

## 《工程光学基础》教学大纲

|       |                                   |        |         |
|-------|-----------------------------------|--------|---------|
| 课程编号: | 302152030                         | 课程性质:  | 必修      |
| 课程名称: | 工程光学基础                            | 学时/学分: | 48/3    |
| 英文名称: | Basics of Engineering Optics      | 考核方式:  | 闭卷笔试    |
| 选用教材: | 《工程光学基础教程》<br>郁道银, 谈恒英<br>机械工业出版社 | 大纲执笔人: | 黄伟      |
| 先修课程: | 高等数学、大学物理                         | 大纲审核人: | 专业教学指导组 |
| 适用专业: | 测控技术与仪器                           |        |         |

### 一、课程目标

1. 能利用几何光学基本定律以及理想光学系统的基本理论解释基本光学元件成像原理和成像规律。
2. 能通过对光学系统中几种常见光阑的分析解释景深等现象, 并能在设计测量用显微镜、望远镜时利用远心光路等减小测量误差。
3. 能对常见目视光学系统(放大镜、显微镜、望远镜)的光路及基本参数进行分析计算。能依据衍射极限分析设计常见目视光学系统要考虑的关键环节并提出合理解决方案。
4. 能分析干涉产生的条件, 同时能对简单干涉系统进行分析计算。能正确区分等倾、等厚干涉, 并能分析常见干涉装置的特点、测量方法以及测量能达到的精度、分辨率等。
5. 能利用光偏振的基本原理分析光通过偏振元件后的偏振状态及光的通过率。能分析光通过晶体偏振器件所产生的现象, 能选用合适的偏振光学元件对光的偏振特性进行分析和判断。

### 二、教学内容

#### 第一章 几何光学的基本定律与成像概念 (支撑课程目标 1)

1. 光的本质、几何光学与物理光学内涵、几何光学的几个基本概念。
2. 几何光学基本定律。
3. 成像的基本概念与完善成像的条件。
4. 几何光学中的符号规则和单个折射球面的光线光路计算。
5. 单个折射球面的成像性质, 近轴区单个折射球面成像性质, 共轴球面系统成像。

**要求学生:** 能通过几何光学基本定律并根据符号规则进行单个折射球面光线光路计算并能分析与计算近轴区单个折射球面成像情况(包括物像位置、垂

轴放大率、轴向放大率、角放大率、拉赫不变量等)。能分析共轴球面系统成像与近轴区单个折射球面成像的共同点。

## 第二章 理想光学系统（支撑课程目标 1）

1. 理想光学系统的概念、成像性质、基点基面及其系统的表示。
2. 利用基点基面性质，通过图解法求物体在确定体系中的像，或通过物像关系求理想光学系统基点基面位置。
3. 解析法求像，包括理想光学系统物像位置公式，理想光学系统放大率，理想光学系统组合。
4. 对常见典型光学系统做简单分析，提出视觉放大率基本概念，介绍透镜及其性质。

**要求学生：**能根据理想光学系统的基本性质对理想光学系统的物像关系做出分析（包括图解法和解析法）。能分析多个理想光学系统组合后的成像情况，并能计算组合后光组基点基面位置。能通过透镜主面与球面顶点的关系分析出透镜的性质。

## 第三章 平面与平面系统（支撑课程目标 1）

1. 平面反射镜及其基本性质、平面镜的应用（小角度、位移测量等）。双平面镜成像性质。
2. 平行平板成像性质，空气平板概念与应用。
3. 反射棱镜的作用、分类、及坐标变换。
4. 介绍折射棱镜和光楔以及光学材料的分类。

**要求学生：**能分析平面镜、平行平板、折射棱镜在光学系统中起到作用，能分析成像坐标系以及物像之间关系（镜像、一致像等）。能根据设计光学系统要求合理选用光学元件材料。

## 第四章 光学系统中的光束限制（支撑课程目标 2）

1. 光学系统中光阑存在的原因。
2. 孔径光阑、入瞳、出瞳的基本概念及之间关系。孔径光阑对入射光线的限制作用及孔径光阑在光学系统中的位置。
3. 视场光阑、入窗、出窗的基本概念及之间关系。视场光阑对入射光线的限制作用。
4. 渐晕、渐晕系数和渐晕光阑的基本概念。
5. 显微系统中的光束限制和物方远心光路。
6. 空间物体成像和景深。

**要求学生：**能分析光学系统中光阑存在的原因，能说明各光阑的作用及相互关系。能利用远心光路提高显微测量的准确性。能分析影响景深的因素及在

实际光学系统中增加和减小景深的途径。

### 第五章 典型光学系统（支撑课程目标 3）

1. 眼睛及其光学系统，包括人眼光学系统、人眼的调节、眼睛的感光与感色、眼睛的分辨率、眼睛的对准。
2. 放大镜，包括视觉放大率基本概念、视觉放大率与垂轴放大率关系、放大镜的视觉放大率及其与人眼位置的关系。
3. 显微系统，包括显微系统的组成和工作原理、显微镜的视觉放大率、显微镜的分辨率和有效放大率、显微镜的照明方式。
4. 望远系统，包括望远系统的组成和工作原理、望远系统的视觉放大率、望远系统的分辨率和工作放大率。

**要求学生：**能对人眼、放大镜、显微系统、望远系统等光学系统的光学参数、结构形式、成像特性进行分析。能根据视觉放大率、显微镜的分辨率和有效放大率、望远系统的分辨率和工作放大率等限制条件合理设计和选择光学系统放大率。

### 第六章 光的干涉和干涉系统（支撑课程目标 4）

1. 光的电磁理论基础（部分）：光波与平面简谐电磁波、光矢量与电矢量关系反射和折射时的偏振关系、布儒斯特角与布儒斯特窗。光波叠加的分析与计算、半波损失基本概念。
2. 光波干涉及干涉的条件、杨氏干涉的分析与计算、两个单色相干点源在空间形成的干涉场。
3. 干涉条纹的可见度，影响干涉条纹可见度的因素（振幅比、光源大小和空间相干性、光源的非单色性和时间相干性）。
4. 平行平板的双光束干涉：平行平板双光束干涉（等倾干涉）的结构、特点、性质。
5. 楔形平板的双光束干涉：楔形平板双光束干涉（等倾干涉）的结构、特点、性质。
6. 典型双光束干涉系统及其应用：斐索干涉仪的特点与应用。迈克耳逊干涉仪的光路、单色光与白光干涉、补偿板作用、特点与应用。

**要求学生：**能解释布儒斯特角、半波损失、等倾干涉、等厚干涉等基本概念。能分析杨氏干涉、等倾干涉、等倾干涉、迈克耳逊干涉仪等干涉方法和干涉仪器的光程差、基本性质和干涉条纹的性质与特点。能分析干涉仪器中影响干涉条纹可见度的因素。

### 第七章 光的偏振和晶体光学基础（支撑课程目标 5）

1. 偏振光概述：偏振光的基本概念、偏振度、产生偏振光的方法、马吕斯

定律和消光比。

2. 光在晶体中的传播：晶体的双折射现象、晶体与晶体光学的基本概念（o光、e光、晶体的光轴、主平面、主截面、单轴晶体和多轴晶体、正晶体和负晶体）、单轴晶体光学性质的几何表示、光在单轴晶体中的传播方向的确定。
3. 晶体偏振器件的作用、工作原理及特点（格兰-汤姆逊棱镜、渥拉斯顿棱镜、洛匈棱镜、全波片、半波片、1/4波片）。
4. 偏振光的变换和测定：圆偏振光、椭圆偏振光的产生，自然光、线偏振光、圆偏振光、椭圆偏振光以及部分线偏振光、部分圆偏振光、部分椭圆偏振光等的测定。

**要求学生：**能解释偏振与晶体光学中的基本概念，能利用马吕斯定律等求解计算问题，能分析光在常见偏振器件中传播的原理及特点，能对自然光、偏振光进行变换和测定。

### 三、实验内容

| 序号 | 实验名称             | 主要内容  | 支撑课程目标      | 是否必做 | 学时 |
|----|------------------|---|-------------|------|----|
| 1  | 实验一：薄透镜焦距的测量     | 1、通过薄透镜说明理想光组中关于焦点、虚物、虚像等基本概念。<br>2、运用正负透镜的成像规律，对透镜的焦距进行测量。           | 课程目标<br>1   | 必做   | 2  |
| 2  | 实验二：由物像放大率测目镜焦距  | 1、通过物象之间放大率、测量薄透镜焦距。<br>2、说明薄透镜焦距与理想光组焦距之间的关系。<br>3、分析光学测量系统测量不准确的原因。 | 课程目标<br>1、3 | 必做   | 2  |
| 3  | 实验三：自组望远镜        | 1、运用望远系统的基本原理搭建简单望远镜。<br>2、测量望远镜的视觉放大率，说明望远系统中各放大率的含义。                | 课程目标<br>2、3 | 必做   | 2  |
| 4  | 实验四：用两次成像法测凸透镜焦距 | 1、用两次成像法测凸透镜焦距。   | 课程目标<br>1、2 | 选做   | 2  |

|   |           |   |             |    |   |
|---|-----------|---|-------------|----|---|
|   |           | 2、分析测量误差产生的原因。  |             |    |   |
| 5 | 实验五：自组显微镜 | 1、通过显微系统的基本原理搭建简单显微镜。<br>2、计算显微系统的视觉放大率，对目视光学系统中的视觉放大率有进一步理解。 | 课程目标<br>2、3 | 选做 | 2 |

\*注：实验详情见课程实验大纲及实验指导书

#### 四、参考文献

- [1] 工程光学 第三版 郁道银，谈恒英 主编 机械工业出版社 2011-7-1
- [2] 工程光学设计 萧泽新 编著 电子工业出版社 2008-3-1
- [3] 光学工程基础 毛文炜 编著 清华大学出版社 2006-5-1
- [4] 工程光学 李林等编著 北京理工大学出版社 2007-8-1
- [5] 工程光学 田芊，廖延彪，孙利群编著 清华大学出版社 2006-5-1
- [6] 现代光学制造工程 杨力主编 科学出版社 2009-1-1
- [7] 工程光学实验教程 贺顺忠主编 机械工业出版社 2007-9-1
- [8] 应用光学 张以谟主编 电子工业出版社 2008-8-1

#### 五、达成课程目标的途径与措施

工程光学基础涉及光学中基本概念、定义、定理比较多，公式多而复杂，理论性较强、内容抽象，同时课程目标较多，学生学习理解较困难。因此，达成目标的途径和措施也较多，主要有：

1. 授课时理论联系实际：课堂讲授时多以身边常见光学仪器或其它课程中用到光学仪器为例，分析它们内部光学元件、光路以及能达到得分辨率，对不同测试原理、测量方法进行分析对比，提高同学学习积极性，促使学生能利用基本原理和方法进行推导和设计，将理论与实际分析、设计联系起来；
2. 用实例引导学生掌握几何光学、物理光学相关概念、基本理论。上课时注意引导学生课后主动学习课程内未提到或分析清楚地光学原理、光学测量方法，利用学生感兴趣的案例帮助学生建立光学系统基本分析方法。
3. 大班授课，小班研讨：布置多个理论与实际相结合的课后研讨题，要求学生分组讨论，形成分析报告或解决方案并以书面形式上交，同时开展同学与老师、研究生助教的讨论，促使学生利用基本原理、方法解决课本中没有的实际光学相关问题；
4. 多环节训练、督促检查，巩固学习成果。

- 1) 作业：课后习题和研讨作业（分析不同光学原理的实现、不同光学理论的适应性与缺陷、不同光学器件的应用）
- 2) 实验
- 3) 期中考试：内容主要为几何光学部分的基础内容。
- 4) 期末考试：内容为课程目标中要求的几何光学、物理光学中全部内容。
- 5) 上课考勤

#### 5. 命题要求

本课程试卷由选择（填空）、画图、简答、分析计算等组成，其中：

选择题（填空）占比 15-25%，主要考核课程目标 1、3、4、5；

画图题占比 15-20%，主要考核课程目标 1、3；

简答题占比 15-25%，主要考核课程目标 2、4、5；

分析计算题占比 30-40%，主要考核课程目标 3、4、5；

#### 6. 成绩评定

总成绩 = 平时成绩+实验成绩+考试成绩；

平时成绩 = 考勤+作业+大作业；

考试成绩 = 期中+期末；

表 1 各分项成绩比例（%）

| 平时成绩 |    |     | 实验成绩 | 考试成绩 |    |
|------|----|-----|------|------|----|
| 考勤   | 作业 | 大作业 |      | 期中   | 期末 |
| 5    | 5  | 10  | 10   | 10   | 60 |

## 六、课程目标对毕业要求的支撑

| 毕业要求   | 指标点                                      | 课程目标           |
|--|--|----------------|
| 毕业要求 1 工程知识：能够将数学、物理、工程力学等知识用于分析和解决精密仪器、测控系统中的复杂工程问题。        | 1.1 能将数学、物理、工程力学等知识运用到复杂精密仪器、测控系统的恰当表述中。 | 课程目标 1、2、3、4、5 |
| 毕业要求 2 问题分析：能够将专业相关的基础理论知识，用于测控对象和任务的分析和模型建立，并通过文献研究对结果进行评价。 | 2.1 能识别和判断测控复杂工程问题的关键环节和参数。              | 课程目标 3、4       |

## 七、教学进程

| 教学内容              | 学时数 |
|-------------------|-----|
| 第一章 几何光学基本定律与成像概念 | 4   |
| 第二章 理想光学系统        | 7   |
| 第三章 平面与平面系统       | 5   |
| 第四章 光学系统中的光束限制    | 6   |
| 第七章 典型光学系统        | 8   |
| 实验                | 6   |
| 第十二章 光的干涉和干涉系统    | 7   |
| 第十五章 光的偏振和晶体光学基础  | 5   |
| 合计：课堂授课学时+实验学时    | 48  |

**注：课内外时间约为 1:1.0~1.5 学时。**

大作业的答辩工作由教师和学生商定另外的时间和地点。