

激光三面测量仪及应用

辽宁省第二建筑工程公司 沈阳市皇姑区光学仪器厂

辽宁省电子技术研究所

在毛主席无产阶级革命路线的指引下,辽宁省第二建筑工程公司、沈阳市皇姑区光学仪器厂和辽宁省电子技术研究所共同协作,发扬独立自主,自力更生的精神;通过使用、生产、科研和工人、干部、技术人员两个三结合,于一九七五年十月一日研制成功了激光三面测量仪。

激光三面测量仪是为了解决我国高层建筑施工,特别是大面积钢模板、滑升模板等新工艺的不断发 展对于建筑测量工作提出的新要求而研制的。

根据一般建筑物大部是由三度正交平面构成的各种几何型体,所以测量工作的特点是要进行大量的三度正交平面的测定工作。这种工作量约占全部测量工作量的99%。激光三面测量仪正是基于解决这一主要矛盾而研制的。

激光三面测量仪通过仪器的发射部分将红色激光束加以扫描,使其在空间形成三个互相正交的基准光平面,并通过仪器的光电尺靶测定出任意的点、线、面的相对位置。这个测量仪器与工程经纬仪、水准仪相比具有如下的特点:

1. 在垂直观测和 大面积精密测平方面操作方便,省人省力,工效高,质量好。
2. 可以在狭小的场地进行垂度测量,条件要求低。
3. 能够在夜间或黑暗的场地进行测量。

这种仪器可广泛地应用在如下的测量方面:

1. 施工场地的土石方整平。
2. 房屋的直角定位放样。
3. 基础的抄平、放线。
4. 各层楼板、过梁、门窗的测平测直。
5. 混凝土地面、大型设备基础、吊车梁等面层的精密抹平。
6. 倾斜面检测。
7. 大面积钢模板、滑升模板等高层建筑物的垂直度、水平度的双向控制。
8. 电梯井、烟囱、垂度控制。
9. 预制柱、捣制柱的垂度校正。
10. 大型洞体内部欠挖数据的测定。
11. 双曲线冷却塔模板位置的测定等等。

一、主要技术指标

1. 测量距离
 - 静态测量距离: 白天 100 米
 夜间 350 米
 - 动态测量距离: 100 米
2. 测量精度: 定向中误差 20 秒
3. 水准器:
 - 圆水准 8 分
 - 长水准 20 秒
4. 光源:
 - He-Ne 激光器, 波长 $\lambda=6328$ 埃,
 - 输出 2 毫瓦, 发散角 3×10^{-3} 弧度
5. 望远系统: 30^{\times}
6. 微电机: 电压 3~6 伏, 转速可调, 通常为 60 周/分。
7. 使用电源: 220 伏, 50 赫。
8. 环境条件: $-20 \sim +40^{\circ}\text{C}$ 。
9. 仪器重量:
 - 发射器 5 公斤
 - 光电接受尺 0.8 公斤
10. 仪器尺寸:
 - 长 19, 宽 15, 高 49(厘米)

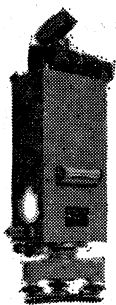
二、结构与原理

本仪器由发射器和光电接收尺两部分组成。发射器外貌参看照片 1。

(1) 发射器

发射器的结构原理参看示意图 1。

由 He-Ne 激光器 1 发射的波长为 6328 埃的红色激光束经转向直角棱镜 2、3 和 30 倍的望远系统 4 进入转向棱镜 5, 然后到达由微电机 9 驱动的转镜 6 上, 转镜 6 把入射的激光束扫描成垂直光平面, 称为主垂直光平面。



照片 1 发射器外貌

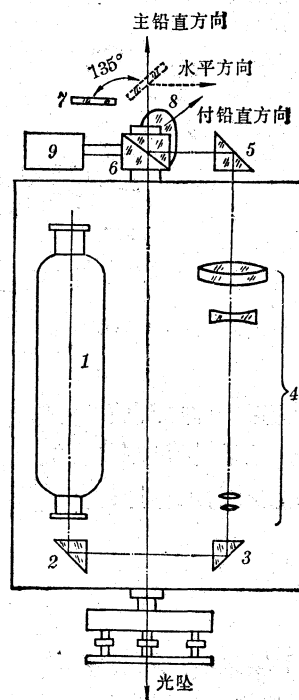


图 1 发射器结构示意图

为取得水平光平面, 可将平面反射镜 7 向上转动 135° 角, 使其与主垂直光平面形成 45° 角。这时, 入射到反射镜 7 上的光束折向 90° , 形成张角为 50° 的水平光平面。

反射镜 8 是固定在框架上的平面反射镜, 它与主垂直光平面交成 45° 角, 把入射的激光束折反 90° 形成张角为 40° 的付垂直光平面。

由上述主、付两个垂直光平面和水平光平面构成空间正交的基准光平面,因此它可作为基准面来测出任意点、线、面的相对位置。

另外,主铅直光束中经由仪器中心和基座小孔光阑的光束射向地面形成光坠,用以安置仪器对中。

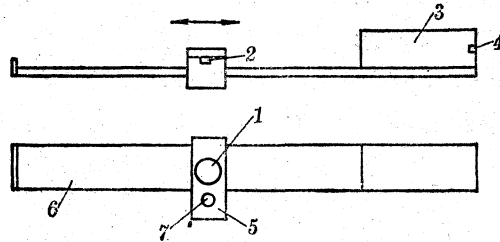


图2 光电接受尺

1—滤光片 2—光敏三极管 3—电子盒 4—电源插头
5—游标 6—标尺 7—指示灯

(2) 光电接受尺

光电接受尺是在背景光较强,距离较远,不能用肉眼直接观测的条件下使用的。光电接受尺的结构参看图2。

当光电接受尺的游标对准扫描光平面时,激光束经干涉滤光片1入射到光敏三极管2进行光电转换,并输入到电子盒。在电子盒中,把输入的阶跃电信号先进行微分,并用其尖脉冲

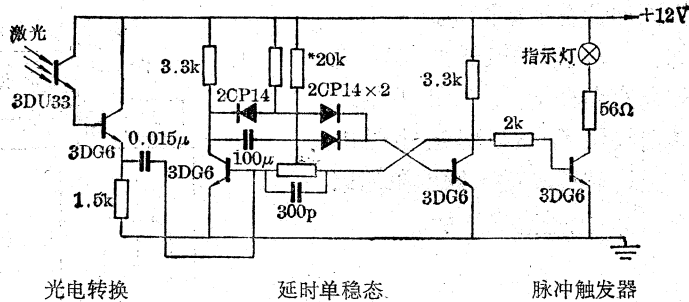


图3 光电接受尺电原理图

触发延时单稳态电路控制脉冲触发器,驱动指示灯,使其发出游标对中的光信号。我们根据对中的游标指示的标尺刻度去测定点、线、面的空间位置。

光电接收尺的工作原理参看图3。

三、应用典型例子

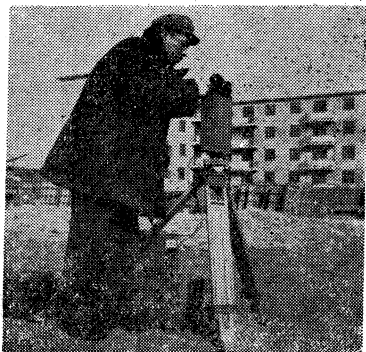
1. 施工场地的土石方平整

利用仪器的水平激光面对土石方的填、挖、平整工作,能进行抄平。水平激光面扫描张角为50度,在扫描区到处都有激光射线,随时随地都可用光电接受尺找到相应的标高,比使用一般水准仪逐点测定标高工作速度快。

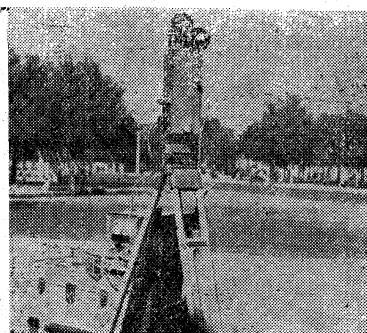
2. 基础的放线、抄平工作

将仪器安置在基础轴线标桩上,利用主垂直激光面进行后视照准后,则前视扫描到基础上的可见光线,即为所要投放的轴线。

利用仪器水平激光面,用眼睛直接在标尺上读取前后视读数即可算出高差值,其抄平点越多,工效越快,操作情况见照片2。



照片2 仪器放线的情况



照片3 仪器在测角时的情况

3. 直角坐标的房屋定位放样

在建筑测量中,采用直角坐标定位放样的方法是方便的。利用仪器二个互相垂直的主垂直激光面与付垂直激光面,可测定直角。由于不需要转动仪器,可以避免观测误差的发生。

仪器置于拐点桩,用主垂直激光面来标定方向,则付垂直激光面发出的光线所指向的方向即是直角方向。方向确定后,其他做法均同经纬仪。照片3是仪器在测角时的情况。

4. 大面积混凝土地面、大型设备基础、吊车梁等面层的精密抹平

由于建筑工艺的要求,很多种混凝土面层要求精度高,对面层不平度的凹凸点应控制在限差以内。用水准仪测定时,是逐点测定,由点成面,在没有测到位置的高度时是难以达到要求的。用本仪器发出的水平激光面为基准面与面层高度比较高差点的密度可任意增加,能迅速地确定待测面层。例如使用本仪器在辽宁省体育馆进行观众台阶大面积抄平工作时,将仪器安置在欲测的高度上进行抄平,不需上下移动标尺,可象放线一样直接投点即可,这样工作速度比水准仪要快3~5倍,且质量较好。

5. 高层建筑

如大面积模板与滑升模板施工的垂直度与水平度的双向控制。

垂直度的控制主要利用仪器主垂直激光面作为竖向基准面,来检测墙体模板与基准面的平行差的变化情况。在操作过程中对仪器安置的位置要求不严格,离建筑物远近皆可。但必须安置在墙轴线的平行线上。

水平度的控制是利用仪器的水平激光面测定钢模板或油压千斤顶的高差变化情况。

6. 各层楼板、过梁门窗的测直、测平、放线等工作方法基本上和经纬仪、水准仪一致,故从略。

7. 倾斜面的检测

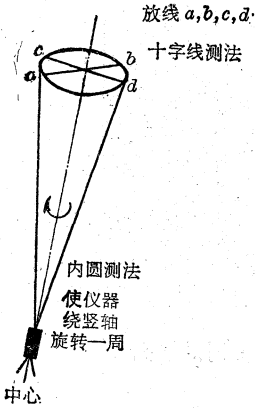
过去我们测定斜桥、斜铁道、倾斜爬轨等倾斜面,都是用水准测量和距离测量来逐点测定的,速度较慢。如将三面仪的平面反射镜按二端点高差仰起所需要的角度,则平面反射镜⑦发出的激光面就是和设计倾斜面平行的倾斜面,以此作为基准面来测定平行差,较老方法要快得多。

8. 电梯井、烟囱的垂直度观测

电梯井垂度与烟囱的垂度测量方法基本相同,现以烟囱的垂度观测方法为例。

(1) 烟囱垂度的窗内内圆测法

将仪器安置在烟囱中心，以手旋转棱镜使光束近似垂直地射向烟囱上方，将仪器绕竖轴水平地旋转 360 度，这时光束在烟囱上方亦旋转 360 度，划出一个小圆，则小圆中心即为烟囱中心（如图 4 所示）。



如系滑模施工，窗内无障碍，则可将小圆的半径加大至烟囱内壁或内模板近处，以此圆作为基准圆来检测烟囱上方内壁或内模板的平行差确定烟囱的垂度。这种检测方法因光束距施工面很近，因而工作起来较为方便。

(2) 烟囱中心窗内十字线测法

置仪器于烟囱中心点，以手旋转转动棱镜向烟囱上方投点 a 、 b ，用白线连 ab 线，再近似地绕竖轴旋转 90° ，向上方投点 cd ，用白线连 cd 两点，则 ab 线与 cb 线的交点即为烟囱中心（如图 4 所示）。

(3) 烟囱中心的窗外十字线测法

如图 4 烟囱中心内内圆、十字线测法示意图。

如烟窗内部有提升井架等障碍或者上部施工仪器不宜安置在烟窗内部时，可采用本测法。象使用经纬仪校正柱垂度一样，将仪器分别置于烟囱的外部十字线轴上形成两个互相垂直的垂直激光面，其交线即为烟囱的中心线（如图 5 所示）。

9. 预制柱、捣制柱、钢柱的垂度校正

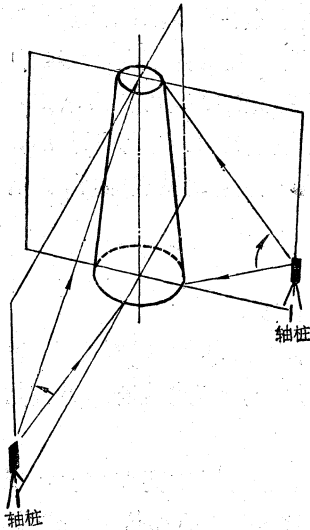


图 5 烟囱中心的窗外十字线测法

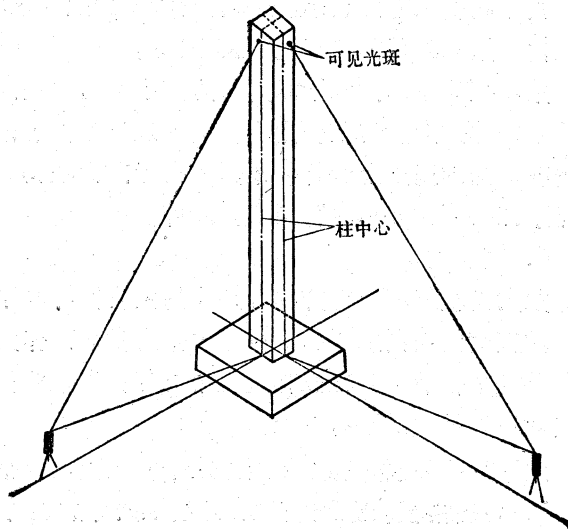


图 6 测定柱垂度的示意图

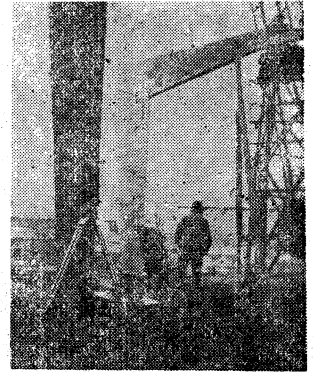
在工业厂房施工中，需要进行大量的预制柱、捣制柱、钢柱垂度的校正工作，由于经纬仪的仰角通常只能仰到 50° 度，所以对高度大的柱子或狭小的场地，往往不能观测，若使用本仪器测定，则不存在上述问题。

仪器安置和校正方法完全和经纬仪一样，选择合适地点，安置仪器以手旋转，转动棱镜，使激光束后视柱下部轴线标定，然后仰角前视柱顶轴线，这时光束直接射到柱顶，参看图 6。人人都可用眼直接看到光斑与柱顶轴线的偏差，根据偏差的情况，来进行校正工作。由于群众都能及时地掌握偏差情况，所以加快了校正工作的速度，特别是利用本仪器对于门式架柱的垂

直面的校正更为理想,见照片4。

10. 大型洞体内部欠挖数据的测定

在大型洞体内部进行建筑工业厂房定位测量之前,首先必须复查大型洞体的挖掘尺寸,特别是侧壁尺寸和垂度,是否符合设计和施工要求,对于高大的洞体下部尺寸容易获得,但对其上部尺寸是否欠挖,则需测定侧壁的垂度,因为洞内漆黑,照明亮度低,用经纬仪来测定,既费工又费时间,并且测得的欠挖数据非常粗糙,如用本仪器可快速而准确地测定,弥补了经纬仪仰角小、暗处工作困难的缺点。其测定方法是置仪器于设计边界线上,如果上方洞体有局部欠挖,则主垂直激光面与欠挖部分相交,如图7所示。



照片4 这是仪器在校正门式架垂直度的情况

11. 双曲线冷却塔模板位置的测定

对于双曲线冷却塔,常用支巨法来确定模板的位置,即模板每升高一层时,需测圆周各点的高程 H 、半径 R 值。这种方法费工费时,逐层积累的误差也大,难以达到精度的要求。如采用本仪器二台,经纬仪二台,进行空间点交会法,则速度快并且质量好,是在现有的物资条件下比较理想的测量方法,其测法如图8所示。

共分二步测定:

第1,先用经纬仪二台进行空间点前方交会,层高每增一层,需交会出一点。

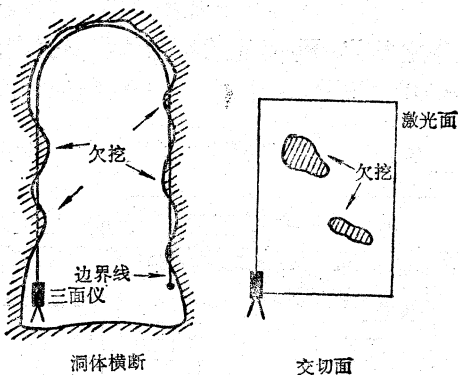


图7 测定洞体欠挖情况示意图

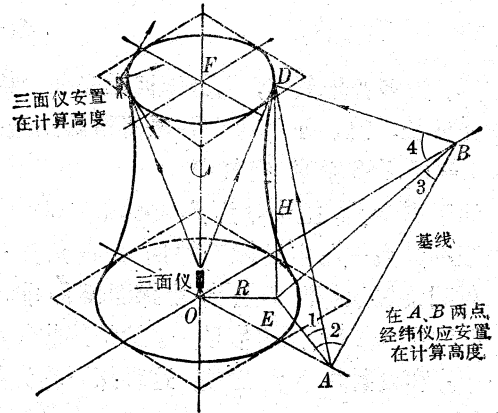


图8 冷却塔模板位置测定示意图

(1) 用经纬仪测出 A 、 B 、 O 基线。

(2) 计算好在 O 、 E 、 F 、 D 竖面上各层高度模板点 D 的水平角与垂直角 $\angle 1$ 、 $\angle 2$ 、 $\angle 3$ 、 $\angle 4$ 。

(3) 用两台经纬仪分别置于 A 、 B 二点,使仪器高度与计算高度相同,分别测出 $\angle 1$ 、 $\angle 2$ 、 $\angle 3$ 、 $\angle 4$,交会出空间点 D 。

第2,用激光三面测量仪二台,将一台置于塔中 O 点,用仪器主镜发出的光束,对准 D 点后,使仪器绕竖轴旋转,这时光束所扫过的是通过 D 点的一倒立圆锥曲面,而另一台仪器置于塔模板架的上方,仪器的高度,与 D 点相同,这时用仪器的激光水平面与第一台仪器扫过的倒立圆锥曲面相交,即一倒圆锥曲面与一平面相交,其交线为一圆曲线,其圆曲线高度为 H ,半径为 R 。

利用该测法,可方便地给出圆模板的位置点,沿此圆曲线进行模板的安装工作。