

# 德国城市生活垃圾处理中 MBT 技术现状

吴克<sup>1,2</sup>, Michael Nelles<sup>2</sup>, 蔡敬民<sup>1</sup>, 俞志敏<sup>1</sup>, 金杰<sup>1</sup>, 刘斌<sup>1</sup>

(1. 合肥学院 生物与环境工程系, 安徽 合肥 230022;

2. Fachhochschule Hildesheim/Holtzminde/Goettingen, Goettingen 37078, Germany)

**摘要:** 介绍了德国的机械生物垃圾处理技术现状和基本工艺条件。为了保护环境和大气, 德国从2005年6月起, 开始执行新的垃圾管理标准。要求所有的生物垃圾在填埋前必须加以处理。城市居民生活垃圾填埋前垃圾燃烧值控制标准在6 000 kJ/kg以下。为此, 作为德国生物垃圾处理的重要行业——机械生物垃圾处理将面临新的挑战, 以达到新标准的要求。本文试图通过介绍德国的机械垃圾处理技术, 为我国垃圾的综合管理提供经验和参考。

**关键词:** 机械生物处理技术; 城市生活垃圾; 耗氧处理; 厌氧处理; 生物干燥稳定化

中图分类号: X799.3 文献标识码: A 文章编号: 1008-9500(2005)09-0016-07

## The Present Situation of Mechanical-biological Waste Treatment in Germany

Wu Ke<sup>1,2</sup>, Michael Nelles<sup>2</sup>, Cai Jingmin<sup>1</sup>, Yu Zhimin<sup>1</sup>, Jin Jie<sup>1</sup>, Liu Bin<sup>1</sup>

(1. Department of Biological and Environmental Engineering, Hefei University, Hefei 230022, China;

2. Fachhochschule Hildesheim/Holtzminde/Goettingen, Goettingen 37078, Germany)

**Abstract:** The present situation and the basic technology of mechanical-biological waste treatment in Germany were introduced. In order to protect the environment and the climate, the new waste management standard which all biological waste requires to be treated before dumping to the landfill site after the middle of 2005 will be conducted in Germany. The upper calorific value of control standard is under 6 000 kJ/kg treated waste. To meet this requirement, as one of the important waste treatment line, the companies of mechanical-biological waste treatment face the new challenge. The purpose of this article is to introduce the experience of mechanical-biological waste treatment to the integrated waste management of China.

**Keywords:** mechanical-biological waste treatment; municipal solid waste; aerobic treatment; anaerobic treatment; biological drying stabilization

在上世纪80年代末, 针对城市生活垃圾的处理和处置, 德国采取了一系列的有效措施, 颁布相关的法律、法规, 推广了垃圾分类收集、集中处置的方法, 取得了一定的结果。但随着经济的快速发展, 至上世纪90年代, 德国的城市垃圾产量达到急剧膨胀, 出现了垃圾处理和处置的严重问题, 各个城市都面临着垃圾的恐慌和灾难。生活垃圾越来越多, 生活垃圾填埋场的处理

能力接近饱和, 居民不愿再建立更多的垃圾处理场。为了解决这个问题, 德国特别重视从源头进行垃圾分类的工作, 加大力度推动, 为城市垃圾的减量化、资源化和无害化处理创造了条件, 从而探索出了城市垃圾的可持续管理的途径。

### 1 德国垃圾处理基本情况

德国目前每年的城市垃圾产量大约为3500万吨。垃圾处理的方式有: 机械—生物处理(MBT)、

收稿日期: 2005-06-07

基金项目: 安徽省自然科学基金资助(050450304); 安徽省高等学校自然科学研究项目(2005KJ192); 安徽省国际合作项目(05088015)。

作者简介: 吴克(1964-), 男, 硕士, 教授, 研究方向: 微生物学、生物工程、环境工程。

堆肥、焚烧、热处理和填埋等。在每年产生的垃圾中,有 1 400 万吨的城市垃圾由焚烧处理,180 万吨由机械生物处理、450 万吨生物垃圾堆肥处理等<sup>[1-3]</sup>。为了使垃圾管理达到可持续的发展,随着德国的《包装条例》的颁布实施,最近几年又建立了有用垃圾回收系统,为垃圾的资源化和循环化利用,开创了一个新的途径。

现行的德国城市垃圾处理企业的基本情况为:机械—生物处理厂 27 家(至 2005 年达 56 家);垃圾焚烧厂 57 家;垃圾堆肥厂约 1164 家;Dualis 物资分捡回收集团公司,业务范围涉及 577 个城市和地区<sup>[4]</sup>。

可降解的生物垃圾由于燃烧值低、含水量高,因而不利于直接利用焚烧技术处理,同时这些垃圾如果堆放在填埋场里,又可被微生物活动所降解,在有氧条件下产生 CO<sub>2</sub>,在无氧条件下产生甲烷气和渗滤液等,污染环境。德国对这些可降解的有机质垃圾的处理非常重视,寻找更有效的生物垃圾处理技术,降低 CO<sub>2</sub> 和甲烷气的产生量,减少温室效应,保护大气。目前主要采用机械—生物处理技术和堆肥技术来处理。这两项技术在德国属于成熟技术,均居国际先进水平。其中 MBT 技术在生活垃圾的处理和推动废物循环经济的发展中起到重要作用。

## 2 垃圾的机械—生物处理技术 (MBT)

垃圾的机械—生物处理技术是现代生物技术在垃圾处理方面应用的典范。它作为一个行业,在德国应用已有近十年的历史。德国的第一代 MBT 处理为烟道式处理工艺,可去处 20%~30% 的有机垃圾,剩余 70% 左右的垃圾至填埋场填埋。第二代的处理工艺带有物质分拣系统,垃圾处理后仅为进料量的 25%~50%<sup>[5]</sup>。垃圾的机械—生物处理技术的原理就是利用机械的分选设备,把垃圾中的高热值的物质、金属和玻璃等有用物质分离出来加以利用,垃圾中的有机质部分经过生物的好氧或厌氧处理后实施填埋的方法。在这个技术实施过程中,垃圾中的金属和玻璃等材料可以循环利用,高热质的物质如塑料等被用于焚烧来发电和供暖。垃圾的机械—生物处理技术的应用,极大地减少了垃圾填埋场的占地面积,减少了垃圾填埋场的气体和渗滤液的产

量。因此该技术的应用,在垃圾的减量化、资源化和无害化处理中起到了很大的作用。

### 2.1 德国的 MBT 垃圾处理的相关控制标准

2001 年 3 月 1 日,德国对垃圾的机械—生物处理技术的处理工艺颁布了一项特别的法律,主要是对经 MBT 处理后的垃圾的有机成分以及相关的污染物排放等作了规定标准<sup>[6]</sup>,如表 1 所示。

表 1 经 MBT 处理后的垃圾中的主要成分的控制标准

项 目	控制参数
垃圾中有机物含量(TOC)	≤18 %
渗滤液标准	
pH	5.5~13.0
TOC	≤250 mg/L
Phenol	≤50 mg/L
Ar	≤0.5 mg/L
Pb	≤1 mg/L
Cd	≤0.1 mg/L
Cr	≤0.1 mg/L
Cu	≤5 mg/L
Ni	≤1 mg/L
Hg	≤0.02 mg/L
Zn	≤5 mg/L
F	≤25 mg/L
NH <sub>3</sub> -N	≤200 mg/L
总卤化物(AOX)	≤1.5 mg/L
可溶性物质含量	≤6%
垃圾的生物降解度	
4 天呼吸强度(AT4)	≤5 mg/g
21 天气体产生率(GB21)	≤20 L/kg
最大燃烧值(Ho)	≤6 000 kJ/kg

针对这一个新的垃圾处理的控制标准,重点涉及到垃圾处理后总有机碳含量不超过 18% 或呼吸强度(AT4)不超过 5 mg/g 干物质,垃圾的最大燃烧值小于 6 000 kJ/kg。同时对垃圾中的重金属离子的含量,也作了相应的规定。此外还颁布了第 30 条决定(30. BImSch V),即联邦排放物控制标准的决定,对 MBT 厂区的排放物标准作了进一步的规定,如表 2 所示。

表 2 MBT 厂区新的排放物标准

项 目	控制参数
有机物含量以 TOC 表示(月平均值)	≤55 g/t
氮氧化物(月平均值)	≤100 g/t
臭味	≤500 GE/m <sup>3</sup>
二恶英(呋喃)总量	≤0.1 μg/m <sup>3</sup>

## 2.2 德国的 MBT 企业的基本情况

当前德国的 MBT 企业情况见表 3。由于在 2005 年 6 月 1 日开始,要执行上述两个表中所陈述的标准值,所有的生活垃圾在填埋前必须进行

MBT 处理,达到填埋标准<sup>[7,8]</sup>。所以德国前一阶段主要是对现有企业进行改造,使其达标,目前有 27 家工厂运行良好。同时申请建造新的 MBT 工厂 13 家、关停不合格的 MBT 工厂 6 家<sup>[9]</sup>。

表 3 德国各州(地区)现行的 MBT 企业分布情况

州 名	数 量	许可/规划/招标	正在建设	正在运转	将要关闭	已关闭
柏林、布兰登堡	13	4	3	2	2	2
巴登-符腾堡州	6	1	-	1	3	1
巴伐利亚州	2	-	-	1	1	-
黑森州	4	2	-	2	-	-
梅克伦堡-前波莫瑞	4	1	2	1	-	-
下萨克森州	13	-	2	8	3	-
北莱茵-威斯特法伦州	6	-	1	4	1	-
莱茵兰-法尔茨	7	-	-	5	-	2
萨克森-安哈特州	2	-	-	1	-	1
石勒苏益格-合尔斯泰因	2	1	1	-	-	-
萨克森州	4	3	-	1	-	-
自由图林根州	2	1	-	1	10	6
总计	65	13	9	27		

表 4 为德国各州或地区的 MBT 厂的名称、分布情况和对生活垃圾的处理能力。从表中可以看出。最大年处理能力为 30 万吨,最小的为 1.5 万吨左右,超过 10 万吨的厂有 25 家。大多数 MBT

厂都是在 2005 年前后进行运转,等到全部的 MBT 运转起来,德国的 MBT 垃圾处理能力在 500 万吨/年。

表 4 2004 年德国的 MBT 企业的基本情况

州 名	企业名称	总处理能力(t/a)	建造年份	开始运转年份
柏林、布兰登堡	MPS Berlin-Reinickenforf	160 000	2003	2005
	Recyclingpark Brandenburg	100 000		1999
	(MBA)	50 000	2004	2005
	MBA Freienhufen	14 000	1994	1999
	MBA Lichtenfeld*	30 000	2004	2005
	Ratsvorwerk/Niederlausitz	150 000	2004	2005
	MBS ZAB Nuthe-spree	180 000	2003	2005
	MBA Schoeneiche	48 500	2004	2005
	MBA Schwanebeck	130 000	2003	2005
巴登-符腾堡州	MBA Vorketzin	40 000		2005
	MBV Biberach-Reinstetten	151 000	2004	2004
	MBA Buchen	88 600	2004	2004
	MBA Heilbronn	100 000	2004	2005
巴伐利亚	MBA Kahlenberg	22 000		1998
黑森州	(neue Analage)	140 000	1996	1998
	MBA Erbenschwang	220 000	2004	2005
	Trockenstabliatanlage Asslar	45 000	1997	2005
梅克伦堡-前波莫瑞	MBS Nordhessen (Mecklar-Meckbach)	150 000	2004	2005
		125 000	2004	2005

续表

州名	企业名称	总处理能力(t/a)	建造年份	开始运转年份
梅克伦堡-前波莫瑞	MBA Wetterau	15 000	1999	1999
	MBA Ihlenberg	40 000-	2004	2005
下萨克森州	ABA Rosenow	70 000	2004	2005
	MBS Ruegen	71 400	1996	1997
	MBV-/EBS Stralsund	80 000	2003	2005
	MBA Grossefehn(Aurich)	200 000		
	RABA Bassum		1995	2003
	Abfallbehandlungszentrum	83 000		1998
	Hannover (MBA)	(+120 000)	2003	2004
	MBV Lueneberg	30 000-	2003	2005
	MBA Deponie Mansie II	60 000	2003	2005
	MA-Oldengurg-Neuenwege	34 000		2004
	MBS Osnabrueck	90 000		
	MBA Osterholz	67 500	2004	2005
	Entsorgungszentrum	48 500	1996	1997
	Schaumburg (MBA)		1999	2000
北莱茵-威斯特法伦州	MBA Suedniedersachsen	133 000	2000	2002
	Goettingen	55 000		
	MBV Wiefel	(6/05:115 000	1999	2000
	MBA Wilsum	35 000(up to:	2002	2003
	SBS- und BA Ennigerloh	65 000		
			2002	2004
莱茵兰-法尔茨	MBA Gescher	SBS:160 000	1985	1999
	MBRA Muenster		2004	2005
	WSAA Neuss	BA:100 000	1998	2000
	MBA Pohlsche Heide	85 000	2004	2005
	MBA Kapiteltal	100 000	2001	2005
萨克森	MBA Linkenbach	162 000	2002	2003
石勒苏益格-合尔斯泰因	MBS Westerwald	100 000	2004	2005
	(Rennerod)	26 800	2004	2005
萨克森州	MBA Singhofen	57 000	2004	2005
	Trochenstablantlage Trier-	120 000	2000	2005
	Mertesdorf	80 000	2004	2005
自由图林根州	MBA Lindenberg	220 000	1999	2000
	MBA Luebeck	25 000		
	MBA Neumuenster	146 000		
	MBA Croeborn	200 000		
	BMA Dresden	300 000		
	MBS ZAOE-Elbtal	85 000		
	(Groeborn)	135 000		
MBRA Wiewaerthe	85 000			
总计		5 097 800		

表5表示德国目前正在建设的MBT厂的垃圾年处理能力,最大的年处理能力为16万吨。到全部建成后,德国的MBT厂的生活垃圾年处理能

力达540万吨左右。这些企业将为德国的生活垃圾的无害化处理,保护环境,减少有害气体的产生起到很好的作用。

表 5 2005 年将要运行的 MBT 工厂数

州 名	企业名称	总处理能力(t/a)
柏林、布兰登堡	MPS Lindenhof Berlin-Pankow	160 000
	MBA Ueckemark (Neue Anlage)	
黑森州	MBA Flechtdorf	35 000
萨支森州	MBA Schneidenbach	55 000
自由图林根州	MBA Erfurt	22 000
总计		272 000

综上所述,德国的 MBT 的处理技术已具备了相当成熟的经验,在机械分离垃圾的设备生产、设计和分离技术方面都积累了先进的经验,同时对垃圾的生物技术处理也做了深入细致的研究,同样也积累了相当丰富的经验。大多数的 MBT 厂都在结合这些经验的基础上改建和建设,力争在 2005 年达到正常运转。

2.3 德国的 MBT 的生产技术工艺

MBT 技术包括机械和生物处理两个部分,它可以独立地完成垃圾处理,同时也可以与其他的垃圾处理技术如焚烧技术、填埋技术结合在一起,共同完成垃圾的处理。在德国以及欧洲,MBT 技术已成为城市垃圾管理和处置中的重要组成部分,起到了相当重要的作用。MBT 中的机械部分主要利用分选和筛分等设备来承担对垃圾中的含高燃烧值的组分如塑料、纸张、木材等成分的分离任务,目前这些成分主要用来发电或供暖;生物处理部分依赖耗氧降解、厌氧发酵或两者结合技术工艺。

在现行的 MBT 生产技术路线主要有两类,即发酵降解工艺<sup>[10,11]</sup>和生物干燥稳定化工艺<sup>[12]</sup>,如图 1 所示。

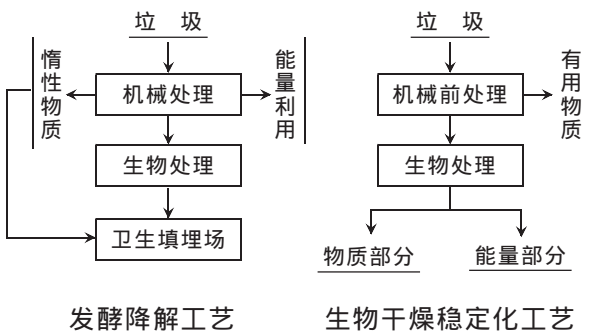


图 1 生活垃圾的 MBT 处理技术工艺路线

2.3.1 发酵降解工艺

发酵降解工艺是德国机械垃圾生物处理厂的主要处理工艺,其包括两个截然不同的工艺路线,一条是耗氧处理技术,另一条是消化降解技术。现有的 MBT 厂基本上是堆肥处理技术。新修建的厂中有采用消化降解技术。

2.3.1.1 耗氧处理技术

耗氧处理技术主要是利用强化耗氧生物降解作用处理垃圾中的有机可降解的物质,它类似于堆肥,但不是真正意义上的堆肥,而是利用堆肥的原理来处理生物垃圾。德国现在运行的 MBT 企业的生产技术都是采用耗氧处理工艺。为了达到新的废物排放标准,德国现行的机械生物垃圾处理厂都在改造之中,国家联邦环境保护部组织专家,并选择有代表性的企业进行工程化试验,总结出了德国垃圾 MBT 处理的基本工艺路线。根据德国垃圾性质和成分,一般采用耗氧处理工艺路线,如图 2 所示。

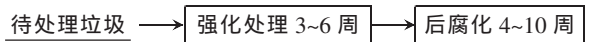


图 2 生物垃圾耗氧处理工艺

由这个工艺可以看出,垃圾的生物处理分两个阶段,第一个阶段是强化处理阶段,将垃圾放入一个密封的隧道或箱式的容器内,向内强制通风,促进容器内的微生物快速生长,并通过它们的新陈代谢作用,将垃圾中的有机可降解物处理掉。然后,垃圾再堆放在一个露天的或选择在室内的地方,可以选择各种容器进行后腐。后腐过程还要补充适当的水分,以保持湿度。根据实际的情况,后腐过程中可以采用自然或间歇式通气的方式,从而使得垃圾中的可降解成分得到充分的降解。研究表明,通过选择不同的处理方式如静态式、烟囱式和动力通风式(不同的通风时间)的研究,结果表明在适当的通气和温度条件下,处理 10 周后垃圾的 TocEluate 值下降很大。一般对垃圾强化处理 4~6 周后,垃圾中的可降解有机物已被降解了 80% 左右,然后再辅以简单的后熟化,即可达到 TocEluate ≤ 250 mg/L 的值,从而使处理后的垃圾可以达到填埋要求。新标准 AT4 值要求每克干物质 ≤ 5 mg,但是如果 MBT 采用多步的处理工艺,可以在垃圾强化处理

3~6周后,AT4的值达到每克干物质20 mg时,即可采用后续处理<sup>[13]</sup>。

由于从2005年年中开始执行新的废物排放标准,运行的企业都在努力地做到率先达标。优化现有的处理工艺还需要进一步地研究和探索。至于新建的MBT厂,那要严格地按照新的标准建造,通过试运行尽快确定处理工艺,以期达到新的标准要求。通过这一技术路线处理的垃圾不能作为堆肥,将被填埋处理。

#### 2.3.1.2 厌氧消化降解技术

城市生活垃圾中还含有一定的生物可降解的有机物质,加上现在的新能源政策,德国的环境保护企业探索出了垃圾的消化降解技术。通过这个技术的应用,垃圾中的有机物可以通过厌氧发酵处理生产沼气,该沼气可以发电或作其他能量利用。消化处理后的垃圾剩余物再通过好氧熟化处理,以期达到废物排放标准。厌氧消化降解技术一般也要求将垃圾的有机物降解到50%~55%左右,实验证明可以降解到75%,厌氧处理过程中,可以产生沼气,其产量不受具体的处理工艺(物料的干湿、发酵的一步和多步法等)影响,但直接受垃圾的进料量的影响。一般产气量为113~160 m<sup>3</sup>/t进料。一步干燥发酵工艺处理垃圾时,垃圾中的有机物可在2~3周内降解到50%~55%。实验证明在发酵2~3周后,TocElate≤250 mg/L,再辅以4~6周的后腐,就可以达到填埋标准。如果从AT4的结果看,一般情况下,在发酵10~20天后,就能达到每克干物质20 mg,然后再后续处理<sup>[13]</sup>。由于这个技术中有能量产生,德国新建的一些MBT厂就利用这个工艺,如图3所示,这也是德国的垃圾机械生物处理的一个新的方向。

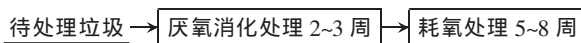


图3 生物垃圾厌氧消化工艺

#### 2.3.2 生物干燥稳定工艺

生物干燥稳定化工艺(如图4所示)是在耗氧处理技术上发展的一个新的生活垃圾处理技术。它是将剩余垃圾完全利用作为处理的最终目标。由于生活垃圾中含水率较高,不利于机械分离,为了达到垃圾的干燥目的,可以利用生物垃

圾在微生物降解过程中产生的热量,加上通风作用,将垃圾干燥。经过处理后垃圾中的绝大部分的水分被热量和风带走,生活垃圾得到干燥,有利于进一步地机械分离段,将剩余垃圾分离开来。



图4 生物干燥稳定化工艺

#### 2.4 机械分离技术

机械分离技术是MBT处理技术中的一个重要的环节。居民生活垃圾的综合处理技术由机械分技术相连接。机械分离的目的就是将垃圾中的各种组分通过一系列的的设备分离出来,提高垃圾处理和利用的效率。机械分离技术路线如图5所示。

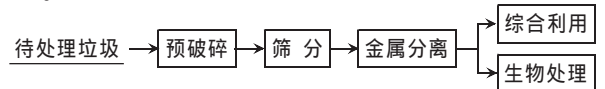


图5 机械分离技术

德国现有的MBT处理技术中,机械分离工艺条件各不相同,但是归纳起来还是有共同部分。预破碎是将垃圾袋和垃圾进行破碎,通过250~300 mm和40~80 mm的筛分设备进行分离。垃圾组分在250~300 mm以上的,再进行破碎;组分在40~80 mm和250~300 mm之间的,进行金属分离后送入综合利用系统;组分在40~80 mm以下的,在金属分离后进行生物处理。

#### 2.5 废气处理

为了保护大气,德国新的法律标准(30 BImSchV)要求对MBT废气中的TOC和NO组分的含量标准提高,达到垃圾焚烧厂的废气排放要求。这个标准在德国引起不同范围的争议,对MBT企业来说,这个标准过于严格了。大家一致认为MBT厂应与垃圾焚烧厂有所区别。但是法律标准已经制定,在2006年3月1日才开始执行,这给MBT企业得分气排放的设备改造赢得了时间。传统的生物膜技术处理废气,由于对甲烷不起作用,所以要达到将废气控制在每吨55 g有机物较难。要降低总有机碳排放量的手段,可以利用再生热氧化处理技术(ROT)来处理,但是这一技术的利用无疑增加企业的成本,因为需要额外的燃料气体<sup>[14]</sup>。从经济学的角度来说,尽量减少产生废气的

环节,将所有的废气与其他的气体分开,集中处理,以减少燃料气体的用量。此外,MBT 企业同时还配备除尘和生物滤膜来净化废气。对废气中的 NO 和臭气采用酸洗处理工艺进行净化。

### 3 结语

机械生物处理技术作为城市生活垃圾处理专门技术,已被德国逐渐接受并使用。这项技术方便快捷,是对其他技术的补充。由于新的标准要求高,很多企业正在对现有的工艺条件进行优化,旧企业改造至 2009 年 7 月 15 日,企业面临改造费用筹措、废气过滤系统技术革新、新的处理工艺优化、成熟工艺的选择等,同时经营者和投资者还要承担由此带来的风险<sup>[15]</sup>。总之,MBT 企业正努力根据相关法律的要求,探索出符合环境排放标准 and 适合焚烧厂、水泥厂等原料要求的新的垃圾处理工艺。

### 参 考 文 献

- 1 Statistisches Jahrbuch.Statistisches Bundesamt [M]. 2003:706
- 2 Raussen T.Hack K H.Rahmenbedingungen und Konzepte fuer die energetische Verwertung von Gruenabfall-fraktionenBio-und Restabfallbehandlung VIII [C]. 2004:286~301
- 3 Thome-Kozmiensky K.J.Biologische Abfallbehandlung[M]. 1995,EF-Verlag fuer Energie- und Umwelttechnik GmbH
- 4 www.gruener-punkt.de/Europe
- 5 Doedens H.Kuehle-Weidemeier [M]. Anforderungen an die Stoffstoerme aus der MBA zur Ablagerung auf Deponie.Bio-und Restabfallbehandlung VII [C]. 2003:557~566
- 6 Abfallrech.2001,Kreislaufwirtschafts-und AbfallGmit Verordnungen,Abfallverbringungsrecht,TAAbfall,TA Siedlungsabfall.6.Auflage[M].2001:273
- 7 Schlitzberger U.Alternativen zur Umsetzung der TA-Siedlungsabfall.Bio-und Restabfallbehandlung VII [C].2003:21~24
- 8 Scheelhaase T,Clemens J,Cuhls C et al. Anforderungen an die Ausnahmegenehmigung gemaess §16 der 30.BimSchV.Bio-und Restabfallbehandlung VII [C]. 2003:519~534
- 9 <http://www.asa-ev.de/frame.htm>
- 10 Harnat M,Nelles M,Hofer M et al. Stoffflussanalyse bei der Mechanischbiologischen Restabfallebehandlung[M].Schiffenreihe Abfall-Umwelt.1999
- 11 Nelles M,Stover P,Wu K et al.Integrated Biological Systems for Sustainable Waste Management [M]. Series of Publications Environment-Energy (ISBN-3-936190-07-0),2004
- 12 Puchelt A,Hofmann R,Grueneklee CE.DieTrokensta bliatanlage Dresden.Bio-und Restabfallbehandlung V[C].2001,533~541
- 13 Fricke K.Goedecke H.Aerobe und anerobe Verfahren zur Restabfallbehandlung-Vergleich ausgewaehelter Leistungs-und Prozesskennwerte..Bio-und Restabfallbehandlung VII [C].2003:497~518
- 14 Dippert T.Was bestimmt die Betriebskosten von MBA-Anlagen? Anmerkungen aus Sicht eines Systemlieferanten fuer MBA-Anlagen(Horstmann Recyclingtechnik).Bio-und Restabfallbehandlung VII [C].2003:593~598
- 15 Wallmann R,Hake J,Mueller W et al.Technik und Kostenstruktur der MBA vor dem Hitergrund der rechtlichen Vorgaben.Bio-und Restabfallbehandlung VII [C].2003:535~555

(责任编辑/赵建国)

### ● 广而告之

## 更 名 启 事

原大庆油田再生资源经营公司更名为大庆油田物资集团再生资源公司。

公司总经理、法人代表:高凤龙

地址:黑龙江省大庆市让胡路区方晓

电话:0459-5056888

传真:0459-5056868