

和总结经验,予以推广。

7. 积极开展宣传教育工作。节约用水和污水再用涉及千家万户,不仅要有各级领导和部门的积极支持,更需要广大人民群众的努力。为了消除干扰,保证工作的进程,

有必要进行长期的、广泛的宣传,使之成为人们的自觉行动,逐渐树立起节约用水的良好习惯,端正关于污水资源化的科学认识,庶几华北地区水资源的紧缺局面可以得到别有成效的缓解。

城市垃圾的现状与对策分析

张夫道 金维续 王小平 曾木祥 赵学蕴 郭 勤

(中国农科院土壤肥料研究所)

一、城市垃圾的现状

1. 我国城市垃圾的基本情况

全国 289 个城市调查结果表明,1982 年垃圾量为 $736 \times 10^5 \text{t}$,粪便 $73 \times 10^6 \text{t}$,垃圾和粪便的利用率分别为 50%、70%。据粗略估计,垃圾一年占地面积大约 4×10^3 亩,粪便大约 22×10^2 亩。所占土地多为农田。倘若考虑累积数,城市固体废弃物占地面积将以每 10 年增加 $4-6 \times 10^4$ 亩的速度发展。预计本世纪末垃圾年产量为 $1 \times 10^6 \text{t}$ 左右,粪便为 $975 \times 10^5 \text{t}$ 左右。

为了对城市垃圾有一个全面的了解,包括城市垃圾的日清运量、农用比例、垃圾有机

和无机组成、征地堆存投资、运输半径、占地占水面积等,我们选择了 9 个大中典型城市的调查材料列于表 1。在 9 个城市中,清运能力以上海市最强;农业利用率以上海市最高,广州和重庆两市次之;天津、贵阳最低。

2. 垃圾构成

城市垃圾系指城市居民在日常生活中抛弃的家庭垃圾、商业垃圾、道路扫集物及部分建筑垃圾。据马显明的报道^[1],北京、上海、哈尔滨三市有机垃圾平均占 36.5%,无机物平均占 56.9%,废品(包括纸、五金、塑料、玻璃、织物)平均占 6.6%。以乐山、广堰、南宁为代表的中、小城市中,有机垃圾占 17.3%,无机垃圾约占 18.5%,废品约占 4.2%。

表 1 我国典型城市垃圾的基本情况(1983)

项 目 \ 城 市	北京	上海	广州	武汉	贵阳	天津	哈尔滨	重庆	成都
日清运垃圾(t)	3000	4500	1200	2800	900	3000	200	2500	1000
日清运粪便(t)	3000	9000	1800	1200	600	1000	1000	1500	1300
有机与无机比	1:3	1:3	1:3	1:3	1:5	1:5	1:5	1:5	1:5
垃圾征地(亩/年)	1000			600	200	540			160
征地投资($\times 10^4$ 元/年)				1000	85	1000			
运输半径(km)				15—18		10—15			
已占地占水面积($\times 10^4$ 亩) (包括工业渣)				1500		700		1000	
农业利用率(%)	20—30	80	60	15	10	8	18	50	20

表 2 我国城市垃圾粪便农用情况
(1983) <单位: $\times 10^4$ t>

省市	项目	垃圾	粪便	总量	氮素总量
北 京		174	94	268	1.1
天 津		93	19	102	0.4
河 北		113	43	156	0.6
山 东		90	52	142	0.6
河 南		132	72	204	0.6
山 西		115	17	132	0.5
内 蒙		106	13	119	0.5
辽 宁		383	132	515	2.1
吉 林		191	8	199	0.8
黑 龙 江		202	13	215	0.9
上 海		271	329	600	2.4
江 苏		88	229	317	1.3
浙 江		30	167	197	0.8
安 徽		55	12	67	0.3
福 建		43	48	91	0.4
江 西		23	24	47	0.2
湖 北		108	66	174	0.7
湖 南		42	43	85	0.3
广 东		101	72	173	0.7
广 西		16	12	28	0.1
四 川		70	50	120	0.5
贵 州		35	4	39	0.2
云 南		9	8	17	0.1
陕 西		45	13	58	0.2
西北(甘、青、新)		71	7	78	0.3
总 计		2606	1547	4153	16.8

城市垃圾的构成与产量因居民生活水平、生活习惯、人口增长和工业水平等情况不同而异。大城市垃圾的有机成分中,动物性垃圾占 1.5%,植物性垃圾占 35.0%;无机成分中,砖瓦占 5.3%,炉灰占 44.6%,灰土占 7.0%。中、小城市垃圾的有机成分中,动物性垃圾占 1.2%,植物性垃圾占 16.1%;无机成分中,砖瓦占 5.1%,炉灰占 48.0%,灰土占 25.4%。可以看出,大城市生活垃圾的有机成分比中、小城市高 19.2%,而无机成分中炉灰百分比却比较接近,这反应了大、中、小城市居民生活水平的差别,也反映其能源结构相近。

城市垃圾的构成首先与居民的食品组成

密切相关。1983 年,我们对典型城乡人民生活调查后,概算的结果表明,全国每人每年平均吃粮 225 kg,鱼肉蛋类 20—25 kg,果菜类 150 kg。其中城市居民每人每年平均吃粮 150kg,鱼肉蛋类 35—40 kg,果菜类 175 kg。城市居民从食物中摄取的营养,最终转变成废物,其对植物有效的养分,显然高于农村的废弃物。

然而,随着居民生活水平和生活习惯的变化,食品结构也将随之而变化,势必引起垃圾成分的变化。以北京市为例,1985 年与 1978 年相比,有机垃圾增长了 29.3%,无机垃圾下降了 33.3%,废品增长了 3.8%。

能源结构是影响垃圾构成的另一个主要因素。以北京市为例,调查表明,双气户垃圾中的有机成分占 92.6%,单气户占 43.1%,纯煤户占 30.3%;垃圾中的无机成分,双气户占 7.4%,单气户占 56.9%,纯煤户占 69.7%。其中有机成分双气户:单气户:纯煤户 = 3.06:1.42:1;无机成分双气户:单气户:纯煤户 = 0.11:0.82:1。可见,集中供暖率和气化率越高的城市,垃圾的有机成分比例越大,而无机成分则成反比。

随着国民经济的发展,气化率将越来越高。1983 年全国 289 个大、中城市中有 98 个城市具有煤气设施,占 33.9%,城市居民气化率达 20.2%。预计 1990 年全国城市人口的气化率将达到 40%,煤灰渣的数量将会大幅度减少。

3. 我国城市垃圾废弃物的农用情况

1983 年全国统计结果(见表 2)^[2],除西藏和台湾未统计外,全国每年农用的城市垃圾约 26×10^6 t,城市粪便 155×10^3 t,含氮量 168×10^3 t,相当于 84×10^4 t 标准硫酸。其中辽宁省和上海市施用城市垃圾最多,分别为 383×10^4 t 和 271×10^4 t,上海、江苏、浙江、辽宁施用城市粪便最多。

城市垃圾施入农田,既有积极作用,也有消极作用。据测定,垃圾中含有有机质 3—

表 3 垃圾重金属含量 (ppm)

垃圾 \ 重金属	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Mn	Sn
垃圾 I	370	4	10	31	120	30	48	59	395	49
垃圾 II	150	3	8	20	55	—	20	—	750	—
垃圾 III	90	13	7	1400	25	—	20	—	310	—
垃圾 IV	3	1	7	25	31	—	20	—	295	—
垃圾 V	—	3	6	112	525	—	37	2	183	5
全国垃圾肥	0—370	0—13	6—12	4—112	24—165	0—30	17—48	0—146	112—888	0—119
平 均	93±122	2.1±3	9±2.0	26.5±23	78.7±45	9.2±10	25.5±11	39.6±43	330±187	24.3±45
农村土粪	20	5	6	20	70	—	14	4.8	450	—

10.5%,速效磷 133—402 ppm,速效钾 2100—6300 ppm,还含有少量微量元素。垃圾与粪便堆沤后施于农田、菜地,可培肥土壤,增加产量。中国农科院土肥所 1981—1985 年先后在北京朝阳、海淀、丰台三个区布置了 23 个田间试验,试验作物主要是蔬菜,少量小麦和玉米。结果表明,与等氮量化肥比较,亩施垃圾 5×10^3 kg 的 20 个试验中,增产的 15 个,增产幅度 9—104%,平均 25.2%。亩施 1×10^4 kg 的 17 个试验中,增产的 11 个,增产幅度 8.6—91.2%,平均 30%;平产的 5 个,减产的 1 个,减产率 6.4%。亩施 1.5×10^4 kg 的 9 个试验中,增产的 5 个,增产幅度 14.3—113.7%,平均 54.1%,平产的 3 个,减产的 1 个,减产率 6.5%。从经济效益考虑,亩施 5×10^3 kg 垃圾较好。如果垃圾肥与氮素化肥配合施用,效果更佳。

然而,倘若垃圾处置不当,直接施于农田,对土壤理化性状将产生不良影响。试验结果^[2]表明,亩施 1×10^4 kg 未经处理的垃圾,在 0—20cm 土层中,土壤渣砾 (> 2mm) 和砂粒 (> 0.01 mm) 的组分上升,土壤粘粒 (< 0.005 mm) 和粉砂粒 (0.01—0.005 mm) 的组分大幅度下降。从而导致土壤保水能力下降,土壤阳离子代换量减少 13—22%,土壤氮素和钾素流失严重。

4. 城市垃圾废弃物对环境的污染

(1) 对土壤重金属含量的影响 测定结果(见表 3),除了垃圾 III 号混有皮革厂废物

铬含量偏高外,其余垃圾中重金属的含量均与农村土粪接近。但在北京市对小麦做试验^[2],连续两年施用垃圾,每年亩施用 5×10^3 kg,发现小麦籽粒中各种重金属含量均比施用化肥处理的高,特别是镉,超过北京地区小麦背景值 (0.003—0.038 ppm)。说明如果连续大量施用垃圾,其重金属对土壤的污染也是值得注意的问题。

(2) 对蔬菜的污染 由于城市垃圾粪便未经任何无害化处理,在蔬菜上寄生虫卵和大肠杆菌污染是严重的。据北京市环卫所 1983 年 4—11 月对北京市居民食用的 25 种蔬菜 147 个样品普查结果^[3],以菜花、黄瓜、扁豆及茄果类蔬菜受大肠杆菌污染较严重,而根菜类蔬菜如土豆、藕、莴笋、韭菜、芹菜、香菜和萝卜类、白菜类蔬菜受寄生虫卵污染较严重。又据张瑞久报道^[4],南京市施用未经处理的垃圾、粪便的土壤中,1g 土壤含蛔虫卵 198 个,未施用的仅 11 个,市内 75% 的小学生体检有蛔虫卵,郊区则 93% 的小学生有寄生虫卵。鉴于目前我国尚没有新鲜蔬菜的卫生标准,这里以粪便无害化和土壤卫生标准作为参考。若把样品作为粪便来考虑,有 55% 的样品不符合无害化标准;若把样品作为土壤样品来考虑,有 72% 的样品达到危险程度;若把样品与生活垃圾或未经无害化处理的粪稀相比,有 8.4% 的蔬菜样品与它们相当。该调查并未进行跟踪取样,若在生产单位取样,问题还要严重得多。同时提醒我们,城市

垃圾粪便不经过无害化处理直接施于农田、菜地,对土壤的污染是不可忽视的。

(3) 对环境和水体的污染 据不完全统计*,城市环卫部门近三年的清运量,垃圾为总量的 70% 左右,粪便为总量的 40% 左右。剩余部分有的由农民进城拉取,有的排入下水道或河流,这一部分称为环境积存或未消化掉的污染源。目前,全国大中城市已积存垃圾粪便大约 2×10^8 t, 有不少城市,例如北京市,近年来,由于郊区农民拒绝使用垃圾,又缺乏足够的垃圾堆放场,环卫部门把垃圾运出城了事,随意倾倒,农民怨声不绝。北京东郊有一近 2×10^3 亩的渔场,已被垃圾占去 2/3,余下的水面因水质被污染,已无法正常生产。调查时,我们看到进水闸已被垃圾堆堵,鱼塘边乱放着 2t 以上的钢筋混凝土块。在北京近郊,垃圾堆星罗棋布,冬春两季多风,垃圾中的粉尘、废纸和有害成分漫天飞扬。夏季,有机垃圾腐烂变质,臭气熏天,苍蝇随处乱飞,致病菌到处传播。

二、城市垃圾废弃物处理对策

我国不少专家就城市垃圾粪便的处理问题发表过一些有益的见解。我国垃圾粪便的治理并非单由垃圾处理技术本身所能解决,必须把垃圾本身的构成,管理制度,城郊环境规划,农业状况等诸因素加以综合考虑。很难有其通用性,更不宜盲目搬用国外技术。本文就以下几个问题进行讨论。

1. 关于资源化问题

这是大家比较关心多的一个问题。根据对北京、上海、天津、贵阳、桂林、成都等大、中城市的调查,经废品回收站废物回收后,有利用价值的废物,仅占 4% 左右,而且湿度大,质量差,进一步实行资源化,经济效益低,难于实施。

2. 关于焚烧和发展沼气等问题

焚烧法,在国外有一定意义,国内的垃圾组成与外国差别很大,水分含量 40% 以上,

可燃物低。大城市一般为 2—6%,中小城市为 1—3%,阻燃物高,达 30% 以上,因此无法燃烧。到本世纪末,垃圾中塑料制品将会大量增加,可考虑用焚烧炉。目前,可做一些科研上的准备。

用沼气发酵处理城市粪便,国内始于二十年前,首先在广东佛山试验沼气发电处理城市粪便,其后在青岛、北京、天津等处也进行仿效。但是,从实用方面考虑,还存在不少问题。主要问题是:(1)粪便中碳源低,转化为沼气的数量少,发酵温度低,无害化难于实现;(2)含水量 99% 以上的沼气水肥无法销售和运输,无法解决经济效益问题。在我国农村,有条件的地区可适当发展沼气,在城市,特别是大中城市,采用沼气发酵办法,耗资大,容量有限,不受欢迎,因此建立沼气发酵粪便处理厂不是今后环卫工作的方向。

至于有机和无机混合垃圾机械分选,在国外有成功的经验,国内一些地方不考虑国情,企图把仅含 10% 左右的有机物从 90% 以上的渣土和水中分离出来,因费工、效率低而失败。

近年来,不少城市试验用养殖蚯蚓等来消纳城市垃圾,应该说,思路是新颖的。但是,如何采用城市混合垃圾饲养蚯蚓,蚯蚓的品种,成蚓的出路,(不是卖种而是应用),经济效益等问题均没有解决,目前仅限于小型试验,而且原料依然用的是牲畜粪便和蔬菜下脚料,没有突破性进展。只有上述问题真正解决了,这种生物转化法可能是有价值的。

鉴于上述分析,对于任何一种垃圾粪便的处理利用方式,必须具备稳定的消纳出路,成本不高,耗人工不大,无二次污染,城乡均能接受。从全局分析,下列方式是可行的。

(1) 堆肥。高温好氧堆肥法可达到卫生标准,但关键是选料和施用条件。用于堆肥的垃圾需要挑选,最好是垃圾分类收集,也就

* “建设部审容环境卫生政策论证会”资料

是在各种废弃物混合之前,由居民按分类要求分别投入集装垃圾箱(桶)来完成。如果一时办不到,应尽量收集有机垃圾,切勿混有砖瓦、玻璃、塑料制品,所用粪便应是非水冲厕所的粪便,化粪池掏出的沉渣,以及粪便处理场脱水的污泥。施用的土壤应是粘土或粉砂土,作物应是旱作物,桑园、菜地等,不宜在水稻田施用。但这种方式涉及到一些复杂的管理问题,有关部门应尽快制定城市垃圾的管理条例,垃圾堆肥的标准和城市垃圾堆肥农用条件的标准,城乡都要严格按照标准办理。

(2) 堆山和填埋。对于北京、天津这类大城市,正进行大规模改造与扩建,燃料又以煤为主,去掉碎砖瓦等物后,垃圾中仍掺入大量的灰、渣,采用任何分选、分离方法均有困难,而这类垃圾正以每年 $80-100 \times 10^4 \text{t}$ 的数量向郊区菜地倾泻,菜地面临渣化和砾化的威胁。堆积垃圾山是比较现实的出路,虽然占地 $150-250$ 亩/年,却能保住 10×10^4 亩以上的园田。按照下例堆存公式计算,在坡度 30° 以下的情况下,每 29 亩地可堆积 $29 \times 10^4 \text{m}^3$ 垃圾,相当一亩堆 $1 \times 10^4 \text{m}^3$,若

少于此面积,亩堆存量下降很快。集中堆积,利于节省用地。

$V = \pi h^3 S = \pi r^2 V = A_0 V_0 (A_0 = A \sqrt{A})$
式中, V ——体积, h ——堆高, r ——堆占地半径, S ——面积, A_0 ——系数, A ——增加倍数。

在平原城市,若设计堆一座假山高度为 $40-60 \text{m}$, 半径 $50-100 \text{m}$, 即可解决象京、津城市渣砾的消纳。若在假山上绿化,花化和进行园林布置,既可成为游览场所,又可获得新的环境,社会效益和经济效益。

填埋在有条件的城市可利用水坑、洼地和山沟等填埋无机垃圾和堆肥的剩余垃圾。但必须按照国家制定的垃圾填埋卫生标准进行。

参 考 文 献

- [1] 马显明,城市环境卫生通讯, (2), 20(1985).
- [2] 张夫道等,农业环境保护, (2), 14(1984).
- [3] 北京市环境卫生所二室生物组,城市环境卫生通讯 (2), 47(1984).
- [4] 张瑞久,城市环境卫生通讯, (5), 18(1985).
- [5] 金维续,我国有机肥料氮和无机肥料氮的状况及配合施用的效果,我国土壤氮素研究工作的现状与展望,中国土壤学会编, 116—125 页,科学出版社, 1986.

贵州省乡镇企业发展与环境保护 预测和对策

彭 光 寿

(贵州省环境保护科研所)

党的十一届三中全会以来,贵州省乡镇企业的蓬勃发展,给全省农村带来了巨大的变化。1986年,全省乡镇企业 35.82 万个,从业人数达 106.57 万人,总产值 24.78 亿元、占全省农业产值的 31.23%,实现利润 2.63 亿元。乡镇企业的发展使农民“离土不离乡、进厂不进城”,农村大批剩余劳动力(全省每年

约 25 万)有了出路,解决了贵州八山一水一分田这种人多地少(全省人均耕地 0.9 亩)的矛盾,繁荣山区经济,增加农民收入(1986 年全省乡镇企业职工工资平均每人 677 元)。提高生活水平。乡镇企业的发展,是贵州“兴黔富民”的必由之路。

但由于发展迅猛,不少乡镇企业发展方