

偏振光的定量研究

[教学重点]

用激光器替代钠光源、格兰棱镜取代偏振片、步进电机自动旋转检偏器、光电接收器取代眼睛自动记录光强，并利用计算机自动控制，可以实现对偏振光的定量测量和研究。了解偏振光通过检偏器后透射光强的变化规律，学习椭圆偏振光定量检测及数据处理的原理和方法，并且训练光学平台上共轴调节的基本技能。

[教学内容]

一、需要介绍的实验原理

1. 线偏振光的透射光强： $I_p - \theta$ 类似最小值为零的两个周期余弦曲线；
2. 自然光的透射光强： $I_p - \theta$ 为一条直线；
3. 部分偏振光的透射光强： $I_p - \theta$ 形式上是自然光与线偏振光之和；
4. 椭圆偏振光的透射光强： $I_p - \theta$ 形式上与部分偏振光相同；
5. 椭圆偏振光的数据处理
 - (1) 透射光强的几何意义；
 - (2) 切线处理的基本概念；
6. $\lambda/4$ 波片的摆正；
7. α 角的意义：
 - (1) 理论 α 角：指的是 $\lambda/4$ 波片被摆正后，再旋转的角度；
 - (2) 实测 α 角：由检偏器出射光强的最小值与最大值之比来确定 $\tan \alpha = \sqrt{I_m/I_M}$ ；

二、装置介绍

1. 单光束工作方式及双光束工作方式；
2. 光学平台、磁性底座及多维调节架；
3. 激光器：半导体泵浦 YAG 激光器， $\lambda = 532\text{nm}$ （绿光）；
4. 格兰棱镜：由两块冰洲石（方解石）直角棱镜组成，两斜面间为空气隙，光轴平行端面。利用全反射去除 o 光，保留 e 光。格兰棱镜既可以作为起偏器，也可以用作检偏器；
5. 硅伏探测器：峰值波长 $550 \pm 20\text{nm}$ 、光敏区 $2.2 \times 2.4\text{mm}^2$ 、毛玻璃退偏器；
6. 凸透镜：扩束；
7. 灰色玻璃：降低光强；
8. 电控箱：步进电机 I、II、III，光电接收器输入 I、II；
9. 计算机：数据采集和数据处理两个界面，以及相应的操作；
10. 打印机；

[教学难点]

一、光学平台上的共轴调节（五维调节架）

1. 如何调节激光器光束与光学平台平行？
2. 凸透镜共轴调节的要点是什么？如何判断？
3. 格兰棱镜的共轴调节分为几个步骤？每个步骤的调节要点是什么？
4. 如何进行 $\lambda/4$ 波片的共轴调节？

二、对基本概念与测量曲线之间关系的理解

1. 单个格兰棱镜曲线反映的是谁的偏振特性？
2. 实验中为什么需要两个格兰棱镜？根据第一个格兰棱镜的曲线如何确定它的起偏角（即起偏角选取原则是什么）？
3. 双格兰棱镜曲线检测的是什么偏振光？应如何使两个格兰棱镜正交？
4. $\lambda/4$ 波片特性曲线的特点是什么？根据曲线如何摆正 $\lambda/4$ 波片？

[教学要求]

一、共轴调节：

1. 粗调要求：根据单光束工作方式光路图应保证各个光学器件的光心在同一高度，且左右共轴；
2. 细调要求：
 - (1) 熟悉五维调节架的基本结构和正确的使用方法；
 - (2) 了解每个光学器件共轴调节的基本方法和步骤；
 - (3) 根据光路逐一加入并逐一调节每个光学器件，注意各个器件先后调节的顺序，防止搞乱光路的调节次序，延长共轴调节的时间；
 - (4) 根据每条光强-角度曲线的对称性及光滑程度进行动态调节；

二、数据要求：

1. 15° 、 30° 、 60° 、 75° 四个角度的椭圆及光强曲线的空间取向正确，且较为光滑对称（在椭圆偏振光数据处理软件界面中）；
2. 理论 α 角与实测 α 角之间的差别应在 3° 之内，比较好的应在 1° 之内，学会分析可能产生的误差来源；

注意事项

1. 注意选准被“检索”对象的步进电机；
2. 每次“启动”或“检索”的步进电机只能是一个，只要**选定**一个，则必须**放弃**另一个；
3. $\lambda/4$ 波片和检偏器两个步进电机最容易搞混。例如：测量 15° 椭圆时， $\lambda/4$ 波片被“检索”旋转 15° 后，应当放弃 $\lambda/4$ 波片“启动”检偏器，然而却“启动”了 $\lambda/4$ 波片，从而破坏了波片的摆正位；
4. 为了不破坏 PA 正交状态，检偏器一旦“启动”就要转完 360° ，不要中途停下来。

[参考书目]

- [1] 钟锡华《现代光学基础》北京大学出版社
- [2] 赵凯华 钟锡华 《光学》北京大学出版社