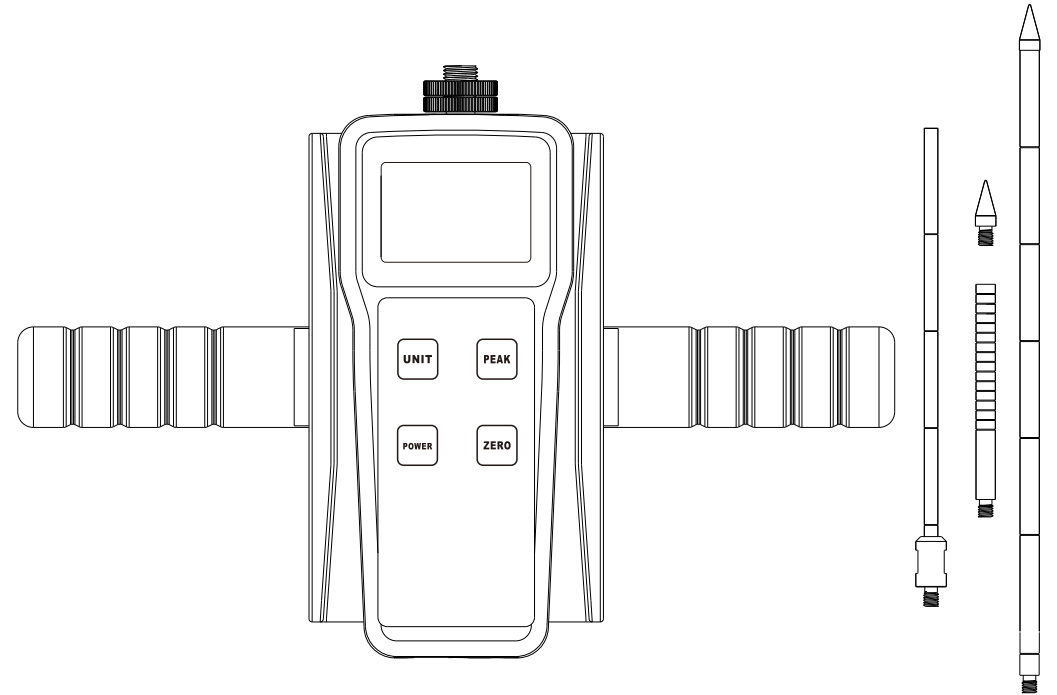


# 普氏贯入仪&填土密实度

FM-204DJ



## 一、产品概述

普式贯入仪又叫填土密实度检测仪或者地基承载力检测仪，用于检测回填土的干密度和均匀性，可节省取代环刀法灌沙灌水法在施工现场大面、全方位的检查填土质量，减少土工化验工作量，缩短工期，它适合于施工单位分层碾压分层检验，也适用于质检和监理公司抽检任意层，还适合于大专院校现场教学学习做土工实验，它没有放射线核污染，且价格低廉，体积小，便于现场携带。

该产品早已于1982年列入国际标准，在美国、日本、俄罗斯等国的工程建设中广泛使用，还陆续列入地基设计规范、地基处理技术规范、地基施工质量验收规范中。目前已广泛应用于国内的工民建筑、公路、铁路、道桥、市政排水、输油管线、水利、筑坝、堤防、灌渠、水库建设，机场跑道工程中。以往取一组环刀，三次燃烧至少需要8小时，结果出来时远远滞后于工程进度，对当时的现场施工失去指导意义。当发现检验指标不合格或有问题时，现场填方早覆盖两三层土了。而用贯入法一组试验最多15-20分钟，高效、快速、解放生产力。由于它的探测深度30厘米，还可加长到1.5米，所以又能及时发现软弱点和底部隐患，保证施工质量。

普式贯入仪是基于土工试验中：土的贯入度与土的干密度之间的相关关系，土的贯入度和含水量之间的关系以及土的含水量与密实度的关系，通过大量的贯入度与环刀法平行对比试验并建立回归方程，率定出土的贯入阻力与干密度间相关数据表。通过测量贯入阻力，查表，快速地得到干密度，进而快速计算压实系数。

## 二、主要技术参数

测量范围：0 kg- 100kg (0 N- 1000N)

测试深度：0 cm- 30cm

被测材质：碾压后的各种回填土、粘土、沙土和混合土等

应用环境：公路、铁路、水库、堤防、大坝和公民建筑等

测试结果：灌入阻力、相对干密度、压实系数和地基承载力

电源：2节AA电池或 6V直流电源

关机模式：10分钟自动关机或手动关机

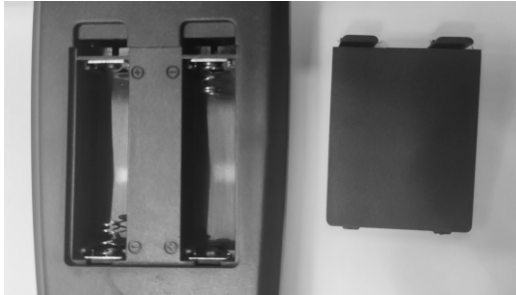
测试精度： $\leq 0.25\%$

重量(不含电池)：仪器415克、手柄295克、探杆380克。

### 三、仪器的装配

(一)装电池:仪器使用需要安装2节AA电池。将后盖打开,盒内标有“+、-”极,按标记极性装配电池。

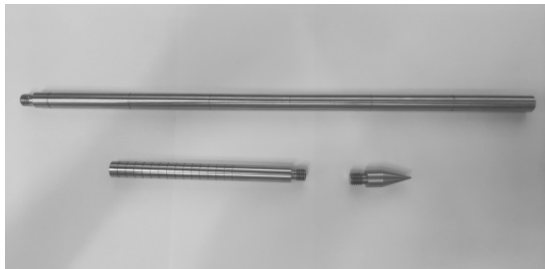
如果长时间不使用,需要将电池取出,以免造成仪器损坏。



(二)装探杆:将探杆组装到仪器下部。

仪器箱中有三种探杆,  $\Phi 7\text{mm} \times 240\text{mm}$ 、 $\Phi 10\text{mm} \times 120\text{mm}$ 和 $\Phi 10\text{mm} \times 320\text{mm}$ 。

两种 $\Phi 10$ 探杆共用一个探头。



$\Phi 7$ 探杆与主机连接时,需要1个对应的转接头。



(三)测试前先将探杆与主机连接。用户根据不同需求,选用不同的探杆。使用前应检查探杆与探头之间,探杆与主机轴之间的螺丝纹扣必须拧紧,不得松动,以免探杆扭动变形或折断。

同样当 $P_{任意} = 725\text{N}$ , 代入③可得,

$$\lambda_{任意} = \frac{725}{730} = 0.993$$

二、计算 $R_d$ 最大状态下的 $P$ 最大:

结论:首先计算出最大 $R_d$ 状态下的最大 $P$ 值,然后只要施工现场任意取一点实测出一个任意值,代入③式即可得出该点位的相应压实系的 $\lambda_{任意}$

## 附录4-压实系数的计算方法

一、根据已知的 $Rd_{最大}$ 和 $Rd_{设计}$ 计算出设计要求的压力实系数 $\lambda_{设计}$ ：

$$\textcircled{1} \quad \text{要求} \lambda_{任意} \frac{Rd_{设计}}{Rd_{最大}} = \frac{1.58}{1.63} = 0.97$$

② 将具体参数代入：

$$\frac{P_{最大}}{709} = \frac{1}{0.97}$$

$$\text{解方程得} P_{最大} = \frac{1}{0.97} * 709 = 730(N)$$

三、任意的 $\lambda$ 的计算：

$$\textcircled{3} \quad \text{公式：} \lambda_{任意} \frac{P_{任意}}{P_{最大}}$$

当实测 $P_{任意}=700$  (N)时，代入③计算出 $\lambda_{任意}$ 值，

$$\text{则} \lambda_{任意} \frac{700}{730} = 0.959$$

同样当 $P_{任意}=715$  (N)时，① 代入③计算出 $\lambda_{任意}$ 值，

$$\text{则} \lambda_{任意} \frac{715}{730} = 0.979$$

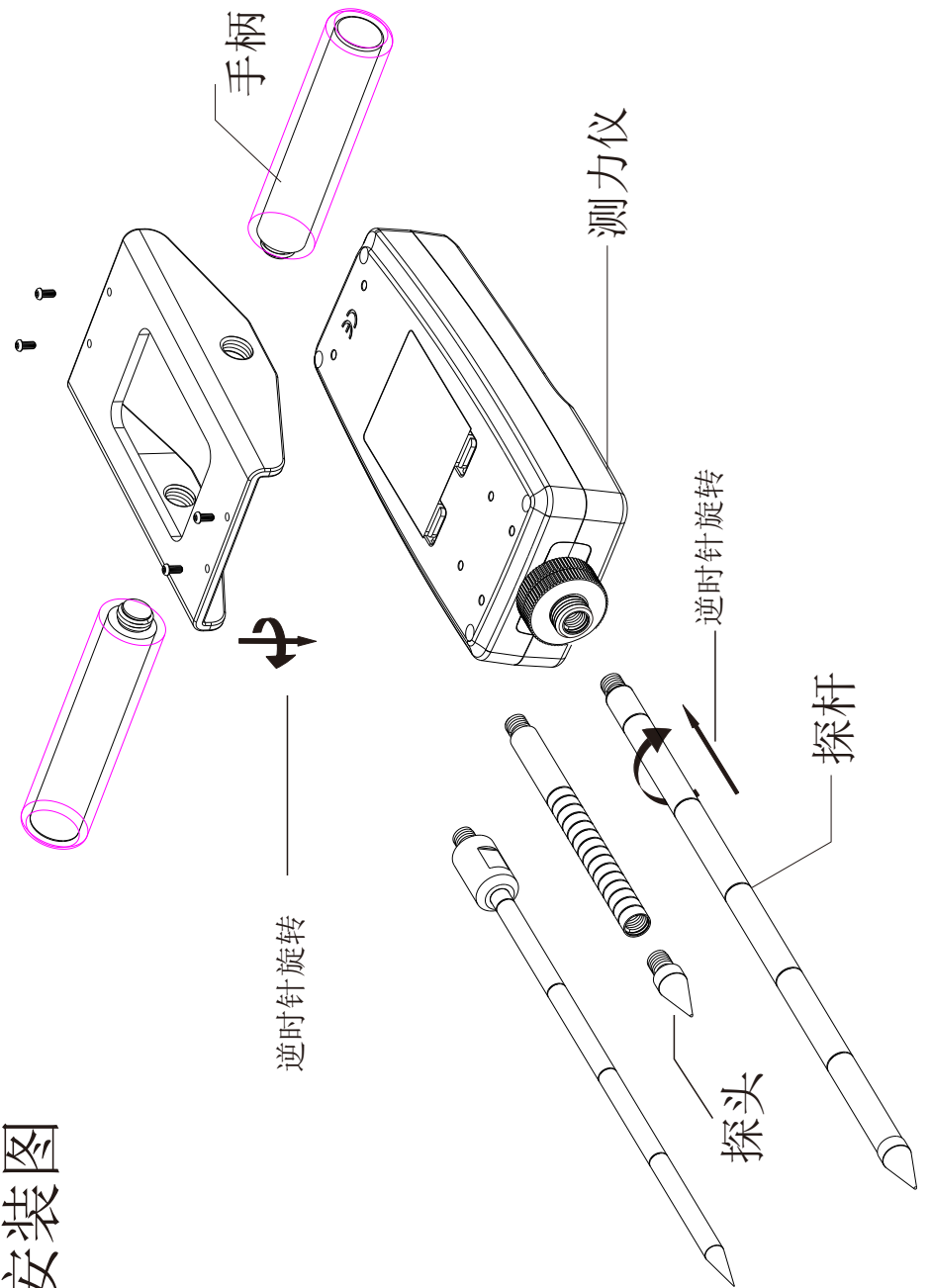


图  
安  
装

#### 四、显示器功能说明

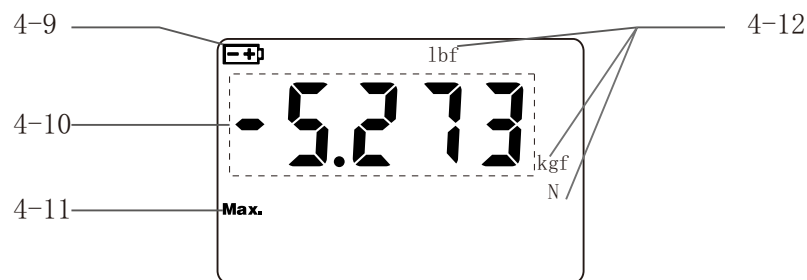


图3 显示器

##### 4-9 电池指示符 “”

当电池电压过低时，屏幕左上角出现“”，提示电池电压不足，需要更换电池。

##### 4-10 测量数值

在本机中，推力（压力）默认为正值（不显示“+”）；拉力默认为负值（显示“-”）。

##### 4-11 峰值指示符MAX.

当“MAX.”显示时，表示峰值保持模式，显示屏显示的是峰值；当不显示“MAX.”时，表示实时测量模式，屏幕显示的数值随负荷的变化而变化。

##### 4-12 测量单位

表示当前的测量单位，包括“kgf”、“gf”、“N”、“lbf”。只显示这些单位的其中一种。

下面列举松花江现场筑堤工程实例：

大坝筑堤填土成分为：才粘土。碾压次数为：四遍。取一组环刀为：5个土样。实验结果： $R_d=1.65$ ， $W_o=18\%$ ，确定密实度为合格。同时让30厘米贯入仪进场试验，在取环刀的另一位置挖去表层10厘米，底部留剩10厘米，贯入深度选中间层10-15厘米，读取贯入阻力值，然后围绕环刀附近取七至八点分别贯入。八个点的测试结果分别为：

① $P_{20}=680N$  ② $P_{20}=700N$  ③ $P_{20}=710N$  ④ $P_{20}=695N$

有建立本地区相关数据表，又暂时没有时间，没有条件去率定或做平行对比试验时，即可用此简易判断方法规定：碾压四遍，然后用本仪器进场检查，记录仪的读数P值高于或等于700N即认为干密度合格：如(750N、810N)均为合格。如小于700N就不合格，须再碾压一遍再测。当含水量变化时，如填料成份改变或改换料场时，须再补做一组环刀重新率定与其对应的标准贯入P值。

以上率定试验，同一类土至少须做三组以上方可绘出曲线总结出有规律的数据表，并可建立回归方程。

附表：碾压次数：四遍。 土质分类：粘性土，贯入10cm探头。直径：10mm。 取环刀数量：5组。

实验点结果	第一点	第二点	第三点	第四点	第五点	第六点	第七点	第八点	平均值
环刀试验结果 Hd	165								
贯入实验	680	695	700	695	715	705	800	390	701
含水量 $w_o$	18%								

### (三)探测底层密实度应注意什么?

一定要计算出每两个垫层交界面的厚度,应回避在交接面上检测,因为此处密度偏高不具有代表性。例如第一层30厘米厚,用直径30cm的木钻顺时针钻孔10厘米深,再逆时针把土退出来,从10厘米处到20厘米这一段是最佳检测层,再往底下检测第二层时应注意20至30厘米处是第一层的底部要剥掉,30~40厘米处是第二层的顶层,也不能测试,也要剥去,用木钻顺时针钻到40厘米再逆时针把土退出来,从40~50厘米才是第二层的有效检测层,切记每一垫层剥去1/3,底层留下1/3底层,实测层在中间的2/3处,再往下检查次一层,以此类推。

### 附录3-率定方法

(一)有条件的单位,自己用环刀与贯入仪做平行对比试验,方法是碾压三至五遍后,剥去表层1/3和底层剩余1/3层,检测中间的1/3~2/3层。

(二)在检测层2/3深处的位置取3至5个环刀,当化验其干密度达到合格要求时,将干密度和含水量记下来,填入附表中,作为环刀标准值。

(三)同时在环刀取土点为圆心,约30厘米为半径画圆,在圆周上取7到8点做贯入试验,贯入深度要与环刀的深度一致在垫层1/3\*2/3之间选定,剔除偏差较大的点,其他几点取平均值,该值作为与环刀对应的标准贯入值。

(四)当标准贯入阻力值确定之后,即可用贯入仪替代环刀法,进入施工现场大面全方位地检验填土质量。在控制含水量情况下,当检验结果大于或等于贯入标准阻力值时,即认为碾压合格,当低于这个贯入标准阻力值时则认为干密度偏低,不合格继续碾压。

将平行试验结果填入一下附表格中:

注意:附表中要标明土质分类(粘性土、砂性土、混合土等)以及铺垫厚度、碾压次数、贯入深度、探头直径;设计要求干密度及最大干密度等。

## 五、操作按键

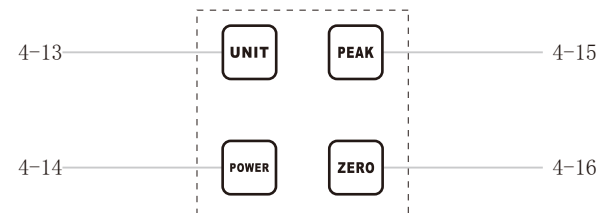


图4 操作按键

### 4-13 单位键(UNIT)

单位转换键,用于单位转换操作。

### 4-14 电源(Power)

电源开关键。

### 4-15 峰值键(PEAK)

峰值保持模式与实时测量模式的转换按键。

### 4-16 校零键(ZERO)

仪器校零的操作按键。

## 六、仪器的开机

安装好电池或接通交流电源后,按电源键(Power)开机。

### (一) 仪器的关机

(二) 手动关机在开机状态下,按住电源键(Power)大概2秒钟,显示器上出现“OFF”时松开按键,仪器关机。

(三) 自动关机仪器在10分钟无按键操作后自动关机。

## 七、贯入阻力P的测量

(一) 选择合适的探杆装在主机上并拧紧

(二) 打开电池后盖并按照盒内记极安装2节AA电池；按一下电源开机键（POWER），屏幕显示一个初始值。

(三) 把仪器悬空，按下清零键（ZERO），将显示值调整为0；清零只需要开机清零一次就可以了。

(四) 在测量点钻一个深度适宜的孔。比如需要测量30cm深度的贯入阻力，就打一个20cm深的孔，打孔是为了节省操作人。

(五) 将仪器的探头贯入到需要测量的深度。贯入速度要均匀，向下施力要平稳、连续，一般贯入10厘米，需要10-15秒，不可太快，不要用冲击力，中途不要缓劲，要一口气操作完毕。一人贯入，一人查看仪器，当快要贯入到指定深度的时候，按下[PEAK]键。当贯入到指定深度时，仪器显示的值乘以10，就是贯入阻力。记录完数据后，再按一下[PEAK]键，释放最大值，以便下次贯入时再按[PEAK]键，记录最大值。

## 八、相对干密度值Rd的获得

(一) 按贯入阻力P的测量，获得贯入阻力。

(二) 根据土质，查对应的干密度数据表（详见附录1-干密度数据表），根据贯入阻力查得相对干密度值Rd。

干密度数据表对某些特殊土质仅有参考价值。干密度数据表是通过大量的贯入试验与环刀法平行对比试验绘制而成。如有疑问或者顾虑，可以根据实际土质，自行跟环刀法对比绘制干密度数据表。（详见附录2-相对干密度值的计算方法和附录3-率定方法）

## 九、压实系数λ的计算

(一) 按上一步骤，查得相对干密度值干密度Rd。

(二) 相对干密度值除以当前土质的最大干密度值，就是所需的压实系数。（详见附录4-压实系数的计算方法）

## 十、地基承载力的计算

(一) 按相对干密度值Rd的获得，查得相对干密度值干密度Rd。

(二) Rd乘以100，得到的值就是地基承载力，单位为kPa。如果要单位是kg/m<sup>2</sup>，再乘以100就行了。

## 附录2-相对干密度值的计算方法

已知最大干容量Rd<sub>最大</sub>=1.63和设计要求Rd<sub>设计</sub>=1.58，要求计算出任意实测点的Rd<sub>任意</sub>值，首先第一步先取一组环刀实测得Rd<sub>实测</sub>=1.56，同一点测出贯入值P<sub>实测</sub>=700N。

(1) 列方程：

$$\textcircled{1} \quad \frac{P_{\text{设计}}}{P_{\text{实测}}} = \frac{Rd_{\text{设计}}}{Rd_{\text{实测}}}$$

将上面参数代入①式得：

$$\frac{P_{\text{设计}}}{100} = \frac{1.58}{1.56}$$

$$\text{解方程求得 } P_{\text{设计}} = \frac{1.58}{1.56} \times 700 = 709 \text{ (N)}$$

(2) 当实测P<sub>任意</sub>=715 (N)时，便可按下式计算Rd<sub>任意</sub>

$$\textcircled{2} \quad \text{列方程: } \frac{Rd_{\text{任意}}}{Rd_{\text{设计}}} = \frac{P_{\text{任意}}}{P_{\text{设计}}}$$

将具体参数代入②式得：

$$\frac{Rd_{\text{任意}}}{1.58} = \frac{715}{709}$$

$$\text{解方程求得 } Rd_{\text{设计}} = \frac{715}{709} \times 1.58 = 1.59$$

当实测P<sub>任意</sub>=720N时，同样代入②式得：

$$Rd_{\text{任意}} = \frac{720}{709} \times 1.58 = 1.60$$

当实测P<sub>任意</sub>=725N时代入②式得：

$$Rd_{\text{任意}} = \frac{725}{709} \times 1.58 = 1.61$$

结论：只要知道Rd<sub>设计</sub>就可以算出P<sub>设计</sub>，在已知Rd<sub>设计</sub>和P<sub>设计</sub>的情况下，只要现场取一个任意点实测P<sub>任意</sub>，代入上式就马上可以得出相应的干容量值：Rd<sub>任意</sub>，以此类推。

干密度数据表

华北院提供适于粉质壤土

P	140	150	180	200	230	250	280	300
Rd	1.42	1.45	1.47	1.50	1.53	1.55	1.57	1.58
P	330	350	380	400	430	450	470	500
Rd	1.60	1.61	1.63	1.64	1.65	1.66	1.67	1.68
P	530	550	580	600	630	650	690	740
Rd	1.69	1.70	1.71	1.72	1.73	1.74	1.75	1.76
P	780	820	830	860				
Rd	1.77	1.78	1.79	1.80				

贯入深度8cm~20cm 探头  $\phi$  0mm

含水量在20%~27%

表中P=贯入阻力值(N)

Rd=相对干密度值

干密度数据表

西北院提供适于粉细沙土

P	300	330	350	380	400	410	430	440
Rd	1.35	1.38	1.40	1.46	1.49	1.50	1.51	1.52
P	450	470	490	500	520	540	550	570
Rd	1.53	1.54	1.55	1.56	1.57	1.58	1.59	1.60
P	590	610	630	650	660	670	690	700
Rd	1.61	1.62	1.63	1.64	1.65	1.66	1.68	1.70
P	720	730	750	780	800	850	870	900
Rd	1.72	1.74	1.76	1.78	1.80	1.83	1.85	1.86

贯入深度8cm~20cm 探头  $\phi$  10mm

含水量在3%~8%

表中P贯入阻力值(N)

Rd=相对干密度值

## 十一、用户操作使用问答

(一)贯入仪取七至八点测试点、深度必须一致吗?

在同一组试验的同一个被测面上,要求测试深度必须一致,例如当确定h=10厘米,所有测点都必须贯入10厘米时读取结果。

(二)何时读数为准确?

当探头插入到标准深度时,应读取瞬间峰值,即最大值。读取的方法是:操作人员要始终不停地匀速加压,记录员要注意观察插入深度不要干扰操作人员,当达到标准深度界线,当土面刚压入界线瞬间,马上按键读取最大值。如掌握不好按键也可以不按键;直接观察压线时的瞬间峰值。方法是:将手指放在预定的标准深度界线上,眼睛注视读数显示屏,当土面碰到手指时,立即读取瞬间峰值。

## 十二、注意事项

(一)要在同一作业面,上确定同一深度、不同点位的地基承载力时,每间隔0.5米取一点,共取七至八个测点,各点的贯入深度要一致。

(二)要测不同深度的承载力时,可配一把直径2.5cm~3.0cm木工钻、顺时针钻入,逆时针把土退出,钻一层测一层,再往下钻一层,把已测完部分的扰动土退回来,再往下检测次一层依次操作,总之要掌握一个原则,被测面和被测点必须是没扰动过的土,扰动一层,钻掉一层,钻掉一层把扰动土退出再往下检测,最好每一层探测下去的深度保持一致,方能准确评价土的均匀度和变化情况。举例:要在某场地选一个点,要了解这一个探孔中0米~1.5米之间各层的地耐力,变化情况,先拿来一把直径为3cm的木钻,顺时钻入10cm深再逆时把表土退出来,然后把主机连接探头插入孔内10cm,数据记录下来后再往下钻10cm,把测完的扰动土部分土退出来,仪器再往下插入10cm。插入深度可从地面上观察探杆刻度来计算。

(三)探杆每次用完拆下来、杆部擦净、涂上黄油、塑料纸包好以防生锈。电池盒的后端盖螺纹部分也应涂上少许黄油防锈。

(四)间隔一段时间不用,可将电池退出,以免受潮漏电。



### 十三、误差分析

(一)当筑堤土料含水量差异较大时，将影响贯入阻力数据，如：土的干密度值不变，当含水量加大时，贯入阻力值相对减小。含水量减小时，贯入阻力值相对加大。减少误差的最好解决方法是碾压后的第一时间里马上跟踪检测，因为碾压后的现场风干和暴晒，每一小时都有大量水份流失，直接影响干密度值准确程度。贯入仪在实际操作中，对其压实均匀度有影响的因素较多，如：填料的成份(粘性土、砂性土、混合土的拌合均匀程度)，孔隙、孔洞、含水量变化、粒料含量、边坡和中心部位碾压密实程度、操作者经验等，都将直接影响阻力数值，这就需要工程技术人员在实践中通过贯入仪与环刀的对比试验，掌握土的含水量识别法、各类土性的辨别法等手段，不断总结以经验，不断摸索，掌握规律，克服缺点，完美贯入仪的实际中的应用技术。

(二)在贯入进程中读数值忽然增大或减小：当施工现场操作时遇到压实硬块或边块孔洞、草根、树皮裂缝时，贯入阻力值将明显偏高或偏低。它可及时的提示操作人员分析原因，查清底部层的软弱点和异常点，及时发现漏洞排除工程隐患。贯入仪的这种特点和独到之处正好弥补了环刀局部取样的局限性，贯入仪可随机、随时、随地取点和补点，非常灵活又不受时间地点限制。

(三)当取环刀实验，干容量合格，但用贯入仪实验各点贯入值却偏低，此时要分析原因：第一、土的含砂量是否偏高，将直接影响干容量值；第二、土的含水量偏大，贯入值就偏低，此时可采取风干晾晒半天后再碾压一遍，贯入值就增上来了。

干密度数据表

东北院提供适于粘性土

P	145	150	170	200	230	250	280	320
Rd	1.40	1.42	1.44	1.46	1.48	1.50	1.52	1.54
P	350	380	400	430	450	480	500	540
Rd	1.55	1.56	1.57	1.58	1.59	1.60	1.61	1.62
P	560	580	600	630	650	700	750	800
Rd	1.63	1.64	1.65	1.66	1.67	1.68	1.69	1.70
P	820	830	840	850	860	880	900	
Rd	1.74	1.72	1.73	1.74	1.76	1.78	1.80	

贯入深度8cm~20cm 探头  $\phi$  10mm  
表中P贯入阻力值(N)

含水量在18%~26%  
Rd=相对干密度值

干密度数据表

中南院提供适于粘性土

P	140	150	180	200	230	250	280	300
Rd	1.42	1.45	1.47	1.50	1.53	1.55	1.57	1.58
P	330	350	380	400	430	450	470	500
Rd	1.60	1.61	1.63	1.64	1.65	1.66	1.67	1.68
P	530	550	580	600	630	650	690	740
Rd	1.69	1.70	1.71	1.72	1.73	1.74	1.75	1.76
P	780	820	830	860				
Rd	1.77	1.78	1.79	1.80				

贯入深度8cm~20cm 探头  $\phi$  10mm  
表中P=贯入阻力值(N)

含水量在15%~21%  
Rd=相对干密度值