

垃圾 BDM 分析及其应用*

王罗春** 赵由才*** 陆雍森***

摘 要 建立一种操作简单的垃圾 BDM (生物可降解物) 分析方法, 并将其应用于填埋场垃圾稳定化研究, 结果表明填埋场垃圾 BDM 含量变化能较好地反映其降解规律。

关键词 填埋场垃圾 分析方法 生物可降解物

Analysis of Waste BDM and its Application. Wang Luochun*, Environmental Engineering Department, Shanghai University of Electric Power, 200090 Shanghai. Zhao Youcai***, Lu Yongsen***. State Key Laboratory of Pollution Control and Resources Reuse, Tongji University, 200092 Shanghai

Abstract A simple analysis method of BDM (Biologically Degradable Matter) was established and applied to stabilization research of landfill waste. Results showed that content change trend of BDM could reflect degradation rule of landfill waste.

Key words Landfill waste Analysis method Biologically degradable matter

生活垃圾卫生填埋法, 是垃圾最终处置且行之有效的方 法之一, 具有处理工艺简单、维护费用低等优点。填埋场稳定化, 是一个十分复杂而又漫长的过程, 而固体垃圾中可降解组分含量随填埋年限的增长变化非常缓慢, 同时由于垃圾组成的非均匀性, 其组分含量变化又表现出一定的波动性, 给研究工作带来了很大的难度。在评价固体垃圾的稳定化方面, 目前国内外文献主要是分析固体垃圾的挥发分 (V_s)、总糖、纤维素、半纤维素、木质素、生化产甲烷能力^[1~4] (biochemical methane potential, 即 BM P)、甲烷产率与产量^[5~7]。这些指标的选择没有统一的标准, 其分析方法繁琐且不成熟^[8]。

我们在文献 [9] 和 [10] 的基础上, 建立一种操作简单的垃圾生物可降解物 (biologically degradable matter, 即 BDM) 的分析方法, 并将其应用于填埋场垃圾稳定化研究, 对我国最大的垃圾填埋场——上海老港填埋场内不同填埋时间的垃圾进行了近 3 a 取样测定。

1 分析方法

1.1 垃圾样品预处理

将按规定的方法取来的垃圾样品按以下步骤进行预处理:

- (1) 置于烘箱内, 在 105℃ 下烘干至恒重;
- (2) 从烘干后的垃圾样品中剔除大块金属、渣石和玻璃等无机硬废物和无法降解的橡胶和塑料;
- (3) 将剩余垃圾样品装入球磨机, 研磨 6 h, 过

20 目筛, 过筛后的垃圾即为垃圾成分分析对象。

1.2 垃圾样品分析

1.2.1 方法原理

根据垃圾中可生物降解有机质比不可生物降解有机质更易于被化学氧化的特点, 在原有“湿烧法”测定总有机质 ($CO D_r$) 方法的基础上, 采用常温反应, 降低溶液的氧化能力, 使之选择性地氧化生物可降解物质。

1.2.2 装置

振荡器

1.2.3 试剂

- (1) 重铬酸钾溶液: 分析纯,
 $C(1/6 K_2 Cr_2 O_7) = 2 \text{ mol/L}$;
- (2) 硫酸亚铁铵溶液: 分析纯,
 $C[(NH_4)_2 Fe(SO_4)_2] = 0.25 \text{ mol/L}$;
- (3) 浓硫酸: 分析纯,
 $d = 1.84 \text{ kg/L}$;
- (4) 试亚铁灵指示剂

1.2.4 分析步骤

- (1) 称取 0.5 g 左右样品置于 250 mL 容量瓶中, 加入 15 mL 重铬酸钾溶液、20 mL 浓硫酸, 将容量瓶置于振荡器上振荡 1 h, 同时做空白实验

* 国家自然科学基金, 编号 29777019

** 上海电力学院, 200090 上海

*** 同济大学污染控制与资源化研究国家重点实验室

收稿日期: 2002-09-30

(2)取下容量瓶,加水至标线,摇匀。取 25 mL 溶液于锥形瓶中,加入 3 滴试亚铁灵指示剂,用硫酸亚铁铵溶液回滴至溶液变为红褐色。

1.2.5 计算结果

垃圾中生物可降解物 (BDM) 含量可根据下式计算:

$$C_{BDM} = \frac{V_0 - V_1}{W} \times C,$$

式中, V_0 —空白实验所消耗的硫酸亚铁铵溶液体积 (mL);

V_1 —样品所消耗的硫酸亚铁铵溶液体积 (mL);

C —硫酸亚铁铵溶液的浓度 (mol/L);

W —样品的重量 (g)

2 填埋场垃圾稳定化研究

2.1 取样与分析

上海市南汇县境内的老港垃圾填埋场日填埋垃圾量约 7 000 t, 是我国目前规模最大的生活垃圾填埋场。在上海市市容环境卫生管理局的资助下, 我们在填埋场内建造了 1 座大型模拟实验场, 该场位于填埋场北侧的实验小区 (17 号单元), 实验场的尺寸、构造、垃圾填埋作业与实际填埋单元完全相同。从 1995 年 10 月 30 日开始, 到 1998 年 4 月 25 日止, 共取样 18 次。每次取样都是沿小区对角线的两角和中心各取一点, 将三点样品等量混合作为垃圾样品

按上述分析方法测定垃圾样品的 BDM 含量, 得到垃圾 BDM 含量随填埋时间变化的关系图, 见图 1

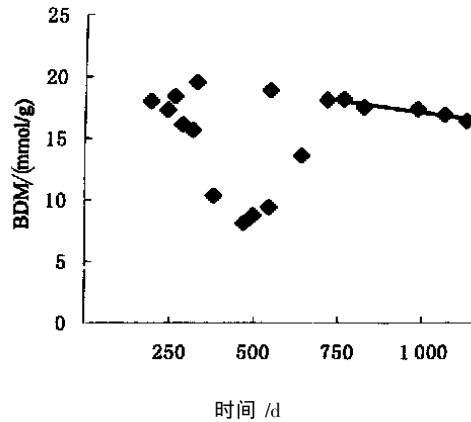


图 1 垃圾 BDM 含量随填埋时间变化关系

2.2 数据分析与结果讨论

在理论上, 垃圾降解符合一级反应^[11], 垃圾 BDM 含量随时间变化曲线应呈指数形式衰减, 其

含量变化可表示为:

$$G = C_0 e^{-kt},$$

式中, t —填埋场封场垃圾进入完全厌氧阶段后的时间;

G — t 时刻垃圾中可降解成分的含量;

C_0 —相当于 $t = 0$ 时垃圾中可降解成分的含量;

k —垃圾中可降解成分的完全厌氧降解速率常数

由图 1 可知, 在填埋场封场后不久 ($t < 718$ d), 垃圾 BDM 含量随时间变化波动很大, 缺少规律性。其原因是, 垃圾降解程度较小, 垃圾仍然成团成块, 这些团块之间各种有机组分含量差异很大, 垃圾取样非均匀性很大。

封场 718 d 后, 垃圾 BDM 含量随填埋时间的变化呈现一定的规律性: 填埋时间增加, 垃圾 BDM 含量逐渐降低。对图 1 中此阶段曲线作指数拟合, 结果如下:

$$G = 21.335e^{-0.0002t}, R = 0.9587, \geq 718 \text{ d}$$

将老港垃圾填埋场实际填埋单元的实测值与大型试验场的拟合值进行对比, 见表 1 表 1 中填埋年限为 7 a、6 a、5 a 和 4 a 的垃圾, 分别取自 1991 年、1992 年、1993 年和 1994 年 4 月的填埋单元

表 1 BDM 含量实测值与拟合值对比

填埋年限 (a)	BDM 含量实测值 (mmol/g)	BDM 含量拟合值 (mmol/g)	误差 (%)
4	15.10	15.47	- 2.39
5	14.37	14.28	0.63
6	14.37	13.18	9.03
7	11.89	12.16	- 2.22

由于试验场与实际填埋单元的填埋作业都完成于每年的 4 月份, 可以认为垃圾的组成基本相同; 又因为两者的构造、水文条件、气象条件以及填埋作业完全相同, 可以认为试验场与实际填埋单元内垃圾降解基本一致。由表 1 可知, 实际填埋单元封场 718 d 后, 垃圾 BDM 含量的实测值和拟合值吻合得比较好。这表明填埋场垃圾 BDM 含量变化能较好地反映其降解规律。

3 结论

垃圾 BDM 含量变化能较好地反映填埋场垃圾的降解规律, 我们所建立的垃圾 BDM 分析方法具有推广价值。

参考文献

1 A. Attal, J. Akunna, et al. Anaerobic Degradation of Municipal Wastes in Landfill, Environmental Science and Technology, 1992, 25 (7): 243~ 253

2 Frey A. Stinson, Robert K. Ham. Affect of Lignin on the Anaerobic Decomposition of Cellulose as Determined through the Use of Biochemical Methane Potential Method, Environmental Science and Technology, 1995, 29 (9): 2 305~ 2 310

3 J. M. Owens, D. P. Chynoweth. Biochemical Methane Potential of Municipal Solid Waste Components, Environmental Science and Technology, 1993, 27 (2): 1~ 14

4 J. E. Bogner. Controlled Study of Landfill Biodegradation Rates Using Modified BMP Assays, Waste Management and Research, 1990, 8 329~ 352

5 William E. Eleazer, William S. Odle, et al. Biodegradability of Municipal Solid Waste Components in Laboratory - Scale Landfills, Environmental Science and Technology, 1997, 31 (3): 911

~ 917

6 George B. Kasali, Eric Senior. Effect of Temperature and Moisture on the Anaerobic Digestion of Refuse, Journal of Chemical Technology & Biotechnology, 1989, 44 31~ 41

7 Brenda B. Ress, Philip P. Calvert, et al. Testing Anaerobic Biodegradability of Polymers in Laboratory - Scale Simulated Landfills, Environmental Science and Technology, 1998, 32 (6): 821~ 827

8 王罗春. 城市生活垃圾填埋场稳定化进程研究 [D]. 上海: 同济大学环境工程学院, 1999

9 奚旦立, 孙裕生等编. 环境监测 [M]. 修订版. 北京: 高等教育出版社, 1995

10 联邦德国环境保护局编. 生活垃圾特性分析指南. 甄金环译. 北京: 中国环境科学出版社, 1990

11 M. El- Fadel, A. N. Findikakis, et al. Numerical Modeling of Generation and Transport of Gas and Heat in Landfills I: model Formulation. Waste Management & Research, 1996, 14 483~ 504

腐熟垃圾在水中填埋的可行性研究

何东升* 张斐娜* 张洁敏* 石燎燃*

摘 要 探讨了填埋年限不同的生活垃圾在水中填埋对水体污染的程度。试验结果表明，腐熟垃圾在水中填埋后会对水体造成较大的污染。因此，宁波市铜盆浦垃圾填埋场的第Ⅰ、第Ⅱ库区填满后，不能把第Ⅰ、Ⅱ库区内的腐熟垃圾填入第Ⅲ库区的水域。宁波市的生活垃圾要实行卫生填埋，则需另选场址。

关键词 填埋 腐熟垃圾 水体 污染 监测

Feasibility Study on Matured Waste Filled in Water Body. He Dongsheng*, Zhang Feina*, Zhang Jemin*, Shi Liaoran*. Ningbo Environmental Sanitation Management Office, 315000 Ningbo

Abstract The degrees of water pollution from wastes that were filled in water body after landfilled for different years were discussed. The result of the test showed that obvious pollution of water body was still caused by matured waste filled in water. Therefore, matured waste should not be filled in water body of the third area after the first and second area in Ningbo Tongpenpu waste landfill site being finished. The other new site should be selected in order to reaching sanitation landfill.

Key words Landfill Matured waste Water body Pollution Monitoring

宁波市铜盆浦垃圾填埋场位于市区南郊，距市中心 10 km，是将奉化江下游的原铜盆浦湾截弯取直后废弃的航道作为垃圾填埋场。取直后可缩短水路 2 km，新旧航道相隔 25 m。该场的处理特点是垃圾在水中填埋。该场于 1987 年 10 月开始集中填埋宁波市的生活垃圾。整个填埋场分 3 个填埋库区。到 2000 年底，第Ⅰ、第Ⅱ两个库区已基本填满。由于这两个填埋库区离村庄相对较远，并且

对填埋库区采取了消灭灭蝇、及时覆盖、植树绿化、封闭管理等有效措施，对这些村庄的污染控制在最低程度。第Ⅲ库区离村庄较近，最近处约 100 m，如果直接把新鲜垃圾填入水中，将会严重影响村民的

* 宁波市环境卫生管理处，315000 宁波
收稿日期：2002- 08- 12
修回日期：2002- 11- 20