BGK4910/11/12
振弦式钢筋计

安装使用手册

版 本 号：Rev.G
发行时间：2024

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。

©2024 基康仪器股份有限公司版权所有

目 录

1. 简介 1

1.1 概述 1

1.2 钢筋计类型 1

2. 钢筋计安装 1

2.1 安装前准备 1

2.1.1 传感器检查 1

2.1.2 安装现场环境要求 1

2.1.3 工具及仪表准备 1

2.2 安装方法 1

2.2.1 焊接安装 1

2.2.2 螺纹连接安装 2

2.2.3 “姊妹”杆的安装（无损安装） 2

2.2.4 用做锚杆应力计的安装 2

2.3 电缆连接加长 2

3. 数据获取 2

3.1 频率模数与温度 2

3.2 使用BGK408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 荷载计算 3

4.2 荷载力转换为应力 3

4.3 环境因素影响 3

5. 故障排除 4

1. 简介

1.1 概述

BGK4900 系列振弦式钢筋计用于监测钢筋混凝土结构中钢筋的应力，包括大坝、桥梁、预制和现浇混凝土桩基、防渗墙、大中型建筑等所有混凝土结构中的钢筋应力和环境温度。

钢筋计还用于测量锚杆的应力，因此又称锚杆应力计或锚杆测力计。

1.2 钢筋计类型

BGK4911 型振弦式钢筋计内置有微型的振弦式传感器和温度传感器，标配长度为 900mm 并可根据需求定制，外形如图 1-1 所示。

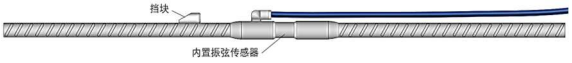


图 1-1 BGK4911 型钢筋计

细直径的 Φ12 mm 和 Φ16mm 的钢筋计也称作“姊妹”杆，可以将其直接平行绑扎到待测钢筋上或附近，利用“姊妹”杆等效获得待测钢筋的应力，适用于某些不允许将待测钢筋截断并焊接的环境而实现无损安装。见图 1-2。

图 1-2 BGK4911 型细直径钢筋计

也可根据用户要求提供外螺纹接头的 BGK4910 型和内螺纹接头的 BGK-4912 型钢筋计，外形如图 1-3 所示。安装时只需通过螺纹与待测钢筋连接即可，因螺纹接头存在应变损失，一般不被推荐使用。

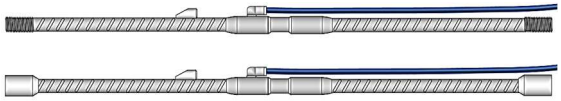


图 1-3 BGK4910/4912 型钢筋计

2. 钢筋计安装

2.1 安装前准备

2.1.1 传感器检查

每一支钢筋计都配有检测证书（率定表），该证书给出了读数数值与荷载间的关系，同时也给出了初始零读数、仪器系数等参数。到货后应及时对仪器设备进行读数检查，只有传感器读数正常方可进行安装。检查步骤如下：

1） 使用 BGK408 读数仪的接线夹连接钢筋计的电缆，黑、红芯线连接的是振弦传感器，可显示当前频率模数或频率；绿、白芯线连接的是温度传感器，可显示当前温度或电阻值。经温度修正后，读取的振弦频率模数值与出厂零读数之间差值不大于 25 个字，该差值通常是由于运输轻微变形导致，但它不会影响钢筋计的线性。在钢筋计上施加拉力，频率模数将会随拉力增加而上升。

2） 使用万用表的欧姆档可检测电缆的连接效果。钢筋计振弦线圈即黑、红导线间电阻大约 50±10Ω 之间（2021 年前出厂的传感器黑红电阻约在 180±10Ω 之间），检测时还应加上电缆电阻（芯线回路电阻约为 10Ω/100m）。在 25℃时，绿、白芯线之间电阻大约为 3000Ω。

3） 用 100V 直流兆欧表检查钢筋计的绝缘电阻，任何导线和屏蔽线间的绝缘电阻应超过 50 兆欧。

有关数据采集设备的使用详见详见章节 3。

注意！请勿直接用电缆来提起钢筋计，否则将可能导致电缆脱落。

2.1.2 安装现场环境要求

现场需完全具备焊接及安全施工条件方可进行安装，如有需要可向基康公司申请合同约定的技术服务。

2.1.3 工具及仪表准备

安装前需准备如下表中所示工具材料，包括但不局限于此，仅供用户参考。

工作内容	BGK4911	BGK4910/4912
读数/记录	BGK408 振弦读数仪或 BGKMicro40 自动数据采集仪、数字万用表及可能用到的其它专用采集设备；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、Φ8~12mm（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。	
连接固定	小型电焊机、焊条、绑扎丝或尼龙扎带等	与钢筋计接头配套的管钳等

2.2 安装方法

2.2.1 焊接安装

焊接安装方式包括坡口焊、电渣对焊、搭接焊及绑条焊等，具体焊接方式取决于现场所具备的作业条件，以现场监理工程师指定的方法进行焊接。

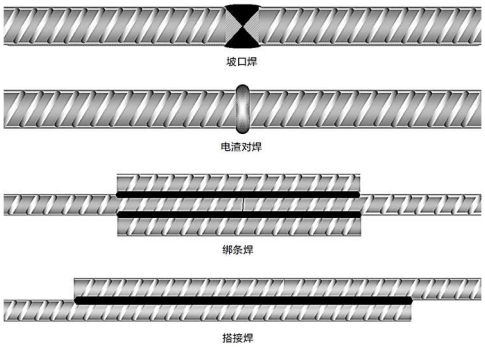


图 2-1 钢筋计的焊接方式

对于焊缝深度、宽度及搭接长度应符合工程技术要求或相关焊接规范，而搭接焊会对钢筋计产生一定的弯曲影响导致测量精度下降，通常不予推荐。

注意：在对钢筋计进行焊接操作时，应在钢筋计中部 300mm 包裹湿抹布或在钢筋计中间部位浇水降温，确保温度不超过 60℃，避免传感器部分过热。（以用手触摸钢筋中部时手能忍受的程度为准，由于温度传感器位于电缆引出处，读数仪读取的温度值可能比钢筋计中心部位的实际温度偏低 20～40℃或更多。）焊接过程中还应确保钢筋计的电缆线导体不与焊接区域钢筋网有任何接触，防止意外击穿传感器。

2.2.2 螺纹连接安装

螺纹连接仅限于 BGK4910 或 BGK4912 型钢筋计的安装，必须使用管钳在接头的两端用力拧紧，并确保钢筋计中段不会产生扭矩。

2.2.3 “姊妹”杆的安装（无损安装）

“姊妹”杆仅限用于被测钢筋的直径不小于 Φ22mm 及以上的钢筋，直接使用绑扎丝或尼龙扎带固定在被测钢筋上即可，绑扎的位置在钢筋计两端 1/3 位置处。“姊妹”杆也可与待测钢筋平行绑扎在箍筋或环向钢筋上，具有等同的测量效果。

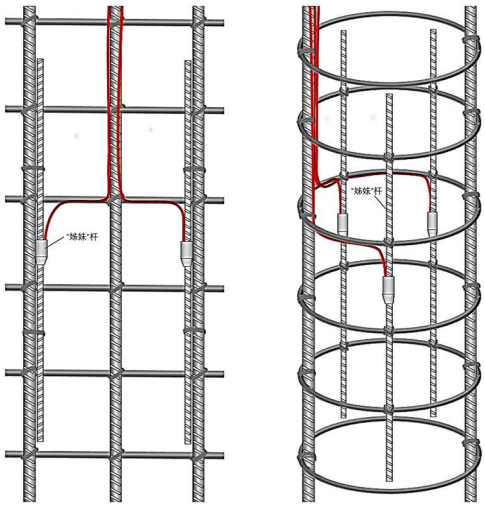


图 2-2 “姊妹杆”的安装方式

2.2.4 用做锚杆应力计的安装

BGK4911 用做锚杆应力计使用时，通常只能使用坡口焊或对焊机焊接。焊接时注意将有垫块的一端朝向孔底方向，并且挡块尽可能朝向不受压力的方向，避免在推入钻孔时导致传感器电缆根部的弯头受损。

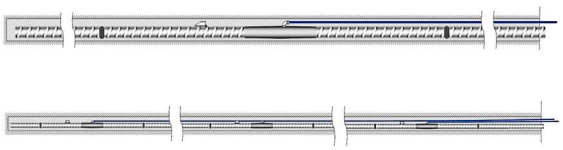


图 2-3 锚杆应力计的安装

2.3 电缆连接加长

标配的钢筋计均自带 3m 电缆，实际使用时可按需求加长。适用 BGK4910 系列钢筋计的电缆为 BGK02-187V3 或 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。

电缆为四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，无极性区分
黑	振弦信号-	
绿	温度信号+	绿、白可互换，无极性区分
白	温度信号-	
裸线	屏蔽接地	电缆加长时也必须连接

- ☞ 电缆连接加长时，只需将同色芯线对接即可。
- ☞ 如条件允许，建议电缆加长提前在室内完成。

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

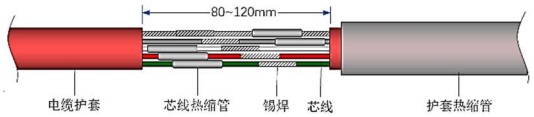


图 2-4 电缆连接示意图

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，使用数字万用表测量各芯线间电阻，避免因焊接工作造成接头部位芯线短路、断路情况。

3. 数据获取

BGK4911 系列振弦钢筋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 BGK408 型振弦读数仪或基康系列自动数据采集仪均可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：

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

式中：

T–摄氏温度（℃）

R–热敏电阻的阻值（Ω）

$\ln R$–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	3748	20
141.6K	-45	3000	25
101.0K	-40	2417	30
72.81K	-35	1959	35
53.10K	-30	1598	40
39.13K	-25	1310	45
29.13K	-20	1081	50
16.60K	-10	895.8	55
12.70K	-5	746.3	60
9796	0	624.7	65
7618	5	525.4	70
5971	10	444.0	75
4714	15	376.9	80

3. 2 使用 BGK408/408VR 振弦读数仪读数

使用 BGK408 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) 将所带的接线夹的航空插头与读数仪相连，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) 未受力状态下的读数范围一般在 4000～5000 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 BGK8001 或 BGK-Micro40/BGK-G2 等自动数据采集仪时，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	BGK4910/11/12
仪器类型	振弦式
激励频段	中频
频率范围	1200-3500Hz

4. 数据处理

每支钢筋计都提供一张率定表，通常可按率定表（见件参见附录 A）中提供的公式来进行数据的处理计算。

4. 1 荷载计算

用于振弦式钢筋计数据处理的基本单位是“字”（即频率模数），荷载计算基于以下公式：

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

式中：

R_0–初始读数或零读数，一般在安装前获取，单位：字；

R_1–当前读数，单位：字；

G–仪器系数，单位：kN/字，由厂家检测证书提供；

T_0–初始温度，单位：℃；

T_1–当前温度，单位：℃；

k–温度修正系数注，单位：kN/℃，由厂家检测证书提供；

F–当前荷载，单位：kN （结果为“+”表示受拉，反之受压）

注：钢弦与钢筋的热膨胀系数相同，通常可以不考虑温度修正。

4. 2 荷载力转换为应力

使用应力表示钢筋的当前的受力更为直观，转换方法如下：

$$\delta = F/S$$

式中：

δ–钢筋当前应力，单位为 pa，常用单位为 Mpa（即 N/mm²）。

F–钢筋当前荷载，单位为 N

S–钢筋截面积，单位为 m²，常用钢筋截面积如下表所示：

常用钢筋截面积

直径 mm	12	14	16	18	20	22
截面积(mm²)	113.1	153.9	201.1	254.5	314.2	380.1
直径 mm	25	28	32	36	40	50
截面积(mm²)	490.9	615.8	804.2	1017.9	1256.6	1964

4. 3 关于姊妹杆的计算

在计算出姊妹杆的载荷力值(kN)后，须将其转换为应力值(kPa 或 Mpa)，则姊妹杆的应力即为被测钢筋的应力值。如有必要，再将该应力值(kPa 或 Mpa)转换为待测钢筋的荷载力值(kN)。

4. 4 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被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，钢筋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 BGK408 读数仪，测量时需使用“B”或“F”挡；对于 BGK8001 和 BGK-Micro40/BGK-G2 等自动数据采集设备，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。

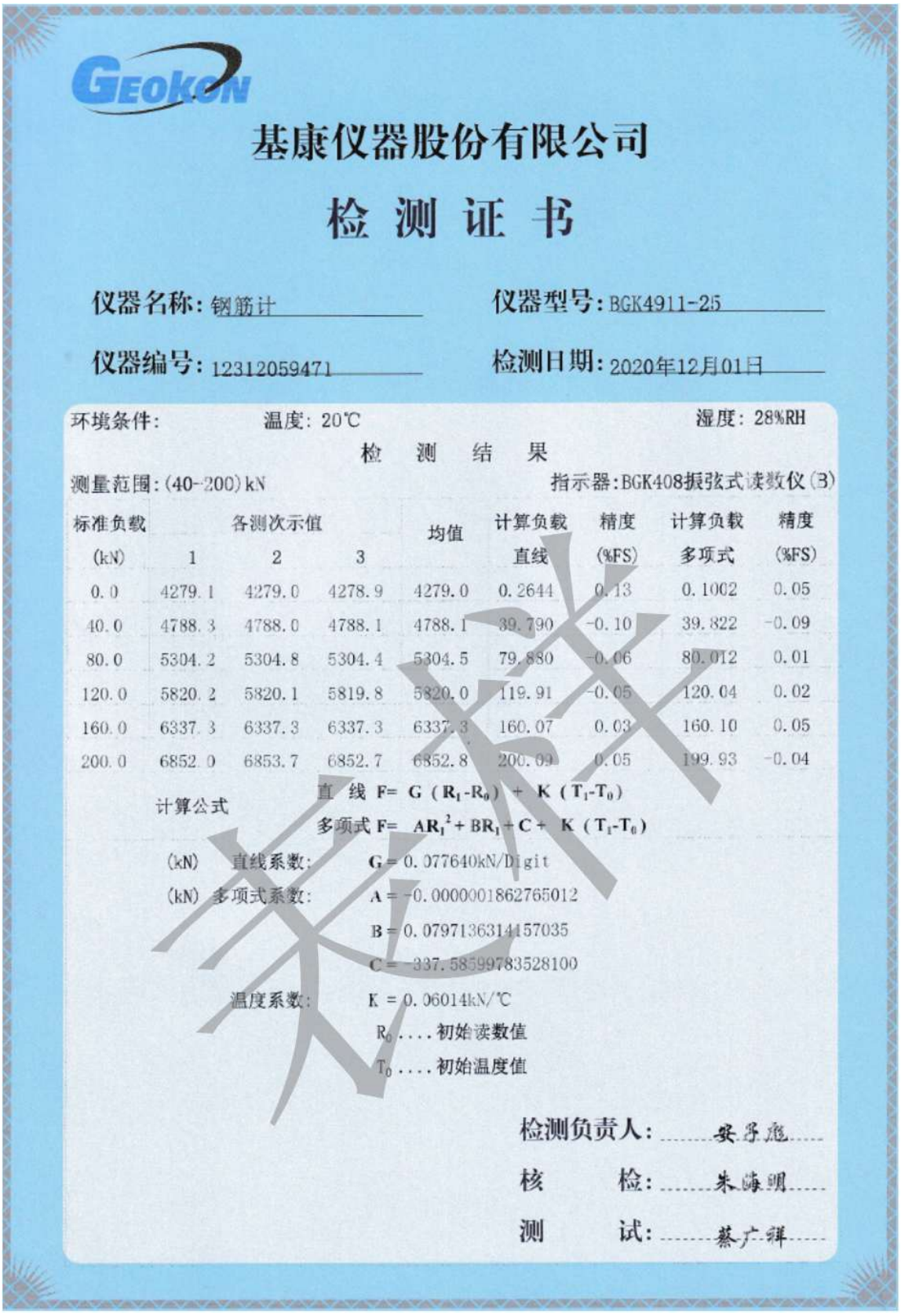
故障现象：不能读数

- 检查芯线电阻。检查时使用万用表欧姆档测量，通常钢筋计振弦线圈即黑、红导线间电阻大约为 50±10Ω（2021 年前出厂的传感器黑红电阻约为 180±10Ω）。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（＜30Ω），电缆有可能出现短路。除非曝露在 0℃以下环境，绿、白芯线间电阻正常值为 100Ω～10kΩ。
- 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-钢筋计率定表表样



基康仪器股份有限公司

检 测 证 书

仪器名称：钢筋计　　仪器型号：BGK4911-25

仪器编号：12312059471　　检测日期：2020年12月01日

环境条件：　温度：20℃　　湿度：28%RH

检 测 结 果

测量范围：(40-200) kN　　指示器：BGK408振弦式读数仪(3)

标准负载	各测次示值			均值	计算负载	精度	计算负载	精度
(kN)	1	2	3		直线	(%FS)	多项式	(%FS)
0.0	4279.1	4279.0	4278.9	4279.0	0.2644	0.13	0.1002	0.05
40.0	4788.3	4788.0	4788.1	4788.1	39.790	-0.10	39.822	-0.09
80.0	5304.2	5304.8	5304.4	5304.5	79.880	-0.06	80.012	0.01
120.0	5820.2	5820.1	5819.8	5820.0	119.91	-0.05	120.04	0.02
160.0	6337.3	6337.3	6337.3	6337.3	160.07	0.03	160.10	0.05
200.0	6852.0	6853.7	6852.7	6852.8	200.09	0.05	199.93	-0.04

计算公式

直 线 $F = G(R_1 - R_0) + K(T_1 - T_0)$

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

(kN) 直线系数：$G = 0.077640\text{kN/Digit}$

(kN) 多项式系数：$A = -0.0000001862765012$

$B = 0.0797136314157035$

$C = -337.585999783528100$

温度系数：$K = 0.06014\text{kN/℃}$

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