**《传感器与检测技术》课程教学大纲**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程名称** | **中文** | | 传感器与检测技术 | | | |
| **英文** | | Sensor and Detection Technology | | | |
| **课程代码** | A314027 | | **开课学院/系** | 电气信息工程学院/测控技术与仪器系 | **制定/修订**  **时间** | 2023.09 |
| **课程类别** | 必修/专业基础 | | **学分** | 2.0 | **学时** | 32 |
| **适用专业** | 自动化 | | | | | |
| **先修课程** | 模拟电子技术基础、数字电路 | | | | | |
| **选用教材** | 郁有文.传感器原理及工程应用（第四版）.西安：西安电子科技大学出版社，2014. | | | | | |
| **课时分配** | 理论教学24学时，实验教学8学时 | | | | | |
| **撰写人** | 姚克明 | **审定人** | | 李博 | **批准人** | 薛波 |

**一、课程简介**

《传感器与检测技术》是自动化专业的一门专业基础选修课。它要求学生具有大学物理、高等数学和电路原理等基础知识。通过本课程学习，掌握主要传感器的原理，各种应用条件下传感器的选用原则和应用。培养学生具备传感器的特性实验、标定实验的技能；利用网络、数据手册、厂商名录等获取和查阅传感器技术资料的能力，跟踪传感器新技术的能力，为深入提高学科专业水平和工程实际应用打下坚实的基础。

**二、课程目标**

该课程的教学目标如下：

课程目标1：掌握主要传感器的原理、特性，各种应用条件下传感器的选用原则和测量电路在工程检测中的应用。培养学生具备从事传感器的特性实验、标定实验的技能；具备独立分析、解决传感器方面问题的能力。

课程目标2：具备利用网络、数据手册、厂商名录等获取和查阅传感器技术资料的能力，具备能检测各类信息及对数据进行分析处理的能力，具备跟踪传感器新技术的能力。

**三、课程目标与毕业要求的支撑关系**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **毕业要求** | **毕业要求指标点** | **课程目标** |
| 毕业要求3：设计/开发解决方案 | 3.2能够设计满足特定需求的单元电路，完成传感器选择与参数设计、控制电路的建模仿真等。 | 1 |
| 毕业要求5：使用现代工具 | 5.3 能够选择或开发合适的测试工具、软硬件设计和仿真平台，针对自动化领域复杂工程问题进行设计、模拟、分析和验证，并能分析其局限性。 | 2 |

**四、课程教学内容**

（一）理论教学部分

内容1：传感器与检测技术的理论基础

1．基本内容：测量的基本概念、测量的方法、测量系统，测量误差及数据处理的理论及工程分析方法，包括随机误差的统计处理、系统误差的通用处理方法、粗大误差的处理和最小二乘法和线性回归分析方法。

2．重 点：随机误差的处理与测量结果的计算、粗大误差的判别、最小二乘法和线性回归分析。

3. 难点：随机误差的处理与测量结果的计算、粗大误差的判别。

4. 知识目标：在了解测量、误差以及检测技术概念的基础上，深入理解测量系统的构成、误差的性质与分类，掌握随机误差的统计处理、系统误差的通用处理方法、粗大误差的处理和最小二乘法和线性回归分析方法，为后续内容的学习建立基础。

5. 能力目标：从一般性的角度理解传感器的基本概念，掌握测量数据及其误差的计算和分析处理方法。

6．素质目标：科学研究和技术进步总是离不开调查，传感器的信息采集就是开展“调查”的重要手段之一。培养学生重视调查研究的学习态度。

内容2：传感器的概述

1．基本内容：传感器的组成和分类，传感器的静态特性指标，如线性度、迟滞、重复性、灵敏度等，动态特性特性方程、动态特性响应、传感器幅频特性和相频特性。

2．重 点：传感器的静态特性指标、动态特性响应、传感器幅频特性和相频特性。

3. 难点：传感器的静态特性指标、动态特性响应和频率特性响应。

4. 知识目标：了解传感器的相关概念及其组成，掌握静态特性值指标，掌握动态特性分析方法。

5. 能力目标：从一般性的角度掌握传感器静态特性指标设置的本质和动态特性分析方法。

6．素质目标：基于对国内传感器发展基本国情的认识与分析，在我国急需大力发展新型、先进传感器这一伟大历史进程中，鼓励广大青年学生迎难而上，努力建功立业完成伟大的时代使命。

内容3：应变式传感器

1．基本内容：应变片的种类及特性，应变式传感测量的误差及补偿方法，掌握应变式传感器的工作原理及测量电路。掌握应变式传感器的应用。

2．重 点：温度误差产生的原因及补偿方法、测量电路、相关应用。

3. 难点：温度误差产生的原因及补偿方法、测量电路、横向效应。

4. 知识目标：理解应变效应及其形成条件，掌握应变式传感器测量的误差及补偿方法、工作原理及测量电路，掌握应变式传感器的应用。

5. 能力目标：掌握应变式传感器的测量原理、误差补偿方法和原理，掌握应变式传感器的选用原则及其测量电路在工程检测中的应用。

6．素质目标：误差的分析对于精准测量至关重要，在学习应变式传感器过程中要借助误差补偿方法的讲解，让学生充分理解古人“差之毫厘谬以千里”的道理。

内容4：电感式传感器

1．基本内容：掌握变磁阻式传感器，差动变压器式传感器，电涡流式传感器的工作原理、掌握其输出特性、转换测量电路以及传感器的应用。

2．重点：变磁阻式传感器非线性误差分析及其补偿方法、差动变压器式传感器的特点及应用。

3．难点：变磁阻式传感器非线性误差分析及其补偿方法、差动变压器式传感器的特点及应用。

4. 知识目标：掌握电感式传感器的原理，掌握电感式传感器输出特性、转换测量电路以及传感器的应用。

5. 能力目标：掌握电感式传感器的特性及其非线性误差的分析方法，掌握电感式传感器的选用原则及其测量电路在工程检测中的应用。

6．素质目标：使学生学会“变参数实验观测法”，重视统计分析实验观测数据得出并验证结论的方法。

内容5：电容式传感器

1．基本内容：变间距型、变面积型、变介电常数型电容传感器的结构形式，工作原理；电容式传感器的灵敏度、非线性以及电容传感器的等效电路分析；电容传感器的主要性能、特点、设计要求和应用举例。

2．重 点：电容式传感器的灵敏度、非线性误差改善方法，电容式传感器的应用。

3. 难点：电容式传感器的灵敏度、非线性误差改善方法。

4. 知识目标：掌握电容式传感器的测量原理，掌握其分类方法及特点，掌握电容式传感器的灵敏度、非线性误差改善方法，掌握电容式传感器的应用方法。

5. 能力目标：掌握不同原理传感器的线性和非线性分类分析方法，掌握电容式传感器的选用原则及其测量电路在工程检测中的应用。

6．素质目标：引导学生思考通过不同事物的某些相似性类推出其他的相似性，从而预测出它们在其他方面存在类似可能的方法，其中蕴含着借鉴、方法移植的思想。

内容6：压电式传感器

1．基本内容：压电效应，压电材料，石英晶体和压电陶瓷的压电特性，压电元件的结构形式，压电式传感器测量电路与应用。

2．重 点：正负压电效应与能量的转换关系，压电式传感器的应用。

3．难点：正负压电效应与能量的转换关系，压电式传感器的应用。

4. 知识目标：理解压电效应原理及其形成条件，掌握石英晶体和压电陶瓷的压电特性，掌握正负压电效应与能量的转换关系，压电式传感器的应用。

5. 能力目标：依据正负压电效应的本质以及应用场景的不同，掌握压电式传感器的选用原则及在工程检测中的应用。

6．素质目标：通过电压元件的连接体现了“团结协作”的价值观。教育学生个体的力量总是渺小的、有限的，一个团队的力量远大于单个个体的力量。

内容7：磁电式传感器

1．基本内容：磁电式传感器和霍尔式传感器的作原理、基本特性以及测量电路，磁电式、霍尔式传感器的应用。

2．重 点：霍尔效应，磁电效应，磁电式、霍尔式传感器的应用。

3．难点：霍尔效应，磁电式、霍尔式传感器的应用。

4. 知识目标：理解磁电式传感器和霍尔式传感器的作原理、基本特性以及构成条件，掌握磁电式、霍尔式传感器的应用。

5. 能力目标：掌握物理效应与能成为传感器敏感元件之间的必要条件，掌握磁电式、霍尔式传感器的选用原则及在工程检测中的应用。

6．素质目标：通过磁场和电场的转化关系，告诉学生当一个问题较难解决或解决成本较高时，转化可能是促进问题更好解决的理想方法。

内容8：光电式传感器

1．基本内容：光电效应、各种光电器件的工作原理与应用。

2．重 点：光电管、光电倍增管、光敏电阻、光电池、光敏二极管和光敏三极管等光电器件的工作原理与应用。

3．难点：光电器件的工作原理与应用。

4. 知识目标：掌握内光电效应以及不同分类下对应的光电器件，掌握不同光电器件的应用原理和方法。

5. 能力目标：依据被测对象和工作环境的不同，掌握各种光电式传感器的选用原则及在工程检测中的应用。

6．素质目标：光纤“百折不挠，勇往直前”的全反射属性给青年学生以启示，鼓励大家在生活和工作中要坚韧顽强，自信担当，昂首向前。

内容9：传感器在工程检测中的应用

1．基本内容：半导体传感器、超声波传感器、微波传感器、辐射式传感器、数字式传感器、智能式传感器的特点及应用、各类传感器在工业检测的应用方法。

2．重点：掌握各类传感器在工业检测的应用方法。

3．难点：掌握各类传感器在工业检测的应用方法。

4. 知识目标：掌握上述各类传感器的原理特点及关键构成，掌握上述各类传感器的应用方法。

5. 能力目标：依据被测对象和工作环境的不同，具备利用网络、数据手册、厂商名录等获取和查阅传感器技术资料的能力，具备跟踪传感器新技术的能力，在此基础上进一步掌握各种传感器在工程检测中选择和应用能力。

6．素质目标：使学生正确树立职业观，有效引导学生养成爱岗敬业的价值思想，促使他们精益求精地完成工作，在探索科技创新的实践中不断地发展和完善自己。

（二）实验教学部分

实验1：金属应变片的单臂、半桥、全桥性能实验

1. 实验内容：完成金属应变片的单臂、半桥、全桥性能实验，分析并验证应变片单臂、半桥、全桥的性能及相互之间的关系。
2. 实验目标：观察了解箔式应变片的结构及粘贴方式；熟悉箔式应变片的性能；掌握应变片单臂、半桥、全桥的工作原理和工作情况。

实验2：电容式、霍尔式传感器测位移

1. 实验内容：完成电容传感器测位移实验，直流激励时霍尔式传感器位移特性实验，分析并验证两种传感器的数据特点。
2. 实验目标：掌握电容式、霍尔式传感器测位移的原理和应用。

实验3：霍尔式、磁电式、光电式传感器测转速

1. 实验内容：掌握传感器测量转速的方法，根据数据分析根据不同传感器的测速的范围。
2. 实验目标：掌握光电式传感器测转速的方法和原理。

实验4：压电式传感器测震动实验

1. 实验内容：压电式传感器测量横梁固有频率。
2. 实验目标：了解压电式传感器的工作原理；掌握压电式传感器与横梁固有频率间接测量关系。

**五、教学内容、教学方式与课程目标的支撑关系**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **教学内容** | **教学方式** | | |
| **线下教学** | **混合教学** | **线上教学** |
| 课程目标1 | 内容1：传感器与检测技术的理论基础  内容2：应变式传感器  内容3：电感式传感器  内容4：电容式传感器  内容5：压电式传感器  内容6：磁电式传感器  内容7：光电式传感器  实验1：金属应变片的单臂、半桥、全桥性能实验  实验2：电容式、霍尔式传感器测位移  实验3：霍尔式、光电式传感器测转速 | √ |  |  |
| 课程目标2 | 内容2：应变式传感器  内容3：电感式传感器  内容4：电容式传感器  内容5：压电式传感器  内容6：磁电式传感器  内容7：光电式传感器  内容8：传感器在工程检测中的应用  实验1：金属应变片的单臂、半桥、全桥性能实验  实验2：电容式、霍尔式传感器测位移  实验3：光电式传感器测转速  实验4：压电式传感器测振动实验 | √ |  |  |

**六、课程教学方法与学时分配**

（一）教学方法

(1) 兴趣培养：引导、激励学生的学习积极性和自主性，让学生对课程有一个总体把握，多举一些生活中常见的传感器应用的实例，使课程更生动，让学生有直观的认识，对课程学习产生兴趣。

(2) 教学总体思路与进程：将本课程教学内容总体分为三大部分（面——点——面），知识的讲解从一般共性规律方法到具体细节，最后再回来一般性规律，深入浅出，循序渐进，使学生容易接受，容易理解。

(3) 加强多媒体教学法的应用：本课程的知识体系涉及多个学科，很多原理学生以往接触比较少。因此加强多媒体教学，通过运用动画和声音，使课程的内容更直观、更形象、更新颖。将抽象、不易理解的原理以动态图像的方式演示出来，将抽象的物理化学现象用模拟的方法展示给学生。让枯燥抽象的课程内容生动化、形象化，从而易于被学生接受和理解。

(4) 良好的师生互动：加强课内与课外的师生互动，同时让学生参与整个教学过程，成为真正意义上的主体。为了达到能让学生不仅吸收所学知识，并且将知识融会贯通、学以致用，在课内要进行引导性的提问或设置适当的课堂讨论。课外，通过答疑、作业以及网络课题等方式进行互动， 从而及时发现学生学习中存在的问题，及时调整，以提高学生的学习效果。

(5) 做好课程实验：根据传感器与检测技术课程的特点，设计多种传感器测量实验，通过让学生亲自动手实践，深入掌握课程相关知识内容，从而进一步培养学生检测各类信息及对数据进行分析处理的能力，培养学生对传感器的实际应用能力，提高学生的创造能力和适应变化的能力。

（二）学时分配

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **教学内容** | **课堂讲授** | **实验** | **合计** |
| 内容1：传感器与检测技术的理论基础 | 5 |  | 5 |
| 内容2：传感器概述 | 5 |  | 5 |
| 内容3：应变式传感器 | 4 |  | 4 |
| 内容4：电感式传感器 | 2 |  | 2 |
| 内容5：电容式传感器 | 4 |  | 4 |
| 内容6：压电式传感器 | 2 |  | 2 |
| 内容7：磁电式传感器 | 2 |  | 2 |
| 内容8：光电式传感器 | 4 |  | 4 |
| 内容9：传感器在工程检测中的应用 | 4 |  | 4 |
| 实验1：金属应变片的单臂、半桥、全桥性能实验 |  | 2 | 2 |
| 实验2：电容式、霍尔式传感器测位移 |  | 2 | 2 |
| 实验3：光电式传感器测转速 |  | 2 | 2 |
| 实验4：压电式传感器测震动实验实验 |  | 2 | 2 |
| 合计 | 32 | 8 | 40 |

**七、课程考核及成绩评定方法**

本门课程采用“N+1”过程性考核的方式进行考核。

考核方式：采用平时作业、课内实验、课堂讨论和期末考试相结合的形式对学生课程成绩进行综合评定。课程目标达成评价与考核总成绩中，平时作业成绩占15%、课内实验成绩占20%、课堂讨论成绩占15%、期末考试成绩占50%。

课程目标与课程考核环节的对应关系：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **课程**  **目标** | **考核环节** | | | | **合计** |
| **平时作业** | **课内实验** | **课堂讨论** | **期末考试** |
| 1 | 课程目标1 | 10% | 10% | 10% | 30% | 60% |
| 2 | 课程目标2 | 5% | 10% | 5% | 20% | 40% |
| 合计 | | 15% | 20% | 15% | 50% | 100% |

各考核环节按照附件中的评分标准进行成绩评定。

**八、课程参考书目及资源**

1. 郁有文. 传感器原理及工程应用（第四版）. 西安：西安电子科技大学出版社，2014.

2. 侯国章. 测试与传感器技术（第三版）. 哈尔滨：哈尔滨工业大学出版社，2009.

3. 刘少强. 传感器设计及应用实例.北京：中国电力出版社，2008.

4. 中国大学MOOC国家精品资源共享课，传感器与检测技术，武汉理工大学, http://www.icourse163.org/course/WHUT-1001863004.

**附件：评分标准**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 考核环节 | **优**  **（90～100）** | **良**  **（80～89）** | **中等**  **（70～79）** | **及格**  **（60～69）** | **不及格（<60）** |
| 平时作业 | 书写工整、清晰规范，符号、单位等按规范执行；概念清晰，分析得当；方案能够解决问题，思路清晰，计算正确 | 书写工整、清晰规范，主要符号、单位等按规范执行；主要概念清晰，但部分分析有误；方案主要思路、过程和计算过程正确 | 能辨识，部分符号、单位等按规范执行；部分概念清晰，分析中有明显知识漏洞；方案部分可行。 | 不能辨识，符号、单位等不按照规范；基本概念不清晰；尚能制定方案 | 作业不完整或未交；基本概念未掌握；不能制定方案 |
| 课内实验 | 报告格式完整，条理清晰；实验原理分析正确；实验步骤或实验方法描述得当；实验结果描述正确，对实验结果有正确的分析。 | 报告格式完整，条理比较清晰；实验原理分析正确；实验步骤及实验方法描述得当；实验结果描述正确，对实验结果有较正确的分析。 | 报告格式比较完整，但条理性一般；实验原理分析基本正确，实验步骤及实验方法描述比较得当；实验结果描述正确。 | 报告格式基本完整，但没有条理性；实验原理基本正确，有实验步骤及实验方法描述，有实验结果，缺乏对实验结果的描述和分析。 | 报告格式不完整，调理混乱，错误较多；实验原理存在错误；缺乏对实验结果的描述和分析；或者存在较多内容抄袭。 |
| 课堂讨论 | 观点表达完整、正确，思路清晰，语言流利。 | 观点表达较完整、思路较清晰，语言流利，答案正确。 | 观点表达较完整、思路较清晰，语言流利，答案基本正确。 | 观点表达基本完整、思路基本清晰，语言基本流利，答案大部分正确。 | 观点表达不完整、思路不清晰，语言不流利，答案不正确。 |
| 期末考试 | 按照期末考试参考答案与评分标准执行 | | | | |