

# 河北平原农业灌溉水质监测评价

张 薇<sup>1</sup>, 陈丽莉<sup>2</sup>, 蔺文静<sup>1</sup>

(1. 中国地质科学院水文地质环境地质研究所, 河北 石家庄 050061; 2. 河北省农林科学院农业资源环境研究所, 河北 石家庄 050071)

**摘要** :为及时掌握灌溉农业水环境的状况及变化趋势,参照农田灌溉水质评价标准,分流域选取 11 个监测项目,对农业灌溉水质进行了连续 2 年的监测,采用污染指数法对监测结果进行评价。结果表明,除个别灌溉水质存在单项超标外,地表灌溉水、地下灌溉水水质的综合污染指数均小于 1。总体而言,地表灌溉水、地下灌溉水水质完全符合农业灌溉水水质要求,灌溉用水是安全、可靠的。

**关键词** :灌溉;水质;河北省;平原地区

中图分类号 :X824 文献标识码 :B 文章编号 :1004-693X(2009)03-0045-03

## Water quality monitoring and evaluation of irrigation water in Hebei Plain

ZHANG Wei<sup>1</sup>, CHEN Li-li<sup>2</sup>, LIN Wen-jing<sup>1</sup>

(1. Institute of Hydrogeology and Environmental Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Shijiazhuang 050061, China; 2. Institute of Agricultural Resources and Environment, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050051, China)

**Abstract** :In order to grasp the status and trend of the agricultural water environment in a timely manner, according to the Standard for the Quality of Irrigation Water, the quality of irrigation water in a sub-watershed was monitored for 11 items in two years. The pollution index method was used to evaluate the monitoring data. The results show that the comprehensive pollution index of the surface and groundwater irrigation water is less than 1, except for individual items over the standard for single index. In summary, the quality of irrigation water meets the requirements for irrigation water. The irrigation water is safe and reliable.

**Key words** :irrigation; water quality; Hebei Province; plain area

河北平原的中北部和东部沿海地区以及部分丘陵盆地农业发达,是华北平原重要的商品粮生产基地<sup>[1]</sup>。但该地区地表水缺乏,农业灌溉主要依靠地下水,地下水约占总供水量 74%,农业灌溉则占地下水供水量的 76.6% 以上,农业地质环境直接影响本区农业的发展。为及时掌握项目区灌溉农业水环境的状况及变化趋势,进行了连续 2 年的灌溉水质实时监测分析。这对于项目区控制农田灌溉水质,改善基本生产条件和生态环境,提高农业综合生产能力,增强农产品的有效供给,促进农业可持续发展具有重要的指导意义。

### 1 水质监测概况

研究区选在廊坊、石家庄、唐山、沧州、衡水等 5 个市所属的 21 个县(市、区),涉及 116 个乡镇,分布状况见表 1。

表 1 研究区分布

城市	县(市、区)数/个	县(市、区)名称
唐山	5	乐亭县、滦南县、迁安县、玉田县、遵化市
廊坊	4	安次区、广阳区、永清县、文安县
石家庄	4	辛集市、晋州市、无极市、正定县
沧州	4	任丘市、吴桥县、泊头市、东光县
衡水	4	冀州市、枣强县、景县、桃城区
合计	21	

作者简介 张薇(1981—),女,辽宁大连人,硕士研究生,研究方向为遥感与水资源评价。E-mail: zhdhzw@yahoo.com.cn

根据研究区的实际情况,对用于灌溉的地表水和地下水进行监测。地表灌溉水水质根据项目区灌、排、受纳水体分布,选择直接进入项目区的农田灌溉用水进行监测,尽量不扰动水流与底部沉积物,以保证样品具有代表性。设计3个监测点,选用锌、铜、铅、镉、汞、砷、氟化物、总磷、化学需氧量(COD)、氰化物、苯酚11个项目作为地表水灌溉水质评价参数。地下水水质监测点依据区域地下水水质分布规律进行布设,共设计21个地下水水质监测点,密度为1个/县(市)。选用锌、铜、铅、镉、汞、砷、氟化物、总磷、COD9个项目作为地下水灌溉水质评价参数。地下水采样采用井口采样法,直接用采样瓶从井口水龙头或生产井排液管中采集水样。

地下水及地表灌溉水质每年监测2次。每年冬小麦春灌前的三四月份,地下水回补期的最高水位,监测1次;冬小麦春灌、夏灌抽水高峰基本结束后的六七月份,汛期降雨回补地下水,地下水水位开始回升,监测1次。

## 2 水质监测分析

### 2.1 评价标准

评价标准采用GB 5084—82《农田灌溉水质标准》。本标准适用于全国以地表水、地下水和处理后的城市污水及与城市污水水质相近的工业废水作水源的农田灌溉用水的评价(表2)。

表2 农田灌溉水质评价标准 mg/L

项目	水作物	旱作物	项目	水作物	旱作物
COD	≤200	≤300	铅	≤0.1	≤0.1
总磷	≤5	≤10	铜	≤1.0	≤1.0
汞	≤0.001	≤0.001	锌	≤2.0	≤2.0
镉	≤0.005	≤0.005	氟化物	≤2.0(高氟区)	≤3.0(一般区)
砷	≤0.05	≤0.05	氰化物	≤0.5	≤0.5
挥发酚	≤1.0	≤1.0			

### 2.2 评价方法

水质监测以多点单因子监测数据算术平均值的检出率和超标率作为监测最基本的要求和评价基础(标准对照法)。如果监测结果有2个以上(含2个)的单项指标检出值超过标准值,可进一步进行水质污染指数的计算和水质分级。

污染指数法即求出各项指标的单个监测值的污染指数 $P_i$ ,根据指数大小,判断污染程度<sup>[2]</sup>。计算公式为

$$P_i = C_i / C_{0i}$$

式中: $P_i$ 为污染物 $i$ 的污染指数; $C_i$ 为污染物 $i$ 的实测值均值; $C_{0i}$ 为污染物 $i$ 的标准值。

当 $P_i > 1$ 时,即超过标准规定值,存在污染物 $i$ 的污染;当 $P_i = 1$ 时,即水中污染物 $i$ 已达到标准规

定的最高浓度容许值,不加控制即会造成污染物 $i$ 的污染;当 $P_i < 1$ 时,即水中污染物 $i$ 在标准规定值以下,不构成污染物 $i$ 的污染。

综合污染指数:

$$P = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i / C_{0i}$$

当 $P > 1$ 时,水体中存在一种污染物或多种污染物的污染, $P$ 越大,污染物越严重; $P = 1$ 时,已达到污染临界线; $P < 1$ 时,水体不存在综合污染。

### 2.3 评价结果分析

监测单元依据水系进行划分,分为4个单元:滦河流域、永定河流域、大清河流域、子牙河流域。地下水监测点以上4个单元均有分布,地表水监测点根据水质情况和实际需要,仅分布在滦河流域、子牙河流域。

地表灌溉水质综合污染指数2年均值在0.008~0.125之间,不构成综合污染,地面灌溉水水质总体较好,均符合农田灌溉水质标准,作为农业灌溉用水是安全可靠的。但受流域内的水文过程和人类活动的影响,在不同地域、不同时间,作用的强度与和谐程度的差异影响了流域水质的变化<sup>[3]</sup>。

滦河流域各项离子均未超标,单项污染指数及综合污染指数完全符合农田灌溉水质标准。

子牙河流域监测的11项指标中,6项指标未检出,铅、砷及磷有检出,在重点城镇、工矿企业附近的河段,由于承纳了工农业废退水和生活污水,水质受到了一定的污染,出现了氟化物单项超标。但综合污染指数符合农田灌溉标准。见表3。

研究区地下水灌溉水水质均符合农田灌溉水质标准,地下水灌溉水质综合污染指数2年均值在0.042~0.159之间,水质总体较好,2006年与2005年水质基本持平。但受气候、土壤、水文、地质等自然条件所制约,也因灌溉制度、作物种类、农田措施等不同而有明显差异<sup>[4]</sup>。一旦条件改变,灌溉水质则发生相应的变化,见表4。

滦河流域、永定河流域和大清河流域均不存在单项及综合污染指数超标。

子牙河流域个别灌溉井由于地处渤海沉积平原高氟区,氟化物浓度较高,水质存在氟化物超标,且受地域地质环境影响较大,砷存在单项超标。但综合污染指数符合农田灌溉水质要求,不构成综合污染,作为农业灌溉用水是安全可靠的。

## 3 结论与建议

### 3.1 结论

通过对2005~2006年的农田灌溉水质监测分

表 3 研究区地面灌溉水质监测结果统计

监测指标	滦河流域					子牙河流域				
	平均值/ (mg·L <sup>-1</sup> )	检出率/%	超标率/%	P <sub>i</sub>	P	平均值/ (mg·L <sup>-1</sup> )	检出率/%	超标率/%	P <sub>i</sub>	P
Zn	—	0	0	0		—	0	0	0	
Cu	—	0	0	0		—	0	0	0	
Pb	0.0015	100	0	0.015		0.003	50	0	0.03	
Cd	—	0	0	0		—	0	0	0	
Hg	—	0	0	0		—	0	0	0	
As	0.002	100	0	0.040	0.008	0.0045	100	0	0.09	0.125
F <sup>-</sup>	0.495	100	0	0.025		2.30	100	0	1.15	
TP	0.04	100	0	0.004		0.13	50	0	0.013	
COD	1.91	100	0	0.006		27.29	100	0	0.09	
CN <sup>-</sup>	—	0	0	0		—	0	0	0	
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	—	0	0	0		—	0	0	0	

注：“—”为未检出。

表 4 研究区地下水水质监测结果统计评价

监测指标	滦河流域					永定流域					大清流域					子牙河流域				
	平均值/ (mg·L <sup>-1</sup> )	检出率/%	超标率/%	P <sub>i</sub>	P	平均值/ (mg·L <sup>-1</sup> )	检出率/%	超标率/%	P <sub>i</sub>	P	平均值/ (mg·L <sup>-1</sup> )	检出率/%	超标率/%	P <sub>i</sub>	P	平均值/ (mg·L <sup>-1</sup> )	检出率/%	超标率/%	P <sub>i</sub>	P
Zn	0.059	80	0	0.0295		0.107	100	0	0.0535		0.0625	100	0	0.03125		0.0509	50	0	0.02545	0.078
Gu	—	0	0	0		—	0	0	0		—	0	0	0		—	0	0	0	0
Pb	0.001685	60	0	0.01685		—	0	0	0		—	0	0	0		0.004	67	0	0.04	
Cd	—	0	0	0		—	0	0	0		—	0	0	0		—	0	0	0	0
Hg	—	0	0	0	0.042	—	0	0	0	0.159	—	0	0	0	0.148	—	0	0	0	0
As	0.00265	80	0	0.053		0.014	100	0	0.28		0.001	100	0	0.02		0.0087	100	8.33	0.174	
F <sup>-</sup>	0.542	100	0	0.271		2.18	100	0	1.09		1.995	100	0	0.998		1.35	100	8.33	0.45	
P	0.035	20	0	0.0035		0.03	67	0	0.003		—	0	0	0		0.07	67	0	0.007	
COD	2.518	100	0	0.0084		1.84	100	0	0.006		1.75	100	0	0.0058		2.13	100	0	0.0071	

注：“—”为未检出。

析可知,除个别灌溉水质存在氟化物、砷单项超标,地表灌溉水、地下灌溉水水质综合污染指数均小于1。总体而言,地表灌溉水、地下灌溉水水质皆符合农业灌溉水水质要求,灌溉用水是安全、可靠的,不构成污染。

### 3.2 建议

a. 农业灌溉引用河道蓄存水时,应注意其水质是否符合灌溉标准。对重点区域加大水环境监测力度,根据监测点代表性进行优化配置,并适当调整监测频率。避免个别单项污染物长期超标,对作物产生蓄积影响。

b. 根据土壤土质、地下水位、气象等情况对灌区进行合理规划,科学布局,确定科学的灌溉方式和管理制度,充分利用不同土壤类型的自净作用,最大限度减少对土壤的污染。

c. 全面规划,统一管理<sup>[5]</sup>。对流域系统进行全面调查和监测,及时掌握水质变化,研究发展趋势,进行预测与防治。制定合理的水资源管理措施,对全流域进行统一管理,避免上游对下游的污染。

### 参考文献:

- [1] 王贵玲, 蔺文静. 污水灌溉对土壤的污染及其整治[J]. 农业环境科学学报, 2003, 22(2): 163-166.
- [2] 郝达平, 朱道军. 苏北地区灌溉农业水质监测分析[J]. 水资源保护, 2006, 22(2): 42-44.
- [3] 刘燕, 胡安焱, 邓亚芝. 陕西省渭河流域水质时空演化特征[J]. 水资源保护, 2007, 23(3): 11-13.
- [4] 陈淑兰, 穆桂松. 平原区井灌对地下水水质影响评价方法研究[J]. 河南教育学院学报, 2003, 12(2): 58-60.
- [5] 唐小娟, 吴普特, 杨凌区地表水及地下水环境质量评价[J]. 水土保持学报, 2002, 9(2): 135-140.

(收稿日期: 2008-05-01 编辑: 高渭文)

