

浙江大学机械工程学院

本科生毕业论文（设计）

工作细则



二〇一八年八月

目 录

| | |
|---|----------|
| 一、毕业论文(设计)目的与要求 | 1 |
| 二、毕业论文(设计)教学进度安排 | 1 |
| 1. 毕业论文(设计)选题 | 1 |
| 2. 《文献阅读与开题报告》答辩 | 1 |
| 3. 毕业论文(设计)中期检查 | 1 |
| 4. 毕业论文(设计)答辩 | 2 |
| 5. 毕业论文(设计)资料归档 | 2 |
| 6. 毕业论文(设计)审核、复查 | 2 |
| 三、毕业论文(设计)选题要求 | 3 |
| 四、毕业论文(设计)文献综述与开题报告 | 3 |
| 1. 《文献阅读与开题报告》要求 | 3 |
| 2. 《文献阅读与开题报告》答辩 | 4 |
| 3. 《文献阅读与开题报告》资料归档 | 4 |
| 五、毕业论文(设计)要求与答辩 | 4 |
| 1. 毕业论文(设计)要求 | 4 |
| 2. 毕业论文(设计)评阅、答辩与质量评分 | 5 |
| 3. 25%优秀毕业论文(设计)的评定要求 | 6 |
| 4. 推荐参加学院十佳优秀毕业论文(设计)以及优秀毕业设计指导教师的评定要求 | 6 |
| 5. 答辩小组毕业论文(设计)成绩末位学生参加公开答辩要求 | 6 |
| 六、毕业论文(设计)资料的存档 | 6 |
| 七、经费管理 | 7 |
| 八、其他 | 7 |
| 附件 1: 毕业设计开题的文献综述、开题报告、外文翻译的内容格式及装订顺序 | |
| 附件 2: 毕业论文(设计)封面、任务书、内容、成绩评定的格式及装订次序要求 | |
| 附件 3: 浙江大学本科生毕业论文(设计)专家评阅意见 | |
| 附件 4: 浙江大学本科生毕业论文(设计)现场答辩记录表 | |
| 附件 5: 机械工程学院本科毕业论文(设计)中期检查表 | |
| 附件 6: 浙江大学机械工程学院本科生参加校外毕业实习和毕业设计学生信息登记表 | |
| 附件 7: 浙江大学本科生毕业论文(设计)工作实施意见(浙大本发[2018]3号) | |

一、毕业论文（设计）目的与要求

1. 目的

毕业论文（设计）是高等学校本科教育人才培养计划中的重要组成部分，是本科教学过程中的重要教学实践环节，旨在培养学生综合运用本科阶段所学的基础理论、专业知识和基本技能分析和解决实际工程问题的能力，对大学生的成长及适应社会需求有着深刻影响。

2. 要求

依据“浙江大学本科生毕业论文（设计）工作实施意见（浙大本发〔2018〕3号）”，毕业论文（设计）要求学生在指导教师的指导下，独立完成一项给定的毕业论文（设计）任务，撰写符合要求的毕业设计或毕业论文。具体地说，在知识要求方面，应综合运用多学科的知识与技能，分析并解决工程问题，使得理论认识深化、知识领域扩展、专业技能延伸。在能力培养方面，学生应学会依据课题任务，进行资料调研、收集、加工与整理，正确使用工具书，培养学生掌握从事科学研究的基本方法和撰写技术文件的基本能力；还应掌握实验及测试的基本方法，锻炼学生分析与解决工程实际问题的能力。在综合素质要求方面，培养学生严肃认真的科学态度和严谨求实的工作作风，树立正确的工程观点、生产观点、经济观点和全局观点。

据此，毕业论文（设计）的指导教师应由具有实际设计、研究工作经验，治学严谨、工作踏实并有讲师或相当中级职称以上的人员担任。初级职称的人员原则上不单独指导毕业论文（设计），但可以协助指导教师工作。指导教师由各系安排，学院审查备案。指导教师应为人师表、教书育人，对学生严格要求。指导毕业论文（设计）应始终坚持把对学生的培养放在第一位，避免出现重使用、轻培养的现象。同时重视对学生独立工作能力、分析解决问题能力、创新能力的培养及设计思想和基本科学研究方法的指导。应注重启发引导，注重调动学生的主动性、创造性和积极性。为确保毕业论文（设计）的质量，每位指导教师所指导的学生人数应适当，不超过5人。

二、毕业论文（设计）教学进度安排

1. 毕业论文（设计）选题

- (1) 学生在4年级秋学期第4-5周完成毕业论文（设计）选题工作。
- (2) 在教务处规定的选课时间段里完成选课工作，学生修读《毕业论文（设计）》课程，教师选择各系本科教学负责人。

2. 《文献阅读与开题报告》答辩

- (1) 学生在4年级冬学期第1-4周前完成《文献阅读与开题报告》的全部内容，4年级冬学期第7-8周由各系组织学生进行《文献阅读与开题报告》答辩，4年级冬学期第9周学生根据答辩小组意见修改《文献阅读与开题报告》，指导教师在4年级冬学期第9-10周对《文献阅读与开题报告》进行检查确认。

(2) 对于个别确有困难或特殊情况的同学，可在4年级冬学期第2周前向学院申请并获得批准的情况下，《文献阅读与开题报告》答辩时间可以根据具体情况推迟至4年级春学期进行。

3. 毕业论文（设计）中期检查

学院本科教学科及各系根据学校毕业设计工作进度安排，在4年级春学期第5-6周对所有参加毕业设计的学生组织中期检查。

- (1) 学生在 4 年级春季学期第 4 周将开题报告、文献综述和外文翻译上传至教务系统，准备中期检查相关材料，并准备中期答辩
- (2) 在学生 4 年级春学期第 5 周周五前各专业学科组织完成中期检查材料收取，根据需要组织安排中期答辩。

4. 毕业论文（设计）答辩

- (1) 学生在 4 年级夏学期第 5 周的周五前提交毕业论文（设计）装订本送导师评阅、答辩小组老师交叉评阅。学生需在学校统一提供的论文检测平台进行毕业论文检测，生成检测报告，用于辅助学术规范指导，原则上论文检测重复率不得高于 30%。
- (2) 在学生的 4 年级夏学期第 6 周的周五前各专业学科组织完成毕业设计答辩。
- (3) 在学生的 4 年级夏学期第 6 周的周五，学院将组织各答辩小组毕业设计成绩末位及各专业毕业设计成绩排位后 20% 的学生参加学院二次答辩。
- (4) 在学生的 4 年级夏学期第 6 周的周五，各专业学科审定毕业论文（设计）总评成绩比例是否符合要求、审定获得优秀毕业设计论文的质量和成果评分是否符合要求。通知各专业毕业设计成绩排位前 10% 的学生参加学院十佳毕业设计评选，并向学院本科教学科提交优秀毕业设计信息采集表。
- (5) 在 4 年级下学期的第 7 周的周一，学院本科教学科通知各专业通过毕业设计的学生制作毕业设计海报；并在第 7 周的周五下午进行毕业设计展示，同时组织学院十佳毕业设计答辩。
- (6) 在学生的 4 年级夏学期第 7 周学生根据答辩意见进行毕业论文（设计）的修改完善。
- (7) 在学生的 4 年级夏学期第 9 周的周五学院本科教学组织未通过二次答辩的学生进行最终毕业论文（设计）公开答辩。

5. 毕业设计资料归档

- (1) 在学生的 4 年级夏学期第 7 周上半周通过毕业设计答辩的学生完成以下两种资料归档：
 - ① 毕业论文（设计）（含开题报告，文献综述）装订本归档，也即交导师收齐送各专业学科检查是否符合装订要求；
 - ② 毕业论文（设计）（含开题报告，文献综述）装订本电子文档归档，也即把与毕业论文（设计）装订本内容一致的电子文档上传到现代教务管理系统。
- (2) 在学生的 4 年级夏学期第 7 周下半周，请各位指导教师登录现代教务管理系统检查：毕业设计选题信息（如：课题介绍、任务书、进度表、毕业论文（设计）评语等）是否全部填写完毕，并且正确。

6. 毕业设计审核、复查

- (1) 在学生的 4 年级夏学期第 7 周的周三、四，各专业学科检查全部学生毕业设计装订本，院组织督导组和部分专家到各专业学科对全部学生的毕业论文（设计）装订本进行复评检查，重点检查优秀毕业论文（设计）的质量和成果的内容及评分。
- (2) 在学生的 4 年级夏学期第 7 周的周五，审核毕业设计成绩，输入现代教务系统。
- (3) 在学生的 4 年级夏学期第 8 周，各专业学科的毕业论文（设计）装订本全部送交院本科生科存档，接受学校的复查。院网公布学院十佳毕业论文（设计）学生和指导教师名单。

三、毕业设计选题要求

每年暑假，学院组织各专业教学负责人征集毕业论文（设计）题目，在学生的4年级秋季学期第1-3周由院本科生科将全院毕业论文（设计）题目统一公布在院网上，全院师生进行双向选择，各专业可根据实际情况举行形式多样的师生选题活动，师生共同确定每位学生的毕业论文（设计）题目，完成毕业论文（设计）选题。

具体要求如下：

- (1) 毕业论文（设计）内容应紧扣生产实际，面向工程，面向社会。尽可能结合用人单位需求考虑毕业设计题目，研究本专业就业单位急需解决的难题，真题真做，提高学生分析问题和解决问题的综合能力。
- (2) 提倡教师与企业、设计单位联合培养学生。
- (3) 鼓励毕业论文（设计）题目和学生就业单位挂钩，缩短学生去单位工作的适应期。
- (4) 鼓励学生积极参加国外联合毕业设计、卓越工程师班学生参加企业长时间联合毕业设计。
- (5) 原则上应做到一人一题。
- (6) 建议推免生直接选研究生阶段的导师。

通常参加毕业论文（设计）选题的学生必须在学校规定的选课时间段里，进现代教务管理系统去选课，也即修读《毕业论文（设计）》课程。有特殊要求需跨专业学科选题的，务必有书面申请报告，双方毕业设计负责老师签字同意，上报院本科教学科备案。

四、毕业论文（设计）文献综述与开题报告

1. 《文献阅读与开题报告》要求

文献阅读与开题报告，主要包括文献综述、外文文献翻译、开题报告这三部分内容。要求学生广泛阅读与所从事课题相关领域的中外文文献，通过网络和深入企业实习等手段进行调研，熟悉并了解自己开展的毕业设计工作在该领域的国际、国内水平，完成文献综述；对所选外文文献的重点内容进行精读，完成外文文献翻译；要求学生在完成文献综述、外文文献翻译的基础上，制定出毕业论文（设计）的研究设计内容、技术方案、实施步骤等。

具体要求如下：

- (1) 毕业论文（设计）的文献综述包括国内外现状、研究方向、进展情况、存在问题、参考依据等。毕业论文（A类）的文献阅读要求查阅文献15篇以上，其中外文文献不少于5篇，字数不少于5000；毕业设计的文献阅读要求查阅文献15篇以上，其中外文文献不少于5篇，字数不少于4000。文献综述内容要与毕业论文（设计）题目密切相关。毕业论文（设计）的外文文献翻译译文要求字数不少于3000。毕业论文（设计）开题报告包括：课题意义、背景及可行性分析、研究设计内容、研究设计方案、实施计划、预期结果，要求字数不少于3500。（文献综述、开题报告、外文翻译的内容格式及封面、任务书、及装订顺序见附件1）

(2) 毕业设计采用导师制。每一位毕业设计指导教师应在学生确定毕业设计选题后，一周内召集学生见面，下发书面的毕业论文（设计）任务书（见附件2），提出所做课题的要求，同时根据发给每位学生的毕业设计任务书内容及要求，制定4年级秋冬、春夏（32周）学期的毕业设计工作进度表（见附件2），并在进度表上确定研讨会的时间和毕业设计内容检查的时间。指导学生广泛阅读所从事课题相关领域的中文、英文文献，审定学生拟定的开题报告方案，批改译文及文献综述。

(3) 文献阅读、开题报告装订要求：第一本为文献阅读和开题报告，装订顺序为：封面、首页为题目、指导教师对文献综述和开题报告具体内容要求、目录、文献综述、开题报

告 外文翻译稿和原稿等,最后一页为文献综述、开题报告考核评语及成绩评定(见附件1);
用A4纸双面打印。封面严格按照学校提供的格式填写,采用统一格式的白色铜版纸(见附件1)。

2. 《文献阅读与开题报告》答辩

学生应在4年级冬学期第1-4周完成《毕业论文(设计)》的文献综述、外文文献翻译、开题报告等工作,4年级冬学期第5-6周指导教师对学生的《文献阅读与开题报告》进行认真、全面审查,对学生的外语水平、工作态度及对所开展的毕业设计工作在该领域的国际、国内水平的熟悉了解程度作出指导和评价,成绩记入《毕业论文(设计)》总评成绩。

在学生的4年级冬学期第9-10周,学院教学检查督导组老师将随机抽查,并通报随机抽查的结果。

3. 《文献阅读与开题报告》资料归档

(1)《文献阅读与开题报告》装订本归档。

(2)《文献阅读与开题报告》装订本的电子文档归档:请每位同学把《文献阅读与开题报告》装订本的电子文档上传到现代教务系统(格式参考附件1),要求把任务书、教师评阅表、等有手工填写的内容扫描成图片,插入到《文献阅读与开题报告》的Word版本对应页码里,《文献阅读与开题报告》务必要用PDF版,确保上传到网上的毕业论文(设计)资料和所交装订本内容一致。

五、毕业论文(设计)要求与答辩

1. 毕业论文(设计)要求

学生在指导教师的指导下,围绕课题进行实验、计算机仿真、设计绘图、理论分析与研究等各种工作,完成毕业论文(设计)的书面报告。

具体要求如下:

(1)《毕业论文(设计)》的基本工作量要求:

A类:研究论文:论文正文字数不少于3万字。

B类:机械设计:论文正文字数不少于1.5万,工程图工作量要求:A1图2张及以上(其中:装配图1张及以上,装配图包含的零件个数大于30个)

C类:机电设计:论文正文字数不少于2万,工程图工作量要求:机械装配图、电气原理图或液压(气动)原理图不少于2张(图幅不限),装配图、电气(液压)原理图的设计工作量不低于相应专业课程设计的工作量和难度。

D类:软、硬件研发:论文正文字数不少于2万字,答辩时,计算机软件开发要求提供能演示的程序,单片机编程类要求调通程序,硬件电路设计要求完成PCB设计制作或完成电路板调试。

E类:实验研究:论文正文字数不少于3万字,要求论文中必须含有作者完成的、能反映实验工作量的实验数据、图、表等。

注1:参加学校长时间实习,毕业论文工作量另定。

注2:计算工作量的装配图、零件图、电气原理图、液压原理图要求打印出纸质图纸,与纸质毕业论文一起装入毕业论文(设计)档案袋,答辩时提交。

注3:提交毕业论文电子版时,应将计算工作量的装配图、零件图、电气原理图、液压原理图转换为PDF格式,作为论文附件,并做附件目录。

注4:对于D类,提交纸质论文时,需提交所设计(开发)程序的光盘,提交毕业论文电子版时应将自行编写的源代码以附件的形式附在论文后。

（2）毕业论文（设计）排版及装订顺序：

毕业论文（设计）排版及装订顺序为：封面、题名页（可根据需要）、承诺书、勘误页（可根据需要）、致谢、中英摘要、目录、论文正文、参考文献（格式要求：①著作：作者、书名、出版社、出版时间、页码；②论文：作者、论文篇名、刊名、年、卷（期）、页码。）、附件一（将毕业论文（设计）完成的计算工作量的装配图、零件图、电气原理图、液压原理图转换为 PDF 格式，作为论文附件，并做附件目录；对于 D 类毕业设计，将设计（开发）的程序（自行编写的源代码）以附件的形式附在论文附件中）、附件二（相关成果：论文录用通知书，或正式发表论文期刊封面、目录、全文，或申请专利受理通知书等）、作者简历、**本科生毕业论文（设计）任务书、毕业论文（设计）的进度安排、本科生毕业论文（设计）考核表、存档资料检查表。论文检测报告、浙江大学本科生毕业论文（设计）专家评阅意见、浙江大学本科生毕业论文（设计）现场答辩记录表**等文档可作为附件单面打印附在归档资料袋中。

毕业论文（设计）用 A4 纸双面打印。封面严格按照学校提供的格式填写，采用白色铜版纸。（见附件 2）

2. 毕业论文（设计）评阅、答辩与质量评分

毕业论文（设计）工作在学生的 4 年级夏学期第 5 周结束，学生提交的毕业论文（设计）成果必须用计算机打印、计算机绘图，并按要求装订成册，送交指导教师评阅、要求指导教师对学生的毕业论文（设计）进行认真、全面审查，对学生的毕业论文（设计）的完成情况及水平、工作能力、工作态度写出评语并聘请评阅教师评阅毕业论文，填写毕业论文（设计）专家评阅意见表（见附件 3），同时学生必须在答辩前把毕业论文（设计）内容上传到现代教务系统，在指导教师网上评阅通过后装订成册，并且要做好充分的答辩准备，按答辩小组规定的时间、地点参加答辩。

要求每位参加毕业论文（设计）答辩的学生用多媒体课件向答辩小组汇报毕业论文（设计）的工作情况，回答答辩小组成员的提问，然后由答辩小组指导教师根据以下五个方面综合评定毕业论文（设计）成绩。并填写毕业论文（设计）现场答辩记录表（见附件 4）。

①学生完成《文献阅读与开题报告》质量（包括基础理论、专业知识、外文水平、动手能力）；

②毕业论文（设计）总体质量（包括选题、毕业论文（设计）任务工作量和完成情况、毕业设计说明书（论文）质量、图纸质量、文字表达、创新等诸方面）；

③答辩中自述和回答问题的情况；

④全过程的工作态度；

⑤纪律及考勤情况。

其中毕业论文（设计）质量评分标准如下：

优秀：按期圆满完成任务书规定的任务，并在某些方面有独特的见解与创新。毕业设计报告(论文)立论正确、内容完整，计算与分析论证可靠、严密，结论合理，文字条理清楚、书写工整。说明书、图纸符合规范，质量高，完成的软、硬件达到甚至优于规定的性能指标且文档齐全、规范。独立工作能力强，答辩时概念清楚，回答问题正确。

良好：能较圆满完成任务书规定的任务，毕业设计报告(论文)立论正确、内容完整，计算与分析论证基本正确，结论合理。文字条理清楚、书写工整，说明书、图纸符合规范，质量较高。完成的软、硬件基本达到规定的性能指标且文档齐全、规范，独立工作能力较强。答辩时概念较清楚，回答问题基本正确。

中等：能完成任务书规定的任务，毕业设计报告(论文) 内容基本完整，计算与论证无原则性错误，结论基本合理。说明书、图纸量一般，完成的软、硬件尚能达到规定的性能指标，文档基本齐全，基本符合规范，工作能力一般。答辩时能回答所提出的主要问题，且基本正

确。

及格：基本完成任务书规定的任务，毕业设计报告(论文)质量一般，只存在个别非原则性错误。说明书、图纸尚完整，完成的软、硬件性能一般，答辩时讲述大致清楚，回答问题存在不确切之处。

不及格：未完成任务书规定的任务，工作态度不认真，毕业设计报告(论文)有原则性错误。说明书、图纸质量较差，完成的软、硬件性能差。答辩时概念不清，回答问题不正确。

毕业论文（设计）成绩不及格的同学将按学生手册上的有关条理处理。

毕业论文（设计）评阅、答辩和成绩评定工作原则上在学生的4年级夏学期第6周五前全部结束。学生在第七周的周三之前进行毕业论文（设计）修改完善。指导教师在此阶段再次认真检查，填写浙江大学本科生毕业论文（设计）存档资料检查表（见附件2），各项检查合格后，将每位学生的毕业论文（设计）装订本、文献综述和开题报告装订本、专家评阅意见、答辩记录表等资料于学生4年级夏学期第7周的周三前交各专业学科汇总，收齐全后联系院督导组老师到各专业学科全部复查。

在学生的4年级夏学期第7周后半周，学院组织督导组和部分专家到各专业学科对全部学生的毕业论文（设计）进行随机抽查、复评。

3. 25%优秀毕业论文（设计）的评定要求

各专业学科审核优秀毕业论文（设计）总评成绩评定比例应按各专业的学生人数，优秀（90~100）控制在25%以内，良好（80~89）控制在55%以内，其余为中等（70~79）、及格（60~69）和不及格（59及以下）。优秀人数控制在各专业学生人数的25%以内，宁缺勿滥。请各位指导教师严格把好优秀毕业论文（设计）的质量关。

4. 推荐参加学院十佳优秀毕业论文（设计）以及优秀毕业设计指导教师的评定要求

各专业学科在组织评定优秀毕业论文（设计）的同时，务必根据毕业论文（设计）完成的质量和取得的成果，推荐产生10%的优秀毕业论文（设计）参加学院的评优答辩，并通知10%优秀毕业论文（设计）学生把毕业设计论文信息采集表电子文档发给院本科教学科。优先推荐毕业设计有论文发表、有专利申请受理或授权，有鉴定、有新见解、新思想、应用新技术解决重要实际问题的毕业论文（设计）。

获优秀毕业论文（设计）学生以及指导教师将获得学院颁发的荣誉证书及有关奖励，并在学院毕业晚会上对获得优秀毕业论文（设计）学生以及指导教师进行现场颁奖。

5. 答辩小组毕业论文（设计）成绩末位学生参加公开答辩要求

根据各答辩小组上报的毕业论文（设计）成绩，4年级夏学期第6周的周五学院将组织各答辩小组毕业设计成绩末位学生和各专业成绩排位后20%的学生再次参加学院公开答辩。参加末位成绩公开答辩的学生，应按各专业学科通知的公开答辩时间，提前把毕业论文（设计）书面报告送交各专业学科答辩委员会负责人，同时学生应做好充分的答辩准备。公开答辩采用无记名投票，超过评委人数1/2不同意合格的学生，将不允许第一轮毕业。

未通过学院公开答辩的学生延期至4年级夏学期第9周的周五再次公开答辩。公开答辩采用无记名投票，超过评委人数1/2不同意合格的学生，毕业论文（设计）成绩作为不及格处理。毕业论文（设计）“不及格”者，发给结业证书。如果学生自愿重修，可及时提出申请，经学院批准同意，安排在下一届毕业论文（设计）期间进行。

六、毕业论文（设计）资料的存档

毕业论文（设计）答辩结束后，请每位学生务必在4年级夏学期第7周下半周完成以下两种资料归档：

(1) 毕业论文（设计）装订本归档。编排顺序依次是：封面、题名页（可根据需要）、承诺书、勘误页（可根据需要）、致谢、中英摘要、目录、论文正文、参考文献（格式要求：①著作：作者、书名、出版社、出版时间、页码；②论文：作者、论文篇名、刊名、年、卷（期）、页码。）、附件一（将毕业论文（设计）完成的计算工作量的装配图、零件图、电气原理图、液压原理图转换为 PDF 格式，作为论文附件，并做附件目录；对于 D 类毕业设计，将设计（开发）的程序（自行编写的源代码）以附件的形式附在论文附件中）、附件二（相关成果：论文录用通知书，或正式发表论文期刊封面、目录、全文，或申请专利受理通知书等）、作者简历，本科生毕业论文（设计）任务书、毕业论文（设计）的进度安排、本科生毕业论文（设计）考核表、存档资料检查表。[论文检测报告](#)、[浙江大学本科生毕业论文（设计）专家评阅意见](#)、[浙江大学本科生毕业论文（设计）现场答辩记录表](#)等文档可作为附件单面打印附在归档资料袋中。

请各位同学将《文献阅读与开题报告》装订本、毕业论文（设计）装订本、毕业（论文）设计中期检查表、毕业（论文）设计检测报告、毕业（论文）设计专家评阅意见、毕业（论文）现场答辩记录表等文档装到学校统一发放的资料袋中上交。

(2) 毕业论文（设计）装订本的电子文档归档：请每位同学把毕业论文（设计）装订本（含开题报告，文献综述）的电子文档上传到现代教务系统（格式参考附件 1,2），要求把任务书、进度表、教师评阅表、等有手工填写的内容扫描成图片，插入到毕设论文的 Word 版本对应页码里，毕业设计全文务必要用 PDF 版上传到毕业设计论文，确保上传到网上的毕业论文（设计）资料和所交装订本内容一致。

请各位指导教师上现代教务网检查：毕业设计选题信息（如：课题介绍、任务书、进度表、毕业论文（设计）评语等）是否全部填写完毕，并且正确。学院本科教学科将组织有关专家在 4 夏第 7 周三、四到各专业学科复查毕业设计论文的书面归档资料，同时学院本科教学科将进现代教务管理系统审核已上传的全部学生毕业设计论文的电子文档。如没有上传，或上传内容不符合要求，将会影响你毕业设计成绩的输入，以及学位证书的颁发。请每位同学积极配合，如期完成教务处要求的毕业设计资料归档工作！

所有学生的毕业论文（设计）成绩、毕业论文（设计）装订本（含成果）务必由各指导教师在学生的 4 年级夏学期第 7 周的周三前交各专业学科汇总，然后送交院本科教学科，学院教学检查督导组将最后审定。

审定后的全部学生的毕业论文（设计）成绩、毕业论文（设计）装订本，送交学院资料室存档，以备教学评估之用，并接受学校的抽查和复评。

七、经费管理

毕业论文（设计）的经费按规定下拨到各专业学科统一管理使用。每位学生用于毕业论文（设计）的复印、装订、试验元器件购置等费用，需经导师批准同意，在规定许可使用范围内，学生可以到各专业学科的办公室办理报销手续。如学生用毕业设计经费购置毕业设计有关的书籍，则书籍用完后需交回指导教师，供下一届毕业设计学生参考使用。与毕业设计无关的经费，不予报销。

八、其他

(1) 出国与跨校（院、系）做毕业设计的要求

学院鼓励本科生积极参加国外与跨校（院、系）做毕业设计，该部分同学须按要求办理以下手续：①填写《参加校外毕业实习和毕业设计学生信息登记表》（见附件 6），选定校内

导师，校外导师，双方导师单位同意签字后交院本科教学科备案；本校指导教师选择本专业的导师，外校指导教师均写对方单位或学校的指导人姓名。

校外选题时对学生的要求：

①指导教师必须由本专业导师和外校（院系）导师（中级职称以上的科研人员或工程技术人员）2人组成，建议采用自定义方式申报毕业论文（设计）选题。

②毕业论文（设计）选题需经过本专业指导教师的审核和认可。

③在毕业论文（设计）答辩前，请对方学校（院系）指导教师写出对所指导学生的工作评价。

④《参加校外毕业实习和毕业设计学生信息登记表》及有关材料应及时上报本科生教学科备案。

（2）对参加长时间企业实习（或卓越工程师计划）学生毕业设计的要求

学校鼓励本科生积极参加国内500强企业的长时间（指实习时间为3-6个月）的长时间企业实习。实习结束，请参加实习学生提交企业实习补贴申请表、实习报告（含实习体会、实习工作照片）、实习单位评价意见等，各专业学科将根据申请学生在校外实习单位的实习效果和实习时间的长短给予一定的经费补贴（凭发票报销）。

学生应把毕业设计的有关要求和规定及时告知企业的毕业设计指导人，并请各专业学科的指导教师严格把好毕业设计教学质量关，做好如下工作：

①指导教师必须由本专业导师和企业导师2人组成，用人单位需选派具有中、高级职称以上的工程技术人员共同指导学生的毕业设计。建议采用自定义方式申报毕业论文（设计）选题。

②毕业论文（设计）选题需经过本专业指导教师的审核和认可。

③在毕业设计答辩前，请用人单位指导教师写出对所指导学生的工作评价，盖章密封后，由学生本人带回交答辩小组。

④《参加校外毕业实习和毕业设计学生信息登记表》及有关材料应及时上报学院本科教学科备案。

（3）未尽事宜报学院教学委员会讨论确定实施方案。

（4）本细则最终解释权归浙江大学机械工程学院。

浙江大学机械工程学院

二〇一八年八月

附件 1：毕业设计开题的文献综述、开题报告、外文翻译的内容格式及装订顺序

浙 江 大 学

本 科 生 毕 业 设 计 (论 文)
文 献 综 述 和 开 题 报 告



中文题目：

英文题目：

姓名 学号：_____

指导教师：_____

年级与专业：_____

所在学院：_____

年 月 日

一、题目：

二、指导教师对文献综述和开题报告的进度安排及任务要求：

1. 文献综述

2. 开题报告

指导教师（签名）

年 月 日

目 录

一、文献综述

1. 研究背景与意义
2. 相关技术研究现状及其发展趋势
3. 存在的问题及总结
4. 参考文献

二、开题报告

1. 研究背景与意义
2. *****的研究现状及发展趋势
3. 拟采用的技术方案及待解决的关键技术
4. 预期结果
5. 时间安排
6. 参考文献

三、外文翻译

四、外文原文

文献综述

1. 机电一体化技术的概念与功能 **（标题2、黑体、三号、加粗）**

1.1 机电一体化技术的概念 **（标题3、黑体、小三号、加粗）**

机电一体化技术是在大规模集成电路和以微型计算机为代表的微电子技术高度发展，向传统机械工业迅速渗透、同电子技术深度结合的现代工业的基础上，综合运用机械技术、微电子技术、自动控制技术、信息技术、传感测试技术、电力电子技术、接口技术、信号变换技术以及软件编程等群体技术^[1]。**（正文、宋体、小四、1.5 倍行距）**

1.2 机电一体化技术的范畴 **（标题3、黑体、小三号、加粗）**

机电一体化技术是一种崭新的技术思想，它除了强调机与电的有机结合，还具有更深刻、更广泛的涵义。凡是由各种现代高新技术与机械和电子技术相互结合而形成的各种技术、产品（或系统）都应属于机电一体也范畴。……

1.3 机电一体化的功能 **（标题3、黑体、小三号、加粗）**

(1) 提高精度。该技术使机械传动部件减少。因而使机械磨损、配合间隙及受力变形等所引起的误差大大减小。同时由于采用电子技术实现自动检测、控制和补偿，校正因各种干扰因素造成的动态误差，从而达到单纯机械装备不能达到的工作精度^[2]。……

2. 机电一体化技术发展回顾 **（标题2、黑体、三号、加粗）**

机电一体化技术的发展历程，大体上可以分为3个阶段。

20世纪60年代以前为第一阶段，称其为“萌芽阶段”。在这一时期，人们自觉或不自觉的利用电子技术的初步成果来完善机械产品的性能。特别是在二次世界大战期间，战争刺激了机械产品与电子技术的结合，出现了许多性能相当优良的军事用途的机电产品。这些机电结合的军事用途的技术，在战后转为民用，对战后经济的恢复和技术的进步起到了积极的作用。……

3. 机电一体化技术的相关技术（**标题2、黑体、三号、加粗**）

3.1 精密先进制造技术（**标题3、黑体、小三号、加粗**）

该技术是机电一体技术的基础。在机电一体化产品中，它不再单指加工过程的工艺方法。机械技术应着眼于如何与机电一体化的技术相适应。在设计技术上要不断借助计算机辅助技术、成形制造技术和加工制造技术向着精密、高速的方向发展。……

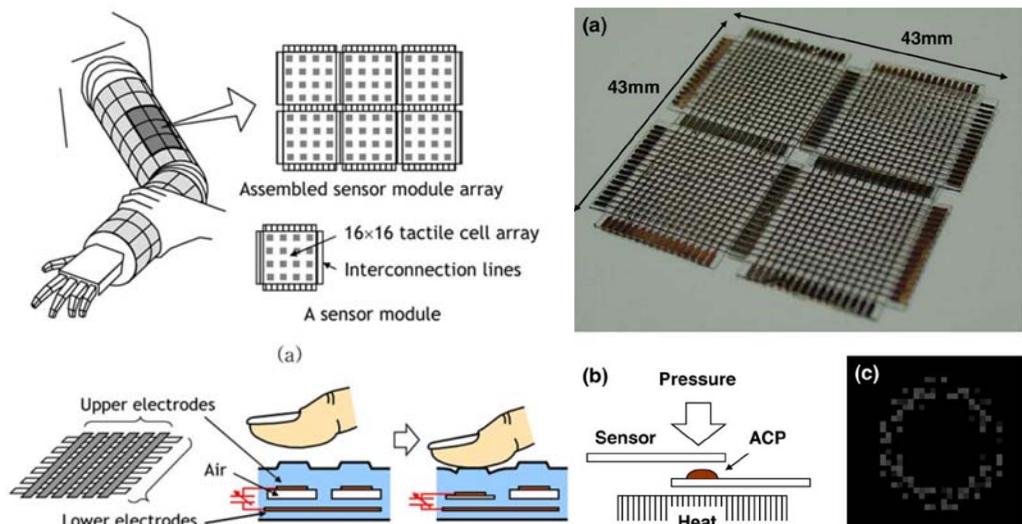


图 1.1

[5]

3.2 信息处理技术（**标题3、黑体、小三号、加粗**）

信息处理技术包括信息的传递、交换、存储、处理，是机电一体技术控制的基础技术。实现信息处理的工具是计算机，因此计算机技术与信息处理技术是密切相关的。它们是机电一体化技术发展和变革最活跃的因素，是机电一体化技术中控制的关键^[3]。

.....

3.6 伺服传动技术（**标题3、黑体、小三号、加粗**）

伺服传动技术是机电一体化系统核心部分。伺服传动包括电动、气动、液压等各种类型的传动装置。计算机通过接 EI 与这些装置相连接，控制它们带动工作机械作各种运动。……

4. 机电一体化技术的发展趋势（**标题2、黑体、三号、加粗**）

4.1 智能化 (标题3、黑体、小三号、加粗)

智能是知识以及运用知识解决问题能力的总和。赋予机电一体化产品以某种程度的智能是机电一体化永恒的追求目标。综合比较其优缺点，总结如表 1.1 所示。

表 1.1

| 类型 | 原理 | 优点 | 缺点 |
|----|----|----|---------|
| | 宋体 | 五号 | 1.5 倍行距 |
| | | | |

4.2 集成化 (标题3、黑体、小三号、加粗)

集成化有两层含义，其一是机电一体化不仅仅是机械与电子的综合，而应是尽可能包含其它领域先进技术的大综合体；其二是应用系统工程技术来指导机电一体化系统的开发和应用……

5. 存在的问题及总结

1) 机电一体化技术促使机械工业发生了战略性变革。传统的机械设计方法和设计概念正在发生着革命性的变化。新的方法等待我们去创造，去发现。机电一化技术将扮演 21 世纪机械工业的主角。

6. 参考文献

- [1] Hyung-Kew Lee, Jaehoon Chung, Sun-Il Chang, et al. Real-time measurement of the three-axis contact force distribution using flexible capacitive polymer tactile sensor [J]. Journal of Micromechanics and Microengineering, 2011, 21, 035010.
- [2] 何道清, 张禾, 谌海云. 传感器与传感器技术[M]. 北京: 科学出版社, 2008.
- [3] 左月明. 谈机电一体化课程的教法[J]. 山西农业大学报, 2002, 3(4): 33-36. (中文宋体、英文和数字 Times New Roman, 五号)

开题报告

1. 研究背景及意义 **（标题2、黑体、三号、加粗）**

机电一体化是微电子技术向机械工业渗透过程中逐渐形成并发展起来的一门新兴的综合性学科，是机械技术、微电子技术和信息技术相互融合的产物，英文名称为 Mechatronics。随着科学技术的不断发展和创新，机电一体化也被不断地被赋予新的内涵，但其基本特征可概括为：机电一体化是从系统的观点出发，综合运用机械技术、微电子技术、自动控制技术、计算机技术、信息技术、传感测控技术、电力电子技术、接口技术、信息变换技术以及软件编程技术等群体技术，根据系统功能目标和优化组织目标，合理配置与布局各功能单元，在多功能、高质量、高可靠性、低能耗的意义上实现特定功能价值，并使整个系统最优化的系统工程技术。**（正文、宋体、小四、1.5 倍行距）**

2. 机电一体化技术的研究现状及发展趋势 **（标题2、黑体、三号、加粗）**

2.1 国内外机电一体化技术发展现状 **（标题3、黑体、小三号、加粗）**

2.1.1 先进制造技术 **（标题4、黑体、四号、加粗）**

先进制造技术是传统制造技术不断吸收机械电子、信息、材料、能源及现代管理技术等技术成果,将其综合应用于制造全过程,实现优质、高效、低耗、清洁、灵活生产,取得理想的技术和经济效果的制造技术.....

2.1.2 自动化仪表与传感器 **（标题4、黑体、小三号、加粗）**

机电一体化技术的发展历程，大体上可以分为3个阶段。

2.2 机电一体化技术发展趋势 **（标题3、黑体、小三号、加粗）**

机电一体化技术是机械、电子、光学、控制、计算机、信息等多学科的交叉融合,它的发展和进步依赖于也促进相关技术的发展和进步。因此,机电一体化技术的主要发

展方向有智能化、模块化、网络化、微型化、绿色化、人格化……

3. 论文的主要研究内容（**标题2、黑体、三号、加粗**）

3.1 论文研究方向（**标题3、黑体、小三号、加粗**）

机电一体化技术专业在当前的工业领域中其地位日趋重要。当今社会，一方面在市场经济下我国工业化进程的迅速发展，另一方面知识经济及信息化社会所孕育的高技术大踏步进入制造领域，因而市场对工业技能型人才的需求量日益扩大。因此，从培养技能型人才的角度来思考机电一体化课程的研究，是十分必要的。……

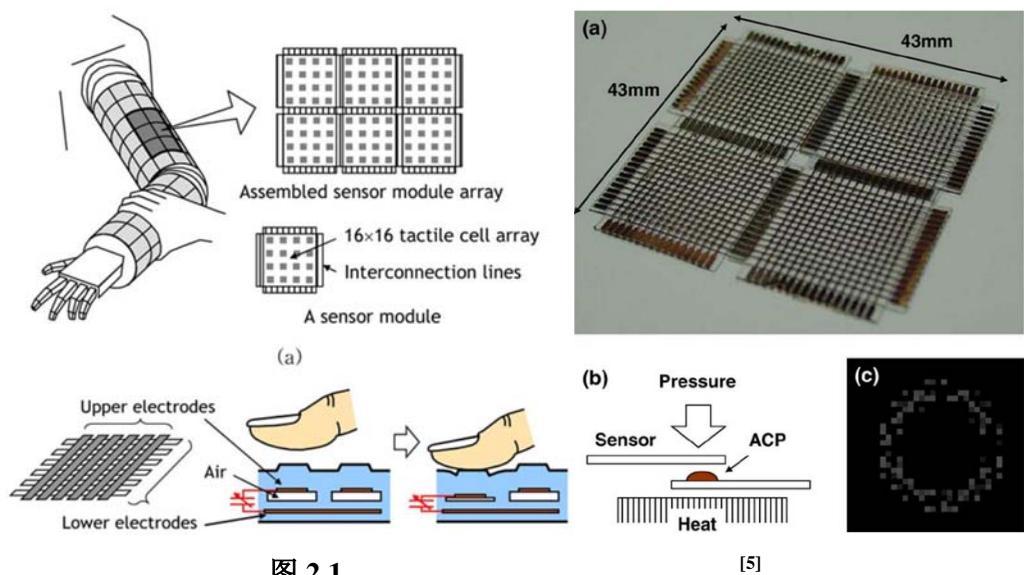


图 2.1

[5]

3.2 论文主要内容（**标题3、黑体、小三号、加粗**）

该门课程的特点是多、新、实。门类多. 内容丰富，既有电、计算机，又有机。而所涉及的传感器技术、信息和电处理技术发展很快，日新月异，且机电一体化设计对实践动手能力的要求也很高。因此本次论文探讨的主要内容主要分以下 6 个部分……

4. 拟采用的技术方案及待解决的关键技术（**标题2、黑体、三号、加粗**）

4.1 智能化（**标题3、黑体、小三号、加粗**）

智能是知识以及运用知识解决问题能力的总和。赋予机电一体化产品以某种程度的

智能是机电一体化永恒的追求目标。综合比较其优缺点，总结如表 2.1 所示。

表 2.1

| 类型 | | 原理 | 优点 | 缺点 |
|----|----|----|---------|----|
| | 宋体 | 五号 | 1.5 倍行距 | |
| | | | | |

4.2 集成化 (标题3、黑体、小三号、加粗)

集成化有两层含义，其一是机电一体化不仅仅是机械与电子的综合，而应是尽可能包含其它领域先进技术的大综合体；其二是应用系统工程技术来指导机电一体化系统的开发和应用……

5. 预期结果

机电一体化技术促使机械工业发生了战略性变革。传统的机械设计方法和设计概念正在发生着革命性的变化。新的方法等待我们去创造，去发现。机电一化技术将扮演 21 世纪机械工业的主角。

6. 时间安排

| 序号 | 起止日期 | 任务要求 |
|----|------|--|
| 1 | — | 查阅相关文献，阅读文献 30 篇以上，其中英文文献 15 篇以上； 对其中一篇以上文献进行翻译； 完成项目的总体方案设计； 完成文献综述、开题报告撰写及准备开题答辩。 |
| 2 | — | |
| 3 | — | |
| 3 | — | |
| 4 | — | |
| 5 | — | 修改论文；准备答辩。 |

7 参考文献

- [1] Jose Gerardo Vieira da Rocha, Pedro Filipe Antunes da Rocha, SenentxuLanceros-Mendez. Capacitive Sensor for Three-Axis Force Measurements and Its Readout Electronics [J]. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 2009, 58, 8: 2830-2836.
- [2] 何道清, 张禾, 谌海云. 传感器与传感器技术[M]. 北京: 科学出版社, 2008.
- [3] 左月明.谈机电一体化课程的教法[J]. 山西农业大学报, 2002, 3(4): 33-36. (中文宋体、英文和数字*Times New Roman, 五号*)

文献翻译

译文题目：

原文题目：

原稿出处： Alex Chortos, Jia Liu and Zhenan Bao, Nature Materials, 2016, Vol. 15, 937-950.

（“原稿出处”对原稿来源说明，包括作者姓名、期刊名称、出版年份、卷期和页码）

摘要：本文展示了一种用于精密测量和空间多路绘图的由带有嵌入式阻抗传感器阵列的超薄、延展性薄片组成的水合作用监控器。该装置包含……

关键词：触觉传感器，……

1 序言

在第二章的质点运动学中，我们阐述了物体直线或曲线前进时，它们相关的位移，速度和质点加速度之间的关系。在刚体运动学中，我们同样用这些物理量来描述运动，但要考虑物体的旋转。因此刚性运动学同时包括了直线和角度的位移、速度和加速度。

我们为什么要描述刚体的运动有两个重要原因。首先，我们经常需要去用凸轮、齿轮等各种各样的连接器去产生，传递和控制某些需要的运动。这里我们必须要分析运动的位移，速度和加速度去设计机械部分的几何尺寸。而且，为了生成运动，我们必须得考虑物体所受的力来设计这些部分。

其次，我们经常要测定刚体受力所产生的运动。如何计算受到推进阻力和重力影响下，物体的快速运动就是一个典型的问题。

2 刚体的假设

在先前的一章，我们定义一个刚体为一个质点组成的系统，其中每个质点之间的距离保持不变。因此，如果每个物体内的每个质点是由其所在的参照轴的方位矢量和物体的转动矢量所定位的，那么它们相对于转动轴，在任何一个位置都没有什么改变。当然，

这只是一种理想状态，因为任何固体在受到力作用的时候在形状上都多少有点改变。

然而，如果相比于物体的整个运动，物体的形状改变是非常小的情况下，那么就可以近似把这个物体看作是刚体。举例来说，飞行器翅膀颤抖的微小位移，不影响飞行器整体的飞行轨迹，此时，就完全可以把飞机假设成一个刚体。另一方面，如果问题是记录由于翅膀颤动而造成的瞬时内部压力，那么相关的翅膀部分的运动不能被忽略，那么这个翅膀不能被看作是刚体。在本章和下一章，所有的物体都是基于刚性假设的基础上的。

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \varphi}{\partial r} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = 0 \quad (1)$$

平移定义为不管物体怎么运动，不管什么时候，物体相对于它的原来位置都是平行的。就是说，在物体运动过程中没有任何旋转。在直线平移中，物体中所有的质点都是在平行线上移动的。在曲线平移中，所有的质点移动在合适的曲线上。我们注意到在任意两种情况之一的平移时，物体的运动可以完全用物体中任意一点的运动来说明，所以在第二章里讲的所有质点我们可以把它们描绘成刚体的平移。

3 结果和讨论

.....

4 总结

.....

排版格式：1、页边距：左 (2.54cm)、右 (2.54cm)、上 (2.54cm)、下 (2.54cm)

2、正文字体：宋体、小四号字体；行距：1.5 倍行距；首行缩进2字符

3、应设置页眉、页脚。

页眉内容：浙江大学毕业论文（设计）文献翻译

文献原文

排版格式: 可采用原文 *pdf* 转图片, 以图片插入方式进行排版, 包括原文中的参考文献。

毕业论文（设计）文献综述和开题报告考核

对文献综述、外文翻译和开题报告评语及成绩评定：

| 成绩比例 | 文献综述 (满分 10 分) | 开题报告 (满分 15 分) | 外文翻译 (满分 5 分) |
|------|-------------------|-------------------|------------------|
| 分值 | | | |

开题报告答辩小组负责人（签名）

年 月 日

附件 2：毕业论文（设计）封面、任务书、内容、成绩评定的格式及
装订次序要求

浙江大学

本科毕业生毕业论文（设计）



中文题目：_____

英文题目：_____

姓名 学号：_____

指导教师：_____

年级与专业：_____

所在学院：_____

年 月 日

浙江大学本科生毕业论文（设计）诚信承诺书

- 1.本人郑重地承诺所呈交的毕业论文（设计），是在指导教师的指导下严格按照学校和学院有关规定完成的。
- 2.本人在毕业论文（设计）中引用他人的观点和参考资料均加以注释和说明。
- 3.本人承诺在毕业论文（设计）选题和研究内容过程中没有抄袭他人研究成果和伪造相关数据等行为。
- 4.在毕业论文（设计）中对侵犯任何方面知识产权的行为，由本人承担相应的法律责任。

毕业论文（设计）作者签名：

_____年____月____日

致 谢

本文是在

摘要

截止 2010 年末我国残疾人总数已达到 8502 万人，其中肢体残疾患者约 2472 万人。目前，人类尚无法通过生物学方法实现缺失肢体的再造，病损神经细胞再生也是一项长期未解决的科学难题。……

本文提出了一种基于微四棱锥台介电层的电容式柔性触觉感知阵列的设计与制造方法，并针对该阵列设计与制作了相应的高速检测扫描电路，形成触觉感知系统，进而对该系统开展相关的实验研究工作。

第 1 章，阐述了论文的研究背景与意义，综合评价了当前国内外柔性触觉传感器以及扫描检测电路的研究现状，并提出了本文的主要研究内容。

……

第 5 章，对本文的主要研究工作进行了总结和展望。

关键词：电容触觉传感器，柔性传感阵列，微四棱锥台，CDC 式检测电路

Abstract

By the end of 2010, the total number of the disabled of China has reached 85.02 million, among which the number of patients with physical disabilities reached 24.72 million.

The thesis has proposed the design and manufacturing of a flexible capacitive tactile sensing array embedded with a micro truncated pyramid array as a dielectric layer. A high-speed scanning detection circuit aiming at the system was also designed and manufactured. These two parts form a tactile sensing system. The relevant experiments were then implemented.

In Chapter 1, the research background and significance of the dissertation were introduced. Then, the main research contents of this dissertation were put forward.

.....

In Chapter 5, the main research work of this thesis was summarized and future work was proposed.

Keywords: Capacitive tactile sensor, Flexible sensor array, Micro truncated pyramid array, CDC detection circuit.

目 录

| | |
|----------------|-----------|
| 摘要 | III |
| Abstract | IV |
| 目录 | III |
| 1 绪论 | 1 |
| 1.1 论文研究的背景与意义 | 错误！未定义书签。 |
| 1.2 国内外研究现状 | |
| 1.2.1 | |
| 1.2.2 | |
| 1.3 | |
| 1.4 论文的主要研究内容 | |
| 1.5 本章小结 | |
| 2 | |
| 2.1 | |
| 2.2 | |
| 2.2.1 | |
| 2.2.2 | |
| 2.3 | |
| 2.3.1 | |
| 2.3.2 | |
| 2.3.3 | |
| 2.4 本章小结 | |
| 3 | |
| 3.1 | |
| 3.2 | |
| 3.3 | |
| 3.3.1 | |
| 3.3.2 | |

| | |
|-------------|---------|
| 3.4 | ..... |
| 3.4.1 | ..... |
| 3.4.2 | ..... |
| 3.5 本章小结 | ..... |
| 4 滑移检测的实验研究 | ..... |
| 4.1 | ..... |
| 4.2 | ..... |
| 4.3 | ..... |
| 4.4 | ..... |
| 4.5 | ..... |
| 4.6 本章小结 | ..... |
| 5 总结与展望 | 4 |
| 5.1 工作总结 | ..... |
| 5.2 研究展望 | ..... |
| 参考文献 | ..... |

第1章 绪论

1.1 研究背景与意义

机器人技术的发展使得各种各样的机器人逐渐出现在人类的世界中，并且不断深入到人类生活的各个领域。随着科技的不断进步，仿人机器人逐渐走进了我们的视野。……

1.2 国内外研究现状

目前，常用的触觉传感器根据感知原理可以分为：电容式、电阻式、压电式、光学式、电感式以及其他类型，比如磁感应式、有机场效应管式等。其中，……

1.2.1 电容式柔性触觉传感器

2006 年，韩国科学技术院 Hyung-Kew Lee 等^[4] 使用聚二甲基硅氧烷 (Polydimethylsiloxane, PDMS) 弹性基体可模块化拓展的电容式触觉传感器，每一个传感器由一个 16×16 的触觉感知单元阵列以及周围的连接线组成，如图 1.1 所示。……

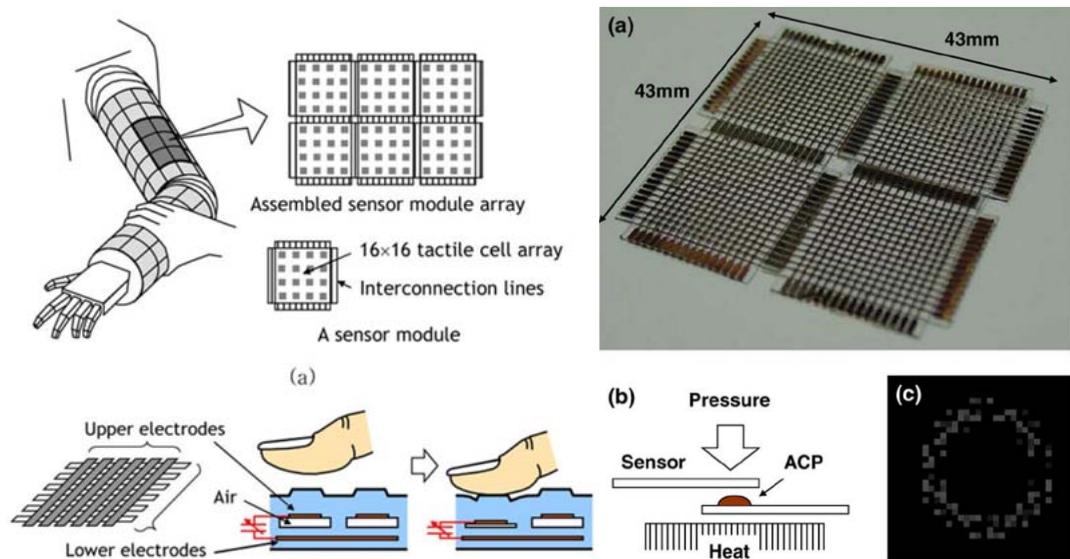


图 1.1 使用ACP拓展的模块化电容式触觉传感器结构及拓展图^[4]

1.4 目前存在的主要问题

从以上文献综述可以看出，近些年来，触觉传感器发展十分迅速，以各种敏感机理为检测原理的传感器都收到了各国研究者的广泛关注。其中，电容式传感器因其结构简单、灵敏度高、空间分辨率高、受温度影响小的特点而备受青睐，取得了一定的进展。但同时，电容式触觉传感器在以下方面仍存在不足：

（1）在传感器结构设计方面，目前电容式传感器在柔性上仍存在一定不足，故本文中采用 PDMS、PI 为材料，制造基于微四棱锥台介电层的触觉感知阵列，在提高柔性的同时提高其灵敏度。

表 1.1

| 类型 | 优点 | 缺点 |
|----|----|----|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

1.5 论文的主要研究内容

本文提出了一种基于微四棱锥台介电层的电容式柔性触觉感知阵列的结构设计，……论文主要包括以下几个方面的研究内容：

（1）通过文献阅读，了解近年来国内外学者在柔性触觉感知系统方面的研究内容与进展；……

1.6 本章小结

（1）本章主要介绍了柔性触觉感知系统研究的背景及意义，并详细介绍了近年来国内外各类触觉传感器的发展现状，并对各类传感器进行了综合比较。介绍了应用于电容式触觉感知系统的扫描检测电路研究现状，并分析了现有研究工作的不足。分析柔性触觉传感器目前存在的主要问题，并提出总体解决方案。

（2）确定本论文主要研究内容。

第2章 导电聚合物的导电机理及其在滑移检测中的应用

2.1 引言

电容式柔性触觉感知系统主要由触觉感知阵列及其触觉信息采集处理的电容检测电路组成。为了对系统开展相关的性能测试，需要用上位机将采集到的电容数据转换成敏感前端所受力的信息，并以用户可见的方式显示出来，因此同时需要相应的上位机数据处理和显示模块。由于电容式传感器具有灵敏度高、受温度影响小等特点，本文采用电容式传感器作为触觉感知阵列。电容式触觉传感器的测量原理简单来说就是电容器在外力的作用下产生电容变化，将这个变化检测记录下来经过一定的数据处理就可以得到外力的大小和方向，即接触信息。本论文旨在设计并制造一种具有高灵敏度、高空间分辨率并具有良好柔性的电容式触觉感知阵列。

本章将从电容式柔性触觉感知阵列的结构设计、三维力检测原理、介电层受力仿真分析、制造工艺流程等方面进行阐述。

.....

2.5 本章小结

(1) 提出了一种以微四棱锥台结构为介电层的新型电容式柔性触觉感知阵列，提出了具体的结构设计，确定制造材料选择及制造尺寸。阐述了该阵列进行三维力测量的原理，并针对一个单元受法向力和切向力两种情况下进行仿真模拟，仿真结果表明该阵列具备三维触觉力检测功能。

(2) 优化了制造触觉感知阵列的具体工艺流程，采用丝网印刷、光刻、模具浇注等方法制作了触觉感知阵列的上下极板、微四棱锥台介电层和表面凸起，并将其粘贴装配形成最终的触觉感知阵列。制造工艺具有良好的稳定性和可重复性。制造的触觉感知阵列包含 8×8 个感知单元，具有良好的柔性，空间分辨率达到 1.6mm。

第 5 章 总结与展望

5.1 工作总结

本文在综合分析了触觉传感器及其检测电路的国内外研究现状的基础上,提出了一种基于微四棱锥台介电层的电容式柔性触觉感知阵列的结构设计,并改进了感知阵列的制造工艺流程;具体研究工作,总结如下:

(1) 提出了基于微四棱锥台阵列介电层的新型柔性触觉感知阵列的结构设计,有限元仿真分析结果表明该阵列具备三维触觉力检测功能。

针对三维触觉力检测的要求,设计了一种基于微四棱锥台介电层的柔性触觉感知阵列。结合阵列结构设计,对三维力检测原理进行阐述;对感知单元进行受力仿真分析,分析结果表明阵列具备三维触觉力检测功能。

.....

5.2 研究展望

本文研制的基于微四棱锥台阵列介电层的电容式柔性触觉感知阵列及相应的 4 分区 CDC 式扫描检测电路,已能较好地实现物体抓取过程中的三维力实时扫描检测功能。为满足智能假肢手触觉反馈控制需求,进一步提高触觉感知系统的检测性能,以下方面仍有待进一步研究:

(1) 开展触觉感知阵列的结构优化设计,进一步提高感知阵列的三维力检测性能。

结合仿真分析和实验研究,对触觉感知阵列的结构进行优化,主要包括顶部凸台结构、介电层结构和相关的参数设计。对其结构参数进行优化,进一步提高三维力检测灵敏度和空间分辨率。

参考文献

- [1] Hyung-Kew Lee, Jaehoon Chung, Sun-Il Chang, et al. Real-time measurement of the three-axis contact force distribution using flexible capacitive polymer tactile sensor [J]. *Journal of Micromechanics and Microengineering*, 2011, 21: 035010-35018.
- [2] 何道清, 张禾, 谌海云. 传感器与传感器技术[M]. 北京: 科学出版社, 2008.
- [3] 左月明.谈机电一体化课程的教法[J]. 山西农业大学报, 2002, 3(4): 33-36. (中文宋体、英文和数字 *Times New Roman, 五号*)

本科生毕业论文（设计）任务书

一、题目：

二、指导教师对毕业论文（设计）的进度安排及任务要求：

起讫日期 年 月 日至 年 月 日

指导教师（签名） 职称

三、系或研究所审核意见：

负责人（签名）

年 月 日

毕业论文（设计）的进度安排

| 毕业论文（设计）各阶段工作内容 | 工作进度周次安排 | | | | | | | | | | | | | | | | 导师签名 | |
|-----------------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|------|---|----|----|----|----|----|----|------|--|
| | 秋冬学期 | | | | | | | | 春夏学期 | | | | | | | | | |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | | |
| 1.文献阅读、文献翻译 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.完成开题报告、文献综述 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.完成传感阵列结构设计及原理分析 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.完成传感阵列的制造 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.设计绘制基于 AD7153 的检测电路 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.设计绘制基于 PCap02 的检测电路 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7..对两种扫描检测电路进行相关试验 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.编写控制程序、搭建检测系统 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9. 完成标定测试和实时显示实验 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.完成毕业论文 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

注：①本表由指导教师填写，各专业学科毕业设计负责人审核并签名。②各阶段工作内容应包括：查阅文献、文献综述、外文文献翻译、开题报告、调研、计算机仿真、设计绘图、实验、撰写毕业论文（设计）等，其中 4-9 栏目由指导教师布置、填写。③工作进度周次安排由指导教师在相应周次里画横线表示，（毕设 24 周，周次可以写为 3-4 周、8-9 周等）。④导师应在检查各阶段工作进度完成情况后签名，此计划可根据实际情况作调整

毕业论文（设计）考核

一、指导教师对毕业论文（设计）的评语：

指导教师(签名)

年 月 日

二、答辩小组对毕业论文（设计）的答辩评语及总评成绩：

| 成绩比例 | 文献综述 (满分 10 分) | 开题报告 (满分 15 分) | 外文翻译 (满分 5 分) | 毕业论文（设计） 质量及答辩 (满分 70 分) | 总评 成绩 (满分 100 分) |
|------|-------------------|-------------------|------------------|--------------------------------|------------------------|
| 分值 | | | | | |

答辩小组负责人（签名）

年 月 日

浙江大学本科生毕业论文（设计）存档资料检查表

（此表请装订在毕业论文（设计）末页，由指导教师在毕业论文（设计）答辩结束后填写）

| 检查内容 | | 检查结果（打√、X） |
|------|-----------------------------|------------|
| 毕业设计 | 1. 装订（封面白色铜版纸，A4） | |
| | 2. 毕业论文（设计）诚信承诺书(签名) | |
| | 3. 任务书（题目、要求、工作进度表） | |
| | 4. 中、英文摘要 | |
| | 5. 目录（要标注页码） | |
| | 6. 正文 | |
| | 7. 附件 1：图纸、程序 | |
| | 8. 附件 2：毕业设计期间取得的成果 | |
| | 9. 参考文献 | |
| | 10. 毕业设计指导教师评语、答辩评语和成绩 | |
| 开题报告 | 11. 装订（文献综述、开题报告、外文翻译、外文原稿） | |
| | 12. 文献综述、开题报告的成绩、评语 | |
| 其它 | 13. 毕业论文（设计）专家评阅意见（1份） | |
| | 14. 毕业论文（设计）答辩记录表（1份） | |
| | 15. 毕业论文（设计）查重报告 | |

注：“毕业论文（设计）专家评阅意见”、“毕业论文（设计）答辩记录表”、“毕业论文（设计）查重报告”检查后装入“毕业设计档案袋”，直接归档，不装订。

检查人（签名）：

检查日期：

附件 3:

浙江大学本科毕业生毕业论文（设计）专家评阅意见

| | | | | | | |
|---|--|---------|----|---------|--|----|
| 毕业论文（设计）题目 | | | | | | |
| 学生姓名 | | | 学号 | | | 年级 |
| 所在学院 | | | | 专业 | | |
| 指导教师姓名 | | 职称 | | 所在单位 | | |
| 本科毕业生毕业论文（设计）评阅意见：（对论文选题、文献综述、外文翻译、研究内容与方法、创新点、论文质量与理论水平、论文写作规范与文风和修改建议等方面加以评阅） | | | | | | |
| 同意答辩 | | 同意修改后答辩 | | 未达到答辩要求 | | |
| 评阅人签名 | | 评阅人职称 | | 评阅人单位 | | |

注：请评阅专家经综合评价后，在相应栏内打“√”。

附件 4:

浙江大学本科生毕业论文（设计）现场答辩记录表

学院:

毕业届别:

| | | | | | |
|--|--|----|------|------|--|
| 学生姓名 | | 学号 | | 专业 | |
| 毕业论文（设计）题目 | | | | | |
| 指导教师姓名 | | 职称 | | 所在单位 | |
| 答辩时间 | | | 答辩地点 | | |
| 答辩组成员 | | | | | |
| 本科生毕业论文（设计）答辩记录:（要求在答辩陈述和回答问题等方面具体加以记录与评价） | | | | | |

记录人（签名）:

年 月 日

答辩小组负责人（签名）:

年 月 日

附件 5:

机械工程学院本科毕业论文（设计）中期检查表

| | | | | | |
|---------|--------------------------------|----|--|----|--|
| 学号 | | 姓名 | | 班级 | |
| 指导教师姓名 | | | | 职称 | |
| 论文题目 | | | | | |
| 目前已完成任务 | 主要内容: (毕业论文进展情况, 字数不少于 1000 字) | | | | |
| | 是否符合任务书要求的进度 (导师填写) | | | | |

| | | | |
|------------|--------|----|--|
| 尚需完成的任务 | | | |
| 存在的问题和解决办法 | 存在的问题 | | |
| | 拟采取的办法 | | |
| 指导教师签字 | | 日期 | |

请正反面打印

附件 6：浙江大学机械工程学院本科生参加校外毕业设计学生信息登记表

| | | | | | |
|--|---|---------------------|--|---------------------|--|
| 学生姓名 | | 学号 | | 专业年级 班级 | |
| 身份证号码 | | 手机 | | 邮箱地址 | |
| 毕业实习和 设计单位 名称 | | 毕业实习 和设计 开始时间 | | 毕业实习 和设计 结束时间 | |
| 单位指导 教师姓名 | | 职称或 学历 | | 手机 | |
| 毕业设计 (论文) 题目 | 中文题目： 英文题目： | | | 毕业实习 和设计所 在省市 | |
| 毕 业 实 习 和 设 计 计 划 安 排 与 安 全 措 施 | 毕业实习和设计主要内容： 1、 2、 3、 4、 5、 6、 | | | | |
| | 实习安全保障措施： 1、请填写自我安全保障措施： 2、请填写外出毕业实习和设计的学生家长意见： | | | | |
| | 申请人签名： 日期： 年 月 日 | | | | |
| 校 内 导 师 推 荐 意 见 | 校内导师签字： 日期： 年 月 日 | | | | |
| 校 外 导 师 接 收 意 见 | 校外导师签字： 日期： 年 月 日 | | | | |
| 实 习 单 位 接 收 意 见 | 接收单位负责人签字：单位盖章： 日期： 年 月 日 | | | | |
| 院 系 审 核 意 见 | 教学负责人签字：单位盖章： 日期： 年 月 日 | | | | |

填表说明：以下几种参加校外毕业实习和设计的学生需填写该表，签署意见盖章后交学院本科教学办公室，1、参加卓越计划毕业实习和设计的学生；2、自己联系或导师安排去企业毕业实习和设计的学生；3、外推免研到外校或中科院等单位做毕业设计的学生；4、去国外高校做毕业设计的学生；5、其他。

附件 7:

浙江大学本科生毕业论文（设计）工作实施意见（浙大本发〔2018〕3号）

为加强本科生毕业论文（设计）规范化管理，不断提高我校毕业论文（设计）质量，制定本实施意见。

一、主要环节

本科生毕业论文（设计）工作主要包含选题、开题、论文（设计）实施、中期检查、论文（设计）答辩等五个环节。

二、选题

本科生毕业论文（设计）选题要求：（一）遵守国家法律法规和方针政策；（二）符合专业培养目标要求，鼓励学科间交叉；（三）提倡毕业论文（设计）与科研训练、学科竞赛、创业计划及校内外“产学研”合作教育等实践项目相结合；（四）教师与学生采取双向选择的方式确定，保证学生一人一题。

三、开题

学生根据毕业论文（设计）任务书（以下简称任务书）要求，在指导教师指导下开展文献综述、外文翻译和开题工作，撰写《浙江大学本科生毕业论文（设计）文献综述和开题报告》，在院（系）规定时间参加答辩，完成开题。

四、中期答辩

各院（系）根据毕业论文（设计）工作进度安排，组织中期检查工作，检查内容包括但不限于选题情况、任务书落实情况、过程管理情况等，及时发现存在问题，提出整改措施。学校组织有关人员对中期执行情况进行抽查。

五、论文撰写与检测

毕业论文（设计）编写格式应符合《浙江大学本科生毕业论文（设计）编写规则》要求，学生须签署《浙江大学本科生毕业论文（设计）承诺书》并遵守承诺。学生在毕业论文（设计）工作中须恪守学术诚信，遵循学术准则，尊重和保护他人知识产权等合法权益。学生如有学术不端行为，经调查核实，毕业设计（论文）成绩记载为“违纪”，并按学校相关规定处理。

学校提供统一论文检测平台，院（系）负责组织落实毕业论文（设计）检测工作，产生论文检测报告，用于辅助学术规范指导。

六、答辩

各院（系）成立答辩委员会，下设答辩组。答辩组答辩的教师担任，答辩组组长应由高级职称教师担任，可聘请外单位副高级及以上职称人员参加答辩工作。

（一）开题答辩

（1）经指导教师同意，学生可参加开题答辩。

(2) 答辩结束后, 答辩组根据学生的开题材料及答辩情况, 对学生开题工作给出评价并评定成绩, 并明确是否同意学生进入论文(设计)实施环节。

(二) 毕业论文(设计)答辩

(1) 经指导老师同意, 学生可申请参加毕业论文(设计)答辩。

(2) 答辩组要审核学生论文(设计)答辩材料, 审核不通过的, 不予答辩。学生论文(设计)答辩材料可包括毕业论文(设计)指导教师评价意见、论文检测报告、论文(设计)及相关工作成果等。

(3) 客观如实地做好答辩记录, 填写《浙江大学本科生毕业论文(设计)现场答辩记录表》。

(4) 答辩结束后, 答辩组根据学生毕业论文(设计)及答辩情况对学生论文(设计)工作给出评价并评定成绩。

七、院(系)、指导教师与学生职责

(一) 院(系)的职责

(1) 组织与实施毕业论文(设计)工作;

(2) 对学生进入毕业论文(设计)的资格进行审查;

(3) 对教师与学生申报的毕业论文(设计)题目进行审批;

(4) 安排中级及以上职称的教师担任指导教师, 原则上每位指导教师指导学生人数不超过6人;

(5) 组织论文检测、答辩等。

(二) 指导教师的职责

(1) 保证足够的时间指导学生, 定期与学生进行交流、讨论、答疑, 检查学生工作进度和质量;

(2) 下达任务书, 对文献综述和开题报告提出具体要求, 推荐参考文献, 审定学生拟定的课题研究方案, 审阅学生文献综述、外文翻译、开题报告、毕业论文(设计)及相关附件;

(3) 在毕业论文(设计)结束阶段, 根据学生毕业论文(设计)全过程表现, 对毕业论文(设计)提出指导教师评价意见, 并明确是否同意学生进入毕业论文(设计)答辩环节。

(三) 学生的职责

(1) 按任务书要求, 完成毕业论文(设计)工作;

(2) 根据指导教师要求, 定期向指导教师汇报毕业论文(设计)工作;

(3) 对毕业论文(设计)内容中涉及的有关技术资料

八、跨院(系)、校外毕业论文(设计)管理

跨院(系)毕业论文(设计)是指学生在校内选择并完成非其所在院(系)教师申报的课题或自拟题目由校内非其所在院(系)教师指导。校外毕业论文(设计)是指学生选择并完成非校内教师申报的课题或自拟题目由校外单位教师指导, 包括校外境内毕业论文(设计)、境外毕业论文(设计)。具体要求如下:

(一) 在选题前,由学生本人提出申请,填写《浙江大学本科生申请赴外单位进行毕业论文审批表》,提供证明材料,院(系)审批备案;

(二) 采用双导师制。在过程管理上以学生所在院(系)指导教师为主,外单位指导教师为辅的一种合作管理方式;

(三) 参加校内院(系)统一组织安排的开题及毕业论文(设计)答辩;

(四) 论文(设计)实施过程中出现的其他问题,由院(系)和外单位协商解决,如有必要,签订相关协议。

对学生在所在院(系)内部跨专业选择课题的管理,参照本实施意见第八条执行。

九、成绩评定

毕业论文(设计)成绩由文献综述、开题报告、外文翻译、论文(设计)答辩等部分组成,一般文献综述占10%,成绩评定采用百分制。论文(设计)及答辩部分成绩可根据论文(设计)工作成果、学生的工作态度及出勤情况、指导教师评价、答辩情况等予以综合评定。学院(系)应制定毕业论文(设计)成绩的具体考核标准。

学校不定期组织教学督导组对全校的毕业论文(设计)进行抽查,不定期抽调部分院(系)毕业论文(设计)送外校复评,论文(设计)抽查和复评结果返回相关院(系)。

十、档案保存

本科生毕业论文(设计)全套资料成果及其他相关材料等由院(系)保存,保存期限不低于五年;毕业论文(设计)电子版由学校档案馆保存。

十一、毕业论文(设计)涉密管理

(一) 从事涉密毕业论文(设计)的本科生在进行开题报告前,接触涉密论文(设计)的人员(论文评阅人、答辩委员会委员等)在接触涉密论文(设计)前均需与学校委托负责人(指导教师)签署《浙江大学本科生涉密学位论文申请暨保密协议书》。

(二) 在毕业设计封面右上角标明为涉密论文。

(三) 毕业论文(设计)上传教务系统时需明确为涉密毕业论文(设计),保密期(一般为两年)满自行解密,解密后的涉密毕业论文(设计)按照无密级毕业论文(设计)

十二、附则

(一) 本实施意见由本科生院负责解释。各学院(系)应根据本实施意见制定具体实施细则,并报本科生院教务处备案。

(二) 本实施意见自公布之日起执行。《浙江大学本科生毕业论文(设计)工作实施意见》(浙大本发〔2008〕31号)同时废止。

浙江大学本科生院
2018年1月5日