共 5 页 第 1 页

中国海洋大学 激光原理 课程教学大纲

Principles of Lasers

【开课单位】 信息科学与工程学院 物理系 【课程模块】 专业知识

【课程编号】 084303101243 【课程类别】 必修

【学 时 数】 64 （理论 52 实践 12 ） 【学 分 数】 4

一、课程描述

本课程大纲根据 2011 年本科人才培养方案进行修订。

（一）教学对象

光信息科学与技术专业及其相关专业（物理学、海洋技术）的选课学生。

（二）教学目标及修读要求

1、教学目标：通过本课程的学习，使学生掌握激光科学中常用的基本概念、激光器的一般原

理、光学谐振腔和激光的基本性质，以及常用的激光技术的一般原理。并对激光理论、典型的激光

器件和技术有所了解。

2、修读要求：作为光信息科学与技术专业的专业必修课和物理学专业的指定选修课，在三年

级下学期开设，选课的学生应具备光学、电磁学、原子物理学等物理学科专业知识和应用微分方程

解决实际问题的能力。

（三）先修课程

高等微积分、量子力学基础。

二、教学内容



本课程教学内容共分四大部分(知识模块)：①激光的基本概念（绪言、第一章和第四章的前两

节） ，②光腔和腔内的光场（第二章、第三章） ，③激光器的基本原理（第四章 3-6 节、第五章、第

六章和第八章） ， ④典型激光技术和激光器件介绍 （第七章、第九章、第十章） 。 重点章节为第二章、

第四章和第五章。课程采用双语教学；为保证课程体系的系统性，在教学过程中还补充一些典型激

光实验原理和方法介绍（教材外内容） ；并按知识模块顺序授课，循序渐进。从概念到原理、从基

本构成概述到各部分的工作原理分析、从激光发展历史简介到典型激光技术与器件的讨论。课外实

践遵循从感性到理性的原则从科研实验室参观到组织科研系列讲座乃至科研试验观摩。

（一）激光的基本概念（绪言、第一章和第四章 1-2 节）

1、教学内容： 该部分简要介绍激光技术的发展历史

b

（绪言），概述激光的基本原理 （第一章） ，

知识点包括：相干性光子描述

a

、光的受激辐射基本概念

a

、光的受激辐射放大

a

、光的自激振



教学内容中知识点的 a, b, c 标注表示其教学目标要求，分别为：a 掌握，b 理解，c 了解三个层次

共 5 页 第 2 页

荡

a

和激光的特性

a

，简介光和物质相互作用的经典理论

c

（第四章的第一节），分析激光介质的谱

线加宽机制和线宽函数

a

（第四章的第二节） 。

2、教学要求：通过教学，使学生了解激光技术发展的简史，掌握光的相干性和光波模式的联

系、光的受激辐射以及光放大和振荡的基本概念，掌握气体介质均匀加宽和多普勒加宽的产生机制

及其线型函数与线宽的数学表达式，理解固体和液体介质加宽机制和综合加宽的概念，并对激光器

的各类近似理论有所了解。

3、重点、难点：第一章讨论的重点是光的相干性和光波模式的联系、光的受激辐射以及光放

大和振荡的基本概念，在对谱线各类加宽的介绍中，重点讨论自然线宽和多普勒加宽以及对洛伦兹

线型函数和高斯线型函数的特性比较。光波的模式和光子状态相格的讨论是该部分教学的难点。在

课程讲授的前 6 个课时内，如何在同学们现有的知识基础上，引导他们用光子的观点来描述相干性

及其激光振荡的基本思想是上好这门课的关键。

4、其它教学环节：课外布置第一部分英语资料的阅读作业、组织一次激光技术应用科研实验

室参观或一次激光科技讲座。完成该部分内容授课前，课内安排 2 个课时的讨论课以作对该部分内

容的学习总结。

（二）光腔和腔内的光场（第二章、第三章）

1、教学内容：该部分主要讨论开放式光腔与高斯光束（第二章） ，知识点包括：光腔理论的一

般问题

a

、共轴球面腔的稳定性条件

a

、开腔模式的物理概念和衍射理论分析方法

b

、平行平面腔模

的迭代解法

b

、方形共焦腔的自再现模

b

、方形共焦腔的行波场性

b

、圆形镜共焦腔

b

、一般稳定球

面腔的模式特征

a

、 高斯光束的基本性质及特征参数

a

、 高斯光束 q 参数的变换规律

a

、 高斯光束的

聚焦和准直

a

、高斯光束的自再现变换与稳定球面腔

b

、光束衍射倍率因子

b

、非稳腔的几何自再现

波形

c

、非稳腔的几何放大率及自再现波形的能量损耗

c

；空心介质波导光谐振腔

c

（第三章）为本

课程的选修内容。

2、教学要求：通过教学，使学生了解光腔理论的相关概念、开腔模式的物理概念和衍射理论

分析方法；掌握共轴球面腔的稳定性条件及判别方法；掌握稳定球面腔与共焦腔的等价方法和模式

特征；掌握共焦参数与高斯光束之间的关系式；理解高斯光束的基本特性及特征参数的物理意义；

理解光束衍射倍率因子的物理意义及其关系式；掌握高斯光束 q 参数的变换规律，并应用于分析光

束的传输、聚焦和准直问题。并对非稳腔和空心介质波导光谐振腔的一般问题有所了解。

3、重点、难点：第二章的重点是共轴球面腔的稳定条件和模式特征分析和基模高斯光束的传

输特性的讨论。高斯光束的 q 参数描述是这一章教学的难点。如何以普通球面波为切入点，用类比

的方法让同学掌握高斯球面波的传播特性是关键。

4、其它教学环节：课外布置第二部分英语资料的阅读作业，组织一次激光科技讲座或激光技

术试验观摩，并布置小组作业\_\_以图表的形式对第二章的知识点进行汇总。课内安排 2 个课时的讨

论课以作对该部分内容的学习总结。期中考试和考题讲评讨论共占用 4 个课内学时。

（三）激光器的基本原理（第四章 3-6 节、第五章、第六章和第八章）

1、教学内容：该部分主要讨论电磁场和物质的共振相互作用（第四章）中的典型激光器速率

共 5 页 第 3 页

方程

a

、 均匀加宽工作物质的增益系数

a

、 非均匀加宽工作物质的增益系数

a

和综合加宽工作

物质的增益系数

b

；分析激光振荡特性（第五章），包括激光器的振荡阈值

a

、 激光器的振荡模

式

a

、输出功率与能量

a

、弛豫振荡

a

、单模激光器的线宽极限

b

和激光器的频率牵引

b

；并对

激光放大特性 （第五章）涉及的激光放大器的分类

b

、 均匀激励连续激光放大器的增益特性

c

、

纵向光激励连续激光放大器的增益特性

c

、脉冲激光放大器的增益特性

c

、放大的自发辐射

b

和光放大器的噪声

c

等进行简单介绍。激光振荡的半经典理论

c

（第八章）为本课程的选修内

容。

2、教学要求：通过教学，使学生理解激光器/激光放大器工作的基本原理；掌握应用速率方程

理论分析解决问题的方法；掌握增益系数表达式和增益饱和行为及其烧孔效应；理解发射/

吸收截面、饱和光强的物理意义；理解激光器的振荡阈值条件、模式竞争与空间烧孔；掌

握输出功率与能量的数学表达式；理解兰姆凹陷、弛豫振荡、线宽极限和频率牵引现象；

并对激光放大器的分类、放大的自发辐射等有所了解。

3、重点、难点：第四章讨论的重点是激光器的速率方程理论和增益饱和行为；对均匀加宽工

作物质增益系数的均匀饱和、非均匀加宽工作物质的增益系数的烧孔效应的讨论是该章的

难点。第五章讨论的重点是激光器自激振荡产生的阈值条件 ；对激光输出功率的兰姆凹陷

现象的分析是该章的难点。

4、其它教学环节：课外活动有个人期中考试总结、小组预约授课老师座谈；并布置小组作业

\_\_对第四章和第五章的习题进行讲解答辩。课内安排 2 个课时的讨论课以作对该部分内容的学习总

结。

（四）典型激光技术和激光器件介绍（第七章、第九章、第十章）

1、教学内容：该部分主要讨论激光器特性的控制与改善（第七章）中的模式选择

b

、频率稳

定

b

和 Q 调制

b

技术，简介注入锁定

c

和锁模

c

技术；典型激光器和激光放大器

b

（第九章）的

内容穿插在激光基本原理和技术内容中，作为实例进行介绍。 半导体二极管激光器和激光放大器

c

（第十章）作为后继课的拓展内容，课内只做简介。

2、教学要求：通过教学，使学生了解用于激光器特性的控制与改善的各类技术的实质和意义；

掌握常用的纵模横模选择方法的工作原理和光腔参数满足的关系式；掌握常用稳频技术的工作原理

以及频率稳定性和复现性的表达式；理解通过 Q 调制产生巨脉冲激光输出的过程，了解常用的 Q

调制方法及其分类；通过教学和观摩，使学生理解典型激光器件的工作原理，并对各自的典型应用

有所了解。

3、重点、难点：这一部分讨论的重点是控制与改善激光器特性的典型技术，尤其是模式选择、

频率稳定和 Q 调制技术；复合腔选模的讨论是该部分教学的难点。

4、其它教学环节：课外组织一次激光科技讲座或激光技术试验观摩。布置课外小组作业\_\_为

期末考试出一份试题并提供答案。课内安排 2 个课时的讨论课以作对该部分内容的学习总结。

共 5 页 第 4 页

三、教学环节及学时分配

激光原理与技术的授课以原理为主，共分四个知识模块。课堂教学总学时 64 学时，其中理论

讲授 52 学时，课堂讨论 12 学时，课外实践 8 学时，其学时分配见下表。

激光原理与技术 课程教学学时分配表

教学内容

总

学时

课堂教学学时 课外辅导/

课外实践

学 时

备

注

理论讲授 实践环节

模块一、激光的基本概念 Part 1 The Basic Concepts of Lasers 2

绪言：激光技术的发展历史

Introduction \_\_Developing history of Lasers

2 1 1

第一章 激光的基本原理

Chapter 1 The Basic Concepts of Lasers

5 4 1

第四章的前二节 经典理论(略)/线宽与线型介绍

“Widths & Profile of Spectral Lines” in Chapter 4

3 3

模块二、光学谐振腔和腔内光场 Part 2 Optical Resonators & Gaussian Beams 2

第二章 开放式光腔与高斯光束

Chapter 2 Optical Resonators & Gaussian Beams

20 18 2

第三章 空心介质波导光谐振腔 (选修)

期中考试与讲评

The mid-term examination & comments

4 4

模块三、激光器的工作原理 Part 3 Fundamental Principles of Lasers 2

第四章 电磁场和物质的共振相互作用

Chapter 4 Interaction of Electromagnetic

Radiation (Light) with Matter

14 13 1

第五章 激光振荡特性

Chapter 5 Laser Oscillation (above Threshold)

6 5 1

第六章 激光放大特性

Chapter 6 Laser Amplifiers

2 2

第八章 激光振荡的半经典理论(选修)

模块四、典型激光技术与器件介绍

Part 4 Introduction of Typical Lasers & the Techniques used in Lasers

2

第七章 激光器特性的控制与改善

Chapter 7 Techniques Used in Lasers

6 4 2

第九章 典型激光器和激光放大器

Chapter 9 T ypical Lasers & Amplifiers

2 2

第十章 半导体二极管激光器和激光放大器(选修)

合 计

64 52 12 8

共 5 页 第 5 页

四、考核方式及评价体系

1、考核方式：期末考试采用有限开卷考试（学生可带 1 张 16K 纸的学习总结入场）

2、评价体系：期末考试 60% + 平时成绩 40%

平时成绩根据出勤、课堂讨论、课后作业、期中检查等评定。

五、选用教材及必读参考书

1、选用教材

需要购买的中文教材：周炳琨等编著，《激光原理》，国防工业出版社，第 6 版，2009 年 12

月重印.

网上可供下载的英文教材：光学手册(Optics Handbook )的第十一章 (Chapter 11 Lasers), 作者

是美国福罗里达中心大学（Univ . of Central Florida）光学与光子学学

院（The College of Optics & Photonics）William T. Silfvast 教授

2、主要参考书

[1] 陈珏清，王静环编著，《激光原理》，浙江大学出版社，1992.

[2] 蓝信锯等编著,《激光技术》，科学出版社，2000.8，第 1 版.

[3] 高以智等编， 《激光原理学习指导》 ，国防工业出版社，2007.1.

[4] William T. Silfvast, “Laser Fundamentals”, Cambridge University Press, 2004，2

nd

Edition.

[5] Walter Koechner 著 孙文 等译, 《固体激光工程》，科学出版社，2002，第 4 版.

[6] Jeff Hecht, “The Laser Guidebook”, McGraw-Hill Book Company, 1986, 1

st

Edition.

六、撰写小组成员：郑荣儿、吴松华、宋小全 撰写时间：2012 年 6 月 20 日

七、审核人：王晶

八、院（系）学术委员会签章