

## 德国源头控制卫生设施系统的发展

Li, Zifu\*; Gajurel, Deepak Raj\*\*; Otterpohl, Ralf\*\*\*

德国汉堡技术大学城市与工业废水管理研究所

德国汉堡 D-21073, z.li@tu-harburg.de

**关键词：**源头控制卫生设施系统；堆肥厕所；真空厕所；分离式厕所；演示项目；德国

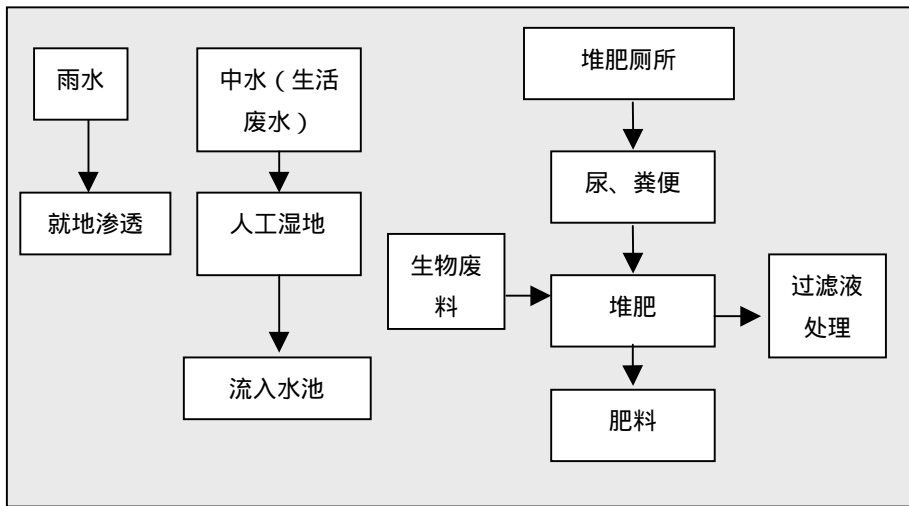
源头控制系统可以解决很多传统系统的问题。对各种家庭污水分别进行处理，就有可能再利用养分和水。使用低水量和非水冲式厕所（即堆肥厕所、分离式厕所和真空厕所），污水产出量和淡水消耗量将会大大减少（见表一）。水量少了，就为污水处理创造了良好的条件。

表一：不同类型的厕所每人每天的冲洗水消耗量

厕所系统	无节水措施的传统型	冲洗水箱具有两种不同冲水量	堆肥厕所	真空厕所	分集式厕所
每次的冲洗水量	9升	9升或4升	0或2升	1升	9升或0.2升
耗水量 (升/人天) (以1日大便一次,小便四次计)	45	25	1	5	10

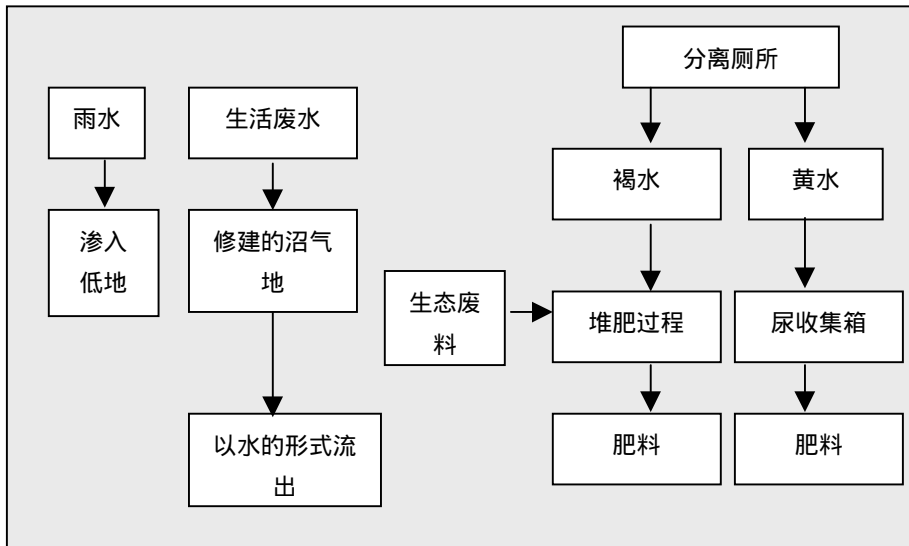
以下介绍几种德国源头控制系统的典型项目。因厕所系统的不同，分别用不同的方法处理各种污水。

汉堡 Braamwisch 生态居住区的住宅中安装有单室堆肥厕所（生物堆肥型厕所或 Clivus mutrum 型）。在此居住区有 5 排房屋中的 40 套单元房子和 2 幢两层楼公寓。堆肥室位于地下室，通过管道连到坐便器。用通风机给堆肥室换气以去除臭味和为堆肥过程提供氧气。同样，人的排泄物与厨房垃圾在“预堆肥室”中一起处理。为更好堆肥，必须定期加入诸如树皮覆盖和木屑等含炭物质，并加入石灰控制 pH 值。几个月后，预堆肥过的物体被取出，与生物废料一起放入花园的后期堆肥箱中进行堆肥。一年后，这种堆肥就被用作花园的肥料。滤出液被用来灌溉花园或者用泵运送到沉淀箱中，在人工湿地中，与生活废水一同处理。每户居民家中都有一个约 2 平方米大小的中水（生活废水）处理装置。大部分雨水会就地渗透。人行道和停车场不铺沥青，而用路面石、卵石或者棋盘状排列的砖块铺砌。这样，雨水很容易从缝隙渗入地下。未渗走的雨水通过沟渠流入小的集雨池。几乎所有居民的院子里都有自己的雨水桶，用来收集雨水以灌溉他们的园子。图一是污水处理系统的图解。



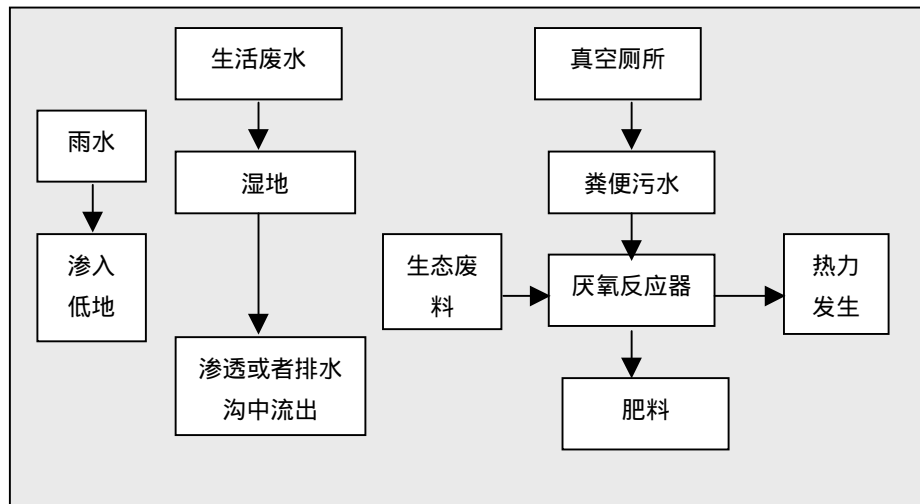
图一：汉堡堆肥厕所污水处理系统图解

在 Cologne 郊区的历史悠久的 Lambertsmuehle 水厂内，安装了一个新型的尿分流式厕所。Lambertsmuehle 是一个老水厂，已经被列入保护范围，并将重建为一个博物馆。分离式厕所类似于传统厕所，只不过它装备有一个小型的尿收集设备，男人用厕时必须坐着。这样，尿被单独收集，通过管子引入一个储尿罐。当使用者站起来的时候，机械装置就关闭了引尿管，这样可以避免冲洗水进入引尿管。尿的储存期至少应为半年，这是把储尿罐装满而进行清空所需时间。另外，这段时期可以消灭部分药物残余。利用一个地下的脱水和预堆肥箱来截留住粪便和生活废水中的固体物质。不需要另外的处理厂来作进一步的处理。箱中经过脱水和预堆肥的物料进行至少 1 年的后期堆肥后，就可以成为调节土壤的材料了。滤出液在一个垂直建造的湿土箱里和生活废水一同处理。图二是处理系统的图解。



图二：Cologne 分集式厕所污水处理系统

linterbreite 生态居住区的住宅中安装有真空厕所。这个地区占地 3.5 公顷，将不与中央下水道系统连接。共将有 300 户居民在此居住。图三是处理系统的图解。利用空气和压力差（真空）代替水和重力来运送污物。水只是用来淋洗便池的，而不是冲走污物。用一定高度的竖向升降器和长的横向传输装置来运送污物也是可行的。将少量稀释过的粪便污水导入沼气反应器，与厨房里的生物废料一起处理。处理后得到的最终卫生化的产物被用作肥料。分解器中安装有一个真空泵站。在故障发生时，可使用一个备用机组。在真空厕所和真空管道的运行时，系统气压是 0.3 巴。管子直径 50 毫米，以保证空气能很好运送物料。管子要埋在足够深的地方以防止受冻，还要每隔 30 米做向下的弓形管，形成对运送物料的一个栓塞。粪便污水与粉碎过的生物废料混合后，在 70°C 下加热 30 分钟使其卫生化。热能通过热交换器预热进入的污水进行再利用。分解器在适宜于微生物的 55°C 度温度下运行，容积为 35 立方米。这大约相应于中温消化条件过程（大约 37°C）下体积的一半。然而，在运行中可能产生高浓度的  $\text{NH}_4/\text{NH}_3$ 。如果因此而造成困难时，可切换到中温消化过程下运行，那里另外有一个容器，其中的  $\text{NH}_3$  浓度在相同的 pH 值下比较低。另外一个问题是在沼气中的硫的数量。可以用在分解器或在气流中加入氧气来使其降到最低程度。沼气用来产热和发电。



图三：汉堡真空厕所污水处理系统

生活废水在人工湿地中进行处理。每位居民拥有 2 平方米的湿地，从中流出的水最好渗入雨洪的排水沟、渠系统中。

由于湿地的维护费用低，这三个项目都用它来处理生活废水。但也可以根据当地情况采用其它的处理过程，如 SBR（分批排序反应器）和生物膜处理等。堆肥厕所系统只能用于低层建筑、农村和人口密度较低的市郊地区。真空厕所系统可以用于各种居住地，特别是有着高层建筑的城市地区。分集式厕所可能对农村和城市都适用。它采用了适宜技术的方案，建筑和维护费用相对都较低，能够再利用全部资源。各个国家应根据自己的具体情况，应用这些新系统来解决当前存在的卫生和水管理的问题。这对于在经济发展中农业居主导地位的发展中国家来说，尤为重要。

源头控制系统可能是未来可持续的卫生设施技术，它有助于节约用水和把养分和处理过的生活废水重新纳入物质流中。由于对这些系统的研究仍十分不足，许多问题有待通过进一步解决。例如，对最终产物的卫生性研究就十分必要。又如，应对最终产物的营养成分进行分析，并使营养均衡。还要分析有害物质的含量。对储存尿液脱水的恰当过程进行研究也很有必要，可以改善收集尿液的运送条件。

## 参考资料

Del Porto, D. and Steinfeld, C. (1999) :《堆肥系统》生态污染防治中心 , Massachutts. ISBN 0-9666783-0-3

Esrey, S.A., Gough, J., Rapaport, D., Sawyer, R., Simpson-Hert, M., Vargas, J., and Winblad, U. (1998)《生态卫生厕所》瑞典国际发展与合作机构 Stockholm.

Joensson, H; Vinneras, B; Hoeglund, C; Stenstoem :《尿分离》Wasser & Boden, Nr. 11 (1999)

Otterpohl, R, Albold, A., and Oldenburg, M. (1999) :《城市卫生的资源分类和废料管理：资源再利用的 10 个系统》Wat. Sci. Tech. **39**(5), 153-160.

Otterpohl, R., Grottker, M., u. Lange, J. (1997)《城市地区可持续的水和废料管理》Wat. Sci. Tech. **35**(9), 121-133.

Winblad, U., Kilama, W. (1985):《无水的卫生》London, Macmillan.