



常州工学院  
CHANGZHOU INSTITUTE OF TECHNOLOGY

# 光电信息科学与工程专业

## 核心课程教学大纲

(适用于 2016、2017 级)

|                     |    |
|---------------------|----|
| 数字图像处理课程教学大纲.....   | 2  |
| 传感器与检测技术课程教学大纲..... | 10 |
| 光电检测技术课程教学大纲.....   | 20 |
| 光通信技术课程教学大纲.....    | 29 |
| 激光原理与技术课程教学大纲.....  | 37 |
| 物理光学课程教学大纲.....     | 45 |
| 应用光学课程教学大纲.....     | 54 |

# 数字图像处理课程教学大纲

## (Digital Image Processing)

### 一、课程概况

课程代码：02100670

学 分：2

学 时：48（其中讲授学时 42）

先修课程：C 语言，信号与系统

适用专业：光电信息科学与工程

适用年级：2016 级、2017 级

教 材：杨帆著，数字图象处理与分析，北京航空航天大学出版社

课程归口：电气与光电工程学院

**课程的性质与任务：**本课程是光电信息科学与工程专业的专业必修课，也可做为信息类专业的必修课或选修课。

### 二、课程目标

目标 1：能够对数字图像处理相关专业术语进行准确描述，能围绕工程应用目的，根据数字图像种类和特征，选择相应的滤波和降噪方法，设计合理有效的数字图像处理算法的过程模型。（支撑毕业要求 1-2：能够针对光电检测领域中的物理、机械部件、电路、信号与系统等具体的对象建立数学模型并求解。）

目标 2：能够理解模型与复杂光电检测系统的关系及其作用，能够基于基本模型分析各个环节的特点与要求，寻求不同解决方法，并能对多种解决方法进行比较，选取最优方法，从而综合得到最优解决方案。（支撑毕业要求 1-4：理解系统的概念及其在光电检测领域的体现，能够将专业知识和数学模型方法用于光电信息行业及其相关领域光电检测系统开发或集成中复杂工程问题的解决方案的比较与综合。）

目标 3：能够围绕工程应用目标，根据数字图像处理的算法模型，设计并建立的完

整的实验系统，检验数字图像处理结果，对算法进行验证。（支撑毕业要求 4-2：能够基于科学原理并采用科学方法、专业理论对光电信息行业及其相关领域光电检测系统开发或集成中的关键问题进行分析，设计仿真或实验方案。）

课程目标与毕业要求观测点的对应关系如表 1 所示。

表 1 课程目标与毕业要求观测点的对应关系

| 毕业要求观测点  | 课程目标 |      |      |
|----------|------|------|------|
|          | 目标 1 | 目标 2 | 目标 3 |
| 毕业要求 1.2 | √    |      |      |
| 毕业要求 1.4 |      | √    |      |
| 毕业要求 4.2 |      |      | √    |

### 三、课程内容及要求

#### （一）绪论

##### 1. 教学内容

- （1）图像、数字图像、数字图像处理的概念。
- （2）数字图像处理的应用和发展。
- （3）数字图像的模型。
- （4）数字图像系统的评价。

##### 2. 基本要求

- （1）能准确描述图像、数字图像、数字图像处理的概念。
- （2）能完整叙述数字图像处理的应用和发展，数字图像的文件格式，彩色模型。
- （3）能准确描述数字图像系统的概念模型和图像质量的评价方法。

#### （二）数字图像基础

##### 1. 教学内容

- （1）图像信号数字化的基本原理。
- （2）二维采样定理。
- （3）常用图像设备和器件。

##### 2. 基本要求

- （1）能准确描述图像信号数字化的基本原理。

- (2) 能描述和解释二维采样定理。
- (3) 能准确描述常用图像设备和器件。

### **(三) 图像的正交变换**

#### **1.教学内容**

- (1) 离散傅里叶变换和离散余弦变换。
- (2) 离散沃尔什和哈达玛变换，离散 K.L 变换和小波变换。

#### **2.基本要求**

- (1) 能利用离散傅里叶变换和离散余弦变换原理设计图像处理算法。
- (2) 能利用离散沃尔什和哈达玛变换、离散 K.L 变换和小波变换原理，设计数字图像处理算法。

### **(四) 图像增强**

#### **1.教学内容**

- (1) 图像空域和频域增强处理，邻域处理、卷积运算、平滑和锐化的概念及作用。
- (2) 图像平滑和锐化的主要方法、原理及效果。
- (3) 图像的伪彩色处理和几何校正。

#### **2.基本要求**

- (1) 能准确描述图像空域和频域增强处理，邻域处理、卷积运算、平滑和锐化的概念及作用。
- (2) 能根据图像特点选用设计图像平滑和锐化算法，并能依据图像处理的应用目的选用、设计卷积模板算子或频域滤波器。
- (3) 能描述图像的伪彩色处理机制和几何校正原理。

### **(五) 图像复原**

#### **1.教学内容**

- (1) 无约束图像复原技术。
- (2) 有约束图像复原原理。

#### **2.基本要求**

能准确描述无约束图像复原技术和有约束图像复原原理。

### **(六) 图像几何变换**

#### **1.教学内容**

- (1) 几何变换的基本原理。

(2) 位置变换、形状变换、图像复合变换方法和程序实现方法。

## 2.基本要求

(1) 能准确描述数字图像几何变换的基本原理。

(2) 能设计数字图像位置变换和形状变换算法和程序。

## (七) 图像压缩编码

### 1.教学内容

(1) 哈夫曼编码、香农.范诺编码、算术编码。

(2) 预测编码的基本原理。

(3) 灰度图像和二值图像的编码。

(4) 活动图像常用的数据压缩方法，和 JPEG、MPEG 压缩标准。

## 2.基本要求

(1) 能准确描述哈夫曼编码、香农.范诺编码、算术编码的基本原理。

(2) 能描述预测编码的基本原理。

(3) 能描述灰度图像和二值图像的编码方法，并能设计相应的编码过程模型。

(4) 能准确描述 JPEG、MPEG 压缩标准。

## (八) 图像处理的数学形态学方法

### 1.教学内容

(1) 数学形态学的基本概念

(2) 二值图像和灰度图像的数学形态学变换方法

## 2.基本要求

(1) 能准确描述数学形态学的基本概念。

(2) 能设计二值图像和灰度图像的数学形态学变换算法并编写程序。

## (九) 图像分割技术

### 1.教学内容

(1) 基于阈值选取的图像分割方法。

(2) 边缘检测基本原理和常用算子。

(3) 基于边缘检测的图像分割方法、Hough 变换方法。

## 2.基本要求

(1) 能描述基于区域的图像分割方法的基本原理。

(2) 能准确描述边缘检测基本原理，能区分常用算子。

(2) 能设计基于边缘检测的图像分割算法和 Hough 变换算法并编写程序。

教学内容与课程目标的对应关系及学时分配如表 2 所示。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系及学时分配表

| 序号  | 教学内容    | 支撑的课程目标  | 支撑的毕业要求观测点     | 讲授学时 | 实验学时 |
|-----|---------|----------|----------------|------|------|
| 1   | 绪论      | 目标 1     | 1.2            | 2    |      |
| 2   | 数字图像基础  | 目标 1、3   | 1.2、4.2        | 2    |      |
| 3   | 图像的正交变换 | 目标 1、3   | 1.2、4.2        | 6    |      |
| 4   | 图像增强    | 目标 2、3   | 1.4、4.2        | 10   | 6    |
| 5   | 图像复原    | 目标 2、3   | 1.4、4.2        | 4    |      |
| 6   | 图像几何变换  | 目标 2、3   | 1.4、4.2        | 4    |      |
| 7   | 图像压缩编码  | 目标 2     | 1.4            | 6    |      |
| 8   | 数学形态学   | 目标 1、2、3 | 1.2、1.4<br>4.2 | 4    |      |
| 9   | 图像分割技术  | 目标 1、2、3 | 1.2、1.4<br>4.2 | 4    |      |
| 合 计 |         |          |                | 42   | 6    |

#### 四、课内实验（实践）

实践内容与课程目标关系及学时分配如表 3 所示。

表 3 实践内容与课程目标的对应关系及学时分配表

| 序号 | 实践项目名称 | 实验内容及要求                                                                                      | 学时 | 课程目标     | 类型  | 备注 |
|----|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|----------|-----|----|
| 1  | 图像均衡化  | 给定一幅图象，输出其直方图。通过对话框给定一个线性变换函数，实现图象的灰度拉伸；实现图象均衡化                                              | 2  | 目标 1、2   | 设计性 | 必做 |
| 4  | 图像增强   | (1)学习常见的图像增强的方法并实际体会图像增强前后画质的变化 (2) 了解几种不同增强方式用于不同图像处理所取得的效果； (3) 培养处理实际图像的能力并为课堂教学提供配套的实践机会 | 4  | 目标 1、2、3 | 综合性 | 必做 |

#### 五、课程实施

##### （一）教学方法与教学手段

1.把握主线，引导学生掌握图像信息处理相关概念、方法的实际意义，利用实际案例，帮助学生理解图像信息处理的方法和过程，使学生能够应用图像处理方法与信息技术相结合，加强学生在图像处理、分割压缩等方面的应用。

2.采用多媒体教学手段，配合例题的讲解及适当的思考题，保证讲课进度的同时，注意学生的掌握程度和课堂的气氛。

3.采用案例式教学，引进数字信号处理的实际案例，让学生真正了解并掌握图像信息处理的分析方法，从而具备相关知识和方法的实际应用能力。

## （二）课程实施与保障

课程主要教学环节及其质量要求如表 4 所示。

表 4 课程主要教学环节和质量要求表

| 主要教学环节 |         | 质量要求                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | 备课      | <p>（1）掌握本课程教学大纲内容，严格按照教学大纲要求进行课程教学内容的组织。</p> <p>（2）熟悉教材各章节，借助专业书籍资料，并依据教学大纲编写授课计划，编写每次授课的教案。教案内容包括章节标题、教学目的、教法设计、课堂类型、时间分配、授课内容、课后作业、教学效果分析等方面。</p> <p>（3）根据各部分教学内容，构思授课思路、技巧，选择合适的教学方法。</p>                                                     |
| 2      | 讲授      | <p>（1）要点准确、推理正确、条理清晰、重点突出，能够理论联系实际，熟练地解答和讲解例题。</p> <p>（2）采用多种教学方式（如启发式教学、案例分析教学、讨论式教学、多媒体示范教学等），注重培养学生发现、分析和解决问题的能力。</p> <p>（3）能够采用现代信息技术辅助教学。</p> <p>（4）表达方式应能便于学生理解、接受，力求形象生动，使学生在掌握知识的过程中，保持较为浓厚的学习兴趣。</p>                                    |
| 3      | 作业布置与批改 | <p>学生必须完成规定数量的作业，作业必须达到以下基本要求：</p> <p>（1）按时按量完成作业，不缺交，不抄袭。</p> <p>（2）书写规范、清晰。</p> <p>（3）解题方法和步骤正确。</p> <p>教师批改和讲评作业要求如下：</p> <p>（1）学生的作业要按时全部批改，并及时进行讲评。</p> <p>（2）教师批改和讲评作业要认真、细致，按百分制评定成绩并写明日期。</p> <p>（3）学生作业的平均成绩应作为本课程总评成绩中平时成绩的重要组成部分。</p> |

|   |      |                                                                                                                                  |
|---|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | 课外答疑 | 为了解学生的学习情况,帮助学生更好地理解和消化所学知识、改进学习方法和思维方式,培养其独立思考问题的能力,任课教师需每周安排一定时间进行课外答疑与辅导。                                                     |
| 5 | 成绩考核 | 本课程考核的方式为闭卷或开卷笔试。考试采取教考分离,监考由学院统一安排。有下列情况之一者,总评成绩为不及格:<br>(1) 缺交作业次数达 1/3 以上者。<br>(2) 缺课次数达本学期总授课学时的 1/3 以上者。<br>(3) 课程目标小于 0.6。 |

## 六、考核方式

(一) 课程考核包括期末考试、课程作业和实验考核,期末考试采用闭卷或开卷笔试。

(二) 课程成绩=课后作业×20%+课程实验×20%+期末考试成绩×60%。具体内容和比例如 5 表所示。

表 5 考核总评成绩组成及评价细则表

| 成绩组成 | 考核/评价环节  | 权重  | 考核/评价细则                                                                                                                                                                                     |
|------|----------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 平时成绩 | 课后习题作业   | 20% | 课后完成 15-20 个习题,主要考核学生对每章知识点、能力点的理解、掌握和运用程度,计算全部作业的平均成绩后按 15%计入总成绩。                                                                                                                          |
|      | 课程实验     | 20% | 完成 4 个实验,主要考核学生应用基础知识进行综合实验。每个实验按百分制分别给出预习、操作和实验报告的成绩,平均后得到该实验的成绩。4 个实验成绩平均后得到实验总评成绩并按 20%计入课程总成绩。                                                                                          |
| 期末考试 | 期末考试卷面成绩 | 60% | 试卷题型包括简答题、数据分析计算题和综合应用题等,以卷面成绩的 70%计入总成绩。其中考核误差理论与数据处理基本理论的知识型题目占 20%左右;考核学生运用误差理论知识对实验过程中的数据或现象进行分析和解释能力的题目占 40%左右;考核学生对精密测量、自动检测系统标定、生产过程(产品)质量控制与改进等复杂工程问题中有关测量和数据处理问题的分析运用能力的题目占 40%左右。 |

### (三) 课程目标考核说明

为能够证明学生本课程考核成绩合格,即可达到课程目标的要求,制定《课程目标考核方案一览表》,如表 6 所示。课程目标的计算办法按照《光电工程学院课程目标达成情况评价实施办法》执行。

表 6 课程目标考核方案一览表

| 课程支撑的<br>毕业要求 | 课程目标 | 考核内容                                                                                                                        | 考核形式           | 考核原始材料（说明：试卷、作业、实验报告、技术报告、过程记录、实习总结等，纸质或电子稿） |
|---------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------|
| 1-2           | 目标 1 | 图像信号数字化的基本原理、离散傅里叶变换和离散余弦变换、离散沃尔什和哈达玛变换，离散 K.L 变换和小波变换、邻域处理、卷积运算、平滑和锐化的概念及作用。                                               | 课后作业、期末考试、课程实验 | 作业（纸质）、试卷（纸质）、实验报告（纸质）                       |
| 1-4           | 目标 2 | 无约束和有约束图像复原技术、几何变换的基本原理、数学形态学的基本概念、哈夫曼编码、香农.范诺编码、算术编码、灰度图像和二值图像的编码、JPEG、MPEG 压缩标准、图像空域和频域增强处理、图像平滑和锐化的主要方法、原理及效果、位置变换、形状变换。 | 课后作业、期末考试、课程实验 | 作业（纸质）、试卷（纸质）、实验报告（纸质）                       |
| 4-2           | 目标 3 | 图像复合变换方法和程序实现方法、二值图像和灰度图像的数学形态学变换方法、基于阈值选取的图像分割方法、边缘检测基本原理和常用算子、基于边缘检测的图像分割方法、Hough 变换方法。                                   | 课后作业、期末考试、课程实验 | 作业（纸质）、试卷（纸质）、实验报告（纸质）                       |

## 七、有关说明

### （一）持续改进

本课程根据学生作业、课堂讨论、实验环节、平时考核情况和学生、教学督导等的反馈，及时对教学中的不足之处进行改进，并在下一轮课程教学中整改完善，确保相应毕业要求指标点达成。

### （二）参考书目及学习资料

- （1）杨帆著，数字图像处理与分析，北京航空航天大学出版社
- （2）Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods 著，数字图像处理（第二版），电子工业出版社
- （3）Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Steven L. Eddins 著，数字图像处理（MATLAB 版），电子工业出版社
- （4）朱秀昌著，数字图像处理与图像通信，北京邮电大学出版社

# 传感器与检测技术课程教学大纲

## (Sensor principle and application)

### 一、课程概况

课程代码: 02100230

学 分: 3

学 时: 48 (其中讲授学时 40)

先修课程: 高等数学、电工电子、模拟电路、数字电路、信号分析与处理

适用专业: 光电信息科学与工程

适用年级: 2016、2017 级

教 材: 《传感器原理及工程应用》(第四版), 郁有文, 西安电子科技大学出版社, 2014.5

课程归口: 电气与光电工程学院

课程性质: 本课程是光电信息科学与工程专业的专业基础必修课, 也可作为电子类、信息类专业和其它有关专业的必修课或选修课。

### 二、课程目标

目标 1: 能够熟练应用所学的基础知识, 对传感器所获得的信号进行分析, 并能通过参考相关技术资料, 对信号检测、传输、处理, 以解决复杂工程问题。(支撑毕业要求 2-2: 能够运用科学原理和数学模型的方法, 将复杂系统分解, 实现模块化表达, 并对光电信息行业及其相关领域光电检测系统的单元、部件性能进行分析。)

目标 2: 能够应用传感器技术针对复杂工程问题设计信号采集、放大、传输、控制电路, 提出合理方案解决新问题, 设计方案符合健康、运行安全、法律、环保等要求。(支撑毕业要求 3-2: 能够针对特定需求, 通过建模仿真进行元器件参数计算、工艺需求分析和功能分析, 完成单元或子系统的硬件电路和软件模块设计。)

目标 3: 能够基于传感器原理, 采用科学方法, 正确构建传感器的检测电路、信号传输电路、处理电路, 并能对各部分的信号进行分析和科学解释, 而且能进行工程验证。(支撑毕业要求 4-2: 能够基于科学原理并采用科学方法、专业理论对光电信息行业及其相关领域光电检测系统开发或集成中的关键问题进行分析, 设计仿真或实验方案。)

目标 4：在掌握传感器的选用原则及理解所用传感器的工作原理的基础上，能够根据实际问题，选择合适的传感器及相应测量设备，利用单片机及相关软件编写测试程序，完成不同工程参数的测量。（支撑毕业要求 5-1：能够选择与使用专业常用的现代仪器仪表、系统仿真与设计软件和信息技术工具，并理解其局限性。）

课程目标与毕业要求指标点的对应关系如表 1 所示。

表 1 课程目标与毕业要求指标点的对应关系

| 毕业要求指标点 | 课程目标 |   |   |   |
|---------|------|---|---|---|
|         | 1    | 2 | 3 | 4 |
| 2-2     | √    |   |   |   |
| 3-2     |      | √ |   |   |
| 4-2     |      |   | √ |   |
| 5-1     |      |   |   | √ |

### 三、课程内容及要求

#### （一）绪论

##### 1.教学内容

- （1）测量、测量方法、测量误差
- （2）测量数据的估计和处理

##### 2.基本要求

- （1）能够理解测量方法及测量误差。
- （2）能够掌握数据处理的过程及方法。

##### 3.重点难点

- （1）测量方法的分类、测量误差的性质
- （2）测量数据处理

#### （二）传感器的基本概念

##### 1.教学内容

- （1）传感器的定义与组成
- （2）传感器的分类
- （3）传感器的基本特性（静态特性、动态特性）
- （4）传感器的发展展望

##### 2.基本要求

- （1）能够理解传感器的定义、基本特性。

- (2) 能够掌握传感器的数学模型。
- (3) 能够了解传感器的分类及发展展望。

### 3.重点难点

- (1) 传感器的基本特性
- (2) 传感器的数学模型

### **(三) 应变式传感器**

#### 1.教学内容

- (1) 应变效应
- (2) 电阻应变片的结构和种类
- (3) 电阻应变片的主要特性（静态、动态）
- (4) 电阻应变片的测量电路的特性分析及其补偿
- (5) 电阻式传感器应用举例

#### 2.基本要求掌握测量电路特性分析及补偿方法，了解电阻式传感器的结构、应用，

- (1) 能够理解应变效应、电阻应变片工作原理及特性。
- (2) 能够掌握测量电路特性分析及补偿方法。
- (3) 能够了解电阻式传感器的结构、应用。

### 3.重点难点

- (1) 电阻应变片工作原理及特性。
- (2) 单臂、半桥、全桥差动电路特性分析。
- (3) 电阻式传感器的应用。

### **(四) 电感式传感器**

#### 1.教学内容

- (1) 自感式传感器的结构和工作原理、转换电路、输出特性
- (2) 互感式传感器的结构和工作原理、等效电路、测量电路
- (3) 电涡流传感器的基本原理、等效电路、测量电路
- (4) 电感式传感器的应用举例

#### 2.基本要求

- (1) 能够理解自感式传感器、互感式传感器的工作原理。
- (2) 能够掌握自感传感器、互感传感器、电涡流传感器工作原理的等效电路、测量电路。
- (3) 能够掌握零残误差产生的原因及补偿方法。
- (4) 能够了解电感式传感器的应用。

### 3.重点难点

- (1) 互感式传感器的结构及工作原理。
- (2) 互感式传感器的等效电路、测量电路。

### **(五) 电容式传感器**

#### **1.教学内容**

- (1) 电容式传感器的基本工作原理。
- (2) 电容式传感器的输出特性。
- (3) 电容式传感器的测量电路（电容式传感器的等效电路、谐振式测量电路、运算放大电路、电桥电路）。
- (4) 电容式传感的应用。

#### **2.基本要求**

- (1) 能够理解电容式传感器的基本工作原理、电容式传感器的输出特性。
- (2) 能够掌握电容式传感器的测量电路及特性分析。
- (3) 能够了解电容式传感的应用。

#### **3.重点难点**

- (1) 电容式传感器的工作原理。
- (2) 电容式传感器的测量电路。

### **(六) 压电式传感器**

#### **1.教学内容**

- (1) 压电效应、压电材料
- (2) 石英晶体的压电特性、压电陶瓷的压电现象
- (3) 压电晶片的连接方式、压电传感器的等效电路、测量电路
- (4) 压电传感器的应用举例

#### **2.基本要求**

- (1) 能够理解压电效应、压电材料、石英晶体的压电特性。
- (2) 能够掌握压电晶片的连接方式、压电传感器的等效电路、测量电路。
- (3) 能够了解压电传感器的应用。

#### **3.重点难点**

- (1) 压电式传感器的工作原理、压电晶片的压电特性。
- (2) 压电传感器的测量电路。

### **(七) 磁电式传感器**

#### **1.教学内容**

- (1) 霍尔效应和霍尔传感器工作原理
- (2) 霍尔元件的主要技术参数

(3) 霍尔元件连接方式和输出电路、测量误差和补偿方法

(4) 霍尔传感器应用举例

(5) 磁电感应式传感器

## 2.基本要求

(1) 能够理解霍尔效应和霍尔传感器工作原理。

(2) 能够掌握霍尔元件的主要技术参数。

(3) 能够理解霍尔元件连接方式和输出电路、测量误差和补偿方法。

(4) 能够了解霍尔传感器应用、磁电感应式基本原理。

## 3.重点难点

(1) 霍尔传感器工作原理及主要技术参数。

(2) 霍尔元件的测量误差补偿方法。

## (八) 光电式传感器

### 1.教学内容

(1) 光电效应

(2) 光电器件

(3) 光纤传感器特点

(4) 光栅式传感器特点、计量光栅、莫尔条纹

## 2.基本要求

(1) 能够理解光电效应的概念、光栅式传感器工作原理。

(2) 能够掌握光电器件的基本特性、结构、光栅式传感器工作方式、光纤传感器的工作特点。

(3) 能够了解光电传感器的应用。

## 3.重点难点

(1) 光电效应的概念、光栅式传感器工作原理。

(2) 光栅式传感器的工作方式。

## (九) 半导体传感器

### 1.教学内容

(1) 半导体气敏传感器

(2) 湿敏传感器

(3) 色敏传感器

(4) 半导体式传感器的应用

## 2.基本要求

(1) 能够理解半导体气敏传感器、湿敏传感器的概念、色敏传感器工作原理。

(2) 能够掌握半导体气敏传感器、湿敏传感器的基本特性、结构、色敏传感器工作方式和工作特点。

(3) 能够了解半导体式传感器的应用。

### 3.重点难点

(1) 半导体气敏传感器、湿敏传感器的概念及工作原理。

(2) 色敏传感器的工作方式。

## (十) 超声波和微波传感器

### 1.教学内容

(1) 超声波传感器

(2) 超声波传感器的应用

(3) 微波传感器

(4) 微波传感器的应用

### 2.基本要求

(1) 能够理解超声波、微波的概念、超声波传感器和微波传感器的工作原理。

(2) 能够掌握超声波传感器的基本特性、结构、微波传感器工作方式、工作特点。

(3) 能够了解超声波传感器和微波传感器的应用。

### 3.重点难点

(1) 超声波、微波的概念、超声波传感器和微波传感器工作原理。

(2) 超声波传感器的工作方式。

教学内容与课程目标的对应关系及学时分配如表 2 所示。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系及学时分配表

| 序号 | 教学内容     | 支撑的课程目标  | 支撑的毕业要求指标点  | 讲授学时 |
|----|----------|----------|-------------|------|
| 1  | 绪论       | 目标 3     | 4.2         | 4    |
| 2  | 传感器的基本概念 | 目标 1、2、3 | 2.2、3.2、4.2 | 4    |
| 3  | 应变式传感器   | 目标 1、2、3 | 2.2、3.2、4.2 | 4    |
| 4  | 电感式传感器   | 目标 1、2   | 2.2、3.2     | 4    |
| 5  | 电容式传感器   | 目标 1、2、3 | 2.2、3.2、4.2 | 4    |
| 6  | 压电式传感器   | 目标 1、2、3 | 2.2、3.2、4.2 | 4    |
| 7  | 磁电式传感器   | 目标 1、2   | 2.2、3.2     | 4    |
| 8  | 光电式传感器   | 目标 1     | 2.2         | 4    |
| 9  | 半导体传感器   | 目标 1、2   | 2.2、3.2     | 4    |

|     |           |      |     |    |
|-----|-----------|------|-----|----|
| 10  | 超声波和微波传感器 | 目标 1 | 2.2 | 4  |
| 合 计 |           |      |     | 40 |

#### 四、课内实验（实践）

| 序号 | 实验项目名称     | 实验内容及要求                                                                         | 学时 | 对毕业要求的支撑        | 类型  | 备注 |
|----|------------|---------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------|-----|----|
| 1  | 应变片式传感器实验  | 理解金属箔式应变片工作原理及性能特点，掌握单臂、双臂、四臂电桥的工作原理。                                           | 2  | 2.2、3.2、4.2、5.1 | 综合性 | 必做 |
| 2  | 电容式传感器实验   | 理解电容式传感器的工作原理及特性，设计电容式传感器测量位移电路。                                                | 2  | 2.2、3.2、4.2、5.1 | 综合性 | 必做 |
| 3  | 压电式传感器实验   | 理解压电传感器的工作原理及特性，验证压电效应的性质，设计电容式传感器测量电路。                                         | 2  | 2.2、3.2、4.2、5.1 | 设计性 | 必做 |
| 4  | 常用工程量的测量实验 | （1）、根据实验要求，选择合适的传感器及相应测量电路，完成位移、振动、转速、重量等工程参数的测量<br>（2）、掌握传感器的选用原则及理解所用传感器的工作原理 | 2  | 2.2、3.2、4.2、5.1 | 综合性 | 必做 |

#### 五、课程实施

##### （一）教学方法与教学手段

1.把握主线，引导学生掌握各类传感器的工作原理、测量电路等，利用各类传感器在工程实践中的实际案例，帮助学生理解利用传感器实现测试测量的过程，使学生能从系统的观点出发，设计开发测试系统。

2.采用多媒体教学手段，配合例题的讲解及适当的思考题，保证讲课进度的同时，注意学生的掌握程度和课堂的气氛。

3.采用案例式教学，引进计量与工程测试过程中的实际案例，让学生真正了解并掌握各类传感器的工作原理、测量转换电路等，从而具备相关知识和方法的实际应用能力。

##### （二）课程实施与保障

课程主要教学环节及其质量要求如表 3 所示。

表 3 课程主要教学环节和质量要求表

| 主要教学环节 | 质量要求 |
|--------|------|
|--------|------|

|   |         |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 备课      | <p>(1) 掌握本课程教学大纲内容, 严格按照教学大纲要求进行课程教学内容的组织。</p> <p>(2) 熟悉教材各章节, 借助专业书籍资料, 并依据教学大纲编写授课计划, 编写每次授课的教案。教案内容包括章节标题、教学目的、教法设计、课堂类型、时间分配、授课内容、课后作业、教学效果分析等方面。</p> <p>(3) 根据各部分教学内容, 构思授课思路、技巧, 选择合适的教学方法。</p>                                                   |
| 2 | 讲授      | <p>(1) 要点准确、推理正确、条理清晰、重点突出, 能够理论联系实际, 熟练地解答和讲解例题。</p> <p>(2) 采用多种教学方式(如启发式教学、案例分析教学、讨论式教学、多媒体示范教学等), 注重培养学生发现、分析和解决问题的能力, 为解决自动检测和现代质量管理及其相关领域复杂工程问题奠定基础。</p> <p>(3) 能够采用现代信息技术辅助教学。</p> <p>(4) 表达方式应能便于学生理解、接受, 力求形象生动, 使学生在掌握知识的过程中, 保持较为浓厚的学习兴趣。</p> |
| 3 | 作业布置与批改 | <p>学生必须完成规定数量的作业, 作业必须达到以下基本要求:</p> <p>(1) 按时按量完成作业, 不缺交, 不抄袭;</p> <p>(2) 书写规范、清晰;</p> <p>(3) 解题方法和步骤正确。</p> <p>教师批改和讲评作业要求如下:</p> <p>(1) 学生的作业要按时全部批改, 并及时进行讲评;</p> <p>(2) 教师批改和讲评作业要认真、细致, 按百分制评定成绩并写明日期;</p> <p>(3) 学生作业的平均成绩应作为本课程总评成绩的重要组成部分。</p>  |
| 4 | 课外答疑    | <p>为了解学生的学习情况, 帮助学生更好地理解和消化所学知识、改进学习方法和思维方式, 培养其独立思考问题的能力, 任课教师需每周安排一定时间进行课外答疑与辅导。</p>                                                                                                                                                                  |
| 5 | 成绩考核    | <p>本课程考核的方式为开卷笔试。监考由学院统一安排。有下列情况之一者, 总评成绩为不及格:</p> <p>(1) 缺交作业次数达 1/3 以上者;</p> <p>(2) 缺课次数达本学期总授课学时的 1/3 以上者。</p>                                                                                                                                       |

## 六、考核方式

(一) 课程考核包括期末考试、课后作业及课程报告考核, 期末考试采用开卷笔试。

(二) 总评成绩=平时成绩考试成绩×20%+实验成绩×20%+期末考试成绩×60%。具体内容和比例如表 4 所示。

表 4 考核总评成绩组成及评价细则表

| 成绩组成 | 考核/评价环节 | 占比 | 考核/评价细则 |
|------|---------|----|---------|
|------|---------|----|---------|

|               |          |      |                                                                                                                       |
|---------------|----------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 平时成绩<br>(20%) | 平时作业     | 50%  | 课后完成 15-25 个习题，主要考核学生对每节课知识点的复习、理解和掌握程度，计算全部作业的平均成绩再按 10%计入总成绩。                                                       |
|               | 考勤及课堂练习  | 50%  | 以随机的形式，在每章内容进行中或结束后，随堂测试 1-3 题，主要考核学生课堂的听课效果和课后及时复习消化本章知识的能力，结合平时考勤，最后按 10%计入课程总成绩。                                   |
| 实验成绩<br>(20%) | 课程实验     | 100% | 完成 4 个实验，主要考核学生应用基础知识进行工程测试实验，并对实验结果进行分析与处理的能力。每个实验按百分制分别给出预习、操作和实验报告的成绩，平均后得到该实验的成绩。4 个实验成绩平均后得到实验总评成绩并按 20%计入课程总成绩。 |
| 期末考试<br>(60%) | 期末考试卷面成绩 | 100% | 试卷题型包括填空题、简答题、综合题等，以卷面成绩的 60%计入课程总成绩。其中考核传感器原理与应用的基本知识型题目占 40%；与传感器的应用有关的综合分析题占 30%；与传感器的实验相关的知识占 30%。                |

### (三) 课程目标考核说明

为能够证明学生本课程考核成绩合格，即可达到课程目标的要求，制定《课程目标考核方案一览表》，如表 5 所示。课程目标的计算方法按照《光电工程学院课程目标达成情况评价实施办法》执行。

表 5 课程目标考核方案一览表

| 课程支撑的<br>毕业要求 | 课程目标 | 考核内容                                                                | 考核形式           | 考核原始材料（说明：试卷、作业、实验报告、技术报告、过程记录、实习总结等，纸质或电子稿） |
|---------------|------|---------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------|
| 2-2           | 目标 1 | 传感器的基础知识，传感器所获得信号的计算分析，并能通过参考相关技术资料，对信号检测、传输、处理。                    | 课后作业、期末考试      | 作业（纸质）、试卷（纸质）。                               |
| 3-2           | 目标 2 | 应用传感器技术针对复杂工程问题设计信号采集、放大、传输、控制电路，设计合理方案解决新问题，设计方案符合健康、运行安全、法律、环保等要求 | 课后作业、课程报告、期末考试 | 作业（纸质）、课程报告（纸质）、试卷（纸质）。                      |

|     |      |                                                                       |                |                     |
|-----|------|-----------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------|
| 4-2 | 目标 3 | 基于传感器原理，采用科学方法，正确构建传感器的检测电路、信号传输电路、处理电路，并能对各部分的信号进行分析和科学解释，而且能进行工程验证。 | 实验操作、课后作业、期末考试 | 实验报告、作业（纸质）、试卷（纸质）。 |
| 5-1 | 目标 4 | 能够根据实际问题，选择合适的传感器及相应测量设备，利用单片机及相关软件编写测试程序，完成不同工程参数的测量。                | 实验操作           | 实验报告                |

## 七、有关说明

### （一）持续改进

本课程根据学生作业、课堂讨论、实验环节、平时考核情况和学生、教学督导等的反馈，及时对教学中的不足之处进行改进，并在下一轮课程教学中整改完善，确保相应毕业要求指标点达成。

### （二）参考书目及学习资料

- 1.潘雪涛. 传感器原理与检测技术.北京：国防工业出版社，2011.5
- 2.吴建平.传感器原理及应用.北京：机械工业出版社，2016.1
- 3.徐科军.传感器与检测技术.北京：电子工业出版社，2016.5
- 4.胡向东.传感器与检测技术.北京：机械工业出版社，2013.9
- 5.郁有文.传感器原理及工程应用.西安：西安电子科技大学出版社，2014.5。

# 光电检测技术课程教学大纲

## (Optoelectronic Detection Technology)

### 一、课程概况

课程代码: 02100060

学 分: 3

学 时: 48 (其中讲授学时 42)

先修课程: 普通物理、工程光学、电工电子技术、光电子技术、传感器与检测技术、高等数学

适用专业: 光电信息科学与工程

适用年级: 2016、2017 级

教 材: 《光电测试技术》 范志刚, 电子工业出版社 2015

课程归口: 电气与光电工程学院

课程性质: 本课程是光电信息科学与工程专业的专业必修课程, 也是测控专业的选修课程。

### 二、课程目标

目标 1: 能够用数学物理方法复述光电系统的对准和调焦技术、焦距和顶焦距的测量方法、刀口阴影法的基本原理、光度和色度学的基本概念和实验定律以及 CIE 光度色度计算方法。(支撑毕业要求 1-4: 理解系统的概念及其在测试领域的体现, 能够将专业知识和数学模型方法用于光电信息行业及其相关领域光电检测系统开发或集成中复杂工程问题的解决方案的比较与综合)

目标 2: 能够根据激光多普勒测速的基本原理, 对简单激光测距功能进行计算; 能够对比不同的激光干涉、衍射测试技术, 对多普勒测速技术进行简单的计算; 在掌握激光衍射测量方法的基础上能够对衍射光栅尺寸进行相关计算。(支撑毕业要求 2-2: 能够运用科学原理和数学模型的方法, 将复杂系统分解, 实现模块化表达, 并对光电信息行业及其相关领域光电检测系统的单元、部件性能进行分析。)

目标 3: 能够阐述光电检测系统的工作原理、结构组成、功能模块设计和实现方法; 掌握常见的误差处理方法, 培养色彩运用、色度测量和仪器使用的基本知识和技能; 掌握分析和提高光电测量精度的基本技能和应用能力(支撑毕业要求 3-1: 能够考虑社会、

健康、安全、法律、文化以及环境等制约因素，分析和识别单元或子系统中的参数影响，提出满足设计目标的设计方案，并进行可行性分析。）

目标:4: 能够了解各类光电测试技术的最新进展及其应用，能够掌握莫尔形貌（等高线）测试技术的基本概念，能理解三角法测试技术。（支撑毕业要求 10-2: 了解自动化测试领域的国际发展趋势、研究热点，理解和尊重世界不同文化的差异性和多样性。）

课程目标与毕业要求指标点的对应关系如表 1 所示。

表 1 课程目标与毕业要求指标点的对应关系

| 毕业要求指标点 | 课程目标 |   |   |   |
|---------|------|---|---|---|
|         | 1    | 2 | 3 | 4 |
| 1-4     | √    |   |   |   |
| 2-2     |      | √ |   |   |
| 3-1     |      |   | √ |   |
| 10-2    |      |   |   | √ |

### 三、课程内容及要求

#### （一）绪论

##### 1.教学内容

- (1) 光电信息技术概论。
- (2) 误差处理。
- (3) Zemax(补充)。
- (4) 光辐射体与光辐射探测器件。

##### 2.基本要求

- (1) 能解释专业术语。
- (2) 能够掌握常用光电检测技术的基本原理、特点和应用范围。

##### 3.重点难点

掌握常见的误差处理方法。

#### （二）基本光学量测试技术

##### 1.教学内容

- (1) 光电系统的对准和调焦技术
- (2) 焦距的测量

- (3) 星点检验
- (4) 分辨率测试技术
- (5) 光学传递函数测试技术

## 2.基本要求

- (1) 能够掌握光电系统的对准和调焦技术，
- (2) 能够理解焦距和顶焦距的测量方法，
- (3) 能够掌握星点检验的理论基础和检验条件，
- (4) 能够了解分辨率的测试方法，
- (5) 能够理解刀口阴影法的基本原理，掌握刀口阴影法检验
- (6) 能够大口径凹球面曲率半径的基本方法，
- (7) 能够了解光学传递函数测试技术。

## 3. 重点难点

用 Zemax 软件仿真出测试实验

### （三）色度和光度测试技术

#### 1.教学内容

- (1) 光度学基本概念和实验定量。
- (2) CIE 光度计算原理。
- (3) 光通量、亮度、光照度和光效测量方法和应用。
- (4) 色度学的基本概念和实验定律。
- (5) CIE 色度计算方法。
- (6) 色度的测试方法和应用。

#### 2.基本要求

- (1) 能够理解光度和色度学的基本概念和实验定律，
- (2) 能够掌握 CIE 光度色度计算方法，
- (3) 能够了解光度色度的测试方法和应用，
- (4) 能够了解光学系统透过率测试技术。

#### 3. 重点难点

理解光度色度表征参数

### （四）激光测试技术

## 1.教学内容

- (1) 激光概述
- (2) 激光准直技术及应用
- (3) 激光多普勒测速技术
- (4) 激光测距技术
- (5) 激光三角法测试技术

## 2.基本要求

- (1) 能够掌握激光准直测试技术。
- (2) 能够激光多普勒测速原理及其实现方法。
- (3) 能够了解激光测试技术的应用。

## 3. 重点难点

激光多普勒原理，与超声多普勒的联系与区别

### （五）激光干涉测试技术

## 1.教学内容

- (1) 激光干涉测试技术基础
- (2) 激光斐索型干涉测试技术
- (3) 波面剪切干涉测试技术
- (4) 激光全息干涉测试技术
- (5) 激光外差干涉测试技术
- (6) 激光移相干涉测试技术

## 2.基本要求

- (1) 能够理解激光干涉测试技术的理论基础。
- (2) 能够掌握激光斐索(Fizeau)型干涉测试技术、激光全息干涉测试技术、激光外差干涉测试技术、激光移相干涉测试技术、激光散斑干涉测试技术的基本原理及实现方法。
- (3) 能够了解激光干涉测试技术的应用及纳米技术中的干涉测试技术。

## 3. 重点难点

各种激光干涉测试技术的联系与区别

### （六）激光衍射测试技术

## 1.教学内容

- (1) 激光衍射测试技术基础
- (2) 激光衍射测量方法
- (3) 衍射光栅及其应用

## 2.基本要求

- (1) 能够理解激光衍射测试技术理论基础。
- (2) 能够掌握激光衍射测量方法。
- (3) 能够了解衍射光栅及其应用。

## 3. 重点难点

衍射图谱与孔、缝之间的关系

## （七）光纤测试技术

### 1.教学内容

- (1) 光纤的分类
- (2) 光纤传感原理
- (3) 光纤传感在应力和温度测试中的应用

### 2.基本要求

- (1) 能够理解传感型光纤传感器。
- (2) 能够传光型光纤传感器的工作原理。
- (3) 能够了解分布式光纤传感原理及其应用。

### 3. 重点难点

光栅、光纤随外界变了的变化原理

## （八）其他典型光电测试技术

### 1.教学内容

- (1) 几何光栅及其应用
- (2) 三角法测量厚度
- (3) 新型光电测试技术

### 2.基本要求

- (1) 能够掌握莫尔形貌（等高线）测试技术；
- (2) 能理解三角法测试技术；

(3) 能够了解各类光电测试技术的最新进展及其应用。

### 3. 重点难点

莫尔条纹测量原理，三角法的测量原理。

教学内容与课程目标的对应关系及学时分配如表 2 所示。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系及学时分配表

| 序号  | 教学内容       | 支撑的课程目标  | 支撑的毕业要求指标点   | 讲授学时 |
|-----|------------|----------|--------------|------|
| 1   | 绪论         | 目标 1     | 1-4          | 4    |
| 2   | 基本光学量测试技术  | 目标 1、2   | 1-4、2-2      | 8    |
| 3   | 色度和光度测试技术  | 目标 1、2、3 | 1-4、2-2、3-1  | 4    |
| 4   | 激光测试技术     | 目标 1、2、3 | 1-4、2-2、3-1  | 6    |
| 5   | 激光干涉测试技术   | 目标 1、2、3 | 1-4、2-2、3-1  | 6    |
| 6   | 激光衍射测试技术   | 目标 1、2、3 | 1-4、2-2、3-1  | 6    |
| 7   | 光纤测试技术     | 目标 1、2、3 | 1-4、2-2、3-1  | 6    |
| 8   | 其他典型光电测试技术 | 目标 1、2   | 1-4、2-2、10-2 | 4    |
| 合 计 |            |          |              | 42   |

## 四、课内实验（实践）

| 序号 | 实验项目名称       | 实验内容及要求                                          | 学时 | 对毕业要求的支撑    | 类型  | 备注 |
|----|--------------|--------------------------------------------------|----|-------------|-----|----|
| 1  | 光度和色度测试      | 采用照度计、亮度计或积分球系统测量 LED 灯泡的光度色度参数。要求操作正确，误差不超过 8%。 | 2  | 1-4、2-2、3-1 | 综合性 | 必做 |
| 2  | 精密位移量的激光干涉测量 | 采用干涉法测量微小位移，要求操作正确，能进行数据处理和精度估算                  | 2  | 1-4、2-2、3-1 | 综合性 | 必做 |
| 3  | 衍射法测量细丝直径    | 采用激光干涉，测量细丝的直径，要求能够正确搭建光路，能够理解测量原理，能够分析测量结果。     | 2  | 1-4、2-2、3-1 | 设计性 | 必做 |

## 五、课程实施

### （一）教学方法与教学手段

1.课堂讲授：由问题引入式，加强互动；采用课题提问的方式，进行学生理解、掌握情况，预习复习情况的了解和测验。

## 2.案例式教学

包含实物演示，结构照片，功能电路和光路分析等

## 3.自主学习模式

对于前期课程或同期课程中已经学过的知识,有引导的进行相关主题的复习或扩展,在课堂上以回答一组问题抽检其结果;

### (二) 课程实施与保障

课程主要教学环节及其质量要求如表 3 所示。

表 3 课程主要教学环节和质量要求表

| 主要教学环节 |         | 质量要求                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | 备课      | <p>(1) 掌握本课程教学大纲内容，严格按照教学大纲要求进行课程教学内容的组织。</p> <p>(2) 熟悉教材各章节，借助专业书籍资料，并依据教学大纲编写授课计划，编写每次授课的教案。教案内容包括章节标题、教学目的、教法设计、课堂类型、时间分配、授课内容、课后作业、教学效果分析等方面。</p> <p>(3) 根据各部分教学内容，构思授课思路、技巧，选择合适的教学方法。</p>                                                   |
| 2      | 讲授      | <p>(1) 要点准确、推理正确、条理清晰、重点突出，能够理论联系实际，熟练地解答和讲解例题。</p> <p>(2) 采用多种教学方式（如启发式教学、案例分析教学、讨论式教学、多媒体示范教学等），注重培养学生发现、分析和解决问题的能力，为解决自动检测和现代质量管理及其相关领域复杂工程问题奠定基础。</p> <p>(3) 能够采用现代信息技术辅助教学。</p> <p>(4) 表达方式应能便于学生理解、接受，力求形象生动，使学生在掌握知识的过程中，保持较为浓厚的学习兴趣。</p>  |
| 3      | 作业布置与批改 | <p>学生必须完成规定数量的作业，作业必须达到以下基本要求：</p> <p>(1) 按时按量完成作业，不缺交，不抄袭；</p> <p>(2) 书写规范、清晰；</p> <p>(3) 解题方法和步骤正确。</p> <p>教师批改和讲评作业要求如下：</p> <p>(1) 学生的作业要按时全部批改，并及时进行讲评；</p> <p>(2) 教师批改和讲评作业要认真、细致，按百分制评定成绩并写明日期；</p> <p>(3) 学生作业的平均成绩应作为本课程总评成绩的重要组成部分。</p> |
| 4      | 课外答疑    | <p>为了解学生的学习情况，帮助学生更好地理解和消化所学知识、改进学习方法和思维方式，培养其独立思考问题的能力，任课教师需每周安排一定时间进行课外答疑与辅导。</p>                                                                                                                                                               |
| 5      | 成绩考核    | <p>本课程考核的方式为开卷笔试。监考由学院统一安排。有下列情况之一者，总评成绩为不及格：</p> <p>(1) 缺交作业次数达 1/3 以上者；</p> <p>(2) 缺课次数达本学期总授课学时的 1/3 以上者。</p>                                                                                                                                  |

## 六、考核方式

(一)课程考核包括期末考试、课后作业及课程报告考核,期末考试采用开卷笔试。

(二) 总评成绩=平时成绩考试成绩×20%+实验成绩×20%+期末考试成绩。具体内容和比例如表 4 所示。

表 4 考核总评成绩组成及评价细则表

| 成绩组成        | 考核/评价环节      | 权重   | 考核/评价细则                                                                                             |
|-------------|--------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 平时成绩<br>20% | 平时作业         | 50%  | 课后完成 20-30 个习题,主要考核学生对每节课知识点的复习、理解和掌握程度,计算全部作业的平均成绩再按 10%计入总成绩。                                     |
|             | 考勤及<br>课堂练习  | 50%  | 以随机的形式,在每章内容进行中或结束后,随堂测试 1-3 题,主要考核学生课堂的听课效果和课后及时复习消化本章知识的能力,结合平时考勤,最后按 10%计入课程总成绩。                 |
| 实验成绩<br>20% | 课程实验         | 100% | 完成 3 个实验,并对实验结果进行分析与评价的能力。每个实验按百分制分别给出预习、操作和实验报告的成绩,平均后得到该实验的成绩。3 个实验成绩平均后得到实验总评成绩并按 20%计入课程总成绩。    |
| 期末考试<br>60% | 期末考试<br>卷面成绩 | 100% | 试卷题型包括填空题、简答题、计算题和综合应用题等,以卷面成绩的 60%计入课程总成绩。其中考核知识型题目占 30%,实验类题目 10%;数据计算和分析能力题目占 20%;综合分析验证题目占 40%。 |

### (三) 课程目标考核说明

为能够证明学生本课程考核成绩合格,即可达到课程目标的要求,制定《课程目标考核方案一览表》,如表 5 所示。课程目标的计算办法按照《电气与光电工程学院课程目标达成情况评价实施办法》执行。

表 5 课程目标考核方案一览表

| 课程支撑的<br>毕业要求 | 课程目标 | 考核内容                                          | 考核形式          | 考核原始材料(说明:试卷、作业、实验报告、技术报告、过程记录、实习总结等,纸质或电子稿) |
|---------------|------|-----------------------------------------------|---------------|----------------------------------------------|
| 1-4           | 目标 1 | 光电检测相关的基本概念,能够阐述光电检测系统的工作原理、结构组成、功能模块设计和实现方法。 | 课后作业、<br>期末考试 | 作业(纸质)、试卷(纸质)。                               |

|      |      |                                                               |                |                         |
|------|------|---------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 2-2  | 目标 2 | 光电检测技术所用到的相关数学模型，能够对光电检测系统所用到的相关模型、数据进行简单计算。                  | 课后作业、期末考试      | 作业（纸质）、试卷（纸质）。          |
| 3-1  | 目标 3 | 掌握常见的误差处理方法，培养色彩运用、色度测量和仪器使用的基本知识和技能；掌握分析和提高光电测量精度的基本技能和应用能力。 | 课后作业、课程报告、期末考试 | 作业（纸质）、课程报告（纸质）、试卷（纸质）。 |
| 10-2 | 目标 4 | 了解各类光电测试技术的最新进展及其应用，能够掌握莫尔形貌（等高线）测试技术的基本概念，能理解三角法测试技术         | 课后作业、课程报告、期末考试 | 作业（纸质）、课程报告（纸质）、试卷（纸质）。 |

## 七、有关说明

### （一）持续改进

本课程根据学生作业、课堂讨论、实验环节、平时考核情况和学生、教学督导等的反馈，及时对教学中的不足之处进行改进，并在下一轮课程教学中整改完善，确保相应毕业要求指标点达成。

### （二）参考书目及学习资料

- (1) 刘华锋等，光电检测技术及系统，浙大出版社，2015；
- (2) 鲍超，信息检测技术，浙江大学出版社，2001
- (3) 郭培源等主编，光电检测技术及应用。北京：北京航空航天大学出版社，2006
- (4) 雷玉堂等编著，光电检测技术。北京：中国计量出版社，1997
- (5) 曾光宇主编，光电检测技术。北京：清华大学出版社,2005
- (6) 赵远等主编，光电信号检测原理与技术。北京:机械工业出版社,2005
- (7) 冯其波主编，光学测量技术与应用。北京：清华大学出版社出版 2008

# 光通信技术课程教学大纲

## (Optical Fiber Communication)

### 一、课程概况

课程代码：02100100

学 分：3

学 时：48（其中：讲授学时 42，实验学时 6）

先修课程：应用光学、信号与系统、光电子技术、激光原理及应用

适用专业：光电信息科学与工程

适用年级：2016 级、2017 级

教 材：《光纤通信》第二版，刘增基等，西安电子科技大学出版社，2008.12

课程归口：电气与光电工程学院

**课程的性质与任务：**本课程是光电信息科学与工程专业的专业必修课，也可作为电子信息类专业的必修课或选修课。通过本课程的学习，让学生掌握光纤传输的基础知识、通信用光器件的工作原理和特性以及光纤通信模块和系统的基本概念、理论和技术，并结合课程实验培养学生扎实的理论基础和实践能力，为后续专业集中实践及毕业设计环节奠定基础。

### 二、课程目标

目标 1. 能够描述光纤通信基础知识和相关概念，能够解释光调制器与光放大器等光电器件、光发送机与光接收机等模块以及多信道波分复用系统的工作原理；能够运用信号与系统的知识分析光纤通信系统的输入和输出；能够分析计算光纤结构、光纤损耗、激光器和光检测器性能等特性参数。（支撑毕业要求 1-3：能够将电路、电子技术、信号分析及处理、控制理论、误差分析理论等相关知识和数学模型方法用于推演、分析自动化测试领域的工程问题。）

目标 2. 能够测量传输光纤、光纤跳线的损耗以及光衰减器、光隔离器等无 WDM 源光器件的性能；能够测量波分复用 WDM 模块的插入损耗、隔离度等特性和合波、分波功能；能在上述测量的基础上按应用要求搭建光纤通信模块或系统并分析测试其性能。

（支撑毕业要求 4-1：掌握基本实验方法，能够对自动化测试工程相关的各类物理现象、元器件特性和单元性能进行研究和实验验证。）

目标 3. 能够分析计算光纤通信系统的灵敏度、误码率等系统性能参数；能够分析损耗受限和色散受限数字光纤通信系统，在此基础上计算系统的传输距离。能够运用器件、模块和系统等相关知识并结合具体环境和社会影响，应用光通信仿真软件给出数字和模拟光纤通信系统的设计方案。（支撑毕业要求 5-2：理解现代工程工具的特点，能够选择恰当的工具将其应用于元件选型、模块设计和系统集成等自动化测试工程实践关键环节。）

课程目标与毕业要求观测点的对应关系如表 1 所示。

表 1 课程目标与毕业要求观测点的对应关系

| 毕业要求观测点 | 课程目标 |      |      |
|---------|------|------|------|
|         | 目标 1 | 目标 2 | 目标 3 |
| 1-3     | √    |      |      |
| 4-1     |      | √    |      |
| 5-2     |      |      | √    |

### 三、课程内容及要求

#### （一）概论

##### 1. 教学内容

- （1）光纤通信发展的历史和现状
- （2）光纤通信的优点和应用
- （3）光纤通信系统的基本组成

##### 2. 基本要求

- （1）能够阐述光纤通信的产生和发展以及现状。
- （2）能够理解光纤通信系统的组成和特点及其应用。

#### （二）光纤和光缆

##### 1. 教学内容

- (1) 光纤结构和类型
- (2) 光纤传输原理和传输特性
- (3) 光缆
- (4) 光纤特性测量方法

## 2.基本要求

- (1) 能够采用射线光学（几何光学）理论分析光纤的导光原理。
- (2) 能够准确描述单模光纤、多模光纤、色散位移光纤、光纤损耗和色散的概念，能够分析如何才能满足光纤单模传输条件。
- (3) 能够分别分析光纤损耗和色散的对光纤通信系统性能的影响。

## (三) 通信用光器件

### 1.教学内容

- (1) 光源
- (2) 光检测器
- (3) 光无源器件

### 2.基本要求

- (1) 能够描述半导体激光器的物理基础，能够分析激光器和发光二极管的工作原理和特性并能比较两者之间的异同。
- (2) 能够解释光检测器的工作原理和特性，能对 PIN 和 APD 光电二极管进行分析比较。
- (3) 能够对光耦合器和光调制器等几种常用的无源光器件的原理及作用进行描述和解释。

## (四) 光端机

### 1.教学内容

- (1) 光发射机
- (2) 光接收机
- (3) 线路编码

### 2.基本要求

- (1) 能够准确阐述光发射机、光接收机的功能并能对它们的电路组成和工作原理进行解释。

(2) 能够描述误码、误码率、灵敏度的概念并解释它们的物理意义。

(3) 能够描述光发送机的几种不同类型的线路编码。

### **(五) 数字光纤通信系统**

#### **1. 教学内容**

(1) 两种传输体制

(2) 系统的性能指标

(3) 系统的设计

#### **2. 基本要求**

(1) 能够准确描述 SDH 的基本概念及其相对 PDH 的改进。

(2) 能够在给定系统关键参数条件下设计数字光纤通信系统并分析其误码率、灵敏度等性能。

(3) 能够分别计算损耗受限和色散受限数字光纤通信系统系统的再生段距离，并能通过比较设计出系统的传输距离。

### **(六) 模拟光纤通信系统**

#### **1. 教学内容**

(1) 调制方式

(2) 模拟基带直接光强调制光纤传输系统

(3) 副载波复用光纤传输系统

#### **2. 基本要求**

(1) 能够准确描述直接调制和间接调制的原理并能解释其应用场合。

(2) 能够阐述基带直接光强调制光纤传输系统的基本组成、工作原理并能对其性能进行分析评价评价。

(3) 能够阐述副载波复用光纤传输系统基带直接光强调制光纤传输系统的基本组成、工作原理并能对其性能进行分析评价评价。

### **(七) 光纤通信新技术**

#### **1. 教学内容**

(1) 光纤放大器

(2) 光波分复用技术

(3) 光交换技术

## 2.基本要求

(1) 能够描述光纤放大器的概念和基本构成并解释掺铒光纤放大器 EDFA 的工作原理、特性和应用。

(2)能够阐述光波分复用 WDM 技术的基本理论及优势并解释 WDM 系统的组成、特点以及关键器件。

(3) 能够阐述光交换技术的原理，并能分析比较不同光交换技术的特点及其应用场合。

教学内容与课程目标的对应关系及学时分配如表 2 所示。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系及学时分配表

| 序号 | 教学内容     | 支撑的课程目标 | 支撑的毕业要求<br>观测点 | 讲授<br>学时 | 实验<br>学时 |
|----|----------|---------|----------------|----------|----------|
| 1  | 概论       | 目标 1    | 1-3            | 2        |          |
| 2  | 光纤和光缆    | 目标 1、2  | 1-3, 4-1       | 10       | 2        |
| 3  | 通信用光器件   | 目标 1、2  | 1-3, 4-1       | 6        |          |
| 4  | 光端机      | 目标 1    | 1-3            | 6        | 2        |
| 5  | 数字光纤通信系统 | 目标 1、3  | 1-3, 5-2       | 6        |          |
| 6  | 模拟光纤通信系统 | 目标 2、3  | 4-1, 5-2       | 6        |          |
| 7  | 光纤通信新技术  | 目标 3    | 5-2            | 6        | 2        |
| 合计 |          |         |                | 42       | 6        |

## 四、课内实验（实践）

课内实验与课程目标的对应关系及学时分配如表 3 所示。

表 3 课内实验与课程目标的对应关系及学时分配表

| 序号 | 实验项目名称        | 实验内容及要求                                        | 学时 | 支撑的课程<br>目标 | 类型  | 备注 |
|----|---------------|------------------------------------------------|----|-------------|-----|----|
| 1  | 光纤传输损耗性质及测量实验 | 测量光纤传输损耗；<br>掌握截断法测量。                          | 2  | 2           | 验证性 | 必做 |
| 2  | 光纤通信线路编码实验    | 光发送机线路编码测试；了解光纤通信线路编码的编译码方式和选码原则；掌握 CMI 编译码原理。 | 2  | 2           | 验证性 | 必做 |
| 3  | 波分复用光纤通信系统实验  | 搭建 WDM 光纤通信系统；测试各器件的性能；实现波分复用功                 | 2  | 2           | 验证性 | 必做 |

|  |  |             |  |  |  |  |
|--|--|-------------|--|--|--|--|
|  |  | 能并评价系统整体性能。 |  |  |  |  |
|--|--|-------------|--|--|--|--|

## 五、课程实施

### （一）教学方法与教学手段

1. 讲授时注意结合实际应用。讲解光纤通信相关实际案例，让学生了解并掌握光纤通信模块和系统的设计方法；采用课内实践项目，让学生掌握相关技能和实验方法；
2. 引导学生利用光通信仿真软件搭建光纤通信模块和系统，进而加强他们对光器件和系统相关知识的理解和掌握，提高分析问题和解决问题的实际能力。

### （二）课程实施与保障

课程主要教学环节及其质量要求如表 4 所示。

表 4 课程主要教学环节和质量要求表

| 主要教学环节 |         | 质量要求                                                                                                                                                                                                          |
|--------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | 备课      | <p>（1）掌握本课程教学大纲内容，严格按照教学大纲要求进行课程教学内容的组织。</p> <p>（2）依据教学大纲编写授课计划和教案。教案内容包括章节标题、教学目的、教法设计、课堂类型、时间分配、授课内容、课后作业、教学效果分析等方面。</p> <p>（3）根据各部分教学内容，构思授课思路、技巧，选择合适的教学方法。</p>                                           |
| 2      | 讲授      | <p>（1）要点准确、推理正确、条理清晰、重点突出，能够理论联系实际，熟练地解答和讲解例题。</p> <p>（2）采用多种教学方式（如启发式教学、案例分析教学、讨论式教学、多媒体示范教学等），注重培养学生发现、分析和解决问题的能力。</p> <p>（3）采用现代信息技术辅助教学。</p>                                                              |
| 3      | 作业布置与批改 | <p>学生必须完成规定数量的作业，作业必须达到以下基本要求：</p> <p>（1）按时按量完成作业，不缺交，不抄袭。</p> <p>（2）书写规范、清晰。</p> <p>（3）解题方法和步骤正确。</p> <p>教师批改和讲评作业要求如下：</p> <p>（1）教师批改和讲评作业要认真、细致，按百分制评定成绩并写明日期。</p> <p>（2）作业的平均成绩应作为本课程总评成绩中平时成绩重要组成部分。</p> |

|   |      |                                                                                                            |
|---|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | 课外答疑 | 为了解学生的学习情况,帮助学生更好地理解和消化所学知识、改进学习方法和思维方式,培养其独立思考问题的能力,任课教师需每周安排一定时间进行课外答疑与辅导。                               |
| 5 | 成绩考核 | 本课程考核的方式为闭卷笔试。考试采取教考分离,监考由学院统一安排。有下列情况之一者,总评成绩为不及格:<br>(1) 缺交作业次数达 1/3 以上者。<br>(2) 缺课次数达本学期总授课学时的 1/3 以上者。 |

## 六、课程考核

(一) 课程考核包括期末考试、课后作业、实验考核及课程报告情况考核,期末考试采用闭卷笔试方式。

(二) 课程总评成绩=课后作业×20%+实验成绩×20%+期末考试成绩×60%。具体内容和比例如表 5 所示。

表 5 考核总评成绩组成及评价细则表

| 成绩组成 | 考核/评价环节  | 权重  | 考核/评价细则                                                                                                            |
|------|----------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 平时成绩 | 课后作业     | 20% | 课后习题主要考核学生对每节课知识点的复习、理解和掌握程度,计算全部作业的平均成绩再按 20%计入总成绩。                                                               |
| 实验成绩 | 课内实验     | 20% | 完成 3 个实验,主要考核学生应用知识进行操作或测试,并对实验结果进行分析与评价的能力。每个实验按百分制分别给出预习、操作和实验报告的成绩,平均后得到该实验的成绩。3 个实验成绩平均后得到实验总评成绩并按 15%计入课程总成绩。 |
| 期末考试 | 期末考试卷面成绩 | 60% | 试卷题型包括选择题、填空题、简答题、计算题等,其中光纤通信相关概念和基础知识题目占 30%;光器件、模块和系统工作原理以及简单计算题目占 30%;光纤通信相关综合分析、设计和计算占 30%。以卷面成绩的 60%计入课程总成绩。  |

### (三) 课程目标考核说明

为能够证明学生本课程考核成绩合格,即可达到课程目标的要求,制定《课程目标考核方案一览表》,如表 6 所示。课程目标的计算办法按照《电气与光电工程学院课程目标达成情况评价实施办法》执行。

表 6 课程目标考核方案一览表

| 课程支撑的<br>毕业要求 | 课程目标 | 考核内容                                                        | 考核形式          | 考核原始材料（说明：试卷、作业、实验报告、技术报告、过程记录、实习总结等，纸质或电子稿） |
|---------------|------|-------------------------------------------------------------|---------------|----------------------------------------------|
| 1-3           | 目标 1 | 光纤通信相关概念和基础知识、光器件、模块和系统工作原理以及简单计算光纤结构、光纤损耗、激光器和光检测器性能等特性参数。 | 课后作业、<br>期末考试 | 作业（纸质）、试卷（纸质）。                               |
| 4-1           | 目标 2 | 光纤传输损耗性质及测量、光衰减器与光隔离器的特性测量、波分复用 WDM 模块的功能和特性测量。             | 实验、期末<br>考试   | 实验报告（纸质）、试卷（纸质）。                             |
| 5-2           | 目标 3 | 光纤通信相关综合分析、设计和计算，分析影响光纤通信系统性能的关键参数，评价通信系统性能。                | 课后作业、<br>期末考试 | 作业（纸质）、试卷（纸质）。                               |

## 七、有关说明

### （一）持续改进

本课程根据学生课后作业、实验、课程报告、期末考核情况以及学生、教学督导等反馈，及时对教学中不足之处进行改进，并在下一轮课程教学中改进提高，确保相应毕业要求指标点达成。

### （二）参考书目及学习资料

1. 刘增基等. 光纤通信(第二版). 西安电子科技大学出版社, 2008.
2. 李履信. 光纤通信系统. 机械工业出版社, 2007.

执笔人：陈小刚

审定人：饶丰

批准人：邹一琴

# 激光原理与技术课程教学大纲

(总学时数: 48, 学分数: 3)

## 一、课程概况

课程代码: 02100070

学 分: 3

学 时: 48 (其中: 讲授学时 42, 实验学时 6)

先修课程: 大学物理、应用光学、物理光学

适用专业: 光电信息科学与工程

教 材: 《激光原理及应用》, 陈鹤鸣, 赵新彦, 电子工业出版社, 2013

课程归口: 电气与光电工程学院

课程性质: 本课程是光电信息科学与工程专业的一门专业基础必修课。

## 二、课程目标

目标 1: 使学生能够掌握激光产生机理、激光传输特性以及调 Q 及锁模原理等理论知识; 通过利用谐振腔理论和 ABCD 矩阵, 使学生掌握激光谐振腔设计及高斯光束传输和变换, 使学生能够把速率方程理论用于连续和脉冲激光动力学分析 (**指标点 2-1 能够运用工程数学、物理的基本原理, 对光源与照明、光电检测进行理论分析与数学推导。**)

目标 2: 使学生能够利用激光谐振腔理论设计激光器并分析谐振腔的稳定性, 并在实验前对激光模式和光束质量做出正确判断; 使学生在面对激光相关的工程问题时, 能够利用激光原理知识合理选择光电元件和评估工程方案可行性。 (**指标点 5.2: 能够正确选择与使用现代光电信息技术、资源和工具, 对光源与照明、光电检测领域的复杂工程问题进行预测和模拟, 并能够理解其局限性。**)

目标 3: 使学生能够掌握设计和搭建 LD 泵浦的固体激光器(DPL)的基本方法; 在工程中能够对连续和脉冲激光器进行表征测量; 并利用所学知识在工程中熟练对激光光束进行变换和优化, 初步具备激光器设计和搭建、激光性能测量和优化的能力 (**指标点 9.1: 具备从事光源与照明、光电检测领域工作的职业技能和其他专业交叉学科的基础知识。**)

本课程支撑专业培养计划中毕业要求 2.1、毕业要求 5.2，毕业要求 9.1，对应关系如表所示：

|                  |         |      |   |   |                 |
|------------------|---------|------|---|---|-----------------|
| 二、<br>基 本<br>和 要 | 毕业要求指标点 | 课程目标 |   |   | 课 程<br>内 容<br>求 |
|                  |         | 1    | 2 | 3 |                 |
|                  | 2.1     | √    |   |   |                 |
|                  | 5.2     |      | √ |   |                 |
|                  | 9.1     |      |   | √ |                 |

### （一）绪论

#### 1. 教学内容

激光原理与技术的研究对象与简明历史发展过程及现今发展趋势

#### 2. 教学要求:

- （1）认识 1960 年红宝石固体激光器的历史意义
- （2）认识激光原理与技术在现代科技的历史地位

### （二）激光的基本原理

#### 1. 教学内容

- （1）相干性光子的描述
- （2）受激辐射的有关概念
- （3）自激振荡和激光的基本特性

#### 2. 教学要求

- （1）掌握自激振荡的原理以及激光的基本特性
- （4）理解并掌握自发辐射、受激吸收和受激辐射的物理模型及表达公式
- （2）认识相干性光子的具体集中描述方法
- （3）认识黑体辐射以及辐射规律的由来

### （三）开发式光腔与高斯光束

#### 1. 教学内容

- （1）光腔理论的一般问题
- （2）自再现模的形成
- （3）方形镜、圆形镜共焦腔的横模解及性质
- （4）一般稳定球面腔的性质
- （5）q 参数的定义及应用
- （6）高斯光束的性质
- （7）非稳腔的一般认识

## 2. 教学要求

- (1) 理解光腔理论的一些物理概念，比如横模，纵模等等
- (2) 理解方形镜、圆形镜共焦腔的横模特性以及光斑特点，同时还有相应的概念，例如腰斑半径，光斑半径

- (3) 认识方形镜、圆形镜共焦腔的横模求解方法及过程
- (4) 熟练掌握利用  $q$  参数表征高斯光束的传输特性
- (5) 掌握高斯光束的自再现变换与稳定球面腔
- (6) 初步认识非稳腔的结构和能量损耗

### (四) 激光工作物质的增益特性

## 1. 教学内容

- (1) 电极化的物理模型
- (2) 光与物质的相互作用的经典理论介绍
- (3) 谱线加宽
- (4) 三能级、四能级及多能级系统的速率方程
- (5) 均匀、非均匀、综合加宽工作物质的增益系数

## 2. 教学要求

- (1) 初步认识电极化的经典物理模型
- (2) 初步认识光与物质的相互作用的经典理论及公式推导
- (3) 理解谱线加宽的三种原因以及线性函数的特点
- (4) 熟练掌握典型能级系统的速率方程，学会用能级系统图描绘激光器形成激光的内部机制

- (5) 掌握各种工作物质增益系数的特点及具体运用到典型激光器中

### (五) 激光振荡特性

## 1. 教学内容

- (1) 激光器的振荡阈值、模式、输出功率与能量的特点
- (2) 线宽极限及频率牵引效应

## 2. 教学要求

- (1) 掌握脉冲激光器，连续激光器的阈值振荡条件值的理论推导
- (2) 认识脉冲、连续激光器的输出功率及能量
- (3) 掌握激光器的模式特点以及兰姆凹陷形成的原因
- (4) 理解自激振荡的线宽极限
- (5) 掌握频率牵引效应以及规律

### (六) 激光放大特性

## 1. 教学内容

- (1) 激光放大器的种类

(2) 各种激光放大器的增益特性，如均匀激励连续、纵向光激励连续、脉冲激光放大器，ASE 及放大器的噪声

## 2. 教学要求

- (1) 认识划分激光放大器的方法及种类
- (2) 理解行波放大器、再生放大器的本质区别
- (3) 认识各种激光放大器的增益特性
- (4) 掌握 ASE 和放大器噪声的有关计算

## (七) 激光特性的控制与改善

## 1. 教学内容

- (1) 模式选择
- (2) 频率稳定
- (3) Q 调制及调制的具体方法
- (4) 注入锁定现象
- (5) 锁模的基本原理及锁模的方法、特征

## 2. 教学要求

- (1) 认识模式选择的依据，种类，包括横模的模式选择和纵模的模式选择
- (2) 理解频率稳定的原理，频率稳定的方法，比如兰姆凹陷稳频，塞曼稳频，反兰姆凹陷稳频
- (3) 初步认识注入锁定现象
- (4) 理解锁模的基本原理，锁模的两种方法，包括主动锁模和被动锁模

## (八) 典型激光器

## 1. 教学内容

- (1) 固体激光器
- (2) 气体激光器
- (3) 染料激光器

## 2. 教学要求

- (1) 掌握固体激光器的泵浦方式及工作物质的组成特点
- (2) 认识气体激光器的泵浦方式，He—Ne、CO<sub>2</sub> 两种气体激光器的输出波长和用途
- (3) 初步认识染料激光器的可调谐性以及波长选择范围，经过锁模后的脉冲特点

| 序号 | 教 学 内 容 | 支撑的毕业要求<br>指标点 | 支撑的毕业要求<br>指标点 | 讲授学<br>时 | 实验 |
|----|---------|----------------|----------------|----------|----|
| 1  | 绪论      | 目标 1           | 2.1、5.2        | 2        |    |
| 2  | 激光的基本原理 | 目标 1、2         | 2.1、5.2        | 4        |    |

|    |             |        |         |    |   |
|----|-------------|--------|---------|----|---|
| 3  | 开放式光腔与高斯光束  | 目标 1、3 | 2.1、9.1 | 8  | 4 |
| 4  | 激光工作物质的增益特性 | 目标 1、2 | 2.1、5.2 | 6  |   |
| 5  | 激光振荡特性      | 目标 1、2 | 2.1、5.2 | 6  |   |
| 6  | 激光放大特性      | 目标 1、2 | 2.1、5.2 | 6  |   |
| 7  | 激光特性的控制与改善  | 目标 2、3 | 5.2、9.1 | 6  |   |
| 8  | 典型激光器       | 目标 3   | 9.1     | 4  | 2 |
| 合计 |             |        |         | 42 | 6 |

#### 四、课内实验（实践）

| 序号 | 实验项目名称            | 实验内容及要求                                                                                                                  | 学时 | 对毕业要求的支撑 | 类型  | 备注 |
|----|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----------|-----|----|
| 1  | He-Ne 激光器装调与参数测量  | （1）理解 He-Ne 激光器基本工作原理，掌握激光谐振腔的调节方法<br>（2）认识 F-P 共焦球面扫描干涉仪的原理，掌握用共焦球面扫描干涉仪观察、测量激光纵模的方法<br>（3）理解基模激光光束的传播特性及其横截面光强的高斯分布特性。 | 2  | 2.1      | 综合性 | 必做 |
| 2  | 高斯光束的变换与参数测量      | （1）掌握激光光斑尺寸的两点测量方法。<br>（2）掌握激光远场发散角的测量方法。<br>（3）理解高斯光束透镜变换原理，掌握高斯光束聚焦和扩束的方法。                                             | 2  | 5.2、9.1  | 综合性 | 必做 |
| 3  | 半导体泵浦固体激光器的装调与调 Q | （1）认识激光原理及倍频等激光技术，并掌握固体激光器的装配和调试方法；<br>（2）掌握 LD 泵浦 Nd: YVO4 固体激光器的主要性能和基本参数的测试方法；<br>（3）掌握连续激光器阈值概念及测量方法与斜率效率及测量方法。      | 2  | 9.1      | 综合性 | 必做 |

#### 五、课程实施

##### （一）教学方法与教学手段

1.课堂教学主要采用理论授课、光学例题讲解分析、教学视频、课内交流讨论及探究式教学模式，以达到符合毕业要求指标点的教学目的。在理论教学中由现实问题、工程问题及科学问题导入教学内容，注重启发式教学方法的运用；在重点与难点问题的讲解上，注重以形象直观的生活实例作类比，配以生动直观的动画及多媒体展示方式，加深学生对知识点的理解。

2.课堂交流讨论中，着重围绕理想物理模型与实际工程问题的一致性和差异性，积极鼓励学生提出不同观点相互讨论。培养学生积极思考解决复杂工程问题不同角度和多种方案的比较分析。

3.采用多媒体教学手段，配合例题的讲解及适当的思考题，保证讲课进度的同时，注意学生的掌握程度和课堂的气氛。

## （二）课程实施与保障

| 主要教学环节 |         | 质量要求                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | 备课      | <p>（1）掌握本课程教学大纲内容，严格按照教学大纲要求进行课程教学内容的组织。</p> <p>（2）熟悉教材各章节，借助专业书籍资料，并依据教学大纲编写授课计划，编写每次授课的教案。教案内容包括章节标题、教学目的、教法设计、课堂类型、时间分配、授课内容、课后作业、教学效果分析等方面。</p> <p>（3）根据各部分教学内容，构思授课思路、技巧，选择合适的教学方法。</p>                                                     |
| 2      | 讲授      | <p>（1）要点准确、推理正确、条理清晰、重点突出，能够理论联系实际，熟练地解答和讲解例题。</p> <p>（2）采用多种教学方式（如启发式教学、案例分析教学、讨论式教学、多媒体示范教学等），注重培养学生发现、分析和解决问题的能力。</p> <p>（3）能够采用现代信息技术辅助教学。</p> <p>（4）表达方式应能便于学生理解、接受，力求形象生动，使学生在掌握知识的过程中，保持较为浓厚的学习兴趣。</p>                                    |
| 3      | 作业布置与批改 | <p>学生必须完成规定数量的作业，作业必须达到以下基本要求：</p> <p>（1）按时按量完成作业，不缺交，不抄袭。</p> <p>（2）书写规范、清晰。</p> <p>（3）解题方法和步骤正确。</p> <p>教师批改和讲评作业要求如下：</p> <p>（1）学生的作业要按时全部批改，并及时进行讲评。</p> <p>（2）教师批改和讲评作业要认真、细致，按百分制评定成绩并写明日期。</p> <p>（3）学生作业的平均成绩应作为本课程总评成绩中平时成绩的重要组成部分。</p> |

|   |      |                                                                                                                |
|---|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | 课外答疑 | 为了解学生的学习情况，帮助学生更好地理解和消化所学知识、改进学习方法和思维方式，培养其独立思考问题的能力，任课教师需每周安排一定时间进行课外答疑与辅导。                                   |
| 5 | 成绩考核 | 本课程考核的方式为闭卷或者开卷笔试。有下列情况之一者，总评成绩为不及格：<br>(1) 缺交作业次数达 1/3 以上者。<br>(2) 缺课次数达本学期总授课学时的 1/3 以上者。<br>(3) 课程目标小于 0.6。 |

## 八、考核方式

(一) 课程考核包括期末考试、平时作业和课内实验，期末考试采用闭卷笔试。

(二) 课程成绩=平时作业×15%+课内实验×15%+期末考试成绩×70%，具体内容和比例如表所示。

| 成绩组成 | 考核/评价环节  | 权重  | 考核/评价细则                                                                                                          | 对应的毕业要求指标点 |
|------|----------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 平时成绩 | 平时作业     | 15% | 课后完成 20-30 个习题，主要考核学生对每节课知识点的复习、理解和掌握程度，计算全部作业的平均成绩再按 15%计入总成绩。                                                  | 2.1<br>5.2 |
|      | 课内实验     | 15% | 实验成绩由三部分组成：1) 实验前的预习，写报告；2) 实验操作；3) 实验记录 and 数据处理，并且完善实验报告                                                       | 5.2<br>9.1 |
| 期末考试 | 期末考试卷面成绩 | 70% | 试卷题型包括填空题、选择题和综合应用题等，以卷面成绩的 70%计入课程总成绩。其中考核光激光基本原理和基本概念表示占 20%；考核光学谐振腔和高斯光束占 40%；考核针对光学工程问题综合分析 with 计算的能力占 40%。 | 2.1<br>5.2 |

(三) 所有课程目标均需大于等于 0.6，否则总评成绩不及格，需要补考或重修。每个课程目标达成度计算方法如下：

$$\text{课程目标 } i \text{ 达成度} = \frac{\text{平时成绩} \times A_i + \text{期末成绩} \times B_i}{100 \times (A_i + B_i)}$$

式中：A<sub>i</sub>=平时成绩占总评成绩的权重×课程目标 i 在平时成绩中的权重，

$B_i$ =期末成绩占总评成绩的权重×课程目标 i 在期末成绩中的权重。

## 九、有关说明

### （一）持续改进

本课程根据学生作业、案例分析及课堂研讨情况和学生、教学督导等反馈，及时对教学中不足之处进行改进，并在下一轮课程教学中改进提高，确保相应毕业要求指标点达成。

### （二）参考书目及学习资料

- [1] 周炳琨. 激光原理(第 6 版). 北京: 国防工业出版社, 2010.
- [2] 陈鹤鸣. 赵新彦. 激光原理及应用. 北京: 电子工业出版社, 2013.
- [3] 陈家璧. 彭润玲. 激光原理及应用. 北京: 电子工业出版社, 2013.
- [4] 李相银. 激光原理技术及应用. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2013.

执笔人: 袁洪春

审定人: 饶 丰

批准人: 邹一琴

# 物理光学课程教学大纲

## (Physical Optics)

### 一、课程概况

课程代码：02100170

学 分：3

学 时：48（其中：讲授学时 44，实验学时 4）

先修课程：高等数学、大学物理、应用光学

适用专业：光电信息科学技术与工程

适用年级：2016 级、2017 级

教 材：《工程光学》，郁道银，谈恒英，机械工业出版社，2016 年

课程归口：电气与光电工程学院

**课程的性质与任务：**本课程是“光电信息科学与工程”专业一门重要的必修专业基础课，属于本专业核心基础课程，是本专业学生学习后继课程的重要基础。本课程的任务是介绍光波的电磁理论及其描述方法，以叠加原理为基础分析光波的干涉、衍射及偏振特性。

通过本课程的学习可以使学生进一步理解光的波动特性及其基本分析方法；能够运用电磁理论来分析求解光的传输及控制问题，定量分析关涉及衍射的物理过程；为学生进一步学习光电检测、光学设计等后续课程打下深厚的理论基础。

### 二、课程目标

目标 1：使学生能够采用光学电磁场理论来描述和分析光波的传播现象和规律，进一步理解光波的干涉、衍射和偏振性质及其表述形式。基于光的波动特性对光波与物质之间的相互作用过程用一个比较客观的认识。通过分析光波发生干涉及衍射的必要条件及其物理内涵，使学生掌握光波干涉及衍射过程的数学模型及适用范围。（**支撑毕业要求 1.1：能够将数学、自然科学、工程科学的语言工具用于光电信息行业及其相关领域光电检测系统开发或集成中工程问题的表述。**）

目标 2：使学生能够利用波动理论与叠加原理分析光波的合成与分解，解决干涉、衍射、偏振和双折射等物理过程相关的工程问题；通过不同干涉及衍射模型的特点及

应用范围的比较分析，使学生在面对实际工程问题时，能够建立相应的数学模型并采用合理的分析简化方法解决工程实际问题。（支撑毕业要求 2.1：能够运用数学、物理和工程科学的基本原理，识别和判断光电信息行业及其相关领域光电检测系统中的关键环节和参数。）

目标 3：使学生能够从分析光波传输媒质的不同性质入手，掌握光波传输以及光与物质相互作用过程中的普遍性及特殊性规律。使学生在分析光学复杂问题的过程中，能够通过查阅文献资料等途径不断提升自我的学习能力和分析解决问题的能力。能够基于光学电磁理论的基本原理，对光电子器件及光通信技术相关领域复杂工程问题的解决方案进行调研分析。（支撑毕业要求 4.1：掌握基本实验方法，能够对自动化测试工程相关的各类物理现象、元器件特性和单元性能进行研究和实验验证。）

课程目标与毕业要求观测点的对应关系如表 1 所示。

表 1 课程目标与毕业要求观测点的对应关系

| 毕业要求指标点  | 课程目标 |      |      |
|----------|------|------|------|
|          | 目标 1 | 目标 2 | 目标 3 |
| 毕业要求 1.1 | √    |      |      |
| 毕业要求 2.1 |      | √    |      |
| 毕业要求 4.1 |      |      | √    |

### 三、课程内容及要求

#### （一）光的电磁理论

##### 1. 教学内容

- （1）光的电磁波性质
- （2）平面波、球面波的表达形式
- （3）光源的辐射模型
- （4）光波在介质分界面上的反射与折射
- （5）光的吸收、色散和散射

##### 2. 基本要求

- (1) 能够通过麦克斯韦方程及其边界条件，分析光波的传输特性；
- (2) 能够根据平面波与球面波的标量解及复振幅形式，掌握平面简谐波矢量解的具体形式及能流密度矢量的概念与计算方法；
- (3) 能够分析光的偏振状态以及椭圆偏振光的旋向判别方法。
- (4) 能够描述在介质分界面上反射波、折射波与入射波之间振幅与相位的变化关系，掌握布儒斯特角及全反射角的概念及性质。

### 3.重点难点

- (1) 球面波和平面波的表达式
- (2) 菲涅耳公式
- (3) 波的叠加原理
- (4) 驻波

### (二) 光的干涉和干涉系统

#### 1.教学内容

- (1) 光波的叠加和分析
- (2) 驻波的产生与特点
- (3) 椭圆偏振光的产生与旋向
- (4) 光波的干涉条件及干涉装置
- (5) 条纹的对比度与光源相干性
- (6) 平行平板、楔形平板产生的干涉
- (7) 牛顿环及其应用
- (8) 迈克尔逊干涉仪及其应用
- (9) 多光束干涉与光学薄膜

#### 2.基本要求

- (1) 能够计算波的叠加，掌握两列光波的干涉条件以及干涉条纹对比度的概念及计算方法。
- (2) 能够详细描述杨氏双孔干涉实验，掌握利用普通光源实现相干叠加的方法。
- (3) 能够通过学习平行平板的等倾干涉装置及其干涉条纹分布特征，掌握等倾干涉原理及光程计算公式，初步了解干涉条纹的定域问题；
- (4) 能够分析等厚干涉的干涉原理与光程计算公式，理解等厚干涉的应用；掌握迈

克尔逊干涉仪的装置结构、干涉原理及其应用。

(5) 能够利用平行平板与透射多光束干涉的光强计算公式，理解干涉条纹的分布特征；掌握法布里-珀罗干涉仪的装置结构、原理；掌握多光束干涉理论在激光器选频与光学薄膜中的应用，理解光学薄膜增透、增反的工作原理。

### 3.重点难点

- (1) 光波干涉的条件
- (2) 杨氏干涉条纹的分析
- (3) 干涉条纹可见度的分析
- (4) 斐索干涉仪和迈克耳逊干涉仪

### (三) 光的衍射

#### 1.教学内容

- (1) 衍射的基本理论
- (2) 菲涅耳衍射与夫琅和费衍射
- (3) 矩形孔和单缝的夫琅和费衍射
- (4) 圆孔的夫琅和费衍射与光学成像系统的分辨本领
- (5) 多缝夫琅和费衍射与衍射光栅

#### 2.基本要求

(1) 能够阐述惠更斯-菲涅耳原理，计算平面屏衍射的基尔霍夫衍射公式；利用傍轴近似与远场近似的原理，辨别菲涅耳（近场衍射）和夫琅禾费衍射（远场衍射）的分类标准以及衍射光场分布的区别。

(2) 能够运用单缝、矩孔夫琅禾费衍射的光强计算公式，以及衍射图案的分布特征与孔、缝结构参数之间的依赖关系；运用圆孔夫琅禾费衍射中艾利斑的角半径及线半径的计算公式，理解瑞利判据的定义，详细描述望远镜与显微镜等成像光学系统分辨本领的物理意义。

(3) 能够运用光栅衍射复振幅与光强分布计算公式；通过光栅方程，描述光栅光谱仪的工作原理及应用；分析菲涅耳波带法在近似求解菲涅耳衍射光强分布中的应用。

### 3.重点难点

- (1) 惠更斯-菲涅耳原理
- (2) 菲涅耳波带法

(3) 光学成像系统的分辨率

#### (四) 光的偏振和晶体光学基础

##### 1. 教学内容

(1) 晶体双折射简介

(2) 双折射电磁理论

(3) 晶体光学性质的图形表示

(4) 光波在晶体表面的折射和反射

(5) 晶体光学器件

##### 2. 基本要求

(1) 能够描述晶体各向异性的概念，理解单轴、双轴晶体的概念与分类；晶体中光轴、主界面、主平面、寻常光波及异常光波的基本概念；能够解释寻常光与异常光的偏振方向的规定，掌握单轴晶体中波面的组成及绘制方法。

(2) 能够阐述波片改变 o 光和 e 光相位延迟的物理过程，并分析全波片、半波片及四分之一波片各自产生的相位改变量及其厚度之间的依赖关系；利用偏振片与波片检验椭圆偏振光、部分偏振光、圆偏振光与自然光。

##### 3. 重点难点

(1) 马吕斯定律和消光比

(2) 晶体的双折射现象

(3) 偏振棱镜

教学内容与课程目标的对应关系及学时分配如表 2 所示。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系及学时分配表

| 序号 | 教学内容        | 支撑的课程目标 | 支撑的毕业要求指标点 | 讲授学时 | 实验学时 |
|----|-------------|---------|------------|------|------|
| 1  | 光的电磁理论基础    | 目标 1    | 1.1        | 7    |      |
| 2  | 光的干涉和干涉系统   | 目标 2、3  | 2.1、4.1    | 15   | 2    |
| 3  | 光的衍射        | 目标 2、3  | 2.1、4.1    | 12   |      |
| 4  | 光的偏振和晶体光学基础 | 目标 1    | 1.1        | 10   | 2    |
|    |             |         |            |      |      |
| 合计 |             |         |            | 44   | 4    |

## 四、课内实验（实践）

| 序号 | 实验项目名称        | 实验内容及要求                                                                                                                                  | 学时 | 支撑的课程目标 | 类型  | 备注 |
|----|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------|-----|----|
| 1  | 迈克耳逊干涉仪的调节和应用 | (1) 掌握迈克耳逊干涉仪的工作原理并学会调整迈克耳逊干涉仪；<br>(2) 利用迈克耳逊观察各种干涉现象（等倾干涉、等厚干涉、白光干涉）以及相应干涉条纹的特征；<br>(3) 观察等倾干涉条纹，测量氦氖激光的波长；<br>(4) 观察等厚干涉条纹，测量钠光的双线波长差。 | 2  | 1       | 综合性 | 必做 |
| 2  | 偏振光的观察与应用     | (1) 观察光的偏振现象，加深对光偏振基本规律的认识；<br>(2) 掌握产生和检验偏振光的原理和方法；<br>(3) 了解椭圆偏振光、圆偏振光的发生方法和各种波片的作用原理。                                                 | 2  | 2       | 综合性 | 必做 |

## 五、课程实施

### （一）教学方法与教学手段

1. 课堂教学主要采用理论授课、光学例题讲解分析、教学视频、课内交流讨论及探究式教学模式，以达到符合毕业要求指标点的教学目的。在理论教学中由现实问题、工程问题及科学问题导入教学内容，注重启发式教学方法的运用；在重点与难点问题的讲解上，注重以形象直观的生活实例作类比，配以生动直观的动画及多媒体展示方式，加深学生对知识点的理解。

2. 课堂交流讨论中，着重围绕理想物理模型与实际工程问题的一致性和差异性，积极鼓励学生提出不同观点相互讨论。培养学生积极思考解决复杂工程问题不同角度和多种方案的比较分析。

3. 采用多媒体教学手段，配合例题的讲解及适当的思考题，保证讲课进度的同时，注意学生的掌握程度和课堂的气氛。

## （二）课程实施与保障

| 主要教学环节 |         | 质量要求                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | 备课      | <p>（1）掌握本课程教学大纲内容，严格按照教学大纲要求进行课程教学内容的组织。</p> <p>（2）熟悉教材各章节，借助专业书籍资料，并依据教学大纲编写授课计划，编写每次授课的教案。教案内容包括章节标题、教学目的、教法设计、课堂类型、时间分配、授课内容、课后作业、教学效果分析等方面。</p> <p>（3）根据各部分教学内容，构思授课思路、技巧，选择合适的教学方法。</p>                                                     |
| 2      | 讲授      | <p>（1）要点准确、推理正确、条理清晰、重点突出，能够理论联系实际，熟练地解答和讲解例题。</p> <p>（2）采用多种教学方式（如启发式教学、案例分析教学、讨论式教学、多媒体示范教学等），注重培养学生发现、分析和解决问题的能力。</p> <p>（3）能够采用现代信息技术辅助教学。</p> <p>（4）表达方式应能便于学生理解、接受，力求形象生动，使学生在掌握知识的过程中，保持较为浓厚的学习兴趣。</p>                                    |
| 3      | 作业布置与批改 | <p>学生必须完成规定数量的作业，作业必须达到以下基本要求：</p> <p>（1）按时按量完成作业，不缺交，不抄袭。</p> <p>（2）书写规范、清晰。</p> <p>（3）解题方法和步骤正确。</p> <p>教师批改和讲评作业要求如下：</p> <p>（1）学生的作业要按时全部批改，并及时进行讲评。</p> <p>（2）教师批改和讲评作业要认真、细致，按百分制评定成绩并写明日期。</p> <p>（3）学生作业的平均成绩应作为本课程总评成绩中平时成绩的重要组成部分。</p> |
| 4      | 课外答疑    | <p>为了解学生的学习情况，帮助学生更好地理解和消化所学知识、改进学习方法和思维方式，培养其独立思考问题的能力，任课教师需每周安排一定时间进行课外答疑与辅导。</p>                                                                                                                                                              |
| 5      | 成绩考核    | <p>本课程考核的方式为闭卷或者开卷笔试。有下列情况之一者，总评成绩为不及格：</p> <p>（1）缺交作业次数达 1/3 以上者。</p> <p>（2）缺课次数达本学期总授课学时的 1/3 以上者。</p> <p>（3）课程目标小于 0.6。</p>                                                                                                                   |

## 六、课程考核

（一）课程考核包括期末考试、平时作业和课内实验，期末考试采用闭卷笔试。

（二）课程成绩=平时作业×20%+课内实验×20%+期末考试成绩×60%，具体内容和比例如表所示。

| 成绩组成 | 考核/评价环节      | 权重  | 考核/评价细则                                                                                                                  | 对应的毕业<br>要求指标点 |
|------|--------------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 平时成绩 | 平时作业         | 20% | 课后完成 20-30 个习题，主要考核学生对每节课知识点的复习、理解和掌握程度，计算全部作业的平均成绩再按 10%计入总成绩。                                                          | 1.2<br>4.1     |
|      | 课内实验         | 20% | 实验成绩由三部分组成：1) 实验前的预习，写报告；2) 实验操作；3) 实验记录和数据处理，并且完善实验报告                                                                   | 1.2<br>4.1     |
| 期末考试 | 期末考试<br>卷面成绩 | 60% | 试卷题型包括填空题、简答题、数据分析计算题和综合应用题等，以卷面成绩的 60%计入课程总成绩。其中考核光学电磁理论的波动模型及其数学表示占 20%；考核光波的干涉、衍射及偏振特性占 50%；考核针对光学工程问题综合分析计算的能力占 40%。 | 1.2<br>4.1     |

(三) 所有课程目标均需大于等于 0.6，否则总评成绩不及格，需要补考或重修。每个课程目标达成度计算方法如下：

$$\text{课程目标 } i \text{ 达成度} = \frac{\text{平时成绩} \times A_i + \text{期末成绩} \times B_i}{100 \times (A_i + B_i)}$$

式中： $A_i$ =平时成绩占总评成绩的权重 $\times$ 课程目标  $i$  在平时成绩中的权重，

$B_i$ =期末成绩占总评成绩的权重 $\times$ 课程目标  $i$  在期末成绩中的权重。

## 七、有关说明

### (一) 持续改进

本课程根据学生作业、课堂研讨、实验环节、平时考核及期末测试情况和学生、教学督导等反馈信息，及时对教学过程有待深耕的问题进行梳理总结，动态更新课程教学难点内容；及时反思教学过程中的不足之处，反复推敲更为科学合理、言简意赅的讲授方法，并通过观摩相关课程的慕课视频来提升自己的教学技巧，并在下一轮课程教学中改进提高，确保更高质量地达到相应毕业指标要求。

### (二) 参考书目及学习资料

#### 1.教材

《工程光学》，郁道银，谈恒英，机械工业出版社，2016

## 2.主要参考书

- [1] 《光学教程》（第六版），姚启钧，高等教育出版社，2018年
- [2] 《光学教程学习指导书》，宣桂鑫，高等教育出版社，2018年
- [3] 《物理光学》（第4版），梁铨廷，电子工业出版社，2012年
- [4] 《物理光学导论》，姜宗福、刘文广、侯静，科学出版社，2011年
- [5] 《物理光学基础》，郑少波、赵清，国防工业出版社，2009年

执笔人：徐秋云

审定人：饶丰

审批人：袁洪春

# 应用光学课程教学大纲

(总学时数：48，学分数：3)

## 一、课程概况

课程代码：02100030

学 分：3.0

学 时：48 (其中讲授 40 学时，实验 8 学时)

先修课程：高等数学、大学物理

适用专业：光电信息科学与工程

适用年级：2017 级

教 材：《工程光学》郁道银等著，机械工业出版社 2002 年第二版

课程归口：电气与光电工程学院

课程性质：本课程是光电信息科学与工程专业专业基础课程。

## 二、课程目标

目标 1. 能够描述高斯光学理论，包括光线光学的基本概念及成像理论以及球面及平面光学系统成像原理等。(支撑毕业要求指标点 1.1 能够将数学、自然科学、工程科学的语言工具用于光电信息行业及其相关领域光电检测系统开发或集成中工程问题的表述。)

目标 2. 能够正确理解并且建立典型的光学系统，比如眼睛、显微镜与照明系统、望远镜与转像系统、摄影光学系统和投影光学系统等。(支撑毕业要求指标点 2.2 能够运用科学原理和数学模型的方法，将复杂系统分解，实现模块化表达，并对光电信息行业及其相关领域光电检测系统的单元、部件性能进行分析。)

目标 3. 对典型光学的光束限制、放大倍率及外形尺寸、一般光学系统能量进行仿真设计或计算。掌握包括光学系统的轴上点像差、轴外点像差和色差的形成原因、概念、现象、基本计算、典型结构的像差特征。掌握典型光学系统的像差校正以及像差的评价方法。(支撑毕业要求指标点 3.1：能够考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等制约因素，分析和识别单元或子系统参数影响，提出满足设计目标的设计方案，并进行可行性分析。)

本课程支撑专业人才培养方案中毕业要求 1.1、毕业要求 2.2、毕业要求 3.1，对应关系如表所示。

表 1 毕业要求指标点与课程目标关系

| 毕业要求指标点  | 课程目标 |      |      |
|----------|------|------|------|
|          | 目标 1 | 目标 2 | 目标 3 |
| 毕业要求 1.1 | √    |      |      |
| 毕业要求 2.2 |      | √    |      |
| 毕业要求 3.1 |      |      | √    |

### 三、课程主要内容与基本要求

#### （一）几何光学基本定律与成像概念

##### 1. 教学内容

- （1）发光点、光线和光束的基本概念；
- （2）光线传播的基本定律、全反射的基本规律，费马原理，马吕斯定律；
- （3）物、像的基本概念和完善成像条件。

##### 2. 基本要求

- （1）能够描述光线传播的基本概念、基本定律；
- （2）掌握完善成像条件。

#### （二）球面与球面系统

##### 1. 教学内容

- （1）光学系统的符号规则；
- （2）轴上物点经单个折射球面成像、物平面以细光束经折射球面成像的基本理论；
- （3）反射球面、共轴球面系统。

##### 2. 基本要求

- （1）掌握光学系统符号法则，能够正确判断光线传播方向；
- （2）能够描述反射、共轴球面系统特点。

#### （三）平面与平面系统

##### 1. 教学内容

- （1）各类常用光学器件的工作原理及其应用（平面镜、双平面镜、平行平板、反射棱镜、折射棱镜）；
- （2）光的色散的基本知识，常用的光学材料。

##### 2. 基本要求

- （1）能够正确描述平面镜、双平面镜成像原理与其应用；
- （2）了解各类棱镜的出射光线的判断法则；

(3) 能够解释光的色散原理, 知道常见的光学材料分类。

#### (四) 理想光学系统

##### 1. 教学内容

(1) 理想光学系统及其定义, 理想光学系统的基点与基面, 物像位置和放大率、焦距和光焦度、节点的;

(2) 光学系统的图解求像方法, 光学系统的组合、望远镜系统、透镜的特点及其应用;

(3) 光学系统的焦距与基点位置的计算、焦距的测定方法。

##### 2. 基本要求

(1) 正确理解理想光学系统的基点及基面, 物象共轭关系等。

(2) 掌握解析法(牛顿公式, 高斯公式)求像的方法。

#### (五) 光学系统中的光束限制

##### 1. 教学内容

(1) 光学系统的孔径光阑、入射光瞳和出射光瞳, 光学系统的视场光阑、入射窗和出射窗、渐晕光阑;

(2) 空间像的不清晰度、景深、远心光学系统的特点。

##### 2. 基本要求

(1) 能够描述入瞳, 出瞳, 入射窗, 出射窗, 景深等概念。

(2) 熟悉物方远心光路, 像方远心光路的应用场景。

#### (六) 光能及其计算

##### 1. 教学内容

(1) 辐射能通量、光通量发光强度、光照度、光出射度和光亮度;

(2) 光学系统光能损失的计算, 光学系统的光通量、像的照度。

##### 2. 基本要求

(1) 知道辐射能通量、光通量、发光强度, 光照度, 光亮度等概念。

(2) 能够准确计算光学系统的光能损失、光照度、光通量。

#### (七) 典型光学系统

##### 1. 教学内容

(1) 眼睛、放大镜、显微镜及照明系统、望远镜及转像系统、摄影光学系统、投影及放映光学系统的基本原理与其典型应用。

##### 2. 基本要求

(1) 能够描述眼睛的景深, 放大镜的特点及工作原理。

(2) 能够描述投影系统的原理及应用场景, 显微镜的照明系统及其应用场景。

#### (八) 光线的光路计算及像差理论

##### 1. 教学内容

(1) 轴上点像差、轴外点像差、色差的基本概念, 及其有关像差计算。

## 2. 基本要求

(1) 能够描述球差产生的原理，熟悉各类单色像差，位置色差的基本等。

(2) 掌握球差的计算方法，能够查阅公式计算其它各类像差。

(九) 波像差与像质评价

### 1. 教学内容

(1) 常见光学系统像差评价方法，波像差的基本概念，瑞利判断方法，分辨率、点列图及光学传递函数。

### 2. 教学要求

(1) 能够描述点列图、瑞利判断、MTF 函数等像质评价方法。

(2) 理解波前像差概念。

表 2 教学内容与课程对应关系及学时分配表

| 序号 | 教学内容                                             | 支撑的课程目标     | 支撑的毕业要求指标点 | 讲授学时 | 实验学时 |
|----|--------------------------------------------------|-------------|------------|------|------|
| 1  | 光学发展简史以及发光点、光线和光束的基本概念                           | 目标 1, 目标 3, | 1.1, 3.1   | 1    |      |
| 2  | 光线传播的基本定律、全反射的基本规律                               | 目标 1        | 1.1        | 1    |      |
| 3  | 费马原理, 马吕斯定律                                      | 目标 1        | 1.1        | 1    |      |
| 4  | 物、像的基本概念和完善成像条件                                  | 目标 1        | 1.1        | 1    |      |
| 5  | 球面及球面系统基本概念与光学系统的符号规则                            | 目标 1        | 1.1        | 1    |      |
| 6  | 轴上物点经单个折射球面成像、物平面以细光束经折射球面成像的基本理论                | 目标 1        | 1.1        | 1    |      |
| 7  | 反射球面、共轴球面系统成像理论                                  | 目标 1        | 1.1        | 1    |      |
| 8  | 常用光学器件的工作原理及其应用                                  | 目标 1, 目标 3  | 1.1,3.1    | 1.5  |      |
| 9  | 光的色散的基本知识及其应用                                    | 目标 1        | 1.1        | 1    |      |
| 10 | 常用的光学材料                                          | 目标 1        | 1.1        | 0.5  |      |
| 11 | 理想光学系统及其定义, 理想光学系统的基点与基面, 物像位置和放大率、焦距和光焦度、节点的关系; | 目标 1        | 1.1        | 2    |      |
| 12 | 光学系统的图解求像方法, 光学系统的组合、望远镜系统、透镜的特点及其应用             | 目标 2        | 2.2        | 2    |      |
| 13 | 光学系统的焦距与基点位置的计算、焦距的测定方法;                         | 目标 2        | 2.2        | 1    |      |
| 14 | 解析法求像                                            | 目标 2        | 2.2        | 1    |      |
| 15 | 光学系统的孔径光阑、入射光瞳和出射光瞳                              | 目标 2        | 2.2        | 2    |      |
| 16 | 光学系统的视场光阑、入射窗和出                                  | 目标 2        | 2.2        | 2    |      |

|    |                                  |      |     |    |   |
|----|----------------------------------|------|-----|----|---|
|    | 射窗、渐晕光阑；                         |      |     |    |   |
| 17 | 平面上空间像的不清晰度、景深概念，远心光学系统的特点。      | 目标 2 | 2.2 | 2  |   |
| 18 | 辐射能通量、光通量发光强度、光照度、光出射度和光亮度的基本概念； | 目标 2 | 2.2 | 1  |   |
| 19 | 光学系统光能损失的计算；                     | 目标 2 | 2.2 | 1  |   |
| 20 | 光学系统的光通量、像的照度                    | 目标 2 | 2.2 | 1  |   |
| 21 | 眼睛、放大镜、显微镜与照明系统及其应用；             | 目标 2 | 2.2 | 2  |   |
| 22 | 望远镜及转像系统及应用；摄影光学系统及其应用；          | 目标 2 | 2.2 | 2  |   |
| 23 | 投影及放映光学系统的基本原理与典型应用；             | 目标 2 | 2.2 | 2  |   |
| 24 | 光学系统轴上点像差、轴外点像差、色差的基本概念及像差理论；    | 目标 3 | 3.1 | 3  | 4 |
| 25 | 光学系统各类像差计算方法                     | 目标 3 | 3.1 | 3  | 4 |
| 26 | 波像差的基本概念                         | 目标 3 | 3.1 | 1  |   |
| 27 | 像质评价方法，比如瑞利判断，分辨率、点列图及光学传递函数等。   | 目标 3 | 3.1 | 1  |   |
| 28 | 利用光学设计软件（比如 ZEMAX）评价光学系统设计质量。    | 目标 3 | 3.1 | 1  |   |
| 合计 |                                  |      |     | 40 | 8 |

#### 四、课内实验（实践）

表 3 课内实验(实践)表

| 序号 | 实验项目名称            | 实验内容及要求                                                                   | 学时 | 对毕业要求的支撑         | 类型  | 备注 |
|----|-------------------|---------------------------------------------------------------------------|----|------------------|-----|----|
| 1  | 计算机模拟光学系统像差       | 计算机仿真模拟光学系统像差<br>熟悉各类像差图形的形状，增强像差感性认识                                     | 2  | 1.1,<br>2.2, 3.1 | 验证性 | 选做 |
| 2  | 平行光管的调节使用及位置色差的测量 | 认识平行光管，以及位置色差的测量<br>了解平行光管的结构及工作原理；掌握平行光管的使用方法；了解色差的产生原理；学会用平行光管测量球差镜头的色差 | 2  | 1.1,<br>2.2, 3.1 | 综合性 | 必做 |
| 3  | 星点法观测光学系统单色像差     | 星点法测量单色像差，了解星点检验法的测量原理；掌握星点法观测单色像差                                        | 2  | 1.1,<br>2.2, 3.1 | 验证性 | 必做 |
| 4  | 阴影法测量光学系统像差与刀口仪原理 | 刀口阴影法可灵敏地判别会聚球面波前的完善程度。熟悉刀口阴影法检测几何像差原理，掌握球差的阴影图特征利用图像处理方法测量轴向球            | 2  | 1.1,<br>2.2, 3.1 | 设计性 | 必做 |

|   |              |                                                                                                      |   |                  |     |    |
|---|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------------------|-----|----|
|   |              | 差。                                                                                                   |   |                  |     |    |
| 5 | 剪切干涉测量光学系统像差 | 利用玻璃平行平板构成简单的横向剪切干涉仪可以观察到单薄透镜的剪切干涉条纹，并由干涉条纹分布求出透镜的几何象差和离焦量。利用大球差镜头的剪切干涉条纹分布测算出该镜头的初级球差比例系数和光路的轴向离焦量。 | 2 | 1.1,<br>2.2, 3.1 | 设计性 | 必做 |

至少做 4 个实验。

## 五、课程实施

（一）在讲授时，结合应用光学的工程实践，案例教学法，实物演示法，提高学生认知光学现象及系统的能力。

（二）要求每章课后习题必须要做，适时进行讲解与答案提示。

（三）保证一定额度的作业布置与批改，每章节讲授结束后留 10~15 分钟习题讲解。

（四）课后除上课或开会时间外，学生都可以预约答疑。课程讲授结束后专门安排一次课后答疑。

（五）课程主要教学环节质量要求如表所示。

表 4 课程主要教学环节和质量要求表

| 主要教学环节 |    | 质量要求                                                                                                                                                                                                                |
|--------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | 备课 | <p>（1）掌握本课程教学大纲内容，严格按照教学大纲要求进行课程教学内容的组织。</p> <p>（2）熟悉教材各章节，借助专业书籍资料，并依据教学大纲编写授课计划，编写每次授课的教案。教案内容包括章节标题、教学目的、教法设计、课堂类型、时间分配、授课内容、课后作业、教学效果分析等方面。</p> <p>（3）根据各部分教学内容，构思授课思路、技巧，选择合适的教学方法。</p>                        |
| 2      | 讲授 | <p>（1）要点准确、推理正确、条理清晰、重点突出，能够理论联系实际，熟练地解答和讲解例题。</p> <p>（2）采用多种教学方式（如情景教学法、启发式教学、案例分析教学、讨论式教学、多媒体示范教学等），注重培养学生发现、分析和解决问题的能力。</p> <p>（3）能够采用现代信息技术辅助教学。</p> <p>（4）表达方式应能便于学生理解、接受，力求形象生动，使学生在掌握知识的过程中，保持较为浓厚的学习兴趣。</p> |

|   |         |                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 | 作业布置与批改 | <p>学生必须完成规定数量的作业，作业必须达到以下基本要求：</p> <p>(1) 按时按量完成作业，不缺交，不抄袭。</p> <p>(2) 书写规范、清晰。</p> <p>(3) 解题方法和步骤正确。</p> <p>教师批改和讲评作业要求如下：</p> <p>(1) 学生的作业要按时全部批改，并及时进行讲评。</p> <p>(2) 教师批改和讲评作业要认真、细致，按百分制评定成绩并写明日期。</p> <p>(3) 学生作业的平均成绩作为本课程总评成绩中的重要组成部分。</p> |
| 4 | 课外答疑    | 为了解学生的学习情况，帮助学生更好地理解 and 消化所学知识、改进学习方法和思维方式，培养其独立思考问题的能力，任课教师需每周安排一定时间进行课外答疑与辅导。                                                                                                                                                                  |
| 5 | 成绩考核    | <p>本课程考核的方式为闭卷笔试。监考由学院统一安排。有下列情况之一者，总评成绩为不及格或重修：</p> <p>(1) 缺交作业次数达 1/3 以上者。</p> <p>(2) 缺课次数达本学期总授课学时的 1/3 以上者。</p>                                                                                                                               |

## 六、课程考核

(一) 课程考核包括期末考试、课后作业(平时考核)和实验考核，期末考试采用闭卷笔试。

(二) 课程成绩=课后作业（平时）成绩×20%+实验成绩×20%+期末考试成绩×60%。或者根据实际情况酌情调整比例。具体内容和比例如表 5 所示。

表 5 考核总评成绩组成及评价细则表

| 成绩组成 | 考核/评价环节  | 权重  | 考核/评价细则                                                                                                                            |
|------|----------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 平时成绩 | 课后作业     | 20% | 课后完成 15-30 个习题，主要考核学生对每节课知识点的理解、掌握和运用程度，计算全部作业的平均成绩再按 20%计入平时成绩。                                                                   |
| 实验成绩 | 课程实验     | 20% | 完成 2 个实验，其它可以选做。主要考核学生应用基础知识进行像差测量、系统搭建等实验，并对实验结果进行分析与评价的能力。每个实验按百分制分别给出预习、操作和实验报告的成绩，平均后得到该实验的成绩。2 个实验成绩平均后得到实验总评成绩并按 20%计入课程总成绩。 |
| 期末考试 | 期末考试卷面成绩 | 60% | 试卷题型包括名词解释题、填空题、问答题（考核解决问题能力）、计算题等，以卷面成绩的 60%计入课程总成绩。其中考核对基本概念理解等知识型题目约占 60%；综合考核解决问题能力题约占 40%。                                    |

### (三) 课程目标考核说明

为能够证明学生本课程考核成绩合格，即可达到课程目标的要求，制定《课程目标考核方案一览表》，如表 6 所示。课程目标的计算办法按照《电气与光电工程学院课程目标达成情况评价实施办法》执行。

表 6 课程目标考核方案一览表

| 课程支 | 课程目标 | 考核内容 | 考核形式 | 考核原始材料（说 |
|-----|------|------|------|----------|
|-----|------|------|------|----------|

|         |      |                                                         |                |                                      |
|---------|------|---------------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------|
| 支撑的毕业要求 |      |                                                         |                | 明：试卷、作业、实验报告、技术报告、过程记录、实习总结等，纸质或电子稿） |
| 1-1     | 目标 1 | 高斯光学，包括光线光学的基本概念及成像理论、球面及平面光学系统成像原理等。能够正确理解并且建立典型的光学系统等 | 课后作业、期末考试      | 作业（纸质）、试卷（纸质）。                       |
| 2-2     | 目标 2 | 对典型光学的光束限制、放大倍率及外形尺寸、一般光学系统能量进行仿真设计或计算。                 | 课后作业、期末考试      | 作业（纸质）、试卷（纸质）。                       |
| 3-1     | 目标 3 | 轴上点像差、轴外点像差和色差的形成原因、概念、现象、基本计算、典型结构的像差特征。像差校正以及像差的评价方法。 | 课后作业、期末考试、实验考核 | 作业（纸质）、实验报告（纸质），试卷（纸质）。              |

## 七、有关说明

### （一）持续改进

- （1）结合学生反馈、教学评价反馈以及本人的科研项目实践，理论联系实际，综合改进；
- （2）跟踪学科发展前沿知识，与同行进行广泛交流；
- （3）建议适度增加实验仪器台套数并逐步更新实验仪器设备。

### （二）参考书目及学习资料

《光学教程》，姚启钧，高等教育出版社，2016

《工程光学基础》，郁道银、谈恒英主编，机械工业出版社,2017

《应用光学》，张以谟编著，机械工业出版社，1988 年

《应用光学》，王文生，刘冬梅等编著，华中科技大学出版社，2010 年

《ZEMAX超级学习手册》，林晓阳，人民邮电出版社，2016

执笔人：徐安成

审定人：

批准人：