使用方便的产品模型的集中的知识管理将会排除较大的通讯问题，并同时进行修改错误，这样就节省了时间。而通过发展造船厂与他们的设计、设备和系统供应商之间的合作关系，就有可能在流畅的、集中的信息处理系统上进行投资。

## 2. 目前的造船过程

### 2.1 背景



如今，世界上大多数的造船业都基于如下原则，比如，结构建造模块化，最大程度实现部件全套组装，将全套组装模块化到单位，利用配件预先制造完成管道作业、管道运输和电缆盘、管道包的预先装配，以及单位设备的全套组装，如船舱、冷冻室等。所有这些要求同时完成设计、工程和安装。设计和调度的协调已经成为最难完成的中心任务。对全套组装而言，在如期交付设备是至关重要的。而更重要的是在设计时应该及时得到信息，这就是说，是设计推动了采购操作。因此，一些造船厂将依赖主要设计的采购作业转移到设计和工程办事处，而不是在另外购买的办公场所完成采购作业。电子商务在此过程中将会发挥作用，而当产品模型和数据库结合时，电子商务更会起到核心作用。

船只定级机构和权威认证的作用虽然比不上供应商和转包商，但也不容小觑。这在设计和安装阶段是很重要的。在整个过程中，重要的和关键的信息转递依然是最大的障碍。在某个方面或系统中参与的项目数量经常达到 6 至 9 个，有些是重叠的，而有些是连续的。在一艘长途游轮的建造过程中，所涉及到的项目数目很容易就达到 300 - 400 个。因此，信息管理是至关重要的。

## 2.2 造船过程

造船过程是各造船组织间的一个复杂的相互作用的过程，包括船主、合伙人、供应商、船只定级机构和权威认证机构。大部分情况下船只是一次性产品，作为一个明确的项目进行处理。这个过程是公认的，但是在不同的造船厂之间由于其船只类型的不同而稍微有所变化。

通常造船过程的描述与实际的建造事件发生的时间点相对照。其主要建造事件如下：

- 投资决策
- 合同签订日期
- 建造开始
- 龙骨铺设
- 船舶下水
- 交付（船）

这些重要事件对筹措资金和支付报酬是很重要的，但是过程本身所包含的却远远更多和更复杂。实际上，传统的步骤已失去其原有的意义，而更重要的是制定计划。所有的造船过程中的步骤都可以在时间表中制定，每一步的开始时间和持续时间都可以相当精确地做一估计。造船厂的任务就是根据可用的生产设备和资源来维持和调整整个时间表的进度控制。

如果我们着眼于建造过程，那么所有的参与机构和股东或多或少都会参与到整个过程中。这样要交换的信息量自然也就随建造进程而变化，而造船厂却要与其他参与机构之间一直保持交流。

在整个过程中起主要作用的参与者为：

- 船主
- 造船厂
- 船只定级机构
- 政府权威机构
- 顾问和工程办事处
- 设备供应商
- 转包商

## - 承包商

其中的关键是船主和造船厂。其他机构的作用则根据整个工程的不同阶段而变化，但是整个工程的参与过程是标准化的。

这些股东所关心的利益是大不相同的。船主关心的是根据合同条款准时接受一艘高质量的船只。权威机构和船只定级机构希望这些船只能满足所有相关的标准和规章。供应商和转包商则在寻找满意的商业机会。这就导致了在很多时候出现了利益冲突和问题，而这些冲突和问题都必须成功解决以维持建造过程的顺利进行。造船厂和它的管理层在组织处理这些事件的时候起到了重要的作用。最终，造船厂负责在技术上和经济上以合理的方式建造出船只。

造船厂的管理层必须能访问到所需的信息来制定正确的决策。优秀的计划和一份有效的企业资源管理系统应该提供给管理层所需的决策工具。这样一旦造船厂根据制定好的总体进度表履行船只合同时，其管理层就几乎没有任何机会可以阻碍整个工程的顺利完成。因此，一份出色的计划组织和计划手段甚至要比高管层重要得多。如果有良好的支持，甚至普通的管理人员都可以成功地完成整个工程，但是，如果他们所需的信息是错误的，那么就算是高级管理人员也会失败。一系列错误的决策经常使最初的出发点模糊不清，结果导致看不清最终目标。不幸地是，当失去原始出发点后，就不得不制定一个新的修正的计划作为新的出发点。

通常，造船厂将新船建造过程以项目形式运作，也就是说设立一个由直线机构组成的整个项目组织。项目经理和他的项目研究小组管理整个项目。项目经理经常向有相当决策力的常务董事汇报情况。然而一个交叉型组织的实际情况是，生产线管理人员不必理会项目经理的特权，尤其是当几个项目同时进行的时候。一般情况下，项目经理必须清楚了解船主和权威机构间的所有信息交流，这样他才可以调节整个项目中的任何变化。

签订合同后，船主还具有监督作用。船主监控根据技术规范进行设计和建造的每一部分。他们也会为供应商和承包商指定生产厂家清单。对客轮项目，船主一般会通过自己的建造厂对其进行内部设计和装修，由造船厂提供验收原料，如图样拷贝和设备数据，以及安排整个生产过程中的验收。

权威机构具有和船主类似的监督作用。他们检验设计和核实所有计划安装的部件，以检验是否满足标准和规定。权威机构也检验设备供应商所供应的设备。然而，通常设备的鉴定已经远远超出了造船厂的控制能力。因此，供应商必须通过必需的鉴定和认证才能交付产品。

大多数情况下，由供应商提供的产品和服务应直接向造船厂提供，无论供应商是设备供应商、作业转包商、还是承包商，这意味着造船厂要承担全部责任。对于任何信息变化，造船厂都必须协调，包括时间表、成本控制以及重量控制。然而，信息交流的线路会变长，这就造成了某些信息块的丢失。

## 2.3 典型的造船过程

典型的造船过程可按时间顺序分如下几个独立的阶段：

1. 合同筹备期
2. 合同 - 建造开始
3. 建造开始 - 交付
4. 保修期

如前所述，这些阶段与主要临界事件和相应的进度相对应，每一阶段都包括几个主要的活动。

### 2.3.1 合同筹备期：

在合同筹备期间，造船厂必须根据船主的要求制定合同说明书，提出合同价格和船只交付日期。这需要项目研究开发小组、计算小组、计划小组和采购间的紧密合作，在产品高级性能上的竞争是可能的，但也总是值得尝试的。然而，在对造船商的最终选择上，价格始终是唯一最重要的因素。当然，造船商的记录也是很重要的。

在某种程度上来说，概念设计主要是由船主推动的，尽管造船厂也经常参与其中。现在，很多船主主要是用他们自己的专家和外面的咨询公司来提供合同的主要部分，留给造船厂所要处理的是合同的很少一部分。这样船主就容易得到更多可比较的方案。合同设计是相当重要的文件，因为它在技术上和经济上都明确地定义了造船工程。在这段时期制定的决议说明了主要可变化的部分，这样以后的改变就很困难，并且要付出很大代价。

合同设计的后一阶段则是价格计算。在选择好指定的设备后必须很快地做出设备价格估算。这需要采购部门的良好配合。采购小组努力在技术角度和商业角度处理主要的设备，这样一旦船只合同签订，就立即使这些设备到位。然而，技术规范的质量和其他合同规定原料的质量对这一过程有很大的影响。而定义规范的产品模型、数据库帮助以及电子商务加快了这个过程的速度，提供了产生更可靠的数据的潜力。

这时，生产计划小组制定一份初步的建造策略，为项目开发小组提供必须的建造指导准则。建造策略是工时估计的基础和一份初步的生产进度表。计划小组的作用非常关键，他们决定了可能的交付时间和工时估计。

在合同设计阶段，权威机构就参与进来，对所需的标准进行专门解释。通常，船只定级机构在项目的初期，在一些特殊的领域和问题上也会参与进来，尤其是涉及到有选择的设计时。船只定级机构具有双重作用，在很多时候他们也充当了权威机构。

虽然各个造船厂的实际情况不同，但是一般由项目工程师和销售经理负责保证合同中的材料选择和计算的正确性，成本估算总是做到尽可能精确。这些信息要向销售经理和常务董事汇报，以便他们负责设定实际的合同价格。

在合同筹备期能起到作用的小组和个人为：

- 船主和他的代表，如顾问
- 常务董事
- 销售经理
- 项目工程师
- 计划编制小组
- 计算小组
- 材料主管
- 调度小组
- 资金主管

文件的数量并不太多（商业项目）：

- 合同公文
- 生产计划文件
- 计算文档
- 初步进度表和建造策略
- 与船主的函件
- 与船只定级机构和权威机构的函件
- 有限的设备数据和与供应商的函件
- 合同文件

在海军项目中，一般在合同签订时还包括一项完整的基本设计。

### 2.3.2 合同 - 建造开始阶段

合同签订后，船只的规格和价格也就相应地确定下来，在很大程度上，交付时间也就确定了。但是，合同的签订总是推迟，这就影响了重要的设计和生产的时间。对造船厂来说，没有合同就开始主要的作业，尤其是采购是很危险的。因此，在计划签订合同后就立即开始计划的所有作业，并且预先准备好所有必需的资源，这些步骤是很重要的。

此时基础工程和采购就会完全交替转换进行，这样的目的是为权威机构和船主的批准以及为详细（生产文档）工程准备文档。时间总是很紧迫，项目的成功很大程度上依赖于造船厂对船主、造船工程师、船只定级机构、权威机构以及供应商的协调和驾驭能力，做出快速、及时的决策，以满足进度表的要求。

但是，通常这些股东却没有多大的合作意向。他们总是认为生产进度表是由造船厂负责的，而不是他们。他们总是不能理解和适应造船厂在是否决定购买设备时的压力，而这些设备不可能在一两年内就能安装好。然而，他们却忘了现在所作的设计需要了解这些设备的数据知识。

基础工程需要在合同中指定设备和系统的准确信息。技术人员向采购小组提供技术数据，并负责尽可能高效地购买设备。但是有时候他们却太专注于价格，却忘了生产进度。采购进程规划自然地受生产进度制约，但是，在很多情况下，关键步骤还是由对设计信息的需求决定。船只成本的80%由基本设计阶段决定，由于这个原因，基本设计和采购部门应该目标一致，精诚团结。

船主、船只定级机构和权威机构检验和批准基础设计方案、计算和布置。对造船厂来说，批准时间在某种程度上是不能预料的，对项目来说也是未知的。对客轮项目来说，批准过程更加复杂，因为船主的造船技师起到很大的作用，在整个过程中他们也许会做很大的修正。完善的项目管理工具、良好的项目组织以及对信息快速改变的迅速应对能力能减少风险的发生。

建造启动阶段后就是详细工程启动阶段。通过估计必需的交付周期和设计时间，就可以决定详图设计的开始日期。在理想情况下，基础工程会在详细工程启动之前完成，但是这几乎是不可能的，一般这几个设计周期总有时重叠。对基础工程进行认真的规划可有助于控制这个问题。不同原则之间的协调也是很关键的：可以肯定，没有必须的管道系统和设备的数据，结构设计阶段就不可能进行得太快。

计划是为详细建造策略和总体规划而准备的。建造策略对详细工程而言是绝对需要的，因为大多数设计方案是基于每一个特定元素如何建造和安装的信息的。建造策略和总体规划一起，为主要设备设定所需数据信息。这些信息对采购部门制定交付时间是必需的。

设计进度表是根据总体规划和工程图纸目录制定的。生产进度表是“圣经”，设计文档必须在生产过程开始之前准备好。

根据总体规划进行计划工作，制定出细化的生产进度表，这对正确地管理资源，包括承包商的交付、转包以及造船厂自己的资源管理而言都是必需的。（供应商和转包商的跟踪系统也很关键，因为这些系统一般不直接和造船厂的系统相联系。）造船厂所用的进度表也将随之被修正。造船厂将分配工时，并在系统流程的生产作业中进行预算。

- 在这个阶段起作用的小组和个人为：
- 项目主管
- 工程主管
- 基础设计项目主管
- 基础设计小组
- 详细设计项目主管
- 详细设计训练主管



- 详细设计小组
- 生产制造主管
- 计划制定主管
- 计划小组
- 采购小组
- 船主（设计检验小组）
- 船只定级机构
- 政府权威机构
- 设计师
- 转包商和供应商协调人

### 2.3.3 制造开始 - 交付

在整个造船过程中生产的初始阶段是很重要的一步。在此之后，费用就会急剧增加，对造船技术或进度表做附加的变动将变得相当的困难。

详细工程会与生产一起持续很长一段时间，尤其是在电气设计方面更加体现了这一点，甚至到交船时间也还在进行电气设计。实际上设备的每一部件和其附带系统都有电子元件，而且这些组件的数据通常很晚才会得到。

详细设计的目的是为有效地制造和安装提供足够的文档，随工程图纸附上的材料和零件目录同样重要。正常情况下，这些都是由设计小组在造船厂的材料管理系统中直接建立的，同时还建立时间表，以保证在生产中在正确的地方使用应该使用的材料。在计划期间，计划者从仓库支付材料，并将之派送到相应的工作场地。如果没有所需的材料或者送到的时间不对，那么有问题的步骤就必须重新修改，这样会给其它的关键途径造成延迟。在转包商参与的范围，时间非常重要。

完成生产过程主要需要三个要素：资源，材料和生产设备。维持这个平衡需要全体设计人员，计划小组和材料部门的共同努力。

生产过程的开始是钢制零件制造和部件制造。钢制零件的生产是一个明确的过程，并且相对容易操作和控制。如果按照工时和材料费用进行计算，甚至在一艘结构复杂的船只，如客轮中，钢制零件的总量也并不太多，但是，钢制零件和整个船体是所有组装作业的基础，对项目而言，在钢制零件生产过程中的任何一点失败都可能会引起大量的问题。

在不同的部件和大型部件的装配阶段，全套组装作业起始于管道系统、钢制零件组装、装置、电缆、绝缘等的安装。要达到的目标是在最大化部件数量的同时，得到最早的组装件。一般在这个阶段转包商都会参与进来。

有效的变更管理在生产过程中是关键要素之一。生产文档的变更可能由很多的原因引起，其中包括：

- 船主的需求
- 造船工程师的变更
- 来自船只定级机构和权威机构的要求
- 发生了改变或者延迟到达的设备数据
- 设计中的错误
- 设计延迟
- 设备交付延迟

如果设计期限很短，并且和生产阶段有时间上的重叠，那么由于变更的增多而产生重大影响的危险增多，并且变更管理的作用也加大。设计和生产运转的快速和交流的流畅是至关重要的。如果造船厂能减少所需的生产交付周期，那就会有更多的处理变化的机会。

计划部门一般负责为每个项目建立跟踪系统。跟踪基于估算时间、使用时间和工作进展的评估。跟踪的准确度很大程度上取决于对工作过程的评估。评估一般由经验丰富的工长或者生产工程师完成。由于缺乏合适的评估手段，因此，评估经常多少带有主观性。最坏的情况是，工作过程是通过比较使用时间和估算时间来评估。尽管这个过程在技术上很简单，但是却有可能出现很大的误导。

跟踪报告是唯一最重要的媒介，通过跟踪报告可使造船厂管理层了解到在一个项目中所发生的事情，以及应该做什么来克服潜在的问题。进展报告和消耗的工时自然可计入财务部门的成本计算中。

单个系统和船只本身的试行以计划部门预定的测试计划为基础。由于生产进步可以阻碍系统各组件部分的有效检查（如船舱或护墙板后的管道系统），因此具体系统的开始出售时间很早。在实际投入运行时，必需要有确定的文件资料，包括设备出现问题时的相关操作和维护手册。通常，由设计部门准备必需的测试草案。这些草案包含实际测试程序，包括压力值的测试，每分钟转数测定等，以及需要根据规格说明书测量和检查的值。

试行小组负责组织试验并安排所有在测试期间需要参与的部门。

#### 2.3.4 保修期

保修期从船只交付时算起，一般为期12个月。在这个期间，船只的每个与系统规范不符的地方都被记录下来，并向造船厂汇报。如果出现的问题需要马上解决，造船厂会负责安排其适当的随船维修小组进行维护。

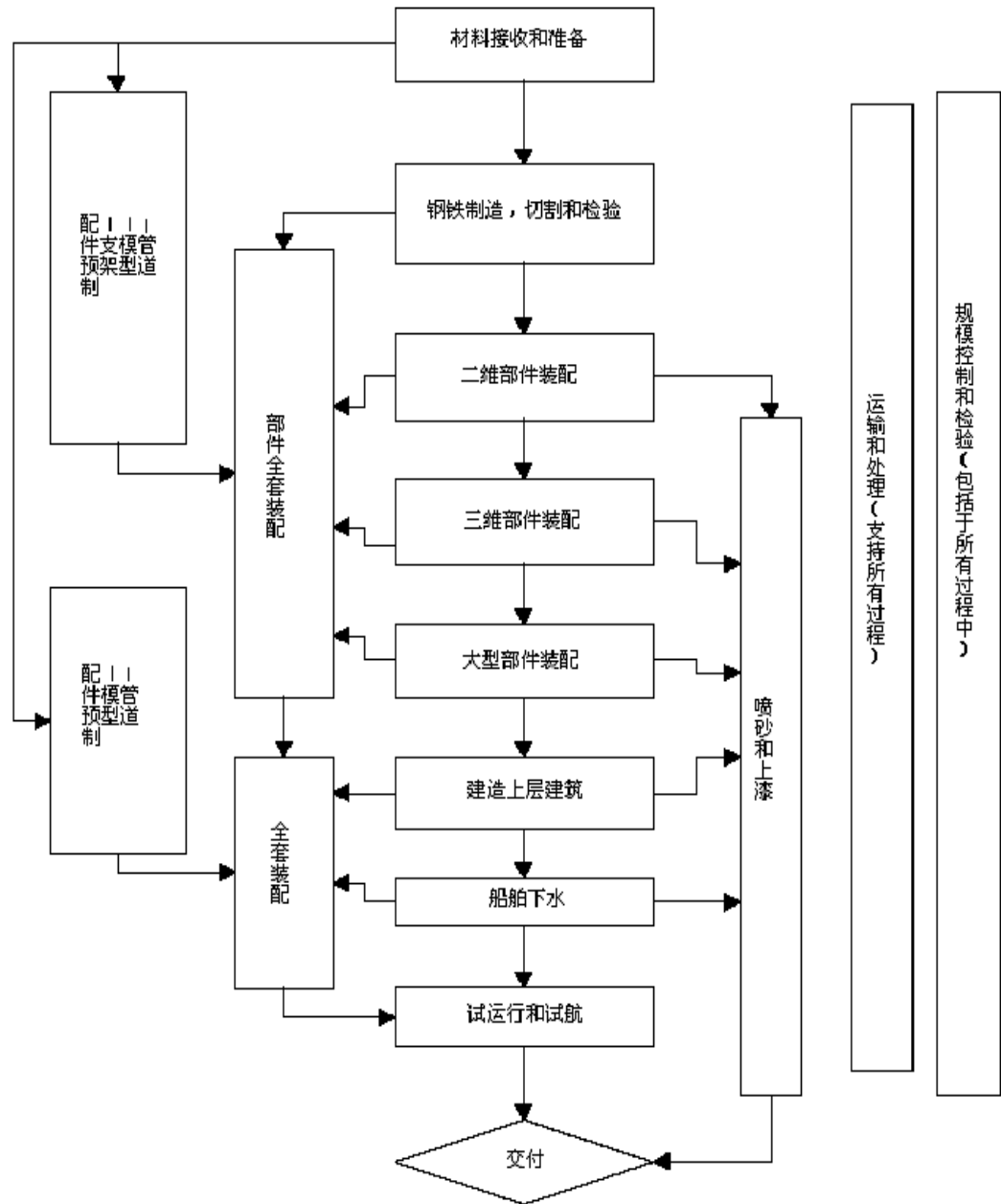
在此阶段中出现的有些问题可以等到保修期的最后，船只被送到造船厂进行保修时。到目前为止，这种方式对几方而言都是最经济和方便的解决方式。

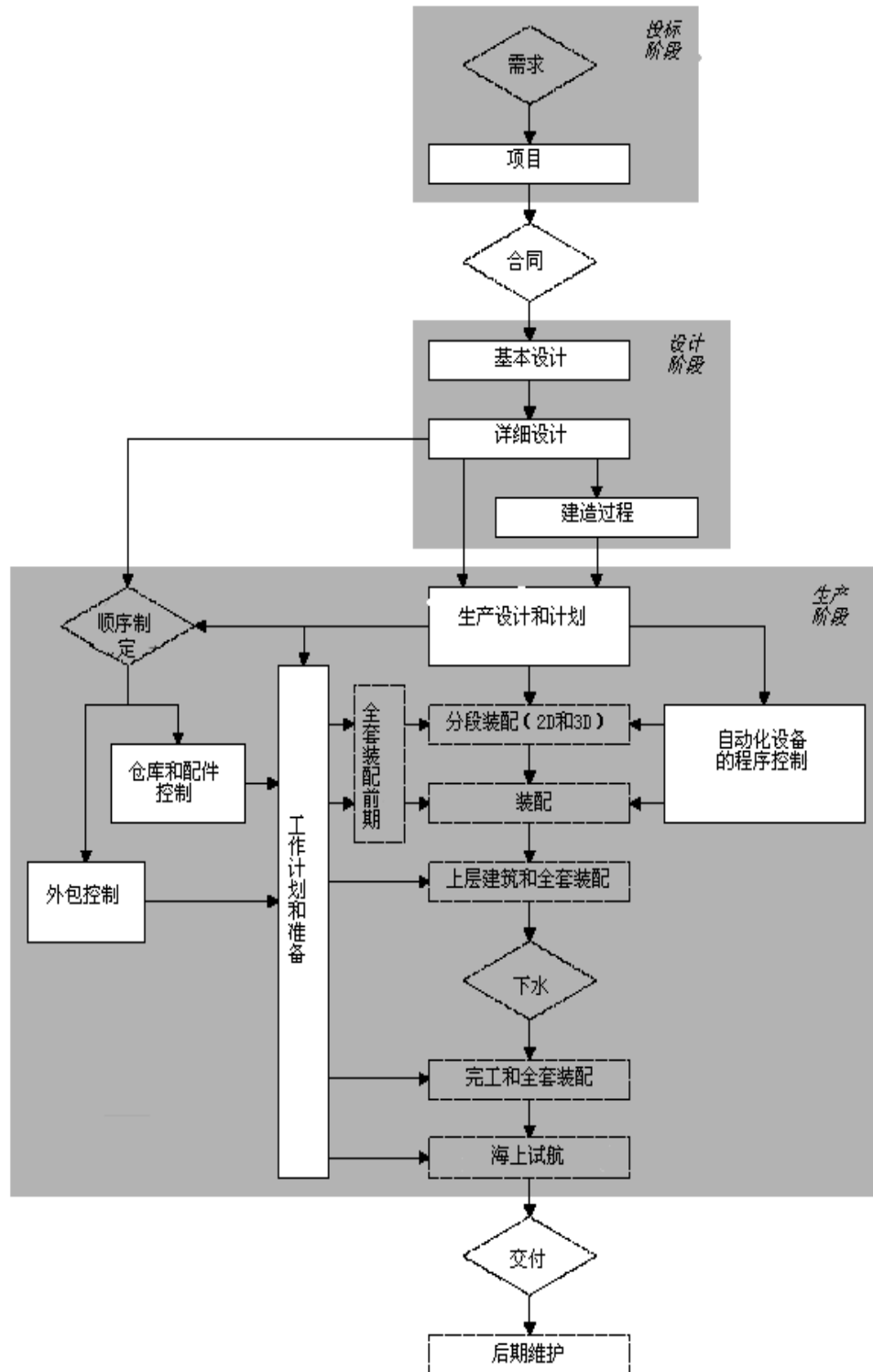
通常造船厂会指定一个保修工程师来充当船主和设备供应商之间的联络人。保修工程师必须有一个非常全面的系统信息数据库，包括所有的操作和维护手册，并有权使用设计文档。

为确保能及时地得到设备供应商的反馈，直到保修期后期，一些确定的设备价格才会公开。考虑到一些设备在交付前的安装时间也许会超过一年，采购小组必须保证设备的保修期可持续到船只安装后的第一年全年。

保修对船主来说具有特别的意义。他一般会直接和供应商协商，以便得到额外的保修和备用的零件，而没有造船厂的参与。对供应商而言，这对扩大他们的服务范围和维护业务来说则是一个机会。

典型造船过程示例







### 2.3.5 造船厂之间的不同之处

各个造船厂其基本的造船过程是没有多少区别的。在小型造船厂，有可能会发现它的造船流程和一个具有其100倍工人总数的大型造船厂的造船流程完全一样。

I

如果不同的造船厂的主要进程安排可以比较的话，那么要在他们之间进行区分是很困难的，因为他们的进程表中的步骤都是很相似的。在一个造船过程中的作业都必须按照确定的顺序，并且要占用预期的一些时间，但是这并不总是牵涉到尺寸或是重量。比如，部件的全套组装要花两周时间，而这与部件的尺寸并无关系。受限的因素是工作空间（一些人可以有足够空间对一个部件进行装配），并且安装作业必须要按规定的顺序完成。

尽管造船过程相似，但是在实际中的实现是非常不同的。自动化的水平大不相同，并且转包合同的工作量也非常不同，在仪表板生产线阶段和在部件阶段的全套组装水平也有很大的不同，一些造船厂早在仪表板生产线阶段就完成了85-90%的全套组装。这导致在管理过程上有很大的不同。

要完成的工作量和转包量越大，项目管理和技术协调任务的要求就会越多。因此，需要有完善的工具。

## 2.4 初期项目设计

初期项目设计指从最初的概念设计到合同签订的阶段。这个阶段一般为期3-12个月，很大程度上取决于设计的类型和市场形势。

这个阶段包括定义符合实际的主要特征、载货能力、性能和规格，以及充分的设计信息量以计算船只的成本、潜在收益和项目可行性。

### 2.4.1 参与者

在旅游客轮、ro-pax和专用船只项目中，一般是由船主自己或其顾问完成对其技术上的初步思想和规范的说明。造船厂则关注出价部分，很多时候也会根据所有者的技术需求来帮助开发初始设计。

在这个阶段最重要的决策者是船主的造船主管，他领导船主的设计小组。一般在这个小组中发挥重要作用的人包括一位资深轮机工程师或造船工程师、销售管理人员、有时候也许会有一个船长。船主的资金主管负责决定投资经济方针，这当然非常重要。

在这个阶段最重要的设计者是项目工程师，他可能是某个顾问，也可能来自于造船厂，他管理在初始设计阶段的设计工作，设计的质量很大程度上取决于他的眼光、经验和水平。

权威机构和船只定级机构一般不参与这个阶段，除非设计特征太过新颖，超出了他们制订的标准。

### 2.4.2 初始设计的范围和时间预测

一般包含下列材料：

- 规范说明

- 规格定义
- 总体装置布置
- 主作业流，仿真
- 机械布置
- 结构原理(船身中部部分)
- 轻载计算
- 船体形状
- 油箱布置
- 完整稳性和破损稳性
- 动力计算
- 电气和热平衡
- 建造设计
- 3D 模型
- 其他（如果还有）一些特殊项目

为合同的预算时间从一艘简单船只的500小时到一艘复杂的旅游客轮的10000小时不等，其中包括了对超出上述所列的其他很多特殊的研究所作的预算时间。

当在开发一个新的船只原型时，很明确，尤其要采用一个称为等价设计的方法。等价设计并非基于现在的规则，而是基于安全和模拟研究的结果。

### 2,4,3 设计工具

最重要的设计工具是多用途的二维 CAD 程序，最常用的是 AutoCad 软件。总体布置、机械布置以及船体中间部分都是利用这种工具进行绘图设计。船体形状，液体舱布置和稳定性计算则是用一种专门的造船学程序，设计客轮时最常用的是 NAPA 系统。

其他部分的设计则运用标准办公工具比如 MS Office.

外部、内部和货物空间的三维模型的使用将会越来越多，不久之后就会代替二维工具。基于仿真和安全性的设计也将出现。很明显，将来会广泛地利用参数化的三维模型和良好的产品模型进行设计。

## 2.5 基础工程

基础工程是当船只处于功能级定义时的设计阶段。在这个阶段最重要的任务是：

- 对所有规程的基本设计
- 审批（来自于船主，权威机构和船只定级机构）
- 详细说明所需材料
- 采购和详细协调设计进度表

### 2.5.1 参与当事方

基础工程一般都是由造船厂完全控制。有些造船厂试图完全靠他们自己完成基础工程，而有些造船厂则利用转包。然而对后者来说，所有单个规程的管理还是由造船厂所掌握。造船厂一般将基础工程作业分散到不同的各个设计部门。这些部门通常有下面这些：

理论（造船工程师），船体（构造），内部，装配，HVAC，机械，电气和自动控制。

在所有部门中，一般都会任命一位规程主管。规程主管负责在他所设计领域内的所有活动，并将之向负责总体设计的项目主管汇报。

一般设计事务所向造船厂出售其设计能力。在特殊情况下设计事务所也可向造船厂提供完全承包设计，包括基础工程和详细工程。

在这个阶段审批部门是最重要的。至关重要的是他们遵循审批进度，互相协商并认真考虑船只的规范说明书和造船合同。

### 2.5.2 更改控制

基础工程阶段只维持几个月时间，当然，这取决于所造船只的类型。在这么短的时间内，会出现大量相关联的信息。因此，由于各个部分相互依赖，设计组织部门处理这些更改的能力就相当重要。在适当的时候将信息发送给适当的人员是成功的关键，同时体现了高效审核修改的能力。最糟糕的是，同一船只被描述为 9 个不同的模型，而这 9 个模型中没有哪一个可被很好地协调。因此，知识管理系统是很重要的。

### 2.5.3 设计与采购的交互作用

大部分在基本设计阶段需要输入的信息依赖于实际选择的设备。与采购之间相协调的设计工作是很关键的，否则就不能与生产进度表相符合。

一般来说，造船厂根据设备的重要程度将它们分到不同的组。人们最关注的是最重要的设备（可影响主要成本，并在进度表中最重要，大概有 40 到 80 个）。要明白，那些投资数百万美金的相当重要的设备从订购到交付差不多需要一年时间，这样就使得造船厂在合同职责上不能很灵活地处理。

相比之下，便宜设备的采购就很容易，但是却占了设备订购数量的 80% 左右，这些可以由设计师决定或者由基本年度协议而定。

## 2.6 计划和协调

计划和协调过程是造船过程中最重要的工作之一。在一个造船项目中计划失败可导致很严重的后果。可能的冒险因素有：

- 生产时间的误算
- 设计时间的误算
- 承包和转包预留不足
- 不正确的进程安排
- 负载量估算错误
- 设备使用估算错误

工时误算是制定计划中最具破坏力的错误。误算可导致其中任意一个或所有其它问题的出现。过少估算工时会使船只的价格太低，引起资源估计不足从而使进度安排过度紧张。另一方面，过高估算又可能会使造船厂失去合同。甚至就算是拿到了合同，也会出现散漫的进度安排、浪费工时的情况。

一个项目的协调完全基于建造策略和按计划制定的生产进度表的不同水平。生产进度表和建造策略一样，给造船厂提供了明确的指令，哪些生产活动是造船厂根据其自身的资源所承担的，哪些必须将之转包。跟踪系统根据这个划分建立，并按生产进度表进行项目管理。在少数情况下，转包商可能被迫直接参与造船厂跟踪系统的建立，这是到目前为止最有效率的方法。

但是，这与惯例相抵触，一般情况下跟踪系统是通过转包商提供的例行报告进行协调的，这个报告以一个适合于造船厂的指定模式给出。这可能存在一个问题，因为大多数地方转包商是中小型企业，他们对生产进度表，跟踪和报告系统并不熟悉。

生产计划可以划分成如下几个阶段：

- 投标阶段
- 订立合同阶段
- 设计阶段
- 生产阶段
- 结束阶段

下面，从计划的角度描述不同的阶段，包括下列作业：

## 投标阶段

投标阶段是实际签订造船合同前的一段时期，包括投标准备以及进行技术和商业上的协商，目的是得到造船合同。在这个时期计划部门会参与很多，负责估计生产工时、生产工期以及可能的交付期。这个估算工作的出发点是基于造船厂的生产能力、现有生产工作量和可用设备的情况。

生产时间和交付时间的评估需要已有一个大体的建造程序，包括一份进度图和初步总体计划。在总体计划中的生产时间和估算的生产时间取决于造船厂的统计数据库。通常都需要经验丰富的计划者的判断来修正现有的数据，以适应有问题的项目。

确定承包商和转包商的数目是很关键的，因为他们在成本组成和进度表有很大的影响。这一数目要尽可能地留有余地，以确保这些资源的可用性。

对交付日期的可靠的承诺是计划信息中的关键部分之一，并通过计划将之向管理层和造船厂销售人员提供。

计划的出发点是为了：

- 造船厂的生产进度表
- 设计时间（通常由设计部门估算）

计划小组需准备如下文件：

- 生产时间
- 建造策略
- 部件划分（船体装配部件）
  - 船体装配“连续装配步骤草图”
  - 投资建议
- 造船厂工作量：



- 设计/规程
- 生产/规程
- 主要进度表
- 主要设备的时间安排

## 订立合同阶段

在造船厂完成合同签订的过程中，生产计划重点和投标阶段相同，但是其目的是提高估算的准确度。

生产时间将会按规程的层次不同而进行分解，需要的承包商和转包商的数量也会随之确定下来。

在订立合同期间，留给制定计划的时间根据商业形势不同有相当大的不同，通常情况下，需要下面所列的文件：

- 造船厂进度表 + 新合同
- 设计时间
- 生产时间
- 大体建造方法
- 承包和转包计划
- 造船厂工作量：
- 设计/规程
- 生产/规程
- 主要作业表
- 主要设备的时间安排

## 设计阶段

设计小组对不同的设计工作需要不同类型的信息，包括生产计划的数据，与此同时生产进度表的制定也开始进入到详细的阶段。

由计划产生的信息包括：

- 最终建造方法
- 最终转包商和承包商计划
- 目标设计时间/规程
- 目标生产时间/规程
- 设计进度表
- 生产进度表
- 设计直方图和 S 曲线图
- 生产直方图和 S 曲线图
- 图纸清单的时间安排
- 材料清单的时间安排

## 生产阶段

在生产阶段，生产计划所要关注的是：

- 主要项目的确定
- 计划信息的修正

- 前期输出的更新
  - 跟踪和进展的报告

跟踪系统必须在没有延迟的情况下操作，因为对潜在问题的快速反应会将潜在的危险降低到最小程度。

将承包供应商和跟踪系统集成是至关重要的。

## 结束阶段

在结束阶段，要对项目进行后期计算。然后对所有的经验和教训进行分析，以便在将来的项目中提高生产能力。

分析数字数据，并确定关键数据的最终值对新合同的计算相当重要。

生产计划的任务包括：

结束报告

原计划/实际建造方法

原计划/实际工时

原计划/实际生产进度表

原计划/实际生产力

原计划/实际承包供应交付进度表和合同

## 2.7 详细工程

详细工程的主要目标是为生产和材料部门制造船只提供充分的信息。详细工程基于基本设计文档、建造策略信息和造船厂的水平。

几乎没有哪个造船厂拥有足够大的设计部门能够在造船厂内部完成整个造船项目。通常有好几个设计事务所参与进来，一部分设计要与承包供应商和转包商签订合同，交给他们完成。这就形成了一个在所有参与当事方之间的复杂的信息交互网络。

传统上，造船厂具有协调作用。但是，这个协调作用也可由顾问部门来完成，顾问部门主要负责工程技术工作，也同时协调转包商的设计工作。目前大多数的工程和设计工作都是在三维设计环境下完成的。这大大有助于实现设计小组间设计信息的接口，给所有人提供相同的系统和数据库。然而，有时候这对小型转包商是个问题，因为他们通常只采用二维绘图设计系统。

三维设计需要在模型和作业工程图纸中所示设备的所有组件的数据库。其中包括所有影响制造和安装的具有物理尺寸的设备，包括那些需要空间和与系统中与其它组件有关联的设备。

对一个造船厂来说，要维持这个组件的数据库很不容易。它必须毫无问题地包含从专用管道夹线板和阀门到主要发动机和推进器件的数千个项。造船厂一般的组装组件，如楼梯，也必须有其模型数据。

设计作业通常是在工程项目主管组织下完成，规程主管则负责向他报告。按惯例造船厂所配置的规程为：

- 钢制零件和结构设计

- 机械设计
- HVAC 设计
- 单元装配设计
- 内部装饰设计
- 电气和自动控制设计

设计小组和设计师负责处理的信息量相当多，包括：

- 基本设计文档
- 设备数据
- 标准规范和规章
- 合同文档
- 造船厂家级别
- 造船厂材料系统信息
- 造船厂生产信息
- 设计手册
- 建造文档

一般信息的协调和分配是规程主管的责任。为了避免设计中出现代价很大的错误，规程主管必须确保新数据的每一部分都能及时地分配到负责不同规程的相关人员手中。

对设计机构来说信息管理是最大的挑战，因为大量的基本设计和设备数据必须在短时间内可用，并且被分配到每个设计者手中，无论他们是在造船厂还是在分布于世界各地的任何一个设计事务所里。这些信息经常变化，需要设计供应商和设备承包供应商对于每个设计规程内部、设计规程之间的变化都认真对待。

然而，生产主管可以直接有权使用设计文档以及传达他们的命令、要求和在线建议已经开始日益普遍。

## 2.8 生产制造

生产过程的设计文档首先由工作计划部门处理。工作计划人员的工作范围取决于设计文档是如何建立的。在有些造船厂，设计人员是在经过协商后的建造描述说明书和建造方法的基础上建立工程图纸的，在生产中并没有专门的工作计划部门。每个工作阶段都有专门的工程图纸，包括相关零件的明细表。

在这种情况下，工作计划人员只需要得到工程图纸和零件明细表并准备其相应的工序。工序包含连续的工作作业，这些作业都在进度表中说明，进度表具体到每一步过程的期限的细节，期限是根据造船厂的统计和计划人员的经验估算出来的。与此同时，计划人员从仓库中找到并挑出所需要的材料。如果所需材料没有库存，那么与之相对的工序就必须推迟进行。

计划人员还要负责装载独立的工作站。他们试图通过组织工序来使装载工作更顺利，这就要求更大的容量（比如更易调换位置），或者通过转包来达到目的。这是一个连续的优先权排序和调配过程。

工序交给生产部门，由生产部门分发给负责的工程师和主管，他们负责组织实际的工作。

在一个典型的造船厂，有下列几项明确的生产阶段：

1. 钢材预备
2. 钢制零件制造
3. 管道预制
4. 组件预制
5. 部件装配
6. 部件全套组装
7. 大型部件装配
8. 大型部件全套组装
9. 船体建造
10. 区域全套组装

## 钢材预备

钢材预备包括喷砂和底漆。一些造船厂并不做这些工作以及下一阶段 - 钢制部件作业部分，而是采用外包形式来完成。

## 钢制零件制造

在钢制零件制造过程期间，所有需要完成部件装配的钢制组件都要生产出来，包括切割的钢板零件，可弯曲的船外壳钢板，切割和弯曲轮廓等等。通常，自动仪表线是零件制造的一部分。并且，在这个阶段也同时制造小型组件，如有加强板的T形钢梁和小型仪表板。

## 管道预制

大多数船上安装的管道是在管道车间预先制造的，在一个特定空间，预制管道的比例可超过90%。与船上的安装工作相比，预制部分更加容易，生产出的管道精确并且安装简单。如果没有预先制造，造船工程师就必须为管道制造和安装多花费3-10倍的工时。管道包是将预制管道组合到预制包中，预制包可以用同样的方法安装。

设计部门决定预制工作，并为管道车间提供管道轴的工程图纸，这个工作经常是以外包形式完成的。有时候，管道车间的生产完全是数字控制的，这意味着车间不再需要工程图纸了。

在预制过程中准确定时是很重要的，因为在钢制零件生产的开始需要最基本的管道轴，必须正确制定时间进度表，并且在生产中在需要管道之前，必须有充裕的制造时间和交付周期。

## 组件预制

在组件预制中，与其相连的系统部件，如抽水泵、过滤器、热交换器、阀门以及电气装配都在它们共有的构架中一起制造。可在车间将组件完全安装并进行功能测试。在部件装配阶段，如果空间开阔，并且可直接起重，那么组件的安装非常容易。

组件制造经常由转包公司完成。有时这可能是一个完全承包工程，在这种情况下，由供应商负责设计和提供原料。有时候由于受空间限制或其它条件所限，必须以特殊方式进行组件设计，因此，由造船厂提供设计和主要系统部件。

在这种情况下，造船厂负责调整设计和原料，以便符合时间安排。通常，由设计人员在设



计工作阶段决定原料的时间安排。

组合预制管道包和组件是建造复杂机械空间的一种非常有效的手段。但是，这需要设计文档、工作和安装区的协调及安装的管道都非常优秀。

## **部件装配**

船只可分成大型部件，而这些部件又被进一步地分成各个部件。一个大型部件的重量根据造船厂的起重能力有很大的不同，从100吨到1000吨不同。一个大型部件由几个部件组成，一般是4-8个。

在部件装配阶段，在钢制零件制造阶段制造的钢制零件和小型组件被装配到部件中。一般这个装配场地离零件制造地点很近 经常是在同一车间中。起重和运输能力决定了部件的最大规模。

## **部件全套组装**

全套组装工作开始于部件装配阶段。典型的需安装的全套组装部件包括双底管道，在一个复杂的部件或者大型部件中安装双底管道是很困难的。通常这个工作被称为“热组装”，意即此时要使用焊接设备，因为如果在后期使用焊接设备，油漆将会遭到破坏。

留给组装工作的时间很短 只有几天或一周。预制组件和其它原料必须可用，或者全套组装必须在以后的阶段完成。但是，由于在建造时组件可能不能用而必须修改，这样就大大增加了成本。

## **大型部件装配**

大型部件装配仅仅只是将装配和组装好的部件进行安装和焊接。通过使用大型部件，可以把装配和全套组装工作从造船坞带到装配车间，在这里，这些工作可在有工棚的环境下进行。与此同时，这个过程减少了到泊位的起重次数，也缩短了开工建造到下水之间的停放时间。

## **大型部件全套组装**

在大型部件装配期间也一直持进行着全套组装。正确计划的组装总量是相当大的。在某个定位空间内，几乎全部完成一个大型部件，包括照明设备是很常见的。

部分组装工作和大型部件装配工作同时进行。在进度表中为部分组装工作专门预留一段时间是很正常的。这段时间可以是2-3周，这取决于大型部件的复杂程度。

在全套组装时期，大型部件需要为储存和设备准备一个建造空间和辅助空间。建造空间的进程安排由生产计划部门制定。在大多数造船厂，由于在特定时间都有大量的部件同时建造，因此必须要认真制定建造空间的进程安排。

计划小组维护部件作业在造船厂的日常进度，原料主管调整这个日程表，以确保能按时按地输送所需原料。在此期间，有大量的转包公司和造船厂自身成员参与相关作业。

## 船体上层建筑架起

船体上层建筑架起阶段（也就是“停放时间”）开始于龙骨铺放，包括在造船台上安装第一个大型部件。

起重和连接大型部件的顺序制定是以停放时间尽可能短为原则的，因为在总生产力中造船台作业经常是一大瓶颈。

在客轮建造中，公用场地的组装工作会需要花费很长时间，在船体上层架起的安装程序完成过程中，重要区域的工作越早进行越好。这意味着塔状架起程序优先于普通甲板建造程序。

## 区域全套组装

在船体架起期间，各部件被焊接在一起后，就没有部件这个概念了。因此，在此之后对原料，工程图纸和作业而言，部件就不再是一个参考量了。

取而代之的是，必须开始使用区域这个概念，区域是在项目的第一个阶段中就定义了的的概念。生产计划准备了区域图，根据实际边界、空间类型或承包的范围，区域图将船只分成不同的合理的作业区域。

所有设计文档和原料根据区域的定义进行标示。相应地，需要制作跟踪系统和进度表，并进行该区域的所有协调工作。

造船厂指定区域主管，这些主管是经验丰富的生产工程师，他们负责其所在的区域内的所有作业，可能包括与转包商、供应商、船主、权威机构和造船厂本身的工作小组几方的交流。区域主管由一个小组支持，这个小组由一个工长、一个设计联系人员和计划人员组成。

舱室和公用空间的内部全套组装一般以承包作业形式完成。当承包作业按计划开始时，区域主管必须确保所有在内部镶板等工作后的全套组装能够安装、测试和审批。这段时间内任何的延误都可直接引起严重问题，可导致推迟交付，或者至少推迟内部全套组装的开始时间。

内部组装的承包作业可引起这种情况：造船厂在同样的区域具有象一个转包商一样的职责和工作。为避免这种情况的发生，就有可能制定称为“钢 - 钢”的承包合同。包括造船厂只提供裸钢墙（至少要必须定义穿透度），靠转包商进行设计、制造和安装所在空间的每一件设备。造船厂必须提供目标日期，转包商必须负责该区域的区域工作进度表、资源规划和原料管理。造船厂基本上只关心可能会妨碍相邻空间的启动的进度报告和贯穿始终运行的系统。

对造船厂来说这是个简单易行的解决方案，但是为承包公司设定了新的开端。他们必须管理好几个类型的工作，从钢制零件全套组装到电气安装，以及所有设计和工程，因此不能只用一个规程。事实上造船厂将它主要部分的职责转给了承包供应商来完成。

只有在欧洲造船业最先进的国家才会发现承包供应商所需要的基本结构。它需要一个合作关系并且具有共同工作的经验。这种形式可能是将来发展的一个热潮，现在大多数欧洲的旅游客轮和渡轮的造船商正在向这个方向发展。

## 欧洲制造旅游客轮的不同方法

对造船厂来说建造一艘旅游客轮是要求最多的项目之一。建造旅游客轮比其它的商业用船需要更多的工时和更多的原料成本。目前，即便是欧洲的大型造船厂也没有足够多的工人来建造旅游客轮。他们甚至从项目初期的设计工作开始就需要大量的转包工人和承包商及供应商的支持。

在这种情况下，大型和中型造船厂具有相似的境况，尽管中型造船厂由于其自身能力所限必须更多地依靠转包。另一方面，这种情况可使小型造船厂发挥他们更少管理成本和更大灵活性的优点。

通常大型造船厂具有更大的起重和运输能力的优点。正象前面所述，这可以减少停放时间和全部生产时间。如果造船厂有更大的生产面积，那么在同一时间就可以建造更多的部件，部件的全套安装时间可能会更长。如果空间有限，从钢铁制造到船体上层架起的生产过程就必须更加简单，更加快速。

也有小型造船厂圆满完成大型复杂船只建造项目的很多先例。成功的秘诀就是有一个良好的、长期的合作型转包商网络，转包商清楚地了解造船厂的情况，再加上一个高效率的可协调各方各面的管理系统。

然而，小型造船厂来有更大的财务风险，因为项目正常周转时间有好几年。

## 2.9 试行和保修期

系统和整船的试运行是一个从钢制零件制造的最初阶段就开始的持续过程。对所有作业中的大多数都需要船主、船只定级机构或者权威机构的核准。这个核准是常规过程，在生产进度表中有其相应的安排。

系统的试行是一个多方面的行为，开始于制造厂的测试和核准并持续到在全套组装工作期间局部安装的批准，结束于系统质量测试和海上试航。

造船厂有专门的人员负责最重要的系统，比如空气调节装置。他们的任务是跟踪系统安装并做相应必需的工作，以确保安装和试行的成功。区域主管负责试行其它系统。

设备制造商负责安排工厂测试，该测试基于购货合同中描述的进度表。造船厂概要地向船主和船只定级机构介绍测试工作，也要提供它们参与的机会。测试协议作为设备装载的一部分进行交付。

试运行过程中需要很多文档，包括：

- 安装图纸
- 测试程序
- 测试协议
- 设备的技术说明书
- 操作手册
- 权威机构的正式批准和认证书
- 生命周期管理模式/文档

收集和准备文档的责任主要属于设计部门和采购部门。通常，由专业设计师准备测试程序和协议，采购部门负责检查具体设备的文档的有效性。

收集的文档作为交付文档的一部分给造船厂的全体人员。操作、服务、备件以及安全手册的可用性是非常重要的。

## **保修期**

保修期在合同中设定，从船只交付后开始，一般为12个月。在所有保修期中，造船厂负责替换和维修任何在说明书中规定了，但却无法工作的系统。

造船厂协调在保修期的行为，甚至即便故障是出在由制造厂商担保的一个明确的系统或者设备的某一部分中。

因此，保修工程师必须有一份系统信息的数据库，包括所有的操作/服务手册，并有权使用设计文档。

然而，一般船主总会直接与供应商协商为主要设备和系统提供附加保证。

## **3. 挑战和机遇**

### **3.1 经济挑战**

在造船产量方面，造船业在经过两年的良好形势之后，随后的两三年将会非常艰难。就象以往的很多次一样，新的造船量在造船市场的低谷时期的中期产生，然而这一次，在市场恢复之前会经过好几年的低谷。

迄今为止，欧盟和韩国间关于造船资金补助的对话还没有具体的结果。这意味着资金补助很可能会以某种形式恢复。随着市场的全面萧条，补助并不是有效的解决方案。他们甚至可能会产生投机性的定单，并在航运业方面进一步增加生产能力的过剩。海军用船定单也许会给一些造船厂带来生意，但是只是在非常有限的几年内才有，并且数量非常有限。

大部分造船厂在整个二十世纪九十年代实现了项目的成本削减和节约，在这方面几乎没有更多的潜力了。需要更多根本上的方法。合并和兼并造船厂是一种选择，但是这无助于促进成本降低。在一个传统企业中树立一种新的企业文化并不容易。将造船厂完全地重建后可能会成功，就象Kvaerner Warnow 所做的一样。但是 Aker 和 Kvaerner 的合并仅仅导致了两个非常现代化和高效率的造船厂在相同的市场上工作并利用同样的基础构造。

合并和兼并终究会发生，但是这个过程的产生结果可能是更多地减少产量，而不是提高竞争力。一个更大团体里的每个造船厂都应该寻求其专门的市场和独家产品。重叠的产品会导致造船厂决定将最具竞争力的地点重复地生产这些产品。

当然更大的造船业团体将为作业共享、标准化及配件预制提供更好的基础，很明显它们具有更大的购买力。然而，要利用这些潜力，他们基本上还有两个障碍。一个是文化问题，另一个是原型产品的产量的变化大。

在文化上，许多国家，甚至仅在一个国家内，已经经历了在相似的造船厂间进行深层合作和统一标准的艰难过程。对不同国家的各造船厂而言这个过程更具挑战性。当然关键之处在于更好的信息流。通过对一个造船团体中的所有造船厂都适用的公共知识管理系统，所有的标准、程序、系统等等都应该很容易使用。使用一个有效率的，团体间共用的企业内部网，引进一个

团体类型标准是有可能的，同时考虑到集中在每个造船厂的原型类型的变化。专业化是在造船团体内实现高效的另一途径。

当然，更大型的团体的好处之一当然是资金方面的好处。这对欧洲造船厂集中生产制造旅游客轮和渡轮尤其重要。吸引人的资金也许会使利润至少提高了5% - 最多的时候可达10-12%。一些船主能自己解决资金问题，但是大多数船主仍然需要帮助，尤其是那些更小的公司和新成立的公司。

建造用资金也相当重要。尽管现在货币相对地有所贬值，其利率在可预见的将来依然保持很低，但是仍然需要适当的担保。一个好的商业计划和最初的抵押贷款也许并不够，在造船的资金筹措上主要是股票、租赁和债券等业务。然而通常由于近来股票市场和一些债券业务形势很差，这些融资手段已经不在选择范围之内了。

## **3.2 机遇**

### **3.2.1 合作**

造船厂之间的合作已经讨论了很多年，但是在造船业并没有起到任何实际的作用。最好的例子就是在小型和中型造船厂之间的合作。比如，荷兰的几个造船厂已经在钢材准备方面进行了联合，由一个供应商完成钢材切割，并交付为造船厂生产准备的钢制零件。

几个西欧的造船厂正在东欧的造船厂建造船体（比如在罗马尼亚），那里的劳动力成本很低，而又具有相对出色的钢材生产能力。实际上，在那里有两种方式可以节约成本。一个是在全套组装中参与的劳动力成本的节约，另一个是由于减少了在船上的安装工作的工时所引起的节约。一般说来，对于同样的工作，在船上完成比在钢材车间的仪表生产线完成需要多两到三倍的工时。

欧洲的造船厂是一个松散的合作组织，主要开发新产品，比如，普通油轮的设计。然而，只是在西班牙，有一个这样的设计最后实现了建造。Coredes 是与此相类似的一个西欧的造船厂松散的组织，其目标是由欧盟投资的共同研究和开发项目。然而，大多数这样的项目只与生产中的新产品和/或新技术有关，与工程、生产、采购、基础构造、系统及其改进只有很少的关系。

在造船业的核心领域维持合作是比较困难的。日本和韩国都存在这种情况，可能在中国也是一样，尽管他们的系统是非常集中的。

但是在采购、工程、配件预制、标准化和外包上的更深层合作的机会是很多的。这种情况很可能会先在日本出现，在日本已经可以在开发公共知识管理系统过程中看到更深层合作的征兆了。

合作需要造船厂之间更好的链接和进行更好的信息交换。当几个不同的造船厂的供应商市场组合成一个单一的市场时，采用标准化的设备和系统，安装在这些造船厂生产的所有船只上，这样，合作方式即可实现成本节约。

很可能船主会很欢迎合作，因为合作可以在备用配件、服务和维护有效性方面为他们节约成本。

### **3.2.2 原型设计 - 标准化**



在航运和造船业中原型依然还是一个很大的问题。整个行业是受技术推动发展的。业内在不断地提出新的技术解决方案和产品，这些技术解决方案和产品在安全、性能或维护方面改善最终产品的同时，原型需要设计和工程的努力、需要与周围所有的空间和系统相协调、需要额外的计划、需要新的试运行程序及培训。

尽管造船业被认为是一个保守的行业，但是还是出现了供应商，船主也正在要求快速采用新技术。现有的技术也会很快逐渐淘汰，这导致了许多已经有 7 到 10 年的历史的船只的设备、原料和系统都不再生产，并且其备用零件也不容易找到。但是，当引进新的方案时，建造和安装过程以及造船厂主要的建造程序还不会有所变化。这是发展的一个障碍，也应该能转化为一个机会。在有些明显的方面，比如合作伙伴的协定、良好的生产模式和造船过程仿真工具等方面这种机会可能会转变为实现。

对安全、服务和维护来说标准化是相当关键的，在这些方面应该很容易实现标准化。按照船只功能将供应商合并是实现标准化的方式之一，例如，一个动力供应商，一个安全系统供应商、一个服务系统供应商、一个船货系统供应商等。目前，一艘旅游客轮或渡船的厨房在最多时候可能是八个公司的产品。不久，我们希望看到能将其减少到最多两三个。

很明显，原型设计应该受船只最重要和最关键的特性所限，应该与船只的需求相一致。另外，产品应该基于标准化的配件、系统和模型之上。

### 3.2.3 外包 - 供应商链 - 合作伙伴

造船业的外包工作从两方面开始：劳动力和专门设备。不均匀工作量（主要是对于确定的全套组装和安装任务而言）的工作外包给专门的公司，在这些公司需要有专门的技术，或有时只是为了降低成本而外包。特殊设备，如货物装卸设备和装货口盖需要外包，因为它们根据船只类型的不同有很大的变化。内部全套组装是另一个需要外包的工作，包括船舱和公用空间的设备、嵌板和安装。工作量的最高限制和节约成本已经成为外包的主要动力。

外包允许更小的专业公司在很小的固定机构工作，以减少间接成本。这样做的目的只是为了降低成本，然而，甚至在 5 - 6 艘船的系列生产当中，连续船只的相同空间竟会由多达三个不同的公司建造，人们仅仅考虑直接购买成本。一些造船厂已经开始回顾由供应商和转包商引起的资金方面的后果，并且如果供应商和转包商有太高的利润，就对他们进行制裁和控制。这可以通过提高附加要求和增加下一个项目合同协定的难度来达到这一点。这种政策已经导致了破产并且几乎影响了一些转包商对他们的产品、程序和系统的开发。

然而人们也许已经得到了教训。外包太过于受购买成本所限，对大型外包项目来说，造船厂的程序和系统并没有准备好。大多数造船厂已经出现了对转包商和供应商进行协调的困难。所有的大型旅游客轮建造商已经有他们首选的供应商名单了。

对设计、工程、安装、尤其是协调和跟踪程序的规划并没有进行合理的管理。设计文档的需求、对不同的转包商和他们的安装时间和程序的考虑等这些问题并没有经过认真地考虑。同样，笨重的计划和跟踪工具作为一个整体由造船厂使用。但是小型转包商并没有财力使用这些工具，尤其是降低成本是唯一的动力的时候。

由于计划、跟踪甚至变动的管理信息没有到达供应链的最底层，导致了混乱、花费极高的后期改动和时间的损失。

应该在所有不同的工作阶段中都考虑到设计和工程工作，这些工作在什么地点完成、由谁负责、开始和结束是什么时间，这要求运用合适的工作方法。同样需要适当地跟踪工作的进展以避免某些严重的情况，例如，在仪表生产线上完成全套组装的计划和设计是不正常的。然而经常由于没有及时完成采购而引起原料的延迟，这些工作也会被推迟到装船阶段。这意味着不能采用自顶向下的工作方法，而是所有的安装工作必须采用自底向上的方法，即用脚手架重做以前准备错误的工作，这样就造成要用比原来多两三倍的工时来完成任务。

一份计划和跟踪系统必须足够简单，并且包含所有的转包商和供应商。在整个供应链中都必须有设计文档和变更管理，在安全方面也是一样。系统安装、管道和电缆安装的成本削减也许会在无意中破坏系统预定的可靠性和安全性。

很明显，外包的成功需要紧密的合作关系，大多数造船厂的管理层都明白这一点，并且正逐渐地在合作关系上建立起他们的供应网络。一旦供应商和转包商了解到长期客户关系的可能性时，他们就会更易于接受在设计、工程和项目管理及协调系统上的投资。

基于技术和项目协调的产品建模是进行实时跟踪和管理的重要工具。一个出色的三维产品模型是设计和项目协调所必需的。

足够的（并且仅仅是足够的）信息对所有参与者应该是实时可用的。信息量应该限制在最基本的范围内，否则效率将会遭到损失。整个过程中的所有参与者都必须能够得到初始信息、方案处理、进展状态以及进程改变等这些信息。

### 3.2.4 承包合同签订 - 份轮船

为了避免太多的接口，使供应商更加专注于他们的职责，提出了签订承包合同的方法。比如，某个空间或完整的系统由一个供应商交付、安装并试运行。那么接口就仅限于造船厂内部或造船厂和那些负责整个系统的供应商之间。一般承包安装工程为厨房、垃圾处理系统、电梯、船舱、空调系统、公用空间、装货口盖、滚装系统以及类似作业。

然而实际上，仅有少数完全承包的安装项目。比如，一个单一功能的公司一般供应所有厨房的系统和设备。但是，会由第二个公司处理空气调节装置，第三个公司处理所有的基本电气和照明安装。因此，即使是承包安装也有很多接口。

下一步将会形成一个完整的作业包，包括钢材结构和其中的每一个作业。一个完整的作业包对船主来说具有相当的吸引力，包括：

- 完整的系统职责
- 接口唯一
- 维护和生命周期支持唯一
- 加强培训
- 增强安全
- 减少生产成本
- 标准化

而对造船厂的激励包括：

- 完整的系统职责

- 单一的供应商，可减少协调工作量
- 缩短从订货到交货的时间和缩短安装时间
- 降低总成本
- 减少管理成本

对一个供应商而言，这些激励是非常具有吸引力的，尤其那些是能够增加产量、增多市场、增加售后量以及潜在地增加利润的激励更具吸引力。

作为一个造船业的新方式，总作业包显而易见是有风险的，供应商有了更多的责任，以前造船厂的部分职责也包括在供应商的作业包中了，而且接口和职责的定义仅仅是需要考虑的很小一部分。

尽管对所有当事者来说有许多能够预料的风险，但是，每个造船厂看来都应该对总作业包的概念进行积极的调研。在总作业包的交付中需要有三个基本要素：一个良好的产品模型（规范说明书）、高效的项目管理、以及优秀的技术和项目协调。

分段造船的概念在作业包中可能需要进一步开发，一个供应商（也许甚至是另一个造船厂）要交付完整的、已建造好的以及经过试行的船只的一部分，这种潜在趋势的一个好的例子就是船只上层建筑的全套组装。

有滚装设备的驾驶室、船首和船尾部分以及带喷气式发动机的船尾部分的作业都可以用分段造船的形式完成，这有可能缩短交付周期。分段造船的形式在许多方面存在着潜在的好处，可以更好地利用模块化、零件预制和标准化的特点，而减少安装时间仅仅是分段造船得到的好处之一。

### 3.2.5 计划 - 协调 - 信息流

对一个势力雄厚的公司来说，优秀的项目管理的基础在总体上实际上是一个品质保证系统，这个系统是在持续的开发过程中建立起来的，它形成了一个稳固的基础，在这个基础上为项目管理建立程序和规程。

一个质量系统由以下几个典型的部分组成：质量策略、公司质量主题、质量保证手册 A 和 B、质量系统文档、手册 C（项目手册）、每个特殊项目和作业过程的质量计划，以及每个特殊规程和任务的工作程序描述。质量系统应该由一个客观的质量检查人员来审批、连续检查和监控，它也应该在实践的基础上发展。

开始一个新项目的第一步是和客户一起协商项目计划，因此，项目计划就成为项目主管进行管理项目的工具，并以此来确保履行合同中的客户需求。合同再审查和项目评估是项目小组的第一关注焦点。

尽管对项目管理层来说这一步是标准程序，但是在造船项目中组织、协调和管理方法的表现方式却有很大的不同。在很多情况下，造船厂都认为和客户在一起的项目启动阶段是一个无法避免的麻烦。因此他们趋向于尽可能少地向客户提供信息，在很大程度上使客户远离造船过程。只有当大的问题（一般是延迟）出现时，才通知客户。但是即便是这个时候，造船厂也不愿意让客户参与这些问题的解决。

一般，由造船厂的项目小组自己完成项目计划、合同审查和项目评估，转包商和供应商并

不参与，如果他们参与，则需要对他们进行分别对待，这意味着转包商和供应商并不是作为项目的一个整体来对待的。项目计划、协调、管理和跟踪计划并不直接与转包商和供应商相联系。

对项目管理和协调来说可用的工具并不支持实际的造船项目，一般来说，这是一个复杂的作业，参与者的数量和规模有很大的不同，因此，系统应该足够直观，甚至小型转包商也可以方便地使用。

一个典型的转包商的项目管理任务主要包括两方面：作业的实时跟踪和给造船厂可靠的报告。以后参与的转包商（们）也必须使用同样的工具，遵循同样的途径。项目启动和进行中的作业阶段的重要信息必须可用，并在转包商的工作开始之前准备完善。但是也可能由不同的参与者负责提供启动信息，包括造船厂和一个或者更多转包商。

项目的详细结构对所有参与者来说应该是相似的。这对计划和跟踪的匹配是很有必要的，尤其能够保证所有参与者理解报告的需求并且没有遗漏。转包项目应该划分成合理的组和子组，这样每个作业内容的制定可以被分别确定和检查。当定义作业的详细结构时，应该考虑下面几项：造船厂的总体规划、造船厂的区域细分、以及公司和其转包商不同的工作和工作阶段。工作和工作阶段必须是可确定和可度量的。

启动所需的信息包括总体进度表、作业的明确需求、可能发生的重大事件、转包商的投入和需求以及和相邻区域相关的可用信息、边界和连接。

项目管理的主要文档是项目控制跟踪图表，在这个图表上所有的活动不论是作为工作阶段还是作为临界事件，都被罗列出来。这是基本文档，在这个文档中所有信息都登记在册。每个活动及整个项目的状态都受状态行控制，这些状态行是按日期确定的。即使计划会发生变化，初始的没有更改的计划必须保存下来。如果初始计划没有保存，那么改动过的计划就成为初始计划，这会增大原始进度表。

另一个重要的文档是 S 曲线图，在 S 曲线图上标识了已在计划中的工作、累积进程和累积时间。了解了曲线的背景和使用方法，管理层有可能制定一份关于项目进展的为期一到三个月的预测。如果工作细分是准确的，那么甚至可能在一些可能的偏离影响到整个项目之前就确定它们。这使得造船厂可在需要时采取修正措施。

这种方法体系已经成功地运用于一些主要的承包合同中，包括渡轮和旅游客轮的设计、工程、生产、安装和试运行。一个承包商在特定的领域有二到四个转包商。这些转包商中的有一些在此之前从来无权使用任何计划或报告系统。因此，如果要提高效率，使系统可以被员工方便地使用（下至工长层）和理解是很关键的。

关键问题之一是适当地计划所有参与者的不同的工作阶段，以找到最有效率的工作方法。一个工作阶段的次佳选择可导致下一阶段的大量工时的浪费。这需要对所有工作阶段和所有参与者的任务有清楚的了解。根据规程所做的细分不再可行了，需要的是更有效率的多个规程的联合形式。在这种情况下，技术协调开始发挥其重要的作用。流畅的、可理解的双向信息流是一个基本特性。为适应目前的造船环境，必须开发项目计划和跟踪工具。

### 3.2.6 装配造船厂 - 知识管理

一些造船厂已经向装配类的工业企业发展了。因此，他们正在集中其核心业务，如钢材和船体生产、管道和机械安装以及整个产品和项目的协调和管理。大型实体以转包形式完成，可



以是作为完全作业包、也可以是承包合同或典型转包合同。

适当地利用装配船厂的原则，可实现造船厂阶段的成套装配作业的最小化。大量的作业被转移到配件预制程度极高的装配车间。配件预制可节约大量安装时间，但是模块化的意义更加深远，并且可节约更多时间。模块可以是设备、系统、管道包或一些组合件，甚至包括结构。功能模块可在试运行阶段带来更多益处，并为标准化打好基础。

然而，通过简单的模块划分将一个轮船机舱作业模块化并不是正确的解决方案。这种方法一般会产生额外的管道、结构件和设备，加上额外重量，这至少部分地抵消了由模块化带来的好处。

建立装配造船厂的方法为缩短交付时间、改进建造和安装程序以及改进质量提供了潜在的可能性，但是，这个方法需要一个很好地结合了所有供应商和转包商的计划系统，同时，也需要一个有效的信息流和知识管理系统，尽量集中所有的参与者：船主、船只定级机构、权威机构、设计人员、供应商、转包商和造船厂。适当考虑以上所有因素，并通过最大化标准模块的数量，满足用户装配原型船的需求，可在效率和成本节约方面产生一个大的飞跃。

### 3.3 总结

世界经济发展将在很大程度上决定了造船业的复苏—更确切地说，它也许决定了在三年形势良好之后衰退期的长短。世界贸易增长决定了集装箱货运业的复苏，对集装箱造船业复苏的影响会慢一些。较小型的油轮和散装船的市场也许是最先复苏的，其复苏期早在 2002 年后半年就开始了。美国消费者的行为对 9.11 事件之前旅游客轮的价格水平的恢复是至关重要的。股票市场的复苏有助于加速新建渡船业务的发展，尤其是在最大需求的范围之内，包括南欧和希腊的境内航线。

今后两年内，航运业和造船业的重组将会加速发展，会出现兼并和合并，并会寻求新的合作模式。如果说二十世纪九十年代是造船业新技术发展的 10 年，那么新世纪最初的 10 年将会专注于新的造船业实践、规程和技术的发展。通过观察航空和汽车工业的发展过程，我们会获益菲浅，但是，由于造船业的基本原理、程序和基础构造与航空和汽车工业并不相同，因此，我们不能从这两个工业直接照搬。

一些发展趋势，如增强原型设计、缩短作业个数、缩短交付周期，以及供应链重要性的日益增长等都可影响到造船业的某些特殊特性。如果我们能设法在船只或特定类型的船只上创造全球范围的标准化、模块化的单元、零件、系统等市场，我们就会取得大的飞跃。这需要不同当事者之间的积极合作，以及超乎寻常的远见。这的确是可能的，尤其是在当世界，人们普遍具有安全 and 环境意识，并且拥有工程和 IT 工具，则更有可能。

## 4. 商业原始动力 - 增强的生产力

### 4.1 产品的变化和机遇

各种事故促进了船只设计，特别是船只安全特性的发展。当然，泰坦尼克号事故可谓众所周知，但是 Exxon, Vadez, Erika, Herald of Free Enterprise, Scandinavian Star, Estonia, Derbyshire 都是和灾难有关的名字，这些名字也很大程度上影响了不同船只类型的规则和安全性能的发展，从双外壳油轮和消防系统到救生路线的布置和甲板水位稳定性的需求，都是总结这些灾难的经验而提出的。



二十世纪九十年代后期大型旅游客轮的引进引起了人们对船只规模、载客人数以及如何处理事件和事故的关注。做好前期准备势在必行。国际海事组织、主要航运业公司、船只定级机构、研究院、权威机构和其它有关方面都为更高的安全标准开始做前期工作。安全模拟开始发展，数字仿真和计算机流体动力学方法也正与设计方法实现一体化。

如果等价设计被核准，那么新设计方法就可得到大的飞跃。国际海事组织和权威机构也都正向这个方向努力，推动这个发展。等价设计可能会解决危险和火灾安全以及撤退问题。采用等价设计，设计将不再基于规则（受规则限制），而是基于模拟和安全（风险）。这就使设计者可自由地提出一个全新的设计类型，前提是其设计的安全级别至少达到了基于规则的设计安全级别。

这样，船只的布置就可以在既定目的的基础上进行研制，比如，滚装货物处理效率、空间布置效率等。问题是如何证明改进的设计就是等价设计，模拟方法提供了证据，乘客撤离模拟工具也许是最知名的方法，并且也已经非常成熟。因此，国际海事组织有望在今年批准等价法则。

目前水舱注水仿真和模型测试应用于滚装式客轮的甲板水位情况。基于风险的设计方法正在开发，今年内第一个工具将会投入实际运用。很明显，这些方法会将成本计算作为一个参数，因此，成本效益分析会是新设计工具的一个基本部分，人们希望这些工具在可以使船只建造更容易、制造更便宜的同时，具有更高的获利能力。

但是，所有的这些方法都需要一个船只布置的快速建模工具和一个提供了确认和修改选项的高效率系统。

## 4.2 增强的生产力

当计算一个造船项目的成本时，其规则实际上非常简单，基本上由两部分组成：工时成本和原料成本。工时成本基于来自于造船厂统计的生产计划评估，原料成本则基于供应商提供的报价单和预算价格。

如果正确完成原料计算和采购作业，则或多或少可确定和预测原料成本。在这个计算规则中，工时是未知因素，在生产期间超出工时预算经常出现的情况。

装配船厂的概念意味着造船过程转移向大的转包方式，造船厂只保留某些生产作业，其余的作业都以转包方式完成。实际上，这意味着将工时从工时预算转移到原料预算，如果这个过程正确，并且合同中的价格固定不变，那么在成本计算中的未知因素就会减少，财政风险就会转移到转包商那里。

转包可具有如下优势：

- 作业小组对作业更加专业化和更熟练
- 具有更高效率和更低间接成本的转包公司
- 对负载量波动的适应性
- 在没有工作时，根据劳动合同，造船厂一般不能轻易很快地解雇员工
- 承包的转包要对一个系统或领域负全部责任
- 节约原料成本

转包的基本形式是作业转包。在这种情况下，造船厂负责提供设计文档、原料和设备，而供应商负责一个确定合同的生产作业。这是转包的最简单的形式，但仍然包括了转包商对造船厂的主要职责。

在一个承包合同中，主要的职责由承包供应商承担，由供应商负责完成设计并购买原料。承包的范围可以是一个系统，或者是一个完整的空间，比如一个单独的房间，或者一个船舱范围。因此，对这个范围内的协调就是转包商的职责。

但是，当承包的数量有所增加时，协调和管理就变得更加复杂。造船厂的总体进度表是基础，但是每个供应商都根据总体计划按照临界事件自己准备进度表。目前这是很难受控制的，因为，即便是采用项目管理系统，每个参与者也都是使用自己的一套项目管理系统。从协调的角度出发，将所有这些供应商都连接到一个单个的项目管理和跟踪系统上是很理想的。同样地，原料管理系统至少应该是兼容的，并可进行信息交换。

不同的供应商之间的设计和生产接口很关键，进行信息交换是绝对必要的。理想情况是，采用相同的设计系统和数据库来完成高置信度的协调。

降低成本的一个好的途径是实现标准化。标准化可以减少设计成本和生产成本，并将安装作业中使可能的意外事件最小化。传统上，造船厂内的较小的组装项目是标准化的，如楼梯、舱门、舱口、系船柱等。在某种程度上，较大单位也实现了标准化，但是，这是造船厂内部的标准化，而非整个行业的标准化。

但是很明显，将标准化的范围扩大到较大型部件单位，甚至扩大到船只的完整组件，如轮机舱，具有巨大的潜力。在技术上实现这一点并不难，但是传统上还是由造船业和船主决定。传统观念认为船只设计应该一次性完成，这就限制了大规模标准化的可能性。对所有参与者的潜在的巨大经济收益要求人们改变传统的看法。

### 4.3 造船过程中的变革和机遇

虽然造船过程的各个阶段仍然保持不变（比如钢制船体必须建造和全套组装），但是由谁来完成以及在哪里完成则正在改变。生产场地已不必是在造船厂，整个过程中的主要作业可在别的地方完成。

装配船厂的概念提供了采用一个大的公司网络的可能性，允许通过并行过程完成生产作业。并行生产作业缩短了交付时间，但是在协调、设计和采购方面需求更多。

对未来的造船厂来说，一个造船项目将不再是一个生产问题，而更会是一个采购和协调的问题。造船厂将不再只依赖自己的资源和原料管理，一个由专门技术支持的高效的信息分配和功能采购部门将会取而代之，这将会改变造船厂的作业方法。

随着越来越多的承包的转包，如果供应商公司可以，也愿意转包的话，他们在财务和技术上会承担来自于造船厂的更多风险。这导致了这些公司在与船主的实际合同中更深层的财务风险。如果供应商承担财务风险，则他们会在确定技术规范、交付日期和价格的时候进行协商。

### 4.4 初始设计

信息技术的发展造成了初始设计阶段的新的可能性。随着更多成熟的软件和性能优良的计

算机的出现，有可能在签订合同之前就进行设计的开发，这具有下列优点：

- 由于有更好的产品定义，也会更准确地确定价格；
- 由于有更好的设计定义，在后期的意外事件会更少；
- 由于有更好的启动点，会缩短基础设计阶段的时间；
- 会更迅速，更容易地完成采购，最终会缩短交付周期。

在初始设计阶段，下列工具有助于更好地定义产品：

- 集成的三维 CAD 软件，包括流体静力学、稳定性、结构、重量计算和空间定义、购买说明书、生产计划定义和有效的报告工具；
- 一个与三维系统相关联的有效、易用的 CFD（累积频率分布）程序，可使设计者先于模型测试对船体模型进行最优化，并更早选择正确的机器；以及
- 一个与三维系统相关联的有限元分析程序，可对船只整体进行快速、低成本的强度检查；
- 船只功能以及生产和安装的仿真软件。

当然，在初步设计阶段考虑使用集成的三维 CAD 系统会有风险。在此期间，设计会有很大的变动，甚至是根本上的变动。因此，系统必须要很灵活，以支持而非去阻止这种发展。然而，这也有有利之处，包括：

- 可以进行基于风险的设计；
- 可以进行基于仿真的设计；
- 在合同签订阶段完全定义和测试产品的能力，减少了后来的设计工作量和时间；
- 提供产品模型的最初版本，包括设计、空间分配和处理、成本估计、计划、日常作业安排、仿真、分析、CFD、生命周期管理等。

## 4.5 基础工程

在基础工程阶段，基于一个公共的产品模型进行总体设计是合理的，这个模型可作为协调的中间媒介，但必须保证没有增加这个阶段的工作量，当然也要保证没有增加这个阶段的时间期限。

另一个合理的步骤是，必须准备和组织在这个阶段所产生的信息，这些信息不仅提供给建造商和其合作者，还要提供给最终用户 - 船主。毕竟，在随后的 25 年里他天天都需要这些信息！

## 4.6 详细设计

目前，详细设计主要在三维环境下完成。随着产品模型和设计的不断发展，产品数据也开始逐渐积累，每个组件都附加有原料信息，如果是供应设备，还会有大量的组件模型。依靠造船厂，这些信息可以以手工或者半自动方式传送到原料系统。通常，在这个阶段必须加入计时信息。在产品信息管理发展中，这已经是一个主要步骤了。但是很明显，仍然还有很多信息可以附加到设计模型中，这些信息可以是成本到设备操作手册的任何信息。

当几个设计事务所和承包供应商以公共的接口工作时，设计模型也是协调的手段。如果所有的参与者都采用相同的数据库，那么，接口管理就会容易得多。

如果基本设计和设备数据能和设计模型相关联，造船厂就会通过确保最新数据的可用来进行更好的控制。理想情况是，设备制造商能够直接向设计模型提供其产品的所有必需信息，包括大量的组件模型。

## 4.7 生产

正如已经强调过的，生产计划绝对是关键，目前生产工时的估算和生产安排大部分是在结合了个人经验、造船厂现有信息、设备和基于生产效率的统计数据库的基础上手工完成的。计划者经常需要在限定期限内调整好所有这些信息。很明显，要寻求更好的替代方法并优化这个过程的机会正在逐渐丧失。

生产仿真是解决这些问题的一个新的工具。仿真可以在船厂一级运行，以仿真造船厂货载量的安排，或者用于一个单独的生产过程，以最优化生产量和设备的使用。

钢制零件制造是一个很好的例子。对仪表板生产线的制造来说，要花至少 60%的时间来等待原料、等待作业指令或者等待清除更多的空间，这是很常见的事情。另一方面，仪表板生产线是在钢材生产中投资最大的作业，目的是高效率地制造高质量的产品。通过最优化零件生产，可以提高仪表板生产线的利用程度，这意味着生产时间将会缩短，而最好的情况是，可以缩短交付时间。

仿真系统在不同的细节层次都必须可用，在签订合同和基本设计阶段期间，来自于船只本身的信息是有限的。但是在详细设计过程中，生产信息迅速地增加，仿真也变得更加详细。

生产过程中一个相当重要的部分是对下述部分清楚、连续的处理过程：

- 材料管理
- 资源管理

## 4.8 造船厂一些日常造船作业例子

### 例1

客轮的基本设计延迟了三个月，其质量也不高。与此同时，采购推迟了，设备数据也不可用。

这就给详细设计造成了压力，但是，他们使推迟时间减少到了2个月，然而，这个时间仍然太长了，足可以完成预制管道和设备的主要部分的作业，这些管道和设备按计划是在部件作业阶段进行安装，但是现在会被推迟到更后的全套组装阶段。这就造成了造船厂额外成本的增加。

原因就在于造船厂对这种类型的船只建造和基本工程缺乏经验。

### 例2

一艘滚装式客轮的动力传动装置的交付是在7周后（交付期为7周）。造船厂不得不在主甲板上建造一个大的空地以安装动力传动装置，因为机舱在它们到达时已经关闭。所有甲板下的全套组装都留到以后再安装。

这对造船厂来说代价昂贵，动力传动装置制造商仅仅支付延迟费用，在四周后延迟费用会达到最高值。一旦超过了这个时间，供应商就不急于交付了。

T

供应商的跟踪系统并不充足，采购和基本设计过程也没有并行，造成了购买说明的混乱。

### 例3

造船厂从一个新的供应商那里订购预制管道，管道没有正确地弯曲，总的质量也很差，这在管道安装期间引起了很多问题。

这种问题的出现是因为造船厂没有告诉设计者供应商已经有所变化，新的供应商在设备弯曲作业上略有不同，造船厂也没有向供应商给出弯曲说明（如何阅读图纸的信息）。

## 5. 产品生命周期管理

造船厂已经做出了海军用船只生命周期管理的第一个产品生命周期模型，这个模型主要是基于详细工程和车间的工程图纸所用的模型。由于许多详细信息对船只管理来说已经不太具有或者没有价值，因此经验已经不太重要了。为船只建造而进行模型准备已不再是最好的出发点，因此，对于一个生命周期模型来说并不是一个合适的基础。对结构维护来说，部件和大型部件以及切割和焊接指令并不重要。

产品生命周期管理对船主/船只用户来说是相当重要的，供应商和修船厂参与船只的服务和维护工作。在船只交付后，建造商很少能再看到船只。

船只生命周期管理包括所有的安全问题、操作问题、人员培训、维护、服务、改装以及各种异常事件。

对油轮来说，很明显包括油箱、油箱结构和外层材料、普通船体结构、货物管路系统和机械系统。而对旅游客轮来说，与乘客的舒适度相关的系统则变成了一个重大问题，还包括内部装饰品和材料，与乘客流动相关的系统以及电气和发动机动力系统也很重要。

船只定级机构已经提出了他们第一个产品模型，包括基础船体结构，但是这仅仅是一个开始。此外，这个模型也不适用于客轮。

也许对大多数船主来说，他们的顾问和供应商要负责提出成功的产品生命周期管理的系统。知识管理、产品数据库、以及三维产品模型也许是成功的产品生命周期管理的组成部分。很明显，在基础工程阶段后期，所有必需的信息都是可用的，包括结构、镀层、系统、功能、外形材料、供应商以及其它诸如此类的信息。而应该更新的只是详细工程阶段数据和最终试运行数据。当引入商业概念时，信息可用应该得到具体实现，两个应该最先实现的部分是：安全系统/决策支持系统和机械维护。

造船业越是向伙伴作业同盟、承包供应商、包交付或者甚至分段造船概念方向发展，供应商就越热心于他们所负责部分的良好产品数据库和三维产品模型，尤其是当他们提供标准化和模块化产品时，这将会很轻易地引起服务和维护业的扩张，而这在其它一些行业领域已经形成比其初始产品更大的业务了。因此，在航运业和造船业引进产品生命周期管理系统后，很可能供应商才是主要角色。