

华东六省一市几何量测量学术交流会

論 文 集



119841

前 言

“科技要发展，计量须先行。这个道理，我们祖先在两三千年前就已懂得，所谓‘不以规矩，不成方圆’。这是孟夫子的话。那时已讲究计量标准了。科学技术发展到今天，可以说没有计量，寸步难行”这是聂荣臻付主席在致国防计量工作会议的信中写下的一段话。这段话充分说明了计量测试工作对科技发展和经济建设的重要作用。可以说，当前或今后，计量测试都是提高劳动生产率，提高产品质量，降低消耗的一个重要环节。为了交流计量测试技术方面的新成就，我们华东六省一市计量测试学会联合举办了“几何量测量学术交流会”，通过交流，能使计量测试技术更好为科技发展和经济建设服务。

以往，大会论文稿是由各单位自印，会上分发，对到会者，颇有借鉴，得到交流。但对未能参加会议的广大计量人员，科技工作者，不能得到资料，无法知晓内容，因而未能发挥更大作用，殊为惋惜。为此，我们决定将这次审选后的论文，集中编印成册，使未到会者，也可购得论文集。

这次大会共征集到 170 余篇论文，内容有激光，光栅和微处理机等新技术在计量中应用及三坐标测量机结构原理的探讨等文章。经各省、市地方学会初审后，由华东六省一市组成审编组审选，决定刊印 75 篇，约八十万字，有 57 个单位 111 人次撰写，汇编成《华东六省一市几何量测量学术交流会论文集》，供会议交流之用。我国已出版的有关新技术在几何量测量方面应用的书籍甚少，因此，这本论文集也可补充这方面的不足。

为了使论文集能及时印出，上海市计量测试学会《几何量专业委员会》受大会预备会委托，特组织了编辑小组，负责此项工作。一本八十万字的论文集仅在短短五个月内编印就绪，任务之重，时间之紧，我们只有勉力以赴，以期必成。由于工作仓促，难免有疏漏、欠妥之处，请广大读者多提宝贵意见。

论文集编辑组

一九八四年五月

热 烈 祝 贺

华东六省一市几何量测量学术交流会

胜 利 召 开

攻克几何量测量尖端

完善精密测试手段

新天精密光学仪器公司

一九八四年五月

审编组成员:

张 鄂	邵 健	过 馨 葆	陈 宏 杰	吴 景 文	常 永 光
孙 景 远	黄 卿 镇	仇 锡 林	高 学 友	谢 智 忠	史 济 南
胡 志 坚	华 元 龙	张 善 清	金 胜 年	董 秉 泉	戚 伟 钊
张 兰 育	胡 科 明	林 福 星	张 益	马 楼 冠	

新天精密光学仪器公司

通 讯 录

一. 公司地址: 贵州省贵阳市乌当区

二. 通讯地址: 贵阳市 85 号信箱

三. 电报挂号: 贵阳 0308

四. 电话总机: 25432、24700、22055、23003

五. 北京服务部

地 址: 北京西单北大街 67 号

电 话: 34 • 2670

电 挂: 8171

六. 上海服务部

地 址: 上海肇嘉浜路 201 号

电 话: 377458、379740 × 11

电 挂: 5981 转新天

华东六省一市几何量学术交流会

论文目录

白光定位的一种方法——比较法·····	贾文焕 (1)
消背景干扰式四路激光干涉仪·····	杨守忠 陈福珍 (6)
角锥棱镜在双光干涉中的特性和应用·····	张增耀 (13)
激光全息干涉计量中的夹层全息法·····	虞尔九 (23)
干涉扫描微位移测量方法及其应用·····	钱石南 (28)
一种测量微小位移的简易激光干涉装置·····	李志超 黄文浩 李胜利 陈世璠 (34)
激光衍射法测量纤维直径·····	白贵儒 万志民 倪颖生 吕洪君 (39)
GSJ—1000 型光栅测长机设计分析与计算·····	费业泰 李书富 (43)
直接接收式光栅读数头应用于高精度大量程测长系统·····	戚伟钊 (52)
一米光栅测长机 200 细分仪·····	施金荣 (60)
光栅测长机的拖动控制和瞄准·····	胡生清 (67)
微型计算机在GSJ—1000 型光栅测长机中的应用·····	冯金益 陈福安 (72)
三米激光测长机·····	毛秉镛 朱鸿钧 杨振明 (79)
JSY—5000 型激光丝杠动态测量仪·····	洪希诚 (86)
JDJ50—1型立式激光 测长仪·····	张学能 刘洪图 袁志涛 桂金根 (91)
照明系统热源对光栅测长精度的影响·····	李有立 (98)
长度测量数据的计算机处理·····	范为民 (109)
高精度多面棱体的检测·····	邬根富 朱鸿钧 (120)
12VB190 型柴油机机体缸孔形位误差的测量·····	王守典 (126)
任意方向直线度误差测量的逐次逼近图解——算法·····	魏仁琛 (132)
栅格法在平板检测中的应用·····	杜建平 (140)
测微准直望远镜的使用研究——平面度误差的测量·····	吴极平 (144)
矢径差法测量园度误差的数据处理·····	谢智忠 (155)
正确评定园度误差·····	魏仁琛 (161)

叶片线轮廓度的测量·····	刘瀛洲 (167)
ZQB—A型千分表百分表检定仪的运动原理和误差分析·····	王 滔 (170)
QTJ—1型全自动凸轮轴检查仪·····	朱鸿钧 袁本江 韩 军 (180)
园度仪径向误差分离的理论精度和检定方法分析·····	邵大钟 (189)
涡流测厚研究·····	王介明 周良佑 (199)
丹麦电动轮廓仪3910型传动装置的调修·····	周方德 (205)
SP-60渐开线测齿仪的电路分析及报警、走纸系统故障排除·····	陈全富 黄卿镇 (211)
园分度器件中平均效应理论与应用·····	胡志坚 (218)
多齿分度台迴转精度试验·····	温玉芬 (226)
对角度仪器示值误差检定的若干看法·····	季国定 (234)
枞树形叶根刀中径在接触式仪器上的测量·····	倪桂英 (240)
多头拉削丝锥的测量·····	杨幼和 (246)
用光学方法测量热双金属片的挠度·····	林金豆 (252)
采用半球标准件扩大孔心距测量方法·····	谢华兴 (256)
相对法测量齿轮周节偏差和周节累积误差的测量误差分析·····	陈建功 (261)
对凸轮升程“最佳”测量零点的选择及合理划分凸轮升程“测点”的探讨·····	武兰英 (269)
综合误差算式的线性化·····	曹后荣 (275)
光干涉测长中误差评定的统一问题·····	秦南荣 (278)
螺纹斜度校正值的实用计算·····	季龙生 (283)
模拟计算器对表面测量参数的处理·····	王良清 高学友 (292)
行星针齿减速器摆线齿形测量及数据处理·····	韩遐荣 魏 迈 (299)
园柱齿轮齿面光洁度测量与数据处理的试验研究·····	曹惠玉 (305)
多座标万能测量机精度分析的探讨·····	陈江震 (310)
多座标测量机结构型式的探讨·····	陈江震 (324)
万能座标测量机精度分析的探讨·····	过馨葆 徐金相 (331)
多座标测量机周期检定技术的探讨·····	过馨葆 徐 朔 (342)
扩大平面曲线程序的应用实例·····	陈龙仙 丁广烈 (347)
用二维曲线程序在 UMM500 型三座标仪上测量叶片的方法·····	徐振发 (351)
小尺寸环规测试数据处理方法的探讨·····	范为民 (359)

传动误差的实时频谱分析·····	李 虹 邢传鼎 (365)
滚齿机差动链运动精度测试及分析·····	刘文信 李春阳 (372)
微处理机在主轴迴转精度测量中的应用·····	徐享钧 叶章光 薛廷安 赵 航 (381)
传动链运动误差的数字处理·····	周澄华 邓益公 李春阳 (387)
齿轮切向综合误差的测量与频谱分析·····	蒋承蔚 (395)
机床传动链误差非整次谐波的频谱分析·····	李东海 (408)
试论齿轮传动的功能互换性·····	张 鄂 (419)
包容原则的应用及效果·····	陈侠文 孙登宾 (424)
在图样上标注公差原则后对检测的要求·····	王世威 (430)
对应用最大实体原则零件合格性的探讨·····	薛耀卿 颜世湘 (440)
过盈配合联接力分析·····	山东工学院过盈配合试验研究小组 (444)
艹轴管和轴承衬套过盈配合与表面粗糙度关系·····	章如标 (452)
形位公差与尺寸公差关系的分析与刍议·····	过馨葆 (460)
ISO 齿轮精度标准的特点与分析·····	张 鄂 (467)
用轮廓谱矩评定表面加工质量·····	黄逸云 (472)
平面度的速算法·····	洪季平 (482)
大型孔系零件形位误差的测量·····	袁法乾 (490)
机械式丝杠动态仪·····	李建中 (499)
表面光洁度测量中几个问题的讨论·····	陆道健 (505)
园度误差检测中的偏心成份计算及消除·····	虞庆尧 (509)
小玻璃球(珠)的精密精量·····	林金豆 (513)
万能工具显微镜的扩大使用——简谈园锥内螺纹的测量·····	赵荣光 (518)

白光定位的一种方法—比较法

上海市计量技术研究所

贾文焕

在长度测量方面一般要解决定位和计数两个问题,尤其在自动测量时,还要解决自动取出定位信号和自动计数。对于线纹尺的定位标志是刻线,这早已在激光比长仪上用光电显微镜解决了,还有一种是面定位,如测量量块是用量块表面定位。这个问题要比用刻线复杂得多,这已在几年以前得到基本解决,并用在激光量块干涉仪上。然而由于信号不易处理,其置信度为90%以上,这显然是不令人满意的,笔者以往曾参加过白光定位试验工作,用比较法进行了一些试验。纵观所用各种方法,比较法在原理上是最为合理的一种,由于近年来电子元件可靠性日益提高,只要进行严格挑选,设计出稳定性高的电路,就可使比较法更臻完善。

一、白光定位简述

一等量块是在长度方面的最高精度的基准件,过去用柯氏干涉仪鉴定它是很费时的,同时由于光源 k_r^{80} 的相干性不高,从理论上只能测到375毫米,实际测量100毫米的量块观察相干条纹就很困难了。所以一直想用激光来测量,并能进行自动测量。这里就遇到一个平面定位问题。现选用迈克尔逊干涉系统图1光源射出白光经分光镜,一路透射至装在工作台上的角锥棱镜反射器,另一路由分光镜反射至量块(或平晶面)再反射,两路光在分光镜处相干后由光电管接收。移动工作台使由角锥棱镜返回的光程与量块表面反射的光程相等时出现了黑色相干条纹,再向左移动工作台使由角锥棱镜返回光程与平晶反回光程相等又出现另一黑色干涉带。在出现两个黑色干涉带中间工作台移动的距离即为量块的长度。可用光栏使 P_1 收到量块表面形成的黑色条纹信号, P_2 收到平晶表面形成的黑色条纹。若工作台移动用激光干涉进行计数,则只要 P_1 收到黑色条纹时开门, P_2 收到黑色条纹时关门,计下这段时间工作台移动而引起激光干涉条纹变化的数目就可以自动计测量块了。

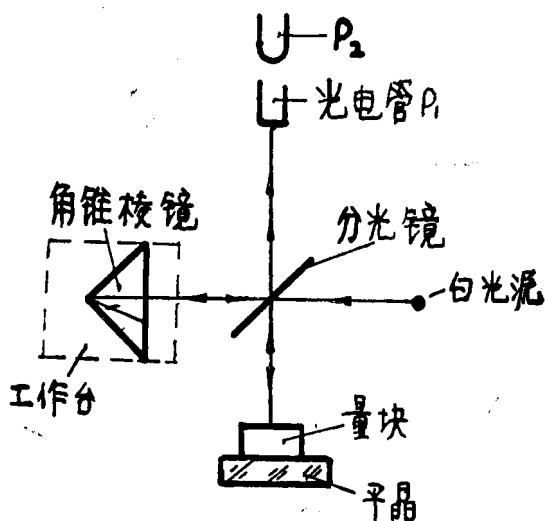


图1

白光的相干性是很差的,但还是有一定相干能力,除了能看到黑色条纹外(零次干涉带)

还可以看见几条彩色干涉带(一次、二次……干涉带)所以在 P_1P_2 处收到的光电信号如图 2

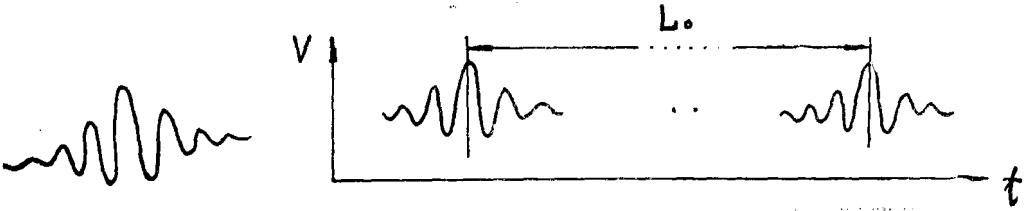


图 2

图 3

所示零次干涉带幅度最大，一次次之，二次更小……，白光定位问题实质上是把零次干涉带取出，用它的顶点来开门或关门，这中间的距离即为量块长度 L_0 (图 3)。

二、比较法

1. 取准顶点的方法——微分法

光波是正弦波，其相干后的光波仍是正弦波，我们收到的是光强信号与 $\sin^2\alpha$ 成正比，

$$I = k\sin^2\alpha$$

其中 k 为常数，对该式微分得：

$$\frac{dI}{d\alpha} = 2k\sin\alpha\cos\alpha = k\sin 2\alpha$$

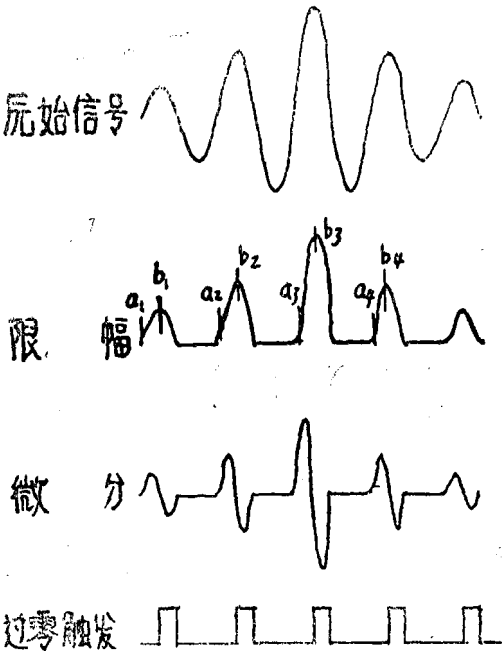


图 4

微分后的波的频率为微分前的一倍，当 $\alpha = 90^\circ$ 时微分前的波为顶点，微分后的波正好在零点。

这样就可以有了用顶点去开门的方法。先把原始信号进行限幅，然后进行微分，把顶点信号变为过零信号，再用过零电压鉴别器得到一系列方波，用该方波前沿就可以实现开门或关门(见图 4)。

2. 取零次干涉带的方法——比较法

① 原理

方法的要点是比较。用后一信号的幅值与前一信号幅值相比。对于开门信号，凡是后到的信号比前一个到的信号大，则发出以后到信号的顶点去开门的信号，同时使计数器全部清零，从零开始计数，若以后到信号幅值还是大于前一个到的信号的幅值，则又以以后到的信号顶点去把计数

器全部清零，计数器又重新从零开始计数，直到后面信号比前面先到信号的幅值小，就不再发出信号去清零。显然这时的从零开始计数的时刻即为最大信号的顶点。这就实现了由零次干涉带的顶点去开门。

对于关门信号用取数来代替。计数器的数值用各顶点信号不断取入寄存器。同样，仍用上面开门所用的一套电路。若后一个信号比前一个大就发出取数信号，把前一个已被取入的信号冲掉，直至后一个信号比前一个信号幅值小，就不再发出取数信号。同理，最后一个取值信号是最大信号顶点发出的，这时的数即为零次干涉带顶点发出所取的。

② 逻辑设计

设 a 信号为信号前半部发出的， b 为顶尖信号， b_1 、 b_2 、 b_3 ……为 1、2、3……信号

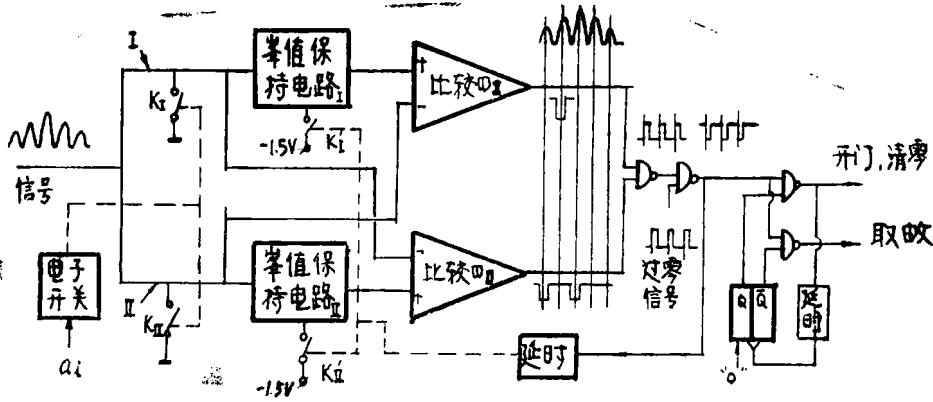


图 5

的最大幅值(图 4)，图 5 为实现比较法的原理方框图，一开始把信号接地，调节峰值保持电路 I 和 II (下简称为峰 I、峰 II)，使信号为零时比较器 I、II (下简称比 I、比 II) 输出为高电平， a_1 信号控制电子开关使开关 K_I 、 K_{II} 不断轮换开关。当第 1 个信号来时， a_1 使电子开关作用把 K_I 打开， K_{II} 合上。信号通过 I 路在峰 I 保存 b_1 ，并由峰 I 输出到比 I 正输入端(下简称正端，另输入一端简称为负端)。同时信号送至比 II 负端。II 路信号因开关 K_{II} 合上而被地短路，因而峰 II 输出为零，同时比 I 负端也为零，这时比 I 输出仍为高电平，比 II 为低电平。待信号过去比 II 负端又变为零时比 II 输出又恢复成高电平，比 I 仍为高电平。待第 2 个信号来时 a_2 使电子开关换向， K_I 合上， K_{II} 打开，信号在 I 路被地短路，峰 I 仍保持 b_1 值，比 II 负端为零，而信号通过 II 路使峰 II 为 b_2 ，并由峰 II 输至比 II 正端，比 II 输出仍为高电平不变，同时 b_2 送至比 I 负端，因 $b_2 > b_1$ ，比 I 输出变为低电平，待信号过去后比 I 负端又为零，比 I 输出又变为高电平。当第 3 个信号 a_3 又使电子开关换向， K_I 打开， K_{II} 合上，II 路与地短路，使比 I 负端输入为零，比 I 输出为高电平，同时峰 II 仍保持了 b_2 值，而这时信号通过 I 路峰 I 保持了 b_3 ，同时比 II 负端输入了 b_3 ，这时峰 II 保持的 b_2 输至比 II 正端，因 $b_3 > b_2$ 所以比 II 输出为低电平，同理，信号过去后又为高电平。当第 4 个信号来时， a_4 把 K_I 合上， K_{II} 打开，I 路信号被地短路，则比 II 负端为零，比 II 输出仍为高电平，II 路通过信号，峰 II 保持了 b_4 (若 $b_4 > b_3$ ，否则仍为 b_3)，同时送入比 I 负端，(这时峰 I 保持着 b_3 输至比 I 正端) 因为 $b_4 < b_3$ 所以比 I 输出仍为高电平，待第 5 个及以后的信号来时，不管那个路道，都

不会再向峰_I或峰_{II}充电,这时比_I或比_{II}正端总是大于负端,所以输出一直保持高电平,这

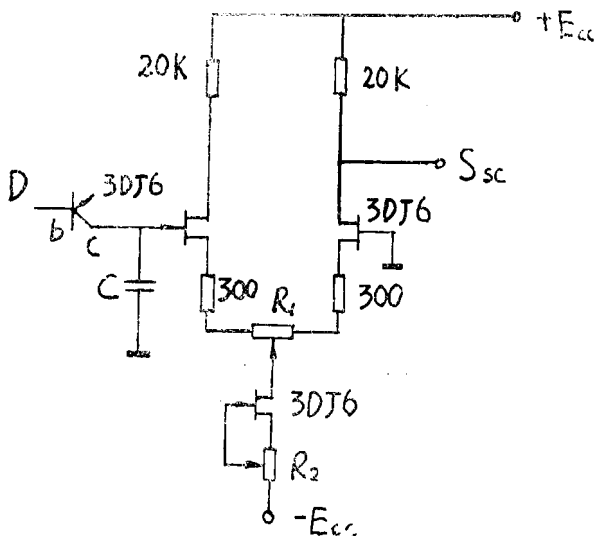


图 6

样经一负或门后可以得到一连串脉冲波形,其最后一个脉冲为零次干涉带产生的,再与这零触发信号相与,输出波形前沿就是各波形的顶点。这就实现了开门、清零。待开门清零信号过后,触发一延迟电路,在取数信号来到前使一双稳翻转关掉“开门”、“清零”之门,打开取数之门,这一套逻辑电路又可为取数服务。待清零或取数信号到来时触发另一延迟电路把开关 K_I 、 K_{II} 合上,使峰值保持电路中保持的值放电至零。

③ 峰值保持电路和电子开关

由于光学系统的原因有时波形不是很对称的,有时一次与零次干

涉带的幅值相差不远,这就要求有良好的峰值保持电路和电子开关,以能正确的把各峰值信号保存下来。且电路要长期稳定。

i. 峰值保持电路: (图 6)

对峰值保持电路要求充电时间短,保持效果好所以要求 D 的正向电阻小,反向电阻大,由晶体管性能知采用 NPN 的开关管 b、c 当二极管用较二极管好,反向电阻更大。c 要求漏电小,采用场效应管作输出级增大峰值保持电路的输出阻抗,为了提高稳定性,用差分电路,并严格挑选对管, R_1 用来以补偿两管性能不一致, R_2 调灵敏度,对于两峰值保持器要进行挑选与调整,使其性能尽量一致。

电容值的选择原则是保证充电的情况下尽量选得大些以可增大时间峰值,使保持效果更好。

设二极管 D 正电阻为 $1k$, 信号的频率为 SKC , 所以 $T = 1.25 \times 10^{-4}$ 秒选 $T = 5RC$ 则可在 T 段时间内把信号保持到 99.3% 所以:

$$C = \frac{T}{5R} = \frac{1.25}{5} \times 10^{-7} = 0.21 \times 10^{-7} = 0.021 \mu F$$

$$\text{取 } C = 0.022 \mu F$$

查有关手册 C 的漏电阻、二极管反向电阻和场效应管输出阻抗的并联值约为 $10^7 \Omega$ 。
 $RC = 10^7 \times 0.022 \times 10^{-6} = 0.22$ 设由于 RC 放电使在 T 时间内保持在峰值保持器内的电压值由原来的 E_0 下降到 E, 则

$$E/E_0 = e^{-\frac{T}{RC}} = e^{-\frac{1.25 \times 10^{-4}}{0.22}} = e^{-3.78 \times 10^{-4}} = 0.999 = 99.9\%$$

可以有很好的保持效果。

ii 电子开关:

要求开关特性好, 即 R_{on} 小, R_{off} 大, 选 3DJ6 其 $R_{on} < 200\Omega$, $R_{off} > 108\Omega$, 由于管子分散性大, 最好进行挑选, 尽量配对使用。

(图 7a) 为测试 R_{on} , 调节 R 使 $i = 100\mu A$, (图 7b) 为测试 R_{off} 调节 V 使管子夹断。

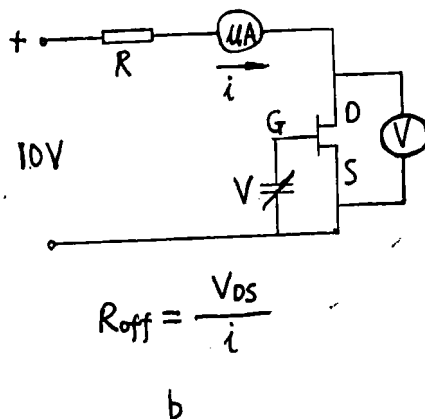
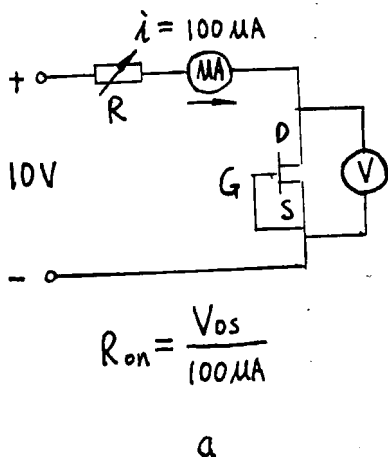


图 7

三、结 论

比较法分辨相邻峰值差异灵敏度高, 能鉴别出差值比较小的白光干涉波形, 可以提高置信度, 同时比较法用零次干涉带来开关门比用一次干涉带开关门好, 可以避免顺逆向进行带来的数据不一致的系统误差, 至于有些人们担心的用不断清零, 取数的逻辑是否可靠, 已由笔者近几年来研制的“GGCY—1 型光纤故障点测试仪”^[1]和“GSFY—1 型光学时域反射仪”^[2]中证实其可靠性。

激光量块干涉仪本身是一创新, 在世界上是第一台, 白光定位的技术也是第一次运用, 难免有不足之处, 目前的 90% 以上置信度的面貌迟早要改变的, 发表此文目的也是抛砖引玉, 引起大家重视尽早完美解决这个问题。

参 考 文 献

- [1] 贾文焕执笔“GGCY—1 型光纤故障点测试仪”计量试验技术 1989.13~19页
- [2] 贾文焕“GSFY—1 型光学时域反射仪”光纤测试学术讨论会 1983年 3 月成部

消背景干扰式四路激光干涉仪

上海市计量技术研究所

杨守忠 陈福珍

引言

现有的几种测长和精密定位单频激光干涉仪，其基本原理都是利用电子可逆计数器对仪器某个机械元件在移动过程中所产生的干涉条纹进行计数，把位移距离作为激光波长的函数而实现测长的。

鉴于仪器使用的单模稳频氦——氖气体激光器光源本身的偏振特性，在干涉仪中光束不可避免地要经过一系列的反射、折射、偏振状态均要发生变化。如果两支干涉光束的偏振状况不一样，干涉条纹的对比度就会降低，而且激光器发出的光能量也得不到充分利用。因而采用一般分光技术，和接受技术，不仅光能利用率不高，还会残留有害的背景光。另外，这类干涉仪对外界条件的变化敏感，由于大气的衍射、折射，光的波阵面要发生倾斜，致使干涉条纹数少于波阵面而平行时的最佳条纹数。往往由于光学元件的横向移动误差，激光强的变化，条纹信号的漂移造成计数误差。在用于静态测量时或希望高倍细分提高仪器分辨率又能保证仪器精度的可靠性时，上述因素将成为严重的障碍。为此，单频激光干涉中常采用以差分信号为基础的除去直流分量的补救方法。然而，在这里用于差分处理的信号是由光束的不同部分产生的，在长距离测量中，每一个光束所经过的空间路程不同，环境条件的影响也各异，条纹定位的精确性仍然受到限制。因此，应用稳频纵向赛曼氦——氖气体激光器作光源的双频干涉仪大受重视。

本文介绍的是一种新型的单频激光干涉仪，它与上述一般单频激光干涉仪不同，此处采用了偏振分光，偏振接收技术，因而克服了一般单频激光干涉仪的缺陷。在设计中我们又以四路全孔径接收能自动消直流，使仪器发展更完善。以下我们将介绍这种单频激光干涉仪的原理和特点。

一、干涉系统的原理

大家知道光的相干条件如下：

- (1) 两列光波频率相同，并在空间一点相遇；
- (2) 位相差恒定不变；
- (3) 相遇处的电场方向始终相同即光的电矢量的振动方向一致(同向或反向)。

为使干涉条纹的对比度好，两列光波的光强度也应相等或近似相等。

根据菲涅尔阿喇果定律：如果两列光波频率相同，位相差恒定，但电场矢量的振动方向不一致，即使在空间相遇也不会产生干涉。我们知道作为干涉仪光源的单模稳频氦——氖气体

激光器发出的光是线偏振光，运用通常的分光技术，光能利用率不高。采用偏振分光技术，就能充分利用光能量。在这里线偏振入射光的电矢量的振动方向与特别的偏振分光镜的偏振轴成 45° 垂直入射，将获得电矢量振动方向互相正交的二束光，平行于偏振轴(光轴)的 e 光与垂直于光轴的 o 光，分别以这两束光作为测量光束与参考光束。此二束光经不同路径再在空间相遇，我们采用适当的方法使其振动方向一致就能获得信噪比较好的干涉。为此我们设计了偏振接收系统并利用 $\frac{1}{4}$ 波片改变二束光偏振状态， $\frac{1}{2}$ 波片改变合光束的振动方向。

图 1 为本仪器设计的干涉系统原理图

图中单模稳频氦-氖气体激光器 1 为 0.5 毫瓦单色线偏振相干光源， $\frac{1}{4}$ 波片 2，用来改变激光器输出光的电矢量的振动方向，经反射镜 3 后，光由一双胶聚光镜将激光汇聚在位于准直物镜焦点处的小孔光栏上。其很小一部分由分光镜 4 反射用作控制激光器稳频。为减少光在传播过程中的衍射，同时也有利于光束的横向调整。(本干涉系统允许 10% 的调整误差)。准直光管 5 将光束扩展成 $\phi 6$ 毫米的平行光束。

转动 $\frac{1}{4}$ 波片 2 反光镜 3 可使准直输出光为圆偏振光。此圆偏振光经菲涅尔转象棱镜 6 后

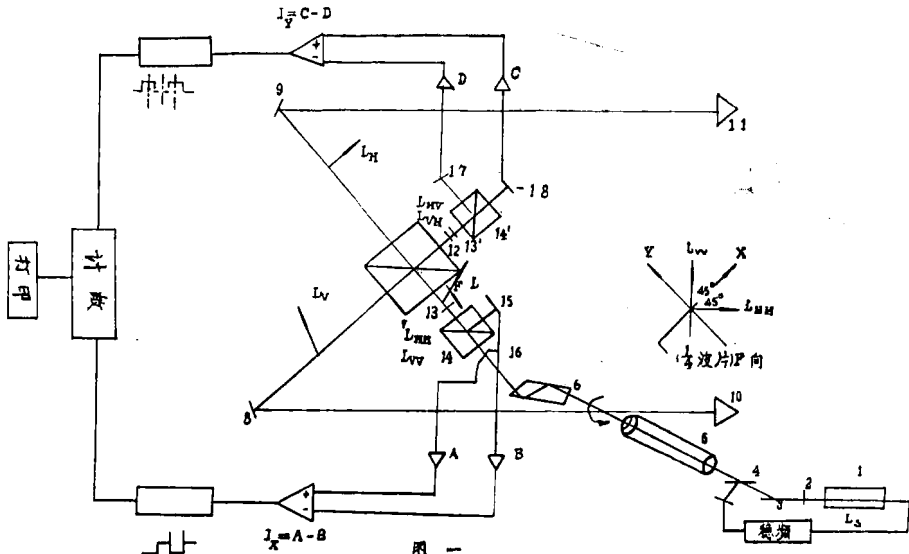


图 1

还原为线偏振光，不过，其电矢量的振动方向与偏振分光镜 7 的偏振轴(偏振轴垂直于干涉台面)成 45° 。在分光面下部 A 处，光束 L 被分解成强度相等的垂直和水平两个正交的线偏振分量 L_V 和 L_H 。参考光束 L_V 被偏振分光面反射经反射镜 8 至参考棱镜 10，在参考棱镜 10 上部反回至偏振分光镜上部，转动参考棱镜 10，可使在分光面上光束 L_V 再一次被分成相等的二部分 L_{VV} 、 L_{VH} ，其中 L_{VH} 透过分光镜到 $\frac{1}{4}$ 波片 12， $\frac{1}{4}$ 波片 13' 成为右旋圆偏振光 $R'C$ ， L_{VV} 被分光面反射至另一 $\frac{1}{4}$ 波片 13 成为左旋圆偏振光 RC 。

测量光束 L_H 透过分光面，经反射镜 9 至测量棱镜 11，在测量棱镜 11 上部被反回至偏振分光镜上部。转动测量棱镜 11 同样可使分光面上光束 L_H 再一次被分解成相等的二部分 L_{HV} 、 L_{HH} ，其中 L_{HV} 被分光面反射至 $\frac{1}{4}$ 波片 12， $\frac{1}{4}$ 波片 13' 成为左旋圆偏振光 $M'C$ ， L_{HH} 透过分光镜、 $\frac{1}{4}$ 波片 13 成为右旋圆偏振光 MC 。

参考棱镜 10, 测量棱镜 11, 以配对法制成的立方角棱镜, 其三面交棱处的角度误差为 $0''.5$, 因而可保证波阵面平行, 反回的参考光束 L_V 和测量光束 L_H 在偏振分光镜 7 的分光面上部同一高度 B 处相遇。前述 $\frac{1}{4}$ 波片 13(13') 的光轴与二个分量 L_{HV} 、 L_{VH} (L_{VV} 、 L_{HH}) 的电矢量振动面成 45° 按置。

以光频速度旋转的, 旋向不同的二个圆偏振光束 R_C 与 M_C ($R'C$ 与 $M'C$) 的合成结果是线偏振光 $E_R + E_M$ (和 $E_R' + E_M'$) 也是旋转的, 当测量棱镜位置变化时, 瞬时测量光束电矢量 E_M (或 E_M') 定向变化一个角度 $\frac{4\pi d}{\lambda}$ 。由于与时间无关的测量光速电矢量的定向是测量棱镜

位移的函数, 所以合成的线偏振光电矢量的定向也取决于测量棱镜的位移。因此合成线偏振光电矢量以测量棱镜 11 的位移为函数旋转, 测量棱镜每移动 $\frac{1}{2}$ 波长, 合成线偏振光电矢量 $E_R + E_M$ (或 $E_R' + E_M'$) 旋转 180° 。

图 2 是用图解法表示参考光束与测量光束分量合成光束和它们的性质。图 2a 表示在 t_0 时刻参考光束电矢量 E_R 位置(或 E_R')，假定为左旋。2b 表示在同一时刻 t_0 。当测量棱镜位移 $d = 0$ 时测量光束电矢量 E_M 的位置(或 E_M')，假定为右旋。2c 表示上述两者在 t_0, d 时, 合成光束 $E_R + E_M$ (或 $E_R' + E_M'$)

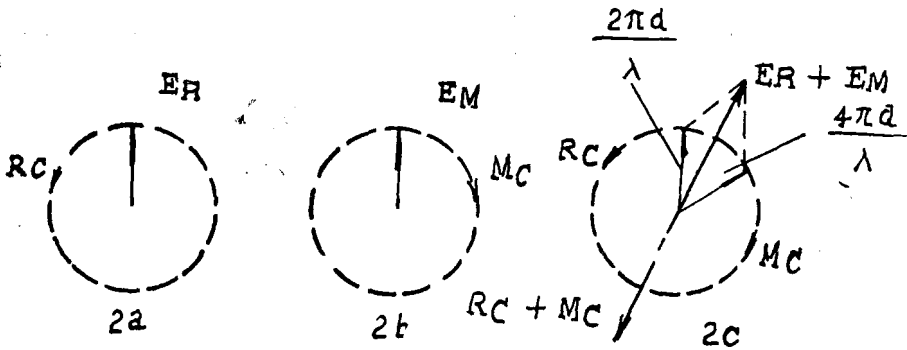


图 2

图 3 图解法表示合成光束光强度的变化与测量棱镜位移的函数关系, 及四路偏振接收的信号和最后合成二路完全消直流分量的对另电平对称的互相正交的用以计数的 I_x 、 I_y 信号。

转动 $\frac{1}{4}$ 波片 12, 使合成光束相对小偏分镜 14' 的偏振轴变为 45° 位置(与 $\frac{1}{4}$ 波片慢轴成 22.5°)。光敏三极管 15、16。接收到的 A、B 信号 I_1 、 I_2 分别与光敏三极管 17、18 接收到的 C、D 信号之间的相位关系为 0° 、 180° 、 90° 、 270° 。

如前述我们考察 A、B、二信号 I_1 、 I_2 。

设 L_{VV} 的光振动为 $a \sin(\omega t + \varphi_1)$, L_{HH} 的光振动为 $a \sin(\omega t + \varphi_2)$, 如图四, 在 $\frac{1}{4}$ 波片 13 面上的分量分别为;

$$\left. \begin{aligned} X_1 &= a \cos 45^\circ \sin(\omega t + \varphi_1) \\ Y_1 &= a \sin 45^\circ \sin(\omega t + \varphi_1) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

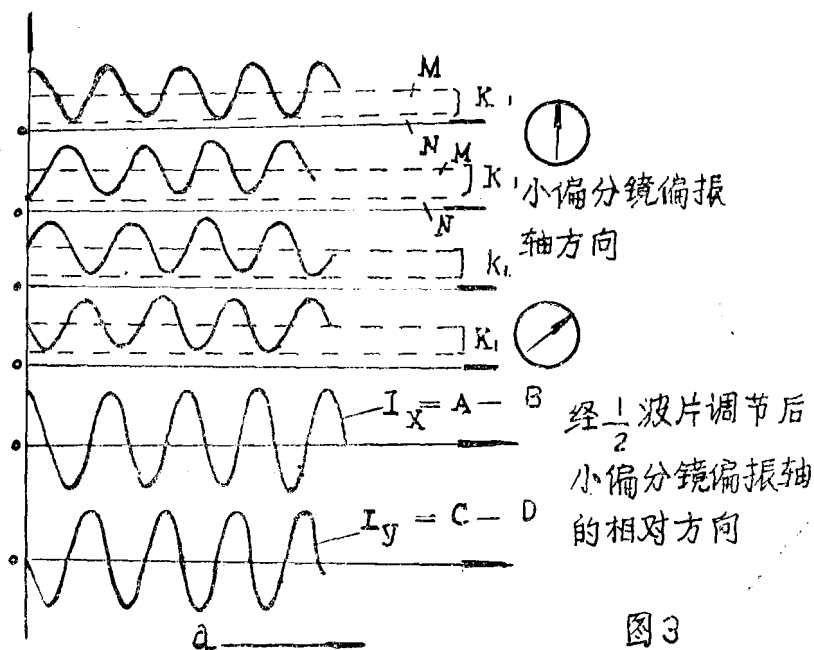
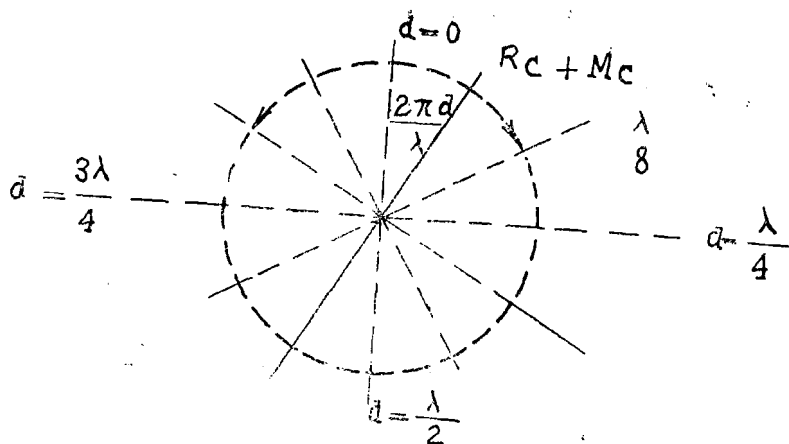


图 3

$$\left. \begin{aligned} X_2 &= a \cos 45^\circ \sin(\omega t + \varphi_2) \\ Y_2 &= a \sin 45^\circ \sin(\omega t + \varphi_2) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

通过 $\frac{1}{4}$ 波片 13 后, 分别为

$$\left. \begin{aligned} X_1' &= \frac{a}{\sqrt{2}} \sin(\omega t + \varphi_1') \\ Y_1' &= \frac{a}{\sqrt{2}} \sin(\omega t + \varphi_1' + \frac{\pi}{2}) \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

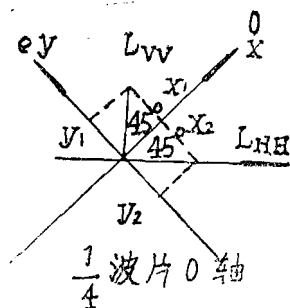


图 4