

# 《气流床干煤粉气化用煤》标准 编制说明

（征求意见稿）

标准编制组

2023 年 11 月

## 目 录

一、工作简况.....	1
1.1 任务来源.....	1
1.2 标准内容.....	1
1.3 技术要求.....	1
1.4 主要工作过程.....	1
二、标准编制的必要性.....	1
三、标准编制依据.....	2
3.1 标准编制政策依据.....	2
3.2 标准编制的技术依据.....	3
四、标准主要技术内容编制说明.....	3
4.1 标准整体编制结构说明.....	3
4.2 标准名称.....	4
4.3 适用范围.....	4
4.4 规范性引用文件.....	5
4.5 产品质量要求.....	5
4.5.1 产品质量等级指标选取.....	5
4.5.2 气流床干煤粉气化用煤调研情况.....	5
4.5.3 现有标准对煤质要求.....	7
4.5.4 产品质量指标要求、赋分标准和权重.....	8
4.6 检验规则.....	13
4.7 标识、运输及贮存.....	14
五、标准与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系.....	14
六、重大分歧意见的处理经过和依据.....	14
七、标准属性.....	14
八、贯彻标准的要求和措施建议.....	14
九、其他应予说明的事项.....	14

## 一、工作简况

### 1.1 任务来源

本标准任务来源于中国煤炭加工利用协会发布的“关于《气流床干煤粉气化用煤》、《气流床水煤浆气化用煤》两项团体标准立项的函（中煤加协函〔2023〕5号）”，和“关于公布2023年第二批中国煤炭加工利用协会团体标准制修订计划的通知（中煤加协〔2023〕39号）”计划编号2023005。

### 1.2 标准内容

《气流床干煤粉气化用煤》对气流床干煤粉气化用原料煤的产品质量等级、技术要求、试验方法、质量检验与验收规则、标识、运输及储存等进行规定。该标准为适用于生产、加工、销售等各环节的气流床干煤粉气化用煤，为煤炭销售人员和气流床干煤粉气化用户提供用煤指导。

### 1.3 技术要求

完成标准研究和编制任务，制订《气流床干煤粉气化用煤标准》，并通过中国煤炭加工利用协会组织的专家审定，标准各项技术指标不低于同类相关国家强制性标准的指标要求。

### 1.4 主要工作过程

该项目自2023年9月启动，开展标准整体框架结构及关键煤质指标的讨论，并同时考虑与目前已颁布气流床气化用煤系列标准的一致性。

- ✓ 2023年8月，提交《气流床干煤粉气化用煤》标准申报建议书；
- ✓ 2023年9月，开展各地煤质调研和气流床气化炉用原料煤的煤质情况，形成标准讨论稿，并组织专家开展标准评审；
- ✓ 2023年10月至2023年12月，按专家意见完善标准内容，形成征求意见稿公开征求意见。

## 二、标准编制的必要性

气流床气化用煤涉及各煤质指标较多且较为精细，气化装置用户个性化的用煤需求意愿比较强烈。现有的涉及气流床干煤粉气化原料煤相关要求或标准包括：

- 1) GBT 41039-2021 现代煤化工项目设计煤种和校核煤种确定通则；
- 2) GBT 23251-2021 煤化工用煤技术导则；
- 3) GBT 29722-2021 商品煤质量气流床气化用煤；
- 4) Q/SM 0002-2021 干煤粉气化用煤。

在气流床气化用煤煤质指标确定方面，国标 GBT 41039-2021 仅对不同煤转化工

艺的设计煤种和核校煤种煤质指标进行了确定，而国标 GB/T 23251-2021 不仅对煤化工项目用煤质量评价指标进行了确定，也对气流床气化用煤的质量要求也进行了规定，所选指标包括全水分、灰分、流动温度、哈氏可磨指数以及磷、氯、砷、汞等，但国标 GB/T 29722-2021 规定的气流床气化用煤在国标 GB/T 23251-2021 的基础上增加了硫分和煤灰黏度的要求。对于其他如陕西煤业化工集团有限责任公司的企业标准 Q/SM 0002-2021 则是以灰分、全硫及流动温度作为主要煤质质量指标，而以全水分、发热量、粒度、哈氏可磨指数以及磷、氯、砷、汞、氟等作为气化用煤的其他质量指标。

在气流床气化用煤指标质量要求方面，国标 GB/T 23251-2021 对指标要求非常宽泛，如灰分 $\leq 25.0\%$ ，流动温度  $FT \leq 1450^\circ\text{C}$  等，而国标 GB/T 29722-2021 中仅对灰分和新增加的硫分指标进行了等级划分，其他指标参照 GB/T 23251-2021 的指标要求。陕西煤业化工集团有限责任公司的企业标准 Q/SM 0002-2021 对灰分、全硫及流动温度进行了等级划分，其他指标要求中部分指标参照国标 GB/T 29722-2021，另外部分指标要求高于国标 GB/T 29722-2021，而其他指标中新增的发热量指标也做了等级划分。

在气化技术专利商及气化装置用户对气化用煤煤质指标及要求方面，经调研发现，气化技术专利商及气化装置用户对除了关注国标中的煤质指标外，也在气化装置运行过程中总结了一些经验，对气化用煤提出了更高的要求，如煤灰组成中的酸碱比、Fe 含量、硅铝比、碱金属含量要求等，而在指标技术要求上，用户对一些重要的指标更关注的是区间范围，比较宽泛的指标规范对气化用户无明确的指导性，比如流动温度 $\leq 1450^\circ\text{C}$ 。

技术标准的目的是为了确保技术产品的质量，确保技术产品的安全性和可靠性，以及确保技术产品的可操作性，另外还可以帮助技术产品的开发者和使用者更好地理解和使用技术产品，从而提高技术产品的使用效率。基于此目的，我们希望建立气流床干煤粉气化用煤中国煤炭加工利用协会团体标准，使得气流床干煤粉气化用煤在煤质指标和质量上清晰明确，这也有助于在煤炭销售和气化炉用户双方建立明确的准则和标准，销售端能有的放矢的为气化炉用户提供与气化技术相匹配的气化原料煤，更好地服务于气化炉用户，而气化用户也能降低非计划停车的风险，提升生产效益。此外，气化用煤与气化炉的高度匹配，也可使煤炭得到更清洁、更高效的利用。

### 三、标准编制依据

#### 3.1 标准编制政策依据

本标准编制的主要政策依据包括：

- (1) 《商品煤质量管理暂行办法》；
- (2) 《现代煤化工建设项目环境准入条件（试行）》（[2015]111号）；
- (3) 中华人民共和国煤炭法（2016年）；
- (4) 节能减排等方面的相关政策要求；

### 3.2 标准编制的技术依据

- (1) 在遵照气流床气化用煤煤质要求国家标准的基础上，参考同行业企业标准；
- (2) 充分调研了气流床干煤粉气化装置用煤的实际情况，并搜集了典型气化技术的入炉煤煤质要求数据；
- (3) 本标准按照国家标准 GB/T 1.1-2020 《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定要求编写。

## 四、标准主要技术内容编制说明

### 4.1 标准整体编制结构说明

本标准编制的主要目的是为了最大程度实现气化用煤与气化工艺的匹配性，因此在煤质指标的选取上充分体现了所选指标对气化装置运行的指导作用。气流床气化炉实际运行过程中重点是以控制气化炉炉温为目标，而根据气化用煤煤质相关指标的分析，与炉温控制相关的主要指标为发热量、灰分、灰熔点（主要为流动温度 FT）及煤灰黏温特性。另外，考虑到硫含量对合成气中含硫气体的影响，因此本标准在气流床气化用煤质量要求上以发热量、灰分、流动温度 FT、煤灰黏温特性及全硫作为重点关注的质量指标。

在其他质量指标选取方面，重点参考各主要气化工艺用户及气化专利商对煤质指标的要求，总体体现在气化用煤的3个特性：1) 气化煤的反应活性（挥发分）【体现气化煤转化的高效性】；2) 影响灰熔点和黏温特性的煤灰组成特征【体现气化煤转化的安全稳定性】；3) 气化煤中微量元素的含量控制【体现气化煤的环保性】。

此本标准在指标选择上总体将指标分为三大类：1) 影响气化炉安全稳定性指标，包括灰分、煤灰流动温度、煤灰黏度等重点关注指标，以及  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$  等辅助性指标；2) 影响气化炉气化性能的煤质指标，重点指标为发热量，辅助性指标为全水分、挥发分和 HGI；3) 影响气化后的环保性指标，重点指标为全硫，辅助性指标为氟、氯、砷、汞、磷等。

本标准结构与现有标准的对比情况见表 1。

表 1 干煤粉气化用煤标准对比情况

名称	《商品煤质量气流床气化用煤》（GBT 29722-2021）	《干煤粉气化用煤》（Q/SM 0002-2021）	本标准
类别	按挥发分进行类别划分	-	-
质量要求	以灰分和全硫进行等级划分，其他指标包括：全水分、磷、氯、砷、汞、HGI、FT、煤灰黏度。	以灰分、全硫、FT为主要质量指标进行等级划分，其他质量指标包括：全水分、发热量、HGI、粒度、磷、氯、砷、汞、氟。	重点关注指标：发热量、灰分、FT、煤灰黏温特性及全硫，辅助性指标：全水分、挥发分、HGI、硅铝比、磷、氯、砷、汞、氟及铁、钾、钠等氧化物含量。
其他规定	试验方法，检验规则，标识、运输及贮存。	试验方法，质量检验和验收，标识、运输及贮存。	试验方法，质量检验和验收，标识、运输及贮存、其他。

依据上述划分的三大类指标，在符合产品质量指标要求的基础上，提出了对各指标赋分标准和权重分配。权重分配总体按：1) 影响气化炉安全稳定性指标累计占比 50%；2) 影响气化炉气化性能的煤质指标累计占比 30%；3) 影响气化后的环保性指标累计占比 20%。

基于以上赋分标准和权重分配，本标准气流床干煤粉气化用煤的产品质量等级划分以评价总分分为 A 级、B 级、C 级和 D 级，即评价总分 90 分以上为 A 级、80 分以上为 B 级、70 分以上为 C 级、60 分以上为 D 级，其中总分计算为各指标得分与权重的乘积总和，具体质量等级划分见下表。

表 2 气流床干煤粉气化用煤质量等级划分

级别	气流床干煤粉气化用煤等级			
	A 级	B 级	C 级	D 级
总分	≥90	≥80	≥70	≥60

#### 4.2 标准名称

本标准名称为《气流床干煤粉气化用煤》。

#### 4.3 适用范围

规定了气流床干燥粉煤气化用煤的产品质量等级和技术要求、试验方法、质量检验与验收规则、标识、运输及储存。

本标准适用于生产、加工和销售等各环节的气流床干燥粉煤气化用煤。

#### 4.4 规范性引用文件

主要引用的标准有：1) 采样与制样方法标准；2) 相关煤质指标的测试方法标准；3) 质量管理与控制相关标准。

#### 4.5 产品质量要求

##### 4.5.1 产品质量等级指标选取

为使本标准对气化用煤更具指导性，气流床气化用煤的质量指标选取原则，需要兼顾气化炉与气化原料煤之间的匹配性指标，总体展现气化煤在气化炉内转化的高效性、安全性和环保性，故与此相关的气化煤煤质指标均应考虑进去。

##### 4.5.2 气流床干燥粉煤气化用煤调研情况

对于粉煤气化炉气化用煤的情况，本标准采用文献和用户现场调研的方式对其用煤情况进行了调研分析。由于目前干燥粉煤气化市场主要以 Shell 气化炉和航天炉为主，故调研内容也是主要针对这两种气化技术，所获得的信息如下：

###### (1) Shell 粉煤气化

龙宇煤化工公司壳牌气化炉通过反复运行验证，建议壳牌入炉煤按下表参数运行时，效益及工况较好。

表 3 龙宇煤化工公司壳牌煤气化工艺用煤指标

项目	指标
灰分/%	10~25
灰熔点 (T <sub>4</sub> ) /°C	1300~1500
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	>1.8
(SiO <sub>2</sub> +Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	>2.5
(K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O)/%	<3.5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /%	<1.5

数据来源：崔发科.壳牌煤气化装置运行总结[J].化工新型材料,2018,46(06):253-256.

大唐内蒙古多伦煤化工有限责任公司壳牌气化炉以烟煤为基础煤种，选择大唐煤、蒙宏煤、神华煤、卡加利煤等褐煤进行混配，并建立入炉煤选择的一般性原则：气化磨煤干燥后水分<7%、原料煤收到基灰分<13%、S 含量≤3.0%、Cl 含量≤0.1%、灰熔

点(FT)≤1500°C，以及灰成分中 Na<sub>2</sub>O 含量<2.6%、K<sub>2</sub>O 含量<3.2%、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 含量<1.0%。据以上原则，参照大唐多伦气化装置的运行经验，设定入炉煤关键指标建议如下表所示。

表 4 大唐内蒙古多伦煤化工有限责任公司壳牌煤气化工艺用煤指标

项目	接受指标	让步接受指标
水分/%	≤3(烟煤)/≤6(褐煤)	
空气干燥基灰分/%	8~15	≤18
总硫(S <sub>t,ar</sub> )/%	0.2~1.0	
灰熔点(FT)/°C	1200~1420	
灰中(Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O)含量/%	≤2.5	≤3.2
灰中 SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /%	≥1.8	
灰中 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /%	<10.0	≤12.0
灰中(CaO+MgO)含量/%	≤15.0	≤18.0

数据来源：颜昌玉. Shell 气化炉掺烧褐煤的应用实践[J].中氮肥, 2020, 2:18-22.

中国神华煤制油公司鄂尔多斯分公司煤气化装置有两套壳牌气化炉，结合该公司对壳牌的运行经验总结，其入炉煤煤质要求如下：

表 5 中国神华煤制油公司鄂尔多斯分公司壳牌煤气化工艺用煤指标

序号	项目	单位	合格范围
1	灰中 SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	1.8~3.0
2	灰中 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 含量	%(m/m)	≤10
3	流动温度 FT	°C	1250~1400
4	全水分 M <sub>t</sub>	%(m/m)	≤3
5	灰分 A <sub>ad</sub>	%(m/m)	12.0~20.0
6	硫 S <sub>t,ad</sub>	%(m/m)	0.5~3.0
7	可磨指数 HGI	—	50~170
8	氯 Cl+氟 F	%(m/m)	≤0.05
9	挥发分 V <sub>daf</sub>	%(m/m)	≤30

数据来源：常亚平.配煤的煤种煤质变化对壳牌气化炉工况的影响及工艺调整措施[J].煤炭与化工, 2017, 40(08): 120-122.

天津渤化永利化工股份有限公司拥有两套日处理煤炭 2200 吨的壳牌煤气化装置，根据现场调研情况，其对入炉煤煤质要求如下：

表 6 壳牌炉入炉煤煤质要求

序号	项目	煤指标
1	灰分(A <sub>ad</sub> ) %	10.00≤A <sub>ad</sub> ≤18.00
2	灰熔融性 (FT (T <sub>4</sub> ))	1250≤FT (T <sub>4</sub> ) ≤1450
3	灰中硅铝比 (K=SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1.85≤K≤2.5
4	全硫 (S <sub>t,ad</sub> ) %	≤0.7
5	灰中 CaO %	≤10.00
6	低位发热量(Q <sub>net.v.ar</sub> ) kcal/kg	≥5500
7	全水分 (M <sub>t</sub> ) %	≤14.0
8	挥发分 V <sub>ad</sub> %	≤30.00
9	灰中 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	≤15.00
10	灰中 Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O %	≤3.00
11	氯+氟 (Cl+F) %	≤0.05%

## (2) 航天粉煤气化

对航天炉气化用煤的调研主要以现场调研为主，重点调研了天津渤化永利化工股份有限公司、河北正元氢能科技有限公司、广西华谊能源化工有限公司等航天炉用煤情况，获得的信息如下

表 7 航天炉入炉煤煤质要求

序号	项目	河北正元	永利化工	广西华谊
1	灰分(A <sub>ad</sub> ) %	7-10	8-16	8-12
2	灰熔融性 (FT (T <sub>4</sub> ))	1190-1250, FT-ST>50	≤1390	1150-1400
3	灰中硅铝比 (K=SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	>2	K≥1.7	1.8-2.8
4	全硫 (S <sub>t,ad</sub> ) %	<0.5	≤0.70	≤0.7
5	灰中 CaO %	<20	≤22.00	不要求
6	低位发热量(Q <sub>net.v.ar</sub> ) kcal/kg	5700-6000	≥5300	≥5500
7	全水分 (M <sub>t</sub> ) %	≤18	≤16.0	≤16
8	挥发分 V <sub>ad</sub> %	20-30	≤37.00	25-37
9	灰中 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	越低越好	≤15.00	待确定
10	灰中 Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O %	越低越好	≤3.00	不要求

### 4.5.3 现有标准对煤质要求

现有的涉及气流床干燥粉气化原料煤相关标准主要包括：1) GBT 29722-2021 商品煤质量气流床气化用煤；2) Q/SM 0002-2021 干燥粉气化用煤，其煤质指标如下：

表 8 现有标准对干燥粉气化入炉煤煤质和等级要求

项目	等级	《干燥粉气化用煤》 Q/SM 0002-2021	《商品煤质量气流床气化用煤》 GB/T 29722-2021
全水分 $M_t/\%$	特级	$\leq 15.0$	无烟煤: $\leq 10$
	I 级		低挥发分烟煤: $\leq 10.0$
	II 级	$\leq 18.0$	中高挥发分烟煤: $\leq 20.0$
	III 级		褐煤: $\leq 35.00$
灰分 $A_d/$	特级	$\leq 9.00$	-
	I 级	$\leq 12.00$	$\leq 10.00$
	II 级	$\leq 15.00$	$>10.00\sim 20.00$
	III 级	$\leq 20.00$	$>20.00\sim 25.00$
全硫 $S_{t,d}/$	特级	$\leq 0.40$	-
	I 级	$\leq 0.60$	$\leq 1.00$
	II 级	$\leq 0.80$	$\leq 2.00$
	III 级	$\leq 1.00$	$>2.00$
煤灰熔融性流 动温度 $FT/^\circ C$	特级	$\leq 1150\sim 1300$	$\leq 1450$
	I 级		
	II 级	$\leq 1150\sim 1350$	
	III 级		
发热量 $Q_{net,ar}/$ (MJ/kg)	特级	$>25.09$	-
	I 级	$>24.25$	-
	II 级	$>23.00$	-
	III 级	$>20.91$	-
哈氏可磨性指 数 HGI	特级	$>50$	$\geq 40$
	I 级		
	II 级		
	III 级		
粒度/mm	特级	$\leq 25$	-
	I 级		-
	II 级	$\leq 50$	-
	III 级		-
磷 $P_d/\%$	-	$\leq 0.050$	$\leq 0.100$
氯 $Cl_d/\%$	-	$\leq 0.10$	$\leq 0.100$
砷 $As_d/$ ( $\mu g/g$ )	-	$\leq 20$	$\leq 20$
汞 $Hg_d/$ ( $\mu g/g$ )	-	$\leq 0.250$	$\leq 0.600$
氟 $F_d/$ ( $\mu g/g$ )	-	$\leq 200$	-
煤灰黏度/%	-	-	5Pa·s~25Pa·s 温度变化范 围 $>50^\circ C$

#### 4.5.4 产品质量指标要求、赋分标准和权重

### (1) 灰分要求、赋分标准和权重

对于气化用煤灰分的要求，通常不同气流床干燥粉气化炉适应的灰分范围也不尽相同，且即使采用相同的粉煤炉，因煤炭供应条件、操作人员技术水平、设备加工水平等差异，也同样存在不同的灰分适应范围。根据现有气流床干燥粉气化用煤的国家标准、企业标准、气化炉用户对入炉煤灰分的质量要求，本标准将灰分划分为3个范围，各范围对应的灰分指标要求及赋分标准见表9。

考虑到干燥粉气化用煤的灰分要实现“以渣抗渣”的功能，经对工业气化用户调研，建议灰分(A<sub>d</sub>)不低于6.0wt%，不高于20wt%，且优先考虑灰分相对较低分值较高。由于灰分涉及到气化炉排渣，灰分过低或过高均对气化炉安全稳定运行影响较大，故按安全稳定性总权重为50%考虑，给予灰分15%权重。

表9 气流床干燥粉气化用煤的灰分要求及赋分标准

指标/单位	指标范围	赋分值	指标权重/%
灰分(A <sub>d</sub> ) / wt%	6.0~10.0	100	15
	10.0~15.0	80	
	15.0~20.0	60	

### (2) 流动温度 (FT) 要求及赋分标准

结合相关国家标准、企业标准及气化炉用户对入炉煤煤灰 FT 的质量要求，将 FT 划分为3个范围，各范围对应的 FT 指标要求及赋分标准见表10。由于气化操作温度一般高于 FT 约100~150℃操作，因此建议 FT 一般不低于1150℃，不高于1400℃。因此本标准优先考虑 FT 适用于气化。另外，因 FT 涉及到气化炉温度操作，对气化炉安全稳定运行影响较大且考虑到 FT 的测定误差因素，给予 FT 5%权重。

表10 气流床干燥粉气化用煤的 FT 要求及赋分标准

指标/单位	指标范围	赋分值	指标权重/%
煤灰流动温度(FT)/ °C	<1150	80	5
	1150~1400	100	
	>1400	60	

### (3) 煤灰黏度要求及赋分标准

煤灰黏度对气化炉能否顺利排渣至关重要。根据气化炉用户对入炉煤煤灰黏度的质量要求，将煤灰黏度划分为3个范围，各范围对应的煤灰黏度指标要求及赋分标准见表11。

为保障顺利排渣，干燥粉气化对煤灰黏度建议控制在5~25Pa·s，故气化操作温度

也建议控制在煤灰黏度为 5~25Pa·s 时所对应的温度范围内，且该温度范围越大越好，一般要求不低于 50℃。此外，气化炉设备和内衬材料承受能力的限制，一般建议干煤粉气化操作温度不高于 1500℃，而操作温度太低气化性能也较差，也失去了干煤粉气化煤炭高效转化的优势，因此建议对应的最佳操作温度  $T_{15}$  应高于 1200℃，低于 1500℃ 与 5~25Pa·s 对应温度变化范围的一半的差值。由于煤灰黏度也涉及到气化炉温度操作，对气化炉安全稳定运行影响较大，给予煤灰黏度 10% 权重。

表 11 气流床干煤粉气化用煤的煤灰黏度要求及赋分标准

指标/单位	指标范围	赋分值	指标权重/%
煤灰黏度 (Pa·s)	5~25 Pa·s 温度变化范围 $\geq 50^\circ\text{C}$ 且 $1200^\circ\text{C} \leq T_{15} \leq 1475^\circ\text{C}$	60	10
	5~25 Pa·s 温度变化范围 $\geq 75^\circ\text{C}$ 且 $1200^\circ\text{C} \leq T_{15} \leq 1463^\circ\text{C}$	80	
	5~25 Pa·s 温度变化范围 $\geq 100^\circ\text{C}$ 且 $1200^\circ\text{C} \leq T_{15} \leq 1450^\circ\text{C}$	100	

#### (4) 发热量 ( $Q_{\text{net,ar}}$ ) 要求及赋分标准

煤的发热量是评价煤质的重要指标，煤化程度、煤中水分及灰分等因素均对发热量的大小有影响。在煤的热转化过程中，常用煤的发热量来计算热平衡、耗煤量和热效率，为保持气化炉内的热平衡，一般会对气化用煤的发热量有一定要求。本标准发热量按 3 个范围进行划分，各范围发热量指标要求及赋分标准见表 12。

干煤粉气化为维持气化过程的高温，对发热量希望越高越好，建议发热量不低于  $22.16\text{MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$  ( $5300\text{kcal/kg}$ )。本标准发热量的赋分值优先考虑发热量越高分值较高。由于发热量涉及到气化性能，故按气化性能占总权重 30% 考虑，给予发热量 20% 权重。

表 12 气流床干煤粉气化用煤的发热量要求及赋分标准

指标/单位	指标范围	赋分值	指标权重/%
发热量( $Q_{\text{net,ar}}$ ) / ( $\text{MJ/kg}$ )	$\geq 22.16$	80	20
	$\geq 23.00$	90	
	$\geq 23.42$	100	

#### (5) 全硫要求及赋分标准

虽然气化炉对硫分并没有严格的要求，但硫含量高对气化炉下游含硫流体的处理负荷增加，因此低硫煤仍是气化中所关注的煤种。本标准全硫按 3 个范围进行划分，各范围全硫指标要求及赋分标准见表 13。

干煤粉气化对硫分的要求不高，甚至 5.0% 以上的高硫煤也能接受。本标准优先考虑硫分越低分值较高。由于硫分涉及到气化环保性质，故按气化环保占总权重 20% 考

虑，给予全硫 10%权重。

表 13 气流床干燥粉气化用煤的全硫要求及赋分标准

指标/单位	指标范围	赋分值	指标权重/%
全硫( $S_{t,d}$ ) / wt%	$\leq 1.0$	100	10
	$\leq 2.0$	80	
	$\leq 3.0$	60	

(6) 硅铝比要求及赋分标准

硅铝比是许多干燥粉气化用户关注的指标，其原因是硅铝比的范围影响粗渣排渣的难易程度。本标准硅铝比指标要求及赋分标准见表 14。

目前气流床气化用煤标准对硅铝比尚无要求。现有调研中建议硅铝比不低于 1.7，考虑到调研的差异性，本标准设定硅铝比不低于 1.5。另外，本标准仅给予符合条件满分的赋分值。由于硅铝比对于煤灰 FT 和黏温特性均有影响，故涉及到气化炉温度操作，对气化炉安全稳定运行有一定影响，给予硅铝比 5%权重。

表 14 气流床干燥粉气化用煤的硅铝比要求及赋分标准

指标/单位	指标范围	赋分值	指标权重/%
煤灰中 $SiO_2/Al_2O_3$	1.5~3.5	100	5

(7) 铁氧化物 ( $Fe_2O_3$ ) 含量要求及赋分标准

铁氧化物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。本标准铁氧化物指标要求及赋分标准见表 15。

现有标准对铁氧化物的含量并无要求，但从已有调研结果来看，建议铁氧化物含量小于 15%，因此本标准给予符合条件满分的赋分值。由于铁氧化物对于煤灰 FT 和黏温特性均有影响，故涉及到气化炉温度操作，对气化炉安全稳定运行有一定影响，给予铁氧化物 5%权重。

表 15 气流床干燥粉气化用煤的铁氧化物要求及赋分标准

指标/单位	指标范围	赋分值	指标权重/%
煤灰中 $Fe_2O_3$ / wt%	$\leq 15$	100	5

(8) 氧化钾和氧化钠要求及赋分标准

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，也对水煤浆气化炉内衬耐火砖侵蚀严重。本标准将氧化钾和氧化钠两者总和作为一个考核指标，其指标要求及赋分标准见表 16。

本标准给予符合条件满分的赋分值。由于氧化钾和氧化钠对于煤灰 FT 和黏温特性均有影响，故涉及到气化炉温度操作，对气化炉安全稳定运行有一定影响，给予氧化钾和氧化钠总和 5%权重。

表 16 气流床干燥煤粉气化用煤的氧化钾和氧化钠总和及要求及赋分标准

指标/单位	指标范围	赋分值	指标权重/%
煤灰中(K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O) / wt%	≤3.5	100	10

(9) 全水分要求及赋分标准

全水分高对于干燥煤粉气化的磨煤干燥能耗较大，因此会综合降低气化能效。本标准全水分指标要求及赋分标准见表 17。

从调研结果看，气化用户对全水分的要求一般建议全水分控制在 18wt%以内，主要原因是干粉输送前会对粉煤进行干燥脱水处理，一般是越小越好。本标准全水分给予符合条件满分的赋分值。由于全水分、灰分和发热量之间存在一定的关联关系，且全水分主要影响气化性能，故综合以上考虑，给予全水分 2%权重。

表 17 气流床干燥煤粉气化用煤的全水分要求及赋分标准

指标/单位	指标范围	赋分值	指标权重/%
全水分(M <sub>t</sub> ) / wt%	≤18	100	2

(10) 挥发分 (V<sub>daf</sub>) 要求及赋分标准

挥发分在一定程度上反应了气化煤的反应性，相对于水煤浆气化，干燥煤粉气化因其不需要通过挥发分的析出反应快速释放热量来蒸发水分，维持气化炉炉温，故其对挥发分的要求更低些。本标准挥发分指标要求及赋分标准见表 18。

现有标准中对挥发分没有要求，但干燥煤粉气化技术供应商或用户希望挥发分控制在 37wt%以下。本标准挥发分给予符合条件满分的赋分值。由于挥发分主要影响气化性能且在一定程度上体现气化煤的反应性，故给予挥发分 5%权重。

表 18 气流床干燥煤粉气化用煤的挥发分要求及赋分标准

指标/单位	指标范围	赋分值	指标权重/%
挥发分(V <sub>daf</sub> ) / wt%	≤37	100	5

(11) 哈氏可磨指数 HGI 要求及赋分标准

哈氏可磨指数 HGI 反应了磨煤工艺能耗的高低。基于现有的标准要求，本标准 HGI 给予符合条件满分的赋分值，见表 19。由于 HGI 主要影响干燥煤粉气化性能，故给予 HGI 3%权重。

表 19 气流床干燥煤粉气化用煤的 HGI 要求及赋分标准

指标/单位	指标范围	赋分值	指标权重/%
HGI	≥40	100	3

#### (12) 微量元素要求及赋分标准

微量元素的高低对于气化下游水系统管路的结垢和腐蚀有一定的影响。本标准微量元素指标要求及赋分标准见表 20。本标准微量元素按给予符合条件满分的赋分值。由于微量元素主要影响干煤粉气化的环保性，故给予微量元素总计 10%权重。

表 20 气流床干煤粉气化用煤的微量元素等级划分

指标/单位	指标范围	赋分值	指标权重/%
微量元素	磷: ≤0.10%	100	3
	氯: ≤0.10% (冬季: ≤0.20)	100	3
	砷: ≤20μg/g	100	1
	汞: ≤0.60μg/g	100	1
	氟: ≤200μg/g	100	2

#### 4.6 检验规则

煤样按照 GB/T 475 或 GB/T 19494.1 的规定采取，按照 GB/T 474 或 GB/T 19494.2 的规定制备。生产部门、经销部门应按表 21 要求的检验项目进行出厂检验。

表 21 检验项目表

项目	出厂检验	型式检验
灰分	△	△
煤灰熔融性	△	△
煤灰黏度	△	△
发热量	△	△
全硫	△	△
煤灰成分	△	△
全水分	△	△
挥发分	△	△
哈氏可磨性指数	△	△
氟	△	△
氯	△	△
砷	△	△
汞	△	△
磷	△	△

注：△表示需要检测的项目

下列情况时，应进行型式检验（来源 GB/T 31428，6.4.1）：

- 新产品设计定型鉴定及批试生产定型鉴定；
- 正常生产时，原料、工艺及设备发生变化；
- 正常生产时，每半年或每换一批原料进行一次检验；

- d) 批量生产间断、停产后又重新恢复生产时；
- e) 国家或地方质量监督管理部门提出型式检验要求时。

型式检验项目应符合表 21 的要求。出厂检验和型式检验结果均符合要求时，则判定该批产品合格。

#### 4.7 标识、运输及贮存

生产、销售的干煤粉气化用煤按 GB/T 25209 的规定进行标识，标识内容应至少包括以下主要内容：

- 产品名称；
  - 产品分级牌号；
  - 数量；
  - 产地；
  - 标称最大粒度或外观描述；
  - 主要煤质指标：包括但不限于第4.5节规定的指标；
  - 其他：生产者或经销者的名称和地址，生产日期、批号、产品标准编号等。
- 标识应采用防水、防腐蚀、不易破损的材质制作，易于长期保持。

干煤粉气化用煤在运输和贮存过程中应防止雨淋和污染。

### 五、标准与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系

本项目引用了 GBT 29722-2021 商品煤质量气流床气化用煤、Q/SM 0002-2021 干煤粉气化用煤。

### 六、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

### 七、标准属性

《气流床干煤粉气化用煤》属于中国煤炭加工利用协会团体标准。

### 八、贯彻标准的要求和措施建议

为贯彻好本标准，使其有效发挥作用，建议在标准发布后，在行业内部进行宣传和贯彻，并由有关部门组织学习和培训。

### 九、其他应予说明的事项

无。