

从表3看出,氮分子激光能使染色体产生畸变,并随着激光剂量的增加,染色体畸变率也增高。经统计分析,差异性显著( $p < 0.01$ )。在40脉冲作用下,染色体畸变更加显著。氮-氩激光同样可以提高细胞的染色体畸变率。

干种子经3万伦 $\gamma$ 射线作用后,细胞染色体畸变率成几十倍增高。若再经氮分子激光处理,仍能提高染色体的畸变率,达20~30%。而且随着激光剂量的增加,这种作用更加明显。经统计学分析,有明显差异( $p < 0.01$ )。氮-氩激光器则看不出这种迭加作用。

染色体是遗传物质的载体,点突变和染色体突变可以从 $M_1$ 代传递到下一代。在我们的试验中,氮分子激光器和氮-氩激光器都能使染色体产生畸变,从而动摇小麦的遗传性。因此激光完全可以作为一种新的物理诱变因素来为农作物育种服务。

目前在辐射育种工作中,染色体畸变随着剂量的增加而增加,相应的辐射损伤也加大。所以在高剂量作用下,染色体畸变虽然比较高,但在比较恶劣的环境下出苗率降低,甚至不能出苗,有的虽然勉强出了苗,但经济性状变坏,有的产生不孕等现象。这就限制了高剂量辐射潜力的发挥。 $\gamma$ 射线照射过的种子,再经氮分子激光处理,不但可以减轻辐射损伤,促进恢复,而且可以提高诱变效率。这样就更有利于辐射育种工作。氮-氩激光器能减轻辐射损伤,促进恢复,但对提高辐射的诱变效率却不明显。仅从它能减轻辐射损伤这一特点,对今后生产实践仍有应用价值。这两种激光器生物效应不同的原因,是由于激光器发出的激光波长不同所致。波长愈短,能量愈大,对生物作用产生的效应也愈大,因而在生产实践中,紫外线激光更应引起人们的重视。

关于激光对生物体作用的机制,已有不少报导,一般认为有光效应、电磁效应、热效应、压力效应。主要是通过生物体内的分子吸收与其本身相应的光谱,使有机体的分子、原子产生电离或激发,形成自由基。这些变化可以导致脱氧核糖核酸(DNA)分子中的氢键断裂和硷基的替换,改变了基因,引起突变。由于脱氧核糖核酸性质的改变,也可以导致染色体的畸变,这些主要是光效应和电磁效应所致。

至于激光能提高种子的发芽率,刺激生长和促进细胞分裂的原因,有人认为主要是由于种皮和内部细胞的通透性增加,因而水解酶的活性增高,从而促进了种子萌发过程的内部的生理生化变化,刺激了细胞的活跃生长。在我们的实验中,激光能促进细胞分裂,其原因可能与这种机制有关。这仅仅是我们的一些很肤浅的认识,这些认识还有待于今后生产实践的检验。

## 波带板激光准直系统

武汉测绘学院 湖北综合勘察院

### 一、引言

长距离高精度的准直测量,即在几公里的距离上定一条直线,要求偏离误差不超过百万分之一(即 $10^{-6}$ )。从一九七四年八月份起,由武汉测绘学院和湖北综合勘察院协作,组成科研组,研究精密准直测量仪器。目前已初步研制成波带板激光准直系统,并采用了自己制作的铜

质波带板,为我国长距离高精度准直测量提供了一种新的方法。

目前国内广泛应用的一种激光准直方法是激光束通过望远镜射出,在需要准直的点上用光电探测器接收它。这种方法比用人眼通过望远镜照准,精度上虽有一定的提高,但其准直精度受到激光束本身的特性的限制。若要求获得很高的准直精度,则须使激光束具有高度的稳定性,以及在激光束的任意截面上其光强分布有稳定的中心。

波带板激光准直系统采用三点方法,消除了对激光束高稳定性的要求。同时激光通过波带板,会在接收端形成一个清晰的亮点或十字线,可以提高光电探测的对准精度。因此,在长距离高精度的准直测量中,这种方法比激光通过望远镜的准直方法优越。

波带板激光准直系统可用在高精度直线轨道和管道的铺设,大型机械的安装,以及混凝土大坝和大桥桥墩的水平与垂直位移观测等方面。

## 二、工作原理

波带板是一种特殊设计的屏,它能把一束单色相干光会聚成一个亮点或十字线。图1所示的是圆形和方形波带板的实物图。我们采用激光作单色相干点光源,当激光均匀地照射在整个波带板上时,由于通过不同透光孔的衍射光波之间的相互干涉,就会在光源和波带板中心连线的某一位置上形成一个亮点或十字线。如果用氦-氖激光作为光源,则可见到清晰的红色亮点或十字线,亮线的中心光强最大,并向两边对称下降。



图1 圆形(左)和方形(右)波带板

用波带板激光准直系统进行准直测量时,在直线的两端分别安置激光器点光源A和探测器C,在中间需要准直的点B上安置波带板。激光器点燃后,激光器点光源射出一束激光,照满波带板,于是在探测器处会聚,形成亮点或十字线。若采用精密的光电探测器,探测亮线的中心位置,就可达到高精度准直的要求。

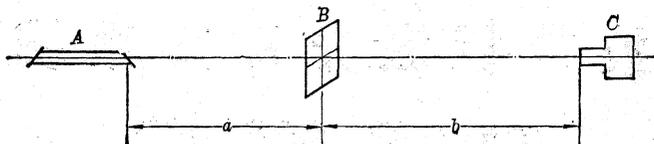


图2

波带板的成像和光学透镜有相类似的关系式,即:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

式中,  $a$  和  $b$  分别为波带板到光源和接收端的距离,  $f$  为波带板的焦距。在直线中间不同的点上准直时,要制作不同焦距的波带板,使在接收端都能得到清晰的亮点或十字线。

### 三、仪器的制造

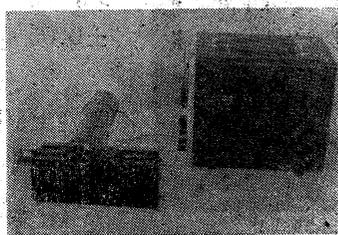
波带板激光准直系统由三个部件组成,即激光器点光源、波带板装置和光电探测器,实验用的样机外形如图3所示。



激光器点光源



波带板装置



光电探测器

图3 实验样机

1. 点光源为氩-氦激光器(工作波长 6328 埃, 功率 1~2 毫瓦)。在出光端装有简单的光学透镜,使激光聚焦成近似点光源后再发射出去。发射的激光束具有足够大的发射角,以便完全照明最近的一块波带板,为了保证波带板被均匀照明,减小激光束对指向的要求,激光束在最近一块波带板处的光斑大小要为波带板大小的 2~5 倍。

2. 波带板装置根据准直测量的方法,可做成活动式和固定式两种。图3所示的波带板装置是活动式的,波带板在水平面上可作左右移动。波带板的制作要求很高的精度,我们采用薄铜板(厚 0.3~0.5 毫米),通过照相制板、电镀和腐蚀等工序,形成透光图案。试验中制作的波带板,面积 10×10 厘米,最小透光孔的宽度为 0.3 毫米,透光孔的边缘公差为 ±0.03 毫米。

波带板的图案设计可采用圆形和方形两种。在长距离准直测量中,采用方形波带板较为有利,这是因为方形波带板的遮光带互相交叉连接,机械强度较好。

设计方形波带板的图案采用下列公式计算:

$$X_{n-} = \left[ \frac{\lambda f}{2} (4n + d - 1) \right]^{1/2}$$

$$X_{n+} = \left[ \frac{\lambda f}{2} (4n + d + 1) \right]^{1/2}$$

式中  $X_{n-}$  和  $X_{n+}$  (单位为厘米)分别为透光孔内边和外边到波带板中心线的距离,  $\lambda$  是激光的工作波长,  $f$  是波带板焦距(单位为厘米),  $n$  是透光带号数,式中常数  $d$  由波带板中央遮光带宽度决定。当选择波带板中央遮光带的宽度为  $\omega$  (单位为厘米)时,则  $d$  由下式确定:

$$d = \frac{\omega^2}{2\lambda f} - 3$$

3. 图3所示的光电探测器样机,系采用小孔光电探头,将其安置在可移动的支架上。小孔光电探头由光电倍增管把光信号变成电信号,再用电压表进行电压读数。小孔光电探头左右移动的距离可用测微尺读出,最小读数为 0.01 毫米。观测时,移动小孔探头读出小孔在亮线不同位置时的电压读数,即可求出亮线的中心位置。

## 四、测试情况

对所制作的波带板准直系统样机,进行过大量室内和室外的测试,具体情况如下:

1. 在距离为 80 米的教学楼走廊内,中间安装圆形波带板。在白天测试,亮点清晰可见,亮点直径小于 2 毫米,用光电探测器测定亮点中心位置,可达  $\pm 0.05$  毫米以内的精度。

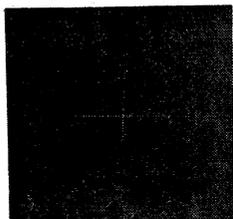


图 4 用照相机拍摄的十字线图案

2. 在室外 336 米长的距离上测试,中间安置方形波带板,在阴天和晚上,十字亮线清晰可见,线宽为 2 毫米。图 4 所示的是用照相机拍摄的十字线图案。用光电探测器测定亮线的中心位置,在良好的大气条件下,精度在  $\pm 0.1$  毫米以内,下面是一次测试结果的实例:

先将波带板固定在某一位置,分别进行七个测回的读数,各测回亮线的中心位置和误差计算列于表 1。

表 1

测 回 数	1	2	3	4	5	6	7
亮线的中心位置 $x$ (毫米)	103.30	103.31	103.30	103.25	103.26	103.30	103.26
平均值 $\bar{x}_0$	103.28						
改正数 $v$	-0.02	-0.03	-0.02	+0.03	+0.02	-0.02	+0.02
$v^2$	0.0004	0.0009	0.0004	0.0009	0.0004	0.0004	0.0004
中 误 差	$m = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n-1}} = \pm 0.03$ 毫米						

然后将波带板偏离原来位置,分别在原来位置左 1 毫米、左 0.2 毫米和右 0.3 毫米的位置上,探测亮线的中心位置,由于波带板安置在光源与探测器连线的中点,故探测亮线中心应分别偏离左 2 毫米、左 0.4 毫米和右 0.6 毫米,读数和计算列于表 2。

表 2

波 带 板 位 置	左 1 毫米	左 0.2 毫米	右 0.3 毫米
亮线的中心位置(以毫米为单位)	101.43	102.90	103.91
实 测 偏 差	左 1.85 毫米	左 0.32 毫米	右 0.63 毫米
应 有 偏 差	左 2 毫米	左 0.4 毫米	右 0.6 毫米
差 值 $\Delta$	-0.15	-0.08	+0.03
中 误 差	$m = \pm \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n}} = \pm 0.10$ 毫米		

## 五、结 束 语

用波带板激光准直系统进行准直测量,其仪器设备简单,可以满足高精度准直测量的要求。我们在 336 米的距离上测试,准直精度达到  $10^{-6} \sim 10^{-7}$ 。通过仪器设备的进一步完善,在一公里左右的距离上,选择良好的大气条件,准直精度预计可达到  $10^{-6}$  以上。目前我们已将波带板激光准直系统应用于水电站的混凝土大坝的变形观测,使波带板激光准直系统在工程建设中发挥作用。

# 砷化镓激光钢箔计数仪

上海新中国钢箔厂  
上海市激光技术试验站 三结合研制组  
上海正兴金属制品厂

钢箔是纺织机械的重要配件,广泛应用于丝、棉、毛、麻、化纤……等纺织行业中。随织物品种规格不同,对钢箔长度、密度,均有不同要求。密度与齿数的要求是十分严格的,某些品种的齿数绝对误差为零。随着化纤高密织物的迅速发展,特别是为了适应国防、化学、科研等单位的特殊需要,钢箔密度也越来越高。有的齿与齿之间的间隙仅为十几丝,甚至几丝。以往计算钢箔齿数是通过蜗轮蜗杆转动在圆盘数板上计数的。由于在钢箔编织过程中,因调换箔片、扎丝等原因而中途停车时,箔齿计数就容易失灵,导致产品不合格,使纺织厂穿径不准,因而会造成浪费大量的人力物力,这是纺织机械上一个急待解决的严重问题。

在批林批孔运动的推动下,由上海新中国钢箔厂、上海市激光技术试验站、上海正兴金属制品厂三个单位的工人、干部和技术人员组成了科研、生产、使用三结合小组,深入工厂实践,反复探讨研究,经过几个月日夜奋战,采用激光新技术,初步试制成功了“砷化镓激光钢箔计数仪”样机。

砷化镓激光钢箔计数仪是应用砷化镓激光成象及光电计数原理对钢箔箔齿进行计数的。其原理见图 1、2 所示。

### 1. 整机原理

砷化镓激光器在 2.5 微米  $\times$  0.4 毫米的发光面积上,用大约  $15^\circ$  的发散角输出一波长为 9000 埃的不可见红外脉冲光,激光脉冲输出功率约为 5 瓦,重复频率 1 千周,经光学系统聚集成一缩小的实象,象的大小应小于钢箔齿与齿之间的间隙,象平面位于钢箔平面上方(图 1)。

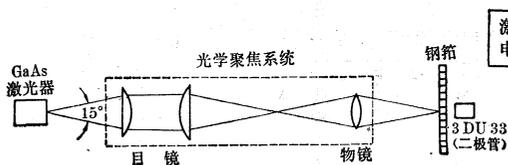


图 1 光学成象原理图

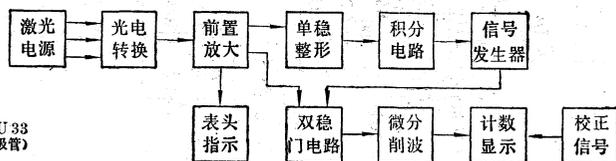


图 2 系统方框图