

2009生物质成型燃料设备与应用技术国际研讨会

生物质固体成型燃料标准体系 研究进展

田宜水

农业部规划设计研究院

中国 北京

2009年8月13日

一、前言

生物质固体成型燃料

- 生物质固体成型技术是在一定温度与压力作用下，将原来分散的、没有一定形状的生物质经干燥和粉碎压制成具有一定形状的、密度较大的各种成型燃料的技术。
 - 体积缩小6~8倍，密度约为1.1~1.4t/m³
 - 能源密度相当于中质烟煤
 - 使用时火力持久，炉膛温度高，燃烧特性明显得到了改善
- 是生物质能开发利用技术的发展方向之一，可为农村居民和城镇用户提供优质能源，近年来越来越受到人们的广泛关注。

国内发展现状

- 我国生物质固体成型技术的研究开发已有二十多年的历史，20世纪90年代主要集中在螺旋挤压成型机上，但存在着成型筒及螺旋轴磨损严重、寿命较短、电耗大、成型工艺过于简单等缺点，导致综合生产成本较高，发展停滞不前。
- 进入2000年以来，生物质固体成型技术得到明显的进展，成型设备的生产和应用已初步形成了一定的规模，大部分为饲料设备生产厂转型而来。

标准制定现状

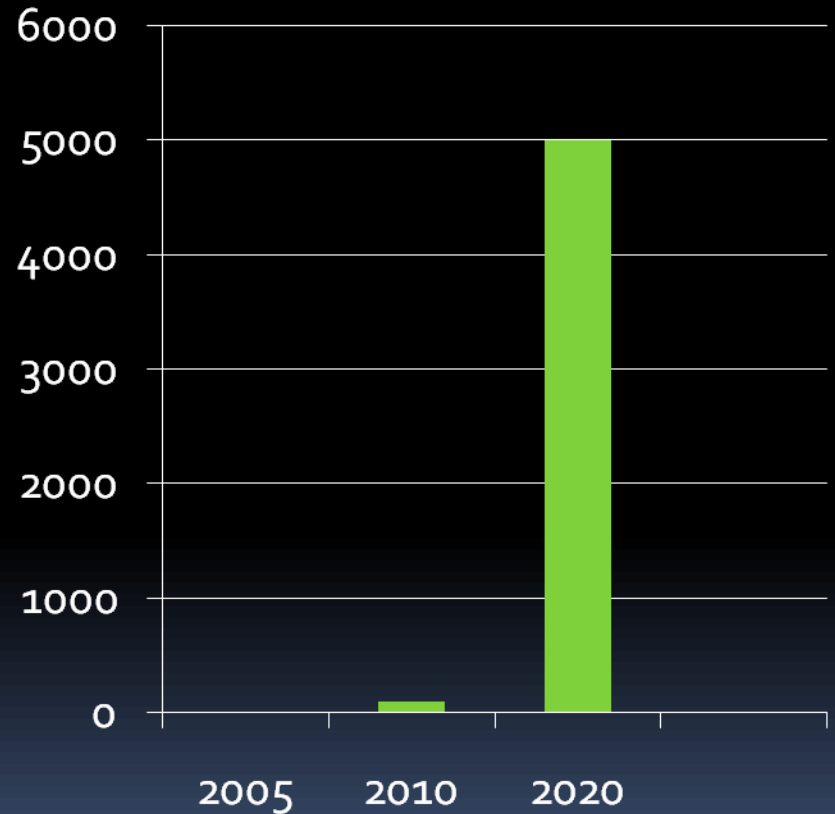
- 我国先后制订国家或农业行业标准：
 - 木炭和木炭试验方法（GB/T17664-1999）
 - 生物质燃料发热量测试方法（NY/T12—1985）
民用柴炉
 - 柴灶热性能试验方法（NY/T8—2006）
 - 民用省柴节煤灶、炉、炕技术条件（NY/T1001—2006）
等
 - 农业部已制定《生物质固体成型燃料技术条件》和《生物质固体成型设备技术条件》两个农业行业标准
 - 北京市已制定《生物质成型燃料》地方标准
- 随着生物质固体成型燃料市场的逐渐成熟，标准化工作已明显滞后，到目前为止还没有出台有针对性的标准。

发展展望

- 《可再生能源中长期发展规划》中明确提出“重点发展生物质固体成型燃料”

- 到2010年，生物质固体成型燃料年利用量达到100万吨；
- 到2020年，生物质固体成型燃料年利用量达到5000万吨。

发展目标





二、制定生物质固体成型燃料的 必要性

标准体系

- 是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。
- 标准体系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。
 - 现有标准体系反映出当前的生产、科技水平，生产社会化、专业化和现代化程度，经济效益，产业和产品结构，经济政策，市场需求，资源条件等。
 - 标准体系中也展示出规划应制定标准的发展蓝图。

必要性

- 研究和建立我国生物质固体成型燃料技术标准体系，将形成统一的行业规范和标准体系，不仅能够有效地整合研究、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。
- 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（固体成型燃料生产企业）与使用者（公共事业、区域供热企业、工业用户和农户）之间自由进行交易，扩大国际国内贸易，都具有十分重要的意义。
- 使主管部门进行技术监督和市场管理时有章可循，有据可考，为生物质固体成型燃料技术的推广创造良好的市场环境。



三、国外固体生物质固体成型燃料标准概况

CEN 335 固体生物质燃料

- 欧盟固体生物质燃料标准化工作始于2000年。按照欧盟的要求，由欧盟标准化委员会（CEN）组织生物质固体燃料研讨会，识别并挑选了一系列需要建立的固体生物质燃料技术规范。
- 欧盟标准化委员会准备了30个技术规范，分为术语；规格、分类和质量保证；取样和样品准备；物理（或机械）试验；化学试验等5个方面。
- 技术规范的初始有效期限限制为3年，在2年以后CEN成员国需要提交对标准的意见，特别是可否转成欧盟标准。

CEN/TC 335已发布标准

| | |
|---------------------|--|
| CEN/TS 14588:2003 | Solid biofuels - Terminology, definitions and descriptions |
| CEN/TS 14774-1:2004 | Solid biofuels - Methods for determination of moisture content - Oven dry method - Part 1: Total moisture - Reference method |
| CEN/TS 14774-2:2004 | Solid biofuels - Methods for the determination of moisture content - Oven dry method - Part 2: Total moisture - Simplified method |
| CEN/TS 14774-3:2004 | Solid biofuels - Methods for the determination of moisture content - Oven dry method - Part 3: Moisture in general analysis sample |
| CEN/TS 14775:2004 | Solid biofuels - Method for the determination of ash content |
| CEN/TS 14778-1:2005 | Solid biofuels - Sampling - Part 1: Methods for sampling |
| CEN/TS 14778-2:2005 | Solid biofuels - Sampling - Part 2: Methods for sampling particulate material transported in lorries |
| CEN/TS 14779:2005 | Solid biofuels - Sampling - Methods for preparing sampling plans and sampling certificates |
| CEN/TS 14780:2005 | Solid biofuels - Methods for sample preparation |
| CEN/TS 14918:2005 | Solid Biofuels - Method for the determination of calorific value |
| CEN/TS 14961:2005 | Solid biofuels - Fuel specifications and classes |
| CEN/TS 15103:2005 | Solid biofuels - Methods for the determination of bulk density |
| CEN/TS 15104:2005 | Solid biofuels - Determination of total content of carbon, hydrogen and nitrogen - Instrumental methods |

| | |
|---------------------|---|
| CEN/TS 15105:2005 | Solid biofuels - Methods for determination of the water soluble content of chloride, sodium and potassium |
| CEN/TS 15148:2005 | Solid biofuels - Method for the determination of the content of volatile matter |
| CEN/TS 15149-1:2006 | Solid biofuels - Methods for the determination of particle size distribution - Part 1: Oscillating screen method using sieve apertures of 3,15 mm and above |
| CEN/TS 15149-2:2006 | Solid biofuels - Methods for the determination of particle size distribution - Part 2: Vibrating screen method using sieve apertures of 3,15 mm and below |
| CEN/TS 15149-3:2006 | Solid biofuels - Methods for the determination of particle size distribution - Part 3: Rotary screen method |
| CEN/TS 15150:2005 | Solid biofuels - Methods for the determination of particle density |
| CEN/TS 15210-1:2005 | Solid biofuels - Methods for the determination of mechanical durability of pellets and briquettes - Part 1: Pellets |
| CEN/TS 15210-2:2005 | Solid biofuels - Methods for the determination of mechanical durability of pellets and briquettes - Part 2: Briquettes |
| CEN/TS 15234:2006 | Solid biofuels - Fuel quality assurance |
| CEN/TS 15289:2006 | Solid Biofuels - Determination of total content of sulphur and chlorine |
| CEN/TS 15290:2006 | Solid Biofuels - Determination of major elements |
| CEN/TS 15296:2006 | Solid Biofuels - Calculation of analyses to different bases |
| CEN/TS 15297:2006 | Solid Biofuels - Determination of minor elements |
| CEN/TS 15370-1:2006 | Solid biofuels - Method for the determination of ash melting behaviour - Part 1: Characteristic temperatures method |

美国ASTM标准

- 美国实验与材料协会成立于1898年，是世界上最早、最大的非盈利性标准制定组织之一。
- 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，已制订了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。

ASTM固体生物质燃料标准

| 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、木段及其他最大体积为16.39cm ³ 的木质颗粒燃料。 | 取出50 g样品，放置在103±1℃干燥箱内干燥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950±20℃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 | 适用于最大体积为16.39cm ³ 的生物质颗粒成型燃料。 | 用容积为305×305×305 mm的容器测量。 |
| 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。 | 用微波炉，在控制温度、时间、样品质量的条件下进行加热。 |
| 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样品放置马弗炉中，缓慢升温至580~600℃。 |
| 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575±20℃马弗炉中氧化。 |
| E1757生物质分析样品制备方法 | 同1755。 | 样品制备，用于元素分析。分为A、B、C三个方法。 |

四、我国生物质固体成型燃料标准体系的制定

制定的原则

- 完整性。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产业化或在近期能够产业化的领域。
- 前瞻性。体系要尽可能反映固体成型燃料国内外发展现状趋势，尽可能包容国家技术攻关成果。
- 统一性。体系内各项标准之间，应尽量做到协调、统一。
- 科学性。体系分类科学、层次清晰、结构合理，并具有一定的可分解性和可扩展空间。
- 实用性。体系便于使用和管理，对今后的固体成型燃料标准化工作给与指导。

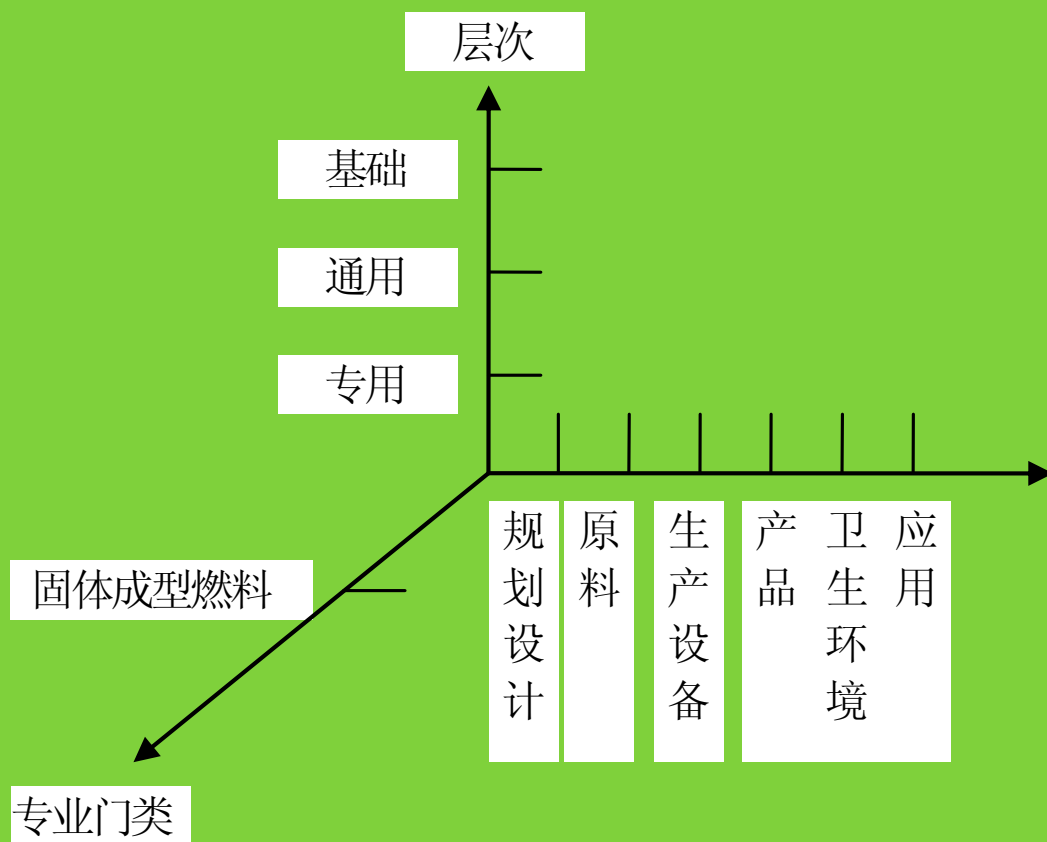
总体框架



生物质成型燃料的特性及其影响

| 参数 | 影响的因素 |
|---------|--|
| 含水率 | 可存储性、热值、损失、自燃 |
| 热值 | 可利用性、工程的设计 |
| Cl | HCl、二噁英和呋喃的排放，对过热器的腐蚀作用 |
| N | NO _x 、HCN和N ₂ O的排放 |
| S | SO _x 的排放 |
| K | 对过热器的腐蚀作用，降低灰分熔点 |
| Mg、Ca和P | 提高灰分熔点，影响灰分的使用 |
| 重金属 | 污染环境，影响灰分的使用和处理 |
| 灰分含量 | 含尘量，灰分的处理费用 |
| 灰分熔点 | 使用的安全性 |
| 堆积密度 | 运输和存储的成本、配送方案的设计 |
| 颗粒密度 | 燃烧特性（包括传热率和气化特性） |
| 尺寸 | 可流动性、搭桥的趋势 |
| 抗破碎性 | 运输和使用 |

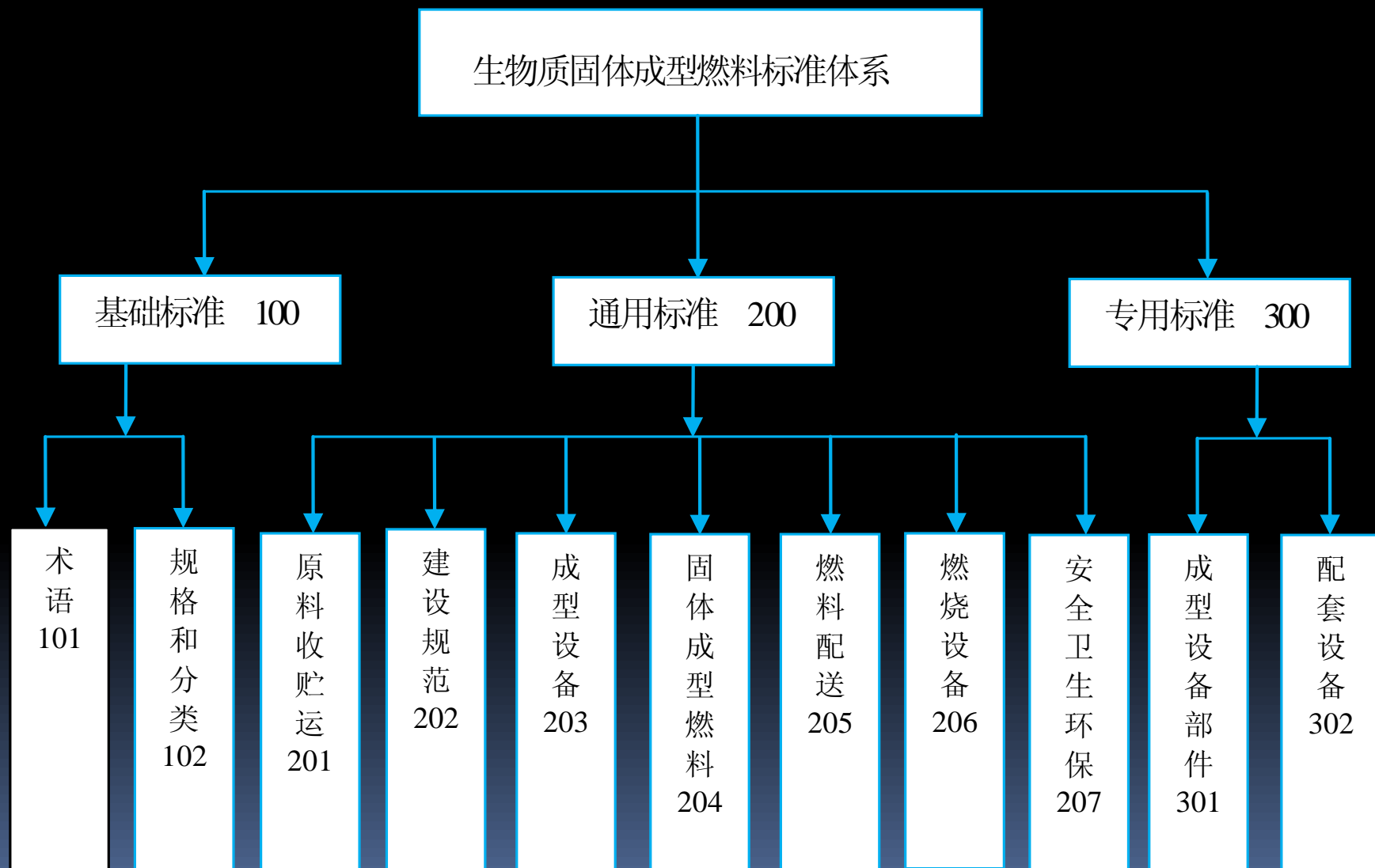
生物质固体成型燃料标准体系框图



标准体系的构成

- 基础标准。这一组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、标准的协调与一致，是固体成型技术规范 and 标准制定与协调的基础。包括术语，规格、分类。
- 通用标准。适用于本专业的通用性标准，包括生物质固体成型燃料建设规划和设计规范；生物质原料收集、运输和贮藏；固体成型设备的技术条件和试验方法；取样，物理特性和试验方法，化学特性和试验方法等；质量证明；以及安全、卫生 and 环境保护等；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等。
- 专业标准。适用于一具体对象的标准，包括成型设备的关键部件，如模具、压辊等；配套设备，如粉碎机等。

生物质固体成型燃料标准体系的构成



五、制定农业行业标准四项

1. 生物质固体成型燃料 采样方法(报批稿)

- 采样是指从一批生物质固体成型燃料中取出具有代表性样品的过程。
- 通过制定《采样方法》标准，合理选用采样工具，确定子样的数量和体积，规范采样过程和步骤，可以有效地减少误差，避免对产品质量的错误判定，保证检测质量的科学准确，提高检验工作的效率。

标准的结构

前言

1 范围

2 规范性引用文件

3 术语

4 子样的体积和数量

5 采样工具

6 采样方法

7 合并样品和实验室样品的制备

8 样品的标识、包装和贮存

9 采样记录

附录A（资料性附录） 采样记录模板

采样过程

| 采样途径 | 批或采样单元定义 | 采样工具及子样 | 采样位置和间隔 |
|------------------------------|--------------------------------------|---------|--|
| 传送带 | 连续生产的情况下，在指定时间间隔内所有通过采样点的燃料。 | 采样铲 | 在卸下批或采样单元期间，子样被定期取出。 |
| 下降燃料流 | 连续生产的情况下，在指定时间间隔内所有通过采样点的燃料。 | 接斗 | 定期取出。时间间隔至少是子样质量的10倍。 |
| 斗式输送机、刮板输送机、斗式装载机或挖掘机 | 在连续生产的情况下指定时间间隔内所有通过采样点的燃料。 | 采样铲 | 从不同点取得子样，或将其倒在干净、坚硬的地面上，在倒出的燃料堆中挖取子样。 |
| 料仓 | 料仓中所有燃料。 | 采样管 | 将采样管沿30°~75°完全插入燃料中。 |
| 卡车 | 卡车装载的燃料应倾倒在干净、坚硬的地面上，然后按第13条的规定进行采样。 | | |
| 已包装生物质燃料 | 一次运送中的所有燃料。 | 每件包装 | 从一批燃料中随机抽取（在包装袋通过选定的采样点时随机抽取或对包装袋进行编号使用随机号抽取）。 |
| 小型料堆（体积<100 m ³ ） | 全部料堆。 | 采样铲或采样管 | 根据每层的体积比例从中取出一定数量的子样。子样的采样位置应在料堆周围，且等距。 |

2. 生物质固体成型燃料 样品的制备方法(报批稿)

- 样品制备：样品达到分析或试验状态的过程，主要包括破碎、混合和缩分，以及筛分和空气干燥。
- 正确的样品制备是保证分析结果准确、减小分析误差的关键。
- 样品制备不当会使检验工作受到直接影响，检验结果出现误差，检测数据偏离，不能反映出检测真值。
- 通过制定《生物质固体成型燃料样品制备方法》农业行业标准，合理确定样品制备方法，可以有效减少误差的产生，避免对产品质量的错误判定，保证检测质量的科学准确，提高检验工作的效率。

标准的结构

前言

1 范围

2 规范性引用文件

3 术语

4 仪器设备

5 样品制备的方法

6 分样的储存和标记

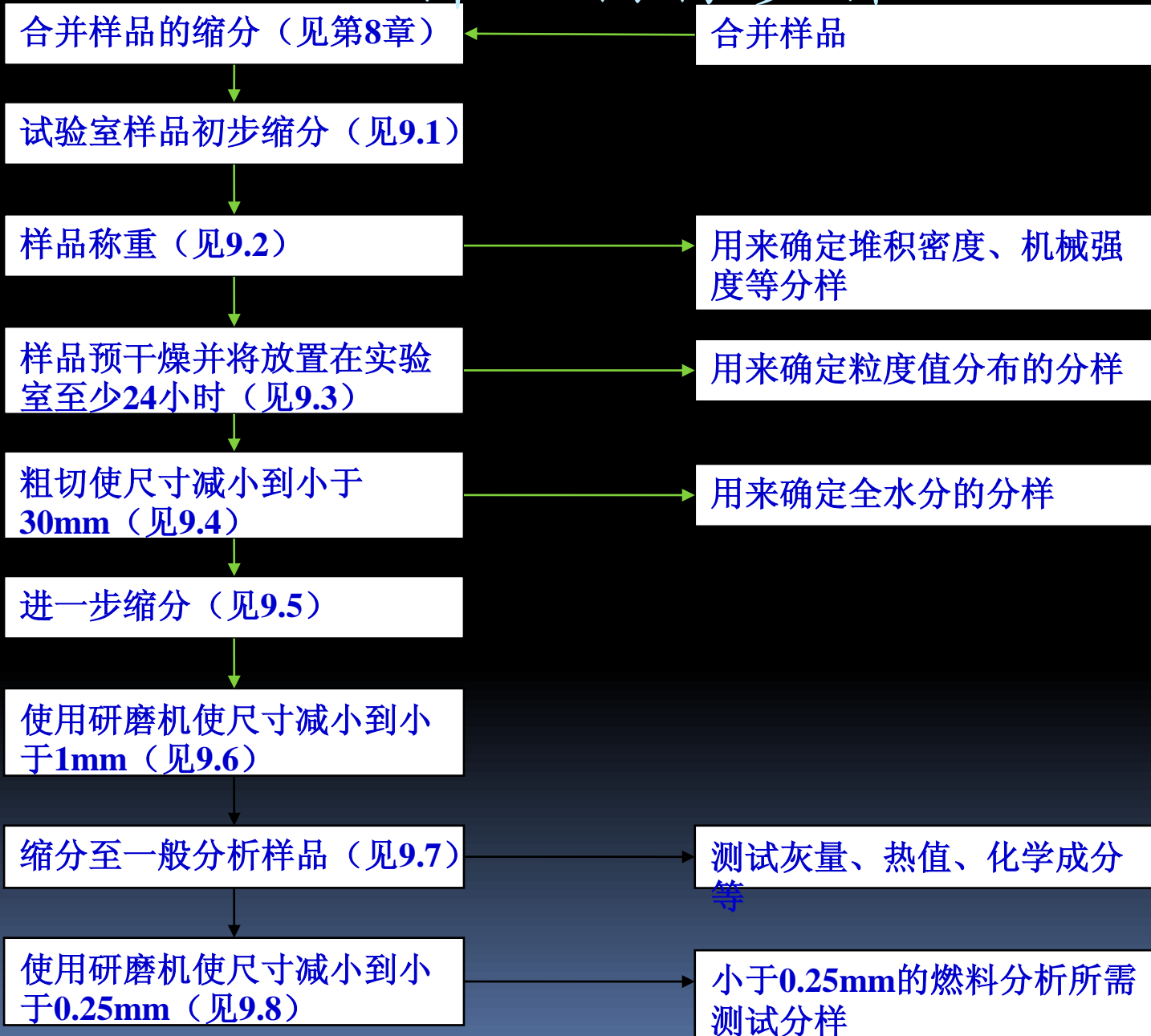
样品分类

| 样品名称 | 粒度或处理方式 | 适合的测定项目 |
|-------------|------------------------------------|-----------------|
| 普通样品 | 经初步缩分后的分样。 | 堆积密度、颗粒密度、机械强度。 |
| 全水分样品 | <30 mm, 预干燥并将放置在实验室至少24小时。 | 全水分。 |
| 一般分析样品 | <1 mm, 在试验室中放置至少4小时, 直到达到温度和湿度的平衡。 | 工业分析、灰分、热值等。 |
| <0.25 mm的样品 | <1 mm | 更高精度测试项目的需要。 |

样品制备步骤

- 因为合并样品或实验室样品的粒度和质量较大，需要进行2到3个阶段的制备，才能获得所需的粒度和质量的分样。
- 每一阶段均包括缩分、破碎、混合（如果需要）、空气干燥（如果需要）等阶段。
- 根据对不同样品的粒度要求，可将制样阶段分为 $<30\text{ mm}$ 、 $<1\text{ mm}$ 和 $<0.25\text{ mm}$ 三个阶段。

样品制备步骤



3. 生物质固体成型燃料试验方法 (报批稿)

- 标准结构。考虑到本标准篇幅较长，标准的某些部分可能被法规、规章引用，NY/T xxxx《生物质固体成型燃料试验方法》按部分发布。
- 拟分为八个部分：
 - 第1部分：通则；
 - 第2部分：全水分；
 - 第3部分：一般分析样品水分；
 - 第4部分：挥发分；
 - 第5部分：灰分；
 - 第6部分：堆积密度；
 - 第7部分：密度；
 - 第8部分：机械耐久性。

第1部分：通则

特性

影响

物理特性

含水量

贮藏持久性、干物质损失、NCV、自燃、工程设计

低位发热量

燃料利用、工程设计

挥发分

热解特性

含灰量及灰分熔解特性

粉尘排放、灰分处理、灰分再利用和排放，燃烧技术

堆积密度

燃料供应（贮藏、运输、搬运）

成型燃料密度

热导、热解

机械强度

燃料供应（贮藏、运输、搬运）、粉末

化学特性

C、H、O

发热量

Cl

HCl、PCDD/F排放、腐蚀

N

NO_x、N₂O排放

S

SO_x排放，腐蚀

F

HF排放、腐蚀

K、Na、Mg、Ca、P

腐蚀（换热器、过热器）、灰熔点、形成气溶胶、灰分再利用

重金属

排放、灰分再利用、形成气溶胶

第2部分：全水分

■ 全水分

- 是指生物质燃料的外在水分和内在水分的总和。
- 生物质固体成型燃料的水分变化较大，将会影响燃烧的状况，含水率较高生物质的热值有所下降，导致起燃困难，燃烧温度偏低，阻碍燃烧反应的顺利进行。
- 通常用收到基全水分含量来表示。

试验方法

- 试验温度
 - 内在水分吸附在燃料内部，比较稳定，与测试时空气的湿度和温度有关，温度超过 100°C 时可将其中内在水分完全蒸发出来。
- 浮力补偿
 - 因为干燥后的样品在称重时还保持着较高温度，需要补偿浮力作用以满足更高精度的要求。
- 水分损失
 - 应将减少的质量作为样品在运送过程中的水分损失，并计算出该量占样品质量的百分数，计入样品全水分。
- 精密度
 - 当全水分小于10%时，重复性限小于0.4%；当全水分大于等于10%时，重复性限为0.5%。

第3部分：一般分析样品水分

- 一般分析样品水分
 - 是指在实验室中与周围空气湿度达到大致平衡时所含有的水分。
 - 在工业分析中，是进行不同基准的工业分析结果之间换算的基础数据。
 - 还是某些测定项目的校准数据。

试验方法

- 本试验采用一步法。
- 一般分析样品定义为试验室样品的分样，名义最大尺寸为1 mm。
- 一般分析样品在105℃的温度下干燥，直到质量不再变化。质量恒量是在进一步的60 min（ 105 ± 2 ）℃的加热过程中，其质量变化量不超过1mg。所需的干燥时间通常为2~3小时。
- 根据测试样品损失的质量计算出水分百分比。一般分析样品可在空气中或氮气中干燥。

第四部分：挥发分

■ 挥发分

- 是指样品在规定条件下隔绝空气加热，并进行水分校正后的质量损失。
- 挥发分主要含有 H_2 、 CH_4 等可燃气体和少量的 O_2 、 N_2 、 CO_2 等不可燃气体。
- 生物质挥发分含量一般在76%~86%之间，远远高于煤，因此挥发分的热解与燃烧是生物质转化利用的主要过程。

试验方法

- 挥发分为固体生物质燃料在标准条件下隔绝空气加热时质量损失减去含水量而测定。
- 实验是经验性的，为了保证可再现结果，务必小心控制加热速度、最终温度和试验持续时间。在加热时务必使生物质固体成型燃料隔绝空气以防止氧化。
- 一般分析样品的试验子样在 $(900 \pm 10^\circ\text{C})$ 隔绝空气的环境中加热 7 min。用扣除水分质量损失后试验子样质量损失占样品质量的百分数来计算挥发分。
- 一般分析样品的含水量与挥发分同时测定。

第5部分：灰分

■ 灰分

- 是指样品在规定条件下完全燃烧后所得的残留物，是原有的不可燃矿物杂质经高温分解和氧化形成的，对生物质燃烧过程有着一定的影响。
- 如果生物质的灰分含量高，将减少燃料的热值，降低燃烧温度。如稻草的灰分含量可达14%，导致其燃烧比较困难。

试验方法

- 试验样品为一般分析样品，其标称最大粒度等于或小于1 mm。
- 在严格控制时间、样品重量、设备规格，温度在 (550 ± 10) °C等条件下，通过计算样品在空气中加热后剩余物的质量占样品总重量的百分比来测定灰分。
- 与550°C相比，根据ISO 1171-1997在更高温度（815°C）测定的灰分含量不同，这是因为无机物成分的挥发、无机物的进一步氧化（更高的氧化态）和碳酸盐分解成 CO_2 而引起的损失。

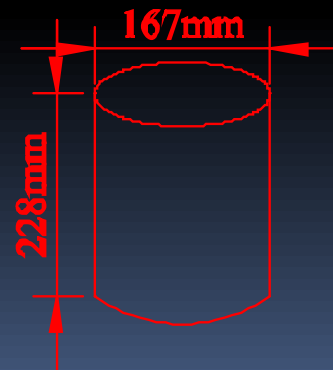
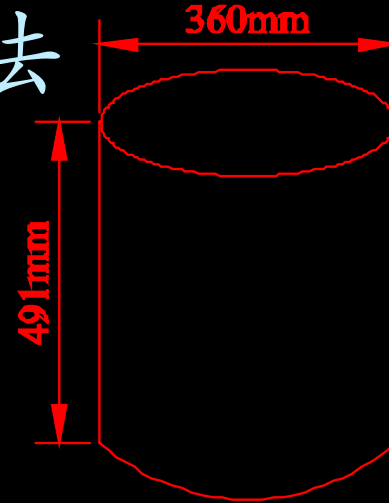
第6部分：堆积密度

■ 堆积密度

- 是指在规定条件下将生物质固体成型燃料填充在容器内，质量与容器体积的比。堆积密度影响生物质固体成型燃料的运输和贮藏，同时影响燃烧设备的上料系统。
- 堆积密度可分为松散堆积密度和振实堆积密度。振实堆积密度包括颗粒内外孔及颗粒间空隙经振实的颗粒堆积体的平均密度。考虑到生物质固体成型燃料在装卸过程中，一般都有振实的过程，需测量振实堆积密度。

试验方法

- 将试验样品装入已知尺寸和形状的标准容器并称量。根据单位标准体积的净重量来计算堆积密度，并根据测定的全水分报告堆积密度。



第7部分：密度

■ 密度

- 是指单个生物质固体成型燃料颗粒的密度，它是决定成型燃料物理性能和燃烧性能的一个重要指标。
- 生物质固体成型燃料的成型燃料密度与生物质原料的种类及压缩成型的工艺条件密切相关，不同生物质由于含水量不同，组成成份不同，在相同压缩条件下所达到的成型燃料密度存在明显的差异。

试验方法

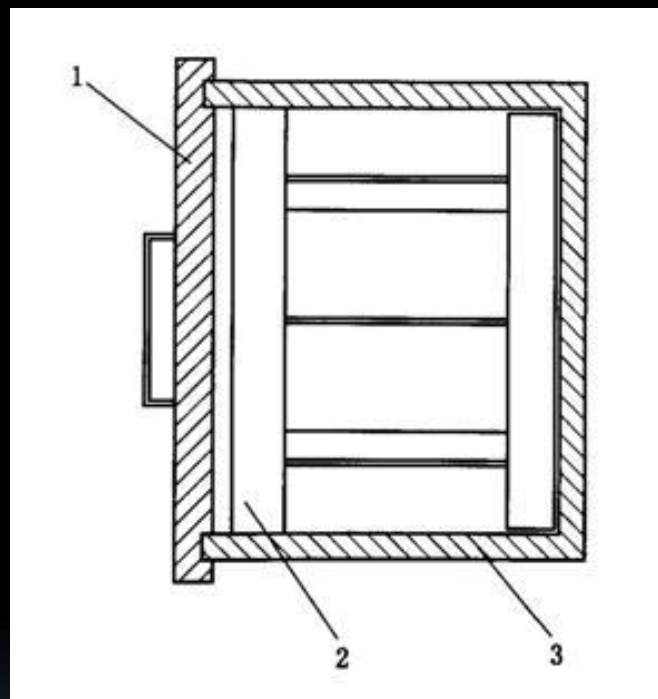
- 对于外形规则材料，只要测得材料的质量和体积，即可计算成型燃料密度。
- 不规则材料的体积要采用浮力法求得。
 - 称取一定量的生物质固体成型燃料样品，表面用蜡涂封后（防止水渗入样品的孔隙），通过测定样品在空气中测量与在随后液体中测量重量的差值，来测定浮力，再计算出蜡颗粒样品的体积，减去蜡的体积后，计算出生物质固体成型燃料的成型燃料密度。



第8部分：机械耐久性

- 机械耐久性
 - 是指生物质固体成型燃料在装卸、输送和运输过程中保持完整个体的能力。
 - 表示了成型燃料的粘结性能，由成型燃料的压缩条件及松弛密度所决定，主要体现在成型燃料的不同使用性能和贮藏性能。
- 本部分采用转鼓试验测定机械强度。在可控的振动下，通过在试验样品之间、样品与测试器内壁之间发生碰撞，然后将已磨损和细小的颗粒分离出来，根据剩余的样品质量计算机械强度。

仪器设备



1—盖；2—支架；3—罐体
转鼓示意图

4. 生物质固体成型燃料 成型设备 试验方法（报批稿）

前言

1 范围

2 规范性引用文件

3 术语与定义

4 仪器设备

5 试验条件与要求

6 试验步骤

7 结果计算

8 数据记录与试验报告

验证试验



制备的样品



机械性能试验



挥发分试验



欢迎批评指正!