

# Unification of Theory and Practice Teaching of Laser Theory and Technology

Xingqiang Zhang

School of Science, Hubei University of Automotive Technology, Shiyan Hubei  
Email: [zhangxingqiang.student@sina.com](mailto:zhangxingqiang.student@sina.com)

Received: Feb. 13<sup>th</sup>, 2015; accepted: Feb. 26<sup>th</sup>, 2015; published: Mar. 6<sup>th</sup>, 2015

Copyright © 2015 by author and Hans Publishers Inc.  
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).  
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

Laser theory and technology is composed of two respects of theory teaching and practice teaching. However, some unavoidable contradiction can be appeared between theory teaching and practice teaching in the concrete teaching procedure. The problems such as asynchronism and disconnection of contents between theory teaching and practice teaching can be effectively solved through adding some demonstrative experiments or some videos of them and introducing some theoretical direction before operation in laboratory which consolidates learning effect. Therefore, the highly unification of theory teaching and practice teaching is good for innovative learning of undergraduate students.

## Keywords

Laser Theory and Technology, Theory Teaching, Practice Teaching, Unification of Theory and Practice Teaching

---

# 激光原理与技术理论与实践教学的统一

张兴强

湖北汽车工业学院理学院, 湖北 十堰  
Email: [zhangxingqiang.student@sina.com](mailto:zhangxingqiang.student@sina.com)

收稿日期: 2015年2月13日; 录用日期: 2015年2月26日; 发布日期: 2015年3月6日

## 摘要

激光原理与技术包括理论教学与实践教学两方面。然而在具体的教学过程中，理论教学与实践教学之间会出现一些不可避免的矛盾。通过在课堂上增加一些演示实验或演示实验视频，以及在实验室进行操作前进行理论指导，可以有效地解决理论教学与实践教学的不同步性以及内容脱节等问题，巩固学习效果。因此，理论教学与实践教学的高度统一有利于大学生的创新性学习。

## 关键词

激光原理与技术，理论教学，实践教学，理论与实践教学的统一

---

## 1. 引言

尽管光学是一门非常古老的科学，但其发展却十分缓慢。一方面从人类探测光源或物体的感光、用光、光测等系统而言，光学的发展比较缓慢。地球上的先民早在数千年前已经开始观察日食、月食、投影等光学现象，那时人类基本上只能借助自己的眼睛来初步判断或研究这些光学问题。随着光学现象越来越复杂，光学问题的本质越来越深入，人们发明了很多助视光学仪器，所拥有的感光系统进一步延伸，可以观测人眼不能直接观察到的微小物体或细节，同时也能够探测人眼不可感知的遥远物体或目标。这一切只是到了近代，才有了突飞猛进的发展，如果以现代光学的眼光回顾光学发展的历史，其步伐显得太慢了。另一方面从人类使用的光源来看，光学的发展也十分迟缓。人类的祖先在蒙昧时代只能使用自然光源，如太阳、月亮、星星等。后来通过钻燧取火，才进入到人工光源的时代。中国古人聪明勤劳，他们发明了造纸术、指南针、火药和印刷术等，为世界文明的进步作出了杰出的贡献。其中火药的发明使得人工光源的使用和携带更为方便与普及，有力地促进了社会生产力的发展。电的发现并应用于电灯是人工光源领域划时代的进步，有力地促进了各种卤素灯、LED灯等的发明和使用。从太阳、月亮、星星、火、火药、电灯、各种卤素灯、LED灯等的发展历程来看，几千年甚至上万年的时间已经流逝了，结果人类使用的还是非相干光源，由此可见光源的发展确实不快。

1905年爱因斯坦(Albert Einstein)为了解释黑体的辐射能谱与经典理论结论之间的矛盾，将1900年普朗克(Max Planck)的能量子概念推广到辐射的发射和吸收，提出了光量子 and 光电效应的概念。1916年为解释黑体辐射定律，又提出了受激辐射的概念。随着微波波谱学和微波技术的进展，1954年第一台微波量子放大器问世，1958年美国的汤斯(Charles H. Townes)、肖洛(Arthur L. Schawlow)和前苏联的巴索夫(Nikolai G. Basov)、普洛霍洛夫(Aleksander M. Prokhorov)等提出了激光的概念和理论设计。1960年美国休斯公司实验室的梅曼(Theodore H. Maiman)发明了第一台红宝石激光器，至此真正意义上的人工光源才得以实现。激光具有很好的单色性、方向性、亮度和时空相干性等，这是普通光源无与伦比的特征，自此人类使用的光源又翻开了新的一页。激光的基础理论发展很快，激光技术更是日新月异。激光作为现代社会标志性的成果之一，已被广泛应用于工业、国防、通信、医疗、科技等领域，应用的深度和广度不断得到深化和拓展，掌握激光原理与技术的知识无疑也变得刻不容缓。

## 2. 理论与实践教学产生的矛盾

对于从事激光技术研究、设计、开发、应用等的专业人员而言，掌握激光原理与技术的基础知识是必不可少的。在我国很多理工类大学和综合类大学已经开设了激光专业或与激光密切相关的专业，对于这些专业的本科生和研究生而言，激光原理与技术课程显得十分重要[1]。尽管各类院校的专业类别和性

质不同，激光原理与技术课程可能被设置成学科基础课，也可能被设置为专业选修课，但它的重要性与其广泛的应用性一样，不是可有可无的。学习激光原理与技术的基础知识或泛泛地了解激光发展的历史、背景、应用领域、动态以及前沿等，对于一个当代的大学生来说，即使与本专业没有必然的联系，但也可以作为人文素养和素质教育的一部分，应引起广大教师和学生的重视。

激光原理与技术包含的内容较多，一般情况下理论教学的总学分是 4.0 学分，总学时为 64 学时；实验教学的总学分是 1.0 学分，总学时为 24 学时。如果采用国家统一的规划教材，教学内容是可以根据实际情况进行选用的，但大致分为激光基本原理与激光基础技术两部分。应光电子信息科学与工程专业教学指导委员会的要求，目前选用的《激光原理》(第 6 版)是普通高等教育“十一五”国家级规划教材，由周炳琨、高以智、陈倜嵘、陈家骅编著，国防工业出版社出版发行，该教材面向 21 世纪教学改革，具有作者权威、学术领先、内容覆盖面宽、适用范围广等特点，主要阐述激光器的基本原理与理论，内容包括激光器的光谐振腔理论、速率方程理论和半经典理论，对典型激光器、激光放大器及改善与控制激光器特性的若干技术也作了简要介绍。光电子信息科学与工程专业在教学过程中所选用的激光基本原理部分包括绪言、第一章激光的基本原理、第二章开放式光腔与高斯光束、第四章电磁场和物质的共振相互作用；而激光基础技术部分包括第五章激光振荡特性、第七章激光器特性的控制与改善、第九章典型激光器和激光放大器。上述目录基本涵盖了激光基本原理与激光基础技术的主要内容和重点知识，需要学习本课程的其他专业可以根据实际的教学要求进行增删。

激光原理与技术的理论教学一般采用课堂教学方式，实践教学由于采用单独设置实验课，必须在专业实验室采取现场指导与学生动手相结合的方式。尽管实践教学与理论教学是相辅相成的，但操作起来还是出现了一些无法预料的问题。一是理论教学与实践教学的不同步性。通常情况下学生首先在课堂上学习激光原理与技术的理论知识，而所安排的实践教学由于设备台套数和上机人数的限制，很多学生不能及时通过实践教学来理解和掌握所学的理论知识，部分学生甚至出现这样的现象，轮到自己进入实验室进行有关实验项目的操作时，在课堂上所学的理论知识已经模糊或遗忘，导致他们在实验室无所适从；另一部分学生可能已经提前在实验室完成了有关实验的操作，而理论知识还未学习，他们的操作可能是盲目的。二是实践教学对理论教学的巩固效果不强。激光原理与技术的理论教学所涉及到的很多概念、原理、公式和物理图景等都需要采用实践教学的方式进行巩固和强化。学生在课堂上学习激光原理与技术的理论知识时，往往都是囫囵吞枣，对一些知识的理解可能是模糊的，也可能是片面的，有时候甚至存在很大的理解误区。此时学生如果能够通过实验教学及时反思所学的理论知识，也许会出现事半功倍的效果。三是实践教学与理论教学之间的内容脱节。理论教学内容一般都是照本宣科，学生的创新往往来自实践教学。理论教学内容通常以书本上的基础知识作为出发点，一般情况下常用的概念、原理、公式等被构筑成学生的学习平台。而在实践教学中，实验操作除了达到让学生理解这些常用知识的目的外，还起着创新性学习的作用。激光原理与技术实验的可调参数较多，实验现象非常丰富，拓展思维的空间很大，在实践中很容易出现理论教学没有提及的现象、规律和问题等，这很容易引发学生的想象，激发他们的学习兴趣，而兴趣是创新之源。在实际的教学过程中，理论教学与实践教学的内容通常都是时空脱节的，这些问题对学生的创新性学习必将产生不利的影响[2]。此外，理论教学与实践教学之间可能还存在其它矛盾，待继续探索和解决。

### 3. 理论教学与实践教学的统一

矛盾无处不在、无时不在，产生矛盾并不可怕，关键问题是如何来化解它？在激光原理与技术的教学过程中，理论教学与实践教学之间不可避免地会产生各种各样的矛盾[3]。针对这些矛盾，采取的主要办法是实现理论教学与实践教学的统一，直接从课堂上消除理论教学与实践教学的不同步性，增强实践

教学对理论教学的巩固性效果，避免理论教学与实践教学之间内容的脱节等[4]。

在激光原理与技术课程的教学过程中，课堂上的理论教学相对实践教学而言，教学过程易于控制，此时主要对原有的教学方式进行了一些必要的改进。一是增加了课堂演示实验，主要针对比较简单、易于操作的教学内容，目的是配合理论教学过程的进行，激发学生的学习兴趣，但与学生在实验室具体操作的实践教学有所差别。例如在第二章讲到激光器的腔模理论时，自带一台简单的便携式 He-Ne 激光器进入课堂，先充分做好各项准备工作。由于之前的教学内容已经简单地提到了激光器由激光谐振腔、激光工作物质(介质)和泵浦源三部分组成，因此，这里主要讲激光谐振腔的基本理论。一般情况下，激光谐振腔由两块相互平行的共轴反射镜构成，对于激光器能够输出的波长而言，一块全反射镜的反射率极高，接近 100%；另一块半反射镜的反射率也很高，不低于 95%，这块反射镜起着激光输出镜的作用，这时候及时向学生展示两块不同作用的反射镜。激光谐振腔的输出镜可以事先准备好平面和凹面两种，对于凹面输出镜还要准备曲率半径分别为 1 m 和 3 m 的两种镜面，根据激光谐振腔的长度可以从理论上计算不同输出镜的  $g_2$  因子。激光谐振腔的全反射镜可以放置成曲率半径为 1 m 的凹面反射镜，这样也便于从理论上计算  $g_1$  因子。首先从理论教学中稳定球面腔的概念出发，直接给出球面腔达到稳定的条件  $0 < g_1 \cdot g_2 < 1$ 。再根据实际的激光谐振腔长度和光腔折射率等参数具体计算演示实验中采用不同曲率半径的反射镜面时所得到的  $g_1$ 、 $g_2$  因子，看它们的乘积是否在(0,1)之间？当条件成立时，可以输出激光，当条件不成立时，不能输出激光。此时可以改变激光谐振腔输出镜的曲率半径，也可以改变激光谐振腔的腔长，调节这些参数，使前述球面腔的稳定条件成立或不成立，让学生在课堂上直接观察是否可以输出激光。通过课堂上简单的实验演示，学生对激光谐振腔的稳定性条件就很容易掌握了。通过该实验演示，学生进入实验室进行激光谐振腔的调试和氦氖激光束光斑大小与发散角测量等实验操作时，就不会觉得太困难了。演示实验与实践教学的内容是有差别的，通过演示实验的铺垫，学生在掌握理论知识的前提下，进入实验室以后可以自主进行实验操作，理论教学与实践教学的不同步性自然得到了解决，因为在课堂教学中学生已经理解了所学的理论知识，为实验操作奠定了坚实的基础。从另一个角度来看，课堂演示实验和学生在实验室进行实验操作对巩固理论教学效果都是非常明显的[5]。二是增加了课堂上的演示实验视频。简单的实验操作可以进行课堂演示，而对于难度较大、操作复杂、实验现象不易于观察的演示实验，在实验室预先操作并录像后制作成视频。课堂上的理论教学是主线，当讲到学生难以理解的内容时，可以播放演示实验的视频，中间可以暂停讲解，将演示实验视频与理论教学在课堂上结合起来，充分利用多媒体教学的便利条件，用演示实验视频教学的效果巩固理论教学的内容，效果是十分明显的，这样理论教学与实践教学的不同步性也能得到很好的解决[6]。三是在激光专业实验室放置黑板或多媒体播放设备，进行实验前的理论指导。学生进入实验室后，先开展仪器设备操作规程等安全教育，再进行实验操作、注意事项等情况说明。在实践教学过程中，鼓励学生独立思考，认真操作，审慎判断，开拓创新。对于学生在实验中发现的新现象，出现的新问题，不要急于解释和说明，激发学生的求知欲和学习兴趣，让他们将理论教学与实践教学的内容联系起来，综合考虑这些问题和现象，最终给出一定的结论。这样也避免了理论教学与实践教学的内容脱节，为学生的创新性学习奠定了坚实的基础。

#### 4. 结束语

激光原理与技术课程包括理论教学与实践教学，在具体实施过程中会产生一些矛盾。通过在课堂上增加简单的演示实验与难度较大的演示实验视频，以及在实验室增添黑板和多媒体教学设施进行实验前的理论指导，可以有效地解决理论教学与实践教学的不同步性问题，增强了实践教学对理论教学的巩固性效果，避免了理论教学与实践教学内容的脱节。这样理论教学与实践教学就统一起来了，结果有利于学生的创新性学习。

## 致谢

感谢湖北汽车工业学院理学院光信息科学与技术系光电信息科学与工程专业教研室和湖北汽车工业学院 2014 年教学改革研究项目(JY201413)组全体成员为本文所做的工作。

## 基金项目

湖北汽车工业学院 2014 年教学改革研究项目(JY201413)资助。

## 参考文献 (References)

- [1] 张兴强 (2013) 激光原理与技术课程的教与学. *教育进展*, **3**, 80-83.
- [2] 于恒, 张幼琴, 王惠丽 (2006) 浅谈理论教学与实践教学的关系. *实验室科学*, **4**, 125-126.
- [3] 赵国平 (2010) 论实践教学与理论教学的关系. *中国成人教育*, **17**, 127-128.
- [4] 甄卓铭 (2011) 理论教学与实践教学的同构关系. *现代教育科学(高教研究)*, **5**, 79-80.
- [5] 徐年富 (2008) 专业理论教学与实践教学合一的探索. *消费导刊·教育时空*, **4**, 171.
- [6] 肖伟才 (2011) 理论教学与实践教学一体化教学模式的探讨与实践. *实验室研究与探索*, **30**, 81-84.