

ICS 13.020.01

CCS D04

CCT

团 体 标 准

T/CCT ***—202*

兰炭的可磨性指数测定方法

Determination of grindability index of semi-coke

(征求意见稿)

2025—*—**发布

2025—*—*实施

中国煤炭加工利用协会 发布

前　　言

本文件依据 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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国煤炭利用加工协会提出并归口。

本文件起草单位：西安建筑科技大学、内蒙古正能化工集团有限公司、神木市三江煤化工有限责任公司、神木市兰炭集团有限公司、攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司、首钢股份公司迁安钢铁公司、神木市汇能化工有限公司、神木市兰炭产业服务中心、陕西兰冶科技有限公司、榆林学院

本文件主要起草人：邹冲、李岚田、尚敏、刘永刚、史向珍、俞楠、周昆、何江永、XX、XX、XX
本文件首次发布。

引　　言

可磨性指数是评估制粉工艺与设备、预测磨机产率及能源消耗的关键性指标。兰炭可磨性指数的测定历来参照《煤的可磨性指数测定方法 哈德格罗夫法》(GB/T 2565-2014)进行。然而,由于兰炭的物理性质与《煤的可磨性指数测定方法 哈德格罗夫法》所适用的烟煤和无烟煤存在显著差异,导致测定结果的再现性较差。这不仅影响了兰炭可磨性指数测定的准确性,也给兰炭制粉工艺的设计和优化带来了困难。因此,有必要针对兰炭的物理特性,制定一套专门的兰炭可磨性指数测定方法,以提高测定结果的准确性和再现性,为兰炭的加工利用提供更为可靠的技术依据。

本文件在充分调研兰炭物理特性及现有测定方法局限性的基础上,结合兰炭行业实际生产需求,对兰炭可磨性指数的测定范围、试剂材料、设备工具、样品制备、仪器校准、测定步骤、结果处理等环节进行了系统规范。本文件的制定,不仅有助于兰炭加工企业更准确地评估兰炭的可磨性,优化制粉工艺,降低能源消耗,还能为兰炭产品的质量控制和市场交易提供有力的技术支持。同时,本文件的实施也将推动兰炭行业标准化建设的进程,促进兰炭产业的健康可持续发展。

兰炭的可磨性指数测定方法

1 范围

本文件对采用哈德格罗夫法测定兰炭可磨性指数（HGI）的方法概要、试剂与材料、仪器设备、样品制备、仪器校准、测定步骤、结果计算、方法精密度以及试验报告等方面作出了规定。

本文件适用于兰炭末、兰炭块及兰炭混的哈氏可磨性指数的测定，也可适用于兰炭应用工序中被替代煤炭样品的对比测试。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 474 煤样的制备方法

GB/T 483 煤炭分析试验方法一般规定

GB/T 1997 焦炭试样的采取和制备

GB/T 6003.1 试验筛 技术要求和检验 第1部分：金属丝编织网试验筛

GB/T 6003.2 试验筛 技术要求和检验 第2部分：金属穿孔板试验筛

GB/T 25211 兰炭产品分类及质量要求

3 术语和定义

GB/T 25211 界定的术语和定义适用于本文件。

4 方法提要

将一定粒度范围和质量的兰炭样品经哈氏可磨性指数测定仪研磨，对研磨后的兰炭样品在规定的条件下进行筛分分析，根据筛下物质量由校准图或用一元线性回归方程计算待测定兰炭样品的哈氏可磨性指数。

哈氏可磨性指数测定仪在用于测定兰炭的可磨性指数之前，应用煤的哈氏可磨性指数标准物质采用本文件规定的测试方法进行校准。

5 试剂和材料

5.1 煤的哈氏可磨性指数标准物质：国家一级有证标准物质（GBW 12005、GBW 12006、GBW 12007、GBW 12008），其哈氏可磨性指数（HGI）分别约为40、60、80和100。

5.2 软毛刷：刷毛长度为10 mm~30 mm的短毛刷和刷毛长度40 mm~80 mm的长毛刷。

5.3 变色硅胶：工业用品。

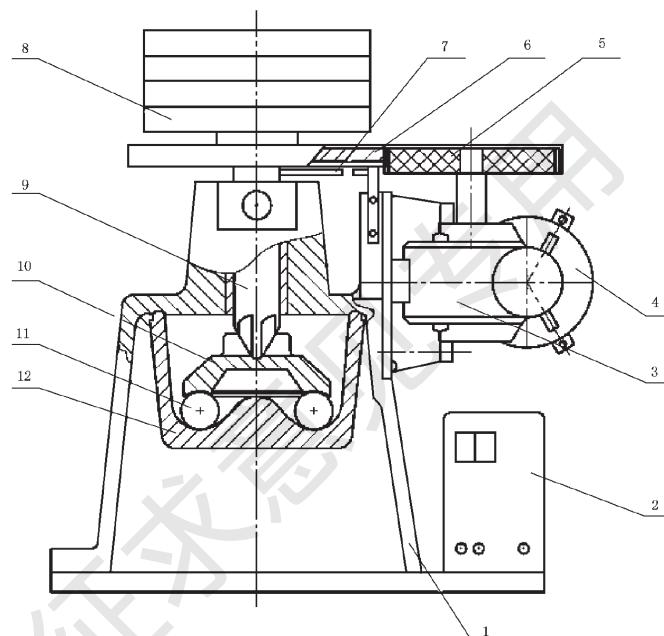
5.4 浅盘：由搪瓷、不锈钢、镀锌铁板等耐热耐腐蚀材料制成，其规格应分别能容纳 500 g 和 60 g 试样，且样品厚度不超过兰炭样标称最大粒度的 1.5 倍。

6 设备和工具

6.1 哈氏可磨性指数测定仪

哈氏可磨性指数测定仪如图 1 所示，其中研磨件由主轴、研磨碗、研磨环、钢球组成，其规格和尺寸如图 2 所示。

电动机通过减速装置和一对齿轮减速后，带动主轴和研磨环以 (20 ± 1) r/min 的速度旋转。研磨环驱动研磨碗内的 8 个钢球转动，钢球直径为 25.4 mm，由重块、齿轮、主轴和研磨环施加在钢球上的总垂直力为 (284 ± 2) N。研磨碗与研磨环材质相同，并经过淬火处理。

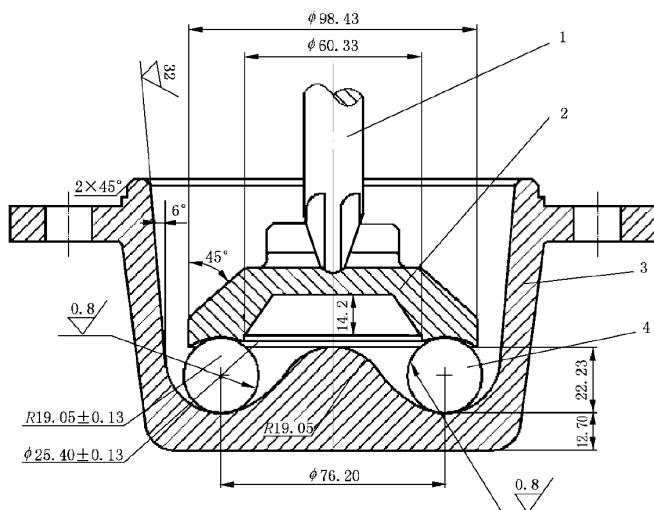


说明：

- 1—机座；
- 2—转数控制机；
- 3—减速器；
- 4—电动机；
- 5—小齿轮；
- 6—大齿轮；
- 7—传感器；
- 8—重块；
- 9—主轴；
- 10—研磨环；
- 11—钢球；
- 12—研磨碗。

图 1 哈氏可磨性指数测定仪

单位为毫米



说明:

- 1—主轴;
- 2—研磨环;
- 3—研磨碗;
- 4—钢球。

图 2 研磨件

6.2 鼓风干燥箱

鼓风干燥箱: 带有自动控温和鼓风装置, 能保持温度在(105~110) °C范围内, 有气体进、出口, 有足够的换气量, 每小时可换气5次以上。

6.3 筛子

试验筛: 满足 GB/T 6003.1 规定, 孔径为 0.071 mm、0.63 mm、1.25 mm, 直径为 200 mm, 并配有筛盖和筛底盘。

保护筛: 满足 GB/T 6003.2 规定, 能套在试验筛上的圆孔筛或方孔筛, 孔径范围 13 mm~19 mm。

6.4 振动筛

振筛机: 垂直振动频率为 149 min⁻¹, 水平回转频率为 221 min⁻¹, 回转半径为 12.5 mm。可容纳外径为 200 mm 的一组垂直套叠并加盖和筛底盘的筛子。

6.5 天平

天平: 最大称量 300 g, 最小分度值 0.01 g;

6.6 工业天平

工业天平: 最大称量 1500 g, 最小分度值 1 g。

6.7 二分器

二分器: 适合缩分小于 6 mm 和小于 1.25 mm 兰炭样品, 符合 GB/T 474 的规定。

6.8 破碎机

破碎机：对辊破碎机，辊的间距可调，能将粒度 6 mm 的兰炭样品破碎到 0.63 mm~1.25 mm，且产生小于 0.63 mm 的粉料量最小。

6.9 干燥器

干燥器：内装变色硅胶，干燥器内部尺寸以能放入浅盘为准。

7 样品制备

7.1 按照 GB/T 1997 将兰炭样品破碎到 6 mm。

7.2 将小于 6 mm 兰炭样品用二分器缩分出约 1.25 kg，平摊在预先擦拭干净和干燥的浅盘中，样品厚度不超过兰炭样标称最大粒度的 1.5 倍，可平铺于多个浅盘中。将浅盘放入预先加热到 105°C~110°C 的空气干燥箱中，在鼓风条件下干燥 3 h。

7.3 干燥完成后的兰炭样品首先用振筛机分批过 0.63 mm 筛子，每批约 200 g，振筛时间 5 min，以除去小于 0.63 mm 的兰炭粉，保留大于 0.63 mm 的兰炭样品，全部过完筛子后分别称量初次过筛大于 0.63 mm 兰炭样品质量 m_0 和小于 0.63 mm 兰炭样品质量 $m_{(<0.63)}$ （称准到 1 g）。大于 0.63 mm 的兰炭样品用振筛机分批过由 1.25mm 和 0.63mm 组成的套筛，每批约 200 g。对大于 1.25 mm 的兰炭样品采用逐级破碎的方法，不断调节破碎机间隙，使其只能破碎较大的颗粒。经不断破碎、筛分直至上述兰炭样品全部通过 1.25 mm 筛子。留取 0.63 mm~1.25 mm 的兰炭样品，弃去筛下物。为减少制样操作过程中兰炭样品水分复吸，筛分和破碎总操作时间不得超过兰炭干燥结束后 2 h。按照式（1）计算小于 6 mm 兰炭样中小于 0.63 mm 样品比例。

$$X_{(<0.63)} = \frac{m_{(<0.63)}}{m_0 + m_{(<0.63)}} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

$X_{(<0.63)}$ ——小于 6 mm 兰炭样中初次过筛小于 0.63 mm 样品比例，%；

$m_{(<0.63)}$ ——小于 6 mm 兰炭样中初次过筛小于 0.63 mm 样品的质量，单位为克 (g)；

m_0 ——小于 6 mm 兰炭样中初次过筛大于 0.63 mm 兰炭样品的质量，单位为克 (g)。

7.4 称量 0.63 mm~1.25 mm 的兰炭样品质量 $m_{(0.63~1.25)}$ （称准至 1 g），计算这个粒度范围的兰炭样质量占破碎前大于 0.63 mm 兰炭样品质量的百分数（出样率），若出样率小于 60%，则该兰炭样作废。再从 6 mm 兰炭样中缩分出 1.25 kg，按 7.3 制样方法重新制样。按照式（2）计算 0.63 mm~1.25 mm 兰炭样的出样率。

$$X = \frac{m_{(0.63~1.25)}}{m_0} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

X ——0.63~1.25 mm 兰炭样品的出样率，%；

$m_{(0.63~1.25)}$ ——0.63~1.25 mm 兰炭样品的质量，单位为克 (g)。

注：若重新制样的出样率仍小于 60%，或所取兰炭样品较少不够重新制样时，可以进行试验，但其结果仅供参考。

8 仪器校准

- 8.1 每年至少用标准物质按附录 A 的方法进行一次哈氏可磨性指数测定仪的校准。
- 8.2 当更换操作人员以及仪器、设备（包括试验筛）更新或修理，或对测定结果有疑问时，应用标准物质进行校准。

9 测定步骤

- 9.1 试运转哈氏仪，检查是否正常，仪器应能在运转 (60 ± 0.25) r 时自动停止；检查 0.071 mm 筛子的筛面，若筛面松弛应及时更换。
- 9.2 用短毛刷彻底清扫研磨碗、研磨环和钢球，并将钢球尽可能均匀地分布在研磨碗的凹槽内。
- 9.3 将 $0.63\text{ mm}\sim1.25\text{ mm}$ 的兰炭样品混合均匀，用二分器缩分出 150 g ，用 0.63 mm 筛子在振筛机上筛 5 min ，以除去小于 0.63 mm 的兰炭粉；再用二分器缩分出每份不少于 60 g 的两份兰炭样品。
- 9.4 将缩分好的 $0.63\text{ mm}\sim1.25\text{ mm}$ 的兰炭样品平摊在预先擦拭干净并干燥和已称量过的浅盘中，将浅盘放入预先加热到 $105^\circ\text{C}\sim110^\circ\text{C}$ 的空气干燥箱中，在鼓风条件下干燥 1 h 。将浅盘取出，迅速放入干燥器中，移入干燥器中冷却至室温（约 20 min ）后称量，称准至 0.01 g 。进行检查性干燥，每次 30 min ，直到连续两次干燥试样的质量减少不超过 0.05 g 或质量增加时为止。然后将干燥好的样品放入干燥器中防止水分复吸。干燥好的兰炭样应在 2 h 内进行实验，超过 2 h 后需重新进行干燥。
- 9.5 取已除去兰炭粉并进行干燥的 $(50\pm0.01)\text{ g}$ 兰炭样（m），称准至 0.01 g 。将样品均匀倒入研磨碗内，平整其表面，并将落在钢球上和研磨碗凸起部分的兰炭样用短毛刷清扫到钢球周围，研磨环的十字槽与主轴下端十字头方向基本一致时将研磨环放在研磨碗内。
- 9.6 把研磨碗移入机座内，使研磨环的十字槽对准主轴下端的十字头，同时将研磨碗挂在机座两侧的螺栓上，拧紧固定，以确保总垂直力均匀施加在 8 个钢球上。
- 9.7 将计数器归零，启动电机，仪器运转 (60 ± 0.25) r 后自动停止。
- 9.8 将已清扫干净的保护筛、 0.071 mm 筛子和筛底盘从上到下叠套好，研磨结束后迅速卸下研磨碗，用长毛刷把粘在研磨环上的兰炭粉刷到保护筛上，然后将磨过的兰炭样连同钢球一起倒入保护筛，并仔细将粘在研磨碗和钢球上的兰炭粉刷到保护筛上。再用长毛刷把粘在保护筛上的兰炭粉刷到 0.071 mm 筛子内。取下保护筛并把钢球放回研磨碗内。
- 9.9 将装有研磨后兰炭粉的 0.071 mm 筛子和筛底盘一起轻轻摇晃，确保兰炭粉基本平铺在 0.071 mm 筛子上，然后将 0.071 mm 筛子和筛底盘一起放入预先加热到 $105^\circ\text{C}\sim110^\circ\text{C}$ 的空气干燥箱中，在鼓风条件下进行干燥。干燥时间由测试时环境湿度决定，湿度低于 45% 时，干燥时间不低于 15 min ；湿度处于 $45\%\sim80\%$ 时，干燥时间不低于 30 min ；湿度大于 80% 时，干燥时间不低于 45 min 。干燥结束后从干燥箱中取出 0.071 mm 筛子和筛底盘，迅速将筛盖盖在 0.071 mm 筛子上。
- 9.10 将从干燥箱取出的筛子连筛底盘一起放在振筛机上趁热振筛 10 min 。取下筛子，用短毛刷将粘在 0.071 mm 筛底下表面的兰炭粉刷到筛底盘内，重新放到振筛机上振筛 5 min ，再刷筛底下表面一次，振筛 5 min ，再刷筛底下表面一次。
- 9.11 将 0.071 mm 筛上兰炭样和 0.071 mm 筛下兰炭样分别平铺在预先擦拭干净并干燥且已称量过的浅盘中，将浅盘放入预先加热到 $105^\circ\text{C}\sim110^\circ\text{C}$ 的空气干燥箱中，在鼓风条件下干燥 30 min 。将浅盘取

出,迅速放入干燥器中冷却至室温(约20 min)后称量,称准至0.01 g。进行检查性干燥,每次30 min,直到连续两次干燥试样的质量减少不超过0.05 g或质量增加时为止。在后一种情况下,采用质量增加前一次的质量为计算依据。

9.12 检查性干燥结束后计算0.071 mm筛上的兰炭样品质量 m_1 和0.071 mm筛下的兰炭样品质量 m_2 。筛上和筛下兰炭样品质量之和与研磨前兰炭样品质量相差不得大于0.5 g,否则测定结果作废,应重做试验。

10 结果处理

10.1 按式(3)计算0.071 mm筛下兰炭样的质量(m_3)。

$$m_3 = m - m_1 \quad \dots \dots \dots \quad (3)$$

式中:

m_3 ——筛下物质量计算值,单位为克(g);

m ——兰炭样品质量,单位为克(g);

m_1 ——筛上物质量,单位为克(g)。

10.2 按式(3)计算0.071 mm筛下兰炭样品的质量(m_3)。根据筛下物质量计算值 m_3 ,从哈氏可磨性指数测定仪的校准图上查得或者由一元线性回归方程计算兰炭的哈氏可磨性指数(见附录A)。

10.3 取两次重复测定的算术平均值,按GB/T 483修约到整数报出。

11 精密度

兰炭哈氏可磨性指数测定的重复性限和再现性临界差如表1规定。

表1 测定兰炭的哈氏可磨性指数精密度

HGI 重复性限	HGI 再现性临界差
2	3

12 试验报告

试验结果报告至少包括以下信息:

——样品编号;

——依据标准;

——试验结果(包括哈氏可磨性指数HGI和小于6 mm兰炭样中小于0.63 mm样品比例 $X_{(<0.63)}$);

——实验中出现的异常现象;

——试验日期。

附录 A
(规范性)
哈氏可磨性指数测定仪的校准

A.1 用 4 个标准物质按照本文件规定的测试方法校准哈氏可磨性指数测定仪，并制作校准图或计算一元线性回归方程参数，用于测定兰炭的哈氏可磨性指数。

A.1.1 用待校准的哈氏可磨性指数测定仪，对 4 个标准物质进行哈氏可磨性测定，每个标准物质重复测定 4 次，计算 0.071 mm 筛下物质量，计算出 4 次 0.071 mm 筛下物质量算术平均值。

A.1.2 在直角坐标系图纸上，以 4 次 0.071 mm 筛下物质量算术平均值为纵坐标，以相应的哈氏可磨性指数标准值为横坐标，根据最小二乘法原则对标准物质的试验数据作图。所得的直线就是所用哈氏可磨性指数测定仪（及筛子等）的校准图。或者用一元线性回归方程表示校准曲线（哈氏可磨性指数值为因变量，筛下物质量的平均值为自变量），一元线性回归方程的相关系数（ r ）至少为 0.99。

A.2 根据试样筛下物质量，从校准图或用一元线性回归方程计算待测定试样哈氏可磨性指数值。

注：最小二乘法即是所作的直线使图上每个测量点沿 y 轴到该直线的距离平方和最小。

示例：假定某试验室用本单位哈氏仪按照本文件规定的测试方法测得 4 个标准物质的数据如表 A.1 所示。

表A. 1 校准哈氏可磨性指数测定仪数据

标准物质标准值 HGI	4 次 0.071 mm 筛下物质量算术平均值/g
43	4.47
56	5.75
75	8.61
107	12.60

由表 A.1 结果绘制出校准图 A.1 或者计算出一元线性回归方程 ($HGI=7.75m_2+9.87$, $r=0.9968$)。

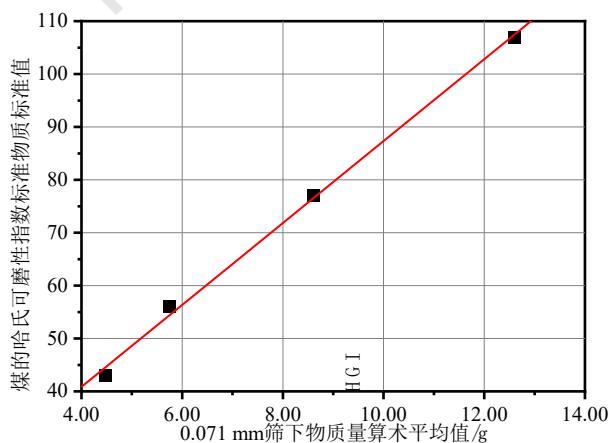


图 A.1 哈氏可磨性指数标准物质校准图示例

假设该试验室某个兰炭样用哈氏仪测定后计算出的筛下物质量 m_2 为 4.20 g。从校准图 C.1 中查得或者从一元线性回归方程计算出可磨性指数值为 51.6，按照 GB/T 483 的规定修约到整数，则该兰炭样的

T/CCT ***—202*

可磨性指数为 52

征求意见专用