

GUANGZHOU ENVIRONMENTAL SCIENCE

Vol.26 No.1

广州环境科学

第二十六卷 第一期



广州市环境科学学会 主办

1
2011

首届穗版内部资料优秀奖
《中文科技期刊数据库》入编期刊
《中国知识资源总库》入编期刊
《华艺线上图书馆》入编期刊

《广州环境科学》编委会

(按姓氏笔画排序)

主任 傅家谟

副主任 甘海章 赖光赐

委员 王作新 刘攸弘 齐雨藻

朱锡海 陈成章 汪晋三

李萍萍 余国扬 吴政奇

吴乾钊 林锦河 骆世明

姚继业 曾凡棠 彭绍盛

主编 甘海章

责任编辑 刘攸弘 辛东平 杨华

黄润潮 黄卓尔 瑶鸿

主管单位 广州市环境保护局

主办单位 广州市环境科学学会

编辑出版 《广州环境科学》编辑部

地址 广州市吉祥路 95 号

邮政编码 510030

电话 (020)83355374

E-mail: gzhjkx@126.com

印刷 广州市天河彩佳印刷厂

广东省连续性内部资料出版物
登记证粤内登字 A 第 10070 号

内部资料 · 免费交流

目 次

综述

- 国内外超声波用于污泥减量的比较研究 张骥 (1)
液膜技术及研究应用进展 余夏静, 叶雪均 (6)

环境生态

- 岛屿生物地理学理论与保护生物学介绍 卢彦, 廖庆玉, 李靖 (10)
生物滴滤塔处理含硫化氢与氨气恶臭气体的试验研究 黄树杰, 周伟煌, 陈凡植 (13)

环保产业与清洁生产

- MVR 处理垃圾填埋渗滤液的合理途径 区藏器, 李穗中 (17)

水环境及污染防治

- 屋面雨水收集利用中弃流装置的改进 连庆堂, 郭秀忠, 王志超 (20)
沉淀处理地表水中痕量铊 韩天玮, 黄卓尔, 周树杰, 等 (23)

环境监测

- 机动车尾气遥测技术应用探讨 邓南 (25)
机动车排气路面遥感检测中若干问题的讨论 刘永全, 黄新平 (30)
在用机动车排气检测常见问题与处置方法 张炳兴, 何志明 (32)

环境评价

- 不同堆置措施对树枝堆肥有机物及生物指标的影响 陈伟玲, 李胜华 (35)
辽阳蔬菜种植和畜禽养殖区土壤有机污染状况及评价 何丽莉 (41)

环境信息与计算机技术

- 环境信息资源共享发布技术规范制定 高峻峰, 林宗兴, 易锐 (44)

动态信息与简讯

- 珠江综合整治基本实现“八年江水变清”目标 (29)
省珠江综合整治考核检查组高度评价我市珠江综合整治工作 (40)
我市组织开展 2010 年度全市环境保护目标责任考核检查 (40)

封面摄影

- 莲花山石场古遗 戴晓虹

国内外超声波用于污泥减量的比较研究

张 骞

(广州市污水治理有限责任公司, 广州 510655)

摘要 本文对国内外超声污泥减量技术的研究和应用现状进行比较, 分析我国在该领域的研究和应用的特点, 并对我国的超声污泥减量技术的研究和发展提出: 探索在超声处理产沼的最优条件实验中方法和实验条件标准的统一; 开展污泥资源化利用研究; 加深对空穴作用的影响因素进行分析; 研究超声处理的程度对消化控制和表现提高的每个降解步骤的影响; 鼓励污水厂与研究机构合作自主研发等 5 项建议。

关键词 超声波 污泥减量 比较

进入 21 世纪以来, 随着我国工业化和城市化的迅速发展, 城市污水处理厂中的污泥的产量越来越大。由于处理成本高昂, 几乎到了污水处理厂成本的 60% 左右, 加之国家对污泥处理的相关法规日渐严格, 污泥的处理问题已经成为污水处理厂面临的头等难题。同时, 近年来, 随着人们对全球变暖和气候变化的关注不断提升, 污水处理厂的温室气体排放问题也备受人们的关注。由于成本原因和环境的负面影响太大, 一些传统的污泥处理方法如焚烧、填埋等已经变得越来越不可取。

一些研究者提出了污泥的厌氧消化处理方法。这种方法在无氧的条件下, 由兼性菌及专性厌氧细菌降解有机物, 最终产物是二氧化碳和甲烷气体 (biogas), 使污泥得到稳定。由于它在实现了污泥减量的同时还实现了除臭、去除细菌及生成沼气的效果, 故被称为是一种可持续的处理污泥的方法。但是传统的厌氧消化技术由于污泥发酵周期长, 可达 25 d 甚至一个月, 由此产生的污泥的滞留需要建造大容积污泥罐, 大大增加了污水厂的建造成本, 制约了这种技术的应用。

随后研究者们发现对污泥做前处理能够有效克服厌氧消化的这一缺点。热处理、化学处理、机械处理及物理处理等多种前处理方法相继出现。大量的研究和实践表明: 将超声波用于污泥的前处理实现了污泥的消化效率高、生物降解能力增强及产沼量大等特点, 明显优于其他前处理方法^[1]。

本文通过文献研究法, 对近几年来国外超声波

前处理用于污泥减量的理论研究和实践进行分析, 并对国内在该领域的研究和应用现状进行评析, 为我国超声波污泥减量的研究和实践找出发展方向。

1 超声波处理污泥的原理

超声波是指频率从 20 kHz 到 10 MHz 范围内的声波, 具有频率高、方向性恒定、穿透力强、能量集中的特点。用超声波技术处理污泥, 其原理是选择一定频率和振幅的超声波, 利用其在液体中产生的“空穴”(cavitation)作用, 形成极端的物理和力学条件, 局部可达 5 000 ℃ 高温, 50 000 Pa 高压, 以及剪切力。这就是空穴“内爆”(implosion)产生的所谓“热点”(hotspot), 将微生物细胞壁击破, 同时释放出酶。酶的作用使其余未被击破的微生物细胞失去对污泥罐中发酵环境的适应能力, 迅速成为厌氧微生物的营养物而被消耗, 从而大大加速发酵过程^[2]。

2 国外超声波污泥减量技术的发展

早在 20 世纪 70 年代, 国外就有学者用超声波来提取细胞壁上的聚合物进而研究污泥中微生物的表面特性^[3]。经过近 20 a 的努力, 将超声波用于污泥处理的技术问题逐步得到解决, 到 90 年代初, 有关超声波污泥减量的研究已转向技术实验阶段。由于其无污染、能量密度高、分解污泥速度快的特点, 该技术受到污泥处理领域的广泛关注。美国、英国及德国等西方发达国家争相开始相关的研究。然而, 这一技术在上世纪结束前一直未能投入到实际的运营当

中。因为最初的超声波处理技术存在高耗能、低产出的致命问题,使其难以投入到商业化的运营当中。从1998年开始,在以德国汉堡工业大学的奈斯教授为首的一批研究人员的努力下,经过5 a的研究,改进了原有的污泥减量技术,使得能量的投入产出比得到显著下降^[4]。此后,超声波污泥减量技术得以走出实验室,投入商业化的运用中。

近两年国外关于污泥减量主要集中在以下一些研究上:

2.1 对超声波作用下污泥资源化利用的研究

污泥中含有的有机质成分及一些金属元素如重金属等,通过发酵、添加剂置换等方法可以转化为可利用的资源。在探索超声波污泥减量的实验中,超声波的前处理作用可以促进污泥的厌氧消化的效率,同时增加沼气的产出量。国外最近的研究还探索了超声波对污泥中除沼气之外其他成分的资源利用。在此领域上,欧洲发达国家走在前列,如奥地利格拉兹大学的C.Angerbauer等首次通过斯达氏油脂酵母将污泥转化为脂类以用于生物柴油的生产的研究,该研究发现对污泥进行超声处理比直接用原污泥进行脂类转化的效率要高^[5]。SangHyoun Kim等人研究了消化污泥的超声前处理对蔗糖厌氧发酵的制氢产量的影响,研究通过实验找到了超声前处理中,使得制氢量最大化的超声时间和强度^[6]。

2.2 影响超声波空穴作用与污泥降解因素的研究

影响超声波空穴作用与污泥降解的因素,以及各因素之间的相关联系也成为近两年各国研究者的研究热点。因为污泥中存在的气体或气体分子的量、污泥的外部压力、污泥的粘度、污泥中的水汽压力、超声波的应用频率、超声密度、声强等因素都会对超声波在污泥中的空穴作用产生影响。如:由马来西亚、新加坡与中国台湾联合研究团队,研究了超声波密度对超声波污泥破解效率上的影响,并提出了效率方程 $P_A=2^{1/2}IqC$ 。方程中将声音密度、声强、声速及强度之间的相关性体现出来^[7]。M.D.L.D.Castro等人研究了污泥的外部压力、污泥内的水汽压力以及超声波空穴作用的不同类型对污泥减量作用的影响,并分析这些因素之间的相关性^[8]。这些研究对超声波污泥处理的相关因素作了详尽细致的分析,对实际应用中超声波的各种参数的控制提出了参考。

2.3 超声波污泥减量机理的进一步的深入研究

污泥减量的前处理技术对菌体细胞的渗透性和分解的影响使其实现了污泥的减量。污泥减量前处理技术中细胞破碎的机理的研究已比较全面,但其对细胞溶解的效应尚未得到深入的研究,这也成为了国外近年来的研究热点。如P.Foladori等人的实验通过流式细胞术对几种前处理技术对污泥中菌细胞的分解结果进行评价^[9]。Julien Laurent等人研究了分解活性污泥的重金属的生物吸附等。结果显示,物理的和机械的前处理技术,包括超声波和高压,对菌体细胞分解的只有很温和的影响,且需要一个很高的能量级,而热处理和臭氧处理的效果更好^[10]。此外,活性污泥经过超声处理等前处理之后,大部分有机质会被溶解,这使得传统的吸附模型不再适用于对经过超声处理的活性污泥中提取的重金属的平衡的描述。因此,此类研究提出了一种新的模型。这些研究为超声波处理技术应用用能量的消耗与产出的平衡提供了借鉴的思路。

2.4 超声处理产沼的最优条件的研究

对于不同的超声波参数和污泥的不同特性,除了超声污泥减量的效果也各不相同之外,其产生沼气的条件也会有所变化。国外对这方面的研究已有数10 a的历史。近两年的研究主要是关注不同研究之间结果的比较及各种影响因素之间的相关性分析。如国外相关研究主要集中在超声波处理的最优条件的研究,以及碱和超声波前处理的结合对产沼影响进行研究上。如Sridhar Pilli等人对历年来在超声波处理的最优条件的研究进行总结,并将采用相同研究方法的研究进行了归类比较^[11];Dong-Hoon Kim等人对碱和超声波前处理的结合对污泥分解的影响进行研究,实验采用中央组合设计的方法,结果表明碱和超声处理的结合对污泥的减量的效果优于单独一种方法^[12];Christophe Dagot也做了类似的研究,并对两种前处理方法的不同序列的效果进行了分析(simultaneous treatment>NaOH treatment followed by ultrasonic treatment>ultrasonic treatment followed by NaOH treatment)^[13]。

此外,在超声波污泥减量技术的应用上,国外尤其是英美德等发达国家已经比较成熟。早在上世纪90年代,德国和英国的很多大型的污水处理厂都已安装并使用该技术^[14]。这种应用也为国外开展污泥减量技术的应用研究提供了条件。近年来在欧美国家,大量的研究都是基于污水处理厂的真实条件下的研究。Barber等人以德国的宾得污水厂的超声处

理设施为实验环境,探索了在全应用条件下超声处理对污泥的生物化学特性的影响,结果表明:经过超声处理污泥消化的沼气的生成量有了显著的提供,污泥粘度的降低增加了20%到50%,污泥的水解性能提高了3%到7%^[16]。这些立足于应用的研究探索了超声污泥减量技术在应用中出现的问题,并能直接用于污水厂对这一技术的改进上。

3 超声波污泥减量技术在我国的研究和应用现状

在我国,将超声波用于污泥减量的研究虽然在上个世纪末就已经开始,但大量的研究还是在近几年才出现。虽然起步晚,但发展速度非常快,尤其是近3 a来,中国对超声波污泥减量技术的研究已经占到总体研究的一半以上。然而,我国的超声波污泥减量技术在实际应用领域的现状不容乐观,将超声波用于污泥处理的案例目前在我国还比较少见。目前我国的研究和实践主要集中在以下几个方面:

3.1 污泥的超声预处理

污泥往往是含水量大、稳定性差,传统的预处理方法是进行重力沉降、调节或机械脱水。传统的方法往往占地面积大,耗时长。采用超声波预处理,可以通过提高改变污泥的物理化学结构达到缩短处理时间的效果。我国对超声波处理污泥的绝大部分研究都集中在此方面。如国内的学者曾晓岚等通过试验发现,低强度超声波辐射对污泥活性有显著提高,采用50 W/L的功率密度辐射10 min后,污泥的OUR值较作用前提高了129%,蛋白酶活性提高了23.7%,脱氢酶活性提高24.6%^[17]。王晓霞等通过对比实验探索了不同的超声波强度和实践对污泥中有机质、氮和磷的性状改变的影响^[18]。此外,徐桂华^[19]、邵黎明^[20]及盛宇星^[21]等人都通过实验从不同角度探索了超声波的时间和强度对污泥的生物化学特性方面的影响。类似的研究在我国的相关文献中占到较大的比例。

3.2 超声波强化一次污泥沉降与脱水性能

未处理一次污泥含水率高达95%以上,经传统浓缩、脱水处理后含水量仍然很高,后续处理处置问题突出,它们散发臭气,严重影响环境卫生;对其进行填埋会占用大量土地,渗滤液会严重污染地下水;而污泥焚烧的费用比较昂贵,污泥问题将成为今后城市一大环境问题。超声波预处理作为一种新型技

术,可以较好地破坏污泥絮状物结构,提高脱水率,缩短厌氧发酵时间,因此成为当前国内相关的研究热点,近年来的研究文献在此方面有较大的提升。如:王关照等人研究超声波预处理对常温厌氧消化中污泥脱水能力和胞外复合物质分解的影响^[24]。研究结果显示,经过超声预处理的污泥在厌氧消化中毛细管吸收时间从44.4 s/L降到11.1 s/L,污泥的水解性能有了极大的提高。杨元元等人研究了在pH值为10的条件下超声波对活性污泥的水解及挥发性脂肪酸的积累的加强。研究指出,在污泥处理中,挥发性脂肪酸的积累往往因为污泥水解过程中酸化的影响而受限,超声波能够加快活性污泥的水解,而pH值的调节能够避免酸化的受限,二者结合就能够既加速水解又加速挥发性脂肪酸的积累^[25]。

3.3 不同的前处理作用的结合对污泥减量的效果的研究

在超声波用于污泥减量研究的最初阶段,能量的出入平衡即超声波作用的能耗问题一直成为阻碍超声波在污泥减量上的一个限制性因素,在进行超声波的参数对污泥减量的影响的研究的同时,研究人员也发现将不同的处理方法结合将优于单纯的超声物理的减量效果。这也成为近期的一个研究热点。如:刘晓玲等研究了经过前处理的活性污泥的溶解和酸化的增加,研究运用超声波-碱、超声波-酸等前处理方式的结合对增加活性污泥的溶解和酸化的影响^[26];李春玲等进行了碱与超声波结合的前处理的污泥分解的动力模型研究。研究探索了不同的污泥酸碱度及不同的超声波密度和强度对污泥分解的影响,并根据实验数据,依据线性回顾得出了其动力学模型,模型显示:酸碱度对超声波作用下污泥分解的影响最大^[27]。将不同的处理方式与超声波处理相结合的研究,为解决超声波处理的能量消耗问题提供了解决办法。

3.4 超声波处理污泥的实际运用

在实际应用领域,我国还处在积极探索的阶段。一些污水处理厂进行小规模的超声波污泥减量技术应用实验。例如广州市污水公司在大坦沙污水处理厂进行了污泥的超声波减量实验研究,通过购置国外的大型超声波发声设备,研究静态状况下经超声波装置处理后污泥主要水质指标的变化,并将超声波装置作用于剩余污泥,探讨了污泥的超声波减量化效果。研究结果表明,经超声波装置处理后,污泥

SS、VSS、含水率值变化不大,TN、TP略有增加,温度明显增加。超声波装置处理后回流的污泥并未对原有生化反应系统造成任何影响,超声波污泥减量化效率为20.56%。此外,在北京、上海等地的污水处理厂也有类似的实验。这些实验为超声污泥减量技术的应用作了有益的尝试。

但总体而言,我国在超声波处置污泥的实际运用中经验尚浅,并无太多实际运用经验,理论研究主要是针对实验室中理想状态下进行操作。

4 我国超声污泥减量技术研究发展的特点

比较国内外对超声波污泥减量技术的研究,可以总结出我国在这一领域研究的一些特点:

(1)全面但不够深入。我国在超声污泥减量技术上的研究涉及了超声预处理的最优条件、超声波对污泥物理、化学和生物特性的影响等各个方面,但这些研究都还处于较为基础的层面。以超声处理的最优参数的研究为例,在这方面我国的研究非常丰富,但研究方法和条件上缺乏一致性,使得不同的研究之间的结果难以进行比较,这在很大程度上限制了研究的进一步深入。而对不同参数和影响因素之间的相关性的分析也很少见。此外,对于超声波污泥减量的机理的认识多是根据前人或国外的研究,对其进一步的深入和细化的研究很少见。相比之下,国外虽然很早就开始了相关的研究,但至今仍没有间断。

(2)重理论,轻实践。我国在超声污泥减量技术上的研究多是在实验室条件下进行的,研究的结果往往是在很多条件都很理想的情况下得出的,这些结果在真正应用到实际中时往往受到很多限制。国外对超声波污泥减量技术的应用已经比较成熟,如德国Sonix公司生产的大型超声波污泥处理装置已在德国、英国、美国和澳大利亚的多个污水处理厂运行。这些污水处理厂利用自身条件,与研究机构合作,不断进行超声波技术的应用研究。目前我国还没有自主产权的大型的可用于污泥处理的超声发声装置,这在一定程度上也限制了相关的实践研究的进行。

5 结论与建议

污泥处理不仅是解决污水处理厂成本问题的重中之重,更是从根本上解决污水处理中环境保护的基本途径。欧美的实践经验表明,该技术在节省建造成本上具有不可比拟的优势,将促进实现污泥罐小

型化、污泥减量化、稳定化、无害化和资源化的统一。针对我国目前的研究和应用现状,提出以下建议:

首先,在理论研究方面,要注重对超声污泥减量的深入研究。①探索在超声产沼处理最优条件实验中方法和实验条件标准的统一,使不同的实验之间的比较成为可能,为进一步的深入研究打下基础;②有必要开展污泥资源化利用研究;③超声波处理污泥的基础作用是空穴作用,影响空穴作用的因素都会对污泥的降解产生影响,有必要更加深入开展相关的研究,并分析不同因素的相关性;④有必要研究超声处理的程度对消化控制和表现提高的每个降解步骤的影响。

其次,在实际应用方面,一方面应鼓励污水厂与研究机构合作,通过购置超声设备,在污水处理厂的真实环境下,进行超声处理的应用实验。另一方面,应加大投资力度,尽快研制出自主产权的用于污泥处理的大型超声发声设备,加快超声波污泥减量技术进入应用领域。

6 参考文献

- [1] 何赞,王海燕,田华菡,等.污泥减量化水处理技术的研究进展[J].中国给水排水,2009,25(8):1-7.
- [2] J He. Ultrasonic reduction of excess sludge from activated sludge system:Energy efficiency improvement via operation optimization[J]. Ultrason Sonochem ,2010, doi: 10.1016/j.ultsonch. 2010.03.006
- [3] H Carrera, C Dumasa, A Battimella, et al. Pretreatment methods to improve sludge anaerobic degradability: A review[J]. Journal of Hazardous Materials, 2010, 183: 1-15.
- [4] 杨顺生,高晓勇.超声波技术在污泥处理利用中的应用现状及前景预测[J].四川环境,2006,25(1):61-64.
- [5] C Angerbauer, M Siebenhofer, M Mittelbach, et al. Conversion of sewage sludge into lipids by *Lipomyces starkeyi* for biodiesel production[J]. Bioresource Technology, 2008, 99:3051-3056.
- [6] H. Li, Y.Y. Jin, R.B. Mahar, Z.Y. Wang, Y.F. Nie, Effects of ultrasonic disintegration on sludge microbial activity and dewaterability, J. Hazard. Mater. 2009, 161(2-3):1421-1426.
- [7] K Y Show, T Mao, D J Lee. Optimisation of sludge disruption by sonication[J]. Water Res. 2007, 41 (20):4741-4747.
- [8] M D L D Castro, F R P Capote. Analytical application of ultrasound[M]. Elsevier, 2007.
- [9] P Foladori, S Tamburini, L Bruni. Bacteria permeabilisation and disruption caused by sludge reduction technologies evaluated by flow cytometry[J]. Water Research, 2010:1-12.

- [10] Julien Laurent, Magali Casellas, Christophe Dagot. Heavy metals biosorption on disintegrated activated sludge: description of a new equilibrium model[J]. Chemical Engineering Journal, 2010.
- [11] Sridhar Pilli, Puspender Bhunia, Song Yan, et al. Ultrasonic pretreatment of sludge: A review [J]. Ultrasonics Sonochemistry 2011, 18: 1–18.
- [12] Dong Hoon Kim, Emma Jeong, Sae Eun Oh, et al. Combined (alkaline+ultrasonic) pretreatment effect on sewage sludge disintegration[J]. Water Research 2010, 44: 3093–3100.
- [13] A Gronroos, H Kyllonen, K Korpitarvi, et al. Ultrasound assisted method to increase soluble chemical oxygen demand (SCOD) of sewage sludge for digestion[J]. Ultrason Sonochem. 2005, 12 (1–2): 115–120.
- [14] S Vaxelaire, E Gonze, G Merlin, et al. Reduction by sonication of excess sludge production in a conventional activated sludge system: Continuous flow and lab-scale reactor[J]. Environ Technol, 2008, 29(12): 1307–1320.
- [15] F Hogan, S Mormede, P Clark, et al. Ultrasonic sludge treatment for enhanced anaerobic digestion[J]. Water Sci Technol, 2004, 50: 25–32.
- [16] X Feng, H Y Lei, J C Deng, et al. Physical and chemical characteristics of waste activated sludge treated ultrasonically [J]. Chem Eng Process, 2009, 48 (1): 187–194.
- [17] 曾晓岚, 龙腾锐, 丁文川, 等. 低能量超声波辐射提高好氧污泥活性研究[J]. 中国给水排水, 2006, 22 (5) : 88–91.
- [18] Xiaoxia Wang, Zhaofu Qiu, Shuguang Lu, et al. Characteristics of organic, nitrogen and phosphorus species released from ultrasonic treatment of waste activated sludge[J]. Journal of Hazardous Materials, 2010, 176: 35–40.
- [19] U Neis, K Nickel, A Lunden. Improving anaerobic and aerobic degradation by ultrasonic disintegration of biomass [J]. Environ Sci, Health Part A-Toxic/Hazard, Subst Environ Eng. 2008, 43 (13): 1541–1545.
- [20] Liming Shao, Guanzhao Wang, Huacheng Xu, et al. Effects of ultrasonic pretreatment on sludge dewaterability and extracellular polymeric substances distribution in mesophilic anaerobic digestion[J]. Journal of Environmental Sciences, 2010, 22(3) 474–480.
- [21] Yuxing Sheng, Hongbin Cao, Yuping Li, et al. Effects of various pretreatments on biological sulfate reduction with waste activated sludge as electron donor and waste activated sludge diminution under biosulfidogenic condition[J]. Journal of Hazardous Materials, 2010, 179: 918–925.
- [22] Chuncheng Li, Fengchun Xie, Yang Ma, et al. Multiple heavy metals extraction and recovery from hazardous electroplating sludge waste via ultrasonically enhanced two-stage acid leaching[J]. Journal of Hazardous Materials, 2010, 178: 823–833.
- [23] Fengchun Xie, Tingting Cai, Yang Ma, et al. Recovery of Cu and Fe from printed circuit board waste sludge by ultrasound: evaluation of industrial application[J]. Journal of Cleaner Production, 2009, 17: 1494–1498.
- [24] Guanzhao Wang, SangHyoun Kim, ShiHwu Sung, et al. Effect of ultrasonic treatment of digestion sludge on bio-hydrogen production from sucrose by anaerobic fermentation [J]. International journal of hydrogen energy, 2010, 35: 3450–3455.
- [25] Yuanyuan Yang, Leiyu Feng, Chaojie Zhang, et al. Ultrasonic enhancement of waste activated sludge hydrolysis and volatile fatty acids accumulation at pH 10.0[J]. Water Research, 2010, 44: 3329–3336.
- [26] Xiaoling Liu, He Liu, Jinhuan Chen, et al. Enhancement of solubilization and acidification of waste activated sludge by pretreatment[J]. Waste Management, 2008, 28: 2614–2622.
- [27] Chunling Li, Guangfei Liu, Ruofei Jin, et al. Kinetics model for combined (alkaline + ultrasonic) sludge disintegration[J]. Bioresource Technology, 2010, 101: 8555–8557.
- [28] 杨顺生, 贾磊. 超声处理对污泥厌氧消化的影响——消化效率对比[J]. 四川环境, 2007, 26(3): 1–4.
- [29] Gulbin Erden, Ozlem Demir, Ayse Filibeli. Disintegration of biological sludge: effect of ozone oxidation and ultrasonic treatment on aerobic digestibility[J]. Bioresource Technology, 2010, 101: 8093–8098.

Comparison of Ultrasonic Sludge Reduction Between Domestic and Foreign

Zhang Ji

Abstract With the comparison between domestic and foreign on ultrasonic sludge reduction, the characteristics in the research and application of ultrasonic sludge reduction in China have been analyzed. Some suggestions are proposed: 1) Exploring to uniform the methods and conditions in the experiment of Ultrasound treatment in the optimal conditions ruffle; 2) carrying out the research of recovery sludge; 3) Analyzing the factors with influences on the cavitations; 4) Investigating the effect of Ultrasonic processing degree to each degradation step of Digestive Control and Performance Improvement; 5) Inciting the cooperation between sewage plants and research institution.

Key words sludge treatment ultrasonic sludge reduction comparison

液膜技术及研究应用进展

余夏静 叶雪均

(江西理工大学资源与环境工程学院, 江西 赣州 341000)

摘要 本文综述了液膜技术的传质机理、类型、特点和在废水处理领域的研究。为使该项技术能实现大规模的工业应用, 分析了目前需要解决的问题, 以及近年来在液膜分离技术的研究进展。

关键词 液膜技术 废水处理 研究进展

液膜技术是一种高效、节能的新型分离技术, 被广泛研究始于 20 世纪 60 年代, 而有关液膜的最早期报道则可追溯到 20 世纪初生物学家们所从事的工作。生物学家们在液膜促进传递方面取得的成就引起了化学工程师们的注意。60 年代中期, Both 等采用制成液膜研究了金属提取过程, 他们将支撑液膜称为固定化液膜。1968 年, 黎念之(N.N.Li)博士在用 du Nuoy 环法测定含表面活性剂水溶液与油溶液之间的界面张力时, 观察到了相当稳定的界面膜, 由此开创了研究液体表面活性剂膜或乳化液膜的历史^[1]。1972 年, Cusler^[2]仿照生物膜的物质传递现象, 制成了含有载体的仿生膜, 从而使液膜分离选择性得到很大的提高。1986 年, Marr^[3]等与企业合作从粘胶废液中回收锌的中试规模装置运转获得成功, 使液膜分离技术向工业化应用迈出了重要的一步, 推动了液膜研究工作的大量开展。目前, 国内外学者对液膜的研究进入成熟阶段, 其研究遍及湿法冶金、环境工程、食品工程、医药工程、生物化学工程、仿生化学、分析化学、核工业等领域^[4]。

1 液膜的概述

液膜是悬浮在液体中的一层极薄的膜, 这层膜是分隔液-液(气-气、气-液)两相的中介相, 它是两相之间进行物质传递的“桥梁”。通常由膜溶剂、表面活性剂和膜增强添加剂等组分构成。

1.1 液膜的传质

液膜分离技术是膜技术的一个重要分支, 其分离作用与固体膜相类似, 而操作方式又类似于溶剂

萃取。液膜的传质推动力基于溶质在液膜两侧界面化学位之差异, 即溶质透过液膜的传递受控于膜两侧的浓度差。按膜相是否有载体, 可分为无流动载体液膜和有流动载体液膜。当液膜中不含有流动载体时, 其分离的选择性主要取决于溶质在液膜中的溶解度。使用含流动载体的液膜, 其选择性分离主要取决于所添加的流动载体, 所以提高液膜的选择性的关键在于选择合适的流动载体^[5]。流动载体除了能提高选择性之外, 还能增大溶质通量, 它实质上是流动载体在膜内外 2 个界面之间来回穿梭地传递被迁移的物质。

液膜分离的操作过程简单, 分为 3 道工序: 乳液制备、传质、破乳。以乳状液膜对废水处理过程为例:

(1) 乳液制备: 针对不同的废水, 选择合适的膜溶剂、表面活性剂及内水相, 在搅拌作用下后制成的 W/O 乳液;

(2) 传质: 这个阶段直接影响到废水处理的效果, 是液膜技术的关键。将 W/O 乳液分散到待处理废水中, 形成 W/O/W 乳液。废水中的待分离组分, 通过选择性渗透、化学反应、萃取和吸附等作用进入内相, 与内相中的特定组分发生反应, 从而富集到内相;

(3) 破乳: W/O/W 乳液经一段时间传质后, 静置, 分层, 水层为出水, 油层为油相与内水相的乳状液, 富集废液离子后, 要达到离子的回收及膜材料的重复利用, 还必须破乳。

1.2 液膜的类型

根据液膜构成的不同, 可划分为 3 个基本类型:

即大块液膜、乳状液膜和支撑液膜。

1.2.1 大块液膜(Bulk liquid membrane)

具有恒定的界面面积与流体力学条件,是一种操作最简单的液膜技术,无需在液膜相中加入表面活性剂、增稠剂等添加物,也无需液膜乳化过程中的制乳、破乳等工序。但由于单位体积相接处界面甚小,速率慢,还处于实验室研究阶段,其缺点阻碍了其工业应用与推广^[6]。

1.2.2 乳状液膜(Emulsion liquid membrane)

也可称之为液体表面活性剂膜,实质上是一种双重高分散乳状液体系,即“水–油–水”(W/O/W)体系或者“油–水–油”(O/W/O)体系。这种体系包括3个部分:内包相、膜相和连续相,通常内包相和连续相是互溶的,膜相主体是溶剂,还有少量表面活性剂和添加剂。乳状液膜分离体系如图1所示:

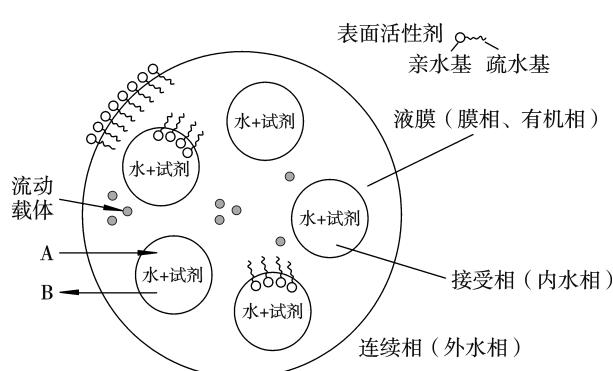


图1 液膜分离体系示意

1.2.3 支撑液膜(Supported liquid membrane)

它是由成膜溶液吸附于多孔薄层固体介质上或涂覆于固体表面而成,如中空纤维夹芯型支撑液膜、板式夹芯型支撑液膜、框式隔板夹心支撑液膜等。SLM具有很高的选择性和通量,可以承担有机高分子固态膜所不能达到的要求^[7],在萃取重金属离子和有机物等方面取得了成功应用。SLM的缺点是不稳定,使用寿命只有几个小时到几个月。

1.3 液膜法的主要特点

与其它分离技术相比,液膜法的主要特点:

(1) 比表面积大。液膜分离中两相充分接触,形成很大的相际界面,大大地增加物质传递的速率,利于提高分离速度;

(2) 渗透性强。液膜对大部分被分离的物质的

溶解性能较高,被分离物质可以较易溶于液膜,从而可以获得较高的渗透分离量;

(3) 选择性好。可通过流动载体和内水相的选择,获得很高的分离选择性;

(4) 液膜可以形成极薄的膜层。如液膜直径为0.05~0.2 cm乳粒,厚度约为1~10 μm;

(5) 分离系数高。液膜中便于加入适当物质作为载体,对溶质起输送作用,从而促进分离,提高分离系数;

(6) 成本低。可以选择化学性质稳定,不宜挥发的物质作为液膜材料。在合适的操作条件下,液膜材料大多可以循环使用或长期使用,故可降低分离成本;

(7) 适用性强。尤其适合于溶液中的特定离子或有机物的分离。

2 液膜法在废水处理中的应用

废水中含有大量的无机阴、阳离子和种类繁多复杂的有机物,特别是那些有害物质对水质影响极大。液膜分离技术在废水处理中的研究应用广泛,对不同被分离物选用不同的溶剂、表面活性剂、载体及液膜种类,可有针对性地去除或回收废水中的污染物,如表1所示^[9~16]。目前该技术研究应用较广的废水有:含重金属废水(如含铜、镉、铬、汞、铅等)、有机废水(如含酚、胺、烃类、有机酸等)和含阴离子废水(如含CN⁻、F⁻、NO₃⁻、PO₄³⁻等)。液膜分离技术在解决这类废水的突出优势,它能实现环境保护和资源回收的双重效益,是一项很有潜力的污染物治理新技术,在国内外已经有很多成功的例子。例如国内外利用液膜法处理含锌废水都有着广泛的研究,并取得了良好的效果,已经由小试、中试扩展到工业应用规模^[8]。液膜法在对如重金属镉、铬、铅等有毒离子、含酚、磷酸、氨氮等废水的应用上也能达到废水处理的目的。

3 液膜技术研究进展

为改善液膜稳定性问题,解决溶胀问题和取得良好的破乳效果,以实现液膜技术的工业化。对乳状液膜稳定性的改进研究主要有:新型表面活性剂的合成研究^[17~19]、乳状液膜流变性能改性研究^[20]、微乳状液膜(Micro-emulsion liquid membranes, MEL-M)^[21]等。支撑液膜稳定性的改进研究主要有:复合支撑液

表1 液膜法处理废水处理效果及膜材料的选择

废水	被分离物质		膜 相			膜内相(溶液)	处理效果
	名称	废水浓度(mg/L)	流动载体	膜溶剂	表面活性剂		
含铜	Cu ²⁺	116	Lix984N	磺化煤油	T125、Span80	硫酸	99.1%
含锌	Zn ²⁺	110	TBP	煤油	Span80	盐酸	> 95%
含镉	Cd ²⁺	100	TBP	煤油	Span80	盐酸	> 90%
含铬	Cr ⁶⁺	200~1 000	TBP、TOA	煤油	Alamine336	NaOH	98.4%
含镍	Ni ²⁺	—	P204	煤油	Span80	氨水	> 93.3%
含汞	Hg ²⁺	—	TBP	煤油	Span80	NaOH	95%~99%
含铅	Pb ²⁺	100	P507	煤油	LMS-2	柠檬酸	94%
含酚	酚	300~1 000	—	煤油	Span80	NaOH	> 99%
含胺	苯胺	480	TBP	煤油	Span80	盐酸	96%
含磷酸	PO ₄ ³⁻	100~700	TBP	煤油	蓝-113B	CaCl ₂	> 97%
含氰	CN ⁻	850~900	—	煤油	蓝-113B	NaOH	> 95.5%
含氨氮	氨氮	> 500	N205	航空煤油	Span80	硫酸	< 15 mg/l

注: Lix984N: 5-壬基水杨醛与2-羟基-5-壬基乙酰苯比为1:1的混合物; T125: 双丁二酰亚胺; Span80: 单油酸山梨糖醇酐; P204: 双-2-乙基己基磷酸; P507: 2-乙基己基-乙基己基磷酸; Alamine336: 三辛胺; TOA: 正三辛胺; TBP: 磷酸三丁酸; LMS-2: C₄-烯烃工聚物; N205: 聚双丁二酰亚胺。

膜(Composite supported liqui-id membrane)^[22]、膜液改性研究^[23~25](包括聚合物包含膜(Polymer inclusion membranes, PIM)、低聚(或多聚)液体支撑液膜、离子液体支撑液膜等)等。

为克服乳状液膜工艺过程复杂、支撑液膜不稳定等特点,近年来国内外研究者研究的具有代表性的液膜构型有:流动液膜、液体薄膜渗透萃取技术、静电式准液膜、内耦合萃反交替分离过程、支撑乳化液膜^[26]。

3.1 流动液膜(Flowing liquid membrane)

流动液膜又称为包容液膜。在支撑液膜体系中,因膜液从微孔中流失而导致液膜的不稳是不可避免的问题。而流动液膜对支撑液膜体系进行改进,采用驱使膜液流动的方法,提高了液膜的稳定性,又降低了传质阻力。该体系的缺点是膜相传质阻力较高,所用器件制作难度大,膜孔道粘污与阻塞及膜液流失的问题仍然存在。因为尽管流动液膜中两支撑膜之间的膜液可以流动,但进入支撑膜微孔中的膜液仍处于静止状态,这部分膜液对传质阻力的影响巨大。

3.2 液体薄膜渗透萃取技术(Liquid film permeation)

液体薄膜渗透萃取技术是上世纪80年代初保加利亚学者提出的^[27]。具有可以长期稳定的实现连续操作的特点。W/O/W三相液体均处于连续流动液

体中,导致溶质的湍流扩散,所以传质通量较高。

3.3 静电式准液膜(Electrostatic pseudo liquid membrane)

中国原子能科学院于80年代中期发展起来的一种新型液膜技术,顾忠茂等^[28]将静电相分散技术与液膜原理相结合,实现了萃取和反萃取在同一反应槽内的耦合,具备液膜过程所特有的非平衡传质特性。存在的主要问题是,电极绝缘层必须具有耐压、憎水与耐油等特性,在长期运行中,其耐久性仍待进一步解决。

3.4 内耦合萃反交替分离过程(Inner-couple extraction-stripping process)

内耦合萃反交替分离是中国原子能科学院于90年代中期发展起来的一种新型液膜过程,吴全锋等^[29]提出了内耦合萃反交替法。它是一种连续式的萃取与反萃在同一反应槽内部耦合的过程。内耦合萃反交替分离过程的传质单元设备结构简单,该过程具有液膜的非平衡萃取特点,又避免了乳状液膜过程中的制乳、破乳工序,具有溶剂萃取和液膜技术两方面的优点,应用前景广阔。

3.5 支撑乳化液膜(Supported emulsion liquid membranes)

Raghuraman 和 Wiencek^[30]将无分散的膜萃取与

乳化液膜相结合,提出了支撑乳状液膜。它不受一般的液-液萃取平衡限制,基本解决了膜泄漏与溶胀问题,而且免去了制乳与破乳工序,使过程更为简单可靠,更具有实用性。在萃取重金属离子和有机物等方面取得了成功的应用。

4 液膜法应用存在的问题

液膜应用研究大多仍停留在实验室阶段,液膜分离技术大规模的工业化应用尚存在3大技术问题,即液膜的稳定性、液膜的溶胀及破乳工艺。

(1) 液膜的稳定性是提高液膜分离技术的分离效率的关键。解决办法主要是选择合适的表面活性剂;

(2) 液膜的溶胀是制约乳状液膜技术广泛应用的重要原因之一。它包括两种方式:夹带溶胀和渗透溶胀。削弱溶胀的主要方法:降低提取时的搅拌速度,一般控制在250~300 r/min;选择合适的表面活性剂;

(3) 破乳效果的好坏,直接影响到整个液膜工艺的经济可行性。它分为化学破乳和物理破乳。化学破乳是加入破乳剂与表面活性剂反应使膜破裂。物理破乳法是通过加热、离心分离及高压电场的静电引力来使液膜体系失稳的方法。高压静电破乳是国内外乳状液膜研究及应用普遍的破乳方法。

5 结语

在我国现阶段所实施的可持续发展形势下,液膜法作为一种工艺流程简单、高效率、低能耗、低投资的分离技术。可见液膜法优点极为突出,尽管液膜分离过程本身存在着许多技术问题有待解决,随着液膜稳定性、连续操作性等制约工程技术的难题不断解决,该技术拥有广阔的市场前景,将在废水治理、湿法冶金、医药等领域发挥重要的作用。

6 参考文献

- [1] 时钧,袁权,高从培.膜技术手册(第1版)[M].北京:化学工业出版社,2001.
- [2] Cussler E L, Evans D F, Matesich M A. Theoretical and experimental basis for a specific conteran-sport system in membrane[J]. Science, 1971, 172(3):377-384.
- [3] Rappert M, Draxler J, Marr R. Liquid-membrane-permeation and its experiences in pilot plant and industrial scale[J]. Separation Science and Technology, 1988, 23(12):1659-1666.
- [4] 吴玲.乳化液膜技术在废水中的应用[J].四川化工,2006,9(3):44-47.
- [5] 孙志娟,张心亚,黄洪,等.乳状液膜分离技术的发展与应用[J].现代化工,2006,26(9):63-66.
- [6] 孙玉柱.乳状液膜分离技术的研究进展[J].湿法冶金,2005,24(4):10-17.
- [7] 张志强.液膜分离技术及研究进展[J].青海科技,2008,1:45-48.
- [8] 苏俊霖,蒲晓林.乳状液膜分离技术及其在废水处理中的应用[J].日用化学工业,2008,38(3):182-184.
- [9] 唐受印,戴友芝.废水处理工程(第2版)[M].北京:化学工业出版社,2004.
- [10] 吴舜华,温德才,钟春龙.乳状液膜法处理含铜废水的试验研究[J].龙岩学院学报,2008,26(3):63-67.
- [11] 杨雯雁,余亚琼,王军,等.乳状液膜法分离水中锌[J].中南民族大学学报:自然科学版,2007,26(2):29-31.
- [12] 柳畅先,简华丹,陆俭洁.乳状液膜法分离水中镉[J].分析科学学报,2006,22(5):579-581.
- [13] 马文静,程迪,胥维昌.液膜分离技术处理含Cr⁶⁺废水的研究[J].化工环保,2006,26(2):103-106.
- [14] 张延霖,成文,李来胜,等.乳状液膜法分离富集废旧镍镉电池中的镉[J].精细化工,2008,25(5):471-474.
- [15] 石中亮,王传胜,申华.乳化液膜分离技术处理苯胺废水的研究[J].沈阳化工学院学报,2006,20(1):1-3.
- [16] 盛广柱,赵勇,朱孝伟.液膜分离技术及在废水处理中的应用[J].江苏环境科技,2005,18:57-58.
- [17] 李成海,丁暄才.液膜用高分子表面活性剂性能研究[J].膜科学与技术,1993,13(1):39-44.
- [18] 刘沛妍,严忠,方天如.适用于液膜分离的磺化液体聚丁二烯型聚合物表面活性剂[J].化学通报,1993,(10):42-44.
- [19] Nakashio F, Goto M, Matsumoto J, et al. Role of surfactants in the behavior of emulsion liquid membrane: development of new surfactants[J]. J Membr Sci, 1998, 38:249-260.
- [20] Skelland A. Improvement of liquid membrane for separating processes(Ⅱ) 1145[P]. US Pat: 5229004, 1993-7-20.
- [21] 李成海,龚福忠,周立亚.W/O型微乳液膜的制备及提取稀土的研究[J].化学通报,2000,2:11-14.
- [22] Obusovic G, Majumdar S, Sirkar K. Selective removal of VOCs from gas stresins in a plasmapolymerized silioone coated hollow fiber pemaeator[A]. North American Membrane Society 2002 meeting[C]. Long Beach, California: USA, May 11-15, 2002.
- [23] 杨丹,贺京红,金美芳.新的载体媒介传递膜[J].膜科学与技术,2003,23(1):59-53.
- [24] Ho Sa V. Supported liquid membrane and separation process maploying oligoeric of polymeric liquid[P]. US Pat: 5507949, 1996-01-16.

(下转第24页)

岛屿生物地理学理论与保护生物学介绍

卢彦¹ 廖庆玉¹ 李靖²

(¹广州市环境保护科学研究院, 广州 510620; ²中山大学生命科学学院, 广州 510275)

摘要 在生态系统遭受严重破坏、生物多样性急剧下降的今天, 保护生物学作为研究生物多样性及其保护的科学显得尤其重要。而研究破碎化生境和物种保护问题的基础的岛屿生物地理学理论, 在生物多样性保护中起着重大的作用。本文展望了岛屿生物地理学理论在生物保护中的应用及前景, 概括了其局限性, 为我国保护生物学的发展和生物多样性保护提供了一定的参考。

关键词 岛屿生物地理学理论 保护生物学 岛屿性 生物多样性

许多生物赖以生存的生境, 无论是海洋中的群岛, 还是林中的沼泽, 甚至是溪流、山洞、植物的叶片, 它们都是有着明显边界的生态系统, 因此都可看作是大小形状和隔离程度不同的岛屿。所以从某种意义上来说, 岛屿性是生物地理所具备的普遍特征^[1]。

这里值得提出的是, 由于人类活动的影响, 自然景观的片断化、破碎化日益严重, 使得物种的空间隔离越来越多的产生, 这也是使生物的生存环境岛屿化的一个重要原因。

由于人口的增长和人类各种活动的加剧, 全球环境迅速恶化, 特别是 20 世纪 60 年代后, 自然生境的破碎化问题凸现^[2], 许多生物被隔离在由城市和工农业用地所包围的岛屿状生境中, 致使生物多样性受到了严重的威胁而急剧下降, 并进一步威胁到人类自身的生存。保护生物多样性、丰富的生物资源和人类的生存环境, 已成为人类急需解决的重大问题。在这种情况下, 保护生物学就应运而生, 并成为人们所关注的焦点。同时, 岛屿生物地理学理论, 作为研究破碎化生境和物种保护问题的基础, 其应用与发展也有了更加广阔的空间。

1 保护生物学

1.1 保护生物学的兴起

随着人口的增长和人类各种活动的加剧, 生物多样性问题日益突出, 有关生物保护的研究人员之

间交流信息的愿望也越来越迫切。1978 年, 第一届国际保护生物学大会在美国的圣地亚哥动物园召开; 1985 年, 保护生物学会成立。然而, 保护生物学形成专门的学科则是从 1990 年开始^[3]。

有关保护生物学的基本含义有着不同的说法, 但一般认为保护生物学是基础科学与应用科学的结合, 是自然科学与社会科学的交叉^[3]。是应用科学解决由于人类干扰或其它因素引起的物种、群落和生态系统出现的各种问题的学科, 其最终目的则在于对生物多样性的保护。

1.2 保护生物学的研究对象

保护生物学作为研究生物多样性及其保护的科学, 它自然以生物多样性为研究对象。它研究直接或间接接受人类活动或其它因子干扰的物种、群落和生态系统等。既然是这样, 那么保护生物学包含这样一个基本过程: 研究生物多样性, 救援生物多样性, 和持续、合理地利用生物多样性^[4]。

所以从某种意义上来说, 保护生物学是研究生物多样保护的科学, 即研究从保护生物物种及其生存环境着手来保护生物多样性的科学。生境丧失和破碎是生物多样性降低的主要原因^[5], 而生境破碎与岛屿效应作为保护生物学的研究热点之一^[3], 对于生物多样性的影响有着至关重要的作用。

2 生物多样性

2.1 生物多样性及其研究层次

生物多样性是生物及其与环境形成的生态复合体以及与此相关的各种生态过程的总和,包括数以百万计的动物、植物、微生物和它们所拥有的基因以及它们与其生存环境形成的复杂的生态系统^[6],具有十分重要的价值,是人类社会赖以生存和发展的基础^[7]。

生物多样性的研究始于 20 世纪 40 年代,当时仅指生物群落中物种的多样性^[8] 大家都知道,生命系统是一个等级系统,包括从微观到宏观的多个层次或水平,分别为:基因、细胞、组织、器官、系统、物种、种群、群落、生态系统、景观。不仅仅只是在物种层次,而是在生命系统的每一个层次都有丰富的变化而存在着多样性。但在理论与实践上,研究较多的主要有三个层次,即基因多样性(或遗传多样性)、物种多样性和生态系统多样性。

2.2 生物多样性现状

有科学家推测,大约在 35 亿年以前地球上的生物多达 2 亿种^[9]。此后,随着自然界的变化和人类的出现,生物物种不断减少,并且减少的速率逐年加快。在过去的 2 亿年中,自然界每 27 a 有一种植物从地球上消失,每世纪约有 90 多种脊椎动物灭绝^[10]。但是,随着人口膨胀、工业发展、森林面积锐减、湿地干涸、草原退化、土地沙漠化以及环境污染等,尤其是热带雨林的大量砍伐,致使生物的自然分布区日益减少,生物多样性急剧丧失,大批生物物种已经灭绝,而且还有成千上万的生物正在遭受灭绝的威胁。无法再现的基因、物种、生态系统正以人类历史上前所未有的速度丧失。正如威尔逊的断言:“人类活动在破坏雨林方面,仅是减少面积就使物种灭绝增加了 1 000 到 10 000 倍,显而易见,我们正处在地质史上一次大灭绝的发作的过程中”^[11]。

生物多样性保护关系到人类的生存与发展。以我国为例:我国是世界上人口最多人均资源占有量低的国家,而且是 85% 左右的人口在农村的农业大国,对生物多样性具有很强的依赖性。而我国是近年来经济发展速度最快的国家之一,这在很大程度上又加剧了人口对环境特别是生物多样性的压力。如果不立即采取有效措施遏制这种恶化的态势,我国的持续发展是不可能实现的,甚至会威胁到世界的发展与安全。因此,保护生物多样性具有非常紧迫的现实性。

要保护生物多样性,首先要弄明白威胁生物多样性的主要原因,然后才能对“症”下药。由于人口的增长和人类活动的加剧,使得自然生境片断化或岛屿化日益严重。如被誉为“物种宝库”的热带雨林正以每年 20 万 km² 的速度锐减,天然草场以每年 10 万 km² 的速度荒漠化^[12],而昔日连绵不断的森林景观,现已多半是残斑缺部。

研究表明,生境片断化、岛屿化现象,是生境丧失的重要原因,而生境丧失对生物多样性的影响可以作用于 3 个层次,包括物种丰富度、种群数量和分布、基因多样性^[13]。可以说,这种生境片断化、岛屿化现象,是当前生物多样性大规模丧失的主要原因^[10]。如此而言,要保护生物多样性,最关键的手段是保护生境^[14]。

3 岛屿生物地理学理论及其在保护生物学中的应用

3.1 岛屿生物地理学理论的提出及意义

很久以前人们就意识到岛屿的面积与物种数量之间存在着一种对应关系,但是 20 世纪 60 年代以前在岛屿生物地理学中基本上没有定量的理论^[15]。直到 1967 年,MacArthur 和 Wilson 提出了岛屿生物地理学理论,才首次从动态方面定量阐述了岛屿上物种丰富度与面积、隔离程度之间的关系^[16],并建立了 MacArthur-Wilson 理论的数学公式。其关系式通常表示为:

$$S=CA^Z$$

式中:S 代表物种丰富度,A 代表岛屿面积,C 为与生物地理区域有关的拟合参数,Z 为与到达岛屿难易程度有关的拟合参数^[17]。

这一理论揭示了种 - 面积关系,从动态方面定量阐述了岛屿上物种丰富度与面积、隔离程度之间的关系。促进了人们对生物多样性的地理分布与动态格局的认识和理解^[18]。同时由于破碎化的生境与岛屿的相似性,也丰富了物种保护理论。由于生物地理普遍具备“岛屿”的特征,使岛屿生物地理学理论在适用领域具有普遍性,再加上这一理论的简单性,使其长期成为物种保护和自然保护区设计的理论基础。

3.2 岛屿生物地理学理论在保护生物学中的应用前景展望

一方面,大量的研究结果表明,在多数情况下,决定物种丰富度的主要因素是岛屿的面积及其隔离程度。现在,越来越多的物种正以惊人的速度灭绝,保护物种和生物多样性保护的真实价值,并不应该只是为了保护几个即将灭亡的物种,而是要保护这些物种和它所栖息的特定生境,使其免受斑块化、片断化,或者说是岛屿化的影响,只有这样才能在真正意义上保护好生物种群,使其免遭受人为灭绝的威胁命运,维持自然界的生物多样性。这样看来,该理论的应用前景及发展空间更为广阔。

另一方面,由于岛屿生物地理学理论研究的是物种数量变化的外在条件,也就是说研究的是在无干扰的自然条件下,系统边界比较清晰的生态系统中,制约物种丰富度及其稳定性的生态因素和机制。但是当前,随着人类的发展,人类活动的范围越来越宽阔,其外延性也越来越多的得以体现,对生境的干扰性也越来越严重,但此一方面,就使得该理论的局限性日趋显露。

任何事物都是矛盾的对立统一体,在保护生物学发展过程中,岛屿生物地理学理论有着很好的生存与发展空间,同时,由于自然景观的破碎化程度越来越严重,随着人类对生境干扰的程度加深,该理论指导实践的作用和意义也受到了许多限制。那么,怎样才能很好的解决这一矛盾呢?这一问题还有待于更进一步的研究。

4 结束语

相对于整个生物界来说,人类的产生与发展只是很短的时间,然而就在这短短的几千年里,相对于其他生物来说,人类已经变得无比强大,其改造自然界的能力仍在不断的加强。在对自然界盲目的开发与利用过程中,自然生境的破碎化程度也越来越严重,给物种的生存带来了很大的威胁,生物多样性也越来越严重的受到威胁。

但是,我们应该清醒的认识到,无论怎样强大人类的生物学属性始终都不会改变,我们的生存与发展仍需要丰富多样的生物资源。因此,生物多样性危机从某种意义上来说正是人类自身的危机。

生物资源的合理利用与保护,并不是单靠某一种理论或者学科就能很好的进行的。理论的科学指

导必不可少,但是人们自身对生物、生物多样性保护意识也要得到相应的提高。只有两者同步发展,在保护生物资源方面才能取得较好的成绩。

5 参考文献

- [1] 群落的结构与物种多样性[J/OL]. [2005-11-01].
- [2] 张晓波. 中美“生态走廊”模式之比较研究[A]. 中国法学会环境资源法学研究会年会论文集[C]. 2002.
- [3] 孟秀祥,冯金朝,周宜君,等. 保护生物学研究[M]. 北京:中央民族大学出版社,2004.
- [4] 迟德富,孙凡,严善春,等. 保护生物学[M]. 哈尔滨:东北林业大学出版社,2005.
- [5] 武正军,李义明. 生境破碎化对动物种群存活的影响[J]. 生态学报,2003,23(11):2424-2435.
- [6] 周兴民,陈波,王启基. 生物多样性的研究及其保护[J]. 青海环境,1996,6(2):58-64.
- [7] 明延凯,杨丽萍. 浅谈我国生物多样性保护[J]. 枣庄师专学报,1995,(2):76-79.
- [8] 袁兴中. 生物多样性的内涵及演变[J]. 生物学教学,1996,(2):3-3.
- [9] 叶平,卢志茂. 生物多样性保护的伦理问题[J]. 自然辩证法研究,2005,21(8):14-16.
- [10] 国际生物多样性研究进展.
- [11] [美]斯蒂芬·施奈德,诸大建译. 地球——我们输不起的实验室[M]. 上海:上海科学技术出版社,1998:91-92.
- [12] 董晓莉. 实施环境教育 创建“绿色学校”符合人类与自然界和谐发展的需要. 环保专题,2001(3).
- [13] 万晓军. 生境破碎化与生物多样性[J]. 中学生物学. 2005, 21(10):4-6.
- [14] 叶根华. 濒危植物——“东方水韭”. 松阳县林业局:林业信息. 2005,9.
- [15] Sauer J D. Oceanic island and bio-geographic theory: a review. The Geographical Review, 1969, 59: 582-593.
- [16] 傅伯杰,陈利顶,马克明,等. 景观生态学原理及应用[M]. 北京:科学出版社,2001.
- [17] 赵淑清,方精云,雷光春. 物种保护的理论基础——从岛屿生物地理学理论到集合种群理论[J]. 生态学报. 2001, 21(7):1171-1179.
- [18] Farina A. Principles and methods in landscape ecology [M]. London: Chapman & Hall, 1998: 46-58.

生物滴滤塔处理含硫化氢与氨气恶臭气体的试验研究

黄树杰 周伟煌 陈凡植

(广东省环境保护职业技术学校, 广州 510655)

摘要 针对煤化工、橡胶再生及城市垃圾处理等工业过程会产生大量的 H₂S 与氨气等恶臭气体, 严重污染大气环境, 危害人体健康, 文章以硫化氢与氨气为研究对象, 通过浓度、pH 值、氨气与硫化氢耦合作用等影响因素, 分析生物滴滤塔对硫化氢与氨气的脱臭效能。试验结果表明, 该装置对硫化氢与氨气的去除效果较好, 在温度为 25 ℃、气体通气量为 0.4 m³/h、营养盐喷淋量为 8.0 L/h、入口 H₂S 浓度在 712.8 ~ 948.8 mg/m³、入口 NH₃ 浓度在 422.2~795.4 mg/m³、pH 值在 7.0~8.0 之间的情况下, 去除效率均可达 90% 以上。

关键词 硫化氢 氨气 生物滴滤塔 生物脱臭

目前, 我国煤化工、橡胶再生及污泥处理处置过程中, 产生的含硫化氢、硫醚、氨气等臭气, 造成了很大二次污染, 严重影响周边大气环境, 已成为影响环境卫生的一大重要源头。低浓度的 H₂S 就具有强烈的臭鸡蛋恶臭气味, 它们不仅直接危害人体健康, 对动物的生长极其不利, 而且在有氧和湿热的条件下, 严重腐蚀设备、管道和仪表等。

国内在除臭领域开展了广泛的研究, 根据净化方法的特点, 恶臭污染物处理方法有物理法(如掩蔽法、扩散稀释法)、化学法(如燃烧法、氧化法、分解法、吸收法, 吸附法等)、生物法(如生物过滤法、生物吸收法等)^[1~6]。其中由于生物法具有设备简单、能耗低、产生二次污染的可能性小等优点已成为国内外恶臭防治研究与应用中的主流方法。本试验通过浓度、pH 值、氨气与硫化氢耦合作用等影响因素分析生物滴滤塔对硫化氢与氨气恶臭废气的生物滴滤塔系统, 为工业应用中面临的主要难题提供参考。

1 试验

1.1 试验材料与装置

1.1.1 菌源与气源

气源: 实验所用 H₂S 气体为瓶装液体硫化氢, 纯度为 H₂S ≥ 99.995%; 所用 NH₃ 气体为瓶装液体高纯氨, 纯度为 NH₃ ≥ 99.999%, 均为广东省佛山市科

的气体化工有限公司生产。

供试菌源: 广州市猎德污水处理厂曝气池污泥。

1.1.2 培养液

培养液为选择性培养液, 成分为葡萄糖 2 g, NH₄Cl 0.4 g, K₂HPO₄ 1.2 g, KH₂PO₄ 1.2 g, MgCl₂·6H₂O 0.2 g, 柠檬酸铁 0.01 g, 水 1 000 mL。

1.1.3 填料的特性

填料为江西省萍乡市新兴环保化工填料厂生产的 PYC 强化挂膜陶质滤料, 该填料为红褐色, 果粒圆正、均匀、堆积比重轻, 强度大, 反冲洗耗水量低截污能力强。其性能参数见表 1。

表 1 PYC 强化挂膜滤料的技术参数

名 称	技术指标
外 观	球状、表现色泽为红褐色多微孔
粒径范围	8~12 mm
孔 径	0.13~38.51 μm
视 密 度	0.86~1.16 g/cm ³
密 度	2.28 g/cm ³
孔 隙 率	≥58.56%
堆 比 重	0.94~1.8 t/m ³
盐酸可溶率	2.36%
氢氧化钠可溶率	1.42%
比表面积	> 1×10 ⁴ cm ² /g
破碎率和磨耗率	1.4%

1.1.4 试验装置与流程

经过稀释混合的恶臭气体进入生物滴滤塔处理装置(见图1),处理后的气体由风机抽出排放。其中生物滴滤塔是一个直径100 mm,高1 110 mm的有机玻璃材料制成,其中填料高度为750 mm,分三层安装,每层填料高度为250 mm,填料拟采用陶粒,每层之间采用有机玻璃多孔板支撑。实验时采用逆流

操作,循环液由蠕动泵泵入滴滤塔并从顶部喷淋到填料上,在填料层中自上向下流动,最后由塔底排出进入循环液槽,再由蠕动泵打回到滴滤池顶部,气体由塔底进气口进入,由下往上与填料、循环液进行充分接触后在排气口排出。进气口和排气口处均设有大气采样器采集测试气体的浓度变化。

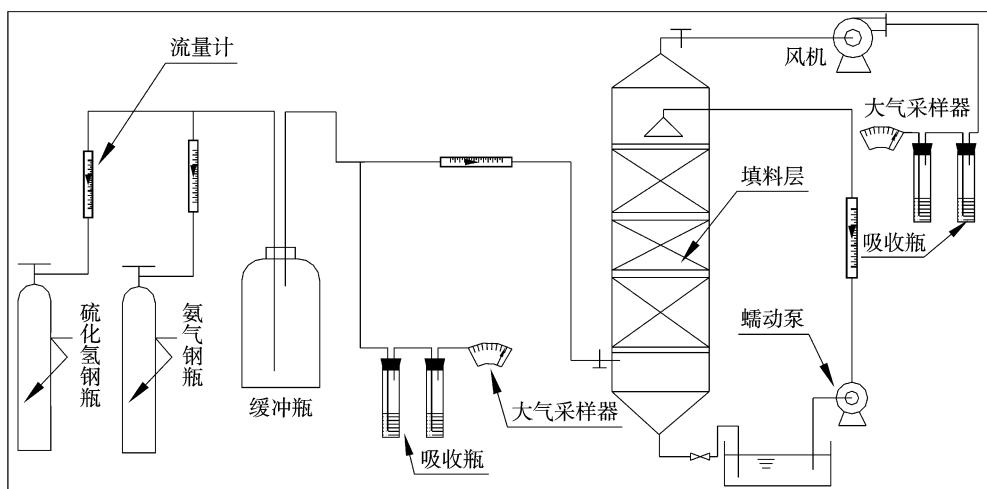


图1 实验装置与流程

1.2 分析方法

试验过程中有关项目的分析方法按《水和废水监测分析方法》(第四版)与《空气和废气监测分析方法》进行。

1.3 污泥的驯化与挂膜

污泥放入水箱中进行曝气培养,每天停止曝气3次,沉降后取走上清液,加入新鲜污泥再进行曝气,培养4 d后,测得MLSS为8 000 mg/L,污泥生物相丰富,镜检发现菌胶团均匀、致密,有少量丝状菌和藻类、大量钟虫和等枝虫等。采用快速排泥挂膜法,将此活性污泥注入8 L的生物滴滤塔中,静置48 h,使污泥与填料充分接触,起到接种微生物的作用,然后全部排掉。再通过蠕动泵连续加入人工配制的普通营养液,同时进行适当的曝气,10 d之后生物膜已包裹整个填料,更换选择性培养液,开始通入低浓度的硫化氢与氨气直接驯化,20 d之后驯化成功,正式进入试验阶段。

1.4 实验步骤

实验进行一段时间后,先断掉氨气起源,依次通

入H₂S;再断掉H₂S起源,通入氨气;最后,同时通入2种气体。依次分析了pH值、入口浓度分别对H₂S与氨气单一处理效率的影响,以及其共同耦合作用对去除效率的影响。结果证明,入口H₂S气体浓度在712.8~948.8 mg/m³,氨气浓度在422.2~795.4 mg/m³范围内,H₂S与氨气处理效率达到90%以上。

2 结果与讨论

2.1 进口浓度对硫化氢去除效率的影响

在温度为25℃、营养盐喷淋量为8 L/h、营养盐的pH值为6.0~7.0、气体通气量为0.4 m³/h的情况下,考察了生物滴滤塔内H₂S的净化效率随着入口H₂S浓度变化的关系。其结果见图2。

由图2可见,硫化氢入口浓度在106.22~1 406.74 mg/m³范围内,生物滴滤塔对H₂S气体的净化效率在86.5%以上。另外,也可以看出,随着H₂S浓度的增加,去除率有稍微的下降。

在微生物降解污染物气体时,污染物的进气浓度不能太高。这是因为生物滴滤塔净化废气中的污染物主要依靠生物膜中的微生物对污染物的吸附、

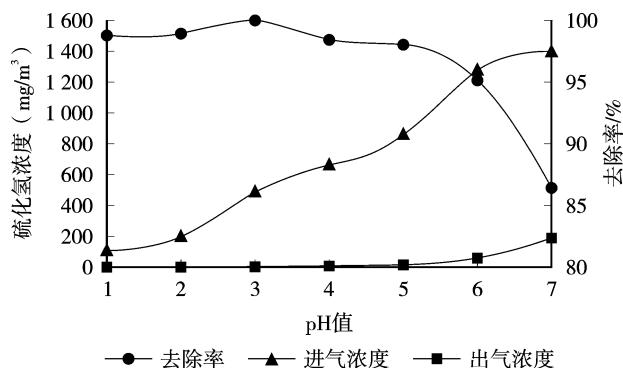


图2 入口硫化氢浓度与去除率的关系

吸收和氧化分解来实现的。当在生物滴滤塔的体积一定时,入口气体浓度小于微生物的临界浓度时,生物膜上的微生物能有效地去除 H₂S。当入口气体浓度太高,超过了微生物对 H₂S 的去除能力时,不仅微生物对 H₂S 的净化效率会下降,而且会毒害反应器中的微生物。这一结论表明当用生物滴滤塔净化工业废气时,必须考虑适宜的进气浓度,才能使生物处理到达较佳的效果。

2.2 pH 值对 H₂S 去除效率的影响

在温度为 25 ℃、营养盐喷淋量为 8 L/h、气体通气量为 0.4 m³/h、入口 H₂S 浓度为 1 050.9~1 265.54 mg/L, pH 值在 1.0、2.0、3.0、4.0、5.0、6.0、7.0 和 8.0 的情况下,考察 pH 值与 H₂S 净化效率之间的关系,其结果见图 3。

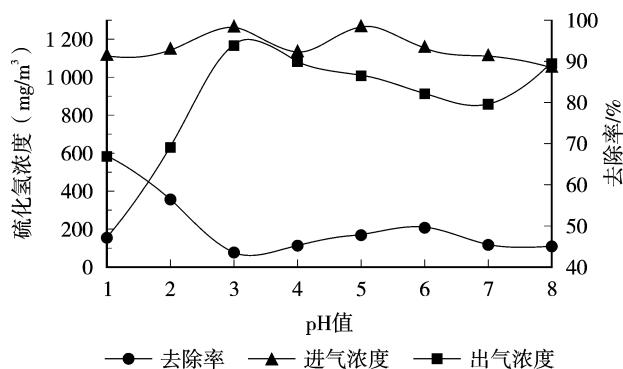


图3 pH值与去除率的关系

由图 3 可以看出,不同 pH 条件下,生物滴滤塔对 H₂S 臭气的净化效率不同。当 pH 值为 3.0 时,其对 H₂S 臭气的净化效率达到最大值,为 94.1%,当 pH 值过小,在 1~2 之间,液体显强酸性,这时硫化氢的去除效率快速下降,这是由于在强酸性条件下,严

重毒害微生物的活性,从而降低处理效果。另外当 pH 值大于 3 时,随着 pH 值的增加,去除率也有所下降,但仍可保持在 79.6%以上,这说明降解硫化氢的菌种可在酸性与中性的条件下生长。

2.3 进气浓度对氨气去除效率的影响

在温度为 25 ℃、气体通气量为 0.4 m³/h、营养盐喷淋量为 8.0 L/h、pH 值在 6.5~8.5、入口 NH₃ 浓度在 98.47~1 100.00 mg/m³ 的情况下,停止通入 H₂S,开始通入氨气,考察不同浓度对氨气去除效率的影响。其结果见图 4。

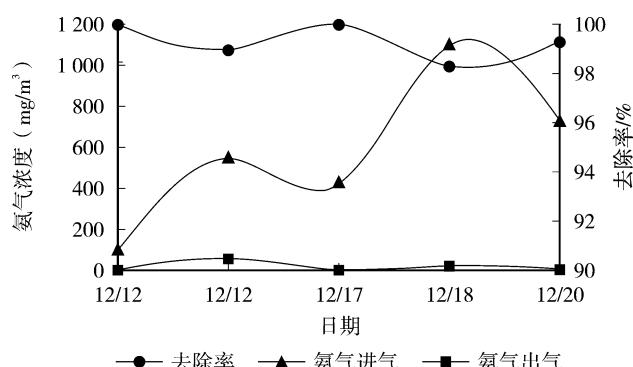


图4 氨气进气浓度与去除率的关系

由图 4 可以看出,进气浓度对 NH₃ 去除效率的影响与硫化氢的情况相似。在生物滴滤塔处理污染气体时,入口气体浓度有个临界浓度,当进气浓度较高时,超过了微生物承载能力,微生物对 NH₃ 的净化效率就会下降。本实验入口 NH₃ 浓度在 98.47~1 100.00 mg/m³ 的情况下,去除率较好。与之前处理含 NH₃ 与 H₂S 的混合气体相比,去除效率相对有所提高,主要是因为系统运行时间长,塔内降解 NH₃ 的菌种比之前稳定的缘故,因此是否存在 H₂S 对 NH₃ 的生物降解影响不大。

2.4 入口浓度对含 NH₃ 与 H₂S 的混合气体处理效果的影响

在温度为 25 ℃,气体通气量为 0.4 m³/h,营养盐喷淋量为 8.0 L/h,pH 值在 7.0~8.0,入口 H₂S 浓度在 617.44~1 200.80 mg/m³,入口 NH₃ 浓度在 14.48~118.44 mg/m³ 的情况下,同时通入 NH₃ 与 H₂S 2 种气体,考察 2 种气体不同进气浓度对彼此处理效率之间的影响,其结果见图 5。

由图 5 可以看出,当入口 H₂S 浓度在 617.44~

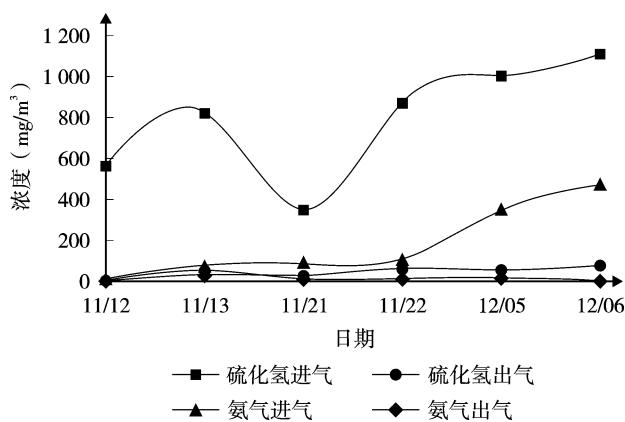


图 5 不同浓度硫化氢与氨气的处理效率

1 200.80 mg/m³、入口 NH₃ 浓度在 14.48~118.44 mg/m³ 的情况下, 2 种气体的去除效果均很明显。在通入 NH₃ 后对 H₂S 的处理效果并没有造成影响, 硫化氢的去除效率达到 92.9% 以上。而 NH₃ 随着通气时间的延长, 处理效率也逐渐提高, 由开始的 82.7% 提高到 99% 以上。

这是因为生物滴滤塔在处理含 NH₃ 与 H₂S 的混合恶臭气体的过程中, 生物反应与物理化学反应均起了作用。一方面, 由于 NH₃ 是易溶于水与酸的气体, 当刚开始通入 NH₃ 时, NH₃ 先溶于液相, 跟溶于液相中的 H₂S 起中和反应作用; 另一方面, 起主要作用的应是生物反应, 在通入 NH₃ 后, 在处理 H₂S 的过程中, 氨气可能被作为氮源被降解硫化氢的菌种加以利用。而生物膜中可能也存在降解氨的氧化细菌和硝化细菌, 经过一段时间后, 可以被大量的驯化和培养, 氨的去除由一开始的物理化学反映为主, 变为以生物降解为主, 因此处理效果逐渐提高。

2.5 pH 值对含 NH₃ 与 H₂S 的混合气体处理效果的影响

在温度为 25 °C, 气体通气量为 0.4 m³/h, 营养盐喷淋量为 8.0 L/h, 入口 H₂S 浓度在 712.8~948.8 mg/m³, 入口 NH₃ 浓度在 422.2~795.4 mg/m³ 的情况下, 同时通入 NH₃ 与 H₂S 2 种气体, 考察 pH 值对含 NH₃ 与 H₂S 的混合气体处理效果的影响, 其结果见图 6。

由图 6 可以看出, 实验在同时处理含 NH₃ 与 H₂S 的混合恶臭气体时, 最佳 pH 值应在 6.0~7.0 之间, 当 pH 值大于 9.0 时, NH₃ 与 H₂S 的去除效率均明显下降。这是由于硫化氢氧化细菌生长的 pH 值范围相对较大, 可在中性和酸性环境下生长; 而氨降

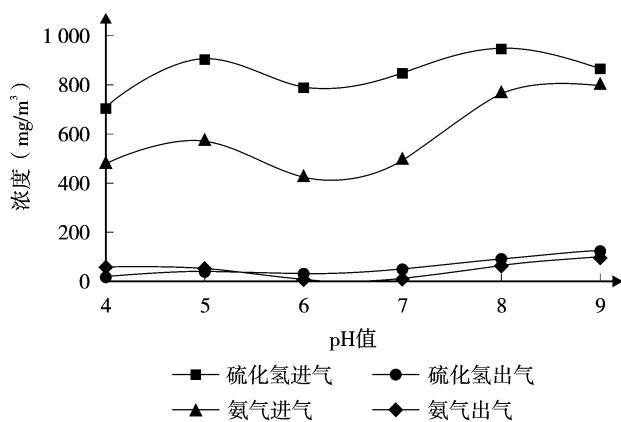


图 6 pH 值对硫化氢和氨气去除率的关系

解细菌最佳的生长 pH 值是在中性的条件下, 因此当 pH 值太低时, 对氨气降解不利, pH 值太高时, 则对两者的降解均不利。由图 6 也可以看出, 氨气与硫化氢在 pH 值为 7.0~8.0 的条件下, 去除效率仍可达 90% 以上。由于生物滴滤塔在处理硫化氢和氨气混合气时, 塔内 pH 值保持在 6.5~8.5 之间, 此 pH 值对反应器中优势菌的生长繁殖不会造成太大影响, 因此反应过程可不用对 pH 值进行调节, 可节约运行成本。

3 结论

(1) 本试验生物膜的培养驯化采用快速挂膜法, 挂膜时间为 20 d, 试验表明该法适用于小试实验, 对于中试或实际的工程, 建议采用滴滤法挂膜。

(2) 研究了生物滴滤塔净化含 H₂S 与 NH₃ 臭气最佳的生态条件为: 在温度为 25 °C、气体通气量为 0.4 m³/h, 营养盐喷淋量为 8.0 L/h, 入口 H₂S 浓度在 712.8~948.8 mg/m³, 入口 NH₃ 浓度在 422.2~795.4 mg/m³, pH 值在 7.0~8.0 之间的情况下, 去除效率均可达 90% 以上。

(3) 生物滴滤塔在处理硫化氢和氨气混合气时, 塔内 pH 值保持在 6.5~8.5 之间, 此 pH 值对反应器中优势菌的生长繁殖不会造成太大影响, 对处理效果影响不大, 因此反应过程可不用对 pH 值进行调节, 可节约运行成本。

4 参考文献

- [1] 涂学炎, 张世鸿, 苏艳华, 等. 易挥发臭气的催化氧化处理研究[J]. 云南大学学报: 自然科学版, 2003, 25(3): 254~257.
- [2] 姜安玺, 张英民, 姜蔚, 等. 催化法在恶臭治理中的应用[J]. 哈尔滨商业大学学报: 自然科学版, 2004, 20(2): 203~206.

(下转第 29 页)

MVR 处理垃圾填埋渗滤液的合理途径

区藏器¹ 李穗中²

¹ 广州市环境保护局, 广州 510091; ² 广州市固体废物管理中心, 广州 510091)

摘要 本文通过 MVR 和蒸发器的原理特点讨论, 对以该法处理垃圾填埋渗滤液至达标排放的可行性进行分析, 提出合理的 MVR 工艺组合和适用设备方案。

关键词 垃圾渗滤液 MVR 离心式蒸汽压缩机 罗茨式蒸汽压缩机 热虹吸再沸器

根据环保部《关于加强生活垃圾处理和污染综合治理工作的意见》要求,到2015年底,全国城市生活垃圾无害化处理率达到80%,其中36个大城市(省会城市和计划单列市)达到95%。全国所有县城建成1座以上生活垃圾无害化处理设施。现广东省大多县市均已建成1座以上生活垃圾填埋场,普遍面临渗滤液处理难题。国家《生活垃圾填埋污染控制标准》(GB 16889-2008)对垃圾填埋场渗滤液的排放标准,从COD、总氮、重金属及外运处理等方面提出了更为严格的要求,使得一些老工艺遭到淘汰,满足新标准的先进工艺如UASB+MBR+RO(上流式厌氧消化床+膜生物反应+反渗透)、MBR+NF(纳滤)+RO、MVR+DI(阳离子交换)等,逐步走进人们的视

线。本文从节能减排的角度,对其中 MVR 合理的工艺组合与设备进行探讨。

1 MVR 技术原理及特点

MVR 属蒸发工艺,是用机械方法将二次蒸汽再压缩到较高压力,使其内能得以提高,重返原蒸发器取代新鲜蒸汽为热源,实现这股能量的持续循环,即只要蒸发启动产生二次蒸汽,可不再用外加蒸汽而使蒸发连续进行。该蒸发系统被简称为 MVR(Mechanical Vapor Recompression),有的称 MVC(Mechanical Vapor Compression),本文认为称 MVR 较确切。MVR 过程示意见图 1。

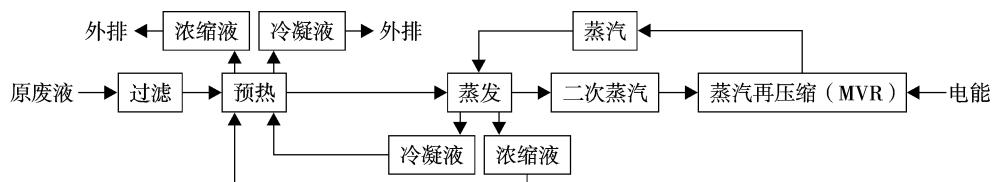


图 1 MVR 过程示意

20世纪60年代,德国和法国成功地将该技术应用于化工、制药、造纸、污水处理、海水淡化等行业;吨水蒸发电耗约23~70kWh(由物料特性决定)^[1],相当于0.037~0.11t蒸汽。这种技术我国近30a才开始在石化和盐化工行业得到应用,主要原因是MVR设备都是欧美进口的,价格较高,但近年能源价格上涨和可持续发展的要求,该技术受到重视,先后被列为2007和2010年国家鼓励发展的节能环保设备^[2]。该技术用于高浓度废水处理的原因则是该节能工艺与其他工

艺组合,能解决渗滤液氨氮和难降解污染物浓度高的难题,满足愈来愈严格的水环境保护要求。清华大学许玉东等人对垃圾填埋渗滤液间接蒸发工艺的运行费作比较^[3],由低至高排行依次是:负压热泵蒸发、常压热泵蒸发、二段反渗透、闪蒸蒸发、强制循环蒸发。可见MVR在蒸发工艺中节能效果好,运行费较低。

MVR 和 RO 都属于物理分离法,使渗滤液分离成大小 2 股液体:大股的清液和小股的浊液,渗滤液所含污染物绝大部分被浓缩于浊液中。据笔者实际

调查,RO 直接用于垃圾渗滤液处理已被广州李坑试验证明是不可行的。而垃圾渗滤液传统使用生化处理,目前尚无达到《生活垃圾填埋污染控制标准》(GB 16889-2008)排放标准的实例。使生化与 RO 组合,污染物去除率可达 95%以上,清液可达排放标准,但 RO 浓缩液(约占处理量 10%~20%)仍须回灌处理,组合电耗高达 55~62 kWh/t 渗滤液。潮州使用的 MVR+DI 组合^[4],可直接用于垃圾渗滤液处理,但废液(约占处理量 14%~21%)也须回灌处理,清液不完全达标,但电耗降到 27 kWh/t 渗滤液以下。2 种方法的投资以 MVR 较低(工程概算约 6.85 万元/t 渗滤液^[5]),且 MVR 系统紧凑密闭,自动化程度高,不受气候和水质变化影响,生产环境干净无异味,占地少,有市场前景,但它不能减排污染物,设计上也还存在若干问题,以致维修维护工作量大,只能间歇生产,有待改进完善。

2 MVR+DI 处理垃圾填埋渗滤液的现况

笔者曾对潮州锡岗垃圾渗滤液处理厂现场调查,该厂设计规模 200 t/d,配置 2 台美国 J&Y 公司产单级离心压缩机(90 kW/台)、一台强制循环喷洒废液的卧式列管蒸发器和一套阳离子交换系统,另有一套 144 kW 的电锅炉为 MVR 启动和维持生产供应新鲜蒸汽,若干配套泵及槽罐设备。渗滤液抽样送检结果是 DI 出水 COD=190 mg/L(标准:100 mg/L)、NH₄-N=4.37 mg/L(标准:25 mg/L)、TN=8.31 mg/L(标准:40 mg/L)和 pH 值 =3.45(标准:6~9),DI 出水带黄色(色度未做,标准:40)。严格来说,MVR+DI 的排水是不达标的,应进一步处理才能确保达标排放。回灌的废液除蒸发浓缩液外,还有 DI 再生排放的含氯化铵盐酸废液和蒸发器氨基磺酸除垢废液,所含污染物和无机盐将累积于填埋场新生的渗滤液内,对填埋体的厌氧消化功能和渗滤液处理设备管道必将产生极不利的影响。潮州在投入运行至调查的一年内,更换过渗滤液循环泵,发生过管道破裂,蒸发器结垢严重等,有记录的最大日处理量 116 t,达不到设计能力。原设计除垢 2~3 d/次,实际要每天停机除垢,以致间歇生产。据统计,我国渗滤液成分 Cl⁻=189~3 262 mg/L、总硬度 3 000~10 000 mg/L^[6]。材料防腐要求,Cl⁻>300 mg/L、80 °C 以上蒸发时,需用钛设备和管道,不用 316L 以下的不锈钢材料^[7]。潮州 MVR 接触渗滤液的部分采用 316L 不锈钢材料,

101~105 °C 蒸发,所以,设备管道腐蚀损坏是难免的。结垢清洗准则与蒸发器选型有关。现场统计运行每吨渗滤液成本为:电耗 27 kWh/t;氨基磺酸 0.6 kg/t、烧碱 0.16 kg/t、消泡剂 0.15 L/t、30% HCl 5 kg/t。尚未计人工、设备维修、管理、回灌、折旧等。原设计对 DI 再生排放的含铵盐酸废液(5%HCl)再进行 MVR 蒸发浓缩,实际上没有实施。

本文认为 MVR 与 DI 组合技术上不合理,DI 再生含铵盐酸废液二次浓缩运行费用较高。

3 MVR 处理垃圾填埋渗滤液的合理途径

本文认为,MVR 处理渗滤液合理的工艺组合和条件是:MVR+ 浓缩液焚烧 + 冷凝液生化处理。其中,蒸发条件为 pH 值 =5,压力 0.02 MPa(约 60 °C),配用 MVR 压缩比 2.4,出口压力 0.048 MPa,饱和蒸汽约 80 °C;浓缩液喷入填埋气火炬 850 °C 以上焚烧或回灌(火炬塔启动前);蒸汽冷凝液进入 SBR 生化处理。此外,各单元应选用高效耐用的设备,确保实现工艺目标。

3.1 蒸发工艺条件和设备的选择

3.1.1 蒸发温度和酸碱度

清华大学岳东北等人的研究表明^[8],渗滤液的 pH 值影响二次蒸汽冷凝液氨氮和 COD 浓度,pH 值 =4~5 时、98 °C 下常压蒸发时,冷凝液氨氮低而 COD 高;pH 值 =6 时,冷凝液氨氮高而 COD 低。同济大学康瑾等人对垃圾焚烧厂贮坑渗沥液(原液 pH 值 5.23、NH₄-N 917 mg/L)在 0.016 MPa、55 °C 下进行蒸发^[9],得到的冷凝液(占比 85.6%)pH 值 =3.46、NH₄-N=0,有 21.58% 有机物挥发进入蒸汽冷凝液;分析表明,挥发物基本上由碳原子数小于 7 的有机酸组成。这意味着 pH 值 =5 和 60 °C 下蒸发的话,蒸发过程只有水和少量低分子量脂肪酸蒸出而所含氨留在浓缩液内,冷凝液氨氮可低至 0,不再需要 DI 装置和处理含铵废盐酸;虽冷凝液 COD 比偏碱蒸发高,但容易生化处理。偏酸条件蒸发的防腐问题也不大,可用硫酸调 pH 值,316 不锈钢可耐浓度高至 15% H₂SO₄。按材料防腐要求^[10],50~80 °C 下,Cl⁻=500~2 000 mg/L 时,可用 254 不锈钢材;60 °C 下,Cl⁻≤300 mg/L 时,可用 316 不锈钢材。这样,合理的工艺条件应选用 pH 值 =5 和 60 °C 的真空蒸发,最后选材则按现场渗滤液 Cl⁻ 的高低确定。渗滤液浓缩倍

数则按所含盐至接近饱和取值(估计 15~20 倍)。

3.1.2 蒸发传热温差

蒸发器设计主要技术参数是传热温差、传热系数和传热面积。按传热公式,温差与蒸发器传热面积大小成反比,温差大则传热面积小,蒸发器造价低。在传热学上,饱和蒸汽温度高于进料沸腾温度,这个温差被称为过热度;当这个温差很小时,沸腾还没有发生,传热主要依靠对流给热来达到,传热系数小;随着温差增大,在管壁表面产生气泡,温差愈大则气泡扰动愈剧烈,这时称为泡核沸腾,传热系数会急剧升高,一般工程上都选择这个阶段进行蒸发器设计。如果温差再加大就容易发生过度沸腾,这时传热系数会很快下降,甚至发生料液通道堵塞,无法操作。因此,蒸发器传热温差的选择十分重要。生产实践显示,两侧流体的温差不应超过 80 ℃,超过会发生过度沸腾,合理的经验值为 14~20 ℃。本文考虑到包括沸点上升的各种传热损失,推荐温差 20 ℃。潮州选用温升仅 4 ℃,传热效率较低,按此设计的蒸发器将比温升 20 ℃的大 5 倍以上。

3.1.3 蒸发器选型

在国内数 10 a 成功的工程实践中,对高硬度、高浊度废液进行蒸发时,为了减轻结垢和便于清洗,在化工、医药等行业广泛应用加热管较短和结构简单的热虹吸再沸器(加热室可打开清刷)。本文推荐采用国产带两个加热室(1 用 1 备)的热虹吸再沸器。其运作如下:废液自下端进加热管内,蒸汽走管间,废液在管内自下而上运动中受热沸腾汽化,随着沿程汽化率上升,至加热管内上部时,形成汽液两相密度差为推动力、汽带液的高速湍流,进入蒸发室汽液分离,浓缩液部分外排,大部分经循环管靠自然热虹吸与进料混合返回加热室再受热汽化,实现连续进液和排液。由于循环速度大,可减轻加热管内表面的结晶和结垢,允许处理浊度较高的废液。原理相近的实例有深圳市某垃圾焚烧发电厂渗沥液浓缩焚烧^[12]。当结垢累积到影响蒸发时,可即时切换另一加热室,对这加热室进行清洗,不影响生产。潮州选用的是管内加热、管外强制循环喷洒废液的卧式列管蒸发器,渗滤液在管外受热汽化,流速慢,污垢容易粘结积聚在管的外表面,蒸发器内卧放数以百计的加热管,由于管径和间距小(一般只有几厘米),容易堵塞,结垢极难清洗,而热虹吸再沸器加热管内表面一般用碱液浸泡即可清洗。卧式列管蒸发器用于低浊度海水

蒸发制淡水也许是可行的,用于垃圾渗滤液效果不理想。此外,卧式列管蒸发器外壳也接触渗滤液,耗用高级不锈钢材多,热虹吸再沸器外壳只需普通不锈钢或碳钢,不需设置和使用强制循环泵和浓液中间罐,流程更简化紧凑,省钱节能。

3.1.4 MVR 技术参数和选型

MVR 技术参数有流量、进出口温度和压力、压缩机(离心式 5 000~20 000 rpm)和电机转速、轴和电机功率等。MVR 进出口温度与蒸发传热温差密切相关,流量大小与 MVR 机型有关。据西安德西罗茨鼓风机技术有限公司介绍,饱和蒸汽入口质量流量小于 10 t/h、升压小于 100 KPa,可选罗茨式 MVR;流量大于 10 t/h、升压大于 100 KPa,可选离心式 MVR。一般单级离心式 MVR 的温升最大 8 ℃,2 台串连可达 16 ℃;罗茨式 MVR 可达 30 ℃。潮州采用大约 8 t/h 的单级离心压缩机,2 台串连,温升仅 4 ℃。离心式 MVR 要求在蒸汽流量稳定工况下工作,对气体的压力、流量、温度变化较敏感,易发生喘振。喘振是离心压缩机固有的一种现象,具有较大的危害性,是压缩机损坏的主要诱因之一。罗茨式 MVR 则比较容易适应蒸汽流量波动,但流量较小。按本文推荐的传热温差 20 ℃,MVR 要么选罗茨式一台,要么选高性能离心式 2 台串连。从投资和维护管理成本分析,本文推荐罗茨式蒸汽压缩机。当渗滤液处理规模大于 250 t/d 时,可设 2 条以上罗茨式 MVR 生产线,便于灵活应付各种情况变化。

在蒸发工艺条件确定之后,由于 MVR 价格高昂,其选型除了技术先进实用,还应货比三家。目前已有几家公司报导开发出了具有自主知识产权的 MVR 蒸发器系统。例如,沈阳科龙实业有限公司承诺可按同型号 MVR 进口工艺设备价格的 55% 供应国产化蒸发成套设备。这对于国内推广 MVR 节能技术是有利的。

3.2 浓缩液焚烧

卫生填埋场均设填埋气焚烧火炬。填埋气焚烧火炬由输气系统、塔体、燃烧器和自动控制系统组成^[13]。本文建议该燃烧器出口增设二次燃烧室,借助填埋气焚烧产生的高温,让蒸发所产浓缩液雾化喷入,在 850 ℃以上焚烧。浓缩液富集了具有相当热值的有机污染物,焚烧过程可能维持自热平衡(或稍加填埋气助燃)。残渣籍重力沉降分离后固化填埋。填埋初期填

(下转第 22 页)

屋面雨水收集利用中弃流装置的改进

连庆堂 郭秀忠 王志超

(福建省亿利达环保工程有限公司,福建泉州 362333)

摘要 文章简单介绍了屋面雨水收集利用系统,包括初期雨水弃流装置、蓄水池系统,重点分析了屋面雨水污染原因,及容积法初期雨水弃流装置的不足,并对初期雨水弃流装置作了改进,可实现初期雨水自动弃流。

关键词 屋面雨水 弃流装置 改进

随着水资源利用程度的不断提高,雨水利用已经越来越引起人们的普遍关注。国内外均有开发和应用雨水收集、处理和回用技术,使雨水成为重要的淡水资源之一^[1-3]。例如上海浦东国际机场航站楼屋面面积巨大,其水平投影面积总计 17.6 万 m²,已经建有完善的屋面雨水收集系统。充分利用建筑物多、地面硬化程度高等条件,收集雨水并加以利用,不仅是缓解缺水状况的有效措施,而且对于雨水资源的开发利用、生态环境改善与水污染的控制等方面也具有重要意义。本文主要探讨了屋面的雨水收集利用系统设计,分析了屋面雨水污染原因,根据雨水水质情况,设计能自动分离初期雨水技术,初步探讨雨水处理技术及蓄水池容积的计算方法。

1 屋面雨水污染原因

屋面雨水径流中含有一定的污染物,这些污染物主要来源于 3 方面:①直接由降水带来的污染。雨水在降落过程中对大气起到淋洗作用,空气中的粉尘颗粒物、可溶性有害气体随雨水降落至屋面,对雨水造成污染;②在非降雨期,房屋面上会积累许多大气中的颗粒沉降物,降雨时,经雨水冲刷进入水体,造成雨水污染;③建筑屋面材料带来的污染。雨水径流时,屋面材料中一些物质会溶解在水中,导致雨水受到污染。因此,初期雨水污染比较严重,雨水中的杂质相对较多。

2 初期雨水弃流装置

考虑初期雨水受污染比较大,必须采取一些简

单易行的措施,舍弃初期雨水,这样,可大大改善收集雨水的水质,提高后续处理的效果,并降低其运行成本。

初期雨水弃流装置是一种非常有效的水质控制技术,合理设计初期雨水弃流装置,可以控制径流中大部分污染物,包括细小的溶解性污染物。初期雨水弃流装置常用容积法,如图 1 所示。

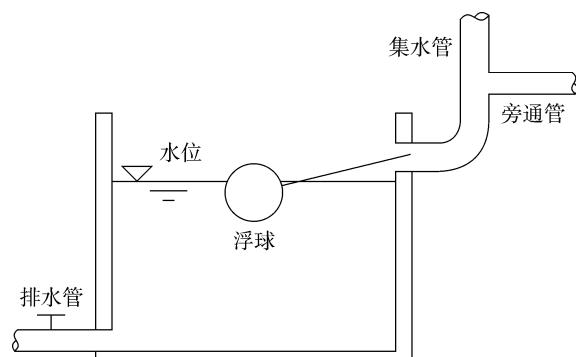


图 1 容积法初期雨水弃流装置

其原理是在池内设有浮球阀,下雨时,屋面雨水开始从集水管流入池里,随着池内水位的升高,浮球逐渐上升,当收集到一定降雨量后,浮球阀将排水管出口完全关闭,然后流下来的雨水将沿旁通管流至蓄水池。该弃流装置不足之处:①弃流池的容积是根据收集屋面的大小设计的,当屋面很大时,弃流池需要占用很大的空间;②弃流池装满水后,需要定期打开排水管上的阀门放空,以备下次降雨再用。

根据以上不足之处,笔者设计一种新型初期雨水弃流装置,如图 2 所示。

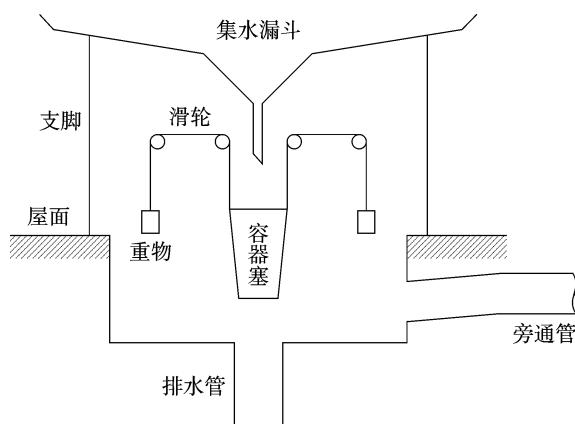


图 2 新型初期雨水弃流装置

图 2 中容器塞是可盛雨水的一种特制塞子,降雨时,雨水由集水漏斗流入容器塞,当容器塞装水后重量重于两块重物时,容器塞逐渐下降,堵住排水管进口。在排水管进口堵住之前,屋面雨水所形成径流全部从排水管流出。当排水管进口被堵住之后,雨水就会往旁通管流到蓄水池。降雨停止时,因容器塞底部设有微小渗漏孔,经过一定时间,容器塞内水就会慢慢渗漏完,容器塞就逐渐上升,悬在排水管口上方。该弃流装置可以设计成小型装置,集水漏斗大小与容器塞容积由舍弃多少初期雨水量来决定。另外,容器塞也可以自动打开,省去人工的操作。

3 蓄水池系统

屋面雨水具有较高的势能,其收集利用的方式可采取重力流雨水利用系统:即雨水→屋面雨水收集→蓄水池系统→供水。其中蓄水池系统设计主要涉及雨水净化与有效容积的确定。

3.1 雨水净化

雨水净化程度可根据利用雨水的地方,对初期弃流后的屋面雨水,采用“混凝–沉淀–过滤”简易工艺。处理对象主要是水中悬浮物,即能有效降低水的浊度,清水可用于冲洗厕所、洗衣服、洗车及城市景观环境用水等。若采用“混凝–沉淀–过滤–消毒”工艺,处理后的水质可达到较高的标准。

3.2 蓄水池容积设计

无论建筑造型和屋顶坡度变化,集水面积均只与屋顶的水平投影面积相关。另外,雨水收集须计算地区的降雨量数据,一般应参考当地的气象局统

计资料,降雨量取值根据需要取月平均值。屋面月平均可利用雨量可由公式(1)计算^[4]:

$$Q = \alpha \cdot A \cdot (H-h) \cdot 10^{-3} \quad (1)$$

式中: Q —屋面月平均可利用雨量, m^3 ;

α —折减系数,考虑下雨初期润湿屋面以及蒸发的雨水损失,通常取 $0.85 \sim 0.95$;

A —屋面水平投影面积, m^2 ;

H —月平均降雨量, mm , 根据当地气象局统计资料;

h —每月初期弃流量, mm , 根据降雨与水质资料确定,通常取 $2 \sim 2.5 \text{ mm}$ 。

蓄水池容积不包括雨水净化所占用空间,其体积可按公式(2)计算:

$$V = V' + (Q + Q') \quad (2)$$

式中: V —蓄水池体积, m^3 ;

V' —每月末剩余的雨水量, m^3 ;

Q —每月雨水收集量, m^3 ;

Q' —每月雨水利用量, m^3 。

V 值设计越大,发生溢流情况就少,安全系数越高,但设施建造的投资费用也越大。因此,须综合考虑。

4 结语

雨水的收集和利用符合国家推进的可持续发展战略,符合节约型城市和循环经济的建设。国内屋面雨水收集利用系统还很不完善,尚处在起步阶段,随着人们环保意识的增强,雨水利用会逐步发展起来。

屋面雨水收集系统相对投资小,管理维护简单,可以优先考虑在居民小区、体育馆、大型公共场所来建造,做到同时设计,同时建设,并作为节能型建筑的一个组成部分。

5 参考文献

- [1] 徐杨,翟迅.浦东国际机场航站楼屋面雨水排水系统设计比较[J].给水排水,2000,26(4):43~47.
- [2] Klaus W,Koenig Dipl. Berlin's water harvest[J]. Water,2000,21(6):31~32.
- [3] Zoe Matheson,Sarah Ford,Sian Hill. Waste minimization and water recycling—a case study at Millennium Dome[J]. IWA Yearbook,2000:30~32.
- [4] 核工业第二研究设计院.给水排水设计手册—建筑给水排水(第2版)[M].北京:中国建筑工业出版社,2001.

Improvement of Split-flow System for the Collection & Utilization of Roof Rainwater

Lian Qingtang Guo Xiuzhong Wang Zhichao

Abstract The collection-utilization system of roof rainwater was discussed. According to the water quality of rainwater, a system was designed to discard automatically the initial rainwater. The purification processes of rainwater, and the calculation of storage capacity were discussed.

Key words water resource roof rainwater split-flow equipment collection utilization

(上接第 19 页)

埋气少,焚烧火炬启动前浓缩液可暂回灌填埋场。以潮州处理渗滤液 200 t/d(含氨氮 1 330 mg/L)计,焚烧火炬启动后,浓缩液带入焚烧系统的硫按中和氨当量计为 304 kg/d,按垃圾产气量 0.1 m³/kg^[12]、日填埋垃圾 500 t、火炬焚烧产气量的 10%约 200 m³/h 计,废气含 SO₂ 约 125 mg/m³,低于《生活垃圾焚烧污染控制标准》(GB 18485—2001) 260 mg/m³ 的标准规定。

3.3 冷凝液生化处理

蒸发所产偏酸蒸发的冷凝液 COD 较高(预计 1 000 mg/L),但生化性能良好,本文推荐常用的 SBR 工艺可处理至达标排放,技术十分成熟,这里不赘述。

4 结语

本文认为,在有填埋气或蒸汽供应或环境要求严格的情形,MVR+ 焚烧 +SBR 应是目前垃圾渗滤液处理各法中较佳的组合工艺。本文推荐的 MVR 组合由如下构成:

(1) 渗滤液宜采用带 2 个加热室(1 用 1 备)的热虹吸再沸器与罗茨式 MVR 组成的蒸发系统浓缩;蒸发条件为 pH 值 =5,压力 0.02 MPa(约 60 ℃),MVR 出口蒸汽约 80 ℃。渗滤液宜采用蒸浓约 15~20 倍(以不高于所含盐的结晶浓度为宜);

(2) 浓缩液宜借助填埋气焚烧火炬产生的高温,增设二次燃烧室,在 850 ℃以上焚烧;

(3) 二次蒸汽冷凝液宜设 SBR 生化处理。

在没有填埋气或没有蒸汽供应或环境要求不高的情形,该组合工艺与现流行生化处理工艺相比,优

势不明显。MVR+ 焚烧 +SBR 还适用于垃圾焚烧发电厂沥滤液处理。

5 参考文献

- [1] 百度文库. MVR[DB/OL]. [2011-02-10]. <http://baike.baidu.com/view/3188923.htm>.
- [2] 国家发展改革委. 涡轮式蒸汽压缩机 当前国家鼓励发展的环保产业设备(产品)目录(2010 年版)[EB/OL].
- [3] 许玉东,聂永丰,岳东北. 垃圾填埋场渗滤液的蒸发处理工艺[J]. 环境污染治理技术与设备,2005,6(1):68~72.
- [4] 广州盛宝龙环保技术有限公司. 机械蒸汽压缩节能蒸发系统[EB/OL].
- [5] 江门京环环保科技有限公司. 渗滤液处理成套设备招标公告 [EB/OL]. [2010-08-06]. <http://www.chinabidding.com/zbxz-detail-197947349.html>.
- [6] 张艮林,徐晓军,童雄. 城市垃圾渗滤液的水质特性及其处理现状[J]. 云南冶金,2005,34(6):60~62.
- [7] 百度文库. 氯离子腐蚀机理及防护[DB/OL]. [2010-09-11].
- [8] 岳东北,刘建国,聂永丰,等. 蒸发法深度处理浓缩渗滤液的实验研究[J]. 环境科学动态,2005,(1):44~45.
- [9] 康瑾,何品晶,邵立明. 生活垃圾焚烧厂贮坑沥滤液的负压蒸发预处理研究[J]. 环境科学研究,2006,19(4):111~114.
- [10] 兰建伟,颜学宏,曾贤桂. 垃圾焚烧厂中沥滤液的处理[J]. 工程设计与建设,2004,36(5):39~42.
- [11] 中国科学院工程热物理研究所. 封闭式填埋气焚烧火炬:中国,CN200958755[P/OL]. [2006-05-25].
- [12] 王进安,杜巍,刘学建,等. 垃圾填埋场填埋气回收处理与利用[J]. 环境科学研究,2006,19(6):86~89.

The Reasonable Ways in the Treatment of Solid Waste Landfill Leachate by MVR

Ou Zangqi Li Suizhong

Abstract The reasonable ways have been discussed on the combination of the MVR and equipments for the treatment of solid waste landfill leachate.

Key words leachate MVR centrifugal vapor compressor roots steam compressor thermosiphon reboiler

沉淀处理地表水中痕量铊

韩天玮 黄卓尔 周树杰 古健 余斌
(广州市环境监测中心站, 广州 510030)

摘要 研究表明, 地表水中痕量铊基本上是以溶解态存在, 难以自然沉降。本文采用硫化钠和石灰作为沉淀剂, 处理受铊污染的地表水, 实验表明该方法可快速有效沉淀处理地表水中痕量铊, 适用于地表水铊污染事件的应急沉淀处理。

关键词 铊污染 地表水 沉淀 应急处理

铊在地壳中属稀散元素, 常在铁、锌、铜等金属硫化物矿中微量伴生。铊及其化合物均呈现高强度的生物毒性(对哺乳动物的毒性甚至比铅、汞等重金属强), 易在生物体内蓄积, 人体过量暴露可导致神经系统、消化系统、皮肤、毛发等永久性中毒损伤。因其强生物毒性和高蓄积性, 国家《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)规定集中式生活饮用水地表水源地水体中铊的浓度不得高于 $0.1 \mu\text{g}/\text{L}$ 。一般情况下, 地表水体中铊的含量很低, 普通工业废水处理后排放不会造成地表水铊污染, 但矿山开采、矿物冶炼等活动其废水排放就有可能造成土壤和地表水铊污染。随工矿废水排放进入地表水体的微量或痕量铊, 呈现高度稳定性, 难以自然沉降, 往往给河流沿程水体造成长时间的污染, 地处矿山开采或矿物冶炼厂下游的生活饮用水地表水源地因此就会受到巨大的安全威胁。

一旦发生地表水铊污染事件, 若仅依靠河流水体自然沉降、流动稀释作用来降低水中铊的浓度, 效果差, 时间长, 污染扩散范围大, 对生活饮用水地表水源地安全构成巨大威胁。快速沉淀处理法是一种良好的环境事件应急处理措施, 在短时间内将污染水体中的铊原地沉降至沉积层, 可有效控制地表水体铊污染事件的影响范围, 快速解除下游的污染威胁。本文对地表水痕量铊污染的应急沉淀处理进行试验, 以期为地表水痕量铊污染防治提供技术参考。

1 材料与方法

1.1 仪器与试剂

电感耦合等离子体质谱仪(美国热电公司, ICP/MS, Xseries-II)。光谱纯硝酸, 高纯水(电阻率 $18.2 \text{ M}\Omega$), 硫化钠, 石灰粉。

1.2 地表水沉淀处理

用聚丙烯塑料桶采集 25 L 受痕量铊污染的地表水, 不加固定剂直接运回实验室进行沉淀处理试验。

移取 1 L 地表水样品加入玻璃烧杯, 加入沉淀剂, 搅匀后静置, 分别于不同时间吸取 25 mL 上清水样, 加入 0.1 mL 硝酸, 搅匀后应用 ICP/MS 检测铊含量。

2 结果与讨论

2.1 地表水中痕量铊的存在形态

地表水水质监测经验表明, 随工矿废水排放进入地表水体的痕量铊, 往往长时间难以自然沉降, 呈现高度的稳定性, 放置一周其浓度也不见有显著下降。为探索其原因, 取受到含铊冶炼工业废水污染的地表水样品, 检测经 $0.45 \mu\text{m}$ 滤膜处理前后水样中铊的含量。结果表明, 地表水样品中超过 95% 的铊可以透过 $0.45 \mu\text{m}$ 滤膜, 说明污染地表水中痕量铊基本上是处于溶解状态, 几乎不被悬浮颗粒物所吸附, 故难以自然沉降。

2.2 水中痕量铊的沉淀处理

污染地表水中痕量铊的沉淀处理, 难点在于其良好的溶解状态, 难以被颗粒物吸附而有效沉降。选择合适的沉淀剂是应急沉淀处理方案的关键。然而, 处理地表水体污染, 特别是生活饮用水地表水源地上游水体, 对沉淀剂的选择有特殊要求, 除了能产生有

效沉淀处理效果外,所用沉淀剂还必须无生物毒性(或毒性较弱,容易降解),不能带来新的污染问题。

根据铊的化学性质,硫化物是其良好的沉淀剂。本文试验了硫化钠和石灰的沉淀处理效果。取铊浓度不同的污染地表水,加入硫化钠和石灰进行沉淀处理,控制硫离子加入量为0.5 mg/L,而水样pH值控制在8.5~9范围。在水样沉淀静置的不同时段,取上清液检测铊的含量,结果见表1。

表1 铊污染地表水沉淀试验结果 μg/L

编号	原水中 铊的浓度	沉淀后静置时间 /min			
		30	60	180	480
1#	0.876	0.188	0.185	0.182	0.183
2#	0.521	0.081	0.078	0.077	0.077
3#	0.306	0.075	0.073	0.071	0.070
4#	0.211	0.066	0.064	0.063	0.064

表1结果表明,使用硫化钠和石灰作为沉淀剂可以有效沉淀水样中痕量铊污染,达到快速沉淀处

理的目的。结果同时表明,沉淀处理后水中尚未沉降的铊是非常稳定的,难以继续被沉淀颗粒物吸附而沉降。试验过程发现一个重要现象,使用硫化钠和石灰作为沉淀剂处理痕量铊,分批加入沉淀剂比一次性加入的效果要好,说明只有与硫离子形成硫化物的铊才能被沉淀处理。因此,可以认为水样中痕量铊主要是通过形成化学沉淀物而被沉降,而吸附沉降的作用可以忽略。

沉淀处理后,上清液中硫化物的含量低于0.2 mg/L(国家地表水水质Ⅲ类标准),未见出现硫化物污染问题,没有产生新的污染威胁。

3 小结

污染地表水中痕量铊基本上是以溶解状态存在,几乎不被悬浮颗粒物所吸附,难以自然沉降。使用硫化钠和石灰作为沉淀剂,可以快速有效沉淀处理地表水中痕量铊,适用于地表水铊污染事故的应急沉淀处理,没有产生新的污染威胁。

Precipitating Treatment of Trace Thallium in Surface Water

Han Tianwei Huang Zhuoer Zhou Shujie Gu Jian Yu Bin

Abstract Trace thallium in surface water is present as soluble speciation, and is difficult to be precipitated with the suspended solids. By using sodium sulphide and lime as precipitants, the trace thallium in surface water can be precipitated quickly, suitable for the urgent treatment of thallium polluted surface water.

Key words Thallium pollution surface water precipitation urgent treatment

(上接第9页)

- [25] Carlin R T. Supported ionic liquid membrane reactors; Energy saving with reduced materials requirements[A]. Green(or Greener) Industrial Appli cat-ions of Ionic Liquias[C]. San Diego CA: USA, 1-5 April, 2001.
- [26] 顾忠茂. 液膜分离技术进展[J]. 膜科学与技术, 2003, 23(4): 214-222.
- [27] Bo yadzhiev L, LazerovaZ, Bezenshek E. Mass transfer in three-liquid phase system A. Proceedin gs of ISEC'83 C. Denver Colorado:USA, 1983;391-393.
- [28] 顾忠茂,周庆红,金兰瑞. 静电式准液膜分离方法及其装置. CN,86101730[P],1988-4-13.
- [29] 吴全锋,顾忠茂. 内耦合萃反交替分离法从稀溶液中提取与富集稀土的研究[J]. 稀土,1996,17(4):5-10.
- [30] Raghuraman B, Wiencek J. Extraction with emulsion liquid membranes in a Hollow-fiber contactor J. AIChE J, 1993, 39: 1885-1889.

Progress in Technique and Application of Liquid Membrane Separation Process

Yu Xiaojing Ye Xuejun

Abstract The progress in liquid membrane techniques was reviewed, including mechanism of mass transfer, membrane type, membrane feature, and application in wastewater treatment.

Key words liquid membrane emulsion liquid membrane wastewater treatment

机动车尾气遥测技术应用探讨

邓南

(广州市环境监测中心站, 广州 510030)

摘要 本文介绍了机动车尾气遥测技术原理、设备构成和发展过程, 及该技术在国内外的应用情况, 特别分析了广州亚运会期间的应用及经验, 在此基础上详细分析了遥测技术的应用特点, 从 3 方面提出提高遥测技术应用水平的建议, 并探讨了该技术的应用前景。

关键词 机动车尾气 遥测技术 应用 探讨

机动车尾气遥测技术是上世纪末发展起来的一种高科技排气检测技术。由于机动车尾气遥测技术采用的是非接触式检测方法, 能在不影响车辆在道路正常行驶状况下实现实时快速地进行机动车(包括汽油和柴油车)排气检测, 平均单台车辆的检测时间不超过 1 s, 这样将极大地提高机动车排气检测工作效率, 极大地降低道路抽检人员的工作强度, 有效节省了人力和物力。它的这些特点引起了各地机动车排气监管部门和监测人员极大兴趣, 但也正因为采用了非接触式检测方式, 其检测结果容易受气象环境、道路条件、检测切面、车辆行驶状况和测量本底等各种外部因素的影响^[1], 总体测量精度和重复性相对较差, 也在一定程度上制约了这一技术推广应用, 让这一技术的应用发展时刻为机动车排气监管部门所关注。

1 机动车尾气遥测技术简介

1.1 机动车尾气遥测技术的发展过程

机动车排气遥测技术自上世纪 90 年代发展到今天, 经历了从红外线到激光技术两个主要阶段, 检测项目由单一的 CO 发展到能分别进行点燃式汽车的 CO、HC、NO_x、CO₂ 24 个项目的检测和压燃式汽车不透光烟度检测。设备方面, 也由柴汽分体结构发展到柴汽一体化结构, 使得设备的体积缩小, 操作更加方便, 也利用机动车车辆信息库数据实现了道路行驶车辆环保标志信息的判别和车辆类别的判断(如能区分压燃式汽车和点燃式汽车等)。

此外, 多光束测量方法也较好地提高了遥测设备的检出率及遥测数据的可靠性。

1.2 设备构成

机动车尾气遥测设备主要由排气分析系统、电子照相装置和车辆辨识系统、测速装置、气象仪器, 控制管理计算机系统等组成, 见图 1。

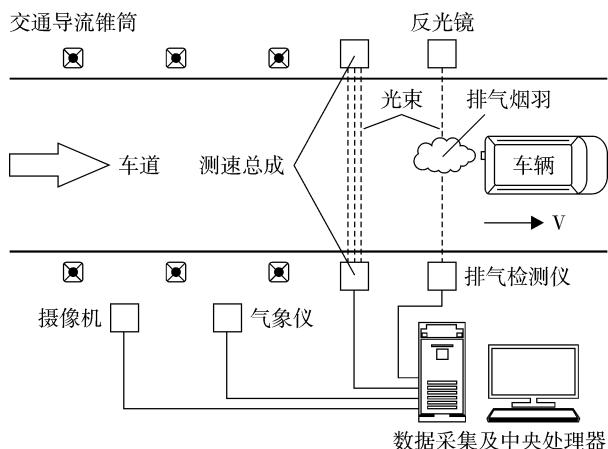


图 1 遥测设备道路监测示意

1.3 测量原理

当遥测设备的光源发生器发出红外光(或激光)和紫外光光束时, 其道路对面的红外线(或激光)和紫外光反光镜又将其反射回设备的光源检测器, 道路上行驶的车辆通过这些光束时, 排出的尾气会对红外光(或激光)和紫外光同时产生吸收。遥测技术正是利用了这一特性, 使用红外光(或激光)测量

CO、CO₂ 和 HC, 使用紫外光测量 NO_x, 车辆的行驶速度和加速度则是使用另一束单独激光测量的。

汽车尾气排出后, 立即在空气中扩散和稀释, 稀释浓度的变化将受空气扰动和风向风速等因素的影响, 直接测量排气烟羽中的各污染物浓度不能有效地反映车辆的实际排放状况, 因此, 机动车尾气遥测技术使用了 CO₂ 作为参比气体进行各种排气污染物的测量, 其方法如下:

假定 QCO、QHC、QNO_x 分别表示 CO、HC、NO_x 对 CO₂ 浓度的比率, 即 QCO=CO/CO₂、QHC=HC/CO₂、QNO_x=NO_x/CO₂。有关研究表明, 对于某一给定的排气烟羽, 其 QCO、QHC、QNO_x 是基本恒定的, 不因扩散和稀释发生变化。遥测也是利用了这一特性, 通过在一个极短的时间内对排气烟羽进行多次测量, 计算 CO、HC、NO_x 浓度与 CO₂ 浓度之比值, 以确定 QCO、QHC、QNO_x 值, 再使用碳平衡法和燃料燃烧化学反应方程式及燃料中的碳原子量确定 CO₂ 的浓度, 最终计算出道路行驶车辆的 CO、HC、NO_x、CO₂ 排放浓度。

柴油车黑烟测量方面则是利用绿光片组阵列同时测量汽车排气烟羽对光的吸收量, 计算吸收量最大一组绿光片所对应的光吸收系数(m⁻¹)值, 经修正后即为其测量结果。

2 遥测技术应用状况

2.1 国内外应用情况

机动车排气遥测技术自上世纪末开始在北美、欧洲、东亚等国家和地区应用, 经历了近 20 a 的发展, 主要应用在甄别高排放车辆、低排放车豁免、排放调查、排放控制措施和技术评估以及结合其它排放检测技术进行执法等方面^[2]。但由于测量条件和车辆行驶工况等诸多因素制约了设备的实际测量精度和重复性, 这样也就制约了遥测技术在机动车排气检测领域的进一步应用发展。

国内方面, 北京是国内遥测技术应用最好的城市, 早在 2002 年, 北京就开始了遥测技术的应用研究工作, 并对检测数据进行了各种分析与研究工作, 得出 10% 的高排放车辆的排放分担率为 40% 左右的结论^[3]。2008 年北京奥运会期间, 为做好北京市环境空气质量保障工作, 利用遥测技术在其入城主干道对遥测筛选出来的外籍高排放车辆限制进入北京

市, 起到了良好应用效果。此外, 我国重庆、武汉、大连、郑州、中山、珠海等城市虽先后购置了遥测设备, 但仍处于应用研究阶段, 其应用效果仅起到警示车主加强车辆的维护与保养工作和宣传作用。

我国台湾和香港结合 I/M 制度的实施, 要求经遥测筛选出的高排放车辆进行排气复测工作, 对再次检测超标的车辆强制进行维修和治理^[4]。

2.2 广州应用经验

2010 年广州亚运会期间广州在遥测技术应用方面主要有如下三方面的经验。

2.2.1 借鉴北京奥运会经验, 对外籍高排放车辆进行入城控制

为做好 2010 年广州亚运会期间的环境空气质量保障工作, 广州学习北京奥运会经验, 引进了 12 台机动车排气遥测车辆, 并在每台车辆配备了遥测设备和双怠速、自由加速等传统设备(以下简称传统设备)。广州亚运期间使用这些遥测车辆在入城主干道和亚运主会场进行了检测工作, 对进城外籍遥测超标车辆进行了劝返工作, 对不听劝返和本市籍遥测超标车辆则由交警马上截停, 利用遥测车配备的传统设备进行排气检测, 经检测超标的车辆则暂扣其行驶证并强制其维护治理和复测工作, 直至排气达标为止。广州亚运期间道路遥测示意, 见图 2。

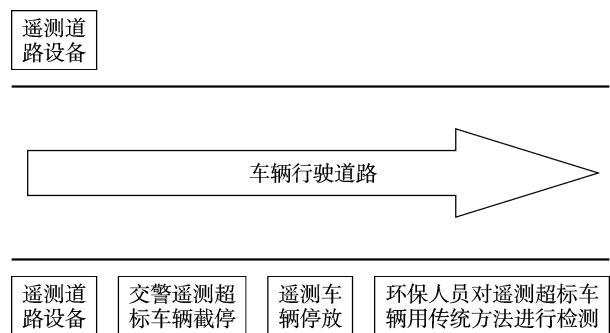


图 2 广州亚运会期间道路遥测示意

道路检测时, 遥测道路设备安置位置离遥测车停放位置约 50 m 左右, 道路设备与车载设备间采取无线数据传输方式, 交警根据遥测车车顶 LED 显示器显示出来的遥测结果对遥测超标车辆进行截停工作。

2.2.2 利用遥测设备的标志识别功能对违禁车辆实施处罚

广州根据机动车排气监管工作需要,在遥测设备中增加了环保标志类别识别功能,在开展道路遥测工作时,如发现没领环保标志车辆或黄标车辆违禁行驶时由公安交警部门按规定进行处罚。

2.2.3 广州亚运会场馆周边机动车尾气遥测工作的作用

亚运会期间,广州在市中心区将遥测的重点放在亚运场馆周边,图3和图4是2010年11月,在广州体育中心西门和奥体中心遥测超标率统计情况,遥测限值采用的是广东省地方标准^[5]。从图可以看出,刚开始在这两个点位进行遥测时,经布点路段车辆的排放状况较差,其超标率也较高,慢慢地超标率开始降低,到后期基本维持在一个较稳定状况,也即由于布点路段布设了遥测车和开展了遥测检测,使得行驶在布点路段的车辆状况开始变好。究其主要原因可能是在遥测布点路段,刚开始时车主不知道在该路段开展了排气检测,当他们经过一次后发现道路上有排气检测,而且还能看到自己车辆的排放状况。许多车主特别是老旧车辆的车主当发现自己车辆超标后,也许就不敢再经该路段行驶,就这点来说,机动车排气遥测工作在一定程度上对老旧车辆和排放状况差车辆的车主形成了良好有效威慑作用。

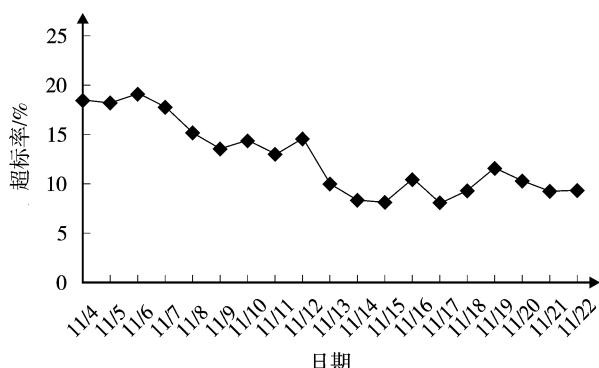


图3 亚运会期间广州体育中心西门遥测超标率趋势

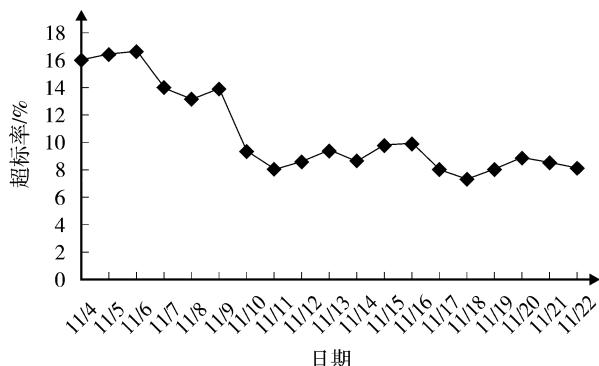


图4 亚运会期间广州奥体中心遥测超标率趋势

3 遥测技术应用特点分析

3.1 影响遥测结果的因素分析

当车辆在道路上行驶时车况是在不断变化的,就加速减速两种状况来说,一个在加油一个则在踩刹车,其操作性能和发动机的运行状况发生了明显变化,毫无疑问车辆的排放状况也将发生明显变化,这是导致遥测结果重复性不好的主要原因。其次,环境条件,比如湿度、风速等对遥测结果的影响也非常大,湿度过大,在空气中形成凝结有细微粒子的细小颗粒水珠,这些水珠将对遥测光谱有吸收反射等作用,在一定程度上会影响遥测测量结果。当风速过大时,机动车排出的尾气将会迅速扩散,遥测的烟羽量就会太低,也将影响遥测结果。此外,测量本底值变化、道路条件、太阳光等在一定程度上对遥测结果也会有影响。

3.2 影响遥测技术应用的瓶颈

机动车排气遥测技术以其快速、不影响道路交通以及减少人力物力等特点为机动车排气监管部门和监管人员所关爱和重视,但又因采用的是非接触测量方式,其测量结果会受诸多因素影响,导致人们对应用范围和前景有些茫然,也是制约遥测技术进一步应用的瓶颈。因此,机动车排气遥测技术应用的突破点是怎样减小各种外界因素对其测量结果的影响,进一步提高遥测结果的重复性和可靠性,逐步实现遥测技术直接用于排气执法监测工作。

4 提高遥测技术应用能力的建议

4.1 增强应用部门交流活动,促进遥测应用技术的共同提高

遥测技术应用于机动车排气检测本身就是一种技术突破,总体上讲,机动车排气遥测技术因具有良好的统计特性在排放调查、排放控制效益评估等方面在国内外都得到了良好应用,但在实际应用中各地则根据当地机动车排气监管工作需要也在探索其应用,且这种探索仅限于某个城市的工作,如能在城市间,甚至在大区域(如长三角、珠三角)间组织各种应用交流活动,将各地的应用经验进行交流,能进一步促进遥测技术应用工作的共同提高。

4.2 设备生产企业应更进一步加强试验研究,提高设备的测量精度与重复性

机动车排气遥测技术应用水平和应用能力的提高关键在于技术的进步、设备检测能力的提升等,也即关键仍在设备生产厂商。设备生产厂商可以考虑从如下几方面开展相关研究工作,以进一步提高设备的总体性能。

4.2.1 广泛收集用户应用意见,不断改进产品质量

技术的应用是靠用户实现,而往往用户的需求又有力地促进了应用技术的进步。用户是仪器设备直接使用者,能不断发现使用过程中出现的问题,也能结合实际工作提出新的应用要求。因此,遥测设备要在应用上有新的突破或突破其应用瓶颈,遥测设备厂商应广泛收集各方面的各种应用意见,从设备硬件与软件方面都应不断改进设备性能与质量,以进一步提高设备的稳定性和促进遥测技术的应用。

4.2.2 开展车辆运行工况排放试验研究,提高遥测与其它排气测量技术间的相关性

要突破遥测技术的应用瓶颈,笔者认为遥测设备厂商应进一步开展大量的试验研究,应与其它排气检测方法进行试验比对研究,除对检测结果进行比对和相关性分析研究外,更重要的是应进行遥测与其它测量可靠与重复较好的排气检测技术间的比对试验研究,应开展各种工况法下的连续试验比对,通过收集到的检测数据,对各自的测量数据进行回归,建立各自在不同车辆行驶状况下的回归曲线,并将其作为遥测设备检测结果动态修正的曲线,这样也许能良好地减少车辆工况变化对遥测结果的影响。

4.2.3 开展检测条件因素影响研究,进一步减小或消除测量条件对遥测应用的限制

由于机动车排气遥测技术是直接在道路上进行测量,测量位置与点位及设备安装位置等虽可以人为控制,但测量环境的变化是人为无法控制的,因此,开展检测条件因素影响研究,也将有助于遥测精度与测量重复性的提高。同样,也应形成不同测量条件与不同测量环境状况的动态影响曲线作为遥测设备检测结果动态修正的曲线,以减消测量条件和环境变化对遥测测量结果的影响。

4.3 使用部门应根据监管要求,量体裁衣定制有特色的遥测设备,以促进遥测技术的进步

为了促进遥测技术在广州的应用,广州根据机动车排气监管工作需求,在亚运会前采购遥测设备时对设备性能主要提出了如下新的需求:

(1) 要求设备能同时测量柴油车和汽油车,且能对车辆使用燃油类别进行分类,并将其按燃料类别进行数据的分开保存。

(2) 能将环保标志车辆信息参数导入设备软件数据库,以实现对车辆标志信息的识别。

(3) 具备检测结果导出功能,以便于检测数据的分析与处理。

(4) 具备动态排放限值设置功能,方便标准限值变更时的设置。

广州提出的技术需求再一次促进了遥测设备的技术进步。因此,各地在进行遥测设备的采购时可以因地制宜地提出符合当地监管需要的要求,以促进遥测设备功能的进一步完善与提高,逐步扩宽机动车排气遥测技术的应用范围。

5 应用前景探讨

机动车遥测技术的应用瓶颈是测量结果易于受各种因素影响。但技术是在不断进步的,如遥测技术与设备通过各种试验不断地减少车辆行驶工况,测量环境因素以及测量条件等相关因素的影响,测量精度与重复性性能得到进一步提高。笔者相信不久的将来,遥测技术将会非常可靠地直接应用于机动车排气执法监测工作,这样也将极大地提高机动车排气监管效率,达到真正实用的效果。

6 参考文献

- [1] 农加进,黄荣,双菊荣,等.汽车排气遥感测量影响因素分析[J].广东环保科技,2005,15(1).
- [2] 黄荣,双菊荣,黄新平,等.机动车排气遥测技术的应用和发展[J].广州环境科学,2006(3):17-19.
- [3] 黄新平,黄荣.高排放车遥感筛选在台湾的应用[J].中国环境监测,2006(2):81-83.
- [4] 周昱,傅立新,杨万顺.北京市机动车排放遥感监测分析[J].环境污染治理技术与设备,2005(10):91-94.
- [5] 广东省环境保护局,广东省质量技术监督局 DB44/T594-2009,在用汽车排气污染物限值及检测方法(遥测法)[S].2009.

Application of Remote Sensing in the Measurement of Vehicle Exhaust

Deng Nan

Abstract The remote sensing measurement of vehicle exhaust was introduced, including principles, equipment composition, development process, and application. The prospect of the technique is discussed.

Key words vehicle exhaust remote sensing application discussion

(上接第 16 页)

- [3] 王睿,石冈,魏伟胜,等.工业气体中 H₂S 的脱除方法——发展现状与展望[J].天然气工业,1999;84~90.
- [4] 李朝华.炼油恶臭废气的吸附催化氧化脱臭工艺研究[J].炼油设计,2002,32(4):52~55.
- [5] 谢冰,史家墚.微生物法脱臭及其应用[J].上海环境科学,1997,16(3):14~16.
- [6] 张家忠,宁平.干法脱除硫化氢技术[J].云南环境科学,2004,23(2):41~44.

On the Biodegradation of H₂S and NH₃ in Biotrickling Filter Tower

Huang Shujie Zhou Weihuang Chen Fanzhi

Abstract A lot of stench gases, such as H₂S and NH₃, are emitted from coal chemical industry, rubber renewable, sewage sludge and other industrial waste disposal process, seriously polluting the environment and harming the health of the Habitat. The treatment of H₂S and NH₃ was studied with a biotrickling filter tower on the factors of concentration, pH, and the co-operation of H₂S and NH₃, in order to inspect the deodorization performance. The results show that, under the conditions of the temperature at 25°C, the nutrient sprinkling rate at 8 L/h, the aeration rate at 0.4 m³/h, the incoming H₂S concentration of 712.8~948.8 mg/m³ and NH₃ concentration of 422.2~795.4 mg/m³, pH at 7.0~8.0, the cleaning efficiency was over 90%.

Key words hydrogen sulfide ammonia biotrickling filter tower Bio-deodorization

珠江综合整治基本实现“八年江水变清”目标

2010 年是实现珠江综合整治“八年江水变清”的最后一年,为检查各市的工作成果,根据《珠江整治责任书》、《污水处理设施建设责任书》的要求,广东省珠江综合整治工作联席会议办公室(以下简称“省珠办”)组织省直有关成员单位组成 6 个考核检查组,对珠江综合整治 2010 年度各市执行情况进行考核检查。

据悉,此次考核主要检查重点区域整治,水源保护,城镇生活污水处理,工业污染源治理,畜禽养殖业污染防治、河涌综合整治、采石场生态恢复等。

2011 年 3 月 14 至 15 日,由省环保厅厅长李清率队的珠江综合整治考核第一检查工作组,在深圳、东莞等市调研淡水河、石马河(以下简称“两河”)的整治情况。

据悉,近年来,淡水河、石马河水质得到了明显改善,部分河段黑臭现象得以消除。石马河河口化学需氧量、氨氮、总磷分别同比下降 8%、11%、6%,化学需氧量、氨氮达Ⅳ类,生化需氧量、总磷、溶解氧达 V 类。

对于当前的两河流域污染整治工作,李清指出,在取得

一定整治成效的基础上,下阶段要做好 3 个方面的工作:一是严格环保准入,对新增项目严格控制,落实环评备案制度;二是提高环保门槛,倒逼产业结构转型升级。今年起列出要淘汰的重污染企业清单,加大淘汰力度。三是加快推进污水处理设施建设。

3 月 14 日到 3 月 22 日期间,其它 5 个检查组,分别对广州、佛山、肇庆等 9 个市的水道、河涌整治,跨市河流污染防治,污水处理厂的运营情况等进行了检查,并形成了最初的反馈报告。

省珠办相关负责人介绍,通过此次考核检查的初步情况来看,珠江综合整治已经基本实现“八年江水变清”的目标,但各市在取得一定整治成效的基础上,仍需继续加强“治水优水”的常态机制建设,在重塑水环境上加把劲,造福于人民。

据悉,省珠办将根据各市自查报告和现场检查的情况,于 4 月上旬形成 2010 年度珠江整治情况的报告,报省政府并在珠江综合整治总结会议上通报。考核结果将作为 2010 年度环保责任考核的一项重要内容。

广东环保公众网(省环保宣教中心)

机动车排气路面遥感检测中若干问题的讨论

刘永全 黄新平
(广州市环境监测中心站, 广州 510030)

摘要 本文对机动车排气遥感检测设备实际应用中在路况、机动车工况、车辆检出率、数据处理等方面需注意的问题进行了较为全面的讨论。

关键词 机动车排气 遥感检测 应用

机动车排气污染物遥感测量技术起源于美国。1988年,美国丹佛大学 Stedman 教授率先成功实现非色散红外法遥感测量汽车排气中 CO 的含量。随后通用汽车公司和休斯公司相继研制适用于机动车排气路面检测的非色散红外遥感测量装置,可完成 CO、CO₂、HC 及其背景值的定量测量,并于 1995 年在新西兰首先实际应用于机动车排气污染物的路面遥感测量^[1]。近 10 多年来,基于光吸收遥感测量技术的机动车排气路面遥测系统得到不断改进,逐步在美国、加拿大、墨西哥、日本、新加坡、澳大利亚、英国、中国等国家推广应用,在“机动车排放调查”、“高排放车辆筛选”、“清洁车辆豁免”及“I/M 制度的评估”等方面发挥重要作用,在机动车排气污染控制管理中取得良好效果。然而,由于路面遥测系统是基于光吸收原理完成机动车排气污染物的浓度测量,遥测设备的使用受到限制,如遇雨雪天、雾天及扬尘较大的路段均不宜开展路面遥感检测工作。此外,遥测结果受到环境温度、湿度、气压、风速、风向等气象因素的影响,在实际路面遥感检测工作中往往遇到一些技术问题。笔者结合实际工作,对机动车排气路面遥测中的路况、机动车工况、车辆检出率、数据处理等问题进行讨论,以期有助于促进机动车排气遥测技术的发展。

1 检测区域路况选择

实施机动车排气路面遥感检测工作,保证足够的排气烟羽量进入测量光束范围是实现成功检测的一个前提条件,否则检测装置不会产生有效信号(检测光路中机动车排气污染物的浓度低于仪器检出

限)。机动车行驶路面的路况对机动车排气烟羽的空间分布形态产生重要影响。为了能产生较为理想的排气烟羽的空间分布形态,确保遥感检测光束能覆盖足够的机动车排气烟羽量,遥感测量区域的路面必须具有一定的平整度,检测路段的坡度最好在 0~5° 范围。

2 受检车辆行驶工况

机动车的行驶工况(特别是发动机转速和车速)直接影响单位时间内排气污染物的排放量。车速过低、排放量不足,将不能满足路面遥测对车辆排放量的基本要求。受检车辆在通过测量区域路段时其行驶速度应大于 20 km/h,如车辆通过时能控制处于微加速状态则效果更为理想。

测量现场的选择及测量系统布设将对车辆的行驶工况产生直接影响。一般将测量路段设在交通灯后一段距离比较合适,同时应考虑车辆行驶状况可能会受到现场设备的影响,有必要采取协调措施,如在测量区域前方约 50 m 处设置交通警示和引导标志,让司机尽可能配合检测工作。

3 机动车检出率与检测现场布设

在机动车排气路面遥测工作中,保证检测系统对受检车辆排气的检出率维持在一定水平是工作的关键。目前的技术水平正常情况下车辆的检出率约为 70%。如车辆检出率过低,说明遥测系统的信号量过低,测量灵敏度不足,遇此情况应及时检查检测系统本身的工作状态是否正常,还应考虑通过车速、车辆加速度、测量光束高度、排气烟羽空间分布、道路平整

度、路段坡度等因素，对遥测系统进行综合优化，提高系统的检测能力，最大限度提高车辆检出率。

值得指出的是，在检测现场，设定合适的测量光束高度十分重要，光束高度过高或过低都会导致测量光束不能有效覆盖车辆排气烟羽，从而降低系统的车辆检出率，测量结果也不可靠。因此，实施检测之前最好对各类待检车型排气管的高度进行调查，建立档案。

4 数据处理及其应用

利用遥测系统检测单一车辆排气所得检测结果的重复性较差，主要原因在于车辆的行驶工况、空气流动形态、排气烟羽空间分布形态等变化较大，在路面检测中难以对各种影响因素进行全面控制，检测场景难以精确重复。但对车辆群进行检测，遥测数据则整体上呈现较好的统计规律性，而且重复性良好。

对车辆群进行路面遥测，简单而有效数据处理方法是将车辆排气的浓度检测值从低到高进行排序，统计各排气浓度限值的累计车辆数，制作累积百分比关系图。

图1是广州地区近年机动车排气浓度检测结果与车辆累积百分比的关系曲线（约3 000组各类车辆的检测结果）。从图1可以看出，车辆累积百分比85%在曲线中是一个重要的拐点。在拐点之前，关系曲线是比较平缓的渐升线，而拐点之后，关系曲线突然变陡，说明受检车辆中约有15%的车辆属于高排放车辆。累积百分比关系曲线中拐点的判定，在机动车排气污染控制管理工作中意义重大，一方面可掌握地区内高排放机动车所占比例，另一方面有助于了解该地区不同时期机动车的排放水平，掌握治理措施或政策变更的阶段性效果。

有研究结果表明，大约50%的机动车排放污染物来自仅占车辆总数约10%的高排放车辆^[2]。高排放车辆是重点治理对象。因此如何有效识别高排放车辆在机动车排气污染治理工作中是关键因素之一。路面遥测是识别高排放车辆的有效手段^[3]，具有

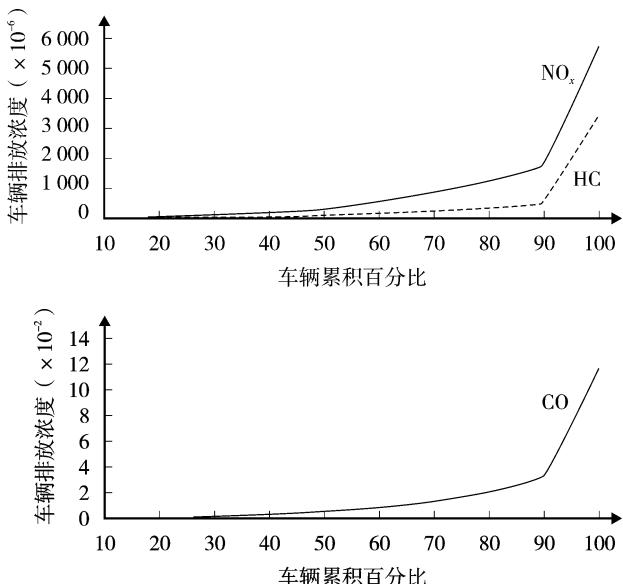


图1 机动车排气浓度与受检车辆累积百分比的关系

简便高效的优点。美国加利福尼亚州对高排车辆实施的遥测筛选结果表明，遥测结果 CO > 2% (v) 或 NO_x > 1 500 ppm (v) 的车辆，其中 83%~88% 未能通过 ASM 测评^[4]，而德克萨斯州的研究结果表明，遥测结果 CO > 2.5% (v) 或 HC > 600 ppm (v) 或 NO_x > 3 600 ppm (v) 的车辆，约 95% 未能通过 ASM 测评^[4]。

另一方面，遥测结果也可用于判别清洁车辆。美国密苏里州圣路易斯市的研究结果表明，当连续 2 次遥测结果 CO < 0.5% (v)、HC < 200 ppm (v)、NO_x < 1 500 ppm (v) 时，清洁车辆判别出错率小于 4%^[4]。

5 参考文献

- [1] Gong R, Waring P. On road remote sensing system[J]. Proceedings of IPENZ+Conference, 1995, 11: 81~85.
- [2] Bishop G A, Stedman DH. Measuring the Emissions of Passing Cars[J]. Accounts of Chemical Research, 29(10): 489~495.
- [3] Guenther PL, Bishop G A, Peterson JE, et al. Emission from 200000 vehicles: a remote sensing study[M]. Sci Total Environ, 1994, 146/147: 297~302.
- [4] 黄荣, 双菊荣, 黄新平, 等. 机动车排气遥测技术的应用和发展[J]. 广州环境科学, 2006, 21(1): 17~19.

On the Road Remote Sensing Measurement of Vehicle Exhaust

Liu Yongquan Huang Xinping

Abstract The problems in the road remote sensing measurement of vehicle exhaust have been discussed, including the road situation, the auto working conditions, the detection rate, and the data treatment.

Key words vehicle exhaust remote sensing road monitoring application

在用机动车排气检测常见问题与处置方法

张炳兴 何志明
(广州市环境监测中心站, 广州 510030)

摘要 本文对机动车排气检测工作中经常遇到的实际问题, 进行分析和总结, 对处理办法进行了讨论。

关键词 机动车 排气检测 常见问题 处置方法

在机动车排气检测工作中, 检测人员面对广大车主和种类繁多的车辆, 会遇到各种各样的实际问题, 如处理不当, 轻则影响工作效率, 重则无法保证检测工作按技术规范要求完成, 甚至会造成工作上的被动。本文结合实际工作情况, 对检测过程中出现的一些常见问题与处理方法进行讨论。

1 在用机动车排气检测技术规范简况

目前, 在用车排气检测技术规范共有 5 套国家标准, 包括《点燃式发动机汽车排气污染物排放限值及测量方法(双怠速法及简易工况法)》(GB 18285—2005)、

《车用压燃式发动机和压燃式发动机汽车排气烟度排放限值及测量方法》(GB 3847—2005)、《摩托车和轻便摩托车排气污染物排放限值及测量方法(怠速法)》(GB 14621—2002)、《农用运输车自由加速烟度排放限值及测量方法》(GB 18322—2002)和《摩托车和轻便摩托车排气烟度排放限值及测量方法》(GB 19758—2005)。其中两个烟度排放标准, 受应用范围及检测条件限制, 实际上在城市机动车排气监管工作中很少应用, 其它 3 个常用国标涉及多种排气检测方法, 应用情况列于表 1。

表 1 在用车排气检测方法及其应用范围

车辆类型	标准编号	检测方法	适用范围
点燃式发动机汽车	GB 18285—2005	双怠速法	定期检验、抽检、排气复测
		稳态工况法	定期检验、排气复测
		简易瞬态工况法	定期检验、排气复测
		瞬态工况法	研究
压燃式发动机汽车	GB 3847—2005	滤纸式自由加速烟度法	定期检验、抽检、排气复测
		不透光式自由加速烟度法	定期检验、抽检、排气复测
		加载减速法	定期检验、排气复测
摩托车和轻便摩托车	GB 14621—2002	怠速法	定期检验、抽检、排气复测

车辆排气检测方法, 基本上可分为两大类。一类为静态无负载检测法, 包括怠速法、双怠速法、滤纸式自由加速烟度法和不透光式自由加速烟度法, 检测时车辆处于静止无负载状况, 与车辆实际行驶状况差异较大, 检测结果不能有效表征车辆的实际排放状况。另一类为动态加载检测法, 包括稳态工况法、瞬态工况法、简易瞬态工况法和加载减速工况

法, 检测时车辆的驱动轮在转鼓上获得模拟道路行驶阻力, 与实际道路行驶状况相似, 检测结果能较好地表征车辆的实际排放状况。

2 排气检测中的常见问题与处置方法

2.1 受检车辆操控

机动车排气检测技术规范对车辆发动机转速

(或车速)有相关规定,因此车辆操控是机动车排气检测工作的重要环节。事实上,要取得具有良好代表性的检测结果,能否适当操控发动机转速(或车速)往往是检测工作的决定性因素。比如应用双怠速法和简易瞬态工况法检测点燃式发动机汽车的排气情况,许多司机往往无法按技术规范要求平稳控制发动机转速(或无法按技术规范要求操控车辆行驶工况),不能满足检测工况要求。图1和图2是车辆操控的2种典型例子。图1是波动型(急躁型)车辆操控方式,操作员急于将发动机转速(或车速)快速提升到技术规范要求的范围内,但由于油门操作幅度过大,造成发动机转速(或车速)反复过冲,转速(或车速)强烈波动,导致转速(或车速)难以平稳操控,使排气检测工作无法按技术规范要求完成,检测结果缺乏代表性。图2是合格的车辆操控方式,油门操控有度,开始时油门适当加大以快速提升,在接近转速(或车速)超差控制下线时适当缩小油门,缓慢而平稳地将转速(或车速)控制在技术规范要求的超差控制线范围内,保证转速(或车速)平稳受控,确保车辆状况满足检测技术规范的要求,检测结果具有良好的代表性。

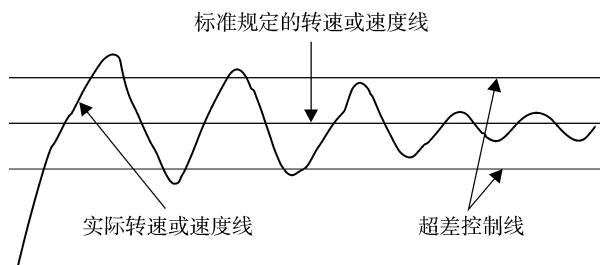


图1 波动型车辆操控方式示意

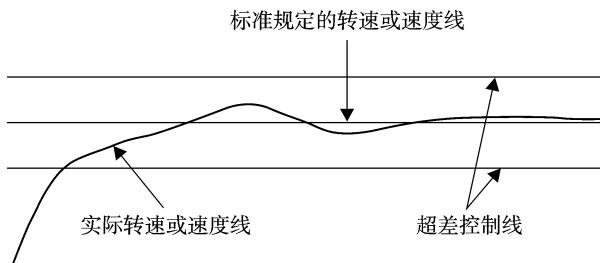


图2 合格的车辆操控方式示意

同样,压燃式汽车自由加速排气烟度检测也存在车辆操作人员操控不当的情况,包括踩踏油门用力过大(一下子将油门踩到底)、踩踏油门用力过小、油门踩踏过程中出现停顿、油门踩到底后维持时间

控制不好、收油太快或维持时间过长等,导致3次自由加速检测结果之间差异过大,检测结果缺乏代表性。正确的操控方式是连续、平稳且不猛烈的快速将油门踩到底,并维持4 s左右。事实上,司机需要了解检测技术规范对车辆操控的具体要求并经过适当训练后才能成为排气检测工作中合格的车辆操控员。

2.2 发动机转速测量

在进行双怠速法和加载减速法排气检测时,检测员往往遇到难以有效测量发动机转速的难题,比如测量不到转速、转速测量值偏差较大而且转速不稳定。目前机动车排气检测工作中所用转速计的采样方式主要有火花塞、点烟器、电池、震动等。采用哪一种转速采样方式最好根据受检车辆的具体结构来决定。在实际工作中,可以首先考虑选取最方便的采样方式,如不合适再尝试选用其它采样方式。

对于不同的采样方式应采取不同措施以增强采样的可靠性:

(1) 火花塞采样时,应分清总火花塞与分火花塞。可以在各个火花塞上尝试,当能良好采集转速数据时再根据火花塞类别(总火花塞或分火花塞)选择仪器设置以获得准确的转速值。

(2) 点烟器或电池采样时,可以考虑打开车辆的大灯以增强其电流的脉动强度,这样采样效果会较好。

(3) 震动采样时,应尽量将传感器放在发动机震动最敏感的地方(如发动机顶部)进行采样。

值得指出的是,在进行转速测量时应考虑仪器(转速计)的设置与车辆的汽缸数、冲程数等相匹配。

2.3 双怠速 λ 值超标比例过高

GB 18285—2005 规定,对于闭环电喷加三元触媒车辆需要进行 λ 值测量,且要求 λ 值在 1 ± 0.03 范围(或车辆生产厂家规定的范围)。然而,在双怠速法实际检测工作中,出现 λ 值超标的车辆比较多(特别是LPG车辆),这是一个值得关注的问题。

λ 值测量,除与车辆有关外,排气分析仪的氧传感器也是影响 λ 测量值的关键因素,因此,在进行排气检测时应经常检查仪器的氧传感器是否工作正常。简单操作,检查正常空气中氧含量测定值是否在20.8%左右,如偏差太大,就要检查氧传感器,并对氧传感器进行校准(如校准不成功,氧传感器可能失效,应及时更换)。

就 LPG 车辆来说,由于采用了稀薄燃烧技术,LPG 车辆原厂设计的 λ 值就不是 1,此时不应套用“ 1 ± 0.03 ”作为 λ 值的判定依据,而应依据 LPG 车辆生产厂家规定的 λ 值进行判定。

2.4 仪器 HC 残留量偏高

在进行摩托车怠速法,以及汽车双怠速法、稳态工况法、简易瞬态工况法检测时,检测员往往遇到仪器 HC 残留量过高而无法正常开展检测工作的问题。出现这种情况,如果仪器的检测器本身没有问题,基本上都是由于采样管清洗不干净引起的。事实上,在检测高排放车辆后,大量废气有机物被吸附在采样管壁或仪器的分析腔体内,此时应使用气泵对采样管路进行吹空清洗后,再将仪器设置于采样分析状况对仪器分析腔体进行清洗,清除残留有机物。

另外,汽车尾气中的水分子在采样管道内残留也是一个重要因素,不仅会出现 HC 残留量偏高的假象,也会导致采样流量不足,影响排气测量的准确性,此时也应使用气泵对采样管路和采样探头进行吹空清洗。

2.5 自由加速烟度 3 次检测结果差异过大

在柴油车自由加速烟度检测中,经常出现 3 次测量结果差异过大现象。这种现象主要是操作不规范引起的。每次采样时踩车操作不一致是导致 3 次自由加速烟度测量结果差异过大的主要原因,此外,踩车过快(或过慢)也会导致 3 次测量结果差异过大。

按 GB 3847—2005 要求,在正式采样测量前应对车辆进行几次自由加速工况吹空操作。在吹空过程

中,应观察每次采样测量结果的变化情况,如每次测量结果变化显著,则应继续吹空操作至测量结果基本稳定,取最后 3 次测量的平均值作为检测结果。车辆操作规范,吹空正常,一般情况下不透光式自由加速烟度 3 次测量结果的差异不大于 0.25 m^{-1} ,而滤纸式自由加速烟度 3 次测量结果的差异不大于 0.5 Rb 。

2.6 非常规车型的简易工况检测

(1)一些带有特殊装置的车辆。国标 GB 18285—2005 和 GB 3847—2005 明确规定,对于同一车型只能选用一种方法进行排气定期检验,也明确规定简易工况法排气检测不适用于全时四轮驱动车辆,而对于非全时四轮驱动车辆及配备有防抱死装置(ABS)、防侧滑装置(ESC)或电子稳定程序(ESP)、牵引力控制系统(ASR)等带主动型制动功能和扭矩控制功能的车辆,要求在开始检测前先中断(关闭)这些控制功能后再进行简易工况法排气检测。

(2)性能较差车辆。由于功率下降、加速性能变差、速度稳定性差等原因,严重影响简易工况法排气检测,此时应要求保养维修正常后再进行排气检测,而不应随意改用其它检测方法。

2.7 多排气管车辆的排气检测

对于怠速法、双怠速法、稳态工况法等排气检测法,按规范要求必须分别对每个排气管进行检测,取各排气管测量结果的平均值;对于瞬态工况法、简易瞬态工况法等检测法,应使用一个专门的 Y 形采样管对两个排气管进行对称同步采样检测。

Problems in the Measurement of Vehicle Exhaust

Zhang Bingxing He Zhiming

Abstract The problems in the determination of vehicle exhaust have been discussed.

Key words vehicle measurement of exhaust common problems treatment

(上接第 12 页)

Introduction of the Island Biogeography and the Conservation Biology

Lu Yan Liao Qingyu Li Jing

Abstract The conservation biology, on the biodiversity and the biodiversity conservation, has become especially important as the ecosystem has been destroyed seriously and the biodiversity decreased severely.

Key words island biogeography conservation biology insularity biodiversity

不同堆置措施对树枝堆肥有机物及生物指标的影响

陈伟玲¹ 李胜华²

(¹广州环境管理体系评估咨询中心, 广州 510620; ²广州市中绿环保有限公司, 广州 510655)

摘要 通过对树枝堆肥采取不同的堆置措施, 研究了调节 C/N 和添加复合菌剂对树枝堆肥有机物含量及生物指标的影响, 为园林废弃物的合理资源化利用积累经验。研究结果表明, C/N 的调节和复合菌剂的添加均能明显促进挥发性固体的降解, 加速堆肥过程中总腐殖酸和游离腐殖酸的分解、提高堆肥中的胡富比、促进胡敏酸形成, 有利于加快堆肥的腐熟和堆肥质量的提高, 有利于堆温的升高和腐熟的加快。调节 C/N 并添加复合菌剂的堆置措施比只进行 C/N 调节的措施更有利于堆肥的快速腐熟以及堆肥产品质量的提高。

关键词 堆置措施 树枝 堆肥 有机物 生物指标

城市绿化树枝向来被视为城市固体废弃物, 而填埋和焚烧的传统处置方法已不符合环保和可持续发展的要求, 对树枝堆肥化则是一种经济有效且环保的方法^[1]。研究表明, 使用落叶堆肥可提高作物产量和品质, 改善土壤理化性质^[2-3]。但由于树枝中较难降解的木质纤维含量普遍较高, 造成树枝堆肥的周期往往较长, 不利于大规模的树枝堆肥生产。C/N 比是影响堆肥腐熟速度及堆肥质量的重要因素, 而复合菌剂的添加不仅能加快堆肥的腐熟进程, 还能增加堆肥中微生物种群和数量, 有利于提高土壤肥力。

国内外学者对猪粪、鸡粪、城市污泥和农业废弃物等堆肥过程中各种有机物的变化做了大量研究^[4-7], 但对单纯用树枝堆肥有机物的变化鲜有研究。且国内外学者对堆肥过程中腐殖质含量、胡敏酸(HA)和胡敏酸/富里酸($w(HA)/w(FA)$)的变化尚未达成共识, 不同学者的研究结果并不一致甚至相互矛盾。

本文对树枝堆肥采用调节 C/N 比和添加复合菌剂的不同堆置措施, 研究了堆肥过程中有机物的动态变化和生物学指标, 为评价堆肥产品的品质、判定树枝堆肥的腐熟度和稳定性以及工厂化树枝堆肥提供参考, 为实现城市园林废弃物的合理处理处置以及资源的可持续利用和社会的可持续发展提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 堆制材料和装置

树枝等园林废弃物主材料取自深圳城市绿化管理处树枝粉碎场。主要树种有深圳市常见城市绿化树种如大叶榕、秋枫、白兰、黄槐、刺桐、芒果和扁桃等, 取材部位为除根和叶以外的主干和枝干部分, 上述材料由深圳市政园林专用运输车收集后运送至试验场。运来的原材料经专用机器破碎后由传输带运至粉碎机粉碎成 5 cm 以下的木屑后供堆肥用。

试验用的复合微生物菌种、尿素、过磷酸钙等调剂剂均取自华南农业大学新肥料资源研究中心。

试验于 2008 年 8 月至 9 月在深圳城市绿化管理处树枝粉碎场进行, 采用堆肥槽堆置。堆肥材料的主要理化性状为: 水分含量 40.1%, pH 值 5.44, 全氮 6.54 g/kg, 全磷 6.17 g/kg, 全钾 4.73 g/kg, 有机质 58.52%, C/N 80。

1.2 堆置方案及采样方法

试验共设 3 个处理堆。CK 直接用树枝堆肥, 不调节 C/N; T1 向树枝中添加尿素和过磷酸钙; T2 在 T1 的基础上添加复合菌剂。

堆肥前用自来水将鲜树枝的水分调至 65% 左右, 混匀后堆成 12.5 m × 2 m × 1.2 m 堆体。尿素和过磷酸钙的添加量分别按 5 kg/m³ 和 1 kg/m³ 计算, 用以调节 C/N 至 30。复合菌剂的添加量为 0.1%。每天上午和下午定时测定堆体温度, 并观察其颜色和气味变化。当堆温升至 65 ℃ 左右时进行第一次翻堆, 其后每隔 2 d 翻堆一次。采用机器翻堆, 翻堆时将表

面、中间以及底部各层混合均匀。每次翻堆时进行多点取样，按四分法收集样品。

1.3 测定项目及方法

鲜样风干后，粉碎过筛。总腐植酸采用碱性焦磷酸钠($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$)浸提- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 容量法测定；游离腐植酸采用1%NaOH浸提- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 容量法测定；胡敏酸和富里酸含量按焦磷酸钠+NaOH浸提- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 容量法测定；挥发性固体(VS)的测定采用550℃灼烧4 h差重法测定^[8]。

种子发芽试验：称取2.00 g风干的堆肥样置于直径为9 cm的培养皿中，把2张大小合适的滤纸放入培养皿中，吸取20 mL蒸馏水于培养皿中，均匀放30粒颗粒饱满的番茄种子(品种为益丰4号，广州蔬菜研究所)，以蒸馏水作对照。每个处理堆做5次重复，每24 h测定种子发芽率和发芽种子的芽长^[9]。发芽指数(Germination Index, GI)用下式计算：

$$\text{GI} = \frac{\text{堆肥处理的种子发芽率} \times \text{种子根长}}{\text{对照的种子发芽率} \times \text{种子根长}} \times 100\%$$

2 结果与分析

2.1 不同堆置措施对树枝堆肥有机碳含量变化动态

堆肥是利用微生物分解和转化堆肥材料中可降解有机物并产生 CO_2 、 H_2O 和热量的过程，原料中的碳素主要用于微生物活动所需能源和碳源^[10]。堆肥过程中有机碳含量动态变化如图1所示。

由图1可知，各处理堆有机碳含量在堆肥周期内呈下降趋势。各处理堆在堆肥前期(升温期)有机碳含量大幅降低，这可能是由于在升温过程中，较适宜的温度促使微生物生长并大量利用碳源所致。在堆肥中后期，由于经过持续高温，堆体中微生物已所剩无几，各处理有机碳含量缓慢降低。经过高温发酵和腐熟过程后，各处理堆有机碳含量明显降低，下降幅度

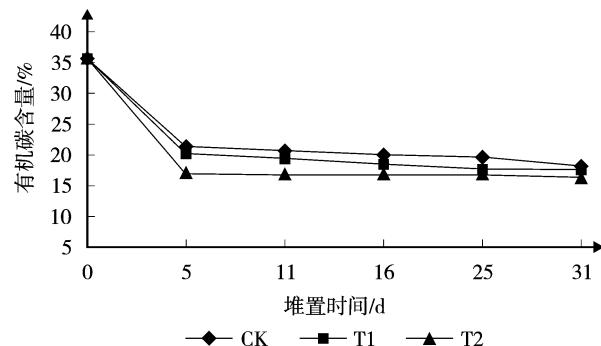


图1 堆肥过程中有机碳含量动态变化

分别为49.1%、50.4%和54.0%。T2的降幅明显高于T1和CK，这与T2中的复合菌剂有较大关联，复合菌剂的添加使堆体中微生物种群和数量均增加，从而对碳源的利用加剧，使得有机碳含量的降低加快。

2.2 不同堆置措施对树枝堆肥总腐植酸和游离腐植酸变化特征

在堆肥进程中，微生物在降解有机质的同时，还伴随着腐殖化过程，总腐殖酸含量及游离腐殖酸含量均是衡量堆肥质量的重要指标^[11]。

2.2.1 总腐植酸含量的变化

由表1可知，随着堆肥进程的推移，各处理堆总腐植酸含量呈下降趋势。CK在发酵的0~5 d总腐殖酸含量下降了4.87%，而T1、T2分别下降了18.18%和20.07%；堆肥至16 d时，CK含量下降了41.24%，T1、T2则分别下降了54.99%和58.37%，降幅均远远高于CK。之后，各处理堆总腐殖酸含量下降缓慢，至腐熟时，CK、T1和T2分别下降了51.09%、59.84%和65.02%。T1和T2相对CK下降速度快，说明合适的C/N以及复合菌剂可加速堆肥过程中总腐殖酸的分解。T2下降速度较T1快，是由于复合菌剂中多种微生物的作用加速腐植酸分解，同时放出大量热能促使堆温升高，加速物料腐熟。

表1 堆肥过程中总腐植酸和游离腐植酸含量动态变化

项 目	处 理	堆置时间 /d				
		0	5	11	16	25
总腐殖酸 /%	CK	38.17	36.31	31.27	22.43	19.58
	T1	38.17	31.23	27.53	17.18	16.47
游离腐殖酸 /%	CK	20.27	19.67	18.42	15.79	14.91
	T1	20.27	18.08	16.98	14.18	12.77
	T2	20.27	17.26	16.24	13.55	11.62
						11.09

2.2.2 游离腐植酸含量的变化

游离腐植酸指结合态的大分子腐植酸，具有相对较高的活性，是总腐植酸的主要组成部分。堆肥过程中游离腐殖酸含量变化情况见表1。

由表1可知，树枝堆肥过程中，各处理游离腐植酸含量呈下降趋势。CK在0~11 d内下降速度缓慢，11~16 d开始加快，此后缓慢下降并趋于稳定；T1在0~25 d都以相对稳定的速度下降，25 d后趋于稳定；T2则在0~5 d内下降较快，5~25 d速度变缓，25 d后亦趋于稳定。至堆肥腐熟时，T1和T2游离腐殖酸含量下降幅度分别为39.60%和45.29%，分别比CK高10.99%和16.68%。表明堆肥过程中游离腐殖酸中不稳定成分在合适C/N和复合菌剂下易被分解，其数量变化趋势直接影响了总腐植酸的变化趋势。

2.3 不同堆置措施对树枝堆肥腐殖质变化动态

堆肥腐熟是在一系列微生物作用下分解转化有机碳，同时又重新合成新的腐植酸类物质，根据溶解特性腐植酸可分为：胡敏酸、富里酸、胡敏素。

由图2(a)可知，各处理胡敏酸含量在0~5 d均缓慢上升，5~11 d急剧上升。之后，T2胡敏酸含量呈小范围波动，而T1和CK含量则在堆肥11 d后均有大起大落，各处理均在25 d后趋于稳定。在堆肥结束时，T1和T2与发酵起始相比胡敏酸含量分别上升了46.24%和59.19%，分别比CK高13.37%和26.32%。C/N的调节对于堆肥前期胡敏酸的分解影响不大，但是对后期新的稳定的胡敏酸分子的合成却有较大的影响。复合菌剂的添加，使堆肥中有更多的微生物来合成新的胡敏酸分子，因而表现出胡敏酸未被大量分解而是较为平缓波动的现象。可见，复合菌剂的添加有利于胡敏酸的形成，加快堆肥腐熟，缩短发酵周期。

堆肥过程中富里酸含量总体呈下降趋势，由于富里酸分子量小，结构简单，一部分易被微生物分解，而另一部分则通过生物化学过程合成为分子量较大的胡敏酸类物质。由图2(b)可知，在0~11 d，各处理堆富里酸均持续急剧下降，且T2下降幅度最大，较初始值降低了46.33%，降幅分别比CK和T1高4.72%和3.15%。至25 d时富里酸含量虽有升高，但T2的降幅更高于CK和T1。堆肥结束时，CK的降幅为37.94%，T1和T2分别比CK下降4.54%和

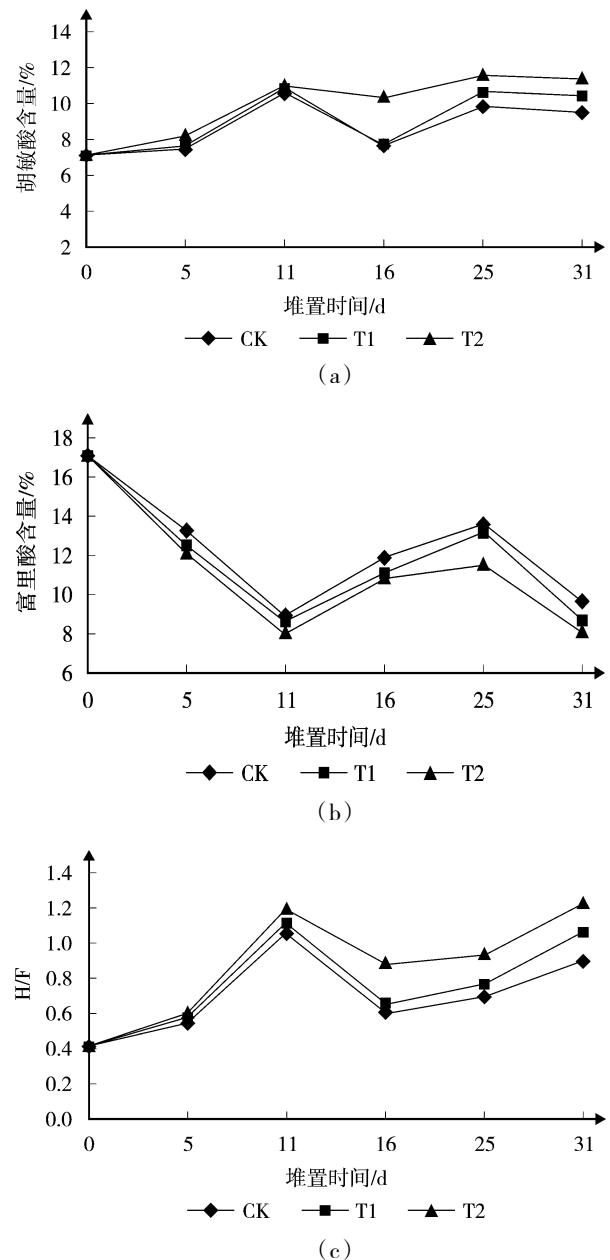


图2 堆肥过程中胡敏酸、富里酸以及胡富比动态变化

7.69%。表明，C/N的调节及复合菌剂的添加都能促进堆肥过程中富里酸向胡敏酸转化，而复合菌剂的加速转化作用更为明显。

胡敏酸和富里酸是腐殖质的主要组成部分，胡敏酸和富里酸的比值(HA/FA)变化情况见图2(c)所示。由于胡敏酸和富里酸含量在堆肥过程中的变化，HA/FA出现先持续急剧上升，而后急剧下降，继而持续上升的趋势。至堆肥结束时，CK的HA/FA较初始值升高了113.74%，T1和T2的增幅则分别比

CK 高 38.64% 和 79.12%, 说明 C/N 的调节及复合菌剂的添加都可以提高堆肥中的胡敏酸形成, 提高堆肥产物中腐殖质含量与质量。

2.4 不同堆置措施对树枝堆肥挥发性固体变化动态

有机物的燃烧挥发部分通常称为挥发性固体, 包括有机质和难降解有机物。由于堆肥过程中难降解有机物变化很小, 因而, 挥发性固体含量的变化可反映堆肥有机物降解程度的变化^[12]。如图 3 所示, 树枝经过高温好氧堆肥处理后, 挥发性固体的质量分数均明显降低。0~5 d 时下降缓慢, 5~25 d 下降速度加快, 25 d 后趋于稳定。各处理挥发性固体含量均从堆肥初始的 71.22% 下降到堆肥结束时的 61.47%、57.62% 和 53.70%, 降幅分别为 13.69%、19.10% 和 24.60%。挥发性固体的降解率较有机质略高, 表明堆肥过程中部分难降解有机物也被降解。同时也表明, C/N 的调节及复合菌剂的添加都可以促进挥发性固体的降解, 有利于加快堆肥的腐熟并提高堆肥的质量。

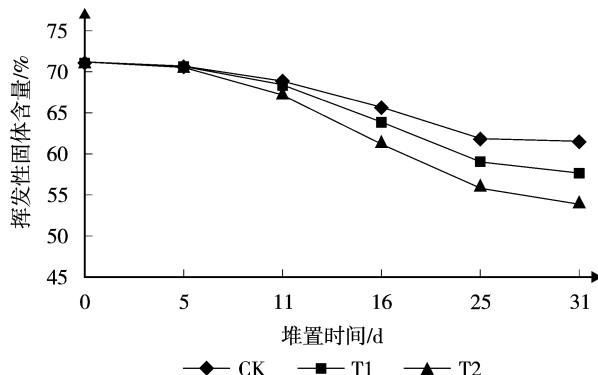


图 3 堆肥过程中挥发性固体动态变化

2.5 不同堆置措施对树枝堆肥中温度的动态变化

堆肥过程中的温度变化是堆肥发酵腐熟的重要参数之一, 堆体温度在 55 ℃ 条件下保持 3 d 以上(或 50 ℃ 以上保持 5~7 d), 是杀死堆料中所含致病微生物、保证堆肥无害化和腐熟的重要条件。图 4 是各堆体的温度变化。其结果表明, 各处理堆在堆制第 3 d 均已达到 55 ℃ 以上的高温阶段, 其中 T1 升温最快, 在堆制第 2 d 时就达到 60 ℃, 第 3 d 时达到 65 ℃。T2 升温亦明显快于 CK, 堆肥第 2 d 即达 60 ℃ 高温, 但最高温低于 T1。这说明合理的 C/N 有利于堆温的快速升高, 而复合菌剂的添加则在堆肥

初期不利于温度的升高。一般而言, 堆肥从发酵开始到完全腐熟, 堆温都会经历升温 - 高温 - 降温 - 腐熟四个阶段。在本试验中, 堆肥前 3 d 为升温阶段, 之后维持 60 ℃ 左右高温约 13 d, 堆置 17 d 开始明显降温, 直至 32 d 时各堆体基本稳定在 40 ℃, 进入腐熟期。在高温阶段, T2 温度最高, 基本维持 60 ℃ 以上, T1 亦维持在 60 ℃ 左右, 而 CK 则在 52~60 ℃ 之间。T2 温度最高可能是由于添加了复合菌剂, 而复合菌剂中存在大量的分解纤维素等的微生物。腐熟阶段, T2 的堆温最低, 较早腐熟, 说明复合菌剂的添加有利于堆肥的快速腐熟。

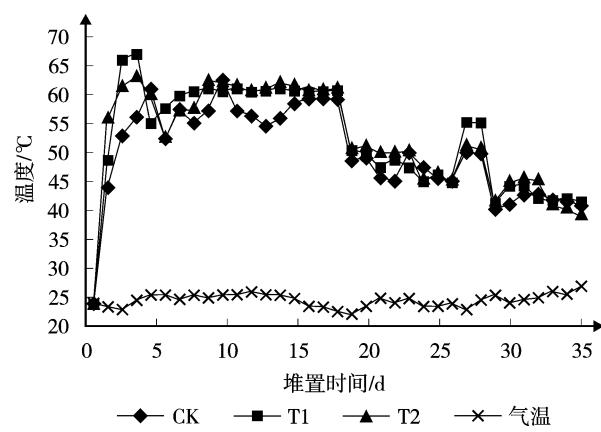


图 4 堆肥过程中温度的变化

2.6 发芽指数的变化

堆肥中所含的重金属、氨和一些有机物会对植物生长和根的发育产生抑制, 因此, 发芽指数 GI (germination index, GI) 值常被作为评价堆肥产品植物毒性的指标^[13]。图 5 的结果表明, 各处理 GI 值的变化规律基本一致, 均呈大幅上升趋势。至堆肥腐熟时, CK 的 GI 值为 90.77%, 较初始值升高了 351.14%, T1 和 T2 的 GI 值分别为 110.35% 和 121.90%, 分别较初始值上升了 436.72% 和 488.04%。

通过对堆肥毒性适中敏感的植物种子的毒性研究, 不但可以检测堆肥样品中的残留植物毒性, 而且也能预计毒性的发展。Zucconi 等^[14]最初认为, 如果当 GI > 50% 时, 说明堆肥已腐熟并达到了可接受的程度, 即基本没有毒性。随着堆肥毒性相关研究的开展, 众多研究学者普遍认为, 在所有状况下, 当 GI ≥ 80% 时, 堆肥产品可以认为没有植物毒性或者说堆肥已腐熟。堆肥结束时, 各处理 GI 值均 > 90%, 而

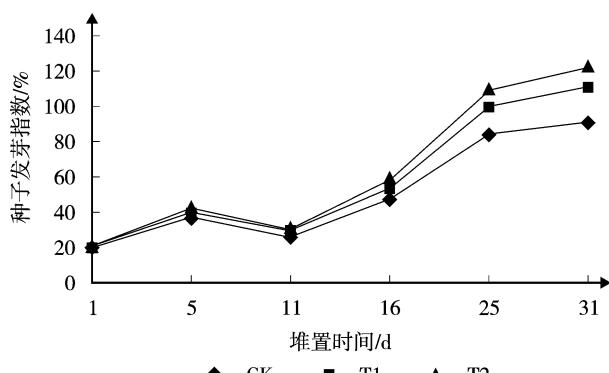


图5 不同堆肥处理中种子发芽指数的变化

且 T1 和 T2 的 GI 值更是达到了 110.35% 和 121.90%，表明 C/N 的调节及复合菌剂的添加都对树枝堆肥中 GI 变化的影响是非常明显的。

3 结论

(1) 树枝等园林废弃物堆肥化能够有效解决环境和污染问题，可实现资源的合理利用和经济社会的可持续发展。

(2) 在堆肥过程中，添加复合菌剂可以加速有机碳的分解和腐熟，加速堆肥反应进程，而 C/N 的调节对有机碳的分解和腐熟作用相对较小。而在促进挥发性固体的降解方面，C/N 的调节及复合菌剂的添加都能明显促进挥发性固体的降解，有利于加快堆肥的腐熟和堆肥质量的提高。

(3) C/N 的调节以及复合菌剂的添加均可加速堆肥过程中总腐殖酸和游离腐殖酸的分解。腐殖质组成成分胡敏酸和富里酸以及胡富比的变化情况表明，C/N 的调节及复合菌剂的添加都可以提高堆肥中的胡富比，促进胡敏酸形成，提高堆肥产物中腐殖质含量与质量，提升堆肥产品的质量。

(4) 美国国家环境保护署(USEPA)规定在静态好氧堆肥过程中，堆体温度持续 55 ℃达 3 d 以上才可有效杀灭致病菌，实现堆肥无害化^[15]。试验中各处理堆温持续 55 ℃分别为 11 d、18 d 和 16 d，T1 和 T2 持续时间均远远超过 CK。而且，在升温阶段和高温阶段，T1 和 T2 的温度比 CK 高，在腐熟时，降温较 CK 更快，因此 C/N 的调节以及复合菌剂的添加均有利于堆温的升高和腐熟的加快。

(5) 番茄种子的发芽试验中，各处理 GI 值均呈现出缓慢上升阶段、抑制发芽阶段、GI 快速上升阶

段和 GI 缓慢上升至稳定阶段 4 个阶段，调节 C/N 的处理和添加复合菌剂处理的堆体腐熟情况明显优于对照。

(6) 综合各测定指标的结果，调节 C/N 并添加复合菌剂的堆置措施比只进行 C/N 调节的措施更有利于堆肥的快速腐熟以及堆肥产品质量的提高。

4 参考文献

- 吕子文,方海兰,黄彩娣.美国园林废弃物的处置及对我国的启示[J].中国园林,2007,(8):90-94.
- GAJALAKSHMI S,ABBASI S A. Neem leaves as a source of fertilizer2cum2pesticide vermicompost[J]. Bioresource Technology,2004,92:291-296.
- ABIGAIL A M. Using yard trimmings compost as fertilizer on vegetable crop s[J]. BioCycle,2004,45(5):48253.
- 陈广银,王德汉,吴艳,等.不同时期添加蘑菇渣对树枝堆肥过程的影响[J].环境化学,2008,27(1):81-86.
- PAREDES C,BERNAL M P,CEGARRA J,et al. Biodegradation of olive mill wastewater sludge by its co-composting with agricultural wastes[J]. Bioresource Technology,2002,85:1-8.
- 谷洁,李生秀,秦清军,等.氧化还原类酶活性在农业废弃物静态高温堆腐过程中变化的研究[J].农业工程学报,2006,22(2):138-2141.
- 高伟,郑国础,高定,等.堆肥处理过程中猪粪有机物的动态变化特征[J].环境科学,2006,27(5):986-990.
- 鲍士旦.土壤农化分析(第3版)[M].北京:中国农业出版社,1999:438-440.
- WU L,MA L Q,MARTINEZ G A. Comparison of methods for evaluating stability and maturity of biosolids compost[J]. Journal of Environmental Quality,29(2):424-429.
- 李国学,张福锁,黄焕忠,等.用水芹菜种子发芽特性评价污泥堆肥腐熟和生理毒性[J].中国农业大学学报,1999,4(增刊):109-116.
- 解开治,徐培智,张仁陟,等.一种腐熟促进剂配合微生物腐熟剂对鲜牛粪堆肥的效应研究[J].农业环境科学学报,2007,26(3):1142-1146.
- NAYLOR L M. Composting[J]. Environmental Science and Pollution Series,1996,18(69):193-269.
- 高建程,于金莲,石登荣,等.不同预堆期对牛粪堆肥进程的影响研究[J].农业环境科学学报,2008,27(3):1214-1218.
- ZUCCONI F,FORTE M,MONACO A,et al. Biological evaluation of compost maturity[J]. Biocycle,1981,22(4):27-29.
- USEPA. Composting: yard trimmings and municipal solid waste[R]. 530-R-94-003,USA:USEPA,17.

Effects of stacked measures on the organic and biologic indices in branches compost

Chen Weiling Li Shenghua

Abstract The C/N, organic and biologic indices have been detected in branches compost with different stacked measures. The results show that, the adjustment of C/N, and the adjunction of complex bacteria can obviously encourage the degradation of volatile solids, speed up decomposition of humic acids and maturity of the compost.

Key words stacked measures branches compost organic biologic indices

省珠江综合整治考核检查组高度评价我市珠江综合整治工作

2010年是实现珠江综合整治“八年江水变清”的最后一年，省委、省政府以及社会各界高度关注。2011年3月21日至22日，由省发改委、省国土资源厅、省环境保护厅、省住房和城乡建设厅等省直有关单位组成的省珠江综合整治考核检查组，代表省政府对我市珠江综合整治2010年度执行情况进行了考核检查。

省考核检查组先后现场察看了我市东濠涌、石井污水处理厂、白云湖水利工程、鸦岗西江引水泵站、珠江广州河段西航道和前航道、石榴岗河、增城石滩镇污水处理厂、增城市新洲环保工业园以及长虹湖三涌补水工程等珠江综合整治项目，听取了我市珠江综合整治工作情况汇报，并反馈了检查意见。市政府向恩明副秘书长、市珠江综合整治工作领导小组成员单位代表出席了汇报会。

省考核检查组组长、省环境保护厅周建新副巡视员对我市珠江综合整治工作给予了高度评价，认为广州市委市政府高度重视珠江综合整治工作，紧紧围绕举办绿色亚运，促进水更清的目标，加强引导，建立组织架构，完善工作机制，加大投入，落实责任，强化措施，各部门各司其职，各负其责，积极推进了珠江综合整治各项重要任务的落实，取得明显的成

效。城镇污水处理能力和污水处理率显著提高，超额完成了珠江综合整治责任书和污水处理建设责任书污水处理能力和污水处理率的要求；河涌截污、清淤、污染源清理、调水、活水，堤岸整治，景观绿化、文化宣传等全方位多层次的综合整治取得一定成效，河涌水质持续改善；多管齐下，提高饮用水源水质达标率，彻底解决了西部水源不达标的问题；打击违法排污行为力度大，罚没金额占全省五分之一的比重。希望广州市政府进一步落实科学发展观，以环境保护服务、推动科学发展，严格环保准入；进一步强化各部门协调，推进珠三角环保一体化；进一步深化河涌整治，提高污染风险应对能力。

向恩明副秘书长对省检查组的细致工作表示感谢，表示广州市下一步将认真对照检查组的反馈意见，结合广大市民群众的要求，全面认真总结八年珠江综合整治期间具有广州特色的治水经验做法，巩固、发展和提升“绿色亚运”及珠江整治“2010年江水变清”工作成果，进一步推动经济、社会、环境全面协调发展，以更加优美的水环境和水生态造福人民、造福社会，为构建幸福广州再作努力，再立新功！

市环保局污染防治处

我市组织开展2010年度全市环境保护目标责任考核检查

为进一步落实政府环境保护责任，按照《广州市2010年度环境保护目标责任考核工作方案》，我市“责考”检查工作全面展开。考核组由常务副市长任组长，成员包括市政府办公厅、市监察局及32个环保目标责任单位。

按照考核要求，我市组织各环保目标责任单位在2月下旬完成了自评工作。2月24-25日，考核组组成了4个检查小组，分别到全市12个区、县级市进行现场检查，听取各区、县级市政府年度环保目标任务完成情况的汇报，查阅核对有关

资料，并对环境基础设施建设、工业污染控制、珠江综合整治、空气污染综合整治、主要污染物总量减排等重点工作进行现场核查。2月28日，考核组对市水务局、经贸委、工商局等市职能部门进行了抽查，认真核实各项环保任务完成情况。从检查情况看，各单位2010年度环境保护工作都不同程度取得进展。本次考核的最终量化评分结果将报市政府予以公开通报。

市环保局污染防治处

辽阳蔬菜种植和畜禽养殖区土壤有机污染状况及评价

何丽莉

(辽阳职业技术学院, 辽宁 辽阳 111004)

摘要 本文对辽阳蔬菜种植和畜禽养殖区土壤中有机物污染状况进行检测, 采用多介质环境目标值评价法对土壤中有机物进行生态评价, 为该地区土壤安全利用等方面提供了技术保障。

关键词 蔬菜畜禽基地 土壤评价 有机污染

近 20 a 来, 随着工业化、城市化、农业集约化的快速发展, 人们对农业资源高强度的开发利用, 使大量未经处理的固体废弃物向农田转移, 过量的化肥与农药在土壤与水体中大量残留, 造成大面积农田土壤环境发生显性或潜性污染, 成为影响农业与社会经济可持续发展的严重问题。辽阳市粮食作物生产基地, 多分布在沈 - 大铁路以西的太子河、浑河、北沙河、柳壕河等沿岸冲积、洪积平原区。该地区土壤为草甸土, 理化性状良好, 地势平坦、土层深厚、上

虚下实、保水保肥、通透性适宜, 水、肥、气、热协调, 其面积约为 413 km²。本文对辽阳蔬菜种植与畜禽养殖区土壤进行了有机污染物质调查和生态评价。

1 土壤有机物检测结果

1.1 主要蔬菜基地及周边地区土壤中有机物检测

对蔬菜基地及周边地区土壤中有机物进行检测^[1], 结果见表 1。

表 1 主要蔬菜基地及周边地区土壤中有机物检测结果 mg/kg

项 目	点位数	平均值	最小值	最大值	检出率/%	项 目	点位数	平均值	最小值	最大值	检出率/%
萘	10	0.034 2	0.006	0.068	100	苯并[k]荧蒽	10	0.018 3	0.012	0.026	100
苊	10	0.011 2	0.009	0.015	100	苯并[a]芘	10	0.054 6	0.025	0.086	100
二氢苊	10	0.002 3	0.001	0.003	90	茚并(1,2,3-cd)芘	10	0.043 3	0.025	0.067	100
芴	10	0.010 3	0.006	0.014	100	二苯并(a,h)蒽	10	0.014 8	0.010	0.020	100
菲	10	0.049 0	0.019	0.078	100	苯并[g,h,i]芘	10	0.037 9	0.020	0.57	100
蒽	10	0.012 2	0.009	0.016	100	石油烃总量	10	14.817	12.13	18.58	100
荧蒽	10	0.118 6	0.061	0.164	100	多氯联苯	10	0.046 9	0.002 6	0.039 2	100
芘	10	0.093 4	0.054	0.134	100	六六六	10	0.006 7	0.000 7	0.018 4	100
苯并(a)蒽	10	0.062 2	0.038	0.092	100	滴滴涕	10	—	—	—	—
屈	10	0.073 7	0.036	0.108	100	有机氯农药	10	0.054 7	0.000 0	0.122 8	100
苯并[b]荧蒽	10	0.055 0	0.028	0.075	100						

由表 1 可见, 16 种多环芳烃只有二氢苊检出率为 90%, 其他均为 100%, 平均值最高荧蒽为 0.148 6 mg/kg, 平均值最低的为二氢苊 0.002 3 mg/kg。

1.2 主要畜禽基地及周边地区土壤中有机物检测

畜禽养殖基地废水污染源及周边地区土壤中有

机物检测结果见表 2。

由表 2 可见, 16 种多环芳烃只有二氢苊检出率为 60%, 多氯联苯为 86.67%, 其他均为 100%, 平均值最高荧蒽为 0.042 mg/kg, 平均值最低的为二氢苊 0.001 5 mg/kg。

表2 畜禽养殖基地废水污染源及周边地区土壤中有机物检测结果 mg/kg

项目	点位数	平均值	最小值	最大值	检出率/%	项目	点位数	平均值	最小值	最大值	检出率/%
萘	5	0.0172	0.007	0.036	100	苯并[k]荧蒽	5	0.0052	0.003	0.007	100
苊	5	0.0076	0.007	0.008	100	苯并[a]芘	5	0.0216	0.015	0.028	100
二氯苊	5	0.0015	0.001	0.002	60	茚并(1,2,3-cd)芘	5	0.0197	0.016	0.023	100
芴	5	0.0067	0.006	0.009	100	二苯并(a,h)蒽	5	0.0090	0.008	0.010	100
菲	5	0.0191	0.012	0.031	100	苯并[g,h,i]北	5	0.0166	0.015	0.018	100
蒽	5	0.0087	0.008	0.009	100	石油烃总量	5	24.448	16.8	30.07	100
荧蒽	5	0.0420	0.030	0.055	100	多氯联苯	5	0.0390	0.0019	0.0404	86.67
芘	5	0.0341	0.024	0.042	100	六六六	5	0.0073	0.0000	0.0056	100
苯并(a)蒽	5	0.0222	0.019	0.027	100	滴滴涕	5	—	—	—	—
屈	5	0.0247	0.019	0.027	100	有机氯农药	5	0.0293	0.0000	0.0292	100
苯并[b]荧蒽	5	0.0211	0.019	0.025	100						

2 有机污染物环境影响度评价法^[2]

本文采用多介质环境目标值^[3]评价对多环芳烃(PAHs)进行评价,评价指标为:人体健康影响度(AS₁)和对生态环境影响度(AS₂)。

$$\text{健康影响度 } AS_{\text{hi}} = Ci / (\text{AMEG}_{\text{hi}}) \quad (1)$$

式中: Ci——污染物 i 的实测浓度, ug/g;

AMEG_{hi}——污染物 i 在环境介质中的健康目标值, ug/g。

AS_{hi}>1 时,该污染物对健康有影响;AS_{hi}<1 时,该污染物对健康无影响。

生态环境的环境影响度 AS_{2i}=Ci/AMEG_{2i}, TAS₂=ΣAS_{2i} (2)

式中: Ci——污染物 i 的实测浓度, ug/g;

AMEG_{2i}——污染物 i 在水中的环境目标值, ug/g;

TAS₂——多污染物对生态环境的总影响度。

AS_{2i}>1 时污染物对生态环境有影响;AS_{2i}<1 时污染物对生态环境无影响。

表3 有机污染物健康目标值^[4]

指标	萘	菲	蒽	荧蒽	芘	苯并[a]蒽	屈	苯并[b]荧蒽	苯并[k]荧蒽	茚并(1,2,3-cd)芘	二苯并(a,h)蒽
健康目标值(mg/kg)	138	11.4	399	160	167	0.33	15.88	6.3	11.7	0.00015	0.0006

表4 蔬菜基地及周边土壤有机污染物评价

点位	AS _萘	AS _菲	AS _蒽	AS _{荧蒽}	AS _芘	AS _{苯并蒽}	AS _屈	AS _{苯并[b]荧蒽}	AS _{苯并[k]荧蒽}	AS _{茚并(1,2,3-cd)芘}	AS _{二苯并(a,h)蒽}	TAS	健康评价
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.12	0.00	0.00	0.00	262.07	0.00	17.31	279.95 影响
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.28	0.01	0.01	0.00	573.49	0.01	33.52	607.33 影响
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.19	0.01	0.01	0.00	321.04	0.00	26.86	348.13 影响

续表 4

点位	AS萘	AS菲	AS蒽	AS荧蒽	AS芘	AS苯并蒽	AS屈	AS苯并[b]荧蒽	AS苯并[k]荧蒽	As苯并[a]芘	AS茚并(1,2,3-cd)芘	AS二苯并(a,h)蒽	TAS	健康评价
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.01	0.00	280.74	0.00	22.90	303.82	影响
5	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.23	0.01	0.01	0.00	311.33	0.00	30.08	341.68	影响
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.01	0.00	165.23	0.00	20.41	185.79	影响
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.01	0.00	234.83	0.00	21.80	256.79	影响
8	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.23	0.01	0.01	0.00	537.63	0.00	26.52	564.42	影响
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.16	0.00	0.01	0.00	376.11	0.00	20.76	397.05	影响
10	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.26	0.01	0.01	0.00	575.85	0.00	26.87	603.02	影响

表 5 畜禽养殖基地及周边土壤有机污染物评价

点位	AS萘	AS菲	AS蒽	AS荧蒽	AS芘	AS苯并蒽	AS屈	AS苯并[b]荧蒽	AS苯并[k]荧蒽	As苯并[a]芘	AS茚并(1,2,3-cd)芘	AS二苯并(a,h)蒽	TAS	健康评价
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	187.21	0.00	14.44	201.75	影响
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	139.63	0.00	16.71	156.41	影响
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	155.40	0.00	15.02	170.50	影响
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	100.04	0.00	14.01	114.11	影响
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	139.01	0.00	14.54	153.62	影响

4 结论

本文研究的地区,其多环芳烃(PHAs)监测项目均有一定的健康情况污染,其中苯并芘和二苯并(a,h)蒽、苯并(a)蒽为主要污染物。该地区土地再次重复利用时,应结合蔬菜种植和畜禽养殖区土壤状况,修复技术可选用生物修复技术中的植物修复为主要的修复技术。主要需要进行植物种类的选用,选用对土壤中有机污染物质的吸附、吸收、富集、分解等能起到良好作用树种、植被,采用原地修复,并根据实际情况联合其它修复技术。选用原地修复策略,选用经济、可行、防止产生二次污染的修复技术^[5]。

5 参考文献

- [1] 郭丽,惠亚梅,郑明辉,等.气相色谱-质谱联用测定土壤及底泥样品中的多环芳烃和硝基多环芳烃[J].环境化学,2007,2:192-196.
- [2] 王江.多介质环境目标值在环境评价中的应用[J].江苏环境科技,1999,2;32-35.
- [3] 吴熊勋,余文涛.农药厂废水的多有机污染物评价[J].环境化学,1990,5;52-56.
- [4] 王晶.环境评价数据手册[M].北京:北京化学工业出版社,1988.
- [5] 骆永明.污染土壤修复技术研究现状与趋势[J].化学进展,2009,3(21):558-565.

Organic Pollution of the Soil in Liaoyang Vegetables Planting and Livestocks Cultivating Regions

He Lili

Abstract The organic pollutants in the soil of Liaoyang vegetables planting and livestocks cultivating regions have been detected, and evaluated with the medium environment target evaluation method.

Key words organic pollution soil vegetables planting livestocks cultivating

环境信息资源共享发布技术规范制定

高峻峰 林宗兴 易 银
(广州市环境信息中心, 广州 510095)

摘要 对环境信息共享资源的发布和使用过程进行规范,有利于环境信息相关资源的共享和合理使用。《环境信息共享资源发布和使用技术规定》是国家环境信息与统计能力建设项目中 27 项信息化标准与技术规范的一个子项。论文介绍了上述技术规定编制的国内外相关研究概况、编制流程、整体框架及主要内容,并总结了编制经验。

关键词 环境信息 共享资源 环境信息使用 技术规定 编制方法

我国环境保护工作从 1972 年开始,经历了近 40 a 的发展,积累了大量的基础信息和加工信息,这些信息是我国经济建设中的宝贵资源,是实现经济与环境协调发展科学决策的重要依据。作为一种社会资源信息,环境信息理应为社会共享;但由于各种原因,数据共享的范围、程度、表现形式等都受到限制,由此造成了环境信息共享的不完善。中国环境信息公开与共享利用工作还处在初期探索阶段。对环境信息共享资源的发布和使用过程进行规范,能够提高环境信息公开水平,保证环境信息公开效果,有利于环境信息相关资源的共享。

为了规范和积极推进污染减排“三大体系”的建设,完善国家环保标准体系,环保部信息中心于 2009 年下达了国家环境信息与统计能力建设项目中 27 项信息化标准与技术规范的编制工作任务。《环境信息共享资源发布和使用技术规定》(以下简称“技术规定”)是其中的一个子项,本文概要阐述了技术规定的编制方法和主要内容。

1 国内外相关研究概况

西方发达国家环境信息公开和共享起步较早,开发利用体系比较完善,具体表现为:①环境信息公开法律法规建设完善。如德国^[1]于 1994 年制定《环境信息法》,规定环境信息公开;②环境信息公开豁免范围较具体。如美国^[2]《信息自由法》规定有 9 类信息是政府不必向公众公开的,包括敏感的国家机密和一些企业向政府提供的信息;③企业环境

信息披露内容范围明确。如美国^[3]是最早进行环境信息披露的西方国家之一,其披露的内容主要有环境事项、与环境事项有关的可能支出和负债、环境法规和法律程序、环境法律研究等;日本^[4]企业环境信息披露动因来看,日本企业已从强制性披露转向自愿性披露,从披露内容上分为 5 大领域、25 个子项目;④环境信息发布技术手段先进。发达国家从 20 世纪 60 年代中期开始就致力于环境信息系统^[5]的建设,如美国的环境信息系统,建立快捷 WEB 主页,面向世界服务,该系统具有数据覆盖面广、开放性好、技术先进、服务项目多的特点。

我国各级环境部门经过多年的业务开展,已经积累了大量环境信息资源。为提高环境信息公开管理水平,保证环境信息公开效果,扩展环境信息相关资源的共享范围,制定相应的技术规定提供了充分的保障,具有十分重要的意义。

2 技术规定编制技术路线

技术规定编制的技术路线参照环保部标准编制的 7 个阶段顺序进行(图 1)。

(1) 调研。主要采取调查问卷、实地调研、现场访谈等方式,同时查阅和收集相关标准规范,并对标准规范分析整理,最后形成调研文档。

(2) 实施方案。结合项目调研结果,制定项目实施方案,内容包括项目目标、工作任务、技术路线、进度计划、组织保障、运行管理等。

(3) 开题报告。在项目调研成果及项目实施方

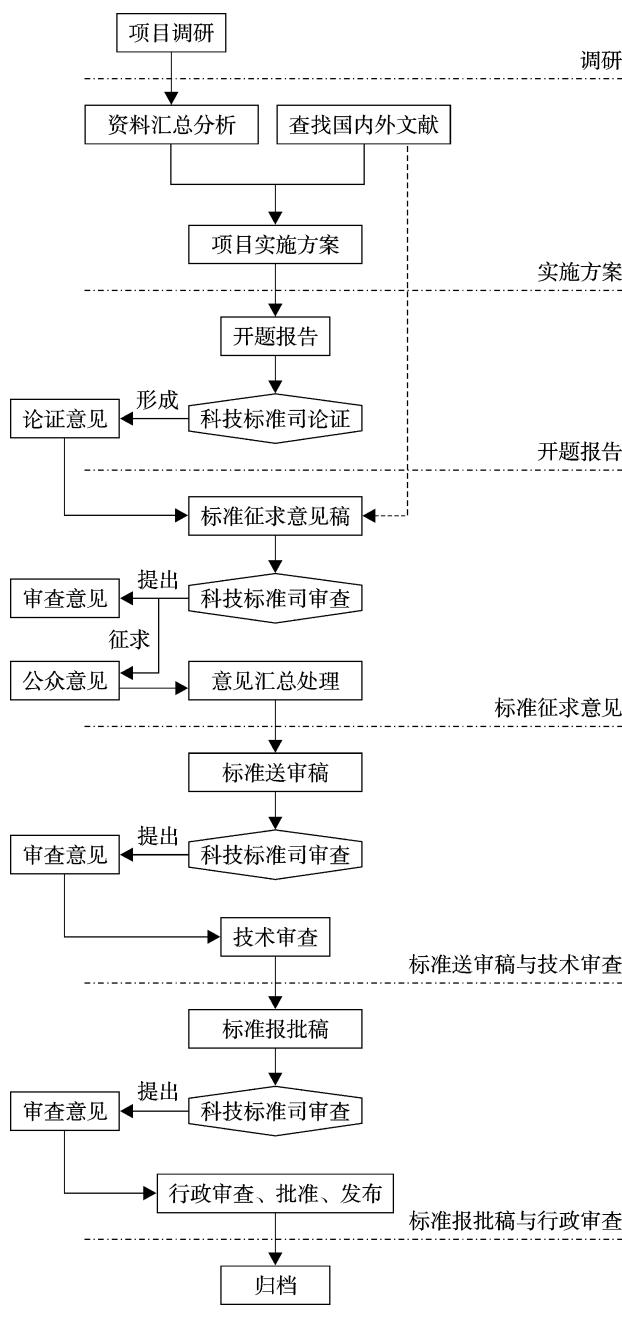


图 1 技术规定编制技术路线

案基础上，撰写开题报告。内容包括：标准主要内容、法律地位与作用、国内外有关情况及发展趋势；制定标准拟采用的原则、方法和技术路线等。开题报告及技术规定初稿完成后，参与科技标准司主持召开的标准开题论证会，接受有关方面的专家和代表的审查，并听取审查意见。确定技术路线和工作方案。

(4) 标准征求意见稿。开题报告工作之后，编制征求意见稿经项目编制组审核后交由科技标准司办

理征求意见事宜，征求意见工作结束后，编制组对征集的意见进行归纳整理，研究确定各种意见的处理方案，编写意见汇总处理表，对有重大争议的问题，及时报告科技标准司。

(5) 标准送审稿与技术审查。根据征求意见的情况，研究确定标准修改方案，编制标准送审稿和送审稿编制说明。根据科技标准司的审查情况，配合进行必要的技术审查。

(6) 标准报批稿与行政审查。标准经审查通过后，对标准的审查结论和审查过程中提出的意见进行认真的讨论，编制标准的报批稿、编制说明和报批说明。

(7) 归档。标准通过行政审查、批准和发布之后，将按照标准档案管理的有关规定，对标准制定过程的各种文件、资料进行整理、归档，送交科技标准司。

3 技术规定整体框架

通过对国内外相关标准、规范的研读和分析，充分考虑与相关环保标准或规范的借鉴、融合，确定技术规定整体框架如下：

(1) 适应范围，概述技术规定的编制内容和适用范围；

(2) 术语和定义，对技术规定中涉及的名词术语进行解释；

(3) 发布内容，对内容组织和内容形式进行了规定；

(4) 发布范围，对环境信息共享资源的发布范围进行了规定；

(5) 发布方式，对环境信息资源共享平台提供的功能进行了详细的规定；

(6) 发布流程，对信息获取、信息审核、信息发布进行了详细的规定；

(7) 使用规定，对环境信息共享资源的使用进行了规定；

(8) 资源服务，对环境信息共享服务的主要内容进行了详细的规定；

(9) 维护管理，对环境信息的维护管理进行了规定；

(10) 附录 A 环境信息共享资源发布目录，对环境信息共享资源的发布目录进行了规定；

(11) 附录 B 信息展现形式，对列表形式、简要形式和细览形式进行了规定；

(12) 参考文献,介绍了技术规定中引用的相关标准文件。

4 技术规定主要内容

4.1 适用范围

对环境信息共享资源的发布内容、发布范围、发布方式、发布流程、资源服务和维护管理等技术要求进行了规定。

4.2 发布内容

发布内容为所有可以共享和发布的环境信息资源。参照《环境信息分类与代码 HJ/T 417-2007》,发布的内容按 10 类进行组织:① 环境质量信息;② 生态环境信息;③ 污染源信息;④ 环境管理业务信息;⑤ 环境科技及其管理信息;⑥ 环境保护产业信息;⑦ 环境政务管理信息;⑧ 环境政策法规标准;⑨ 环境保护相关信息等;⑩ 其他环境信息。

环境信息共享资源应按以下一种或几种形式发布:① 以文字形式发布;② 以图表形式发布;③ 以图片形式发布;④ 以多媒体形式发布;⑤ 以应用系统形式发布。

4.3 发布范围

按照环境信息资源的共享程度,依据最大限度的保障公民知情权又要维护国家、社会、企业组织和公众利益的原则,环境信息共享资源的发布范围分为以下 4 类:① 环保机关内部:仅向本环保机关内部发布;② 环保系统内部:向上级环保单位和下级环保单位发布;③ 政府内部:向政府环保系统及其它政府机构发布;④ 社会公众:向社会公众发布。

4.4 发布方式

环境信息共享资源通过基于 Internet/Intranet 的信息资源共享平台进行发布。该信息资源共享平台必须提供以下功能:① 支持自动发布数据审核规则;② 发布信息手工录入;③ 发布信息修改;④ 发布信息审核;⑤ 信息实效判断。

4.5 发布流程

环境信息共享资源发布总体流程如图 2 所示:

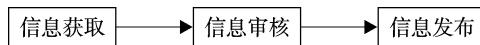


图 2 环境信息共享资源发布总体流程

4.5.1 信息获取

信息获取主要有两种方式,一是通过信息资源共享平台直接从数据中心获取数据信息;二是如果不能从数据中心获取数据信息,则直接利用信息资源共享平台手工录入或导入。

4.5.2 信息审核

信息审核采用自动审核和人工审核相结合的方法。

(1) 自动审核;设置关键字,对上传的数据进行自动筛选,符合条件的数据即标记为审核通过;对未通过自动审核的数据再进行人工审核;

(2) 人工审核;人工审核采用二级审核机制,具体审核流程见图 3。

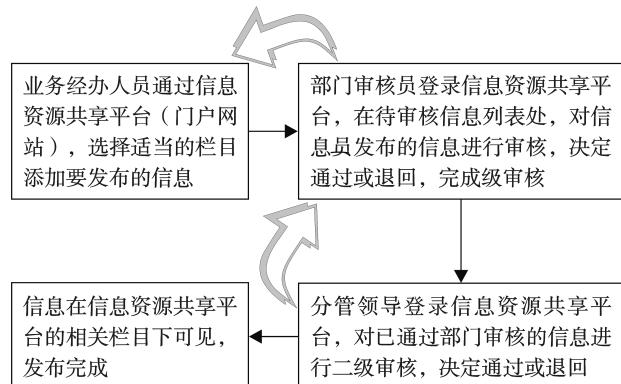


图 3 信息发布二级审核流程

4.5.3 信息发布

获取的数据信息通过审核后,就需要向社会大众或部门发布信息,主要的发布方式有两种:自动发布和主动发布。

(1) 自动发布的技术流程为(图 4):① 定义数据审核规则;② 从数据中心自动获取发布信息;③ 根据数据审核规则对待发布信息进行自动审核,发现冲突时发出警报(如短信、邮件、消息等);④ 将满足数据审核规则的信息自动发布到指定范围。

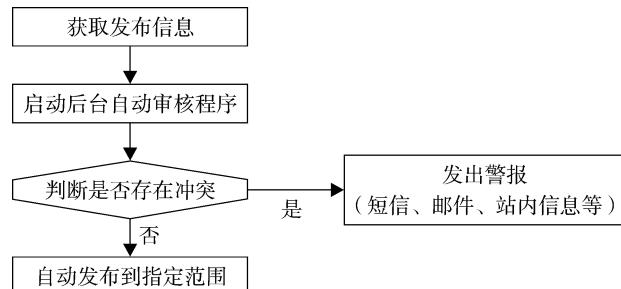


图 4 自动发布流程图

(2) 主动发布的技术流程为(图5):①数据源获取;主要来自于十大类环境信息;②信息管理。对拟发布的环境信息进行采集、整理、加工,从原始信息中抽取其主要特征(核心元数据);③信息发布;

经信息管理系统处理之后的数据,连同环境信息全文,通过数据交换传递给服务系统,然后通过互联网将信息提供给用户检索、浏览、下载、打印。三种发布形式为:内网发布、专网发布和公众网发布。

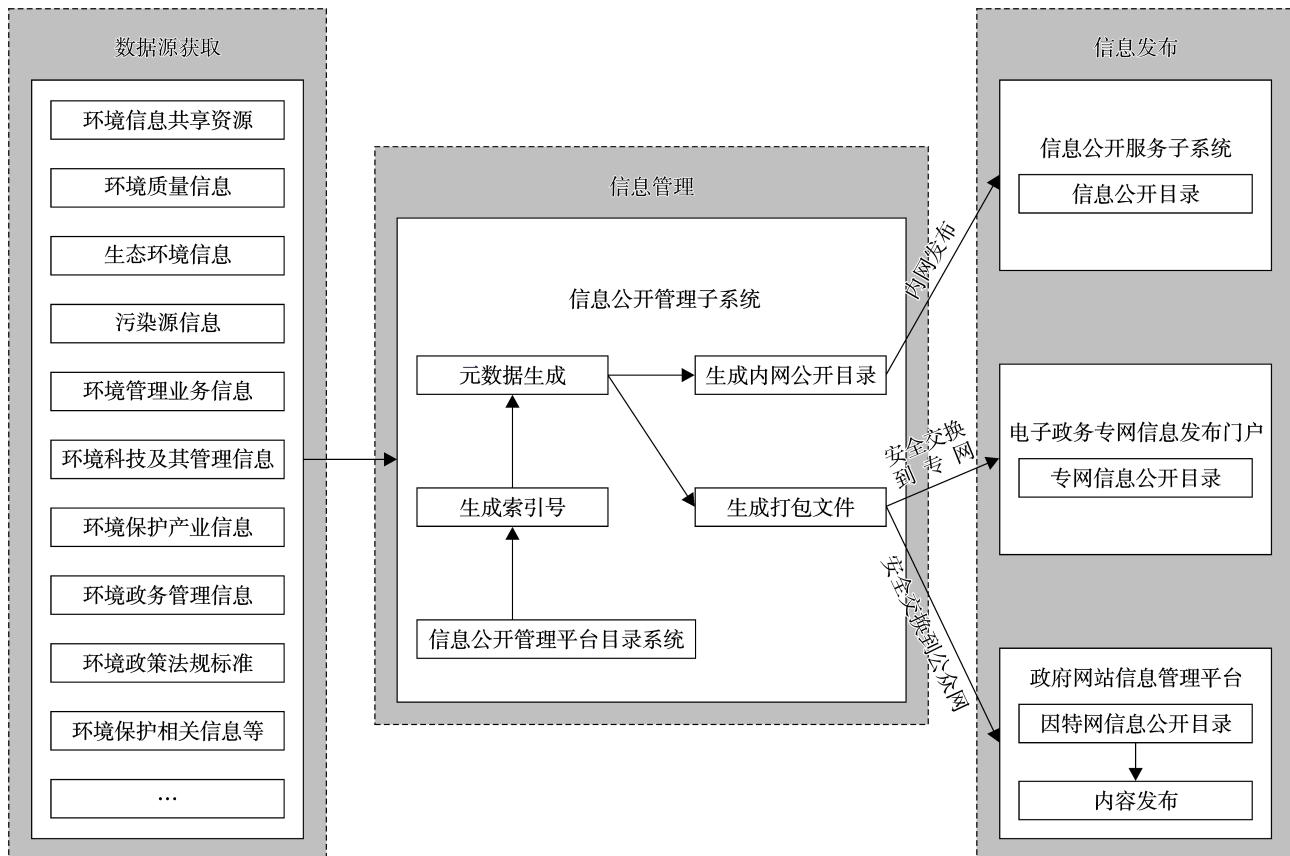


图5 主动发布流程

4.6 使用规定

对环境信息共享资源的使用,应遵循以下规定:
 ①遵循发布系统提供的环境信息共享资源使用指导/说明;
 ②使用时应注明出处;
 ③不应修改原始数据;
 ④如为涉密数据,应遵循相应涉密数据使用和管理规范;
 ⑤统计数据或者其他分析数据为具有知识产权的智力成果,受国家知识产权法律法规的保护,获得以上数据的使用部门、单位和公众,未经单位许可,不得以任何方式向第三方提供或者转让;
 ⑥使用单位应当确保环境信息数据的安全,防止数据丢失或者被盗;若发生数据丢失或被盗,应当及时向提供单位报告;造成后果的,应当承担责任;
 ⑦涉外使用环境信息共享资源数据的部门、单位和个人,按照国家有关规定办理审批手续。

4.7 资源服务

资源服务主要是通过互联网提供环境信息的检索、分类导航、信息展现、下载打印等服务,使公众能快速、便捷地查询、获取环境信息。

4.8 维护管理

具体技术和管理办法参照《信息安全管理规范》(ISO 17799)、《环境数据库设计和运行管理规范》(HJ/T 419-2007)和国家环境信息与能力建设项目中的《环境信息应用系统运行管理维护技术规定》执行。

5 结语

中国环境保护部信息中心下达任务后,我单位从2009年12月即已成立项目实施小组开展前期调

研工作,至2011年1月已经按要求完成了项目的主要工作任务,通过了中国环境保护部办公厅组织的专家评审,并上交了技术规定报批稿。回顾1年多的技术规定编制过程,总结经验如下:

(1) 项目调研及前期实施准备是技术规定编制的基础;对典型用户的实地调研、访谈,国内外相关文献资料的收集、整理,以及随后的汇总、分析,并制定项目实施方案,是整个编制工作的基础;该阶段消耗人力、物力较大。

(2) 开题专家评审为项目把握方向;环保部信息中心在项目整体实施之初召开的项目开题报告专家评审,有效地明确了各项目组的任务及内容定位,为各项目承担单位提供了交流、协同平台,把握了项目方向。

(3) 与已有标准、规范的衔接及与其他技术规定编制单位的协调至关重要;

《环境信息共享资源发布和使用技术规定》在27项信息化技术规定中的定位是管理标准,部分技术定义、内容可以直接继承或引用国标或行业规范,不允许与在用标准、规范产生冲突或歧义。因此与相关技术规定编制单位的协调也非常重要。

(4) 广泛的技术审查、征求意见并逐条回复、修改是技术规定推广应用的基础;

《项目送审稿完成后,在标准编制总体领导小组、总集成商、环保部信息中心、全国各省、直辖市、副省级城市信息中心进行的广泛技术审查、征求意见

见并逐条回复、修改工作非常重要;该过程消耗时间较长、工作内容繁琐,是技术规定推广应用的基础。

(5) 在应用过程中不断完善技术规定,有望进一步发展成为行业规范甚至是标准;

《技术规定》目前是为国家环境信息与统计能力建设项目服务,可以在应用过程中不断发展完善《技术规定》,并结合我国环境政务公开的实际需求,细化环境共享信息的发布内容、发布方式、发布流程,并建立相关规范细则,为我国环境信息共享、环境政务公开服务;期望本技术规定能逐步修改、完善成为我国环保行业规范甚至是标准。

6 参考文献

- [1] 沈红军. 德国环境信息公开与共享[J]. 世界环境, 2009, (6): 68-69.
- [2] Dan Guttman. 美国的环境信息公开 [J]. 环境保护, 2008, (13): 42-44.
- [3] 焦若静. 美国、日本两国企业对环境信息的披露[J]. 世界环境, 2001(3): 42-44.
- [4] 郭川, 孙烨, 廉洁. 中、日两国企业环境信息披露差异比较[J]. 经济纵横, 2007(10): 68-70.
- [5] 万利, 陈佑启, 谭靖. 北京市生态环境质量信息发布与共享[J]. 计算机工程与应用, 2009, 45(6): 25-31.
- [6] Triantafyllou A.G, Evangelopoulos V, Zoras S. Design of a web-based information system for ambient environmental data[J]. Journal of Environmental Management, 2006(80): 230-236.

Formation of Technical Regulation for Publishing and Using of Shared Environmental Information Resource

Gao Junfeng Lin Zongxing Yi Kun

Abstract It will be good for publishing and using of shared environmental information resource if the process and technical content of the publication and usage can be standardized. *Technical regulation for publishing and using of shared environmental information resource* is one of the sub-projects of the 27 technical regulations which as a whole serve for the capability building project of China environmental information and statistics. At this presented paper, the domestic and foreign relevant research development, the formation process, the whole framework of the above regulation and its' main content are introduced. The experiences of formating this regulation are summarized in the end of this paper.

Key words environment information sharing resources environmental information usage technical regulation formation method

GUANGZHOU ENVIRONMENTAL SCIENCE

Vol.26 No.1

Mar.2011

CONTENTS

Comparison of Ultrasonic Sludge Reduction Between Domestic and Foreign	Zhang Ji (1)
Progress in Technique and Application of Liquid Membrane Separation Process	Yu Xiaojing, Ye Xuejun (6)
Introduction of the Island Biogeography and the Conservation Biology	Lu Yan, Liao Qingyu, Li Jing (10)
On the Biodegradation of H ₂ S and NH ₃ in Biotrickling Filter Tower	Huang Shujie, Zhou Weihuang, Chen Fanzhi (13)
The Reasonable Ways in the Treatment of Solid Waste Landfill Leachate by MVR	Ou Zangqi, Li Suizhong (17)
Improvement of Split-flow System for the Collection & Utilization of Roof Rainwater	Lian Qingtang, Guo Xiuzhong, Wang Zhichao (20)
Precipitating Treatment of Trace Thallium in Surface Water	Han Tianwei, Huang Zhuoer, Zhou Shujie, et al (23)
Application of the Seasonal Kendall's Test Method in Water Quality Tendency Analysis of Huangtan Reservoir	Sun Song (25)
Application of Remote Sensing in the Measurement of Vehicle Exhaust	Deng Nan (28)
On the Road Remote Sensing Measurement of Vehicle Exhaust	Liu Yongquan, Huang Xinping (33)
Effects of stacked measures on the organic and biologic indices in branches compost	Chen Weiling, Li Shenghua (35)
Organic Pollution of the Soil in Liaoyang Vegetables Planting and Livestocks Cultivating Regions	He Lili (41)
Formation of Technical Regulation for Publishing and Using of Shared Environmental Information Resource	Gao Junfeng, Lin Zongxing, Yi Kun (44)