

好的标尺贴在玻璃管上，粘贴时应量好起点与煤油面的距离为10厘米。标尺的划分及粘贴如图1。

二、测定方法

1. 透气钻的检查：透气钻在使用前应检查有无漏气现象，检查方法是用一个大橡皮塞（13号）嵌入钻头下端的刀口上，将钻杆放在水中，或用肥皂水涂在各接口处，然后在钻杆顶部接上打气球，打气，查看连接处有无漏气现象，钻杆与钻头的螺丝口有漏气时，可涂上凡士林封闭。

2. 透气钻的安装：先选定测透气性的地段及土层，如在有水层的稻田进行测定，先要在测定地段插上避水筒（直径约20厘米的薄铁皮无底圆筒），除去表土，再挖至待测土层深度的上面约5厘米，将透气钻压入土中5厘米，如土质坚硬则在钻杆顶端套上钻顶，用铁锤向下打，直使钻头入土5厘米为止（即钻头上的0点与泥面平行）。

3. 气压瓶的安装：用已测定容积的70厘米长的橡皮管把透气钻的顶端与气压瓶上的一个玻璃管连接起来，气压瓶上的另一玻璃管与打气球连接。

4. 打气试漏：关上夹子（1），打开夹子（2），用打气球打气使煤油柱上升到75厘米处，关上夹子（2），此时煤油柱应保持稳定。如煤油柱下降即有漏气现象，应找出漏气的地方予以封闭。

5. 测定透气时间：把夹子（1）打开（此时夹子（2）应关上），此时煤油柱下降，从煤油柱下降到65厘米处（即50毫巴）开始计时，分别计取由50毫巴到40毫巴、40毫巴到30毫巴、30毫巴到20毫巴及20毫巴到10毫巴所需的时间。也可根据透气时间的长短，记取二段或一段的透气时间，以免观测时间太长。同一测点要测2~3次。

6. 透气量的计算：透气量是指在一定压力变化条件下每秒每平方厘米的透气的毫升数，其公式为：

$$V = \frac{V_1}{A} \div T$$

式中 V_1 ……一定压力变化下的过气量，按上述设备为每下降10毫巴的过气量为30毫升；

A ……透气钻钻头的面积，按上述设备钻头下内径为4.2厘米，则

$$A = \left(\frac{4.2}{2}\right)^2 \times \pi = 13.85 \text{ 厘米}^2;$$

T ……在一定压力下透过30毫升气体所需时间，以秒计。

在上式中 $V_1 \div A$ 为一常数，即 $30 \div 13.85 = 2.166$ 。

因此上式可简化为 $V = \frac{2.166}{T}$ 。

在各种压力变化范围内所测得的时间是不同的，因此在测定时必须记录压力变化并以毫巴表示，测定时气温的高低也对透气速度有影响，因此也要把气温记录下来。土壤湿度对于透气速度有很大的影响，应在测透气量的同时测土壤湿度（同时取样测土壤含水率或对土壤湿度作出估计）。

三、注意事项

1. 土壤透气性的测定结果灵敏度是较大的，而土壤的物理性质都是不均一的，土壤透气性也是如此。为了使测定的结果重现性较好一些，要特别注意选择测点。

2. 土壤透气性的测定要注意土层的选择，可以根据自然土层来分层测定，也可以根据固定的土层来测定。一般来说，测定紧接耕作层下的土层（在稻田为犁底层）及地表下40—50厘米深的土层最能反映土壤的通透特性。淹水时更要测40—50厘米的土层。

3. 土壤透气性测定的主要目的是用以作为农田基本建设进行开沟排水的一项指标。因此，要先对群众所反映的一些高产田多丘进行测定，先找出一个高产田的指标，然后对那些需要进行农田建设开沟排水的田去测定，特别是选择已开沟的地段，采取垂直线取点去测定，以摸索开沟的技术规格。

半 真 空 式 土 壤 水 分 吸 力 计

湖南省土壤肥料研究所

为了适应群众性科学实验的需要，我所从1975年以来，开展了部分土壤物理诊断和仪器试制的工作，并对从国外引进的“负压表式土壤湿度计”实行删繁就

简，试制成一种工艺简单、取材方便、造价低廉的“半真空式土壤水分吸力计”，并已在旱地及果园里开始试用，效果较好。

一、半真空土壤水分吸力计的构造与原理

本器由一只陶土过滤管、半真空玻管和一根塑料贮水管联合组成(图1)，

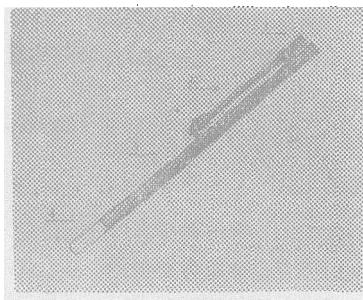


图1. 半真空土壤水分吸力计

1. 空气控制塞，
2. 半真空管，
3. 塑料贮水管，
4. 陶土过滤管。

其主要构件的性能如下。

1. 半真空管：采用一支2毫升玻璃吸管，全长30厘米，一端与塑料贮水管连通，另一端加上一只空气控制塞。测定前，塑管及陶土管内全部充水，以胶塞封闭；玻管内充水至五分之四处，即6厘米处为标尺零点。0~6厘米处保留常压空气(由空气控制塞控制)。当测定器插入待测土层后，土壤开始从陶土管内吸水，玻管内的空气亦相应地扩大并由常压转向负压。根据波义耳定律($PV = P_1 V_1$)，可以从逐渐减压的空气体积推算出每一时刻管内的压力变化，再从各个体积的刻度直接指示出土壤的毛管吸力。

例如：当吸力计插入某一湿度的土壤中，玻管内空气室的下部边缘从刻度6厘米移至8厘米时(气室由常压转向负压)，便可根据此刻度值代入上式，计算其负压值。

$$\text{即 } 1 \times 6 = P_1 \times 8 \\ (\text{常压}) (\text{体积}) (\text{变压}) (\text{变后体积})$$

$$P_1 = 6/8 = 0.75 \text{ (管内变压值)}$$

再以常压减去管内变压，即为该土壤的毛管吸力：
 $1 - 0.75 = 0.25 \text{ 大气压}$ 。

由此可知，刻度8厘米处所指示的土壤吸力为0.25大气压，相当于水柱高250厘米，换算成pF值为2.4，余类推。

2. 陶土过滤管：是土壤吸力计的感应部件，它具有很多的细小孔隙(当量孔隙的理论值应 $< 3 \mu$)。陶土管被水湿润以后，孔隙间形成水膜，在一定压力下能让水分通过而不让空气通过。因此，对陶土管的质量

须有一定要求，即“通气值”要求在1巴以上，“传导度K值”(单位压力下，单位时间内通过陶土管壁的水量)要求达到1毫升·分⁻¹·巴⁻¹。

二、仪器的安装与观测

安装前，将空气控制塞启开，从贮水管口加入煮沸后，冷却的净水，直至加满为止，立即以胶塞塞紧贮水管口。再用干毛巾擦干半真空管口，仔细观察半真空管内水面下降的距离，当水面接近标尺零点时，迅速将空气控制塞向下扭紧(此时，水面停止移动，气室内为一个大气压力)，并使仪器竖立，置陶土管于空气中蒸发，经过两次“除气”手续，排尽水中的空气，即可进行安装。

安装时，选好有代表性的地块和观测点，以口径相同的取土钻钻至欲测深度，将吸力计插入土层，掀起表层(陶土管以上的)土壤，再以粗铅丝在陶土管周围平行穿插、挤压，使土壤靠近管壁，最后将掀起的表土恢复原状。仪器安装后，在周围遮荫，适当保护，避免践踏和撞动。

安装后，一般经过2~24小时，管内外压力趋于平衡(半真空管内的水面移至一定刻度，相对静止)，即可进行观测。由于土壤湿度不同，管内外压力平衡的时间有早有迟，为了兼顾平衡时间，为了照顾温度的影响，建议把安装和观测的时间统一起来，即先一天上午8时以前安装就绪，次日上午8时以前观测完毕，以减少误差。

三、注意事项

1. 从安装起到观测读数的时间止为24小时，在前后两天的同一时间，田间温度的变化(除天气骤变以外)一般不超过5°C，根据查理定律

$$(V_1 = V_0 + V_0 \frac{t}{273}) \text{ 得到}$$

$$V_1 = 22.4 \text{ 升} + 22.4 \times \frac{5}{273} \text{ 升} = 22.81 \text{ 升}$$

$$\text{由此算出最大误差为 } \frac{22.81 - 22.4}{22.4} = 1.83\%$$

此外，半真空管内有一自由水面，在不同温度下有不同的饱和蒸汽压。查阅资料，在20~25°C之间，蒸汽压的变幅为17.54~23.76毫米汞柱，因此，饱和蒸汽压的影响约为6.22毫米汞柱，相当于8.18毫巴。实际上此值包含在“零位校正值”以内，勿须再作校正。

2. 在炎热的夏季(七月中旬)，将半真空土壤水分吸力计充水直立，安装入水槽内(陶土管全部浸入水中)，进行实际检验，并选择在晴天中午，由室内转到室外，接受阳光曝晒，测得总误差为20毫巴左右。

3. 除气方法，将仪器竖立，置陶土管于空气中蒸

发后。管内水分减少。产生负压，水中气体逸出，形成气泡，集结于塑管口的顶端，当半真空管内的水面接近500毫巴时，把陶土管浸入水中（此时气室迅速收缩，管内水面回升到刻度零点），又从塑管口拔塞加

水把集结于管口的气体排去，再以胶塞封闭，继续将仪器竖立，置陶土管于空气中蒸发，如此重复两次，即可将塑管内的空气基本除尽。

土壤硬度及其田间快速测定的方法

庄季屏 南寅镐
(辽宁省林业土壤研究所)

土壤硬度也叫土壤坚实度，主要是指土壤抵抗外压的阻力(即抗压强度)，它和土壤紧实度的概念不同。

影响土壤硬度的因子很多，如土壤质地、结构性、孔隙度和土壤含水量等。因为土壤硬度也可以理解为土壤在某一特定条件下所表现的结持力，而结持力主要取决于土壤颗粒之间的粘结力和湿土附着于物体表面的粘着力，其中粘结力是更主要的方面。前人的工作已经证明，粘结力与土粒间水膜的表面张力成正比，而与土粒的半径成反比。因此，对不同土壤来说，粘粒含量愈高，粘结力愈大；对同一土壤来说，粘结力与含水量成反比。而且，如果水分不是过多的话，粘结力与含水量的乘积应当是一常数或接近于常数。由此可见，上述诸因子中，影响土壤硬度最主要的是土壤质地和含水量。

在科研工作和生产实践中，土壤硬度作为土壤物理性质的指标之一，在一定程度上可用以表明或确定作物生长的物理环境条件、机械耕作的适宜时机、造林播种的立地条件、放牧地或草场的恢复能力等。

(一) 仪器和使用方法

测定土壤硬度的仪器和方法很多。这里介绍一种根据日本山中式硬度计稍加改进而制成的小型土壤硬度计，它可以在田间快速而准确地测定土壤的硬度。

仪器由圆锥形插头、弹簧、具有刻度的套筒、指示游标等几部分构成，与原型不同的是在套筒前端改加了一块圆形挡板。仪器外形及内部构造见图1。

锥形插头高40毫米，底的半径为9毫米，锥尖的半角为 $12^{\circ}40'$ 。弹簧强度有两种规格，即压缩40毫米所需的力分别为1公斤和8公斤，使用时可根据需要任选一种。

这种硬度计的使用极为简便，单手持套筒将硬度计头部插入土中，直至挡板与土面紧贴，即可观察并

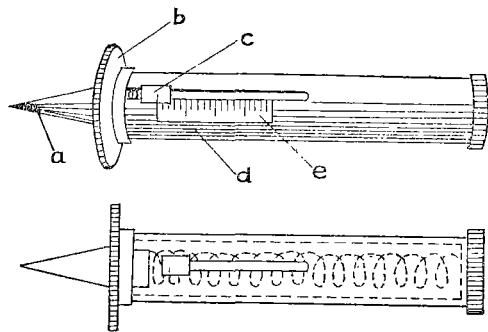


图1. 土壤硬度计的构造

记录游标所指示的刻度。

(二) 原理与计算

测试时，游标所指的刻度X毫米，就是锥体被压入筒内部分的长度，亦即弹簧被压缩的长度。因为锥体的总长D=40毫米，所以，锥体前端入土部分的长度应为d=(40-X)毫米。(图2)

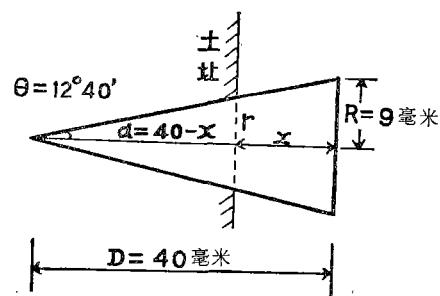


图2 测试中的锥形插头