

汕头大学工学院电子工程系

通信工程专业

教育部卓越工程师教育培养计划

# 工 作 方 案

汕 头 大 学

二 0 一 一 年 十 二 月

## 总 目 录

内容	页码
第一部分：学校与企业培养方案	T-1
第二部分：附录	P-1
附录 1：专业培养标准	S-1
附录 2：专业培养目标实现矩阵	M-1
附录 3：EEG9330 数字信号处理课程档案（范例）	I-1

# 第一部分

## 学校与企业培养方案

## 分 目 录

一、基本思路.....	T-1
1.1 指导思想.....	T-1
1.2 总体思路.....	T-1
二、组织管理体系.....	T-4
三、实施路线.....	T-4
3.1 明确培养目标.....	T-5
3.2 整合教学大纲.....	T-6
3.3 设计课程计划.....	T-8
3.4 实施教与学.....	T-8
3.5 建立质量保障体系.....	T-9
四、实施计划.....	T-9
4.1 专业领域.....	T-9
4.2 培养方式.....	T-9
4.3 学生规模.....	T-10
4.4 学生来源.....	T-10
4.5 学籍管理.....	T-10
五、学校培养方案.....	T-10
5.1 培养要求.....	T-10
5.2 教学计划.....	T-11
5.2.1 教学目标的设计与实现.....	T-11
5.2.2 专业课程结构的设计.....	T-12
5.2.3 课程大纲的设计.....	T-14
5.2.4 专业培养计划的构建.....	T-14
5.3 实践环节教学.....	T-14
5.3.1 现有的实践教学条件.....	T-15
5.3.2 需要进一步完善的实践教学条件.....	T-15
5.4 毕业设计.....	T-16
5.5 师资聘请.....	T-17

5.6 学生的考核方式.....	T-17
5.7 毕业要求.....	T-18
六、企业培养方案.....	T-18
6.1 培养目标.....	T-18
6.2 培养标准.....	T-19
6.3 培养要求.....	T-19
6.4 培养职责.....	T-20
6.4.1 学校的职责.....	T-20
6.4.2 企业的职责.....	T-20
6.4.3 学生的职责.....	T-20
6.5 培养计划.....	T-21
6.5.1 培养形式.....	T-21
6.5.2 实施方案.....	T-21
6.5.3 实施计划.....	T-22
6.6 实施企业.....	T-23
6.7 企业工程实践条件.....	T-23
6.8 考核方式.....	T-24
6.9 师资配备.....	T-24
6.10 退出机制.....	T-25
七、学校支持.....	T-25
八、所需国家政策支持.....	T-26
九、质量保障体系.....	T-26

## 一、基本思路

### 1.1 指导思想

通信工程专业是面向通信与信息行业的宽口径专业。本专业卓越工程师培养计划的基本指导思想是：培养学生具备相应的知识、能力和素质，培养科学基础厚，专业口径宽，综合能力强，整体素质高的复合型人才。我们将从“培养什么人”和“如何培养人”这二个基本问题出发，确定符合工程与社会发展要求的培养目标，采用符合工程实践要求和人才成长规律的培养方法，科学地培养具有现代工程师的知识、能力和素质，具有可持续发展潜力的卓越工程师。

改革人才培养方案，坚持以培养高级工程专业人才为导向，及时跟踪企业需求的变化，适应区域、行业经济和社会发展的需要，加强校企合作，走工学结合的人才培养途径，规范管理、注重质量、提升内涵建设，设计“知识-能力-素质”一体化培养的课程体系，以学生的理论知识、个人素质与发展能力、团队协作能力、和在企业与社会环境下的工程综合能力为培养目标，加强工程实践能力的培养和训练，培养卓越的新世纪工程技术人才和工程技术管理人才。

### 1.2 总体思路

按照厚基础、宽口径、重实践的理念，汕头大学通信工程专业“卓越工程师培养计划”将重点在以下五个方面展开工作：

- ① **培养目标**。本专业以现代通信理论为基础，主要研究各种信息（数据、语音、图像）的采集、加工、变换，完成准确、快速、可靠的信息传输任务，着重学习通信系统和通信网方面的基础知识和设计方法，学习信息传输、交换和处理过程中的关键技术和系统知识，受到通信工程实践的基础训练，掌握现代通信系统和网络的设计、开发、调测和工程应用的基本能力。
- ② **教学大纲**。根据本专业总体培养目标，从社会、企业、校友和在校师生等各方面进行深入调研，根据自身的特点列出相关的科学知识、核心工程基础知识以及高级工程基础知识。然后根据能力大纲中知识点的自身逻辑进行归纳整理，遵循“集中编排，避免重复，相互协调，递进提升”的方式，多维度地

对教学内容进行整合，明确课程间的主次关系、层次关系以及内在联系，科学设计教学内容。

- ③ **课程计划**。通信工程专业的课程计划一方面应强调工程性、技术性、实用性、系统性、综合性和复合型，另一方面也要充分认识到强化基础在飞速发展的通信行业保证学习能力上起到的关键性作用。制定每门课程或环节的课程大纲，并明确各课程与实践环节对专业学习效果目标的贡献，形成整体教学目标达成矩阵。
- ④ **教与学方法**。教学各环节中注重“化知识为能力”，开展探究式教学，培养学生的探究能力和动手能力，培养学生独立思考和自主创新意识，提高学生应用知识解决工程问题的能力，实现一体化教学大纲所规定的培养目标。
- ⑤ **保障体系**。这个体系要以培养目标为中心，以通信行业标准为基准，内容上涵盖理论知识、实践技能和能力以及鉴定考核方法等内容。把工程能力引入人才能力评价体系，把企业回馈和实习生、毕业生回馈引入教学评价体系。

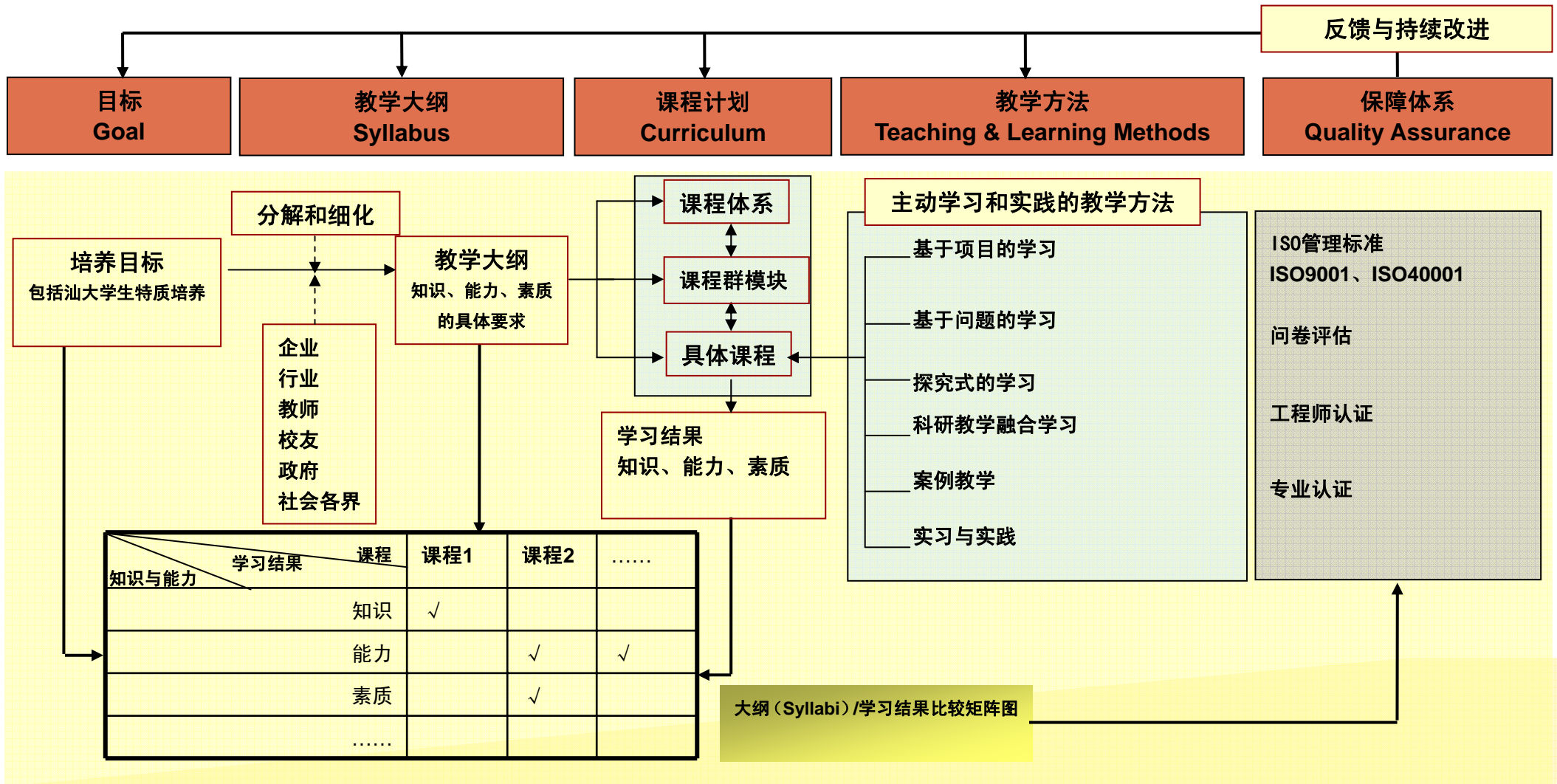


图1 汕头大学通信工程专业卓越工程师培养计划总体思路



## 二、组织管理体系

本专业“卓越工程师培养计划”将依托汕头大学工学院电子工程系，在学校、教务处、工学院的统一协调下开展各项工作。

工作组的组织结构如图 2 所示。工作组的工作以全体学生群体为中心，工作组组长由学校主管副校长担任，成员包括：教务处、工学院和电子工程系的负责人，执行团队包括电子系骨干教师组成的教师团队和参加卓越工程师培养计划的企业导师团队，以明确的目标、任务与时间节点开展工作。

联合工作组将特别设立卓越工程师培养共同体，这一共同体是为培养卓越工程师所涉及的核心成员的联合体，主要包括：学生(在校生成、毕业 5 年以内的校友、毕业 5 年以上的校友等)、高校教师、企业界、社会和政府等，并在此基础上成立由培养共同体的代表与专家组成卓越工程师培养专家团队。为培养方案的制定、执行、评估、反馈与持续改进提供建设性的意见和建议。

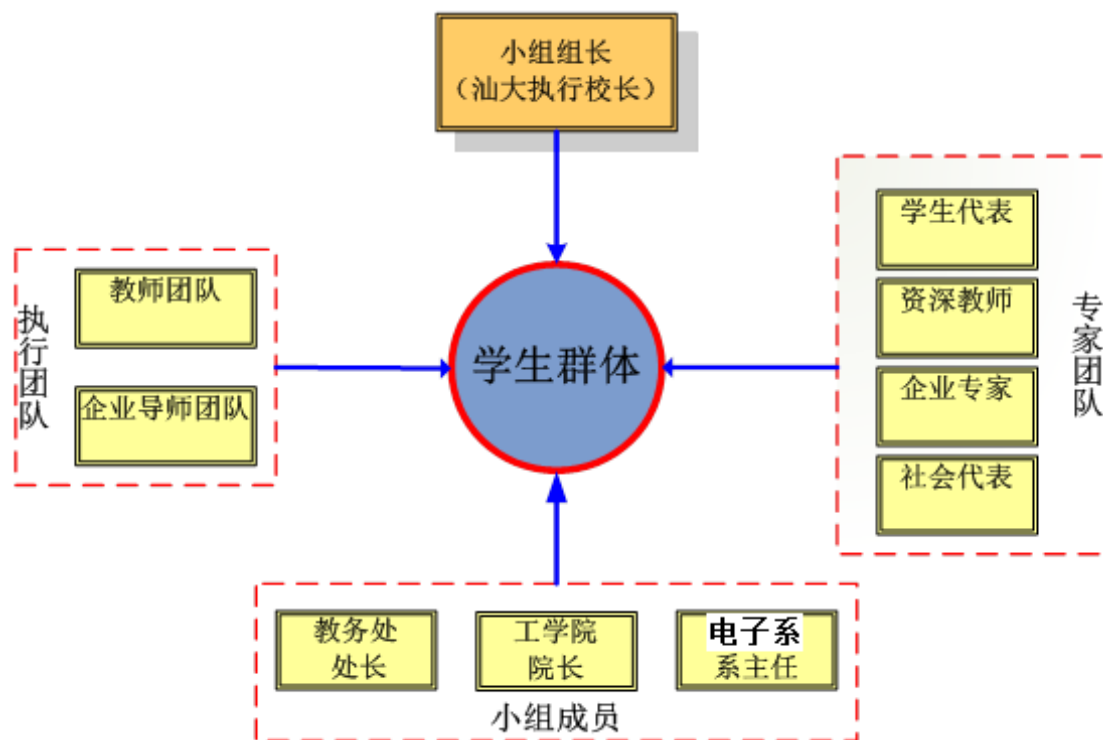


图 2 联合培养工作组的组织结构图

### 三、实施路线

按照明晰设计、精心实施、注意细节的指导原则，图 3 给出了本专业“卓越工程师培养计划”具体的实施路线。具体的实施路线重点包括以下五个方面的工作和要求：

- 1) 明确培养目标；
- 2) 整合教学大纲；
- 3) 设计课程计划；
- 4) 建立实践教学体系；
- 5) 建立质量保障体系。

#### 3.1 明确培养目标

通信工程专业是随着通信技术发展及通信技术广泛应用而逐渐发展起来的一门应用学科。通信工程专业是一个通信技术与信号处理、计算机应用相结合，重在通信技术的宽口径专业，通过系统的理论课学习和各种实践教学环节，使学生在通信系统设计、通信网、数据通信、微波通信，光纤通信，移动通信，程控交换等方面具有深厚的基础理论和宽广的专业知识，同时又受到专业课程设计、工程实践、科学研究与系统设计方法的基本训练，使学生能够成为从事通信系统设计、研究、开发、维护、符合国际工程师要求的高级工程技术人才。本专业侧重于通信工程与电子工程，计算机网络技术相结合，并力求在该方向形成自己的鲜明特色。专业培养目标如下：

- 1) 具有深厚理论修养，宽广知识面，善于分析和解决问题的通信工程及相关专业高级专门人才
- 2) 具有专业技能，社会意识和企业家敏锐性的工程师
- 3) 能够成为通信行业中未来的领导者与实践者
- 4) 具有终生学习和成长的技巧与基础
- 5) 能在科技日益复杂的环境中保持高效、创新和卓越
- 6) 具有优秀的职业道德、正直、富有责任感

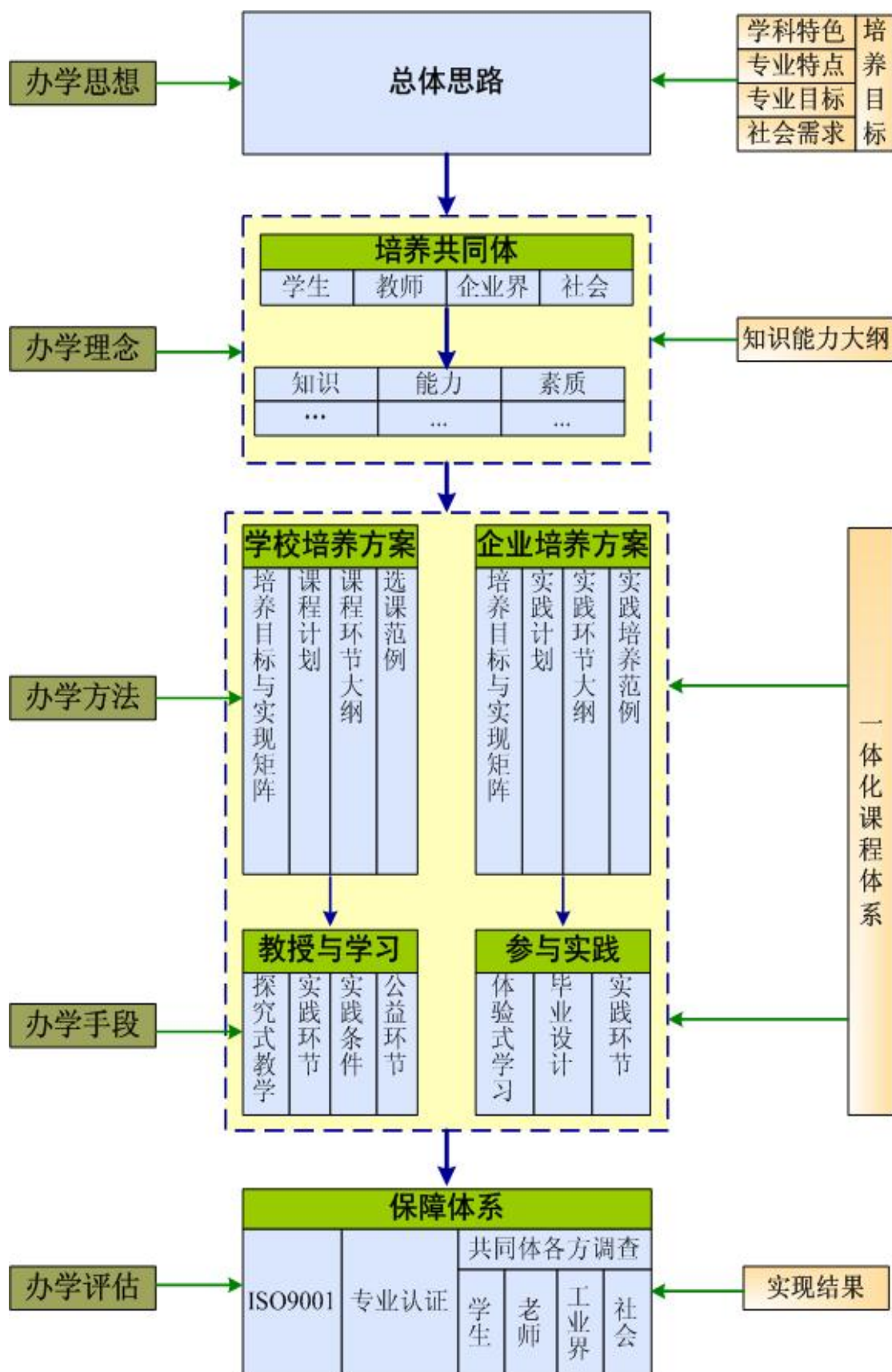


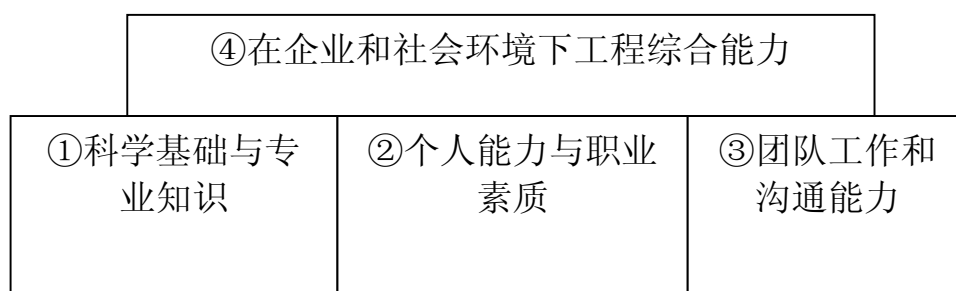
图3 卓越工程师培养计划实施路线图

## 3.2 整合教学大纲

教学大纲是卓越工程师学校标准的具体体现，是本专业工程师知识、能力和素质具体要求，是一个具有合理来源、能够动态适应发展要求、相互关联且相互支撑的目标体系。这个体系是组织各类教学活动，校企合作教学，教学、学习、考核方法的开发、采用与推广，以及评估与持续改进的基础。根据能力大纲中知识点的自身逻辑进行归纳整理，遵循“集中编排，避免重复，相互协调，递进提升”的方式，多维度地对教学内容进行整合，明确课程间的主次关系、层次关系以及内在联系，科学设计教学内容。我们将把同类知识点归纳一起，再按照逻辑顺序将这些知识点按照等级大小排列，这样就将该知识点的零碎内容从小到大归纳成一个整体。这些知识点进一步被整合为知识单元，知识单元再形成课程。这样环环相扣的梳理方式不仅有助于知识单元、知识点的提炼归纳，更有助于整理出环环相扣的“知识链条”，揭示它们彼此之间的联系，从而使教师授课、学生选课时能够有一个更加系统清晰的参考文本。并且知识点的归纳整理、课程的形成都必须经由全体教师讨论之后方可定稿，这样既能保证全体教师都对学科专业知识结构和课程体系建设思想有一个清晰明确的认识，又能避免各课程知识相互覆盖或重复。课程形成之后，为了保证教学大纲的规范性、完整性和准确性，系教学委员会要制定一个明确的编写要求，并提供具体的编写模板。全体教师组成编写小组，编写新的课程教学大纲。新版大纲初稿需要在系教学委员会讨论、审议，并进行修改。然后我们拟邀请兄弟院校资深教育专家、通信行业代表性企业、新老校友等对各门课程的教学内容、实践环节、知识单元和知识点设置等问题高屋建瓴地提出意见。针对专家们的意见，我们将组织教师新一轮的修改，最终经由系教学委员会审议定稿。

**详细的专业教学大纲将知识与能力的目标分为如下四个方面：**

- ①科学基础与专业知识；
- ②个人能力与职业素质；
- ③团队工作和沟通能力；
- ④在企业和社会环境下工程综合能力。



知识能力的层次关系

### 3.3 设计课程计划

通信工程专业的课程计划一方面应强调工程性、技术性、实用性、系统性、综合性和复合型，另一方面也要充分认识到强化基础在飞速发展的通信行业保证学习能力上起到的关键性作用。因此，在探讨课程体系设计策略时，必须体现本专业的特色，并且保证通识课程、基础课程、专业基础课程、专业课程之间的系统性和相互间的衔接。目前，由于通信技术的迅速发展极大拓宽了通信专业的发展空间，因此本专业的课程计划要起到拓宽专业口径，提高知识起点，增强教学柔性，加强基本理论、工程技能和专业素质的教育的目的，真正培养出能适应行业发展需要的创新型通信专业人才。在此指导原则下，本专业的课程计划将重点围绕以下几个方面来制定：

- ① 专业的目的和学制；
- ② 课程的结构与次序；
- ③ 知识、能力与素质的实现矩阵(各课程或环节的贡献集合)；
- ④ 课程和实践环节大纲(简称：课程大纲)；
- ⑤ 工程实践软硬件环境的建设(简称：工程实践条件)。

在我学校和专业课程计划中，课程的结构将主要包括以下三个部分：

- ① 导论性课程；
- ② 学科课程和专业课程(课程群的设置)；
- ③ 总结性实践课程(各类综合设计/建造项目、实习、毕业设计等)。

### 3.4 实施教与学

实施课程与实践环节的教与学指的是，基于现有资源的重新整合，在稳定的环境中运行，整个专业的课程计划如何贯彻？培养单位(包括高校和企业)应该配备怎样的学习软硬环境等？

本专业在实施教与学的过程中，将重点采用以下的工作方法：

- ① 以学生为中心的教学方法；
- ② 学生采取探究式、经验式、体验式等主动学生方法；
- ③ 以学生为中心的教学效果评估方法。

### 3.5 建立质量保障体系

质量保障体系包括：管理、评估、反馈与持续改进，其核心是在于采取什么样的质量保障体系对学校的管理模式、专业培养方案的合理性、教师教授过程、学生学习效果等方面的评估，也就是要解决以下三个问题：

- ① 如何保证培养过程符合培养计划所规定的要求？
- ② 如何考核学生是否取得了预期的学习效果？
- ③ 卓越工程师培养计划的整体效果如何求？如何改进与提高？

本专业质量保障体系将采取以下几个方面来实现对本专业卓越工程师培养计划进行管理、评估、反馈与持续改进：

- ① 采取 ISO 的管理标准进行培养过程管理；
- ② 对培养共同体各方进行常规调查与反馈，不断评估学生学习效果并及时根据反馈结果对培养方案进行调整；
- ③ 参加专业认证，加强外部监督。

## 四、实施计划

### 4.1 专业领域

实施计划的专业领域：电子信息工程。

### 4.2 培养方式

本专业“卓越工程师培养计划”将采用“3+1”的培养方式，其中 3 年在校集中学习，主要学习

基础科学知识、核心工程基础知识以及专业工程基础知识三方面的知识、锻炼工程技术能力以及培养综合素质。另外，累计 1 年的时间在企业实习并做毕业设计，重点培养、锻炼和应用个人素质和发展能力、协作能力和在企业与社会环境下的综合工程能力。

### 4.3 学生规模

2011-2013 级：

- ① 每届本专业的 15%左右本科生，共 5 人进行企业内的培养试点；

2014 级开始：

- ① 本专业的 30%本科生(卓越班)，共 15 人；
- ② 本专业的 30%本科生(传统班)，共 15 人。

### 4.4 学生来源

本专业的学生参加本次的卓越工程师培养计划将通过以下方式产生：

- ① 第一学年的夏季学期，自愿报名，教师小组面试，经综合能力与素质评定(GPA 成绩 $\times 70\%$ +综合评定成绩 $\times 30\%$ )后择优参加；
- ② 第二学年的夏季学期和第三学年的夏季学期，依据同样的流程进行动态调整。

### 4.5 学籍管理

本专业的学生在经过一个阶段的学习后，将从中选拔学生转到专业工程师培养体系中去。对不适应本培养方案和标准的学生，教务处将通过一定的管理流程转到其它相应的院系继续学习。

## 五、学校培养方案

### 5.1 培养要求

依据专业的培养目标、指导思想，本专业卓越工程师培养的具体要求包括以下几个方面：

- 具有良好的人文科学素养、社会责任感和工程职业道德；
- 具备终身学习的能力；
- 拥有深厚的基础知识和综合运用能力；

- 具有良好的团队精神、沟通与领导能力；
- 对在企业与社会环境下的工程综合实践具有一定的现实体验。

## 5.2 教学计划

按照卓越工程师工程培养目标、标准和教学大纲等的要求，建设一体化课程体系是本专业卓越工程师培养计划的重点环节。

一体化课程体系是一个由相互支持的专业课程和明确集成个人、人际交往能力，产品、过程和系统建造能力为一体的方案所设计出的课程计划。一体化课程计划将要给学生提供一种学习经验，这些学习经验不仅让学生学到相互支持的各种学科知识，而且有明确的计划能让学生在在学习过程中同时获取个人、人际交往能力以及产品、过程和系统建造的能力。明确的课程计划是指整合这些能力和多学科知识的方法，将各项具体能力的培养落实到组成教学大纲的具体课程和工程实践中。

本专业卓越工程师培养计划将以通信工程专业的一体化课程体系建设为重点，设计出具有本专业特色的教学计划，重点包括以下环节：

### 5.2.1 教学目标的设计与实现

卓越工程师教学大纲(或称卓越工程师专业培养标准)是指导本专业卓越工程师培养计划整个一体化课程计划的核心。教学大纲从三个方面设置培养目标，第一是掌握技术知识与科学基础；第二是培养学生能够综合运用所学知识，引领新产品和系统的创新和运行。相应地，需要培养学生的个人能力和团队协作能力；第三是教育学生能够理解在社会背景下研发的重要性和战略价值，卓越工程师要解决社会各行业各层面的科学技术难题与挑战，以提高国家竞争力，从而贡献社会。因此，卓越工程师在产品的研发过程中，必须考虑到社会责任和可持续发展。

本专业详细的卓越工程师培养计划的教学大纲(学校培养标准)见附件 1。

**教学大纲的设计与实现要重点考虑以下要求：**

- ① **具有本专业特色的知识结构**，包括：基础科学知识、工程科学知识、和工程专业知识；
- ② **本专业所需要的个人职业能力和素质**，包括：工程推理和解决问题的能力、实验和发现知识的能力、系统思维能力、个人能力和态度、职业技能和态度等；
- ③ **本专业所需要的人际交流与沟通能力**，包括：团队工作、沟通与交流、信息的获取与传递、外语等方面的能力；



- ④ **本专业所需要的在企业和社会环境下工程综合能力**，包括：外部和社会背景环境、企业与商业环境、系统的构思与工程化、设计、实施以及运行等；
- ⑤ **为实现以上培养大纲要求所需要的培养环节**，包括：基础课程、专业课程、专业选修课程、通识课、各类综合应用项目、实习环节、课外科技活动以及校内外的各种活动等；
- ⑥ **以上各个培养环节在整个卓越工程师能力培养大纲中对学生能力培养中所起到的贡献、各环节之间的联系等要素。**

### 5.2.2 专业课程结构的设计

本专业卓越工程师培养计划在分析国内外现行本科培养模式和社会需求对本专业毕业生的要求与期望的基础上，明确了国际工业发展趋势对人才的要求和培养国际化工程师的目标。以卓越工程师能力培养大纲和培养计划为指导，形成了个人能力、人际能力及系统设计能力的培养理念，确定了以项目设计为导向的综合培养方式，并制定了如图 4 中鱼骨架图所示的本专业核心课程的培养结构。

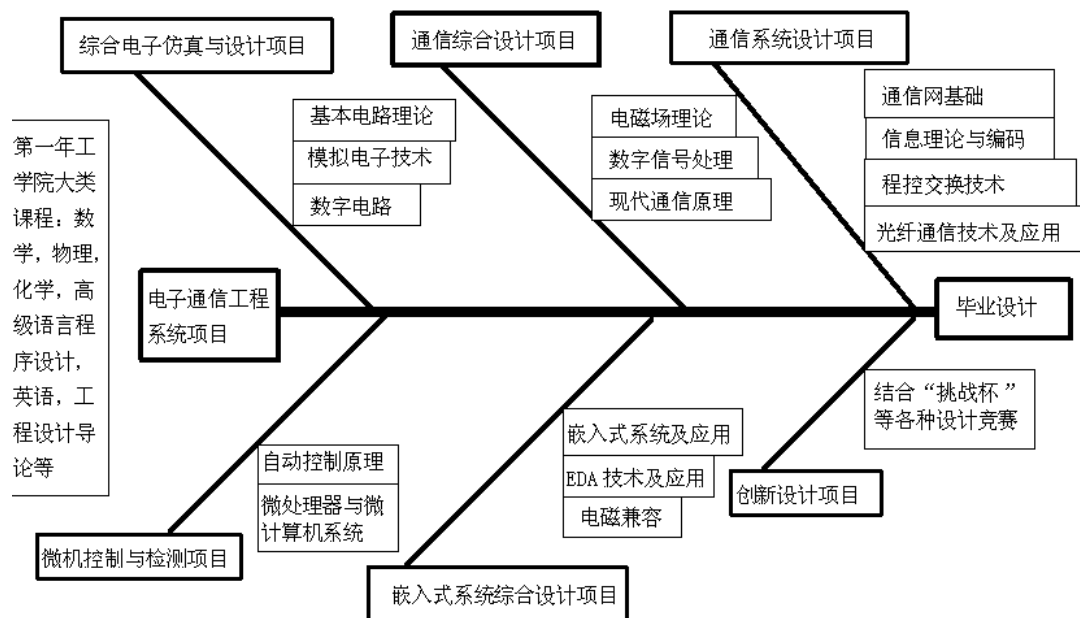


图 4 通信工程专业卓越工程师培养计划的课程结构

该专业课程设置的主要特点体现在如下几个方面：

- ① **通过《工程师职业道德》课程**，以及《世界工程师论坛》、成长沙龙、社会实践等等多种活动与环节，开展卓越工程师职业道德方面的学习与训练；
- ② **通过导师制**，加强教授对学生的辅导，尤其是在职业道德、诚信和职业素质上的指导；
- ③ **加强基础科学(如数学、物理、化学等)及人文科学课程**，特别注重数学分析能力的培养，使学生打下良好的数理基础；
- ④ **以课程群的方式将全部专业核心课程有机的结合起来**，避免相关课程之间的内容重复，减少授课学时，同时有利于教师以相互有机联系的方式传授专业知识，也便于学生灵活地掌握知识，以培养学生掌握学习科学知识的能力为主要目标，而不是简单地灌输某一学科的内容；
- ⑤ **加强实验与动手能力的培养**，在可开设实验的课程中增加实验课时，将原计划外的实验纳入教学计划，使实验实践环节能更好地与课堂教学结合；
- ⑥ **通过工程项目的团队设计**，突出提升工程设计能力和协同工作能力培养，并实现工程科学知识大拓宽。以实际工程项目的具体实施为主线贯穿专业课教学过程，旨在培养学生的创新意识和能力、团结协作精神和理论联系实际的学风，加强学生工程实践能力的培养和训练，提高学生进行项目设计的能力；
- ⑦ **课堂教学上激励教师与学生互动、采用探究式研讨教学。**

卓越工程师培养计划中的专业课程设置较过去传统的专业课程设置的主要变化有以下几点：

**一是加强数学分析和信号分析基础**，培养学生坚实的基础理论。确定了以基本电路理论、信号与系统、数字信号处理、现代通信原理、模拟电路、数字电路、高频电路、微机与单片机原理、电磁场理论为核心的课程体系结构；

**二是加强实验环节在培养体系中的位置**，在可能开设实验的课程均增加实验课时，将原计划外的实验纳入教学计划，并增加学时，并用累计达到一整年的时间让学生在企业内实习；

**三是调整一、二级项目课程**，一级项目时间贯穿整个第二学年，三级项目从第三学年小学期开始一直到第四学年小学期结束。一级项目侧重对学生构思、设计、实现、运作的整体训练，二级项目主要培养学生综合应用相关知识的能力，尤其是学生创新思维能力与终生学习能力的培养；

**四是安排团队设计项目**，突出提升协同工作能力；

**五是充分利用夏季学期**，进行电子产品的设计和制造，以获取工作经验。着重实践，强调“自己动手”；

**六是将专业课预习纳入教学计划**，使学生能自觉主动的学习，强化学生的自学能力训练；

**七是所有毕业设计将采用实际的工业项目**，要求真题真做，培养学生实际工程工作能力。

### 5.2.3 课程大纲的设计

遵照卓越工程师培养目标的要求，经过反复研究和探讨，参照卓越工程师能力培养大纲并结合我国工程领域的实际情况，制定并在培养的过程中进一步完善汕头大学通信工程专业卓越工程师培养计划的课程大纲。

卓越工程师培养计划课程大纲是根据培养计划教学大纲和培养计划中规定的各学科的目的、任务而编写的指导性文件，作为课程教学过程的重要依据。课程大纲指导学生的选课、学习，规范教师的教学、考核。课程大纲服务于专业课程计划，在课程大纲中将涵盖本课程的知识点、与其它课程的联系、学习范围、学习目的、教学理念、教学方法和安排上受课程计划的约束、界定。课程大纲以纲要的形式规定每门学科知识、能力的范围、深度及其体系、结构，同时规定教学的一般进度。课程大纲由承担本门课程的教学团队在广泛调研并听取企业界意见的基础上，根据能力培养大纲的要求制定，由系教学委员会审批。

### 5.2.4 专业培养计划的构建

遵照本专业卓越工程师培养计划的教学大纲和教育理念精心制定培养计划模板，与原有的专业培养计划相比，卓越工程师培养计划除了合理安排涵盖本专业的专业知识、个人能力、职业能力和态度的课程外，更精心规划和设置了独具特色的一级二级项目，以引导学生的学习兴趣和能力培养。卓越工程师培养计划中所倡导的个人能力、团队能力、系统的适应与调控能力是需要反复训练、终生学习而逐步增长的。

本专业卓越工程师培养计划的重点体现在以下几个方面：

- ① **应对卓越工程师能力有明确的接触、训练和应用要求并反映在课程考核中**。本专业至少有一门鼓励跨学科、鼓励创新、鼓励创业的基于产品的设计、制造的选修课。所有实验课全部并入相关的课程内，任课教师自然成为该课实验课教师之一，并主导实验内容、

统筹安排课程内的实验。重要的综合性设计实验也可以考虑单设为一门课程。整个培养计划设置丰富的实践项目并辅以工业实习，利用课堂和现代学习场所/实验室使计划具有活泼的、实践的、团队的特色，并及时与外界沟通，通过广泛评估与评价不断改进计划。

- ② 在教学方法上，采用以探究式研讨授课为主要的教学方式。卓越工程师培养计划要求教师在教学之前首先要搞清楚所授课程在本专业知识结构中的地位和作用，以及学生学习本课程应该掌握的基本知识和能力，以相互有机联系的方式传授知识和培养能力；在教学过程中教师应从实际或已有知识中提出问题，引导学生思考，应用所学知识探究新的规律和知识；针对现在的学生缺少实际动手能力，在教学中安排了丰富的设计性和综合性实验，尽量让学生亲自动手和全身心投入进行；由于学生学习主动性高可以极大的提高学习效率，所以在教学上增加主动学习和动手实践，强调分析问题和解决问题的能力，增强概念学习，加强学习反馈机制的建立。
- ③ 在对学生学习效果的评估上，建立多种评估方式。组成专家评价组对课程计划与课程内容进行监控与评估。专家组成员包括各类企业负责人、同行专家、相关专业毕业生，以及其它社会知名人士等。专家组将了解相关专业的社会需求状况，评议人才培养目标、规格及课程体系、课程教学内容是否与社会需求相结合，为教学管理改革的决策，提供咨询意见和建议。同时建立毕业生就业跟踪反馈机制。对本专业毕业生定期跟踪，通过他们及时反馈现行本科专业培养方案、课程体系和教学内容与社会需求的紧密度。
- ④ 构建合理的学习框架。建立教学计划、教学方法和考核方法之间的互相支持、良性互动的构架并辅以充分的教学实践环境设施。

## 5.3 实践环节教学

### 5.3.1 现有的实践教学条件

目前电子工程系的实习基地有两个：汕头华汕电子器件公司和汕头超声仪器研究所。

汕头华汕电子器件有限公司是创建于1983年11月的汕头华汕电子器件公司经改制后设立的有限责任公司，专业生产和销售半导体器件及其芯片。公司生产用地20000平方米，其中厂房面积10000平方米，现有资产3.1亿元，专业技术人员占公司员工30%以上。公司是目前国内半导体分立器件生产规模最大的企业之一，制造和检测设备绝大部分从先进国家和地区引进，高度自动化，技术先进，是国家机电产品出口基地之一，也是广东省确认的高新技术企业，多

次荣获信息产业部优秀质量管理小组一等奖，拥有国家外经贸部授予的中华人民共和国进出口企业资格证书和挪威船级社(DNV)颁发的 ISO9001 质保体系国际认证证书。产品全部采用 IEC 标准，性能优越，质量可靠。自 1993 年以来，先后与韩国三星电子株式会社、美国快捷半导体公司、台湾华昕电子股份有限公司、飞利浦公司建立合作伙伴关系。

汕头超声仪器研究所 (SIUI) 是世界知名的超声仪器制造商。创业于 20 世纪 60 年代初，正式成立于 1978 年，迅速发展于 90 年代，SIUI 从一个小型科研机构发展成集超声显像诊断仪、超声工业检测仪、超声换能器的研产销于一体的国家级重点高新技术企业。“汕头 B 超”以其出色的产品品质而深受用户喜爱，被誉为“中华 B 超”，被遴选为国家领导人出访的国礼。作为一家努力发展民族工业的高科技企业，SIUI 得到中央、省、市各级政府的有力支持，江泽民、温家宝、李长春、李鹏、朱镕基、李瑞环、李岚清等领导同志先后参观和视察 SIUI 超声仪器新产品和生产线，给予充分肯定。

这两家企业均是汕头市的明星企业，对本系的实习提供了大力的支持。

### 5.3.2 需要进一步完善的实践教学条件

为了进一步促进本专业卓越工程师培养计划的工作，服务地方经济的发展，本专业将在李嘉诚基金会的大力支持下，逐步完善现有的实践教学中心、校外实践基地以及各种软环境的建设。重点包括以下几个方面：

- ① **实践环节的硬件环境建设。**进一步完善工学院通信实验室的实践设备，在原电子系通信、电子实验室的基础上，筹建电子系创新实践中心，按照卓越工程师培养计划教学大纲的要求、可提供的资源以及学生的人数等，采取分阶段逐步建设，逐步完善相关的基础设施、实践设备以及其它相关的软硬件条件，使之能够适应本专业卓越工程师培养目标的要求。
- ② **校外实践的基地建设。**积极依托本地区的汕头通信行业以及周边单位开展实践教学活动，促进专业校外实践和企业培养基地的建设。
- ③ **实践环节的软环境建设。**完善各级项目的指导工作。特别是一级项目课程是全新的设置，对于全体老师、学生来说都是一个全新的体验，对于老师、学生以及学校的管理等各方面都是一个全新的挑战，经常在学生与教师中间宣传与探讨相关的理念，通过各种不同的方式，不断交流思想、经验以及心得，共同提高。不断地总结与完善相关的指导工作是我们针对这一课程的重中之重。

## 5.4 毕业设计

本专业坚持面向地方经济建设重点需要为培养目标，着重培养立足汕头、服务粤东、辐射全国的高级专门工程技术人员，为本地区的特色优势产业输送大批的实践能力强、基础扎实、具有国际化视野的卓越工程师。

本专业将以本地区通信产业为依托，通过提炼产业中的关键技术以及技术难点或者教师的科研项目中凝练出具有一定实际意义的毕业设计题目，以从企业中聘请的具有工程实践经验的研发人员与汕头大学教师为联合指导老师，学生在企业中完成毕业设计。

## 5.5 师资聘请

师资队伍建设和重要，本专业经多年建设，已形成一支高学历、高职称、高素质的师资队伍。电子系积极引进高素质人才，实行专兼结合，改善师资结构，适应专业教学要求，淡化基础课教师和专业课教师、理论教师和研究型教师的界限，逐步实现一专多能。根据专业发展的需要，不断引进具有博士以上高层次人才，充实专业教师队伍。坚持走“自己培养为主，引进人才为辅”之路，鼓励专业教师在职攻读相关专业的学位、提高学历层次；有计划地安排教师到相关的企事业单位进行专业实践和考察，重点提高教师的专业能力和技能水平。

- ① **改善教师的结构，从企业中聘请具有工程实践经验的师资。**加强校企合作提高教师队伍建设和，聘请企业技术专家、高级管理人员担任讲座教授，聘请企业经营管理人员为专业教研室兼职教师，聘请具有丰富实践经验的一线技术能手为学生定岗实习指导教师，四年内，从企业界聘任的工程实践师资占全部师资的 20% 以上。
- ② **改善教师的工程背景结构。**引进专业教师成员时注重专业结构的合理性，重点引进具有工程实践经验的人员，合理配置传统的学术型教师和实践型师资，使得本专业师资队伍结构更合理。针对卓越工程师培养计划教学中项目的核心作用，着力加强校内师资，特别是青年教师的工程实践能力的培养与训练，四年内，使得本专业具有工程背景或企业工作经历的教师比例占总教师人数的 60% 以上。
- ③ **增加教师数量。**虽然在现阶段本专业教师数量符合学校生师比的要求，但是随着专业的发展和学科的需要，为加强培养本专业学生的动手能力和实施卓越工程师培养计划的需要，预计 2011 年最少增加 2 名交叉学科专业教师，2012-2013 年每年再增加 2 名通信专

业教师和 1 名实训指导教师，使本专业的教师团队在三年内人数达到 30 人左右，满足本专业卓越工程培养的需要。

- ④ **注重人才梯队建设，大力引进学科带头人。**通过培养和引进的方式，使本专业人才队伍在年龄上实现老中青结合，在职称上实现高中初匹配。人才梯队结构按 3：5：2 (专业带头人、骨干教师、一般专业教师)的比例建设，年龄结构按老中青 1：3：6 方式配齐，并着力引入大师级的学科带头人。

## 5.6 学生的考核方式

参加本专业卓越工程师培养计划的学生的考核将根据培养目标的要求采用多样化的考评方式，针对不同的教学与实践环节，依据各自的特点，采取不同的考核方式，以培养目标为导向，以考核机制为辅助，一体化实现教学大纲所规定的教学目标。

## 5.7 毕业要求

参加本专业卓越工程师培养计划的学生应系统掌握通信系统设计、通信网、数据通信等基础理论，同时又受到专业课程设计、工程实践、科学研究与系统设计方法的基本训练，成为从事通信系统设计、研究、开发、维护、符合国际工程师要求的高级工程技术人才。具体的课程学习与实践环节必须满足以下全部要求：

- ① 学校统一要求的课程共 53 学分，其中英语需通过学校的 ELC4 级；
- ② 工学院统一要求的课程共 28 学分；
- ③ 本专业的必修课 67 学分，选修实践环节 4 学分，专业选修课 10 学分；
- ④ 毕业生至少修满 162 学分。

## 六、企业培养方案

本专业的“卓越工程师培养计划”要求以实际工程为背景，使得学生具备在企业与社会环境下的工程综合能力。因此，企业培养成为本计划不可或缺的一个部分。本计划将分为校内学习和企业学习两个培养阶段。按照 3+1 的培养模式，学生将有一年的时间在企业环境下学习，汕头大学将与参加“卓越工程师培养计划”的企业共同完成学生在企业学习期间的培养目标。

学生在学校指导教师和企业导师的共同指导下,通过企业文化体验、企业介绍、轮岗学习、定岗学习等实践学习环节进行企业培养阶段的学习。卓越工程师培养学校标准规定学生在企业学习阶段的学习任务和学习目标(见本件 6.2 款之“企业培养标准”。学生在企业导师的指导下顶岗工作,他们必须在顶岗工作中思考、观察、发现问题,并据此拟出自己毕业设计(论文)的课题,结合自己在企业培养阶段的实际工作,完成毕业设计(论文)。因此,企业培养是以在企业内顶岗工作为学习载体,以毕业设计(论文)的选题与展开为抓手,在企业与社会实践环境下有计划地训练学生的工程综合能力,落实卓越工程师培养企业学习阶段的学习目标。

广东省是我国信息产业的重要基地,借助地域条件、经济环境优势和教育、科技发展水平等优势,吸引了大批外资、台资等电子信息类企业落户,尤其在通信产品制造业、计算机及网络产品等方面独具优势。由于区域经济发展的优势,通信技术应用型人才是市场上大量渴求的。这一特点有利于参加企业培养的学生更全面地经历、理解实际工业产品的构思、设计、实施和运行的全过程,更容易得到创新和创业能力的培养。利用这些企业的技术创新平台,结合卓越工程师培养计划的实施,可进一步提高产学研结合的效益,促进人才培养和企业创新能力的提高。

## 6.1 企业培养目标

一年的企业学习与实践中,要重点培养学生良好的职业素养与创新性思维,较强的工程实践能力,使学生具备工程实践、工程创新及良好的工程综合能力,实现学生培养、就业及企业人力资源选拔的有机结合。

## 6.2 企业培养标准

通过在企业一年的培养,学生必需具备以下的知识、能力与素质:

- ①了解和体验外部和社会背景环境、企业与商业环境(4.1、4.2);
- ②具备基本的系统的思维方法、工程推理、发现问题、解决问题的能力(2.1、2.2、2.3);
- ③具备良好的个人能力、职业能力和态度、团队工作与沟通能力(2.4、2.5、3.1、3.2);
- ④具备基本的在复杂系统环境下的系统的构思、设计、实施、运行等工程化能力(4.3、4.4、4.5、4.6)。

## 6.3 企业培养要求

- ① **职业素养:** 熟悉行业政策法规,具备良好职业道德,了解相关企业文化、核心价值观。



② **工程实践**：能够从市场调研，产品和系统的设计、建造和服务运行能实际工程实践活动中应用所学的工程基础知识，从工程实践中培养工程推理、探寻知识及文献查询、归纳能力，培养解决工程技术问题的实践能力。

③ **工程创新**：掌握选用适当的理论和实践方法解决工程实际问题的能力，并经过生产运作系统的设计、运行和维护或解决实际工程问题的系统化训练。

④ **工程综合**：通过参与项目及工程的管理，培养有效的沟通与交流能力、团队协作能力及领导能力。

## 6.4 企业培养过程中各方的职责

### 6.4.1 学校的职责

- ① 提供必要的企业实习条件；
- ② 提供学生实习期的劳动保险；
- ③ 确定学校指导教师，与企业指导教师组成指导小组，并定期进行检查与指导；
- ④ 对企业培养方案进行定期的检查、反馈与持续改进；
- ⑤ 提供企业培养阶段所需的必要经费。

### 6.4.2 企业的职责

- ① 提供必要的实践硬件与软件条件；
- ② 按照企业培养计划的要求提供实践机会，确定学生企业指导教师；
- ③ 与学校教师团队沟通，确定企业培养环节的课题；
- ④ 提供学生必要的食宿条件；
- ⑤ 定期给出学生的评估与督查，并反馈给学校。

### 6.4.3 学生的职责

- ① 深入理解企业培养阶段对卓越工程师培养计划的不可替代的作用，积极主动地实践各个培养环节；
- ② 遵守学校与企业各项规章制度。
- ③ 完成培养的学时要求；
- ④ 定期完成日常学习报告(经验、体会、阶段性成果等)；
- ⑤ 从实践中发现问题，完成毕业设计(论文)的开题；
- ⑥ 在校内导师和企业导师的共同指导下完成毕业设计(论文)；

- ⑦ 满足本方案 6.8 款之要求
- ⑧ 通过毕业设计(论文)的答辩。

## 6.5 培养计划

### 6.5.1 培养形式

企业培养环节采用全时制在企业的培养形式。

### 6.5.2 实施方案

#### ① 学校准备工作阶段

学校准备工作阶段重点的工作是落实参与合作培养的企业，并与企业一道落实具体的培养方案、培养环节和企业导师，完成学生的挑选与分配。挑选学生的依据：

- 团队协作能力
- 各学期学习成绩
- 外语水平
- 奖励情况
- 面试/性格测试

全体参与卓越工程师培养计划的学生都必须经历企业培养阶段，根据挑选的结果、学生的意愿和学生的特长，推荐他们到不同类型的企业进行培养。

#### ② 校企交流与探讨阶段

企业向学校老师介绍企业各专业科室负责情况、对人才(培养)的要求等；学校向企业介绍有关自己的专业领域与方向、人才培养、技术发展等方面的有关信息。双方通过交流探讨，加深了解各自的意见、设想，取得共同理解，为开展校企合作、为实施“卓越工程师联合培养计划”打下良好的基础。

#### ③ 企业学习与实践阶段

这一阶段是学生在企业培养的核心环节，主要包括：企业文化体验、企业介绍、轮岗学习、定岗学习、毕业设计等环节，具体的计划见下一节实施计划。

#### ④ 总结阶段

由学校和企业方组成答辩团队，要求学生做一个在企业整个培养阶段的系统总结报告与毕业论文答辩等。依据学生平时的表现、企业的评估、总结报告与毕业论文，给出综合的成绩。

#### ⑤ 反馈阶段

学校依据企业、学生的反馈意见和建议，对企业培养进行总结，并为下一年的工作提出改进的方案。

### 6.5.3 实施计划

为了保证实现学生 1 年学习的培养目标，本专业制定了较为详细的在企业阶段的培养计划，如表 1 所示。

表 1 企业阶段的培养计划表

培养环节		时间	责任单位	考核形式
轮岗环节	市场营销部	6 周	企业 学校 学生	网络考核与评估平台
	技术研发部			
	生产管理部			
	生产部			
	质检部			
	行政管理部			
定岗环节	深入岗位职责	6 周	企业 学生	网络考核与评估平台
	参与企业工作			
毕业设计	拟题、审批与选题	24 周	企业 学校 学生	开题报告 中期检查报告 毕业答辩 毕业论文 设计成果
	开题			
	设计工作			
	中期检查			
	毕业答辩			

主要的环节包括：

- **企业体验环节：**由企业介绍企业的发展策略、市场定位、营销服务体系、研发体系、质量体系、生产制造体系、平台战略思路等；到企业学习 1 年的学生必须与企业签订知识产权保密协议。指导教师团队在实际工作中加强指导，使学生明确知识产权保护的重要性。
- **企业文化体验环节：**由企业领导、有关部门主管人员作为主讲人，向预备工程师宣讲企业文化、价值观、社会责任；

- **轮岗环节：**学生在企业各主要岗位的体验式学习，包括：在企业的各部门，即市场营销部、技术研发部、生产管理部、生产部、质检部、行政管理部之间进行轮岗体验与学习，了解各部门的职能和运行机制，熟悉企业的内部组织结构。
- **定岗环节：**根据轮岗学习的情况，结合学生意愿、企业需求与评价，选择一个合适的工作岗位进行顶岗学习。学习的岗位将在技术研发、技术服务、技术管理等部门。
- **企业实习与毕业设计环节：**在固定岗位中，学生基于参与项目的背景，结合所学的专业知识，并自主学习实践岗位所需的新知识，观察、思考并发现生产实践中存在的问题，以此作为毕业设计(论文)的开题，撰写开题报告，在学校和企业导师的指导下完成毕业设计(论文)。

## 6.6 实施企业

依据本专业企业培养方案的培养目标、标准和方案等要求，结合广东省在通信产品制造业、计算机及网络产品等方面的优势特色产业，以产学研相结合为方式，结合学校、企业的技术创新平台，初步确定如下的企业参与本专业的卓越工程师培养计划，具体如下表所示：

表 2 计划参与本专业的卓越工程师培养计划的企业名单

序号	名称	产业与特色	实践平台	接收人数
1	汕头超声仪器研究所	医学超声显像诊断系统、医用 X 射线影像系统	汕头市超声仪器研究所有限公司	5
2	汕头移动	移动通信服务	中国移动通信集团广东有限公司	5
3	汕头电信	电话业务、互联网接入及应用、数据通信、视讯服务等		5
4	潮州移动	移动通信服务	中国移动通信集团广东有限公司	5
5	揭阳电信	电话业务、互联网接入及应用、数据通信、视讯服务等		5

## 6.7 企业工程实践条件

本培养方案选择的参加本专业卓越工程师培养计划的企业基本上都具有鲜明的产品特色，其主导产品在国内都享有声誉，是本地区优势特色产业骨干企业，都有较强的研发与自主创新能力，并与本专业进行了多年的产学研合作，具有良好的合作基础。另外，这些企业都建有广东省、汕头市的工程技术研究开发中心或国际合作示范基地，如表 2 所列。这些工程技术研究开发中心或国际合作示范基地将为本专业学生的企业培养环节提供良好的工程实践场地和条件。

## 6.8 考核方式

本专业将建立一个专门的学生网络考核与评估平台，考核学生在企业各环节的工作表现，由学生、企业指导教师、高校教师进行考核，并实时更新。

学生在结束企业培养环节，进行毕业答辩时，必须满足体验或参与以下至少一个的成果或环节中，才满足企业培养环节合格要求：

- 参与或负责企业典型产品的关键部件的设计；
- 参与或撰写所研发产品的技术论文、期刊论文或会议论文；
- 参与或撰写所研发产品的企业标准；
- 参与或撰写所研发产品的专利；
- 参与或撰写所研发产品的成果鉴定；
- 其它具有体现参与工作成果的资料或文件。

## 6.9 师资配备

依据本专业企业培养方案的培养目标、标准和方案等要求，结合企业的特色，在企业培养阶段的师资从以下两方面配备：

- 从学校教师中选择具有工程实践能力、产学研合作基础的教师，每组学生配备 1 名学校指导教师，2011 级共配备 2 名左右，2010 级以后共配备 4 名左右；
- 从参与培养的企业的技术人员中选择具有丰富工程经验的工程师，每组学生配备 1 名企业导师，2011 级配备不少于 1 名，2010 级以后配备不少于 2 名企业导师。

学校指导教师与企业导师通力合作，一起指导本组的学生，负责学生组队、研究方向、课题题目、日常管理、具体指导等单方面的工作。

## 6.10 退出机制

在学生遇到以下情形时，将退出企业培养环节，并依据学校的相关规定做出处理：

- 严重违反企业管理条例；
- 严重违反知识产权保密协议等规定；
- 实践表现极差，企业认为不适合再继续；
- 自身认为无法坚持参加计划中工作

## 七、学校支持

- ① **组织保障措施**。成立本专业卓越工程师培养计划工作小组，领导重视，全员参与。为密切学院与社会的联系，让企业的管理人员、技术专家参与专业的教学改革工作，促进本专业实践教学的发展，特成立本专业卓越工程师培养计划工作小组。其主要职责是：提出专业发展方向、目标、任务；确定专业人才的知识结构和能力结构；审定专业教学计划；审定基于工作过程的课程体系开发与教材建设；提供专业教学改革政策咨询与指导；指导本专业“3+1”教学模式改革，参与指导学生学习生涯规划，为毕业生提供良好的定岗实习机会。
- ② **资金管理保障措施**。按照本专业卓越工程师培养计划工作的总体要求，本专业的建设经费除国家正常拨款投入外，也得到李嘉诚基金会的大力支持。5年来基金会已投入400多万元，并承诺将予继续支持，每年资助本专业的经费300万元，为本专业建设与发展保驾护航。其中保证学生在企业一年的培养阶段至少提供经费2000-5000元/生。
- ③ **队伍保障措施**。建立教师队伍素质提升机制。制定教师教学能力互补提升计划，建设双师型教师队伍。第一，专业教师除了自己的学术方向外，还要依托企业，在一定时间内创造出工程实践应用成果。第二，按一定比例选派骨干教师定期到示范性的院校和企业进行为期三个月到一年的“双师”素质学习、进修；第三，将青年教师选送到国内知名的企业中挂职锻炼，学习企业所需的技术，了解市场情况。此外，还要从行业中聘请一部

分具有中级以上技术职称的业务精通的人员担任兼职教师，搭建一支“专兼”结合，有丰富社会经验的教师队伍。

- ④ **激励保障措施**。建立能力提升激励与绩效考评激励机制。在学校总体架构下，本专业将对责任心强、教学质量高、学生欢迎、热心团队工作的教师给予表彰奖励；提供学习进修的机会，并予全额资助；对参与卓越工程师培养计划的工科教师的评聘与考核从侧重评价理论研究和发表论文，转向评价工程项目设计、专利、产学研合作和技术服务等方面，具体的政策措施将随后完善并公布。

## 八、所需国家政策支持

为了保障本专业卓越工程师培养计划工作的顺利实施，在不违背国家教育大众方针、法律法规的前提下，希望国家能从以下几个方面给予政策支持：

- **配套法律法规支持**。国家可以在今后制定或修改制定相应的法律法规时，明确企业必须承担的人才培养责任，特别是学生实习基地、实践基地、毕业设计依托单位等方面的具体职责，建立统筹国家、学校、企业三方的责任、义务与权利的架构。
- **激励与保障措施**。依据企业承担的培养人才的职责，统筹建立起对企业必要的保障措施、补偿措施以及激励机制的具体管理办法，比如可以通过减免教育附加费、优先提供土地资源等多种优惠政策，鼓励更多的企业积极参与本计划中。

## 九、质量保障体系

本专业卓越工程师培养计划将建立基于 ISO 的可持续发展教学质量保障体系。主要的工作如下：

首先我们将在输入专业目的、资源和计划的基础上，确立我们的教学目标，并以此为基础建立新的、符合科学规律的教学模式，然后依据新的教学模式建立全新的一体化课程体系，通过教、学、考、实践的教学过程的创新，使学生获得合理的知识结构及能力，为了能够获得对教学模式、课程体系、教学实施过程的合理与科学的反馈与评价，专业评价与评估是必须的，通过对输入、过程、成果的审查，促进教学模式，课程体系，教、学、考等实践过程的不断完善。

在输入评估阶段，要评价专业的使命、目标、资源以及师资质量；在过程评估阶段，要评价过程的效率和有效性，包括教学、实践、考核及其它活动；在成果评估阶段，则注重结果的

分析,包括对学生的学习效果、利益相关方、学科专业长期的效果与影响等,最终将评价的结果用于对整个教学模式改进过程的反馈,从而不断完善我们的教学模式、课程体系、教学方法等。

在具体的教学实施工程中,将明确教学过程中的质量监控重点,为教学过程管理设置合理的、可测量的长期及短期管理目标,用一系列有效的管理行为使其得以实现,并按照 PDCA(计划-实施-检查-处理)的管理原则,使整个教学管理质量保障体系得以持续改进,同时利用约束机制、监督机制、激励机制和反馈机制保证教学质量保障体系的实施,如图 5 所示。

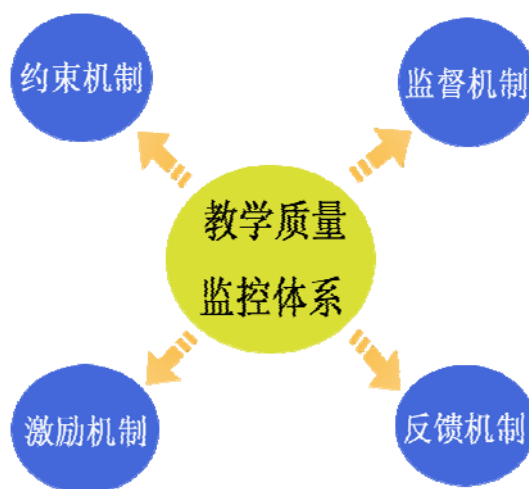


图5 卓越工程师培养计划的教学质量保障体系

整个质量保障体系将通过各种规章制度在管理者、教师、学生中形成工作规范和约束;通过院系领导、同行教师及教学督导员的听课制度、教学质量学生联系小组工作制度等形成监督;通过各种教学奖励、年度考核、职称晋升、岗位聘任、学生综合测评等措施形成激励;通过教学督导员评价、学生课堂教学评估、听课反馈等,使教学方法的改进和教学效果的提高落到实处。

基于 ISO 的教育管理质量保证体系,可以在充分保证广大教师学术自由以及教师在教学方式、方法、风格等方面的自主权的前提下,实现了日常教学过程管理的规范化,使传统的教学过程目标管理转变为过程管理,并不断促进教学过程的不断持续改进。同时,也应当看到,规章制度无法规范所有的行为,要达到管理目标,还需要建立良好的校园文化,形成共同的价值观和行为准则,使广大教职工能够自觉调控其行为。

因此,通过严格实施基于 ISO 的可持续发展教学质量保障体系,使得本专业的毕业生能够达到卓越工程师培养计划的要求,从而实现以下目标:



- 完善基于 ISO 的可持续发展教学质量保障体系
- 国家工程师认证
- 国家工程教育专业认证

## 第二部分

### 附件

附录 1：专业培养标准	S-1
附录 2：专业培养目标实现矩阵	M-1
附录 3：EEG9330 数字信号处理课程档案（范例）	I-1

## 附件 1:

# 汕头大学工学院电子工程系 通信工程专业卓越工程师培养计划 专业培养标准

## 一、专业培养目标体系

### 1 总体要求

本培养标准在国家通用标准的指导下，按照行业专业标准的基本要求，结合汕头大学特色、办学理念和人才培养定位，制定本校通信工程专业的卓越工程师培养标准。汕头大学通信工程专业将按照此标准培养学生，使学生：

- (1). 具备并能应用与本专业相关的科学、数学、工程科学基础知识；
- (2). 具有本专业分析问题与解决问题的能力，并掌握与本专业相关的个人能力、专业态度和专业素质；
- (3). 能在实际多学科合作团队里工作并进行并有效的交流；
- (4). 具备一定的企业和社会环境下的综合工程实践经验。

### 2 专业培养目标体系

通信工程专业毕业生的专业培养目标体系由愿景、目标、战略以及支撑这些结构的知识、能力素质等所构成，其结构图如下图所示。其重要的特征是：

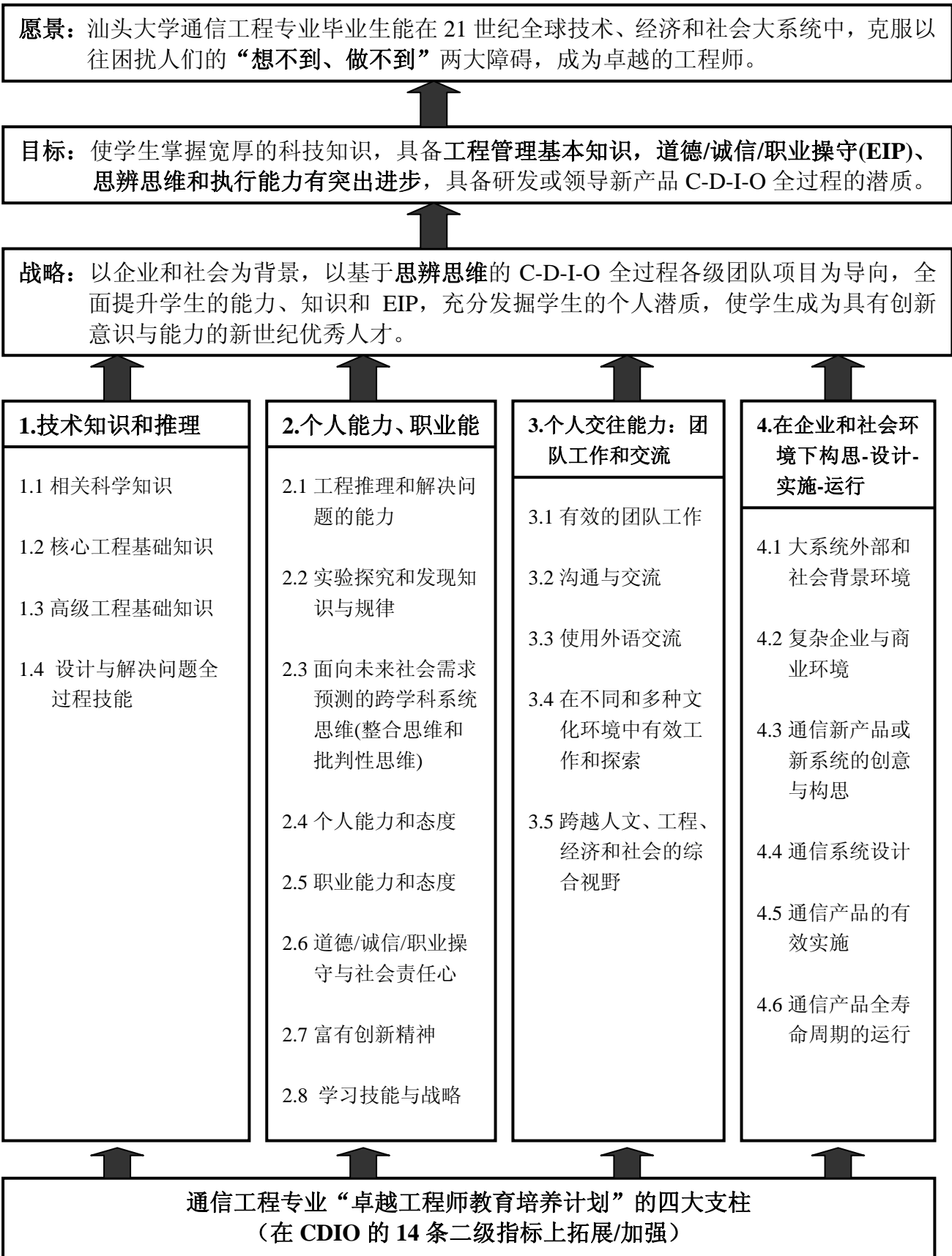
**(1) 给出清晰的专业培养愿景**，即能在 21 世纪全球技术、经济和社会大系统中，克服以往困扰人们的“想不到、做不到”两大障碍，成为卓越的工程师。

**(2) 提出明确的专业培养目标**，即使学生掌握宽厚的科技知识，具备工程管理基本知识，道德/诚信/职业操守(EIP)、思辨思维和执行能力有突出进步，具备研发或领导新产品 C-D-I-O 全过程的潜质。

**(3) 形成实现目标的战略**，即以企业和社会为背景，以基于思辨思维的 C-D-I-O 全过程各级团队项目为导向，全面提升学生的能力、知识和 EIP，充分发掘学生的个人潜质，使学生成为具有创新意识与能力的新世纪优秀人才。

**(4) 最后给出专业学生在整个培养过程中所应该具有的知识、能力和态度**。包括：具有综合的基础知识和系统的专业技术，了解国内外专业领域前沿动态，具备学习能力、实践能力、创新能力和工程管理能力和团队合作精神，良好的职业道德，并具备素质全面、适合深

造、就业面广、适应性强的特点。成为具有电子产品及系统的设计、制造及管理的跨学科、高级工程技术人才。



## 二、专业特征目标

基于以上专业目标体系的架构，本专业对以上基本目标进行进一步分解，成为 17 项可以用以定义本专业工程师的专业特征目标。专业特征目标来源于国家通用标准、电子行业标准、本专业国内外教学实践、本专业师生、校友和社会，规定本专业人才培养的基本规格和特色。这些特征目标描述一个通信工程专业工程师所应该具备的知识、能力和素质。这 17 项特征目标按照四大类，以二级目标的形式分列如下：

### 1. 具备并能应用与本专业相关的科学、数学、工程技术基础知识

1.1 掌握并能应用基本科学与数学知识，包括数学、物理、生物学等

1.2 将这些核心基础知识的原理运用在通信系统、信号处理、数理统计、科学计算、计算机仿真等相关学科，侧重于应用科学知识和专业技术解决实际工程问题

1.3 在通信信息系统、通信产品设计与开发、系统集成、多媒体与人工智能、过程管理等方面具有较熟练的专业工程知识和应用能力

### 2. 具有本专业分析问题与解决问题的能力，并掌握与本专业相关的个人能力和专业能力

2.1 能分析和解决工程技术问题

2.2 能对具体的工程技术问题进行有效的探索和实验

2.3 整体性、系统性地思考问题

2.4 掌握成功进行工程实践所需的个人能力，如主动性、应变能力、创造力、求知欲和时间管理

2.5 掌握成功进行工程实践所需的职业（执业）能力，如职业道德、诚信、现时问题和终身学习能力

### 3. 能在实际多学科合作团队里工作并进行并有效的交流

3.1 在团队中工作和领导

3.2 以书面形式、电子形式、图表以及口头等方式进行有效的交流

3.3 具备应用英语作日常和专业交流的基本能力

### 4. 具备一定的企业和社会环境下的综合工程实践经验

4.1 认识到社会环境在工程实践中的重要性

4.2 理解不同的企业文化，并能在不同的组织中顺利工作

4.3 初步了解工程系统的构思，包括制定要求、界定功能、建模和项目管理

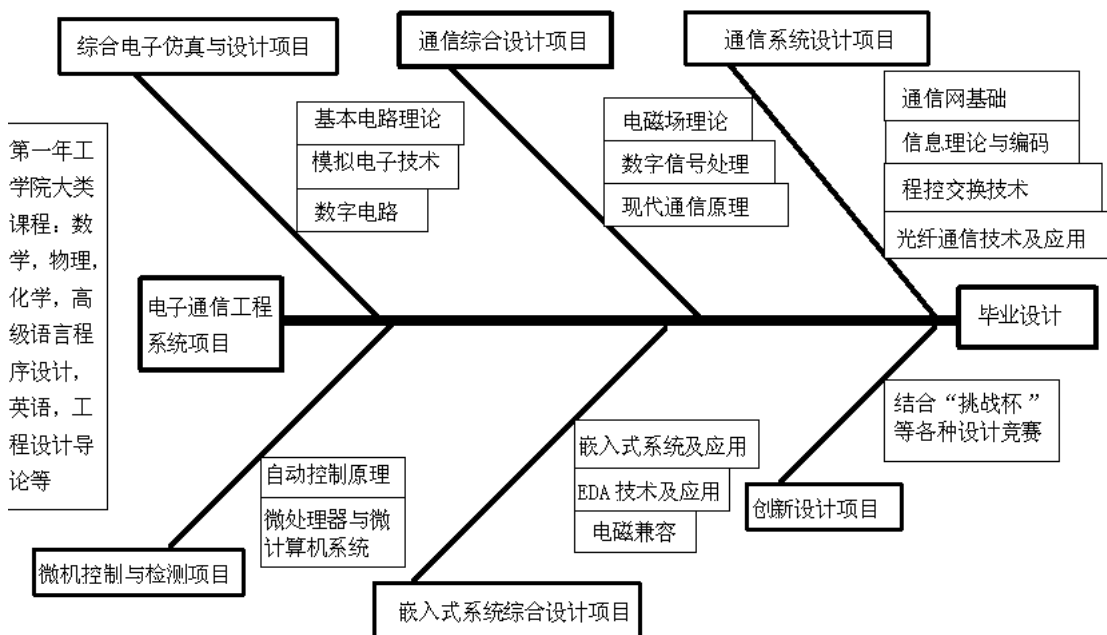
4.4 理解复杂系统的设计

4.5 参加过部分实际硬件过程和管理程序的实施环节

4.6 了解复杂系统、过程和管理运行

### 三、课程计划

本课程体系以本专业卓越工程师培养计划的基本思想，以实现专业培养目标为中心任务，通过课堂教学、实习实践、设计建造项目等各种教学环节综合实现学生知识、能力和素质的培养目标。以一级设计建造项目为纽带培养学生综合认识并实践本专业核心的知识和能力，以二级项目为整合相关课程群的学习与应用。采用如下鱼骨图的形式表达课程之间的相互支撑、相互联系的关系。



通信工程专业核心课程培养结构示意图

通信工程专业毕业的毕业生需完成以下课程并完成规定的学分：

- 1) 学校统一要求的课程共 53 学分，其中英语需通过学校的 ELC4 级；
- 2) 工学院统一要求的课程共 28 学分；
- 3) 本专业的必修课 67 学分，选修实践环节 4 学分，专业选修课 10 学分；
- 4) 毕业生至少修满 162 学分。

注：(1) 带五角星 (☆) 的课程为综合本专业核心专业领域的 1 级综合项目，1 级项目为本专业的核心骨架，必须按照给定的时间选修；

(2) 带双五角星(☆☆)的课程为2级综合项目,2级项目带领一组相关课程并有可能跨学期,选课时必须考虑相关课程的选修以及时间顺序。

### 1、工学基础课程(9门28学分)

MAT1110 高等数学 I	6 学分
MAT1210 高等数学 II	6 学分
MAT1130 线性代数 (先修 MAT1110)	2 学分
MAT1240 概率论与数理统计 (先修 MAT1210)	3 学分
PHY1030 普通物理学	4 学分
PHY1000 普通物理实验	2 学分
ENC9101 工程设计导论	1 学分
ENC9103 C 语言程序设计	3 学分
ENC9301 工程师职业道德与责任	1 学分

### 二、专业基础课程(7门26.5学分)

MAT1230 复变函数	2 学分
EEG9100 基本电路理论	4.5 学分
EEG9110 模拟电子技术	4.5 学分
EEG9210 数字电路	4.5 学分
EEG9220 信号与系统	3.5 学分
EEG9230 微处理器与微计算机系统	4 学分
COE9310 现代通信原理	3.5 学分

### 三、专业课(12门40.5学分)

EEG9240 高频电子线路	4 学分
EEG9250 电子测量与仪器	3 学分
EEG9310 嵌入式系统及应用(含单片机)	3.5 学分
EEG9320 电磁场理论	2 学分
EEG9330 数字信号处理	3 学分
EEG9340 EDA 技术及应用	2.5 学分
EEG9370 随机信号分析	2 学分
COE9320 通信网基础	2.5 学分

EEG9001 自动控制原理	2 学分
EEG7001~7005 电子通信工程系统项目☆☆	5 学分
EEG7200 生产实习	1 学分
EEG7300 毕业设计	10 学分

### 4、选修实践环节(至少选修4学分)

ENC8000 创新设计项目☆☆	1 学分
EEG8010 微机控制与检测项目☆☆	1 学分
EEG8020 综合电子仿真与设计项目☆☆	1 学分
EEG8030 嵌入式系统综合设计项目☆☆	1 学分
COE8010 通信综合设计项目☆☆	1 学分
COE8020 通信系统设计项目☆☆	1 学分

### 5、专业方向选修课(至少选10学分)

#### 通信技术方向

EEG9350 DSP 技术应用	2 学分
EEG9010 电磁兼容	2 学分
COE9001 移动通信	2 学分
COE9002 程控交换技术及应用	2 学分
COE9003 光纤通信技术及应用	2 学分
COE9004 微波技术与天线	2 学分
COE9005 卫星通信技术	2 学分
COE9006 信息理论与编码	2 学分
COE9007 计算机通信网	2 学分
COE9008 通信协议	2 学分
COE9009 信息安全	2 学分
COE9010 通信信号处理	2 学分
COE9011 传感器与检测技术	2 学分
COE9012 雷达原理	2 学分
COE9013 电子对抗	2 学分
COE9014 数字图像处理	2 学分

### 四、专业培养目标实现矩阵

专业培养目标实现矩阵,见表1,更清晰的材料,见附件2。专业培养目标实现矩阵将专业特征目标所规定的知识、能力和素质要求落实到具体的教学环节。由课程、项目、实习实践以及各类课外活动所构成的教学环节将专业特征目标所列出知识、能力和素质要求以相互联系、相互支持的方式进行统筹与整合,一体化地实现专业培养目标。

表1 通信工程专业卓越工程师能力矩阵

通信工程专业卓越工程师培养计划的知识-能力-素质培养矩阵

卓越工程师培养计划知识能力大纲		具有整合思维的通信专业职业能力																	
对应CDIO标准中的二级大纲		1.1 将数学、物理学、化学知识应用于通信系统的能力	1.2 应用电路理论、信号处理、随机信号、通信系统基本问题的能力	1.3 应用自适应信号处理、通信系统基本问题的能力	2.1 针对通信信息系统(功能模块)进行建模、计算机仿真、性能分析、提出改进方法的能力	2.2 针对通信信息系统(功能模块)进行实验设计、实际操作及数据分析的能力	2.3 根据通信系统性能要求,进行分配通信子系统的性能指标的能力	2.4 针对已有通信系统(功能部件)能够发现问题,具有创新、创意精神,并在执行中不乏变通思维	2.5 遵守通信行业职业道德、身心健康、正直诚信,包容与关爱和对国家、民族、社会和他人责任感和奉献精神(BEP)	3.1 在通信行业复杂项目的CDIO过程中,能够组织和高效的跨学科团队,并具有技术协作及领导能力	3.2 在通信行业团队中进行口头交流、工程草图交流、文本及多媒体交流、图表及公式交流、会议交流能力及协调人际关系能力	3.3 至少能够运用一门外语(英语)与国际同行进行口头交流、工程草图交流、文本及多媒体交流、图表及公式交流、会议交流能力	4.1 具有环保意识(特别是电磁辐射),在工程-社会-文化大环境中从事通信信息行业的正确价值观(引领社会进步)	4.2 对企业文化的责任感,对国际政治、军事、经济形式的洞察、分析、项目时间管理及确保目标可实现的理解力	4.3 在通信系统的全生命周期中,具有系统规划、整体设计、任务分解、项目时间管理及确保目标可实现的能力	4.4 在设计通信系统中的信号产生、传输与接收、交换与路由、安全与加密、信息提取的过程中,主动、正确运用专业知识的能力	4.5 应用电子线路及大规模集成电路(计算机)实现硬件制造,并在以计算机(DSP芯片)为核心的通信系统中进行底层(接口、汇编)、中层(算社、C)及高层(单片机、VB)综合编程能力	4.6 针对有线、无线通信系统,具有操作、改进、提高、培训以及全生命周期管理的能力	
培养环节(课程/项目)	学分	课程性质	能力水准	能力水准	能力水准	能力水准	能力水准	能力水准	能力水准	能力水准	能力水准	能力水准	能力水准	能力水准	能力水准	能力水准	能力水准	能力水准	能力水准
体育	1	必修																	
英语	4	必修																	
MAT1230 复变函数	2	必修	1																
通信工程一级 Cornerstone项目 I	1	必修	2							2		2							
EEG9110模拟电子技术	4.5	必修	2		3	2	2	2	1			1		1				1	2
EEG9210 数字电路	4.5	必修	2	1	3	2	2	3	1	2	2	2		2	1	2	2	3	2
EEG9320 电磁场理论	2	必修	2	3	3	3	2	3	1	1	1	2		1	3	2	3	3	3
EEG9017 网络工程	2	选修	2	1	3	2	3	3	1	2	2	2		2	2	3	3	3	2
秋季学期学分小计	21																		
体育	1	必修																	
英语	4	必修																	
MAT1240 概率论与数理统计	3	必修	1																
通信工程一级 Cornerstone项目 II	1	必修	2		1					2		2		2					
EEG9221 信号与系统	3	必修	3	2	1	1	1	1		2	1	1							1
EEG9231 微机与单片机系统及应用	4	必修	2	1	3	2	2	3	1	2	2	2		2	1	2	2	3	2
EEG9240高频电子线路	4	必修	2		3	2	2	1				1		1				1	2
EEG9250 电子测量与仪器	3	必修	3	2			2	1	2	2	2	2		1	1	2	2	2	
人文、艺术、社科类自选	2		3																
春季学期学分小计	22																		
EEG8010 微机控制与检测项目	1	选修	3	1	3	2	2	3	1	2	2	2		2		2	2	3	2
EEG8020 综合电子电路设计二级项目	2	选修		2	2	1		2	1	2	2	2		2		1	2	2	1
人文、艺术、社科类自选	2		3																
夏季学期学分小计	3																		
ENCG9301 工程师职业道德与责任	1	必修	3																
EEG9330数字信号处理	3	必修	3	1	3	2	3	2	1	1	1	1		1	1	3	1	2	2
COE9330 信号检测与估计	2	必修	2					2	1	1	1	2		1	3	2			
EEG9013 电磁兼容与抗干扰技术	2	必修	2	1	2	2	2	3	1	2	2	2		2	1	3	1	3	2
EEG9306 EDA技术及应用	2	选修	2	2	3	1	2	1	/	/	1	1		1	1	1	1	1	1
EEG9001自动控制原理	2	选修	2	3	3	2	3	3	2	1	3	3		2	3	2	3	3	2
COE9310现代通信原理	3.5	必修	3	3	3	2	2	1	1					1	2	1	1	1	2
COE9321 通信网基础	2	必修	3	3			3	3	2					1	2	3	3		
EEG9012 传感器与检测技术	2	选修	2	2	2		2							1	1	2	2		
COE9304 微波技术与天线	2	选修	2	2	3		3	4	4	4	4	4		4	4	3	1		4
人文、艺术、社科类自选	4		3																
秋季学期学分小计	23																		
EEG9314 嵌入式系统及应用	2.5	必修	2	2	2		2					1		1		2	2		
EEG9307 DSP技术应用	2	选修	2	1			2	1	3	3	2	2		1	2	2	2		
EEG9360数字图像处理	2	选修	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3		3	3	3	3		
COE9015信息论与编码	2	选修	2	1								1				2			
COE9302 移动通信	2	选修	3	3	2	3	3	1	1	1	1	1		1	1	1	2	1	3
COE9007通信信号处理	2	选修	2	2	3	2	2	1	1					1	2	1	1	1	2
COE9340 光纤通信技术与应用	2	选修	2	2	3	2	2	1	1					1	2	1	1	1	2
EEG9315 FPGA设计	2	必修	2	2	3	1	2	1	1			1		1	1	1	1	1	1
人文、艺术、社科类自选	4		3																
春季学期学分小计	20																		



矩阵采用以布卢姆学习目标分类法(Bloom's Taxonomy)为基础描述学生在学完本课程后应具有的能力,如表 2 所示。目标栏内以 1(最低)、2、3、4、5、6(最高)来表示对此级能力要求达到的程度,无要求则留空。

表 2 布卢姆学习目标分类法

程度	中英文名称	含义	中英文关键词	教学环节要求
6	<b>评判</b> Evaluation	<b>评判</b> 指那种能抓住要领,善于质疑辨析,基于严格推断,富于机智灵气,清晰敏捷的日常思维能力	Appraise(评价) Interpret(演绎) Criticize(批判) Justify(辩护)	有 <b>反复</b> 的训练和测试要求,比如:三级项目(设计中的反复性思索与改进);
5	<b>综合</b> Synthesis	<b>综合</b> 指具备观察能力、实践能力、思维能力、整合能力和交流能力。	Design(设计) Create(创造) Organize(组织) Reconstruct(重构)	有 <b>重要</b> 的训练和测试要求,比如:三级项目(设计中的综合分析);
4	<b>分析</b> Analysis	<b>分析</b> 指具备把一件事情、一种现象、概念分成较简单的组成部分,找出这些部分的本质属性和彼此之间的关系单独进行剖析、分辨、观察和研究的一种能力。	Analyze(分析) Break down(划分) Identify(辨别) Present(面向) Formulate(构思) Subdivide(细分)	有 <b>主要</b> 的训练和测试要求,比如三级项目(设计中的事务本质分析与提高);
3	<b>应用</b> Application	<b>应用</b> 指在思考的基础上,能够灵活地将所学的知识解决实际问题的一种能力。	Apply(应用) Conduct(指导) Solve(解决) Use(使用)	有 <b>训练和测试</b> 要求,比如综合设计性实验、小的设计项目等;
2	<b>理解</b> Comprehension	<b>理解</b> 指在概念的基础上,进一步达到系统化和具体化,重新建立或者调整认知结构,达到知识的融会贯通,并使知识得到广泛的迁移,知道它是“为什么”。	Explain(解释) Distinguish(归类) Paraphrase(诠释) Summarize(总结) Generalize(概况)	有 <b>训练和测试</b> 的要求,比如练习题、小的设计性实验、课程研讨等。
1	<b>认知</b> Knowledge	<b>认知</b> 是指人脑加工、储存和提取信息的能力,即人对事物的构成、性能与他物的关系、发展的动力、发展方向以及基本规律的把握能力。	Define(定义) Label(标出) List(列举) Recite(详述) Select(选择)	有所提及但 <b>没有</b> 训练和测试要求,比如课程讲解、研讨、验证性实验等。

## 五、课程教学大纲

专业课程教学大纲规定一门课程对学生的知识、能力和素质进行培养的内容、进度、方式和程度。每门课程根据课程特点除完成本课程传统的知识点的授课之外还需按照专业目标实现矩阵的要求完成本课程对学生能力和素质的培养，以实现对学生的知识、能力和素质的一体化培养。培养的方式和效果是课程教学改革的重要努力方向。

随后的附件 3 给出《数字信号处理》详细的课程档案示例。

# 通信工程专业卓越工程师培养计划的知识-能力-素质培养矩阵

卓越工程师培养计划 知识能力大纲		具有整合思维的通信行业职业适应能力	1.1 将数学、物理学、化学知识应用于通信系统的能力	1.2 应用电路理论、信号理论、通信理论解决通信系统中基本问题的能力	1.3 应用自适应信号处理、随机信号理论解决通信系统中复杂问题的能力	2.1 针对通信信息系统(功能模块)进行建模、计算机仿真、性能分析、提出改进方法的能力	2.2 针对通信信息系统(功能部件)进行实验设计、实验操作及数据分析能力	2.3 根据通信信息系统性能要求,优化分配各子系统性能指标的能力	2.4 针对已有通信信息系统(功能部件)能够发现问题,具有创新意识、创新精神,并在执着执行中不乏变通思维	2.5 遵守通信行业职业道德,身心健康,正直诚信,包容与关爱及对国家、民族、社会和他人的责任感和奉献精神(BIP)	3.1 在通信行业复杂项目的CDIO过程中,能够组织高效的跨学科团队,并具有技术协作及领导能力	3.2 在通信行业团队中进行口头交流、工程草图交流、图表及公式交流、会议交流、图表及公式交流、会议交流能力	3.3 至少能够运用一门外语(英语)与国际同行进行进行口头交流、工程草图交流、图表及公式交流、会议交流能力	4.1 具有环保意识(特别是电磁辐射),在工程-社会-文化大环境中从事通信信息行业的正确价值观(引领社会进步)	4.2 对企业文化的贡献力,对国际政治、军事、经济形式的洞察力,对人文关怀、美学、消费心理的理解力	4.3 在通信信息系统的全生命周期中,具有体系规划、整体设计、任务分解、项目时间管理、确保项目可实现的能力	4.4 在设计通信系统中的信号产生、传输与接收,交换与路由,安全与加密、信息提取的过程中,主动、正确运用专业知识的能力	4.5 应用电子线路及大规模集成电路(计算机)实现硬件制造,并在以计算机(DSP芯片)为核心的通信信息系统中进行低层(接口、汇编)、中层(算法、C)及高层(界面、VB)综合编程能力	4.6 针对有线、无线通信系统,具有操作、改进、提高、培训以及全生命周期管理的能力
			对应CDIO标准中的二级大纲	1.1 基础科学知识	1.2 核心工程基础知识	1.3 高级工程基础知识	2.1 工程推理和解决问题	2.2 实验及探寻知识	2.3 系统思维	2.4 个人技能和态度	2.5 职业技能和道德	3.1 团队精神	3.2 交流	3.3 外语交流	4.1 外部和社会环境	4.2 企业及商业环境	4.3 构思与工程系统	4.4 设计	4.5 实施
培养环节(课程/项目)	学分	课程性质	能力水准	能力水准	能力水准	能力水准	能力水准	能力水准	能力水准	能力水准	能力水准	能力水准	能力水准	能力水准	能力水准	能力水准	能力水准	能力水准	能力水准
体育	1	必修							1	3	2		1				1		
英语	4	必修										3							
毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论	6	必修	4					1	2	4	2			3	2	1			
COM 计算机应用技能	2	必修	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1
MAT1110 高等数学 I	6	必修	2	4	3	3	3	2	1	1	2	2	2	1	2	2	2	3	1
MAT1130 线性代数	2	必修	2	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1
ENC9110 化学导论	1	必修	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ENC9105 工程设计导论	2	必修	3	1	1	1	1	2	2	3	2	3	2	3	2	2	1	1	1
秋季学期学分小计	24																		
体育	1	必修							1	3	2		1				1		
英语	4	必修										3							
MAT1210 高等数学 II	6	必修	2	4	3	3	3	2	1	1	2	2	1	1	2	2	2	3	1
PHY1030 普通物理学	4	必修	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PHY1000 普通物理实验	2	必修	1	1	1	1	1	3				1	1	1	1	1	1	1	1
CST9910 C语言程序设计	2	必修	1		1	1	1	1	1			1	1				3		
EEG9100 基本电路理论	5	必修	1	2	2	1		2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1
EEG9016 项目管理	1	选修	3	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	4
春季学期学分小计	24																		
通信工程导论	1	必修	2		1				2	2	2	2							
军训	2	必修																	
夏季学期学分小计	3																		
体育	1	必修							1	3	2		1				1		
英语	4	必修										1	3						
MAT1230 复变函数	2	必修	1																
通信工程一级 Cornerstone项目 I	1	必修	2						2	2	2								
EEG9110 模拟电子技术	4.5	必修	2		3	2	2	1				1	1			1	1	2	2
EEG9210 数字电路	4.5	必修	2	1	3	2	2	3	1	2	2	2	2	2	1	2	2	3	2
EEG9320 电磁场理论	2	必修	2	3	3	3	2	3	1	1	1	2	2	1	1	3	2	3	3
EEG9017 网络工程	2	选修	2	1	3	2	3	3	1	2	2	2	2	2	1	2	3	3	2
秋季学期学分小计	21																		
体育	1	必修							1	3	2		1				1		
英语	4	必修										1	3						
MAT1240 概率论与数理统计	3	必修	1																
通信工程一级 Cornerstone项目 II	1	必修	2		1				2	2	2		2						
EEG9221 信号与系统	3	必修	3	2	1	1	1				2	1	1			1			1
EEG9231 微机与单片机系统及应用	4	必修	2	1	3	2	2	3	1	2	2	2	2	2	1	2	2	3	2
EEG9240 高频电子线路	4	必修	2		3	2	2	1			1	1	1			1	1	2	2
EEG9250 电子测量与仪器	3	必修	2					2	1	2	2	1	1			2		2	
人文、艺术、社科类自选	2		3																
春季学期学分小计	22																		
EEG8010 微机控制与检测项目	1	选修	3	1	3	2	2	3	1	2	2	2	2	2	1	2	2	3	2
EEG8020 综合电子电路设计二级项目	2	选修		2	2	1		2	1	2	2	2	2	2	1	2		2	1
人文、艺术、社科类自选	2		3																
夏季学期学分小计	3																		
ENC9301 工程师职业道德与责任	1	必修	3																
EEG9330 数字信号处理	3	必修	3	1	3	2	3	2	1	1	1	1	1	1	1	3	1	2	2
COE9330 信号检测与估计	2	必修	2					2	1	1	1	2	2	1	1	3		2	2

时间轴

第一学年

第二学年

EEG9013 电磁兼容与干扰技术	2	必修	2	1	2	2	3	1	2	2	2	2	2	1	3	1	3	2
EEG9306 EDA技术及应用	2	选修	2	2	3	1	2	1	/	/	1	1	1	1	1	1	1	1
EEG9001 自动控制原理	2	选修	2	3	3	2	3	2	1	1	1	3	3	2	2	3	2	2
COE9310 现代通信原理	3.5	必修	3	3	3	2	2	1	1					1	2		1	2
COE9321 通信网基础	2	必修	3	3			3	2			1	1	1	2		3		3
EEG9012 传感器与检测技术	2	选修	2	2	2		2				1	1	1		2	2		2
COE9304 微波技术与天线	2	选修	2	2	3		3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	1	4
人文、艺术、社科类自选	4		3															
秋季学期学分小计	23																	
EEG9314 嵌入式系统及应用	2.5	必修	2	2	2		2				1	1	1		2	2		
EEG9307 DSP技术应用	2	选修	2	1			2	1	3	3	2	2	2	1	2			2
EEG9360 数字图像处理	2	选修	2	3	3		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
COE9015 信息与编码	2	选修	2		1					1					2			
COE9302 移动通信	2	选修	3	3	2	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3
COE9007 通信信号处理	2	选修	2	2	3	2	2	1	1					1	2		1	2
COE9340 光纤通信技术与应用	2	选修	2	2	3	2	2	1	1					1	2	1	1	2
EEG9315 FPGA设计	2	必修	2	2	3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
人文、艺术、社科类自选	4		3															
春季学期学分小计	20																	
EEG8050 数字信号处理综合设计二级项目	2	选修	4	3	3		4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4
EEG8031 嵌入式系统综合设计二级项目	2	选修	4	2	2		2	1	1	1	2	2	2	1	1	2	2	1
COE8010 通信系统综合设计二级项目	2	选修	4	3	3	3	2	2	1		2			1	3			2
ENC8000 课外科技创新二级项目	2	选修	4															
EEG7200 生产实习	1	必修	4		1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1
人文、艺术、社科类自选	2		3															
夏季学期学分小计	5																	
毕业设计初级阶段																		
EEG9004 计算机控制技术	2	选修	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2		2
EEG9011 现代交换技术	2	选修	2				2	1			1	1	1	1	2			2
人文、艺术、社科类自选	4		3															
EEG7300 毕业设计	10	必修	4															
人文、艺术、社科类自选	4		3															
本学期必修学分小计	14																	
<b>能力培养强度</b>	1级水准2次 2级水准26次 3级水准14次 4级水准6次	1级水准7次 2级水准12次 3级水准8次 4级水准0次	1级水准5次 2级水准8次 3级水准18次 4级水准0次	1级水准7次 2级水准12次 3级水准3次 4级水准0次	1级水准2次 2级水准16次 3级水准7次 4级水准1次	1级水准10次 2级水准9次 3级水准9次 4级水准2次	1级水准22次 2级水准3次 3级水准1次 4级水准2次	1级水准6次 2级水准14次 3级水准2次 4级水准2次	1级水准6次 2级水准14次 3级水准2次 4级水准2次	1级水准8次 2级水准17次 3级水准2次 4级水准1次	1级水准13次 2级水准15次 3级水准2次 4级水准2次	1级水准13次 2级水准15次 3级水准2次 4级水准2次	1级水准14次 2级水准9次 3级水准2次 4级水准1次	1级水准22次 2级水准3次 3级水准1次 4级水准2次	1级水准7次 2级水准17次 3级水准8次 4级水准1次	1级水准7次 2级水准9次 3级水准3次 4级水准1次	1级水准10次 2级水准9次 3级水准9次 4级水准2次	1级水准7次 2级水准12次 3级水准3次 4级水准0次
<b>最高能力水准</b>	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

第三学年

第四学年

注：能力水准、名称、含义见下表

能力水准	中英文名称	含义
6	<b>评判</b> Evaluation	评判指那种能抓住要领，善于质疑辨析，基于严格推断，富于机智灵气，清晰敏捷的日常思维能力
	<b>综合</b> Synthesis	综合指具备观察能力、实践能力、思维能力、整合能力和交流能力。
4	<b>分析</b> Analysis	分析指具备把一件事情、一种现象、一个概念分成较简单的组成部分，找出这些部分的本质属性和彼此之间的关系单独进行剖析、分辨、观察和研究的一种能力。
	<b>应用</b> Application	应用指在思考的基础上，能够灵活地将所学的知识解决实际问题的—种能力。
2	<b>理解</b> Comprehension	理解指在概念的基础上，进一步达到系统化和具体化，重新建立或者调整认知结构，达到知识的融会贯通，并使知识得到广泛的迁移，知道它是“为什么”。
	<b>认知</b> Knowledge	认知是指人脑加工、储存和提取信息的能力，即人们对事物的构成、性能与他物的关系、发展的动力、发展方向以及基本规律的把握能力。

# 汕头大学学士学位 课程档案

课 程 名: 数字信号处理

课程代码: EEG9330

学 分: 3

系 科: 电子工程系

专 业: 通信工程

版 本: 20111212-EEG9330

编 写 人: 姜永权 (签章)

编写日期: 2011-06-09

审 核 人: \_\_\_\_\_ (签章)

审核日期: \_\_\_\_\_

汕头大学工学院

2011年6月

## 目 录

<b>第一部分 课程基本情况</b> .....	<b>3</b>
课程的性质与目标 .....	错误! 未定义书签。
学时安排 .....	4
教学方法 .....	4
先修课程 .....	3
后续有关专业课程和教学环节 .....	3
课程综合记分方法 .....	3
教科书 .....	3
推荐参考书 .....	3
<b>第二部分 知识、能力、素质与培养环节</b> .....	<b>4</b>
电子信息工程专业知识点在本课程中的培养 .....	5
通信工程专业知识点在本课程中的培养 .....	6
CDIO 相关能力在本课程中的培养 .....	7
学习内容与时间节点 .....	11
<b>第三部分 实验与项目指导书</b> .....	<b>12</b>
实践与项目汇总表 .....	13
三级项目汇总表 .....	13
<b>三级项目指导书—数字谱分析实践及误差讨论</b> .....	<b>14</b>
1. 概述 .....	15
2. 学习目标 .....	17
3. 团队组织及管理 .....	20
4. 给学生的注释 .....	20
5. 给教师的注释 .....	20
6. 评估 .....	20
7. 资源 .....	20
8. 安全及危险控制 .....	20
<b>三级项目指导书—数字谱分析实践及误差讨论—学生资料</b> .....	<b>24</b>
<b>三级项目指导书—数字谱分析实践及误差讨论—评分标准</b> .....	<b>28</b>
<b>三级项目指导书—FIR 数字滤波器均衡器设计实践及性能分析</b> .....	<b>29</b>
<b>三级项目指导书—FIR 数字滤波器均衡器设计实践及性能分析—学生资料</b> .....	<b>36</b>
<b>三级项目指导书—FIR 数字滤波器均衡器设计实践及性能分析—评分标准</b> .....	<b>26</b>
<b>三级项目指导书—XX 型 XX IIR 数字滤波器设计实践及性能分析</b> .....	<b>26</b>
<b>三级项目指导书—XX 型 XX IIR 数字滤波器设计实践及性能分析—学生资料</b> .....	<b>26</b>
<b>三级项目指导书—XX 型 XX IIR 数字滤波器设计实践及性能分析—评分标准</b> .....	<b>26</b>

# 第一部分

## 课程基本情况

## 课程的性质与目标

数字信号处理(Digital Signal Processing)是电子信息工程与通信工程两个专业的专业必修课,是继《信号与系统》之后又一门专业理论基础课。课程已形成完整的理论体系,是学习后续专业课程不可缺少的一门专业理论基础课。电子信息与通信技术的发展日新月异,一些复杂的电子、通信系统,绝大多数采用了复杂的数字信号处理技术。课程主要讨论模拟信号的数字化处理算法及实现技术,以更好地适应电子、通信技术的发展。本课程为进一步学习《DSP 应用技术》、《随机信号分析》以及《数字图像处理》等后续课程打下必要的基础。

本课程是一门理论性和实践性都很强的专业基础课。课程以讨论分析数字信号处理的基本算法为主,要求学生能够掌握基本数字信号处理算法原理、应用条件和实现技术,包括:

1. 模拟信号的数字化处理过程
2. 信号的数字谱分析算法
3. FIR 数字滤波器的设计与实现算法
4. IIR 数字滤波器的设计与实现算法
5. 典型 DSP 应用系统分析

## 学时安排

课堂教学:	40 学时
实践教学(三级项目):	8 学时
<u>总学时数:</u>	48 学时

## 教学方法

以三级项目为主线组织教学内容。第一堂课布置三级项目,明确数字信号处理课程要解决的主要问题,让学生带着这些问题去思考、学习并给出解决方案与结果。

通过课堂教学,使学生理解数字信号处理基本理论的工程应用背景,推导与分析数字信号处理的基本算法,配以恰当的计算举例进行讲解,并为三级项目做示范。

通过三级项目实践,使学生能够应用所学算法解决三级项目提出的问题,加深对数字信号处理基本理论的理解,做到学以致用。

总之,以课堂教学为主,配以三级项目,在“工程问题的提出—相应理论的推导论证—计算举例与算法性能分析—学生作业、三级项目实践—学生撰写三级项目报告,对知识进行总结,对计算结果进行分析—三级项目课堂研讨—三级项目改进提高”过程中,达到课程的预期教学效果。具体教学方法如下:

1. **启发式教学。**通过给出生动、形象的工程应用举例或工程应用中遇到的问题,启发学生提炼出理论问题,调动学生的主观能动性和学习兴趣,进而在互动式“探索研究”过程中完成理论的推导论证。
2. **探究互动式教与学。**尽管数字信号处理讲授的都是经典理论,但还是要采用“探索研



究”方式进行讲授，并与学生形成互动。从学生已掌握的知识出发，在“探索研究”过程中，让学生亲身体验“新知识新理论”的“诞生”。

3. **通过三级项目打通知识到能力的桥梁。**三级项目是在理论指导下的重要实践教学环节，是理论联系实际在课程内的具体体现。作为工科学生，理论学习不是唯一目的。能够应用所学理论，分析问题、解决问题才是专业能力的体现。三级项目实施过程中，辅以适当的课堂研讨以提高学生的个人、团队、交流能力。

## 先修课程

信号与系统

## 后续有关专业课程和教学环节

DSP 应用技术，随机信号分析，数字图像处理，二级项目，毕业设计

## 课程综合记分方法

各部分的比重分别为：

平时作业成绩：	10%
期末闭卷考试成绩：	60%
三级项目实践成绩：	30%
总计	100%

## 教科书

S. J. Orfanidis. Introduction to Signal Processing. 清华大学出版社•Prentice-Hall

## 推荐参考书

1. A.V. Oppenheim 等著，刘树棠译，离散时间信号处理（第 2 版），西安交通大学出版社
2. 程佩青，数字信号处理教程，清华大学出版社
3. 陈怀琛，MATLAB 及在电子信息课程中的应用，电子工业出版社

# 第二部分

# 知识、能力、素质与培养 环节

**电子信息工程专业知识点在本课程中的培养\***

电子信息工程专业知识点	程度	主要环节
<p>利用电路分析与设计，计算机程序编制，相关软件，数字模拟电路，微机的知识完成电子系统的构建，测试，操作和维护。</p> <p>The application of circuit analysis and design, computer programming, associated software, analog and digital electronics, and microcomputers to the building, testing, operation, and maintenance of electrical/electronic(s) systems.</p>	3	模拟信号的数字谱分析算法 <b>FIR</b> 数字滤波器的设计算法 <b>IIR</b> 数字滤波器的设计算法 数字滤波器的实现算法 三级项目
<p>在严格的数学或代数及三角函数的环境中，将物理学或与化学应用于电子线路中。</p> <p>The applications of physics or chemistry to electrical/electronic(s) circuits in a rigorous mathematical environment at or above the level of algebra and trigonometry.</p>	1	数字音响处理，交叠滤波器，数字“喇叭”
<p>具备分析，设计，使用控制系统，仪器系统，通信系统，计算机系统的功能</p> <p>The ability to analyse, design and implement control systems, instrumentation systems, communications systems, computer systems, or power systems.</p>	3	模拟信号的数字谱分析算法 <b>FIR</b> 数字滤波器的设计算法 <b>IIR</b> 数字滤波器的设计算法 数字滤波器的实现算法 三级项目
<p>具备在电子系统中应用项目管理技术的能力</p> <p>The ability to apply project management techniques to electrical/electronic(s) systems.</p>	1	三级项目
<p>具备在电子系统中应用统计学，变换方法，离散数学或实用微分方程的能力。</p> <p>The ability to utilize statistics/probability, transform methods, discrete mathematics, or applied differential equations in support of electrical/electronic(s) systems.</p>	3	量化误差分析 模拟信号的数字谱分析算法 <b>FIR</b> 数字滤波器的设计算法 <b>IIR</b> 数字滤波器的设计算法 数字滤波器的实现算法

**通信工程专业知识点在本课程中的培养\***

通信工程专业知识点	程度	主要环节
<p>利用电路理论，计算机程序编制，相关软件，数字模拟电路，语音及数据通信，和通信系统原理知识解决通信系统的问题。</p> <p>The application of electric circuits, computer programming, associated software, analog and digital electronics, voice and data communications, and the principles of telecommunications systems in the solution of telecommunications problems.</p>	3	模拟信号的数字谱分析算法 <b>FIR</b> 数字滤波器的设计算法 <b>IIR</b> 数字滤波器的设计算法 数字滤波器的实现算法 三级项目
<p>在严格的数学或代数及三角函数的环境中，将物理学应用于在通信系统之中。</p> <p>The applications of physics to telecommunications systems in a rigorous mathematical environment at or above the level of algebra and trigonometry.</p>	1	数字音响处理，交叠滤波器，数字“喇叭”
<p>具备分析，设计，使用通信系统的能力</p> <p>The ability to analyze, design, and implement telecommunications systems.</p>	3	模拟信号的数字谱分析算法 <b>FIR</b> 数字滤波器的设计算法 <b>IIR</b> 数字滤波器的设计算法 数字滤波器的实现算法 三级项目
<p>具备分析与使用交换技术，广域网络技术的能力。</p> <p>The ability to analyze and implement switching technologies, wide area networking technologies, and policy.</p>	1	模拟信号的数字谱分析算法
<p>具备管理，构思，设计广域网络的能力</p> <p>The ability to manage, design, and plan wide area networks.</p>	1	模拟信号的数字谱分析算法
<p>具备在通信系统广域网络中应用统计学，变换方法或实用微分方程的能力。</p> <p>The ability to utilize statistics/probability, transform methods, or applied differential equations in support of telecommunication systems and wide area networks.</p>	3	量化误差分析 模拟信号的数字谱分析算法 <b>FIR</b> 数字滤波器的设计算法 <b>IIR</b> 数字滤波器的设计算法 数字滤波器的实现算法

**能力程度与教学环节要求\***

程度	中英文名称	含义	中英文关键词	教学环节要求
6	<b>评判 Evaluation</b>	<b>评判</b> 指那种能抓住要领，善于质疑辨析，基于严格推断，富于机智灵气，清晰敏捷的日常思维能力	Appraise(评价) Interpret(演绎) Criticize(批判) Justify(辩护) Support(支持)	有 <b>反复</b> 的训练和测试要求，比如：三级项目(设计中的反复性思索与改进)
5	<b>综合 Synthesis</b>	<b>综合</b> 指具备观察能力、实践能力、思维能力、整合能力和交流能力。	Design(设计) Develop(发展) Create(创造) Compose(整理) Organize(组织) Reconstruct(重构)	有 <b>重要</b> 的训练和测试要求，比如：三级项目(设计中的综合分析)
4	<b>分析 Analysis</b>	<b>分析</b> 指具备把一件事情、一种现象、一个概念分成较简单的组成部分，找出这些部分的本质属性和彼此之间的关系单独进行剖析、分辨、观察和研究的一种能力。	Analyze(分析) Break down(划分) Identify(辨别) Present(面向) Formulate(构思) Subdivide(细分)	有 <b>主要</b> 的训练和测试要求，比如三级项目(设计中的事务本质分析与提高)
3	<b>应用 Application</b>	<b>应用</b> 指在思考的基础上，能够灵活地将所学的知识解决实际问题的能力。	Apply(应用) Conduct(指导) Solve(解决) Demonstrate(展示) Compute(计算) Relate(联系) Use(使用)	有训练和测试要求，比如综合设计性实验、小的设计项目等
2	<b>理解 Comprehension</b>	<b>理解</b> 指在概念的基础上，进一步达到系统化和具体化，重新建立或者调整认知结构，达到知识的融会贯通，并使知识得到广泛的迁移，知道它是“为什么”。	Explain(解释) Distinguish(归类) Paraphrase(诠释) Summarize(总结) Generalize(概况)	有训练和测试的要求，比如练习题、小的设计性实验、课程研讨等
1	<b>认知 Knowledge</b>	<b>认知</b> 是指人脑加工、储存和提取信息的能力,即人们对事物的构成、性能与他物的关系、发展的动力、发展方向以及基本规律的把握能力。	Define(定义) Label(标出) List(列举) Recite(详述) Select(选择)	有所提及但 <b>没有</b> 训练和测试要求，比如课程讲解、研讨、验证性实验等

\*本表参考：ABET Technology Accreditation Commission, CRITERIA FOR ACCREDITING ENGINEERING TECHNOLOGY PROGRAMS, November 1, 2008.

**CDIO 相关能力在本课程中的培养\***

一级	二级	三级	程度	主要环节
1 技术知识和推理	1.1 基础科学知识	信号与系统理论	3	模拟信号的数字谱分析算法 IIR 数字滤波器的设计算法 FIR 数字滤波器的设计算法 三级项目
		傅氏变换理论	3	模拟信号的数字谱分析算法 FIR 数字滤波器的设计算法 三级项目
		概率论与随机过程理论	2	量化误差的分析方法
	1.2 核心工程基础知识	抽样定理	3	模拟信号数字化处理过程 三级项目
		DTFT、DFT、FFT 算法	4	模拟信号的数字谱分析算法 FIR 数字滤波器的设计算法 三级项目
		频率选择性线性相位 FIR 数字滤波器的设计算法	4	FIR 数字滤波器的设计算法 三级项目
		常用 IIR 数字滤波器的设计算法	4	IIR 数字滤波器的设计算法 三级项目
	1.3 高级工程基础知识	数字谱分析中物理分辨率和计算分辨率的概念及两者间的关系	2	模拟信号的数字谱分析算法 三级项目
		任意频率响应 FIR 数字滤波器的设计算法	2	FIR 数字滤波器的设计算法 三级项目
		数字音响处理，交叠滤波器，数字“喇叭”	2	典型 DSP 应用系统分析 二级项目
		数字信号处理在信号增强中的应用	2	典型 DSP 应用系统分析
		数字信号处理在心电信号处理中的应用	1	典型 DSP 应用系统分析

续

一级	二级	三级	程度	主要环节
2 个人 和职业 技能和 职业道 德	2.1 工程推 理和解决问 题	2.1.1 发现问题和表述问题	3	探究互动式教与学 三级项目
		2.1.2 建立模型	3	探究互动式教与学 三级项目
		2.1.3 研判和定性分析	3	探究互动式教与学 三级项目
		2.1.5 解决方法和建议	3	探究互动式教与学 三级项目
	2.2 实验中 探寻知识	2.2.2 查询相关书刊或者电子文献	2	三级项目
		2.2.4 假设检验和论证	3	探究互动式教与学 三级项目
	2.3 系统思 维	2.3.1 整体思维	2	探究互动式教与学 三级项目
		2.3.3 确定优先级和焦点	3	探究互动式教与学 三级项目
		2.3.4 决议时权衡、判断和平衡	3	探究互动式教与学 三级项目
	2.4 个人技 能和态度	2.4.2 执着追求与变通能力	2	三级项目
		2.4.4 批判性思维	3	探究互动式教与学 三级项目
		2.4.6 求知欲和终身学习能力	2	探究互动式教与学 三级项目
		2.4.7 时间和资源的管理	2	三级项目
	2.5 职业技 能和道德	2.5.1 职业道德、正直、责任感和负责任	3	三级项目
		2.5.3 主动规划个人职业	1	三级项目
	3 人际 技能： 团队协 作和交 流	3.1 团队精 神	3.1.1 组建高效团队	2
3.1.2 团队工作运行			2	三级项目
3.1.5 技术协作			2	三级项目
3.2 交流		3.2.3 写作交流	3	三级项目
		3.2.4 电子和多媒体交流	2	探究互动式教与学 三级项目
		3.2.5 图表交流	3	探究互动式教与学 三级项目
		3.2.6 口头表达和人际交流	2	三级项目研讨
3.3 外语交 流	3.3.1 英语	2	英文教材 英文课件 双语教学	

4 企业和社会的构思，设计，实施和运行 (CDIO) 系统	4.1 外部和社会环境			
	4.2 企业及商业环境			
	4.3 构思与工程系统	4.3.1 设立系统目标和要求	2	探究互动式教与学三级项目
		4.3.2 定义功能，概念和体系结构	2	探究互动式教与学三级项目
		4.3.3 系统建模并确保目标可能达成	2	探究互动式教与学三级项目
	4.4 设计	4.4.1 设计过程	3	探究互动式教与学三级项目
		4.4.3 设计中对知识的利用	3	探究互动式教与学三级项目
		4.4.4 学科专业设计	3	探究互动式教与学三级项目
	4.5 实施	4.5.1 设计实施的过程	3	探究互动式教与学三级项目
		4.5.3 软件实现过程	3	探究互动式教与学三级项目
		4.5.5 测试，验证，认证以及取得证书	3	探究互动式教与学三级项目
	4.6 运行	4.6.1 设计和优化操作	3	探究互动式教与学三级项目
		4.6.4 系统改进和演变	3	探究互动式教与学三级项目 三级项目研讨

\*本表注：对于表中第二列所列技能应对照 CDIO 大纲全文来理解。目标栏内以 1,2,3,4,5,6 来表示对此条能力要求达到的程度，6 为最高要求，无要求则留空。



## 学习与时间节点

章节	内容	课内学时
课程概述	The course syllabus, Why DSP is so important ? How to teach and learn? 教学方法, 布置三级项目	1
模拟信号的数字化处理过程	预先抗混滤波器, 抽样定理, ADC, DAC, 光滑滤波器	3
量化误差分析	量化电平、量化分辨力的概念	2
	量化方法, 量化误差的 pdf 函数	
	SNR 分析, 减小量化误差的方法	
模拟信号的数字谱分析算法	四种形式的傅氏变换的特点及适用范围	12
	DTFS、DTFT、DFT、FFT 算法及相互关系	
	数字谱分析中物理分辨力和计算分辨力的概念及两者间的关系	
	数字谱分析中存在的误差及减小误差的方法	
FIR 数字滤波器的设计算法	FIR 数字滤波器与 IIR 数字滤波器各自的特点	4
	线性相位 FIR 数字滤波器应满足的条件	
	频率选择性线性相位 FIR 数字滤波器的设计算法	
	窗函数及其在 FIR 数字滤波器设计中的应用	
	任意频率响应 FIR 数字滤波器的设计算法	
IIR 数字滤波器的设计算法	IIR 数字滤波器的设计过程	10
	双线性变换及其在 IIR 数字滤波器设计中的应用	
	模拟低通滤波器的设计算法	
	常用 IIR Butterworth 数字滤波器的设计算法及范例	
	常用 IIR Chebyshev 数字滤波器的设计算法及范例	
	Design of IIR Digital Filters with Arbitrary Frequency Response	
数字滤波器的实现算法	数字滤波器的时域结构方框图	4
	数字滤波器的时域实现方法	

	FIR 数字滤波器的快速卷积算法	
典型 DSP 应用 系统分析	信号发生器，正弦信号发生器，DTMF 信号发生器，任意波形发生器	4
	数字音响处理，交叠滤波器，数字分频处理	
	数字信号处理在信号增强中的应用	
	数字信号处理在心电信号处理中的应用	
合计		40

# 第三部分

# 实验与项目指导书

## 实践与项目汇总表

### 实践环节汇总表

序号	实践环节名称	课时数
1	实验	0
2	课程设计	0
3	三级项目	8
合计：		8

### 三级项目汇总表

序号	三级项目名称	要求	课时数
1	数字谱分析实践及误差讨论	必选	4
2	FIR 数字滤波器均衡器设计实践及性能分析	二选一	4
3	XX 型 XX IIR 数字滤波器设计实践及性能分析		4
合计：			8

# 三级项目指导书—数字谱分析实践及误差讨论

## 1. 概述

### 1.1 总体目标

学生每 3-5 人一组，运用数字谱分析 DTFT、DFT 和 FFT 等算法，计算给定模拟信号的频谱，并分析各种算法产生误差的原因及程度，总结减少误差的方法。

### 1.2 社会背景、意义

数字谱分析是 DSP 应用中的基础算法，如语音压缩（MP3、无线通信、IP 电话）、频谱分析仪都要用到数字谱分析算法，甚至下一代移动通信的关键技术 OFDM 就直接用到 FFT 算法。本三级项目为必选项目。该项目要求团队合作，独立撰写项目报告，有助于培养团队协作精神。

### 1.3 项目组成

学生通过亲自编程，绘制波形图和频谱图，掌握数字谱分析有关算法 DTFT、DFT 和 FFT，并能够通过恰当举例说明数字谱分析算法产生误差的原因及程度，找到减少误差的方法。

### 1.4 项目说明和范围

学生运用课堂中所学到的数字谱分析 DTFT、DFT 和 FFT 等算法，对举例的模拟信号计算其频谱，并分析各种算法产生误差的原因及程度，总结减少误差的方法。通过本项目，使学生理解数字谱分析中的加窗效应，物理分辨率和计算分辨率两者间的关系。

### 1.5 学习活动和任务

- 1) 举例说明窗函数宽度、类型与物理分辨率的关系。得出相应结论，给出提高物理分辨率的方法。
- 2) 举例说明频谱泄露的危害，说明窗函数类型与频谱泄露量的关系，给出降低频谱泄露量的方法。
- 3) 举例讨论物理分辨率与计算分辨率的关系。
- 4) 进行 2-3 次课堂演示及教师引导的讨论。项目代表陈述 10-15 分钟，同学们提问，教师点评，指出改进方面。经 2-3 次，逐次提高，达到预期效果。

## 2. 学习目标

### 2.1 技术目标

- 1) 掌握四种形式的傅氏变换的特点及适用范围
- 2) 掌握 DTFT、DFT、FFT 算法及相互关系
- 3) 掌握数字谱分析中物理分辨率和计算分辨率的概念及两者间的关系
- 4) 掌握数字谱分析中的误差成因及减小误差的方法

## 2.2 CDIO 能力

一级	二级	三级	程度	主要环节
1 技术知识和推理	1.1 基础科学知识	信号与系统理论	3	构造恰当的信号
		傅氏变换理论	3	四种傅氏变换的特点
	1.2 核心工程基础知识	抽样定理	3	模拟信号的数字化
		DTFT、DFT、FFT 算法	4	时窗效应 DFT 与 FFT 算法
	1.3 高级工程基础知识	数字谱分析中物理分辨率和计算分辨率的概念及两者间的关系	2	讨论如何避免频率分量的漏判与误判
	2 个人和职业技能和职业道德	2.1 工程推理和解决问题	2.1.1 发现问题和表述问题	3
2.1.3 研判和定性分析			3	计算举例与分析讨论
2.1.5 解决方法和建议			3	讨论降低频谱泄露量的方法 讨论提高物理分辨率的方法 讨论如何避免频率分量的漏判与误判
2.2 实验中探寻知识		2.2.2 查询相关书刊或者电子文献	2	参考文献
		2.2.4 假设检验和论证	3	加窗处理造成的频谱泄露 加窗处理对物理分辨率的影响 DFT/FFT 算法在数字谱分析中的应用
2.3 系统思维		2.3.1 整体思维	2	计算举例与分析讨论
		2.3.3 确定优先级和焦点	3	加窗处理造成的频谱泄露 加窗处理对物理分辨率的影响
		2.3.4 决议时权衡、判断和平衡	3	计算举例与分析讨论
2.4 个人技能和态度		2.4.2 执着追求与变通能力	2	计算举例与分析讨论
		2.4.4 批判性思维	3	DFT/FFT 算法在数字谱分析中的应用
		2.4.6 求知欲和终身学习能力	2	项目实施过程
		2.4.7 时间和资源的管理	2	项目实施过程
2.5 职业技能和道德		2.5.1 职业道德、正直、责任感和负责任	3	分组讨论，独立撰写项目报告

3 人际技能：团队协作和交流	3.1 团队精神	3.1.1 组建高效团队	2	学生每 3-5 人一组
		3.1.2 团队工作运行	2	分组讨论，独立撰写项目报告
		3.1.5 技术协作	2	分组讨论，独立撰写项目报告
	3.2 交流	3.2.3 写作交流	3	分组讨论，独立撰写项目报告
		3.2.4 电子和多媒体交流	3	PPT 项目课堂研讨
		3.2.5 图表交流	3	项目报告
		3.2.6 口头表达和人际交流	2	进行 2-3 次课堂演示及教师引导的讨论。项目代表陈述 10-15 分钟，同学们提问，教师点评，指出改进方面。
	3.3 外语交流	3.3.1 英语	1	可以英文表述，特别是关键词
	4 企业和社会的构思，设计，实施和运行 (CDIO) 系统	4.3 构思与工程系统	4.3.1 设立系统目标和要求	2
4.3.2 定义功能，概念和体系结构			2	项目报告
4.3.3 系统建模并确保目标可能达成			2	数字谱分析算法
4.4 设计		4.4.1 设计过程	3	计算举例与分析讨论
		4.4.3 设计中对知识的利用	3	数字谱分析算法 计算举例与分析讨论
4.5 实施		4.5.1 设计实施的过程	3	计算举例与分析讨论
		4.5.3 软件实现过程	3	编程计算加窗信号的 DTFT 频谱 编程计算加矩形窗信号的不同频域采样点数的 DFT/FFT 频谱
4.6 运行		4.6.1 设计和优化操作	3	参数的选择
		4.6.4 系统改进和演变	3	进行 2-3 次课堂演示及教师引导的讨论。项目代表陈述 10-15 分钟，同学们提问，教师点评，指出改进方面。经 2-3 次，逐次提高。

### 3. 团队组织及管理

#### 3.1 组团规模

- 每组 3-5 名学生

#### 3.2 组团组织

- 由各组自行决定

#### 3.3 组团管理

- 由各组自行决定

### 3.4 组团数量

- 跟据班中学生数而定

## 4. 给学生的注释

- 三级项目指导书—数字谱分析实践及误差讨论—学生资料

## 5. 给教师的注释

### 5.1 教师指南

- 不适用

## 6. 评估

### 6.1 总结所用方法、工具

- 不适用

### 6.2 总结评估是如何融于学习活动和任务之中的评判学生作品、制作过程及表现的标准

- 不适用

### 6.3 反馈方法

- 课堂研讨，不合格报告打回

### 6.4 书写评估

- 三级项目指导书—数字谱分析实践及误差讨论—评分标准

### 6.5 口头评估

- 课堂研讨

### 6.6 同组者评估

- 课堂研讨



## 7. 资源

### 7.1 预算

#### 7.1.1 重复性开支

#### 7.1.2 非重复性开支

### 7.2 材料

#### 7.2.1 材料清单

##### 7.2.1.1 可重复利用材料

##### 7.2.1.2 耗材

- 打印纸

#### 7.2.2 工具

- 计算机

### 7.3 人员配置(描述所需技能及相应任务)

#### 7.3.1 教职人员

- 教师
- 研究生助教

#### 7.3.2 技术人员

- 不适用

#### 7.3.3 其他人员(某些项目需要专业技能或证书, 如业余无线电证书或飞行驾照)

### 7.4 空间(确认每名学生、每个团队必须的空间。说明该空间仅在学生活动时还是需要长时间需要保留)

#### 7.4.1 设计

- 计算机操作空间

#### 7.4.2 建造

- 计算机操作空间

#### 7.4.3 储存

- 计算机操作空间

#### 7.4.5 操作

- 计算机操作空间

### 7.5 软件资源(例如: 对项目可能有帮助的 Java 小程序、Matlab 程序或 Labview 文件)

- Matlab 软件

## 8. 安全及危险控制

### 8.1 有毒材料

- 不适用

### 8.2 设备

#### 8.2.1 电器

- 不适用

#### 8.2.2 机械设备

- 不适用

#### 8.2.3 手持、辅助工具

- 鼠标

### 8.3 操作安全

计算机操作安全

### 8.4 政策或规章制度(确认有可能限制该活动的规定, 例如遥控飞机重量限制, 模型火箭高度限制或发报机广播限制)

#### 8.4.1 政府层面

不适用

#### 8.4.2 学校层面

不适用

## 9. 变化

项目在设计要求或项目细节上允许有所变化, 可以让教职员随年份对项目进行微调。

## 10. 附录

### 10.1 多媒体

### 10.2 其它资源

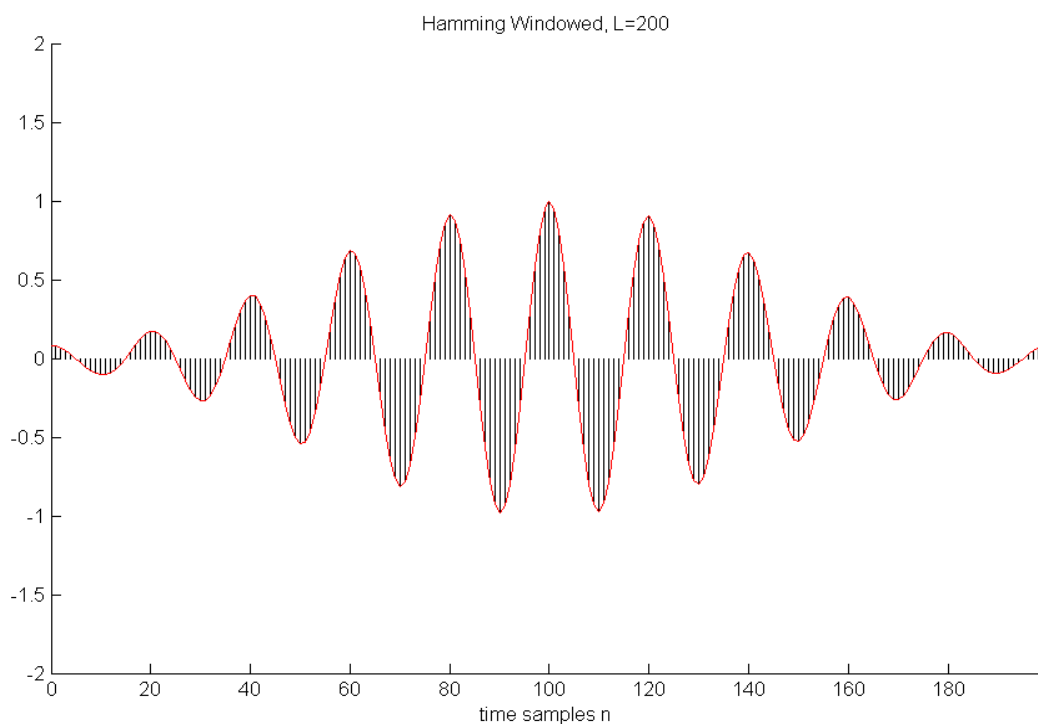
#### 10.2.1 宣讲材料

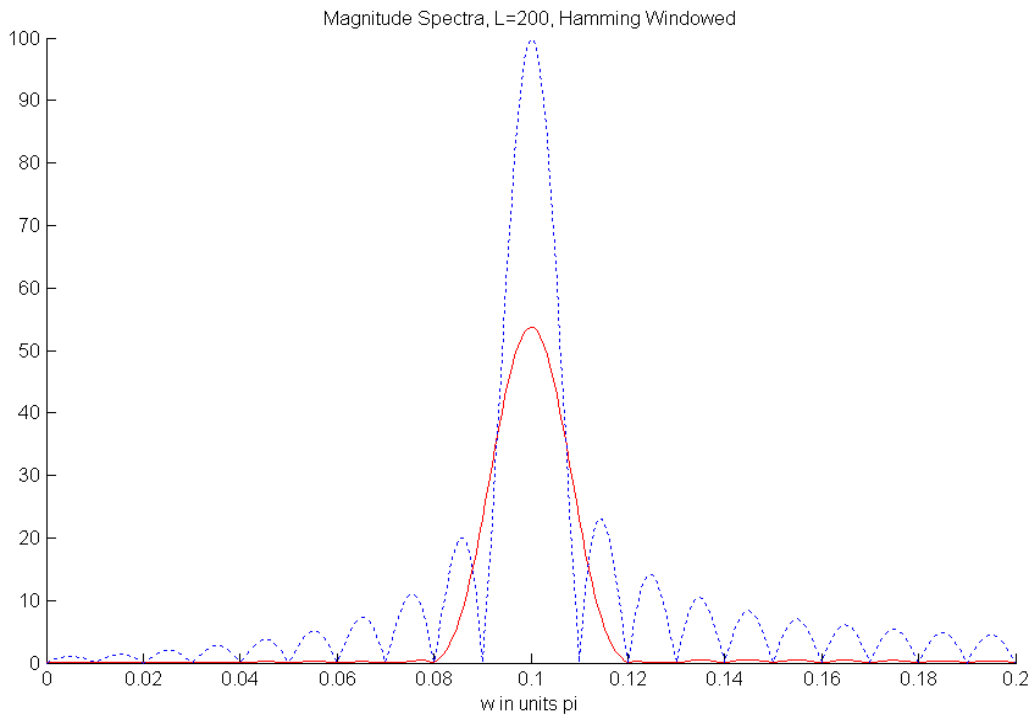
#### 10.2.2 链接

#### 10.2.3 文章

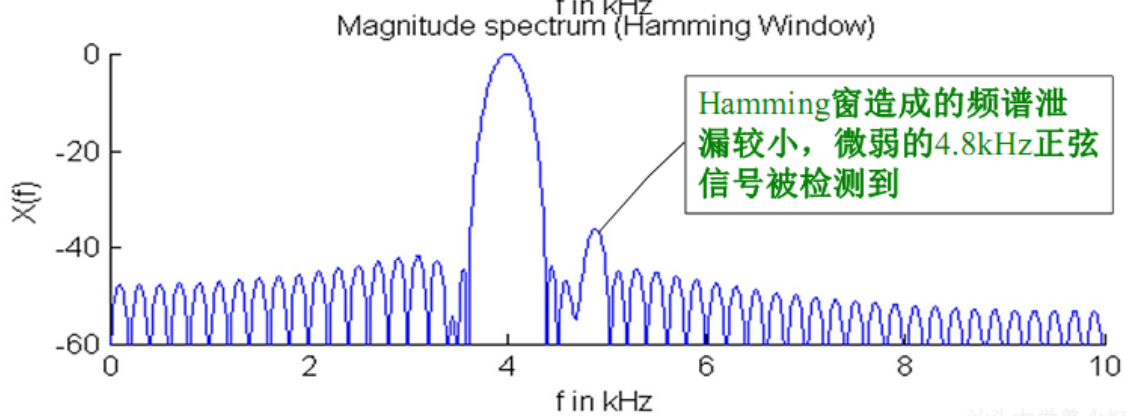
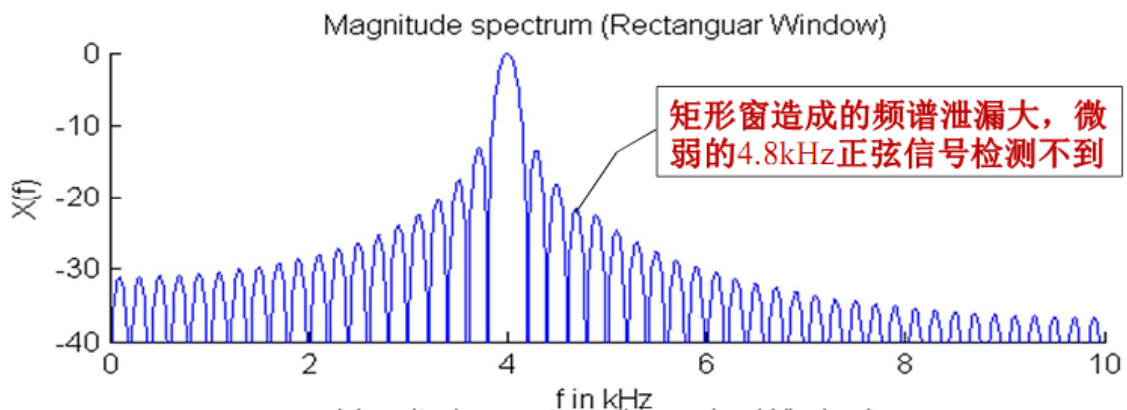
#### 10.2.4 文献

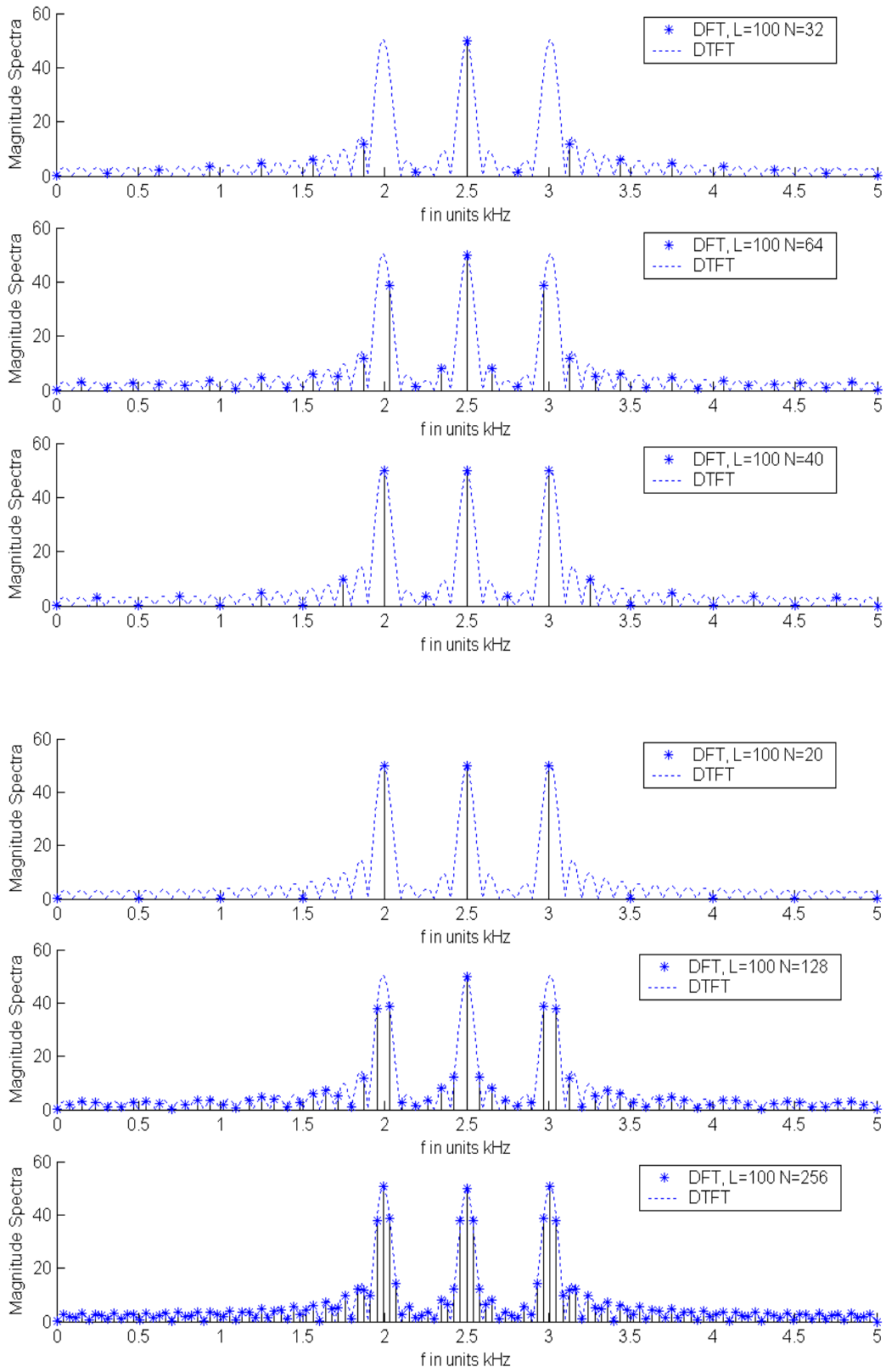
### 10.3 学生作品例子





### 频谱泄露的危害：小幅度频率分量无法检测到





# 三级项目指导书—数字谱分析实践及误差讨论—学 生资料

# 汕头大学工学院

## 三级项目报告

课程名称：数字信号处理

题目：数字谱分析实践及误差讨论

指导教师：姜永权

系 别：电子工程系 专 业：

学 号：\_\_\_\_\_姓 名：

合作者

完成时间： \_\_\_\_年 \_\_\_\_月 \_\_\_\_日至 \_\_\_\_月 \_\_\_\_日

成绩：

评阅人：姜永权

## 1 概述

- 数字谱分析的意义
- 项目完成内容简介
- 结论与收获

## 2 数字谱分析算法

### 2.1 四种傅氏变换的特点

- CTFT 在数值计算中的困惑
- DTFT 在数值计算中的困惑
- CTFS 与 DTFS 的启示
- DFT 算法的给出
- FFT 算法的作用与意义  
(用 Equation 编辑器编辑公式, 下同)

### 2.2 时窗效应

- 时域加窗处理的必要性
- 加窗 DTFT 算法
- 时域加窗处理的误差定性分析
- 窗函数种类及性能分析
- 物理分辨力与频谱泄露量的定量分析

### 2.3 DFT 与 FFT 算法

- 广义 DFT 算法与传统 DFT 算法的区别联系
- 计算分辨力的概念与定量分析
- DFT 计算量与降低计算量方法
- FFT 核心算法推导

## 3 计算举例与分析讨论

### 3.1 加窗处理造成的频谱泄露

- 画出单频信号加不同窗函数处理后的时域波形图, 编程计算加窗信号的 DTFT 频谱, 分



别画出相应的幅度谱图（不同窗函数）

- 根据上述计算结果，讨论时窗类型与频谱泄露量的关系
- 构造恰当的双频信号（注意加权系数），画出加不同窗函数处理后的时域波形图，编程计算加窗信号的 DTFT 频谱，分别画出相应的幅度谱图（不同窗函数）
- 根据上述计算结果，讨论频谱泄露的危害（频率分量被频谱泄露量遮蔽）
- 讨论降低频谱泄露量的方法

### 3.2 加窗处理对物理分辨力的影响

- 构造恰当的多频信号（建议等加权系数），画出加不同宽度矩形窗处理后的时域波形图，编程计算加窗信号的 DTFT 频谱，分别画出幅度谱图
- 根据上述计算结果，讨论时窗宽度与物理分辨力的关系
- 对于相同的多频信号，画出加相同宽度海明窗处理后的时域波形图，编程计算加窗信号的 DTFT 频谱，分别画出幅度谱图
- 根据上述计算结果，讨论时窗类型与物理分辨力的关系
- 讨论提高物理分辨力的方法

### 3.3 DFT/FFT 算法在数字谱分析中的应用

- 构造恰当的多频信号（建议继续采用 3.2 信号），编程计算加矩形窗信号的不同频域采样点数的 DFT/FFT 频谱，分别画出 DFT/FFT 幅度谱线与 DTFT 幅度谱的复合图
- 根据上述计算结果，讨论 DFT/FFT 算法的栅栏效应
- 讨论 DFT/FFT 计算分辨力概念、定量分析、提高计算分辨力的方法
- 讨论如何避免频率分量的漏判与误判。

## 4 总结

- 对全文进行总结

### 参考文献

参考格式有关标准，如

书的格式：作者，书名，出版社，年。

论文的格式：作者，题目，刊物名，年，卷（期）：页码。

## 三级项目指导书—数字谱分析实践及误差讨论—评分标准

学生姓名：\_\_\_\_\_

学生学号：\_\_\_\_\_

序号	内容	分数范围	分数
1	概述部分简明、清晰、重点突出	0-10	
2	四种形式傅氏变换特点论述逻辑合理，表述准确	0-10	
3	时窗效应分析全面，调理清晰，结论正确	0-10	
4	DFT 与 FFT 算法推导正确，分析清楚，结论正确	0-15	
5	频谱泄露部分举例恰当，表述与图表规范，计算结果与分析紧密相关，结论正确	0-15	
6	物理分辨力部分举例恰当，表述与图表规范，计算结果与分析紧密相关，结论正确	0-15	
7	计算分辨力部分举例恰当，表述与图表规范，计算结果与分析紧密相关，结论正确	0-20	
8	参考文献规范	0-5	
	<b>总分</b>	0-100	

# 三级项目指导书—FIR 数字滤波器均衡器设计 实践及性能分析

## 1. 概述

### 1.1 总体目标

通过恰当举例，通过亲自编程，给出设计结果，绘制频率响应曲线，掌握 FIR 数字滤波器设计算法。在实际 DSP 系统中能够正确运用 FIR 数字滤波器，理解线性相位的含义和应满足的条件。

### 1.2 社会背景、意义

FIR 数字滤波器是一类广泛应用的数字滤波器。如自适应横向数字滤波器就采用 FIR 数字滤波器，在 GSM 手机中就用到了。本三级项目为选项目。该项目要求团队合作，独立撰写项目报告，有助于培养团队协作精神。

### 1.3 项目组成

通过恰当举例，通过亲自编程，给出设计结果，绘制频率响应曲线，掌握 FIR 数字滤波器设计算法。

### 1.4 项目说明和范围

FIR 数字滤波器是一类广泛应用的数字滤波器。如自适应横向数字滤波器就采用 FIR 数字滤波器，在 GSM 手机中就用到了。在实际 DSP 系统中能够正确运用 FIR 数字滤波器，理解线性相位的含义和应满足的条件。通过恰当举例，通过亲自编程，给出设计结果，绘制频率响应曲线，掌握 FIR 数字滤波器设计算法。

### 1.5 学习活动和任务

- 1) 根据频率选择性数字滤波器的性能指标，计算线性相位 FIR 数字滤波器的理想单位冲激响应。选择 Kaiser 窗函数的阶数及形状控制参数，给出频率选择性线性相位 FIR 数字滤波器的设计结果，画出 FIR 数字滤波器的频率响应曲线。
- 2) 根据任意频率响应（均衡器）性能要求，计算线性相位 FIR 数字均衡器的单位冲激响应。选择 Kaiser 窗函数的阶数及形状控制参数，给出均衡器的设计结果，画出均衡器的频率响应曲线。FIR 数字滤波器、均衡器的性能分析。
- 3) 进行 2-3 次课堂演示及教师引导的讨论。项目代表陈述 10-15 分钟，同学们提问，教师点评，指出改进方面。经 2-3 次，逐次提高，达到预期效果。

## 2. 学习目标

### 2.1 技术目标

- 1) 给出一种类型（LP、HP、BP、BS）数字滤波器的性能指标
- 2) 采用 2.1 中的公式计算单位冲击响应并图示
- 3) 分别采用矩形、Hamming 窗对单位冲击响应进行处理并图示
- 4) 分别图示矩形窗与 Hamming 窗 FIR 数字滤波器的频率响应
- 5) 分析矩形窗与 Hamming 窗 FIR 数字滤波器的频率响应与性能指标的差异
- 6) 根据数字滤波器的性能指标确定 Kaiser 窗函数的参数
- 7) 图示 Kaiser 窗 FIR 数字滤波器的频率响应
- 8) 给出任意频率响应的抽样结果
- 9) 采用数值算法计算单位冲击响应并图示
- 10) 分别采用矩形、Hamming 窗对单位冲击响应进行处理并图示
- 11) 分别图示矩形窗与 Hamming 窗 FIR 数字滤波器的频率响应
- 12) 通过增加抽样点数来提高设计精度

### 2.2 CDIO 能力

一级	二级	三级	程度	主要环节
1 技术知识和推理	1.1 基础科学知识	系统的时域表征	3	单位冲击响应
		系统的频域表征	3	FIR 滤波器频率响应，线性相位
	1.2 核心工程基础知识	IDTFT 算法	4	推导单位冲击响应公式
		IDFT 算法	4	单位冲击响应的数值算法
	1.3 高级工程基础知识	Kaiser 窗函数	3	Kaiser 窗函数参数的确定
2 个人和职业技能和职业道德	2.1 工程推理和解决问题	2.1.1 发现问题和表述问题	3	数字滤波器的性能指标
		2.1.3 研判和定性分析	3	计算举例与分析讨论
		2.1.5 解决方法和建议	3	分析矩形窗与 Hamming 窗 FIR 数字滤波器的频率响应与性能指标的差异 通过增加抽样点数来提高设计精度
	2.2 实验中探寻知	2.2.2 查询相关书刊或者电子文献	2	参考文献

	识	2.2.4 假设检验和论证	3	矩形窗与 Hamming 窗 FIR 数字滤波器的频率响应与性能指标的差异
	2.3 系统思维	2.3.1 整体思维	2	计算举例与分析讨论
		2.3.3 确定优先级和焦点	3	根据数字滤波器的性能指标确定 Kaiser 窗函数的参数
		2.3.4 决议时权衡、判断和平衡	3	计算举例与分析讨论
	2.4 个人技能和态度	2.4.2 执着追求与变通能力	2	计算举例与分析讨论
		2.4.4 批判性思维	3	具有任意频率响应 FIR 数字滤波器的设计举例
		2.4.6 求知欲和终身学习能力	2	项目实施过程
		2.4.7 时间和资源的管理	2	项目实施过程
	2.5 职业技能和道德	2.5.1 职业道德、正直、责任感和负责任	3	分组讨论，独立撰写项目报告
	3 人际技能：团队协作和交流	3.1 团队精神	3.1.1 组建高效团队	2
3.1.2 团队工作运行			2	分组讨论，独立撰写项目报告
3.1.5 技术协作			2	分组讨论，独立撰写项目报告
3.2 交流		3.2.3 写作交流	3	分组讨论，独立撰写项目报告
		3.2.4 电子和多媒体交流	3	PPT 项目课堂研讨
		3.2.5 图表交流	3	项目报告
		3.2.6 口头表达和人际交流	2	进行 2-3 次课堂演示及教师引导的讨论。项目代表陈述 10-15 分钟，同学们提问，教师点评，指出改进方面。
3.3 外语交流		3.3.1 英语	1	可以英文表述，特别是关键词
4 企业和社会的构思，设计，实施和运行 (CDIO) 系统		4.3 构思与工程系统	4.3.1 设立系统目标和要求	2
	4.3.2 定义功能，概念和体系结构		2	项目报告
	4.3.3 系统建模并确保目标可能达成		2	计算举例与分析讨论
	4.4 设计	4.4.1 设计过程	3	计算举例与分析讨论
		4.4.3 设计中对知识的利用	3	数字谱分析算法 计算举例与分析讨论
	4.5 实施	4.5.1 设计实施的过程	3	计算举例与分析讨论
		4.5.3 软件实现过程	3	计算举例与分析讨论
	4.6 运行	4.6.1 设计和优化操作	3	参数的选择
4.6.4 系统改进和演变		3	进行 2-3 次课堂演示及教师引导的讨论。项目代表陈述 10-15 分	

				钟，同学们提问，教师点评，指出改进方面。经 2-3 次，逐次提高。
--	--	--	--	-----------------------------------

### 3. 团队组织及管理

#### 3.1 组团规模

- 每组 3-5 名学生

#### 3.2 组团组织

- 由各组自行决定

#### 3.3 组团管理

- 由各组自行决定

#### 3.4 组团数量

- 跟据班中学生数而定

### 4. 给学生的注释

- 三级项目指导书—FIR 数字滤波器均衡器设计实践及性能分析—学生资料

### 5. 给教师的注释

#### 5.1 教师指南

- 不适用

### 6. 评估

#### 6.1 总结所用方法、工具

- 不适用

#### 6.2 总结评估是如何融于学习活动和任务之中的评判学生作品、制作过程及表现的标准

- 不适用

#### 6.3 反馈方法

- 课堂研讨，不合格报告打回

#### 6.4 书写评估

- 三级项目指导书—FIR 数字滤波器均衡器设计实践及性能分析—评分标准

## 6.5 口头评估

- 课堂研讨

## 6.6 同组者评估

- 课堂研讨

## 7. 资源

### 7.1 预算

- 7.1.1 重复性开支
- 7.1.2 非重复性开支

### 7.2 材料

- 7.2.1 材料清单
  - 7.2.1.1 可重复利用材料
  - 7.2.1.2 耗材
    - 打印纸
- 7.2.2 工具
  - 计算机

### 7.3 人员配置(描述所需技能及相应任务)

#### 7.3.1 教职人员

- 教师
- 研究生助教

#### 7.3.2 技术人员

- 不适用

#### 7.3.3 其他人员(某些项目需要专业技能或证书, 如业余无线电证书或飞行驾照)

### 7.4 空间(确认每名学生、每个团队必须的空间。说明该空间仅在学生活动时还是需要长时间需要保留)

#### 7.4.1 设计

- 计算机操作空间

#### 7.4.2 建造

- 计算机操作空间

#### 7.4.3 储存

- 计算机操作空间

#### 7.4.5 操作

- 计算机操作空间

## 7.5 软件资源(例如：对项目可能有帮助的 Java 小程序、Matlab 程序或 Labview 文件)

- Matlab 软件

## 8. 安全及危险控制

### 8.1 有毒材料

- 不适用

### 8.2 设备

#### 8.2.1 电器

- 不适用

#### 8.2.2 机械设备

- 不适用

#### 8.2.3 手持、辅助工具

- 鼠标

### 8.3 操作安全

计算机操作安全

### 8.4 政策或规章制度(确认有可能限制该活动的规定，例如遥控飞机重量限制，模型火箭高度限制或发报机广播限制)

#### 8.4.1 政府层面

不适用

#### 8.4.2 学校层面

不适用

## 9.变化

项目在设计要求或项目细节上允许有所变化，可以让教职员随年份对项目进行微调。



## 10. 附录

### 10.1 多媒体

### 10.2 其它资源

#### 10.2.1 宣讲材料

#### 10.2.2 链接

#### 10.2.3 文章

#### 10.2.4 文献

### 10.3 学生作品例子

# 三级项目指导书—FIR 数字滤波器均衡器设计 实践及性能分析—学生资料

# 汕头大学工学院

## 三级项目报告

课程名称：数字信号处理

题目：FIR 数字滤波器均衡器设计实践及性能分析

指导教师：姜永权

系 别：电子工程系 专 业：

学 号：                     姓 名：

合作者

完成时间：    年    月    日至    月    日

成绩：

评阅人：姜永权

## 1 概述

- FIR 数字滤波器的意义
- 项目完成内容简介
- 结论与收获

## 2 线性相位 FIR 数字滤波器设计算法

### 2.1 典型线性相位 FIR 数字滤波器的设计算法

- 典型线性相位 FIR 数字滤波器的频率响应
- 理想单位冲击响应
- 因果稳定性处理
- 采用 Kaiser 窗函数的设计算法  
(用 Equation 编辑器编辑公式, 下同)

### 2.2 具有任意频率响应 FIR 数字滤波器的设计算法

- 任意频率响应的表述方法
- 单位冲击响应的数值算法
- 提高设计精度的方法

## 3 计算举例与分析讨论

### 3.1 典型线性相位 FIR 数字滤波器的设计举例

- 给出一种类型 (LP、HP、BP、BS) 数字滤波器的性能指标
- 采用 2.1 中的公式计算单位冲击响应并图示
- 分别采用矩形、Hamming 窗对单位冲击响应进行处理并图示
- 分别图示矩形窗与 Hamming 窗 FIR 数字滤波器的频率响应
- 分析矩形窗与 Hamming 窗 FIR 数字滤波器的频率响应与性能指标的差异
- 根据数字滤波器的性能指标确定 Kaiser 窗函数的参数
- 图示 Kaiser 窗 FIR 数字滤波器的频率响应

### 3.2 具有任意频率响应 FIR 数字滤波器的设计举例

- 给出任意频率响应的抽样结果

- 采用数值算法计算单位冲击响应并图示
- 分别采用矩形、Hamming 窗对单位冲击响应进行处理并图示
- 分别图示矩形窗与 Hamming 窗 FIR 数字滤波器的频率响应
- 通过增加抽样点数来提高设计精度

## 4 总结

- 对全文进行总结

### 参考文献

参考格式有关标准，如

书的格式：作者，书名，出版社，年。

论文的格式：作者，题目，刊物名，年，卷（期）：页码。

## 三级项目指导书—FIR 数字滤波器均衡器设计实践及性能分析—评分标准

学生姓名：\_\_\_\_\_

学生学号：\_\_\_\_\_

序号	内容	分数范围	分数
1	概述部分简明、清晰、重点突出	0-10	
2	典型线性相位 FIR 数字滤波器的设计算法论述逻辑合理，表述准确	0-10	
3	具有任意频率响应 FIR 数字滤波器的设计算法论述逻辑合理，表述准确	0-10	
4	典型线性相位 FIR 数字滤波器的设计算法推导正确，分析清楚，结论正确	0-15	
5	具有任意频率响应 FIR 数字滤波器的设计算法推导正确，分析清楚，结论正确	0-10	
6	典型线性相位 FIR 数字滤波器的设计举例恰当，表述与图表规范，计算结果与分析紧密相关，结论正确	0-20	
7	具有任意频率响应 FIR 数字滤波器的设计举例恰当，表述与图表规范，计算结果与分析紧密相关，结论正确	0-20	
8	参考文献规范	0-5	
	<b>总分</b>	0-100	

# 三级项目指导书—XX 型 XX IIR 数字滤波器设计实践及性能分析

## 1. 概述

### 1.1 总体目标

通过恰当举例（十二种类型任选），通过亲自编程，给出设计结果，绘制频率响应曲线，掌握 IIR 数字滤波器设计算法。在实际 DSP 系统中能够正确运用 IIR 数字滤波器，掌握 IIR 数字滤波器优缺点。

### 1.2 社会背景、意义

IIR 数字滤波器是一类广泛应用的数字滤波器。本三级项目为选项目。该项目要求团队合作，独立撰写项目报告，有助于培养团队协作精神。

### 1.3 项目组成

通过恰当举例，通过亲自编程，给出设计结果，绘制频率响应曲线，掌握 IIR 数字滤波器设计算法。

### 1.4 项目说明和范围

IIR 数字滤波器是一类广泛应用的数字滤波器。IIR 数字滤波器计算量相对较小。在实际 DSP 系统中能够正确运用 IIR 数字滤波器，掌握 IIR 数字滤波器优缺点。通过恰当举例（分十二种类型），通过亲自编程，给出设计结果，绘制频率响应曲线，掌握 IIR 数字滤波器设计算法。

### 1.5 学习活动和任务

- 1) 根据频率选择性数字滤波器的性能指标，计算线性相位 FIR 数字滤波器的理想单位冲激响应。选择 Kaiser 窗函数的阶数及形状控制参数，给出频率选择性线性相位 FIR 数字滤波器的设计结果，画出 FIR 数字滤波器的频率响应曲线。
- 2) 根据任意频率响应（均衡器）性能要求，计算线性相位 FIR 数字均衡器的单位冲激响应。选择 Kaiser 窗函数的阶数及形状控制参数，给出均衡器的设计结果，画出均衡器的频率响应曲线。FIR 数字滤波器、均衡器的性能分析。
- 3) 进行 2-3 次课堂演示及教师引导的讨论。项目代表陈述 10-15 分钟，同学们提问，教师点评，指出改进方面。经 2-3 次，逐次提高，达到预期效果。

## 2. 学习目标

### 2.1 技术目标

- 1) 给出 XX 型 XX IIR 数字滤波器的性能指标
- 2) 计算 XX 型模拟等效低通滤波器的参数
- 3) 给出 XX 型模拟等效低通滤波器的系统函数
- 4) 画出 XX 型模拟等效低通滤波器的频率响应
- 5) 给出 XX 型 XX IIR 数字滤波器的系统函数
- 6) 画出 XX 型 XX IIR 数字滤波器的频率响应
- 7) 分析设计结果

### 2.2 CDI0 能力

一级	二级	三级	程度	主要环节
1 技术知识和推理	1.1 基础科学知识	系统的时域表征	3	单位冲击响应
		系统的频域表征	3	FIR 滤波器频率响应, 线性相位
	1.2 核心工程基础知识	IDTFT 算法	4	推导单位冲击响应公式
		IDFT 算法	4	单位冲击响应的数值算法
1.3 高级工程基础知识	Kaiser 窗函数	3	Kaiser 窗函数参数的确定	
2 个人和职业技能和职业道德	2.1 工程推理和解决问题	2.1.1 发现问题和表述问题	3	数字滤波器的性能指标
		2.1.3 研判和定性分析	3	计算举例与分析讨论
		2.1.5 解决方法和建议	3	分析矩形窗与 Hamming 窗 FIR 数字滤波器的频率响应与性能指标的差异 通过增加抽样点数来提高设计精度
	2.2 实验中探寻知识	2.2.2 查询相关书刊或者电子文献	2	参考文献
		2.2.4 假设检验和论证	3	矩形窗与 Hamming 窗 FIR 数字滤波器的频率响应与性能指标的差异
	2.3 系统思维	2.3.1 整体思维	2	计算举例与分析讨论
		2.3.3 确定优先级和焦点	3	根据数字滤波器的性能指标确定 Kaiser 窗函数的参数



		2.3.4 决议时权衡、判断和平衡	3	计算举例与分析讨论
	2.4 个人技能和态度	2.4.2 执着追求与变通能力	2	计算举例与分析讨论
		2.4.4 批判性思维	3	具有任意频率响应 FIR 数字滤波器的设计举例
		2.4.6 求知欲和终身学习能力	2	项目实施过程
		2.4.7 时间和资源的管理	2	项目实施过程
	2.5 职业技能和道德	2.5.1 职业道德、正直、责任感和负责任	3	分组讨论，独立撰写项目报告
3 人际技能：团队协作和交流	3.1 团队精神	3.1.1 组建高效团队	2	学生每 3-5 人一组
		3.1.2 团队工作运行	2	分组讨论，独立撰写项目报告
		3.1.5 技术协作	2	分组讨论，独立撰写项目报告
	3.2 交流	3.2.3 写作交流	3	分组讨论，独立撰写项目报告
		3.2.4 电子和多媒体交流	3	PPT 项目课堂研讨
		3.2.5 图表交流	3	项目报告
		3.2.6 口头表达和人际交流	2	进行 2-3 次课堂演示及教师引导的讨论。项目代表陈述 10-15 分钟，同学们提问，教师点评，指出改进方面。
	3.3 外语交流	3.3.1 英语	1	可以英文表述，特别是关键词
4 企业和社会的构思，设计，实施和运行 (CDIO) 系统	4.3 构思与工程系统	4.3.1 设立系统目标和要求	2	项目完成内容简介
		4.3.2 定义功能，概念和体系结构	2	项目报告
		4.3.3 系统建模并确保目标可能达成	2	计算举例与分析讨论
	4.4 设计	4.4.1 设计过程	3	计算举例与分析讨论
		4.4.3 设计中对知识的利用	3	数字谱分析算法 计算举例与分析讨论
	4.5 实施	4.5.1 设计实施的过程	3	计算举例与分析讨论
		4.5.3 软件实现过程	3	计算举例与分析讨论
	4.6 运行	4.6.1 设计和优化操作	3	参数的选择
		4.6.4 系统改进和演变	3	进行 2-3 次课堂演示及教师引导的讨论。项目代表陈述 10-15 分钟，同学们提问，教师点评，指出改进方面。经 2-3 次，逐次提高。

### 3. 团队组织及管理

#### 3.1 组团规模

- 每组 3-5 名学生

#### 3.2 组团组织

- 由各组自行决定

#### 3.3 组团管理

- 由各组自行决定

#### 3.4 组团数量

- 跟据班中学生数而定

### 4. 给学生的注释

- 三级项目指导书—XX 型 XX IIR 数字滤波器设计实践及性能分析—学生资料

### 5. 给教师的注释

#### 5.1 教师指南

- 不适用

### 6. 评估

#### 6.1 总结所用方法、工具

- 不适用

#### 6.2 总结评估是如何融于学习活动和任务之中的评判学生作品、制作过程及表现的标准

- 不适用

#### 6.3 反馈方法

- 课堂研讨，不合格报告打回

#### 6.4 书写评估

- 三级项目指导书—XX 型 XX IIR 数字滤波器设计实践及性能分析—评分标准

#### 6.5 口头评估

- 课堂研讨

#### 6.6 同组者评估

- 课堂研讨

## 7. 资源

### 7.1 预算

#### 7.1.1 重复性开支

#### 7.1.2 非重复性开支

### 7.2 材料

#### 7.2.1 材料清单

##### 7.2.1.1 可重复利用材料

##### 7.2.1.2 耗材

- 打印纸

#### 7.2.2 工具

- 计算机

### 7.3 人员配置(描述所需技能及相应任务)

#### 7.3.1 教职人员

- 教师
- 研究生助教

#### 7.3.2 技术人员

- 不适用

#### 7.3.3 其他人员(某些项目需要专业技能或证书, 如业余无线电证书或飞行驾照)

### 7.4 空间(确认每名学生、每个团队必须的空间。说明该空间仅在学生活动时还是需要长时间需要保留)

#### 7.4.1 设计

- 计算机操作空间

#### 7.4.2 建造

- 计算机操作空间

#### 7.4.3 储存

- 计算机操作空间

#### 7.4.5 操作

- 计算机操作空间

### 7.5 软件资源(例如: 对项目可能有帮助的 Java 小程序、Matlab 程序或 Labview 文件)

- Matlab 软件

## 8. 安全及危险控制

### 8.1 有毒材料

- 不适用

### 8.2 设备

#### 8.2.1 电器

- 不适用

#### 8.2.2 机械设备

- 不适用

#### 8.2.3 手持、辅助工具

- 鼠标

### 8.3 操作安全

计算机操作安全

### 8.4 政策或规章制度(确认有可能限制该活动的规定, 例如遥控飞机重量限制, 模型火箭高度限制或发报机广播限制)

#### 8.4.1 政府层面

不适用

#### 8.4.2 学校层面

不适用

## 9. 变化

项目在设计要求或项目细节上允许有所变化, 可以让教职员随年份对项目进行微调。

## 10. 附录

### 10.1 多媒体

### 10.2 其它资源

#### 10.2.1 宣讲材料

#### 10.2.2 链接

#### 10.2.3 文章

#### 10.2.4 文献

### 10.3 学生作品例子

# 三级项目指导书—XX 型 XX IIR 数字滤波器设计 实践及性能分析—学生资料

# 汕头大学工学院

## 三级项目报告

课程名称：数字信号处理

题目：XX 型 XX IIR 数字滤波器设计实践及性能分析

指导教师：姜永权

系 别：电子工程系 专 业：

学 号：\_\_\_\_\_姓 名：

合作者

完成时间：\_\_\_\_年\_\_月\_\_日至\_\_月\_\_日

成绩：

评阅人：姜永权

## 1 概述

- IIR 数字滤波器的意义
- 项目完成内容简介
- 结论与收获

## 2 IIR 数字滤波器设计的双线性变换法

### 2.1 采用双线性变换设计 IIR 数字滤波器的基本过程

- IIR 数字滤波器设计算法比较
- 双线性变换合理性分析: s-plane 与 z-plane 间的映射关系
- 预畸变换
- 模拟原型滤波器、模拟等效滤波器、数字滤波器间的区别联系  
(用 Equation 编辑器编辑公式, 下同)

### 2.2 XX 型模拟等效低通滤波器设计算法

- XX 型模拟等效低通滤波器的幅频特性
- XX 型模拟等效低通滤波器参数的确定
- XX 型模拟等效低通滤波器系统函数的确定
- 双线性变换类型的选择
- XX 型 XX IIR 数字滤波器的系统函数

## 3 计算举例与分析讨论

- 给出 XX 型 XX IIR 数字滤波器的性能指标
- 采用 2.2 中的公式计算 XX 型模拟等效低通滤波器的参数
- 给出 XX 型模拟等效低通滤波器的系统函数
- 画出 XX 型模拟等效低通滤波器的频率响应
- 给出 XX 型 XX IIR 数字滤波器的系统函数
- 画出 XX 型 XX IIR 数字滤波器的频率响应
- 分析设计结果

## 4 总结

- 对全文进行总结

### 参考文献

参考格式有关标准，如

书的格式：作者，书名，出版社，年。

论文的格式：作者，题目，刊物名，年，卷（期）：页码。



## 三级项目指导书—XX 型 XX IIR 数字滤波器设计实践及性能分析—评分标准

学生姓名：\_\_\_\_\_

学生学号：\_\_\_\_\_

序号	内容	分数范围	分数
1	概述部分简明、清晰、重点突出	0-10	
2	采用双线性变换设计 IIR 数字滤波器的基本过程论述逻辑合理，表述准确	0-10	
3	具有任意频率响应 FIR 数字滤波器的设计算法论述逻辑合理，表述准确	0-10	
4	模拟等效低通滤波器设计算法分析清楚，推导正确	0-15	
5	数字滤波器的系统函数推导正确	0-10	
6	数字滤波器的设计举例恰当，表述与图表规范，计算结果与分析紧密相关，结论正确	0-40	
8	参考文献规范	0-5	
	<b>总分</b>	0-100	