

辽河干流灌溉期水质变化规律

栾天新,单 丽

(辽宁省水文水资源勘测局,辽宁 沈阳 110003)

摘要 在 2004 年灌溉期辽河水平衡测试工作的基础上,通过对水质综合变化情况的分析与水质模拟,得出灌溉期水质变化的规律,并对其成因进行了分析。结果表明:灌溉期水库供水时,河流水质有其特殊的变化规律:供水初期水质恶化,然后水质逐渐好转并趋于稳定。对以后农业灌溉期水库供水安全保障措施实施以及“先冲污后供水”的水库供水运行调度方案制订,具有重要的指导意义。

关键词 灌溉期;水质;水质模拟

中图分类号 S275 **文献标识码** B **文章编号** 1004-6933(2007)02-0074-03

Regularitiel of water quality variation during irrigation period of Liaohe River

LUAN Tian-xin, SHAN Li

(Liaoning Province Hydrological and Water Resources Survey Bureau, Shenyang 110003, China)

Abstract Based on the water balance research of Liaohe River during the irrigation period in 2004, general regularities of water quality in irrigation period were concluded by the analysis and simulation of water quality, and the causes of the change were also analyzed. The special regularity of water quality variation in the river during the irrigation period was presented, i. e. water quality deteriorates at the beginning of water supply and will gradually be improved to a steady state. The result is of importance significance for the reliability of water supply during irrigation periods and the control methods of reservoir operation based on the concept of pollutant sluicing before water supply.

Key words irrigation period; water quality; water quality simulation

辽河发源于河北省七老图山脉之光头山,流经河北、内蒙古、吉林、辽宁四省(区),至辽宁省盘锦市入海,全长 1 390 km,流域总面积 22.89 万 km²,是我国的七大江河之一。辽河上游主流为老哈河,与另一主要支流西拉木伦河汇于苏家堡附近,以下称西辽河,流至福德店与发源于吉林省萨哈岭山的东辽河汇合后称辽河干流。辽河干流流经辽宁省铁岭市的昌图县、开原市、铁岭县,沈阳市的康平县、法库县、新城子区和辽中县,鞍山市的台安县,进入盘锦市的盘山县后改名为双台子河,在盘山县入海。辽河的主要支流有招苏台河、亮子河、清河、柴河、泛河、拉马河、秀水河、养息牧河、柳河、九股河等。辽河干流全长 523 km,流域面积 4.09 万 km²,是辽宁省最大的天然河流。

辽河干流年径流分布特征与降水量的分布是一

致的,从东南向西北递减,径流年内分配不均衡,每年 6~9 月份为丰水期,其中 7~8 月份的径流量约占年径流量的 60% 左右,洪水大多发生在此期间;3、4、5、10 月份为平水期,3、4 月份河道流量主要由冬季融雪融冰及地下水补给河道工程,5 月份受灌溉期水库供水影响,河道流量显著增大;11 月至次年 2 月份为枯水期。辽河干流用于农业灌溉用水的水库主要为清河水库、柴河水库,两水库总控制流域面积 3 731 km²,总库容 15.53 亿 m³,多年平均径流量 10.47 亿 m³。

1 河流纳污情况

辽河干流沿程主要接纳了铁岭(铁岭市区、昌图县、开原市、铁法市)、沈阳(法库县、新城子、新民市、

作者简介 栾天新(1968—),男,辽宁沈阳人,高级工程师,主要从事水环境监测工作。E-mail lnshjltx@163.com

辽中县)、阜新(彰武县)的废污水。昌图县污水通过清河汇入辽河,开原市及清河区污水排入小清河后汇入清河,最后汇入辽河。法库县废水进入拉马河和新开河,最后汇入辽河,铁岭市工业和生活废水通过5个排污口直接排入辽河,新城子污水排入长河后汇入辽河,新民污水直接排入辽河,阜新(彰武县)污水排入养息牧河汇入辽河。

辽河从清河入辽河河口上至铁岭珠尔山断面,接纳铁岭直接入河污水13.4万t/d,污染物622t,主要污染物COD、NH₃-N、悬浮物分别为128t/d、14t/d、471t/d。辽河沈阳段接纳新民直接入河污水2.0万t/d,污染物8.1t/d,主要污染物COD、NH₃-N、悬浮物分别为5t/d、0.5t/d、1.5t/d。

2 河流水质状况^[1]

辽河干流由于接纳了吉林省的废污水,在进入辽宁省境内以前已受到严重污染,达到劣Ⅴ类水质,沿途又接纳了铁岭等地的废污水,致使水质污染一直居高不下。对辽河多年3~5月水质进行分析评价,通江口断面(入辽宁省)、铁岭断面(接纳铁岭部分污水)、珠尔山断面(铁岭出界进入沈阳)、毓宝台断面(接纳沈阳新城子污水)、辽中断面(沈阳出界)、双台子河闸断面(辽河入海口)在每年的3~4月均为劣Ⅴ类水质。5月份在通江口断面仍为劣Ⅴ类水质,向下由于水库放水灌溉,水质有很大改善,铁岭断面、珠尔山断面、毓宝台断面、辽中断面水质分别达到Ⅴ类、Ⅳ类、Ⅴ类、Ⅴ类水质标准。至双台子河闸断面COD浓度大大降低,但由于受潮水的影响,河流下泻流速缓慢,氨氮居高不下,导致水质仍为劣Ⅴ类。辽河干流水体中的主要超标污染物为COD、BOD₅、NH₃-N等。

3 灌溉期水质变化^[1]

2004年5月1日至6月1日,在清河水库、柴河水库灌溉期放水期间,对辽河干流各水质控制断面水质进行了监测,监测项目包括COD、NH₃-N等21项,根据辽河的水质污染特点,即主要超标污染物为COD、BOD₅、NH₃-N,因此采用有机综合污染指数代表辽河综合水质状况,即评价参数采用BOD₅、COD、NH₃-N、DO,有机污染综合指数按下式计算,评价结果按有机污染综合指数评价标准分级进行描述。

$$P = P_{BOD} + P_{COD_{Mn}} + P_{NH_3-N} - P_{DO}$$

式中: P 为有机污染综合指数; P_{BOD} 、 $P_{COD_{Mn}}$ 、 P_{NH_3-N} 、 P_{DO} 分别为BOD₅、COD、NH₃-N、DO单项污染指数。

$$P_i = C_i / C_s$$

式中: P_i 为某参数的污染指数; C_i 为某参数的实测浓度; C_s 为某参数的水质评价标准(本文取GB3838—2002Ⅲ类水质标准)。

表1 有机污染综合指数评价标准

有机污染综合评价值	污染程度分级	水质质量评价
<0	0	良好
0~1	1	较好
1~2	2	一般
2~3	3	开始污染
3~4	4	中等污染
>4	5	严重污染

灌溉期水质评价结果如下:柴河水库出水口有机污染综合指数为1.3,水质一般;清河水库出水口有机污染综合指数为0.5,水质较好;清河入辽河干流前辽河断面有机污染综合指数在8.6~16.6之间,水质严重污染。

辽河干流铁岭至双台河闸,水库放水前有机污染综合指数分别为在11.9~18.8之间,水质为严重污染。5月1日水库放水后,铁岭珠尔山断面至5月13日水质由严重污染改善为中等污染,水质污染程度为4级(中等污染),5月15日至5月22日水质污染程度为3级(开始污染),5月23日至5月31日水质污染程度2级(水质一般);沈阳辽中断面至5月23日水质由严重污染改善为中等污染,水质污染程度4级,5月23日至5月31日水质污染程度3级;鞍山六间房断面至5月13日水质由严重污染改善为中等污染,水质污染程度4级,5月15日至5月23日水质污染程度3级,5月23日至5月31日水质污染程度2级;营口双台子河闸断面至5月20日水质由严重污染改善为中等污染,水质污染程度4级,5月24日至5月31日水质污染程度3级(开始污染)。辽河各断面灌溉期水质综合状况见图1。

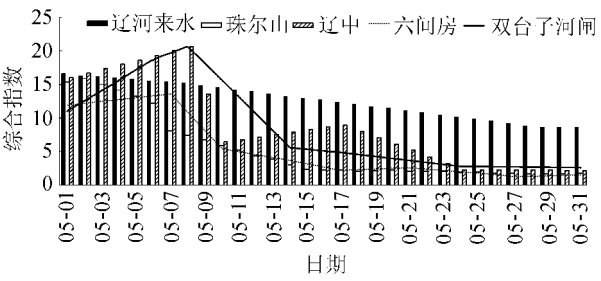


图1 辽河各控制河段水质变化

4 水质模拟^[1-2]

根据河流的特点,水质模拟选用一维模型

$$C_x = \exp\left(-K \frac{x_i}{u}\right) C_0 + S_i \frac{u}{QKx_i} \left(1 - \exp\left(-K \frac{x_i}{u}\right)\right)$$

式中: C_x 为控制断面污染物质量浓度,mg/L; K 为综合衰减系数,1/s; S_i 为污染源量,kg/d; Q 为流量,

m^3/s ; C_0 为来水污染物质量浓度, mg/L ; x_i 为断面距离, m ; u 为流速, m/s

辽河辽宁境内主要接纳了铁岭的城市污水, 珠尔山断面为铁岭与沈阳市界断面, 该断面以上完全接纳来自铁岭市的废污水, 因此主要对该断面进行水质模拟, 水质参数选择 COD, COD 模拟值与实测监测值误差在 0 ~ 31.8% 之间, 水质模拟结果见图 2。从模拟结果看, 模拟值与实测结果较为一致, 只是在放水初期误差较大, 其主要原因为供水前(枯水期)河流流量小, 流速缓慢, 造成河道内(坑洼)积存一定量的污水, 河床底泥含有大量的有机污染沉积物, 随着供水后流量的突然加大, 致使这一部分污水及污染物集中下泄, 从而导致污染物的浓度突然升高。

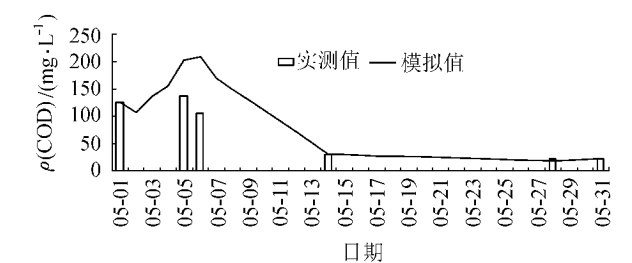


图 2 辽河铁岭珠尔山断面水质模拟值与实测值比较

5 灌溉期冲污水量的确定

冲污水量, 即灌溉期间, 能够使河流水质由劣变优达到不同水质类别所需的水量。以铁岭出界断面珠尔山断面为例, 采用累积流量法, 计算水质由劣 V 类水质改善为不同水质类别所需的水量。模拟计算结果: 珠尔山断面水质达到 V 类标准所需水量 8 668 万 m^3 , 水质达到 III ~ IV 类标准, 并趋于稳定所需水量 9 303 万 m^3 。

6 结果与讨论

从以上分析评价结果可以得出以下结论: ①辽河水质从水体变化总体上看, 灌溉期水质呈逐渐改善趋势, 即水质由严重污染改善到一般污染; ②灌溉期供水初期, 由于河道内积累的大量污水以及河床底泥中的污染物随着流量突然加大而集中下泄, 致使水质恶化; ③灌溉期放水期间, 在城市污水正常排放的情况下, 河流水质变化规律是: 水库供水前, 辽河各断面水质较差, 基本为劣 V 类水质; 水库供水后, 供水上断面水质污染略有改善, 但污染仍十分严重, 仍为劣 V 类水质, 在供水下断面, 放水初期随着流量的增大水质反而恶化, 经过 5 d 左右, 水质开始逐渐好转并趋于稳定, 供水期间(5 月 10 日以后)辽河水质满足或优于农业灌溉用水水质要求, 尤其供水后期水质可以达到 III ~ IV 类水质标准。

根据以上分析, 笔者提出下列建议:

- a. 加大工业废水和城市生活污水的控制和治理力度, 减少废污水排放量, 并实施河流清淤工程。
- b. 在农业灌溉供水前后, 加大入河排污口的监督监测力度, 保证城市污水处理厂的正常运行, 确保废污水达标排放。
- c. 在农业灌溉供水前, 按照市河流水质状况, 以一定的水量对灌溉河道进行冲污, 迅速改善河流水质。
- d. 在农业灌溉供水期间, 提高水质监测频次, 及时提供供水水质信息, 并视水质变化情况科学合理地水量调度, 满足农业灌溉用水水质要求。

参考文献:

[1] 方子云. 水资源保护工作手册 [M]. 南京: 河海大学出版社, 1988: 375-434.
[2] 王华东. 水环境污染概论 [M]. 北京: 北京师范大学出版社, 1984: 190-247.

(收稿日期 2005-08-18 编辑 高渭文)

(上接第 73 页)

- d. 饮用水源地保护与供水安全保障关键技术。饮用水安全是湖泊水污染治理和水环境改善的首要目标。系统深入地研究湖泊水源水质保护对策, 并针对巢湖水源水质污染特征, 研究制水供水全过程“多级保安”关键技术, 即研究水源地清淤、控污、抑制水华等关键技术, 实施受污染水源地水质生物强化净化技术及示范、受污染源水安全净化技术优化集成及工程示范, 建立水源地和供水系统安全预警预报系统与应急控制技术及措施。
- e. 流域水环境管理决策支持系统与水污染防治长效管理机制

建立流域水污染防治技术经济政策体系, 以流域生态文化理念构建流域水环境综合整治一体化和水污染控制多元化模式, 开发水质管理决策支持系统及应用, 研究水污染防治长效管理机制及示范。

参考文献:

[1] 国家环保总局. 2005 年中国环境状况公报 [R].
[2] 何开丽. 巢湖富营养化现状与治理对策 [J]. 环境保护, 2002(4): 22-24.
[3] 屠清瑛, 顾丁锡, 尹澄清, 等. 巢湖——富营养化过程 [M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1990.
[4] 国家环保总局. 2004 年全国环境统计年报 [R].

(收稿日期 2006-06-25 编辑 高渭文)