

《气化用生物质成型燃料质量分级》

编制说明

标准起草组

二〇二五年十月

目录

一、工作简况	1
二、编制原则、主要内容及其确定依据	4
三、标准编制依据及主要指标说明	11
四、采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况，或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况	22
五、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系 ...	23
六、重大分歧意见的处理经过和依据	23
七、标准涉及专利的处置	23
八、贯彻团体标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容）	24
九、代替或废止现行有关标准的建议	24
十、其他应予说明的事项	24

一、工作简况

（一）任务来源

随着国际绿色经济的发展，全球对于绿色油气的需求不断扩大。如国际海事组织（IMO）制定的“国际海事组织净零框架”以船舶为纽带推动绿色甲醇、生物天然气等低碳燃料的规模化应用；国际民航组织（ICAO）通过 CORSIA 允许航空公司使用 SAF 减少碳抵消需求，同时与国际能源署、国际航空运输协会共同推进 SAF 生产与需求对接，推进低碳燃料的应用。生物质成型燃料作为气化原料，用于生产绿色油气的技术，带动全球对生物质气化利用需求不断扩大。在国内，国家层面不断释放的积极信号，同时生物质气化技术的日趋成熟，绿色甲醇等应用项目的大量建成，我国生物质成型燃料的原料化利用现在已基本具备大规模发展的基础和条件。为促进生物质成型燃料的广泛应用和生物质气化产业的高质量发展，更好的体现生物质成型燃料的绿色生态价值，同时填补行业交叉标准空白，破除产业交流障碍，中国产业发展促进会生物质能产业分会组织行业企业、科研院所、研究机构等单位共同编写《气化用生物质成型燃料质量分级》团体标准，以提高生物质成型燃料产业竞争力。

（二）制定背景

随着先进生物燃料的兴起，生物质气化技术的成熟，燃煤耦合生物质发电、生物质气化制氢、生物质气化制甲烷、生物质气化合成先

进生物燃料（如绿色甲醇等）等应用方向对生物质成型燃料的需求量越来越大。现有标准体系中缺乏生物质成型燃料生产和生物质气化两个行业交叉领域的标准。已有的生物质成型燃料标准，依据直燃锅炉的设计、运行、环保等要求，对燃料的外观尺寸、灰分、水分、硫等指标进行规范，对生物质成型燃料作为气化原料使用并未形成有效的规范。已有的气化相关标准依据气化炉的设计及其技术要求对气化炉设备进行设计规范、运行管理规范，鲜有标准涉及对生物质气化原料的要求。煤气化标准中对商品煤气化原料进行了要求，但煤与生物质原料性质上存在较大差距，其规范标准不能直接用于规范生物质成型燃料气化的原料。

生物质气化是以空气、富氧空气、氧气、空气和水蒸气、氧气和水蒸气等作为气化剂，在高温条件下通过热化学反应将生物燃料转化为燃气的过程。生物质气化技术按照原料在反应器内的状态可分为固定床、流化床、气流床三大类技术，在此基础上按照不同的进气方式、床层流化程度、气化床压力等因素存在众多分支技术。根据目前的企业调研情况，固定床、流化床、气流床三种技术都有项目在推进，原料以生物质成型燃料为主，部分项目采用生物质散料进行三种炉型的中试试验、极少部分项目采用生物质制浆工艺进行气流床气化。生物质散料、生物质制浆两种原料的气化技术进度落后于使用生物质成型燃料的进度，故本文件主要关注以生物质成型燃料为原料的有广泛应用基础的生物质气化技术。

生物质成型燃料是由农林废弃物等生物质，通过干燥、粉碎、压

缩、成型等步骤制成的一种固体产品，主要包括以林业三剩物为主要原料的木质生物质成型燃料和以秸秆为主要原料的非木质生物质成型燃料两大类，同时根据加工成型后的形状及质量不同分为颗粒状、块状、棒状等不同类型。目前，我国生物质资源中秸秆理论资源量约为 8.65 亿吨，可收集资源量约为 7.34 亿吨，可利用林业三剩物总量约为 3.5 亿吨。截至 2023 年底，我国生物质成型燃料的年产量约 2200 万吨，相对于可收集的秸秆资源量，生物质成型燃料行业拥有巨大的发展潜力。现有生物质成型燃料工艺以机械压缩为主，水热及烘焙预处理成型应用较少，本文件关注于常规生物质成型燃料生产的生物质成型燃料。

本文件立足于生物质成型燃料在工业领域的气化需求，解决生物质气化不同技术对生物质成型燃料的要求，联动生物质成型燃料生产企业和生物质气化企业，贯通生物质成型燃料产业链结节，为生物质成型燃料和生物质气化行业企业搭建对话平台，共同推动产业的高质量发展。

（三） 主要工作过程

团体标准《气化用生物质成型燃料质量分级》项目任务计划确定后，中国产业发展促进会成立标准起草组，由中国产业发展促进会生物质能分会牵头标准的起草工作。标准起草组根据制定了标准研究编制计划，并进行分工部署，明确工作组成员职责任务。具体工作如下：以下为主要工作过程：

1、2024 年 11 月：组织开展《生物质成型燃料质量评价及碳足迹核算》标准研讨会。

2、2024 年 11 月：团体标准在中国产业发展促进会立项，成立团体标准编制小组，并由编制组整理相关资料。

3、2024 年 12 月-2025 年 2 月：编制标准草稿初稿和编制说明。

4、2025 年 2 月：编制组组织召开团体标准启动会，组织相关企业进行讨论。

5、2025 年 2 月：按照启动会专家及企业建议，为使标准更加聚焦于生物质成型燃料本身同时便于标准应用，将标准更名为《气化用生物质成型燃料质量分级》，。

6、2025 年 3 月-7 月收集资料，走访调研，开展内部讨论形成草稿。

2025 年 8 月-9 月：召开标准内部讨论会，征求专家及企业意见，并根据意见进行修改，形成征求意见稿。

二、编制原则、主要内容及其确定依据

（一）标准编制原则

2.1.1 按照 GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的要求和规定编写本标准内容。

2.1.2 与现有的有关生物质成型燃料方面的国际标准、国际组织标准、国家标准、我国法律法规及政策相协调。

（二）标准的主要内容说明

标准共包括 10 部分内容，即范围、规范性引用文件、术语和定义，分类和编码，技术要求，试验方法，检验规则，组批与抽样，标志及随行文件，包装、运输和储存。

1 范围

气化用生物质成型燃料为 NB/T 34024、NY/T 2909 所述的生物质成型燃料类型；本标准所述“气化用”为工业化成规模的利用方式，是指利用生物质成型燃料气化产生合成气通过费托合成生产生物燃料、气化后做燃气使用、气化耦合燃煤机组掺烧、气化制氢、气化制甲烷等规模化利用过程。

本标准中生物质成型燃料是指通过机械压缩产生的生物质成型燃料。本标准不适用于经过化学处理的木材制品等为原料生产的成型燃料。经化学处理后的生物质剩余物是否对生物质成型燃料的使用造成负面影响不能确定，故暂不列入本文件范围。

生物质散料的气化过程是指农林生物质剩余物经破碎或不破碎后直接气化利用的过程。生物质散料的与生物质成型燃料的化学性质基本相同，但物理性质存在差异，故可参考本标准使用。

2 规范性引用文件

列出了国家及行业颁布的相关标准中需引用的标准文件。

3 术语和定义

标准基于气化用生物质成型燃料相关情况，围绕生物质成型燃料、生物质气化等内容共给出了生物质成型燃料、生物质气化、剩余物 3

条术语，规范明晰了气化用生物质成型燃料的相关定义。

3.1 生物质成型燃料。生物质成型燃料参考了 NB/T 34024—2015、GB/T 44906—2024 和 NY/T 2909—2016 中生物质成型燃料的定义。

NB/T 34024—2015：通过专用设备将生物质压缩成特定形状来增加其密度的固体燃料。

GB/T 44906—2024 以木本、草本植物及其废料为原料，用致密成型技术，加工成具有一定形状（多数为规则形状，如长方体或圆柱体等）及尺寸、堆积密度大、利于运输及燃烧的成型燃料。

由于上述术语定义中对生物质原料类型表述存在模糊，NB/T 34024 中未明确其原料是否包含生物质与生活垃圾混合物，GB/T 44906 中“废料”在表述上存在“滞后”，如今更倾向于生物质剩余物的表述；生物质加工过程限定其为机械压缩。本标准生物质成型燃料原料特指为采伐、造林剩余物、木材加工剩余物、农作物秸秆、农产品加工剩余物等多种生物质来源的剩余物，故将其与 NY/T 2909-2016 中木质生物质固体成型燃料、非木质生物质固体成型燃料概念相结合，同时突出其剩余物特性。

故将生物质成型燃料定义为以生物质剩余物等为原料，经过机械加工致密成型，具有规则形状（多数为规则形状，如长方体或圆柱体等）及尺寸、堆积密度大、利于运输及燃烧的生物质成型燃料。包括生物质颗粒燃料、生物质压块燃料等类型。

3.2 剩余物

直接引用 GB/T 30366，3.2.4 中概念，对 3.1 中的生物质剩余物

进行进一步解释，强调其可再生属性，同时去除备注中所包含的城市固体废弃物。

3.3 生物质气化。本标准中所述生物质气化，为生物质气化产物中气化气的利用方向，气化过程中由于技术控制原因产生的残碳，液态物质等造成的影响。综合考虑《GB/T 31741—2015 林业生物质能源名词术语》（生物质气化的定义为生物质在高温下与空气或水蒸气等气化剂作用生成可燃性气体的热化学过程）、《GB/T 30366—2024 生物质术语》（将固体生物质转化成气体生物质的热化学技术。）、

《NB/T 11395—2023 生物质气化多联产固定床气化炉技术条件》对生物质气化的定义。本文件引用《NB/T 11395—2023 生物质气化多联产固定床气化炉技术条件》中生物质气化的定义：以生物质为原料，以空气、氧气、水蒸气或含氧气体为气化剂，通过氧化、变化、还原等多个热转化反应将固态生物质转化为含有 CO 、 H_2 、 CH_4 、 C_nH_m 等可燃气混合气体的过程。

4 分类和编码

本章明确了生物质成型燃料的分级情况。分级过程按照生物质成型燃料从生产到使用按照燃料类型、原料构成、技术要求等级三部分进行编码。

第 1 部分展示其燃料类型；第 2 部分表示成型燃料的原料组成；第 3 部分表示其对应气化炉的分级。

第 1 部分中生物质成型燃料类型仅对成型后的类型进行区分（颗粒燃料以 **P** 表示、压块燃料以 **B** 表示）。本部分区分其类型中的颗粒

和压块，两种类型的尺寸和成型密度差距较大，不同生物质气化炉类型对两者要求不同。

生物质成型燃料气化后合成的绿色燃料对原料的可持续性和可溯源性存在要求，同时为保证生物质成型燃料的性质的稳定性，故第2部分增加原料构成，增加生物质成型燃料厂家生产原料的可选择性和生物质成型燃料气化企业物料的性质稳定性。并在随行文件中按照附录C要求，给出成型燃料配料表。

为生物质成型燃料的质量分级更加科学合理故第3部分按照3种常用气化炉的工艺要求进行分级。

5 技术要求

本章按照不同气化炉类型的技术要求对气化用生物质成型燃料按照分级指标进行分级。

气化用生物质成型燃料在满足成型燃料产品要求的基础上还需要满足气化相关的标准要求。参考成型燃料现有国家、行业标准要求指标，气化用煤要求指标，可再生甲醇相关可行性研究报告、环境影响评价报告、试验研究数据等生物质成型燃料的基础上进行设置。

由于生物质成型燃料气化缺乏相关标准，且生物质气化由煤气化技术转化而来，同时生物质与煤存在诸多相似之处，故部分指标参考气化用煤相关标准进行生物质指标设置。在气化用生物质成型燃料分级过程中还需充分考虑生物质成型燃料的性质特点，如生物质相比煤炭具有挥发份高、氧含量高、反应活性高、碱金属含量高、氯离子含量高、灰分低、硫含量低、灰熔点低等特点进行指标设置。

分级情况按照固定床、流化床、气流床 3 种不同常见气化炉类型技术要求进行分级。生物质成型燃料分级所考察的筛选指标列表见表

1。表 1 生物质成型燃料筛选指标列表

指标分类	备选指标	备注
物理特性	尺寸、粒径、密度、堆积密度、机械耐久性、破碎率、抗破碎率、落下强度、小于 3.15mm 细小颗粒量、可磨指数	
工业分析	水分、灰分、挥发份、固定碳	
元素分析	碳、氢、氮、全硫、氯	
灰熔特性	变形温度、软化温度、半球温度、流动温度	
灰成分	灰中常量元素（硅、铝、铁、钙、镁、钾、钠、硫、磷、钛等，以氧化物表示） 灰中微量元素（砷、钡、锶、铬、钴、镉、铜、汞、钼、锰、镍、铅、钒、锌等）	
热力学特性	低位发热量、高位发热量、能量密度	
气化特性	对二氧化碳反应性、灰粘度、热稳定性	
其他	全水分、含水率、空气干燥基水分、添加剂、结渣性、焦渣性、粘结指数、限下率、	

标准分类中按照产品的工业分析要求、环保型指标、安全性指标、气化炉运行指标的维度对涉及的指标进行的筛选及分级。具体分级指标及分级说明详见第三章。

6 检验方法

对生物质成型燃料的检验方法进行了明确。通过对生物质成型燃料生产企业、运输企业、第三方检测试验室进行走访，了解其标准的使用及检验情况，按照标准的应用情况、使用习惯等，对试验方法依据进行规定。无相应标准时，选用生物质相关检测标准，选用已有行业标准中附录中的标准，存在空白时选用煤气化相关检测标注（如热稳定性等）。

7 检验规则

明确生物质成型燃料的取样规则、样品制备规则，同时对生物质

成型燃料的出厂检验及型式检验进行了规定。保证生物质成型燃料性质检验的通用性。

同时规定了生物质成型燃料不同基质之间的数据转换,便于规范生物质成型燃料的质量管理。

8 组批与抽样

对生物质成型燃料的组批,及生物质成型燃料的包装产品及散装产品的取样方式进行了规定。

9 标志及随行文件

对生物质成型燃料产品的包装上的标志内容进行了规定,同时对随行文件的内容及补充内容进行了规定。

标志及随行文件参考 NB/T 34024 的征求意见稿进行补充,同时按照本标准要求增加生物质成型燃料成分及比例等内容。

10 包装、运输和储存

对生物质成型燃料的包装、运输及储存等要求进行规定。

11 附录 A

规定了生物质成型燃料不同基质的检验结果的换算公式。本标准的分级标准要求为收到基的检验结果,不能直接检验收到基的应将其其他检验结果换算为收到基检测结果。

12 附录 B

资料性附录,对生物质成型燃料的补充检测指标的检验要求及检验方法进行推荐。所列指标为与气化过程关联性较高,但暂未列入质量分级的指标,如用户有特殊需求,可按照用户要求增加该项指标。

13 附录 C

规范性附录，生物质成型燃料原料分类及配料表示例。通过明确林业生物质、农业生物质、混和生物质的类型及占比不小于 5% 的具体成分，证明原料性质稳定，同时证明其原料的可持续性。

三、标准编制依据及主要指标说明

（一）产品分级指标

本标准按照固定床、流化床、气流床 3 种气化工艺的检测指标按照表 2 进行质量分级。

表 2 生物质成型燃料技术要求指标表

指标名称	固定床	流化床	气流床
低位发热量	√	√	√
全水分	√	√	√
灰分	√	√	√
氯	√	√	√
密度	√	√	
堆积密度	√	√	
结渣性	√	√	
尺寸	√	√	√
灰熔融性/软化温度ST	√	√	
灰熔融性/流动温度FT	√		√
抗破碎率	√	√	√
热稳定性	√		
灰粘度			√
注：生物质颗粒燃料采用堆积密度进行分级，生物质压块燃料采用密度进行分级。			

（二）技术要求指标分级

1 全水分（水分、全水分、含水率、空气干燥基水分）

全水分包含生物质成型燃料的游离水和结合水，一方面影响同等质量下产品中有机物的含量，另一方面影响气化过程中的热平衡。成

型燃料中较高的水分在气化过程中，会吸收大量的热，不利于维持气化温度。

水分是生物质成型燃料中成型和品质保证的关键因素，也是影响生物质成型燃料价格的重要因素。标准中描述水分的可选指标有水分、全水分、含水率、空气干燥基水分等，为直观反应生物质成型燃料的水分含量，便于衡量生物质成型燃料中水的含量，同时方便燃料生产企业、贸易商、气化企业的统一度量，选取全水分（收到基）作为衡量水分含量的指标。

2 灰分

灰分是燃料中不能燃烧的杂质。灰分含量越高，燃料的发热量越低，同时排灰量越高。由于不同的气化炉对灰分存在不同的适应范围，灰分过高或过低对气化炉的长期稳定运行均有不利影响，因此灰分分级指标设置过程中应广泛参考，参考的标准及数据见表 5。《NB/T 34024 生物质成型燃料质量分级》中其灰分最高不超过 15%，煤气化相关标准中煤的灰分要求为固定床不高于 25%，流化床不高于 40%，气流床不高于 25%。

在参考过程中重点参考生物质相关的灰分分级指标及现有数据，煤气化的灰分指标要求作为参考。故设定固定床和流化床的质量分级指标为 I、II 级分别为 $\leq 10\text{ w}\%$ 、 $\leq 20\text{ w}\%$ ，气流床的分级指标分别为 $6\text{ w}\% \leq A < 10\text{ w}\%$ 、 $A \leq 20\text{ w}\%$ 。

3 低位发热量（高位发热量、热值等）

生物质气化过常用生物质的收到基低位发热量来计算热平衡、生

物质消耗量和热效率，同时低位发热量也是气化炉设计中计算生物质气化效率的重要依据。选取《NY/T 3021-2016 生物质成型燃料原料技术条件》中要求生物质成型燃料的原料进厂低位发热量不小于12.6MJ/kg，作为生物质成型燃料的低位发热量最低限值。

固定床、气流床、流化床在水分、热值指标中并未有特殊要求。故两个指标设置中考虑将其设为相同值。全水分、灰分、低位发热量之间存在一定的关联关系，进行等级划分后，按照设定的全水分和灰分的限值，对低位热值进行适当调整的方式，避免低位热值数据设置不合理。

生物质成型燃料低位热值的计算方法有基于元素分析的经验公式（门捷列夫公式、迪茨公式、修正公式）、试验测定法（《GB/T 30727-2014 固体生物质燃料发热量测定方法》）。本文件低位发热量参考《NY/T 34024 生物质成型燃料质量分级》中的现有分级，同时以下两种方法进行修正分级数据：

依据修正后参数设定气化用生物质成型燃料分级为 I、II 级，收到基低位热值分别为 $\geq 14.0 \text{ MJ/kg}$ 、 $\geq 12.6 \text{ MJ/kg}$ 。

4 氯（氮、全硫、氯、磷）

氮、全硫、氯、磷指标，一方面与污染物处理相关，含量越高后续的环保处理压力越大。另一方面与气化过程中产生的影响费托合成的杂质气体（ H_2S 、 COS 、 CS_2 、 NH_3 、 HCN 、 HCl （ HBr 、 HF ）等）的量有关。

4.1 氮含量

生物质原材料的氮含量一般较低，生物质成型燃料标准中考虑其作为燃料燃烧使用时会排放到大气中，故作为环保指标进行技术要求。

氮的含量会影响合成气中氨的含量，较高氨含量容易引起合成过程中催化剂中毒。收集的生物质资料显示其含量均较低，且商品煤在气化过程中对氮含量无指标性要求，故不做分级要求。

4.2 硫含量

生物质成型燃料中的硫包括有机硫和无机硫，两种合称全硫，其燃烧产物还会和烟气中水蒸气结合生成腐蚀受热面的杂质。收集到的生物质硫元素的平均含量为 0.2%，非木质生化物质为 0.2%，木质生物质平均值为 0.19%，远小于商品煤（固定床、流化床、气流床）中 1 级指标 $\leq 1\%$ 的硫含量。生物质成型燃料标准设置中与氮元素含量相同，主要考虑作为燃料时的环保属性。气化应用中主要考虑设备对硫含量的要求，以现有数据生物质中的硫含量完全满足煤气化设备的硫含量要求，故不作为气化用生物质成型燃料标准的分级指标。

4.3 氯含量

氯含量较高时，也会腐蚀锅炉，生物质成型燃料相较于煤的特点具有较高的氯含量。氯元素在气化后最终经过水浴，大部分以氯离子状态溶入渣水系统，对设备及系统腐蚀严重。生物质氯造成的腐蚀可以通过设备防腐措施减缓，在气流床气化过程中的激冷流程，废水温度 $> 200^{\circ}\text{C}$ ，需要大量补水稀释氯离子浓度；流化床的干法排渣，气体水洗温度 $40-150^{\circ}\text{C}$ ，对气化设备材料的要求较低。

参考 NY/T 2909-2016、NB/T 34024-2015 及其征求意见稿，同时使得生物质成型燃料满足标准要求，故设定氯含量分级为 $\leq 0.2\%$ 、 $\leq 0.8\%$ 。

4.4 磷含量

磷为生物质成型燃料中的微量元素，现有的检测数据显示其主要存在于灰成分中，以五氧化二磷计（其特征值为 2.4%、2.1%）。磷含量高低对气化下游水系统管路的结垢和腐蚀有一定的影响。在固定床、流化床、气流床煤气化中对煤炭要求为磷含量不大于 0.1%。目前的特征值进行换算（换算成磷的百分含量，以灰分含量 10w%）后，生物质磷含量约为 0.1%，故不进行分级。

5 密度、堆积密度

密度和堆积密度分别是反应生物质成型燃料压块、颗粒密度的压缩程度重要参数。其数值影响气化过程中的热稳定性和成型燃料的抗破碎性，还可用于修正生物质成型燃料的可磨指数。

参考目前成型燃料相关标准，将其纳入参考指标，具体数值参考 NY/T 2909-2016、NB/T 34024-2015 及其征求意见稿，密度最高值设定为 900 最低值为 800 进行设置；堆积密度最高值 600 最低值 500 设置。

6 结渣性（焦渣特性、粘结指数）

本指标为衡量燃烧或气化后排渣相关的指标，对气化炉能否顺利排渣非常重要。焦渣特性、粘结指数多为煤炭相关指标，结渣性为生物质成型燃料相关指标。其分级指标参考 NY/T 2909-2016、NB/T 34024-2015 数据设定固定床、流化床气化炉的结渣性的 I、II 级分别

为弱结渣区、中结渣区。

7 尺寸

生物质成型燃料的尺寸指标有界面尺寸、长度、粒度等。多针对成型过程中的模具进行设定,与按照锅炉、气化炉要求设置存在差距,故设定过程中从使用端出发对成型燃料的尺寸进行设置,生产尺寸作为参考。参照锅炉燃料的 80%分位数及试验过程中的检验数据,生物质成型燃料的尺寸在生物质气化试烧试验过程中选取了囊括生物质成型燃料颗粒尺寸 90%的尺寸值作为进料尺寸,即统计学中的第 90 百分位数。其尺寸测量形式为,固定床、流化床采用直径或截面积最大尺寸,气流床采用红外衍射测得的体积直径尺寸。

固定床、流化床、气流床在气化过程中对生物质成型燃料的尺寸要求各不相同,按照相关标准对其进行设置。

8 灰熔融性(变形温度、软化温度、半球温度、流动温度)

生物质灰熔融性为灰分的重要指标,按照其温度下变形温度、软化温度、半球温度、流动温度。气化炉的排渣方式有固态排渣和液态排渣,其密切相关指标分别为软化温度、流动温度。变形温度和半球温度为过程性温度,与排渣密切程度较低,故不进行分级。

固态排渣炉的操作温度一般不高于 950℃。由于气化操作温度一般高于流动温度约 100~150℃操作,因此建议流动温度一般不低于 1150℃,不高于 1400℃。由于固态排渣方式为在炉渣处于固体状态还未软化流动时排出,故主要考察其软化温度;液态排渣方式为渣在液化后排除,故主要考查其流动温度。

9 抗破碎率（机械耐久性、小于 3.15mm 细小颗粒量、抗破碎率、破碎率）

生物质成型燃料在成型后，衡量其物理强度的指标有抗破碎率、机械耐久性、小于 3.15mm 细小颗粒量、破碎率等，在运输、贮存、倒仓、上料等运输过程中，为保证其原料物理性质的稳定性，均对其物理强度进行有一定的要求。细颗粒被定义为穿过直径为 3.15 毫米的筛孔的颗粒碎片。灰尘是由表面磨损产生的，特别是在颗粒的破碎边缘。较粗颗粒的细颗粒在颗粒之间混合。它们由非常小的颗粒组成，这些颗粒从空气中缓慢沉降。在运输过程中，生物质成型燃料的装卸过程中，燃料之间的机械摩擦会产生细小颗粒和粉尘。机械耐久性越低，平均长度越低，颗粒之间的机械应力越高，细颗粒和粉尘的产生量就越高。生物质成型燃料运输过程到使用过程中倒运的次数越多产生的小颗粒物越小。

综合各分级标准的参考情况及各检测标准的使用情况，同时满足衡量成型燃料的物理强度，故采用抗破碎率作为该项的衡量指标，指标不做分级，生物质固定床、流化床对其看破碎程度要求较高，故设定抗破碎率限值不小于 97%。

10 热稳定性

热稳定性是生物质成型燃料受热后，在气化过程中保持其规定粒度的能力，是影响固定床气化过程床层稳定性的重要指标。在奇虎过程中生物质成型燃料的热稳定性，能有效保证床层在反应过程中的稳定性，避免形成床层空穴，造成部分区域反应较快，部分区域反应

较慢固定床中的热稳定性参考煤气化中的热稳定性要求将其设定为 > 50 。气流床和流化床由于炉型特性，对其热稳定性基本无要求，故本文件不对热稳定性进行分级。

11 灰成分 ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$)

生物质中钠钾碱金属含量高于煤，以通常以金属氧化物表示其含量。在生物质成型燃料中的碱金属在气化过程中，碱金属等矿物质成分的飞灰颗粒容易粘结在气化炉设备各部分受热面上形成沉积，特别是带有废锅的生物质气化炉，易造成气化炉受热面的污染，继而带来受热面的腐蚀问题。煤气化相关资料显示钾钠含量的高低对带废锅的气化炉影响较大，容易造成废锅积灰。此外，也对气化炉内衬耐火砖侵蚀严重。由于目前的气化技术的改进的半废锅流程可减少碱金属的挂渣情况，通过工艺技术等减轻锅炉腐蚀，故本文件不对灰中钠钾含量进行分级。

12 灰黏度

灰黏度为灰分在熔融状态下的流动阻力的度量，是影响液态排渣炉的重要影响因素。为平衡生物质成型燃料的气化过程，需要通过衡量其灰黏度，确定其气化及排渣情况。参考生物质成型燃料的灰粘度报告单及《GB/T 29722-2021 商品煤质量 气流床气化用煤》中对煤的要求、气流床干煤粉气化用煤要求，设定限值需工序双方进行协商确认。

（三）备选指标

1 挥发份、固定碳、干燥无灰基

挥发份和固定碳反应了生物质成型燃料的气化特性。挥发份除影响最终合成气成分外，还会通过在气化过程中快速析出挥发份释放热量蒸干水分，维持气化炉温度。煤气化过程中煤的挥发份均低于 37%，根据搜集的生物质挥发份数据其平均值远高于 37%。固定碳影响最终合成气中含碳分子的量。煤气化中未对其作限定。根据收集的生物质固定碳数据分析，显示生物质种类对固定碳含量影响较小。由于挥发份和固定碳对气化气的生成量存在共同作用，挥发份和固定碳合称干燥无灰基作为检测的参考项，反应生物质成型燃料中可气化成分的量。故本文件不对挥发分、固定碳、干燥无灰基进行分级。

2 添加剂

添加剂是为优化成型燃料性质进行添加的粘结剂、助燃剂、固硫剂等物质，添加剂的对气化过程中气化性能指标、环保指标等存在一定影响。在 NY/T 2909-2016、NB/T34024-2015、EN Plus 的分级指标中要求添加剂不大于 2%，此处添加剂含量为成型过程中的添加量。在生物质成型燃料气化过程中，通过混合添加石灰等材料改变生物质灰成分，从而调节其气化温度与排渣温度的情形。在调查过程中使用添加剂情况较少，故本文件不对添加剂进行分级。

3 砷、汞

在生物质成型燃料中的砷、汞含量与环境安全性相关，还可能造成合成过程中催化剂中毒。在固定床、流化床、气流床的煤气化过程

中要求其分级值为砷不大于 $20\mu\text{g/g}$ 、汞不大于 $0.6\mu\text{g/g}$ 。由于目前 NY/T2909、NB/T 34024 及其征求意见稿中对砷汞含量暂无要求，且生物质成型燃料行业标准未对其做出要求，故本文件不对砷、汞元素含量进行分级。

4 碳、氢

碳（C，%）、氢（H，%）为气化过程中与合成相关的最重要的指标，其含量及比例直接影响气化的合成其中的 C、H 含量及比例。从收集到的数据分析结果来看生物质的相关指标差距较小，且气化及生物质成型燃料未有标准提出相关要求，故本文件不对碳、氢元素含量进行分级。

5 灰成分指标

灰中其他成分指标：灰中二氧化硅、灰中三氧化二铝、灰中三氧化二铁、灰中氧化钙、灰中氧化镁、灰中二氧化钛、灰中三氧化硫、灰中二氧化锰、灰中五氧化二磷及微量元素指标。

上述成分的含量或比例为影响成型燃料气化灰熔特性，对生物质成型燃料灰分的软化温度、流动温度存在较大影响。灰中二氧化硅、灰中三氧化二铝含量影响粗渣的排渣难易程度，同时影响排渣的操作温度，现有资料中建议硅铝比不大于 1.7。灰中三氧化二铁的含量对液态排渣气化炉非常重要，其含量高容易被还原成单质铁，单质铁容易作为晶核引起液态渣结晶，从而造成高温熔渣黏度突然增加，现有资料显示其含量不应大于 15%。其他灰成分对灰熔特性的影响程度暂不明确，且目前的标准中暂无相关含量要求，故本文件不对灰成分进

行分级。

6 块煤限下率、可磨性指数、煤对二氧化碳反应性、成浆性

块煤限下率为筛上产品中小于规定粒度下限部分的质量分数，是固定床气化炉对入炉原料的尺寸要求。生物质成型燃料无限下率检测标准，故本文件不对限下率进行分级。

由于气流床对进料粒径的要求，生物质成型燃料需要磨粉后作为原料进入气化炉，其他炉型对此指标无要求。可磨指数大小反映了不同煤样破碎成粉的相对难易程度，生物质本身不易磨碎但存在较多预处理技术可将其转化易磨粉状态，故不进行分级。

煤对二氧化碳反应性反应了煤的化学反应特性，是一定温度下煤与不同介质气体相互作用的能力，是反映其气化和燃烧过程中的重要指标。反应特性越强表示其气化过程中气化性能越好，与挥发份的占比相关较大，且生物质的挥发分较高远大于煤，有资料显示生物质对二氧化碳反应性均可满足气化过程，故本文件不对煤对二氧化碳反应性进行分级。

成浆性为气流床气化炉对以湿法进料的入炉原料的性质要求。生物质气流床气化炉以干法进料为主。成浆性为描述湿法进料的原料制备的难易程度，目前应用较少，故暂不对该类工艺设置要求，本标准气流床特指干式进料的气流床，故本文件不对成浆性进行分级。

7 吸湿复干强度、吸湿性

生物质成型燃料的吸湿复干强度、吸湿性仅在林业标准有相关要求，其他标准暂未提出。在气化相关标准中对两个指标没有相关要求，

故本文件不对吸湿复干强度、吸湿性进行分级。

四、采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况，或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

国内外标准多为生物质成型燃料标准，对气化要求较少。主要的生物质成型燃料参考标准如表 3。

表 3 所参考的标准表

序号	名称	发布机构	时间
1	DB 12/T 663-2016 生物质成型燃料		
2	DB13/T 1175-2010 生物质成型燃料	河北省质量技术监督局	2010
3	DB21/T 2768-2017 生物质固体成型燃料技术条件		
4	DB35/T 1398-2013 生物质固体成型燃料	安徽省质量技术监督局	2013
5	EN plus GD 3001:2023 Quality Certification Scheme For Wood Pellets	EN plus	2023
6	GB/T 29721-2023 商品煤质量-流化床气化用煤	国家市场监督管理总局国家标准化管理委员会	2023
7	GB/T 44906-2024 生物质锅炉技术规范	国家市场监督管理总局国家标准化管理委员会	2024
8	GB/T 9143-2021 商品煤质量 固定床气化用煤	国家市场监督管理总局国家标准化管理委员会	2021
9	GB/T 29722-2021 商品煤质量 气流床气化用煤	国家市场监督管理总局国家标准化管理委员会	2021
10	LY/T 2379-2014 林业生物质固体成型燃料	国家林业和草原局	2014
11	LY/T 2384-2014 木质颗粒燃料	国家林业和草原局	2014
12	LY/T2379-2014 木质生物质固体成型燃料	国家林业和草原局	2014
13	LYT 2552-2015 竹基生物质成型燃料	国家林业和草原局	2015
14	NB/T 11396-2023 生物质气化多联产流化床气化炉技术条件	国家能源局	2023

15	NB/T 34024-2015 生物质成型燃料质量分级（及其征求意见稿）	国家能源局	2015
16	NB/T11395-2023 生物质气化多联产固定床气化炉技术条件	国家能源局	2023
17	NY/T 1017-2006 秸秆气化装置和系统测试方法	农业农村部	2006
18	NY/T 1417-2007 秸秆气化炉质量评价技术规范	农业农村部	2007
19	NY/T 1878-2010 生物质固体成型燃料技术条件	农业农村部	2010
20	NY/T 2909-2016 生物质固体成型燃料质量分级	农业农村部	2016
21	NY/T 3021-2016 生物质成型燃料原料技术条件	农业农村部	2016
22	Pellet-Fuels-Institute-（PFI） -Standard-Specifications-for-Residential-Commercial	Pellet-Fuels-Institute- （PFI）	2018
23	Q/320582tTYJ3--2021 生物质气化炉	张家港市天源机械制造有限公司	2021

五、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准规定了气化用生物质成型燃料相关的术语和定义，产品分级示例，技术要求，检验方法，检验规则，组批与抽样，标志及随行文件，包装、运输和储存等内容，体现了标准的先进性、实用性，并便于实施。

本标准与现行法律、法规和强制性国家标准无冲突。引用的相关标准协调一致，总体内容全面，章节清晰，重点突出，且具有可操作性。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

无重大分歧。

七、标准涉及专利的处置

不涉及相关专利。

八、贯彻团体标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容）

我国生物质成型燃料已形成一定规模，其气化应用未来仍持续增加，为了方便项目业主单位快速满足生产、检验、使用等全供应链的需求，对接绿色甲醇生产，本标准急需宣贯到生物质成型燃料、生物质气化企业及可再生甲醇项目业主单位、投资机构及其他利益相关方中去，推进产业的标准化进程。

九、代替或废止现行有关标准的建议

无。

十、其他应予说明的事项

目前生物质成型燃料处于产业发展前期，产业基础薄弱，多为小规模、作坊式企业。我国的成型燃料产业受制于原料限制有别于国外的规模化的木质燃料生产。而气化应用过程中对生物质成型燃料存在稳定的规模化需求。所以十分必要编制《气化用生物质成型燃料质量分级》团体标准打通分散式生产和规模化应用的通道，搭建生物质成型燃料生产和生物质成型燃料气化应用的桥梁，促进产业更好发展。