

课程综合设计课程教学大纲

课程代码：74120800

课程中文名称：课程综合设计

课程英文名称：integrated course design

学分：2.5 周学时：1.0-3.0

面向对象：

预修要求：流体力学、自动控制原理、电路与模拟电子技术、微机原理与接口技术

一、课程介绍

（一）中文简介

本课程以水下机器人为载体，以机器人的结构、动力、运动、通信、控制、材料、导航、作业能力设计以及阻力分析等为重点，以课堂教学和创新实践相结合的方式，把教学、创新设计及竞赛高度融合，要求学生协作完成微型水下机器人实物并进行水池测试。本课程面向本专业海信方向学生，以牢固掌握专业知识为目标，使参与者能够把机械、电子、控制、力学、材料、通信、计算机、信息等基础课程在水下机器人设计环节实现融会贯通，并通过合作竞赛，培养团队精神和创新意识。

（二）英文简介

With the underwater robot as the carrier, the structure, dynamics, motion, communication, navigation, control, materials, design of operation ability and analysis of resistance as the focuses, combined with classroom teaching and innovative practices, teaching, innovative design and competition are highly fused in the course, requiring students to complete the mini underwater robot and tank test by group. This course is aimed for the students of Marine Information Major to firmly grasp the professional knowledge as the course enables the participants to achieve mastery on mechanics, electronics, materials, control, communication, computer, information and other basic courses. And team spirit and innovation consciousness is cultivated through the cooperation competition.

二、教学目标

(一) 学习目标

本科目通过水下机器人技术综合训练,使本科生得到科研业务锻炼,增强课堂知识的熟练应用,打牢本专业知识功底;达到教学、研究与应用相辅相成的目的,增强学生学习水下机器人等海洋装备的兴趣,形成教学特色。课程将通过水下机器人设计原理的教学,以及学生自主研读相关论文,互相交流讨论相关关键技术和科研结果等,培养学生的研究学习兴趣及动力;通过以小组为单位设计并动手制作一种水下机器人,使学生掌握水下机器人动力建模设计、控制理论与应用、结构分析与设计、电力电子线路、软件开发、传感器信息及信号处理、材料分析等基本方法,并在系统方案设计中了解最佳性能评估的方法,包括静水性能分析:浮性及稳性,应用经验公式和系列图表等方法来预估水下机器人的水动力性能和推力需求;通过结构分析与设计,掌握耐压结构设计、配重等方法;通过控制系统的学习和应用,掌握控制电路设计、控制算法设计和调试;结合推进系统的设计,估算推进功率及航速。最后,学生能依靠团队力量,分工协作,制作水下机器人实物样机,并进行实际测试。

(二) 可测量结果

- 1) 规定学生分组完成开题报告、中期报告和成果报告
- 2) 由学生分组制作微型水下机器人实物样机,及实现功能及性能测试情况
- 3) 实物样机水下设计总结与分析报告

三、课程要求

(一) 授课方式与要求

- 1) 教师讲授(讲授核心内容、总结、按顺序提示今后内容、答疑、公布讨论主题等);
- 2) 实验室动手设计(按照课程设计题目进行和课堂推荐参考文献,分成固定小组动手制作水下机器人样机,完成整个学期的综合训练);
- 3) 团队合作完成开题的系统方案设计、中期检查、设计总结报告;
- 4) 实物样机,期末进行水池实际测试和性能评估。

(二) 考试评分与建议

- 1) 实物测试成绩:60%,通过每组同学实际制作的“水下机器人”,按照竞赛规则进行比赛,根据竞赛评审委员会的评定结果,确定竞赛名次以及实物测试成绩。
- 2) 制作成绩:20%,根据开题答辩、中期检查、和预赛情况,有课程组教师确定。

3) 日常成绩：20%：包括设计总结报告等资料、实操练习、考勤情况、交流互动情况。

四、教学安排

每周一次课，4 个课时。

周次	授课主题	理论课	实验课
1	如下	4 课时 介绍水下机器人竞赛的情况，可请学生关注的网站； 公布课程教学方式，发布并解读竞赛题目；以及学生自主选题的要求，给出自主题目的格式要求。 以工程项目为例，介绍水下机器人基本原理与组成结构 要求学生自主组队，基本原则 3 人/组。 每组经费原则上不超过 1000 元	无
2	如下	2 课时， 介绍水下机器人设计过程、要点、方法与开题报告格式。	学生调研，进行题目分析和方案设计，机器鱼实操训练
3	如下	2 课时；1 位教师介绍水下机器人外形（结构）、阻力估算、密封基本方法，给出设计原则；1 位教师介绍推进、能源 1 节	
4	如下	开题答辩：各小组介绍设计方案，交流，经费预算；制作成 PPT，每组讲述 10 分钟，计时。全体授课教师。	学生调研，进行方案设计与修改完善
5	如下	2 课时：1 位教师介绍控制与导航；1 位教师介绍遥控操作。理论课结束开展机器鱼实操比赛，智海楼 503。	各模块具体设计论证；包括能源、结构、电路、推进、控制等学。
6	如下	2 课时：1 位教师介绍光学；1 位教师介绍通信	
7	如下	2 课时：1 位教师介绍机器人；1 位介绍算法	
8	如下	中期检查：要求学生完成全部详细设计，已有部分实物 每组介绍方案，教师评判，纠正不可行的方案等。ppt 讲述，计时。全体授课教师。	问题解答、互动交流
春学期开始，学生在实践创新基地（海工楼 205、207）进行具体的实物制作； 该基地向选修学生全天候开发，要利用大量时间来制作出竞赛的实物			

9-11	如下	学生实际制作、调试“水下机器人”，每次保证有2位教师，在实践基地进行指导，解答学生问题。	
12	如下	浙江大学“水下机器人竞赛”预竞赛；全体教师；竞赛结束后，进行分析总结，指出共同的问题，要注意的问题等；	全体教师解决共同的问题
13-15	如下	学生调试、完善“水下机器人”，每次保证有2位教师，在实践基地进行指导，解答学生问题。 检查竞赛准备情况，提醒注意事项。	
6月10日，周六； 校级竞赛（邀请本科生院相关部门领导参加，其他学院评审专家）		要准备好竞赛相关资料； 竞赛评分表等等。（每个组做一个poster，占10%；实物竞赛成绩，70%；答辩：占20%，介绍方案，重难点及解决方案）当天宣布竞赛结果。全体授课教师参加。 一等奖：1队 二等奖：1-2队 三等奖：2队	注意：竞赛资料整理，形成报告，
16		教师工作： 1) 提请学生提交设计总结报告、设计资料、程序代码等（给出要求和格式模版），进行刻盘保存（相当于是试卷）。 2) 根据成绩评定方法，课程组教师讨论确定学生课程成绩。 3) 进行课程及竞赛总结： ? 进行课程教学总结； ? 完成竞赛总结报告；丰富竞赛网站内容。	

周次	主题	具体内容	学时	阅读材料	思考题
1	发布题目	讲解竞赛题目 讲解课程要求 介绍研究现状 介绍水下机器人工作原理与组成	4+0	a. AUV 的研究现状与发展趋势; b. ROV 的研究现状与发展趋势; c. 其它类型水下机器人相关文献.	简要描述水下机器人分类及其工作原理.
2	设计方法	确定分组名单 介绍水下机器人设计流程、要点。讲解开题报告格式、规范和要求 以工程项目为例,讲解水下机器人关键技术及解决方案	2+2	a. T. I. Fossen, “Marine Control Systems: Guidance, Navigation and Control of Ships, Rigs and Underwater Vehicles (Marine Cybernetics AS)”. ISBN 82-92356-00-2. b. 水下机器人. 蒋新松等 c. 无人水下航行器进展 (外文译著). 电子工业出版社.	a. 如何估算水下机器人所需能源的总功率和总电量? b. 设计要点.
3	结构、推进	介绍微小型水下机器人密封方法,包括线缆密封,接口密封,电机密封,开孔方法。 介绍外形和阻力,包括阻力计算公式,外形绘图方法。 介绍微小型水下机器人能源设计、推进设计方法,包括功耗计算公式,推进器选择方法,使用方法	2+2	a. 国际知名品牌水密接插件样本 b. 李殿璞, 船舶运动与建模, 哈尔滨工程大学出版社, 1999. c. 小型水下机器人外形及其直航阻力特性研究. 哈尔滨工程大学硕士论文 d. 小型水下机器人本体结构设计及水动力仿真. 扬州大学硕士论文. e. 超小型水下机器人对转集成电机推进器研究. 哈尔滨工程大学硕士论文.	a. 如何对电机进行动密封? b. 怎样选择合适的推进器以及怎样合理布置? c. 怎样给亚克力管开孔? 引出电缆后怎么进行密封?
4	开题答辩	开题答辩: 各小组介绍设计方案, 交流, 经费预算; 制作成 PPT, 每组 10 分钟。全体教师参加。	3+1		a. 你的设计方案存在什么问题? 怎样解决?
5	控制、遥控	介绍微小型水下机器人控制技术与导航算法, 包括运	2+2	a. 超小型水下机器人关键性能提升技术研究. 华南理工大学博士论文.	a. 水下机器人的三维运动是如何实现的? 举几种基本控制方法

		<p>动控制原理, 传感器选择和使用, 单片机使用方法</p> <p>介绍微型水下机器人遥控方法, 包括无线遥控原理与实现方案, 无线遥控性能概述, 无线遥控装置使用方法</p>		<p>b. 微型水下机器人运动控制. 哈尔滨工程大学硕士学位论文.</p> <p>c. 陆妹. 遥操作水下机械手主从控制系统研究: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2001.</p> <p>d. 刘寒冰, 赵丁选. 临场感遥操作机器人综述. 机器人技术与应用, 2004(1):42-45.</p> <p>e. Niemeyer, G., and Slotine, J.-J. E. Stable adaptive teleoperation. IEEE Journal of Oceanic Engineering, 1991, 16(1):152-162.</p>	<p>b. ROV 遥操作控制的实现方案; 通讯时延对遥操作性能的负面影响, 及其控制改进思路。</p>
6	电路、通信	<p>介绍微型水下机器人电路制图和测试方法, 介绍水下通信技术, 包括光学通信, 水声通信, 包括通信性能与基本使用方法。</p> <p>介绍光学数据处理方法, 光学传感器使用方法, 介绍基于光学的目标识别基本算法。</p>	2+2	<p>a. 基于水声通信的水下机器人协作技术研究, 方雁峰, 舰船科学技术, 2015.</p> <p>b. 水下机器人通信与控制技术研究, 杨薇, 舰船科学技术, 2015.</p> <p>c. Underwater Optical Wireless Communication, Hemani Kausha; Georges Kaddoum, IEEE Access, 2016</p> <p>d. 《微机原理与接口技术》, 浙江大学出版社</p> <p>3. C. D. Mobley, Light and Water: Radiative Transfer in natural waters, Academic Press: San Diego, CA, USA, 1994.</p> <p>4. L. A. Torres-Mendez and G. Dudek, Color correction of underwater images for aquatic robot inspection. Energy Minimization Methods in Computer Vision and Pattern Recognition, Proceedings, p. 60-73, 2005.</p>	<p>a. 常用的水下机器人通信与接口技术有哪些? 各自的优缺点是什么?</p> <p>b. 水下声通信最大通信距离、速率、带宽和频率的关系?</p> <p>c. 水对光学成像有哪些影响?</p> <p>d. 设计水下机器人视觉系统, 识别水面彩球。</p>
7	机器人、算	介绍机器人基本工作原理、	2+2	a. 朱世强等, 机器人技术与应用, 浙江大学出	a. 角度、距离定位各自的应用场景及实现方案

	法	共性问题和发展趋势。 概述人工智能和机器学习前沿理论,介绍人工智能在水下机器人中的应用实例和方法。		出版社。 b. 角度、距离定位原理及相关算法 c. S. Boyd and L. Vandenberghe, Convex optimization, Cambridge University. c. 人工智能——一种现代的方法(外文译著). 清华大学出版社	
8	中期检查	中期检查: 要求学生完成全部详细设计, 已有部分实物。 每组介绍方案, 教师评判, 纠正不可行的方案等。全体教师。	3+1		a. 你的设计存在什么问题? 怎样解决? b. 目前存在什么难题? 怎样解决
9-11	实验	学生制作, 教师答疑	0+12		a. 你的设计存在什么问题? 怎样解决?
12	模拟竞赛	举行“水下机器人竞赛”预竞赛	0+4		a. 你的设计存在什么问题? 怎样解决?
13	实验	学生制作, 教师答疑	0+4		a. 你的设计存在什么问题? 怎样解决?
14	实验	学生制作, 教师答疑	0+4		a. 你的设计存在什么问题? 怎样解决?
15	实验	学生制作, 教师答疑, 竞赛检查	0+4		a. 你的设计存在什么问题? 怎样解决?
16	成果提交	学生提交相关资料(给出要求和格式模版)根据竞赛结果、平时情况和资料整理情况, 给出课程成绩。	4+0		a. 资料是否完整? 表达是否清楚? 格式是否规范? b. 这门课程教会你什么?

五、参考教材及相关资料

- [1] T. I. Fossen, “Marine Control Systems: Guidance, Navigation and Control of Ships, Rigs and Underwater Vehicles (Marine Cybernetics AS)” . ISBN 82-92356-00-2, 1st. Ed., 3rd. Printing, 2002.
- [2] R. Burcher and L. Rydill, Concept in submarine design, cambridge university press, 1994
- [3] 朱世强等, 机器人技术与应用, 浙江大学出版社.
- [4] 陈鹰等, 海洋技术教程, Ch 6 and Ch.14.
- [5] 蒋新松等, 水下机器人, 辽宁科学技术出版社, 2000
- [6] 严卫生, 鱼雷航行力学, 西北工业大学出版社, 2005.
- [7] 李殿璞, 船舶运动与建模, 哈尔滨工程大学出版社, 1999.
- [8] G. Antonelli; S. Chiaverini; R. Finotello; R. Schiavon, “Real-time path planning and obstacle avoidance for RAIS: an autonomous underwater vehicle,” *Oceanic Engineering, IEEE Journal of* , vol.26, no.2, pp.216,227, Apr 2001, doi: 10.1109/48.922788

六、课程教学网站