DOI:10.15928/j.1674-3075.2017.05.003

东圳水库水质模拟预测及污染物总量控制研究

巫丽俊[1],黄晓庆[2],孙 华[1]

(1.南京国环科技股份有限公司,江苏 南京 210042; 2.上海市青浦区白鹤水务所,上海 青浦 201700)

摘要:研究东圳水库水质变化趋势,计算工程实施后的污染物削减量,为水质保护提供依据。利用SMS模型基于二维不可压缩流体运动方程,建立东圳水库水域二维水流水质数学模型,采用有限单元法,模拟预测东圳水库水环境状况,主要水质分析指标为高锰酸盐指数、氨氮、总氮和总磷。预测结果表明,按目前污染物排放状况,2018年东圳水库水体中污染物含量为氨氮0.14~0.21 mg/L(II类水质)、COD 3.3~3.9 mg/L(III类水质)、总磷0.052~0.062 mg/L(IV类水质),总氮1.1~1.6 mg/L(IV类水质)。实施社会经济调控、污染源防治和生态保育工程后,2018年,预计东圳水库高锰酸盐指数、氨氮、总氮和总磷共排放1 616.6、163.7、1 182.4和155.5 t/a,分别削减了1 501.8、439.9、756.4和105.2 t/a;总氮0.4~0.8 mg/L、总磷0.022~0.032 mg/L,降幅均达到50%以上,达III类水质标准;COD 2.0~3.0 mg/L、氨氮0.11~0.18 mg/L,达到II类水质标准。提出的实施方案对保护东圳水库的水质具有建设性意义,水体水质目标可达。

关键词:水质模拟预测;污染物控制;总氮;总磷;东圳水库

中图分类号:X824 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-3075(2017)05-0014-07

东圳水库位于木兰溪支流延寿溪上,地处福建省莆田市区西北8 km的城厢区常太镇松峰村,是莆田市唯一的一座大型水库。水库于1958年6月兴建,1960年4月竣工并投入运行。水库核准水位88.1 m,设计正常蓄水位80.5 m,相应库容为2.827亿m^3,死库容400万m^3,相应水位高程50.0 m。水库正常水位水面积为18.20 km^2。东圳水库是一座集供水、灌溉、防洪和发电等功能为一体的综合性大型水利枢纽工程。水库1972年开始给工业供水,1978年开始给城镇供水,目前主要供应莆田市城厢区、荔城区及秀屿区大部分地区约150万人的生活和生产用水,年供水量约8 500万m^3。但从20世纪90年代开始的大面积开山砍林种果,人工林面积特别是人工经济林面积明显扩大。现在虽然森林覆盖率较高,但是由于库区周围大量种植枇杷,果园常年松土除草,地表植被破坏致土壤裸露疏松,保水能力差,受雨水直接冲刷而造成大面积水土流失,东圳水库的水质保护亟需提上日程。

本文以维护东圳水库水生态健康为目标,以水库水质和水生态改善为核心,以污染物减排为主线,调研流域生态环境、社会经济等现状,解析污染源现状,并通过构建东圳水库库区二维水动力水质数学模型,模拟分析水库在不采取生态保护措施的情况下,规划年污染物指标的污染分布情况。在此基础上,基于流域角度,统筹流域的社会、经济、环境发展,制定东圳水库社会经济调控、污染防治、生态保育、生态环境监管等方案,计算各项工程实施后的污染物削减量,并利用二维模型进一步预测工程实施后东圳水库水质变化趋势,检验是否满足水库水质保护要求。

1 SMS水动力模型

1.1 模型介绍

SMS(Surface Water Modeling System)水动力学软件是由美国Brigham大学环境模型研究实验室开发的,该软件可用于模拟和分析地表水的运动规律,并包括前后处理软件。它包含一、二维有限单元模型、有限差分模型,以及三维水动力学模型。软件包含的模块可模拟分析水动力、水质、波浪、泥沙等计算要素。这些模块中既有恒定流模块也有非恒定流模块。

本次模拟利用SMS模型基于二维不可压缩流体运动方程,建立东圳水库水域二维水流水质数学模型,采用有限单元法,模拟预测东圳水库水环境状

收稿日期:2016-07-18

作者简介:巫丽俊,1981年生,女,工程师,河海大学环境工程硕士,主要从事环境影响评价及水环境综合整治研究。E-mail:W1981@126.com

通信作者:黄晓庆,主要从事水环境模型计算研究。E-mail:493497785@qq.com

况,主要水质分析指标为高锰酸盐指数、氨氮、总氮和总磷。采用三维潮波方程沿深度积分推导得出二维不可压缩流体运动方程(Leendertse JJ,1990;马太玲,2007),方程组包括 1 个连续方程、2 个运动方程和一个污染物守恒方程,基本方程如下:

$$\frac{\partial h}{\partial t}+\frac{\partial(hu)}{\partial x}+\frac{\partial(hv)}{\partial y}=0 \tag{1}$$

$$h\frac{\partial u}{\partial t}+hu\frac{\partial u}{\partial x}+hv\frac{\partial u}{\partial y}-\frac{h}{p}\left(E_{xx}\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+E_{xy}\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right)+gh\left(\frac{\partial z}{\partial x}+\frac{\partial h}{\partial y}\right)+\frac{gun^2}{h^{1/3}}(u^2+v^2)^{1/2}-\gamma_a^2\rho_a\omega^2\cos\psi-2hwv\sin\varphi=0 \tag{2}$$

$$h\frac{\partial v}{\partial t}+hu\frac{\partial v}{\partial x}+hv\frac{\partial v}{\partial y}-\frac{h}{p}\left(E_{yx}\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}+E_{yy}\frac{\partial^2 v}{\partial y^2}\right)+gh\left(\frac{\partial z}{\partial y}+\frac{\partial h}{\partial y}\right)+\frac{gvn^2}{h^{1/3}}(u^2+v^2)^{1/2}-\gamma_a^2\rho_a\omega^2\sin\psi-2hwv\sin\varphi=0 \tag{3}$$

$$\frac{\partial c}{\partial t}+u\frac{\partial c}{\partial x}+v\frac{\partial c}{\partial y}-\frac{\partial}{\partial x}\left(D_x\frac{\partial C}{x}\right)-\frac{\partial}{\partial y}\left(D_y\frac{\partial C}{y}\right)+KC\pm S=0 \tag{4}$$

式中:h 为水深,m;x,y 为正交坐标,m;u,v 为 x,y 方向的流速分量,m/s;ρ 为水的密度,kg/m^3;ρ_a 为空气的密度,kg/m^3;E 为涡粘性系数,Pa 性系;g 为重力加速度,m/s^2;Z 为湖底的高程,m;n 为糙率系数;γ_a^2为风剪切应力系数;ψ 为风的方向与 X 方向的逆时针夹角,0 ~ 360°;ω 为地球自转的角速度,rad/s;w 为当地的纬度;C 为湖中污染物的浓度,mg/L;D_x,D_y 为 x,y 方向的扩散系数,m^2/s;K 为有机物的生物化学降解系数,d^{-1};S 为源与漏。

对上述非线性偏微分方程采用有限单元法计算,将控制方程分别在时间和空间上进行离散,其中时间离散采用差分法,空间离散采用有限单元法。通过伽辽金加权余量法把控制方程组的偏微分方程转化为线性方程,求解线性方程组,得到控制方程组的数值解。

1.2　模型的边界条件和参数设置

模型上游边界条件分别设置于东圳水库上游 4 个主要入库河流处,分别为延寿溪、院里溪、东太溪、西太溪入库断面;模型下游边界位于东圳水库水电站下游出口。采用三角形网格对模型进行剖分,地形复杂区域及工程临近区域网格布置较密,网格间距 50 ~ 100 m,网格数 8 348 个,采用三定点六节点网格,网格节点 17 590 个。水系图如图 1,网格剖分情况如图 2,地形插值如图 3。

图 1　东圳水库库区政区水系

Fig. 1　Map of administrative area for the Dongzhen reservoir drainage area

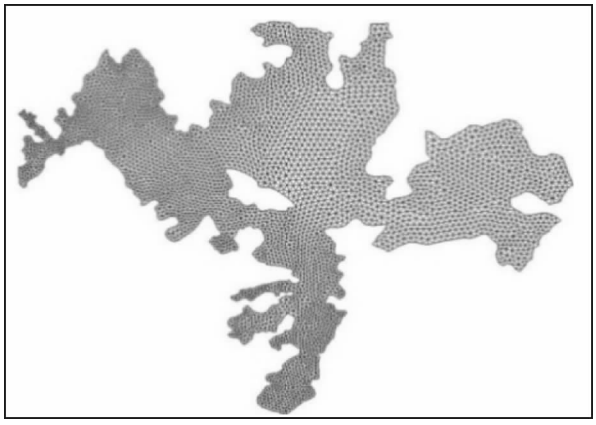

图 2　东圳水库模型计算网格剖分

Fig. 2　Dongzhen reservoir model cells

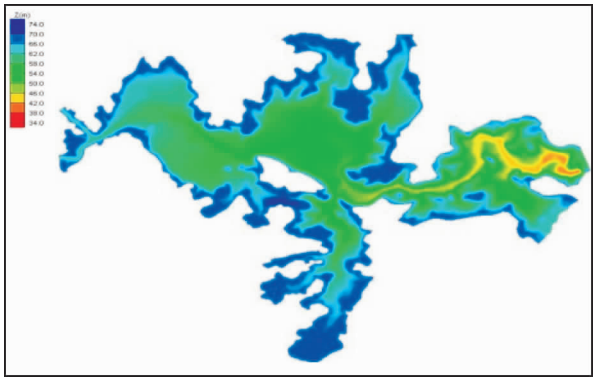

图 3　模型概化水下地形

Fig. 3　Model bathymetry

1.2.1　模型边界条件设置　模型边界条件主要包括初始条件(水位、流速和水质)和边界条件,详细设置如下。

初始条件:水位初始值取计算常水位 80.5 m,流速取为 0,水质初始值根据现状监测情况取平均值输入,初始值不同,计算中迭代次数不同,但不会影响最终模拟计算结果。

边界条件:湖泊的边界条件有2类,即开边界和闭边界。对于模型研究区域入流及出流边界为开边界,陆地边界为闭边界,如图4。

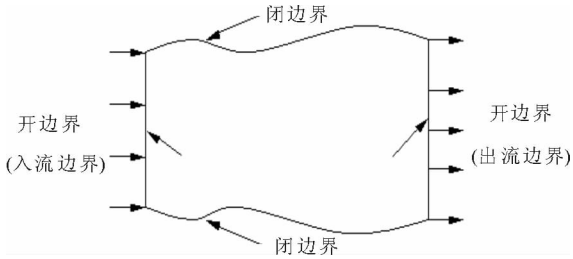

图4 计算区域的边界

Fig. 4 Boundaries of the computational region

流场计算时,在闭边界上:$u_n = u_n^*$(通常 $u_n^* = 0$)或者 $q_n = q_n^*$(通常 $q_n^* = 0$)。

在开边界上:对于入流边界,有几种情况:

① $u_n = u_n^*$ 且 $u_s = u_s^*$;② $q_n = q_n^*$ 且 $q_s = q_s^*$;

③ $H = H^*$ 且 $u_s = u_s^*$;④ $H = H^*$ 且 $q_s = q_s^*$。

对于以上4种情况的入流边界,通常 $u_s = q_s = 0$;出流边界,$H = H^*$。

式中:u_n、u_s 为边界上的外法向及切向速度分量;u_n^*、u_s^* 为边界上的外法向及切向速度分量给定值;q_n、q_s 为边界上的单位宽流量分量;q_n^*、q_s^* 为边界上的单位宽流量分量给定值;H 为边界上的水深;H^* 为边界上水深给定值。

浓度场计算中,对于闭边界,污染物浓度通量为0。即:

$$D_n \frac{\partial c}{\partial n} = 0 \tag{5}$$

对于入流边界条件,采用边界点浓度控制边界。对于出流边界条件满足:

$$\frac{\partial c}{\partial t} + \overline{V}_n \frac{\partial c}{\partial \overline{n}} = 0 \tag{6}$$

式中 $\overline{n}$ 为固边界的外法矢量;D_n 为垂直固边界的扩散系数;$\overline{V}_n$ 为流速在外法向方向的分量。

东圳水库入流边界采用流量界,出流边界采用水位边界。

1.2.2 模型参数设置 模型运行主要参数包括糙率、综合扩散系数和污染物降解系数,取值标准如下。

计算参数:糙率系数,根据调试,在不同区域取不同糙率系数,在主槽 n 值取0.011~0.016,在滩地 n 取0.020~0.030。

本模型综合扩散系数 D 取值根据艾尔德的理论推导:$D = 5.93 u_* h$ (7)

式中:u_* 为摩阻流速;h 为平均水深。

污染物降解系数在收集国内外大量资料、工程实例及以往研究成果的基础上,确定东圳水库污染因子的降解速率。

1.3 模型的率定

1.3.1 率定期边界

(1)水动力边界

上游来水边界设置成水量边界过程,2013年水库年来水量24 112 m^3/s,月均流量来水过程见图5。下游出水边界设置为水位边界条件,出口控制水位69.5 m。

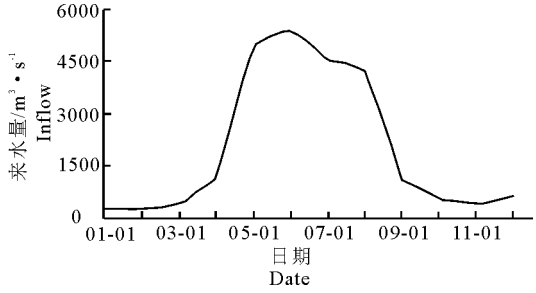

图5 2013年水库来水量过程线

Fig. 5 Reservoir inflow hydrograph

(2)水质边界

各类污染源入河量计算公式如下:

$$W_{工业} = (W_{排放量} - \theta) \times \beta \tag{8}$$

式中:$W_{排放量}$ 为工业污染物排放量;β 为工业污染物入河系数;θ 为污水处理厂处理掉的量。

$$W_{城镇生活} = (W_{排放量} - \theta) \times \beta \tag{9}$$

式中:$W_{排放量}$ 为城镇生活污染物排放量;β 为城镇生活污染物入河系数;θ 为被污水处理厂处理掉的量。

$$W_{农村生活} = W_{排放量} \times \beta \tag{10}$$

式中:$W_{排放量}$ 为农村生活污染物排放量;β 为农村生活污染物入河系数。

$$W_{农田} = W_{排放量} \times \beta \times \gamma \tag{11}$$

式中:$W_{排放量}$ 为污染物排放量;β 为污染物入河系数;γ 为修正系数。

$$W_{畜禽} = W_{排放量} \times \beta \tag{12}$$

式中:$W_{排放量}$ 为畜禽养殖污染物排放量;β 为畜禽养殖污染物入河系数。

根据调研,结合实施区的实际状况,确定各类污染源入河系数(孙洁梅等,2011),见表1。

通过污染物排放量及入河系数对其入河量进行计算。2013年,项目实施区域内COD、氨氮、总氮、总磷的入河量分别为652.90、114.79、186.93、25.78 t。

表 1　项目实施区域内各类污染源入河系数

Tab. 1　Emission coefficients of different pollutant sources within the area with environmental protection projects

污染源	农村生活污水、生活垃圾	城镇生活污水、景区生活污水	分散式畜禽养殖	城镇径流	农田径流
入河系数	0.15	0.95	0.3	0.8	0.2

1.3.2　率定结果分析　根据 2013 年 1 – 12 月份东圳水库坝上水位、出水水质监测数据,进行水动力水质模拟率定。水位的率定结果见图 6。坝上水位率定结果表明计算值与实测值水位变化过程基本一致,水位月均误差控制在 5% 以内,水动力模型计算结果可信。通过水质模型模拟的水库污染物指标浓度变化过程,高锰酸盐指数、氨氮、总氮和总磷的计算值与实测值的年均相对误差分别为 13.3%、23.1%、25.9% 和 17.1%,基本控制在 30% 以内,考虑到实际影响水质过程的因素比较复杂,研究认为,相应的模型参数选取合理,具有较高的精度。

根据 2013 年模型校正计算结果,模型参数取值为:糙率 0.011 ~ 0.03,扩散系数 0.15 m^2/s;高锰酸盐、氨氮、总氮、总磷的降解系数分别取 0.15、0.18、0.10、0.12/d。

2　研究结果

2.1　未实施保护方案水质预测

根据规划年(2018 年)东圳水库高锰酸盐指数、氨氮、总氮和总磷的入湖量,模拟未采取工程措施情景下水库水质变化情况。经计算,规划年东圳水库主要水质指标的浓度场分布见图 6。

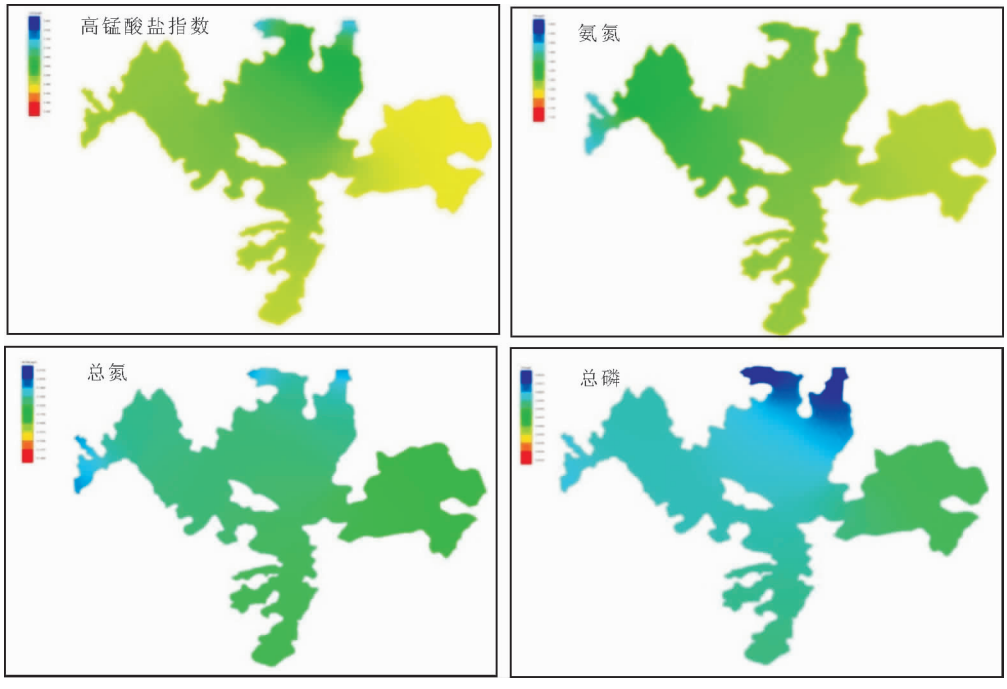

图 6　实施保护方案前 2018 年东圳水库水质的各项指标浓度分布

Fig. 6　Concentration distribution of water quality parameters before the environmental protection projects implemented in Dongzhen Reservoir in 2018

预测结果表明,按目前污染物排放状况,东圳水库水体中氨氮的范围为 0.14 ~ 0.21 mg/L (II 类水质标准),COD 的范围为 3.3 ~ 3.9 mg/L(III 类水质标准),然而总磷的范围为 0.052 ~ 0.062 mg/L、总氮的范围为 1.1 ~ 1.6 mg/L,均为 IV 类水质标准。为了能保护好东圳水库的水质,需要迫切提出有效的解决方案,来保证水质达标。

2.2　实施保护方案水质预测

2.2.1　东圳水库富营养化控制方案及削减量

(1)社会经济调控方案

项目实施区域目前社会经济结构中第一产业比重大,以农业经济为主,农业产值占 69.86%。应转变农业增长方式,形成以林业为主导,以水果、蔬菜为特色的农林业产业化格局,并扩大绿色果蔬基地面积。同时取缔库区内畜禽养殖,加大旅游宣传力度,实现风景资源、文化内涵的有机结合,促进旅游产业加速发展,增强旅游产业发展后劲。同时转移一部分劳动力从事交通运输、旅游等其他产业(郑晓霞,2011;倪晓,2013)。通过控制工程,实现 COD、氨氮、总氮和总磷入湖污染负荷削减量分别达

到486.85、179.19 、305.93 和34.05 t/a 以上。

(2)污染源防治工程方案

项目实施区域内目前常太镇的集镇区及部分中心村的污水处理接入城市污水管网,白沙镇、庄边镇、新县镇、钟山镇的城镇生活污水未经处理或仅作简单处理就直接排放。拟建城镇生活污水处理工程主要包括以上4个乡镇及九龙谷国家森林公园、九鲤湖风景区。在东圳水库入库河两岸500 m范围内陆域为禁养区。加强对农业种植结构和耕作技术的优化调整,从源头上减少农药、化肥的使用量,减少面源污染源(倪晓,2013)。通过控制工程,实现COD、氨氮、总氮和总磷入湖污染负荷削减量分别达到324.57、119.46、203.96 和26.03 t/a 以上。

(3)生态保育工程方案

项目实施区域内一级保护区商品林678.60 hm^2,其中果树林677.13 hm^2,其他商品林1.47 hm^2;二级保护区内商品林17 227.20 hm^2,其中果树林5 107.93 hm^2,桉树林974.93 hm^2,其他商品林11 144.33 hm^2。目前,流域内测土配方施肥和新农药、无公害农药的推广面积不大。农家肥大面积施用,并随雨水径流进入水库,对水体造成污染。另外,桉树速丰林落叶腐殖质对水环境也造成一定的污染。

为减少果树林和桉树林的面源污染和增加水源涵养能力,加强饮用水源保护区生态公益林建设,逐步改造、调整树种林种结构、生态公益林布局,征收东圳水库一级保护区范围内的全部土地,并改造或营造生态公益林,二级保护区范围内的桉树林采伐后营造非桉树阔叶林或针阔混交林,并调整为市级以上生态公益林。征用东圳水库一级保护区内土地面积678.60 hm^2,将1.47 hm^2 商品林直接调整为市级以上生态公益林,同时逐步实施退果还林,种植其他阔叶树,对实施区流域进行水土流失治理,包括坡改梯、植树造林、封山育林等。具体内容包括治理水土流失面积2 937 hm^2,其中常太镇1 400 hm^2、钟山镇800 hm^2、游洋镇300 hm^2、盖尾镇和榜头镇437 hm^2;实施坡改梯375 hm^2、人工造林382 hm^2、封山育林面积2 000 hm^2、截排水沟20 km、机耕道15 km、蓄水池40口,有效减少流域水土流失量(王辉,2007;何龙,2011)。通过生态保育工程,实现COD、氨氮、总氮和总磷入湖污染负荷削减量分别达到637.83、131.2、228.93 和44.04t/a 以上。

(4)生态环境监管工程方案

项目实施区社会经济发展将给流域的生态安全带来影响,必须加强流域的生态安全管理,建立完善的流域生态安全管理信息系统,对湖泊的水质水生态变化实时监控,并采取相应的措施。此外,还应加大环保宣传力度,提高人们的环保意识和参与程度,进一步发挥、强化和补充东圳水库保护治理各项工程的总体性和协同性效益(李凤彬,2003;钱永涛,2011)。通过监管综合防治工程,实现COD、氨氮、总氮和总磷入湖污染负荷削减量分别达到52.57、10.1、17.61 和1.08 t/a 以上。

实施上述方案后,计划削减的各类污染物的量如表2,与无措施2018年染物排放量对比见图7。

表2 东圳水库流域污染量削减量 t/a

Tab.2 Pollutant reduction quantity in Dongzhen reservoir

地区	高锰酸盐指数	氨氮	总磷	总氮
常太镇	842.78	254.72	60.72	438.64
钟山镇	546.4	150.92	36.4	259.44
游洋镇	72.79	22.13	5.12	37
白沙镇	39.85	12.18	2.96	21.35
合 计	1501.82	439.95	105.2	756.43

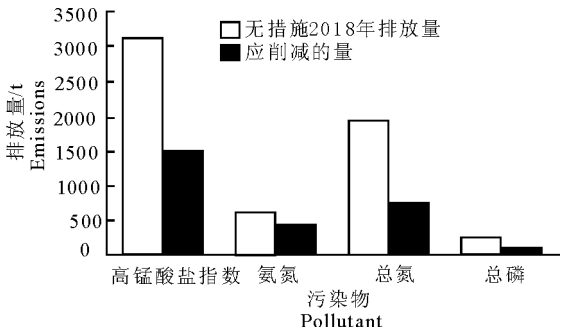

图7 无措施2018年染物排放量与应削减量的对比

Fig.7 Comparison of pollutant emissions and reductions in 2018 without environmental protection projects

2.2.2 *实施保护方案水质预测* 东圳水库生态环境保护试点项目实施后,至规划年,东圳水库高锰酸盐指数、氨氮、总氮和总磷共排放1 616.6、163.7、1 182.4和155.5 t/a,分别削减了1 501.8、439.9、756.4 和105.2 t/a。将污染源按削减后的排放量进行模型计算,东圳水库主要水质指标的浓度场分布见图8。

2.2.3 *实施保护方案对水质影响分析* 东圳水库生态环境保护试点项目实施后,计划削减量的完成使东圳水库水质得到明显改善,其中,总氮的范围为0.4 ~ 0.8 mg/L,总磷的范围为0.022 ~ 0.032 mg/L,降幅均达到50%以上,达III类水质标准,且其他水质指标都达到II类水质标准,其中COD浓度为2.0 ~ 3.0 mg/L,氨氮浓度为0.11 ~ 0.18 mg/L。

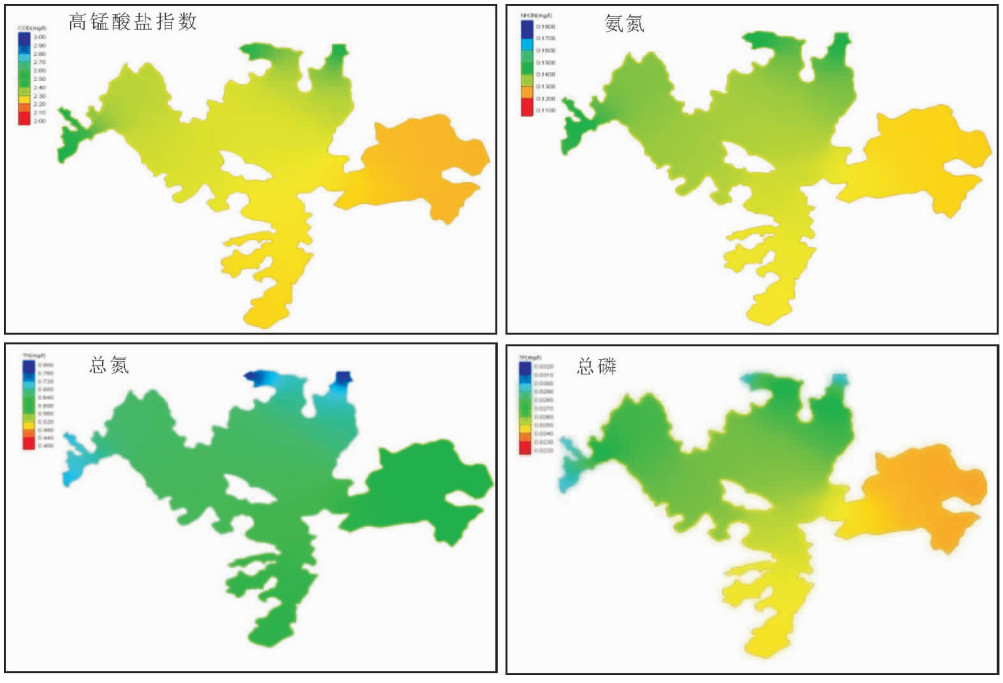

图 8　实施保护方案后 2018 年东圳水库水质的各项指标浓度分布

Fig. 8　Concentration distribution of water quality parameters after the environmental protection projects implemented in Dongzhen reservoir in 2018

3　结论

利用 SMS 模型建立东圳水库水域二维水流水质数学模型,以 2013 年东圳水库全年实测资料进行模型参数校准,校准结果为相对误差较小。该水质模型可模拟水库水质污染物指标的时空变化过程,相应的模型参数选取合理,具有较高的精度,在此基础上应用模型模拟预测东圳水库水环境状况。未实施工程方案的预测结果表明,总磷的范围为 0.052 ~0.062 mg/L,总氮的范围为 1.1 ~1.6 mg/L,为 IV 类标准,亟需对东圳水库流域进行整治,需要有效的解决方案来保证东圳水库的水质达标。通过 4 个方案的实施,完成削减指标后,再次模拟的结果显示,总氮和总磷均满足 III 类标准,降幅均超 50%。

采用二维水流水质模型预测工程实施后水体目标的可达性,相比于零维、一维混合模型的湖库污染物总量控制分析,本方法更能反映研究区域的水力特性和污染物迁移降解规律,对库区污染影响范围和水质可达性预测精度更高。制定的各项方案对保护东圳水库的水质具有建设性意义,水体目标可达。本研究对于同类型的湖泊保护也有借鉴作用。

志谢:本文数据主要来自福建省莆田市统计局提供的统计年鉴,在此表示感谢。

参考文献

何龙,2011. 桉树林木资产评估技术研究[D]. 长沙:中南林业科技大学.

李凤彬,2003. 洋河水库富营养化的现状和对策探讨[J]. 给水排水,29(28):16 -19.

马太玲,2007. 湖库水质评价及水质模拟预测方法研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学.

倪晓,2013. 南四湖流域水污染总量控制及水质综合改善方案研究[D]. 济南:山东师范大学.

钱永涛,2011. 对农村环境保护监管的思考[J]. 中国环境管理,(3):39 -42.

孙洁梅,王丽媛,凌娟,2011. 秦淮河流域农业污染源调查及入河量计算[J]. 农业环境与发展,(3):53 -55.

史晓卫,2011. 莆田市东圳水库富营养化现状分析和对策建议[J]. 化学工程与装备,(8):207 -210.

王辉,2007. 小议水土保持及其生态建设可持续发展的途径[J]. 科技资讯,(20): 188.

袁龙义,李伟,刘贵华,2004. 湖泊富营养化的生态影响及治理措施[J]. 湖北农业科技,(5):13 -15.

郑晓霞,郭向东,陆军,2011. 营口地区水资源保护实施方案[J]. 现代农业科技,(22):269 -271.

Leendertse JJ,1990. Aspects of SYMSYS2D: a system for two-dimensional flow computation[M]. The Rand Corporation.

(责任编辑　张俊友)

Simulation and Prediction of Water Quality and Pollution Control in Dongzhen Reservoir

WU Li-jun[1], HUANG Xiao-qing[2], SUN Hua[1]

(1. Nanjing Guohuan Technology co., Ltd. Nanjing 210042, P. R. China;
2. Water Management Office of Shanghai Qingpubaihe, Shanghai 201709, P. R. China)

Abstract: Dongzhen reservoir is one of the most important water resources in the Putian area and reservoir water quality is threatened by regional domestic sewage and agricultural non-point source pollution. Using monitoring data, a two-dimensional water quality model of Dongzhen reservoir was developed to simulate water quality and then predict water quality after implementation of environmental protection projects. Water quality parameters modeled include ammonia nitrogen, total nitrogen, total phosphorus and COD. Assuming the current pollutant discharges to Dongzhen reservoir did not change before implementing protection projects, the total discharge of ammonia nitrogen, total nitrogen, total phosphorus and COD were calculated for the planning year 2018. Without intervention, calculated concentrations of ammonia nitrogen, total nitrogen, total phosphorus and COD in Dongzhen reservoir would reach, respectively, 0.14 – 0.21 mg/L, 3.3 – 3.9 mg/L, 0.052 – 0.062 mg/L and 1.1 – 1.6 mg/L. Water quality would decline to Grade Ⅳ and fail to meet water use requirements. Measures for improving water quality were then simulated, including social and economic regulations, engineering controls to reduce pollutant emissions, ecological conservation and environmental supervision and management. Simulation results indicate that the measures would improve water quality, with simulated discharges of COD, ammonia nitrogen, total nitrogen and total phosphorus to Dongzhen reservoir of 1 616.6, 163.7, 1 182.4 and 155.5 t/a, respectively. The predicted concentrations of total nitrogen and total phosphorus were 0.4 – 0.8 mg/L and 0.022 – 0.032 mg/L, a decline of >50% and water quality would meet the Grade III surface water quality standard. The predicted concentrations of COD and ammonia nitrogen were 2.0 – 3.0 mg/L, 0.11 – 0.18 mg/L, meeting Grade II surface water quality standard. Implementation of these protection projects is critical for water quality improvement in Dongzhen reservoir and the project provides a model that can be used for environmental protection of similar areas.

Key words: water quality simulation and prediction; pollution control; total nitrogen; total phosphorus; Dongzhen reservoir