文章编号：1674－9057(2016)02－0271－07 doi:10.3969/j.issn.1674－9057.2016.02.012

一种应用微电子流效应测定土壤含水量的新方法

欧传景[1]，韦昌富[1]，颜荣涛[1]，朱 莹[2]

（1. 桂林理工大学 a. 土木与建筑工程学院；b. 广西建筑新能源与节能重点实验室，广西 桂林 541004；
2. 北京邮电大学 信息与通信工程学院，北京 100876）

摘 要：土体含水量是岩土工程的重要参数。为了测量这一参数，在分析现有土壤含水量测试方法优缺点的基础上，提出了一种以微电子流效应测定土中含水量的新方法。该方法是将传感器与被测土样耦合在一起，然后对传感器施加100 MHz的高频交流电流，并产生交流磁场，使被测土样中的电子作同频率的自旋极化运动，从而产生微电子流，通过微电子流的强弱来分辨出水分含量高低。对黄河粉土和桂林红黏土进行了试验，研究了在不同质量、不同密实程度条件下土样的吸水量和吸水速率，并用已知干密度和含水量的环刀样对传感器进行了初步标定。试验结果表明，该方法可以快速有效地测出土样持水量和吸水速率，可测定环刀样和小到0.3 g土样的含水量。

关键词：土的含水量；微电子流效应；检测方法

中图分类号：TU411.2 **文献标志码**：A

0 引 言

土体含水量是岩土工程的一个最基本的物理指标，用它可以计算土的孔隙比、液性指数、干密度、饱和度和研究其他力学性质。现场往往根据含水量确定基质吸力。非饱和土的吸力与含水量的关系称为土－水特征曲线(soil-water characteristic curve, SWCC)，其实质是以含水量形式表示的与土中吸力变化相关的非饱和土的持水能力。不少学者提出通过水分特征曲线预测非饱和土的强度[1]，建立引入含水量的强度公式直接研究非饱和土的强度[2－3]，给工程实践带来了极大的方便，非常实用。如著名的Bishop有效应力强度公式[4]和Fredlund的双应力变量强度公式[5]，都是含有吸力项的。

按土的三相组成理论，土的含水量是土中水的质量与干土质量之比。对于含水量的检测目前常用的方法有烘干法、电阻法、中子水分仪、γ射线法、时域反射法(time domain reflectometry, TDR)等[6]。综合比较起来，TDR性能最为优越。TDR是一种远程遥感测试技术，产生于20世纪30年代，最初用于电力和电讯工业中电缆线路缺陷的定位和识别[7]。1980年Topp等最先将TDR技术应用于测定土壤含水量，并逐步应用于含水量的测量实践，还写入美国材料与试验协会(ASTM)标准[8－11]。但是TDR也存在不足：电路复杂，仪器价格昂贵；不适宜盐碱土土壤测量[12]；在测定时测点要埋多个探头。TDR测量原理是由于电磁波的传播速度与传播媒体的介电常数密切相关，介电常数不仅随土体的含水量变化，还受土体密度、温度、含盐量、矿物成分等的影响，其中以土的粒径大小和堆积密度对率定曲线的影响最大。

为了克服上述不足，根据边坡土壤含水量监测仪器的精度、测量范围、响应速度、稳定性及体积大小、造价低廉等设计要求，本文给出了以单

收稿日期：2015－12－05

基金项目：国家自然科学基金项目（11372078；51309055）；广西自然科学基金创新研究团队项目（2014GXNSFBA118236）

作者简介：欧传景（1988—），女，硕士，岩土工程专业，ouchuanjing2012@163.com。

通讯作者：韦昌富，博士，教授，cfwei@whrsm.ac.cn。

引文格式：欧传景，韦昌富，颜荣涛，等. 一种应用微电子流效应测定土壤含水量的新方法［J］. 桂林理工大学学报，2016，36（2）：271－277.

探头（非电极式）微电子流效应传感的新方法测定土中水含量[13]，对粘土和粉土展开了一系列研究，取得了预期成果。

1 微电子流效应探测土中含水量的基本原理

土中的固体颗粒是由矿物构成的，粘土矿物是组成粘粒的主要矿物成分，最常见的粘土矿类型有高岭石、伊利石、蒙脱石等。这些粘土矿是具有片状或链状结晶格架，颗粒细小、亲水性强并具有胶体特性的铝硅酸盐矿物，因而其内部存在结合水，常分为结构水、沸石水和结晶水，以 H_2O 分子、OH^- 或 H^+ 离子的形式存在于矿物结晶格中，有固定位置。结构水，即 OH^- 或 H^+ 离子，与其他离子（如 Na^+、Ca^+、Cl^+ 等）一样，是在结晶格架上具有固定位置的离子，很难从结晶格架上析出，是固体矿物的组成部分。沸石水，以 H_2O 分子形式存在于晶胞之间。蒙脱石等矿物晶胞间的水即属此类。又如结晶水，它也以水分子形式存在于矿物结晶格架的固定位置，具有一定数量。结合水性质不同于普通液态水，它不能传递静水压力和导电[14]。

综上可知，由于粘土矿物成分复杂，很难在工程上用某一种方法来测定所有水含量（即结合水和普通液态水）。为了探索出适应性更强的方法，本文提出拟用交变磁场激活土－水中的电荷作自旋运动（即极化运动），使之产生电子流效应，进而以电子流效应来测定土中的结合水与非结合水二者的总含量。该方法的基本原理是：在粘土矿物中施加交流磁场，即称主磁场（图 1a）。施加交流磁场的目的是使土－水中离子所带的各向异性的电荷做取向极化，由此产生的电子流，即称微电子流效应，在该电子流的作用下派生出新的磁场。该磁场与外加的主磁场方向相反、相互耦合。在土体质量不变的前提条件下，水分越多，所产生电子流的强度就越大，其产生抵消外加磁场的作用就越大，如果传感器保持从电源吸收的能量不变，那么必须增加输入电流，见图 1b（电路模型源于图 1a）。输入电流的增减反映出土体中的含水量增减，因此只要测得微电子流效应时的电流强度即可得到土的含水量。含水量与微电子流的函数关系可表示为 $w = f(\dot{I}_2) = \Delta f(\dot{I}_1)$。由于 $\Delta f(\dot{I}_1)$ 较小不宜直接测量，因此需经电压转换，并且放大。由于电流的变化与电压的变化率有关，那么，含水量与微电压变化的关系式又可写为 $w = f(\dot{E}_2) = \Delta f(\dot{E}_1)$。该方法的电气原理见图 2，测量装置如图 3 所示。

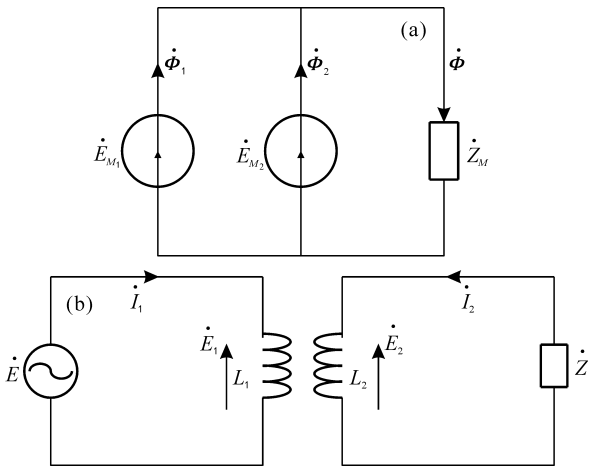


图 1 微电子流效应等效磁路、电路原理图

Fig. 1 Diagram of equivalent magnetic circuit and circuit of micro-electronic current coupling effect

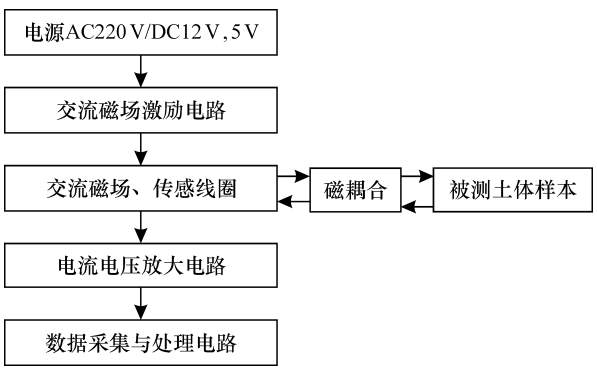


图 2 微电子流电路原理方块图

Fig. 2 Flow chart of micro-electronic current coupling effect

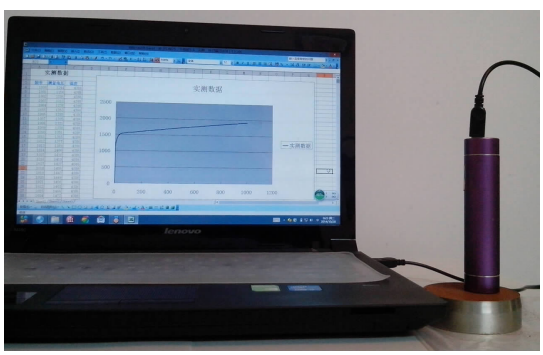


图 3 试验测量装置

Fig. 3 Experimental devices

为了便于分析，将土中受磁力作用的电子或电荷所形成的微电流视为一个电路网络，如图 1b 中右侧由 L_2、$\dot{I}_2$、$\dot{E}_2$、$\dot{Z}$ 等物理符号组成的网孔。这就把土体模型抽象成一个等效电路模型，然后再把传感器的电路（图 1b）中左侧由 L_1、$\dot{I}_1$、$\dot{E}_1$、$\dot{E}$ 等物理符号组成的网孔）与抽象出来的电路模型联系起来构成互感电路，这个电路就如同人们熟知的“变压器电路”。通过这个电路可以建立相关物理量计算的数学模型。计算电流或电压参数的目的是为了得到土中的含水量关系。图 1a 是传感器与被测土样受磁力作用的等效磁路模型，两者之间只有磁的联系，而无电的联系，且互为独立，不接触。交变磁场源 $\dot{E}_{M_1}$ 是激励传感器的磁动势；$\dot{E}_{M_2}$ 是被测土样中交变的微电流产生的磁动势；$\dot{\Phi}_1$ 为 $\dot{E}_{M_1}$ 磁动势的磁通；$\dot{\Phi}_2$ 为 $\dot{E}_{M_2}$ 磁动势的磁通；$\dot{Z}_M$ 为交变磁阻抗；$\dot{E}$ 为施加在传感器上的交变电动势；$\dot{E}_1$ 为传感器的反电势；$\dot{E}_2$ 为被测粘土矿中的耦合电动势；$\dot{I}_1$ 为流过传感器的电流；$\dot{I}_2$ 为被测土样中的极化电流，它是由 $\dot{\Phi}_1$ 激化而产生的；$\dot{Z}$ 为电子流等效阻抗；$\dot{\Phi}$ 为 $\dot{\Phi}_1$ 和 $\dot{\Phi}_2$ 相互作用后的剩余磁通；L_1 为传感器的电感；L_2 为被测粘土矿的等效电感。

开机校准时传感器的激磁电压表示为

$$\dot{E}_1 = \dot{E} = k_1 \sin\left(\omega_0 t - \frac{\pi}{2}\right), \tag{1}$$

式中：$k_1 = \dfrac{\dot{E}_{M_1}}{\sqrt{L_1/C_1}}$，其中 $\dot{E}_{M_1}$ 为传感器的反电势 E_1 的峰值；C_1 为传感器中的分布电容。

测量土样时流过传感器的电流表示为

$$\dot{I}_1 = \left[\dot{E} - \frac{\dot{E}_{M_1}}{\sqrt{L/C}}\sin(\omega_0 t + \pi)\right]\frac{1}{Z'}, \tag{2}$$

式中：Z' 为传感器和被测土的等效阻抗；$L = L_1 + L_2$；$C = C_1 + C_2$，C_2 为被测土样的等效电容。

被测土样中的极化电流表示为

$$\dot{I}_2 = \Delta\dot{I}_1, \tag{3}$$

式中：$\Delta\dot{I}_1$ 为流过传感器中的电流变化增量。

2　试验部分

2.1　试验材料

为了考查所提设想的可行性，传感器做成螺旋线管型和螺旋线面型，螺旋线管型传感器最小外径 8 mm，长度 20 mm。螺旋线面型传感器外径 10 mm，长度小于 1 mm。螺旋线管型传感器用于测量 1 g 级以下的土样含水量，螺旋线面型传感器则用于测量环刀样级及以下的土样含水量。这样设计的目的在于确定仪器的最大测量范围和最小分辨率能达到何种数量级。

试验用土为取自黄河三角洲的粉土和桂林雁山红黏土，其基本物理指标见表 1，颗粒分析曲线如图 4 所示。

表 1　试验土样物理性质指标

Table 1　Physical properties of soil samples

试样名称	液限	塑限	塑性指数	土粒比重/(kg·m^{-3})
桂林红黏土	57.3	26.7	20.7	2.72
黄河粉土	26.0	14.6	11.4	2.71

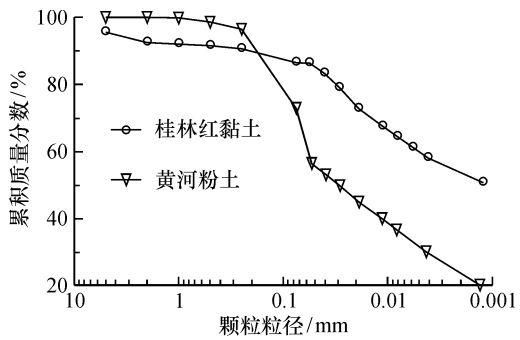


图 4　颗粒分析曲线

Fig. 4　Grading curves of soil samples

2.2　试验方法

2.2.1　试样的制备　环刀样：按照土工试验方法，分别拌制初始含水量为 27%、33%、38% 的桂林红黏土土样，静置 48 h，用千斤顶压制含水量分别为 27%、33%、38% 的同一干密度为 1.3 g/cm^3 的标准环刀样，编号 27#、33#、38#。

质量小于 1 g 的圆柱土样制备：将过 2 mm 筛的粉土和红黏土经烘干后装入非金属圆柱体容器中，用金属棒致密成型或经压制成外径为 6 mm、长度为 12 mm 的圆柱体土样。

试验装置的工作电源电压为 12 V（DC），测试样本中的电荷偶极子自旋的磁场频率初始值设定为 100 MHz。试验时传感器的敷设：对于螺旋线面型传感器，直接贴于环刀样的上方；对于粉末土样，先装入非金属圆柱体容器中，然后将容器置于螺旋线管型传感器中即可。

2.2.2　试验步骤　为了考查本方法的可行性，试

验分两步进行：首先对干密度 1.3 g/cm^3，含水量分别为 27%、33%、38% 的标准环刀样进行测试；其次是对干土质量已知但含水量未知的粉土及红黏土进行测试，目的在于观察不同样本含水量以及吸水稳定情况。

2.2.3 *传感器率定* 为了便于与受试试样的含水量对比，参考 ASTM 标准[11]中的标定方法，采用笔者自行研制的传感器装置对红黏土标准环刀样 27#、33#、38#进行率定测试，本装置所获结果为电压物理量，然后通过测定的电压值标度为对应的已知含水量。

3 结果与分析

3.1 黄河粉土样品吸水量比较

取 0.6 g 黄河粉土，经致密成型为试样 4#、5#，注入 0.30 mL 纯净水，然后每 5 min 采集一次吸水量变化值，绘制土中吸水量随时间变化的特征曲线，如图 5 所示。试样 4#、5#在 t_0（t 的下标数字代表吸水时间的分钟数，下同）时刻注入 0.30 mL 纯净水后，传感器反映出土中吸水量快速增加，如试样 5#在 t_5 时刻含水量达到 5.3%，t_{10}时刻含水量达到 11.7%，t_{15}时刻已进入平衡状态。因为试样上方有剩余水出现，经过一段时间后保持不变，这说明土体已不再吸水。

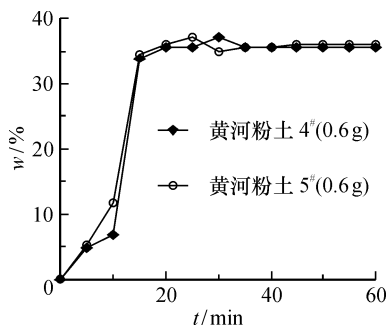


图 5 黄河粉土试样 4#、5#吸水量随时间变化的关系

Fig. 5 Change of water content with time of the Yellow River silt 4# and 5#

取 0.3 g 黄河粉土未经致密成型为试样 A，注入 0.15 mL 纯净水，然后每分钟采集一次吸水量变化值，绘制土中吸水量随时间变化的特征曲线，如图 6 所示。当在 t_0 时刻注入 0.15 mL 纯净水，传感器反映出土中含水量快速增加，到 t_4 时刻已进入平衡状态。因为试样上方有剩余水，一段时间后保持不变，这说明土不再吸水。

取 0.3 g 黄河粉土未经致密成型为试样 B，分别分两个阶段注入 0.10 和 0.02 mL 纯净水，然后每分钟采集一次吸水量变化值，绘制土中含水量随时间变化的特征曲线（图 6）。在 t_0 时刻注入 0.10 mL 纯净水后，传感器反映出土中吸水量快速增加，到 t_4 时刻已趋于平衡。为证实土样是否已达平衡，在 t_{25}时刻再注入 0.02 mL 纯净水。传感器反映出土中含水率继续上升，但在 t_{34}时刻开始微幅下降直到平衡，样本上方有余水，一段时间后保持不变，说明土已不再吸水。

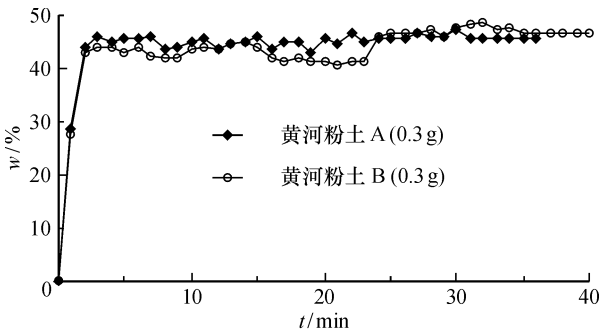


图 6 黄河粉土试样 A、B 吸水量随时间变化的关系

Fig. 6 Change of water content with time of the Yellow River silt A and B

从图 5 和图 6 可知，土中吸水量达到平衡后，再向样本注水，传感器敏感值不再随吸水量的增加而变化；另一方面，黄河粉土经致密成型试样的吸水量比未经致密成型试样的吸水量低。

3.2 桂林红黏土样本吸水量比较

3.2.1 *样本密度影响分析* 首先取 0.6 g 桂林红黏土经致密成型为试样 1#，注入 0.30 mL 纯净水，然后每 5 min 采集一次吸水量变化值，绘制土中吸水量随时间变化的特征曲线图 7a。另取 0.6 g 桂林红黏土制成试样 2#，未致密，分两个阶段注入 0.20 和 0.10 mL 纯净水，然后分别间隔 5 min 采集

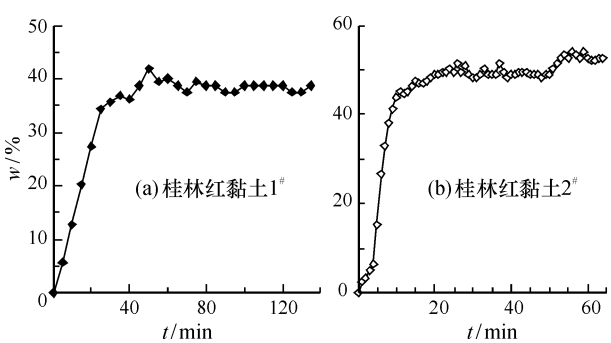


图 7 桂林红黏土试样 1#、2#吸水量随时间变化的关系图

Fig. 7 Change of water content with time of Guilin red clay 1# and 2#

一次吸水量变化值，绘制土中含水量随时间变化的特征曲线图 7b。

试验表明，经致密成型试样和未经致密成型有明显差别：一是吸收水速度；二是最终吸水量。

3.2.2　样本注水量与密实程度影响分析　为了观察桂林红黏土不同密实程度对吸水性能的影响，先取 0.3 g 桂林红黏土经致密成型为试样 A′，分两阶段注水：第一次注入 0.10 mL 纯净水，然后每分钟采集一次含水量变化值，大约过 7 min，试样 A′中的吸水量基本趋于平衡；此刻再注入 0.10 mL 纯净水，经过 10 min 土中的吸水量达到平衡，并且试样表面有余水，一段时间后保持不变，说明试样已不再吸水，其土体含水量已高达 60%。以 0.3 g 桂林红黏土制成试样 B′，未致密，当注入 0.15 mL 纯净水后，每分钟采集一次吸水量变化值，两试样的吸水量随时间变化的特征曲线如图 8 所示。可以看出，试样 B′比试样 A′的吸水量明显高许多，超过了 60%。说明桂林红黏土，其密实程度不同，吸水量是不同的。

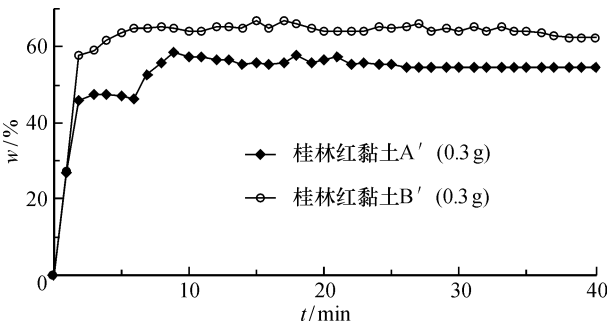


图 8　桂林红黏土试样 A′、B′吸水量随时间变化的关系

Fig. 8　Change of water content with time of Guilin red clay A′ and B′

3.3　黄河粉土与桂林红黏土的吸水量对比

3.3.1　桂林红黏土试样 B′与黄河粉土试样 B 比较

未经致密成型的桂林红黏土试样 B′(0.3 g)与未经致密成型的黄河粉土试样 B(0.3 g)的吸水量比较，如图 9 所示。

试验表明，在其他试验条件相同的情况下，未经致密成型的桂林红黏土的吸水量比未经致密成型的黄河粉土吸水量高。

3.3.2　黄河粉土试样 3#与桂林红黏土试样 1#比较

未经致密成型的黄河粉土试样 3#(0.6 g)与经致密成型的桂林红黏土试样 1#(0.6 g)吸水特性比较，如图 10 所示。

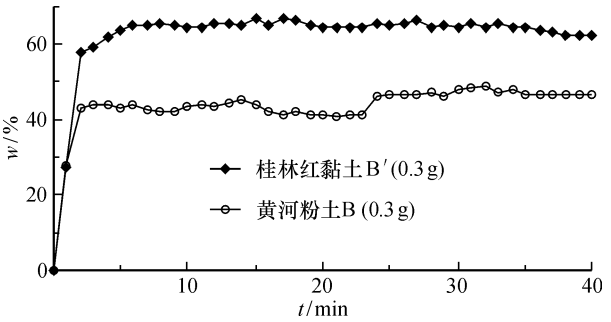


图 9　黄河粉土试样 B 和桂林红黏土试样 B′吸水量随时间变化的关系

Fig. 9　Change of water content with time of the Yellow River silt B and Guilin red clay B′

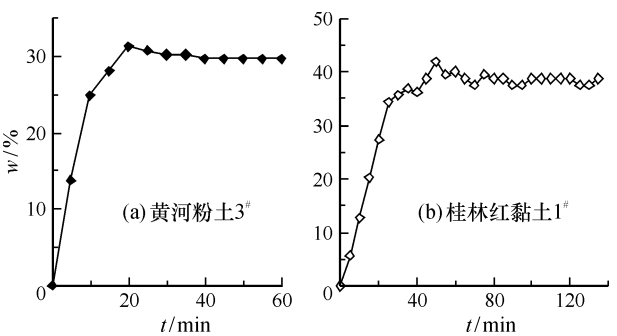


图 10　黄河粉土试样 3#和桂林红黏土试样 1#吸水量随时间变化的关系

Fig. 10　Change of water content with time of the Yellow River silt 3#and Guilin rde clay 1#

试验表明，在其他试验条件相同的情况下，未经致密成型的黄河粉土的吸水量比经致密成型的桂林红黏土吸水量低。

3.4　传感器性能比较

为了确保传感器所测结果的准确性，对本文试验用土，按照土工试验方法压制红黏土标准环刀样 27#、33#、38#，并用本文研制的传感器装置进行测试，标定结果见表 2。可知，传感器装置的相对误差很小。

为了确保传感器所测结果的准确性和考查其线性度，标定传感器后，分别配制了不同含水量的

表 2　微电子流效应方法与烘干法测量值对比

Table 2　Comparison between the method of micro-electronic current coupling effect and drying method

试样名称	土体干密度/(g·cm⁻³)	烘干法测含水量/%	传感器装置测量值/%	相对误差值/%
桂林红黏土 27#	1.3	27.00	27.25	0.93
桂林红黏土 33#	1.3	33.00	33.40	1.21
桂林红黏土 38#	1.3	38.00	38.29	0.76

桂林红黏土试样 C′和黄河粉土试样 6#并进行测试[15]，其结果见图 11。可知，传感器的测试结果与标样结果一致，且有很好的线性度。

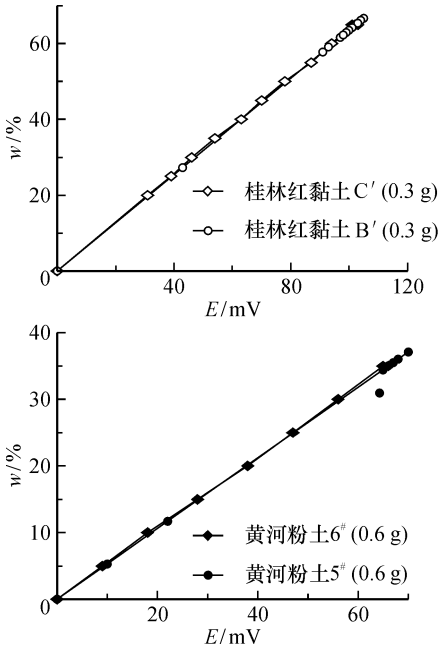


图 11 土的含水量测试反映的线性度及重复率

Fig. 11 Relationship between water content and voltage variation of soil samples

综上所述，图 6 中试样 A 为黄河粉土注入 0.15 mL 纯净水后吸水量变化的结果，试样 B 是黄河粉土，在不同时刻分两次注水后，土中吸水量变化的结果。其中，从 t_0 到 t_{25} 时刻为注入 0.10 mL 纯净水的变化曲线，从 t_{25} 到 t_{35} 是再注入 0.02 mL 纯净水后的变化曲线，其变化结果明显。试样 A 在 t_3 到 t_{25} 时刻吸水量有明显上下波动，试样 B 在 t_3 到 t_{15} 时刻吸水量也有明显上下波动。这说明，土的吸水量达到平衡之前是不稳定的。另外，这两条曲线也反映出当土中吸水量平衡之后，它们是重合的。这表明传感器重复性很好，误差很小。这两条曲线也反映出另一种物理现象，即土中吸水量平衡后，t_{37} 时刻含水量比 t_{35} 时刻要低一些。说明土体在水的作用下更加致密，自由水因致密而排出。

试样的基本参数相同，试验条件一样，未经致密成型黄河粉土试样 3#吸水量低于经致密成型的黄河粉土试样 4#和 5#。这说明经致密成型的黄河粉土试样吸水量高于未经致密成型的黄河粉土试样。另外，桂林雁山红黏土的吸水量比黄河粉土的高。

4 结束语

本文使用微电子流效应方法对黄河粉土和桂林红黏土的吸水量进行试验，研究结果表明该新方法能够快速有效地获得不同密实程度土的吸水量，致密土与未致密土吸水量不同，桂林红黏土的吸水量比黄河粉土的高。另外，参考 ASTM 标准[9]中的标定方法，采用作者自主研制的传感器装置对红黏土标准环刀样 27#、33#、38#进行率定测试，对不同重量的试样展开试验，验证了传感器检测的准确性、重复性和稳定性，相对误差很小，线性度也很好。在理论上初步建立了土中吸水量与微电流变化的关系及其电路、磁路模型，但在工程应用上还有影响该方法的其他因素没有考虑周全，有待进一步深入开展研究。

下一步拟开展对滑坡现场监测的运用和非饱和土土－水特征的应用研究。因为传感器体积小，在自然环境条件下使用对土壤原状结构扰动小，操作简便，可以埋置于深层土体中进行长期监测；可以实现数据自动采集，便于现场原位动态监测。以微电子流进行传感测定土壤含水量，不仅适用于岩土工程的室内研究，也为在野外进行原位观测提供了极大的方便。

参考文献：

[1] Fredlund D G, Xing A Q, Fredlund M D, et al. The relationship of the unsaturated soil shear strength to the soil-water characteristic curve [J]. Canadian Geotechnical Journal, 1996, 33 (3): 440－448.

[2] 傅鑫晖，韦昌富，颜荣涛，等. 桂林雁山红粘土的土－水特征试验 [J]. 桂林理工大学学报，2013，33 (3)：488－492.

[3] 常红帅，刘丽，季春生，等. 桂林、柳州两种红黏土的水－土特征曲线 [J]. 桂林理工大学学报，2015，35 (4)：855－859.

[4] Bishop A W, Alpan I, Blight G E, et al. Factors controlling the shear-strength of partly saturated cohesive soils [C] // ASCE Conference on Shear of Cohesive Soils. Boulder, CO: University of Colorado, 1960: 503－532.

[5] Fredlund D G, Morgenstern N R, Widger R A. The shear strength of unsaturated soils [J]. Canadian Geotechnical Journal, 1978, 15 (3): 313－321.

[6] 张学礼，胡振琪，初士立. 土壤含水量测定方法研究进展 [J]. 土壤通报，2005，36 (1)：118－123.

[7] Rohrig J. Location of faulty places by measuring with cathode ray oscillographs [J]. Elektrotech Z, 1931, 8 (2): 241 – 242.

[8] Topp G C, Davis J L, Annan A P. Electromagnetic determination of soil water content: Measurements in coaxial transmission lines [J]. Water Resources Research, 1980, 16 (3): 574 – 582.

[9] Zhan L T, Mu Q Y, Chen Y M, et al. Experimental study on applicability of using time-domain reflectometry to detect NAPLs contaminated sands [J]. Science China Technological Sciences, 2013, 56 (6): 1534 – 1543.

[10] Suits L D, Sheahan T C, Chung C C, et al. Development of TDR penetrometer through theoretical and laboratory investigation: 2. Measurement of soil electrical conductivity [J]. ASTM Geotechnical Testing Journal, 2006, 29 (4): 314 – 321.

[11] D6780-05, Standard test method for water content and density of soil insitu by time domain reflectometry (TDR) [S]. West Conshohocken: American Society for Testing and Materials (ASTM), 2005.

[12] Herkelrath W N, Hamburg S P, Murphy F. Automatic, real-time monitoring of soil moisture in a remote field area with time domain reflectometry [J]. Water Resourources Research, 1991, 27 (5): 857 – 864.

[13] 欧传景, 韦昌富, 朱莹. 非饱和土土水特性快速定量检测传感器: 中国, 201320491615X [P]. 2014 – 03 – 05.

[14] 唐大雄, 刘佑荣, 张文殊, 等. 工程岩土学 [M]. 2 版. 北京: 地质出版社, 2005.

[15] 周凌云, 陈志雄, 李卫民. TDR 法测定土壤含水量的标定研究 [J]. 土壤学报, 2003, 40 (1): 59 – 64.

New method for soil water detecting based on micro-electronic current coupling effect

OU Chuan-jing[1], WEI Chang-fu[1], YAN Rong-tao[1], ZHU Ying[2]

(1. a. College of Civil Engineering and Architecture; b. Guangxi Key Laboratory of New Energy and Building Energy Saving, Guilin University of Technology, Guilin 541004, China; 2. College of Information and Communication Engineering, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876, China)

Abstract: Soil water content is an important parameter in geotechnical engineering. In order to test this parameter, the advantage and limitations of previous achievements about the method of water content detecting in soil are analyzed and a new method of micro-electronic current coupling effect is proposed. Sensor and soil sample measured are coupled together. A current of 100 MHz is applied to the sensor to produce AC magnetic field, so that the electron in the soil samples measured is made with spin polarization movement at the same frequency. Micro-electronic current comes from the spin polarization movement, and the strength of micro-electronic current is closely related to the water contented in soil, and there is a linear relationship between the micro-electronic current and the water content. The Yellow River silt and Guilin red clay are used in the test. The amount of water absorption and water absorption rate are studied in soil of various mass and different levels of density. A calibration of the sensor is made of the ring sample with known dry density and water content. The results show that the new method is effective and can measure the water content of the ring samples and soil sample small to 0.3 g.

Key words: water content in soil; micro-electronic current coupling effect; detecting method