

图5 避免在某一象素产生“翻白”现象的注入电荷方法示意图

构。这个措施不仅获得了较快的弛豫时间，而且能提高图象的对比度。

根据以上研究，我们选出了一种相变液晶54[#]，控制液晶电阻率在 3×10^{10} 欧姆-厘米左右。在反射式的，由约有40万根导电玻璃丝做



图6 接收北京电视台1975年电视节目时，在2×3米的屏幕上拍下来的照片

成的靶，密封在电子束光阀管上，接收北京电视台播出的节目（与北京化工厂、北京玻璃研究所等协作），见图6。我们曾多次作过电视实况接收表演，能够跟上电视速度。分辨率在250线以上，对比度10:1以上。图象质量，液晶使用寿命有待进一步提高和解决。

参 考 文 献

- [1] J. J. Wysocki, J. Adams and W. Hass, *Phys. Rev. Letters*, **20** (1968), 1024.
- [2] E. Jakemen., E. P. Raynes, *Phys. Letters*, **39A** (1972), 69.
- [3] P. G. de Gennes, *Solid State Comm.*, **6** (1968), 163.

一种用等光程光波干涉法测量地壳断层蠕变的原理*

李茂山 李风云 罗慧敏
(中国计量科学研究院分院)

根据地震学原理，地震源孕育过程导致地壳断层间距发生微小而缓慢的蠕动位移。其位移量的大小和速率是直接对应地震源的孕育、发展以至发震的信息。若精密测量这一参量，可以给预测预报地震提供一个可靠依据。由于待测的量是几十米间距的微米量级的变化，用目前的调制波测距仪或因瓦(Invar)基线尺都达不到精度要求。经室内外原理性实验¹⁾，本文提出一种用物理光学中等光程干涉原理测量断层蠕变的新方法。

一、基本原理

本原理是用不跨断层的某一间距作标准，与横跨断层两岸的同一间距进行等光程光波干涉比较测量，应用白光光源等光程光波干涉的“0”级条纹作判别断层两岸间距位移。其位移量用氦-氖(He-Ne)激光(6328埃)光波干涉条纹

* 1979年2月12日收到。

1) 参加实验的还有周明秀、陈富林等同志。

计数方法测量。

如图 1 所示在均匀大气场里布置白光源迈克逊双光束干涉仪, 其中一条光束横跨断层两岸, 另一条光束置于同一基岩的等间距处, 若两光束光程相等, 此时在叠加光场中出现“0”级干涉条纹。若断层两岸间距蠕变位移 (Δ), 此时“0”级条纹消失, 那么只要移动 (M_1) 镜, 使“0”级条纹再次出现, 由图 1 显见, M_1 镜的位移量等于断层蠕变位移量。

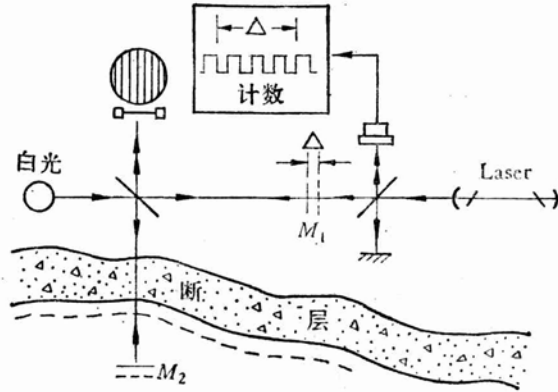


图 1

M_1 镜的位移量用激光干涉条纹计数方法得出。我们知道两束相干光在叠加光场的强度为

$$I_{\Sigma} = 4 \cdot I_0 \cos^2 \frac{\pi \delta}{\lambda/2}, \quad (1)$$

式中 I_{Σ} 为叠加光场光强度; I_0 为分光后的光强度; δ 为光程差; λ 为激光波长。

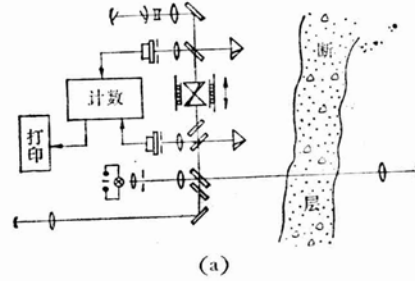
当 M_1 沿导轨平移时, 光程差 (δ) 改变, 由式(1)知, 光程差每变化 ($\lambda/2$) 时, 叠加光场出现明暗变化一次, 此明暗交替变化的光场, 经光电转换成电脉冲信号, 输入电子计数器, 由计数器显示出两次“0”级干涉条纹之间累加的电脉冲数 (N)。因此, 断层蠕变位移量 (Δ) 用下式计算:

$$\Delta = N \cdot \frac{\lambda}{2}. \quad (2)$$

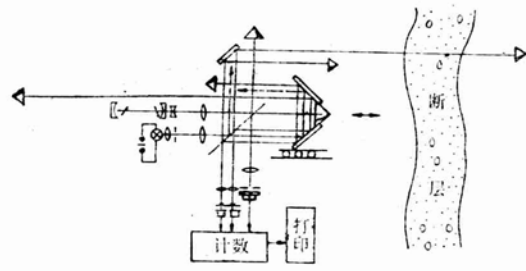
此原理也可用量光栅莫尔 (Moiré) 条纹计数方法替代激光干涉仪。

二、两个实用光路

经实验, 这里提出两个实用光路图 2(a), (b)。



(a)



(b)

图 2

光路中包括三组双光束干涉仪, 第一组白光光源干涉仪, 它不跨断层, 做定位用; 第二组白光干涉仪, 其中有一臂横跨断层两岸, 另一臂不跨断层, 当断层间距蠕变时, 光程差跟随变化; 第三组为激光干涉仪, 用它测量两次“0”级干涉条纹之间镜子移动距离。这里用直角棱镜或猫眼 (Cat's eye) 反射器置于往复移动台上, 当台面沿光束方向移动时, 移到第一组干涉仪等光程瞬间, “0”级条纹的信号把计数门打开, 而后当移动台移到第二组干涉仪等光程时把计数门关闭, 其间激光干涉条纹数由计数器显示出来, 自动重复测量得到:

$$\begin{aligned} \Delta_0 &= N_0 \cdot \frac{\lambda}{2} & \Delta_1 - \Delta_0 &= (N_1 - N_0) \cdot \frac{\lambda}{2} \\ \Delta_1 &= N_1 \cdot \frac{\lambda}{2} & \Delta_2 - \Delta_0 &= (N_2 - N_0) \cdot \frac{\lambda}{2} \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} &\dots\dots\dots & & \dots\dots\dots \\ \Delta_n &= N_n \cdot \frac{\lambda}{2} & \Delta_n - \Delta_0 &= (N_n - N_0) \cdot \frac{\lambda}{2} \end{aligned}$$

上列式(3)就是断层蠕变位移量,取数时间越短越真实。图3为光电转换逻辑原理。

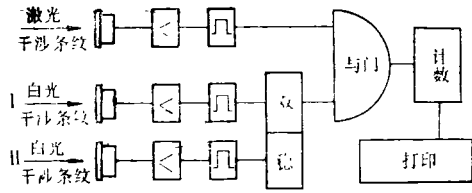


图 3

三、分析和讨论

1. 白光干涉“0”级条纹的捕捉及判别断层蠕变的精度

由图2(a)、(b)看出,通过两组白光源等光程干涉仪的连接,把待测的几十米间距的断层蠕变位移转化为只需测量一段微小距离(0—几毫米)的变化量。因此“0”级条纹捕捉精度起着重要作用。我们知道用白光源的干涉仪仅在微小程差(1—2微米)范围内才能出现干涉条纹,而且仅在程差 $\delta = 0$ 时才出现无色的“0”级条纹,易区别其他带色彩的非“0”级条纹。把它转换成电信号,“0”级条纹幅值最大,易用电位幅度比较方法取出。即使含有两个条纹误差,根据(3)式关系,引起 ± 1.1 微米定位误差。另一种方法,若把白光干涉场再通过不同波长的滤光镜,转换成单色光干涉条纹的电信号,利用脉冲电路的“与门”特性,可得到仅在“0”级条纹峰值位置出现电信号。

2. 关于大气影响

所谓等光程干涉,系指光束经干涉仪分光后的两光束在空间里传播,满足下式:

$$d_1 \cdot n_1 = d_2 \cdot n_2,$$

式中 d 为几何距离; n 为折射率。

对置放在大气里的光波干涉仪来说, n 是随着空气密度变化的,空气密度是温度(t),气压(P)、湿度(f)的函数,因此等光程条件:

$$d_1 \cdot n_{t_1, P_1, f_1} = d_2 \cdot n_{t_2, P_2, f_2}.$$

若上式中几何距离(d_1, d_2)不变,仅大气场(t, P, f)变化,产生附加折射率增量 Δn_1 及

Δn_2 ,此时将有两种情况:

其一 $\Delta n_1 = \Delta n_2$,等光程条件仍然满足
 $d_1 \cdot (n_{t_1, P_1, f_1} + \Delta n_1) = d_2 \cdot (n_{t_2, P_2, f_2} + \Delta n_2).$

此时光程差不变,不引起“0”级条纹变位,故说不受大气影响。

其二 $\Delta n_1 \neq \Delta n_2$,等光程条件已被破坏,须在某一条光路中附加一光程(ε)才能满足等光程,即:

$$\varepsilon = d_2 \cdot \Delta n_2 - d_1 \cdot \Delta n_1.$$

因为 $d_1 \approx d_2$,故 $\varepsilon = d(\Delta n_2 - \Delta n_1).$

这种情况引起“0”级条纹漂移,为了克服大气影响,把光路布置在离地面以下2—3米深的地道里,在测试中再加入折射率修正,这项大气影响的误差可以消除。

四、结束语

用等光程干涉原理测量断层蠕变有以下特点:

(1) 只要求干涉仪布置在两条光臂中的大气场保持同步变化,用这种原理测量地壳断层蠕变,不受大气影响,或影响很小,所以本原理不需要设置抽真空设备。

(2) 激光干涉仪也是近似等光程,所测程差仅0—几毫米,所以对激光器的稳频要求不严,激光干涉条纹采用交流(动态)接收,没有直流“0”漂影响。

(3) 岩石的温度膨胀影响,也由干涉仪的两臂相同距离和温度近似相同而抵偿。这样可得真实地壳断层蠕变量。

我们认为用这种原理测量断层蠕变,从精度和节省人力方面,有取代目前国内地震测量队普遍使用的24米因瓦基线尺的前途。

参 考 文 献

- [1] 阿德里安·夏德格(加),地球动力学原理(中译本),科学出版社(1977),188—208.
- [2] Jon Berger and R. H. Lovberg, *Rev. Sci. Instrum.*, **40** (1969), 1569—1575.
- [3] V. Vali, *Rev. Sci. Instrum.*, **39** (1968), 1304—1306.