

激光横模教学系统

激光横模教学系统可用来观察高阶横模的产生和横模变换的过程，通过调节猫眼腔损调节器实现。

1.1 原理

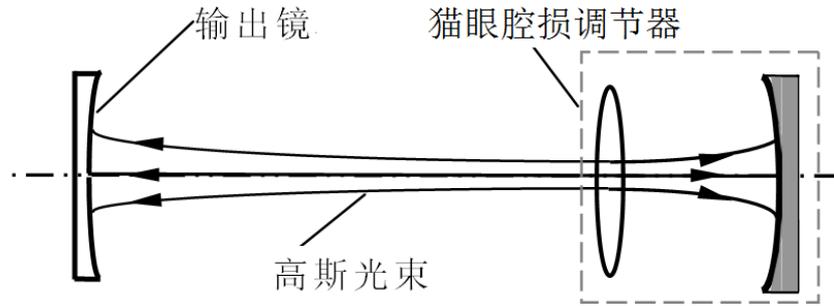


图 1.1 猫眼谐振腔

激光横模教学系统由半外腔激光管和猫眼腔损调节器组成，构成猫眼谐振腔，示意图如图 1.1 所示。其中，猫眼腔损调节器由一个两面镀有 632.8nm 增透膜的凸透镜和镀有全反膜的凹面镜构成，且满足凸透镜焦距 f 和凹面镜曲率半径 R 相等。当 $L = f = R$ ，即凸透镜与凹面镜间距、猫眼的凸透镜焦距和凹面镜曲率半径三者相等时，可将它们等效为一个平面镜 $R_{eq} = \infty$ ；当 $L < f = R$ ，即猫眼内两镜间距小于凸透镜焦距或凹面镜曲率半径时，猫眼等效为一个凸面镜 $R_{eq} < 0$ ；当 $L > f = R$ ，即猫眼内两镜间距大于凸透镜焦距或凹面镜曲率半径时，猫眼等效为一个凹面镜 $R_{eq} > 0$ 。

因此，通过调节猫眼腔损调节器的两镜间距，其等效腔镜的结构就会发生变化。谐振腔中一个腔镜的曲率半径变了，其等效共焦腔就会发生变化，腔内损耗随之改变，因此输出不同的横模图样。

1.2 猫眼谐振腔横模教学实验

1.2.1 整体实验装置

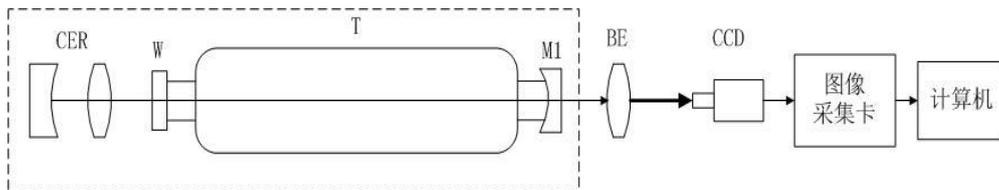


图 1.2 激光横模教学系统框图

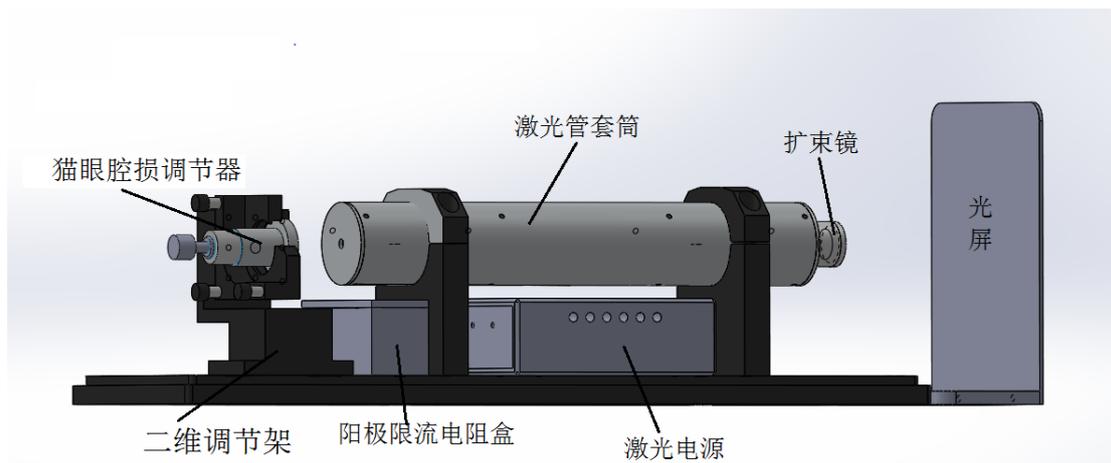


图 1.3 激光横模教学系统结构图

用于教学横模的实验系统框图如图 1.2 所示。虚线框内为仪器部分，由猫眼腔损调节器 CER 和激光增益管 T 构成。W 为增透窗片，M1 为凹面输出镜。在激光器的输出端，激光先经过扩束镜 BE 扩束后变为发散的光斑，在远处的白屏上即可看到横模图样。

1.2.2 不同阶横模图样的观察

旋转猫眼装置的精密螺纹副，改变凸透镜与凹面镜的间距，观察到的横模图样如图 1.4 所示。

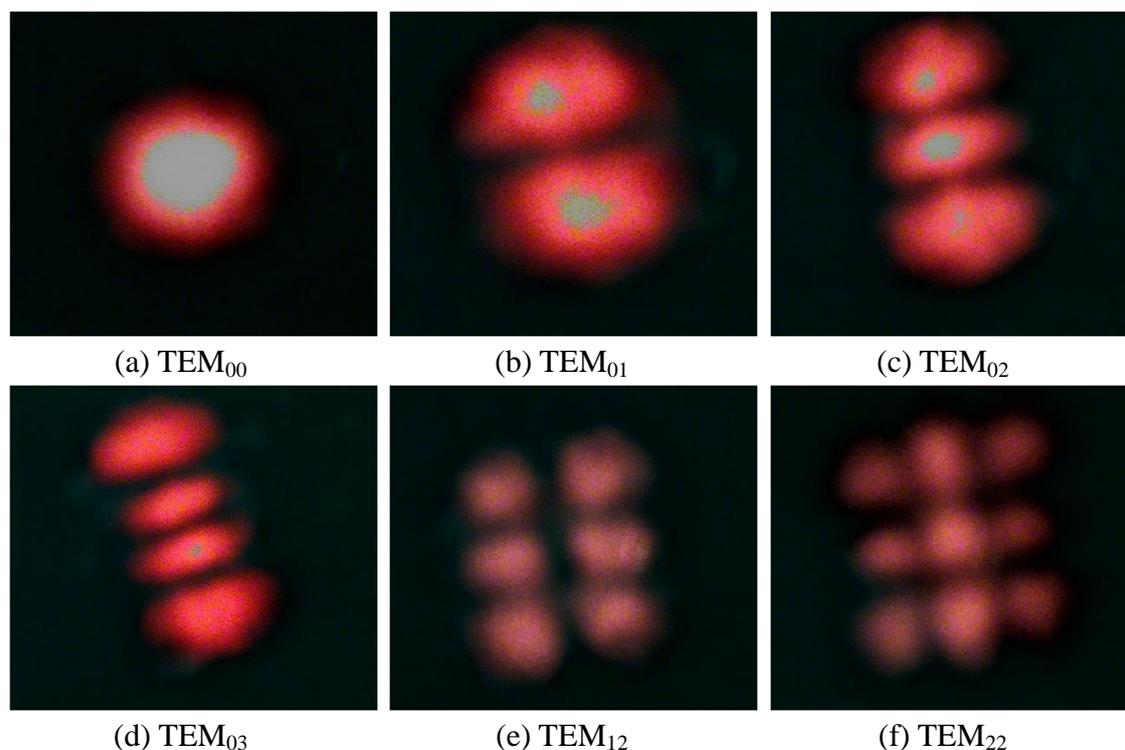


图 1.4 矩形横模图样的观察

起初，令凸透镜与凹面镜的间距较近，调到从不出光到开始出光的状态，此

时猫眼等效为一个平面镜，高斯光束的束腰在猫眼凸透镜的位置，因此看到的横模图样为基横模，如图 1.4(a)。随后，继续旋转精密螺纹副以增大两镜间距，猫眼等效腔镜的曲率半径逐渐减小，根据菲涅耳数表达式可知，腔内损耗也逐渐减小，因此输出越来越高阶的横模图样，如图 1.4(b)~1.4(f)所示。

此外，调节猫眼的上下、左右位置，即改变猫眼透镜的轴心与激光器光轴的相对位置，再改变凸透镜与凹面镜间距，还可观察到圆形横模图样，如图 1.5 所示。

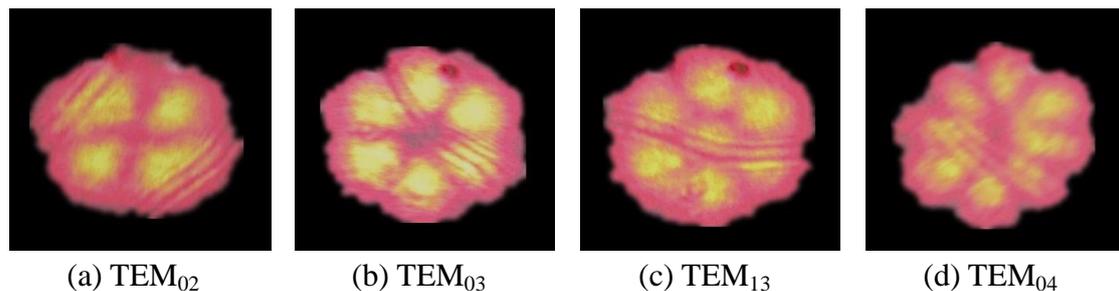


图 1.5 圆形横模图样的观察

1.3 涉及知识点

猫眼腔损调节器、光学谐振腔及其特性、激光偏振态、激光横模、矩形横模、圆形横模、高阶横模及横模变换。

1.4 涉及课程

光学、激光原理、激光光学、光电子学、激光技术等。

1.5 实验内容

谐振腔调整；
横模模式的调整及变换；
激光输出横模偏振特性研究；
高阶矩形横模、高阶圆形横模的观察；
横模 TEM_{mn} 中 m、n 值的判断。

1.6 技术参数

半外腔氦氖激光器组件：中心波长 632.8nm，增益管长 250mm，凹面镜(R1m) 输出，毛细管长度 200mm，毛细管内径 2.0mm，激光器腔长约 290mm；

输出扩束组件 $f=20\text{mm}$ 的凹透镜。

1.7 使用方法

开关机：本系统为 220V 交流供电，接通电源后，按下激光电源上红色按钮，激光管输出辉光为正常现象，此时可配合猫眼腔损调节器调节谐振腔输出激光；关机时，再次按下激光电源上红色按钮即可，操作简单方便。

猫眼腔损调节器由水平、竖直、俯仰、偏摆及前后 5 个调节旋钮控制，在激光器输出激光后，可通过调节这 5 个旋钮配合输出不同横模图样。

日常维护保养：横模教学系统使用完后，要用玻璃罩罩住整套仪器，以达到防尘的目的，若使用一段时间后，激光输出功率调不上去，可能是猫眼腔损调节器中暴露在外的镜子沾染灰尘、激光管靠近猫眼处的窗片沾染灰尘，用酒精棉擦拭此两镜即可。

1.8 建议课时

1 课时，或教学配套演示。

1.9 仪器尺寸

长：455 mm

宽：130 mm

高：160 mm

1.10 组件

与仪器相关的配件有：

- (1) 激光横模演示系统
- (2) 光屏