



# 综合创新-数字通信

---

北京航空航天大学  
电子信息工程学院  
空天电子信息国家级实验教学示范中心  
空天电子信息国家级虚拟仿真实验教学中心  
张玉玺  
[zhangyuxi@buaa.edu.cn](mailto:zhangyuxi@buaa.edu.cn)



# 课程目的

## ■ 教学目标

- 《综合创新-数字通信》是培养学生具有分析设计和仿真测试数字通信系统能力的专业课程，是电子信息专业培养方案中的主干课程，是培养学生综合应用所学专业知识和技能**解决复杂工程问题**能力的重要**实践教学**环节。
- 主要任务是通过课堂教学、仿真实验、制作实验等环节，培养学生：工程科学基础知识应用于**分析**数字通信系统的**能力**、针对复杂电子工程问题解决方案的数字通信系统**设计能力**、在数字通信技术工程实践中初步**掌握并使用现代信息技术工具**的能力



# 课程目的

## ■ 教学任务：

- 1. 能够运用数学、物理、电路、电磁场、信号及计算原理知识对复杂的电子信息工程问题数字通信系统进行建模和关键环节及参数分析，并正确表达分析结果
- 2. 能运用电路理论、信号理论等的思维方法，建立发射和接收过程的数字通信模型，分析数字通信电路对发射和接收系统的影响
- 3. 能够针对通信系统需求进行数字通信电路设计，以及电路性能分析，具备开展数字通信工程设计优化能力



# 课程目的

---

## ■ 教学任务：

- 4. 能设计并实施数字通信相关的仿真和测试试验，分析仿真和测试结果，验证数字通信电路设计参数及指标参数，获取有效结论
- 5. 能应用专业软件仿真和解决数字通信系统设计问题，了解仿真计算的原理及其局限性
- 6. 能应用仪器仪表测试和分析数字通信系统性能，了解数字通信系统的原理及其局限性



# 解读课程对应毕业要求-1

---

## ■ 工程知识

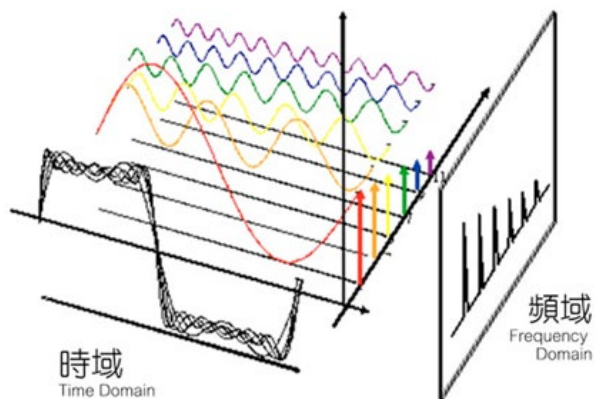
- 能够将数学、自然科学、工程基础和电子信息专业知识用于解决电子信息领域复杂工程问题
- 掌握数学、自然科学基础知识，能够将其应用于电子信息工程问题
- 能够针对复杂电子信息系统建立合适的数学或工程模型，并进行求解和优化



# 解读课程对应毕业要求-2

## ■ 问题分析

- 能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析电子信息领域复杂工程问题，以获得有效结论



And God said...

$$\oiint \vec{E} \cdot \partial \vec{s} = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$\oiint \vec{B} \cdot \partial \vec{s} = 0$$

$$\oint \vec{E} \cdot \partial \vec{l} = \oiint \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

$$\oint_H \partial \vec{l} = i + \epsilon \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

...and there was light.



# 解读课程对应毕业要求-3

---

## ■ 设计开发

- 具有能够设计针对电子信息领域复杂工程问题的解决方案，设计满足特定需求的系统、单元（部件）或工艺流程，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素的设计开发解决方案的能力



# 工程知识、问题分析、设计开发

## ■ 数字通信电子系统设计

### ➤ 任务要求

- 确定系统的外观接口、功能指标、性能指标和使用方法

### ➤ 系统分析

- 结合数学、工程知识，查阅文献资料，收集相关信息
- 计算和分解系统性能指标，可利用设计工具进行系统仿真

### ➤ 系统设计

- 拟定技术方案，可采用多种**方案分析比较**
- 技术科学合理，具有可行性；安全环保，可持续发展；工作稳定可靠；原材料供应及生产条件稳定，可长期生产；成本控制，性价比高
- 系统关键技术实验验证，根据仿真和实验结果优化方案





# 工程知识、问题分析、设计开发

---

## ■ 数字通信电子系统设计

### ➤ 硬件电路设计

- 绘制硬件结构框图，整个系统分解为各单元模块，确定模块之间的接口要求
- 分解任务及人员分工
- 电路选择、元器件选型
- 设计单元电路，利用软硬件设计工具设计、仿真、制作和调试各单元电路
- 编写单片机/可编程逻辑器件的测试软件



# 工程知识、问题分析、设计开发

## ■ 数字通信电子系统工艺设计

### ➤ 安全、可靠

- 电路安全、人身安全、稳定耐用

### ➤ 简单、模块

- 低成本、易维护、易升级

### ➤ 方便、美观

- 易于操作、赏心悦目



# 解读课程对应毕业要求-4

---

## ■ 研究

- 能够基于科学原理并采用科学方法对电子信息领域复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论



# 研究

---

## ■ 数字通信电子系统设计

### ➤ 系统测试与调试

- 系统单元电路联调
- 系统软件调试与完善
- 系统总体调试
- 系统功能及参数测试

### ➤ 撰写技术文档

- 技术开发报告、设计总结报告、使用说明书等



# 解读课程对应毕业要求-5

## ■ 使用现代工具

- 针对电子信息领域复杂工程问题，能够开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息工具，包括对电子信息领域复杂工程问题的预测与模拟，并理解其局限性
- 文献检索、资料查询、网络搜索的工具和方法
- 利用MATLAB、Multisim、Proteus、Altium Designer、ModelSim等仿真工具对数字通信系统进行设计、预测与模拟
- 利用信号源、示波器、频谱仪等工具对数字通信电路进行测试、调试



# 使用现代工具

## ■ 文献检索与资料查阅

### ➤ 图书馆&论文数据库

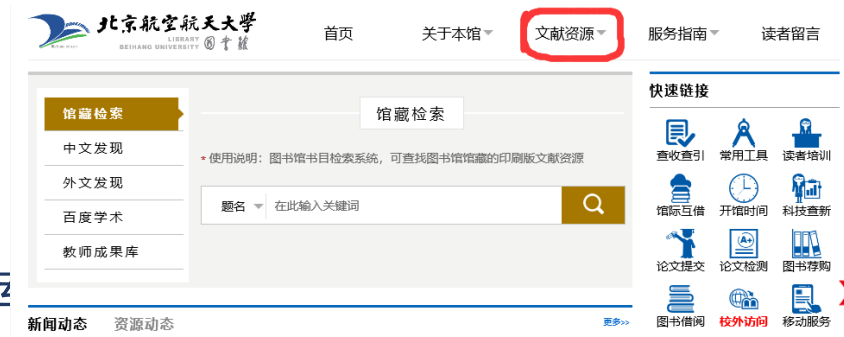
- 纸质图书、论文
- 知网、维普
- IEEE/IEE Electronic Library等数据库

### ➤ 网络搜索引擎

- Baidu、Google等
- 百度文库、Google学术

### ➤ 专业门户网站及专业论坛

- 与非网、CSDN、OpenEdv等





# 使用现代工具

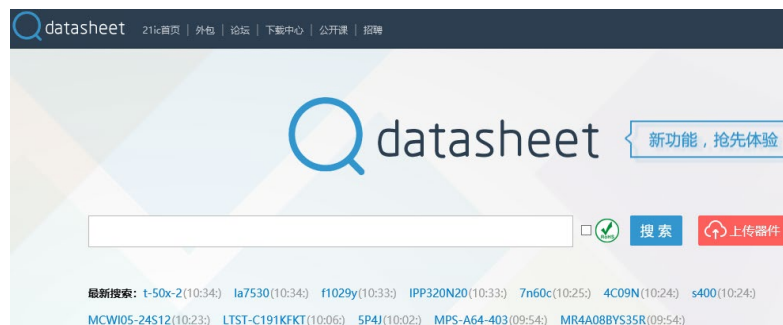
## ■ 文献检索与资料查阅

### ➤ 元器件厂商网站

- 器件手册、应用文档
- TI、ADI、Xilinx、NS等

### ➤ 器件资料网站

- <https://www.alldatasheet.com/>
- <http://www.datasheet5.com/>
- <http://www.21icsearch.com/>
- .....





# 使用现代工具

## ■ 仿真、设计工具应用

### ➤ 系统仿真

- MATLAB、LabVIEW

### ➤ 模拟及数字电路仿真

- Multisim、Proteus、LabVIEW

### ➤ 硬件程序仿真

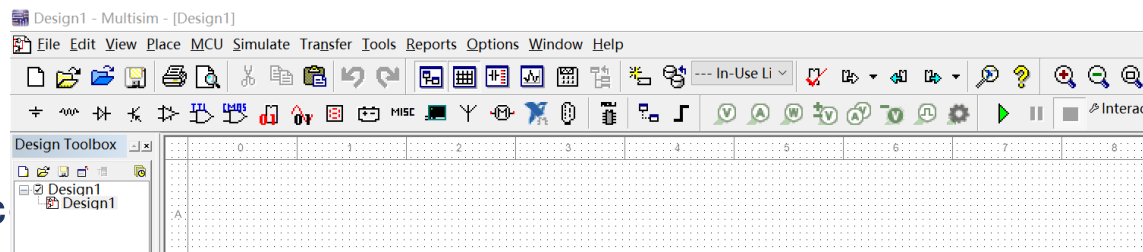
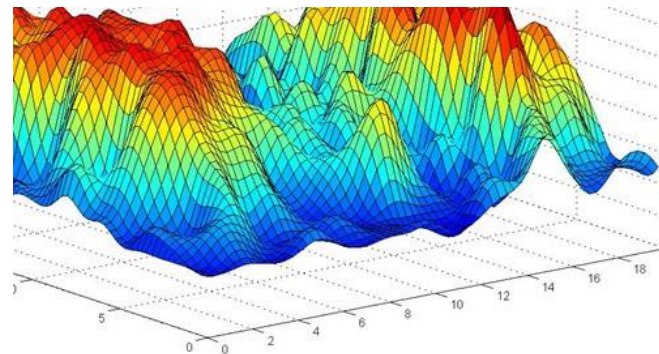
- ModelSim

### ➤ 电路图设计

- Altium Designer、Cadenc

### ➤ 集成开发环境

- ISE、Vivado、QuartusII、Visual Studio、CCS、IAR、Keil







# 使用现代工具

## ■ 电子测量仪器及制作工具

### ➤ 万用表

- 测量电压、电流和电阻

### ➤ 信号源

- 产生各种电子信号

### ➤ 电源

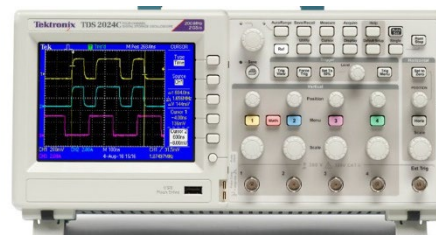
- 向电子设备提供功率

### ➤ 示波器

- 观察信号幅度随时间变化的波形曲线

### ➤ 制作工具

- 电烙铁、吸锡器
- 螺丝刀、剥线钳、镊子刀





# 解读课程对应毕业要求-6

---

## ■ 工程与社会

- 能够基于工程相关背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和电子信息领域复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任



# 工程与社会

## ■ 工程职业道德

- 遵守法律法规、国际/国家/行业标准、企业及实验室管理规定
- 尊重知识产权、保护用户隐私
- 诚信与契约精神、敬业精神

## ■ 社会责任

- 不违背伦理道德
- 保护环境与公共安全
- 推动科技进步
- 科学普及与教育





# 解读课程对应毕业要求-7

## ■ 环境和发展

- 能够理解和评价针对电子信息领域复杂工程问题的工程实践对环境、社会可持续发展的影响





# 解读课程对应毕业要求-8

---

## ■ 职业规范

- 具有坚定正确的政治方向，良好的思想品德、社会公德和职业道德；具有人文社会科学素养、社会责任感，以及对航空航天的高度使命感；具有良好的身体素质和心理素质，达到国家规定的大学生体育和军事训练合格标准，能履行建设祖国和保卫祖国的神圣义务



# 解读课程对应毕业要求-9

---

## ■ 个人和团队

- 能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色
- 能胜任团队成员的角色与责任，独立完成团队分配的工作
- 具备组织团队或配合团队开展工作的决策能力



# 个人和团队

## ■ 团队构成

- 自行组队、科学合理、全面均衡

## ■ 团队管理

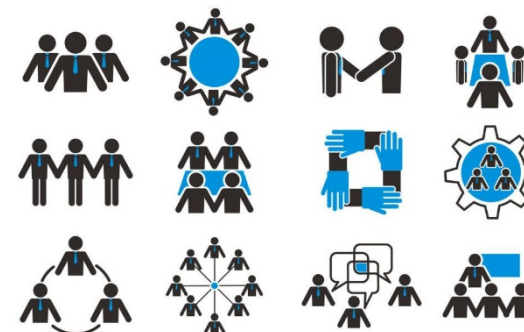
- 组长负责、责任担当、文化精神

## ■ 团队分工

- 各司其职、专其一项、全面发展

## ■ 团队交流

- 主动积极、及时有效、知无不言







# 解读课程对应毕业要求-10

## ■ 沟通

- 能够就电子信息领域复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达个人见解。熟练掌握一门外语，具有较强的听说读写能力，并具有国际视野和跨文化的交流、竞争与合作能力
- 撰写报告和设计文稿：设计总结报告
- 陈述发言、清晰表达个人见解：PPT答辩、回答问题





# 沟通

---

## ■ 撰写报告和设计文稿

- 表达清楚，用词准确，简洁直观
- 设计报告
  - 研发记录，内容涵盖产品全部技术信息，内部存档
- 使用说明书
  - 用户使用参考，内容涵盖产品使用所需信息，对外公开
- 维修说明书
  - 维修人员参考，内容涵盖产品检测、拆装、元器件等信息、内部使用

## ■ 陈述发言、清晰表达个人见解

- 主题明确、表达严谨



# 解读课程对应毕业要求-11

---

## ■ 项目管理

- 理解并掌握工程管理原理与经济决策方法，并能在多学科环境中应用



# 解读课程对应毕业要求-12

## ■ 终身学习

- 具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。能及时了解电子信息最新理论、技术及国际前沿动态
- 掌握学习的方法
  - 大学学习的是基本功
- 信息时代，科技发展迅速
  - 掌握前沿，紧跟时代步伐
- “讲一学二考三”
  - 融会贯通



# 课程内容

---

## ■ 理论授课

- 数字通信系统原理、方法
- 布置MATLAB系统仿真、硬件程序仿真、实物制作实验等任务

## ■ 仿真、实物制作、撰写报告、PPT、视频

- 分组进行（4-5人一组）

## ■ 记录工作日志

- 单人考评，计入全组成绩

## ■ 结题验收

- 现场测试、小组考评



# 课程安排

---

## ■ 第一周

- 课程安排及参考题目分析 主北402

## ■ 第二周

- 数字通信理论课程 主北402

## ■ 第三周~第十三周

- 开放实验 开放实验室F534及其他
- 每周必须汇报一次进度（时间地点可以预约）

## ■ 第十四周~第十七周

- 结题答辩 群里通知具体地点



# 课程安排

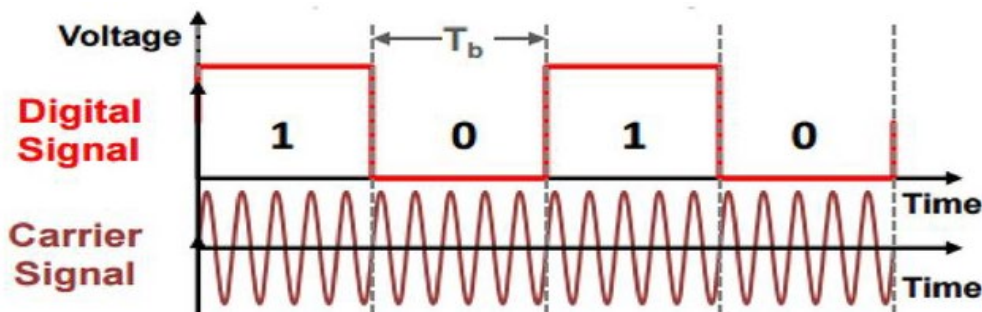
## ■ 实验采用分组进行

- 每组4~5人
- 注1：选择不同教师课程的学生**不能**互相进行组队
- 注2：允许人数小于4，但不考虑人数减少进行加分
- **自行组队**，选出组长，组长负责进度和报告提交等
- **每组所有人成绩相同**，不考虑具体工作量，因此请组内协调好工作量
- 如果过程中有**修改分组**情况的，必须写明情况，且**组内所有人签字**确认上交任课教师
- 实验内容是基本数字通信ASK、FSK、PSK的系统仿真、硬件程序仿真和实物实现，可以进行高阶扩展



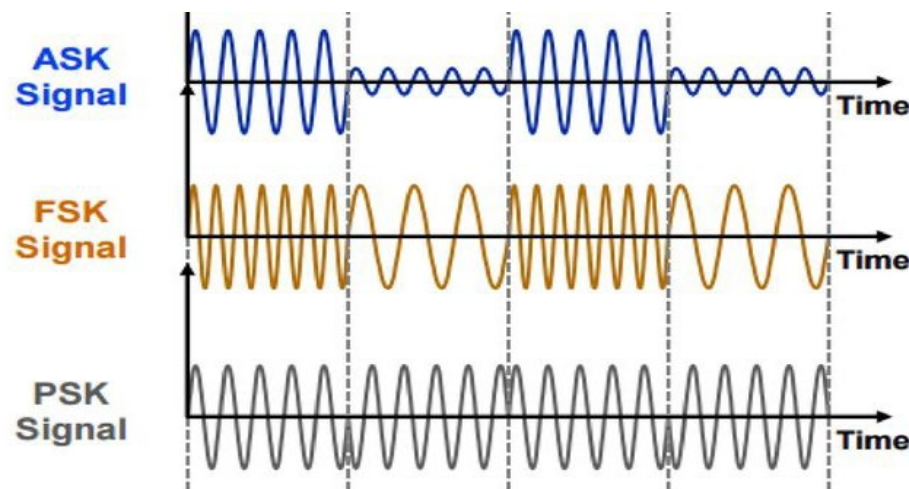
# 课程安排-实验内容

- ASK、FSK、PSK的系统仿真、硬件程序仿真和实物实现
- 如何将“0-1比特”由“电磁波”传输出去？



- 数字信号的载波调制：控制正弦载波的参量

- 幅度键控（ASK）：控制幅度
- 相位键控（PSK）：控制相位
- 频率键控（FSK）：控制频率





# 考核方式

- 考核分为软件系统仿真（含源程序和仿真说明）、硬件程序仿真（含源程序和仿真说明）、实物作品（含实物制作检查）、实验总结报告、PPT答辩和视频等部分
  - 软件系统仿真25分，根据仿真结果和仿真的全面性等进行综合评定
  - 硬件程序仿真25分，根据仿真结果和仿真的全面性等进行综合评定
  - 实物作品20分，根据过程检查、实现结果及演示效果等进行综合评定
  - 设计总结报告20分，设计报告根据方案描述、过程描述、结论分析等内容以及报告的格式进行评定（其中格式部分最高扣分不高于10分）
  - PPT展示答辩10分，主要对自己仿真题目和实物作品进行展示，根据PPT制作效果、答辩效果以及回答问题的情况进行综合评定





# 考核方式

---

- 视频属于加分项，根据视频内容加1~5分（展示软件系统仿真、硬件程序仿真或者实物作品其中任选1~3项）
- 所做作品程序及实物模块化、规范化，具有典型性，能够作为标准展示系统或者经过简单改造能作为标准展示系统，根据具体情况由课程组评定可以加1~5分（**必须有视频介绍此部分才能考虑**）
- 所撰写报告规范且内容完整，可以作为标准参考模板，根据具体情况由课程组评定可以加1~5分
- **加分总分不超过10分，课程总成绩不超出100分**



## 考核方式

---

■注：如发现仿真、实物作品、报告出现抄袭及雷同现象，抄袭方和被抄袭方均判定为总分0分



# 过程考核

## ■ 过程考核日志

- 每人发一个笔记本作为《过程考核日志》
  - 记录**本人**每次进行设计工作的具体时间、地点、工作内容、查阅资料的笔记、设计过程的分析和推演（含设计草图和文字说明等），每次记录后都要落款签字并在签名旁附记录日期
  - 《过程考核日志》的内容在项目的设计进程中不断更新
  - 《过程考核日志》封面应注明“2020-2021-1学期 数字通信过程考核日志”和本人姓名、学号、班级信息。第一页应注明所在小组成员信息、本人的分工和项目工作计划（分工及工作计划可以在选题确定后补写）
- 《过程考核日志》的格式不做特定要求，但必须手写，字迹应尽量工整



# 过程考核

## ■ 过程考核日志

- 《过程考核日志》中有错误的地方可以用笔划掉，但仍要能够看出来原来的字迹。记录应保持完整，一页都不要撕除，否则将被视为未记录
- 每周在汇报工作进度时将本周已更新的《过程考核日志》提交指导教师或教辅签字（国庆假期免签一次）
- 注1：考核日志是针对个人的，不得同组互相抄袭，否则按照抄袭记课程成绩为0分
- 注2：过程考核不合格组员本人成绩为不及格，全组其他组员扣5分



# 过程考核

## ■ 过程考核日志

- 每次提交《过程考核日志》内容完整翔实、反映设计工作量饱满、进度正常的给10分，进度偏慢或存在明显问题给5分，未交或内容严重不符合要求给0分，过程考核总分不足 $60\% \times 10\text{分} \times \text{次数}$ （结题前每周上交一次）的对**该学生本人成绩为不及格，全组其他组员扣5分**
- 原始纸质版《过程考核日志》在结题答辩时要当场检查并提交，如果不能提供《过程考核日志》或发现《过程考核日志》记录内容与实际情况明显不符的，则对**该学生本人成绩为不及格，全组其他组员扣5分**



# 评分标准

---

- 后续会公布详细的评分表格，包含
  - 软件系统仿真
  - 硬件程序仿真
  - 实物作品



# 报告要求

---

- 1：报告必须全部自己撰写，任何引用内容（含图表）必须添加脚注注明出处
- 2：报告内容详细具体，做到读者仅凭阅读报告就能做出一个完全相同的作品
- 3：报告格式必须严格按照要求（参照模板），否则进行扣分



# 答辩要求

- 采取分组答辩人问答方式进行，答辩时间5分钟，提问时间各位老师自行控制（不超过20分钟）
- 主要涉及以下内容：
  - 对照电路实物指出组员在系统设计制作过程中所完成的工作，说明团队合作情况
  - 系统设计思路、工作原理
  - 系统设计方案的评估选择依据
  - 系统设计制作过程、遇到问题及解决方法
  - 对照系统实物解释各部分电路及程序的功能、参数计算方法





# 视频要求

---

## ■ 视频要求：

- 采用4k或者1080p尺寸
- 镜头稳定不能抖动
- 场景背景简洁（不要有杂物等）
- 普通话配音（不要多余背景音）
- 外挂字幕（方便后期统一格式）
- 总时长10~15分钟
- 第一帧图像为黑底白字的作品名称、作者学号与姓名

## ■ 第一部分：作品简介，必须是对实物的介绍，包括但不限于功能、性能、采用的技术路线和方法等，时长3分钟左右



# 视频要求

---

- 第二部分：硬件制作介绍，各个模块的选择过程、详细功能说明与使用方法、电路连接与模块连接控制方法、硬件调试过程等，时长5~7分钟（其中采用的通用模块，例如开发板等，可以简要介绍）
- 第三部分：软件程序介绍，程序流程说明、各部分控制程序详细说明、程序调试过程、程序的运行方式等，时长5~7分钟
- 第四部分：功能展示，精心设计现实场景，能够展示出所有功能



# 工程职业道德考核

## ■ 工程职业道德附加分（在总分中扣除）

- 对学生在实验过程中表现出的工程职业道德进行评价，采取减分制
- 对不遵守实验室规章制度、不按规定使用实验仪器、借用实验室仪器及工具不按时归还、擅自搬走或藏匿实验设备、在实验室乱扔垃圾、占座、大声喧哗等不文明行为进行处罚
- 根据情节，在总成绩中酌情扣除1~30分



# 工程职业道德考核

## ■ 工程职业道德附加分（直接判定不及格）

- 答辩时对设计原理完全不懂或知之甚少，经调查确认为本人实际未参与小组工作，或工作量严重不足
- 《工作日志》内容与实际情况不符
- 存在明显的抄袭行为（包括报告、代码、PPT等）
- 由小组以外人员代做
- 在课程中存在严重违反实验室管理规定的行为（如故意污损实验仪器、配线或家具，不经老师许可将实验设备带出实验室，焊接时不使用烙铁架，人走不拔电烙铁电源造成实验室严重安全隐患等）
- 存在其他严重违反工程职业道德的行为



# 时间节点及提交文件

- 第5周（2020年10月09日）23:59分之前按组完成MATLAB系统仿真实验检查并提交源程序和仿真说明
  - 软件操作说明文件格式为word，命名方式“2020数字通信系统仿真说明\_组长学号\_组长姓名”，示例：2020数字通信系统仿真说明\_15021031\_贺楠
  - MATLAB源程序整体形成一个压缩包文件，命名方式：“2020数字通信MATLAB源程序\_组长学号\_组长姓名”，示例：2020数字通信MATLAB源程序\_15021031\_贺楠
  - 发邮件到任课教师指定邮箱（eelab@buaa.edu.cn），邮件主题“2020数字通信系统仿真\_组长学号\_组长姓名”，示例：2020数字通信系统仿真\_15021031\_贺楠



# 时间节点及提交文件

## ■ 第9周（2020年11月6日）23:59分之前按组完成硬件程序仿真实验检查并提交源程序和仿真说明

- 软件操作说明文件格式为word，命名方式“2020数字通信硬件仿真说明\_组长学号\_组长姓名”，示例：2020数字通信硬件仿真说明\_15021031\_贺楠
- MATLAB源程序整体形成一个压缩包文件，命名方式：“2020数字通信硬件仿真源程序\_组长学号\_组长姓名”，示例：2020数字通信硬件仿真源程序\_15021031\_贺楠
- 发邮件到任课教师指定邮箱（eelab@buaa.edu.cn），邮件主题“2020数字通信硬件仿真\_组长学号\_组长姓名”，示例：2020数字通信硬件仿真\_15021031\_贺楠



# 时间节点及提交文件

- 第14周（2020年12月11日12:00）之前完成硬件实物实验并提交实验总结报告、源程序、电路图、PPT和视频等
- 通过邮件发到任课教师指定邮箱（eelab@buaa.edu.cn）
  - 邮件主题为“2020数字通信实验总结\_组长学号\_组长姓名\_题目”，示例：2020数字通信实验总结\_15021031\_贺楠\_卡片式无线通信系统
  - 邮件内容包含实验总结报告、源程序、电路图、PPT和视频
  - 实验总结报告按照附录的《数字通信》报告模板格式撰写，要求word版本，文件命名方式“2020数字通信实验总结报告\_组长学号\_组长姓名\_题目”，示例：2020数字通信实验总结报告\_15021031\_贺楠\_卡片式无线通信系统



# 时间节点及提交文件

- 源程序、电路图合成一个压缩文件包，压缩包格式为.rar或者.zip，文件命名方式“2020数字通信实验附件\_组长学号\_组长姓名\_题目”，示例：2020数字通信实验附件\_15021031\_贺楠\_卡片式无线通信系统
- PPT按照附录的《单片机基础》PPT模板格式撰写，文件命名方式“2020数字通信答辩PPT\_组长学号\_组长姓名\_题目”，示例：2020数字通信答辩PPT\_15021031\_贺楠\_卡片式无线通信系统
- 视频文件命名方式“2020数字通信演示视频\_组长学号\_组长姓名\_题目”，示例：2020数字通信演示视频\_15021031\_贺楠\_卡片式无线通信系统
- 注1：可以提前结题
- 注2：视频为可选加分项，不强制提交





# 选题说明

## ■ 系统软件仿真题目满分25分

- ASK、FSK、PSK调制解调系统为必选项
- OFDM系统为扩展加分题目，可选做
- 注意：ASK、FSK、PSK有缺项，不能得最高25分

## ■ 硬件程序仿真题目满分25分

- ASK、FSK、PSK调制解调系统为必选项
- OFDM系统为扩展加分题目，可选做
- 注意：ASK、FSK、PSK有缺项，不能得最高25分



# 选题说明

## ■ 实物制作题目满分20分

- 基本部分：ASK、FSK、PSK调制解调系统至少任选一项，通过实验中心的通信原理实验板完成基本调制解调，通过信号源输入波形，通过示波器观测调制解调波形
- 扩展部分：
  - 1、基于AD9361的软件无线电实验（详细要求和教师商定）
  - 2、基于ZYNQ+ADC+DAC的软件无线电实验（详细要求和教师商定）
  - 3、设计小型化卡片式通信系统（详细要求和教师商定）
  - 4、基于ADALM-PLUTO的数字无线通信系统（详细要求和教师商定）
  - 5、自选题目（详细要求和教师商定）
- 注意：扩展部分可以代替基本部分，鼓励自选题



# 答疑指导

---

## ■ 现场答疑

- 3~14周上课时间（周五下午6~9节）在实验室
- 其余时间可以预约时间地点

## ■ 线上答疑

- 微信群：“2018级综合创新课程”
- 微信：zhyxee
- 邮件：[zhangyuxi@buaa.edu.cn](mailto:zhangyuxi@buaa.edu.cn)

## ■ 注1：涉及实验器材、电路板、实验套件相关问题联系张玉玺



# 实验场地

## ■ 实验地点及开放时间

### ➤ 新主楼F534

- 周一至周日，上午8:00~晚上23:00
- 提供烙铁和部分仪器，可以焊接及调试

### ➤ 新主楼F532

- 周一、周二、周四至周六，上午8:00~晚上18:00
- 提供烙铁和部分仪器，可以焊接及调试（焊接需要在绿色桌面上）

### ➤ 新主楼F535

- 周一、周二、周四至周六，上午8:00~晚上18:00
- 提供计算机和部分仪器，可以调试，F535严禁焊接

■ 注：所有实验室的仪器设备严禁私自挪用！！！！



# 实验场地

---

- 注1：各实验室同时承担其他实验，在课表安排其他实验课程时，暂停开放（具体课表在微信群/门口公告通知）
- 注2：实验室根据新购置仪器设备及家具情况，可能涉及改造，改造期间暂不开放（具体时间在微信群/门口公告通知）
- 注3：实验资源有限，同学们务必及早动手开始设计，以免到期无法完成



# 交流答疑

---

- 请大家加入“2018级综合创新课程”微信群，具体信息可以在群里讨论



---

# 再见