

平晶型激光错位干涉仪及其应用

平晶型激光错位干涉仪的原理是将一束激光经扩束后通过被测系统,然后在平晶的前后表面反射,从而获得干涉图案。它具有防振性能好、可以对横向与纵向尺寸都较大的被测系统进行测量,用来检验光学系统质量时不需标准样板,光源亮度高,调整使用方便等优点。

一、原理概述

平晶干涉仪基本原理如图 1 所示。激光器发出的方向性与相干性都良好的激光束经扩束平行光管后,变成一束截面面积大,方向性更加好的平面波,通过被测系统后依次在平晶前后表面反射,形成位置稍稍错开的两束光,其重叠部份相互干涉,在观察屏上现出干涉图案。被测系统可以是气体或液体的流场、透明的固体介质、各种反射或透射的光学元件及系统等等。因为,可以认为理想平面波经平晶前后表面反射后,其干涉图案将是一组等间距平行直线。对于各种曲率的理想球面波,只要平晶选择适当,其干涉图案也可以是一组等间距平行直线。于是由被测系统的干涉图案与等间距平行直线的差异,可以直观地对被测系统光学缺陷的位置与严重程度作出定性的判断,也可以通过计算对它们作出定量的结论。

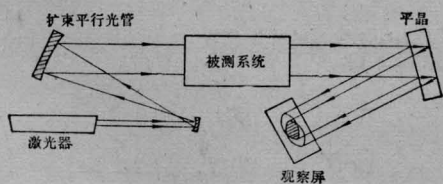


图 1

二、实验装置

平晶干涉仪由平行光源、平晶与记录三部分组成。光源是采用单模、连续输出的氦-氖激光器,功率为 1 毫瓦,扩束平行光管采用反射式光路,输入镜焦距为 15 毫米,输出镜焦距为 1 米,直径 120 毫米,获得输出光束强度均匀。平晶两表面间夹角为 6 秒,表面不镀膜,平晶前后表面的第一、二次反射光强很

相近,而第三次以上的反射都很弱,因此,相干图案明暗对比比较好,并且第三次以上反射光实际上并不干扰干涉图案。例如,若平晶系由 K_9 玻璃制成,其反射率为 0.042,由此求得平晶的入射光强与前几次反射、透射光强的比例如图 2 所示。不难求得,由第一、二次反射光产生的干涉图案中,最暗处光强仅为最亮处的 0.006 倍。因此,相干图案的明暗对比是接近于理想的。

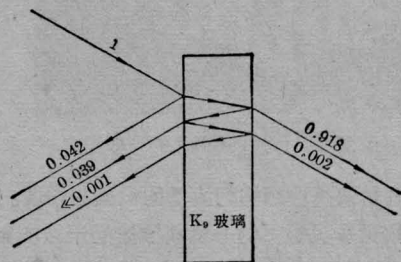


图 2

记录部分可用观察屏直接观察,也可用照相机或高速摄影机记录干涉图案。

平晶干涉仪调整步骤如下:仪器的三部分安装就绪后,观察屏上即可出现干涉图案。因此时尚未装被测系统,即被测部分为均匀空气,故干涉图案应为垂直于错位轴的等间距平行直线。由此可检查扩束平行光管与平晶的质量。根据具体实验需要,可以绕平晶的中心轴旋转平晶,以获得所需的条纹取向;再绕 y 轴旋转平晶,调整错位距;最后调整记录部分。由于平晶干涉仪中起干涉作用的光学元件只有一个,无需精密调整的部分,也不需任何辅助设备,整个调整过程除记录部分外可在几分钟之内完成。

三、应用结果

如上所述,如果被测的气体或液体的流场是理想均匀的话,其干涉图案应当是一组垂直于错位轴的等间距平行直线。而实际流场的任何不均匀部分,例如激波的存在,温度梯度的存在等等,都将使相应区域内干涉图案偏离理想图形。由此,我们不难判



图3 用高速摄影机摄得的斜激波的干涉图案



图4 手掌上热气流的干涉图案

间距的测量方法有关。图4是手掌上的热气流流场的干涉图案,手心中的干涉条纹明显弯曲,由此可见平晶干涉仪的灵敏度是较高的。

值得注意的是平晶干涉仪特别适用于超声速流场测量。它的防振性能好,不怕超声速流场实验中常有的强烈振动。它的光源亮度高,可以用高速摄影法连续拍摄超声速过程。它可以方便地对横向与纵向尺寸都较大的大型流场进行干涉测量。它的元件与支架结构简单,不需要补偿器,安装与调整都很方便。图3就是在超声速实验的强烈振动下用高速摄影机摄得的,其条纹的清晰程度说明平晶干涉仪在超声速流场测量方面是有发展前途的。

四、结束语

由以上讨论平晶干涉仪的原理与特点来看,它能较好地适应于多种被测系统,因此就有可能在诸如空气动力学、流体力学、爆炸物理、传热学、激光物理……等等多种不同的领域内使用;它还能适应较恶劣的测量环境,这使它具有较高的实用性;它的设计与制造都比较简单,使用与调整不需要熟练的技术,这就为它的广泛使用提供了有利条件。因此,平晶干涉仪有可能在许多领域内获得广泛的应用。

(刘建邦 夏生杰)

断被测流场偏离理想均匀流场的位置与程度。图3是用高速摄影机摄得的一道斜激波的干涉图案。由此可以定性判明激波的位置与强弱。至于作流场测量的平晶干涉仪的灵敏度,它还与测量干涉条纹

高重复率脉冲激光能量的检测装置

高重复率脉冲激光能量检测装置是根据图1所示的原理制成的。硅光二极管D受脉冲激光照射后产生脉冲的光电流,对电容器C充电,电容器两端电压V和电量Q有如下关系: $Q=CV$ 而电量Q是对应于激光的能量W,即有 $Q=KW$,K是硅光二极管光电转换常数。然后电容器上的电量通过RC放电,放电曲线的面积就代表激光能量,这样就把测量激光能量的问题归结到测定电容C上的电量的问题了,至于测定电容器上的电量多少的办法和手段是多种多样的,为了提高测量精度和响应速度,我们采

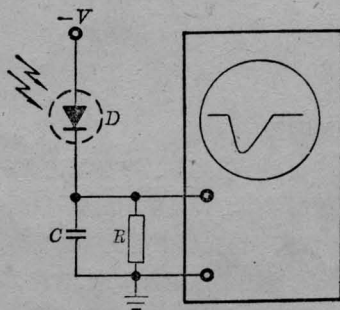


图1