

南水北调东线山东段沿线水污染现状调查与分析

庞煜 龙腾锐 尘峰 高旭 翟俊 张玉兆

提要 对南水北调东线山东省境内 4 大流域的水污染现状进行了较全面的调查研究。结果表明:沿线流域水污染状况严重,大部分河流域呈 V 类或劣 V 类水质;南四湖和东平湖的污染性质为有机污染;沿线工业废水排放量居多,生活污水 COD 负荷略超过工业废水;排水收集系统不完善,沿河基本未敷设污水截留管或截留能力不够以及现有污水处理设施处理能力较小且分布不均等,是造成调水沿线水污染的主要原因。建议进一步加强沿线污染综合治理力度。

关键词 南水北调 东线 水污染 现状分析 山东段

南水北调工程是从根本上解决我国北方地区水资源严重短缺的一项具有战略意义的特大型基础设施项目。水质问题是南水北调东线工程的焦点问题,能否保证调水水质安全是南水北调东线工程成败的关键。山东省中西部地区是调水工程主要的过境地段,其沿线的水体污染状况将直接影响调水水质。因此,本课题对山东省境内的南四湖流域、东平湖流域、省辖海河流域(上游)、沂沭河流域进行了较全面的调查研究。本文是该调研报告的部分内容。

1 南水北调东线山东段概况

南水北调东线将从长江下游江苏扬州附近抽引长江水(约 $400 \text{ m}^3/\text{s}$),利用京杭大运河及与其平行的河道为输水主干线和分干线逐级提水北送,并连通沿线的洪泽湖、骆马湖、南四湖、东平湖作为调蓄水库。在位山闸附近经隧洞穿越黄河后,利用新挖位临运河自流进入京杭运河的卫运河、南运河到天津。输水主干线长 $1\,150 \text{ km}$:其中黄河以南 660 km ,将建 13 个梯级 75 座泵站,提升水头约 65 m ;黄河以北 490 km ,调水自流。东线主要供水目标为黄淮平原东部和山东半岛,以解决苏北、山东东部和河北东南部农业以及津浦铁路沿线和山东半岛的城市缺水问题,并可作为天津市补充水源。

调水工程穿越山东省中西部。该区域地势平坦,属北温带大陆型季风气候区,四季分明,冬夏温差大。区域内河流均属季风区雨源型河流,可分为山丘区河流和平原区坡水河流两大类,分属海河水系、黄河水系、淮河水系和独流入海水系,平均河网密度 $0.24 \text{ km}/\text{km}^2$ 。受季风气候的影响,区域内雨

量集中,全年 $60\% \sim 80\%$ 的降水集中于汛期,河流源短流急,丰枯变化大。区域内水资源的来源主要包括大气降水和过境水,黄河是区域内最大的过境水资源。南四湖和东平湖是区域内主要湖泊。南四湖湖区面积 $1\,266 \text{ km}^2$ 平均水深 1.5 m 储水量达 16 亿 m^3 ,是我国北方最大的淡水湖泊,现有入湖大小河流 53 条,流域总面积 $31\,700 \text{ km}^2$ 。东平湖是山东省第二大淡水湖泊,流域总面积 $9\,069 \text{ km}^2$,大汶河是流域内的主要河流。南四湖和东平湖均是南水北调东线重要的调蓄水库。

2 流域水污染现状

2.1 沿线流域城镇污(废)水排放现状

通过数据统计及现场调研,结果表明:1999 年,南水北调工程山东段沿线流域城镇污水排放总量约 9.83 亿 m^3 ,其中直接排入水体的工业废水(直排废水)约 2.66 亿 m^3 ,城市污水(包括排入城市排水管的工业废水和生活污水)排放量约 7.17 亿 m^3 ,具体情况见表 1。

表 1 沿线流域各城镇污(废)水排放量统计

项目	直排工业废水 / 亿 m^3/a	城市污水 / 亿 m^3/a	备 注
流域名称			
南四湖	1.51	3.54	城市污水处理率 7.06%
东平湖	0.61	1.39	城市污水处理率 13.2%
省辖海河		1.05	无建成城市污水厂
沂沭河	0.54	1.19	
合计	2.66	7.17	

2.2 沿线流域城市建成区污染负荷

沿线流域内城市建成区城市污水污染负荷统计
见表 2。

表 2 沿线流域城市建成区污水污染负荷统计

项目 流域名称	总人口 /万人	污水排放量 /万 m ³ /a	COD 负荷 /万 t/a
南四湖	2 058.77	35 442.49	10.89
东平湖	580.94	13 871.49	4.44
省辖海河	573.66	10 470.41	3.30
沂沭河	889.10	11 942.39	3.94
合计	4 102.47	71 727.23	22.57

2.3 沿线流域主要水体污染状况

主要受纳水体——南四湖和东平湖的污染现状
见表 3。

表 3 南四湖和东平湖湖区及入湖河流水质状况

项目 流域湖泊名称	COD	高锰酸盐指数	NH ₃ -N (或 TP)	现状水质类别
韩庄运河	46.43	5.90	0.03	>
东鱼河	37.83	11.76	0.67	
泗河	224.22	74.69	4.06	>
梁济运河	56.93	19.99	6.95	>
光府河	462.78	146.34	71.89	>
白马河	41.66	14.05	5.77	>
西支河	36.68	11.38	1.36	
城郭河	405.44	66.10	40.86	>
洙赵新河	182.83	40.36	0.41	>
沛沿河	52.95	13.61	8.80	>
南四湖	31.10	10.52	0.10 *	
	22.08	8.00	0.09 *	
	31.58	11.91	0.17 *	
	31.83	11.12	0.14 *	
	34.43	11.93	0.32 *	>
东平湖	32.65	6.36	0.05 *	
	30.38	6.35	0.05 *	
	40.40	6.45	0.04 *	>
大汶河	60.73	18.33	6.42	>

注:表中数值为主要监测断面平均值,单位为 mg/L;带 * 数据为 TP。

从表 3 中可以看出,除南四湖微山岛东符合《中国地表水环境质量标准》(GHZB1-99) Ⅲ类地表水标准外,其余 4 个测点水质只能达到或低于 Ⅳ类水质标准。而南四湖 10 条河流入湖断面除东鱼河、西支河符合 Ⅲ类地表水标准外,其余 8 个断面均劣于

Ⅳ类水质。虽然自 1997 年以来,10 个入湖断面和 4 个湖区监测断面的主要污染指标均有不同程度的降低,但绝大部分仍低于 Ⅲ类标准。东平湖流域的污染情况更为严重,湖区及入湖河流水质均为 Ⅳ类或劣 Ⅳ类。从污染指标可知,南四湖和东平湖的主要污染物为耗氧有机物质和氨氮。

2.4 沿线流域排污构成分析

南水北调东线山东段沿线流域的工业废水、生活污水分别来源于济宁、枣庄、菏泽、泰安、莱芜、临沂、聊城及德州 8 个地市。据山东省环保局的统计资料,沿线共有日排放废水 100 m³ 以上的重点工业污染源 279 家。城市生活污水和工业废水的排放量及构成见图 1。



图 1 污水排放量及构成

从图 1 可看出,随着山东省境内各工业污染源的逐步达标排放,其主要污染物 COD 也得以相应削减,而沿线城市(镇)生活污水的排放量虽然只占总排放量的 47.2%,但其 COD 排放量却达到总量的 58%。生活污水已成为直接影响南水北调山东段沿线调水水质的主要因素。

3 流域内城市排水系统及污水处理设施建设情况

3.1 城市排水系统现状

南水北调东线工程山东段沿线城市的排水管道密度平均为 7.85 km/km²,县城排水管道密度为 5.72 km/km²,低于其他同类城市和县城的平均水平。调研过程中发现城市排水系统的共性是:现有排水系统不够完善,大部分合流制排水管道老化,沿河基本未敷设污水截留管道且已敷截留管的截留能力也非常低。

3.2 城市污水处理厂建设现状

南水北调东线跨越山东省中西部,沿途经过的市、县大部分是经济欠发达地区。城市污水处理设施严重不足,污水治理的步伐大大滞后于山东省东部发达地区。调水工程沿线流域已建成运转及在建污水处理工程情况见表 4。

表 4 南水北调东线山东段沿线已建及在建城市污水处理工程概况

城市名称	项目名称	规模/ 万 m ³ /d	处理工艺	总投资/ 万元	建设项目开工 或投产运转日期	备注
枣庄	薛城区污水处理厂	4	ICEAS	9 652	1998	在建
	滕州市污水处理厂	8	AB 法	21 475	1997	在建
	市中区污水处理厂	7	三沟式氧化沟	17 607	1999	已建
泰安	泰安市污水处理厂	5	A + A ² /O 法	8 070	1993	已建
	新泰市污水处理厂	3	氧化沟	4 239	2000	已建
莱芜	莱芜市污水处理厂	4	BIOLAK	6 000	2000	已建
聊城	聊城市污水处理厂	5	Carrousel 氧化沟	10 449	2000	已建
济宁	济宁市污水处理厂	20	AB 法	40 408	1997	在建
	曲阜市污水处理厂	4	AB 法	11 876	1997	在建
	兖州市污水处理厂	4	AB 法	10 906	1997	在建
	邹城市污水处理厂	8	Orbal 氧化沟	15 554	1998	在建
	泗水县污水处理厂	4	一体式氧化沟	8 160	1998	在建
德州	德州市污水处理厂	8	氧化沟	15 331	1998	在建
临沂	临沂市污水处理厂	10	氧化沟	18 690	1998	在建
合计		94		198 417		

其中,已建或基本建成的污水处理厂有 5 座,总规模 24 万 m³/d,总投资 4.76 亿元。分别是:枣庄市中区污水处理厂、泰安市污水处理厂、新泰市污水处理厂、聊城市污水处理厂和莱芜市污水处理厂。据初步统计分析,沿线流域现有处理规模仅占全省处理规模(206 万 m³/d)的 11.65%。

调水工程沿线流域正在建设的城市污水处理厂有 9 座,总规模 70 万 m³/d,总投资 15.2 亿元,预计于 2001~2002 年间可竣工投产。

4 流域环境容量与污染物控制目标

根据山东省环保局提供流域沿线水质目标和水体自净能力测算,调水沿线每年的 COD 允许纳污量为 13.21 万 t。如按现有污水处理设施(含在建工程共 94 万 m³/d)进行初步估算,沿线流域的污(废)水处理率可达到 34.9%,但每年仍有近 6.39 亿 m³ 的污(废)水未经处理而排入调水干线,其中所含的 COD 量约 19.19 万 t,已经远远超过了调水沿线所能承受的最大环境容量。

如考虑社会、经济发展引起的污染负荷增加以及工业、城市排放垃圾所产生的 COD 负荷对沿线水质的影响,则南水北调山东段沿线水环境污染形势将会在未来的几年之内变得更加严峻。因此,现在的污水处理能力还远未达到南水北调工程对调水水

质安全的要求,需进一步加强对沿线流域污(废)水及其他污染的综合治理力度。

5 结论及存在问题

(1)调查数据显示,南水北调东线山东段沿线各流域 1999 年污水排放总量约 9.83 亿 m³,其中直排工业废水约 2.66 亿 m³,城市污水排放量约 7.17 亿 m³。尽管生活污水排放量低于工业废水,但其 COD 负荷已经略超过工业废水。

(2)境内大部分河流域呈 V 类或劣 V 类水质,南四湖和东平湖作为南水北调的重要调蓄水库,主要污染物是耗氧有机物和氨氮。

(3)城市排水系统不完善、合流制排水管道老化、沿河未设污水截留管道或截留能力不够等,是导致城区各级河流成为排污干渠的主要原因。

(4)沿线流域污水处理设施的处理能力较小且分布不均衡,远不能满足南水北调工程对调水水质安全的要求,需进一步加强对沿线污(废)水及其他污染的综合治理力度。

作者通讯处:400045 重庆大学 B 区研究生楼 30422 #

电话:(023)65126875

E-mail:pang_yu777 @263.net

收稿日期:2002-2-6

ABSTRACTS

Prior on Census of Urban Water Distribution Network *Qiu Wenxin et al* (1)

Abstract : It is a complex systematic engineering to investigate a high-capacity urban water distribution network. A complete set of effective working processes and programs for general investigation of water pipeline system has been formulated on summarizing the works in Wuchang District , Wuhan City.

Analysis and Design of Neutralization *An Jinghui et al* (8)

Abstract : In this article , the process of mixing and controlling neutralization in neutralizing process is analyzed. It is suggested that the G -value should be used as the mixing guidepost. The design methods of all kinds of mixing facilities are put forward , and the design method of mixing with compressed air is discussed as focal point. The relationship between the volume of neutralization tank , the range of pH controlled , the input flowrate of neutralization agent and the switchover period of valve on neutralization agent line is established. And the design method of neutralization tank is given.

On Seasonal Tourist Wastewater Treatment in North China *Ma Da et al* (12)

Abstract : The discharge flow of seasonal tourist wastewater in North China is fluctuant and low , and most of them seem to be similar to domestic sewage with fair biological treatability. In designing of the West WTP in Beidaihe , the famous summer resort in Hebei Province , North China , the special attentions treating this kind of wastewater are discussed. It is concluded that the design will be simple , easy to operate and energy saving on the premise to meet the wastewater discharge standard. Also the precautions in operation and design of tourist WTP are indicated.

Application of CEPT-SBR Process for Tourist Wastewater Treatment *Zhang Xiangling* (15)

Abstract : The chemically enhanced primary treatment and sequencing batch reactor (CEPT-SBR) have been employed to treat the tourist wastewater. The operation results show that the effluent could meet the Integrated Wastewater Discharge Standard GB8978-96 under the condition of influent COD of 306 mg/L , BOD of 198 mg/L , SS of 120 mg/L , TN of 38 mg/L , TP of 5.0 mg/L and oil of 14 mg/L. The process can remove TN , TP and oil in sewage effectively , and also has the advantages of simpler equipment , less area and the convenient operation.

Water Pollution Investigation in Shandong Province along the East Line of**South-to-North Water Transfer Project (SNWTP)** *Pang Yu et al* (18)

Abstract : The water environment pollution investigation was done in area throughout four river basins in Shandong Province , where the SNWTP will be passed by. Serious pollution was observed along the line. The water quality in most rivers is of level V or less. Nansi Lake and Dongping Lake are polluted generally by organic substances. There are numerous outfalls of industrial wastewater , while the COD load of domestic wastewater seems slightly more than the industrial. The wastewater gathering services are very poor ; basically there are no wastewater collectors because the capacity of existing collectors is neglected. Wastewater treatment facilities are insufficient and distributed inconsequently. All these shortages caused water environmental pollution along the SNWTP line. Comprehensive environmental conservation is necessary absolutely.

Application of Jet Loop Reactor in Sewage Treatment *Wen Qinxue et al* (22)

Abstract : Jet loop reactor , one of effective and stable wastewater treatment facilities with advantages of smaller space occupation , high contaminant removal rate , high operating load and short retention time , has been widely applied abroad. It is flexible and easy to operate. The references in research and practical project show that the operation of this reactor is stable. Removal rates over 80 % for both COD and TOC were obtained. Besides this also some special organic substances in industrial wastewater were removed fairly.

Establishment of Mathematical Model for Air-Water Backwashing Intensities of**Uniform Quartz Sand Filtrating Media** *Wang Liping et al* (26)

Abstract : At course of air-water backwashing operation of uniform quartz sand filtering media , any hydraulic grading of filtering material will not be allowed. Under this precondition , the mathematical model of air-water backwashing for uniform quartz sand filtrating media was established to determine the relationship of air intensity and water intensity in backwashing course. This was deduced on the concept of effective stress of filtering layer and the relation between air flow and air pressure caused by the liquid pouring through a small pore.

Simplifying on Hydraulic Calculation of Complex Water Distribution Network *Gao Jinliang et al* (28)