

# 苏北地区灌溉农业水质监测分析

郝达平, 朱道军

(江苏省水文水资源勘测局淮安分局, 江苏 淮安 223005)

**摘要:**为掌握农业灌溉过程中水环境的变化情况,对苏北地区地表水、地下水水质进行了连续五年监测。结果表明,地表灌溉水、地下灌溉水水质综合污染指数均小于 1,但有升高的趋势;灌溉退水中部分污染物浓度较灌溉水上升,个别单项指标超标,但不构成综合污染。提出解决制约农业可持续发展重要因素——灌溉农业用水问题的几点建议。

**关键词:**灌溉;水质监测;可持续发展

中图分类号: S273 文献标识码: A 文章编号: 1004-693X(2006)02-0042-03

## Water quality monitoring and analysis of irrigated agriculture in North Jiangsu Province

HAO Da-ping, ZHU Dao-jun

(Huai'an Department of Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Jiangsu Province, Huai'an 223005, China)

**Abstract:** In order to find out the change of water environment during agricultural irrigation, the quality of the surface water and groundwater of North Jiangsu Province was monitored for five years. The result shows that the comprehensive pollution index of the surface and underground irrigation water is less than 1, but there is a trend of rising. The concentrations of some pollutants in the outflow are higher than those in the irrigated water. The water is not comprehensively polluted with few indices beyond the standard. Some suggestions are proposed about irrigated agricultural water supply, which is an important factor that restricts the sustainable development of agriculture.

**Key words:** irrigated agriculture; water quality monitoring; sustainable development

为掌握农业灌溉过程中水环境的变化情况,进一步提高农业综合开发项目的整体管理水平,1998~2002年,笔者所在单位分别对苏北地区徐州、宿迁、淮安、盐城、连云港5市24个县(市)地表水、地下水水质进行了监测。

### 1 水质监测概况

根据灌溉农业水环境监测技术要点的要求,按照监测主要的灌溉引水水源水质、监测主要回水受纳水体的水质和地下水中以浅层地下水观测井为主的布点原则,5年中在5个地级市的20条河流、3个湖泊、2个水库,布设地表灌溉水断面25处、灌溉退水断面13处(表1)以及地下水测井55眼(表2)。

地表灌溉水及灌溉退水监测项目为流量、水温、pH值、化学需氧量(COD<sub>Cr</sub>)、凯氏氮、总磷、总汞、总

铜、总锌、总铅、总镉、总磷、矿化度,地下灌溉水监测项目为取水量、水温、pH值、凯氏氮、总磷、总汞、总铜、总锌、总铅、总镉、氟化物、矿化度。

监测时间安排在每年的6月份,由于各市具体灌溉情况不同,所以监测时间稍微有差异,即在6月中、下旬之间,每次监测连续采样2~3天,每天取1次样,每个水样单独分析。

分析方法采用GB 5084—1992《农田灌溉水质标准》选配分析方法。此分析方法以国标为主,个别项目没有国标的,按照《水和废水监测分析方法》(第3版)中所列方法进行监测分析。

### 2 水质监测分析

#### 2.1 评价标准及方法

评价标准采用GB 5084—1992《农田灌溉水质标

表 1 苏北地区灌溉农业地表水水质监测站点

河(湖、库)名	监测站点	河(湖、库)名	监测站点
中运河	邳县、解台闸、徐州*、刘山闸、宿迁闸、泗阳闸	入江水道	金湖*
沐新河	沐新闸	淮河	盱眙*
沿河	沛县*	大运河	淮阴(大)、皂河闸
废黄河	徐州(废)*	射阳河	永兴*、阜宁*、射阳河
房亭河	土山	灌溉总渠	运东闸、阜宁腰闸
微山湖	蔺家坝闸上	灌河	响水口*
沂河	港上	串场河	盐河(串)
小濉河	睢宁*	小塔山水库	小塔山水库坝上
盐河	朱码闸	沐河	新安*
石梁河水库	石梁河水库坝上	徐洪河	沙集
西盐河	连云港(西)*	骆马湖	杨河滩闸
大浦河	连云港(大)*	邳苍分洪道	林子*
洪泽湖	老子山、二河闸、高良涧闸	大沙河	李庄橡胶坝、华山闸

注:带\*号的为灌溉退水监测站点。

表 2 苏北地区灌溉农业地下水水质监测站点

县(区)名	监测井名称
楚州区	徐扬、钦工、范集、车桥、朱桥
涟水县	大东、岔庙、消渡、薛集、河网
淮阴区	韩庄、古寨、五里、刘老庄、王营
泗阳县	来安、李口、黄圩、穿城、新袁镇
宿豫县	宿城区、大新、蔡集、埠子、晓店
丰县	王沟、沙庄、经委、赵庄、梁寨
沛县	沛城、鸳楼、栖山、敬安、鹿楼
铜山县	三保、潘塘、刘集、大吴、大许
睢宁县	文教局、邱集、李集、凌城、双沟
东海县	陈栈、南芹、顶湖、团林、北沟
赣榆县	黄泥沟、陈高巛、匡湖、后岗、南庄

准》。评价方法采用综合污染指数法<sup>[1]</sup>,即求出各项目指标在 5 年监测时间多次监测值的平均值的污染指数  $P_i$  根据指数大小,判断污染程度。

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

式中: $P_i$  为污染物  $i$  的污染指数; $C_i$  为污染物  $i$  的多次实测值的均值; $C_{0i}$  为污染物  $i$  的标准值。

当  $P_i > 1$  时, $C_i > C_{0i}$ ,即污染物  $i$  超过标准规

表 3 1998~2002 年地表灌溉水水质监测评价结果统计

	COD <sub>Cr</sub>	凯氏氮	THg	TAs	TCu	TZn	TPb	TCd	TP	矿化度
年均值/ (mg·L <sup>-1</sup> )	11.2~ 69.9	0.62~ 4.28	0.00003~ 0.00015	0.004~ 0.011	0.022~ 0.050	0.025~ 1.294	0.005~ 0.022	0.0005~ 0.012	0.008~ 0.277	275~ 1056
检出率/%	77.0	88.6	16.6	17.6	11.4	15.4	12.9	4.6	72.0	100
年均值 $P_i$ 范围	0.065~ 0.940	0.052~ 0.356	0.030~ 0.149	0.080~ 0.285	0.025~ 0.050	0.012~ 0.647	0.050~ 0.217	0.100~ 0.231	0.002~ 0.055	0.138~ 0.528
断面历年 $P$ 范围				0.034~ 0.222						

注:样本个数为 325,水温年均值为 20.3~24.3℃,pH 值年均值为 7.6~8.2。

定值 构成  $i$  污染物的污染; $P_i = 1$  时, $C_i = C_{0i}$ ,说明水中污染物  $i$  已达到标准规定的最高允许浓度,不加控制即会造成  $i$  污染物的污染; $P_i < 1$  时, $C_i < C_{0i}$ ,说明水中污染物  $i$  在标准规定值以下,不构成  $i$  污染物的污染。

在单项污染物污染指数评价的基础上再进行综合污染指数的评价:

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

$P > 1$  表示水体存在一种或多种污染物的污染, $P$  越大,污染越严重; $P = 1$  表示水体已达到污染临界线; $P < 1$  表示污染物对水体不构成综合污染。

## 2.2 评价结果分析

### 2.2.1 地表水

5 年的监测结果表明,各河段参评指标的单项污染指数及综合污染指数均小于 1,地表水不构成单项污染或综合污染(表 3)。

综合污染指数的历年均值在 0.072~0.134 之间,前 2 年水质大致相当,后 3 年略有升高(图 1)。

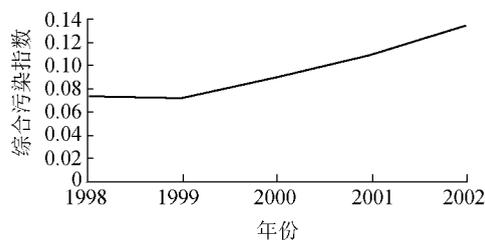


图 1 1998~2002 年地表灌溉水历年水质综合污染指数变化趋势

总体而言,5 年间历年灌溉用地表水满足 GB5084—1992《农田灌溉水质标准》的要求,水质较好,故灌溉用地表水安全、可靠。

### 2.2.2 地下水

5 年的监测结果表明,55 眼地下灌溉水井中,个别灌溉井存在氟化物、总砷、矿化度单项指标超标,但所有测井的综合污染指数均小于 1,说明地下灌溉水水质满足农业灌溉用水水质要求(表 4)。

综合污染指数的历年均值在 0.091~0.178 之间,前 2 年水质大致相当,后 3 年略有升高(图 2)。

表 4 1998 ~ 2002 年地下灌溉水水质监测评价结果统计

	氟化物	凯氏氮	THg	TAs	TCu	TZn	TPb	TCd	矿化度
年均值/ ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	0.34 ~ 2.26	0.13 ~ 10.52	0.00003 ~ 0.00025	0.001 ~ 0.060	0.003 ~ 0.052	0.025 ~ 0.089	0.005 ~ 0.016	0.0005 ~ 0.0012	257 ~ 3091
检出率/%	100	77.9	3.13	9.94	4.23	10.8	2.94	2.30	100
年均值 $P_i$ 范围	0.114 ~ 0.755	0.011 ~ 0.876	0.030 ~ 0.245	0.025 ~ 1.195	0.0025 ~ 0.0521	0.025 ~ 0.045	0.050 ~ 0.156	0.100 ~ 0.245	0.129 ~ 1.545
断面历年 $P$ 范围				0.046 ~ 0.503					

注:样本个数为 715,水温年均值为 14.9 ~ 21.8 $^{\circ}\text{C}$ ,pH 值年均值为 7.2 ~ 8.4。

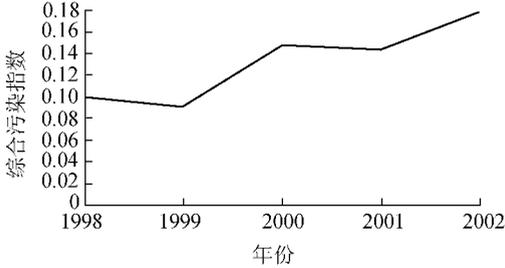


图 2 1998 ~ 2002 年地下灌溉水历年水质综合污染指数变化趋势

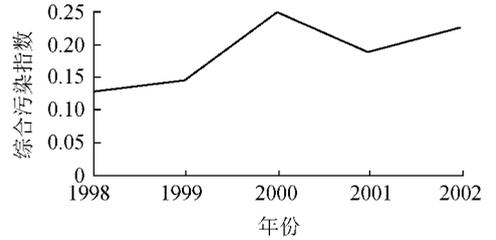


图 3 1998 ~ 2002 年灌溉退水历年水质综合污染指数变化趋势

总体而言,5 年期间历年灌溉地下水满足 GB 5084—1992 的要求,水质较好,故灌溉地下水安全、可靠。

### 2.2.3 灌溉退水

5 年的监测结果表明,5 年间所有退水河段部分监测项目含量较灌溉水有所升高,其中西盐河连云港段、大浦河连云港段、小濰河濰宁段、废黄河徐州段存在化学需氧量和凯氏氮两项目单项超标,化学需氧量年均值污染指数最大为 5.45,凯氏氮年均值污染指数最大为 2.51,已构成单项污染。超标原因可能与农业生产过程中使用化肥、农药的有关。而综合污染指数仍小于 1,不构成综合污染。因此,退水水质仍能满足农业灌溉用水水质要求(表 5)。

综合污染指数的历年均值在 0.127 ~ 0.249 之间,年均值为 0.188,比灌溉用地表水升高 0.088,有升高的趋势(图 3)。

总体而言,5 年间历年灌溉退水水质满足

GB 5084—1992 的要求。

## 3 结论与建议

### 3.1 结论

通过对 1998 ~ 2002 年苏北地区灌溉取水、退水水质监测分析可知,地表灌溉水、地下灌溉水水质综合污染指数均小于 1,个别地下灌溉水测井存在氟化物、总砷和矿化度的单项超标。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。灌溉退水中的部分污染物浓度较灌溉水上升,个别河段存在化学需氧量、凯氏氮单项超标,但退水水质的综合污染指数全部小于 1,不构成综合污染。

### 3.2 建议

苏北地区灌溉期一定程度上依靠抽引淮水、江水,经多级泵站翻水北上,补充当地水资源不足,满足生产、生活的需要。因此,水资源量的缺乏及质的低下已成为农业可持续发展的制约因素。为此,笔

表 5 1998 ~ 2002 年灌溉退水水质监测评价结果统计

	COD <sub>Cr</sub>	凯氏氮	THg	TAs	TCu	TZn	TPb	TCd	TP	矿化度
年均值/ ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	21.6 ~ 265.5	0.74 ~ 27.01	0.00003 ~ 0.00020	0.004 ~ 0.011	0.025 ~ 0.047	0.025 ~ 1.090	0.005 ~ 0.010	0.0005 ~ 0.013	0.009 ~ 2.446	271 ~ 1446
检出率/%	92.3	98.2	12.4	11.8	7.70	26.6	2.37	5.92	87.6	100
年均值 $P_i$ 范围	0.190 ~ 5.450	0.061 ~ 2.251	0.030 ~ 0.196	0.080 ~ 0.217	0.025 ~ 0.047	0.013 ~ 0.545	0.050 ~ 0.103	0.100 ~ 0.262	0.002 ~ 0.489	0.136 ~ + 0.724
断面历年 $P$ 范围				0.039 ~ 0.710						

注:样本个数为 169,水温年均值为 20.2 ~ 23.7 $^{\circ}\text{C}$ ,pH 值年均值为 7.4 ~ 8.4。

(下转第 55 页)

但在强度要求较为严格的条件下,二沉池废水较初沉池废水回用意义更大。

综合考虑水质及蒸煮漂白效果,二沉池出水水质均匀稳定,在同样的蒸煮漂白条件下得率提高,卡伯值降低,而纸张强度与采用清水蒸煮时差别不大,尤其是未漂浆。因此二沉池出水完全可以回用,尤其适合瓦楞纸用的本色浆生产中,既可以减少污染,节约用水,又可以节约药品和原料。如果二沉池出水用于文化生活用纸的生产回用,须经过进一步的深度处理。初沉池出水较混浊,水质不稳定,虽然蒸煮效果明显改善,但由于未漂浆和漂白浆的强度有较大幅度的降低,所以初沉池出水不适合于直接回用。

### 3 结 论

a. 在相同硫酸盐法蒸煮条件下,回用造纸厂综合废水不仅使纸浆得率提高,卡伯值下降,而且使后继漂白过程中残碱、残氯和残余过氧化物浓度较高。所以回用漂白废水于制浆工段可使蒸煮、漂白比较容易。

b. 二沉池出水回用于蒸煮工段时,在同样的蒸煮漂白条件下得率提高,卡伯值降低。尤其适用于瓦楞纸板厂的制浆生产中,既可以减少污染,节约用水,又可以节约药品和原料。

c. 初沉池出水较混浊,水质不稳定,虽然蒸煮时的效果明显改善,但由于未漂浆和漂白浆的强度有较大幅度的降低,所以初沉池出水不适合于直接回用。

d. 由于废水中存在较多的有机氯化物和酚类化合物,在蒸煮过程中以酚型钠盐或有机钠盐的形式存在,起到了提高得率、降低卡伯值的作用。

e. 废水蒸煮过程中酚型钠盐或有机钠盐起着表面活性剂的作用。

### 参考文献:

- [1] THOMPSON G, SWAIN J. The treatment of pulp and paper mill effluent: a review[J]. Bioresource Technology, 2001(77):275-286.
- [2] 中国造纸协会. 中国造纸年鉴[M]. 北京:轻工业出版社, 2002:249.
- [3] 殷承启. 造纸废水处理及工业回用研究[D]. 南京:南京林业大学, 2003.
- [4] 杨志清. 21世纪水资源展望[J]. 水资源保护, 2004(4):66-68.
- [5] 黎振球, 詹怀宇. 碱法草浆黑液循环再生回用的研究与生产试验[J]. 广东造纸, 1997(1):1-16.
- [6] 刘志辉, 武书彬. 甘蔗渣浆黑液絮凝分离与回用的初步试验[J]. 广东造纸, 2000(3):7-10.
- [7] 黎振球, 詹怀宇. 回用黑液中糖类对制浆造纸的影响[J]. 纸和造纸, 1997(3):36-37.
- [8] 刘敏辉. 民丰特纸公司造纸废水再生回用工程[J]. 中国造纸, 2005(4):33-35.
- [9] 沈一丁, 李小瑞. 表面活性剂在造纸工业中的应用[M]. 北京:化工工业出版社, 2003.
- [10] 安郁琴, 刘忠. 制浆造纸助剂[M]. 北京:轻工业出版社, 2003.

(收稿日期 2005-08-17 编辑:高渭文)

(上接第44页)

者谨提出如下建议:

a. 加强农业生产中的水土流失和农业面源污染控制,对面源污染实施治理,包括调整农植物种类、尽可能限制农药、化肥用量,合理施用农药、化肥,提高其利用率,减少农药、化肥流失,大力推广有机肥的使用,努力发展新型的生态农业。

b. 积极推广农业新技术,大力发展绿色、无公害农产品,全面提高农产品质量,努力建立生态农业,保障农业的可持续发展。

c. 加强水功能区的管理力度。按照江苏省政府颁布的《江苏省地表水(环境)功能区划》,对用水实施管理,加强监测,严格执行水功能区水质标准,切实做好水污染防治工作。

d. 加强输水沿线的水污染防治,利用行政、经济、法律手段优化水工程调度,保障水资源合理配置和可持续利用。

e. 提高水危机意识,广泛宣传有关水资源保护

的知识,遵循“有效保护、高效利用、合理开发、科学管理”的科学原则,加强水资源的统一管理和调度,保护和合理利用浅层地下灌溉水资源<sup>[2]</sup>。

f. 基于农田灌溉用水管理的复杂性和实时性,结合农田灌溉管理的具体情况,研制开发农田灌溉决策支持与控制系统,根据相关信息作出灌溉预报,确定精确的灌溉时间和最佳灌溉水量,利用决策结果对灌溉设备进行自动控制与监测<sup>[3]</sup>。

### 参考文献:

- [1] 贾玉霞. 环境质量综合指数评价方法的应用[J]. 城市环境与城市生态, 2003, 16(增刊):10-11.
- [2] 张纓, 周家权, 孙桂芬, 等. 德州市浅层地下水漏斗区现状分析及保护对策[J]. 水资源保护, 2003(4):13-14.
- [3] 夏继红, 严忠民, 周明耀, 等. 农田灌溉决策支持与控制系统的设计与应用[J]. 河海大学学报:自然科学版, 2001, 29(6):6-10.

(收稿日期 2005-02-28 编辑:傅伟群)