

进一步研究防止水质发生二次污染。

3. 从沉积物对这些金属元素的富集记录来看,除铜稍高外,其余均处于 15—16 世纪莱茵河和其它海域沉积物中的含量范围,远低于莱茵河现代沉积物中的含量。这说明目前河口沉积物尚未受到明显污染。

4. 水体悬浮物中含有相当数量的镉、铅、铜、锌。表明这些金属的水动力迁移是以吸附于悬浮颗粒物上为主。这些悬浮物在迁移的过程中将逐渐发生沉积,显示出对水中这些金属的载带和净化作用。

5. 铜、锌、铅、镉在沉积物中的富集与沉积物中的粘土和有机碳含量的相关研究表

明,在北塘河口固-液界面,不管是发生吸附过程、有机螯合过程或离子交换过程,均受到水体和沉积物中存在着的腐殖质和无机粘土矿物所控制。

6. 沉积物中铜、锌、铅、镉的相关性,既反映了来源材料共生组合的地球化学特征,同时也提醒人们对上游工矿的进一步发展可能带来的污染危害应加以重视。

参 考 文 献

- [1] 吴瑜端,海洋环境化学,科学出版社,1982 年。
- [2] Lu, J. et al., Chemistry of Marine Sediment, T. F. Yen Ed., pp. 181—221, 1977.
- [3] 许昆灿等,海洋学报,4 (4), 442 (1982)。

西安市地下水氮污染的环境水文地质探讨

董 发 开

(陕西省第一水文地质队)

西安市是历史悠久的古城,城市供水依靠地下水,而地下水氮污染比较突出。本文通过对西安市环境水文地质条件的分析与研究,论述地下水氮污染的成因与特征。

一、水文地质条件

西安市南依秦岭,北临渭河,从南到北可划分为:山前洪积倾斜平原、黄土台塬和渭河冲积平原三大地貌单元。建成区主要座落在渭河冲积平原的二级阶地上,地面开阔平坦,水位埋深 5—10 米,潜水含水层厚 50 米左右,岩性以砂及砂砾石为主,夹亚粘土透镜体。近北郊为一级阶地,是城市污水的主要灌溉区。地下水埋深 2—5 米,潜水含水层厚 60 米左右,岩性以砂砾卵石为主。从建成区到北郊的污北灌区,包气带厚度较小,岩性为黄土和黄土状亚粘土,疏松透气,孔隙、孔洞及垂直节理裂隙发育,垂直渗透系数一般为

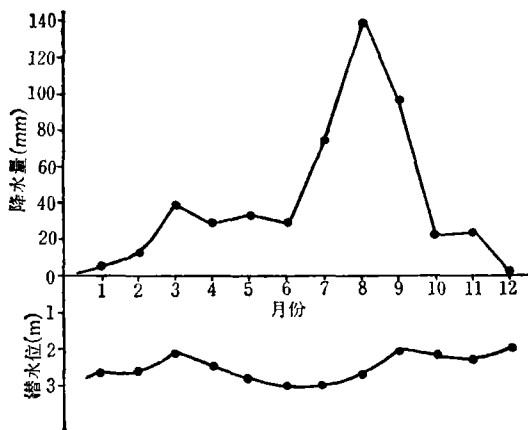


图 1 北郊降水量及 202 号观测孔水位变化曲线

0.6—9 米/日,最大可达 15 米/日,透水性能好。潜水主要依靠大气降水的补给。一般在降水之后一个月左右,潜水位就开始回升(见图 1)。说明水位变化与降水有密切的关系。这种水文地质条件,有利于环境中的可溶性

污染物质,通过大气降水或灌溉水的淋溶作用,渗入污染地下水。

二、氮污染特征

从多年的水质监测情况来看,城区和城北古城遗址一带的潜水,氮含量一般大于 60 ppm,最高检出 162.5 ppm,污染最为严重。由该区向外推移 1—5 公里,包括城区周边和污水灌区,潜水中氮含量为 23—60 ppm。继续向外推移 2—4 公里,包括城郊的工业区一带,潜水中氮含量为 12—23 ppm。再继续向外到广大的郊区农村,潜水中氮含量缓慢地降低到 2ppm 以下,趋向于背景含量。地下水氮的污染与分布有以下特征:

1. 在古城区一带氮含量最高,污染最严重,以该区为中心向外围区过渡,地下水氮污染逐渐减轻,具有明显的水平分带性。

2. 从古城区一带向外,潜水中氮含量是逐渐降低的,其降低的速率由快逐渐减慢。当降低到 2ppm 以下时,基本处于稳定状态。

3. 地下水中检出的氮,主要是硝酸盐氮。氨氮和亚硝酸盐氮含量均小,一般小于 0.1 ppm。说明地下水中的氮主要以硝酸盐氮的形式存在。

4. 根据环境水文地质勘探和分层水质监测资料,氮污染的最大深度为 60 米左右,下部的承压水含氮甚微,基本上未受污染。

上述氮污染的分布特征,与生活环境有密切的关系,在人口稠密、生活历史长久的地带,地下水氮污染比较严重。由于城市建设不断发展,人口迅速增加,城市的工业不断扩大并且成群连片,大量的城市污水通过下水系统引到郊区进行污水灌溉,大量的城市垃圾和工业废渣堆放到郊外,再加之农业上大量的使用化肥和农药,使环境污染问题从城区向郊区发展,随着环境污染的加重和污染范围的扩大,地下水中氮含量不断增高与扩展,形成了以古城区为中心的似污染晕。

三、污染的成因

地下水中氮的来源,主要是生活废弃物中的有机氮和蛋白质,在氧化环境中经过细菌的作用,分解成氨氮,其不稳定,一部分挥发或被作物根系吸收,另一部分继续氧化生成亚硝酸盐氮,再继续氧化则生成硝酸盐氮。这种有机物无机化的分解过程,主要在土壤中进行,一般在温度 25—35℃,湿度达到最大含水量的 40—70%。在 pH 值为 6.9—9.2 的条件下,分解与硝化过程最快。西安市表层土壤疏松透气,氧化条件好,在 6—10 月间土壤的温度、湿度等条件适宜有机物分解与硝化。因此,在土壤中生成并富集了大量氮,主要为硝酸盐氮。从城市污水的各个排放口以及污水渠和污水库,测得污水中氨氮的含量一般为 10—20 ppm,最高检出 47 ppm,亚硝酸盐氮和硝酸盐氮含量一般小于 1.0 ppm,最高检出 3ppm。说明污水中的氮尚未充分氧化分解,主要以氨氮的形式存在。由此可见,地下水中大量的硝酸盐氮污染,并非城市污水直接渗入污染,主要是土壤中所富集的大量硝酸盐氮,通过过境的渗入水的长期淋溶作用,不断迁移进入地下水所造成的。

为了探求地下水氮污染的机理,在野外设计了污水渗透试验和清水渗透试验,分别模拟污水灌溉和清水灌溉或大气降水过程中,对土壤中所富集的氮淋溶迁移情况。这两种试验都是在破坏土壤结构的条件下就地开挖、就地进行。每组试验的渗透深度有 20、40、60、80 和 100 厘米五个阶段(见图 2)。试验地点选择污染比较严重的北郊污水灌区(红庙坡等地)和基本未受污染的南郊大雁塔附近。试验用的清水是自来水,用的污水取用附近污水渠或下水管道里的污水。因此,每个试验点所用的污水的含氮量不尽相同。完成一组试验一般需要 15—21 个小时。

图 3 的三条曲线是渗透试验中氨含量变化曲线。用清水渗透时,渗透水的氨含量变

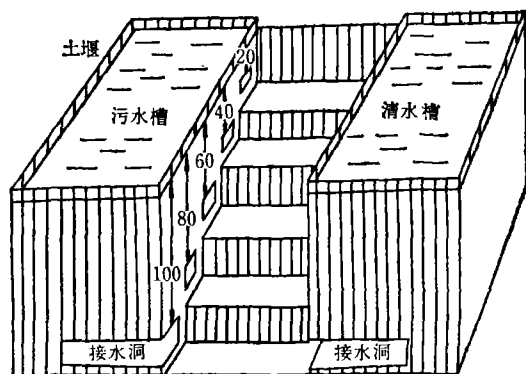


图2 野外渗透试验示意图

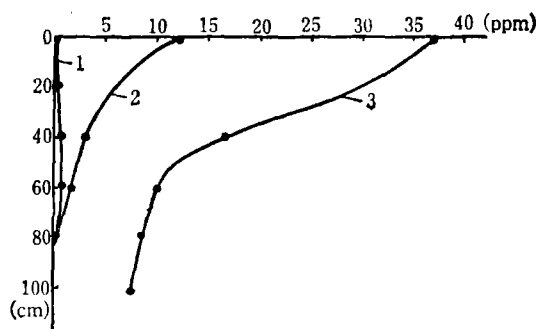


图3 清水和污水渗透试验中 NH_4^+ 含量变化曲线
 1——大雁塔清水渗透试验曲线 2——大雁塔污水渗透试验曲线 3——红庙坡污水渗透试验曲线

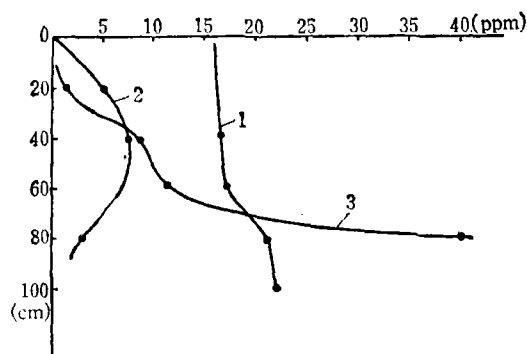


图4 清水和污水渗透试验中 NO_3^- 含量变化曲线
 1——大雁塔污水渗透试验曲线
 2——大雁塔清水渗透试验曲线
 3——红庙坡污水渗透试验曲线

化不大,其变化范围一般在 0.01—0.2ppm.用污水渗透时,氨含量均随着渗透深度的增加而减少,尤其在 60 厘米以上的土壤层,含量

表 1 渗透试验渗透水 NO_3^- 含量变化

含量 (ppm) 深度 (cm)	红庙坡 (污水)	大雁塔 (污水)	大雁塔 (清水)
0	0.004	0.008	<0.001
20	<0.001	0.006	—
40	0.150	0.006	0.45
60	2.00	0.006	0.75
80	7.60	0.007	0.68
100	—	0.002	—

衰减比较迅速.说明污水和土壤中的氨不容易被渗入水运移.它在渗入过程中容易挥发或被土壤吸附和根系吸收以及氧化等,使其含量逐渐减少.

亚硝酸根含量在渗透过程中略有增高,相比之下在污水灌区比清洁区渗透水的亚硝酸根含量增高的相对快一些.如表 1 中的红庙坡试验点,渗透水引用的污水亚硝酸根初始浓度为 0.004 ppm,渗透 80 厘米厚的土壤层之后,亚硝酸根的浓度增高到 7.60 ppm,而在大雁塔一带用清水和污水所做的渗透试验,亚硝酸根含量的变化范围一般小于 1.0 ppm.

渗透试验比较突出地反映出硝酸根含量随着渗透深度的增大而增高,尤其在污水灌区含量增高得较快.如图 4 中的红庙坡试验点,渗透水所引用的污水硝酸根初始浓度为 0.4 ppm,经过 80 厘米厚的土壤层渗透之后,其含量增高到 40 ppm,而大雁塔附近的试验点,用清水和污水所做的渗透试验,硝酸根含量增高得比较缓慢.这个试验说明污水灌区的土壤中富集有大量的硝酸根,它是有机物无机化的最终产物,在氧化环境中比较稳定,溶于水又是阴离子,与土壤中的负电胶体无亲和力,容易被过境的渗入水淋溶迁移以致污染地下水.

有机质的分解与硝化作用,是在氧化环境条件下进行的.在地层中随着深度的增加,氧化环境逐步过渡为还原环境,产生了反

硝化的脱氮作用,这个作用有力地抑制着地下水中硝态氮和亚硝态氮的污染向深部扩散。根据分层水质监测资料的统计与分析,西安市地下水氮污染的深度与地质环境和污染程度有密切的关系,一般局限在 60 米以上的潜水含水层,下部的承压水基本未受氮的污染。潜水氮污染的深度在不同地带有很大的差异,在城区和近北郊污水灌区一带,由于污染时间长,潜水氮含量又高,其污染较深。在包气带厚度大,含水层透水性差,氮污染较轻的地带,污染较浅。

对氮污染的机理,附氮污染机理框图(图 5)加以补充。

四、结 语

1. 地下水氮污染与生活环境和地质环境有密切的关系。氮的来源主要是有机质在氧化环境中经过硝化杆菌的作用,不断氧化分解而生成的。有机质的氧化与硝化作用主要在土壤和包气带中进行。

2. 硝酸盐氮是有机物无机化的最终产物,它在氧化环境中比较稳定。土壤和地下水中的氮污染,主要是硝酸盐氮污染,它可作为生活污染的重要和长久的标志。

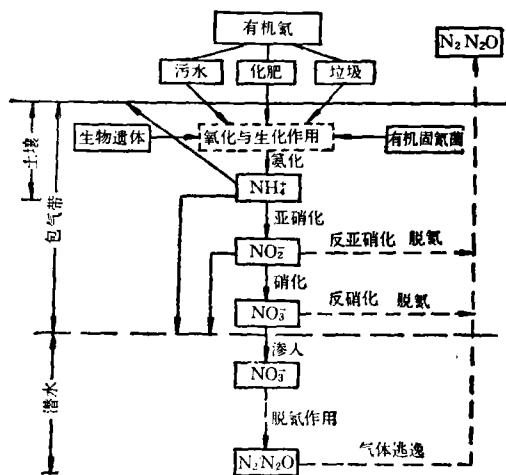


图 5 土壤和地下水氮污染机理框图

3. 在包气带厚度小、岩性疏松透气的地带,浅层地下水容易遭受氮的污染。随着深度的增大,氧化环境逐步过渡为还原环境,自然地抑制着氮污染的深部扩散。

4. 西安市城区和近郊区一带的潜水,含氮量较高。一般的肥盐比为 0.01—0.1,不能饮用,但在农业上可作为直接灌溉的肥水,如果一亩地一次灌溉 50 立方米这种水,相当于施放 2.5—13.5 公斤的尿素。这对农业生产十分有利,应该作为肥料资源给予合理的开发利用(参考文献从略)。

环境及实验诱导因子对蟾蜍混合功能 氧化酶活性影响的探索

陈祖辉 李清如

(北京市环境保护科学研究所)

寻找敏感的反应环境 MFO 诱导因子的生物种,可为环境危害物的预报及毒理学评价提供有价值的参数^[1-6]。作为初步尝试,我们观测了本地生态系的中华大蟾蜍(*Bufo bufo gargarizans*)和花背蟾蜍(*Bufo raddei*),在

清洁及污染环境条件下,芳烃羟化酶(AHH)活性、*o*-去甲基化酶活性、P450 含量及 Ames 试验检测活化效果^[1]等项指标的差异性。多氯联苯(Aroclor)、3-甲基胆蒎(3-MC)及原油等的诱导效应及饥饿、温度等条件对