

TDR 法、烘干法测定土壤含水量的比较研究

强 劲

(蚌埠水文局 安徽 蚌埠 233000)

摘 要 :以烘干法测得的土壤含水量为基准,通过对 TDR 法与烘干法的比较表明,对于不同土层深度,TDR 法与烘干法具有相同的变化趋势,具有较好的相关关系,与用烘干法是同样可靠的。用 TDR 法测定土壤含水量准确、方便、快捷。

关键词 :TDR 法;烘干法;土壤含水量;比较

土壤水分是作物生长的要素之一,对于作物的生理活动起着至关重要的作用^[1]。在水文科学、气象科学和生态科学中,土壤水分的测量也具有相当重要的作用。因此,快速、准确地测定土壤含水量具有十分重要的意义。随着科学技术的发展,测量土壤含水量的先进仪器越来越多,它们在工作原理、使用方法和测定结果方面均存在着差异。烘干法测量土壤含水量的误差很小,是唯一可以直接测量土壤水分的方法,也是目前国际上的标准方法^[2]。但此法存在着取土、烘干历时长、时效性差、设备利用率低等状况。而 TDR(Time Domain Reflectometry, 时域反射法)具有快速高效、容易操作、数据自动采集及保持样本原始性等优点,为人们提供了一种省时、精确的测定方法。现以烘干法为标准,对 TDR 法进行校验,为正确使用 TDR 法测定土壤含水量提供理论依据。

1 原理和方法

1.1 原理。TDR 法是一种测量电磁脉冲从发射源出发到遇到障碍物产生反射后返回发射源所需时间的方法。可以利用电磁波在土壤中的传播特性测定土壤的含水量。

1.2 试验方法。本次试验共采集 72 组土壤样品。样品采自蚌埠市固镇县杨庙乡墒情试验田,土壤类型为亚粘性壤土。试验使用 TRIME-PICO-IPH 型 TDR 时域反射仪。

人工在 3 条垂线上采样,取相同垂线深度含水量的平均值作为同一深度的土壤含水量。取样深度为 10cm、20cm、40cm。土样采用烘干法处理。土壤容重采用环刀法,测点选择在人工取样 3 条垂线框定的范围内,每次测量时用环刀分别测量 10cm、20cm、40cm 深度土壤容重,取相同深度土壤容重的平均值作为同一深度的土壤容重。环刀体积为 200cm³。TDR 法测量深度同人工取样深度,每个深度测量 3 次,取其平均值。

1.3 烘干法土壤质量含水量的推算。

$$\theta_g = \frac{W_s - W_g}{W_g}$$

θ_g —土壤质量含水量; W_s —湿土重; W_g —干土重

1.4 烘干法土壤体积含水量的推算。

$$\rho_s = \frac{W_s}{V_t} \quad \rho_b = \frac{\rho_s}{1 + \theta_g} \quad \theta_v = \theta_g * \rho_b$$

θ_v —土壤体积含水量; θ_g —土壤质量含水量; ρ_b —土壤干容重

ρ_s —土壤湿容重; W_s —湿土重; V_t —土壤体积

2 结果与分析

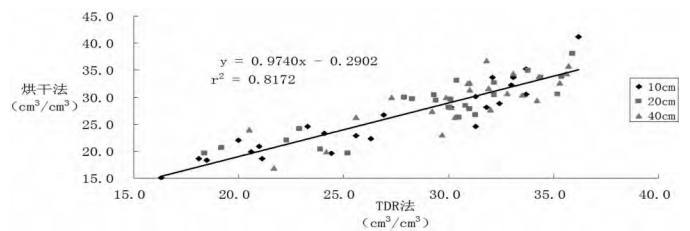
2.1 TDR 法与烘干法的对比分析。分别测量 10cm、20cm、40cm 深度的土壤含水量,对 TDR 法和烘干法的测定结果进行对比。

通过对比发现,对于不同土层深度,TDR 法与烘干法测定结果的差距都很小,基本都在烘干值的附近,并且曲线的走势随着烘干值的曲线而波动,几乎是交织在一起的。

2.2 TDR 法与烘干法土壤含水量相关性分析。由于烘干法的测定误差很小,被认为是测定土壤含水量的标准方法^[3],所以,以烘干法为基准,对 TDR 法的可靠性做出评价。

分别以 TDR 法含水量为横坐标 x 、烘干法体积含水量为纵坐标 y 作图,见图。

由图可以得出,对于不同土层的含水量,TDR 测定值与烘干值均比较接近,拟合性较好,呈显著的相关性。



各土层 TDR 值、烘干值相关关系图

通过对 TDR 法与烘干法的相关分析计算,得出 x 、 y 之间的相关转换关系式 $y = 0.9740x - 0.2902$,相关系数 $r = 0.904$,均方误 $S_y = 2.4$, x 、 y 线性关系显著。各土层深度绝对误差为 0.02~6.13,相对误差为 0~0.25。

从研究结果来看,烘干法和 TDR 法的结果之间虽然存在着一定的差异,但仪器因素和标定因素在大多数情况下所带来的误差占总误差的比例很小。TDR 法结果更符合实际情况。这是由于 TDR 法是用环刀在探头附近采样,所取样本未经扰动,故其结果更接近实际。国内外大量研究资料也表明^[4],使用 TDR 法测定土壤水分,其值会受到土壤种类、电导率、容重等多种因素的制约。这与本研究在利用 TDR 测定土壤含水量时所得结果与实际情况是相符的。在测定时应采取一定的措施来减小由于土壤质地不均匀或土壤湿度的空间变异所造成的误差^[5]。

3 结论

由分析结果表明,使用 TDR 法测量土壤含水量与烘干法相比具有相同的变化趋势,其结果十分接近烘干值,可准确地反映土壤含水量的动态变化。两者的相关系数 r 达到 0.904,均方误 S_y 为 2.4, x 、 y 呈显著的相关性。

TDR 法和烘干法相比也存在一定的误差,但仪器因素和标定因素在大多数情况下所带来的误差占总误差的比例很小,TDR 法结果更符合实际情况。

用 TDR 法测量土壤含水量与烘干法是同样可靠的。它具有简便、测定速度快、精度高、无反射性和适于长期定位观测等优点,适合在野外测定中使用。

参考文献

- [1] 陈家宙,陈明亮,何圆球.各具特色的当代土壤水分测量技术[J].湖北农业科学,2001(3):25-28.
- [2] 陈志雄,Vauclin Michel.封丘地区土壤水分平衡研究.中子探管法测定土壤含水量的误差分析[J].土壤学报,1990,73:391-401.
- [3] 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(1):59-64.
- [4] 李笑吟,毕华兴,刁锐民,等.TRIME-TDR 土壤水分测定系统的原理及其在黄土高原土壤水分监测中的应用[J].中国水土保持科学,2005,3(1):112-115.
- [5] 伍永秋,刘宝元,Erik van den Elsen,等.黄土高原土壤水分的自动监测 TDR 系统及其应用[J].水土保持学报,2001,15(2):108-111.
- [6] 龚元石,李春友,李子忠.农田土壤水分测定三种方法的比较[J].中国农业大学学报,1997,2(3):53-58.
- [7] 周刘宗,周凌云,徐梦熊,等.田间土壤含水量的原位测定 TDR 仪的应用[J].土壤,1996(4):213-216.

作者简介:强 劲(1982—),女,安徽省蚌埠人,蚌埠水文局,助理工程师,主要从事水文勘测工作。