

文章编号:1673-9469(2009)04-0076-03

## 综放面煤层自然发火区域划分的理论研究

杨永辰<sup>1</sup>,尹博<sup>2</sup>,高永格<sup>1</sup>

(1.河北工程大学 教务处,河北 邯郸 056038;2.河北工程大学 资源学院,河北 邯郸 056038)

**摘要:**应用煤炭自然发火理论,对综放面煤层自然发生区域进行了全面分析,认为遗留在采空区内回采巷道周围的煤体容易自燃,即综放面采空区易形成自然发火的“U”型区域。根据通风渗流强弱情况,对采空区进行了重新划分,分别称之为强渗流带、弱渗流带和窒息带。同时根据“U”型发火区和弱渗流带的交汇处能够发生高概率煤自燃的特点,提出了“易着火区”的新概念。在总结发火区域划分结果的基础上指出了综放面今后在防灭火技术措施的方向。

**关键词:**综放面;自然发火区域划分;采空区;防灭火技术措施

**中图分类号:**TD75

**文献标识码:**A

### Theoretical study on division of coal spontaneous combustion zone in fully mechanized caving face

YANG Yong-chen<sup>1</sup>, YIN Bo<sup>2</sup>, GAO Yong-ge<sup>1</sup>

(1. Dean's office, Hebei University of Engineering, Hebei Handan 056038, China; 2. College of Resources, Hebei University of Engineering, Hebei Handan 056038, China)

**Abstract:** Basing on theory of coal spontaneous combustion, this paper analyzes the coal spontaneous combustion occurrence zone in fully mechanized caving face, and puts forward the “U” - sharp - area of spontaneous combustion in gob. The three zones easy - combustion are redivided into strong permeate zone, weak permeate zone and suffocative zone according to the degree of strength of air flow. Moreover, a new concept “easy - firing area” is proposed on the basis of high - rate spontaneous combustion characteristic in the cross of “U” - sharp - area and weak permeate zone. Technical measures are given for fireproof in fully mechanized caving face in the future accordingly.

**Key words:** fully mechanized caving face; division of spontaneous combustion; gob; technical measures for fireproof

综采放顶煤技术,近十几年来在我国得到了迅猛的发展,该项技术在煤矿生产上取得了显著的技术经济效果<sup>[1,2]</sup>,现已成为我国建设高产高效矿井和进行采煤工艺改革的有效途径<sup>[3]</sup>。通过十几年的生产实践,此项技术仍然有许多问题尚未得到很好的解决<sup>[4,5]</sup>,其中影响煤矿安全生产的自然发火问题较为突出,并且已严重制约了综采放顶煤技术的进一步发展。本文根据煤炭自然的发火机理及综放面煤层自燃特点,提出了采空区易自燃的“U”型区域,以此准确判断采空区煤层自然发火位置,此举对于提高防灭火效率具有重要的

指导意义。

### 1 综放面煤层自燃理论及特点

自17世纪开始研究探索煤自燃问题以来,出现了多种煤炭自燃学说,主要有黄铁矿导因学说、细菌导因学说、酚基导因学说及煤氧复合学说等<sup>[6]</sup>。煤氧复合作用学说得到大多数学者赞同,该学说认为煤炭具有吸附空气中氧的特性,包括表面吸附和化学吸附,在吸附过程中还伴有煤与氧的化学反应,产生足够的热量而导致煤炭自燃<sup>[7]</sup>。

收稿日期:2009-9-15

基金项目:河北省教育厅资助研究项目(2005323)

作者简介:杨永辰(1960-),男,河北灵寿人,教授,从事煤矿开采与安全方面的研究。

煤自燃过程一般分为三个阶段:准备期又称潜伏期;自热期;燃烧期。煤自燃必须具备三个基本条件:①具有低温氧化特性即自燃倾向性的煤呈碎裂状态堆积存在;②通风供氧维持煤的氧化过程不断地发展;③在煤的氧化过程中生成的热量大量积蓄,难以及时放散。

## 2 综放面煤层自燃发生区域的分析

根据煤氧复合学说及综放面自燃火灾的特点,对回采巷道和采空区内的煤层自燃情况进行分析。

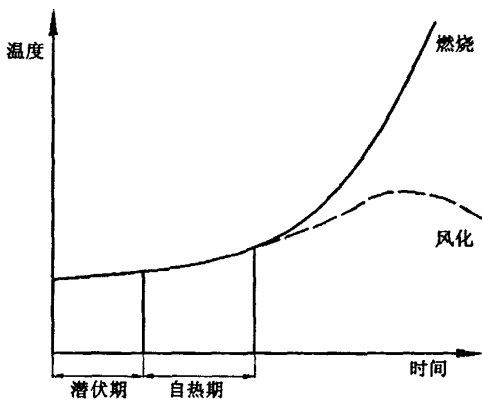


图1 煤自燃发展过程

Fig.1 Development process of coal spontaneous combustion

### 2.1 回采巷道煤层自燃分析

综放工作面两平巷的煤体在空气中的暴露时间较长,能够得到充分氧化<sup>[8]</sup>,但由于巷内通风散热条件较好,所发生自燃的几率较小;巷道深部的煤体由于松动圈的作用将会出现张裂破坏,致使空气随裂隙而渗入进去,并与深部煤体接触发生氧化反应。当裂隙较小时,参与氧化反应的空气较少,产生的热量小,所发生煤自燃的概率较小;反之发生煤自燃的概率较大。所以巷道内发生煤自燃主要取决于两方面:(1)松动圈内裂隙的发育情况,在回采巷道内最容易形成自然发火的地点是断层、褶曲以及裂隙发育带,同时发火点将沿回采巷道延伸方向呈点式(局部)分布,或者随着揭露煤层的时间差沿回采巷道延伸方向,巷内的煤体处在不同的自燃阶段;(2)煤体裂隙内供氧量的大小,若具备连续供氧的条件,则就有可能引起巷道煤层自燃火灾。

### 2.2 采空区内遗煤自燃分析

综放开采时,采空区丢煤较多,呈破碎状。为采空区自燃火灾的发生提供了条件。同时,综放开采工作面两端头的顶煤难以回收,丢失的顶煤冒落后堆积易满足煤的自燃条件而形成自燃高温点<sup>[8]</sup>。其中影响采空区煤炭自然发火的一个重要因素是遗煤的堆积量,原因是煤炭在松散堆内的自燃是一个“正反馈”过程,即煤堆深处的煤炭首先自燃,随后逐渐向外发展,外围煤炭温度升高又加速了深部煤炭的氧化进程,内外相互促进,从而形成了“煤炭自燃正反馈”<sup>[10]</sup>。煤堆最外围的煤炭由于与岩石接触,热量被部分吸收以及空气渗流的携热作用,致使外围温度低于内部。另一方面,堆积量大使得总产热量增加,一旦燃烧起来,产生的有害气体量势必增加,对工作面的危害增大。

在实际生产过程中,回采巷道所发生的自燃火灾事故率较采空区要少,原因是具有煤自燃倾向性的矿井在掘进煤巷时往往都要采取防火措施,如巷道壁喷浆,以此减少巷道中的煤体与氧气发生氧化反应,达到阻燃的目的。采空区不仅难以管理,而且其内部还具有适合煤自燃的环境,这样就大大增加了采空区发生煤自燃的机率。

## 3 综放面采空区自燃区域划分探讨

张国枢<sup>[11]</sup>将采空区遗煤的自燃情况分为三个带,分别是散热带、自燃带和窒息带。其中自燃带的称谓容易让人产生误解,即认为在整个自燃带内都有自燃发生的可能性。然而工作面中部采空区在正常放煤及正常推进速度情况下不会发生自燃,主要原因是在此范围内煤炭形成不了大量的堆积,遗煤与底板及冒落的矸石充分接触,散热条件好;即便是有足够的堆积量,从时间上讲,放煤和采煤时工作面中部煤体初次接触空气,丢失到采空区后仍处于发火过程的初期(潜伏期),不等进入其自热期就随着工作面推进而被拖入到了窒息带,笔者认为正常情况下综放面中部发生自燃的机率不大。因此,本文建议这三个带应该根据通风渗流强弱情况来划分,并分别称之为强渗流带、弱渗流带和窒息带,如图2所示。

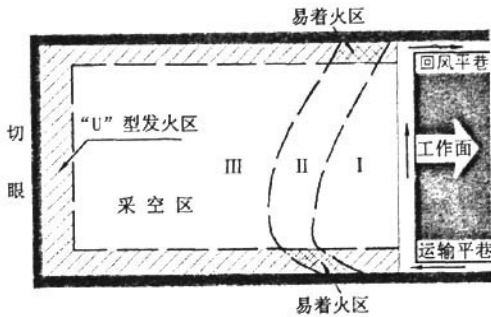


图2 综放面发火区域划分示意图

Fig. 2 Division of spontaneous combustion area in fully mechanized caving face

强渗流带(I)是指风流在进、回风巷之间压差的作用下,能在采空区冒落的岩石缝隙中形成流动的区域,在该区域内即便煤能够自燃,其聚热条件也不具备,因此该区域的大小与冒落矸石的压实程度、风速大小有着直接的关系。一般情况下在工作面进风端头处的强渗流区域范围大,回风端头处的强渗流范围小。

弱渗流带(II)是指在工作面两端压差作用下能产生微弱渗流的区域,由于风流在该区域的缓慢流动,满足了煤炭自然发火的供氧和聚热条件和为发火点产生的一氧化碳的扩散提供了流场。所以弱渗流带属于采空区内的自然区域,但并不是整个弱渗流带都会发生煤自燃。从图2中可以看出,能够发生自燃的区域应该是上、下两条平巷由于顶煤不能放出而遗留在采空区边缘的区域和考虑到安全原因工作面初采时不放煤的切眼区域。其所构成的形状,称之为“U”型区域,而在“U”型区内,能发生较高概率煤自燃的位置是弱渗流带与巷道顶煤冒落带的交叉区,即易着火区(图2中阴影部分)。

窒息带(III)是指离工作面较远,渗入的风流几乎到达不了的区域,即使该区域有已发火的煤体也会因为缺氧而窒息。

#### 4 综放面防灭火技术措施

由综放面发火区域划分结果可以看出,我国目前广泛采用的采空区注氮灭火技术是一种氮气“漫灌”措施,不论采空区有无发火点一律厌氧氧化,虽然效果不错,但实施成本太高。通过利用综放面发火区域划分的结果,建议今后应有针对性地

在发火区域内(回采巷道附近)采取防灭火措施。具体措施有:回采巷道掘进时黄泥浆喷涂巷道壁;在回采工作面两端头向采空区注凝胶、黄泥、泡沫等;采用端头放煤支架;预采回采巷道上方顶分层实现无顶煤掘巷;沿空掘巷技术。后三项技术措施将是解决综放面自然发火的有效方法,但其还有待进一步研究。

#### 5 结论

1) 缓斜综放面自然发火区域在采空区内的回采巷道附近,其原因是回采巷道松动圈内的煤体接触空气的时间要早于工作面内的新鲜煤体,从而提前进入了自然发火过程中的潜伏期和自热期;同时采空区内回采巷道上方的顶煤冒落后堆积了大量的遗煤。

2) 对采空区“三带”进行了重新划分,并提出了以渗流强弱为标准的新的“三带”概念;在此基础上提出了采空区“U”型自然发火区域。

#### 参考文献:

- [1] 杨永辰. 综放面顶煤回收率的研究[J]. 河北建筑科技学院学报, 1999, 16(2): 54-58.
- [2] 孟宪锐. 现代放顶煤开采理论与实用技术[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2001.
- [3] 宁宇. 综放开采技术回顾与展望[J]. 煤矿开采, 2003(1): 1-3.
- [4] 刘强. 综放顶煤开采存在的问题及对策[J]. 煤矿机电, 1998(4): 23-25.
- [5] 郝传波, 代少军. 矿井地质灾害评价的信息熵与未确知测度法[J]. 黑龙江科技学院学报, 2008, 18(5): 344-346.
- [6] 王省身, 张国枢. 矿井火灾防治[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1990.
- [7] 徐精彩. 煤自燃危险区域判定理论[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2001.
- [8] 牛会勇, 周心权. 综放面采空区遗煤自然发火特点及环境分析[J]. 煤矿安全, 2008(8): 12-15.
- [9] 方焕明, 安树锋. 综放工作面自然火灾特点及防治[J]. 煤矿技术, 2005(5): 73-74.
- [10] 杨永辰, 孟金锁, 王同杰. 关于回采工作面采空区爆炸产生机理的探讨[J]. 煤炭学报, 2002, 27(6): 636-638.
- [11] 张国枢, 戴广龙. 煤炭自燃理论与防治实践[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2002.

(责任编辑 马立)

# 综放面煤层自然发火区域划分的理论研究

作者: [杨永辰](#), [尹博](#), [高永格](#), [YANG Yong-chen](#), [YIN Bo](#), [GAO Yong-ge](#)  
 作者单位: [杨永辰, 高永格, YANG Yong-chen, GAO Yong-ge \(河北工程大学, 教务处, 河北, 邯郸, 056038\)](#), [尹博, YIN Bo \(河北工程大学, 资源学院, 河北, 邯郸, 056038\)](#)  
 刊名: [河北工程大学学报 \(自然科学版\)](#) **ISTIC**  
 英文刊名: [JOURNAL OF HEBEI UNIVERSITY OF ENGINEERING \(NATURAL SCIENCE EDITION\)](#)  
 年, 卷(期): 2009, 26 (4)  
 被引用次数: 3次

## 参考文献(11条)

1. [杨永辰](#) [综放面顶煤回收率的研究](#)[期刊论文]-[河北建筑科技学院学报](#) 1999 (02)
2. [孟宪锐](#) [现代放顶煤开采理论与实用技术](#)[期刊论文]-[徐州:中国矿业大学出版社](#) 2001
3. [宁宇](#) [综放开采技术回顾与展望](#)[期刊论文]-[煤矿开采](#) 2003 (01)
4. [刘强](#) [综采放顶煤开采存在的问题及对策](#)[期刊论文]-[煤矿机电](#) 1998 (04)
5. [郝传波](#); [代少军](#) [矿井地质灾害评价的信息熵与未确知测度法](#)[期刊论文]-[黑龙江科技学院学报](#) 2008 (05)
6. [王省身](#); [张国枢](#) [矿井火灾防治](#)[期刊论文]-[徐州:中国矿业大学出版社](#) 1990
7. [徐精彩](#) [煤自燃危险区域判定理论](#)[期刊论文]-[北京:煤炭工业出版社](#) 2001
8. [牛会勇](#); [周心权](#) [综放面采空区遗煤自然发火特点及环境分析](#)[期刊论文]-[煤矿安全](#) 2008 (08)
9. [方焕明](#); [安树锋](#) [综放工作面自燃火灾特点及防治](#)[期刊论文]-[煤炭技术](#) 2005 (05)
10. [杨永辰](#); [孟金锁](#); [王同杰](#) [关于回采工作面采空区爆炸产生机理的探讨](#)[期刊论文]-[煤炭学报](#) 2002 (06)
11. [张国枢](#); [戴广龙](#) [煤炭自然理论与防治实践](#)[期刊论文]-[北京:煤炭工业出版社](#) 2002

## 本文读者也读过(10条)

1. [宋万新](#). [SONG Wan-xin](#) [预防煤炭自然发火的综合措施](#)[期刊论文]-[煤炭工程](#)2006 (5)
2. [陈文鹏](#). [刘志强](#). [周保忠](#) [回采工作面采空区积水治理的实践](#)[期刊论文]-[煤炭科技](#)2008 (1)
3. [康连举](#) [煤炭自然发火的综合防治措施分析](#)[期刊论文]-[辽宁经济职业技术学院辽宁经济管理干部学院学报](#) 2007, 36 (4)
4. [李春财](#). [李建林](#). [羽翔](#) [采空区自然发火位置的研究](#)[期刊论文]-[中国科技纵横](#)2010 (8)
5. [周振坤](#). [黄尊英](#). [ZHOU Zhen-kun. HUANG Zun-ying](#) [龙固煤矿7306工作面采空区发火原因调查报告](#)[期刊论文]-[煤炭技术](#)2008, 27 (3)
6. [刘源](#). [蔡光琪](#). [史计庄](#). [候玉春](#) [安太堡矿井采空区火区剥离及采煤方案的研究](#)[期刊论文]-[露天采矿技术](#) 2010 (1)
7. [王正建](#). [李新龙](#). [王殿林](#) [综放面采空区自然发火的处理](#)[期刊论文]-[矿业安全与环保](#)2005, 32 (1)
8. [李建新](#). [LI Jian-xin](#) [高应力区和采空区下煤巷综合防灭火技术实践](#)[期刊论文]-[煤炭科学技术](#)2006, 34 (8)
9. [张明富](#). [张公慈](#). [ZHANG Ming-fu. ZHANG Gong-ci](#) [矿井通风设施位置对自然发火的影响](#)[期刊论文]-[煤](#)2010, 19 (4)
10. [吕文陵](#). [杨胜强](#). [程涛](#). [刘树](#). [孙连胜](#). [L\(U\) Wen-ling. YANG Sheng-qiang. CHENG Tao. LIU Shu. SUN Lian-sheng](#) [工作面采空区自燃发火防治技术](#)[期刊论文]-[煤炭技术](#)2009, 28 (11)

## 引证文献(3条)

1. [沈丽惠](#). [齐俊启](#). [赵志艾](#). [徐飞](#). [乔军](#) [煤层气生成及含气量控制因素](#)[期刊论文]-[河北工程大学学报 \(自然科学版\)](#) 2010 (1)
2. [陈立](#). [郭鑫禾](#). [武江河](#) [综放面采空区遗煤自燃“三带”范围的预测](#)[期刊论文]-[河北工程大学学报 \(自然科学版\)](#) 2010 (3)

3. YANG Shengqiang, PANG Weidong, WEN Hu, YU Baohua, MA Zhihe, HUANG Ruiling Theoretical analysis and applications of Y-Inversion Ventilation System in a mine fire zone[期刊论文]-矿业科学技术 (英文版)  
2010(5)

本文链接: [http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_hbjkjxyxb200904019.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_hbjkjxyxb200904019.aspx)