

开采易燃煤层采空区低温氧化预测分析

邵嗣华 赵亮宏 金世虎 门万成
甘肃靖远煤电股份有限公司大水头煤矿
DOI:10.32629/gmsm.v2i6.413

[摘要] 通过现场测定采空区气体变化情况,利用实验模拟,创造与实际条件相同环境下煤体从常温至 170℃以上自燃过程,分析工作面推进度与气体变化情况,对大水头煤矿所采煤层的低温氧化特征、自燃特性指标等进行分析,得到所开采煤层自然发火规律,为后续预测该矿井煤层自然发火发展特性提供依据。

[关键词] 采空区; 煤自燃; 温度变化规律; 指标气体

1 工作面及采空区观测测点布置方案

1.1 现场工业测定。在综放工作面在采空区上下隅角布置了温度检测管路,采空区的气体成份和温度观测采用埋管和埋设热电阻测定,气体成份和温度测定范围大约距工作面100m左右,选用KG3007A型测温传感器连续40d对采空区内部进行测定,测定范围为采空区100m后。采空区温度探头布置如图1所示:在本次实验中,由于顶板压力等原因,采空区65m传感器检测数据应用在本文中。

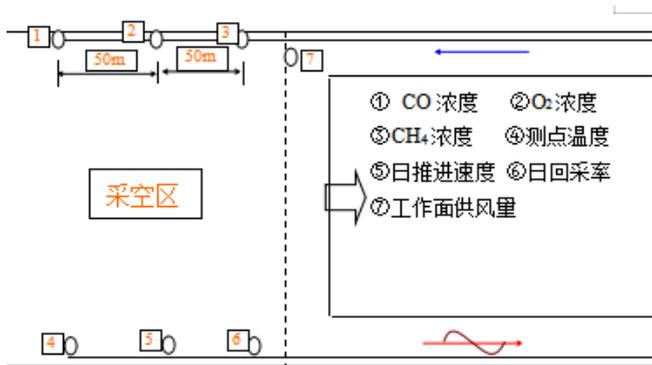


图1 采空区三带观测测点布置图

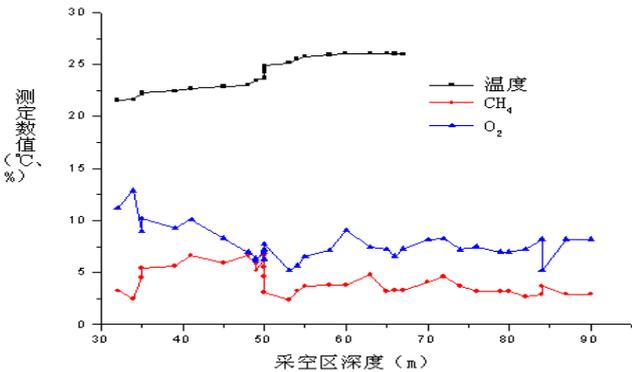


图2 采空区气体观测曲线图

1.2 测定参数分析。从图中可见,从切眼支架位置往采空区深部,温度在逐渐增高,最高温度值29℃,在检测到65米的地方,温度传感器因出现故障,没再显示检测数值。在采空区内部距离支架30米的位置,瓦斯、氧气浓度以及CO气体浓度,基本保持不变,或者有少量变化值。而从30米在往采空区深部,则气体浓度值有显著变化,表现为:甲烷浓度是呈一定比例在往高变化;氧气浓度在减少,有台阶状,但也有下降的比例系数存在;CO浓度则是一开始就出现,但到35米以后,则呈现一个较大台阶的变化,且新的增长台阶上,CO浓度在波动变化,总体呈上升规律^[1-3]。

2 实验数据模拟分析

通过煤自然发火实验台模拟采空区埋管测定温度数据进行变化规律分析,从综放工作面采集煤样2t装入实验炉,实验为期一个月,炉内最高煤温从32.9℃升至170℃,共历时40天,排除停电和人为失误的影响,煤在自然氧化条件充分时的实验自然发火期为37天,按照该矿井下实际围岩温度为25℃计算该矿煤样实验自然发火期为42天。

2.1 从图3-图5可以看出:实验初期煤样氧化升温较慢,当供风时间超过23天后,氧化升温开始加快,对应煤温为60.9℃(临界温度);氧化时间超过38天后,氧化升温迅速加快,对应煤温为95.3℃(干裂温度);在39天时,升温速度又一次加快,对应煤温为130℃(裂变温度),根据煤自然规律,12小时后煤温即可超过380℃(燃点)。

2.2 采空区和巷道松散煤体内高温点形成初期,均位于距供风表面一定深度的中部或回风侧容易热量积聚的位置,该处漏风强度适中,氧气浓度适宜,最易满足煤自燃条件而形成自热高温点。随着自燃的发展,高温点不断向进风侧发展,因此,工作面采空区的自燃高温点初期多发生在回风侧,而自燃后期高温点或者明火多出现在进风侧

2.3 随着煤体温度的升高,在供风量适宜的情况下,煤体升温速度加快。当煤温低于临界温度时,为保证炉体内的氧气供给充分,增加供风量,煤体升温速度会有所下降。而当煤温超过某一温度后,加大风量,高温点温度则会迅速上升。

2.4 煤温超过60.9℃后,煤体升温速度加快,超过2.4℃/d。煤温超过170℃后,根据煤自燃规律研究,煤体升温速度将进一步急剧增加,在供风充足的情况下,不超过一天时间,煤温即可超过燃点。

2.5 从实验结果可以看出,煤温在临界温度以下时,实验炉内煤体氧化升温的适宜风量约为0.1m³/h;煤温超过干裂温度后,适宜的供风量大于0.6m³/h;随着温度的继续升高,维持煤自然升温所需的风量大大增加。

2.6 高温火区煤体窒息熄灭的氧浓度在2%~3%以下。从实验结果可以看出,当煤体自然氧化温度超过120℃后,即使氧气浓度在4%~5%之间,煤温依然会出现持续上升现象,为煤自燃灾害的控制带来难点。

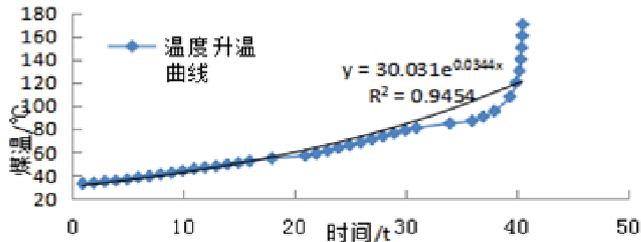


图3 最高温度点温度随时间变化关系图

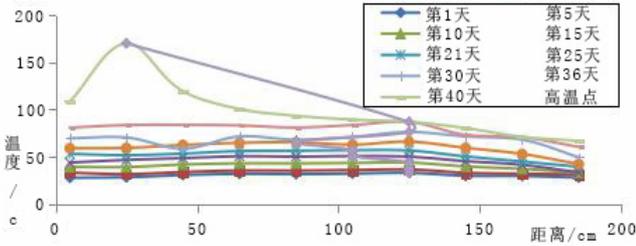


图4 中心轴测点温度与高度关系

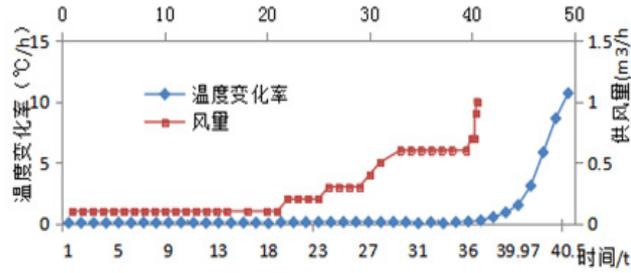


图5 温度变化率与升温时间和供风量的关系曲线

3 煤样自然升温过程中指标性气体分析

3.1 温度数据分析。(1)由图6可以看出,在自然升温过程中,炉内混煤各点温度及各种气体浓度均随时间、漏风强度和散热条件而变化。其中炉内中心轴处温度上升最快,各种气体的浓度变化也相对较快。

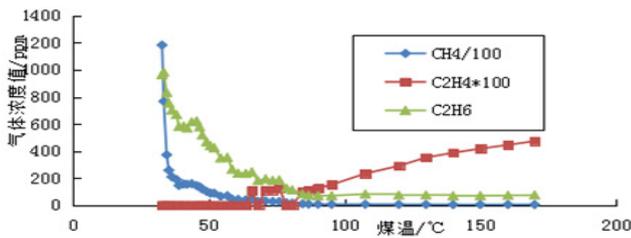


图6 煤样自然升温过程中气体浓度与煤温的关系曲线

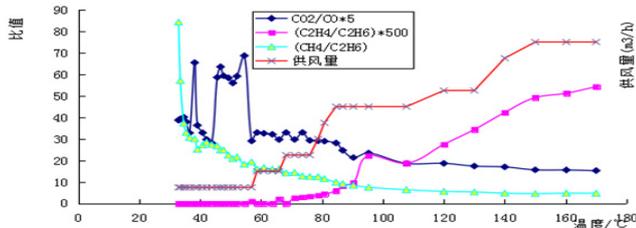


图7 煤样自然升温中各种指标气体比值与煤温的关系曲线

(2)随煤温升高,煤体氧化放热强度、CO产生率、耗氧速度和升温速率逐渐增加。工作面煤临界温度为60.9℃,干裂温度为95.3℃,裂变温度为130℃。煤温小于临界温度时,煤自燃指标性气体浓度增加缓慢;超过临界温度后,增速加快;超过干裂温度后,急剧增加。

(3)大水头矿综放工作面煤在低温氧化初始阶段便伴随着一定量CO,且CO生成率呈稳定上升趋势,因此当井下上隅角测得一定量CO气体,但浓度持续保持稳定属正常情况,一旦出现CO浓度逐渐增大,说明附近煤体氧

化速率增加,有自燃征兆。

3.2 有机气体分析。(1)CO浓度与温度的关系。在煤层自燃过程中,CO是比较灵敏的指标气体。工作面煤在实验开始阶段就有一定量CO出现,并且随着温度升高近似呈指数规律增加。

(2)CO₂/CO。值实验开始阶段就出现并随着温度升高逐渐上升,当54.5℃时值达到最大,随后温度逐渐上升CO₂/CO值逐渐减少。

(3)链烷比。链烷比是研究指标气体浓度与温度关系的重要依据之一,其可以消除因单一指标气体由于井下风流及条件影响而无法准确判断等影响因素。通过图7可以看出,大水头矿综放工作面煤烷烷比(C₂H₄/C₂H₆)在95.3℃达到极值后随温度的升高而近线性增大。

3.3 指标性气体特性分析。(1)在低温氧化初始阶段便伴随着一定量CO,且CO生成率呈稳定上升趋势,因此当井下上隅角测得一定量CO气体,但浓度持续保持稳定属正常情况,一旦出现CO浓度逐渐增大,说明附近煤体氧化速率增加,有自燃征兆。

(2)实验开始当采空区内后即生成C₂H₆,当温度达到65.9℃时出现C₂H₄气体,煤烷烷比(C₂H₄/C₂H₆)在95.3℃达到极值后随温度的升高而近线性增大,超过60.9℃后,煤体升温速度加快,极值超过2.4℃/天。煤温超过170℃后,根据煤自燃规律研究,煤体升温速度将进一步急剧增加,在供风充足的情况下,不超过1天时间,煤温即可达到燃点。

4 结论

4.1 通过实验台真实地模拟煤自燃过程,创造与实际条件下煤体自燃环境相同的条件,使煤自然发火实验台内的煤体蓄热和漏风供氧环境类似于实际情况下大量松散煤体内首先发生自燃的地点,该实验台真实地模拟了从常温至170℃以上煤自燃的全过程。

4.2 通过实验,炉内最高煤温从32.9℃升至170℃,共历时40天,工作面煤实验最短自然发火期为37天,按照井下工作面实际围岩温度为25℃时,计算该层煤样实际最短自然发火期为42天。

4.3 通过现场对采空区温度等数据连续进行观测对比分析,根据工作面推进度,分析了采空区温度与推进距离之间的关系,根据温度变化情况,得到指标性气体(CO、CO₂、C₂H₆、C₂H₄、C₂H₂、C₂H₄/C₂H₆)与温度的变化情况,得到不同温度条件下的自燃指标气体,确定煤层自燃早期预测预报指标气体,为采空区遗煤自然提供早期预报预测。

[参考文献]

[1]周西华,李昂,白刚,等.综放工作面采空区瓦斯抽采对氧化升温带影响[J].辽宁工程技术大学学报(自然科学版),2017,36(09):897-902.

[2]齐庆杰,祁云,周新华.供风量对采空区自燃动态影响及防灭火技术[J].中国安全科学学报,2019,(04):120-126.

[3]魏引尚,王睿德,南靠轮,等.崔家沟煤矿采空区温度变化分析及预测[J].煤炭技术,2018,37(12):119-121.

作者简介:

邵嗣华(1973—),男,甘肃庄浪人,汉族,硕士学位,高级工程师,现任甘肃靖远煤电股份有限公司大水头煤矿矿长,从事矿井经营和安全管理工