

DOI:10.3880/j.issn.1004-6933.2020.05.015

南淝河污染通量解析与治理

张笛¹, 田鑫², 吴师²

(1. 安徽省合肥水文水资源局, 安徽合肥 230041; 2. 安徽省水利水电勘测设计院, 安徽合肥 230088)

摘要:分析了南淝河水系的2017年、2018年逐月天然径流量,根据污水处理厂入河水量和主要污染物入河量推算2017年、2018年逐月入巢湖污染通量,并进行污染通量解析。提出南淝河治理思路:解决城区污水直排和混排历史遗留问题,重视城市建成区初期雨水和农村面源污染盲点,缓解河道基流匮乏和河渠不畅问题,采取城市重污染河道综合治理模式。

关键词:水污染;污染通量;降水量;径流量;水质;河道治理;南淝河;巢湖

中图分类号:X522 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-6933(2020)05-0099-05

Analysis of pollution flux in the Nanfeihe River and its treatment // ZHANG Di¹, TIAN Xin², WU Shi² (1. Hefei Hydrology and Water Resources Bureau, Hefei 230041, China; 2. Anhui Institute of Water & Hydropower Engineering Design, Hefei 230088, China)

Abstract: The monthly natural runoff of Nanfeihe River System in 2017 and 2018 was analyzed. The pollution fluxes into Chaohu Lake in each month in 2017 and 2018 were calculated according to the volume of water and the major pollutants into the river from wastewater treatment plants. The pollution fluxes were analyzed and the idea of harnessing the Nanfeihe River was proposed. The historical problems of direct and mixed sewage discharge in urban areas should be solved. More attention should be paid to the initial rainwater in urban built-up areas and the blind spots of rural non-point source pollution. It's suggested to ease the lack of river base flow and the unsmooth the problem of river channel. The integrated treatment model of urban heavily polluted river should be adopted.

Key words: water pollution; pollutant flux; precipitation; runoff; water quality; river treatment; Nanfeihe River; Chaohu Lake

针对巢湖蓝藻水华暴发问题,根据巢湖流域国家生态文明示范区建设与落实“水十条”的治污需求,启动了“巢湖派河小流域水污染综合治理与湖体富营养化管控关键技术应用推广项目”(2017ZX07603)研究,研究污染物综合减排、水质目标管理决策和流域综合管理等关键技术问题,建立污染减排精准决策的业务平台,形成流域优化调控和综合管理的长效运行机制。

巢湖是长江下游重要水系和全国水污染重点防治的“三河三湖”之一,治理好巢湖,对推动长江大保护具有重要意义。2011年巢湖流域行政区划调整以来,按照“实施一批、准备一批、谋划一批”的总体要求,环巢湖生态保护修复一期、二期项目建成,三期、四期项目在建,五期、六期项目部分开工建设,累计投入200多亿元。与2011年相比,

在流域经济总量翻了一番多、城镇人口增长近1倍的发展背景和巨大压力下,随着环巢湖生态保护修复工程扎实推进,2018年主要河湖水质不仅未恶化,反而总体持续好转,其中4条入湖重污染河道减少至1.5条,国控断面考核达标比例由27.3%提高至93.3%,蓝藻水华藻密度大大减小,出湖入江水质稳定保持Ⅱ类,生态环境部对巢湖考核分值由48分上升至80.2分,这说明巢湖水污染综合治理取得了阶段性明显进展,但成效仍不稳固,其中南淝河水质浓度仍居高不下。

作为受人类活动干扰强烈的大型浅水湖泊,巢湖具有重污染水体、半封闭水域、发展中流域的鲜明特征,其治理与保护是一项复杂的系统工程和长期的艰巨任务。近年来巢湖治理虽取得阶段性成效,但目前仍存在以下问题:一是受长江洪水顶托,流域

基金项目:国家水体污染控制与治理科技重大专项(2017ZX07603)

作者简介:张笛(1983—),男,助理工程师,主要从事水文调查与水环境分析研究。E-mail: 548179603@qq.com

洪水出路不畅,城乡饱受洪患威胁;二是河流多源自江淮分水岭,河道源短水少,天然基流匮乏;三是区域快速发展,城镇污染和流域面源污染叠加,入湖污染负荷居高不下;四是因防洪和蓄水形成的半封闭水域,环湖湿地消失、湖区流场减弱、自净能力下降,也更易诱发蓝藻水华暴发^[1-4]。

南淝河是巢湖水系第二大支流,是合肥市的母亲河,具有排洪减灾和舟楫之利,随着城市扩大和人口增加,也逐步演变为城市纳污通道,目前是巢湖流域污染最重、水质最差的入湖河道。南淝河水系受天然径流变化和上游水库拦蓄影响,河道常年断流,其水质主要由污水处理厂排放尾水、老城区直排污水等所控制,近 10 多年来主要控制断面水质长期呈劣 V 类^[5],其 COD、氨氮、总氮、总磷的入湖量近年占入湖总量的 40% 左右。南淝河是巢湖流域治污的重点,也是治理的难点,需要进一步诊断病体、查出病因,以利对症下药、精准施策^[6-10]。本文分析南淝河水系干、支流 2017 年和 2018 年逐月天然径流量,根据污水处理厂实测处理后的退水入河水量、主要污染物入河量,结合干、支流逐月水质监测数据,推算 2017 年和 2018 年南淝河干、支流逐月入巢湖污染通量,并进行污染通量解析,旨在为南淝河综合治理提供依据。

1 研究区概况

南淝河古称施水,发源于江淮分水岭南麓,主干河道全长 70 km,流域面积 1464 km²,源头建有董铺、大房郢二大水库,流经蜀山区、庐阳区、瑶海区、新站区、高新区、包河区、肥东县和长丰县,域内常住人口约 209.8 万人,其中城镇人口 152 万人,农村人口 57.8 万人。南淝河水系呈扇形分布,沿途汇入的主要一级支流有 8 条,其中左岸有四里河、板桥河、史家河、二十埠河、店埠河、长乐河 6 条支流,右岸二里河、关镇河 2 条支流(表 1)。南淝河上游及其支流上建成的董铺、大房郢 2 座大型水库,众兴、张桥、蔡塘 3 座中型水库,大官塘、龙头堰、梅冲、三十头、黑洼、老郭冲、程段 7 座小型水库^[4],总库容 4.674 9 亿 m³。上述水库是合肥市供水水源,同时为周边农业灌溉和电厂等供水。

2 研究区污染通量解析

不同研究者^[11-13]曾根据污染源调查和污染物入河系数概化,多次分析了南淝河污染物入河量,但由于缺乏河道径流数据,入河系数可靠性较差,其污染物入河量数据相差较大。

合肥市 1980—2018 年降水量、蒸发量^[14]情况见

表 1 南淝河及主要支流概况

Table 1 General situation of Nanfei River and its major tributaries

河流名称	干流长度/km	流域面积/km ²	流经地区
四里河	28	194	长丰县、庐阳区
板桥河	31	165	长丰县、新站区、瑶海区、庐阳区
史家河	2.35*	6	瑶海区
二十埠河	32	144	新站区、瑶海区、肥东县
店埠河	57	593	肥东县、新站区
长乐河	21	56.8	肥东县
二里河	5.52*	11.3	包河区
关镇河	5	19.8	包河区
南淝河	70	1464	蜀山区、庐阳区、瑶海区、包河区、肥东县

注: * 现状为历史上形成的雨污箱涵。

表 2。从表 2 可见,合肥市多年平均降水量 1028.0 mm,蒸发量 741.1 mm。2017 年全市平均降水量 1014.4 mm,属平水年,较多年平均值减少 0.62%;年蒸发量为 691.8 mm,较多年平均值减少 6.66%^[15]。2018 年全市平均降水量 1270.7 mm,属丰水年份,较多年平均值增加 24.5%;年蒸发量为 676.8 mm,较多年平均值减少 8.68%^[16]。

表 2 1980—2018 年合肥市年降水量和蒸发量

Table 2 Annual precipitations and evaporations

in Hefei from 1980 to 2018

mm

年份	降水量	蒸发量	年份	降水量	蒸发量
1980	1112.8	1238.5	2000	895.0	705.0
1981	917.3	1269	2001	788.4	732.3
1982	980.7	913.6	2002	1123.7	683.4
1983	1024.0	820.1	2003	1407.2	597.1
1984	981.5	791.9	2004	847.8	698.2
1985	987.0	775.6	2005	1160.9	646.3
1986	789.9	881.5	2006	965.4	658.4
1987	1304.9	819.9	2007	977.6	666.4
1988	784.2	947.9	2008	937.9	612.0
1989	1349.2	793.9	2009	944.5	616.8
1990	822.7	831.8	2010	1372.0	564.3
1991	1554.9	693.5	2011	719.6	614.6
1992	875.3	790.0	2012	1019.7	631.8
1993	1110.4	660.3	2013	829.4	703.2
1994	790.8	765.4	2014	1159.2	538.3
1995	659.5	795.5	2015	1150.3	585.3
1996	1189.0	623.9	2016	1575.1	659.5
1997	723.9	745.4	2017	1014.4	691.8
1998	1023.8	741.7	2018	1270.7	676.8
1999	951.7	723.4	平均	1028.0	741.1

2.1 河道径流计算

逐月径流模拟^[2,11-13]是分析干支流污染通量的重要基础。南淝河流域干支流上先后设有 10 个水文(位)站,由于受水库蓄水、水厂取水、巢湖顶托和跨流域调水、污水处理厂排水等的复合影响^[6-7,14],流量实测资料系列短、代表性差,不具备用直接法推

算各河流天然径流量条件。依据 2017 年、2018 年南淝河主要支流逐旬降水量、区域蒸发量及相关试验数据,再结合逐月蓄水、取水等观测资料,分析了南淝河水系各支流逐月径流过程,计算结果见表 3,2017 年、2018 年南淝河入巢湖天然径流量分别为 5.5414 亿 m³、7.3884 亿 m³。

合肥市主城区位于南淝河流域,南淝河及其支流已建的污水处理厂 15 座,截至 2018 年年底污水处理厂设计处理规模达到 125.2 万 m³/d,2017 年污水处理厂处理后的退水量达到 3.41 亿 m³,2018 年退水量达到 4.33 亿 m³;处理后的退水量分别是当年地表水入湖量的 61.5% 和 58.7%。在计算南淝河入湖通量时需要将污水处理厂退水量叠加到南淝

河及其支流径流量中一并考虑。各污水处理厂实际处理后的退水量及主要污染因子入河量见表 4。

2.2 污染通量计算

结合前述逐月径流、污水排放量以及逐月支流入南淝河口和南淝河入湖前水质监测资料,推算 2017 年和 2018 年逐月入巢湖污染通量见表 5。2017 年南淝河水系年径流量 8.1066 亿 m³(其中城镇污水处理厂退水量 3.41 亿 m³),对应的入湖污染通量 COD 22 538 t、氨氮 4 689 t、总氮 6 799 t、总磷 347 t;2018 年南淝河水系年径流量约 10.0077 亿 m³(其中城镇污水处理厂退水量 4.33 亿 m³),对应的入湖污染通量 COD 30 063 t、氨氮 5 211 t、总氮 7 658 t、总磷 412 t。

表 3 2017 年和 2018 年南淝河与主要支流逐月径流量

Table 3 Monthly runoff of Nanfeihe River and major tributaries in 2017 and 2018

万 m³

月份	四里河		板桥河		二十埠河		店埠河		其他支流		合计	
	2017 年	2018 年	2017 年	2018 年	2017 年	2018 年	2017 年	2018 年	2017 年	2018 年	2017 年	2018 年
1	84.0	27	648	211	1211	395	3873	1261	2268	739	8084	2633
2	16.0	29	123	220	230	410	735	1311	430	768	1534	2738
3	29.0	109	219	839	410	1568	1311	5013	768	2935	2737	10464
4	65.0	20	498	152	930	285	2972	910	1741	533	6206	1900
5	36.0	117	280	902	523	1685	1673	5386	979	3154	3491	11244
6	20.0	71	156	548	291	1024	930	3274	544	1918	1941	6835
7	18.0	108	135	830	252	1550	806	4956	472	2902	1683	10346
8	87.0	167	673	1293	1257	2417	4020	7727	2354	4525	8391	16129
9	65.0	47	499	363	933	679	2982	2170	1746	1271	6225	4530
10	141.0	21	1086	162	2028	302	6485	965	3798	565	13538	2015
11	10.0	11	78	82	145	154	464	491	272	288	969	1026
12	6.4	42	49	323	92	603	295	1927	173	1129	615	4024
合计	577.4	769	4444	5925	8302	11072	26546	35391	15545	20727	55414	73884

表 4 南淝河流域污水处理厂年污水量与主要污染物入河量

Table 4 Annual sewage discharge in sewage treatment of Nanfeihe River Basin and major pollutants into rivers

污水处理厂	接纳水系	设计规模/(万 m ³ ·d ⁻¹)		入河废污水量/万 m ³		主要污染物入河量/t							
		2017 年	2018 年	2017 年	2018 年	COD		NH ₃ -N		TN		TP	
望塘	南淝河	8.0	18.00	7617	2996	1661	509	67.2	12.0	758	252	11.70	3.00
王小郢	南淝河	30.0	20.00	12797	12849	2263	2236	46.0	39.0	453	475	14.23	13.00
小仓房	南淝河	10.0	20.00	3800	7125	1241	1340	35.8	29.0	266	278	11.68	7.00
清溪	南淝河	20.0	10.00		6273		941		18.0		236		8.00
蔡田铺	板桥河	2.5	10.00	1928	4161	400	749	9.4	8.0	76	141	2.59	4.00
北城	板桥河		2.50	913	913	183	183	4.3	4.3	35	35	1.19	1.19
朱砖井	二十埠河		5.50	2365	2345	436	424	7.6	7.0	190	167	4.23	2.00
陶冲	二十埠河		5.00	1766	2138	338	455	8.1	6.0	154	145	4.24	4.00
元疃镇	店埠河		0.05	18	18	4	4	0.1	0.1	1	1	0.03	0.03
撮镇镇	店埠河		1.00	365	365	66	66	5.2	5.2	28	28	0.73	0.73
肥东县	店埠河	5.0	10.00	2076	3487	1095	558	91.3	17.0	365	262	10.95	6.00
联熹合肥	店埠河		3.00	405	633	1095	241	164.3	4.0	227	181	1.01	1.00
桥头集	长乐河		0.08	29	29	4	4	0.1	0.1	2	2	0.06	0.06
复兴乡	长乐河		0.02	7	7	1	1	0	0	0	0	0.01	0.01
长乐乡	长乐河		0.02	7	7	1	1	0	0	0	0	0.01	0.01
合计		72.7	125.20	34093	43347	8787	7711	439.4	149.7	2554	2203	62.66	50.03

表5 2017年和2018年南淝河流域入河污染负荷通量年内逐月变化情况

Table 5 Monthly variation of pollution load flux into the river in Nanfeihe River Basin in 2017 and 2018

月份	径流量/万 m ³		入河污染负荷/t							
			COD		NH ₃ -N		TN		TP	
	2017年	2018年	2017年	2018年	2017年	2018年	2017年	2018年	2017年	2018年
1	10223	4816	3344	1545	712	334	910	554	46	21
2	3670	4920	1360	1685	229	376	363	539	13	25
3	4874	12647	1630	3903	328	735	523	1032	16	60
4	8342	4082	3137	1420	776	197	948	291	50	16
5	5629	13426	1887	5294	375	908	523	1227	28	69
6	4078	9018	1444	2707	360	367	454	599	23	28
7	3820	12528	961	3290	238	739	337	981	16	54
8	10530	18313	2218	4656	338	719	535	969	32	77
9	8362	6713	1826	1572	445	265	585	409	35	21
10	15675	4197	3240	1259	571	109	987	271	64	9
11	3106	3208	750	947	146	184	316	272	11	8
12	2755	6206	740	1785	171	278	318	513	13	24
合计	81066	100077	22538	30063	4689	5211	6799	7658	347	412

2017年和2018年主要支流四里河、板桥河、二十埠河、店埠河污染通量计算结果见表6。南淝河水系干支流主要污染指标污染负荷通量占比见图1。南淝河污染通量中,直接入南淝河干流污水和店埠河、二十埠河、板桥河污染通量分别约占40%、30%、20%、10%左右。根据主要支流入河污染负荷与流域面积之比,计算其单位面积污染负荷见图2。

2.3 污染通量解析

a. 南淝河水系发源江淮分水岭缺水地区,当地径流先天不足,流域多年平均天然径流量为4.857亿m³,干支流上建成的水库集水面积597.92km²(不重复计算),占南淝河流域总面积的38.7%,水库拦蓄的多年平均天然径流量约为1.77亿m³。2017年、2018年南淝河入湖径流量分别为8.1066

表6 2017年和2018年南淝河流域干支流入河污染负荷通量

Table 6 Pollution load fluxes of main and tributary rivers in Nanfeihe River Basin in 2017 and 2018

河流	径流量/万 m ³		入河污染负荷/t							
			COD		NH ₃ -N		TN		TP	
	2017年	2018年	2017年	2018年	2017年	2018年	2017年	2018年	2017年	2018年
四里河	577	769	235	328	34	50	58	65	3	3
板桥河	7446	8991	2330	3014	445	491	709	729	36	44
二十埠河	10955	13779	3967	6244	846	1044	1278	1415	67	93
店埠河	29209	38112	7762	11091	1219	1537	1760	2196	109	129
干流及其他	32881	38428	8244	9386	2145	2089	2993	3252	131	142
合计	81066	100077	22538	30063	4689	5211	6799	7658	347	412

注:各河水量含入河污水量。

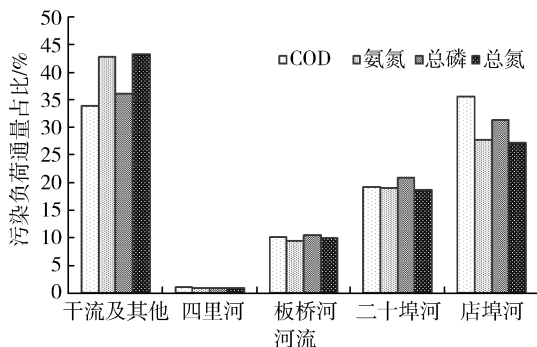


图1 南淝河水系干支流主要污染负荷通量占比
Fig.1 Proportion of main pollutant flux in main and tributaries of Nanfeihe River System

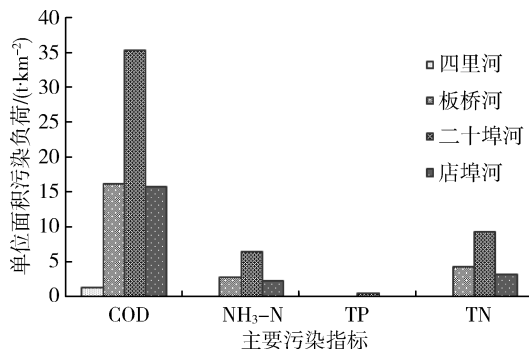


图2 南淝河水系支流单位面积污染负荷
Fig.2 Pollution Load per unit area of tributaries of Nanfeihe River System

亿 m^3 、10.0077 亿 m^3 , 污水处理厂处理后的入河废污水量分别为 3.4093 亿 m^3 、4.3347 亿 m^3 , 天然径流量 4.7 亿 m^3 、5.68 亿 m^3 , 污水处理厂尾水量占入湖水量 42.0%、43.3%。区域降雨年内分布特点是 7—9 月降水量约占全年的 60% 以上, 枯水季节南淝河干流及其支流主要为污水处理厂处理后的退水, 生态需水量严重匮乏。

b. 2018 年比 2017 年污水入河量增加 27.1%, 主要污染指标 COD、氨氮、总氮、总磷入河污染负荷分别减少了 12.2%、65.9%、13.7%、20.2%, 说明现有污水处理厂削减污染负荷的作用显著。据测算, 非雨季节(11 月至次年 3 月)南淝河城区污水直排量约为 10 万 m^3/d , 其对南淝河施口断面氨氮超标贡献度在 60% 以上。未来需重点治理历史遗留的城区地下暗河污水直排、雨污混排问题。

c. 结合非降水期间径流资料, 扣除污水处理厂入河水量, 二里河、史家河等地下暗河直排入河污水量在 10 万 t/d 左右, 其 COD、氨氮、总氮、总磷占南淝河入湖污染通量的 12%、39%、24% 和 20%, 是加重南淝河水质污染的主要因素, 对南淝河施口断面氨氮超标贡献较大, 二里河、史家河等地下暗河污染的治理十分紧迫。

d. 丰水年(2018 年)较平水年(2017 年)入湖水量和 COD、氨氮、总氮、总磷分别增加 23.5%、33.4%、11.1%、12.6% 和 18.7%, 入湖污染负荷均有不同程度的增加, 其中 COD 增幅远大于入湖水量增幅。综合污水处理厂主要污染指标入河负荷分析, 丰水年较平水年入湖污染负荷增加幅度较计算值更高, 一定程度上反映城市建成区面源污染及部分农村污染负荷等是主要贡献者, 特别是遭遇强降雨期间, 会在暴雨期间驱动大量污染物汇集注入河湖, 这也是近年来湖区氮磷负荷居高不下的重要原因之一。未来如何削减城市建成区和农村面源污染是改善南淝河及巢湖污染重要问题之一。

e. 汛期(5—9 月)入湖污染通量均值明显高于非汛期(1—4 月、10—12 月), 入湖污染通量与天然降水量呈正相关关系。未来需全面加强初期雨水的调蓄与处理, 削减污染浓度较高的初期雨水汇入南淝河。

f. 南淝河四大支流中, 二十埠河单位面积入河污染负荷最高, 次之为板桥河、店埠河, 应作为下一步治理重点。

3 南淝河治理思路

a. 解决城区污水直排和混排历史遗留问题。经过 20 多年治理, 目前城区污水集中处理率已超过

90%, 并已按 DB 34/2710—2016《巢湖流域城镇污水处理厂和工业行业主要水污染物排放限值》排放, 但南淝河流域历史遗留的城区地下暗河污水直排、雨污混排问题仍未得到根本解决, 成为影响断面水质达标和河湖水环境改善的重要因素, 所以应解决城区污水直排和混排历史遗留问题。

b. 重视城市建成区初期雨水和农村面源污染盲点。南淝河董铺水库坝下流域面积 70% 以上为城市建成区, 城市建成区和部分农村面源污染及生活垃圾收集处理^[6-10]是南淝河乃至巢湖治理的主要盲点, 应重视这些盲点。

c. 缓解河道基流匮乏和河渠不畅问题。当前要结合江水西引, 今后要依托引江济淮, 加快疏通滁河干渠及板桥河、二十埠河、店埠河通道, 相机向南淝河补充生态水量, 以缓解河道基流匮乏和河渠不畅问题。

d. 采取城市重污染河道综合治理模式。聚焦“源头减排、河渠减枯、湿地减污、湖区减负”^[4], 系统做好污染负荷加减法, 有序打好水环境治理组合拳, 重点破解城区污水直排、城乡雨污混排和河渠水网不畅、河道基流匮乏以及农村治污滞后、面源污染存量较大等问题, 结合南淝河超标准洪水安排和生物多样性营造, 加快建设南淝河口十八联圩湿地, 构建净化入湖水质的最后一道防线。

参考文献:

- [1] 朱青, 唐红兵. 创新湖泊治理与保护思路 加快巢湖治理与保护进程[J]. 水资源保护, 2013, 29(4): 54-55. (ZHU Qing, TANG Hongbing. Innovation of lake management and protection strategies and acceleration of Chaohu Lake's management and protection progress[J]. Water Resources Protection, 2013, 29(4): 54-55. (in Chinese))
- [2] 孙卫红, 姚国金, 逢勇. 基于不均匀系数的水环境容量计算方法探讨[J]. 水资源保护, 2001, 17(2): 25-26. (SUN Weihong, YAO Guojin, PANG Yong. Discussion of asymmetrical coefficient-based calculation method for water environmental capacity [J]. Water Resources Protection, 2001, 17(2): 25-26. (in Chinese))
- [3] 朱青, 唐红兵, 王化可, 等. 巢湖生态调水方案[M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 2016.
- [4] 朱青, 谢三桃, 王忠, 等. 巢湖综合治理绿色发展总体规划[R]. 合肥: 安徽省水利水电气勘测设计院, 2018.
- [5] 吴师, 王嵩嵘. 安徽省地表水水质变化趋势分析[J]. 水资源保护, 2006, 22(5): 74-76. (WU Shi, WANG Songrong. Analysis of change tendency of surface water quality in Anhui Province [J]. Water Resources Protection, 2006, 22(5): 74-76. (in Chinese))

(下转第 112 页)

1798. (CHENG Liang, XU Li, LUO Tingliang, et al. Adsorption thermodynamics and kinetics of Cr (VI) of nanoscale humic acid [J]. Chemical Progress, 2015, 34 (6):1792-1798. (in Chinese))
- [27] 郭文君,李晋,王文浩,等. 超声法十二烷基三甲基氯化铵改性凹凸棒土对水中苯酚的吸附行为研究[J]. 化工新型材料,2018,46(4):126-130. (GUO Wenjun,LI Jin, WANG Wenhao, et al. Research of adsorption behavior for phenol in water on DTAC-modified- attapulgite via ultrasonic method [J]. New Chemical Materials, 2018, 46 (4):126-130. (in Chinese))
- [28] 余荣台,冯杰,马湘,等. 改性凹凸棒土对废水脱氮除磷研究 [J]. 陶瓷学报, 2016, 37 (5): 531-535. (YU Rongtai, FENG Jie, MA Xiang, et al. Phosphate and ammonium adsorption removal from wastewater by modified attapulgite [J]. Journal of Ceramics, 2016, 37 (5):531-535. (in Chinese))
- [29] 王建国. 镧改性柚子皮生物炭除氟性能及机理研究 [D]. 北京:中国地质大学,2016.
- [30] 关文贤. 改性凹凸棒土负载纳米铁的制备及性能表征 [D]. 广州:广州工业大学,2016.
- (收稿日期:2019-04-07 编辑:王 芳)

(上接第 103 页)

- [6] 吴师. 引江济淮工程建设可能次生的生态环境问题应对措施 [J]. 中国防汛抗旱, 2018 (12): 33-35. (WU Shi. Countermeasures to potential ecological system issues on construction of the water diversion project from the Yangtze to Huaihe River [J]. China Flood & Drought Management, 2018(12):33-35. (in Chinese))
- [7] 张文平. 引江济淮工程过巢湖方案比选论证 [J]. 中国防汛抗旱, 2018 (12): 36-37. (ZANHG Wenping. Alternatives comparison and argument for construction of the water diversion project from Yangtze to Huaihe across Chaohu Lake [J]. China Flood & Drought Management, 2018(12):36-37. (in Chinese))
- [8] 吴师. 大别山大型水库群水质现状及保护对策 [J]. 治淮, 2016(1):28-29. (WU shi. Current situation of water quality of large reservoir group in Dabie Mountain and its protection countermeasures [J]. Harnessing the Huaihe River, 2016(1):28-29. (in Chinese))
- [9] 谭茜. 引江济淮工程瓦埠湖水质保护对策 [J]. 江淮水利科技, 2018 (2): 34-36. (TAN Qian. Water quality protection control study for the Wabu Lake in Yangtze-to-Huaihe water Diversion Protections [J]. Jianghuai Water Resources Science and Technology, 2018 (2): 34-36. (in Chinese))
- [10] 田鑫. 巢湖生态引水分析 [J]. 治淮, 2018 (12): 43-44. (TIAN Xin. Ecological water diversion analysis of Chaohu Lake [J]. Harnessing the Huaihe River, 2018 (12): 43-44. (in Chinese))
- [11] 黄国如,陈晓丽,任秀文. 北江飞来峡库区典型流域非点源污染特征分析及模拟 [J]. 水资源保护, 2019, 35 (4):9-16. (HUANG Guoru, CHEN Xiaoli, REN Xiwen. Characteristic analysis and simulation of non-point source pollution in typical watershed of Feilaixia Reservoir area [J]. Water Resources Protection, 2019, 35(4):9-16. (in Chinese))
- [12] 郑宇,程香菊,王兆礼,等. 韩江流域面源污染及与景观格局的关系 [J]. 水资源保护, 2019, 35 (5): 78-85. (ZHENG Yu, CHENG Xiangju, WANG Zhaoli, et al. Non-point source pollution in Hanjiang River Basin and its relation with landscape pattern [J]. Water Resources Protection, 2019, 35(5):78-85. (in Chinese))
- [13] 陈莎,陈晓宏. 城市雨水径流污染及 LID 控制效果模拟 [J]. 水资源保护, 2018, 34 (5): 13-19. (CHEN Sha, CHEN Xiaohong. Simulation of urban rainfall runoff pollution and control effect by low impact development [J]. Water Resources Protection, 2018, 34(5):13-19. (in Chinese))
- [14] 吴师. 南淝河水环境改善生态补水需求探讨 [J]. 江淮水利科技, 2015(6):20-22. (WU Shi. Discussion on the need of ecological water supply for water environment improvement in Nanfeihe River [J]. Jianghuai Water Resources Science and Technology, 2015 (6): 20-22. (in Chinese))
- [15] 魏巍,荣超,解磊,等. 合肥市水资源公报 [R]. 合肥:合肥市水务局,合肥水文水资源局,2017.
- [16] 魏巍,荣超,解磊,等. 合肥市水资源公报 [R]. 合肥:合肥市水务局,合肥水文水资源局,2018.
- (收稿日期:2019-10-06 编辑:彭桃英)

