

关于垃圾衍生燃料标准的研究现状

王小宏*, 陈 灏, 赵玉柱

(中国科学院生态环境研究中心鄂尔多斯固体废物资源化工程技术研究所,
内蒙古鄂尔多斯017000)

摘要:目前国外垃圾衍生燃料(RDF)技术基本成熟,并制订了技术标准,尤其美、日的RDF标准经实践修订后已相当完备;意大利、芬兰等国家根据组成RDF的元素及含量制订了通用及专用标准。我国RDF技术起步较晚,且尚未制订任何RDF标准。为解决标准滞后性带来的负效应,迫切需要结合垃圾特性并借鉴国外经验和方法,研制出符合我国国情的RDF标准。

关键词:垃圾衍生燃料(RDF);标准;环境科学;绿色能源

中图分类号:X799.3

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2016)04-0001-03

DOI:10.16606/j.cnki.issn0253-4320.2016.04.001

Current situation of the standards for refuse derived fuel(RDF)

WANG Xiao-hong*, CHEN Hao, ZHAO Yu-zhu

(Ordos Research Institute of Solid Waste, Ecology Center of Chinese Academy of Science, Ordos 017000, China)

Abstract: The technology of refuse derived fuel(RDF) has become mature at present and many countries have already developed related standards. In particular, the RDF standard is quite complete in the United States and Japan. Italy, Finland and other countries also formulate general standards and special standards of RDF according to element content and composition. However, in China, the applicaiton of RDF technology is a little late and there is no standards for RDF. To solve the negative effects brought by absence of standards for RDF, it is urgent to learn from foreign experience and methods according to our garbage characteristics and develop suitable RDF standards for China.

Key words: refuse derived fuel(RDF); standards; environmental science; green energy

英国于1973年首次提出垃圾衍生燃料(RDF)技术的概念,美国是最早使用RDF发电的国家,于1988年建成日处理2 000 t的RDF工厂,1990年设计了日燃烧1 500 t的RDF发电厂。日本于1988年建成了首座RDF制造厂,目前有50多座RDF加工和发电厂在运行。中国对RDF的研究起步较晚,1996年最早由中科院广州能源所和太原理工大学开始了RDF的热解、污染等性能的研究,2001年建立了国内第一条RDF生产线,展开了对垃圾可燃物的实践探索^[1-3]。2012年由节能协会组织了“垃圾衍生燃料RDF-5发电工艺改造工程签约仪式——垃圾衍生燃料绿色能源化产业技术”会议,推动了RDF-5技术的进一步发展。

经分析美、日、英、德等国制订的固废标准发现,英、德大多是采用欧洲标准^[4],欧洲协会依据RDF的使用环境条件、特性及元素含量制订RDF标准,意大利、芬兰、瑞士也采取同样方式制订了RDF标准。美国制订的RDF标准约占全部固废标准的22.0%;日本制订的RDF标准约占全部固废标准的35%^[5]。我国10多年的发展一直处于实验研究和工程实践的阶段,目前仍没有制订RDF相关标准。

1 RDF分类标准

美国材料与试验协会^[6](American Society of Testing Materials, ASTM)建立于1898年,是世界上最早、最大的非盈利性标准制订组织之一,ASTM依据RDF的加工工序、粒径、形态及用途将RDF分成7类,详见表1。欧美地区研究的是RDF-2和RDF-3;日本由于原料主要是厨芥类物质,需经破碎、干燥、压缩等处理工序,因此偏重于RDF-5;我国垃圾的物理特性决定也偏重于RDF-5。

表1 垃圾衍生燃料标准(RDF)的分类标准

分类	内容	备注
RDF-1	去除大件垃圾后的散状垃圾	疏松RDF
RDF-2	经破碎、分选和筛分,95%的粒径小于150 mm的散状垃圾	疏松RDF
RDF-3	经破碎、分选和筛分,95%的粒径小于50 mm的散状垃圾	疏松RDF
RDF-4	经破碎、分选和筛分,95%的粒径小于2 mm的粉状垃圾	粉状RDF
RDF-5	经破碎、分选和筛分,并再干燥固状RDF和压缩制成圆柱状、球状或块状的固状垃圾	柱状RDF
RDF-6	将城市生活垃圾加工成液体燃料	液态
RDF-7	将城市生活垃圾加工成气体燃料	气态

2 国内外 RDF 标准

经分析国外 RDF 标准得出,美国 RDF 标准制订齐全,检测的方法、项目及时更新。日本由于土地资源、能源匮乏的原因,特别注重 RDF 技术的发展,也制订了相当完善的标准。意大利、芬兰、瑞士等制订了详细的 RDF 元素含量标准,英国则多是采用欧盟、瑞士制订的标准。

2.1 美国 RDF 标准

ASTM 于 1983 年制订了第一条关于 RDF 的标准,1994 年标准制订补充完备,经过 20 多年的运行,于 2009 年再次确认了现行有效的最新标准。ASTM 制定的标准测定范围全面,包括测定 RDF 元素含量、灰分、粒度、燃烧值、水分等的方法(如表 2 所示),形成一个完整的标准体系。截至目前,已对 E887、E953、E1037、E828、E776 等 5 项标准进行了修订,对 D5115、E829、E926、E886 等 4 项标准进行撤销。

表 2 美国 ASTM RDF 标准

标准名称	测试内容
E775 垃圾衍生燃料中总硫的标准测试方法	Eschka Method, Bomb Washing Method
E776 垃圾衍生燃料 RDF-3 中氯的标准测试方法	总氯、水溶性氯化物和水不溶性氯;样品分析法
E777 垃圾衍生燃料中碳、氢的标准测试方法	RDF-3 样品总碳和总氢;百分比分析法
E778 垃圾衍生燃料中氮的标准测试方法	有机含氮的化合物;样品分析法
E828 垃圾衍生燃料 RDF-3 大小的标准测试方法	RDF-3 大小;筛分析法
E887 垃圾衍生燃料及灰分中二氧化硅含量标准测试方法	灰渣、飞灰、底灰中二氧化硅含量;酸脱水重量法
E790 垃圾衍生燃料样品中残余水分的标准测试方法	水分;对比法
E791 垃圾衍生燃料中化合物的标准测试方法	原料、灰分;公式法
E953/E953M 垃圾衍生燃料(RDF)熔性灰分标准测试方法	RDF 灰分流动的温度;经验法
E955 垃圾衍生燃料 RDF-3 热特性的标准测试方法	水分、不燃物、可燃物、热值含量检测
E1037 垃圾衍生燃料 RDF-5 粒度分布标准测试方法	RDF-5 粒度;重量和粒径的函数关系法

2.2 日本 RDF 标准

日本为促进 RDF 技术稳定发展,由日本工业标准调查会(JISC)于 1999 年正式出台了 5 项针对性的 RDF-5 技术标准,第一项标准 Z7302-1—1999 详细讲述了测试用的方法、流程、可行性及注意事项,参照此方法制订了检测 RDF 热值、水分、灰分、总氯

等标准;于 2002 年增加了测试金属、硫含量、粒度、密度等 5 项标准,主要标准见表 3。总结现行有效的固废标准近 40 件,RDF 相关标准占了 35%,使标准在内容和检测方法上形成了结构优化、层次清晰的完整的标准体系。

表 3 日本 JISC 制定的 RDF 标准

标准名称	测试内容
JIS Z7302-1—1999 致密的垃圾衍生燃料	试验方法通则
JIS Z7302-2—1999 致密的垃圾衍生燃料	总热值的测试方法
JIS Z7302-3—1999 致密的垃圾衍生燃料	水含量测试方法
JIS Z7302-4—1999 致密的垃圾衍生燃料	灰分测试方法
JIS Z7302-5—2002 致密的垃圾衍生燃料	金属含量测试方法
JIS Z7302-6—1999 致密的垃圾衍生燃料	总氯含量测试方法
JIS Z7302-7—2002 致密的垃圾衍生燃料	硫含量测试方法
JIS Z7302-8—2002 致密的垃圾衍生燃料	元素分析测试方法
JIS Z7302-9—2002 致密的垃圾衍生燃料	容积密度测试方法
JIS Z7302-10—2002 致密的垃圾衍生燃料	粉化度测试方法

2.3 其他国家 RDF 标准

表 4 各国 RDF 标准

名称	通用标准		水泥工程标准		
	意大利	芬兰	西班牙	欧盟协会	瑞士
水分/%	<25		<1		<10
净热值/(MJ·kg ⁻¹)	15			15	
灰分/%	20		<10	5	0.6~0.8
Cl/%	0	<0.15		0.5	<1
S/%	0.6	<0.2	<3	0.4	<0.5
N/%		<1.0	<3	0.7	
F/%				0.1	
K、Na/%		<0.2			
Hg/(mg·kg ⁻¹)		<0.1			<5
Cd/(mg·kg ⁻¹)		<1.0			<5
Pd/(mg·kg ⁻¹)	200		<2.5		<100
Cu/(mg·kg ⁻¹)	300				
Mn/(mg·kg ⁻¹)	400				
Cr/(mg·kg ⁻¹)	100		<1.5		<30
Zn/(mg·kg ⁻¹)	500			500	<2000
Ni/(mg·kg ⁻¹)	40				<10
As/(mg·kg ⁻¹)	9				
Ba/(mg·kg ⁻¹)			<5		
Cd + Hg/(mg·kg ⁻¹)	7				
Br/I/(mg·kg ⁻¹)					0.01
Hg/II/(mg·kg ⁻¹)					2
AS、Se、Cd、Sb/(mg·kg ⁻¹)					10
Mo/(mg·kg ⁻¹)					20
V、Cr、Co、Ni、Cu、Pb/(mg·kg ⁻¹)					200
V/(mg·kg ⁻¹)					<50
Zr/(mg·kg ⁻¹)					<300
Halogens/(mg·kg ⁻¹)			<5		

意大利、芬兰、西班牙、瑞士等国也制订了 RDF 技术标准。与美国、日本不同的是,意大利和芬兰则依据 RDF 热值、水分、灰分及元素含量制订了通用标准,西班牙、欧盟协会、瑞士依据 RDF 使用环境条件制订了专用标准^[7],如表 4 所示。

3 中国 RDF 标准^[8-10]

3.1 推广 RDF 的必要性

据统计,2014 年我国城市生活垃圾总产量已超过 3 亿 t,并以每年超过 10% 的速度递增。由于地域、气候差异及垃圾没有源头分类,造成垃圾物理成分复杂、热值低、水分高等弊端,急需高效环保的焚烧技术。RDF 技术开启了能源的高效再利用,形成了“资源-废品-资源”的循环系统,实现了可持续发展要求的经济与环境的双赢。

3.2 RDF 技术应用

近几年,介于参照国外经验并实践研究的基础上,RDF 技术一直处于向上发展阶段,并建立了多座实践应用工程,美中不足的是鲜有研究机构进入规范化生产。采用 RMJ、J-careerl 工艺生产 RDF-5,并加入生石灰和消石灰以降低氮化物、氯化物、硫化物及二噁英的产量。实践证明,燃烧 RDF 时易出现金属、玻璃等硬质无机物对设备磨损的现象,因此在研究 RDF 时不可忽略预处理系统的重要性。

3.3 RDF 标准体系

目前我国仍没有制订明确的 RDF 标准,标准化工作出现了严重的滞后,影响了 RDF 顺利发展。为实现 RDF 多元化和大规模生产,提高 RDF 的运转效率和强化使用管理,亟待解决缺乏 RDF 标准的难题。制订标准工作可借鉴国外成熟的经验,争取早日制订出符合我国国情和发展现状的标准,为加快 RDF 的标准化、产业化及规范化发展做好铺垫。

3.4 制订 RDF 标准的原则

为实现 RDF 焚烧产物排放参数的达标化,为 RDF 技术的发展创建良好平台,为使 RDF 技术标准实现与时俱进的要求,制订标准时应考虑以下 3 条原则。

先进性原则:制订的 RDF 标准体系应适用于生产、有利于生产、服务于生产,检测方法、项目应与国外先进的 RDF 标准接轨,打破局限性。

系统性原则:应制订全面系统性的 RDF 标准,标准不仅涉及常规的 RDF 粒度、热值、水分、灰分、金属、总氯、元素含量分析等的检测方法,要有针对我国垃圾特性的检测措施(如垃圾预处理方式);规

定标准的术语、规范、实验环境、设备参数和搭建客户交流服务平台等。

可行性原则:RDF 标准必须符合我国地域及气候差异导致垃圾成分的异样,而国外垃圾成分均匀,所以只能参考国外的制订原则和方法,不能复制,应采取多次试验制订出切实可行的符合实际的标准,推动 RDF 技术的快速发展。

3.5 应重视宣传

普及环保知识、提高环保意识有助于 RDF 技术的发展,改变搞好环保是政府责任的错误认识,让居民对环保行为有认知性、目的性、方向性、预见性,尽力减少垃圾源头对推广 RDF 技术和制订标准的影响。

4 展望

RDF 技术不仅实现了资源的再利用,同时为实现“十二五”目标,提倡走绿色、低碳发展之路,提高能效,减少消耗,实现资源的综合利用,应争取尽快突破现状的束缚,使 RDF 技术尽早迈入规范化发展步伐。紧密结合我国垃圾复杂的物理特性和当前具有的 RDF 技术水平,并借鉴国外经验,尽快制订出满足我国发展的标准,真正实现垃圾有效再利用目的。

参考文献

- [1] 田忆凯,陈荣,金晓龙,等. 国外城市垃圾处理的新趋势[J]. 环保与安全,2000,7(2):26-29.
- [2] 严密,熊祖鸿,李晓东. 中美城市生活垃圾焚烧处置现状和发展趋势[J]. 环境工程,2013,(4):87-91.
- [3] 邱大庆,刘宁川,迟文涛. 垃圾衍生燃料前景眺望[J]. 环境保护,2011,8:35-36.
- [4] 张明兰,潘柯良,蔡冠华. 浅议环卫领域国际标准化现状及趋势[J]. 城市运行管理,2015,(5):44-46.
- [5] 田宜水,赵立欣,孟海波,等. 欧盟固体生物质燃料标准技术发展[J]. 可再生能源,2007,25(4):61-64.
- [6] 沈伯雄,姚强. 垃圾衍生燃料(RDF)技术概述[J]. 电站系统工程,2002,18(3):47-49.
- [7] Antonio Gallardo, Mar Carlos, Bovea M D, et al. Analysis of refuse derived fuel from the municipal solid waste reject fraction and its compliance with quality standards[J]. Journal of Cleaner Production, 2014, (83):118-125.
- [8] 宋志伟,吕一波,梁洋,等. 新型复合垃圾衍生燃料的制备及性能分析[J]. 环境工程学报,2007,1(6):114-117.
- [9] 张百良,任天宝,徐桂转,等. 中国固体生物质成型燃料标准体系[J]. 农业工程学报,2010,2(26):257-262.
- [10] 曹青,吕永康,鲍卫仁. 抑制焚烧衍生垃圾燃料过程中产生二噁英的途径[J]. 现代化工,2006,(11):67-69. ■