



BGK4420

振弦式表面测缝计

安装使用手册

版 本 号：Rev.D
发行时间：2021

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. 简介 1

 1.1 应用范围 1

 1.2 原理及组成 1

2. 裂缝计安装 1

 2.1 安装前准备 1

 2.2 安装步骤 1

 2.2.1 在混凝土或岩石表面安装 1

 2.2.2 在钢结构表面安装 2

 2.2.3 电缆敷设及保护 2

 2.3 电缆连接加长 2

3. 数据获取 3

 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 4

5. 故障排除 4

附录A-测缝计率定表表样 5

1. 简介

1.1 应用范围

BGK4420 型振弦式测缝（裂缝）计用于测量混凝土、岩体或其它结构表面缝的开合变化，包括坝体、岩石、楼宇、桥梁或立柱等裂缝的监测。仪器完全密封并可在高达 **1MPa**（特殊要求可定制）的压力下工作。

1.2 原理及组成

BGK4420 表面裂缝计包括振弦式位移传感器和内置的温度传感器，在测量裂缝变化的同时还可兼测环境温度。两端配置的万向节还能适应安装后产生的剪切变形而不会导致传感器的损坏，灌浆锚杆则适合钻孔锚固在混凝土或岩石结构等待测结构表面。

标配的 BGK4420 型表面裂缝计由振弦式位移传感器、万向节、锚杆及固定螺栓组成，如下图所示：

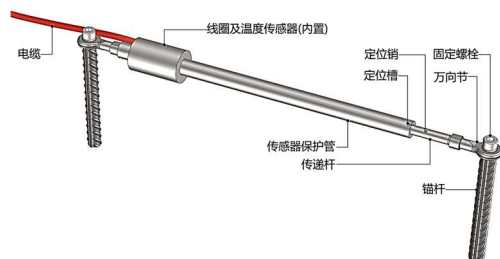


图 1-1 BGK4420 型表面裂缝计

2. 裂缝计安装

2.1 安装前准备

1) 传感器检查

在安装开始前应检查裂缝计的读数是否正常。每支裂缝计都配有率定表并给出了频率模数与位移间的关系,同时也给出了校准时的零读数、转换系数等参数。

裂缝计出厂前或在用户收到时，传递杆通常被拉出大约 50%量程并用半圆塑料管支撑，以让传感器处于张紧状态避免运输期间振动受损，检查或安装前需取下。使用 BGK-408 读数仪接线夹连接裂缝计的电缆，黑-红芯线用于连接的是振弦传感器，可显示频率模数或频率，绿-白芯线连接后将显示当前环境温度值或热敏电阻的阻值。取下半圆支撑管前，振弦频率模数应稳定在 4000—5000 之间，且会随传递杆拉出而上升。

使用万用表的欧姆档可检测电缆的连接是否正常，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°C 时，绿-白芯线之间电阻大约为 3000Ω ，温度电阻特性

参见 3.1 章节，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）。

有关数据采集设备的使用参见章节 3.2 和 3.3。

2) 安装现场环境要求

现场应具备良好的安装条件，例如搭设安装操作平台或支架，工具及辅料已经准备齐全方可进行现场安装。如果用户是第一次安装，在具备上述条件之后，如需厂家提供技术支持，可以按订货合同的约定申请现场技术服务。

3) 工具及仪表准备

安装前需准备如下表中所示工具材料，包括但不限于此，仅供用户参考。

工作内容	混凝土或岩石表面安装
读数/记录	BGK-408 振荡读数仪、BGK-Micro40 数据采集仪、数字万用表及可能用到的其它专用设备；记录纸、笔、便携式计算机等。
电缆连接	剥线工具：剪刀、剥线钳、斜口钳、老虎钳 焊接工具：25~30W 电烙铁或气体烙铁、焊锡丝、松香、热风枪或酒精喷灯； 绝缘材料：Φ3、Φ8~15mm（具体需以电缆外径确定）带胶热缩管、自粘绝缘胶带、防水橡胶带等。
钻孔固定	5 寸活动扳手、电锤、膨胀水泥或锚固剂、小型电焊机(限钢结构安装)和焊料等

2.2 安装步骤

以下安装说明是基于上述相关内容完全具备的条件下进行，否则不具备安装条件。

2.2.1 在混凝土或岩石表面安装

标配的灌浆锚杆适合在混凝土或岩石表面的安装。钻孔锚固使用配套的 $\Phi 12\text{mm}$ 灌浆锚杆，钻孔孔径 $\geq \Phi 12.5\text{mm}$ ，深度 $\geq 50\text{mm}$ 。孔间距没有确定的尺寸，取决于传感器的量程和被监测裂缝的预期开合度。安装前，可将裂缝计进行组装并拉伸到预期的长度，量取两端万向节的固定孔中心距即可确定钻孔间距。

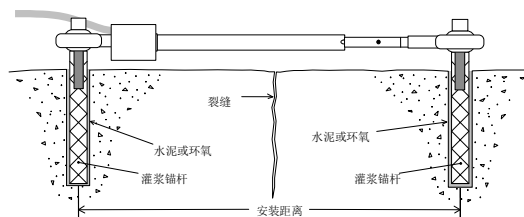


图 2-1 在混凝土或岩石表面安装

安装时参考以下步骤:

- (1) 用电锤在确定的位置钻两个深约 75mm、直径 12.5mm 的钻孔。孔距取决于测量预期（受拉或受压）用途，参照下表或厂家率定表中的读数确定合适的钻孔间距距离。

测量预期	预拉模数范围
中间量程	4500~5000
测量拉伸	2500~3000
测量压缩	6500~8000

- (2) 用水泥砂浆、锚固剂或环氧砂浆填充钻孔约 1/3~1/2 钻孔深度，将锚杆推进直至两锚杆平行于安装面。

警告！安装时切勿旋转裂缝计传递杆，该操作可能导致传感器的永久损坏。可用传递杆上的定位销和保护管端部的定位槽来控制安装时的相对位置。

- (3) 待充分固化后，将裂缝计用配套的螺栓拧紧固定。
- (4) 用便携式读数仪检查读数，使仪表读数符合预期要求。

在厂家提供的检测证书（率定表）中准确显示了传感器在量程零点、拉伸 20%、40%、60%、80%和 100%处的读数，任何预期读数范围的安装都可以参考这些读数，甚至还利用连接杆一端与万向节连接的螺杆进行微调以获取更精确的期望值。

(5) 使用膨胀锚栓安装

对需要快速安装的环境，用户还可选用膨胀锚栓（俗称内爆，如图 2-2 和图 2-3 所示）固定。推荐的内爆膨胀栓型号为 M10~M12，自制螺纹杆的长度 ≥ 50mm，并需将其中一端开深 M6×20mm 的螺纹孔。因安装高度不易控制，一般不推荐使用膨胀螺栓。



图 2-2 膨胀锚栓

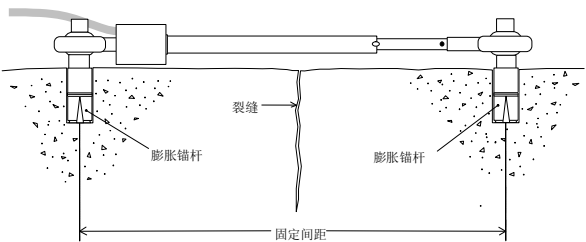


图 2-3 用膨胀锚栓安装示意图

2.2.2 在钢结构表面安装

在钢结构上使用焊接安装时，可定制或自制专用

的焊接部件按图 2-4 安装，固定螺栓孔尺寸为 M6。

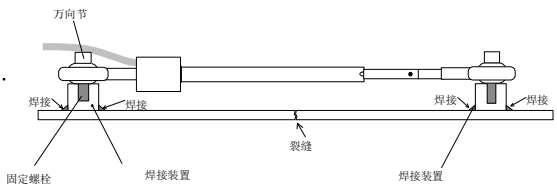


图 2-4 钢结构表面焊接安装

2.2.3 电缆敷设及保护

电缆走线应尽可能减少因移动其它设备、碎石或其它原因造成的损坏，故应避免并使用保护管保护。仪器电缆敷设应当尽可能远离电干扰源如：动力线、发动机、电动机、变压器、弧焊机等等。长距离传输时禁止将传感器电缆线与交流动力电缆一同敷设，否则会影响读数的稳定性，建议使用金属管或线槽独立保护。

BGK-4420 型表面式裂缝计内部无雷电防护元件，一般情况下使用没有问题。但如果仪器电缆在敷设于野外特别是雷击高发地区时，电缆会因雷击产生感应电压并通过电缆传输而导致仪器损坏。因此，建议选装如 BGK-LAB-3 雷击保护器雷电保护装置，有关雷电防护建议按照如下图 2-5 方法处理，详情可咨询基康公司。

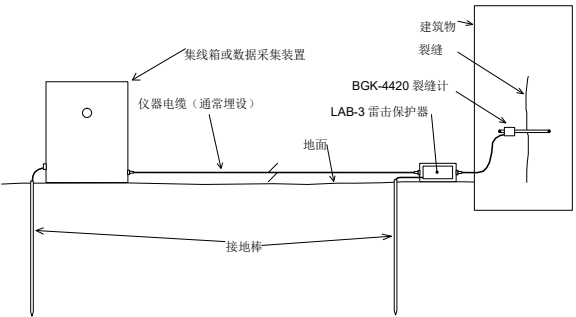


图 2-5 雷电防护图

2.3 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 BGK-4420 型表面式测缝计的电缆为 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	功能定义	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 2-6 进行操作。

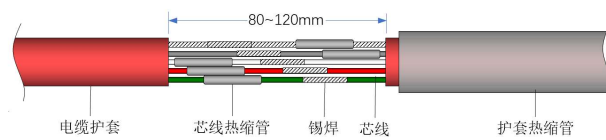


图 2-6 电缆连接示意图

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。

3. 数据获取

BGK4420 型振弦裂缝计输出的信号是频率，内置的热敏电阻温度传感器则输出随温度变化的电阻值，二者相互独立并存。使用便携式的 BGK-408 振弦读数仪或基康系列自动化数据采集仪均可实现数据读取或自动记录，获取的数据包括频率模数和温度（或频率与电阻），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（℃）

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(℃)	电阻(Ω)	温度(℃)
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	BGK4420
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, 通常在安装后获取, 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

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, 必要时应重新连接电缆。
- 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, 必要时应重新连接电缆。

附录 A-测缝计率定表表样

GEOKEN

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: BGK4420-50

仪器编号: 12082018947 检测日期: 2020年11月04日

环境条件: 温度: 26℃ 湿度: 41%RH

检 测 结 果

测量范围: (0-50)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 直线	精度 (%FS)	计算位移 多项式	精度 (%FS)
	1	2	3					
0.0	2544.4	2542.9	2544.5	2543.9	-0.096	-0.19	-0.002	0.00
10.0	3670.0	3668.3	3670.2	3669.5	10.02	0.04	10.00	0.00
20.0	4788.8	4787.1	4788.4	4788.1	20.08	0.16	20.00	0.00
30.0	5900.7	5899.2	5900.4	5900.1	30.07	0.15	30.00	0.00
40.0	7006.4	7004.9	7006.1	7005.8	40.01	0.03	40.00	-0.01
50.0	8107.0	8106.0	8106.7	8106.6	49.91	-0.18	50.00	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: $G = 0.008989\text{mm/Digit}$

(mm) 多项式系数: $A = 0.0000000227500395$

$B = 0.0087470720656966$

$C = -22.40126107965820$

温度系数: $K = 0.007865\text{mm/}^\circ\text{C}$

R_0 初始读数值

T_0 初始温度值

检测负责人: 袁子彪

核 检: 袁旭

测 试: 甘海亮



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