

中国生物质固体成型燃料标准体系的研究

田宜水, 赵立欣, 孟海波, 孙丽英, 姚宗路

(农业部 规划设计研究院, 北京 100125)

摘 要: 我国生物质固体成型燃料技术已基本成熟, 但尚未制定相关标准, 这对该产业发展是不利的。通过对美国 ASTM、欧盟 CEN/TC 固体生物质燃料标准及燃烧设备标准的分析, 并结合我国生物质固体成型燃料产业发展的实际需求, 从产业链的角度出发, 提出了我国的生物质固体成型燃料标准体系。该体系分为基础标准、通用标准和专用标准 3 个层次, 同时, 按轻重缓急的原则提出相关建议。该标准体系的提出有利于规范我国生物质固体成型燃料市场, 为产业发展创造良好的市场环境。

关键词: 生物质; 固体成型燃料; 标准体系

中图分类号: TK6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-5292(2010)01-0001-05

Research on China densified biofuel standards

TIAN Yi-shui, ZHAO Li-xin, MENG Hai-bo, SUN Li-ying, YAO Zong-lu

(Chinese Academy of Agricultural Engineering, Beijing 100125, China)

Abstract: China's densified biofuel technology has been basically mature, but it has no relevant standards, which is adverse to the industry development. Through analyzing the United States ASTM, EU CEN / TC solid biomass fuel and combustion equipment standards, combining with the actual needs of our densified biofuel industry development, the paper brings forward China densified biofuel standard system from the perspective of industry chain. The system is divided into basic standards, common standards and specific standards for three levels. The paper also gives correlate suggestion in accordance with the principle of priority. The standard system is beneficial to standardize the densified biofuel market, and then provides a good market environment for the industry development.

Key words: biomass; densified biofuel; standards

0 引言

生物质固体成型技术是指在一定温度与压力作用下, 将松散的生物质压制成具有一定形状的、密度较大的成型燃料的技术。压缩后得到的生物质固体成型燃料体积为原有生物质体积的 1/8~1/6, 密度为 1.0~1.4 t/m³, 能源密度相当于中质烟煤, 使用时火力持久, 炉膛温度高, 燃烧特性得到了明显改善, 近年来受到人们的广泛关注。开发利用生物质固体成型燃料, 有利于保护和改善生态环境, 拓展农业功能, 增加农民收入, 促进经济社会的可持续发展, 是生物质能开发利用技术的主要发展方向之一, 也是中国

应对气候变化的有效措施之一^[1-4]。

目前, 美国 and 欧洲一些国家多以木本生物质为原料生产颗粒状生物质固体成型燃料, 并开发了壁炉、蓄热式炉、颗粒燃料炉等专用炉具。2006 年, 欧洲生物质颗粒燃料的消费量约为 450 万 t, 其中瑞典的产量约为 145.8 万 t, 消费量约为 168.5 万 t, 产销量居世界首位。生物质固体颗粒燃料除通过专门运输工具定点供应给发电厂和供热企业以外, 还以袋装的方式在市场上销售, 已经成为许多家庭首选的生活燃料^[5,6]。目前, 美国已制定 9 项与生物质燃料相关的标准, 欧盟已发布 30 项固体生物质燃料技术规范。

收稿日期: 2009-09-02。

基金项目: 农业部引进国际先进农业科学技术项目(2007-Z6)。

作者简介: 田宜水(1972-), 辽宁阜新人, 高级工程师, 主要从事节能和可再生能源技术与设备的研究、开发与推广, 能源政策的研究等工作。E-mail: yishuit@yahoo.com

我国在 20 世纪 80 年代引进了螺旋挤压式秸秆成型机,生物质固体成型技术的研发工作已开展了 20 多年。近年来,许多科研机构和企业竞相开展研究,已有不少厂家开始进行小批量生产和市场化销售,形成了研究、生产、开发的良好局面^[7,8]。国家发布的《可再生能源中长期发展规划》提出,到 2010 年我国生物质固体成型燃料年利用量将达到 100 万 t 以上,到 2020 年力争达到 5 000 万 t,该产业发展潜力巨大。

作为一个新兴产业,我国还没有制定相应的生物质固体成型燃料技术、设备标准,影响了该产业的市场化、规模化和专业化发展进程^[9,10]。针对这种情况,本文拟在借鉴欧美先进经验的基础上,结合我国生物质固体成型燃料发展实际情况,建立我国生物质固体成型燃料标准体系。研究和建立我国生物质固体成型燃料标准体系,不仅可以有效地整合研究、开发和推广应用等各个方面的资源,促进生物质固体成型燃料技术、设备和产品市场的建立,还可以克服不同种类燃料特性所造成的市场障碍,使固体成型燃

料在生产者与使用者之间进行自由交易,在规范市场的同时,促进产业快速健康发展,这对扩大国际贸易也具有十分重要的意义。此外,统一的标准可使主管部门进行技术监督和市场管理时有章可循,为生物质固体成型燃料技术的推广创造良好的市场环境。

1 国内外相关产业标准现状分析

1.1 国外标准分析

目前,国外生物质固体成型燃料技术及设备的研发已经趋于成熟,相关标准体系也比较完备,形成了商业化生产和市场化运作的模式,发达国家间的技术联盟也对某些标准的制定形成了垄断,其中以美国和欧盟的标准最具代表性。

1.1.1 美国标准

美国材料与试验协会 (ASTM) 于 1985 年成立了 E48 生物技术委员会,下设 E48.05 生物转化子委员会,共制订了 9 项标准,主要适用于生物质水分、灰分、挥发分、元素分析、堆积密度等特性的测定 (表 1)。由于体制所限,

表 1 ASTM 固体生物质燃料标准
Table 1 ASTM solid biofuel standards

标准名称	适用范围	测试内容和方法
E870 木质燃料分析测试方法	适用于木质燃料。	工业分析和元素分析,引用了 D1102,E771,E775,E777,E778 等木材、垃圾衍生燃料的标准。
E871 木质颗粒燃料全水分试验方法	适用于锯末、颗粒、木屑、木块及其它体积不超过 16.39 cm ³ 的木质颗粒燃料。	取出 50 g 样品,放置在 103±1 °C 干燥箱内烘干 16 h。
E872 木质颗粒燃料挥发分试验方法	同 E871。	将 1 mg 样品放置在密闭的坩埚内,放置在 950±20 °C 马弗炉内 7 min。
E873 生物质颗粒成型燃料堆积密度的试验方法	适用于体积不超过 16.39 cm ³ 的生物质颗粒成型燃料。	采用规格为 305 mm×305 mm×305 mm 的容器进行测量。
E1358 木质颗粒全水分试验方法——微波法	提供了 E871 的替代试验方法。	在控制温度、时间、样品质量的条件下,用微波炉进行加热。
E1534 木质颗粒燃料灰分试验方法	适用于木质颗粒燃料。	将 2 g 样品放入马弗炉中,缓慢升温至 580~600 °C。
E1755 生物质灰分试验方法	适用于硬木、软木、草本作物 (如柳枝稷等)、农业剩余物 (如玉米秸、稻草和蔗渣)、废纸等,其中木质颗粒燃料适用于 E1534。	在温度为 575±20 °C 马弗炉中氧化。
E1757 生物质分析样品准备方法	同 E1755。	用于元素分析,分为 A,B,C 3 个方法。

ASTM 所制定的标准存在以下不足之处:适用范围不统一,其中涉及到的生物质、木质燃料和木质颗粒燃料 3 个概念相互之间存在着交叉重复;没有形成完整的标准体系,缺乏取样、机械特性试验方法等必备的标准;没有制定生物质发热量和元素分析的试验方法,而是引用了垃圾衍生燃料的标准,实际上垃圾衍生燃料的特性与生物质存在着一定的差异,并不完全适用于生物质燃料;测试方法之

间 (如 E871 和 E1358 以及 E1534 和 E1755) 也存在着重复现象。

1.1.2 欧洲标准

欧盟虽然没有专门制定燃烧设备的标准,但已制定的标准中包括锅炉和燃烧器、室内采暖设备等相关标准,主要适用于包括生物质在内的固体燃料 (表 2)。在欧盟使用的生物质固体燃料燃烧设备种类较多,包括锅炉、颗粒燃

表 2 CEN 燃烧设备标准
Table 2 CEN combustion equipment standards

标准名称	发布时间	规定的主要内容
EN 303-5 加热锅炉 第 5 部分:热输出小于 300 kW 的手动或自动炉排固体燃料加热锅炉—定义、要求、测试和销售	1999	该标准适用于薪柴、木屑、木质颗粒和压块、锯末、烟煤、褐煤、焦炭等固体燃料。根据热输出可分为 < 50 kW, 50~150 kW 和 150~300 kW 3 个规格。
EN 12953-12 火管锅炉 第 12 部分:固体燃料锅炉—炉排系统要求	2003	该标准适用于煤炭、生物质固体燃料、城市固体废物和工业固体废物等,规定了从料仓至灰室的炉排系统的要求。
用于小型供热锅炉的颗粒燃烧器—定义、要求、测试和标示 (CEN/TC 57)	正在制定	该标准适用于额定热输出小于 70 kW 的颗粒燃烧器,使用高质量的颗粒燃料(CEN/TS 14961),可用于热水锅炉,包括安全、燃烧质量、运行和维护的要求和测试方法。
EN 13240/A2 固体燃料房间加热器—要求和测试方法	2004	该标准适用于使用固体燃料(如木材)、无机械部件的加热装置,规定了设计、制造、安装、性能(效率和污染物排放)、安全、操作指南、标示的要求以及测试方法,可以通过对流或辐射产生热量或热水。另外,该标准也适用于中心供热系统。
EN 12809/A1 热输出小于 50 kW 的民用独立式固体燃料锅炉—要求和测试方法	2004	该标准适用于手动和自动燃烧设备,额定热输出小于 50 kW,仅适用于工作压力不大于 0.4 MPa 的开放式排放系统。该系统可用于提供热水或取暖。
EN 12815/A1 民用固体燃料炊事炉灶—要求和测试方法。	2004	该标准适用于炊事炉或炊事采暖炉,规定了设计、制造、安装、性能(效率和污染物排放)、安全、操作指南、标示的要求以及测试方法。该设备可以使用矿物固体燃料、泥煤球、木材等。
EN 13229/A2 固体燃料嵌入式装置—要求和测试方法	2004	该标准适用于嵌入式固体燃料燃烧装置,可用于室内采暖或提供热水,包括定义、要求、测试方法。
EN 14785 木质颗粒民用采暖装置—要求和测试方法	正在制定	该标准适用于以木质颗粒为燃料,自动进料,额定热输出小于 50 kW 的家用采暖炉,规定了设计、制造、安装、性能(效率和污染物排放)、安全、操作指南、标示等要求以及测试方法。
EN 15250 固体燃料蓄热式炉—要求和测试方法	正在制定	该标准规定了蓄热式炉的设计、制造、安装、性能(效率和污染物排放)、安全、操作指南、标示要求以及测试方法。蓄热式炉在燃烧阶段可贮存大量热量,当火焰熄灭后,炉灶仍能够长时间地向室内空气施放热量。

烧器、炊事炉、嵌入式壁炉和蓄热式炉等多种形式,这也与生物质固体燃料用途广泛有关。

2000 年,欧洲标准化委员会(CEN)授权瑞典标准局,组建了固体生物质燃料技术委员会(CEN/TC 335),德国、芬兰、荷兰等国开始制定欧盟固体生物质燃料标准。为了尽可能快地服务于市场,欧洲固体生物质燃料技术委员会决定首先制定技术规范,此项工作的主要部分已于 2006 年完成,已发布 30 项技术规范,并于 2006 年向欧盟标准转化,现正着手将标准纳入 ISO 标准体系。CEN/TC 335 分为术语、规格、分类和质量保证,采样和样品制备,物理(或机械)试验,化学试验等 5 部分。根据起源和来源,固体生物质成型燃料可分为木本生物质、草本生物质、果木生物质、混合物和混杂物等;根据交易类型可分为压块、颗粒、饼粕、木屑、碎木燃料、圆木、锯末、树皮、秸秆捆等;物理试验规定了堆积密度、颗粒密度、工业分析、机械强

度等测试方法;化学试验规定了 C, H, N, S, Cl 等主要元素和微量元素的测试方法(表 3)。

表 3 CEN/TC 335 固体生物质燃料标准体系^{[11],[12]}
Table 3 CEN/TC 335 solid biofuel standards

分类	规定的内容	技术规范
术语	术语	CEN/TS 14588
规格、分类和质量保证	规格和分类 质量保证和质量控制	CEN/TS 14961 CEN/TS 15234
采样和样品制备	采样方法、抽样检验方法、样品制备方法	CEN/TS 14778-1 CEN/TS 14778-2 CEN/TS 14779 CEN/TS 14780
物理(或机械)试验	热值 堆积密度 颗粒密度	CEN/TS 14918 CEN/TS 15103 CEN/TS 15150

续表 3

分类	规定的内容	技术规范
化学试验	全水分	CEN/TS 14774-1
		CEN/TS 14774-2
		CEN/TS 14774-3
	灰分	CEN/TS 14775
		CEN/TS 15370
	挥发分	CEN/TS 15148
	机械强度	CEN/TS 15210-1
		CEN/TS 15210-2
	尺寸分布	CEN/TS 15149-1
		CEN/TS 15149-2
		CEN/TS 15149-3
	C,H,N	CEN/TS 15104
	Cl,Na,K	CEN/TS 15105
	S,Cl	CEN/TS 15289
	主要元素(Al,Si,K, Na,Ca,Mg,Fe,P 和 Ti)	CEN/TS 15290
	微量元素(As,Ba,Be, Cd,Co,Cr,Cu,Hg,Mo, Mn,Ni,Pb,Se,Te,V 和 Zn)	CEN/TS 15297

综上所述,目前欧盟在固体生物质燃料和燃烧设备方面,特别是燃料方面,已经形成了完整的标准体系,可供我国制定标准时加以借鉴。但是,欧盟尚缺乏固体生物质燃料贮藏和运输、成型设备、安全卫生环境等标准。另外,欧盟标准中所规定的对象是生物质固体燃料,生物质固体成型燃料仅是其中的一种形式,还包括诸如木屑、锯末、圆木、草捆等其它类型固体燃料,与我国的实际情况不同。

1.2 国内相关标准发展现状

我国已制订了 GB/T17664—1999《木炭和木炭试验方法》、NY/T12—1985《生物质燃料发热量测试方法》、NY/T8—2006《民用柴炉、柴灶热性能试验方法》、NY/T1001—2006《民用省柴节煤灶、炉、炕技术条件》、GB/T 21923—2008《固体生物质燃料检测通则》等国家或农业行业标准。农业部正在组织制定《生物质固体成型燃料技术条件》和《生物质固体成型设备技术条件》2项农业行业标准。此外,《固体生物质燃料检测通则》在术语和定义、分类和特性信息方面完全参考了欧盟标准,并不符合我国国情。

目前,我国生物质固体成型燃料的试验方法基本上是参照煤炭的测试方法。虽然都属于固体燃料,存在着许多共同之处,但由于生物质燃料和煤炭的组成及结构存在一定的差异,其物理和化学特性也不同,因此煤炭的测试标准不完全适用于生物质固体成型燃料^{[13],[14]}。随着生物质固体成型燃料市场的逐渐成熟,我国生物质固体成型燃料的标准化工作已明显滞后于生物质燃料产业的发展速度。

展速度。

2 我国生物质固体成型燃料标准体系的研究

标准体系是指一定范围内的标准按其内在的联系形成的科学的有机整体^[15],是由标准组成的系统,包括现有的标准和预计应发展的标准。制定生物质固体成型燃料标准体系,目的是促进生物质固体成型燃料标准化的发展,提高标准化管理水平,确保标准编制工作的秩序,减少标准之间的重复与矛盾,使标准之间协调、配套,使标准组成合理。

2.1 研究原则

根据生物质固体成型燃料生产应用全过程对标准的需求和标准体系自身分类的特点,在编制标准体系框架的过程中,应遵循以下原则:①完整性。标准体系的组成应完整、配套,要基本覆盖生物质固体成型燃料已经实现产业化或在近期能够实现产业化的领域。②前瞻性。标准体系要尽可能反映生物质固体成型燃料的国内外发展现状和趋势,尽可能包容最新研究成果。③统一性。标准体系内各项标准之间,应尽量做到协调、统一。④科学性。标准体系分类应科学、层次清晰、结构合理,并具有一定的可分解性和可扩展空间。⑤实用性。标准体系应便于使用和管理,对今后的生物质固体成型燃料标准化工作应具有指导作用。

2.2 总体框架和标准体系构成

根据标准体系的内在联系特征和生物质固体成型燃料行业的具体特点,可将生物质固体成型燃料标准分为基础标准、通用标准和专用标准3个层次(图1)。

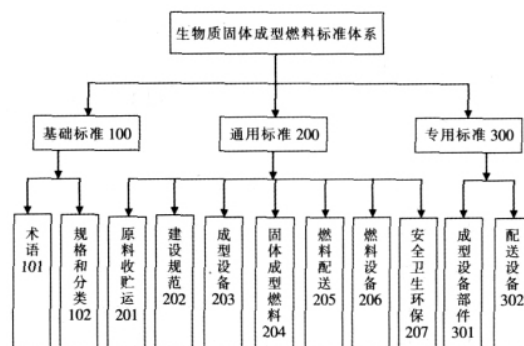


图 1 生物质固体成型燃料标准体系的构成

Fig.1 The composition of densified biofuel standards

通过分析国内外相关领域标准化研究的现状和原则可知,生物质固体成型燃料标准体系的创建应根据其产业化发展的需求,涵盖未来宽泛的商业化范围,包括生产、应用等方面。从产业链的角度看,生物质固体成型燃料产业包括从农作物秸秆等生物质资源的收集、存储和运输,到燃料生产、配送以及应用等(图2),主要分为生物质原料方面的收集、运输和贮藏;生产装备设施方面的仪器、设备和关键部件等;产品方面的成型燃料规格、试验方法、



图2 生物质固体成型燃料产业链

Fig.2 The composition of densified biofuel standard system

包装和贮运;应用方面的专用燃烧器具技术条件、试验方法和环境保护;卫生、安全和环境保护等。

2.2.1 基础标准

基础标准阐述了标准化的总体需求、涉及的概念与术语、标准的组成与相互关系,是制定生物质固体成型燃料技术规范和标准的基础。此层次包括生物质固体成型燃料术语、生物质固体成型燃料规格和分类2项标准,建议近期制定完成。

2.2.2 通用标准

适用于本行业的通用性标准包括原料收集、运输和贮藏;生物质固体成型燃料厂的建设规划和设计规范;固体成型设备的技术条件和试验方法;生物质固体成型燃料的取样和样品制备、物理特性和试验方法、化学特性和试验方法、质量保证等;生物质固体成型燃料配送技术规范;各种燃烧设备的命名、分类、技术条件、试验方法以及污染物排放;安全、卫生 and 环境保护等标准。

2.2.3 专业标准

适用于某一具体对象的专业标准,包括成型设备的关键部件(如模具、压辊)、配套设备(如粉碎机)等。

2.3 近期拟制定的标准

根据轻重缓急原则,结合我国实际情况,建议近期制定生物质固体成型燃料原料收集、贮藏和运输技术规范,生物质固体成型燃料厂建设规划和设计规范,生物质固体成型设备命名、分类和技术条件,生物质固体成型设备试验方法,生物质固体成型燃料取样方法,生物质固体成型燃料全水分试验方法,生物质固体成型燃料颗粒密度试验方法,生物质固体成型燃料堆积密度试验方法,生物质固体成型燃料机械性能试验方法,生物质固体成型燃料工业分析试验方法,生物质固体成型燃料元素分析试验方法,生物质固体成型燃料配送技术规范,生物质固体成型燃料厂安全、卫生 and 环境保护等13项国家或行业标准。

3 结束语

本文在全面分析国内外生物质固体成型燃料技术与标准发展现状和趋势的基础上,系统地确定我国生物质固体成型燃料各标准项目的名称、内容和在标准体系中的位置,构建一个结构优化、层次清晰、数量合理的标准体系。该标准体系的制定,有利于提高标准化管理水平,减少标准之间的重复与矛盾,提高标准的编制和管理效率,节约人力、物力、财力,使标准化工作有计划、有目标、有序地

进行,对促进生物质固体成型燃料标准的发展,加快标准制定的进程,适应市场经济的需要,都有着重要的理论意义与实用价值。

参考文献:

- [1] 姚向君,田宜水.生物质能资源清洁转化利用技术[M].北京:化学工业出版社,2005.
- [2] 王久臣,戴林,田宜水,等.我国生物质能产业发展现状及趋势分析[J].农业工程学报,2007,23(9):276-282.
- [3] 刘俊红,王革华,张百良.生物质成型燃料产业化的理性思考[J].农业工程学报,2006(S1):146-149.
- [4] 国务院新闻办公室.中国应对气候变化的政策与行动[R].北京:国务院新闻办公室,2008.
- [5] 刘圣勇,陈开碇,张百良.国内外生物质成型燃料及燃烧设备研究与开发现状[J].可再生能源,2002,(4):14-15.
- [6] 刘延春,张英楠,刘明,等.生物质固化成型技术研究进展[J].世界林业研究,2008,21:41-47.
- [7] 李美华,俞国胜.生物质燃料成型技术研究现状[J].木材加工机械,2005(2):36-40.
- [8] 肖宏儒,陈永生,宋卫东.秸秆成型燃料加工技术发展趋势[J].农业装备技术,2006,32(2):11-13.
- [9] 吕增安.加快制定我国生物质成型燃料的标准[J].可再生能源,2006(5):7-8.
- [10] 刘军利,蒋剑春.论生物质能源标准体系()——生物质固体燃料标准化研究进展[J].生物质化学工程,2006,40(6):54-58.
- [11] EIJA ALAKANGASA, JOUNI VALTANENB, JAN-ERIK LEVLINB. CEN technical specification for solid biofuels—fuel specification and classes[J]. Biomass and Bioenergy, 2006,30:908-914.
- [12] 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(8):61-64.
- [13] 范志林,张军,林晓芬,等.关于生物质基本性质分析的问题[J].东南大学学报(自然科学版),2004,34(3):352-355.
- [14] 朗芳,马晓茜,王晶晶.秸秆灰特性的研究[J].可再生能源,2007,25(4):25-27.
- [15] GB/T13016—1991.标准体系表编制原则和要求[S].