**水煤浆流动性测定及评价标准编制说明**

中煤科工清洁能源股份有限公司

中国矿业大学（北京）

北京煤科成城科技发展有限公司

二O二O年十二月

**项目承担单位：**中煤科工清洁能源股份有限公司

中国矿业大学（北京）

北京煤科成城科技发展有限公司

**项目起止日期：**2019年6月-2020年12月

**项目负责人 ：**吕向阳、王卫东

**主要工作人员：**柳金秋（中煤科工清洁能源股份有限公司）

吕子奇、吕海梅（中国矿业大学（北京））

刘烨炜（北京煤科成城科技发展有限公司）

**报告编写人 ：**柳金秋

**报告校阅人 ：**刘烨炜

**审核 ：**张胜局

**批准 ：**吕向阳

**摘 要**

根据《中国煤炭学会标准工作管理办法（暂行）》的相关要求，对水煤浆流动性测定及评价标准的验收技术要求、验收规则及有关的测试方法定制依据及技术要求进行了讨论，并在此基础上形成了水煤浆流动性测定及评价标准征求意见稿。本文是对上述标准制定的说明。

目 录

[1.工作简况 1](#_Toc59089138)

[1.1任务来源 1](#_Toc59089139)

[1.2国内外情况 1](#_Toc59089140)

[1.3主要工作过程 1](#_Toc59089141)

[1.4协作单位 2](#_Toc59089142)

[1.5主要起草人 2](#_Toc59089143)

[2.标准编制原则和主要内容 2](#_Toc59089144)

[2.1标准编制原则 2](#_Toc59089145)

[2.2主要内容 2](#_Toc59089146)

[3.主要试验的分析综述 3](#_Toc59089147)

[3.1技术分析论证 3](#_Toc59089148)

[3.2预期效果 4](#_Toc59089149)

[4.与现行法令、法规、国家标准的关系 5](#_Toc59089150)

[5.贯彻标准的措施、建议及解释 5](#_Toc59089151)

[5.1贯彻标准的措施、建议 5](#_Toc59089152)

[5.2有关条文的解释 5](#_Toc59089153)

[6.附件及说明 6](#_Toc59089154)

# 1.工作简况

## 1.1任务来源

水煤浆是由煤、水、添加剂通过物理加工得到的一种低污染、高效率、可管道输送流体燃料。水煤浆的流变特性是水煤浆制备、输送、雾化和燃烧、气化的基本特性，是影响实际生产的重要指标，其受煤粒间的相互作用，煤粒在水、化学添加剂的作用以及高浓度下煤粒形成的网络结构等因素的影响，不同煤质、不同浓度、不同添加剂及不同粒度级配的浆体表现出的流变性有着巨大的差异。水煤浆的流动性是其流变特性的重要表现形式，也是衡量水煤浆质量的重要指标之一，对水煤浆的传输、存储与雾化起着关键作用，它决定着泵送功率、管道流动的压力损失、雾化的质量，在工程应用极其重要。

## 1.2国内外情况

目前，国内、国外尚无对煤浆流动性评价的标准，测定及评价水煤浆的流动性一直在部分企业内部进行，现阶段煤化工产业正迅速蓬勃发展，对水煤浆流动性的评价需求逐渐增加，应尽快建立完整、统一的测定及评价标准。

## 1.3主要工作过程

2019年9月，根据水煤浆气化企业对煤浆流动性评价标准的需求，结合公司调研的具体情况，向煤炭学会提出《水煤浆流动性测定及评价》标准的申请，并填写中国煤炭学会标准制修订立项申请书，报送中国煤炭学会标准管理办公室审批。

2019年11月，中国煤炭学会标准管理办公室组织对该项目进行论证，经过答辩及评审后，本标准经过煤炭学会工作组审批，正式立项。

2019年11月-2020年1月，调研气化水煤浆生产及使用企业，采集各企业水煤浆流动性满足生产要求的情况与生产数据，并进行资料汇总。

2020年2月-2020年3月，根据立项申请答辩专家的意见，公司内部论证标准的范围、技术要求、评价结果和评价准则，对水煤浆流动仪的设计形式、操作要点和精密度等进行讨论，并形成初步意见。

2020年3月-2020年7月，联系设备试制单位，提出设备功能及外形要求，设备试制单位根据要求，试制出基础版水煤浆流动仪两套。

2020年8月-2020年10月，采集大量A、B+、B、B-、C、D几种类型浆体的流落视频信息以及摊开面积/直径图像信息，利用计算机深度学习算法训练流动性识别模型。

2020年10月-2020年11月，根据图形、图像采集过程中遇到的问题，对基础版设备进行改造，增加体积面积比值回归模型，将其与摊开面积之比进行量化得出回归模型，作为辅助评判标准参与水煤浆流动性评判。

2020年12月，编写并完善《水煤浆流动性测定及评价》标准草案及标准编制说明。

## 1.4协作单位

中煤陕西榆林能源化工有限公司、奎屯锦疆化工有限公司、阳煤丰喜肥业（集团）有限责任公司、大唐呼伦贝尔化肥有限公司、中国石化长城能源化工（宁夏）有限公司

## 1.5主要起草人

何国锋、徐志强、吕向阳、王卫东、张胜局、吕子奇、柳金秋、刘烨炜、吕海梅、孙海勇、赵力明、徐明磊、王冉、段静、严健、王成江、孙宗礼、王晓刚、郭文龙、贾震宇、刘全

# 2.标准编制原则和主要内容

## 2.1标准编制原则

本标准按照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》规则起草。适用于气化水煤浆，其中气化水煤浆的质量应符合GB/T 31426《气化水煤浆》的标准要求，测试样品的采集应符合标准GB/T 18856.1《水煤浆试验方法第1部分：采样》，水煤浆的试验方法及过程参照GB/T25215所述。

## 2.2主要内容

按照水煤浆试验方法中样品采集要求，取得待测煤浆样品，取350ml的待测水煤浆倒入水煤浆流动仪样品采集斗，启动水煤浆流动仪，电动阀门打开，煤浆样品从采集斗出口流入煤浆定量模具，2号观测相机采集煤浆由上而下流淌的状态10s，智能识别系统自动识别煤浆流动性状态，流动状态的煤浆流入煤浆定量模具，电动阀门开启时间设置为1min，电动阀门关闭后，将煤浆定量模具提起，煤浆在玻璃平面流淌30s后，1号相机测定煤浆摊开后的面积。智能识别系统通过分析煤浆流态与摊开面积，综合给出煤浆流动性指标的判断结果。

水煤浆流动仪由样品采集斗、拍摄相机、煤浆定量模具、玻璃板组成。

根据前期图形图像的识别训练结果，由水煤浆流动仪的智能识别系统对测量样品的流动性进行判别，并给出测量结果，以A、B+、B、B-、C、D依次从好到差标识煤浆的流动性。

# 3.主要试验的分析综述

## 3.1技术分析论证

大多数水煤浆生产企业习惯于用表观粘度的大小来说明浆体流动性的好坏，但用于流态较差、粒度较粗的气化水煤浆测定时，结果偏差较大，从测定结果中无法反应真实的煤浆状态。一些研究单位及企业意识到了这种情况，采用人工观察法将煤浆分为A、B、C、D四个等级，但受人为因素影响较大；为了消除人为因素干扰，国家水煤浆工程技术研究中心结合水泥净浆流动性测量国家标准，采用数值法进行测定煤浆流动性并研发了水煤浆流动性测定仪。

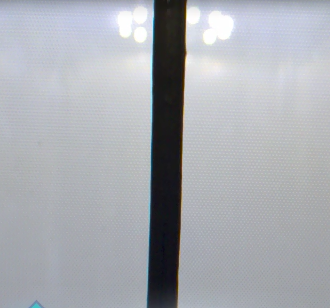
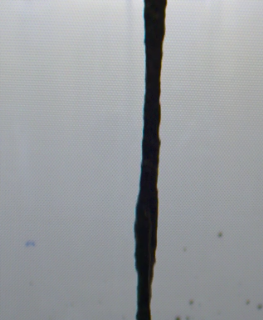
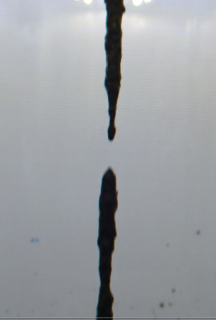
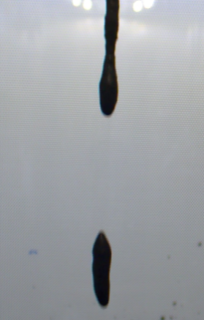
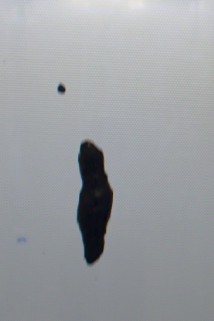
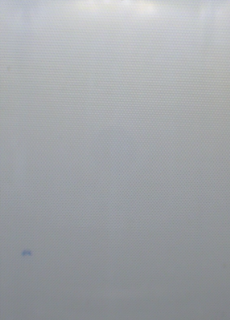
目前水煤浆流动性的测量方法有两种，方法一：观察法，可以直观描述浆体的流动状态，受主观影响较大；方法二：数值法，测量结果准确、易比对，直观性较差。

（1）观察法，根据其流动特性，分为A、B、C、D四个等级。 A：流动连续，平滑不间断；B：流动较连续，流体表面不光滑；C：借助外力才能流动；D：泥状不成浆，不能流动。为了表示属于某一等级范围流动性的较小差别，分别用“＋”号和“－”号加以区分，“＋”号表示某一等级中流动性较好者；“－”号表示某一等级中流动性较差者。

（2）数值法，将水煤浆注满标准截锥圆模，提起截锥圆模，在流动30s后测定水煤浆在玻璃平面上自由流淌的最大直径。用最大直径值来判断水煤浆的流动性。

为解决人为判断的误差，本标准将计算机深度学习方法应用于水煤浆质量评判，计算机通过学习大量不同流动性水煤浆流动状态的图形图像，建立煤浆流动性数据库，模拟人脑进行分析学习，以发现数据的分布式特征。形成基础样本集后，通过观测水煤浆流动状态并结合固定体积情况下水煤浆的自动摊开面积，由计算机软件进行自动测量分析，得出煤浆流动性的评价结果，本方法能够极大地节约测试所需人力、物力，实现检测智能化、标准化、专业化。

技术论证过程中对煤浆流动性采集的图像如下图所示。其中图一为相机观测不同煤浆流落状态的图像，图2为相机观测不同煤浆在30s时流淌情况的图像。

A B+ B B- C D

图1不同煤浆流落状态的图像

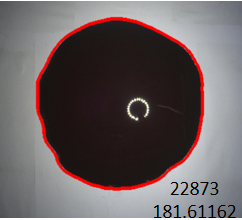
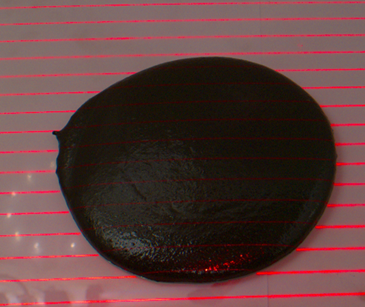
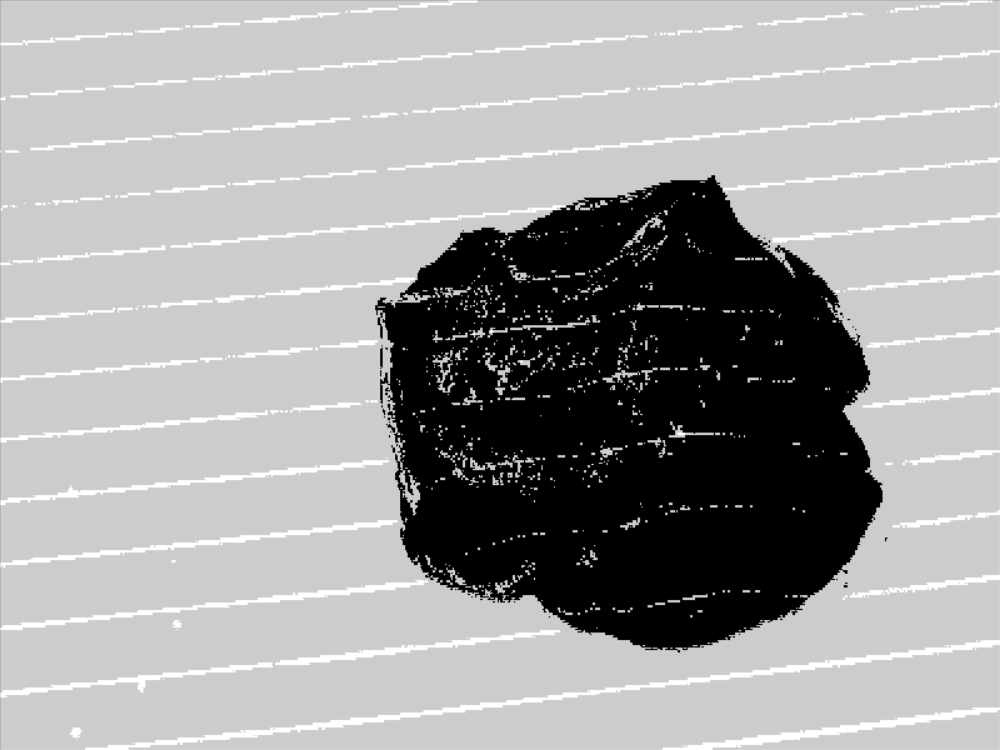
  

图2煤浆在30s时流淌情况

## 3.2预期效果

智能识别系统通过判断煤浆流淌的状态及最终流淌直径，给出煤浆流动性指标的判断结果。结果表示如表1所示。

表1气化水煤浆流动性评价标准

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 编号 | 评价结果 | 煤浆状态描述 |
| 1 | A | 在拍照速率为50帧/s的相机识别下，煤浆连续流动，呈连续柱状下落，表面光滑且无颗粒感，滴落总时长约1秒，流淌直径≥18cm |
| 2 | B+ | 在拍照速率为50帧/s的相机识别下，煤浆间断流动，呈间断柱状下落，表面不光滑且有颗粒感，滴落总时长约1秒，流淌直径为15cm-18cm |
| 3 | B | 在拍照速率为50帧/s的相机识别下，煤浆间断流动，呈间断滴状下落，表面不光滑且有颗粒感，滴落总时长约2.5秒，流淌直径为12cm-15cm |
| 4 | B- | 在拍照速率为50帧/s的相机识别下，煤浆间断流动，呈间断滴状下落，表面不光滑且有颗粒感，滴落总时长约4秒，流淌直径为9cm-12cm |
| 5 | C | 在拍照速率为50帧/s的相机识别下，煤浆间断流动，呈间断块状下落，表面不光滑且有颗粒感，滴落总时长约5秒以上，流淌直径为7cm-9cm |
| 6 | D | 煤浆放入流动仪样品采集斗中不流动 |

# 4.与现行法令、法规、国家标准的关系

本标准为气化水煤浆流动性测定及评价标准，对现行水煤浆试验方法的标准起到补充的作用，与现行法令、法规、国家标准没有矛盾与抵触。已有的关于水煤评价的国家标准试验方法如下：

GB/T 18856.1 《水煤浆试验方法 第1部分：采样》

GB/T 18856.2 《水煤浆试验方法 第2部分：浓度测定》

GB/T 18856.3 《水煤浆试验方法 第3部分：筛分试验》

GB/T 18856.4 《水煤浆试验方法 第4部分：表观黏度测定》

GB/T 18856.5 《水煤浆试验方法 第5部分：稳定性测定》

GB/T 18856.6 《水煤浆试验方法 第6部分：密度测定》

GB/T 18856.7 《水煤浆试验方法 第7部分：pH值测定》

# 5.贯彻标准的措施、建议及解释

## 5.1贯彻标准的措施、建议

为了贯彻好本标准，使其有效发挥作用，建议在标准发布后，在全国气化水煤浆行业进行宣传与贯彻，并组织有关部门进行学习和培训。

## 5.2有关条文的解释

（1）气化水煤浆

由煤、水和少量添加剂经过加工制成的具有一定粒度分布、流动性和稳定性的非牛顿流体，制备的气化水煤浆用于湿法气流床气化。

（2）煤浆定量模具

为测定同样体积条件下，煤浆的摊开面积，同时用于收集流落的煤浆。

（3）智能识别系统

根据煤浆流动的滴落连续性、表面光滑性、液柱/滴粗细程度、滴落总时长、起始信号发出与真实初始滴落时间差等特征，基于机器视觉、深度学习方法，通过建立深度学习视频分类模型，结合测得的煤浆摊开面积，综合得出煤浆流动性判定结果。

# 6.附件及说明

设备检测流程、煤浆状态具体详见所附视频文件，具体内容如下：

附件1：水煤浆流动仪内部操作过程

附件2：流动性为A的浆体流动视频及测试结果

附件3：流动性为B+的浆体流动视频及测试结果

附件4：流动性为B的浆体流动视频及测试结果

附件5：流动性为B-的浆体流动视频及测试结果

附件6：流动性为C的浆体流动视频及测试结果