

**BG****GEOKON**<sup>®</sup> 基康仪器

The World leader in Vibrating Wire Technology

---

BGK-4420SS 脱空测缝计

# 安装使用手册

(REV.B)

**基康仪器（北京）有限公司**

---

地址：北京良乡凯旋大街滨河西路3号

邮编：102488

网址：[www.geokon.com.cn](http://www.geokon.com.cn)

电话：010-89360909/2929/3939/4949/5959

传真：010-89366969

电子邮件：[info@geokon.com](mailto:info@geokon.com)

# 目 录

1. 概述 .....	1
2. 传感器 .....	1
3. 测量原理 .....	1
4. 仪器组成 .....	2
5. 仪器的安装 .....	2
6. 回填 .....	4
7. 数据处理 .....	4

## 1. 概述

BGK-4420SS 脱空测缝计采用 BGK4420 振弦式位移传感器，用于混凝土面板堆石坝的垫层（堆石体）与面板间的脱空位移监测。

## 2. 传感器

BGK-4420SS 脱空测缝计的型号为 BGK-4420M 型多用位移计，内部采用 BGK4420（也可选装原装进口的 GK4420 型）振弦式传感器，在其外部加装钢管保护，并在传感器的两端安装有万向节，其中一端安装有花篮螺栓用以调节初始值，传感器的结构如图所示。

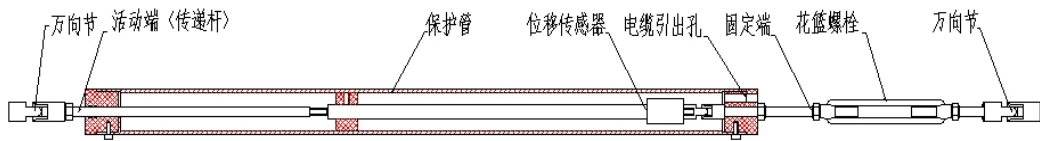


图 1 BGK-4420M 型测缝计结构图

限于仪器的结构，在使用时禁止将活动端的传递杆与保护管间有相对转动的操作，否则会对传感器造成永久损坏。

## 3. 测量原理

由于混凝土面板堆石坝的垫层料与面板间存在脱空现象，但过量的脱空位移势必恶化面板的运行，监测其脱空间距对坝体的安全显得尤为重要。

如图 1 所示，测缝计布置在面板与垫层料之间，两支位移计传感器分别固定在 AB 与 BC 上。为计算方便，面板上的两个锚固点 A、B 与埋设在垫层料内的锚固点 C 形成边约为 900mm 左右的等腰三角形两个边，其组成的平面与面板垂直，两支测缝计分别固定在面板与垫层料的锚固点之间。

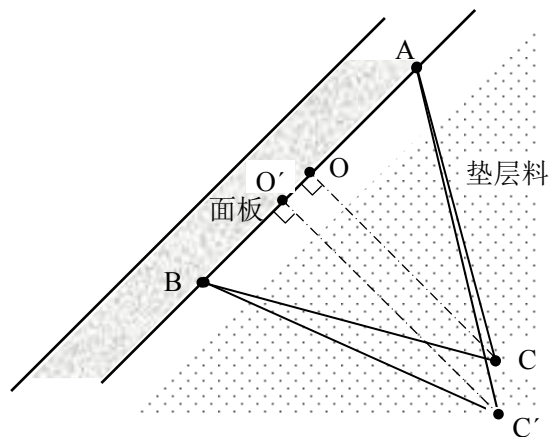


图 2 测量原理示意图

从图 1 可以看出，C 点与面板间的垂直距离的变化量即反映了该位置的脱空量。通过计算三角形  $\triangle ABC$  的高  $OC$  的变化，即  $AC$ 、 $BC$  变化到  $AC'$ 、 $BC'$  即  $O'C'$ ，便可确定脱空变化。

#### 4. 仪器组成

BGK4420SS 脱空测缝计由面板锚固支架、堆石体(垫层料)锚头、传感器及其连接部件组成。此外本装置还设有 PVC 保护管与波纹管，其作用是当垫层料与面板间有相对剪切的位移时，传感器在堆石体内仍能灵活传递。传感器的量程有 50mm、100mm 与 150mm 可供选择。除了上述方式以外传感器的布置方式也可以是直角或等腰三角形，则连接部件尺寸可根据需要加工配套。

#### 5. 仪器的安装

**安装特别提示：通常情况下，位移传感器本身的安装应在锚固装置焊接就位后进行，位移传感器应在固定支架及锚固点安装就位后进行安装，在安装传感器时或安装就位后，禁止对锚固装置进行任何方式的焊接处理，否则有可能造成传感器的永久损坏！基康公司对因此造成的传感器损坏不负任何保修或赔偿责任！**

- 1) 锚杆在坝体填筑达到设计高程时（即图 3 中横向锚杆的高程），应该在垫层料填筑过程中的设计位置预埋锚杆并做标记，锚杆为  $\phi 25\text{mm}$  螺纹钢，其长度为 1.5~2m,分别为垂直与水平布置并交叉，在交叉点焊接，此后再进行填筑，如图 2 所示。
- 2) 当砼面板浇筑达到仪器的埋设高程时，应将该仪器位置挖坑露出锚杆，并在锚杆与面板间形成一块不小于  $1.5 \times 1.5\text{M}$  的工作面，以便于仪器的安装。
- 3) 待仪器埋设处的面板钢筋帮扎完毕后，在面板待浇筑混凝土的内侧面位置找出面板锚固支架的固定位置，注意该位置应与预埋的锚杆交会点保持足够的安装调整空间。待初步确定后，应该先安装面板固定支架，支架可帮扎或焊接在钢筋网上，并保持支架的连接端部露出浇筑后的面板内侧，避免在安装仪器后混凝土覆盖万向节处。
- 4) 上述步骤完成后，开始安装垫层料锚头，应根据等腰三角形的原则，确定垫层料锚头的实际位置，使该锚头的两个连接孔的交叉点在等腰三角

形的一个顶点上，然后进行焊接，焊接要稳固结实。

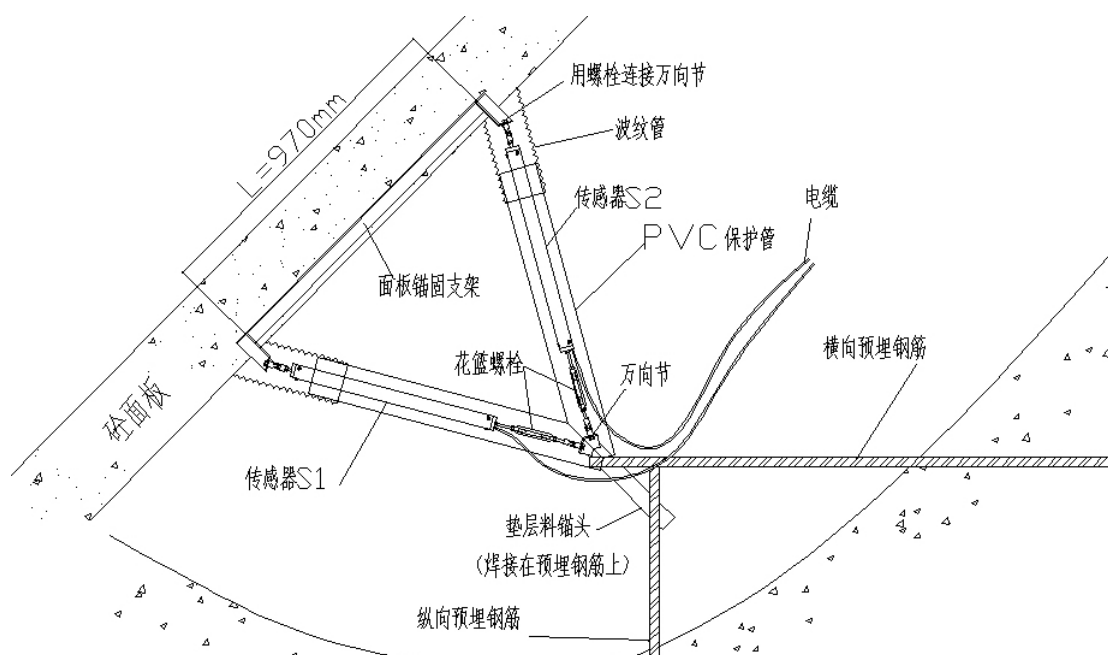


图 3 脱空测缝计安装示意图

- 5) 安装传感器：依照图 3，用两只传感器用相应的 M8 螺栓将传感器固定端的万向节连接在面板支架上，再将波纹管及 PVC 保护管套在各自的传感器上，注意保护管的坡口面一端应朝向垫层料锚头，安装时先将 PVC 保护管等移至面板一侧。在将传感器另一端固定于垫层料锚头前需调整固定端的花篮螺栓，使仪器的整体长度能达到与面板固定支架相连接为准，再连接到各自的面板锚固端，用 M8 螺栓上紧。安装过程中若保护管过长可适当锯短，但不宜超过 5cm。
- 6) 根据率定表的数据，调整位移计的初始值即预拉量，调节时可使用花篮螺栓来完成，花篮螺栓预留约有  $\pm 45\text{mm}$  的调节量，当读数符合要求后将花篮螺栓两端的螺母锁紧。
- 7) 精确量取所形成三角形各个边长（精确到 0.1mm）作为边长的初始值，同时将传感器编号等数据记录下来以备计算。
- 8) 将两根 PVC 保护管移至传感器的交点端，并将保护盖的坡口面对准，同时将波纹管推向面板一端并尽可能压缩以留出拉伸量，并用管箍将波纹管固定于保护管上。此步骤应在回填时进行，回填过程中需保持传感器在保护管中心轴线位置。

- 9) 在该部位的面板混凝土浇筑前,将两只传感器波纹管靠面板端用泡沫板等柔性材料封堵,如有必要在小缝隙处用棉纱填充,以防止浇筑时水泥砂浆等物进入保护管内。
- 10) 仪器安装到位后,在回填之前应作好电缆的牵引,特别是在靠近传感器根部的电缆应呈弯曲状,预留足够的活动量。

## 6. 回填

回填的材料一般为细砂,也可根据设计要求及相应规范确定回填。传感器及测杆周围采用人工夯实,夯实时不能冲击,避免损坏电缆和仪器,待埋设安装完成后再进行初始读数,以确定传感器是否损坏。

## 7. 数据处理

本装置采用振弦传感器式,相对于传感器而言其计算的方法如下:

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

公式—1

式中:

S—实测位移量

$R_1$ —传感器当前读数(单位:字,即频率模数)

$R_0$ —传感器初始读数(单位:字,即频率模数,通常在面板浇筑后选取),

G—仪器系数(单位:mm/字,由率定表给定)

$T_1$ —当前温度(单位:℃)

$T_0$ —初始读数(单位:℃)

K—传感器的温度修正系数(单位:mm/℃,由率定表给定)

计算的方法很多,并不拘于以下方法,仅供参考。

按照三角形高的计算方法,应首先确定初始值,其初始值是在当传感器安装就位后,人工量取的三个边长,注意图3中面板上两个锚固点之间的距离L的尺寸为970mm,其值为常量,因此在安装完毕后量取两个传感器组成的边长即可。下面以图3为例来说明脱空量的计算方法。

在量取两个边长后,其值仅作为安装调试后的一个必要的参考值,因为在回填并浇筑面板后,装有传感器的两个边长往往会发生变化,故应以面板浇筑

后的实际测值来确定初始值。设安装后量取的两个边长分别为  $S_{Ref1}$  与  $S_{Ref2}$ ，当面板浇筑完毕后，假定两个传感器的变化量分别为  $\Delta S_{10}$  与  $\Delta S_{20}$ ，则三边的初始长度为：

$$L_0=970\text{mm} \quad (\text{面板上两个锚固点之间的距离})$$

$$S_{10}=S_{Ref1}+\Delta S_{10} \quad (\text{传感器 1 所在的初始边长})$$

$$S_{20}=S_{Ref2}+\Delta S_{20} \quad (\text{传感器 2 所在的初始边长})$$

则三角形初始高  $h$  即可确定：

$$h_0 = \frac{1}{2 \times 970} \sqrt{(2 \times 970 \times S_{20})^2 - (S_{20}^2 - S_{10}^2 + 970^2)^2} \quad (\text{mm})$$

公式—2

当面板产生脱空后，两个传感器所在边长会产生变化，设两个传感器的变化量（从面板浇筑后取基准值的后的第一次观测起），为其三边的长度为：

$$L_0=970\text{mm} \quad (\text{面板上两个锚固点之间的距离不变})$$

$$S_{11}=S_{10}+\Delta S_{11} \quad (\text{传感器 1 所在的当前边长})$$

$$S_{21}=S_{20}+\Delta S_{21} \quad (\text{传感器 2 所在的当前边长})$$

变化后的三角形的高计算公式为：

$$h_1 = \frac{1}{2 \times 970} \sqrt{(2 \times 970 \times S_{21})^2 - (S_{21}^2 - S_{11}^2 + 970^2)^2} \quad (\text{mm})$$

公式—3

根据公式 2、公式 3，脱空量为：

$$\Delta h = h_1 - h_0 \quad (\text{mm})$$

公式—4

上式中，当  $\Delta h > 0$ ，则有脱空。反面板相对垫层料压缩。

垫层料相对于面板间的剪切位移，计算如下：

$$\Delta X = \sqrt{S_{21}^2 - h_1^2} - \sqrt{S_{20}^2 - h_0^2} \quad (\text{mm})$$

公式—5

上式中，当  $\Delta X > 0$ ，面板相对垫层料向上游趾板方向产生剪切。当  $\Delta X < 0$ ，垫层料相对面板向上游趾板方向剪切。