

# 介绍两种模拟降雨实验的革新测试仪器

张 祿

(中国科学院西北水土保持研究所)

进行土壤侵蚀定量观测，最常用的方法是径流小区法。这种方法所测得的结果也比较准确。使用这种方法，最重要的一点是要测定降雨、径流和冲刷的过程。根据这些基本资料可以分析引起土壤侵蚀的条件，并进一步分析各种因素对土壤侵蚀的影响。但是由于受测量设备的限制，很难作到这一点。一般的径流小区，只观测径流和冲刷的总量，这就大大降低了径流冲刷资料的使用价值；个别重点径流小区也曾由人工观测降雨产生径流和冲刷的全过程，工作非常艰苦。实验人员必须冒雨在现场定时观测径流量和采取浑水样，经常是在夜间工作，并且这种方法，往往误差很大。如何改变这种落后状况，利用自动化或半自动化的机械设备和测试手段进行观测，是当前迫切需要研究解决的一个重大课题。针对以上情况，近几年来，我们在这方面作了一些探索，初步研制成两种测试设备：

一种是定时自动采样装置，可以每隔一定时间采一定数量的径流水样，用来测定含沙量；

另一种是测流装置，可以自动记录径流累积过程线。

这两种仪器所共有的特点是：1.精度能满足实验要求；2.测试简便；3.仪器重量轻，体积小，携带方便，适合于在室内及野外有220V的AC电源的降雨场工作。经过我们多次试验，认为采用这两种仪器所得测试数据可靠。

**1、小型采样装置——电阀式取样器。**小型电阀式取样器，是针对降雨过程中采集泥水标本困难这一问题自行设计的一种泥水取样器。因这种取样器的主要驱动机构是电磁阀，所以就取名为电阀式取样器。它包括电阀式取样器及控制箱两部分。

小型电阀式取样器能够间断地采集试样，依次装入瓶内。这种设备装上小型电源开关可由人来控制取样，接入电子钟后，也能够按设定的时间间隔，或按事先规定的水位增值自动控制取样。

小型电阀式取样器是由交流电磁铁、继电器、及电极取样瓶组成。在输送径流的小型渠道底部，设取样阀门。小型渠道的断面以宽35毫米、高50毫米为好；阀门的数量可按取样的多少来确定，每个阀门下面有一取样瓶，阀门用电磁铁开启与闭合。其工作原理如下：

当打开取样开关，电流通过继电器常闭触点，使电磁铁吸合，打开取样阀门，这时取样开始。当取样瓶内的容量到达标准时，取样瓶内的电极导通，这时继电器通入正常工作电压，继电器开始工作，继电器上的两组常闭触点断开，两组常开触点导通，这时电磁铁停止工作，关闭进水阀门；同时控制器上的指示信号灯接通，说明取样过程完毕。小型电阀式取样器的电器控制原理如图1所示。

**取样瓶电极的制作。**取样瓶一般采用标准大口塑料瓶500—1,000毫升均可。触点则用 $\phi 1-\phi 1.5$ 毫米不锈钢制作。两触点之间的距离不宜过近，也不宜相距太远，一般为2—4毫米之间距离较好。两触点的按装一般要求不要直接暴露在外边，以免在取样时由于泥水的喷溅造成误动作。图2为取样瓶电极。

**2、测流装置。**测流装置是由一个70×90×150厘米的长方体水池和一部YR—A型电容液位计组成。YR—A型电容液位计输出0—10mA标准讯号，可配用多种记录仪表，如电子自动

电位差计及DDZ型电动单元组合仪表配套使用，可以自动记录液位变化过程，从而实现径流量的自动记录。该电容液位计由电容液位传感器（电极）、测量前置线路和二次仪表三部分组成，其间用多芯屏蔽电缆连接。测量范围可在0—2,000毫米任意选择。二次仪表指示精度为±1.5%，在测量径流过程中，当初始没有出现径流时的液位为零，这时传感器的电极与积水池构成一个电容，中间的电介质是空气，这时的初始电容量为C<sub>0</sub>。当出现径流量，且径流量不断变化时，在这里我们设a—为积水池的长，b—为积水池的宽，ΔQ—为径流量的变化量，ΔH—为径流量的变化高度及ΔQ = a × b × Δh时，在传感器上芯棒光电极是作为一个电极，导电液体作为另一个电极，它们中间的绝缘套管作为中间的填充介质。这三者构成一圆柱形电容器，其电容变化量为：

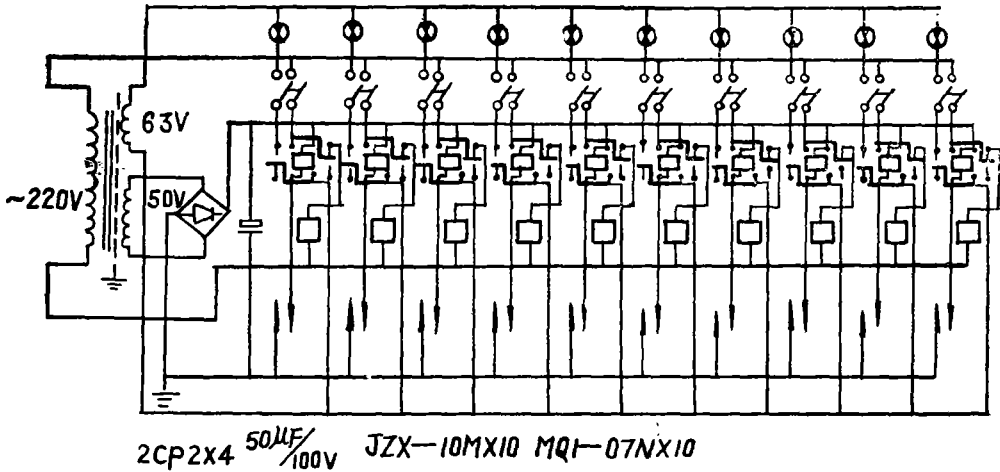


图1 小型电阀式取样器电器控制原理

$$\Delta C = \frac{2\pi \cdot \epsilon \cdot \Delta H}{\ln(D_2/D_1)} - C_0$$

式中：ε—极板中间绝缘介质的介电常数；  
 D<sub>1</sub>—芯棒光电极的外径；  
 D<sub>2</sub>—绝缘套管的外径；  
 ΔH—电极在液位中的变化高度。

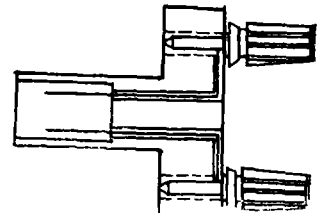


图2 采样瓶电极

当液位高低变化时，浸在液体中的电极的总面积也随之发生变化，相当于液体充当的那块极板面积的大小也发生了变化，从而使电容量产生了变化。经过实验，清水的电导率为 $0.5 \times 10^3 \mu\text{S}/\text{厘米}$ ，每100毫升水中出现20克泥沙的变化量时，泥水的电导率无明显变化，可忽略不计。因此，通过以上的公式很明显地看出，ΔC和ΔH成正比关系。所以通过电容变化过程的记录，可说明积水池液面的变化过程，进而推算出径流的变化过程，达到自动测量径流量的目的。

**一次仪表，电容传感器的安装。**电溶液面计是用来测量水池或标准通道中液面的变化。为使仪表使用精确起见，要求液面计的安装应稳固，靠近传感器的液面也应平稳，这样可减小二次仪表指针的摆动。

**二次仪表与远传记录仪。**二次仪表与远传记录仪同电容传感器的联接用多芯屏蔽线联接，以减少外界干扰造成的误差。二次仪表安装的距离应尽量控制在距电容传感器50米以内。记录仪配备输入信号为0—10mA的DC电流信号，若配用其它记录仪，须将输入信号进行转换后方可使用。