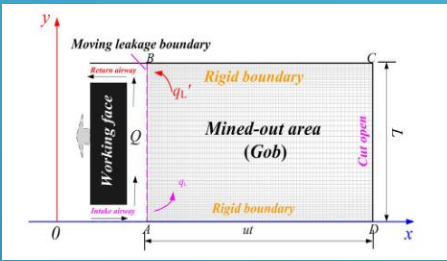


# 采空区煤自然发火的流-固-热-化多过程耦合模型与模拟

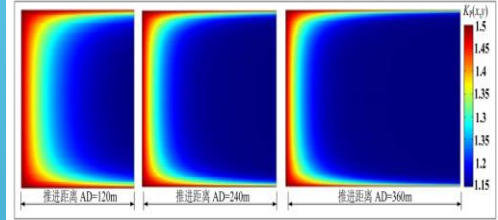
## 摘要

了解长壁采空区煤的自热演化规律，对减轻井下火灾具有重要意义。煤的自热过程涉及到气体与固体煤之间一系列复杂的相互作用，煤层开采引起的采空区的动态演化通常影响着这些相互作用。本文建立了固体煤与气体之间的气体组分流动与输运以及传热过程的瞬态耦合模型，定量研究了煤在采空区结构下自热演化过程。模拟结果与中国某煤矿的大气温度和氧气浓度实测结果吻合较好。

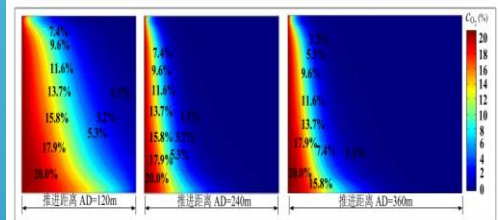


采用comsol 对某矿采空区温度场、气体运移场以及多组分气体浓度进行了数值模拟，模拟结果与某矿的采空区监测温度和氧气浓度参数相吻合。采用验证后的模型对工作面风量、通风阻力、工作面推进速度等敏感性参数进行数值模拟研究。结果表明：(1)采空区高温区主要分布在采空区进气道附近；(2)通风量或通风阻力越大，自热温度越高，氧化自热区越大。此外，自热高温区向更深的采空区方向移动。(3)工作面推进速度越高，自热温度越低，自热高温区越小。

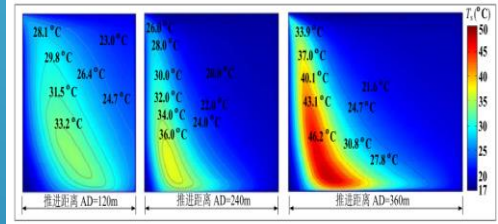
(a) 采空区冒落煤岩体膨胀系数分布  $K_p(x,y)$



(b) 采空区氧气浓度分布  $C_{O_2}$



(c) 采空区煤研石温度  $T$



## 结论

该模型被实现为一个有限元模型，并且通过匹配空气温度以及氧气浓度的现场测量进行验证，根据这项研究的结果，可以得出以下结论：

- 1、氧浓度与三特征自加热区域（冷却区、氧化自加热区和表面聚焦区）对自加热演化的响应在不断推进的长壁采空区中通过提出的有限元模型确定。
- 2、采空区的自热敏感性外部因素，包括通风量、通风阻力对采空区的距离和前进速度进行了明确的评价。结果表明：（1）高温区主要是分布在采空区进气道附近。（2）增加了通气量瓦片通量或通风阻力有增强自身的趋势加热温度，扩大自加热区及原因它将向更深的采空区移动。

