

## 怎样应用激光干涉测地震?

江苏师范学院全息光栅研制组

在唐山、丰南革命人民抗震斗争的大无畏精神鼓舞下,一些有地震预报的地区,以人定胜天的精神,群测群防,土洋结合,发展了一些测地震的新方法。我们全息光栅研制组在临震期利用原有设备作了一些测震尝试,发现激光干涉测震反应较灵敏。因此,在一些有氦-氖激光器的工厂、学校或研究单位均可以临时借用来测地震,为群测群防贡献一分力量。

### 一、原理:

激光干涉测地震的原理,就是用激光波长作为尺子,来量地球表面的伸缩。光路图如迈克尔逊干涉仪,而装置与干涉仪背道而驰,如图1所示。

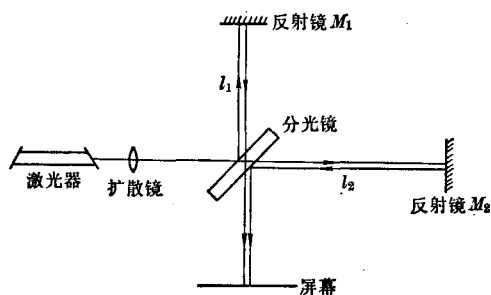


图1 激光测地震光路图

尔逊干涉仪,而装置与干涉仪背道而驰,如图1所示。自激光器发出的光束投至半透半反的分光镜上,一束光反射至反射镜  $M_1$ ,经  $M_1$  反射后折回分光镜,并继续向前投到屏幕上。另一束光穿过分光镜投至反射镜  $M_2$ ,经  $M_2$  反射后又折回分光镜,最后亦反射到屏幕上。两束光在屏幕上相干涉,呈现一圈圈等倾干涉条纹。其条纹密度取决于两束光程之差,即  $2(l_1 \sim l_2)$ 。当某一方向臂长受地球传来的波动冲击时,先受压缩后渐松开。

臂长之差有改变,表现为屏幕上光圈涨缩,从其涨缩情况可判断冲击波的方向、大小以及其他特征。为使测震灵敏,干涉仪的三面镜子直接与大地接触,且其臂长  $l_1$ 、 $l_2$  尽可能拉长至2米左右。此处必须指出:作为整机的迈克尔逊干涉仪是专为测零件长度之用的,故二臂为坚硬钢轨,避免臂本身变形影响测量精度。同时考虑到地球的经常微动,桌面亦在震动中,为隔震,干涉仪的光学元件必须坚固在钢性支架上,使其作整体运动而避免作相对运动。现在应用来测地震,情况就两样了,目的就是要使地球震动传感到两臂,因此,光学元件必须分散装架,与地面接触。这就是说不是用干涉仪测地震,而正是其相反的道理。

### 二、仪器与光路调节

仪器包括: 1. 1毫瓦氦-氖激光器及相应电源; 2. 40~50毫米分光镜一块,30毫米全反射镜2块,方或圆形均可以; 3. 扩散镜一个,凹凸透镜或显微目镜均可。

如何把以上元件装调起来?有支架的单位最好,但要求元件尽可能地放低。没有现成支架者,可把元件用万能胶粘在玻璃片上或铁块上,12小时后足可付用。在调节中支架如嫌低,或俯仰方位不凑巧,则可垫以铁、铝、砖、玻璃片等,以调节高低和方向,但不能用塑料、有机玻璃、纸片、橡皮等可塑性物质填塞,以免镜子慢性移动,引入误差。

在搭光路之前,必须选择好测震地基,希望选取与地壳接近的地方,传感灵敏干扰小,一般可用现成的防空洞或地下室,至少亦须在楼底层水泥或磨石子地面,遮光或暗室,干涉仪布置在室内,使屏幕放在门口,人可在门外观测,既可抗干扰,又改善观测者的劳动条件,如图2所示。

光路的调节与一般干涉仪调节相同,唯此处用激光作光源,利用激光束方向性好的优点,可先用激光细束检查光路是否符合要求(包括分光镜把两分光束互相垂直,两反射镜把射来光束沿原方向折回),最后,若在屏幕上见两个亮的光点互相重合,表明调节完全正确。然后在分光镜前插入扩散透镜,立见屏幕上有同心圆形条纹,稍为移动扩散镜,使照明均匀,调节就算完成了。此步骤,熟练的人要十分钟,初调的人要一小时以上,务必耐心细致,定能掌握。

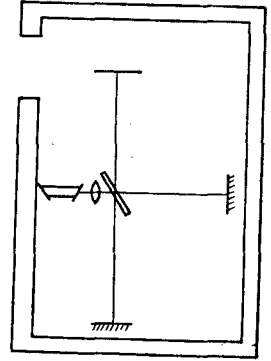


图 2

### 三、光圈动向分析

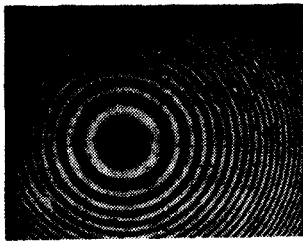


图3 从屏幕上拍摄下的一张干涉图照片

在平时,地面由于机器等各种震源的合成,也处于不停的振动之中,表现为光圈微弱的吞吐涨缩抖动,属正常范围。在地震预报的那几天,光圈涨缩达三圈以上(所谓计圈,以同心圆中心明暗为准,若原来是明,明圈扩大向外涨,中央冒出暗圈以代明圈位置,称半圈,如继续扩大,暗圈中央又冒出明圈,正好一个周期,称一圈。如是继续扩大,也可达三、五圈之多。同理,亦可计收缩圈数)。一般涨缩超过一、二圈,才予以记录。

我们观察到的现象有如下几种:

1. 光圈连续涨缩,这是地下在形变,记下涨缩时间,圈数。先涨还是先缩(辨别波的方位)?持续时间几分钟?当这种现象频繁时,当地其他测震手段(土地电)也有相似情报。

2. 高频振动。当振动频率在16赫以上时,光圈虽有明暗交替变化,但因肉眼视觉暂留效应,只见屏上立时看不见明暗同心圆条纹,呈现一片灰白,隔半分钟或一分钟后,又重新看见红黑分明的条纹。这种高频振动可能是远处传来的小地震,因实验室数据不全,尚待其他观测者注意研究。

3. 有节奏振动。当室外有拖拉机或轮船开过,光圈作有节拍的振动,振幅小,频率与震源一致,此时应走出室外,看有否外来干扰。

4. 电扇吹、人蹬脚、雷雨等干扰属平衡阻尼振动,其特征各异,正如雷达能辨飞机与小鸟一样,是不难看出的。

5. 光圈作系统性缓慢变化,光圈只涨不缩或只缩不涨,一夜之后光斑在屏幕上有较大位移,这是仪器慢性形变所致,应该考虑到有刚性、弹性、塑料的承重材料这一检查,排除故障,光路调好后,希望长期不去动它。

由于我们不懂地质,测量经验不多,仅提供一个群测群防中的测震方法,由于灵敏度高,可以作为专业测量的参考。进一步发展和完善,期望能以自动记录来代替人工日夜守候。