

# 量子擦除实验报告

F 组

2024 年 3 月 26 日

## 1 实验原理

### 1.1 马赫-曾德尔干涉仪

马赫-曾德尔干涉仪是一个分波面干涉仪，干涉仪可以通过分束器将单独光源发射的光束分裂成两道准直光束，经过不同路径，最后再次经过分束器汇聚在两个接受屏上，产生干涉条纹。

$$\text{光强为 } I = 4I_0 \cos^2\left(\frac{\Delta\phi}{2}\right)$$

### 1.2 量子物理中的路径信息

偏振片可以让入射光中只与偏振方向相同的分量出射。

在未放置偏振片时，两条路径上的光子无法区分，因此会在两个接收屏上发生干涉。而在放置了相互垂直的两个偏振片后，两条路径光子的偏振方向不同，于是我们可以通过光子的偏振方向读取其中的路径信息，进而不再存在干涉。

从电磁波的角度，不同方向的电场并不会相互叠加，因此当偏振方向分离后，电场不再相互干涉，光强仅仅正比于两个方向上电场的平方和，不再有干涉条纹出现。

### 1.3 量子橡皮擦

在其中一块接收屏前放置与前两块偏振片成  $45^\circ$  的偏振片，这样，路径的信息在到达光屏时再度消失，因为不论光子之前的偏振方向如何，此时光子的偏振方向都只有一个。光子不可区分，在这块接收屏上就发生了干涉。

从电磁学的角度，两个方向垂直的电场经过偏振片方向相同，因此相互叠加，产生条纹。

## 2 实验器材

- 532nm 激光二极管模块（绿光清晰度高，便于观察）
- 1 英寸凸透镜，焦距为 75mm（选择焦距为 7.5 厘米，大致是光具组的线度，便于调节产生平行光
- 2 英寸 50:50 分束器（让分束器分出的两束平行光光强接近，干涉衬比度更明显；由于有两束光入射在分束镜上，因此将分束镜尺寸制作为 2 英寸，更方便调节）
- 3 个 1 英寸旋转偏振器
- 两个 1 英寸铝镜
- 2 台屏幕
- 校准工具（涉及多次对光路水平、垂直的调节，带有刻度的校准工具可实现这点）
- 铝制实验板（除去基础的平台，此实验还使用了双层光学平台来加强稳定性）

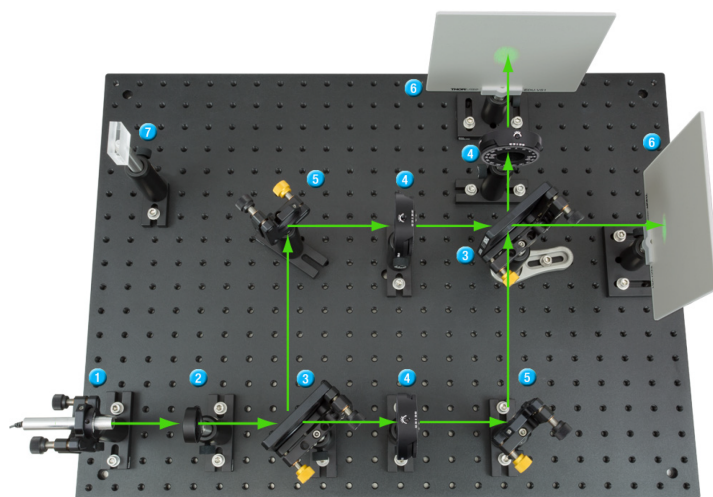


图 1: 干涉仪光路图