

高强度人类活动影响下永定河北京段水质水量模拟

夏 军^{1,2}, Hung Hoang Nghia^{1,3}, 曾思栋²

(1.中国科学院地理科学与资源研究所陆地水循环及地表过程重点实验室,北京 100101;

2.武汉大学水资源与水电工程科学国家重点实验室,湖北 武汉 430072; 3.中国科学院研究生院,北京 100049)

摘 要:自然条件下的河流水质模型在高强度人类活动影响的城市河流应用中存在局限性,构建耦合人类活动影响的水质模型是识别城市河流水质变化的关键。针对永定河北京段自然水循环与再生水、循环管线回水及外调水等人类活动相互作用的特点,构建了基于分布式时变增益水文模型与一维稳态的水质过程耦合的模型,分析了不同调水情景下永定河北京段水质变化过程。应用表明该模型在永定河北京段具有良好的适用性,不仅能描述过去天然条件、现状条件下水质过程,同时能应用于未来规划情景下的水质预测,同时表明外调水工程对永定河北京段的水量水质有显著的改善作用。

关键词:永定河北京段;分布式时变增益模型;水质模拟;人类活动

中图分类号:TV213 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-0852(2013)05-0001-06

1 引言

近年,由于不合理使用水资源导致大量工农业废水、生活污水进入江河,造成了我国尤其是城市地区河流的严重污染,并进一步制约了社会经济的发展。从河流水质恶化过程来看,其水质变化受人类活动的影响更大^[1],包括点源与非点源污染的双重作用,并与人类生产活动紧密耦合在一起。研究人类活动影响下河流水质过程是准确识别河流水生态环境变化的关键,同时也是国际前沿水系统科学的一部分^[2],具有重要的现实和科学意义。人类活动影响下河流水质变化过程的研究已经成为普遍关注的重要课题。如李怀恩^[3]等通过统计分析研究了流域人类活动包括人口增长、农事活动与土地利用结构改变与河流水质之间的定量关系。徐华山等^[4]通过改进的分布式 SWAT 水文模型对受强烈人类活动影响(包括水库调节、点源排放以及取用水等)的漳卫南运河流域进行了水量水质模拟。肖生春等^[5]分析了人类活动对黑河水质的影响,并指出人类活动产生的污水在地表地下水转换过程中污染整个水系。岳隽等^[6]通过分析深圳市河流水质与土地利用变化的关系,指出耕地、园地和建设用地的数量对相应

河流水质的有机物污染有明显的正效影响作用。

永定河北京段是北京的五大水系之一,对北京的生态环境保护和水资源供给起着重要作用^[6]。永定河处于我国气候变化最敏感脆弱的区域,同时受高强度人类活动的影响,自 20 世纪以来其水生态环境发生了巨大变化,突出表现在以下两个方面:其一,人类活动如农业开发、城镇化发展等土地利用变化^[7]、水利水保工程建设、地下水开采^[8]等改变了流域下垫面特征,导致水循环产汇流机制的改变,使得永定河地表水资源量不断减少,如三家店以下常年缺水,特别是卢沟桥一年 365 天无水。其二,由于沿河工农业污水排放的点源和上游非点源污染使得永定河水质急剧恶化,官厅水库被迫于 1997 年退出北京市生活水资源供给水源地^[9],随着北京市经济发展的需求以及水供需矛盾的日益突出,改善永定河北京段的水生态环境迫在眉睫。为此北京市制定了永定河水生态修复的综合规划,并将永定河定位为“京西绿色生态走廊与城市西南生态屏障”^[10]。

永定河北京段水生态修复问题的关键之一是准确描述高强度人类活动(包括工农业生活取用水、点源排污、人工循环管线、人工湖泊、外调水、城市再生水利用等)影响下河流水质变化特征,构建能反映永定河过去

收稿日期:2012-12-27

基金项目:北京市科技计划重大项目资助课题(D090409004009004)

作者简介:夏军(1954-),男,湖北孝感人,教授,博士生导师,主要从事陆地水文学及水资源研究。E-mail: xiaj@igsnr.ac.cn

Hung Hoang Nghia 为中国科学院的越南留学生

水污染严重的天然河道到现在干涸的河道继而规划未来的多水源调配的人工重建河道的水质模型是识别永定河水生态问题的重要工具。基于此本文以较为常用的托马斯 BOD-DO 模型耦合分布式时变增益模型为基础,结合永定河北京段特点,构建耦合人类活动影响的永定河北京段水质模型,为永定河北京段的水生态环境修复提供科学基础。

2 研究区概况及数据

永定河是海河流域的七大水系之一,流经内蒙古、山西、河北,途径官厅水库进入北京市,全长 747km,流域面积 47 016km²。该区地处干旱和湿润气候的过渡地带,属中纬度大陆性季风气候,春季干旱多风,夏季炎热多雨,秋季凉爽湿润,冬季寒冷干燥。流域多年平均降水不足 450mm,且径流量年内分配很不均匀,80%左右集中在汛期。永定河北京段从官厅水库至固安约 170km,总面积 3 168km²,其中官厅山峡段(官厅水库

至三家店)2 491km²,平原区(三家店以下至固安)677km²,如图 1 所示。

永定河北京段水量水质的变化不仅受官厅水库调度、沿河社会经济生活取水及排污的影响,在平原区三家店至卢沟桥区段,随着永定河绿色生态走廊“五湖一线”工程包括循环管线工程、人工湖泊(从三家店往下游依次门城湖、莲石湖、园博湖、晓月湖以及宛平湖)、再生水调度工程(清河再生水厂和小红门再生水厂)、经由大宁水库通过泵站到三家店的外调水工程(示意图见图 2)的建设,也必将对永定河北京段流域水量水质产生影响,该段是北京市西郊重点建设区域,分析该段自然人工条件下水量水质变化特征具有重要意义。

本研究采用的数据包括:永定河北京段 17 个雨量站以及 3 个气象站的 1956~1965 年气象数据(日降雨、最高最低气温、风速、相对湿度、日照时间等);流域地理信息数据包括从美国地质调查局提供的 GTOPO30 公共域中获取的 DEM (Digital Elevation

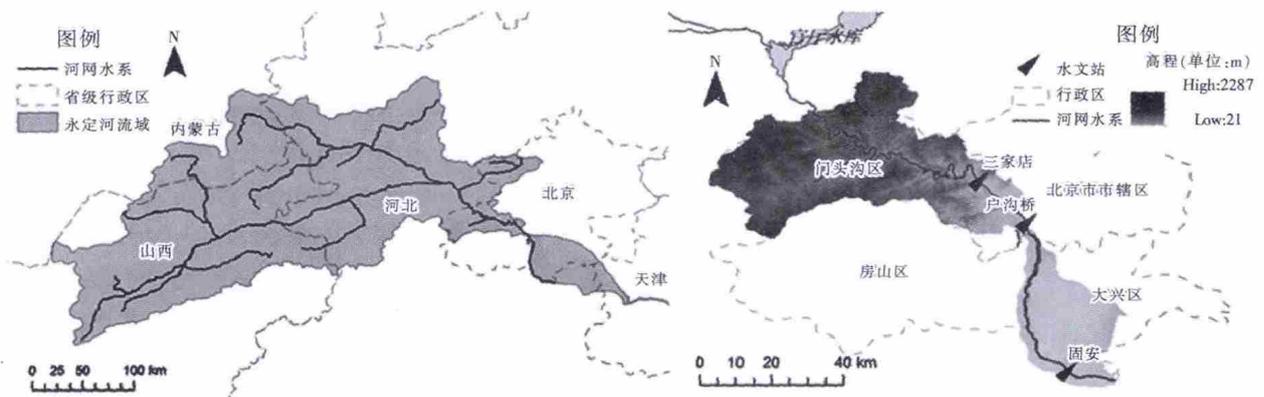


图 1 永定河及其北京段地理位置与水文站空间分布图
Fig.1 The Yongdinghe River basin and distribution of the hydrometry stations in the Beijing reach

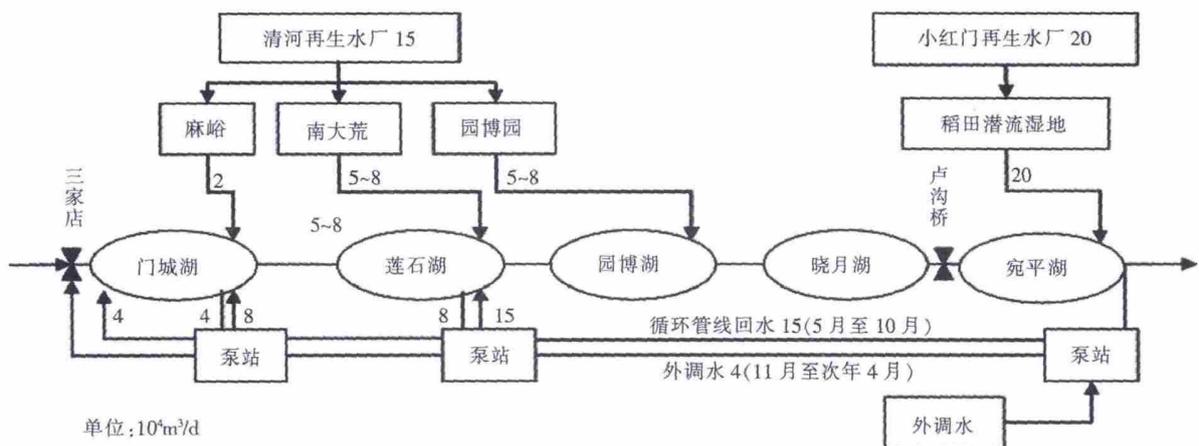


图 2 三家店~卢沟桥生态修复工程示意图
Fig.2 Description of the ecological remediation in the Sanjiadian-Lugouqiao Reach

Model)图(分辨率为 500m×500m),土壤空间分布和土地利用空间分布资料来源于中国科学院地理科学与资源研究所土壤数据库(分辨率为 1km×1km);水质数据包括氨氮和 COD 浓度,通过实际监测获得,具体见表 1、表 2,采样点空间分布如图 3 所示。

表1 2010年10月8日采样
Table1 The samples on October 8, 2010

编号	水温/°C	pH	DO/mg·L ⁻¹	COD/mg·L ⁻¹	氨氮/mg·L ⁻¹
1	17.50	8.89	8.59	18.00	0.25
2	17.30	9.93	12.67	52.00	0.39
3	17.80	7.96	2.28	80.00	5.41
3	18.60	8.28	6.38	81.00	5.09
4	20.00	8.39	6.06	80.00	>5.41
4	17.80	8.17	5.70	96.00	>5.41
5	17.70	8.94	11.41	27.00	2.36
6	17.70	8.94	11.15	21.00	0.17

表2 2012年11月4日采样
Table2 The samples on November 4, 2012

编号	水温/°C	pH	DO/mg·L ⁻¹	COD/mg·L ⁻¹	氨氮/mg·L ⁻¹
1	7.4	8.25	10.61	19	0.05
3	10.8	8.31	7.87	34	9.35
3	11.4	8.43	10.3	37	6.25
4	13.9	8.29	1.04	94	20.25
5	10.8	9.13	12.03	28	0.12
6	10.4	8.97	13.33	10	0.05
7	11.2	8.5	14.93	84	0.3
8	11.2	8.34	8.02		
9	10.6	8.9	11.55	10	0.09
10	9.7	9.04	13.94		
11	9.6	8.78	13.71	10	0.07
12	9.3	8.78	11.95	6	0

3 永定河分布式时变增益模型与水质模型的耦合

永定河分布式时变增益模型(DTVGM)与水质模型的耦合是通过单元水循环与陆面产污的耦合以及河道水动力学与河流水质模型的耦合实现的,包括自然水循环过程,水质迁移转化过程和人类活动过程,其基本结构如下:

(1)水文物理过程。模型产流发生在每个水文单元上,产流模型在垂直方向上分三层:地表以上产生地表径流,表层土壤产生壤中流,深层土壤主要产生基流。模型汇流结合动力网络的理论,将河网建立成无尺度网络,又将网络分成坡面与河道两部分来进行汇流计算。在每个节点内用运动波计算,节点间通过网络连接汇流计算^[11]。

(2)人类活动过程。永定河人类活动过程主要包括工农业生活用水、南水北调引入水分配、再生水与循环管线工程。其中农业灌溉用水由灌溉的面积及作物的种类决定,工业用水和生活用水主要基于工业产值以及人口数量等。南水北调引入水作为永定河生态修复的重要水源之一,对永定河水量水质的改善具有重要作用,同时南水北调水还用于京、津、冀、豫等多个省份的工农业及生活用水的供给,因此必须合理配置其生态用水,模型中根据规划调度方案进行动态分配。永定河北京段人类活动的重要特点是再生水及循环管线工程的模拟,模型中通过对人工泵水的模拟实现永定河再生水及循环回水的模拟。

(3)水质过程。DTVGM 水质模拟过程包括陆面产污过程、河道污染物迁移转化过程、湖泊水体污染物质过程以及人工调控下污水团运移过程。这 4 个模块的计算单元与水文模型所划分的子流域一致,实现分布式水量模型与水质模型的无缝链接。其中河道水质模拟采用 QUAL-2E 模型。该模型是美国环保局研制的一个以溶解氧为中心的多变量的综合性河流水质模型,可模拟河道中溶解氧、BOD 等多种不同水质指标的变化过程。

此外,对永定河北京段重点区域(三家店至卢沟桥)进行水质模拟采用托马斯 BOD-DO 模型。托马斯 BOD-DO 模型是一维稳态河流斯特里脱-菲尔普斯 BOD-DO 模型的一种修正形式。由托马斯所提出的这种水质模型,既考虑了 BOD 的降解和 DO 的耗氧与复氧作用,还考虑了 BOD 的沉浮作用,从而可区分开 BOD 的降解与 BOD 沉浮所引起的两种不同 BOD 变

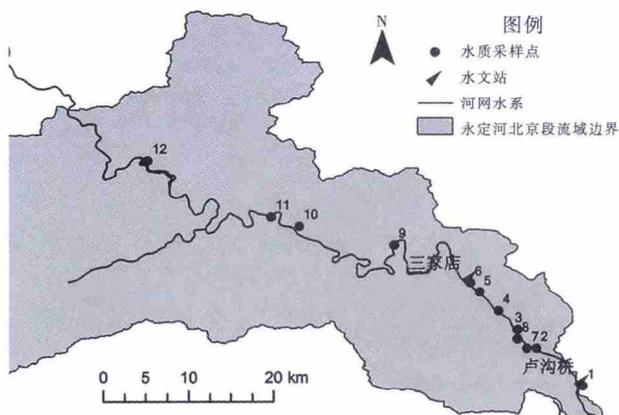


图3 水质采样点空间分布图示意图

Fig.3 Distribution of the water quality sampling points

化,较好地反映了由于悬浮物吸持沉降和再悬浮作用对河水 BOD 的影响。本文采用托马斯 BOD-DO 模型对三家店至卢沟桥复杂人工条件下的水质模拟进行参数率定及情景分析。

BOD 在水中的变化方程:

$$L_t=L_0\exp(-kt) \quad (1)$$

$$BOD_t=L_0-L_t=L_0(1-\exp(-kt)) \quad (2)$$

式中: L_0 为 BOD 初始浓度。 L_t 为 t 时刻水中的 BOD 值。通过级数展开取前 3 项项得到:

$$BOD_t=L_0(kt)\left(1+\frac{1}{6}kt\right)^{-3} \quad (3)$$

$$\left(\frac{t}{BOD_t}kt\right)^{1/3}=(kL_0)^{-\frac{1}{3}}+\frac{k}{6L_0^{1/3}}t \quad (4)$$

则实际计算中通过和初始值可求出降解速率。

4 永定河流域 DTVGM 模型与水质模型耦合的应用

(1)资料预处理

本文将永定河北京段划分为 52 个子流域如图 4 所示。考虑到研究区地形变化不大且站点分布均匀,参照周边北京、怀来,霸州三个站点对缺测的降水资料采用多元回归分析进行插补延长,然后采用距离方向法将站点降水和蒸发数据按照子流域进行插值。

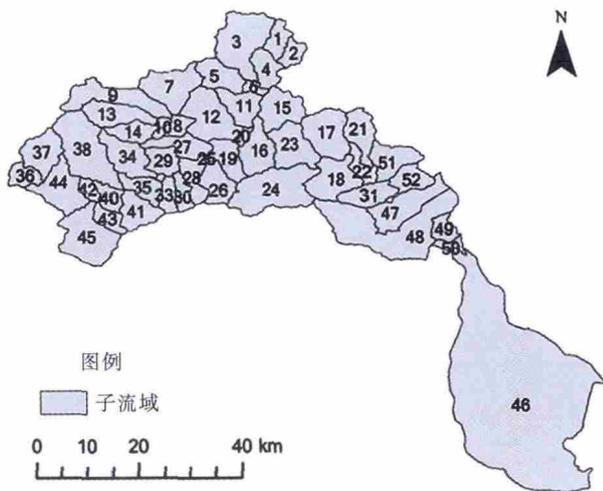


图 4 永定河子流域划分

Fig.4 Division of the sub-basins of the Yongdinghe River Basin

(2)天然情况下永定河北京段水量水质联合模拟

该研究认为 1956~1965 年受人类活动影响较小,假定为天然情况,采用这一时段率定模型产汇流参数,为天

然情况下产汇流参数。同时进行模型参数的敏感性分析,然后在此基础上,采用这套天然条件下产汇流参数模拟 2000~2009 年各水循环要素。率定参数包括:①水量参数:产流计算参数 g_1, g_2 ; 土壤水最小含水量 W_{mi} ;上层饱和土壤含水量 WM ;河道有效水力传导率 rch_k 。②水质参数:氨氮的氧化速率 $BC1$;氨氮的沉降速率 $RS3$;COD 氧化速率 $RK1$ 以及 COD 的沉降速率 $RK3$ 。水量参数的率定依据三家店和卢沟桥站的径流观测资料;而水质参数则参考两次采样化验的平均结果进行粗略的率定。模型参数自动优选采用 SCE-UA 优化算法。得到水量参数如表 3 所示,日尺度模拟效果如图 5 所示,从统计表 4 可见模拟的相关系数较高,相对误差较小,总体模拟效果符合要求。

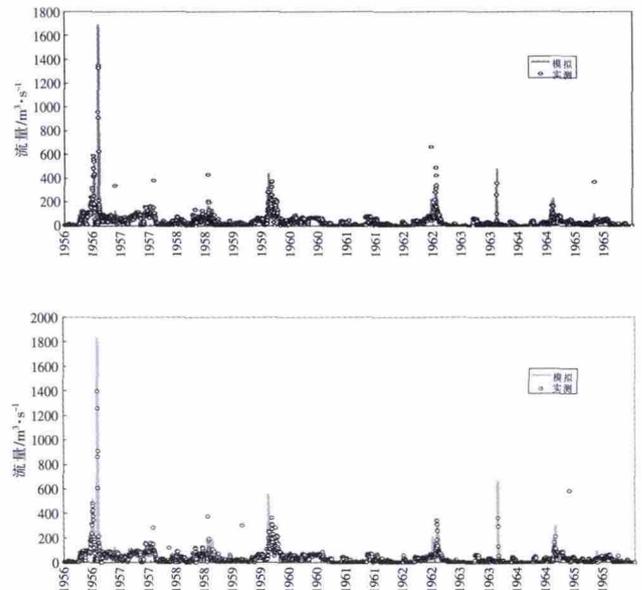


图 5 三家店和卢沟桥水量实测模拟对比图

Fig.5 Comparison between the simulated and observed water quantity at the Sanjiadian and Lugouqiao stations

表3 研究区分布式水量水质耦合模型的取值范围

Table3 The value range of the distributed coupling model for the water quantity and quality in the study area

参数	三家店上游	三家店-卢沟桥区间	
水量参数	g_1	0.05	0.05
	g_2	0.50	0.50
	W_{mi}	0.07	0.07
	WM	0.20	0.20
水质参数	$rch_k(mm/hr)$	12.00	48.00
	$BC1(day^{-1})$	0.10	0.10
	$RS3(mg/m^2day)$	-30.00	-20.00
	$RK1(day^{-1})$	0.05	0.02
	$RK3(day^{-1})$	-0.20	-0.30

表4 分布式水量水质耦合模型模拟结果
Table4 The simulated results of the distributed coupling model for water quantity and quality

	水量		氨氮		COD
	相对误差	相关系数	效率系数	相对误差	相对误差
三家店	-0.08	0.90	0.70	0.00	0.18
卢沟桥	-0.16	0.89	0.53	-0.38	-0.06

(3) 现状情况下三家店至卢沟桥重点区域的水量水质模拟

采用天然情况下率定的参数对永定河北京段现

状进行水量模拟,其水量平衡模拟结果见表5,从结果可知,模拟的出流量与实测出流量基本一致,水量平衡误差较小,表明率定的水量参数在现状情况能够较好的反映永定河北京段现状水循环特征。

在三家店至卢沟桥重点区域主要分析 COD 的变化过程,通过公式(4)采用图解法求的各湖的水质参数,门城湖、莲石湖、圆博湖、晓月湖以及宛平湖的 COD 降解系数分别为 0.280、0.260、0.230、0.273 和 0.273。其模拟效果如图 6 所示,可见模拟结果基本一致,能够反映其变化特征。

表5 永定河北京段2000~2009年水量平衡分析

Table5 Balance analysis of the water quantity in the Beijing reach of the Yongdinghe River from 2000 to 2009

年	降雨/mm	潜在蒸散发/mm	官厅出流/m ³ ·s ⁻¹	山峡段平均	城市段平均	模拟流量/m ³ ·s ⁻¹	实测流量/m ³ ·s ⁻¹	水量平衡误差
				ET/mm	ET/mm			
2000	443.9	1093.8	9.09	313.8	333.1	0.8	0	0.84
2001	390.3	1086.4	6.81	292	322	0	0	0.01
2002	407.1	1064.9	4.92	306.1	331.2	0	0	0.01
2003	446.6	983	5.58	330.4	329.8	0	0	0.02
2004	467.1	1046.7	4.91	358.4	411.5	0	0	0.01
2005	428.5	1053.1	6.15	324.5	381	0	0	0.01
2006	379.2	973.9	3.62	271.5	325.4	0	0	0.01
2007	467.4	1031.7	2.02	354.9	352.5	0	0	0.01
2008	543	1000.7	1.36	404.8	445.1	0	0.1	-0.04
2009	465.6	1056.9	2.03	333.4	424.9	0	0	0.01

(4) 规划人工重建河道后不同调水情景下的水质模拟

根据规划的未来人工重建河道以及再生水及循环管线工程的运行条件及现状情况下三家店上游来水为边界条件,以现状水量水质状况为初始条件。在不同的外调水情景下永定河的水量水质将发生变化,主要分析外调水一期(7×10⁴m³/s)和二期(9×10⁴m³/s)调水完成情景下水量水质变化(见表6、图6)。在人工重建河道上,三家店 COD 浓度为 27.14mg/L,调水一期完成后,三家店泄流量增达到 18.10m³/s;库内水质有所改善 COD 浓度降为 23.62mg/L。调水二期完成后,泄流量进一步增加,达到 18.74m³/s;库内水质进一步改善,COD 浓度减小为 17.47mg/L。对于卢沟桥断面来看,人工重建 COD 浓度为 17mg/L 调水一期完成后,断面流量达到 18.10m³/s;水质有所改善 COD 浓度变化减小为 10.43mg/L;调水二期完成后,流量又有一定增加达到 19.03m³/s, COD 指标浓度减少为 7.28mg/L。

从图 5 可知,从三家店至卢沟桥人工重建河道

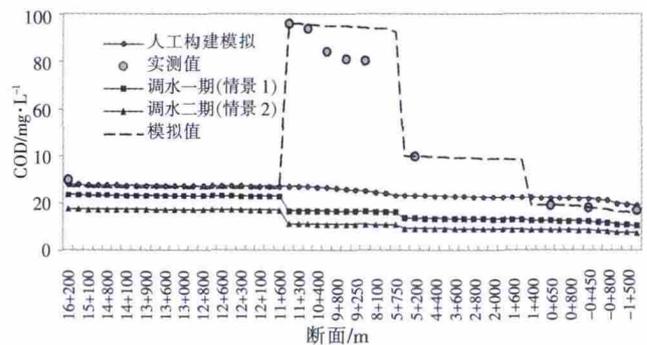


图6 三家店至卢沟桥各断面模拟实测对比、人工构建及调水情况下水质模拟

Fig.6 Comparison between the simulated and observed at the various sections, and the simulated water quality in the condition of water structures and water regulation in the Sanjiadian-Lugouqiao reach

加入再生水、循环管线工程看相对现在水质有一定的提高,尤其是在莲石湖提高显著,同时在调水一期和调水二期情况下各断面的 COD 浓度都有所减少,表明调水工程对永定河北京段水量水质改善的重要作用。

表6 不同调水情景下三家店断面的水量水质变化
Table6 The change of water quantity and quality
at the Sanjiadian section under the conditions of water regulation

情景	断面	径流量/ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	COD/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$
调水一期	三家店	18.10	23.62
	卢沟桥	18.37	10.43
调水二期	三家店	18.74	17.47
	卢沟桥	19.03	7.28

5 结论

通过构建耦合高强度人类活动影响的永定河分布式时变增益模型对永定河北京段的水量水质进行联合模拟,并对人类活动影响强烈的三家店至卢沟桥段包括循环管线工程、再生水工程以及外调水工程影响下的水量水质变化过程进行重点分析,得出以下结论:

(1) 天然情况下的水质模拟不适用于在人类活动影响强烈的城市河流。必须针对其具体情况,构建耦合各种工程非工程措施的模块,为准确的识别其水量水质变化过程提供基础。

(2) 本文构建的永定河分布式水文模型耦合托马斯 BOD-DO 水质模型,应用于永定河过去及现状情况下的水量水质模拟。模拟效果较好,能够反映其天然情况下及现状情况下的水循环变化特征。

(3) 调水工程对于永定河水量水质的改善具有显著地效果。在调水工程一期和二期结束后,永定河北京段的水量将增大,同时 COD 浓度将进一步减少。

本文构建的模型应用于永定河北京段的模拟。但是实际监测水质资料的不足仍然限制了水质模型的准确模拟。此外,本文采用的是一维稳态的河流水质模型,需要进一步构建非稳态的模型以期提高水质模拟精度。

致谢:本论文研究中相关的一些监测资料和分析,还得到刘培斌、张士峰、张永勇等的帮助与支持,一并感谢。

参考文献:

- [1] 李怀恩,李越,蔡明,等. 河流水质与流域人类活动之间的关系[J]. 水资源与水工程学报,2004,15(1):24-28. (LI Huaen, LI Yue, CAI Ming, et al. Relationships between river water quality and human activities in watershed [J]. Journal of Water Resources & Water Engineering, 2004, 15(1): 24-28. (in Chinese))
- [2] 夏军. 变化环境下水循环与水系统科学的研究与展望[J]. 水资源研究, 2012, 1(3): 21-28. (XIA Jun. Development and perspective on water cycle & water system sciences [J]. Journal of Water Resources Research, 2012, 1(3): 21-28. (in Chinese))
- [3] 徐华山,徐宗学,唐芳芳,等. 强烈人类活动影响流域的水量水质模拟[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2012, 48(5): 542-549. (XU Huashan, XU Zongxue, TANG Fangfang, et al. Integrated simulation of water quantity and quality in river basins strongly affected by human activities [J]. Journal of Beijing Normal University (Natural Science), 2012, 48(5): 542-549. (in Chinese))
- [4] 肖生春,肖洪浪. 近百年来人类活动对黑河流域水环境的影响[J]. 干旱区资源与环境, 2004, 18(3): 57-62. (XIAO Shengchun, XIAO Honglang. The impact of human activity on water environment of Heihe river basin in last century [J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2004, 18(3): 57-62. (in Chinese))
- [5] 岳隽,王仰麟,李正国,等. 河流水质时空变化及其受土地利用影响的研究——以深圳市主要河流为例[J]. 水科学进展. 2006, 17(3): 359-364. (YUE Juan, WANG Yanglin, LI Zhengguo, et al. Spatial-temporal trends of water quality and its influence by land use: A case study of the main rivers in Shenzhen [J], Advances in Water Science, 2006, 17(3): 359-364. (in Chinese))
- [6] 钟佳,魏源送,王亚炜,等. 社会经济发展对永定河流域(北京段)与温榆河流域地下水的影响分析 [J]. 环境科学学报, 2011, 31(9): 1826-1834. (ZHONG Jia, WEI Yuansong, WANG Yawei, et al. Impact of socioeconomic development on groundwater in Yongding River (Beijing reach) and Wenyu River watersheds [J]. Acta Scientiae Circumstantiae, 31(9):1826-1834. (in Chinese))
- [7] 王海平,冯仲科,孙赫,等. 北京市永定河流域土地利用/覆盖变化研究 [J]. 林业调查规划, 2011, 36(3): 15-20. (WANG Haiping, FENG Zhongke, SUN He, et al. Study on land use-cover change of Yongding River watershed in Beijing [J]. Forest Inventory and Planning, 2011, 36(3): 15-20. (in Chinese))
- [8] 程大珍,陈民,史世平,等. 永定河上游人类活动对降雨径流关系的影响[J]. 水利水电工程设计, 2001, 20(2): 19-21. (CHEN Dazhen, CHEN Min, SHI Shiping, et al. The influence of human activities on rainfall-runoff relation in upper part of the Yongdinghe River basin [J]. Design of Water Resources & Hydroelectric Engineering, 2001, 20(2): 19-21. (in Chinese))
- [9] 梁涛,张秀梅,章申. 官厅水库及永定河枯水期水体氮、磷和重金属含量分布规律[J]. 地理科学进展, 2001, 20(4): 341-346. (LIANG Tao, ZHANG Xiumei, ZHANG Shen. The study of distribution of N, P and heavy metals in Guanting reservoir and Yongdinghe River[J]. Progress in Geograophy, 2001, 31(9): 1817-1825. (in Chinese))
- [10] 于淼,魏源送,刘俊国,等. 永定河(北京段)水资源、水环境的变迁及流域社会经济发展对其影响 [J]. 环境科学学报, 2011, 31(9): 1817-1825. (YU Miao, WEI Yuansong, LIU Junguo, et al. Impact of socioeconomic development on water resource and water environment of Yongding River in Beijing [J]. Acta Scientiae Circumstantiae, 2011, 31(9):1817-1825. (in Chinese))
- [11] 夏军,王纲胜,谈戈,等. 水文非线性系统与分布式时变增益模型 [J]. 中国科学 D 辑, 2004,34(11):1062-1071. (XIA Jun, WANG Gangsheng, TAN Ge, et al. Hydrological nonlinear systems and distributed time variant gain model [J]. Science in China (Series D-Earth Sciences), 2004,34(11):1062-1071. (in Chinese))

(下转第 27 页)

等经济社会发展的服务支撑能力。

(2)随着水文建设投入的逐年加大,长期以来形成的水文基础设施陈旧老化、仪器设备落后、测报能力低的局面得到了较大的改观,基础设施的整体水不断提升,尤其是一批先进仪器设备得到推广和应用,显著提高水文测报的准确性和时效性,明显增强了水文测报和信息服务能力。

(3)水文部门高度重视人才队伍建设,在确保职工队伍稳定的同时,加大人才引进力度,加强业务技能培训,开展在职职工再教育等,职工队伍整体队伍素质不断提高,人才结构不断优化,有效保障了各项业务工作的开展。

(4)随着水文在经济社会发展中基础性和公益性特点的日益显现,水文的社会地位日益提升,水文工作得到了各级政府和社会各界的高度关注和大力支持,

水文投入力度逐年加大,为水文事业发展、水文基础设施建设和水文业务工作的顺利开展提供了有力保障。

参考文献:

- [1] 水利部水文局. 2000 全国水文统计年报[R].2001. (Bureau of Hydrology, MWR. 2000 Annual report of national hydrological statistics[R]. (in Chinese))
- [2] 水利部水文局. 2005 全国水文统计年报[R].2006. (Bureau of Hydrology, MWR. 2005 Annual report of national hydrological statistics[R].(in Chinese))
- [3] 水利部水文局. 2010 全国水文统计年报.2011. (Bureau of Hydrology, MWR. 2010 Annual report of national hydrological statistics. (in Chinese))
- [4] 水利部水文局. 全国水文基础设施“十一五”建设规划[M]. 武汉:长江出版社,2009.(Bureau of Hydrology, MWR. Plan of Hydrological Fundamental Facilities in 11th “5-year” Construction [M]. Wuhan: Yangtze River Press, 2009. (in Chinese))

Interpreting Development of Hydrologic Services Based on Hydrologic Statistics

WEI Xinping, ZHANG Shuna

(Bureau of Hydrology, MWR, Beijing 100053, China)

Abstract: The national hydrological statistics is very important in making hydrology development plan and guiding the hydrological industry management in China. This paper made a comparative analysis of the important indicators of the development between the 10th “5-year plan” and 11th “5-year plan”, such as hydrological network, hydrology department’s floor space, practitioners, facilities and equipment, employed persons, funds investment and other indexes. The results show that the national hydrological network has got in reasonable distribution with observation items being complete and functions increased; The production and office space, investment in equipment and facilities have been increased, and the advanced equipment have been popularized; The hydrometry has been changed from the traditional way to the modern way. The number of the practitioners is growing, and their quality has been improving constantly; Hydrology funds investment has increased considerably.

Key words: hydrology; statistics; development

(上接第6页)

Modeling of Water Quality in Beijing Reach of Yongdinghe River under High Strength Human Activities

XIA Jun^{1,2}, HUNG Hoang Nghia^{1,3}, ZENG Sidong²

(1. Key Laboratory of Water Cycle & Related Land Surface Processes, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China; 2. State Key Laboratory of Water Resources and Hydropower Engineering Science, Wuhan University, Wuhan 430072, China; 3. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: The natural river water quality model is usually not applicable in city rivers under high strength human activities; and the water quality model coupling human activities such as water structures is necessary for simulation of the water quality in rivers under the both natural and human activity conditions. In this paper, a water quality model coupling water cycling, water diversion and circulation line engineering with the natural processes was developed to describe the complex water quality processes based on the Distributed Time Variant Gain Model (DTVGM) and one-dimensional stable-state model, which can be used under different scenarios both in the past and future. The results show that the model performs well in the basin. Furthermore, the model was used to analyze the influence of different scenarios of water diversion on the water quality in the river reach. The results also show that the water quality will be improved after the first and second diversion projects, which can provide certain scientific basis for the protection of the water ecological environment in the basin.

Key words: Beijing Reach of the Yongdinghe River; DTVGM; simulation of water quality; human activity