

## 综述与专论

# 欧盟 15 国污水污泥产生量与处理 处置方法对比

陈懋喆

(上海市节能减排中心有限公司,上海 200003)

**摘要:** 欧盟 15 国 2012 年的污泥产生量约为 800 万 t, 年人均产生量为 21 kg。欧盟 15 国均采用污泥厌氧消化和污泥热干化等污泥处理方法, 主要采用污泥农业利用和污泥焚烧两种处置方法。爱尔兰和葡萄牙的农业利用比例占本国污泥处置量的 90%, 荷兰基本采用污泥焚烧的方式进行污泥处置。根据现有情况预测: 污泥的厌氧消化作为污泥脱水、无害和化学能源利用的方式具有重要的竞争力, 污泥的热干化会结合工业焚烧产生的废热进行, 处置方式将继续限制填埋而发展焚烧和农业利用方式。

**关键词:** 欧盟 15 国; 污泥; 处理处置; 现状; 预测。

中图分类号: X705

文献标识码: A

文章编号: 1006-8759(2019)01-0006-07

## COMPARISON OF SEWAGE SLUDGE PRODUCTION, TREATMENT AND DISPOSAL METHODS IN EU-15 COUNTRIES

CHEN Mao-zhe

(Shanghai Center for Energy-Saving and Emission-Reduction Co., Ltd,  
Shanghai 200003, China)

**Abstract:** The amount of sludge produced in EU-15 countries in 2012 was about 8 million tons, and the annual per person production amount was 21kg. The sludge treatment methods used in EU-15 countries were anaerobic digestion of sludge and heat drying of sludge. These 15 countries in European Union mainly used two disposal methods which were the agricultural utilization and the incineration. The proportion of agricultural utilization of sludge in Ireland and Portugal accounted for 90% of total disposal volume, and the proportion of incineration in Holland occupied almost 100% of the disposal volume. It was predicted that the anaerobic digestion had an important competitiveness to be used for sludge dewatering, harmless treatment or obtaining chemical energy. The sludge was thermally dried with the heat generated by incineration industry. The landfill of sludge should be substituted by incineration and agricultural use as the disposal method of sludge.

**Key words:** EU-15 countries; Sludge; Treatment and disposal; Status; Prediction.

污水处理厂污泥是污水处理过程中产生的固体废物,其产生量巨大,数量约占污水总处理量的 0.3%~0.5% (含水率以 97% 计)<sup>[1]</sup>。污泥的成分复杂,体积十分庞大,如处理不当,不但会对环境造

成新的污染,而且还会浪费污泥中的有用能源,影响污水处理厂的正常运行和处理效果。

中国的污水处理厂以及污泥处置是在中国建设部和环保部的职能范围之内。近年来为了提高排污水域的水质,建设部的工作重点放在了污水

处理厂的建设和运行。但日趋严重的污泥处置问题目前已成为讨论的议题和建设部工作的重点。2009 年建设部颁布环境行业保护标准《城镇污水处理厂污泥处理处置及污染防治技术政策》。考虑到中国各地区污水处理厂的不同情况,建设部并没有明确污泥处置的首选方案。所有污泥处置方法都是可行的备选方案。随着经济的不断发展,相信污泥的填埋处置将会逐步受到限制,转而趋向于欧洲的污泥处置模式。国家环保部工作的重点是制定污水处理以及污泥处置的质量标准,目前并没有计划对主要的标准进行修订。

目前,污泥的问题已十分明显,在中国普遍采取的处置方法是污泥弃置或者不适合的垃圾填埋场处置。在污泥混合燃烧方面已经积累了初步的经验,根据现有的资料,污泥单一焚烧正处于起步阶段。污泥农业利用在中国已有几个范例,但是由于污泥的出路问题,污泥用于肥料生产仍面临着许多问题<sup>[2]</sup>。

鉴于污泥产生量的日益剧增,污泥简易填埋或混合生活垃圾填埋的现状,以及污泥处理处置方法的选择没有依据性,而欧洲污泥的处理处置工艺相对成熟,已经有了近 20 年的处理量数据。现有文献中,欧洲学者发表的文章基本上不会研究欧洲其他国家的情况,中国学者发表的文章中,对于欧洲国家污泥处置方式整理的的数据不具完整性,本研究的目标是对最初的欧盟 15 国的污泥产生量和处理处置方式进行对比分析,为我国的污泥处理处置方式选择提供借鉴作用。

## 1 欧洲国家污泥产生量研究

1991 年,欧洲的一项关于污水处理的重要指导文件 (Urban Waste Water Treatment Directive 91/271/EC)<sup>[3]</sup>实施,使得欧盟国家进一步提高污水收集和治理标准。污水处理量的增加使得污泥产生量增加了 50 %。

欧洲国家中,本研究分析包含的国家主要包括最初的欧盟 15 国(比利时、丹麦、德国、爱尔兰、希腊、西班牙、法国、意大利、卢森堡、荷兰、奥地利、葡萄牙、芬兰、瑞典、英国)。表 1 统计了研究的 15 国从 2006 年到 2015 年的污泥年产生量<sup>[4]</sup>。

取各国 2012 年的数据(特别的,丹麦、西班牙和意大利为 2010 年)污泥产生量约 800 万 t,计算人均污泥产生量(以全国人口数量计和以管网服

表 1 欧盟 15 国污泥产生量

单位 万吨	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
比利时	12.8	12.9	14.0		17.6		15.7			
丹麦		14.0	10.8		14.1	194.6				
德国	210.0	204.0	205.3	195.0	189.4	8.6	184.9	180.9	183.7	182.1
爱尔兰	7.8	8.6	10.3	10.7	9.0	14.7	7.2	65	5.4	5.8
希腊	12.6	13.4	13.6	15.2			11.9	11.3	11.6	
西班牙	106.5	115.3	115.6	120.5	120.5					
法国			108.7		96.6		98.7	88.7	96.2	
意大利					110.3					
卢森堡	1.5	1.6	1.3		1.0		0.8			0.9
荷兰	37.3	35.3	35.3	35.0	35.1		34.6	33.9	34.4	
奥地利	25.5		25.4		26.3		26.6		23.9	
葡萄牙		18.9		34.4		35.1	33.9			
芬兰	14.9	14.7	14.4	14.9	14.3		14.1			
瑞典	20.7	21.7	21.4	21.2	20.4	14.1	20.8	20.8	20.1	19.8
英国	180.9	182.5	181.4	176.1	141.9	20.0	113.7			

务人数计),作表 2,并用图 1 表示欧洲各国污泥产生总量占欧盟 15 国总量的比例,图 2 分析各国人均污泥产生量。

表 2 欧盟 15 国污泥人均产生量

国家	人均污泥产生量	
	/kg·人 <sup>-1</sup> ·年 <sup>-1</sup>	人均污泥产生量 2 (由污水厂提供服务人数)/kg·人 <sup>-1</sup> ·年 <sup>-1</sup>
德国	22.4	23.6
英国	28	30.7
西班牙	19	20.6
法国	19	20.1
意大利	15.8	19.9
荷兰	21.9	22
奥地利	32.3	46.8
瑞典	32.2	35.1
葡萄牙	23.1	26.8
芬兰	16.5	31.1
丹麦	26.9	33.2
希腊	26.1	29.4
比利时	10.8	12.8
爱尔兰	17.6	20.7
卢森堡	16	16.7
欧盟 15 国	21	23.6

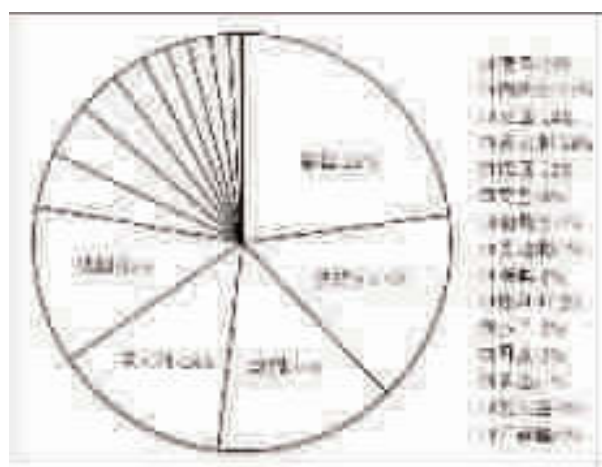


图 1 欧洲国家污泥产生量

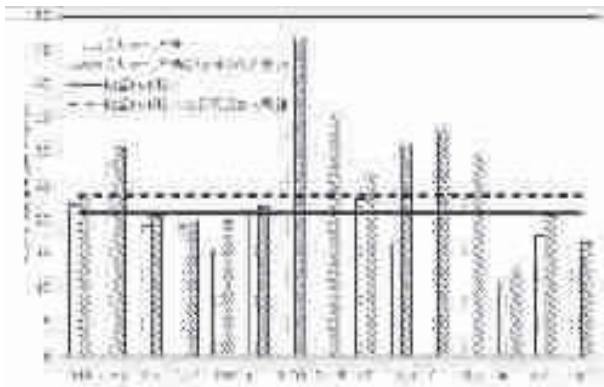


图2 欧盟15国人均污泥产生量

可以看到,污泥产生量最大的国家依次为德国(23%)、西班牙(15%)、英国(14%)、意大利(14%)和法国(12%),产量占欧盟15国总产量的78%。人均产泥量最大的国家为奥地利(32.3 kg/人/年)和瑞典(32.2 kg/人/年)。

一方面,两种计算方法得到的人均污泥产量的差距越小,污水管网连接到的人群越全面,污水的收集处理率就越高。另一方面,由于人们使用的污水量和污水处理产生的污泥量变化不会太大,因此人均污泥产生量可以间接反映该国污水的处理量比例,人均污泥产量越高,收集率和处理率就越高。根据统计<sup>[9]</sup>,中国2004年的污泥产生量为203.6万t,人口以13亿计,人均污泥产生量为1.6 kg/人/年;2014年我国城镇污泥产生量为2801.47万吨,人口以13.68亿计,人均污泥产生量为20.5 kg/人/年;中国污水收集率经过10年的发展已基本上达到欧洲国家水平。随着污水问题的解决,带来的污泥问题逐渐需要引起重视。

## 2 欧洲国家污泥政策研究

依据城市污水处理指令(Urban Waste Water Treatment Directive 91/271/EC)<sup>[3]</sup>,对于人口数大于2000人的住宅区,强制进行污水收集与处理。并从1998年12月31日起,鼓励污泥资源化利用;严禁将污泥处置于地表水中。对于原先的欧盟15国,该指令的最晚实施时间为2005年,对2004年后加入欧盟的国家可推后到2015年。

关于污泥的问题,欧盟三个重要指令出台。Decision 2001/118/EC<sup>[6]</sup>将污泥定义为非危险废物(non hazardous wastes),根据欧盟的政策,对于此类废物的管理流程应该是“预防-准备再利用-回收利用-其他回收(例如,能量回收)-处置。

依据这些原则,填埋指令(Landfill Directive 99/31/EC)<sup>[3]</sup>严禁将液体和未处理废物处置在填埋场,并限制可生化性的城市固废(例如污泥)进入填埋场的门槛。除了欧盟的法令政策,某些成员国家的本国政策对污泥进入填埋场的问题,在有机物质和总有机碳指标上有更严格的限制,极大限制了污泥的填埋处置。具体的说,奥地利要求总有机碳(TOC)小于5%,法国要求干基含量(DS)大于30%(即污泥含水率小于70%),德国要求有机物质小于5%,意大利禁止废物未回收利用而进入填埋场,荷兰要求有机物质小于5%,瑞典不允许有机废物进入填埋场<sup>[7]</sup>。

涉及污泥管理的主要文件是污水污泥指令(Sewage Sludge Directive 86/278/EEC)<sup>[8]</sup>,该指令鼓励污泥在农业中的安全利用,并通过管理预防其对土壤、植物、动物和人类的有害影响,并对重金属的浓度提出要求。对于15个成员国,具体的说,①对于农用的污泥重金属含量,希腊、爱尔兰、意大利、卢森堡、葡萄牙、西班牙的限制值与欧盟政策一致,奥地利、比利时、法国、德国比欧盟政策更低一些,丹麦、芬兰、荷兰、瑞典比欧盟政策低很多。②对于农用的土壤重金属含量,奥地利、比利时(荷兰语区)、法国、德国、希腊、爱尔兰、意大利、卢森堡采用与欧盟政策一致的含量,比利时(法语区)、丹麦、芬兰、荷兰、瑞典的门槛值比欧盟政策低,葡萄牙和西班牙目前门槛值比欧盟政策高。③对于重金属的最大年负荷量,除了希腊、卢森堡、葡萄牙、西班牙外,其他欧盟国家的政策比欧盟政策更严格。④指令中并没有规定污泥农用处置中重金属铬、致病菌和有机物的含量,然而,所有的欧盟15国对污泥、土壤中的铬含量和铬的年负荷量做出要求,奥地利、丹麦、芬兰、法国、意大利、卢森堡、葡萄牙对致病菌极限值做出要求,奥地利、比利时、法国、德国、西班牙对有机物极限值做出要求。⑤只有法国和瑞典允许污泥未经处理在获得授权前提下进行污泥农用,特别的,奥地利规定污泥需经过生物稳定性处理,丹麦规定污泥需经过稳定化、好氧生物处理或高温消毒处理,芬兰规定污泥需经过厌氧消化或石灰稳定化,其他国家也都规定需要经过某些预处理后才能将污泥农用。⑥对于污泥是否能处置于森林、绿地中,某些国家也做出了规定。奥地利和比利时严禁将污泥处置于森林,德国和荷兰严禁将污泥处置于森林

和绿地,丹麦规定只有经过高温消毒的污泥能处置于绿地,法国允许风险最低时的森林处置,但严禁污泥处置于矿山和矿场,卢森堡对污泥的森林处置提出了附加要求<sup>[9]</sup>。

除了污泥的填埋和农用,目前欧盟对于污泥的其他处理处置方式,还没有官方的法令规定,只有某些指导和参考意义的文件。

在我国,目前的讨论焦点是应将污泥定义为垃圾还是资源的问题上<sup>[10][11]</sup>,还没有发布标准性文件,欧盟的这些指令也许能对我国的污泥管理提供借鉴作用。

### 3 欧洲国家污泥稳定化处理研究

欧盟 15 国的污泥的处理包括稳定化处理(好氧稳定、厌氧稳定、石灰稳定、生物堆肥稳定)、调质处理(石灰调质、其他无机药剂调质、聚合物调质、热调质)、脱水处理(干化床、压滤、离心、带式压滤)、其他处理(热干化、太阳能干化、消毒、长期存储、冷发酵、布袋填料),每个欧盟国家综合上述处理方法,如表 3—表 5 所示<sup>[6][12]</sup>。

表 3 欧盟 15 国污泥稳定处理方法

国家	稳定化类型				稳定化类型
	好氧稳定	厌氧稳定	石灰稳定	生物堆肥稳定	
比利时	◆	◆	◆	◇	中温厌氧消化
丹麦	◆	◆	◆	◆	中温厌氧消化、高温厌氧消化
德国	◆	◆	◆	◇	
爱尔兰	◆	◆	◆	◇	高温好氧消化
希腊	◆	◆	◆	◇	中温厌氧消化
西班牙	◆	◆◆	◆	◇	
法国	◆	◆	◆	◆	
意大利	◆	◆◆	◆	◆	
卢森堡	◆	◆	◆	◆	
荷兰	◆	◆	◆	◆	
奥地利	◆	◆	◇	◆	中温厌氧消化、高温厌氧消化
葡萄牙	◆	◆	◆	◆	
芬兰	◆	◆◆	◇	◆◆	中温厌氧消化、高温厌氧消化
瑞典	◆	◆	◆	◆	高温厌氧消化
英国	◆	◆◆	◆	◆	中温厌氧消化、高温好氧消化

表 4 欧盟 15 国污泥调质处理方法

国家	调质处理				脱水处理			
	石灰调质	其他无机物调质 (氨、铁、盐)	聚合物调质	热调质	干化床	压滤	离心	带式压滤
比利时	◆		◆			◆	◆	◆
丹麦				◆				
德国				◆				
爱尔兰							◆	◆
希腊			◆		◆		◆	◆
西班牙								
法国	◆					◆	◆	
意大利	◆	◆		◆	◆	◆	◆	◆
卢森堡	◆	◆	◆					
荷兰								
奥地利			◆			◆	◆	◆
葡萄牙					◆	◆	◆	◆
芬兰								
瑞典		◆		◆	◆		◆◆	◆
英国							◆	◆

表 5 欧盟 15 国的其他污泥处理方法

国家	热干化	太阳能干化	高温消毒	长期存储	冷发酵	布袋填料
比利时	◆					
丹麦	◆		◆			
德国	◆◆					
爱尔兰	◆			◆		
希腊	◆	◆				
西班牙	◆			◆		
法国	◆	◆				
意大利	◇		◇			
卢森堡				◆		
荷兰	◆					
奥地利	◆		◆			
葡萄牙	◆					
芬兰						
瑞典	◆					
英国	◆					◆

#### 3.1 污泥稳定化处理

对于污泥的稳定化处理(表 3),除了德国和卢森堡,其他 13 国都广泛的使用好氧稳定化处理,另外,所有的欧盟 15 国都非常广泛的使用厌氧稳定处理;这两种稳定化方式在欧洲应用非常普遍。多个国家都采用联合稳定化处理的方式,将厌氧(或好氧)消化与石灰稳定相结合,德国在这一点就非常明显,德国几乎不采用好氧稳定,较少使用生物稳定,主要的稳定化方式是厌氧消化后接石灰处理。

#### 3.2 污泥调质处理

相对于污泥稳定化处理的广泛应用,欧洲国家较少使用污泥调质处理(表 4)。但是对于意大利和卢森堡,这些化学调质也会应用于污泥的处理中。

#### 3.3 污泥脱水处理

脱水处理将污泥中的自由水脱离,是污泥大量减量的主要方式。欧盟 15 国中,污泥脱水也是污泥管理中的一个重要的阶段(表 4),超过一半的国家采用离心或带式压滤的方法进行脱水。干化床方式的脱水方法仅存在于希腊、意大利、葡萄牙和瑞典。从经济角度来看,将来会一直沿用的污泥脱水技术大概是离心、带式压滤和压滤<sup>[13][14]</sup>。

#### 3.4 其他污泥处理方法

在其他的污泥处理方法中,欧盟 15 国非常普遍的应用热干化技术对污泥进行处理,普及率达到 87%(表 5)。欧盟 15 国绝大部分的热干化单元是作为污泥焚烧处置的第一步来应用。除了卢森堡和芬兰,其他的 13 个国家在污泥管理中都应用热干化技术,而这其中应用最多的国家是德国、意大利、英国和法国,几乎一半的热干化处理是在



德国实施。热干化系统主要采用转鼓干化、流化床干化和带式干化<sup>[5]</sup>。

长期存储的方式也是欧洲国家采用的一种污泥处理方法，主要是这种方法操作简单，成本低廉。但是它不能广泛应用是因为它对气候和地域有所要求。

#### 4 欧洲国家污泥最终处置方式研究

欧盟 15 国的主要污泥处置方式包括填埋、焚烧、农业利用、生物堆肥和其他。

##### 4.1 各国处置方式的空间变化

选取欧盟 15 国 2012 年统计数据(特别的,丹麦、西班牙和意大利 2010 年)<sup>[3]</sup>,横向对比各国处置方式(如图 3)。

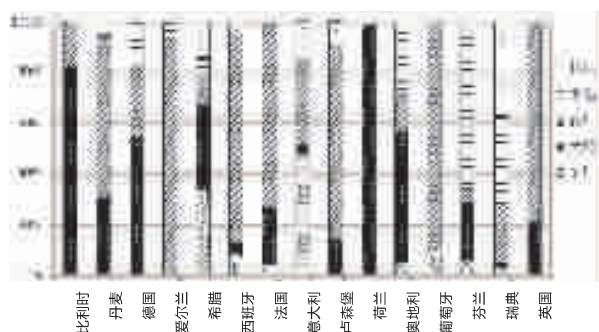


图 3 欧盟 15 国近年污泥各种处置方式比例

除了荷兰绝大多数采用焚烧处置以外，基本上每个国家都根据不同区域采用了多种方式并存的污泥处置方式，尤其是对于本身有政治划分的区域。例如，比利时的污泥处置方式是焚烧(主要在荷兰语区)、农业利用(主要在法语区)。同样情况还有英国，苏格兰和北爱尔兰采用污泥焚烧方式，英格兰和威尔士主要采用污泥农业利用的方式<sup>[12]</sup>。

对于污泥产量大的德英西法意五国，除了意大利以外，其他均已经抛弃了填埋的处置方式，德国主要为焚烧，英国、西班牙、法国最重要的污泥处置方式为农业利用。

##### 4.2 各国处置方式的时间变化

选取比利时、德国、希腊、西班牙、法国、荷兰和英国几个数据比较完整的国家，从时间角度分析污泥处置方式的变化趋势。图 4 统计了多国各年污泥各种处置方式的量。

###### 4.2.1 填埋处置

2005 年是关键的一年，之前关于污泥管理的

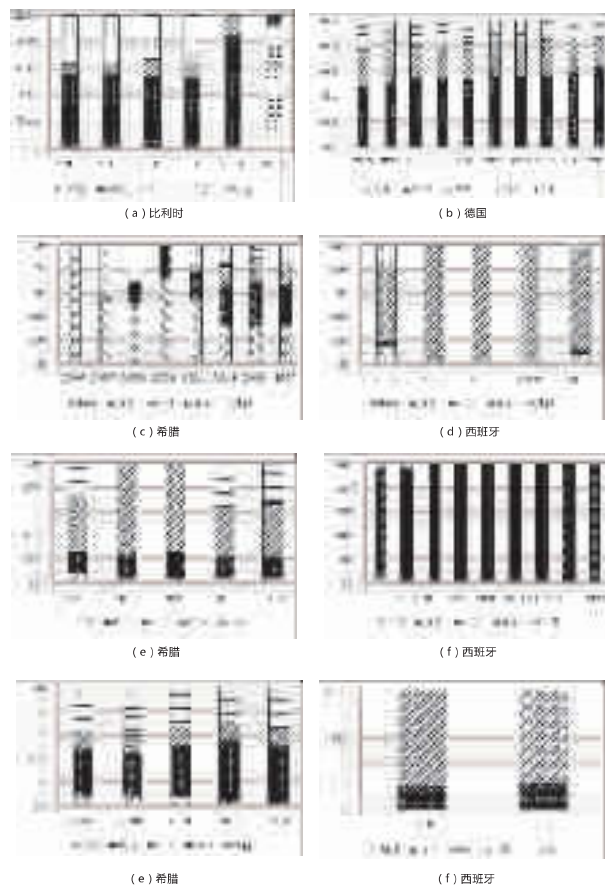


图 4 各国各年污泥各种处置方式比例

法令包括污泥进入填埋场的控制标准最晚从 2005 年实施，也就是说，2005 年以后进入填埋场的污泥理应要受到或是含水率或是有机质等多种标准的限制。比利时、德国 2006 年开始填埋率为 0，荷兰 2007 年不再填埋污泥，英国数据不甚完善，现有数据中已经不再填埋污泥。其他国家尽管仍然应用着填埋的处置方式，但是整体趋势是逐渐降低。

###### 4.2.2 焚烧处置

分析的这 8 个国家主要分成 4 组，比利时、德国和荷兰焚烧处置占据着很大的比重，超过 50%，特别地，荷兰几乎所有的污泥采用焚烧处置；法国、奥地利和英国也在一定程度上采用污泥焚烧处置方法，从 2006 年到 2014 年焚烧方法所占的比例保持稳定；西班牙较少用焚烧的方式去处置污泥，且随时间变化不大；希腊在 2007 年之前几乎全部污泥采用填埋方式，而之后焚烧技术快速发展，2014 年占据 33%。从各个国家的实践来看，各国都认为污泥的焚烧处置是一个值得保持甚至应该普遍采用的污泥处置方式。

#### 4.2.3 农业利用与生物堆肥

污泥的农业利用与生物堆肥在各国的处置方式中占据的比例变化不大,也就是说,原来采用该方法的国家仍然采用,原来不采用的仍然不采用。填埋处置减少的部分污泥几乎都利用了焚烧的方式处置。特殊的,对于法国来说,填埋减少,焚烧不变,生物堆肥处置在增加。西班牙和英国的农业利用处置在本国占据很重要的地位,比例超过 50%。

#### 4.3 欧盟 15 国处置方式总体分析

取 2005 年和 2012 年(特别的,丹麦、西班牙和意大利 2010 年)的污泥产生量和处置方式数据,计算各方式所占比例,如图 5 所示。

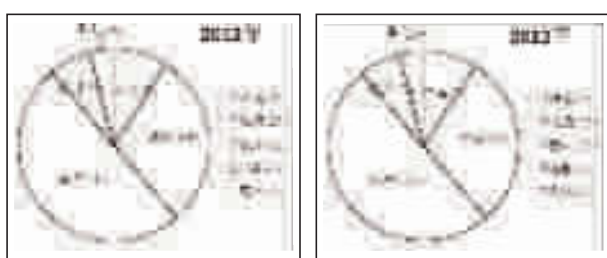


图 5 欧盟 15 国 2005 年及 2012 年污泥各种处置方式比例

统计结果是,无论是 2005 年还是 2012 年,污泥的农业利用是欧盟最主要的污泥处置方式,主要是因为对于污泥产量最大的几个国家(德国、英国、西班牙、法国、意大利),污泥产量大,焚烧成本太高,农业利用是比较适合的方式。接着是污泥的焚烧、堆肥化和填埋。从 2005 年到 2012 年前后,填埋比例从 13% 下降到 9%,污泥农用加堆肥化处置占据的比例变化不大,污泥的焚烧处置从 22% 增加到 29%,在污泥产量大的 5 国中,主要的贡献是德国,焚烧比例增加了 17%。

### 5 欧洲国家污泥管理趋势

本文根据多年的统计数据,对污泥产生、处理、处置方面的趋势进行预测。

#### 5.1 污泥产生

用贡献量最大的德英西法意 5 国的污泥产生量的变化趋势作图 6。

对于欧盟 15 国,最近几年,大多数国家的污水管网已经基本上遍布本国国民,污泥的产生量随年份的变化将不会太大。图中表示欧盟污泥产量最大的几个国家的污泥产量变化情况,基本上从 2005 年开始,污泥产量已经不大增加。由此可

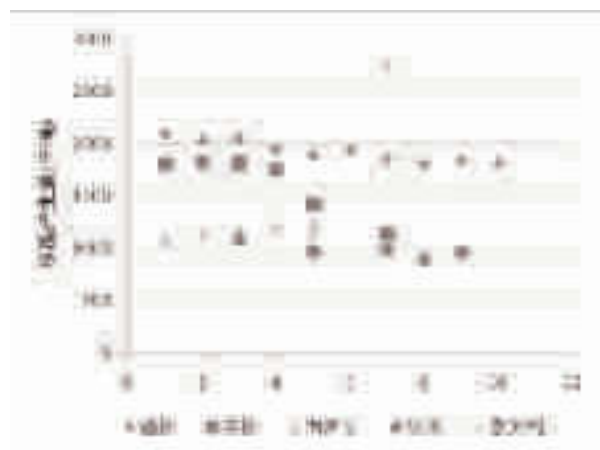


图 6 欧洲国家污泥产生量变化

以预测,在将来的几年内,欧盟 15 国污泥产量不再变化,而欧盟的重点应该是后来加入欧盟的国家,经济条件较低,且执行污水处理指令的时间较短,随着污水处理要求的提高,污泥产量可能仍然会增加。

#### 5.2 污泥处理

欧盟 15 国对污泥处理方法大同小异,都进行相似的污泥稳定化处理和污泥热干化处理,这两种方法既可以使污泥含水率减少,同时也是污泥无害化的重要处理手段。同时各个国家也会采用某一种或两种污泥机械脱水方式,去除污泥中易脱除的自由水,以进行下一步的污泥处置。可以预测,污泥的厌氧消化等稳定化方式作为污泥脱水、无害和化学能源利用等方式具有重要的竞争力,同时污泥的热干化作为一种快速高效减量和消毒的方式,也会继续保持下去,但是由于污泥热干化的成本较高,不可能利用常规能源提供热能,只能结合工业焚烧产生的废热进行<sup>[10]</sup>,因此污泥热干化将会在污泥焚烧处置大量发展的时候以焚烧工艺的其中一个环节的方式推广于欧盟其他国家和中国。污泥的浓缩和机械脱水作为最常规的污泥处理方式,价格低廉,普遍运用于其他处理环节之前,具有重要意义<sup>[13]</sup>。

#### 5.3 污泥处置

由于污泥处置方式的选择需要因地制宜,因此对于不同的国家,具体条件不同,欧盟 15 国的污泥处置方式的未来也各不相同。但是可以明显地肯定的是,在大部分国家,填埋的处置方式均将逐渐被弃用,而被其他技术所取代。

近十年间,丹麦、爱尔兰、西班牙、法国、意大利、荷兰、奥地利、葡萄牙、瑞典和英国等大部分国

家的处置方式基本未改变。丹麦仍然存在其他未明的处置方式,逐渐形成60%农业利用和30%焚烧的模式;爱尔兰农业发达,主要模式为80%农用和20%堆肥;西班牙、法国、意大利、葡萄牙、英国的发展现状比较相近,农业发展相对比较发达,目前主要的污泥处置方式为农用,但西班牙为纯农业利用,意大利和葡萄牙仍存在少量填埋,法国和英国逐渐发展了20%的焚烧处置方式;荷兰的污泥则接近100%采用焚烧处置方式;奥地利维持50%焚烧和50%农业利用的模式;瑞典为农业利用、堆肥和其他处置方式各占1/3。

其他国家的处置方式在近十年有些变化,比利时、德国、芬兰三个国家均为发展焚烧处置方式,比利时是将其他未明确的方式发展为焚烧,德国和芬兰则将堆肥发展为焚烧。希腊将填埋发展为各种方式,但目前仍有超过30%的填埋,以及30%焚烧和30%农业利用(包括堆肥);卢森堡农业利用逐渐增加,但近几年又逐渐减少,焚烧比例维持10%左右不变,而其他处置方式增加。

对于仍然存在填埋的国家来说,处置方式的变化是可以预见的,由于国土面积较大,农业较多,意大利和葡萄牙存在的少量填埋将继续改变为农业利用,瑞典的1/3其他处置方式也极有可能发展为农业利用;希腊十年前首先将填埋发展为焚烧处置技术,但是由于焚烧成本较高,而希腊经济发展受到限制,且希腊国土面积较大,将会在污泥焚烧技术发展的同时发展污泥农业利用技术。

## 6 结论

本文通过文献调研,数据收集,分析了欧盟15国的污泥产生量特性,污泥的管理政策,和污泥处理和处置现状,并预测未来欧盟15国的污泥产量的变化,处理方式的变化和分组讨论污泥处置方式的趋势。

我国目前的排水管网并没有连通到每个区域,随着经济发展,污泥的产生量将持续增加。我国污泥和欧盟最大不同点在于成分复杂,有害含量增加,这是因为我国目前的污水处理系统并没有分源处理,城市污水厂同时可能也会混合工业废水和医疗废水一起处理,因此我国污泥处理方式对于污泥的无害化处理更应该严格,农业利用由于污泥的毒性受到限制,因此利用废热的热干

化处理以及污泥焚烧处置是很重要的发展趋势。当然,因为焚烧处置成本较高,因此污泥单独焚烧的案例不会太多,且主要发生在经济发达的地区,多数地区的焚烧将会是与煤或垃圾混合焚烧。

## 参考文献

- [1]张自杰,林荣忱,金儒霖.排水工程(第三版)[M].北京:中国建筑工业出版社,1996:296-299.
- [2]陈同斌,郑国砥,高定,刘洪涛,杨军,约波,蔡红.城市污泥堆肥处理及其产业化发展中的几个关键问题[C].中国城镇污泥处理处置技术与应用高级研讨会论文集,秦皇岛,2010,251-258.
- [3]CEC (Council of the European Communities). Council Directive of 21 May 1991 concerning urban waste water treatment (91/271/EEC). Official Journal of the European Communities[S], L135/40-52, 1991.
- [4]Eurostat. Sewage sludge production and disposal. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>.
- [5]中华人民共和国统计局. <http://www.stats.gov.cn/tjsj/>.
- [6]CEC (Council of the European Communities). Commission decision of 16 January 2001 amending Decision 2000/532/EC as regards the list of wastes (2001/118/EC). Official Journal of the European Communities No. L47/1-31, 2001.
- [7]LeBlanc, R. J., Matthews, P., & Richard, R. P. Global atlas of excreta, wastewater sludge, and biosolids management: Moving forward the sustainable and welcome uses of a global resource. Nairobi, Kenya: United Nations Human Settlements Programme (UN-HABITAT).2008, 571-586.
- [8]CEC (Council of the European Communities). Council Directive of 12 June 1986 on the protection of the environment, and in particular of the soil, when sewage sludge is used in agriculture (86/278/EEC). Official Journal of the European Communities No. L181/6-12, 1986.
- [9]Le Blanc, R.J., Matthews, P., Richard, R.P. Global atlas of excreta, wastewater sludge, and biosolids management: moving forward the sustainable and welcome uses of a global resource[C]. Proceedings of the water environment federation, Alexandria, 2009, 3: 1202-1208.
- [10]傅涛. 污泥处理处置的三个问题[C]. 第九届城市水业战略论坛. 北京,2011.
- [11]何强,吉芳英,李家杰. 污泥处理处置及资源化途径与新技术[J]. 给水排水,2016,42(2):1-3.
- [12]Kelessidis, A., Stasinakis, A.S. Comparative study of the methods used for treatment and final disposal of sewage sludge in European countries[J]. Waste Management, 2012, 32:1186-1195.
- [13]赵维强.城市污泥机械浓缩与离心脱水工艺研究[D].济南:山东大学,2006.
- [14]李华,孙福奎,陈超,等. 污泥机械脱水与热干化脱水的经济性比较[J]. 中国给水排水, 2012,28(23):143-144,148.
- [15]Tsotsas, E., Mujumdar, A.S. Modern drying technology [M]. Wiley-VCH, 2012:295-329.
- [16]张卫军.城市污水污泥热干化特性及能耗研究[D].重庆:重庆大学,2009.