

《煤岩冲击倾向性直接指数测定规程》

编制说明

起 草 单 位：东南大学

参 编 单 位：南华大学

中南大学

长安大学

中国矿业大学（北京）

中国煤科开采研究院

贵州大学

兖矿集团

西安科技大学

江西理工大学

昆明理工大学

2025 年 3 月 9 日

一、工作简况

1.任务来源

本文件是根据中关村绿色矿山产业联盟下达的 2024 年与绿色矿山相关的团体标准编写计划制定的。

2.起草单位、参编单位

本文件起草单位：东南大学

参加编写单位：南华大学、中南大学、长安大学、中国矿业大学（北京）、中国煤科开采研究院、贵州大学、兖矿集团、西安科技大学、江西理工大学、昆明理工大学。

3.主要起草人

本文件起草人：宫凤强、司雪峰、赵毅鑫、潘俊锋、王志国、文志杰、黄达、顾合龙、金解放、王超、徐磊、何志超、王云亮、闫景一、赵英杰。

二、制定标准的必要性和意义

目前，深部煤矿开采过程中遇到的冲击地压灾害越来越多。冲击地压是发生在深部煤层开采过程中的煤抛出现象，释放出动能的同时而且伴随声响、震动、气浪或冲击波，严重时可能造成顶底板破坏甚至摧毁巷道而造成人员伤亡，属于典型的深部工程地质灾害之一。煤抛出过程中，对承受对象（煤矿工人、支护系统或掘进设备等）而言，会感受到不同程度的冲击动能，往往造成人员伤亡或生产系统损毁。煤的冲击性是产生冲击地压的基础。煤的冲击倾向性是指煤积蓄能量并产生冲击破坏的能力和固有属性，是产生冲击地压的必要条件。因此，煤的冲击倾向性研究对于冲击地压机理、预测和防治非常重要，是评估和预测煤矿冲击地压危险程度的主要依据之一，属于冲击地压领域的基础研究课题之一。

目前在国标 GB/T25217.2-2010《冲击地压测定监测与防治方法第 2 部分：煤的冲击倾向性分类及指数的测定方法》中规定，煤岩冲击倾向性是指煤具有的积聚变形能并产生冲击破坏的性质，同时也给出了衡量煤岩冲击倾向性强弱程度的 4 个指数，分别是弹性能量指数 W_{ET} 、冲击能量指数 K_E 、单轴抗压强度 σ_c 和动态破坏时间 D_T 。另外，很多研究人员也提出了煤岩各种冲击倾向性指数，例如能量冲击性指数 A_{CF} 、剩余弹性能指数 C_{EF} 、冲击能速度指数 W_{ST} 、刚度冲击

性指数 K_{CF} 、弹性变性能指数 K_I 、修正的冲击能指数 W'_{CP} 、剩余能量释放速度指数 W_T 、有效冲击能量速度指数 W_{DT} 、峰值能量冲击性指数 A'_{CF} 、峰值应变能存储指数 W_{pET} 、模量指数 K_λ 、有效弹性能释放速率指数 K_{ET} 、峰值弹性应变能和剩余弹性能指数等 16 种。

冲击地压发生是煤岩内部能量动态释放的结果，能量因素起主导作用，这是对冲击地压最统一的认识。因此，能够以能量参数直接衡量煤岩释放动能的指数定义为煤岩冲击倾向性直接指数；不能够以能量参数直接衡量煤岩释放动能的指数定义为煤岩冲击倾向性间接指数。16 种煤岩冲击倾向性指数大多数属于冲击倾向性间接指数，无法以能量参数绝对值形式直接表征煤岩冲击倾向性程度，不利于从本质上科学评判煤岩冲击倾向性。综上，从考虑煤岩受力全过程中的能量储存、耗散和破坏耗能及释放动能的角度，制定煤岩冲击倾向性直接指数测定方法非常必要。

对比分析已有的 16 种煤岩冲击倾向性指数，存在如下特点：① 有的冲击倾向性指数仅考虑煤样受压的峰前阶段或者峰后阶段，没有考虑煤样受力的全过程。煤在单轴压缩下发生破坏释放出弹性应变能，和峰前加载阶段以及峰后破坏阶段均密切相关，单纯考察峰前或峰后阶段以及峰值强度点，不能全面考虑煤样加载中的能量演化全过程和冲击破坏后能量释放程度；② 大部分冲击倾向性指数均为无量纲的比值形式，无法定量刻画煤样破坏时释放出的冲击能量大小；③ 国标 GB/T25217.2-2010《冲击地压测定监测与防治方法第 2 部分：煤的冲击倾向性分类及指数的测定方法》中的冲击倾向性 4 个指数采用附录中的模糊综合评判结果对照表进行对照确定时，仍有 8 种情况较难进行综合判定，需要采用对每个测试值与该指标所在类别临近界定值进行比较的方法综合判断冲击倾向性；④ 目前所有的倾向性指数判别类别跟煤样的破坏状态没有直接联系，而且缺少根据煤样的实际破坏过程和状态进行验证的统一标准，无法对倾向性指数判别类别进行验证；⑤ 利用煤样的实际破坏状态和上述倾向性指数判别结果进行对比时，有时判别结果和煤样的实际破坏状态不符，存在误判情况；⑥ 目前煤岩倾向性指数研究中没有区分直接指数和间接指数。

通过对上述 16 种煤岩冲击倾向性指数进行对比分析，目前只有只有峰值弹性应变能和剩余弹性能指数的单位为能量密度，消除了煤样体积差异带来的影响，

属于煤岩冲击倾向性直接指数。本建议方法“煤岩冲击倾向性直接指数测定方法”可充分衔接我国现行国标、行业标准和国际建议标准，补充这些标准和规定中关于煤岩冲击倾向性直接性指数测试技术要点，从而也能促进现行国家和行业标准的应用。

三、主要起草过程

1. 前期准备及调研阶段

项目立项前，标准编制小组查阅和搜集有关深部煤矿开采过程中遇到的冲击地压灾害以及煤岩冲击倾向性指数相关的国内外文献及技术材料。同时，通过对来自乌东煤矿、塔子沟煤矿、玉井煤矿、赵固煤矿、东滩煤矿的标准煤样开展试验发现煤岩峰前加载过程中的线性储能和耗能规律，对比分析了 16 种煤岩冲击倾向性指数，建立了基于试验现象的煤样冲击倾向性判据，结合现有的试验研究基础，编制本文件相关的技术内容。标准项目完成立项后，组织召开工作组启动会议，标准工作组提交工作计划及人员组成等方案。

2. 起草阶段

团体标准立项通知后，主编单位负责人首先组织了标准制定工作会议，对各参编单位的相关编写人员进行了编写要求解读和工作计划分工。《煤岩冲击倾向性直接指数测定规程》（初稿）完成后，主编单位及参编单位的人员经过多次研究讨论，形成讨论稿，而后，编制组邀请部分同行专家对讨论稿进行征求意见，根据专家的反馈意见和建议，进一步系统全面的对规程进行修改完善。

四、制定标准的原则和依据

1. 编制原则

问题导向原则：以解决现有的煤岩冲击倾向性指数大多数属于冲击倾向性间接指数，无法以能量参数绝对值形式直接表征煤岩冲击倾向性程度为出发点，通过深入分析问题产生的原因和影响，有针对性地制定规范内容。以解决问题为目标，确保规范能够切实有效地进行煤岩冲击倾向性指数的判别。

适用性原则：规程的制定中充分考虑了不同地区、不同煤层、不同煤岩力学特性，使规范具有广泛的适用性。

科学性原则：基于大量的岩石力学试验并且参考该领域成熟理论与先进技术，确保标准技术内容科学合理、准确可靠，能有效指导实践。

本标准的格式、内容及描述方法对照了 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》。

2.编制依据

(1) 煤岩试样采集和制备的相关要求等信息《GB/T 23561.1-2024 煤和岩石物理力学性质测定方法 第1部分：采样一般规定》

(2) “煤岩”定义参考《GB/T 12937-2008 煤岩术语》

(3) “煤岩冲击倾向性”定义参考《GB/T 25217.2-2010 冲击地压测定、监测与防治方法 第2部分：煤的冲击倾向性分类及指数的测定方法》

(4) 煤岩试样开展试验过程的步骤及数据采集的相关要求等信息参考《GB/T 50266-2013 工程岩体试验方法标准 第2部分：岩块试验》和《SL/T 264-2020 水利水电工程岩石试验规程 第5部分：岩块力学性质试验》

五、与现行有关法律、法规和标准的关系

本文件不与现行有关法律、法规和强制性标准冲突。

目前，国内外尚无煤岩冲击倾向性直接指数测定的相关规程。

六、标准主要内容说明

本文件规定了煤岩冲击倾向性测定的直接指数、测定方法及分类准则所涉及的术语和定义、仪器设备、煤岩试样规格，具体阐述了煤岩剩余弹性能指数、煤岩峰值弹性应变势能指数及煤岩室内试验冲击倾向性分级标准等。适用于煤矿冲击倾向性的评价和分类。

1、范围。本文件适用于煤矿冲击倾向性的评价和分类。

2、术语和定义。对煤岩、煤岩冲击倾向性、冲击倾向性直接指数、煤岩线性储能规律、单轴加卸载压缩试验、输入应变能、峰值输入应变能、峰后破坏应变能、弹性应变能、峰值弹性应变能、耗散应变能、峰值耗散应变能、剩余弹性能指数等专业术语进行定义。其他未给出的专业术语定义与传统岩石力学中相关定义一致。

3、主要仪器设备。对测试过程中涉及的试验设备进行了说明，确定各仪器

设备的名称和性能指标。

4、煤样采集与制备。对测试过程中涉及的试样的取样位置，加工尺寸和加工精度进行了说明。

(1) 文件中指出试样的取样过程中主要考虑到：同组煤样的取样地点、煤层应相同；对于干缩湿胀和易风化的煤样，取样后应立即密封，并置于相应环境中保存；采样数量应根据试验需求和制备条件确定；煤样在封装、运输和储存时，应采取保护措施，避免煤样受损。

(2) 文件中给出了试样的加工尺寸要求：圆柱体煤样直径宜为 48 mm~54 mm；煤样高度与直径比宜为 2.0~2.5；煤样的直径应大于对大颗粒尺寸的 10 倍。

(3) 文件中给出了试样的加工精度要求：煤样两端面不平行度误差为 ± 0.05 mm；沿煤样高度，直径的误差为 ± 0.3 mm；端面应垂直于煤样轴线，偏差不得大于 0.25° 。

5、煤岩剩余弹性能指数测定的测试步骤。

(1) 试验前检查试样加工误差是否符合要求，分别对试样进行编号；

(2) 选取第一个试样，参照 GB/T 50266-2013 中规定安装，如使用外置引伸计测量轴向变形，则需检查是否正常；

(3) 选取 3 个试样开展煤样的单轴压缩试验。获得试样的应力-应变曲线，按照公式计算试样峰值强度和煤的单轴抗压强度；

(4) 按照测定计算的煤岩单轴抗压强度，设定 5 个不同的卸载应力点，取单轴抗压强度的 10%、30%、50%、70%和 90%作为卸载应力值，分别记作 $10\%\sigma_c$ 、 $30\%\sigma_c$ 、 $50\%\sigma_c$ 、 $70\%\sigma_c$ 和 $90\%\sigma_c$ ，对 5 个煤岩试样分别进行单轴加卸载试验，即对试样先加载至设定卸载应力水平后进行完全卸载，然后再次加载直至试样破坏。采用加载方式同单轴压缩试验保持一致，试验过程中实时记录时间、试验机位移、荷载以及试样应变等数据。

(5) 保存应力-应变数据，拍照和记录试样破坏特征。

七、分歧意见的处理过程、依据和结果

无。

八、采用国际标准或国外先进标准情况

本文件在编制过程中未采用国际标准或国外先进标准。

九、贯彻标准的措施建议

该标准经批准、发布实施后，成立标准宣贯小组，积极开展标准宣贯会，积极在矿山企业开展标准宣贯讲座、技术培训等工作，推动标准技术应用实践。

十、其他应予说明的事项

无。