

研究放射污染物迁移的自动排水采集装置

朱永官

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

摘 要

本文介绍了英国伦敦理工学院土木工程系和环境分析研究中心科学家对放射污染物迁移动态过程长期定位研究中,所利用的现代化的排水采集装置的性能和操作系统。

关键词 放射污染物; 迁移; 排水采集装置

放射污染物在土壤—植物系统中的迁移及其合理调控是放射生态学研究的重要方面。随着原子能和平利用进程的不断推进,环境放射性和核废料处理已日益引起政府、公众和环境科学家的广泛关注。核素从土壤深层向近地表水移动,进而被植物根系吸收,这一过程与废物管理、地下水污染、土地复垦和食物链污染具有密切关系。伦敦帝国理工学院土木工程系和环境分析研究中心的科学家利用现代先进的排水采集装置,系统地对这一动态过程进行长期定位研究,以期核废料的合理处置提供可靠的科学依据。本文着重就该装置的性能和操作系统作一简单介绍。

根据以往的报道,关于溶质运动的研究大多局限于溶质由于降水和灌溉而向下运动,而对溶质从污染的地下水向上迁移的研究仅见于实验室的简单土柱试验。放射性元素向上迁移的研究也仅见于实验室的简单土柱试验。放射性元素向上迁移的主要载体为水分,并同时与化学、生物和气候等因子有关。除季节性地下水位的波动外,水分的上移主要是由于植物蒸腾作用所致。元素向上移动的能力决定于土壤吸附作用,而植物对核素吸收则取决于植物根系的生理特性,土壤的物理和化学性质以及土壤的水力学特性等。所采用的自动排水采集装置正是针对这一过程的复杂性和整体性。

1 实验设计

试验由 26 个水泥排水采集装置组成,每个池子的面积为 $182 \times 91 \text{cm}^2$,深为 91cm。在第一期试验中,地下水位的高度固定,土壤为沙壤质。每个排水采集装置的内壁用氯化橡胶喷涂以保证密封,并使其对化学元素的吸附作用降低至最小。装置底部为 20cm 深的不具吸附性能的情性聚乙烯球(直径 4—5mm),中间埋藏着多层打孔的 PVC,以保证水分能透过。在土壤和聚乙烯球之间有一层厚为 5cm 的地纤维(Geotextile, Nulton Ltd.产品,货号为 601S)接触层,此层的目的是只让水分透过,而其它颗粒状物质均不能通过。

该试验所选用的核素为 ^{22}Na (示踪剂), ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{109}Cd , ^{36}Cl (反应堆废料)和 ^{99}Tc (核燃料再处理产物)。这些核素发射出 β 和 γ 射线,在土壤中具有不同的吸附特性。通过预先的数学模型研究,选择两个地下水位高度,35cm和65cm,每处理重复4次。

为了保证在整个实验过程中水位的稳定,当降水时必须及时移走多余的水份,土壤干燥时必须补充水分。为满足这一要求,每一池子边设有一缓冲箱,缓冲箱与聚乙烯球层直接接触。利用光电开关,可程序数据包,继电器和水泵(“双向蠕动泵”)来保持缓冲箱水位稳定。每个缓冲箱与一个总的大水箱联。当光电开关传感器探测到水位低于预定水位时,自动将大水箱中水泵入缓冲器;反之亦然。利用轴编码装置和解码电子装置来记录水泵两个方向的旋转次数,同时记录大水箱中的水位变化,结合两者可以计算出每个池子中的水分平衡(图1)。

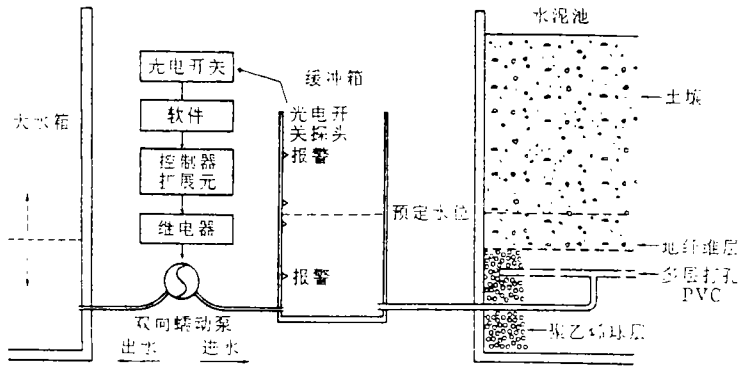


图1 水位控制系统

2 装置的仪器操作

在每个池子的6个不同深度(10, 20, 30, 40, 50和60cm)处安装水力张力计,与张力计同一深度处安装温度传感器。每个池子中同时设有一个静止水井和3个有机玻璃管子,用于通过光学孔径仪观察和定量根系发育和采集土壤溶液样品。垂直插入土壤中的另一个中空导管则用于中子活化法测定土壤含水量。时域反射仪(TDR)则用来测定近地表土壤的含水量。

土壤水分吸力、土壤温度、缓冲器水位、蠕动泵旋转次数和天气数据每天自动采集100次。土壤含水量、作物根系分布、叶面积指数和高度每周或每二周测定一次。土壤溶液、缓冲箱和大水箱中的放射性元素每二周测定一次。作物收获前后采集土壤样品供放射化学分析。

该装置自1990年4月开始启用以来运行一直很好,取得了水力学、放射化学、植物学和土壤学方面的有关数据。该装置的造价较为昂贵,并需要良好的维护。若有条件,配合中国生态系统网络研究,在典型生态条件下设置该装置,对深入研究生态系统动态过程及其功能具有极高的价值。

参 考 文 献

- [1] Burns S et.al., J. Environ. qual., 1994, 23:1318-1329.
- [2] Wadcy P. et.al., J. Environ. Qual., 1994, 23:1330-1337.