

引水补源条件下的田间土壤与地下水环境状况分析^{*}

何晓科¹, 程兴奇¹, 樊向阳²

(1. 山东水利职业学院, 山东 日照 276826; 2. 水利部农田灌溉研究所, 河南 新乡 453003)

摘 要: 在详细分析商丘试验区土壤及地下水水质的田间实测数据基础上, 运用影响因子对比分析法探讨了引水补源条件下的土壤、地下水环境状况及其管理与保护措施。结果表明, 合理地引水补源不仅可补偿地下水资源, 还可调节田间土壤养分和盐分的重新分配, 从而使作物处于适宜的田间水分状况, 满足作物正常生长所需的水分和养分。

关键词: 引水补源; 地下水环境; 影响因子; 对比分析法; 商丘试验区

中图分类号: S152. 7; S273. 4 文献标识码: A 文章编号: 1005- 3409(2007) 04-0226- 04

Analysis Farmland Soil and Groundwater Environment State
in the Recharge of Water Diversion

HE Xiao-ke¹, CHENG Xing-qi¹, FAN Xiang-yang²

(1. Shandong Water Conservancy Polytechnic, Rizhao, Shandong 276826, China;

2. Farmland Irrigation Research Institute of Water Conservancy Ministry, Xinxiang, Henan 453003, China)

Abstract: Based on analysis data of measurement on farm soil and the groundwater quality in Shang-qiu experimental district, using the effect divisor and the comparative analytical method was discussed soil and groundwater environmental management with protection measures. The results for the experimental analyses showed that reasonably recharge to groundwater from the Yellow River not only may compensated the groundwater resources, but also may regulate farm soil nutrient and salt content to redistribute again.

Key words: in the recharge of water diversion; soil and groundwater environment; affect divisor; comparative analytical method; Shang-qiu agricultural experimental district

土壤和地下水作为人类生存空间的重要组成部分, 为人类提供了必需的土地资源和优质的淡水资源。就地下水而言, 随着我国环境污染的日趋严重, 人类活动导致地下水污染已从点源扩展到非点源污染。地下水的污染是我国大型灌区的主要环境问题。含水层对污染源的敏感性、纳污的脆弱性及其与土壤污染的相关性正在引起行业专家愈来愈多的关注。化肥、农药、重金属对土壤、地下水环境及其在农作物中的积累, 是农业农村发展过程必须重视的环境问题, 特别是对于我国北方及广大农村地区, 以地下水为主要水源的地区更应重视。国内外在这方面开展了大量的研究工作^[1~ 3], 但基于实验室的

成果居多, 田间尺度研究相对较少; 而且, 土壤及含水层一旦受到污染, 清除、治理、修复起来是十分困难的, 这主要表现为经济投入大, 技术有难度, 时间周期长。因此, 探讨引水补源条件下的土壤、地下水环境管理与保护技术措施, 具有重大的实际意义。

1 试验方法

1. 1 引水补源区土壤主要养分监测

为了对比研究引黄河水灌溉补源对田间土壤环境质量的影响情况, 在国家攻关项目区— 商丘试验区内背河洼地和微倾斜扇型平地分别选定了“七五”期间曾经作为观测取样的点, 即背河洼地刘集试点

^{*} 收稿日期: 2007- 03- 16
基金项目: “十五”国家科技攻关课题(2001BA508B02)
作者简介: 何晓科(1962-), 男, 陕西杨陵人, 副教授, 研究方向为农业水土资源与环境。

和微倾斜扇型平地八里坡试点。年引黄河水开始期和年引黄河水结束期, 在两试点分别选取了 3 个代表性田块, 取土深度为 200 cm, 20 cm 分层钻孔取

样, 并化验分析了各土样的全盐、全氮和全磷含量, 其结果详见图 1~ 6。

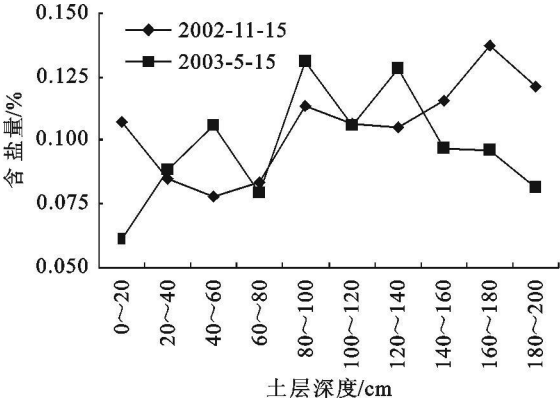


图 1 刘集土体含盐量变化

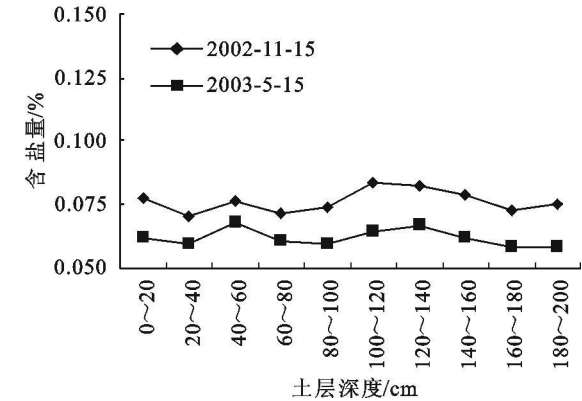


图 2 八里坡土体含盐量变化

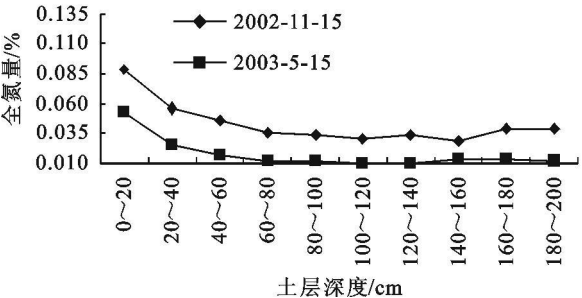


图 3 刘集土体含氮量变化

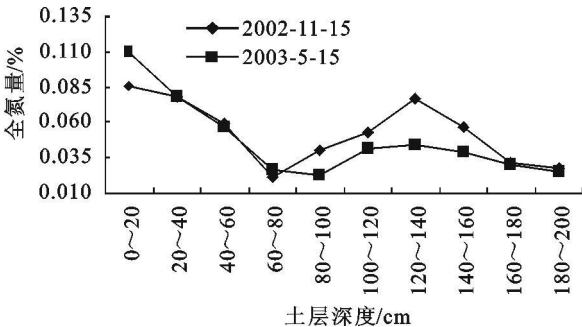


图 4 八里坡土体含氮量变化

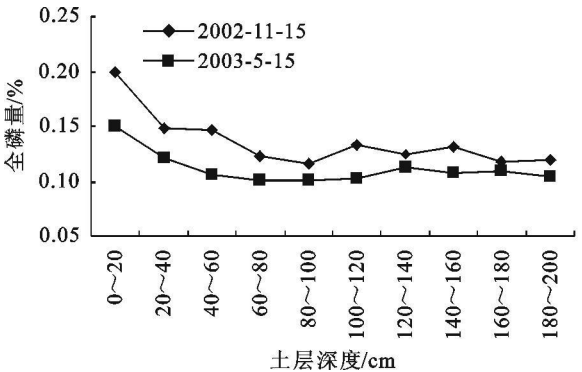


图 5 刘集土体全磷量变化

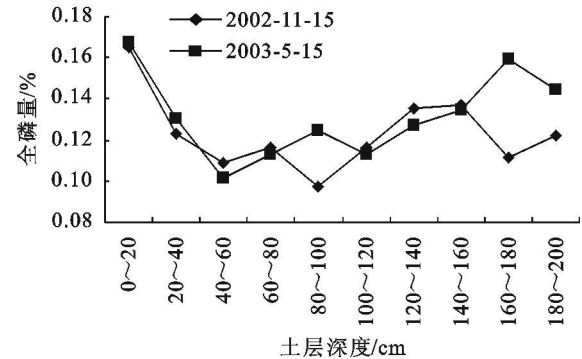


图 6 八里坡土体含磷量变化

1.2 引黄补源区浅层地下水环境监测方法
商丘试验区“六五”期间地下水水质分析结果表明^[4], 矿化度小于 1 000 mg/L 的占 35%, 1 000~2 000 mg/L 占 59%, 大于 2 000 mg/L 的占 4%, pH 值多在 7.5~ 8.5 之间, 属于弱碱性地下水, 根据舒卡列夫分类法, 水化学类型主要为 HCO₃⁻ Na + K · Mg 和 HCO₃⁻ Na+ K · Mg · Ca 型, 基本符合农田灌溉水质要求。“十五”期间, 2002 年 6 月(年引黄河水结束期)和 10 月(年引黄河水开始期), 在商丘地区引黄补源灌区内(包括商丘试验区), 按不同分区(古黄河高滩地、背河洼地、微倾斜扇型平

地)采用随机取样法, 采取了 21 眼农用浅井的水样进行了水质分析。

2 结果分析

2.1 代表性田块土壤的盐分、养分变化

分析结果显示, 年引黄开始与结束期, 同一深度土层的全盐量变化比较明显(见图 1~ 2), 说明了引黄补源对土壤盐分运移影响很大; 同一深度土层的全氮、全磷变化不大, 但在不同深度上的变化比较明显(见图 3~ 6), 这说明了田间尺度上土壤养分的空间变异性^[2, 3]。

2.2 引黄补源区浅层地下水水质分析

运用单因子分析评价方法,主要分析了宏量组分 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} 的含量及全盐量,并根据舒卡列夫分类法分析,水化学类型主要有 $\text{HCO}_3-\text{Na}+\text{K}\cdot\text{Mg}$ (主要分布于古黄河高滩地-iv区和微倾斜扇型平地-④区)、 $\text{HCO}_3-\text{Na}+\text{K}\cdot\text{Mg}\cdot\text{Ca}$ (主要分布于微倾斜扇型平地东部和背河洼地-⑤区)和 $\text{HCO}_3\cdot\text{Cl}-\text{Na}+\text{K}\cdot\text{Mg}$, $\text{HCO}_3\cdot\text{Cl}\cdot\text{SO}_4-\text{Na}+\text{K}\cdot\text{Mg}$ (主要分布于微倾斜扇型平地西部)型,矿化度均小于 2 000 mg/L,其中矿化度小于 1 000 mg/L 的占 62%,比引黄前提高了 27%,1 000~ 2 000 mg/L 占 38%,比引黄前降低了 22 个百分点; pH 值最小为 7.45,最大为 8.29,属于弱碱性地下水,基本符合农田灌溉水质要求。但水化学类型比引黄前多了 $\text{HCO}_3\cdot\text{Cl}-\text{Na}+\text{K}\cdot\text{Mg}$ 和 $\text{HCO}_3\cdot\text{Cl}\cdot\text{SO}_4-\text{Na}+\text{K}\cdot\text{Mg}$ 型,而且在矿化度 1 000~ 2 000 mg/L 的

水样中, Cl^- 含量相对较大,其中 17# 和 19# 水样中 Cl^- 含量分别达到 360.3 mg/L 和 233.1 mg/L (地下水枯水期);近 1/3 水样中 SO_4^{2-} 的含量相对较大,如 19# 水样中 SO_4^{2-} 的含量为 359.4 mg/L (6 月份)和,占其总离子的 24%; 17# 水样中 SO_4^{2-} 的含量为 243.7 mg/L (6 月份),占其总离子的 24.4%,根据地下水水质标准(GB/T 14843-93)分析,17#、19# 井地下水已不适宜直接作为饮用水使用。

2.3 浅层地下水水质变化趋势分析

2.3.1 主要离子 SO_4^{2-} 和 Cl^- 的变化趋势

21 个水样中,10 月份的水样中 SO_4^{2-} (除 19# 外)的含量均比 6 月份高,最低为 6# 0.0851 g/L,增加 0.053 7 g/L 和 7# 水样 0.085 1 g/L,增加 0.070 3 g/L,最高为 17# 水样 0.475 g/L,增加 0.231 3 g/L; Cl^- 的变化有增有减,几乎各占一半,最高为 17# 水样 0.692 g/L,增加 0.332 g/L,见表 1 所示。

表 1 SO_4^{2-} 和 Cl^- 的变化 g/L

编号	SO_4^{2-}		Cl^-	
	(6 月 12 日)	(10 月 23 日)	(6 月 12 日)	(10 月 23 日)
1	0.0049	0.1223	0.0508	0.0671
2	0.0041	0.1222	0.0374	0.0353
3	0.071	0.1322	0.0805	0.0678
4	0.0173	0.1363	0.0643	0.0353
5	0.0016	0.1487	0.1073	0.0883
6	0.0314	0.0851	0.0261	0.0388
7	0.0148	0.0851	0.0353	0.0071
8	0.0032	0.1487	0.0198	0.0197
9	0.0025	0.1776	0.036	0.1208
10	0.0619	0.147	0.0494	0.2974
11	0.0033	0.0974	0.0628	0.0077
12	0.0661	0.095	0.0742	0.0495
13	0.0595	0.1446	0.106	0.0975
14	0.0231	0.1091	0.0389	0.0565
15	0.0867	0.1157	0.1272	0.0353
16	0.0248	0.1198	0.0954	0.106
17	0.2437	0.475	0.3603	0.6923
18	0.0248	0.1859	0.0247	0.0813
19	0.3594	0.1363	0.2331	0.0601
20	0.0372	0.1032	0.0848	0.0389
21	0.1693	0.2685	0.1922	0.2367

2.3.2 矿化度与全盐量的变化趋势

2002 年 6 月(年引黄河水结束期)和 10 月(年扇型平地)浅层地下水的矿化度与全盐量的变化趋势比较明显。由表 2 分析可知,10 月份(年引黄河水开始期)的矿化度与全盐量,比 6 月份(年引黄河水结束期)的矿化度与全盐量高的水样有 17 个,占

81%,且大于 1 g/L 而小于 2 g/L 的有 10 个,增加了 6 个,大于 2 g/L 而小于 3 g/L 的有 2 个,增加了 2 个;比 6 月份低的水样只有 4 个(3#、4#、18# 和 19#),占 19%,且矿化度均小于 1 g/L。由此得出,年引黄开始到来年引黄结束时浅层地下水的矿化度与全盐量呈降低的趋势。

表 2 矿化度与全盐量的变化 g/L

编号	离子总和		全盐量		离子总量变化	全盐量变化
	6 月 12 日	10 月 23 日	6 月 12 日	10 月 23 日		
1	0.863	0.9042	0.86	0.9087	0.0412	0.0487
2	0.8472	0.8917	0.834	0.8688	0.0445	0.0348
3	1.0469	1.038	1.078	1.0443	−0.0089	−0.0337
4	1.2134	1.0171	1.241	1.188	−0.1963	−0.053
5	1.0923	1.2082	1.078	1.2279	0.1159	0.1499
6	0.7957	1.1725	0.779	1.1641	0.3768	0.3851
7	0.7649	0.7905	0.747	0.809	0.0256	0.062
8	0.8759	0.9878	0.851	0.9326	0.1119	0.0816
9	0.7859	1.5143	0.725	1.5111	0.7284	0.7861
10	0.9474	1.6884	0.945	1.667	0.741	0.722
11	0.9602	0.9611	0.969	1.0204	0.0009	0.0514
12	0.6318	0.8798	0.631	0.937	0.248	0.306
13	1.0172	1.2863	1.053	1.252	0.2691	0.199
14	0.5375	1.1179	0.534	1.173	0.5804	0.639
15	0.9479	1.0114	0.941	1.094	0.0635	0.153
16	0.7114	1.192	0.746	1.173	0.4806	0.427
17	1.6476	2.8649	1.696	2.985	1.2173	1.289
18	0.986	0.9853	1.135	0.937	−0.0007	−0.198
19	1.4996	0.9483	1.466	0.937	−0.5513	−0.529
20	0.5319	0.9895	0.581	0.976	0.4576	0.395
21	1.7241	2.165	1.643	2.179	0.4409	0.536

3 结 论

(1) 矿化度比引黄前有所改善, 说明引黄补源有益于地下水环境的改善; (2) 水化学类型比引黄前多了 $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl}^- \text{Na} + \text{K} \cdot \text{Mg}$ 和 $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl} \cdot \text{SO}_4 - \text{Na} + \text{K} \cdot \text{Mg}$ 型; (3) 个别水井中氯化物和硫酸盐类物质含量超标, 应当引起重视。

参考文献:

[1] 马军花, 任理. 冬小麦生育期农田尺度下土壤硝态氮淋

失动态的数值模拟[J]. 生态学报, 2004, 24(10) , 2189 – 2301.

[2] 杨玉玲, 田长彦, 盛建东, 等. 灌淤土壤有机质、全量氮磷钾空间变异性初探[J]. 干旱地区农业研究, 2002, 20 (3) , 26– 30.

[3] 徐英, 陈亚新. 土壤水盐特性空间变异的各向同性近似探讨[J]. 灌溉排水学报, 2003, 22(4) : 17– 24.

[4] 贾大林. 盐渍土改良与节水农业[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994.

(上接第 225 页)

的地理环境, 地下水位上下浮动比较大, 如果灌、排水系统不合理, 容易引起耕地盐碱化和次生盐碱化;

(3) 在干旱内陆河灌区, 了解和掌握地下水的运动规律, 可为灌区的灌水作出适当的指导, 避免水资源的浪费, 高效用水, 起到一定的节水作用。

3.2 建 议

灌溉期地下水位埋深变化表明, 灌溉季节灌水量较大, 地下水位埋深较浅; 同时也间接表明, 灌区内的排水系统不完善, 排水不畅, 致使地下水位埋深在短期内迅速升高。为了合理、有效、持续利用水资源,

走可持续发展道路, 应在灌溉季节减少灌水量, 减少深层渗漏, 提高灌水效率, 增大地下水位, 完善排水系统, 防止盐碱化和次生盐碱化。

参考文献:

[1] 沈彦俊, 于沪宁. 土壤水分调控对冬小麦产量和水分利用效率的影响[J]. 地理科学进展, 1998, 17(增刊) : 85 – 89.

[2] 高明, 王子芳, 魏朝富, 等. 重庆水资源的农业利用及节水农业的发展对策[J]. 西南农业大学学报(自然科学版) , 2004, 26(6) : 727– 730.