

径流小区集流桶(池)泥沙含量快速测定方法探讨

路炳军¹, 袁爱萍¹, 章文波²

(1. 北京市水土保持工作总站, 北京 100038; 2. 北京师范大学 地理学与遥感科学学院, 北京 100875)

摘 要: 径流小区作为土壤侵蚀监测的一种重要方法, 在土壤侵蚀模型及预报中具有重大意义。快速准确地测量径流小区集流桶(池)中的泥沙含量直接决定了土壤侵蚀规律研究的科学性与土壤侵蚀预报的可靠性。搅拌法取样测量含沙量是目前应用最广的传统含沙量测量方法。但据实际观测, 北京土石山区的粗砂多砂区采用该方法测得的含沙量明显偏小, 土壤侵蚀量观测精度受到严重影响。为此, 在北京地区, 采用北京师范大学研发的全深剖面采样器来采集径流小区集流桶(池)水样以测量含沙量, 并对设备进行更新。本研究拟根据北京地区的实际工作经验, 简要探讨该设备的使用方法, 注意事项以及实验室水样的快速处理方法。

关键词: 径流小区; 采样器; 含沙量

文献标识码: B

文章编号: 1000—288X(2009)02—0015—03

中图分类号: S157, X837.1

Quickly Measuring Method of Sediment Concentration in Collecting Tanks of Runoff Plots

LU Bing-jun¹, YUAN Ai-ping¹, ZHANG Wen-bo²

(1. Beijing Soil and Water Conservation Centre, Beijing 100038, China;

2. School of Geography, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: As an important method for soil erosion monitoring, runoff plot plays a significant role in soil erosion and prediction model. How to measure the sediment concentration quickly and accurately in collecting tanks directly determines the scientific research in the law of soil erosion and the reliability of the soil erosion. Sampling after mixing is currently the most widely used in sediment concentration measurement. However, in some rocky and earthy regions such as Beijing mountain region, the traditional measurement method, which is widely used, can not get the precise value of sediment concentration. We use the depth profile sediment sampler, which is designed by Beijing normal university, to monitor the sediment concentration in the collecting tanks of the runoff plots. This research briefly discusses the using and rapid processing methods of laboratory samples.

Keywords: runoff plots; sediments sampler; sediments concentration

利用成熟的土壤侵蚀经验模型计算土壤流失量, 从而为合理利用土地资源, 布设水土保持措施以及设计水利设施提供重要科学依据依然是目前土壤侵蚀科学研究的重要内容。坡面径流小区作为土壤侵蚀及有关经验模型研究中一种普遍而重要的研究方法被应用于世界各地^[1]。但是, 径流小区的集流桶(池)的含沙量测定精度直接影响着相关土壤侵蚀研究的准确性与合理性。虽然目前有光电法、超声波和激光法等含沙量间接测量方法和手段^[2-3], 但由于设备运

行时的稳定性、测量精度及费用等综合因素严重制约了其推广与普及。传统搅拌法取样, 采用烘干法或比重法测量含沙量仍然是应用最广的含沙量测量方法, 长期以来也一直应用于北方土石山区的北京地区。

由于北方土石区径流中存在大量的砾石和砂粒, 搅拌水样后泥沙会快速沉淀, 所采得水样不能代表径流桶(池)泥水样, 所以采用传统搅拌法取样进行泥沙含量观测其精度受到极大影响。符素华等^[4]研究表明, 在北京山区坡地径流小区, 采用传统搅拌所测得

收稿日期: 2008-08-22

修回日期: 2008-12-21

资助项目: 国家重点基础研究发展规划项目“中国主要水蚀区土壤侵蚀过程与调控研究”(2007CB407204); 北京市优秀人才培养资助 D 类项目(20071D0200200043)

作者简介: 路炳军(1976—), 男(汉族), 甘肃省会宁县人, 工程师, 从事水土流失监测与管理工作。E-mail: bingjunlu@vip.sina.com.

的含沙量远小于实际含沙量,平均相对误差高达—83.05%。针对搅拌取样存在的问题,符素华^[4]提出了采用分层取样的方法替代搅拌取样,可大大提高小区径流含沙量的精度。

北京 7 个山区县共建设有 11 处坡地径流场总计 127 个坡面径流小区,每个径流场布设 4~23 个径流小区不等。一般由 2 名专职观测人员全面负责径流场小区维护,出流后采样和实验室分析工作。如采用集流桶(池)分层取样,由于过程复杂,将需更多人员来参与,且观测过程大大延长,不便于在实际监测工作中推广。

叶芝茵^[5]等研制了一种管式全深剖面采样器,并对其进行了系统的试验验证,试验结果表明当集流桶(池)含沙量较高且桶(池)水位较深时,使用采样器会大大提高测量精度。由于操作简单,成本低廉,无需增加人力和时间投入,该设备已推广到北京各个坡地

径流场观测站点。同时,针对该设备在近期实际工作中所存在的问题,我们对该设备进行了必要的改进。

1 管式全深剖面采样器

管式全深剖面采样器是北京师范大学于 2004 年研发的。其工作原理就是采集集流桶(池)中从桶(池)底到水面泥水样水柱,类似采用圆筒形土钻等设备采集静态原状土柱。然后再分析所采集水柱的含沙量,从而得到整个集流桶(池)的泥沙含量。

1.1 采样器组成

采样器的主要组件包括透明采样管、外支杆、固定环、不锈钢底托和封闭塞 5 部分(图 1—2)。其中,两根外支杆和固定环及底托是固定在一起的。采样管独立,可插入固定环直至底托,封闭塞主要是用来封闭采样管上口,当采样器把水柱提起时,起到增压作用,防治水样从管底漏出。

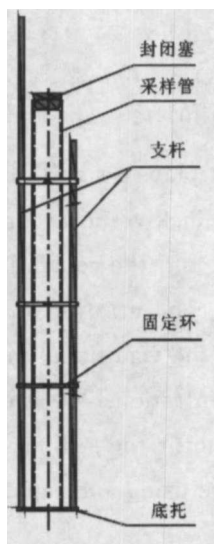


图 1 采样器结构示意图

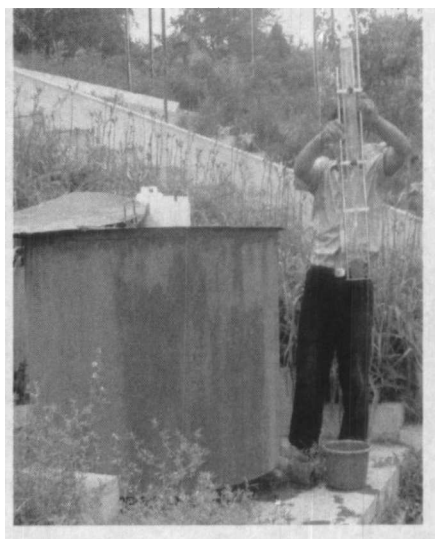


图 2 采样器采集样品实物图

1.2 采样器使用方法

(1) 拔出采样管,手持托杆倾斜插入桶中,让底托斜切入桶底泥沙。

(2) 拉托杆,让底托在桶底由倾斜逐渐转平直划一段距离后,采样器垂直于桶底。

(3) 把采样管插入固定环直至底托,并用力下压旋转几次采样管,保证采样管的管地与底托之间紧密接触。

(4) 用封闭塞封闭采样管顶口,把采样器慢慢提出水面,如底托边缘有泥沙,可在水中轻轻搅动,冲掉外部泥沙,然后把水柱转移到小水桶中。

(5) 重复以上步骤,采集桶内其它部分 3~4 次,水样混和于小水桶中。

(6) 搅匀小水桶混和水样,采集 2 瓶(北京采用 750 ml 采样瓶)泥水样,送回实验室测量。

2 含沙量实验室测定

2.1 含沙量直接测量方法选择

一般在实验室常采用烘干法和比重法等直接测量方法测量小水样含沙量。烘干法又称称重法,即取一定量的样品,测量烘干后的泥沙总重量,从而确定泥水中的含沙量。

$$S = W_s / V_s \quad (1)$$

式中: W_s ——干泥沙重(g); V_s ——小水样容积(ml)。

随着电子天平的使用,称重精度得到很大提高,烘干法测量含沙量被认为是目前最准确的方法之一^[6-7]。

比重法也叫置换法,是根据泥沙对比重的影响来确定含沙量,测量时可采用比重计,也可用天平和量筒进行测量,用此方法测量含沙量所用设备简单,测量方法更快更直接。计算公式如下:

$$S = \frac{T_s - V_1 \gamma_k}{V_1} \times \frac{\gamma_p}{\gamma_p - \gamma_k} \quad (2)$$

式中: S ——含沙量(g/ml); T_s ——泥水重量(g); V_1 ——水样体积(ml); γ ——为泥沙比重(g/ml),常取 2.65 g/ml。

根据我们实际观测经验,在含沙量较高或含沙量很低时,由于量筒的数据很难读准,加之泥沙比重会有所变化,一定程度上影响了比重法测量结果的精度。就测量精度而言,烘干法比比重法精度更高。从 2004 年起,北京市水土流失监测工作取消了比重法观测含沙量。

2.2 烘干法测量含沙量

每个集流通(池)采集 2 瓶 750 ml 泥水样进行含沙量测量,然后取算术平均值既得该场降雨后径流小区含沙量。结合径流量可计算出土壤侵蚀量。

如果直接烘干 750 ml 水样将严重影响烘箱寿命并需要很长时间,所以需要先让水样泥沙沉淀。由于泥水胶体比较稳定,如让其自然沉淀,需要很长时间,这将严重影响工作效率。可往水样中加入少量十二水合硫酸铝钾(俗名明矾)电解质,使其破坏土壤胶体粒子之间的排斥作用,一般在几十分钟之内可实现泥沙全部沉淀。轻轻倒掉取样瓶上层清水,把底层泥沙转移到铝盒(不锈钢小饭盒),按照规范要求需在烘箱 105 ℃ 环境中烘烤 8~12 h 直至土样恒重。在烘干过程中,需要开启烘箱自动通风功能,这将大大提高烘干效率和延长烘箱使用寿命。然后取铝盒称重,按照公式(1)进行计算,完成测量过程。

3 结论

在北京粗砂多砂土石山区,相对于传统搅拌采样方法,当集流桶(池)水深中等且含沙量较大时,采用管式全剖面采样器可大大提高含沙量测量精度。目前该设备已在北京 11 处坡地径流场推广使用。由于采样器的设计原理具有普遍适用性,同时携带方便,操作简单快速,非常适合野外适用,其推广使用对土壤侵蚀监测工作具有重要意义。

虽然含沙量观测有多种方法,但目前烘干法仍然是最传统最准确的方法之一,在实验室样品处理时,通过加入明矾电解质,可大大缩短水样沉淀时间,提高工作效率。

[参 考 文 献]

- [1] Kirby M J, Morgan R P C. Soil Erosion[M]. John Wiley & Sons Ltd. 1980.
- [2] 方彦军,张红梅,程瑛. 含沙量测量的新进展[J]. 武汉水利电力大学学报,1999,32(3):55-58.
- [3] 高佩玲,雷廷武,赵军,等. 坡面侵蚀中径流含沙量测量方法研究与展望[J]. 泥沙研究,2004(5):28-33.
- [4] 符素华,付金生,王晓岚,等. 径流小区集流桶含沙量测量方法研究[J]. 水土保持通报,2003,23(6):39-411.
- [5] 叶芝茵,刘宝元,路炳军,等. 径流小区集流桶含沙量全深剖面采样器的研制与试验[J]. 泥沙研究,2005(3):24-29.
- [6] Einstein H A. The Bed-load function for sediment transportation in open channel flows. Technical Bulletin [J]. U. S. Depts. of Agriculture, Soil Conservation Service, 1950,71:75-811.
- [7] Guy B T, Dickinson W T, Uudra R P. The roles of rainfall and runoff in the sediment transport capacity of interrill flow [J]. Trans ASAE, 1987, 30(5):1378-1386.