

**浙江大学海洋学院**  
**“海洋工程概论”课程总结**



**Introduction to Ocean Engineering**

浙江大学海洋学院舟山

2017.07.21~2017.08.06

# 目录

1. 课程简介
  2. 课程的组织与安排
    - 2.1 师资力量
    - 2.2 课时安排
    - 2.3 课程要求
    - 2.4 交流讨论
  3. 课程考核与评分方法
  4. 教学安排
  5. 教学日历
  6. 致谢
  7. 回顾与展望
  8. 网站的建设
- 附件 1: 学生名单及分组情况
- 附件 2: 各方向调研题目
- 附件 3: 优秀调研报告
- 附件 4: 课程总结
- 附件 5: 2016 级船舶、港航和海工专业的优秀调研报告交流会
- 附件 6: 港航方向优秀调研报告交流会
- 附件 7: 海洋装备方向优秀调研报告交流会
- 附件 8: 2016 级船舶、港航和海工专业本科生参观海洋信息实验室
- 附件 9: 港航方向实验室参观
- 附件 10: 海洋装备方向实验室参观

## 1、课程简介

“海洋工程概论”是特别为大一学生暑期量身定做的。针对已经初步学习了高等数学、大学物理、工程图论、C 程序设计和海洋概论，但是从未涉及海洋课程和实践的学生，本课程旨在建设活泼、生动、激发学生从事海洋工程研究兴趣的概论型的课程。以讲专题性的报告向学生们讲解海洋工程各个领域的核心内容，具体专题包括：现代船舶技术、近海工程、海洋装备技术、海洋信息技术以及海洋科学简介等。

课程除了引出海洋工程概念的引论和总结外，将邀请海洋信息技术、港口航道与海岸工程、海洋装备技术和现代船舶技术四个方向擅长教学的老师以专题报告的形式向学生们讲解海洋工程各个领域的核心内容。每个方向设置 6 个学时，突出该方向最吸引人的地方和未来的发展方向，促使学生思考自己的兴趣和海洋工程结合的切入点，从而为今后的学习方向、课程选择奠定基础。实验室参观、调研报告和课堂教学相配合，进一步加深认识。最后一次课，我们分方向邀请了各个方向老师到课堂来，与学生见面答疑，解决学生对专业定位以及自身发展方面的问题。

课堂教学结束后，我们紧接着安排实验室实习，实习同样地分为海洋信息技术、现代船舶技术和港口航道与海岸工程方向。每位学生需要在四个方向完成考察和学习后进行撰写该方向的调研报告，随后选择 12 组优秀的调研报告进行现场答辩，增强学生们对各个方向的感性认识，使得学生们为今后的专业选择甚至选课，奠定基础。

这门课程由浙江大学海洋学院院长、海洋工程与技术研究所所长陈鹰教授负责，由海洋工程系和海洋信息系的教师共同打造的 3 学分的暑期实践课程，作为海洋工程大类专业学生的必修课。

陈鹰教授在 2017 年春季学期开始落实课堂教学、课间实习的方案，经过和拟邀请的教师充分沟通，最后邀请认同教学理念的教师担任教学任务。由于课堂教学和实验室教学需要大量的指导教师和研究生助理，最后组成了以陈鹰教授为首的教学组。7 月中旬落实完成课堂教学和野外实习教学的教师、研究生队伍组建，实习地点、时间的选择，后勤保障的确立等。2017 年 7 月 21 日正式开课，8 月 6 日圆满完成全部教学任务，达到预定目标。

这门课程在建设过程中得到海洋学院分管教学的副院长王晓萍教授的大力支持。现把 2017 年度学院“海洋工程概论”课程工作总结如下：

## 2、课程的组织与安排

### 2.1 师资力量

为了使本科生在接触海洋工程的第一时间得到最好的启迪，本课程由课堂教学和实验室实习经验丰富的最强师资队伍承担，包括了浙江大学求是特聘教授、国家千人、擅长教学的中青年教师。为了保障教学相关的课堂教学和课外调研，本课程由 5 位博士和硕士研究生担任助教。最强的师资配置和优秀助教的配合确保了高水平的教学。

**担任教学的教师名单如下（按出场顺序排列）：**

陈鹰：浙江大学求是特聘教授，海洋学院院长，海洋工程与技术研究所所长

Email: ychen@zju.edu.cn; 电话：209-2988

吴白洁：图书信息中心

Email: wubaijie@zju.edu.cn; 电话：209-2522

徐志伟：教授，国家千人，海洋电子研究所所长

Email: xuzw@zju.edu.cn;

孙贵青：副教授，海洋传感与网络研究所

Email: sgq@zju.edu.cn;

瞿逢重：教授，浙江大学求是青年学者，海洋传感与网络研究所副所长

Email: jimqufz@zju.edu.cn;

徐敬：副教授，海洋传感与网络研究所

Email: jxu-optics@zju.edu.cn

贺治国：教授，浙江大学求是青年学者，港口海岸与近海工程研究所副所长

Email: hezhiguo@zju.edu.cn

胡鹏：副教授，浙江大学求是青年学者，港口海岸与近海工程研究所

Email: pengphu@zju.edu.cn

林颖典：副教授，港口海岸与近海工程研究所

Email: kevinlin@zju.edu.cn

赵西增：副教授，浙江大学求是青年学者，港口海岸与近海工程研究所

Email: xizengzhao@zju.edu.cn

高洋洋：副教授，浙江大学求是青年学者，港口海岸与近海工程研究所

Email: yygao@zju.edu.cn

黄豪彩：副教授，海洋工程与技术研究所副所长

Email: hchuang@zju.edu.cn; 电话：209-2203

樊炜：副教授，海洋工程与技术研究所

Email: wayfan@163.com.

王晓萍：教授，海洋学院副院长，海洋工程与技术研究所

Email: xpwang@zju.edu.cn.

张大海：副教授，浙江大学求是青年学者，海洋工程与技术研究所副所长

Email: zhangdahai@zju.edu.cn.

冷建兴：教授，船舶与海洋结构研究所所长

Email: jxleng@zju.edu.cn

王赤忠：教授，船舶与海洋结构研究所

Email: cz\_wang@zju.edu.cn

沈林维：副教授，船舶与海洋结构研究所

Email: shenlinwei@zju.edu.cn

冀大雄：副教授，海洋机器人研究所副所长

Email: jidaxiong@zju.edu.cn

张朝晖：浙江大学求是特聘教授，海洋化学与环境研究所所长

Email: zhaohui\_zhang@zju.edu.cn; 电话：209-2262

### 担任助教名单如下（按出场顺序排列）：

党锐锐：研一，海洋电子研究所

Email: dangruirui@zju.edu.cn; 电话：13157190080

朱瑞：博一，港口海岸与近海工程研究所

Email: 544563907@qq.com; 电话：18858391203

沈芸：研一，海洋工程与技术研究所

Email: shenyun@zju.edu.cn; 电话：18329021343

龙井昌：博一，船舶与海洋结构研究所

Email: ljchang@zju.edu.cn; 电话：18868107226

李豪杰：博三，船舶与海洋结构研究所

Email: 862767365@qq.com; 电话：18768116582

教学对象为 2016 级海洋工科大类的本科生，包括港口海岸与航道工程、船舶与海洋工程、海洋工程与技术三个专业的学生，一共 167 位。他们在夏学期结束后先参加了军训，而后来到舟山参加只有一门课程的暑期实践。教师和研究生团队人员充足，这一充足的师生量保证了学生在这个高强度的暑期实践课程中得以高质量地完成了学习任务，达到了预定的目标。

## 2.2 课时安排

**教学方式：**集体授课+学生课外调研（文献资料、撰写调研报告）+课内交流讨论+实验室参观；

**课时安排：**上课：36 学时；交流讨论学时：4 次，每次 5 学时，共 20 学时；实

实验室参观学时：8 学时，总计：64 学时。

### 课堂组织：

- (1) 课堂学习；
- (2) 对应的课堂练习、文献调研；
- (3) 实验室参观。每个方向布置 1 到 2 次作业。

## 2.3 课程要求

学习小组：每 4 人一组；小组集体完成 4 个专业/方向（现代船舶技术、近海海岸工程、海洋装备技术、海洋信息技术）要求的专题调研（综述）报告，并提交；由专业/方向教师审阅调研报告，并在每个题目的全部报告中选择 4 个优秀报告，由学生上台交流调研报告和学习心得，每组介绍 10 分钟+讨论 5 分钟，专业/方向教授评定给出成绩；实验室参观：4 个方向，每个方向 2-3 学时。

## 2.4 交流讨论

1) **说明：**交流讨论是学生开展自主性、研究性学习的重要环节，也是能力培养的重要环节，因此将进行详细的设计和安排，教师也将特别重视该环节。

### 2) 具体设置和安排：

- 学生总人数为 167（海工 80，港航 66，船舶 21），除去少量参加对外交流的学生外，按 4 人一组自由组队（第二天上课前组队完毕并上报给课程助教），共 42 组，每 10 组为一个教学班，在课程网站上设置 4 个教学班。小组和教学班均不分专业即学生自主、各专业打通混合。
- 学生以小组为单位，从每个专业/方向下设的 3 个专题布置的调研任务中，选择完成其中一个调研报告，以及课堂交流用的 PPT；因此每个小组要完成 4 个调研报告和 4 个 PPT；由每个专题负责教师审阅相关题目的调研报告，一方面给出每组成绩，同时确定比较优秀的 4 个小组参与课堂交流。（这样每次交流的小组为 12 组，时间为 3 小时左右）  
**总小组数 42 个，每个专业/方向研讨交流时，从 3 个题目中共选择 12 组，每个题目选 4 个优秀报告。**
- 课堂交流讨论，由专题负责教师确定的优秀小组在课堂上交流调研报告，全体学生、本专业/方向全体教师参加，并给各交流小组排序打分。

### 3、课程考核与评分方法

1) 4个调研报告和4个PPT的成绩，占68%

2) 优秀报告参与课堂交流的成绩，占12%

(一次优秀报告参与交流增加8%，第二次优秀报告参与交流增加4%；但是第一次课要说明：如果4次报告都没有被选为优秀报告，则只有基本成绩；只有一次优秀，则该部分成绩只能获得8%。)

3) 每个学生独立完成的课程学习总结报告(给出模板)的成绩：20%

4) 奖励分：5% (第三次被选为优秀报告，并上台交流)

### 4、教学安排

序号	教学单元	学时	任课教师	主要内容	备注
<b>1</b>	<b>课程导论(4学时)；负责教师：陈鹰</b>				
(1)	课程概况 内容导引	4	陈鹰	以南海岛礁建设、蛟龙号载人深潜器的研制、深渊海斗的研究等诸方面，介绍海洋工程对社会发展、人类进步、现代化国家建设和维护国家安全等方面的重要意义。同时从而引出近海(海岸)工程、船舶工程、海洋装备技术、海洋信息技术的基本概念与内涵。 介绍课程设置的目的是，教学目标，课程安排、教学要求、成绩设置等；要求学生认真完成各次调研报告和总结报告，注意报告格式要求，注意细节等等。	
(2)	文献综述 报告	3	吴白洁	文献资料查阅方法相关讲座	
<b>2</b>	<b>海洋信息技术(6课时)；负责教师：徐志伟</b>				
	介绍海洋信息技术的发展过程，最新发展成果，未来发展趋势，以及目前我国在海洋信息领域所处的位置和亟需解决的问题。围绕海洋信息采集技术，海洋信息传输技术，海洋信息处理技术，和海洋信息的应用，讨论海洋信息管控的关键和技术方向。				
(1)	智慧海洋 技术	2	徐志伟	简介海洋信息发展的历史、驱动力、和需求；综述信息在海洋中的不同形态，引出声、光、电、磁在海洋信息应用中的作用和范畴；由于海洋信息量巨大无序，需要大数据技术进行梳理，探求各类信息背后的真实的含义；最终引出海洋的智能应用，抛砖引玉，激发学生对海洋信息技术的兴趣。	

(2)	水下声学导航	2	孙贵青	重点介绍短基线、超短基线和长基线的声学定位原理和特性；进一步讨论声学导航、水下跟踪等技术。然后对水下声学定位的应用、海洋工程用的导航技术、海洋勘探以及海洋地球物理调查等问题进行了讨论，并概括目前水下声学导航的挑战和可能的解决方法。	
(3)	海洋信息感知与网络	2	瞿逢重 徐敬	人类要认识海洋、开发海洋，首先要感知海洋，了解海洋、构建海洋网络、建立海洋历史数据库和实时数据库，从中探寻海洋规律。本课程从需求入手，介绍在海洋的重点区域，需要全面的海洋信息感知能力和海洋信息综合传输能力。主要探讨海洋应用及未来的海洋冲突对海洋信息感知和传输网络的需求，海洋信息感知对信息化战争的支撑作用和实现途径，包括各种媒介在网络中的应用。	
<p>调研题与要求（3-4个）：调研方向：海洋电子技术、智慧海洋技术、海底地震监听、海洋观测网络。每个小组可从中选择一个方向开展调研，阅读 10+文献资料，提交调研报告；小组交流（5学时）。</p> <p>实验室参观：2小时；布置相关作业一次。</p>					
序号	教学单元	学时	任课教师	主要内容	备注
3	现代船舶技术（6课时）；负责教师：冷建兴				
	从宽广的角度，介绍海洋水面载体（船舶、各种水面平台）与水下载体潜水器技术，介绍海洋水体与各种载体的相互作用				
(1)	现代造船技术	2	冷建兴	介绍智能船舶、无人船对未来科技的需求影响，再引申到现代船舶对新材料、新能源、新装备的促进；最后介绍当今世界造船新技术。结尾是简单介绍海洋工程发展概要与大型船舶对新技术的促进作用等	
(2)	海洋平台技术	2	王赤忠、沈林维	包括海洋石油平台、海上超大浮体设计、海洋能平台等	
(3)	水下潜器技术	2	冀大雄	介绍 AUV、ROV、AUG 和 AUH 等各种潜水器	
<p>调研方向与要求（3-4个）：调研方向有绿色船舶技术、无人船技术、大型海上浮台技术。每个小组可从中选择一个方向开展调研，阅读 10+文献资料，提交调研报告；小组交流（5学时）。</p> <p>实验室参观：2小时；布置相关作业一次。</p>					
序号	教学单元	学时	任课教师	主要内容	备注
4	近海工程（6课时）；负责教师：贺治国				

	重点介绍近海与海岸工程中的最新发展成果与趋势，围绕南海岛礁，开展海洋泥沙运动、海洋岛礁建设、航道疏浚、码头建设、海堤防灾等技术，以及重要的设计分析手段——CFD 设计的介绍。				
(1)	海岸灾害与防灾	2	贺治国/ 胡鹏	先简要介绍海岸及近海主要的动力过程；重点讲述海岸带的风暴潮与台风浪灾害；进而讲解海岸与近海工程的防灾减灾技术。	
(2)	海洋泥沙运动、岛礁建设	2	孙志林/ 林颖典	通过介绍海洋泥沙运动的基本过程、引入航道疏浚与码头建设的工程与技术，并结合南海岛礁建设，讲授海洋岛礁建设中的关键科学问题和技术难点。	
(3)	航道技术、CFD 技术	2	赵西增/ 高洋洋	介绍航道技术、泥沙淤积监测、航道疏浚等内容。了解宁波舟山港及其重要航道情况。同时介绍 CFD 技术，认识 CFD 在近海与航道工程中的应用。	
<p>调研方向与要求（3-4 个）：调研方向：海洋内波的形态与危害、舟山群岛海域泥沙沉积、宁波舟山港建设、江海联运。每个小组可从中选择一个方向开展调研，阅读 10+文献资料，提交调研报告。</p> <p>实验室参观：2 小时；布置相关作业一次。</p>					
序号	教学单元	学时	任课教师	主要内容	备注
5	海洋装备技术（6 课时）；负责教师：黄豪彩				
	重点介绍海洋技术的发展趋势，了解海洋装备设计与制造技术、海洋人工系统技术、海洋传感器与海洋观测技术、海洋能技术。				
(1)	海洋装备设计与人工系统技术	2	黄豪彩 樊炜	海洋装备设计与集成技术主要研究与之相关的设计技术，以及将不同的海洋装备子系统，根据需要，有机地组合成一个完整的、一体化的、功能更强的海洋装备系统的过程、方法和技术。海洋人工系统技术包括海洋人工上升流技术、人工下降流技术和二氧化碳封存技术等，旨在应对全球气候变暖、海洋生态环境修复等问题。将介绍海洋装备研发中的关键技术如轻量化、功率设计、浮力设计、结构设计等，以及典型的人工上升流系统和人工下降流系统。	
(2)	海洋观测技术	2	宋宏 王晓萍	海洋观测技术是指利用传感器及其支撑技术，对海洋环境各量在一段时间内的感知、分析。将介绍海洋传感器、海洋光学技术以及观测网技术的基础知识。	
(3)	海洋能技术	2	张大海	海洋能技术是指将蕴藏于海洋中的可再生能源转换成电能及其他便于利用与传输的能量的技术。将介绍波浪能、潮流能、风能等海洋能的利用技术的基础知识。	

调研题与要求（3-4 个）：调研方向：海洋传感器技术、深海探测技术、海洋人工增氧技术和海洋能量自给技术。每个小组可从中选择一个方向开展调研，阅读 10+ 文献资料，提交调研报告；小组交流（5 学时）。 实验室参观：2 小时；布置相关作业一次。					
序号	教学单元	学时	任课教师	主要内容	备注
6	海洋科学简介：4 学时。介绍“海洋科学概论”课程的总体内容，让学生了解海洋科学的研究领域，科学与工程的关系等。				
	海洋科学概论	4	张朝晖	以电影 The day after tomorrow 开头，结合从全球变暖导致冰期统治全球的这一悖论型的电影故事，引出大洋环流---North Atlantic Deep Circulation, Gulf Stream, 告诉学生决定大洋环流的主要因素：密度（温度、盐度）、太阳辐射和 trade wind、海陆边界的限制以及人类活动导致 CO <sub>2</sub> 浓度的急剧升高对大洋环流的影响等，从而引出海洋地质、海洋物理、海洋化学和海洋生物的概念。	
序号	教学单元	学时	任课教师	主要内容	备注
7	课程讨论与总结（4 学时）；负责教师：黄豪彩				
(1)	讨论总结		相关专业教师	谈课程学习后的心得，对专业的理解及规划；优秀学生及总结交流；师生互动，学生对专业/方向培养方案、课程的进一步了解；专业教师介绍研究方向和科研。	
每个同学单独完成一个课程总结报告（给出模板），包括就整个教学环节中某个内容开展总结发挥，课程好的方面， <u>要</u> 完善改进方面；对课程的意见建议；学习后的感想体会。					

## 5、教学日历

地点：浙江省舟山市定海区浙大路 1 号浙江大学舟山校区

时间：2017 年 7 月 21 日—8 月 6 日

负责老师：黄豪彩

日期	时间		负责教师	内容	备注
7.21	第 1 天	上午	陈鹰	介绍课程概况（教学目标、内容、安排、成绩评定方式等等）；课程导论部分。要求学生自由组建学习小	助教签到，拍照

				组，第2天完成。	
		下午	吴白洁、黄豪彩	关于“文献检索方法”方面的报告；参观校园。	助教签到，拍照
7.22	第1方向 D1 总D2	上午	8:00-9:50	第1个专业/方向，第1、2个专题报告，布置专题的调研报告题目	
		下午	10:00-11:50	第1个专业/方向，第3个专题报告，布置专题的调研报告题目	
7.23	第1方向 D2 总D3	全天		各小组准备调研报告；要求第D3天早晨7点前完成调研报告的网上提交；助教下载报告，打包发给3个专题的老师（8点前），教师审阅并在11点前完成，确定优秀参与交流的小组。	获得小组名单 方向1助教
7.24	第1方向 D3 总D4	上午	8:30	参观第1个专业/方向的实验室；	
		下午	2:00-	第1个专业/方向优秀调研报告，交流讨论	
7.25	休息一天，校内自由活动				
7.26	第2方向 D1 总D5	上午	8:00-9:50	第2个专业/方向，第1、2个专题报告，布置专题的调研报告题目	
		下午	10:00-11:50	第2个专业/方向，第3个专题报告，布置专题的调研报告题目	

7.27	第2方向 D2 总D6	全天		各小组准备调研报告；在第D3天早晨7点前完成调研报告的网上提交。	
7.28	第2方向 D3 总D7	上午	8:30	参观第2个专业/方向的实验室；	
		下午	2:00-	第2个专业/方向优秀调研报告，交流讨论	
7.29	休息，安排课外活动				
7.30	第3方向 D1 总D8	上午	8:00-9:50	第3个专业/方向，第1、2个专题报告，布置专题的调研报告题目	
		下午	10:00-11:50	第3个专业/方向，第3个专题报告，布置专题的调研报告题目	
7.31	第3方向 D2 总D9	全天		各小组准备调研报告；在第D3天早晨7点前完成调研报告的网上提交。	
8.1	第3方向 D3 总D10	上午	8:30	参观第3个专业/方向的实验室；	
		下午	2:00-	第3个专业/方向优秀调研报告，交流讨论	
8.2	休息一天，校内自由活动				
8.3	第4方向 D1 总D11	上午	8:00-9:50	第4个专业/方向，第1、2个专题报告，布置专题的调研报告题目	
		下午	10:00-11:50	第4个专业/方向，第3个专题报告，布置专题的调研报告题目	
8.4	第4方向 D2 总D12	全天		各小组准备调研报告；在第D3天早晨7点前完成调研报告的网上提交。	
8.5	第4方向 D3 总D13	上午	8:30	参观第4个专业/方向的实验室；	
		下	2:00-	第4个专业/方向优秀调研	

		午		报告，交流讨论	
8.6	总 D14	上午	各专业相关教师	以专业为单位进行，可以安排专业教师介绍研究方向	各专业方向助教
		下午		以专业为单位进行，培养方案解读；专业答疑解惑；讨论座谈等。	
<b>要求：每个学生的课程总结报告，在 8 月 30 日完成提交。</b>					

## 6、致谢

这门课由求是特聘教授、海洋学院院长陈鹰教授负责，并制定具体的大纲和实施方案、落实主讲教师和助教队伍。在整个过程中，分管教育的王晓萍院长在其职权范围内给予了充分的肯定、信任和支持。

海洋工程系、海洋信息系的四个研究所的教师都为这门课做了贡献，海洋信息技术、现代船舶技术、近海工程、海洋装备技术四个方向除了担当讲课任务的老师外，参观实验室、课内交流讨论也少不了各个方向的老师的参与。没有这些老师的讲课、实验室参观带领、提供研究生作为助教，很难想象，我们能把这门课高质量地完成！谢谢他们。

再此也要感谢浙江大学求是特聘教授，海洋化学与环境研究所所长张朝晖教授、海洋机器人研究所副所长冀大雄老师为我们介绍了水下机器人的相关知识，图书信息中心吴白洁老师为我们开展了文献资料查阅方法相关的讲座。

我们再次向团队成员致以衷心的感谢，为海洋学院的人才培养和教育教学付出的智慧和汗水！也向倾心于学生教育的王晓萍副院长致敬！

## 7、回顾与展望

**回顾：**本次实习课程由求是特聘教授、海洋学院院长陈鹰教授设计，内容涵盖海洋信息技术、现代船舶技术、近海工程及海洋装备技术等四个方面，根据大一学生的培养方案精心设计，并从各个专业的核心内容展开，给学生提供一个清晰的认识，帮助他们在今后的学习中确定自己的兴趣方向。在理论课程结束后，安排了丰富多彩的实验室参观课程，同样涵盖四个方向，并由每个方向的资深教

授带队讲解，使学生们在理论课程之外深化对不同学科的认识，将理性认识与感性认识结合。

学生通过本次实习，将书本知识运用于工程实际，通过实践过程巩固验证理论知识，学生理论知识的掌握和运用能力得到进一步提高，同时学生的发现和解决问题的能力得以增强，提高了学生的专业的认同感，有助于学生明晰职业价值观与职业价值倾向。

#### **遗憾的地方：**

(1) 由于课程时间有限，只安排了课堂教学以及实验室参观环节，没有安排学生上岛，故学生的实际动手能力还缺少锻炼；

(2) 由于这门课程的评分标准在授课中间做了修改，少数同学还未完全了解评分规则，这将会在以后的课程中改进；

(3) 由于这门课程授课时间有限，所以课堂上我们只安排了获得优秀报告的小组的 PPT 展示，没有使全部小组的 PPT 都得到展示，今后的课程我们将尽可能多的让同学们上台展示；

(4) 课程进行中我们的考勤做的还不够，由于这门课程的学生人数较多，课程后期存在少数学生旷课现象，建议今后的课程中可以采取组长负责制，课间抽查，一旦发现未到而虚报，要采取较为严厉的措施；

(5) 由于这些本科生和学院分处两地，大一时受到的关怀比较少，暑假来到舟山后勤方面安排的还不够到位，包括宿舍条件比较艰苦等，但是我们的同学都克服了，今后的课程我们需要得到学院教管部和后勤部更好的支持。

**展望：**这门课程需要三年的建设周期。我们需要把课堂教学的内容材料化，增加阅读材料。进一步和任课老师沟通，把有限的时间聚焦到核心的、带有整个海洋工程意义的内容上。并“海洋工程概论”课程建设成为一门深受学生喜爱的浙江大学海洋学院的特色课程，并冲击省级、国家级的“优质课程”。

## **8、网站的建设**

作为一门海洋工程专业的必修课程，课程资源建设非常重要。因此将利用学院建设的教育教学信息化平台，构建“海洋工程概论”课程网站。在实现课程资源电子化、网络化的同时，构建无时空限制的师生交流互动平台，及时了解学生对课程各环节、过程的反馈，需要老师帮助和解决的问题，以及开展同学之间的

讨论。课程网站除教学大纲、教学日历、课程内容外，将发布每年学生优秀实验报告、课程总结、丰富多彩的课程图片资料，以及教师的总结报告等，网站内容将不断增加、完善。

“海洋工程概论”实践教学课程平台：<http://oc.zju.edu.cn/bkspy/index.php/>;

建设负责人：王晓萍

正在建设中

附件 1：学生名单及分组情况

小组成员信息				
小组编号	姓名	专业	学号	备注(组长/组员)
1	王塑	港航	3160101033	组长
	刘泽丰	港航	3160100936	组员
	邵珺	海工	3160101123	组员
	周婧滢	海工	3160100571	组员
2	蔡子豪	海工	3160100549	组长
	罗华昱	海工	3160100550	组员
	陈俊逸	港航	3160100551	组员
	沈方舟	港航	3160100555	组员
3	吕志健	海工	3160100918	组长
	王冰怡	海工	3160100568	组员
	丁可林	港航	3160100573	组员
	尹箬	海工	3160100920	组员
4	卢星宇	港航	3160100662	组长
	陈科林	港航	3160100769	组员
	杜苗峻	海工	3160100621	组员
	杜子谦	海工	3160100700	组员
5	赵朴达	海工	3160100745	组长
	崔晓筱	海工	3160100746	组员
	林昊立	海工	3160100701	组员
	冯旭	港航	3160100569	组员
6	童心雨	船舶	3160100663	组长
	马泳瑶	港航	3160100693	组员
	陈晓洁	海工	3160100558	组员
	简萌	港航	3160100923	组员
7	徐璞儿	港航	3160100557	组长
	刘竹琴	港航	3160100563	组员
	罗爱泽	港航	3160100580	组员
	周琪坤	港航	3160100581	组员
8	杨文诚	海工	3160100849	组长
	姚言	港航	3160100544	组员
	高凯锋	海工	3160100542	组员
	曹家兴	海工	3160100916	组员
9	季余	港航	3160100144	组长
	姚媛媛	海工	3160100145	组员
	王凌杰	海工	3160100539	组员
	李立杰	港航	3160100853	组员
10	吴至静	海工	3160101125	组长
	袁朔阳	海工	3160101124	组员
	李禹宏	海工	3160101122	组员
	孙腾	港航	3160101121	组员
11	韩强	海工	3160104629	组长
	李俊卿	海工	3160100925	组员
	张艾隆	船舶	3160104630	组员
	陈思源	船舶	3160100527	组员

12	陈涵睿	海工	3160100535	组长
	孙宸昊	港航	3160100536	组员
	姚宇超	港航	3160100537	组员
	任林光	港航	3160100538	组员
13	汪滢	海工	3160100561	组长
	操雨康	港航	3160100922	组员
	喻家伟	港航	3160100897	组员
	毛如寅	港航	3160100552	组员
14	项晨煊	海工	3160100559	组长
	竺家柱	海工	3160100534	组员
	蒋金达	海工	3160100531	组员
15	杨洁	港航	3160100617	组员
	汪哲宇	港航	3160100577	组长
	陈典威	海工	3160100532	组员
	刘思翱	港航	3160100533	组员
	方博	海工	3160100529	组员
16	李晨曦	海工	3160101034	组长
	景子栖	海工	3160100134	组员
	蒋柯越	海工	3160100572	组员
	梁耀文	海工	3160100782	组员
17	张家齐	海工	3160100847	组长
	刘建章	船舶	3160100848	组员
	郭祎阳	港航	3160100741	组员
18	冯艺璇	港航	3160100704	组员
	陈涛	港航	3160100622	组长
	石大为	船舶	3160100623	组员
	侯博之	港航	3160100620	组员
19	周思远	海工	3160100664	组员
	陈佳伟	海工	3160100917	组长
	艾福元	海工	3160100938	组员
	黄雨	港航	3160100935	组员
20	晏鑫	船舶	3160100940	组员
	张鸿乾	港航	3160100845	组长
	于丰源	海工	3160101119	组员
	王治方	港航	3160100703	组员
21	马睿豪	港航	3160101118	组员
	袁帅	港航	3160100846	组长
	马良	海工	3160101120	组员
	陈果	港航	3160100945	组员
22	陈泽恩	港航	3160101035	组员
	吴京轩	海工	3160100743	组长
	李华峻	海工	3160100783	组员
	张盘龙	海工	3160100744	组员
23	候宛汝	港航	3160100579	组员
	李典燃	港航	3160100565	组长
	顾金耀	船舶	3160100575	组员
	李金鑫	船舶	3160100941	组员
24	吴珂	海工	3160100560	组员
	谢鹏辉	海工	3160100641	组长
	王敏伊	海工	3160100141	组员
	李青炎	海工	3160100540	组员
25	郑雨晨	海工	3160100530	组员
	刘祎路	海工	3160100947	组长
	李恒	海工	3160100851	组员
	刘中天	海工	3160100781	组员
	温可威	港航	3160100702	组员

26	赵哲	船舶	3160100943	组长
	郭志林	海工	3160100784	组员
	韦雨虹	船舶	3160100792	组员
	何梦星	港航	3160100554	组员
27	王郝	海工	3160100839	组长
	柯伟	海工	3160100637	组员
	余茂宇	海工	3160100674	组员
	王志帅	海洋科学	3160101091	组员
28	陈鑫	海工	3160100132	组长
	朱江	海工	3160100137	组员
	刘义汛	港航	3160100135	组员
	刘友	海工	3160100136	组员
	刘晓峰	船舶	3140101137	组长
29	李瑞勋	船舶	3140100266	组员
	赵立钧	船舶	3140100252	组员
30	罗爱民	港航	3160100112	组长
	何正阳	港航	3160100324	组员
	赵晨飞	海工	3160100939	组员
	周姝康	港航	3160100574	组员
31	杨超	海洋科学	3160100099	组长
	陆呈啸	港航	3160100546	组员
	陈浩天	海工	3160100562	组员
	黄志明	港航	3160100791	组员
32	鲍锦涛	港航	3160100585	组长
	侯章甫	港航	3160100582	组员
	张大裕	船舶	3160100564	组员
33	杨通	港航	3160100740	组长
	郝星宇	港航	3160100852	组员
	李政超	海工	3160100854	组员
	勾通	海工	3160100850	组员
34	金凡	港航	3160100576	组长
	林官正	港航	3160100619	组员
	刘秉润	港航	3160100583	组员
	王盛雨	港航	3160100584	组员
35	郑宇谦	船舶	3160100143	组长
	陶冶	船舶	3160100149	组员
	徐佳洋	港航	3160100156	组员
36	陈泽	船舶	3160100616	组员
	莫飞虎	海工	3160100942	组长
	王黄	港航	3160100924	组员
	卞婧	港航	3160100586	组员
37	周茜子	海工	3160100944	组员
	俞舒雯	船舶	3160100567	组员
	潘佳鹏	港航	3160100553	组长
	吴铁浩	港航	3160100547	组员
38	陈程浩	船舶	3160100548	组员
	毛于升	船舶	3160100556	组员
	王懿铭	海工	3160100694	组长
	陈子睿	海工	3160100699	组员
	刁尚祺	港航	3160100697	组员
	刘其铨	船舶	3160100696	组员

37	施敏辉	海工	3160100543	组长
	高昊天	海工	3160100541	组员
	童文庆	港航	3160100545	组员
	蒋聪	海工	3160100138	组员
40	李路辉	海洋工程与技术	3160100844	组长
	袁月晓舟	海洋工程与技术	3160100937	组员
	梁瑞殷	港口航道与海岸工程	3160100695	组员
	娄世昌	港口航道与海岸工程	3160100843	组员
41	严相杰	海洋工程与技术	3160100528	组长
	贾泽林	海洋工程与技术	3160100570	组员
	徐浩杰	海洋工程与技术	3160100566	组员
	陈宣霖	海洋工程与技术	3160100578	组员
42	聂晗	海洋工程与技术	3160100661	组长
	付家豪	港口航道与海岸工程	3160100919	组员
	喻越	海洋工程与技术	3160100665	组员
	厉远星	海洋工程与技术（信息）	3140104133	组员

## 附件 2：各方向调研题目

### 方向一：海洋信息技术

智慧海洋技术调研题目(徐志伟)：

A1: 海洋信息的昨天、今天、和明天

A2: 海洋电子的发展趋势和未来突破性技术

水下声学导航调研题目(孙贵青)：

B1: 水下声学导航类型、原理及其优缺点的归纳总结：

B2: 水下自主航行器的典型水下声学导航方式与特点。

海洋信息感知与网络(徐敬，瞿逢重)：

C1: 论述海底观测网的发展现状与未来趋势

C2: 论述水下通信的相关技术及各自优缺点

### 方向二：港口航道与海岸工程

海岸灾害与防灾(贺治国、胡鹏)：

A1:海岸带灾害种类及其特征

A2:浙江省沿岸风暴潮特性与破坏形态

A3:人类社会发展与海洋灾害

海洋泥沙运动、岛礁建设(林颖典、孙志林)：

B:现在你接到一项任务要去南海填礁造岛，在工程开始前，你必须先知道该区域的水动力及泥沙运动相关参数，请问一下就工程上而言，有哪些参数很重要？你需要哪些相对应的现代化仪器来量测这些参数？可以利用哪些指标评估填礁造岛对生态环境的影响？你可以利用哪些工程或是非工程的措施减少填礁造岛对生态环境的影响？

航道技术、CFD 技术(高洋洋、赵西增)：

C:舟来舟往，通江达海

### 方向三：海洋装备技术

海洋装备设计技术与人工系统技术(樊炜、黄豪彩)

A: 海洋碳汇(蓝碳)技术国内外发展现状

B: 请选择一种单元海洋技术通过上网、阅读文献的方式进行全面的描述(定义、内涵、关键技术、国内外研究现状、应用、发展趋势等)

海洋观测技术(宋宏、王晓萍)

C: 用于海洋生物观测和探测的水下光学成像技术。

海洋能技术(张大海)

D: 世界潮流能技术进展

### 方向四：现代船舶技术

现代造船技术(冷建兴)

A: 设计一套工装完成甲板和仓壁围板整体翻转机构

海洋平台技术(王赤忠、沈林维)

B: 从力学的角度来阐述海洋环境对张力腿平台的影响

水下潜器技术(宋伟)

C: ARV 和 ROV 的异同，以及国内外研究现状

## 附件 3 优秀调研报告

### 调研报告 1

## 水下通信技术及各自优缺点

专业年级：工海 1602；课程小组组号：33

小组成员姓名：杨通、郝星宇、勾通、李政超

### 目录

1、课程简介 .....	3
2、课程的组织与安排 .....	4
2.1 师资力量 .....	4
2.2 课时安排.....	5
2.3 课程要求.....	6
2.4 交流讨论.....	6
3、课程考核与评分方法 .....	7
4、教学安排 .....	7
5、教学日历 .....	10
6、致谢 .....	13
7、回顾与展望 .....	13
8、网站的建设 .....	14
附件 1：学生名单及分组情况.....	15
附件 2：各方向调研题目.....	20
附件 3 优秀调研报告.....	21
目录 .....	21
水下无线通信介绍.....	23
1.水下无线通信.....	23
1.1 电磁波通信.....	23
1.2 声波通讯.....	24
1.3 水下无线光通信.....	25
1.4 引力波通信.....	26
1.5 量子通信.....	27
1.6 水下中微子通信.....	28
2. 水下有线通信.....	29
2.1 水下电缆.....	29
参考文献： .....	29
目录 .....	31
参考文献： .....	45

1 原理 .....	47
1.1 海洋碳源汇的涵义.....	47
1.1.1 表观源与汇.....	47
1.1.2 实际源与汇.....	48
1.2 海洋碳汇估算方法.....	48
2 国内外现状.....	48
2.1 国内.....	48
2.1.1 开展人工上升流促进海洋碳汇的研究探索.....	48
2.1.2 微型生物碳泵.....	49
2.1.3 典型固碳技术.....	50
2.1.4 外海渔业固碳技术.....	50
2.1.5 近海养殖系统增汇技术.....	50
2.1.6 海洋牧场渔业低碳技术.....	50
2.1.7 大型海藻碳汇能力的扩增.....	51
2.2 国外.....	51
2.2.1 加铁固碳.....	51
2.2.2 海洋微藻固碳及其培养技术.....	51
3 组成结构、功能.....	52
3.1 海洋碳循环.....	52
3.2 海洋固碳作用的重要机制.....	54
3.2.1 生物泵.....	54
3.2.1.1 海洋微生物固定的碳.....	54
3.2.1.2 浮游植物初级生产固定的碳.....	54
3.2.1.3 海岸带植物群落固定的碳.....	54
3.2.1.4 贝类通过碳酸钙泵固定的碳.....	54
3.2.2 溶解泵作用(海-气界面的碳通量).....	55
4 发展趋势与展望.....	55
4.1 CO <sub>2</sub> 海洋封存.....	55
4.2 蓝碳监测体系.....	56
4.2.1 采样选点.....	56
4.2.2 三维监测网络.....	56
4.3 蓝碳信息系统建设.....	56
4.3.1 数据结构化.....	56
4.3.2 系统平台化.....	56
4.4 海陆统筹.....	57
4.5 构建高准确性模型.....	57
参考文献: .....	57
1 工程装备.....	59
2 翻转过程.....	61
3 装置优点与缺点.....	66
附件 4 课程总结.....	68
<b>Summary of marine engineering Conspectus course.....</b>	<b>69</b>
附件 5: 2016 级船舶、港航和海工专业的优秀调研报告交流会.....	73
附件 6: 港航方向优秀调研报告交流会.....	76

附件 7: 海洋装备方向优秀调研报告交流会 .....	78
附件 8: 2016 级船舶、港航和海工专业本科生参观海洋信息实验室 .....	79
附件 9: 港航方向实验室参观 .....	81
附件 10: 海洋装备方向实验室参观 .....	82

## 水下无线通信介绍

水下无线通信是研制海洋观测系统的关键技术。借助海洋观测系统可以采集有关海洋科学的数据。监测环境污染, 气候变化, 海底异常地震, 火山活动。探查海底目标以及远距离图像传输。水下无线通信在军事中也起到至关重要的作用。而且水下无线通信也是水下传感器网络的关键技术。

Underwater wireless communication is the key technology for developing ocean observation system. Oceanographic data can be collected by means of an ocean observing system. Monitoring environmental pollution, climate change, submarine anomalies, earthquakes, volcanic activity. Submarine target detection and long range image transmission. Underwater wireless communication also plays an important role in military affairs. Moreover, underwater wireless communication is also the key technology of underwater sensor networks

### 1. 水下无线通信

#### 1.1 电磁波通信

简介:

水下无线电磁波通信是指用水作为传输介质, 把不同频率的电磁波作为载波传输数据、语言、文字、图像、指令等信息的通信技术。电磁波是横波, 在有电阻的导体中的穿透深度与其频率直接相关, 频率越高, 衰减越大, 穿透深度越小, 频率越低, 衰减相对越小, 穿透深度越大。海水是良性的导体, 趋肤效应较强, 电磁波在海水中传输时会造成严重的影响, 原本在陆地上传输良好的短波、中波、微波等无线电磁波在水下由于衰减的厉害, 几乎无法传播。目前, 各国发展的水下无线电磁波通信主要使用甚低频(VLF, Very Low Frequency)、超低频(SLF, Super Low Frequency)和极低频(ELF, Extremely Low Frequency)三个低频波段。

优点:

低频波段的电磁波从发射端到接收的海区之间的传播路径处于大气层中，衰减较小，可靠性高，受昼夜、季节、气候条件影响也较小。从大气层进入海面再到海面以下一定深度接收点的过程中，电磁波的场强将急剧下降，衰减较大，但受水文条件影响甚微，在水下进行通信相当稳定。因此，水下无线电磁波通信主要用于远距离的小深度的水下通信场景。水下无线电磁波通信是当前和未来一个时期主要的水下通信技术。

#### **缺点：**

当前的甚低频、超低频、极低频通信以及正在发展的中长波通信，都是利用无线电磁波进行水下通信，由于海水存在趋肤效应，严重影响了无线电磁波在海水中的传输距离。一是在水下的通信深度有限，即使极低频通信也只能对水下几百米深的目标进行通信。二是发射设备耗资巨大，占地面广，发射功大，性价比差。三是数据传输速率极低，通信容量小，只能单向接收，不能双向通信，难满足对潜实时指挥的要求。四是通信系统的体积庞大，特别是天线系统，易受到敌人的火力打击。

## **1.2 声波通讯**

#### **简介：**

最常用的水下通信方法为水声通信法，其技术成熟，使用范围也最为广泛。机械波在水中能够传播很远的距离，可利用声波在水下良好的传播性来实现水下远距离通信。水声通信是指利用声波在水下的传播进行信息的传送，是目前实现水下目标之间进行水下无线中、远距离通信的唯一手段。声波在海面附近的传播速度为  $1\ 520\ \text{m} / \text{s}$ ，比电磁波在真空中的传播速率低 5 个数量级。水声通信的工作原理是将语音、文字或图像等信息转换成电信号，再由编码器进行数字化处理，然后通过水声换能器将数字化电信号转换为声信号。声信号通过海水介质传输，将携带的信息传到接收端的水声换能器，换能器再将声信号转换为电信号，解码器再将数字信息解译后，还原出声音、文字及图片信息。水声换能器是将电信号与声信号进行互相转换的仪器，是水声通信的关键技术之一。自从水声通信研发成功以来，世界上已发展出多种水声通信技术。一是单边带调制技术。1945 年，美国研制成功世界上第一个水声通信系统，采用了单边带调制技术，载波为  $8 \sim 11\ \text{kHz}$ ，工作距离仅有几公里。二是移频键控 (FSK) 技术。20 世纪 70 年末，美国开始研发基于 FSK 调制技术的水声通信系统，在技术上逐渐提高。三是移相键控 (PSK) 技术。20 世纪 80 年代初，美国开始研发基于 PSK 调制技术的水声通信系统，发展出非相干通信和相干通信两种方式。

## 优点:

与电磁波相比较, 声波是一种机械振动产生的波, 是纵波, 在海水中衰减较小, 只是电磁波的千分之一, 在海水中通信距离可达数十公里。研究表明, 在非常低的频率(200 Hz 以下)下, 声波在水下能传播数百公里, 即使 20 kHz 的频率, 在海水中的衰减也只是  $2 \sim 3$  db / km。另外, 科学家还发现, 在海平面下 600 ~ 2 000 m 之间存在一个声道窗口, 声波可以传输数千公里之外, 并且传播方式和光波在光波导内的传播方式相似, 目前世界各国潜艇的下潜深度一般是 250 ~ 400 m, 未来潜深将会达到 1 000 m, 因此说, 水声通信是目前最成熟也是很有发展前景的水下无线通信手段。

## 缺点:

水声通信是目前发展成熟的水下通信技术, 但也面临诸多的问题 [8]。一是传输速率低、传输延时长。水下声波的传播速度约为  $1\ 500$  m / s, 比光波在空气中传输低了 5 个数量级, 同时, 传输速率会随着距离的增大而降低。二是可用带宽有限。水声通信的传输带宽是时变的, 通信容量比陆地上的无线通信低很多, 加之水声通信有多址接入、噪声和干扰和信道衰落等不利因素的影响, 实际中的通信容量更低。三是水声通信系统的体积大, 功耗多, 成本高。四是水声通信易受环境干扰。水声信号质量与水温、盐度、压力等环境密切相关, 在恶劣海洋环境下极易通信中止。五是水声通信信号容易被监听, 安全性差等。

## 1.3 水下无线光通信

### 简介:

水下无线光通信, 是指利用蓝绿波长的光进行的水下无线光通信。

1963 年, S·Q·Dimtley 和 S·A·Sullian 等学者在研究光波在海水中传播的特性时, 发现海水对 0.45 ~ 0.55 微米的蓝绿光的衰减, 相比对其他波段的光波要小的多, 说明海水中存在一个对蓝绿光的透光窗口。后来又通过试验证实, 在垂直入射时, 蓝绿光能穿透 2 000 m 深的海水, 而衰减只有 5%~10%, 这个穿透深度已远远超过了世界各国潜艇的最大潜深。

1979 年, 美国率先提出了利用 0.498 微米的蓝绿激光对潜通信的设想。

20 世纪 70 年代, 水下光通信技术开始受到重视。美国在此领域起步较早, 1977 年, 美国开始提出战略激光通信计划。从 1980 年起, 美国开始以每两年一次的频率, 共进行了 6 次蓝绿激光对潜通信试验, 证实蓝绿激光能够在各种海洋条件下和几乎全天候气象条件的进行高速通信。1983 年年底, 前苏联完成了把蓝色激光束发送到空间轨道反射镜后再转发到

水下弹道潜艇的激光通信试验。2008年，美国 F. Hanson 等人在实验室中首次实现了传输速率高达 1 Gb/s 的水下光通信。2010年2月，美国伍兹霍尔海洋研究所实现 100 m 范围内，水下光通信速率达到 10 ~ 20 Mb/s 的能力。

#### **优点：**

和水声通信及水下无线电磁波通信相比，具有如下优势：一是光波工作频率高(10<sup>12</sup>~10<sup>14</sup>Hz)，信息承载能力强，可以组建大容量无线通信链路。二是数据传输能力强，可提供超过 1 Gb/s 量级的数据速率，能传输语音、图像和数据等信号。三是水下无线光通信不受海水的盐度、温度、电磁和核辐射等影响，抗干扰、抗截获和抗毁能力强。四是光波的波束宽度窄，方向性好，能够避免敌方的侦测，例如，如果敌方想拦截，就必须用另一部接收设备在视距内对准光发射源，必然会造成通信中断，引起发射端警觉。五是光波的波长短，收发天线尺寸小，可以大幅度减少光通信的设备重量。六是对海水的穿透能力强，能实现与水下 300 m 以上深度的潜艇进行通信。潜艇可以在工作深度或更深的海水中接收岸上发的报文，提高了潜艇的机动性和隐蔽性，保障潜艇的实时、保密通信，增强了潜艇的顽存力。

#### **缺点：**

水下光通信提供了一种高速率通信的可能，但商用的水下光通信技术还不成熟，要真正的实用化还面临的一些问题。一是光损耗大。海水能吸收不同波长的光信号，水中的浮游动植物对光有遮挡，还会对光线产生折射和散射作用，造成很大的衰减。二是蓝绿激光与大多数海洋生物发出的光的光谱相吻合，易对通信造成干扰。三是光通信仍然是一种单向的通信系统，在潜艇上目前仍然无法安装激光发生器发出信息，实现双向通信。四是光通信具有极强的方向性，通信时必须知道水下目标所处的大致位置，才能向其发送信息。五是光通信还需借助高空飞行器(飞机或卫星)发射激光，战时易被摧毁，造成通信中断。六是受环境影响较大，克服环境的影响是将来的发展方向。

## **1.4 引力波通信**

#### **简介：**

1916年，阿尔伯特·爱因斯坦就预言了引力波的存在，并推导出一般相对论引力场的方程式，表示引力场的波动是以光的速度来传播的。1993年，拉塞尔·赫尔斯和约瑟夫·泰勒因发现赫尔斯-泰勒脉冲双星由于引力辐射在互相公转时逐渐靠近，证明了引力波的存在，而获得诺贝尔物理学奖。1983年，日本科学家用实验证明了引力波通信的可行性。2014年

3月17日，哈佛—史密松天体物理中心的天文学家利用 BICEP2 探测器在宇宙微波背景中观测到引力波的效应。

#### **优点：**

一：穿透力强。引力波通信是指利用引力波来传播信号，完全不同于电磁波通信。电磁波是由于电荷的振动产生的，而引力波则是由物质的振动而产生的，是一种以光速传播的横波，没有任何物质能阻挡住引力波的传播。二：引力波是一种极好的极远距离通信载波。实验证明，引力波在通过介质时，能量被介质损耗一半的距离很大，在水中是 1029 km，在铁中是 1030 km，即使整个宇宙中充满了铁，利用引力波也可进行贯通宇宙通信。三，引力波的能量与振动频率的 6 次方成正比，加快物质的振动频率可提高发射能量，进而扩大引力波的通信距离。因此引力波将是未来水下通信的最好选择之一。

#### **缺点：**

引力波在理论上可以取任何频率，但极低频率几乎无法探测，而极高频率也没有可观测的已知波源。有学者预测，可以被探测到的引力波频率在 7 ~10 Hz 和 10 ~11 Hz 之间。由于引力波比较微弱，因此，当利用引力波进行通信时，在检测(接收)方面存在很大的困难。

## **1.5 量子通信**

#### **简介：**

量子通信是利用量子相干叠加、量子纠缠效应进行信息传递的一种新型通信技术。

量子通信技术在实际应用中已经取得了一些成果，在陆地通信中已经可以实现 144km 的传输。2014 年 4 月，我国开始建设世界上最远距离的光纤量子通信干线——连接北京和上海，光纤距离达到 2 000 km。2014 年 4 月，中国海洋大学 Peng Shi 及其团队在 arXiv 网站上发表报告，认为水下量子通信在短距离内是可能的，并计算了光子在保存其携带的量子信息的同时，进行水下量子通信能最远传输 125 m。

#### **优点：**

具有时效性高、抗干扰性能强、保密性和隐蔽性能好等优点。量子通信的天然安全性满足了水下军事通信的基本要求，量子隐形传态通信与传输介质无关是水下通信的安全保证。相比于传统水下经典通信，量子通信具有抗毁性强、安全性好、传输效率高的优势。将量子

通信技术用于水下目标的通信，对于提高信息传输的准确性，保证信息安全性具有很高的价值。

#### **缺点：**

水下量子通信面临的问题水下量子通信的研究也处于刚起步阶段，面临的主要问题有：一是通信距离近。目前，量子通信在陆地上只达到了百里级，在水下的试验距离也只有 100 多米，无法达到远距离水下潜艇通信的需求。二是量子(光子)的制备、量子态控制及量子测量等技术还不成熟。三是减少光子损耗和量子退相干面临技术难题等

## **1.6 水下中微子通信**

#### **简介：**

中微子通信是指利用中微子基石粒子携带信息进行通信的传输技术。

中微子是原子核内的质子或中子发生衰变时产生的，大量存在于光、宇宙射线、地球大气及岩石中。中微子的质量极小，几乎为零，比电子的质量还要小近 10 个数量级。中微子不带电荷，是一种体积极小且稳定的中性基本粒子。

1933 年，奥地利物理学家泡利提出了“中微子”假说。1956 年，欧美科学家证明了中微子的存在。1968 年，美国在地下金矿中建造了一个大型中微子探测器，探测到来自太阳的中微子。1984 年美国一艘核潜艇做水下环球潜行时，正是采用中微子通信保证了联系。1998 年 6 月 5 日，日本科学家首次发现了中微子振荡的确切证据。2012 年 3 月，美国科学家首次利用中微子穿过大地成功传送了信息。2013 年 11 月 21 日，多国研究人员利用埋在南极冰下的粒子探测器，首次捕捉到源自太阳系外的高能中微子。据科学测定，高能中微子束在穿透地球后，衰减也不足千分之一，利用中微子进行水下通信，可满足潜艇在深海任意深度进行实时不间断的接收报文。近年来，人们对中微子探测器和中微子振荡进行了大量的实验研究，为水下中微子通信提供了理论基础。

#### **优点：**

中微子粒子束主要具有两个特点，一是只参与原子核衰变时的弱相互作用力，并不参与电磁力、重力以及中子和质子结合的强相互作用力，与其他粒子之间没有什么牵制的作用力，在固体中运动不受阻挡，损耗非常小，具有极强的穿透力，能够以近似光的速度直线传播，在传播过程中不会发生折射、反射和散射等现象，几乎不产生衰减，极易穿透钢铁、海水，乃至整个地球，而不会停止、减速以及改变方向，方向性极强，非常适合水下通信的需求，

完成岸上与水下任意深处的通信联络。二是中微子粒子束穿越海水中时，会产生光电效应，发出微弱的蓝色光，并且衰减很小。三是不易被侦察、干扰、截获和摧毁，不会污染环境，不受电磁干扰和核爆炸辐射的影响，具有通信容量大、保密性好、抗干扰能力强等优点。

#### **缺点：**

目前，对中微子的研究尚处于初步阶段，利用中微子进行水下通信存在的问题有：一是中微子检测比较困难。中微子与其他物质的相互作用极小，中微子的探测器必须够大，以求能观测到足够数量的中微子。二是发射端的加速器体积庞大，体格高，实际通信中所需的中微子数目大，现有的质子同步加速器远远不能满足要求，另外，控制中微子发射方向的偏转器的体积也较大。

## **2. 水下有线通信**

### **2.1 水下电缆**

#### **简介：**

水下电缆是常用的水下通信链路，能够实现可靠稳定的高带宽的通信链路，也是常用的水下通信解决方案。电缆一般由可以发送电信号的导体和发送光信号的光纤组成。

#### **优点：**

是具有传输电能的能力。在母船通过电缆远程控制航行器的实例中，电缆还可以被用作重新回收航行器的安全绳索。

#### **缺点：**

在远程操作航行器时，电缆的主要问题是长电缆的重量，以及会受到水流的拖拽。尤其在深海中，通常需要数千米的电缆，严重影响了航行器的工作范围，并降低了航行器的灵活性。因此，在水下领域，任何实际的通信系统必须是无线的，既可以是电磁的、光学的，又可以是声学的。即使在浅水当中，操作电缆也非常困难，会限制活动范围和产生额外的危险。

## **参考文献：**

[1] 张丰伟. 水下无线中长波通信机的设计与实现[D]. 大连:大连理工大学, 2013.

- [2] ZHANG Feng-Wei. Design and Implementation of Mid-long Wave Underwater Wireless Communication Machine[D].Dalian:Dalian University of Technology, 2013.
- [3] 梁涓. 水下无线通信技术的现状与发展[J]. 中国新通信, 2009(12):67-71.
- [4] LIANG Juan. Current Situation and Development of Underwater Wireless Communication[J].China New TeleCommunications,2009(12):67-71.
- [5] 隋美红, 于新生, 刘西锋, 等. 水下光学无线通信的海水信道特性研究[J]. 海洋科学, 2009(6).
- [6] 曹发阳, 王伟, 谢广明, 罗文广. 水下电场通信研究综述 (1. 广西科技大学电气与信息工程学院, 广西 柳州 545006; 2. 北京大学工学院, 北京 100871)

## 调研报告 2:

### 舟来舟往，通江达海

专业年级：2016 级海洋工程学系；课程小组组号：4

小组成员姓名：卢星宇 陈科林 杜苗峻杜子谦

**摘要：**舟来舟往，通江达海。这篇调研报告中我们以宁波舟山港为中心来探究舟山、宁波的港口建设与联运联动。从宁波舟山港的发展历程和资源背景入手，回想国家领导人对于宁

波舟山的重视，历数国家“一带一路战略”、“舟山群岛新区战略”、浙江省海洋港口建设规划对于宁波舟山港建设的推动作用，论述了宁波舟山重要的区位条件与资源优势。我们小组还提出宁波舟山港的发展主题“通江达海，合作共建”，以通江达海为功能目标，合作共建为发展基石来挖掘宁波舟山港的进一步发展趋势。我们认为宁波舟山港的进一步发展离不开港口建设和联运联动这两大重点。在港口建设方面加强工程建设，尤其是码头基础设施的一体化建设，实现工程良港；以提升物流，供应链金融服务为核心加强产业集群的效益，实现经济强港；以节能减排，集约利用海岸资源实现生态优港；最后加强人才建设，法律实践实现制度文化优良之港。在联运联动方面宁波舟山港使用了江海联运的联运模式，节省了不必要的装卸货物的环节，实现了高效统一的运输组织，使宁波舟山港与长江沿岸联系起来。除此之外，我们还设想模仿广西北部湾的方法，充分利用铁路、道路与港口资源，进一步提高运输效率并且降低运输成本。最后在总体上对于宁波舟山港的发展进行了深远的展望，回首历史风云，横看寰宇往来，传承一带一路共享共建的精神。相信宁波舟山港在舟来舟往，江海联动的伟大构想中与其它兄弟港口同舟共济，践行共享共建精神，美好蓝图必将实现！

## 目 录

1. 宁波舟山港发展的背景与意义
  - 1.1 宁波舟山港的发展历程
  - 1.2 国家重点推进的“一带一路”、长江经济带、舟山群岛新区政策背景与宁波舟山港内外发展的意义
    - 1.2.1 国家领导人对于宁波舟山战略位置的重视
    - 1.2.2 国家战略需要宁波舟山港的发展
    - 1.2.3 国务院、浙江省人民政府对于宁波舟山港的发展定位
    - 1.2.4 宁波舟山港的发展主题：通江达海，合作共建
  - 1.3 宁波舟山港发展的区位条件与资源优势
    - 1.3.1 宁波舟山港重要的地理区位
    - 1.3.2 宁波舟山港的资源优势
2. 宁波舟山港港口建设、联运联动发展现状与趋势
  - 2.1 宁波舟山港港口建设发展现状与趋势
    - 2.1.1 港口工程设备现状与趋势
      - 2.1.1.1 港口工程现状
      - 2.1.1.2 港口工程趋势
    - 2.1.2 宁波舟山港港口工业产业集群现状与趋势
      - 2.1.2.1 港口工业产业集群现状
      - 2.1.2.2 宁波舟山港临港工业优化的趋势
    - 2.1.3 宁波舟山港煤炭综合运输体系建设现状与趋势
    - 2.1.4 宁波舟山港口供应链金融发展现状与趋势
      - 2.1.4.1 金融现状
      - 2.1.4.2 供应链金融发展趋势
    - 2.1.5 宁波舟山港港口物流服务发展现状与趋势
      - 2.1.5.1 物流服务发展现状
      - 2.1.5.2 未来宁波舟山港物流服务的趋势
    - 2.1.6 宁波舟山港低碳港口建设现状与趋势
      - 2.1.6.1 低碳运输理论解释

- 2.1.6.2 港口污染排放现状
- 2.1.6.3 低碳港口建设趋势
- 2.1.7 宁波舟山港岸线资源利用现状与趋势
  - 2.1.7.1 宁波舟山港岸线资源利用现状
  - 2.1.7.2 未来的趋势
- 2.1.8 宁波舟山港航运法律实践现状与趋势
  - 2.1.8.1 航运法律实践现状
  - 2.1.8.2 未来立法执法实践的大趋势
- 2.1.9 宁波舟山港港航人才建设现状与趋势
  - 2.1.9.1 港航人才建设现状
  - 2.1.9.2 舟山市港航物流人才建设趋势
- 2.2 宁波舟山港联运联动现状与趋势
  - 2.2.1 江海联运，链接舟山与长江腹地
    - 2.2.1.1 江海联运的概念与发展
    - 2.2.1.2 舟山江海联运服务中心的内涵
    - 2.2.1.3 舟山港建设江海联运的意义
    - 2.2.1.4 江海联运发展趋势与展望
  - 2.2.2 路港联运。
  - 2.2.3 对外联系，宁波舟山港的对外战略现状与未来规划
- 3. 展望

## 1. 宁波舟山港发展的背景与意义

### 1.1 宁波舟山港的发展历程

宁波舟山港的前身是原我国第二大港宁波港和天然的深水良港舟山港。位于我国长江三角洲地区，背靠上海、杭州、宁波等城市群，是我国经济最为发达和最为活跃的地区之一。虽然舟山港和宁波港同处同一海域且使用同一航道，但是由于行政体制的原因（舟山于1987年撤县划市，因此行政管理存在差异），两港在规划、建设、管理等方面相互切割，严重浪费了宝贵的港口资源，使其难以优化配置，因此，2005年12月20日，经交通部批准，浙江省人民政府正式向国内外宣布，从2006年1月1日起正式起用“宁波—舟山港”来代替原来的“宁波港”和“舟山港”，宁波—舟山港管理委员会同时成立。作为浙江省的两大支柱型港口，宁波港和舟山港的合并是浙江省放眼未来发展的重要一步。2007年9月29日，宁波舟山港一体化进

程得到了资产实质的一体化,随着宁波舟山港集团的揭牌,宁波舟山港正式完成实际的一体化。现在宁波舟山港已经成为世界第一大港。

## 1.2 国家重点推进的“一带一路”、长江经济带、舟山群岛新区政策背景与宁波舟山港内外发展的意义

### 1.2.1 国家领导人对于宁波舟山战略位置的重视

习近平总书记任浙江工作时曾 34 次来宁波视察指导工作,曾明确指示宁波要充分利用好开放和港口优势,打造辐射长三角、影响华东片的港口经济圈。现在,宁波要再创竞争新优势,关键是要用好港口这一最大优势,加快建设港口经济圈,实现港口辐射半径的最大化、港口功能的最大化、港口经济的最大化,使之成为宁波引领经济新常态的“动力总成”。

习近平总书记对于舟山有这样一段重要的论述:“最重要的还是要把舟山放在国际上、放在全中国、放在浙江省这样的位置上去考虑,越这么考虑,舟山的地位越不可限量。”

### 1.2.2 国家战略需要宁波舟山港的发展

宁波舟山港地处海上丝绸之路和长江经济带的交汇处,是浙江海洋经济发展示范区建设的核心区,与“一带一路”沿线国家和长江经济带沿江省市建立了紧密广泛的通航通商合作关系。加快建设港口经济圈,就是要在更高层次上提升宁波舟山产业发展能级、区域辐射力和国际竞争力,在服务“一带一路”和长江经济带国家战略中发挥更大的作用。在长江经济带建设的思路,就是将宁波舟山港作为一个支点,打造长江流域江海联运服务中心,建立国家级大宗商品和货物的物资储备流转交易中心。

舟山群岛新区是第一个国家级群岛新区,也是第一个以海洋经济为主题的国家级新区。胡高福、刘俐指出浙江舟山具有悠久的对外海洋贸易史,应更好地投身于这一新的全球发展机遇,着重从新区建设及贸易角度提出将舟山打造成为“21 世纪海上丝绸之路”贸易枢纽港的主张。

国家发展改革委、外交部、商务部联合发布的《推动共建丝绸之路经济带和 21 世纪海上丝绸之路的愿景与行动》将宁波—舟山港纳入建设范畴。“一带一路”是我国拓展国际经济基础合作新空间的一项重要战略举措。浙江也正在积极研究、寻找在海上丝路中的战略定位,以促进经济转型升级。宁波—舟山扼我国南北海运和长江水运的‘T’型交汇要冲,是江海联运的重要枢纽。宁波—舟山在“一带一路”的战略定位中是主力军。

### 1.2.3 国务院、浙江省人民政府对于宁波舟山港的发展定位

“十二五”期间浙江海洋经济发展示范区和舟山群岛新区建设上升为国家战略,宁波舟山港已成为浙江海洋经济发展的核心。内河水运复兴计划的提出使得宁波舟山港成为带动港口与沿江城市带的中心。

国务院在批复宁波城市总体规划中明确提出“重点推动宁波舟山港一体化发展”;在《国务院关于同意设立舟山江海联运服务中心的批复》中强调舟山江海联运服务中心建设要紧密围绕国家战略,以宁波—舟山港为依托,以改革创新为动力,加快发展江海联运,完善铁路内河等集疏运体系,增强现代航运物流服务功能,提升大宗商品储备加工交易能力,打造国际一流的江海联运综合枢纽港、航运服务基地和国家大宗商品储运加工交易基地,创建我国港口一体化改革发展示范区。

《浙江省人民政府办公厅关于印发浙江省海洋港口发展“十三五”规划的通知》中提出全球一流现代化枢纽港要初步建成,稳固宁波舟山港的全球第一大港的地位。以宁波舟山港为主体、以浙东南沿海港口和浙北环杭州湾港口为两翼、联动发展义乌国际陆港及其他内河港口的“一体两翼多联”的全省港口发展格局,全面提升全省港口整体实力。

根据内河水运复兴行动计划,浙江省将继续全面实施“八八战略”和“创业富民、创新强省”总战略,以科学发展为主题,以加快转变经济发展方式为主线,以大水运建设为目标,把复兴内河水运作为贯彻落实浙江海洋经济发展示范区建设国家战略的具体行动和重要举

措，加快构建畅通、高效、平安、绿色的现代化内河水运体系，为建设大交通、促进大发展提供重要的基础保障。

宁波舟山港已经成为国家“一带一路”、舟山群岛新区战略上的重要一环，并且成为宁波、舟山乃至浙江海洋经济发展的核心，也是长江三角洲港口经济圈联系内地城市群与世界各地的中心。

#### 1.2.4 宁波舟山港的发展主题：通江达海，合作共建

宁波舟山港作为港口本质上是交通枢纽，“通江”指舟山江海联运中心以宁波舟山港为主题参与长江经济带“无水港”建设布局和长江黄金水道沿线码头“合作共建”长江经济带，不断扩宽“通江”渠道，带动港口与沿江腹地成渝城市群、武汉中游城市群、长江下游南京上海城市群联动发展。



“达海”指宁波舟山港作为海上丝绸之路的主枢纽港、长江经济带重要的出海通道，是联系沿海地区与世界各地港口的重要中心。在国家战略的指引下与世界各地“合作共建”海上丝绸之路，共同维护扩大现有航线，推动世界经济发展。



“合作共建”还指宁波、舟山进行宁波舟山港的共建，齐心协力向把宁波舟山港建设成为符合国家战略需要的重要枢纽港口。

#### 1.3 宁波舟山港发展的区位条件与资源优势

### 1.3.1 宁波舟山港重要的地理区位

宁波-舟山港位于我国南北沿海航线和长江黄金水道交汇点，水运发达，大宗散货“水水中转”功能在长三角港口群中的比较优势明显。舟山群岛新区拥有世界上最好的深水岸线资源，地处我国东部沿海中心，北可以到山东胶州湾、渤海湾，南可以到福建、广东，西边是长江入海口和杭州湾，沿长江等可以到达中国内地；与东北亚及西太平洋的主要港口釜山、长崎、高雄、香港、新加坡等形成了 500 海里等距离扇形海运辐射网络，不少岛屿距离国际航道只有约 10 多海里，是进入太平洋的桥头堡，其战略地位和作用不可替代。

长江三角洲地区产业发达，但资源匮乏，能源、原材料外调及产成品外销的“两头在外”的资源要素分布特点和水运在物资运输中的绝对主导地位，客观上决定了舟山群岛新区在地区经济发展中承担重要的作用。舟山港主要为省内腹地物资进出口及长江沿线地区钢铁、石化企业的铁矿石、原油中转运输服务；随着长江流域经济迅猛发展、水运网络的不断完善，大宗商品集聚效应的不断增强，舟山群岛新区港口经济腹地不仅包括浙江本省，已逐步延伸至上海、江苏、安徽、江西、湖南、湖北等长江沿线地区。

由于上海港处于亚太地区港口发展激烈竞争的外部环境中，尽快建成国际集装箱枢纽港将极大地增强我国海运业的竞争能力。作为长江三角洲港口群的核心港，上海港在近、中期内的目标是建设国际集装箱枢纽港，将煤炭、化工、粮食等散货的运输功能分流给周边临近沿海港口，从而为舟山港发挥港口优势带来发展机遇。

### 1.3.2 宁波舟山港的资源优势

宁波舟山背靠长三角流域城市群，是我国经济最为繁荣和发达的地区之一。

国际贸易发达是我省的一大特色，东南亚占全省出口市场的 10%，而宁波舟山港在铁矿石、石油、煤炭等大宗商品运输与贸易中占有重要地位（宁波港是远东地区最大的液化化工产品中转基地和我国最重要的铁矿石、原油、煤炭、粮食中转储运基地）。海丝之路各国或有丰富的石油、矿石、煤炭等资源，或有较为扎实的工业基础。

在宁波，以国际贸易展览中心、国际航运服务中心、国际金融服务中心等三个中心为基础，一个集港航、物流、船货代理、金融、保险等多种功能为一体的国际航运服务平台已经形成。海关、国检、海事、银行、法律、码头公司、代理公司和物流企业等相关单位实现了一站式服务。海上丝路指数之宁波出口集装箱运价指数 21 条分航线指数也已发布，海运费保险服务、航运管理服务平台以及航运物流电子商务平台等高端航运服务也集中亮相。此外，宁波航交所与中国出口信用保险公司合作，开发了国内海运保险产品，这也是国内服务贸易信用保险领域全国首创的航运金融产品。

宁波是古代海上丝绸之路的重要起锚港口，有着经略海洋的辉煌历史。早在唐代，明州港已成为全国最大的开埠之港，对外交流与贸易十分繁荣。北宋时期，明州港与高丽、日本、东南亚和阿拉伯世界都拥有着贸易联系。现在，有 30 多万“宁波帮”遍布南洋、欧美各地，影响力巨大。

宁波舟山港是世界少有的深水良港，通航条件优越，全年可作业天数达 350 天以上，30 万吨级巨轮可自由进出港，40 万吨级以上的巨轮可候潮进出，是中国进出 10 万吨级以上巨轮最多的港口。宁波舟山港由北仑、洋山、六横、衢山、穿山、金塘、大树、岑港、梅山、嵊泗、岱山、镇海、白泉、马岙、定海、石浦、象山、甬江、沈家门等 19 个港区组成，拥有万吨级以上大型深水泊位 150 座，5 万吨级以上的大型、特大型深水泊位 89 座，是中国大陆大型和特大型深水泊位最多的港口。

宁波舟山港深水岸线开发潜力巨大。宁波港域内规划港口岸线总长 170.0 km，其中深水岸线 139.1 km，占规划岸线的 81.8%；舟山港域内规划港口岸线总长 279.4 km，其中深水岸线 245.8 km，占规划岸线的 88%。宁波-舟山港深水岸线资源虽然丰富，但易于开发的大陆深水岸线资源有限，更多的是受陆域面积、集疏运、供水等条件制约的岛屿深水岸线

资源。

目前，长江三角洲地区已成为我国新型的外向型经济增长带，沿江和沿海的大型石化、钢铁、电力等产业不断增强，产业发展与港口之间的关系日益密切，但长江三角洲地区的港口岸线资源已经严重不足，特别是能够形成规模、连片发展的深水岸线资源尤为紧张，长江三角洲地区未来旺盛的运输需求与港口岸线资源的不足将成为制约区域经济快速增长的主要矛盾；因此，宁波—舟山港在未来长江三角洲及长江沿线地区的经济发展中具有不可替代的作用，宁波—舟山港的岸线资源不仅属于浙江省，更属于整个长江流域地区，其港口岸线资源必须得到合理利用。

统计地域	规划港口岸线			未利用可成片开发岸线	
	总长/km	深水岸线长/km	深水岸线占比/%	总长/km	占规划岸线总长比例/%
长三角	1 718	1 184	69	477	28
上海市	216	143	66	23	11
浙江省	753	504	67	208	28
江苏省	749	537	72	246	33

宁波舟山港资源优势有：

- 1) 得天独厚的港口资源
- 2) 高度发达的国际贸易
- 3) 较为完备的服务平台
- 4) 底蕴深厚的海洋文化

## 2. 宁波舟山港港口建设、联运联动发展现状与趋势

### 2.1 宁波舟山港港口建设发展现状与趋势

#### 2.1.1 港口工程设备现状与趋势

##### 2.1.1.1 港口工程现状

**1 码头总能力略显乏力，结构性矛盾突出** 宁波是浙江省最为发达的城市之一，但是，相对于宁波市而言，舟山市经济条件较为落后，受到地理条件限制，经济发展速度相对宁波市较为滞后。且跨海大桥于 2009 年 12 月正式通车，导致宁波和舟山经济发展极为不协调，因此，出现了港口发展速度低于城市经济的现象。因此，加快舟山港的码头能力开发迫在眉睫。当前宁波舟山港的码头建设仍然未能跟上快速增长的航运需求，其深水良港的优势条件未能完全发挥，一个重要原因就是码头建设技术不够成熟。在未来，适应离岸深水，岩基浅埋条件的轻型码头将成为趋势。

**2 两港一体化程度较低，物流分工不够明确** 自两港合并以来，名称上的一体化已经实现，但是港口本身的一体化却并没有得到真正的落实，宁波港与舟山港在物流分工上面存在着各自的独立性，大家依然是各做各的。因此，建立健全两港合理分工的相关制度显得迫切。

**3 港口竞争压力大，配套设施不够健全** 宁波舟山港拥有着发展的各种先天条件和所需条件，但是该港附近还存在着不少竞争者，比如说最大的竞争对手上海港。除了竞争压力外，配套设施不够健全也是宁波舟山港存在的问题。该港目前主要以进出口煤炭、矿石原料和石

油等资源为主,物流业发达这是自然的,但是与之配套的船舶维修、金融保险等基础港口设施没有跟上物流设施这样快的发展速度。

### 2.1.1.2 港口工程趋势

1 **建立和健全两港一体化管理机制**上面已经提到了宁波舟山港的一体化程度较低的问题,因此建立健全两港一体化管理机制势在必行。虽然浙江省交通运输厅已经于2013年9月5日出台了《宁波一舟山港总体规划》。

但是那时两港并没有真正意义上的合并,因此两港“各自为政”的现象依然存在,既然现在两港在资产方面进行了真正意义上的合并,落实和实施该规划就相当重要。最主要的一条就是应该明确两港在物流运输方面的分工,这样才能使资源合理配置,让整个港口活起来。

2 **健全港口基础配套设施,争做现代化国际大港**宁波舟山港的基础配套设施不够健全,应该加大港口基础设施的建设力度,实现物流运输、运输保险和船舶维修的一体化建设,此外,应大力发挥舟山港拥有众多深水良港的巨大优势,开发和挖掘未使用的大量港口资源。做到不管是在质量和数量方面,都达到世界一流大港的要求。

3 **加快舟山地区的交通建设,发挥舟山分港优势**矿产资源、石油等工业原料均由宁波港经手,舟山港分到的羹几乎是九牛一毛,造现象的主要原因就是因为舟山地区的交通基础建设不够发达,舟山市跨海大桥正式通车时间在2009年,而且这只是公路通车,与矿产资源捆绑的交通一般是快速而又价格低廉的铁路。

因此,加快舟山地区的基础道路建设迫在眉睫。舟山地区应该加快建设与宁波地区和上海地区的铁路运输,因为上海地区是我国的金融中心,一旦建成沪舟铁路无疑将缩短原料运往发达地区所需的时间。

#### 4 建造适应离岸深水,岩基浅埋条件的轻型码头

轻型码头结构特点是码头主体的稳定性好,承载力大,抗浪和船舶撞击能力强,非常适合外海浪大的地区”与直桩嵌岩码头结构相比,轻型码头结构具有结构整体刚度大,水平变位小,水下工作量少,施工难度低,可以模块化施工,较适应外海施工条件,外海建设工期短等显著的优点”与重力式码头结构相比,轻型码头结构具有透空性好,波浪反射小,利于船舶作业及水下施工工序少等优点,在开敞式环境下可降低码头面高程;轻型结构码头依靠结构受力,而不是像重力式结构依靠自身重量维持稳定性,结构受力合理,造价不像重力式结构随着码头水深的增加而急剧增加”针对离岸深水港水深,浪大,流急的环境特点,以及轻型码头结构为钢管桁架体系的结构特点。

## 2.1.2 宁波舟山港港口工业产业集群现状与趋势

### 2.1.2.1 港口工业产业集群现状

1 **石化产业** (宁波市临港产业中的支柱产业。)

2 **钢铁产业** (快速的飞跃)

3 **船舶制造产业** 宁波市利用优质的港口水域资源,集聚了众多船用设备配套企业,形成整船以及船舶零部件制造为核心船舶制造产业集群。但是船舶制造业面临着集聚程度低、配套产业发展落后、融资、盈利能力不强以及来自周边城市的竞争压力等问题。

4 **重化工产业** 顺应重化工业向滨海区域转移的国际化趋势,利用舟山市深水港大进大出的低成本运输优势以及土地资源发展起来。

5 **大宗物资加工业** 舟山市依托区位优势,利用大进大出的低成本运输优势,逐步在深水泊位区周边大力发展煤炭、粮油、木材等临港大宗货物加工工业。舟山市素以“鱼盐之利,舟楫之便”著称,渔业经济是当地的基础产业之一。在渔业基础上发展起来的水产品精、深加工工业具有很强的区域性特色。

理论解释:

物流推动产业集聚发展物流产业是一个基础性、综合性的服务行业,囊括了运输、仓储、包

装、分拣、信息处理、配送等多个环节,为国民经济的多个行业提供生产性服务。物流产业的产生与发展是社会分工细化的结果,它的发展大大减少了企业运输成本,促进了产业集聚的形成;物流网络的空间布局优化,降低了企业的运输成本、交易成本,加速了产业集聚的进程;物流园区的建立,为产业集聚中众多企业的价值创造活动提供了便利,保证了产业链各个环节的顺利实现。

### 2.1.2.2 宁波舟山港临港工业优化的趋势

- 1 保持优势工业产业与港口物流业互动,加强对弱势产业的物流支持
- 2 完善港口集疏运网络,增强物流对工业产业集群的物流服务支持
- 3 搭建区域性港口物流公共信息平台,提高企业运营效率
- 4 强化产业布局导向,推动产业集群化发展
- 5 打破行政区划和政策壁垒限制
- 6 传统重污染的临港产业逐渐向环境友好型产业过渡。
- 7 国际临港工业与现代性生产服务业的互动增多。
- 8 国际临港工业催生海洋新兴产业,大力发展新兴海洋产业。
- 9 临港工业从劳动密集型向资本技术密集型过渡。

### 2.1.3 宁波舟山港煤炭综合运输体系建设现状与趋势

煤炭在能源消费结构中的主导地位在短期内将不会改变。考虑在 GDP 增速 7%的条件下,预计到 2015 年和 2020 年,全国煤炭消费总量将区别达到 40 亿 t 和 45 亿 t。在分析浙江省 GDP 经济发展与能源消耗总量之间关系的基础上,采用单位 GDP 能耗系数和能源消费弹性系数,结合煤炭占一次能源比例的发展趋势,综合预测 2015 年和 2020 年原煤消耗量将分别达到 16 200 万 t 和 18 300 万 t。同时,结合目宁波-舟山港煤炭吞吐量结构预测预测 2015 年和 2020 年浙江省煤炭海运调入将分别占总量的 70%和 72%,达到 11 400 万 t 和 13 100 万吨。

宁波-舟山港未来仍将主要承担本地电力、石化、冶金等企业生产用煤炭的接卸,同时承担温州、台州、绍兴、金华等地区的煤炭中转任务,同时还将为长江三角洲地区及长江沿线地区提供中转服务。结合宁波-舟山港近 4 年的吞吐量及流量流向结构,预测 2015 年和 2020 年宁波-舟山港煤炭吞吐量将达到 11 000 万 t 和 14 000 万 t,其中海运一程调入量将达到 8 500 万 t 和 10 500 万 t。4) 在对宁波-舟山港已建和在建煤炭泊位的分析,2015 年煤炭泊位吞吐能力将达到 8 933 万 t,其中一程接卸能力为 7 000 万 t,与 2015 年和 2020 年宁波-舟山港 8 500 万 t 和 10 500 万 t 的一程接卸量存在 1 500 万 t 和 3 500 万 t 的吞吐能力缺口。5) 针对宁波-舟山港 2010 年(实际)、2015 年和 2020 年煤炭码头能力存在 633 万 t(实际)、2 067 万 t 和 5 067 万 t 的局面,建议宁波-舟山港在 2020 年前后再新建 1 个 1.5 万 t 和 4 个 0.5 万~3 万 t 的煤炭装卸泊位。

### 2.1.4 宁波舟山港口供应链金融发展现状与趋势

#### 2.1.4.1 金融现状

宁波-舟山港积极推进创新金融服务。宁波-舟山港成为物流、信息流、资金流和人才的集中地,港口供应链金融服务应运而生。在实际运作中,宁波——舟山港对上下游小企业形成了三类有效的融资形式。第一类为典型的供应链金融模式——一仓单质押模式;第二类为凭借购货合同或发票获得融资,即保兑仓模式;第三类为“1+N”模式。但是在实践中供应链金融受惠的企业非常有限,供应链金融在给中小企业融资带来便利的同时也暗含着巨大的风险。主要是:

- 1 虚假仓单与不规范仓单风险。
- 2 信息不对称风险。
- 3 监管风险。
- 4 中小企业的信用风险。

5 供应链金融聚集风险。

#### 2.1.4.2 供应链金融发展趋势

目前宁波一舟山港供应链金融并没有大范围开展起来,因而何如能够有效把控相关风险是宁波一舟山港发展供应链金融的关键之一。宁波一舟山港积极推进创新金融服务,供应链金融作为解决临港企业融资难问题的有效手段在未来的应用前景广泛。宁波一舟山港目前已采用的三种供应链金融模式隐含着特定的风险,因此,在实践中寻求更加便捷可靠的供应链金融模式是未来探索的方向。

#### 2.1.4 宁波舟山港港口物流服务发展现状与趋势

##### 2.1.5.1 物流服务发展现状

相比国外先进同行,我国的港口物流服务还存在着较大的差距,主要体现在以下几个方面:

##### 1 港口物流基础装备薄弱

这导致自身的接纳能力极为有限,这严重降低了我国港口物流企业的竞争实力。

##### 2 港口物流服务单一,缺少特色

##### 2.1.5.2 未来宁波舟山港物流服务的趋势

- 1 重点发展集装箱运输;
- 2 依托于贸易中心和金融中心的支持;
- 3 实行自由港、保税港的政策;
- 4 走国际化路线,立足于区域经济参与全球竞争;
- 5 建立“配送园区”、“分拨中心”等相关物流设施。

#### 2.1.6 宁波舟山港低碳港口建设现状与趋势

##### 2.1.6.1 低碳运输理论解释

低碳运输是低碳交通运输是一种高效、低能耗、低污染、低排放为特征的交通发展方式。其核也在提高交通运输的能源效率,改善交通运输的用能结构,优化交通运输的发展方式。

##### 2.1.6.2 港口污染排放现状

宁波-舟山港 2000 年的吞吐量为 11547 万吨,截至 2014 年上升到 52646.4 万吨,翻了将近 5 倍。2014 年宁波-舟山港的燃油消耗和电力消耗分别上升到 48462.8 吨和 29541.7 万千瓦时,产生大量船舶污染。码头装卸设备及集疏运工具也是污染的主要来源之一。由于我国港口的集疏运系统中,公路运输占的比重最大,而公路运输的排放量最为严重。因此,为了营造可持续发展的自然环境,绿色低碳港口的建设刻不容缓。

##### 2.1.6.3 低碳港口建设趋势

1 **建立环保意识,重视环境成本**思想是行动的指导,要实现低碳港口的建设,首先要建立低碳环保意识。多开展有关低碳经济和绿色物流的主题讲座,提高港口员工的环境保护意识。与此同时,港口企业也应该向船公司、到港船舶、货主等宣传低碳港口的理念,加强沟通与交流,做到全员参与低碳环保行动。另外,可以借鉴国外的经验等等。

2 **加大环保投入,完善相关设施**港口应该加大对环境保护和治理的资金投入,这将是一项影响深远的工程。港口的集卡、龙门吊、岸吊等均是港区环境污染的源头,港口的废气大部分是由它们以及到港船舶产生。因此,应引进先进技术,完善港区的配套设施,改革落后的生产方式,将生产方式由粗放型向集约型转变。

3 **港口技术创新,开发清洁能源**大力开发清洁能源来代替传统高污染的柴油、汽油,如使用太阳能为港区的生活设施供电、建设防尘网抑制粉尘的扩散、建立污水管网处理到港船舶排放的废水等举措均有助于实现港口的低碳环保。

##### 4 转变运输方式,优化运输网络

#### 2.1.7 宁波舟山港岸线资源利用现状与趋势

### 2.1.7.1 宁波舟山港岸线资源利用现状

宁波港域岸线整体利用不尽合理。宁波港域内港口岸线的开发形式基本上是规模化成片开发，但在港口岸线开发初期，受眼前和局部利益的驱动，对岸线资源缺乏行之有效的规划和管理。

### 2.1.7.2 未来的趋势

**1 着眼大局，统筹规划** 宁波一舟山港岸线开发利用规划应站在国家全局的高度，充分考虑长江三角洲及长江沿线地区经济发展对港口岸线的需求，同时结合宁波一舟山港岸线资源分布的特点，体现区域经济发展对港口岸线资源整合的新要求。

#### 2 加快岸线集约化、多元化开发

针对舟山港域内港口岸线开发较为分散，规模化、集约化港区较少的现实情况，研究加快岸线集约化、多元化开发的策略，推动舟山港域内产业集聚，促进岸线有效开发利用。

**3 发挥深水岸线优势** 以深水岸线港口为优先，坚持走可持续发展道路。完善岸线有偿使用制度。

**4 加快岸线功能和结构调整** 政府出台相关政策，以实现港口岸线功能和结构的优化调整，促进港口岸线的合理使用。

**5 建立岸线使用淘汰和退出机制** 岸线审批后的监管工作是提高岸线资源利用率的关键。建议建立岸线使用淘汰和退出机制，实行停、摘牌制度，提高港口岸线资源开发利用的效率。

## 2.1.8 宁波舟山港航运法律实践现状与趋势

### 2.1.8.1 航运法律实践现状

**1 港口经营人无法享受责任限制使其在国际港口竞争中处于劣势** 从国际公约和各国国内法和司法实践来看，大多数国家都赋予了港口经营人以责任限制，以保护本国的港口产业“而我国港口经营人却没有责任限制权，使得我国港口经营人在国际竞争中明显处于劣势”在短期内，在《海商法》中单独规定与承运人责任限制。相一致的港口经营人责任限制权是在我国立法司法现状下解决我国港口经营人责任限制问题最合理有效的途径。

**2 港口行政执法中存在的问题** 港口行政执法依据不足，执法依据缺乏可操作性，执法依据规定内容很模糊。港口服务业管理法规不足，港口行政执法主体设置混乱，事权与财权不匹配、港口行政管理职能交叉，一港多政、多头管理港口行政执法环境复杂，港口一体化与多港多政之间存在着冲突；港口行政执法乱象频现；运动式执法面临困境；以罚代管现象很普遍；自由裁量权滥用；港口行政管理职能缺位与重叠；同一经营行为须颁发双证；进出港船舶动态掌控上的“睁眼瞎”。集装箱海陆应急联动处置机制欠缺。

### 2.1.8.2 未来立法执法实践的大趋势

**1 推动行业技术性立法。**港口是技术密集型的行业，行业执法有点类似质监部门，所以行业术语亟需赋予相应的法律属性，如：港口设施、港口建设项目。

**2 提升港口行政执法信息化水平。**港口信息化的应用关系着港口行政执法的通盘全局，也决定港口行政执法的深度和力度，而非三言两语可以言明，因此更需要深入的研究，进一步的探索。

**3 落实企业安全标准化建设。**“安全是质量、效益是生命”。对于企业来说，而企业安全生产标准化建设是长期坚守、强基固本之“道”；对于执法部门来说，企业安全生产标准化建设是分级监管、分类指导之“理”。两者看似殊途同归，实着需要在更长、更广的时空里慢慢地契合。

#### 4 打造高素质行政执法队伍。

## 2.1.9 宁波舟山港港航人才建设现状与趋势

### 2.1.9.1 港航人才建设现状

宁波市政府积极制订了符合本市海洋经济发展的“3315计划”，对吸引“四高一新”（高

学历、高职称、高技能、高级经营管理和创新型)人才产生了积极的作用。同时,宁波市还通过“千人计划”吸引了众多高端创业人才和团队。到2020年,在宁波市创业创新的海外人才突破10000名。但是政策缺乏一定的连续性、多层次性使得人才引进过程中出现各类问题,比如,偏向研究型人才,缺少实用型人才,由此导致企业用人成本大大增加,使得科研转化率降低,转化时间被拖长。舟山港航物流业务在配送、贸易、信息、咨询、金融等一体化、高增值现代港航物流服务等方面尚处于发展的初级阶段,高端人才缺乏以及新业态人才严重匮乏。舟山市重点发展人才主要包括如下四大类:

- (1) 战略性人才,就是港航物流管理部门中主持战略规划和组织实施工作的高层次人才。
- (2) 舟山港航物流衍生服务业新兴业态人才;
- (3) 港航物流业关键岗位上关键性专业技术人才;
- (4) 港航信息化,自动化高技能人才。

### 2.1.9.2 舟山市港航物流人才建设趋势

**1 建设舟山港航物流业国家级智库**根据舟山市港航物流发展的需求,聘请港口、航运、物流、贸易、金融(包括证监、保监、银监)等港航物流业相关领域专家,组建舟山港航物流业国家级智库。

**2 鼓励建设舟山港航物流企业智库**引导和鼓励舟山港航物流企业以独立组建、合作组建、校企共建等形式建立企业智库,推动企业转型升级和科学发展。

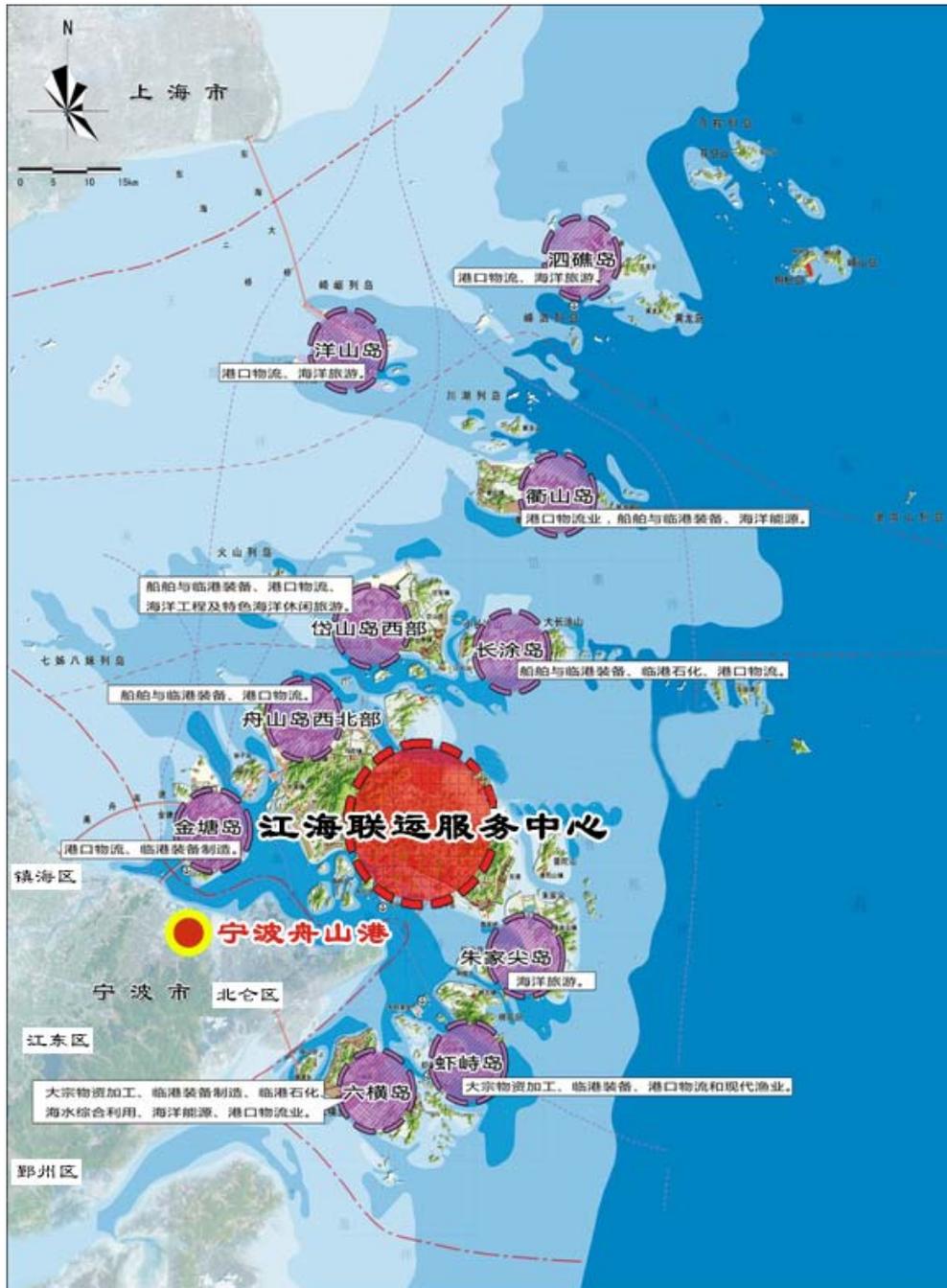
此外,未来人才发展趋势还包括建设国际物流岛人才培养基地,引进国内外高等教育资源,高级人才,指导各院校专业和学科建设,加强企业与院校间的合作,完善港航培训项目等等

## 2.2 宁波舟山港联运联动现状与趋势

### 2.2.1 江海联运,链接舟山与长江腹地

#### 2.2.1.1 江海联运的概念与发展

江海联运顾名思义就是江河与海洋的联合运输。可以将货物不经转运直达目的地,因而节省了不必要的装卸货物环节,降低了货物在装卸过程中的损耗。根据货物运输物流的需求,在内河和海洋两种不同航道采用专用船舶运输实现统一高效的运输组织方式,以实现江海物流一体化、批量化、高效率、低成本的运输物流系统。江海联运是一种具有可持续发展优势的运输方式,将成为国内水路运输发展的新方向。而宁波舟山港则依托独特的区位及岸线资源,拥有顺应江海联运新发展浪潮的“地利”优势。作为舟山江海联运服务中心的港口主体,宁波舟山港位于泛长三角地区,处在长江经济带与我国沿海运输大通道的“T”型交汇点,是长江经济带重要的出海通道,区位优势明显。



### 2.2.1.2 舟山江海联运服务中心的内涵

1 **江海**，江即中国第一大河—长江，因其重要的战略作用，被冠以长江黄金水道的美称。海目前包括了东海，黄海。随着国家战略的实施，江海联运服务中心建设的推进，海的范围将包含更广阔的领域。

2 **联运**。联合运输的简称，是指在完成一项货物进出口运输任务时使用两种或两种以上运输方式的综合运输。联运目前主要有水路干线联运，国际多式联运，江海河联运等。

3 **江海联运服务中心的核心**为服务，主要将涵盖国际海事服务、国际航运金融服务、国际贸易服务、港口联盟协同服务、口岸一体化服务、信息共享服务等等。

4 **中心**，即舟山群岛新区。舟山群岛新区优越的区位优势与罕见的深水岸线资源，能够为江海联运服务中心的建设提供最丰富的资源与服务。

### 2.2.1.3 舟山港建设江海联运的意义

舟山地处中国东部“黄金海岸”与长江“黄金水道”的“T”字交汇处，背靠长三角广阔经济腹地，是中国东部沿海和长江流域走向世界的主要海上门户。从海洋资源来看，舟山群岛海域的深水岸线总长 280 余公里，占全国的 18.4%。此外，途经中国的 7 条主要国际海运航线有 6 条经过舟山，舟山海域还有可供 15 万吨级船舶进出的航道 13 条，是包括上海港、宁波港在内的上海国际航运中心的枢纽。具有良好的区位条件、丰富的深水港口资源和比较完善的港口基础设施、航运服务体系，具备加快形成我国江海联运服务中心的有利条件。

打造舟山江海联运服务中心是长三角地区经济发展的重要组成部分。同时，舟山自古以来是海上丝绸之路的重要一站，加快这一中心建设，对于我国抓住时机进行全球布局，以及充分发挥舟山港的区位优势，水深优势，航运优势，加速融入现代海上丝绸之路起到了关键的作用。

#### 2.2.1.4 江海联运发展趋势与展望

首先在航道条件方面，虽然长三角地区水资源丰富，水系发达。但总体来看，舟山及周边地区内河航运的发展水平还不高，航道等级较低，港口功能单一、船型发展杂乱，合理、高效、优质的运输系统尚未建立，内河航运的优势和潜力还没有充分发挥。为此，要有效地改善通航条件势在必行。所以应该在有效的改善通航条件的同时，充分利用现有的集疏运系统和进一步完善集疏运体系，统筹发展铁路、公路、水路、航空、管道等各种运输方式来共同集散货物。另外在船只方面，由于体制不合理，条块分割，内河船不能走沿海，沿海穿不能跑远洋，中转环节过多，结果形成了一种恶性循环，致使港口压船压货更为严重，或不能畅其流，船不能畅其行。因此，在国民经济快速发展的推动下，在技术进步的保障下，在通航条件的改善下，制定江海联运船型技术标准，明确其设计与建造规范，出台船上设施、船员配置及设备操作规则，并积极推广集散通用船型以及船型的标准化，以适应逐渐发展的江海联运体系。从航道以及船只方面下手，制造标准化、统一化的江海联运模式才是符合日益增长的经济发展需求的江海联运。为实现与完善江海联运，应完成江海联运港口码头布局，全面改善装卸、仓储等基础配套设施，消除江海联运规模效益发挥的关键“瓶颈”。同时优化完善干线、支线，建成公共信息平台，实现航运信息的实时交换，确保江海联运的优质服务。未来的江海联运将是更加标准、便捷的，连接宁波舟山港以及长江腹地的更加发达的体系。同时响应国家“一带一路”的政策，全面发展江海联运的同时联系海上丝绸之路，实现由内陆到海上的新型贸易运输道路。

#### 2.2.2 关于宁波舟山港路港联运的发展趋势

路港联运即运用铁路、道路、港口等途径与资源构筑多式联运物流平台，集中分散货源，形成规模运输，实现跨方式、跨部门、跨区域合作。目前宁波舟山港尚未与内陆地区构建路港联运体系，但是根据已经建成的路港无缝联运系统——广西北部湾的经验看来，港口发展迅速，货物吞吐量的显著提升，然而港口与铁路运输相互独立、各成系统，货物运输中间环节较多，既要办理港口货物提运手续，又要办理铁路货物托运手续，造成货物周转时间长，运输成本增加，运输效率受制，为了实现宁波舟山港的更进一步发展，需要建立一种更加快捷便利的新型现代化物流运输方式。考虑到已有经验建立路港联运系统是最好的选择。

路港联运主要承办海铁集装箱联运及国内货物运输代理业务，通过整合优势资源，形成铁路、港口运输联动机制，为社会提供低物流成本、多种运输方式无缝衔接的物流运输平台，服务国家“一带一路”发展战略，打造现代物流运输品牌。通过整合港口吞吐、装卸、仓储和铁路运输、物流信息等资源，形成路港运输无缝连接格局，实现物流运输“一体化”、物流服务“一站式”。并且在已有模型中，路港联运能够达到“客户只需要办理一次业务手续，即可将货物顺利托运至目的地，有效缩短货物周转时间，降低运输成本”的作用，大大缩短了货物运输的手续办理时间，提高了运输效率。在目前的宁波舟山港的如此巨大的货物吞吐量的背景下，可实行路港联运为将来宁波舟山港的发展趋势。

### 2.2.3 对外联系，宁波舟山港的对外战略现状与战略规划

一是以全方位布局来提升港口辐射力。要构建互联互通的海陆集疏运网络，完善公铁水空一体化的对外综合交通，推动宁波舟山港口一体化取得实质性进展，特别是加快甬金铁路建设，打通宁波通往长江中上游和中西亚、中东欧国家陆相腹地开发，优化重点城市“无水港”布局，打造宁波—华东地区集装箱海铁联运“黄金通道”，推进“甬新欧”贸易物流线建设，使宁波舟山港成为多式联运国际枢纽港。要抓住中国—东盟自贸区、中韩自贸区建设等机遇，深化与海外港口的资本合作、经营合作，提升宁波在建设海上丝绸之路中的地位。

二是以全链条发展来提升产业竞争力。一方面，要发展壮大现代物流服务产业，加快物流供应链系统建设，完善“三位一体”港航物流服务体系，发展大宗商品交易、现代航运、国际会展、市场交易、金融结算、航运保险、商务服务等临港现代服务业，全面增强港口物流产业的核心竞争力和衍生效益。另一方面，要择优发展临港大工业，围绕石化行业的先进项目及国家布局的重大生产力项目，打造若干个优势产业集群。

三是以全球化运作来提升国际影响力。要支持企业加强与“一带一路”沿线国家的投资贸易和资本技术合作，“走出去”建立境外资源开发、生产加工和产品营销基地，不断增强跨国经营能力。

## 3. 展望

**展望一：**自动化码头的在长江各个港口实现全覆盖，实现安静无人的码头作业；

自动化码头技术已经展露苗头，它以高效精准的运作优势蓬勃发展。一个显著的例子就是青岛港集团自动化码头。它作为全球第四代全自动化码头装卸系统，也是亚洲首个真正意义上的集装箱全自动化码头，全部采用全自动化的设备和控制系统。建成后，青岛港集团自动化码头将实现对码头装卸运输设备实时智能化控制，可停靠目前世界上最大 19000 标准箱的集装箱船舶和未来 24000 标准箱的集装箱船舶，将减少人工约 70%，提升作业效率约 30%。相对于传统的集装箱码头，自动化集装箱码头的主要优点表现为：1. 提高作业的安全性和可靠性，降低劳动强度，减少码头人工成本；2. 极好地改善港区内交通组织情况；3. 形成“高密度”集装箱码垛堆场，堆场利用率提高，堆存容量增大；4. 装卸设备采用电驱动，能耗低，高环保，噪音小；5. 有效缓解码头作业压力，提高码头生产效率，满足船舶大型化的要求。自动化码头的兴建，不是单纯的资金投入与技术革新，更是人才储备、产业链升级，冲破原有桎梏的思维创新。未来宁波舟山港要实现港口运输的升级，实现自动化码头将是必然趋势。这也是未来全球港口建设的竞争制高点。谁尽早实现港口自动化全覆盖，谁就能得效率，谁就能瓜分订单市场。

**展望二：**大数据与港口航运高度结合：一个按钮完成全部，一天内完成所有交易环节。

你有没有想到有朝一日：数据仓库、数据挖掘等技术能创造一对一完全精准的市场供给？航运企业通过客户对服务使用情况的数据分析，精准了解客户每一秒的消费感受？一个按钮就能根据具体用户需求，提供一对一的个性化服务？在仓库收货时便在每件货物上贴上特制的 RFID 标签，每装一件货物，即美扫描记录一次，结果就能第一时间传给客户？

大数据将会让这些成为现实！大数据时代到来，航运企业具备创新理念显得十分重要。许多航运企业还停留在过去的传统理念中，采用着粗放型的商业模式。殊不知，时代在进步，原有的模式将成为企业发展的桎梏。大数据领域，中国与世界上的发达国家处于同一起跑线，有机会运用大数据技术进行港口航运的深度创新。如果宁波舟山港能够率先实现技术突破，它将更好实现舟来舟往的江海联运的领头作用。

**展望三：**江海联运和路港联运组合手笔共绘舟来舟往蓝图。在我们看来，未来的宁波舟山港联动联运模式应该包括江海联运以及路港联运两种。其中江海联运方面解决内海船不能走沿海，沿海船不能走远洋的问题，设计制造新型的适用于各大水域的船，统一化、标准化管理，

积极推广通用船型, 提倡船型标准化, 最大限度在船型标准上统一, 在船型方面完善现有的江海联运体系。在路港联运方面, 现有的宁波舟山港并没有建立或采用路港联运的体系, 因此希望将来能够引入广西北部湾的路港联运体系, 统筹发展铁路、公路、水路、航空、管道等各种运输方式来共同集散货物, 充分运用铁路、道路以及港口资源, 实现路港无缝联运, 提高运输效率, 降低运输成本。在两种联动方式的相互结合下, 实现陆路、江河到港口、海洋的无缝联运, 这样才能建立由内陆到港口的新型贸易运输道路, 适应日益发展的宁波舟山港的需求。

## 参考文献:

- [1]胡颖. 基于层次一熵权法的低碳港口评价研究[D]. 深圳大学, 2016.
- [2]马源. 发展浙江港航金融的战略构想[D]. 浙江海洋大学, 2016.
- [3]林婷婷, 黄露, 汪君毅. 港口供应链金融应用模式探究及风险分析——以宁波—舟山港为例[J]. 商场现代化, 2015, (20):123-124.
- [4]董华平. 我国港口行政执法中存在的问题与对策研究[D]. 宁波大学, 2014.
- [5]王智明. 舟山老塘山港区三期码头规划研究[D]. 上海海事大学, 2005.
- [6]郑赛赛. 海洋资源开发与产业结构优化的研究——以宁波—舟山港地区为例[J]. 价格月刊, 2011, (11):62-65.
- [7]余剑锋 杜蕴慧 赵海珍. 宁波—舟山港大型原油码头建设存在的环境风险隐患及对策[J]. 环境保护部环境工程评估中心. 2012. 19. 011.
- [8]何小明, 覃杰, 王薇. 宁波—舟山港煤炭吞吐量需求及码头能力适应性分析[J]. 水运工程 Port & Waterway Engineering. 2011年12月第12期 总第461期.
- [9]马芸娜 郑丹丹. 宁波市海洋经济人才结构分析及流动因素浅析[D]. 区域经济. 2015.
- [10]周艳. 探索港机创新发展的新趋势——自动化码头现状与前景分析[D]广角. 2016.
- [11]李金龙, 吴朝晖. 舟山:推进江海联运服务中心的思考[J]. 世界海运, 2015, (12):5-8.
- [12]阮敏敏, 胡高福. 基于国家战略背景的舟山江海联运服务中心建设研究[J]. 江苏商论, 2015, (11):45-49.
- [13]王坤辉. 舟山江海联运服务中心的建设策略与战略考量[J]. 江苏商论, 2015, (11):50-51+60.
- [14]叶俊. 舟山江海联运服务中心建设的探讨[J]. 管理观察, 2015, (31):31-32+35.
- [15]林娜, 周海, 阮伟, 陈卫中. 充分发挥江海联运优势, 构建高效港口集疏运体系[J]. 交通与运输(学术版), 2014, (02):6-9.
- [16]孔吴琼. 长江水系散货江海联运运输网络优化布局研究[D]. 武汉理工大学, 2014.
- [17]蒋革, 方新康. 江海联运在浙江水运发展中的定位研究[J]. 综合运输, 2007, (04):29-31.
- [18]邓剑峰. 宁波—舟山港港口区位优势评价及其发展战略研究[D]. 浙江海洋大学, 2017.
- [19]彭勃. 舟山群岛新区港口区位优势评价及其发展战略研究——基于舟山、宁波、上海三港区区位势的实证分析[J]. 经济地理, 2013, (06):114-118+131.

## 调研报告 3:

### 海洋碳汇（蓝碳）技术国内外发展现状

专业年级: 工科试验班（海洋）; 课程小组组号: 6

小组成员姓名：童心雨马泳瑶陈晓洁简萌

## 目录

1 原理 .....	47
1.1 海洋碳源汇的涵义.....	47
1.1.1 表观源与汇.....	47
1.1.2 实际源与汇.....	48
1.2 海洋碳汇估算方法.....	48
2 国内外现状.....	48
2.1 国内.....	48
2.1.1 开展人工上升流促进海洋碳汇的研究探索.....	48
2.1.2 微型生物碳泵.....	49
2.1.3 典型固碳技术.....	50
2.1.4 外海渔业固碳技术.....	50
2.1.5 近海养殖系统增汇技术.....	50
2.1.6 海洋牧场渔业低碳技术.....	50
2.1.7 大型海藻碳汇能力的扩增.....	51
2.2 国外.....	51
2.2.1 加铁固碳.....	51
2.2.2 海洋微藻固碳及其培养技术.....	51
3 组成结构、功能.....	52
3.1 海洋碳循环.....	52
3.2 海洋固碳作用的重要机制.....	54
3.2.1 生物泵.....	54
3.2.1.1 海洋微生物固定的碳.....	54
3.2.1.2 浮游植物初级生产固定的碳.....	54
3.2.1.3 海岸带植物群落固定的碳.....	54
3.2.1.4 贝类通过碳酸钙泵固定的碳.....	54
3.2.2 溶解泵作用(海-气界面的碳通量).....	55
4 发展趋势与展望.....	55
4.1 CO <sub>2</sub> 海洋封存.....	55
4.2 蓝碳监测体系.....	56
4.2.1 采样选点.....	56

4.2.2 三维监测网络.....	56
4.3 蓝碳信息系统建设.....	56
4.3.1 数据结构化.....	56
4.3.2 系统平台化.....	56
4.4 海陆统筹.....	57
4.5 构建高准确性模型.....	57
参考文献: .....	57

海洋是地球系统中最大的碳库,海洋碳库是大气的 50 倍,陆地生态系统的 20 倍,全球大洋每年从大气吸收 CO<sub>2</sub> 约 20 亿吨,占全球每年 CO<sub>2</sub> 排放量的 1/3 左右.海洋对调节全球气候、降低空气中 CO<sub>2</sub> 含量、加速全球碳循环等方面具有重要作用.

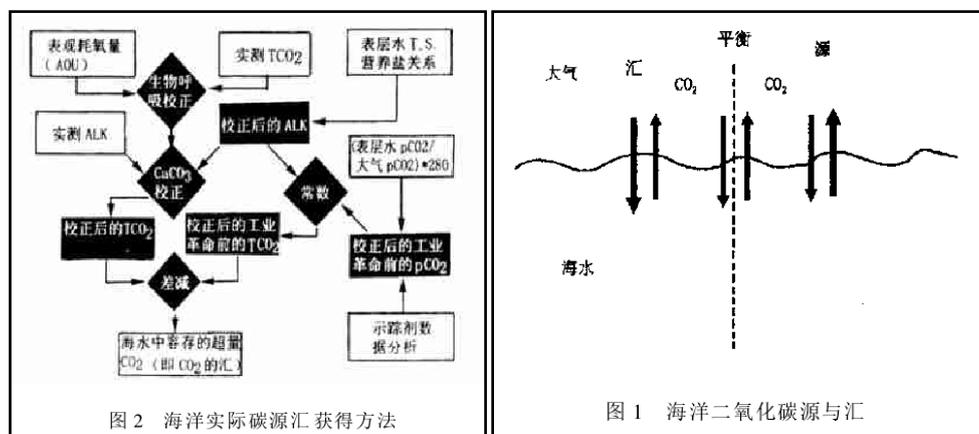
## 1 原理

### 1.1 海洋碳源汇的涵义

一般笼统地讲,把海洋能吸收大气 CO<sub>2</sub> 的区域称为“汇”(sink),反之向大气释放 CO<sub>2</sub> 的区域称为“源”(source).目前海洋源与汇研究上有两个相互关联但意义不同的内涵(见图 1)

#### 1.1.1 表观源与汇

通过测定表层海水与大气 CO<sub>2</sub> 分压,通过计算海-气界面 CO<sub>2</sub> 通量后,根据其正负值来确定的源与汇,这种涵义上的源与汇直接反映了表层海水温度与气象要素的影响.海-气界面的碳通量其计算公式为: $F=K(p\text{CO}_2^{(\text{气})}-p\text{CO}_2^{(\text{水})})$



F 为海-气界面的碳通量, $p\text{CO}_2^{(\text{水})}$  为表层海水 CO<sub>2</sub> 分压值(单位 Pa); $p\text{CO}_2^{(\text{气})}$  为大气 CO<sub>2</sub> 分压值(单位 Pa);K 为气体交换系数.F 为正值,则此区域为大气 CO<sub>2</sub> 的汇,即大气中的 CO<sub>2</sub> 可以溶入海

水中;其值为负,则为源,海水中的  $\text{CO}_2$  向大气释放.一般在较小尺度的海域均是用这种方法.“表观源与汇”主要反映海洋表面与大气  $\text{CO}_2$  的关系,是瞬时可变的,但在确定海域海面温度与海况是有规律性的.

### 1.1.2 实际源与汇

通过测定海水中的总  $\text{CO}_2$ ( $\text{TCO}_2$ ),并利用冰芯或沉积物反演获得的受人类影响(工业革命前,1750 年)的  $\text{TCO}_2$ ,通过海水温度、盐度、营养盐等校正后,获得的海洋源与汇,它反映的是海洋容纳人类排放的  $\text{CO}_2$  量( $\text{ExcessCO}_2$ ),可以预测海洋碳源汇的强度与变化趋势.(见图 2)

“实际源与汇”可以反映海洋中、深层储存碳的能力.相对而言,这种源与汇反映的是相当长时期海洋与大气  $\text{CO}_2$  的相互关系,因为中深层大洋水较为稳定.

## 1.2 海洋碳汇估算方法

海洋碳汇目前主要通过 6 种方法获得:

- 1.用示踪剂校准的箱式模型,在 1975 年开始应用
- 2.用示踪剂确定的一般环流模式(GCMS),在 1987 年首次应用
- 3.用一般大气环流模式进行大气  $\text{CO}_2$  解析,在 1990 年出现
- 4.用现场 DIC 和  $\text{DI}^{13}\text{C}$  测量计算,在 1992 年开始应用
- 5.用大气时间序列  $\text{O}_2/\text{N}_2$  和  $^{13}\text{C}$  计算,1993 年出现
- 6.用海-气界面净通量的全球集成来估算,在 1997 年开始应用

用海-气界面净通量的全球集成来估算的一般做法是:利用少数航次的表层海水  $\text{CO}_2$  分压实测结果(或利用海水 pH 和总碱度平衡计算获得表层海水  $\text{CO}_2$  分压)与表层海水温度、盐度进行统计获得二者关系,然后用全球海洋温盐资料反演获得全球海洋表层海水  $\text{CO}_2$  分压,而后利用大气  $\text{CO}_2$  分压及气象资料,获得海气  $\text{CO}_2$  交换系数后乘以分压的差值,即可获得不同海域  $\text{CO}_2$  的源汇.

## 2 国内外现状

### 2.1 国内

#### 2.1.1 开展人工上升流促进海洋碳汇的研究探索

人工上升流作为一种地球工程系统,可以持续地将低温、高营养盐的海洋深层水带至真光层.这个过程不仅会提升总的营养盐浓度,同时也会调整氮/磷/硅/铁的比例,从而促进浮游

植物的光合作用、增大渔获量和养殖碳汇,并通过增加生物泵效率的方式增加向深海输出的有机碳量.在过去数十年对人工上升流的研究中,已经有一系列装置成功地进行了海试,部分装置可连续工作数月之久.中国的人工上升流系统研制处于国际先进水平,已设计并制备了一种利用自给能量、通过注入压缩空气来提升海洋深层水到真光层的人工上升流系统.这一高效耐用的人工上升流装置已经在千岛湖进行了两次湖试试验和在东海进行了一次海试试验.试验结果表明,低温和低氧的深层水可以被升至真光层,从而可能改变营养分布,调节氮/磷比,刺激局部海域初级生产力的提高.

浙江大学结合海洋技术优势,引进台湾大学的梁氏人工上升流理论,将理论与实践结合,发展新方法——浅层注气法,优化注气参数,提高气力提升效果.提出涌升管优化设计理论、注气口“上刚下柔”的刚性管设计方法,优化涌升管布放和注气方式,提出人工上升流羽流流场控制理论和方法.实现波浪能气力人工上升流装置,浅层注气方案帮助获得深部水体最大提升效率,利用海洋可再生能源使系统无需外部供能.

通过人工上升流手段,可使原碳源海域减弱碳源性质甚至改为碳汇海域.

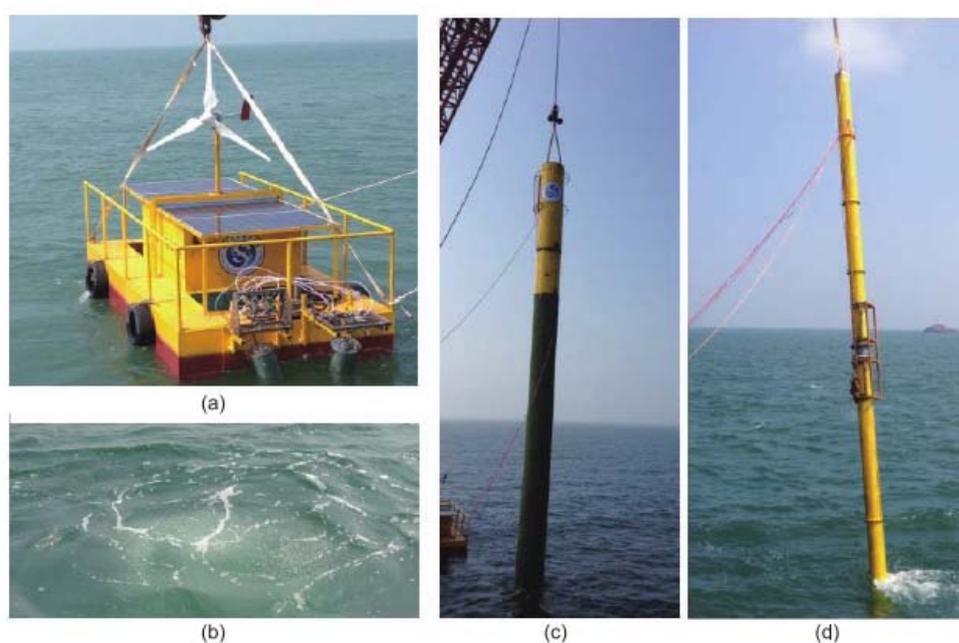


图5 气力提升式人工上升流系统的海试照片

(a) 人工上升流功能浮台的布放过程; (b) 海面可见的海水涌升; (c) 1m管径的涌升管; (d) 0.4m管径的涌升管

## 2.1.2 微型生物碳泵

“微型生物碳泵”(MCP)是一种重要的生物碳泵.微型生物是海洋中与溶解有机碳(DOC)联系最密切的生物组分.微型生物活动把溶解有机碳从活性向惰性转化,它们可以利用活性溶解有机碳(LDOC)支持自身的代谢,同时产生惰性溶解有机碳(RDOC).生物来源的RDOC构成了海洋RDOC库的主体,由于RDOC在海水中的代谢周期很长,所以相当于将大气中的CO<sub>2</sub>封存

在海里面.

由于溶解态有机物约占海洋总有机物的 89%,因此,MCP 在海洋固碳中起到十分重要的作用.在南海某些海域,微型和超微型的浮游生物贡献的初级生产力可达总量的 60%.MCP 不仅储碳,而且释放无机氮、磷,从而保障海洋初级生产力的可持续性.“微型生物碳泵”不依赖于沉降和物理搬运过程,与其他海洋 CO<sub>2</sub> 吸收机制“溶解度泵”相比,MCP 不存在化学平衡移动,不会导致海洋酸化.

### 2.1.3 典型固碳技术

红树林、珊瑚礁和海草床是具有高生产力和高生物多样性的生态系统.对这些生态系统中碳的流通循环途径进行研究.例如,从食物链和营养动力过程的角度,分析生物地化动力循环过程以及浮游生物、底栖生物、鱼类和甲壳类等生态系统群落结构等指标,评价这些生态系统的固碳功能和潜力,深入研究典型海洋生态系统的构建与保护技术,提高固碳效率的人工调控技术水平.

### 2.1.4 外海渔业固碳技术

相对于近海富营养化趋势,占中国海域面积 60%以上的外海海域一直处于贫营养水平,水体终年层化、表层营养盐匮乏,受到营养元素限制而导致初级生产力低下.如果能提供适量的 N、P、Fe 等限制性元素(海洋施肥),则有可能提高初级生产力的水平,减轻海洋上层酸化,将贫瘠外海海域变成渔业产量丰富的高固碳区域.虽然陆地的农业施肥技术已经很完善,但海洋施肥的技术和效果以及是否会对环境造成其他负面影响,还需要尤其是在海区现场进行深入的试验研究.

### 2.1.5 近海养殖系统增汇技术

海水养殖是碳汇渔业的主体部分,对减排 CO<sub>2</sub>,推动蓝色经济的发展等具有重要影响.基于生态系统水平的多营养层次综合养殖(IMTA)是一种高效、健康和可持续发展的海水养殖模式.在同一养殖空间内,处于不同营养层级的生物共同组成一个综合的系统,充分利用养殖环境资源,降低营养损耗及潜在的经济损耗,实现养殖空间、养殖容纳量的提升和养殖产出的提高.对关键技术,如养殖系统中物质的循环过程,C、N、P 等重要生源要素的生物地球化学过程,养殖生物尤其是滤食性贝类在浅海生态系统碳循环中的生态功能及其固碳潜力评估等需要进行深入的研究.

### 2.1.6 海洋牧场渔业低碳技术

海洋牧场是人为地在特定海域营造适合海洋生物生长与繁衍的优良环境.利用生物群体

控制技术,结合现代化管理技术,建立可控海洋生态系统,在保护与恢复自然生态系统的同时,又使渔业资源得到增殖.开展海洋牧场技术开发与应用,使传统渔业从“采捕型”转为服从人工控制管理的“放牧型”、“管理型”,是实现资源养护与低碳渔业生产的可靠途径.大力建设海洋牧场,增加海洋生物产量,并通过海洋生物种类的增加和产量的提高,丰富海洋生物多样性,达到水生生物资源养护与渔业低碳生产的目的.

### 2.1.7 大型海藻碳汇能力的扩增

人工增殖大型海藻可极大地提升海区对  $\text{CO}_2$  的吸收量,进而将大量的生物碳移出水体,在陆缘海碳汇研究中具有重要的地位.具体途径有:

- 1.增加人工藻场建设投入力度,扩大海藻养殖面积,综合治理恢复海区水域环境,控制入海污染物和海水富营养化,尽量修复近海海域生态系统,提高浮游生物的多样性.
- 2.在大型海藻养殖区域推广贝、藻等混合生态养殖模式,建设人工鱼礁区.
- 3.针对沿海生态系统的特异性,开展混合养殖的最佳匹配模式,改善海区生态环境,提高区域养殖生物的生物量,进而增加养殖海区内生物碳的移除量.

## 2.2 国外

### 2.2.1 加铁固碳

1988年1月,美国加州莫斯兰丁海洋实验室化学家约翰·马丁在《自然》上发表文章,对太平洋东北部亚极区水体进行培养瓶实验,证明铁元素能够大大促进浮游植物的生长.1990年马丁提出了著名的“铁假说”,认为是铁限制了“高营养盐,低叶绿素”海区(HNLC海区)的浮游植物生产力,进而影响了二氧化碳向海洋深层的输送.

海洋生物固氮时,细菌与蓝绿藻中的固氮酶又依赖铁元素.同时,蓝绿藻固氮这一过程也需要大量的铁.在水体中加入少量的铁就可以诱使体系中大量的碳和其他营养盐被浮游植物吸收,进而增加海洋的初级生产力及后续的生物泵过程.自1993年来共进行了约13次不同规模的原位大洋施铁试验,但 $\text{CO}_2$ 固存效力尚不确定.此外,国际地圈生物圈计划(IGBP)于2010年时在印度洋向海水中释放Fe元素.

### 2.2.2 海洋微藻固碳及其培养技术

海洋微藻不仅能吸收 $\text{CO}_2$ ,还能通过固碳产出高附加值产品,比如蛋白、多糖、生物质能等.与传统的物理和化学法固定 $\text{CO}_2$ 技术相比,海洋微藻固碳具有光合速率高、生长速度快、环境适应性强等特点.目前普遍认为海洋微藻生物制品的生产应该与微藻固碳结合进行综合发展,在获得高附加值产品的同时,获得环境效益.

微藻的培养包括开放式培养与封闭式培养.封闭式光生物反应器因其具有环境可操控性,不容易污染,且具有高生物量生产力.近几年,美国国家航空航天局(NASA)的 JonathanTrent 提出 OMEGA 计划,该计划将微藻放入 NASA 特制的塑料管道中,再充入沿海城市排放的废水和电厂(工厂)排放的 CO<sub>2</sub>,然后把它们一起放到近岸海湾中养殖,微藻在封闭系统中利用废水和 CO<sub>2</sub> 生长.

表 2 跑道池与光生物反应器的优劣势<sup>[38]</sup>

培养体系	优势	缺点
开放式跑道池	相对廉价,容易清洗,利用非农用耕地培养,低耗能	低生物量产率,占地面积大,培养的藻种受限制,CO <sub>2</sub> 和光的利用率低,培养容易被污染
密闭式光生物反应器	生物量产率高,容易灭菌,较大的光照表面积,低耗能	规模化困难,占用面积大,相对昂贵,容易形成污垢

相对于封闭式光生物反应器,开放式培养方式相对廉价,搭建开放式跑道池可不占用耕地资源,在一些偏远或海边盐碱地等地区即可建造培养池,而且开放式培养需要的能耗比较少.早在 1950 年代,开放式跑道池就已经应用于微藻的培养.以色列的 Ashkelon 公司利用 400 m<sup>2</sup> 的开放式培养池培养微拟球藻.Pushparaj 等利用 100%浓度的 CO<sub>2</sub> 通过调节跑道池内的 pH 值来培养的海水钝顶螺旋藻,其生物量产率为 14.47g/(m<sup>2</sup>·d)±0.16g/(m<sup>2</sup>·d).

无论是开放跑道池还是光生物反应器培养,微藻都是在水体中进行悬浮培养.悬浮培养微藻易造成光衰减现象,导致培养效率降低、能耗大等缺点.因此近年来,学者们开始关注微藻的生物膜贴壁培养技术的研究.Liu 研究团队提出的微藻贴壁培养技术,将藻细胞直接接种于滤膜上形成生物膜,通过培养基浸湿的滤膜为微藻提供所需水分和营养盐成分,通入含 1%CO<sub>2</sub> 的空气作为碳源,通过自动化刮膜技术进行采收.微藻的贴壁培养在节约水耗和采收能耗方面具有明显优势.

## 3 组成结构、功能

### 3.1 海洋碳循环

海洋生态系统通过参与全球碳循环来调控大气 CO<sub>2</sub> 浓度的变化.海洋生态系统的碳循环过程主要是通过海洋生物泵完成.这一过程又分为有机碳泵和碳酸盐泵.通常所说的生物泵指有机碳泵.钙化浮游生物产生的碳酸钙或其他营养级较高的海洋动物碳酸钙质残骸被输送到深海,进而被埋藏的过程就是碳酸盐泵.

海洋碳循环的主要过程可以分为界面过程和内部过程两类.界面过程是指存在于海-气界面的 CO<sub>2</sub> 交换过程;内部过程是指碳在海洋环流和海洋生态系统作用的驱动下进行的迁移运动.

海洋表层的碳化学过程涉及到液态、气态和固态的碳化学.首先气态 CO<sub>2</sub> 经海-气相互作用,溶解在海水中成为水合 CO<sub>2</sub> 分子和碳酸.CO<sub>2</sub> 在海水中的溶解度受海水温度的影响,海水温

度越低  $\text{CO}_2$  在海水中的溶解度就越大；反之  $\text{CO}_2$  在海水中的溶解度就会降低。海水和大气中的  $\text{CO}_2$  分压差决定了海-气  $\text{CO}_2$  通量的方向，当海水中的  $\text{CO}_2$  分压大于大气中  $\text{CO}_2$  分压时，海洋向大气释放  $\text{CO}_2$ ；反之海洋则吸收大气中的  $\text{CO}_2$ 。

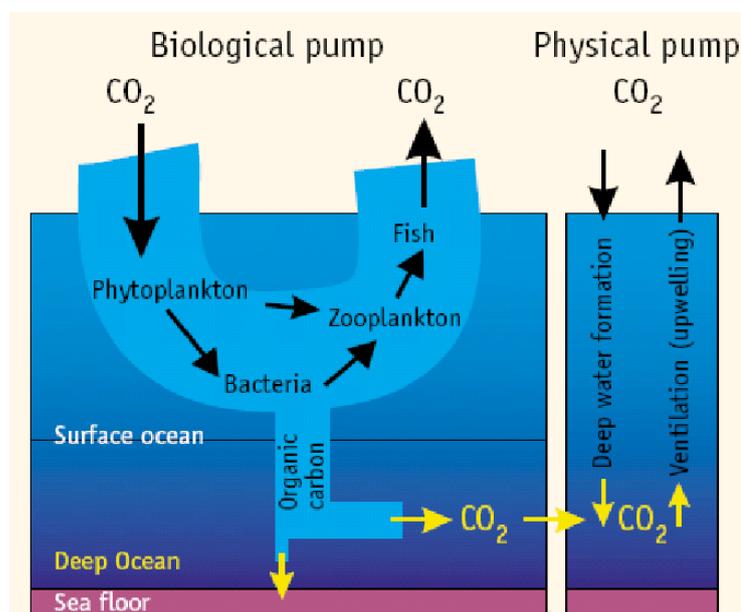


图 1-3 海洋碳循环过程<sup>[6]</sup>

大气中的  $\text{CO}_2$  通过海气界面进入海洋后，受海洋本身的物理过程和海洋生态系统两个过程控制，前者称为物理泵，后者称为生物泵。物理泵又称为溶解泵，是指碳在海水受到海洋环流等物理过程的作用，发生平流、扩散，实现碳在海水中的输运，特别是垂向的迁移  $\text{CO}_2$  运动，能够促进海气界面的碳交换过程。

在海洋上层的真光层内，浮游植物吸收溶解在海水的  $\text{CO}_2$ ，进行光合作用，将溶解态的无机碳转化为生物体内的有机碳，并通过食物链逐级转移至各级浮游动物。浮游动物的排泄物、浮游动植物死亡后的尸体以及被细菌等微生物分解产生的大量碎屑等都会发生沉降，以颗粒有机碳（POC）的形式向下传输。无论是浮游动物还是浮游植物在生物代谢的过程中都会产生大量的溶解有机碳（DOC），一部分 DOC 通过异养细菌的作用会重新进入食物链转化为颗粒有机碳，另一部分 DOC 会通过海水的垂向混合作用实现碳的向下转移。浮游植物和浮游动物的呼吸作用还会产生溶解无机碳。

在真光层以下，由于阳光透射不到，溶解态和颗粒态的有机碳下沉到此深度后，就会发生矿化作用，该过程与光合作用相反，将有机碳转化为溶解无机碳，并被海洋环流输运转移。

此外，在浮游植物光合作用合成有机碳以及有机碳在食物链的转移过程中还伴随着生物碳酸钙的生成，贝壳类和骨骼中含有碳酸钙的海洋生物的死亡也会实现碳的向下转移。

## 3.2 海洋固碳作用的重要机制

海洋植物的碳捕获极为强大和高效,虽然它们的总量远小于陆生植物,但它们的碳储量却与陆生植物相当.

### 3.2.1 生物泵

#### 3.2.1.1 海洋微生物固定的碳

海洋中每 1 秒钟有大约  $1 \times 10^{23}$  次病毒侵染发生,每天有 20%~40% 的表层原核生物受到感染并释放出  $10^8 \sim 10^9$  t 碳.估计有大约 25% 的生物有机碳都是在病毒的作用下得以转化.海洋细菌能在阳光的作用下利用变形菌视紫质吸收  $\text{CO}_2$ ,约有半数海洋细菌都具有变形菌视紫质.

#### 3.2.1.2 浮游植物初级生产固定的碳

海洋浮游植物每年通过光合作用捕获的  $\text{CO}_2$  超过了 36.5Pg(C).浮游动物的活动是控制大洋海水中颗粒碳沉积的主要因素.被浮游生物捕获的  $\text{CO}_2$  中,大约有 0.5Pg(C)/a 沉积并储存在海底.

#### 3.2.1.3 海岸带植物群落固定的碳

海岸带植物群落的碳捕获速率也非常高,是大洋平均碳捕获速率的 180 倍.

红树林碳库的组成包括初级生产力(包含凋落物、树木和根系的生物量)以及红树林土壤固定的碳,其中红树林土壤埋藏是其主要的碳汇.

盐沼湿地土壤中所积累的有机物有内源输入和外源输入两种.内源输入主要指湿地植被的地上凋落物和地下根残体、浮游植物、底栖生物的初级生产和次级生产的输入,而外源输入主要指通过外界水源补给过程,如地表径流、地下水和潮汐等携带进来的颗粒态和溶解态有机质.

海草床生态系统的固碳能力主要来源于四个方面:海草的初级生产力、海草茎与根对碳的固定、海草上附生植物固碳作用、海草草冠对有机悬浮颗粒物的捕获.

#### 3.2.1.4 贝类通过碳酸钙泵固定的碳

贝类生物通过直接吸收海水中的碳酸氢根( $\text{HCO}_3^-$ )形成碳酸钙( $\text{CaCO}_3$ )来固碳.其反应方程为: $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- = \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

### 3.2.2 溶解泵作用(海-气界面的碳通量)

海洋持有的碳约比大气多 50 倍,其中大部分是以碳酸盐( $\text{CO}_3^{2-}$ )和碳酸氢盐( $\text{HCO}_3^-$ )离子的形式存在. $\text{CO}_2$  在海水表面和大气圈之间交换的一个重要控制因子是  $\text{CO}_2$  在海水与大气间的分压差,而海水  $\text{CO}_2$  分压的大小取决于植物光合作用、洋流涌升、温度、盐度和 pH 值等多种因素.

## 4 发展趋势与展望

我组认为,目前研究海洋灾害遇到的问题有:

1.海洋碳源汇估算方法各异,模型不具有普适性,估算结果随着年限增加差距不断加大,许多研究结果具有不确定性;

2.海洋碳汇过程复杂,大气、海洋、物理生物等过程耦合,区域差异明显,且目前在海洋生物碳汇方面,国内外还没有统一的规范和标准

3.20 世纪 40 年代以来,海岸富营养化、填海造陆、海岸工程及海岸城市化致使地球上大部分蓝色碳汇消失.

4.有研究表明海洋环境中超出生态平衡的过量固碳导致有机物质大量增加,反而成了培养细菌的温床.

### 4.1 $\text{CO}_2$ 海洋封存

我国在温室气体减排义务方面正面临越来越大的国际压力,而我国有广阔的海域, $\text{CO}_2$  海底封存具有巨大的潜力.

通过液体封存法和固体封存法,将  $\text{CO}_2$  以液体或固、水合物的形式封存在海底(深度 1000m 以上),与大气隔离.

1. 液体封存法:  $\text{CO}_2$  以液体形式输送到海平面以下的某个深度,以保证它的状态长期不变.液态的  $\text{CO}_2$  在 35MPa 以上的压力下可以保持长期稳定,液态  $\text{CO}_2$  和水之间形成了 2 层“隔板”——  $\text{CO}_2$  水合物和饱和的  $\text{CO}_2$  水溶液,这样的隔板减少了液态  $\text{CO}_2$  向水侧的扩散和溶解,有利于液态二氧化碳的长期保存,也减少了碳酸的形成对海洋环境的影响.

2. 固体封存法: 二氧化碳以固、水合物的形式封存在海底.把收集到的二氧化碳气体输送到海洋 400~500m 深处的反应器中,使其与周围的海水发生反应,生成水合物并自由沉降到海底.

## 4.2 蓝碳监测体系

### 4.2.1 采样选点

选择具有代表性的采样点,使采样点空间坐标化,并推进观测采样和度量计算方法的规范化和完善化,可以适当扩充采样地点.

### 4.2.2 三维监测网络

利用海洋通信技术和互联网技术,开展包括天基(卫星、航空飞机等)遥感、近海测绘、海洋浮标、科考、水下探测等在内的数据采集,形成多方面多数据综合、置信度较高的立体监测网络.

## 4.3 蓝碳信息系统建设

在全国建立蓝碳信息网,实现实时数据采集、传输和共享,建立综合分析数据库,适时发布蓝碳现场情况报告.

### 4.3.1 数据结构化

对信息体系总体进行分层:原始层(数据割裂独立)、基础层(数据关系化)、集成层(数据已处理)、产品层(面向服务部门和研究机构)、专题层(面向环境保护等不同主体).根据结构层,进行数据保护和权限管理,提高数据有效性.

### 4.3.2 系统平台化

1、数据获取平台;

2、存储与计算平台——采用云存储、虚拟化网络、虚拟主机服务以及云平台对海洋大数据进行存储和管理,并着重使用分布式文件存储(如HDFS+HBase文件存储方案等)以及分布式计算(如MapReduce等);

3、分析与应用平台——利用分析方法(关联规则、遗传算法、神经网络等)或工具对数据进行检查、变换和建模;

4、信息可视化平台——通过建立数据分析和应用模型,实现海洋要素、过程、预报的多维、动态、可视化表达;

5、决策与发布平台——基于以上系统,通过网络、智能手机APP等灵活机动的客户端方式,为相关单位和个人提供快速实时的决策支持和发布服务.

## 4.4 海陆统筹

通过陆海统筹实现绿碳—蓝碳全链条部署,建立包括蓝碳在内的碳交易技术体系,蓝碳与陆地碳汇(绿碳)息息相关:陆地每年向海洋输出的碳通量与陆—气界面和海—气界面相当;而大部分陆地上形成的有机碳,呼吸时被转化为二氧化碳.在输入河流和近海建立有效的蓝碳增汇—生态灾害控制示范工程,并在典型区域实施应用.减少陆地施肥/排污.在近海富营养化的情况下,减少营养盐输入,维持生产力—呼吸水平最佳平衡以及活性有机碳向惰性有机碳的最大转化,降低储碳成本、达到“固碳”-“储碳”效应最大化.

## 4.5 构建高准确性模型

确立海洋碳参数高准确度可互校的分析方法.应特别注意解决海水的 pH 值、表层海水 CO<sub>2</sub> 分压、海水总碱度以及总 CO<sub>2</sub> 或这 4 个参数测定准确度问题,运用野外实地调查等手段,建立大尺度的各圈层碳汇信息系统、碳汇动态演变及预测系统和辅助校正系统.针对不同地区的碳汇估算研究,要提出适宜大范围推广的半经验半机制模型,并合理运用模型参数的设置和量化取值的变化等来定时定量地调控不同自然条件和社会经济条件下的碳汇估算结果,并根据条件的变化来改变模型参数取值,并通过实地监测对各参数和取值进行校正.

## 参考文献:

- [1] 石洪华, 王晓丽, 郑伟等. 海洋生态系统固碳能力估算方法研究进展[J]. 生态学报, 2014, 34(1): 12-22
- [2] 廖培涛, 蒋忠诚, 罗为群等. 碳汇估算方法研究进展[J]. 广西科学院学报, 2011, 27(1): 39-43, 54
- [3] 宋金明. 海洋碳的源与汇[J]. 海洋环境科学, 2003, 22(2): 75-80
- [4] 张瑶, 赵美训, 崔球等. 近海生态系统碳汇过程、调控机制及增汇模式[J]. 中国科学, 2017, 47(4): 438-449
- [5] 刘慧, 唐启升. 国际海洋生物碳汇研究进展[J]. 中国水产科学, 2011, 18(3): 695-702
- [6] 何培民, 刘媛媛, 张建伟等. 大型海藻碳汇效应研究进展[J]. 中国水产科学, 2015, 22(3): 588-595
- [7] 李林, 王帅, 郑立. 海洋微藻固碳及其培养技术的研究进展[J]. 海洋科学, 2015, 39(3): 135-140
- [8] 李纯厚, 齐占会, 黄洪辉等. 海洋碳汇研究进展及南海碳汇渔业发展方向探讨[J]. 南方水产, 2010, 6(6): 81-86
- [9] 杨雅琴, 高会旺. 海洋加铁固碳路在何方[J]. 海洋世界, 2008: 30-36
- [10] 章海波, 骆永明, 刘兴华. 海岸带蓝碳研究及其展望[J]. 中国科学, 2015, 45(11): 1641-1648
- [11] 孙军. 海洋浮游植物与生物碳汇[J]. 生态学报, 2011, 31(18): 5372-5378
- [12] 焦念志, 汤凯, 张瑶等. 海洋微型生物储碳过程与机制概论[J]. 微生物学通报, 2013, 40(1): 71-86
- [13] Nelleman C, Corcoran E, Duarte C. Blue Carbon: the Role of Healthy Oceans in

Binding Carbon, 2008.

- [14] 焦念志, 骆永明, 周云轩等. 蓝碳研究进展与中国蓝碳计划[A]. 王伟光, 郑国光. 气候变化绿皮书[C], 2015: 238-248
- [15] 焦念志, 李超, 王晓雪. 海洋碳汇对气候变化的响应与反馈[J]. 地球科学进展, 2016, 31(7) :668-681
- [16] 洪阳, 侯雪燕. 海洋大数据平台建设及应用[J]. 卫星应用, 2016, 6:26-30
- [17] 张峰, 石绥祥, 殷汝广等. 数字海洋中数据体系结构研究[J]. 海洋通报, 2009, 28(4) :1-8
- [18] 宋安达, 赵若霖. 二氧化碳海洋封存的现状与未来[J]. 科技展望, 2015, (29) :257.
- [19] 李洛丹, 刘妮, 刘道平. 二氧化碳海洋封存的研究进展[J]. 能源与环境, 2008, (06) :11-12+24.

## 调研报告 4

# 甲板和仓壁围板整体翻转机构设计

专业年级：工科试验班（海洋）；课程小组组号：17

小组成员姓名：张家齐刘建章郭祎阳冯艺漩

<b>1 工程装备</b> .....	<b>1</b>
1.1 钢支架结构.....	2
1.2 粘固装置.....	2
1.3 缆绳悬挂.....	3
<b>2 翻转过程</b> .....	<b>5</b>
2.1 安装加固装置.....	5
2.2 起吊.....	5
2.3 翻转.....	6
2.4 落吊.....	10
<b>3 装置优点与缺点</b> .....	<b>10</b>
3.1 装置优点.....	10
3.2 装置缺点.....	11

**摘要**：针对对采用倒置法装配的船舶甲板和船舶舱壁进行翻转的问题情境，设计了一种起吊——翻转——落吊的翻转方案，并针对钢板结构易变形的特点设计了一套由钢支架、起重电磁吸盘组成的加固装置，并对起吊时的缆绳速度控制、翻转时的缆绳交替等问题进行了研究，最后对本方案进行了评价。

**关键词**：甲板 翻转 固定装置

## 1 工程装备

翻转对象为  $12\text{m} \times 12\text{m} \times 4\text{mm}$  的正方形薄钢板。钢板密度约为  $7.85\text{g}/\text{cm}^3$ ，计算得其质量约为 6 吨。钢板具有易弯折的，易变形的特点，因此设计了钢支架结构以对薄钢板及舱壁夹板进行固定。钢支架与薄钢板的连接装置采用起重电磁吸盘。

### 1.1 钢支架结构

钢支架结构用钢为 Q235，总重约 1150kg，厚度为 2 厘米，以甲板及舱壁为主要形状，以交叉钢型为主要骨架，用来支撑甲板及舱壁，防止其在抬升及翻转过程中发生弯折变形。在钢支架上具有缆绳挂扣以及电磁铁卡槽，分别用于悬挂缆绳，挂置电磁铁。

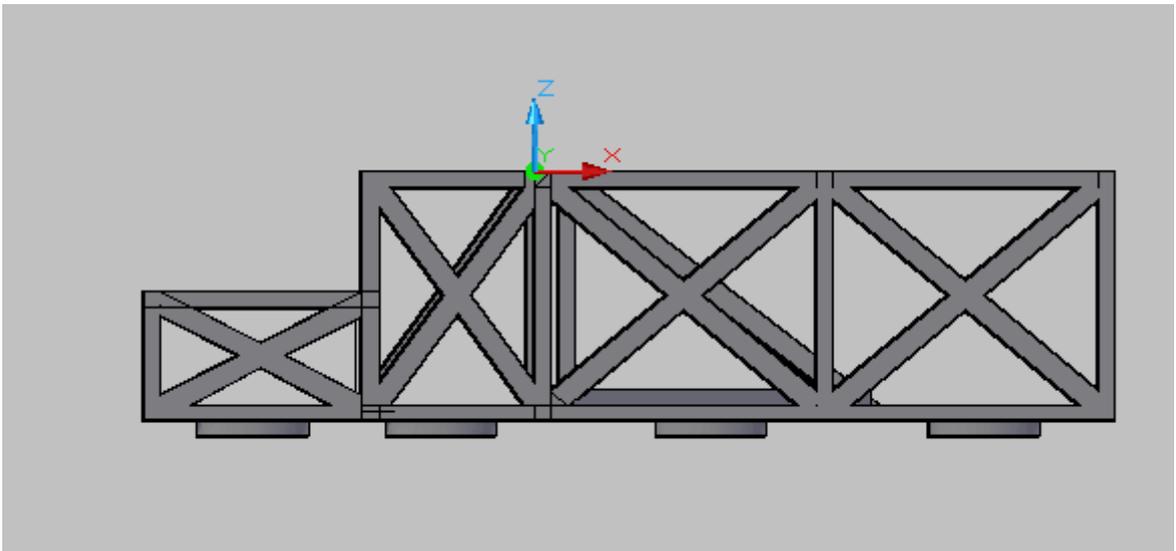


图 1 钢支架结构主视图

### 1.2 粘固装置

粘固装置主要由 16 个电磁铁组成，额定承重均为 500kg，总承重约 8 吨，远大于钢板总重量。每个电磁铁质量约 150 千克，总重约 2400 千克，用来产生电磁力。电磁铁卡在钢支架结构上，在多个位置吸附甲板，防止升及翻转过程中甲板及舱壁发生滑动或脱落，并且使钢架结构紧贴在甲板上，增强其支撑作用。电磁铁的分布如下图所示（圆形节点为电磁铁固定处）：

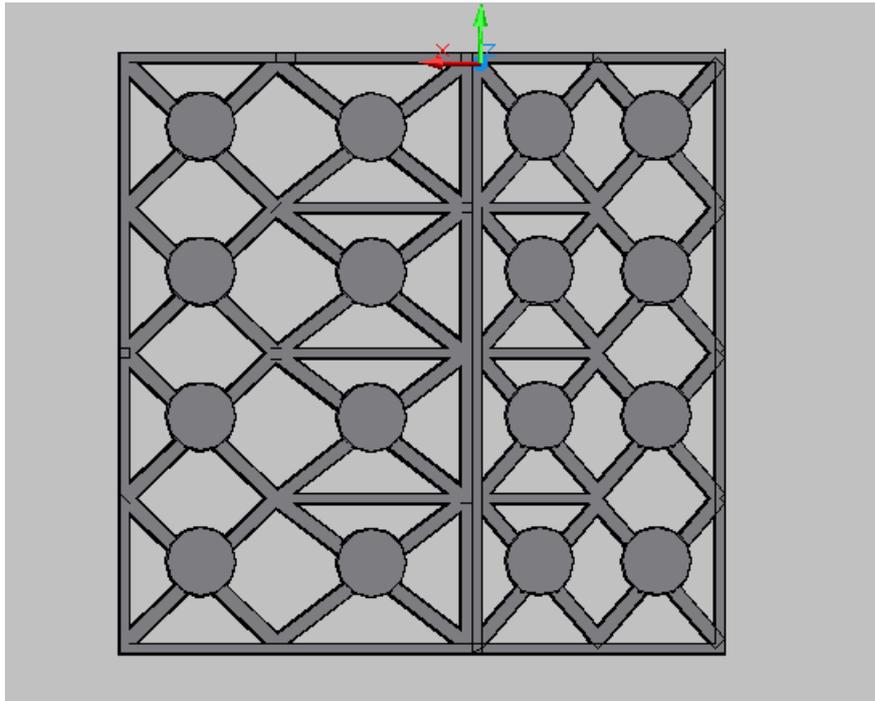
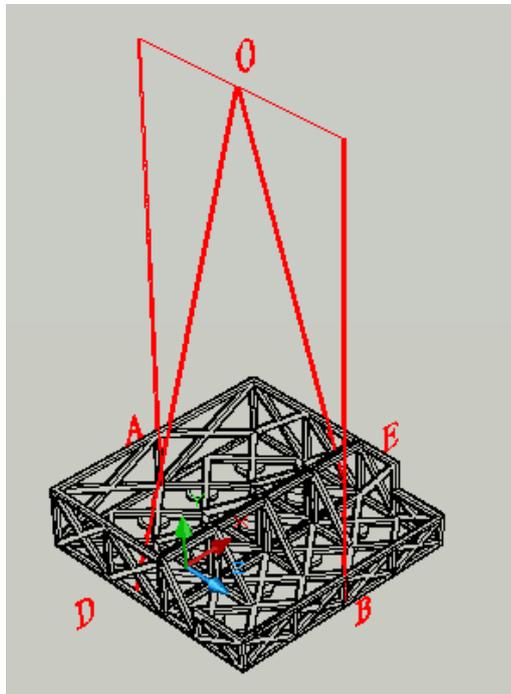


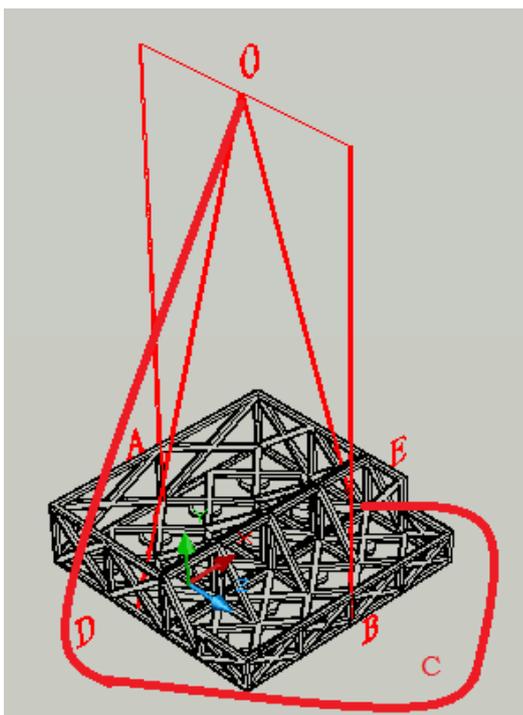
图 2 钢支架结构俯视图

### 1.3 缆绳悬挂

采用通用钢缆来悬吊钢支架与钢板的复合结构，共需要 5 根钢缆，编号为 A~E，悬挂方式如图所示。



缆绳悬挂示意图（隐藏缆绳 c）



缆绳悬挂示意图（显示缆绳 c）

如图，最上方 O 点所在直线表示龙门吊横梁。A、B 处为其所在边中点，其所连缆绳保持竖直；D、E 连线过连接体重心，其缆绳斜向上在 O 点处与龙门吊相连。吊顶高度为 20.4m。E 处同时连接缆绳 C，用于翻转后提起钢板。缆绳 C 从下方绕过 D 后向上连至 O 点。所有连接点均在钢支架底部的横柱上。钢板（甲板）由电磁铁吸附在钢支架底面。

## 2 翻转过程

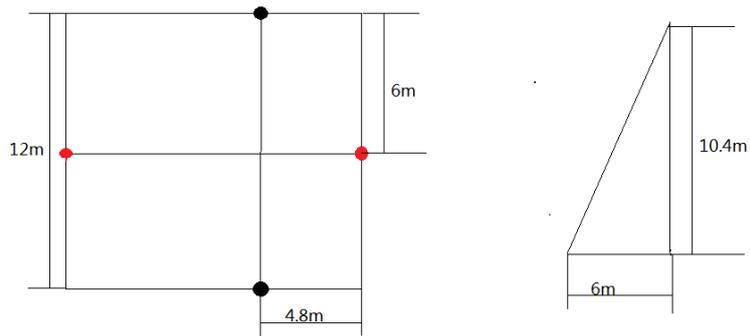
### 2.1 安装加固装置

在翻转工程进行之前完成钢支架的组装。

起吊前，将钢支架固定在钢板上，并将电磁铁卡入钢支架的槽中。将缆绳挂到钢支架上的悬挂扣上，保持 D、E 缆绳竖直。启动电磁吸盘。

### 2.2 起吊

启动动力系统，将甲板慢慢水平抬起，，并始终保持甲板的水平，防止起吊过程中发生弯折。当甲板匀速抬升到距地面高度约 10 米时，停止抬升。在这个过程中，需要控制不同缆绳的提升速度以保持悬吊平稳。此时，设竖直缆绳 D、E 的速度为  $v_1$ ，倾斜缆绳 A、B 的速度为  $v_2$ 。



如图所示分别为吊起甲板时的简单俯视图和部分侧视图，设甲板上升速度为  $v_0$ ，其中红点处所接缆绳与水平方向垂直，设其绳子的运动速度为  $v_1$ ，黑点处所接缆绳从一点发出，设绳子的运动速度为  $v_2$ 。

则：

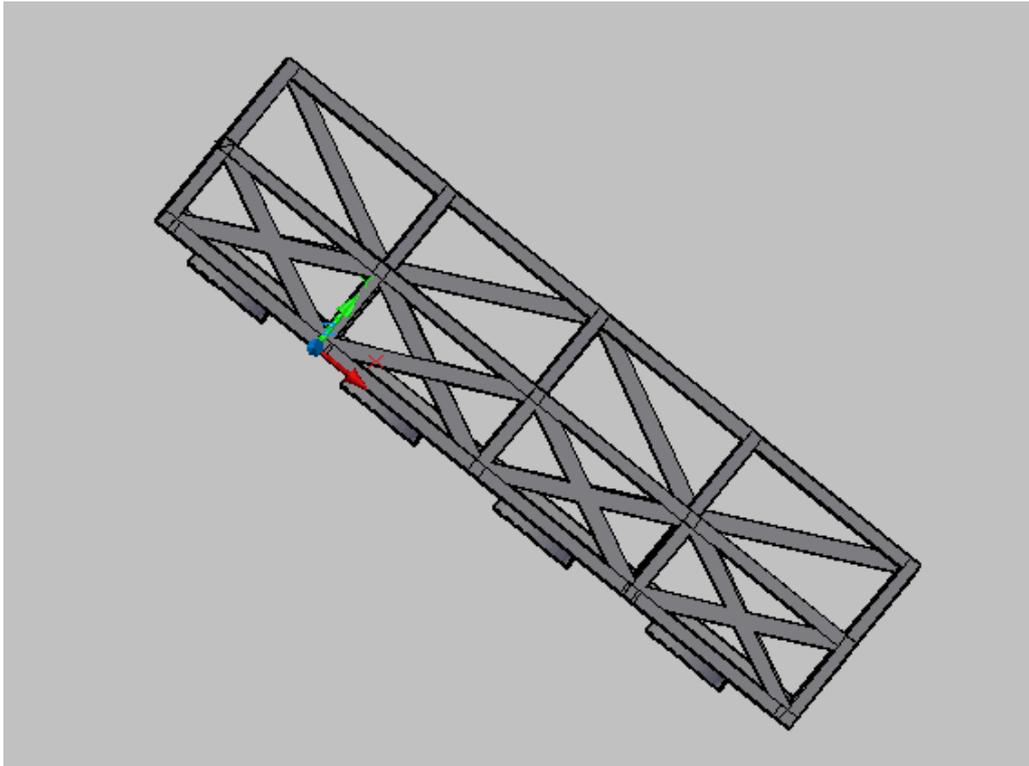
$$v_1 = v_0$$

$$v_2 = \frac{2\sqrt{3}v_0}{3}$$

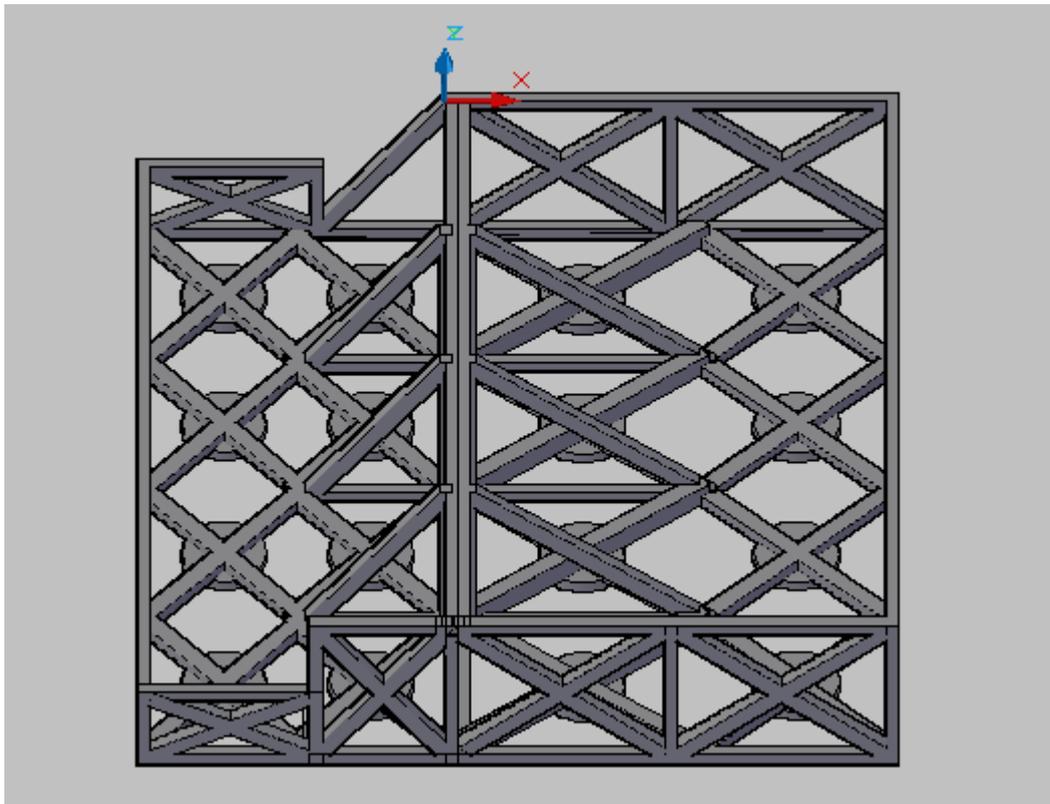
### 2.3 翻转

翻转角  $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$  :

以垂直于舱壁方向的中线 AB 为旋转轴，缆绳 D 逐渐收缩，使该侧钢支架与钢板向上抬升，同时，缆绳 E 逐渐伸长，使该侧钢板逐渐下降。当翻转角达到约  $70^\circ$  时，为防止缆绳 E 与钢结构发生缠绕，通过遥控使其挂钩脱落。并回收缆绳 E。

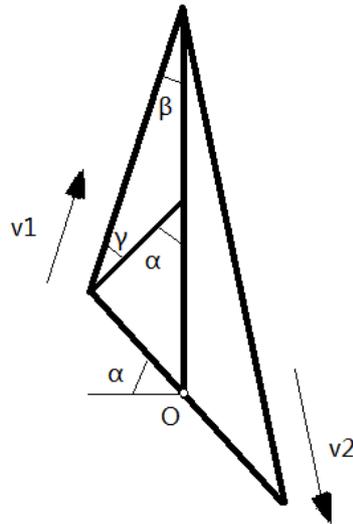


旋转 45° 时正视图



旋转 45° 时侧视图

翻转时，牵引缆绳的收缩速度  $v_1$ 、伸长速度  $v_2$  与旋转角速度  $\omega$ 、旋转轴到缆绳滑轮的距离  $h$ 、偏转角度  $\alpha$  的关系为：



如图所示，O 点为转轴各点重叠的位置，h 为 O 点到绳子出发点的距离，为 10.4 米，假如甲板翻转到与水平面夹角为  $\alpha$  时，甲板的自传角速度为  $\omega$ ，则可得出

$$\frac{a}{\cos\alpha} = \frac{6}{\sin\beta}$$

$$\sin\beta = \frac{6\cos\alpha}{\sqrt{(h^2 + 36 - 12h\sin\alpha)}}$$

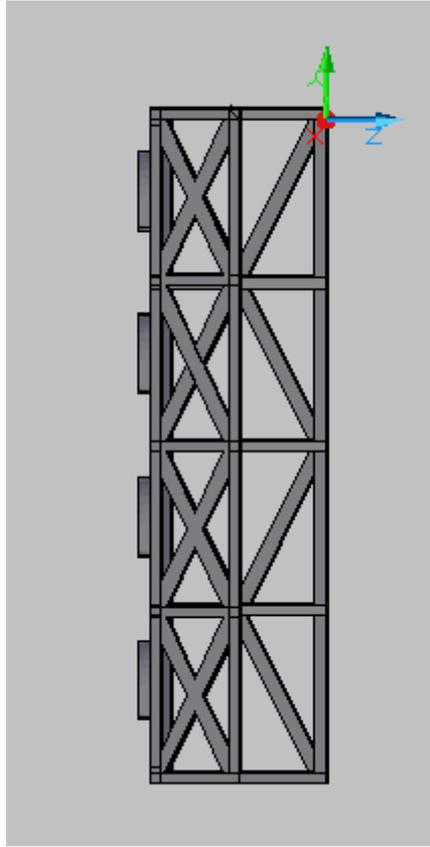
$$\gamma = \alpha - \beta = \alpha - \arcsin\left(\frac{6\cos\alpha}{\sqrt{(h^2 + 36 - 12h\sin\alpha)}}\right)$$

$$v_1 = \frac{6\omega}{\cos\gamma} = 6\omega \cdot \cos\left(\alpha - \arcsin\left(\frac{6\cos\alpha}{\sqrt{(h^2 + 36 - 12h\sin\alpha)}}\right)\right)$$

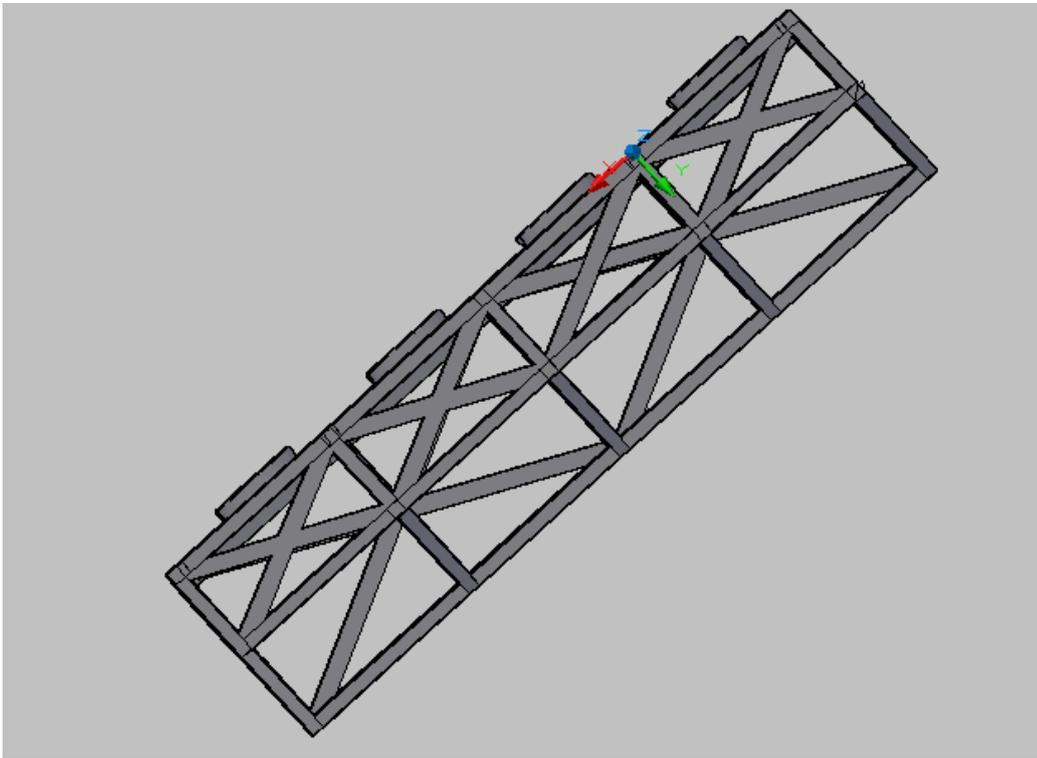
$$\text{同理 } v_2 = \frac{6\omega \cdot h \cdot \sin\alpha}{\sqrt{(36 + h^2 + 12h\cos\alpha)}}$$

### 翻转角 $90^\circ < 180^\circ$ :

在钢结构与钢板的连接体恰好数值时，由于连接体重心高于钢板所在平面在旋转轴右侧，所以连接体由于自重与惯性会自发向右翻转。当已经翻转过一定角度后，在另一侧的缆绳 C 开始收缩，使该侧钢支架与钢板向上抬升；缆绳 A 逐渐伸长，使该侧钢板逐渐下降。使钢板逐渐恢复水平位置。

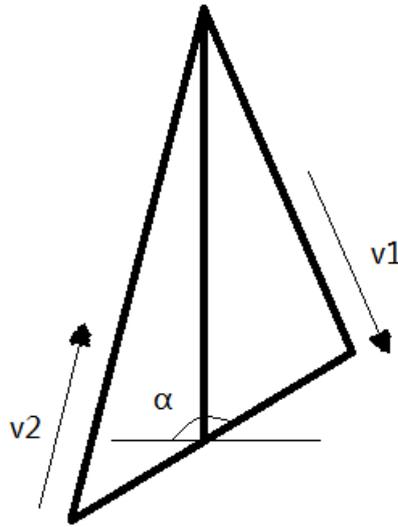


旋转 90° 时正视图



旋转 135° 时正视图

当翻转角大于 90° 时，v1，v2 的关系式为：



$$V1 = 6\omega * \cos(180^\circ - \alpha - \arcsin \frac{-6\cos\alpha}{\sqrt{(36+h*h+12*h*\sin\alpha)}})$$

$$V2 = \frac{-6\omega * h * \cos\alpha}{\sqrt{(36+h*h-12*h*\sin\alpha)}}$$

## 2.4 落吊：

缓慢伸长绳子，使钢板平稳落到指定位置。松开缆绳并回收，拆卸钢支架与电磁起重吸盘。翻转完成。

## 3 装置优点与缺点

### 3.1 装置优点

#### 1. 成本较低，方案易行

本方案中采用的主要加固结构为钢支架，且采用了简单的交叉结构，在保证结构强度的前提下，控制了成本，简化了工艺。方案中采用的电磁起重器则是工程常用设备，其本身具有携带方便，可移动的特点。龙门吊则是一般码头、造船厂的常见设备，因此本方案从设备角度讲有较高的可行性。

#### 2、十字型结构

在装置的加固装置中，骨架结构选择的是十字型钢架结构，这种结构较稳固，多个三角形形成了稳定的钢骨架结构，保证了在抬升和翻转时支撑甲板及舱壁，防止其发生弯曲变形。且十字型结构使耗钢量大大减少，节约了资源，降低了成本，而且大大减轻了装备的总质量，降低了钢缆抬升翻转的负担，有利于提高装备的寿命，且降低了额外的能耗。此外，在钢支

架上侧的钢柱做了加粗处理，使其能够更好的起到支撑作用。起吊时，钢支架受挤压；落吊时，钢支架受拉力。

### 3、嵌入式电磁吸盘更紧密。

在装置的加固装置中，粘固装置使用的是电磁吸盘，且直接将电磁吸盘卡入钢支架中，使电磁吸盘与钢支架的下表面相平，贴合更紧密，假如是电磁铁直接做吸附装置，则甲板可能以为电磁铁的强大吸力在电磁吸盘周围发生变形，而直接贴合则避免了这一问题。

### 4、使用电磁铁更灵活。

吸附装置选择的是电磁吸盘，利用的是电生磁原理，因此在起重过程中，可根据需要改变电磁铁的电流，控制磁力的大小，使其可应用的范围更加广泛，同时也能节约电能。另外，即使是其他的需要起重的物体，装置也能满足起重条件。

### 5、使用三脚架固定甲板与舱壁结构。

在固定甲板与舱壁之间结构选择的是三角架支撑。因为甲板与舱壁之间是焊接而成的，且厚度较薄，所以在抬升与翻转的过程中，焊接的位置容易因为装置晃动而发生变形、脱焊等现象，所以防止其来回晃动最重要。采用的三角架结构稳定，可有效地防止其晃动，且节省材料。

## 3.2 装置缺点

### 1、抬升力度不易控制。

在吊起甲板的过程中，需使甲板匀速缓慢上升，且始终保持与水平面平行。但是由于甲板与固定装置非规则几何立体，装置的重心没有位于几何中心，而上升时四根受力缆绳只有两根缆绳连线过装置重心，则在抬升过程中，四根缆绳的拉力不尽相同，且两两缆绳的收缩速度不同，因此在进行抬升的时候，如何控制四根缆绳的拉力使装备保持平衡会成为难题，重心不在几何位置也加大了计算难度，还有便是如何控制程序使装置按照计算进行也会成为限制装置的一个问题。

### 2、翻转速度不易控制。

在翻转过程中，小于  $90^\circ$  时，由原来承重的两根缆绳引导进行翻转，其中一根缆绳只能提供拉力，另一根缆绳提供阻力，如果因重力原因装置翻转速度加快，则只能加大一根缆绳的力去减速，此时会使这根缆绳的负荷急剧增大，甚至导致缆绳的断裂，其次是单根缆绳的减速可能会导致甲板有断裂倾向，增大了加固装置的负担。且在翻转过程中，由于重心没有位于翻转轴上，则给引导缆绳受力的计算加大了难度。

### 3、电磁铁存在问题。

在加固装置中，使用 16 个电磁吸盘卡到钢支架结构中吸附下面的甲板，且需要电磁吸盘的下表面与钢支架结构的下表面相平，则需要较高的工艺要求，既要使其不要凸出导致甲板变形，也要使其不凹进去保证应有的电磁吸力。除此之外，由于电磁铁卡在钢支架结构中，则其电源需位于钢支架结构中，同时不能影响稳固性，则需要为其专门设计电源装置。并且电磁铁一般所需电压较高，易发生触电。

附件 4 课程总结

## “海洋工程概论”课程学习总结报告



姓 名： 刘晓峰

学号： 3140101137

专业： 船舶与海洋工程

年 级： 船舶 1402

起至时间： 2017 年 7 月 21 日 - 2017 年 8 月 6 日

浙江大学海洋学院

2017 年 7 月

# 海洋工程概论课程总结

专业：船舶与海洋工程；姓名：刘晓峰；学号：3140101137

摘要：

海洋工程概论旨在建设活泼、生动、激发学生从事海洋工程研究兴趣的海洋工程概论型的课程，以讲专题性的报告向学生们讲解海洋工程各个领域的核心内容。具体专题包括：现代船舶技术、近海工程、海洋装备技术、海洋信息技术以及海洋科学简介等。这门课程使海洋工程类专业同学了解本学科最吸引人的地方和未来的发展方向，促使他们思考他们的兴趣和从事海洋工程专业工作的切入点，从而为今后的专业选择甚至选课，奠定基础。课程中采取的授课方式是集体授课、学生课外调研（文献资料、撰写调研报告）、课内交流讨论、实验室参观等四种方式。不仅让同学们丰富了自身知识，了解了学科发展方向，也增强了查找文献资料、沟通交流、团队协作的能力。对同学们自身素质的提高起了极大的帮助。

关键词：海洋工程概论专业选择发展方向具体专题授课方式

## Summary of marine engineering Conspectus course

Department of Optical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027,China;

Liu Xiao Feng

Abstract:

This course is designed to build an introductory course on ocean engineering that is lively and vivid for students interested in ocean engineering research, with a focus on the core content of the various fields of ocean engineering. The topics include: modern ship technology, Offshore engineering, ocean equipment technology, ocean information technology and ocean science. So that ocean engineering students to understand the subject of the most attractive places and the future direction of development, prompting them to think about their interest and engaged in ocean engineering professional work entry point, so as to the future professional choice and even elective, lay the foundation. In addition to the collective lectures, this course also includes student extracurricular research (literature, writing research reports), class discussion and laboratory visits. The teaching method is different from the general theory of curriculum, only by teacher theory introduction, teaching methods adopted in this course is collective teaching, extracurricular research (literature, writing research reports), class discussion, and laboratory visits in four ways. Not only for students to enrich their knowledge, to understand the direction of discipline development, but also to enhance the search literature, communication and teamwork ability. It has greatly helped the students to improve their own quality.

Key words: Introduction to marine engineering, specialty selection, development direction, specific topic teaching methods

# 海洋工程概论课程总结

## 一、课程内容简述

海洋工程概论课程旨在建设活泼、生动、激发学生从事海洋工程研究兴趣的海洋工程概论型的课程,以讲专题性的报告向学生们讲解海洋工程各个领域的核心内容;具体专题包括:现代船舶技术、近海工程、海洋装备技术、海洋信息技术以及海洋科学简介等。四个大专题每个又细分为三个小专题:1、海洋信息技术包括智慧海洋技术、水下声学导航、海洋信息与网络;2、港口航道与海岸工程包括海洋灾害与防灾、海洋泥沙运动与岛礁建设、航道技术与 CFD 技术;3、海洋装备技术包括海洋装备技术与人工系统技术、海洋观测技术、海洋能技术;4、现代船舶技术包括现代造船技术、海洋平台技术、水下潜器技术。在每个专题结束后,任课老师会给同学们提供与该专题相关的调研题目供同学们进行选择。同学们以小组为单位,共同完成这四个专业方向上的专题调研报告,老师则会从每个专题下的每个小组报告中挑选 4 个优秀报告进行展示,供其他组同学参考和借鉴。除了课堂授课、小组调研、报告展示外,在每个方向上都有实验室的参观活动,让同学们可以近距离地接触感受这些实验研究及实验器材,共计 4 次。

## 二、收获与体会

### 一、收获:

#### 1、知识层面上

通过这为期半个月的学习,让我们对海洋学科四个专业方向相关的专业知识与科研技术都有了初步的认识,而对于各专业同学自身对于未来大学三年学习和研究的方向也起到了很大帮助,对日后的自身的定位也有了较为明确的认识。理论知识方面,我本人是船舶与海洋工程的学生,在现代船舶技术这一专题中获益匪浅,四位任课老师为我们分别从三个小专题从宽广的角度,介绍海洋水面载体(船舶、各种水面平台)与水下载体潜水器技术,介绍海洋水体与各种载体的相互作用。让我对本专业未来的发展方向和专业领域所需要掌握的科研技术有了十分清晰的认识。另外三个方向(海洋信息技术、港口航道与海岸工程、海洋装备技术)上,虽然我并不是相关专业的学生,但作为海洋学院的学生,我同样十分感兴趣,同样学有所获:1、学习认识了海洋信息技术的发展过程、最新发展成果、未来发展趋势,以及目前我国在海洋信息领域所处的位置和亟需解决的问题;2、了解了近海与海岸工程中的最新发展成果与趋势海洋技术的最新前沿和发展趋势;3、初步认识海洋装备设计与制造技术、海洋人工系统技术、海洋传感器与海洋观测技术、海洋能技术。

#### 2、团队协作上

不同于高中的学习生活,在大学的生活中,很多情况下是以学习小组的团体形式进

行的，在日后的进一步学习深造中也有科研小组等团体形式，那么这就要求我们必须摆脱和摒弃以往那种完全以自我为主导的学习方式。在本次课程中，我们每个人都隶属于一个学习小组，由小组内的所有成员共同完成每一个调研报告，所有人对此付出了努力与汗水，当然也不乏小组内有同学浑水摸鱼的情况，这时候就需要小组的领导者发挥其领导和指挥作用。如果有了组织而没有领导，这个组织将不是一个完整的组织，一个组织的好坏与这个组织中的领导者有密切的关系。一个组织的存在，都有其组织的目标，其目标的达成，主要取决于该组织领导者的素质、领导的正确性和有效性。在本次课程中，我有幸担任了所在小组的组长，在每次的调研题目的选择上，不可能所有的组员意见都相同，作为组长，必须做出决断，并且有让每位组员能够接受和认可的理由。之后再各小组分配好调研题目后，同样需要组长明确地对每位小组成员进行相应的分工，以免重复作业；同时也要兼顾到每位组员的任务繁杂程度，彼此间协调均衡，另一方面也要考虑到组员的自身情况，扬长避短，发挥每位组员的个人所长，人尽其用。最后将所有的工作成果进行整合、审阅，最后提交。在团队中，其核心就是协调人际关系，根据人的行为规则去激发人的积极性，使一个组织里的人具有共同的目标，并为完成共同的目标而努力。这一点在目前的学习中是如此的，在日后的进一步学习研究中或是工作中亦是如此，这一点也是我在本次课程学习中的极大收获。

## 二、体会：

### 1、各专题老师教学水平精湛

每个专题的授课老师知识渊博、备课充分，口齿流利，结合精心准备好的PPT，将看似复杂的概念总是能用最通俗的语言让我们理解，并结合图片实例和视频文件等进行分析；

### 2、各专题知识连贯性好、专业性强

作为刚来到大学的新生，同学们对于自身专业的定位、前景、本专业所需要的专业知识都没有清晰的认识，老师们显然是十分了解清楚这一点，在课程的安排和课堂授课上，对于各专业的重点技术分为各个小专题，简介明了，在课堂授课中也会为同学们指点迷津，为同学们介绍与本专业相关的最新科研资讯，充分了解其前景与发展现状。

### 3、课堂互动性强

每位任课老师都十分和蔼可亲，由于同学们此前从未接触过本专业的知识，每次在讲完一些难以理解的知识点时，都会停下来请同学们举手提问，对同学们的疑问进行解答。

### 4、课程内容丰富、形式多样

海洋工程概论的授课方式为：集体授课、学生课外调研（文献资料、撰写调研报告）、课内交流讨论、实验室参观这四种，多样化的授课方式不仅丰富了同学们的知识面、促进了同学们的学习兴趣，还培养了同学们的团队协作能力、沟通交流能力、指挥领导能力除此之外，老师还为我们安排了几场报告会，邀请到了海洋方面的知名学者、教授等来为我们介绍相关知识、答疑解惑，为同学们未来的发展指明了方向。

## 三、专业学习定位与规划

通过课程中四个专业方向（主要是现代船舶技术方向）的学习，让我对自己未来的专业学习有了更加明确的方向。本专业的培养目标是为国家和地方培养具备船舶与海洋工程基本理论和知识技能，能在海洋工程装备、船舶及海洋工程领域开展相关设计、研究、开发、制造等方面工作，基础扎实、知识面广，能适应当今社会发展需要同时具有国际视野的船舶与海洋工程学科高级工程技术人员。主要的研究方向有：各类船舶与海洋工程结构物的设计研究、先进制造技术和工程管理等等。培养要求本专业学生主要学习船舶与海洋工程、力学、数学、物理等基本理论和基本知识，接受海洋工程、船舶设计与制造等方面的基本训练。对过对比课程设置，显然学院已经为我们安排得十分周详，专业核心课程中设置了流体力学、船舶结构力学、船舶静力学、船舶阻力与推进、船舶运动与操纵、船舶设计原理、船舶与海洋工程试验技术、海洋平台设计原理、海洋平台结构与强度等一系列专业性极强的课程，以培养我们的专业知识，提升我们的综合素质。在未来的学习中，学院或许能给我们提供一些帮助，但起主导作用的还是我们自己。在之后的学习中，我们应当将精力完全的投入到学习中，在学习专业课之前，掌握较扎实的自然科学基础，较好的力学、数学和工程数学等学科基础理论知识，打下扎实的基础。在学习专业课的过程中，努力掌握本专业从业应具备的船舶与海洋工程相关方面的设计、制造、计算分析、维护和管理所需的知识和技能，以及船舶与海洋工程专业实验的基本方法，学会使用实验仪器和设备，能够进行数据采集、处理和分析；同时在整个大学学习的过程中，注意培养自身的工作适应能力，具备一定的科学研究、技术开发和组织管理能力。

#### 四、对“海洋工程概论”课程的建议

转眼间为期十六天的海洋工程概论课程已经结束了，虽然课程时间并不算长，但是给同学们的影响确实十分深远。在此，谨提出我对这门课程的一些意见和建议，希望能够对老师以后的教学安排有所帮助。

##### 一、对于调研题目的分配方式的建议

本课程对于每个小组要求完成四个方向的专题调研报告，在每个方向上的各个专题介绍完后，小组进行选题。而在分配调研题目的方式上，助教采取的方式是先到先得，即在每个专题上依据各小组选择的时间顺序进行排列。但是这种方式在第一次方向结束后，就曾经引起大部分同学们的不满，因为每个专题的小组数目有上限，不同的调研题目难以程度也是各不相同，所以有些小组就无法选择到自己想要的调研题目，故而对这种方式存在着不满，质疑这种先到先得的方式。虽然我个人对于这种选题方式并无异议，但或多或少会有同学心存不满。所以在这一点上，我建议日后或许可以采用网上选题、随机分配的方式来进行，希望对以后的课程安排有所帮助。

##### 二、对于教师授课的建议

授课方面，每一位老师都精心准备了PPT，结合文字、图片、视频等，在四个方向的每个专题上为我们进行了详细的介绍和说明，同时也十分注重与同学们的互动交流，对于同学

们在该专题中提出疑问或是难以理解的点都进行了一一解答，形成了良好的课堂氛围，促进了同学们的学习兴趣。但是由于本课程同学们的人数高达一百六十多人，即使上课教室为大型阶梯教室，座位也是很快就坐满了，后排的同学们在课程的跟进上或许会稍有些吃力，老师在讲台上讲课也不可能频频走到后排来，所以我建议在老师们讲课的前一天就将课堂上要用到的 PPT 或是其他相关文件上传到讨论群中。一来，让同学们对于第二天的内容有所认识，做好预习，心中有数；二来，同学们对于自己不懂的内容也能十分方便地利用网络工具帮助理解，对于解决不了的问题可以记下来，第二天课堂上进行提问，提高课堂效率。这是我个人的一点小建议，希望对日后的课程安排有所帮助。

以上两点是我对这门课程提出的一点小建议，希望能对这门课程的课程安排的完善有所帮助。

## **致谢：**

衷心感谢海洋工程概论课程中的所有老师以及几位助教，感谢老师们的授课和对同学们的帮助，感谢助教对我们课程问题上的解答和反馈。感谢老师和助教这半个月的陪伴，和同学们一起，圆满的结束了这充满意义的一门课程。

附件 5：2016 级船舶、港航和海工专业的优秀调研报告交流会

**2016 级船舶、港航和海工专业的优秀调研报告交流会**

7月22号，海洋学院船舶、港航和海工专业2016级本科生参加了关于海洋信息技术方向的三场专题报告，由徐志伟教授、孙贵青副教授和徐敬副教授分别从智慧海洋技术、水下声学导航和海洋信息感知与网络三个方向介绍了海洋信息技术的发展过程，最新发展成果，未来发展趋势，以及目前我国在海洋信息领域所处的位置和亟需解决的问题，围绕海洋信息采集技术，海洋信息传输技术，海洋信息处理技术，和海洋信息技术的应用前景，师生们展开了热烈的讨论。





7月23号, 学生根据专题报告的内容, 以小组为单位查阅相关方向的文献, 并撰写了调研报告和PPT。7月24号, 师生们进行了优秀调研报告展示交流会。在交流会上, 导师根据学生展示的PPT提出对应的技术问题, 并和学生进行讨论。最后导师对学生的调研报告作出了总结性的建议。



通过此次调研报告的撰写、汇报、交流, 学生们掌握了如何查阅文献, 如何更好的深入调研以及如何更好的展示研究成果, 为将来的学习和科研打好坚实的基础。

## 附件 6：港航方向优秀调研报告交流会

### 港航方向优秀调研报告交流会

7月28日下午1:30-4:30，海洋学院海洋工程类2016级本科生参加了优秀调研报告的展示交流会。港航专业的老师就海洋灾害与防灾，海洋泥沙运动、岛礁建设，航道和CFD技术等三个方向分别给出了调研题目，同学们4人一组完成调研报告，最后选择12组优秀的调研报告进行展示和交流。

本次展示交流会在浙江大学舟山校区教学楼338举行，海洋学院港口、海岸及近海工程研究所的贺治国、胡鹏和赵西增三位老师担任评委。展示交流会上，同学们通过PPT生动地展示了自己的调研内容，阐明了自己的观点。每一个报告结束后，老师和同学们都纷纷提出问题，展开讨论。三位老师用自己丰富的经验，渊博的学识为同学们答疑解惑，有效地提高了同学们的专业素养，为今后专业知识的学习打下了良好的基础。

最后，贺治国教授对同学们的表现给予了高度的评价，同学也提出了中肯的建议和殷切的期望。三个小时的交流会气氛活跃，同学们讨论激烈，老师们解答详细。





## 附件 7：海洋装备方向优秀调研报告交流会

### 海洋装备方向优秀调研报告交流会

7月30日，海洋学院海洋工程类2016级168名本科生参加了关于海洋装备技术方向的三场专题报告，由黄豪彩副教授、樊炜副教授、王晓萍教授和张大海副教授分别从海洋装备设计技术与人工系统技术、海洋观测技术和海洋能技术三个方向介绍了海洋技术的发展趋势，旨在让学生了解海洋装备设计与制造技术、海洋人工系统设计、海洋传感器与海洋观测技术、海洋能技术。师生之间互相讨论交流，氛围相当融洽。

7月31日，学生根据专题报告的内容，以小组为单位选择一个方向开展调研，在查阅相关文献的基础上，每个小组都撰写了一份调研报告和PPT。

8月1日上午由专题负责老师审阅调研报告，并从42组报告中挑选出了12组优秀调研报告，下午，在教学楼338开展了一场优秀调研报告的交流会。在交流会上，导师针对学生展示的PPT内容进行提问，师生之间展开了热烈的讨论。



交流会持续了近3个小时，同学们纷纷表示了对海洋装备技术专家的认知。此次交流会给同学们了解海洋装备提供了契机，使同学们的很多疑问得到了解答，为同学们今后的科研路指明了方向。

## 附件 8：2016 级船舶、港航和海工专业本科生参观海洋信息实验室

### 2016 级船舶、港航和海工专业本科生参观海洋信息实验室

7 月 24 日上午 8:00，海洋学院船舶、港航和海工专业 2016 级 168 名本科生先后来海洋电子研究所和海洋信息工程研究所的实验室现场，开展了对海洋信息技术专业认知实习的深入了解。



在海洋电子研究所的实验室，相关研究生介绍了实验室的研究方向和目前的研究进展，详细介绍了研究内容的广泛应用领域，并且现场讲解了部分实验室仪器的功能和使用。



在海洋信息工程研究所的海洋声学技术实验室，相关研究生介绍了水下直升机定位技术-逆超短基线和甚低频水声地波联合探测技术，并展示了海底地震仪和矢量水听器的波形。



在海洋信息工程研究所的光波通信实验室,相关研究生介绍了在水下无线光通信方向的主要工作,利用信道建模与仿真方法充分研究了海水信道特性。通过选取合适的光源、光调制方式以及调制复用技术,来实现在有限的宽带中尽可能地提高水下传输速率等。并开始着手研究水下无线光通信网络 and 安全性问题。

通过认知学习,学生对海洋信息技术的理性认识得到了提高,并对今后的专业知识的理论学习与实践有了进一步的加强,对今后将要从事的工作方向有了比较全面的认识和理解。

## 附件 9：港航方向实验室参观

### 港航方向实验室参观

7月21日下午3:00-5:00, 海洋学院海洋工程类专业2016级168名本科生分批参观了学院的主要实验室。在实验设备部两位老师的带领下, 同学们依次参观了近海馆、园池馆、水声馆、港工馆。

老师的讲解深入浅出, 生动形象, 涉及了各个实验设备的基本特征和功能、所研究的领域、关联的热点科学问题和重大的实际意义。听讲的同学们不论专业, 都表现出了极大的兴趣。其中, 在参观近海馆的过程中, 2014级的博士生谈利明和2017级硕士生王衍桥正在大断面水槽中进行“波流耦合对植被影响”的实验。由木架支撑的波高仪和流速仪插入水中测量数据, 通过铺满地面的数据线与电脑连接, 电脑屏幕上实时显示着数据的变化, 清晰而直观。参观的同学们围着电脑不停地提问和讨论。

两个小时的参观活动很快就结束了, 这对同学们了解实验研究方法, 培养基本的实验意识有很大帮助。



## 附件 10: 海洋装备方向实验室参观

### 海洋装备方向实验室参观

8月1日上午8:00, 海洋学院海洋工程专业2016级168名本科生来到海工楼的实验室参观学习, 深入了解实验室情况及研究生的学习和生活状态, 激励他们奋发向上, 努力学好科学文化知识, 将来为国家的科学技术的发展贡献力量。

在本次参观活动中, 海洋技术研究所开放的实验室有海洋观测技术实验室、海洋能技术实验室、海洋光电感知实验室、海洋探测技术实验室、人工系统技术实验室以及 ROV 实验室等。各实验室的硕士博士向参观的同学细致并以通俗的语言介绍了各自实验室的研究内容、师资力量以及实验室各分区的功能定位等等, 对实验室的介绍也引起同学们浓厚的兴趣。





本科生表现出了对科研的强烈兴趣，在参观的同时，不时向我们研究生学长们提出自己的想法和问题，我们的研究生总是给予热情地回应，参观实验室取得了良好的互动效果。