北京市分散式污水再生利用设施的现状

王建龙， 彭永臻， 王淑莹
(北京工业大学 北京市水质科学与水环境恢复工程重点实验室，北京 100022)

摘 要： 对北京市已投产的分散式污水再生利用设施的建设、运行及管理现状进行了调研分析。调研对象包括商业楼宇、高等院校、居住小区。结合工程实例分析了分散式污水再生利用设施在实际工程应用中面临的困难和问题，并对今后的设施建设提出了几点建议，以促进分散式污水再生利用设施在我国的环境保护和水资源可持续利用方面发挥应有的作用。

关键词： 分散式； 污水再生； 污水资源化
中图分类号： X703.1 **文献标识码**： B **文章编号**： 1000-4602(2006)02-0009-04

Investigation and Analysis on the Current Decentralized Wastewater Reclamation and Reuse Facilities in Beijing

WANG Jian-long, PENG Yong-zhen, WANG Shu-ying
(Key Laboratory of Water Quality Science and Water Environment Recovery Engineering, Beijing University of Technology, Beijing 100022, China)

Abstract: Investigation and analysis were made on the building, operation and management of decentralized wastewater reclamation and reuse facilities that have been running in Beijing, including those in commercial buildings, colleges and universities, and residence village. The troubles in the practical application of the decentralized wastewater reclamation reuse facilities were analyzed based on the project cases. Some advices on the future construction of decentralized wastewater reuse facilities were given, so that these facilities could bring into full play their role in environmental protection and sustainable use of water resources.

Key words: decentralized type; sewage reuse; wastewater reclamation

目前，北京市城市生活污水排放量约 300×10^4 m^3/d，而已建成的城市污水处理厂处理能力仅为 188×10^4 m^3/d，这对于一个约 1 500万人口的城市来说是远远不够的，为解决这一突出的矛盾，20世纪 80年代末，北京市政府采取了集中式、分散式相结合的办法，即在加快建设城市污水处理厂集中式处理的同时，对新建的宾馆饭店、住宅小区以及有条件的企事业单位等的生活污水就地处理达标后回用于本地区。经过近 20年的探索和建设实践，北京市已建成了 300余座分散式生活污水处理设施，总设计处理能力约 5×10^4 m^3/d，使未能纳入城市污水处理厂的生活污水得到了有效处理，而且分散处理的生活污水可以与工业废水区别开来，简化处理程序和设备，节约了资金，提高了处理效率。近期对北京已投产的分散式污水再生利用设施的建设、运行及利用情况进行了调研。

基金项目： 国家高技术研究发展计划 (863)项目 (2003AA601010)

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1　调研结果与分析

对 30个商业楼宇、居住小区、高等院校的分散处理设施的污水水源、处理工艺、投资及管理状况等进行了深入细致的调研,各项目基本情况见表 1。

表 1　分散式污水再生利用设施基本情况

Tab. 1　Basic information on decentralized sewage reuse facilities

项目		设计规模/($m^3 \cdot d^{-1}$)	实际规模/($m^3 \cdot d^{-1}$)	处理工艺	占地面积/m^2	工程投资/万元	运行成本/(元·m^{-3})
宾馆饭店	1	600	400	接触氧化	490	800	3.75
	2	320	140	混凝过滤	120	160	2.98
	3	360	210	混凝过滤	80		
	4	240	100	接触氧化	120	18.5	2.55
	5	100	80	接触氧化	117	40	1.97
	6	240	120	接触氧化	145	27	1.78
	7	200	100	生物转盘	120	100	2.30
	8	180	30	混凝过滤	69	45	3.11
	9	90	80	生物滤池	60	23.5	1.45
	10	100	80	接触氧化	103	39	2.73
居住小区	11	1 000	700	氧化沟	40	300	0.90
	12	640	650	流化床	200	140	1.23
	13	400	350	ETS生态	300		
	14	120	8	接触氧化	100		
	15	240	100	MBR	120	67	2.00
	16	240	100	接触氧化	50		
	17	360	50	接触氧化	444	160	3.97
	18	360	85	接触氧化	80	2	2.50
	19	360	70	接触氧化	30	220	
	20	180	20	接触氧化	200	59	3.05
高等院校	21	200	150	接触氧化	40	30	0.75
	22	320	330	物化	600	100	1.50
	23	165	30	接触氧化	250	55	2.93
	24	200	200	接触氧化	100	60	4.52
	25	240	70	接触氧化	30	105	2.31
	26	192	100	接触氧化	120		
	27	600	500	接触氧化		340	2.0
	28	720	480	接触氧化	150	209	1.10
	29	360	80	接触氧化	300	141	2.80
	30	200	200	物化	140		

1.1　污水水源

图 1是分散式污水再生利用设施的原水统计情况。可知,各类分散式污水再生利用设施的原水大部分为优质杂排水,尤其是商业楼宇和大专院校[1],前者全部为优质杂排水,而居住小区采用其他原水的比例有所上升,杂排水有 2例,生活污水有 4例。分析后认为,由于大部分宾馆、饭店、写字楼等建设较早,当时国内的污水处理技术尚处于发展初期,所以绝大多数都选择了客房洗浴和盥洗排水作为原水。大专院校由于学生人数较多,学生浴室和宿舍楼盥洗水房每日排水量较大而且相对稳定,所以也都选择了优质杂排水作为原水。对于近年大批新建的居住小区,开发商须综合考虑污水再生利用系统和管网的总体投资以及市政配套情况,所以以生活污水为污水水源的案例开始增多。

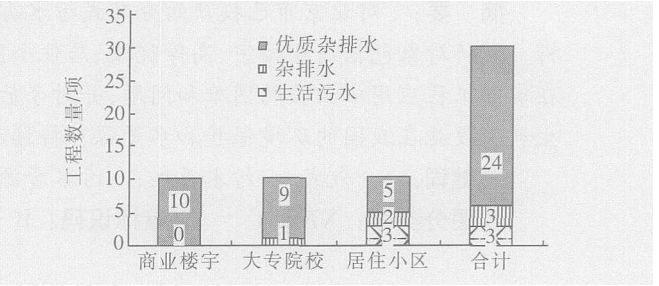

图 1　原水统计

Fig. 1　Statistics on raw water

1.2　处理工艺

处理工艺调查结果见图 2。

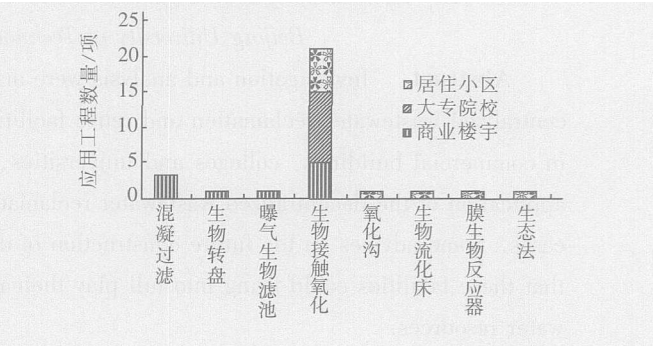

图 2　主体处理工艺统计

Fig. 2　Statistics on main treatment processes

由图 2可知,大部分分散式污水再生利用设施以生物处理作为主体处理工艺,其中以生物接触氧化法与混凝沉淀过滤的组合工艺较为普遍,尤其是所调研的 10所高校均采用了该工艺。调研发现新型分散式污水处理工艺也得到了推广应用,如将水解酸化厌氧工艺作为前置工艺以降低后续好氧单元的有机负荷,采用生物活性炭以延长活性炭的使用寿命,应用曝气生物滤池、膜—生物反应器使得处理流程更加简约紧凑,尤其是后者对病原微生物的控制更为有效。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

1.3　出水水质与利用途径

调研结果显示,分散式污水再生利用设施的出水以冲厕和绿化为主,分别有 90%和 60%的设施将出水作为冲厕和绿化之用;其次是洗车和道路或场地浇洒,分别为 15%和 17%;作为景观、冷却和消防补水的比例分别为 8%、4%、4%。除冲厕被广为利用之外,其他几种用途则略有差异,如大专院校和居住小区中均有较多案例以再生水绿化,商业楼宇中有较多案例以再生水洗车,大专院校中有较多案例以再生水浇洒操场,居住小区中有较多案例以再生水补充景观水体,反映出不同功能的建筑及社区对再生水利用途径的需求有所不同。

1.4　投资及运行成本

分散式污水再生利用设施的投资主要包括配套管网费用、基建及设备投入等。调研中对设施的单位投资和投资占主体工程总投资的比例进行了统计,结果见图 3。尽管各类分散式污水再生利用设施的处理规模和处理工艺有所不同,但它们在主体工程总投资中所占的比例均较低,除第 21项工程外,其余均未超过 1%,调研的全部商业楼宇和居住小区污水再生利用设施投资平均占主体工程总投资的 0.493%,均摊在主体工程单位面积上的投资平均约 18元,除了第 21项工程外的居住小区则均未超过 10元。可以认为,加强污水再生利用设施的建设,并未给这些新建项目的建设单位增加较大的财务负担。以居住小区售价为 5 000元 /m^2、户均销售面积为 80 m^2 计算,每户承担的污水再生利用设施建设费用 <800元,占房屋总售价的比例为 0.20%,可见对最终用户来说,这笔建设投资也是可以承受的。

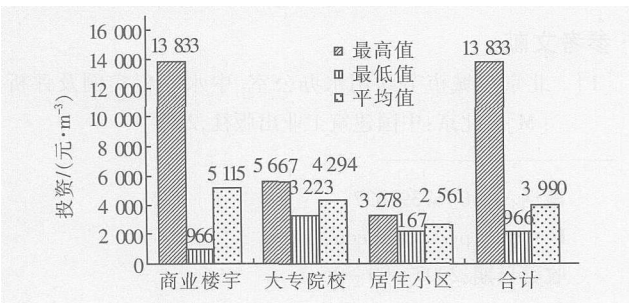

图 3　投资成本统计

Fig 3　Statistics on investment cost

分散式污水再生利用设施的运行成本主要包括动力、药剂消耗、人员工资、设备维修费、折旧费等。图 4是对各调研对象运行成本的分析结果,可见各调研对象运行成本差异很大,其中商业楼宇的平均运行成本最高,其次是居住小区和大专院校,这是由污水水源不足、设备利用率低等原因而引起。运行成本中各项费用所占比例大小依次为:折旧费、电费、人工费、药费、维修费。

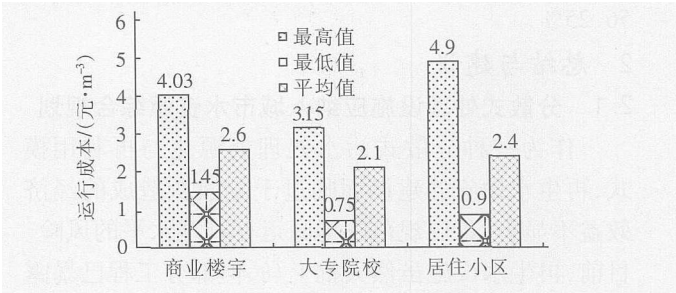

图 4　运行成本统计

Fig 4　Statistics on running cost

1.5　运行管理状况

调研对部分分散式污水再生利用设施的人员编制及管理制度建立情况进行了考察。住宅小区一般未设专门岗位,只是由值班人员对处理设备进行巡视,日常工作为清洗过滤设备、检查设备运行情况,只有不到 40%的操作人员进行日常记录。高等院校和宾馆饭店一般有专人负责再生水设施,采用倒班的方式,其中 80%的管理人员进行过相关培训。在调研的项目中只有 30%的操作人员了解处理工艺。此外,普遍缺乏水量计量、水质分析和设备维护记录,因此不能综合反映污水再生利用设施的运转情况。事实上,分散式污水再生利用设施的管理工作至少应包括:设备的运行操作规程,各种仪表、仪器读数的记录,设备检修情况,水质监测数据等。今后随着大量再生水设施的建成和使用,相应的人员培训工作和水质监测的管理工作已成为亟待解决的问题。建议主管部门考虑规范运行管理人员的编制,明确工作职责,并定期举办再生水设施管理和操作人员培训班,这是提高再生水设施运行质量的有效途径。

1.6　水量平衡

对各类分散式污水再生利用设施的设计处理能力及其利用情况进行了统计。平均设计处理能力以居住小区的最高 (约为 390 m^3 /d),大专院校的次之 (约为 319.7 m^3 /d),商业楼宇的最小 (约为 243 m^3 /d)。从实际处理规模的平均值来看,三者分别为 213.3、214和 134 m^3 /d。从设计能力利用率的平均值来看,大专院校最高 (为 67%),商业楼宇次之 (为 50%),居住小区则最低 (为 41%)。但总的来说,分

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

散式污水再生利用设施设计能力利用率普遍较低,设计处理能力利用率低于 50%的设施分别占到商业楼宇、大专院校、居住小区再生水设施总数的 62.5%、25%、81.25%,占全部再生水设施的 56.25%。

2 总结与建议

2.1 分散式处理设施应纳入城市水资源综合规划

作为一种分散式污水处理资源化与再利用模式,再生水设施的建设面临过于分散所造成的经济效益不显著、难以规范和提高运行管理水平的风险。目前,再生水设施虽然大批上马,但部分工程已暴露出这方面的问题,致使设施运转率尤其是满负荷运转率偏低,造成了不必要的投资浪费。因此,对于拟建的配有再生水设施的单体建筑或区域性建筑等项目,政府有关部门应全局考虑统筹规划,避免重复建设,提高设施的利用率,降低投资成本。

2.2 规范处理技术,推广高效工艺

分散式污水再生设施的处理工艺应根据原水的水质、水量、利用途径、现场条件以及运行管理要求等进行技术经济比较后确定。国家有关部门应组织相关技术和工程专家,全面评估各类再生水处理技术,结合我国国情并借鉴国外经验,优选出一批高效、可靠、经济、适用的分散式污水再生工艺,编制各类技术的设计导则,以实现再生水处理工艺的规范化、定型化。

2.3 建立严格的水质监控体系

分散式污水再生利用设施出水水质的质控目前仍是一个薄弱环节,一些污水再生利用设施的管理单位存在“三无”现象,即一没有水质监测场所,二没有配备符合要求的水质监测仪器,三没有经过培训的上岗人员。这使处理设施出水水质实际上处于失控状态,故亟需建立可操作的监测制度。

2.4 推动投资及运营体制向多元化转变

为了解决目前分散式污水再生利用设施在投资、建设、管理等方面存在的责任和利益主体不统一、相互脱节的问题,单纯依靠宣传教育和行政干预均不能奏效,改革旧的建设和管理体制势在必行。建议在再生水设施的建设和运营中应尽快引入多元化投资和企业化运营的市场化模式:对于目前已建的再生水设施,可鼓励业主单位委托专业的环保公司进行托管运营;对于新建项目,应鼓励业主单位将小区或楼宇的再生水业务整体外包于环保公司,由专业环保公司实施建设、运行、管理一条龙服务。这样可从根本上确保再生水设施能够建好、用好、管好。

2.5 提高处理设施的利用率

分散式污水再生利用设施建设有其特殊性,原水小时流量变化大,有集中来水和完全断流的情况,例如宾馆饭店洗浴和盥洗排水主要集中在晚上的几个小时段排放;公寓洗浴和盥洗排水则主要集中在早上和晚上的几个小时段排放;写字楼洗浴和盥洗排水主要集中在早上和中午的几个小时段排放。因此,用时变化系数或一个简单的百分比来设计调节池的容积存在一定的困难,应根据调查资料或类似建筑排水资料拟订原水的时变化曲线进行计算,调整原水水泵的流量及水位控制,挖掘设施的潜力,优化再生水系统的设计,改善分散式污水再生利用设施的运行。

3 结语

分散式污水再生利用工程不仅为城市建设和经济发展提供了安全可靠又能完全满足各类不同需要的新水源,而且使污水排放量和污染物的负荷量大大降低,是城市节水不可缺少的重要组成部分,但在其运行管理等方面有待进一步完善。

参考文献:

[1] 北京市城市节约用水办公室. 中水工程实例及评析[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 2003.

电话: (010) 67392627
E-mail: pyz@bjut.edu.cn
收稿日期: 2005-09-26

欢迎各位热心读者将对本期刊载内容的意见和建议及时反馈至编辑部
主任邮箱: ycm0128@126.com

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net