



---

# BSIL-J2MT 双、三向测缝计 安装使用手册

(REV D)

北京 SOIL 仪器有限公司

---

地 址：	北京市丰台区丰台科技园航丰路 9 号 302 室	电 话：	010-63780922
邮 编：	100071	传 真：	010-63780622
网 址：	<a href="http://www.bsil.com.cn">www.bsil.com.cn</a>	电子邮箱：	<a href="mailto:info@bsil.com.cn">info@bsil.com.cn</a>

---

## 目 录

1. 概述 .....	1
1.1 工作原理 .....	1
1.2 系统的构成 .....	1
1.2.1 配套传感器 .....	2
1.2.2 安装场地的要求 .....	2
2. 基座的安装 .....	2
3. BSIL-J2MT 型测缝计的安装（参见图 3、图 4） .....	3
4. BSIL-J2MT 平面结构型测缝计的安装 .....	6
5. 电缆的牵引 .....	6
6. 回填与保护 .....	6
6.1 传感器保护 .....	7
6.2 整体保护 .....	7
7. 数据处理 .....	7
7.1 传感器即弦长的计算 .....	7
7.2 BSIL-J2MT 型三向位移计算 .....	8
7.3 BSIL-J2MT 型双向位移计算 .....	10
7.4 BSIL-J2MT 平面型测缝计计算 .....	11

## 1. 概述

BSIL-J2MT 系列双、三向测缝计用于砼面板堆石坝周边缝的开合度、错动及相对沉降的监测，也可用于基岩软弱夹层两侧岩体的错动监测或其它类似结构的三向位移监测。同时还有专门用于狭小空间的 BSIL-J2MT 平面形双、三向测缝计，适用于廊道、隧洞等狭窄空间的安装。

### 1.1 工作原理

如图 1 所示，S1~S3 是 3 支位移传感器，A、B、C、D 分别为传感器的固定端，其中顶点 D 点位于缝另一侧平面上，即 3 支传感器固定后组成一个四面体（三棱锥）。△ABC 垂直于趾板（及面板）所在的平面，通过计算 D 点相对于△ABC 所在平面的空间坐标及变化，即可获取周边缝两侧结构坐标（伸缩、错动、相对沉降）的变化。

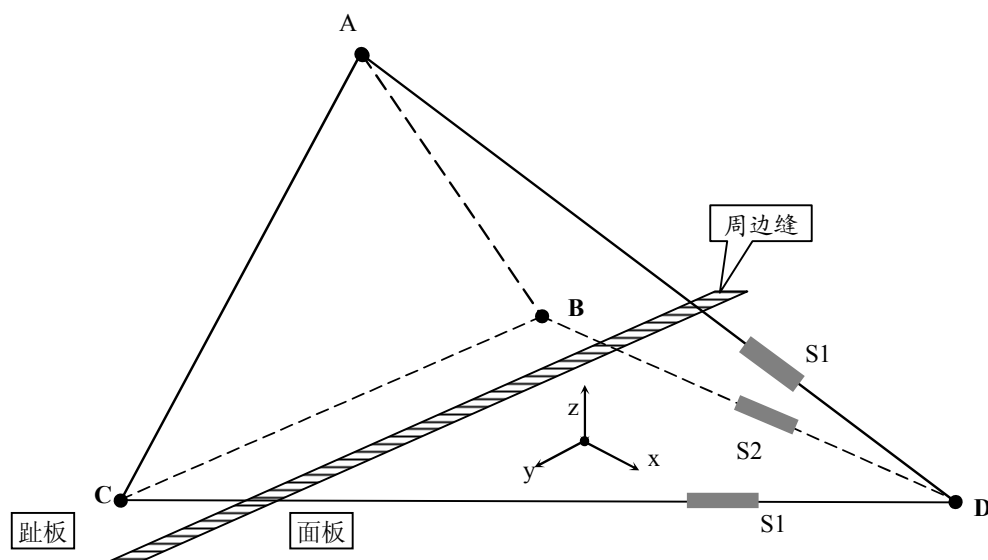


图 1 双、三向测缝计测量原理图

### 1.2 系统的构成

BSIL-J2MT 测缝计由三个基本部件组成：

1) 坐标支架（主支架）组件；2) 固定支座；3) 振弦式位移传感器组件。

BSIL-J2MT 型测缝计支架为多用途支架，允许有多种安装方式，采用不同的安装方式可以分别测量三向位移（图 1 中的 x、y、z）、平面双向位移（图 1 中的 x、y 方向）及垂直（双向位移图 1 中的 x、z 方向）。

### 1.2.1 配套传感器

配套传感器的型号为 BSIL-J2 型位移传感器，测量范围：25、50、100mm 及其它量程可选。

### 1.2.2 安装场地的要求

仪器安装处的场地表面应平整，周边缝两侧的面积均应不低于  $1.2\text{m} \times 1.2\text{m}$  平面（见图 1）。如不平整，应进行清理或用 M20 砂浆找平作为基座面，两侧的基座面应在同一平面上，不平整度  $\leq 2\text{mm}$ 。

## 2. 基座的安装

- 1、 首先应在基座就位前将主支架、底座框架 A 与斜撑进行组装，要求主支架与底座框架垂直，并将连接主支架与底座框架的螺栓拧紧。
- 2、 在平整好的安装平面上找出安装的控制桩号，并作一标记，在标记处作出一条垂直于周边缝或其它施工缝、裂缝的垂线，见图 2，此线即是基座安装的中心轴线。
- 3、 将底座 A 与支座 B 按图中的尺寸位置置于面板上（注意底座 A 与主支架应事先用螺栓连接为一体，因主支架上亦设有固定孔）。调整好各自的位置，依次从固定支座上的固定孔标注出基座面的钻孔位置。
- 4、 移去固定支座后用冲击钻头钻孔，孔深依膨胀螺栓而定，但不应少于 75mm，底座上的膨胀螺栓固定孔直径为 12mm。膨胀螺栓宜采用不锈钢材质以防腐。
- 5、 清理钻孔后再次把两个支座移回原位对准，将孔中灌注 1: 0.5 水泥浆并插入膨胀螺栓（也可使用其他化学锚栓固定），用拉紧的细线调整两个支座的位置，使支座 A 与 B 保持在同一平面上，若不平可用薄垫片进行调整，拧紧螺栓并固定。

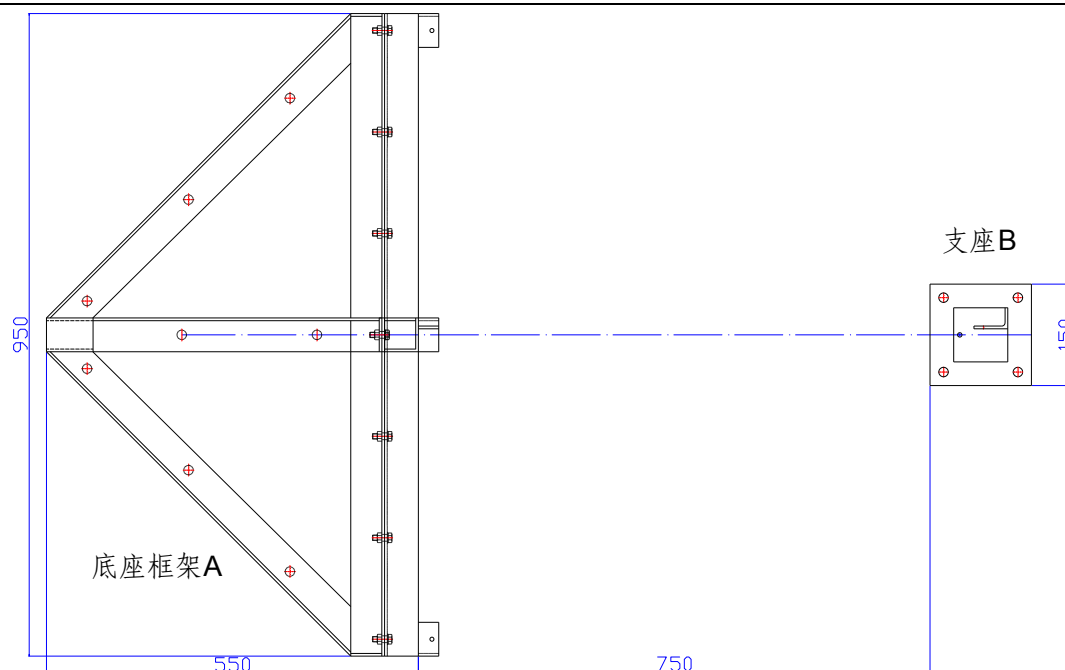


图 2 测缝计支架与底座安装平面示意图

### 3. BSIL-J2MT 型测缝计的安裝（参见图 3、图 4）

安装特别说明：通常情况下，本仪器的安装采用螺栓等连接措施而不需焊接！如果要进行钢结构进行焊接安装，位移传感器的安装应在所有底座及支座安装就位后进行，在安装传感器过程中或传感器安装就位后，禁止对基座进行任何方式的焊接处理，否则有可能造成传感器的失灵或永久损坏！北京岩土公司对因此造成的传感器损坏不予保修、更换或者赔偿！

#### 1) 三向测缝计安装

每个传感器均配有连接杆（螺杆）及带孔的万向节。连接在安装时需根据现场所需长度截取备用，注意杆的长度应保持传感器在安装后预留有一定的压缩量）。根据长度配置好连接杆后，注意使用螺母将连接杆与传感器连接处锁紧。

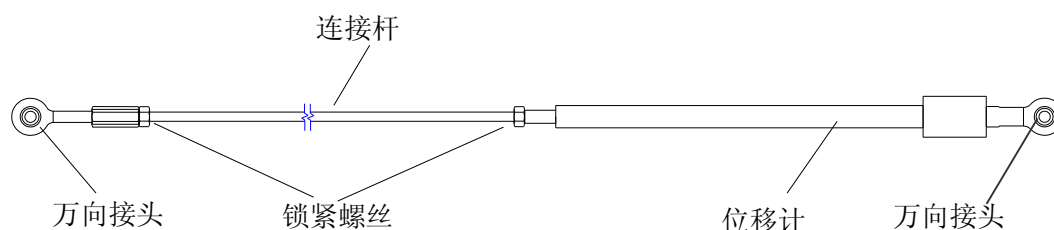


图 3 传感器组装示意图

支架安装完毕后，即可将组装好的传感器安装到支架上，如图 4 所示。安装时注意将 2、3# 传感器两个万向节叠放在一起后用螺栓固定在支座的一个孔上，1 号传感器固定在斜向位置。

**注意：**如果连接杆已经固定，安装时注意传感器的两端不得有相对扭转的操作，否则可

能损坏传感器。

将传感器固定完毕后,应在万向节上涂抹足够的黄油,有利于产生位移变化是传递灵敏。

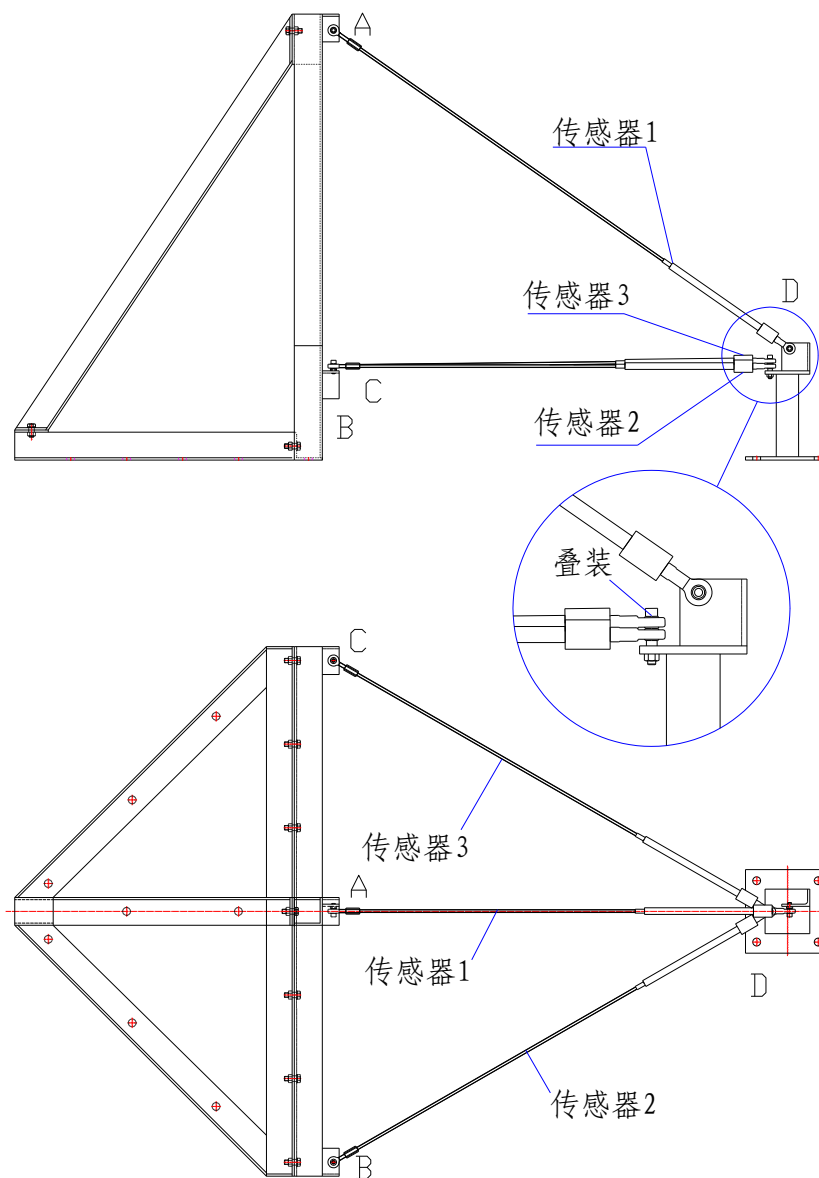


图 3 三向测缝计安装图

## 2) 平面双向测缝安装

在图 2 的基础上,仅安装 2#、3# 传感器即构成平面双向测缝计,即不安装 1# 传感器,保留传感器 2 与 3,可测量被监测缝的开合度与顺缝错动位移。

## 3) 垂直双向测缝安装

安装时,传感器 1# 不动,将 2# 传感器固定在 D 与 0 点之间,不装 3# 传感器。按次安装,可测量被监测缝的开合度与缝两侧的相对沉降,见图 4。

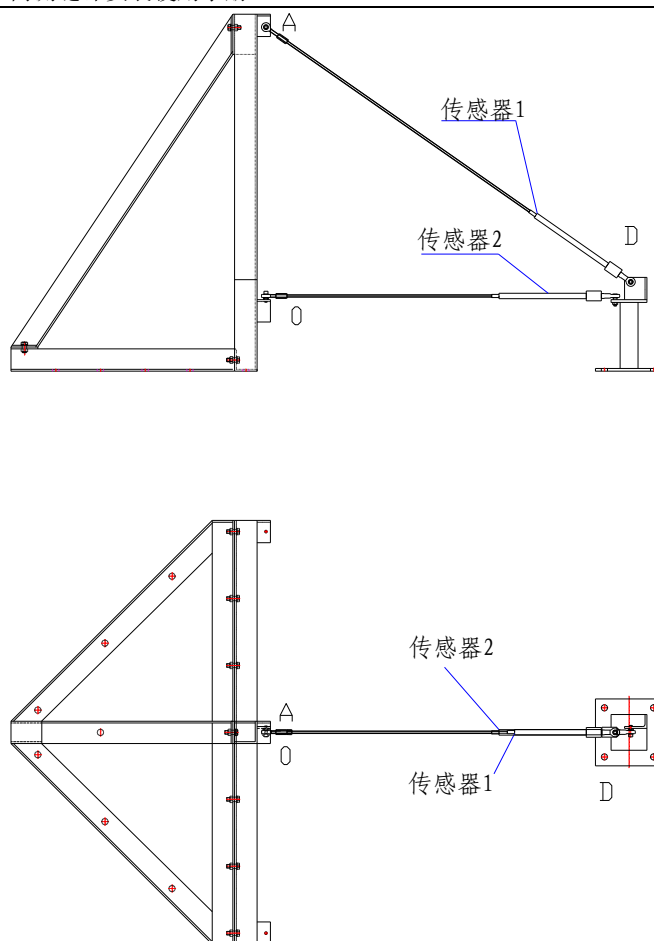


图4 垂直双向测缝计组装示意图

#### 4) 安装步骤

- 先将平行于安装平面的测缝计两端的万向节分别固定于主支架与底座B上, 注意在固定时不要使传感器量程产生超拉, 在不确定其位移趋势的情况下, 通常将传感器拉伸一半的量程做为初始位置, 即传感器固定后, 其量程拉压各一半。若确定仅受拉或者是仅受压, 侧将传感器 20% 或 80% 的量程, 最后将两端的万向节用配套螺栓固定。
- 接着第三支传感器, 拉压要求同上。
- 再次检查各部位的螺栓是否有松动现象。
- 用读数仪进行读数, 检查测缝计是否正常, 并记下此时的读数备考。

精确量取各测缝计两个万向节间的中心距离 (精确到 1mm), 其中平行于底座的传感器在测得距离上加 30mm (即支座 B 上的万向节安装中心位置到其中心的距离), 以实际的安装尺寸而异, 一般应为 930mm 左右。然后量取斜向传感器万向节两端的距离加 30mm, 通常为 1015mm。最终得到 3 支传感器的安装长度  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ , 此数据将作为计算空间位移的重要参数参数。

#### 4. BSIL-J2MT 平面结构型测缝计的安装

平面型三向或双向测缝计用于安装空间有限的地方，安装简单，参见图 5，需要注意的是 Z 向的传感器应安装在预留孔或钻孔中，孔的直径不 75~90mm，深度根据仪器量程的不同而异，通常不少于 30cm。因其安装方法比较简单，此处不做详细说明。

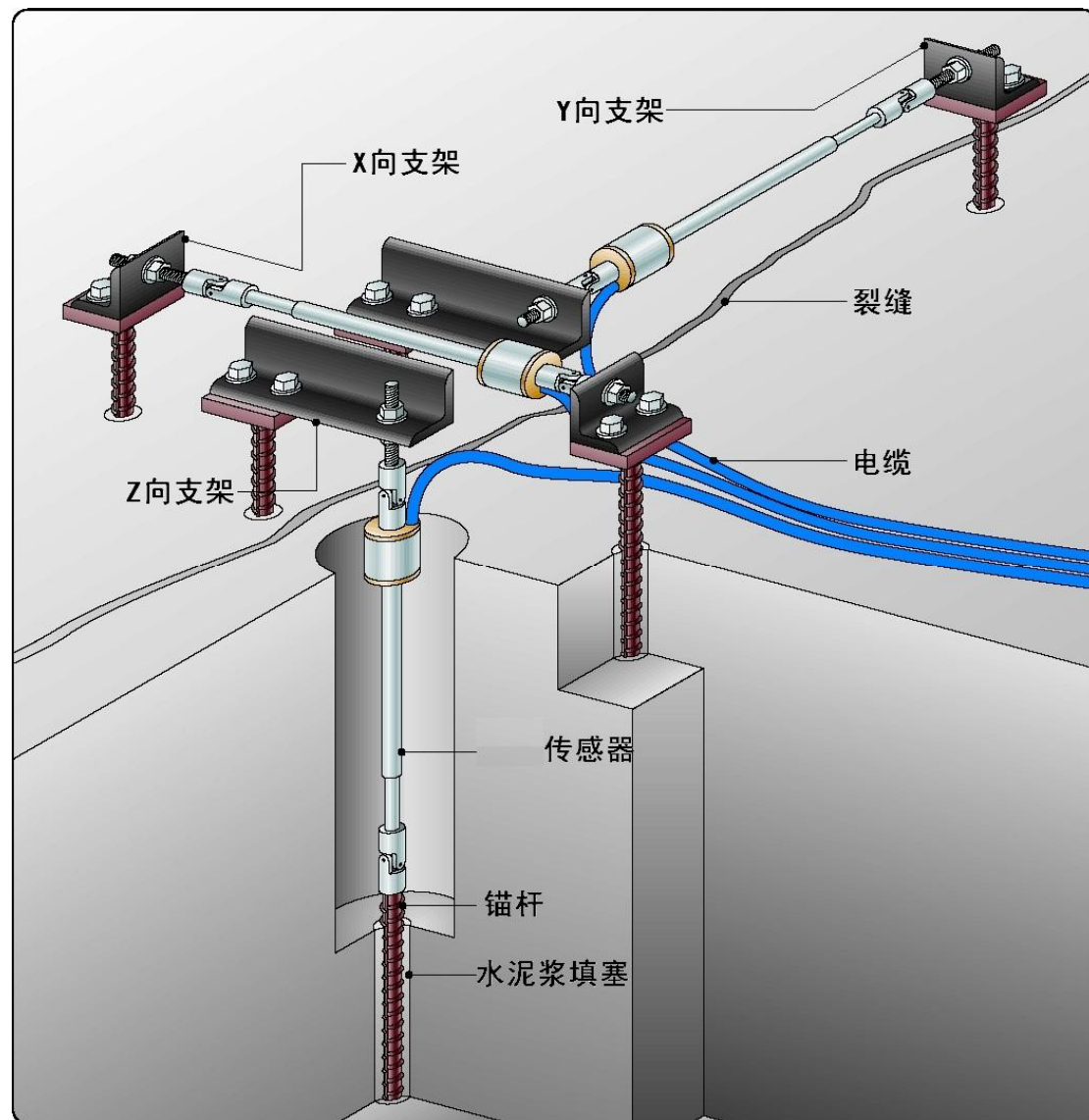


图 5 平面型三向测缝计安装示意图

#### 5. 电缆的牵引

所有的电缆在靠近于测缝计的部位套上软塑料管并盘一小圈，并引至指定位置。

#### 6. 回填与保护

一般应根据设计或现场施工情况需对测缝计组件进行保护或回填。保护的对象有传感器及组件整体保护。



## 6.1 传感器保护

由于 BSIL-J2MT 型传感器本身已经具有保护管，通常不需要保护。但保护的好处是当传感器本身收到来自剪切方向的位移时，传感器仍能活动自如，灵敏传递，即 PVC 保护管的作用是使传感器在管内有足够的活动空间。如有必要，可在其外套入直径 110mm 的 PVC 保护管，PVC 管长度通常小于传感器长度 150mm 左右。另外每个传感器配备直径 125mm 左右的波纹管作为伸缩管便于安装。上述步骤应在安装传感器时同步进行。

带各传感器固定完毕，在回填过程中将各保护管的位置进行适当的调节，保持与传感器同轴，同时将波纹管套在 PVC 保护管的一端用以延长原先少出的长度，并用管箍将波纹管一端扎紧在 PVC 管上。同时用泡沫海绵材料将保护管两端封堵。

## 6.2 整体保护

### 1) 钢板罩或砼墩保护：

若是装在砼表面，则应用钢板罩进行或构筑砼防护墩，在其上用钢筋砼盖板板或钢板加以防护。除本手册介绍的尺寸外，传感器的整体高度为 800mm。

### 2) 回填：

回填应采用细粉砂，人工夯实。夯实时不能冲击，避免损坏。待埋设安装完毕后再进行初始读数。

## 7. 数据处理

### 7.1 传感器即弦长的计算

设三支传感器安装后组成的弦长分别为  $a_0$ 、 $b_0$ 、 $c_0$ ，即安装时量取的初始长度，在测点产生变化后，各传感器的位移增量如下：

$$Dn = G \times (R_1 - R_0) + K \times (T_1 - T_0)$$

上述表达式及其相关参数已经在厂家提供的传感器率定表中给出，试中的  $n$  为传感器为传感器的序号（ $a$ 、 $b$  或  $c$ ）。

则弦长：

$$a = a_0 + D_a$$

$$b = b_0 + D_b$$

$$c = c_0 + D_c$$

## 7.2 BSIL-J2MT 型三向位移计算

如图 6 所示，A、B、C 分别为三角支架上安装传感器的固定点，D 为固定支座用来连接三只传感器的另一端。a、b、c 分别为三只传感器的安装长度。O 点为 BC 的中点。支架在设计时  $l=BC=900\text{mm}$ 。  $h=OA=605\text{mm}$ 。

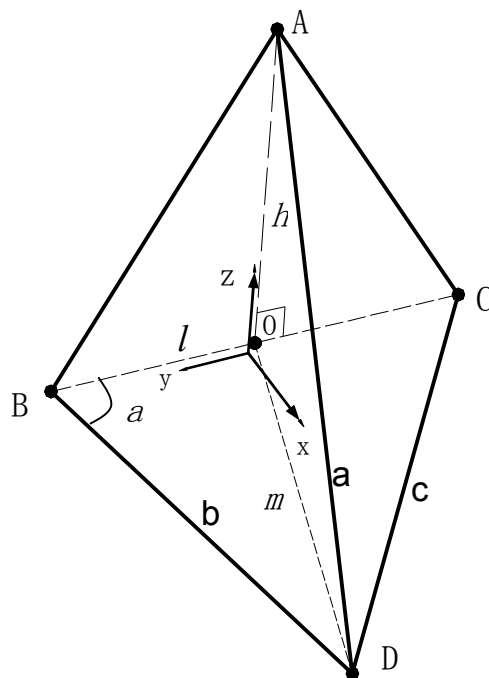


图 6—三向测缝计坐标示意图

根据余弦定理，在三角形 BCD 中， $\angle CBD$  用  $\alpha$  表示，即：

$$\cos \alpha = \frac{l^2 + b^2 - c^2}{2lb}$$

$$\cos \alpha = \frac{\frac{l^2}{4} + b^2 - OD^2}{lb}$$

整理后得到中线 OD 即 m 的长度：

$$m = OD = \frac{1}{2} \sqrt{2b^2 + 2c^2 - l^2}$$

设 x、y、z 为顶点 D 的坐标：

$$z = (h^2 - a^2 + m^2) / 2h$$

$$y = (\frac{l^2}{4} - b^2 + m^2) / l$$

$$x = \sqrt{m^2 - y^2 - z^2}$$

最后计算 D 点的当前坐标与初始坐标的变化量，即可获取动点 D 的坐标变化量，同时，

其位移的变化方向如图中坐标系所示，即坐标变化均是相对于支架 $\triangle ABC$  所在的平面而变化。

当传感器安装完毕后，如果  $O$  点是理想的位置，即 $\triangle AOD$  与 $\triangle BOD$  均为直角三角形时，则动点  $D$  相对于  $O$  点的初始坐标为：

$$z = 0$$

$$y = 0$$

$$x = m$$

即：

$$D(x, y, z) = (0, 0, m)$$

注：实际安装时，初始坐标可能不在理想位置，这并不影响测量与计算，重要的是确定传感器安装的初始长度。

又：本测缝计在安装时还可改变为另外一种安装方式，在安装时允许将传感器  $c$  的安装安装在  $OD$  的连线上（将固定点  $C$  空置），即将传感器 3 的另一端与  $O$  点连接（支架上已经预留安装孔）。

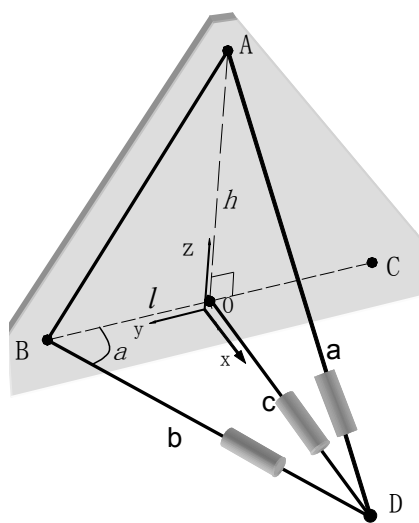


图 7—三向测缝计另一种安装方式

即有  $m=c$ ， $c$  的长度即为中线长度，上面的表达式又可表示为：

$$z = (h^2 - a^2 + c^2) / 2h$$

$$y = 2(\frac{l^2}{4} - b^2 + c^2) / l$$

$$x = \sqrt{c^2 - y^2 - z^2}$$

$D$  点相对于  $O$  点的初始坐标为：

$$z = 0$$

$$y = 0$$

$$x = c$$

### 7.3 BSIL-J2MT 型双向位移计算

1) 平面双向位移计算（无斜向位移传感器，仅安装 2 支平行于安装平面的位移计）

a) 确定初始长度：量取 BD 与 CD 间的准确长度，获取 b 与 c 的长度做为初始长度  $b_0$  与  $c_0$ 。已知 BC=900mm。如图 8 所示。

b) D 点相对于 0 点的坐标为：

$$y = (b^2 - c^2) / 2BC$$

$$x = \sqrt{b^2 - y^2}$$

注意：BC 的长度应根据实长量取，加工尺寸 BC=900mm。

c) 计算 x 与 y 的坐标变化增量  $\Delta x$ 、 $\Delta y$ ，当  $\Delta x > 0$ ，缝拉伸，反之压缩。当  $\Delta y > 0$  时，D 顺缝向 C 向位移。

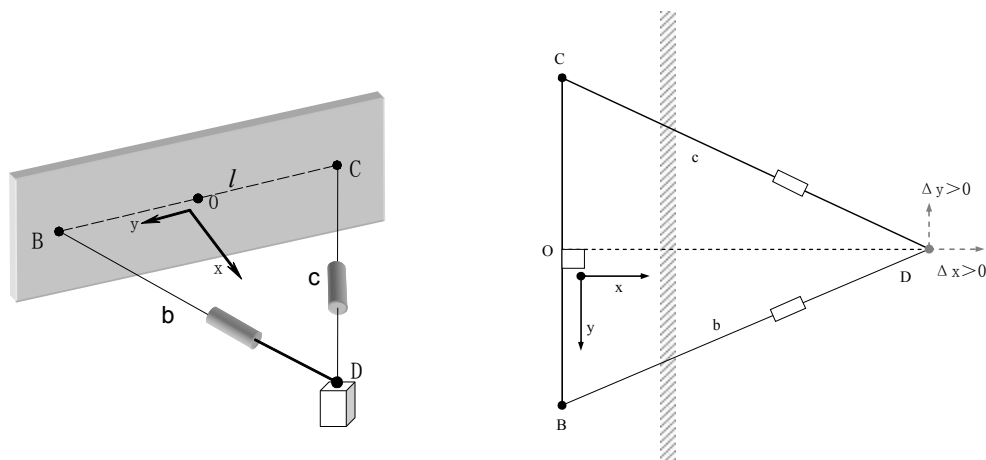


图 8—平面上双向位移坐标平面示意图

2) 平面缝双向位移计算（开合度及相对沉降，见第 3 节之 3) 的安装方式）

计算方法与上述方法相似，如图 9 所示，A0 为支架上两个固定点的间距（量取），b、c 的长度为已知。

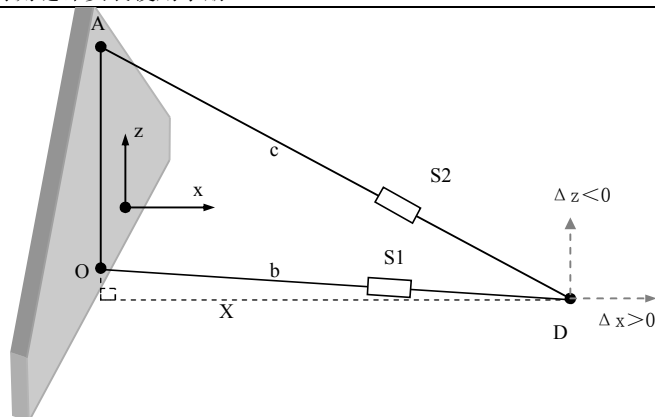


图 9—垂直双向位移坐标示意图

则有：

$$z = \frac{(c^2 - b^2) / h - h}{2}$$

$$x = \sqrt{b^2 - z^2}$$

这里，b 为传感器 S1 所在的弦，c 为传感器 2 所在的弦。

计算当前坐标与初始坐标的增量即可获取 D 点位移量。且当  $\Delta x > 0$  时，缝拉伸，反之压缩。当  $\Delta z < 0$  时，D 点相对于 O 点产生沉降，反之抬升。

#### 7.4 BSIL-J2MT 平面型测缝计计算

由于 4420PM 型测缝计是直接测量三向位移，故各方向位移就是各传感器的实测位移。由于在计算其中一个方向的位移时不考虑其它方向产生位移的影响，因此结果是近似值，但在安装中传感器两端的固定间距加大到 1m 时，这种误差影响基本在 1% 以下，因此可以忽略不及。若要考虑这种影响，应根据实际安装的传感器固定间距及三个方向产生的位移相互影响进行平差。