



BGK4400 振弦式埋入测缝计

安装使用手册

版本号: Rev.E
发行时间: 2021

基康仪器股份有限公司

www.geokon.com.cn

版权声明

本文件所含信息归基康仪器股份有限公司所有，文件中所有信息、数据、设计以及所含图样均属基康仪器股份有限公司所有，未经基康仪器股份有限公司书面许可，不得以任何形式（包括影印或其他任何方式）翻印或复制，间接或直接透露给外界个人或团体。

本仪器的安装、维护、操作需由专业技术人员进行，基康仪器股份有限公司对本产品拥有更改的权利，产品更改信息恕不另行通知。

©2021 基康仪器股份有限公司版权所有

目 录

1. 概述.....	1
2. 安装.....	1
2.1 现场检查.....	1
2.2 电缆连接加长.....	1
2.3 埋入式测缝计安装.....	1
2.3.1 预埋套筒安装.....	1
2.3.2 获取初始读数.....	2
2.3.3 电缆敷设保护.....	2
3. 数据获取.....	2
3.1 频率模数与温度.....	3
3.2 使用BGK-408振弦读数仪读数.....	3
3.3 自动数据采集仪的设置.....	3
4. 数据处理.....	3
4.1 位移计算.....	3
4.2 环境因素影响.....	3
5. 故障排除.....	3
附录A-测缝计率定表表样.....	5

1. 概述

BGK4400 型振弦式埋入测缝计适用于监测混凝土与混凝土块体之间的伸缩缝/施工缝、混凝土与基岩之间等边界缝的开合度，也可跨缝安装在钻孔中监测结构内部裂缝的变化。BGK4400 型测缝计内置有万向节以适应缝两侧产生一定的剪切变形。振弦式传感器输出的频率信号不受电缆长度的影响，内置的温度传感器可同时监测环境温度。

BGK4400RCC 为重载型埋入式测缝计，采用加厚的不锈钢外壳适合在碾压混凝土坝体内安装应用。

BGK4400 系列测缝计由测缝计主体、套筒（底座）两个部分组成，如图 1 所示：

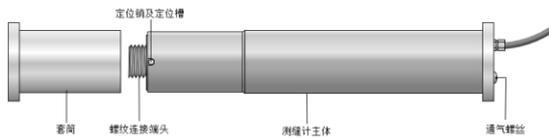


图 1 BGK4400 型埋入式测缝计示意图

2. 安装

2.1 现场检查

用户收到的测缝计主体与套筒底座是分体包装的，安装前应检查测缝计能否正常工作。每一支测缝计都配有率定表，该率定表给出了读数数值与位移间的关系，同时也给出了初始零读数、仪器系数等参数。

把测缝计电缆芯线与 BGK-408 读数仪对应颜色的线夹连接，其中黑红为振弦传感器，绿白为温度传感器，选择“B”档进行读数，将螺纹连接端头从定位槽拉出大约 3mm 时，频率模数将在 2000 左右并随拉伸而增大，温度则为环境温度或热敏电阻的阻值，温度与电阻关系参见 3.1 节。**注意螺纹连接端头的拉伸不能超过仪器量程，在定位销离开定位槽后，禁止对螺纹端头任意转动。**

使用万用表的欧姆档可检测电缆的连接特性，黑、红导线间电阻大约 $180 \pm 10 \Omega$ 之间，检测时还应加上电缆电阻（芯线回路电阻约为 $10 \Omega/100m$ ）。在 $25^\circ C$ 时绿、白芯线之间电阻大约为 3000Ω ，温度电阻特性参见 3.1 节，在任何导线和屏蔽线之间的绝缘电阻应超过 50 兆欧（测量绝缘电阻应使用 100V 直流兆欧表）。

2.2 电缆连接加长

测缝计标配 3m 电缆，实际使用时可按需求加长。适用 BGK4400 埋入型测缝计的电缆为 BGK02-250V6，使用非上述电缆可能导致读数不稳定或不能正确读数。

电缆为 4 芯双绞独立屏蔽电缆，裸线为屏蔽接地，

导线定义如下：

芯线颜色	功能定	备注
红	振弦信号	黑、红可互换使用，无极性区分。
黑	振弦信号	
绿	温度信号	绿、白可互换使用，无极性区分
白	温度信号	
裸线	屏蔽接地线	电缆加长时也必须连接

☞ 电缆连接加长时需将颜色相同的芯线对接即可。

☞ 如条件允许电缆连接加长建议提前在室内完成。

接线方法：将待接电缆分别剥去电缆护套长度 80mm，电缆芯线对接时应相互错开，确保连接后各芯线保持等长。导线连接时必须使用锡焊连接，参照如图 2 进行操作。

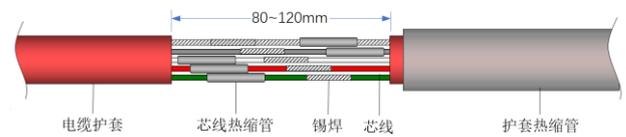


图 2 电缆连接示意图

注意：芯线焊接工作结束后，必须用读数仪进行读数测量检查，配合数字万用表测量各芯线间电阻等情况，避免因焊接工作造成接头部位芯线短路、断路等情况。

2.3 埋入式测缝计安装

BGK4400 型埋入式测缝计的安装分为两个步骤，一般必须将套筒底座安装固定完毕后方可安装测缝计主体。

2.3.1 预埋套筒安装

套筒底座的安装分为预埋安装和钻孔安装两种。

1) 预埋安装

预埋安装是指在新浇混凝土中预埋套筒，即在待浇的混凝土模板上固定套筒，按照图 3 所示顺序安装。

- ① 在模板上开 $\Phi 6mm$ 的孔，用适合模板厚度的 M6 螺栓将套筒连同底座固定在模板内侧，在钢模板上固定方法相同；
- ② 回填混凝土时避免振捣碰撞导致套筒脱落，混凝土凝固后取下固定螺栓后方可拆除模板，保持底座持续固定直到传感器安装；
- ③ 具备安装条件时，用配套拉环拔掉套筒底塞，套筒内壁涂抹适量润滑脂；
- ④ 松开测缝计后部的通气螺丝，再将其推入套筒（底座）直至底部；
- ⑤ 在测缝计后部向套筒一侧顶住并顺时针旋转测

缝计主体并拧紧;

- ⑥ 连接 BGK-408 读数仪, 缓慢向外拉出测缝计, 配合率定表读数 (通常约在 2000-8500 之间) 预留足够的拉伸或压缩量, 直至达到预期读数位置, 重新拧紧通气螺丝。注意拉出过程中不得旋转测缝计, 否则将导致测缝计永久损坏;
- ⑦ 为防止测缝计可能向套筒内回缩, 推荐在套筒一端使用胶带缠绕测缝计以固定。

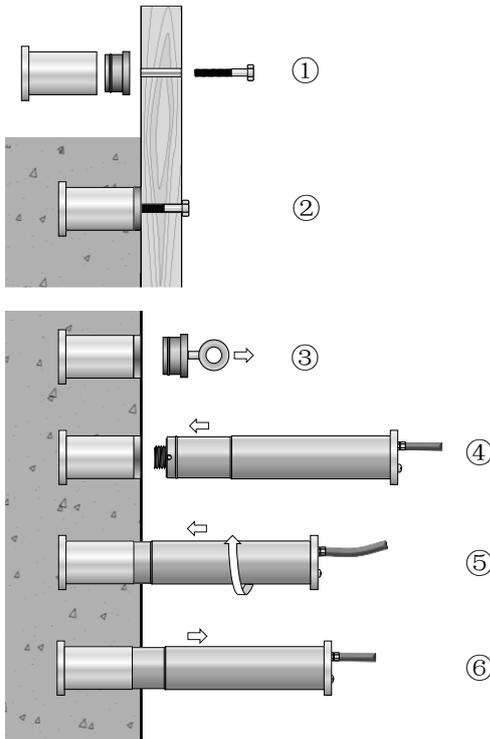


图 3 预埋套筒安装示意图

应切记:把测缝计从套筒底座中拉出超过 2mm 后禁止再进行旋转, 否则可能造成传感器永久损坏。(如果要从套筒底座中卸下传感器, 前提是螺纹端头此前没有涂胶, 此时按压传感器确保定位销卡在定位槽中, 逆时针旋转直至卸下螺纹端头, 然后拔出)。

2) 钻孔安装

在基岩面或已凝固的混凝土 (即老混凝土) 表面需采用钻孔安装,

- ① 套筒 (底座) 最大外径为 $\Phi 60\text{mm}$, 钻孔直径 $\Phi 70\sim 90\text{mm}$ 为宜, 钻孔深度应略大于套筒长度并参照使用的量程确定, 参照如下表所示。

量程	套筒长度	钻孔深度
5.0mm	75mm	$\geq 90\text{mm}$
12.5mm	75mm	$\geq 90\text{mm}$
25.0mm	75mm	$\geq 90\text{mm}$
50.0mm	95mm	$\geq 110\text{mm}$
100.0mm	145mm	$\geq 160\text{mm}$

- ② 在钻孔中回填适量水泥砂浆 (或膨胀水泥、环氧砂浆锚固剂、植筋胶均可), 然后将套筒底座 (含底塞) 全部推入安装孔并挤出砂浆, 直至套筒外沿与孔口平齐, 确保套筒与孔壁间回填密实。
- ③ 拆除套筒底塞, 安装测缝计 (方法与前述方法相同)。

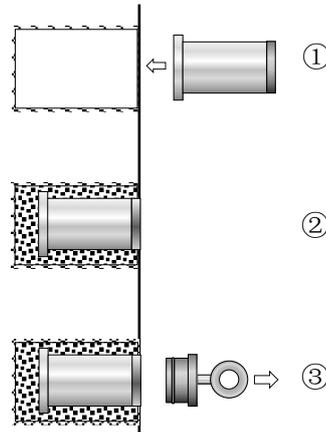


图 4 钻孔套筒安装示意图

注意:

- 1) 混凝土浇筑时, 传感器半径 1m 范围内应使用人工振捣, 禁止使用机械振捣。
- 2) 埋设全程都应设专人监护, 并定时使用读数仪读数和记录, 防止意外损坏。

2.3.2 获取初始读数

初始读数也称零读数, 必须读取和记录初始读数。至少在埋入混凝土 24 小时的读数作为初始读数, 也可按照现场技术要求规定的方式获取初始读数。

2.3.3 电缆敷设保护

测缝计电缆可以直接埋入混凝土中, 但电缆的走向应注意尽量减少因移动施工设备、碎石棱角或其它原因而导致电缆损坏的可能性, 必要时对电缆保护。

电缆的敷设走向应尽可能远离电气干扰源, 包括动力电源线、发电机、电动机、变压器、弧焊机等。电缆尽可能不与交流电缆一同埋设或平行于动力电缆敷设, 否则将影响读数的稳定性。

3. 数据获取

BGK4400 型振弦式埋入测缝计输出的信号是频率和热敏电阻的阻值, 二者相互独立存在。使用便携式的 BGK-408 振弦读数仪或基康系列自动数据采集仪均能实现数据采集或自动记录, 获取的数据包括频率模数和温度 (或频率与电阻), 获取的读数的关系如下:

3.1 频率模数与温度

1) 频率模数

频率模数是振弦式仪器最基本的计算单位，定义如下：

$$F = f^2/1000$$

式中：F-频率模数，单位：字 (Digit)

f-频率，单位：赫兹 (Hz)

2) 温度计算

内置温度传感器为负温度系数的热敏电阻，在 25℃ 时对应的电阻值为 3000Ω，其电阻-温度关系如下：

$$T = \frac{1}{A + B(\ln R) + C(\ln R)^3} - 273.2$$

式中：

T-摄氏温度 (°C)

R-热敏电阻的阻值 (Ω)

LnR-阻值的自然对数

A=1.4051×10⁻³(在-50~+150℃范围内有效)

B=2.369×10⁻⁴

C=1.019×10⁻⁷

下表为温度传感器的典型测点电阻值和温度对应关系，仅供在故障判断排除时估值参考。

电阻(Ω)	温度(°C)	电阻(Ω)	温度(°C)
201.1K	-50	2417	30
141.6K	-45	1959	35
101.0K	-40	1598	40
72.81K	-35	1310	45
53.10K	-30	1081	50
39.13K	-25	895.8	55
29.13K	-20	746.3	60
16.60K	-10	624.7	65
12.70K	-5	525.4	70
9796	0	444.0	75
7618	5	376.9	80
5971	10	321.2	85
4714	15	274.9	90
3748	20	236.2	95
3000	25	203.8	100

3.2 使用 BGK-408 振弦读数仪读数

使用 BGK-408 振弦读数仪可直接显示振弦的频率模数与热敏电阻的温度，操作方法如下：

- 1) 将所带的接线夹与读数仪相连，红-黑色线夹用于连接振弦传感器，绿/白色线夹用于连接温度传感器，蓝色（或黄色）线夹连接屏蔽线（裸线）。
- 2) 读数档位设置为“B”，显示模式设置为“模数与温度”。
- 3) 在工作状态下读数范围一般在 2000-8500 之间，最后一位读数可能会变化 1~2 个数，同时将显

示环境温度。如果没有读数显示或读数不稳定，请查看故障排除章节。

相关 BGK-408 振弦读数仪操作的更多信息，请查看该产品使用手册。

3.3 自动数据采集仪的设置

当使用 BGK-8001 或 BGK-Micro-40/BGK-G2 等自动化数据采集仪时，仪器类型选择“振弦式”，激励范围见下表，相关设置方法详见相关产品使用手册。

仪器型号	BGK4400
仪器类型	振弦式
激励频段	中频
读数范围	1200-3500Hz

4. 数据处理

每支埋入式测缝计都提供一张与编号对应的率定表（检测证书），一般直接按率定表（见附表）中提供的公式和系数来进行数据的处理计算。

4.1 位移计算

用于振弦式测缝计测量和数据处理的基本单位是“字”（即频率模数），接缝开合度计算基于以下公式：

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

式中：

L-接缝开合度，单位：mm（计算结果为“+”表示拉伸，反之压缩）；

G-仪器系数，单位：mm/字，由厂家率定表提供；

R₀-初始读数或零读数，一般在混凝土浇筑 24 小时后获取，单位：字；

R₁-当前读数，单位：字；

k-温度修正系数，单位：mm/°C，由率定表给定；

T₁-当前温度，单位：°C

T₀-初始温度，单位：°C

注：年温差<10℃的环境，可以不使用温度修正。

4.2 环境因素影响

安装仪器的目的是监测被测结构物现场工作状态，需持续观察和记录可能影响这些工况的因素，有时看似轻微的影响可能会对监测结构的运行产生实际影响，并可能提前发现潜在征兆。这些因素包括但不限于：爆破、降雨、潮汐、交通、温度和气压变化、天气条件、人员活动、附近施工开挖和填筑、季节变化等，记录这些因素有助于结果数据的分析。

5. 故障排除

埋入混凝土中的仪器通常无法接触，测缝计故障排除仅限于定期检查电缆连接和对采集终端的维护，补救措施有限且不具有可维修性。

如出现故障可参考下列问题及可能的解决办法，有关更多的故障排除方法可咨询厂家技术人员。

故障现象：读数不稳

- 检查测量设备档位设置是否正确。对于 BGK-408 读数仪，测量时需使用“B”挡；对于 BGK-8001 和 BGK-Micro-40 自动采集设备，设置激励频率需选择“中频”。
- 检查附近是否有电噪干扰源。大多数可能的电噪声源为马达、发动机和天线。不管是使用便携式读数仪还是数据记录仪，应确保屏蔽线可靠接地。
- 检查读数仪与传感器芯线是否可靠连接。如果读数仪测量任何传感器都不正常，有可能是读数仪电力不足或读数仪故障，可更换读数仪进行测试、确认。
- 尝试将黑-红导线反向连接，观察读数是否稳定。

故障现象：不能读数

- 检查芯线电阻。检查时使用万用表欧姆档测量，通常红、黑芯线之间的电阻为 $180\ \Omega \pm 10\ \Omega$ ，需加上芯线电阻（配套电缆的芯线回路电阻约为 $100\ \Omega/\text{km}$ ）。如果电阻无穷大或非常大（如达到兆欧），应怀疑电缆断路。如果电阻非常低（ $< 90\ \Omega$ ），电缆有可能出现短路。除非暴露在 0°C 以下环境，绿、白芯线间电阻通正常值为 $1\sim 10\text{k}\ \Omega$ 。
- 尝试将黑-红导线反向连接，观察是否可以读数；
- 如果读数仪测量任何传感器均无读数，可能是读数仪电力不足或读数仪故障，可更换读数仪进行测试、确认。

故障现象：温度读数不正常

- 温度读数过低：温度明显低于正常的环境温度甚至低于温度测量范围下限或时，电缆可能存在断路。检查所有电缆连接、端子和插头，其表现是热敏电阻阻值过高，必要时重新连接电缆。

- 温度读数过高：温度明显高于正常的环境温度甚至高于温度测量范围上限或时，电缆可能存在短路，其表现是热敏电阻阻值过低。检查所有电缆连接、端子和插头，必要时重新连接电缆。

附录 A-测缝计率定表表样



基康仪器股份有限公司 检测证书

仪器名称: 测缝计 _____ 仪器型号: BGK4400-100 _____

仪器编号: 12062017130 _____ 检测日期: 2020年08月18日 _____

环境条件: 温度: 25℃ 湿度: 45%RH

检 测 结 果

测量范围: (0-100) mm 指示器: BGK408振弦式读数仪(B)

标准位移 (mm)	各测次示值			均值	计算位移	精度	计算位移	精度
	1	2	3		直线	(%FS)	多项式	(%FS)
0.0	2660.7	2659.8	2659.8	2660.1	-0.171	-0.17	0.013	0.01
20.0	3796.7	3791.2	3793.5	3793.8	20.00	0.00	19.96	-0.04
40.0	4931.0	4926.9	4928.3	4928.7	40.19	0.19	40.04	0.04
60.0	6052.4	6049.2	6050.4	6050.7	60.15	0.15	60.00	0.00
80.0	7168.7	7166.8	7167.8	7167.8	80.02	0.02	79.98	-0.02
100.0	8282.0	8280.2	8280.9	8281.0	99.82	-0.18	100.01	0.01

计算公式

直线 $L = G (R_1 - R_0) + K (T_1 - T_0)$

多项式 $L = AR_1^2 + BR_1 + C + K (T_1 - T_0)$

(mm) 直线系数: $G = 0.017789\text{mm/Digit}$

(mm) 多项式系数: $A = 0.0000000436306233$

$B = 0.0173120698343829$

$C = -46.34733809698230$

温度系数: $K = -0.01556\text{mm}/^\circ\text{C}$

R_0 初始读数值

T_0 初始温度值

检测负责人: 安子彪

核 检: 朱海明

测 试: 蔡广祥



为人类感知自然
提供高品质的产品与服务!

请告知我们您的需求

基康仪器股份有限公司

地址：北京市海淀区彩和坊路8号天创科技大厦1111室（100080）

电话：010-62698899

传真：010-62698866

客服专线：010-62698855

网址：www.geokon.com.cn