

垃圾填埋场渗滤液处理特性的分析

沈耀良* (苏州城建环保学院 苏州 215011)

王宝贞** (哈尔滨建筑大学 哈尔滨 150008)

摘要 了解废水处理的特性是合理选择处理工艺的基础,对水质成份复杂多变的渗滤液而言尤其如此。本文对渗滤液的水量、水质(可生化性、氨氮等)处理特性进行了较系统的分析。

关键词 渗滤液 特征 废水处理 垃圾填埋场

前言

目前,国内外正不断深入地进行渗滤液处理技术的研究。虽然垃圾卫生填埋技术在我国的应用起步较晚,但对垃圾渗滤液处理方案、方法及工艺的研究,已作为垃圾填埋场环境污染防治的重要内容而受到重视。垃圾渗滤液是一种危害较大的高浓度有机废水,不仅水质成分复杂,而且其水量及污染物的浓度随垃圾组成、填埋方式、以及不同的季节和气候而有明显的变化,这是一种处理难度较大的废水。与城市污水和工业废水相比,垃圾填埋场渗滤液具有更为明显的水质水量变化且变化呈非周期的特点,这些特点无疑给其有效而稳定的处理带来了较大的困难。因而,掌握渗滤液的处理特性对科学合理地确定其处理工艺是十分必要的。

1 水量变化问题

渗滤液的产生受众多因素的影响,不仅水量变化大,而且其变化呈明显的无周期性。水量的变化则导致水质的大幅度变化。垃圾填埋场是一个敞开的作业系统,其渗滤液的产生受气候和季节变化的影响。如在积雪和非积雪地区,填埋场渗滤液产生量的最大和最小量之比可达10:1和4:1。为保证渗滤液处理系统正常运行,须考虑设置容积足够的调节池,以满足最大渗滤液量的贮存调节之需。目前,多结合垃圾填埋场的建设,在垃圾坝和截污坝之间设置一大容积的渗滤液贮存池(如苏州七子山垃圾填埋场设置了一容积2.5万 m^3 的渗滤液池;杭州天子岭垃圾填埋场设置了一可满足10年一遇暴雨产生量、非常容积可满足30年一遇暴雨时渗滤液产生

量贮存的渗滤液池)。实际上,这种大容量的贮存池虽对于渗滤液的收集贮存来讲是必需的,其功效也是不言而喻的,但对于渗滤液的处理工艺系统而言,其功效则仅表现在补充不足、贮存盈余的调节和在一定程度上短时间内的水质均化作用。由于渗滤液水量水质的明显时间变化特征,无论是在填埋场设置贮存池还是考虑在处理工艺系统中另设调节池,对于满足特定处理系统长期稳定有效运行所要求的稳定的废水水质而言,均难具有有效的作用。渗滤液产生量的变化而导致渗滤液水质的急剧波动,且具有突发性而常常难以预料,笔者等人在根据苏州七子山垃圾填埋场渗滤液年均产量和暴雨时产量渗滤液COD浓度的估算,两种情况下的COD浓度之比为1:30~1:60^[1],国外的研究则表明这种比例为1:6~1:1000^[2]。但亦有当久旱不雨之后突降暴雨使渗滤液中污染物浓度急剧增加的报道^[3]。由此往往对处理工艺系统造成强烈的浓度变化冲击负荷,影响工艺系统的正常运行。在处理工艺的选择时,应有足够的重视。

2 水质变化问题

垃圾填埋场相当于一个生物反应器,其中垃圾的稳定化过程是在厌氧微生物的作用下完成的。在适宜的外部环境条件下,微生物将对从垃圾中溶出的有机物进行氧化降解。因而,随垃圾填埋场“年龄”的增加,渗滤液的水质也将发生相应的变化。在垃圾填埋后的初期调节、转化、产酸、产甲烷以及成熟等五个阶段中,有机污染物的浓度呈现出上升→短期稳定→下降的变化趋势。由于这种变化特征是

* 沈耀良,副教授,博士。已发表论文近70篇。现任苏州城建环保学院环保系主任。国际水质协会会员,江苏省环境科学学会理事。

** 王宝贞,教授,博导。已发表论著200多篇。国际水质协会理事,国务院学科评审委员会成员。现任哈尔滨建筑大学水污染控制研究中心主任。

在微生物的作用下发生的,因而在此变化过程中,渗滤液的水质特性也在发生相应的改变。

2.1 BOD₅与COD比值的变化

BOD₅/COD值的高低与渗滤液处理工艺方法的选择密切相关。渗滤液BOD₅/COD值与垃圾填埋场的使用年限有关。随填埋场由“年轻”(5年以内)逐渐向“中老年”(5~10年以上)过渡时,渗滤液中的高分子复杂有机物相对含量增加而导致BOD₅/COD值的下降。Chian和Scott等人分别对不同年龄的填埋场渗滤液的BOD₅/COD研究表明^[4,6],使用5年以内的垃圾填埋场其BOD₅/COD为0.5左右,使用5~10年间的BOD₅/COD为0.1~0.5,而使用超过10年后,由于垃圾的稳定化,其渗滤液的BOD₅/COD可小于0.1(表1)。Amokrane等人对位于法国Jeandelaincourt镇已使用10年以上填埋场渗滤液的分析表明,该渗滤液的可生化性很差,BOD₅/COD仅为0.05^[6]。

表1 渗滤液特征随填埋场年龄的变化

填埋场年龄	<5年 (年轻)	5~10年 (中年)	>10年 (老年)
pH	<6.5	6.5~7.5	>7.5
COD(g/L)	>10	<10	<5
COD/TOC	<2.7	2.0~2.7	>2.0
BOD ₅ /COD	<0.5	0.1~0.5	<0.1
VFA(%TOC)	>70	5~30	<5

当城市垃圾与工业垃圾混合填埋时,自工业垃圾中溶出的难降解有机物将使渗滤液的BOD₅与COD的比值更低。如Imai等人的研究也发现,日本使用10年以上的、城市和工业垃圾混合填埋场的平均BOD₅/COD仅为0.03^[7]。英国处于酸性阶段的“年轻”填埋场渗滤液的BOD₅/COD为0.3~0.67,而处于碱性发酵阶段的“年老”填埋场渗滤液的BOD₅/COD则降至0.1以下。由于城市垃圾卫生填埋处理技术在我国的应用起步较晚,目前有关BOD₅/COD随垃圾填埋场使用年限长期变化的监测报道尚不多见。张国政等曾对重庆市江北区龙头寺垃圾场渗滤液BOD₅/COD作了分析,其比值为0.21^[8]。我国上海市郊某镇填埋场渗滤液的BOD₅/COD也曾低达0.13。渗滤液BOD₅/COD随填埋时间的变化,带来了选择其适用性处理方法的困难。但从总体上讲,使用时间在10年以内的填埋场渗滤液的BOD₅/COD通常在0.3~0.6之间,属可生化性良好的有机废水。王宝贞教授等对我国南方地区杭州、苏州、广

州以及深圳等地填埋场渗滤液监测数据的统计和研究表明,BOD₅/COD在0.3~0.6之间^[9]。由此可见,对年轻填埋场而言,其渗滤液多具有良好的生化处理可行性,可采用生物方法加以处理。但对于年老填埋场的渗滤液的处理而言,必须考虑其可生化性随时间的变化。此外值得注意的一点是,目前渗滤液的处理进水,大多取自填埋场的渗滤液贮存池,而其BOD₅/COD值往往由于渗滤液在贮存池已有较长的停留时间而低于新鲜渗滤液。胡小龙等对绍兴市大坞岙垃圾填埋场渗滤液处理的研究表明,其渗滤液BOD₅/COD经调蓄池后由0.52左右降至0.23左右^[10]。

渗滤液中BOD₅/COD的变化说明其有机物成分的变化。Hansen和Artiola-Fortuny等对产甲烷阶段的厌氧性渗滤液的有机成分变化作了研究,结果表明渗滤液中溶解性有机碳(DOC)的33%~60%是分子量在1000以上的难降解物质,处于老龄阶段的填埋场渗滤液中则含有大量的富里酸和腐殖酸^[11,12]。许多研究表明,渗滤液中有有机成分变化较大,随填埋场“年龄”的增加,在产酸阶段,渗滤液的有机成分中有80%~90%是易生物降解的低分子有机物(VFA),进入产甲烷阶段后,由于产气的作用,有机成份由主要以乙酸和氨基酸等配合基类的简单有机物为主向以带有多个酚、羧和氨等螯合基团(如富里酸及腐殖质等)的高分子为主的有机物组成变化^[13,14]。

2.2 NH₄⁺-N浓度

渗滤液中高浓度的NH₄⁺-N是导致其处理难度增大的一个重要原因。当进入产甲烷阶段,填埋场渗滤液中的NH₄⁺浓度不断上升,直至最后封场,浓度可高达10000 mg/L。Shiskowski等人对加拿大Burns Bog垃圾填埋场渗滤液为期160天的研究表明,NH₄⁺-N浓度由200 mg/L迅速增加至1200 mg/L,最高达1500 mg/L。此外,渗滤液中NH₄⁺-N的含量常占TN的85%~89%^[2]。渗滤液中高浓度的NH₄⁺-N及其随时间的变化,不仅加重了其对受纳水体的污染程度,也给其处理工艺的选择带来了困难,增加了复杂性。由于NH₄⁺浓度过高,使得渗滤液的C/N过低(如广州市老虎窿填埋场渗滤液的C/N仅为4.0,而大田山填埋场渗滤液的C/N更低,仅为2.0)。过高的NH₄⁺-N要求进行脱氮处理,而过低的C/N则对常规的生物处理有抑制作用,而且有机碳源缺乏,难以进行有效的反硝化。

2.3 金属离子问题

在渗滤液的多种污染物中,金属离子(尤其是重金属离子)的问题因其对环境特殊的危害性和对生物处理工艺的影响而比较引人注目。如前所述,渗滤液中含有多种金属(重金属)离子,它们由于物理(淋溶)、化学(主要是生物化学作用)作用而使垃圾中的高价不溶性金属转化为低价的可溶性金属离子而溶于渗滤液中,因而对处于产酸阶段的填埋场而言,往往含有较多的上述离子,在处理过程中必须考虑对它们的去除。对混合型的垃圾填埋场而言更是如此。

2.4 其它问题

与渗滤液水质有关的问题还有磷的不足、碱度较高、无机盐含量高等,在处理过程中也应予以足够的重视。垃圾渗滤液的含磷量通常较低,尤其是溶解的磷酸盐浓度更低。渗滤液中溶解性磷盐的含量主要由 $\text{Ca}_5\text{OH}(\text{PO}_4)_3$ 控制。垃圾渗滤液中的 Ca^{2+} 浓度和总碱度水平均很高,可以分别达到 7 200 mg/L 和 25 000 mg/L,而 TP 的浓度仅为 0 ~ 125 mg/L。因而渗滤液中的溶解性磷酸盐含量受到 Ca^{2+} 浓度和碱度水平的影响,导致生物处理中的缺磷问题。笔者在进行厌氧(ABR)(水解酸化) - 好氧工艺处理渗滤液与城市污水的混合废水过程中发现,当渗滤液与城市污水的体积混合比达到 4:6 至 5:5 时,仍发现了缺磷问题^[1]。

3 结 语

虽然渗滤液的处理作为水处理技术研究的一个独立分支,与常规的废水处理方法有相通之处,但也有其不同于常规废水处理工艺的特殊之处。由于渗滤液水质的时间和地域变化性,不仅采用单一的处理方法不能满足其处理要求,需要通过不同方法的优化组合与灵活应用才能进行有效地处理,而且适用于某一填埋场或某一区域填埋场渗滤液处理的工艺方法往往不是普遍适用的技术,需要因地制宜采用不同的工艺。此外,由于渗滤液的污染负荷很高,处理难度较大,不仅要考虑处理工艺的有效和稳定性,还须考虑其处理工艺的经济合理性。渗滤液处理的这些突出的特性,也是其处理工艺设计和运行较为困难的原因所在,必须加以认真考虑。

参 考 文 献

- 1 沈耀良.城市垃圾填埋场渗滤液处理技术的研究:博士论文.哈尔滨:哈尔滨建筑大学,1998
- 2 Sletten R. S. et al. Physical - chemical treatment of landfill leachate for metals. removal. Water Res., 1995,29(10):2 376 ~ 2 386
- 3 Venkataramani E. S. et al. Rapid aerobic biostabilization of high - strength industrial landfill leachate. IWPCF, 1984,56(11):1 178 ~ 1 184
- 4 Chian E S K. et al. Sanitary landfill leachates and their treatment. JEE, 1976,102EES(2):411 ~ 431
- 5 Scott M P. Leachate treatment options. Solid Waste Manage, 1981,10(1):13 ~ 24
- 6 张望军.城市垃圾卫生填埋场浸出液的处理.重庆环境科学,1995,17(2):44 ~ 47
- 7 Amokrane A. et al. Landfill leachates pretreatment by coagulation - flocculation. Water Res. 1997,31(11):2 775 ~ 2 782
- 8 Gourdon R, et al. Fractionation of the organic matter of a landfill leachate before and after aerobic or anaerobic biological treatment. Water Res. 1989,23(2):167 ~ 173
- 9 Imai A. et al. Biodegradation and adsorption in refractory leachate treatment by the biological activated carbon fluidized bed process. Water Res. 1995,29(2):687 ~ 694
- 10 张国政.垃圾浸滤液的处理.环境卫生工程,1997,(4):18 ~ 20
- 11 Harmson J. Identification of organic compounds in leachate from a waste tip. Water Res. 1983,17(6):699 ~ 705
- 12 Artiola - Fortuny J. et al. Humic substances in landfill leachates: I. humic acid extraction and identification. Jour. Environ. Qual. 1982,11(4):663 ~ 668
- 13 Chian E. S. K, et al. Characterization of soluble organic matter in leachate. Environ. Sci. and Technol. 1997,11(2):158 ~ 163
- 14 Oman C, et al. Identification of organic compounds in municipal landfill leachates. Environ Pollute, 1993,80(1):265 ~ 271

(收稿日期:1998 - 12 - 23)