

生态卫生(排水)系统国内外发展比较

宋序彤

提要 生态卫生(排水)系统发展的核心思想是要使水资源和营养物质在人类社会和经济发展中以闭合循环的方式运行,要以安全、经济、可靠的方法来完成这一闭合循环,以达到提高用水效率,保护和节约使用有限水资源,实现可持续发展的目的。实践已初步证明,生态卫生(排水)系统在理论上是有依据的,技术上是可行的,经济上也是合理的。但在人口密集的城市地区与传统排水系统的衔接及更新改造等诸多问题还需要做更多研究。介绍了国外生态卫生(排水)系统近年发展特征,并与我国发展情况进行了比较,提出了应采取的对策。

关键词 生态卫生(排水)系统 概念 发展 特征 可行性 对策

1 生态卫生(排水)系统发展的背景

生态卫生系统或称生态卫生(排水)系统,国外一般称 Ecological Sanitation,其常用缩写为 Ecosan。

90 年前德国建筑师 Leberrecht Migge 就提出了生态卫生(排水)系统的概念,并在城市地区付诸实施^[1]。

20 世纪后期,全球人口的不断增加,城市化和经济的快速发展,传统浪费用水的模式以及水污染的加剧使得水短缺问题在越来越大范围内出现。据联合国有关资料统计,目前全球有约 1.3 亿人得不到安全的饮用水,26 亿人没能使用安全的卫生设施。寻求从根本上解决水危机的方法是国际社会面

临最具挑战的任务之一。

人们在不断深入探讨解决水危机应实施的基本策略时,也对传统的供排水系统进行了更加深入的思考,并开始向传统的用水模式和排水系统提出了挑战。

早期的供水系统,即用水泵抽取提升原水,不经净化就用管网配送到用户。19 世纪在英国伦敦、北美匹兹堡和一些欧洲城市曾先后多次发生因饮用水污染而导致流行性霍乱和伤寒的爆发。直到 19 世纪末,人们才开始了工业化净水技术的研究和应用,并逐步形成了近代供水系统^[2]。当时人们认为淡水资源是“取之不尽,用之不竭”的。净化了的可饮用

于是,多年来在好多场所,我们宁可装设自动探测报警“防”火,也不要既能自动探测又能灭火的自动喷水灭火系统;宁可装设喷水水幕“防”火,也不要自动喷水灭火系统;宁可设置各种分隔方式对火灾进行分割“防”火,也不要自动喷水灭火系统;宁可把防火分隔、自动探测报警等“防”火设施设置得比工业化国家标准还高,也不把自动喷水灭火系统赶上工业化国家的设置标准。尽管自动喷水灭火系统控火的成功率在 90% 以上,效果远远高于我们所装设的那些“防”火设施,而且也很经济。

显然,这不是我们的宗旨出了问题,便是我们的“防”、“消”概念的内涵外延上有问题。

参考文献

1 太原工业大学,等.建筑给水排水工程.北京:中国建筑工业出版社

社,1986

2 建筑给水排水设计规范(GBJ 15-88).北京:中国计划出版社,1997

3 陈耀宗,等.建筑给水排水设计手册.北京:中国建筑工业出版社,1992

4 建筑排水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管道安装(96S406).北京:中国建筑标准设计研究所

5 建筑排水用硬聚氯乙烯螺旋管管道工程设计、施工及验收规范(CECS 94-97).北京:中国建筑工业出版社,1997

6 建筑排水硬聚氯乙烯管道工程技术规程(CJJ/T 29-98).北京:中国建筑工业出版社,1998

▽作者通讯处:100044 北京车公庄大街 19 号

中国建筑设计研究院

电话(010)68319843

E-mail: zhaoshi1964@sina.com

收稿日期 2003-1-13

的水被输送到人们生活和生产应用的各个角落。所有用水的地方都使用这种饮用水。与此同时,为排除使用过的污水建设了“沟渠工程”和“排水管网”。近代水冲马桶卫生设施日益普及,水载重力流排污系统逐步推广。由于水污染的不断加剧,饮用水净水厂和污水处理厂处理工艺越来越复杂,建设和运行费用越来越高。沿用传统用水方式,花费巨额资金兴建、维护和运行这种供排水系统,似乎已成为保障社会经济发展不容置疑的传统基本模式。

然而世界各国传统模式供排水系统发展的历史表明,到目前为止,世界上仅有约5%~10%污水进行了处理^[3]。影响这一传统排水系统模式进一步推广的主要原因是建设、运行和维护相关排水管网和污水处理厂需要的巨额资金难以承受。据联合国的一位专家估算,全球每年为建设、运行和维护传统排水系统的经费约需300亿美元,到2025年该项费用大约为750亿美元^[4]。

在20世纪后期的一些国际学术讨论会上,一些专家学者开始向传统的供排水系统和传统的用水模式提出了越来越尖刻的批评:

为什么要用可以直接饮用的清洁水,去冲洗便器并用来输送粪便和其他废物?

为什么要把居民少量排泄物和其他大量污水混合稀释,并通过漫长的排水管将其汇集到城市下游,再花费大量能耗提升和处理?

为什么大量有机营养物质不能施用于农田和园艺,同时又使土壤因得不到有机肥的滋养而退化?

20世纪后期,随着淡水资源危机的加剧,保护和实施可持续发展战略日益深入人心,世界许多国家陆续开展了有关卫生设施、排水系统更新改造的研究。70年代瑞典开发成功了无水厕所装置,并出口到其他国家。80年代美国和加拿大也陆续建设了堆肥式厕所,并不断改进。90年代,国际绿色和平组织在西大洋群岛曾提出了一项“清洁发展”的动议。为此,澳大利亚某生态工程公司设计建造了一个管理废水和排泄物的零排放系统,取代了传统的水冲厕所^[5]。德国、瑞典、挪威、美国、加拿大等一些欧洲、北美国家和一些发展中国家,也相继开展了这方面的有关研究和实践。与此同时中国在传统的粪便堆肥的基础上,也发展了无水冲厕所和多种

生态厕所和相应的排水系统。

1992年世界环发大会曾通过了著名的《21世纪议程》。该议程对于“保护淡水资源的质量和供应”以及“固体废弃物的无害环境管理以及同污水有关的问题”等都单独列章予以讨论。要求到2005年发展中国家应对至少50%的污水、废水与固体废弃物进行处理或处置,要求到2025年处置所有的污水。当时还未在世界范围内提出要建设生态卫生(排水)系统,改变传统排水系统的任务。

2000年9月联合国千年会议时,宣布要对淡水供应领域存在的紧迫问题采取措施。明确提出,水资源的不可持续开发利用原有模式将不得不逐步终止,水管理策略上的变化将在区域和国家层次上开展。

接着2000年10月,在德国波恩召开了有关生态卫生(排水)系统的国际讨论会。会议的主题是“闭合有关废水管理和卫生系统的环路”(Ecosan-closing the loop in wastewater management and sanitation)。来自世界各国的200位专家出席了会议。会议为加强在生态卫生(排水)系统领域的国际信息交流与合作做出了重大贡献,同时也为德国正在实施的“生态卫生(排水)系统项目”计划,开展国际间的合作奠定了更好的基础。这次会议的召开标志着建立生态卫生(排水)系统问题已在世界范围引起了广泛关注,并建立了相关信息网络。会议认为特别应在城市范围建立有关生态卫生(排水)系统的示范项目。

2001年12月召开的国际淡水讨论会(International Conference on Freshwater)也指出,非可持续发展的用水模式是使有限水资源日益短缺的重要原因。会议提出的主要对应措施之一就是“提高水的利用效率”。会议也对传统的用水模式和排水系统提出了质疑。

有关生态卫生(排水)系统的发展更多地被列入世界范围的国际讨论会,说明生态卫生(排水)系统的研究和实践已在世界范围越来越多的国家和地区展开。

2 关于“生态卫生(排水)系统”的概念

研究生态卫生(排水)系统,首先应研究一下废水的特征,特别是住宅污水的特征,其主要成分和总

量统计见表^[6],其中尿液、粪便、其它污水分别以 500 L/(人·a), 50 L/(人·a)和 2 500~10 000 L/(人·a)计。

表 1 生活污水特征统计

成分	年负荷 /kg/(a·人)	尿液(黄水) /%	粪便(褐水) /%	其它污水(灰水) /%
N	4~5	87	10	3
P	0.75	50	40	10
K	1.80	54	12	34
COD	30	12	47	41

表 1 数字表明,污水中主要营养物质 N、P、K 主要含在尿液中,少量的尿液如能单独分离,可用于农业。冲厕以外的废水(灰水)含有较少比例营养物和污染物质,其体积却为人直接排泄物粪尿体积的 50~200 倍。人直接排泄的粪尿中包含了废水中绝大部分污染物和营养物质,如能单独处理,可大大节省废水处理费用并便于回收营养物质。

传统的排水系统恰恰忽略了污水的基本特征,将人的排泄物用大量水稀释并与其它污水混合,并通过管网统一输送到城市下游做集中处理。它存在的固有弊病日益被显现出来。

生态卫生(排水)系统正是基于城市污水特别是住宅污水在质和量上的固有特征而提出的。瑞典 Winblad konsult 认为,生态卫生(排水)系统应满足三条简单的原则,即:能够防止对环境的污染,能够破坏人体排泄物中的病原体,排泄物中的营养物质可作为肥料循环利用。为此,他认为中国和亚洲一些国家与堆肥相结合的厕所是早期、原始的生态卫生(排水)厕所,已有上千年的历史。

目前,有关“生态卫生(排水)系统”的概念已进行了很多深入和广泛的讨论,其核心要点可以归纳如下:①人粪尿排泄物和其他有机垃圾应采用接近自然的、低能耗的堆肥处理方法进行处理;②使人排泄物和其他有机废弃物中的营养物质能安全地予以回收利用,并形成闭合循环系统;③高效、安全、合理地用水,排出的污水处理后得以安全利用,或回送补给地下水,也形成闭合的循环系统;④更广义的理解,还应包括雨水的收集、贮存、利用以及渗流补给地下水。提出这一概念的基本出发点是将排水系统看作是地球生态圈和水圈的一个有关子系统,并以

可持续发展的战略去思考解决生态圈和水圈中发生的问题,力图建立一个生态型的、可经济运行的排水系统,并使水资源和营养物质得以形成闭合的循环。

3 国外生态卫生(排水)系统发展特征

3.1 国家主管部门以多种方式支持生态卫生(排水)系统的发展

德国联邦政府经济与合作发展部(BMZ)于 2001 年 5 月启动了一项将用 5~6 年时间完成的生态卫生(排水)系统计划,其名称是“生态的 and 经济的可持续发展的废水管理和卫生系统(Ecosan-ecologically and economically sustainable wastewater management and sanitation systems)”。其目标是用 2 年左右的时间研究制定可用于指导国家和国际上发展生态卫生(排水)系统的导则;以人口密集的城市为主要目标建立生态卫生(排水)系统示范工程,并要求形成产业化生产的相关产品;建立一个全球共享的信息知识网络,传播和交流有关生态卫生(排水)系统开发研究的情况^[7]。目前该项目正在按计划步骤实施。

丹麦政府于 1997 年决定资助 4 200 万丹麦克郎实施旨在研究排水系统设施的“生态行动计划(Ecological action plan)”。重点研究废水的生态处理方法和营养物质及雨水的回收利用问题^[8]。

美国国家环保局早在 80 年代就支持建立了一批带有堆肥功能的厕所,并在国家有关营养污染物控制的相关法规中鼓励这类生态卫生(排水)系统的建设和应用。美国许多州每年在修改相关法规时也都增加支持和鼓励生态卫生(排水)系统发展的内容。规定房主和使用者的不必自己去维护生态厕所,而由得到政府资助的区域相关组织负责。目前生态卫生(排水)系统已在上市销售的住宅、公建、商业用户和学校等建筑中开始推广应用^[5]。

上述项目的实施和法规的建立,都标志着建设生态卫生(排水)系统的计划已得到政府主管部门的支持。

3.2 生态卫生(排水)系统的研究和实践活动在世界范围广泛展开

澳大利亚 CSIRO 研究所于 20 世纪末启动了“城市水计划(Urban Water Program, UWP)项目研究,目的在于减少用水和废水处理对生态环境产生的影响,

并降低供水、排水和雨水设施服务的成本^[8]。

瑞士最近也开展了有关更新对人体排泄营养物的管理,建立新的城市水系统的研究项目“NO-VAQUATIS”。该项目包括建立新型厕所对尿液分别收集和控制的研究;用尿液生产制造农业用肥料的研究;新型浴室的研究;人排泄物输送的研究;建立两个小规模示范点^[8]等。

英国最近开展了“多学科综合评价水循环技术的选择”项目研究。重点研究被收集的污水和雨水处理回用技术,并对其相应可能带来的危险进行研究,并要求对不同的选择在居民、学校、医院、办公区等实施的可行性进行评估^[8]。

另外,一些发展中国家,如尼日利亚、赞比亚、埃塞俄比亚、印度和孟加拉等国也结合本国具体情况在有关生态卫生(排水)系统不同层次的问题方面进行了广泛的研究和实践。

3.3 有关生态卫生(排水)系统技术创新

美国哈佛大学认为生态卫生(排水)系统是一种未来很有希望的技术,研究开发了一种带有固体传感器的微型芯片,可用于控制沼气堆肥厕所运行的程序^[5]。

瑞典近年研究开发了一种非混合型(no-mix)马桶,或称分离式厕所,即将尿液单独流入一贮罐,贮存半年以后,某些药物残留物将分解破坏,然后用作农肥,粪便作堆肥处理。该种装置已有3 000余套在应用。

欧国最近还开始使用一种真空抽水马桶,每次冲洗仅需0.7~1 L。真空系统真空度为0.5 bar,真空管直径为50 mm。冲厕粪便水同家庭有机垃圾破碎后一同在半集中式沼气池中处理,产生的沼气作为天然气的补充能源。挪威奥斯陆也建立了类似的生态厕所,粪便用卡车运走做堆肥处理^[6]。

在应用现代科技手段装备生态卫生(排水)系统方面,很多国家结合当地具体条件还做出了许多创新。

3.4 生态卫生(排水)设施已扩大到居住区或整个城市供水排水系统的规划和建设中

德国正在实施的AKWA2100研究项目是个典型的代表。该项计划的名称是“城市废水基础设施的方案选择”(Alternativen der Kommunalen

Wasserver und Abwasserentsorgung 2100,简称AKWA2100^[9])。该计划是一项由多学科、部门和单位参加的长期研究项目。选择了有不同地区特征的两个城市做为研究示范地点。一个是德国西部鲁尔区的多特蒙德市市郊的Asseln市,另一个是莱茵河北部Seln市郊的Bork市。该项目的目地是对未来城市供水和排水系统发展方案做出战略选择。该项目拟定了三种不同的系统方案:

第一方案:延续性方案。即在现有城市供水和排水系统基础上,通过更新用水设施和器具以及推广高效用水设备和大量回用处理的污水来达到减少用水的目的。这种方案和我国目前的总体思路相似。预计人均用水量可降至100 L/d左右。

第二方案:城市水回用方案。该方案特点是,厕所排出的尿液已被单独分离,并被专用卡车收集用于制造含氮肥料;其他污水与粉碎的厨余有机废物均排入下水道一并处理,处理后的水通过另一条并行的管道分别供给居民冲厕、消防用水和工业用水,这样做更有利于解决厌氧处理污水时碳源相对不足的问题,雨水则直接用于非饮用目的用水或渗流补给地下水,同时也通过更新采用高效用水器具来降低人均用水量。人均用水有可能降至90 L/d左右(其中非饮用水30 L/d)。

第三方案:就地循环方案。不设立集中式供水系统和排水系统。独立式或组团式居民建筑均由就地独立的高效水处理系统提供供水和排水服务,以就近的水体、地下水或雨水作为水源。设立不同用水水质的供水系统和回用水供水系统。预计人均用水可降至70 L/d左右。

该项目将通过已建立的综合评估体系,运用层次分析法对不同方案进行评估,其结果将作为城市规划建设决策的依据。

3.5 生态卫生(排水)系统发展经济上的可行性

德国已研究开发了用MIPS法计算就地分散收集和处理污水的生态卫生(排水)系统在建设和长期运行及相应产品(回用水、肥料、土壤改良剂等)价格计算的应用程序,计算结果表明:“对中等密度人口区域非集中式生态卫生(排水)系统较传统集中式排水系统可节省能源和材料一半以上^[10]”。

德国由一家银行投资兴建的生态卫生(排水)示

范系统表明,由于不建水冲式厕所和相应系统,省去了“接管费”,同时有回用水代替净水以及有相关的副产品应用,该系统的建设、运行和维护的综合经济效益是好的^[6]。

美国环保局和人口普查局的资料表明:“就地处理生态卫生(排水)系统被更多的市政当局接受是因为它较传统的集中式供排水系统要更便宜”。一些维护沼气厕所的服务产业化公司也应运而生^[5]。

3.6 生态卫生(排水)系统的研究和发展采用建设大量示范工程的方法

德国在鲁贝克市郊区占地 3.5 hm^2 的居住区建立了带有真空系统的便器排水系统。该居住区有 350 个居民。其生态卫生(排水)系统建有真空泵站,真空度为 0.5 bar 。现代真空厕所已可做成噪音小于一般水冲马桶。粪便污水每日仅约 $2 \sim 2.5 \text{ m}^3$ 与厨余垃圾混合物在沼气池中消化,池子容积是 50 m^3 。沼气池产生的肥料由卡车运至农田附近的贮池,其容积可贮存 8 个月的贮量。住宅排出的其余废水每日约 25 m^3 经生物膜法和人工湿地处理。该示范工程由银行资助建设。其排水系统连同相关供热、供电、通讯等系统均由一家私人公司运营。工艺流程见图 1^[10]。

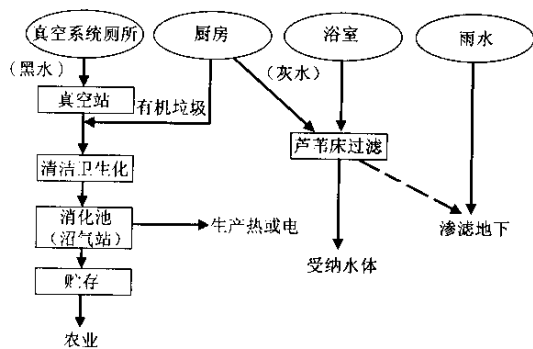


图1 生态卫生(排水)系统工艺流程

类似的示范工程和采用尿液分离式生态卫生(排水)系统的示范工程在其他国家和地区也有多处运行。

4 我国生态卫生(排水)系统的发展

4.1 我国历史上早年形成了传统的粪便、堆肥原始生态循环系统

我国农村用人粪尿堆肥的方法制取农肥,将人排泄物中的营养物质用于补给农作物的生长,并改

良土壤的品质,已有上千年的历史。使营养物质形成闭合的循环回路,是现代生态卫生(排水)系统的核心思想。因此,可以说我国农村的粪便堆肥是原始的、早期生态卫生(排水)系统。

4.2 生态卫生(排水)和沼气系统设施在农村的推广应用

20 世纪 20 年代后期,在广东潮梅地区建成了我国第一座既能处理粪便又能产生沼气的混凝土沼气池,并成立了公司,推广应用沼气技术。

1975 年国家召开了“全国推广沼气工作会议”。1979 年成立了“全国沼气建设领导小组”。1988 年全国又成立了“中国沼气协会”,现改名为“中国沼气学会”。我国广大地区,特别是南方地区农村推广建设了一大批处理人畜粪尿的沼气系统。这种系统的特点是将厕所、畜圈和沼气池做为一个整体系统建设。沼气池的形状、构造、容积、材料和肥料、沼气应用方式各有不同^[11]。

我国广西省近年也研究建造了一批粪尿分别收集的厕所。尿液做农肥,粪便加碳或干灰保持干燥,贮存半年以上,也用作农肥^[12]。到 1999 年底,我国农村已推广应用各类生态厕所系统 760 万个。

我国农村推广应用的生态厕所和沼气系统引起了世界各国的瞩目,曾经有 60 余个国家和地区的代表来我国考查,联合国也在我国举办过 10 期有关技术培训班,推广这种适合于农村地区应用的生态卫生(排水)和产生沼气的设施。

4.3 生态卫生(排水)系统在城市地区的应用发展

我国历史上,北方城市地区就有采用“坑厕”或称“干厕”,南方城市采用木制“马桶”的传统。粪便均由人工清淘和输送,经处理后用于农肥。但是近年来大都被污水管网连接的水冲厕所取代。传统的污水管网和集中污水处理厂的排水系统目前仍是我国城市排水系统建设发展的基本模式。

1991 年在我国浙江金华市建成了 4 座带有粪便消化池的生态公共厕所。它将粪便分散,就地进行无害化处理,产生的有机营养液用作绿化肥料,产生的沼气可做炊事能源。生态公厕的发展得到了浙江省和国家建设部的重视和支持,曾采取多种措施予以推广。目前金华市已将这种就地分散处理污水的生态卫生(排水)系统推广在住宅小区、学校、公用

和商业建筑,工厂企业等建筑中应用。据统计,到2001年底仅金华市区就已建设该种装置系统2300余套。当地还颁发了相应的行政法规,并在实践中形成了配套的服务和管理体系^[13]。

实践证明,金华市生态卫生(排水)系统的建设体现了水和营养物质的闭合循环利用的可持续发展战略,并具有技术和经济上的合理性和可行性。

5 结语

(1)生态卫生(排水)系统(Ecosan)发展的核心思想是要使水资源和营养物质在人类社会和经济发展中以闭合循环的方式运行;要以安全、经济、可靠的方法来完成这一闭合循环,以达到提高用水效率,保护和节约使用有限水资源的目的。生态卫生(排水)系统向传统的排水系统发出挑战,是深入理解和贯彻“可持续发展战略”的必然结果。

(2)一些国际组织和国家政府十分关注和支持生态卫生(排水)系统的发展;无论是发达国家或发展中国家都对生态卫生(排水)系统的发展进行了广泛的研究和实践,并通过制定法规和提供资金的方式有力地促进了生态卫生(排水)系统的发展。

(3)世界各国结合各自具体情况,研制开发了多种囊括不同内容的生态卫生(排水)系统,建立了一批规模不等的示范项目。实践已初步证明,生态卫生(排水)系统在理论上是有依据的,技术上是可行的,经济上也是合理的。

(4)在生态卫生(排水)系统发展道路上,还存有一些有待探索解决的问题,特别是在人口密集的城市地区与传统排水系统的衔接及更新改造等诸多问题还需要作更多研究。

(5)还应进一步广泛宣传生态卫生(排水)系统的发展。要使相关的政府主管部门决策人员、城市规划和住宅建设人员、相关企业、院校和科研单位人员、用户和居民了解有关生态卫生(排水)系统的知识,还要组织相关多学科、多专业人员对其规划、设计、设备开发、使用和卫生安全、相关法规建设,系统设施维护、运行和服务管理等多方面内容进行合作、综合研究,以整体推动其发展。

(6)我国在发展生态卫生(排水)系统方面已取得了不少进展,具有相对的比较优势,但在观念上,在使用现代科技手段上,在动员各方面资源加大综

合研究开发的力度上,在城市地区建设较大规模示范区等诸多领域,与国外相比还有很大差距,应引起相关主管部门的注意。我国应加快步伐开展这方面的工作,以使我国能与国际同步迈进。

据悉,我国“十五”计划已初步确定对生态卫生(排水)系统发展进行攻关研究,并以住宅小区规模建立示范区。

参考文献

- 1 Development of eco-san systems, Uno Winblad, Sweden, Ecosan-Closing the loop in wastewater management and sanitation. Proceedings of international symposium, 58 ~ 62
- 2 The history on Pittsburgh Water and Sewer Authority, <http://www.pgh2o.com>
- 3 Ecosan-a holistic approach to material-flow-management in sanitation, Christine Wemer, GTZ Germany, Ecosan-Closing the loop in wastewater management and sanitation, Proceedings of international symposium, 29 ~ 33
- 4 Steven A. Esrey. Towards a recycling society, Ecological sanitation-closing the loop to food security, Ecosan-Closing the loop in wastewater management and sanitation, Proceedings of international symposium, 34 ~ 44
- 5 David del Porto. Ecological sanitation and wastewater management systems in North America and the Pacific Islands. USA, Ecosan-Closing the loop in wastewater management and sanitation, Proceedings of international symposium, 204 ~ 208
- 6 Ralf Otterpohl. New development of ecosan in Germany and Europe. Ecosan-Closing the loop in wastewater management and sanitation, Proceedings of international symposium, 68 ~ 79
- 7 Foreword, Ecosan-Closing the loop in wastewater management and sanitation, Proceedings of international symposium, GTZ ecosan-team
- 8 Sustainable urban water management, An international outlook, June 2001, Cecilia Sundberg
- 9 Harald Hiessl. AKWA-2100, Scenarios of alternative urban water infrastructure systems. Ecosan-Closing the loop in wastewater management and sanitation, Proceedings of international symposium, 89 ~ 94
- 10 Martin Oldenburg. Experiences with ecosan projects in Germany and Austria. Germany, Ecosan-Closing the loop in wastewater management and sanitation. Proceedings of international symposium, 209 ~ 215
- 11 李长生. 农家沼气适用技术. 北京: 金盾出版社, 2001
- 12 爱为回. 粪尿分集式生态卫生厕所. 九三学社广西分会
- 13 陆建家主编. 金华生态建筑. 浙江省金华市建设局编印, 2002

▽作者通讯处: 100029 建设部城市建设研究院

电话: (010) 64970765

收稿日期: 2002-10-11