

北京市城区雨水径流污染控制与节能减排*

刘洋¹ 李俊奇¹ 车伍¹ 邝诺²

(1. 北京建筑工程学院环境与能源学院, 北京 100044; 2. 北京市排水集团, 北京 100038)

摘要 节能减排是目前中国建设和谐社会、实施可持续发展的重大战略方针。随着城市生活污水处理率和工业废水达标率的不断提高以及清洁生产技术与管理体系的大力推行,城市雨水径流污染在水环境污染排放总量中所占比例越来越大。以北京市为例,2006年城八区生活污水处理率已达到90.0%,雨水径流COD排放量占废水COD排放总量的33.39%,足见城市径流污染已成为节能减排的重要方面,亟需全社会的广泛关注。控制城市雨水径流污染应从加强雨水径流污染的监管力度下手,建立以市场激励为主、政府管制为辅的雨水政策框架。

关键词 节能减排 城市雨水径流污染 总量控制 政策

20世纪80年代以来,随着经济的快速发展,水资源和水环境问题越来越严重。《国民经济与社会发展“十一五”规划》首次提出节能降耗和污染减排的约束性指标,其一就是要求主要污染物SO₂和COD排放总量减少10%。这是我国第一次提出总量控制,对我国环境保护和应对全球气候变化工作意义重大。国家加大了对废水的整治力度,城镇废水处理率逐年上升。2007年6月3日发布的《国务院关于印发节能减排综合性工作方案的通知》明确了2010年我国实现节能减排的目标任务和总体要求,到“十一五”末,全国城市和县城所在的建制镇均应规划建设城市污水集中处理设施;全国城市的生活污水处理率不低于70%,新增城市污水处理能力4500万t。预计到2010年,我国将新建城市污水处理厂1000余座,总投资将达1800亿元^[1]。今后,我国许多城市的废水处理率将超过90%甚至达到100%,废水COD的排放量将不断减少。然而,许多城市水环境质量并未得到明显改善,究其原因,城市雨水径流污染严重是其重要原因之一。随着污水处理厂的建设和废水处理率的不断提高,点源污染得到治理,城市雨水径流等面源污染在COD排放总量中所占比例越来越大,解决雨水径流带来的面源污染问题刻不容缓。

1 北京市生活污水和工业废水排放与城市雨水径流现状

1.1 北京市生活污水和工业废水排放现状

20世纪90年代以来,我国的废水排放事业迅

速发展。以北京市为例,从1990年北京市第1座污水处理厂——北小河污水处理厂建成至今,已建成了包括卢沟桥、清河等在内的9座污水处理厂,此外还有五里坨等5座污水处理厂正在建设中。根据北京市环境保护局的资料,2000—2006年北京市生活污水和工业废水的排放量及其COD排放量见表1。

表1 北京市2000—2006年生活污水和工业废水及其COD排放量

年份	排放量/(亿t·a ⁻¹)			COD排放量/(万t·a ⁻¹)		
	总量	生活污水	工业废水	总量	生活污水	工业废水
2000	8.59	6.63	2.32	17.85	15.70	2.15
2001	8.99	6.87	2.12	17.04	15.23	1.81
2002	9.35	7.55	1.80	15.27	13.85	1.42
2003	9.37	8.06	1.31	13.40	12.36	1.04
2004	9.80	8.54	1.26	12.97	11.84	1.13
2005	10.10	8.82	1.28	11.60	10.50	1.10
2006	10.50			10.99		

由表1可见,北京市生活污水排放量呈上升趋势,工业废水排放量逐年下降并趋于平稳,废水总量仍呈缓慢上升趋势;COD排放量都呈逐年下降。形成这种趋势的主要原因:一是企业不断完善自身的管理及生产体系,大力推行清洁生产和贯彻落实各项节能减排的方针政策;二是国家重视污染物的排放,制订了更加严格的排放标准,并加大了执法力度;三是废水处理率不断提高。1999—2006年北京市近郊区生活污水处理率和工业废水达标率见表2。

由表2可见,北京市近郊区生活污水处理率从1999年25.0%到2006年城八区的90.0%;工业废水达标率也在逐年提高,从1999年的75.6%到

第一作者:刘洋,女,1983年生,硕士研究生,主要从事雨洪管理及利用研究工作。

*北京市哲学社会科学规划项目(No. 07BeCS014);北京市节约用水管理中心基金资助项目;北京市“学术创新团队”项目——可持续水与废物循环利用技术(No. BJ E10016200611)。

表2 北京市近郊区生活污水处理率及工业废水达标率¹⁾

年份	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
生活污水处理率/ %	25.0	40.6	42.2	45.0	56.0	58.0	70.0 ²⁾	90.0 ²⁾
工业废水达标率/ %	75.6	92.6	97.2	98.3	99.3	98.6	99.4	

注: ¹⁾数据来自北京市环境保护局; ²⁾为城八区数据。

2005年已提高到99.4%。

1.2 北京市雨水径流及其污染

当点源污染严重时,雨水径流污染经常被忽视。但是随着废水处理事业的快速发展和城市化进程的加速,城市雨水径流带来的面源污染越来越引起人们的关注。目前,北京市尤其是城区内点源污染已得到基本控制,但是城市近郊区湖泊、河流的水质并没有得到显著改善,水体富营养化现象时有发生,城市雨水径流带来的严重的面源污染是主要原因之一。城市雨水径流的主要污染物包括有机物(COD、总有机碳(TOC)、BOD)、SS、pH、浊度、植物营养物(TN、TP)、石油类、重金属和粪大肠菌群等^[2]。1999—2002年对北京市典型区域多场降雨进行分析,得出了北京市城区汇水面初期及平均径流部分污染物浓度,具体见表3。

由表3可见,城区雨水初期径流污染物浓度一般都很高,是需要重点控制的对象。城市雨水径流污染物浓度随径流时间延长而降低,但是仍高于《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)的三级标准。城市雨水径流污染主要包括:城市屋面与路面材料、沉积颗粒、汽车尾气排放物、轮胎磨

损的颗粒、车架上粘带的泥土、车辆制动时散落的污染物、车辆运行工况不佳时泄漏的油料、杀虫剂等。雨水径流污染的影响因素还包括降雨特性、垃圾管理水平、大气污染、季节、降雨的间隔时间和气温等因素。对于汇流面来说:绿地径流水质好于屋面,屋面好于道路,其中瓦屋面好于沥青屋面;建筑径流好于小区,小区好于市政;城郊的新建小区、公园或一些开发区因环境条件好,雨水径流水质通常也明显好于城市中心区。在环境状况良好、降雨量多或降雨间隔时间短时,雨水水质良好。温度高时,沥青油毡屋面材料分解明显,屋面径流水质较差^[3]。

2010年,北京市区规划面积约1042 km²。按北京市目前的实际情况,东城区、西城区、崇文区、宣武区这4个老城区的雨水管线主要以合流制为主,面积约为87.8 km²,其他地区主要是分流制管线。假设合流制管线的雨水全部进入污水处理厂,且其处理后排入水体的COD忽略不计。根据北京市多年平均降雨量585 mm/a和表3中平均径流COD的低值,保守估算雨水径流COD排放量及其在废水中所占比例(见表4和表5)。

由表4可见,北京市区多年平均雨水径流量3.54

表3 北京市城区汇水面初期及平均径流部分污染物质量浓度

雨水	项目	mg/L			
		COD	SS	TN	TP
油毡屋面雨水	初期径流	350~2800	400~2400	7.9~39.2	3.28~4.10
	平均径流	164~656	68~272	7.8~14.7	0.75~0.94
	平均值	328	136	9.8	0.94
瓦屋面雨水	初期径流	100~800	400~2400		
	平均径流	60~246	68~272		
	平均值	123	136		
路面雨水	初期径流	610~3660	967~5802	6.5~65.0	2.80~11.20
	平均径流	291~1164	367~1468	5.6~22.4	0.87~3.48
	平均值	582	734	11.2	1.74

表4 雨水径流排放综合分析

名称	占地面积 ¹⁾ /万m ²	占地百分数 ²⁾ / %	雨水径流 COD / (mg·L ⁻¹)	径流系数	平均雨水径流量 ³⁾ / (亿 m ³ ·a ⁻¹)	雨水径流 COD 排放量 ⁴⁾ / (万 t·a ⁻¹)
建筑物	42 557	44.6	112 ⁵⁾	0.90	2.24	2.51
道路	19 275	20.2	291	0.90	1.01	2.94
绿地	33 588	35.2	20	0.15	0.29	0.06
总计	95 420	100.0			3.54	5.51

注: ¹⁾占地面积 = (规划面积 - 合流制区域面积) × 占地百分数; ²⁾为北京市2010年规划用地构成数据; ³⁾平均雨水径流量 = 占地面积 × 径流系数 × 多年平均降雨量; ⁴⁾雨水径流 COD 排放量 = 雨水径流 COD × 平均雨水径流量; ⁵⁾按油毡屋面和瓦屋面雨水各占50%计算得出。

表 5 雨水径流 COD 排放量占总量的比例

年份	COD 排放量/(万 t·a ⁻¹)			雨水径流 COD 排放量占总量的比例/%	生活污水 COD 排放量占总量的比例/%	雨水径流 COD 排放量占市政雨水 COD 排放量的比例 ¹⁾ / %
	总量	生活	工业			
2000	23.36	15.70	2.15	23.59	67.21	25.98
2001	22.55	15.23	1.81	24.43	67.54	26.57
2002	20.78	13.85	1.42	26.52	66.65	28.46
2003	18.91	12.36	1.04	5.51	29.14	65.36
2004	18.48	11.84	1.13	29.82	64.07	31.76
2005	17.11	10.50	1.10	32.20	61.37	34.42
2006	16.50			33.39		

注:1)市政雨水包括生活污水和雨水径流。

亿 m³/a,雨水径流 COD 排放量 5.51 万 t/a, COD 负荷 5 774 kg/(m²·a)。由表 5 可见,在 2000 年城市生活污水处理率 40.6%(见表 2)时,雨水径流 COD 排放量占总量的 23.59%,占市政雨水 COD 排放量的 25.98%;到 2006 年,随着生活污水处理率提高,两者的比例分别提高到 33.39%和 34.42%(假设生活污水 COD 排放量与 2005 年持平)。与城市点源污染排放的 COD 相比,不仅数量可观,而且雨季集中排放到环境中,强度也很大。而且随着生活污水处理率、工业废水达标率进一步提高和污水处理工艺改进等,雨水径流 COD 排放量占总量的比例还会上升。雨水径流污染的比例正逐年增加,已成为节能减排的一个重要方面。

事实上,合流制管线虽将部分雨水引入污水处理厂,雨水不直接排入水体,但是存在大量的乱接乱排和溢流现象,实际雨水径流 COD 排放量占总量的比例可能还要高。

2 城市雨水径流污染控制对策

2.1 完善雨水技术体系,合理评价雨水径流污染

上述计算是基于规划城区面积和部分研究者对北京市部分城区污染物浓度指标测定结果进行的一种粗略估算。如需对雨水径流污染进行准确、合理的评价,还要大量的监测数据和科学的计算方法。降雨强度、汇水面的污染程度等不同,次降雨污染物平均浓度差别很大。随着雨水处置技术和管理水平的提高,同地区不同年份、同年份不同地区的污染物浓度差别也很大,污染物平均浓度无法准确得出,而使用表 4 中保守估算的 COD 负荷随机性大、可靠性不高。在此基础上,可以通过建立雨水径流模型,为径流污染物负荷计算提供理论依据。但是北京市还

没有雨水径流模型,雨水的技术体系也不完善,各科研和职能部门应加强包括雨水径流模型在内的技术评价体系的研究工作。

2.2 雨水径流污染控制纳入总量控制,建立雨水排放许可制度

雨水径流污染没有纳入污染物总量控制中,也不在环境保护职能重点监管范围之列。建议国家各个部门应重视雨水径流污染,并采取相应的措施加以控制^[4],如在源头、中途或末端进行雨水处置,减少雨水径流量及径流污染物。此外,国家和地方要制订合理的雨水排放标准。标准的制订要考虑受纳水体等级、水体现有污染状况及接纳污染物的能力等,并协调好上下游地区关系,联合制订针对性强的雨水排放标准。

建立城市雨水排放许可制度。根据各地方缺水严重性、降雨特点、城市功能分区及受纳水体的特征等制订相应的雨水排放许可制度。规范许可的申请程序,对雨水排放进行准确评估,并对采取的相关措施进行评价。同时,环境保护局也要加强对雨水排放进行连续在线监测。对于超标的要查找原因,责令改正,并给以一定的惩罚;对于限期未改正的吊销其雨水排放许可,停止其开发或生产活动。

2.3 建立以市场激励为主、政府管制为辅的政策框架

在雨水处置措施发展初期,主要依靠政府管制手段。北京市政府管制手段的主要形式包括政府令、职能部门规定和工程规划等。目前,已颁布了一系列雨水利用的政策法规(如“三同时”政策)以及限制雨水排放和规划审批的政策等。但是政府管制措施中存在许多问题,如法律本身的不完善、政策与技术发展不平衡、处罚和奖励措施不具体等。

市场激励措施主要是通过经济杠杆调节鼓励公

众进行合理、科学的雨水处置。目前,我国城市雨水管理的市场激励措施还处于起步阶段,主要措施有政府补贴制度、奖励与惩罚制度及防洪费减免制度等。市场激励措施还需要进一步的完善,如建立专项基金、雨水排放收费、环境税制度、雨水排放交易等。在今后的发展中,要努力建立以市场激励为主、政府管制为辅的雨水政策框架,充分尊重市场经济规律,有效发挥市场机制,同时加强对雨水管理的宏观调控与市场监督。

2.4 加强联动机制及公众教育,引起全社会的广泛关注

雨水管理涉及许多职能部门,如水务局是进行雨水管理的龙头企业,负责整个行业及雨水设施的管理工作,环境保护局负责废水、废气、垃圾等的污染防治及监测工作,今后应包括雨水径流污染工作。同时,雨水管理还和发展改革委员会、规划局、建设委员会、交通委员会、园林绿化局、国土资源局相关。各职能部门间要建立联动机制,既明确自己的职责,又互相沟通。此外,城市雨水径流污染不只是职能部门的责任,关系到全社会。加强公众教育是推动雨水管理事业发展的必要手段之一,公众可作为社区的一分子参与到雨水设施的日常管理中。公众的教育和参与包括对城市专门管理人员的培训、城市居民的教育、支援者清理和监督等,主要方式是教育、培训、参与、宣传等。

3 展望

随着城市化进程的加快,点源污染控制进一步加强,城市雨水径流带来的面源污染日益得到广泛关注,已成为节能减排的重要方面。根据笔者对北京市雨水径流排放综合分析认为,应尽快建立城市雨水径流污染评价体系,对雨水径流污染负荷进行准确的分析计算;尽快将雨水径流控制纳入污染物的总量控制中,并建立健全雨水排放许可制度和监控体系。努力建立以市场激励为主、政府管制为辅的雨水政策框架,并引起全社会的广泛关注。

参考文献

- [1] 任红娟.我国城市污水处理的主要工艺及发展趋势[J].中国建设教育,2006,4(4):58-60.
- [2] 车伍,李俊奇.城市雨水利用技术与管理[M].北京:中国建筑工业出版社,2006:41-43.
- [3] 车伍,欧岚,汪慧贞.北京城区雨水径流水质及其主要影响因素[J].环境污染治理技术与设备,2002,3(1):33-36.

- [4] 刘燕,车伍,李俊奇.城市降雨径流污染控制与管理模式[J].环境保护科学,2006,32(3):10-12.

责任编辑:黄 苇 (修改稿收到日期:2008-08-29)

(上接第 89 页)

5 工程投资及运行成本

该公司废水处理设施占地面积 180 m²,总投资 73.2 万元(除土建工程)。经计算,每吨废水直接处理成本为 0.460 元,其中电费 0.186 元,药剂费 0.274 元。

6 总结

根据该公司废水来源广、成分复杂等特点,采用气浮-SBR 工艺处理该废水。SBR 工艺不仅流程简单、运转灵活、基建费用低、脱氮除磷效果好、污泥沉降性能良好,而且对水质和水量的适应性强、易于维护管理,适宜处理此类废水。从实际运行效果来看,出水水质达到 GB 8978—1996 一级排放标准。

参考文献

- [1] 张自杰,顾夏声.排水工程[M].北京:中国建筑工业出版社,2000.
- [2] 杨琦钱,钱易.味精废水的 SBR 处理研究[J].给水排水,2000,26(1):54-56.

责任编辑:贺锋萍 (修改稿收到日期:2008-03-24)

云南加快构建绿色资本市场 完成 11 家公司上市环保核查

按照构建绿色环保资本市场的要求,2007 年 10 月,云南省环境保护局联合中国人民银行昆明中心支行、银监会云南银监局召开了第 1 次云南省落实环保政策法规、防范信贷风险联席会议,通报了 17 家违法企业情况和 2007 年环保专项行动的省级挂牌督办事项、环评审批项目等环保信息,制订了云南省落实环保政策法规、防范信贷风险联席会议暂行制度。

对直接融资渠道,云南省环境保护局联合证监会等部门严格执行包括资本市场初始准入限制、后续资金限制和惩罚性退市等内容的审核制度。截至目前,云南省环境保护局已完成对 11 家企业公司上市的环保核查,从金融渠道制约“两高一资”(高耗能企业、高污染企业、资源性产品企业)企业盲目发展。

(贺摘)