

北京市污水资源化示范工程分析

张 韵

(北京市市政工程设计研究总院 100045)

摘 要 重点分析了全国目前最大的回用工程——高碑店污水处理厂处理污水资源化再利用示范工程的内容、技术路线、运行、需要进一步解决和完善的问题及建议等。

关键词 水资源 可持续发展 污水资源化 示范工程分析

目前北京的水资源开发量已基本达到可利用水资源量的自然极限,水资源短缺成为北京市经济和社会发展的主要制约因素。依靠科技进步,提高节水和治污的效益,是缓解水危机的有效措施。通过水的再生回用技术,使城市污水资源化,这是水资源可持续利用,特别是南水北调之前克服北京水危机的有效途径。

1 城市污水资源化是水资源可持续利用的重大举措

北京污水发生量2000年为264万 m^3/d ,据预测2010年将达到327万 m^3/d ,每年约12亿 m^3 。由于水是一种易被污染而可以再生的自然资源,因而对城市而言,特别是缺水城市而言,城市污水是一笔宝贵而稳定的资源。但是由于污水处理厂建设起步较晚,污水回用滞后,长时间以来中水回用只在试验研究、编制标准和建筑中水、企业中水回用上取得一些成效。

1.1 回用水水质标准

1987年北京市颁布了《北京市中水设施建设管理试行办法》及中水回用标准。1989年10月建设部颁布了《生活杂用水水质标准》。1992年、1995年中国工程建设标准化协会先后颁布了推荐性标准《建筑中水设计规范》、《城市污水回用设计规范》,2000年颁布了中华人民共和国城镇建设行业标准《再生水回用于景观水体的水质标准》。2002年建设部编制的《再生水用作冷却水的控制指标》、《城市污水再生利用城市杂用水水质标准》、《城市污水再生利用景观环境用水水质标准》,这些标准和规范为开展中水回用工程设计提供了依据。

1.2 建筑中水

根据《北京市中水设施建设管理试行办法》规定,建筑面积超过2万 m^2 的旅馆、饭店、公寓和超过3万 m^2 的机

关、科研、大专院校、大型体育设施必须修建中水设施。2001年6月,根据《国务院关于加强城市供水节水和水污染防治工作的通知》精神,我市加快了城市污水资源化的进程,市政管委、市规委、建委联合发布《关于加强中水设施建设管理工作的通告》,规定“建筑面积5万 m^2 以上,或可回收水量150 m^3/d 的居住区和集中建筑区”必须建设中水设施。到2003年,已建在建中水设施250余套,正在进行的近百个,中水处理能力4万 m^3/d 。从运行效果看,处理后的水质达标,满足回用于冲洗厕所、浇洒绿地、操场、冲洗汽车等杂用要求。

1.3 工业企业水回用

全市现有202个工业企业建有污水处理设施并正常运行。其中22个为二级处理,处理能力为5.94万 m^3/d ;其余为一级处理,处理能力为10.04万 m^3/d 。有30余家污水得到再利用,再利用水量为3.35万 m^3/d ,主要用于建材行业的磨削、板框压滤机冲洗水、造纸行业及厂区生活杂用水等。

1.4 城市污水处理初见成效

治污是城市污水资源化的前提和条件。北京市区规划污水处理厂16座,目前已建成并运行的有7座(高碑店、北小河、方庄、酒仙桥、清河、肖家河、吴家村污水处理厂),污水处理能力达到158万 m^3/d ,污水处理率为48%。污水处理初见成效,已为大规模城市污水资源化再利用工程实施奠定了基础。2001年6月高碑店污水处理厂处理污水资源化再利用工程建成运行,这是北京市水资源可持续利用的重大举措,它的经验值得认真总结。

2 城市污水资源化示范工程

该工程以高碑店污水处理厂二级出水作为再生水资源,

收稿日期:2004-09-29

作者简介:张韵(1962—),女,教授级高工。

为东郊工业区提供工业用水,为南城地区提供市政杂用水,为第一热电厂提供清洁水资源,根据水质要求不同采用分质供水方式,达到节约清洁水资源和自来水的目的。

工程方案为高碑店污水处理厂二级出水经新建回用水泵站提升后,用2条管道分别送至高碑店湖和第六水厂。送至高碑店湖的二级出水供北京第一热电厂用水,送至第六水厂的二级出水在该厂进行深度处理后,一部分通过第六水厂现有供水系统供给东郊工业区,另一部分通过新建管道送至东便门和广安门,供沿线市政杂用。

2.1 高碑店污水处理厂

高碑店污水处理厂是目前我国最大的污水处理厂,位于北京市东郊。处理污水量100万 m^3/d ,流域面积96.6 km^2 ,服务人口240万,占地68 hm^2 ,汇集北京城市中心区和东郊的生活污水及部分工业废水。

处理工艺为前置缺氧活性污泥法,污水处理工艺流程包括格栅、泵房、曝气沉砂池、矩形平流沉淀池、挂流式曝气池、辐流沉淀池,污泥处理流程包括污泥浓缩、中温两级消化、脱水、沼气发电并网。出水排入通惠河,每年约有5500万 m^3 的处理水用于农业灌溉。

另外,高碑店污水处理厂内部设有1万 m^3/d 厂内回用设施,采用混凝、沉淀、过滤和消毒处理工艺,出水达到中水回用标准,用于厂内污泥脱水机滤布冲洗、处理构筑物冲洗和绿地浇洒等。因此利用该厂良好的出水,使得实施大规模污水回用工程成为可能。

2.2 回用水量分析与工程规模的确定

2.2.1 热电厂冷却水

华能热电厂位于高碑店污水处理厂南侧约300m,厂内4台机组冷却水补充水原取自距该厂30余km远的潮白河。近期用水量为4万 m^3/d ,远期7.68万 m^3/d 。水源现改为用高碑店污水厂二级出水,已完成输水管线敷设。

北京市第一热电厂位于通惠河北岸,距高碑店污水处理厂约5.5km。在高碑店湖以西,抽取通惠河水作为冷却水水源,经处理使用后再排入河道冷却循环。循环水量约104万 m^3/d ,补充水量约26万~34.6万 m^3/d 。平均补水量30万 m^3/d ,近期确定补水量为20万 m^3/d 。

2.2.2 其他工业用水

东郊为北京市的工业区,分布着化工厂、氧气厂、焦化厂和机械制造等众多企业。其工业用水由60年代初修建的第六水厂提供。水源取自南护城河或高碑店湖,供水能力17万 m^3/d 。第六水厂位于高碑店污水处理厂西部约6km处。近些年随着工业结构的调整,工业用水量大幅度下降,据1998年统计供水量仅为4.7万 m^3/d 。工业用水量按5万 m^3/d 计。

2.2.3 市政杂用水

(1) 南城景观、绿化用水。沿南护城河主要公园有龙潭湖公园、北京游乐园、天坛公园、陶然亭公园、大观园和

万寿公园,合计面积267万 m^2 。公园绿化用水量0.534万 m^3/d ,河湖补水2.3万 m^3/d ,冲厕用水0.046万 m^3/d ,河道两侧的绿化带及附近道路两侧、立交桥绿地用水量0.2万 m^3/d ,合计南城景观、绿化用水量约3.08万 m^3/d 。

(2) 道路喷洒用水。道路喷洒范围东至公路一环,西至西三环,东西长约23.5km,南北方向按照环卫洒水车3km半径计算为6km,喷洒范围面积141 km^2 。参照1992年规划,道路用地率按10%计,喷洒道路面积为14.1 km^2 。按道路喷洒用水量标准每立方米水可喷洒道路2500 m^2 计,每日2次喷洒,用水量为1.13万 m^3/d 。

以上项合计4.21万 m^3/d ,考虑到管网漏失,确定市政杂用水量5万 m^3/d 。

2.2.4 工程规模

污水回用工程近期规模34万 m^3/d ,其中电厂冷却用水24万 m^3/d ,工业用水5万 m^3/d ,市政杂用水5万 m^3/d 。远期规模55万 m^3/d ,其中电厂冷却水38万 m^3/d ,工业用水5万 m^3/d ,市政杂用水12万 m^3/d 。

2.3 技术路线

2.3.1 热电厂冷却水

(1) 华能热电厂冷却水水源改为高碑店二级出水后,厂内设水处理站,处理工艺采用石灰法,混凝、沉淀、过滤。本工程仅为其提供充足的二级处理水。

(2) 北京第一热电厂的冷却水取自通惠河高碑店湖的上游,其水源同第六水厂均为密云水库沿河道对南护城河和通惠河的补水。由于河道两侧污水截流设施尚不完善,河水受到一定程度的污染。经检测分析比较,高碑店污水处理厂二级出水水质一般优于高碑店湖水质。因此,直接向高碑店湖补充污水处理厂的二级处理水,不仅满足了第一热电厂冷却水补充水量的需求,不会影响其厂内深度处理的效果,而且也不会对高碑店湖的水环境造成不良影响。然而由于二级处理水中磷、氮含量偏高,高碑店污水处理厂正在实施除磷脱氮的水质改善工程,以进一步改善高碑店湖的水环境。

2.3.2 第六水厂工业供水系统

第六水厂的工艺流程为预沉池、中间泵房、配水、加速澄清池、砂滤池、消毒、配水泵房。由于高碑店污水厂二级出水水质总体上优于高碑店湖和南护城河的水质,因此改变水源后,经第六水厂处理后的水可以满足原工业用水的水质标准。

2.3.3 利用第六水厂富余能力提供合格市政杂用水

用于景观、绿地、喷洒道路等用途的市政杂用水的水质应满足北京市中水水质标准。由表1可知第六水厂出水水质优于中水标准,只需加强消毒符合使用需求。鉴于第六水厂具有17万 m^3/d 处理能力,而当前工业用水量不到5万 m^3/d ,因此利用其富余能力,完全可以满足近期和远期市政杂用水的水量和水质需要。

利用第六水厂提供市政杂用水的好处在于:节省了建设深度处理设施费用,只需对第六水厂陈旧设备进行适当改造更新;扩大了水厂的用户,提高了效益;由于第六水厂位于高碑店污水厂和市政杂用水用户之间,有利于管线的敷设;有利于今后城市污水资源化的市场运作。

表1 中水水质标准与第六水厂出水水质对比表

	pH	BOD ₅ /(mg/L)	COD _{Cr} /(mg/L)	溶解氧 /(mg/L)	氯化物 /(mg/L)	NH ₃ -N /(mg/L)	总硬度 /(mg/L)	余氯 /(mg/L)	总大肠菌群 /(个/L)
六厂出水 (河水)	7.1~7.4	5~10	12~43	4~7	44~86	0.2	204~394	0.9	138
六厂出水 (二级水)	7.4	5~10	18~36		135	8.6~11	185	1.0	0~48
中水标准	6.5~9	10	50					≥0.2	3

2.4 工程内容

高碑店污水处理厂处理水再利用工程的主要内容包括4个方面,其中泵站土建和管线按远期规模实施。

(1) 泵站1座,建在高碑店污水处理厂内,土建按远期47万m³/d建设,一期按30万m³/d安装设备。

(2) 输水管线工程。泵站至高碑店湖输水管DN1 800,长1 480 m。泵站至水源六厂输水管DN1 800,长4 766 m。

(3) 第六水厂内部改造工程,包括蓄水池的清淤、护坡,污泥池扩建,水泵改造,电气、自控设备增加等。

(4) 市政杂用水配水管线工程。第六水厂至东便门、广安门配水管DN500~1 200,长18 562 m。配水管线上设置36个取水口,供绿化、洒水车取水。公园回用水支线DN 200~600,长约13 km。

工程总投资33 668万元,其中工程费用19 260万元。

2.5 工程效益

该工程于1999年末立项,2000年实施,2001年6月投入试运行。运行结果表明,基本达到了设计预期效果。

该工程是目前国内最大的污水资源化再利用工程,具有明显的经济、环境和社会效益。节约了大量的自来水及清洁水资源,为扩大绿化面积、降低大气中悬浮颗粒物浓度和改善水体环境、城市生态环境创造了条件。据有关部门介绍,目前每天向华能热电厂输送2万~4万m³的二级达标水,5年来向该厂输水5 000万m³;通过高碑店湖向第一热电厂每天输水25万m³,用于工业冷却,目前已输水量2亿m³;该工程还每天输送近2万m³再生水至水源六厂,经深度处理后,向市政提供市政杂用水替代清洁水资源,用于工业冷却、园林绿化、河道景观、道路冲刷降尘、洗车、冲厕等。大观园、陶然亭、龙潭湖等公园和玉蜓桥观赏绿地均使用中水喷灌。实践表明城市污水资源化再利用工程是克服水危机的有效途径。

该工程作为城市污水资源化的示范工程,也为今后的推广应用提供了有益的经验。2005年北京市污水处理率可

达70%,2008年将达到90%以上,回用率将达到50%。本着统一规划就近回用的原则,分流域的污水资源化已经有了很大的进展。目前高碑店、酒仙桥、方庄再生水厂已建成,清河、北小河、吴家村即将建设,小红门、卢沟桥、定福庄在规划之中。随着污水资源化再利用工程的实施,将

大大提高北京污水再生回用率,缓解水资源的紧缺状况,全面推进北京市水资源可持续利用战略的实施。

2.6 需要进一步解决和完善的问题

(1) 由于高碑店污水处理厂二级出水的氮、磷含量偏高,因此需除磷脱氮,改善出水水质。

(2) 在本工程运行过程中,市政杂用水量未达到设计水量,其原因是工业结构调整,使得工业大户用水量减少,河湖补水未能使用再生水。

(3) 东郊工业区部分用户反映,目前水的氯离子高于原河水水源的第六水厂出水,对管道、树脂有腐蚀。原氯离子含量为70~80 mg/L,现为100~150 mg/L,但此值未超过国家有关标准,今后可在调整加氯形式、改进设备材料等方面做工作。

(4) 在城市回用水管网及泵站建设中,应充分考虑回用水利用的季节性及间歇性的运行。例如当回用水用于城市杂用时,雨季和冬季用水量减少,因此应考虑适当加大回用水蓄水池的规模。

(5) 市政杂用水用户还有待进一步开发,提高和完善回水管网的敷设率。

3 建议

(1) 由于标准的水质指标并不同,在以往的工程建设中,通常将几个回用水标准汇总,水质指标取最优值。这样,如果将回用水管网中的水用于农田灌溉,必然造成一定程度上的浪费。建议确定一个适用于城市回水管网的水质标准,使城市污水回用工程建设有章可循。

(2) 当回用水仅用于工业冷却时,建议不采用氯消毒,避免氯离子对冷却设备的电化学腐蚀。

(3) 第六水厂用户的开发管理体制应进一步理顺,作到统一协调,建设、还贷、收费、运行管理的问题应统一解决。

参考文献

- 1 魏昌林.中国南水北调[M].中国农业出版社,2000.
- 2 钱正英,张光斗.中国可持续发展水资源战略研究报告集第1卷[R].中国水利水电出版社,2001.

(责任编辑:刘培英)