

纽约市环保局  
食物垃圾处理机在纽约合流下水道地区的影响  
执行摘要

自二十世纪七十年代以来，在纽约合流下水道地区，家庭水槽下食物垃圾处理机（FWDs）已被禁止使用。禁令的意图是为了限制阴雨天将有机废物原料直接抛入城市的水体，同时阻止对城市下水道系统可能的破坏。自从那时起，许多城市已经允许引入 FWDs，其中一些已经命令使用。尚没有关于由 FWDs 引起的严重后果的报道，而管道以及其他行业却再三请求该市取消此禁令。为回应公众对 FWDs 的兴趣，市长要求议会重新考虑这项禁令。1995 年 9 月 22 日，Giuliani 市长签署了《当局 74 条法案》授权环保局进行一项为期 21 个月的示范项目，研究允许在合流下水道地区使用 FWDs 的潜在影响。

正如《当局 74 条法案》所列举的，此项示范研究的目标是分析和评估：

- 油脂和食物固体颗粒对于合流下水道运行的影响；
- 对于用水的影响；
- 对于污水所含的营养物质的影响；
- 增加的污染物包括生化需氧量（BOD）和悬浮固体对于接收水的影响；
- 对于废水处理过程以及淤泥管理的影响；
- 对于城市遵从适用的法令、规则、许可、条例的能力的影响；
- 对于固体废弃物管理的影响；以及
- 其他任何对于环境、公众健康和安全以及运行水和下水道系统的费用的影响。

为了完成《当局 74 条法案》的目标，环保局联合铅管品制造业、FWD 生产商代表及其顾问以及卫生部门，对《当局 74 法案》所列各项展开了全面广泛的分析。

环保局考虑到分析的结果，建议取消禁止食物垃圾处理机在合流下水道地区使用的命令。对环保局的推荐的讨论和对每一影响方面的分析如下：

## 推荐

如上所述，环保局的结论是关于 FWD 在合流下水道地区引入的禁令应该被取消。虽然分析到 2035 年将来可能会引起争议，分析假定了一个极端恶化的案例情节，该案例具投机性质且不太可能发生。比如说，该行业预计每年家用食物垃圾处理机使用突破率最大为 1%，这一数据将应用在以下的分析中。在此假定下，到 2035 年，该市将会有超过 1/3 的家庭自愿选择为家中购买和安装一台食物垃圾处理机。购买和安装这些器具的费用（300-500 美元间）以及 1% 的安装率会持续约 40 年。同时，自 1971 年来在纽约装有风暴和卫生下水道的地区已经允许使用 FWDs，但是根据来自行业代表的报告，饱和率远低于 25%。然而，每年 1% 的家庭渗透率是与行业使用达到最大值相一致的。没有公开证据表明最大值永远无法实现，这里 1% 表示将来影响最坏的后果。

此外，计划到将来这么长时间内有很多其他的不定因素。只有目前计划基础设施改进纲要可用于分析。也许将来废水处理系统需要作其他的变化，比如，如果在未来的数十年内，水质标准变得日益严格。由于使用 FWDs 而引起的污染增加不可能改变这样的改进。

我们分析的结果在很高的突破率上亮起了警戒旗。我们认为控制引入 FWD，从而保证最坏的分析结果不可能发生的态度是谨慎的。最终，环保局将追踪安装 FWD 使用信息按照已允许安装管道工具，包括 FWD 的公寓大楼的要求。环保局将监控安装 FWD 的数量和地点，并调查受到影响的流域，因为安装率表示了需要。万一不可能发生的问题发生了，环保局将立即通知市议会并推荐正确的措施。措施将采取停止允许在受到影响的地区内或全市范围内安装 FWD，调整水账单结构的形式，从而确保 FWD 用户摊派正确措施或其他缓和措施的成本。

<sup>1</sup> 当地 74 条法案第三页

以下是我们示范研究的摘要以及各方面影响分析：

### 示范研究地点

该项研究选择了三个示范基地。每一场地包括一个安装有食物垃圾处理机的研究小组和一个没有安装 FWD 的控制小组。选择的研究基地如下：

- Parkway 村，皇后街  
与 Parkway 中心，主要街道，Parsons 林荫大道相邻的公园公寓。
  - 示范研究区域。沿着 Parkway 中心，号码从 60 到 75 的 13 座大厦。人数：211 人。在 79 所公寓里装有 34 台式食物垃圾处理机。
  - 控制区域。沿着 Turnpike 协会，号码从 1 到 9，不包括 8 的八座大厦。人数：127。（49 所公寓中有一所由于失误安装了 FWD）
  
- Bay Ridge 大厦，布鲁克林  
第六十五街第二到第四道的两座高层大厦。
  - 研究区域：第 65 街 350 号。一幢位于第二和第四区之间的高层大厦。在 392 所公寓内安装了 121 台 FWD，服务于 695 人。
  - 控制区域：第 65 街 260 号。一幢位于第二和第四区之间的高层大厦。420 所公寓，781 人。
  
- 沿第 85 东街公寓大厦，曼哈顿  
四层或五层，1947 年前无电梯公寓以及一幢战后有电梯公寓，位于第一区和第二区之间，曼哈顿的东边。总共 88 台 FWD 安装在 3 座大楼里。
  - 研究区域：
    - ✧ 第 85 东街 326 号，一幢无电梯公寓大楼里，11 台 FWD 安装在 17 所公寓里，人数：20
    - ✧ 第 85 东街 328 号，一幢无电梯公寓大楼里，13 台 FWD 安装在 20 所公寓里，人数：27
    - ✧ 第 85 东街 344 号，一幢大楼里，64 台 FWD 安装在 65 所公寓里，人数：87
  - 控制区域：第 85 东街 333-339 号，五座四层无电梯公寓，人数 66

样本结果

## 样本参数

主要参数包括 TSS（悬浮固体总数）,BOD 和 BOD(F)（生化需氧量及其滤出液）,COD（化学需氧量），以及营养素包括 NO<sub>2</sub>（亚硝酸盐），NO<sub>3</sub>(硝酸盐), NH<sub>3</sub>(氨水)，TKN（凯氏测定氮法测得的氮的总量），PO<sub>4</sub>（正磷酸盐），TP（磷总量），以及会沉淀的固体物质。

有与无 FWD 的实验结果如表 ES-1, a-c 所示.为分析将来的影响提供依据,制定了 2000, 2005, 2025, 2035 年的未来载荷计划（表 ES-2）。为了这项研究的目的,假定该市所有家庭中处理机安装的速度为每年 1%。环保局考虑到近期分析年——2000 到 2005 年——用来测量影响会更加合理。超过此时间界限,其影响由推测得出。

应当注意的是,数据显示,皇后街与曼哈顿区的数据是一样的,与之相比,布鲁克林区某些污染程度急剧上升。这一差异或许是由第 65 街街面上存在一个大的污水池所引起的。有可能泥沙从污水池渗入下水道,从而“污染”了数据。因此,分析中使用了两个样本均值,一个有布鲁克林数据而另一个没有。根据先前对典型纽约市下水道的测量值,环保局认为布鲁克林数据超出了“正常”范围,尤其是沉淀物和悬浮固体总量的水平。虽然这些数据包括在为了完全的利益而作的报告中,用布鲁克林数据解释结果必须持谨慎态度。环保局相信得出的影响方面的结论中,皇后街和曼哈顿区的数据对于预期全市范围内引进 FWD 后的情况更具代表性。

表 ES-1 a.控制基地的平均污染百分比

参数	皇后街 (ibs/人/日)	布鲁克林 (ibs/人/日)	曼哈顿 (ibs/人/日)	平均	
				布鲁克林 曼哈顿 皇后街	布鲁克林 除外
悬浮固体物	0.0721	0.0815	0.0587	0.0707	0.0654
生化需氧量	0.0695	0.0700	0.0469	0.0621	0.0582
生化需氧量 及其滤出	0.0369	0.0412	0.0253	0.0345	0.0311
化学需氧量	0.1980	0.2268	0.1363	0.1870	0.1672
pH					
NO <sub>2</sub>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NO <sub>3</sub>	0.0003	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002
NH <sub>3</sub>	0.0129	0.0108	0.0053	0.0097	0.0091
TKN	0.0190	0.0202	0.0205	0.0199	0.0197
PO <sub>4</sub>	0.0016	0.0011	0.0014	0.0014	0.0015
TP	0.0036	0.0023	0.0020	0.0026	0.0028
沉淀物	0.0010	0.0037	0.0058	0.0035	0.0034
最初油脂	0.0081	0.0218	0.0113	0.0137	0.0097
比较值	0.0130	0.0107	0.0102	0.0113	0.0116
最终油脂	0.0078	0.0081	0.0074	0.0078	0.0076
最初 TPH	0.0009	0.0051	0.0009	0.0023	0.0009
比较 TPH 值	0.0024	0.0027	0.0013	0.0022	0.0019

最终 TPH	0.0012	0.0049	0.0009	0.0023	0.0011
--------	--------	--------	--------	--------	--------

表 ES-1 b.研究小组调整 100%FWD 饱和度的平均值

参数	100%FWDs	100%FWDs	100%FWDs	平均	
	皇后街 FWD Pop 49.4%	布鲁克林 FWD Pop 34.1%	曼哈顿	完全平均值	W/O 布鲁克林 平均值
悬浮固体物	0.1197	0.3408	0.1048	0.1884	0.1122
生化需氧量	0.1211	0.2402	0.1397	0.1670	0.1304
生化需氧量 及其滤出	0.0492	0.0963	0.0582	0.0679	0.0537
化学需氧量	0.2807	0.5897	0.2553	0.3752	0.2680
pH					
NO <sub>2</sub>	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000
NO <sub>3</sub>	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002
NH <sub>3</sub>	0.0172	0.0172	0.0088	0.0144	0.0130
TKN	0.0287	0.0390	0.0333	0.0337	0.0310
PO <sub>4</sub>	0.0018	0.0028	0.0024	0.0024	0.0021
TP	0.0045	0.0050	0.0032	0.0042	0.0039
沉淀物	0.0088	0.0300	0.0095	0.0161	0.0092
最初油脂	0.0037	0.0157	0.0035	0.0076	0.0036
比较油脂值	0.0178	0.0211	0.0171	0.0187	0.0174
最终油脂	0.0114	0.0454	0.0083	0.0217	0.0098
最初 TPH	0.0003	-0.0000	0.0006	0.0003	0.0004
比较 TPH 值	0.0025	0.0106	0.0013	0.0048	0.0019
最终 TPH	0.0007	0.0005	0.0011	0.0008	0.0009

表 ES-1c.研究和控制小组之间的差异

参数	皇后街	布鲁克林	曼哈顿	完全平均数	W/O 布鲁克林 平均值
悬浮固体物	0.048	0.2593	0.046	0.1177	0.0468
生化需氧量	0.052	0.1703	0.093	0.1049	0.0722
生化需氧量 及其滤出	0.012	0.0551	0.033	0.0334	0.0226
化学需氧量	0.083	0.3629	0.119	0.1882	0.1008
pH					
NO <sub>2</sub>	-0.000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NO <sub>3</sub>	-0.000	0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000
NH <sub>3</sub>	0.004	0.0065	0.0035	0.0047	0.0039
TKN	0.010	0.0188	0.0128	0.0138	0.0112
PO <sub>4</sub>	0.000	0.0018	0.0010	0.0010	0.0006

TP	0.001	0.0027	0.0012	0.0016	0.0011
沉淀物	0.008	0.0263	0.0037	0.0126	0.0057
最初油脂	-0.004	-0.0060	-0.0079	-0.0061	-0.0062
比较油脂值	0.005	0.0104	0.0069	0.0074	0.0059
最终油脂	0.004	0.0373	0.0009	0.0139	0.0023
最初 TPH	-0.001	-0.0051	-0.0003	-0.0020	-0.0005
比较 TPH 值	0.000	0.0079	-0.0000	0.0026	-0.0000
最终 TPH	-0.001	-0.0043	0.0002	-0.0016	-0.0002

表 ES-2 全市预测  
(仅根据曼哈顿和皇后街地区的数据得出的每日流量增量)

年份	纽约市人数 WPCPs	饱和度% (1%每年)	有 FWDs 的人数	悬浮固体物	生化需氧量	生化需氧量及其滤出
2000	7,454,300	3	223,629	10,476	16,137	5,053
2005	7,498,600	8	599,888	28,103	43,287	13,555
2010	7,610,400	13	989,352	46,347	71,389	22,356
2025	8,018,000	28	2,245,040	105,172	161,997	50,730
2035	8,087,300	38	3,073,174	143,967	221,753	69,443

年份	化学需氧量	NH3	TKN	PO4	TP	沉淀物	油脂
2000	22,550	867	2,514	139	237	1,284	1,314
2005	60,489	2,326	6,743	373	636	3,445	3,525
2010	99,761	3,836	11,121	615	1,049	5,681	5,813
2025	226,377	8,704	25,237	1,394	2,381	12,891	13,191
2035	309,882	11,915	34,546	1,909	3,206	17,646	18,056

详细的分析自当地 74 条法案生效时执行，下同

## 影响评估

### 下水道系统

引入 FWD 装置可能会引起下水道系统中悬浮固体物和油脂的增加。根据文献资料的数值，家庭废水每人增长了 20%。<sup>2</sup>因此，全市的维修费用也应有所增长。下面的表格显示了自 1997 年开始，以 1%渗透速度引入 FWD 预期所引起的维修费的增加值。这一表格还显示了估计的来自悬浮固体废弃物的影响及其对下水道清洁工程的影响，SBU 抱怨，以及去除油脂的成本。为了正确地显示这些数据，环保局最近花费了大约 50 万美元用作例行契约性的清洁，685 万美元用于回应 SBU 抱怨。

表 ES-3. 食物垃圾处理机引起维修费用增加，2000-2035

年份	% 每年 1%		下水道清理费用增长*	SBU 与油脂清理费用增长	总费用\$
2000	3	0.60%	3,000	42,000	45,000

2005	8	1.60	8, 000	110, 000	118, 000
2010	13	2.60	13, 000	178, 000	191, 000
2025	28	5.60	28, 000	383, 000	411, 000
2035	38	7.60	38, 000	521, 000	559, 000

\*根据 1997 年固定美元币值

一项录像带调研也是示范研究的一部分。在 FWD 安装之前，调查过程中，调查结束时均录制了录像带。在相对短暂的研究阶段结束后录像带中未观察到明显的悬浮沉淀物质。根据分析，即使最坏的情况发生了，潜在的未来维修费用也是很少的。因此，如果在合流下水道地区允许使用食物垃圾处理机，城市的下水道系统不会受到可能的严重的副作用。

## 用水量

在分析年 2000, 2005, 2010, 2025, 2035 年内，由于引入 FWDs 产生的水需求增加量预测如表所示。该预测是在合理估计 FWDs 用户每人每天增加一加仑用水量的基础上得出的。这一数据在研究获得的用水需求量的高测量值与低测量值之间相差很大。工厂用水需求量的估计值相对有些低。

<sup>2</sup>Metcalf&Eddy 公司, 污水工程: 处理, 废气以及再使用 (纽约: McGraw-Hill 公司, 第三版): 166。

根据以上假设，即使在最坏的情况下，使用 FWDs 增加的用水量到 2035 年大约为每天 300 万加仑。这意味着与系统平均每天需水量 13 亿加仑相比，增加量是微不足道的。因此，若在全市范围内使用 FWDs，该市的水供应系统不会受到很大的冲击。

表 ES-4.食物垃圾处理机的全市用水需求量

年份	纽约市人口预测	饱和百分比 (1%/户/年)	拥有 FWDs 的人数	FWDs 的需水量 (每天百万加仑)
2000	7, 454, 300	35	223, 629	0.22
2005	7, 498, 600	8	599, 888	0.60
2010	7, 610, 400	13	989, 352	0.99
2025	8, 018, 000	28	2, 245, 040	2.24
2035	8, 087, 300	38	3, 073, 174	3.07

## 污水处理与生物固体处理

在分析对城市污水处理能力和下水道生物固体处理能力的可能影响时，考虑了垃圾流中增加的食物垃圾可能引起的增加资金和运行成本的因素。这些费用归结于需要增加通风能力以处理 BOD，增加淤泥消化池和脱水装置以处理固体，以及增加氮控制措施。氮控制措施所费成本最易变化，由未来调整的控制计划说明书而决定。表 ES-5 和 ES-6 详细列出了环保局预测为处理增加的 FWD 载荷而增加的成本。所示成本是累积的并按 1996 年固定美元币值。

结果显示在全市范围内引入 FWDs 后的数十年里，成本的增加相对较少；2005 年最昂贵的氮控制措施大约为 410 万美元（根据皇后街和曼哈顿地区的数据）。与估计的 15.25 亿美元的该市水与下水道装置维修费用相比，这只是微弱的影响。

表 ES-5.使用不同的氮控制技术处理污水和生物固体所耗年运营和资金成本  
(根据皇后街和曼哈顿样本平均数值)

情况 1—增加通风

年份	运营成本	资金成本
2000	\$578, 600	\$700, 900
2005	2, 400, 000	1, 800, 000
2010	2, 500, 000	3, 100, 000
2025	5, 700, 000	17, 400, 000
2035	7, 800, 000	28, 800, 000

情况 2—固定媒介除氮

年份	运营成本	资金成本
2000	\$578, 600	\$2, 400, 900
2005	2, 400, 000	6, 100, 000
2010	2, 500, 000	10, 200, 000
2025	5, 700, 000	33, 300, 000
2035	7, 800, 000	50, 600, 000

情况 3—生物过滤器

年份	运营成本	资金成本
2000	\$1, 500, 000	\$17, 700, 000
2005	4, 800, 000	50, 140, 000
2010	6, 300, 000	79, 400, 000
2025	14, 600, 000	165, 700, 000
2035	19, 800, 000	218, 800, 000

表 ES-6.使用不同的氮控制技术处理污水和生物固体所耗年运营和资金成本  
(根据布鲁克林, 皇后街和曼哈顿样本平均数值)

情况 1—增加通风

年份	运营成本	资金成本
2000	\$1, 300, 000	\$2, 500, 000
2005	3, 500, 000	6, 500, 000
2010	5, 700, 000	12, 700, 000
2025	13, 000, 000	54, 900, 000
2035	17, 900, 000	83, 600, 000

情况 2—固定媒介除氮

年份	运营成本	资金成本
2000	\$1, 300, 000	\$4, 200, 000
2005	3, 500, 000	11, 200, 000
2010	5, 700, 000	20, 300, 000
2025	13, 000, 000	72, 200, 000
2035	17, 900, 000	107, 200, 000

### 情况 3—生物过滤器

年份	运营成本	资金成本
2000	\$2, 400, 000	\$23, 223, 000
2005	6, 300, 000	63, 400, 000
2010	10, 400, 000	100, 703, 000
2025	23, 600, 000	229, 500, 000
2035	32, 200, 000	305, 900, 000

由于 FWDs 而增加的处理设备成本是建立在假设每人每天 3 加仑(3gcpd)的流动速度的基础上的。由于水消费分析表明每人平均流量大约为 1gcpd,因此对增加流量引起的成本进行了核对。增加的成本与流量主要是由增加的汲取要求和氯化引起的。表 7 显示了能够预计的成本差异。在水消费速率为每人 1 加仑的假定条件下,这些成本可从表 5 和 6 中任何情况中减去,从而得到计划的成本。

表 ES-7. 假定每人每天 3 加仑水流量产生的费用 (以美元计)

成本项目/年份	2000	2005	2010	2025	2035
汲取成本	\$3,947	\$10,586	\$17,451	\$41,785	\$57,215
氯化成本	4,982	\$13,373	22,127	49,973	68,339
总计	\$8,928	\$23,959	\$39,577	\$91,758	\$125,554

### 对水速度的影响

对需要增加下水道处理水和下水道速度的能力的潜在影响也作了估计。下水道维修增加引起了费用增加,但费用的增量太小,不足以影响水速。同样地,FWDs 产生的用水增加从而年入增加也是微不足道的。

如果采取最紧迫的除氮措施,增加的下水道处理和生物固体(淤泥)处理导致了普通业主居民每家平均每年增加 3.70 美元的账单,普通公寓大厦单元居民增加 3.15 美元。这些影响也同样视为微小的(不足计划水速的 1%),不会引起居民任何潜在的置换。如果需要除去更少量的氮,这些成本会下降。2005 年后的水速没有列入计划,因为那被视为是投机的。

## 水质

### 地表水

水质模型预测出,到 2005 年,FWDs 导致纽约港每升水减少溶解氧 0.01 毫克(根据皇后街和曼哈顿样本数据),因此生化需氧量会增加。这一增量是微小的。虽然用布鲁克林数据会得出较大的减少量,预测在最坏的情况下溶解氧不足在未来几年里的扩大值,环保局认为这些影响是高度投机的。

### 支流

对支流水的分析是通过用目前计划的改进,Flushing 海湾排水盆地,估计对支流的影响。根据皇后街和曼哈顿地区数据,预计在此地区安装 FWDs 将会增加总干流 CSO 中 BOD 和 TSS 的载荷,其中 BOD 超过基线 5%,TSS 超过 2%。水质模型用假定的最坏情况下的载荷显示了在 CSO 瀑布附近,Flushing 支流的入口处以及内部最大的影响是怎样。在 Flushing



支流的附近，溶解氧浓度低于“从不少于 4.0 毫克/升溶解氧”的标准的时间的百分比将会比基线情况增加大约 1.5%。对于更少的卫生载荷（与忽略布鲁克林载荷的情况一样），预计的溶解氧减少量只是小部分。

1995 年，纽约港调查纪录 Flushing 海湾平均溶解氧（在某一定点处）为表面 7.7 毫克/升，底部 5.3 毫克/升，溶解氧最低值为 3.5 毫克/升。夏季与纽约 DEC “从不少于 4.0 毫克/升溶解氧”标准不符合的时间百分比是 50%。在这种情况下，上述的增加值是微不足道的。在以后数年里，预计的影响可能会更严重，但被视为是投机的。

### **固体废弃物**

卫生局认可了厨房垃圾处理装置对纽约市住宅垃圾管理的积极影响。根据环保局对悬浮固体总量的预测，卫生局估计了垃圾转化对运营费用的影响。转化食物垃圾的数量大约占卫生局接收的家庭垃圾的 3%。假设到 2035 年，该市 38%的家庭安装了厨房垃圾处理装置，并且这些家庭将 50%的目标食物垃圾放入装置中（这一比率与目前的可循环垃圾利用率是等量齐观的），以目前的处理速度，卫生局将节省 400 万美元于固体废弃物的运输上。