

## DC-30JG 型相位式激光测距仪\*

北京光学仪器厂

大量程的精密测距对于国防和经济建设都是一项十分重要的工作。在激光出现以前,要同时实现高精度大距离测量是很困难的。激光出现以后,由于它有非常好的单色性、方向性(能量高度集中)和相干性,为制造测程大、精度高和白天作业的新型相位式光电测距仪提供了有利条件。

1971年,我厂和国家地震局武汉地震大队、总字706部队、京字122部队等单位共同协作研制成功了高精度、大量程的相位式激光测距仪——JCY-1型激光测距仪,填补了我国高精度测距的一项空白。DC-30JG型激光测距仪就是针对JCY-1型的缺点,我厂和总字706部队共同改型设计的。仪器的外形见封面。

### 一、结构及原理

仪器由主机、基座、三角架、反光镜组和电源盒等五部分组成。它是光学、机械和电子技术相结合的典型产品。

在测距公式

$$D - K = \frac{C_0 t}{2\mu} \quad (1)$$

中, $D$ ——待测两点间的距离; $K$ ——仪器常数; $C_0$ ——光在真空中的传播速度; $\mu$ ——光在空气中的群速折射率(它是温度 $T$ 、气压 $P$ 和湿度 $e$ 的函数); $t$ ——光往返待测两点上两光学等效面所用的时间。

其中 $t$ 是未知的。

假设由主机发出一束光强受测距信号频率 $f$ 调制的光,到达目标后被反射镜回,由主机的接收系统接收,测定待测距离 $D$ 上的相位移 $\Delta\Phi$ (图1),时间 $t$ 是

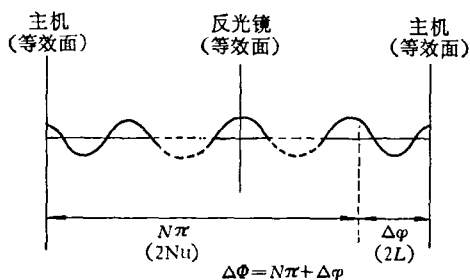


图1 待测距离 $D$ 上的相位移 $\Delta\Phi$

可以求得的。

设 $f$ 为调制频率,角频率 $\omega = 2\pi f$ ,则 $\omega t = \Delta\Phi$ ,由此可得

$$t = \frac{\Delta\Phi}{2\pi f} \quad (2)$$

因为该仪器的测相周期为 $\pi$ ,故设

$$\Delta\Phi = N\pi + \Delta\varphi.$$

$\Delta\varphi$ 为不足 $\pi$ 的小数, $N$ 为整数。代入(2)中得

$$t = \frac{N}{2f} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi f}, \quad (3)$$

将(3)代入(1)中整理后得

$$D - K = Nu + L. \quad (4)$$

式中

$$u = \frac{C_0}{4\mu f}, \quad L = \frac{C_0}{4\mu f} \cdot \frac{\Delta\varphi}{\pi}.$$

$L$ 由仪器移相器中直接读得。必须指出,当只使用一个频率时只能测得不足一个 $\pi$ 的尾数 $L$ ,而 $N$ 是多值的。从原理上讲,用两个频率可以测得两个“ $L$ ”值,由两个“ $L$ ”值可以确定单一的 $N$ 值。但是,在实际测量中总是存在误差的。所以当距离较大时(即 $N$ 值较大时)容易产生差错。为了保证 $N$ 值在仪器的测程内不致出现差错(粗差),设计DC-30JG时采用五级十进制,概略波长为2.5M、25M、250M、2.5KM和25KM。距离的计算可用仪器说明书中的程序进行。仪器原理方框图如图2所示。

### 二、仪器特点、测程、精度及适用范围

相位式激光测距仪和一般光源的光电测距仪相比较有如下优点:1.激光的方向性强,光能量高度集中,用较小能量产生的光源可以测量很长的距离,可使这类仪器的体积大大缩小,从而减轻野外作业人员的负担;2.激光的单色性非常好,因此,仪器的接受系统可以加窄带干涉滤光片,从而有效地滤掉日光引起的背景光强,使仪器在白天也能够在较高的信噪比下进行测量工作。激光的单色性强还使仪器在数据处理时不必加色散改正,这也相对地提高了仪器的精度。

相位式激光测距仪和脉冲式激光测距仪相比,虽

\* 1974年3月4日收到。

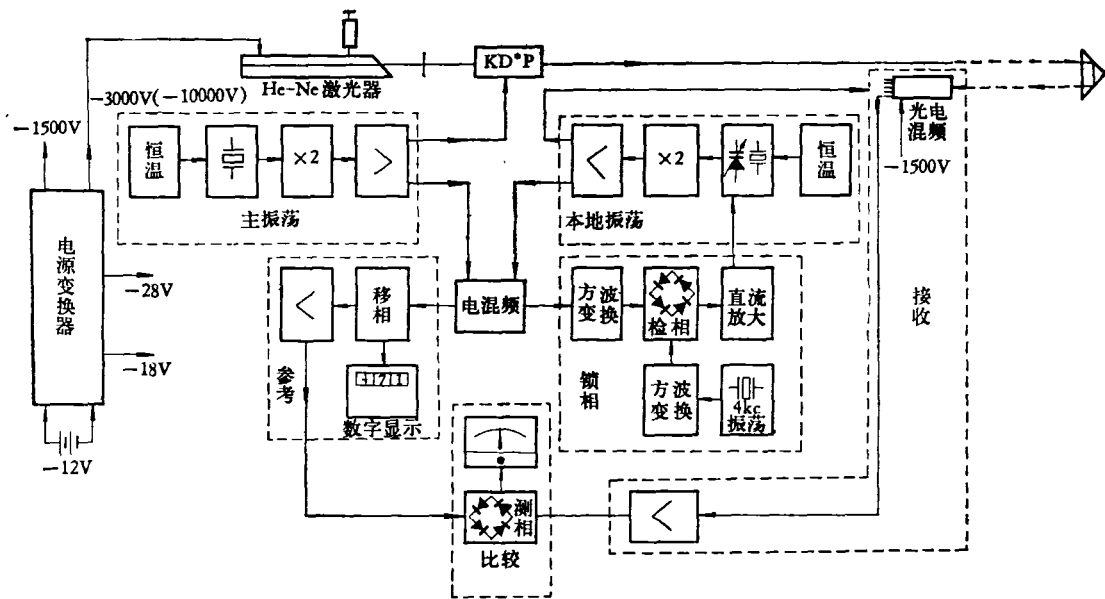


图2 仪器原理方框图

然后者有相当大的功率,不必使用反射镜作协作目标,但精度受计数器频率上限及回光脉冲前沿的限制,所以,精度较低,目前仅达到 $\pm 1\text{M}$ 。

相位式激光测距仪和微波测距仪相比,虽然微波测距仪有较大的测程和较好的内部符合,但它受地形和地物的影响较大,使仪器外部符合下降。一般精度只能达到三十万分之一。

DC-30JG型和原JCY-1型相比有好的稳定性和较高的精度。原型仪器中使用的是超声调制器,它的缺点是超声场的建立要有一定的稳定时间(约为30分钟)。在这段时间里,调制器的相位时间漂移是很大的,以致不能进行测量工作。另外,仪器使用五个频率,故整机需有五个调制器;调制器需要满足驻波条件,这样一来,调制器要达到稳定时间总共需要二个半小时,测量时间就要大大增加。在这段时间里,外界气象条件有可能发生较大的变化,这对实际作业是不利的。即使达到稳定以后,环境稍有变化,相位漂移也会增大。这是造成原型仪器很不稳定的原因。超声调制器的第二个缺点,就是调制光的空间相位很不均匀,甚至可达 $18^\circ$ 。这样,回光部位不同就会造成较大的测距误差。这不仅使仪器精度下降,甚至会产生粗差。因此,我们在DC-30JG型中就不再使用超声调制器而采用新型的KD\*P调制器。这种调制器要求入射光是线偏振光。因此,如果仍采用全内腔He-Ne激光器,就需加起偏器以产生线偏振光,但这会使发射系统的透过率下降。因此,我们采用能产生线偏振光的半内腔固定式He-Ne激光器。KD\*P调制器是用四块磷酸二氢钾沿Z轴串起来的纵向调制器。KD\*P调制器与KDP

调制器相比有较低的半波电压(约为4200V),四块串起来约为1050V。这样,加到它上面的较低的高频电压就能得到较高的调制度,从而降低了对高频放大器的要求,使整机全晶体管化成为可能。

纵向KD\*P调制器的第一个优点是有很好的温度稳定性。所以,调制光的相位时间漂移只有 $3.8^\circ$ /小时左右;而在测量时内外光路的转换是在很短时间内完成的,这样,它对测量引起的误差是可以忽略的。KD\*P调制器的第二个优点,就是从KD\*P调制器发出的调制光的空间相位也很均匀(约为 $1.8^\circ$ )。这就大大减少了由于反回光部位不同引起的测距误差。同时,测程越长影响越小。KD\*P调制器的第三个优点,就是转换频率时不必换调制器。所以,整机只有一个调制器,这给机械结构带来了方便,也增加了仪器的精度和可靠性。

DC-30JG型与原型仪器相比较在光学系统方面也做了一些改进。在原型仪器中,光电倍增管接受的是平行光,改型后接受的是会聚光。这样,光电子分散效应减少了,从而提高了测量精度。

DC-30JG型与国外同类型仪器相比,电路的特点是使用了锁相技术,即使本机振荡频率锁定在比主振荡频率低4000Hz。所以,前置放大器的通频带才能做得很窄( $\Delta f = 20\text{Hz}$ ),使整机的信噪比又一次得到提高。这对提高仪器测程和精度以及增加仪器的测相稳定性都是一项有利的措施。

仪器的测程受信噪比的限制。若保证仪器在一次测量(12个测回)的精度为 $\pm 1\text{cm}$ (固定误差),He-Ne激光器的功率为3mW,外界天气为蓝天(背景光强

$P = 1 \mu W/cm^2 \cdot Q \cdot A$  时, 计算表明, 仪器允许光强衰减系数为  $A = 3.5 \times 10^{-9}$ . 利用这个  $A$  值和仪器技术参数可以算出: 当大气透明度为 85% 时, 测程可达到 30KM. 若在阴天或夜间, 由于背景光强大为减少, 只有光电倍增管的内部噪声起主要作用, 测程还可以增大.

关于仪器的精度. 由于该仪器有很高的内部符合 (经验表明可达二百万分之一), 所以, 仪器精度主要受气象改正所决定. 因为气象改正一般采用二点气象中数, 精度可达五十万分之一. 所以, 若要提高仪器精度, 就要提高测定气象的准确性, 使气象参数尽量符合光路中的真实情况.

DC-30JG 型激光测距仪可用于各种高精度大距离测量. 如地面上建立的精密坐标系控制网, 它是绘制精密地图的依据. 它的精度主要决定起始基线边的精度. 又如建筑, 长隧道、大坝和水库等也要有高精度控制基线, 因为起始数据的差错甚至会引起整个工程的失败, 而本仪器便可以测量这种类型的基线边. 另外, 精密测距也是预报地震的手段之一. 因为地震是地应力聚集巨大能量释放的结果. 地应力聚集过程

会引起地壳的变形. 因此, 测量活动断层上的距离变化率有可能预报地震. 本仪器除测距外, 还可以用来测量一些基本物理常数, 如光速和光在空气中的折射率等.

### 三、主要技术参数

精度:  $\pm 1cm \pm 10^{-6}D$  ( $D$  为待测距离).

测程: 白天 30KM, 夜间 50KM.

主机重量: 25kg.

体积:  $560 \times 320 \times 260$  (mm<sup>3</sup>).

气象参考点:  $T = 0^\circ C$ ,  $P = 760mm Hg$ ,

$e = 0\%$ .

使用环境: 温度  $-20^\circ C$ —— $+40^\circ C$ , 海拔 5KM 以下, 湿度  $e = 90\%$  以下.

仪器俯仰:  $\pm 7.5^\circ$ .

晶体频率稳定度  $\Delta f/f = 0.5 \times 10^{-6}$ .

晶体恒温点:  $60^\circ C \pm 0.5^\circ C$ .

电源: 直流 ( $-12V \pm 0.5V$ )/45A 时.

## 液氮生物制品贮存容器\*

林香祝 金书林

(中国科学院物理研究所)

随着近代科学技术的发展, 气体液化技术也有很大发展. 低温液化气体的应用领域日益广泛, 逐渐地从军用普及到民用、从宇宙空间等尖端技术部门发展到一般工业技术部门, 并发展到与医学、生物学密切相关的国民经济各领域. 这样, 如果不很好地解决低温液体的贮存和输送问题, 将使低温技术和工业气体的应用受到限制.

随着我国工农业生产的新发展, 国民经济各部门需要各种类型的液化气体容器, 供贮存和运输之用, 其中要求制造各种型式的液氮容器. 遵照上级指示, 国营一一一厂、北京市牛奶公司和中国科学院物理研究所共同参加了研制液氮生物制品贮存容器 (以下简称“液氮罐”) 的工作. 在党的“十大”路线的光辉照耀下, 在批林批孔运动推动下, 参加研制的人员怀着为解决工农业急需, 为社会主义祖国增光、为无产阶级争气的雄心壮志, 在“独立自主、自力更生”, “艰苦奋斗、勤俭建国”方针的指导下, 不怕苦、不怕累, 争分夺秒, 全力以赴. 发扬共产主义大协作的精神, 充分发挥科研、生

产、使用三结合的作用. 在大家共同努力下, 经过几个月的时间, 研制成功适合要求的液氮罐, 填补了低温冷藏容器的空白.

下面着重介绍这种容器——液氮罐.

### 一、结构原理

这种低温容器, 是由原来小口径颈管的液氮容器发展而来的, 有着广口的颈管. 它的结构近似普通的热水瓶. 如图 1 所示.

它由内外两个铝制壳体制成, 两壳体由颈管相连接, 组成双壁容器. 夹层中采用多层绝热材料包扎, 并抽高真空 ( $10^{-4}mmHg$  以上). 夹层中还放置一定数量的吸附剂, 如活性炭、分子筛或硅胶, 以维持长期真空. 因此, 容器绝热性能良好.

容器盖上带沟槽的颈塞, 能保持液氮的极小的消

\* 1975 年 2 月 26 日收到.