

食物垃圾粉碎机对城市生活污水水质的影响研究

研 究 报 告

宁波大学建筑工程与环境学院

2009年9月20日

目录

1. 引言	1
1.1 项目背景.....	1
1.2 食物垃圾处理存在的问题.....	2
1.2.1 收集过程.....	2
1.2.2 处理过程.....	3
2 食物垃圾处理机及其环境影响研究概述	3
2.1 食物垃圾处理器简介.....	3
2.2 使用食物垃圾处理器的优缺点分析	4
2.2.1 优点.....	4
2.2.2 缺陷.....	5
2.3 食物垃圾粉碎机应用情况	5
2.3.1 国外.....	5
2.3.2 国内.....	6
2.4 食物垃圾处理器对环境的影响研究现状	6
3 食物垃圾粉碎机对水质影响的实验研究	9
3.1 研究方法.....	9
3.2 监测结果.....	10
3.3 监测结果分析.....	10
4 使用食物垃圾处理器对宁波市污水处理厂的影响分析	13
4.1 宁波江东北区污水处理厂近年进出水水质指标	13
4.2 使用食物垃圾处理器可能对污水处理厂的影响估计	14

4.3 污染物浓度与污水处理厂工艺及设计指标的适应性	15
4.4 对排水管网的影响	16
4.5 污水处理厂运行成本估计	16
5 用户反映	16
6 结论	17
参考文献	17

1. 引言

1.1 项目背景

随着经济的快速发展、城市化进程加快和市区人口的增多，宁波市城市生活垃圾产量呈逐年增长。据统计，2008年宁波市城市生活垃圾产生量78.39万吨。日益增多的城市生活垃圾所造成的环境污染、资源浪费、土地占用和政府投入年年递增等问题，已成为危害生态环境、影响居民生活质量和身心健康、制约我市经济和社会发展的的重要因素。

我市生活垃圾处理方式以焚烧发电为主，并辅以填埋方式。2008年，焚烧处理量49.94万吨（焚烧发电的年上网电量18752.21万kw.h），无害化卫生填埋处理量28.45万吨。我市城市生活垃圾中食物性有机垃圾占47.26%。食物垃圾水分含量高、热值低，因此其充分焚烧需要以大量油料辅助，因而成本较高、效益较差。目前我市焚烧1吨垃圾，要由市政府补贴100元并在上网电价上实行优惠才能维持垃圾焚烧厂的正常运行。此外，采用填埋方式时，因食物垃圾易腐烂，导致填埋场蚊蝇滋生、恶臭难闻，其对大气及水体造成的污染也难以治理。食物垃圾的存在也是垃圾中可回收利用资源的分类回收的重大障碍。因此，处理好食物垃圾是整个垃圾处理系统的关键。因此寻求有效的食物垃圾处理方式，对于我市垃圾处理具有极为重要的意义。

为解决宁波市日益增长的城市生活垃圾的处理问题，宁波市建设委员会、宁波市城市科学研究会、宁波大学建筑工程与环境学院于2004—2005年合作开展了《宁波市城市生活垃圾分类处理方案研究》，并于2005年12月通过了由宁波市政府组织的课题评审。为从源头控制食物垃圾污染、降低垃圾处理成本，课题对宁波市采用食物垃圾粉碎处理方案的可行性进行了研究，提出可考虑将食物垃圾处理处理器作为宁波市可供选择的食物垃圾处理方式；同时进行的“宁波市城市居民垃圾分类行为调查”表明，90%的市民对食物垃圾处理处理器均持可以接受态度，因此其推广应用具有良好的市场基础。

然而，相关专家及政府部门对大规模推广应用食物垃圾处理处理器持怀疑态度，其主要顾虑是，尽管食物垃圾处理处理器具有众多的优势，但我国食物垃圾的性质及

城市管网与国外相比有较大差别，食物垃圾处理器对国内食物垃圾的适用性及其对城市生活污水水质及污水管网的影响需作进一步研究，因而应开展较大规模的食物垃圾处理器应用试点并同时开展相关研究，进一步深入论证大规模推广处理器的可行性，重点是对污水管网和生活污水处理厂的影响。

针对以上考虑，宁波市建设委员会、宁波市城市科学研究会、宁波大学建筑工程与环境学院又于 2007 年合作开展了《食物垃圾就地处理试验研究》，其主要目的是研究食物垃圾处理器对国内食物垃圾的适用性及其对城市生活污水水质和污水管网的影响，评估采用食物垃圾处理器后可能对城市污水处理厂的影响，以便为食物垃圾处理器的大规模应用提供科学依据。

本项目于 2007 年 5 月开始。项目开始时，在试验小区安装了某国品牌的食物垃圾处理器。由于该品牌产品质量存在严重缺陷（漏水、漏电、堵塞、经常坏），试验难以正常进行，试验数据的可靠性无法保证。鉴于此，从 2008 年年底开始，本项目采用了美国爱默生公司提供的食物垃圾处理器，并重新开始试验。因此本项目的试验持续时间为 2009 年初至 2009 年 6 月。本报告主要根据该半年时间内试验小区污水监测数据进行总结和分析。

1.2 食物垃圾处理存在的问题

目前广泛使用的垃圾处理方法有填埋法、堆肥法、焚烧法等。无论采用何种方法处理食物垃圾，收集过程都大同小异，均是由各家各户将垃圾放至小区食物垃圾收集站，再由垃圾车定时将食物垃圾送至垃圾中转站，最后再送至垃圾发电厂。

1.2.1 收集过程

- 吃剩的残渣食物、瓜皮、果屑装在塑料袋内，置于室内一角，待方便时带出户外。如若不及时或忘记带出户外，腐败后散发臭气存留室内造成污染。

- 洗菜、洗碗后将残菜、剩渣从池中用手捞出装进垃圾袋。其中不免有部分漏入下水道中造成堵塞，清理也相当麻烦；如果垃圾袋破漏，污水还将污染室内地板。

- 带出户外的垃圾堆放在楼道角落、垃圾桶或垃圾站，散发出各种异味，炎热的夏天更是如此。必须安排大量的清洁工将其及时清运出小区，在整个处理过程中，污染无处不在。

- 用以上方法处理食物垃圾，均需要在小区内设立垃圾站。异味难闻、蚊蝇滋生，在何处建垃圾站，如何减少垃圾站的污染是建设者和物业管理公司都感到麻烦的问题。

1.2.2 处理过程

- 垃圾露天堆放释放大量氨、硫化物等有害气体，严重污染城市生活环境。

- 严重污染水体。垃圾填埋产生的渗滤液容易造成地表水和地下水的严重污染。

- 生物性污染。垃圾中含有许多致病微生物，同时垃圾往往是蚊、蝇、蟑螂和老鼠的孳生地，对广大市民的身体健康构成潜在威胁。

- 侵占大量土地。不论采用何种常规方法处理食物垃圾，都需要一个相对独立的食物垃圾处理地域，必将引起土地资源的浪费。

- 垃圾爆炸事故。只采用简易填埋的垃圾场容易形成大量甲烷聚集，易燃易爆。

- 含水量大。食物垃圾含水量高，热值低，导致其焚烧处理成本高。

2 食物垃圾处理机及其环境影响研究概述

2.1 食物垃圾处理器简介

食物垃圾处理器(Food Waste Disposers)安装于家庭厨房洗菜盆的排水口处

并连接到排水管，是一种用于处理家庭食物垃圾的小型家用电器。处理器可方便地将菜头菜尾、剩菜剩饭、瓜皮果核等食物性垃圾粉碎成细小的颗粒后排入净化池（化粪池）或污水系统，从而方便地解决了食物垃圾造成的脏乱和难闻的气味等问题。

食物垃圾处理器是通过小型直流或交流电机驱动刀盘，利用离心力将粉碎腔内的食物垃圾粉碎后排入下水道。粉碎腔具有过滤作用，自动拦截食物固体颗粒；刀盘设有两个或者四个可 360 度回转的冲击头，没有利刃，安全、耐用、免维护。刀盘转速（满负载工作状态）直流电机约 2600~5500 转/分钟，交流电机约 1450-1750 转/分钟。粉碎后的颗粒直径小于 4 毫米。

食物垃圾处理器最早由美国威斯康辛州的 John Hammes 于 1927 年发明，并于上世纪四十年代在西方国家得到规模化应用。随着六十年代环保思潮的兴起，因使用该机可能会对城市排水系统及生活污水处理产生影响而被一些国家禁止使用。到九十年代，随着各发达国家城市的污水处理系统趋于完善，并且垃圾处理日益成为令各国政府头痛的问题，食物垃圾处理器重新得到各发达国家的重视并逐步推广。

2.2 使用食物垃圾处理器的优缺点分析

2.2.1 优点

a.对居民：

- ①减少厨房尤其是垃圾桶的臭味；
- ②减少蟑螂、细菌孳生；
- ③使清理家庭垃圾成为一项轻松干净的工作；
- ④有利于保持楼梯间和居住小区的卫生环境；
- ⑤帮助居民形成垃圾分类的好习惯。

b.对环卫部门和物业管理

- ①改善环卫作业环境；
- ②有效减少垃圾产量；
- ③减少垃圾收运过程的二次污染；

- ④减少垃圾收运处理的难度和成本；
- ⑤减少垃圾车的数量和垃圾污水滴漏对路面的污染。

c.对环境和资源回收

- ①.减少食物垃圾对可回收物的污染，提高资源回收率；
- ②.改善填埋场和焚烧厂的处理工况，减少渗滤液、沼气、烟气等污染物的排放。

2.2.2 缺陷

- a.居民增加少量水、电支出；
- b.普遍应用后污水管网的清理可能会有所增加；
- c.污水处理厂进水污染物浓度有所提高；
- d.虽然食物垃圾中的骨头鱼刺都可打成“糨糊”冲走，但硬质蛤壳、整根大骨头、玉米棒子等物品不能放进粉碎机。

2.3 食物垃圾粉碎机应用情况

2.3.1 国外

食物垃圾处理器作为一种处理食物垃圾的便捷处理方式，已在发达国家普遍应用。世界上多数国家没有限制使用食物垃圾处理器，包括美国、加拿大、墨西哥、澳洲、新西兰和许多欧洲国家。其中美国、丹麦、芬兰和挪威等国家要求新建住宅必需安装；而比利时、法国、德国、荷兰、卢森堡和葡萄牙，既不禁止也不鼓励家庭安装使用。

美国作为食物垃圾（粉碎）处理器的发明国，是应用最普遍的国家，至1997年已有上百万家庭安装使用，其中多数是住宅开发商和市民的自发行为。纽约市经过21个月的调查和评估后，推荐并立法要求安装食物垃圾处理器。欧盟经过充分的论证，也于2003年要求15个成员国根据污水处理普及情况推广食物垃圾处理器。

美国95%以上的城市将食物垃圾处理器作为住宅的标准配置，80%的新建住

宅以及50%的家庭已经配备该处理器 (Macnair 2000) 。美国有100多个城市在建设规范中立法规定,凡是有食物垃圾产生的新建住宅必须装备经政府认可的食物垃圾处理器,否则不予验收使用。然而食物垃圾处理器的使用曾受到了一些大城市的质疑。纽约市曾长期禁止该处理器的使用,其主要顾虑是其陈旧的下水道系统不能承担因该处理器的使用而增加的污水量。直到1995年,当其主要的垃圾填埋场封场之后,市政当局急于对越来越多的垃圾寻找处置场所时,才重新想到了食物垃圾处理器,并展开了一个内容广泛的研究项目,用以检验食物垃圾处理器对城市污水处理系统的影响。在研究结论支持食物垃圾处理器的基础上,纽约市取消了对食物垃圾处理器的禁令,并于1997年使住宅区安装食物垃圾处理器合法化(Dunham 2001)。法国曾一度禁止使用,但在进行大量研究之后,于1986年便取消了禁令。

2.3.2 国内

食物垃圾处理器于 90 年代初开始引进我国,市场上有十余个品牌的产品,外观和结构大同小异。经过十多年的推广应用,食物垃圾处理器在提供便捷措施彻底改善厨房卫生状况方面的优越性逐渐为人们所认识。由于没有政府的行政力量介入,加上市民接受新事物有一个过程,推广进程缓慢。九十年代末上海和北京市政府开始重视,加上各商品楼盘注重打造“绿色小区”、“环保小区”的卖点,目前已有数十个小区统一安装了食物垃圾处理器,数量近万台。因居民使用后反映效果好,近年有日益增加的趋势。目前,在北京、上海、广州、深圳以及我省杭州、温州、宁波等城市均有应用,但其推广应用还有较大难度。主要原因是大致包括三个方面:一是食物垃圾处理器作为一种“舶来品”,其推广应用过程需要较多的市场培育时间;二是因其可能对城市污水处理系统产生负面影响,政府部门对其推广应用持消极态度,其应用处于放任自流状态;三是我国一直没有任何关于食物垃圾处理器对环境的影响的科研报导,其应用缺乏科研基础。

2.4 食物垃圾处理器对环境的影响研究现状

食物垃圾处理器曾经因可能影响污水处理系统而备受指责,并被环保法规禁止使用。尽管食物垃圾处理器将垃圾中可生物降解部分分离出来,并节省了相应

的管理费用,但其使用也同时带来了很多问题,包括能耗及水耗量增加,因悬浮物和有机物增加导致污水水质变化并从而增大污水处理厂的处理负荷。针对这些问题,国外对食物垃圾处理对各种因素的影响进行了大量的研究。

研究表明,使用食物垃圾处理器仅增加家庭用水量的2.2%,基本可以忽略,运行所需用电及污染也不明显。使用处理器后,普通家庭的电耗增加仅相当于一个75W的灯泡使用10分钟。(Nilsson *et al.* 1990, Waste Management Research Unit 1994, Ketzenberger 1995, New York City DEP 1997, Wainberg, *et al.* 2000, The Plumbing Foundation City of NY 2001)。

另一方面,食物垃圾处理器使得固体的可降解垃圾全部进入污水系统,因此按常理判断,其使用将导致生活污水中的有机物及悬浮物急剧增加。Nilsson *et al.* (1990)报导,瑞典的Staffanstorps市推广使用食物垃圾处理器后,生活污水中的生化需氧量(BOD)及悬浮物(SS)增加约50%,总氮增加12%,而总磷增加可以忽略。在澳大利亚Queensland的Gold 市的研究表明,当100%的家庭安装食物垃圾处理器时,BOD、总氮及总磷分别增加约16.5%、3.0%和4.6% (Waste Management Research Unit 1994)。在瑞典的Shurammar市研究表明,(BOD)及悬浮物(SS)增加约50%,总氮增加12%,而总磷增加可以忽略(Sudo 2000)。^[1]

Nilsson *et al.* (1990)进行了食物垃圾处理器的长期使用可能造成下水道堵塞问题的研究。研究表明,长达15年的使用并没有对下水道系统的运行产生明显影响。对排水管道系统进行的定期检查表明,在食物垃圾处理器运行期间排水系统运行良好,管道中的污泥仅形成约2-3 cm宽、0.5-1.5 cm深的淤积层。Sinclair Knight (1990), Waste Management and Research Unit (1994), Koning & Van Der Graaf (1996), 纽约市环保局 (1997) 和Strutz(1998) 等均报导了类似结果。

理论计算表明,因食物垃圾处理器的使用,污水处理厂的污泥总量增加 57%,因而影响污水生物处理及污泥处理(Nilsson *et al.* 1990)。Galil 和 Yaacov (2001)的理论估计认为,进行污水生物处理时,食物垃圾处理器可使污泥重量增加 60%。但 Waste Management Research Unit (1994) 报导,食物垃圾处理器仅使污泥增加 18.1%。对污泥的增加受到了广泛关注,其环境和经济影响随地区而异,因此在采用食物垃圾处理器时,应充分考虑地区特点。

Natasha Marashlian 等 (2005) 在黎巴嫩贝鲁特所作的研究表明, 当食物垃圾处理处理器占有率为 25%-75% 时, 生活垃圾分别减量 12%-43%, 所增加的废水量可忽略不计, 但废水中的 BOD 和 SS 分别增加 17-62% 和 1.9-7.1%, 处理费用减少 7.2-44.0%。^[2]

Konheim 等(1998)认为食物垃圾处理处理器较堆肥方式更为可行并花费更少。经处理后, 食物垃圾不进入垃圾运输系统, 减少了含水量高的易腐垃圾的运输量, 从而减少了导致垃圾填埋时所产生的温室气体排放。

Bolzonella et al(2003)的研究对食物垃圾处理处理器持肯定意见。特别是食物垃圾处理处理器增加了污水中的碳/营养比值, 因而对污水处理过程有利, 这一点对于生物的营养去除过程特别重要。此外, 在管道系统中没有发现明显的沉积现象。经济平衡分析表明, 食物垃圾处理处理器的使用可使 3 人家庭每年节约 17 欧元。

瑞典政府曾长期禁止食物垃圾处理处理器使用。近年来, 几个市的市政府对其感兴趣。1998 年底, 在 Surahammar 市, 食物垃圾处理处理器的家庭拥有量接近 40%。其 Haga 污水处理厂的情况与未使用处理器前进行了比较。研究结果表明:

- 下水道系统在调查期间没有出现任何问题, 也没有出现溢流现象;
- 污水处理厂的服务在调查期间没有出现中断;
- 1998 年, 检测到悬浮物少量超标;
- 污水中 BOD/N 比值增加;
- 生物处理工艺部分影响很小, 曝气需求量没有增加;
- 气体产生量增加, 但对污泥处理没有影响;
- Haga 污水处理厂中出水中的 N, P 和 BOD 浓度没有升高。

因此, Surahammar 市的研究认为, 食物垃圾处理处理器对污水处理厂不仅没有不利影响, 反而具有有利影响; 下水道系统也未表现出任何问题。

国外多数表明, 研究使用食物垃圾处理处理器处理食物垃圾还可带来多方面的环境效益, 如:

- 杜绝臭气污染, 有利于保持室内和小区的良好环境;
- 显著减少城市垃圾收运处理量, 减轻增多垃圾车带来的交通堵塞和影响市容;

- 有效降低生活垃圾含水率，减轻城市垃圾对收运容器和车辆的污染腐蚀，避免垃圾车运输过程中的污水滴漏；
- 延长填埋场的使用寿命，提高焚烧厂的运营效益，减轻对环境的污染；
- 最大限度地避免食物成分对垃圾中可回收成分的污染，促进资源回收利用；
- 可作为分类收集的配套设施，为分类收集继续深入开展提供突破口，从而提高垃圾管理水平，提升城市形象。

3 食物垃圾粉碎机对水质影响的实验研究

3.1 研究方法

研究地点为位于宁波市镇海区庄市的宁大花园14幢楼。该楼为6层住宅楼，共两个单元，每单元有12户。本试验在宁大花园14幢一单元安装食物垃圾粉碎机（计7台，安装率58%），另取未安装食物垃圾粉碎机的二单元做为对照，对这两个单元的出水水质进行监测。

监测对象为这两个单元的窨井出水；监测指标为pH、COD_{cr}、BOD₅、NH₄-N、SS、TP；采样频次为每15天采样监测一次。试验自2009年1月10开始采集水样，共采用水样12年批次。

试验期间，要求安装食物垃圾处理器的家庭尽可能将其食物垃圾通过该处理器进行处理。

水质分析于宁波大学环境与建筑工程学院环境工程试验室进行。编号为1#的样品为安装了食物垃圾粉碎机的单元窨井出水，编号为2#的的样品为未安装食物垃圾粉碎机的单元窨井出水。统计检验方法采用*t*检验法。

监测方法采用国家标准方法，见表1。

表1 水质指标监测方法

pH	玻璃电极法
COD	重铬酸钾法
BOD	五日培养法
氨氮	纳式试剂比色法
SS	过滤烘干法

3.2 监测结果

水质监测结果见表1。

表2 水质监测结果

水样 批次	pH		COD _{cr}		BOD ₅		NH ₄ -N		SS	
	1#	2#	1#	2#	1#	2#	1#	2#	1#	2#
1	6.8	7.1	355.1	258.3	173.2	120.1	33.8	31.7	670.2	325.2
2	6.7	6.8	423.8	242.7	180.5	123.5	38.2	29.5	582.1	243.8
3	6.8	6.7	389.3	256.3	186.4	110.4	40.7	33.8	574.2	267.5
4	7.1	7.0	408.6	274.1	178.6	122.8	38.9	36.4	588.3	245.0
5	6.7	6.7	387.4	227.9	179.4	140.3	31.9	25.6	568.6	358.8
6	7.2	7.0	350.1	254.7	163.7	125.6	35.4	39.0	680.4	249.1
7	6.5	6.4	393.8	262.1	177.8	136.9	43.8	38.9	479.5	286.7
8	7.1	7.3	365.3	230.9	154.2	127.4	35.3	35.8	593.4	363.9
9	6.7	6.5	393.5	275.6	183.2	130.6	37.1	35.3	682.2	368.8
10	6.3	6.7	418.9	283.4	194.7	128.2	38.4	35.5	657.4	351.3
11	6.7	6.8	445.2	278.2	188.9	132.2	39.5	32.1	682.5	374.2
12	6.6	6.5	457.6	286.3	190.2	131.7	42.6	38.8	676.4	358.6
均值	6.8	6.8	399.1	260.9	179.2	127.5	38.0	34.4	619.6	316.1
标准 差	0.26	0.26	33.6	19.6	11.4	7.9	3.5	4.1	64.8	53.4

3.3 监测结果分析

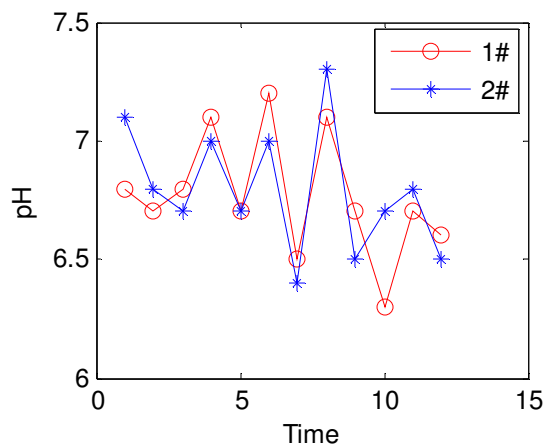


图 1 监测水样 pH 值的变化

图1显示了监测水样pH值的变化情况。可以看到，1#和2#水样的pH的变化没有明显的规律，但均在正常生活污水pH值变化范围之内。*t*检验表明，1#和2#水样的pH值无显著差异。

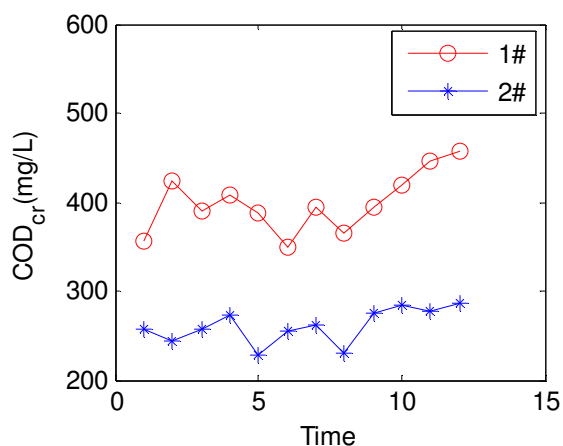


图 2 监测水样 COD 的变化

图2显示了监测水样COD_{cr}的变化情况。可以看到，1#水样的COD_{cr}较2#水样高很多，但在时间上的变化没有明显规律。表1表明，1#水样的COD_{cr}的均值为399.1 mg/L，而2#水样均值为260.9 mg/L。*t*检验表明，1#和2#水样的COD_{cr}在 $p=0.01$ 水平上差异显著。因此，安装食物垃圾处理处理器后，对污水COD_{cr}的增加是非常显著的，其增加幅度约为53%。

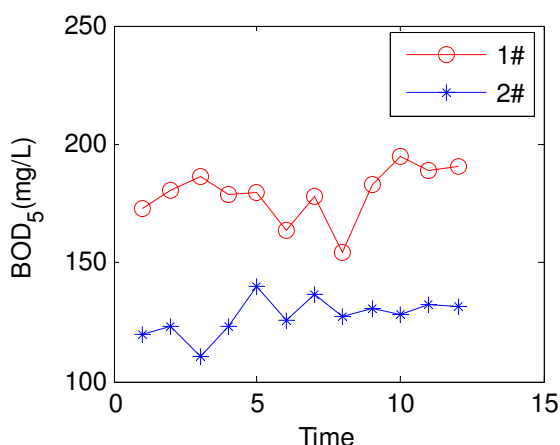
图3 监测水样 BOD₅ 的变化

图3显示了监测水样BOD₅的变化情况。可以看到，1#水样的BOD₅较2#水样高很多，且在年初及5、6月份似乎相对较高。表1表明，1#水样的BOD₅的均值为179.2 mg/L，而2#水样均值为127.5 mg/L。*t*检验表明，1#和2#水样的BOD₅在 $p=0.01$ 水平上差异显著。因此，安装食物垃圾处理器后，对污水BOD₅的增加是非常显著的，其增加幅度约为41%。

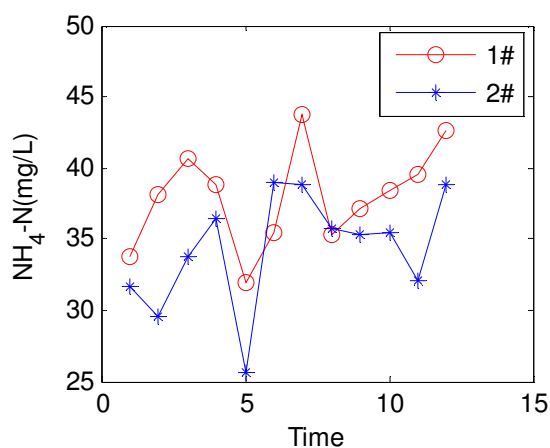
图4 监测水样 NH₄-N 的变化

图4显示了监测水样NH₄-N的变化情况。可以看到，1#水样与2#水样的NH₄-N浓度比较接近，在时间上的变化没有明显规律。表1表明，1#水样的NH₄-N的均值为38.0 mg/L，而2#水样均值为34.9 mg/L。*t*检验表明，1#和2#水样的

$\text{NH}_4\text{-N}$ 在 $p=0.01$ 水平上差异显著。因此，安装食物垃圾处理器后，对污水 $\text{NH}_4\text{-N}$ 的增加是显著的，但其增加幅度不大，约为9%。

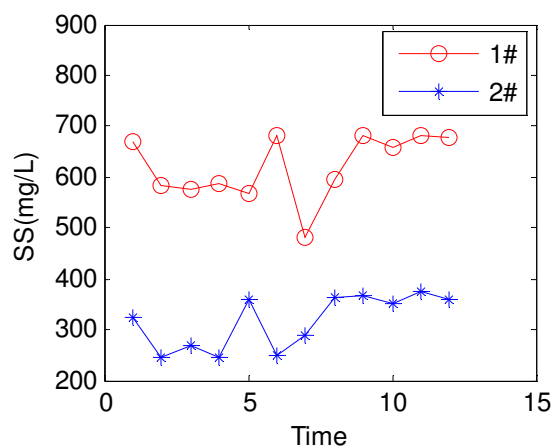


图5 监测水样 SS 的变化

图5显示了监测水样SS的变化情况。可以看到，1#水样较2#水样的SS浓度高很多，在时间上的变化没有明显规律。表1表明，1#水样的SS的均值为619.6 mg/L，而2#水样均值为316.1 mg/L。 t 检验表明，1#和2#水样的SS在 $p=0.01$ 水平上差异显著。因此，安装食物垃圾处理器后，对污水SS的增加是非常显著的，其增加幅度约为96%，接近1倍。

由以上分析可知，安装食物垃圾处理器后，生活污水水质的变化是非常明显的，除pH值基本没有什么变化外，其他指标如 COD_{cr} 、 BOD_5 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、SS均有显著增加，其中增加幅度最大的是SS，其次是COD，而 $\text{NH}_4\text{-N}$ 增加幅度不大。

4 使用食物垃圾处理器对宁波市污水处理厂的影响分析

4.1 宁波江东北区污水处理厂近年进出水水质指标

宁波江东北区污水处理厂近年进水、出水的水质指标见表2。由表2可见，江东北区污水处理厂进水COD通常在150—600mg/L之间，其年变化非常大；

进水 BOD₅ 通常在 50—180mg/L 之间，其年变化也较大；进水 SS 通常在 200—400mg/L 之间，其年变化较小；进水 NH₄-N 通常在 15—30mg/L 之间，其年变化也较小。值得注意的是，在进水 COD 与 BOD₅ 浓度变化较大的情况下，特别是 2003 年当 COD 高达 601mg/L 时，其出水水质仍然稳定地达到国家一级排放标准。因此，可以认为，江东北区污水处理厂对污水水质变化的适应性较强。

表 2 江东北区污水处理厂近年进水、出水的水质指标（单位 mg/L）

名称\年份	进出水	2001	2002	2003	2004
		I 期			
COD	进	309	227	268	252
	出	60	41	47	42
BOD	进	95	49	78	78
	出	13	4	14	16
SS	进	216	134	114	123
	出	31	19	19	15
NH ₄ -N	进	21	16	30	29
	出	7	3	5	9
达标率%	出	89.70	96.25	94.48	95.90
II 期					
COD	进	155	298	601	425
	出	50	44	40	37
BOD	进	40	84	136	177
	出	7	5	9	12
SS	进	217	179	217	413
	出	31	19	14	13
NH ₄ -N	进	13	15	21	17
	出	2.3	3	2.4	6.2
TP	进	3.8	3.5	5.2	7.8
	出	1.5	0.95	0.53	0.55
达标率%	出	79.96	89.76	97.10	96.4

4.2 使用食物垃圾处理器可能对污水处理厂的影响估计

根据本项目试验结果以及宁波江东北区污水处理厂近年进水、出水水质指标，对食物垃圾粉碎机安装率从 10%至 100%，每提高 10%进行一次估算，得出其相应污水厂进水及出水污染物浓度变化。其结果见表 3。从表 3 可见,当安装

率较高时，出水水质仍在江东北区污水处理厂可接受范围之内。

表 3 使用食物垃圾处理器后污水处理厂水质指标估算 (mg/L)

安装率 (%)	COD		BOD	
	进水	出水	进水	出水
10	345	49	96	10.5
20	375	53	101	11
30	404	57	105	11.5
40	432	61	109	12
50	461	65	113	12.5
60	490	70	117	13
70	518	74	122	13.5
80	547	78	126	14
90	576	82	130	14.5
100	605	86	134	15

4.3 污染物浓度与污水处理厂工艺及设计指标的适应性

江东北区污水处理厂进水污染物浓度设计指标如表 4 所示。可以看出，采用食物垃圾处理器后，污水中污染物浓度稍超出污水处理厂的设计指标，但其出水仍在可接受范围之内。另从表 2 可以看出，污水处理厂在 COD 浓度达 601 及 425mg/L 时，即当 COD 浓度远远超出其设计值时，其出水浓度仍然可以达到设计出水标准，说明污水处理厂对污水进水浓度具有较强的适应能力，应该可以适应使用食物垃圾处理器后的污染物浓度增加。

表 4 江东北区污水处理厂进水污染物浓度设计指标 (mg/L)

水质指标	一期		二期	
	进水	出水	进水	出水
COD	300	100	360	100
BOD	150	30	180	30
SS	180	30	210	30

由于食物垃圾均为适于生化处理的有机物，且增加了污水的碳/营养比值，

目前污水处理厂所采用的污水生化处理工艺应该能适应采用食物垃圾处理器后的进水水质。这已为国外众多研究所证实。但如果污水处理厂在高污染负荷下长期运行，其可行性有待较大规模的处理试验研究。

4.4 对排水管网的影响

本试验没有进行关于对排水管网影响的研究，但试验期间没有出现管网堵塞现象。国外大量研究证明，采用食物垃圾处理器对排水管网的影响可以忽略。

4.5 污水处理厂运行成本估计

污水处理厂认为，如果采用食物垃圾处理器，污水处理厂可能增加运行成本20%左右。

5 用户反映

(1) 试验期间，没有发生家庭下水管道堵塞现象，也没有出现小区下水管道堵塞现象。

(2) 有些食物垃圾不能用该处理器进行处理，包括较大的骨头、贝壳、柚子皮等。

(3) 粉碎较大的垃圾时，噪声较大。

(4) 厨房中的水斗通常有两个，一个较大，另一个较小。用户常用的水斗为较大的一个，而较小的水斗通常用于搁厨房用具等。但本项目的安装的食物垃圾处理器都安装在较小水斗下，使用时非常不方便。按用户使用习惯，应将食物垃圾处理器安装在较大的水斗下。

(5) 合理使用厨房洗涤用水作为处理器用水时，新鲜用水量很小，基本可以忽略。

6 结论

(1) 在安装率 58%的条件下, 食物垃圾处理器对生活污水水质影响显著, 其污染物浓度增加量为: COD 增加 53%, BOD 增加 41%, SS 增加 96%左右, 而 $\text{NH}_4\text{-N}$ 增加幅度不大。

(2) 根据本项目试验结果以及宁波江东北区污水处理厂近年进水、出水水质指标, 当食物垃圾处理器安装率达 100%时 (此时污水处理厂进出水污染物浓度增加最大), 污水处理厂出水水质指标仍在可接受范围内。安装食物垃圾粉碎机, 提高了污水的碳/营养比值, 使进水水质更适合生物处理工艺。

(3) 在较高的安装率情况下, 食物垃圾处理器对生活污水污染物浓度增加显著; 如果污水处理厂在高污染负荷下长期运行, 其可行性有待较大规模的处理试验研究。

(4) 研究食物垃圾处理器对环境的影响, 可考虑运用生态足迹等分析方法全面考察其损益情况。

参考文献

- Natasha Marashlian. Mutasem El-Fadel. The effect of food waste disposers on municipal waste and wastewater management. *Waste Manage Res* 2005: 23: 20–31.
- Bolzonella D., Pavan P., Battistoni P., Cecchi F. The Under Sink Garbage Grinder: A Friendly Technology for the Environment. *Environmental Technology*, 2003, 24(3), 349-359.
- CIWMB (California Integrated Waste Management Board). (1990): Chapter 3: *Is Solid Waste Reduction Economically Beneficial?*
- Koning, J. & Van der Graaf, J.H. (1996): *Kitchen Food Waste Disposers' Effects on Sewer Systems and Wastewater Treatment*. Delft University of Technology, Delft, The Netherlands.
- Tina Karlberg, Erik Norm. Food Waste Disposers - Effects on Wastewater Treatment Plants: A Study from the Town of Surahammar. VA-FORSK REPORT, 1999-9
- Bolzonella D., Pavan P., Battistoni P., Cecchi F. The Under Sink Garbage Grinder: A Friendly Technology for the Environment. *Environmental Technology*, 2003, 24(3), 349-359.
- Konheim, Carolyn (Konheim and Ketcham, Inc); Pressman, William B. Effects of residential food waste disposers on municipal wastewater and solid waste management. *Proceedings of the Air & Waste Management Association's Annual Meeting & Exhibition*, 98-RAD.04P, 1998, 4pp
- Galil, N.I. & Yaacov, L. (2001): Integrated solid waste systems including domestic garbage disposers. *Water Science and Technology*. 44, 27–34.
- New York City Department of Environment Protection (DEP). (1997): *The Impact of Food Waste*

Disposers in Combined Sewer Areas of New York City. New York DEP, New York.

Paolo Battistoni, Francesco Fatone, Daniele Passacantando, David Bolzonella.

Application of food waste disposers and alternate cycles process in small-decentralized towns: A case study. *Water Research*, 41 (2007) 893 – 903.

Sven Lundie, Gregory M. Peters. Life cycle assessment of food waste management options.

Journal of Cleaner Production, 13 (2005) :275–286.

Tim Evans. Environmental Impact Study of Food Waste Disposers for the County Surveyors' Society & HEREFORDSHIRE Council and WORCESTERSHIRE County Council, 2007.