

一、TSV 系列电位器式位移计

1.1 仪器功能及用途

TSV 系列电位器式位移计一种利用电位器作为转换元件，将位移量转换为与其成相应关系的电信号输出的传感器。

按其传感器运动方式可分为直滑式和旋转式。其中，旋转式多用于建筑物表面相对位移监测，而直滑式可用于建筑物表面、也可用于建筑物的内部变形监测。两者各自有多种组合，用于对建筑物表面裂缝、接缝和面板堆石坝面板周边缝和纵缝的变形监测。

TSV 系列电位器式位移计按其埋设的方法及使用的功能不同可大致分为：1、TSVD 多点位移计；2、TSVB 测缝计；3、TSVG 杆式位移计；4、TSVT 土体位移计；5、TSVY 基岩变位计；6、TSVK 脱空计；

1.2 仪器电路原理

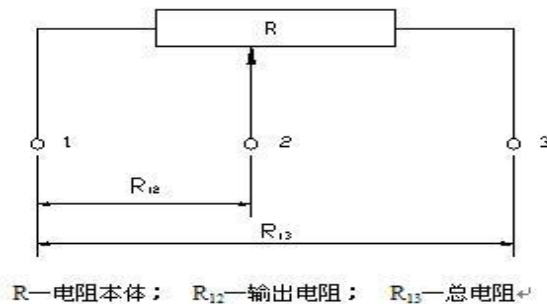


图 1-1 TSV 系列电位器式位移计电路原理图

1.3 仪器工作原理及位移计算

仪器的工作原理是将在电位器内可自由伸缩的钢瓦合金钢杆的一端固定在位移计的一个端点上，电位器固定在位移计的另一个端点上，两端产生相对位移时，伸缩杆在电位器内滑动，不同的位移量产生不同电位器移动臂的分压，用 NRS-108 型智能便携检测仪测其位移变化。

$$d_i = \frac{C}{V_0} (V_i - C' V_0)$$

$$d_t = d_i - d_0$$

式中 C 、 C' — 均为位移计常数，由制造厂家提供；

V_0 — 工作电压，V；

V_i — 实测的电压，V；

d_0 — t_0 时位移计的初读数，mm；

d_i — t_i 时位移计的位移，mm；

d_t — 土体的实际位移，mm；

1.4 主要技术参数

序号	测量范围 mm	分辨力 mm	耐压密封性 MPa	绝缘性能 MΩ	温度范围 °C
1	0~25	≤0.1%FS	2	≥50	-20°C~+40°C
2	0~50	≤0.1%FS	2	≥50	-20°C~+40°C
3	0~100	≤0.1%FS	3	≥50	-20°C~+40°C
4	0~200	≤0.1%FS	3	≥50	-20°C~+40°C
5	0~300	≤0.1%FS	3	≥50	-20°C~+40°C
6	0~400	≤0.1%FS	3	≥50	-20°C~+40°C
7	0~500	≤0.1%FS	3	≥50	-20°C~+40°C
8	0~600	≤0.1%FS	3	≥50	-20°C~+40°C
9	0~700	≤0.1%FS	3	≥50	-20°C~+40°C
10	0~800	≤0.1%FS	3	≥50	-20°C~+40°C
11	0~900	≤0.1%FS	3	≥50	-20°C~+40°C
备注	可根据用户要求制作不同量程和耐压等级的位移计				

表 1-1

1.5 位移计主要技术参数计算方法

1.5.1 电位器式位移计位移值的计算

$$S_i = k(N_i - N_0) \quad \text{----- (A.1)}$$

式中：

S_i —— i 时刻的位移值，mm；

k —— 电位器式位移计灵敏度系数，mm/ 单位输出；

N_i —— i 时刻的输出读数。

N_0 —— 零位移输出读数；

校准曲线按 (A.1) 式处理，其工作直线可采用最小二乘法。即

$$N = a + bS_i \quad \text{----- (A.2)}$$

式中：

N —— 输出读数；

a —— 最小二乘线的截距；

b —— 最小二乘线的斜率。

根据试验步骤和数据，按下列公式计算相应的计算指标，见图 2。

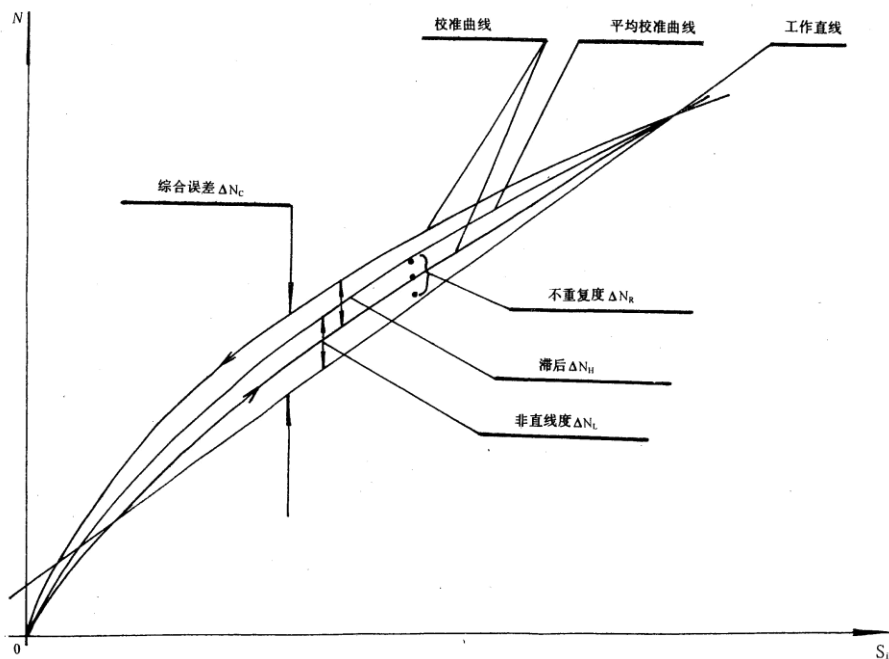


图 1-2 校准曲线示意图

1.5.2 电位器式位移计灵敏度系数 k 的计算

电位器式位移计灵敏度系数，实用上可取 (A.2) 式最小二乘线斜率的倒数，即

$$k = \frac{1}{b} \text{----- (A.3)}$$

1.5.3 零位移输出 N_0 的计算

$$N_0 = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m N_{0j} \text{----- (A.2)}$$

式中：

m —— 试验循环的次数 ($m=1, 2, \dots, m$)；

N_{0j} —— 第 j 次拉伸和缩进时，零位移的输出读数。

1.5.4 满量程输出 N_{nr} 的计算

$$N_{nr} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m N_{nrj} \text{----- (A.3)}$$

式中：

N_{nrj} —— 第 j 次拉伸至满量程位移时的输出读数。

1.5.5 额定输出 N_{fu} 的计算

$$N_{fu} = N_{nr} - N_0 \text{----- (A.4)}$$

1.5.6 分辨力 r 的计算

$$r = \frac{e}{N_{fu}} \times 100\% \text{ FS} \text{----- (A.5)}$$

式中：

e —— 分辨力试验中位移输出阶跃最大值。

$$e = |N_2 - N_1|_{\max} \text{----- (A.6)}$$

1.5.7 滞后 H 的计算

$$H = \frac{\Delta N_H}{N_{fu}} \times 100\% \text{ FS} \text{ ----- (A. 7)}$$

式中：

ΔN_H —— 回程平均校准曲线与进程平均校准曲线的相同位移测试点输出读数偏差最大值；

N_{fu} —— 额定输出

1.5.8 不重复性 R 的计算

$$R = \frac{\Delta N_R}{N_{fu}} \times 100\% \text{ FS} \text{ ----- (A. 8)}$$

式中：

ΔN_R —— 进程和回程重复校准时，各测试点输出频率偏差最大值。

1.5.9 非直性度 L 的计算

$$L = \frac{\Delta N_L}{N_{fu}} \times 100\% \text{ FS} \text{ ----- (A. 9)}$$

式中：

ΔN_L —— 平均校准曲线与工作直线偏差最大值；

1.5.10 综合误差 E_C 的计算

$$E_C = \frac{\Delta N_C}{N_{fu}} \times 100\% \text{ FS} \text{ ----- (A. 10)}$$

式中：

Δf_C —— 进程平均校准曲线和回程平均校准曲线二者与工作曲线偏差最大值。

1.5.11 温度修正系数 K_t 的计算

根据 6.3 温度影响试验的数据，采用最小二乘法：

$$N_t = a_t + b_t T_i \text{ ----- (A. 11)}$$

式中： N_t —— 温度校准输出读数；

T_i —— 温度校准试验点的温度值, °C;

a_t —— 温度校准最小二乘线的截距;

b_t —— 温度校准最小二乘线的斜率;

N_{ti} —— 温度校准试验点的输出读数;

N_{t0} —— 温度校准初始试验点的输出读数。

温度修正系数可采用最小二乘线斜率的倒数, 即:

$$k_t = \frac{1}{b_t} \text{----- (A. 12)}$$

式中:

K_t ——温度修正系数, 输出读数/°C。

1. 5. 12 温度修正时电位器式位移计位移值计算方法

1. 5. 12. 1 需要温度修正时电位器式位移计位移值由下式计算:

$$S_i = \kappa(N_i - N_0) - \kappa \times \kappa_t(T_i - T_0) \text{----- (B. 1)}$$

式中:

S_i —— i 时刻的位移值, mm;

κ —— 电位器式位移计灵敏度系数, mm/ 单位输出;

N_i —— i 时刻的输出读数。

N_0 —— 零位移输出读数;

K_t ——温度修正系数, 输出读数/°C。

T_i —— i 时刻介质的温度, °C;

T_0 —— 零位移输出时介质的温度, °C。

1.6 仪器结构与组成

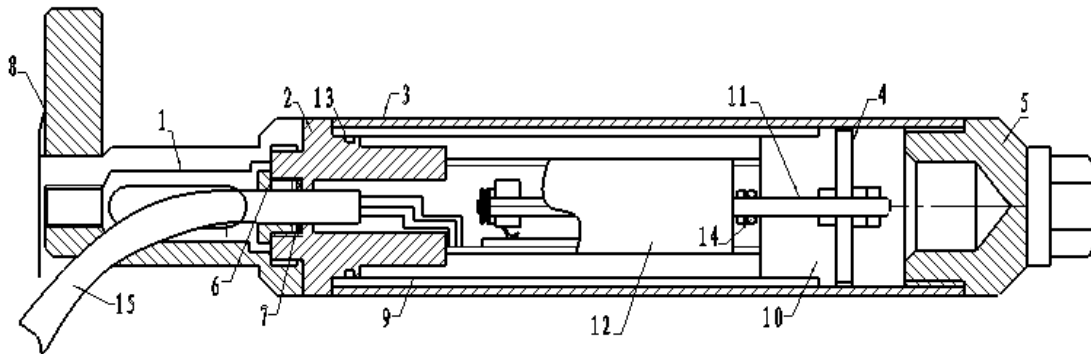


图 1-3 TSV 系列电位器式位移计结构示意图

1-长连接套 2-左封套 3-外封套 4-旋盖 5-短连接套 6-压帽 7-垫片

8-安装法郎 9-套管 10-右封套 11-调整套 12-电位器式传感器 13-○型密封圈

14-○型密封圈 15-土工测试电缆

1.7 验收保管

1.7.1 用户开箱验收仪器，检查仪器数量与装箱清单是否相符，如有不符请与本公司联系。

1.7.2 用 100V 兆欧表分别检查 TSV 系列电位器式位移计常温下绝缘电阻是否达到 50MΩ。

1.7.3 用 NRS-108 型智能便携检测仪连接好位移计检查位移计最大量程是否与说明书一

致，当 TSV 系列电位器式位移计未拉开时测试仪器的读数为 0，当 TSV 系列电位器式位移计

最大极限展开时为仪器的规定最大量程（例如：100mm）。（注：NRS-108 型智能便携检测仪

的满度要与位移计的测量范围一致）

1.7.4 对仪器全面检查的方法和标准可参照行标《SL 361-2006 大坝观测仪器 位移计》

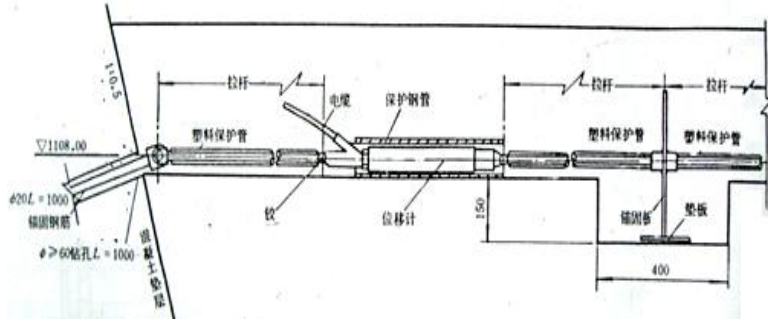
或者企标《Q/3201 NJRS 01-2007 TSV 系列电位器式位移计》执行。

1.7.5 仪器应存放在干燥通风的房间内，保护好测试电缆，在搬运过程中要避免剧烈振动。

1.8 埋设与安装

1.8.1 坑式埋设方法

观测坝体中的位移，通常采用坑式埋设方法。它可当支埋设，亦可串联埋设，也可任何方向埋设。埋设过程中应特别注意固定端点的锚固不能有位移，坝体中



埋设的锚固板应与所测土体同步位移，埋入的位移计应是工作正常，无故障，无异常。

1.8.1.1 坝体填筑面超过埋设点高程约 1.2m 时，测量定出测点在坝面的平面位置。

1.8.1.2 按测量定位线开挖坑槽至测点的埋设高程。在岸坡用风钻打一深 1.0m、孔径 $\geq 60\text{mm}$ 的孔，孔内碎石渣用风钻吹净，然后孔内放直径 $\phi 20\text{mm}$ 、长 1000mm 的钢筋，并用 200# 水泥砂浆充填。整平埋设基床，其平整度不大于 $\pm 2\text{mm}$ ，可用水平尺和水准仪测量其平整度。

1.8.1.3 位移计的安装

1.8.1.3.1 首先给每个拉杆上套以适配直径和长度的软塑料管，套管时拉杆上涂一层黄油，以减小摩擦和防锈，套好后两端用黄油封口。

1.8.1.3.2 位移计外套以适配长度和直径的高强度硬 PVC 塑料管和钢管，两端用涂黄油的棉纱和麻丝封口，防泥砂进入。

1.8.1.3.3 按位移计埋设施工图纸步骤进行安装，注意为保证万向节灵活转动，铰链处涂黄油，并用涂黄油棉纱包裹。

1.8.1.3.4 在位移计的拉杆下边进行填土，并压实、调平。

1.8.1.3.5 调整位移计到所需的拉压量程。（预设位移计的初始量程）

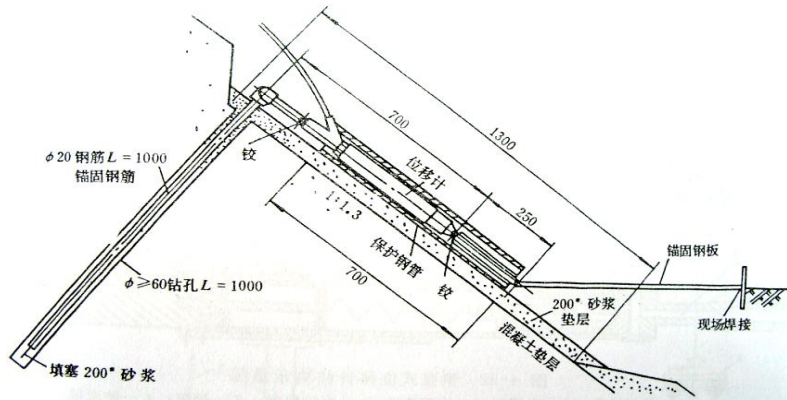
1.8.1.4 回填：进行试测检查位移计的工作性能，确认正常，即可开始回填。回填压实工程中勿冲击位移计，可薄层轻击达到设计密实度，在回填工程中，应经常检查位移计的工作性能，直至达其顶面以上 1.5m，方可进行正常的填筑施工。

1.8.1.5 埋设工作完成后即进行初始值的观测，并记录埋设工作的全过程，作为该位移计的考证记录。

1.8.2 表面埋设方法

1.8.2.1 坝体填筑面达到设锚固板高程时，在岸坡和坝填筑面测量定位。

1.8.2.2 按定位线在岸坡的基岩面，或混凝土垫层



面开挖沟槽，深 20cm、宽

25cm、长 130cm，上端打深 100cm、孔径大于 60mm 的锚杆孔。将直径 20mm、长 1000mm 带铰链头的钢筋插入孔内，周围回填 200# 砂浆，沟槽内回填 200# 砂浆，抹平的砂浆量勿使位移计高出岸坡面，应低于约 10cm，以免机械损坏。并试装位移计，调整转动的铰中心与位移计中心线使其在一个平面上，该平面应与岸坡面平行。养护并待水泥砂浆凝固。砂浆切勿填入或进入位移计各部件的活动部位。

1.8.2.3 位移计的安装：位移计上套以保护钢管，端头用涂黄油的棉纱塞满，防止泥砂进入。将位移计压缩至满量程（即压位移为零），引出电缆的出口管应平行岸坡，电缆在交接面以 U 字形放松，以适应坝体的变形。放在坝体内的锚固钢板（长 100cm，宽 35cm），尾部可抬高。各个铰链（万向节）处涂黄油，并用涂油棉纱包裹。

1.8.2.4 回填和试测：首先试测量，检查位移计是否正常工作，然后用原坝料中细料人工回填沟槽。锚固板和位移计 1.5m 的范围内采用人工回填压实，仪器上勿重锤夯击，并经常检查工作性能，直达位移计顶面以上 1.0m，才可以允许正常坝体的施工填筑。

1.8.2.5 埋设工作完成后，即作初始值的观测，记录埋设全过程。

二、TSVB 测缝计

2.1 仪器功能与用途

TSVB 型测缝计采用电位器式传感器，是一种坚固、测量精度很高、埋设方便的仪器。可观测坝体某部位任何一个方向的位移。近年来广泛应用于混凝土面板堆石坝的周边缝、板间缝的观测。根据不同用途，可组装成三向测缝计、二向测缝计、单向测缝计，以观测混凝土面板堆石坝周边缝、板间缝的变形。

2.2 主要技术参数

仪器型号	TSVB-1	TSVB-2	TSVB-3
测量范围 mm	0~50	0~100	0~200
分辨率	0.1%F.S		
非线性	≤1%F.S		
耐水压力 MPa	2		3
温度范围℃	-20~+40		
绝缘电阻 MΩ	≥50		
备注	可按用户需求制造不同规格的 TSVB 测缝计		

表 2-1

2.3 仪器结构与测量原理（仅介绍三向测缝计）

TSVB-3 三向测缝计的工作原理是通过测量标点 C，相对于 A 和 B 点的位移，计算出周边缝的开合度，其构造见图 3。它由三支 TSV 系列电位器式位移计组成（单向、双向测缝计分别由 1 和 2 支 TSV 系列电位器式位移计组成），其中一支位移计 3 观测面板相对于周边趾板的升降，另两支位移计 2 观测面板趋向河谷的位移。钢板 AB 是固定在趾板上，钢板 C 是固定在面板上。当产生垂直面板的升降时，位移计 2、3 均产生拉伸，位于下边的位移计 2 压缩或者拉伸（在趋向河谷产生较大位移情况下发生）。为了能使测缝计灵活自由的动作，在每一个位移计一端装配一个万向轴节，和量程调节杆 10，固定 C 与 AB 的距离，以及支承架的高度均由周边缝结构性质决定。

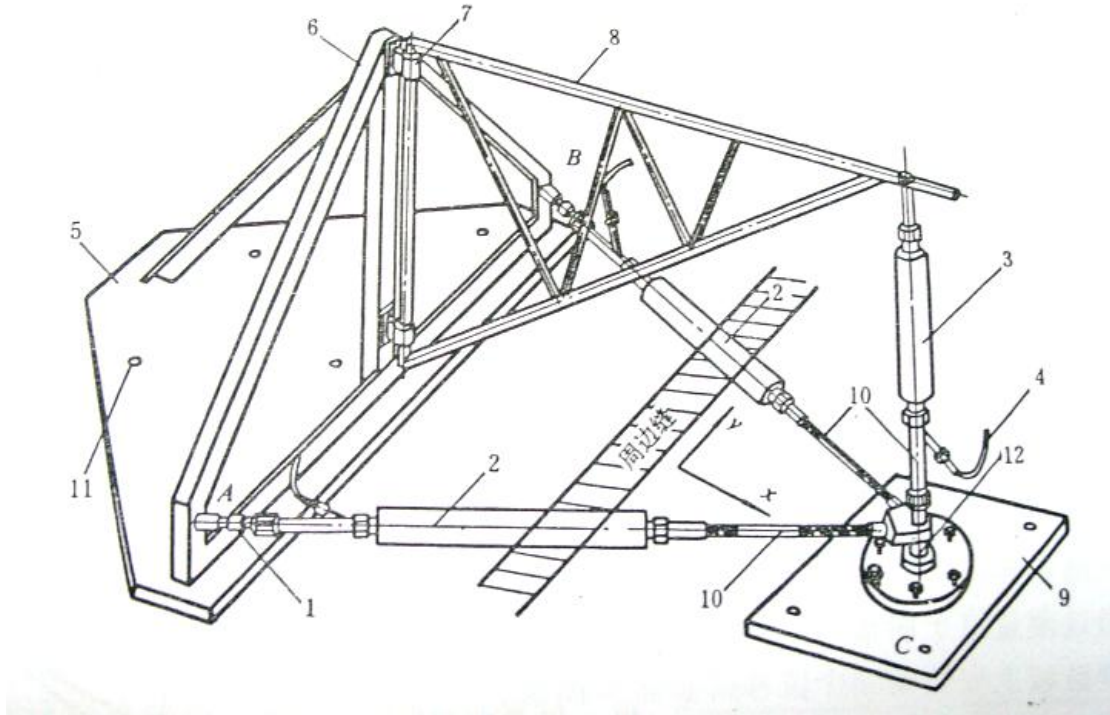


图 2-1 TSVB 三向测缝计结构示意图

- 1- 万向轴节； 2-观测趋向河谷位移的电位器式位移计； 3-观测沉降的电位器式位移计；
4-输出电缆； 5-趾板上的固定支座； 6-支架； 7-不锈钢活动铰链； 8-三角支架；
9-面板上的固定支座； 10-调整螺杆； 11-固定螺孔； 12-位移计支座；

2.4 测缝计的位移变化计算

2.4.1 从日常的观测记录中计算出 TSVB 型测缝计各个位移计不同时间的位移大小(各位移计的位移量计算方法见 1.3 条)，按如下的方法算出周边缝的开合度 (ΔX)，和平行周边缝的剪切位移 (ΔY)，面板的升降由位移计 3 的读数直接算出，设其值为 S_t 。

2.4.1.1 有沉降情况：

A 与 B 点之间的距离 (C) 为已知值。测得某时趾板与面板的沉降值 S_t ，以及相应位移计 2 的 A 与 C、C 与 B 位移后的距离分别为 a_t 和 b_t 。因面板产生沉降，固定钢板 AB 和面板上的固定钢板 C 已不在初始的一个平面上，必须将其换算成初始平面上的距离，计算公式如下：

$$e=AC=\sqrt{a_t^2 - s_t^2}$$

$$d=BC=\sqrt{b_t^2 - s_t^2}$$

由此，按如下公式算出 C 点的坐标，并与初始坐标相减得垂直周边缝 (Δx) 和平行周边缝 (Δy) 的位移：

$$y_t = \frac{c + e - a}{2c}$$

$$x_t = \sqrt{e^2 - y_t^2}$$

$$(\Delta y) = y_t - y_0$$

$$(\Delta x) = x_t - x_0$$

x_0 、 y_0 均为初始值（下同）。

2.4.1.2 无沉降情况

此种情况 $S_t=0$ ，则上述式中 $e=a_t$ 、 $d=b_t$ ，由此得出计算垂直周边缝和平行周边缝的位移 (Δx)、(Δy) 分别为：

$$y_t = \frac{c + a_t - u_t}{2c}$$

$$x_t = \sqrt{a_t^2 - y_t^2}$$

$$(\Delta y) = y_t - y_0$$

$$(\Delta x) = x_t - x_0$$

2.4.1.3 仅有沉降和垂直周边缝位移情况

这主要发生在对称河谷，面板最下部趾板与面板连接的周边缝处。

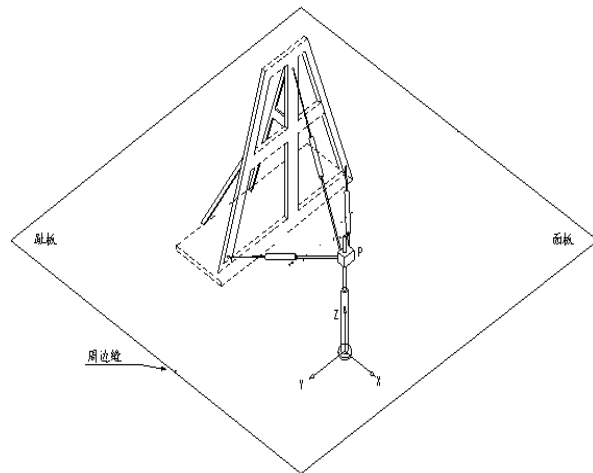
实测得趾板与面板的沉降为 S_t ，垂直周边缝的位移计 2 位移后为 X_{dt} ，则由下式求出面板的开合度为：

$$x_t = \sqrt{X_{dt}^2 - S_t^2}$$

$$(\Delta x) = x_t - x_0$$

2.5 埋设安装

2.5.1 趾板与面板的连接通常有两种，一种是趾板与面板平面连接，即无台阶，另一种是趾板与面板非平面连接，有一台阶，周围趾板均高出面板。假若是前一种连接方法，在面板上不需要做安装墩，仅只在安装埋设位置的趾板和面板上预留固定螺孔。



假若是后一种连接方法，必须在面板上作一安装墩，其顶部应与趾板面在一个平面上，同样根据测缝计固定的需要预留好固定螺孔。同时，不论那种趾板与面板连接方式，测缝计传输电缆埋设的沟槽均应预设于周围的趾板上，直至观测房，这样可免去电缆受面板移动产生的拉伸，以及通过面板纵横缝处理困难等。

固定在趾板和面板上的测缝计钢板之间的距离是以周边缝的结构形式决定的，因此，设计测缝计组装件的尺寸时应依面板堆石坝周边缝的结构形式确定。

第一步 制备好安装基座和预留好安装螺孔，并整好两个基座面使其在同一个平面上。

第二步 将 TSVB 型测缝计的两个固定板分别置于趾板和面板的确定位置，从固定板螺孔中穿出地脚螺杆至趾板和面板内。

第三步 在整好的有插入螺杆的基床面上，分别置放上相应的测缝计固定钢板，再次调整二者使其置于同一安装平面，拧紧固定螺帽，安装位移计，调整可测的位移计量程，检查其电气和技术性能，均应满足设计要求。

第四步 盖上测缝计的保护罩，将传输电缆蛇形置于电缆沟内，通至观测房，沟槽用 150# 水泥砂浆全封固。

安装完毕后详记下安装的全过程，各个 TSV 系列电位器式位移计的起始读数，以及 AB、BC、CA 的准确位置，供以后计算各个时间周边缝开合度大小用。

三、TSVD 多点位移计

3.1 仪器功能及用途

TSVD 型多点位移计主要由电位器式位移计、传递杆、减摩环、保护管、锚头等组成，是一种坚固耐用、测量准确、性能稳定的岩土工程安全监测仪器。仪器是将 2~6 支电位器式位移计组合在一起，按不同深度梯度埋设，用于测量同一测孔中不同深度裂缝的开合度或岩层的轴向伸缩变形。适用于隧洞、厂房、洞室、边坡、坝基等不同深度的变形观测。

3.2 主要技术参数

仪器型号	TSVD-25	TSVD-50	TSVD-100	TSVD-150
测量范围 mm	0~25	0~50	0~100	0~150
外径尺寸 mm	<100			
分辨率	0.1%F.S			
非线性	≤1%F.S			
绝缘电阻 MΩ	≥50			
耐水压力 MPa	2		3	
温度范围℃	-20~+40			
测量深度 m	60			
备注	可按用户要求制造不同规格的 TSVD 多点位移计			

表 3-1

3.2 仪器结构与组成

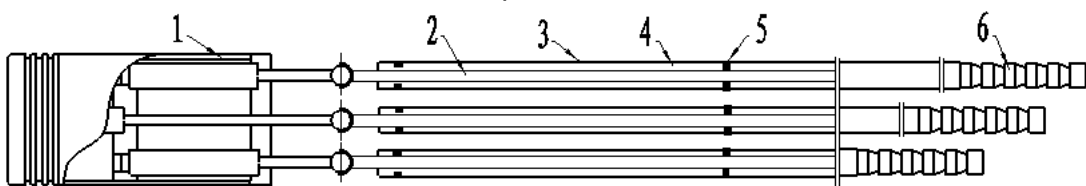


图 3-1 TSVD 多点位移计结构示意图

1-位移计定位护筒 2-不锈钢测杆 3-测杆隔离管 4-管接头 5-减摩环

6-锚固头

3.3 仪器的计算方法

参照第一章岩土工程安全监测仪器—TSV 系列电位器式位移计 1.3 节；

3.4 埋设与仪器安装

3.4.1 按照设计施工要求，准备好所需要的成套仪器和土工测试电缆，将 TSVD 多点位移计的测试电缆接长，长度根据现场实际情况。（注：接电缆长度为埋设仪器的位置到坝体外部观测站之间距离。）

3.4.2 根据设计要求的钻孔深度，准备不同长度的锚杆和测缝计，并填好记录，作为仪器考证用。

3.4.3 用 PE 套好限位杆，使其不被水泥砂浆粘结，能在护管内自由移动。传递杆用螺纹相互连接达到设计要求的长度。

3.4.4 将带有锚头的传递杆、灌浆管、排气管用胶带缠好，推入钻孔。

3.4.5 根据设计要求使用水泥砂浆通过延伸到孔底的灌浆管进行灌浆，由排气孔排气。对于向下和水平的埋设时，孔口有 1m 的排气管即可，对于向上的垂直埋设，排气管需要延伸到孔底。

3.4.6 在水泥砂浆固定后，安装多点位移计，并在另一端对多点位移计进行预拉，使仪器压缩量程满足设计要求。

3.4.7 安装过程中，要经常对仪器的工作性能进行检查。安装完毕后，将仪器的测试电缆固定并引至外部观测站。并记录下安装的全过程，和各支仪器的初始读数，为计算不同深度的岩石开合度用。

四、TSVG 杆式位移计

4.1 仪器功能与用途

TSVG 杆式位移计技术指标优、实用性强、施工方便、应用面广，采用电位器式位移计设计，将减小位移传递杆摩擦阻力的导向轴承安装在系统保护管内，改善了位移传递杆工作状态，从而提高了系统观测精度，另外通过调整导向轴承的间距，可以改变仪器的有效测量范围，同时改变了位移计传感器的安装方法，将传感器安装在坝体外部观测站(房)内，即使传感器损坏，还可以维修和更换。

仪器主要应用于土石坝内部水平向位移量、岩石边坡及隧洞围岩等内部变形观测，不需要专门在坝体建观测房。其中仪器超长位移传递杆及配套设施达到国际水平。

4.2 主要技术参数

仪器型号	TSVG-300	TSVG-600	TSVG-900
仪器量程 mm	0~300	0~600	0~900
分辨率	0.1%F.S		
非线性	0.5%F.S		
重复性	0.5%F.S		
系统精度	±1%F.S		
耐水压力 MPa	3		
温度范围℃	-20~+40		
绝缘性能 MΩ	≥50		
系统测量有效长度 m	400		
信号传输距离 m	1000		
备注	可按照用户需求制造不同规格的 TSVG 杆式位移计。		

表 4-1

4.3 仪器结构及组成

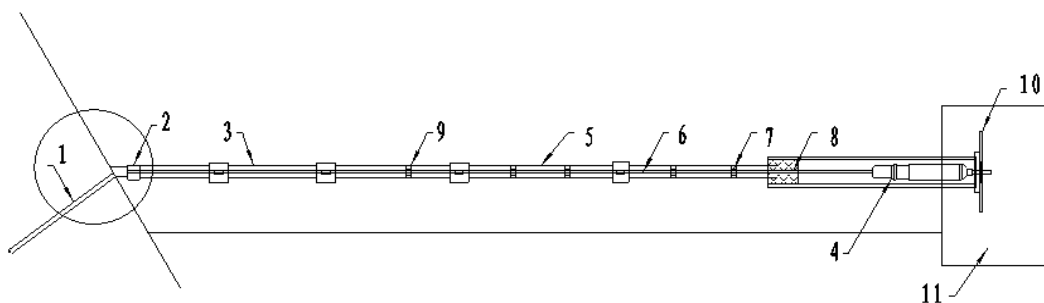


图 4-1 TSVG 杆式位移计结构示意图

1-锚杆 2-万向球头 3-保护管 4-TSVG 杆式位移计 5-位移护管 6-位移测杆
7-钢丝护套 8-钢丝接头 9-护管接头 10-锚固板 11-保护堆

4.4 位移计算方法

参照第一章岩土工程安全监测仪器—TSV 系列电位器式位移计 1.3 节；

4.5 埋设与仪器安装

4.5.1 按照设计施工要求，准备好所需要的成套仪器和土工测试电缆，将 TSVG 杆式位移计的测试电缆接长，并延伸至外部观测站。

4.5.2 填筑体内埋设高程以上约 1m 时，测量定出埋设的管线和测点位置，开挖至埋设高程以下约 30cm。

4.5.3 在岩石基础上钻孔，埋插筋把连接板套在筋，安装连接杆、保护管。

4.5.4 拆下锚杆螺栓，在 TSVG 杆式位移计两端安装万向球头并螺栓固定。

4.5.5 将 TSVG 杆式位移计用钢管连接，按照施工图纸依规定长度连接伸缩固定管、锚固，并调整位移计的工作零点。

4.5.6 整套仪器安装完毕后，用 NRS-108 型智能便携检测仪测试仪器的性能，并记录仪器初始值，同时做好仪器埋设安装全过程。

五、TSVT 土体位移计

5.1 仪器功能与用途

TSVT 土体位移计的传感器为电位器式传感器，适合长期测量水工结构物或其他混凝土结构物的变形，亦可用于测量土坝、边坡等结构物的位移监测。TSVT 土体位移计通常利用将多支位移计进行串联后，用来测量土石坝的分层水平向位移量或垂直向位移量的监测，

5.2 主要技术参数

仪器型号	TSVT-25	TSVT-50	TSVT-100	TSVT-200
仪器量程 mm	0~25	0~50	0~100	0~200
分辨率	0.1%F.S			
系统精度	±0.1%F.S			
非线性	0.5%F.S			
重复性	0.5%F.S			
温度范围℃	-20~+40			
绝缘性能 MΩ	≥50			
耐水压力 MPa	2		3	
备注	可根据用户需求定制不同规格的 TSVT 土体位移计			

表 5-1

5.3 仪器结构与组成

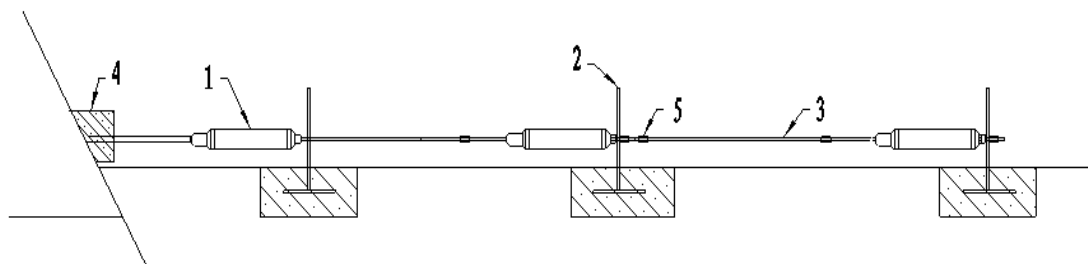


图 5-1 TSVT 土体位移计的结构示意图

1-TSVT 土体位移计 2-土体位移计锚固板 3-土体位移计连接杆 4-基岩锚点 5-连接套

5.4 仪器位移变化计算方法

参照第一章岩土工程安全监测仪器—TSV 系列电位器式位移计 1.3 节；

5.5 埋设与仪器安装

5.5.1 按照设计施工要求,准备好所需要的成套仪器和土工测试电缆,将 TSVT 土体位移计的测试电缆接长,并延伸至外部观测站。

5.5.2 在坝面填筑到埋设高程以上约 1m 时,测量定出埋设的管线和测点位置,开挖至埋设高程以下约 30cm。

5.5.3 放好锚固点,用水泥砂浆浇注,接好传递杆,并用保护套包好传递杆。

5.5.4 根据厂家提供的 TSVT 土体位移计的安装图纸,连接好传递杆、位移计、锚固板,并包好保护套。

5.5.5 仪器安装完成后,回填。首先进行试测检查位移计的工作性能,确认正常,即可开始回填。回填压实工程中勿冲击位移计,可薄层轻击达到设计密实度,在回填工程中,应经常检查位移计的工作性能,直至达其顶面以上 1.5m,方可进行正常的填筑施工。

5.5.6 整套仪器安装完毕后,用 NRS-108 型智能便携检测仪测试仪器的工作性能,并记录仪器初始值,同时做好仪器埋设安装全过程。

六、TSVY 基岩变位计

6.1 仪器功能与用途

TSVY 基岩变位计传感器元件为电位器式位移计，适用于埋设在重力坝坝基、拱坝的拱座、岩体边坡等部位的钻孔中，用于长期测量岩石钻孔的轴向变形。

6.2 主要技术参数

仪器型号	TSVY-25	TSVY-50	TSVY-100
仪器量程 mm	0~25	0~50	0~100
分辨率	0.1%F.S		
非线性	0.5%F.S		
重复性	0.5%F.S		
绝缘性能 M Ω	≥ 50		
耐水压力 MPa	2		3
温度范围 $^{\circ}\text{C}$	-20~+40		
备注	可按用户要求定制不同规格的 TSVY 基岩变位计		

表 6-1

6.3 仪器结构与组成

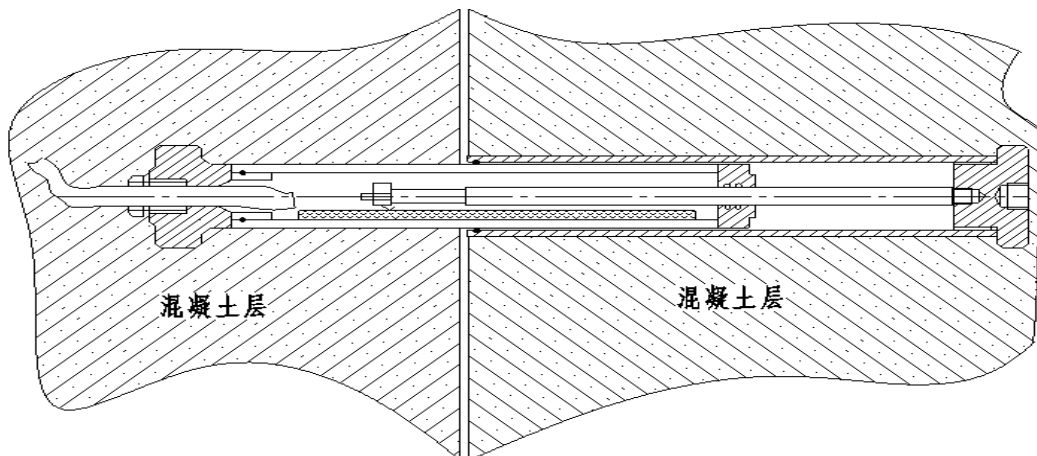


图 6-1 TSVY 基岩变位计的结构示意图

6.4 位移计算方法

参照第一章岩土工程安全监测仪器—TSV 系列电位器式位移计 1.3 节；

6.5 埋设安装

- 6.5.1 安装 TSVY 基岩变位计具体分为两个步骤, 首先将锚头、锚杆放入钻孔中预定的位置, 浇注灌浆, 接着安装测缝计。
- 6.5.2 按照设计施工要求, 首先用五芯土工测试电缆接长测缝计电缆, 并延伸至坝体外部观测站内。
- 6.5.3 按照钻孔资料要求, 进行钻孔检查, 并风钻清理孔壁。
- 6.5.4 将锚头和传递杆连接好, 传递杆要用土工布缠绕, 与灌浆管一起放入钻孔中, 是传递杆位于钻孔中心, 以便与测缝计连接。
- 6.5.5 用水泥砂浆浇筑, 灌浆量控制在能将锚头埋入 30cm, 并能和基岩孔壁牢固结合。
- 6.5.6 待灌浆结束后, 拆除灌浆管。待水泥砂浆凝固后, 用黄沙护孔。
- 6.5.7 测缝计安装: 测缝计下端经接头和传递杆用螺纹连接, 然后将护管套包好测缝计, 安装完毕后, 调整测缝计工作零点。
- 6.5.8 整套仪器安装完毕后, 将测缝计连同基座一起用混凝土覆盖。记录下仪器的初始读数 and 安装埋设全过程。

七、TSVK 脱空计

7.1 仪器功能与用途

TSVK 脱空计性能优，埋设方便、温定可靠，传感器为电位器式传感器，仪器主要应用于混凝土面板堆石坝面板与堆石层之间的开合度（变形）监测。

7.2 主要技术参数

仪器型号	TSVK		
仪器量程 mm	0~100	0~200	0~300
分辨率	0.1%F.S		
非线性	0.5%F.S		
重复性	0.5%F.S		
绝缘性能 MΩ	≥50		
耐水压力 MPa	3		
温度范围℃	-20~+40		
备注	可按用户要求定制不同规格的 TSVK 脱空计		

表 7-1

7.3 仪器结构与组成

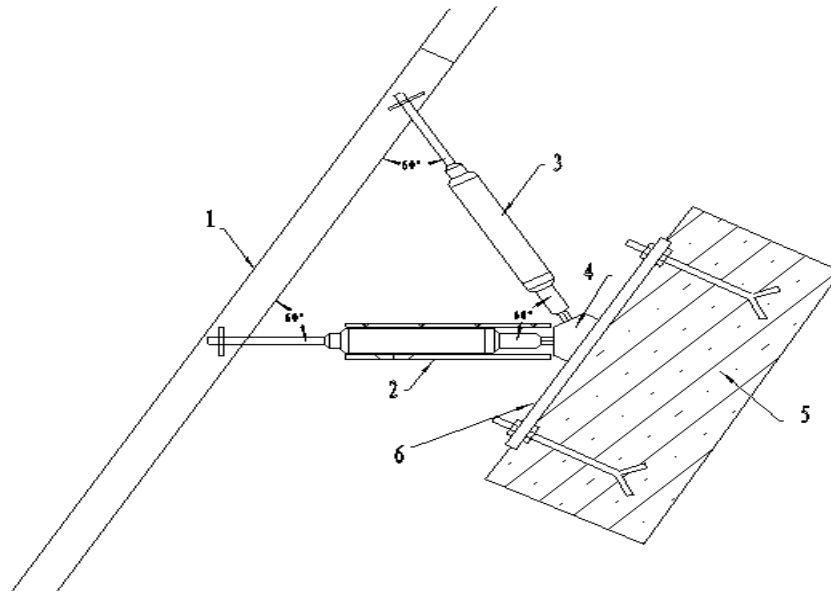


图 7-1 TSVK 脱空计结构示意图

1-堆石坝面板 2-软保护套 3-TSVK 脱空计 4-角度块 5-混凝土层 6-安装底版

TSVK 脱空计由 2 支电位器式位移计、1 块安装地板、2 个万向球头、2 根连接杆、4 根底角螺栓和相关的保护套及标准件组成。

7.4 埋设安装

7.4.1 在做好的反滤料上挖一个 $60 \times 60\text{cm}$ 的坑，将脱空计底版用混凝土浇注，浇注前用胶带将螺杆包好。

7.4.2 安装传感器，传感器要用波纹管套上，以防砂浆进入，传感器另一端与面板钢筋相连，调试仪器、回填反滤料，人工回填密实。

7.4.3 将传输电缆沿面板钢筋上引，通至观测房，沟槽用 150[#]水泥砂浆全封固。

7.4.4 安装完毕后详记下安装的全过程，各个电位器式位移计的起始读数。