

VWP 型振弦式渗压计使用说明

本使用说明仅适用于本公司生产的 VWP 型振弦式渗压计，其型号为 VWP 系列型号。

1、用途

VWP 型振弦式渗压计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，测量结构物或土体内部的渗透(孔隙)水压力，并可同步测量埋设点的温度。

振弦式渗压计加装配套附件可在测压管道、地基钻孔中使用，渗压计为全不锈钢结构，24×120mm 的灵巧体积，可方便放置在需要测量的狭小部位。振弦式渗压计具有参数识别功能。

2、规格及主要技术参数

规格型号		VWP-0.35	VWP-0.7	VWP-1	VWP-2	VWP-3
尺寸	最大外径 D/mm	24	24	24	24	24
	长度 L/mm	120	120	120	120	120
性能参数	测量范围 KPa	0～350	0～700	0～1000	0～2000	0～3000
	分辨率	≤0.025%F.S				
	拟合精度	≈0.1%F.S/0.5%F.S				
	测温范围	-40～+80℃				
	灵敏度	±0.1℃				
	测温精度	±0.5℃				
	修正系数 b	≈0.10 KPa/℃				
	耐水压	测量范围 1.5 倍				
	绝缘电阻	≥50 MΩ				

注：频率模数 $F=Hz^2 \times 10^{-3}$

3、结构及作原理

3.1 结构

VWP 型振弦式渗压计由透水部件、感应膜板、观测电缆、振弦及激振电磁线圈等组成。

3.2 工作原理

当被测水荷载作用在渗压计上，将引起感应膜板的变形，其变形带动振弦转变成振弦应力的变化，从而改变振弦的振动频率。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。同步测量埋设点的温度值。

4、计算方法

a) 当外界温度恒定，渗压计仅受到渗透(孔隙)水压力时，其压力值 P 与输出的 频率模数 F 具有如下线性关系：

$$P = k \times \Delta F$$

$$\Delta F = F - F_0$$

式中： P —渗压计的测量值，单位为 KPa ；

k —渗压计的测量灵敏度，单位为 KPa/F ；

ΔF —渗压计基准值相对于实时测量值的变化量，单位为 F ；

F —渗压计的实时测量值，单位为 F ；

F_0 —渗压计的基准值，单位为 F 。

b) 当作用在渗压计上的渗透(孔隙)水压力恒定，而温度增加 ΔT ，此时渗压计有输出量 $\Delta F'$ ，这个输出量是由温度变化而造成的，因此在计算时应给以扣除。实验可知 $\Delta F'$ 与 ΔT 具有如下线性关系：

$$P' = k \times \Delta F' + b \times \Delta T = 0$$

$$K \times \Delta F' = -b \times \Delta T$$

$$\Delta T = T - T_0$$

式中： b —渗压计的温度修正系数，单位为 $\text{KPa} / ^\circ\text{C}$ ；

ΔT —温度实时测量值相对于基准值的变化量，单位为 $^\circ\text{C}$ ；

T —温度的实时测量值，单位为 $^\circ\text{C}$ ；

T_0 —温度的基准值，单位为 $^\circ\text{C}$ 。

c) 当渗压计受到渗透(孔隙)水压力和温度的双重作用时，若大气压力有较大变化时，应予以修正，渗压计的一般计算公式为：

$$P_m = k \times \Delta F + b \times \Delta T + \Delta Q = k \times (F - F_0) + b \times (T - T_0) + (Q_0 - Q)$$

式中： P_m —被测渗透(孔隙)水压力值，单位为 KPa ；

Q_0 —大气压力测量基准值，单位为 KPa ；

Q —大气压力实时测量值，单位为 KPa 。

d) 渗压计水位高程计算公式为：

$$H_m = ((k \times (F - F_0) + b \times (T - T_0)) / 9.81) + H$$

式中： H —渗压计安装高程 m 。

5、埋设与安装

渗压计是用于测量土体中的孔隙水压力，岩体和混凝土内的渗透水压力，埋设应按设计要求进行测点的布设，根据被测结构物的结构特点采取相应的埋设方法。

5.1 安装前的准备

渗压计在安装之前，应先进行检测，合格后方可安装。

渗压计透水板的浸饱和：渗压计的透水板有一定的密度，压力水要透过透水板作用在感应膜上，如果透水板与感应膜之间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。

在埋设前渗压计的透水板与储水腔必须驱除空气，具体操作方法：先将透水板部件从渗压计本体上拔下，然后将透水板部件放入水中浸泡 2 小时以上，排除透水石中的气泡，使其充分饱和，然后将渗压计与透水板部件浸没在水中重新装配起来。

5.2 混凝土中的埋设(图 1)

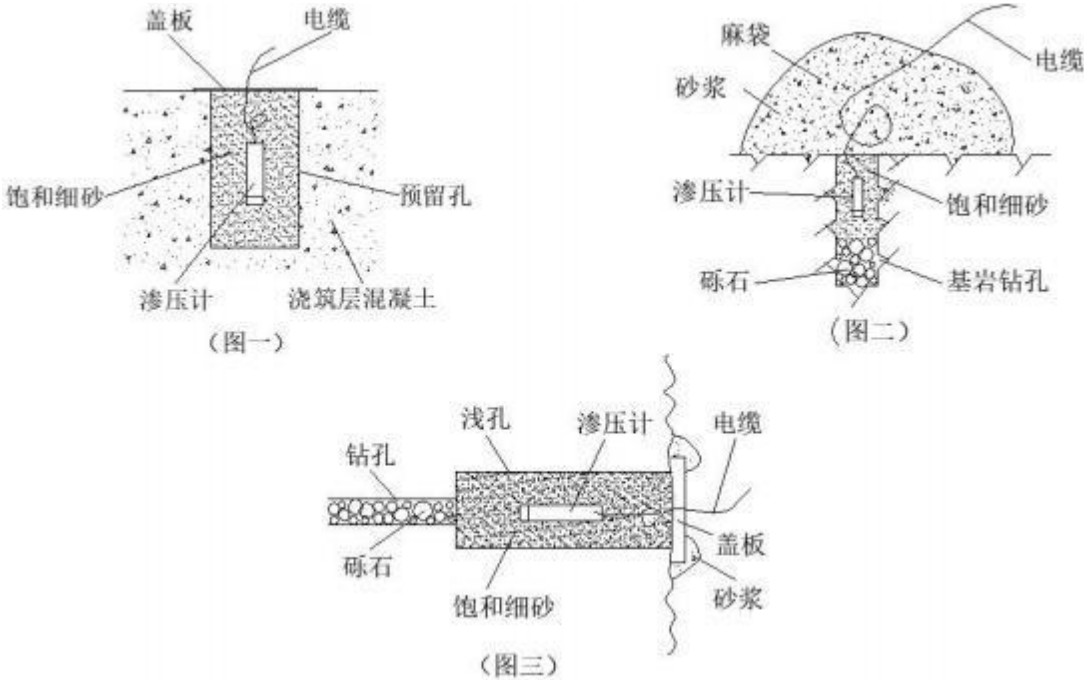
当混凝土浇筑层达到渗压计设计要求埋设高程，在埋设位置的基面挖一个深 30cm、直径 20cm 的坑。在坑内铺填中细砂，将预备好的渗压计放在孔内中细砂中，再用中细砂填满，观测电缆按设计走向引出，浇筑混凝土。

5.3 基岩中的埋设(图 2)

在要埋设的基岩位置钻一个孔深 100cm、孔径 5cm 的集水孔。钻孔经过渗透水试验合格后，在孔内铺填中细砂，将预备好的渗压计放在孔内中细砂中，再用中细砂填满，观测电缆按设计走向引出，浇筑混凝土。

5.4 隧道和边坡上埋设(图 3)

在将埋设渗压计的部位钻孔，钻孔深度 20cm~30cm，如孔中无透水裂隙，可在孔底套钻一个小孔以便集水。经渗水试验合格后，在小孔内填入细石，在孔内填入中细砂，将渗压计放在中细砂中，用中细砂将孔填满。将渗压计接长的观测电缆按设计走向蛇形引出，即可用水泥沙浆封堵。



5.5 混凝土坝基下的埋设

在坝基的混凝土底板下埋设渗压计时，应先钻孔，测量孔深，清理钻孔。安装埋设前，先将渗压计装入透水沙包中，包中装中细砂，或用透水土工布包裹。

在渗压计安装的下部倒入中细砂，将装有渗压计的砂包吊入孔中。如孔太深，砂包及电缆自重超过电缆强度时，应用钢丝吊住渗压计的尾部横孔，并把电缆绑在钢丝上进行吊装，这样可以避免电缆损坏。

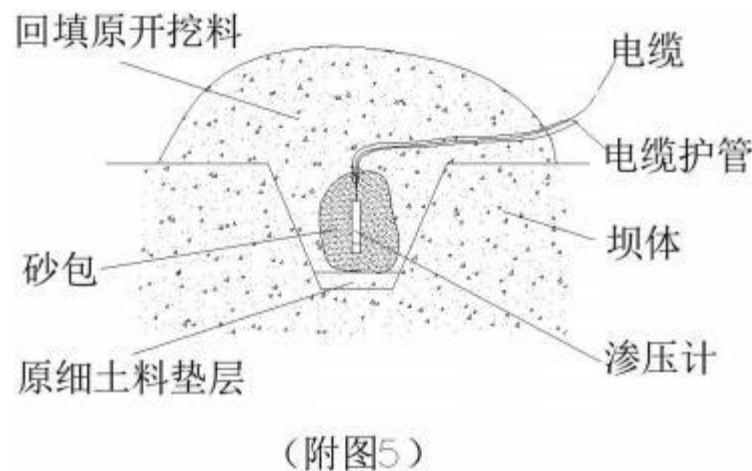
渗压计安装就位后应及时测量，确认渗压计是否完好，向孔中填入中粗砂，同时向孔内灌水，使孔浸水饱和，测孔上部浇筑混凝土。

如果需要分层观测渗透水压力时，可在一个孔内埋设多支渗压计，埋设方法则是逐级重复上述过程，注意做好相邻渗压计之间的封闭隔断。

5.6 土石坝施工期的埋设(附图 5)

土石坝中埋设渗压力计可采用坑式埋设法，当坝面填筑高程超出测点埋设高程约 0.3 米时，在测点位置挖坑深约 0.4 米，用透水布和砂包裹住渗压力计放入坑中。回填原位土，细心压实，埋设有渗压计的地方其上的碾压安全覆盖厚度应大于 1 米。

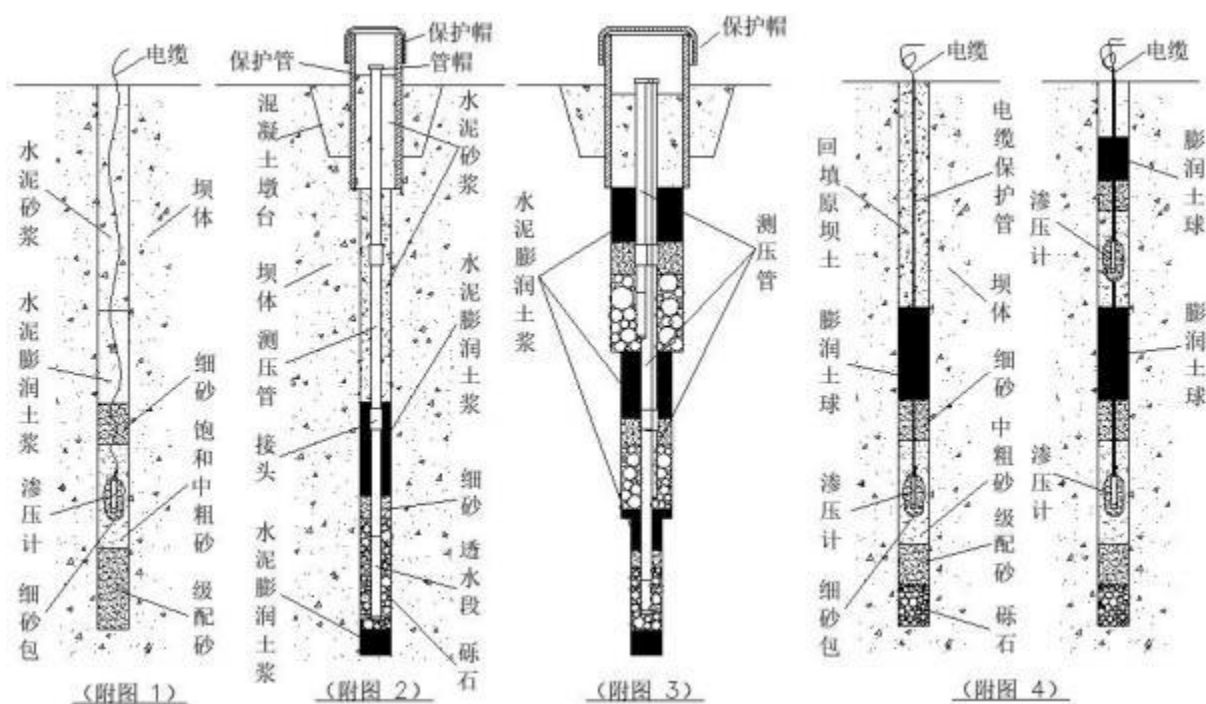
渗压计的观测电缆沿坝面开挖沟槽敷设，当横穿防渗体时，应加止水环。当在堆石坝内敷设时，应加保护钢管。观测电缆在敷设时必须留有裕度，蛇形走向，禁止相互交绕。



5.7 土石坝的埋设

已建工程埋设渗压计，应采用钻孔埋设法，钻孔孔径，依该孔中埋设的渗压计数量而定，渗压计越多孔径越大，单孔可采用 $\phi 80 \sim 100\text{mm}$ 的孔径。钻孔孔深要比渗压计设计埋设高程深 40cm 以上，成孔后应在孔底灌入粗砂，用透水布和砂包裹住渗压力计放入孔中其上铺设中细砂，如下图。

渗压计埋设后在封孔前，应及时进行测试，一旦发现异常现象，及时处理重新埋设。



5.8 选取基准值

渗压计的测量值为实时测量值相对于基准值的变化量，所以基准值选取的准确与否，将直接影响到测值的准确性。

在外荷载变动不大选取相同时间、稳定气温的 3 次相近的读数，经平均后做为基准值，渗压计安装在混凝土中应选取水化热过后的测值。基准值选定后应做好记录，作为计算的基准值。

为使基准值取的更准确，可将以上操作重复进行两次，如果两次测值基本相同(误差 $\leq 0.5\%F.S$)，则证明基准值取值正确。

渗压计的测量值出现偏差时，可用以上方法重新校准基准值。

6、测量

现场测量渗压计用 VW-102A 型读数仪，将测量线一头连接读数仪，测量线另一头各色夹子对应连接上渗压计的输出电缆，黑、红测频率，白、绿测温度。渗压计内附有智能识别芯片，其内存贮有该渗压计的编号、标定系数 K、温度修正系数 b 等信息。用读数仪测量时会自动将识别信息读出，顺序存入读数仪内，通讯给计算机，方便快速统计计算及查询，使测量工作实现人工智能无纸化操作。

工程现场多支渗压计电缆被意外挖断，仅用读数仪测量一遍，就可自动识别出每支渗压计所对应的编号及身份信息。

7、渗压计故障检查

当渗压计测量出现故障时，可用万用表检查渗压计电缆芯线间的电阻值，正常状况红、黑芯线电阻值通常为 $450\sim 900\Omega$ 左右；绿、白芯线电阻值在温度 25°C 时应为 $3\text{k}\Omega$ 左右；红、黑线对绿、白线或对屏蔽线(裸线)间绝缘电阻值应 $> 50\text{M}\Omega$ (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 $\text{M}\Omega$ 档，其值应为无穷大 ∞)。

8、电缆故障检查

渗压计电缆接长用型号为 YSPT-4 水工专用观测电缆，其电缆电阻值约为 $45\ \Omega/\text{km}$ 左右。

8.1 用万用表测量(黑、红芯线)的电阻值：正常情况为 $450\sim 900\ \Omega$ 左右，再加上电缆的电阻值。

- a) 如果电阻测值正常，可能渗压计损坏或进水；
- b) 如果电阻测值非常大或无穷大，电缆或接头断路；
- c) 如果电阻测值非常小，电缆或接头短路。

其表现为读数仪测量不出频率值。

8.2 用万用表测量(白、绿芯线)的电阻值：正常情况在温度 25°C 时应为 $3\text{k}\ \Omega$ 左右，再加上电缆的电阻值。

- a) 如果电阻测值正常，请检查读数仪及其测量连接线；
- b) 如果电阻测值非常大或无穷大，电缆或接头断路；
- c) 如果电阻测值非常小，电缆或接头短路。

其表现为读数仪测量不出温度值。

8.3 用 100V 直流兆欧表或万用表测量渗压计电缆芯线(红、黑线对地线，白、绿线对地线，红、黑线对白、绿线)的电阻值，其测值如果很小 $< 5\text{M}\ \Omega$ ，可能电缆接头进水短路。

其表现为读数仪测量正常，MCU-32 型分布式模块自动测量单元测量频率值可能会引起测值不稳，测量温度值将比正常值偏低 $10\sim 20^\circ\text{C}$ 左右。

9、读数仪测值不稳

- a) 将屏蔽线并接到读数仪测量线的黑线夹子上；
- b) 可能电缆接头处进水，将其剪掉，重新连接；
- c) 确定渗压计的频率范围，正确选择激励类型；
- d) 确定渗压计的温度电阻基值，正确选择电阻基值；
- e) 检查附近是否有干扰源，如电动机、发电机、天线或交流动力电缆，远离上述干扰源。

10、注意事项

埋设中渗压计(已接长电缆)的进水口应朝向水压力方向，在引出电缆的沿线设止水板，防止高压水沿电缆渗透，电缆应按设计走向埋设固定。

渗压计就位后应及时测量渗压计的基准值，渗压计测量并计算出的水压力值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。

渗压计埋设完成后，在无水压力变化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。

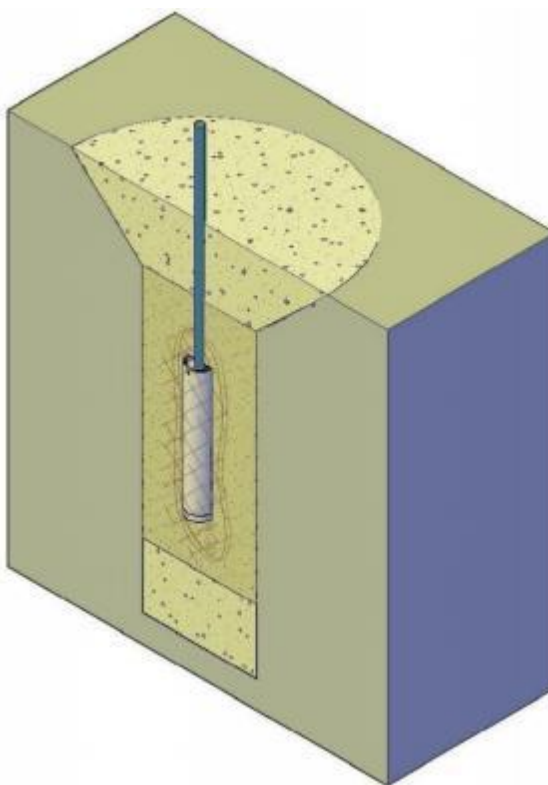
渗压计埋设完成后，应根据渗压计编号和设计编号作好记录并存档，严格保护引出电缆。

11、验收与保管

用户开箱验收渗压计，应先检查渗压计的数量(包括附件)及出厂检验合格证等是否与装箱清单相符。开箱后每支渗压计应先用 100V 兆欧表量测电路与密封壳体之间的绝缘电阻，其测值应满足绝缘电阻规定要求。验收时每支渗压计应用读数仪测量，检查渗压计是否正常。渗压计应保管在干燥、通风的房间中。

12、附言

VWP 型振弦式渗压计自出厂之日起壹年内，如性能低于技术条件要求且系属产品质量问题，本公司负责免费维修或更换(若因现场防雷系统不完善遭遇强雷电等不可抗力所造成的损坏不在其例)。



使用说明中的型号、参数、公式、文字如遇有修改，恕不另行通告，敬请以最新版本为准。