

急傾斜瓦斯突出危險煤層 開采法

王英敏編譯



煤炭工业出版社

內 容 提 要

本書是根據蘇聯耳·恩·加帕諾維奇所著的“有瓦斯突出危險的急傾斜煤层開采法”一書編譯的。內容除對煤與瓦斯突出的本質及其過程給以新的解釋和敘述外，主要介紹瓦斯突出危險煤層的采准方式和開采順序，特別是對保護層及其應用條件作了較詳細的闡述，這是一本用保護層開采瓦斯突出危險煤层值得參考的書，適宜於煤礦工程技術人員閱讀。

1290

急傾斜瓦斯突出危險煤层開采法

王英敏編譯

*

煤炭工業出版社出版(社址：北京東長安街煤炭工業部)

北京市書刊出版業營業許可証出字第084號

煤炭工業出版社印刷廠排印 新華書店發行

*

開本787×1092公厘 $1/32$ 印張3 $\frac{1}{2}$ 字數64,000

1959年10月北京第1版 1959年10月北京第1次印刷

統一書號：15036·954 印數：0,001—3,000冊 定價：0.47元

目 录

第一章 急倾斜煤层煤和瓦斯突出概述	3
第1节、现代瓦斯突出本质和瓦斯突出过程的概念	3
第2节 急倾斜煤层中的瓦斯突出现象	6
第3节 瓦斯突出统计资料的简要分析	9
第二章 保护层及其应用条件	10
第1节 概述	10
第2节 保护层和被保护层之间的距离与煤层保护作用 有效性的关系	12
第3节 开采保护层的超前距离	14
第4节 在瓦斯突出危险煤层下部开采保护层时 未保护地带的高度	19
第5节 保护突出危险煤层的辅助措施	25
第三章 煤层群的采准方式和开采顺序	29
第1节 煤层群的采准方式	29
第2节 煤层群的开采顺序	35
第3节 煤层群的合理开采顺序	37
第四章 煤层群的开采法	45
第1节 顿巴斯急倾斜煤层所用的开采法	45
第2节 保护层的合理开采法	47
第3节 被保护层的合理开采法	49
第五章 有突出危险的单一煤层开采法	51
第1节 现用采煤方法的分析	51

第2节 开采方法諸要素的分析	58
第3节 合理的开采方法	103
結論	108

第一章 急傾斜煤層煤和瓦斯突出概述

第1节 現代瓦斯突出本質和瓦斯突出过程的概念

关于煤和瓦斯突出的本質問題，目前已有十几种相互矛盾的假說，其中沒有一个假說能从各方面解釋突出現象发生的原因。这些假說中大多数都是以煤中所含有的瓦斯或以岩石压力作为发生突出的主要因素。H.Θ.聶克拉索夫斯基博士在苏联首先提出突出現象的发生是由于一系列因素綜合作用的結果，其中包括瓦斯的作用，岩石的应力状态，煤的性質和构造，煤的自重以及作用在工作面上的其他外部因素。但是，聶氏对每一因素的作用未能做出确切的說明，因此，假說本身的实际根据也不够充分。

近年来，防止突出中央委员会对突出发生的原因进行了深入的和多方面的研究，按照这些研究結果，相当可靠地查明了突出发生的原因，并从本質上闡明了突出現象的发展过程，因而确認為突出現象的发生是由下列基本因素相互作用的結果：

- 1) 岩石压力；
- 2) 煤中含有的瓦斯；
- 3) 煤的物理机械性，煤的結構和煤层构造。

此外，在急傾斜和傾斜煤层中，煤的重力对突出的发生和发展过程也发生作用。

在下面，我們將对这些因素中每一因素的作用加以叙

就。

岩石压力是激起突出发生的主要因素，它对工作面附近煤层的状态有影响，能使工作面边缘处的煤体压松和压出，并使工作面的煤压碎，降低煤的机械强度。在煤的硬度较小的地区，靠近工作面的煤体被岩石压力破坏（压松或压出）的速度进行得较快，范围也较广，这就使煤体局部地失去了对顶部岩石压力的支撑能力，并在很大程度上影响到煤中的瓦斯状态。

岩石压力改变了煤的透瓦斯性和距工作面不同距离处煤层中的瓦斯压力，使瓦斯易于由吸附状态转为游离状态。

岩石动压力的出现加强了煤体破裂和粉碎的过程，并发生相当数量的瓦斯吸附表面和瓦斯压力降低的通路，解放出瓦斯的能量，并引起煤的弹性潜能的出现。

煤中含有的瓦斯及其涌出是突出发展过程的主要因素，即为突出的动力。

在采准巷道和回采工作面所测得的一般压力情况下，无论瓦斯的动压和静压均不能使煤体破裂和粉碎，从而也不能引起突出。但是，当存在发生突出的有利条件时，例如，由于岩石压力首先使煤体压松和压裂，在这种情况下瓦斯涌出所释放出的能量就足以使煤喷出，并把煤抛到距工作面相当远的地方。实现这种突出，必须有高度的瓦斯涌出速度，这在下列条件下是能够出现的：煤中含有足够的瓦斯量，瓦斯的渗透能力和解吸能力迅速地和几倍地增加（由于岩石压力使煤粉碎和破裂的结果），以及在瓦斯

劇烈涌出地帶和巷道大氣之間發生巨大的瓦斯壓力差（由於發生了相當多的瓦斯流動裂隙網）。實現突出的最小瓦斯壓力為3—6大氣壓。

在煤顆粒由高壓地帶向巷道大氣噴出過程中，煤中所含的瓦斯使煤的顆粒變成細粉，並加強了突出的效果。

煤的構造因素的作用在於保證釋放岩石潛能和瓦斯潛能的良好條件。煤的構造決定着：

1) 在出現危險的岩石壓力時，煤的堅固性（破碎性）和煤層的穩定性；

2) 瓦斯做功時，瓦斯涌出的速度和瓦斯所能完成的能量；

3) 煤的含瓦斯量和突出時能夠實現的瓦斯潛能；

4) 由於煤層構造的局部變化，瓦斯壓力出現突然降落。

當整個煤層或煤的個別小層，由於構造破壞使煤層堅固性降低時，對於突出的發生起有利的影響。它決定：在岩石壓力作用下煤層破裂和粉碎的一定速度，在突出過程中煤破裂和粉碎時需要最小的功，以及高度的瓦斯解吸和瓦斯涌出速度。

在煤層中個別小層是軟煤或者是被搓碎的煤，易於破碎和放出瓦斯，但當這一小層的厚度在整個煤層中相當小，或者被夾岩層所代替，或者煤質變硬，在這些情況下就不易破碎和放出瓦斯，從而也就不易發生突出。

煤的重力對於傾斜和急傾斜煤層突出的發生和發展過程有一定影響。特別是對於煤質軟和被搓碎的煤層，煤的重力作用更為明顯。重力使頂部懸煤失去對岩石壓力的支

撑能力，当其他发生突出的有利条件存在时，能够促进突出现象的发生。

关于突出的过程目前研究得还不够充分。根据苏联科学院矿业研究所对突出过程在试验室模型上的实验结果表明，首先岩石压力使靠近工作面的煤体压裂和粉碎，然后，造成瓦斯解吸和大量瓦斯涌出的条件，随着，便发生突出。

用石门开拓煤层时，煤中含有瓦斯的压力对突出的发生起很大作用。

第2节 急倾斜煤层中的瓦斯突出现象

所谓“煤和瓦斯突然喷出”是煤矿中一系列喷出现象的总称。“煤矿和油母页岩矿保安规程”（苏联1954年版）把突出现象划分为三类：

- 1) 煤和瓦斯突然喷出；
- 2) 煤突然抛出，伴有强烈的瓦斯涌出；
- 3) 工作面煤体的突然压出，伴有强烈的瓦斯涌出。

根据上述煤和瓦斯突出的本质和过程的现代概念，A.A.斯考琴斯基院士把第一类突出现象规定了如下的定义：“煤和瓦斯突出现象是在岩石压力和煤中含有的瓦斯作用之下，煤的突然运动，突出时伴有动力效应，喷出大量煤炭并呈粉碎状态，在短時間內喷出巨量瓦斯，在煤层中出现特殊的空洞”。

煤突然抛出以及工作面煤体的突然压出现象与煤和瓦斯突然喷出的预兆是相同的，有非常相似的声音效应，也

涌出大量瓦斯，突出后空洞的形状也很相似。因此，在实际生产中很难区分，那些现象属于煤和瓦斯突然喷出，那些现象又属于煤突然抛出或煤体突然压出。但是，这些现象之间确实存在一些差别，而且在其防止方法上也需要采取不同的措施，这就需要找出这些现象间的差别，鉴别突出的性质。

煤突然抛出有以下的基本特征：没有因瓦斯压力而引起的动力效应，抛出的煤按其安息角分布在工作面附近。因此，煤抛出的基本动力不是瓦斯压力和岩石压力，而是煤本身的自重。发生煤突然抛出的有利条件是，煤层个别地区煤质变软或工作面附近岩石压力降低，煤层与围岩之间的摩擦力减小。煤中含有的瓦斯对煤突然抛出的发生和发展不起决定性作用。

在一般情况下，煤突然抛出多发生在巷道的上部隅角，有时也发生在工作面的上部悬煤和煤壁上。抛出的强度一般较煤和瓦斯突出强度弱，仅为几十吨煤，但也有达到千吨左右的。煤突然抛出时一般都伴有瓦斯涌出，但是涌出量变化很大，不能做为鉴别该现象的一个特征。

在阿尔杰姆10号矿井卡林斯基Ⅲ号煤层发生的煤突然抛出可以说明这一现象的某些特征。突出是在1949年2月27日于矿井东翼运输平巷工作面中发生的。当工作面中进行装煤和支架时，在未支架的悬煤处就开始有煤块脱落，以后在煤体中听到有冲击声，工人离开工作面之后，随之发生了煤突然抛出。抛出煤炭456吨，并带出240吨岩石，抛出的煤呈粉状，堆在空洞的下部，空洞宽达10公尺，斜

高47公尺。抛出后工作面的沼气浓度在4%以上。在发生煤突然抛出当时，平巷超前于工作面下部台阶16公尺（图1）。

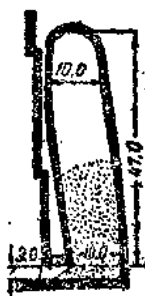


图1 阿尔杰姆
10号矿井卡梯斯
基里号煤层运输
平巷工作面中的
煤突然抛出

煤突然压出现象是指煤炭在岩石压力作用下突然地，快速地由工作面煤壁向巷道方面压出。压出的距离达0.5—1.5公尺。被压出的煤炭或者仍保持在工作面上，或者被压落。在压出时有声音效应和瓦斯涌出。煤压出之后，在煤体内1公尺左右的煤炭均被破坏。煤压出现象多发生在巷道隅角或回采工作面的台阶上。

1951年8月12日，在卡尔·马克思矿井杰娃特卡煤层回采工作面发生的煤突然运动现象就是典型的煤突然压出现象。当采煤工在第二台阶上落煤时，听到煤体中有强大的冲击声。然后，在长达5公尺工作面范围内，煤体向外压出，压出的煤炭没有脱落仍保持在工作面上，压出的距离（向工作面空间移动的距离）达0.9公尺（图2）。在煤压出的同时有瓦斯涌出，经1小时后在第三台阶测定沼气浓度



图2 卡尔·马克思矿井
杰娃特卡煤层回采工
作面中煤的突然压出

还大于4%。

簡言之，在急傾斜煤层中，除了煤和瓦斯突然噴出現象以外，还有两种与此現象类似的煤和瓦斯突然运动現象，即煤突然拋出和煤突然压出。后两种現象的一般征兆与煤和瓦斯突然噴出現象有很多相似之处，但是运动强度和破坏力均次于前者，因此，也可以把后两种現象叫做弱的煤和瓦斯突出。

第3节 瓦斯突出統計資料的簡要分析

对頓巴斯突出統計資料的分析在很多書籍中均有記載，这里只談談在整个开采阶段上突出的分布状况。

在图3和表1中把研究期間所發生的237次突出事故，按整个阶段高度上回采工作面的上、中、下三段（每段长等于工作面长的三分之一），小回风巷，小斜巷及运输平巷分別加以統計。由該表和图解可以看出，在急傾斜煤层发生突出最严重的地区是回采工作面的下部三分之一

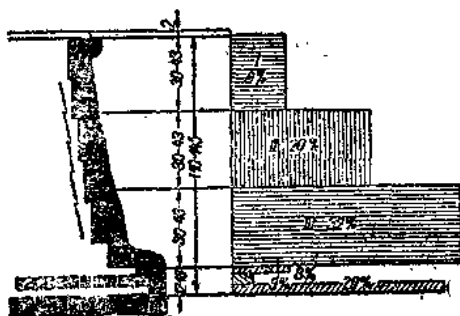


图3 在阶段高度上突出的分布

段(32%)和運輸平巷中(29%)。整回采工作面中发生突出的总次数比平巷中高1倍以上。在回采工作面的上部和中部突出次数较少是因为，在上阶段开采过程中使該区的煤体得到了一定程度的瓦斯排放，降低了煤中的瓦斯压力。

在有突出危险的急傾斜煤层中选择采煤方法和巷道布置时，对上述分析不能不加以考虑。

表 1

巷道类别和回采工作面的分段	突出次数	%
回采工作面 { 上部 中部 下部	19	8
	47	20
	76	32
	17	8
小回风巷	8	3
小斜巷	70	29
運輸平巷		
总 計	237	100

第二章 保护层及其应用条件

第 1 节 概 述

在一定条件下，在突出危险煤层底板或頂板开采其邻近煤层，能够使突出危险煤层免于突出危险。这种先开采的邻近煤层叫做保护层。目前，开采这种保护层是预防突出的最有效的措施。

苏联，从1932—1938年才开始把开采保护层的方法做

为防止突出的专门措施。在应用下列煤层做保护层时，曾获得良好的结果：在斯大林矿井，“郭切加爾卡”矿井和阿尔杰姆矿井以杰娃特卡煤层保护馬祖爾卡煤层；在“基本”矿井以諾維煤层保护馬利耶夫斯基煤层。但是，在这一时期，在頓巴斯还不是普遍的把开采保护层当做防止突出的专门措施。

从1950—1951年以后，才开始相当广泛的使用保护层开采法。在1950年已经有18个突出危险煤层是在邻近煤层保护之下开采的，而在1955年这样的煤层增至45个。

研究資料証明，在1946年到1952年期间，有58次突出，或者说占总突出次数(214)的四分之一是在没有开采保护层条件下发生的。这些突出主要是发生在“紅十月”矿井的托尔斯泰煤层和斯大林矿井的庫采煤层。在上述矿井中没有首先开采其邻近的非突出危险煤层頓基煤层和格里欽科煤层。在其他矿井，例如，“容克”矿井的托尔斯泰煤层和尤利耶夫斯基煤层，“共青团員”矿井的庫采煤层以及斯大林矿井和卡尔·馬克思矿井的馬祖爾卡煤层也都没有利用他們的保护作用。

关于超前于突出危险煤层开采保护层的有效作用的原因，按现代概念可作如下理解：在突出危险煤层的頂板或底板开采邻近煤层，降低了突出危险煤层及其围岩的应力状态。这就使煤层在其厚度上向外扩张，使煤和围岩的孔洞张大，煤的瓦斯渗透性增加数十倍，降低了煤层中的瓦斯压力，最后，使突出危险煤层脱放了瓦斯，并且增加了煤的坚固性。

降低岩体的应力状态以及最后使突出危险煤层脱放瓦斯是影响保护作用的决定性因素。这一因素取决于煤层间岩石的厚度和岩石的物理机械性质，倾斜角度和煤层互相间的相对位置，以及保护层超前距离的大小。

第2节 保护层和被保护层之间的距离与煤层保护作用有数性的关系

保护层和被保护层之间夹岩层的厚度不同时，保护作用的有效程度也不一样。随着层间距离的增加，保护作用就减弱，当层间距离达某一极大厚度时，则不能防止突出。

过去认为，当邻近煤层在突出危险煤层85公尺范围以内者，则属于保护层。近年来对被保护层及其围岩中应力状态降低的观测，以及对瓦斯压力和瓦斯涌出状况的观测结果，可以认为，与突出危险煤层垂直距离在50—60公尺以内的煤层，可以完全有根据地列入保护层一类。

开采突出危险的急倾斜煤层的经验也表明，在个别情况下，层间距离相当大时（达75—90公尺），还有保护作用。

譬如，在1940—1950年间在“红色国际工会”矿井东翼开采布拉可夫卡煤层时，未发生突出。因为当时该煤层是在1940—1941年开采的烏曼斯基煤层（距其80—82公尺）的影响范围内开采的。当开采工作刚刚超过这一地带，于1950年7月和9月在布拉可夫卡煤层的回采工作面和采准巷道均发生了一系列的突出（图4）。

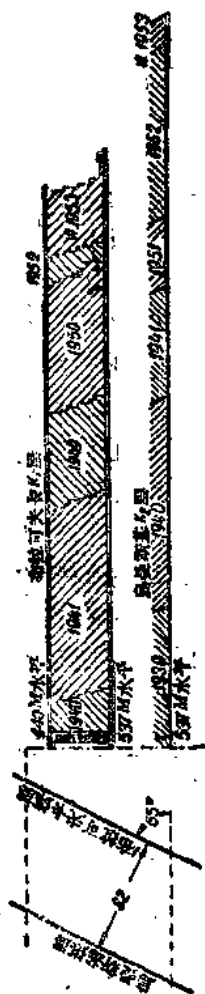


图 4 “红色国际工会”矿井布拉克卡煤层标明突出地点的采矿平面图



图 5 卡尔·马克思井德沃煤层，标明突出地点的采矿平面图

在卡尔·馬克思矿井德沃依尼煤层东翼，在1949年中未发生突出，当时煤层的开采工作是在1940—1941年已經开采了的頓基煤层影响范围内进行的（頓基煤层距德沃依尼煤层89公尺）。在1949年末和1950年初，当开采工作进入未被保护地带便发生了突出（图5）。

在卡尔·馬克思矿井东翼开采馬祖尔煤层时也有类似的情况。此煤层的开采落后于其邻近的馬祖尔卡煤层。馬祖尔卡煤层在此煤层的頂板，垂直間距为75公尺。在1951年4月当馬祖尔煤层的开采工作超越了馬祖尔卡煤层的保护范围时，在馬祖尔煤层便出现了突出。在此以前，不仅在1948—1949年間，当煤层的开采工作是在1941年已經采过的馬祖尔卡煤层的影响范围内进行时，未发生突出，而且在1950年，当馬祖尔卡煤层的开采工作仅超前于馬祖尔煤层数公尺的情况下，都没有发生突出。

上述几个例子有一共同特点，即保护层超前开采的时间很长（約6—13年）。这說明，当层間距离較大时（70—90公尺），要想达到保护作用，所需要的超前距离比一般情况要大些。

由此可見，在某些条件下，与突出危险煤层的垂直距离为70—90公尺的煤层做为保护层是完全可能的。

第3节 开采保护层的超前距离

开采保护层的超前距离应保証保护作用的有效性和开采上的方便。

保护作用的有效性与一系列采矿技术因素有关：岩石

应力的降低，瓦斯压力的降低，煤层的脱瓦斯程度等。在确定保护层开采的必要超前距离时，必须考虑到这些因素中每一因素的影响。

在确定超前距离时，只要确定出最小超前距离就可以了，因为保护作用能保持很长的时间(6—13年)，在实际生产中，被保护层落后的距离是不受限制的。

例如，在斯大林矿井东翼库采煤层于1949—1950年间一次突出也没有发生，当时该煤层是在1941年已经采过的保护层(格里钦科煤层)影响范围内进行开采的。后者埋藏在库采煤层的顶板岩石中，其间的垂直距离为12—14公尺。当开采工作越过被保护地带之后，马上就发生了突出。

由此可见，个别作者在文献中所介绍的，从防止突出的观点出发，被保护层落后距离受限制的说法是没有根据的，因而，也就无需考虑。

开采保护层时，最小超前距离应按下列因素确定：

1)分析在应用保护层开采的情况下，所发生的突出事故；

2)被保护层及其围岩应力状态的降低；

3)被保护层中瓦斯压力的降低；

4)煤层脱放瓦斯的程度。

关于第一个因素应做如下说明。当保护层的开采工作超前于被保护层的距离大于两层间距离的2倍，并且两层间的距离不超过50—60公尺的情况下，在被保护层的采准工作面和回采工作面未发生突出。