

自相关测量技术

(实验日期:)

本实验研究超短脉冲的自相关测量技术，设计方案搭建泵浦探测光路，了解泵浦探测光路的基本要求和调节方法。

关键词: 自相关测量，泵浦探测

I. 引言

随着激光技术的不断发展，在超短超快激光领域，激光脉冲的宽度也在不断变窄。现在人们已经可以通过实验手段从激光器中直接获得小于 5 fs 的超短激光脉冲。因此，相应的脉冲测量手段就显得尤为重要。无论是在时域还是在空域，对于任意快的时间变化过程或者是任意小的空间尺度的测量，都需要更快更短的时空尺度来衡量。自相关测量技术是一种测量信号自身与自身在不同时间点的互相关的技术。自相关测量是利用迈克尔逊干涉仪的基本原理来完成测量的，把对时间的测量转化成对空长度的测量。结合泵浦探测技术，能够测量出材料的超快时间相应动力学特性。

II. 理论

自相关测量主要包括共线和非共线的两种方案。如图1所示 当我们需要测量材料的响应特性时，可以采用泵浦探测技术，对材料施加探测光和泵浦光，用一束弱的探测激光来测量，通过改变探测激光相对于泵浦激光的时间延迟，记录探测激光通过样品后的变化情况，就可以把材料的时间响应特性完整的测量出来。同样也可以利用泵浦探测技术测量超快激光的脉冲宽度。实验过程中，通常采用典型的非共线的泵浦探测技术。如

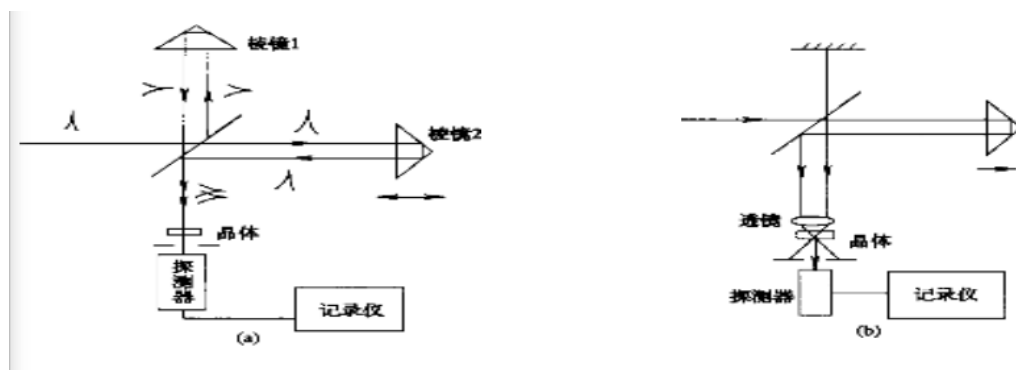


图 1. 自相关测量的共线和非共线方案

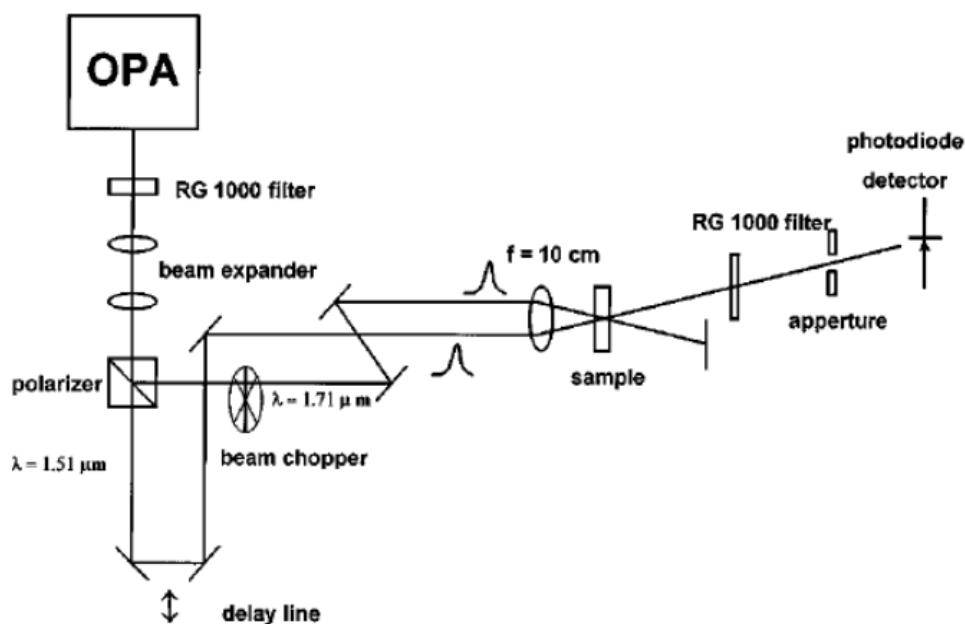


图 2. 典型的非共线泵浦探测光路

图2所示 激光器发出的激光被分成两束，其中较强的一束作为泵浦激光，另一束较弱的作为探测激光。泵浦光和探测光被一个透镜聚焦后射入样品。泵浦光和探测光之间有一个小的夹角。通过改变时间延迟线（一个一维平移台上放置两个反射镜），就能改变泵浦光脉冲和探测光脉冲之间的时间关系，从而能够测量材料的超快速时间响应动力学特性。泵浦探测技术在飞秒（和皮秒）超快时间响应弛豫动力学特性的研究中具有非常重要的应用。

III. 实验结果及结论

经过在光学平台上一系列操作步骤，我们成功搭出了自相关测量的光路，如图3 所示，经过测量，分光镜之后的两条光路光程十分相近，可以通过前后移动使它们光程相等，从而实现自相关测量。

IV. 思考题

1. 在设计泵浦探测光路时，都需要考虑哪些重要因素，实验的难点在哪里？为什么必须找到时间重合的零点？

需要光路准直，两臂的光程要大致相等，需要人工有一个大致的估算。实验的难点在于调整滑轨使得它与光线平行，需要很大的工作量。因为找到重合零点才能实现自相关测量，这是自相关测量的必要条件。

2. 请设计一个测量脉冲宽度为 10fs、波长为 830nm 的飞秒激光的脉冲宽度的方法。

在接收端使用一个功率探测器，记录时间重合零点时的峰值功率，前后移动滑轨，直到峰值功率变为之前的一半，记录移动的距离，这个距离的两倍大概为脉冲空间上的

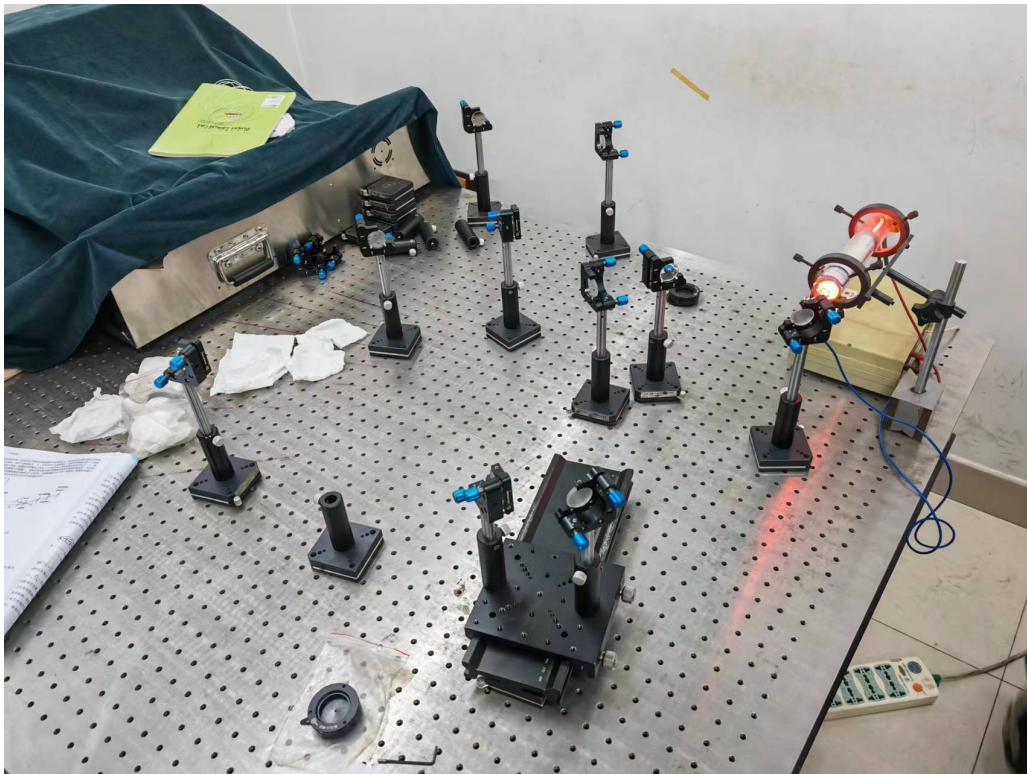


图 3. 实验光路

半高全宽，再除以光速，得到激光时间尺度上的半高全宽，需要注意的是由于题中没有给出波形等相关细节，上述方法只能看作对脉冲宽度的近似测量。

V. 结论

我们利用迈克尔逊干涉仪的基本原理来实现自相关技术的理论搭建，把对时间的测量转化成对空长度的测量。结合泵浦探测技术，设计方案搭建泵浦探测光路，了解泵浦探测光路的基本要求和调节方法。

VI. 致谢