**《电子测量与智能仪器》课程教学大纲**

执笔人：朱云 编写日期：2022年11月

**一、课程基本信息**

1．课程编号：M401070B

2．课程平台：专业教育平台

3．课程模块：专业拓展选修课程模块

4．课程性质：选修

5．学时/学分：32学时/2学分

6．先修课程：概率论与数理统计（B），模拟电子技术，数字电子技术，数字信号处理，信号与系统、微机原理与接口技术

7．适用专业：轨道交通信号与控制、自动化、智能装备与系统专业

8．教学单位名称：电子信息工程学院

**二、课程目标及学生应达到的能力**

《电子测量与智能仪器》是轨道交通信号与控制、自动化、智能装备与系统专业的一门专业拓展选修课，是培养学生理论知识、动手能力和综合素质的重要课程。本课需要运用先修的概率论、微积分等专业数学知识，先修的高低频电子电路、数字信号处理、信号与系统等专业基础课的知识，是先修课程的综合应用。

本课程的任务是通过课堂教学、实验教学及项目研究等环节，在综合应用前导课程所学基本知识的基础上，使学生系统的掌握电子测量方面的基本原理和应用技术，提高实际操作能力，培养严格的科学态度和科学的工作方法，为适应今后的生产和科研中将会遇到的测量任务作技术准备。同时，支撑学生毕业要求中的相应指标点。课程目标及能力要求具体如下：

**课程目标1：**掌握在电子测量中常用的基本测量技术，测量的原理和测量方法。包括电压测量、时间和频率测量、信号发生器、示波器、频谱分析、数据域分析等。以此为基数，掌握在时域、频域和数据域对信号进行测量和分析的方法。

**课程目标2：**掌握测量误差理论和数据处理方法，具备根据测量原理和测量方法分析测量误差产生的原因，估计测量误差对测量结果的影响，提出减小测量误差的方法，并掌握对测试数据进行处理和分析的能力。

**课程目标3：**通过研究性教学环节，锻炼学生的自主学习能力，培养学生主动扩展专业视野，独立思考和追踪技术发展趋势的意识。

**三、课程目标和毕业要求的对应关系**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 毕业要求 | 毕业要求指标点 | 课程目标对毕业要求的支撑关系 |
| 4 设计/开发解决方案 | 4.3 对设计系统进行功能和性能测试，进行必要的方案改进。 | 课程目标1 |
| 6 使用现代工具 | 6.1学会使用现代工程工具和信息技术工具，并能够理解其局限性 | 课程目标2 |
| 13. 终身学习 | 13.1 具备主动学习的能力，能够运用信息和文献工具，自主学习知识。 | 课程目标3 |

1. **课程思政育人目标**

课程思政目标1. 通过介绍课程发展史和中外映照，特别是重大科学技术成果，让学生深切感受到发展历程的艰辛，激发学生爱党、爱国、爱社会主义的深厚情怀，以及强烈的民族自豪感、使命感和责任感。

课程思政目标2. 结合我国在高铁、航空航天、卫星定位等领域取得的的成就，培养学生求实严谨求证、坚忍不拔探索的奋斗精神和开拓精神，实事求是、不迷信不盲从的科学精神。

**五、课程教学内容和要求**

总学时 32学时，讲课28学时，实验课4学时。指导自学10学时，研究性教学2学时。

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 知识单元（章节） | 知识点 | 教学要求 | 推荐学时 | 教学方式 | 支撑课程目标 |
| 1 | 课程介绍、绪论 | 测量、电子测量和计量 | 了解 | 1.5 | 讲授 | 1 |
| 电子测量仪器发展史 | 了解 |
| 自动测试系统发展史 | 了解 |
| 2 | 测量误差理论和测量数据处理 | 测量误差的概念 | 了解 | 3 | 讲授 | 1 |
| 测量误差的分类及特点 | 理解 |
| 测量误差的处理与估计（重点是系统误差、随机误差、粗大误差的处理方法） | 掌握 |
| 误差的合成与分配 | 理解 |
| 非等精度测量与加权平均 | 理解 |
| 测量不确定度 | 了解 |
| 3 | 时间与频率的测量 | 时频基准及测量仪器 | 了解 | 3 | 讲授 | 1、2 |
| 常规电子计数器（重点是测频与测周的原理与误差分析） | 掌握 |
| 提高测量准确度的方法 | 理解 |
| 电子计数器的技术指标和应用 | 了解 |
| 4 | 电压测量 | 采用模拟技术的电压测量 | 了解 | 3.5 | 讲授 | 1、2 |
| 采用数字技术的电压测量（重点和难点是数字电压表中的模数转换器） | 掌握 |
| 基于电压测量的其他仪器 | 理解 |
| 5 | 信号源 | 信号源的基本原理 | 理解 | 3 | 讲授 | 1、2 |
| 信号源中的关键技术（重点是DDFS、DDWS、PLL的原理） | 掌握 |
| 典型信号源及其应用 | 了解 |
| 6 | 时域测量 | 模拟示波器 | 理解 | 4 | 讲授 | 1、2 |
| 数字示波器的基本原理  （重点是原理结构图） | 掌握 |
| 数字存储示波器的组成和关键技术  （重点和难点包括：采样技术、出发方式、采集模式和显示） | 掌握 |
| 示波器的技术参数 | 了解 |
| 示波器的使用 | 了解 |
| 7 | 实验 | 用示波器观测正弦波，观测不同触发条件下显示的波形，掌握示波器的触发电平、触发极性的设置方法 | 掌握 | 2 | 实验 | 1、2 |
| 用示波器观测调幅波和调频波，掌握示波器水平和垂直通道的设置方法 | 掌握 |
| 8 | 频谱分析仪 | 频域测量 | 了解 | 4 | 讲授 | 1、2 |
| 傅里叶分析仪 | 理解 |
| 外差式频谱分析仪（重点和难点是频谱分析仪各模块的原理与功能） | 掌握 |
| 频谱分析仪演示实验 | 理解 |
| 频谱分析仪的发展趋势 | 了解 |
| 9 | 实验 | 用频谱仪观测正弦波，掌握频谱仪分析频率范围、参考电平、分辨率带宽、视频带宽、输入衰减、检波器的设置方法，理解这些参数对测量的影响。 | 掌握 | 2 | 实验 | 1、2 |
| 用频谱仪观测调幅波、调频波、方波、三角波、FSK信号，分析观测结果 | 掌握 |
| 10 | 数据域测量 | 数据域测量的概念和方法 | 理解 | 2 | 讲授 | 1、2 |
| 逻辑分析仪的原理与关键技术（重点是逻辑分析仪各模块的原理与功能） | 理解 |
| 逻辑分析仪演示实验 | 了解 |
| 逻辑分析仪的应用 | 了解 |
| 11 | 测试自动化 | 组建自动测试系统 | 了解 | 2 | 讲授 | 1、2 |
| 自动测试系统中的总线技术 | 理解 |
| 自动测试系统的软件设计 | 理解 |
| 自动测试系统和虚拟仪器的演示实验 | 理解 |
| 12 | 专题研讨 | 自主学习、研究性学习 | 掌握 | 2 | 研讨 | 3 |

**六、课程教学方法**

本课程适宜采用灵活多样的教学方式，将理论教学、专题研讨、自主学习等有机结合。通过课堂讲授讲解各种被测量的测量方法和测量仪器的基础原理，课后习题有助于学生理解课堂讲授的测量原理和方法，并把所学知识应用于解决测量中遇到的具体的问题，指导课后学生自学和专题研讨部分可以拓展学生的知识面，了解测量领域的新发展。

**（一）课堂讲授**

1．采用启发式教学，激发学生主动学习的兴趣，培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力，引导学生主动通过实践和自学获得自己想学到的知识。

2．在教学内容上，重点放在基本测量原理、基本测量方法、基本测量技术、误差分析上，同时适当拓宽知识面，介绍相关新技术方面的知识，强调学生创新能力的培养和综合素质的提高。

3．在教学过程中采用电子教案，多媒体教学与传统板书相结合，提高课堂教学信息量，增强教学的直观性。上课时，适当提出一些问题，引导学生分析讨论，以调动学生的主动性，培养学生发现问题和分析问题的能力。

4. 课内讨论和课外答疑相结合，每周至少一次进行答疑。

**（二）专题研究（Project）**

围绕各章教学重点内容，除布置一定数量的课后作业外，设置专题研究环节，结合教学内容进展设置适当的专题，可以包括仿真分析、软件编程、新技术追踪等，布置学生以个人或分组方式完成理论或仿真分析、撰写分析报告、课堂报告分析结果并开展讨论。通过专题研讨活动，培养学生主动学习意识和举一反三和探索质疑的思维方式，锻炼学生自主学习能力。

组织形式及要求如下：

学生从教师给定的题目中选择或自主选题，以个人或小组为单位进行，每个人的分工与责任需明确，并在报告中提供小组研讨情况记录及说明；

对研究课题进行报告撰写，并进行课堂口头报告和讨论，锻炼学生清晰陈述观点和回答问题的能力。

报告完成后，教师对关键问题进行评讲并在课堂进行讨论，引导同学交流研究心得，提出疑难问题，开展讨论，对分析研究的结果进行评价比较，从而使学生能够相互借鉴，从不同角度获得对同一问题的充分理解，提出对同一问题的多个解决方案，相互促进，共同提高。

研究性专题的参考方案：

研讨专题可以由教师灵活确立，一方面可以根据教学进展、学生程度进行调整，另一方面也鼓励教师将技术前沿以及科研进展引入教学，体现在研究课题中。

（1）理论研讨专题1：用C语言或MATLAB设计测量数据误差处理的通用程序

设置目的：根据所学测量误差理论，开发软件完成一个测试数据处理的完整流程。通过这个研究专题锻炼学生基于基础性知识点的理解和运用。

要求：提供测试数据输入、中间计算结果、粗大误差判别准则选择等的人机界面；编写程序使用说明；通过实例来验证程序的正确性。提交源代码。

（2）仿真专题1：在Multisim环境下，设计一种用于频率测量的倒数计数器，给出原理图和仿真试验结果

设置目的：进一步巩固倒数计数器测量信号频率方法的理解。

要求：给出倒数计数器仿真原理图和仿真试验结果。

（3）设计专题1：采用微处理器和AD9854，设计一种能够产生音频范围内FSK、BPSK和AM调制信号的信号源，给出电路设计原理图。

设置目的：检验学生对DDFS的理解，掌握和运用能力。

要求：给出电路设计原理图。

（4）研讨专题2：查阅网络分析仪的技术资料，说明网络分析仪的功能和基本原理，比较网络分析仪与频谱分析仪的异同。

设置目的：检验学生对频域测量原理的理解，扩展学生知识面，锻炼自学研究的能力。

要求：自学网络分析仪的功能和基本原理，比较网络分析仪与频谱分析仪的异同。

**（三）实验教学**

实验教学是电子测量课程中的重要环节。开设实验教学环节，可以培养学生的实践动手能力。结合课程中对信号发生器、数字存储示波器、频谱分析仪等测量仪表的学习，设计完成使用上述仪表产生特定要求的信号，并利用仪表进行时域测量和频域测量。

通过实验，学生可以将课堂教授学习到的理论知识和实践操作建立实物操作上的联系，并加深对理论知识点的理解和巩固。学生通过独立或分组完成实验步骤设计、实践操作、数据记录和处理，并对实验现象进行适当的讨论。本环节的考核以提交实验报告方式进行。

鼓励学生结合自己的兴趣进行自主实验。

1. **课程思政**

把课程思政案例（见下表）有机融入到各章节的知识点和教学环节中，激发学生的爱国热情，家国情怀，以及强烈的民族自豪感、使命感和责任感。使学生养成严谨、坚忍的奋斗精神和开拓精神，实事求是、不迷信不盲从的科学精神。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 章节 | 思政元素 |
| 1 | 第一章 绪论 | 我国古代测量技术（秦始皇统一度量衡），激发学生民族自豪感。 |
| 2 | 第三章 时间频率测量 | 中国计量科学研究院时频所在时间频率计量方面的水平达到世界先进水平，激发学生爱党、爱国、爱社会主义的情怀。 |
| 3 | 第四章 电压测量 | 我国航空航天领域的巨大成就，激发学生的民族自豪感和使命感 |
| 4 | 第五章 信号发生器 | 介绍我国仪器设备厂家的发展情况，与国外公司的技术差距，激发学生的使命感 |
| 5 | 第六章 时域测量 | 我国高铁技术的巨大成就，激发学生的民族自豪感和使命感 |
| 6 | 第七章 频域测量 | 我国北斗定位技术的巨大成就，激发学生的民族自豪感和使命感 |
| 7 | 第九章 测量的自动化 | 介绍我国仪器设备厂家的发展情况，与国外公司的技术差距，激发学生的使命感 |

**七、课程的考核**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 考核环节 | 目标分值 | 考核/评价细则 | 对应的课程目标 |
| 作业 | 20 | （1）主要考核学生对每章节知识点的复习、理解和掌握程度；  （2）每次作业可按5分制或10分制单独评分，取各次成绩的加权平均值（总加权成绩10分）作为此环节的最终成绩。 | 1，2 |
| 阶段测试 | 30 | （1）采用随堂测试形式，总加权成绩30分，以卷面成绩乘以其在总评成绩中所占的比例计入课程总评成绩。  （2）考核内容须体现对于综合运用基本概念、基本原理和分析方法，进行电子测量中具体测量和分析能力的考察，不仅包括对各单元知识点的独立考核，还需要包括综合运用和解决问题能力的考核。 | 1、2 |
| 专题研究 | 20 | （1）考查学生自主学习、独立思考和拓展专业知识的能力。专题范围包括测量技术仿真、方案设计、电路原理设计、编程开发等，通过提交作业设计或研讨报告形式提交学习成果。  （2）教师根据各章节教学内容划定选作研究性课题的范围，学生自主选择并独立完成。由教师根据专题设计或研讨报告、研究成果展示综合评定。  （3）根据研讨专题，每个学生独立选择完成2个研讨专题，每个研讨专题满分10分，共20分。 | 1，2，3 |
| 实验 | 30 | （1）采用实验课形式，共开设两次实验，涉及信号源、示波器、频谱分析仪等典型电测仪表的使用操作技能训练，在电子实验室进行。成绩占比30分，计入课程总评成绩。  （2）通过实验进行电子测量中具体测量和分析能力的考察，包括综合运用和解决测试问题能力的考核。 | 1，2 |

**八、本课程与其它课程的联系与分工**

本课程与先修课程和后续课程联系都比较紧密，课程内容应避免重复。

先修课程：概率论与数理统计（B），模拟电子技术，数字电子技术，数字信号处理，信号与系统、微机原理与接口技术

后续课程：轨道交通信号与控制、自动化、智能装备与系统专业的专业课

**九、建议教材及教学参考书**

建议教材：

1. 赵会兵、朱云编著，《电子测量技术》，第1版，北京，高等教育出版社，2011年10月

教学参考书：

1. 张永瑞，宣宗强，高建宁，《电子测量技术》（第2版），高等教育出版社，2011年6月
2. 杨吉祥，詹宏英，梅杓春，《电子测量技术基础》，东南大学出版社，1999年8月
3. 蒋焕文，孙续，《电子测量》（第三版），中国计量出版社，2008年2月
4. 陈光瑀，王厚军，田书林，李为民，《现代测试技术》，电子科技大学出版社，2002年
5. 赵会兵编著，《虚拟仪器技术规范与系统集成》，清华大学出版社，北方交通大学出版社， 2003年8月
6. 科技期刊，《电子测量与仪器学报》，中国电子学会

**十、大纲审核人**

**十一、学院审核程序说明**

由xx系制定，负责本科教学工作的系主任审核，经学院教学指导委员会审核批准。

十二、学院审定日期

**附：达成度评价方法（如下以“机械原理”课程为例）：**

课程目标达成度评价包括课程分目标达成度评价和课程总目标达成度评价，具体计算方法如下：





课程目标评价内容及符号意义说明如附表1，字母*A*、*B*、*C、D*和*E*则分别表示学生作业、实验、阶段考试、期末考试和专题研究的实际平均得分，其中，*A*= *A*1+*A*2，*C*= *C*1+*C*2，*D*= *D*1+*D*2；平时成绩和期末成绩分别占总评成绩的50%。

附表1 课程评价考核基本信息表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程目标评价内容** | **作业** | **阶段测试** | **专题研究** | **实验** | **课程总评成绩** |
| 目标分值 | 20 | 30 | 20 | 30 | 100 |
| 学生平均得分 | *A* | *B* | *C* | *D* | *A*+*B*+*C*+*D* |

课程目标达成度评价值计算具体说明如附表2。

附表2课程达成度评价计算方法

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核环节** | **目标分值** | **学生平均得分** | **达成度计算示例** |
| 课程目标1 | 作业 | 20 | *A* |  |
| 阶段测试 | 30 | *B* |
| 专题研究 | 20 | C |
| 实验 | 30 | *D* |  |
| 课程目标2 | 作业 | 20 | *A* |  |
| 阶段测试 | 30 | *B* |
| 专题研究 | 20 | C |
| 实验 | 30 | *D* |
| 课程目标2 | 专题研究 | 20 | *C* |  |
| 课程总体目标 | 总评成绩 | 100 | *A*+*B*+*C+D* |  |