广东省高职教育教学改革项目

成果实证材料

项目名称： 基于三二分段专升本轮机工程专业协同育人培养模式的改革与探索



目录

1.项目研究报告1份……3

2.教研论文2篇

1）有关航海类专业船舶电气与自动化课程教学研究.现代职业教育，2019 ……12

2）“船舶电气设备及系统”课程教学改革的探讨.现代信息科技，2019……14

3)“学研创赛证”融通的高职轮机专业产教融合实训基地教学体系构建 天津航海，2022……17

4）基于轮机模拟器的ERM课程教学改革.中国水运，2022……23

3.广东省 2021 年度线上线下混合式一流课程《船舶主推进动力装置》……25

4.基于轮机工程专业专插本一体化教育体系研究-中国交通教育研究会课题……26

5.三二分段轮机工程专业转段考核方案……27

6.三二分段轮机工程专业人才培养方案……32

7.三二分段轮机工程专业教学文件

1）三二分段轮机工程专业课程大纲……134

2）三二分段轮机工程专业实验教学大纲……197

3）三二分段轮机工程专业实验指导书……222

8.三二分段轮机工程专业学生成绩汇总表……330

《基于三二分段专升本轮机工程专业协同育人培养模式的改革与探索》研究报告

十八届三中全会以来，党中央提出的“加快现代职业教育体系建设，深化产教融合、校企合作，培养高素质劳动者和技能型人才”，加快培养社会急需的“高技能且具有本科综合素质”的应用型人才，《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010-2020 年）》倡导“联合培养”的理念与机制，提出要“创立高校与科研院所、行业、企业联合培养人才的新机制”，2015 年教育部等三部委在《关于引导部分地方普通本科高校向应用型转变的知道意见》中正式提出“协同育人”模式，“创新应用型技能人才培养模式，建立产教融合、协同育人的培养模式。” 2012 年，广东省发布了《广东省人民政府关于深化教育体制综合改革的意见》文件，提出要在高等教育领域进行教育体制综合改革；2014 年省教育厅发文《广东省教育厅关于开展 2014 年高职院校与本科院校协同育人试点申报工作的通知》，提出响应国家层面协同创新、协同育人的新要求，在省内高校之间开展高职院校与本科院校“协同育人”的试点。试点高职院校以“三二分段专升本应用型人才培养试点”的名义，通过普通高考与其他专业同批次录取，试点专业学生按五年人才培养方案要求，完成三年高职学段学习，获得普通高职毕业证书，通过转段选拔考核后进入对口本科院校试点专业学习两年，再获得试点本科院校本科毕业证书和学位证书。

为了有效履行 STCW 公约马尼拉修正案，中国海事局颁布了“中

华人民共和国海船船员适任考试和发证规则”(“11 规则”)。为提高航海教育质量，各方协同发力，教育部和交通部在 2012 年 3 月联合发布进一步提高航海教育质量的若干意见，要求设置航海类专业的高等学校组织实施航海技能型人才培养工程，指明了重点突出航海职业技能的培养。

当今世界，高素质的海员短缺将成为影响国际海运发展的瓶颈。国内本科院校航海类学生招生几乎年年不足，且航海类毕业生有一定比例学生不考证、不上船，近年来航海类毕业生数量无法满足航运企业的需要。

为响应国家的教育方针，加快符合新规的海船轮机员的培养，探索一条新的培养模式，以广州航海学院和广东交通职业技术学院的航海类优势特色专业为依托，重点探索以职业需求为导向、以协同育人为手段的专本连读应用型本科人才培养方式，通过建设一批人才培养协同创新示范平台，在高校与高校之间、高校与企业之间、高校与科研院所之间以及高校与地方政府之间开展协同创新、协同育人等多种形式的合作。重点结合广州航海学院与广东交通技术职业学院在轮机工程专业之间的优势，对人才培养方案及培养过程进行整体设计，以两校联合培养为主体，企（事）业等参与协同培养的新机制，积极探索推进校企合作、工学结合等提高办学质量和效益的途径，与企业广泛开展更加深入的实质性合作，将职业教育与产业发展同步规划，融合发展。

本项目将在培养方案设置上各有着重，针对航海类学生，高职阶段将突出职业技能培养，获取职业岗位专业证书，本科阶段注重拓展学生的学科视野，提升学生的专业与职业能力，突出教学实践能力的培养，培养学生的职业从业能力，确保学生获得毕业证书与学位证书。充分发挥广州航海学院在本科应用型人才培养和广东交通技术职业学院在技能人才培养的优势，通力合作、协同培养航海类专业急需的“高技能且具有本科综合素质”的应用型人才，构建从初级到高级的技术技能人才完整培养链条，完善现代职业教育体系，满足经济社会发展对不同类型不同层次人才的需求，培养一大批符合广东经济社会发展需要的高素质应用型本科人才，努力构建广东职业教育人才培养的“立交桥”与现代职业教育体系的探索中发挥重要作用。

本项目将重点研究依照“三二分段”专升本应用型人才培养专业标准，广州航海学院与广东交通技术职业学院等协同指定职教特色鲜明的，突出教学实践能力培养的人才培养方案，避免出现重复、雷同等课程体系衔接问题。

拟解决的问题：

1.在三二分段过程中引入有效评价体系，为学生是否适合本科教育提供科学依据。

2.我院与广东交通技术职业学院轮机工程专业课程体系的衔接。

3.如何充分发挥本科院校的学科优势、师资优势，又要利用高职院校实训和企业资源优势，从而构建适应高级技术技能型人才培养的资源共享机制。

具体实施情况：

1.创新管理体制

在管理体制上，推进我校与高职院校、相关行业等的深度融合，打破高校与其他创新主体之间的体制壁垒，探索建立适应协同创新、协同育人的人才培养和科学研究新模式。前三年由广东交通技术职业学院负责（广州航海学院协助）教学、学生管理工作等，学生符合相关条件和要求，获得广东交通技术职业学院普通高职毕业证书。经我院轮机专业组织相关专家对学生进行严格选拔，优胜劣汰选出符合条件的学生，开始有我院负责教学、学生管理工作等，经两年的教育培养，符合我院毕业条件的学生，由我方颁发普通本科毕业证书和学位证书。

2.探索招生制度

我院与广东交通技术职业学院在招生方案上进行了充分协商研究，逐步完善“三二分段”专本连读转段学生考核标准，提出由广东交通技术职业学院招生专科学生进入“三二分段”专本连读应用型人才培养实验班，以“宽基础、活模块”的结构体系设置实验班的课程，进行分段学习，学生前三年在广东交通技术学院完成学业，获得相应学业证书，在高职学习阶段的第六学期，参加广州航

海学院组织的高职升为本科的转段选拔考核，达到要求者将进入广州航海学院继续两年的本科阶段学习，两个阶段分别考试，分别招生。

我院与广东交通技术职业学院共同制定了《三二分段专升本应用型人才培养试点项目转段考核方案》，主要内容包括确定转段考核包括公共课程考核、基本素质考核和专业能力考核三个方面，公共课程考核《英语》、《高等数学》两门课程，学生在高职学习阶段第五学期结束前报名，在第六学期初参加当年全省“专插本”考试。由省教育考试院统一命题，统一考试，统一评卷。基本素质考核采用过程考核，以学生在校期间 1-4 学期综合测评结果为准。专业能力考核包括专业理论、专业技能两方面。专业理论考核《专业综合》、《主推进动力装置》、《轮机英语》三门课程，《专业综合》考核成绩采用高职阶段专业主干课程的分数平均值。《主推进动力装置》、《轮机英语》考核由广州航海学院轮机工程专业命题，并在转段考核公共课程统考结束后一周内组织。专业技能考核要求学生在广东交通技术职业学院学习期间取得基本安全培训合格证、精通救生艇筏和救助艇培训合格证、高级消防培训合格证、精通急救培训合格证、保安意识培训合格证、负有指定保安职责船员培训合格证、无限航区 3000KW 及以上三管轮、无限航区 3000KW 及以上值班机工等证书之一。

我院在三二分段转段考核专业理论考核中经两学院协商选择《主推进动力装置》、《轮机英语》课程，主要目的在于一方面考核

学生的英语能力，为培养与国际接轨的高级轮机员打下基础，另一方面考核学生对船舶机舱主要设备的了解、掌握、管理的能力，便于后期本科阶段的学习中有一定基础。成绩需达到广州航海学院最低分数线，保证了后续本科教育的质量。

3.招生情况

我院与广东交通技术职业学院从2018年开始进行“三二分段”专本连读应用型人才培养实验班，经过严格考核共招收三届学生，2018年招收9名轮机工程专业学生，2019年招收8名轮机工程专业学生，2020年招收28名轮机工程专业学生，由于2018、2019年招收的学生人数较少，经过协商采用把学生分散插入到原本科生班，2020年采用独立编成一个班进行教学，从教学和管理效果上，独立成班可针对学生的学习基础情况以及心理状况在教学安排上进行调整，效果较好。

4.对人才培养方案及培养过程进行整体设计

通过探索本科高校与高职院校之间的校校合作，并与企事业单位协同培养应用型本科人才的新机制，形成具有鲜明航海特色专业的培养方案，完成职业教育与本科教育的无缝对接，完善“三二分段”专本连读应用型本科人才培养模式，进一步拓展高职与本科衔接方式，提高高职教育对考生的吸引能力，提高高职院校的生源质量，有利于本科高校深化应用型人才培养模式改革，引导和推动广州航海学院向应用技术类型高校转型发展，提高高等教育服务区域

经济社会发展的能力和水平。

我院按照“产教融合、专业对接、课程衔接、专本一体、协同育人”的思路，会同行业、企业共同制定了《轮机工程学院轮机工程专业人才培养方案（三二分段)》，该培养方案主要提出了培养目标和培养要求，对学制、学分、学位做出了具体规定，特别是在课程安排上，主要考虑一方面保证达到本科素质教育，另一方面达到中国海事局颁布的“中华人民共和国海船船员适任考试和发证规则”(“11 规则”) 的要求，重点安排了《船舶主推进动力装置》、《船舶辅机》、《船舶电气及系统》、《轮机自动化》、《轮机维修》、《船舶管理》、《轮机英语》、《轮机英语口语》课程的必修，要求在教材的选用上要兼顾本科教育注重理论知识以及轮机员考证注重实际操作与管理。另外，为了拓宽学生的就业渠道，安排了两个方向的选修，一个是电气与自动化方向，包括《PLC 与现场总线技术》、《船舶电气设备维修技术》、《船舶电站及其自动化装置》，另一个是轮机维修方向，包括《船舶液压机械原理及维修技术》、《设备安装与调试》、《船舶与港口防污染技术》。还考虑到学生提升自己的创新能力，开设了《智能船舶概论》、《船舶动力装置故障诊断与可靠性》、《创新思维》、《轮机创新创业专题》等选修课程，同时，满足学生轮机员考证的要求，开设了轮机员评估考核所需的实训课程，如《机舱资源管理》、《动力设备操作》等多门课程。该培养方案从学生实行情况，效果良好。

5.教学文件的制定与优化

为了提高三二分段学生的本科教学质量，针对学生理论基础知识相对不足的缺点，我院对2020级独立成班的三二分段学生的教学文件进行了完善与优化，特别是专业主干课程《船舶主推进动力装置》、《船舶辅机》、《船舶电气及系统》、《轮机自动化》、《轮机维修》等，因其已经在广东交通技术职业学院学习并掌握了基础知识和基本操作，但缺乏完整理论知识的学习，对以后工作和进修造成了不少困难，我院组织教师重新优化了《轮机工程专业课程大纲（三二分段)》、《轮机工程专业实验教学大纲（三二分段)》、《轮机工程专业实验指导书（三二分段)》，加强了理论知识部分，适当缩减了操作管理部分，对海事局“中华人民共和国海船船员适任考试和发证规则”(“11规则”）中评估实训内容进行了保留，保证了学生能够顺利通过轮机员考证。

6.本项目实施情况

经过三届学生在我院的本科学习，全面贯彻执行了《轮机工程学院轮机工程专业人才培养方案（三二分段)》，参加了我院的各科课程考试以及国家海事局组织的专项技能考试、海船三管轮适任证书考试，不少学生取得了优良的成绩（见《三二分段轮机工程专业学生成绩汇总表》)，有些学生还积极报名参加了考研，从用人工作单位反馈信息，学生勤劳肯干，有一定的理论基础，专业知识扎实。同时针对三二分段学生自动化课程的教学改革，团队老师发表了《有关航海类专业船舶电气与自动化课程教学研究》、《“船舶电气设备及系统”课程教学改革的探讨》论文。

本项目的改进建议：

进一步针对三二分段学生的情况完善其人才培养方案，对各课程的教学文件进一步优化，加强轮机工程专业前沿技术的传授以及创新思维的培养。

有关航海类专业船舶电气与自动化课程教学研究①

张志斌[1],滕宪斌[1],徐 敏[2],何煜旻[1],张俊爽[1],王明峰[1]

(1.广州航海学院 轮机工程学院,广东 广州 510725;2.广州文冲船厂有限公司,广东 广州 510727)

[摘 要] 以航海类专业船舶电气与自动化课程教学为例,从当前该课程开设现状及教学方法、教材、师资等方面存在的主要问题出发,探讨课程教学方法及师资等方面的改进思路,并提出相关对策与建议,以期缓解该课程教学质量下降的趋势。

[关 键 词] 课程教学;船舶电气;自动化;11规则

[中图分类号] G642 [文献标志码] A [文章编号] 2096-0603(2019)19-0088-02

随着科学技术的飞速发展,船舶现代化、自动化及智能化技术的应用程度也日益高端,船舶电气及自动化设备的高度发展虽提高了船舶设备控制的可靠性,减少了船员的劳动强度,但也对船舶操作人员的船舶电气及自动化水平提出更高的要求。为适应船舶自动化的发展,2011年国家海事局出台《中华人民共和国海船船员适任考试和发证规则》(11规则),该规则不仅将船舶新增的新技术、新设备等理论和实操作为船员考证内容,还将轮机自动化整门课作为操作机轮机员的考试科目,并与船舶电气合并为船舶电气与自动化并作为新的适任证书的考试科目,纳入操作级海船轮机员认证的考试。

实施"11规则"以来,广州航海学院自2013年升本起,轮机工程专业学生在船舶电气与自动化科目考证中一次通过率一直比较低(与其他科目相比),2016年作为本科生第一届考证,本课程通过率为44.2%,与实施"04规则"时,船舶电气一次通过率在85%以上相比,差距很大。就全国航海类院校考证通过率而言,也是创新低,根据交通部海事局2016年统计:大连海事大学一次通过率大约为40%,上海海事大学为40%,集美大学为29%等。所以船舶电气与自动化课程的掌握程度严重影响本专业学生适任证书的整体通过率,进而影响学生就业。因此,对船舶电气与自动化的人才培养方案、课程体系及教学方法等进行探讨和研究有着重大意义。

一、船舶电气与自动化课程教学存在的问题

(一)教学方法相对滞后

由于作者先后在国内不同的航海类院校学习和工作过,通过对几所不同的航海类院校观察和研究,当前国内航海类院校普遍存在问题主要表现如下。

1.教学方法相对比较单一

调查发现,专家和学生对课堂教学最不满意的是教学方法和手段,学生认为教师教授手段及方法单一,且没有新意,缺乏相应的教学艺术和启发,其"教学"仅完成"教"的过程而没有到达"学"的目的。船舶电气与自动化这门课通过率低,这不得不引起我们的重视。

2.教学和教研活动缺失或过于形式

其实,很多教师都意识到现有教学方法已无法满足学生的"胃口",其教学效果已与培养专业人才这一目的不相适应,但碍于学校体制及考核制度,无法或无精力进行相应的改变和改革。学校教学方法改革的阻力主要源于学校、教师和学生等方面。主要阻力有:(1)教学中心地位与实践不符,虽然高校最基础、最根本的工作是培养社会所需人才,但由于多方面原因,教学之中心地位受到冲击,存在重视理论而不重视实践等问题;(2)教学与科研关系失衡,由于现在很多高校的职称晋升和工资福利、考核要求等突出对教师的科研能力、学术水平的考核而非重点考察教学业绩,在此指导棒下,教师重科研轻教学,教学方法改革不被重视,教师的教学探索和研究得不到支持和鼓励,极大地损伤教师研究教学、进行教学方法改革的积极性;(3)学校管理过分强调教学规范、程序,以统一、刻板化、程序化的标准来评估不同学科专业、不同课程教学的优劣成败。

(二)船舶电气与自动化课程所用教材不科学合理

通过近几年的教学发现,船舶电气与自动化所用教材存在以下问题:

1.教材的选取不能同时满足教育部门和海事局的要求

众所周知,航海类院校不仅要接受教育部门的行政领导和规范要求,而且还要接受海事局等行业部门的行业规范。就拿船舶电气与自动化课程教材为例,由于这门课程属于船员适任证书考试课程,其选用教材多采用中国海事服务中心组织编写的考试培训教材,这类教材涉及这门课程考证所需的知识点,但是对于学校来说,为顺利通过教育部门组织的学校学士学位评估中,要尽量减少使用培训教材,尽可能使用国家级规划教材或精品教材。现阶段,我院采用的这门课教材里面具体内容与系统和考证要求系统不一致或不一样,这就导致教师授课无法同时满足这两职能部门的不同要求。

2.教材内容不能完全覆盖国家海事局下发的《海船船员适任考试与评估大纲》

由于《海船船员适任考试与评估大纲》是根据行业工作需求

①本文受广东省创新强校工程项目和广东省教育厅教改课题资助。

作者简介:张志斌(1982—),男,就职于广州航海学院,副教授,轮机工程专业负责人,主要从事航海教育研究。

和特点制定，覆盖范围广，通常涉及多门课程。船舶电气与自动化这门课根据海事局要求涉及船舶电器设备与系统、电工学、电子技术、单片机、轮机自动化等专业课程，而这些课程根据各自特点，侧重点不同，衔接度不高，以至于有些知识点无法覆盖。

3.师资队伍有待加强，结构有待合理

STCW78/95 公约和马尼拉公约的实施对航海院校师资提出了更高的要求，从事航海类专业课教师不仅要具有较高的理论和科研水平，而且还要具有实践经验并获得实际海船任职资历。然而近年来，各大高校在人才引进、专业学科建设及本科教学水平评估方面，都过于强调教师的学历及科研能力，而忽视教师的航海实践能力和技术应用能力。由于政策导向，航海类专业引进的博士越来越多，而很多船上经验丰富、业务能力突出的高级船员由于无法满足学校要求与学校失之交臂。

4.实验实训设备无法满足教学要求

由于航海类专业需要投入的教学、实验设备多，而学生的学费相对比较低，造成学校的实验实训设备总是跟不上船用设备更新换代的步伐，学生接触的实验设备大多是过期的、淘汰的，根本无法满足正常的教学使用。再者，有些设备会因价钱昂贵、操作复杂及消耗大等原因而少操作或不操作，仅进行口头教学等，造成学生在学习中无法掌握操作、维护等技能，从而造成学生的动手能力大幅下降。

二、船舶电气与自动化课程教学改革措施

针对以上问题，本文作者提出了以下改革措施。

（一）更新课程设计的理念与思路

培养复合型、应用型的航海类技术人才是航海教育的终极目标。本专业的特点就是实践性强，因此课程设计必须做到理论与实践教学相结合，不能泛泛而谈、纸上谈兵。轮机工程专业学生既要满足国家本科教育的相应的教学要求，又要满足《中华人民共和国海船船员适任考试与评估大纲》中关于理论考试和实操评估考试的要求。为此，在教学过程中要充分考虑这两方面内容的有机衔接。综合上述理念，形成以下教学思路。

尽最大可能把课堂教学与实践结合，现今很多航海类院校的人才培养方案把理论课与实践课分开设置，但并不意味着理论课必须在实践教学前完成，根据课程内容及实验室相关的设备，完全可以把理论课程教学搬到实验室进行现场教学，这样不仅可以避免理论教学的枯燥无味，提高学生的上课积极性，更重要的是让学生面对实物设备学习，提高他们的学习效率。

1.充分运用现代信息技术，提高教学质量

现代信息技术不等于 PPT，据了解，很多航海类院校的专业课教育都进行小班上课并配有 PPT，PPT 的功能并不意味着仅仅替代教师板书，而是利用虚拟仿真、拆装、VR 等技术模拟和丰富课堂教学内容，如用 MATLAB 软件直观反映反馈控制系统中环节会系统的性能分析、阶跃响应等效果，从而提高课堂教学效果，加强学生的感受力，加大理论教学的信息量，尤其是本课程学科前沿内容。

2.互动式教学应贯穿整个教学过程

本课程的教育不应是填鸭式教学，而是把课堂教学、课后辅导、学生提问及批改作业等诸多环节有机结合，共同营造互动式的教学氛围；再者，组织本课程有经验的教师制作教学网络课件，其内容涵盖了电子教案和相关教学文件；根据最新课程动态制作网格试题库，挂靠在学院的教学网页，可通过校园网或手机 APP 方便地进行浏览和答题及在线答疑。

3.加强教材的编写力度

航海类院校参差不齐，无法统一航海类教材，也无法根据自身特色及学生特点，编写适合自己的自用教材。放眼全球，越是综合实力强的高校，其教师使用讲义及自编教材的比例越高，这能保证教材与时俱进，紧跟时代前沿。

（二）加大师资培养与引进力度

1.加强教师的继续教育

目前，各个院校教师队伍中有相当一部分的青年教师，他们有着丰富的船舶电气及自动化理论知识，但普遍来讲，其教学经验及船上资历不足，无法根据船上实际需求授课，因此应根据青年教师的实际情况，制定人才培养方案。

2.加大人才引进力度

众所周知，人力资源是第一资源，人才战略是第一战略。航海类高校人才有其特殊要求，不仅要有扎实的理论和科学研究基础，更要有航海专业特色及相关资历。因此，在人才引进方面需明确：一是引进相关学科国内外有较大影响和较高学术地位的学术带头人和学术骨干来加强学校的学术及学科发展；二是引进具有航海背景尤其是船电方向的博士且有丰富航海资历的硕士，从而使学校学科特色更加明显。

三、结束语

综上所述，船舶电气与自动化课程内容多、广、深等特点对教师的教学及综合素质提出了更高要求，教师要从培养学生综合能力的角度出发，转变教学理念，以人为本，因材施教，采用现代信息技术、VR 等有效的教学方法，不断提升教学质量。当然，如何在有限学时、有限的设备技术资源条件下取得更好的教学效果，这还需要进一步探索和改革。

参考文献：

[1]王冬捷，陈键.轮机自动化的现代教学与实践[J].航海教育研究，2000(4)：47-48.

[2]蒋祖星.基于 STCW 公约马尼拉修正案的高职轮机工程技术专业教学改革[J].航海教育研究，2012(1)：29-32.

[3]秦俊峰，谢积锦.“11 规则”下《轮机自动化》课程教学改革与探索[J].轻工科技，2015(6)：170-173.

[4]祁辉宇.新形势下“轮机自动化”课程教学改革探讨[J].江苏技术师范学院学报，2010(8)：60-62.

[5]白继平，许德辉.MATLAB 在轮机自动化课程教学中的应用[J].航海技术，2015(3)：47-50.

[6]李荭娜，王宗涛，潘克文.STCW10 公约下轮机员船舶自控技术培训与教改探索[J].船海工程，2011(8)：37-39.

◎编辑 武生智

“船舶电气设备及系统”课程教学改革的探讨

张俊爽，张志斌

（广州航海学院，广东 广州 510725）

摘 要：作为轮机专业的必修课，“船舶电气设备及系统”课程是学生了解相关的理论基础知识、提升关于船舶建造方面的动手能力、有效面对各种考核的重要学习课程。随着近年来我国教学课程改革的不断深化，在对船舶电气设备及系统教学这一方面也有了很高的教学改革的要求，这主要是为了更好地让学生掌握“船舶电气设备及系统”这一门课程之中的各种理论知识与工作技能。然而，当前在我国的“船舶电气设备及系统”课程教学之中，仍然存在着诸多的教学问题与缺陷，为此，文章主要对“船舶电气设备及系统”课程教学改革的探讨进行了简要的分析。

关键词：船舶电气设备及系统；课程教学改革；教育信息化

中图分类号：U665-4;G642.0 **文献标识码：**A **文章编号：**2096-4706（2019）11-0135-03

Discussion on Teaching Reform of “Ship Electrical Equipment and System”

ZHANG Junshuang，ZHANG Zhibin

（Guangzhou Maritime University，Guangzhou 510725，China）

Abstract：As a compulsory course for marine engineering majors，the course of “Marine Electrical Equipment and System” is an important learning course for students to understand the relevant theoretical knowledge，improve their practical ability in ship construction and effectively face various examinations. With the deepening of the teaching curriculum reform in recent years，there are also high requirements for the teaching reform of marine electrical equipment and system. This is mainly to enable students to better grasp the various theoretical knowledge and working skills in the course of “Marine Electrical Equipment and System”. However，there are still many teaching problems and shortcomings in the teaching of “Marine Electrical Equipment and System” course in our country. For this reason，this paper mainly makes a brief analysis of the teaching reform of “Marine Electrical Equipment and System” course.

Keywords：marine electrical equipment and system；course teaching reform；education informatization

0 引 言

船舶电气设备及系统这一课程作为轮机工程部门授课时所必须学习的一项基础性课程，它对于学生对船舶修理时的电气线路以及其他各方面知识的学习都有着十分重要的影响。由此可见，船舶电气设备及系统这一门课程在课上教学的效果会对他们未来的工作技能有着直接影响。但是，我国当前在对船舶电气设备及系统这一门课程进行授课时，仍是以传统教学模式为主要教学方法，这一教学模式对于学生对船舶电气设备及系统的学习兴趣以及学习效果等方面都有着不同程度上的阻碍作用。为此，当前如何对船舶电气设备及系统这一门课程进行教学改革已经成为培育学生船舶修理技能的重要因素。因此，相应的轮机工程部门人员应该根据学生学习的实际情况制定出符合学生自身发展的船舶教学模式。

1 改进教学方法，提高教学工程中的教学质量

1.1 船舶电气设备及系统教学中的课本选取

从当前我国所使用的传统船舶电气设备及系统教学的课本内容方面来看，其中的内容虽然也对学生学习船舶电气设备及系统有着一定程度上的帮助作用，但是其中的部分内容已经严重不符合当前时代下船舶电气设备的发展要求。因此，在对船舶电气设备及系统课程进行相关课本选取的过程中，要充分根据轮机专业具体的不同要求，制定出内容合理化、科学化的船舶电气设备及系统教学的教材。而当前根据我国大多数轮机专业所选用的有关船舶电气设备及系统课本的现实情况来看，大多数轮机专业选取的都是以《船舶电气设备与系统》这一版教材为主要使用的课本。这主要是因为这个课本之中既有包括了我国传统的船舶电气设备维修的各项内容，也将我国当前时代下的新型船舶电气维修的类型以及技巧融入其中，从更高的水准上为学生学习相应的基础理论课程提供了更多的内容与技巧学习。

1.2 船舶电气设备与系统教学的教学方法

一般情况下，学生能否在课堂上进行高效率的学习与教师在课堂上所选取的教学方法有着密不可分的关系。因此，从当前我国教师在对船舶电气设备及系统这门课程教学的方法选取上面来看，教师需要对过去传统化的船舶电气设备与系统教学的方法进行变更与创新，让学生以更高的效率在课堂上对船舶电气设备及系统这门课程进行学习。而从我国传

收稿日期：2019-05-12

课题项目：本文系广东省创新强校工程项目和广东省教育厅教改课题资助。

统化的船舶电气设备与系统课程教学过程中的教学方法上来看，我国传统化的教学方法主要是以课上教师讲授相应的知识内容为主要教授方式，而忽略了学生在课堂中的主体性地位，因此，也会在很大程度上打击学生对于船舶电气设备与系统这门课程学习的积极性，从而降低的学习效率。而当前为了更好地顺应新课程改革的要求，我国轮机专业已经对船舶电气设备与系统这门课程在教学改革方法方面有了一定的创新。比如说在对船舶电气设备与系统这门课程教学过程中尽量选取师生互动式的教学方法，以充分地发挥学生在课堂上对船舶电气设备学习的主动性，让学生积极向教师提出自身所存在的各种疑虑、问题，及时询问并解决，从而在课堂上使得学生可以对船舶电气设备与系统这门课程进行高效学习。

举例来说，轮机专业的教师在进行船舶电气设备与系统课程教学时，首先要充分考虑学生的接受情况，然后教师再根据学生的实际情况设置一些课堂上的问题，让学生既能够在课堂上与教师达到有效互动，也能够让学生在课堂上对相应的船舶电气设备与系统知识进行理解与学习。而由于我国船舶电器课程在授课时会涉及诸多的线路问题，仅仅依赖教师在课堂上对这些线路问题进行讲解，学生无法对它们进行容纳与接受，这时轮机专业的教师就可以选择简单方式讲解给学生，之后让学生分组进行自主性的探讨。在学生对船舶电器维修这一方面的线路有了一定程度上的认识之后，再让学生在课堂上发表有关船舶电气维修线路这一方面的看法并提出问题，然后教师再统一地对学生所存在的问题进行讲解。通过这种方法，既能够有效地提高学生在课堂上对船舶电气设备与系统这门课程学习的效率，也能够充分地在课堂上发挥学生自身的主动性，实现师生互动式教学。

2 注重理论与实践相结合式

由于船舶电气设备与系统是一门技术性非常高的课程，所以，教师在对船舶电气设备与系统这门课程进行授课时要高度注重理论知识与实践结合，让学生在对船舶电气设备与系统这门课程进行学习的时候既能够学习到有关的理论知识，也能够充分地发挥自身的动手能力。根据我国新课程改革的具体要求，在对船舶电气设备与系统这门课程进行授课时，要充分地利用实验室教学，让学生掌握相关的船舶电气维修的理论知识，这其中主要是要通过以下几个过程来掌握相关的船舶电气教学技巧：

首先是在对线路的电流进行调控这一方面，如果教师仅仅依赖传统的理论教材对学生开展教学，那么相应专业的学生将不会很好地对其实际的操作技巧进行了解与掌握；其次，是在对船舶电气维修的电机处理这一方面。我国船舶电气维修的电机处理起来较为复杂化，所以，教师不能够仅仅依靠自身在黑板上的图或者是一些技术设备对学生进行相应的知识讲解，要通过自身的具体化操作对学生进行相应的操作引导，让学生充分地发挥自身的动手能力，寻找有关电机维修处理方面的技巧；同时，这门课程要设置在实验室，使学生在动手的同时可以强化相关理论知识的学习和掌握。由于当前我国尚未形成系统的、理论化的有关船舶电气设备与系统维修的技巧课本，在对船舶电气设备与系统这一门课程进行教学时，仅仅依赖相应的课本知识进行教学，远远不能够达到当前对船舶电气教学的真正目的。因此，从当前的条件下来看，我国只有充分地让学生在课堂中对相应的船舶电气维修与系统一门课程进行实践，才能够引导学生进行更好的学习。只有这样，才能够真正地实现新课程改革之中实践与理论在更高程度上结合的教学要求。

教师不能够仅仅依赖学校的实验室向学生开展船舶电气设备与系统这门课程的教学工作，还应该在每学期定期地设置有关的船舶电气设备与系统课程的见习工作。比如说，教师要引导学生慢慢地从实践中将相关的理论知识进行融合与应用，并且教师还要对学生在见习过程中的各种表现进行评价与打分，让学生在实践中将理论与实践进行高度的结合，从而实现真正意义上高效率化地对船舶电气设备与系统这一方面知识的学习。

3 采用先进的信息化教学设备手段

随着我国当前的信息化水平不断提高，在对船舶电气设备与系统进行教学过程中，也应该更多地应用现代化的信息教学设备手段，建议要做到以下几点：

首先是教师要在课堂上利用信息化的教学设备手段，增加相应的与船舶设备系统有关的专业化知识教学，从而在课堂上达到丰富学生各种知识内容学习的目的。由于我国传统的船舶电气设备与系统教学过程中主要都是依赖大量的教学公式以及固定化的教学思想，无法让学生真正地对船舶电气设备与系统这一课程进行高效率的学习。因此，轮机专业的教师在对船舶电气设备与系统进行教学的时候，应该充分地利用现代化的信息教学设备，对相关的船舶电气设备与系统这一方面的知识进行扩充与搜集。比如说，在对船舶电气设备与系统电机等方面进行讲解时，教师可以首先在计算机上搜集有关船舶电机的类型以及其他内容，在课堂上以一种新颖的方式向学生讲授出来，这样既能够增加学生对船舶电气设备相关电机类型的了解程度，也能够有效地提高学生在课堂上对不同类型知识学习的效率与学习的兴趣；其次，轮机专业的教师还应该尽量采用一种生动化的教学方法，比如说在对电路控制这一方面进行讲解的时候，教师就可以在课前提前设定一些动态化的电路连接以及其他的电流走向图，让学生对相应的电路知识理解起来更加容易；同时，教师还可以利用现代化的信息教学设备让学生采取自主画图的形式增加学生对于相应的电路图的理解，比如说像电动机之中一些主要的线路图，教师就可以指派不同的学生，或者是学生自主利用现代化的信息教学设备画出相应的线路图，从而增加学生对于电动机以及船舶电气系统之中的不同线路走向以及运转方式的了解。举例来说，教师在对相应的线路图进行讲解时，可以采用先进化的教学设备对相应的线路图进行仿真化的模拟，让学生在模拟真实的船舶电气线路图上进行线路连接的操作，从而增加自身的技巧性。

4 结 论

综上所述，船舶电气设备及系统课程的教学改革对我国船舶电气整体方面来说都有着极其重要的作（下转 139 页）

登录网站，在线设计问卷，编辑完成后会直接生成一个二维码或链接，学生打开手机扫描二维码即可进入学习界面。学生完成测试提交后自动生成分数和成绩数据分析，教师第一时间掌握学生的教学反馈情况。

3.2.3 应用在线智慧型教学工具

在线智慧型教学工具的应用可以实现交互式教学。蓝墨云班课和雨课堂是将复杂的信息技术手段融入 PowerPoint 和微信，教师通过发布学习要求、课件、微视频等学习资源，并即时传递到学生的移动设备上，让学生手中的智能移动设备由社交和娱乐的工具转变成学习工具，同时还可以布置和批改作业、组织讨论答疑、开展教学互动，改变了传统的纸质书籍模式，嵌入了丰富的多媒体素材，即时反馈、即时点评，激发学生自主学习兴趣，实现对每位学生学习进度的跟踪和学习成效的评价。

3.2.4 应用社交软件

社交软件的应用可以激发学生兴趣。微信群是年轻人喜欢的、好友自由交往的社交形式，教师可以利用它在课前、课后讨论问题、提交作业。微信视频功能可以实时连线在线名师，和学生面对面交流，进行实时指导。“抖音”是时下最热门的一款音乐创意短视频社交软件，是一个专注年轻人的 15 秒音乐短视频社区。学生可以通过制作抖音短视频，形成自己的作品并相互交流，让学生在日常的社交软件交往或玩乐中不知不觉地掌握相关的专业技能，提高学生对信息技术学习的关注度和兴趣度。

目前，我们借助丰富的 APP 软件平台进行全面的信息化教学，获得了良好的效果，学生的学习积极性非常高，这对于提升学生信息素养具有实践意义，值得推广应用。

3.3 利用互联网实现信息素养的自我完善和提升

信息时代，新媒体技术层出不穷，移动互联网全面普及，只要拥有一台智能手机，有 Wi-Fi 信号覆盖的地方，就可以随时随地地从网络上获取想要的任何资源。实现高效整合适合自己有价值的资源，这就要求幼师专业的学生具备一定的信息搜索和处理能力，也就是互联网信息检索能力。

培养学生的网络意识，引导她们利用互联网搜索解决问题。同时教会学生找准关键字，以文字为核心检索图片、视频或者音频。例如，要检索“咏鹅”的文字、音乐或视频，在搜索引擎中输入“咏鹅”两个字，会出现古诗、儿歌、诗配画的选择，按文件类型可选择网页、视频或图片等进行搜索）。可见，找准关键字是提高信息检索的准确性和有效性的保障。

在提高互联网检索能力的同时，培养幼师网络资源利用意识。引导学生充分利用互联网的海量资源库，自学软件的使用方法，实现信息素养的自我完善和提升；经常关注与幼师专业相关的网站，及时收藏有用资源和信息（比如幼儿教育网 www.zgyejy.net、幼儿教师网 www.yejs.com.cn、幼教网 www.youjiao.com 等）；及时收藏有用的教学素材和好的学习网站（比如自学网 www.rjzxw.com 和虎课网 huke88.com），让学习能力强的学生自主、深入地自学需要的软件，完成自我提升。另外，教师也要将好的教学课件或课件模板通过微信群分享给学生，尤其是幼儿教育中较实用的简易动画、动态贺卡、PPT 组合动画等素材。

4 结　论

恰当利用新媒体技术实现教学内容的信息化、教学过程的策略化、教学手段的现代化和教学资源的网络化，已经成为我们目前研究和探索的重要课题。在信息技术迅猛发展的今天，计算机、网络和通讯技术正在改变着人们的生活方式，也改变着我们的教育方式。提高信息素养是信息时代下现代教育对教育者的必然要求。顺应信息化高速发展的时代要求，运用多种方式培养中职幼师的信息素养，以造就一批高职业素养的优秀毕业生。

参考文献：

[1] 张一春．教师教育技术能力建构——面向信息化的教师专业发展 [M]. 南京：南京师范大学出版社，2007.

[2] 孟晓莉，毛建梁．我国教师信息素养研究综述 [J]. 沙洲职业工学院学报，2015，18（4）：46-50.

作者简介：方秀雅（1976.08-），女，汉族，浙江衢州人，计算机讲师，毕业于天津职业技术师范大学，本科，研究方向：计算机教学。

（上接136页）用。为了更好地让学生以高效的形式对船舶电气设备与系统这门课程进行学习，相应的专业教师应该积极应用大量教学技巧和新形式的教学方法，从而提高学生在相应的专业知识学习过程中的学习兴趣。与此同时，教师还要积极地顺应当前新课程改革的要求，在课堂上增加现代化信息教学设备的使用频率，并且在教学方法以及其他方面进行高度的创新，让学生进行更高效率的学习。

参考文献：

[1] 马占军，张妍．以专业转型为契机的“船舶电气设备与系统”课程教学改革与实践 [J]. 信息系统工程，2018（3）：164-166.

[2] 马占军．“船舶电气设备及系统”课程教学改革的探讨 [J]. 通化师范学院学报，2012，33（6）：45-46.

[3] 马昭胜．“船舶电气设备及系统”课程教学改革 [J]. 集美大学学报（教育科学版），2007（4）：81-84.

作者简介：张俊爽（1987.04-），男，汉族，湖北襄阳人，教师，讲师，学士学位，研究方向：船舶电气和制冷方面。

“学研创赛证”融通的高职轮机专业产教融合实训基地教学体系构建

高 炳[1,2] 蒋祖星[1,2] 李健荣[3]

（1.广东交通职业技术学院 广东 广州 510800；2.交通部港航智能化技术协同创新中心 广东 广州 510800；3.广东省航运集团有限公司 广东 广州 510111）

基金项目：广东省高职教育质量工程校内实践教学基地建设项目“轮机工程技术专业实训基地”（GXNSJJD-032）；广东大学生科技创新培育专项资金资助项目（pdjh2021b0776）；广东省普通高校特色创新类科研项目（2019GKTSCX034）

摘 要：文章针对当前高职院校实训基地“定位不准、平台不实、机制不活、能力不强、资源分散”等突出问题，分析研定高水平实训基地内涵，构建了“学研创赛证”融通的产教融合实训基地体系思想，并在轮机专业高水平实训基地上对该体系思想进行了实践。实践表明，“学研创赛证”融通的轮机实训基地教学体系在实践教学、科研技术服务、创新创业、技能竞赛、职业资格培训与考证及课程思政立德树人等方面发挥了重要作用，创新性技术技能人才培养成效明显。该体系起到了示范作用，可为进一步落实国家职教政策、深化产教融合和推动高水平实训基地建设提供参考。

关键词：高职教育 实训基地 实践教学 融通

0 引言

《国家职业教育改革实施方案》（国发〔2019〕4号，以下简称《实施方案》）指出，新时代职教类型层次位置、作用价值和发展意义特别关键。《实施方案》明确要求，要建设一批高水平实训教学基地[1]。《关于加快发展现代职业教育的决定》（国发〔2014〕19号）同时指明，职业教育的任务是培育庞大数量基数的高素质劳动者和技术技能人才，深化产教一体化和校企协作是职业教育人才培育的重要路径[2]。在新的时代背景下，建设高水平的实训基地是职业教育领域的必修课题。

从职业教育发展史来看，我国实训基地建设与职业教育相伴而生，相依发展。职教发展至今，建立高职实训基地过程中仍存在着一些共性的问题。比如，各方建设重视度参差不齐、缺乏统一规划、资源分散、集聚能力低、利用率低、重复建设等[3~15]。文献[3]通过构建全国高职院校实训基地公平与效率二维矩阵，探讨了不同地区高职院校实训基地公平与效率的关系。研究结果显示，国内高职院校实训基地的效率因省而异，整体效率有待提高。文献[4]认为实训基地是造就高素质劳动者和技术人才的必由之路，目前实训基地建设主要以承担教育教学职能的高职院校为主，没有吸纳足够的社会资源，产学研联结不够严密。文献[5]指出，产教一体化平台尽管具备多种异质资源互补的优势，但这种协同教育形式也消耗制度资本。随着参与者的扩添和产教融合的加深，企业会增加平台的建设及运营成本，还会引起参与者之间控制权和利益的纷争。文献[6]创建了基于开放式实践教育理念，打造了综合型实践教学基地，但利用基地如何有效提升专业核心能力，体系的逻辑论证和应用还需进一步解决落实。文献[7]通过研究判断得出，构建产教融合命运共同体是高职院校解决产教融合与校企合作的现实困境的必然选择。当前，职业教育产教一体化困境与不同时期高职院校和企业组织结构和经营模式的变化密切相关，因此有必要从组织层面进行改革。

基于以上问题，依靠国家职业教育产教融合实训基地、广东省一流高职院校高水平专业和广东省高职教育质量工程实践教学基地等建设项目，本教学研究团队探索形成了“实践教学、科学研究、创新创业、技能竞赛、职业证书”五位一体的高水平产教融合实训基地的建设思路。本

收稿日期：2022-03-18

作者简介：高炳（1983- ），男，河北省人，副教授，研究方向：水路交通运输、高职教学管理和轮机工程技术。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

文将阐述“学研创赛证”融通的高职高水平产教融合实训基地的教学体系建构逻辑、内涵及其实践路径。

1 高水平实训基地内涵分析

《实施方案》明确了实训基地建设的指导思想，即建立新时代新的发展思路，与时俱进服务于现代社会经济，满足更高质量和充分就业的需要，改革完善体制系统，引导各方产业力量特别是企业和社会机构积极支持职业教育，支撑高技术技能人才大批量、高质量培育[1]。

本教学研究团队以《实施方案》为基础开展分析，研究得出高水平的实训基地应具备如下特点要素。

1）定位精准，特色鲜明。高水平实训基地定位是服务于区域现代经济发展，及更高质量、更符合就业的需要。因此，要根据地域特色、学校特长、人才需求、时代发展、资源适应等因素调查研究，论证规划基地建设布局，以促进当地乃至更广区域的经济社会发展；

2）资源实用，适合学员。基地要适应以能力培养为主线，体现现代技术，切合当前生产应用。借助基地培训，使学生能够很好地掌握企业现行的生产工艺、技术、标准、管理实践知识和技能。实训基地的结构和布局应符合专业实践教学的组织、学生的学习特点和提高学生专业能力的规律；

3）产教融合，多方共建。产业特别是行业企业与学校互设培训基地，融合发展，各取所长共赢发展。高层次基地功能非单一，理应将实践教学、科学研究、技术服务、创新创业、技能竞赛、职业资格培训与考证等有机结合起来；

4）贴近行业，仿真超前。尽量贴近行业前沿，尽可能反映实际工作背景和职业特征。在技术进步方面，基地设施和设备资源要先进。基地建设应关注行业技术发展和应用趋势，造就学生新时代行业适应能力和前瞻规划能力；

5）资源共享，开放服务。应加强不同学校、不同地区的协作分享，建立资源效益最大化的数学模型，实行人、财、物、技等各方面的硬件和软件资源共享机制，避免重复建设，淘汰低层次投资。基地建设资源由社会提供，最终理应向社会开放。与行业、企业、社会建立良好的沟通渠道。基地应不只承担校内学员培育使用，建立体系理顺机制后还要承担校外各级各类培训、鉴定和服务；

6）功能多元，重视绩效。基地的功能包括实践教与学、研与发、社会与技术服务等多元集合。实训基地首先用于高职学生培育，同时还可用于师资培训、资格考证、科技研发与技术应用等社会服务。投资效益是基地建设的必要考量指标，绩效评价体系观测点要覆盖到建设实际、财物管理、成绩效果等，激励评估建立数学模型以求绩效最大化。

2 “学研创赛证”融通产教融合实训基地体系构建

2.1 “学研创赛证”融通产教融合基地的内涵

产教融合是推动行业专业知识、生产技术、管理服务以及资本资源等要素对接高职院校专业内涵建设。科技服务教学实践的融合，加上产业教学的融通，各取所长优势互补，整合要素特别是管理要素和资本要素，形成成熟稳定共赢的机制体制。产教融合基地主要特征应是协同创新机制体制的形成，因此提出共建共管融合“实践教学、科学研究、创新创业、技能竞赛、职业证书”于一体的实训基地（实践教学平台）。

实训实践的教与学，是实训基地最核心最基础的使命。教学的侧重点不仅仅在于理论或者实践动手，而是灵活多变的有机安排。理论和实操根据专业培养目标和课程任务的不同，科学研定筹划所占比重，实现学中训、学中做、学中思以及训中学、做中学和思中学，全方位提升学员能力，更好的契合于产业需求。

实践教学、科学研究与创新创业融合是平台的重要功能。高职教师在做好教学科研工作的同时，可以通过技能竞赛、科研等方式，促进创新创业人才的培养。在人才培养实践教学的同时，学生积极参与教师科研项目，充分发挥教师教学科研优势，鼓励优秀学生结合学生创新思维开展专业创业，使“教研”与“创新创业”有机结合。

职业技能竞赛与实践教学相结合是职业教育的一种制度设计和创新。在深化职教教改的同时，促进校企合作、产教融合。技能竞赛项目大多模拟工业项目的生产和实施过程，具有产业化的背景和特点。高职院校在做好课堂教学的同时，应拓展产教结合的课外教学。在职业技能竞赛备战过程中，企业专家要参与实践指导。实践准备项目化，通过校企合作整合学科竞赛资源。同时，竞赛项目赛后设计具有课程性，各种技能

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

和创新等竞赛与教学过程连线匹配式列项对接，将参赛作品转化为教学资源或教学案例，惠及全体学生。

职业资格证书与教学融合，就是将专业课程标准与国家职业标准对接。在专业课程中引入职业资格培训与考证，使学生了解本专业岗位所需的知识和技能，培养职业意识、职业精神和职业能力，并将所学知识应用于实践。职业资格证书和技能证书的学与考，能促使学员知其然和知其所以然。学员因此明确未来职业规划定位和内涵，内心深处激励自己为什么学，学什么以及怎么学。

2.2 高职轮机专业产教融合高水平实训基地体系构建与实践

2.2.1 省级轮机专业实训基地概况

广东交通职业技术学院轮机工程技术专业实训基地为适应高职教育实践教学需要，定位为建设集教学、科研、创新创业、技能竞赛、考证（职业技能鉴定）和技术服务为一体的技能人才培养基地、社会企业船员（轮机员）培训的桥梁、校企合作的载体、产学研结合的平台。该专业实训基地建设依托一流高职院校高水平专业建设项目，创新强校工程省级“广东高校船舶自动化集成技术开发中心”、“轮机自动化技术协同创新发展中心”和“水路运输一体化协同育人平台”（“两中心一平台”）的建设支持。该实训基地经过国家骨干院校、省级示范院校、一流高职院校高水平专业多年的建设，完善了轮机自动化机舱、船舶中高压及船舶电推系统训练中心、动力设备拆装实训室、机舱资源管理（ERM）模拟训练中心（轮机模拟器）、船舶共轨电喷柴油机实训室、船舶计算机与网络实训室、船员综合技能实训基地、轮机工程技术实训中心等 11 个校内实训场所，总面积 2 460m^2，固定资产 1 902 万元。校内实训基地既为学生实习训练提供良好的模拟仿真环境，布局科学合理，与现代轮船营运服务的船舶机舱场景相接近，符合相关建设标准，安全可靠，又能较好地满足人才培养、教学、技能培训和产学研的需求。2019 年该基地被认定为广东省高职教育质量工程省级实践教学基地。

2.2.2 构建实训基地“五共”协同模式

从产品型合作理念出发，以技术服务为纽带，关注知识产品的共同生产，创新协同创新体的治理结构，畅通行业企业参与渠道，实现“校企生”等相关利益主体多方共赢，系统构建实训基地“目标共定、平台共建、过程共管、产权共有、成果共享”的“五共”协同创新模式。该模式以目标共定为基础、以平台共建为重点、以过程共管为核心、以产权共有和利益共享为保障，从决策、投入、过程管理、利益分配等方面保障了协同创新各主体围绕共同的知识产品及生产活动共同制定目标、共同投入资源、共同参与和管理生产活动、共同分配知识产品，解决协同创新中长期存在的“有协而无同、有同而无果、有果而无用”问题。

2.2.3 构建多主体协同一体化组织

按照“基地共建、共管、共有、共享”的协同创新改革思路，主动联合广东省海事局、广东省航运集团、上海海事大学船舶控制工程研究所等企事业单位，共同搭建政府主导、行业主导、学校主导、“校企双主体”混合所有制等 4 类协同平台，形成了 “1 个校企合作理事会+4 个政府主导的协同平台+1 个行业主导的应用技术协同创新中心+2 个混合制科技服务企业”的“1412”协同创新基地平台体系。组织结构，如图 1 所示。

2.2.4 构建“学研创赛证”融通的协同创新机制体系

基于以上“学研创赛证”融通产教融合基地的内涵，构建实训基地“五共”协同模式，构建多主体协同一体化组织的分析，研究提出构建“学研创赛证”融通的协同创新机制体系，如图 2 所示。

实践教学是基地的最基本功能。“创新机制、对接国际、模拟仿真”为实践教学的指导思想。基于轮机专业海船船员职业方向，对接 STCW 公约等国际标准，突出职业核心能力，构建实践教学体系。借助国家产教融合项目、广东一流校轮机高水平专业建设项目和交通部海事局项目等的支持，已建立的省级轮机专业实践教学基地的实训教学资源丰富。校内建有现代化的轮机自动化机舱，与大连海事大学合作建设的轮机模拟器包含 VLCC、电力推进船等最先进的母船系统环境，应用了虚拟现实等最新技术手段，目前是我国最先进最完备的轮机模拟器之一。“轮机模拟器”加上合作企业校外实训基地的“实船机舱”，实施虚实结合教学，最大限度地体验或模拟真实水上运输工作职业环境。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

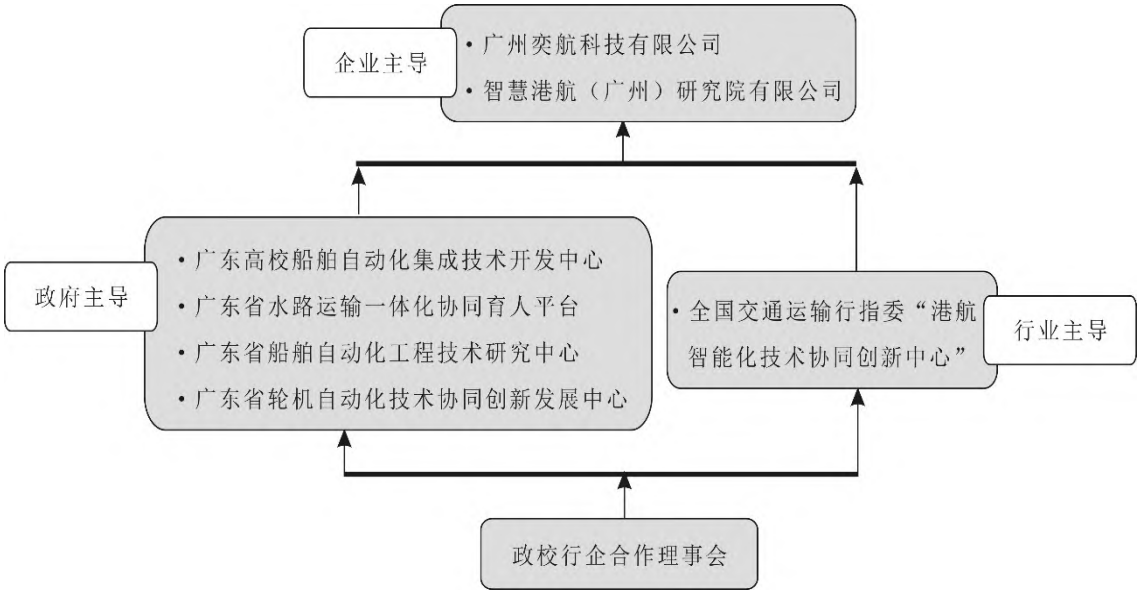


图 1 “1412”协同创新基地平台体系

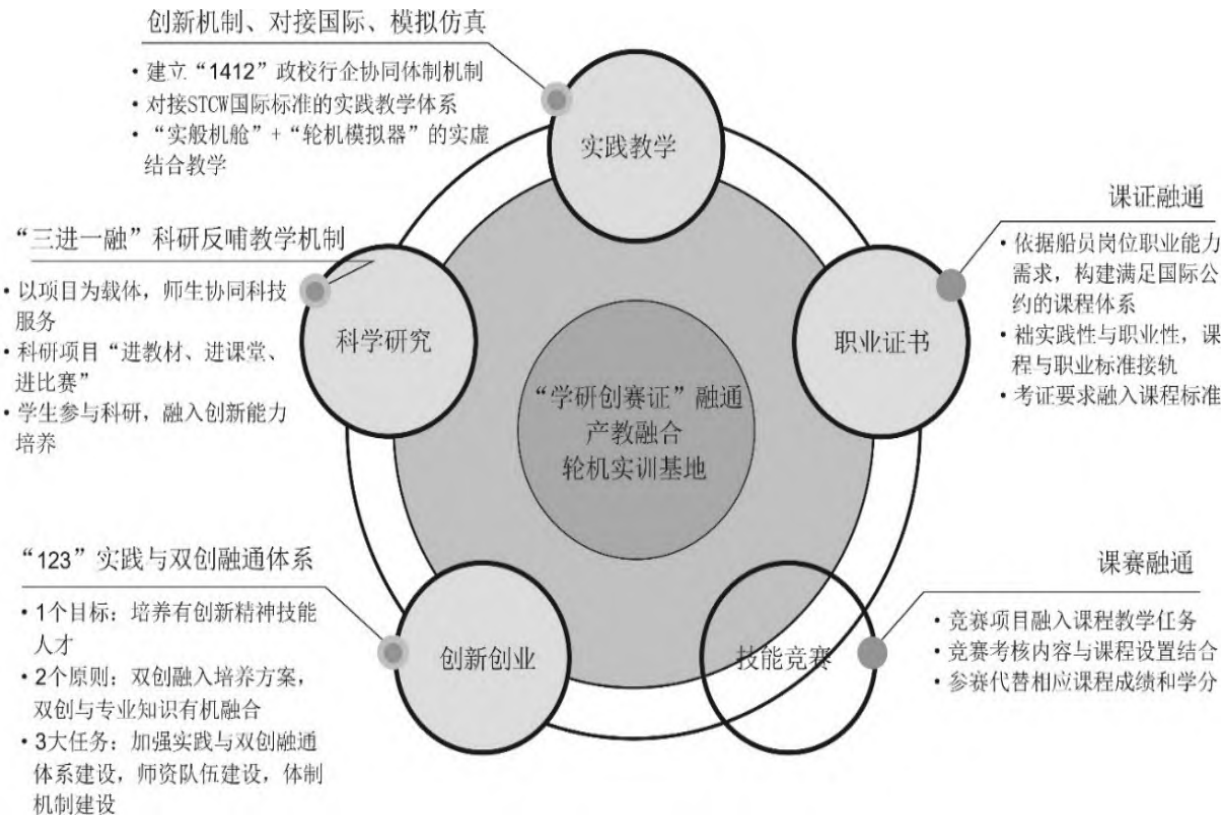


图 2 “学研创赛证”融通的轮机实训基地协同体制架构示意图

基地开展围绕“应用价值”导向的知识产品共同生产协同创新机制的改革与创新，形成了校企协同、师生协同的“双协同”科技服务机制，构建了“三进一融”的科研反哺教学机制，如图 3 所示。发挥了科技服务在培养创新性人才的重要作用，将科技服务与人才培养活动有机融合。一方面，组建由教师和学生共同组成的科技服务团队，由教师带领学生跑企业、做方案、搞研发、试装用、管售后、促就业，在技术服务过程中提高学生的专业素养和创新能力；另一方面，推进技术服务成果进教材、进课堂、进比赛，成果又变成了“新近”、“先进”的鲜活素材资源，反哺教学。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

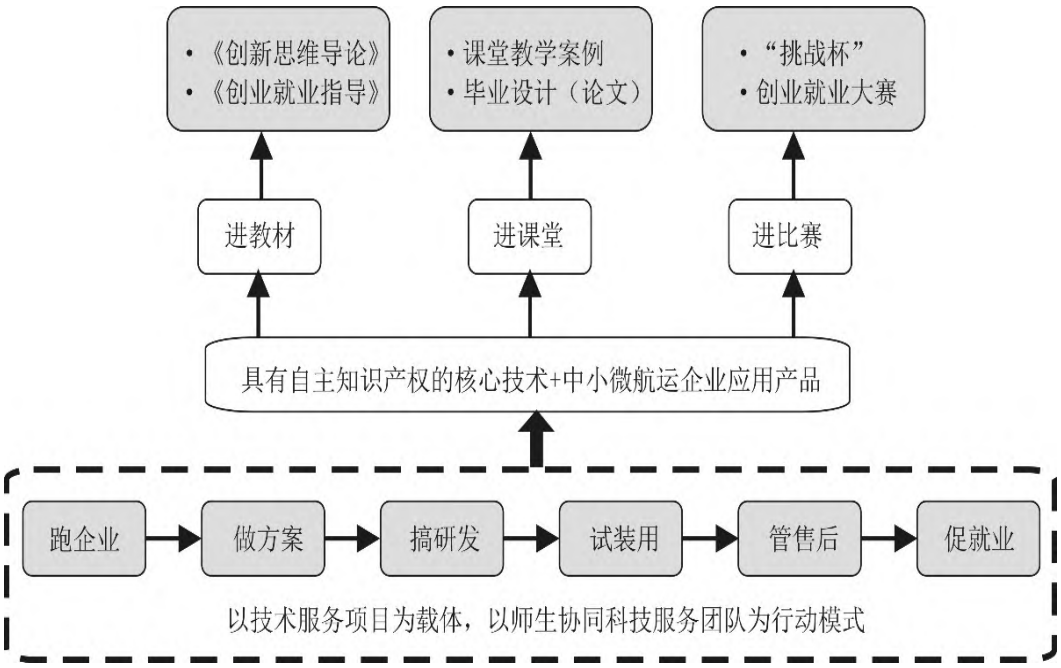


图 3 “三进一融”科研反哺教学机制

“123”实践与双创教育融通体系的“123”分别是指“1 项目标、2 项原则、3 项任务”。1 项目标是培养具有创新精神的技术技能人才。2 项原则是一则创新创业双创教育有机融入专业知识系统，二则双创教育融入培养计划。3 项任务为完善协同体制机制、加强实践和双创教学融通体系构建、提升师资队伍水平。

聚焦挑战杯、节能减排大赛、海员大比武等技能大赛，把相关大赛项目分解融合到科研课题和教学课程中，实施“课赛融通”。参照相关竞赛考核内容完善课程设置与课程项目模块规划设计，以竞赛项目驱动学生主动提升双创能力和技术技能水平。按照学校规章，提出参赛代替相应课程成绩和学分的方案，激发学生参与竞赛、科研创新和学习的热情动力。

依据船员（轮机员）岗位职业能力需求，构建满足 STCW 国际公约和国家海船船员适任和发证规则的课程体系。特别强调课程与职业的无缝对接，把考证要求融入到课程标准，多角度全方位实施“课证融通”。

3 结束语

针对当前高职院校实训基地“定位不准、平台不实、机制不活、能力不强、反哺教学作用不明显”等突出问题，本教学研究团队构建了“学研创赛证”融通的产教融合实训基地体系思想，并在广东交通职业技术学院轮机专业高水平实训基地上对该体系思想进行了实践。通过近 5 年的实践，基地各项功能指标提升明显，建成了省部级创新平台 5 个，完成技术服务 60 余项，解决企业技术难题 25 项。职业培训总量 1 万余次；创新性技术技能人才培养成效明显，师生共同获知识产权授权 59 项，在全国大学生节能减排大赛、挑战杯、全国航海类专业技能大赛等技能竞赛中获奖 86 项，考取国际和国内船员职业资格和技能证书超 3 000 人次。体系推广应用于广东交通职业技术学院、广州潜水学校、广东省海洋工程技术学校等院校水路运输类专业群课程思政立德树人教改，充分挖掘实训基地中的德育元素，促使实践基地教学与思想政治理论课共同承担育人职责，为完成立德树人的根本任务提供了方法论的支持。“学研创赛证”融通的轮机实训基地教学体系起到了一定的示范作用，可为进一步落实国家职教政策、深化产教融合和推动高水平实训基地建设提供参考。

近年来，国家也相继发布了多项涉及到职教重大改革的政策文件，新时代下的高职实训基地建设机遇与挑战并存。高水平实训基地实施建设过程中还有一些现实问题、面临一些困境和瓶颈，比如，产教融合对于企业参与的激励政策体系不完善，无法实现最大共赢和政策的最佳效力；职教办学主管部门多头，涉及项目切割多项，或多或少制约了教育教学资源的高效共享利用；实训基地建设在起动、稳定、退停等自然客观规律各阶段，都存在着不确定因素，特别是由

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

于重复建设、绩效低下、落后陈旧的基地应实施退停，而退出停止的负面评估几乎空缺。高水平实训基地建设任重道远，各方应齐心协力，破局不确定影响，突破现实困境和瓶颈，全面提升产教融合职业教育质量。

参考文献

[1] 国家职业教育改革实施方案（国发〔2019〕4 号）[EB/OL].中央政府门户网 http://www.gov.cn/zhengce/content/2019-2/13/content_5365341.htm

[2] 国务院关于加快发展现代职业教育的决定（国发〔2014〕19 号）[EB/OL].中央政府门户网 http://www.gov.cn/zhengce/content/2014-06/22/content_8901.htm

[3] 汪曦,谢武.高职院校实训基地绩效评价的 DEA 视窗分析[J].湖北工业大学学报,2020,35(03):55~60

[4] 贾文胜.关于建设高水平实训基地的思考[J].中国职业技术教育,2019(07):103～107

[5] 李玉倩,蔡瑞林,陈万明.面向新工科的集成化产教融合平台构建[J].中国高教研究,2018(03):38～43

[6] 赵晓霞,王卫东,蒋琦玮,李耀庄.新工科视角下土木工程核心能力实践教育体系建设[J].高等工程教育研究,2020(01):31～36

[7] 方益权,黄云碧,郭丽莹.基于命运共同体的我国高职院校产教融合新探索[J].职教论坛,2020(01):128~132

[8] 兰小云. 行业高职院校校企合作机制研究[D].华东师范大学,2013

[9] 唐细语.高职教育校企合作生产性实训基地的建设研究与实践探索[J].职教论坛,2018(04):121～125

[10] 张忠福.建立以能力培养为中心的实践教学体系[J].实验技术与管理,2011,28(02):11～14

[11] 蔡勤生.“赛教结合,寓学于赛,以赛促改”教学模式实践探索[J].职业技术教育,2010,31(26):40～43

[12] 应智国.论专业群建设与高职院校的核心竞争力[J].教育与职业,2006(14):33～35

[13] 张秉钊.校企合作“订单式”人才培养模式的实践探索[J].高教探索,2005(04):72～74

[14] 高炳,蒋祖星,李磊.基于航海职业能力培养的高职院校轮机工程技术专业课程标准构建[J].武汉交通职业学院学报,2016,18(02):52～56

[15] 高炳,熊兰.应用 ERM 平台开展船舶电子电气员英语教学的改革与探索[J].船舶职业教育,2015,3(02):29～32

插讯

国际集装箱运价走势

2021 年，受国际集装箱运输需求持续旺盛、新冠肺炎疫情全球蔓延导致物流供应链梗阻等因素影响，国际集装箱海运市场运力供需失衡，集装箱船运力紧张，海运物流供应链多个环节价格高涨。2022 年，其运价仍受多个方面的影响。

供求失衡较难缓解。国际海运运价属于市场调节价，主要由市场供求关系决定。交通运输部水运科学研究院副院长贾大山认为，去年集装箱运价大幅上涨的主要原因是市场供需失衡。一般来说，集装箱运力主要由两个因素决定，一是集装箱空箱周转率，二是船舶运行效率。

在集装箱空箱供应方面，我国国际航线出口重箱一般大于进口重箱，再加上我国率先控制住了疫情，率先复工复产，大量货物需求开始向中国转移，对集装箱空箱需求大幅增加。同时，其境外流通周转不畅、海运回运空箱减缓，导致空箱短缺。

在船舶运力方面，有较大的缺口，且没那么容易填补。根据国际航运咨询机构 Alphaliner 数据，2021 年底全球集装箱船总箱位 2 497 万标准箱，全年增长 4.6%。除必要维修保养外，全球可用船舶已全部投入市场。由于船舶运力供给弹性较低，新船订单一般需要 18 个月以上的造船周期才能投放市场，在需求暴增情况下，供给无法实现快速增长。

运价仍将高位运行。备受关注的海运费上涨，主要是指现货市场运价上涨。贾大山表示，全球集装箱运输市场以长约合同为主，目前长约合同货物约占 70%。

采用现货市场运价的主要是中小外贸企业。在舱位紧张情况下，部分货代企业对班轮公司的海运运费及附加费有大幅加价行为，货代层级越多，加价幅度越大。贾大山认为，这也是去年一些企业反映运价“疯涨”的重要原因。

有分析指出，从供给侧看，预计 2022 年全年新增集装箱船运力仍然较低，新船交付量约为 102.7 万标准箱，较去年底市场运力总规模增长约 4.1%，增量较 2021 年略有减少。从需求侧看，2022 年全球集装箱海运需求整体上仍将保持旺盛势头。世界贸易组织预测，今年全球商品贸易增长 4.7%。综合多家国内外机构、航运企业预测，2022 年国际集装箱海运需求增速在 4%左右。

全力稳定物流供应链。自从疫情发生以来，不少海外大港码头拥堵、集装箱紧缺，直接导致外贸企业出货难、运货贵，给全球海运物流供应链造成重创。在重重挑战下，中国港口仍然保持稳定畅通。

我国交通运输部相关司局负责人介绍，2021 年，交通运输部积极引导中远海运集团等 13 家全球主要班轮公司在 4 条我国主要出口航线投入舱位数达 2 700 万标箱，较 2020 年增长 19.6%，远高于全球舱位投入 4.6%的平均增长水平。港口运行也正常有序，上海港集装箱吞吐量实现连续 12 年位居全球第一，在 2020 年完成 4 350 万标箱吞吐量基础上，去年进一步跃升至 4 700 万标箱。

2022 年，我国外贸面临的不确定因素多，稳外贸，保障产业链、供应链稳定畅通，需要各部门、各环节共同发力。近日，上海航运交易所发布报告显示，虽然近期我国局部疫情呈现多点散发态势，但全国疫情总体可控，支撑出口市场继续保持向好态势，带动我国港口集装箱吞吐量保持高位。一季度全国港口货物吞吐量、集装箱吞吐量继续保持稳定增长。

（摘自《航运经济信息》）

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

基于轮机模拟器的 ERM 课程教学改革

钟妙清[1]，蒋祖星[1]，叶翠安[1]，邓金颜[1]，钟晓彬[2]
（1.广东交通职业技术学院，广东 广州 510800；2.广东药科大学，广东 云浮 527500）

摘　要：为进一步做好机舱资源管理课程教学培训工作，本文通过一体化教学实践，依托我院 MC 机型 VLCC 轮机模拟器，探索了水上运输类专业特色教学模式，为轮机工程技术专业的人才培养提供参考。

关键词：教学改革；轮机模拟器；人才培养
中图分类号：G640　　文献标识码：A　　文章编号：1006-7973（2022）06-0041-02

ERM 是机舱资源管理(Engineroom Resource Management)的简称，隶属管理学范畴，是在《International Safty Management 规则》的基础上提出来的。ERM 课程是轮机工程技术专业的核心课程之一，其依照教育部的学历教育规定、《中华人民共和国海船船员适任考试和发证规则》及 STCW 国际公约等要求，围绕人力资源、设备资源、消耗资源、信息资源、环境资源等展开教学培训与适任评估。

一、轮机模拟器表述框架

轮机模拟器是一种应用于轮机工程的现代化航海教育教学设备，通过数学建模结合实物仿真构建系统平台，打破船舶环境因素的束缚，还原机舱状态，为操作者提供与实船环境相近的模拟体验。尽管基于轮机模拟器操作与训练不能完全替代或等同实船经历，然而轮机模拟器能够出色模拟仿真机舱环境，大幅度减少受训者的训练成本和实船训练时间，其应用已经得到了国际海事组织的认可，成为轮机管理人员培训与评估的关键设备之一。操作者可以通过选择项目模块反复进行设备逻辑操纵与情景训练，感受实船中不允许或无法完成的操作，有效减少和避免危险的发生。轮机员通过系统训练了解在备车及船舶航行途中的岗位职责，掌握机舱设备的使用与管理，提升设备操纵中应有的快速反应能力及安全操作能力。

2010 年 6 月，IMO 在马尼拉召开的外交大会上通过了 STCW 公约马尼拉修正案[1]，STCW 公约马尼拉修正案于 2012 年生效[2]，自 2012 年 1 月 1 日起实施，其中，对应用模拟器的适任项目有强制性的要求。另外，在交通运输部于 2020 年 7 月 6 日颁布的《中华人民共和国海船船员适任考试和发证规则》第二章第十五条、第二十条及第三章第二十八条，对应用模拟器进行培训和适任考试，也做出了明确的规定与说明。

二、存在的问题

轮机工程技术专业是我院的重点建设专业，学科交叉渗透，注重实践操作技能，现行的实践教学环节安排主要包括现场教学、校内实训、适任项目评估训练、随船见习和实船航行实习等。这些编排从实践教学培养体系上看已经是相对比较完善了，但从学生学习的实际效果来看还是有一些地方可以斟酌。例如在安排随船见习和航行实习的船舶中，有些船舶自动化程度较低，学生实习效果差，也有些船舶的自动化程度高，但是船舶主管领导出于实习安全因素、生产营运效益和船员上人力资源等方面的考量，学生跟船实习内容的安排大多数是观摩与问答，参与度不高，学习效果与预期有较大差距。

ERM 课程是轮机工程技术专业通识课和基础课的后续专业核心课程，旨在培养轮机员在机舱资源分配、团队合作、应急应变处理等层级方面的管理技能，锤炼职业能力。ERM 是轮机员有效完成岗位工作，保障船舶机舱设备安全运作的综合体现，在 ERM 课程教学中，如何对接《STCW 公约马尼拉修正案》、《中华人民共和国海船船员适任考试大纲》及《中华人民共和国海船船员适任考试和发证规则》的要求实施 ERM 课程教学综合部署，是轮机工程技术专业面临的新课题。现有的教学模式已经不能很好地适应专业岗位适任评估的教学要求，原因是多方面的：

（1）协同教学机制不健全；
（2）教学资源未能有效共享；
（3）缺乏课程教学实施标准；
（4）教学手段单一。

三、多元化教学改革

全面对接国际公约和国内履约法规要求，制订课程教学实施标准，实现课程标准与职业资格标准有效对接，做好顶层设计，从根本上做到体系体制保证教学培训质量岗证要求上的一致性和统一性，确保人才产出的国际通用性。

体制方面从质量体系、组织构架、制度构架、培养方案、信息系统等层面实行矢量问诊，实施方面从课堂互动、项目呈现、教学组织、课堂资源、课堂目标、教学效果等方面进行归因诊断，从反面寻找科学的教学与学习方法，对接 STCW 公约、行业法规和船舶管理级和操作级轮机员岗位职责与适任要求，减少教与学的盲目性，增强自觉性，提高教与学的效率，促进教师向专业化发展，达到优化课堂教学，实现有效课堂教学的目的。

收稿日期：2022-04-05
作者简介：钟妙清（1973-），男，广东交通职业技术学院，实验师。

1. 完善协同人才培育机制

秉承教科研和生产力转化双线并进的联动双驱理念，持续为专业一体化教学基地对专业、工程中心提供动力支持。对政府主导、学校主体、行业指导、企业参与的联动办学模式进行丰富和创新，打破阻碍主体间的创新桎梏，释放彼此间信息、资本、技术等创新要素，通过资源共建共享，人才共培共育而实现深度合作。

（1）探索政校企行共建、共管、共享机制

制度体系方面，寻求多主体协同育人的政策和制度建设，全面吻合行业主管机关强制性法规要求，确保人才培养与市场需求接轨；组织体系方面，构建多主体协同组织机构，完善团队管理、资源管理制度，强化学校教育与社会培训需求的有机衔接，提升基地的社会服务功能；管理体系方面，施行厂中校校企联合管理模式，优化学生在校学习与外出实习的双向管理，创建艺术化校企合作人才培养管理体系。

（2）制订教学实施标准，提升教学质量

全面对接国际公约和国内履约法规要求，制订课程教学实施标准，糅合教育教学与职业技能要求，实现课程标准与职业技能标准的融合与统一。

2. 构筑虚拟现实资源共享平台

聚焦“互联网+行业特色”，紧跟水路运输产业化发展步伐，依托广东省水路运输一体化协同育人平台、广东省轮机自动化技术协同创新发展中心、省级校内实践基地和校级精品在线开放课程，借力行业企业资源和社会力量，构筑多学科教学应用平台。

以轮机工程技术专业课程应用为中心，根据课程内容及岗位设置要求，通过一体化教学实践，选用点面结合的建设思路，组建共享教学资源库。以阶梯能力培育为导向，加强内涵建设，引入专业课程优质资源，充实和提高教学资源质量，完善资源库建设。

3. 课程标准设计思路

ERM 课程以海船轮机长、二管轮、三管轮等岗级职业能力为本位，根据不同的航行区域与职业应用能力需求，采用虚拟现实技术仿真教学，设置教学项目及相应工作任务，模拟工作场景，培育职业能力。

（1）根据高职院校人才培养的特点，结合水上运输专业实际需要，将岗位能力培养分解为若干模块，综合考虑岗、课、证融通的多维度诉求，统筹课程项目设计，构建轮机工程技术专业职业能力层级标准和模块化理实教学课程体系。

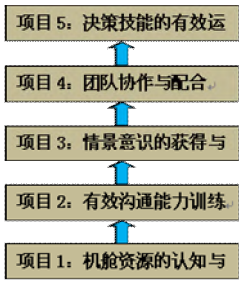


图 1 《机舱资源管理》课程项目化框图

（2）组织职业技术教育教学专家、专业教师、航运公司一线专家共同研讨，对照 STCW78/95 公约马尼拉修正案和国家海事局颁布实施的高级船员最新考纲，确定课程内容，联合开发以工学结合、能力本位的“基于工作过程导向、融通职业标准、能力进阶”的课程标准。ERM 课程项目化设计框图如图 1 所示。

（3）依托轮机工程虚拟仿真实训中心教学设备，依照岗位能力需求，开展 ERM 课程项目化实践教学，引导学生在具体情境中探究与发现，发展综合实践能力，以适应不断发展的国际公约和法规的要求。

（4）运用现代教育技术和船舶模拟机舱的仿真环境，开展精品在线开放课程建设，丰富职业特色要求应用于课程教学层级内涵，完善课程实训操作手册，优化教学过程，提高教学质量。

4. 施行理实一体化课程教学

（1）以往的教学模式大多数以教师为主，通常采用老师讲学生听的方式开展教学，学生学习主动性不强，教学效果不明显。因此，无论是理论教学还是实践教学，授课教师要从专业出发，从课程基础技能、专业技能、职业技能等方面艺术组织课堂内容，制定完善的教学方案，采取“教中学，学中做”的理实一体化教学模式，围绕岗位适任评估展开应用教学。

（2）选取课程理论知识讲授和实验操作指导由不同教师协同统一的教学方式，避免二次授课、重复授课，实现理论教学与实践教学的无缝对接，增强教师与学生的互动氛围，让学生一边进行实训操作，一边进行理论学习，高效利用教学资源和学习时间，提高教学效率。

（3）运用现代信息和网络资源，缔造“微课+翻转课堂”混合教学模式，创建“微信+移动网络”课堂教学程式。

（4）根据课程教学需要，结合企业具体弹性需求，部署课程内容纵深编排。课堂上通过轮机模拟器进行专业课程学习，加强岗位技能理解和掌握，课堂后安排学生到广东省珠江海运有限公司，西南海运有限公司、广州港南沙港务有限公司、广东徐闻港航控股有限公司、惠州市金桥海运有限公司等合作单位，进行真实生产环境的随船见习与实习，创设岗位能力互助实习平台，推行“学工同景”项目化导学，实现校企协同人才共育。

四、结语

ERM 课程教学改革打破以往轮机工程技术专业理论与实践相脱节的现象，摆脱了传统教学模式的潜在困扰。教学过程中利用现代化教学手段及网络课程资源，运用多媒体、互联网和虚拟现实技术，应用“微课课堂”、“翻转课堂”与“未来课堂”等教学方法，创新课程理实一体化推演教学，大大提高了学生一次性考取职业资格证书的通过率。

参考文献

[1] 中华人民共和国海事局，1978 年海员培训、发证和值班标准国际公约马尼拉修正案[M]. 大连：大连海事大学出版社，2010.

[2] 中华人民共和国海事局. STCW 公约马尼拉修正案履约指南[M]. 大连：大连海事大学出版社，2010.

广东省一流本科课程

证书

★ ★ ★ ★ ★

课 程 名 称：船舶主推进动力装置

课 程 类 别：线上线下混合式一流课程

课 程 负 责 人：葛涛

课程团队其他主要成员：滕宪斌、张晖、张春彦、杨何伍

主要建设单位：广州航海学院

广东省教育厅

2022年10月

证 书 编 号：202210531

中国交通教育研究会教育科学研究课题

结 题 证 书

课题编号：JTYB20-160

课 题 名 称：基于轮机工程专业专插本一体化教育体系研究

负 责 人：张志斌

主要参加者：徐敏、滕宪斌、何煜旻、魏安、王明峰、朱发新

该课题成果已通过验收，准予结题，特发此证。

中国交通教育研究会

2023 年 4 月 3 日

附件： 2019 年三二分段专升本应用型人才培养试点项目转段考核方案

广东交通职业技术学院/广州航海学院

轮机工程技术专业/轮机工程专业

按照《广东省教育厅关于开展 2019 年高职院校与本科高校协同育人试点工作的通知》（粤教职函〔2019〕82 号）等文件精神，落实《广东交通职业技术学院轮机工程技术专业/广州航海学院轮机工程专业三二分段专升本应用型人才培养方案》，结合两校实际，特制定本方案。

一、转段考核的内容、方式和标准

转段考核包括公共课程考核、基本素质考核和专业能力考核三个方面。

(一)公共课程考核

1.考核内容

《英语》、《高等数学》。

2.考核方式

学生在高职学习阶段第五学期结束前报名，在第六学期初参加当年全省“专插本”考试。由省教育考试院统一命题，统一考试，统一评卷。

3.考核标准

由省教育考试院根据当年考生考试情况和应用型高职-本科人才培养基本素质要求，单独划定分数线。成绩达到或超过省划定的最低分数线，即为合格。

(二)基本素质考核

考核工作由广东交通职业技术学院组织实施，广州航海学院参与。

1.考核内容

（1）思想品德情况：高职学习阶段遵守国家法律法规、校纪校规情况，参加学校或班级组织的思想教育活动、政治学习和社会公益活动情况，以及其他体现学生思想品德的情况；

（2）学习情况：高职学习阶段必修课、限选课成绩(含初次考试成绩和补考成绩）；

（3）参加社会实践活动情况；

（4）身体健康状况；

（5）其他体现学生特长和全面发展方面的情况。

2. 考核方式

采用过程考核。以学生在校期间 1-4 学期综合测评结果为准。

3.考核标准

（1）思想品德情况：根据《广东交通职业技术学院学生综合测评办法》计算， 1-4学期品德测评成绩达到良好等级，即为该项合格；

（2）学习情况：以广东交通职业技术学院教务处出具的成绩单为依据，在高职学习阶段，不得出现以下情况之一：①4 门及以上课程(含必修课、限选课，下同)初次考试不及格；②1-3 门课程初次考试不及格，经一次补考仍有1 门及以上课程不及格；

（3）参加社会实践活动情况：在校期间至少参加2周社会实践活动（需提供证明材料），即为该项合格；

（4）身体健康状况：在第五学期安排体检，以教育部、卫生部、

中国残疾人联合会颁布的《普通高等学校招生体检工作指导意见》和教育部、卫生部《关于普通高等学校招生学生入学体检取消乙肝项目检测有关问题的通知》的有关规定为依据，符合高校新生入学健康条件者，即为该项合格；

（5）其他体现学生特长和全面发展方面的情况：根据《广东交通职业技术学院大学生素质教育实施办法》，1-4学期共完成素质教育10学分，即为合格。

以上五项考核结果全部合格即认为基本素质考核合格。

有下列情况之一的，基本素质考核不合格：

（1）高职学习阶段因触犯国家法律法规，受到过司法机关刑事处罚或治安管理处罚的；

（2）高职学习阶段因考试作弊或其他违反学校规章制度的行为，受到过学校记过(含记过)以上处分的，或受到学校警告、严重警告处分，到高职学习阶段结束仍未解除的；

（3）高职学段有4 门及以上课程初次考试不及格的；或有1-3 门课程初次考试不及格，经一次补考仍有1 门及以上课程不及格的；

（4）按照教育部、卫生部、中国残疾人联合会颁布的《普通高等学校招生体检工作指导意见》规定， 身体不适宜该专业继续学习的。

(三)专业能力考核

考核工作由广州航海学院组织实施，广东交通职业技术学院参与。考核内容包括专业理论、专业技能两方面。

1.专业理论考核

（1）考核科目及方式

考核科目:《专业综合》、《主推进动力装置》、《轮机英语》。

考核方式:《专业综合》考核成绩采用高职阶段专业主干课程的分数平均值。《主推进动力装置》、《轮机英语》考核由广州航海学院轮机工程专业命题，并在转段考核公共课程统考结束后一周内组织。

（2）考核内容

根据双方共同制定的“3+2”高职-本科衔接人才培养方案，着重考核学生的基本理论、基础知识和基本技能的掌握程度以及运用知识分析、解决问题的能力，以满足本科阶段学习要求。《专业综合》考核科目包括:《主推进动力装置》、《船舶辅机》、《轮机英语》、《船舶电气与自动化》、《船舶管理》五门课程。

（3）考核时间

第五学期末,《专业综合》考核

第六学期初，转段考核公共课程统考结束后一周内,《主推进动力装置》、《轮机英语》考核。

2.专业技能考核

取得基本安全培训合格证、精通救生艇筏和救助艇培训合格证、高级消防培训合格证、精通急救培训合格证、保安意识培训合格证、负有指定保安职责船员培训合格证、无限航区3000KW及以上三管轮、无限航区3000KW及以上值班机工等证书之一的，即为该项考核合格。

3.考核标准

（1）在专业技能考核合格的基础上，专业能力考核成绩《专业综

合》各门主干课程正考成绩平均分达到60分；

（2）转段考核《主推进动力装置》、《轮机英语》成绩达到广州航海学院最低分数线。

4.结果公示办法

考核结束三周内同时在本科和专科院校公布考核结果。

二、转段考核结论

学生完成三年高职阶段学习后，同时符合以下四项条件的，视为转段考核合格，可进入广州航海学院学习。

1.获得试点高职院校普通专科毕业证书；

2.公共课程成绩达到或超过省划定的最低分数线；

3.基本素质考核合格；

4.专业能力考核合格。



轮机工程学院

轮机工程专业人才培养方案

（三二分段）

一、专业名称与代码

专业名称：轮机工程（Marine Engineering）

专业代码：081804K

二、培养目标

本专业培养德、智、体、美、劳全面发展，具有良好的科学文化素养和高度的社会责任感，具备机械原理和轮机系统等方面知识，能在水上运输各企事业单位从事船舶轮机操纵和维修、船舶机电设备维护和管理、船舶监修和监造、船舶检验以及相关的科研和教学等工作，符合国际和国家船员适任标准、具有国际竞争力的应用型高级专门人才。

三、培养要求

本专业学生主要学习船舶动力装置及辅助装置、船舶电力系统与电气设备等方面的基本理论和基本知识，接受轮机设备操纵、维护与维修、技术管理、模拟器和实船训练等基本训练，具有操纵和维修船舶动力及辅助装置，履行船舶监修、监造职责的初步能力。

毕业生应具备以下素质、能力和知识：

1.素质结构要求

思想道德素质：热爱社会主义祖国，拥护中国共产党领导，掌握马列主义、毛泽东思想和中国特色社会主义思想的基本原理；具有为人民服务，为中国共产党治国理政服务，为巩固和发展中国特色社会主义制度服务，为改革开放和社会主义现代化建设服务的志向和责任感；具有正确的世界观、人生观、价值观，具有敬业爱岗、诚实守信、

热爱劳动、遵纪守法、团结合作的品质；具有良好的思想品德、社会公德和职业道德。

文化素质：具有一定的人文、艺术和社会科学知识，具有良好的人际沟通能力。

身心素质：具备健全的心理和健康的体魄，有一定的业余爱好，具有理性、开朗、易与他人合作共事的健全人格和良好风度。有较强的心理调节和承受能力，积极向上，沉着果断，能承受各种困难和挫折。具有一定的体育和军事基本知识，受到必要的军事训练，达到国家规定的大学生体育和军事训练合格标准，能够履行建设祖国和保卫祖国的神圣义务。

专业素质：

具有从事工程工作所需要的数学和其他相关的自然科学知识以及一定的经济管理知识，具备良好的专业英语能力，能够熟练、正确、规范地运用航海标准用语进行业务表达和交流；了解本专业领域的技术标准，熟悉船舶安全运输、海洋环境保护和船舶防污染等方面的国际公约和国内法律法规；具有扎实的工程基础知识、轮机工程和电气工程及其自动化方面的基本理论知识，了解轮机发展现状、前沿技术和发展趋势。

2.能力结构要求

具有较好的组织管理能力、领导能力和服从意识，具有较强的交流沟通、环境适应和团队合作的能力；具有创新意识，掌握现代轮机工程等方面的基础知识，具有本专业领域科学研究和技术改造的初步

能力；掌握文献检索、资料查询的基本方法，具备信息获取和职业发展学习能力；具有综合运用所学科学理论分析并提出解决问题的方案，并解决工程实际问题的能力，具有操纵船舶动力装置，实施轮机维护和修理，履行船舶监修、监造职责的初步能力。

3.知识结构要求

具有良好的工程职业道德，强烈的爱国敬业精神、社会责任感和丰富的人文科学素养，掌握一定的军事理论知识，具备一定的军事素养；了解国内外历史、地理、宗教、法律和法规，具有一定的国际视野以及较强的人际交往和跨文化交流能力。具有良好的心理素质，有一定急救知识和救护能力，具有较强的海上求生能力，应变能力、心理调节和承受能力，具有应对危机和突发事件的初步能力；具有良好的质量、海洋环境保护、职业健康、安全和服务意识；符合 STCW 公约要求的知识结构要求。

四、学制与学位

基本学制：二年。

授予学位：工学学士。

五、主干学科和主要课程

主干学科：船舶与海洋工程。

主要课程：船舶电气设备及系统、轮机维修、船舶主推进动力装置、船舶辅机、轮机自动化基础、轮机自动化、船舶管理、轮机英语。

六、主要实践环节

主要实践教学环节：金工工艺实习及评估训练、轮机适任证书实操评估训练、轮机模拟器综合训练、轮机自动化机舱综合实训、毕业实习及毕业论文。

职业资格证书：参加学校组织的国家海事局规定的培训与考试，毕业时，通过国家海事局组织的海洋船舶轮机员适任证书统考并具备规定的海上资历后，可按有关规定取得海洋船舶操作级轮机员适任证书。

七、毕业学分要求

本专业学生毕业应修满 76.5 学分，其中，专业课程 41.5 学分，创新创业教育课程 10 学分（含课外学分），集中实践教学环节 25 学分。

严格执行《国家学生体质健康标准》。

八、课程与教学进程安排

1. 课程设置与教学进程表（表一）

2. 集中实践教学环节安排表（表二）

表一： 课程设置与教学进程表

课程模块	课程性质	序号	课程代码	课程名称	学期	考核方式	学分	总学时	学时分		各学期周				开课	备注
									理论	实践	一 14周	二 18周	三 6周	四 18周		
专业课	必修	1	112344800	轮机自动化基础	1	考	2	36	34	2	3				轮机	
		2	112341200	轮机英语 I	1	考	2	36	36		3				轮机	
		3	112341300	轮机英语 II	2	考	3	54	54			3			轮机	
		4	112341400	船舶电气设备及系统	1	考	4	72	62	10	5				轮机	
		5	112343700	船舶主推进动力装置 I	1	考	2.5	45	41	4	4				轮机	
		6	112343800	船舶主推进动力装置 II	2	考	3	54	48	6		3			轮机	
		7	112343500	船舶辅机 I	1	考	3	54	46	8	4				轮机	
		8	112343600	船舶辅机 II	2	考	3	54	46	8		3			轮机	
		9	112341700	轮机英语听力与会语 I	1	考	1	18		18	2				轮机	
		10	112341800	轮机英语听力与会语 II	2	考	1.5	27		27		2			轮机	
		11	112341900	轮机自动化	2	考	3	54	48	6		3			轮机	
		12	110040900	船舶管理	2	考	3	54	50	4		3			轮机	
		13	112342100	轮机维修	2	考	3	54	48	6		3			轮机	
		小计					34	612	513	99	21	20				
	方向限选	14	112342200	PLC 与现场总线技术	1	考	2.0	36	28	8	2				轮机	
		15	112342300	船舶电气设备维修技术	2	考	2.0	36	30	6		2			轮机	
		16	112342400	船舶电站及其自动化装置	2	考	2.0	36	32	4		2			轮机	
		小计（电气与自动化方向）					6	108	90	18	23	24				
	方向限选	17	112342500	船舶液压机械原理及维修技术	1	考	2.0	36	28	8	2				轮机	
		18	112342600	设备安装与调试	2	考	2.0	36	32	4		2			轮机	
		19	112342700	船舶与港口防污染技术	2	考	2.0	36	32	4		2			轮机	
		小计（轮机维修方向）					6	108	92	16	23	24				
	专业任意选	20	112344400	智能船舶概论	3	考	1.5	27	23	4			5		轮机	
		21	112343400	船舶检验	2	考	1.5	27	23	4		2			轮机	
		22	112344300	船舶动力装置故障诊断与可靠性	3	考	1.5	27	23	4			5		轮机	
		小计（选修 1.5 学分）					1.5	27	23	4			5			
		合计					41.5	747	626	121	23	26	5			
		23	000044300	大学生就业指导	3	考	1	18	18						双创	
		24	000044800	创业基础	3	考	2	36	36						双创	
		25	000044900	创新思维	3	考	2	36	36						双创	
		26	112344900	轮机创新创业专题	3	考	2	36	36						轮机	
	选修	参见学校创新创业类选修课程一览表，要求修读 2 学分														
		合计					10	180	180							
总计（课堂教学）							51.5	792	806	121						

表二： 集中实践环节安排表

课程模块	课程性质	序号	课程代码	课程名称	考核方式	学分	按学期分配（周）				开课学院	备注
							一学年		四学年			
							一	二	三	四		
		27	000045499	社会实践	考查	2					轮机	
		28	112340699	金工工艺实习及评估训练	考查	2.0	4				实习工厂	
		29	112340899（轮机适任证书实操评估训练）	动力设备操作	考查	3.0			6		轮机	
				动力设备拆装								
				电气与自动控制								
				机舱资源管理								
				轮机英语听力与会话								
				船舶电工工艺与电气设备								
		30	112340999	轮机适任考试强化训练	考查				5		轮机	
		31	000045599	毕业实习	考查	8				8	轮机	
		32	000045699	毕业设计（论文）	考查	10				10	轮机	
	合计					25	4		11	18		



轮机工程学院

轮机工程专业课程教学大纲

（三二分段）

目录

《船舶电气设备及系统》 课程教学大纲.....3
《船舶液压机械原理及维修技术》 课程教学大纲.....11
《轮机英语 II》 课程教学大纲.....17
《轮机英语 I》 课程教学大纲.....21
《轮机英语听力与会话 II》 课程教学大纲.....24
《轮机英语听力与会话 I》 课程教学大纲.....27
《船舶动力装置故障诊断与可靠性》 课程教学大纲.....30
《船舶管理》 课程教学大纲.....36
《船舶检验》 课程教学大纲.....43
《轮机自动化》 课程教学大纲.....48
《轮机自动化基础》 课程教学大纲.....54
《船舶主推进动力装置》 课程教学大纲.....60
《轮机维修》 课程教学大纲.....69
《PLC 与现场总线技术》 课程教学大纲.....76
《船舶电气设备维修技术》 课程教学大纲.....82
《船舶电站及其自动化装置》 课程教学大纲.....89
《船舶辅机Ⅰ》 课程教学大纲.....96
《船舶辅机Ⅱ》 课程教学大纲.....113
《船舶港口与防污染》 课程教学大纲.....130
《设备的安装与调试》 课程教学大纲.....135
《智能船舶概论》 课程教学大纲.....147

“船舶电气设备及系统”课程教学大纲

一、课程教学大纲基本信息

适用专业	轮机工程	编写年月	2019-05
适用对象	本科	执　　笔	张志斌
学分学时	4 学分，72 学时	审　　核	范怀谷

二、课程性质、任务与目的及基本要求

课程性质：本课程为广东省高等教育精品课程。2003 年广东省高校首届 50 门精品课程之一，也是 2013 广东省精品课程。本课程作为海船轮机工程技术专业的主要专业必修课程，实践性强、知识面广。该课程以《电工学》、《电子技术》和《电工与电子实验实习》为前期基础课程，而本课程突出船舶电气设备的特点。

任务与目的：根据海船《STCW》公约的要求使学生掌握必备的船电知识，掌握全面的船员考证《船舶电气与自动化》课程的相关知识，为成为轮机员具备必须的船电理论知识。

基本要求:

1.掌握主要的船用电气设备性能、原理和特点。
2.掌握基本的控制电路及其原理、性能。
3.掌握锚机、起货机、舵机电气控制的为要性能。
4.掌握船舶电站构成及主要设备的性能。
5.掌握同步发电机原理和电枢反应。
6.掌握调压器的分类及原理。
7.掌握发电机组有功和无功功率分配和调节。
8.掌握船舶安全用电和安全管理。
9.掌握船舶照明系统管理和船舶电气管理人员的安全职责。

三、教学内容及要求

第一部分 船舶电气设备的自动控制（教材第八章、第十一章）

第一节 船舶常用控制电器及电动机的基本保护环节

【目的要求】

1．了解继电器、电磁制动器的参数整定，了解电动机基本保护环节。
2．理解（熟悉）常用控制电器的结构原理及功能。
3．掌握常用控制电器的结构原理，掌握基本保护环节的常用保护措施。

【主要内容】

1．主令电器：组合开关；行程开关；主令控制器。
2．熔断器、接触器、继电器和常用空气断路器的原理及功能。
3．压力继电器、温度继电器；时间继电器和热继电器的整定。
4．电磁制动器间隙的调整。
5．电气保护环节的短路保护、过载保护、欠压保护、失压保护和缺相保护。

重点：理解常用控制电器的结构原理和熔断器、接触器、继电器和常用空气断路器的原理及功能。

难点：压力继电器、温度继电器；时间继电器和热继电器的工作原理。

第二节 控制电路的基本控制环节

【目的要求】

1．了解三相异步电动机的基本保护环节。

2．理解（熟悉）控制线路图示法和三相异步电动机控制电路的基本控制环节。

3．掌握三相异步电动机 Y-Δ换接启动控制电路。

【主要内容】

1．三相异步电动机的基本保护环节。

2．三相异步电动机控制电路的基本控制环节。

3．三相异步电动机的典型控制电路。

4．三相异步电动机 Y-Δ换接启动控制电路。

5．舱室辅助机械的电气控制

重点：电动机的基本控制电路、分析方法及控制原则和保护环节，特别是理解三相异步电动机 Y-Δ换接启动控制电路的基本环节。

难点：掌握电动机的基本控制电路的分析方法及控制原则。

第二部分 船舶甲板机械的电力拖动控制系统（教材第九章）

【目的要求】

1．了解锚机、绞缆机的电力拖动与控制。

2．理解（熟悉）锚机、绞缆机的控制线路。

3．掌握船舶起货机的电力拖动与控制，交流电动起货机。

【主要内容】

1．锚机、绞缆机的电力拖动与控制。

2．锚机控制线路。

3．船舶起货机的电力拖动与控制，交流电动起货机。

重点：锚机、起货机控制电路的原理、性能、特点。

难点：船舶起货机的电力拖动与控制。

第三部分 船舶舵机的电力拖动与控制（教材第十章）

【目的要求】

1．了解舵机电力拖动与控制的基本要求。

2．理解（熟悉）自动舵的基本类型及其调节规律，操舵方式及基本工作原理。

3．掌握自动操舵系统基本工作原理。

【主要内容】

1．舵机电力拖动与控制的基本要求，操舵方式及基本工作原理。

2．自动舵的基本类型及其调节规律。

3．自动操舵系统基本工作原理。

重点：舵机电力拖动的特点；操舵方式及原理、性能；自动舵的类型及特点。
难点：理解自动操舵系统基本工作原理。

第四部分 同步电机（教材第五章）

【目的要求】

1．了解三相交流同步发电机基本结构、工作原理及铭牌数据。
2．理解（熟悉）三相交流同步发电机运行特性。
3．掌握同步电动机的基本原理。

【主要内容】

1．三相交流同步发电机基本结构、工作原理及铭牌数据。
2．三相交流同步发电机运行特性。
3．同步电动机。

重点：掌握三相交流同步发电机负载运行及电枢反应。
难点：理解三相交流同步发电机负载运行及电枢反应。

第五部分 船舶电力系统（教材第十二、十三章）

第一节 船舶电力系统的基本概念

【目的要求】

1．了解常用船舶电力系统的组成与特点。
2．理解（熟悉）船舶电力系统的基本参数。
3．掌握船舶电力网分类、配电方式、电力系统的线制 。

【主要内容】

1. 常用船舶电力系统的组成与特点
2. 船舶电力系统的基本参数
3. 船舶电力网分类、配电方式、电力系统的线制

重点：理解船舶电力网分类、配电方式、电力系统的线制的相关知识。
难点：掌握船舶电力配电方式与路电的不同。

第二节 船舶主配电板及应急电源系统

【目的要求】

1．了解船舶主配电板的组成与功能。
2．理解（熟悉）船舶重要负载的馈电方式及应急发电机与应急配电板功能、操作与管理要求。
3．掌握船用蓄电池的原理及维护保养。

【主要内容】

1．船舶主配电板的组成与功能。
2．船舶重要负载的馈电方式。
3．应急配电板功能、操作与管理要求。
4. 掌握船用蓄电池的原理及维护保养。

重点：掌握船舶主配电板的组成与功能和应急发电机、蓄电池和空气开关的基本组成、性能和使用。

难点：理解应急配电板功能、操作与管理要求。

第三节 船舶发电机主开关及同步发电机的并联运行

【目的要求】

1. 了解船舶发电机主开关的基本功能和结构。
2. 理解（熟悉）发电机主开关的基本工作原理。
3. 掌握同步发电机的并联运行特点及要求。

【主要内容】

1. 同步发电机并联运行的特点。
2. 同步发电机并联运行的条件。
3. 同步发电机并联运行操作包括手动并车和自动并车。

重点：掌握同步发电机并联运行特点及条件，并学会手动并车的相关操作。

难点：理解步发电机并联运行特点及条件。

第六部分 并联运行发电机组有功功率分配与频率调节和无功功率自动调整（包括教材的第十四、十五章）

第一节 并联运行发电机组有功功率分配与频率调节

【目的要求】

1. 了解调速器的调速特性及相关结构，频率调节与并联有功分配。
2. 理解（熟悉）并联运行发电机组有功功率分配与调节的基本工作原理。
3. 掌握并联运行发电机组有功功率分配与调节手动操作方法。

【主要内容】

1. 调速器结构及调速特性。
2. 同步发电机组的频率调节。
3. 并联运行同步发电机有功功率分配与调节的基本工作原理。

重点：掌握调速器与频率调节、有功分配及相关调节的基本工作原理。

难点：理解并联运行有功功率调节。

第二节 同步发电机的自励恒压装置与并联运行发电机组的无功功率分配

【目的要求】

1. 了解自励恒压装置的作用和基本要求。
2. 理解（熟悉）不可控相复励自励恒压装置及工作原理及可控相复励恒压装置及工作原理。
3. 掌握无刷发电机励磁装置和并联运行同步发电机无功功率分配。

【主要内容】

1. 自励恒压装置的作用和基本要求。
2. 不可控相复励自励恒压装置及工作原理。

3. 可控相复励恒压装置及工作原理。
4. 无刷发电机励磁装置。
5. 并联运行同步发电机无功功率分配。

重点：理解不可控相复励自励恒压工作原理和可控相复励恒压工作原理。

难点：掌握并联运行同步发电机无功功率分配工作过程。

第七部分 船舶电站及照明系统（教材第十七章）

【目的要求】

1．了解船舶照明系统的组成。
2．理解（熟悉）船舶中高压电力系统。
3．掌握船舶电站运行的安全保护。

【主要内容】

1．船舶电站运行的安全保护。
2．船舶照明系统。
3．船舶中高压电力系统。

重点：船舶发电机逆功率保护；船舶电网接地故障的排查；轴带发电机系统运行操作；船舶中高压电力系统与设备的安全常识；熟悉船舶常用灯具的分类和用途；船舶照明系统的分类和用途；常用电光源的发光原理。

难点：掌握船舶发电机逆功率保护；船舶电网接地故障的排查。

第八部分 船舶自动化电站（教材第十八章）

【目的要求】

1．了解船舶内部通信系统和船舶操纵信号设备。
2．理解（熟悉）船舶声力电话及主副车种的工作原理。
3．掌握船舶内部通信的其他装置与系统。

【主要内容】

1．船舶内部通信系统。
2．船舶操纵信号设备。
3．船舶电气信号装置及广播系统。

重点：声力电话的工作原理。

难点：区别船舶内部通信及信号装置。

第九部分 船舶电气设备安全管理与维护及船舶电气管理人员职责

【目的要求】

1．了解船舶电气系统工作安全要求。
2．理解（熟悉）电气控制线路识图与控制线路装配，电子元器件的识别。
3．掌握电气控制箱的常见故障检查与排除，船用电机的维修，船舶交流电站的维修与故障排除。

【主要内容】

1．船舶电气系统工作安全要求。
2．电气控制箱的常见故障检查与排除，船用电机的维修，船舶交流电站的

维修与故障排除。

重点：掌握电气控制箱的常见故障检查与排除，船用电机的维修，船舶交流电站的维修与故障排除。

难点：理解和掌握电子控制线路，电路板、电子元器件的焊接与装配。

四、实验内容及要求

本课程实验有交流电动机正反转接线和同步发电机并车

交流电动机正反转接线及控制应使学生了解控制电器的结构、特点和性能，使学生了解交流电动机控制的方法、性能和特点，使学生了解控制线路接线的基本原则。

同步发电机并车使学生了解船舶配电装置的基本组成、性能和特点，了解交流同步发电机各种并车方法性能和特点，了解负荷转移等操作，了解船舶电站各种自动化装置的基本性能。

实验 1．交流电动机正反转接线及控制

【目的要求】

1．了解各元件的结构及作用。

2．熟悉交流异步电动机正反转运行控制原理及联锁方法。

3．掌握看原理接线图，熟练进行接线和排除故障方法。

【主要内容】

按原理线路图进行正确接线，了解该电路图采用的元件结构，触头（主触头及辅触头）的功能、位置及作用。在正常运行时，按反转按钮观看联锁触点所起作用。

实验 2．同步发电机并车

【目的要求】

1．了解发电机组单机手动起动运行以及主开关合闸供电操作。

2．熟悉发电机组手动并车操作、解列等操作。

3．掌握发电机组自动并车操作、解列等操作。

【主要内容】

发电机组单机手动起动运行以及主开关合闸供电操作；发电机组手动并车操作；并联运行发电机组有功功率分配以及频率的手动调节操作；并联运行发电机组的手动解列操作；发电机组投入并联运行的自动操作；并联运行发电机组自动解列操作。

五、学时分配建议

序号	课程内容	学时分配				
		讲课	实验	习题课	课程设计	机动
一	第八章 船舶电气设备的自动控制	4	4（实验课）			
二	第九章 船舶甲板机械电力拖动与控制	6				
三	第十章 船舶舵机的电力拖动与控制	4				
四	第十一章辅助机械的电力拖动与控制	6				
五	第十二章 船舶电力系统的组成（加第五章同步电机的知识点）	10				
六	第十三章同步发电机的并联运行	8	4（实验课）			
七	第十四章 同步发电机电压及无功功率的调整	9				
八	第十五章电力系统频率及有功功率自动调整	5				
九	第十六章 船舶自动化电站	2	2（实践课）			
十	第十七章 船舶照明系统管理	2				
十一	第十八章 船舶安全用电和安全管理	4				
十二	第十九章 船舶电气管理人员的安全职责	2				
合计		62	10			

六、实验学时分配建议

序号	实　　验　　内　　容	学时分配
一	交流电动机正反转接线及控制	4
二	同步发电机并车	4
合计		8

七、教学建议

1．对本课程所使用的教材要求

根据本大纲要求，除要采用与编写出较新较高水平的教材外，还要编写出一定分量的实验指导书。

2. 本课程的实践环节安排

本课程后续有《船舶电站》和《船舶电气工艺》训练，故实验内容作为机动，以加强理论教学。讲课时应多展示电器实物，注重理论联系实际。

3．对教学手段的改进

（1）不断添置和更新实验设备，加强理论教学与实操评估教学的联系。

（2）重视辅助教学，例如：实物教学、多媒体教学。

（3）重视课外作业。

（4）加强教学法研究和教学经验交流。

4．精品课程建设

本课程作为《船舶电气》的主要部份，从 2003 年度成为广东省精品课程以来，在多媒体课件建设方面做了大量的工作，制作了许多船舶电气教学图片，制作了许多动态画面，穿插了许多船舶电气实物照片，对课程的题库和实验等进行了补充和修改，课程相关的实验、实操和实习设备具有国内先进水平。本课程将继续进行完善，力争达到国家精品课程的要求，特别是将上课的内容摄制成精美的录像进行上网。

八、课程考核方式

本课程为考试科目，平时作业、课堂成绩、实验环节和考勤占 30%，期终考试成绩占 70%。教学上可布置适当作业，特别是一些难点如起货机、调压器等方面内容。由于本门课是根据 STCW 公约获得船员适任证书的一门考试科目，所以考试内容、题型除满足学历教育的要求外，应尽量与《海船船员适任考试和评估大纲》的要求一致。

九、教材及参考书建议

1. 教材

《船舶电气设备及系统》，赵殿礼主编， 大连海事大学出版社，2009 年出版。

2. 参考书目

《船舶电气与自动化》(船舶自动化)， 林叶锦 徐善林主编， 大连海事大学出版社，2012 年出版。

《船舶电气设备及系统》，史际昌主编，大连海事大学出版社，2008 年出版

“船舶液压机械原理及维修技术”课程教学大纲

一、课程大纲基本信息

适用专业	轮机工程	编写年月	2019-08
适用对象	2019 级	执　　笔	蔡建邦
学分学时数：	2.0 学分，36 学时	审　　核	张晖

二、课程性质、任务与目的及基本要求

课程性质：本课程是轮机工程专业的一门专业基础课，要求学生已完成机械基础知识的学习。通过本课程学习，要求学生掌握液压传动系统的基本理论知识;

任务与目的：

1、掌握液压传动系统的基本原理、特点和使用；

2、掌握液压元件、液压附件的工作原理、基本机构、特点、使用和维护、常见故障及其排除；

在今后的实际工作中能够达到以下两点基本要求：

1、能够排除液压传动系统的常见故障；

2、根据实际需要，在有参考资料的前提下，能设计简单的液压传动系统。

三、　教学内容及要求

第一章 液压控制元件

通过讲述方向控制阀、压力控制阀、流量控制阀和电液比例控制阀结构、工作原理，目的是使学生能知道液压控制阀在船舶液压系统的作用，要求学生在今后工作中能排除常见液压控制阀故障。

【目的要求】

1．了解液压控制阀的结构；

2．理解液压控制阀的工作原理；

3．掌握液压控制阀故障排除。

【主要内容】

1. 方向控制阀工作原理、结构；

2. 压力控制阀工作原理、结构；

3. 流量控制阀工作原理、结构；
4. 电液比例控制阀工作原理、结构。

重点：液压控制阀原理、在船舶液压系统的作用及排除常见液压控制阀故障。

难点：液压控制阀结构。

第二章 液压动力元件

通过讲述齿轮泵、叶片泵、柱塞泵的结构、工作原理，目的是使学生能知道齿轮泵、叶片泵、柱塞泵在船舶液压系统的作用，要求学生在今后工作中能排除常见液压泵故障；

【目的要求】

1．了解计算液压泵的负荷；
2．理解液压泵类型、特点；
3．掌握液压泵故障排除。

【主要内容】

1．齿轮泵的结构、工作原理；
2．叶片泵的结构、工作原理；
3．柱塞泵的结构、工作原理；

重点：液压泵故障及排除。

难点：液压泵结构及液压泵试验。

第三章 液压执行元件

【目的要求】

通过讲述液压马达结构、工作原理，目的是使学生能知道液压马达在船舶液压系统的作用，要求学生在今后工作中能排除常见液压马达故障。

1．了解液压泵和液压马达的结构；
2．理解（熟悉）液压缸和液压马达的工作原理；
3．掌握液压缸和液压马达故障分析及排除。

【主要内容】

4．连杆式油马达的结构、工作原理；
5．五星轮式油马达的结构、工作原理；
6．内曲线式油马达的结构、工作原理；
7．叶片式油马达的结构、工作原理。

重点：柱塞泵的结构、工作原理，叶片式油马达的结构、工作原理，以及它们的故障分析。

难点：液压泵和液压马达的结构。

第四章 液压辅件

通过讲述蓄能器、热交换器、密封装置等液压辅助装置的结构、工作原理，目的是使学生能知道辅助装置在船舶液压系统的作用，要求学生在今后工作中能排除常见辅助装置故障。

【目的要求】

1．了解辅助装置的结构；
2．理解辅助装置的工作原理；
3．掌握辅助装置故障排除。

【主要内容】

1. 蓄能器工作原理、结构；
2. 热交换器工作原理、结构；
3. 密封装置工作原理、结构；
4. 油箱的作用、结构；
5. 滤器工作原理、结构。

重点：辅助装置原理、在船舶液压系统的作用及排除常见液压控制阀故障。

难点：辅助装置结构。

第五章 典型液压系统

通过介绍液压舵机、液压起货机等液压系统工作原理，目的是使学生能知道典型液压系统在实际工作中的作用，要求学生在今后工作中能排除常见液压系统故障。

【目的要求】

1．了解典型液压系统的结构；
2．理解典型液压系统的工作原理；
3．掌握典型液压系统故障排除。

【主要内容】

1. 舵机液压系统工作原理、结构；
2. 液压起货机工作原理、结构；

重点：典型液压系统原理及排除常见液压控制阀故障。

难点：典型液压系统结构。

第六章 液压特辅机械

通过介绍液压调距桨和减摇鳍等液压系统工作原理，目的是使学生能知道典型液压系统在实际工作中的作用，要求学生在今后工作中能排除常见液压系统故障。

【目的要求】

1．了解调距桨液压系统的结构；
2．理解减摇鳍液压系统的工作原理；
3．掌握液压系统故障排除。

【主要内容】

1.调距桨液压系统工作原理、结构；
2. 减摇鳍工作原理、结构；

重点：典型液压系统原理及排除常见液压控制阀故障。

难点：典型液压系统结构。

第七章 挖泥船液压系统

通过介绍挖泥船各个液压系统工作原理，目的是使学生能知道挖泥船系统在实际工作中的作用，要求学生在今后工作中能排除常见液压系统故障。

【目的要求】

1．了解铰刀液压系统的结构；
2．理解定位桩液压系统的工作原理；
3．掌握液压系统故障排除。

【主要内容】

1.铰刀液压系统工作原理、结构；
2.定位桩工作原理、结构；

重点：典型液压系统原理及排除常见液压故障。

难点：典型液压系统结构。

四、现场课内容及要求

1．液压泵和液压马达结构的认识

【目的要求】

1．了解液压泵和液压马达的结构；
2．理解（熟悉）液压泵和液压马达的工作原理；
3．掌握液压泵和液压马达故障分析及排除。

【主要内容】

1. 齿轮泵的结构、工作原理；
2. 叶片泵的结构、工作原理；
3. 柱塞泵的结构、工作原理；
4. 连杆式油马达的结构、工作原理；
5. 叶片式油马达的结构、工作原理。

2．典型液压系统（舵机系统）的认识与操作

【目的要求】

1．了解液压舵机系统的组成；
2．熟悉液压舵机系统的工作原理；
3．掌握液压舵机系统的故障分析及排除。

【主要内容】

1. 液压舵机系统的操纵系统；
2. 液压舵机系统的三点追随机构；
3. 液压油的管理。

五、学时分配建议

章 序	教学内容	授课时数	现场教学时数	备注
第一章	液压控制元件	8	2	
第二章	液压动力元件	6		
第三章	液压执行元件	4		

第四章	液压辅件	4		
第五章	液压甲板机械	6	2	
第六章	船舶液压特辅机械	2		
第七章	挖泥船液压系统	2		
合计		30	4	

五、现场教学学时分配建议

序号	内　　容	学时数
一	液压泵和液压马达结构的认识	2
二	典型液压系统（舵机系统）的认识与操作	2
合计		4

六、本课程与前后续课程的关系

本课程是船舶辅机的延伸，由甲板机械扩大到液压甲板的范畴。

七、课程教学方法与教学手段建议

本课程采用课堂多媒体教学现场教学等多种教学方法。具体方法和手段的确定以有利于课程内容的学习和取得好的教学效果为原则。在课堂教学中，改变“满堂灌”方式，广泛采用启发、讨论、学生展示、课堂讲评和案例教学方式，引导学生积极主动地思考，提高学生分析问题的能力。

建议：

（1）对本课程所使用的教材要求

根据本大纲要求，选用较新较高水平的教材和实验指导书。

（2）本课程的实践环节安排。

本大纲所规定的实验项目，有条件的应在实习船上进行，也可以在自动化机舱或实验室 。

（3）对教学手段的改进：

1）不断添置和更新实验设备，重视实验课教学。

2）重视辅助教学，例如：挂图、录像、投影仪、现场教学。

3）重视课外作业。

4）加强教学方法研究和教学经验交流。

八、课程考核方式

本课程为考查科目，平时成绩占 70%，包括作业、考勤和实验环节，期末考核占 30%。

九、教材及参考书建议

1.教材

船舶液压设备原理及维修技术》陈海泉编著，大连海事大学出版社，2016 年 4 月第 1 版。

2.参考书目

《液压与气动技术》 姜佩东主编 高等教育出版社 2008 年 8 月第一版
《轮机自动化基础》 李仁杰、崔庆渝合编，大连海事大学出版社，2008 年出版。
《船舶辅机》陈海泉主编，大连海事大学出版社，2013 年出版。
《船舶液压机械原理及维修技术》陈海泉主编，大连海事大学出版社，2010 年出版。

《轮机英语 II》课程教学大纲

一、课程教学大纲基本信息

适用专业	轮机工程	编写年月	2019-05
适用对象	本科	执　　笔	游雪清
学分学时数：	3 学分，54 学时	审　　核	张晖

二、课程性质、任务与目的及基本要求

（一）课程性质

《轮机英语 II》是《轮机英语 I》课程的后续课程，是海船轮机工程专业的核心课程之一，专业性和实用性很强，要求有较高的基础英语能力，要求有较高的基础英语能力，并具备一定的船舶轮机工程专业知识。

（二）课程任务与目的

本课程旨在培养学生在远洋船舶轮机管理实践中的英语实际运用能力，尤其是船舶轮机管理方面的专业英文资料的阅读能力；掌握专业英语阅读技巧以及专业英语翻译技巧，能正确解读英文轮机出版物、操作手册、故障查找说明书等与职责有关的出版物及手册;能正确填写英文轮机日志。

（三）基本要求

1. 了解技术英语常见的句型和语法现象，
2. 熟悉专业英语中长句的翻译技巧；
3. 掌握 2000 个以上的专业英语词汇；
4. 能较熟练地阅读、翻译船舶动力装置、辅助机械方面的文章、资料和说明书。

三、教学内容及要求

第二章　船舶辅助机械

【目的要求】

1. 了解船舶轮机部负责的辅助机械以及甲板机械的类型、结构特点
2. 熟悉锅炉、泵、防污染设备、分油机的工作原理及运行管理
3. 掌握船舶辅助机械的专业英语词汇，具备看懂英文版船舶辅助设备说明书及技术资料的阅读能力。

【主要内容】

1. Marine boiler 船用锅炉
2. Marine refrigeration 船舶制冷
3. Air-conditioning plant 船舶空调装置
4. Marine desalination plant 海水淡化装置
5. Oily Water Separator 油水分离器
6. Sewage Treatment Plant 生活污水处理装置

重点：锅炉、泵、空调装置、分油机、甲板机械的结构特点和运行管理

难点：防污染设备的工作原理及运行管理，泵、分油机、甲板机械的故障分析与排查

第三章 船舶电气

【目的要求】

1. 了解船用发电机、配电板、电气设备以及船舶自动控制系统的特点和工作原理
2. 熟悉发电机的并车和解列，应急发电机以及电气设备的运行管理
3. 掌握船舶电气相关的专业英语词汇，具备阅读相关船舶电气设备及自动控制系统的英文资料的能力

【主要内容】

1. Alternating Current Generation 船用发电机
2. Synchronization of alternators 交流发电机的并车
3. Marine Switchboard 船用配电板
4. Electric Motors 船用电动机
5. Control theory 控制理论
6. Typical marine control systems 典型的船舶控制系统

重点：船用发电机的结构特点及并车解列，应急发电机的管理，配电板的组成，电气设备运行管理

难点：船舶自动控制仪表及系统的工作特点和运行管理

第四章 船舶管理

【目的要求】

1. 了解并熟悉船舶防火防爆安全守则，加油程序及燃油的管理；
2. 了解并熟悉船舶防污染以及港口国检查等相关程序；
3. 掌握船舶管理相关的专业英语词汇，具备阅读相关英文资料的能力

【主要内容】

1. Preparations for Standby 备车
2. Precaution against fire 防火
3. Fuel oils 燃油
4. Bunkering operation 加油操作
5. Port State Control 港口国监督检查

重点：船用发电机的结构特点及并车解列，应急发电机的管理，配电板的组成，电气设备运行管理

难点：船舶自动控制仪表及系统的工作特点和运行管理

第五章 国际公约

【目的要求】

1. 了解轮机值班的基本原则、MARPOL 公约、SOLAS 公约、海事劳工公约的有关要求；

2. 掌握公约英文出版物中的有关词汇以及复杂长句的分析方法，能看懂有关公约和规则的英文出版物和资料

【主要内容】

1. Basic principles to be observed in keeping an Engineering Watch 轮机值班的基本原则
2. The MARPOL Convention 防止船舶海洋污染国际公约
3. SOLAS Convention 海上人命安全国际公约
4. Maritime Labor Convention 海事劳工公约

重点：轮机员的基本职责、值班原则；SOLAS 公约的基本要义；MARPOL 公约的主要内容；ILO 公约的相关内容

难点：各种污染物的排放规定、有关国家及港口的防污染规则

四、学时分配建议

序号	课程内容	学时分配				
		讲课	实验	习题课	课程设计	机动
一	船舶辅助机械	14		2		
二	船舶电气与自动化	12		2		
三	船舶管理	12		2		
四	国际公约	6		2		
合计		44		8		2

五、本课程与前后续课程的关系

本课程是为培养海洋船舶轮机管理专业人才而设置的，课程内容是本专业人员应当熟练掌握的专业知识，与轮机工程专业的核心课程如船舶主推进装置、船舶辅机、船舶电气、船舶管理、船舶自动化等课程联系紧密，要求学生具备一定的专业基础知识，并要求学生通过本课程的前续课程《轮机英语 I》的学习已具

备一定的专业英语基础。先修课程的学习以及专业基础知识不仅能够帮助学生更好地理解用英语表述的专业知识，同时本课程的学习也能够加强学生对专业知识的理解，因此在教学中建议根据学生学习轮机专业知识的教学进度适当调整本课程各章节的顺序。

六、课程教学方法与教学手段建议

1. 本课程的教材要求

依据本大纲和国家海事局对海船船员培训大纲的有关要求，选取新出版的轮机英语本科教材或海事机构推荐的教材。

2.对教学手段的改进

（1）加强与学生的互动，如课堂问答、专业交流等，增强其学习的主动性；

（2）注重学生专业英语词汇的积累，加强阅读理解能力；教学上可布置适当作业，尤其是专业词汇和阅读理解练习。

（3）适当选取与专业相关的英文电影、船舶培训录像，或利用自动化机舱、轮机模拟器等教学设施进行现场教学，提高学习兴趣。

七、课程考核方式

本课程为考试科目，平时成绩包括考勤、作业占 30%，期考成绩占 70%。考试内容、题型可参考《海船船员适任考试和评估大纲》的要求。

期终考试试卷满分 100 分，考试时间 120 分钟，闭卷。成绩 60 分及格，不及格者给予补考一次。

八、教材及参考书建议

1. 教材

轮机英语（操作级）. 郭伍军等主编. 大连：大连海事大学出版社，2012 出版

轮机英语阅读与写作. 李品友主编.上海：上海浦江教育出版社,2013 出版

2. 参考书目

（1）中华人民共和国海船船员适任考试同步辅导教材：轮机英语（操作级）. 党坤主编. 大连: 大连海事大学出版社. 2017 年出版.

（2）轮机英语习题与解答. 李品友主编.上海：上海浦江教育出版社.2012 年出版.

（3）轮机英语考证自学教材（二、三管轮）. 李文华主编. 大连：大连海事大学出版社.2010 年出版.

（4）船舶图解大词典. 张孔群编著. 大连：大连海事大学出版社. 2007 年出版.

（5）英汉航海轮机词典. 金永兴编著. 人民交通出版社出版，2008 年出版.

《轮机英语 I》课程教学大纲

一、课程教学大纲基本信息

适用专业	轮机工程	编写年月	2019-05
适用对象	本科	执　　笔	游雪清
学分学时数：	2 学分，36 学时	审　　核	张晖

二、课程性质、任务与目的及基本要求

（一）课程性质

《轮机英语 I》是海船轮机工程专业的核心课程之一，专业性和实用性很强，要求有较高的基础英语能力，并具备一定的船舶轮机工程专业知识。

（二）课程任务与目的

本课程旨在培养学生在远洋船舶轮机管理实践中的英语实际运用能力，尤其是船舶轮机管理方面的专业英文资料的阅读能力；掌握专业英语阅读技巧以及专业翻译技巧，能正确解读英文轮机出版物、操作手册、故障查找说明书等与职责有关的出版物及手册。

（三）基本要求

1. 了解技术英语常见的句型和语法现象；
2. 熟悉专业英语中长句的翻译技巧；
3. 掌握 1000 个以上的专业英语词汇；
4. 能较熟练地阅读、翻译船舶动力装置、辅助机械方面的文章、资料和说明书。

四、教学内容及要求

第一章 Main Propulsion Plant 船舶主推进装置

【目的要求】

1. 了解船舶动力装置的组成和类型
2. 熟悉船舶柴油机的工作原理、基本结构、燃油系统、滑油系统、冷却水系统以及启动空气系统
3. 掌握船舶柴油机及其工作系统的专业英语术语及词汇，能看懂英文版船

舶动力装置的英文说明书及技术资料

【主要内容】

1. 船舶柴油机的工作原理和基本结构
2. 船舶柴油机燃油系统
3. 船舶柴油机滑油系统
4. 船舶柴油机冷却水系统
5. 船舶柴油机启动空气系统
6. 柴油机的运行管理

重点：船舶柴油机的工作系统及运行管理

难点：船舶主推进装置的英文专业术语、专业英文文献中的复杂语法现象

第二章 Auxiliary Machinery 船舶辅助机械

【目的要求】

1.了解船舶轮机部负责的辅助机械以及甲板机械的类型、结构特点

2. 熟悉锅炉、泵、防污染设备、分油机的工作原理及运行管理

3. 掌握船舶辅助机械的专业英语词汇，具备看懂英文版船舶辅助设备说明书及技术资料的阅读能力。

【主要内容】

1. Marine pumps 船用泵
2. Hydraulic system 液压系统
3. Deck machinery 甲板机械
4. Steering Gear 舵机
5. Oil Separator 分油机

重点：船用泵、液压系统、甲板机械的结构特点和运行管理

难点：防污染设备的工作原理及运行管理，泵、液压系统、甲板机械的故障分析与排查

四、学时分配建议

序号	课程内容	学时分配				
		讲课	实验	习题课	课程设计	机动
一	Main Propulsion Plant	14		4		
二	Auxiliary Machinery	12		2		
合计		26		6		4

五、本课程与前后续课程的关系

本课程是为培养海洋船舶轮机管理专业人才而设置的，课程内容是本专业人员应当熟练掌握的专业知识，与轮机工程专业的核心课程如船舶主推进装置、船

舶辅机等课程联系紧密，要求学生具备一定的大学英语基础能力以及相关的专业知识，因此要求先修大学英语或海事基础英语课程，并已具备一定的专业基础知识。先修课程的学习以及专业基础知识不仅能够帮助学生更好地理解用英语表述的专业知识，同时本课程的学习也能够加强学生对专业知识的理解。

六、课程教学方法与教学手段建议

1. 本课程的教材要求

依据本大纲和 11 规则考试大纲要求，选取新出版的轮机英语本科教材或海事机构推荐的教材。

2.对教学手段的改进

（1）加强与学生的互动，如课堂问答、专业交流等，增强其学习的主动性；

（2）注重学生专业英语词汇的积累，加强阅读理解能力；教学上可布置适当作业，尤其是专业词汇和阅读理解练习。

（3）适当选取与专业相关的英文电影、船舶培训录像，或利用自动化机舱、轮机模拟器等教学设施进行现场教学，提高学习兴趣。

七、课程考核方式

本课程为考试科目，平时成绩包括考勤、作业占 30%，期考成绩占 70%。考试内容、题型可参考《海船船员适任考试和评估大纲》的要求。

期终考试试卷满分 100 分，考试时间 100 分钟，闭卷。成绩 60 分及格，不及格者给予补考一次。

八、教材及参考书建议

1. 教材

轮机英语（操作级）. 郭伍军等主编. 大连：大连海事大学出版社，2012 出版

轮机英语阅读与写作. 李品友主编.上海：上海浦江教育出版社,2013 出版

2. 参考书目

（1）中华人民共和国海船船员适任考试同步辅导教材：轮机英语（操作级）. 党坤主编.大连: 大连海事大学出版社.2013 年出版.

（2）轮机英语习题与解答. 李品友主编.上海：上海浦江教育出版社.2012 年出版.

（3）轮机英语考证自学教材（二、三管轮）. 李文华主编. 大连：大连海事大学出版社.2010 年出版.

（4）船舶图解大词典. 张孔群编著. 大连：大连海事大学出版社. 2007 年出版.

（5）英汉航海轮机词典. 金永兴编著. 人民交通出版社出版，2008 年出版.

《轮机英语听力与会话 II》课程教学大纲

一、 课程教学大纲基本信息

适用专业	轮机工程	编写年月	2019-05
适用对象	本科	执　　笔	游雪清
学分学时数：	1.5 学分，27 学时	审　　核	张晖

二、 课程性质、任务与目的及基本要求

（一）课程性质

《轮机英语听力与会话 II》是轮机工程专业的专业必修课程，专业性和实用性很强，要求有较高的基础英语能力。本课程与轮机专业英语课程内容紧密联系，不同之处是本课程注重英文听说能力的培养。

（二）任务与目的

本课程的教学任务是熟悉并掌握海船轮机员日常工作中常见的词汇、短语、表达法，能用英语进行紧急情况下的业务会话以及与岸上人员进行业务交流，以提高有关轮机管理业务的英语听说能力。本课程参考学时为 30 节，周均 2 节。

（三）基本要求

本课程的基本要求：掌握船舶初级轮机员的日常业务交流用语，与岸上工作人员沟通，内容涉及紧急情况、加油、修船、船舶检验、PSC 检查等。

五、教学内容及要求

第四章 Emergency Communications 紧急情况下的通信

【目的要求】

1. 了解船舶的安全设备、应急设备、救生设备、紧急情况以及紧急程序
2. 掌握船舶紧急情况下的英语交流用语

【主要内容】

1 Fire Fighting 船舶消防
2 Collision Responses 船舶碰撞
3 Evacuation and Abandoning Ship 撤离现场与弃船
4 Oil Spill 溢油

重点：消防设备、救生设备、应急设备以及紧急程序

难点：用英语口头介绍船舶的消防、救生设备及紧急程序

第五章 Business Contacts with Shore People 对外业务联系

【目的要求】

1. 了解轮机部对外业务联系的各种场合
2. 熟悉加油、修船、物料备件的订购与接收、船舶检验的用语
3. 掌握轮机部对外业务的英语交流能力

【主要内容】

1 Bunkering 加油

2 Ship’s repair and preparations for docking 船舶修理及坞修准备

3 Stores and Spare Parts 物料与备件

4 Survey 船舶检验

重点：了解船舶加油、修理、订购物料与备件以及船舶检验的 程序

难点：用英文与加油船、船厂、船舶供应商、船舶代理、船舶验船师口头交流

第六章 Port State Control 港口国检查

【目的要求】

1. 了解港口国检查程序
2. 熟悉港口国检查用语和表达方式
3. 掌握用英文回答港口国检查官员关于检查项目问询的能力

【主要内容】

1 Safety and Emergency Equipment Inspection 安全和应急设备检查

2 Operation Inspection 操作检查

3 Pollution Preventing Inspection 防污检查

4 ISM Inspection 国际安全管理检查

重点：各种证书的名称和内容，港口国检查用语

难点：用英文与港口国检查官员就安全设备、应急设备以及防污染检查等事项进行交流的能力

三、 学时分配建议

序号	课程内容	学时分配				
		讲课	实验	习题课	课程设计	机动
一	紧急情况下通信	8		2		
二	对外业务联系	6		2		
三	港口国检查	6				
合计		20		4		3

四、教学建议

1、本课程旨在培养海船轮机员在工作实践中运用专业英语知识并进行有效交流的能力，课程内容是基于轮机员工作过程中应当熟练掌握的基本知识及语言表达，要求本专业学生能较为系统的掌握。

2、本课程的先修课程是轮机英语听力与会话 I，要求学生必须具备初级轮机员日常生活基本的英语听说能力。

3、上表所列课时分配是粗略的，教学时可根据实际课时作必要调整。

五、为达到本课程的目的和要求所采取的措施

1．对本课程所使用的教材要求

教材的选用应考虑到本课程大纲的要求，并能基本满足中华人民共和国海事局对轮机英语听力与会话评估规范的要求。

2．对教学手段的改进

（1）在整个教学过程中，应创造条件，运用录音、录像、电视、电影、多媒体等辅助教学手段，努力开辟第二课堂，创造语言环境，改善学习气氛，激发学生的学习积极性。

（2）加强教学法研究和教学经验交流。

六、本课程的考核方式

本课程为考查科目，平时成绩、考勤占 40％，期考成绩占 60％。教学上可布置适当作业。

七、教材及参考书建议

1. 教材

（1）《轮机英语听力与会话》（第四版），中国海事服务中心组织编审，人民交通出版社，2014.12.

（2）自编讲义《轮机英语口语》。

2. 参考书目

（1）《标准海事通信用语（SMCP）》，由 IMO 出版，2002 年。

（2）船员实用英语会话(轮机口语). 青岛远洋船员学院组织编写. 北京:人民交通出版社，2008.

（3）《船舶轮机员实用英语口语》. 张晓峰、孙洪庆编著，人民交通出版社，2006 年.

（4）船员实用英语会话（轮机分册）. 张晋营主编.大连：大连海事大学出版社，2005

《轮机英语听力与会话 I》课程教学大纲

一、 课程教学大纲基本信息

适用专业	轮机工程	编写年月	2019-05
适用对象	本科	执　　笔	游雪清
学分学时数：	1 学分，18 学时	审　　核	张晖

二、 课程性质、任务与目的及基本要求

（一）课程性质

轮机英语听力与会话 I 是轮机工程专业的专业必修课程，专业性和实用性很强，要求有较高的基础英语能力。本课程与轮机专业英语课程内容紧密联系，不同之处是本课程更注重英文听说能力的培养。

（二）课程任务与目的

本课程的教学任务是熟悉并掌握海船轮机员日常工作中常见的词汇、短语、表达法，能用英语进行船岸日常生活会话、日常机舱业务会话、以及与甲板部进行合作的业务会话，以提高有关轮机管理业务的英语听说能力。本课程参考学时为 18 节，周均 2 节。

（三）基本要求

本课程的基本要求：了解船舶基本知识，能与岸上工作人员进行接待、船东面试等日常交流；熟悉机舱布局、机舱主要设备的用途和特点，尤其是船舶主机各工作系统以及辅助机械的用途及工作特点；掌握船舶初级轮机员的日常业务交流用语，特别是机舱值班用语以及与驾驶台的联系用语。

六、教学内容及要求

第一章　Everyday English　日常生活会话

【目的要求】

1．了解轮机员日常生活中的英语交流场景

2．掌握使用英文口头介绍船舶、船上人员以及轮机员日常工作的表达能力

【主要内容】

1　Daily life（日常生活）

2 General Ship Knowledge （船舶知识）
3 Job interview (船东面试)
重点：船舶类型、船舶各部位名称、面试用语
难点：船东面试

第二章 Engine Room Routine Operations 机舱日常业务

【目的要求】
1. 了解船舶机舱布局、机舱主要设备的名称及用途
2. 掌握使用英文口头介绍船舶机舱、船舶主机及其辅助设备的能力
【主要内容】
1 Engine Room Layout 机舱布局
2 Introduction of engine room machinery 机舱主要设备介绍
3 Main Engine and Working Systems 主机系统
4 Auxiliary machinery and equipment 辅助设备
重点：轮机设备部件名称、主机工作系统、辅机以及重要设备的操作用语
难点：使用英文口头介绍机舱以及机舱内的主要设备

第三章 Communication with Bridge 与驾驶台联系

【目的要求】
1. 了解机舱与驾驶台联系的场合、方式
2. 掌握机舱与驾驶台联系的用语
【主要内容】
1 Standard Engine Orders 标准车钟令
2 Stand By Engine & Finished With Engine 备车与完车
3 Check telegraph, clock and steering gear 对车钟，对时，对舵
重点：备车、完车、对车钟、对时、对舵的操作用语
难点：使用英文口头描述与驾驶台联系时使用的设备

四、 学时分配建议

序号	课程内容	学时分配				
		讲课	实验	习题课	课程设计	机动
一	Everyday English	4				
二	Engine Room Routine Operations	8				
	Communication with Bridge	4				
合计		16				2

五、教学建议

1、本课程旨在培养海船轮机员在工作实践中运用专业英语知识并进行有效交流的能力，课程内容是基于轮机员工作过程中应当熟练掌握的基本知识及语言表达，要求本专业学生能较为系统的掌握。

2、本课程的先修课程是海事基础英语课及海事基础英语口语课，要求学生必须具备日常生活基本的英语听说能力。

3、上表所列课时分配是粗略的，教学时可根据实际课时作必要调整。

六、为达到本课程的目的和要求所采取的措施

1．对本课程所使用的教材要求

教材的选用应考虑到本课程大纲的要求，并能基本满足中华人民共和国海事局对轮机英语听力与会话评估规范的要求。

2．对教学手段的改进

（1）在整个教学过程中，应创造条件，运用录音、录像、电视、电影、多媒体等辅助教学手段，努力开辟第二课堂，创造语言环境，改善学习气氛，激发学生的学习积极性。

（2）加强教学法研究和教学经验交流。

七、本课程的考核方式

本课程为考查科目，平时成绩、考勤占 40％，期考成绩占 60％。教学上可布置适当作业。

八、教材及参考书建议

1. 教材

（1）《轮机英语听力与会话》.党坤主编. 大连：大连海事大学出版社，2016.

（2）自编讲义《基于轮机员工作过程之轮机英语口语》

2. 参考书目

（1）《标准海事通信用语（SMCP）》，由 IMO 出版，2002 年。

（2）船员实用英语会话（轮机口语）. 青岛远洋船员学院组织编写. 北京: 人民交通出版社，2008.

（3）《船舶轮机员实用英语口语》. 张晓峰、孙洪庆编著，人民交通出版社，2006 年.

（4）船员实用英语会话（轮机分册）. 张晋营主编.大连：大连海事大学出版社，2005

（5）《轮机英语听力与会话》（第四版），中国海事服务中心组织编审，人民交通出版社，2014.12.

“船舶动力装置故障诊断与可靠性”课程教学大纲

一、课程教学大纲基本信息

适用专业	轮机工程	编写年月	2019-05
适用对象	本科	执　　笔	范怀谷
学分学时数：	1.5学分，27 学时	审　　核	张晖

二、课程性质、任务与目的及基本要求

（一）课程性质

本课程是轮机工程专业的一门专业任选课。主要从讲解船舶动力装置故障诊断与可靠性的基本概念和知识入手，再通过分析舰船柴油机及动力机械常见故障发生的机理和典型案例，结合船舶动力装置故障诊断的主要技术和现代舰船动力装置的监控与运行趋势监测及故障诊断技术的进展，使学生掌握船舶动力装置故障诊断的基本概念和知识。重点培养学生利用专业技能分析解决问题的能力，为学生从事系统监测、诊断及可靠性相关专业技术工作、科学研究工作等打下坚实的基础。

（一）课程任务与目的

本课程的教学任务是使学生通过本课程的学习，了解船舶动力装置故障诊断的基本知识，舰船动力装置运行特点及主要故障，掌握船舶动力装置系统可靠性分析和故障树分析方法，以及提高舰船动力装置可靠性的途径。

（三）基本要求

1.通过介绍故障诊断及可靠性技术在船舶动力装置中应用的基本知识和理论，使学生基本了解船舶动力装置故障的基本概念和故障诊断技术的种类和特点；

2.通过舰船柴油机动力装置常见故障产生的原因的分析和舰船动力装置故障诊断的主要技术的介绍，使学生具备建立柴油机动力装置热力参数故障模型基本能力；

3. 通过现代舰船动力装置的监控与运行趋势监测和舰船故障诊断技术的进展的教学内容使学生进一步了解现代舰船动力装置故障诊断的新技术和新方法，拓宽他们对现代舰船动力装置故障诊断及分析思路和认识；

4.通过系统可靠性分析、故障树分析方法和舰船动力装置可靠性的学习，使学生掌握舰船动力装置可靠性理论的基础，为进一步深造打下基础。

三、教学内容及要求

第一章 概述

【目的要求】

1．了解舰船动力装置故障的定义和分类

2．理解动力机械设备维护和故障诊断技术的发展

3．掌握舰船动力装置故障诊断的意义和发展

【主要内容】

1．舰船动力装置故障诊断的基本概念

2．舰船航行的特点

3．舰船动力装置故障诊断技术应用的意义

4．舰船动力装置故障诊断技术的发展及应用概况

重点：动力装置故障诊断的意义和发展、动力装置故障诊断技术的发展及应用概况

难点：动力装置故障诊断技术的发展及应用概况

第二章 柴油机动力装置常见故障原因分析

【目的要求】

1．掌握柴油机排温、水温、油温异常原因分析

2．理解柴油机油压、水压、压缩压力和爆发压力异常原因

3．掌握废气涡轮增压器常见故障分析方法

【主要内容】

1．柴油机温度异常原因分析

2．油机压力异常原因分析

3．废气涡轮增压器常见故障分析

重点：柴油机排气温度异常分析、最大爆发压力异常分析、废气涡轮增压器常见故障分析

难点：柴油废气涡轮增压器常见故障分析

第三章 动力装置故障诊断的主要方法与技术

【目的要求】

1．了解人工故障诊断的常用方法

2．理解（熟悉）油样分析法的种类和特点

3．掌握机械振动的定义及分类

3．了解模糊故障诊断法和瞬时转速故障分析法的应用

4．掌握动力机械常用故障诊断方法及技术特点

【主要内容】

1．人工故障诊断

2．油样分析法

3．振动监测故障诊断法

4．模糊故障诊断法

5．瞬时转速故障分析法

6. 动力机械常用故障诊断方法及技术特点

重点：动力机械常用故障诊断方法及技术特点、常用的油样分析法

难点：气缸动力性能的诊断、模糊故障诊断

第四章 动力装置故障诊断与运行趋势监测

【目的要求】

1. 了解舰船柴油机动力装置监测和故障诊断技术发展的意义
2. 理解（熟悉）CAPA 人工判断专家系统
3. 了解 NewSulzer 智能发动机管理系统
4. 了解 CoCoS 柴油机计算机控制监测系统
5. 了解 wartsilaFASK2i 基于知识的故障诊断系统

【主要内容】

1. 舰船柴油机动力装置故障诊断技术概述
2. CAPA 人工判断专家系统与 NewSulzer 智能发动机管理系统
3. CoCoS－EDS 系统的基本结构
4. FASK2i 系统的结构和特点

重点：CoCoS 柴油机计算机控制监测系统、CAPA 人工判断专家系统

难点：wartsilaFASK2i 基于知识的故障诊断系统

第五章 舰船动力装置可靠性工程基础

【目的要求】

1. 了解可靠性工程发展史
2. 理解可靠性的基本概念
3. 掌握可靠性工程中常用的概率分布特点

【主要内容】

1. 可靠度不可靠度平均无故障工作时间
2. 故障、失效和故障率 λ
3. 可靠性特性曲线（浴盆曲线）
4. 可靠性工程中常用的概率分布

重点：判定可靠性的参数，可靠性常用的概率分布

难点：工程中常用的概率分布

第六章 典型系统的可靠性分析

【目的要求】

1. 了解系统的定义和类型
2. 理解系统可靠性逻辑框图
3. 掌握可靠性的串并联系统及表决系统

【主要内容】

1. 可靠性分析系统的概述
2. 串联系统和并联系统
3. 混合系统及表决系统

重点：可靠性分析逻辑图、串联系统与并联系统的概念
难点：几种混合分析系统的差别

第七章 故障树分析法

【目的要求】
1．了解故障树分析法的概念
2．理解定顶事件、主流程以及故障树的边界条件
3．掌握建立和简化故障树的方法
【主要内容】
1．故障树分析法中的基本术语和符号
2．建立故障树
3．故障树的简化
4．故障树的定性分析
重点：建立故障树的过程，简化故障树的方法
难点：故障树的定性分析

第八章 舰船动力装置可靠性

【目的要求】
1．了解动力装置可靠性的基本概念
2．理解各种动力装置运转特点及主要故障
3．掌握提高舰船动力装置可靠性的途径
【主要内容】
1．柴油机动力装置运行特点及主要故障
2．提高舰船动力装置可靠性的主要途径
3．设计时合理选用系统的组成方式
重点：高柴油机舰船动力装置可靠性的主要途径
难点：设计合理的系统组成方式

四、实验内容及要求

实验 1．船舶动力装置的监控与运行趋势监测

【目的要求】
1．了解故障的发展规律
2．熟悉常用的故障检测方法
3．掌握计算机仿真下动力装置运行趋势的判断
【主要内容】
采用计算机仿真技术，模拟柴油机运行工况，改变柴油机的工作环境，观察故障的发展趋势，验证提高动力装置可靠性的方法。

五、学时分配建议

序号	课程内容	学时分配				
		讲课	实验	习题课	课程设计	机动
一	绪论	2				
二	柴油机动力装置常见故障原因分	4				
三	动力装置故障诊断的主要方法与	4				
四	动力装置故障诊断与运行趋势监	3	4			
五	舰船动力装置可靠性工程基础	3				
六	典型系统的可靠性分析	3				
七	故障树分析法	2				
八	舰船动力装置可靠性	2				
合计		23	4			

六、实验学时分配建议

序号	实验内容	学时分配
一	实验 1．船舶动力装置的监控与运行趋势监测	4
合计		4

七、本课程与前后续课程的关系

本课程的先修课程是:《高等数学》、《概率统计》、《电工学》、《大学物理》、《船舶柴油机》、《工程热力学》。

1．与“高等数学”的联系

本课程要求学生掌握微积分的基本运算及拉普拉斯变换。

2. 与“概率统计”的联系

本课程可靠性分析多用到“概率统计”的计算方法。

3．与“电工学”的联系

本课程要求学生熟悉电气、电子元件及控制线路图。

3．与“大学物理”的联系

本课程要求学生熟悉力学和热学的基本原理和运算。

4．与“船舶柴油机”的联系

本课程要求学生熟悉柴油机操纵系统的原理。

5．与“工程热力学”的联系

本课程要求学生熟悉温度变化和传递的原理。

八、课程教学方法与教学手段建议

1.不断添置和更新实验设备，加强理论教学与实操评估教学的联系。

2.重视辅助教学，例如：实物教学、多媒体教学。

3.重视课外作业。

4.加强教学法研究和教学经验交流。

九、课程考核方式

本课程为考查科目，平时作业、考勤占 40%，实验环节占 20%，期考成绩占 40%。教学上可布置适当作业，特别是一些难点内容。

十、教材及参考书建议

1. 教材

《舰船动力装置故障诊断与可靠性》，张维竞主编，上海交通大学出版社，2013 年出版。

2. 参考书目

⑴《船舶动力装置故障诊断技术》，景刚主编，四川科学技术出版社，2009 年出版。

⑵《轮机维护与修理》，魏海军主编，大连海事大学出版社，2012 年出版。

“船舶管理”课程教学大纲

一、课程教学大纲基本信息

适用专业	轮机工程	编写年月	2019-05
适用对象	本　　科	执　　笔	廖铁勇
学分学时数	3 学分，54学时	审　　核	魏　安

二、课程性质、任务与目的及基本要求

（一）课程性质

《船舶管理》作为轮机工程专业的主要专业课之一，该课程内容丰富、逻辑性强，具有一定的理论性，同时具有广泛的通用性。

（二）课程任务与目的

通过本课程的学习，使学生具有船舶结构、船舶适航性控制、船舶防污染管理、船舶营运安全管理、船舶安全操作及应急处理、船舶人员管理、船舶油物料及备件管理和船舶机舱资源管理的基本知识，强化学生的安全意识和环保意识，培养学生解决船舶运输管理工作中所面临的实际问题的能力。

（三）基本要求

1.了解现代管理理论的基本方法；了解船舶的发展及类型；了解船舶适航性的基础知识；了解船舶防污染的有关公约和规定；了解船舶营运安全管理的法令、法规；了解船舶进出港口管理和船舶安全检查事项；了解船舶油类、物料及备件管理。

2.熟悉船体的结构及强度的基本知识；理解船舶防污染技术和设备的工作原理与结构组成；熟悉船舶安全操作及应急处理的相关事项；理解轮机值班应遵守的基本原则；熟悉机舱资源管理的基本方法。

3.掌握船舶适航性的基础知识在轮机工程中应注意控制适航性的事项；掌握船舶防污染相关设备的使用管理、《油类记录簿》的使用、船上油污应急计划的组织与实施；掌握船舶营运安全管理的相关公约、法规的基本知识；掌握船员职务规则和值班管理制度。

三、教学内容及要求

第一章 船舶结构与适航性控制

【目的要求】

1.了解船舶的发展概括，包括船舶发展历程、造船技术的发展等；了解船舶主要部位和舱室的布置；了解有关船舶适航性的各种基本概念及轮机管理中应注意的事项。

2.理解船舶的分类，如按照用途、航区、推进器形式等的分类；理解船体结构的分类；理解船舶密封与堵漏。

3.掌握专用运输船舶的特点；掌握船舶强度的基本概念；掌握船舶稳性和抗沉性。

【主要内容】

1.船舶的发展概括；船舶分类；专用运输船舶的特点。

2.船舶强度的基本概念；船体结构的分类；船舶主要部位和舱室的布置。

3.载重线和吃水标志，掌握其读取方法；船舶浮力，掌握船舶平衡条件及基本概念；船舶稳性，各种稳性的基本概念及提高稳性的措施；船舶抗沉性，船舶抗沉性的要求；船舶密封与堵漏，了解船舶密封与堵漏的结构及措施；船舶减摇与操纵装置。

重点：船舶分类；船舶强度的基本概念；船舶稳性和抗沉性。

难点：专用运输船舶的特点；船体结构的分类；船舶稳性和抗沉性。

第二章 船舶防污染管理

【目的要求】

1.了解美国 1990 年油污法；了解压载水处理技术；了解防止船舶压载水污染文书。

2.熟悉国际船舶压载水和沉积物控制与管理公约；熟悉焚烧炉；理解垃圾污染文书。

3.掌握《MARPOL 公约》及其附则；掌握船舶防污染技术、油水分离器和生活污水处理装置；掌握防止油污染文书和防止生活污水污染文书。

【主要内容】

1.《MARPOL 公约》及其附则；国际船舶压载水和沉积物控制与管理公约；美国 1990 年油污法；中华人民共和国防污染法规。

2.船舶防污染技术；油水分离器；焚烧炉；生活污水处理装置；压载水处理技术。

3.防止油污染文书；防止垃圾污染文书；防止生活污水污染文书；防止船舶压载水污染文书。

重点：《MARPOL 公约》及其附则；油水分离器和船舶防污染技术相关要求；防

止油污染文书和防止生活污水污染文书。

难点：《MARPOL 公约》及其附则；油水分离器工作原理；防止船舶压载水污染文书。

第三章 船舶营运安全管理

【目的要求】

1.了解国际海上人命安全公约和国际载重线公约的构成及主要内容；了解海上交通安全法有关规定。

2.熟悉国际消防系统安全规则（FSS 规则）；理解海上交通事故调查处理条例有关规定。

3.掌握国际救生设备规则和国际安全管理规则；掌握中华人民共和国船舶安全营运和防止污染管理规则。

【主要内容】

1.国际海上人命安全公约和国际载重线公约构成及主要内容；国际消防系统安全规则；国际救生设备规则和国际安全管理规则；国际船舶和港口设施保安规则。

2.海上交通安全法有关规定；海上交通事故调查处理条例有关规定；中华人民共和国船舶安全营运和防止污染管理规则。

3.船舶证书与船舶检验，船舶机械计划保养系统；中华人民共和国船舶安全检查规则；港口国监督以及运输、港口船舶机电设备损坏事故管理办法。

重点：国际海上人命安全公约构成及主要内容；国际船舶和港口设施保安规则；海上交通安全法有关规定；港口国监督的相关内容及船舶证书与船舶检验。

难点：国际救生设备规则和国际安全管理规则；海上交通事故调查处理条例有关规定；船舶机械计划保养系统的相关知识。

第四章 船舶安全操作及应急处理

【目的要求】

1.了解船舶通信系统的使用及管理。

2.熟悉船舶应变部署、安全操作要求以及应急设备的使用管理。

3.掌握搁浅、碰撞、大风浪航行、防台风、失电、舵机失灵、弃船等时的应急安全措施。

【主要内容】

1.搁浅、碰撞、大风浪航行、防台风、失电、舵机失灵、弃船等时的应急安全措施。

2.船舶应变部署、安全操作要求。

3.应急设备的使用管理。

4.通信系统的使用。

重点：搁浅、碰撞、大风浪航行、防台风、失电、舵机失灵、弃船等时的应急安全措施。

难点：应急设备的使用管理。

第五章 船舶人员管理

【目的要求】

1.了解其它船员法规和船员职责及行为准则；了解有关我国海船船员值班规则的有关规定。

2.理解海员培训、发证和值班标准国际公约；熟悉我国船员管理的其他相关规定。

3.掌握STCW 78/95/10公约的相关要求;掌握我国轮机部船员职责和行为准则。

【主要内容】

1.海员培训、发证和值班标准国际公约（STCW 78/95/10公约）。

2.其它船员法规和船员职责及行为准则。

3.中华人民共和国海船船员值班规则的有关规定。

4.我国船员管理的其他相关规定。

5.我国轮机部船员职责和行为准则。

重点：海员培训、发证和值班标准国际公约（STCW 78/95/10 公约）；我国轮机部船员职责和行为准则相关内容。

难点：STCW 78/95/10公约的相关内容；我国船员管理的其他相关规定。

第六章 船舶油料、物料及备件管理

【目的要求】

1.了解船舶油料的种类及特点；了解备件及物料管理。

2.熟悉燃料油油品的管理、理解滑油油品的管理。

3.掌握燃料油的相关管理规定。

【主要内容】

1.船舶油料种类及特点。

2.燃润油管理、备件管理和物料管理。

重点：燃料油的相关管理规定。

难点：船舶油料种类及特点。

第七章 机舱资源管理

【目的要求】

1.了解船舶安全管理的途径、现代安全管理的理论及应用和人为因素控制与ISO 9000；了解有关机舱资源管理的基本概况；了解船舶船内通信系统的组成。

2.理解机舱资源管理的基本职能；熟悉船内相关部门人员的通信与沟通。

3.掌握领导职能和轮机部团队的相关知识；掌握船舶有关风险评估与决策。

【主要内容】

1.机舱资源管理概况，管理的基本职能，领导职能和轮机部团队的相关知识。

2.船内通信系统的组成，船上相关部门人员的通信与沟通。

3.人为失误与预防，风险评估与决策和案例分析。

重点：机舱资源管理的基本职能；船上相关部门人员的通信与沟通包括机舱值班人员的通信与沟通，机舱与驾驶台的通信与沟通。

难点：领导职能和轮机部团队的相关知识；船舶有关风险评估与决策。

四、实验内容及要求

实验 1 油水分离系统的操作和性能演示试验

【目的要求】

1.了解对油水分离器的要求。

2.熟悉油水分离器的结构、工作原理和组成部件，熟悉油水分离器使用的供水泵和油分检测仪的使用方法。

3.掌握典型油水分离系统的运行操作，掌握含油污水的排放要求，掌握排放舱底水时必须在油类记录簿上记录的内容。

【主要内容】

首先熟悉典型油水分离系统的主要组成，然后对该油水分离系统进行启动、运行后的相关参数监测和调整，同时了解工作条件变化（如污水流量、泵的型式、含油种类等）时对油水分离的含油量的影响，最后按有关注意事项停止该系统运行。

重点：油水分离器的结构、工作原理和组成部件，典型油水分离系统的操作与

管理。

难点：油水分离器的结构、工作原理和组成部件。

五、学时分配建议

序号	课程内容	学时分配				
		讲课	实验	习题课	课程设计	机动
一	船舶结构与适航性控制	14				
二	船舶防污染管理	6	2			
三	船舶营运安全管理	8				
四	船舶安全操作及应急处理	6				
五	船舶人员管理	6				
六	船舶油料、物料及备件管理	4				
七	机舱资源管理	8				
合　　计		52	2			

六、实验学时分配建议

序号	实验内容	学时分配
一	油水分离系统的操作和性能演示试验	2
合　　计		2

七、本课程与前后续课程的关系

1.本课程的先修课程《船舶电气设备及系统》、《船舶主推进动力装置》、《船舶辅机》等为本课程提供必要的专业知识。

2.《船舶航行认识实习》、《金工实习》等实践课为本课程打下实践的基础。

3.本课程应与《船舶原理》、《船舶与港口防污染技术》、《轮机维修》、《机舱资源管理实操评估训练》等课程有良好衔接与分工。

八、课程教学方法与教学手段建议

1.对本课程所使用的教材要求

根据本大纲的要求，必须要选用或（与）编写出较新较高水平的符合 STCW 公约
要求的教材。

2.本课程的实践环节安排

本大纲规定的实验项目以本学院实验中心老师为主在轮机相关实验室进行；另外在后续的评估实训中进一步对相关内容需要验证的实践环节在此时完成；以加强理论教学效果。讲课 PPT 应多展示相关实物，另外适当进行轮机相关实验室的现场教学，注重理论联系实际。

3.对教学手段的改进

（1）不断添置和更新实验设备，加强理论教学与实操评估教学的联系。

（2）重视辅助教学，例如：实物教学、多媒体教学等。

（3）重视课外作业。

（4）加强教学法研究和教学经验交流。

九、课程考核方式

本课程为考试科目，包括作业、考勤和实验环节的平时成绩占 30%，期考成绩占 70%。教学上布置适当思考题和每部分的课外作业，特别是一些难点如船体结构、船舶稳性、《MARPOL 公约》及其附则等方面内容。由于本门课是根据 STCW78/10 公约获得船员适任证书的一门全国海船船员统考考试科目之一，所以考试内容、题型除满足学历教育的要求外，应尽量与《海船船员适任考试和评估大纲》的要求一致。

十、教材及参考书建议

1.教材

《船舶管理》（轮机），李品芳主编，大连海事大学出版社，2016 年 5 月第 2 版。

2.参考书目

《船舶管理》，张跃文等主编，大连海事大学出版社，2012 年 6 月第 1 版。

《船舶管理》，张跃文等主编，大连海事大学出版社，2013 年 9 月第 1 版。

《船舶管理》，刘万鹤主编，大连海事大学出版社，2007 年 7 月第 1 版。

《船舶管理》，许乐平主编，大连海事大学出版社，2000 年 9 月第 1 版。

《轮机管理》，毛道彬主编，大连海事大学出版社，1995 年 7 月第 1 版。

《钢质海船入级规范》，中国船级社著作，人民交通出版社，2012 年 5 月第 1 版。

《船舶港口防污染技术》，殷佩海主编，大连海运学院出版社，1991 年 1 月第 1 版。

《船舶动力装置技术管理》，吴恒主编，大连海事大学出版社，1999 年 4 月第 1 版。

《海船船员适任考试和评估大纲》，大连海事大学出版社，2012 年出版，第 1 版。

“船舶检验”课程教学大纲

一、课程教学大纲基本信息

适用专业	轮机工程	编写年月	2019-05
适用对象	本　　科	执　　笔	廖铁勇
学分学时数	1.5 学分，28学时	审　　核	魏　安

二、课程性质、任务与目的及基本要求

（一）课程性质

《船舶检验》课程是轮机工程专业的一门专业任意选修课，该课程内容较丰富、逻辑性较强，具有一定的理论性，同时具有一定的通用性。

（二）课程任务与目的

通过本课程的学习，要求学生掌握有关船舶检验的基本知识和最新内容，为今后担任轮机员及相关工作打下一定的基础，以满足海上安全的实践需要，从而有效地保障船舶的质量和水上人命财产的安全，以及防止水域环境污染。

（三）基本要求

立足于船舶安全与管理领域，力求反映与船舶检验有关的国际公约和国家法律、法令、规则及规范的最新规定和要求。

三、教学内容及要求

第一章 概述

【目的要求】

对船舶检验工作的本质有个基本认识，理解验船师从事船舶检验工作所必需的业务素质与准则要求，熟知如何依据规范、规则等来正确开展船舶检验工作及证书签发等相关规定，为深入掌握全书知识内容起到入门认知的作用。

【主要内容】

船舶检验与管理工作的历史变迁和发展进程；船舶检验与管理工作的特点和要求。

重点：船舶检验的种类与规则要求、船舶检验证书类型及适用规定等内容。

难点：船企制造质量检验。

第二章 船舶法定检验

【目的要求】

深刻理解开展船舶法定检验的重要意义，切实掌握实施法定检验的措施和手段。

【主要内容】

船舶法定检验的依据、种类、证书签发及强制执行的性质；各类船型的构造、起重设施、消防等方面开展安全检验的种类、内容与要求；船舶防污染检验工作中各种船上污染源的排放措施及要求、检验标准等。

重点：各类船型的构造、起重设施、消防等方面开展安全检验的种类、内容与要求；船舶防污染检验工作中各种船上污染源的排放措施及要求、检验标准等。

难点：各类船型的构造、起重设施、消防等方面开展安全检验的种类、内容与要求。

第三章 船舶入级检验

【目的要求】

理解船舶通过入级检验取得 CCS 船级只是表明船舶技术状态达到 CCS 规定的要求和水平；为保持证书的有效性，还需通过强制的保持船级的各种检验来实现。

【主要内容】

在船舶入级检验有关规定的基础上，详述新建船舶检验的项目内容、检验要求，特别是营运船舶检验过程中的船体与设备、船底外部、螺旋桨轴与艉管轴、循环检验、搁置和重新投入营运、临时检验等相关内容。

重点：船舶入级检验有关规定；营运船舶检验过程中的船体与设备、船底外部、螺旋桨轴与艉管轴、循环检验、搁置和重新投入营运、临时检验。

难点：船舶建造中的检验。

第四章 船舶安全管理

【目的要求】

深刻理解开展体系认证与审核是船舶生命周期中积极有效进行检验与管理的关键环节。

【主要内容】

船舶安全管理体系以及保安体系的公司认证审核、船舶认证审核的程序、类别

和证书签发等。

重点：船舶安全管理体系认证与审核；船舶保安体系认证与审核。

难点：船舶安全管理体系认证与审核。

第五章 船用产品与船体构造检验

【目的要求】

深刻理解开展船用产品检验的重要意义，并了解从船体零部件加工开始至船体完工结束阶段的检验与管理的技术知识。

【主要内容】

船用产品的检验要求；零部件边缘加工的误差标准及检测方法；重点讲解各种形式分段制造中的变形误差、尺寸精度、平整度等检验标准和要点等内容。

重点：各种形式分段制造中的变形误差、尺寸精度、平整度等检验标准和要点等内容。

难点：各种形式分段制造中的变形误差、尺寸精度、平整度等检验标准和要点等内容。

第六章 施工现场质量问题案例分析

【目的要求】

领会并注意检查建造现场船体构造常见的典型缺陷，理性分析产生缺陷的原因，通过实际案例逐步了解相关建造规范、规则及规定等对船体构造检验的具体要求。

【主要内容】

列出了船舶检验工作中遇到的几十个典型案例。通过案例分析表明，船舶检验无小事，结合实际检验发现的质量缺陷案例分析，可以加深对船舶检验工作复杂性的认识和理解。

重点：船体结构检验案例分析；船体焊接检验案例分析；其他类型检验案例分析。

难点：船体结构检验案例分析；船体焊接检验案例分析；其他类型检验案例分析。

四、学时分配建议

序号	课程内容	学时分配				
		讲课	实验	习题课	课程设计	机动
一	概述	3		1		
二	船舶法定检验	3		1		
三	船舶入级检验	3		1		
四	船舶安全管理	2				
五	船用产品与船体构造检验	6		2		
六	施工现场质量问题案例分析	4				
合　　计		21		5		2

五、本课程与前后续课程的关系

1.本课程的先修课程《船舶原理》、《船舶管理》等为本课程提供必要的专业知识。

2.《船舶航行认识实习》、《金工实习》等实践课为本课程打下实践的基础。

3.本课程无实验内容。

六、课程教学方法与教学手段建议

1.对本课程所使用的教材要求

根据本大纲的要求，必须要选用或（与）编写出较新较高水平的符合 STCW 公约
要求的教材。

2.本课程的实践环节安排

本课程规定的实践环节主要通过习题课、课内讨论来完成。别外，讲课 PPT 应多展示相关实物，注重理论联系实际。

3.对教学手段的改进

（1）重视辅助教学，例如：现场参观教学、多媒体教学等。

（2）重视课外作业。

（3）加强教学法研究和教学经验交流。

七、课程考核方式

本课程为考查科目，包括考勤、作业和习题课等实践环节的平时成绩占 30%，期考成绩占 70%。教学上布置适当思考题和每部分的课外作业。由于本门课是根据 STCW78/10 公约获得船员适任证书的一门全国海船船员统考考试科目《船舶管理》中的部分内容，所以考试内容、题型除满足学历教育的要求外，尽量与《海

船船员适任考试和评估大纲》的要求一致。

八、教材及参考书建议

1.教材

《船舶检验与管理》，应业炬主编，海洋出版社，2016 年 5 月第 1 版。

2.参考书目

《船舶管理》，李品芳主编，大连海事大学出版社，2016 年 5 月第 2 版。

《钢质海船入级规范》，中国船级社著作，人民交通出版社，2012 年 5 月第 1 版。

“轮机自动化”课程教学大纲

一、课程教学大纲基本信息

适用专业	轮机工程	编写年月	2019-05
适用对象	本科	执　　笔	范怀谷
学分学时数：	3 学分，54学时	审　　核	张晖、张志斌

二、课程性质、任务与目的及基本要求

（一）课程性质

《轮机自动化》是轮机工程专业的主干专业课程之一，是一门必修课，也是根据 STCW78/95 公约获得船员适任证书的一门考试科目。它主要讲授自动控制原理、船舶机舱辅助设备自动控制、船舶主机遥控、船舶机舱巡回检测与监视等原理和技术，是一门专业性很强的课程。本课程的设置目的是让学生学习好机舱控制技术并掌握无人机舱的自动化装置及设备的运行、维护与管理，为今后能获得高级船员适任证书打下基础。

（二）课程任务与目的

是使学生通过本课程的学习，掌握现代化船舶机舱动力装置自动控制的基本知识，掌握自动控制系统的组成和工作原理，掌握无人机舱主要自动化设备的管理维护方法和技能。

（三）基本要求

1.了解各种机舱温度自动控制系统
2.了解分油机自动控制系统
3.了解船舶辅锅炉自动控制系统
4.了解船舶燃油粘度自动控制系统
5.了解主机（包括传统柴油机和电子控制柴油机）遥控系统
6.了解机舱监测报警系统
7.了解其他设备的自动控制系统(如火灾报警系统、油雾浓度报警系统等)这些自动化系统的技能及故障排除的方法。

三、教学内容及要求

第一章 参数的自动控制系统

【目的要求】

1．了解冷却水温度控制系统的操作与管理。

2．理解（熟悉）中央冷却水温度控制系统的组成及系统原理。
3．掌握冷却水温度控制系统的组成及基本工作原理。

【主要内容】

1．柴油机气缸冷却水温度自动控制系统。
2．中央冷却水温度控制系统。
重点：掌握冷却水温度控制系统的组成及基本工作原理。
难点：理解中央冷却水温度控制系统的相关知识。

第二章 燃油黏度自动控制系统

【目的要求】

1．了解测黏计工作原理。
2．理解（熟悉）燃油黏度控制系统原理。
3．掌握燃油供油单元自动控制系统的结构组成及基本工作原理。

【主要内容】

1．燃油供油单元自动控制系统的结构组成及基本工作原理。
2．燃油黏度控制系统原理。
3. 测黏计工作原理。
重点：掌握冷燃油粘度控制系统的组成及其工作原理。
难点：单片机式燃油粘度测量单元和控制器的工作原理

第三章 船舶蒸汽锅炉的自动控制

【目的要求】

1．了解锅炉水位的自动控制的原理及特点，船舶蒸汽锅炉的安全保护。
2.理解(熟悉)油船辅锅炉水位自动控制系统和辅锅炉燃烧时序控制原理。
3．掌握蒸汽压力的自动控制系统原理及控制过程。

【主要内容】

1．锅炉水位自动控制的结构组成及基本工作原理。
2．蒸汽压力的自动控制系统。
3. 辅锅炉燃烧时序控制系统。
4. 船舶蒸汽锅炉的安全保护。
重点：掌握辅锅炉水位和蒸汽压力自动控制的原理。
难点：采用 PLC 的辅锅炉燃烧时序控制、油船辅锅炉的自动控制。

第四章 辅助设备的自动控制

【目的要求】

1．了解分油机自动控制系统，阀门控制系统。
2．掌握分油机自动控制系统的组成 、控制过程 、操作和管理

3．掌握阀门遥控和液位遥测系统的功能、组成及原理。

【主要内容】

1．分油机自动控制系统的组成
2．FOPX 型分油机自动控制系统。
3．阀门遥控系统的功能、组成及原理。
4．液位遥测系统的功能、组成及原理。

重点：FOPX 型分油机主控电路板和水分传感器信号处理电路的工作原理；阀门遥控和液位遥测系统的功能、组成及原理。

难点：FOPX 型分油机主控电路板和水分传感器信号处理电路的工作原理，分油机工作过程。

第五章 主机遥控系统的逻辑与控制回路

【目的要求】

1．了解机遥控系统常见的气动阀件、换向与制动逻辑回路。
2．理解（熟悉）起动逻辑控制回路控制原理和换向与制动逻辑回路。
3．掌握转速与负荷的控制和限制回路。

【主要内容】

1．主机遥控系统常见的气动阀件、换向与制动逻辑回路。
2．起动逻辑控制回路。
3．换向与制动逻辑回路。
4．转速与负荷的控制和限制回路。

重点：掌握主机遥控系统各种控制回路的工作原理，本章是学习主机遥控系统打好基础。

难点：理解和掌握起动逻辑控制回路。

第六章 主机遥控系统

【目的要求】

1．了解微型计算机组成的主机遥控系统的组成及工作过程。
2．理解（熟悉）气动式主机遥控系统的操纵系统的组成及 MAN B&W MC/MCE 的操纵系统。
3．掌握 MAN B&W MC/MCE 的操纵系统。

【主要内容】

1．气动式主机遥控系统。
2．微型计算机组成的主机遥控系统。

重点：掌握气动式主机遥控系统的起动控制、换向控制及负荷限制和由微机组成的主机遥控系统输入/出接口电路的工作原理。

难点：由微机组成的主机遥控系统输入/出接口电路的工作原理。

第七章 监视与报警系统

【目的要求】

1.了解微型计算机控制的巡回监视系统和分布式微型计算机监控系统的基本原理。

2．理解（熟悉）机舱中常用的传感器和曲柄箱油雾浓度监视报警器。

3．掌握监视与报警系统的功能概述。

【主要内容】

1．熟悉监视与报警系统的功能概述。

2．机舱中常用的传感器和曲柄箱油雾浓度监视报警器。

3. 报警控制单元及报警的延伸

4. 微型计算机控制的巡回监视系统和分布式微型计算机监控系统的基本原理。

重点：掌握热电阻和热电偶的温度检测原理及温度补偿原理；曲柄箱油雾浓度监视报警器的测量电路、采样电磁阀控制电路、报警和显示电路；逻辑回路和集成运算放大器组成的报警控制单元和报警的延伸的工作原理；微型计算机控制的巡回监视系统的输入/出接口电路。

难点：逻辑回路和集成运算放大器组成的报警控制单元和报警的延伸的工作原理。

四、实验内容及要求

实验 1．主机冷却水温度自动控制系统

【目的要求】

1．了解冷却水温度自动控制系统的构成、控制原理及电动调节器的使用。

2．熟悉故障分析方法和处理能力。

3．掌握系统工作原理和结构，学会系统的操作方法。

【主要内容】

接通电源，检查系统及指示灯状态，按下启动按钮，观察系统工作方法。将设定值设置在一个符合实际情况的某一温度值，调整温度模拟电位器，使模拟实际温度向设定值慢慢靠近，并最终使模拟实际温度和设定值相等，观察调节阀动作过程及最终状态。在控制器的操作面板上调整相关参数，观察调节阀的动作，比较参数改变前后的差异，并给予正确解释。

实验 2．主机遥控系统实验

【目的要求】

1．了解主机遥控系统的组成；

2. 掌握主机遥控系统的基本原理和操作要领。

【主要内容】

观察了解主机遥控系统的组成；熟悉主机遥控系统的面板功能；掌握主机

遥控系统的工作逻辑与顺序；通过手动或自动操作与调节，使主机遥控系统、安全系统及主机的调速、执行系统达到安全运行状态。

实验 3．巡回监测与报警系统实验

【目的要求】

1.了解巡回监测组成和工作原理，掌握调零，开关量上、下限及模拟量参数值的方法，掌握巡回检测装置常见故障分析和排除方法；

2.掌握开关量和模拟量报警回路的组成和工作原理，调整报警上、下限的方法；

3.掌握主要传感器结构和调整方法及报警系统常见故障分析和排除方法。

【主要内容】

熟悉机舱集中监视与报警系统的组成及特点；通过监视报警 CRT 显示和制表打印，观察其工作过程及定点，故障打印和显示工作状况；各种开关量和模拟量报警现象和应答，确认故障的操作；学会基本参数报警值修改的方法。

五、学时分配建议

序号	课程内容	学时分配				
		讲课	实验	习题课	课程设计	机动
一	参数的自动控制系统	4	2			
二	燃油黏度自动控制系统	4				
三	船舶蒸汽锅炉的自动控制	5				
四	辅助设备的自动控制	5				
五	主机遥控系统的逻辑与控制回路	10				
六	主机遥控系统	10	2			
七	监视与报警系统	10	2			
合计		48	6			

六、实验学时分配建议

序号	实　　验　　内　　容	学时分配
一	实验 1．主机冷却水温度自动控制系统	2

二	实验 2．主机遥控系统实验	2
三	实验 3．巡回监测与报警系统实验	2
合计		6

七、本课程与前后续课程的关系

本课程的先修课程是：“高等数学”、“电工电子学”、“单片机原理与接口技术”、“船舶柴油机”、“船舶辅机”。

1．与“高等数学”的联系

本课程要求学生掌握微积分的基本运算及拉普拉斯变换。

2．与“电工学”的联系

本课程要求学生熟悉电气、电子元件及控制线路图。

3．与“单片机原理与接口技术”的联系

本课程要求学生熟悉微型计算机的结构及原理。

4．与“船舶柴油机”的联系

本课程要求学生熟悉柴油机操纵系统的原理。

5．与“船舶辅机”的联系

本课程要求学生熟悉船用锅炉、分油机和油水分离器等辅助设备的原理。

八、课程教学方法与教学手段建议

1．加强实践环节

除按要求完成规定的实验项目外，还应充分利用自动化机舱和轮机模拟器等本专业的重点实验室，加强实践教学和现场教学，使学生能将抽象的理论知识与实际系统联系起来，配合轮机模拟器的培训，巩固和加深对本课程相关知识的理解，有条件还可以组织学生到自动化船舶参观实习，增强感性认识。

2．对教学手段的改革创新

（1）加强实验室的建设，重视实验课教学，提高实验设备的利用率。

（2）采用多媒体、CAI 软件、仿真软件等现代化教学手段。

（3)任课教师应加强教学法的研究和教学经验的交流,相互促进和提高。

九、课程考核方式

本课程为考试科目，平时成绩占 30%，包括平作业、考勤和实验环节，考试成绩占 70%。

十、教材及参考书建议

1. 教材

《轮机自动化》，林叶锦 主编，大连海事大学出版社，2019 年出版，版本：第 2 版。

2. 参考书目

《轮机自动化》，马昭胜主编，大连海事大学出版社，2017 年出版。

《轮机自动化》，王春芳叶伟强主编，大连海事大学出版社，2011 年出版

“轮机自动化基础”课程教学大纲

一、课程教学大纲基本信息

适用专业	轮机工程	编写年月	2019-05
适用对象	本科	执　　笔	范怀谷
学分学时数：	2 学分，36 学时	审　　核	张志斌

二、课程性质、任务与目的及基本要求

（一）课程性质

《轮机自动化基础》是轮机工程专业的专业基础课，也是必修课，是以原理为主的理论性课程；它紧密围绕自动控制系统的基本理论与应用，介绍控制系统的物理概念和分析设计方法，是一门理论性和实用性较强的课程，是后面学习《轮机自动化》的重要基础课程，也是根据 STCW78/95 公约获得船员适任证书的考试考试内容之一。它主要讲授反馈控制系统的概念、控制系统的数学模型、调节器的作用规律、传感器与变送器、执行机构等，是一门专业性很强的课程。本课程的设置目的是让学生学习好机舱控制的基础知识，并为后续学习机舱的自动化装置及设备的运行、维护与管理，为今后能获得高级船员适任证书打下基础。

（二）课程任务与目的

本课程的教学任务是使学生通过本课程的学习，掌握现代化船舶机舱动力装置自动控制的基本知识，掌握自动控制系统的组成和工作原理，掌握无人机舱主要自动化设备的管理维护方法和技能。

（三）基本要求

1.掌握反馈控制的基本理论。

2.理解常用传感器、变送器、自动控制元件的结构和原理，掌握调整方法。

3.理解反馈控制系统概念、控制系统的数学模型及特性，调节器和控制器的组成、工作原理，了解使用管理这些自动化系统的技能及故障排除的方法。

三、教学内容及要求

第一章 绪论

【目的要求】

1.了解轮机自动化的发展概况

2.熟悉轮机自动化的主要作用

3.掌握轮机自动化的基本内容

【主要内容】

1．轮机自动化的发展概况
2．轮机自动化的基本内容
3．轮机自动化的主要作用。
重点：轮机自动化的基本内容。
难点：船舶轮机自动化的基本内容及所起作用。

第二章 反馈控制系统的基本概念

【目的要求】

1．掌握反馈控制系统的组成、各组成部分的作用及相互关系；
2．掌握控制系统的基本概念；
3．熟悉反馈控制系统的传递函数
4．掌握反馈控制系统的分类
5．了解反馈控制系统的过渡过程

【主要内容】

1．自动控制的基本方式；
2．反馈控制系统的基本概念；
3．自动控制系统的性能要求。
重点：反馈控制系统的基本概念；自动控制系统的性能要求。
难点：闭环与开环控制的区别、控制系统的分类、性能要求及指标。

第三章 控制系统的数学模型

【目的要求】

1．了解控制系统的微分方程的建模过程。
2．了解拉氏变换；
3．熟悉自动控制系统的传递函数；
4．掌握自动控制系统的方框图及等效变换；
5．熟悉典型环节的传递函数；
6．熟悉典型环节的单位阶跃响应。

【主要内容】

1．物理系统的运动方程式；
2．传递函数；
3．传递函数方框图的等效变换；
4．自动控制系统的传递函数；
5．典型环节的传递函数。
重点：控制系统的微分方程、传递函数方框图的等效变换；典型环节的传

递函数。

难点：线性定常系统的描述微分方程、拉氏变换定律、传递函数的零点和极点。传递函数方框图的等效变换、典型环节的单位阶跃响应。

第四章 控制对象的特性

【目的要求】

1．熟悉控制对象的分类和特点；
2．掌握单容、双容对象的特性参数；
3．掌握单容、双容对象的特性参数对过渡过程的影响；
4．熟悉单容、双容对象的传递函数；
5．了解自平衡率和反应速度的定义与意义。

【主要内容】

1．单容控制对象的特性；
2．多容控制对象的特性；
3．控制对象模型的识别、多容控制对象的传递函数。

重点：掌握单容和多容对象特性参数的物理意义以及对系统过渡过程的影响、参数对系统过渡过程的影响自平衡特性的概念。

难点：单容、双容对象的特性参数对过渡过程的影响；单容、双容控制对象的特性参数的测量、自平衡率的定义。

第五章 调节器及调节规律

【目的要求】

1．了解双位、比例、PI、PD、PID 调节规律及特点；
2．掌握辅浮子式水位双位控制系统和 YT-1226 型压力调节器原理及调节方法。
3．掌握比例带的计算及其对控制过程的影响；
4．熟悉比例调节器的原理和调节方式。
5．掌握比例带、积分时间、微分时间常数对控制过程的影响；
6．掌握 PI、PD、PID 调节器的工作原理；
7．了解控制规律的选择。

【主要内容】

1．双位调节规律；
2．比例调节规律；
3．比例积分调节规律；
4．比例微分调节规律；
5．比例积分微分调节规律；
6．各种调节器的工作原理。

重点：掌握比例、微分调节规律的特点；比例带、积分时间和微分时间的物理意义以及对系统过渡过程的影响。

难点：气动 PI、PD 调节器、气动及电动 PID 调节器；PID 各参数对控制系统的影响。

第六章 传感器与变送器

【目的要求】

1．掌握船舶机舱常用传感器的工作原理与应用
2. 了解船舶机舱常用传感器的分类
3. 了解变送器的结构原理
4. 熟悉变送器常见故障原因
5. 掌握气动差压变送器量程和零点的调整方法

【主要内容】

1．温度传感器
2．压力传感器
3．其他传感器
4. 气动和电动差压变送器

重点：温度传感器、压力传感器、气动、电动差压变送器工作原理

难点：热电偶的温度补偿、压力传感器的分类和应用、液位传感器的应用及故障排除、两种转速传感器的工作原理、气动、电动差压变送器的工作原理，零点和量程的调整。

第七章 执行机构

【目的要求】

1．熟悉气动膜片调节阀的结构原理；
2．掌握阀门定位器的工作原理；
3．掌握气动调节阀的选型。

【主要内容】

1．气动执行机构
2．电动执行机构
3．电动和气动组合仪表

重点：气动执行机构、带阀门定位器的气动薄膜调节阀

难点：阀门定位器原理、组合仪表。

四、实验内容及要求

实验 1．反馈控制系统实验

【目的要求】

1．了解反馈控制系统的结构组成；
2．熟悉控制系统调试方法；

3．掌握控制系统 PID 参数对过渡过程的影响。

【主要内容】

1. 结合水位控制系统实验装置了解反馈控制系统的结构组成，熟悉实验装置的管路和信息流程，对反馈控制系统的基本组成环节进行对号入座；

2. 将控制对象（单容水柜）、将调节器‘测量单元和执行机构连城闭环系统，并投入运行，观察实际水位的变化情况，理解调节过程；

3. 通过电脑屏幕观察反馈控制系统的动态过程。单容水柜水位控制系统演示与实操。

五、学时分配建议

序号	课程内容	学时分配				
		讲课	实验	习题课	课程设计	机动
一	绪论	2				
二	反馈控制系统的基本概念	2				
三	控制系统的数学模型	6				
四	控制对象的特性	6				
五	调节器及调节规律	10	2			
六	传感器和变送器	4				
七	执行机构	4				
合计		34	2			

六、实验学时分配建议

序号	实　　验　　内　　容	学时分配
一	实验 1. 反馈控制系统实验	2
合计		2

七、本课程与前后续课程的关系

本课程的先修课程是：“高等数学”、“电工电子学”、“微机原理”。

1．与“高等数学”的联系

本课程要求学生掌握微积分的基本运算及拉普拉斯变换。

2．与“电工学”的联系

本课程要求学生熟悉电气、电子元件及控制线路图。

3．与“微机原理”的联系

本课程要求学生熟悉微型计算机的结构及原理。

八、课程教学方法与教学手段建议

堂教学要采用传统教学手段和计算机辅助教学相结合的模式，对于反馈控制系统的基础理论部分课采用 MATLAB 软件进行课堂仿真，对实际系统的讲解应加强理论联系实际，必要之处适当采用动画；

2. 加强实验课程建设，按本大纲要求开除教学实验，提高学生在实验室的动手能力；

3. 加强教研室内教学活动。

九、课程考核方式

本课程为考试科目，平时成绩占 30%，包括平作业、考勤和实验环节，考试成绩占 70%。

十、教材及参考书建议

1. 教材

《轮机自动化轮机自动化》，林叶锦主编，大连海事大学出版社，2009 年出版。 **2. 参考书目**

⑴《轮机自动化轮机自动化》，郑凤阁主编，大连海事大学出版社，2006 年出版。

⑵《轮机自动化轮机自动化》，方金和主编，大连海事大学出版社，2007 年出版。

“船舶主推进动力装置”课程教学大纲

一、课程教学大纲基本信息

适用专业	轮机工程	编写年月	2019-05
适用对象	本科	执　　笔	张晖
学分学时数：	5.5 学分，100学时	审　　核	廖铁勇

二、课程性质、任务与目的及基本要求

（一）课程性质

《船舶主推进动力装置》课程是轮机工程专业的主要专业必修课程之一。本课程的先修课程“工程制图”、“工程力学”、“轮机工程材料”、“机械设计基础”和“热工与流力”等为本课程提供必要的专业基础知识，“船舶航行认识实习”实践课为本课程打下实践的基础，本课程应与“船舶电气设备及系统”、“轮机维修”、“轮机自动化”、“船舶管理”等课程有良好衔接与分工。

（二）课程任务与目的

本课程主要是系统地阐述现代海事运输用船舶主推进动力装置及系统的结构、工作原理、性能，以及日常维护管理方法和技能知识，并培养学生具有一定的分析和解决船舶柴油机动力装置在运转中出现问题的能力打好基础，同时，为学生后期参加获取全球通用的中国海事局海船高级船员(3000 kW 及以上船舶二/三管轮)适任证书的全国统考科目“主推进动力装置”考试提供良好的准备。

（三）基本要求

1. 了解船舶动力装置的组成、类型和发展；了解电子控制柴油机的原理和特点；了解船舶推进装置的组成、作用、工作特点及日常维护管理要点；了解柴油机及推进轴系的振动特点和平衡方法及日常维护管理要点。

2. 熟悉柴油机运行性能测试和分析的基本方法；理解柴油机的各类特性及其特点。

3. 掌握柴油机工作原理及主要性能指标与工作参数的性质；掌握柴油机整体结构知识和主要部件的结构及工作特点，能对易损坏零部件的常见故障进行机理分析和维护保养；掌握常见燃油设备、换气机构及废气涡轮增压器的基本结构、工作原理及工作特性，能对常见故障进行分析和处理；掌握柴油机动力系统的组成、作用、工作特点及日常维护管理要点；掌握柴油机的调速、起动、换向装置的组成、作用、工作特点及维护保养方法；掌握柴油机机旁操纵系统的特点和运行管理与应急处理方法。

三、教学内容及要求

第一章 船舶柴油机的基本知识

【目的要求】

1. 了解船舶动力装置概述；了解船用柴油机的现状和发展特点。

2. 理解柴油机的热力循环；熟悉柴油机的主要性能指标与工作参数的性质。

3. 掌握柴油机的基本概念；掌握柴油机的工作原理、换气形式及工作特点。

[主要内容]

1. 船舶动力装置概述；柴油机的基本概念。

2. 柴油机的热力循环；柴油机的工作原理、换气形式及工作特点。

3. 柴油机的性能指标和工作参数。

4. 船用柴油机的现状和发展特点。

重点：四、二冲程柴油机工作原理及优缺点；柴油机的主要性能指标和工作参数。

难点：柴油机的热力循环。

第二章 柴油机的主要部件

【目的要求】

1. 了解柴油机的总体结构。

2. 理解燃烧室部件的工作条件和承受的负荷及特点。

3. 掌握燃烧室部件、曲柄连杆机构和主要固定件的结构、作用、工作条件和要求及特点，以及它们常见故障形式的机理分析和维护管理要点。

【主要内容】

1. 柴油机的总体结构概述。

2. 燃烧室部件的工作条件和承受的负荷及特点，燃烧室部件的结构、作用、工作条件、要求和特点以及常见故障形式的机理分析和维护管理要点。

3. 曲柄连杆机构的结构、作用、工作条件、要求和特点以及常见故障形式的机理分析和维护管理要点。

4. 主要固定件的结构、作用、工作条件、要求和特点以及常见故障形式的机理分析和维护管理要点。

重点：燃烧室部件、曲柄连杆机构的结构、作用、工作条件、要求和特点，以及它们常见故障的分析和管理要点。

难点：燃烧室部件承受的负荷及特点分析。

第三章 燃油的喷射与燃烧

【目的要求】

1. 了解劣质燃油的管理，燃油燃烧的热化学；了解柴油机的排放与控制。

2. 理解燃油的喷射和雾化要求及特点；理解可燃混合气的形成和影响因素及特点；理解燃烧过程的阶段特点与分析处理。

3. 掌握燃油的性能指标及其影响，燃油的种类及特点；喷油泵和喷油器的构造、工作原理及特点，喷油设备主要零件常见故障分析及处理，喷油设备的检查与调

整及维护管理。

【主要内容】

1. 燃油的主要理化性能指标及其影响，燃油的种类及特点，劣质燃油的管理，燃油燃烧的热化学。

2. 燃油的喷射和雾化要求及特点。

3. 喷油泵、喷油器的构造、工作原理及特点，喷油设备主要零件常见故障分析及处理，喷油设备的检查与调整及维护管理。

4. 可燃混合气的形成和影响因素及特点。

5. 燃烧过程的阶段特点与分析处理。

6. 柴油机的排放与控制。

重点：燃油的主要性能指标及其影响，燃油的种类及特点；燃油的喷射过程及特点；燃油的雾化与混合及特点；燃烧过程的阶段特点与分析处理；喷油泵和喷油器的构造、工作原理及特点，喷油设备主要零件常见故障分析及处理，喷油设备的检查与调整及维护管理。

难点：燃油的性能指标及其影响；燃烧过程的阶段特点与分析处理；柴油机的排放与控制。

第四章 柴油机的换气与增压

【目的要求】

1. 了解换气质量评定参数。

2. 理解废气涡轮增压的概述、废气能量分析；熟悉增压系统的维护管理与故障排除。

3. 掌握二、四冲程柴油机的换气过程；掌握机械式、液压式气阀传动机构及特点，换气机构的故障和管理要点；掌握废气涡轮增压的两种基本形式及特点；掌握废气涡轮增压器的构造、原理及喘振机理，废气涡轮增压系统的种类、特点、喘振原因与消除。

【主要内容】

1. 换气过程及换气质量评定参数。

2. 气阀机构的组成、结构、作用和工作原理，气阀传动机构的种类及其优缺点，凸轮轴及传动机构，换气机构常见故障的分析和管理。

3. 废气涡轮增压的概述、废气能量分析、两种基本形式及特点。

4. 废气涡轮增压器的构造、原理及喘振机理；废气涡轮增压系统的种类、特点、喘振原因与消除。

5. 增压系统的维护管理与故障排除。

重点：柴油机的换气过程；机械式、液压式气阀传动机构及特点，换气机构的故障和管理要点；废气涡轮增压的两种基本形式及特点；废气涡轮增压器的构造、原理及喘振机理，废气涡轮增压系统的种类、特点、喘振原因与消除。

难点：换气质量评定参数；废气能量分析；废气涡轮增压器的喘振机理。

第五章 柴油机的燃油、润滑和冷却系统

【目的要求】

1. 了解润滑和润滑油；了解冷却水的处理。

2. 熟悉气缸油润滑系统；熟悉中央冷却系统。

3. 掌握燃油、滑油和冷却系统的作用、组成、类型、主要设备及三大系统维护管理，分油机的运行管理及常见故障分析。

【主要内容】

1. 燃油系统的作用、组成、类型、主要设备及系统的维护管理。

2. 润滑和润滑油；曲轴油润滑系统的作用、组成、类型、主要设备及系统的维护管理，气缸油润滑系统。

3. 分油机的种类、结构、工作过程、运行管理及常见故障。

4. 冷却的方式和冷却介质，冷却系统的的作用、组成、类型、主要设备及系统的维护管理，冷却水的处理，中央冷却系统。

重点：燃油、滑油和冷却系统的日常维护管理要点；分油机的运行管理及常见故障分析。

难点：润滑油的性能指标；机械气缸注油器结构；分油机的结构。

第六章 柴油机的调速装置

【目的要求】

1. 了解超速保护装置。

2. 理解调速器的常见故障及其原因。

3. 掌握调速的必要性、调速器的类型和调速装置的性能指标；掌握机械式调速器的工作原理和特点，掌握液压调速器工作原理及其典型结构特点；掌握典型液压调速器的调节和维护管理。

【主要内容】

1. 调速的必要性和调速器的类型，超速保护装置，调速器的性能指标。

2. 机械调速器的工作原理和特点，液压调速器的工作原理及典型结构特点。

3. 液压调速器的调节，调速器的故障排除与维护管理。

重点：调速的必要性和调速器的类型，调速装置的性能指标；典型液压调速器；典型液压调速器的调节，液压调速器的维护管理。

难点：超速保护装置结构；典型液压调速器结构。

第七章 柴油机的起动、换向和操纵系统

【目的要求】

1. 了解操纵系统介绍。

2. 理解换向装置的工作原理与要求、类型与工作特点及熟悉常见故障与排除。

3. 掌握起动装置的组成和工作原理、要求、主要设备结构与性能及维护管理。

【主要内容】

1. 起动装置的组成和工作原理、要求、主要设备的结构与性能及维护管理。

2. 换向装置的工作原理与要求、类型与工作特点及常见故障与排除。

3. 操纵系统介绍。

重点：起动装置的组成和工作原理、要求、主要设备结构与性能及维护管理。

难点：换向装置结构。

第八章 柴油机的电子控制技术

【目的要求】

1. 了解 SULZER RT-flex 电控柴油机、MAN ME 电控柴油机、电控气体燃料发动机。

2. 熟悉电子注油器系统和电子调速器系统。

3. 掌握电子控制柴油机的原理和特点。

【主要内容】

1. 电子调速器系统。

2. 电子注油器系统。

3. 电子控制柴油机的原理和特点。

4. SULZER RT-flex 电控柴油机；MAN ME 电控柴油机；电控气体燃料发动机。

重点：电子调速器；电子控制柴油机的原理和特点。

难点：SULZER RT-flex 电控柴油机；MAN ME 电控柴油机。

第九章 柴油机示功图的测录与分析

【目的要求】

1. 了解电子示功器。

2. 熟悉示功图的分析，理解示功图的计算。

3. 掌握示功图的种类和用途；机械示功器。

【主要内容】

1. 示功图的种类和用途。

2. 机械示功器，电子示功器。

3. 示功图的计算和分析。

重点：示功图的种类和用途；机械示功器。

难点：电子示功器。

第十章 船舶推进传动装置

【目的要求】

1. 了解齿轮箱、可调螺距螺旋桨和侧推器。

2. 理解传动轴系，齿轮箱和联轴器，定距桨。

3. 掌握推进装置的传动方式。

【主要内容】

1. 推进装置的组成及传动方式

2. 传动轴系，齿轮箱和联轴器。

3. 定距桨，可调螺距螺旋桨和侧推器。

重点：推进装置的组成及传动方式。

难点：可调螺距螺旋桨，侧推器。

第十一章 柴油机及推进轴系的振动和平衡

【目的要求】

1. 了解柴油机的振动与平衡。

2. 理解产生扭振的外部原因、扭振减振措施及减振器和轴系纵向振动及减振。

3. 掌握活塞曲柄连杆机构的运动及其受力分析；掌握轴系扭振的基本概念及其减振措施。

【主要内容】

1. 活塞曲柄连杆机构的运动及其受力分析。

2. 柴油机的振动与平衡。

3. 轴系扭振的基本概念，产生扭振的外部原因，扭振减振措施及减振器；轴系纵向振动及其减振措施。

重点：活塞曲柄连杆机构的运动及其受力分析；轴系扭振的基本概念及其减振措施。

难点：柴油机的振动与平衡；轴系扭振概述及其扭振减振器。

第十二章 船舶推进装置的工况配合特性

【目的要求】

1. 了解船、机、桨特性，在各种航行条件下推进装置工况配合特性。

2. 理解柴油机各种特性的概念。

3. 掌握柴油机功率和转速的使用范围。

【主要内容】

1. 船舶柴油机的工况和运转特性的基本概念。

2. 柴油机各种特性概念和变化规律分析。

3. 柴油机的选型和使用范围。

4. 船、机、桨特性，在各种航行条件下推进装置工况配合特性。

重点：柴油机的选型和使用范围。

难点：在各种航行条件下推进装置工况配合特性。

第十三章 柴油机动力装置的运行管理与应急处理

【目的要求】

1. 了解封缸运行，停增压器运转。

2. 熟悉紧急刹车的操作和注意事项。

3. 掌握柴油机的日常运行管理和柴油机的常见应急处理。

【主要内容】

1. 备车和机动操纵。

2. 运转中的管理与完车。

3. 各种应急情况下的管理和操纵。

重点：备车和机动操纵的管理要点；运转中的管理与完车要点；常见应急处理的要点。

难点：紧急刹车的操作和注意事项。

四、实验内容及要求

实验 1 喷油设备拆装及喷油雾化与供油正时演示实验

【目的要求】

1. 了解典型组合式高压喷油泵供油正时的测量与调整的方法。

2. 熟悉典型单体式喷油泵、典型喷油器的结构与基本组成部件。
3. 掌握喷油器雾化试验的方法与要求。

【主要内容】

首先解体典型单体回油孔式喷油泵和典型喷油器，然后对其中的出油阀偶件、柱塞偶件和针阀偶件进行检验，最后完成对这些喷油设备的组装。另外，用冒油法对典型组合式高压喷油泵的供油正时进行检查与调整。

重点：典型单体回油孔式喷油泵和典型喷油器的结构，高压喷油泵的供油正时进行检查与调整，喷油器雾化试验。

难点：高压喷油泵的供油正时进行检查与调整。

实验 2 分油机的拆装及其系统操作演示实验

【目的要求】

1. 了解工作条件变化时对分油效果的影响。
2. 熟悉典型分油机的结构与基本组成部件。
3. 掌握典型分油机系统的操作和运行要点。

【主要内容】

首先解体典型分油机，然后对其中的比重环、分离盘片、复位弹簧和滑动圈进行检验，最后完成对该分油机的组装。另外，对典型分油机系统进行起动、分油、排渣和停止的操作，并分析比重环的选择与更换对分油效果的影响。

重点：分油机的结构与基本组成，分油机系统的操作和运行要点。

难点：分油机的结构与基本组成。

实验 3 主、副柴油机运行管理演示实验

【目的要求】

1. 了解工作条件变化时对柴油机的影响。
2. 熟悉主、副柴油机动力装置的主要组成。
3. 掌握典型主、副柴油机动力装置运行管理工作要点。

【主要内容】

首先熟悉主、副柴油机动力装置的主要组成，然后对典型主、副柴油机动力装置进行启动、动车后的参数监测和调整、定速和停车操作，同时了解工作条件变化时对柴油机的影响。

重点：主、副柴油机动力装置的主要组成，主、副柴油机动力装置运行管理工作要点。

难点：主、副柴油机动力装置的主要组成。

五、学时分配建议

序号	课程内容	学时分配

		讲课	实验	习题课	课程设计	机动
一	船舶柴油机的基本知识	6				
二	柴油机的主要部件	12				
三	燃油的喷射与燃烧	10	2			
四	柴油机的换气与增压	12				
五	柴油机的燃油、润滑和冷却系统	8	2			
六	柴油机的调速装置	8				
七	柴油机的起动、换向和操纵系统	8				
八	柴油机的电子控制技术	8				
九	柴油机示功图的测录与分析	4				
十	船舶推进传动装置	4				
十一	柴油机及推进轴系的振动和平衡	4				
十二	船舶推进装置的工况配合特性	4				
十三	柴油机动力装置的运行管理与应急处理	4	2			
合计		92	6			2

六、实验学时分配建议

序号	实验内容	学时分配
一	喷油设备拆装及喷油雾化与供油正时试验演示	2
二	分油机的拆装及其系统操作试验演示	2
三	主、副柴油机运行管理试验演示	2
合计		6

七、本课程与前后续课程的关系

（1）本课程的先修课程《工程制图》、《工程力学》、《轮机工程材料》、《机械设计基础》、《热工与流力》等为本课程提供必要的专业基础知识。

（2）《船舶航行认识实习》的实践课为本课程打下实践的基础。

（3）本课程应与《船舶电气设备及系统》、《轮机维护与修理》、《轮机自动化》、《船舶管理》等课程有良好衔接与分工。

八、课程教学方法与教学手段建议

1. 对本课程所使用的教材要求

根据本大纲的要求，必须要选用或（与）编写出较新较高水平的符合 STCW 公约要求的教材。

2. 本课程的实践环节安排

本大纲规定的实验项目以本学院实验中心老师为主在轮机各相关实验室进行；另外在后续的评估实训中进一步对相关内容需要验证的实践环节在此时完成；以加强理论教学效果。讲课时应多展示相关实物，多进行轮机各相关实验室的现场教学，注重理论联系实际。

3. 对教学手段的改进

（1）不断添置和更新实验设备，加强理论教学与实操评估教学的联系。

（2）重视辅助教学，例如：实物教学、多媒体教学等。

（3）重视课外作业。

（4）加强教学法研究和教学经验交流。

九、课程考核方式

本课程为考试科目，包括作业、考勤和实验环节的平时成绩占 30%，期考成绩占 70%。教学上布置适当思考题和每部分的课外作业，特别是一些难点如分油机、调速器等方面内容。由于本门课是根据 STCW78/10 公约获得船员适任证书的一门全国海船船员统考考试科目之一，所以考试内容、题型除满足学历教育的要求外，应尽量与《海船船员适任考试和评估大纲》的要求一致。

十、教材及参考书建议

1. 教材

《船舶柴油机》，李斌主编，大连海事大学出版社，2014 年出版，第 2 版。

《船舶主推进装置》，计划自编。

2. 参考书目

《主推进动力装置》，李斌等主编，大连海事大学出版社，2012 年出版，第 1 版。

《船舶动力装置》，左春宽等主编，大连海事大学出版社，2012 年出版，第 1 版。

《船舶柴油机》，孙培廷主编，大连海事大学出版社，2002 年出版，第 1 版。

《船舶柴油机》，杜荣铭主编，大连海事大学出版社，1999 年出版，第 1 版。

《船舶动力装置管理》，吴恒主编，大连海事大学出版社，1999 年出版，第 1 版。

《海船船员适任考试和评估大纲》，大连海事大学出版社，2012 年出版，第 1 版。

《主推进动力装置》，王忠忱等主编，大连海事大学出版社，2008 年出版，第 1 版。

《船舶柴油机》，李斌主编，大连海事大学出版社，2008 年出版，第 1 版。

“轮机维修”课程教学大纲

一、课程教学大纲基本信息

适用专业	轮机工程	编写年月	2019-05
适用对象	本科	执　　笔	张春彦
学分学时数：	3 学分，54 学时	审　　核	张晖

二、课程性质、任务与目的及基本要求

（一）课程性质

通过本课程的学习，为从事轮机维护与修理工作奠定基础。内容包括基本知识、基本理论、基本方法、基本工艺、基本技能。属于专业课必修课。开设本课程前应修完轮机工程材料、船舶柴油机、船舶辅机等课程。

（二）课程任务与目的

奠定轮机维护与修理的理论与应用基础，培养轮机维修的综合能力。在日常维护、故障诊断、失效分析、主推进动力装置检修、轮机维修组织与管理等方面，培养学生的发现问题、分析问题、解决问题的综合能力。

（三）基本要求

1. 了解现代船舶维修保养体系；了解船机零件的摩擦与磨损、腐蚀、疲劳破坏的基本理论；了解船舶轴系的检修。

2.理解（熟悉）船机零件的缺陷检验与船机故障诊断、船机零件缺陷的探伤方法与基本修复工艺、船机维修过程。

3.掌握船机零件基本损伤形式与损伤机理、常用测量工具的使用、船用柴油机主要零件的检修、柴油机动力装置主要部件的检修

三、教学内容及要求

第一章 现代船舶维修

【目的要求】

1. 了解现代船舶维修、船舶维修工作
2. 理解（熟悉）船舶维修保养体系
3. 掌握故障的分类与模式

【主要内容】

1. 维修科学
2. 船舶维修工作内容

重点：故障的分类与模式
难点：船舶维修保养体系

第二章 船机零件的摩擦与磨损

【目的要求】
1．了解摩擦机理与分类与磨损原理
2．了解磨损机理与分类
3．了解活塞环与气缸套的摩擦磨损
4．了解曲轴与轴承的摩擦磨损
【主要内容】
1．摩擦
2．磨损
3．活塞环与气缸套的摩擦磨损
4．曲轴与轴承的摩擦磨损
重点：磨损类别及其机理
难点：曲轴与轴承的摩擦磨损

第三章 船机零件的腐蚀

【目的要求】
1．了解金属腐蚀原理
2．理解（熟悉）化学腐蚀
3．了解电化学腐蚀、穴蚀机理、及防止腐蚀的主要措施
【主要内容】
1．金属腐蚀
2．化学腐蚀
3．电化学腐蚀
4．穴蚀
重点：电化学腐蚀、穴蚀、防止腐蚀的主要措施
难点：电化学腐蚀，极化作用

第四章 船机零件的疲劳破坏

【目的要求】
1　了解金属疲劳的概念及作用机理
2．理解（熟悉）气缸盖的疲劳破坏
3．掌握曲轴的疲劳破坏、防止疲劳破坏的主要措施
【主要内容】
1．金属疲劳的概念
2．柴油机气缸盖的疲劳破坏
3．曲轴的疲劳破坏
重点：气缸盖的疲劳破坏、曲轴的疲劳破坏、防止疲劳破坏的主要措施
难点：曲轴的疲劳破坏

第五章 船机零件的缺陷检验与船机故障诊断

【目的要求】

1．了解船机故障诊断技术
2．了解船机零件的无损检验
3．掌握船机零件缺陷的一般检验

【主要内容】

1．船机零件缺陷的一般检验
2．船机零件的无损检验
3． 船机故障诊断技术

重点：船机零件缺陷的一般检验、船机零件的无损检验

难点：船机零件的无损检验

第六章 船机零件的修复工艺

【目的要求】

1．熟悉船机零件的修复原则
2．了解电镀工艺、热喷涂工艺、表面强化工艺
3．掌握机械加工修复、焊补工艺、金属扣合工艺、粘接修复技术、研磨技术

【主要内容】

1． 船机零件的修复原则
2.机械加工修复
3．电镀工艺
4．热喷涂工艺
5．焊补工艺
6．金属扣合工艺
7．粘接修复技术
8．研磨技术
9．表面强化工艺

重点：机械加工修复、焊补工艺、粘接修复技术、研磨技术

难点：电镀工艺、热喷涂工艺、焊补工艺、研磨技术

第七章 船机维修过程

【目的要求】

1．了解交船试验
2．理解（熟悉）船机拆验、船舶坞修
3．掌握维修工作中的专用工具、量具和物料，清洗，船机装配

【主要内容】

1. 船机拆验
2．维修工作中的专用工具、量具和物料
3.清洗
4.船机装配
5.船舶坞修

6.交船试验

重点：维修工作中的专用工具、量具和物料，清洗，船机装配

难点：船机装配，船舶坞修

第八章 柴油机主要零件的检修

【目的要求】

1．熟悉重要螺栓的检修

2．理解（熟悉）精密偶件的检修、气阀的检修

3．掌握气缸盖的检修、气缸套的检修，活塞的检修，活塞环的检修、活塞销和十字头销的检修、活塞杆填料函的检修、曲轴的检修

【主要内容】

1.气缸盖的检修

2.气缸套的检修

3.活塞的检修

4.活塞环的检修

5.活塞销和十字头销的检修

6.活塞杆填料函的检修

7.曲轴的检修

8.轴承的检修

9.精密偶件的检修

10.气阀的检修

11.重要螺栓的检修

重点：气缸盖的检修、气缸套的检修，活塞的检修，活塞环的检修、活塞销和十字头销的检修、活塞杆填料函的检修、曲轴的检修

难点：气缸套的检修，活塞的检修、曲轴的检修、精密偶件的检修

第九章 柴油机动力装置主要部件的检修

【目的要求】

1.了解螺旋桨的检修、舵系的检修

2.了解船舶轴系的检修

3 了解柴油机活塞运动部件的平台检验、

4.熟悉柴油机吊缸检修、废气涡轮增压器的检修

【主要内容】

1.柴油机活塞运动部件的平台检验

2.柴油机吊缸检修

3.废气涡轮增压器的检修

4.船舶轴系的检修

5.螺旋桨的检修

6.舵系的检修

重点：柴油机吊缸检修

难点：废气涡轮增压器的检修，船舶轴系的检修、舵系的检修

四、实验内容及要求

实验 1．气缸套磨损测量

【目的要求】

1．了解气缸套磨损的机理，异常磨损的原因。
2．熟悉气缸套磨损测量的工具及方法。
3．掌握气缸套内径磨损的测量方法。

【主要内容】

1.气缸套表面清洁
2.气缸套内表面磨损测量根据气缸套磨损测量数据计算出圆度误差、圆柱度误差，与标准比较，判断气缸套磨损情况。
3.完成实验报告

重点：各测量点位置的选取，测量仪表的校准。
难点：磨损数据的测取。

实验 2．活塞磨损测量

【目的要求】

1．了解活塞磨损的机理，异常磨损的原因
2．熟悉活塞磨损测量的工具及方法
3．掌握活塞外圆磨损、环槽磨损磨损的测量

【主要内容】

1.活塞外圆及环槽的清洁
2.活塞外圆磨损测量
活塞环天地间隙测量
3.根据活塞磨损测量数据计算出圆度误差、圆柱度误差，与标准比较，判断活塞磨损情况。
4.完成实验报告

重点：活塞头及环槽的清洁
难点：磨损数据的测取

实验 3．主轴承间隙测量

【目的要求】

1．了解轴承间隙对润滑的影响
2．熟悉主轴承的拆卸、安装
3．掌握压铅法测量轴承间隙

【主要内容】

1.主轴承的拆卸
2.铅丝的选择与安放
3.主轴承的安装上紧
4.主轴承的拆卸
5.取下铅丝并测量铅丝厚度。
6.算出轴承间隙并与标准比较，判断轴承磨损状况。
7.完成实验报告

重点：铅丝直径大小的选择，铅丝的安放位置。
难点：轴承的安装与拆卸。

五、学时分配建议

章号	内容	总学时（54 学时）				
		讲课	实验	习题课	课程设计	机动
一	现代船舶维修	4				
二	船机零件的摩擦与磨损	4				
三	船机零件的腐蚀	2				
四	船机零件的疲劳破坏	2				
五	船机零件的缺陷检验与船机故障诊断	2				
六	船机零件的修复工艺	6				
七	船机维修过程	4				
八	柴油机主要零件的检修	12	6			
九	柴油机动力装置主要部件的检修	10				
合计		46	6			2

六、实验学时分配建议

序号	实　　验　　内　　容	学时分配
一	气缸套磨损测量	2
二	活塞磨损测量	2
三	主轴承间隙测量	2
合计		6

七、本课程与前后续课程的关系

一、本课程的先修课程是“船舶柴油机”、“轮机工程材料”。

1．与“轮机工程材料”的联系。

本课程求学生在“轮机工程材料”的学习中掌握各设备运用的材料及其性能。

2．与“船舶柴油机”的联系。

通过船舶柴油机的学习，掌握柴油机工作原理、各部件结构、各工作系统，为轮机维修学习相应维修工艺打下基础。

八、课程教学方法与教学手段建议

1．对本课程所使用的教材要求。

根据本大纲要求，除要编写出较新较高水平的教材外，还要编写出一定分量的实验指导书。

2．加强实践环节

除按要求完成规定的实验项目外，加强实践教学和现场教学，使学生能将抽象的理论知识与实际系统联系起来，巩固和加深对本课程相关知识的理解，有条件还可以组织学生到相关企业参观实习，增强感性认识。

3．对教学手段的改革创新

（1）不断添置和更新实验设备，重视实验课教学。

（2）重视辅助教学，例如：表格、挂图、电视、录像、投影仪、多媒体教学。

（3）重视讨论课学习和课外作业。

（4）加强教学法研究和教学经验交流。

九、课程考核方式

1、考核方式：闭卷考试

2、成绩评定：平时作业、课堂问答、考勤和实验环节占 30％,考试成绩占 70％

十、教材及参考书建议

1. 教材

《轮机维护与修理》，黄加亮主编，大连海事大学出版社，2010 年 9 月出版。

2. 参考书目

《轮机维护与修理》，魏海军主编，大连海事大学出版社，2008 年 9 月出版。

《轮机维护与修理》，满一新主编，大连海事大学出版社，2000 年 5 月出版。

《轮机维护和修理》，顾卓明主编，人民交通出版社，2001 年 2 月出版，版本。

《机电设备故障诊断与维修》，陈则钧主编，高等教育出版社，2004 年 4 月出版。

“ PLC 与现场总线技术”课程教学大纲

一、 课程教学大纲基本信息

适用专业	轮机工程	编写年月	2019-09
适用对象	本科	执　　笔	罗楚江
学分学时数：	2学分，36 学时	审　　核	叶伟强

二、课程性质、任务与目的及基本要求

课程性质：“PLC 与现场总线技术”课程是轮机工程专业（本科）三年级学生所学的一门专业方向选修课，是一门理论与应用相结合，实践性较强的课程。

任务与目的：通过本课程的学习，使学生获得 PLC 的系统组成、工作原理，基本指令和功能指令，PLC 系统维护等基本知识；使学生熟悉现场总线控制技术的基本概念和原理，了解几种常用的现场总线技术。了解 PLC 在轮机自动化系统中的应用等专业知识，为船舶机舱自动化的专业应用打下理论基础和实践基础。

基本要求:

本课程的内容是以 PLC 的结构原理、指令系统、接口扩展、应用程序设计为基础，在此基础上联系实际，力求使学生对 PLC 及其应用有一个基本认识。在此基础上了解现场总线技术的发展和应用前景。

学习本课程后，应达到下列的基本要求：

1. 了解可编程序控制器的产生和应用范围。

2.了解可编程序控制器的基本要领和最新发展动态；

3.理解可编程序控制器的基本原理，硬件系统及内部资源

4. 掌握 PLC 系统的物理模型和系统结构，熟练运用梯形图语句进行编程，了解符号表语句的编程方法。

5.掌握可编程序控制器的结构和工作原理。

6.掌握可编程序控制器的基本指令和简单功能指令，梯形图编程规则。

7.了解现场总线定义、产生、特点和发展的过程。

8.基本掌握自由口通信和 PROFIBUS 通信。

三、教学内容及要求

第一章　S7-1200 的硬件与硬件组态

【目的要求】

1. 了解可编程控制器的产生、分类、特点；了解可编程控制器的应用和发展；

2. 熟悉可编程控制器的软件及编程语言和熟悉 PLC 的工作原理。

3. 掌握 PLC 的基本结构，PLC 中 CPU 的功能及 CPU 模块，理解输入/输出电

路；了解 S7-1200 PLC 的硬件结构。

【主要内容】

1、S7-1200 的硬件

2、软件的安装与升级

3、TIA 博途使用入门与硬件组态

重点：S7-1200 的硬件结构，TIA 博图软件的使用与组态硬件

难点：CPU 模块参数设置。

第二章　S7-1200 程序设计基础

【目的要求】

1、掌握 S7-1200 PLC 的工作原理和工作模式；

2、掌握并会运用 S7-1200 PLC 的存储器及寻址；

3、理解掌握数据格式与数据类型及它们的用法；

4、了解程序结构的分类及块的调用；

5、了解编程方法与编程语言并重点理解梯形图编程方法。

【主要内容】

1、S7-1200 的编程语言

2、PLC 的工作原理与用户程序结构

3、数据类型与系统存储区

4、编写用户程序与使用变量表

5、用户程序的下载与仿真

6、用 STEP 7 调试程序

重点： PLC 的工作过程、物理存储器、数制与数据类型、全局数据块与其他数据类型，编写用户程序，用 STEP7 调试程序

难点： 编写用户程序，用户程序调试

第三章 S7-1200 的指令

【目的要求】

1．了解 S7-1200 PLC 的程序组成和编程；

2．熟悉 PLC 的基本逻辑指令、程序控制指令；

3．掌握简单的 PLC 程序设计。

【主要内容】

1、 位逻辑指令；

2、定时器与计数器指令；

3、数据处理指令；

4、数字运算指令；

5、程序控制操作指令

6、日期和时间指令

7、字符串与字符指令

8、高速脉冲输出与高速计数器.

重点：PLC 的基本逻辑指令及各种控制指令。

难点：PLC 程序的简单设计法及应用。

第四章 S7-1200 的用户程序结构

【目的要求】

1．熟悉 PLC 的函数与函数块、中断事件与中断指令；

2．掌握 PLC 程序设计；

3. 了解交叉用户表和程序信息。

【主要内容】

1、函数与函数块；

2、数据类型与间接寻址；

3、中断事件与中断指令；

4、交叉引用表与程序信息；

重点：PLC 的函数与函数块、中断事件与中断指令。

难点：函数与函数块的编程与使用，中断事件的处理。

第五章 现场总线技术概述

【目的要求】

1. 了解工业自动化技术及控制系统的发展历程、现场总线基本概念、现场总线国际标准及其制定过程；

2.（熟悉）DCS、PLC 和 FCS 三大控制系统的基本要点和区别、现场总线的现状、研究开发热点和发展趋势；

3. 掌握工业网络的定义、结构和应用。

【主要内容】

1. 工业自动化技术及控制系统的发展历程、DCS、PLC 和 FCS 三大控制系统的基本要点和区别；

2. 现场总线基本概念、现场总线国际标准及其制定过程；

3. 现场总线的现状、研究开发热点和发展趋势、工业网络的定义、结构和应用。

重点：现场总线基本概念，以现场总线为基础的企业网络系统。

难点：DCS、PLC 和 FCS 三大控制系统的基本要点和区别。

第六章 PROFIBUS 基础及安装技术

【目的要求】

1. 了解 PROFIBUS 概述、PROFIBUS 基础；

2. 理解 PROFIBUS 传输技术、PROFIBUS DP 安装技术、PROFIBUS PA 安装技术、本质安全概念；

3. 掌握组态一个简单的 PROFIBUS DP/PA 系统。

【主要内容】

1. PROFIBUS 概述、PROFIBUS 基础、、PROFIBUS 传输技术；

2. PROFIBUS 设备集成工具、PROFIBUS DP 安装技术、PROFIBUS PA 安装技术、本质安全概念；

3. 组态一个简单的 PROFIBUS DP/PA 系统。

重点：组态一个简单的 PROFIBUS DP/PA 系统。

难点：PROFIBUS 基础、PROFIBUS 传输技术。

四、实验内容及要求

实验 1. PLC 基本指令的认识使用实验

1. 熟悉 TIA13 编程软件及 S7-1200 PLC 的程序组成；

2. 熟悉基本逻辑指令，学会编写简单程序；

3. 初步掌握编程软件的使用方法和调试程序的方法。

【主要内容】

利用编程软件创建项目，熟悉编程软件的菜单、工具条、指令输入和程序调试，学会硬件组态和参数设置，创建 OB1 程序及编辑符号表，能用用程序状态功能调试程序，编写一段简单程序，检查无误后，将程序写入 PLC，运行该程序，并观察运行结果，做好实验记录。

实验 2．PLC 电机控制实验

【目的要求】

1．了解传统电气控制系统，学习异步电动机控制电路的连接；

2．理解并掌握三相异步电动机正反转控制、顺序启动控制原理；

3．了解接触器的结构和工作原理，理解互锁的作用。

【主要内容】

根据控制线路图，完成三相异步电动机正反转控制主电路、控制电路的接线，经仔细检查后，先合上控制电路电源，在编程软件中创建项目，编写控制程序，检测无误后，接通电源。按启动按钮，进行电动机正、反转及停转实验。观察电机运行方向，并做好实验记录。

实验 3．SIMATIC Step7 和 SIMATIC WinCC 的使用

【目的要求】

学习并掌握 S7-1200PLC 与 WINCC 通信的方法

【主要内容】

编写 PLC 程序并实现与 WinCC 连接，实现水位的控制

实验 4． 组态一个 PROFIBUS DP/PA 系统

【目的要求】

1、掌握 PROFIBUS DP/PA 系统的基本结构和组态方法

2、掌握西门子 Portal 软件使用

3、了解并掌握一套完整的 PLC 控制系统如何配置和工作

【主要内容】

组态 PROFIBUS DP/PA 系统，并编写 PLC 程序实现对变频器的控制

五、学时分配建议

序号	课程内容	学时分配				
		讲课	实验	习题课	课程设计	机动
一	S7-1200 的硬件与硬件组态	2				

二	S7-1200 程序设计基础	4	2			
三	S7-1200 的指令	8	2			
四	S7-1200 的用户程序结构	4				
五	现场总线技术概述	4	2			
六	PROFIBUS 基础及安装技术	6	2			
合计		28	8			

六、实验学时分配建议

序号	实　　验　　内　　容	学时分配
一	PLC 基本指令的认识使用实验	2
二	PLC 电机控制实验	2
三	SIMATIC Step7 和 SIMATIC WinCC 的使用	2
四	组态一个 PROFIBUS DP/PA 系统	2
合计		8

七、教学建议

本课程的先修课程是“电工学”、“船舶电气设备及系统”。

本课程求学生在“电工学”的学习中熟练地掌握电路的分析计算和基本逻辑电路的知识。

2．与“船舶电气设备及系统”的联系

本课程要求学生在“船舶电气设备及系统”的学习中掌握低压控制电器、电动机控制原理和控制技术、船舶辅机控制系统要求和控制技术等知识。

为达到本课程的目的和要求所采取的措施：

1．对本课程所使用的教材要求

根据本大纲要求，使用教育部推荐的较新较高水平的教材。

2．本课程的实践环节安排

本大纲所规定的实验项目，有条件的应按规定的项目完成，也可使用相近的实验项目替代。

3．对教学手段的改进

（1）重视辅助教学，例如：表格、挂图、电视、录像、投影仪、参观、多媒体教学。

（2）加强教学法研究和教学经验交流

八、课程考核方式

本课程为考查科目，平时作业、考勤占 30%，实验环节占 30%，期考成绩占 40%。教学上可布置适当作业，特别是一些难点内容。

九、教材及参考书建议

1．教材

廖常初主编.PLC 编程及应用.北京：机械工业出版社.2008 年 1 月，第 3 版
《现场总线技术及其应用教程》（第 2 版），王永华主编，机械工业出版社，2012

2. 参考书目

《西门子 S7-1200PLC 编程及使用指南》，西门子公司，2015 年 6 月。
刘泽祥.现场总线技术.北京：机械工业出版社.2015.6 第二版

“船舶电气设备维修技术” 课程教学大纲

一、课程教学大纲基本信息

适用专业	轮机工程	编写年月	2019-5
适用对象	本科	执　　笔	李聚宝
学分学时	2 学分，36 学时	审　　核	李汉

二、课程性质、任务与目的及基本要求

（一）课程性质

本课程是轮机工程专业和船机修造专业了解与学习船舶电气设备维修技术和工艺的专业课，是一门选修课。

（二）任务与目的

《船舶电气设备维修技术》主要完成船舶电气系统概述、船舶电气设备故障分析与处理方法等教学任务。通过本课程学习，使学生毕业后在从事船舶轮机工程技术工作，能对船舶电气设备的一般故障进行分析、排除和修复。在监造、监修和船上维修、管理方面有一定的理论基础和实际工作能力。

（三）基本要求

学习本课程后达到下列的几项：

1、认识船舶电气设备总体配置及基本情况。
2、了解船舶电气设备故障分析与处理方法
3、了解船舶常用传感器与基本掌握低压控制电器
4、了解船用电机及变压器的维护与检修方法
5、基本掌握船舶辅机电气控制装置的维护及工艺。
6、基本掌握船舶交流电站的维护与故障处理
7、基本掌握船舶报警装置的故障诊断与维修
8、掌握主机遥控系统的管理与维护

三、教学内容及要求

第一章 船舶电气设备的概述

【目的要求】

1．了解船舶电气设备的基本配置；船舶电气系统故障模式船舶电气设备验收；

2．掌握船舶电气系统常用低压控制电器及电工测量仪表。

【主要内容】

1．船舶电气设备的基本配置；
2．船舶电气系统特点；
3．船舶电气系统故障模式；
4．船舶电气系统常用低压控制电器及电工测量仪表；
5．船舶电气设备验收。

重点：掌握船舶电气设备的基本配置；船舶电气系统常用低压控制电器及电工测量仪表。

难点：掌握船舶电气设备的基本配置；船舶电气系统常用低压控制电器及电

工测量仪表。

第二章 船舶电气设备故障分析与掌握处理方法

【目的要求】

1. 了解船舶电气设备故障分析的一般方法；故障树分析法概念和故障模式与影响分析方法的概念；
2. 掌握船舶电气设备故障处理的一般方法；电子设备故障分析及处理方法。

【主要内容】：

1. 船舶电气设备故障分析的一般方法；
2. 故障树分析法；
3. 故障模式与影响分析方法；
4. 船舶电气设备故障处理的一般方法；
5. 电子设备故障分析及处理方法。

重点：船舶电气设备故障处理的一般方法，电子设备故障分析的方法以及修理方法。

难点：故障树分析法的基本步骤。

第三章 船舶常用传感器与低压控制电器

【目的要求】

1. 了解船用常用传感器分类机主要技术要求；
2. 了解船舶常用低压控制电器
3. 了解可编程控制器的维护和故障处理；
4. 熟悉温度传感器，压力传感器，液位检测与变送器的结构工作原理；
5. 掌握船舶常用低压控制电器维护。

【主要内容】

1. 船舶常用传感器；
2. 船舶常用低压控制电器的维护；
3. 可编程控制器的维护和故障处理。

重点：几种船舶常用传感器

难点：可编程控制器的故障处理流程（小四宋体，首行缩进 2 字符，单倍行距）

第四章 船用电机的维护与检修

【目的要求】

1. 掌握船用电动机的维护要求；
2. 了解船用异步电动机常见故障检修；
3. 了解船用直流电机常见故障及排除方法；
4. 了解船用变压器常见故障分析与维修。

【主要内容】

1. 船用电动机的维护要求；
2. 船用异步电动机常见故障检修；

3．船用直流电机常见故障及排除方法；

4．船用变压器常见故障分析与维修。

重点：船用电动机的维护要求；绕组接地故障检查与处理；电动机受潮的处理方法。

难点：照明变压器运行中的保护环节。

第五章　船舶辅机电气控制装置的维护

【目的要求】

1. 了解电气控制线路图的阅图方法；
2. 掌握电气控制线路故障查测；船用电气控制箱的常见故障检修；
3. 熟悉船舶起货机电气系统的维护与检修；
4. 了解船舶锚机、绞缆机电气系统的维护与检修；船舶舵机电气系统的维护与检修；

【主要内容】

1. 电气控制线路图的阅图方法；
2. 电气控制线路故障查测；
3. 船用电气控制箱的常见故障检修；
4. 船舶起货机电气系统的维护与检修；
5. 船舶锚机、绞缆机电气系统的维护与检修；
6. 船舶舵机电气系统的维护与检修。

重点：电气控制线路故障查测；船用电气控制箱的常见故障检修；船用起货机电气控制系统维护与检修方法。

难点：泵的自动控制系统的常见故障检修；交流电动起货机常见故障分析与处理。

第六章　船舶交流电站的维护与故障处理

【目的要求】

1. 掌握船舶交流电力系统的常见故障与处理；
2. 掌握船舶主发电机及励磁系统的常见故障与处理；
3. 掌握船舶配电装置的常见故障与处理；
4. 理解船舶发电机并联运行故障与处理；
5. 了解发电机的继电保护参数调整；
6. 了解主柴油发电机组自动控制系统故障与处理；
7. 了解实船配电板电路图阅图训练。

【主要内容】

1. 船舶交流电力系统的常见故障与处理；

2. 船舶主发电机及励磁系统的常见故障与处理；

3. 舶配电装置的常见故障与处理；

4. 发电机并联运行故障与处理；

5. 发电机的继电保护参数调整；

6. 主柴油发电机组自动控制系统故障与处理；

7. 实船配电板电路图阅图训练。

重点：船舶交流电力系统的常见故障与处理；船舶电站主发电机及励磁系统的维护保养方法；船舶配电装置的常见故障与处理。

难点：主柴油发电机组自动控制系统故障与处理。

第七章　船舶报警装置的故障诊断与维修

【目的要求】

1. 了解通用紧急报警装置；
2. 了解火灾自动监控与报警装置；
3. 了解常用其他报警装置实例分析；
4. 理解船舶机舱监测与报警系统。

【主要内容】

1. 通用紧急报警装置；
2. 火灾自动监控与报警装置；
3. 常用其他报警装置实例分析；
4. 船舶机舱监测与报警系统。

重点：通用紧急报警装置，船舶机舱监测与报警系统。

难点：通用紧急报警装置，船舶机舱监测与报警系统。

第八章　主机遥控系统的管理与维护

【目的要求】

1. 了解主机遥控系统的分类和技术要求；
2. 了解主机遥控系统的日常维护和故障排除；
3. 了解电子调速系统的维护；
4. 了解主机遥控系统的模拟试验；
5. 了解主机遥控的试验。

【主要内容】

1. 主机遥控系统的分类和技术要求；
2. 主机遥控系统的日常维护和故障排除；
3. 电子调速系统的维护；
4. 主机遥控系统的模拟试验；
5. 主机遥控的试验。

重点：主机遥控系统的日常维护和故障排除；电子调速系统的维护。

难点：主机遥控系统的日常维护和故障排除；电子调速系统的维护。

四、实验内容及要求

本课程若包含有 6 学时的实验。通过实验，使学生所学的理论知识和实践相

结合，巩固和加强有关的理论知识。

实验 1.电力电子器件的识别及判断

【目的要求】

1、了解并认识各种常用电子元器件。
2、了解元器件的主要参数，主要参数的读取和测量。
3、学会用万用表测试电子元器件，重点掌握二、三极管的测试方法。
4、了解电路板焊接技术，进行电子焊接练习，完成延时关灯电路的焊装。

【主要内容】

1、掌握电阻器的种类、符号、标志和测量方法。

2、掌握电容器的种类、符号、标志和测量方法。

3、掌握电感器的种类、符号、标志和测量方法。

4、掌握二极管的种类、符号、特点和测量方法。

5、掌握三极管的种类、符号、特点和测量方法。

6、掌握延时关灯电路识测与焊装。

实验 2. 常用电工仪表的使用

【目的要求】

1、掌握电工技术实验的基本要求和方法
2、了解电工实验台的结构
3、掌握常用电工仪表、仪器的使用
4、学习直流电压、电流的测量

【主要内容】

1、万用表的使用方法

2、钳形电流表的使用

3、摇表的使用

实验 3. 电子电气图纸识读

【目的要求】

1、熟悉电气工程图的常用文字符号和图形符号。
2、了解电气工程图的组成和用途。
3、掌握电气工程图的读图方法，具备一定的读图能力。
4、识读供配电系统简图。

【主要内容】

1、认识图纸电器符号及其标准。
2、根据图纸内容，在试验台上连接实体电路。
3、验证电路功能。

五、学时分配建议

序号	课程内容	学时分配

		讲课	实验	习题课	课程设计	机动
一	船舶电气设备的概述	4				
二	船舶电气设备故障分析与掌握处理方法	4				
三	船舶常用传感器与低压控制电器	4	2			
四	船用电机的维护与检修	4	2			
五	船舶辅机电气控制装置的维护	4	2			
六	船舶交流电站的维护与故障处理	4				
七	船舶报警装置的故障诊断与维修	4				
八	主机遥控系统的管理与维护	2				
合计		30	6			

六、实验学时分配建议

序号	实　　验　　内　　容	学时分配
一	电力电子器件的识别及判断	2
二	常用电工仪表的使用	2
三	电子电气图纸识读	2
合计		6

七、本课程与前后续课程的关系

本课程是在学习完《电工学》与《船舶电气系统与设备》课程后学习的，承接的后续课程是《电气工艺实习评估》课程，其相关的课程为《轮机自动化》。

八、教学建议

教学上，可以利用目前实验室的装备实物适当开展实物教学，现场教学，现场参观的形式;可布置适当作业与课余讨论,特别是一些难点如起货机、调压器、PLC 等方面内容。由于本门课是根据 STCW78/95 公约获得船员适任证书的部分考试内容，所以考试内容应尽量与《海船船员适任考试和评估大纲》的要求一致。

九、课程考核方式

本课程为考查科目。平时作业、课堂成绩、实验和考勤等占 30%，期终考核成绩占 70%。

十、教材及参考书建议

1. 教材

《船舶电气设备维修技术》，张春来主编，大连海事大学出版社，2011 年出版，版本：第 1 版。

2. 参考书目

《船舶电气设备维修指南》，阮礽忠主编，人民交通出版社，2008 年出版，版本：第 1 版。

《船舶电气管理及工艺》，应强云主编，大连海事大学出版社，2007 年出版，版本：第 1 版。

《船舶电气设备及系统》，郑华耀主编，大连海事大学出版社，2012 年出版，版本：第 2 版。

“船舶电站及其自动化装置”课程教学大纲

一、课程教学大纲基本信息

适用专业	轮机工程	编写年月	2019-5
适用对象	本科	执　　笔	李聚保
学分学时数	2 学分，36 学时	审　　核	叶伟强

二、课程性质、任务与目的及基本要求

（一）课程性质

《船舶电站及其自动化装置》属于轮机工程专业“专业课”中“方向限修课”。

（二）任务与目的

通过这门课程的学习，使学生熟悉现代船舶电站及其自动化装置组成及发展趋势，熟悉在自动化船舶中电站系统所涵盖的内容，熟悉船舶电站中各类自动控制装置的基本工作原理，日常维护管理及装置参数的调节方法，熟悉船舶电力系统的设备保护方法，保护装置的作用。为上船从事电机合一的轮机员工作，为管理和检修船舶电站及其自动化装置打下一定理论基础。

（三）基本要求

通过本课程的学习，获得有关船舶电力系统的结构、工作原理和运行管理方面的基本知识、基本理论和基本技能。同时，应达到下列的基本要求：

1、掌握船舶电站自动化运行的基本内容。

2、掌握自动并车装置、调压器、可控相复励装置及无刷励磁装置。

3、掌握船舶电力系统保护装置设置原则。

三、教学内容及要求

第一章 船舶电力系统

【目的要求】学习船舶电力系统的基本知识。

1. 掌握船舶电力系统的组成、特点及基本参数，配电系统的组成部件；

2. 掌握熟悉电气设备的工作方式，掌握船舶主接线、电网及电缆；

3. 掌握船舶主电站容量确定，熟悉船舶蓄电池种类和使用方法。

【主要内容】

1. 船舶电力系统的组成、特点及基本参数；

2. 电气设备的船用条件及基本要求；

3. 电气设备的接地；

4. 船舶电站的主接线；

5. 船舶主电站容量确定和发电机组台数的选择；

6. 船舶配电装置；

7. 船舶电网及电缆；

8. 船舶蓄电池。

重点：配电装置；船舶主电站容量确定和发电机组台数的选择。

难点：船舶主电站容量确定和发电机组台数的选择。

第二章 船舶同步发电机的并联运行

【目的要求】学习船舶电站并车的原理和应用。

1．了解柴油发电机组并车运行优点；

2．掌握多种并车操作方式和原理。

【主要内容】

1. 船舶同步发电机准同步并车原理；

2. 手动并车；

3. 粗同步并车；

4. 半自动并车；

5. 自动并车。

重点：手动准同步并车和解列操作；自动并车原理。

难点：自动并车原理。

第三章 船舶同步发电机电压及无功功率自动调节

【目的要求】学习同步发电机电压及无功功率调整的原理和应用。

1．了解船舶同步发电机的自励起压原理；

2．掌握不可控相复励恒压励磁装置原理；可控硅自励恒压励磁原理分析；并联机组间无功功率自动分配原理。

3．掌握自动调压器的功能及作用原理；无刷同步发电机工作原理。

【主要内容】

1．概述；

2．船舶同步发电机的自励起压原理；

3．不可控相复励调压器；

4．可控硅调压器；

5．可控相复励调压器；

6．船舶无刷同步发电机及其励磁系统；

7．并联运行发电机无功分配的自动控制；

8．船舶同步发电机调压特性曲线的测绘。

重点：并联运行发电机无功分配的自动控制。

难点：并联运行发电机无功分配的自动控制。

第四章 船舶电力系统频率及有功功率自动调节

【目的要求】学习同步发电机组频率及有功功率调整的原理和应用。

1. 了解发电机频率变化的原因，掌握调速器的基本原理及其特性；

2. 掌握频率及有功功率的自动调节；自动调频调载。

【主要内容】

1. 概述

2. 调速器基本原理及调速特性；

3. 频率及有功功率的自动调节；

4. 自动调频调载；

5. 二次调节系统的稳定性及系统的参数设置

重点：频率及有功功率的自动调节；自动调频调载。

难点：自动调频调载。

第五章 船舶电力系统保护

【目的要求】学习船舶电力系统保护的原理及应用。

1．掌握船舶电力系统主要保护电器；

2．掌握船舶同步发电机和船舶电网的保护，岸电相序监视；

【主要内容】

1．概述

2．船舶电力系统主要保护电器；

3．船舶同步发电机的保护；

4．船舶电网的保护；

5．岸电相序监视；

6．船舶电力系统故障分析与处理。

重点：船舶同步发电机和船舶电网的保护。

难点：船舶同步发电机和船舶电网的保护。

第六章 船舶电站自动化

【目的要求】学习船舶电站自动化系统的主要功能和工作原理。

1．了解船舶电站自动化系统的结构与组成；

2．掌握船舶电力管理系统的各个模块的功能和原理。

【主要内容】

1．概述

2．船舶电站自动化系统的结构与组成；

3．典型船舶电站核心控制器实例；

4．船舶电力管理系统。

重点：船舶电力管理系统。

难点：船舶电力管理系统。

第七章 船舶高压电力系统

【目的要求】学习船舶高压电力系统的基本知识。

1．了解船舶高压电力系统电压等级和防护要求，中性点接地技术；

2．理解船舶高压电力系统变配电装置和保护。

【主要内容】

1．概论

2．船舶高压电力系统电压等级和防护要求；

3．船舶高压电力系统中性点接地技术；

4．船舶高压电力系统变配电装置；

5．船舶高压电力系统保护；

6．船舶高压电力系统的安全操作和管理。

重点：船舶高压电力系统变配电装置和保护。

难点：船舶高压电力系统变配电装置和保护。

第八章 船舶轴带发电装置的电力系统

【目的要求】学习轴带发电机电站的基本知识。

1．理解船舶轴带发电装置的分类及基本工作原理；

2．了解定距桨恒频晶闸管轴带发电装置。

【主要内容】

1．船舶轴带发电装置的分类及基本工作原理；

2．定距桨恒频晶闸管轴带发电装置。

重点：船舶轴带发电装置的分类及基本工作原理。

难点：船舶轴带发电装置的分类及基本工作原理。

四、实验内容及要求

本课程若包含有 4 学时的实验。通过实验，使学生所学的理论知识和实践相结合，巩固和加强有关的理论知识。

实验 1. 船舶电力系统的组成及原理

【目的要求】

1.了解船舶电力系统的组成及各组成部分的特点和相互间的关系。

2.熟悉船舶配电装置的总体结构，各组成部分的功能。

【主要内容】

1.对照实物，分清系统中各装置分属电力系统的那一部分。

2.电力系统的配电部分采用实物模拟，应结合图纸，查找图上对应的实物，了解其功能、维修方法。

实验 2. 船舶电站实验

【目的要求】

1.掌握同步发电机并车使学生了掌握船舶配电装置的基本组成、性能和特点。

2.掌握交流同步发电机各种并车方法性能和特点。

3.掌握负荷转移等操作，掌握船舶电站各种自动化装置的基本性能。

【主要内容】

1.同步发电机并车使学生了掌握船舶配电装置的基本组成、性能和特点。

2.交流同步发电机各种并车方法性能和特点。

3.负荷转移等操作，掌握船舶电站各种自动化装置的基本性能。

五、学时分配建议

序号	课程内容	学时分配				
		讲课	实验	习题课	课程设计	机动
一	船舶电力系统	4				

二	船舶同步发电机的并联运行	4	2			
三	船舶同步发电机电压及无功功率自动调节	6				
四	船舶电力系统频率及有功功率自动调节	6				
五	船舶电力系统保护	4				
六	船舶电站自动化	4	2			
七	船舶高压电力系统	2				
八	船舶轴带发电装置的电力系统	2				
	合计	32	4			

六、实验学时分配建议

序号	实　　验　　内　　容	学时分配
一	船舶电力系统的组成及原理实验	2
二	船舶电站实验	2
合计		4

七、本课程与前后续课程的关系

本课程的先修课程是 “船舶电气设备及系统”。《船舶电气设备及系统》要求以轮机员考证内容为主，《船舶电站及其自动化装置》要求有从事电机合一的轮机员工作的专门知识。学生修完《电工学》、《电子技术》、《电工与电子实验实习》、《单片机原理与接口技术》和《计算机程序设计基础》课程后开设。同时开设的相关课程有《PLC 与现场总线技术》、《船舶电气设备维修技术》、《轮机自动化》。

八、课程教学方法与教学手段建议

1.对本课程所使用的教材要求

根据本大纲要求，使用交通部推荐的较新较高水平的教材。

2.本课程的实践环节安排

本专业的课程有《轮机模拟器综合训练》、《轮机自动化机舱综合实训》和《船舶电气工艺》等实训，故实验内容作为机动，以加强理论教学。讲课时应多展示电器实物，注重理论联系实际。

3.对教学手段的改进

（1）不断添置和更新实验设备，加强理论教学与实操评估教学的联系。

（2）重视辅助教学，例如：实物教学、多媒体教学。

（3）重视课外作业。

（4）加强教学法研究和教学经验交流。

九、课程考核方式

本课程为考试科目，教学过程中应适当组织课堂讨论。平时作业、课堂成绩、实验环节和考勤等占 30%，期末考试成绩占 70%。教学上可布置适当作业，特别是一些难点内容。

十、教材及参考书建议

1. 教材

《船舶电站》，吴志良主编，大连海事大学出版社，2012 年出版。

2. 参考书目

1.《船舶电气设备与系统》（第 2 版），赵殿礼主编，大连海事大学出版社，2017 年出版

2.《船舶电站及其自动化装置》，姜锦范主编，大连海事出版社，2005 年出版。

3.《船舶电气与自动化(船舶电气)（中华人民共和国海船船员适应考试培训教材）》，张春来 林叶春主编，大连海事大学出版社，2012 年出版。

4.《船舶电气与自动化(中华人民共和国海船船员适应考试应试辅导教材)》，王云华、吕明主编，人民交通出版社，2013 年出版。

“船舶辅机Ⅰ”课程教学大纲

一、课程教学大纲基本信息

适用专业	轮机工程（水上）	编写年月	2019-05
适用对象	本科	执　　笔	蔡建邦
学分学时数：	3 学分，54 学时	审　　核	魏安

二、课程性质、任务与目的及基本要求

（一）课程性质

《船舶辅机》是轮机工程专业的专业课必修课程之一（学位课、船员考证课）。介绍船用泵、辅助管系、液压甲板机械、空气压缩机、制冷和空调装置、船舶辅锅炉和海水淡化装置等主要辅助机械的工作原理、典型结构、性能特点及系统的维护管理和故障分析。

（二）课程任务与目的

本课程的任务是使学生全面系统地掌握各种船舶辅机的工作原理、性能特点、典型结构、使用和维护管理要点，以及常见故障的分析和处理方法。本课程的目的是：介绍船用泵、空压机、甲板机械、锅炉、造水机等船舶辅助机械的结构与工作原理为，在此基础上联系船员工作实际，力求使学生具有实际操作和管理船舶辅助机械设备的能力。

（三）基本要求

1、了解船舶辅助机械的结构和工作原理

2、熟悉船舶辅助机械的操作与管理

3、掌握常见故障的排查与检修的技能

三、教学内容及要求

第一章　往复泵

第一节　往复泵工作原理和结构

【目的要求】

1．了解往复泵结构

2．理解往复泵原理

【主要内容】

1．往复泵泵的性能参数

2．往复泵结构

3．往复泵正常吸排条件

重点：往复泵工作原理

难点：结构要点

第二节 往复泵的使用管理和维护

【目的要求】

1．了解往复泵管理要点

2．掌握往复泵常见故障分析及处理

【主要内容】

1．往复泵操作管理要点

2．往复泵常见故障的分析与处理

重点：往复泵操作管理

难点：故障分析

第二章　回转泵

第一节　齿轮泵原理和结构

【目的要求】

1．了解齿轮泵泵结构

2．理解齿轮泵原理

3. 掌握齿轮的使用管理及维护

【主要内容】

1．齿轮泵的工作原理

2．往复泵结构实例及困油现象

3. 齿轮泵的使用管理及维护

重点：齿轮泵工作原理

难点：困油现象

第二节 螺杆泵

【目的要求】

1．了解螺杆泵原理

2. 熟悉螺杆泵管理要点

3．掌握螺杆泵常见故障分析及处理

【主要内容】

1．螺杆泵结构和工作原理

2. 螺杆泵的受力分析及性能特点

3．螺杆泵常见故障的分析与处理

重点：螺杆泵操作管理

难点：螺杆泵故障分析

第三节 叶片泵

【目的要求】

1．了解叶片泵原理

2. 熟悉叶片泵管理要点

3．掌握叶片泵常见故障分析及处理

【主要内容】

1．叶片泵结构和工作原理

2. 叶片泵的受力分析及性能特点

3．叶片泵常见故障的分析与处理

重点：叶片泵操作管理

难点：叶片泵故障分析

第四节 水环泵

【目的要求】

1．了解水环泵原理

2．熟悉水环泵管理要点

3．掌握水环泵常见故障分析及处理

【主要内容】

1．水环泵结构和工作原理

2．水环泵的受力分析及性能特点

3．水环泵常见故障的分析与处理

重点：水环泵操作管理

难点：水环泵故障分析

第三章 离心泵和旋涡泵

第一节 离心泵原理和结构

【目的要求】

1．了解离心泵结构

2．理解齿轮泵原理

【主要内容】

1．离心泵的工作原理

重点：离心泵工作原理

难点：离心泵吸排条件

第一章　往复泵

第一节　往复泵工作原理和结构

【目的要求】

1．了解往复泵泵结构

2．理解往复泵原理

【主要内容】

1．往复泵泵的性能参数

2．往复泵结构

3．往复泵正常吸排条件

重点：性往复泵工作原理

难点：结构要点

第二节 往复泵的使用管理和维护

【目的要求】

1．了解往复泵管理要点

2．掌握往复泵常见故障分析及处理

【主要内容】

1．往复泵操作管理要点

2．往复泵常见故障的分析与处理

重点：往复泵操作管理

难点：故障分析

第二节 离心泵的扬程及性能特点

【目的要求】

1．了解扬程概念

2．熟悉离心泵扬程的计算

3．掌握离心泵的定速特性曲线

【主要内容】

1．扬程的概念

2. 离心泵特性曲线

3. 离心泵性能特点

重点：离心泵扬程计算

难点：泵与管路的工况点

第三节 离心泵的主要部件

【目的要求】

1. 了解叶轮的结构

2. 熟悉能量转换装置

3. 掌握轴向力平衡装置

【主要内容】

1. 叶片构造

2. 能量转换装置和密封装置

3. 轴向力平衡装置

重点：能量转换装置

难点：轴向力平衡装置

第四节 离心泵相似理论和比转速

【目的要求】

1. 了解相似原理

2. 熟悉比转速概念

3. 掌握扬程和流量估算

【主要内容】

1. 相似原理

2. 比转速

3. 扬程和流量估算

重点：相似原理

难点：比转速和泵的特性关系

第五节 离心泵自吸与气蚀

【目的要求】

1．了解自吸过程

2．熟悉气蚀的机理

3．掌握气蚀的处理方法

【主要内容】

1．自吸过程

2．气蚀的机理

重点：自吸

难点：气蚀

第六节 离心泵工况调节与管理维护

【目的要求】

1．了解离心泵工控调节

2．熟悉串联运行与并联运行

3．掌握离心泵的管理维护

【主要内容】

1．工况调节

2．串并联运行

3．离心泵的管理维护

重点：相似原理

难点：比转速和泵的特性关系

第七节 旋涡泵

【目的要求】

1．了解旋涡泵的结构

2．熟悉旋涡泵的性能特点

3．掌握旋涡泵的管理维护

【主要内容】

1．旋涡泵结构及工作原理

2．旋涡泵性能特点

3．旋涡泵的管理维护

重点：工作原理

难点：旋涡泵管理维护

第四章　喷射泵

第一节　水射水泵

【目的要求】

1．了解水射水泵结构

2．理解水射水泵原理

3．掌握喷射泵管理要点

【主要内容】

1．水射水泵的性能

2．往复泵结构

3．喷射泵管理要点

重点：水射水泵工作原理

难点：喷射泵管理要点

第五章　船舶辅助管系

第一节　管系的基本知识

【目的要求】

1．了解管系标识

2．理解阀门原理

3．掌握阀门管理要点

【主要内容】

1．船舶管系标识

2．阀门结构

3. 阀门管理

重点：管系标识

难点：阀门管理要点

第二节　舱底水系统

【目的要求】

1. 了解舱底水系统的作用

2. 理解舱底水系统的设置原则

3. 掌握舱底水系统管路布置及管理

【主要内容】

1. 舱底水系统的作用

2. 舱底水系统的设置原则

3. 舱底水系统管路布置及管理

重点：舱底水系统的设置原则

难点：舱底水系统管路布置及管理

第二节　压载水系统

【目的要求】

1. 了解压载水系统的作用

2. 理解压载水系统的设置原则

3. 掌握压载系统管路布置及管理

【主要内容】

1. 压载系统的作用

2. 压载水系统的设置原则

3. 压载水系统管路布置及管理

重点：压载水系统的设置原则

难点：压载水系统管路布置及管理

第三节　压载水系统

【目的要求】

1．了解压载水系统的作用

2．理解压载水系统的设置原则

3. 掌握压载系统管路布置及管理

【主要内容】

1．压载系统的作用

2．压载水系统的设置原则

3. 压载水系统管路布置及管理

重点：压载水系统的设置原则

难点：压载水系统管路布置及管理

第四节　消防系统

【目的要求】

1．了解消防系统的作用

2．理解消防系统的设置原则

3. 掌握消防系统管路布置及管理

【主要内容】

1．水灭火系统

2．二氧化碳灭火系统

重点：水灭火系统的设置原则

难点：二氧化碳系统管路布置及管理

第五节　日用海淡水系统

【目的要求】

1．了解海淡水系统的作用

2．理解海淡水系统的设置原则

3. 掌握海淡水系统管路布置及管理

【主要内容】

1．供水系统的作用及组成

2．供水方式

3．管路布置要求

重点：日用海水系统的设置原则

难点：淡水系统管路布置及管理

第六节 通风系统

【目的要求】

1．了解通风系统的作用

2．理解风机的性能

3．掌握通风管路布置

【主要内容】

1．风机原理

2．通风管路设置

重点：风机性能

难点：通风系统管路布置及管理

第六章 空气压缩机

第一节 活塞式空压机工作原理

【目的要求】

1．了解理论工作循环

2．理解实际工作循环

3．掌握多级压缩

【主要内容】

1．理论循环与实际循环

2．多级压缩与冷却

重点：理论循环

难点：实际循环

第二节 活塞式空压机结构

【目的要求】

1．了解空压机结构

2．理解工作过程

3. 掌握级差式原理

【主要内容】

1．空压机结构

2．级差式原理

重点：空压机结构

难点：级差式原理

第三节　空压机自动控制及管理

【目的要求】

1．了解空压机自动控制

2．理解空压机管理要点

3. 掌握故障分析

【主要内容】

1．空压机自动控制

2．空压机管理

重点：空压机控制

难点：故障分析

第七章　液压元件与液压油

第一节　液压控制阀

【目的要求】

1．了解控制阀结构

2．理解控制阀管理

3. 掌握阀故障分析

【主要内容】

1．方向控制阀

2．压力控制阀

3.流量控制阀

重点：阀结构

难点：故障分析

第二节　液压泵

【目的要求】

1．了解液压泵结构

2．理解液压泵原管理

3．掌握液压泵故障分析

【主要内容】

1．径向柱塞泵

2．轴向柱塞泵

3．变量泵变量控制

重点：泵结构

难点：变量原理

第三节　液压马达

【目的要求】

1．了解液压马达结构

2．理解液压马达原管理

3．掌握液压马达故障分析

【主要内容】

1．液压马达的工作性能

2．低速大扭矩马达的构造

3．液压马达的使用管理

重点：马达结构及工作原理

难点：马达故障分析

第四节　液压系统辅助元件

【目的要求】

1．了解辅助元件的结构

2．理解辅助元件的操作

3. 掌握辅助元件故障分析

【主要内容】

1．滤油器

2．油箱

3. 蓄能器

重点：油箱功能

难点：蓄能器原理

第五节　液压油

【目的要求】

1．了解液压油的要求和选择

2．理解液压油污染的影响

3. 掌握污染的简易检测

【主要内容】

1．液压油

2．污染原因及影响

3. 污染的简易检测

重点：液压油的要求

难点：污染的简易检测

四、实验内容

实验 1．船舶泵结构及特性综合试验

【目的要求】

1．了解船用泵结构

2．熟悉船用泵操作

3．掌握船用泵管理

【主要内容】

培养学生动手能力，树立正确的学习目标，培养扎实、认真的科学态度，掌握基本的船用泵的结构原理与特性，初步掌握各种船用泵的操作、拆装与管理维护的能力，增强学生的实践经验，培养学生对船用泵常见故障分析判断能力、理论联系实际和创新精神。

实验 2．级差式空压机拆装综合试验

【目的要求】

1．了解空压机原理

2．熟悉级差式空压机结构

3．掌握空压机操作管理维护

【主要内容】

培养学生动手能力，培养扎实、认真的科学态度，掌握基本的空压机的结构原理与特性，初步掌握级差式空压机的操作、拆装与管理维护的能力，增强学生的实践经验，培养学生对空压机常见故障分析判断能力、理论联系实际和创新精神。

五、学时分配建议

序号	课程内容	学时分配				
		讲课	实验	习题课	课程设计	机动
一	往复泵	6				
二	回转泵	4				
三	离心泵和旋涡泵	8	2			
四	喷射泵	2				

五	船舶辅助管系	6				
六	空气压缩机	6	2			
七	液压元件和液压油	18				
合计		50	4			

六、实验学时分配建议

序号	实　　验　　内　　容	学时分配
一	船舶泵结构及特性综合试验	2
二	级差式空压机拆装综合试验	2
合计		4

七、本课程与前后续课程的关系

本课程的先修课程是“工程制图”、“机械设计基础”、“工程热力学与传热学”等。

（1）与“工程制图”的联系

本课程要求学生在“制图”的学习中掌握识图的方法。

（2）与“机械设计基础”的联系

本课程要求学生在“工程基础”的学习中掌握机械零件的知识。

（3）与“工程热力学与传热学”的联系

本课程要求学生在“工程热力学与传热学”的学习中掌握流体力学，传热学的知识。

八、课程教学方法与教学手段建议

本课程采用课堂多媒体教学现场教学等多种教学方法。具体方法和手段的确定以有利于课程内容的学习和取得好的教学效果为原则。在课堂教学中，改变“满

堂灌”方式，广泛采用启发、讨论、学生展示、课堂讲评和案例教学方式，引导学生积极主动地思考，提高学生分析问题的能力。

建议：

（1）对本课程所使用的教材要求

根据本大纲要求，选用较新较高水平的教材和实验指导书。

（2）本课程的实践环节安排

本大纲所规定的实验项目，有条件的应在实习船上进行，也可以在自动化机舱或实验室 。

（3）对教学手段的改进：

1）不断添置和更新实验设备，重视实验课教学。

2）重视辅助教学，例如：挂图、录像、投影仪、现场教学。

3）重视课外作业。

4）加强教学方法研究和教学经验交流。

九、课程考核方式

本课程为考试科目，平时成绩占 30%，包括作业、考勤和实验环节，期末考核占 70%。

十、教材及参考书建议

1.教材

《船舶辅机》，向阳主编，武汉理工出版社，2015 年出版。

2.参考书目

《船舶辅机》船员统考指南，费千主编，人民交通出版社，2017 年出版。

“船舶辅机Ⅱ”课程教学大纲

一、课程教学大纲基本信息

适用专业	轮机工程	编写年月	2019-05
适用对象	本科	执　　笔	蔡建邦
学分学时数：	3 学分，54 学时	审　　核	魏安

二、课程性质、任务与目的及基本要求

（一）课程性质

《船舶辅机》是轮机工程专业的专业课必修课程之一（学位课、船员考证课）。介绍船用泵、辅助管系、液压甲板机械、空气压缩机、制冷和空调装置、船舶辅锅炉和海水淡化装置等主要辅助机械的工作原理、典型结构、性能特点及系统的维护管理和故障分析。

（二）课程任务与目的

本课程的任务是使学生全面系统地掌握各种船舶辅机的工作原理、性能特点、典型结构、使用和维护管理要点，以及常见故障的分析和处理方法。本课程的目的是：介绍船用泵、空压机、甲板机械、锅炉、造水机等船舶辅助机械的结构与工作原理为，在此基础上联系船员工作实际，力求使学生具有实际操作和管理船舶辅助机械设备的能力。

（三）基本要求

1. 了解船舶辅助机械的结构工作原理
2. 熟悉船舶辅助机械的操作与管理
3. 掌握常见故障的排查与检修的技能

三、教学内容及要求

第八章　船舶舵机

第一节　概述

【目的要求】

1．了解舵的形式

2．理解舵的作用原理

3．掌握舵机的技术要求

【主要内容】

1．舵的分类

2．转舵力矩

3．舵机的技术要求

重点：舵工作原理

难点：水动力矩

第二节 液压舵机的基本组成及工作原理

【目的要求】

1．了解舵机组成

2．掌握舵机工作原理

【主要内容】

1．泵控型舵机

2．阀控型舵机

重点：转舵原理

难点：三点追随机构工作原理

第三节 液压舵机转舵机构

【目的要求】

1．了解转舵机构的结构

2．掌握转舵过程

【主要内容】

1．往复式转舵机构

2．转叶式转舵机构

重点：转舵结构的结构

难点：各种结构的性能特点

第四节　液压舵机操纵系统

【目的要求】

1．了解操舵遥控

2．理解操舵原理

3．掌握操纵系统

【主要内容】

1．电力操纵系统

2．电液式操纵系统

3．液压式操纵系统

重点：操舵原理

难点：舵机实例

第五节　液压舵机的管理

【目的要求】

1．了解舵机的管理事项

2．熟悉舵机的充油和调试

3．掌握舵机常见故障分析

【主要内容】

1．舵机充油和调试

2．舵机管理

3．舵机故障分析

重点：舵机管理

难点：舵机故障分析

第九章　起货机

第一节　船舶起货机概述

【目的要求】

1．了解起货机主要类型
2．熟悉起货机的技术要求

【主要内容】

1．起货机分类
2．起货机的技术要求

重点：起货机分类

难点：起货机的技术要求

第二节 起货机液压系统

【目的要求】

1．了解起货机液压系统组成

2．熟悉液压系统的功能特性

3．掌握泵控型和阀控型原理

【主要内容】

1．起货机液压系统组成

2．泵控型舵机原理

3．阀控型舵机原理

重点：液压系统组成

难点：泵控型舵机原理

第三节 液压起货机管理

【目的要求】

1．了解起货机管理事项

2．熟悉起货机维护

3．掌握液压油管理

【主要内容】

1．限制液压油污染

2. 保持适宜工作油温

3．限制液压油漏泄

重点：液压油管理

难点：消除异常震动和噪声

第十章　锚机和绞缆机

第一节　锚机

【目的要求】

1．了解锚机设备组成

2．熟悉锚机技术要求

3. 掌握液压锚机实例

【主要内容】

1．锚结构及分类

2. 锚机的组成

3. 液压锚机实例

重点：锚泊原理

难点：液压锚机原理

第二节　绞缆机

【目的要求】

1．了解绞缆机作用和技术要求

2．熟悉绞缆机技术要求

3. 掌握液压自动绞缆机原理

【主要内容】

1．绞缆机结构组成

2．绞缆机技术要求

3. 液压自动绞缆机工作原理

重点：绞缆机组成

难点：自动绞缆机

第十一章　船舶制冷装置

第一节　概述

【目的要求】

1．了解制冷系统的定义及分类

2．理解制冷在船上的应用

3．掌握食品冷却和冷藏

【主要内容】

1．制冷系统的定义及分类

2．制冷在船上的应用

3．食品冷却和冷藏

重点：制冷工作原理

难点：冷却和冷藏

第二节　蒸汽压缩式制冷装置工作原理

【目的要求】

1．了解制冷循环

2．掌握工况分析

【主要内容】

1．制冷循环

2．压焓图

3．工况分析

重点：压焓图

难点：工况分析

第三节　制冷剂、载冷剂、冷冻机油

【目的要求】

1．了解载冷剂

2．熟悉冷冻机油

3. 掌握制冷剂

【主要内容】

1．制冷剂

2．载冷剂

3. 冷冻机油

重点：制冷剂性质

难点：冷冻机油特性

第四节　制冷压缩机

【目的要求】

1．了解制冷压缩机结构

2．理解压缩机的能量调节

3. 掌握制冷压缩机管理

【主要内容】

1．活塞式制冷压缩机结构

2．能量调节结构

3. 螺杆式制冷压缩机

重点：活塞式制冷压缩机机构

难点：能量调节原理

第五节　换热设备

【目的要求】

1．了解冷凝器的作用

2．熟悉蒸发器的作用

3. 掌握换热器的结构和工作特性

【主要内容】

1．冷凝器

2．蒸发器

重点：换热器结构

难点：影响换热器效率的因素

第六节　制冷辅助设备

【目的要求】

1．了解制冷辅助设备原理

2．熟悉制冷辅助设备的工作特性

3．掌握辅助设备的操作与管理

【主要内容】

1．滑油分离器和贮液器

2．干燥器和过滤器

3．汽液分离器和回热器及视液镜

重点：辅助设备的功能

难点：制冷辅助设备的管理和维护

第七节　制冷装置自动化元件

【目的要求】

1．了解制冷装置自动控制

2．理解自动控制元件的工作原理

3．掌握自动控制元件的调节

【主要内容】

1．膨胀阀和供液电磁阀

2．温度继电器和压力继电器

3．油压差继电器

4．冷却水量调节阀和背压阀

重点：自控元件的工作原理

难点：自控元件的调节

第八节 制冷装置的管理

【目的要求】

1．了解制冷装置日常操作

2．掌握常见故障排除

【主要内容】

1．吹污及气密试验

2．制冷剂充放

3. 故障排除

重点：制冷剂充放

难点：故障排除

第十二章　船舶空气调节装置

第一节　空调基础知识

【目的要求】

1．了解空气调节要求

2．理解湿空气的物理性质

3. 掌握湿空气及热处理的压焓图

【主要内容】

1．空气调节要求

2．湿空气的物理性质

3. 湿空气及热处理的压焓图

4. 舱室热湿负荷

重点：湿空气性质

难点：湿空气及热处理的压焓图

第二节　集中式船舶空调及主要设备

【目的要求】

1．了解船舶空调类型和组成

2．理解空调主要设备

【主要内容】

1．空调分类

2．主要设备

重点：空调组成

难点：主要设备

第三节　船舶空调自动控制

【目的要求】

1．了解空调自动控制

2．理解自控元件的原理

3．掌握自动调节过程

【主要内容】

1．温度调节

2．湿度调节

3．供风静压调节

重点：温度调节

难点：湿度调节

第四节　船舶空调装置管理

【目的要求】

1．了解空调操作

2．理解空调管理

3．掌握维护要点

【主要内容】

1．空调系统实例

2．操作要点

3．维护要点

重点：操作要点

难点：管理维护

第十三章　船用辅锅炉

第一节　辅锅炉分类及工作特性

【目的要求】

1．了解辅锅炉涵义

2．理解锅炉分类

3．掌握工作特性

【主要内容】

1．锅炉分类

2．基本工作特性

重点：锅炉分类

难点：工作特性

第二节　辅锅炉主要类型及其构造

【目的要求】

1．了解锅炉结构

2．理解锅炉原理

3．掌握锅炉区别

【主要内容】

1．烟管锅炉

2．水管锅炉

3．热油锅炉

4．废气锅炉

重点：烟管锅炉

难点：水管锅炉

第三节　燃油设备及燃烧系统

【目的要求】

1．了解锅炉燃油设备

2．理解锅炉燃烧系统

3. 掌握燃烧设备管理及故障排查

【主要内容】

1．喷油嘴

2．调风器

3. 点火器

4.燃油系统及其操作管理

重点：燃烧器

难点：故障排查

第四节　汽、水系统及其附件

【目的要求】

1．了解锅炉的汽、水系统

2．理解安全阀和水位计原理与操作

3. 掌握汽水系统故障分析

【主要内容】

1．汽水系统

2．水位计

3. 安全阀

重点：水位计

难点：汽水系统故障分析

第五节　燃油辅锅炉的管理

【目的要求】

1．了解锅炉的点火升汽

2．理解锅炉的运行管理

3. 掌握锅炉维护操作

【主要内容】

1．点火升汽

2．运行管理

3. 水垢清洗与管子爆裂处理

重点：点火升汽

难点：运行管理

第六节　废气辅锅炉的管理

【目的要求】

1．了解废气锅炉

2．理解废气锅炉的运行管理

3. 掌握废气锅炉维护操作

【主要内容】

1．废气锅炉管理

2．自动控制

重点：废气锅炉与燃油锅炉的关系

难点：废气锅炉运行管理

第十四章　船舶海水淡化装置

第一节　淡化原理及工作分析

【目的要求】

1．了解海水淡化原理

2．熟悉造水机工作流程

3. 掌握影响造水质量的相关因素

【主要内容】

1．真空沸腾式海水淡化装置原理

2．相关操作

3. 造水质量影响因素

重点：淡化原理

难点：造水质量影响因素

第二节　船用海水淡化装置实例及管理

【目的要求】

1．了解造水机结构

2．熟悉造水机操作

3. 掌握造水机运行管理

【主要内容】

1．造水机结构

2．造水机操作

3. 造水机运行管理

重点：造水机结构

难点：造水机运行管理

四、实验内容

实验 1．液压舵机综合试验

【目的要求】

1．了解舵机组成

2．熟悉液压舵机原理

3．掌握液压舵机操作管理

【主要内容】

培养学生动手能力，培养扎实、认真的科学态度，掌握基本的液压舵机的结构原理与特性，初步掌握舵机液压系统的基本操作、拆装与管理维护的能力，增强学生的实践经验，培养学生对舵机常见故障分析判断能力、理论联系实际和创新精神。

实验 2．船舶制冷装置综合试验

【目的要求】

1．了解制冷原理

2．熟悉制冷装置组成

3．掌握制冷装置操作管理维护

【主要内容】

培养学生动手能力，培养扎实、认真的科学态度，掌握船舶制冷装置的结构原理与特性，初步掌握制冷装置的操作、拆装与管理维护的能力，增强学生的实践经验，培养学生对制冷系统常见故障分析判断能力、理论联系实际和创新精神。

实验 3．船舶辅锅炉综合试验

【目的要求】

1．了解辅锅炉原理

2．熟悉辅锅炉装置组成

3．掌握辅锅炉操作管理维护

【主要内容】

培养学生动手能力，培养扎实、认真的科学态度，掌握船舶辅锅炉的结构原理与特性，初步掌握锅炉的操作、拆装与管理维护的能力，增强学生的实践经验，培养学生对锅炉系统常见故障分析判断能力、理论联系实际和创新精神。

五、学时分配建议

序号	课程内容	学时分配				
		讲课	实验	习题课	课程设计	机动
一	船舶舵机	10				
二	起货机	6	2			
三	锚机和绞缆机	4				
四	船舶制冷装置	10	2			
五	船舶空气调节装置	6				

六	船舶辅锅炉	8	2			
七	船舶海水淡化装置	4				
合计		48	6			

六、实验学时分配建议

序号	实　　验　　内　　容	学时分配
一	液压舵机综合试验	2
二	船舶制冷装置综合试验	2
三	船舶辅锅炉综合试验	2
合计		6

七、本课程与前后续课程的关系

本课程的先修课程是“工程制图”、“机械设计基础”、“工程热力学与传热学”等。

（1）与“工程制图”的联系

本课程要求学生在“制图”的学习中掌握识图的方法。

（2）与“机械设计基础”的联系

本课程要求学生在“工程基础”的学习中掌握机械零件的知识。

（3）与“工程热力学与传热学”的联系

本课程要求学生在“工程热力学与传热学”的学习中掌握流体力学，传热学的知识。

八、课程教学方法与教学手段建议

本课程采用课堂多媒体教学现场教学等多种教学方法。具体方法和手段的确定以有利于课程内容的学习和取得好的教学效果为原则。在课堂教学中，改变“满

堂灌”方式，广泛采用启发、讨论、学生展示、课堂讲评和案例教学方式，引导学生积极主动地思考，提高学生分析问题的能力。

建议：

（1）对本课程所使用的教材要求

根据本大纲要求，选用较新较高水平的教材和实验指导书。

（2）本课程的实践环节安排

本大纲所规定的实验项目，有条件的应在实习船上进行，也可以在自动化机舱或实验室 。

（3）对教学手段的改进：

1）不断添置和更新实验设备，重视实验课教学。

2）重视辅助教学，例如：挂图、录像、投影仪、现场教学。

3）重视课外作业。

4）加强教学方法研究和教学经验交流。

九、课程考核方式

本课程为考试科目，平时成绩占 30%，包括作业、考勤和实验环节，期末考核占 70%。

十、教材及参考书建议

1.教材

《船舶辅机》，向阳主编，武汉理工出版社，2015 年出版。

2.参考书目

《船舶辅机》船员统考指南，费千主编，人民交通出版社，2017 年出版。

船舶港口与防污染 课程教学大纲

一、课程教学大纲基本信息

适用专业	轮机工程	编写年月	2019-05
适用对象	本科	执　　笔	张俊爽
学分学时	2.0 学分，36 学时	审　　核	

二、课程性质、任务与目的及基本要求

（一）课程性质

本课程是轮机工程专业（本科）三年级学生所学的一门专业课。它是传授船舶与港口水域防污染知识和技术的课程。是一门选修课。

（二）目的与任务

使学生通过本教学大纲所规定的全部教学内容的学习，获得最必要、最实用的船舶港口与防污染基本知识。

（三）基本要求：

本课程的内容主要包涵国际、国内有关防污公约与法规；船舶与港口水域防污染技术；船舶与港口水域油污应急计划。

学习本课程后，应达到下列的基本要求：

1. 了解国际、国内有关防污公约与法规；

2. 掌握船舶含油污水处理技术；船舶生活污水处理技术；船舶废弃物处理技术；

3. 掌握港口水域污染的防治与处理技术；

4. 掌握船舶及水域油污应急计划。

三、教学内容及要求

第一章　　国际防污公约、国内环保法规

【目的要求】

1．了解国际防污公约、国内环保法规的架构；

2．理解（熟悉）国际防污公约、国内环保法规的内容；

3．掌握国际防污公约、国内环保法规在船上的应用。

【主要内容】

8．国际防污公约产生的背景、内容概要；

9．国际防污公约执行的有关规则及指南；

10．国内环保法规简介。

重点：国际防污公约执行的有关规则及指南内容。

难点：应用国际防污公约、国内环保法规。

第二章 船舶防污染

【目的要求】

1．了解船舶防污染的概况；
2．理解船舶污染的排放规定与控制措施；
3．掌握船舶结构的防污染技术和设备要求。

【主要内容】

1. 船舶防污染的概况；
2. 船舶污染的排放规定与控制措施；
3. 船舶结构的防污染技术；
4. 船舶结构的防污染设备。

重点：船舶污染的排放规定与控制措施。

难点：船舶结构的防污染技术和设备要求。

第三章 港口水域防污染

【目的要求】

1．了解港口水域防污染接收处理技术；

2．理解溢油清除技术与设备；港口含油污水接收处理技术；港口生活污水接收处理技术；港口有毒有害化学品污水接收处理技术，港口固体废弃物处理技术，港口其他污染防治技术的工作原理；

3．掌握如何使用这些设备和技术，防止船舶发生海上污染事故。

【主要内容】

1. 溢油清除技术与设备；
2. 港口含油污水接收处理技术；
3. 港口生活污水接收处理技术；
4. 港口有毒有害化学品污水接收处理技术；
5. 港口固体废弃物处理技术；
6. 港口其他污染防治技。

重点：溢油清除技术与设备；港口含油污水接收处理技术；港口生活污水接收处理技术；港口有毒有害化学品污水接收处理技术，港口固体废弃物处理技术，港口其他污染防治技术的工作原理。

难点：如何使用这些设备和技术，防止船舶发生海上污染事故。

第四章 船舶及水域油污应急计划

【目的要求】

1．船舶油污应急计划的编写意义、基本内容与编写要求、范例；水域油污应急计划的编写意义、基本内容与编写要求、范例；

2．理解船舶及水域油污应急计划的内容；

3．掌握船舶及水域油污应急计划的使用。

【主要内容】

1. 船舶油污应急计划的编写意义、基本内容与编写要求、范例；
2. 水域油污应急计划的编写意义、基本内容与编写要求、范例。

重点：船舶及水域油污应急计划的作用。

难点：船舶及水域油污应急计划的使用。

四、实验内容及要求

实验1．油水分离器的操作

【目的要求】

1.了解船用油水分离器的基本工作原理；

2.熟悉油水分离器的操作步骤及油分浓度计的调整方法；

3．掌握油水分离器的运行管理要点。

【主要内容】

1.拆装油水分离器；

2.操作油水分离器；

3.调整油分浓度计。

五、学时分配建议

序号	课程内容	总学时数（36）				
		讲课	实验	习题课	课程设计	机动
一	国际防污公约、国内环保法规	6				
二	船舶防污染	11				
三	港口水域防污染	10				
四	船舶及水域油污应急计划	9	4			
	合计	32	4			

六、实验学时分配建议

序号	实　　验　　内　　容	学时分配
一	油水分离器的操作	4
二		
合计		

七、 本课程与前后续课程的关系

本课程需要《船舶辅机》提供理论基础知识，并为《船舶管理》、《轮机英语等后续课程提供基本理论知识。

八、课程教学方法与教学手段建议

1．教材的选用

根据本大纲要求，选用较新较高水平的教材和实验指导书。

2．加强实践环节

本大纲所规定的现场教学，有条件的应在实习船上进行或港口进行。。

3．对教学手段的改革创新

（1）重视辅助教学，如：表格、挂图、电视、录像、投影仪、参观、多媒体教学

（2）加强教学法研究和教学经验交流。

九、课程考核方式

本课程为考查科目，平时成绩占 30%，包括平作业、考勤和实验环节，考试成绩占 70%。

十、教材及参考书建议

1. 教材

《海洋与港口船舶防污染技术》　孙永明，人民交通出版社，2010 年 9 月。

2. 参考书目

《船舶防污染技术》 殷佩海主编　大连海事大学出版社　2007 年 6 月；

《船舶与港口水域防污染》黄忠秀主编 人民交通出版社　2006 年 7 月；

《船舶防污染技术》吴宛青主编　大连海事大学出版社　2010 年 2 月。

“设备的安装与调试”课程教学大纲

一、课程教学大纲基本信息

适用专业	轮机工程	编写年月	2019 年 5 月
适用对象	轮机工程	执笔	钟苑文
学分学时数	2 学分 36 学时	审　核	张晖

二、课程性质、任务与目的及基本要求

（一）课程性质：《设备的安装与调试》是轮机工程（轮机工程管理陆上）专业方向的专业限选课程之一。学生通过学习《设备的安装与调试》，可以更好地了解船舶机电设备的安装规程基本知识，了解船舶机电设备的调试基本流程工作原理，有利于开展船舶各项机电设备的安装设计和调试维修保养工作。本课程的先修课程是“轮机自动化”、“船舶主推动力装置”、“船舶辅机”。

（二）任务与目的：本课程是为轮机工程管理（陆上）专业的学生了解船舶机电设备安装调试技术处理措施类型、设备安装调试的基本环节和程序工作原理以及合理组织安装调试过程，以便检验设备制造、安装、调试运行的质量，验证设备正常工作的可靠性。为提高学生全面素质，增强适应职业的能力和继续学习的能力打下一定的基础。

（三）基本要求:

1.熟练掌握和理解设备安装的基本程序，安装方案的确定和技术和物质准备以及合理组织安装过程；

2.了解船舶管系的安装前准备、人员、工艺要求、工艺过程和检验；

3.熟练掌握和了解船用辅机安装工艺的安装准备、人员、工艺要求、工艺过程、安装后的试运行和检验；

4.掌握船用柴油发电机组和主机安装工艺的安装前准备、人员、工艺要求、工艺过程和检验；

5.熟练掌握和了解舵系和锚绞设备安装的施工前准备、人员、工艺要求、工艺过程和检验；

6.熟练掌握和了解管路系统、船舶辅机、主机和甲板机械的调试需要的技能和工种，工装工具和图纸资料以及劳保用品；作业前准备工作和调试过程中工作内容和安全、环保、健康要求。

三、教学内容及要求

第一部分　设备的安装综述

【目的要求】

1. 熟练掌握和理解设备安装的基本程序；

2.掌握安装方案的确定和技术和物质准备以及合理组织安装过程；

【主要内容】

1、设备安装的基本程序

2.安装方案的确定

3.技术和物质准备，成立组织机构和技术准备，工具和材料的准备

4.合理组织安装过程

重点：

1.设备组织安装过程

设备开箱的方法，注意事项；设备工艺布局是按生产工艺的要求，设备基础的一般要求和布置原则；清除和洗净设备各零部件加工表面上的油脂、污垢和其他杂质,为避免机件间直接接触和减少机件相对运动部分的摩擦，在设备安装和使用中必须进行润滑；机电设备的找正、找平。

难点：

1.编制安装施工方案

在主要设备安装前,按施工图纸规定的内容,全面检查安装部位的安装基准、几何尺寸和平整度，同时检查设备主体以及零部件的完整性和完好性，对重要构件或部件通过预拼装进行检查。

2.合理组织安装过程，机电设备安装过程

(1)机电设备的工艺布局；(,2)机电设备的基础；(3)基础放线；（4）机电设备的就位（5）机电设备清洗；(6) 机电设备的找正、找平

第一章 船舶管系安装工艺规范

【目的要求】

1. 使学员熟练掌握和了解船舶管系的安装前准备、人员、工艺要求、工艺过程和检验。

【主要内容】

1.船舶管系的安装前准备、人员、工艺要求、工艺过程和检验

2.熟悉和掌握管系设计图纸与技术文件，按要求进行安装准备

3.安装的管子、阀门及管件等应对照相应图样和技术文件核查其正确性和配套完整性

4.管系安装必须按图纸进行，管子的排列应尽可能平直、成组成束并列、整齐和美观，避免不必要的迂回和斜交。

5.管系的安装间距，并行管或交叉管，邻近两根管子（包括管子附件）间距一般应在 20 ㎜以上，允许极限大于 10 ㎜。

6.船舶管系安装必须按工艺阶段的要求先后进行分段预装、总段安装和船上安装；

7 安装人员应先找出管子安装基准，然后按图依次安装，其基本的安装方法是按距甲板（平台）、肋骨、船舯或船体相关结构的尺寸，确定管子的位置进行安装；

8.对管路系统的连接，外观，安装正确性，操作位置予以检验。

重点：

1.安装前准备工作；

2.船舶管系安装工艺要求；

3.船舶管系安装工艺过程。

难点：

1.熟悉和掌握管系设计图纸与技术文件，按要求进行安装准备；

2.管系的安装间距

3.船舶管系安装必须按工艺阶段的要求先后进行分段预装、总段安装和船上安装

4.管子的安装工艺过程和紧固件的固定

5.安装完整性检验和密性试验

第二章 船用辅机安装工艺规范

【目的要求】

1. 掌握和了解船用辅机安装工艺的安装准备、人员、工艺要求、工艺过程、安装后的试运行和检验；

【主要内容】

1、了解并掌握辅机安装的所有设计图样及产品安装使用说明书等技术文件，必须按技术文件要求进行安装

2、基座面板工艺要求；

3、钢、铸铁类调整垫片的基座安装；

4、联轴器校中：由船厂将采购的机电设备组装成辅机时，设备轴的刚性连接和形式各异的弹性连接

5、船用辅机安装过程分基座安装、设备安装、系统贯通连接；

6、对基座的固定垫块及调整垫块的质量情况及配合情况按本规范要求进行检查和辅机安装检验。

重点：

1、船用辅机安装准备；了解并掌握辅机安装的所有设计图样及产品安装使用说明书等技术文件，必须按技术文件要求进行安装

2、船用辅机安装工艺要求；

3、船用辅机安装工艺过程；

4、船用辅机安装检验

难点：

1、了解并掌握辅机安装的所有设计图样及产品安装使用说明书等技术文件，必须按技术文件要求进行安装

2、基座面板工艺要求；

3、对基座的固定垫块及调整垫块的质量情况及配合情况按本规范要求进行检查和辅机安装检验。

第三章 船用柴油发电机组安装工艺规范

【目的要求】

1. 掌握船用柴油发电机组安装工艺的安装前准备、人员、工艺要求、工艺

过程和检验。

【主要内容】

1、船用柴油发电机组安装工艺的安装前准备、人员、工艺要求、工艺过程和检验

2、船用柴油发电机组安装前准备，熟悉了解并掌握柴油发电机组及其安装的所有设计图纸、产品安装使用说明书等技术文件。

3、对基座、垫块、调整垫片等零部件必须按图纸等有关文件进行核对。

4、基座定位：安装人员首先找对安装部位，按图纸给出的机组距甲板（平台）、肋骨、肋位、船舯或船体其他相关结构的尺寸进行定位。

5、用顶升螺丝按调整垫片顶高发电机，前后端尽量一致保持水平，检查甩档并调整至规定范围内。

6、柴油发电机组在船上安装妥后，可按图纸要求对相关管线系统、仪表、仪器及其附属设备进行连接和贯通。

7、对柴油发电机组的甩档进行检查，满足产品的技术要求。

重点：

1、船用柴油发电机组安装前准备，熟悉了解并掌握柴油发电机组及其安装的所有设计图纸、产品安装使用说明书等技术文件。

2、船用柴油发电机组安装工艺要求。

3、船用柴油发电机组安装工艺过程。

4、船用柴油发电机组安装检验。

难点：

1、熟悉了解并掌握柴油发电机组及其安装的所有设计图纸、产品安装使用说明书等技术文件。

2、船用柴油发电机组安装基座面板工艺要求

3、柴油发电机组在船上安装妥后，可按图纸要求对相关管线系统、仪表、仪器及其附属设备进行连接和贯通。

第四章 主机安装工艺规范

【目的要求】

1.掌握船用主机安装工艺的安装前准备、人员、工艺要求、工艺过程和检验

【主要内容】

1.主机安装准备

2.安装人员和检验人员应具备专业知识

3.主机安装的工艺要求

4.主机安装的工艺过程

5.主机安装的检验

重点：

1.熟悉了解并掌握主机及其安装的所有设计图纸、产品安装使用说明书等技术文件。

2.主机曲柄差、轴承间隙符合主机制造厂的要求

3.中间轴轴承安装（垫片拂配、基座钻孔），拂配、基座钻孔并紧固，接触

面积≥60%（允许极限 50%），0.05mm 塞尺允许插入深度不超过 10mm

难点：

1.对基座、垫块、调整垫片等零部件必须按图纸等有关文件进行核对

2.主机地脚螺栓、主机侧向支撑、端部支撑安装泵压符合主机要求

3.根据拉线、照光确定的主机垫片高度，调整主机顶高螺栓高度

4.检查轴承负荷（艉管前轴承、中间轴承、主机最后两道主轴承）符合《轴系校中计算书》及主机制造厂的要求。

第五章 舵系安装工艺规范

【目的要求】

1.掌握和了解舵系安装的施工前准备、人员、工艺要求、工艺过程和检验

【主要内容】

1.舵系安装的准备
2.安装人员和检验人员应具备专业知识
3.舵系安装的工艺要求
4.舵系安装的工艺过程
5.舵系安装的检验

重点：

1.舵系安装图纸的准备

2.调整后舵系与轴系相交一般偏差不大于 3mm，允许极限不大于 8mm

3.舵系的拉线照光

4.舵系安装和检验

难点：

1.舵与舵杆的连接铰孔螺栓，过盈量为 0.005~0.015mm，极限应大于 0，可采用冷冻装配，或者压入装配法来进行装配

2.确定舵系中心线，舵系镗孔圆，检查圆

第六章 锚绞机安装工艺规范

【目的要求】

1.掌握和了解船舶锚绞机安装施工前准备、人员、工艺要求、工艺过程和检验。

【主要内容】

1.锚绞机安装的准备
2.安装人员和检验人员应具备专业知识
3.锚绞机安装的工艺要求
4.锚绞机安装的工艺过程
5.锚绞机安装的检验

重点：

1.按锚绞机布置图的要求，在安装处甲板区域划出相应的锚绞机的安装定位中心线，并检查甲板表面不平度，应不超过 5mm/m；

2.锚绞机安装后轴系与底座平面必须保持平行

3.金属调整垫片的制作和安装

难点：

1.锚绞机基座在船上的安装及焊接

2.浇注环氧树脂垫片的安装

3.按图纸要求调整刹车支架

第二部分　设备的调试综述

【目的要求】

1.检查设备制造、安装、调试运行的质量；

2.验证设备正常工作的可靠性；

3.检测的数据与设备制造出厂数据进行比较,对设备工程的质量做出评价。

【主要内容】

1.设备安装调试目的；

2.对调试船上系统设备的过程控制要求

3.调试人员一般分为钳工、管工和电工，上岗应知内容

4.管子材料、规格和表示；

5.一般阀件的名称、规格、工作原理和用途；

6.通电前检查和通电运转设备注意事项；

重点：

1.对调试船上系统设备的过程控制要求；

2.钳工、管工和电工上岗应知内容；

3.管子材料、规格和表示；

4.一般阀件的名称、规格、工作原理和用途；

难点：

1.掌握钳工的基本操作技能，像划线、装备识图、钻铰孔及配合安装等

2.主要电工工具工装设施的使用；

第一章 管路系统的调试

【目的要求】

1. 掌握和了解管路系统的调试需要的技能和工种，工装工具和图纸资料以及劳保用品；

2.作业前准备工作和调试过程中工作内容和安全、环保、健康要求

【主要内容】

1.通用泵浦试验综述

2.作业前作业内容与方法（包括作业示意图）

3.作业前安全、环保、健康要求

4.作业前要求系统与设备达到质量要求

5.作业调试中作业内容与方法

6.作业调试中安全、环保、健康要求
7.作业调试中要求系统与设备达到质量要求
8.作业后的工作内容

重点：

1.调试前作业内容与方法和安全、环保、健康要求
2.调试过程中作业内容与方法和安全、环保、健康要求
3.调试要求系统与设备达到质量要求

难点：

1.检查外接线路，相关管路系统按图样要求正确接妥并贯通，对于有两级起动的泵，应特别注意接线是否正确

2.调试自动切换和报警试验

第二章　船舶辅机设备调试

【目的要求】

1 掌握和了解船舶辅机的调试需要的技能和工种，工装工具和图纸资料以及劳保用品；
2.作业前准备工作和调试过程中工作内容和安全、环保、健康要求

【主要内容】

1.船舶辅机试验综述
2.作业前作业内容与方法（包括作业示意图）
3.作业前安全、环保、健康要求
4.作业前要求系统与设备达到质量要求
5.作业调试中作业内容与方法
6.作业调试中安全、环保、健康要求
7.作业调试中要求系统与设备达到质量要求
8.作业后的工作内容

重点：

1.调试前作业内容与方法和安全、环保、健康要求
2.调试过程中作业内容与方法和安全、环保、健康要求
3.调试要求系统与设备达到质量要求

难点：

1.检查船舶辅机设备安装、电气接线完整、正确，包括设备附件、仪表、管系等安装完整、正确，并无受损情况

2.根据说明书（或试验册）所给的设定值检查设备是否调整好。

第三章 柴油发电机组的调试

【目的要求】

1. 掌握和了解船用柴油发电机组的调试需要的技能和工种，工装工具和图纸资料以及劳保用品；

2.作业前准备工作和调试过程中工作内容和安全、环保、健康要

【主要内容】

1.柴油发电机组试验综述
2.作业前作业内容与方法（包括作业示意图）
3.作业前安全、环保、健康要求
4.作业前要求系统与设备达到质量要求
5.作业调试中作业内容与方法
6.作业调试中安全、环保、健康要求
7.作业调试中要求系统与设备达到质量要求
8.作业后的工作内容

重点：

1.调试前作业内容与方法和安全、环保、健康要求
2.调试过程中作业内容与方法和安全、环保、健康要求
3.调试要求系统与设备达到质量要求

难点：

1.主要工具和设备的使用

2.外部管系完整，进水、油检查：海水冷却系统、中央冷却淡水系统完善，附件安装接线完整；系统能投入使用，泵组、温控阀运转正常

3.安全装置和报警系统模拟试验，发电机特性试验和自动电站试验

第四章 主机动车调试

【目的要求】

1.掌握和了解船用主机设备的调试需要的技能和工种，工装工具和图纸资料以及劳保用品；
2.作业前准备工作和调试过程中工作内容和安全、环保、健康要求

【主要内容】

1.主机动车试验综述
2.作业前作业内容与方法（包括作业示意图）
3.作业前安全、环保、健康要求
4.作业前要求系统与设备达到质量要求
5.作业调试中作业内容与方法
6.作业调试中安全、环保、健康要求
7.作业调试中要求系统与设备达到质量要求
8.作业后的工作内容

重点：

1.调试前作业内容与方法和安全、环保、健康要求
2.调试过程中作业内容与方法和安全、环保、健康要求
3.调试要求系统与设备达到质量要求

难点：

1.主机状态检查确认，包括凸轮和滚轮、扫气箱及扫气口、链条、排气总管及排气阀、正时状态检查

2.辅助设备、系统功能确认，包括辅助鼓风机、调速器及调油机构、VIT 系统、控制（安全）空气系统、起动空气系统、安全报警系统检查，联锁功能检查

3.主机遥控试验

第五章 空调冷藏系统调试

【目的要求】

1.掌握和了解空调冷藏系统调试需要的技能和工种，工装工具和图纸资料以及劳保用品；

2.作业前准备工作和调试过程中工作内容和安全、环保、健康要求

【主要内容】

1.空调冷藏系统试验综述

2.作业前作业内容与方法（包括作业示意图）

3.作业前安全、环保、健康要求

4.作业前要求系统与设备达到质量要求

5.作业调试中作业内容与方法

6.作业调试中安全、环保、健康要求

7.作业调试中要求系统与设备达到质量要求

8.作业后的工作内容

重点：

1.调试前作业内容与方法和安全、环保、健康要求

2.调试过程中作业内容与方法和安全、环保、健康要求

3.调试要求系统与设备达到质量要求

难点：

1.检查设备、机组冷却管安装完整、正确，达到供水状态；系统的附件安装完整，设备的连轴器、皮带轮护罩安装完整，进行轴系对中。各个舱室的布风器应安装完整。

2.空调、冷藏压缩机组运行试验和冷藏效用试验

3.中央空调系统风量调节试验

第六章 电梯调试

【目的要求】

1.掌握和了解电梯调试需要的技能和工种，工装工具和图纸资料以及劳保用品；

2.作业前准备工作和调试过程中工作内容和安全、环保、健康要求

【主要内容】

1.电梯试验综述

2.作业前作业内容与方法（包括作业示意图）

3.作业前安全、环保、健康要求

4.作业前要求系统与设备达到质量要求

5.作业调试中作业内容与方法
6.作业调试中安全、环保、健康要求
7.作业调试中要求系统与设备达到质量要求
8.作业后的工作内容

重点：

1.调试前作业内容与方法和安全、环保、健康要求
2.调试过程中作业内容与方法和安全、环保、健康要求
3.调试要求系统与设备达到质量要求

难点：

1.检查电动马达，控制箱接线，各报警线接线完整，各限位接线完整，挡板装妥

2.平层实验：轿厢在空载、50%和 100%额定载荷的三种状况进行平层试验，到站停止时要求满足地面高低误差在±20mm 之中

第七章 舷梯调试

【目的要求】

1. 掌握和了解舷梯调试需要的技能和工种，工装工具和图纸资料以及劳保用品；
2. 作业前准备工作和调试过程中工作内容和安全、环保、健康要求

【主要内容】

1.舷梯试验综述
2.作业前作业内容与方法（包括作业示意图）
3.作业前安全、环保、健康要求
4.作业前要求系统与设备达到质量要求
5.作业调试中作业内容与方法
6.作业调试中安全、环保、健康要求
7.作业调试中要求系统与设备达到质量要求
8.作业后的工作内容

重点：

1.调试前作业内容与方法和安全、环保、健康要求
2.调试过程中作业内容与方法和安全、环保、健康要求
3.调试要求系统与设备达到质量要求

难点：

1.根据接线图确认控制箱、马达、摇控按钮、限位开关等电气设备连接线正确

2.舷梯负荷试验时，压重要摆放均匀，重块重量满足试验要求，要求电机的启动电流和运转电流在额定范围之内

四、学时分配建议

序号	课程内容	学时分配				
		讲课	现场教学	习题课	课程设计	机动
一	第一部分　设备的安装综述	2				
二	第一章 船舶管系安装工艺规范	2				
三	第二章 船用辅机安装工艺规范	2				
四	第三章 船用柴油发电机组安装工	2				
五	第四章 主机安装工艺规范	2				
六	第五章 舵系安装工艺规范	1				
七	第六章 锚绞机安装工艺规范	1				
八	第二部分　设备的调试综述	2				
九	第一章 管路系统的调试	2				
十	第二章　船舶辅机设备调试	10				
十一	第三章 柴油发电机组的调试	2				
十二	第四章 主机动车调试	2				
十三	第五章 空调冷藏系统调试	2				
十四	第六章 电梯调试	2				
十五	第七章 舷梯调试	2				
合计		36				

五、课程教学方法与教学手段建议

1、重视辅助教学，例如：放录像片、参观实验室、运用多媒体教学课件等；

2、重视课堂讨论，可以就某个问题安排课堂讨论；

3、重视课外作业，可以适当布置 1~2 次大作业，锻炼学生自己查资料和整理资料的能力；

4、加强教学法研究和教学经验交流。

六、课程考核方式

本课程为考查科目，教学过程中应适当组织课堂讨论。上课考勤占 25%，课堂讨论和平时作业占 25%，期末考查成绩占 50%。

七、教材及参考书建议

1.《船舶设备安装与调试》，自编教材，2019 年。

2.《船舶机电设备调试》，戴淮波主编，哈尔滨工程大学出版社，2018 年 1 月第 1 次出版。

3.《主推进动力装置》，李斌主编，大连海事大学出版社，2013 年。
4.《船舶辅机》，陈海泉主编，大连海事大学出版社，2010 年。
5.《船舶电气设备及系统》，史际昌主编，大连海事大学出版社，2008 年。

“智能船舶概论”课程教学大纲

一、课程教学大纲基本信息

适用专业	轮机工程	编写年月	2019-05
适用对象	本科	执　　笔	蔡建邦
学分学时数：	2.0 学分，36 学时	审　　核	张晖

二、课程性质、任务与目的及基本要求

（一）课程性质

本课程是专业限选课之一，伴随着计算机及网络技术的广泛应用和船舶设备智能化发展，由智能导航、智能操舵仪及航行信息管理系统等组成智能化综合舰桥系统和机舱长时间无人自动化系统为实现运输船舶的无人驾驶奠定基础，本课程的开展促进未来智能船舶发展。

（二）课程任务与目的

本课程主要教学任务是论述船舶自动舵智能控制、船舶减摇鳍智能控制、船舶动力定位系统智能控制、船舶运动与主推机装置联合智能控制、船舶智能导航系统、船舶智能避碰系统与欠驱动自主式水下航行器的运动智能控制，学生通过本门课程的学习，了解智能船舶的发展，激发学生研究智能船舶的学习热情，熟悉船舶的智能控制，掌握智能控制原理。

（三）基本要求

1. 解智能船舶的发展

2. 熟悉船舶各大系统的智能控制

3. 掌握智能控制原理

三、教学内容及要求

第一章智能控制与船舶自动化系统概述

【目的要求】

1. 了解智能控制原理

2. 理解船舶自动化系统

3. 掌握典型船舶自动化系统

【主要内容】

1. 智能控制概述

2. 船舶自动化系统概述

3. 典型船舶自动化系统

重点：智能控制原理

难点：典型船舶自动化系统原理

第二章船舶自动舵智能控制

第一节 概述

【目的要求】

1. 了解船舶自动舵系统

2. 理解自动舵实例

3. 掌握自动舵原理

【主要内容】

1. 船舶自动舵系统简介

2. 船舶自动舵系统实例

重点：自动舵系统实例

难点：自动舵系统原理

第二节 水面船舶操纵运动数学模型

【目的要求】

1．了解船舶运动数学模型

2．理解建模过程

3．掌握简化的船舶运动数学模型

【主要内容】

1．标准的船舶运动数学模型

2．简化的船舶运动数学模型

重点：船舶运动数学建模

难点：自动舵智能控制算法

第三章船舶减摇鳍智能控制

第一节 船舶减摇技术综述

【目的要求】

1．了解船舶减摇

2．理解减摇原理

3．掌握联合减摇技术

【主要内容】

1．舭龙骨、减摇水舱、减摇鳍、舵减摇

2．联合减摇技术

重点：减摇鳍

难点：联合减摇技术

第二节 相关数学模型

【目的要求】

1．海浪数学模型

2．理解横摇运动数学模型

3．掌握减摇控制方法

【主要内容】

1．海浪和横摇运动数学模型

2．船舶运动预报

重点：海浪数学模型

难点：减摇控制

第四章船舶动力定位系统智能控制

第一节 动力定位基本概念

【目的要求】

1．了解动力定位定义

2．理解动力定位系统组成

3．掌握动力定位系统原理

【主要内容】

1．动力定位系统基本概念

2．动力定位系统组成

重点：动力定位系统组成

难点：动力定位系统原理

第二节 动力定位系统建模

【目的要求】

1．了解动力定位运动模型

2．理解动力定位的控制

3．掌握动力定位发展方向

【主要内容】

1．动力定位系统运动模型

2．动力定位系统控制

重点：动力定位系统建模

难点：动力定位控制

第五章船舶运动主推进装置联合智能控制

第一节 船舶运动与主推进装置联合控制机理

【目的要求】

1．了解船舶运动控制的复杂性

2．理解动力装置控制的复杂性

3．掌握联合控制的方法与意义

【主要内容】

1．船舶运动控制

2．联合控制的方法

重点：船舶运动控制

难点：联合控制

第二节 船舶航向 LPV 控制

【目的要求】

1．了解船舶运动模型 LPV 表示

2．理解 LPV 航向控制

3．掌握基于 LPV 的联合控制

【主要内容】

1．舶运动模型 LPV 表示

2．联合控制

重点：LPV 表示

难点：联合控制

第六章船舶智能导航系统

第一节 船舶导航系统简介

【目的要求】

1．了解船舶无线电导航系统

2．理解卫星导航系统

3．掌握组合导航系统

【主要内容】

1．无线电导航系统

2．卫星导航系统

重点：船舶导航系统

难点：组合导航

第二节 基于 FNN 的 GPS/INS/LOG 组合导航方法

【目的要求】

1．了解组合导航模型

2．理解组合导航系统

3．掌握 FNN 组合导航系统

【主要内容】

1．组合导航模型

2．基于 FNN 组合导航系统

重点：组合导航模型

难点：基于 FNN 组合导航系统

第七章船舶智能避碰系统

第一节 船舶避碰系统简介

【目的要求】

1．了解船舶避碰系统

2．理解避碰方法

3．掌握智能避碰

【主要内容】

1．船舶避碰基本概念

2．智能避碰

重点：船舶避碰原理

难点：智能避碰

第二节 航迹规划研究

【目的要求】

1．了解航迹数学建模

2．理解航路规划

3．掌握操纵决策支持系统

【主要内容】

1．航迹控制数学模型及航路规划

2．船舶操纵决策支持系统

重点：航迹模型

难点：航路规划

第八章欠驱动自主式水下航行器的运动智能控制

第一节 欠驱动 AUV 运动模型

【目的要求】

1．了解 AUV 运动学方程动力学方程

2．理解 AUV 运动系统特性

3．掌握 AUV 控制系统构成

【主要内容】

1．AUV 运动模型

2．AUV 控制系统构成

重点： AUV 运动模型

难点：AUV 系统特性

第二节 AUV 运动智能控制

【目的要求】

1．了解 AUV 运动控制

2．理解航速控制和航行智能控制

3．掌握 AUV 智能控制原理

【主要内容】

1．AUV 基本运动智能控制

2．AUV 目标跟踪智能控制

重点：AUV 运动控制模型

难点：轨迹跟踪控制

四、现场课内容及要求

现场课 1．航海模拟器操纵

【目的要求】

1．了解船舶操纵理论

2．熟悉避碰规则

3．掌握船舶操纵

【主要内容】

培养学生树立正确的学习目标，培养扎实、认真的科学态度，掌握基本的船舶的操纵理论、国际避碰规则以及航行值班原则和驾驶台工作程序的有关内容及规定，初步掌握各种条件下的船舶操纵与避碰技术和方法以及海难中应急

操船的能力，增强学生的实践经验，培养学生分析判断能力、理论联系实际和创新精神。

现场课 2．DP 模拟器操纵

【目的要求】

1．了解动力定位概念

2．熟悉动力定位设备

3．掌握动力定位操作

【主要内容】

DP模拟器练习和应急操作，即系统故障、错误，使得受训人能够在培训中使用所学过的知识以及实船培训积累的经验，通过理论与实践的结合强化受训人对动力定位操作的理解， 动力定位事故案例学习， 紧急情况的风险分析、应急预案、处理方式， 操作中出动力定位操作员模拟器培训初探现的故障、故障可能产生的后果及处理方式，铺管、铺线、穿梭油轮等相关的动力定位操作，动力定位系统、传感器的新发。

五、学时分配建议

序号	课程内容	学时分配				
		讲课	现场课	习题课	课程设计	机动
一	智能控制与船舶自动化系统概述	4				
二	船舶自动舵智能控制	4				
三	船舶减摇鳍智能控制	4				
四	船舶动力定位系统智能控制	4	2			
五	船舶运动与主推进装置联合智能控制	4	2			
六	船舶智能导航系统	4				
七	船舶智能避碰系统	4				

八	欠驱动自主式水下航行器的运动智能控制	4				
合计		32	4			

六、现场课学时分配建议

序号	现　场　课　内　容	学时分配
一	航海模拟器操纵	2
二	DP 模拟器操纵	2
合计		4

七、本课程与前后续课程的关系

本课程是轮机自动化课程的延伸，由经典控制扩大到智能控制的范畴。

八、课程教学方法与教学手段建议

本课程采用课堂多媒体教学现场教学等多种教学方法。具体方法和手段的确定以有利于课程内容的学习和取得好的教学效果为原则。在课堂教学中，改变“满堂灌”方式，广泛采用启发、讨论、学生展示、课堂讲评和案例教学方式，引导学生积极主动地思考，提高学生分析问题的能力。

建议：

（1）对本课程所使用的教材要求

根据本大纲要求，选用较新较高水平的教材和实验指导书。

（2）本课程的实践环节安排。

本大纲所规定的实验项目，有条件的应在实习船上进行，也可以在自动化机舱或实验室 。

（3）对教学手段的改进：

1）不断添置和更新实验设备，重视实验课教学。

2）重视辅助教学，例如：挂图、录像、投影仪、现场教学。

3）重视课外作业。

4）加强教学方法研究和教学经验交流。

九、课程考核方式

本课程为考查科目，平时成绩占 70%，包括作业、考勤和实验环节，期末考核占 30%。

十、教材及参考书建议

1.教材

《船舶智能控制与自动化系统》，郭晨主编，科学出版社，2018 年出版。

2.参考书目

《轮机自动化》， 马昭胜主编，大连海事大学出版社，2017 年出



轮机工程学院

轮机工程专业实验教学大纲

（三二分段）

目录

“PLC 与现场总线技术”课程实验课教学大纲.....3

“船舶主推进动力装置”课程实验课教学大纲.....6

“船舶辅机”课程课内实践教学大纲.....9

“船舶管理”课程实验课教学大纲.....12

“轮机维修”课程实验课教学大纲.....14

“轮机自动化”课程课内实践教学大纲.....17

“船舶电站及其自动化装置”课程实验课教学大纲.....24

“PLC 与现场总线技术”课程实验课教学大纲

适用专业	轮机工程	编写日期	2019.08
适用对象	本科	执　　笔	罗楚江
实验数、实验学时	4 个实验，8 学时	审　　核	宋艳琼

一、实验的性质、任务与目的及基本要求

（一）课程实验的性质

“PLC 与现场总线技术”课程是轮机工程专业（本科）三年级学生所学的一门专业方向选修课，是一门理论与应用相结合，实践性较强的课程。

（二）课程实验的任务与目的

通过本课程的学习，使学生获得 PLC 的系统组成、工作原理，基本指令和功能指令，PLC 系统维护等基本知识；使学生熟悉现场总线控制技术的基本概念和原理，了解几种常用的现场总线技术。了解 PLC 在轮机自动化系统中的应用等专业知识，为船舶机舱自动化的专业应用打下理论基础和实践基础。

（三）课程实验的基本要求

1. 掌握进行《PLC 与现场总线技术》实验的有关知识和实验技能。

2. 通过实验让学生从“虚”到“实”，使书本知识通过实验课得到验证，从而提高学生的学习兴趣，培养学生的动手能力。

3. 熟练掌握 TIA 软件和梯形图编程语言的使用，加深对《PLC 与现场总线技术》课程的认识和掌握，培养学生的创新意识。

二、主要仪器设备及环境

仪器设备：安装有 TIA 博图软件的电脑。

环境： Windows 及 TIA 13 博图软件。

三、实验内容及要求【实验项目应根据实际情况在符合要求前提下灵活选定或调整】

实验 1．PLC 基本指令的认识使用实验

1．熟悉 TIA13 编程软件及 S7-1200 PLC 的程序组成；

2．熟悉基本逻辑指令，学会编写简单程序；

3．初步掌握编程软件的使用方法和调试程序的方法。

【主要内容】

利用编程软件创建项目，熟悉编程软件的菜单、工具条、指令输入和程序调试，学会硬件组态和参数设置，创建 OB1 程序及编辑符号表，能用用程序状态功能调试程序，编写一段简单程序，检查无误后，将程序写入 PLC，运行该程序，并观察运行结果，做好实验记录。

实验 2．PLC 电机控制实验

【目的要求】

1．了解传统电气控制系统，学习异步电动机控制电路的连接；

2．理解并掌握三相异步电动机正反转控制、顺序启动控制原理；

3．了解接触器的结构和工作原理，理解互锁的作用。

【主要内容】

根据控制线路图,完成三相异步电动机正反转控制主电路、控制电路的接线，经仔细检查后，先合上控制电路电源，在编程软件中创建项目，编写控制程序，检测无误后，接通电源。按启动按钮，进行电动机正、反转及停转实验。观察电机运行方向，并做好实验记录。

实验 3．SIMATIC Step7 和 SIMATIC WinCC 的使用

【目的要求】

学习并掌握 S7-1200PLC 与 WINCC 通信的方法

【主要内容】

编写 PLC 程序并实现与 WinCC 连接，实现水位的控制

实验 4． 组态一个 PROFIBUS DP/PA 系统

【目的要求】

1、掌握 PROFIBUS DP/PA 系统的基本结构和组态方法

2、掌握西门子 Portal 软件使用

3、了解并掌握一套完整的 PLC 控制系统如何配置和工作

【主要内容】

组态 PROFIBUS DP/PA 系统，并编写 PLC 程序实现对变频器的控制

四、实验学时分配建议

序号	实　验　内　容	学时分配	实验要求	实验类型
一	PLC 基本指令的认识使用实验	2	必做	验证
二	PLC 电机控制实验	2	必做	设计
三	SIMATIC Step7 和 SIMATIC WinCC 的使用	2	必做	验证
四	组态一个 PROFIBUS DP/PA 系统	2	必做	设计
合计		8		

注：具体项目内容与时俱进，可根据具体的情况更新。

五、教学建议

1. 实行启发式和讨论式的教学，引导学生培养自己的自学能力，提高学习的质量和效率；

2. 加强动手能力的培养，并在要求上允许基础不同的学生有一定弹性，分层次的实验教学方法；

3. 指导学生查阅文献、阅读大量与课程教学内容相关的参考资料，以培养学生掌握学科最新发展动态和开拓知识的能力；

六、教材、实验教材（指导书）

1．教材

《S7-1200 PLC 编程及应用》（第 3 版），廖常初主编，机械工业出版社，2018 年出版。

2．实验指导书

《PLC 原理与应用实验指导书》—电子版，自编。

“船舶主推进动力装置”课程实验课教学大纲

适用专业	轮机工程	编写日期	2019.08
适用对象	本科	执　　笔	张晖
实验数、实验学时	3 个实验，6 学时	审　　核	廖铁勇

一、实验的性质、任务与目的及基本要求

（一）课程实验的性质

船舶主推进动力装置是一门轮机工程专业的专业科。本课程为了增加学生的感性认识，在喷油设备、分油机和柴油机运行管理部分设置了实验环节，使学生对相关设备有感性认识了解，以增加理论教学的效果和为以后学习打好基础。

（二）课程实验的任务与目的

本课程实验通过一些典型的实验，使学生理解与掌握课堂所学知识，培养灵活运用所学知识来分析和解决实际系统运行中出现的各种问题的能力，学会基本工具、专用工具的使用，学会分析实验数据和编写实验报告。

（三）课程实验的基本要求

1. 了解典型组合式高压喷油泵供油正时的测量与调整的方法。
   熟悉典型单体式喷油泵、典型喷油器的结构与基本组成部件。
   掌握喷油器雾化试验的方法与要求。
2. 了解工作条件变化时对分油效果的影响。
   熟悉典型分油机的结构与基本组成部件。
   掌握典型分油机系统的操作和运行要点。
3. 了解工作条件变化时对主、副柴油机的影响。
   熟悉主、副柴油机动力装置的主要组成。
   掌握典型主、副柴油机动力装置运行管理工作要点。

二、主要仪器设备及环境

仪器设备：回油孔式喷油泵、喷油器、雾化实验台、分油机、柴油发电机组、主柴油机推进动力装置。

环境：　轮机自动化机舱、主、辅机拆装实验室。

三、实验内容及要求

实验 1 喷油设备拆装及喷油雾化与供油正时演示实验

[目的要求]

1. 了解典型组合式高压喷油泵供油正时的测量与调整的方法。
2. 熟悉典型单体式喷油泵、典型喷油器的结构与基本组成部件。

3. 掌握喷油器雾化试验的方法与要求。

[主要内容]

首先解体典型单体回油孔式喷油泵和典型喷油器，然后对其中的出油阀偶件、柱塞偶件和针阀偶件进行检验，最后完成对这些喷油设备的组装。另外，用冒油法对典型组合式高压喷油泵的供油正时进行检查与调整。

重点：典型单体回油孔式喷油泵和典型喷油器的结构，高压喷油泵的供油正时进行检查与调整，喷油器雾化试验。

难点：高压喷油泵的供油正时进行检查与调整。

实验 2 分油机的拆装及其系统操作演示实验

[目的要求]

1. 了解工作条件变化时对分油效果的影响。
2. 熟悉典型分油机的结构与基本组成部件。
3. 掌握典型分油机系统的操作和运行要点。

[主要内容]

首先解体典型分油机，然后对其中的比重环、分离盘片、复位弹簧和滑动圈进行检验，最后完成对该分油机的组装。另外，对典型分油机系统进行起动、分油、排渣和停止的操作，并分析比重环的选择与更换对分油效果的影响。

重点：分油机的结构与基本组成，分油机系统的操作和运行要点。

难点：分油机的结构与基本组成。

实验 3 主、副柴油机运行管理演示实验

[目的要求]

1. 了解工作条件变化时对柴油机的影响。
2. 熟悉主、副柴油机动力装置的主要组成。
3. 掌握典型主、副柴油机动力装置运行管理工作要点。

[主要内容]

首先熟悉主、副柴油机动力装置的主要组成，然后对典型主、副柴油机动力装置进行启动、动车后的参数监测和调整、定速和停车操作，同时了解工作条件变化时对柴油机的影响。

重点：主、副柴油机动力装置的主要组成，主、副柴油机动力装置运行管理工作要点。

难点：主、副柴油机动力装置的主要组成。

四、实验学时分配建议

序号	内容	学时数（6）
一	喷油设备拆装及喷油雾化与供油正时试验演示	2
二	分油机的拆装及其系统操作试验演示	2
三	主、副柴油机运行管理试验演示	2
合计		6

五、教学建议

4. 实行启发式和讨论式的教学，引导学生培养自己的自学能力，提高学习的质量和效率；

5. 加强动手能力的培养，并在要求上允许基础不同的学生有一定弹性，分层次的实验教学方法；

6. 指导学生查阅文献、阅读大量与课程教学内容相关的参考资料，以培养学生掌握学科最新发展动态和开拓知识的能力；

六、考核方式

不单独考核，按实验过程和实验报告给分，计入平时成绩，占总评 30%。

七、教材、实验教材（指导书）

1．教材

《船舶柴油机》，李斌主编，大连海事大学出版社，2014 年出版，第 2 版。

2．实验指导书

《船舶主推进动力装置课程实验指导书》　　自编

“船舶辅机”课程课内实践教学大纲

一、课程课内实践教学大纲基本信息

适用专业	轮机工程	编写年月	2019.08
适用对象	本科	执　　笔	蔡建邦
实 践 学 时	20	审　　核	魏安

二、本课程实践教学的总体目的及基本要求

总体目的：本课程的实践教学任务是使学生全面系统地掌握各种船舶辅机的工作原理、性能特点、典型结构、使用和维护管理要点，以及常见故障的分析和处理方法。

基本要求:熟悉船用泵、空压机、甲板机械、锅炉、造水机等船舶辅助机械的结构与动用为基础，在此基础上联系实际，力求使学生具有实际操作和管理船舶辅助机械设备的能力。

三、实践内容及要求

实践项目 1. 离心泵结构和串、并联操作

【目的要求】

1．了解离心泵的结构
2．熟悉离心泵的性能特点
3．掌握离心泵串、并联工作特性

【主要内容】

离心泵拆解装复，离心泵特性实验、离心泵串、并联实验。

重点：离心泵拆装过程

难点：离心泵串、并联实际工况特性分析

实践项目 2. 空气压缩机操作

【目的要求】

1．了解空压机的机构
2．熟悉空压机的性能特点
3．掌握空压机的运行管理

【主要内容】

空压机典型结构的拆装、气阀组件、活塞环、缸套的检修，空压机的运行管理

重点：空压机的拆装过程以及日常运行操作管理，常见故障的排除。

难点：空压机的理论工作循环与实际工作循环的区别

实践项目 3. 舵机结构和操作

【目的要求】

1．了解舵机的液压系统
2．熟悉液压舵机的性能特点
3．掌握液压舵机的运行管理

【主要内容】

拆装液压泵、液压马达、液压控制元件、及辅件，舵机液压系统原理介绍、舵机的日常操作与维护、舵机故障的诊断与排除

重点：熟悉液压甲板设备常见系统、液压泵、液压马达、液压控制元件、及辅件，液压舵机的基本操作与维护。

难点：液压舵机三点随动原理，舵机常见故障的诊断与排除

实践项目 4．船舶制冷装置的系统认识与操作

【目的要求】

1．了解船舶制冷原理和系统
2．熟悉船舶制冷装置的主要元件
3．掌握制冷装置操作运行管理

【主要内容】

船舶制冷装置系统的介绍，活塞式制冷压缩机的拆装，制冷装置日常使用与管理操作

重点：熟悉船舶制冷常见系统的组成和工作原理， 制冷系统日常运行的操作与管理。

难点：制冷系统常见故障的排除

实践项目 5．船用锅炉的模拟操作

【目的要求】

1．了解船用锅炉的典型机构和附件
2．熟悉船用锅炉附燃油系统、汽水系统、自动控制系统
3．掌握船用锅炉的运行管理

【主要内容】

锅炉的点火前准备、点火升汽、运行中管理和停炉保养

重点：熟悉船舶辅锅炉常见系统的组成和工作原理，锅炉日常点火升汽的操作与管理，锅炉满水保养。

难点：锅炉水位控制原理、炉水化验、 炉水处理、锅炉保养。

四、实践学时分配建议

序号	实 践 项 目 名 称	学时分配
1	离心泵结构和串、并联操作	4
2	空气压缩机操作	4
3	舵机结构和操作	4
4	船舶制冷装置的系统认识与操作	4
5	船用锅炉的模拟操作	4
合计		20

五、教学建议

适当增加实践学时，采用现场教学加拆装培训使学生对机械原理有更深刻的认识，理解更透彻，同时现场教学传授运行操场和管理维护的技巧，使学生更容易胜任相应的工作岗位，达到应用型人才培养的目的。

“船舶管理”课程实验课教学大纲

适用专业	轮机工程	编写日期	2019.08
适用对象	本科	执　　笔	廖铁勇
实验数、实验学时	1 个实验，2 学时	审　　核	魏　安

一、实验的性质、任务与目的及基本要求

（一）课程实验的性质

船舶管理是一门轮机工程专业的专业课。本课程为了增加学生的感性认识，在油水分离系统部分设置了实验环节，使学生对相关设备有感性认识了解，以增加理论教学的效果和为以后学习打好基础。

（二）课程实验的任务与目的

本课程实验通过一个典型油水分离系统的实验，使学生理解与掌握课堂所学知识，培养灵活运用所学知识来分析和解决实际系统运行中出现的各种问题的能力，学会分析实验数据和编写实验报告。

（三）课程实验的基本要求

1．了解油水分离器的用途及其系统的组成特点。
2．加深对油水分离器结构和工作原理的认识。
3．掌握典型油水分离系统的起动、运行管理和停车的操作方法。

二、主要仪器设备及环境

仪器设备：油水分离器、柱塞泵、油分浓度监测装置、加热器、电气控制箱等。

环境：辅机操作实验室。

三、实验内容及要求

实验 1　油水分离系统的操作和性能演示试验

[目的要求]

1．了解对油水分离器的要求。

2．熟悉油水分离器的结构、工作原理和组成部件，熟悉油水分离器使用的供水泵和油分检测仪的使用方法。

3．掌握典型油水分离系统的运行操作，掌握含油污水的排放要求，掌握排放舱底水时必须在油类记录簿上记录的内容。

[主要内容]

首先熟悉典型油水分离系统的主要组成，然后对该油水分离系统进行启动、

运行后的相关参数监测和调整，同时了解工作条件变化（如污水流量、泵的型式、含油种类等）时对油水分离的含油量的影响，最后按有关注意事项停止该系统运行。

重点：油水分离器的结构、工作原理和组成部件，典型油水分离系统的操作与管理。

难点：油水分离器的结构、工作原理和组成部件。

四、实验学时分配建议

序号	内容	学时数
一	油水分离系统的操作和性能演示试验	2
合计		2

五、教学建议

1．实行启发式和讨论式的教学，引导学生培养自己的自学能力，提高学习的质量和效率。

2．加强动手能力的培养，并在要求上允许基础不同的学生有一定弹性，分层次的实验教学方法。

3．指导学生查阅文献、阅读与课程教学内容相关的参考资料，以培养学生掌握学科最新发展动态和开拓知识的能力。

八、考核方式

不单独考核，按实验过程和实验报告给分，计入平时成绩。

九、教材、实验教材（指导书）

1．教材

《船舶管理》，李品芳主编，大连海事大学出版社，2016 年 5 月第 2 版。

2．实验指导书

《船舶管理课程实验指导书》，自编。

“轮机维修”课程实验课教学大纲

适用专业	轮机工程	编写日期	2019.08
适用对象	本科	执　　笔	张春彦
实验数、实验学时	2 个实验，4 学时	审　　核	廖铁勇

一、实验的性质、任务与目的及基本要求

（一）课程实验的性质

轮机维修是一门轮机工程专业的专业科。本课程设置了气缸套、活塞磨损测量，主轴承间隙测量两个实验环节，使学生对相关设备有感性认识了解，掌握相关工具使用方法和测量程序。巩固理论教学的效果，为以后工作打好基础。

（二）课程实验的任务与目的

本课程实验通过一些典型的实验，使学生理解与掌握课堂所学知识，培养灵活运用所学知识来分析和解决实际系统运行中出现的各种问题的能力，学会基本工具、专用工具的使用，学会分析实验数据和编写实验报告。

（三）课程实验的基本要求

1．了解气缸套、活塞磨损的机理，异常磨损的原因
　　熟悉气缸套、活塞磨损测量的工具及方法
　　掌握气缸套内径磨损、活塞外圆磨损的测量
2．　了解轴承间隙对润滑的影响
　　熟悉主轴承的拆卸、安装
　　掌握压铅法测量轴承间隙

二、主要仪器设备及环境

仪器设备：内径千分尺、内径百分表或随机专用内径百分表与随机测量定位样板、外径千分尺或游标卡尺，
设备：柴油机活塞、缸套；柴油机；
环境：　主机拆装实验室。

三、实验内容及要求

实验 1．气缸套、活塞磨损测量
【目的要求】
1．了解气缸套、活塞磨损的机理，异常磨损的原因
2．熟悉气缸套、活塞磨损测量的工具及方法
3．掌握气缸套内径磨损、活塞外圆磨损、环槽磨损、活塞环磨损的测量
【主要内容】
1．气缸套磨损测量
1 ）测量气缸套内径，计算出圆度、圆柱度或内径增量，并与有关标准比较判断缸套磨

损情况，以及能否继续使用。

2）测量部位：气缸套纵向测量位置由随机测量定位样板的定位孔确定。在每一个定位孔所在截面上沿首尾方向和左右舷方向分别测量记录。

2、活塞磨损测量

通常采用外径千分尺或游标卡尺进行测量，测量的部位：对于中小型筒形活塞应自裙部上端 10～20 rnm 处开始，每隔 100～200 mm 测量一次。有减磨环的活塞应测量每道减磨环的外径。测量每一测量点的横截面上相互垂直的两个直径：平行曲轴方向(y~y)和垂直曲轴方向(x~x)的直径。将测量值记录在表格中，计算出每个横截面的圆度、每个纵截面的圆柱度，以其中最大值与说明书或标准比较，以确定活塞的磨损程度。

重点：测量部位的确定，测量工具的校准与使用。

难点：准确有效的测量数据的获取。

实验 2．主轴承间隙测

【目的要求】

1．了解轴承间隙对润滑的影响

2．熟悉主轴承的拆卸、安装

3．掌握压铅法测量轴承间隙

【主要内容】

（1）拆去主轴承上盖和上瓦；

（2）选直径为（1.5～2.0）△（△为轴承装配间隙），长度为 120~150°轴颈弧长的软铅丝 2-3 条。沿主轴颈首、中、尾位置安放铅丝，并用牛油粘住。

（3）装好主轴承上盖和上瓦，按要求力矩上紧螺栓至规定位置，此时切勿盘车。

（4）打开轴承，取出铅丝进行测量和记录。注意铅丝对应的测量位置，切勿弄混；

（5）用千分尺测量铅丝两端和中间的厚度。中间厚度为轴承间隙值，两端厚度为轴承两侧间隙，应小于轴承间隙，且两侧间隙差不超过 0.05mm。

重点：测量铅丝粗细及摆放位置要符合要求，轴承盖上紧力矩要符合要求。

难点：轴承盖的拆装过程，要防止轴承盖滑落砸坏油底壳。

四、实验学时分配建议

序号	实　　验　　内　　容	学时分配
一	气缸套、活塞磨损测量	2
二	主轴承间隙测量	2
合计		4

五、教学建议

7. 实行现场示范和讨论式的教学，在学生操作前要强调安全事项，培养学生安全意识。
8. 加强动手能力的培养，要求学生分组现场获取实验数据。
9. 指导学生查阅文献、阅读大量与课程教学内容相关的参考资料，以培养学生掌握学科最新发展动态和开拓知识的能力；

考核方式

不单独考核，按实验过程和实验报告给分，计入平时成绩，占总评 30%。

十、教材、实验教材（指导书）

1．教材

《轮机维护与修理》，黄加亮主编，大连海事大学出版社，2010 年 9 月出版。

2．实验指导书

《轮机维修课程实验指导书》　　自编

“轮机自动化”课程课内实践教学大纲

一、课程课内实践教学大纲基本信息

适用专业	轮机工程	编写年月	2019-08
适用对象	本科	执　　笔	张志斌
实 践 学 时	16	审　　核	叶伟强

二、本课程实践教学的总体目的及基本要求

1. **总体目的：**通过学生对本课程实验的学习，使其掌握现代化船舶机舱重要设备的基本知识，掌握其系统的组成和工作原理。
2. **基本要求:**了解变送器的工作原理和结构；详细了解系统组成、工作原理，对照模拟面板和实物，熟悉主机缸套冷却水温度自动控制系统的结构组成。了解主机遥控系统的组成；掌握主要传感器结构和调整方法及报警系统常见故障分析和排除方法。

三、实践内容及要求

实践项目 1. 差压变送器的调整

【目的要求】

变送器是反馈控制系统的测量单元，随工作时间的增长，其性能会有所下降。因此，在实际管理中要经常进行调整以保证控制系统的正确运行。通过该实验，应能掌握变送器的调零、调量程及进行迁移的基本操作。这对差压变送器乃至气动反馈控制系统的使用和管理都具有十分重要的意义。

【主要内容】

1．调零实验

接通 0.14MPa 气源，调整定值器 11 和 12 使负压室压力等于正压室压力即ΔP 为零。观察输出压力表读数是否是 0．02MPa。如果不是，可扭动调零弹簧，直到输出压力表 5 指针指在 0.02MPa 为止，零点调好。

2．调量程实验

零点调好后，调整定值器 11 和 12 使正负压室压差为 0.06MPa，观察输出压力表 5 读数是否为 0.1MPa。松开反馈波纹管锁紧螺母，沿主杠杆上下移动反馈波纹管（输出压力表 5 读数小于 0.1MPa 要上移波纹管，大于 0.1MPa 要下移波纹管），直至输出压力表 5 读数指示 0.1MPa 为止。量程调好后，要把反馈波纹管的锁紧螺母锁紧。

3．重新调零和调量程

移动反馈波纹管后，零点会改变，要反复进行调零和调量程，直到两者都符合要求为止。

4．负迁移实验

变送器零点和量程调好后，调整定值器 11 和 12 使正压室压力为零，负压室压力为 0.01MPa（这时输出压力表读数接近为零）。然后扭动迁移弹簧直到输出压力表读数为 0.02MPa，再逐渐增加正压室压力，每增加 0.01MPa 记录一次输出压力，直至正压室压力等于 0.05MPa 为止。

5．正迁移实验

调整负压室压力为零，正压室压力为 0.04MPa，扭动迁移弹簧使输出压力为 0.02MPa。然后逐渐增大正压室压力，每增加 0.01MPa 记录一次输出压力值，直到正压室压力等于 0.1MPa 为止。

重点：了解和掌握重新调零和调量程的原理及过程

难点：理解迁移实验的工作过程

实践项目 2. 主机冷却水温度自动控制系统

【目的要求】

详细了解系统组成、工作原理,对照模拟面板和实物，熟悉主机缸套冷却水温度自动控制系统的结构组成。一方面要求从冷却水系统的角度熟悉主机缸套冷却水系统的管路流程，另一方面要求从反馈控制系统的角度熟悉缸套冷却水温度

控制系统的结构组成。

【主要内容】

实验系统包括缸套冷却水温度控制系统模拟面板和控制系统实际设备组成。

1．模拟面板结构组成

模拟面板位于控制柜的正面，包括：（1）冷却水温度控制系统结构流程图，如图-1 所示；（2）冷却水温度控制器；（3）温度模拟电位器。

2．控制系统实际设备

控制系统实际设备包括：（1）温度传感器；（2）电动三通温度调节阀；（3）温度调节器；（4）实验台架。

系统中的温度控制器为 OMRON E5EN 型 PID 控制器，调节阀为三通型温度调节阀，传感器采用 Pt100 热电阻温度传感器，均为实船控制系统所采用的设备。

在实船系统中，温度传感器根据缸套水出口温度的实际值高低输出大小不同的电阻值，送给控制器。控制器根据温度设定值和测量值形成偏差，按照 PID 规律输出控制量，送至温度调节阀，改变控制阀旁通口和冷却口的开度。

在本实验系统中采用模拟面板上的温度模拟电位器来模拟 Pt100 的阻值，用以模拟测量温度的变化。顺时针旋转电位器，阻值增大，所模拟的温度值也增加；反之，温度值减小。

船舶柴油主机缸套冷却水温度控制实验系统

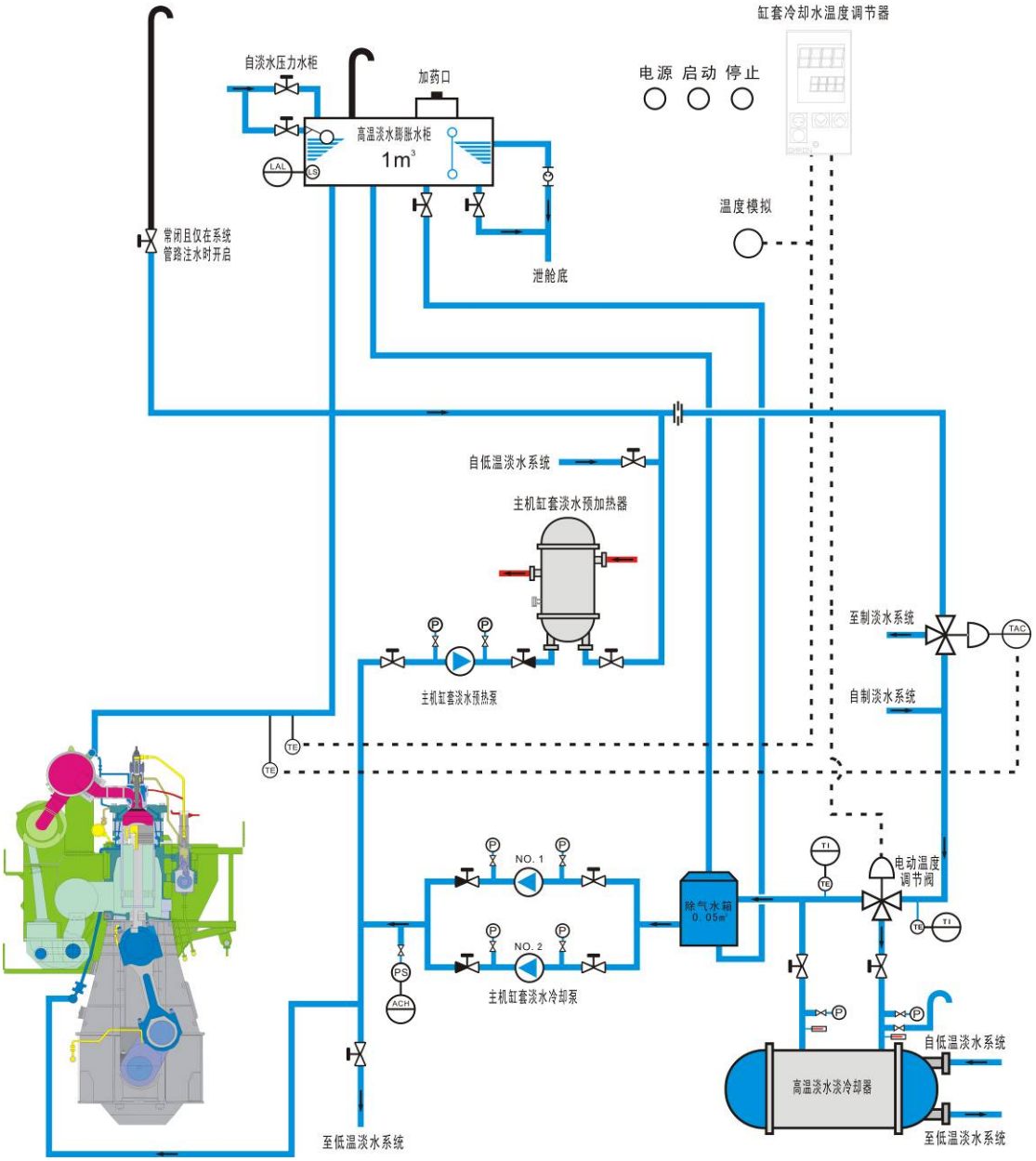


图-1 缸套冷却水温度控制实验系统面板图

实验前的准备工作

1) 设备供电，模拟面板上的电源指示灯亮；

2) 按模拟面板上的绿色按钮，按钮灯亮，使控制器和温度调节阀上电。

1、控制器的操作

控制器操作面板及各部分名称如图-2 所示。“显示 1”显示的是过程值（PV），

即冷却水实际温度。在实验系统中，调整温度模拟电位器，PV 值将随之改变。顺时针旋转电位器，电阻值增大，所模拟的温度值增加，即 PV 值加；反之，PV 值降低。

“显示 2”显示的是设定值（SV），即设定温度。设定温度可以通过“UP 键”和“DOWN 键”调整，按“UP 键”使设定值增加，按“DOWN 键”使设定值减少。

控制器上电后的状态为默认的操作菜单，通过、、和等按键可进行菜单切换和参数滚动及修改。

键用于窗口滚动，在任一菜单模式下，均可通过操作键来滚动显示相应的内容。

为菜单键，短按键（少于 1 秒）进入参数调整菜单，进入调整菜单后，通过键进行滚动显示。例如显示比例带（）、积分时间（）和微分时间（）等，如果认为需要调整，则通过键和键进行调整。再次短按键退出调整菜单。

长按键（至少 3 秒）进入初始设定菜单，按住键超过 1 秒退出初始设定菜单。同时按住和至少 3 秒，进入保护菜单，同时按住和至少 1 秒退出保护菜单。

控制器操作详情参阅附录。

2、温度控制模拟实验

（1）观察当前实际温度值（PV）、设定温度值（SV）和三通调节阀进出水口的开度。结合反馈控制系统基本理论知识，对当前状态进行合理解释；

（2）将设定值设置在一个符合实际情况的某一温度值，调整温度模拟电位器，使模拟实际温度向设定值慢慢靠近，并最终使模拟实际温度和设定值相等，观察调节阀动作过程及最终状态。

（3）改变调节其参数，如改变比例带、积分时间和微分时间，重复（2），观察调节阀的动作，比较参数改变前后的差异，并给予正确解释。

重点：理解和掌握温度控制器操作实验

难点：理解和掌握温度控制模拟实验

实践项目 3. 主机遥控系统实验

【目的要求】

3. 了解主机遥控系统的组成；

4. 掌握主机遥控系统的基本原理和操作要领。

【主要内容】

1. 主机遥控系统的组成；
2. 熟悉主机遥控系统的面板功能；
3. 掌握主机遥控系统的工作逻辑与顺序；
4. 通过手动或自动操作与调节，使主机遥控系统、安全系统及主机的调速、执行系统达到安全运行状态。

重点：了解和理解主机遥控系统的组成

难点：通过手动或自动操作与调节，使主机遥控系统、安全系统及主机的调速、执行系统达到安全运行状态。

实践项目 4. 巡回监测与报警系统实验

【目的要求】

1.了解巡回监测组成和工作原理，掌握调零，开关量上、下限及模拟量参数值的方法，掌握巡回检测装置常见故障分析和排除方法；

2.掌握开关量和模拟量报警回路的组成和工作原理，调整报警上、下限的方法；

3.掌握主要传感器结构和调整方法及报警系统常见故障分析和排除方法。

【主要内容】

1.熟悉机舱集中监视与报警系统的组成及特点；通过监视报警CRT显示和制表打印，观察其工作过程及定点，故障打印和显示工作状况；

2.各种开关量和模拟量报警现象和应答，确认故障的操作；

3.学会基本参数报警值修改的方法。

重点：了解和理解舱集中监视与报警系统的组成及特点

难点：学会基本参数报警值修改的方法

四、实践学时分配建议

序号	实 践 项 目 名 称	学时分配	实验要求	实验类型
1	差压变送器的调整	4	必做	验证
2	主机冷却水温度自动控制系统	4	必做	验证
3	主机遥控系统实验	4	必做	验证
4	巡回监测与报警系统实验	4	必做	验证
合计		16		

五、教学建议

建议上实验课老师积极备课和掌握实验设备，学生应积极预习。

“船舶电站及其自动化装置”课程实验课教学大纲

适用专业	轮机工程	编写日期	2019.08
适用对象	本科	执　　笔	李聚保
实验数、实验学时	2 个实验，4 学时	审　　核	林春熙

一、实验的性质、任务与目的及基本要求

（一）课程实验的性质

《船舶电站及其自动化装置》属于轮机工程专业“专业课”中“方向限修课”。通过这门课程的学习，使学生熟悉现代船舶电站及其自动化装置组成及发展趋势，熟悉在自动化船舶中电站系统所涵盖的内容，熟悉船舶电站中各类自动控制装置的基本工作原理，日常维护管理及装置参数的调节方法，熟悉船舶电力系统的设备保护方法，保护装置的作用。为上船从事电机合一的轮机员工作，为管理和检修船舶电站及其自动化装置打下一定理论基础。

（二）课程实验的任务与目的

本课程实验通过一些典型的船舶电站认知和操作实验，使学生理解与掌握课堂所学知识，培养灵活运用所学知识来分析和解决实际系统运行中出现的各种问题的能力，理解和掌握船舶电站的基本组成及原理，电站的日常操作管理与保护，编写实验报告。

（三）课程实验的基本要求

1. 掌握进行《船舶电站及其自动化装置》实验的有关知识和实验技能。

2. 通过实验让学生从“虚”到“实”，使书本知识通过实验课得到验证，从而提高学生的学习兴趣，培养学生的动手能力。

3. 熟练掌握船舶电站的组成及原理，电站的操作管理与保护，加深对《船舶电站及其自动化装置》课程的认识和掌握，培养学生的动手能力。

二、主要仪器设备及环境

轮机实物机舱、轮机模拟器

三、实验内容及要求

实验 1　发电机手动准同步并车与负载均分

【目的要求】

1. 掌握手动准同步并车的方法和步骤；
2. 了解并车条件；
3. 掌握手动负载转移与均分的方法及要求；
4. 掌握同步表的使用方法。

【主要内容】

1. 手动准同步并车
2. 手动负载转移及均分

实验 2　增载时备用发电机组的自动起动、自动并车及自动均分负载

【目的要求】

1. 熟悉备用机组自动起动的条件；
2. 了解自动并车、自动调频调载的基本原理；
3. 了解重载询问的功能和基本原理

【主要内容】

1. 备用机组的自动起动、自动并车、自动均分负载
2. 重载询问增机试验

四、实验学时分配建议

序号	实　　验　　内　　容	学时分配	实验要求	实验类型
一	发电机手动准同步并车与负载均分	2	必做	验证
二	增载时备用发电机组的自动起动、自动并车及自动均分负载	2	必做	验证
合计		4		

注：具体项目内容与时俱进，可根据具体的情况更新。

五、教学建议

10. 实行启发式和讨论式的教学，引导学生培养自己的自学能力，提高学习的质量和效率；

11. 加强动手能力的培养，并在要求上允许基础不同的学生有一定弹性，分层次的实验教学方法；

12. 指导学生查阅文献、阅读大量与课程教学内容相关的参考资料，以培养学生掌握学科最新发展动态和开拓知识的能力；

六、考核方式

根据实验过程和实验报告给分，实验占平时成绩的 40%。

七、教材、实验教材（指导书）

1．教材

《船舶电站》，吴志良主编，大连海事大学出版社，2012 年出版。

2．实验指导书

《船舶电站实验指导书》—电子版，自编。



轮机工程学院

轮机工程专业实验指导书

（三二分段）

广州航海学院



船舶辅机实验指导书

实验地点 _____ 实验时间 _____

学　　院 _____ 班　　级 _____

姓　　名 _____ 学　　号 _____

成　　绩 _____ 指导老师 _____

年　　月　　日

实验项目

实验一、离心泵特性实验

实验二、空压机操作与管理实验

实验三、液压舵机操作与管理实验

实验四、船舶制冷装置操作与管理实验

实验五、辅锅炉运行操作与管理

实验一　离心泵特性实验

一、实验内容

1．离心泵定速特性实验（节流调节）；

2．离心泵定速特性实验（旁通调节）；

3．离心泵并联特性实验；

4．离心泵串联特性实验；

二、实验设备

1．离心泵试验台，系统如图所示；

2．椭圆齿轮流量计、功率表、压力表、真空表及秒表等。

三、实验目的

熟悉离心泵的定速工作特性，了解离心泵节流调节、回流调节的特点四、实验方法与步骤

（一）离心泵定速特性实验

1．使用实验台：分两组，分别使用 2＃及 3＃离心泵

2．实验步骤：

1）检查系统各阀的开闭状况；总管吸入阀 S_1、排出阀 D_1，D_4 全开，总管其余各阀 S_2、D_2、D_3 等全关。

2）本实验台（如 3 泵）的吸入阀 A_3、流量计进出口阀 P 全开，排出阀 B_3、旁通阀 U_3、P_3 及 C_3 全闭。

3）检查电源、控制开关无故障以后，合上总电源及本实验台电源控制开关，向控制台供电，控制台电源指示灯亮，电压表电压指示 380 ~ 410V 为正常。

4）盘动水泵，判断有否卡阻现象，若正常，先点起动水泵电机，无任何不正常现象，即可正式起动电机，使水泵投入正常运转。

5）起动时注意控制台上的起动电流、运转及功率的情况，待排出压力表显示正常压力（一般封闭起动压力约 0.4Mpa）即可着手试验；若一分钟以后排出压力表无压力显示，应排出泵壳内的空气，然后再起动水泵。

3．测试：

调节排出阀 B_3 的开度，使排出压力分别约为 0.4（封闭压力）、0.35、0.3、0.25、0.2Mpa，待工况稳定以后，将各点吸入压力，排出压力，输入功率，流量计读数等数据记入下表。

项目 \ 工况	I	II	III	IV	V	VI
吸入压力 P_1 排出压力 P_2						
开始流量计读数 Q_1 结束流量计读数 Q_2 流量 Q						
输入功率 N_2 计算工作压头 H 输出功率 N_1 总效率η						

4．数据整理：

1）按下式计算水泵工作压头 H_2

$$H = \frac{P_2 - P_1}{\rho \cdot g} = \frac{\Delta P}{r} \quad (米) \_\_\_\_\_ 1$$

式中：P_1 吸入压力，P_2 排出压力，单位：P_a；ρ水的密度 1000 千克 / m^3

g 为重力加速度约 10m / s^2；r 为水的重度，单位：N / m^3

2）流量的计算：

$$Q = \frac{Q_2 - Q_1}{t} (升/米) \_\_\_\_\_ 2$$

t 为测试时间秒、（每次测试 1 分钟）。

3）输出功率计算：

$$N_1 = r \cdot Q \cdot H \quad (W) \_\_\_\_\_ 3$$

式中：r - 水的重度 N / m^3

Q - 流量 m^3/s

H - 压头 m

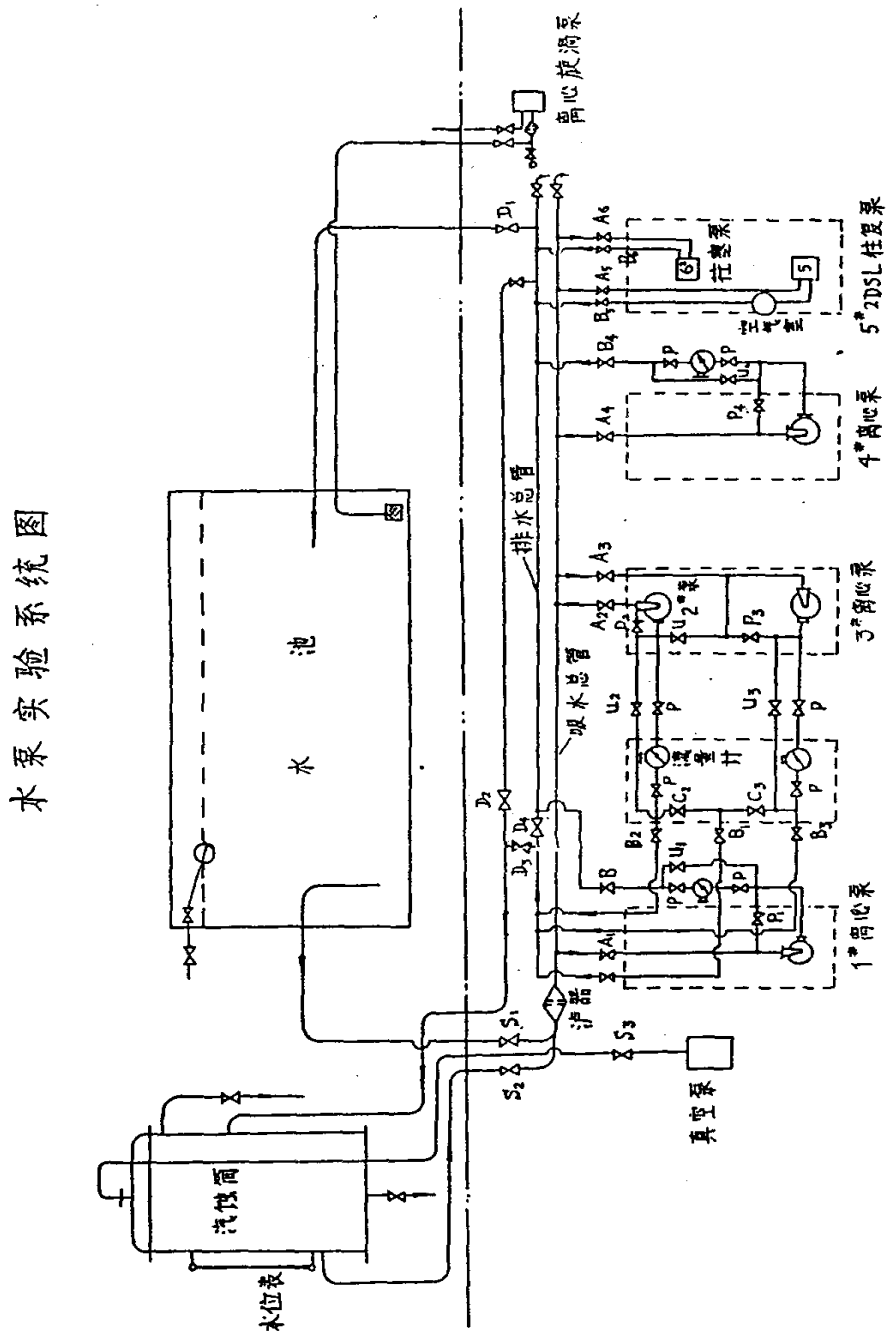
4）总效率计算

$$\eta = \frac{N_1}{N_2} \times 100\ \% \_\_\_\_\_ 4$$

5）按上述计算结果，作出定速特性曲线 Q - H，Q - N，Q - η。

（二）离心本回流调节特性

1. 按实验（一）的设备和步骤起动水泵。
2. 调节水泵在额定压力(可稍小)及额定流量,排出压力大约在 0.35 ~ 0.3Mpa 左右。



3．测试：逐步微开回流阀 P_3，使排压力保持在 0.3、0.25、0.2 及 0.15Mpa（注意功率变化，防止电机过载），工况稳定以后，逐一测量各点压力下的流量，功率等数据，记入下表。

项目 \ 工况	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
吸入压力 P_1 排出压力 P_2				
开始流量计读数 Q_1 结束流量计读数 Q_2				
主管路流量 Q 输入功率 N_2				

4．旁通阀 P_3 开度的变化，对主管路流量、电机功率有何影响？

5．旁通和节流都可以调节主管路流量的变化，达到调节排量的目的，但这两种调节有和区别？适用于什么场合？

（三）离心泵并联运行实验：

1． 2 泵和 3 泵两组同学合并共同实验，保留定速特性实验数据。

2．按封闭起动方法起动 2＃泵和 3＃泵。

3．当两台泵的排出压力相近时，全开联通阀 C_2、C_3 使两泵并联运行。

4．逐步调节 B_1 阀的开度，使排出压力分别保持在约 0.38、0.35、0.30 和 0.28Mpa，逐一测量压力、排量、功率等记入下表

项目 \ 工况		I	II	III	IV	V
吸入压力 P_1 排出压力 P_2 泵的扬程 H						
2＃泵开始流量计读数 2＃泵结束流量计读数 3＃泵开始流量计读数 3＃泵结束流量计读数 总流量 Q_2+Q_3						
输入功率	N_2 N_3					
总功率 N						
计算泵的总压头 H 计算泵的总输出功率 N 计算泵的总效率η						

5．数据整理，作出并联运行时 Q－H、Q－N、Q－η的特性曲线。

（四）离心泵串联运行实验

1． 用 2 泵和 3 泵进行串联运行，以 2＃泵为第一级，3＃泵为第二级。

2．将 A_2，U 及 3＃泵的流量计截止阀 P 打开，其余阀全关，使 2＃泵与 3＃泵管路作串联连接。

3．按封闭起动方法启动上述二泵，待起动压力稳定以后即可进行串联实验。

4．逐步调节 B_3 阀的开度，使 3＃泵的排出压力约为 0.70、0.65、0.60、0.5、0.4、0.35Mpa，逐一测量各排出压力下的流量，功率等记下表。

项目 \ 工况		I	II	III	IV	V	
吸入压力 P_1	2泵 P_1 3泵 P'_1						
3#泵排出压力 P_2 开始流量计读数 结束流量计读数 流量 Q							
输入功率	2泵 N_2 3泵 N_3						
总输入功率 N 输出功率 N_1							
泵的压头	$H_1 = \frac{P'_1 - P_1}{r}$ $H_2 = \frac{P_2 - P'_1}{r}$						
泵的总压头 $H=H_1+H_2$ 泵的总效率 η							

5．数据整理，作出串联运行时 Q - H、Q - N、Q - η的特性曲线。

实验二　空压机操作与管理实验

一、实验内容

1、了解船用空气压缩机的基本工作原理;

2、掌握船用空气压缩机的基本操作及其日常管理要点.

二、实验要求

1、熟悉船用空压机起动前的准备工作;

2、掌握卸载起动要领;

3、熟悉运行过程中对空压机的管理工作; 4,卸载停车,停车后放残与停冷却水的操作.

三、实验所用的设备船用空压机两台,型号 CZ—20/30FZK,参数如下:

型式:单列,立式,二级,级差活塞式

冷却方式:风冷

排气量:20m3/h

压力:2.94Mpa

转速:1000rpm

功率:5.5kw.

四、实验操作步骤及注意事项

1,起动前的准备工作以 CZ—20/30FZK 型空气压缩机为实例,其系统图如图 1 所示

⑴检查压缩机及其系统安全防护装置,应牢固可靠.排除压缩机附近的有碍物品;

⑵检查进气管上的空气滤清器是否脏堵;

⑶检查空压机曲轴箱的油位,是否在油标规定的高度范围内,不足时应补充加油;

⑷检查注油器内的油位,是否在油标规定高度范围内,必要时应补充加油;

⑸检查空气瓶上的充气阀及空气压缩机的排出截止止回阀是否打开;

⑹打开各进,出水阀,冷却水应畅通,并调节好水量;

⑺打开卸载阀,以便轻载启动;

⑻检查控制箱电源是否正常,电气指示装置,如电压表,电流表,指示灯等应正常;

⑼对几天没有运转的空气压缩机和刚检修完的空气压缩机,应手动盘车 2 ~ 3 转,且无阻滞,撞击现象;

图 1 船用主空气压缩机系统图

2、起动操作

⑴接通电源,启动电动机,使空气压缩机在空负荷(即卸载情况)下启动并作短时间的运行。

⑵检查曲轴连杆机构的润滑油压力和气缸润滑油供油情况应正常.

⑶确认空负荷运行时一切情况正常后,关闭卸载阀,使空气压缩机带负荷运行,使之达到额定工作压力.观察几分钟,确认各部分工作正常后,空气压缩机就可以持续正常运行.

3、压力继电器调整

⑴按正确程序起动一台船用空气压缩机;并对主空气瓶供气;

⑵打开空压机压力继电器外壳(JY-3 型);

⑶用螺丝刀调整压力继电器主弹簧,调整时用绝缘胶柄起子,调整时起子不要碰到压

力继电器的带电触头,握起子的手不要碰到起子的铁杆部分,防止触电;
(4)调整时注意空气瓶的压力,当压力达到 2.9Mpa 时,调整压力继电器主弹簧,使空压机停车;
(5)人为释放主空气瓶内空气使压力下降,
4、运行管理
(1)倾听空气压缩机的运转声音是否正常
(2)用手感觉或用测温仪检查电动机的温升是否正常(允许温升值按电气设备说明书规定)
检查电压,电流值是否正常(电压的波动值不允许超过规定范围,电动机的电流值按设备说明书的规定)
(3)检查各压力表的读数是否在规定范围内,一般规定如下:
润滑油压力为 0.15 ~ 0.3MPa,最低压力不小于 0.1MPa;
I级缸排气压力为 0.18 ~ 0.24MPa;
II级缸排气压力和空气瓶的压力最高不超过空气压缩机铭牌上的额定压力.
(4)检查各温度表的读数是否在规定范围内,一般规定如下:
II级缸排气温度不超过 160°C(空冷式空压机的排气温度应不超过 200°C);
II级缸吸气温度不超过 40 ~ 45°C;压缩机曲轴箱的油温不超过 60°C;
冷却器出水温度不超过 40°C,一般冷却水进,出口温差不要超过 13°C.
(5)检查空气压缩机及管路有无漏油,漏水,漏气现象;
(6)中间冷却器和后冷却器每 2h 排放一次冷凝水.空气瓶每 4h(每班)排放一次冷凝水;
(7)发现下列情况之一时,应立即停车,通知检修:
空气压缩机或电动机的声响异常;
压力表的读数不在规定范围内,经调整无效;
某一部位气温,水温异常升高;
冷却水中断.停车后应立即关闭进水阀,以防冷却水突然进入灼热的气缸,发生爆炸;
润滑油压力低于 0.1MPa,或中断供油;
排气压力突然升高,安全阀失灵;
电动机的滑环,碳刷发生较大火花,电压,电流值突然增大;
空气瓶与其连接管道发生严重振动;
出现严重漏气,漏水现象;
曲柄箱透气孔有大量油气冒出
注意:空气压缩机运行中,应禁止
在机器上放置工具或其他物品;
用手触摸或擦试运转的机件;
拧紧空气压缩机或储气罐上的紧固件。
5、正常停车
(1)打开卸载阀,使空气压缩机在空负荷下作短时运行;
(2)切断电源,空气压缩机停车;
(3)对属于自动控制的空气压缩机,达到额定压力后,会自动停车;

(4)关闭冷却水进水阀.冬季环境温度低于 5°C时,应放净各部位的冷却水,以防气温下降后冻裂气缸或管道.但短时停车时,可不放净冷却水;

(5)正常工作过程中的停车,应使空气压缩机处于随时可启动的位置.

6,停机时间较长的维护

(1)切断控制箱电源.

(2)放净各部位冷却水.

(3)用海水作为冷却水的系统,应注意防止海水腐蚀.

(4)放净中间冷却器,后冷却器和空气瓶中的冷凝水.

(5)空气压缩机的滑动面涂润滑油.配套设备上外露加工面涂油防锈.

(6)擦净空气压缩机组各设备的外表面,盖上防护罩.

(7)停车 1 个月以上的空气压缩机组,应每周清扫防尘罩上的灰尘;每月打开防尘罩一次,检查有无局部生锈现象,如发现锈迹,应加以清除并涂防锈油,然后盖好防护罩.

五、实验报告

1、画出压缩空气系统图。

2、简述空压机各部位冷却的作用。

实验三　液压舵机的操作与管理

1、实验目的：

1）舵机的运行管理；

2）舵机的应急操作；

3）舵机修理后的操作与调试。

2、实验内容：

1）伺服油缸系统的调试；

2）操舵方法；

3）应急操舵；

4）按要求进行操舵实验。

3、实验仪器、设备：

这台液压舵机是 70 年代日本制造且采用电力式遥控系统，后来经学校改造成采用电液系统（例如，主油泵原配的电动机是 3.7KW，440V，60Hz.1720rpm，现配的电动机是 380V,50HZ,4KW,1400rpm）。装置和设备情况是：公称转舵扭矩 12t.m；最大工作压力 140kgf／cm2；主油泵为 RV716 型径向柱塞泵；伺服油缸 MJW1—LBN—80B—70—150AB；辅油泵是限压式变量叶片泵，压力调整范围 1.4—3.5Mpa；溢流阀 YF3—EDB:调速阀 QF3—E10B；三位四通换向阀 34□F3□—E10B；配置 DD1 型（电子式）舵舵仪。



4、实验步骤：

一、伺服油缸系统的调试

（１）将伺服油缸系统辅油缸油泵的调压螺钉调至最紧，调速阀的调压旋钮调松。起动辅油泵，用手动操舵使电磁换向阀某侧通电，使之离开中位；调高溢流阀的整定压力，使伺服活塞开始移动，直至移到一端极限位置。调节溢流阀，辅油泵调压螺钉和调速阀使压力达到操作规程所要求的状况。

（2）用手动操舵使换向阀换向，使伺服活塞走完全部工作行程，记录所用时间。

（3）手动操舵使伺服活塞行至中位停下，停辅油泵。

二、舵机的运行

1、启动前检查油箱油位；检查各联轴节的连接紧固件是否松动，向各摩擦部位注油；检查各阀件及管接头是否有泄漏；正确开启相关截止阀；检查舵机周围有无障碍物；操舵仪上的机组选择开关和操舵方式选择开关以及转换箱上的机组选择开关置于“0”位，转换箱上的操纵部位转换开关置于“舵机舱”；

2、合上设备电源总开关，合上控制箱内电源开关；将转换箱上的机组选择开关扳至待用泵；在启动箱上启动，所选辅泵开始运转，经延时后，主油泵开始运转；检查系统有无泄漏、异常响声；检查系统压力是否正常。

3、舵机的运行管理

3.1 系统有空气时舵机会有异常噪音，转舵速度变慢和引起滞舵等故障，排气时应启动舵机油泵，通过转舵油缸顶部的放气旋塞或考克放气，直到有油从放气旋塞或考克流出为止；

3.2 油箱油位应经常保持在 2/3 左右，油位低于正常值时应及时进行补油，补油时一定要通过滤器，要用专用舵机油，油位不能补得太满；

3.3 相关润滑点的位置要熟知，应定期加注润滑脂，保持良好润滑，以减少摩擦和磨损，注油嘴应确保能正常注油；

4、舵机的停用，先停油泵，然后将操舵仪上的机组选择开关和操舵方式选择开关置于“0”位，再将转换箱上的机组选择开关置于“0”位，操纵部位转换开关置于“舵机舱”；切断电源，擦净机身上的灰尘和油渍。

三、操舵方法

1）随动操舵

（1）起动辅油泵，将选择开关转至“随动”位置，这时伺服活塞应在中位，舵柄指示的实际舵角和操舵仪上舵角指针都应为零。如实际舵角不为零，应调节至零位。

（2）用操舵手柄向以舷作 5°，15°,25°,35°操舵，然后回中；再向另一舷进行同样操作。

（3）从一舷 35°向另一舷 30°操舵，记录转舵所用时间，然后使舵回至中位。

在将舵从中位转至最大舵角的过程中，观察主油路排油侧和回油侧压力。将舵转至最大舵角时，记下上述压力值。

2）手动操舵

将选择开关转到“手动”位置，重复上述 1）中（1）.（2）.（3）操作步骤。

3）舵机房应急手轮操舵

停辅助油泵，打开伺服油缸旁通阀，插上连接销，然后转动应急手轮重复上述 1）中（1）.（2）.（3）操作步骤。

四、应急操舵

1、按要求进行舵机的应急控制转换

1.1 通过驾驶台操作台上舵机的自动/随动/应急操作转换开关进行操作方式的转换；

1.2 当遥控失效后，用专用工具手动推动电磁阀阀芯进行左舵、右舵操作。

2、按要求进行舵机的应急操作

2.1 当遥控系统、电动油泵失效后，转动应急操舵手轮操作应急油泵进行左舵、右舵操作；

2.2 应急操舵时应与驾驶台保持通信畅通，按驾驶台舵令进行操舵。

五、操舵实验

1、按要求进行操舵实验

1.1 正常启动舵机及其操作系统后进行操舵试验，先后将舵从一舷作 50、150、250、350 的操舵试验，判断舵机及其遥控系统工作是否可靠，舵角指示器指示是否正确，然后换用另一套油泵机组做同样

的试验。备用遥控系统，也应进行试验。若实际舵角与指令舵角的零位不同或舵角偏差超过±10，需对操舵系统进行调整；

1.2 如实际舵角与操舵仪指令舵角偏差超过±1^0，须查明原因，必要时对控制系统进行调整。随动舵控制系统的调整可分为零位调节和放大比例环节(或机械传动比)的调节。

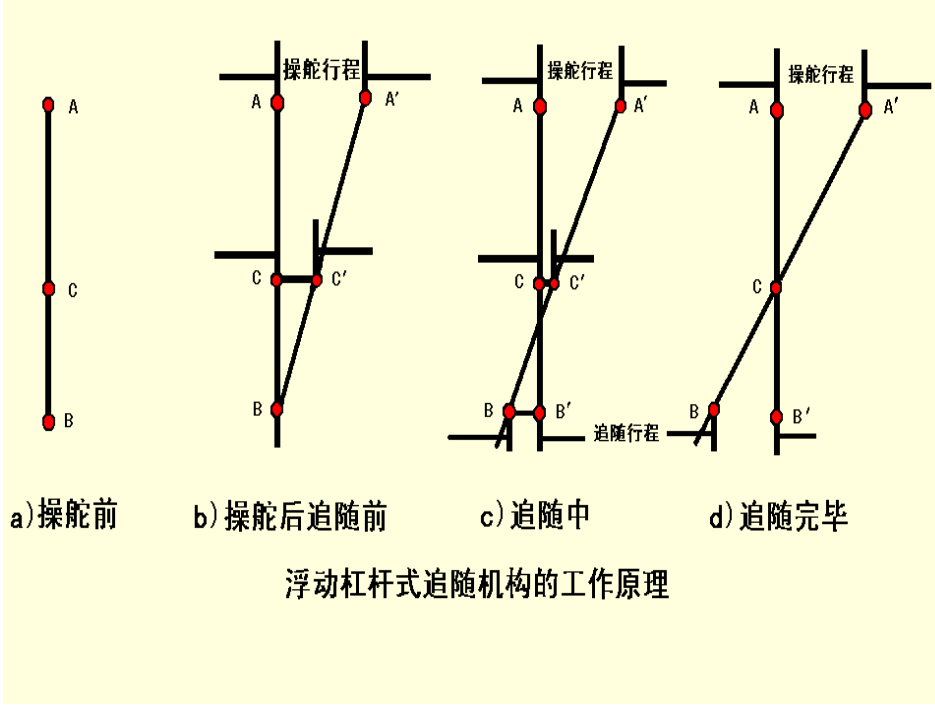
2、按要求进行舵机的调试。

2.1 不设机械追随机构的电气遥控系统，应首先检查和调整操舵信号发送、传递和舵角反馈系统的各个环节，使舵轮在零位时，操舵仪的输出信号为 0；在实际舵角为 00 时，使舵角反馈信号为 0；而且舵轮、实际舵角均在零位时，力矩马达或电磁阀接受的信号为 0；然后必要时对控制、反馈信号的放大比例等环节进行调整，使在各个操舵角时舵能停在与操舵仪指令舵角相一致的位置；

2.2 有机械追随机构的遥控系统，应首先对其进行调整，然后再按上述原则对电气控制系统进行调整。

5、实验系统图：

绘制舵机的三点追随机构系统图



浮动杠杆式追随机构的工作原理

6、四缸双撞杆液压舵机工况测试结果（表一格形式反映）：

工况	适用于	扭矩	转舵速度
单泵四缸			
双泵四缸			
单泵双缸			

7、实验报告要求：

（1）根据实验数据，完成表 1;

（2）液压舵机使用注意事项。

8、思考题：

《钢质海船入级建造规范》对舵机的要求?

实验 4　船舶制冷装置的系统认识与操作

一、实验内容与目的

1. 掌握船用单机多库制冷系统及其运行特性。

2. 了解制冷系统中各种控制元件的调节对象，发讯器和调节器的动作原理。

3. 熟悉蒸汽压缩式制冷装置的制冷量，压缩功及制冷系数的测定方法。

4. 学习制冷基本操作的试验技能，掌握试验程序，数据整理和分析试验结果的方法。

5. 加深理解教材中有关“制冷循环”,“压缩机”及“运行操作程序”等有关内容。

二、实验装置

实验在模拟冷库进行，压缩机为 2F10，壳管式冷凝器，盘管式蒸发器，膨胀阀为 RF3 型，制冷工质为 F12，装置基本系统如图 2。

三、实验方法

1. 全面了解试验装置的特性，(包括试验流程，测点布置及测试仪表)，检查整个装置，并作好启动准备工作，然后启动压缩机。

2. 待制冷工况稳定后，记录以下数据：压缩机吸入和排出口 F12 的温度和压力，冷却水的进出口温度以及冷却水的流量，冷凝器出口温度和压力。每 20 分钟记录一次，重复三次测取平均值。

四、数据整理

在工质状态图（l_g P - i）上确定制冷循环的各状态点，进而作制冷循环的热力计算。

$q_0 = i_1 - i_4$ kcal / kg　　$q_k = i_2 - i_3$ kcal / kg

$Ale = i_2 - i_1$ kcal / kg

$Q_K = CG_w(t_{w2} - t_{w1})$ kcalh

$G_{F12} = \frac{Q_k}{q_K}$ kf / h　　$Q_O = G_{F12} q_O$ kcal / h

$N_e = \frac{G_{F12} Al_O}{860 \eta_k}$ kw，式中 $\eta_k = 0.70$　$\varepsilon = \frac{q_O}{Al_O}$

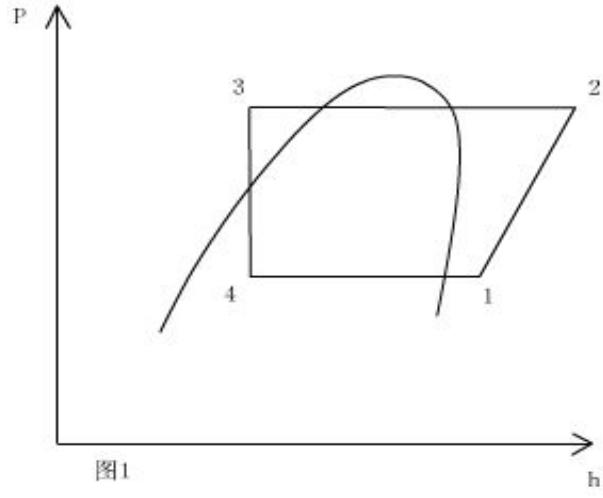


图1

五、实验记录附表

实 验 时 间

年　　月　　日

时

项目 / 数据 / 次序	蒸发器出口温度和压力		压缩机吸入温度和压力		压缩机排出温度和压力		冷凝器出口温度和压力		冷却水进出水温度		冷却水流量	
	t	p	t	p	t	p	t	p	i_{w1}	t_{w2}	G_W	
1												
2												
3												

六、计算结果

1、本试验对哪些问题作了简化，试分析对试验准确性有何影响?

2．如改变冷凝温度、蒸发温度对制冷量、轴功率有何影响?

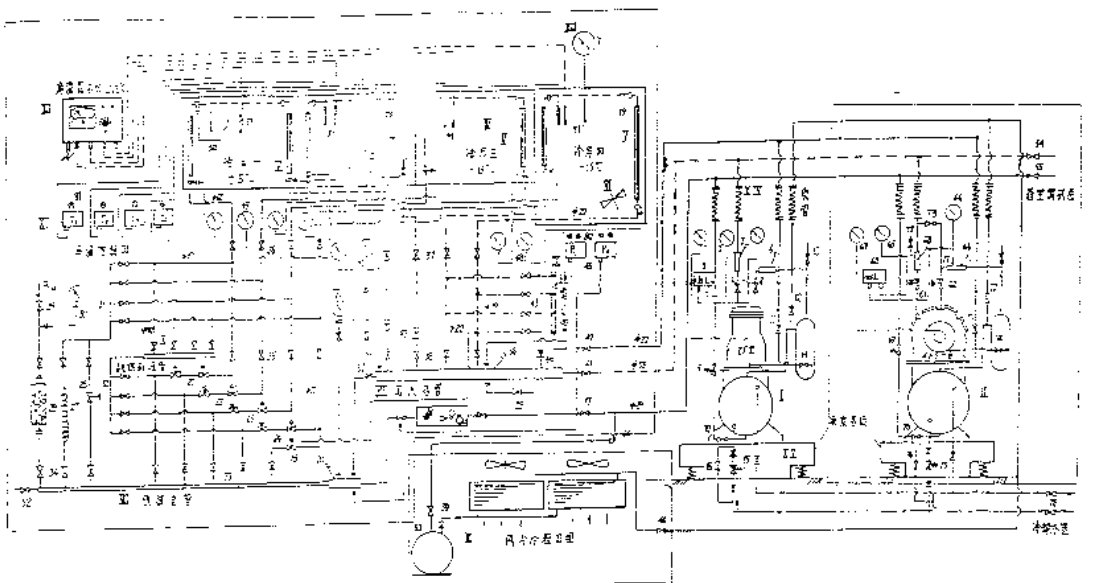


图 2　船舶四间多用教学模拟试验冷库制冷系统图

Ⅰ－2F10 压缩冷凝机组　Ⅱ－4FS7B 压缩冷凝机组　Ⅲ－风冷冷凝机组　Ⅳ－冷库　Ⅴ－冷库高发盘管　Ⅵ 冷库冷风机组　Ⅶ 供液总管　Ⅷ－回气总管
Ⅸ－融霜总管　Ⅹ 融霜回液管　ⅩⅠ 库温控制仪　ⅩⅡ－库温指示仪　ⅩⅢ－库温指示表　ⅩⅣ 软管　ⅩⅤ－阀基架组
1.2－4F10 压缩机进、排比例　3.4－压缩机进、排气温度表　5.6.7－压缩机进、排气及油压力表　8－高、低压互制器　9－供液电磁总阀　10－止回阀　11. 融霜供气阀　12－冷凝器集液阀
13－放空气阀　14－回油阀　15－水电磁阀　16－水压调整止阀　17－供液总阀　18－过滤干燥器　19－高、低压表　20－供冰箱蒸发器压表　21. 22. 23. 24　供液电磁阀及热力膨胀阀(四平衡)
25－热力膨胀阀(外平衡)　26－手动膨胀阀　27－三通管节及装置　28－过滤干燥器　29－加制冷剂阀　30　加制冷剂压力表　31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40－不同用途的截止阀
41－冷凝回气总管　42－融霜总阀　43－各库融霜截止阀　44－风冷冷凝器供液阀　45－高、低压互制器　46－止回阀　47－低压阀　48－多库共气压力表　49－各库蒸发器出口压力表　50　盘管中位压力表
51　温度控制器,温度指示仪及指示表感温　52－备用阀　53－风冷冷凝电磁器　54. 55－排空调试控台制冷机组的截止阀　56－回气温度表　57－高、低压旁通阀
58. 62－4FS7B 压缩机进、排比例　63. 64－进、排气温度表及备用阀　65. 66. 67－进、排气压力表及压差表　68－高低压控制器　69－供液电磁总阀　70－止液阀　71－融霜供气阀　72－冷凝器集液阀
73－手动(自动)融霜开(或自动回液旁通电磁阀)　74－回油阀　75－水电磁阀　76－水截止阀　77－备用阀　78－进、排水总阀　79－回通接头(Z26.32.22)　80－高低压控制器指示灯　81　冷库温度控制器指示灯

实验五　辅锅炉运行操作与管理实验

一、实验内容

1．熟悉船用辅助锅炉设备及系统，包括锅炉本体、燃烧设备、附件及相关系统。

2．锅炉的点火、生汽、运行和停炉的正确的操作步骤和技术要求。

二、实验设备

船用燃油火管辅助锅炉。其主要参数为：

1．额定蒸发量：0.5T/h

2．制造厂设计工作压力：1.0Mpa

3．最新登记工作压力：0.3Mpa

4．锅炉本体传热面积：10m^2

5．炉膛容积：0.9m^3

三、实验要求

1．要求熟悉船用辅助锅炉设备及系统，包括锅炉本体、燃烧设备、附件及相关系统。

2．掌握辅助锅炉冷炉点火与生汽的正确操作步骤和技术要求。

3．掌握辅助锅炉运行管理的正确技术。

4．掌握辅助锅炉的正确的停用步骤和正确的保养方法。

四、实验方法和步骤

（一）辅助锅炉设备及系统的认识

船用辅助锅炉设备及系统，包括锅炉本体、燃烧设备、附件及相关系统的介绍，由实验老师讲解。

（二）辅助锅炉冷炉点火与生汽

1．点火前的准备

① 在准备点火生汽前，应仔细检查锅炉各部分（如锅炉本体、燃油系统、燃烧装置、风道及烟道等）和附件（如水位计、压力表、给水阀、停汽阀、空气阀、安全阀等）、汽水系统、自动调节系统和报警系统是否正常。

② 上水前应检查炉水舱中水的质量，并加入水处理药剂，使炉水的碱度和磷酸根值符合规定要求。上水时除空气阀、压力表阀和水位计的通汽阀和通水阀应处于全开位置、保持畅通外，其它阀门和入孔门、手孔门应一律关闭。锅炉停汽阀在关紧后应再回 1/4 ~ 1/2 转，以免生汽后阀杆受热膨胀将阀盘顶死在阀座上。并注意各部分有无泄漏，如发现泄漏则修复后才可继续上水。

③ 注意上水位置。随时观察水位计水位位置。

④ 检查锅炉日用油柜的油位、油温，放出油柜中的残水。开启燃油泵，检查管路上的油压，各连接处应无泄漏现象。完成上述操作后才能进行点火生汽。

2．点火生汽

① 手动点火前，应将风门开大，先启动风机进行预扫风将炉膛内积存的可燃油气吹尽。

② 手动点火时，先关小风门，将点燃的点火棒由点火孔伸入放在喷油器喷嘴下

方，打开速闭油阀，使喷油器喷油着火。注意点火时操作人员应站在点火孔的侧面，以防炉爆或回火伤人。着火后应立即将风门开大。若一次点火失败，则应马上关闭油阀停止喷油。第二次点火前，仍须进行预扫风过程，方能再次点火。

③ 冷炉点火生汽时，开始燃烧不要太猛，也不要连续燃烧，一般烧 0.5 ~ 1min，停 10 ~ 15 分钟，以避免各部分冷热不均匀产生过大的热应力。

④ 生汽过程中，当发现空气阀有蒸汽喷出时应将其关闭，并冲洗水位计数次，使水位计逐渐加热。在汽压升至工作压力的 80% ~ 90%时，由人工手动强行开启安全阀，以冲洗阀座上的杂物等，防止漏汽。当汽压达到额定工作压力后，再冲洗一次水位计，并人为地把汽压提高到安全阀开启压力以检查其灵敏性。再进行表面排污。

完成上述操作后即可开始供汽，并将锅炉由手动改为自动操作。

⑤开始供汽前，应先进行暖管，即开启主汽管上的所有泄水阀，将残水放尽。再微开主停汽阀，等到开启的泄水阀有蒸汽放出时将泄水阀关闭。再慢慢全开主停汽阀，开始正式供汽。

（三）锅炉的运行管理

1． 水位监视

① 首先锅炉运行时注意检查锅炉水位，水位应保持在 1/2 ~ 1/3 水位计高度处，且不停的波动。按时冲洗水位计，谨防假水位。

② 注意给水的温度和水的质量，观察凝水系统和热水井是否有油，决不能让油液进入锅炉。定期清洗和更换热水井内的过滤器。

③ 按规定定期进行表面排污、底部排污。排污时应注意锅炉水位，以防止“失水”。

2 燃烧状态监视

① 注意检查油泵油压、预热器的加热温度和喷油器的工作状况，调节好风压和风量。

② 经常观察炉膛中的火焰和烟囱的排烟颜色。燃烧良好时，火焰呈麦黄色，炉内烟气稍透明，排烟呈淡灰色。

3 保持蒸汽压力

蒸汽压力的上限应保证低于安全阀的起跳压力，下限则保证满足各用汽场所的要求。根据蒸汽压力的变化，调节好风、油的比例，既保证良好的燃烧又保持蒸汽压力的基本稳定。

4 给水及炉水品质的管理

① 炉水化验

② 炉水处理

（四）锅炉的停用与保养

1 停用

① 停炉之前,将自动改为手动操作。

② 关闭燃油预热器加热阀、喷油器的进口阀，并停止燃油泵。

③ 通风机继续运行 2 min 左右，吹尽炉内的油气后再停机，并关闭锅炉风门。

④ 关闭炉顶停汽阀。

⑤ 上水，提高炉内水位。在水位升高后开启锅炉上排污阀进行表面排污，然后再使水位上升至水位计 3 / 4 处，以防炉内水因气泡消失后水位下降而使部分受热面露出水面而过热。

⑥ 熄火后应使锅炉自然冷却，当汽压降至 0.1MPa 左右时，方可进行底部排污。

⑦ 待锅炉内无压力显示时，打开空气阀，以免炉内产生真空。

2 保养

① 短期停炉 1 ~ 2 天时，锅炉处于备用状态，锅炉水位应保持在水位计中部偏高处。

② 停炉时间较长，但不超过一个月，可用浸水法处理。即先将水位保持在正常水位，然后点火升汽，利用蒸汽将炉内空气全部驱尽后立即关闭空气阀。等炉水冷却后再上满。

③ 停炉时间超过一个月时，则必须采取干燥法保存锅炉。即将炉内洗净，烘干，放入干燥剂（如生石灰、氯化钙等）密封起来。但应注意，干燥剂应置于开口容器内，不得直接与锅炉钢板接触。

五、实验报告

1、简述炉水水位控制原理。

2、简述冲洗水位计的操作。

广州航海学院



“船舶主推进动力装置”课程

实验指导书

实验地点 _____ 实验时间_____

学　　院 _____ 班　　级 _____

姓　　名 _____ 学　　号 _____

成　　绩 _____ 指导老师 _____

年　　月　　日

实验成绩表

实验一 喷油设备拆装及喷油雾化与供油正时演示实验

实验二 分油机的拆装及其系统操作演示实验

实验三 副柴油机运行管理演示实验

实验四 主柴油机运行管理演示实验

实验成绩表

项　目		预习报告	实验表现	实验报告	成绩	批阅教师
分　值		20 分	30 分	50 分		
实验项目	喷油设备拆装及喷油雾化与供油正时演示实验					
	分油机的拆装及其系统操作演示实验					
	副柴油机运行管理演示实验					
	主柴油机运行管理演示实验					
实验总成绩						

实验一 喷油设备拆装及喷油雾化与供油正时演示实验

一、实验目的

1.了解典型组合式高压喷油泵供油正时的测量与调整的方法。
2.熟悉典型单体式喷油泵、典型喷油器的结构与基本组成部件。
3.掌握喷油器雾化试验的方法与要求。

二、喷油泵拆装及供油正时的检查与调整

（一）典型回油孔式喷油泵结构简介

柴油机燃油系统设备中，喷油泵是必不可少的、重要的精密部件。由于使燃油获得雾化所需的高压是由喷油泵所产生的，所以它又叫高压喷油泵。喷油泵由泵体、出油阀总成、控制套筒与齿条、弹簧与弹簧支承座、导程筒与卡环、柱塞套筒偶件、进油口接头、出油口接头等组成，如图 1 所示。现以国产典型产品 6300 型柴油机回油孔式喷油泵为例说明，其结构特点如图 2 所示。

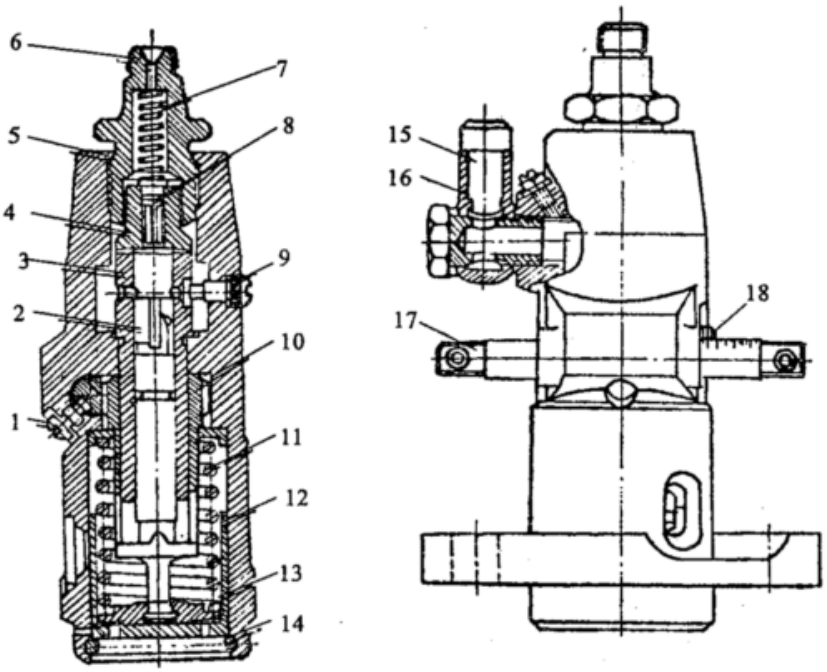


图 1　回油孔式喷油泵的纵剖面图和侧视图

1-销钉；2-柱塞；3-套筒；4-出油阀座；5-油泵泵体；6-出油管接头；7-出油阀弹簧；8-出油阀；9-定位钉；10-调节齿套；11-柱塞回程弹簧；12-导向套筒；13-弹簧下座；14-卡簧；15-放气螺钉；16-进油管接头；17-调节齿条；18-指示片

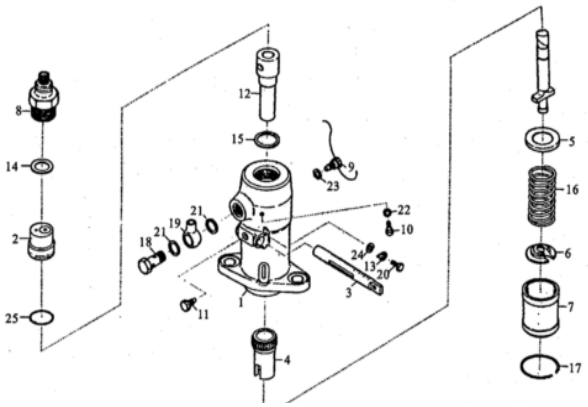


图 2　回油孔式喷油泵的的分解剖视图

1-泵体；2-出油阀总成；3-齿条拉杆；4-控制套筒；5-上部弹簧座；6-下部弹簧座；7-导程筒；8-出油阀紧座；9-柱塞套筒定位螺丝；10-放气螺丝；11-齿条导向螺丝；12-柱塞套筒偶件；13-齿条刻度指针；16-柱塞弹簧；17-卡簧；18-油管接头空心螺丝；19-油管接头；20-齿条刻度指针固定螺丝；14、15、21、23、24-垫圈；25-“O”型橡胶圈

（二）典型回油孔式喷油泵解体及精密偶件检验

由于喷油泵是精密部件，平时不允许随意拆卸，只有在工作时间已达到预防检修周期或确认此喷油泵有故障时，方才进行拆卸检修。右下图为出油阀拆卸工具简图。喷油泵的工作原理是在柴油机工作时，在供油凸轮轴的控制下按发火顺序和负荷的大小以一定的燃油压力、一定数量的燃油和供油规律泵出燃油，然后经过喷油器的雾化而进入气缸的燃烧室。

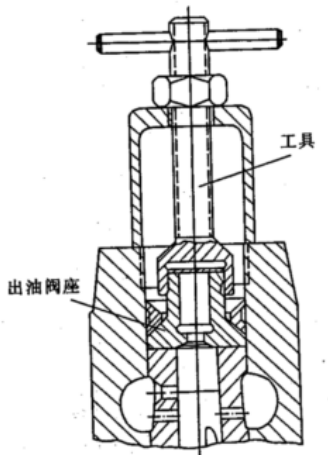
1.喷油泵的拆装准备

⑴ 预先准备好拆卸工具、专用工具、木垫等物品。

⑵ 拆卸时不得碰坏精密件，更不许互相调换，尤其柱塞套筒偶件，应成对地放置于清洁的煤油或轻柴油中。

⑶ 需要在虎钳上拆卸时，除粗糙件外，有配合面或装配面的零部件需在台虎钳夹口上准备好紫铜皮衬垫。

⑷ 喷油泵分解中遇到部件很难拆卸时，应放在油中浸泡，严禁敲锤，以免破坏原有的配合间隙，造成零部件损坏。



出油阀拆卸工具

⑸ 拆卸前注意喷油泵各部分原来的技术状态与其他零件的连接方法，并检查其运动是否活，检查有无损伤、缺陷。注意重要零件的装配记号或自作记号，以便装复。

2.喷油泵的分解过程

如图 2，现以 6300 型柴油机喷油泵为例讲述分解过程的要求如下。

⑴ 将泵体外部清洁干净后下部在台虎钳上夹紧（注意不可夹得太紧），旋出出油阀紧座 8，取出弹簧，并用专用工具取出出油阀总成 2，如上图所示；

⑵ 松开虎钳将泵体倒立在平台上（视操作情况亦可用台虎钳夹住），用力把柱塞导程筒 7 压下去，再用内卡簧钳将卡簧 17 取出（注意不要让它弹出伤人）。然后，再缓慢松手使导程筒

上升（以免导程筒弹出丢失零件）至无弹力后，取出导程筒和弹簧下座及弹簧，见图 2 分解所示；

⑶ 依次抽出柱塞 12 及控制套筒 4，弹簧上座；

⑷ 这时将泵体正置，拧出齿条限位螺钉，取出齿条拉杆，旋出定位螺钉 9 后，用手指或铜棒将柱塞套筒由下往上顶出。至此喷油泵零件已全部分解完毕。

3.出油阀偶件检验

出油阀和阀座是高压油泵中的一对精密偶件，在高压油泵中起着蓄压、止回和减压作用。等容卸载式出油阀偶件的构造形式如下图所示。

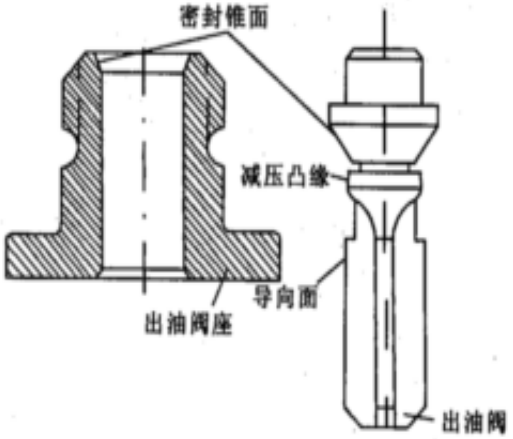
出油阀偶件的检验及注意事项如下：

⑴ 偶件清洁应用干净的轻柴油或煤油清洗；最好是用软毛刷或软布进行擦洗。严禁用棉纱头或破布，以防纱尘、毛头粘附偶件的工作表面。

⑵ 偶件擦净后可借助放大镜对出油阀的工作表面进行观察，检查有无明显的和严重的磨损、腐蚀、裂纹等缺陷。

⑶ 握紧出油阀座上下抽动出油阀检查有无卡堵现象。

⑷ 滑动性检验。拉出出油阀一半（即出油阀全长的一半），放手后靠本身的自重缓慢降落，直到落位为止。如果降落太快，则说明间隙过大不能继续使用。如果降落至某一点卡住，应查明原因，否则也要更换。正常时应自由缓慢下落，在阀座孔内的任一长度与角度位置时不应感到局部有阻力或卡阻等现象。



出油阀偶件

⑸ 密封性检验。①用大拇指和中指拿住出油阀座，食指按压住出油阀本体，用嘴吸住出油阀座底平面的孔放掉食指，若能用嘴吸住出油阀本体，说明阀的锥面密封性良好。②用手指按住阀座下孔垂直放置，将出油阀放入阀座中，当减压凸缘进入阀座时，轻轻按下出油阀，可以感觉到有空气压力，放手时出油阀能轻轻弹起，说明出油阀的减压凸缘密封性良好。

4.柱塞套筒偶件检验

柱塞套筒偶件是喷油泵中的又一对精密偶件：由于柱塞与套筒的配合间隙只有 2 ~ 3μm，因此即使是偶件工作表面的微小损坏也会严重影响燃油系统和柴油机的正常工作。

柱塞套筒偶件的检验及注意事项如下：

⑴ 在套筒的上、下孔周围发现磨损或摩擦痕迹，柱塞的边缘尤其是上、下螺旋形槽的岸部边缘，应仔细检查有无缺损，如果有将影响供油量，均不能继续使用，必须柱塞与套筒同时成套更换。

⑵ 不论柱塞或套筒，发现伤痕后，不得用具有研磨性的材料磨合后继续使用。套筒密封平面，均应认真检查，不许有轻微的毛刺、油斑、伤痕及裂痕，如有轻微的油渍斑、伤痕，可用少量很细的研磨粉，粒度约 300 目，散于平板上进行研磨．最后用 3 ~ 5μm 的氧化铬研磨膏精研，但必须注意防止偏磨和研磨过度。

⑶ 柱塞套筒工作表面还会有纵向拉痕、磨损、卡住甚至咬死的情况，主要是燃油净化不良，机械杂质较多，配合间隙过小和零件材料工艺处理不当所引起的。出现上述情况应将柱塞套筒成套更换新件。

⑷ 滑动性检验。将柱塞与柱塞筒清洁干净后，使柱塞从垂直倒放的套简中拉出 40 ~ 50mm（约柱塞全长的一半），放手后靠柱塞自身重缓慢降落，直到柱塞全部进入套筒为止，降速太快

说明间隙太大。如果在降落过程中至某一位置卡住，要查找原因。正常的情形是缓慢降落，毫无阻碍。在套筒内旋转柱塞至任何长度与角度位置时应无阻力、无塞卡现象。

⑸ 密封性检验。用手将套筒顶面上的孔以及进油孔、回油孔紧密封闭，然后将柱塞向外拉，拉出约柱塞全长的一半后松手。如果其配合间隙正常，则应缩回到原来的起点。如果间隙较大，则拉动时不感费力，并有空气渗入，回弹的真空作用力不强，它又不能回到原起点，这样可判断磨损或变形情况。

（三）典型回油孔式喷油泵组装

1.组装过程中应注意事项

⑴ 组装时，必须注意零件和衬垫物的清洁。偶件工作面禁止用棉纱头或布去擦拭，防止纤维残留在配合间隙内引起卡滞。

⑵ 喷油泵高压油管接头不要拧得过紧或过松，太松易使阀座与套筒接触端面漏油，太紧会使阀座和套筒变形，最好用扭力扳手拧到规定值。组装时应及时左右拉动齿条拉杆，检查柱塞在套筒内的运动，是否有卡阻或呆滞的现象并作及时处理。

⑶ 确保套筒、柱塞、油量调节筒、齿圈、齿条的安装位置关系正确，调节机构运动灵活。

⑷ 注意有孔和实体螺钉各自的位置，不要弄错，垫圈应按规定垫上，防止漏油。

2.组装程序

⑴ 将柱塞套筒从泵体上部装入泵本体的套筒孔内，装入时应注意柱塞套筒上的长方形定位槽，应对准泵体上的定位螺钉孔（柱塞套筒的定位槽一般都在进（回）油孔的对面）。将定位螺钉套上密封铜垫后拧入定位螺钉孔中，螺钉应对正柱塞套筒定位槽，不得顶住套筒外圆体，也不得顶住柱塞使之卡住。可用手转动和顶推柱塞套筒下端，看能否使柱塞套筒上下移动1～2mm和左右微动。如能，则安装正确。

⑵ 将出油阀总成装入泵体内，其底面与柱塞套筒顶面直接接触（有的泵靠橡皮圈密封），将出油阀弹簧装上后旋上出油阀紧座并拧紧。拧入时要回松几次，最后要按规定力矩拧紧，过紧会使柱塞变形，柱塞运动发生阻滞。之后可将柱塞装入柱塞套筒内拉动几次，检查柱塞装入套筒后运动是否自如，如有发滞现象，及时处理直至合乎要求。

⑶ 将泵体倒夹在台虎钳上，把供油齿条插入齿条孔内。齿条上打有记号的齿应位于泵体的孔中央（有的车削一条圆弧），然后将控制套筒慢慢套入泵体的孔中央柱塞套筒上。放入时应注意控制套筒齿圈上有记号的齿要对准齿条上有记号的齿谷。拉动齿条检验其是否在全行程中运动灵活，按住控制套筒，齿条的游动间隙应在0.1～0.2mm之间。

⑷ 将柱塞弹簧上座与柱塞弹簧依次装入泵体中，再将柱塞弹簧下座套在柱塞尾端上，然后小心地插入到柱塞套筒内。插入时必须使柱塞凸耳上的记号对准控制套筒直槽上的记号。

⑸ 在确认柱塞、柱塞套筒，控制套筒齿圈、齿条相互装配记号位置正确后，将柱塞导程筒装入泵体中，用力压下（也可以用专用工具压下）导程筒，之后将卡簧装入泵体的环槽中。

⑹ 将套有密封紫铜垫的放气螺钉拧紧到油泵本体上。

⑺ 将喷油泵装在喷油器试验装置上，手动泵油检验油泵工作是否正常。

3.喷油泵总成的密封性检验

检验准备及注意事项，参见图 4。

⑴ 喷油泵必须正确装配完整。

⑵ 检验所需的工具、仪表，必须清洁干净。油料需用轻柴油等。

⑶ 安装固定好所检验喷油泵。

⑷ 注意拉动油量控制齿条拉杆，检查其是否灵活自如，然后接上油管及装上压力表泵油，用螺丝刀或扳手拧松放气螺钉排放泵内空气，并拧紧。

⑸ 在泵油同时，检查所有连接处及螺钉位有否滴、渗漏油现象并及时排除。

⑹ 密封性检验：

①综合检查。用手动泵油，慢慢加压手动泵油手柄，直至达到说明书规定的泵油压力时停止泵油，并按住泵油手柄不动，观察压力表指针的动向，此时压力读数若能在说明书规定的时间内保持不减小（一般保持时间不小于30 s），则认为密封性良好。否则，应分别检查密封不良的原因在何处，并予以处理。

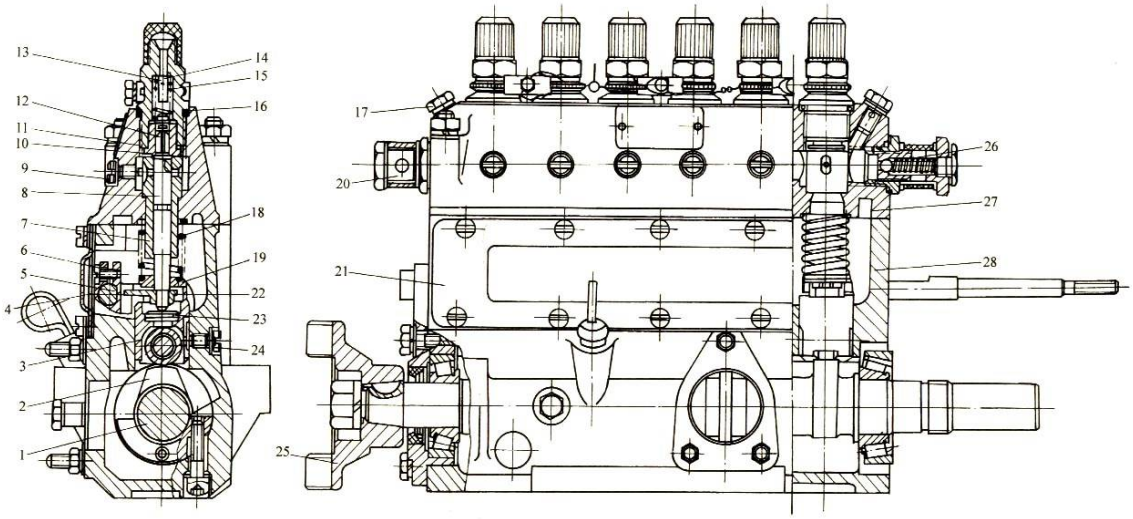
②出油阀检查。若上述①不合格，则继续手动泵油，直至油泵说明规定的压力停止泵油，并松开泵油手柄。由于泵油手柄松动，柱塞自然下行，这时若压力表读数基本保持不变，则认为出油阀密封性良好。否则要对出油阀与阀座锥面进行研磨，研磨后的密封带宽度应该在0.3～0.5mm之间。

③取出出油阀检查。取出出油阀后重复上述①步骤，若压力下降很快，则说明柱塞偶件漏油，柱塞套筒磨损。

柱塞套筒偶件磨损较重时应换新件。密封不良的出油阀（如果问题不很严重）应使偶件互研，一般可以恢复密封。出油阀偶件和柱塞套筒偶件之间的平面密封面可分别在水平的玻璃板或光洁的平台上研磨，使之密封性得到恢复。如果套筒与泵体之间的密封性不良，此处漏油可在泵体下部查出。

（四）典型组合式高压喷油泵供油正时的检查与调整

燃油喷入气缸的点与上止点之间的曲柄转角，称为“喷油提前角”，也称喷油正时或喷油定时；而喷油泵开始供油点与上止点之间的曲柄转角，称为“供油提前角”，也称供油正时或供油定时。喷油提前角主要由供油提前角决定，而供油提前角则是由喷油泵凸轮的位置来决定（即凸轮的凸缘所处的方位）。在标定工况下的供油提前角是由工厂试验确定的。下图为6160型柴油机的组合式喷油泵的纵剖面图和侧视图。但是在实际工作中由于燃油品质变换，运行中磨损量的增加，检修之后原角度位置（喷油泵的凸轮轴与供油驱动齿轮轴的配合关系）的改变等因素都须对供油提前角重新调整。



1.供油正时检查与调整前的准备

⑴ 供油定时检查调整之前，应先检查飞轮壳上的上止点指针位置的准确性后方可进行。参见下图。

⑵ 对燃油系统油料进行检查，并使系统内充满燃油。

⑶ 用手动泵泵油排除燃油系统中的空气，其方法是拧松泵体上的放气螺钉，利用手动输油泵泵油，直到放出的油中不含空气泡为止，并拧紧螺钉。

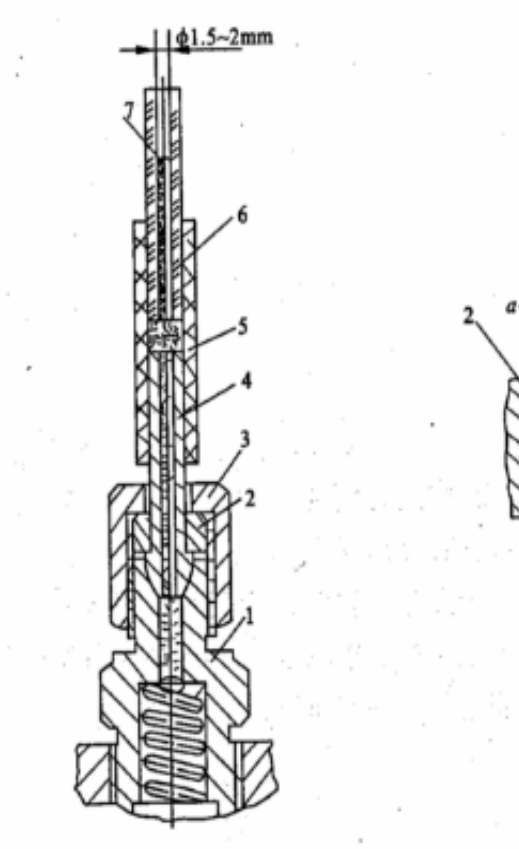
⑷ 将喷油泵齿条置于供油位置，并拆下第一缸高压油管。

2.供油正时的检查

用“冒油法”检查（以四冲程 6160 型柴油机使用的组合油泵为例）：

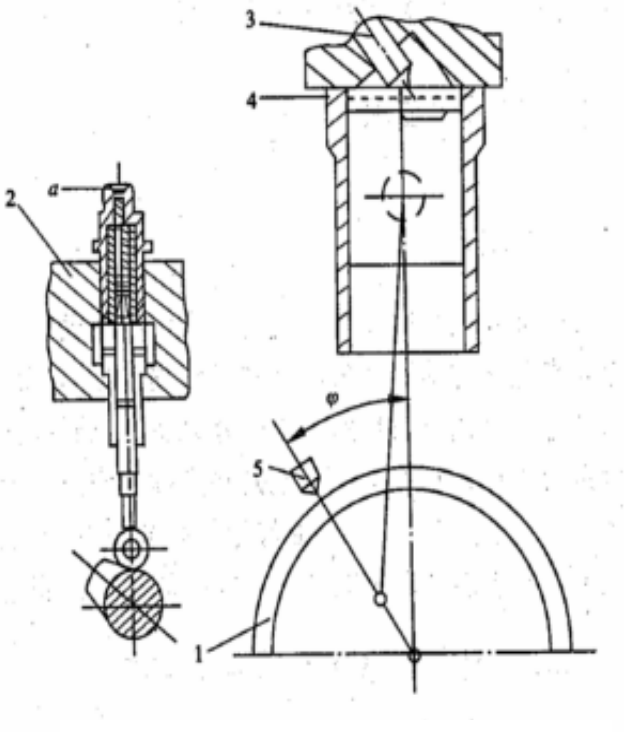
⑴ 按曲轴工作转向转动飞轮，使第一缸活塞位于压缩冲程上止点附近。此时若略转飞轮，第一缸进、排气阀均应不动作。对于四冲程柴油机，若同时观察与第一缸曲拐在同一平面的另一个气缸的进、排气阀，应处于气阀重叠角位置，即进、排气阀均开启。这时，上止点指针应对准飞轮上的第一缸的“0”刻度线。当拆下组合式喷油泵前盖板观察时，第一缸柱塞弹簧应约处于压缩状态，但不是全压缩状态。

⑵ 反向转动飞轮30° ~ 50°，用螺丝刀撬动第一缸柱塞，观察出油阀紧座孔中出油是否带有气泡，当不再冒气泡时即可停止撬动，用棉纱头吸去多余柴油，使平静油面保持与出油阀紧座油孔平齐或靠近倒锥下部一点。也可在第一缸分泵上拧上如下左图所示的带玻璃管的接头来观察供油始点。预先用螺丝刀撬动柱塞向玻璃管内压油，当管内出现油柱时便停止撬动。



用玻璃管观察供油始点

1-喷油泵；2-垫圈；3-螺母；4-钢管；5-橡胶管；6-玻璃管；7-油面



供油提前角检验示意图

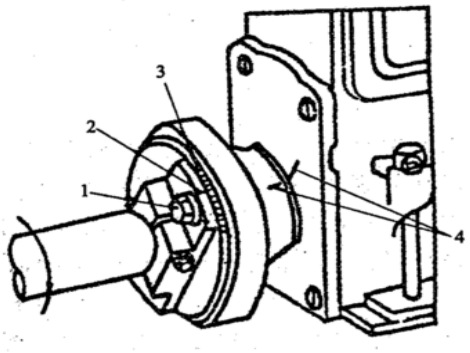
1-飞轮；2-喷油泵；3-喷油器；4-上止点；5-指针；

φ-供油提前角；α-油面

⑶ 按曲轴工作转向缓慢而均匀转动飞轮。同时密切注意出油阀紧座孔中（或玻璃管中）油面状况。当油面刚一发生波动的瞬间立刻停止盘车，此时即表示第一缸开始供油。根据上止点指针所指飞轮刻度便可得到供油提前角，如右上图所示。此角度应该在该型柴油机规定的供油

提前角的范围内。

同时，对组合式喷油泵，油泵端盖板上的刻度线应与喷油泵凸轮轴联轴接合器上的定时刻度线对齐（如下图所示）。



组合式喷油泵定时刻度线

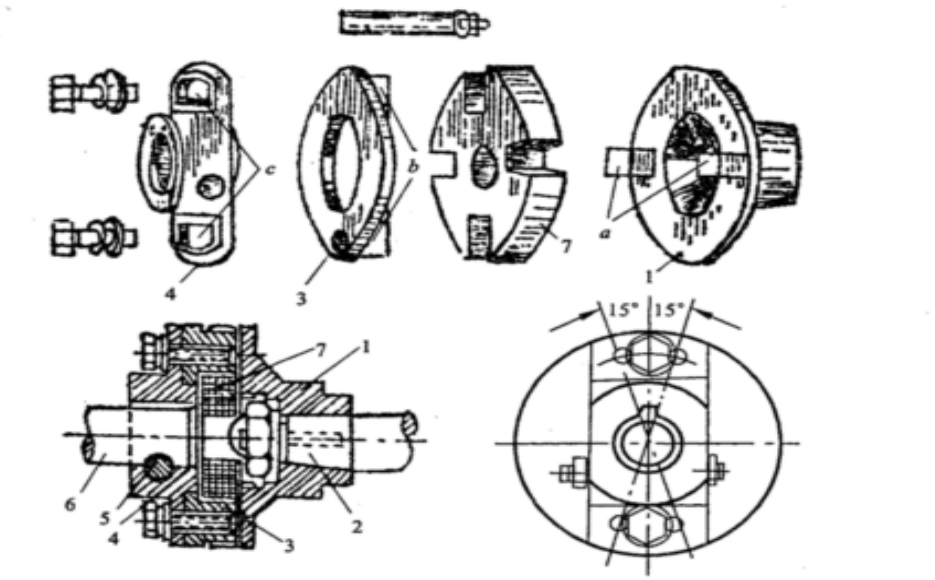
1-锁紧螺钉；2-基准线；3-分度线（每格 3°）；4-定时刻度线

3.供油定时的调整

组合式喷油泵供油定时的调整方法之一：

⑴ 按结构概述：如下图所示，组合式喷油泵接合器主要由两个凸缘盘组成，装在驱动齿轮轴 6 上的驱动凸缘盘 4 和装在喷油泵凸轮轴 2 一端的从动凸缘盘 1，两凸缘盘用螺钉连接。驱动凸缘盘安装螺钉的孔是弧形的长孔。松开螺钉，就可以变更两凸缘盘间的相对角位置，从而也就变更了整个喷油泵的供油提前角。

⑵ 调整方法



喷油泵接合器

l-从动凸缘盘；2-喷油泵凸轮轴；3-中间凸缘盘；4-驱动凸缘盘；5-销钉；6-驱动凸轮轴；7-夹布胶木垫盘；*a*，*b*，*c*-凸缘

对组合式喷油泵松开联轴器接盘上的两个螺钉，用手抓住（或用管子钳卡住）油泵侧的接

合器接盘。当喷油定时需要提前（或滞后）时，则反工作转向（或顺工作转向）缓慢转动飞轮，使油泵传动轴侧的接合器接盘（驱动凸缘盘）相对于油泵凸轮轴转过一个所需的角度，传动轴接盘上刻有分度线，每格相当于3°曲柄转角，然后将两个螺栓拧紧，再按上述方法重复检查一遍，直到供油提前角符合规定为止。

组合式喷油泵供油定时的调整方法之二：

组合式喷油泵还可通过改变各分泵的驱动机构来单调各分泵的供油正时，驱动机构主要由滚轮式挺杆和喷油泵内凸轮轴组成，一般有如下两种类型：

①调整螺钉式。它是通过旋转各分泵驱动机构中滚轮体上的调节螺钉，改变滚轮体的工作高度，从而改变柱塞与喷油凸轮的相对位置，即改变供油提前角的。方法是松开锁紧螺母，将螺钉往上旋，则柱塞向上移动，供油提前角增大；反之则减小。

②调整垫块式。它是通过增减各分泵驱动机构的滚轮体中的调节垫块来改变供油正时，增加垫块则滚轮体中挺杆上升，从而使分泵的柱塞向上移动，供油提前角增大；反之则减小。

三、喷油器拆装及喷油雾化试验

（一）多孔闭式喷油器分解

1.简介

喷油器是燃油系统中重要部件之一。喷油器的功用是将喷油泵所供给的高压燃油雾化，并以一定的速度、压力和方向喷入气缸，与空气混合，形成可燃混合气。

现对6300型柴油机多孔闭式喷油器给予介绍。如图3所示：喷油孔由弹簧12作用下的针阀2直接封闭。当喷油泵将高压燃油送至喷油器针阀体3内时，油压作用在针阀锥体上，当此力克服了弹簧的张力时，针阀被抬起，于是燃油经喷油嘴1的喷孔而喷入燃烧室。

从喷油器内沿针阀及沿各接合面渗至回油腔内的燃油沿管13引入回油总管排出。从接合面渗出的燃油，是经喷油器体端面的槽流入回油腔的。为使油孔对准，在喷油器体、限制盘及针阀体配有定位销17。喷油压力可用调压螺钉11来调整调压弹簧12的压缩张力来达到。

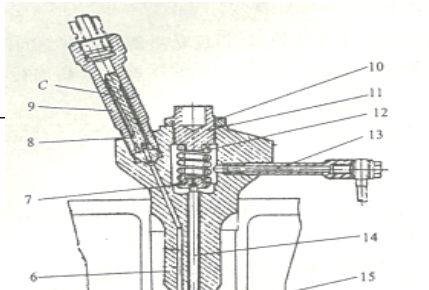
喷油器垂直装于气缸盖中心，喷嘴螺母外端面加工成球体，以此与气缸盖上相应的锥面配合密封，以防止燃气泄漏。密封胶圈16用压环螺母15压紧，使回油腔内的燃油不致从喷嘴螺母的丝纹上渗出。针阀与针阀体是研磨配对后形成的偶件，严禁调换其中任何一个部件。

2.分解时的注意事项

⑴ 喷油器外表面须在柴油中认真清洗并注意保护好喷油嘴头部。

⑵ 在分解过程中应特别注意零件不要沾上任何不洁物，尤其是喷油嘴偶件；不允许零件表面有压伤或擦伤痕迹。

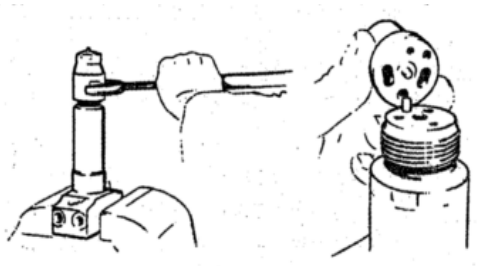
⑶ 针阀体表面任何时候都不允许用虎钳夹，以免针阀体导向工作面损伤和变形。



3.分解步骤

⑴ 将喷油器本体夹在有保护垫的台虎钳上，拆下喷油器尾部的调压螺钉、锁紧螺母及螺钉，之后取出调压弹簧和弹簧承座以及顶杆等其他零件，将拆下的零件放在清洁的轻柴油中浸泡以便清洗。

⑵ 将喷油器本体倒夹于钳台，用扳手拧下喷油嘴紧固螺母，取下喷油嘴，并使偶件成对放入轻柴油中（应单独用盆）浸泡以备清洗，下图所示为拆卸方法。



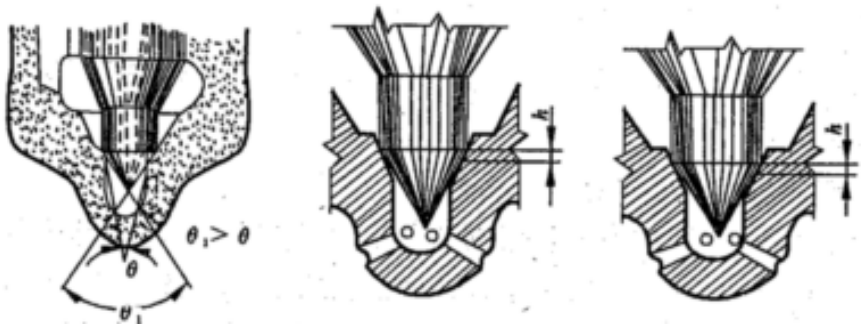
喷油器的拆卸

4.针阀偶件检验

针阀偶件主要的损坏形式是磨损。磨损主要发生在针阀锥面和针阀体座面、针阀偶件圆柱配合面上；其次是针阀体端面腐蚀和喷孔的孔径扩大或失圆。

针阀偶件的检验及注意事项如下：

⑴ 针阀偶件的锥部配合面之间实际上为狭窄的环形密封带（或称阀线）接触，密封带宽度 h 一般为 0.3 ~ 0.5mm，正确位置如下图所示。



(a) 锥面配合角度　　(b) 正确配合　　(c) 磨损后的配合

针阀偶件配合情况

θ_1 一针阀锥角；　　θ 一座面锥角

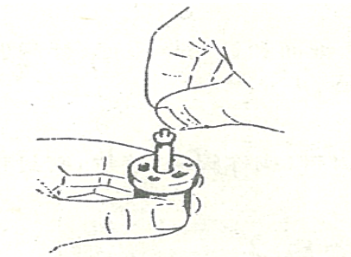
⑵ 一般当密封带的宽度大于 1mm 后，喷油嘴将不会很好地保证燃油雾化，因为密封带变宽后使接触压力变小，密封性变差。

⑶ 针阀偶件的配合精度可通过密封性试验来检查，最为简单的方法是滑动性试验，如左下图所示。

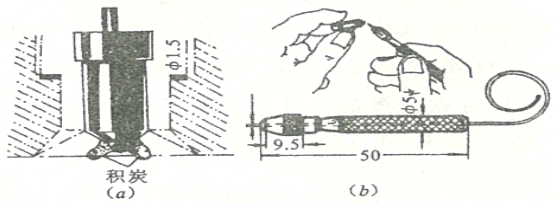
⑷ 滑动性检验。 将清洁的针阀垂直放置，针阀自针阀体中拉出 1/3 长度后，针阀在重力作用下缓慢落入阀座，不得有阻滞，也不可下滑太快。否则，说明有卡阻或者配合间隙太大。

⑸ 喷孔直径一般在 0.12 ~ 2.0mm 范围，喷孔数目 1 ~ 12 个，具体的喷孔直径、数目和分布随机型而异。喷孔直径变大是高压燃油夹带的杂质长期冲刷的结果。

⑹ 喷孔磨损后孔壁上出现细密的轴向沟痕。喷孔加大和失圆，其结果使雾化质量变坏。喷孔周围磨损严重时会产生积炭，不仅影响燃油雾化，也会使针阀体过热烧损而损坏。喷孔积炭可用铜丝和专用工具清除，如右下图所示。



针阀偶件密封性检查



针阀体喷孔积炭和通孔工具

（二）多孔闭式喷油器组装

1.喷油器组装准备及注意事项

⑴ 预先准备好工具，并清理台虎钳使之周围洁净。

⑵ 喷油器各零件经外观检验无损伤缺陷。

⑶ 喷油器针阀偶件的检验已符合规定要求，所需配件已准备好。

⑷ 要保证组装时，尤其是针阀与针阀体的结合面必须绝对干净。

⑸ 喷油器各零件的配合关系尤为重要，装配的顺序切勿弄错。

2.组装程序

⑴ 用台虎钳夹住喷油器本体(倒置)，在进油口接头处装好垫圈。

⑵ 将过滤器（形式各异）放入进油管接头管中，最好用压缩空气吹净，然后将接头拧紧在喷油器本体上（有的喷油器进油口接头管内设有过滤器）。

⑶ 先将喷油嘴偶件部分装在喷油器本体上（注意定位销），拧紧的外套螺母，并注意力度。

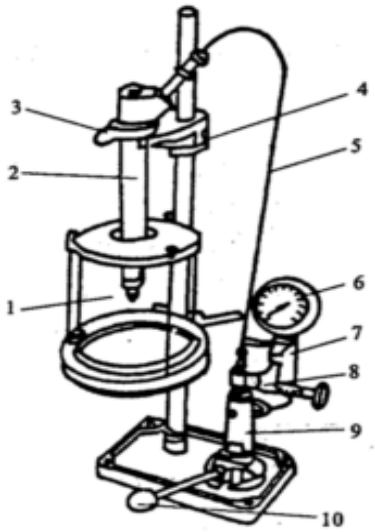
⑷ 将喷油器从台虎钳上松开，调头（正置）夹紧。装入顶杆及调压弹簧。

⑸ 旋入调压螺钉，直到接触调压弹簧为止，之后旋上锁紧螺母。

⑹ 组装完成后，应检查调试其密封情况、喷油压力和雾化质量等项指标。

3.多孔闭式喷油器总成密封检验

喷油器密封检验是利用喷油设备试验装置来完成的，如图 4 所示。它包括针阀与针阀体圆柱面和针阀与阀座锥面的两处密封性检验，及外部接头部位的密封检查。



喷油设备试验装置

1-玻璃罩；2-喷油器；3-支承环；4-支架；5-高压油管；6-压力表；7-盛油容器；8-截止阀；9-手动泵；10-手柄

⑴ 喷油器装上试验台后缓慢手动泵油，使燃油压力升至比规定的喷油压力稍低，观察其油压（表针指示）降落速度，反复进行几次，如降落速度过快，则说明针阀与针阀体之间间隙偏大，密封不良，产生漏油。

⑵ 按每分钟 10 次的速度泵油，使油压缓慢上升，直至油压略低于启阀压力时，察看油嘴附近是否有漏油现象。在 10s 内允许针阀喷孔周围稍微有些潮湿，如喷嘴滴油，可能是针阀与阀座锥面密封不良所致，无法消除的应更换新件。

（三）喷油器启阀压力检调

启阀压力保证着喷油器开始喷射时的最低喷射压力，它对雾化质量影响很大，每种型号的柴油机在说明书中都规定了喷油器的启阀压力，一般在 20~35MPa 内，这个压力可在试验台压力表上获得。

⑴ 用快喷频率泵油，让喷油器喷油并观察压力表指针的摆动幅度。

⑵ 用缓慢的速度压油泵泵油手柄，注意压力表指针向高压方向移动的情况。在喷油压力开始下降的那一瞬间记住压力表上的最高读数。

⑶ 重复上述动作，检查压力表读数与规定的喷油压力的差值。若太低，则顺时针旋紧调压螺钉；若太高，则逆时针旋松调压螺钉，直到满意为止，最后紧固调压螺母。

（四）喷油器雾化试验

喷油器雾化试验是对其偶件密封性的综合性检验，也可与上述各检验同时进行。喷油器无论快喷（120 次／min）、慢喷（20~／min），均应有良好的雾化质量，声音清脆，无滴油现象，方为合格。

⑴ 手动泵油时细心观察喷出燃油的形状、数目，喷雾的细度和均匀度应成雾状。

⑵ 喷出的燃油雾状，无肉眼可见的飞溅油粒、连续油柱和局部稀浓不均匀的现象。

⑶ 喷油开始和终了时声音清脆，雾炬的长度和扩散锥角良好，喷油始喷和停喷敏捷、利落。

⑷ 喷油开始和终了时不得有渗漏，允许喷孔周围有湿润现象，但不得有滴渗现象。

⑸ 当针阀直径大于 l0 mm 时，允许喷孔周围有油液聚集现象，但不得有滴或泄漏现象出现。

⑹ 试验的雾化状况如下图所示：

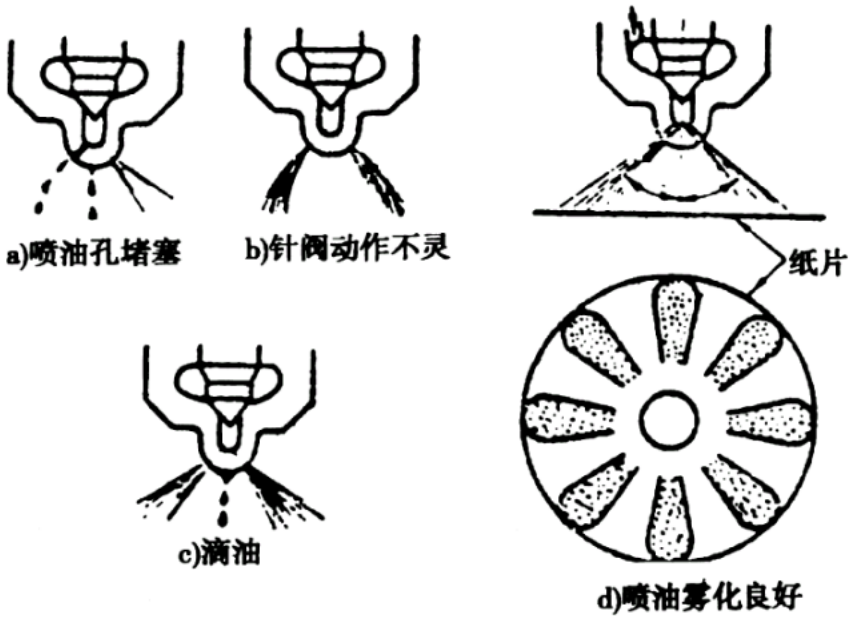
(a) 为雾化不良，是由于喷孔部分堵塞产生滴油现象；

(b) 为针阀动作不良产生喷雾方向偏斜，油粒粗大；

(c) 为针阀锥面磨损，密封性差，在喷雾的同时有滴油现象；

(d) 为正常喷射，雾化良好，雾花均匀分布，喷孔周围无滴、泄油现象。

喷油器的雾化试验是十分重要的,可根据其喷雾状况来检验喷油器的质量和分析故障所在。它直接关系到柴油的燃烧质量和柴油机的功率发挥。



四、思考题

1.回油孔式喷油泵的结构特点是什么?由哪些主要零件组成?

2.回油孔式喷油泵拆装时应注意哪些问题和喷油泵分解过程中有何具体要求?

3.柴油机为什么要求有供油定时？何谓供油提前角？何谓喷油提前角？

4.喷油器由哪些零部件组成?其各自的作用是什么?

5.在试验台上要对喷油器进行哪些调试试验？

6.喷油器为何要进行雾化质量检查?具体要求有哪些?

.

实验二 分油机的拆装及其系统操作演示实验

一、实验目的

1.了解工作条件变化时对分油效果的影响。
2.熟悉典型分油机的结构与基本组成部件。
3.掌握典型分油机系统的操作和运行要点。

二、分油机的拆装

（一）典型分油机结构简介

分油机是机舱净化燃油、润滑油的重要设备，目前船舶上广泛采用离心、分离片式自动排渣分油机。现以国外典型产品 DE LAVAL 某型分油机为例说明，其结构特点如图 1 所示。

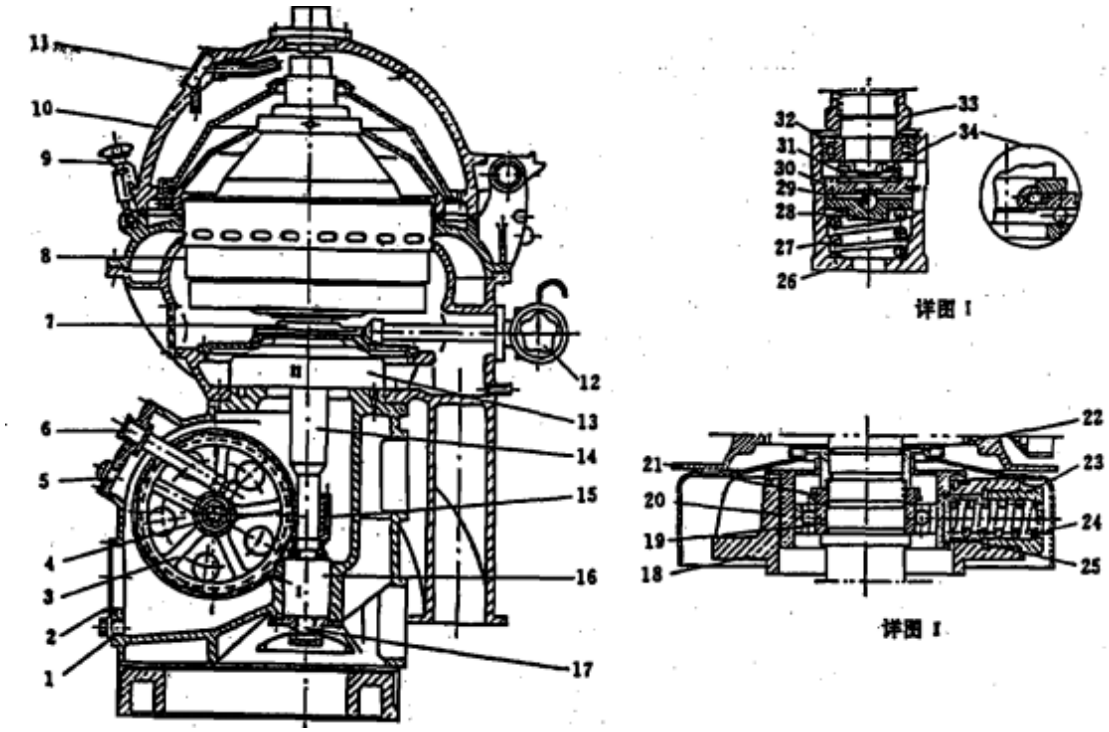


图 1　DE LAVAL 某型自动排渣分油机的纵剖面图

1-放油旋塞；2-油平面观察镜；3-大螺旋齿轮；4-水平轴；5-加油孔；6-计速器；7-配水盘；8-分离筒；9-压紧螺钉；10-分油机上盖；11-观察镜；12-控制阀；13-上部轴承；14-立轴；15-小螺旋齿轮；16-下部轴承；17-调节螺柱；18-上轴承座；19-向心球轴承；20-轴承外衬套；21-固定螺母；22-压紧盖；23-支承帽；24-径向减震弹簧；25-弹簧座；26-下轴承套；27-轴向减震弹簧；28-弹簧盘；29-滚珠；30-垫块；31-推力球轴承；32-球面双列向心球轴承；33-固定螺母；34-轴承止动圈

分油机主要由机械传动机构、分离筒、控制阀、齿轮油泵和机体等部分组成。分油机体下部安装分离筒 8 的传动机构。水平轴 4 由电动机经离心式摩擦离合器驱动，它又经过大、小螺旋齿轮 3 和 15 增速带动分离筒的立轴 14 以高速回转，其增速比为 1:4。计数器 6 在大螺旋齿轮 3 的前面（图示方向），由水平轴 4 经蜗杆蜗轮减速机构带动回转，其减速比为 20:1。水平轴 4 的另一端（图示的前端）带动两个齿轮泵，一个是进油泵，它吸入沉淀油柜中待分离的燃油，并经加热器预热后送到分油机上盖 10 中央的进油管；另一个是排油泵，它将净化后的燃油输送到日用柜。

立轴 14 的上部轴承 19 装在由六个呈辐射状的减振弹簧 24 支承的轴承套 20 内。减振弹簧 24 可吸收分离筒高速旋转时产生的径向振动。立轴 14 的下部设径向球轴承 32 和轴向推力球轴承 31。减震弹簧 27 可吸收螺旋齿轮传动所产生的轴向振动。转动机体下部的调节螺柱 17（为此备有专用内六角形扳手），可通过下轴承套 26 调节分离筒 8 的高低位置。

控制阀 12 的表盘上刻有“开启”、“空位”、“密封”和“补偿”四个位置。根据工作需要转动手轮就可完成分离筒的开启（排渣）和封闭（工作）。

（二）典型分油机的分离筒拆卸

1.拆卸注意事项

⑴ 分离筒是高速转动的机构，对其动平衡要求较高，因此，在拆卸分离筒时，应打上相应的记号，便于安装。

⑵ 拆卸时，应特别注意各密封环、密封面的情况，防止人为的损坏。

⑶ 应用专用工具进行拆卸。

2.分离筒的拆卸过程

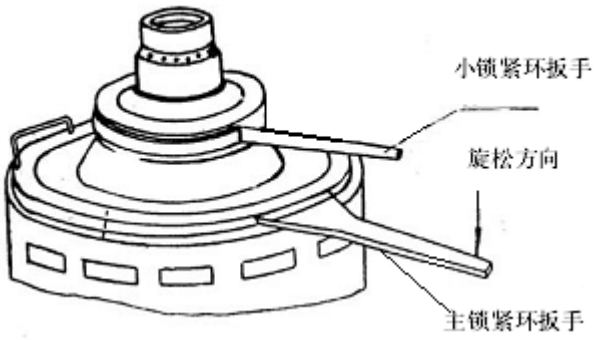
在解体分离筒前，应首先使分油机完全停下来，并准备好拆装所需要的场地和工具等。图 2 是分离筒的装配图，具体拆卸工作的步骤如下：

⑴ 拆除分油机外部的油、水管；

⑵ 松开分油机上盖 10 的手动扣紧装置 9，将分油机上盖打开并锁紧固定在分油机本体上；同时，用止动装置使分离筒固定；

⑶ 如下图，用专用工具顺时针旋掉比重锁环（小锁紧环）16，拿掉比重环 18；

⑷ 如下图，用专用工具顺时针旋掉分离筒盖主锁紧环 12；



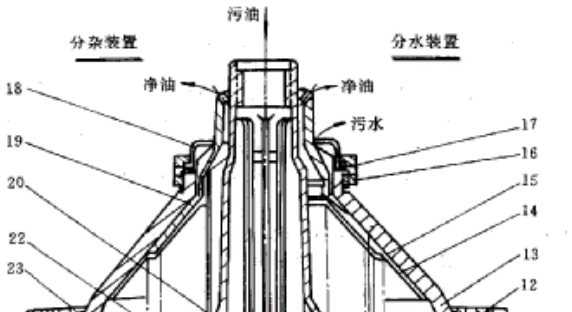
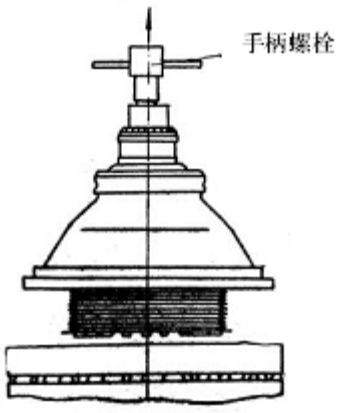


图 2　DE LAVAL 某型自动排渣分油机的分离筒装配图

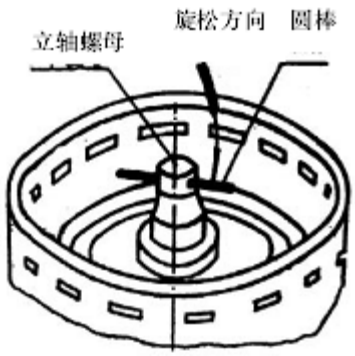
1-配水挡圈；2-底密封环；3-分离筒本体；4-导销；5-活塞；6-活塞环；7-导水销；8-盘架；9-滑块环；10-作用滑块（滑动圈）；11-密封环；12-主锁环；13-分离筒盖；14-颈盖；15-分离盘；16-比重锁环；17-顶密封环；18-比重环；19-杂质挡环；20-支座；21-活塞环衬簧；22-活塞内环；23-分杂质下盘；24-定位块；27 阀门座；28-平衡块；29-复位弹簧；30-弹簧座；31-螺栓；32-销；33-螺栓

⑸ 如下图，用小锁紧环及其专用工具吊出分离筒盖 13，并取下颈盖 14；

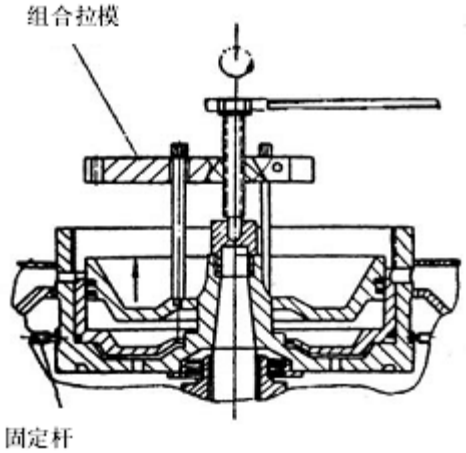


⑹ 取出分离盘 15，拿出盘架 8；

⑺ 如下图，用圆棒顺时针旋掉立轴螺母，并用专用工具取出锥形盘架支座 20；



⑻ 如下图，用专用工具吊出活塞 5（活动底盘），在这之前应将定位块 24 取出（见图 2）；



⑼ 拧出分离筒底部的三只螺栓 33，分离筒本体即可以从分离筒壳体内吊出，即松开止动器，用专用工具吊出分离筒本体；

⑽ 倒转分离筒本体，松掉弹簧座30上的六个紧固螺栓31，拿掉弹簧座30和16只复位弹簧，即可拆下滑动圈。

（三）典型分油机的分离筒装复

1.装复注意事项

分油机经拆卸、清洗检查后，确认所有零部件完好即可进行装配工作。同时在装配工作中应注意以下几点：

⑴ 仔细清洗分离筒的所有零件，并在活动部件的表面涂上润滑剂；检查各密封环的完好性，并疏通各通道和小孔，特别是分离筒活动底盘上的阻尼小孔（径向节流小孔）M 应仔细检查，保持畅通。

⑵ 分离筒部件刻有记号，重新装复时，不许随意更换零件，必须对准原来的装配记号。

⑶ 绝不允许将这台分离筒上的零件装到另一台分离筒上去，否则分离筒的平衡受到破坏，分油机工作时将产生强烈振动。

⑷ 要用专用工具进行装复。

2.分离筒的装复过程

装复操作的程序可按拆卸的反顺序进行。图 2 是分离筒的装配图，具体装复工作的步骤如下：

⑴ 装复滑动圈10，并上紧；

⑵ 装复分离筒本体3；

⑶ 装复活塞5时，待活塞上边缘对齐分离筒本体上的排渣口下边即可。

⑷ 装复锥形盘架支座（底盘架）20，此时应注意锥形盘架支座（底盘架）的导销孔要对准分离筒本体上的导销4（定位销）；并使立轴螺母按逆时针方向拧紧；

⑸ 将盘架8装在锥形盘架支座（底盘架）20上，使锥形盘架支座（底盘架）上的定位销固定住盘架8；

⑹ 按编号顺序依次将分离盘15由下而上装入盘架8；

⑺ 对准盘架8上的三条筋放好颈盖14；

⑻ 将装好尼龙密封环的分离筒上盖套入颈盖14。注意分离筒盖上的缺口要对准分离筒本体上的定位块24。尼龙密封环可用热水泡胀，便于装入分离筒上盖的槽内；

⑼ 将主锁紧环12螺纹部分涂上二硫化钼润滑剂，并按逆时针方向旋入分离筒本体3直至装配记号；

⑽ 将比重锁环16（小锁紧环）螺纹处涂上二硫化钼润滑剂，按逆时针方向旋入已装好顶密封环17和比重环18的分离筒上盖，并拧紧。

3.分离筒拆装一览表

拆卸步骤		
1	分油机上盖	8
2	比重环	7
3	分离筒上盖	6
4	分离盘及盘架	5
5	底盘架	4
6	活动底盘（活塞）	3
7	分离筒本体	2
8	滑动圈	1
装复步骤		

三、分油机系统的操作管理

（一）典型分油机系统的工作原理简介

图 3 系 DE LAVAL MAPX-207S 型半自动排渣分油机系统的整体结构略图，它主要由机架和机械传动装置、分离筒、输油系统和排渣控制装置等组成。此外，尚有油料滤器、转速指示等附属装置。



图 3　DE LAVAL MAPX-207S 型半自动排渣分油机系统略图

如图 4，在分离筒本体的壁上沿圆周方向分布着排渣孔，装配于分离筒内的活动底盘可以上下移动，其周向装有 O 型密封圈，将活动底盘的上下空间封闭隔离。同时，在活动底盘上方还装配有分离盘架，分离盘架上又套装着许多分离盘。如果在活动底盘和本体形成的空间内通以控制底盘启闭的工作水，在分离筒高速转动的情况下，由于工作水的作用半径大于被处理的油的作用半径，并且水的密度大于油，因此，活动底盘下方的压力大于底盘上方的压力，从而使活动底盘上移压紧在分离筒盖上，并由分离筒排渣密封圈保持密封，进行分油作业。如果设法把活动底盘下部空间的工作水泄放掉，活动底盘就会在上部液体及其本身重力的作用下而下移，从而使排渣孔被打开，油渣和水在离心力场的作用下，自动从排渣孔中甩出。

如图 4，分离筒的开启和封闭，是由滑动圈、配水盘、内外接管及控制阀等组成的配水系统来控制的。配水盘是控制分离筒开启和封闭的主要部件之一，在配水盘上部的圆周表面上有一个孔 *D*，在配水盘中还有八个斜孔 *E*，斜孔的出口在配水盘上端面上。另有一个通滑动圈上方的孔道 *M*，位于与分离筒体一起回转的分流圈上。孔 *D* 距离转轴中心最远，孔 *E* 距转轴中心最近，孔道 *M* 的进口距转轴中心的距离介于孔 *D* 出口与孔 *E* 出口之间。从控制阀 22 接到导水座 19 的水管是由较细的内接管 20 套接在较粗的外接管 21 中组成。内管中的工作水只与孔 *D* 相通，外管中的工作水则通孔 *E*。控制阀 22 实际上是一只多通路的转阀，在表盘上标有 1、2、3、4 四个位置，分别代表“开启，DISCHARGE”、“空位，STOP”、“密封，SEAL”、“补偿，SEPARATION”四种工作状态。

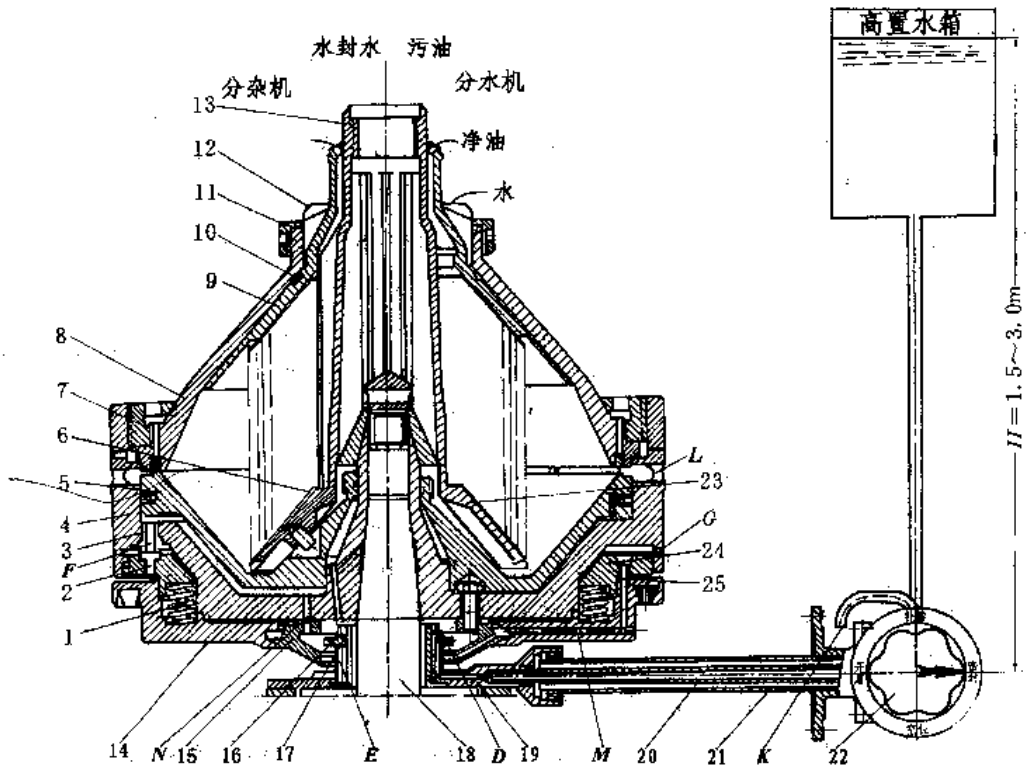


图 4　DE LAVAL MAPX-207S 型半自动排渣分油机的分离筒和配水系统结构简图

1-复位弹簧；2-塑料堵头；3-导水套；4-分离筒本体；5-活动底盘；6-无孔分离盘（分杂用）；7-主锁紧环；8-分离筒盖；9-颈盖；10-挡圈（分杂用）；11-小锁紧环；12-重力盘；13-盘架；14-弹簧座；15-分流圈；16-固紧螺母；17-配水盘；18-分离筒轴；19-导水座；20-内接管；21-外接管；22-控制阀；23-有孔分离盘；24-滑动圈；25-导水销；*L*-排渣孔

1.起动前的准备工作

起动前必须检查确认刹车固定杆脱开；电动机转轴不被卡紧；齿轮箱的油位、油质符合要求；控制阀在“2”（空位）位置；打开油、水管路上的相关阀门等。

2.起动操作

一切正常后即可按下起动按钮起动分油机，直至达到正常转速。因控制阀在“2”（空位）位置，切断了配水系统的工作水，此时的状态是外管和内管断水，滑动圈上方的水经位于分离筒体径向的一个极小的泄水孔 *G* 泄空，三个通孔 *F* 被装于滑动圈上对应的塑料堵头封住，而活动底盘在最低位置，排渣孔 *L* 是开启的。

3.分油操作

将控制阀按逆时针方向转到“3”（密封）位置，此时外管中等流量进水，经斜孔 *E* 和本体上的直孔 *N* 通到活动底盘下方，托起活动底盘，并封闭排渣孔。多余的水则经 *D* 孔和内管从指示管 *K* 流出。当指示管出水时，表示分离筒已经密封好，应迅速将控制阀转到“4”（补偿）位置，从而使外管断水，内管则少量进水，并经 *D*、*N* 孔补至活动底盘下面，维持分离筒的密封。

随后即可进行分油作业：（1）打开引水阀，在分离筒上部引水建立水封区，当看到出水口有水流出时，说明水封区已完成，将引水阀关闭；（2）打开分油机出油阀，再缓慢开启进油阀（以防破坏水封而跑油），调节到所需的分油量；（3）适当调整加热温度，使之达到规定值。

4.排渣操作

需要排渣时，先关闭进油阀，打开引水阀向分离筒内充入水封水将油驱净，再将控制阀转到“1”（开启）位置。此时内管断水，而外管大量进水，并经 *E*、*M* 孔通到滑动圈上方，压下滑动圈，打开通孔 *F*，将活动底盘下方的工作水泄掉，从而使活动底盘下移打开排渣孔 *L*。当听到有排渣冲击声时，说明油渣已经排出。如果分离的油料粘度高且杂质较多，可重新密封分离筒，注入热水冲洗分离筒，再重复排渣过程。

5.运行管理

分油机系统的运行管理主要是检查分油温度、分油压力、分油流量是否在合理的参数范围内，如果不合理则需进行调整。倾听运行的声音有无异常，如有则应进行应急处理。

6.停车操作

停车前应切断油料供给，切断加热，并进行排渣工作。如果分离粘度较高的重油，为防止停机后油粘附在管路中，影响再次分油作业，则可以在切断进油前改用轻柴油冲洗管路，然后开引水阀赶走分离筒中的余油，再进行排渣。排渣结束后，将控制阀转到“2”（空位）位置，切断工作水，即告停车。

四、思考题

1.简述分油机中比重环的作用及如何正确选择?

2.简述分油机中活动底盘的作用及如何正确拆装?

3.简述分油机中哪些部件是反向上紧的，为什么?

4.分油机拆装过程中，哪些部件需要定位?

5.滑动圈（或称作用滑块，也称密封活塞）外周上的阻尼小孔的作用是什么？如堵塞会产生什么后果?

6.简述分油机起动前需要检查哪些内容?

7.为什么不能在“密封”位置停留时间过长?

8.什么叫分油机的“跑油”，什么叫分油机的“溢油”？？

9.调节分油量应如何操作?

10.简述分油机如何进行排渣？？

实验三 副柴油机运行管理演示实验

一、实验目的

1.了解工作条件变化时对副柴油机的影响。

2.熟悉副柴油机动力装置的主要组成。

3.掌握典型副柴油机动力装置运行管理工作要点。

二、实验内容

（一）典型副柴油机动力装置简介

副柴油机动力装置一般就是指柴油发电机组设备，目前船舶上广泛采用中、高速柴油机作为发电原动机。本实验使用的柴油发电机组主要设有每组额定功率为 50kW 的自动化柴油发电机三台组（潍柴道依茨柴油机，型号：TD226B-4CD，额定功率 60kW、额定转速 1500r/min；上海革新·马拉松厂发电机，型号：MP-H-50，额定功率 50kW、三相交流、电压 400V、频率 50HZ；启动方式：24V 电瓶启动，电子调速器。），备用发电机组在得到运行发电机组故障（滑油低压、淡水高温，主配电板母排失电等）信号时能自动启动并发出合闸信号使主配电板合闸供电，当供电负荷增加时备用发电机组自动启动自动调频投入运行，负荷减小时自动停机，连续 3 次启动失败时发出报警信号。该发电柴油机主要限制参数的标准规定如下：机油最高温度≯120℃；冷却水出口温度≯90℃；涡轮后排气≯540℃。下图为该副柴油机动力装置在机舱布置视图。



（二）实验前初始状态准备

⑴ 发电柴油机的机组表面务必保持清洁，检查周围有无障碍物，有则清理，解开涡轮增压器压气机端的帆布罩。

⑵ 检查发电柴油机的机组各紧固件有无松动，各操作器件应灵活自如。

⑶ 启动蓄电池组必须充足电。

⑷ 检查柴油机油底壳的机油是否充足，检查闭式循环机组水箱内是否充满冷却水。

⑸ 打开柴油机的机带海水泵前的进口电动阀，开启海水循环泵。

⑹ 检查轻油日用柜油位并放净残水、杂质，打开燃油电磁阀（或手动阀）。

⑺ 检查模拟大功率水电阻负载的盐水缸的水位是否在正常位置。

⑻ 检查所有电气连接部分，接线应牢固正确，自动空气开关应处在“断开”状态。

（三）启动与运行管理（机旁操作）

⑴ 打开发电柴油机组上监控仪的电源开关约10秒后，直到监控仪进入监控状态。

⑵ 将机上监控仪的启动方式选择开关转到“手动”，将转速选择开关转到“低速”档。

⑶ 按下启动按钮直到柴油机启动起来（每次启动时间最多6秒，否则有可能损坏电动启动马达；若6秒钟内启动失败则1分钟后再次启动，若连续四次启动失败，则应查明故障的原因）。

⑷ 开启集控室发电机报警监控器电源开关。

⑸ 柴油机进入低速运转状态时，观察监控仪实时检测柴油机的转速、油压、水温、油温并仔细倾听柴油机发出的声音是否正常，柴油机启动后的转速应控制在600 ~ 700转/分钟，并密切注意机油压力表的读数，如果机油压力不足0.1MPa，立即停车检查。

⑹ 若机组在低速运转正常，可将转速选择开关转到“高速”档，此时的机组的转速在1500转/分钟，观察集控室所对应的发电机控制屏上的电压表在380V，频率在50HZ。若运行正常，可合上电站配电屏上相对应的发电机与负载间的自动空气开关。合上水电阻负载开关逐渐增加负荷，尽量避免突加突卸负荷，使用中应注意观察功率因素的大小尽量保持在0.85，否则应串入电抗器使它维持在正常范围。

⑺ 机组运行中应定期检查燃油、机油的储备量和柴油机冷却水的容量。随时注意水温、油温、油压的变化，保证各参数指标应在正常范围内。

⑻ 检查电站配电屏上相关参数，如电压、频率和负载等在正常范围内。

（四）停机的步骤

⑴ 停机前应在电站配电屏上逐渐卸载，当功率在零千瓦左右时断开负载开关，空载状态下将转速选择开关转到“低速”档，低速运转5~10分钟后，待工作温度降到70°C以下再停机。

⑵ 关闭监控仪电源。

⑶ 关闭燃油电磁阀（或手动阀）。

⑷ 关闭海水循环泵电源，关闭机带海水泵前的电动阀。

⑸ 系好涡轮增压器端的帆布罩。

⑹ 保持发电机组机体清洁和环境清洁。

（五）说明

以上操作是在机旁进行的，若要在集控室实现遥控操作，开机前的准备工作如同机旁操作一样，即在开机时将监控电源开启后，将启动方式选择开关转到“自动”，在集控室直接可对发电机启动或停止操纵，发电机启动或停止时速度选择开关转到“低速”。

三、思考题

1.怎样确保启动蓄电池组充足电?

2.简述发电柴油机的停车操作有点。

3.结合本次实验，指出发电柴油机组有哪些安全保护装置及报警装置？为什么?

实验四 主柴油机运行管理演示实验

一、实验目的

1.了解工作条件变化时对主柴油机的影响。

2.熟悉主柴油机动力装置的主要组成。

3.掌握典型主柴油机动力装置运行管理工作要点。

二、实验内容

（一）典型主柴油机动力装置简介

船舶主柴油机是船舶的主动力，其作用是发出功率，通过传动设备和轴系传给推进器，以实现推进船舶的使命。正确、科学地操作和管理船舶主柴油机，对确保主柴油机的正常工作和使用寿命，确保船舶人员和财产的安全有重要的意义。

本实验配置的主柴油机推进动力装置由主柴油机、高弹性联轴节、倒顺车离合齿轮箱和水力测功器（模拟推进器）组成。机组采用 PLC 气动遥控，机旁控制台亦可操作。主机通过倒顺车离合器齿轮箱驱动水力测功器（模拟推进器），功率的传递属于间接传动方式。下图为该主柴油机动力装置在机舱布置视图。



1.主柴油机

主柴油机每个气缸盖配有两个进气阀和两个排气阀，活塞由曲柄箱润滑油对其进行冷却、润滑，主轴瓦与连杆轴瓦是敷有铝合金的薄壁型轴瓦，曲轴轴颈高频淬火处理。曲轴后端部装有飞轮，作为输出端通过弹性联轴节和齿轮箱连接。与飞轮端相对的称为柴油机的前端，这里装有用于驱动凸轮轴、所有附属保护控制机械的齿轮，显示主要相关性能参数的仪表板也安装在这一端。机带的润滑油泵、摇臂油泵、燃油输送泵、海水和淡水冷却泵均安装在前端，由泵弹性齿轮驱动。

主柴油机的控制方式可分为机旁控制、机舱遥控控制、集控室遥控控制。在机旁设有一套应急车钟，在应急时用于机、驾联络。

主柴油机主要性能参数如下：

型号：6DLM-20

形式：四冲程、直列、直接喷射、废气涡论增压器带中冷器的非逆转柴油机

缸数：6

缸径×行程：200×260mm

额定功率／转速：625kW／900r/min

怠速：相当于 1/3 额定转速

最高爆发压力：13.5MPa；

启动方式：压缩空气启动，压力：1.5 ~ 3.0MPa

柴油机转向（从自由端看）：6DLM-20 柴油机为逆时针

2.弹性联轴节

高弹性联轴节具有良好的轴向、径向及角向位移的补偿能力。使用高弹性联轴节的目的是改变轴系的自振频率，使柴油机在使用范围内不出现危险的共振转速，减少交变扭矩对齿面的冲击作用，延长齿轮使用寿命。

3.倒顺车离合器齿轮箱

该齿轮箱由杭州齿轮箱厂生产，采用电力控制操纵方式，供电电压为 DC24V，其工作性能参数如下：

型号：GWC30.32-01

减速比：1:1

额定输入功率：625kW

额定输入转速：900r/min

齿轮箱油温：启动时 15 ~ 30°C，正常运行时 40 ~ 60°C

4.水力测功器

该水力测功器是由江苏启测测功器有限公司生产的，其主要情况如下：

型号：Y1900-S

组成：机体部件、测力机构部件、进排水部件、校正部件、电动排水阀部件、自动调节装置部件、润滑部件

工作原理：柴油机通过联轴节带动测功器主轴上的转子组件同步旋转，搅动了工作腔内的水。由于转子旋转所产生离心力及转子凹坑的作用，水在侧壳与转子凹坑之间产生强烈的水涡流，它给外壳一转动力矩，使柴油机的转矩传给外壳，装在外壳上的制动臂将随着转动一角度，从而将制动力传给与制动臂连接的拉压力传感器，通过模数（A/D）转换送往计算机或在电子数显装置显示其制动力矩的大小。

测功器通过电动排水阀控制蝶阀开度，或通过自动调节装置控制排水执行器，由排水执行器控制蝶阀的开度，以改变测功器工作腔内水的压力来改变吸收功率的大小；同时测功器转速可由测速传感器测得。上述所测数据都可经模数（A/D）转换送往计算机或在电子数显装置显示。

工作参数：进水压力 0.05 ~ 0.15MPa，排水温度 55 ~ 60°C（不能超过 70°C）

注意事项：在使用中为防止轴承进水，必须遵循先开机、后放水；先关水，后停机的原则，保证测功器在转动状态下进水，但又应防止测功器在无水状态下连续运转时间过长而烧坏密封部件。

（二）实验前初始状态准备

⑴ 发电机在供电（本实验也可在市电供电的状态下代替船电）。

⑵ 闭合有关电源开关：

① DC 电源开关包含：向燃油电磁阀控制阀箱、集控台和机舱综合报警箱、

DC24V 电源、CAN 子站、主机遥控等处送直流电的开关，这些开关在机舱内应急充放电板处。

② AC220V 电源开关包含：向电池充放电板、集中控制台、冷却水电动阀箱、水力测功器等处送交流电的开关，并打开主机报警电源开关对主机各参数进行监控，这些开关可在集控室配电屏上。

⑶ 检查主推进动力装置周围有无障碍物，解开涡轮增压器压气机帆布罩。

⑷ 检查主机滑油循环柜、摇臂油箱、离合器齿轮箱、膨胀水柜、调速器、柴油日用柜、增压器等液位是否在正常范围，开启水力测功仪上注油的油杯。

⑸ 主空气瓶及控制空气瓶按要求备足压缩空气并放净残油水。

（三）备车操作

一般说来，在开航前应提前备车。根据船舶主柴油机动力装置功率、类型的不同，备车时间一般在0.5~6h之间。对于大功率低速主柴油机，应提前1~2h备车。备车的目的是使船舶主动力装置处于随时可起动和运转状态。虽然各种船的机型、辅助设备等不尽相同，但备车内容大致相同。应包括：供电准备；核对船钟、车钟；核对舵机；暖机；各动力系统的准备；转车、冲车和试车。

1.供电准备

在备车工作中，起动大功率的设备较多，如：空压机、应急鼓风机、淡水泵等，使用电量迅速增加，因此应根据需要起动备用发电柴油机并网运行。

2.暖机

暖机是指对柴油机冷却系统、滑油系统进行预热，并起动冷却水循环泵、滑油循环泵给机体各部件加温和向各运动摩擦表面供应滑油的过程。

暖机的目的是：通过对气缸各部件的预热，减小起动后由于温度突变产生的热应力；改善起动性能和发火性能；减少气缸内的低温腐蚀等。主机暖机可用发电柴油机冷却系统中的淡水循环实现，也可以用蒸汽或电加热器对主机淡水系统进行加温实现。而滑油系统除用蒸汽管道直接加温主机循环油柜外，常用滑油分油机进行分油加温。

3.各动力系统的准备

⑴ 冷却系统的准备

①淡水系统：冷却水泵安装在曲轴箱前端罩壳上，由泵弹性齿轮驱动。冷却水通过水泵依次流经气缸水套、气缸盖，并分出冷却水支线去冷却涡轮增压器，最后流入淡水冷却器。机带淡水泵有故障可用机舱总用泵来代替。

②海水系统：海水泵安装在曲轴前端罩壳上，由泵弹性齿轮驱动。海水经过海水泵依次流经：中冷器、滑油冷却器和淡水冷却器，最后排出船外。机带海水泵有故障可用消防泵来代替。

检查淡水系统管路是否畅通，海水系统的舱外冷却塔水泵和冷却风机开启，检查海水管路是否畅通。

注意：冷却水电动阀箱控制有机旁和集控室控制屏遥控两种操作方式。

⑵ 燃油系统的准备

经净化后的燃油自日用柜经滤清器到压力燃油输送泵，再经精滤清器送到高压油泵，进入高压油管经喷油器喷入气缸。燃油喷射泵中出来的过剩燃油，经调压阀又返回到燃油总管的进油端。

检查燃油系统管路是否畅通，三通阀联通位置是否正确，燃油油柜放残。

注意：在工作过程中，本主柴油机可使用已装配好的油耗流量仪自动计测燃油的消耗量。

⑶ 滑油系统的准备

①本主柴油机滑油齿轮泵安装在曲轴箱前端罩壳上，由泵弹性齿轮驱动。滑油从循环油柜中抽出，经滑油齿轮泵、滑油冷却器、滑油滤清器，依次润滑主轴承、连杆轴承、活塞销衬套、

凸轮轴轴承和正时齿轮等，还有部分滑油去冷却活塞，然后全部流回循环油柜中。

本主柴油机配备了手动滑油泵和电动备用滑油泵供油系统，在柴油机备车时可采用任一种方式对柴油机进行预润滑。为防止滑油冷却器和滑油管系中滑油压力过高，在滑油冷却器上装有滑油压力调压阀。为保证滑油质量、延长滑油的使用寿命，应定期对滑油进行净化。

②本主柴油机气阀摇臂润滑油系统:为避免燃油不慎与摇臂润滑油相混而混入曲轴箱油中，缸盖上的润滑摇臂的油有一个单独的摇臂润滑油系统，它由机带次摆线泵、滤清器及油箱等组成。

⑷ 压缩空气系统的准备

按规定向主、辅空气瓶充气至规定压力，并泄放气瓶内的残水和残油，打开气瓶出口阀、主停气阀（截止阀）或使自动主起动阀处于“自动”位置上。如设有气笛空气瓶和独立的控制系统，则在备车时应打开通向气笛空气瓶和各控制系统的空气出口阀，以备随时使用。

本主柴油机压缩空气起动系统有两种起动方式：

①手动起动：压下起动按钮，压缩空气（1.5 ~ 3.0MPa）通过空气分配器按本主柴油机的发火顺序进入各个气缸，柴油机即被起动。

②自动起动：起动电磁阀被来自起动控制屏的起动电信号而励磁，使起动空气通过起动和远控部件而进入各缸，柴油机即被起动，而后，由检测发火的低速开关发出信号而自动切断起动空气。

⑸ 转车

开启主机备用润滑油泵或采用手摇泵对主机进行预润滑，确保离合器在脱排情况下、主机手动盘车不少于两转，手动盘车过程中注意观察主机有无卡阻，有卡阻应查明原因并排除后才允许进行试车。

⑹ 冲车

冲车是利用起动装置（不供给燃油）使机器转动，将气缸中的杂质、残水或积油等从示功阀处冲出的过程。冲车除可以初步检查起动系统的工作是否正常外，在冲车过程中，还应观察是否有油或水从各缸示功阀中冲出。若有，应查明原因并予以排除后才能进行试车。如冲车情况正常，冲车后关闭示功阀。

本主柴油机的冲车是打开主机每个气缸头上的示功安全阀,将主机机上操纵手柄放在停车位置，打开机上的启动按钮进行冲车。

⑺ 主柴油机启动与试车

试车的目的是为了检查起动系统、换向装置、燃油喷射系统、油量调节机构及调速器工作是否正常。其正确做法是，先将车钟推至运转位置，待驾驶台回车令后进行柴油机正车（或倒车）起动操作，供油发火后在低速下运转数转后停车。然后换向，再进行倒车（或正车）起动，供油发火后低速运转数转后停车。在换向和起动过程中，应注意观察换向装置和起动系统各阀件以及油量调节机构等动作是否灵活正常。同时注意检查各缸发火是否正常和运转中是否有不正常的声音。试车结果若发现不正常情况，应及时查明原因予以消除。对于直流阀式二冲程柴油机，还应检查气缸盖上的气阀机构等运动部件的动作是否正常。

推进装置为减速齿轮箱或可变螺距控制的间接传动方式，其试车做法是：起动柴油机，检查柴油机确认其正常运转后，将车钟推至运转位置，待驾驶台回车令后进行柴油机正车（或倒车）起动操作，通过改变减速齿轮箱换向阀或可变螺距的正反翼角，可实现正车、停车、倒车试车，

在转车、冲车、试车过程中按规定与驾驶台联系。试车完毕后将车种手柄置于停车位置，等待驾驶台的各种指令。对于采用驾驶台遥控方式的装置，试车完毕后，将操作手柄转至“驾控”位置。此后值班轮机员不应远离操纵台。

注意：本主柴油机是将主机机上的操纵手柄放在运行位置，手按动机上的启动按钮，使主

机启动起来，观察主机各个系统是否正常，无异常后可将离合器分别进行正、倒车换向试验，无异常后将离合器脱排，将主机操纵手柄扳到停车位置，主机停止运转，完成试车工作。

（四）主柴油机动力装置运行管理

1.主机操纵控制方式

主机试车工作完成后，对主机进行操纵控制，按操纵点分为如下三种：

⑴ 机上操作：将主机上的操纵手柄放到运行位置，按下机上的启动按钮使主机启动起来；速度的调整根据机旁控制台显示的车钟所对应的规定转速范围，通过改变调速器上予紧弹簧的予紧力来实现，需要停车可直接将操纵手柄扳到停车位置。

⑵ 机旁控制台控制：将机旁控制台的控制转换开关转动置于机旁控制台操纵位置，将机旁控制台上油门调节手轮归零，在控制台的报警指示灯熄灭的情况下直接操纵启动按钮和停止按钮控制主机的启动和停止。其中，速度的调整根据机旁控制台上显示的车钟所对应的规定转速通过摇动油门手轮来实现。

⑶ 集控室控制：将机旁控制台的转换开关转动置于集控室操作位置，在集控室操纵台直接扳动起动、油门大小调节与停车“三合一”手轮从“STOP”位置推到“START”位置完成启动操作，速度的调整根据集控室显示的车钟所对应的转速，直接调整“三合一”手轮来改变油门大小即可。

2.主柴油机动力装置换向操纵

主推进装置运转方向的改变，根据车钟要求可在机旁控制台或集控室操纵台扳动倒顺车离合器齿轮箱的正车或倒车开关来实现对主机的遥控正、倒车换向，遥控失灵时，可在倒顺车离合器齿轮箱上进行应急操纵。

注意：合脱排时主机转速为 620rpm 左右。

3.主柴油机动力装置外负荷调节

主机外负荷大小的改变可调整水力测功仪的水门开度的调节钮来实现，初始状态水门开度显示为 00.0% 。

4.主柴油机动力装置巡回检查

主推进装置定速运行期间，应巡回检查，确保主机各技术参数在正常范围内（见表 1），避免超负荷。

5.主柴油机动力装置完车注意事项

主机完车前应先卸下水力测功仪的水阻力矩负荷，并将主机的转速降低到怠速 400rpm 运行 10 分钟后再停车，停车后必须让主机备用油泵继续运行 15 分钟，打开示功阀，将机上操纵手柄放到停车位置，启动机上的启动按钮冲车，并人工盘车两转以上，关闭各个系统有关阀门和电源。

系好涡轮增压器压气机端的帆布罩。

关闭水力测功仪上注油的油杯。

三、思考题

1.船舶主柴油机在什么情况下备车，其目的是什么？

2.比较主柴油机的操纵控制方式各有何特点？

3.完车操作中哪些可以先关，哪些要后关？为什么？

表 1　主机运行中主要性能参数的标准规定值与实测值比较

压力(MPa) / 名称	标准规定值	正常起动时值	额定工况时值	温度(℃) / 名称	标准规定值	正常起动时值	额定工况时值
1．启动空气	1.5～3.0			8．冷却水进机小于	70		
2．控制空气	0.6			9．冷却水出机小于	75		
3．燃油进机	0.2～0.3			10．排气温度小于	380		
4．滑油进机	0.4～0.5			11．滑油进机	40～60		
5．摇臂油进机	0.06～0.12			12．滑油出机小于	70		
6．缸套冷却水	0.2～0.35			13．涡轮出口温度小于	330		
7．最高爆发压力	13.5			14．涡轮进口温度小于	460		
				15．冷却海水	24～32		
				16．扫气温度	40～50		

广州航海学院



轮 机 维 修

实验指导书

实验地点 _____ 实验时间_____

学　　院 _____ 班　　级 _____

姓　　名 _____ 学　　号 _____

成　　绩 _____ 指导老师 _____

年　　月　　日

实验成绩表

实验一：气缸套内圆表面磨损测量实验

实验二：活塞外圆表面磨损测量实验

实验三：主轴承间隙测量实验（压铅法）

实验成绩表

项　目		预习报告	实验表现	实验报告	成绩	批阅教师
分　值		20 分	30 分	50 分		
实验项目	气缸套内圆表面磨损测量实验					
	活塞外圆表面磨损测量实验					
	主轴承间隙测量实验（压铅法）					
实验总成绩						

实验一：气缸套内圆表面磨损测量实验

实验报告成绩：

实验组别：_____　　实验日期：_____

一：实验目的

新造气缸套内孔具有一定的尺寸精度、几何形状精度和粗糙等级。一般几何形状的加工误差，如圆度误差和圆柱度误差应在 0.015 ~ 0.045／μm 以内，粗糙度在 R_a 0.4 ~ R_a1.6μm 之内。柴油机运转时，活塞运动部件的运动使缸套内圆表面产生不均匀磨损，壁厚减薄、圆度误差和圆柱误差大大增加。通常当缸套磨损量超过(0.4% ~ 0.8%)D(D 为缸径)时，燃烧室就失去密封性，缸套过度磨损使气缸套的工作性能变坏、柴油机功率下降并导致其他零件的磨损和损坏。轮机员在定期检修工作中，检测缸套以了解磨损情况，掌握磨损规律，对缸套的技术状态做到心中有数，且便于管理。

二：实验仪器、设备

1）工具：内径千分尺、内径百分表或随机专用内径百分表与随机测量定位样板。

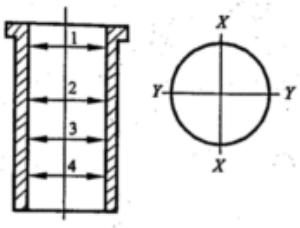
三：实验内容及步骤

1、　　实验内容：

1）测量气缸套内径，计算出圆度、圆柱度或内径增量，并与有关标准比较判断缸套磨损情况，以及能否继续使用。

2）测量部位：气缸套纵向测量位置由随机测量定位样板的定位孔确定。在每一个定位孔所在截面上沿首尾方向和左右舷方向分别测量记录。

通常，中小型柴油机测量部位如图所示，



缸套测量部位

如无明确规定可参照以下四个部位进行缸径测量。

A 活塞位于上止点时，第一道活塞环相对应的气缸套缸壁位置；

B 活塞位于行程中点时，第一道活塞环相对应的气缸套缸壁位置；

C 活塞位于行程中点时，最后一道刮油环相对应的气缸套缸壁位置；

D 活塞位于下止点时，最后一道刮油环相对应的气缸套缸壁位置。

对于大型低速二冲程柴油机气缸套，可依上述四点按缸套的长短和气缸套的布置形式，根据说明书中的明确规定和随机测量定位样板进行测量。

2、 测量操作

1）清洁缸套内圆面，用抹布擦抹干净，以免引起附加误差。

2）按照上述位置要求，每一个横截面分前后、左右分别测量记录。

3）握表、尺的方法一定要正确，读数、记录要同步。

四：数据记录与处理

6160 柴油机气缸套磨损测量记录表

测量位置		y-y	x-x
1	当活塞位于上止点时，第一道活塞环相对应的气缸套缸壁位置		
2	当活塞位于行程中点时，第一道活塞环相对应的气缸套缸壁位置；		
3	在活塞位于行程中点时，最后一道刮油环相对应的气缸套缸壁位置		
4	当活塞位于下止点时，最后一道刮油环相对应的气缸套缸壁位置		

气缸套内孔磨损情况(mm)

气缸套内径	圆度	圆柱度	内径增量

CB／T 3502—92 规定气缸套内孔磨损极限如下表所示。

气缸套内孔磨损极限(mm)

气缸套内径	内径增量	圆度、圆柱度
85 ~ 200	0.60	0.10
200 ~ 300	1.00	0.15
300 ~ 400	1.50	0.23
400 ~ 500	2.00	0.28

实验二：活塞外圆表面磨损测量实验

实验报告成绩：

实验组别：_____ 实验日期：_____

一．实验目的：

中、小型柴油机的筒形活塞裙部外表面容易发生磨损。活塞裙部外表面磨损后，裙部直径减小，活塞与气缸的间隙增大；横截面产生圆度误差、纵截面产生圆柱度误差。外圆表面磨损，会直接影响活塞的工作性能和柴油机的功率。通过测量活塞外圆直径计算出它的圆度和圆柱度，以检查活塞外圆的磨损程度。圆度圆柱度值越大，说明活塞的磨损越大；反之则磨损程度小。

二、实验仪器、设备

1）工具：外径千分尺或游标卡尺、

三：实验内容及步骤

1、实验内容：

通常采用外径千分尺或游标卡尺进行测量，测量的部位：对于中小型筒形活塞应自裙部上端 10 ~ 20 rnm 处开始，每隔 100 ~ 200 mm 测量一次。有减磨环的活塞应测量每道减磨环的外径。测量每一测量点的横截面上相互垂直的两个直径：平行曲轴方向(y~y)和垂直曲轴方向(x~x)的直径。将测量值记录在表格中，计算出每个横截面的圆度、每个纵截面的圆柱度，以其中最大值与说明书或标准比较，以确定活塞的磨损程度。

2、实验步骤：

下图以 6160 柴油机的活塞测量方法举例：

1）确定测量部位为：

a 活塞顶部离上平面 10 ~ 20 mm 处；

b 活塞销孔上端活塞销孔下端；

c 裙部离下平面 10 ~ 20 mm 处。

2）选用 150~175mm 外径千分尺；测出平行曲轴方向(y~y)和垂直曲轴方向(x~x)的直径

四：数据记录与处理

6160 柴油机活塞磨损测量记录表

测量位置		y-y	x-x
1	活塞顶部离上平面 10 ~ 20 mm 处位置		
2	活塞销孔上端活塞销孔下端位置；		
3	裙部离下平面 10 ~ 20 mm 处位置		

活塞磨损情况(mm)

活塞直径	圆度	圆柱度

附表:

活塞裙部外圆磨损极限 GB/T3543-94 (mm)

气缸直径	筒形活塞裙部圆度、圆柱度	十字头式活塞裙部圆度、圆柱度
<100	0.1	–
100 ~ 150	0.12	–
150 ~ 200	0.12	–
200 ~ 350	0.15	0.3
350 ~ 400	0.20	0.3
400 ~ 500	0.25	0.38
500 ~ 550	0.30	0.45
550 ~ 600	–	0.50
600 ~ 650	–	0.60
650 ~ 700	–	0.65
700 ~ 750	–	0.75
750 ~ 800	–	0.85
800 ~ 850	–	0.95
850 ~ 900	–	1.05
900 ~ 950	–	1.15
950 ~ 1 000	–	1.25
1 000 ~ 1050	–	1.35
1 050 ~ 1 100	–	1.40

实验三：主轴承间隙测量（压铅法）

实验报告成绩：

实验组别：_____　　实验日期：_____

一、实验目的

柴油机主轴承和主轴颈之间的径向间隙称为主轴承间隙。轴承配合间隙是形成润滑油膜实现液体动压润滑的重要条件，对柴油机能否安全可靠地运转影响很大；间隙过小，会导致轴承发热、合金熔化甚至咬死；间隙过大，则容易产生冲击负荷使合金层出现裂纹和碎裂。通过测量轴承间隙，可以准确掌握主轴承配合间隙大小，为维护管理提供依据。

二、实验仪器、设备

主轴承螺栓拆装扳手，外径千分尺、直径为（1.5～2.0）△（△为轴承装配间隙），长度为 120~150°轴颈弧长的铅丝 2~3 条，牛油。

三：实验内容及步骤

1、实验内容：

压铅法是通过拆去主轴承上盖，在主轴颈上放置铅丝，再上紧主轴承上盖以挤压铅丝，依据铅丝在主轴承螺栓拧紧后被压扁的厚度来确定轴承间隙实际大小的测量方法，通过测出铅丝的厚度来确定主轴承配合间隙，并与标准比较以判断主轴承间隙大小是否正常。

2、实验步骤

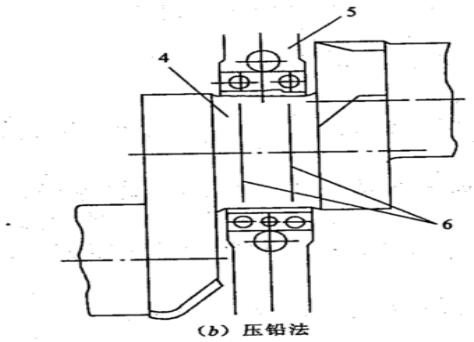
（1）拆去主轴承上盖和上瓦；

（2）选直径为（1.5～2.0）△（△为轴承装配间隙），长度为 120~150°轴颈弧长的软铅丝 2-3 条。沿主轴颈首、中、尾位置安放铅丝，并用牛油粘住。

（3）装好主轴承上盖和上瓦，按要求力矩上紧螺栓至规定位置，此时切勿盘车。

（4）打开轴承，取出铅丝进行测量和记录。注意铅丝对应的测量位置，切勿弄混；

（5）用千分尺测量铅丝两端和中间的厚度。中间厚度为轴承间隙值，两端厚度为轴承两侧间隙，应小于轴承间隙，且两侧间隙差不超过 0.05mm。



（b）压铅法

3、实验注意事项：

1)压铅法适于厚壁轴瓦的轴承间隙检测。

2)铅丝的塑性和直径对测量精度影响很大。铅丝直径小于轴承间隙，铅丝未被压扁，轴承间隙不能测出；铅丝直径过大，上紧螺栓后铅丝被压产生硬化可能被压入白合金层内，亦不能准确测量。例如，主轴承装配间隙为 0.2 ~ 0.25mm，可选用直径为 0.3 ~ 0.5mm 范围内的铅丝。

3)测量过程中切勿盘车。

四：数据记录与处理

压铅法测量轴承间隙数值记录表

缸号 测量部位	1 缸			2 缸			3 缸			4 缸			5 缸			6 缸		
前	左	中	右	左	中	右	左	中	右	左	中	右	左	中	右	左	中	右
中																		
后																		

附表：

主轴颈与主轴承径向装配间隙及极限间隙(mm)

轴颈直径	十字头式柴油机		<500rpm 筒形活塞式柴油机		>500rpm 筒形活塞式柴油机			
					白合金		铜铅合金	
	装配间隙	极限间隙	装配间隙	极限间隙	装配间隙	极限间隙	装配间隙	极限间隙
75 ~ 100					0.60 ~ 0.80	0.20	0.80 ~ 0.10	0.20
100 ~ 125					0.80 ~ 0.11	0.25	0.10 ~ 0.12	0.25
125 ~ 150					0.11 ~ 0.15	0.30	0.13 ~ 0.16	0.75
150 ~ 200			0.14 ~ 0.18	0.30	0.06 ~ 0.20	0.40	0.17 ~ 0.23	0.30
200 ~	0.13 ~ 0.17	0.30	0.18 ~ 0.22	0.40	0.20 ~ 0.24	0.50	0.24 ~ 0.28	0.40
250	0.17 ~ 0.21	0.40	0.22 ~ 0.26	0.50	0.24 ~ 0.28	0.60		0.50
250 ~	0.21 ~ 0.25	0.50	0.26 ~ 0.30	0.60				
300	0.25 ~ 0.30	0.60	0.30 ~ 0.34	0.70				
300 ~	0.30 ~ 0.35	0.70	0.34 ~ 0.38	0.80				
350	0.35 ~ 0.40	0.80						
350 ~	0.40 ~ 0.45	0.90						
400	0.45 ~ 0.50	1.00						

广州航海学院



PLC 与现场总线技术

实验指导书

实验地点 _____ 实验时间_____

学　　院 _____ 班　　级 _____

姓　　名 _____ 学　　号 _____

成　　绩 _____ 指导老师 _____

年　　月　　日

实验成绩表

实验一　编程软件 MicroWIN 的使用 3

实验二 循环水系统水泵的 PLC 控制

实验三 混合液体装置的 PLC 控制

实验四　PLC 与 PC 的串行通讯

实验成绩表

项　目		预习报告	实验表现	实验报告	成绩	批阅教师
分　值		20 分	30 分	50 分		
实验项目	编程软件 MicroWIN 的使用					
	循环水系统水泵的 PLC 控制					
	混合液体装置的 PLC 控制					
	PLC 与 PC 的串行通讯					
实验总成绩						

实验一　编程软件 MicroWIN 的使用

一、实验目的

1．掌握 CPU224 的结构和接线；

2．使用 STEP 7 MicroWIN 编程软件；

3．掌握 Y - Δ降压启动 PLC 控制的原理；

4．掌握梯形图的编辑、下载、运行和调试。

二、实验设备及器材

1．计算机 1 台；

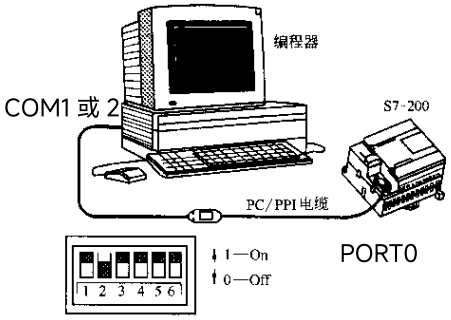
2．CPU224 PLC 1 台；

3．PLC 实验装置 1 台；

4．连接线若干。

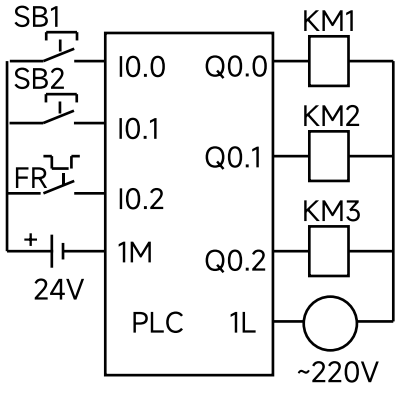
三、实验原理和步骤

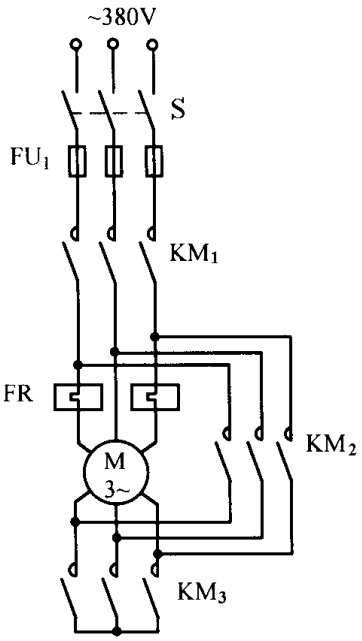
PLC 与计算机连接图：



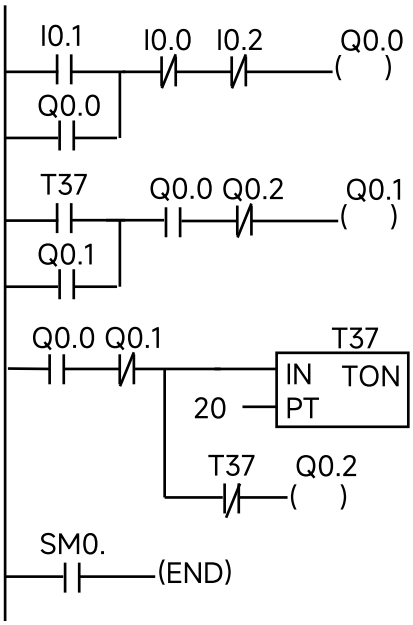
编程计算机与 PLC 连接情况

硬件接线图





梯形图



实验步骤：

1、按电路图连接主电路和 PLC 的硬件电路。

2、连接计算机和 PLC，编程电缆接入计算机串口 COM1 和 PLC 的 PORT0 接口。

3、打开计算机，在计算机桌面上找得 V3.2 STEP7 MicroWIN 图标，打开编程软件。在S7编程环境下，选择菜单PLC/Type，将PLC的类型设置为CPU224。编辑 Y - △启动控制的梯形图，编辑完成后保存文件。

4、选择菜单 PLC/Compile，编译已经编辑好的程序，看看有没有错误，如有错误，修改梯形图。单击 Download 按钮，将控制程序下载到 PLC。

5、下载完毕，按 RUN 按钮，运行 PLC。这时 PLC 的运行指示灯亮，如果不亮，检查 PLC 的模式开关是否处于 TERM 位置。

6、PLC 运行后，开始调试控制程序。按下 SB2，I0.1 指示灯亮，表示启动按钮已按下，这时 Q0.0 和 Q0.2 指示灯应亮，表示 PLC 输出控制信号，接触器 KM1 和 KM3 应吸合，电动机降压启动。延时 20 秒后，Q0.0 和 Q0.1 指示灯应亮，接触器 KM1 和 KM2 吸合，电动机全压运行。按下 SB1，I0.0 指示灯亮，表示停止按钮已按下，这时 Q0.0 和 Q0.1 指示灯应灭，接触器 KM1 和 KM2 释放，电动机停止。如果电动机过载，FR 动作，I0.2 = “ON”，电动机停止。

四、结论

实验二 循环水系统水泵的 PLC 控制

一、实验目的

1、正确使用 STEP 7 MicroWIN 编程软件；

2、 掌握 PLC 梯形图的基本设计；

3、 掌握循环水系统水泵的控制要求；

4、 学会调试较为复杂的控制程序。

二、实验设备及器材

1、计算机 1 台；

2、CPU224 PLC 1 台；

3、PLC 实验装置 1 台；

4、连接线若干。

三、实验原理和步骤

某工厂循环水处理系统采用水泵向高位水箱供水，主体设备有高压水泵和电动阀各一台，高压水泵由交流电动机驱动。

控制要求：

1、当控制面板上的选择开关选在工作位置时，高压水泵电机启动，2 秒后电动阀电机正向运行打开电动阀，当电动阀开到最大位时电动阀电机停止运行。

2、当控制面板上的选择开关选在停止位时，水泵电机停止运行，电动阀电机反向运行关闭电动阀，当电动阀关到位时，电动阀电机停止运行。

3、当水泵电机过载或电动阀电机发生故障（超过 10s 未到位）时，电机停止运行，同时发出报警信号。

要求设计硬件接线图和梯形图，并调试成功。

实验步骤：

1、按电路图连接 PLC 的硬件电路。

2、连接计算机和 PLC，编程电缆接入计算机串口 COM1 和 PLC 的 PORT0 接口。

3、打开计算机，在计算机桌面上找得 V3.2 STEP7 MicroWIN 图标，打开编程软件。

4、在 S7 编程环境下，选择菜单 PLC/Type，将 PLC 的类型设置为 CPU224。编辑梯形图，编辑完成后保存文件。

5、选择菜单 PLC/Compile，编译已经编辑好的程序，看看有没有错误，如有错误，修改梯形图。

6、单击 Download 按钮，将控制程序下载到 PLC。

7、下载完毕，按 RUN 按钮，运行 PLC。这时 PLC 的运行指示灯亮，如果不亮，检查 PLC 的模式开关是否处于 TERM 位置。

8、PLC 运行后，调试控制程序，验证控制程序的正确性。

将调试成功的接线图和梯形图写在实验报告中。

四、结论

实验三 混合液体装置的 PLC 控制

一、实验目的

1、正确使用 STEP 7 MicroWIN 编程软件；

2、 掌握功能图和顺控指令的应用；

3、 掌握两种液体混合装置 PLC 控制的原理；

4、 学会调试较为复杂的控制程序。

二、实验设备及器材

1、计算机 1 台；

2、CPU224 PLC 1 台；

3、PLC 实验装置 1 台；

4、连接线若干。

三、实验原理和步骤

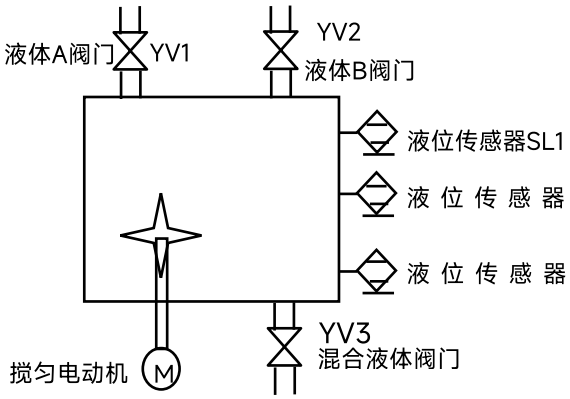


图 1

工艺要求:

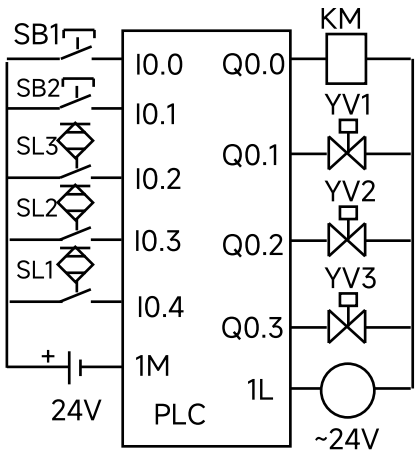
两种液体的混合装置结构图如图 1 所示。

（1）初始状态。当装置投入运行时，液体 A、B 阀门关闭，混合液体阀门打开 20S，将容器放空后关闭。

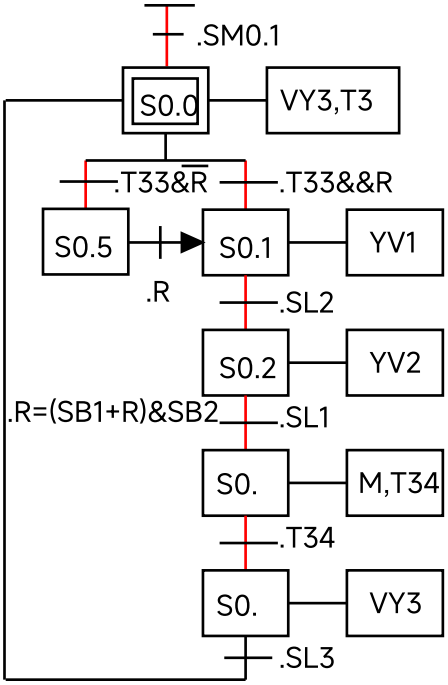
（2）启动操作。按下启动按钮装置就开始按下列给定的规定动作工作。液体 A 阀门打开，液体 A 流入容器。当液面到达 SL_2 时，SL_2 接通，关闭液体 A 阀门，打开液体 B 阀门。当液面到达 SL_1 时，关闭液体 B 阀门，搅匀电动机工作 1min 后停止搅动，混合液体阀门打开，开始放出混合液体。当液面下降到 SL_3 时，SL_3 由接通变为断开，再经过 20s 后，容器放空，混合液阀门关闭，开始下一工作周期的操作。

（3）停止操作。按下停止按钮后，在当前的混合操作处理完毕后，才停止操作，即停在初始状态上。

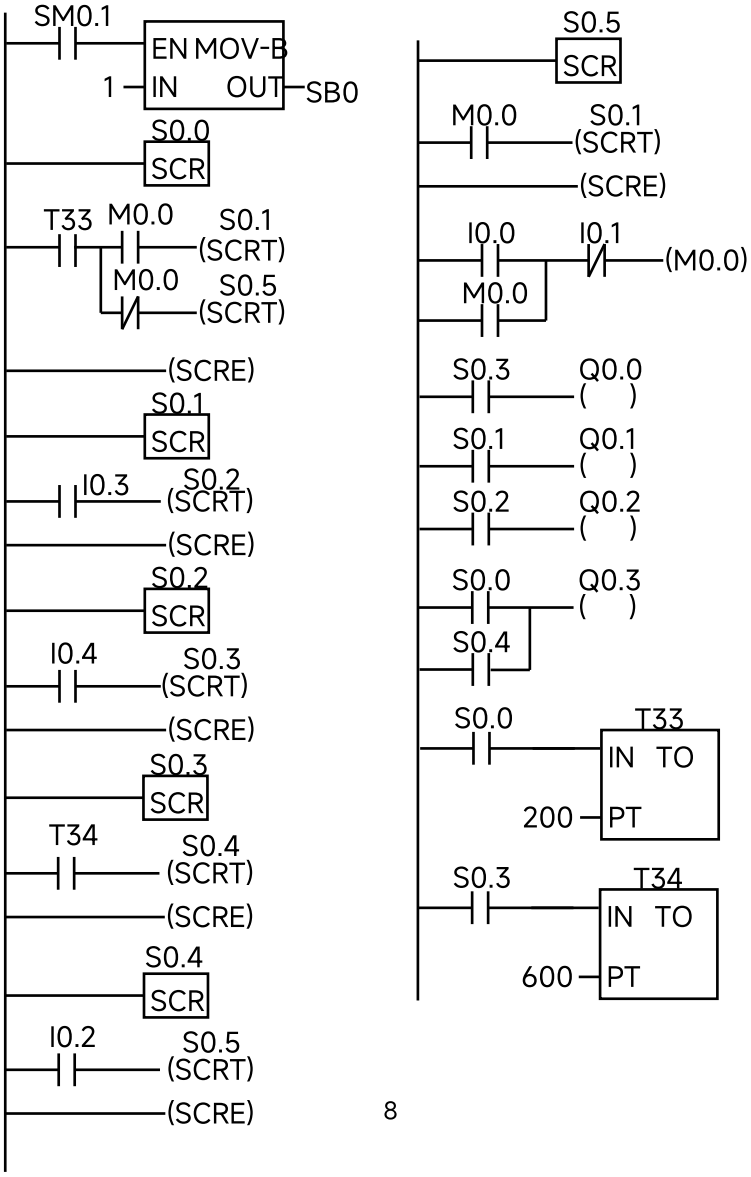
硬件接线图



功能图



梯形图



实验步骤：

1、按电路图连接主电路和 PLC 的硬件电路。

2、连接计算机和 PLC，编程电缆接入计算机串口 COM1 和 PLC 的 PORT0 接口。

3、打开计算机，在计算机桌面上找得 V3.2 STEP7 MicroWIN 图标，打开编程软件。

4、在 S7 编程环境下，选择菜单 PLC/Type，将 PLC 的类型设置为 CPU224。编辑梯形图，编辑完成后保存文件。

5、选择菜单 PLC/Compile，编译已经编辑好的程序，看看有没有错误，如有错误，修改梯形图。

6、单击 Download 按钮，将控制程序下载到 PLC。

7、下载完毕，按 RUN 按钮，运行 PLC。这时 PLC 的运行指示灯亮，如果不亮，检查 PLC 的模式开关是否处于 TERM 位置。

8、PLC 运行后，调试控制程序，验证控制程序的正确性。

四、结论

实验四　PLC 与 PC 的串行通讯

一、实验目的

1．了解 CPU224 的自由口通讯原理；

2．熟悉 PLC 串口通信调试器的使用；

3．熟悉 S7-200 串行通信程序的编写；

4．掌握 PLC 串行通信调试的方法和过程。

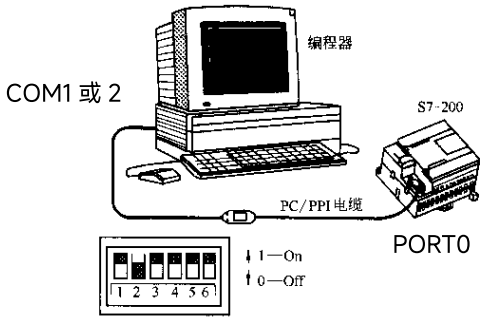
二、实验设备及器材

1．计算机 1 台；

2．CPU224 PLC 1 台；

3．PLC 实验装置 1 台；

4．连接线若干。



编程计算机与 PLC 连接情况

三、实验原理和步骤

PLC 与计算机连接图：

1、连接计算机和 PLC，编程电缆接入计算机串口 COM1 和 PLC 的 PORT0 接口。

2、打开计算机，在计算机桌面上找得 V3.2 STEP7 MicroWIN 图标，打开编程软件。在S7编程环境下，选择菜单PLC/Type，将PLC的类型设置为CPU224。编辑附录给出的 STL 程序，包括主程序、初始化子程序 SBR_1、中断程序 INT_0、INT_1、INT_2，各程序的作用见附录注释。编辑完成后保存文件。

3、选择菜单 PLC/Compile All，编译已经编辑好的程序，看看有没有错误，如有错误，修改正确。完全正确后单击 Download 按钮，将控制程序下载到 PLC。

4、下载完毕，拨动运行模式开关至 RUN 位置（此处必须拨动运行模式开关，不然 PLC 无法转换成自由口通信），运行 PLC。这时 PLC 的运行指示灯亮。

5、安装并运行 PLC 串口通信调试器。单击“串口设置/串口属性”按钮，设置 COM1,波特率：19200，数据位：8，奇偶校验：无，停止位：1。然后打开串口。注意 CPU224 只有一个串口，当调试通信程序时应将 Micro/WIN 关闭。

6、在发送帧框输入：十六进制数系列“00 12 34 56 78 9A BC DE FF”，按下发送按钮，计算机将收到 PLC 全文回送“00 12 34 56 78 9A BC DE FF”。

7、改变起始字符“00H”或结束字符“FFH”，看看 PLC 有必要响应。

四、结论

程序附录：主程序，使用 RCV 指令和接收完成中断接收数据

Network 1

```
LD      SM0.7                  // 若转换到 RUN 模式
EU
O       SM0.1                  // 或首次扫描
CALL    SBR_0                  // 调用初始化子程序，进入自由端口模式
```

Network 2

```
LDN     SM0.7                  // 若转换到 TERM 模式
EU
R       SM30.0, 1              // 设置为 PPI 协议(SM30.0 = 0)
DTCH    23                     // 禁止各中断
DTCH    9
DTCH    10
```

初始化子程序 SBR_1

Network 1

```
LD      SM0.0                  // 该位始终为 1
MOVB    5, SMB30               // 19 200 bit/s，8 位数据，无校验,1 位停止位
MOVB    16#EC, SMB87           // 允许接收，检测起始字符和结束字符，超时检测
MOVB    0, SMB88               // 送报文起始字符 0
MOVB    16#FF, SMB89           // 送报文结束字符十六进制数 16#FF
MOVW    +1000, SMW92           // 接收超时时间为 1s
MOVB    100, SMB94             // 接收的最大字符数为 100
ATCH    INT_0, 23              // 接收完成事件连接到中断程序 0
```

```
ATCH    INT_1, 9                    // 发送完成事件连接到中断程序 1
ENI                                 // 允许用户中断
RCV     VB100, 0                    // 端口 0 的接收缓冲区指针指向 VB100
```

接收完成中断程序 INT_0

Network 1

```
LDB<>   SMB86, 16#20                // 若是非正常接收结束
JMP     1                           // 跳转到 LBL 1 处
NOT                                 // 若接收到结束字符
INCB    QB0                         // QB0 记录显示接收次数
```

Network 2

```
LD      SM0.0
MOVB    5, SMB34                    // 定时 5ms 以提供 PPI 电缆接收/发送模式切
换时间
ATCH    INT_2, 10                   // 起动定时中断
CRETI                               // 中断返回
```

Network 3

```
LBL     1                           // 非正常接收结束时跳转到此处
```

Network 4

```
LD      SM0.0
RCV     VB100, 0                    // 起动新的接收
```

发送完成中断程序 INT_1

Network 1

```
LD      SM0.0
RCV     VB100, 0                    // 起动新的接收
```

定时中断程序 INT_2

Network 1

```
LD      SM0.0
DTCH    10                          // 断开定时器中断
XMT     VB100, 0                    // 在端口 0 向计算机回送接收到的报文
```

广州航海学院

船舶电气设备及系统

实验指导书

实验地点 _____ 实验时间 _____

学　　院 _____ 班　　级 _____

姓　　名 _____ 学　　号 _____

成　　绩 _____ 指导老师 _____

年　　月　　日

实验一：交流电动机正反接线及控制

实验二：同步发电机并车

实验一：交流电动机正反转接线及控制

一、 实验目的:

1）通过对三相异步电动机正反转控制线路的安装接线，掌握由电路原理图接成实际操作电路的方法;
2）掌握三相异步电动机正反转的原理和方法;
3）掌握接触器连锁正反转控制和按钮联锁正反转控制的不同接法，并熟悉在操作过程中有哪些不同之种。

二、实验内容:

三相异步电动机正反转控制线路的安装接线，联锁按钮的使用方法。

三、实验仪器、设备:

1. RTDJ35 三相鼠笼异步电动机
2. RTDJ13 继电器，接触控制箱
3. RTDJ13-1 继电器，接触控制箱
4．RTDJ47-1 电机导轨，测速编码器

四、实验步骤:

1. 在接线这前要检查控制屏左侧端面上的调压器旋钮须在零位，各个电源输出端没有连接负载。开启“电源总开关”按下“开”按钮，向顺时针方向旋转调压器旋钮。将三相调压电源 U、V、W 输出的线电压调到 220V，以后保持不变。

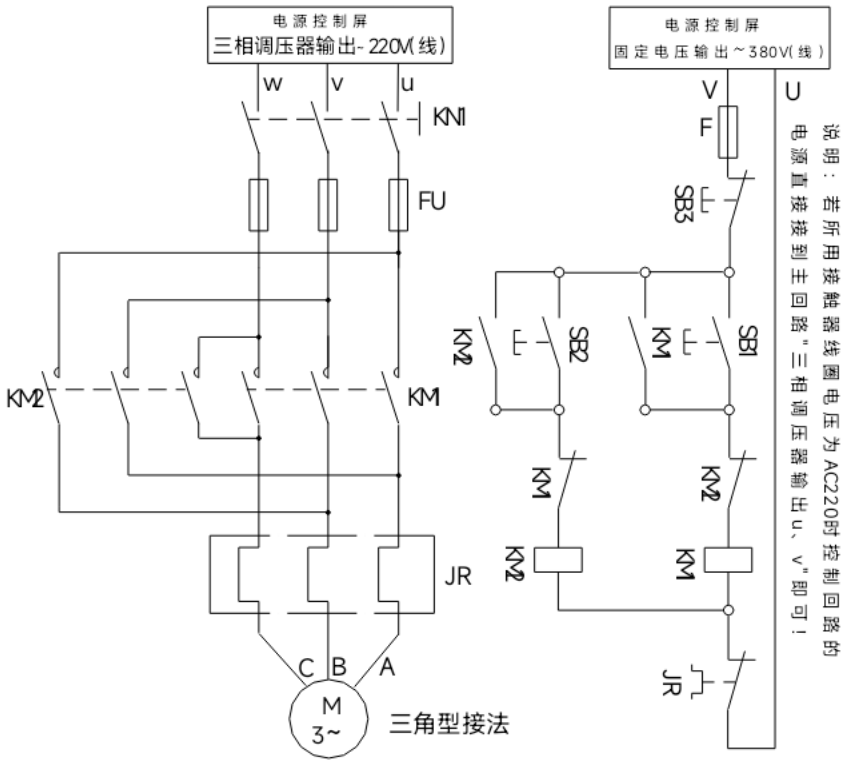


图 7-3 接触器联锁的正反转控制线路

2. 按下“关”按钮以切断交流电源后，按实验图 7-3 的内容接线，图中开关 KN1、熔断器 FU 选用 RTDJ13-1 挂箱，接触器 KM1、KM2、按钮 SB1、SB2、SB3 及热继电器 JR 选用 RTDJ13 挂箱。经指导教师检查无误后，方可按下“开”按钮，按下列实验步骤进行通电操作。

(1) 合上电源开关 KN1，接着通三相交流 220V 电源。
(2) 按下按钮 SB1，观察并记录电动机 M 的转向，自锁和联锁触头的吸断状态。
(3) 按下按钮 SB2，观察并记录电动机 M 的转向，自锁和联锁触头的吸断状态。
(4) 按下按钮 SB3，观察并记录电动机 M 运转状态，自锁和联锁触头的吸断状态。
(5) 再按下 SB2，观察并记录电动机 M 的转向、自锁和联锁触头的吸断状态。

3. 按下“关”按钮以切断三相交流电源，按实验图 7-4 的内容接线，经指导教师检查无误后，方可按下“开”按钮按下列实验步骤进行通电实验。

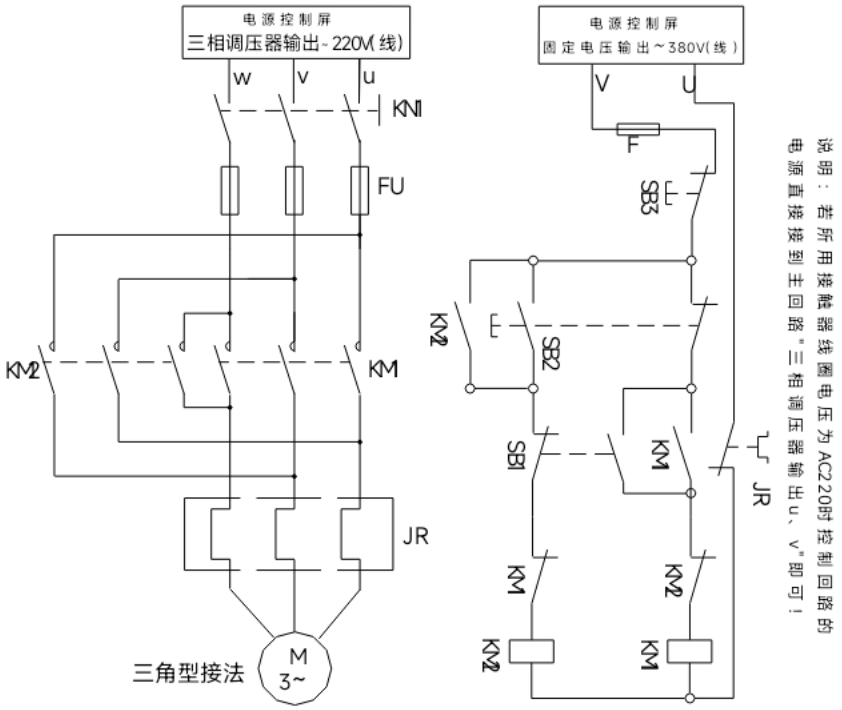


图 7-4 接触器和按钮双重联锁的正反控制线路

(1) 合上开关 KN1，接通 220V 交流电源。
(2) 按下按钮 SB1，观察并记录电动机 M 的转向，自锁和联锁触头的吸断状态。
(3) 按下按钮 SB2，观察并记录电动机 M 的转向，自锁和联锁触头的吸断状态。
(4) 按下按钮 SB3，观察并记录电动机 M 运转状态，自锁和联锁触头的吸断状态。
(5) 将 SB1 按下一半（即不是按到底），将 SB2 按到底，分别观察电机运转状态，自锁和联锁触头的吸断状态。
(6) 将 SB2 按下一半（即不是按到底），将 SB1 按到底，分别观察上

述状态。

（7） 同时按下 SB1 和 SB2，观察上述状态。

五、 讨论题

1.在图 7-3 的实验中，自锁触头的功能是什么？

2.在图 7-3 的实验中，联锁触头的功能是什么？

3.在图 7-4 的实验中，使用了双重联锁，和图 7-3 实验相比，有什么特点？

实验二：同步发电机并车

一、 实验目的：

1．加深理解同步发电机准同期并列原理，掌握准同期并列条件；

2．掌握微机准同期控制器及模拟式综合整步表的使用方法；

3．熟悉同步发电机准同期并列过程；

4．观察、分析有关波形。

二、 实验内容：

将同步发电机并入电力系统的合闸操作通常采用准同期并列方式。准同期并列要求在合闸前通过调整待并机组的电压和转速，当满足电压幅值和频率条件后，根据“恒定越前时间原理”，由运行操作人员手动或由准同期控制器自动选择合适时机发出合闸命令，这种并列操作的合闸冲击电流一般很小，并且机组投入电力系统后能被迅速拉入同步。根据并列操作的自动化程度不同，又分为手动准同期、半自动和全自动准同期三种方式。

正弦整步电压是不同频率的两正弦电压之差，其幅值作周期性的正弦规律变化。它能反映两个待并系统间的同步情况，如频率差、相角差以及电压幅值差。线性整步电压反映的是不同频率的两方波电压间相角差的变化规律，其波形为三角波。它能反映两个待并系统间的频率差和相角差，并且不受电压幅值差的影响，因此得到广泛应用。

手动准同期并列，应在正弦整步电压的最低点(同相点)时合闸，考虑到断路器的固有合闸时间，实际发出合闸命令的时刻应提前一个相应的时间或角度。

自动准同期并列，通常采用恒定越前时间原理工作，这个越前时间可按断路器的合闸时间整定。准同期控制器根据给定的允许压差和允许频差，不断地检查准同期条件是否满足，在不满足要求时闭锁合闸并且发出均压均频控制脉冲。当所有条件均满足时，在整定的越前时刻送出合闸脉冲。

三、实验仪器、设备：

船舶电站控制屏

四、实验步骤：

（一）机组启动与建压

1．检查调速器上“模拟调节”电位器指针是否指在 0 位置，如不在则应调到 0 位置；

2．合上操作电源开关，检查实验台上各开关状态：各开关信号灯应绿灯亮、红灯熄。调速器面板上数码管在并网前显示发电机转速（左）和控制量（右），在并网后显示控制量（左）和功率角（右）。调速器上“并网”灯和“微机故障”灯均为熄灭状态，“输出零”灯亮；

3．按调速器上的“微机方式自动/手动”按钮使“微机自动”灯亮；

4．励磁调节器选择它励、恒 UF 运行方式，合上励磁开关；

5．把实验台上“同期方式”开关置“断开”位置；

6．合上系统电压开关和线路开关 QF 1 ，QF 3 ，检查系统电压接近额定值 380V；

7．合上原动机开关，按“停机/开机”按钮使“开机”灯亮，调速器将自动启动电动机到额定转速；

8．当机组转速升到 95%以上时，微机励磁调节器自动将发电机电压建压到与系统电压相等。

（二）观察与分析

1．操作调速器上的增速或减速按钮调整机组转速，记录微机准同期控制器显示的发电机和系统频率。观察并记录旋转灯光整步表上灯光旋转方向及旋转速度与频差方向及频差大小的对应关系；观察并记录不同频差方向，不同频差大小时的模拟式整步表的指针旋转方向及旋转速度、频率平衡表指针的偏转方向及偏转角度的大小的对应关系；

2．操作励磁调节器上的增磁或减磁按钮调节发电机端电压，观察并记录不同电压差方向、不同电压差大小时的模拟式电压平衡表指针的偏转方向和偏转角度的大小的对应关系；

3．调节转速和电压，观察并记录微机准同期控制器的频差闭锁、压差闭锁、相差闭锁灯亮熄规律；

4．将示波器跨接在“发电机电压”测孔与“系统电压”测孔间，观察正弦整步电压（即脉动电压）波形，观察并记录整步表旋转速度与正弦整步电压的周期的关系；观察并记录电压幅值差大小与正弦整步电压最小幅值间的关系；观察并记录正弦整步电压幅值达到最小值得时刻所对应的整步表指针位置和灯光位置；

5．用示波器跨接到“三角波”测孔与“参考地”测孔之间，观察线性整步电压（即三角波）的波形，观察并记录整步表旋转速度与线性整步电压的周期的关系；观察并记录电压幅值差大小与线性整步电压最小幅值间的关系；观察并记录线性整步电压幅值达到最小值得时刻所对应的整步表指针位置和灯光位置。

（三）手动准同期

1 ．按准同期并列条件合闸将“同期方式”转换开关置“手动”位置。在这种情况下，要满足并列条件，需要手动调节发电机电压、频率，直至电压差、频差在允许范围内，相角差在零度前某一合适位置时，手动操作合闸按钮进行合闸。观察微机准同期控制器上显示的发电机电压和系统电压，相应操作微机励磁调节器上的增磁或减磁按钮进行调压，直至“压差闭锁”灯熄灭。观察微机准同期控制器上显示的发电机频率和系统频率，相应操作微机调速器上的增速或减速按钮进行调速，直至“频差闭锁”灯熄灭。此时表示压差、频差均满足条件，观察整步表上旋转灯位置，当旋转至 0° 位置前某一合适时刻时，即可合闸。观察并记录合闸时的冲击电流。

2 ．偏离准同期并列条件合闸

实验分别在单独一种并列条件不满足的情况下合闸，记录功率表冲击情况：

（1）电压差相角差条件满足，频率差不满足，在 $f_F > f_X$ 和 $f_F < f_X$ 时手动合闸，观察

并记录实验台上有功功率表 P 和无功功率表 Q 指针偏转方向及偏转角度大小，分别填入表 1；注意：频率差不要大于 0.5HZ。

（2）频率差相角差条件满足，电压差不满足，V F >V X 和 V F <V X 时手动合闸，观察并记录实验台上有功功率表 P 和无功功率表 Q 指针偏转方向及偏转角度大小，分别填入表 1；注意：电压差不要大于额定电压的 10%。

（3）频率差电压差条件满足，相角差不满足，顺时针旋转和逆时针旋转时手动合闸，观察并记录实验台上有功功率表 P 和无功功率表 Q 指针偏转方向及偏转角度大小，分别填入表 1-1。注意：相角差不要大于 30 度。表 1-1

	$f_F > f_X$	$f_F < f_X$	V F >V X	V F <V X	顺时针	逆时针
P（KW）						
Q（KvAR）						

注： 有功功率 P 和无功功率 Q 也可以通过微机励磁调节器的显示观察。

（四）半自动准同期

将“同期方式”转换开关置“半自动”位置，按下准同期控制器上的“同期”按钮即向准同期控制器发出同期并列命令，此时，同期命令指示灯亮，微机正常灯闪烁加快。准同期控制器将给出相应操作指示信息，运行人员可以按这个指示进行相应操作。调速调压方法同手动准同期。

当压差、频差条件满足时，整步表上旋转灯光旋转至接近 0° 位置时，整步表圆盘中心灯亮，表示全部条件满足，准同期控制器会自动发出合闸命令，“合闸出口”灯亮，随后 DL 灯亮，表示已经合闸。同期命令指示灯熄，微机正常灯恢复正常闪烁，进入待命状态。

（五）全自动准同期

将“同期方式”转换开关置“全自动”位置；按下准同期控制器的“同期”按钮，同期命令指示灯亮，微机正常灯闪烁加快，此时，微机准同期控制器将自动进行均压、均频控制并检测合闸条件，一旦合闸条件满足即发出合闸命令。

在全自动过程中，观察当“升速”或“降速”命令指示灯亮时，调速器上有什么反应；当“升压”或“降压”命令指示灯亮时，微机励磁调节器上有什么反应。当一次合闸过程完毕，控制器会自动解除合闸命令，避免二次合闸；此时同期命令指示灯熄，微机正常灯恢复正常闪烁。

（六）准同期条件的整定

按“参数设置”按钮使“参数设置”灯亮进入参数设置状态，（再按一下“参数设置”按钮即可使“参数设置”灯熄退出参数设置状态）共显示 8 个参数，可供修改的参数共有 7 个，即开关时间、频差允许值、压差允许值、均压脉冲周期、均压脉冲宽度、均频脉冲周期、均频脉冲宽度。另第 8 个参数是实测上一次开关合闸时间，单位为毫秒。以上 7 个参数按“参数选择”按钮可循环出现，按上三角或下三角按钮可改变其大小。改变某些参数来重复做一下全自动同期（参数整定参见《WDT-III电力系统综合自动化实验台说明书》）。

1．整定频差允许值△f=0.3Hz。压差允许值△U=3V 超前时间 t yq =0.1s，通过改变实际开关动作时间，即整定“同期开关时间”的时间继电器。重复进行全自动同期实验，观察在不同开关时间 t yq 下并列过程有何差异，并记录三相冲击电流中最大的一相的电流值 I m ，填入表 1-2。

整定同期开关时间	0.1	0.2	0.3	0.4

实测开关时间				
冲击电流				

据此，估算出开关操作回路固有时间的大致范围，根据上一次开关的实测合闸时间，整定同期装置的越前时间。在此状态下，观察并列过程时的冲击电流的大小。

2．改变频差允许值△f，重复进行全自动同期实验，观察在不同频差允许值下并列过程有何差异，并记录三相冲击电流中最大的一相的电流值 Im ，填入表 1-3。

频率允许值	0.4	0.3	0.2	0.1
冲击电流				

注： 此实验微机调速器工作在微机手动方式。

3．改变压差允许值△V，重复进行全自动同期实验，观察在不同压差允许值下并列过程有何差异，并记录三相冲击电流中最大的一相的电流值 Im ，填入表 1-4。

表 1-4

压差允许值	5	4	3	2
冲击电流				

（七）停机

当同步发电机与系统解列之后，按调速器的“停机/开机”按钮使“停机”灯亮，即可自动停机，当机组转速降到 85%以下时，微机励磁调节器自动逆变灭磁。待机组停稳后断开原动机开关，跳开励磁开关以及线路和无穷大电源开关。切断操作电源开关。

五、实验报告要求

1．比较手动准同期和自动准同期的调整并列过程；

2．分析合闸冲击电流的大小与哪些因素有关；

3．滑差频率 fs，开关时间 tyq 的整定原则？

广州航海学院



船舶电气设备维修技术

实验指导书

实验地点 _____ 实验时间 _____

学　　院 _____ 班　　级 _____

姓　　名 _____ 学　　号 _____

成　　绩 _____ 指导老师 _____

年　　月　　日

实验一：万用表、兆欧表、钳形表的使用

实验二：电机拆装工艺及维护

实验三：电动起货机故障分析

实验一：万用表、兆欧表、钳形表的使用

一、实验目的：

掌握万用表的使用方法，掌握兆欧表和钳型电流表的使用方法。

二、实验内容：

1 万用表

（1）使用万用表测量电阻和交（直）流电压。

（2）使用万用表测直流电流

（3）使用万用表测电阻

2 兆欧表和钳型电流表的实验内容

（1）使用钳形电流表测电动机的起动电流和工作电流。

（2）使用钳形电流表测电动机的工作电压。

（3）使用兆欧表测电动机的绝缘电阻。

（4）使用兆欧表测电缆的绝缘电阻。

三、实验仪器、设备：

万用表；兆欧表；钳形电流表；测量电机；电缆。

四、实验步骤：

1、万用表进行测量实验步骤

（1）使用万用表测交、直流电压

1）视被测对象将万用表置于交流或直流电压档；

2）测电压时如对被测量大小不清楚，应先将转换开关置于量程的最大挡，以防指针打坏。然后视指针偏转的幅度，把转换开关置于合适的量程上进行测量。一般指针应偏转到刻度线 2/3 以上区域时测量精度较高（在转换量程挡时应注意不能带电转换）。

3）测量直流电时，要注意被测量的极性。仪表的正、负端应与被测电路的正、负极对应。

测量电压时，仪表并联于电路；
4）测量交流电时应考虑被测量的波形和频率。万用表只适合测量 45-1000HZ 之间的正弦量，仪表并联于电路；
5）测量 2500V 交直流电压时必须注意安全，防止触电。
（2）使用万用表测直流电流
1）将万用表置直流电流档；
2）测电压时如对被测量大小不清楚，应先将转换开关置于量程的最大挡，以防指针打坏。然后视指针偏转的幅度，把转换开关置于合适的量程上进行测量。一般指针应偏转到刻度线 2/3 以上区域时测量精度较高（在转换量程挡时应注意不能带电转换）；
3）测量电流时，仪表串联于电路；如不知电路的极性应该用点触法进行测量；
4）测量完毕后，一定要转换开关置于交流电压的最大挡或 OFF 挡，以免再次使用时未选择合适的挡位而损坏仪表。
（3）用万用表测电阻
1）测量电阻时应先调零，且每换一次量程挡均需再次调零。若指针指不到零，则应更换电池或检查万用表线路，排除故障重新校正后再进行测量。（测电阻一般指针应偏转到刻度线 1/2 区域时测量精度较高。）
2）测量电阻时需断电测量，电路中有大电容或电感应先放电。被测电阻至少有一端与电路完全断开。测量低值电阻应尽量减少接触电阻，测量高值电阻应防止人体电阻并入。
3）测量完毕后，一定要转换开关置于交流电压的最大挡或 OFF 挡，以免再次使用时未选择合适的挡位而损坏仪表。

2、便携式兆欧表实验步骤

（1）测量电机相对地的绝缘值
1）校对兆欧表。将兆欧表的 L 线、E 线呈开路状态，摇动兆欧表手柄，指针指示“∞”。将兆欧表的 L 线、E 线呈短路路状态，摇动兆欧表手柄，指针指示“0”。表示兆欧表工作正常。
2）在断电状态下，打开接线盒，将三相绕组分离，但原接线方式及各绕组的首、尾端要作好记录，以便测量后重新复原。
3）将 E 线接电机外壳，将 L 线分别接 A 相，B 相，C 相绕组，摇动手柄，转速为 120 转/分，待指针指示稳定后，读取数值记入表 1 中。

表 1 电动机相对地绝缘值

电机型号	绝缘值					
	A 相		B 相		C 相	

（2）用兆欧表检测电机相间的绝缘值
1）将 L 线接一相绕组，E 线接另一相绕组；
2）摇动手柄，转速为 120 转/分，待指针指示稳定后，读取数值记入表 2 中。

表 2　电动机相间绝缘值

电机型号	绝缘值					
	AB 相		BC 相		AC 相	

（3）用兆欧表检测电缆的绝缘值

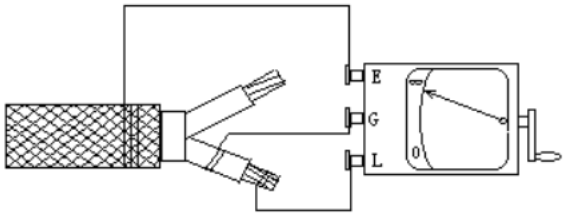


图 1

1）在断电状态下，将 L 线接电缆的一导线，E 线接电缆的金属护套，G 接导线的绝缘层，如图 3 所示。

2）摇动手柄，转速为 120 转/分，待指针指示稳定后，读取数值记入表 3 中。

表 3　电缆绝缘值

电缆型号	绝缘值					
	A 相		B 相		C 相	

（6）兆欧表使用注意事项

1）测量电气设备绝缘电阻时，应根据设备额定电压的大小选用不同等级的兆欧表。船用电气设备额定电压在５００Ｖ以下，应选用５００Ｖ或１０００Ｖ级摇表；额定电压在 500 伏以上的设备，应选用 1000V-2500V

2）使用摇表测量前，应检查摇表的好坏，摇动手柄，开路时指针应指在“∞”，短路时指针应在“ 0”;

3）正确联接摇表三个接线柱。“ L”接设备的接线端子或电缆芯，“E”应接设备的金属外壳或电缆保护外皮，“ G”端接电缆内层绝缘包皮。

4）要断电测量，设备中有大电容、大电感时，应先放电再测量；若测量两供电导线间的绝缘电阻时，还要断开负载。被测设备表面要擦干净，以免造成测量误差；

5）手摇手柄转数由慢到快，以１２０ｒ/min 为宜；

6）仪表接线端与被测电器的连接的导线不能用双股绞线和绝缘线，应用单股线分开单独连接，以免绞线绝缘不良而引起误差：

7）摇表需要水平放置测量，并远离大电流的导体和强磁场的场合；

8）严禁用摇表测量电子设备等低压设备的绝缘电阻。

3 钳形电流表测量步骤

（1）测量电机的起动电流

1）将钳形电流表置于合适的量程挡（如不知被测量的大小应置于电流最大档），将被测那一相的导线钳入钳口中央，起动电动机，测量电机的起动电流。把所测的数据填入表 3 中。

（2）测量电机的空载电流

1）将钳形电流表置于合适的量程挡（如不知被测量的大小应置于电流最大档），起动电动机，将被测那一相的导线钳入钳口中央，测量电机的空载电流（如电流值过小可将导线在钳口缠绕数圈）。把所测的数据填入表 3 中。

（3）测量电机 A、B 相绕组的电压

1）将钳形电流表转换开关置于合适的电压量程挡（如不知被测量的大小应置于电压最大档）。

2）将表笔插入钳形表相应的插孔中，把表笔与被测电路并联测取数据，将所测的数据填入表 4 中。

表 4　钳形电流表测取的电机电流、电压值

钳形电流表	电机起动电	电机空载电	导线绕两匝	电机 A、B 相

	流		流		的空载电流		的电压	
型号、规格	量程	读数	量程	读数	量程	读数	量程	读数

（4）钳形电流表使用注意事项

1）测量前应将表的转换开关置最大量挡，估测后再变换到合适的量程挡。

2）测量前应检查钳口的开、合情况，保证钳口紧密结合，以免造成测量误差。

3）测量电流时，被测载流导线应放在钳口中央，以免产生误差。

4）测量较小的电流时，为了得到较准确的数值，在条件许可的情况下，可把导线绕几圈放进钳口测量，但实际测量值应为读数除以放进钳口内的导线圈数。

5）不允许在测量电流时切换量程。

6）测量完毕后，一定要转换开关置于电流的最大挡，以免再次使用时未选择合适的量程而损坏仪表。

实验二：电机拆装工艺及维护

一、实验目的：

掌握电动机的拆装方法及电动机的常规维护。

二、实验内容：

1. 交流电动机的拆装。
2. 清洁电动机，检查零部件。
3. 电动机绝缘值测量

三、实验仪器、设备：

电动机；拆装工具；兆欧表等

四、实验步骤：

1、交流电动机的拆装

1）将电动机的电源接线解开并做好相应的标记。

2）测量电动机的绝缘值并做好记录。

3）将电动机的地脚螺丝松开（注意电动机底座是否有垫片，如有应做好标志），将电动机移到较宽敞的场地进行解体。

4）将电动机前后端盖做好不同的标记。

5）依次拆去端盖螺丝，拆端盖（包括轴承盖）。

6）抽出转子，放在衬垫上。拆下前后轴承（使用拉马）。

7）清洁端盖、轴承盖与电动机的定子绕组。

8）转子装上轴衬内盖，装前后轴承，加上适量的润滑油脂。

9）依次安装转子、前后端盖、前后轴承盖、风叶、风罩。

10）手动盘车要求电动机转动自如。
11）再次测量绝缘，接线通电试车并记录三相电流。
2、拆装注意事项
1）拆装过程中要使用合适的工具，不得强行进行拆装，损坏器件（如铜棒、拉马等工具进行拆装）。
2）拆装清洁时，尤其是在抽出转子时不得碰伤定子绕组。
3）所有的螺栓都应加弹簧垫片，螺栓要对称拧紧。
4）电动机轴前后方向、端盖的前后不得装错。
5）要换新的轴承才应从机轴上取下，要保养的轴承只需在机轴上清洁加油即可。
6）不能用硬金属直接敲击轴承、端盖等，应衬以套筒、铜棒等。
7）装复后务必再次测量绝缘。
3、清洁电机、检查零部件，添加轴承油脂
（1）清洁电机
1）对电动机的外壳进行清洁，主要的工作是将电动机通风槽的灰尘、油污等脏东西清洁干净，保持电动机的散热良好。
2)对电动机定子绕组进行清洁，用电气清洁剂清洁电动机绕组上的灰尘、油污、盐份等脏物，以提高电动机绕组的绝缘性能。
3）对电动机的转子、轴承进行清洁，用干净的布把转子擦干净。如转子生锈，应将锈斑去除。用汽油或柴油去除电动机轴承上的旧油脂，并用干布将清洗过的轴承擦干净。
（2）检查零部件
1）电动机外观与端盖的检查。主要看有无裂痕和损坏。
2）电动机转子的检查。主要检查电动机转子的鼠笼条有无断条、短路环有无开裂。
3）轴承的检查。主要检查电动机的轴承滚珠的磨损情况和有无破裂，轴承的内、外圈有无裂痕。
4）电动机绕组的检查。主要检查电动机的绕组绝缘有无损伤，电动机的绕组有无烧毁。
（3）添加轴承油脂
1）用汽油或柴油去除电动机轴承上的旧油脂，并用干布将清洗过的轴承擦干净。
2）将轴承的旧油清洁干净后按电动机的转速给轴承添加新油脂。同步转速小于 1500 转/分的电动机加轴承窝空间容量的 2/3，同步转速大于 1500 转/分的电动机加轴承窝空间容量的 1/2。
4、电机受潮、绕组绝缘值低时的处理
处理电动机受潮的方法有许多种，电动机受潮后可采用烘箱干燥法、热风干燥法、灯泡干燥、电流干燥、铁损干燥等方法来提高电动机的绝缘电阻。
⑴ 灯泡干燥法（红外线灯或瓦数较大的白炽灯）
①先将需烘潮的电动机解体并用电气清洁剂对电动机绕组进行清洁。
②如有可能最好将电动机立起来并架空，用红外线灯对电动机进行烘潮处理。（注意灯不能靠绕组过近，以防绕组绝缘受损。）
③干燥开始应每隔 30min 测一次温度和绝缘电阻，温度稳定后每隔 1 小时测量一次绝缘电阻，当绝缘电阻达 5 兆欧以上并不再变化即可停止烘干。
④当经过处理后绝缘值仍无法提高时，电机需进行重绕处理。
⑵电流干燥法
①先将需烘潮的电动机解体，确定电动机绕组仅是表面受潮。（进水电动机禁用此方法进行干燥）
②电动机转子可抽出也可不抽出，取容量较大的调压器或取一阻值及容量合适的电阻。（电

阻主要用于调整电流）
③以电动机的额定电流为参考值，刚开始烘潮时可通入 30%I_E 然后逐渐升高。根据需要干燥的温度，最高可以通入 100%—150%I_E。当绝缘电阻达 5 兆欧以上并不再变化即可停止烘干。
④当经过处理后绝缘值仍无法提高时，电机需进行重绕处理。
(3)热风干燥法
①先将需烘潮的电动机解体并用电气清洁剂对电动机绕组进行清洁。
②利用锅炉或主机的废热热风吹入电动机进行干燥。
③当绝缘电阻达 5 兆欧以上并不再变化即可停止烘干。
④当经过处理后绝缘值仍无法提高时，电机需进行重绕处理。
(4)烘箱干燥法
①先将需烘潮的电动机解体并用电气清洁剂对电动机绕组进行清洁。
②将清洁处理后的电动机放入烘箱中。
③根据电动机的绝缘等级调节烘烤的温度并开启烘箱的抽风机将烘箱内的潮气排出。
④烘潮的时间一般为 8-18 小时，期间可几次测量绝缘电阻至绝缘电阻达 5 兆欧以上并不再变化即可停止烘干。
⑤当经过处理后绝缘值仍无法提高时，电机需进行重绕处理。

实验三：电动起货机故障分析

一、实验目的：

1.熟悉交流三速起货机控制原理。
2.熟悉模拟起货机电控箱实际操作过程。
3.掌握起货机模拟电控箱实设故障分析和查找故障点。

二、实验内容：

交流三速起货机控制箱

三、实验仪器、设备：

万用表、尖嘴钳、螺丝刀、交流三速起货机模拟电控箱一个，单相三速电动机三台。

四、实验步骤：

1、检查已接好的电控箱线路
2、操作
(1)合上电源开关指示灯亮表示电源已接通□
(2)按下风机电源按钮指示灯亮模拟风机已启动□
(3)按下控制按钮指示灯亮表示控制电源已接通□
(4)提货□
※将主令开关拔到提货 1、2、3 档这时指示灯亮表示工作状态如下□
①提货 1 档□低速指示灯亮□表示起货机以低速起货□
②提货 2 档□中速指示灯亮□表示起货机以中速起货□
③提货 3 档□高速指示灯亮□表示起货机以高速起货。

※将主令开关快速从零位拔到提货 3 档□指示灯亮表示在提货工作状态□

起货机从中速开始提货延时一段时间后(该段时间可通过箱内 2KT 时间继电器来调整)起货机自动从中速转换到高速提货。

※将主令开关快速从提货 3 档拔到零位□

起货机立即以低速提货延时一段时间后(该段时间可通过箱内 1KT 时间继电器来调整)□起货机停止提货。

(5)落货□

※将主令开关拔到落货 1、2、3 档□指示灯亮表示落货工作状态如 F□

①落货 l 档□低速指示灯亮□表示落货机以低速起货□

②落货 2 档□中速指示灯亮□表示起货机以中速落货□

③落货 3 档□高速指示灯亮□表示起货机以高速落货。

※将主令开关快速从零位拔到落货 3 档□指示灯亮表示在落货工作状态起货机从中速开始落货延时一段时间后(该段时间可通过箱内 2KT 时司继电器来调整) 起货机自动从中速转换到高速落货□

※将主令开关快速从落货 3 档拔到零位□

起货机立即以低速落货延时一段时间后(该段时间可通过箱内 IKT 时间继电器来调整)起货机停止落货。

(6)将主令开关快速从提货 3 档拔到落货 3 档□

起货机立即从高速转换成低速提货延时一段时间后(该段时间可通过箱内 1KT 时间继电器来调整)起货机自动转换到中速落货延时一段时间后(该段时间可通过箱内 2KT 时间继电器来调整)起货机自动从中速转换到高速落货。

(7)将主令开关快速从落货 3 档拔到提货 3 档□

起货机立即从高速转换成低速落货延时一段时间后(该段时间可通过箱内 1KT 时间继电器来调整)起货机自动转换到中速提货延时一段时间后(该段时间可通过箱内 2KT 时间继电器来调整)起货机自动从中速转换到高速提货。

(8)紧急钮□当起货机工作在提货或落货时如遇突然短时停电□则零电压继电器会失电为保证起货机货物的安全可按下该紧急按钮在该钮按下期间起货机控制电源被强制送入操作主令控制器将货物放置到安全地方后可松开该按钮。

(9) 过载钮□该钮模拟起货机过载按下该钮起货机将从提(落)货 3 档转换到 2 档松开该钮则起货机恢复到 3 档运行。

五、实验报告要求

1、对该交流三速起货机控制箱的的操作规程有哪些要求?

2、在对该交流三速起货机控制箱的的操作过程中写出你的体会。

广州航海学院



轮机自动化课程

实验指导书

实验地点 _____ 实验时间_____

学　　院 _____ 班　　级 _____

姓　　名 _____ 学　　号 _____

成　　绩 _____ 指导老师 _____

实验一 差压变送器的调整

一、实验内容、要求

正确接通差压变送器的气源及输入和输出信号,要求进一步掌握单杠杆差压变送器的结构和工作原理，熟练掌握调零、调量程及进行迁移的基本操作技术。

二、实验的目的、意义

变送器是反馈控制系统的测量单元,随工作时间的增长,其性能会有所下降。因此，在实际管理中要经常进行调整以保证控制系统的正确运行。通过该实验，应能掌握变送器的调零、调量程及进行迁移的基本操作。这对差压变送器乃至气动反馈控制系统的使用和管理都具有十分重要的意义。

三、实验仪器、设备

本实验在气动实验台上进行，所需仪器设备有：

（1）量程为 0 ~ 250 ~ 1600mm 水柱的 QBC - 340B 型气动单杠杆差压变送器一台。

（2）气源装置，包括空气压缩机及空气瓶一套、减压阀一个、气源压力表一块。

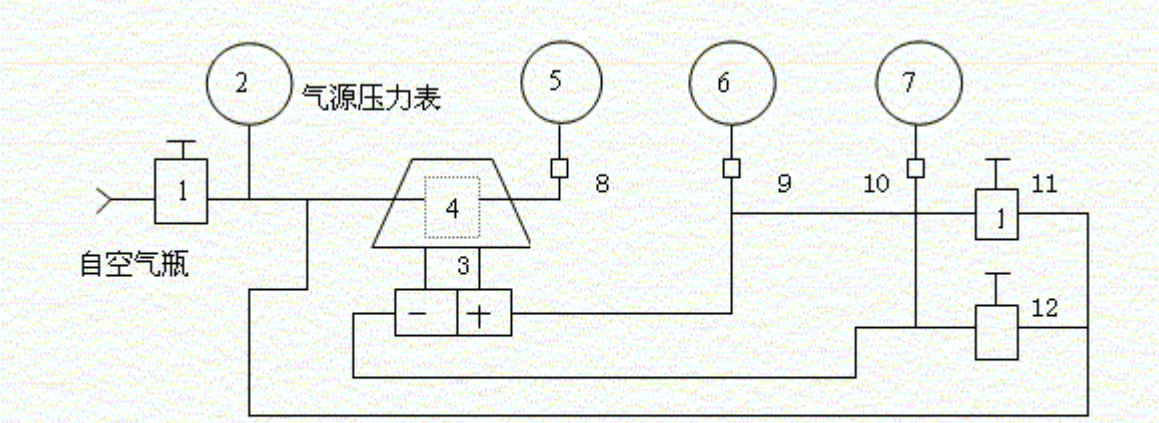
（3）量程为 0 ~ 0.14MPa 的标准压力表三块。

四、实验前的准备工作

（1）起动空压机，把空气瓶中压力充至 0.5MPa。

（2）按图 1 所示线路接通差压变送器气源，并调整减压阀使气源压力稳定在 0.14MPa 上（观察气源压力表）。

（3）变送器输出端接标准压力表，输入端的正、负压室（测量信号）由气源经定值器接入，并分别接标准压力表，以反应正、负压室的气压信号。



1-减压阀;2-气源压力表;13-差压变送器；4-气动功率放大器；5-输出标准压力表；6-正压室标准压力表;7-负压室标准压力表；8、9、10-气动接头；11、12-阀门定值器

图 1 差压变送器实验接线图

五、实验步骤

1．调零实验

接通 0.14MPa 气源，调整定值器 11 和 12 使负压室压力等于正压室压力即 ΔP 为零。观察输出压力表读数是否是 0．02MPa。如果不是，可扭动调零弹簧，直到输出压力表 5 指针指在 0.02MPa 为止，零点调好。

2．调量程实验

零点调好后，调整定值器 11 和 12 使正负压室压差为 0.06MPa，观察输出压力表 5 读数是否为 0.1MPa。松开反馈波纹管锁紧螺母，沿主杠杆上下移动反馈波纹管（输出压力表 5 读数小于 0.1MPa 要上移波纹管，大于 0.1MPa 要下移波纹管），直至输出压力表 5 读数指示 0.1MPa 为止。量程调好后，要把反馈波纹管的锁紧螺母锁紧。

3．重新调零和调量程

移动反馈波纹管后，零点会改变，要反复进行调零和调量程，直到两者都符合要求为止。

4．负迁移实验

变送器零点和量程调好后，调整定值器 11 和 12 使正压室压力为零，负压室压力为 0.01MPa（这时输出压力表读数接近为零）。然后扭动迁移弹簧直到输出压力表读数为 0.02MPa，再逐渐增加正压室压力，每增加 0.01MPa 记录一次输出压力，直至正压室压力等于 0.05MPa 为止。

5．正迁移实验

调整负压室压力为零，正压室压力为 0.04MPa，扭动迁移弹簧使输出压力为 0.02MPa。然后逐渐增大正压室压力，每增加 0.01MPa 记录一次输出压力值，直到正压室压力等于 0.1MPa 为止。

六、注意事项

（1）在进行差压变送器实验时，要先接通气源然后再接通正、负压室的信号。实验结束时要先切除正、负压室的输入信号，然后再切除气源。

（2）在调量程时，上、下移动反馈波纹管每次移动量不要大大，动作尽量慢一点，移动后要把锁紧螺母扭紧。

（3）保持气源压力为 0.14MPa。

实验二 主机冷却水温度自动控制系统

一、实验内容、要求

1. 加深了解系统的组成及原理；
2. 实验前的准备操作；
3. 温度控制器操作实验；
4. 温度控制模拟实验；

二、实验的目的、意义

详细了解系统组成、工作原理,对照模拟面板和实物，熟悉主机缸套冷却水温度自动控制系统的结构组成。一方面要求从冷却水系统的角度熟悉主机缸套冷却水系统的管路流程，另一方面要求从反馈控制系统的角度熟悉缸套冷却水温度控制系统的结构组成。

三、实验装置功能及组成

实验系统包括缸套冷却水温度控制系统模拟面板和控制系统实际设备组成。

1．模拟面板结构组成

模拟面板位于控制柜的正面，包括：（1）冷却水温度控制系统结构流程图，如图-1 所示；（2）冷却水温度控制器；（3）温度模拟电位器。

2．控制系统实际设备

控制系统实际设备包括：（1）温度传感器；（2）电动三通温度调节阀；（3）温度调节器；（4）实验台架。

系统中的温度控制器为 OMRON E5EN 型 PID 控制器，调节阀为三通型温度调节阀，传感器采用 Pt100 热电阻温度传感器，均为实船控制系统所采用的设备。

在实船系统中，温度传感器根据缸套水出口温度的实际值高低输出大小不同的电阻值，送给控制器。控制器根据温度设定值和测量值形成偏差，按照 PID 规律输出控制量，送至温度调节阀，改变控制阀旁通口和冷却口的开度。

在本实验系统中采用模拟面板上的温度模拟电位器来模拟 Pt100 的阻值，用以模拟测量温度的变化。顺时针旋转电位器，阻值增大，所模拟的温度值也增加；反之，温度值减小。

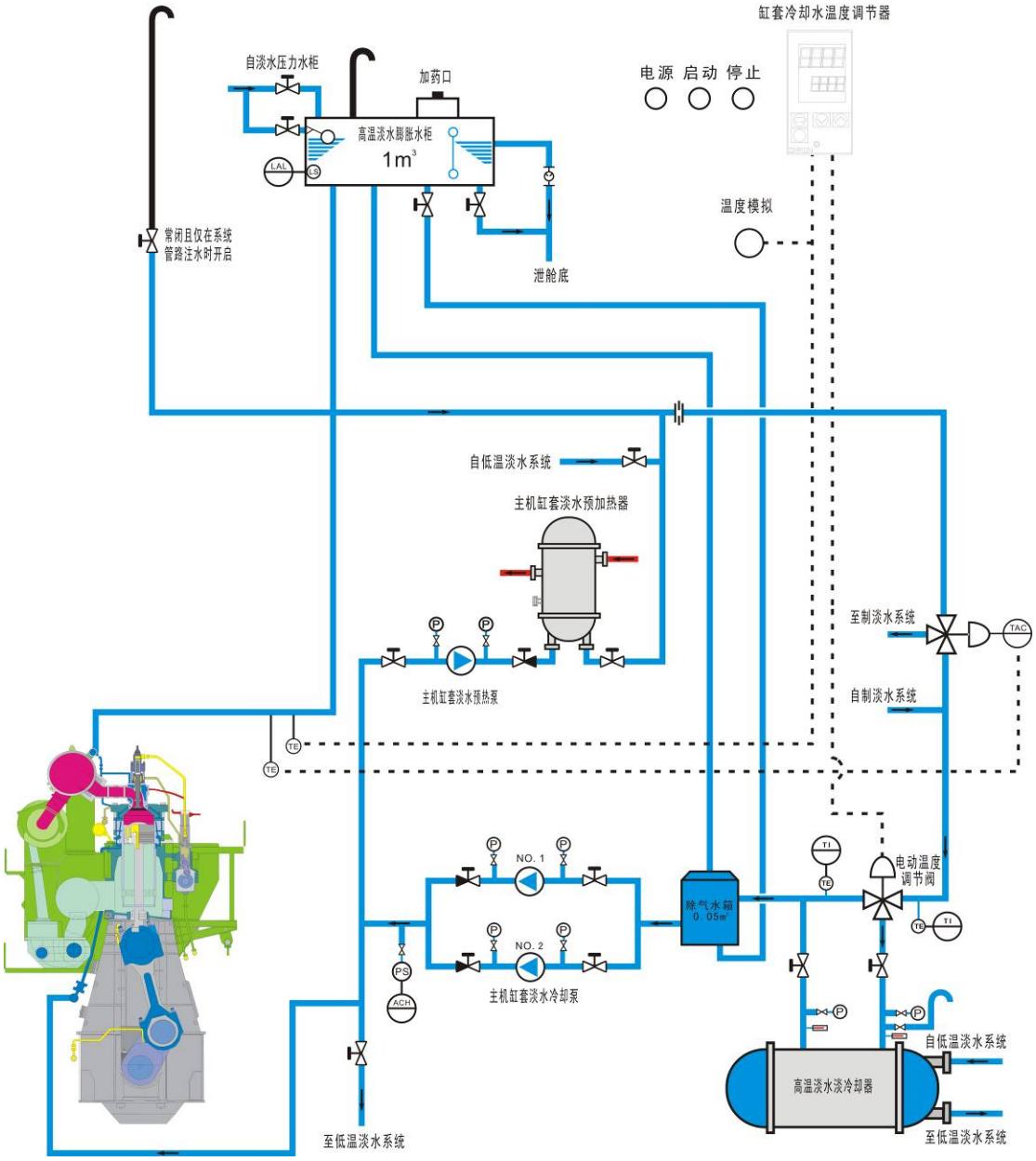


图-1 缸套冷却水温度控制实验系统面板图

四、实验前的准备工作

1) 设备供电，模拟面板上的电源指示灯亮；

2) 按模拟面板上的绿色按钮，按钮灯亮，使控制器和温度调节阀上电。

五、实验步骤

1、控制器的操作

控制器操作面板及各部分名称如图-2 所示。“显示 1”显示的是过程值（PV），即冷却水实际温度。在实验系统中，调整温度模拟电位器，PV 值将随之改变。顺时针旋转电位器，电阻值增大，所模拟的温度值增加，即 PV 值加；反之，PV 值降低。

“显示 2”显示的是设定值（SV），即设定温度。设定温度可以通过“UP 键”和“DOWN 键”调整，按“UP 键”使设定值增加，按“DOWN 键”使设定值减少。

控制器上电后的状态为默认的操作菜单，通过、、和等按键可进行菜单切换和参数滚动及修改。

键用于窗口滚动，在任一菜单模式下，均可通过操作键来滚动显示相应的内容。

为菜单键，短按键（少于 1 秒）进入参数调整菜单，进入调整菜单后，通过键进行滚动显示。例如显示比例带（P）、积分时间（I）和微分时间（d）等，如果认为需要调整，则通过键和键进行调整。再次短按键退出调整菜单。

长按键（至少 3 秒）进入初始设定菜单，按住键超过 1 秒退出初始设定菜单。同时按住和至少 3 秒，进入保护菜单，同时按住和至少 1 秒退出保护菜单。

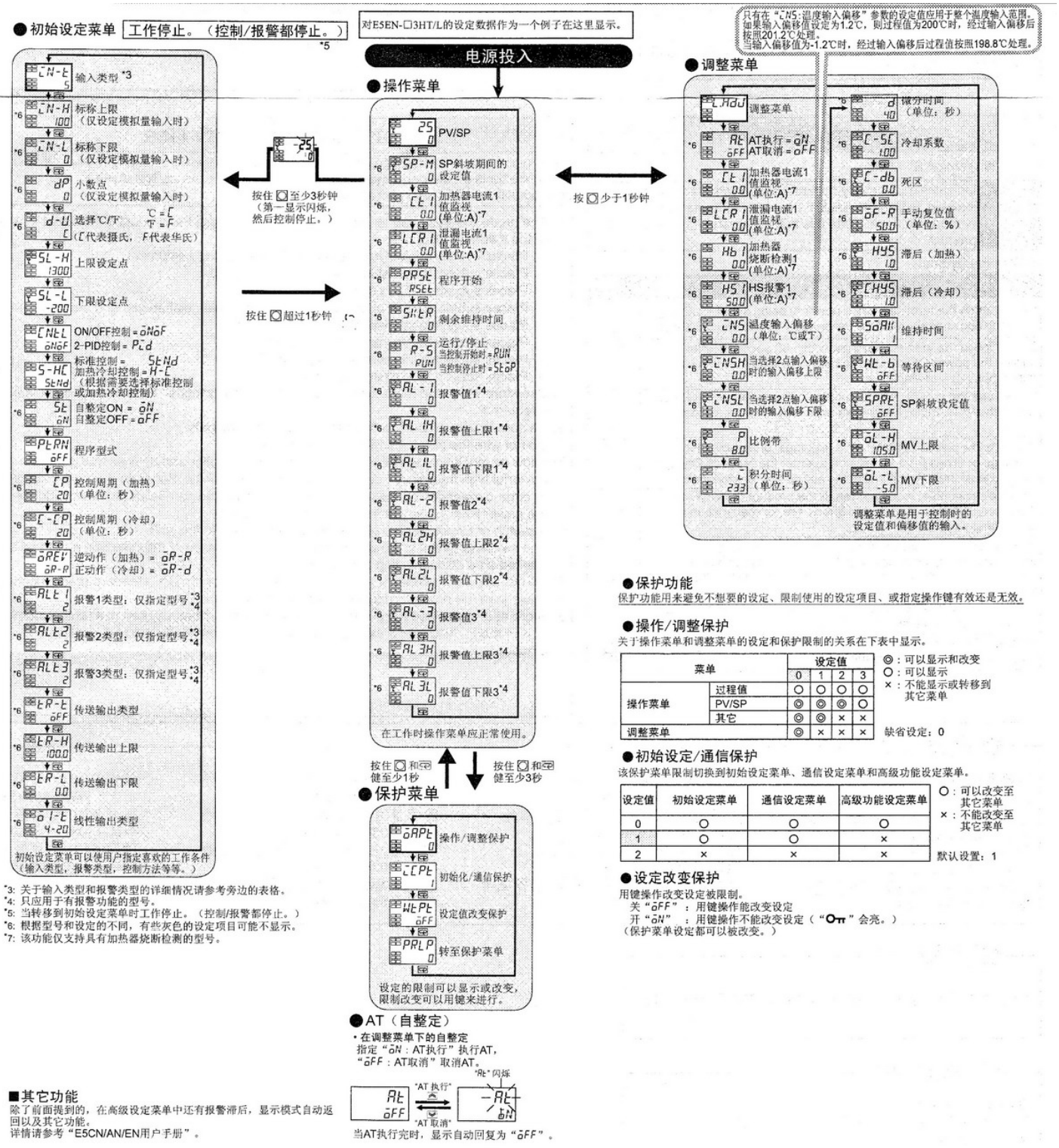
控制器操作详情参阅附录。

2、温度控制模拟实验

（1）观察当前实际温度值（PV）、设定温度值（SV）和三通调节阀进出水口的开度。结合反馈控制系统基本理论知识，对当前状态进行合理解释；

（2）将设定值设置在一个符合实际情况的某一温度值，调整温度模拟电位器，使模拟实际温度向设定值慢慢靠近，并最终使模拟实际温度和设定值相等，观察调节阀动作过程及最终状态。

（3）改变调节其参数，如改变比例带、积分时间和微分时间，重复（2），观察调节阀的动作，比较参数改变前后的差异，并给予正确解释。



*3: 关于输入类型和报警类型的详细情况请参考旁边的表格。
*4: 只应用于有报警功能的型号。
*5: 当转移到初始设定菜单时工作停止。（控制/报警都停止。）
*6: 根据型号和设定的不同，有些灰色的设定项目可能不显示。
*7: 该功能仅支持具有加热器烧断检测的型号。

■其它功能

除了前面提到的，在高级设定菜单中还有报警滞后，显示模式自动返回以及其它功能。
详情请参考“E5CN/AN/EN用户手册”。

●AT（自整定）

• 在调整菜单下的自整定
指定“on：AT执行”执行AT，
“oFF：AT取消”取消AT。

当AT执行完时，显示自动回复为“oFF”。

●保护功能

保护功能用来避免不想要的设定、限制使用的设定项目、或指定操作键有效还是无效。

●操作/调整保护

关于操作菜单和调整菜单的设定和保护限制的关系在下表中显示。

菜单		设定值 0	1	2	3
操作菜单	过程值	○	○	○	○
	PV/SP	◎	◎	◎	○
	其它	◎	◎	×	×
调整菜单		◎	×	×	×

◎：可以显示和改变
○：可以显示
×：不能显示或转移到其它菜单
缺省设定：0

●初始设定/通信保护

该保护菜单限制切换到初始设定菜单、通信设定菜单和高级功能设定菜单。

设定值	初始设定菜单	通信设定菜单	高级功能设定菜单
0	○	○	○
1	○	○	×
2	×	×	×

○：可以改变至其它菜单
×：不能改变至其它菜单
默认设置：1

●设定改变保护

用键操作改变设定被限制。
关“oFF”：用键操作能改变设定
开“on”：用键操作不能改变设定（“OPT”会亮。）
（保护菜单设定都可以被改变。）

实验三 主机遥控系统实验

一、实验目的：

1. 了解主机遥控系统的组成；
2. 掌握主机遥控系统的基本原理和操作要领。

二、实验内容：

1. 主机遥控系统的组成；
2. 熟悉主机遥控系统的面板功能；
3. 掌握主机遥控系统的工作逻辑与顺序；
4. 通过手动或自动操作与调节，使主机遥控系统、安全系统及主机的调速、执行系统达到安全运行状态。

三 、实验设备：

轮机模拟器。

四、实验初始状态：

一台柴油发电机供电，发电系统在“全自动模式”状态工作；

主机已完成备车程序，车钟在停车位置。

五、实验步骤：

主机遥控系统主要由车钟系统、主机远距离操纵系统、主机安保系统三大部分组成，它具有机旁、集控室、驾驶室三种操纵模式。主机遥控系统的主要功能有：

1）程序控制功能：正常换向逻辑控制；应急换向逻辑控制；正常起动逻辑控制；慢转起动逻辑控制；重复起动逻辑控制；重起动逻辑控制。

2）转速控制功能：PI 转速控制；临界转速自动避让；加速速率限制；程序加、减负荷限制；最小转速限制；手动最大转速限制。

3）燃油限制功能：转距限制；扫气压力限制；手动燃油限制。

4）安全保护功能：自动停车保护；自动减速保护。

5）应急操纵功能：应急运行（越控）；应急停车。

6）模拟测试功能。

7）操纵部位切换功能。

实验步骤：

1.检查柴油发电机控制地点：

确认柴油发电机机旁起动控制箱“工作模式”选择开关在“遥控”位置。

2.观察集控台上主机遥控系统的状态并起动主机

1）检查“港口报警闭锁”按钮的状态；

2）检查主机操作地点并起动主机；

① 将主机机旁操纵台上的操纵地点转换开关转到“ REMOTE”位置，并将“油门转换手轮”与“调速扇形轮”连接。

② 在集控台接下“备车”按钮，驾驶台应答。

③ 在集控台上：遥控起动主机（教员在驾驶台配合车钟），按机动航行状态将车速控制在正车：SLOW52 RPM。

3.轮机长手动转速限制

1）设定转速限制：通过集控台主机遥控面板上的“轮机长转速设定”按钮，将最高转速限制值设置在额定转速的90%（92r/min）；

2）观察结果：将车钟手柄推至海上全速，通过主机转速表观察主机转速的变化情况，此时主机转速因其受设定值的限制，虽然全速油门，但实际只有额定转速的90%；

3）改变设定：将最大转速限制值改为额定转速，然后将车钟手柄推至海上全速，通过主机转速表观察主机转速是否还受“90%额定转速”的限制，可达104r/min，再将车速降到正车：SLOW 52 RPM；

4）设置取消转速限制：按下“取消限制”按钮，然后将车钟手柄推至海上全速，通过主机转速表观察主机转速的变化。看其实际转速是否达到108RPM。将车速再降到正车：SLOW 52 RPM。将“取消限制”按钮复位；

4.加速：

按海上航行状态加速到正车：MAX FULL 104RPM，在加速过程中观察系统按“负荷程序”工作时指示灯的变化，同时观察主机转速变化；

5.无扰动切换（集控室切换到驾驶台）：

1）用副车钟与驾驶台联系：要求转换操纵地点，对方应答。

2）观察集控台上“主车钟车令双针指示”和“双液柱车令指示表”，显示驾驶台和集控室两处的车令、转速、方向和大小是否一致，一致后将操纵地点选择开关转到“BRIDGE”位置；进行无扰动切换；观察主机转速表指示有否变化；

3）再按相反程序由驾驶台到集控室进行无扰动切换——将操纵地点转到“ECR”位置，然后停车；

6.主机遥控系统中的起动逻辑控制—集控室（根据驾驶台车钟指令操作）

1）在主机遥控系统面板上选“07”，确定起动转速，然后选“10”以观察主机转速；

2）起动主机：由教员设置主机起动失败、起动条件不满足等故障，然后起动主机——正车SLOW 52 RPM，仔细观察集控台上主机遥控系统和安全报警系统面板：起动失败（三次起动指示灯）、起动条件不满足、系统报警、转速限制等指示灯显示的状态，掌握其功能；

7.主机遥控系统中的起动逻辑控制—驾驶台

由教员设置主机起动失败、起动条件不满足等故障。然后起动主机，仔细观察驾控台上主机安全报警面板上各状态指示灯的变化：起动失败（三次起动指示灯）、起动条件不满足、转速限制等指示灯显示的状态，掌握驾驶台操纵有

关的功能；

8.安全系统：仔细观察集控台主机安全系统面板上显示的功能：

1）故障停车、故障减速和报警等显示的状态及相互的关系；根据下面的操作掌握“越控”和“不能越控”的故障处理；

2）教员设置故障使主机出现故障自动减速“SLOW DOWN”:

当“SLOW DOWN”声光报警

① 按下应答按钮，先消声消闪；

② 观察主机转速表；

③ 观察导致“SLOW DOWN”的原因，并按下其旁边的“CANCEL”按钮进行“越控”处理，即暂不执行“SLOW DOWN”命令，观察转速表的变化；

④ 按下“CANCEL”按钮，将其释放。再观察转速表的变化；

⑤ 复位方法：待故障排除后，按下集控台上的“RESET SLOWDOWN”按钮；

3）教员设置故障使主机出现故障自动停车（“SHUT DOWN”）

当“SHUT DOWN”声光报警

① 按下应答按钮，先消声消闪；

② 观察主机转速表；

③ 观察导致“SHUT DOWN”的原因，判断该故障是否是可以“越控”；

④ 如果是可“越控”的，则按下其旁边的“CANCEL”按钮进行“越控”处理，即暂不执行“SHUT DOWN”命令，观察转速表的变化；

⑤ 按下“CANCEL”按钮，将其释放，观察转速表变化——转速将继续下降；

⑥ 在转速降到发火转速前按下“CANCEL”按钮，观察主机转速变化，看“越控”是否起作用；

⑦ 当转速降到发火转速后再按下“CANCEL”按钮，观察主机转速变化，看“越控”是否起作用；

⑧ 待主机停车后，按下“CANCEL”按钮，再起动主机观察主机转速变化。

⑨ 复位：待故障排除后，在集控台上将车钟扳回到停车即可复位；

9.紧急停车

l）起动主机，当达全速时，按下应急停车按钮（EM STOP），观察转速表和报警指示，并应答；

2）待故障排除后，将车钟手柄板回到停车（STOP）即可复位。

10.电子调速器及执行系统

理解电子调速器及其执行部分的作用，以及与主机遥控系统之间的关系。

六、注意事项：

1．特别注意机旁手动操纵与遥控操纵的转换；

2．特别注意集控室与驾控室操纵的无扰动切换时的操作地点。

七、思考题：

1．理解主机遥控系统各部分的组成及功能。

2．掌握集控室和驾驶台主机安全系统的组成单元、作用及区别。

3．怎样实现驾驶台和集控制室操纵位置的无扰动切换?

4．哪个部位的操纵优先级最高?

实验四 巡回监测与报警系统实验

一 、实验目的:

1.了解巡回监测组成和工作原理，掌握调零，开关量上、下限及模拟量参数值的方法，掌握巡回检测装置常见故障分析和排除方法;

2.掌握开关量和模拟量报警回路的组成和工作原理，调整报警上、下限的方法;

3.掌握主要传感器结构和调整方法及报警系统常见故障分析和排除方法。

二、实验内容:

1.熟悉机舱集中监视与报警系统的组成及特点;通过监视报警CRT显示和制表打印，观察其工作过程及定点，故障打印和显示工作状况;

2.各种开关量和模拟量报警现象和应答，确认故障的操作;

3.学会基本参数报警值修改的方法。

三、实验设备:

1.轮机模拟器集中监视控制室;

2.主控台集中监视警报系统。

四、实验初始条件

1.一台发电机供电，发电系统在“自动”状态工作;

2.主机操纵地点：集控室遥控;

3.微机型机舱集中监视及报警系统工作正常。

五、实验步骤

1.微机型机舱集中监视及报警系统的组成

1）开启报警系统电源，在教师指导下，熟悉进入及退出报警系统主程序的方法;

2）由教师现场介绍系统的组成（主要的传感器、监视报警装置、监视报警显示屏、报警主菜单等）。

2.微机型机舱集中监视及报警系统的常规操作

1）进行试灯和功能试验;

2）进入报警系统主页，通过菜单提示选择机舱有关系统，观察参数表格和图形显示，观察当前的数值和报警设定值显示；

3）观察主机排气温度直条图和趋势图，并分析说明主机工况；

4）由教师设置故障，学生在集控室进行消声、消闪应答，然后根据“CRT”上的报警显示判断故障原因；

5）延时报警试验

设置污水井水位过高，观察延时20S报警；

6）进行报警闭锁试验

按下集控台上的“HARBOR BLOCK”按钮，观察报警系统主页各系统颜色的变化和故障发生后系统的状态，然后释放按钮进行状态恢复；

在主机转速为零的状态，观察对某些参数（如主机气缸注油器断流、缸套冷却水低压等）的自动闭锁。

3.报警值的修改

按照教师要求，修改参数（如主机气缸排气温度、主机冷却水温度等）的报警限值并进行报警检验，然后恢复原来的值。

六、注意事项

1.注意教师的讲解和操作过程；

2.避免点击CRT屏幕角落的按钮；

3.万一误操作进入UNIX界面，立刻报告老师。

七、思考题

1.本监视与报警系统主页有哪些内容和系统？

2.何谓延时报警？何谓报警回差？何谓闭锁报警？

3.本系统中，显示模拟量和开关量的页每页分别包括多少路信号？处于闭锁状态的信号用什么颜色表示？

4.在机舱集中监视与报警系统中，怎样修改模拟量和开关量参数的报警值？



轮机工程学院

轮机工程专业轮机205班学生成绩

汇总表

（三二分段）

学号	姓名	课程名称	学分	平时成绩	期中成绩	期末成绩	实验成绩	总评成绩
202011230501	王永发	船舶主推进动力装置Ⅰ	2.5	87		50		61
202011230501	王永发	船舶电气设备及系统	4.0	75		57		64
202011230501	王永发	轮机英语Ⅰ	2.0	82		79		80
202011230501	王永发	轮机英语听力与会话Ⅰ	1.0	80		63		中等
202011230501	王永发	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3.0	82		83		良好
202011230501	王永发	船舶辅机Ⅰ	3.0	89		51		62
202011230501	王永发	轮机自动化基础	2.0	83		69		73
202011230501	王永发	轮机维修	3.0	86		68.5		74
202011230501	王永发	船舶管理	3.0	88		72.5		77
202011230501	王永发	轮机英语Ⅱ	3.0	81		59		66
202011230501	王永发	船舶辅机Ⅱ	3.0	89		76		80
202011230501	王永发	体育Ⅴ	1					良好
202011230501	王永发	船舶主推进动力装置Ⅱ	3.0	97		76		82
202011230501	王永发	轮机自动化	3.0	75		45		54
202011230501	王永发	轮机英语听力与会话Ⅱ	1.5	80		75		中等
202011230501	王永发	应用文写作	2.0	85		85		良好
202011230501	王永发	劳动	1	及格		良好		良好
202011230502	孔永津	船舶主推进动力装置Ⅰ	2.5	84		50		60
202011230502	孔永津	船舶电气设备及系统	4.0	84		54.5		66
202011230502	孔永津	轮机英语Ⅰ	2.0	80		46		49
202011230502	孔永津	轮机自动化基础	2.0	80		40		49
202011230502	孔永津	轮机英语听力与会话Ⅰ	1.0	80		60		及格
202011230502	孔永津	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3.0	81		81		良好
202011230502	孔永津	船舶辅机Ⅰ	3.0	84		56		64
202011230502	孔永津	应用文写作	2.0	85		85		良好
202011230502	孔永津	船舶管理	3.0	85		44		49
202011230502	孔永津	轮机英语Ⅱ	3.0	78		53		61
202011230502	孔永津	船舶辅机Ⅱ	3.0	86		58		66
202011230502	孔永津	体育Ⅴ	1					中等
202011230502	孔永津	轮机维修	3.0	84		59		67
202011230502	孔永津	船舶主推进动力装置Ⅱ	3.0	99		72		80
202011230502	孔永津	轮机自动化	3.0	78		9		30

202011230502	孔永津	轮机英语听力与会话II	1.5	78		50		及格
202011230502	孔永津	劳动	1	及格		良好		良好
202011230503	邓世雄	轮机英语 I	2.0	80		15		49
202011230503	邓世雄	船舶主推进动力装置 I	2.5	80		52		60
202011230503	邓世雄	轮机自动化基础	2.0	78		39		49
202011230503	邓世雄	轮机英语听力与会话 I	1.0	78		50		及格
202011230503	邓世雄	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3.0	81		82		良好
202011230503	邓世雄	船舶辅机 I	3.0	88		59		68
202011230503	邓世雄	船舶电气设备及系统	4.0	83		32.5		49
202011230503	邓世雄	轮机维修	3.0	88		76		80
202011230503	邓世雄	船舶辅机II	3.0	87		75		79
202011230503	邓世雄	应用文写作	2.0	85		84		良好
202011230503	邓世雄	轮机英语II	3.0	79		52		60
202011230503	邓世雄	船舶管理	3.0	89		53		64
202011230503	邓世雄	轮机英语听力与会话II	1.5	75		55		及格
202011230503	邓世雄	船舶主推进动力装置II	3.0	99		78		84
202011230503	邓世雄	体育V	1					中等
202011230503	邓世雄	轮机自动化	3.0	60		70		67
202011230503	邓世雄	劳动	1	及格		良好		良好
202011230504	刘子鸿	轮机英语 I	2.0	88		38		49
202011230504	刘子鸿	船舶主推进动力装置 I	2.5	86		57		66
202011230504	刘子鸿	轮机自动化基础	2.0	86		65		71
202011230504	刘子鸿	轮机英语听力与会话 I	1.0	89		73		中等
202011230504	刘子鸿	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3.0	78		78		中等
202011230504	刘子鸿	船舶辅机 I	3.0	93		85		87
202011230504	刘子鸿	船舶电气设备及系统	4.0	90		62		73
202011230504	刘子鸿	轮机维修	3.0	88		72		77
202011230504	刘子鸿	轮机自动化	3.0	90		73		78
202011230504	刘子鸿	应用文写作	2.0	90		85		良好
202011230504	刘子鸿	轮机英语II	3.0	85		67		72
202011230504	刘子鸿	船舶管理	3.0	90		73.5		78
202011230504	刘子鸿	轮机英语听力与会话II	1.5	84		60		中等
202011230504	刘子鸿	船舶主推进动力装置II	3.0	99		68		77

202011230504	刘子鸿	体育V	1					良好
202011230504	刘子鸿	船舶辅机II	3.0	93		87		89
202011230504	刘子鸿	劳动	1	及格		良好		良好
202011230505	关志龙	船舶主推进动力装置I	2.5	83		64		70
202011230505	关志龙	轮机英语听力与会话I	1.0	84		60		中等
202011230505	关志龙	轮机英语I	2.0	84		60		67
202011230505	关志龙	轮机自动化基础	2.0	85		60		68
202011230505	关志龙	船舶电气设备及系统	4.0	86		77.5		81
202011230505	关志龙	船舶辅机I	3.0	92		86		88
202011230505	关志龙	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3.0	88		77		良好
202011230505	关志龙	轮机英语II	3.0	85		64		70
202011230505	关志龙	船舶管理	3.0	92		67		75
202011230505	关志龙	应用文写作	2.0	95		81		良好
202011230505	关志龙	体育V	1					良好
202011230505	关志龙	船舶主推进动力装置II	3.0	98		76		83
202011230505	关志龙	轮机维修	3.0	90		83		85
202011230505	关志龙	轮机英语听力与会话II	1.5	80		74		中等
202011230505	关志龙	轮机自动化	3.0	90		74		79
202011230505	关志龙	船舶辅机II	3.0	92		85.5		87
202011230505	关志龙	劳动	1	优秀		优秀		优秀
202011230506	汤珈淳	船舶主推进动力装置I	2.5	76		53		60
202011230506	汤珈淳	船舶电气设备及系统	4.0	83		41.5		49
202011230506	汤珈淳	轮机自动化基础	2.0	77		41		49
202011230506	汤珈淳	轮机英语听力与会话I	1.0	80		52		及格
202011230506	汤珈淳	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3.0	80		80		良好
202011230506	汤珈淳	轮机英语I	2.0	80		24		49
202011230506	汤珈淳	船舶辅机I	3.0	86		51.5		62
202011230506	汤珈淳	船舶主推进动力装置II	3.0	98		69		78
202011230506	汤珈淳	体育V	1					中等
202011230506	汤珈淳	应用文写作	2.0	90		90		优秀
202011230506	汤珈淳	轮机维修	3.0	80		73		75
202011230506	汤珈淳	轮机英语II	3.0	75		62		66
202011230506	汤珈淳	轮机英语听力与会话II	1.5	78		50		及格

202011230506	汤珈淳	轮机自动化	3.0	60		70		67
202011230506	汤珈淳	船舶辅机II	3.0	86		68		73
202011230506	汤珈淳	船舶管理	3.0	86		38		49
202011230506	汤珈淳	劳动	1	中等		中等		中等
202011230507	苏宇华	轮机英语I	2.0	80		31		49
202011230507	苏宇华	轮机英语听力与会话I	1.0	82		64		中等
202011230507	苏宇华	船舶主推进动力装置I	2.5	88		60		68
202011230507	苏宇华	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3.0	81		80		良好
202011230507	苏宇华	船舶电气设备及系统	4.0	88		79		83
202011230507	苏宇华	船舶辅机I	3.0	87		71		76
202011230507	苏宇华	轮机自动化基础	2.0	84		63		69
202011230507	苏宇华	轮机英语II	3.0	84		65		71
202011230507	苏宇华	船舶管理	3.0	92		67		75
202011230507	苏宇华	船舶主推进动力装置II	3.0	99		88		91
202011230507	苏宇华	轮机自动化	3.0	90		85		87
202011230507	苏宇华	船舶辅机II	3.0	94		78		83
202011230507	苏宇华	体育V	1					良好
202011230507	苏宇华	轮机英语听力与会话II	1.5	82		67		中等
202011230507	苏宇华	轮机维修	3.0	91		79		83
202011230507	苏宇华	应用文写作	2.0	93		88		优秀
202011230507	苏宇华	劳动	1	良好		优秀		优秀
202011230508	苏词鑫	轮机英语听力与会话I	1.0	78		60		及格
202011230508	苏词鑫	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3.0	86		78		良好
202011230508	苏词鑫	船舶主推进动力装置I	2.5	90		63		71
202011230508	苏词鑫	轮机英语I	2.0	80		35		49
202011230508	苏词鑫	轮机自动化基础	2.0	87		44		49
202011230508	苏词鑫	船舶电气设备及系统	4.0	88		65		74
202011230508	苏词鑫	船舶辅机I	3.0	89		61		69
202011230508	苏词鑫	大学日语II	3.0					60
202011230508	苏词鑫	轮机英语II	3.0	83		45		49
202011230508	苏词鑫	船舶辅机II	3.0	85		72		76
202011230508	苏词鑫	船舶管理	3.0	88		68		74
202011230508	苏词鑫	轮机维修	3.0	86		70		75

202011230508	苏词鑫	船舶主推进动力装置II	3.0	98		82		87
202011230508	苏词鑫	应用文写作	2.0	85		76		良好
202011230508	苏词鑫	体育V	1					良好
202011230508	苏词鑫	轮机自动化	3.0	70		69		69
202011230508	苏词鑫	轮机英语听力与会话II	1.5	80		67		中等
202011230508	苏词鑫	劳动	1	良好		良好		良好
202011230509	李元楷	轮机英语I	2.0	80		37		49
202011230509	李元楷	轮机英语听力与会话I	1.0	80		60		及格
202011230509	李元楷	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3.0	82		80		良好
202011230509	李元楷	船舶辅机I	3.0	88		53		64
202011230509	李元楷	船舶电气设备及系统	4.0	83		29		49
202011230509	李元楷	船舶主推进动力装置I	2.5	73		60		64
202011230509	李元楷	轮机自动化基础	2.0	83		47		49
202011230509	李元楷	轮机英语听力与会话II	1.5	76		54		及格
202011230509	李元楷	轮机维修	3.0	83		71		75
202011230509	李元楷	船舶辅机II	3.0	86		62		69
202011230509	李元楷	轮机英语II	3.0	78		60		65
202011230509	李元楷	轮机自动化	3.0	65		58		60
202011230509	李元楷	应用文写作	2.0	82		83		良好
202011230509	李元楷	船舶主推进动力装置II	3.0	99		83		88
202011230509	李元楷	体育V	1					中等
202011230509	李元楷	船舶管理	3.0	89		52.5		63
202011230509	李元楷	劳动	1	中等		中等		中等
202011230510	李永俊	船舶辅机I	3.0	86		51		62
202011230510	李永俊	船舶电气设备及系统	4.0	88		67.5		76
202011230510	李永俊	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3.0	82		80		良好
202011230510	李永俊	轮机英语I	2.0	80		38		49
202011230510	李永俊	轮机英语听力与会话I	1.0	80		53		及格
202011230510	李永俊	轮机自动化基础	2.0	88		66		73
202011230510	李永俊	船舶主推进动力装置I	2.5	85		64		70
202011230510	李永俊	轮机英语II	3.0	83		57		65
202011230510	李永俊	轮机维修	3.0	88		74.5		79
202011230510	李永俊	船舶主推进动力装置II	3.0	99		83		88

202011230510	李永俊	轮机英语听力与会话II	1.5	80		74		中等
202011230510	李永俊	轮机自动化	3.0	60		63		62
202011230510	李永俊	船舶辅机II	3.0	86		80		82
202011230510	李永俊	应用文写作	2.0	88		86		良好
202011230510	李永俊	船舶管理	3.0	89		68.5		75
202011230510	李永俊	体育V	1					良好
202011230510	李永俊	劳动	1	良好		良好		良好
202011230511	肖永杰	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3.0	83		79		良好
202011230511	肖永杰	船舶辅机I	3.0	91		60		69
202011230511	肖永杰	轮机英语听力与会话I	1.0	88		78		良好
202011230511	肖永杰	轮机自动化基础	2.0	87		76		79
202011230511	肖永杰	轮机英语I	2.0	85		66		72
202011230511	肖永杰	船舶主推进动力装置I	2.5	88		69		75
202011230511	肖永杰	船舶电气设备及系统	4.0	86		61.5		71
202011230511	肖永杰	轮机英语II	3.0	83		80		81
202011230511	肖永杰	轮机维修	3.0	91		77		81
202011230511	肖永杰	轮机英语听力与会话II	1.5	86		78		良好
202011230511	肖永杰	船舶辅机II	3.0	91		73		78
202011230511	肖永杰	轮机自动化	3.0	65		58		60
202011230511	肖永杰	应用文写作	2.0	93		88		优秀
202011230511	肖永杰	船舶管理	3.0	91		53		64
202011230511	肖永杰	体育V	1					良好
202011230511	肖永杰	船舶主推进动力装置II	3.0	99		76		83
202011230511	肖永杰	劳动	1	优秀		良好		良好
202011230512	肖昌猛	船舶辅机I	3.0	87		57.5		66
202011230512	肖昌猛	船舶电气设备及系统	4.0	92		69		78
202011230512	肖昌猛	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3.0	83		79		良好
202011230512	肖昌猛	轮机英语I	2.0	80		27		49
202011230512	肖昌猛	轮机英语听力与会话I	1.0	78		53		及格
202011230512	肖昌猛	轮机自动化基础	2.0	89		68		74
202011230512	肖昌猛	船舶主推进动力装置I	2.5	96		50		64
202011230512	肖昌猛	轮机英语II	3.0	75		64		67
202011230512	肖昌猛	轮机维修	3.0	88		60		68

202011230512	肖昌猛	船舶主推进动力装置II	3.0	99		72		80
202011230512	肖昌猛	轮机英语听力与会话II	1.5	80		50		及格
202011230512	肖昌猛	轮机自动化	3.0	75		69		71
202011230512	肖昌猛	船舶辅机II	3.0	89		58		67
202011230512	肖昌猛	应用文写作	2.0	92		90		优秀
202011230512	肖昌猛	船舶管理	3.0	89		71.5		77
202011230512	肖昌猛	体育V	1					中等
202011230512	肖昌猛	劳动	1	良好		良好		良好
202011230513	肖禧龙	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3.0	77		77		中等
202011230513	肖禧龙	船舶辅机I	3.0	86		58		66
202011230513	肖禧龙	船舶电气设备及系统	4.0	85		68		75
202011230513	肖禧龙	轮机英语听力与会话I	1.0	78		60		及格
202011230513	肖禧龙	轮机自动化基础	2.0	87		44		49
202011230513	肖禧龙	轮机英语I	2.0	80		55		63
202011230513	肖禧龙	船舶主推进动力装置I	2.5	80		55		63
202011230513	肖禧龙	船舶辅机II	3.0	87		60		68
202011230513	肖禧龙	轮机英语II	3.0	78		63		68
202011230513	肖禧龙	轮机维修	3.0	89		71		76
202011230513	肖禧龙	船舶主推进动力装置II	3.0	99		75		82
202011230513	肖禧龙	轮机英语听力与会话II	1.5	80		58		及格
202011230513	肖禧龙	体育V	1					良好
202011230513	肖禧龙	轮机自动化	3.0	93		74		80
202011230513	肖禧龙	应用文写作	2.0	83		81		良好
202011230513	肖禧龙	船舶管理	3.0	89		70.5		76
202011230513	肖禧龙	劳动	1	良好		良好		良好
202011230514	吴伟斌	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3.0	80		81		良好
202011230514	吴伟斌	轮机英语听力与会话I	1.0	88		71		中等
202011230514	吴伟斌	轮机英语I	2.0	88		70		75
202011230514	吴伟斌	船舶主推进动力装置I	2.5	89		58		67
202011230514	吴伟斌	船舶电气设备及系统	4.0	90		67		76
202011230514	吴伟斌	轮机自动化基础	2.0	87		58		67
202011230514	吴伟斌	船舶辅机I	3.0	89		53		64
202011230514	吴伟斌	轮机英语听力与会话II	1.5	86		80		良好

202011230514	吴伟斌	体育V	1					良好
202011230514	吴伟斌	船舶主推进动力装置II	3.0	99		72		80
202011230514	吴伟斌	应用文写作	2.0	88		83		良好
202011230514	吴伟斌	轮机维修	3.0	94		76		81
202011230514	吴伟斌	船舶管理	3.0	89		62.5		70
202011230514	吴伟斌	船舶辅机II	3.0	88		74		78
202011230514	吴伟斌	轮机自动化	3.0	75		79		78
202011230514	吴伟斌	轮机英语II	3.0	80		78		79
202011230514	吴伟斌	劳动	1	优秀		良好		良好
202011230515	何有伟	船舶主推进动力装置I	2.5	88		59		68
202011230515	何有伟	船舶辅机I	3.0	88		66		73
202011230515	何有伟	轮机英语I	2.0	84		80		81
202011230515	何有伟	轮机英语听力与会话I	1.0	84		60		中等
202011230515	何有伟	轮机自动化基础	2.0	84		77		79
202011230515	何有伟	船舶电气设备及系统	4.0	87		64.5		74
202011230515	何有伟	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3.0	80		80		良好
202011230515	何有伟	船舶管理	3.0	91		88.5		89
202011230515	何有伟	轮机维修	3.0	89		81		83
202011230515	何有伟	轮机英语II	3.0	84		77		79
202011230515	何有伟	船舶辅机II	3.0	91		84		86
202011230515	何有伟	船舶主推进动力装置II	3.0	99		79		85
202011230515	何有伟	应用文写作	2.0	92		90		优秀
202011230515	何有伟	轮机英语听力与会话II	1.5	78		88		良好
202011230515	何有伟	轮机自动化	3.0	75		81		79
202011230515	何有伟	体育V	1					中等
202011230515	何有伟	劳动	1	良好		良好		良好
202011230516	陈锦濠	船舶电气设备及系统	4.0	90		83.5		86
202011230516	陈锦濠	船舶主推进动力装置I	2.5	80		75		77
202011230516	陈锦濠	轮机英语I	2.0	90		92		91
202011230516	陈锦濠	轮机自动化基础	2.0	86		81		83
202011230516	陈锦濠	轮机英语听力与会话I	1.0	90		91		优秀
202011230516	陈锦濠	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3.0	80		82		良好
202011230516	陈锦濠	船舶辅机I	3.0	91		76.5		81

202011230516	陈锦濠	船舶辅机II	3.0	89		76		80
202011230516	陈锦濠	应用文写作	2.0	88		80		良好
202011230516	陈锦濠	体育V	1					良好
202011230516	陈锦濠	轮机英语听力与会话II	1.5	88		78		良好
202011230516	陈锦濠	轮机自动化	3.0	90		80		83
202011230516	陈锦濠	船舶管理	3.0	90		76		80
202011230516	陈锦濠	船舶主推进动力装置II	3.0	99		91		93
202011230516	陈锦濠	轮机维修	3.0	86		81		83
202011230516	陈锦濠	轮机英语II	3.0	87		86		86
202011230516	陈锦濠	劳动	1	良好		良好		良好
202011230517	林良正	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3.0	95		78		良好
202011230517	林良正	轮机英语I	2.0	86		93		91
202011230517	林良正	船舶辅机I	3.0	89		79.5		82
202011230517	林良正	轮机自动化基础	2.0	88		72		77
202011230517	林良正	船舶主推进动力装置I	2.5	84		59		67
202011230517	林良正	船舶电气设备及系统	4.0	90		80.5		84
202011230517	林良正	轮机英语听力与会话I	1.0	86		83		良好
202011230517	林良正	应用文写作	2.0	85		86		良好
202011230517	林良正	体育V	1					良好
202011230517	林良正	船舶主推进动力装置II	3.0	99		82		87
202011230517	林良正	船舶辅机II	3.0	90		86		87
202011230517	林良正	轮机维修	3.0	89		89		89
202011230517	林良正	轮机英语II	3.0	86		85		85
202011230517	林良正	轮机英语听力与会话II	1.5	88		86		良好
202011230517	林良正	轮机自动化	3.0	70		82		78
202011230517	林良正	船舶管理	3.0	90		90		90
202011230517	林良正	劳动	1	良好		优秀		优秀
202011230518	郑云锴	船舶辅机I	3.0	83		43		49
202011230518	郑云锴	船舶电气设备及系统	4.0	77		43.5		49
202011230518	郑云锴	船舶主推进动力装置I	2.5	86		51		62
202011230518	郑云锴	轮机英语I	2.0	82		72		75
202011230518	郑云锴	轮机自动化基础	2.0	86		70		75
202011230518	郑云锴	轮机英语听力与会话I	1.0	80		60		及格

202011230518	郑云锴	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3.0	81		79		良好
202011230518	郑云锴	轮机自动化	3.0	66		51		56
202011230518	郑云锴	应用文写作	2.0	88		85		良好
202011230518	郑云锴	轮机英语II	3.0	65		78		74
202011230518	郑云锴	轮机维修	3.0	84		65		71
202011230518	郑云锴	船舶主推进动力装置II	3.0	93		85		87
202011230518	郑云锴	体育V	1					及格
202011230518	郑云锴	船舶管理	3.0	85		69		74
202011230518	郑云锴	轮机英语听力与会话II	1.5	70		64		及格
202011230518	郑云锴	船舶辅机II	3.0	82		69		73
202011230518	郑云锴	劳动	1	及格		及格		及格
202011230519	郑泳诗	轮机英语I	2.0	83		66		71
202011230519	郑泳诗	轮机英语听力与会话I	1.0	80		73		中等
202011230519	郑泳诗	船舶主推进动力装置I	2.5	71		65		67
202011230519	郑泳诗	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3.0	81		78		中等
202011230519	郑泳诗	船舶辅机I	3.0	85		34		49
202011230519	郑泳诗	轮机自动化基础	2.0	74		56		61
202011230519	郑泳诗	船舶电气设备及系统	4.0	83		50		63
202011230519	郑泳诗	轮机维修	3.0	88		66		73
202011230519	郑泳诗	轮机英语II	3.0	78		62		67
202011230519	郑泳诗	船舶辅机II	3.0	85		67		72
202011230519	郑泳诗	轮机自动化	3.0	60		69		66
202011230519	郑泳诗	船舶主推进动力装置II	3.0	98		91		93
202011230519	郑泳诗	体育V	1					及格
202011230519	郑泳诗	船舶管理	3.0	88		63		71
202011230519	郑泳诗	应用文写作	2.0	88		85		良好
202011230519	郑泳诗	轮机英语听力与会话II	1.5	79		78		中等
202011230519	郑泳诗	劳动	1	良好		优秀		优秀
202011230520	郑家俊	船舶辅机I	3.0	89		77		81
202011230520	郑家俊	轮机英语I	2.0	82		68		72
202011230520	郑家俊	轮机自动化基础	2.0	83		80.5		81
202011230520	郑家俊	船舶电气设备及系统	4.0	92		84		87
202011230520	郑家俊	船舶主推进动力装置I	2.5	81		65		70

202011230520	郑家俊	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3.0	90		79		良好
202011230520	郑家俊	轮机英语听力与会话Ⅰ	1.0	80		51		及格
202011230520	郑家俊	轮机英语听力与会话Ⅱ	1.5	82		61		及格
202011230520	郑家俊	轮机英语Ⅱ	3.0	80		66		70
202011230520	郑家俊	应用文写作	2.0	95		90		优秀
202011230520	郑家俊	船舶主推进动力装置Ⅱ	3.0	93		83		86
202011230520	郑家俊	船舶管理	3.0	88		85.5		86
202011230520	郑家俊	轮机维修	3.0	88		73		78
202011230520	郑家俊	体育Ⅴ	1					良好
202011230520	郑家俊	船舶辅机Ⅱ	3.0	93		92		92
202011230520	郑家俊	轮机自动化	3.0	90		87		88
202011230520	郑家俊	劳动	1	优秀		良好		良好
202011230521	钟梁辉	船舶辅机Ⅰ	3.0	85		64		70
202011230521	钟梁辉	船舶主推进动力装置Ⅰ	2.5	95		58		69
202011230521	钟梁辉	轮机英语Ⅰ	2.0	81		51		60
202011230521	钟梁辉	轮机自动化基础	2.0	85		71		75
202011230521	钟梁辉	船舶电气设备及系统	4.0	90		72.5		80
202011230521	钟梁辉	轮机英语听力与会话Ⅰ	1.0	81		66		中等
202011230521	钟梁辉	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3.0	77		76		中等
202011230521	钟梁辉	轮机英语听力与会话Ⅱ	1.5	81		86		良好
202011230521	钟梁辉	船舶辅机Ⅱ	3.0	87		53		63
202011230521	钟梁辉	轮机英语Ⅱ	3.0	79		75		76
202011230521	钟梁辉	应用文写作	2.0	90		81		良好
202011230521	钟梁辉	船舶主推进动力装置Ⅱ	3.0	98		85		89
202011230521	钟梁辉	船舶管理	3.0	89		72.5		77
202011230521	钟梁辉	轮机维修	3.0	89		72		77
202011230521	钟梁辉	体育Ⅴ	1					良好
202011230521	钟梁辉	轮机自动化	3.0	70		68		69
202011230521	钟梁辉	劳动	1	良好		良好		良好
202011230522	袁世旻	船舶辅机Ⅰ	3.0	84		45		49
202011230522	袁世旻	轮机英语Ⅰ	2.0	86		41		49
202011230522	袁世旻	轮机自动化基础	2.0	85		24		49
202011230522	袁世旻	船舶电气设备及系统	4.0	81		67.5		73

202011230522	袁世旻	船舶主推进动力装置Ⅰ	2.5	91		68		75
202011230522	袁世旻	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3.0	76		75		中等
202011230522	袁世旻	轮机英语听力与会话Ⅰ	1.0	86		75		中等
202011230522	袁世旻	船舶辅机Ⅱ	3.0	85		56		65
202011230522	袁世旻	轮机英语Ⅱ	3.0	79		60		66
202011230522	袁世旻	应用文写作	2.0	93		90		优秀
202011230522	袁世旻	船舶主推进动力装置Ⅱ	3.0	95		70		78
202011230522	袁世旻	船舶管理	3.0	87		56.5		66
202011230522	袁世旻	轮机维修	3.0	86		58		66
202011230522	袁世旻	轮机英语听力与会话Ⅱ	1.5	80		72		中等
202011230522	袁世旻	体育Ⅴ	1					良好
202011230522	袁世旻	轮机自动化	3.0	63		52		55
202011230522	袁世旻	劳动	1	良好		中等		中等
202011230523	翁顺	船舶主推进动力装置Ⅰ	2.5	59		67		65
202011230523	翁顺	船舶电气设备及系统	4.0	77		38.5		49
202011230523	翁顺	轮机自动化基础	2.0	80		26		49
202011230523	翁顺	轮机英语Ⅰ	2.0	80		66		70
202011230523	翁顺	轮机英语听力与会话Ⅰ	1.0	78		60		及格
202011230523	翁顺	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3.0	77		78		中等
202011230523	翁顺	船舶辅机Ⅰ	3.0	88		53		64
202011230523	翁顺	体育Ⅴ	1					及格
202011230523	翁顺	船舶辅机Ⅱ	3.0	84		64		70
202011230523	翁顺	轮机自动化	3.0	60		70		67
202011230523	翁顺	轮机英语Ⅱ	3.0	70		76		74
202011230523	翁顺	应用文写作	2.0	88		80		良好
202011230523	翁顺	船舶主推进动力装置Ⅱ	3.0	97		97		97
202011230523	翁顺	轮机英语听力与会话Ⅱ	1.5	70		69		及格
202011230523	翁顺	轮机维修	3.0	80		69.5		73
202011230523	翁顺	船舶管理	3.0	81		56		64
202011230523	翁顺	劳动	1	良好		及格		及格
202011230524	黄兰乔	轮机英语Ⅰ	2.0	85		67		72
202011230524	黄兰乔	船舶主推进动力装置Ⅰ	2.5	89		54		65
202011230524	黄兰乔	船舶电气设备及系统	4.0	84		58		68

202011230524	黄兰乔	轮机自动化基础	2.0	87		43		49
202011230524	黄兰乔	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3.0	95		90		优秀
202011230524	黄兰乔	轮机英语听力与会话Ⅰ	1.0	85		64		中等
202011230524	黄兰乔	船舶辅机Ⅰ	3.0	89		62		70
202011230524	黄兰乔	船舶管理	3.0	91		63.5		72
202011230524	黄兰乔	船舶主推进动力装置Ⅱ	3.0	99		80		86
202011230524	黄兰乔	轮机维修	3.0	87		56		65
202011230524	黄兰乔	轮机英语Ⅱ	3.0	85		64		70
202011230524	黄兰乔	船舶辅机Ⅱ	3.0	91		74.5		79
202011230524	黄兰乔	轮机英语听力与会话Ⅱ	1.5	85		66		中等
202011230524	黄兰乔	体育Ⅴ	1					良好
202011230524	黄兰乔	轮机自动化	3.0	90		76		80
202011230524	黄兰乔	应用文写作	2.0	88		85		良好
202011230524	黄兰乔	劳动	1	良好		良好		良好
202011230525	黄仲华	船舶主推进动力装置Ⅰ	2.5	88		66		73
202011230525	黄仲华	轮机英语Ⅰ	2.0	84		58		66
202011230525	黄仲华	轮机英语听力与会话Ⅰ	1.0	84		60		中等
202011230525	黄仲华	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3.0	78		79		中等
202011230525	黄仲华	船舶辅机Ⅰ	3.0	85		58		66
202011230525	黄仲华	轮机自动化基础	2.0	88		74		78
202011230525	黄仲华	船舶电气设备及系统	4.0	90		80		84
202011230525	黄仲华	轮机自动化	3.0	70		72		71
202011230525	黄仲华	应用文写作	2.0	88		83		良好
202011230525	黄仲华	轮机英语Ⅱ	3.0	78		72		74
202011230525	黄仲华	轮机维修	3.0	88		77		80
202011230525	黄仲华	船舶主推进动力装置Ⅱ	3.0	98		79		85
202011230525	黄仲华	体育Ⅴ	1					中等
202011230525	黄仲华	轮机英语听力与会话Ⅱ	1.5	80		72		中等
202011230525	黄仲华	船舶辅机Ⅱ	3.0	89		80.5		83
202011230525	黄仲华	船舶管理	3.0	88		70		75
202011230525	黄仲华	劳动	1	良好		良好		良好
202011230526	曹泽汉	船舶主推进动力装置Ⅰ	2.5	94		77		82
202011230526	曹泽汉	船舶电气设备及系统	4.0	90		86		88

202011230526	曹泽汉	轮机自动化基础	2.0	90		72		77
202011230526	曹泽汉	轮机英语Ⅰ	2.0	84		35		49
202011230526	曹泽汉	轮机英语听力与会话Ⅰ	1.0	84		64		中等
202011230526	曹泽汉	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3.0	78		77		中等
202011230526	曹泽汉	船舶辅机Ⅰ	3.0	92		76.5		81
202011230526	曹泽汉	轮机维修	3.0	90		77		81
202011230526	曹泽汉	轮机英语听力与会话Ⅱ	1.5	80		72		中等
202011230526	曹泽汉	体育Ⅴ	1					中等
202011230526	曹泽汉	轮机自动化	3.0	90		72		77
202011230526	曹泽汉	船舶辅机Ⅱ	3.0	90		88.5		89
202011230526	曹泽汉	应用文写作	2.0	88		84		良好
202011230526	曹泽汉	船舶主推进动力装置Ⅱ	3.0	99		88		91
202011230526	曹泽汉	轮机英语Ⅱ	3.0	84		65		71
202011230526	曹泽汉	船舶管理	3.0	92		75.5		80
202011230526	曹泽汉	劳动	1	良好		优秀		优秀
202011230527	麻嘉哲	船舶主推进动力装置Ⅰ	2.5	88		76		80
202011230527	麻嘉哲	船舶电气设备及系统	4.0	90		80		84
202011230527	麻嘉哲	轮机自动化基础	2.0	87		84		85
202011230527	麻嘉哲	轮机英语Ⅰ	2.0	86		86		86
202011230527	麻嘉哲	轮机英语听力与会话Ⅰ	1.0	86		71		中等
202011230527	麻嘉哲	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3.0	80		81		良好
202011230527	麻嘉哲	船舶辅机Ⅰ	3.0	90		82		84
202011230527	麻嘉哲	体育Ⅴ	1					良好
202011230527	麻嘉哲	轮机自动化	3.0	90		79		82
202011230527	麻嘉哲	船舶辅机Ⅱ	3.0	94		83		86
202011230527	麻嘉哲	轮机英语Ⅱ	3.0	86		86		86
202011230527	麻嘉哲	应用文写作	2.0	96		86		优秀
202011230527	麻嘉哲	船舶主推进动力装置Ⅱ	3.0	99		95		96
202011230527	麻嘉哲	轮机英语听力与会话Ⅱ	1.5	86		80		良好
202011230527	麻嘉哲	轮机维修	3.0	89		82		84
202011230527	麻嘉哲	船舶管理	3.0	90		74.5		79
202011230527	麻嘉哲	劳动	1	良好		良好		良好
202011230528	温文礼	船舶主推进动力装置Ⅰ	2.5	86		53		63

202011230528	温文礼	船舶电气设备及系统	4.0	85		67		74
202011230528	温文礼	轮机英语Ⅰ	2.0	82		40		49
202011230528	温文礼	轮机英语听力与会话Ⅰ	1.0	82		68		中等
202011230528	温文礼	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3.0	80		85		良好
202011230528	温文礼	船舶辅机Ⅰ	3.0	84		60.5		68
202011230528	温文礼	轮机自动化基础	2.0	83		61		68
202011230528	温文礼	船舶辅机Ⅱ	3.0	89		72.5		77
202011230528	温文礼	应用文写作	2.0	80		82		良好
202011230528	温文礼	轮机英语Ⅱ	3.0	78		58		64
202011230528	温文礼	轮机维修	3.0	87		67		73
202011230528	温文礼	船舶管理	3.0	86		55		64
202011230528	温文礼	船舶主推进动力装置Ⅱ	3.0	98		83		88
202011230528	温文礼	轮机自动化	3.0	60		61		61
202011230528	温文礼	体育Ⅴ	1					中等
202011230528	温文礼	轮机英语听力与会话Ⅱ	1.5	75		72		中等
202011230528	温文礼	劳动	1	优秀		良好		良好

学号	姓名	课程名称	学分	平时成绩
202011230501	王永发	船舶主推进动力装置Ⅰ	2.5	87
202011230501	王永发	船舶电气设备及系统	4.0	75
202011230501	王永发	轮机英语Ⅰ	2.0	82
202011230501	王永发	轮机英语听力与会话Ⅰ	1.0	80
202011230501	王永发	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3.0	82
202011230501	王永发	船舶辅机Ⅰ	3.0	89
202011230501	王永发	轮机自动化基础	2.0	83
202011230501	王永发	轮机维修	3.0	86
202011230501	王永发	船舶管理	3.0	88
202011230501	王永发	轮机英语Ⅱ	3.0	81
202011230501	王永发	船舶辅机Ⅱ	3.0	89
202011230501	王永发	体育Ⅴ	1	
202011230501	王永发	船舶主推进动力装置Ⅱ	3.0	97
202011230501	王永发	轮机自动化	3.0	75
202011230501	王永发	轮机英语听力与会话Ⅱ	1.5	80
202011230501	王永发	应用文写作	2.0	85
202011230501	王永发	劳动	1	及格
202011230502	孔永津	船舶主推进动力装置Ⅰ	2.5	84
202011230502	孔永津	船舶电气设备及系统	4.0	84
202011230502	孔永津	轮机英语Ⅰ	2.0	80
202011230502	孔永津	轮机自动化基础	2.0	80
202011230502	孔永津	轮机英语听力与会话Ⅰ	1.0	80
202011230502	孔永津	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3.0	81
202011230502	孔永津	船舶辅机Ⅰ	3.0	84
202011230502	孔永津	应用文写作	2.0	85
202011230502	孔永津	船舶管理	3.0	85
202011230502	孔永津	轮机英语Ⅱ	3.0	78
202011230502	孔永津	船舶辅机Ⅱ	3.0	86
202011230502	孔永津	体育Ⅴ	1	
202011230502	孔永津	轮机维修	3.0	84
202011230502	孔永津	船舶主推进动力装置Ⅱ	3.0	99
202011230502	孔永津	轮机自动化	3.0	78
202011230502	孔永津	轮机英语听力与会话Ⅱ	1.5	78
202011230502	孔永津	劳动	1	及格
202011230503	邓世雄	轮机英语Ⅰ	2.0	80
202011230503	邓世雄	船舶主推进动力装置Ⅰ	2.5	80
202011230503	邓世雄	轮机自动化基础	2.0	78
202011230503	邓世雄	轮机英语听力与会话Ⅰ	1.0	78
202011230503	邓世雄	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3.0	81
202011230503	邓世雄	船舶辅机Ⅰ	3.0	88
202011230503	邓世雄	船舶电气设备及系统	4.0	83
202011230503	邓世雄	轮机维修	3.0	88
202011230503	邓世雄	船舶辅机Ⅱ	3.0	87
202011230503	邓世雄	应用文写作	2.0	85
202011230503	邓世雄	轮机英语Ⅱ	3.0	79
202011230503	邓世雄	船舶管理	3.0	89
202011230503	邓世雄	轮机英语听力与会话Ⅱ	1.5	75
202011230503	邓世雄	船舶主推进动力装置Ⅱ	3.0	99
202011230503	邓世雄	体育Ⅴ	1	
202011230503	邓世雄	轮机自动化	3.0	60