



BGK-4500S/SR/SV/AL **渗（扬）压计**

安装使用手册

版 本 号：Rev.F

发行时间：2023

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。

© 2023 基康仪器股份有限公司版权所有

目 录

1. 简介	1
2. 渗压计安装	1
2.1 安装前准备	1
2.1.1 渗压计检查	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 过滤器（透水石）排气	1
2.2.2 获取零读数	2
2.2.3 在钻孔中安装	2
2.2.4 在测井或测压管中安装	2
2.2.5 基岩钻孔安装	2
2.2.6 在填筑的土体内安装	3
2.2.7 通气型渗压计安装	3
2.3 电缆连接加长	3
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	4
3.3 自动数据采集仪的设置	4
4. 数据处理	4
4.1 压力计算	4
4.2 将压力转换为水位	5
4.3 环境因素影响	5
5. 维护故障排除	5
附录A-渗压计率定表表样	6

1. 简介

BGK-4500S/SR/SV/AL 系列压力计均采用振弦式传感器，可用于渗透压力、孔隙水压力、扬压力、管道压力等压力监测，因此也称作渗压计、孔隙水压力计或扬压力计等。BGK4500 系列渗压计广泛使用于水利水电工程、堤坝、交通等行业的钻孔、管道和压力容器等压力监测。渗压计的主要部件均用不锈钢材料制造，适合各种淡水介质下使用。

渗压计由内置振弦压力传感器和温度传感器的主体和过滤器（即透水石）组成，标准的透水石由 50 微米烧结不锈钢制成，可阻隔细微颗粒进入传感器腔体内部。

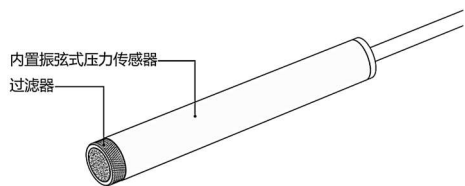


图 1-1 BGK4500 系列渗压计

BGK-4500AL 为 0.2MPa 及以下的小量程型号，BGK-4500SV 型则采用专用通气电缆连接并在电缆末端配有一个通气腔体，用以平衡大气压力对测值的影响，适合变幅 20m 以内的水位监测。通气腔体内有干燥剂，用以吸收并阻止水汽进入传感器内部。

渗压计的外形尺寸如下表所示：

型号	直径	长度
BGK-4500S/SR/SV	Φ 19mm	134mm
BGK-4500AL	Φ 25mm	134mm

2. 渗压计安装

2.1 安装前准备

2.1.1 渗压计检查

每一支渗压计都配有检测证书（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。到货后应及时对渗压计进行读数检查，读数正常才能进行安装。检查步骤如下：

- 1) 使用 BGK408 读数仪的接线夹连接渗压计的电缆，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。加上环境温度和气压变化的影响，读取的频率模数与出厂零读数之间可能存在差异。将渗压计放置在水中时，频率模数将会随压力的增加而减小。
- 2) 使用万用表的欧姆档可检测电缆的连接特性。

渗压计振弦线圈即黑-红导线间电阻大约 $180\pm10\Omega$ 之间，检测时还应加上电缆电阻（电缆芯线回路电阻约为 $10\Omega/100m$ ）。在 25℃ 时，绿-白芯线间电阻大约为 3000Ω 。

- 3) 渗压计的绝缘电阻检查应使用 100V 直流兆欧表，任何导线和屏蔽线间的绝缘电阻应超过 50 兆欧。
- 4) 相关数据采集设备的使用参考该产品使用手册。

2.1.2 安装现场环境要求

渗压计的安装通常需要钻孔，现场需完全具备安装作业的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，包括但不限于于此，仅供用户参考。

类别	工具材料
读数/记录	BGK-408 振弦读数仪、或 BGK-Micro40 系列自动数据采集仪、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 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。

2.2 安装方法

2.2.1 过滤器（透水石）排气

渗压计在安装前必须将前端腔体做排气处理，否则在运行中会出现测量误差，尤其是用于水位测量的小量程渗压计。简单的排气方法是顺渗压计轴向轻轻拔出前端的过滤器（参见图 2-1），再将渗压计及过滤器全部浸没在盛有清水的容器中，然后在水中将过滤器缓慢推入渗压计主体，使渗压计前端腔体内的水达到饱和。

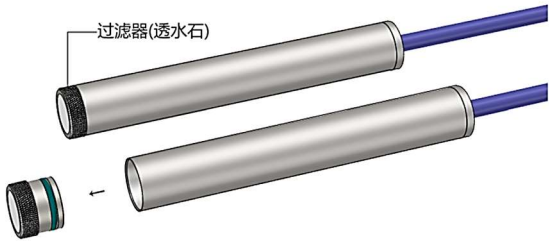


图 2-1 过滤器与主体的分离

渗压计腔体注水并排气后，将透水石端朝上与朝下的读数是不同的，大约有 0.5kPa 差异，特别是小量程的渗压计比较明显。

注意！过滤器拔出后，请勿触碰传感器腔体内的压力感应膜片，否则将导致传感器的性能下降甚至损坏。

目前大多数通气型渗压计在电缆的末端都附带有一个干燥管，干燥管用于平衡大气，安装前应检查内置的干燥剂是颜色是否正常，正常颜色为橙色或蓝色。

2.2.2 获取零读数

初始读数即零读数，渗压计安装前必须获取一个准确的初始读数。

渗压计在安装前，通常取在大气中的读数做为初始读数，同时读取对应的温度值并记录气压值，这些数值必须记录备案以供后期计算处理。

然而，如在炎热的夏天或寒冷的冬季，测压管口处的气温与测管底部的水温可能存在 20℃ 以上的温差，如果直接在管口获取初始值，就会因大温差导致安装前后测值出现较大差异，因此这样的方法并非最优。

以测压管内安装为例，**推荐的方法为：**在渗压计按照下一段落进行透水石排气操作后，首先将渗压计放置在测压管内液面以下待安装的位置，等待不少于 20 分钟后，再将渗压计提离液面（注意是提离液面，不是提出测压管外），等待 10~20 秒的读数即为初始读数。读数完毕后，再将渗压计放入液面以下，稳定后读取当前读数。也就是说，初始读数的选取尽可能让渗压计内部与待测点的环境温度保持一致。

如果使用的是**通气型渗压计**，则在读数前还应将电缆末端连接干燥管的通气管是否弯折堵塞，否则将会导致读数误差或不稳定。

2.2.3 在钻孔中安装

在钻孔中安装的渗压计通常用来测量孔隙水压力，通常可直接安装埋设。

一般以渗压计为中心上下各 0.5m 范围内回填中细砂以形成集水区，将渗压计安装就位后，再继续回填中砂或细砂。可通过向孔内注水的方式将砂填充密实。填砂的集水区以上部分，还应回填膨润土以形成阻水塞，阻水塞的长度 0.5~1.0m。阻水塞以上的部分应使用与钻孔岩土强度相近的回填料回填，如岩石钻孔使用水泥砂浆、土体则使用膨润土回填。介于两者之间的则使用水泥与膨润土的混合浆料，通过调节水泥与膨润土的比例，基本都可以满足大多数钻孔的封堵要求。

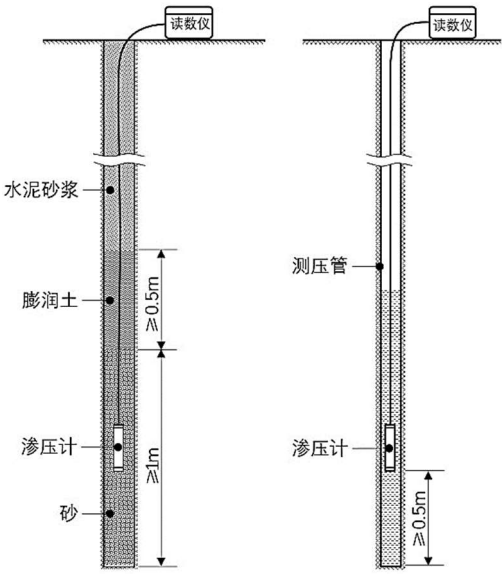


图 2-2 钻孔及测压管中安装

若需要在同一钻孔中安装多支渗压计以监测分层孔隙水压力，可参照图 2-2 左所示，采用“砂—膨润土—水泥砂浆—砂—...”重复回填的方式进行。

2.2.4 在测井或测压管中安装

如图 2-2 右所示，在钻孔或测压管中安装渗压计时，须根据安装的高程在电缆上做好标记，以使渗压计达到准确的深度。同时要求渗压计与测压管底部之间预留不小于 0.5m 的泥沙沉淀段。在内径较小的测压管中安装渗压计时，由于渗压计及电缆的体积占用可能导致管内水位上升，因此应在渗压计固定后保持数十分钟或数小时，待管内水位达到平衡后获取安装后的初始读数。

内置的压力传感器感应膜至过滤器端面的距离约为 25mm。

2.2.5 基岩钻孔安装

对于较浅钻孔如基岩内的安装，通常钻取直径为 Φ25~50mm、深≥250mm 的孔，在孔内填砂安装，孔口用水泥砂浆封堵即可，参照图 2-3 所示。

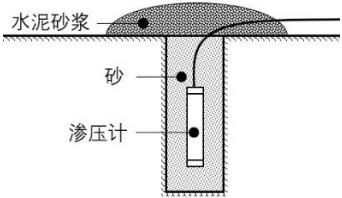


图 2-3 基岩钻孔安装

渗压计安装无方向要求，因此基岩的钻孔可向上、倾斜或水平安装。

2.2.6 在填筑的土体内安装

对于土坝、粘土芯墙或公路路基等土体内安装，按照图 2-4 所示，在已回填层开槽以形成集水区，槽内填砂安装，也可用沙袋包裹渗压计。注意在土坝或粘土心墙内施工时，渗压计电缆须开槽敷设，用细粒料回填，电缆周围人工捣实，并按规定的间隔（推荐不大于 1m）用膨润土填充形成阻水塞，以避免沿电缆沟形成渗流通道。

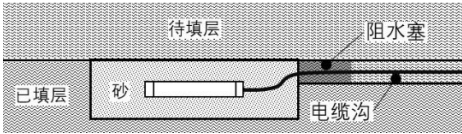


图 2-4 土体内安装渗压计

2.2.7 通气型渗压计安装

通气型渗压计安装前后均应注意检查电缆末端干燥管上是否堵塞、干燥剂是否变色，如果干燥剂由橙变绿（或由蓝边变红）则应立即更换。如果干燥管末端是十字螺丝，则必须松开透气，否则将会导致读数不稳定或出现误差。

为延长干燥剂使用寿命，应在干燥管上套上气球，保持气球呈无内外压力状态半干瘪状，以减少湿气的进入并延长干燥剂的使用寿命，这一点在南方潮湿的环境下尤为重要。



图 2-5 干燥管前端的气球

如果厂家已经配有一只气球（如图 2-5），建议在安装前将气球口松开重新平衡现场气压，以避免异地气压差产生附加影响，然后将气球口用胶带缠紧在干燥管上，最后用电工胶带（12mm 宽）将气球口与干燥管之间缠上以完全封闭。

2.3 电缆连接加长

渗压计标配 3m 电缆，实际使用时可按需求加长。适用 BGK-4500 系列渗压计的电缆为 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。

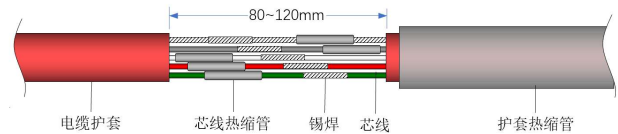


图 2-6 电缆连接示意图

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

BGK4500 系列渗压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）

$\ln R$ —阻值的自然对数

$A=1.4051 \times 10^{-3}$ （在 -50~+150℃ 范围内有效）

$B=2.369 \times 10^{-4}$

$C=1.019 \times 10^{-7}$

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) 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	BGK-4500S/SR/SV/AL
仪器类型	振弦式
激励频段	中频
读数范围	1500Hz-3500Hz

4. 数据处理

每支渗压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 压力计算

用于振弦式渗压计数据处理的基本单位是“字”（即频率模数），每支渗压计都提供一张对应的检测证书（率定表），提供压力与频率模数之间的关系，并给出了计算系数和相关参数。压力计算基于以下公式：

1) 常规（直线）计算

常规计算仅限于精度要求不高的应用，采用直线计算公式：

$$P = G \times (R_1 - R_0) + K \times (T_1 - T_0) - (S_1 - S_0)$$

式中：

P —当前压力，单位：kPa（或 MPa）；

G —仪器系数，单位：kPa/字，由检测证书提供；

R_1 —当前读数，单位：字；

R_0 —初始读数或零读数，一般在安装前获取，单位：字；

K —温度修正系数，单位：kPa/℃，由率定表给定；

T_1 —当前温度，单位：℃；

T_0 —初始温度，单位：℃；

S_1 —当前气压值^{注1}，单位：kPa；

S_0 —初始气压值^{注2}，单位：kPa。

注 1/注 2：仅用于水位测量时才考虑气压修正。即便如此，其测量精度一般不会大于渗压计标称量程的 0.1%。

2) 多项式计算

使用二次多项式计算能够得到比直线公式更高的精度，尤其是用于水位测量时，推荐使用多项式计算，即：

$$P = AR_1^2 + BR_1 + C + K \times (T_1 - T_0) - (S_1 - S_0)$$

式中：

A/B/C 三个系数均由检测证书给出；

计算时注意：非通气型的渗压计由于气压或环境的改变，其 C 值也会发生变化，此时需要重新计算 C 值。方法是在现场获取零读数后，令 $P=0$ ，即：

$$C = -AR_0^2 - BR_0$$

在重新得到 C 值后，即可带入公式 2 进行计算。

4.2 将压力转换为水位

用于水位测量时，需将压力值转换为水位值。水位计算参照下式：

$$H = P \times F + H_{EL}$$

式中：

H-水位值，单位：m；

P-计算压力值，单位：kPa；

F-转换系数，参照下表；

H_{EL} -渗压计安装的海拔高程，单位：m；若仅计算相对水位，则 $H_{EL}=0$ 。

压强	水位m	水位mm	大气压	Bar
1KPa	0.10197	101.97	0.0099	0.01
1MPa	101.97	101970	9.869	10

4.3 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. 维护故障排除

埋入混凝土中的仪器通常无法接触，主要是对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。

如果使用通气型渗压计，维护仅限于定期检查干燥管内的干燥剂是否变色，如果变色（见 2.2.7）应及时更换，并使用气球隔离大部分湿气以延长干燥剂的使用。

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”。

- 检查渗压计前端的腔体是否存在空气，如果有空气存在，也会导致读数不稳定，需将腔体做排气处理。
- 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-渗压计率定表表样



基康仪器股份有限公司

检 测 证 书

仪器名称: 渗压计

仪器编号: 12132034661

仪器型号: BGK4500S-700kPa

检测日期: 2020年04月19日

环境条件:

温度: 20℃

湿度: 32%RH

检 测 结 果

测量范围: (0-700) kPa

指示器: BGK408振弦式读数仪(B)

标准压力 (kPa)	各测次示值			均值	计算压力	精度	计算压力	精度
	1	2	3		直线	(%FS)	多项式	(%FS)
0.0	8788.7	8788.7	8788.7	8788.7	-0.625	-0.09	0.279	0.04
140.0	8039.7	8039.7	8039.7	8039.7	139.763	-0.03	139.578	-0.06
280.0	7287.7	7289.4	7287.6	7288.2	280.609	0.09	279.882	-0.02
420.0	6540.3	6540.0	6540.2	6540.2	420.817	0.12	420.095	0.01
560.0	5793.9	5794.7	5794.0	5794.2	560.635	0.09	560.462	0.07
700.0	5057.0	5057.3	5056.8	5057.0	698.801	-0.17	699.704	-0.04

计算公式

直线 $P = G(R_i - R_0) + K(T_i - T_0) - (S_i - S_0)$

多项式 $P = AR_i^2 + BR_i + C + K(T_i - T_0) - (S_i - S_0)$

(kPa) 直线系数: $G = -0.1874300 \text{ kPa/Digit}$

(kPa) 多项式系数: $A = 0.0000004871534374$

$B = -0.1941748079194620$

$C = 1669.19634528947000$

温度系数: $K = -0.03543 \text{ kPa/℃}$

计算零点: 8783.8

R_0 : 初始读数值 $R_0: 8788$

T_0 : 初始温度值 $T_0: 22.5℃$

S_0 : 初始大气压值 $S_0: 1007. \text{ mbar}$

检测负责人: 安子彪

核 检: 蔡广祥

测 试: 常旭

BGK4500SR-700kPa

2020年09月02日

湿度: 43%RH

指示器: BGK408 振弦式读数仪 (B)

标准压力 (kPa)	各测次示值			均值	计算压力 直线	精度 (%FS)	计算压力 多项式	精度 (%FS)
	1	2	3					
0.0	8155.5	8155.7	8154.7	8155.3	-0.658	-0.09	0.040	0.01
140.0	7509.2	7508.3	7509.6	7509.0	140.184	0.03	140.040	0.01
280.0	6866.0	6865.6	6866.1	6865.9	280.349	0.05	279.789	-0.03
420.0	6222.4	6222.8	6222.5	6222.6	420.548	0.08	419.992	0.00
560.0	5580.7	5580.9	5580.6	5580.8	560.425	0.06	560.290	0.04
700.0	4944.4	4944.3	4944.0	4944.2	699.152	-0.12	699.849	-0.02

S_0 初始大气压值



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