



## 关于宾馆、饭店中水道建设的几个问题

沈 光 范

(北京市环境保护科学研究所)

**摘要** 北京市规定新建的宾馆、饭店要建设中水道,将部分排水就地处理回用,以缓解供水紧张和减轻排水设施的负担。本文就设立中水道的意义;中水道不同水质的处理工艺的确定;中水道的技术经济分析及要有计划地实施中水道工程诸问题,结合研究和建设实践提了一些看法。

### 一、设立中水道的意义

“中水道”起名于日本。主要是指介于上水与下水水质之间的一种生活杂用水道系统。日本的中水道经过在单个建筑物内试行后迅速推广,仅东京都一地的大型建筑物内已建和计划建造的这类中水道系统就有六十余处,总供水能力已近  $10 \text{万 m}^3/\text{d}$ 。此外还有 158 个居民区或单位设置了中水道,利用再生的中水冲洗厕所,每天达  $2.1 \text{万 m}^3$ 。虽然中水道起名于日本,但这种污水再生回用方式早已存在。美国的大峡谷村在 1926 年就有将再生水用于冲洗厕所的先例。最近在美国,许多办公大楼和商业中心由于下水设施超负荷而不得不将其废水全部回用。目前中水用于居住区厕所冲洗的最大工程在新加坡。

在国内一些缺水城市,如北京、天津、大连、青岛和太原相继开展了中水的研究和试用工作,取得了一些经验,并建成一些试点工程。1984 年起,北京市环境保护科学研究所和北京市市政设计院,先后在机关大院和住宅小区内开展了中水道系统研究,起了示范和推广作用。

从给水意义上说,中水道属于一种分质供水方式。这种供水方式的特征是以污水为

水源进行就地收集,就地处理和就地回用。设立中水道可缓解城市生活供水的紧张局面,减轻上水道的负担,所以它是一项有效的节水措施。从排水的意义上来说,中水道属于一种污水回用方式或处置方式。建立中水设施可缓解城市污水干管超负荷运行的状况,减轻排水设施的负担。在北京,随着城市的发展,人口和建筑密度大增,超负荷的污水管日增,据 1985 年统计,已有总长 177 km 的 138 条管段满负荷,占污水管长度的 28%。有的排污管道常年超负荷运行,高峰时比设计负荷大 30%。所以在北京普遍推广中水道既可缓解新鲜水供给不足的状况,又可改善市政设施的运行状况,是兼有节水效益和环境效益的综合措施。

发展中水道的直接原因:(1)水资源(新鲜水)开发费用的不断提高;(2)城市中办公与商业性高层建筑、集中的单元式住宅等设施的不断兴建。这些开发活动带来了供水与排水设施不足的矛盾。北京市政府在京发[1986]56号文件中明确规定:“要进一步推广中水道技术,将中水道建设纳入建筑规范,今后凡新建饭店、商店、居住小区一律按规定采用中水道及节水型卫生设备,否则不予供水。”1987年北京市人民政府批转了《北京市中水设施建设管理试行办法》,对中

水设施的配套建设进行了具体规定,规定以下工程应配套建设中水设施:(1)建筑面积 20000 m<sup>2</sup> 以上的旅馆、饭店、公寓等;(2)建筑面积 30000 m<sup>2</sup> 以上的机关、科研单位、大专院校和大型文化、体育等建筑;(3)按规划应配套建设中水设施的住宅小区、集中建筑区等。这些政策将对中水技术的推广应用起到积极的作用,并将促使人们树立节水的观念。

北京市区生活用新鲜水量每年为 4.02 亿 m<sup>3</sup>,其中公共用水占 73.3%,住宅用水占 26.7%。在公共用水中,空调冷却补充水占 14.3%,冲洗厕所用水占 29.62%,城市建设等市政用水占 8.1%。住宅用水中,厕所用水量占 25%。也就是说,在市区生活用新鲜水中,空调冷却、冲洗厕所和城市建设共用 1.8 亿 m<sup>3</sup>,占市区生活用水量的 44.6%。显然,这些活动没必要使用严格达到饮用水标准的优质新鲜水,可用符合这些活动要求的低质水来代替。由此可见,水中设施用于生活用水方面的潜力是很大的。目前,中水设施主要是用于新开发的生活用水设施,而这些新开发设施所需要的新鲜水的边际开发费用越来越高,所以设立中水设施的经济效益也越来越大。

## 二、中水道处理工艺的确定

根据不同的原水和中水回用要求,有不同的处理工艺,即使原水和中水要求情况类同,亦有不同的处理方案,达到同样的出水要

求。

首先是确定中水水量与水质问题,北京环保所居民住宅楼厕所冲洗用水量调查结果表明,厕所用水量占总用水量 32.8%,人均厕所用水量为 26.9 L/人·d,低于日本的厕所用水量 40 L/人·d。现在中水主要用于冲洗厕所,其次才是清洗车辆,浇灌绿地等。中水水量约占总用水量的 1/4—1/3。对宾馆、饭店来说,中水处理量尽可能与中水利用量相近。在冬季可能用水量较少,可以相应缩短中水处理设备的运转时间。由于中水处理只占用水量的小部分,所以尽可能将污染轻的污水如洗澡排水作为中水水源。从目前接触的资料来看,每小时的中水处理量大多为 5 m<sup>3</sup>、10 m<sup>3</sup>,少数为 15 m<sup>3</sup>,20 m<sup>3</sup>。大学、部队的中水利用量可能会多一些。

人们日常使用的洗澡水都是普通自来水,但经洗浴后排出的洗澡废水,则含有人体皮肤分泌物、毛发、泥垢、油脂、合成洗涤剂、香料等污染质及漂浮物,此外含有细菌、真菌、大肠菌、病毒等有害物。

关于洗澡废水的水质,曾对不同类型浴池的水质进行过检测,现将三种不同类型洗澡排水化验结果列于表 1。

从表 1 数据说明同是洗澡排水,其水质也有差异。公共浴池排水中的悬浮物(SS)、BOD<sub>5</sub>、COD<sub>Cr</sub> 三项主要污染质浓度比机关浴池、宾馆浴室高。

对宾馆饭店来说,以洗澡排水为主的水质,建议采用: COD 100—150 mg/L, BOD

表 1 几种类型浴池排水的水质\*

分类	项目	臭	色度(度)	pH	SS (mg/l)	BOD <sub>5</sub> (mg/l)	ABS (mg/l)	COD <sub>Cr</sub> (mg/l)	细菌(个/L)	大肠菌群(个/L)	取样时间(年.月.日)
	机关浴池(外文局)	芳香	无	8.2	63	71	<4.3	142	>12600	>23800	86.12.5
	公共浴池(清华园)	芳香	无	8.0	110—164	179—256	2.0—4.8	242—534	无法计数	>23800	86.1.10
	宾馆浴室(华侨宾馆)	芳香	2.8	8.1	30—46	50—80	2.7—5.0	52—218	340—1600	90—23800	87.8.6

\* 表中数据均为一天的平均值。

50—80 mg/L, SS 50—100 mg/L.

北京市对中水的处理出水规定了 10 个项目。见表 2。

表 2 中水水质标准

编号	项 目	标 准
1	色	色度不超过 40 倍
2	嗅	无不快感觉
3	pH	6.5—9
4	悬浮物	不超过 10 mg/L
5	生化需氧量(五天20℃)	不超过 10 mg/L
6	化学耗氧量(重铬酸钾)	不超过 50 mg/L
7	阴离子合成洗涤剂	不超过 2 mg/L
8	细菌总数	水中不超过 100 个/ml
9	总大肠菌群	水中不超过 3 个/L
10	游离余氯	管网末端不低于0.2 mg/L

注: 1.中水其它理化指标,视不同用途,应达到国家的有关水质标准及用水设备本身的要求。  
 2.本表所列标准第 1、2、3、7、8、9、10 项按国家生活饮用水标准检验法检测,其它项目按国家规定的废水检测方法检测。

与表 1 数据对照说明洗澡排水除色度、pH 没有超标外,其它八项均已超标。SS、细

菌和大肠菌群可依靠加氯,化学凝聚及过滤法加以去除。BOD<sub>5</sub>, COD<sub>Cr</sub>、表面活性剂(ABS)等,用上述方法只能部分去除,而对于溶解性的 BOD<sub>5</sub>、COD<sub>Cr</sub> 及 ABS、臭味则去除效果不佳。因而针对洗澡排水中所含污染质,选择确定经济合理的工艺流程是十分必要的。

以洗澡排水为对象的中水处理工艺,可选用图 1 所示流程。

以生活污水为对象的中水处理工艺,可选用图 2 所示流程。

需要把各种工艺流程通过定型设计转化为各类产品,包括生物处理一元化装置,以供建筑设计部门和客户选用。水量小的装置多采用钢结构,要有防腐措施。许多宾馆饭店的中水设施建在地下室,层高要求在四米以上,并要注意防潮、排水、通风等要求。无论洗澡废水和生活污水的处理均要有过滤和消毒装置,各处理工艺的前部和后部均需设调节池和清水池,最好由建筑单位因地制宜选

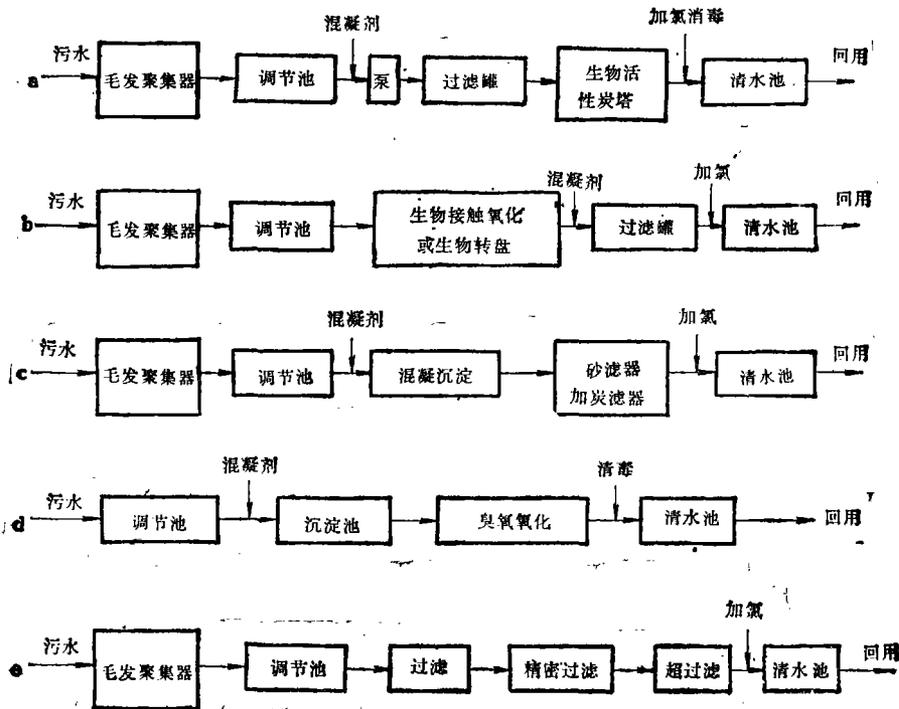


图 1 处理洗澡水可选用的流程

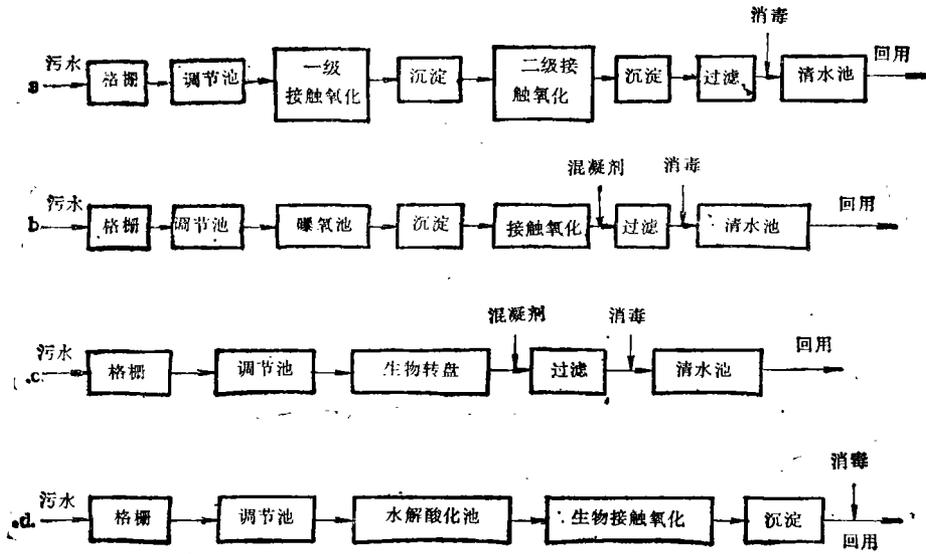


图 2 处理生活污水可选用的流程

表 3 中水实例简况\*

序号	工程名称	规模 (m <sup>3</sup> /d)	流 程	中水原水	中水用途	实施情况
1	天伦饭店	200	混凝过滤+生物炭+消毒	洗澡水	冲厕、绿化	已施工
2	万泉公寓	80	接触氧化+过滤+消毒	洗澡水	冲厕、绿化	正施工
3	亚洲大酒店	120	混凝+过滤+生物炭+消毒	洗澡水	冲厕、绿化	已施工
4	东方艺术大厦	160	混凝+接触氧化+过滤+消毒	洗澡水	冲厕、绿化	设计
5	国际俱乐部	120	混凝+臭氧氧化+消毒	洗澡水	冲厕、绿化	正施工*
6	四川大厦	300	生化+过滤+消毒	洗澡水	冲厕、绿化	设计中
7	中日青年交流中心	250	生化+过滤+消毒	洗澡水	冲厕、绿化	设计中
8	海淀饭店	250	生化+过滤+消毒	洗澡水	冲厕、绿化	设计中
9	中国旅行社大厦	150	生化+过滤+消毒	洗澡水	冲厕、绿化	设计中
10	城乡贸易中心	100	生化+过滤+消毒	洗澡水	冲厕、绿化	设计中
11	高碑店污水厂			城市污水二级出水	冷却、冲厕	研究中
12	首机污水厂	30	直接过滤+消毒	城市污水二级出水	绿化、冲厕	87.4
13	北京方庄污水厂			城市污水二级出水	冷却、冲厕	研究中
14	黑山扈结核病疗养院	200	混凝、沉淀、过滤、消毒	医院污水二级出水	景观、冲厕	87.6
15	清华园浴池	30	直接过滤+消毒	洗澡水	冲厕	86.11
16	外文局	30	直接过滤+消毒	洗澡水	冲厕	87.3.
17	琉璃制品厂	20	转盘+过滤+消毒	洗澡水	冲厕	设计中
18	民族学院	100	直接过滤+消毒	洗澡水	冲厕	设计中
19	北京环保所	120	生化+过滤+消毒	生活污水	冲厕、绿化	85年已运行
20	劲松宾馆	200	二级接触氧化+过滤+消毒	洗澡水	冲厕、绿化	已施工
21	交通部绿化基地	150	生物沉淀过滤一元化+炭吸附	生活污水	杂用、绿化	已运行

\* 引进设备

行土建设计,以平衡进水和用水的不均匀性,如采用设于地下的钢筋砼水池,可减少占地

和节约造价,安装设备的吊钩及平台、扶梯应与土建设计结合进行。

北京市已设计和正在建设的中水装置已几十个,但真正建成运行的还不多。表3列出部分中水实例简况。

### 三、中水道的技术经济分析

关于中水道系统的基建投资、供水成本和电能消耗是人们关心的,亦是中水道能否推广应用的关键问题之一。它的基建投资,随中水道系统的规模、形式、输水距离、使用对象和服务面积而不同。将污水进行深度处理后,用作生活杂用中水,无疑是要增加建设投资的。但是,中水就近回用,水量有保证,输送距离短,更由于减少了城市供水和排水的水量,从而减轻了城市给水排水管网的负荷。因此,对于给排水建设的总投资是经济的。国内外的实践证明,开辟再生污水水源,经济投资及管理费是低于开发其它水源的。日本70年代末相继建成的几个中水道试点,其中水道维护管理费用为100—180日元/ $m^3$ ,而1979年日本上下水维修费用为200—250日元/ $m^3$ ,使用1 $M^3$ 中水就相当于少用1 $M^3$ 上水,同时少排出近1 $m^3$ 的污水,相当于2 $m^3$ 的上下水维护费用,故中水利用还是合算的。

先从宏观上来分析,以北京正在修建的水源九厂为例,每天为城市提供一吨自来水的投资为1400元。每天为水厂提供一吨原水水库的建设费用也相当高,如拟建的张坊水库,每天向水厂提供一吨水的建设费用为2000元。水厂提供的自来水经使用后,将有95%变为污水,经过城市污水管道流入污水处理厂。根据计划兴建的高碑店污水处理厂的概算分析,每日处理一吨水的基建费也是600元。由此,处理相应一吨自来水的污水量投资约570元。这样加起来,城市每日供应一吨自来水,不包括供水管网和排水管网的的城市总投资约为4000元。

从微观上来看,个体建筑的污水,经过处理达到使用标准,用于冲厕所、洗汽车、绿化

洒水等。根据北京环保所中水道试验点的建设费用,每日处理一吨生活污水的设备费约600元,包括土建费不超过1200元,即使加上回用的中水管道,亦不过是城市供水建设和污水处理费用总投资(不包括管网投资)的一半左右。

实行按质供水以便节约水,归根结底是用水的经济性问题。也就是说,我们采用中水代替优质的新水是想获得更经济的供水系统。设立中水意味着又要增加一套供水设施,这样的双重供水系统对宾馆饭店来说在多大的中水处理规模时更为经济合理,我们对这个问题经过分析研究,结论是,当采用污浊负荷较小的洗澡水作为中水原水时,经济合理的中水装置规模为85 $m^3/d$ 以上;当采用污浊负荷较大的生活污水(包括粪便污水)作为中水原水时,经济合理的中水规模为154 $m^3/d$ 以上。

对中水道的经济性与效益进行全面分析,是一项比较复杂和长期的工作,特别是在使用中水道系统的卫生安全措施方面,还需要进行全面和深入的考察和检测,以确保在卫生方面的绝对可靠。同时,在水的净化处理工艺方面,还大有改进的余地,可以进一步减少中水道系统的建设投资和供水成本。当然,对于一些缺水城市,以及一些给排水管网已经满负荷的地段,而且重新敷设给排水管网已很困难的地区,建设中水道就不只是经济的问题了。

### 四、有计划地实施中水道工程

中水道工程是城市污水资源化的一个组成部分。中水回用在我国仍处于初步阶段。应按照规划,有计划有重点地实施中水道工程。

北京市京政发(1986)56号文件对实施中水回用范围做了明确研究。京政发(1987)60号文件规定中水设施建设投资纳入主体工程预决算。“北京市中水设施建筑管理实

表 4 中水回用民意测验表\*

态度 \ 用途	冲厕	浇花养鱼	浇绿地	喷泉	洒马路	洗汽车	墩地面	洗衣	洗手洗澡
同意	407	311	412	338	390	377	159	19	16
	90.6%	69.3%	91.8%	75.3%	86.9%	84.0%	35.4%	4.2%	3.6%
可以承认	19	68	19	48	27	36	81	95	85
	4.2%	15.1%	4.2%	10.7%	6.0%	8.0%	18.0%	21.2%	18.9%
反对	22	69	18	62	31	35	208	333	345
	4.9%	15.4%	4.0%	13.8%	6.9%	7.8%	46.3%	74.2%	76.8%

\* 被调查人包括干部、工人、教师、医生及护士,共 449 名。其中: 35 岁以上 274 人, 35 岁以下 175 人, 男性 225 人, 女性 224 人。

施办法”明确规定了中水工程建设的技术要求,基本上保证了回用安全。这是中水技术开发的政策保证。北京市市政设计院于 1986 年曾做过中水回用民意测验,结果见表 4。

从表 4 可见,群众对中水回用心理承受能力还是较强的。但在实施过程中,应重视利用城市污水处理厂已有条件建设大型中水道回用工程,扩大工业内部水回用,在大型建筑推广中水回用时,亦要考虑规模适当和联片回用。

由于历史原因,我国水的价格背离价值的现象十分突出,中水的效益往往不能充分体现,只得以行政手段强制推行。以北京市为例,目前居民用水,事业单位用水及企业用水水价分别为 0.12 元/t、0.18 元/t 和 0.21 元/t,考虑到征收排水费,企业、事业的综合水价为 0.28 元/t 和 0.30 元/t。在目前条件

下,单位自行设置中水道的成本(运行费加上折旧费)一般不会低于 0.20 元/t,中水装置投资难以在几年内回收。对涉外的宾馆、饭店及对内服务的中、低档饭店,目前北京市已将自来水费分别调整为 0.6 元/t 和 0.4 元/t,加上排水收费,水价分别为 0.7 元/t 和 0.5 元/t,建中水装置有直接的经济收益,加上对这些用水大户均有节水指标,提高了宾馆、饭店设中水装置的积极性。

进行中水工程设计时应应对供水的安全性给予高度重视。在设计时应充分考虑当中水设备检修及发生故障时的供水安全措施。除了少数宾馆中水设备搞自动化控制水平外,一般要求自动控制与手动控制相结合的操作方式,以增加运行管理的灵活性。

(收稿日期: 1989 年 6 月 26 日)

## 潮汐河流水环境容量的研究

郑英铭 高建群

(河海大学环境水利研究所)

**摘要** 本文介绍潮汐河流因时变水流带来的非稳态水质变化情形下环境容量的计算方法。首先分析影响潮汐河流环境容量的主要因素,接着讨论潮汐河流环境容量要素的设计,建立相应的计算方法,并用苏州河资料进行实例计算和分析成果的合理性。

Bi Mutian Li Xin (Environmental Science Center, Peking University, Beijing): *Chin. J. Environ. Sci.*, **11**(3), 1990, pp.43—49

The method was based on collection of formic and acetic acids in solid sorbent tubes containing Red Chromosorb (40/60 mesh) impregnated with potassium hydrate. The analytes were desorbed with deionized water in an ultrasonic bath and analyzed via IC analysis. This method was applied successfully to determination of formic and acetic acids in the ambient air of Beijing and some areas in Guangdong and Guangxi provinces. In the case of 2.4 m<sup>3</sup> sample gas volume, the minimum detectable concentrations were about 0.2 µg/m<sup>3</sup> and 0.4 µg/m<sup>3</sup> for formic and acetic acids respectively.

**A Discussion of Four Pretreatment Methods of Analysing Elements in Atmospheric Particulates.** Li Zhensheng, Lang Yongshe (Environmental Protection Institute of the Ningxia Hui Autonomous Region, Yinchuan): *Chin. J. Environ. Sci.*, **11**(3), 1990, pp.49—53

This article presents a discussion on four pretreatment methods of analysing metal elements in air particulate samples. In determination of Cu, Pb, Cd, Cr, Be, Co and Ni, the four methods that are sulfate-ash method, acid mixture digestion, high pressure wet digestion and Soxhlet's extraction have been compared. The results demonstrate that the method of high pressure wet digestion with low blank is easy to handle and has a desirable precision (CV% 2.3—7.1%) and high recovery (91—117%).

**Determination of Volatile Rates of Organic Compounds in a Simulated River Ecosystem.** Zhao Yuanhui, Lang Peizhen, Long Fenshan (Dept. of Environmental Science, Northeast Normal University, Changchun): *Chin. J. Environ. Sci.*, **11**(3), 1990, pp.53—57

Studies were carried out in a simulated river ecosystem for determination of volatile rates of 37 kinds of organic compounds. The results showed that volatile process of organic compounds was in line with first-order kinetics. Volatile rate constants were predicted with modified two-film mass transfer model. The predicted constant values approach the values determined practically. In addition, the methods for determining and estimating parameters have been introduced in this paper.

**Some Viewpoints on Constructing Dual Water System in Hotels.** Shen Guanfan (Beijing Municipal Institute of Environmental Protection): *Chin. J. Environ. Sci.*, **11**(3), 1990, pp.58—63

This article describes that in order to ease urban water supply, Beijing Municipality has provided that dual water system should be constructed in the newly-built hotels for treating and reusing a partial sewage on the spot. In China some water-shortened cities have been constructing dual water system one after another. According to researches and practice concerned, the author makes a

suggestion in the following aspects: the importance of constructing dual water system; choice of treatment process adapted to different sewage; technical and economic assessment of the system, and implementing the system in a planned way.

**Study on Environmental Capacity of a Tidal River.** Zheng Yingming, Gao Jianqun (Hohai University, Nanjing): *Chin. J. Environ. Sci.*, **11**(3), 1990, pp.63—69

This paper introduces a methodology on computing environmental capacity of a tidal river in variable conditions of water quality. The main factors affecting the capacity of a tidal river, design of the key factors for computation, a suitable calculating method have been discussed. Finally, a case study has been performed with the hydrologic data of the Suzhouhe River (Shanghai) and the result shows that the method is rational.

**An Investigation on Community Response to Environmental Vibration.** Tu Ruihe et al. (Beijing Municipal Institute of Labour Protection, Beijing): *Chin. J. Environ. Sci.*, **11**(3), 1990, pp.70—73

Based on the investigations into environmental vibration caused by industrial machines in five cities in China, the paper analyzes the community responses in terms of subjective evaluation. The annoyance percentage increases with the Z-weighted vibration level and tendency behaves in the shape of S. The annoyance thresholds calculated by the u-test, the principle of psychological physics and turning point of the S-shaped curve are in the range from 70 to 76 dB(Z-weighted vibration level). The results have provided the national standard "GB10070-88 Standard of Environmental Vibration in Urban Area" on this basis.

**Application of Photoionization Detector to Gas Chromatography.** Jing Shilian et al. (Research Center for Eco-Environmental Sciences, Academia Sinica, Beijing): *Chin. J. Environ. Sci.*, **11**(3), 1990, pp.84—86

This paper describes gas chromatography with photoionization detector to be applied in three fields: analysis of environmental samples, detection of drugs and identification of specific organic compounds. The instrument has its remarkable features with high sensitivity, low detection limit and selective measurements. The GC with PID has been designed and made by the authors.

**A New Type of Hydrogen Fluoride Generator.** Wu Changnian, Chen Shuyuan (Jiangsu Institute of Botany, Nanjing): *Chin. J. Environ. Sci.*, **11**(3), 1990, pp.87—91

Reported in this paper is a new type of HF generator which has been developed in Jiangsu Institute of Botany in 1989. The process of producing HF is substantially improved in the generator, so that HF solution of a specified concentration can be vaporized at a high temperature to form HF gas of a desirable concentration. The generator is suitably applied to the field experiments with the open-top chamber.