

74型土壤测盐仪的试制与应用

江苏省响水县农业局农业科学技术推广站

“74型土壤测盐仪”是我站试制的一种普及型半导体仪器。设计简易实用，比较坚固耐用；操作方便，易于掌握；结构轻巧，便于携带；成本较低，有利于推广。应用该仪器在农村条件下快速测定土、水含盐量是较适宜的，可供鉴定水质和指导土壤改良之用。

一、一般原理

本仪器以电桥测盐法为基础。即以威氏电桥测定土样或水样的电阻值，由此计算出其含盐量。测定时通过样品的电流为晶体管振荡器产生的音频范围内的交流电流。利用耳机作为一个灵敏的电流计来测听电流的大小，从而指示电桥的平衡点。这比用电流表来指示平衡点的准确性差一些，但耳机较电表坚固耐震，价格也低廉得多，更适合农村条件。

电桥包括一个滑臂电阻(采用线绕电位器)，滑臂两侧的电阻值分别为 R_A 和 R_B ，一个已知阻值 R_N 的电阻，和未知阻值的电阻 R_X (待测定的样品)。当电桥平衡时，各电阻之间关系如下：

$$R_X = R_N \times \frac{R_A}{R_B}$$

电极插入式，极片材料为不锈钢，每片面积 0.5cm^2 ，极电距离 1cm ，电极常数等于 1。直接测出样品的比电阻(欧·厘米)。插入式电极对于测量水、土壤水浸液和饱和土浆都可适应，且结构坚固，便于洗净。用不锈钢作极片取其牢固耐用，容易制作，但有极化作用，是其缺点。

水样可直接进行测定。土样一般调制成饱和土浆后测定，不需称量手续，最为方便，误差并不太大。也可制备 1:5 水浸出液进行测定。

盐溶液的电阻随温度而变化。每升降 1°C 大约减增 2%。因而在测量电阻时需同时测量试样的温度，然后换算为标准温度 25°C 时的电阻值 R_{25} 。

结果的计算系以不同含盐量的水样和土样的 1:5 水浸出液，按蒸干法测定全部可溶盐含量作为标准，对照电测法结果(R_{25} 值)，绘制工作曲线，供查对之用。

由于可溶盐组成不同，含盐量与比电阻的相关曲线也是不一致的。因而对于不同类型的盐渍土和矿化水，应分别自行测绘相关曲线才是可靠的。此外，土壤质地对电阻也有一定影响。但我县土壤质地一般为粉沙壤土至粉沙粘壤土，变化范围不大，故通用一条曲线，以求明了。如有需要，也可按不同质地分别作几条曲线。

二、仪器原理及结构

(一)仪器的电原理(见图1) 图中B以前的部分为振荡器,采用晶体管共发射极电感式反馈电路产生1000赫左右的音频振荡电压。B与 W_2 之间的部分为威氏电桥。 W_2 以后的部分为音频放大器。

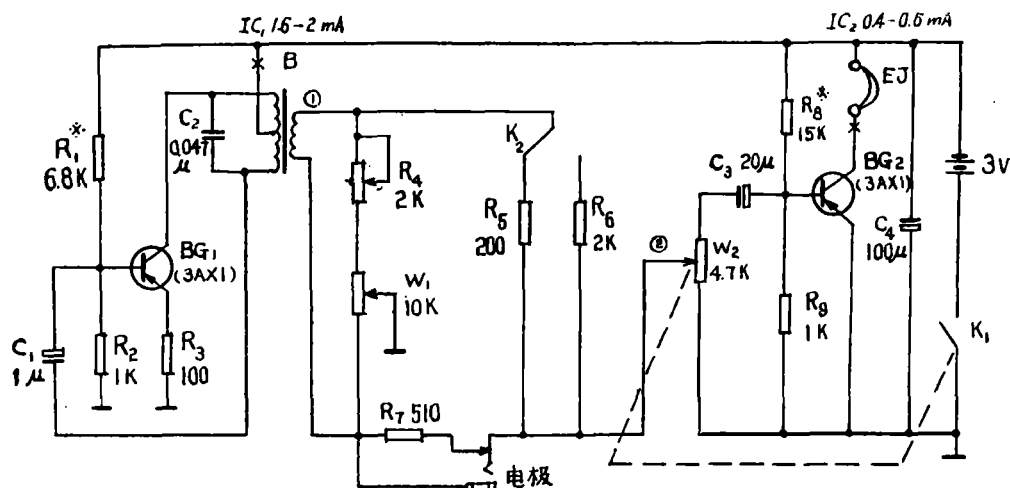


图1 电原理图

仪器工作时,音频电流通过待测样品(相当于一个电阻),并向音频放大器输入信号,使耳机中发生声音。调节 W_1 使电桥平衡,此时输入的音频信号达到极小,耳机中的音量也最小。 W_2 可调节输入信号的强弱。 R_7 是校核电阻。 K_2 为选档量程开关。

(二)仪器的主要技术指标

- 测试范围: 1档 10—1000 欧(土壤含盐量 2—0.1%)
- 2档 100—10000 欧(土壤含盐量 0.3—0.03%)
- 测试频率: 约 1000 赫
- 读数误差: $\leq \pm 10\%$
- 电 源: 3 伏(2 号或 5 号电池 2 节)
- 耗电电流: 3—4 毫安
- 外形尺寸: 140×70×55 毫米
- 重 量: 0.3 公斤

(三)元件的选择 晶体管 BG_1 工作在 1000 赫频率, 3A×1 或其它型号的低频管, 高频管都可以用。 BG_2 的型号也不拘, 选穿透电流小一些的管子为好(否则耳机中噪声大, 影响测听)。B 可购用市售的小型 8 欧输出变压器。 W_1 为 10K 线绕电位器, W_2 及 K_1 为 4.7K 碳膜开关电位器。 K_2 为两档的拨动开关。EJ 为 1500 欧耳塞机。 C_1 、 C_3 、 C_4 为电解电容器, C_2 选质量好的 陶瓷电容器。电阻 均为碳膜 1/8W 电阻 (1/4W 或 1/16W 的也可用)。其中 R_5 、 R_6 、 R_7 应力求阻值准确一些。 R_4 为微型电位器。

(四)仪器的外形(见图2) 元件安装采用面板及电路板合一的工艺。即以单面复铜绝缘板的光面作为面板, 安装旋钮、耳机及电极插口、拨档开关等元件, 并绘上刻度及字

样。复铜面蚀刻成电路后,直接将小元件搭焊在电路上。

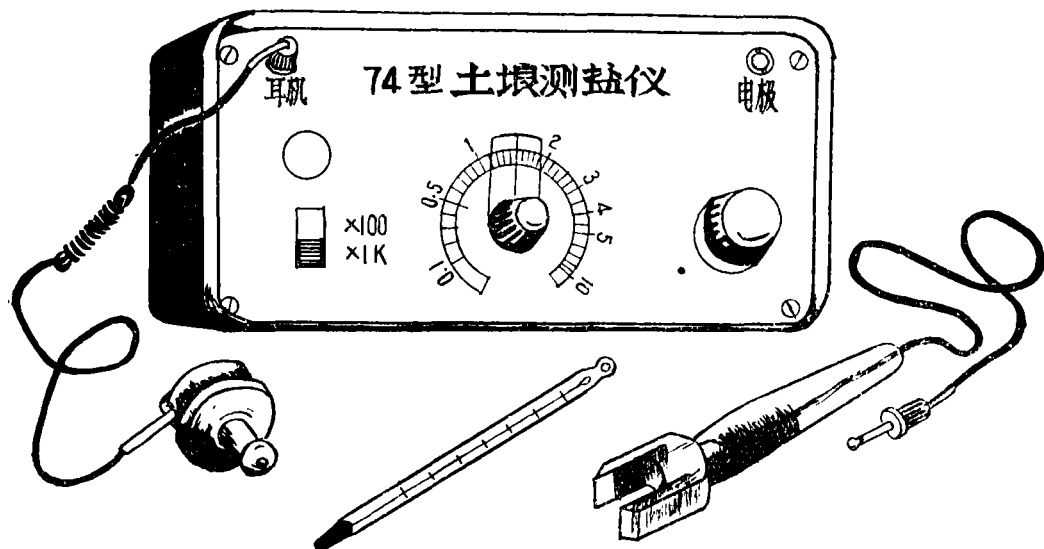


图2 仪器外形图

三、仪器制作及调试

1. 先安装振荡器部分各元件, R_1 用一只10K电位器代替。在变压器中心抽头接电池负极之间(图1中绘有 $\times$ 处)串入一只毫安表(或万用电表的10mA电流档)。将耳机的一端接图中的①处,一端接地。接通电源,调节电位器使电流表读数在1.6—2mA,此时耳机中应能听到响声。仔细调节电位器,直至声音响亮而又悦耳(不刺耳也不低沉),如有示波器,可调整输出波形近似正弦波。量出电位器的电阻值,换上同阻值的碳膜电阻。

2. 安装电桥部分各元件, R_4 应调到2K,耳机接②点及电池负极,此时也应听到鸣声。旋动 W_1 ,声音应有所变化,并出现音量最小的一点,即电桥的平衡点。

3. 最后安装低放部分,耳机插入插口, R_8 用一只47K电位器代替。旋开 W_2 上的开关 K_1 ,使电源接通,并旋到音量最大处。调节电位器使 BG_2 的集电极电流达0.4—0.6mA。此时耳机中应听到更为响亮的声音。来回旋动 W_2 ,音量应随之增减;旋动 W_1 ,音量也应变化并出现音量最小的一点。仔细调节 R_8 的大小,使电桥的平衡点最为清晰。如果没有声音或音调不正常,可以再调节一下 R_1 ,直至一切正常。仪器的调整到此结束。

面板上电桥旋纽指示的刻度值按以下方法绘制。准备一只电阻箱或选取一系列标准电阻(阻值从100欧至10K欧)。逐一接入电极位置(此时 R_7 应断开),旋动电桥旋纽,直至音量最小的一点,绘下旋纽指示位置并记录电阻值。当 K_2 拨向 R_8 ,即测量倍数为1K倍时,接入电阻100、1K、10K,在相应的位置应标记0.1、1、10。余依此类推。将 K_2 拨向 R_5 ,即测量倍数为100倍时,接入电阻100、1K,旋纽应指向1、10。将电阻拔下,使 R_7 导通,旋纽应指示510欧读数。此时全机工作正常,可以使用。

当仪器成批生产时,面板上的刻度是统一绘成的,在调试每台仪器时如发现刻度与接入标准电阻不太一致时,可稍稍调节一下 R_4 ,使之完全一致。

电极是手工自制的。极片取自梯形不锈钢表带，每片面积约为 $9 \times 12\text{mm}$ 。将极片的一端侵入硫酸铜电解液，通以 3V 直流电，镀上一薄层铜，然后吃锡并焊接一段铜线。（不锈钢片不经镀铜处理是很难进行锡焊的）。电极头部为有机玻璃料，长 35mm，宽 18mm，厚 10mm。按图 2 中所示形状加工，极片插入锯缝 7mm，露出 5mm。然后用环氧树脂粘牢。再取有机玻璃烟嘴一只，除去头部的金属帽，以两股细塑胶导线从长孔中穿过而与极片上的引线焊接。将烟嘴与电极头接合并以环氧树脂封牢。导线引出端接上话筒插头。

制成的电极需校正其电极常数。通常以 0.01N KCl 溶液作为标准溶液进行校准。称取 0.7456 克分析纯 KCl 溶于 1 升蒸馏水中，即为 0.01N KCl 溶液。此溶液在不同温度下的比电阻值见下表：

T °C	10	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	30
比 电 阻 (欧·cm)	980	878	855	841	820	800	788	770	752	741	725	709	645

进行电极校正时，将电极头部侵入 KCl 溶液中，用测盐仪读取其电阻值（如能用精密的电阻仪更好），同时测量溶液的温度，按上表查出相应的比电阻值。如两值相同，说明电极常数等于 1。如实测值较查出值为大，可用整形锉细心将电极头的空腔部分开大，使极片多露出一些，反复测量并整形，直至电极常数等于 1。

四、应 用

（一）使用方法要点

1. 校准：将耳机插入，电极拔下（内部的 510 欧校核电阻导通），旋开音量电位器，调节电桥旋纽直至耳机中音量最小的一点。当测量倍数置于 1K 档时，旋纽指示，读数应为 0.51，当测量倍数置于 100 档时，旋纽指示读数应为 5.1。表明仪器工作正常。

2. 水样的测量：将水样置小杯中，放入电极及温度计，即可进行测定。旋纽指示读数乘以测量倍数即为水样的电阻值。也可以在现场直接将电极头部投入水中进行测定。

3. 饱和土浆的测量：土样（新鲜或风干土样均可，不需磨碎过筛）置铝盒或小杯中，加适量淡水（比电阻最好在 5K 以上），调成饱和土浆，将杯底在桌上轻轻顿几下以驱除土浆中的气泡，同上进行测量。

4. 土壤水浸出液的测量：如需较准确地测定土壤含盐量，或土壤含盐量高于 1%，用饱和土浆法测定误差较大时，可制备 1:5 水浸出液，用力振摇 5 分钟，静置后取上部清液（稍有混浊无妨）进行测定。

（二）结果计算

1. 温度改算：测定时读取的电阻值 R_T 应改算为标准温度 25°C 时的电阻值 R_{25} ：

$$R_{25} = R_T \times f_T$$

不同温度时的 f_T 按下表查出：

T °C	1	3	5	7	9	11	13	15	17
f _T	0.52	0.56	0.60	0.64	0.68	0.72	0.76	0.80	0.84

T °C	19	21	23	25	27	29	31	33	35
f _T	0.88	0.92	0.96	1.00	1.04	1.08	1.12	1.16	1.20

2. 按图线查出含盐量：由 R_{25} ——含盐量相关曲线（图 3）直接查出含盐量。图中 A 线是查水样或 1:5 水浸出液的，B 线是查饱和土浆的。

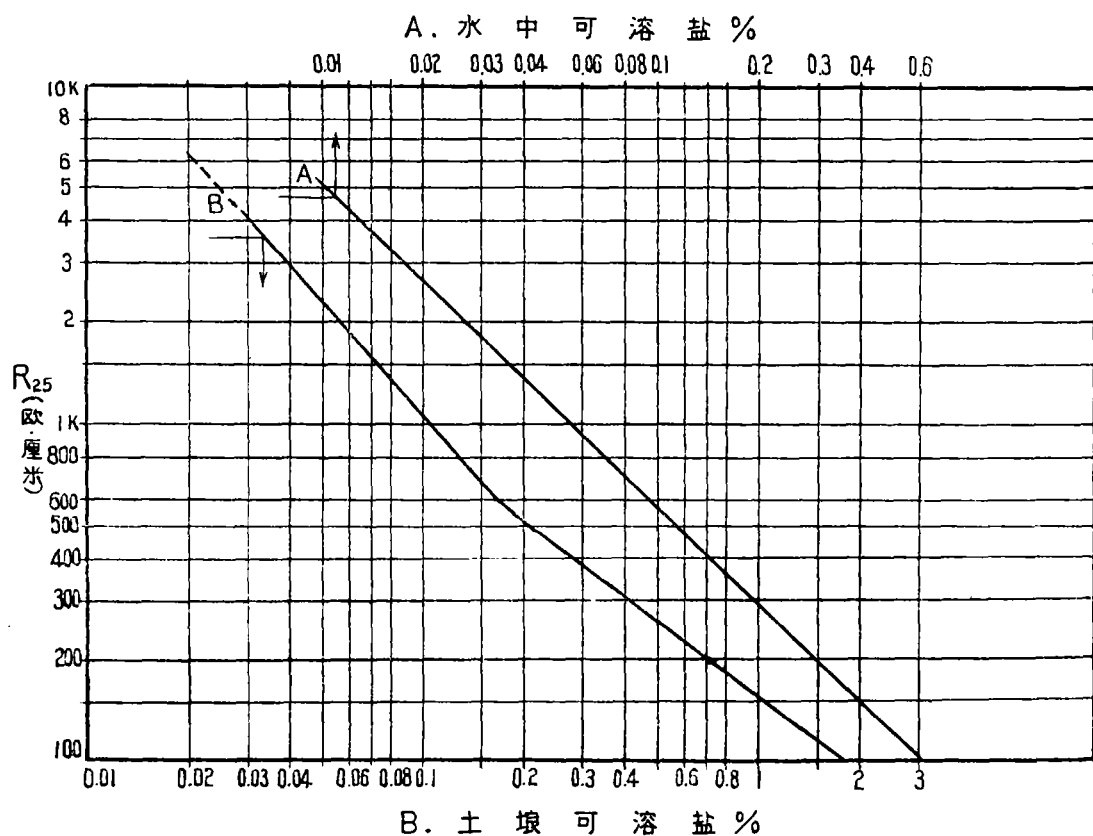


图 3 工作曲线

3. 由换算表直接查出含盐量：为了更方便于基层工作者，可以编成表，由 R_T 和测样温度直接查出含盐量（表从略）。

（三）本仪器的准确性

1. 应用本仪器进行测定，不同工作者之间和样品重复之间的读数误差一般不超过 10%。

2. 图 3 是我们以蒸干法为标准绘制的经验曲线。A 线有较好的线性。B 线为一折

线,转折点在含盐量 0.16% 附近。这是因为我县土壤含 CaCO_3 10% 左右,当含盐量低于 0.16% 后, NaCl 等可溶盐继续减少,而重碳酸盐的浓度则基本上不变,即由盐分组成明显改变所引起。此外,与土壤颗粒固有的电阻也有关系。

3. 图 3 中的曲线是根据多点结果的众值而绘成的。对于水液来说,各个测样的蒸干法与电测法结果的相对误差一般在 10% 以内,也有到 20% 的。对于饱和土浆来说,相对误差一般在 20% 以内,在低盐分情况下,少数土样的相对误差也有达到 30—50% 的(其绝对误差为含盐量 0.01—0.02%,对于说明生产问题没有很大关系)。作为指导农业生产的一个速测方法还是可用的。

(四)存在问题

本仪器在使用中发现的主要问题是对于某些土样,特别是含盐量较高的土样,电桥指示的平衡点不够明确,即谷点不尖锐。这可能是振荡器输出波形严重失真以及极片材料有关,有待进一步查明与改进。

分析方法

浓氨水的快速测定法

中国科学院南京土壤研究所分析室

氨水是高含氮量的化肥之一,由于它的挥发性大,在搬运或贮存过程中易引起氨的大量损失。为了正确计算施肥量和鉴定氨水的品质都要及时进行分析,并借以改进运输措施和保管条件来提高氨水的利用率。为此,需要有一个氨水的快速分析方法。

氨水的分析,一般是将其稀释液与过量的标准酸作用后,再用标准碱回滴过剩酸的间接滴定法,但是由于反复多次稀释(稀释几百倍甚至上千倍)也较为烦琐费时,又可能带来氨的挥发损失。在滴定时,并且要用两种标准溶液(标准酸和标准碱),而对标准酸过量程度的控制上尚有一定困难(用量有时多有时少,酸的浓度有时大有时小),同时标准碱的浓度也易于改变。因此,我们为了简化操作手续,应用带有多量固体硼酸的饱和溶液进行了吸收氨水的尝试,以标准酸直接滴定取得了满意的结果。

固体硼酸本身是作为一种“后备试剂”来使用的,从而使硼酸溶液吸收氨的缓冲性能大大地加强了,就是说,当一遇到溶液中吸收氨的硼酸不足时,固体硼酸即迅速溶解,而承担了不断供给硼酸的作用。

通过试验我们发现当硼酸吸收氨以后,它的溶解度比硼酸在蒸馏水中时的溶解度大得多。这样就克服了过去因硼酸溶解度小吸收氨量小的限制,从而使该法测定氮量的范围得到了扩大。