

用显微镜的一维位移测量 二维坐标的垂线仪

王 立 昇

摘要 简要地阐述了垂线仪的用途，揭示了原来垂线仪存在的问题。从而提出了用显微镜的一维移动完成二维坐标测量的装置。说明了测量原理，并给出了几种可行的光路结构。

一、引 言

检测水电站大坝变形情况，有很多方法，其中精度较高的方法就是在大坝的廊道中设有垂线仪。

原来垂线仪，就是用读数显微镜对准垂线上的标记。当坝体有变形时，则标记产生 x 、 y 、 z 三个方向的位移。用读数显微镜瞄准标记，并摇动手柄，使显微镜沿丝杆移动，读出标记在 x 方向的位移量，再将丝杆转90度，测出 z 方向的位移量。但是 y 方向的位移量只能用显微镜轴向移动（即物距远、近变化，将显微镜调焦到新的物点）。因为显微镜有景深，而降低测量精度，尤其是显微镜物镜的数值孔径比较小时，误差更大。为克服这一缺点，研制了用显微镜的一维移动完成二维坐标测量的装置—新型垂线仪。

二、实现二维测量的原理

如图1所示：当目标在 A_1 处时，用显微镜瞄准 A_1 ，此时读数为 x_1 。将显微镜转 45° 角，如图1虚线部分，沿 x 方向移动显微镜，经过调焦后，看清 A_1 ，并瞄准之，记下该读数值为 Sx_1 ；当 A_1 运动到 A_2 时，将显微镜筒转回来（即镜筒和 x 向垂直），再移动显微镜，瞄准 A_2 ，记下读数值为 x_2 。将镜筒再转成 45° ，沿 x 方向移动后瞄准 A_2 ，该读数为 Sx_2 ，则有

$$x = x_2 - x_1$$

$$y = Sx_2 - Sx_1 - x$$

x 为 A_1 运动到 A_2 时在 x 方向的位移量， y 为 y 方向的位移量（显微镜向右移动为正）。

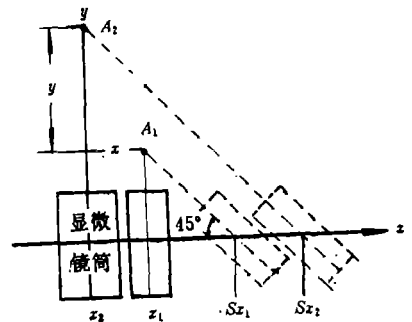


图 1

三、实现测量的光路方案

1. 用一个显微镜筒。当镜筒与 x 方向垂直时，测 x 方向位移量，镜筒转成与 x 成 45° 角

时，测 y 方向位移量。此种方法因为镜筒转过来再转过去，存在复位精度问题。不可取。

2. 用二个显微镜筒（即双光路方法）。

(1) 用垂直镜筒测 x 方向坐标。倾斜 45° 放置的镜筒测 y 方向坐标。

(2) 用二个平行的显微镜筒（镜筒都和 x 垂直）。在一个镜筒前加一反射镜，使反射镜与镜筒光轴成 22.5° 角，显微镜光轴经过反射镜后与 x 成 45° 角，用这个带反射镜的镜筒测 x 值，另一镜筒测 y 值。

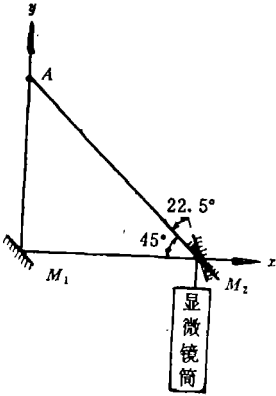


图 2

3. 用一个始终和 x 垂直的显微镜筒，用反射镜构成双光路。

(1) 如图 (2)。A 为被测目标，反射镜 M_1 、 M_2 和 A 构成等腰直角三角形，将显微镜放在三角形一直角边一端，使镜筒光轴垂直这个直角边。其中反射镜 M_1 是固定的，并与直角边成 45° 角。反射镜 M_2 是可动的。当反射镜 M_2 与显微镜光轴成 45° 角时，显微镜光轴通过 M_2 折转 90° ，再经过 M_1 又折转 90° ，瞄准 A 点，可测出 x 方向坐标。转动反射镜 M_2 ，使它和显微镜筒光轴成 22.5° 夹角时，此时光路不经过 M_1 ，显微镜可瞄准 A 点，可测出 A 的 y 方向坐标。

(2) 上面方法虽然是一个镜筒，但是由于反射镜

M_2 转换位置，必然有复位精度问题，为此将光路改成如图 (3) 的形式。

将显微镜、五棱镜和反射镜 M_1 、 M_2 都装在同一块板上，使这块板沿导轨移动（导轨和镜筒光轴垂直）。测量时将显微镜光轴、五棱镜、反射镜 M_1 、 M_2 和被测点 A，调整在同一个主截面内，并使这个主截面和放有测量标记 A 的铅垂线垂直。显微镜通过五棱镜和反射镜 M_1 可测量 A 点的 x 方向坐标；将五棱镜旋转 180° ，显微镜通过五棱镜和反射镜 M_2 可测 A 点的 y 方向坐标。

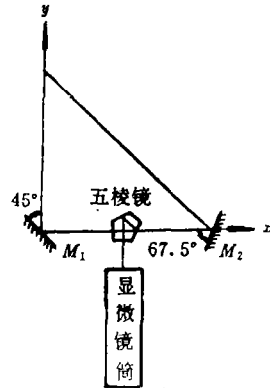


图 3

四、结 束 语

此方法只用显微镜去瞄准，并不要求显微镜有高的分辨率，所以只用一般低倍显微镜就够了，而低倍显微镜还可以有较长的工作距离，供调焦用。因为是对目标瞄准，因此目标越小，瞄准精度越高。当目标大时，就必须瞄准目标上某一特征点或线。这样，瞄准精度是足够高的了。

仪器的测量精度主要取决于导轨上的测量尺或丝杆的精度，当丝杆精度为 0.02mm 时，显微物镜取 4 倍的话，则对 A 点的测量精度为 $5\mu\text{m}$ 。

现在应用此方法已做成目视监测仪器，用于电站坝体变形测量，效果很好。

如果将目视瞄准换成光电接收器件，将目视读数换成光栅尺等光电装置，则可实时输出数据，为一台遥感监测设备。

The Vertical Meter Measuring Two-Dimensional Coordinates by Linear Movement of a Microscope

Wang Lisheng

Abstract

This paper presents the uses of the vertical meter and reveals the problems of the primary one, put forward a new idea by which two-dimensional measurement can be completed by the linear movement of a microscope, including the principle of the measurement and several feasible optical structures.