

光束 2 是与激光束 1 平行的,且可平行于激光束 1 而移动(激光束 1 和 2 可以由两架激光器获得,也可以由一架激光器通过半透膜、反射镜系统,将一束光分成两束光而获得),两束光在主光轴上有一交点 F ,即为焦点。两束光在 F 点相交的现象可以直观地观察到,也可以在放入的毛玻璃屏上观察到。通过实验发现对应不同的有效光量区,如 0 区、1 区、2 区等,它们的焦点 F 位置是不同的,即使同一有效光量区,焦点 F 的位置也是不同的,所以整个透镜组合不是将光束会聚成一个点,而是一个区域。进一步测试表明,在此区域中有一个焦点密集区,灯丝位置放在该处,就可获得较好的显示效果。

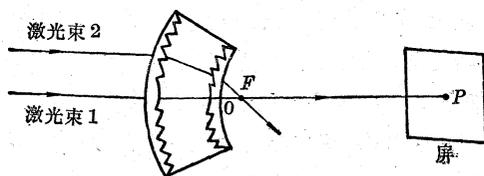


图 5

对透镜组合焦点的测定方法,也可用来测定单块透镜的焦点位置,我们曾从玻璃厂了解到,除了透镜加工工艺因素外,透镜模具由于氧化,每天需用砂皮打磨,这样会使模具的棱梯变形,厚薄变形,影响透镜的光学质量。应用激光可对透镜的各有效光量区的焦点范围,逐区的进行检验,不仅检验了透镜的生产质量,同时也可以鉴定透镜模具的变形、损坏情况。并且激光检验也可为玻璃厂和有关设计单位进行透镜设计、改进时,提供一种实验测试的工具。

激光技术用于高耸建筑测试

广东省七〇一研究所

随着社会主义建设的不断发展,我国的高耸建筑物正不断兴建。高耸建筑风荷载位移——在风力作用下的运动规律是复杂的,其参数是高耸建筑设计中的重要数据,是影响高耸建筑物设计安全和合理、经济的主要因素之一。

我们利用激光具有优良的单色性、方向性和高强度以及硅光电池灵敏度高、频响速度快的特点,使用激光准直和光电转换技术研制的激光测试装置,可以同时测试高耸建筑物在风力作用下相对于 X 、 Y 坐标的位移量及其振动频率。这是目前其它一般测试方法和装置在通常情况下所难以实现的。

高耸建筑物风荷载位移的测定,是一个连续动态测量过程,既要测量出某一瞬间的位移量,又要测量出其位移方向,因此它比一般激光准直仪要求高。

测 试 装 置

测试装置如图 1 所示,分为发射、接收记录两大部分。

发射部分放置在建筑物地下。从功率为 0.4~1 毫瓦、光束发散角为 10^{-3} 弧度的单模氦-氖激光器发射出来的激光束经内调焦发射望远镜,再由直角棱镜反射至建筑物顶部的接收靶上,

利用发射望远镜来选择、调整射到建筑物顶部接收靶上的光斑大小。在激光管的尾端，用硅光电池和数字电压表来监视激光输出的稳定度。激光电源采取了稳压稳流措施。

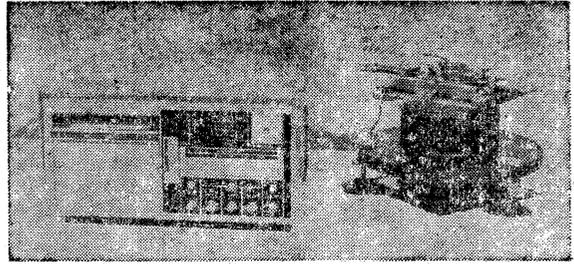


图2 接收靶

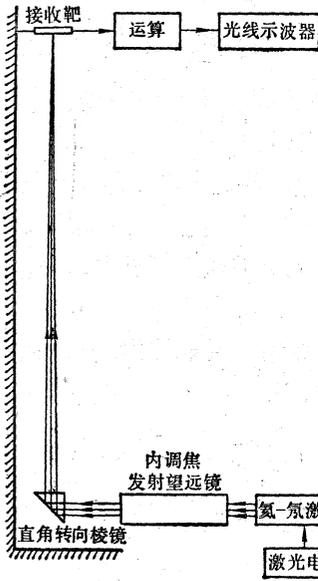


图1 总装置图

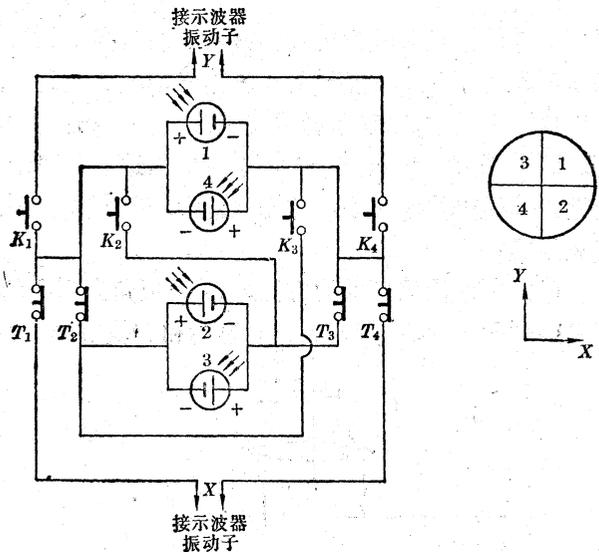


图3 四象限运算装置示意图

接收部分安装在建筑物顶部。此部分包括接收装置和显示记录装置等。接收装置由接收靶(光电检测器)和支座组成,接收靶置于能向两个垂直方向移动的滑板中,在这两个移动方向上分别装有一个千分头,用以调整接收靶的位置,整个接收装置可以 360° 旋转,接收装置的底座装有三个调整螺钉,可以调整接收靶的水平度(图2)。

接收靶系利用光电转换原理,把位移量变为电量,然后显示记录下来。所用光敏元件是硅光电池,为了反映位移的方向,把硅光电池分为四个象限,用电子开关线路,把各象限的输出电流接成: $I_X = I_1 + I_2 - (I_3 + I_4)$; $I_Y = I_1 + I_3 - (I_2 + I_4)$ (图3),同时用光线示波器的两个振动子记录 X 、 Y 轴方向的位移。 T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 和 K_1 、 K_2 、 K_3 、 K_4 是电子开关的两组触点,两组触点轮换打开和闭合,使四象限硅光电池的输出生轮换接成: I_X 和 I_Y ;要求各组的每四对触点一定要同步。当高耸建筑物振动的最短周期在1秒左右时,电子开关两组触点的开合频率选 $30 \sim 50$ 赫已满足要求。由两个振动子分别记录出来的曲线的包络线是高耸建筑物相对于 X 、 Y 坐标的位移曲线。

也可以把激光束分成两束分别照射在二个接收靶上,每个接收靶分别为一块两象限的硅光电池,每块硅光电池的两象限输出电流经差值运算后,分别用光线示波器的两个振动子同时记录 X 、 Y 轴方向的位移。

某些建筑物,它的短边方向的位移量要比长边方向大得多,长边方向的振动很小,可以忽

略。此时,只测量短边方向的振动就已足够了。对于这些典型建筑物,可单独使用一块两象限的硅光电池作接收靶,在硅光电池两个象限的输出端所产生的电流值经差值运算后,用光线示波器的一个振子记录建筑物短边方向的位移。

随着我国石油工业、化学工业以及广播事业的飞速发展,对于炼油塔、化工塔、电视塔和高耸烟囱的风荷载位移的测量迫切需要解决。对于不同幅度位移的建筑物的测量可采用不同的激光接收靶(检测器)。

(1) 对于一块有效直径为 D 的四象限硅光电池接收靶,当投射在它上面的激光光斑直径 $d = \frac{D}{2}$ 时,它的动态测量范围 $\leq \frac{D}{2}$ 。由于目前生产的四象限硅光电池的面积还比较小,因此可采用由四块单象限硅光电池拼接成一块四象限的接收靶,来增加位移的动态测量范围。如果采用面积为 10×10 毫米² 的单块硅光电池拼接的话,其动态测量范围可达 ± 10 毫米。

(2) 采用浓淡板(阶梯或连续减光板)或光楔与会聚透镜及单象限的硅光电池组成的接收靶。激光束通过浓淡板(或光楔)后,用透镜会聚于单象限的硅光电池上。此方法的动态测量范围比单用一块四象限的硅光电池大,但灵敏度较低,且浓淡板或光楔的制造工艺要求高,制造较困难。

(3) 利用锥体反射的方法。采用顶角为 90° 的四面反射锥体或回旋反射锥体,在四周相互垂直的位置上,配置四个聚光透镜和四块硅光电池作为接收靶(图 4)。

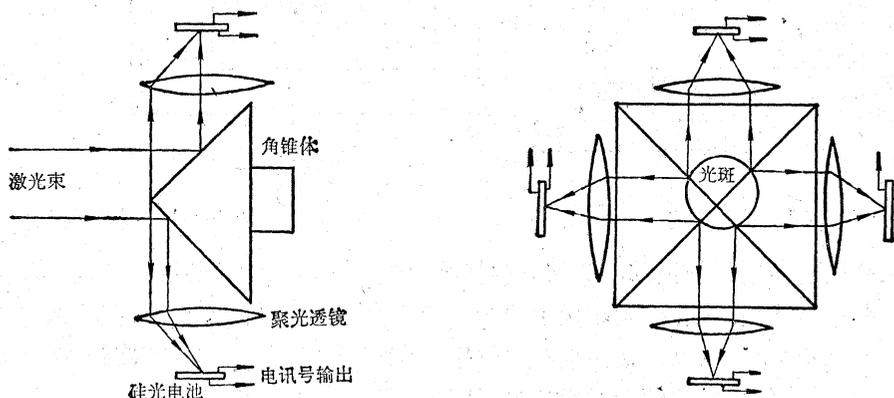


图 4 锥体反射方法示意图

此方法的最大动态测量范围与锥体及透镜孔径大小有关。如透镜孔径为 100 毫米时,其动态测量范围可达 ± 100 毫米左右。

(4) 对于更大位移的测量可采用把一块块的硅光电池(或其它光电元件)排列成矩阵的形式,作为激光接收靶。每一光电元件的输出信号通过逻辑线路和动态扫描记录系统来判断和记录建筑物的位移。对于光束发散角 10^{-3} 弧度的激光束,经过 40 倍的发射望远镜,在 100 米处,光斑直径最小大约为 5 毫米,所以此方法的测量精度一般不高于 5 毫米。

定 标

在没有风的情况下定标,调整接收装置上的千分头,接收靶每移动 0.1 毫米,在光线示波器上记录一次读数。以千分头的读数为横坐标,光线示波器的读数为纵坐标,绘制定标曲线。

温度变化可能引起建筑物顶部测点的位移。为此，每次强风前后都应观察建筑物的测点的位置，作为强风时建筑物测点的零点。

当强风持续时间较长时，可将不同风速和不同温度情况下所测得的数值加以比较，从中推算出零点。

技术性能与测试数据

广州宾馆，27层，高86.5米，长56米，宽17米。按目前采用的设计计算方法所得的位移量是很小的，因建筑物成长方形，其短边方向的位移量要比长边方向大得多，沿长边方向的振动很小。

根据上述情况，我们只测试了短边方向的振动。选用40倍内调焦发射望远镜，激光器功率为0.4毫瓦，两象限硅光电池直径 $D=25$ 毫米，投射在硅光电池上的光斑直径 $d=15$ 毫米，光线示波器振子型号FC6-120（固有频率120赫，工作频率范围0~65赫）。整个测试装置的灵敏度为0.1毫米，近距离漂移 $< \pm 0.05$ 毫米，测量范围为 ± 5 毫米。测试点选在建筑物顶部距地面76米处。

现将1975年9月2日17时35分阵风和10月6日13号台风的实测记录曲线选录于下（图5），从中可以同时直接看出建筑物顶部在风力作用下沿短边方向的位移量及其振动频率

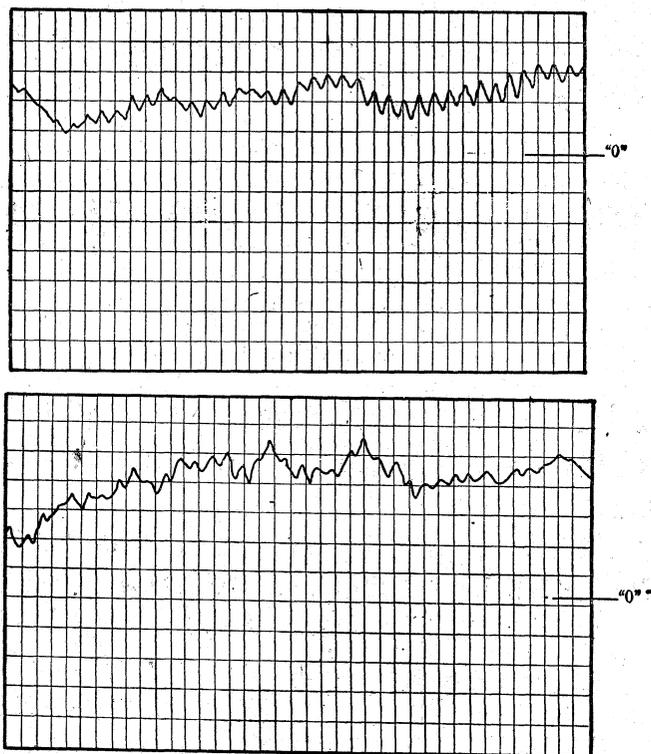


图5 激光实测广州宾馆顶部的位移曲线(根据光线示波器记录纸复制)

(上)—1975年9月2日阵风情况下记录的曲线(部分)

(下)—1975年10月6日13号台风情况下记录的曲线(部分)

图中纵向细线为时标线，间隔为1秒；横向细线为光线示波器分格线，“0”的位置为大楼静止状态下所对应的位置

等,这种位移和振动包括两种频率范围相差很大的成分,一是长周期的缓慢摆动,一是短周期的脉动。这是其它一般测试方法和装置在通常情况下所难以记录下来的。

讨 论

1. 单模激光输出光束的强度分布近似为高斯分布,可以表示为:

$$I(r) = I_0 \exp[-2r^2/R^2]$$

式中 I_0 是选为坐标原点的光束中心强度(最大强度); $I(r)$ 是径向距离为 r 的点的强度;参量 R 描述光束斑点尺寸,它是其强度降至最大值的 e^{-2} 倍时,与中心的径向距离。

选择投射到接收靶上光斑的尺寸大小,对测试的灵敏度、动态测量范围与检测器的线性度有紧密的关系。光斑愈小,灵敏度愈高,但测量范围却随着减小,线性度愈差。光斑愈大,灵敏度愈低,但测量范围增大,线性度愈好。应按具体的测试要求,选择一定的光斑大小。

2. 大气扰动是造成激光束不稳定的主要原因。激光束通过大气传输,在传输路途上,由于温差和高度引起的空气折射系数变化而对激光束方向和强度产生影响,而且大气湍流可引起光束转向、散射和闪烁(能量的瞬时重新分布),而影响测量结果。

利用抽真空的通光管道可消除大气对激光束传输的影响。但由于条件所限,我们采用了密封通光管道,来尽可能减少大气的影晌。当然,由于空气的存在,温差和高度引起的误差不能消除,而存在一定的误差。但实验证明,基本上可以满足测试要求。

3. 在接收记录部分,对硅光电池的输山也可以用记录电压值的仪器记录电压值,结果也与记录电流值一样令人满意。

PN-1 型 激 光 指 向 仪

江苏省南通光学仪器厂

在毛主席革命路线指引下,我厂与有关单位协作,经过一段时间的努力,试制成功一种 PN-1 型激光指向仪。仪器体积小、重量轻、结构紧凑,并且有防爆、防震、防潮、防尘、防冲击等适应工程环境的特点。

PN-1 型激光指向仪主要用于煤矿井下巷道掘进和采掘工程。有效工作距离可达 1200~1500 米。施工应用中大大延长了测量标记的有效性,显著地提高了掘进质量和进度,并对减轻测量人员劳动强度、节约非生产辅助时间有显著作用。

本仪器还可以在建筑工程、桥梁工程、公路工程及铺设电缆、输油管和其它矿山开发巷道掘进中作为指向手段,适应性较为广泛。

PN-1 型激光指向仪的光学原理和结构如图 1 所示。

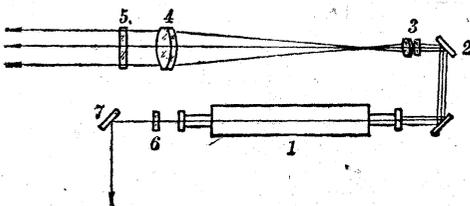


图 1 激光指向仪光学原理图