

文章编号: 1009-6248 (2002) 02-0020-04

# 水溶性污染物在土壤中转 化的原位实验方法

杨胜科<sup>1</sup>, 王文科<sup>2</sup>, 李翔<sup>2</sup>, 李永涛<sup>2</sup>, 姜桂华<sup>1</sup>

(1. 长安大学环境工程学院, 陕西 西安 710054; 2. 长安大学水环系, 陕西 西安 710054)

**摘 要:** 建立了一种研究水溶性污染物在土壤中运移转化的原位实验方法。该方法已成功应用于研究黄土中氮氮的运移转化规律, 克服了土柱实验存在的破坏土壤结构及氧化还原电位发生变化等所引起的实验误差。

**关键词:** 原位实验; 污染物; 运移转化; 氮氮

**中图分类号:** P66 **文献标识码:** A

环境污染是人类关注的热点问题之一。随着工业化程度加快, 污染状况日益加剧, 它不仅表现在大气、地表水等方面, 而且土壤地下水也受到了污染, 这些污染物中不但含有重金属、化工厂有机物、石油, 而且农用化肥及农药也污染着土壤及地下水, 其污染状况不容乐观。

氮肥是当前农业上使用的主要化肥。农业使用化学氮肥虽然使世界粮食产量几乎增加了近一半, 但因为氮肥的施用, 许多地区的地下水硝酸盐污染日益明显, 并且呈正相关关系<sup>[1]</sup>。随着化学氮肥的施用量逐年增加, 对地下水的污染日益增加<sup>[2,3]</sup>, 化学氮肥的去向问题研究一直是环境学家关注的热点问题之一。张福珠等<sup>[4]</sup>用<sup>15</sup>N 水稻模拟试验证明, 使用氮肥存在着 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 持续污染地下水的潜在危险, Jolley<sup>[5]</sup>报道每年每公顷土地施用 56 kg 氮素时, 玉米颗粒带走 38%, 土壤中残留 36% (NO<sub>3</sub><sup>-</sup> - N 占 98%), 损失 26%, 当施用量加大时, 玉米带走的会大量减少, 残留量会进一步增加。阮晓红<sup>[6]</sup>就氮素在饱和土壤层中迁移转化特征进行研究, 通过土柱实验, 提出了氮对地下水的污染因素是硝酸根, 土质是影响其在土壤中迁移的主要因素之一, 随着土壤中粘粒增加, 土质的净化容量增加。王东升<sup>[7]</sup>也是通过室内土柱实验结合化学热力学模拟, 认为 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 阳离子交换作用会导致地下水硬度上升。上述方法大都是通过室内土柱实验对氮素的迁移规律进行模拟研究。由于土壤在装柱的过程中都被扰动, 会破坏原来的结构, 因而为氮素的运移规律探讨带来了一定的困难。为了搞清楚水溶性污染物在土壤

收稿日期: 2001-12-10; 修回日期: 2002-03-08

基金项目: 陕西省计委资助项目“冯家山灌区灌溉环境负效应分析研究”部分内容

作者简介: 杨胜科 (1962-), 男, 陕西扶风县人, 副教授, 主要从事环境化学的教学和科研工作, 发表学术论文 30 余篇。

中转化规律, 笔者在野外进行原位模拟连续降雨试验, 对化学氮肥渗入土壤以后的运移转化规律进行探讨, 为进一步认识氮素转化规律、防止氮污染地下水提供科学依据。

## 1 试验方法

### 1.1 淋滤设备设计

根据研究对象的需要, 试验体系的总体布置如图1, 在试验区内开挖长3m, 宽1m, 深3m的长方体, 为了节约工作量, 在3m以下再挖一个9m深的竖井, 直至地下水面。

制作2m×1m见方的喷淋架, 喷淋架用1英寸钢管组成, 管子间距为15cm, 每根管子直下方有直径2mm的小孔, 间距为4cm, 上方为一高位水槽, 向喷淋架提供定水头, 喷淋架下方垫一薄层黄砂, 以免水滴连续滴在同一个位置, 造成黄土层毛细管破坏出现阻塞。

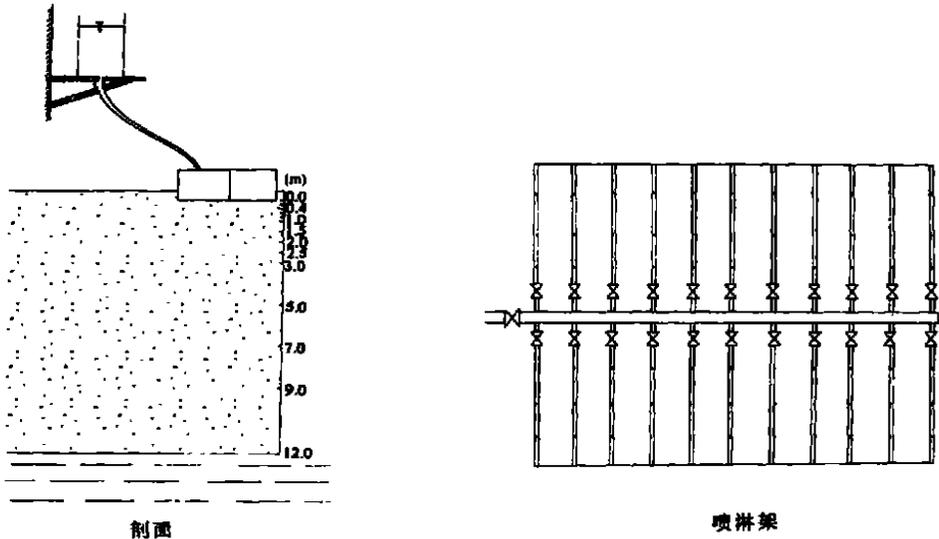


图1 喷淋装置示意图

Fig.1 Diagram of spray apparatus

### 1.2 试验方法

用碳酸氢氨配置500mg/L  $\text{NH}_4^+$  溶液置于高位水箱内, 调整每根管上的球阀, 使含氨水均匀地喷淋在地面上, 保持喷淋速度与土壤渗入速度相等, 连续喷淋直至试验结束。

### 1.3 样品采集

在喷洒尚未开始之前, 沿开挖面在不同深度采集土壤样品, 作为背景值, 喷洒开始后, 在不同时间采集土壤样品, 分析土壤中相关项目的测定。

### 1.4 样品分析方案设计

已经采集的样品要进行多种项目的分析: 土壤含水率的测定、土壤氧化还原电位的测定、pH测定、颗粒度分析、土壤比容分析以及土壤有机质含量的测定, 通过上述项目的测定, 探

讨土壤的基本物理化学性质,为进一步作专项污染物运移转化规律的探讨奠定基础。

根据研究对象进行 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NO}_2^-$ 含量测定。根据反复实验比较, $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 采用了碘化汞钾显色纳氏比色法进行测定, $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 利用对氨基苯磺酸对 $\text{NO}_2^-$ 起氧化作用后与 $\alpha$ -萘胺起偶氮反应而形成紫红色化合物进行比色测定; $\text{NO}_3^-$ 则利用氨基苯磺酸铵作用后在210 nm处的特殊吸收而进行紫外分光光度法测定。

根据试验的需要,尚需对土壤进行阳离子交换容量、土壤对污染物吸附容量等项目的测定。

## 2 试验运行状况及主要结论

利用原位试验装置,在关中地区冯家山灌区进行了长达22天的连续淋滤试验,采集样品300余件,获得分析数据近1500余个,设备运行良好,并获得如下认识。

- (1) 以 $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ 配成淋灌液模拟进入土壤的氮素化肥,渗入土壤后迅速转化为 $\text{NO}_2^-$ 及 $\text{NO}_3^-$ , $\text{NH}_4^+$ 不会直接进入地下水。
- (2) 土壤及地下水中 $\text{NO}_2^-$ 及 $\text{NO}_3^-$ 的含量之比取决于黄土层中氧化还原电位及pH等因素。
- (3) 地下水中 $\text{NO}_3^-$ 及 $\text{NO}_2^-$ 来源于 $\text{NH}_4^+$ 的转化,通过淋滤作用而逐渐进入到地下水中。
- (4) 合理施用化学氮肥,掌握好良好的灌溉方法,是防止土壤及地下水氮素污染的主要措施。
- (5) 室内采用扰动土柱试验研究三氮转化规律与原位实验结果有一定的出入,这是因为扰动土破坏了土壤的原始结构,改变了土壤中氧化还原电位等因素所致。

## 参考文献:

- [1] 周祖澄,金振玉,王洪玉,等. 固体氮肥施入旱田土壤中去向研究[J]. 环境科学, 1985, 6(6): 38-41.
- [2] Skandar IK. Stimulating nutrient transformation and transport during land treatment of wastewater [M]. New York, 1980. 343-351.
- [3] Hall DW. Effects of nutrient management on nitrate levels in ground water near Gphrata. Pennsylvania [J]. Ground water. 1992, 30(5): 720-730.
- [4] 张福珠,等.  $^{15}\text{N}$ 同位素水稻模拟试验[J]. 环境科学, 1984, 5(1): 21-24.
- [5] Stevenson F J. Nitrogen in Agricultural Soil [M]. ASA .CSSA .SSSA . 1982, 503-557.
- [6] 阮晓红,王超,朱亮. 氮再饱和土壤层中迁移转化特征研究[J]. 河海大学学报, 1996, 24(2): 51-55.
- [7] 王东升,沈照理,钟佐燊. 氮迁移转化对地下水硬度升高的影响[J]. 现代地质, 1998, 12(3): 431-435.

## A site experimental method to study the transfer and transform of water-soluble contamination in soil

YANG Sheng-ke<sup>1</sup>, WANG Wen-ke<sup>2</sup>, LI Xiang<sup>2</sup>,  
LI Yong-tao<sup>2</sup>, JIANG Gui-hua<sup>1</sup>

(1. College of Environment Engineering, Chang an University, Xi an 710054, China; 2. Department of Water Resource and Environmental Engineering, Chang an University, Xi an 710054, China)

**Abstract:** We have set up a kind of site experiment method to study the transfer and transform of water-soluble contamination in soil. This method has been successfully applied to study the transfer and transform of the ammoniacal nitrogen in loess. The method has conquered the error caused by the damage of the soil structure and the change of the redox potential in the soil column experiment.

**Key Words:** site experiment; contamination; transfer and transform, ammoniacal nitrogen

## 《铜矿地质译文集》简介

铜矿是我国的紧缺矿产, 在有色金属中, 铜的产量仅次于铝, 因而铜在国民经济中始终占有重要的地位。斑岩铜矿、块状硫化物铜矿床均属世界铜矿的主要工业类型。近年来, 国外在该两类铜矿床的找矿及理论研究方面有显著的进展, 取得了重大的突破。新的大型铜矿的发展、成矿理论、成矿模式研究的深入以及新的找矿方法的综合应用等等, 无疑对我国铜矿的找矿与研究具有较大的启发和借鉴意义。

《铜矿地质译文集》共分三部分, 第一部分为斑岩铜矿类, 包括一些典型矿例、矿床成矿模式、时空关系、矿床物质来源、同位素研究、矿床成因研究等方面的资料; 第二部分为块状硫化物矿床类, 涉及典型矿例、矿床构造、火山成因特征、矿床综合构造模式、矿床稀土地球化学特征以及包体研究的最新资料, 还包括对近代洋底沉积的硫化物的矿物学和相关方面研究的成果; 第三部分为除上述类型铜矿外, 其他大型的或具有较大经济价值的铜矿类型的找矿成果。

《铜矿地质译文集》由原地矿部西安地质矿产研究所情报室和原西安地质学院情报室在 90 年代合作完成。约 17 万字, 每册 10 元, 现编辑部有少量存书, 欲订购者请与编辑部联系。