

废水可生化性评价技术探讨

徐美倩

(健雄职业技术学院化学工程系, 江苏太仓 215411)

[摘要] 废水的可生化性是废水的重要特征指标之一。准确判断废水的可生化性对于处理工艺的设计十分重要。详细介绍了国内外目前应用的各项废水可生化性指标的概念、原理及应用过程中的优势和不足,为在处理工艺中对废水可生化性判定指标的选择提供了参考和指导。

[关键词] 废水处理;可生化性;评价指标

[中图分类号] X703.1 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1005-829X(2008)05-0017-04

Assessment of the wastewater biodegradability

Xu Meiqian

(Jianxiong Professional & Technological Institute, Taicang 215411, China)

Abstract: Biodegradability is one of the most important water quality indexes. It is prerequisite to determine accurately the biodegradability of wastewater for the treatment technological design. The applied biodegradability indexes in China and abroad are introduced, including their conceptions, principles, advantages and disadvantages in applied process. Reference and advice are provided for the selection of determining indexes of the wastewater biodegradability in the treatment technology.

Key words: wastewater treatment; biodegradability; assessment indexes

审员填写《纠正及预防措施申请表》并督促和验证其纠正措施的完成情况。内审不是挑毛病,在发现有不合格项时,内审员可根据自己对被审核部门的了解对纠正措施的方向提出建议,以利于企业质量管理的进步。

5 外部质量审核

外部质量审核的主要目的是:(1)质量体系要素的数量(覆盖范围)应符合所申请的质量保证标准的要求;(2)寻找客观证据证明质量体系的有效运行;(3)确定企业的质量体系是否能被注册;(4)为企业提供改进质量体系的机会;(5)提高企业声誉,增强竞争能力(获得的认证/注册证书可为企业获得投标的权利和顾客的认可)。目前,对大部分已取得认证证书的企业而言,每年至少一次的外部质量审核可推进企业质量管理的进步,为企业的经营者提供一份有关质量的晴雨表。

综上所述,要搞好企业管理,首先应重视质量管

理。现代质量管理,已经在近 100 a 的时间里,从关注产品检验、关注生产控制、关注产品设计发展到关注企业整个运作过程的改进,乃至关注企业的经营质量;从单一地关注顾客的满意,发展到关注顾客、员工、社会和相关方的整体利益的平衡。ISO 9000 标准是世界各国质量管理经验的总结,它围绕产品质量形成和实现的过程,设计了严密、全面、系统的质量体系要素,因此,在我国水处理剂行业推行 ISO 9000 标准,有利于企业质量管理规范化、系统化;有利于提升水处理剂行业质量管理的整体水平。

[参考文献]

- [1] GB/T 19001—2000,质量管理体系要求[S].
- [2] GB/T 19004—2000,质量管理体系业绩改进指南[S].

[作者简介] 刘艳飞(1965—),1987年毕业于兰州大学化学系,高工。电话:022-26689023, E-mail:lyf@iwt.cn.

[收稿日期] 2007-12-07(修改稿)

废水的可生化性也称废水的生物可降解性,即废水中有机污染物被生物降解的难易程度,是废水的重要特性之一。

废水存在可生化性差异的主要原因在于废水所含的有机物中,除一些易被微生物分解、利用的有机物外,还含有一些不易被微生物降解、甚至对微生物的生长产生抑制作用的有机物,这些有机物质的生物降解性质以及在废水中的相对含量决定了该种废水采用生物法处理(通常指好氧生物处理)的可行性及难易程度^[1-5]。在特定情况下,废水的可生化性除了体现废水中有机污染物能否可以被微生物利用以及被利用的程度外,还反映了处理过程中微生物对有机污染物的利用速度;一旦微生物的分解利用速度过慢,会导致处理过程所需时间过长,在实际的废水工程中很难实现,因此,一般也认为该种废水的可生化性不高^[6]。

确定处理对象废水的可生化性,对于废水处理方法的选择、确定生化处理工段进水量、有机负荷等重要工艺参数具有重要的意义。国内外对于可生化性的判定方法根据采用的判定参数大致可以分为好氧呼吸参量法、微生物生理指标法、模拟实验法以及综合模型法等。

1 好氧呼吸参量法

在微生物对有机污染物的好氧降解过程中,除COD、BOD等水质指标的变化外,同时伴随着O₂的消耗和CO₂的生成。

好氧呼吸参量法就是利用上述事实,通过测定COD、BOD等水质指标的变化以及呼吸代谢过程中的O₂或CO₂含量(或消耗、生成速率)的变化来确定某种有机污染物(或废水)可生化性的判定方法。根据所采用的水质指标,主要可以分为:水质指标评价法、微生物呼吸曲线法、CO₂生成量测定法。

1.1 水质指标评价法

BOD₅/COD_C比值法是最经典、也是目前最为常用的一种评价废水可生化性的水质指标评价法^[7]。

BOD是指有氧条件下好氧微生物分解利用废水中有机污染物进行新陈代谢过程中所消耗的氧量,通常是将BOD₅(五天生化需氧量)直接代表废水中可生物降解的那部分有机物。COD_C是指利用化学氧化剂K₂Cr₂O₇彻底氧化废水中有机污染物过程中所消耗氧的量,通常将COD_C代表废水中有机污染物的总量。

传统观点认为BOD₅/COD_C,即B/C体现了废水中可生物降解的有机污染物占有有机污染物总量的比

例,从而可以用该值来评价废水在好氧条件下的微生物可降解性。目前普遍认为,B/C<0.3的废水属于难生物降解废水,在进行必要的预处理之前不易采用好氧生物处理;而B/C>0.3的废水属于可生物降解废水。该比值越高,表明废水采用好氧生物处理所达到的效果越好^[8-10]。

在各种有机污染指标中,总有机碳(TOC)、总需氧量(TOD)等指标与COD相比,能够更为快速地通过仪器测定,且测定过程更加可靠,可以更加准确地反映出废水中有机污染物的含量。随着近几年来上述指标测定方法的发展、改进,国外多采用BOD/TOD及BOD/TOC的比值作为废水可生化性判定指标,并给出了一系列的标准^[11]。但无论BOD/COD、BOD/TOD或者BOD/TOC,方法的主要原理都是通过测定可生物降解的有机物(BOD)占总有机物(COD、TOD或TOC)的比例来判定废水可生化性的。

此种判定方法的主要优点在于:BOD、COD等水质指标的意义已被广泛了解和接受,且测定方法成熟,所需仪器简单。

但该判定方法也存在明显不足,导致该方法在应用过程中有较大的局限性。首先,BOD本身是一个经验参数,必须在严格一致的测试条件下才能使它们具有重现性和可比性。测试条件的任何偏差都将导致极不稳定的测试结果,稀释过程、分析者的经验以及接种材料的变化都可以导致BOD测试的较大误差,同时,又很难找到一个标准接种材料来检验所接种的微生物究竟带来多大的误差,也不知道究竟哪一个测量值更接近于真值。实际上,不同实验室对同一水样的BOD测试的结果重现性很差,其原因可能在于稀释水的制备过程或不同实验室具体操作差异所带来的误差^[10];其次,废水的某些性质也会使采用该方法判定废水可生化性产生误差甚至得到相反的结论,如:BOD无法反映废水中有害有毒物质对于微生物的抑制作用,当废水中含有降解缓慢的悬浮、胶体状有机污染物时,BOD与COD之间不存在良好的相关性^[12]。

1.2 微生物呼吸曲线法

微生物呼吸曲线是以时间为横坐标,以生化反应过程中的耗氧量为纵坐标作图得到的一条曲线,曲线特征主要取决于废水中有机物的性质^[13]。测定耗氧速度的仪器有瓦勃氏呼吸仪和电极式溶解氧测定仪^[14]。

微生物内源呼吸曲线:当微生物进入内源呼吸

期时,耗氧速率恒定,耗氧量与时间呈正比,在微生物呼吸曲线图上表现为一条过坐标原点的直线,其斜率即表示内源呼吸时耗氧速率,见图1。

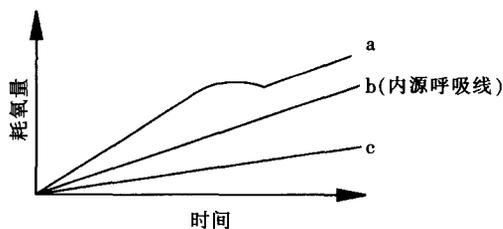


图1 微生物呼吸曲线图

如图1所示,比较微生物呼吸曲线与微生物内源呼吸曲线,曲线a位于微生物内源呼吸曲线上部,表明废水中的有机污染物能被微生物降解,耗氧速率大于内源呼吸时的耗氧速率,经一段时间曲线a与内源呼吸线几乎平行,表明基质的生物降解已基本完成,微生物进入内源呼吸阶段;曲线b与微生物内源呼吸曲线重合,表明废水中的有机污染物不能被微生物降解,但也未对微生物产生抑制作用,微生物维持内源呼吸,曲线c位于微生物内源呼吸曲线下端,耗氧速率小于内源呼吸时的耗氧速率,表明废水中的有机污染物不能被微生物降解,而且对微生物具有抑制或毒害作用,微生物呼吸曲线一旦与横坐标重合,则说明微生物的呼吸已停止,死亡。将微生物呼吸曲线图的横坐标改为基质浓度,则变为另一种可生化性判定方法——耗氧曲线法,虽然图的含义不同,但是与微生物呼吸曲线法的原理和实验方法是一致的。

该种判定方法与其他方法相比,操作简单、实验周期短,可以满足大批量数据的测定。但必须指出,用此种方法来评价废水的可生化性,必须对微生物的来源、浓度、驯化和有机污染物的浓度及反应时间等条件作严格的规定^[15],加之测定所需的仪器在国内的普及率不高,因此在国内的应用并不广泛。

1.3 CO₂生成量测定法

微生物在降解污染物的过程中,在消耗废水中O₂的同时会生成相应数量的CO₂。因此,通过测定生化反应过程中CO₂的生成量,就可以判断污染物的可生物降解性^[16]。

目前最常用的方法为斯特姆测定法,反应时间为28 d,通过比较CO₂的实际产量和理论产量来判定废水的可生化性,也可以利用CO₂/DOC值来判定废水的可生化性^[17]。由于该种判定实验需采用特殊的仪器和方法,操作复杂,仅限于实验室研究使用,在

实际生产中的应用还未见报道。

2 微生物生理指标法

微生物与废水接触后,利用废水中的有机物作为碳源和能源进行新陈代谢,微生物生理指标法就是通过观察微生物新陈代谢过程中重要的生理生化指标的变化来判定该种废水的可生化性。目前可以作为判定依据的生理生化指标主要有:脱氢酶活性、三磷酸腺苷(ATP)。

2.1 脱氢酶活性指标法

微生物对有机物的氧化分解是在各种酶的参与下完成的,其中脱氢酶起着重要的作用:它催化氢从被氧化的物质转移到另一物质。由于脱氢酶对毒物的作用非常敏感,当有毒物存在时,它的活性(单位时间内活化氢的能力)下降。因此,可以利用脱氢酶活性作为评价微生物分解污染物能力的指标。如果在以某种废水(有机污染物)为基质的培养液中生长的微生物脱氢酶的活性增加,则表明该微生物能够降解这种废水(有机污染物)。

2.2 三磷酸腺苷(ATP)指标法

微生物对污染物的氧化降解过程,实际上是能量代谢过程,微生物产能能力的大小直接反映其活性的高低。三磷酸腺苷(ATP)是微生物细胞中贮存能量的物质,因而可通过测定细胞中ATP的水平来反映微生物的活性,并作为评价微生物降解有机污染物能力的指标,如果在以某种废水(有机污染物)为基质的培养液中生长的微生物ATP的活性增加,则表明该微生物能够降解这种废水(有机污染物)^[13]。

此外,微生物生理指标法还有细菌标准平板计数、DNA测定法、INT测定法、发光细菌光强测定法等^[18]。

虽然目前脱氢酶活性、ATP等测定都已有较成熟的方法,但由于这些参数的测定对仪器和药品的要求较高,操作也较复杂,因此目前微生物生理指标法主要还是用于单一有机污染物的生物可降解性和生态毒性的判定。

3 模拟实验法

模拟实验法是指直接通过模拟实际废水处理过程来判断废水生物处理可行性的方法。根据模拟过程与实际过程的近似程度,可以大致分为培养液测定法和模拟生化反应器法。

3.1 培养液测定法

培养液测定法又称摇床试验法,具体操作方法

是:在一系列三角瓶内装入以某种污染物(或废水)为碳源的培养液,加入适当N、P等营养物质,调节pH,然后向瓶内接种一种或多种微生物(或经驯化的活性污泥),将三角瓶置于摇床上进行振荡,模拟实际好氧处理过程,在一定阶段内连续监测三角瓶内培养液物理外观(浓度、颜色、臭味等)上的变化、微生物(菌种、生物量及生物相等)的变化以及培养液各项指标,如pH、COD或某污染物浓度的变化。

3.2 模拟生化反应器法

模拟生化反应器法是在模型生化反应器(如曝气池模型)中进行的,通过在生化模型中模拟实际污水处理设施(如曝气池)的反应条件,如:MLSS浓度、温度、DO、F/M等,来预测各种废水在污水处理设施中的处理效果,及其各种因素对生物处理的影响。

由于模拟实验法采用的微生物、废水与实际过程相同,而且生化反应条件也接近实际值,从水处理研究的角度来讲,相当于实际处理工艺的小试研究,各种实际出现的影响因素都可以在实验过程中体现,避免了其他判定方法在实验过程中出现的误差,且由于实验条件和反应空间更接近于实际情况,因此模拟实验法与培养液测定法相比,能够更准确地说明废水生物处理的可行性。

但正是由于该种判定方法针对性过强,各种废水间的测定结果没有可比性,因此不容易形成一套系统的理论,而且小试过程的判定结果在实际放大过程中也可能造成一定的误差。

4 综合模型法

综合模型法主要是针对某种有机污染物的可生化性的判定,通过对大量的已知污染物的生物降解性和分子结构的相关性,利用计算机模拟预测新的有机化合物的生物可降解性,主要的模型有:BIODEG模型、PLS模型等。

综合模型法需要依靠庞大的已知污染物的生物降解性数据库(如EU的EINECS数据库),而且模拟过程复杂,耗资大,主要用于预测新化合物的可生化性和进入环境后的降解途径^[19,20]。

除以上的可生化性判定方法之外,近年来还发展了许多其他方法,如利用多级过滤和超滤的方法得到废水的粒径分布PSD(particle size distribution)和COD分布来作为预测废水可生化性的指标^[21];利用耗氧量、生化反应某端产物、生物活性值联合评价废水的可生化性^[22];利用经验流程图来预测某种有机污染物的可生化性^[23]等。

[参考文献]

- [1] 唐受印,戴友芝,汪大攀,等. 废水处理工程[M]. 北京:化学工业出版社,1998:88.
- [2] 翁稣颖. 环境微生物学[M]. 北京:科学出版社,1985:156.
- [3] 须藤隆一. 水环境净化及废水处理微生物学[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1998:215.
- [4] 乌锡康. 有机化工废水治理技术[M]. 北京:化学工业出版社,1999:45.
- [5] 杨柳燕,马文漪. 环境微生物工程[M]. 南京:南京大学出版社,1998:114.
- [6] 刘永淞. 污水可生化性评价[J]. 中国排水给水,1995,11(5):36-38.
- [7] 张忠祥. 若干工业废水和城市污水BOD与COD相关性初步探讨[J]. 给水排水,1982,8(2):26-28.
- [8] 肖志成. BOD₅和COD的理论相关原理及其应用的初步探讨[J]. 环境科学,1983,5(1):75.
- [9] 许宗仁. COD、BOD和TOC的相互关系及其在生物氧化数学模式中应用的意义[J]. 给水排水,1981,7(2):12-14.
- [10] 郭文成,吴群河. BOD₅/COD_{Cr}值评价污水可生化性的可行性分析[J]. 环境科学技术,1998,8(3):39,41.
- [11] 韩玮. 污水可生化性评价方法的可行性研究[J]. 江苏环境科技,2004,17(3):8-10.
- [12] 顾亚声. 废水生物处理数学模式[M]. 北京:清华大学出版社,1993:56.
- [13] 沈耀良. 固定化微生物污水处理技术[M]. 北京:化学工业出版社,2002:27-28.
- [14] 韩庆莉. 应用瓦勃氏技术研究工业污水的可生化性[J]. 环境保护科学,2002,20(2):60-63.
- [15] 孙洪伟,王亚娥,李杰,等. 工业废水可生化性及其测定方法的比较研究[J]. 甘肃环境研究与监测,2003,16(3):213-215.
- [16] 杨培霞,梁淑敏,光焕竹. 工业废水可生化性测试技术[J]. 化学工程师,2002(1):32-33.
- [17] Strotmann U J, Schwarz H, Pagga U. The combined CO₂/DOC test—a new method to determine the biodegradability of organic compounds [J]. Chemosphere, 1995, 30(3):525-538.
- [18] 谢冰. 淡水发光细菌法测定有机废水的可生化性[J]. 华东师范大学学报(自然科学版),2000,6(2):110-112.
- [19] Rorije E, Loonen H, Mtiller M, et al. Evaluation and application of models for the prediction of ready biodegradability in the MITI-I test[J]. Chemosphere, 1999, 38(6):1409-1417.
- [20] Pagga U. Testing biodegradability with standardized methods [J]. Chemosphere, 1997,35(12):2953-2972.
- [21] Dulekgurgen E. Size distribution of wastewater COD fractions as an index for biodegradability[J]. Water Research, 2006, 40(2):273-281.
- [22] Jiang Z, Yang H, San L, et al. Integrated assessment for aerobic biodegradability of organic substances [J]. Chemosphere, 2002,48(1):133-138.
- [23] Hiromatsu K, Yakabe Y, Katagiri K, et al. Prediction for biodegradability of chemicals by an empirical flowchart [J]. Chemosphere, 2000, 41(11):1749-1754.

[作者简介] 徐美倩(1980—),2006年毕业于南京工业大学化学化工学院,助教,教师,联系电话:13776170183, E-mail: realmeiqian@hotmail.com.

[收稿日期] 2007-11-26(修改稿)