

2013 年度省级精品资源共享课程建设项目

申 报 书

(本科)

推 荐 单 位 _____

课 程 学 校 _____ 西安邮电大学 _____

课 程 名 称 _____ 数字信号处理 _____

课 程 类 型 公共基础课 专业基础课 专业课 其他 _____

所属一级学科名称 _____ 信息与通信工程 _____

所属二级学科名称 _____ 信号与信息处理 _____

课 程 负 责 人 _____ 卢光跃 _____

填 报 日 期 _____ 2013 年 9 月 _____

陕西省教育厅制

2013 年 9 月

填写要求

1. 以 word 文档格式如实填写各项。
2. 表格文本中外文名词第一次出现时，要写清全称和缩写，再次出现时可以使用缩写。
3. 有可能涉密和不宜大范围公开的内容不可作为申报内容填写。
4. 课程团队的每个成员都须在“2. 课程团队”表格中签字。
5. “8. 承诺与责任”需要课程负责人本人签字，课程建设学校盖章。

1. 课程负责人情况

基本情况	课程负责人	卢光跃	性别	男	出生年月	1971年9月																													
	最终学历	研究生	专业技术职务	教授																															
	学位	博士	行政职务	通信与信息工程学院院长																															
	所在院系	通信与信息工程学院																																	
	通信地址(邮编)	西安市长安区韦郭路西安邮电学院南校区通院(710121)																																	
	研究方向	通信信号处理																																	
	是否曾获省级精品课程称号	否	曾获省级精品课程称号年份		原省级精品课程负责人																														
教学情况	1) 近三年讲授本课程情况																																		
	课程负责人近三年每年都给本科生讲授数字信号处理, 累计学生人数 328 人。同时, 每年都给研究生讲授数字信号处理(II)课程, 该课程计划学时 48, 讲授 16 周, 累计学生人数 335 人左右。																																		
	2) 近五年来讲授的主要课程																																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>课程名称</th> <th>课程类别</th> <th>周学时</th> <th>学生届数</th> <th>学生总人数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>数字信号处理</td> <td>必修</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>508</td> </tr> <tr> <td>无线通信原理</td> <td>必修</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>213</td> </tr> <tr> <td>随机信号分析</td> <td>必修</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>103</td> </tr> <tr> <td>数字信号处理(II)</td> <td>学位课</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>335 (研究生)</td> </tr> <tr> <td>阵列信号处理</td> <td>选修</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>10 (研究生)</td> </tr> </tbody> </table>						课程名称	课程类别	周学时	学生届数	学生总人数	数字信号处理	必修	3	5	508	无线通信原理	必修	4	2	213	随机信号分析	必修	2	1	103	数字信号处理(II)	学位课	3	3	335 (研究生)	阵列信号处理	选修	3	1
课程名称	课程类别	周学时	学生届数	学生总人数																															
数字信号处理	必修	3	5	508																															
无线通信原理	必修	4	2	213																															
随机信号分析	必修	2	1	103																															
数字信号处理(II)	学位课	3	3	335 (研究生)																															
阵列信号处理	选修	3	1	10 (研究生)																															
3) 承担的实践性教学任务																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>内容</th> <th>学生届数</th> <th>学生总数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>通工专业科研训练(OFDM系统典型峰值均值比方法的实现)</td> <td>1</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>本科毕业设计</td> <td>5</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td>硕士毕业论文</td> <td>5</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>						内容	学生届数	学生总数	通工专业科研训练(OFDM系统典型峰值均值比方法的实现)	1	35	本科毕业设计	5	36	硕士毕业论文	5	20																		
内容	学生届数	学生总数																																	
通工专业科研训练(OFDM系统典型峰值均值比方法的实现)	1	35																																	
本科毕业设计	5	36																																	
硕士毕业论文	5	20																																	

4) 主持的教学研究课题

项目名称	项目来源	经费	主持/参加	起止日期
线性控制理论课程建设	西安邮电学院	0.8 万	主持	2003-2004
MATLAB 双语教学研究	西安邮电学院	1 万	主持	2009-2010
通信工程系实验室资源整合及网络互连规划与实现	西安邮电学院	0.6 万	主持	2010-2012

5) 作为第一署名人在国内外公开发行的刊物上发表的教学研究论文

通信工程类专业“数字信号处理”课程教学的改革与实践[C], 2010 年亚太信息网络与数字内容安全会议, 2011。

6) 获得的教学表彰/奖励 (不超过五项)

① “构建全方位开放式实践教学体系, 提升无线安全领域工程应用型人才培养质量”, 获陕西省教学成果一等奖(第一完成人), 陕西省政府, 2013;

② “现代通信技术”省级实验教学示范中心负责人, 2011;

③ 陕西省师德先进个人荣誉称号, 陕西省教育厅, 2010;

④ “通信原理实验”和“无线通信原理”分别获 2007 年和 2012 年陕西省精品课程(课程负责人), 陕西省教育厅;

⑤ 西安邮电学院青年教师讲课比赛一等奖, 西安邮电学院, 2003。

7) 主编的省部级及以上规划教材、获奖教材

① 主编工业和信息化普通高等教育“十二五”规划教材立项项目、21 世纪高等院校信息与通信工程规划教材《数字信号处理及应用》, 人民邮电出版社, 2012;

② 参编高等院校电子信息类教材《数字信号处理》, 北京邮电大学出版社, 2004;

③ 参编《DSP 实用技术》, 西安电子科技大学出版社, 2002。

1) 课程负责人近五年来承担的学术研究课题

课题名称 (课题编号)	来源	年限	本人所起作用
多天线 OFDMA 关键技术研究 (NCET-08-0891)	教育部新世纪优秀人才	2009.01-2011.12	主持
SDH 多业务片上系统 (SOC) 设计与研究 (210224)	教育部重点项目	2010.01-2011.12	主持
无中心认知系统的可信频谱协作感知算法研究 (61271276)	国家自然科学基金	2013.01-2016.12	主持
TD-LTE-Advanced TTCN 终端协议仿真测试仪 (2012ZX03001025)	国家科技重大专项	2012.01-2013.12	主持
分布式协作频谱感知中的先进技术	与 Nokia 公司合作项目 (横向)	2012.06-2013.07	主持

2) 在国内外公开发行人物上发表的学术论文

题目	刊物名称	署名次序	时间
Joint Optimization for PAPR Reduction and Opportunistic Beamforming (OBF) in OFDM Systems	Wireless Personal Communications	第一	2010
Novel Spectrum Sensing Method Based on the Spatial Spectrum for Cognitive Radio Systems	Journal of Electronics(China)	第一	2010
MIMO 系统中动态天线模式调度的波束形成	北京工业大学学报	第一	2010
基于最大最小特征值之差的频谱感知技术研究	电子与信息学报	第一	2010
Equivalent Channel Eigen-Values Product Quantization Criterion for Limited Feedback Beamforming in MIMO Systems	IEEE ICCT2010	第二	2010

3) 获得的学术研究表彰/奖励

奖项名称	授予单位	署名次序	时间
陕西省高校科技进步三等奖	陕西省教育厅	第一	2008.6
陕西省高校科技进步二等奖	陕西省教育厅	第一	2011.6
中国电子学会科学技术进步三等奖	中国电子学会	第一	2011.12

2. 课程团队

课程 团 队 结 构	姓名	性别	出生年月	专业技术职务	学科专业	在本课程中承担的工作	签字
	卢光跃	男	1971.09	教授	信号与信息处理	主讲	
	邵朝	男	1955.07	教授	信号与信息处理	主讲	
	孙长印	男	1963.03	副研究员	信号与信息处理	主讲	
	包志强	男	1978.10	副教授	信号与信息处理	主讲	
	黄庆东	男	1976.12	副教授	信号与信息处理	主讲	
	郑文秀	女	1979.12	副教授	电路与系统	主讲	
	赵小强	男	1977.01	副教授	测控仪器	主讲及实验指导	
	雷博	女	1981.06	副教授	模式识别与智能系统	主讲	
	兰蓉	女	1977.12	副教授	模式识别与智能系统	主讲及实验指导	
	黄琼丹	女	1979.12	讲师	信息与通信工程	主讲及教学督导	
	刘卫华	女	1977.02	讲师	信号与信息处理	主讲	
	付银娟	女	1977.08	讲师	信号与信息处理	主讲及实验指导	
	李大湘	男	1974.09	讲师	信息与通信工程	实验指导	
	单洁	女	1978.05	讲师	信息与通信工程	主讲及实验指导	
	和煦	男	1980.7	讲师	信息与通信工程	实验教学	
	徐健	女	1981.10	讲师	信息与通信工程	实验教学	
	李晶	男	1983.11	讲师	模式识别与智能系统	实验教学	
	姜晖	男	1976.12	讲师	信号与信息处理	实验教学	

课程团队（含优秀的教育技术骨干和行业背景专家）的知识结构、年龄结构、学缘结构、师资配置情况、近五年培养青年教师的措施与成效：

一、课程团队整体素质

“数字信号处理”课程团队现有主讲及辅导/实验教师 18 人，教学队伍力量雄厚，职称结构、年龄结构、学历结构和学缘结构合理，是一支热爱教育事业、师德高尚、充满活力、开拓进取的课程团队。

1) 知识结构

团队教师中包括博士 12 人，在读博士 4 人，硕士 2 人，知识结构合理。团队教师除了承担“数字信号处理”教学任务外，还有 5 位教师直接参与了先修课程“信号与系统”的授课任务；5 位教师直接参与了后续课程“通信原理”、“通信原理实验”的授课任务；4 位教师承担了 DSP、FPGA 的教学与实验工作；12 位教师从事通信信号处理、通信调制识别等的研究，具有较强的通信领域知识背景，有利于将通信专业知识和应用实例引入到信号处理课程中。

2) 年龄结构

课程教学团队是一支年轻、有朝气的团队，教师平均年龄 37 岁，50~59 岁 2 人，40~49 岁 1 人，40 岁以下的青年教师 15 人。

3) 职称结构

团队中现有教授 2 人，副教授（含副研究员）7 人，讲师 9 人，高级职称教师的比例为 50%，职称结构配置合理。

4) 学缘结构

团队教师分别来自西安电子科技大学、西北工业大学、西安交通大学、陕西师范大学等著名高校，其中 5 位教师具有在大唐电信、中电 20 所、航天恒星等大型企业长期工作的经历，具有在不同领域（通信信号处理、信号检测、图像处理等）的信号处理科研和教学经历，从而使得该课程能够综合多个大学的教学特色和企业的工程实践背景，有利于根据本课程的培养目标，设计出合理的教学方案。因此，本教学团队学缘结构合理。

团队教师知识结构、年龄结构、职称结构分布图如图 2-1 所示。

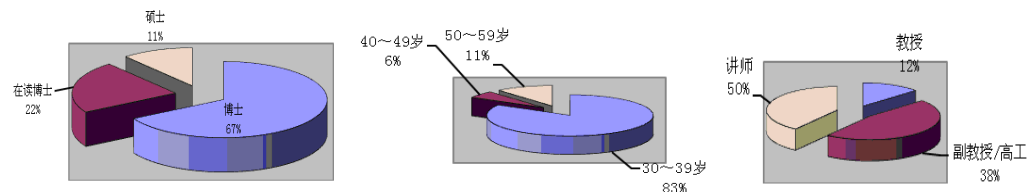


图 2-1 团队教师知识结构、年龄结构、职称结构分布图

5) 师资配置

本课程的师资配置如表 2-1 所示。

表 2-1 数字信号处理教学团队师资配置

教师人数	学生人数	比例
主讲教师 9 名	976	1:110
实验教师 9 名	454	1:50

师资配置合理，能够保证教学和实践环节的顺利进行。

二、近五年培养青年教师的措施与成效

青年教师是教学团队发展的后备力量，对青年教师的培养关系着课程的发展前途。近五年来，为了优化教师资源配置，学校和课程团队采用积极有效的措施，加大中青年教师的培养力度，努力提高教师学历、职称层次，建设一支学历层次、职称比例、年龄梯队和知识结构与本课程教学科研工作要求相适应的师资队伍，形成了科学合理的师资队伍结构。具体措施及成效如下：

1) 选派教师在国内外深造、培训，提升教学团队整体素质

团队重视教师的国内外培训经历，提升教师的教学科研水平。学院选派卢光跃教授在瑞典 Uppsala 大学从事博士后访问研究，主要从事正交频分复用(OFDM)系统中信号处理技术研究，邵朝教授在美国加州大学 Davids 分校从事阵列信号处理领域的访问研究。在此期间，两位老师也学习了国外先进的教学理念和教学方法，并将其用于我校“数字信号处理”的教学中。

团队鼓励青年教师到其他高校攻读学位或短期进修：2012 年 1 月卢光跃老师在韩国进行信息通信技术方面的培训；选送黄琼丹老师到陕师大参加 2012 年陕西省高校中青年教师培训第一期学习班学习；雷博、刘卫华、李大湘等 8 名教师借助全国高校教师网络培训中心平台，通过网络学习了电子科技大学彭启琮教授对于“数字信号处理”课程的建设思路、双语教学、电子课件等方面的经验介绍；黄琼丹、徐健参加了国家专业技术人员知识更新工程培训；和煦老师参加“数字信号处理”精品课程培训；另外，团队成员徐健、李晶、黄琼丹和付银娟分别在西安交通大学、西安电子科技大学、西北工业大学攻读信号与信息处理博士学位。

团队教师及年轻教师通过各种方式的学习，汲取先进的教学经验，提升

了教学科研能力，快速成长为教学骨干力量。

2) 建立行业专家聘请机制，开展前沿动态新内容引入

借助学校完善的外聘专家聘任机制，聘请国内外专家通过来校长期工作、短期交流及讲座等形式，将数字信号处理的前沿技术引入教学团队，更新教学内容，从而使教师在熟悉原理的基础上，能适时地把握前沿技术。目前，学校已聘任 NOKIA 移动互联网专家张鹏博士（芬兰籍）、原大唐移动总裁谢永斌博士等来校工作，聘请国家“千人计划”特聘专家、美国乔治华盛顿大学工业工程专业博士、网经公司总裁刘继明博士、大唐移动王安义博士、中兴公司曾朝华博士等为学院的客座教授，与课程团队成员进行教学与学术交流。

通过聘请专家，使教学团队了解学科前沿动态，及时更新教学内容及教学方法，从而保证本课程建设与信号处理技术的发展保持一致。

3) 注重教学研究活动，健全青年教师传帮带机制

实施青年教师导师制，为每位青年教师配备一位经验丰富的导师，负责指导年轻教师开展教学与科研工作，通过示范课、教师督导、教学经验交流等定期的教学研究活动，使青年教师能较快地掌握教学方法。同时，要求新上课的年轻教师必须经过教学辅导、教学培训和教学试讲等各个环节，合格后方可上讲台，从而严把教学质量关，使教学水平不断提高。

定期组织教学研讨，对教学过程中的难点和疑点进行讨论。在教研活动中，团队曾邀请西安交通大学殷勤业教授、邹理和教授对数字信号处理团队进行了整个课程的培训，通过对老教师教学过程的观摩来学习如何组织课堂教学及与学生的互动。同时研讨会也经常邀请企业专家对团队教师进行硬件平台培训，提升教师的工程实践能力。此外，通过青年教师之间互相听课、交流教学心得，在教学实践中相互促进，提高教学效果。最后，定期组织青年教师进行各项教学竞赛，推荐优秀的教师参加校级比赛。图 2-2 为团队教师接受 DSP 嵌入式平台培训实景，图 2-3 为数字信号处理教学研讨会实景。



图 2-2 团队教师在接受 DSP 嵌入式平台培训



图 2-3 数字信号处理教学研讨

经过长时间的教师团队的建设，课程建设团队在教学水平、师德建设等方面取得了很好的成效。在全校学生评教过程中，本课程青年教师授课的满意率名列前茅。课程负责人卢光跃教授在历年的学评教中，均居前列，2007 年及 2008 年获西安邮电大学“十佳教师”称号，2010 年获得“陕西省师德先进个人”荣誉称号；黄琼丹获 2012 年陕西省高等学校青年教师教学竞赛优秀奖；卢光跃、黄琼丹、付银娟荣获学校青年教师讲课比赛第一名；郑文秀、刘卫华分别荣获二等奖、三等奖。徐健获 2010 年学校多媒体课件大赛一等奖。同时，课程团队所在的集体被评为陕西省师德先进集体 (http://www.snedu.gov.cn/news_gsgg/201209/03/5445.html)。

4) 依托通信类科研项目，确保课程的通信特色

科研、教学并重是本课程教师团队多年来的传统。近年来团队教师先后主持、参与并完成了“TD-LTE-Advanced TTCN 终端协议仿真测试仪”（2012ZX03001025）、“无中心认知系统的可信频谱协作感知算法研究”（61271276）等国家科技重大专项、国家自然科学基金、陕西省自然科学基金、陕西省科技攻关等项目。通过参与这些项目，使团队教师能够掌握信号处理基础理论在前沿技术领域的应用，极大地锻炼了教师的科研能力，提升了教师将研究成果融入教学的水平；同时也在通信类项目研究中，将研究成果提炼出典型的教学案例（如数字信号处理基本理论在 OFDM 系统中应用），并最终应用于教材和教学中，使得本课程的特色能够充分落实在教学的各个环节。

近五年来教学改革、教学研究成果及其解决的问题（不超过十项）：

近五年来，围绕我校“数字信号处理”课程的通信特色，我们在该课程教学内容改革、实践教学体系建设、系列教材建设、教学方法与考核方式改革等方面进行了全方位的教学研究与教学改革，取得了一系列的成果。

一、教学改革

1) 层次化设置课程，满足不同专业人才培养的需求

在教学内容方面，教学团队紧紧跟踪数字信号处理的发展趋势，并针对本校不同专业的需要，深入调研，因材施教，制定了三层次的“数字信号处理”课程教学内容：

- ① 面向通信工程、电子科学与技术专业、电子工程专业、信息工程、通信工程“卓越计划”专业等专业：56 学时理论+8 学时独立实验课；
- ② 面向自动化专业、测控技术与仪器等专业：48 学时；
- ③ 面向信息安全专业、网络工程等专业：32 学时。

2) 合理组织教学内容，凸显通信特色

在教学内容组织方面，除了普适信号处理理论及例子外，结合我校人才培养目标及团队教师的科研成果，创建了以**通信实例**为主的教学案例库。用案例库中的例子来展示某个重要概念的物理含义，加深学生对所学知识的理解。例如，在傅立叶变换性质中的频移特性，正是现代通信系统调制特性的概念，因此结合通信系统讨论频谱搬移的特点，可以使学生立即明白频移的物理含义和应用价值；又如，在滤波器中，FIR 滤波器具有非常重要作用，但对其物理含义的理解却不是那么直接，不过，如果借用移动通信系统这一背景，那么 FIR 本身就是多径信道的数学模型。建立起跨接二者的桥梁后，学生一方面很容易理解 FIR 滤波器本身，同时也对通信中的多径信道（即频率选择性衰落信道）有更加明确的和深入的理解。此外，能够保证严格的线性相位是 FIR 滤波器优于 IIR 滤波器的主要特性，但为什么需要严格线性相位则不容易理解，实际上，系统具有的线性相位意味着输入信号通过该系统后输出信号仅仅是输入信号的延时，这样的系统正是我们通信系统中期望的理想信道的数学模型。因此，借助于通信系统的理想信道和衰落信道，使学生对数字信号处理中的 FIR 滤波器的理解得到升华。

3) 教材建设成果丰硕，满足学生理论学习和工程实践需要

为了建立适应本学科人才培养模式，体现通信特色，结合团队多年来的

教学经验，卢光跃、黄庆东、包志强编写了由人民邮电出版社出版，工业和信息化普通高等教育“十二五”规划教材《数字信号处理及应用》，该书结合编者通信类课程授课经验及科研经历，总结和整理出“数字信号处理”课程中重要概念在通信系统应用实例，并融入到课堂中，加深学生对相关知识点的理解，使“数字信号处理”课程具有浓厚的“通信”气息。从两年的使用情况看，该书得到了学生和老师的高度评价。在注重基础教材建设的同时，我们进行了实践环节的教材建设。2002年，卢光跃参编了西安电子科技大学出版社出版的《DSP实用技术》；2013年，赵小强、李大湘等老师结合工程实际编写，人民邮电出版社出版的工业和信息化普通高等教育“十二五”规划教材《DSP原理及图像处理应用》由算法引入、基本原理、算法步骤、流程图、DSP代码分析与仿真试验等主体部分组成，内容新颖，达到理论与实践相结合的教学目的，从而培养学生的动手能力，有利于学生更好的掌握DSP处理器，为学生的工程实践打下了坚实基础。与此同时，我们还编写了和教材配套的实验指导书，习题册及学习指导书，形成了的“夯实基础注重特色”的教材体系。图2-4为课程组负责人及成员主编或参编的教材。



图 2-4 主编或参编的教材

4) 实践环节内容丰富，全面提升学生的动手能力

在实践教学内容设置方面，本着“知识-能力-素质”协调发展的教育理念，鼓励学生通过实验去掌握基础理论知识，并且探求新知，以求提高学生的信号处理的素养。

① 在实验内容设计上，除了进行常规的信号频域分析、系统分析及设计等，结合我校通信类人才培养的定位，我们适时地将最新通信技术融入到科

研训练中。通信系统中很多问题就直接是信号处理的直接应用，比如，CDMA(Code Division Multiple Access)和 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)是第三代和第四代无线通信的调制技术，而且，由于信号卷积及相关运算时 CDMA 系统多元化检测的基础,CDAM 多用户检测直接依赖匹配滤波算法实现；DFT 是 OFDM 系统正交调制的基础，降低 OFDM 信号峰均值比问题直接借助于 DFT 的性质来实现。通过这些基本延展的内容引入到实践环节中，从而达到科研成果向教学转化的目的，促进学生对数字信号处理的理解和知识的拓宽，使我校数字信号处理课程的“通信特色”更加明显。

② 在本课程的实践环节中，针对课程设计、科研训练、开放实验设计、科技创新以及各种电子竞赛活动中进行了多种改革和探索。把数字信号处理的 MATLAB 仿真实现和 DSP、FPGA 硬件实现融合在该课程的实践中，大大提高了学生的创新思维和工程应用能力。在硬件开发系统实验中，学生可以通过设计通信系统中的核心功能模块（如 FIR 滤波器、功率谱分析模块等），并有选择的搭建基本的通信系统，将理论知识与实践能力有机的结合起来。

③ 在硬件实验环境建设方面，与 TI 公司联合建立了“西安邮电学院-美国德州仪器数字信号处理方案实验室”，与美国 XILINX 公司成立了“通信信号处理联合实验室”，与成都道惟尔科技有限公司建立了“西安邮电学院-成都道惟尔科技物联网联合技术中心”等专业实验室。依靠这些实验室，为学生提供算法实现的必要环境和为 DSP 系统综合课程设计创造了良好的实践平台，将实验教学作为主要的教学手段，配合相关的科研项目、科技制作、电子设计竞赛，开发出一套内容完整的、实际可行的课程内容和实验方案。

5) 将双语带进课堂，全面提升学生阅读英文资料的能力

随着知识经济的发展，信息化、网络化的普及，国际化的发展，我们将采用部分具有通信专业特色和信号处理方面的专业名词进行双语教学，并辅助专业英语课程的学习，从而提高学生查阅、阅读科技文献和资料的能力，为学生在今后的工作和学习中阅读英文资料、扩大国际视野做好准备。

6) 利用“微课程”的网络学习手段，加深重要知识点的理解

运用建构主义方法，把“数字信号处理”课程中的关键技术、知识点录制成视频，形成 PPT 式微课程和讲课式微课程，带给学生一系列的知识脉冲，方便学生在线学习或移动学习。目前已经进行了部分视频微课程的录制，帮助学生更深刻、更全面的理解。

二、教学、科研、竞赛成果

教学团队的教师在做好教学工作的同时，积极从事教学改革、研究与探索，课程团队成员累计申请、参与各类高教研究课题 10 余项，其中主要的项目、论文、竞赛分别如表 2-2、表 2-3、表 2-4 所示。

表 2-2 教改项目

序号	项目名称	项目来源	时间
1	地方普通高校电子信息类卓越工程师培养体系的研究与实践	陕西高等教育教学改革研究重点项目	2011
2	面向“卓越计划”的数字信号处理课程教学改革	西安邮电大学教改项目	2012
3	面向卓越计划的信号处理类人才培养模式探索与实践	西安邮电学院教改项目	2010
4	本科扩招后专业实验课教学改革探索	西安邮电学院教改项目	2007
5	工科实践教学团队的建设与运行机制研究	西安邮电学院教改项目	2009
6	MATLAB 与通信实验仿真	西安邮电学院教改项目	2008
7	《数字信号处理器》课程建设	西安邮电学院教改项目	2011
8	《信号分析处理及应用》课程建设	西安邮电学院教改项目	2008
9	通信与信息工程专业数字系统设计系列课程建设	西安邮电学院教改项目	2011
10	学生竞赛-科技创新-教师科研 互动模式的创新与实践	西安邮电学院教改项目	2008
11	结合学科竞赛和教师科研，构建信息类创新人才培养体系	西安邮电学院教改项目	2010

表 2-3 发表论文

论文名称	作者	发表时间	发表期刊
通信专业核心实践教学的研究与实践	卢光跃	2011	实验室研究与探索
面向卓越计划的信号处理类人才培养模式探索与研究	黄庆东	2011	2011 年第二届亚太青年通信学术会议
Teaching Researches on Communication and Information	黄琼丹	2011	IECA2011(ISTP 检索)

Curriculum			
浅谈卓越工程师的培养方法及实施策略	徐健	2011	ESE2011(ISTP 检索)
高等教育双语教学效果分析及教学方式研究	徐健	2011	ESE2011(ISTP 检索)
导师性班主任制在本科教学中的探索与实践	徐健	2010	高等教育与学术研究

表 2-4 指导学生竞赛获奖情况

题目	指导教师	级别	时间
基于 FPGA 数字幅频均衡器实现	单洁	全国大学生电子设计竞赛三等奖	2009
宽带运算放大器设计	赵小强	陕西省第二届大学生 TI 杯模拟及模数混合电路应用设计竞赛一等奖	2010
基于 Intel 平台的导航系统设计	赵小强	全国大学生电子设计竞赛嵌入式系统专题邀请赛（英特尔杯）全国二等奖	2010
宽带运算放大器设计	李晶	陕西省第二届大学生 TI 杯模拟及模数混合电路应用设计竞赛二等奖	2010
基于生物监测的太阳能水质监控网络环保系统	赵小强	第十二届挑战杯全国大学生课外学术科技作品竞赛二等奖	2011
自动射击报靶装置	李晶	全国大学生电子设计大赛陕西赛区三等奖	2012

3. 课程建设

详细介绍课程持续建设和更新情况：

数字信号处理在我校设为专业基础课的平台主课，也是校级重点课程和优秀课程，支撑着我校包括一个国家级专业综合改革专业、三个省级专业综合改革专业、两个省级名牌专业、三个省级特色专业在内的近 20 个本科专业人才培养。本课程在构建专业知识结构体系和专业人才培养等方面起到了至关重要的作用。

一、课程历史沿革

从 1986 年我校恢复自主招生起，在通信工程、计算机科学与技术等专业就开设了“数字信号处理”课程。自此之后，该课程的建设紧随数字信号处理技术的发展及我校人才培养的定位，教学方法不断改进，师资队伍不断壮大。在 20 余年的发展中，我校“数字信号处理”课程建设在以下几个方面进行着持续的更新：

1) 课程受众面从窄到宽

从 1986 年我校恢复自主招生起，仅在通信工程专业开设数字信号处理限选课。随着数字信号处理课程在本科教学中的不断深入，我们逐渐扩大该课程的教学受众面，现已为我校通信与信息工程学院、电子工程学院、计算机学院、自动化学院、理学院、国防生班，边防子女预科班等，近 20 个专业开设了数字信号处理课程，同时数字信号处理也成为我校工科研究生入学考试复试考核科目。同时，从 1999 年开始配合成教院面向西宁、银川、乌鲁木齐等 10 多个函授站开设该门课程的函授课教学，推动了该门课程在工程实践领域的普及。

2) 课程性质从单一到多样

本课程最初在我校作为限选课学时为 80 学时，国家工作日改为每周五天后，学时变更为 64 学时。1998 年国家教育部调整专业目录，增开新专业，数字信号处理随着各专业的培养方案的不同，分为三个层次展开教学，通信工程、电子与信息工程、信息工程等专业为 64 学时，自动化、智能科学与技术等专业为 48 学时，信息安全等专业为 32 学时，并依据各专业的培养计划，分为必修、限选、任选课，实验学时占总学时的比例也有所不同。并针对通信工程专业开设了课程设计的集中实践环节，进行软件仿真、硬件实现等教学。同时对通信工程专业部分班级采用具有通信专业特色和信号处理方面的专业名词进行双语教学。

3) 课程内容由“普适性”到“普适与特殊”相结合

我校数字信号处理课程最初的教学偏重信号处理“普适性”理论教学。结合我校的通信特色及学生培养定位，本课程通过引入通信背景知识，让学生在掌握基础理论

的基础上，能够了解基础理论在通信系统中的具体应用，达到学以致用目的。我校通信工程专业作为教育部“通信工程专业卓越工程师教育培养计划”试点，而我们具有通信特色的数字信号处理课程契合了我校通信工程专业“卓越工程师教育培养计划”和“专业综合改革试点”的培养需求。

4) 教材从单一到配套

对于教材的使用和建设，我们本着与时俱进的原则，在不同的历史时期选用和编写了不同的教材。

我校数字信号处理教学最初使用的教材是西安交通大学邹理和编著的《数字信号处理》(1985)，1994年开始使用丁玉美和高西全教授编著的《数字信号处理》作为教材；2004-2007年期间在成教和专升本教学中使用我校邵朝、阴亚芳、卢光跃编写的《数字信号处理》。为了建立适应本学科人才培养模式，体现通信特色，卢光跃、黄庆东、包志强编写了由人民邮电出版社出版，工业和信息化部普通高等教育“十二五”规划教材《数字信号处理及应用》。在注重基础教材建设的同时，由工程经验丰富的赵小强、李大湘等老师结合工程实际编写，人民邮电出版社出版的工业和信息化部普通高等教育“十二五”规划教材《DSP原理及图像处理应用》。与此同时，我们还编写了和教材配套的实验指导书，习题册及学习指导书，形成了“夯实基础注重特色”的教材体系。

5) 师资结构不断优化

上世纪八十年代的师资队伍主讲、辅导/实验教师共7人，以邮电高校毕业的本科生为主要力量，学历结构偏低，学缘结构相对单一。1998年至2008年，师资队伍不断扩大，有4名教师获得硕士学位，2名教师获得博士学位，2名教师有海外学习经历，并引进毕业于西安交通大学、西安电子科技大学、西北工业大学、中科院著名高校和研究所毕业硕士6名，学历结构得到显著提高，学缘结构渐趋合理，师资队伍工程实践能力增强。2009年至今，师资力量得到了长足的发展，引进国内著名高校博士4名，硕士4名，从大唐移动通信设备有限公司和中兴通讯股份有限公司引进高级工程师、副研究员2人，学缘结构也更加合理，师资队伍工程实践能力增强。经过20多年的积累，我校数字信号处理“传帮带”的梯队不断完善，形成了有很强凝聚力的团队。

6) 实践教学从“纯软件”到“软硬结合”

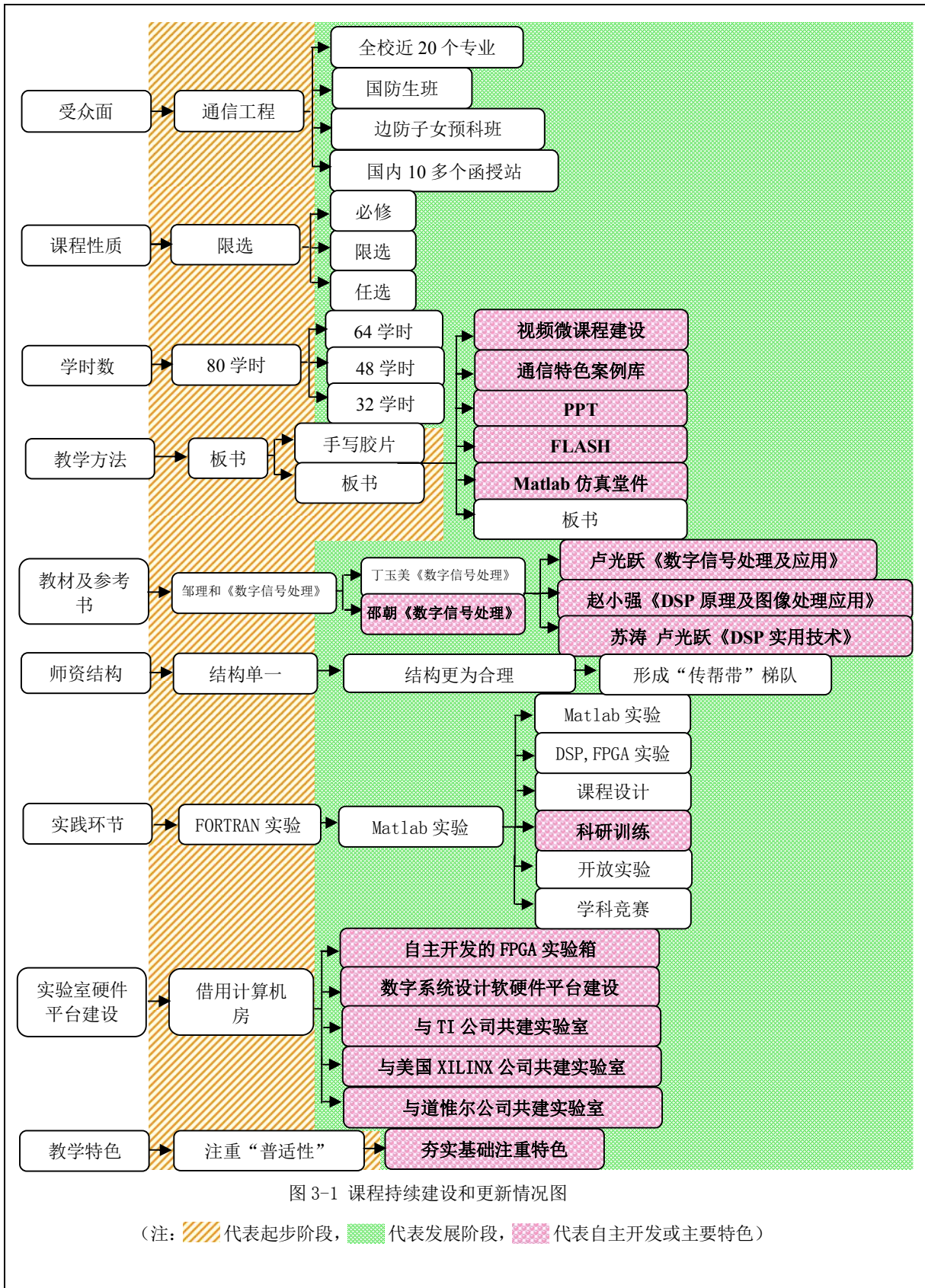
数字信号处理课程在1998年以前的实践环节以FORTRAN语言上机实验为主，根据教学改革的要求，需要加强素质培养。因此，课程组在实验教学方面做了大量的工

作。1999 年，在电子信息工程专业开设以 Matlab 仿真为主的实验课，并以此为起点进行了各种实践环节内容的丰富，如开放实验、科技制作、电子设计、科研训练、学科竞赛等内容。2000 年后，开始着手进行硬件平台建设，自主开发了 FPGA 实验箱；搭建了工程专业数字系统设计的综合软硬件平台；与 TI 公司联合建立了“西安邮电学院-美国德州仪器数字信号处理方案实验室”，与美国 XILINX 公司共建“通信信号处理联合实验室”，与成都道惟尔科技有限公司共建“西安邮电学院-成都道惟尔科技物联网联合技术中心”等专业实验室等。

7) 教学方法和手段不断丰富

上世纪 80 年代的主要教学手段是用板书的方式授课。我们从 1992 年开始着手数字信号处理课程 CAI 的建设，组织制作了电子教案、多媒体课件等计算机辅助教学资料。课程的相关教学大纲、教案、网络课件、习题、实验指导、参考文献目录等都能够上网免费开放，还部分实现了远程交互式教学。结合学校人才培养定位及通信技术的发展，我们还开发了教学案例库，让学生掌握数字信号处理在通信领域的应用。同时，从 2012 年开始进行了“数字信号处理”视频微课程建设，把“数字信号处理”课程中的重点、难点、疑点录制成视频，形成 PPT 式微课程和讲课式微课程，方便学生有选择性、可重复性的学习，并推动了本课程的资源共享进程。

课程持续建设和更新的情况如图 3-1 所示。



总之，经过 20 多年不断的探索，实现了课堂教学的学科专业化、双语化、多媒体化和 Matlab 仿真的形象化；完成了基于数字信号处理及其在通信系统应用实验教学平台搭建；形成了具备通信背景的、高水平、高素质、年龄和学历结构、知识结构合理的教学梯队。

二、课程下一步建设规划

作为我校通信工程专业“卓越计划”和国家级“专业综合改革”试点重要的建设课程，为了切实贯彻高教质量三十条精神，本课程下一步的建设目标是：按照人才培养目标要求，体现现代教育思想，符合科学性、先进性和教育教学的普遍规律，围绕“卓越计划”改革试点，夯实基础，突显通信行业特色，增强本课程的示范和辐射推广作用。下一步的建设的具体思路为：

1) 注重教学多元化，以学校人才培养定位为目标，凸显通信特色。

针对学生的基础和发展需要，因材施教，实现教学的多元化和层次化。并结合我校的通信特色，从教材选用、师资配备、教学内容组织和实践教学内容设置方面做进一步的改革，将通信的背景知识融入到教学实践中，使“数字信号处理”课程教学方向多元化、教学内容合理化、教学案例特色化。

2) 依托“卓越计划”校企合作平台，开展校企合作，推动教学的工程化，实现学习和就业的无缝对接。

利用邮电高校的行业优势及师资队伍中的工程优势，依托“卓越计划”校企合作平台，积极与行业内的国内外著名通信企业沟通，以共建实验室、共培师资、探讨课程大纲等方式进行合作。

3) 紧跟数字信号处理学科的最新进展，建立课程内容的长效更新机制。

紧跟数字信号处理技术、通信技术的新方向，进一步发挥教学和科研“相辅相成，相生相长”的作用，采取各种可行的措施，如新技术进课堂，前沿讲座等，让学生接触到学科前沿，有利于学生学术根基的培养和进一步的深造。

4) 以学科竞赛为载体，促进学生创新能力的培养，推动课程建设。

数字信号处理中的采样、采样的恢复、快速傅里叶变换、滤波器设计等内容在很多数字系统中都会用到，从而使得该门课程和学科竞赛直接有着天然的联系，容易实现和学科竞赛的有机结合。我们的教学团队鼓励学生参加全国嵌入式竞赛、挑战杯竞赛、物联网创新大赛，并取得了良好的成绩。后续需要进一步总结和交流，从学科竞赛中发现教与学中存在的问题，推动课程建设及学生实践能力的提升。

5) 探索数字信号处理课程群建设, 提高教学的整体质量。

数字信号处理在整个学科体系中有着承上启下的作用, 和先修课程“信号与系统”后续课程“通信原理”、“数字图像处理”、“随机信号分析”等关系密切, 把这些具有一定学科相关性、知识完整性、内容继承性、结构相对独立的课程进行有机集成为机构合理、层次清晰、相互配合、相互照应的连环式课程群体, 推动宏观层面上课程体系结构的优化和整合, 从而使教学整体质量得到提高。

6) 加快教学视频全程上网进程, 完善“数字信号处理”课程网络教学平台。

完善“数字信号处理”课程系列多媒体教学课件、演示动画, 用两年时间制作全程教学视频, 构建丰富的课程资源库, 完善课程网络教学平台, 依托“数字信号处理”课程网络教学平台, 每学期同步更新教案、习题、多媒体课件、参考资料等教学资源。建立网络答疑系统, 做到对学生问题的及时反馈。

7) 完善数字信号处理视频微课程、特色教学案例库建设

完善“数字信号处理”视频微课程的录制, 不断增加新的关键知识点微课程视频; 加快核心知识架构、特色教学案例等建设, 帮助学生更深刻的理解。

8) 不断改进教学方法和手段, 激励学生自主学习, 把提高教学质量落到实处。

①完善专业课程设计中项目驱动的教学模式。

②开展教师团队协同教学、理论教学与生产实践结合的专业课教学改革试点。

③教师授课与学生讲课相结合的教学模式。

④教师说课与讲课相结合。

⑤教师要提升对知识驾驭的高度。

⑥改革实验室运行机制, 将传统的教师管理改为教师与学生共同管理。

⑦考核方式的改革。作业分基本题和编程题两部分, 占总评成绩的 20%。基本题是手写必须完成; 编程题是一些较复杂和深入的研究型题目, 学生可有选择地完成并通过 email 等网络方式上交与批改。实验成绩占总评成绩的 20%。专题讲座的分组讨论报告占总评的 10%。期末考试采用半开卷的考试模式, 占总评的 50%。学生自带 1 张 A4 纸, 书写该课程的公式和内容总结, 卷面题型增加设计型和理论分析性题型。

下一步建设规划图如图 3-2 所示。

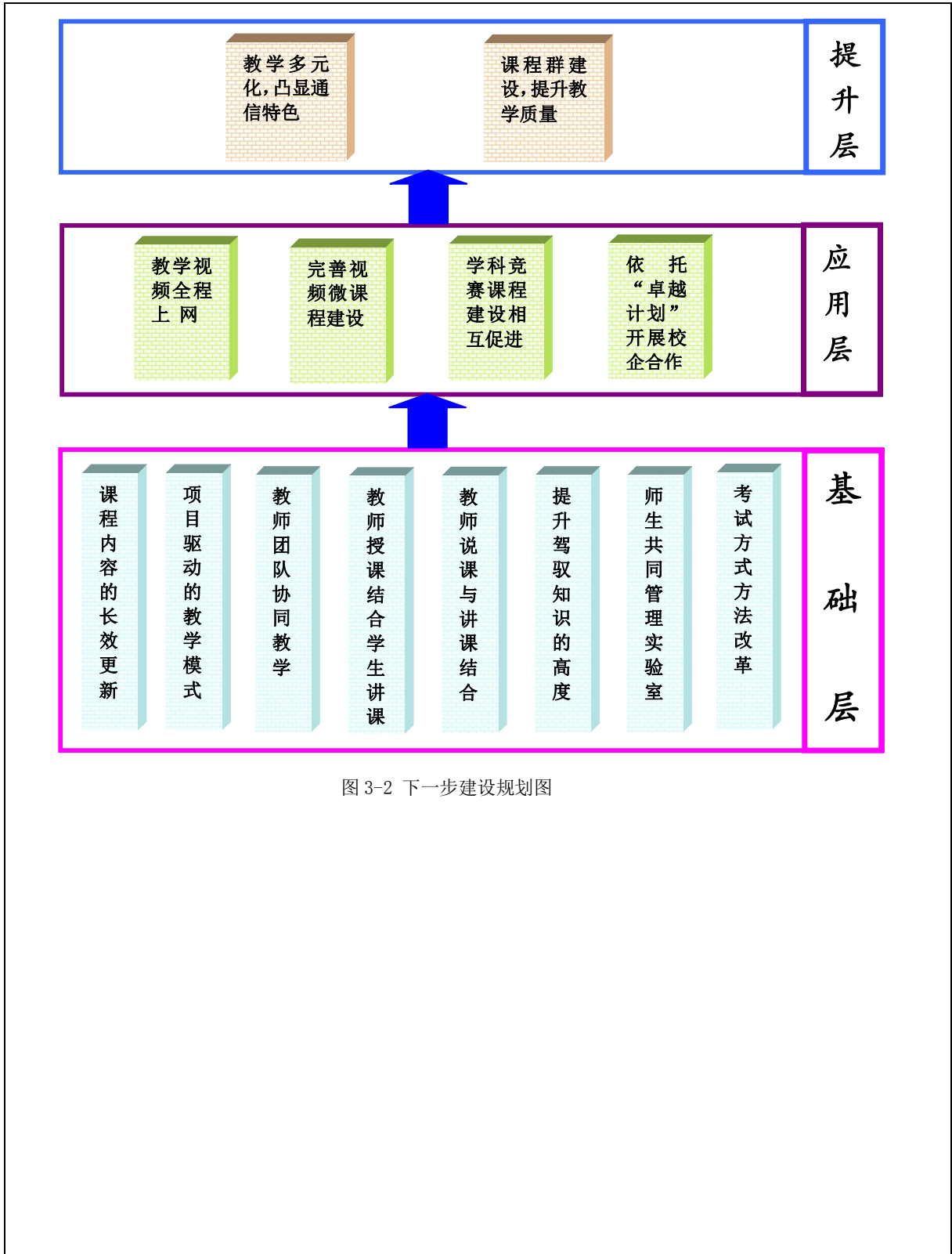


图 3-2 下一步建设规划图

4. 课程内容

课程的内容、结构、知识点、课时等方面的组织安排：

一、课程在专业培养目标中的定位

我校注重通信类人才的培养，信号处理知识体系是通信类专业知识结构最重要的一条主线，而数字信号处理则是该知识体系中最重要的一门课程。

数字信号处理是理论性和工程性都很强的课程，是通信与信息系统、信号与信息处理等学科的专业核心基础课。其先修课程为信号与系统，而其后续课程为随机信号分析、信号检测与估值、图像处理、传感器与检测技术等，在整个理论与实践课程体系中起着承上启下的作用。

二、课程目标

“数字信号处理”课程从模拟信号数字化处理的角度切入，系统地介绍数字信号及系统的时频域分析方法及数字系统设计，能够使学生加深对信号分析基本思想的理解，掌握信号数字化处理的理论与技术以及简单的数字系统(如滤波器)设计方法。与此同时，通过引入通信系统中的特色化例子，使学生在掌握数字信号处理普适性理论的基础上，了解这些理论在实际系统中的应用。

三、课程内容与结构

数字信号处理理论主要包括时域离散信号及系统的时频域分析方法、系统(FIR 和 IIR 滤波器)设计及实现两大部分内容。第一部分的核心内容包括序列的傅立叶变换、Z 变换、离散傅立叶变换、快速傅立叶变换及其应用，并实现时频域信号及系统的分析；第二部分内容涉及到 IIR 及 FIR 数字滤波器网络结构及系统的设计方法。这两部分内容的安排遵循人们对事物的“由分析到设计再到应用”的认知方式，相互依托，并逐步深化对基本理论的理解，这就构成数字信号处理课程内容的基本体系架构。课程的理论教学内容结构如图 4-1 所示。

数字信号处理课程实践部分主要有数字信号处理 MATLAB 仿真实验、基于 FPGA 的数字通信系统设计实验、基于 DSP 的数字语音图像处理实验。同时针对数字信号处理的实践环节，设置了多种形式的实践教学活活动，包括开放实验、专业课程设计、科研训练等。这些实践活动具有极大的灵活性，不同的授课老师根据各自的专业研究方向，设置更为丰富的体现通信特色、与科研项目和工程实践精密相关的各种专业题目，极大丰富了教学素材，拓展了学生的知识面。实践教学体系结构图如图 4-2 所示。

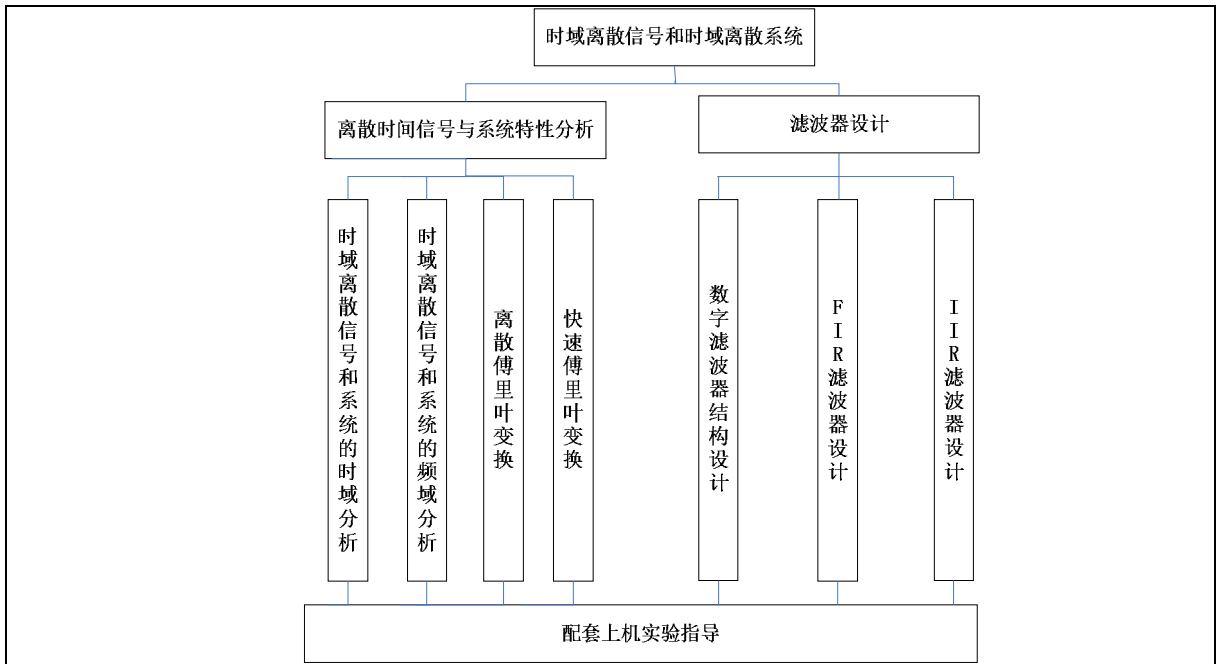


图 4-1 “数字信号处理”理论教学内容结构图

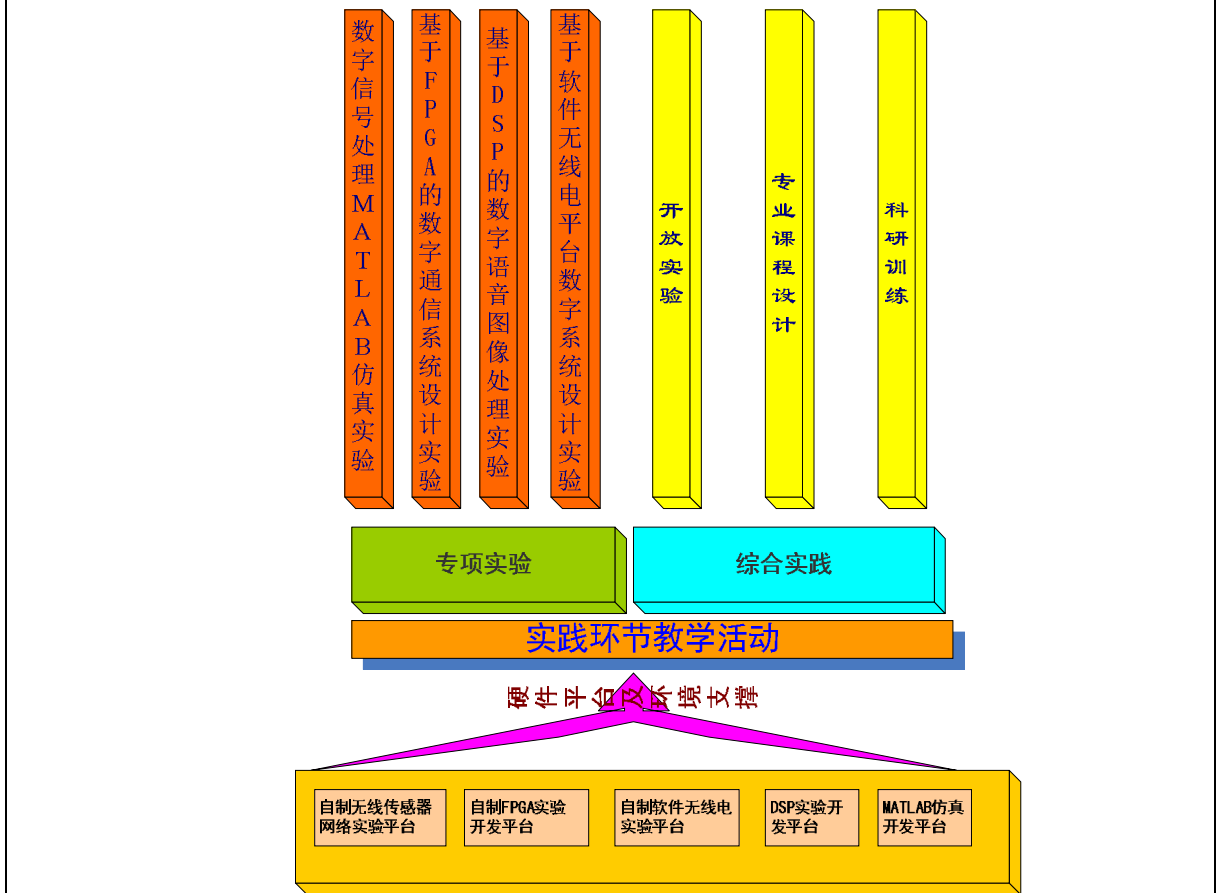


图 4-2 “数字信号处理”课程实践教学体系结构图

四、课程知识点、学时安排

1) “数字信号处理”理论教学部分

按照学生认知的规律，根据知识结构的先后次序，数字信号处理课程的知识点和学时安排如表 4-1 所示。

表 4-1 “数字信号处理”课程知识点、学时安排

模块 顺序	内容	学时	重点与难点	教学准备
1	时域离散信号与时域离散系统	6	线性卷积，时域离散系统的性质；基带采样定理，内插公式；模拟信号的采样与恢复	多媒体课件、FLASH、视频微课程
2	时域离散信号和系统的频域分析	6	傅立叶变换的性质；DFS，周期序列傅立叶变换的引入；Z 变换；系统函数	多媒体课件
3	离散傅立叶变换 (DFT)	10	DFT 的物理意义；隐含周期性；循环移位；循环卷积与线性卷积的关系；DFT 对连续信号进行谱分析；频率采样定理	多媒体课件、FLASH、视频微课程
4	快速傅立叶变换 (FFT)	4	提高 DFT 运算效率的思想，时域抽取法 FFT；频域抽取法基 2FFT	多媒体课件
5	滤波器结构设计	4	IIR 的 3 种基本网络结构；FIR 的 3 种基本网络结构	多媒体课件、FLASH、视频微课程
6	无限脉冲响应数字滤波器设计	8	巴特沃斯模拟低通滤波器设计法；如何由模拟滤波器的传输函数转换为数字滤波器的系统函数；线性模数频率转换；非线性变换实现频率压缩	多媒体课件

7	有限脉冲响应数字滤波器设计	6	两类线性相位的判定,幅度特点及线性相位型网络结构;窗函数法设计 FIR 滤波器的吉布斯效应;数字滤波器的优缺点	多媒体课件
8	实验 1:信号的表示	2	用 Matlab 实现信号的产生和画图表示	多媒体课件 Matlab 仿真软件
9	实验 2: FFT 谱分析及应用	2	同一信号的不同点数 FFT 的区别、语音信号的频谱分析	多媒体课件 Matlab 仿真软件
10	实验 3:信号的卷积运算	2	线性卷积和循环卷积的关系	多媒体课件 Matlab 仿真软件
11	实验 4: FIR 数字滤波器的设计	2	FIR 数字滤波器的有效字长效应	多媒体课件 Matlab 仿真软件

2) 实践环节部分

按照不同类型的实践环节,主要开设了“数字信号处理”课内实验、基于 FPGA 及 DSP 的数字系统仿真课程设计、通信系统(如 CDMA、OFDM)中信号处理技术实现科研训练,并以多种方式鼓励学生积极参与开放实验与科技竞赛。

①课内试验:实验内容和学时安排如表 4-2 所示:

表 4-2 “数字信号处理”课内实验内容、学时安排

模块顺序	内容	学时	重点与难点	教学准备
1	信号的表示	2	掌握各种信号的建模方式	多媒体课件 Matlab 仿真软件

2	FFT 频谱分析及应用	2	熟悉应用 FFT 对典型信号进行频谱分析的方法	多媒体课件 Matlab 仿真软件
3	信号的运算-卷积	2	掌握信号循环卷积计算线性卷积	多媒体课件 Matlab 仿真软件
4	信号的块处理算法-重叠相加法	2	实现信号的重叠相加法运算	多媒体课件 Matlab 仿真软件
5	信号的块处理算法-重叠保留法	2	通过实验和分析深入了解重叠保留法	多媒体课件 Matlab 仿真软件
6	IIR 数字滤波器的设计	2	脉冲响应不变法和双线性变换法设计 IIR 数字滤波器	多媒体课件 Matlab 仿真软件
7	FIR 数字滤波器的设计	2	掌握用窗函数法和频率采样法设计 FIR 数字滤波器	多媒体课件 Matlab 仿真软件

② 课程设计：“数字信号处理”课程设计时间为两周，基于 FPGA 及 DSP 的数字系统仿真课程设计与实验准备如表 4-3、表 4-4 所示：

表 4-3 基于 FPGA 的数字通信系统设计实验内容、学时安排

模块顺序	内容	学时	重点与难点	教学准备
1	数字系统的设计原理与实现方法	2	掌握 EDA 的概念、数字系统的特点、仿真、综合和自顶向下的设计方法；了解 FPGA 器件的结构和特点；掌握 FPGA 器件的设计文件下载和配置方法；	多媒体课件 FPGA 开发平台

2	常用基本电路模块的建模与设计	2	熟悉应用基本逻辑电路模块设计组合电路，及 FPGA 程序设计；熟练掌握 EDA 开发系统的操作与应用；	多媒体课件 FPGA 开发平台
3	快速傅里叶变换设计原理与实现	4	基于时间抽取的快速傅里叶变换的化简方法步骤，以及 FPGA 的实现；FFT-IP-CORE 的调用方法。	多媒体课件 FPGA 开发平台
4	IIR 数字滤波器的 FPGA 实现方法	10	基于 FPGA 的脉冲响应不变法和双线性变换法设计 IIR 数字滤波器；	多媒体课件 FPGA 开发平台
5	FIR 数字滤波器的设计	10	掌握用窗函数法和频率采样法设计 FIR 数字滤波器，并用 FPGA 实现	多媒体课件 FPGA 开发平台

表 4-4 基于 DSP 的数字系统仿真设计实验内容、学时安排

模块顺序	内容	学时	重点与难点	教学准备
1	DSP 工作原理介绍	6	DSP 工作原理、数字信号处理常用方法；熟悉使用示波器。	多媒体课件 DSP 平台
2	脉冲成形实验	6	研究几种常用脉冲成形中的信号波形与频谱；加深对奈奎斯特准则的理解；学会观察信号频谱，分析不同脉冲成形滤波后发送信号的频谱效率。	多媒体课件 DSP 平台
3	数字信号 FFT 实验	6	理解 FFT 运算原理，掌握 DSP 的 FFT 设计原理与实现	多媒体课件 DSP 平台
3	IIR 数字滤波器的 DSP 实现方法	10	了解 IIR 数字滤波器的工作原理和实现方式；研究低通滤波器对信号频谱的影响；熟悉数字滤波器的设计原则和方法；	多媒体课件 DSP 平台
4	FIR 数字滤波器的设计	10	掌握用窗函数法和频率采样法设计 FIR 数字滤波器，并用 FPGA 实现	多媒体课件 DSP 平台

③ 科研训练

本科学生科研训练的目的除了通过训练使学生能够了解科研的基本过程，使其具备初步的科研能力，更重要也要了解专业发展方向、研究方法和研究工具，并通过参与教师科研来实践。为此，我们对大三的学生进行为期两周的科研训练。科研训练根据学生的专业，侧重点有所不同，下面列出通信工程专业科研训练的具体安排，如表 4-5、4-6 所示：

表 4-5 “OFDM 系统典型峰均值比方法的实现” 科研训练内容及学时安排

第一周
第一天：介绍科研训练意义、文献检索方法、常用数据库使用方法，复习 MATLAB 语言的基本使用方法及数字信号处理工具箱的使用。
第二天： 熟练 MATLAB 语言基础，学生进行语法及编程练习，并联系利用 FFT 等函数实现对仿真数据及实际测量数据的频谱分析。
第三天：介绍 OFDM 系统的整体框架，学生熟悉教师给出完整的 OFDM 仿真链路。
第四-五天：详细介绍 OFDM 系统中信号峰均值比问题、系统架构，并要求学生分组进行各类峰均值比降低方法的资料查询、阅读，思考程序编写。
第二周：
第一至三天：学生分组、分工开展峰均值比方法（如部分传输序列方法、选择映射方法、基于循环移位的方法、基于变换部分传输序列方法）原理分析和探讨，着手开始完成 MATLAB 编程实现。
第四天：实现相应功能，给出相应结果，并将所分析算法嵌入到整个 OFDM 系统中，观察算法的性能。介绍科技论文撰写格式。
第五天：学生撰写科研训练报告并提交验收，分组答辩。

表 4-6 “CDMA 系统多用户检测算法的实现” 科研训练及学时安排

第一周：
第一天：介绍科研训练意义、文献检索方法、常用数据库使用方法，复习 MATLAB 语言的基本使用方法及数字信号处理工具箱的使用。
第二天： 熟练 MATLAB 语言基础，学生进行语法及编程练习，并联系利用 FFT 等函数实现信号相关运算、信号卷积运算等。
第三天：介绍 CDMA 系统的整体框架，学生熟悉教师给出完整的 CDMA 仿真链路。
第四-五天：详细介绍 CDMA 系统中多用户检测的问题、系统架构，并要求学生分组进行各类多用户检测算法的资料查询、阅读，思考程序编写。
第二周：
第一至三天：学生分组、分工开展多用户检测（如匹配滤波方法、最小均方误差方法）原理分析和探讨，着手开始完成 MATLAB 编程实现。

第四天：实现相应功能，给出相应结果，并将所分析算法嵌入到整个 CDMA 系统中，观察算法的性能。介绍科技论文撰写格式。

第五天：学生撰写科研训练报告并提交验收，分组答辩。

④开放实验与科技竞赛

开放实验环节是课程教学的延伸，学生可根据自己的兴趣选择参与。目前围绕本课程内容，已开展大量开放实验。

科研与学科竞赛环节是对“数字信号处理”课程理论与实践学习的深化与提高。结合自身科研项目，教师自主选题，并充分利用校内实验环境，指导学有余力、思维创新的学生积极参与教师科研项目，鼓励优秀学生自主科技立项或广泛参与全国大学生“挑战杯”科技竞赛、全国大学生博创杯嵌入式设计大赛等，并且在学科竞赛上取得了优异的成绩。这些活动的开展可以增强学生的工程设计与综合应用素质，培养学生的创新精神和创新能力。

五、课程的重点、难点及解决办法

本课程的难点在于：

- ①适应学校培养目标和定位，与学校“通信”特色密切关联是课程难点之一。
- ②体系化地理解数字信号处理各部分内容及在实际中的应用，是教学难点之一。
- ③如何适应科学技术的发展，将新知识融入教学中，拓宽学生视野，是教学的难点之一。

为解决上述难点，课程团队采取了以下措施：

- ①多方面入手，将理论知识与特定领域(如通信系统)中的实例结合。

普适的数字信号处理仅限于抽象的理论教学，使鲜活的知识教条化和抽象化。通信系统涉及到大量的信号分析和处理的问题，能够为信号处理课程提供了非常好的工程背景。同时，理论学习与工程实践的结合也是提高学生学习兴趣、巩固基础知识的最好方法。因此，需要在课堂中将看似复杂的理论知识与特定领域(如通信系统)中的实例结合。使通信工程专业的“数字信号处理”课程具有明显的通信特色，因此，我们从教材选用、师资配备、教学内容组织和实践教学内容设置入手，不断改进教学方法，着力提高该门课程的教学质量。

- ②合理安排授课内容，由浅入深层层剖析，理论联系实际穿插实例加深理解。

在知识的讲授过程中，例如在频域分析方法时，对每个变换都围绕着变换的定义、性质和定理展开，在遵循较严密的数学推导的基础上，着重介绍概念的物理含义，并

利用一些普适性的例子来加深对概念的理解；再如，在滤波器设计过程中，设置滤波器的性能指标具有一定随意性，而技术指标与实际的应用环境有直接的关系。

③引入数字信号处理理论在新型的通信系统中的综合应用来拓宽学生视野。

除了为零散的知识点上体现通信特色外，我们也采用新型的通信系统来使数字信号处理理论得到综合应用。比如，多载波通信(如正交频分复用，OFDM)已成为未来移动通信系统(如 LTE、B3G 等)及宽带接入系统(如 WiMAX 等)的关键调制技术，具有非常广泛的应用前景。初看起来，这些新型的通信系统似乎仅仅是科学家们所关心的问题，离我们本科学生太遥远。实际上，DFT 才是 OFDM 的真正基础之所在。这些应用也仅仅是在基础知识上进行些许的拓展，但却能够给学生展示出完整的通信系统轮廓，并能够将数字信号处理课程的很多知识进行了综合的应用，达到了很好拓展学生视野的目的。

5. 课程资源

资源特色

一、极富通信特色：考虑该课程本身的“普适性及特殊性”相结合的特点，并结合通信类专业学生这一的特定授课对象，本课程建设分别从师资培养及配备、教材编写及选用、教学内容组织、通信特色案例筛选、实践教学内容设置等多方面入手，不断改进教学方法，将通信的背景知识融入到理论教学及实践教学中，着力凸显本课程“普适性”与“特殊性”之间的关系，使我校“数字信号处理”课程具有明显的通信特色，提高了该门课程的教学质量。

二、全程仿真验证：在不同层面实现实验仿真与理论紧密深度结合。将 MATLAB 及 FLASH 课件融入课堂讲授、演示、习题解答、课程设计、仿真实验等教学环节中，大大提高了课程的生动性、形象性和趣味性；将 FPGA、DSP 等融入集中实践环节及课外开放实验中，让学生能够在硬件上体会信号处理的魅力；将知识点的验证仿真与通信系统整个链路相结合，使得学生“既知树木，又知森林”。

三、多样教学手段：采用课堂教学与视频微课程等资源相衔接、理论教学与实验教学相互支撑、课内实践教学与开放实验互为补充、中英文概念讲解相结合、多种教学方式手段和方法相互配合，加深学生对关键知识的理解及在实际系统中的应用，也以学科竞赛为切入点激发学生的学习兴趣，提升学生的实践、动手和创新能力，提升本课程的教学质量。

基本资源清单

目前已上网的资源包括：

一、申请书

二、课程负责人卢光跃情况：

- 1、基本信息
- 2、个人简介
- 3、教学情况
- 4、学术研究
- 5、获奖情况

三、教学队伍情况

- 1、人员构成
- 2、主讲教师介绍
- 3、教师队伍特色
- 4、青年教师培养
- 5、教学改革与教学研究
- 6、教师荣誉
- 7、青年教师参加全国骨干教师培训证书

四、课程描述

- 1、课程定位
- 2、历史沿革
- 3、教学内容
- 4、教学条件
- 5、教学方法与手段
- 6、出版教材

五、“数字信号处理”理论课

- 1、教学大纲
- 2、教材
- 3、授课教案
- 4、多媒体课件
- 5、作业习题
- 6、自测题

六、“数字信号处理”实验课

- 1、软件部分实验指导书
- 2、硬件部分实验指导书

七、专业课程设计

八、讲课录像

- 1、卢光跃教授讲课录像
- 2、郑文秀副教授讲课录像
- 3、黄琼丹讲师讲课录像

九、视频“微课程”建设视频录像

- 1、卢光跃教授“数字频率理解”
- 2、卢光跃教授“数字系统的描述”
- 3、卢光跃教授“FIR 和 IIR 系统区别”
- 4、雷博副教授“序列共轭信号的傅里叶分析特性”
- 5、黄庆东副教授“四种傅里叶变换形式的归纳”
- 6、黄琼丹讲师“实际采样”
- 7、黄琼丹讲师“双线性变换引起的幅频响应的畸变”
- 8、刘卫华讲师“系统因果稳定性的判定”

十、建设规划

十一、参考资料

十二、课程评价

- 1、自我评价
- 2、同行专家评价
- 3、学校督导组评价
- 4、学生评价
- 5、社会使用评价

十三、拓展资源

- 1、优秀学生作品展
- 2、部分学生获奖证书
- 3、其他参考教程

一、教师工程化培训

“数字信号处理”课程教学团队具备很强的工程实践教学能力，团队中多名教师先后参加了由中兴通讯、艾睿合众达等主办的工程化培训，图 5-1 为参与培训的教学团队的合影留念以及培训现场照片。



图 5-1 教师工程化培训场景

二、视频微课程建设

“数字信号处理”课程教学团队把“数字信号处理”课程中的关键技术、知识点录制成视频并在互联网实现共享 (http://222.24.19.30/eol/homepage/common/index_jpk.jsp), 丰富了课程资源共享的内容, 方便学生在线学习或移动学习。目前已经进行了部分视频微课程的录制, 在后续的微课程建设中不断增加关键知识点, 帮助学生更深刻的理解。图 5-2 为课程负责人卢光跃教授及课程组成员黄琼丹的微课程截屏。

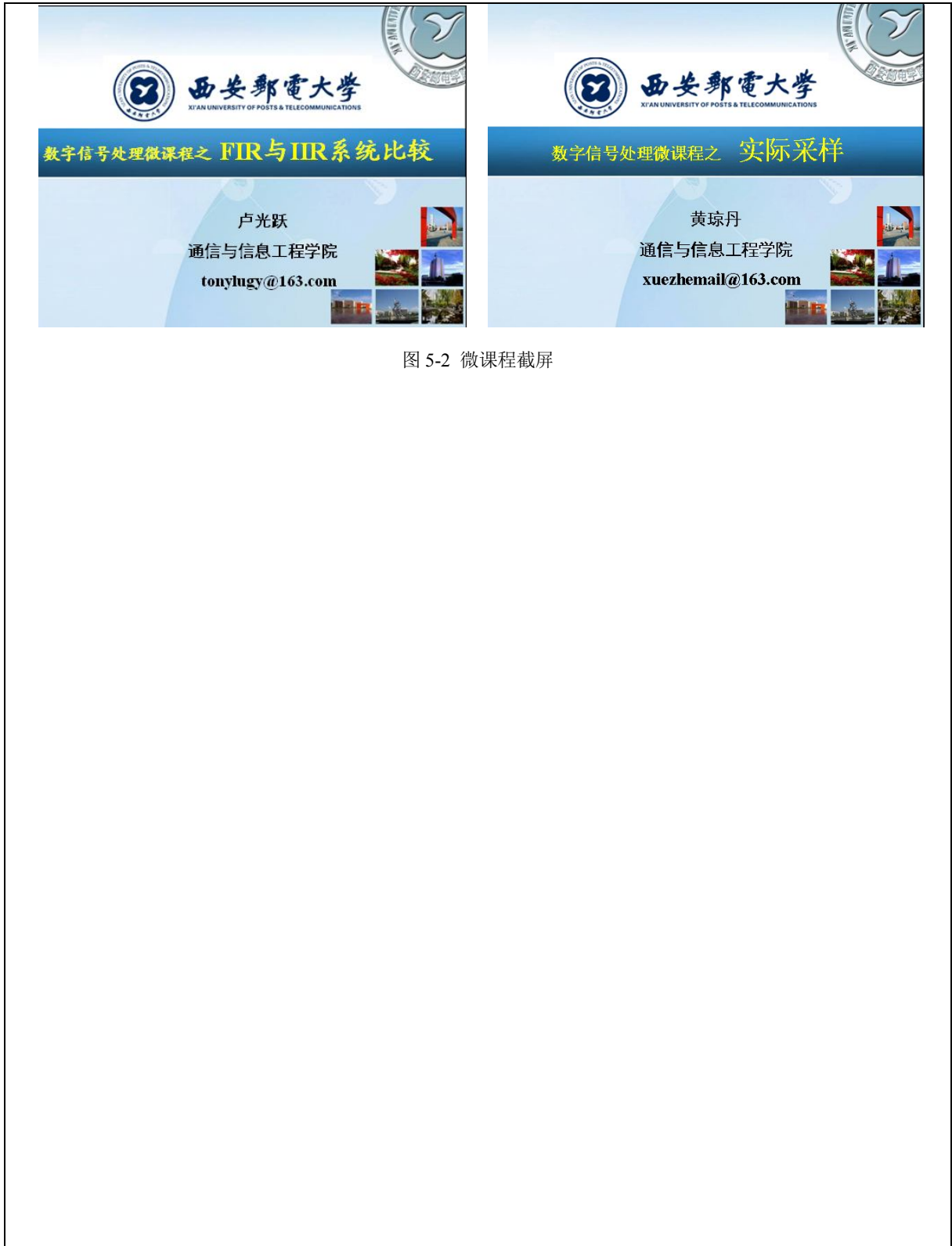


图 5-2 微课程截屏

6. 课程评价

自我评价、同行专家评价、学校评价、学生评价、社会使用评价等：

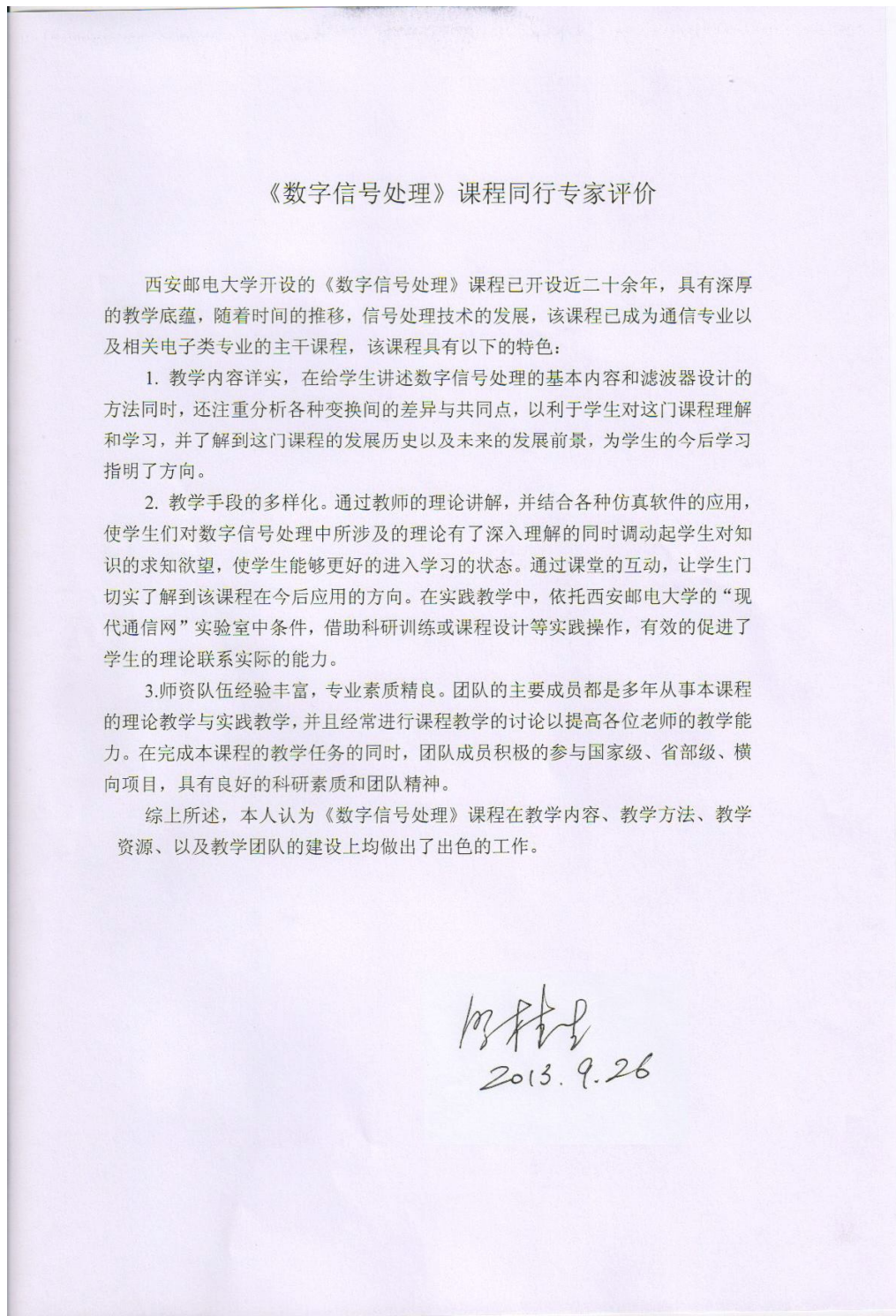
一、自我评价：

本课程结合我校人才培养需求，以服务课程教与学为重点，以课程资源的系统化、完整化为基本要求，以资源丰富、充分开放共享为基本目标，经过 20 多年的积累和探索，具备了富有特色的教学内容及配套教材、丰富的教学资源、灵活的教学方法；完成了基于数字信号处理及其在通信系统应用实验教学平台搭建；形成了具备通信背景、高水平、高素质、年龄、学历结构和知识结构合理的教学梯队。本课程有以下几个突出特点：

- **教学内容凸显通信特色：**在注重普适性教学的同时，结合我校人才培养定位及团队教师的科研经历，“数字信号处理”教学紧跟通信行业技术发展，成功的将数字信号处理的理论与其在通信领域的应用有机结合在一起，形成了极具通信特色的教学体系。
- **实践环节完备：**建设了成熟的数字信号处理及其在通信系统应用实验教学软硬件平台，对课程中涉及的主要内容（如序列的傅里叶分析、离散傅里叶变换、快速傅里叶变换、滤波器设计等）开展课程设计、科研训练、开放实验、学科竞赛等实践环节教学，从而使学生能够真正做到理论和实践紧密结合。
- **教学资源丰富：**进行了 PPT、FLASH、Matlab 仿真堂件等建设，开发了具有通信特色的教学案例库，极大方便了教师的教学和学生的学习。注重教学资源共享，对课程中的重点难点录制了微课程视频，方便学生在线学习。
- **教学方法创新：**采用以学生为主体的教学方式，以案例驱动等方式，改革教学手段，更新考核方式，切实激发学生学习兴趣，提高学习效果。

二、同行专家评价

1) 西安电子科技大学教授、博导廖桂生老师的评价



2) 西安邮电大学教授、校督导组组长刘毓教授的评价

《数字信号处理》课程同行专家评价

《数字信号处理》是面向通信行业以及相关的电子信息类的核心课程，在经过西安邮电大学通信工程学院教师的二十余年努力，已在教学团队、教学方法、教材建设以及配套的教学资源都做出了长足的发展，形成了具有特色鲜明的课程教学体系，为课程的发展奠定了坚实的基础。

经过多年的教学实践摸索，通过结合理论教学与仿真软件的应用，极大的提高教师教学的水平，使的教学形式多样性，促进了学生参与课程学习的积极性。依托西安邮电大学的通工院实验室，通过实践环节提高了学生的实际动手能力，激发了学习兴趣，进而有效的提升了课程教学的内涵，促进了学生的理论联系实际的能力。

通过教学团队的努力，使得团队知识结构、年龄结构以及教学能力都得到了极大地提升。经过研讨活动，做到以老带新的局面，提高了教师的整体教学水平，并且提高了整体的团队合作能力。

综上所述，本人认为《数字信号处理》是一门优秀的课程，特推荐申报陕西省教育厅精品课程建设项目。

刘毓

2013. 9. 29

三、学校督导组评价

西安邮电大学教学督导组顾问顾悦教授的评价

“数字信号处理”课程在我校设为专业基础课的平台主课。从我们对数字信号处理的理论教学和实践环节全面督导的情况看，该课程在教学方法、教材的建设、教学资源的开发等方面取得了长足的发展，形成了特色鲜明的教学体系。

1、教学方法方面

数字信号处理课程组的教师理论知识扎实，实践经验丰富。能够在教学中结合工程实例，视野开阔，讲解透彻，重点突出，很好的引导学生的学习思路，拓宽学生的思维。同时，能够采取多种形式的教学手段，充分调动学生的学习积极性，取得了良好的教学效果。为通信工程专业以及相关的电子信息类专业的学生进一步学习打下了坚实的专业基础。

2、教材建设方面

结合学校人才培养定位及教师的科研成果，课程负责人卢光跃主编写了工业和信息化普通高等教育“十二五”规划教材《数字信号处理及应用》，该书把课程组多年的教学经验融入经典知识的讲解中，引入了很多通信案例，具有通信特色。课程组成员赵小强等老师编写了工业和信息化普通高等教育“十二五”规划教材《DSP 原理及图像处理应用》，有助于培养学生的实践动手能力。

3、教学资源开发方面

数字信号处理课程组在教学资源开发方面做了很多努力和尝试，PPT、FLASH 等 CAI 课件制作精良，层次分明，美观实用。课程组还按照我校人才培养定位，在数字信号处理课程教学中体现了浓厚的通信特色，开发了具有通信特色的教学案例库，帮助学生提升专业素质。而且，课程组还录制了数字信号处理系列微课程视频，一个个短小的微课程，是学生快速获得所需知识的便捷方式，有利于填补学生的知识漏洞，提高学习效率。

所以，西安邮电大学“数字信号处理”是一门具有鲜明特色的优秀课程，特推荐申报陕西省精品资源共享课程建设项目。



2013.9.24

西安邮电大学教学督导组对课程负责人卢光跃的评价

西安邮电学院听课记录

开课单位: 通信与信息工程学院 课程名称: 数字信号处理
 授课教师: 卢光跃 年龄层次: 中年教师
 授课班级: 电科1101-1103 授课时间: 2013.9.9 地点: B108
 听课后的分项评价: 请在下列各题之后的相应评分位置填入您的选项, 只限单选。
 选项标准: A 完全同意 B 同意 C 一般 D 不同意 E 完全不同意

评价项目		A	B	C	D	E
1	讲课有热情, 精神饱满。	✓				
2	讲课有感染力, 能吸引学生的注意力。	✓				
3	对问题的阐述深入浅出, 有启发性。	✓				
4	对问题的阐述简练准确, 重点突出, 思路清晰。	✓				
5	对课程内容娴熟, 运用自如。	✓				
6	讲述内容充实, 信息量大。	✓				
7	教学内容能反映或联系学科发展的新思想, 新概念, 新成果。	✓				
8	能给予学生思考、联想、创新的启迪。	✓				
9	能调动学生情绪, 课堂气氛活跃。	✓				
10	能有效地利用各种教学媒体。	✓				

专家听课后的总体评价: (分为优、良、中、及格、不及格五等)

优

对课堂内容以及其它方面的具体意见或建议:

课堂内容: 采样定理
 授课老师讲授内容娴熟, 重点突出, 思路清晰, 能在授课过程中联系学科发展的新动向, 启发学生的思考, 声音响亮, 板书规范, 课堂气氛活跃。

听课专家(签字):

张晓燕

2013年9月9日

西安邮电大学教学督导组对教学团队成员雷博的评价

西安邮电学院听课记录

开课单位: 通院 课程名称: 数字信号处理
 授课教师: 雷博 年龄层次: 青年教师
 授课班级: 自动11101-1102 授课时间: 2023.9.16 地点: B222

听课后的分项评价: 请在下列各题之后的相应评分位置填入您的选项, 只限单选。

选项标准: A 完全同意 B 同意 C 一般 D 不同意 E 完全不同意

	评价项目	A	B	C	D	E
1	讲课有热情, 精神饱满。	✓				
2	讲课有感染力, 能吸引学生的注意力。	✓				
3	对问题的阐述深入浅出, 有启发性。	✓				
4	对问题的阐述简练准确, 重点突出, 思路清晰。	✓				
5	对课程内容娴熟, 运用自如。	✓				
6	讲述内容充实, 信息量大。	✓				
7	教学内容能反映或联系学科发展的新思想, 新概念, 新成果。		✓			
8	能给予学生思考、联想、创新的启迪。	✓				
9	能调动学生情绪, 课堂气氛活跃。	✓				
10	能有效地利用各种教学媒体。	✓				

专家听课课后总体评价: (分为优、良、中、及格、不及格五等)

优

对课堂内容以及其它方面的具体意见或建议:

课堂内容:

序列DFT的对称性.

周期序列的DFS及傅里叶表示

授课教师对课程内容娴熟, 对问题的阐述清楚, 教学内容充实, 在教学中能联系专业知识进行讲解, 启发学生独立思考, 声音洪亮, 板书规范, 重点突出。

建议: 加重板书力度.

听课专家(签字): 刘统

年 月 日

西安邮电大学教学督导组对教学团队成员单洁的评价

西安邮电学院听课记录

开课单位: 通信与信息工程学院 课程名称: 数字信号处理
 授课教师: 单洁 年龄层次: 青年教师
 授课班级: 电子1003-1004 授课时间: 2013.9.24 地点: A305
 听课后的分项评价: 请在下列各题之后的相应评分位置填入您的选项, 只限单选。
 选项标准: A 完全同意 B 同意 C 一般 D 不同意 E 完全不同意

评价项目		A	B	C	D	E
1	讲课有热情, 精神饱满。	✓				
2	讲课有感染力, 能吸引学生的注意力。	✓				
3	对问题的阐述深入浅出, 有启发性。	✓				
4	对问题的阐述简练准确, 重点突出, 思路清晰。	✓				
5	对课程内容娴熟, 运用自如。	✓				
6	讲述内容充实, 信息量大。	✓				
7	教学内容能反映或联系学科发展的新思想, 新概念, 新成果。		✓			
8	能给予学生思考、联想、创新的启迪。	✓				
9	能调动学生情绪, 课堂气氛活跃。	✓				
10	能有效地利用各种教学媒体。		✓			
专家听课总体评价: (分为优、良、中、及格、不及格五等)		优				

对课堂内容以及其它方面的具体意见或建议:

授课内容: Z 变换的定义, 收敛域的讨论以及 Z 变换性质。
 听课情况: 讲课有热情, 精神饱满, 有感染力, 能吸引学生注意力; 内容娴熟, 运用自如; 对问题的阐述精简准确, 重点突出, 思路清晰; 能给予学生思考、联想、创新的启迪, 能调动学生情绪, 课堂气氛活跃。

建议: 板书条理清晰, 加强PPT的生动性

听课专家(签字): JCB

2013年9月24日

西安邮电大学教学督导组对教学团队成员黄琼丹的评价

西安邮电学院听课记录

开课单位: 通院 课程名称: 数字信号处理
 授课教师: 黄琼丹 年龄层次: 青年教师
 授课班级: 科技1001~1002 授课时间: 2013.5.20 地点: A322
 听课后的分项评价: 请在下列各题之后的相应评分位置填入您的选项, 只限单选。
 选项标准: A 完全同意 B 同意 C 一般 D 不同意 E 完全不同意

评价项目		A	B	C	D	E
1	讲课有热情, 精神饱满。	✓				
2	讲课有感染力, 能吸引学生的注意力。	✓				
3	对问题的阐述深入浅出, 有启发性。	✓				
4	对问题的阐述简练准确, 重点突出, 思路清晰。	✓				
5	对课程内容娴熟, 运用自如。	✓				
6	讲述内容充实, 信息量大。	✓				
7	教学内容能反映或联系学科发展的新思想, 新概念, 新成果。	✓				
8	能给予学生思考、联想、创新的启迪。		✓			
9	能调动学生情绪, 课堂气氛活跃。	✓				
10	能有效地利用各种教学媒体。	✓				

专家听课总体评价: (分为优、良、中、及格、不及格五等)

优

对课堂内容以及其它方面的具体意见或建议:

内容: 快速傅里叶变换(DIT-FFT)

讲课精神饱满, 内容充实, 重点突出, 思路清晰, 能深入浅出地启发学生, 课堂气氛活跃。

建议: 加强PPT的对比度。

听课专家(签字):

赵广元

2013年5月20日

四、学生评价：

分析了五年来教务处组织的学生评教数据，《数字信号处理》课程主讲教师的平均分数达到 188.77 分（满分 200 分）。学生普遍认为任课教师在授课中，注重启发式的教育理念，深入浅出，生动形象，结合实际。授课认真负责，富有激情，重视与学生的互动交流与讨论。

评价支撑材料见附件。

7. 学校政策支持

精品课程建设是我校教育改革与实践工程建设的重要内容之一，学校给予高度重视，学校制定了相关的政策文件：

1) 学校执行《西安邮电大学课程建设立项实施办法》，每年评选优秀课程建设立项，给与资金上的支持和工作量的认可。

2) 学校设立《西安邮电学院优秀课程评选办法》，评选参评课程的 50%为优秀课程，其中一等奖不超过参评课程的 10%，二等奖不超过参评课程的 15%，三等奖不超过参评课程的 25%，评选的一等奖参加省里的精品课程评选，所有获奖的优秀课程学院给相应的再建设经费，并获得规定的工作量。

3) 针对“数字信号处理”课程，学校在人才引进、理论教学课程建设及改革和实践平台建设三个方面给予有力支持：

① 人才引进

近几年，学校引进了大量雷达信号处理、通信信号处理和数字图像处理专业的高级人才，有力支持了该课程的发展。

② 理论教学方面连续多年提供课程建设立项支持：

- 2010 年西安邮电大学教改立项一面向卓越计划的信号处理类人才培养模式探索与实践，经费 3000 元；
- 2010 年人民邮电出版社“十二五”立项项目一《数字信号处理及应用》，经费 10000 元；
- 2012 年西安邮电大学课程建设立项—DSP 处理及应用，经费 2000 元；
- 2012 年西安邮电大学教改立项一面向“卓越计划”的数字信号处理课程教学改革，经费 2900 元；
- 2011 年西安邮电大学学校优秀教材—《数字信号处理及应用》；
- 2011 年西安邮电学院优秀课程。

③ 实践教学在课程设计、生产实习、课内实验三个方面投入巨资支持：

- 2010 年投入 150 万元建成信号处理教学实验中心；
- 2010 年投入 40 万元建成 TI-西安邮电学院方案实验室；
- 2012 年投入 40 万建成达芬奇 DSP 实验平台；
- 2012 年投入 50 万建成西安邮电大学-XILINX 通信信号处理联合实验室。

经过多年建设，已形成了先进的数字信号处理生产实习基地，有效开展课程设计、生产实习、课内实验等多种实践环节课程，这些配套实践环节提高了学生动手能力。

8. 承诺与责任

1. 学校和课程负责人保证课程内容不存在政治性、思想性、科学性和规范性问题；
2. 学校和课程负责人保证申报所使用的课程资源知识产权清晰，无侵权使用的情况；
3. 学校和课程负责人保证课程资源及申报材料不涉及国家安全和保密的相关规定，可以在网络上公开传播与使用。

课程负责人（签字）

年 月 日

9. 学校推荐意见

“数字信号处理”是我校的专业基础课，支撑着我校包括一个国家级专业综合改革专业、三个省级专业综合改革专业、两个省级名牌专业、三个省级特色专业在内的近 20 个本科专业人才培养，该课程的建设也是我校通信工程专业“卓越计划”和“专业综合改革”试点的重点建设内容，在构建专业知识结构体系和专业人才培养等方面起到了至关重要的作用。

经校内专家评审，认为该课程在师资队伍、教学改革、教材建设、教学资源建设、资源共享等方面，成绩突出，效果显著，具有浓厚的通信特色。后续的建设规划思路清晰，目标明确，方案科学可行，充分体现了我校的办学优势和特色，达到了省级精品资源共享课程的建设要求。

特推荐“数字信号处理”课程申报“陕西省精品资源共享课程”建设项目，学校将在人、财、物等方面给予该课程相应支持。

（公章）

负责人（签字）

年 月 日