

ICS 13.100

CCS D 09

DB 14

山 西 省 地 方 标 准

DB 14/T 3448—2025

煤层最短自然发火期测定指南

2025 - 06 - 03 发布

2025 - 09 - 03 实施

山西省市场监督管理局 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 仪器设备	2
5 自然发火期测定	2

前 言

本文件按照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》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。

本文件由山西省应急管理厅提出、组织实施和监督实施。

山西省市场监督管理局对本文件的组织实施情况进行监督检查。

本文件由山西安全生产标准化技术委员会（SXS/TC01）归口。

本文件起草单位：太原理工大学、山西省应急管理研究院、山西工程职业学院、山西安标检验认证有限公司、山西地宝煤炭综合检测中心有限公司、太原中瑞德矿山科技有限公司、山西中科宏安检测技术有限责任公司、中安瑞智（太原）科技有限公司。

本文件主要起草人：王飞、郗晓芳、朱国宏、王焱、柳媛媛、赵捷、任绍良、李祝、范忠贤、霍金龙、王刚、杨柯、刘红威。

煤层最短自然发火期测定指南

1 范围

本文件给出了煤层最短自然发火期测定的术语和定义、仪器设备和自然发火期测定。
本文件适用于山西省辖区内煤层最短自然发火期测定工作。

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 211 煤中全水分的测定方法

GB/T 212 煤的工业分析方法

GB 474 煤样的制备方法

GB/T 15663.8 煤矿科技术语 煤矿安全

GB/T 19222 煤岩样品采取方法

GB/T 44819 煤层自然发火标志气体及临界值确定方法

KA/T 1019 煤层自然发火标志气体色谱分析及指标优选方法

KA/T 1068 煤自燃倾向性的氧化动力学测定方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

自然发火

由于煤炭或其他易燃物质自身氧化蓄热,发生燃烧而引起的火灾。

[来源: KA/T 1019-2006,3.1]

3.2

煤的自燃倾向性

煤在常温下氧化能力的内在属性。

[来源: GB/T 15663.8-2008,7.4]

3.3

自然发火煤层

矿井中曾发生过内因火灾或有可能自燃的煤层。

[来源: GB/T 15663.8-2008,7.5]

3.4

自然发火期

在一定条件下,煤从接触空气到自燃所经过的时间。

[来源: GB/T 15663.8-2008,7.6]

3.5

程序升温

煤样所在控温箱的温度按预先设定的升温速率进行升温。

[来源：KA/T 1068-2008,3.3]

4 仪器设备

4.1 煤自然发火升温氧化实验装置

煤自然发火升温氧化实验在煤自然发火升温氧化实验装置上进行。煤自然发火升温氧化实验装置由气相色谱仪、煤样氧化室及供气单元等构成。

4.2 气相色谱仪

4.2.1 气相色谱仪具有热导检测器和氢焰离子化检测器，能够进行常量和微量分析。

4.2.2 气相色谱仪具有实时响应值记录、谱图绘制以及色谱峰的鉴别和定量等功能。

4.2.3 气相色谱仪能够分析以下气体产物成分： O_2 、 N_2 、 CO 、 CO_2 、 CH_4 、 C_2H_2 、 C_2H_4 、 C_2H_6 及该煤层的自然发火标志气体。自然发火标志气体确定应按 GB/T 44819 的要求进行。

4.3 煤样氧化室

4.3.1 煤样氧化室是为煤样升温氧化提供一定的气氛和温度的场所，由壳体、透气托盘、热电偶、气路管和顶盖等组成。

4.3.2 热电偶选用外径不大于 3mm 的铠装热电偶，数量为 5 个，分别位于升温炉体、进气、煤样室内上、中、下位置，其中炉体温度测量用于程序控制升温。

4.3.3 炉膛材质为不锈钢，炉体隔热层宜具有良好的隔热效果，当炉内温度为 500℃时炉表面温度不高于 60℃。

4.3.4 气路管在升温炉内缠绕使供气气流经过充分预热后再进入煤样室，到达煤样室内时，供气温度宜与煤样室温度相同。

4.3.5 煤样室的温度控制范围为室温~500℃。煤样室的升温速率可通过设定升温程序进行调整，一般为 0.5℃/min~2℃/min。每次温度升到程序设定值后，保持时间 ≥ 5 min。

4.4 供气单元

4.4.1 供气单元由配气装置或钢瓶、稳压阀和流量计等构成。

4.4.2 供气单元能提供不同浓度的混合气源，为实验提供不同的氧化气氛条件。气源流量变化不宜大于使用流量的 5%。供气流量为 100 mL/min~500 mL/min，供气氧浓度为 $(20.90\pm 0.5)\%$ 。

4.4.3 分析需要的载气体积分数不宜低于 99.99%。

4.4.4 分析需要的标准气宜采用国家二级标准物质。

5 自然发火期测定

5.1 煤样制备分析

5.1.1 实验用煤样按 GB/T 19222 和 GB 474 的规定采取和制备。

5.1.2 按 GB/T 211 和 GB/T 212 的规定对煤样进行工业分析和水分测定。

5.2 测定步骤

5.2.1 称取粒度为 0.15mm ~ 0.25mm 的煤样 100 g，装入炉膛内，密封后检查其气密性后开启煤样升温控制程序，在预设好的各个温度点的恒温时间段内用球胆或自动取气装置收集气体，气体收集完毕后迅速接到色谱自动进样装置上，待气相色谱仪稳定后开始检测球胆内各种气体成分及浓度，气样分析宜在程序升温实验结束 24h 之内完成。

5.2.2 实验过程中采用升温控制程序详细记录进气和煤样温度变化，同时记录升温程序保持恒温取样时的进气温度、煤样最高温度和最低温度值。

5.2.3 分析各温度段气体产物种类、浓度及煤样温度变化特征，结合煤样水分分析结果，以升温氧化实验中气体产物的浓度变化计算煤样的放热速率，通过计算获得实验煤样的自然发火期。

5.3 结果计算

实验煤样的自然发火期按以下公式计算：

$$\tau = \sum_{i=1}^n \frac{(C_p^i + C_p^{i+1}) \cdot (t_{i+1} - t_i) / 2 + \Delta W_p \cdot \lambda / 100 + \Delta \mu_p \cdot Q'}{1440 \cdot [q(t_i) + q(t_{i+1})] / 2} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

τ ——煤层最短发火期，d；

$C_p^{t_i}$ 、 $C_p^{t_{i+1}}$ ——煤在温度为 t_i 、 t_{i+1} 时的比热容，kJ/(kg·K)；

ΔW_p —— t_i 、 t_{i+1} 温度段内煤样的水分蒸发量，%；

λ ——水蒸发吸热，J/kg；

Q' ——瓦斯解吸热，J/m³；

$\Delta \mu_p$ —— t_i 、 t_{i+1} 温度段内煤样的瓦斯吸附量，m³/kg。

煤样在不同温度下的瓦斯量吸附按下式计算：

$$\mu_p^{t_i} = \mu_p^{t_0} \exp[n(t_0 - t_i)] \dots \dots \dots (2)$$

式中：

$\mu_p^{t_0}$ ——煤样在实验室内，温度为 t_0 时的瓦斯吸附量，m³/kg；

$\mu_p^{t_i}$ 、 $\mu_p^{t_{i+1}}$ ——煤样在温度为 t_i 、 t_{i+1} 时的瓦斯吸附量，m³/kg；

n ——系数，可用下式确定：

$$n = \frac{0.02}{0.993 + 0.00007P} \dots \dots \dots (3)$$

式中：

P ——瓦斯压力，kPa；

$q(t_i)$ 、 $q(t_{i+1})$ ——煤样在温度为 t_i 、 t_{i+1} 时的放热速率，J/(kg·min)；

$$q(t) = q_d [n_{O_2}(t) - n_{CO}(t) - n_{CO_2}(t)] + n_{CO}(t) [h_{CO}^0(298) + \Delta h_{CO}^0] + n_{CO_2}(t) [h_{CO_2}^0(298) + \Delta h_{CO_2}^0] \dots (4)$$

式中：

$n_{CO}^0(t)$ ——给定条件下的CO发生率，mol/(kg·min)；

$n_{CO_2}^0(t)$ ——给定的条件下的CO₂发生率，mol/(kg·min)；

$n_{\text{O}_2}^0(t)$ ——给定条件下的耗氧率, mol/(kg·min);

q_a ——煤氧化吸附热, kJ/mol;

$(h_{298}^0)_{\text{CO}}$ ——CO的标准生成焓, kJ/mol;

$(h_{298}^0)_{\text{CO}_2}$ ——CO₂的标准生成焓; kJ/mol;

Δh_{CO}^0 、 $\Delta h_{\text{CO}_2}^0$ ——CO、CO₂在101325Pa压力下、温度为 T 时的焓差。

5.4 确定最短自然发火期

通过以上测定的实验煤样的自然发火期与本矿及相邻矿井的本煤层实际自然发火记录中的自然发火期进行类比分析, 取其最小值为煤层最短自然发火期。
