



垃圾渗滤液接入城市污水处理厂存在的问题探讨

乔 勇 赵国志

(上海市政工程设计研究院, 上海 200092)

摘要 垃圾渗滤液是一种成分复杂的高浓度有机废水,一直是水处理研究的难题之一。以福州市为例,对当地的垃圾渗滤液接入城市污水处理厂合并处理存在的问题进行探讨。将垃圾渗滤液运输至城市污水处理厂处理是目前比较好的选择,但要求城市具有污水处理厂且输送距离适中,而且城市污水处理厂要有适当的规模,足以容纳填埋场产生的渗滤液。将垃圾渗滤液直接排入污水处理厂进行合并处理会对污水处理厂处理工艺造成很大的冲击,给污水处理厂的运行管理带来困难。

关键词 垃圾渗滤液 城市污水处理厂 污水 合并处理

0 概述

据测定,垃圾渗滤液中有 93 种有机污染物,其中 22 种被列入我国和美国国家环保局的重点控制名单,已确认部分具有致癌作用。

渗滤液的主要特点为:

(1) 成分复杂。垃圾渗滤液中不仅含有大量耗氧性有机污染物,还含有很多无机重金属离子以及离子-有机化合物等。

(2) 水质水量变化大。渗滤液的水质水量受多种因素的影响,如降雨、蒸发量、渗滤液回喷方式、地面流失、地下水渗入、垃圾的特性、地下结构层、填埋工艺、垃圾填埋时间等,其中降雨量和垃圾填埋时间是主要影响因素。因此,渗滤液水质水量变化非常大,很难发现其规律。

(3) 浓度高。根据国内外的有关数据,渗滤液各种成分的浓度相当高,COD、BOD 可达数千乃至数万 mg/L,比一般的城市生活污水高出若干倍。

(4) 可生化性不定。填埋场的早期渗滤液(场龄 3~5 年)中可降解有机物含量较高,BOD/COD

一般为 0.4~0.8,宜生化处理;但随着时间的延长,其 BOD、COD、BOD/COD 逐渐减小,BOD/COD 一般为 0.1~0.2,而氨氮始终维持在 1 000 mg/L 左右,可生化性越来越差。

如何妥善处理垃圾渗滤液,一直是填埋场设计、运行和管理最棘手的问题,也是目前水处理界研究的难题之一。

垃圾渗滤液的处理方法包括物理化学法和生物法。物理化学法主要有活性炭吸附、化学沉淀、密度分离、化学氧化、化学还原、离子交换、膜渗析、气浮及湿式氧化等多种方法。但物化方法处理成本较高,不适于大水量垃圾渗滤液的处理,因此目前垃圾渗滤液主要是采用生物法处理。

由于垃圾渗滤液成分复杂,不仅有机污染和氨氮污染重,而且氮磷比例失调,其中还存在着抑制生物活性的汞、铅、锌等 10 多种微量重金属离子,不利于生化处理。发达国家多采用垃圾填埋场内预处理与外送城市污水合并处理的方法,能达到良好的效果。国内一般采用垃圾场内单独设立污水处理站,



对混合储存的垃圾渗滤液和地表径流雨水进行生化—物化两级处理,用此法处理“场龄”小于 5 年的早期垃圾渗滤液,处理后 COD、BOD 可以达到《生活垃圾填埋污染控制标准》(GB 16889—1997)中的二级排放标准,但 $\text{NH}_3\text{-N}$ 仍远高于二级排放标准。

中晚期的填埋场垃圾渗滤液中氨氮严重超标,生物脱氮所需要的碳源又严重不足,而且缺乏磷元素。氨氮过高要求进行脱氮处理,而 C/N 过低则对常规的生物处理有抑制作用,而且因有机碳缺乏,难以进行有效的反硝化,导致了处理难度大大增加。建设专用的渗滤液处理厂投资大,运行管理费用高,而且填埋场封场后,渗滤液量逐渐减少,处理难度进一步加大,而处理设备逐渐腐蚀老化,出水更难达标。与城市污水合并处理是解决这一难题的有效途径。

将填埋场垃圾渗滤液接入适当规模的城市污水处理厂合并处理具有一定的优势,利用城市污水对渗滤液的缓冲、稀释作用和城市污水中的营养物质补充渗滤液废水中缺乏的营养物质,实现渗滤液和城市污水的同时处理同时达标,从而解决渗滤液单独处理难以达标的难题。但具体操作时要综合考虑各种因素,包括渗滤液的输送,污水处理厂的运行负荷增大,渗滤液中的物质对微生物的抑制作用,以及合并处理后的污泥处置等问题。

1 渗滤液输送问题

合并处理首先遇到的就是垃圾渗滤液的输送问题。一般来说,垃圾填埋场都是建在远离城市的地方,附近未必有适当规模的城市污水处理厂,所以只能要求渗滤液单独处理,达标排放;而且远距离输送可能会造成较大的经济负担。因此,远距离输送合并处理须进行经济分析,要考虑经济上是否可行。输送垃圾渗滤液,可以采用车辆运输(渗滤液少时考虑使用)或管道输送。如采用管道输送方式,虽然水量不大,但由于地势或路途遥远,一般需建污水提升泵房数座。由于渗滤液有很强的腐蚀性,水泵和管材都要考虑防腐问题。渗滤液就地处理与输送至污水处理厂合并处理的比较见表 1。

相比而言,如果距离适中,在污水处理厂负荷允许的情况下,将渗滤液输送至污水处理厂合并处理综合费用比就地处理费用要低一些,而且容易达标

表 1 渗滤液就地处理与合并处理比较

比较内容	就地处理	合并处理
建设费用	现场新建一座渗滤液处理站费用较高	污水处理厂为现状城市污水处理厂,一般需新建输送管网,费用相对较低
运行费用	运行费用较高,12~20 元/ m^3	综合运行费用较低,10~12 元/ m^3
达标排放难易程度	难,且随“场龄”增加,难度增大	比较容易,且适应水质水量变化

排放。以福州市红庙岭垃圾填埋场为例,由于填埋场位于半山腰,绕行和开隧方案均不现实,把渗滤液输送至最近的洋里城市污水处理厂,首先要把渗滤液提升送过分水岭,高差约 90 m。因此设二级提升泵站,泵站出水管采用 DN110 衬塑钢管,下山段采用 DN200 PVC-U 重力塑料管,地面段采用 DN300 PVC-U 重力塑料管,管道总长度约 12 km。建设项目总投资约 1 000 万元,输送部分单位成本约 1.2 元/ m^3 ;污水处理厂运行费用将有所增加,折合渗滤液处理费用约 10 元/ m^3 。如单独建设一套渗滤液处理系统,投资要在 2 000~5 000 万元,运行成本也要达到 12~20 元/ m^3 。因此,合并处理方案比就地处理达标排放综合费用相对要低,而且对水质水量变化的适应性强。

2 污水处理厂负荷问题

污水处理系统本身的潜在能力可以用来接纳渗滤液的负荷。有研究表明,渗滤液的量小于城市污水总量的 0.5% 且引起的污染负荷增量不超过 10% 时,将渗滤液和城市污水合并处理是可行的,而且不会对城市污水的生物处理带来负面影响。但由于渗滤液所特有的水质及其变化特点,进行合并处理时,如不加控制,容易对城市污水处理厂造成很大的冲击负荷,影响甚至破坏城市污水处理厂的正常运行。曾有因渗滤液接入造成城市污水处理厂运行受到严重干扰的先例。

垃圾渗滤液处理的突出问题在于氨氮的含量很高,而氨氮的需氧量是比较高的(硝化每 kg 氨氮需 4.57 kgO_2),因此针对一定量的垃圾渗滤液,要求合并处理的城市污水处理厂规模是由氮负荷来决定的。对于考虑接纳填埋场渗滤液的城市污水处理厂,主要需解决的是脱氮和磷缺乏问题。脱氮方面主要需控制整个污水处理厂进水 COD/TKN>3 为

宜,以满足反硝化过程所需的碳源。COD 和 TKN 的污泥负荷与水力停留时间也应与一般城市污水处理厂的数 据有区别,污泥负荷要低,水力停留时间要长,以使硝化反应进行得比较彻底。研究表明,城市污水处理厂进水 COD/TP>200 后,生化处理系统的效率就会下降,当渗滤液与城市污水合并处理时,就可能出现这种磷缺乏的问题,在这种情况下应给进水补充磷。

福州市洋里污水处理厂一期工程规模为 20 万 m³/d,采用 Carrousel 氧化沟工艺,流程见图 1。

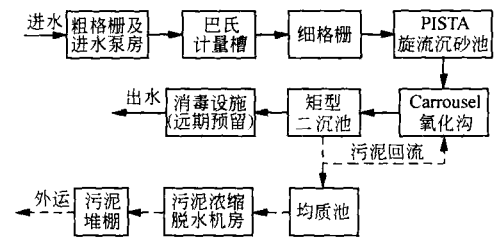


图 1 洋里污水处理厂一期工艺流程

另外,洋里污水处理厂二期工程处理规模为 10 万 m³/d,计划于 2005 年开工,2007 年建成。二期设计进水水质同一期工程,出水水质按照《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002),拟采用 A²/O 处理工艺。一期工程通过工艺改造后也将达到上述标准。

洋里污水处理厂设计进出水水质指标见表 2。

表 2 洋里污水处理厂设计进出水水质

指 标	COD _{Cr} /mg/L	BOD ₅ /mg/L	SS /mg/L	NH ₃ —N /mg/L	TP /mg/L	TP /mg/L
进 水	300	150	200	30	45	4
原一期出 水水质	60	20	20	15		
一期改造后 及二期出水	60	20	20	8	20	1.5

根据目前渗滤液处理站运行的实际情况,红庙岭垃圾填埋场垃圾渗滤液平均水量为 1 500 m³/d 左右。渗滤液水质根据现场实际情况确定为:COD_{Cr} 5 000 mg/L,BOD₅ 3 000 mg/L,NH₃—N 800 mg/L。

可见,与城市污水相比,1 500 m³ 垃圾渗滤液相当于 2.5~4 万 m³ 城市污水。

在污水处理厂达到 30 万 m³/d 处理规模时,渗滤液水量按照 1 500 m³/d 计,如果渗滤液不经预处

表 3 污水处理厂进水水质变化

项 目	NH ₃ —N /mg/L	COD _{Cr} /mg/L	BOD ₅ /mg/L	BOD ₅ COD _{Cr}	BOD ₅ NH ₃ —N
数 值	33.8	323.4	164.2	0.51	4.86
变化情况	增加 12.7%	增加 7.8%	增加 9.5%	可生化性好	碳源充足

理直接进入洋里污水处理厂,则污水处理厂进水水质变化见表 3。

由以上的计算可看出,垃圾渗滤液对污水处理厂的水质冲击负荷还是比较大的,NH₃—N 指标更是超过了普遍认为的 10% 这一界限。垃圾渗滤液接入洋里污水处理厂后,将导致氧化沟曝气不足和出水 TN 超标。为达到排放标准,需调整生化池污泥浓度,增加供氧量。因而需要在一期工程生物处理单元氧化沟内增加曝气设备,处理垃圾渗滤液带来的冲击负荷。同时,未经处理的渗滤液接入污水处理厂必须贯彻“稳定、限量”的原则,避免额外的冲击负荷影响污水处理厂的正常运行。

若垃圾渗滤液经预处理后接入污水处理厂,可参考两个标准确定处理后水质,分别为《污水排入城市下水道水质标准》(CJ 3082—1999)和《生活垃圾填埋污染控制标准》(GB 16889—1997)。

每天 1 500 m³ 预处理后的垃圾渗滤液进入污水处理厂与城市污水混合后,经测算污水的污染物浓度仅增加约 1%,即污水处理厂处理负荷约增加 1%。根据以上分析可知,若垃圾渗滤液在预处理达标后可经城市污水管道接入污水处理厂,基本不会影响污水处理厂正常运行。

总之,垃圾渗滤液接入城市污水处理厂对原工艺运行的影响一定要引起重视,接入前要进行充分的论证。另外,为保证渗滤液接入城市污水处理厂后的处理效果,降低污水处理厂负荷,最好能在填埋场内对渗滤液进行一定的预处理,然后再排入城市污水处理厂。这样可以在投资及运行成本均较少的条件下,在填埋场内去除相当部分对后续生物处理影响较大的污染物,从而对渗滤液的污染负荷加以缓冲并使下一步的合并处理运转更顺利。

3 抑制物质

研究表明,化学物质对微生物活性的影响与其浓度有密切的关系。大多数化学物质在浓度很低时



对生物活性就会有一定的刺激作用(或促进作用);当浓度较高(超过临界浓度)时则产生抑制作用,且浓度愈高抑制作用愈强烈。几乎所有微生物的生长都离不开钾、镁、钙、钠、铁、锰、钴、铜、镍、锌、钼和钒等金属元素。当这些金属适量存在时,对微生物的生长具有作为酶催化剂,在氧化还原反应中传递电子(将ADP转化为ATP)以及调节微生物渗透压等作用。若在处理过程中,这些微量元素的含量不足,可引起污泥膨胀。在好氧条件下,重金属元素对微生物毒害作用的最低限值分别为:汞0.01 mg/L,镉0.1 mg/L,铜1 mg/L,六价铬0.01 mg/L,镍0.1~1 mg/L等;在厌氧条件下,根据中科院生态环境研究中心的研究成果,铬、铜、镍、铅和锌等重金属离子的抑制浓度分别为0.4~1 mg/L, 0.5~2 mg/L, 2.5~4 mg/L, 0.1~0.3 mg/L和0.7~1.2 mg/L,毒性大小的次序大致为铅>铬>铜>锌>镍。对于填埋场的渗滤液而言,其所含大多数重金属离子的浓度高时要远远超过重金属元素对微生物毒害作用的最低限值,因而对微生物产生毒害作用。此外,当几种重金属离子共存时所产生的毒性要比单独存在时大,所以污泥对混合离子协同作用的承受能力要比对任一单个离子的承受能力低。因此,最好能在渗滤液接入城市污水处理厂前进行物理化学法预处理(如活性炭吸附、离子交换等),去除部分对微生物有害的重金属,避免对污水处理厂的生物处理构筑物产生恶劣影响。

渗滤液中高浓度的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 是影响渗滤液生物处理的另一重要因素。过高的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度将抑制微生物的正常生长并危及合并处理的有效运行。同时,传统的生物处理工艺也难以有效去除 $\text{NH}_3\text{-N}$ 。因而,为保证合并处理的效果,必要时须进行预处理或考虑采用具有较强生物脱氮功能的生物处理系统。

4 合并处理后的污泥处置

由于垃圾渗滤液的接入,可能会导致污水处理厂污泥重金属含量升高,从而对污泥处置提出了新的课题。污泥中重金属含量上升,原来可以用于作化肥、建筑材料等或者直接农用还田的污泥,可能不再适合使用这些处置办法,否则就可能需要对污泥进行必要的初步处理。

5 结论

(1) 垃圾的卫生填埋是我国城市垃圾的主要处理方式之一,由此而产生的垃圾渗滤液成分复杂,水质水量变化大,而且成分随“场龄”变化,是一种难处理的高浓度有机废水。

(2) 垃圾渗滤液运输(或管道输送)至城市污水处理厂是目前比较好的选择,但要求城市具有污水处理厂且输送距离适中,而且城市污水处理厂要有适当的规模,足以容纳填埋场产生的渗滤液。技术上可行之外,还要看经济上是否合理,否则应采取其他方式解决垃圾渗滤液的出路问题。

(3) 垃圾渗滤液直接排入污水处理厂进行合并处理会对污水处理厂处理工艺造成很大的冲击,给污水处理厂的运行管理带来困难。而垃圾渗滤液水质水量变化大的特点,使得其在填埋场内进行一些预处理步骤如水解调节、氧化还原、吸附、沉淀等处理更显必要,这样可以在一定程度上降低渗滤液的污染物指标,改善其生化性能,大大减轻城市污水处理厂的压力。

(4) 合并处理也会带来一些问题,比如渗滤液接入对城市污水处理厂污水处理微生物的抑制作用、污泥成分的变化及其处置方法等方面,都是值得进一步研究的课题。

参考文献

- 1 Diamadopoulos E, Samaras P, Dabouet X, et al. Combined treatment of landfill leachate and domestic sewage in a sequencing batch reactor. Wat Sci Tech, 2002, 36(2~3): 61~68
- 2 张祥丹, 王家民. 城市垃圾渗滤液处理工艺介绍. 给水排水, 2001, 27(10): 9~14
- 3 卢宁川, 陈天安, 刘志洪. 生活垃圾填埋场渗滤液与临近小城镇生活污水合并处理. 环境导报, 2002, 2: 18~19
- 4 赵宗升, 刘鸿亮, 李炳伟, 等. 垃圾填埋场渗滤液污染的控制技术. 中国给水排水, 2000, 17(6): 20~23
- 5 邹长伟. 垃圾渗滤液的处理技术. 环境与开发, 2001, 16(3): 23~24
- 6 沈耀良, 王宝贞. 城市垃圾填埋场渗滤液处理方案及其分析. 给水排水, 1999, 25(8): 18~21

◎电话:(021)51298323

E-mail: qiao-y. gp3@smedi. com

收稿日期: 2004-12-09

修回日期: 2005-09-14