
海洋学院实习总结报告（教师版）



姓 名： 沈 林 维

年 级： 15 级

专 业： 船舶与海洋工程

课程名称：

时 间： 2017 年 7 月

目录

1.实习的组织与安排

1.1 实习组织概况

1.2 实习总体安排

2.实习管理

2.1实习单位和联系人

3.实习过程管理

3.1 各实习单位实习内容与过程管理

3.2成绩构成和评定方式

4.实习取得的成果

4.1 总体情况

4.2 心得体会

4.3 企业评价

4.4 优秀实习周记

4.5 优秀实习总结

5.问题和建议

5.1存在的问题

5.2 建议

6.附件

附件01：实习计划与安排

附件02：实习要求

附件03：优秀实习周记

附件04：优秀实习总结

1.实习的组织与安排

1.1 实习组织概况

船舶与海洋结构研究所非常重视船舶专业本科生的实习工作。大二基础课程结束，即将开始大三专业学习前，组织学生去与船舶专业相关的单位实习，可以加深本科生对自己专业的兴趣，帮助本科生的专业认识与学习。本次实习共三个课程，具体的组织概况请见焦磊老师撰写的“船厂实习”报告

1.2 实习总体安排

时间	内容	备注
7月4日	到达实习单位并进行动员	包车前往
7月22日	返回浙大紫金港	学生在江阴实习期间，共连续完成3个实习课程，即（1）认识实习，（2）造船工艺流程实习及（3）船厂实习。第三个课程有焦磊老师负责。

2.实习管理

2.1 实习单位和联系人

	实习课程	实习单位（地址）	联系人	实习班级及人数
1	认识实习	中国航空远洋测控船基地 （江苏省江阴市）	金洵	船舶1501，32人
2	造船工艺流程	中船重工澄西船舶修造有限公司 （江苏省江阴市）	仲利君	船舶1501，32人

3.实习过程管理

3.1 各实习单位实习内容与过程管理

请见附件1。

3.2 成绩构成和评定方式

（1）成绩构成

- （a）实习出勤、实习态度以及实习纪律遵守情况；
- （b）每天晚上对实习内容进行讨论及总结，撰写实习日记；
- （c）实习结束后提交的实习总结报告。

（2）评定方式

- （a）实习表现：15%
- （b）每晚的讨论、实习日记等：15%
- （c）总结报告：70%

4.实习取得的成果

4.1 总体情况

本次认识实习单位是具海军背景的测控中心，单位有多种涉海专业的专家，也有先进的测控船，如远望系列船。因此，学生不但能对船舶的用途、性能等有比较好的认识，也可借此机会了解其他相关的专业知识，如雷达通讯等。另一个实习单位是比较著名的造船国企，有较好的造船工艺技术和管理水平，学生可以了解国内先进的设备及遇到的困难等。

学生通过实习，对本专业的知识有了初步的认识及理解，通过对远望船的光荣历史学习、对船舶运行性能、要求等有了更深的了解，加强了对以后工作使命感。近几年造船业虽不景气，但懂得造船行业对于国防、科研等事业有重大的影响；在进一步对造船企业的实际工作情况有了初步了解后，对自己将来所要从事专业的重要性及技术发展（如工艺技术等）的迫切性

有了更好的认识。

实习单位对学生的素质评价非常高，也非常渴望我们的学生能前去工作。

4.2 心得体会

请见附件2。

4.3 企业评价

请见焦磊老师的“船厂实习”报告。

4.4 优秀实习周记

请见焦磊老师的“船厂实习”报告。

4.5 优秀实习总结

请见附件3。

5.问题和建议

5.1存在的问题

（1）在工厂实习时，由于现场噪音非常严重，有的地方比较狭窄，实习单位人员在现场讲解时，几乎很少人能听到所讲的内容。

（2）学生在实习前还没有接触到专业的知识，所以在实习中碰到专业内容，由于有的讲解人员没有受过专门的训练，学生的收获就比较有限。

（3）对学生实习报告的撰写缺少必要的训练。需以书面形式通知学生实习报告的内容模式，以及评定标准等。

（4）实习时间往往也是老师假期开会等事务比较集中时候，容易产生时间安排上的冲突。

5.2 建议

（1）针对问题（1），与实习单位提前做好沟通，包括实习内容及实习方式。

（2）实习中，对方单位对伙食、住宿安排等方面给予了补助，对持久合作带来影响。建议加大实习经费的支持。

（3）联系实习单位，目前主要依靠学校老师与实习单位的私人关系，但这样的方式很容易因为人事变动而产生变化。建议学校或学院多介入实习单位的联系事务，建设长久的实习基地。

6.附件

附件01：实习计划与安排

表一：中国航空远洋测控船基地实习日程安排

时 间			内 容	地 点	授课/负责
7月4日 (周二)	上午	0810-1100	学员报到	一招	浙大负责老师
	下午	1400-1700	保密教育	北三会议室	叶挺
7月5日 (周三)	上午	0810-1100	参观远望 2 号船	远望 2 号船	金洵
	下午	1440-1540	测控总体知识讲座	北三会议室	李宇波
	下午	1600-1700	基地通信概论	北三会议室	丁广
	晚上	1900-2000	总结会	北三会议室	浙大负责老师
7月6日 (周四)	上午	0810-0940	航海模拟训练	教导大队	鲁雪红
		0950-1100	消防演练	教导大队	王文强
	下午	1440-1700	心理行为训练（穿长裤运动鞋）	教导大队	教导大队教员
	晚上	1900-2000	总结会	北三会议室	浙大负责老师
7月7日 (周五)	上午	0810-0930	参观远望展览馆	远望展览馆	金洵
	上午	1000-1100	联合实验室情况介绍	北三会议室	凌晓东
	下午	1440-1540	火箭运输船知识讲座	北三会议室	韩文玉
	下午	1600-1700	航海机电总体知识介绍	北三会议室	韩文玉
	晚上	1900-2000	总结会	北三会议室	浙大负责老师
7月8日 (周六)	上午	0810-1100	参观江阴要塞公园	江阴要塞公园	浙大负责老师
	下午	1440-1720	集体活动	篮球场	浙大负责老师
	晚上	1830-2000	自由活动		
7月9日 (周日)	白天	0810-1500	参观华西村	华西村	浙大负责老师
	晚上	1900-2000	总结会	北三会议室	浙大负责老师

表二：中船重工澄西船舶修造有限公司实习日程安排

2017 年浙江大学船舶与海洋工程专业实习日程表						
时 间		内 容	负责部门	地 点	授课/负责	
7月10日 (周一)	上午	9:00-9:40	接待、公司简介	人力资源部	404	仲利君
		10:00-11:30	安全教育	安环保卫部	404	张秋
	下午	2:00-3:00	体育中心	安环保卫部	体育中心	张秋
		3:30-4:30	企业文化展厅参观	企业文化部	研发大楼	王博文
7月11日 (周二)	上午	9:00-11:30	厂区参观	人力资源部	厂区	仲利君
	下午	2:00-4:00	钢结构风琴制造流程及技术工艺授课	钢结构事业部	404	王晓南
7月12日 (周三)	上午	9:00-11:30	钢结构加工流程参观	钢结构事业部	钢结构事业部	王晓南
	下午	2:00-4:00	船体车间加工流程参观	船体车间	船体车间	徐兴亮
7月13日 (周四)	上午	9:00-11:30	机加工车间加工流程参观	机加工车间	机加工车间	陈波
	下午	2:00-4:00	机电修理车间常规修理流程参观	机电修理车间	机电修理车间	曹军军
7月14日 (周五)	上午	9:00-11:30	船体建造工艺讲解	船体车间	404	徐兴亮
	下午	2:00-4:00	焊接工艺讲解	综合技术部	404	刘秋亮
7月17日 (周一)	上午	9:00-11:30	船舶设计工艺流程讲解、生产设计图纸识图	设计部	404	陶海
	下午	2:00-4:00	坞修(船坞)工作、技术简介	机电修理车间	404	侯广军
7月18日 (周二)	上午	9:00-11:30	加工车间生产流程、零件委料	加工车间	404	钱伟
	下午	2:00-4:00	参观加工车间生产流程	加工车间	加工车间	陈小虎
7月19日 (周三)	上午	9:00-11:30	船体涂装知识	华尔新公司	404	徐凯
	下午	2:00-4:00	机电设备安装调试	建安车间	404	姚磊
7月20日 (周四)	上午	9:00-11:30	系泊、舵机等设备安装调试	建安车间	404	王勇达
	下午	2:00-4:00	船舶舾装及下水工艺讲解	船体车间	404	徐兴亮
7月21日 (周五)	上午	9:00-11:30	实习总结	浙江大学	404	浙大老师
	下午	2:00	办理离厂手续			

附件02：心得体会

A. 认识实习课程

1. 杨毅锋 3150100213

本次实习主要围绕认识船体，熟悉船舶主要设备展开，在实习过程中我们不仅对船体结构和船舶电气、机电有了初步的认识，更在此基础上加深了对测量船主要结构、主要功能、主要设备的理解。当然本次实习也不局限于船这样一个点上，在此同时，我们也与官兵互动进行了几次锻炼心态的游戏；学习使用了灭火器和消防栓。

在认识船体上，我的感受颇深，由于我自身对于机电、力学兴趣较大，而船舶上到处体现了力学、机械和电学的相关理论的成果，所以不得不说本次参观既是对工科知识的扩充，又是对我们理论知识实际化的一种锻炼，正如古人指出的那样要学以致用。在实习中，我们实际参观了远望2号船，这也是我第一次系统的观察一艘船的机电设备、船体结构、航海设备等等，虽然远望2号船已然退役，但在参观过程中，伴随着官兵的激情演讲、介绍，我们逐渐感受到了我国功勋船那种鞠躬尽瘁，死而后已的精神，他多次冲出海浪的包围圈，多次控制甚至拯救航天卫星，多次与恶劣天气作斗争，然而站赋予他这种精神的不是别人，正是我国先一代的科学家、工程师、海军官兵。说到这里，我不得不说：我们应向为我国科技国防事业奉献的工作人员们致敬！是他们创造了远一到远七点奇迹。我们是学船舶的，虽然我知道并非我们所有人都对船有浓厚的兴趣，但是既然选择了这条路我们就应该为社会为国家做些什么。虽然外界传的沸沸扬扬，世界船市、中国船市堪危，但我不认为我们会因此失去在此领域的价值，抓住发展的时机，从自己热衷的领域出发，总能找到一条适合自己，有利于社会的道路。我对机电、力学兴趣很大，立足当前，远望未来，我要努力向这方面发展，扩充理论知识，提高工程技术能力。在参观中我们也了解到并非所有设备都已实现国产化，很多关键技术仍然依靠进口，在此，我们也深深认识到何为任重而道远。现在是新的时期，我们迎接着新的挑战，许多专家都指出在未来海洋强国是必然，所以说，国家还有很多需要年轻一代去完成，我们也应担起责任，在我们学习研究的领域内解决问题，攻克难题。

在本次实习中，我第一次使用了灭火器和消防栓，官兵亲切热情的教学使得我们在较短时间内学会使用了这两种器材，虽然这可能与我们的工作生活关系不大。但是我认为消防观念，基本知识远远凌驾于课本之上，掌握工作、生活基础技能对于日后贡献很大。另外本次实习安排的高空速降体验更是锻炼了我们逆境中随机应变挑战自我的能力，提升了我们的心态。

最后，发表一下对本次实习的看法，本次实习即不乏专业知识和技术实践，又不缺少生活技能和心态的培训，我们从实习中有所收获！

2. 张开怀 3150100895

紧张、有序的认识实习结束了，我的感触很深，在我自己看来，学习的不仅仅是知识，还拓宽了眼界，远望基地的很多事物对我们而言非常新鲜，是日常

学习中接触不到的，不仅如此，技术人员对于工作严谨的态度、献身的精神也值得我们学习。我们学习不能仅局限于课本知识，注重自己对理论知识的学习同时，还要多观察，多提问，多感受，拓展自己的视野，提高自己的思想觉悟。纸上得来终觉浅，绝知此事要躬行。读万卷书，行万里路。我们应当抓住机会锻炼自己，在实践中去感受，体会，理解和运用所学知识。进行了为期一周的认识实习，思考良多、感触良多、收获良多。

3. 刘锦薇

本次认知实习虽然只有短短一周的时间，但是却让我有着深刻的感触。远望人从一穷二白之际依旧不畏艰难，勇于开拓新技术，承担艰巨的任务，为国家测量船的发展和航天事业的不断推进做出不可磨灭的功绩，并感受到了远望人“胸怀祖国，献身军工；崇尚科学，追求卓越；不畏艰难，敢于拼搏；勇于创新，不断进取”的远望精神，接受了一次生动的爱国主义和国防教育。这更是值得我们去学习的方面。希望今后能以“远望人”为榜样，立足社会责任感和使命感，不断探索、敢于攀登、敬业奉献，为船舶事业的发展贡献最大的力量。

4. 林高懂 3150100597

那么对于我们这些将要初步学习船舶设计制造的同学们来说，船舶并不仅仅是个船舶平台（船壳），要使得这个船有作用，我们还需要其他设备，这点我们在设计、建造船舶的时候是必须要考虑的，比如客轮有平稳性能的要求，测控船对平稳的要求更高，军舰要求隐身、航速等等。所以我们在学习船舶知识的时候也要学习其他方面的知识，这个感觉类似于交叉学科，知识储备要高，我们才能学好，或者将来做好这一行业。

5. 赵嘉明 3150100602

这次认识实习对我有重要的教育意义。在一线工厂，看到各个工人们都一丝不苟，勤勤恳恳地工作，我们现在学习和将来无论做什么都要学习这种精神，不能浮躁。作为一个浙大学子，要有开拓进取，敢作敢为的精神。整个认识实习让我们对于船舶工程的各个方面都有了直观的了解，对于以后学习有着重要意义。通过这次认识实习，大大的加深了我对于船舶专业就业前景的认识，扩充了我的知识面。其中的校外实习更是让我知道了船舶设计对于企业工厂的重要性。

6. 舒浩然

在基地的实习中，尤其感到了作为军人的职责、担当以及技术军官的严谨踏实的精神。我认识到了科研的重要性，切实感到了“科学技术是第一生产力”，也是国家繁荣发展的能量之源。在和赵总工程师等的见面会上，赵总提出了三个层面，分别是他对浙大求是精神的感悟，思索和追寻人生方向的努力，还有“三十年之约”，谁也无法预测三十年后的自己，所以必须砥砺前行，不断进取。总体来说，本次实习收获颇丰，基本达到了预期的学习效果。

7. 韩弘拓

我们在认真完成总结报告之余，应不断反思在实习期间真正收获了什么，收获的

东西对我们未来的发展能起到什么样的作用。书本外的知识太多太多，实习能提供的也只是一个方面；在我看来，通过实习我们主要是为了对所学专业有更深入的了解以及对今后研究领域有进一步的明确。

实习的内容不一定与我们所学的专业完全匹配，就比如本次认识实习中的主角远望测控船，其重点在于测控和通信，此二者和船舶本身有一定差距。但只有当我们去了解认识过了，我们才知道它究竟值不值得自己去学习和钻研，如果都不了解它是什么和为什么，又有什么资格谈自己喜不喜欢去学和去做呢？

认识实习一般不会要求掌握过于专业的知识，但我们仍旧可以对自己提出高标准，航天远洋测量船全身上下都充满着学问和技术，每一处结构、设备和装置背后可能都隐藏着一个相当广阔、有深度的领域，所以要搞清楚其中的原理或内核，以及给出创新和改进都需要付出巨大的努力。我们接触到的东西可能只是给我们留下了一个简单的印象，但我们除了知道这大概是怎么“一回儿事”，我们还可以从中找到自己的兴趣所在，然后科研训练项目中去体现，这应该比写一份实习报告更有意义罢。

实习这个过程并不是让我们去挑出实习单位不尽如人意的地方，而重在去保持一种时时学习、不断体悟的态度。我们有幸入住远望山庄，食宿条件肯定优于基地宿舍，但我们应将此放在一边，把目光更多地转向实习内容和收获；当然我本人肯定是希望食宿条件尽量好一些，但我认为像往常那样的体能训练以及军事化管理还是非常可取的。身体劳累和内心充实，体格变得更加强健，思想变得更加积极笃定等等，更多的元素交织在一起，这才是一个实习最应该有的样子。

8. 王诗卉

从7月4日到7月7日，短短的四天时间里，我们参观了远望二号船及远望展览馆，学习了航天测控船的相关知识，体验了模拟航海，参与了消防演练和心理行为训练，虽然时间不长，收获却很多。

“忧患元元忆逝翁，红旗飘渺没遥空。昏鸦三匝迷枯树，回雁兼程溯旧踪。迟到雕工能射虎，椰林匕首敢屠龙。景升父子皆豚犬，旋转还凭革命功。”远望号的名字来自叶剑英元帅的《望远》，一代又一代的远望号也的确有这诗中的气概，圆满完成了党和国家交付它的任务。远望号以优越的性能和海军坚韧忠诚的意志克服海上重重困难，完成一次又一次的挑战。在实习期间，我们聆听了保密教育、测控总体知识讲座、基地通信概论、联合实验室情况介绍、火箭运输船知识讲座、航海机电总体知识讲座等六场讲座，对测控、通信、船体设计、航海机电系统等方面的知识有了初步的了解。尤其是关于基地通信概论的讲座中，我们接触到了很多通信方面的概念。对我们而言，通信可以说是既陌生又熟悉。熟悉是因为我们在日常生活中都会和通信接触，如打电话、使用网络即时通讯工具等，而陌生是因为我们并没有学习过这方面的理论知识，我们专业在之后的学习中涉及到通信的也并不是很多。但我认为，通信在船舶行业是非常重要的，无论是军舰执行任务，还是民船运输，都离不开多方面的交流。从短波通信、卫星通信、传输平台到IP网信息、宽带卫通，通信技术一步步向着更稳定、

更高效、更安全的方向发展着。学习并掌握通信技术，有助于我们在未来设计船舶的时候选择最适合实际需求的通信方式。其他讲座当中涉及到的内容也都和船舶联系十分紧密，在后阶段专业课的学习过程中会更系统而详细地学习。通过这段时间的了解，我们再学到相关内容时，应该会感到比较熟悉，更容易掌握。

虽然在基地参观学习只有短短几天，也没有和营区官兵有深入的交流，但从日常的接触中我们可以感受到他们吃苦耐劳、甘于奉献的精神。在了解远望号及基地的建设经过中，我们也被远望精神所感召。在未来的学习和工作中，我们要学习和发扬这种精神，不怕挑战，不畏困苦，努力提升自己，成为对祖国和人民有贡献的人。

总而言之，这次的认识实习内容丰富，安排合理，收获颇丰。感谢老师为我们提供这次实习的机会，我们会将实习所得运用到生活和学业中，更好地学习和成长。

B.造船工艺流程实习

1. 王诗卉 3150100711

通过这段时间的学习，我们对造船工艺流程有了简单的认识。船舶的制造比我想象当中要复杂很多，总体而言虽然不算精细，但具体到每一步中，有很多细节需要考虑，如焊缝的检查等，虽然不起眼，但一旦出现问题，可能影响到整条船的使用甚至威胁到船员的安全。据为我们讲解的徐兴亮工程师介绍，一条船的生产周期大约为十个月，加上前期洽谈，从船东与船厂交涉到船厂交船大概十三个月。造船的周期可以说是比较长的，由此也导致船舶行业的滞后性。目前所提倡的“两个一体化”，即生产设计管理一体化和壳舾涂一体化，可以大大缩短周期。我们也了解到，澄西船厂很多设备都是老式的，考虑到成本问题，船厂的自动化程度并不是很高，更多地采用相对廉价的劳动力。但在很多船厂，尤其是国外的船厂，造船流程机械化、自动化的程度很高，可以提高生产效率，同时也可以完成更加精细的加工。最后，非常感谢沈老师和焦老师为我们安排这次实习，并在实习过程中无微不至地照顾我们，也很感谢船厂领导及工作人员为我们提供良好的实习环境和详细的指导。有了这些帮助，我们才能够在实习过程中取得这么多收获。

2. 3150100604 姚旭斌

短短两个星期的船厂实习并不算长，本次船厂实习以参观了解为主，鲜有动手实际操作，但我通过这次实习较好地了解了船舶建造中的流程工艺、用途、机理、工程问题和技术难题，也真切感受到了船厂一线工人作业环境的艰苦，俗话说理论要与实践相结合，想必船厂的学习对于我即将在大三进行船舶专业课的理论学习会有很大的帮助，既丰富我对船舶的认识，又培养我一丝不苟的态度。最后展望一下我国船舶行业的未来，也期待船舶早日实现自动化，机械化，高新化，跻身欧美日韩造船先进的行列。

3. 舒浩然 3150100897

在船厂首先学习到的是船舶建造的基础性知识，并和车间生产长等技术人员有直接的交流，对船厂的生产现状（非船为主要赢利点，现在船厂为半开工状态）、船舶产业的现状及周期、中国船舶制造业与西方发达国家的核心技术差距有了更加切实的体会。通过整个船厂的参观以及船厂员工的授课，从一定的高度总结出了造船的工艺流程。也感到了船舶人肩上的重担与面向未来的向往与期冀。总体来说，本次实习收获颇丰，基本达到了预期的学习效果。

4. 陈卓 3150100618

在传统造船模式中，通过船舶设计来解决“造怎样的船”的问题，而“怎样造船”则由工艺部门通过工艺设计加以解决。而现代造船模式引进了生产设计的概念，打破了船舶设计与工艺设计相分离的传统做法，追求建立更高效的船舶建造和管理方法，以实现两个一体化（壳舾涂一体化和设计、工艺、管理一体化）。为此，现代造船模式要求员工具备新的思想、行为方式和工作技能。而我们在今后的学习中也是如此，必须要注重全局观念，不仅要洞悉船体的设计流程，也要对船舶建造的工艺流程有深入的了解，这样才能做到船舶设计与工艺设计相结合，通过理论联系实际以建立更高效的船舶建造方案。

5. 杨毅锋

船舶的建造过程大致如上述所言，但由于本人学识尚浅，无法发现和提出实习过程中许多有意义的问题，所以导致上述报告在细节上仍有许多不足。船舶的建造

过程十分复杂，甚至难于飞机的建造，其涉及机械、电子领域的种种工艺，即涉及粗加工、粗生产，又有精加工、精密加工，更是与机械、重工息息相关，因此船舶也被称为工业生产之最。

本次参观中船澄西修造船有限公司，本人感受颇深。

专业知识领域，在实习的听讲与观察中，我也清晰的认识到理论与实践之间的差距非常大、书本知识与实际应用往往是脱节的。作为浙江大学的大学生，我觉得我们应该考虑如何将书本知识更好的应用到本专业相关的领域，如改进相关工艺、提高工业生产效率等等，但应用知识的前提是对本专业有着足够的了解，但在实际工业生产上，我们明显就缺乏经验，没有相应的理论知识作为指导。所以我认为我们应多参观工厂、多接触机械生产工艺，不能把知识局限在纸张上，多实践，唯有这样才能充分的将理论知识消化巩固。另外，在实习中，我也发现了船舶生产工艺相当复杂，并非一般的工业生产可以比拟，要想全方面掌握其生产工艺绝对不现实，所以我主张把握该领域其中一两个感兴趣的点，多实践、多思考、多总结，我对机械加工和力学兴趣较大，该两方面内容体现在船舶生产的方方面面，如强度校验、机械零件加工等等。虽然外界传言船舶领域近几年发展受阻，经济形势不容乐观，就业压力大，工资薪水低等等，但我不认为我们应该听从这些话而去转行，中国是造船业大国，但现在离造船业强国还有一段距离，在实习中我也总结了这方面一部分原因：1. 自动化水平太低；2. 缺乏先进工业管理技术作指导；3. 员工的理论水平普遍较低；4. 钢铁行业发展程度太低，所以换句换说船舶行业还有许多不足有待弥补，许多问题尚未解决，那么我认为船舶形势不好这样的言论不攻自破。该行业还有巨大的值得我们发挥自我的空间，如设计开发新型造船设备或从日韩引进新型设备，提高自动化水平；开发新型造船软件，提高生产效率；学习西方先进的管理技术，提高生产效率等等。当然，我们也不能一味的强调自动化和先进技术。首先，再怎么说明船厂是企业并非研究中心，其目的是增加利润，而非发展技术，就船厂管理人员等角度来说发展技术必须建立在更高的利润点之上，所以我认为这个矛盾也是船市停滞不前的原因之一。其次，自动化水平的提高不意味着工业生产更加方便，其中也伴随着许多问题，其中最大的就是失业问题。总而言之我认为船市还有发展空间，我们还有许多工作可以做。在本次实习中，我们也看到了工人工作环境之恶劣，看到了基层劳动人民的辛苦，发自内心的说，我们应珍惜已有生活，把握现在，积极进取！

6. 韩弘拓

正如本人在前文提到的，现代造船流程越来越复杂，利用一副纵横交错的流程图才可能清楚地呈现，所以本人希望船厂的工人师傅能够在讲解完基本的流程框架后，介绍一些最新的造船知识，包括日韩的一些先进理念，尽管难以在车间中看到，但对我们扩大见闻肯定是有帮助，另外如果可以横向比较各大船厂之间流程优劣以及工艺特点，那就再好不过了。

实习这个过程并不是让我们去挑出实习单位不尽如人意的地方，而重在去保持一种时时学习、不断体悟的态度。我们有幸入住远望山庄，食宿条件肯定优于基地宿舍，但我们应将此放在一边，把目光更多地转向实习内容和收获；当然我本人肯定是希望食宿条件尽量好一些，但我认为像往常那样的体能训练以及军事化管

理还是非常可取的。身体劳累和内心充实，体格变得更加强健，思想变得更加积极笃定等等，更多的元素交织在一起，这才是一个实习最应该有的样子。

最后我要感谢带队的沈老师和焦老师，给我们讲课、带我们参观的船厂工人师傅，以及所有可爱的同学们，感谢你们的付出和陪伴，让我拥有了一次难忘而又收获满满的实习经历。

7. 陈鹏 3150105470

通过数日的学习下来，我们能够体会到造船确实是一项浩大的工程，在一艘船的建造过程中，需要考虑到很多的方面，比如切割、焊接、涂装，同时还要注意这些工序的先后顺序以及完成情况。每一道工序的完成情况都会直接或者间接影响到整个船舶的正常运行，因此，在整个建造过程中，不仅仅需要对整体的良好把控，更要注意到细节的精确无误。“细节决定成败”在这里展露无遗。当然不仅仅是在造船的过程中，在生活中的任何一个细节上，我们都需要进行良好的把控，要时刻牢记“千里之堤，溃于蚁穴”的道理，认真做好生活中的每一件小事，把握好每一个细节，养成良好的生活习惯。在造船工艺的介绍中，我们能够了解到我国造船方面的一些技术能力，也能够体会到与一流的国家之间有一定的差距。当然，我相信，凭借中国的发展，这些差距会一点点的被磨灭，最终实现追赶上一流水平甚至超越。同时，我也希望，自己能够成为这个过程中的一员。

8. 刘锦薇

本次实习虽然只有短短三周的时间，但是却让我有着深刻的感触。作为一名即将进入大三的学生，我们并未学习了专业内各方面的专业知识，这使得我们在理解实习中老师所讲的内容方面存在困难，因此这次实习更大程度上上一次见习了解，让我们了解实际的生产过程，以及这个行业的现状以及自己未来的道路。

在“造船工艺流程实习”的学习中，我们多是以去生产车间实地参观的方式进行学习的，这让我们深刻的感觉到实际工作经验的重要性。无论是去现场部门还是设计部门，要想成为一名合格的职工都必须去在实际工作中经受历练。虽然这个积累的过程十分辛苦，但是却正是这个漫长的过程让工人们积累了必不可少的工作能力。“空谈误国，实干兴邦”是习总书记对我们的告诫，作为一名大学生，我们应当也有必要身体力行的投入到工作中去，身体力行的去把我们所学到的知识化为力量。

其次，通过这次的实习我们感受到所学知识的不足。知识是工作中发挥个人力量的根本，没有足够的知识储备就无法在未来的工作中得心应手的处理面临的问题，没有足够的专业知识就无法做好自己的工作。我们学校一直以来都是船舶领域的名校，作为其中的一份子我们不止要完成好课内的学习内容，还要不断进取，多涉猎专业前沿，不断锐意进取。

现在由于金融危机的影响船市正处于低谷，再加之我国的大部分船厂以往都是凭借着低廉的价格竞争订单，使得国内船厂大半亏损，但是船市是具有周期性的，我们不应因为一时的不顺利而消沉下去。恰恰相反，现在的国内船厂迫于金融危机的压力大多已近开始了技术上的革新，致力于提高自身技术水平，而这正是我们发挥自己本领的时候，我们有必要满怀信心，用所学的知识来改变自己的未来，同时也改变当前中国技术上弱势的现状。

附件03：优秀实习周记

请见焦磊老师的“船厂实习”报告

附件04：优秀实习总结

A认识实习

浙江大学

认知实习总结



姓名与学号： 杨毅锋 3150100213

指导教师： 焦磊 沈林维

年级与专业： 15 级船舶与海洋工程

所在学院： 海洋学院

实习地点：中国航空远洋测控船基地

实习时间：2017 年 7 月 4 日～2017 年 7 月 9 日

实习内容：

实习时间	实习内容
7.4	学员报道
	保密教育
7.5	参观远望 2 号船
	测控总体知识讲座
	基地通信概论
7.6	航海模拟训练
	消防演练
	心理行为训练
7.7	参观远望展览馆
	联合实验室情况介绍
	火箭运输船知识讲座
	航海机电知识讲座
7.8	参观江阴要塞公园
	自由活动，总结
7.9	自由活动，总结

一、绪论

认知实习主要致力于使本专业学生对专业有所初步的认识,以对日后专业课的学习及毕业工作打下初步基础。本次实习总结本人将围绕自己的所闻所见并结合已学专业课知识总结从实习地点简介、航空系统及远望号测量船简介、远望 2 号简介、联合实验室简介、基地发展历史简介 6 个角度总结实习知识,并对部分知识作一个简单的概括。

二、实习内容

①实习地点简介:

中国航天远洋测量船基地,位于江苏江阴。是一支由六艘测量船,从单一测量到能测能控,从测控火箭卫星到嫦娥奔月,屡创航天远洋测控奇迹的远洋船队。1977 年我国自主设计建造的第一代航天远洋测量船“远望 1 号”、“远望 2 号”相继建成下水。1995 年,我国第二代航天远洋测量船“远望 3 号”建成并投入使用。1998 年,远望号船队又添新劲旅,国家海洋局原向阳红 10 号科学考察船,经过中修技术改造,命名为“远望 4 号”。2007 年、2008 年,集当今世界最先进的航海、气象、测控、通信技术于一身的“远望 5 号”、“远



望 6 号”相继交付使用,这标志着我国航天远洋测控能力跃上新的台阶。2016 年更加先进的

最新远望 7 号测量船

“远望 7 号”也投入使用。30 年来,远望号船队先后 50 余次远征大洋,圆满完成了 68 次海上测控任务,总航程 140 余万海里,累计海上作业 7600 余天,测控成功率达 100%。1989 年,邓小平签署命令,给“远望 1 号”和“远望 2 号”测量船分别荣记一等功。1999 年,

江泽民签署命令，给“远望 3 号”荣记一等功。2000 年，江泽民签署命令，给“远望 2 号”荣记一等功。2005 年，胡锦涛签署命令，授予“远望 2 号”“功勋测量船”荣誉称号。

②实习单位要求：

中国航空远洋测量船基地是我国典型的军事科技工程研发、实践的场所，并与我国航空工程关系颇深，在这样的单位里保密工作十分重要，所以在实习的第一课中，本人也学到了相关保密工作的要点，归纳如下：1. 使用安全网络。2. 按照规章制度工作，不乱拍照。

③航空系统及远望号测量船简介：

I. 航天系统简介

航天系统又称航天工程系统，由航天器、航天运输系统、航天器发射场、航天测控网、应用系统组成，是完成特定航天任务的工程系统，是现代典型的复杂大系统。其中航天器分为航天飞机、航天飞船、空间站。我国先后共建成四大航天发射中心：

酒泉卫星发射中心	建于 1958 年，是国建成的第一个卫星发射场，共 2800km ² 。主要用于发射低轨卫星。
太原卫星发射中心	始建于 1967 年，主要用于发射导弹、气象卫星及太阳同步轨道卫星。
西昌卫星发射中心	始建于 1970 年，主要用于发射地球静止轨道卫星。
海南卫星发射中心	始建于 2009 年，主要用于发射地球同步轨道卫星、月球探测卫星、北斗轨道卫星、太阳同步轨道卫星。

我国目前主要承担的航空发射任务主要有：1. 长征运载火箭发射任务、2. 北斗导航卫星发射任务、3. 高分卫星发射任务、4. 东风导弹发射任务、5. 嫦娥探月卫星发射任务等等。

II. 远望号测量船与航天工程的关系

卫星、火箭等发射后，需要对其不断的发射指令进行控制，但陆上控制站无法对其进行全程控制，所以我国启用航天测控船。每逢航天任务，航天测量船便驶入大洋深处，开展对卫星、火箭的控制。总的来说航天测控船与航天工程息息相关，其主要用于为我国航天事业服务。

III. 远望号测量船简介

一代测量船	远望 1 号	于 1977 年 8 月 31 日建成下水，船总长 191 米，船宽 22.6 米，船高 38 米，平均吃水 7.5 米，满载排水量 21157 吨。1978 年部队正式组建，30 多年来，船先后 30 次远征大洋，总航程 20.8 万余海里，累计航时 17376.1 小时，出海总天数 1166 天。
	远望 2 号（功勋船）	船长 192 米，宽 22.6 米，高 38.5 米，满载排水量 2.1 万吨，最大行速 20 节，续航 100 天。远望二号船组建于 1978 年，30 多年来，先后 25 次远征大洋，总航程 30 余万海里，累计海上作业时间 1826 天。
二代测量船	远望 3 号	船长 180 米，宽 22.2 米，最大高度 37.8 米，满载排水量 1.7 万吨，吃水深度 8 米，巡航速度 18 节，最大航速 20 节，续航能力 1.8 万海里。1995 年底投入使用以来，远望三号船先后 13 次远征三大洋，圆满完成了 14 次国家级大型试验海上测控任务。
	远望 4 号	由原“向阳红 10 号”改建而成的航天远洋测控船。主要担负卫星和飞船海上跟踪、遥测、通信和控制任务。船长 156.2 米，船宽 20.6 米，最大高度 39 米，满载排水量 12700 吨，吃水 7.5 米。船舶巡航速度 18 节，最大航速 20 节，海上自持力 100 天，续航力 18000 海里。
三代测量船	远望 5 号	于 2007 年 9 月 29 日在江南造船厂正式交付中国卫星海上测控部使用。
	远望 6 号	于 2008 年 4 月 12 日正式交付中国卫星海上测控部使用。
四代测量船	远望 7 号	于 2016 年建成使用。

④远望 2 号船简介：

I. 历史信息与总体性能介绍

远望 2 号船是我国第一代综合性航天远洋测控船，主要承担我国航天飞行器的海上测量、控制、通信和打捞回收任务，是我国航天测控网的重要组成部分。船长 192 米，宽 22.6 米，高 38.5 米，满载排水量 2.1 万吨，最大行速 20 节，自持力 100 天。后 27 次圆满完成了亚洲一号、东方红三号、风云二号、烽火一号等卫星和神舟号试验飞船的重大海上测控任务。创下了中国航天远洋测控史上“六个之最”和“四个首次”的纪录。



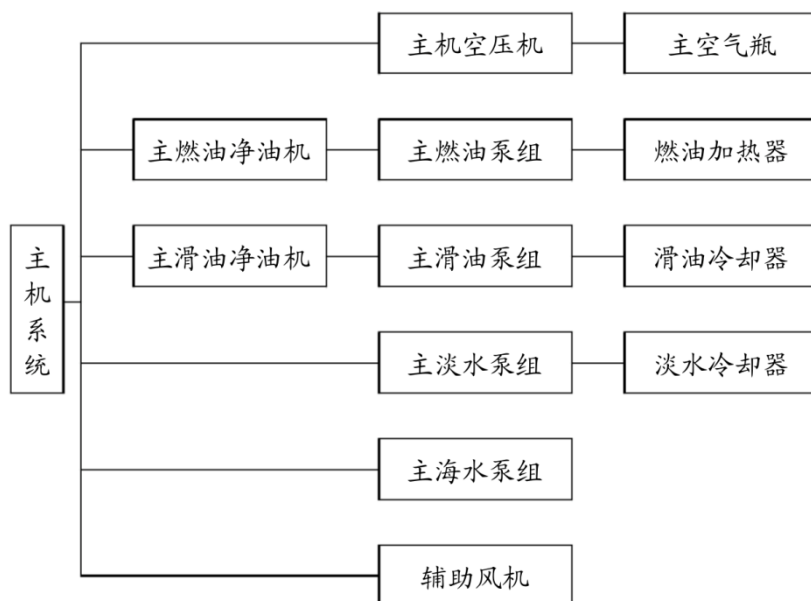
远望 2 号功勋测量船

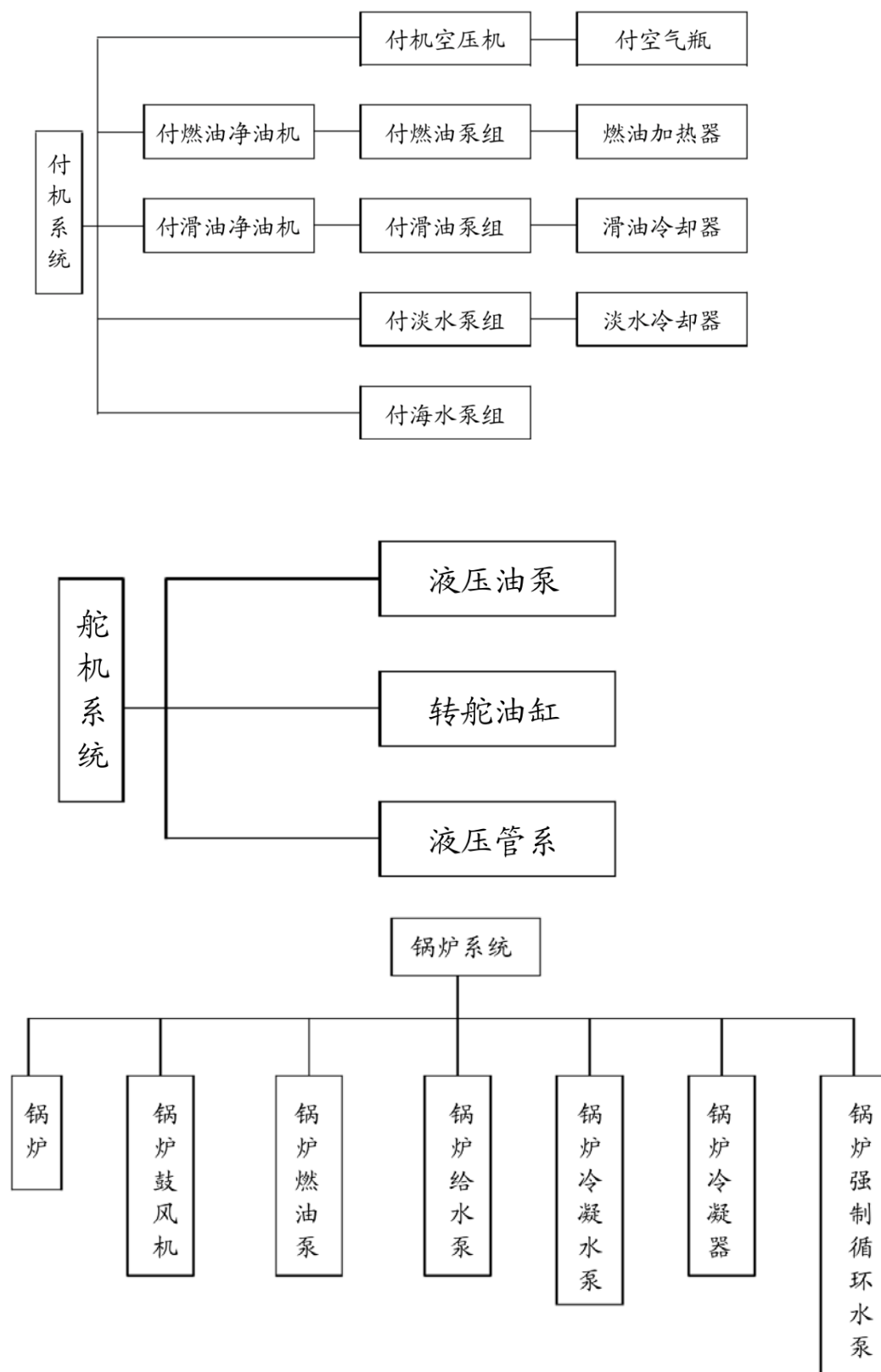
II. 船体性能结构简介

远望 2 号船上分为(一)船舶系统、(二)特装系统。由于远望 2 号船为航天测控船，其特装系统为通信，测控系统，所以放在船舶的通信系统中一起论述。因此主要分为 1. 机电系统，2. 航海系统，3. 通信系统，下面依据这三大系统对船体做一个简介。

1. 机电系统

1. 主机系统
2. 负机系统
3. 舵机系统
4. 甲板机械系统
5. 管道系统
6. 空调、冰箱系统





下面依据远望 2 号机电系统的配置情况对其运行作一个简单的描述,该船的发动机共有两套系统 1. 锅炉——汽轮机——推进器——螺旋桨。2. 柴油机——推进器——螺旋桨。在运行中由于锅炉需要预热达到相应温度才可以产生蒸汽,所以船刚启动时采用第二套系统,之后再切换至第一套系统。这时柴油机多用于发电。



汽轮机

下面简单阐述一下这两套系统的优缺点，汽轮机推进主要用水作为主要材料，水沸腾后产生蒸汽，再由蒸汽推动汽轮机运转从而产生动力，因为要用水作为主要材料，这对船上的水泵以及淡水净化装置要求较高，但是材料源来说较为广泛，成本较低，并且在运行过程中对汽轮机的损伤较小，不容易使机器产生疲劳破坏。但是缺点也十分明显，首先汽轮机推动效率太低，只有 10%左右，并且汽轮机的潜在危险较多，一旦管道某一处或者锅炉漏气（漏气十分难检测），整个汽轮机系统也将处于瘫痪状态。当然这并不是说汽轮机系统容易坏掉，恰恰相反，问题出在锅炉上，锅炉最容易出现问題，就稳定性来说汽轮机系统较差，并且启动需要预热，时间较长，通常采用柴油机配合的方案，所以目前大多数船舶都不采用该系统。



船舶使用柴油机

而柴油机系统是目前船舶使用最广泛的系统，类似于汽车的内燃机。首先柴油燃烧产生气体，经历进气、压缩、做功、排气四个过程，使得气缸做上下移动，从而产生动力，但与汽车中使用的内燃机有几点不同，首先柴油机的燃料为柴油而非汽油，一般船舶柴油机都为四冲程即为进出进出式，而非普通汽车的二冲程。柴油机的优点也十分明显：第一动力足，启动时间短，没有汽轮机漏气的隐患，所以运行较为稳定，安全性能高，并且其运行效率达到30%左右，效率高。但是也有一定的缺点，相比汽轮机，柴油机的寿命更短，运行过程中损耗更大。就远望二号的来说，其配置有2台柴油发电机（配置在机电部的后方），5台汽轮机（机电部左2右3），柴油机除了用于启动之外，还用于日常发电，所以柴油机又称柴油发电机组。

说到电力也对远望2号船的电力情况作一个简介，船舶电力分为船电和岸电，停靠港口时启用岸电（380V），驶离港口时使用船电，船电由柴油发电机组发电提供，船电岸电依靠脱扣装置转换。机电的一般配置中还有各式各样的泵如海水泵，安全泵，柴油泵配合相关机械运作（相关泵的具体结构等等将在船厂实习部分具体讨论）。为了运行的稳定和船体自身的需要，船舶还配备有通风口等各式各样的口子。船舶中的管道情况也十分具有学问，船舶中配备大量的管道，其中红色管道为柴油管道，绿色管道为海水管道，黄色为润滑油管道，裹有石棉的为蒸汽管道（石棉主要作用为隔热），在观察中我也发现蒸汽管道大多成梯形弯曲状，主要原因是为了避免因温度过高而产生温度应力后引起的管道弯曲破坏。另外本人也了解到船舶的动力机组在正常运行过程中温度高达40~50摄氏度。而锅炉部分温度高达60摄氏

度，从这两个数据不得不感叹船员工作环境之艰辛。

2. 航海系统

航海系统包括舵设备、锚设备、系泊设备、拖曳设备、救生设备、起货设备、关闭设备，以及舱底水系统、压载系统等等，在观察中我了解到舵这样的设备，远望号共配备两套，主要原因是为了在任何方向停靠后都可以方便启动。在参观的过程中我们也发现船舶舱室的配备一般是左单右双，这样配备的原因是方便辨别、指挥。

与航海系统息息相关的便是航海基础，其中包括：航向，方位，距离，速度，时间系统。船舶定位的方法有：船迹推算法，路标定位法，天文定位法。而航海需要掌握的技巧有：狭小水道航行，沿岸航行，大洋航行，雾中航行。常用的航海仪器有：1. 电罗仪，2. 探测仪，3. 计程仪，4. 导航雷达，5. 卫星定位系统，6. 电子海图，7. 航行数据记录仪（俗称黑匣子），8. 甚高频无线电话，9. 船舶自动识别系统，10. 航线告警接收机，11. 自动操舵仪。12. 经纬仪（远望2号所用的经纬仪为当年举全国之力建造，用电子管作为主要元件，CPU比386还差，体积巨大，十分不稳定）。

3. 通信系统

远望2号船主要的通信系统包括：1. 有线传输，2. 微波通信，3. 数据传输交换，4. 电话传输，5. 短波通信，6. 指挥通信，7. 自动化办公，8. 广播电视系统，9. 视频监视系统，10. 图学传输系统，11. VHF-天地通信系统，12. 时间统一系统（在远望7号中采用先进的XHF330B时统系统）。



图中的球形物体为卫通天线，碗状物体为雷达或者信息传输塔，中间半球状物体为经纬仪。卫通天线设置成球形主要为了防止天线遭到外界物理破坏。

⑤联合实验室简介：

中国航天远洋测控船基地拥有一个联合实验室，该实验室为国家重点实验室。该实验室目前与我校航空航天学院，信电学院，海洋学院共建，又与南京航空航天大学、国防科技大学合作。其研究的重点为以下四个方面：1. 飞行器海基系统分析理论与方法，2. 飞行器海基探测与跟踪技术，3. 海基平台位置姿态测量技术，4. 海基系统可靠性理论与技术。如今正在进行的工作有 1. 远望电磁环境监测，2. 海上重力测量，3. 北斗精度测量，4. 惯性导航技术，5. 远海大气成分测量。实验室先后举办了四届飞行器海基测量与应用学术年会，成立了飞行器海基测量协同创新研究中心。且该实验室还正在不断壮大。

⑥中国航天测量船基地发展历史

基地发展的历史主要可以分为四个阶段，接下来，本人就从这四个阶段对其做一个简单的阐述：

1. **筹建创业时期：**于 1974 年的 95 号文件指出成立 95 部队，也就是目前驻扎在基地的部队，1970 年 12 月 15 日远洋测量船研制计划列入国家重点工程，经过中央批准，在江阴基地筹建了指挥部，在 1978 年 1 月 25 日，23 基地正式成立。执行正军级权限。其中远望一词取自叶剑英元帅的《望远》七律诗，后由毛泽东主席改为远望。
2. **挺进深蓝时期：**该阶段基地和航天远洋测量事业大力发展。在 1980 年 5 月，18 艘舰船与 4 架直升机组成海上编队远征南太平洋执行为国东风五号洲际导弹发射与海上试验任务，这是我国划时代的重大举措，称 580 任务。580 任务的顺利完成实现了我国海上测量从无到有的跨越，宣告我国成为世界上第四个具有航天远洋测量船的国家，同时，我们应做好组织准备、思想准备、技术准备、人才准备以及综合保障准备，1987 年，部门对远望 1 号，2 号进行了改造，经过这次改造，其性能得到了大幅度的提升。
3. **二次革命阶段：**正值 80，90 年代，党中央研制了第二代洲际导弹和第二代卫星，启动了载人航天工程和“军三星”工程，基地策略船业从 2 艘增加至 5 艘，为了应对新时代的机遇与挑战，1995 年 1 月基地党委提出“二次创业”奋斗目标，开创了航天测控事业发展的又一轮高峰期，在此时期基地由正团级升级为副师级。
4. **大力发展壮大时期：**接下来，进入 21 世纪，随着我国载人航天工程深入推进，深海探测全面启动，新一代的导弹，卫星，试验相机实施，基地的任务与责任更加重大，航天测量事业继往开来，不断壮大。2013 年火箭运输船远望 21、22 号完成海上试验并交付基地，23 基地在党中央指示下逐渐转变为战略支援部队。

三、实习感想

本次实习主要围绕认识船体，熟悉船舶主要设备展开，在实习过程中我们不仅对船体结构和船舶电气、机电有了初步的认识，更在此基础上加深了对测量船主要结构、主要功能、主要设备的理解。当然本次实习也不局限于船这样一个点上，在此同时，我们也与官兵互动进行了几次锻炼心态的游戏；学习使用了灭火器和消防栓。

在认识船体上，我的感受颇深，由于我自身对于机电、力学兴趣较大，而船舶上到处体现了力学、机械和电学的相关理论的成果，所以不得不说本次参观既是对工科知识的扩充，又是对我们理论知识实际化的一种锻炼，正如古人指出的那样要学以致用。在实习中，我们实际参观了远望 2 号船，这也是我第一次系统的观察一艘船的机电设备、船体结构、航海设备等等，虽然远望 2 号船已然退役，但在参观过程中，伴随着官兵的激情演讲、介绍，我们逐渐感受到了我国功勋船那种鞠躬尽瘁，死而后已的精神，他多次冲出海浪的包围圈，多次控制甚至拯救航天卫星，多次与恶劣天气作斗争，然而站赋予他这种精神的不是别人，正是我国先一代的科学家、工程师、海军官兵。说到这里，我不得不说：我们应向为我国科技国防事业奉献的工作人员致敬！是他们创造了远一到远七点奇迹。我们是学船舶的，虽然我知道并非我们所有人都对船有浓厚的兴趣，但是既然选择了这条路我们就应该为社会为国家做些什么。虽然外界传的沸沸扬扬，世界船市、中国船市堪危，但我不认为我们会因此失去在此领域的价值，抓住发展的时机，从自己热衷的领域出发，总能找到一条适合自己，有利于社会的道路。我对机电、力学兴趣很大，立足当前，远望未来，我要努力向这方面发展，扩充理论知识，提高工程技术能力。在参观中我们也了解到并非所有设备都已实现国产化，很多关键技术仍然依靠进口，在此，我们也深深认识到何为任重而道远。现在是新的时期，我们迎着新的挑战，许多专家都指出在未来海洋强国是必然，所以说，国家还有很多需要年轻一代去完成，我们也应担起责任，在我们学习研究的领域内解决问题，攻克难题。

在本次实习中，我第一次使用了灭火器和消防栓，官兵亲切热情的教学使得我们在较短时间内学会使用了这两种器材，虽然这可能与我们的工作生活关系不大。但是我认为消防观念，基本知识远远凌驾于课本之上，掌握工作、生活基础技能对于日后贡献很大。另外本次实习安排的高空速降体验更是锻炼了我们逆境中随机应变挑战自我的能力，提升了我们的心态。

最后，发表一下对本次实习的看法，本次实习即不乏专业知识和技术实践，又不缺少生活技能和心态的培训，我们从实习中有所收获！

认识实习总结报告

3150100711 王诗卉船舶与海洋工程1501

一、序言

认识实习，又称认知实习，是对书本知识的巩固加深，要求我们到工作岗位的环境去参观，了解今后可能工作的环境，增加对将要从事的职业岗位的初级认识。认识实习一般包括以下几个内容：1.工作岗位的一般要求；2.工作环境的基本条件；3.目前在岗位工作的人员对职业岗位的认识和理解；4.企业或公司对员工的基本要求。有了初步的认识，我们才能有针对性地开展下一阶段的学习。大学的前两年，我们以通识课、大类基础课的学习为主，专业性比较弱。从大三开始，我们就将进入有针对性的专业课的学习。在大二的暑假进行认识实习，有利于帮助我们进一步了解所学的专业，为之后的学习指明方向。

犹记焦磊老师在见面会上提出的那个问题：“你们对于这次实习的期待是什么？”在实习开始之前，受到一些流言的影响，我们以为实习的环境会很恶劣，实习过程当中会受到军事化的管理，因而对于实习的积极性都不是很高，私下交流中也都半开玩笑地说对实习的期待就是有东西吃、有地方睡。然而事实上，我们的食宿条件可以说是非常好，实习安排也并不是坊间传言的“军训”，而是以参观和讲座为主，加上心理行为训练等强度不高、趣味性强的活动。重新认真思考这个问题，我们对于实习的期待是什么。我的答案是，希望能够通过这次实习了解我们专业未来可以从事的工作，实地考察工作环境，并了解这些工作对我们的要求是什么，以便在之后的学习中更有针对性地提高自己。这次为期四天的认识实习给我的，却远远超出了我的预期。在总结报告中，我将详细地谈一谈我在参观和学习的过程中的收获，以及对认识实习的总结。

二、参观

7月5日参观远望二号船

远望二号远洋航天测量船是我国第一代综合性航天远洋测控船，主要承担了我国航天飞行器的海上测量、控制、通信和打捞回收任务，是我国航天测控网的重要组成部分，特别是在中国载人航天工程海上测控中，它担负着天地话音传输任务。在三十年的服役生涯中，它执行了35次任务，总行程达到52万海里，进行了47次航天发射测控，保持着0失败的记录，完成了从陆到海、从火箭到卫星、从国内到国外商用的跨越。

船的结构分为船舶结构和特装结构两部分，船舶结构又分为机电系统、航海系统、测控系统和通信系统四部分。

远望二号的机电系统由5台汽轮发电机和2台柴油发电机驱动，其中汽轮发电机是主发电机，柴油发电机是辅发电机。汽油发电机的工作原理是：锅炉产生蒸汽驱动汽轮机转动，从而带动推进器或减速装置。汽轮发电机启动较慢，柴油发电机由于是直接启动推进器或减速装置，因而可以立即启动。远望二号的发电机配置情况是左三右四，柴油机布置在后方。远望二号电力情况为船电、岸电分离，通过脱扣装置转换运行，额定电流为2156A，脱扣电流为1900A，长延时对应电流为2800A，短延时对应电流为5600A。远望二号其他机电系统配置还包括海水泵（即海水净化系统，能将海水转化为淡水再转化为喷雾）、压载泵（用于调整船姿）、消防泵、安全泵、往复泵、通风口及各种管道（红色为柴油管、绿色为净水管、黄色为润滑油管、阶梯形的为蒸汽管道）等。

远望二号的航海系统包括舵设备、锚设备、拖曳设备、系泊设备、救生设备等。舵设备布置在主驾驶室，船长通过三面舵角指示器来观察并指挥船的运行方向。主驾驶室至少4人：船长、舵手、瞭望和控制动力。远望二号的舵最多转25°，这是因为它航速比较大，转比较大的角度的话容易侧翻。远望二号最大航速为18节/时，最高能抗12级台风，一次出航最多40天就需要靠岸补给。锚设备主要包括锚机、锚、锚链、锚灯、锚钟、缆绳等设备。锚机只在船头有，船尾没有，分为左锚和右锚，一般抛锚时只抛一个锚，以防绕链。远望二号的锚单个重5吨，锚链的实际长度为25米/节（国际公约约为27.5米/节）。船头和船尾都有

锚灯。锚钟是在抛锚时，抛几节就敲几下。

远望二号的特装系统有外弹道测量系统、遥测系统和遥控系统等等。

在参观过程中，我们了解到航天测量船的设计理念主要有两点：一是满足实际需求，如远望二号的甲板设计为两头翘中间平，这是为了解决积水问题，因为如果是整个设计为平

板,则在钢板接缝处会滞留积水,当然积水问题也和船的排水系统有关;二是越来越人性化,如远望二号的楼梯窄而陡峭,当初在设计时更多地考虑是节省空间,而在远望七号等第三代测量船上,楼梯的设计更缓和,船员上下楼更为方便安全。

7月6日航海模拟训练

驾驶的控制是通过车和钟这两个设备:车有两个,一左一右,可以分开也可以合并在一起控制,车是用来控制船的前进后退的装置,向前推为前进,向后拉为后退,一前一后可以加速转向,用于紧急避险,但在一般情况下左右两边的是并在一起的;钟只有一个,用来控制船的左右摇摆。

操作界面左边有雷达图,右边有海图,通过观察海图调整行进方向,要注意不能让船舶搁浅。

Figure 1 模拟海图

真实船舶的舵不如模拟船的舵灵活,转动角度不会太大,因为要考虑到实际情况中风浪的影响。

7月7日参观远望展览馆

远望基地是在毛泽东主席的亲自决策下建立起来的。1974年10月,国务院和中央军委下发95号文件,决定基地定点江阴建设,因此江阴人民也将基地成为“九五部队”。“远望”一词出自叶剑英元帅所作的七律诗《望远》,后来毛泽东主席将其改名为“远望”。一进远望展览馆就可以看到一份立体的地图,上面显示了黄山营区、集训中心、远望号停靠码头和君山营区(即基地机关所在处)的地理位置。展厅分为八个区域,分别由三位讲解员带领参观。

(一) 筹建创业(一九七五年四月~一九八零年三月)

1967年,国防科委向中央专委提出研制远洋测量船的建议,代号718工程。

1968年6月17日,毛泽东主席周恩来总理批准中央军委审定上报的远洋测量船研制计划。

1970年12月15日,718工程被列为国家重点工程。

1972年4月8日,叶剑英副主席主持召开中央军委办公会议,确定第一期工程建造的两艘测量船。

1974年,国务院中央军委批准测量船在江阴肖山段定点建设。

1977年8月26日,国防科委向总参报告将测量船改名为远望一二号。

1977年8月31日,远望一号船在江南造船厂剪彩下水。

1977年10月30日,远望二号船在江南造船厂剪彩下水。

1978年,政军集权。

1979年12月22日,两艘测量船正式交付基地使用,我国第一代综合性航天测量船正式走上历史舞台。

1980年5月,我国第一枚洲际导弹发射。(580任务)

基地建立可以分为三个阶段:组建测量船部队、成立第二十三实验训练基地和战斗力锻炼生成。测量船部队包括航海部门、测量部门、计算机控制部门、观通部门、机电部门和舰务部门等部门。战斗力锻炼生成包括组织准备、思想准备、技术准备、人才准备、综合保障准备等方面。

(二) 挺进深蓝(一九八零年四月~一九九四年十二月)

1998年4月,年轻的共和国远征测量船队拉响了我国航天事业走向世界的第一声汽笛,与海军、国家海洋局、国家交通局共18艘舰船、4架直升机组成海上编队,从舟山朱家尖锚地启航,远征南太平洋执行我国首次洲际导弹——东风5号发射海上试验任务。

1. 首航太平洋

2. 基地精简整编

3. 创建革命化、现代化、正规化的海上测量基地

(三) 二次创业(一九九五年一月~二零零七年八月)

二次创业实现了从测量到测控的跨越,主要成就有:新一轮体制编制调整——正团级调整为副师级;第二代测量船锻造出炉;第二次大规模技术改造升级;第一期试验工程建设;壮丽腾飞的二次创业梦想;壮美恢宏的神舟飞天之路;共创基地全面建设新局面。

(四) 发展壮大(二零零七年九月以来)

1. 新一代测量船登上舞台
2. 辉煌谢幕完美承接
3. 护送嫦娥再创新河（2013 年）
4. 连战连捷再立新功（北斗二号）
5. 远望家族再添新军（火箭运输船）
6. 聚焦强军目标加强全面建设

(五) 文明使者

远望号因任务需要，先后100 余次停靠12 个国家、15 个港口。每次停靠外港都会严密组织外港教育、靠港年检、设备检修、物资补给，以集体活动的形式组织船员购物。靠港之后与当地华人举办文艺汇演、体育活动。

(六) 鱼水情深

基地官兵帮助当地居民搞好爱国教育，进行双拥共建活动。在远望展览馆还陈列着基地主要合作单位名录。

(七) 荣誉绽放

2005 年1 月13 日，远望二号被胡锦涛总书记授予“功勋测量船”的荣誉。远望号多次受到全军全局表彰，基地有两位一等功臣，多人记二等功及以上功勋，取得440 多项重大科研成果奖项。

(八) 亲切关怀

金色航道党指引，凝聚着党和国家领导人的亲切关怀、军委总部首长的殷切期望和地方各级领导的深情厚爱。这些莫大的关心、指导和鼓励，令基地官兵备受鼓舞、备受激励，鞭策远望坚定向前方。

三、讲座

7 月4 日保密教育

(一) 什么是军事秘密

1. 军事秘密的范围

- i. 军事部署（位置、人员数目等）。
- ii. 武装力量的组织编制。部队的任务、实力、状态等情况中需要控制知悉范围的事项，特殊单位以及师级以下部队的番号。
- iii. 武器装备的配备情况。
- iv. 军事学术和国防科学技术研究的重要项目、成果及其应用中需要控制知悉范围的事项。
- v. 军事设施及其保护情况中不宜公开的事项。

实习过程中可能接触到的：

- i. 所在单位编制、任务
- ii. 部队番号、地址
- iii. 和部队人员的合影照片、营区照片
- iv. 具体装备照片，主要是指远望号船上相关主战装备（天线、机房等）
- v. 远望号出海执行任务相关信息
- vi. 学员队收到的各类涉密纸质文件
- vii. 通过军综网了解到的其他涉密信息

2. 密级的划分：绝密（军级）、机密（师级）、秘密（团级）

3. 密级的确定与保密期限

绝密的保密期限为30 年，机密的保密期限为20 年，秘密的保密期限为10 年。对确需永久保密的事项应设置为长期。

4. 涉密载体的定义

涉密载体是指文字、数据、符号、图形、图像、视频和音频等方式记录国家秘密信息的纸介质、磁介质、光盘以及半导体介质等各类物质。

(二) 为什么要保密

在革命战争年代，保密就是保生存、保胜利；在和平建设时期，保密就是保安全、保发展。

(三) 保密工作形式

1. 形势的严峻性：窃密手段更先进、渠道更隐蔽、目标更多元、内容更广泛
2. 任务的艰巨性：数字化、网络化、轻便化、隐形化
3. 三条高压线
 - i. 上网计算机有无涉密和敏感材料
 - ii. 涉密计算机有无连接互联网
 - iii. 保密优盘有无混用

(四) 怎么做

1. 严禁在普通电话上谈论军事秘密
 2. 严格按照手机使用管理规定使用手机
 3. 严禁涉密计算机联接互联网
 4. 严禁私人计算机联接涉密网
 5. 严禁私人移动载体存储接入涉密计算机
 6. 严禁移动载体在涉密计算机与上互联网计算机之间交叉使用
 7. 严禁私人手机、数码相机、播放器等电子设备联接涉密计算机
 8. 朋友来访应报告老师
- 7月5日测控总体知识

(一) 航天系统总体

航天（Spaceflight）：又称空间飞行、太空飞行、宇宙航行或航天飞行，是指进入、探索、开发和利用太空（即地球大气层以外的宇宙空间，又称外层空间）以及地球以外天体各种活动的总称。

航天器（spacecraft）：又称空间飞行器、太空飞行器。按照天体力学的规律在太空运行，执行探索、开发、利用太空和天体等特定任务的各类飞行器。航天器为了完成航天任务，必须与航天运载器、航天器发射场和回收设施、航天测控和数据采集网与用户台站（网）等互相配合，协调工作，共同组成航天系统。航天器是执行航天任务的主体，是航天系统的主要组成部分。

航天系统（space system）：又称航天工程系统。由航天器、航天运输系统、航天器发射场、航天测控网、应用系统组成、完成特定航天任务的工程系统，是现代典型的复杂大系统。航天系统可分为无人航天系统和载人航天系统。载人航天系统由载人飞船、空间站和航天飞机组成。

目前我国有四个航天发射场，分别位于酒泉、太原、西昌和海南。酒泉发射场是目前最大的发射场。太原发射场的主要任务是往新疆方向发射导弹以及发射太阳同步轨道卫星。西昌发射场主要发射地球静止轨道卫星、通信卫星、广播卫星和气象卫星。海南发射场主要发射地球同步轨道卫星和月球探测卫星，一艘火箭可以搭载四颗卫星。

测控系统由外弹道测量系统（外测系统）、遥测系统和遥控系统组成。其中，外测系统的主要任务是获取卫星运动轨道参数。

航天控制中心位于北京和西安两地。北京的航天控制中心主要执行载人航天任务和探月任务；西安的航天控制中心执行绝大部分卫星任务。航天测控站由陆上固定站、陆上机动站和航天测量船组成。中继卫星系统由控制管理中心和天链一号卫星组成，天链一号卫星系统带宽更宽，收集信息更全。

(二) 重大航天工程

1. 载人航天工程：载人→出舱→空间站
 2. 嫦娥工程：目前进行到月球探测三期
 3. 北斗三号全球卫星导航系统
- 30颗组网卫星（3颗GEO、3颗IGSO和24颗MEO）+3颗MEO备份
- 中国未来空间站结构设计

1GEO：静止轨道卫星。IGSO：倾斜静止轨道卫星。MEO：中地球轨道卫星。

Figure 2 中国未来空间站结构设计

(三) 航天测量船发展情况

1. 第一代航天测量船：远望一号、远望二号
2. 第二代航天测量船：远望三号、远望四号
3. 第三代航天测量船：远望五号、远望六号

目前对于远望七号是否属于第三代航天测量船仍存在争议。

测量船由船舶系统（又称常规系统）和试验装备系统（又称特配系统）组成。测量船共承担100余次任务，包括导弹全程试验时进行弹头再入和落点测量、各类型卫星发射段、转移段轨道测量和载人航天测量等。由于测量船的机动性和受国际政治因素影响较小的特点，测量船还担任一些特殊任务，例如测量船可弥补中继卫星系统的测控盲区，主要是火箭发射时和姿态异常时，另外，测控船抗干扰性及信息安全性较好。

美国的测量船主要执行的是导弹测量任务，尤其是针对别国发射的导弹，例如霍华德·洛伦岑，可对X波段和S波段进行遥测。法国有“蒙日”号测量船，可执行航天任务。美国、欧洲、印度等有一些小型测量船，实现遥测接收。

我国航天测量船未来的挑战主要来自于中继卫星的完善。航天测量船主要是用于弥补火箭卫星飞行异常时中继卫星无法测量的缺憾，例如火箭滚转角较大时，中继卫星的天线跟不上。另外，测量船可通过减低远地点，满足近地点变轨的要求。未来的机遇主要有导弹测量船、海上导弹、全程试验（包括航距、落点等）和空间目标检测等方向。

(四) 基地后续承担的任务

后续任务特点：任务密度高、调配难度大、重点型号多、任务模式多、测控体配新、技术难度大。

变化因素：中继卫星系统应用的拓展对测量船任务的影响。

7月5日基地通信概论

(一) 概述

1. 引言

23 基地承担卫星、导弹、飞船等空间飞行器型号试验的海上测控任务，为保障任务的圆满完成，建立了纵横交错的综合通信网。通信手段、业务种类几乎包含了所有领域，网络覆盖面可达世界大部分地区，形成了一个全方位、立体的数字通信网。

基地现有的通信系统是根据921-6大系统的总进行改造和建设的，之后经过新测量船建造工程，以及基地场区通信网改造，已形成一个专业门类齐全、满足试验任务要求、互连互通、多维一体的信息网络平台。经过历次卫星发射、飞船飞行试验任务的检验，各通信分系统指标合格，运转良好，圆满完成了各次试验通信任务。

2. 基地通信发展概况

1987年前，即1978年远望一号和二号船建造下水至1987年的10年间，测量船通信系统以短波通信为主。其他还有：旗语信号、灯光通信、损管电话、程控电话等。

1987年，远望一号和二号船安装了5米卫通站，岸船通信质量革命性地大幅度提高，标志着测量船船载卫星通信技术应用的时代开始，也是测量船通信技术发展的里程碑。

2007年远望三号船在中修改造中，首先安装了3.8米小卫通站和综合信息传输平台，实现了测量船通信系统质的跨越。

2011年之后，远望三、五、六号船完成了试验IP网建设，至此，测量船通信系统进入IP网信息时代。

2013年远望五号船率先安装了Ku/Ka2.4米卫通站，标志着测量船通信系统开始进入宽带卫通时代。

3. 系统组成

基地通信系统组成为测量船通信系统和陆上通信系统。

测量船通信系统主要包含：卫星通信（包含海事卫星系统）、天地通信（VHF）、时间统一、指挥调度、视频图像、IP网通信、数据网（DDN、MSS）、广播、救生通信（含短波、海事C站）。

陆上通信系统主要包含：程控交换、光传输（SDH和PDH）、卫星通信、会议电视、数字微波、宽带交换（ATM）、数据网（DDN、MSS）、IP网通信、短波、人工长台、电源（含电池）、营区视频监控。

4. 系统归类

有线传输网：光纤传输系统、电缆传输系统、综合信息传输平台。

微波通信网：专向卫通网、海事卫通网、数字微波通信网。

数据传输交换网：数字数据网DDN、帧中继传输网MSS、分组交换-试验IP。

电话传输交换网：长途业务网、场区内部网。

短波通信网：救生电台、专向电台、对空对海电台。

指挥通信系统：专向电台、对空对海电台、指挥调度、指挥电话、机要传真。

自动化办公网：航海综合信息、军综网。

广播电视网：场区生活电视网、测量船生活电视系统、测量船广播扩音系统、江阴广电基地投入分配网。

视频监视网：场区安全监视系统、测量船试验电视系统、测量船航海电视系统。

图像传输系统：实况电视接收、飞船数字电视。

VHF 天地通信网

船舶救生通信：组合电台、海事C 站。

时间统一网

其他通信系统：旗语、灯光、铱星电话等。

5. 基地通信系统任务

i. 完成试验任务时岸船间指挥调度、电话、数据、电视等通信任务。

ii. 保障基地内部的日常通信。

iii. 保障码头、近海训练、任务航渡、任务演练、联调和校飞时调度、指挥电话、电报、电传、传真及相关数据传输。

iv. 保障基地与上级机关、友邻单位及其他部队的日常电话通信和其他信息传输。

v. 保障基地所属单位通信需要。

6. 涉及的范围和技术

i. 基地通信系统所涉及的范围

常规：各单位均由，如最基本的电话、电视及办公信息网络。

试验：试验技术部、各测量船、通信总站、勤务船大队、自动化站。

ii. 基地通信系统所涉及的技术

程控交换技术、光纤传输技术、卫星通信技术、伺服跟踪技术、短波通信技术、数据传输与交换技术、时间统一技术、通信保密技术、广播电视技术、视频监控技术、网络通信技术、网络安全技术。

(二) 基地光电缆网络

Figure 3 基地光电缆网络

说明：光电缆线路连接君山、黄山、江阴电信、江阴大院、绮山五个场区。

日常通信和基地试验任务主用线路为：黄山至绮山6 芯光缆和50 对电缆；黄山至君山12 芯、48 芯两根光缆和100 对市话电缆；君山至绮山8 芯光缆，以君山、黄山、绮山三个场区为节点形成了光电缆双备份环状网络。另有君山至军区华藏机务站8 芯光缆和全军网北沿海节点站黄山至江阴电信24 芯光缆转接至靖江、泰州、张家港、常州方向，接入全军光纤通信传送网。

Figure 4 光纤传输调制带宽

(三) 卫星通信网

卫星通信网包括利用国际通信的IBS/IDR 业务通信网，基于INMARSAT 卫星的海事卫星通信网，总装备部的C、Ku/Ka 专网。

Figure 5 某飞船任务全区卫星通信示意图

Figure 6 基地卫星通信网

Figure 7 海事C 站示意图

(四) 数据传输网

基地数据传输网依托卫星通信、光纤线路、微波线路，采用数字数据网（DDN）、帧中继传输（MSS）、数据分组交换（试验IP 网）等技术手段，构成覆盖基地场区、海上测量船及基地驻外编制单位的通信网络，共同完成基地日常及试验任务时的数据传输任务。

Figure 8 某任务DDN 节点样式

Figure 9 基地帧中继某期拓扑图

Figure 10 传输平台环网结构

(五) 试验IP 网

随着IP 通信业务应用软件种类的日益丰富，其应用领域及应用范围不断拓展，在为用户提供新的通信手段的同时，使得信息沟通更加便利。

总装试验任务IP 网建设第一阶段在2010 年底完成，并在2011 年投入使用，其范围覆盖20、23、25、26、27 基地及背景航天指控中心等主要参试单位，成为总装试验任务主用的综合业务承载平台。

伴随着总装试验任务IP 网的建设，IP 技术所带来的技术优势逐步体现，特别是一体化信息传输，使得用户能够更加容易地获取丰富的语音、数据、图像、图文等信息。

(六) 电话交换网

以黄山1000 门程控数字交换机为中心，与君山2000 门模块局、无锡400 门交换机、常州200 门交换机、上海100 门交换机、火运船72 门交换机、远三、远五和远六船综合信息平台等连成本地电话交换网。

Figure 11 基地电话网

Figure 12 人工电话站网络

目前，基地岸上交换设备采用的是中兴ZXJ10A 机型，配有1 个中心模块和1 个远端模块。中心模块位于黄山部队，容量1000 门。远端模块用于君山区部队机关及宿舍用户，容量2000 门。出口中继站连接军网和江阴电信。

(七) 短波通信网

短波通信是最早的无线电通信方式，曾经是测量船岸船通信的主要手段，就目前来讲，虽然通信容量小，信道不很稳定，但也是最可靠的基本通信手段，在现在或将来仍有保留的必要性。

基地短波通信采用的天线主要有：（1）软振子对数天线、硬振子对数天线、多模多馈天线；（2）鞭状天线（主要用在测量船和勤务船上）；（3）多元八木天线（用在VHF 系统上）。

(八) 指挥通信系统

Figure 13 测量船对上调度

Figure 14 场区对上调度

Figure 15 基地试验IP 网调度

(九) VHF 天地通信系统

天地VHF 通信系统负责对载人飞船的双向话音通信和接收飞船关键遥测数据，综合数据传输速率24Kbps。其中有16K ADPCM 编码话音和4.8K 数据（下行为生理遥测，上行用于自检或遥控），其帧频为25Hz。

整个系统由一套飞船设备和多个地面站组成，其中包括陆地固定站、船站（远望号测量船）和车载站。

天地VHF 通信系统可用于飞船的发射段、运行段和返回段的通信。

(十) 时间统一系统

时间统一系统是向导弹、航天器试验提供标准时间信号和标准频率信号以实现整个试验区系统时间和频率的统一，由各种电子设备组成的一套完整的系统。

新船时统与用户间的信息传输介质选择“光纤+电缆”的方式，即通过光缆连接分布在必要位置的SDH 网络节点，构成一个具有自愈能力的环形网络，完成信息的接入、传输、交

换功能；用户接入采用电缆方式。

在主要节点之间实现光自愈环传输以减少布线，增强可靠性；在各主要节点与就近的用户设备间采用短距离的电缆传输。

(十一) 基地场区电视系统

基地场区电视系统分为江阴广电提供的地方数字电视和基地内部接收处理的有线电视。

江阴广电提供的地方数字电视由江阴广电网络公司负责，电视节目通过光缆到楼的方式，送到各家属楼及各家庭。基地有线电视由前端接收处理系统和分配传输网络系统两大部分组成。

(十二) 试验电视系统

试验电视分系统向主要机房或岗位提供测控信息画面、重要岗位设备的状况、指挥所情况等

(十三) 视频监控系统

视频监控系统包括基地场区视频监控系统、测量船试验电视系统、测量船航海电视系统。

7月7日火箭运输船知识

(一) 立项背景

2006年10月，国务院批准新一代运载船（命名为“长征5号运载火箭”）立项。

2007年8月，国务院、中央军委批准“海南发射场”立项。

海运是火箭从天津总装厂运输到海南发射场的唯一运输途径。最初采用滚装运输的方式，会对海南当地的红树林造成严重的破坏，带来环境问题。滚装运输否定后，采用重吊船方案，面临的问题有浩大的航道疏浚工程和环境测评难题。随着CZ-5运载火箭研制和海南发射场建设的不断推进，火箭运输成为瓶颈。

(二) 技术难题

1. 解决超大超重集装箱布置和安全吊装难题。

2. 解决火箭海上运输特殊的环境保障难题。

防止盐雾的腐蚀和电离作用，将舱室温度控制在 $5\sim 35^{\circ}\text{C}$ ，湿度控制在 $\leq 70\%$ 。

控制三向力学环境（轴向、横向、垂向），过载系数不大于 $0.9g$ （不含自重）。

上送风方案优于下送风方案，两侧送风方案优于前后端送风方案，这是为了解决温差问题。

(三) 技术创新

1. 首次论证设计了运输CZ-5等大推力运载火箭适航船型方案。

在航行安全标准不降低，即航迹宽度不增加的情况下（航线难点在于 27° 的转向角），论证设计了 $122\text{m}\times 19\text{m}\times 5.8\text{m}$ 的适航船型。

2. 台3000kw主机实现不低于15kn设计航速和服务航速的推进方案——航速由14kn增加至15kn，主机单机功率增加为400kw，而航速由15kn增加至16kn，主机功率增加约1000kw。另外，由于火运船只能在白天进港，结合航程，若航速提至16kn将在晚上到达，要再等一晚上才能进港，因此并不需要将航速达到16kn。同时，由于机舱位置有限，主机增大会使维护更困难，配套设备也会相应增大。

2. 优化海上运输和重货吊装力学环境解决预防火箭过载新课题。

增大深沉阻尼，消减波浪突加载荷。

双舷侧结构增大，回转惯性矩提高，摇摆周期提高。

可控被动式水舱、减摇鳍减低船舶横摇加速度。

通过配置功能模块的方式实现抗横倾与恒张力控制，保持火箭吊装安全高效。

3. 提出余压设计新方法实现货舱温湿度及盐雾浓度控制目标。

4. 设计新型柔性集装箱系固装置保证船体结构安全。

5. 采用多项新颖设计为船舶高效管理创造条件。

设计专用冷却淡水舱，油舱采用油井结构型式，主机采用离合器。

(四) 实船应用——方案应用（中船集团第七零八研究所）

7月7日航海机电总体知识

(一) 航海基础

1. 地理纬度

地理纬度是参考椭球上一点的法线与赤道平面的夹角。利用地理纬度和经度构成地球表面的计算格网，即我们通常在地图上所看到的坐标网。地理纬度的度量，从赤道起沿经线向北为北纬， $0\sim 90^{\circ}\text{N}$ ；向南为南纬， $0\sim 90^{\circ}\text{S}$ 。

2. 地理经度

在航海上，地理经度是指格林子午线到地球某点子午线间的赤道劣弧。规定以本初子午面为起始，向东西两个方向量度，各自 $0\sim 180^{\circ}$ ，分别称为“东经”（E）和“西经”（W）。

3. 方向

确定方向的方法有：圆周法、半圆法、罗经点法。

4. 航向、方位和舷角

方位=航向+舷角

航向、方位和舷角的测定均利用罗经。

5. 距离和速度

6. 海图

按一定的比例尺和投影方法绘制而成。主要内容包括：岸形、岛屿、礁石、水深、航标和无线电导航台等，有了海图，船只便不易搁浅了，所以它是航海必不可少的参考数据。

7. 航路指南

供航海人员使用的刊载航线、航法、海区地理概况等内容的参考书，是海图的补充。

8. 进港指南

9. 航海通告

航海通告指报道海区航标、障碍物等变化情况及航海图书出版消息的文件。

10. 海图的比例尺

(二) 船舶定位

1. 航距推算

根据船舶航向、航程和风流资料，不借助外界导航物标而推算出具有一定精度的船舶航迹和船位的方法。

2. 陆标定位

可以观察到两个或两个以上的陆标方位时采用方位定位；观测出两个物标之间的距离采用距离定位；视界内只有一个物标时采用方向距离定位。

3. 天文定位

i. 通过六分仪观测某一天体的高度。

ii. 根据观测时间查阅航海天文历等表册，算出该时刻所观测天体在天空中的位置。

iii. 计算求得天体船位线。

iv. 同时观测两个以上天体，测得两条以上天体船位线，船位线的交点就是天文船位。

4. 无线电定位

分为测向仪测向定位、雷达定位和双曲线无线电定位系统，前两种需要人工在海图上标注。

(三) 航行方法

1. 狭水道航行

2. 沿岸航行

3. 大洋航行

4. 雾中航行

(四) 航海仪器

1. 电罗经

不依赖于电磁而能准确指示地理真北的仪器，其基本原理是把陀螺仪的特性和地球自转运动巧妙地联系起来。

2. 测深仪

利用超声波脉冲进行斜向测量，可以测出船即将到的地方的水深，可以协助定位，一般用于航道水深变化较大的航线。

3. 计程仪

分为相对计程仪和绝对计程仪。相对计程仪是测船舶相对于水航行的路程，有拖曳式、转轮式、水压式、电磁式。绝对计程仪是测船舶相对于海底航行的路程，有多普勒计程仪、声相关计程仪。

4. 导航雷达

5. 卫星定位系统

6. 电子海图

7. 航行数据记录仪（VDR）

俗称船用黑匣子，是专门用于记录船舶航行数据的仪器。

8. 甚高频无线电话（VHF）

VHF 无线电话为水上移动电台的一种近距离通信工具。

9. 船舶自动识别系统（AIS）

船舶之间自动应答与交换航行状态信息的新型导航通讯设备。

10. 航行告警接收机

11. 自动操舵仪

(五) 船舶操纵

船舶操纵是指通过操纵船舶主辅推进器、舵等，保持或改变船舶航速、航向、位置等状态。

1. 停车冲程

2. 倒车冲程

3. 舵效：短时间、较小水域内，转向角越大，则舵效越好。

4. 旋回圈直径

(六) 船舶避碰

1. 号灯：在夜间和能见度不良时显示。

i. 桅灯

ii. 舷灯：右舷为绿灯，左舷为红灯。

iii. 尾灯

iv. 环照灯：有白、红、绿、黄等颜色，根据用途而定。

2. 号型：在白天显示，颜色为黑色，形状有球体、圆锥体、圆柱体和棱形体，通过不同形状的搭配显示表示不同状态。

3. 驾驶和航行规则

i. 追越：在夜间只能看到被追越船的尾灯而看不到舷灯。

ii. 对遇局面：在夜间能看见前后桅灯成一直线或接近一直线和两盏舷灯。

iii. 交叉相遇局面：两船航向交叉。

四、总结

从7月4日到7月7日，短短的四天时间里，我们参观了远望二号船及远望展览馆，学习了航天测控船的相关知识，体验了模拟航海，参与了消防演练和心理行为训练，虽然时间不长，收获却很多。

“忧患元元忆逝翁，红旗飘渺没遥空。昏鸦三匝迷枯树，回雁兼程溯旧踪。迟到雕工能射虎，椰林匕首敢屠龙。景升父子皆豚犬，旋转还凭革命功。”远望号的名字来自叶剑英元帅的《望远》，一代又一代的远望号也的确有这诗中的气概，圆满完成了党和国家交付它的任务。远望号以优越的性能和海军坚韧忠诚的意志克服海上重重困难，完成一次又一次的挑战。

在实习期间，我们聆听了保密教育、测控总体知识讲座、基地通信概论、联合实验室情况介绍、火箭运输船知识讲座、航海机电总体知识讲座等六场讲座，对测控、通信、船体设计、航海机电系统等方面的知识有了初步的了解。尤其是关于基地通信概论的讲座中，我们接触到了很多通信方面的概念。对我们而言，通信可以说是既陌生又熟悉。熟悉是因为我们在日常生活中都会和通信接触，如打电话、使用网络即时通讯工具等，而陌生是因为我们并没有学习过这方面的理论知识，我们专业在之后的学习中涉及到通信的也并不是很多。但我认为，通信在船舶行业是非常重要的，无论是军舰执行任务，还是民船运输，都离不开多方面的交流。从短波通信、卫星通信、传输平台到IP网信息、宽带卫通，通信技术一步步向着

更稳定、更高效、更安全的方向发展着。学习并掌握通信技术，有助于我们在未来设计船舶的时候选择最适合实际需求的通信方式。其他讲座当中涉及到的内容也都和船舶联系十分紧密，在后阶段专业课的学习过程中会更系统而详细地学习。通过这段时间的了解，我们再学到相关内容时，应该会感到比较熟悉，更容易掌握。

虽然在基地参观学习只有短短几天，也没有和营区官兵有深入的交流，但从日常的接触中我们可以感受到他们吃苦耐劳、甘于奉献的精神。在了解远望号及基地的建设经过中，我们也被远望精神所感召。在未来的学习和工作中，我们要学习和发扬这种精神，不怕挑战，不畏困苦，努力提升自己，成为对祖国和人民有贡献的人。

总而言之，这次的认识实习内容丰富，安排合理，收获颇丰。感谢老师为我们提供这次实习的机会，我们会将实习所得运用到生活和学业中，更好地学习和成长。

浙江大学

造船工艺流程实习总结



姓名与学号： 杨毅锋 3150100213

指导教师： 焦磊 沈林维

年级与专业： 15 级船舶与海洋工程

所在学院： 海洋学院

一、绪论：本次实习名称为造船工艺实习，与船厂实习一样实习地点都在江苏江阴中船澄西修造船有限公司，我认为本次实习的重点在于观察、记录并总结船厂造船工艺各个阶段的工作、工艺特点等等，并结合理论知识总结出一条基本而又完整的造船工艺流程线。经过若干天的实习与总结，我认为造船可以分为以下几个流程进行：1. 船舶设计与制造方案生成（包

括设计图纸生成、基本参数生成、生产图纸生成、生产方案设定)——2. 钢板处理(增厚、切割、弯曲等等)——3. 分段式车间成形——4. 机加工、零件加工——5. 分段式组合成型——6. 船体上层建筑组合成形——7. 船舶下水——8. 船舶舾装。需要说明的是除了以上制造过程之外,船舶生产过程中还处处伴随着检测技术和海洋工程试验技术,所以总的来说,船舶生产是制造与校验的结合。接下来,我将从以上几个方面简述船舶等生产工艺及流程。

二、实习企业概况

中船澄西船舶修造有限公司始建于 1973 年,是中国船舶工业股份有限公司(简称中国船舶)的全资子公司,位于长江南岸的江苏省江阴市境内,毗邻上海、南通、张家港等港口城市,水陆交通便捷。公司主要从事船舶及海洋工程修理、建造及大型钢结构件制造,具备年修理、改装 30 万吨级及以下各类船舶 250 艘,建造巴拿马型以下各类船舶 30 艘,生产钢结构件 12 万吨,制造风力发电塔 1000 套的能力。公司现有员工及务工人员逾万名,其中专业技术人员 1200 余名。生产区域占地面积 77 万平方米,沿江岸线 2200 多米。拥有岸壁式舾装码头 1630 米,5-10 万吨级浮船坞 3 座,7 万吨级船台和内港池码头各一座,以及 1600 吨浮式起重船等完善的修造船设施。钢结构生产拥有 20 条先进的风力发电塔塔体制作流水线 and 精良的钢结构制造设备设施。公司控股的中船澄西新荣船舶有限公司,具备年修理、改装 30 万吨级及以下各类船舶 150 艘的能力;参股的中船澄西远航(广州)有限公司,具备年修理、改装 30 万吨级及以下各类船舶 360 艘的能力。

公司奉行“一条船就是一条广告,一条广告就是一个市场”的经营理念,推行质量、环境、职业健康安全管理体系标准,在国内船舶行业率先取得了中国船级社和英国劳氏船级社的质量管理体系、环境管理体系和职业健康安全管理体系认证证书,还通过了德国 SLV 机构的钢结构焊接生产制造和企业资格认证。公司先后获得了

“无锡市百强百佳企业”、“江苏省高新技术企业”、“江苏省技术创新企业”、“江苏省文明单位标兵”、“江苏省安全生产诚信企业”、“中央企业先进集体”、“中央企业思想政治

工作先进单位”、“国资委先进基层党组织”、“全国模范职工之家”、“全国五四红旗团委”、“全国五一劳动奖状”等荣誉,公司连续多年位列中船集团公司经济效益十佳企业前列。



三、船舶生产设计简介:

设计图纸和生产图纸是船舶生产与制造的提前和必要条件,按照船舶设计、生产的需要,我们首先必须厘清三个问题:1. 船舶设计各个阶段的划分;2. 各个设计阶段主要的设计内容;3. 如何识别船体生产设计图纸。下面我就以上三个部分作主要的简单点阐述。

1. 船舶设计阶段的划分:

一般来说船舶设计主要分为三个阶段,分别为①初步设计(合同设计)②详细设计③生产设计。其中初步设计主要用于表达船舶主要的技术状态,即明确船舶的功用、船舶等大小、船舶的排水量等等基本信息。详细设计主要用于确定船舶等全部技术性能,基本将船体结构设计完毕,详细尺寸等等完成标注。而生产设计的目的是提供施工依据和生产管理信息,如果前两者是纸上谈兵,那样第三步设计就是图案和实物的过渡,我认为也是最关键的一步,

其主要致力于将船舶结构与基本生产工艺结合起来，完善生产制造方案。下面再对这三个进一步叙述：

①初步设计：

初步设计的设计任务是提供签订合同（造船合同）前必须的技术支持，明确船体的基本内容，其设计详细内容主要有以下：(一)确定设计准则，其中包括入级符号、设计载荷、规范规则、规范书等等；(二)确定主要参数，其中包括确定主要尺寸、航行速度、载重量、排水量等等；(三)确定总布置图、线形图，总布置图主要是明确船体各个结构的布置情况及机电设备等的布置情况；(四)初步估算静水力、舵容、典型载荷和稳定性等主要性能指标；(五)对某些性能指标在相应软件或者实验室进行试验匹配，如航速、耐波性能等；(六)船舶舾装装备件数计算，初步明确舾装内容。(七)舾装横剖面设计；(八)空船重量估算，钢材强度计算，振动力学性能计算；(九)设备容量、电力负荷计算；(十)编制厂商表。

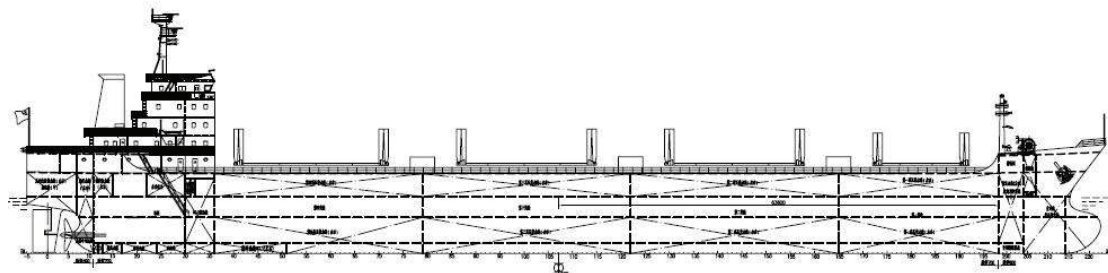


图 1；初步设计图纸

②详细设计

详细设计的设计内容：1. 提供送审图纸和技术文件；2. 提供船东认可的图纸和技术文件；3. 提供船厂所需要材料、设备的订货清单；4. 提供生产设计所必需的图纸、文件和数据。其详细内容如下：

(一)船舶总体详细设计，在此阶段需要完成船体总图、船体线形图、尾部侧影图等等，并且计算船体结构在各个工况下单强度和稳定性；(二)船体结构的进一步完善设计，完善船体的基本结构图，详细绘制各区域的结构图、大型设备等基座图等等；(三)完善船舶舾装相关器械的设计，如绘制系泊设备、舵系、救生设备、装卸设备、桅樯信号设备、舱盖、铸锻件设备等等布置图、详图和居装图；(四)完成机械装配相应的计算和设计，如蒸汽耗量的计算，管系长度，参数

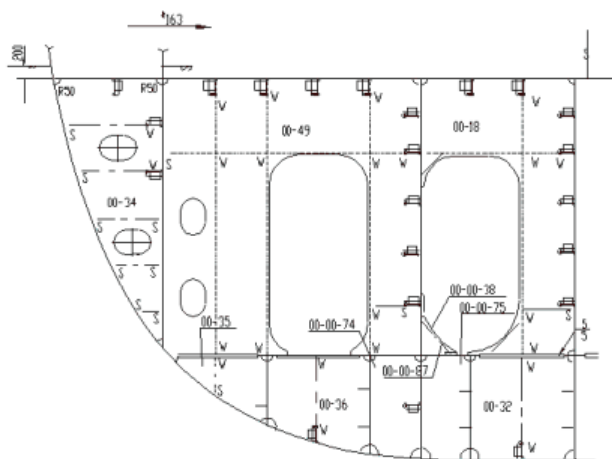
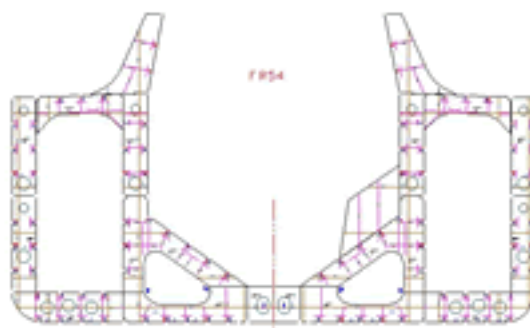


图 2；详细设计图纸

选择等的计算，完成轴系相关设计，进一步完善机舱布置祝、主辅机安装设计、设备基座设计等等；(五)完成电装的相关书面工作，其中包括电力负荷计算，绘制电力、无线电通信、导航、照明、自动化、内部通信、电力设备的系统纸、接线图、电缆走向图、设备布置图等等；(六)撰写船舶涂装相关的书面文件，如涂装说明书、油漆明细表，牺牲阳极的阴极保护法计算书、布置图、阳极保护图等等。

③生产设计

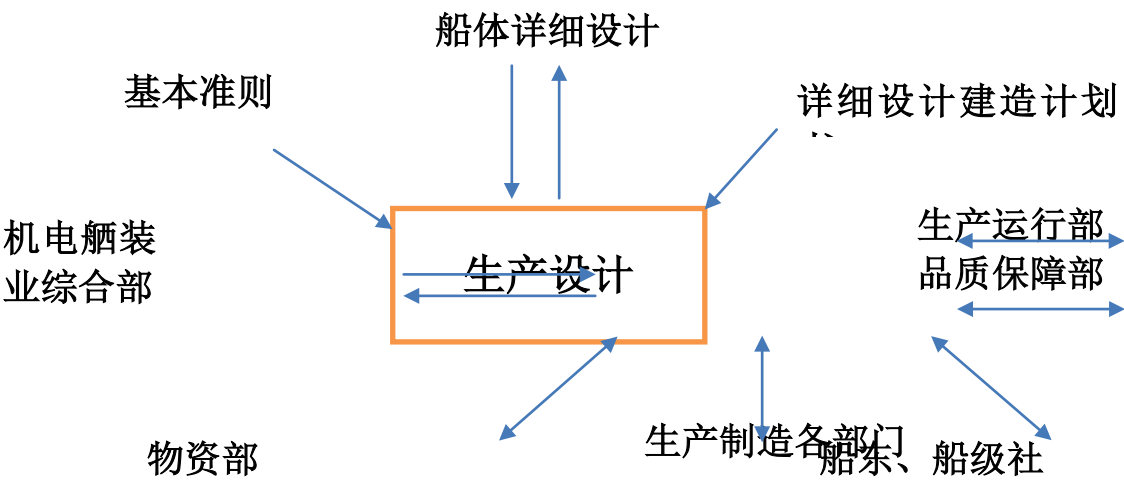
生产设计的设计任务是解决如何造船，如何组织造船生产设计的问题，主要包括 1. 提供制造、安装、调试过程使用的施工图纸；2. 提供组织制造、



安装进程使用的工程管理图纸和文件；3. 提供生产准备的图纸和文件；4. 提高造船的质量和效率。其详细内容如下(一)完成船体生产相关设计，其中包括绘制分段装配图、小组装图、中组装图、分段外板展开图、详细设计节点图、结构详图，提供分段零件明细表、型材下料表、开料手工下料图，绘制分段结构工艺图、胎架图、吊马图、完工测量图、临时支撑等图，在钢材处理方面，提供钢板数控切制图、盘片；(二)完成管系生产的相关图纸，其中包括管系制作图、管子支架图、管系安装图，并且提供管子托盘表等相应文件。

图 3；船舶生产设计分段结构图

生产设计关系图：



四、船舶制造相应钢板处理：

船舶制造离不开钢材等处理，船中也陈列着各式各样的钢材处理器。下面我就根据在中船澄西中的所闻见，按顺序简述一下船舶相关的钢材处理。①钢材预处理，因为钢板从钢铁制造到到达船厂中难免要发生生锈情况，所以必须预先对钢材进行除锈，底漆等处理，保证钢材在制造过程不生过度锈蚀。其次

船厂还要进一步对钢材进行强度校核，其中包括拉伸、弯曲、扭转等等②依据船体生产图纸和相关工艺要求对钢材进行划线、数控套料、套料等处理。确定钢材的加工方案。③依据之前生成的钢材加工方案对钢材进行下料、处理，其中的处理包括 1. 弯



厂
械，
所
处
厂
等
上
发

验，
据
材



图 5；等离子切割机

曲处理，其中处理包括像钢板这样的薄板材料一般采用冷处理，而像钢棍或者曲率较大的结构一般采用热处理，其处理的设备有三芯辊、四芯辊、冷弯机、热弯机等等。2. 切割处理，切割处理主要是为了将钢板切割成需要的形状，主要的设备有等离子切割机、火焰切割机、激光切割机等等。3. 钢材边缘处理，切割、加工焊接坡口等等。④钢材表面喷砂处理，喷砂处理主要为了提高钢材的表面光洁度，去除油污、铁锈等，喷砂等原理是利用高速砂流的冲击作用清理和粗化基体表面的过程。采用压缩空气为动力，以形成高速喷射束将喷料（铜矿砂、石英砂、金刚砂、铁砂、海南砂）高速喷射到需要处理的工件表面，使工件表面的外表面的外表或形状发生变化，由于磨料对工件表面的冲击和切削作用，使工件的表面获得一定的清洁度和不同的粗糙度，使工件表面的机械性能得到改善，因此提高了工件的抗疲劳性，增加了它和涂层之间的附着力，延长了涂膜的耐久性，也有利于涂料的流平和装饰。其相应的器械有吸入式干喷砂器、压入式干喷砂器、液体喷砂器。由于钢材的相应工艺已经在船厂实习中详细阐述，这里就不再赘述。

五、分段式车间成形&&4. 机加工、零件加工：

该阶段主要分为两个方面，第一是船舶分段成形，第二是零件加工与机加工。

船舶分段成形主要是将上个阶段中切割弯曲所得的钢板按照套料图、安装图进行安装。船舶体积很大，不可能一次成型，所以需要分段制造，分段制造的主要依据是制造的难易程度，其中所切分段不能影响机电设备等摆放。分段加工主要的制造方法有正造、反造、侧造，其命名方式主要依据是分段的朝向，在实际制造图 6；船舶分段



中，工人往往根据制造的难易程度及制造的精确度进行选择。分段制造最重要的就是钢板的拼接，其主要运用的工艺是焊接，焊接主要分为三类 1. 熔焊：热欲接合之工件使之局部熔化形成熔池，熔池冷却凝固后便接合，必要时可加入熔填物辅助，它是适合各种金属和合金的焊接加工，不需压力。2. 压焊：焊接过程必须对焊件施加压力，属于各种金属材料及部分金属材料的加工。3. 钎焊：用比母材熔点低的金属材料做钎料，利用液态钎料润湿母材，填充接头间隙，并与母材互相扩散实现链接焊件。适合于各种材料的焊接加工，也适合于不同金属或异类材料的焊接加工。其三种焊接方式各有特点，而在船体制造的过程中经常使用的是熔焊，在中船澄西中，其焊接方式主要有两种，第一种是手工进行焊接，工人常采用二氧化碳气体保护焊，第二种是利用埋弧焊机配合人工进半自动焊接，首先人工对钢材进行点焊预固定，再者利用埋弧焊机半自动对钢材进行焊接，这样焊接的优点在于自动化程度有所提高，焊接效率提高，但是其不适用于复杂构件的焊接。焊接作为船舶制造最关键的工艺，需要多次进行强度、刚度校验。下面就简单介绍一下焊接的检验问题，首先焊接工艺要求焊接完成后焊缝成鱼鳞状，焊接并非是一次成型，每一条焊缝都要经历焊接——打磨——焊接这样的过程，最终形成表面光滑、连续连接的焊缝。焊接还需要进行气泡检验，如果内部存在气泡，钢材的强度会大大降低，其检验方法主要有



图 7；零件机加工

1. 超声波检验法、2. 有机溶剂着色检验法、3. 强度检验法、4. X 光检验法。只有整个分段的所有钢材都符合强度、刚度、稳定性条件才会被送入下道工序。

零件加工，在中船澄西中零件加工主要是机加工车间的任务，机加工车间也分为粗加工和精加工，其加工的主要器械是机床，中船澄西中主要工作的机床有车床、磨床、铣床、钻床、龙门刨床、插床、镗床、线切割机等，其有各自的功效，因为本次实习主要涉及的是船舶建造

工艺，而关于机床的知识已在船厂实习报告中详细阐述，且此项工艺主要与机械零件加工有关，所以不做过多的阐述。机加工车间主要加工船舶的主轴、艏轴、中间轴、连接杆、螺旋桨将军帽、艏轴 安装小零件等等，其加工的零件有个两个特点：1. 一般都是规则形状（旋状体或者方形）；2. 单次加工自由度不超过 3。而像螺旋桨叶片这样的复杂结构一般都由机械加工中心加工完成，其主要方法是利用 CAD 或者其他三维成型软件首先在计算机中建立模型，然后利用模拟机床模拟走刀路径，选择最优方案，再利用三维数控铣床（一般都是 6 自由度）、数控镗床进行加工、钻孔最后成型。由于加工难度很大且成本高，所以一般船厂都委托机械加工中心制造。机加工所涉及的内容还有许多，加工内容主要取决于制造船体的需要，由于篇幅有限，就不再赘述。

六、分段式组合成型&&船体上层建筑组合成形&&船舶下水：

分段式加工完成之后，顺理成章就必须对分段进行组合处理，由于船厂的空间有限，一般组合成形都在室外完成，具体步骤如下，首先利用吊车将分段移动到组合成型区，利用钢架结构将分段支撑住并且移动到合适的位置，再利用焊接工艺进行焊接成型，利用相关仪器进行强度检验等等。等到分段累次成型完毕整个船体差不多也就成型了。船体成型后由于建造时间的影响外壳钢材可能发生锈蚀等影响，于是此时需要用两个工艺对其进行处理。其一就是之前提到的喷砂，将表面锈蚀、毛刺等去处。其二就是喷漆，喷漆一般由特定喷漆设备完成，工人乘坐吊车临空对船舶外壳进行喷漆，当然漆层厚度也有特殊的规定，一般来说检验漆层厚度的常用方法有 1. 超声波检验法；2. 电磁测厚法等等（电解液法等方法由于操作复杂、设备昂贵一般不采用）。

船体上层建筑建造及组合，船体上层建筑一般在特定区域进行建造，其材料大多都是钢材，制造工艺也无非是钢材的处理（切割、弯曲、焊接等等，最后再将钢材拼接成上层建筑。再给上层建筑上漆以后，利用吊车移动到船体所在区域，锁定位置后利用焊接工艺组合，最终整个船体成型。船体成型后需要在船内部安装动力装置、管道等等，其动力装置例如

图 8；船舶上层建筑

柴油机、汽轮机等等一般都是船厂向机械厂采购，然后由特定的工人进行安装。管道一般由钢材处理车间制造，然后再移交到船体成型车间在船内部进行安装。



船体基本已经成型，接下来就是让船舶下水，其下水需要依靠外力。目前为止常用的下水方式主要有三种：1. 重力式下水（适合绝大多数船舶）、2. 漂浮式下水（适合超大型船舶）、3. 机械化下水（主要适合中小型船舶）。在中船澄西中，由于设备等的限制，下水方式以重力式下水为主，下面就对此种下水方式作简要阐述，重力式下水又分纵向涂油滑道下水、纵向钢珠滑道下水和横向涂油滑道下水三种，这也是主要的重力式下水方式。

①纵向涂油滑道下水是船台和滑道一体的下水设施，其历史悠久，经久耐用。下水操作时先用一定厚度的油脂浇涂在滑道上以减少摩擦力，这种油脂以前多采

用牛油，现在多使用不同比例的石蜡、硬脂酸和松香调制而成。然后将龙骨墩、边墩和支撑全部拆除，使船舶重量移到滑道和滑板上，再松开止滑装置，船舶便和支架、滑板等一起沿滑道滑入水中，同时依靠自身浮力漂浮在水面上，从而完成船舶下水。这种下水方式适用于不同下水重量和船型的船舶，具有设备简单、建造费用少和维护管理方便的优点；但也存在较大的缺点：下水工艺复杂；浇注的油脂受环境温度影响较大，会污染水域；船舶尾浮时会产生很大的首端压力，一些装有球鼻艏和艏声呐罩的船舶为此不得不加强球首或暂不装待下水后再入坞安装；船舶在水中的冲程较大，一般要求水域宽度有待下水船舶总长的数倍长度，必要时还要在待下水船舶上设置锚装置或转向装置，利用拖锚或全浮后转向的方式来控制下水冲程。

②纵向钢珠滑道下水，这种方式是用一定直径的钢珠代替油脂充当减摩装置，使原来的滑动摩擦变为滚动摩擦，降低滑板和滑道之间的摩擦阻力，钢珠可以重复使用，经济性较好。钢珠滑道下水装置主要由高强度钢珠、保距器和轨板组成。保距器每平方米装有 12 个钢珠。木质的滑板和滑道上各有一层钢制轨板以防被钢珠压坏，在滑道末端设有钢珠网袋以承接落下的钢珠和保距器。这种下水方式使用启动快，滑道坡度小，滑板和滑道的宽度也较小，钢珠可以回收复用，其下水装置安装费用和使用费用都比油脂滑道低。而且不受气候影响，下水计算比较准确。但初始投资大、滑板比较笨重、振动大。

③横向涂油滑道下水，这种方式是指船舶下水是按船宽方向滑移的，不是船尾首先进入水中而是船舶的一舷首先入水。这种方式分为两种，一种是滑道伸入水中，先将船舶牵引到楔形滑板上，再沿滑道滑移到水中；另一种是滑道末端在垂直岸壁中断，下水时船舶连同下水架、滑板一起堕入水中，再依靠船舶自身浮力和稳性趋于平衡全浮。船舶跌落高度为 1-3 米。这种方式由于同时使用的滑道多，易造成下水滑移速度不一样，造成下水事故，而且跌落式下水船舶横摇剧烈，船舶受力大，对船舶横向强度和稳性要求较高。

七、船舶舾装

船舶舾装是指船体主要结构造完，舰船下水后的机械、电器、电子设备的安装。船舶的舾装就是除船体和船舶动力装置以外的所有船上的东西。按照舾装部位，船舶舾装分为外舾装和内舾装两部分，外舾装包括舵设备，锚设备，系泊设备，救生设备，关闭设备，拖带和顶推设备，还有气动撇缆枪，梯子，栏杆，桅杆等；内舾装，又称居装，包括生活用品，内部通信系统，内部防火系统，内部救生系统，内部电气电子设备等等。按照舾装材料，船舶舾装可分为铁舾和木舾两部分，铁舾是指金属部分的舾装，木舾是指非金属部分的舾装。船舶舾装与详细设计关系很大，其在设计阶段就已经分配好船体各个空间的使用情况，目前计算机技术发展迅速，船舶行业也已经研制出相应的计算机软件辅助船舶舾装，其主要原理是利用计算机辅助设计的同时计算船舱剩余空间，根据舾装条件、器件尺寸等等自动排列舾装顺序，分配船体空间，最终生成最优方案，最后再配合solidworks等软件进一步校验。

八、实习感受

船舶的建造过程大致如上述所言，但由于本人学识尚浅，无法发现和提出实习过程中许多有意义的问题，所以导致上述报告在细节上仍有许多不足。船舶的建造过程十分复杂，甚至难于飞机的建造，其涉及机械、电子领域的种种工艺，

即涉及粗加工、粗生产，又有精加工、精密加工，更是与机械、重工息息相关，因此船舶也被称为工业生产之最。

本次参观中船澄西修造船有限公司，本人感受颇深。

专业知识领域，在实习的听讲与观察中，我也清晰的认识到理论与实践之间的差距非常大、书本知识与实际应用往往是脱节的。作为浙江大学的大学生，我觉得我们应该考虑如何将书本知识更好的应用到本专业相关的领域，如改进相关工艺、提高工业生产效率等等，但应用知识的前提是对本专业有着足够的了解，但在实际工业生产上，我们明显就缺乏经验，没有相应的理论知识作为指导。所以我认为我们应多参观工厂、多接触机械生产工艺，不能把知识局限在纸张上，多实践，唯有这样才能充分的将理论知识消化巩固。另外，在实习中，我也发现了船舶生产工艺相当复杂，并非一般的工业生产可以比拟，要想全方面掌握其生产工艺绝对不现实，所以我主张把握该领域其中一两个感兴趣的点，多实践、多思考、多总结，我对机械加工和力学兴趣较大，该两方面内容体现在船舶生产的方方面面，如强度校验、机械零件加工等等。虽然外界传言船舶领域近几年发展受阻，经济形势不容乐观，就业压力大，工资薪水低等等，但我不认为我们应该听从这些话而去转行，中国是造船业大国，但现在离造船业强国还有一段距离，在实习中我也总结了这方面一部分原因：1. 自动化水平太低；2. 缺乏先进工业管理技术作指导；3. 员工的理论水平普遍较低；4. 钢铁行业发展程度太低，所以换句话说船舶行业还有许多不足有待弥补，许多问题尚未解决，那么我认为船舶形势不好这样的言论不攻自破。该行业还有巨大的值得我们发挥自我的空间，如设计开发新型造船设备或从日韩引进新型设备，提高自动化水平；开发新型造船软件，提高生产效率；学习西方先进的管理技术，提高生产效率等等。当然，我们也不能一味的强调自动化和先进技术。首先，再怎么说明船厂是企业并非研究中心，其目的是增加利润，而非发展技术，就船厂管理人员等角度来说发展技术必须建立在更高的利润点之上，所以我认为这个矛盾也是船市停滞不前的原因之一。其次，自动化水平的提高不意味着工业生产更加方便，其中也伴随着许多问题，其中最大的就是失业问题。总而言之我认为船市还有发展空间，我们还有许多工作可以做。

在本次实习中，我们也看到了工人工作环境之恶劣，看到了基层劳动人民的辛苦，发自内心的说，我们应珍惜已有生活，把握现在，积极进取！

海洋学院实习总结报告



姓 名： 韩弘拓

学号： 3150100588

班级： 船舶 1501

专业： 船舶与海洋工程

实习单位： 中船澄西船舶修造有限公司

时 间： 2017 年 7 月

造船工艺流程实习总结报告

浙江大学海洋学院韩弘拓

[摘要] 船厂是我们船舶学子实习的最佳场所，中船澄西船舶修造有限公司则为我们提供了知晓造船工艺流程的机会；造船是一项系统工程，要以最科学的方法，实现各种生产要素的最佳配置和优化显然是一个永远在路上的命题；我们现在接触到的造船模式和流程可能算不上先进，但较传统的造船工艺流程的大致框架还在被沿用。利用课上那些最接近生产实践的理论知识，辅以车间的所见所闻和工人师傅的讲解答疑，形成对造船工艺流程的基本认识和掌握，具有普遍性也不乏专业性，为今后造船流程的学习打下基础，也为将来成为“船人”后的研究和工

作留下启迪与回忆。

[关键词] 造船工艺流程；套料；零部件；焊接；舾装；涂装；试航

1.实习内容概述

根据每日的实习安排，造船工艺流程的所有内容如下：

参观见习部分：加工车间生产流程参观，船体车间加工流程参观；

理论学习部分：船舶设计工艺流程、生产设计图纸识图，船体建造工艺，加工车间生产流程，零件套料，船体涂装知识，船舶舾装及下水工艺，机电设备安装调试，系泊、轮机等设备安装调试以及焊接工艺。

其中对于该总结报告有直接指导意义的便是“船舶设计工艺流程”和“船体建造工艺”，由于设备相关内容（如机械加工）以及和车间见闻已写入船厂实习总结报告中，故不再详细陈述，而只是简单提及。

2.就某个环节或事情进行描述

中船澄西船舶修造有限公司是中国船舶工业集团公司的全资子公司，1973年，粟裕大将亲自来江阴视察，为澄西船厂勘定厂址，在芦苇滩边抛下了第一块块石，吹沙填土，围堰造地，经过四十多年的发展，成为中国的大型修造船基地。以前经常听到中船集团和中船重工很有实力，现在能在前者的一家子公司参观学习，我真的感到非常幸运。

其实整个船厂给的感觉就是朴实无华却又动力满满，在车间内、江边、船上，各种机器在那儿作业，工人们埋头干着自己手头的活儿；而给我留下最深刻印象

的就是那些一线工人，他们的工作环境可以说非常糟糕，就比如在船体车间，他们承受着焊接带来的刺眼弧光和刺鼻废气，有极其尖锐而响亮的噪音，而且还面临着高处坠落、物体打击、触电伤害、起重伤害、机械伤害等一系列潜在的危险，所以我只能期盼他们穿戴好劳保用品，严格遵守相关操作流程要求，同时做好年度体检，毕竟健康是一个人最大的财富，如果我们连生命和健康都守护不好，工作还有何意义？赚的工资还有何意义？当然，我还是希望他们能够尽早离开那些条件恶劣的岗位；而从大的方面来讲，还是得提高中国船舶行业的整体水平，更多地吧自动化、智能化带到船厂的角角落落，让机器人去完成那些高危的作业，把对工人健康的损害降到最低。

另外值得一提的便是樊晓江师傅，他是享受国务院政府特殊津贴的高级专家。我向他提出了很多问题，他耐心地一一给出了解答，虽然当时的我对很多东西只是一知半解，但他的态度真的令我钦佩。后来我了解他的身份，才知道原来他是个真正的技术大牛，所谓的工匠精神就能在他身上找到。以技立身、勤奋钻研、踏实做事说的应该就是这类人罢。

最后便是关于船舶行业前景。根据一位师傅的说法，“尽管修船和造船有单子，但基本没有赚钱，很多都是亏本生意”，可见情况不容乐观。另外一位师傅则是认为船市将触底反弹。当然我对船舶行业以及未来的就业也有些许忧虑，但我想现在的主要任务还是学到真本领，这样才能赢得更多的选择和机遇。

3.收获与体会

关于造船工艺流程，本人采用的是较为传统的造船模式。不仅课堂上的理论学习是按照流程一块一块地展开，而且从车间现场来看，并参考工人师傅的说法，中船澄西的造船模式并没有按照现代化造船的模式走，而只是在局部使用了“生产线前移”，“系统优化”等理念，所以我认为采用较传统的造船模式来陈述整个造船工艺流程符合实习中的客观情况，而且这对于还未接触到专业知识的我们来说，无疑是基础，只有从最简单、较原始的流程开始入手，才能对现代的，甚至理念更为先进超前的造船模式和流程有更好的理解和掌握。

现代造船模式被定义为“以统筹优化理论为指导，应用成组技术原理，以中间产品为导向，按区域组织生产，壳（船体建造）、舾、涂作业在空间上分道，时间上有序，实现设计、生产、管理一体化，均衡、连续地总装造船。”

造船作业流程发生了“系统造船—区域造船—总装造船”的变革，其中系统造船便是较为传统的造船流程，而在区域造船作业流程中，托盘技术得到应用，不同的零部件托盘得到集配；在总装造船作业流程中，各种零部件进一步集配成模块，增加了并行制造程度，提高了生产效率，该流程一般指船体建造、区域舾装、区域涂装的全过程，其中船体（分道）作业流程为“零件切加工作业—部件装配作业—组件装配作业—分段装配作业—总装组合作业”，区域舾装作业流程包括托盘集配流程，单元舾装流程，分段舾装流程，总段舾装及船上舾装流程，区域涂装作业流程钢材预处理作业流程，分段涂装作业流程，船台涂装作业流程，码头涂装作业流程。但由于以上流程环节之间关系复杂，难以用文字表述清除，故不再详细展开。

接下来便是本人严格按照实习所学、所见、所闻的内容，将与造船工艺流程相关的内容提取整合后形成的目录，详见下一页。

目录

1 设计	51
2 放样和号料	51
3 构件加工制造	51
3.1 钢材预处理.....	51
3.2 钢板和型材的加工.....	51
1.3.2.1 普通形状	51
1.3.2.2 边缘加工	53
1.3.2.3 曲面形状	53
3.3 加工车间实际生产.....	55
3.3.1 结构区域工序流程	55
3.3.2 重点设备	55
4 部件制造和装配	55
4.1 制造技术与焊接.....	56
4.2 焊接技术.....	56
4.3 船舶焊接工艺方法.....	57
4.4 手工焊条电弧焊.....	58
4.5 二氧化碳气体保护焊.....	58
4.6 埋弧自动焊.....	59
4.7 垂直气体焊.....	59
4.8 钨极氩弧焊.....	59

4.9 船体建造焊接工艺说明	59
5 分段制造和装配	60
6 总装合拢（总段装配与船台合拢）	61
7 涂装	61
7.1 常用油漆种类.....	61
7.2 涂装前的表面处理.....	62
7.3 油漆施工.....	63
7.4 质量方面的注意事项.....	63
7.5 常见油漆缺陷和检测设备.....	63
8 下水	63
9 舾装作业	64
10 系泊试验	64
11 航行试验.....	65
12 返修、交船和验收	65

1 设计

a) 初步设计（合同设计）

提供完整表达船舶主要技术状态的设计
为船东与船厂签订造船合同

b) 详细设计

以合同设计为基础的深化设计
确定船舶的全部技术性能

c) 生产设计

以详细设计为基础
体现“两个一体化”
提供施工依据和生产管理信息（建造方针）

2 放样和号料

号料作业是在钢板或型钢上画出船体构件展开后的真实形状，并标注船名、构建名称、加工及装配符号等。主要分为实尺放样与手工号料、比例放样与光学号料、数字放样。

套料是指把若干个板厚、型材规格相同的构件合理地排列在一张钢板或型钢上，并依此进行号料以达到有效利用原材料的目的。实尺放样、比例放样的情况下，套料作业都是手工完成的。若采用数字放样，套料作业主要由计算机完成，即数控套料。

澄西船厂采用数控套料，已经用集成套料软件 SigmaNEST 代替 FastNEST。（转化软件是 FastCAM）

3 构件加工制造

船体制造主要是钢板和型材的加工和焊接。加工成各种结构件和部件，加工包括剪、割、滚压、弯制和刨边坡口等。

3.1 钢材预处理

分为矫正、（喷沙、喷丸）除锈和涂底漆等。

对于平直型钢构件，应先将有变形的型钢在型钢矫形机（撑床）上矫直，在进行号料和切割。对于弯曲型钢构件，直接进行号料、切割和弯曲加工。

钢板的矫正一般都在七辊或九辊矫平机上进行。少数厚度超过矫平机加工范围的变形钢板可使用大功率液压机或三辊弯板机进行矫平。

船厂常采用的除锈方法有机械法（抛丸、喷丸和弹力敲击）、化学除锈（酸洗）、电热法（火焰除锈）和喷涂带锈涂料等。

3.2 钢板和型材的加工

1.3.2.1 普通形状

用手工在钢材上画线，用剪床、氧乙炔气割或等离子切割进行剪、割；数学放样的可以直接利用光电切割机或数控切割机下料。

切割设备中一般设备有手扶式半自动气割机（一种是在切割过程中必须手工扶持；另一种是可以自行行走的）、半自动气割机、仿形气割机（分为 CG2-150 型仿形气割机和小型仿

形气割机)。

重点设备有 1.等离子切割机；(等离子弧切割原理是利用高温等离子弧的热量使工件切口处的金属局部熔化，并借高速等离子的动量排除熔融金属以形成切口的一种加工方法。)

2.火焰切割机(多头可使其效率最大化)。

a) 型材下料作业流程

正确穿戴劳防用品->持证上岗->根据作业计划查看当日切割信息->铺料->检查材料规格->核对材料信息->划线、标识移植->型材流水孔、R 孔需用样板划出->检查半自动切割机的垂直度->切割(注意火焰大小，切割速度；端齐平，无锯齿缺口)->手工精度测量->检查孔的尺寸->打磨自由边->补漆->收料->收料时按流向清单确认->打包堆放

b) 数控切割作业流程

正确穿戴劳防用品->持证上岗->开机前设备点检->气管检查->切割小车检查->割炬及升降系统检查->喷粉与切割同步检查->检查喷粉对角线是否正确->切割样板检查->核对板材与切割图纸的要求是否相同->校对板材与切割机的偏差->开始切割->零部件标识，余料割断->实名制信息标识

c) 切割工艺

- 1.熟悉图纸及工艺要求，详细了解材质、规格、气割公差等；
- 2.检查气割工件和号料线是否符合要求，并清除割缝两侧 30-50mm 内的铁锈、油污；
- 3.气割钢板应保持平整(气割平台/胎架的平整就是要保证端面垂直度)；
- 4.准备好所需的氧气，乙炔或液化石油气，并检查气路的阀门、仪表是否正常工作，连接处是否紧密；
- 5.根据工件的需要准备好小车导轨，以及必要的工具；
- 6.将半自动气割机进行空运转，检查机器运行是否正常、控制部分是否损失失灵，以及绝缘是否良好；
- 7.气割前将工件垫平，工件下面要留有不小于 100mm 的间隔。

d) 半自动切割工艺

- 1.根据切割工件的厚度选择割嘴和气体压力；
- 2.气割前应手推小车在导轨上运行，调整割嘴位置或导轨，确保在小车运行过程中割嘴对准号料线。切割线允许偏差为 $\pm 0.5\text{mm}$ ；
- 3.气割前还应在非切割处进行试切割，以调整火焰、氧气压急，小车行走速度等，并检查风线是否为笔直而清晰的圆柱体；
- 4.当氧气瓶的气压低于工作压急时必须停机换瓶；
- 5.气割时，先加热钢材边缘至赤红，再开启快风氧气，使钢材急剧燃烧穿透钢材底部后才可让小车移动；
- 6.气割焊接坡口，要根据坡口角度要求偏转割嘴，且割速要比下料时慢，氧气压力应稍大；
- 7.如用快速割嘴，应根据钢材厚度的不同，使割嘴作一角度的后倾；
- 8.对于长板条工件，应先切割两侧长边，后切端头，以减少变形；
- 9.对于较薄的板件，割嘴不应垂直于工件，需偏斜 5° — 10° ，且速度要快，预热火焰能率要小；
- 10.切割过程发生回火，应先关乙炔阀，后关切割氧阀；

11.气割时发现割嘴堵塞，应及时停机打通。

e) 数控切割工艺

- 1.每班检测机器的行走对角线、喷粉切割同步性、割嘴垂直度等设备精度；
- 2.不定期抽检数切零件尺寸；
- 3.所有有过桥接的零件均要求将过桥割除，割除时要保证切割质量；
- 4.及时调换割嘴、电极、喷嘴等易碎零件，保证切割的垂直度和减少挂渣；
- 5.下料前仔细核对钢板来料情况，包括材质、厚度、表面质量、平整度，确认后将产品批号移植到下料草图上；
- 6.板厚超过 20mm 的板材不得在等离子机上切割，特殊情况例外；
- 7.割缝补偿加放适当，首件必须三检，施工中随时校核；
- 8.切割过程中做到人不离机，以保证机器正常运转。零件长度大于宽度三倍，应适当加放过桥；当机器异常或零件图形与图不符时，应及时停机待查；
- 9.标识清晰完整，包括工程名、部件名、零件名、材质、加工符号、实名制、日期、各种工艺符号等。余料标识应标准规范；
- 10.切割面应光洁，无锯齿，无氧化铁，无挂渣，切割面的粗糙度应符合要求，超过规定的气割缺口在转序前修补打磨到位。所有自由边、焊接边均应按要求打磨到位；
- 11.数切平台应定期检查修整，以保证水平度。

1.3.2.2 边缘加工

边缘加工是指对构件进行边缘切割、开破口和各种孔口。分直边构件和曲边构件的边缘加工。需要的设备有剪切机、气割机、刨边机等。

1.3.2.3 曲面形状

对于具有弯曲或折曲等空间形状的船体的船体构件，边缘孔口切割后还需进行成形加工，包括单向曲度板和复杂（双向）曲度板的弯制、板的折边和型材的弯曲。需用到用弯板机、滚压机、肋骨冷弯机或火工加热等加工成形。

相关设备设备有三芯辊、油压机（400T/300T/600T）、14 米船用卷板机（2000 吨油压）、数控肋骨冷弯机等等。

a) 单向曲度板（如舳列板、外甲板等）只具有圆柱形或圆锥形的简单空间形状，因此只需在三辊弯板机（三芯辊）上来回滚压，并用样板不断检查。除辊弯这一方式，也可以在液压机上用普通压模压制成形（压弯，以冷加工为主的弯曲方法）。

a1) 单向曲度加工（首尾线型相同的板材）

需加工的板材->吊装到三芯辊压平台->设置相应参数->加工过程中随时用样条检查（线型会有变化）->加工结束用样条检查->加工完成

a2) 单向曲度加工（首尾线型不同的板材）

要加工的板材->先辊压基本线型->再转运到冷弯->先检查确认要加工的线型->冷弯加工中随时检查->加工完成

a3) 线型较大的板材单向加工

需加工的板材->先粗加工->再用样条精细加工（精加工是相对于样板样条来说，而非理论上的精度）->加工结束后用样条检查->需局部校正再运至火工平台加工

b) 对于复杂曲度板（如双向弯曲的船体外板）通常都是在三芯辊或液压机完成一个方向的弯曲加工，然后用水火（弯板）工艺进行另一个方向的弯曲加工。

水火弯板是利用钢材局部加热和冷却时产生的热塑压缩变形达到成形的目的。具体来讲，是用氧—乙炔火焰对构件的一定部位进行局部加热，受热的部分金属收到周围冷金属的阻碍，在 600-700℃时产生塑性压缩变形，然后让其在空气中自然冷却或在加工钢板的表面用冷水浇淋加热线周围使其快速冷却收缩。这种加热部位的局部收缩，导致钢板的弯曲从而获得相应的构件曲度和形状。

成形效果主要决定于加热的温度、速度、加热线的分布以及冷却的方式。

c) 构件的折边一般采用专用的折边机，也可采用液压机。

d) 对于弯曲的型钢构件（如肋骨、横梁、纵骨等），一般采用三支点逐段进给式肋骨冷弯机进行加工。它是对型钢施加外力，使内应力超过屈服极限后产生塑性变形，从而使型钢逐段弯曲成所需形状，加工过程中需不断对工件形状进行检查。

采用数学放样后，多采用逆直线法。所谓逆直线是一条特殊的线，弯曲前，它在平直的型钢上是一条曲线，当型钢腹板边缘逐段被弯成与肋骨型线吻合后，该曲线就变成一条直线。

肋骨逆直线加工方法实例

①肋骨加工逆直线的画法

肋骨逆直线是根据型钢下料加工表进行划制的，技术部门给出的加工数据一般都是以型钢的一条边作为基准边，如球扁钢以腹板的边作为基准边，而不是以球头的变作为基准，理论上应该以型钢的中和轴为基准线，但操作比较复杂。以某船的 429 分段件 1005 肋骨为例，划制逆直线。

429 分段件 1005 肋骨加工数据

间距	0	468	968	1468	1968	2468	2968	3468	3968	4468	4968	5208
高度		70	145	194	216	205	157	70				
						70	158	206	211	182	112	70

- (1) 首先要核对所划制型钢的材质、规格、长度是否符合型钢下料加工表的要求；
- (2) 在型钢边线上按型钢弯曲加工数据表划出各分站点，从数据表可以得出除首尾两站间距分别为 468mm 和 240mm 外，其余各站间距均为 500mm；
- (3) 用角尺作各分站点的垂直线；
- (4) 在各分站点线上分别量取各自的高度值；
- (5) 用木样条分别把各站点高度连接成两条光滑的曲线，这两条曲线就是肋骨的逆直线，也就是肋骨加工的准线；
- (6) 肋骨、纵骨一般都是对称的，在划逆直线时要注意型材须对称放置，按对划制，以免出错。

②按逆直线加工肋骨注意事项

- (1) 把画好逆直线的肋骨吊到肋骨冷弯机上进行加工，首先从端部开始加工，逐段把曲线加工成直线，加工时的弯曲量应根据工作经验而定；

(2) 当肋骨线型较大时，曲线会有两条甚至三条，可先把第一条曲线加工成直线，再加工第二条曲线；

(3) 两条曲线的交叉段都应该加工成直线，但有时计算机生成的数据有误差，可能会产生一条已加工到直线，而另一条还未到样或已稍有倒弯的现象，一般可以把第二条曲线的交叉段的曲线放掉，以第一条为准，因为这种误差很小，不影响加工质量；

(4) 加工时要经常目测或用粉线进行检查，当把所有曲线都加工成直线时，肋骨已弯曲成形（也就是该肋位的实际线型）。

③现场操作流程

- (1) 核对肋骨加工数据表
- (2) 在型钢上按加工数据表划出各分站点
- (3) 按各站点高度划出逆直线
- (4) 按逆直线加工并检测
- (5) 成形

3.3 加工车间实际生产

涉及的工位有切割工位、加工工位、型材下料加工工位、拼板-成型工位、小成型。

其中 300 吨油压机主要是外板的加工，400 吨油压机主要是面板等小型板材的加工，600 吨油压机主要是槽型舱壁等大型板材的加工，2200 吨油压机主要是外板的加工；

数控型材冷弯工位主要是曲型型材的加工；

火工作业工位主要是外板的水火加工。

3.3.1 结构区域工序流程

板材进料->板材切割->零件打磨->坡口切割->零部件加工->部件拼板->部件成型->送下道工序（为了提高效率以及生产现代化，需要推动“生产线前移”）

部件和拼板上一般会有试笔写的编号，其形式和组成为——编号，行段号 921-931（9 代表上层建筑），船号，段号，零件名流号（1-16 号），开坡口形式；另外，还会实名对应三个人，即划线者、切割者和测量者。

3.3.2 重点设备

加工车间内有数控等离子切割机，火焰切割机，油压机（400T/300T/600T）、14 米船用卷板机（2000 吨油压）、数控肋骨冷弯机、30mm 三芯辊、刨边机、数控弯管机等。

火焰切割机所需的乙炔现用天然气代替，但实际上乙炔热值更高，本人认为是因为天然气燃烧更加充分以及推广因素所致；另外，不锈钢板则不可用火焰切割机加工（可选用水切割）。

等离子切割机也可以切割厚度大的钢板，如厚度达 50mm，但所需电流较高；保证等离子切割的精度是对角线的测量；生产现场的等离子切割机由于切割速度等因素的影响并不总是在水下，而且为避免氮氧化物吸附在切割表面（打磨麻烦），用氧气代替空气作为压缩气体（氧化物较容易清理）。

4 部件制造和装配

加工成形的构件和小部件一般在车间平台上装配焊接成一个个组件式的部件。

部件-拼板流程如下：正确穿戴劳防用品->持证上岗->CO₂焊机检查与点检->埋弧焊机检查与点检->焊机电缆检查是否完好->拼板工具准备->拼板信息核对->板材与板材拼接->引熄板的

安装->拼板后精度测量->焊前焊道的处理（为了打磨，同时将垃圾处理干净）->划制焊缝与行走轨道间距线->调节焊接参数->准备焊接->板材焊接->板材划线后切割->切割缝修补打磨->切割后精度测量->焊接、划线、切割实名制记录->平移吊耳安装、焊接实名制检查

4.1 制造技术与焊接

a) 制造技术三种基本功能：成型、焊接、改性

材料加工工艺（DIN8580）

组别 1 原始成型：铸造连续铸造……热化学能量的熔化焊

组别 2 成型：弯曲深压成形挤压加工……火焰矫正

组别 3 切割：锯铣刨钻……火焰切割等离子切割

组别 4 连接：螺纹连接铆接夹持……熔化焊压力焊

组别 5 覆合层：上釉镀铬阳极氧化……覆层堆焊

组别 6 材料改性：冷变形渗氮……淬硬消应力处理

b) 金属构件的连接

通过螺钉，销钉和热压配合的可拆连接

通过焊接、钎焊、铆接及粘接的不可拆连接

4.2 焊接技术

a) 焊接的定义

焊接是一种不可拆的连接方式，它是工件在加热或加压作用下，或者在加热与加压共同作用下实现材料连接的方法。在连接区，材料一般被熔化和/或产生塑性变形，（根据德国标准 DIN1910-1）焊接可分为：熔化焊接（采用加热方法时），压力焊接（采用加压或加压与加热共同作用时）

b) 焊接的分类

根据能量载体形式：气体（火焰）电流气体放电能量束运动液体

根据母材种类：金属塑料复合材料

根据焊接目的：连接（焊接）堆焊

根据焊接过程：熔化焊压力焊

根据生产形式：手工焊半机械化焊全机械化焊接自动焊

其中，焊接方法按焊接过程分类，可进一步细化为



根据焊接时机械化、自动化程度的不同可分为（按生产形式分类）

焊枪/工件的送进填充材料的送进工件的移动

手工焊 m	手工手工手工
半机械化焊接 t	手工机械化手工
机械化焊接 v	机械化机械化手工
自动化焊接 a	机械化机械化机械化

4.3 船舶焊接工艺方法

焊缝施位置及符号

ISO 6947			
		Butt	Filled
Flat	平焊	PA	—
Horizontal	横焊	PC	—
Vertical upward	立向上焊	PF	PF
Vertical downward	立向下焊	PG	PG

Overhead	仰焊	PE	—
Horizontal vertical	平角焊	—	PB
Horizontal overhead	仰角焊	—	PD
Fixed pipe inclined 45° upward	45° 倾斜	H-L045	

a)Butt welds for plates 板对接焊缝

b)Filled welds for plates 板角接焊缝

c)Pipes butt weld 管对接焊缝

d)Welding positions for hollow sections 板管接头焊接位置

4.4 手工焊条电弧焊

a) 工艺特点

优点：设备简单，维护方便；手工电弧焊可用交流焊机或直流焊机焊接、设备简单、购置设备投资少，而且维护方便；不需要辅助气体防护；操作灵活，适应性强；应用范围广，适用于大多数工业用金属和合金的焊接。

缺点：对焊工操作技术要求高，焊工培训费用大；生产效率低；不适于特殊金属以及薄板的焊接；劳动条件差，要加强劳动保护。

b) 手工电弧焊设备

焊机包括弧焊变压器（交流弧焊电），直流弧焊发电机和弧焊整流器。选用焊机时，首先根据焊条药皮类型选择焊机种类。低氢型焊条（E5015）必须选用直流弧焊机，以保证电弧稳定燃烧。酸性焊条虽然交、直流均可使用，但一般选用结构简单且价格较低的交流弧焊机。如常用 NJ507 碱性焊条，用于 LNG 液货储罐主体材质 9%镍铜手工焊条电弧焊。

4.5 二氧化碳气体保护焊

CO₂ 气体保护电弧焊是使用焊丝来代替焊条，经送丝轮通过送丝软管送到焊枪，经导电咀导电，在 CO₂ 气氛中，与母材之间产生电弧，靠电弧热量进行焊接。CO₂ 气体在工作时通过焊枪喷嘴，沿焊丝周围喷射出来，在电弧周围造成局部的气体保护层使熔滴和熔池与空气机械地隔离开来，从而保护焊接过程稳定持续地进行，并获得优质的焊缝。

是目前世界上，造船中应用最广的工艺。

a) 工艺特点

优点：生产效率高；综合焊接成本低；焊接变形小；焊接质量高；适用范围广。

缺点：CO₂ 焊具有氧化性；飞溅多。

b) 送丝机构

该机构是送丝的动力，包括机架、送丝电动机、焊丝矫直轮、压紧轮和送丝轮等，还备有装卡焊丝盘、电缆及焊枪的设备。要求送丝机构能均匀输送焊丝。CO₂ 焊机的送丝方式一般有推丝式、拉丝式、推拉结合式三种。

c) 焊丝

因 CO₂ 是一种氧化性气体，在电弧高温区分解为 CO 和 O₂，具有强烈的氧化作用，使合金元素烧损，所以 CO₂ 焊时为了防止气孔，减少飞溅和保证焊缝较高的机械性能，必须采用 Si、Mn 等脱氧元素的焊丝。

CO₂ 焊使用的焊丝既是填充金属又是电极，所以焊丝既要保证一定的化学性能和机械性能，又要保证具有良好的导电性能和工艺性能。CO₂ 焊丝分为实芯焊丝和药芯焊丝两种。

其中实芯焊丝常用于自动化；药芯焊丝常用于半自动化。

①.常用的实芯焊丝 H08Mn₂SiA，其冲击值高，送丝均匀，导电好；

②药芯焊丝横截面有“O”型，“T”型，“梅花”型，按焊剂的成分可分为二氧化钛型和碱性型。直径主要有 1.2，1.4，1.6mm。主要用于低碳钢和低合金钢的焊接。

使用药芯焊丝焊接时，通常用 CO_2 或 CO_2+Ar 气体作为保护气体，与实芯焊丝的区别主要在于焊丝内部装有焊剂混合物，焊接时在电弧热作用下熔化状态的焊剂材料、焊丝金属、母材金属和保护气体相互之间发生冶金作用，同时形成一层较薄的液态熔渣包覆熔滴并覆盖熔池，对熔化金属形成又一保护，实质上这种焊接方法是一种气渣联合保护的方法，它综合了手工电弧焊和 CO_2 气体保护焊的优点。

药芯焊丝陶瓷衬垫 CO_2 单面焊是现代造船中应用最多的焊接工艺。

4.6 埋弧自动焊

目前埋弧焊已从单丝发展到双丝甚至多丝埋弧焊，以及单面焊双面成型自动焊，生产效率有了进一步提高。该法特别适合于中厚板长焊缝的焊接。所能焊接的材料从碳结构钢发展到低合金结构钢、不锈钢、耐热钢等材料。

工艺特点：

优点：生产效率高；焊接质量好；节省材料和电能；劳动条件好。

缺点：一般只适用于平焊和倾斜度不大 ($\leq 15^\circ$) 的位置焊接；焊接设备较为复杂，机动灵活性较差，只适用于长焊缝焊接。

4.7 垂直气体焊

工艺特点：

优点：生产效率高；工艺过程稳定，焊缝质量优良。（一次性成型；手工电弧焊 12 小时的工作量垂直气体焊只需要 1 小时）

缺点：设备较复杂；坡口需打磨出金属光泽，焊前准备工作要求高；只适合立位置， $>45^\circ$ ；需铺设轨道。

4.8 钨极氩弧焊

可用于铜合金、钛合金以及铝合金的焊接，可应用于大组立机器人焊接生产线。

工艺特点：

优点：氩气为惰性气体，不参与化学反应，容易获得高质量接头；钨极电弧稳定，电流可以工作在 10A 以下；焊丝无电流通过，焊接无飞溅，焊缝成形美观；热输入易控制，可以全位置焊接。

缺点：焊接成本高；效率较低，适用船用管系打底焊及有色金属薄壁管的焊接。

4.9 船体建造焊接工艺说明

澄西船厂车间内场拼板焊接采用双面埋弧焊工艺 (SAW)；双面焊，需要将钢板翻转，相比较于自动翻转，略显落后。一般情况下，分段制造时以 CO_2 气体保护焊焊接为主，少量的焊缝采用手工电弧焊焊接。

分段合拢缝的焊接

序号 /No.	区域/Area	焊接方法/Welding Process	备注/Remarks
1	inner bottom/Upper deck plating 内底板/上甲板	FCAW or FCAW+SAW	With ceramic backing 背面陶制衬垫
2	Side shell plating(vertical) 舷侧外板（立向焊缝）	EGW	
3	Side shell plating(horizontal) 舷侧外板（横向焊缝）	FCAW	
4	inner shell plating 内壳板	FCAW	
5	Bilge/hopper tank top plating 舭部/底边舱顶板	FCAW	
6	Stringer 水平桁材	FCAW	
7	Bottom plating 底部外板	FCAW	
8	Longitudinal 纵骨	FCAW	

SAW 埋弧自动焊 SMAW 焊条电弧焊 FCAW 药芯焊丝气体保护焊 EGW 垂直气体焊

5 分段制造和装配

“分段”造船的方法是为了缩短船台周期。即把船体分为若干个可以起吊的分段，这些分段可以同时制造，然后再到船台上合拢成整体。分段制造一般在室外（有条件的大车间则在室内）的装焊平台或胎架上进行。将加工成形的构件和部件装配焊接成分段。完整、大的分段称为总段或总组。例如整个上层建筑、船艏和船艉等。船体结构和船厂的起重运输条件允许，采用大的分段和总段为分段的预舾装创造条件。

分段按装配时的位置可分为正装法、倒装法和侧装法。分段制造的船体可以翻转到任一有利于装配特别是焊接的位置。这种方式对采用预舾装工艺更显有利。焊装顶部的舾装件，可以翻转到底部作业，不必支撑物件，不必朝天焊接。

该阶段流程可大致划分为：分段制造（胎架制作，拼板，划线，正造、反造或侧造）->分段装配、分段焊接（多用立焊）->分段驳运。加工好的工件上往往写有编号，从中可获取以下信息：船的分段，板厚，材质，加工阶段（如拼板），检查人员，日期。主要是为了区分，相当于身份证号。

a) 数字化造船

举例 804 分段工作图(804 是分段名); 18600DWT 化学品油轮; FR185+12; 误差 1/1000 , 即 15-20mm; Z: 12975mm 为距地高度。

b) 胎架

平台和胎架是船体结构预装配的主要工艺装备。传统工艺所使用的模板式专用胎架，耗费了大量制作胎架样板和胎架的木材、钢材和工时，由于被当作操作台，基准面是关键，所

以每次使用前都要重新修割、调平。现在，专用模板胎架已完全被通用可调支柱胎架和角钢支柱胎架所取代。

数控技术应用，提高了零件加工的精度，单面焊双面成型和二氧化碳气体保护焊的应用，使分段焊接变形量进一步减小，激光划线工艺的应用，变革了传统的胎架挂线工艺。其中支柱式胎架保证外板的型值，使外板零件在自然状态下装配成形。支柱的高度型值已考虑了分段必要的反变形。胎架在这里只起支承分段的作用，而不用它来强行控制分段的变形。

c) 分段焊接

余量是考虑了焊接的变形；而许多船厂已实现船台无余量合拢工艺，也就是在分段吊上船台前就将余量割除。这不仅较少了船台合拢中的结构修割工作量，而且变分段在船台上的两次定位为一次定位，工效提高一倍。

平角焊，立角焊，仰焊：难度从低到高依次为平、立、仰，但一般来说平的速度最快。涉及参数有焊脚尺寸 K 、焊道、焊接电流（A）、电弧电压（V）、焊接速度（cm/min）等；焊缝完成后需要打磨，会有两至三层的焊缝，但裂纹是绝不允许的，若出现，需去除后重新焊接；合格的焊缝表现为“鱼鳞焊”；缓焊区表现为，对一个缝不焊完，即最边上是有开口的，方便在焊另一条缝时能准确地对齐，便于修复，即有利于分段合拢口结构对位时进行微调，避免了因合拢精度问题而引起的二次开刀，缩短施工周期，提高生产效率。坡口位置一般为 22.5° ，由机器焊接做到表面平整。

6 总装合拢（总段装配与船台合拢）

一般船舶在船台上进行分段的合拢总装。大型船舶则在船坞内。

一般采用先吊装船中的底部分段，作为建造的基准，然后向船艏、船艉和上层吊装分段焊接。船体总装完成后还要对船体进行密闭性试验、进行各项水下工程，例如尾部进行轴系和舵系对中、安装轴系、螺旋桨和舵等。

船台合拢的方法主要有 1.总段建造法 2.塔式建造法 3.岛式建造法 4.层式建造法 5.串联建造法。其控制要点为船台划线精度、基准分段定位准确性、分段接缝处肋骨间距以及结构对接精度。

船体密封性试验主要包括水压试验、气压试验、煤油试验、冲气试验、冲油（油雾）试验等。其中水压试验是逐舱灌水并在船外观察焊缝处有无渗漏现象，可同时收到强度试验的效果；冲水试验是在板缝一侧冲水，在另一侧观察焊缝处有无渗漏现象，现常用冲气、冲油（油雾）试验代替；气压试验是在密封试验舱内充以一定压力的压缩空气（通过减压阀充入），在焊缝另一面涂以起泡剂（肥皂液），观察有无渗漏起泡现象。

7 涂装

油漆主要由“成膜物质、颜料/填料、溶剂、助剂”组成。涂装是通过在钢材或其他材质表面涂覆一层连续成膜的油漆或其他涂料而获得预期防护、装饰或其他特定效果；涂装的基本作用主要有功能性作用，装饰性作用以及其他特殊功能。常见的固化机理有物理干燥过程、醇酸类涂料的氧化干燥，以及双组分油漆化学固化过程（聚合物和固化剂分子反应形成新的化学物质）。

7.1 常用油漆种类

船舶结构复杂，各个部位所处环境不同，所以保护要求也不相同，因而所需要的油漆也各不相同。

- a) 车间底漆：干燥快，耐热性，低毒性，与后续油漆的兼容性，独立的预认证；
- b) 水线以下涂料
 - 船底防锈漆：优异的防锈性，耐冲击，耐磨，与阴极保护的相容性
 - 船底连接漆：连接船底防锈漆和船底防污漆
 - 船底防污漆：防止海生物在船体的生长，稳定的防污性能，对环境无污染
 - 水线漆：防锈性，耐候性，耐干湿交替性，耐摩擦、耐冲击，与阴极保护相容
 - 船壳底漆：船壳漆主要用于船舶干舷、上层建筑外部和室外船装件防锈性
 - 船壳面漆：耐候性
 - 甲板漆：防腐蚀，耐磨，耐油，防滑
 - 货舱漆：耐磨，耐冲击，光滑易清洗，谷物证书
 - 机舱室漆：低播漆
- c) 液舱涂料
 - 压载水舱涂料：优异的防锈性，与阴极保护的相容性，快干、有利施工，浅色、易检查
 - 饮水舱涂料：饮水舱涂料卫生证书
 - 油舱涂料：耐油
 - 化学品舱涂料：满足 EDA 要求，适用不同化学品，易清洗

7.2 涂装前的表面处理

针对不同的表面有不同的处理方法，主要分尖角、焊接飞溅物、轧制夹层、咬边、手工焊、气割表面等情况。表面预处理包括清除油和油脂、清除表面盐份、清除锈蚀和氧化皮、清除灰尘。

喷砂系统的基本构成如下：

- (a) 空气压缩机：提供足够的空气量和空气压力
- (b) 油水分离和空气干燥设备：减少由于水分带来的中断麻烦
- (c) 空气管：尺寸要大，维护其压力输送
- (d) 喷砂机：有容量、控制阀和管系构成，保证高效的生产效率
- (e) 磨料计量阀：稳定和均匀的流砂
- (f) 遥杆控制：用于安全有效的工作
- (g) 喷砂管和连接：合适的管径尽量减小摩擦损失
- (h) 喷嘴：与压缩机输出相匹配
- (i) 操作者安全设备：要由国家职业安全和卫生研究所认可
- (j) 磨料：高质量，清洁有棱角，适用于喷砂清理。

钢材锈蚀等级，等级也即清洁度，以铜矿砂喷射（Sa）为例，一般分为以下四个级别：

- ①轻度的喷射除锈（Sa1）钢材表面应无可见的油脂和污垢，并且没有附着不牢的氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物；
- ②彻底的喷射除锈（Sa2）钢材表面应无可见的油脂和污垢，并且氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物已基本清除，其残留物应是牢固附着的；
- ③非常彻底的喷射除锈（Sa2.5）钢材表面应无可见的油脂、污垢、氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物，任何残留的痕迹应仅是点状或条纹状的轻微色斑。

高压水冲洗；

- ④喷砂除锈至钢材表面洁净（Sa3）钢材表面没有可见的油脂、污物、氧化皮、铁锈、油漆涂层和杂质，表面具有均匀的金属色泽。

7.3 油漆施工

油漆施工常用方法：刷涂，滚涂，无气喷涂。

高压无气喷涂是利用压缩空气作为动力驱动高压泵，将涂料吸入并加压到 10-25MPa，通过高压软管和枪嘴喷出，当涂料离开喷嘴时雾化成很细的微粒，喷射到被涂表面，形成均匀的涂膜。优点是效率很高，适合大面积喷涂，由于涂料被高压喷出，具有很好的渗透力和附着力，另外具有良好的雾化能得到光滑致密的涂涂层，是现代船舶涂装的主要方法。缺点是涂料粉尘多，涂料的浪费大，对环境污染也大。高压无气喷涂和低压有气喷涂有较大区别。

澄西船厂多采用高压无气喷涂后手工修补预涂。

7.4 质量方面的注意事项

油漆前表面处理是否符合工艺技术要求；油漆施工环境是否符合工艺技术要求；检查油漆是否符合工艺技术要求；油漆按比例要求进行调配并搅拌均匀；复涂不能超过油漆间隔期。

需考虑的环境参数包括空气温度，相对湿度，露点，（钢板温度，油漆温度）。

除了底漆施工和油漆贮存，油漆调配需特别注意。主要包括以下方面，严格按比例调配、动力搅拌、适量加稀释剂、混合使用时间、预反应时间、重涂间隔、手工刷涂到规定膜厚、无气喷涂到规定膜厚、无气喷涂+手工刷涂到规定膜厚。

7.5 常见油漆缺陷和检测设备

缺陷主要有漆膜夹砂、流挂、漆膜过厚、针孔、漏涂、过喷和干喷、缩孔和鱼眼、胺发白起霜和漆膜的白化、粉化、渗色、变色、起泡、脱皮和剥落、开裂、咬边和皱皮等。

表面粗糙度测量、表面灰尘、盐分等一系列检查，常用设备有粗糙度仪 E124-3M、粗糙度比较板 ELCOMETER 125、红外温度仪 RAYMT4U CHN、温湿度计 G116C-1、导电率仪（包括 BRESL 试片）ECTESTR 11+、油漆干膜测厚仪 ELCOMETER 345 FB -MK II。

8 下水

下水是船舶从陆地移入水里的过程。船体总装和各项水下（水线以下）工程结束，船体制造在总体上已完成，可以下水。

从船台下水，有纵向下水和横向下水。

纵向下水的船体是搁在墩木上建造。下水前，将船体从墩木上移到滑板和滑道上，滑道向入水方向有一定倾斜，松开设于滑板与滑道间的制动装置，船舶由于自重连同滑板和支架一起滑入水中，然后靠自身的浮力浮于水面。为减少下滑时的摩擦阻力，滑板与滑道之间涂有一定厚度的下水油脂，减少滑动摩擦力。

横向下水的船体是在轨道的一排小车上建造。下水前用机械的钢索纵向牵引船体到专用的下水道，搁置在下水道上的下水架上。下水架下有横向的轨道轮子，机械的另一组钢索再横向牵引下水架，缓缓进入下水池。轨道在下水处逐渐倾斜，下水架的一组轮子也倾斜，保证船体平衡。

船坞建造的船舶，下水是开闸放水，船体浮起后，开闸用拖轮将船拖出船坞、停靠码头。

根据一份中船澄西的船舶下水作业指导书，可知其采用纵向涂油滑道滑行下水的方式。主要步骤可概括为：1.滑板检修 2.浇敷油脂 3.装上滑板 4.垫放墩木 5.滑板留绳 6.止滑器拉紧 7.搁墩检查 8.下水操作

9 舾装作业

船停靠码头进行舾装作业，安装机械设备、管路；安装电气设备、敷设电缆；舱室木作、绝缘；油漆涂装以及各种船体舾装件的安装。

为配合施工、保证安全，码头配备的照明电源、电焊电源、压缩空气源、氧气乙炔气源、水源等用电线、电焊龙头线、气管、水管等悬挂上船，供各工种连接使用。各舱室、内走道等悬挂临时低压照明。有高空作业的部位例如机舱等都安置脚手板、架。明火作业的部位安置灭火器。

中船澄西的码头舾装原则为“不影响下道工序”。从船体（舱室密性及强度、系泊设备安装），华尔新（舱室涂装），造安（设备安装及调试），模块（内舾装结构要求、舾装件完整）四个角度来阐述。

1) 船舶电气安装

船舶电气工程的对象是电气设备和连接设备的电缆。电气安装工程是把设备安装在图纸规定的部位，敷设相关系统的电缆，把相关系统设备连接起来，使设备按设计要求运行。设备安装之前有一系列的准备工作。根据图纸确定适当的安装位置（设备定位）、所需要的安装件、领取标准的或制作特殊的安装件、焊装在舱壁或甲板上。油漆涂装结束后安装设备。设备定位要考虑到可观察（如果有指示器件的）、可操作（如果有操作器件的）、门可以开直、不受热源的影响、有充分的进电缆位置。在振动强烈的部位或设备本身不能适应振动、冲击则通过减震器安装。

电缆安装之前也有一系列的准备工作。每一根电缆的两端都是设备。首先根据船体结构图纸确定电缆穿越的路径。每一根电缆从一端设备沿最短的路径穿到另一端设备，所有电缆在图纸上穿完，各条路径上的电缆数量和规格确定，电缆穿越甲板和隔舱壁的电缆贯穿件确定。由此可选择所需要的电缆支承件和电缆贯穿件规格。在此基础上编制电缆表册、电缆支承件表册和电缆贯穿件表册。领取标准的或制作特殊的电缆支承件和电缆贯穿件、（开孔）焊装在舱壁或甲板上。一般在油漆涂装结束后安装电缆。

2) 机装铁舾

设计上的不同及改进主要从以下方面考虑：设备基座的设计（设备单元里带垫块的基座和平台上带垫块的基座）、集油（水）盘的设计、栏杆与扶手的设计、斜梯的设计、直梯的设计、花钢板的设计、机舱斜梯转向平台、单元的设计、机舱吊梁的设计（分为在同一个分段上的吊梁和跨分段的机舱吊梁）、机舱排气管、机舱风管、锅炉拉攀、机舱棚格栅、消防杂件。

铁舾件的图纸包括制作图和安装图两类。两种图都是根据区域出图，每个区域又根据安装阶段分为：单元、散装和预装三种。其中韩国的安装图根据区域仅下发一张安装布置图，因为韩国的生产流程是制作部门将铁舾件制作好以后，根据安装阶段送到相应的场地，考虑到我厂的生产流程，将每张安装图增加一份铁舾件清单，方便车间领料。

10 系泊试验

在码头系泊（静止）的状态下对主机、电站、舵机、机舱辅机、甲板机械以及其它航行设备、安全设施、信号系统、通讯系统等进行试验、调试、提交检验。

系泊试验对各系统设计的合理性、安全性、可靠性等进行评估、确认；对系统设备的质量、安装质量、安装布置与图纸的符合性、运行的可靠性、环境的适应性、可操作性等进行

调试、试验、确认，为航行试验做好准备。

主要的试验内容具体为：a) 通过倾斜试验确定船舶实际重心位置并校核船舶的稳性；b) 主机负荷试验、倒车试验、检查主机运转的可靠性和操纵的灵活性，对所有为主机服务的辅机进行运转试验，检查其工作的可靠性；c) 检查所有机械装置、电气、通信设备的安装质量及工作可靠性；d) 检查各种管系是否畅通，紧固处有无渗漏，调整各种安全阀、减压阀的压力，为船舶试航作准备；e) 检查驾驶设备和救生设备的操作是否灵活。

11 航行试验

运输船舶和舰船的主要表现是航行。航行试验是对船舶的各项性能指标进行测定，各系统设备进行实效试验。主要分为轻载试航和满载试航。

主要任务是：a) 检查主机、辅机与之有关的动力装置一起工作时的可靠性；b) 对船上的通信、导航及机械等设备进行工作检验；c) 进行操作及抛锚试验；d) 检查船舶的航行性能，包括速率试验、惯性试验和回转试验。

12 返修、交船和验收

航行试验中出现的问题，船东、验船师以及有关检验部门提出返修项目清单，工厂检验部门汇总、分类交各有关车间返修。每项返修结束，请有关人员检验认可。所有返修项目验收则可交船。

4.对专业实习的建议

正如本人在前文提到的，现代造船流程越来越复杂，利用一副纵横交错的流程图才可能清楚地呈现，所以本人希望船厂的工人师傅能够在讲解完基本的流程框架后，介绍一些最新的造船知识，包括日韩的一些先进理念，尽管难以在车间中看到，但对我们扩大见闻肯定是有帮助，另外如果可以横向比较各大船厂之间流程优劣以及工艺特点，那就再好不过了。

实习这个过程并不是让我们去挑出实习单位不尽如人意的地方，而重在去保持一种时时学习、不断体悟的态度。我们有幸入住远望山庄，食宿条件肯定优于基地宿舍，但我们应将此放在一边，把目光更多地转向实习内容和收获；当然我本人肯定是希望食宿条件尽量好一些，但我认为像往常那样的体能训练以及军事化管理还是非常可取的。身体劳累和内心充实，体格变得更加强健，思想变得更加积极笃定等等，更多的元素交织在一起，这才是一个实习最应该有的样子。

最后我要感谢带队的沈老师和焦老师，给我们讲课、带我们参观的船厂工人师傅，以及所有可爱的同学们，感谢你们的付出和陪伴，让我拥有了一次难忘而又收获满满的实习经历。

造船工艺流程实习总结报告

3150100711 王诗卉船舶与海洋工程1501

一、序言

2017 年7 月10 日至21 日，浙江大学海洋学院船舶与海洋工程2015 级全体同学在中船澄西进行实习。实习过程当中，我们通过讲座和参观相结合的方式，初步了解了造船工艺流程，并学习了一些比较重要的工艺，如焊接、涂装等。这段时间的学习使我们对船舶的生产与加工有了一定的概念，让我们更加清楚本专业所学的主要内容是什么，对我们有很大的帮助。

二、造船工艺流程

船体制造流程主要为：生产设计→下料→加工→拼板→成型→分段零部件组装→分段翻身→涂装→上船台合拢→下水→试航→完工出厂。

Figure 1 造船工艺流程示意图

(一) 生产设计

通常船厂和研究院合作或直接由船东提供详细设计，之后再由船厂的研究人员完成生产设计，画出图纸。

生产设计包括船体型线放样、船体建模出图、套料、加工主要施工用图（拼板划线图、数控切割图、型材下料表）、船体主要施工用图（分段工作图、零件表、拼板划线图、铁舢件托盘表）。

(二) 下料、加工

下料是指金属结构件、加工零件毛坯的原料，经过钣金、放样或者编程、数控切割，将钢板、型材制作成加工制造金属结构件的单个零件。目前，下料可采用数切或手工下料等方式。

Figure 2 数切

Figure 3 手工下料

船体零件套料是合理使用原材料，降低造船成本的重要手段。通俗地讲就是将不同形状和尺寸的零件（比如肘板、扁铁）怎样合理地排列在钢板上，最大限度地利用钢板，减少余料。

造一艘比较大的船舶所需的材料有很多种，其中最主要的有钢板、型材、浇铸件、铝合金、木料、塑料等。钢板是建造船体的主要材料，大量使用在外板、甲板、舱壁以及大的T型构件上。可以根据厚度来分类，厚度在4mm 一下的成为薄板，4~25mm 的成为中板，25mm 以上的称为厚板。型材主要用于船体结构的骨架部分。型材品种较多，有圆钢、方钢、扁钢、角钢、球扁钢、槽钢、工字钢等。

根据加工材料的不同，可以分为板材加工和型材加工。板材是指做成标准大小的扁平矩形建筑材料板。型材是指铁或钢以及具有一定强度和韧性的材料通过轧制、挤出、铸造等工艺制程的具有一定几何形状的物体。板材一般采用数铣切割，型材一般采用机械自动切割或手工切割。

根据加工方式的不同，可以分为冷加工和热加工。冷加工是指金属在低于再结晶温度进行塑性变形的加工工艺，如冷轧、冷拔、冷锻、冲压、冷挤压等。冷加工变形抗力大，在使金属成形的同时，可以利用加工硬化提高工件的硬度和强度。热加工是指金属在高于再结晶温度的加工工艺，可分为金属铸造、热轧、锻造、焊接和金属热处理等工艺。有时也将热切割、热喷涂等工艺包括在内。热加工能使金属零件在成形的同时改善它的组织，或者使已成形的零件改变结晶状态以改善零件的机械性能。

(三) 拼板、成型

Figure 4 拼板示意图

Figure 5 型材成形加工示意图

肋骨冷弯机要将型材弯曲到使其腹板边缘与要求的肋骨曲线一致，在加工过程中需要反复检查和测量，因而需要一定的检测和控制成型的方法，通常采用逆直线法。逆直线是在弯曲前的平直型材上画一根曲线，当型材腹板边缘弯曲到与肋骨型线吻合时，该曲线正好为一条直线。这样，在肋骨弯曲成形过程中，可以通过反复检测该曲线是否变直来控制肋骨的成形。该直线可通过逆直线法画出。

肋骨逆直线是根据型钢下料加工表进行划制的，技术部门给出的加工数据一般都是以型钢的一条边作为基准边，如球扁钢以腹板的边作为基准边，而不是以球头的边作为基准，理论上应该以型钢的中和轴为基准线，但操作比较复杂。步骤如下：（以某船429 分段件1005 肋骨为例）

429 分段件1005 肋骨加工数据

间距0 468 968 1468 1968 2468 2968 3468 3968 4468 4968 5208

高度70 145 194 216 205 157 70

70 158 206 211 182 112 70

- 1) 首先要核对所划制型钢的材质、规格、长度是否符合型钢下料加工表的要求。
- 2) 在型钢边线上按型钢弯曲加工数据表划出各分站点，从数据表可以得出除首尾两站间距分别为468 毫米和240 毫米外，其余各站间距均为500 毫米。
- 3) 用角尺作各分站点的垂直线。
- 4) 在各站点线上分别量取各自的高度值。
- 5) 用木样条分别把各站点高度连接成两条光顺的曲线，这两条曲线就是肋骨的逆直线，也就是肋骨加工的准线。
- 6) 肋骨、纵骨一般都是对称的，在划逆直线时要注意型材须对称防止，按对划制以免出错。

Figure 6 逆直线法实物图

按逆直线加工肋骨过程：

- 1) 把画好逆直线的肋骨吊到肋骨冷弯机上进行加工，首先从端部开始加工，逐段把曲线加工成直线，加工时的弯曲量应根据工作经验而定。
- 2) 当肋骨线型较大时，曲线会有两条甚至三条，可先把第一条曲线加工成直线，再加工第二条曲线。
- 3) 两条曲线的交叉段都应该加工成直线，但有时计算机生成的数据有误差，可能会产生一条已加工到直线，而另一条还未到样或已稍有倒弯的现象，一般可以把第二条曲线的交叉段的曲线放掉，以第一条为准，因为这种误差很小，不会影响加工质量。
- 4) 加工时要经常目测或用粉线进行检查，当把所有曲线都加工成直线时，肋骨已弯曲成形（也就是该肋位的实际线型）。

Figure 7 外板加工示意图

外板加工一般是单面焊双面成型。

(四) 分段制造、分段翻身

分段可以分为平面分段、曲面分段、半立体分段、立体分段和总段。平面分段是在平直板列上装有骨材的单层平面板架，如舱口围分段、甲板分段、平等中体处的舷侧分段。曲面分段是曲面板列上装有骨材的单层曲面板架，如艏艉处线型较大的舷侧分段。半立体分段是两层或两层以上板架组成的非封闭分段，如带舱壁的甲板分段、甲板室分段。立体分段是两层或两层以上的板架组成的封闭空间，如双层底、艏艉立体分段。总段是主船体沿船厂方向划分，其深度和宽度等于划分处型深和型宽的环形立体分段，如艏艉总段、上层建筑总段。

分段划分的原则是在场地条件（尤其是起重设备）和建造工艺的约束下越大越好，设备尽量不跨分段。

Figure 8 分段类型汇总示意图

Figure 9 胎架制作

Figure 10 拼板

Figure 11 划线

Figure 12 结构名称示意图

DAP 是指标准化分段步骤，将最优方法在图纸上标注出来。

Figure 13 某分段装配阶段材料对应需求图

由于分段结构不同，在制造是可选择正造、反造、侧造等不同方式。正造法是分段建造时的位置与其在实船上的位置一致（如下图（a））的建造方法。其优点是施工条件好、型线

易保证；缺点是胎架复杂、划线工作量大。通常用于单底分段、机舱分段及批量生产。反造法是分段建造时的位置与其在实船上的位置相反（如下图（b））的建造方法。其优点是胎架

简单，可一次翻身，且可改仰焊为平焊；缺点是施工条件稍差，型线易产生误差。常用于双层底分段、以甲板为基面的分段及单船生产。侧（卧）造法是分段建造时的位置与其在实船上的位置成一定的角度或垂直（如下图（c））的建造方法。其优点是改善施工条件；缺点是

胎架数量多。通常永固舷侧分段、舱壁分段等。

Figure 14 分段制造方法示意图

分段建造的过程还包括：分段装配、分段焊接、分段驳运、总段分段脱胎、上层建筑中组等。

(五) 涂装

涂装是通过在钢材或其他材质表面涂覆一层连续成膜的油漆或其他涂料而获得预期防护、装饰或其他特定效果的工艺。油漆主要由成膜物质、颜料/填料、溶剂、助剂组成。涂装的基本作用包括功能性作用、装饰性作用和其他特殊功能。功能性作用包括：（1）保护钢板免除腐蚀，延长船舶或钢结构件寿命；（2）保护钢质容器（船舱）内质物不受钢铁腐蚀产生杂质的污染；（3）其他特定的功能。

油漆的固化机理分为物理机理和化学机理。物理机理是靠溶剂挥发干燥成膜，如：装饰性乳胶漆、沥青漆。化学机理是与空气发生反应的交联固化，如：醇酸类油漆；或组分之间发生化学反应的交联固化，如：环氧类油漆。

船舶结构复杂，各个部位所处环境不同，所以保护要求也不相同，所需要的油漆也各不相同。对于船的外壳来说，底板接触海水，要防止海生物吸附，而干舷不用防海生物吸附，主要是防腐蚀。艏甲板和舱室要求防腐、耐磨，舱室若装液体，要求油漆不与所装液体发生反应。生活区对防腐的要求稍低，但要求环保、美观。压载舱环境恶劣，对油漆防腐的要求很高。

涂装前要对表面进行处理。表面清理是指除去表面上对涂料有损害的物质，特别是氧化皮、铁锈、可溶性盐、油脂、水分等。表面粗糙度增大了对涂层接触表面，并有机机械吻合作用，提高了涂层对底材附着力。粗糙度不能过大，否则在波峰处往往引起厚度不足，引起早期点蚀。表面处理分为机械处理和电化学处理，机械处理包括清洗、敲铲、打磨、高压水、喷砂等，电化学处理包括牺牲阳极除锈、酸洗除锈等。油和油脂必须用乳化清洁剂清除，小范围的清洁可以用溶剂擦洗，如：818、623B、TQ902，然后再用清水冲洗。同时，要不断

地更换抹布和溶剂以确保自己使用的抹布是干净的。如果冲水后留有水滴，那就意味着施工表面还有油或油脂。重复清洁步骤，水滴必须散开才行。工件表面的可溶性盐会对油漆的防腐能力造成不利的影响，会导致油漆起泡等缺陷，使油漆过早失效。稀释剂不能将可溶性盐除掉，最有效的办法是用高压淡水冲洗。在某种程度上说，灰尘是无处不在的，但太多灰尘会导致油漆附着力不良，通过以下方法除尘：（1）真空除尘机；（2）干净的毛刷；（3）用干

燥、清洁的高压空气吹。

Figure 15 涂装前的表面处理

冲砂处理检查重点为：冲砂处理的除锈等级；表面清洁度；表面所含杂质（污物）的含量和种类；表面外形；表面光滑度/粗糙度的等级；表面灰尘度；表面灰尘清理等级。

油漆施工常用方法有刷涂、滚涂、无气喷涂等。无气喷涂具有喷涂速度快、效率高、成膜均匀等优点，适合现代涂料品种，但设备成本高，油漆浪费多，高压设备施工者需要经过培训，对工人技术要求很高。

油漆施工质量方面的注意事项有：（1）油漆前表面处理是否符合工艺技术要求；（2）油漆施工环境是否符合工艺技术要求；（3）检查油漆是否符合配套/工艺技术要求；（4）油漆

按比例要求进行调配并搅拌均匀；（5）复涂不能超过油漆间隔期。

(六) 合拢

合拢搭载的方法有总段建造法、塔式建造法、岛式建造法、层式建造法、串联建造法等。

船台大合拢就是把所有分段组合在一起成为整条船舶的过程，其控制要点为：（1）船台划线精度；（2）基准分段定位准确性；（3）分段接缝处肋骨间距；（4）结构对接精度。

船台

装配的工艺要求为：（1）熟悉施工图纸，了解工艺要求；（2）根据工艺要求在船台上划出安

装基准线及检验标杆；（3）装配基准分段并将基准分段与船台固定；（4）按照装配顺序将分

段逐一装配；（5）其他的船台装配要求具体见《船台大合拢工艺》的详细要求。

(七) 下水、试航、完工出厂

澄西船厂船舶下水是利用滑道，因为此时船上的管系、油等未到位，动力系统不能用。

水下调试分为四个阶段：

1. 船台结构工程扫尾。船台遗留结构工程根据船舶下水交接清单，安排施工并交验。
2. 上建烟囱总吊。待机舱设备进仓及上建一楼设备到位后，进行上建烟囱总吊。
3. 舱室舾装及系泊。根据船舶下水及交接清单，未完舱室舾装件及舱室完整性，全船系泊设备。
4. 航改意见。待船舶试航后，消除船舶试航意见，保证船舶按期出厂。

码头舾装原则的核心是不影响下道工序，具体而言有四个方面：

1. 船体：舱室密性及强度，系泊设备安装。
2. 造安：设备安装及调试。
3. 华尔新：舱室涂装。
4. 模块：内装前结构要求，舾装件完整。

上建吊装的注意事项：

1. 机舱所有设备及一楼设备到位。
2. 根据吊装方式确定环缝结构形式。
3. 主甲板定位装置。

4. 主甲板结构线及检验线画设。

船台遗留工程包括结构工程和舱室舾装件及舱室完整性。根据船舶回厂情况，尽快安排结构施工队进行结构扫尾工程，一般要求在20 天将船舶遗留结构工程全部交验结束。根据船舶下水舾装件完成情况，统计缺损材料，优先安排密性舱室及强度试验舱室。

航改注意事项有：

1. 保护设备。试航回厂船舶所有设备都已到位，在任何施工过程中都需考虑到设备保护。
2. 保护油漆。船舶美化靠涂装，在航改过程中一定要想方设法地保护油漆。
3. 远离油舱。航改船舶相关舱室都已加油，成为高危部位，航改时注意动火部位，防止燃爆。
4. 时间第一。试航回厂至签字半月时间，意见需在尽短时间内消除，保证出厂。

三、部分具体的作业流程

(一) 型材下料作业流程

正确穿戴劳防用品持证上岗→根据作业计划查看当日切割信息→辅料→检查材料规格→核对材料信息→划线、标识移植→型材流水孔、R 孔需用样板划出→检查半自动切割机的垂直度→切割→手工精度测量→检查孔的尺寸→打磨自由边→补漆→收料→收料时按流向清单确认→打包堆放

(二) 数控切割作业流程

正确穿戴劳防用品→持证上岗→开机前设备点检→气管检查→切割小车检查→割炬及升降系统检查→喷粉与切割同步检查→检查喷粉对角线是否正确→切割样板检查→核对板材与切割图纸的要求是否相同→校对板材与切割机的偏差→开始切割→零部件标识，余料割断→实名制信息标识

注：点检是数控切割与下料操作上的区别所在。

(三) 曲度板材加工作业流程——单向曲度加工（首尾线型相同的板材）

需加工的板材→吊装到三芯辊压平台→设置相应参数→加工过程中随时样条检查→加工结束用样条检查→加工完成

注：船舶的线型每一段圆弧都不一样，设置相应参数都是近似值，要随时进行核对，确保有效。

(四) 曲度板材加工作业流程——单向曲度加工（首尾线型不同的板材）

要加工的板材→先辊压基本线型→再转运到冷弯→先检查确认要加工的线型→冷弯加工中随时检查→加工完成

(五) 曲度板材加工作业流程——线型较大的板材单向加工

要加工的板材→先粗加工→再用样条精细加工→加工结束后用样条检查→需局部校正的再运至火工平台加工

(六) 部件拼板作业流程

正确穿戴劳防用品→持证上岗→CO₂ 焊机检查与点检→埋弧焊机检查与点检→焊机电缆检查是否完好→拼板工具准备→拼板信息核对→板材与板材拼接→引熄板的安装→拼板后精度测量→焊前焊道的处理→划制焊缝与行走轨道间距线→调节焊接参数→准备焊接→板材焊接→板材划线后切割→切割缝修补打磨→切割后精度测量→焊接、划线、切割实名制记录→平移吊耳安装，焊接实名制检查

四、切割工艺介绍

(一) 气割要求

1. 熟悉图纸及工艺要求，详细了解材质、规格、气割公差等。
2. 检查气割工件和号料线是否符合要求，并清除割缝两侧30~50 毫米内的铁锈、油污。

3. 气割钢板应保持平衡。
4. 准备好所需的氧气、乙炔或液化石油气，并检查气路的阀门、仪表是否正常工作，连接处是否紧密。
5. 根据工件的需要准备好小车导轨，以及必要的工具。
6. 将半自动气割机进行空运转，检查机器运行是否正常、控制部分是否损坏失灵，以及绝缘是否良好。
7. 气割前将工件垫平，工件下面要留有不小于100 毫米的间隙。

(二) 半自动切割工艺

1. 根据切割工件的厚度选择割嘴和气体压力。
2. 气割前应手推小车在导轨上运行，调整割嘴位置或导轨，确保在小车运行过程上割嘴对准号料线。切割允许偏差为 ± 0.5 毫米。
3. 气割前还应在非切割处进行试切割，以调整火焰、氧气压急、小车行走速度等，并检查风线是否为笔直而清晰的圆柱体。
4. 当氧气瓶的气压低于工作压急时必须停机换瓶。
5. 气割时，先加热钢材边缘至赤红，再开启快风氧气，使钢材急剧燃烧穿透钢材底部后方可让小车移动。
6. 气割焊接坡口，要根据坡口角度要求偏转割嘴，且割速要比下料时候慢，氧气压力应稍大。
7. 如用快速割嘴，应根据钢材厚度的不同，使割嘴作一角度的后倾。
8. 对于长板条工件，应先切割两侧长边，后切端头，以减少变形。
9. 对于较薄的板件，割嘴不应垂直于工件，需偏斜 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ ，且速度要快，预热火焰能率要小。
10. 切割过程发生回火，应先关乙炔阀，后关切割氧阀。

(三) 数控切割工艺

1. 每班检测机器的行走对角线、喷粉切割同步性、割嘴垂直度等设备精度。
2. 不定期抽检数切零件尺寸。
3. 所有有过桥连接的零件均要将过桥割除，切割时要保证切割质量。
4. 及时调换割嘴、电极、喷嘴等易损零件，保证切割面的垂直度和减少挂渣。
5. 下料前仔细核对钢板来料情况，包括材质、厚度、表面质量、平整度，确认后将炉批号移植到下料草图上。
6. 板厚超过25 毫米的板材不得在等离子机上切割，特殊情况例外（如不锈钢厚板不能用火焰切割机切割，因为火焰燃烧过程使不锈钢中的马氏体变质，脆性改变，坡口后续不可焊接，故只能在等离子切割机上切割）。
7. 割缝补偿加放适当，首件必须三检，施工中随时校核。
8. 切割过程中做到人不离机，以保证机器正常运转。零件长度大于宽度三倍应适当加放过桥，当机器异常或零件图形与图不符时应及时停机待查。
9. 标识清晰完整，包括工程名、部件名、零件名、材质、加工符号、实名制、日期、各种工艺符号等。余料标识应标准规范。
10. 切割面应光洁，无锯齿，无氧化铁，无挂渣，切割面的粗糙度应符合要求。超过规定的气割缺口在转序前修补打磨到位。所有自由边、焊接边均应按要求打磨到位。
11. 数切平台应定期检查修整，以保证水平度。

五、套料软件介绍

1. CAD 零件读入FastCAM 软件。
2. 图形切割错误说明：

- 1) 出现内圆被重复切割。
- 2) 引入引出线位置出现问题。
- 3) 出现线段被重复切割。

3. CAD 清除的意义:

- 1) 清除多余的实体点，以避免乱跑空程。
- 2) 清除重叠的实体，以避免多引入引出线和重复切割。

4. CAD 压缩的意义:

- 1) 压缩拟合曲线，以减少大量小的线段实体，缩小切割程序量，避免切割机的切割抖动。
- 2) 压缩拟合曲线，以减少大量小的线段实体，减少切割累计误差，提高切割质量和精度，避免切割圆弧和曲线不闭合。

六、总结

通过这段时间的学习，我们对造船工艺流程有了简单的认识。船舶的制造比我想象当中要复杂很多，总体而言虽然不算精细，但具体到每一步中，有很多细节需要考虑，如焊缝的检查等，虽然不起眼，但一旦出现问题，可能影响到整条船的使用甚至威胁到船员的安全。据为我们讲解的徐兴亮工程师介绍，一条船的生产周期大约为十个月，加上前期洽谈，从船东与船厂交涉到船厂交船大概十三个月。造船的周期可以说是比较长的，由此也导致船舶行业的滞后性。目前所提倡的“两个一体化”，即生产设计管理一体化和壳舾涂一体化，可以大大缩短周期。我们也了解到，澄西船厂很多设备都是老式的，考虑到成本问题，船厂的自动化程度并不是很高，更多地采用相对廉价的劳动力。但在很多船厂，尤其是国外的船厂，造船流程机械化、自动化的程度很高，可以提高生产效率，同时也可以完成更加精细的加工。最后，非常感谢沈老师和焦老师为我们安排这次实习，并在实习过程中无微不至地照顾我们，也很感谢船厂领导及工作人员为我们提供良好的实习环境和详细的指导。有了这些帮助，我们才能够在实习过程中取得这么多收获。 _