



# 振弦式渗压计

## TVD03A 安装说明书

## 目录

一、 简介 .....	2
1.1 概述 .....	2
1.2 工作原理 .....	2
1.3 产品规格参数 .....	2
1.4 组成结构 .....	3
二、 产品安装 .....	3
2.1 仪器验收 .....	3
2.2 线缆连接 .....	4
2.3 安装前准备 .....	5
2.3.1 渗压计预饱和 .....	5
2.3.2 进水条件 .....	5
2.3.3 基准值 .....	5
2.4 渗压计安装 .....	5
2.3.1 在建结构物安装埋设 .....	5
2.3.2 已建成结构物安装埋设 .....	7
2.3.3 在隧道和边坡埋设 .....	9
2.3.4 在基岩面上埋设 .....	10
2.3.6 在测压管中安装 .....	11
三、 读数及数据处理 .....	11
3.1 数据读取 .....	11
3.2 温度测量 .....	12
3.3 数据处理 .....	12
四、 常见故障分析及排除 .....	13
4.1 读数不稳 .....	13
4.2 不能读数 .....	13
五、 附录 .....	14
5.1 温度测量电阻规格参数表 .....	14
5.2 阻值温度对应表 .....	15

## 一、简介

### 1.1 概述

TVDO3A 振弦式渗压计主要适用于长期埋设在水工结构物或其它混凝土结构物及土体内，长期观测结构物或土体内部的渗透(孔隙)水压力，同步测量埋设点的温度。

TVDO3A 渗压计为全不锈钢结构，透水部件为带 50 微米小孔的烧结不锈钢制成，以利于空气从渗压计的空腔排出。采用振弦式原理设计，体积小，安装简单，抗干扰能力强，性能稳定可靠，适合长期监测使用。

### 1.2 工作原理

振弦式渗压计埋设于坝体或基岩内，渗透水压力自进水口经透水石作用在渗压计的弹性膜片上，将引起弹性膜片的变形，并引起振弦应力的变化，从而改变振弦的振动频率。振弦式渗压计的振动频率的平方与膜片上的压力是成正比的。电磁线圈激振振弦并测量其振动频率，频率信号经电缆传输至读数装置，即可测出水荷载的压力值。

内置的智能电路可同时监测环境温度，并对其温度影响进行自动补偿修正。

### 1.3 产品规格参数

参数名称	参数说明
量程范围 (MPa)	0.35
外径 (mm)	19.05
长度 (mm)	133
精度	0.1% F.S
温度测量范围	-40℃ ~ +80℃
温度测量精度	±0.5℃
承压过载能力	1.2 倍
绝缘电阻	≥50MΩ

## 1.4 组成结构

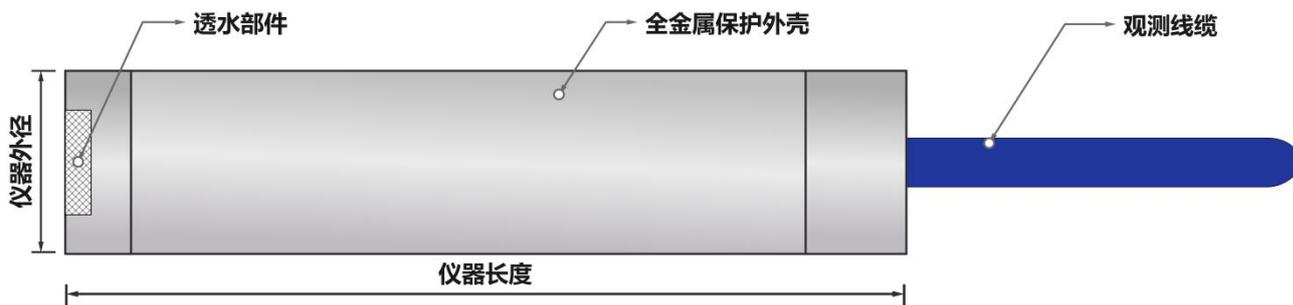


图 1 - TVD-A 产品结构示意图

TVDO3A 渗压计主要由金属密封外壳、钢弦、透水组件、高灵敏金属感应膜片、激励线圈组件、仪器线缆等构成。仪器最大外径为 19.05mm，仪器长度 133mm，出厂配 3 米长的水工观测线缆

## 二、产品安装

### 2.1 仪器验收

序号	名称	型号	配置
1	渗压计	TVDO3A	标配
2	文件资料	TVDO3A 振弦渗压计检测证书	标配
3			

表 1 - TVDO3A 配置信息表

**步骤 1:** 仪器到达施工现场后，应开箱检查。用户开箱验收仪器时，应先检查仪器的数量（包括仪器附件）及检验合格证与装箱单是否相符；每一只渗压计出厂都标配了检测证书，其中给出了仪器的初始零读数和仪器系数等相关信息；需检查是否含有检测证书

**步骤 2:** 对于箱内每台仪器，先用 100V 兆欧表及万用表，分别检查常温绝缘电阻及线圈电阻值，绝缘电阻不应低于  $50\text{M}\Omega$ ；焊接前用万用表测量传感器芯线间电阻数值并记录。其中红、黑芯线电阻通常为  $180 \pm 100\Omega$  左右；绿、白芯线电阻在室温  $25^\circ\text{C}$  时应为  $3\text{k}\Omega$  左右；红、黑线对绿、白线以及对屏蔽线间绝缘电阻应  $>50\text{M}\Omega$ 。（测量绝缘电阻应使用 100V 直流兆欧表。万用表测量电阻时应为  $\infty$ ）；

**步骤 3:** 仪器存放环境，应保持干燥通风，搬运时应小心轻放；

**步骤 4:** 如检测有不正常读数的仪器，返修厂家，不可现场打开仪器检修；

## 2.2 线缆连接

TVDO3A 渗压计在出厂时仪器上自带线缆 3m，可使用本公司提供的防水接头配件，用于线缆间固定连接防护。

或可根据现场情况进行加长焊接连接。步骤如下：

**步骤如下：**

**步骤 1:** 焊接前将线缆端部剥除外皮，长度约 8cm，露出芯线，在剩余线缆外皮部位用砂布或砂纸打磨，长度约 3cm。线缆外面套  $\Phi 12\text{mm}$  热缩套管（长度约 14cm）。用剥线钳将芯线剥除外皮，芯线上套  $\Phi 4\text{mm}$  热缩套管。将芯线对应颜色拧在一起后，用电烙铁焊锡。焊锡过程应避免虚焊并去除毛刺。5 根芯线均需焊接，焊接时注意：1、将各个芯线接头错开；2、保证各芯线长度一致，以保证线缆受拉时，各芯线能均匀受力。

**步骤 2:** 焊接结束后，裸露芯线长度大约为 7cm 左右。将  $\Phi 12\text{mm}$  热缩套管推至线缆接头部位，用热风枪将热缩套管热缩于接头部位。 $\Phi 12\text{mm}$  热缩套管每端均应压在传感器线缆外皮 3cm 左右。使用热风枪吹热缩套管时应控制温度，必须使热缩套管内部的热熔胶融化呈透明、流动状态，完全充满接头内部。注意：温度过高会使芯线外皮融化，造成芯线短路，也会造成热缩套管碳化变脆。

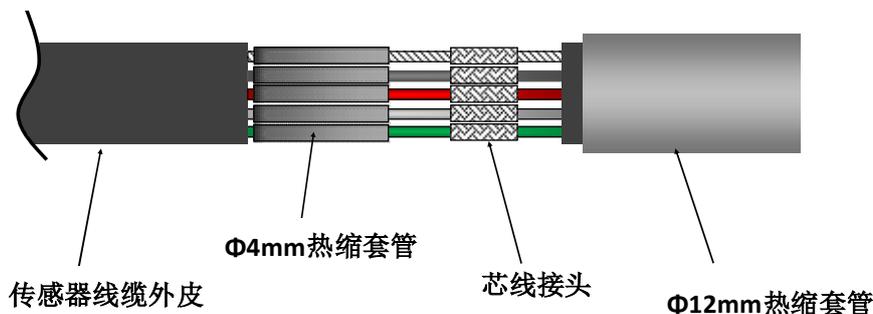


图 2 - 线缆焊接示意图

**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，并使用万用表测量各芯线间线缆电阻情况。避免因焊接工作造成接头部位芯线短路、断路情况。

## 2.3 安装前准备

### 2.3.1 渗压计预饱和

渗压计预饱和：由于渗压计的透水板有一定的渗透系数，而水压力又是穿过透水板后作用在渗压计的感应膜上，如果透水板与感应膜前的储水腔没有充满水(含有气泡)，将会造成渗压计测值的严重滞后。安装埋设前渗压计端部的透水板必须驱除空气。

在埋设前都必须将其端部的透水石取出，用水浸泡 24 h 以上或用开水煮沸（1~2 h）以排除其中的空气。仪器端部空腔内要注满清水，并在清水中装上透水石，埋设前整个仪器一直浸没在清水中。

### 2.3.2 进水条件

埋设时应首先确保渗压计进水口的畅通，为防止泥浆堵塞进水口，应在进水口处做一个人工过滤层，过滤层由中砂、细砂分层组成，过滤层的直径应大于 10cm(或包一层土工布)，埋设前将过滤层在水中充分饱和。

### 2.3.3 基准值

渗压计安装定位后应及时测量仪器的基准值，渗压计测量并计算出的水压力量是一个相对基准值的变化量，所以基准值取的准确与否，将直接影响到测值的准确性。

仪器安装完成后，在无外荷载及混凝土水化热结束的情况下，可进行基准值的测试(测试基准值应在无压和恒温的状态下，如早晨测值比较稳定)。记录渗压计不同日三次以上的测值(频率和温度)，如果多次测值基本相同(误差 $\leq 0.5\% F.S$ )，此测值可作为基准值。

基准值是作为一个归 0 的读数值，这个数据用于后期数据处理（除非监测相对压力）。渗压计用于监测水位时，应将渗压计在空气中获取的读数作为 0 读数（基准值），但要注意温度平衡过程。

## 2.4 渗压计安装

### 2.3.1 在建结构物安装埋设

在建结构物中的渗压计安装埋设，通常是采用挖坑埋设。混凝土结构物和土石结构物的埋设，根据埋设环境的不同，埋设方式有所不同：

### (1) 在混凝土结构物的埋设

混凝土结构物浇筑过程中埋设渗压计时：

①当混凝土浇筑层达到渗压计设计要求埋设高程时，在先浇注的混凝土块层面上的测点处挖一个直径 20cm、深 30cm 的坑；

②在坑底部铺填一层中细砂，将预备好（用透水土工布制成的沙包包裹）的渗压计放坑内的中细砂中，再填满饱和细沙，孔口加一盖板（如图）

③理顺电缆，引向测站，测量初值，再浇筑混凝土。

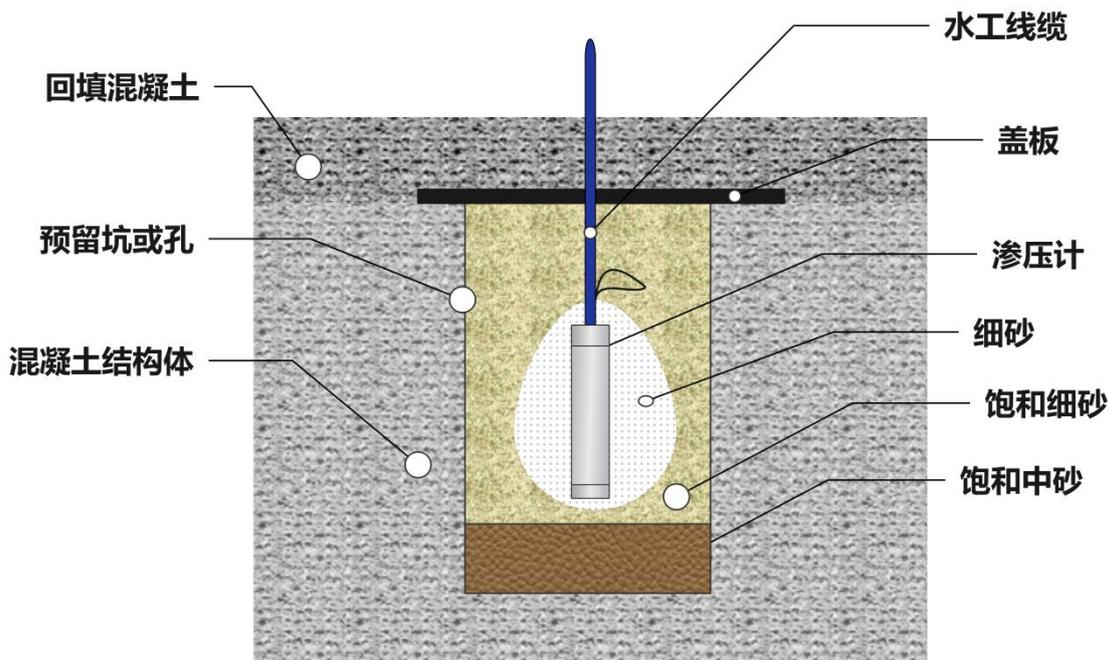


图 3 - 在建混凝土结构物内安装埋设示意图

### (2) 在土石结构物的埋设

土石坝内、坝基内、粘土内渗压力计的埋设，可采用坑式埋设法。

①在坝内埋设时，当坝面填筑高程超出测点埋设高程约 0.3 米时，在测点位置挖坑坑深约 0.4 米，宽 0.5 米，在基础底部填 20cm 厚的砂，

②将预备好（用透水土工布制成的沙包包裹）的渗压计在坑内就地埋设，再覆盖 20~30cm 的细砂，浇水使砂层饱和。然后采用薄层辅料、专门压实的方法，回填原开挖料。

③埋设后的渗压计，其上的填方安全覆盖厚度应不小于 1 米。渗压计的观测电缆可沿坝面开挖沟槽敷设。电缆线之间应平行排列，呈 S 形向向引伸。用原填筑料分层回填，并分层夯实，回填压实密度和含水量应与坝体设计一致。一般情况下，电缆的回填土在

120cm 以内时，用人工或轻型机械进行压实，填土厚达 120~200cm 时，用静碾压实，填土超过 200cm 以上时，再进行正常碾压施工。渗压计的观测电缆可沿坝面开挖沟槽敷设。

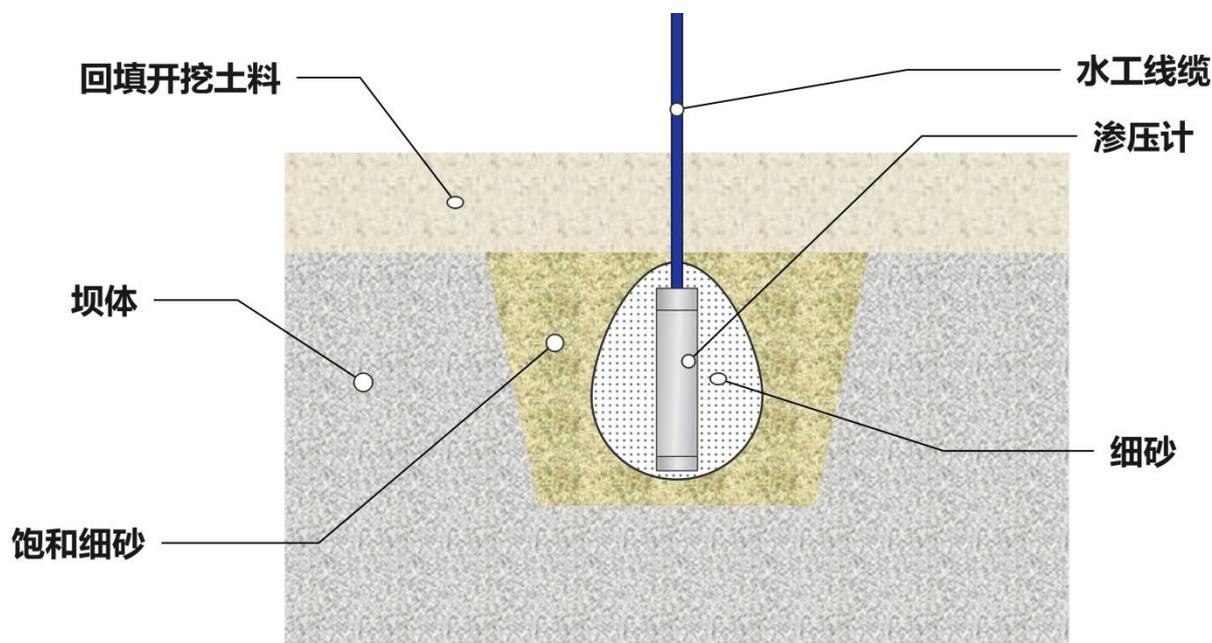


图 4- 在建土石坝坑内埋设安装示意图

注：此安装当横穿防渗体敷设时，应加止水环；当在堆石坝壳内敷设时，应加保护管。当进入观测房时，应以钢管保护。观测电缆在敷设时必须留有裕度，并禁止相互交叉。敷设裕度依敷设的介质材料、位置、高程而定，一般约为敷设长度的 5%~10%。观测电缆保护管上的土方安全覆盖厚度，在粘性土填方中应不小于 0.5 米，在堆石填方中应不小于 1 米。

### 2.3.2 已建成结构物安装埋设

在坝基深部、边坡、运行期建筑物等已建成，处于运营期的工程。渗压力计的埋设（渗透水压力监测），应采用钻孔埋设法。

#### (1) 混凝土结构物内钻孔埋设

已建成的混凝土结构物基础面上，主要监测基础部位渗流水压变化情况。采用钻孔埋设法：

①在渗压计埋设的位置钻孔孔径根据渗压计数量而定。钻孔孔深要比渗压计设计埋

设高程深 40cm 以上，成孔后应填洗净的饱和粗砂。

②钻孔经过渗水试验合格后，将预备好（用透水土工布制成的沙包包裹）的渗压计放入孔中，周围填满细砂，上层用膨胀水泥封孔阻断透水层，再上层水泥砂浆封口，如下图 5 所示。

③理顺电缆，引向测站，测量初值。

**注：沙包的准备过程：**将一布袋放入盛水大容器内，袋内充填适量级配砂，将渗压计放在袋的中央，并继续在渗压计周围充填级配砂，待充满后将袋口扎紧。如不用沙包也可用透水土工布把渗压计裹严后埋设，沙包在埋设前都应浸没在水中。

## （2）土石结构物内钻孔埋设

①已建土石结构物内埋设渗压计，应采用钻孔埋设法。钻孔孔径，依该孔中埋设的仪器数量而定，仪器越多孔径越大，一般采用直径 100~150mm 的孔径。钻孔孔深要比渗压计设计埋设高程深 40cm 以上。岩体钻孔应做压水试验，钻孔位置应根据地质条件和压水试验结果确定。

②成孔后测量好孔深，在孔底铺设 20cm~40cm 厚的砂砾石和粗砂至仪器埋设高程，砾石直径一般在 10mm~20mm。

③将预备好（用透水土工布制成的沙包包裹）的渗压计放入孔中，周围填满细砂，段上层用膨润土封孔阻断透水层，再上层原土料封口，如下图 6 所示。

经检验合格后，在其上填 20~40cm 中粗砂，并使之饱和，再填入 10~20cm 细砂，最后在余孔段灌入水泥膨润土球或预缩水泥砂浆。

在钻孔内埋设多个渗压计，实现渗透压力的分层监测，方法同上，但要做好相邻渗压计之间的封闭隔离。

当设计为监测建筑物或基础深层的渗透点压力时，应将渗压计封闭在不大于 50cm 的钻孔渗水段内。

当钻孔岩体的渗透系数很小时，渗压计应埋设在体积较大的集水孔段内。

**注：渗压计埋设与封孔过程中，应随时进行检测，严禁施工中损坏传感器和观测电缆，一旦发现异常现象，必须及时处理或重新埋设。如孔太深，为防止沙包及电缆线自身过重受损，可用钢丝吊住沙包，并把电缆线用塑料扎带扎在钢丝上。**

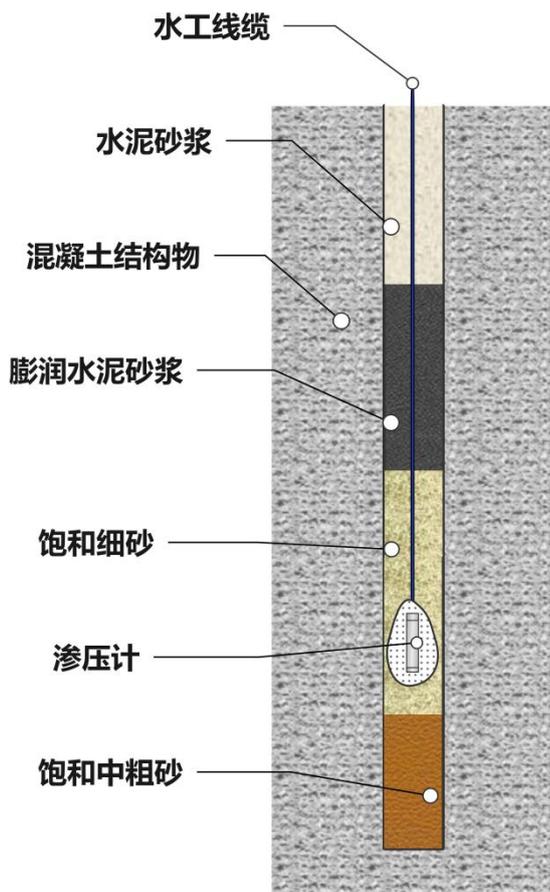


图 5

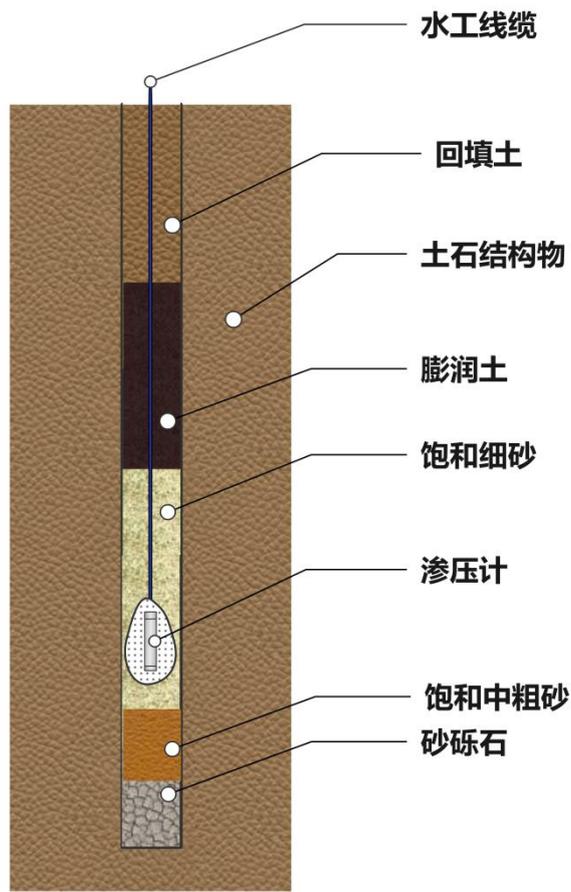


图 6

### 2.3.3 在隧道和边坡埋设

在隧道衬砌、地下洞室围岩内或边坡等基岩表面浅层埋设渗压计，需要用水平浅孔埋设和集水法。

①在埋设渗压计的位置钻一个水平孔深 50cm、孔径 150cm~200cm 的浅孔，如孔无透水裂隙，可根据需要的深度，在孔底套钻一个孔深 30cm、孔径 3~5cm 的小孔；

②经渗水试验合格后，在小孔内填入砾石，在大孔内填入细砂。将渗压计埋在细砂中，孔口用盖板封上，引出仪器电缆后用水泥沙浆封住；如图 7

③理顺电缆，引向测站，测量初值，待沙浆凝固后，即可填筑混凝土。

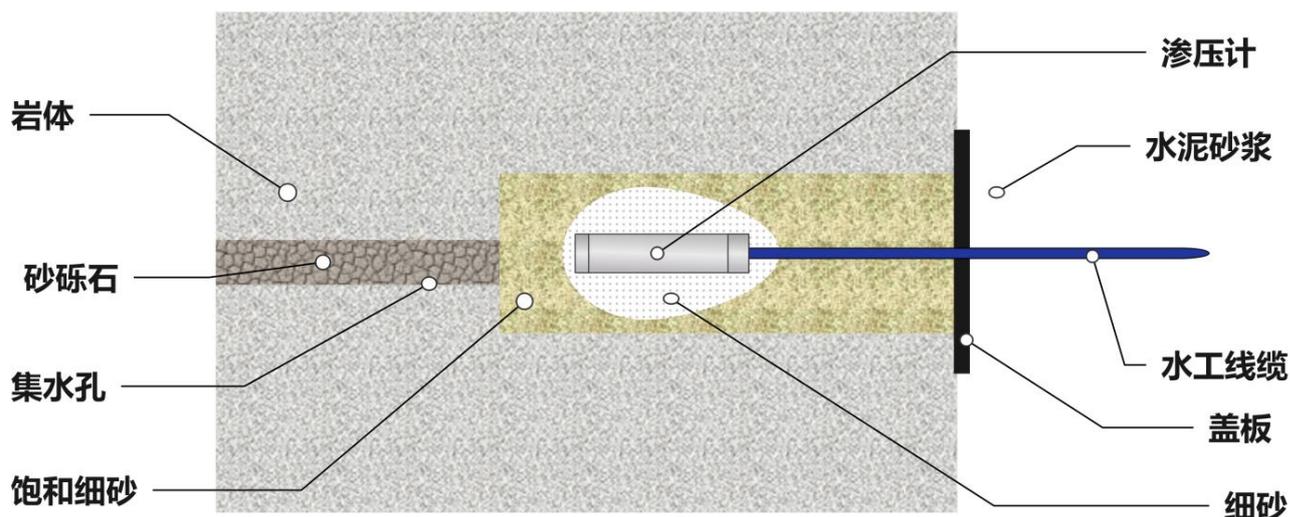


图 7

### 2.3.4 在基岩面上埋设

此方法通常埋设在混凝土结构物基础面上，主要监测基础部位渗流水压变化情况。

①在渗压计埋设的基岩位置钻一个孔深 100cm、孔径 5cm 的集水孔。孔中应填洗净的砂砾石。

②钻孔经过渗水试验合格后，将事先准备好的裹有细砂包的渗压计放在集水孔中。采用砂浆覆盖砂包，待砂浆凝固后再浇筑混凝土。

③沙包的准备过程：将一布袋放入盛水大容器内，袋内充填适量级配砂，将渗压计放在袋的中央，并继续在渗压计周围充填级配砂，待充满后将袋口扎紧。如不用沙包也可用透水土工布把渗压计裹严后埋设，沙包在埋设前都应浸没在水中。

注：当混凝土结构物（如混凝土坝）的基础需进行固结灌浆和帷幕灌浆，因压力灌浆的浆液可能堵塞集水孔和仪器进水口，一般情况下，建议在灌浆施工之前不宜安装基岩部位渗压计。

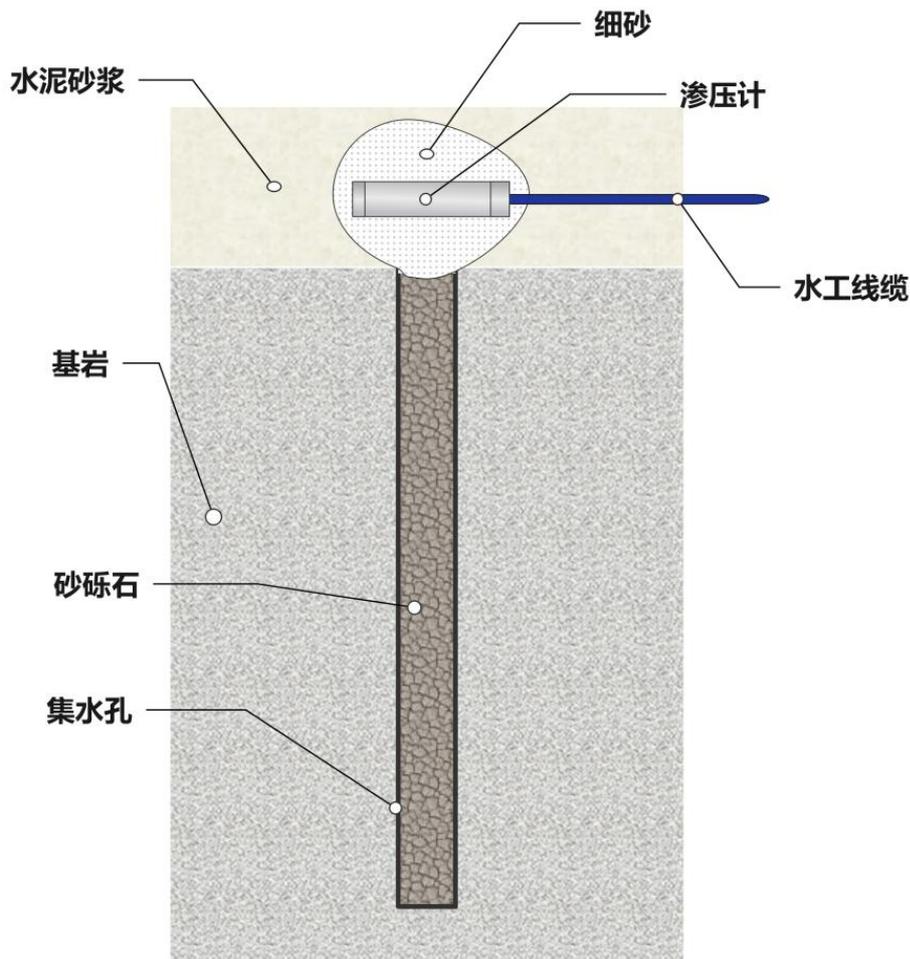


图 8

### 2.3.6 在测压管中安装

在介质渗透系数较大部位（如土石坝坝体）的渗透水压力监测、混凝土坝的扬压力监测以及大坝两岸的绕坝渗流监测等，通常采用测压管配渗压计（扬压力计）监测。将渗压计直接吊装在测压管中，渗压计距测压管孔底距离为 50~100cm。

## 三、读数及数据处理

### 3.1 数据读取

TVDO3A 渗压计可使用忻德振弦采集器 TVAA01 进行数据读取与自动化测量。该自动化采集系统支持自动测量振弦输出的传感器信号，并具有智能识别钢筋计状态、读取传

感器 ID 号、故障智能诊断、实时采集、定时采集、测量数据存贮、自动休眠等功能。具备防水、防雷、抗电磁干扰等能力。

### 3.2 温度测量

TVDO3A 渗压计带有测温的半导体芯片，通过白、绿色芯线连接到钢筋计内部的半导体芯片上。将欧姆表连接到钢筋计半导体温度计两根导线上，电阻值随温度变化量很大，所以可以忽略线缆电阻。按照附录 5.2 中所测电阻值查找对应温度。

### 3.3 数据处理

振弦式渗压计受到渗透（孔隙）水压力和温度的双重作用时，渗压计的一般计算公式为

$$P_m = K \cdot \Delta F + b \cdot (T - T_0)$$

$$\Delta F = F^2 - F_0^2$$

式中：

$P_m$  — 被测对象的渗透（孔隙）水压力，单位为 kPa；

$K$  — 渗压计的出厂标准系数，见出厂标配的检测证书，单位为 kPa/kHz<sup>2</sup>（由厂家所附卡片给出）；

$\Delta F$  — 实时测量的钢筋计输出值相对于基准值的变化量，单位为 kHz<sup>2</sup>；

$F$  — 实时测量的渗压计输出值，单位为 kHz；

$F_0$  — 渗压计的基准值，单位为 kHz。

$b$  — 渗压计的温度修正系数，单位为 kPa/°C

$T$  — 温度的实时测量值，单位为 °C；

$T_0$  — 温度的基准值，单位为 °C。

**注意事项：**

● 渗压计的基准值  $F_0$  在埋入式混凝土初装后连续三次以上稳定的平均值可定为基准值（初始值）。将其保持在空气中用读数仪进行观测，待测值稳定后（一般经过 0.5 h），连续测量 3 次，取平均值作为基准值。

● 渗压计在出厂时带有测温系统，温度系数  $b$  需根据厂商提供值进行带入计算。

## 四、常见故障分析及排除

渗压计的维护和故障排除仅限于定期检查线缆连接和终端维护。安装后，仪表如无法正常工作，按以下问题列表和可能的解决方案。有关其他故障排除和支持，请联系 [ThinkSonic 厦门忻德信息技术有限公司](#)。

当振弦式渗压计测量出现故障时，可用万用表检查传感器芯线间的电阻值，其正常状况红、黑芯线电阻值通常为 600  $\Omega$  左右；绿、白芯线电阻值在温度 25 $^{\circ}\text{C}$  时应为 3k  $\Omega$  左右；红、黑线对绿、白线或对屏蔽线(裸线)间绝缘电阻值应 > 50M  $\Omega$  (测量绝缘电阻时可使用 100V 直流兆欧表，万用表测量绝缘电阻应用 M  $\Omega$  档，其值应为无穷大  $\infty$ )。

### 4.1 读数不稳

- (1) 检查读数仪档位设置是否正确，如果使用数据记录仪自动记录读数，扫描频率激励设置是否正确。读数仪的电量是否正常
- (2) 应力读数是否超出仪器额定范围（或压力或张拉）。
- (3) 附近有无电噪声源，大多数可能的电噪声源为马达、发动机和天线。将仪器移开安装场地或安装滤波器，不管是使用便携式读数仪还是数据记录仪，都应确保屏蔽线接地。如果可能，将仪器线缆从电线和电气设备上移开，排除其他电器件影响。

### 4.2 不能读数

- (1) 检查线圈电阻，正常情况下线圈电阻为：180  $\Omega$

- (2) 线缆电阻 R 为： $R = \rho L/S$

$\rho$  — 为铜线电阻率， $0.0175 \times (1 + 0.00390 \times \text{当前温度数 } ^{\circ}\text{C})$ ；

L — 为导线的长度；

S — 为导线横截面积，TVA02B 单根导线面积为 0.35mm<sup>2</sup>；

25 $^{\circ}\text{C}$  时 100 米长的导线电阻约为 6  $\Omega$ 。

- (3) 如果电阻太大或无穷大，应判断线缆断路。
- (4) 如果电阻太低或接近于 0，则应判断是短路。
- (5) 如果电阻正常而任何一个传感器都没有读数，应怀疑是读数仪有问题，这

时应向厂家咨询。

(6) 如果所有的电阻都正常仅其中一个传感器没有读数，就应怀疑此点传感器有问题，这时也应向厂家咨询。

## 五、附录

### 5.1 温度测量电阻规格参数表

参数	数值	单位
25° C 时电阻值	3000	$\Omega$
R <sub>25</sub> 误差值	$\pm 2.18$	%
B <sub>25</sub> 值	3977	K
B <sub>25</sub> 误差	$\pm 0.75$	%
零耗散时工作温度范围	-40 to +125	°C
0°C-50°C 测量精度	$\pm 0.5$	°C
55°C 时最大功耗	100	mW
最小端子和涂层体之间的介电压	500	V <sub>AC</sub>
重量	0.2	g
备注：电阻芯片型号 NTCLE201E3302SB		

## 5.2 阻值温度对应表

<b>RESISTANCE VALUES AT INTERMEDIATE TEMPERATURES</b>				
<b>T<sub>OPER</sub></b> <b>(°C)</b>	<b>R<sub>T</sub>/R<sub>25</sub></b>	<b>T-TOL.</b> <b>(± K)</b>	<b>TCR</b> <b>(%/K)</b>	<b>NTCLE20</b>
				<b>302</b>
-40	33.21	0.68	-6.57	99.63
-35	23.99	0.66	-6.36	71.97
-30	17.52	0.64	-6.15	52.56
-25	12.93	0.62	-5.95	38.79
-20	9.636	0.59	-5.76	28.91
-15	7.250	0.57	-5.58	21.75
-10	5.505	0.55	-5.40	16.51
-5	4.216	0.52	-5.24	12.65
0	3.255	0.50	-5.08	9.766
5	2.534	0.50	-4.92	7.602
10	1.987	0.50	-4.78	5.962
15	1.570	0.50	-4.64	4.710
20	1.249	0.50	-4.50	3.746
<b>25</b>	<b>1.000</b>	<b>0.50</b>	<b>-4.37</b>	<b>3.000</b>
30	0.8059	0.50	-4.25	2.418
35	0.6535	0.50	-4.13	1.960
40	0.5330	0.50	-4.02	1.599
45	0.4372	0.50	-3.91	1.312
50	0.3605	0.50	-3.80	1.082
55	0.2989	0.55	-3.70	0.8966
60	0.2490	0.61	-3.60	0.7470
65	0.2084	0.66	-3.51	0.6253
70	0.1753	0.72	-3.42	0.5259
75	0.1481	0.77	-3.33	0.4443
80	0.1256	0.83	-3.25	0.3769
85	0.1070	0.89	-3.16	0.3211
90	0.09154	0.95	-3.09	0.2746
95	0.07860	1.02	-3.01	0.2358
100	0.06773	1.08	-2.94	0.2032
105	0.05858	1.14	-2.87	0.1757
110	0.05083	1.21	-2.80	0.1525
115	0.04426	1.27	-2.73	0.1328
120	0.03866	1.34	-2.67	0.1160
125	0.03387	1.41	-2.61	0.1016

厦门市忻德科技监测有限公司

地址：福建省厦门市软件园三期 C 区 10 栋 1402 单元

技术支持服务：

工作时间：周一至周五 8:30-18:00

技术支持热线：400-9933-396/15750766065

技术支持 QQ 和微信号：15750766065