

GK-4800/10/20 土压力计

安装使用手册

(Rev C)

基康仪器股份有限公司编译

---

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.cn](mailto:info@geokon.com.cn)

# 目 录

1. 概述.....	1
1.1. 工作原理.....	1
1.2. 土压力计的设计.....	3
1.3. 土压力计的结构.....	3
2. 安装.....	6
2.1. 初步试验.....	6
2.2. 压力计的安装.....	6
2.2.1. 在土中或坝体内部的 4800 型土压力计的安装.....	6
2.2.2. 4810 型接触式压力计的安装.....	8
2.2.3. 4820 型顶出式压力计的安装.....	11
2.2.4. 在基础、混凝土底板、路面等测量土压力时的土压计安装.....	12
2.3. 电缆安装:.....	13
2.4. 电噪声干扰.....	13
2.5. 初始读数.....	13
3. 读取数据.....	14
3.1. GK-401 振弦读数仪.....	14
3.2. GK-402 读数仪操作.....	14
3.3. GK-403 读数仪操作.....	15
3.4. 温度测量.....	15
4. 数据处理:.....	16
4.1. 压力计算.....	16
4.2. 温度校正.....	17
4.3. 气压计压力校正.....	18
5. 故障排除.....	20
附录 A—技术参数.....	21
附录 B—半导体温度计温度推导公式.....	22

## 1. 概述

### 1.1. 工作原理

土压力计有时也叫总压力计或总应力计，用于测量土体应力或土结构的压力，土压力计不仅反映土体的压力，而且也反映地下水的压力或毛细管的水压，术语即总压力或总应力。毛细管水压（ $\mu$ ）可以用渗压计测量。有必要用德泽基（Terzaghi）原理将有效应力（ $\sigma$ ）从总应力（ $\sigma'$ ）中分离出来：

$$\sigma = \sigma' + \mu$$

这些参数连同土体强度特性将确定负荷状态下的土体工况。

这里所说土压力计都是液压式的；两块平板沿其园周焊到一起，两板中间留出一个很小的间隙，并充以液体。土压力的作用是将两块板压合，这样就使板槽内的液体产生压力。如果板有足够的柔性，即相对足够的薄，那么在板的中心区域，焊接周围的支撑效应可以忽略不计，而在土压计的中心部位，外部土压力正好与内部液体压力完全平衡。

只有在感应板偏离零位保持最小的情况下，这一点才是确切的，因而土压计的坚固是很重要的。作为一种实际的传递手段，流体可能不被压缩，因而压力计在测量压力时，压力的增加只应有很小的容积变化。

许多研究试验（如 Dunicliff 1988 年的报告）都表明，将平面应力计引入土体中将影响土体应力场的改变，取决于土压计对土体的相对刚度，也取决于纵横比，即土压计的宽度对其厚度之比，厚的土压计比薄的更能改变土体应力状况。具此，用薄的刚性土压力计是最好的，研究显示，纵横比至少 20: 1 为好。

在理想情况下，土压计应该有土体一样的刚度（可压缩性）。但是，实际上这是困难的。如果土压计刚度比土体刚度大，那么它将超记录（over-register）土压力，因为仪器周围的土层区域由于仪器的影响将不能经受充分的土压，其情况如图 1 所示：

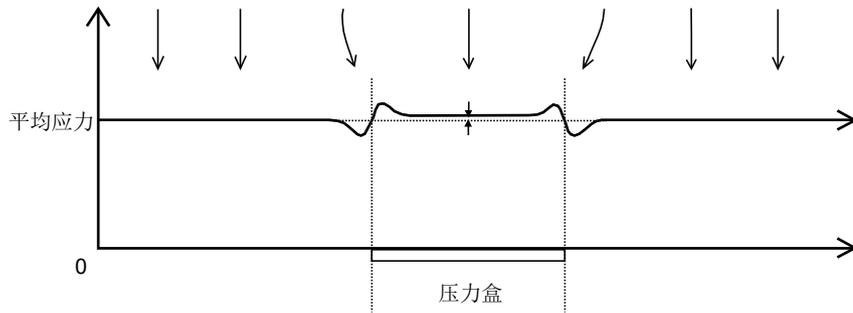


图 1 - 应力重新分布，软土用刚性土压计

可以看出有，在仪器硬边缘有应力集中，但是在土压计的中心处，土压力只比平均土体应力稍稍高一点，即比没有放置仪器的情况应力略高一点。

在较硬的土中，仪器周边的减压区域更大，因此在土压计的中心处，平均应力的超记录 (*over-registration*) 的程度就更大，其情况如图 2 所示：

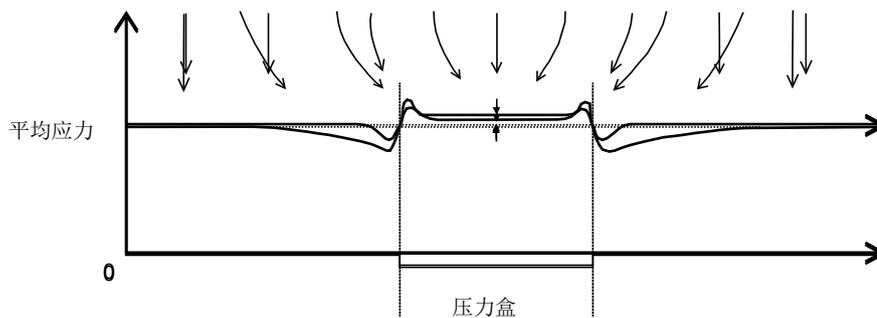


图 2 - 应力重新分布，硬土用刚性土压计

在硬土中，土压计比起土体来硬度可能显得不足（更可压缩），在这种情况下，土压计将欠记录 (*under-register*) 平均土体应力，尤其是在土体应力趋于桥接 (*bridge*) 在土压计上时，这可用图 3 的草图来说明。

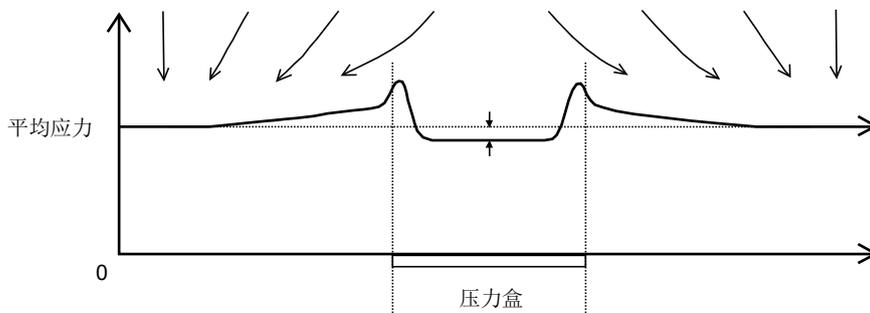


图 3 - 应力重新分布，硬土对柔性土压计

俄亥俄大学 (university of ohio USA) 采用美国 (Geokon) 土压计用几种不同的土体试验表明, 最大程度的超记录或欠记录 (over or under-registration) 的量是平均土体应力的 15%。

考虑其它的因素, 土体特性的固有可变性在不同的地方使土体应力上升, 因而从安装土压计的有限的地方, 平均应力的取样就相应要困难些。此外, 土压力计的响应在很大程度上取决于围绕土压计的土块有相同的刚性或可压缩性, 或者说作为原状土体有同样程度的压实特性, 安装方法要特别注意这个细节。

## 1.2. 土压力计的设计

土压力计由两块不锈钢板沿它们的园周焊到一起, 而在它们之间留一个很窄的缝, 缝里完全充满除气液压油, 通过液压管接到一个压力传感器上, 这里油压转换成电气信号, 再经信号电缆将信号传输到读数仪上。

通常, 美国 Geokon 公司土压力计用全焊接结构, 以便将油完全限制在金属之内, 而不用“O”形圈, 因为它会导致集气并降低土压计的刚度。液压油用一种 NoId DeArator™ 技术除去空气, 它显著的改善了流体的刚性和土压计的性能, 压力传感器通常用的是美国 Geokon 4500H 型, 可在几种不同的压力范围内选取 (见表 A-1)。电缆接到土压计上, 采用了密封防水的方法。土压力计位于土体内部, 允许电缆是铠装的, 以使应力作用在土压计上时, 减少被拉出的可能。

弦式土压计内部有一个热敏电阻, 来测量土压计的温度, 此外, 在土压计内有一个三极等离子浪涌防雷器, 以保护激励和读数线圈避免瞬间电气损坏, 例如直接和间接的雷击。

除了弦式土压计外, 也有电压型 (0—100mv, 0—5VDC, 0—10VDC) 或电流型 (4—20Ma) 输出的压力计, 具有动态监测能力, 相关资料可向美国 Geokon 公司咨询。

## 1.3. 土压力计的结构

4800 型 (矩形和园形)、4810 型和 4820 型土压力计的主要结构, 分别如图 4~图 7 所示。这三种型号的土压力计均采用刚性结构, 可用于各种结构的安装使用。特别

是用于碾压混凝土时，因其有较强的抗振能力而得到广泛采用。只得注意的是，当用于碾压混凝土时应做好电缆保护，如果保护有困难，可选用美国 Geokon 公司提供的铠装电缆。

4800 型土压力计可以是矩形的也可以是园形的，矩形的 4800 的标准尺寸是 150mm×250mm，园形的直径是 230mm，两种型号的厚度都是 6mm（纵横比>20）。也可以生产试验室试验用更小更薄的土压力计，相关资料可与美国 Geokon 公司联系。

侧视

图 4 - 4800 型矩形土压力计

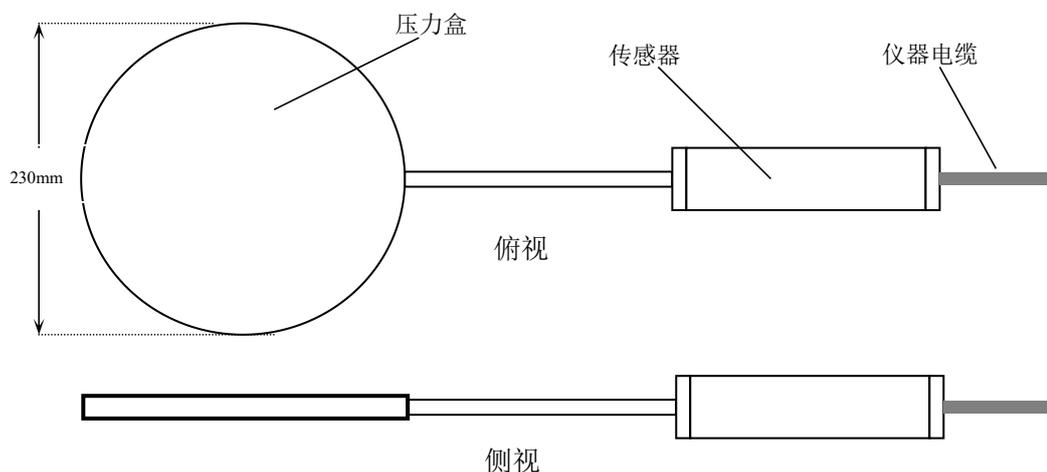


图 5 - 4800 型园形土压力计

4810 型土压力计，或称为“接触”式土压计用来测量建筑的土压，一块较厚的板用于放在结构的外表面上，以避免使土压计弯曲，另一面板薄，用来反应土压力。

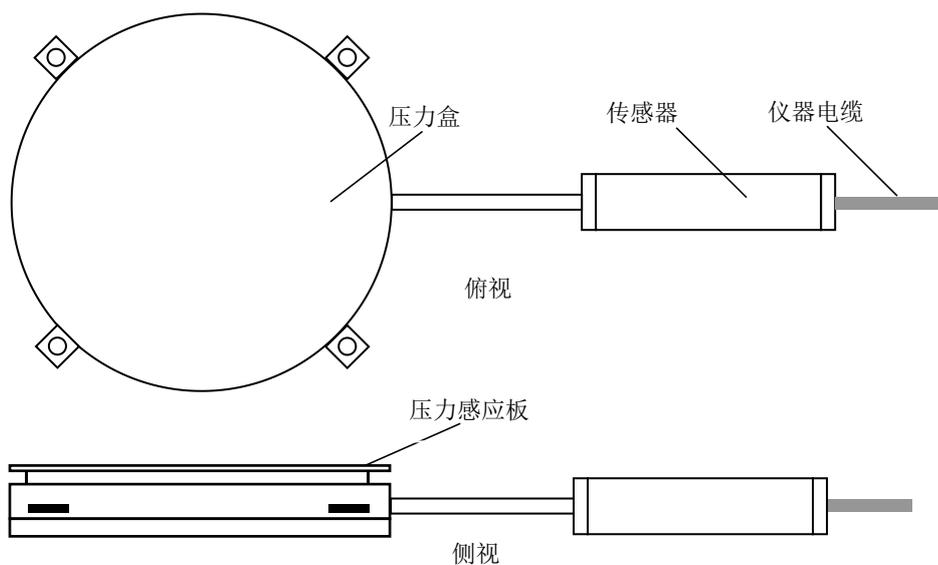


图 6 - 4810 型接触式压力计

4820 型土压力计，或者称“顶出”式土压计，在专门用来测量泥浆墙后侧的土压，压力计直接连接到厚背板上。

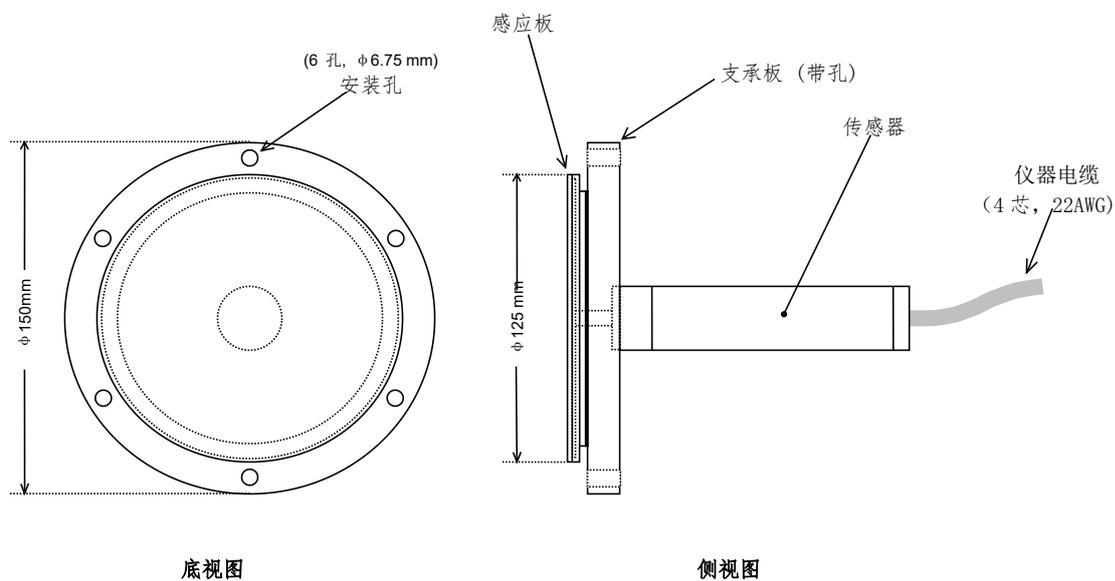


图 7 - 4820 型顶出式压力计

## 2. 安装

### 2.1. 初步试验

开始安装之前，须先检查每个土压计的性能是否正常。每个土压计出厂都带有一张率定表（图 12）以显示读数仪的数字和压力之间的关系，也显示空载的初始读数。将土压计的导线（通常是红和黑导线）接到读数仪的线夹（见第 3 节），对比率定表上给出的零读数与现在的零读数。在进行了不同的温度校正、气压校正和海拔高度校正以及土压计的实际位置校正（立放还是平放）之后，这两个读数之差不应大于 50 个数字。

按压土压计，可能改变其读数，压力增加时，读数下降。

还可以用一台欧姆表来检查电路的通断。仪器导线之间的电阻应为  $150 \pm 20 \Omega$ ，记住检查时要加上电缆的电阻，绿和白导线间的电阻大约为  $3000 \Omega$ （ $25^\circ\text{C}$  时），任一根导线和屏蔽线的绝缘电阻应超过 20 兆欧。

### 2.2. 压力计的安装

#### 2.2.1. 在土中或坝体内部的 4800 型土压力计的安装

本节详细说明 4800 型土压力计在土中、堆石坝及土坝（堤）中监测总应力时的安装，这里介绍埋设在土中的土压力计。对于土与结构之间的接触应力的监测，见 2.2.4 一节。

通常土压力计是水平面安装的，以监测垂直应力。但它们也可埋设成其他方向，以测量另一个方向的应力，例如，将土压力计垂直埋设以监测垂直于土压力计板方向的水平应力。

在安装时可以采用胶合板做样板，用以确定土压力计的位置和方向。将砂或较细的材料直接放在土压力周围并小心的用手压实之后，这些样板可以用手拆除。

安装土压力计时，应该注意使其避免直接接触大的岩石，因为这种接触将使面板局部变形，使两板挤在一起以至于外部压力不再整体的传递到内部液体上。出于本

原因，凡是大于 10mm 粒径的碎块都应从土压力计周围的材料中去除。最好用土方而不是其它材料（例如砂子）包裹土压力计，这样，如果捣实恰当，其结果与周围填土效果一样。对在大骨料中埋设，应分层回填不同尺寸骨料组成的过渡层。

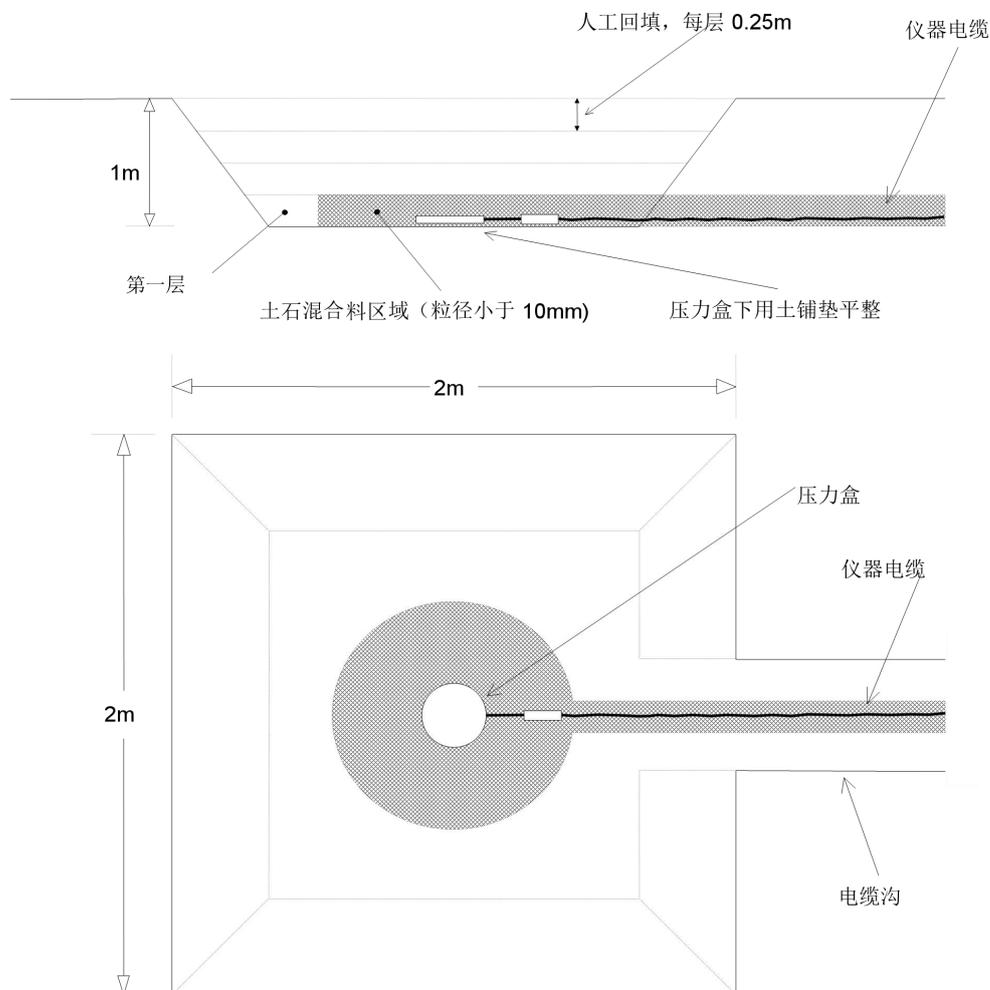


图 8 - 4800 型土压力计安装

电缆安装的细节见后面的说明。为了避免电缆在重型振动碾压设备作业时损坏，应该遵守一些预防措施。总的来说，在仪器面板周围的细材料应该用手放入，并用气动或电动夯实机来夯实，在面板之上的过渡材料层应为 250mm 厚，并同样夯实，直至垫层达 500mm。这时，重型振动碾压设备可以在仪器上方通过，但在垫层厚度到达 1 米之前，不得使用振动碾振动。

土压力计组的安装，应按上述所列举的方法要点放置，可以在坝体筑坡下面开沟敷设，也可以在上述坝体的临时坡道上安装。例如，在大坝上，通常是在碾压芯墙、反滤区及填筑区域开沟/坑安装较为方便。这样做，可以更容易的获得适当程度的回

填密实度，而不损坏土压力计和电缆。当土压力计回填、压实后，应该检查读数，确保仪器工作正常。

在坝体上，电缆可以埋在沙子或者细的坝体材料的保护层里，例如，典型的安装方法，是先敷设厚度不低于 200mm 密实的细料垫层，在准备好的保护层上布置好一系列电缆，为建立可以接受的过渡，同时与施工工序不发生交叉干扰，保护层可以位于沟里，也可以位于暴露的坡道上，例如在有防渗墙的堆石坝上，常常可以方便的将电缆安装在芯墙里和范滤细料区域的沟槽内，而在反滤粗料区和填筑区，可放在渐变区。电缆之间应相互隔开不小于 12mm，并且电缆靠近保护层的边应大于 150mm，在电缆必须相互交叉的情况下，或者在指定的布置下必须放置多于一层的电缆，那么电缆应该埋设在用手压实的沙子里或精选过的坝体材料中，在垂直方向的间隔不少于 50mm。由于电缆的伸长能力相当大，所以不必用“S”形的湾曲方式来放置电缆，那样做没有任何效果。

在土坝上将电缆沟回填时，要设置止水塞，它由膨胀系数 600% 的膨润土及坝体材料混合别成，混合的比例为 5% 的膨润土和 95% 的坝体材料。沟内止水塞的间隔不大于 20 米。设置膨润土塞的目的是减少沿回填沟槽在坝体芯墙上形成渗透的可能性。

可用聚脂薄膜（树脂）电缆标签为电缆做标记，各电缆标识应做在靠近电缆端部的地方。如果电缆可能需要被挖出来重新接线，则以规定的间隔设置标签，以帮助识别。

### 2.2.2. 4810 型接触式压力计的安装

4810 型土压力计是用来测量结构土压力的，本节就介绍其安装细节，在墩、桩、桥的支座、挡土墙、涵洞和其它结构的回填时，可以在灌筑的混凝土结构中安装土压力计，也可以直接在现有结构的表面上安装土压力计。4820 型土压力计在泥浆墙上的用法，详见第 2.2.3 一节的说明。

### 在浇筑混凝土中的安装:

浇筑混凝土时，土压力计可用钉子和焊接方法将土压力计的挂耳固定到模板上对土压力计定位（见图 5），以便使感应面的薄板直接对着模板（见图 9）。将板轻轻地钉到板面上使其与混凝土充分结合。而当该模板拆除时，也不至于从混凝土中拔出来。在要浇筑的模板内部布置电缆并引到一个方便的读数位置，多余的电缆可以卷起后装到保护箱体内，将电缆挂在附近的钢筋上，以便在浇筑混凝土和振动时保护电缆免遭损坏。

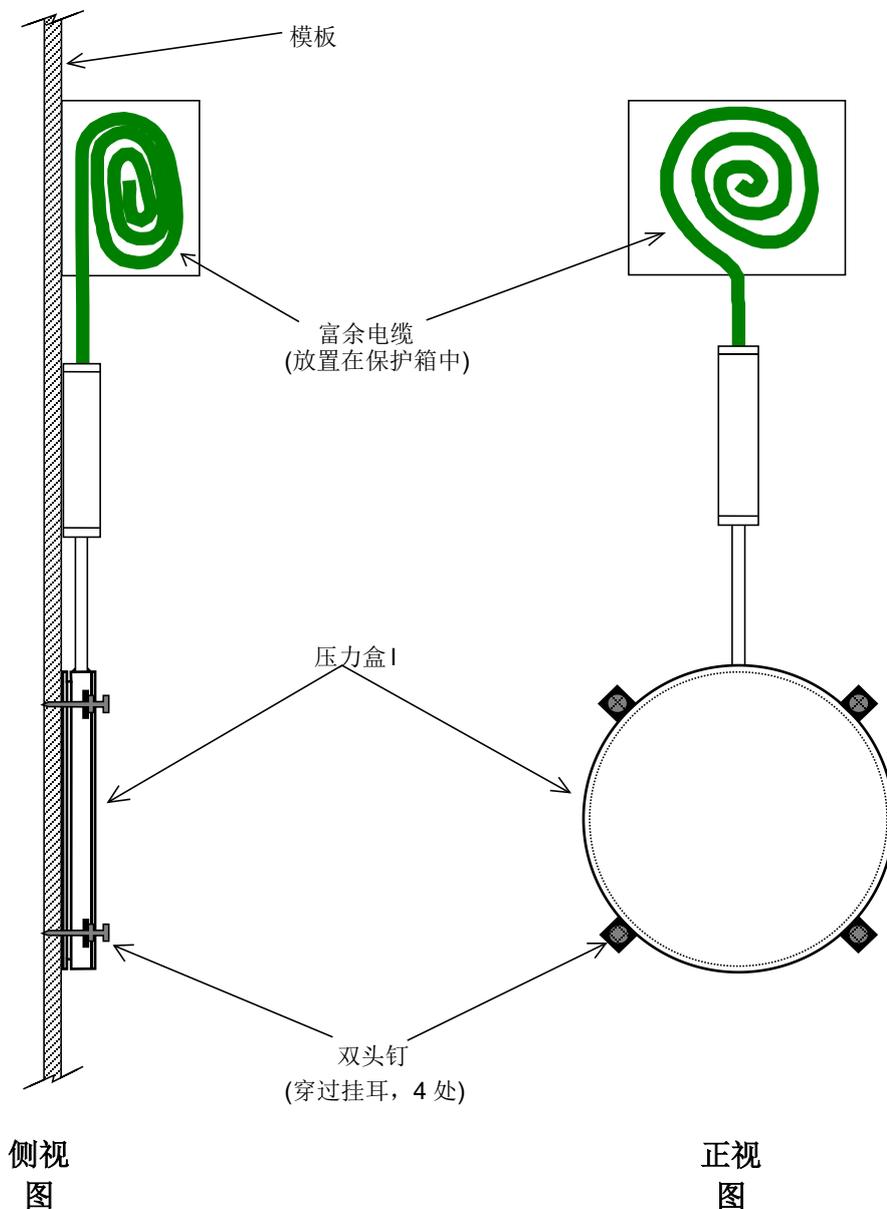


图 9 - 4810 型在模板上的固定

## 在原有结构上安装

将焊在土压计边上的吊耳，用水泥钢钉、膨胀螺栓、绑扎丝等将土压计背板对着结构表面固定在结构上，即使结构表面是光滑的，尤其是当结构表面粗糙或不规则时，都须在土压计与结构表面之间垫些砂浆，见图 10。

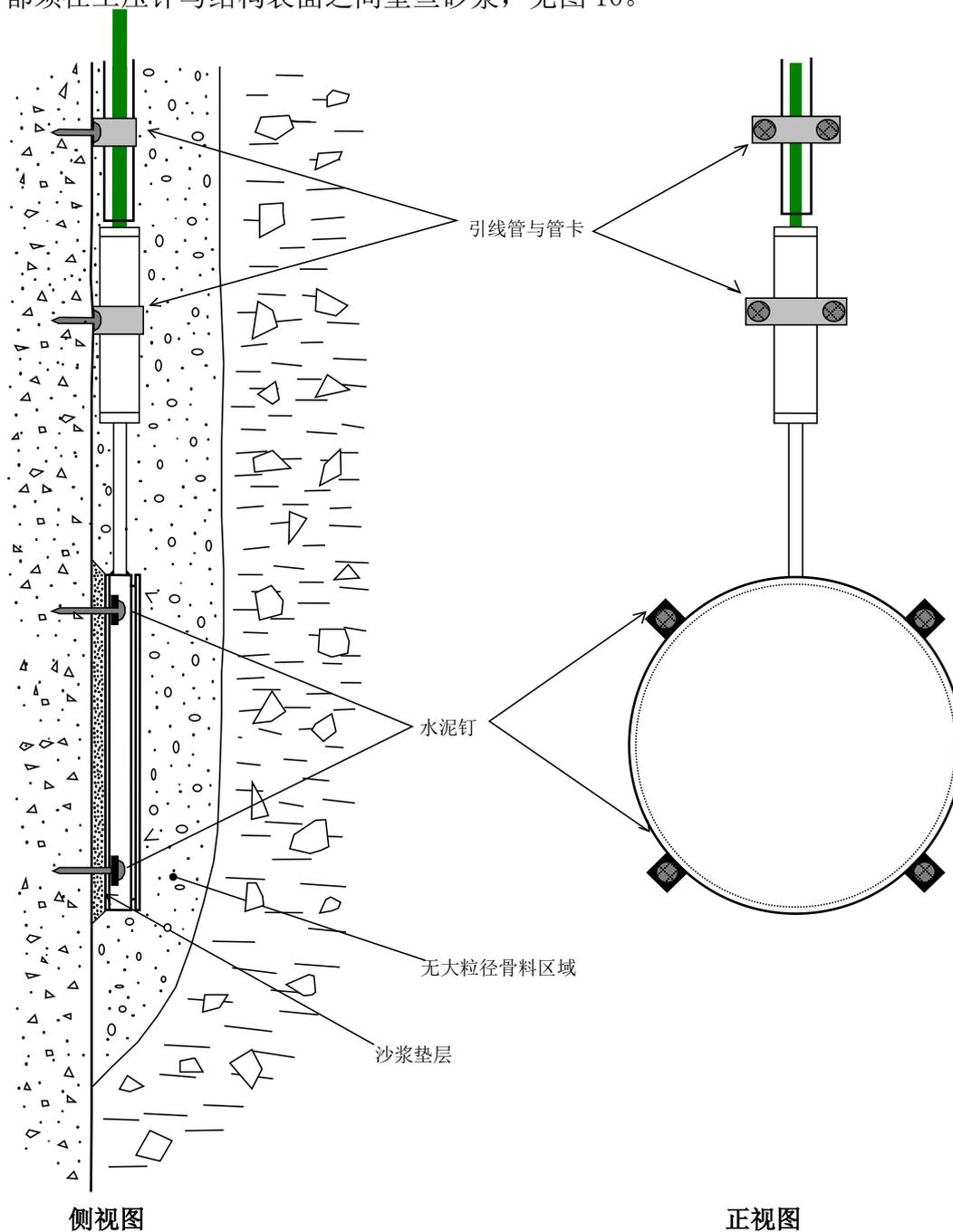


图 10 4810 型接触式土压力计安装

用土压计上的挂耳作为模板，以便确定钻孔的位置，这些钻孔用于安装膨胀螺栓，将土压计直接安装在膨胀螺栓上，也可以将膨胀螺栓安装在土压计附近并用绑扎丝将土压计固定就位。换句话说，土压计可用挂耳作为向导将土压计固定到位。首先拌合一些速凝水泥砂浆或环氧砂浆，将它们抹在表面上，然后，将土压计压进水泥砂浆中，使多余的水泥砂浆被挤出土压计的边。按住压力计不动直至水泥砂浆凝固，然后通过加上螺栓并拧紧或用钢钉将土压计就位，从而完成安装。要注意保护土压计、传感器本体和电缆，使其不直接接触大块的岩石，应避免用粒径大于 10mm 石块的细颗粒回填材料覆盖。细颗粒材料是作为填充料被放进去的，以保持它们与土压计和电缆接触，用金属保护管将电缆引到结构表面。

### 2.2.3. 4820 型顶出式压力计的安装

顶出式压力计首先需将其组装进顶出式构架内。该组件如图 11 所示。支撑盘上开有一圆孔和螺栓孔，以固定顶出式压力计，并通过钢支撑连接到双向液压千斤顶的一端，支撑盘和反作用盘的上下两边被弯曲，以避免它们在砂浆沟槽侧面受到约束，反作用盘固定到双向液压千斤顶的另一端。千斤顶牢固地固定到钢筋上，以使反作用盘不能向外移动。液压管和信号电缆以 1 米的间隔绑扎在钢筋上。当钢筋笼放到合适的深度时，启动千斤顶，推动两个盘顶紧在沟槽壁上。

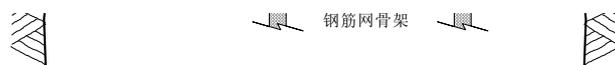


图 11 - 4820 型顶出式压力计安装

当土压计与沟槽壁接触时，就可以观测由读数装置（见第三节读数仪的说明）指示的压力，千斤顶上的加载压力应大于千斤顶安装深度处的设计灌浆压力约 100Kpa，这可以保护灌浆的压力不接近于千斤顶压力而使作用盘被压回。保持千斤顶的压力，直到灌浆凝固。

#### 2.2.4. 在基础、混凝土底板、路面等测量土压力时的土压计安装

经验表明，在基础、混凝土底板、路面等等试图测量土压力时，会经常遇到麻烦，主要有两个方面的问题。首先，由于地下变化的特性和地下密实程度的变化，接触应力的分布可能是变化的。这样，在一个地方的接触应力对周围各处来说，可能不是典型的。第二，如 2.2.1 节所说安装的土压计，可能在绕土压计周围产生一个不规则的区域，因为这里与别处不同，可能有更细的材料，并不太致密。（围绕土压计周围的材料可能不大致密，因为需要防止土压计损坏。）

在同一回填土体中，这种低密度区域可能不是个问题，因为上部的土会很自然地向下塌落，以填满这些空隙并压实土体。但是，如果在土压计的上面有一个混凝土板，那么这种压实可能就不会发生，事实上在雨水和振动的影响下，围绕土压计的空间增长，以使土压计完全与其上面的混凝土板脱离连接。在这种情况下，混凝土板像就像起到桥的作用，使混凝土板上的荷载分散到土压计周围，而不是在其上面。该土压力计记录的只是一个很低的压力，该值并不会因荷载的增加而变化。

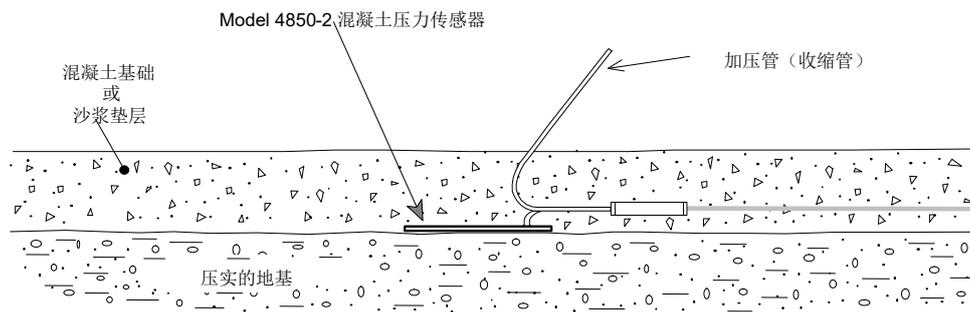


图 12 - 4850-2 型混凝土应力计安装

如果可能，避免这个问题的最好方法是将土压计浇筑到混凝土里，在最初浇筑混凝土覆盖层到地表面时，通常可以这样做。这时将 4850-2 型混凝土应力计连同收缩管布置在覆盖层底部，使其感应面反向下的地面。使用较重的三角架使砵应力计就位，

直到混凝土凝固为止。在覆盖层上露出加压管，当混凝土完全凝固后，用它来挤压砵应力计，以保证在土压计与其周围的混凝土间良好的接触，见图 12。

这种方法的优点在于简单，而且允许混凝土下面的土体可用普通的方法来压实。

### 2.3. 电缆安装：

电缆敷设随不同的安装方法而变化，但是通常所有的安装均有相同的要求：①当埋设电缆时，必须避免用有尖锐棱角骨料回填保护；②电缆保护必须使其免遭碾压设备损坏；③在土坝、堆石坝回填中，必须保护电缆因坝体的不同压缩量而导致的电缆拉伸损坏；④在混凝土结构中，必须保护电缆使其免遭在混凝土注入和振捣而损坏电缆。

电缆可以拼接，而不要影响传感器的读数，然而土体中应尽可能避免接头。如无法避免电缆连接，应采用防水接头，最好采用环氧接头装置，如 3M Scotchcast™ 的 82-A1 型专用电缆接头，这些接头装置可从美国 Geokon 公司订购。

### 2.4. 电噪声干扰

安装仪器电缆时一定要小心，使电缆尽可能远离干扰源，如动力线、发电机、电机、变压器、弧焊机等。电缆绝不可以与电力电缆一同埋设或并排敷设，否则仪器电缆将感应 50Hz 或 60Hz（或其它频率）的噪声，从而对获得稳定的读数会造成一定的影响。采用美国 Geokon 公司自动化系统和读数仪所遇到的影响，请向厂家咨询选择适合的滤波器。

### 2.5. 初始读数

必须读取初始读数连同安装时的大气压和温度均要仔细记录，当土压计就位并在土方覆盖和浇筑混凝土之前，要读取初始读数。**再次读一遍，在零负荷时读取初始读数是必不可少的！**

### 3. 读取数据

#### 3.1. GK-401 振弦读数仪

GK-401 是所有振弦仪器的基本读数仪。

用读数仪所带的连接线夹与读数仪连接，或在有终端箱（集线箱）的测站用一接头连接。红色和黑色线夹用于连接振弦传感器，绿色或蓝色线夹用于连接屏蔽线，GK-401 不能测读半导体温度计（见 3.4 章节）。

1. 将显示选择键旋到“B”挡，读数在“数值”挡，（见3.4章节）。
2. 打开仪器，读数将显示在前面板显示窗口，当读数时，最后一位数可能会变化一到二个数，记录所显示数值。如果显示出零或读数不稳定见第5章故障排除建议。
3. 在大约4分钟后，读数仪会自动关闭以便节能。

#### 3.2. GK-402 读数仪操作

GK-402 有储存仪器读数和测量半导体温度计阻值的附加功能。

用读数仪所带的连接线与读数仪连接，或在有终端箱（集线箱）的测站用一接头连接。红色和黑色线夹用于连接振弦土压计，白色或绿色线夹用于连接半导体温度计，电缆屏蔽线可以连接到黑色线夹。

1. 打开读数仪，按任何键进入主菜单。
2. 按“1”进入读数屏幕，如果选择了正确范围（从读数屏上按“2”），按“1”储存所显示数字。
3. 通过选择正确的范围代码读取半导体温度计（在读数屏上选“2”为范围，然后选“6”为半导体温度计）。在表B-1中查找所测电阻对应的温度，用公式B-1温度也能计算出来。

### 3.3. GK-403 读数仪操作

GK-403 能存储仪器读数也可将率定系数输入读数仪将读数转化为工程单位，相关读数仪“G”档的更多信息，请查阅 GK-403 使用手册。GK-403 直接以摄氏度读出半导体温度计温度。

用读数仪所带的连接线与读数仪连接，或在有终端箱（集线箱）的测站用专用连接头连接。红色和黑色线夹用于连接振弦传感器，白色和绿色线夹用于连接半导体温度计，兰色线夹连接电缆屏蔽线。

- 1) 将显示选择键旋到“B”位置。
- 2) 打开仪器，读数将显示在前板显示窗口，当读数时，最后一位数可能会变化一到二个数，按“储存”键记录所显示数值。如果没有读数显示或读数不稳定，查看第5节故障排除建议。读数仪可读出半导体温度计的温度，并且显示单位为摄氏度。
- 3) 大约2分钟后，仪器将自动关闭节省能源。

### 3.4. 温度测量

所有振弦式土压计内都装有一个读取温度的半导体温度计，半导体温度计随温度的变化给出不同的阻值，通常白色和绿色导线与内部半导体温度计连接。

- 1) 把一欧姆表与土压中的半导体温度计绿、白两根导线相连。（由于电阻随温度变化范围非常大，电缆电阻的影响通常忽略不计。）
- 2) 在表B-1（附录B）中查找所测电阻对应的温度，用公式B-1（附录B）也能将温度也能计算出来。例如：一个3400欧姆的电阻等于22℃。当使用了比较长的电缆后，电缆的阻值应加到计算中去（即实测值减去电缆电阻），标准22AWG（美国线规）多股铜心线电缆的电阻大约为48.5 Ω/km，双向则乘以2。

注意：GK-403 读数仪将自动读取半导体温度计并以摄氏度为单位显示温度。

## 4. 数据处理:

### 4.1. 压力计算

从弦式土压力计上所测量和数据处理的基本单位是 “Digit 即数值 (字)”。即 GK-401、GK-402 和 GK-403 读数仪与土压力计的读数位置所显示的所有的数, 数字的计算根据下列公式:

$$\text{数值} = [1/\text{周期 (秒)}]^2 \times 10^{-3} \quad \text{或} \quad \text{数值} = \text{Hz}^2 / 1000$$

#### 公式 1 - 数值转换

用下列公式将数值转换成压力:

$$\text{压力} = (\text{初始读数} - \text{当前读数}) \times \text{率定系数}$$

或

$$P = (R_0 - R_1) \times C$$

#### 公式 2 - 将数值转换成压力

初始读数  $R_0$  通常是在安装时获得的 (通常是零读数)。率定系数 ( $C$  通常是值 PSI、/Digit 或者 Mpa/Digit) 由率定表提供 (见图 13)。为了将输出转换成其它的工程单位, 可用表 1 所示的转换系数素乘以率定系数。

From → To ↓	psi	"H <sub>2</sub> O	'H <sub>2</sub> O	mm H <sub>2</sub> O	m H <sub>2</sub> O	"HG	mm HG	atm	mbar	bar	kPa	MPa
psi	1	.036127	.43275	.0014223	1.4223	.49116	.019337	14.696	.014503	14.5039	.14503	145.03
"H <sub>2</sub> O	27.730	1	12	.039372	39.372	13.596	.53525	406.78	.40147	401.47	4.0147	4016.1
'H <sub>2</sub> O	2.3108	.08333	1	.003281	3.281	1.133	.044604	33.8983	.033456	33.4558	.3346	334.6
mm H <sub>2</sub> O	704.32	25.399	304.788	1	1000	345.32	13.595	10332	10.197	10197	101.97	101970
m H <sub>2</sub> O	.70432	.025399	.304788	.001	1	.34532	.013595	10.332	.010197	10.197	.10197	101.97
"HG	2.036	.073552	.882624	.0028959	2.8959	1	.03937	29.920	.029529	29.529	.2953	295.3
mm HG	51.706	1.8683	22.4196	.073558	73.558	25.4	1	760	.75008	750.08	7.5008	7500.8
atm	.06805	.002458 3	.029499 6	.0000968	.0968	.03342	.001315 8	1	.000986 9	.98692	.009869	9.869
mbar	68.947	2.4908	29.8896	.098068	98.068	33.863	1.3332	1013.2	1	1000	10	10000
bar	.068947	.002490 8	.029889 6	.0000981	.098068	.033863	.001333	1.0132	.001	1	.01	10
kPa	6.8947	.24908	2.98896	.0098068	9.8068	3.3863	.13332	101.320	.1	100	1	1000
MPa	.006895	.000249	.002988	.0000098 1	.009807	.003386	.000133	.101320	.0001	.1	.001	1

表 1 - 工程单位相乘的系数

例如，假定某土压力计初始读数是 9101，当前的读数是 7380，率定系数是 0.06943 Psi/Diget，那么计算的压力为：

$$P = (9101 - 7380) \times 0.06943 = 119.5 \text{Psi}$$

## 4.2. 温度校正

弦式仪器相对于温度的影响不是太灵敏，通常地下温度变化较小，可以忽略不计。如果需要的话，土压计温度影响的修正可用率定表中的（见图 13）温度系数（K）连同公式来进行，见公式 3。

$$\text{温度校正} = (\text{当前温度} - \text{初始温度}) \times \text{温度系数}$$

或

$$P_{\text{修正}} = (T_1 - T_0) \times K$$

### 公式 3 - 温度修正

用公式 2 将温度修正值加到计算压力中。例如，假定初始温度是 25℃，测量时的温度是 12℃，温度系数是 -0.02814Psi/℃。温度修正后的压力为：

$$119.9 \text{psi} = 119.5 + [(12 - 25) \times -0.02814]$$

因此，热温度修正压力计算如下：

$$P_{\text{修正}} = (R_0 - R_1) \times C + (T_1 - T_0) \times K$$

### 公式 4 - 温度修正压力计算

注意，温度修正的应用只是涉及到压力计本身，而并不是整个土压计周围的土体或者土与混凝土各自的（两者不同）温度膨胀率。从商业观点来看，要测量这个影响而不付出巨大的花费是不现实的。因此可以说影响通常是很小的，特别是在温度相当稳定的深度处。

### 4.3. 气压计压力校正

美国 Geokon 公司弦式土压力计所采用的传感器是被抽真空的并经牢固地密封，因此与其所受气压的影响是相适应的，但是，由于共幅度大约是 $\pm 0.5\text{Psi}$ ，通常是不需要校正的。如果确实对这种影响需要校正，那么就要在每次读数时记录下气压计的读数。



48 Spencer St. Lebanon, N.H. 03766 USA

### Vibrating Wire Pressure Transducer Calibration Report

Type: S Date of Calibration: March 17, 2006

Serial Number: 06-3383 Temperature: 22.8 °C

Pressure Range: 700 kPa †Barometric Pressure: 992.3 mbar

Cal. Std. Cntrl. #(s): 524, 529, 511, 506, 069, 309, 080, 081 Calibration Instruction: VW Pressure Transducers Rev.B

Technician: *J. Bellavance*

Applied Pressure (kPa)	Gage Reading 1st Cycle	Gage Reading 2nd Cycle	Average Gage Reading	Calculated Pressure (Linear)	Error Linear (%FS)	Calculated Pressure (Polynomial)	Error Polynomial (%FS)
0.0	8619	8620	8620	0.952	0.14	0.185	0.03
140.0	7714	7715	7715	139.6	-0.06	139.8	-0.02
280.0	6802	6802	6802	279.4	-0.08	280.1	0.01
420.0	5888	5889	5889	419.4	-0.09	420.1	0.02
560.0	4971	4972	4972	559.9	-0.02	560.1	0.02
700.0	4051	4052	4052	700.8	0.11	700.0	0.01

(kPa) Linear Gage Factor (G): 0.1532 (kPa/ digit) Regression Zero: 8626

Polynomial Gage Factors: A: -3.047E-07 B: -0.1493 C: 1310.0

Thermal Factor (K): -0.0343 (kPa/ °C)

(psi) Linear Gage Factor (G): 0.02222 (psi/ digit)

Polynomial Gage Factors: A: -4.41876E-08 B: -0.02166 C: 190.01

Thermal Factor (K): -0.00497 (psi/ °C)

Calculated Pressures: Linear,  $P = G(R_0 - R_1) + K(T_1 - T_0) - (S_1 - S_0)**$   
 Polynomial,  $P = AR_1^2 + BR_1 + C + K(T_1 - T_0) - (S_1 - S_0)**$

†Barometric pressures are absolute. Barometric compensation is not required with vented and differential pressure transducers.

Factory Zero Reading:  
 GK-401 Pos. B or F(R<sub>0</sub>): 8546 Temp(T<sub>0</sub>): 22.8 °C †Baro(S<sub>0</sub>): 978.3 mbar Date: April 04, 2006

\*Initial zero readings must be established in the field following the procedures described in the Instruction Manual. If the Polynomial equation is used the field value of C must be calculated by plugging the initial zero reading into the polynomial equation with the value of P set to zero.

The above instrument was found to be in tolerance in all operating ranges.  
 The above named instrument has been calibrated by comparison with standards traceable to the NIST, in compliance with ANSI Z540-1.  
 This report shall not be reproduced except in full without written permission of Geokon Inc.

图 13 - 4800 型率定表样例

## 5. 故障排除

弦式土压力计的保养与故障排除只限于周期性的检查电缆的接线，一旦安装好了，人员通常就无法接近土压计，因此补救措施受到限制。出现问题时，可查阅下表有关问题和可能的解决方案，对于其它故障排除可向工厂咨询，以寻求帮助。

### **症状：土压力计读数不稳**

- ✓ 读数仪的挡位设置是否正确？如果用一台数据记录仪自动的记录读数，那么扫描频率的激励设置是否正确？用不同的读数挡位试着再读一次，例如，GK-401 和 GK-403 的“A”档可以读取这种土压力计，转换到“A”档，用公式 1 将周期换算为数字值。
- ✓ 附近是否有电气干扰源？电气干扰最大的可能是电动机、发电机、变压器、弧焊机和天线。不论是用便携式读数仪，还是数据记录仪，都要保证接地的屏蔽线，如果用 GK-401 读数仪，可将绿色接线夹接到压力计电缆的屏蔽线上。如果用 GK-403，可将带兰色接线夹接到屏蔽线上。
- ✓ 将读数仪连接其它土压力计是否工作？如果不是，读数仪的电池电压可能太低，或者功能错误。请查阅各自读数仪的说明书，充电或者排除故障。

### **症状：压力计读数故障**

- ✓ 是否电缆断了或轧坏了？这可以用欧姆表来检查。正常情况下，仪器的两根导线间（通常是红和黑）的电阻是  $150 \pm 20 \Omega$ 。记住检查时要加上电缆的电阻（22AWG 标准铜导线的电阻大约是  $48.5 \Omega / \text{km}$ ，两个方向再乘以 2），如果电阻读数很低（ $< 100 \Omega$ ），多半是电缆短路。
- ✓ 读数仪或数据记录仪与其它土压力计连接是否工作？如果不工作，可能读数仪或数据记录仪功能错误，可查阅说明书，得到进一步的指导。

## 附录 A—技术参数

### A.1. 土压力计

型号:	4800 软基用土压力计 (矩形)	4800 软基用土压力计 (圆形)	4810 接触式土压力计	4820 顶出式土压力计
测量范围: <sup>1</sup>	350 kPa (50 psi) 700 kPa (100 psi) 1.5 MPa (250 psi) 3.5 MPa (500 psi) 5 MPa (750 psi) 7 MPa (1000 psi) 20 MPa (3000 psi)	350 kPa (50 psi) 700 kPa (100 psi) 1.5 MPa (250 psi) 2.5 MPa (500 psi) 5 MPa (750 psi) 7 MPa (1000 psi) 20 MPa (3000 psi)	2 MPa (300 psi) 3.5 MPa (500 psi) 5 MPa (750 psi)	0.3 MPa (50 psi) 0.7 MPa (100 psi) 1.5 MPa (200 psi)
分辨率:	0.025% FSR			
精度:	0.5% FSR (0.1% FSR 多项式)			
线性度:	0.5% FSR (标准) 0.1% FSR (可选)			
过量程:	200% FSR			
温度范围:	-30 to +70° C			
尺寸: <sup>2</sup> (有效面积)	100 × 200 mm 4 × 8"	230 mm 外径 9" 外径	230 mm 外径 9" 外径	125 mm 外径 5" 外径
线圈电阻:	150 Ω			
压力盒材料:	304 不锈钢			
传感器材料:	303 & 304 不锈钢			
重量:	2.3 kg. 5 lbs.	2.3 kg. 5 lbs.	4.7 kg. 10.3 lbs.	2.7 kg. 6 lbs.
电缆: <sup>3</sup>	2 对双绞线 (4 芯镀锡铜芯线), 22 AWG 聚酯铝箔屏蔽, 高密聚酯护套, 外径 6.3 mm (0.250")			

表 A-1 土压力计技术指标

注意:

<sup>1</sup> 对其它量程可向工厂咨询

<sup>2</sup> 对其它尺寸可向工厂咨询

<sup>3</sup> 其它电缆型号可向工厂咨询

### A.2. 热敏电阻 (参照附录 B)

量程: -80°C ~ +150°C

精度: ±0.5°C

## 附录 B-半导体温度计温度推导公式

半导体温度计类型：YSI 44005,Dale # 1C3001-B3,Alpha # 13A3001-B3

电阻转化为温度的公式：

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

### 公式 B-1 半导体温度计阻值-温度换算关系

这里： T=摄氏温度

LnR =阻值的自然对数

A=1.4051×10<sup>-3</sup>(在-50 至+150℃范围内计算有效)

B=2.369×10<sup>-4</sup>

C=1.019×10<sup>-7</sup>

电阻(Ω)	温度℃	电阻(Ω)	温度℃	电阻(Ω)	温度℃	电阻(Ω)	温度℃	电阻(Ω)	温度℃
201.1K	-50	16.60K	-10	2417	30	525.4	70	153.2	110
187.3K	-49	15.72K	-9	2317	31	507.8	71	149.0	111
174.5K	-48	14.90K	-8	2221	32	490.9	72	145.0	112
162.7K	-47	14.12K	-7	2130	33	474.7	73	141.1	113
151.7K	-46	13.39K	-6	2042	34	459.0	74	137.2	114
141.6K	-45	12.70K	-5	1959	35	444.0	75	133.6	115
132.2K	-44	12.05K	-4	1880	36	429.5	76	130.0	116
123.5K	-43	11.44K	-3	1805	37	415.6	77	126.5	117
115.4K	-42	10.86K	-2	1733	38	402.2	78	123.2	118
107.9K	-41	10.31K	-1	1664	39	389.3	79	119.9	119
101.0K	-40	9796	0	1598	40	376.9	80	116.8	120
94.48K	-39	9310	1	1535	41	364.9	81	113.8	121
88.46K	-38	8851	2	1475	42	353.4	82	110.8	122
82.87K	-37	8417	3	1418	43	342.2	83	107.9	123
77.66K	-36	8006	4	1363	44	331.5	84	105.2	124
72.81K	-35	7618	5	1310	45	321.2	85	102.5	125
68.30K	-34	7252	6	1260	46	311.3	86	99.9	126
64.09K	-33	6905	7	1212	47	301.7	87	97.3	127
60.17K	-32	6576	8	1167	48	292.4	88	94.9	128
56.51K	-31	6265	9	1123	49	283.5	89	92.5	129
53.10K	-30	5971	10	1081	50	274.9	90	90.2	130
49.91K	-29	5692	11	1040	51	266.6	91	87.9	131
46.94K	-28	5427	12	1002	52	258.6	92	85.7	132
44.16K	-27	5177	13	965.0	53	250.9	93	83.6	133
41.56K	-26	4939	14	929.6	54	243.4	94	81.6	134
39.13K	-25	4714	15	895.8	55	236.2	95	79.6	135
36.86K	-24	4500	16	863.3	56	229.3	96	77.6	136
34.73K	-23	4297	17	832.2	57	222.6	97	75.8	137
32.74K	-22	4105	18	802.3	58	216.1	98	73.9	138
30.87K	-21	3922	19	773.7	59	209.8	99	72.2	139
29.13K	-20	3748	20	746.3	60	203.8	100	70.4	140
27.49K	-19	3583	21	719.9	61	197.9	101	68.8	141
25.95K	-18	3426	22	694.7	62	192.2	102	67.1	142
24.51K	-17	3277	23	670.4	63	186.8	103	65.5	143
23.16K	-16	3135	24	647.1	64	181.5	104	64.0	144
21.89K	-15	<b>3000</b>	<b>25</b>	624.7	65	176.4	105	62.5	145
20.70K	-14	2872	26	603.3	66	171.4	106	61.1	146
19.58K	-13	2750	27	582.6	67	166.7	107	59.6	147
18.52K	-12	2633	28	562.8	68	162.0	108	58.3	148
17.53K	-11	2523	29	543.7	69	157.6	109	56.8	149
								55.6	150

表 B-1 半导体温度计阻值-温度对照表