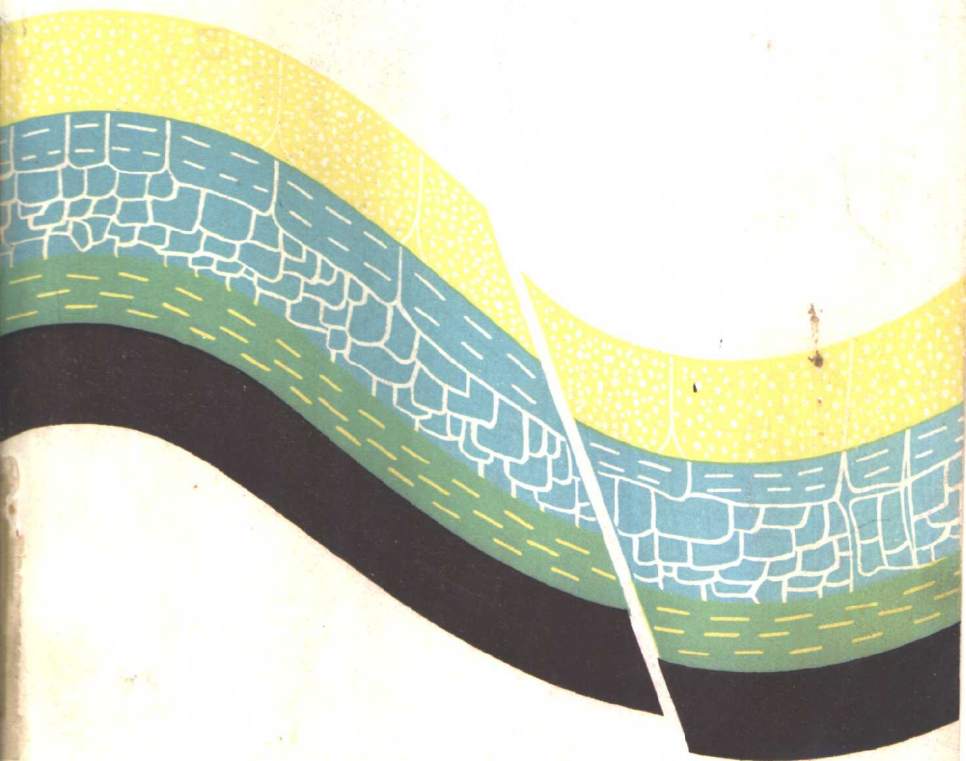


顿巴斯 煤层突出的 地质条件



煤炭工业出版社

TD823.82
Z-148

顿巴斯煤层突出的地质条件

[苏] B.E. 扎比盖洛 等

左德堃 孙本凯 译 宋世钊 校

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书叙述了苏联顿巴斯矿区关于煤与瓦斯突出地质条件的研究结果，阐明了煤与瓦斯突出不均匀分布的规律性；分析了形成区域和局部突出带的各种地质因素，并揭示了它们的物理本质；还介绍了确定煤层突出危险性地质指标的具体方法，用以在地质勘探工作中和建井、生产过程中预测煤层的突出危险性。

本书可供从事矿山开采及地质勘探的工程技术人员、科学工作者使用，也可供有关院校师生参考。

责任编辑：吕代铭

В. Е. Забига́йло, И. ДР.
ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ВЫБРОСООПА-
СНОСТИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ДОНБАССА
КИЕВ «НАУКОВА ДУМКА» 1980

顿巴斯煤层突出的地质条件

〔苏〕В. Е. 扎比盖洛 等
左德堃 孙本凯 译 宋世钊 校

煤炭工业出版社 出版

（北京安定门外和平北路16号）

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$

印张 $5^{7/8}$ 插页 1

字数 128 千字

印数 1—1,520

1984年 4 月第 1 版

1984年 4 月第 1 次印刷

书号 15035·2612 定价 0.75 元

目 录

绪 言	1
第一章 顿巴斯煤田矿井煤与瓦斯突出及其显现条件的特点	5
一、动力现象的形式及其分类	5
二、煤与瓦斯突出显现的时间规律性	15
三、煤与瓦斯突出的特征标志及其分布的基本规律	24
四、研究影响煤层突出危险性的地质条件的方法	35
第二章 煤层开采地质条件与突出危险性的关系	44
一、顿涅茨-马凯耶夫区的地质构造条件	44
二、顿涅茨-马凯耶夫区矿井的煤层条件	48
三、柴金诺矿、巴然诺夫矿、缅任矿、新共产党员矿 的煤层条件	56
第三章 煤与瓦斯突出区域带状分布的地质条件	61
一、煤层突出危险性的区域地质因素	61
二、区域划分方法的研究及其验证	72
三、红军含煤区煤层突出危险性区域的划分	80
第四章 影响煤与瓦斯突出分布的地质因素	85
一、煤层形态的影响	85
二、煤层围岩条件的影响	90
三、煤质指标的影响	97
四、构造条件的影响	98
第五章 煤层构造要素的形成条件	108
一、局部构造（次级褶皱）和逆掩断层的形成	108
二、煤的裂隙性及其它小型构造形态	118
三、确定煤层构造条件指标的方法	122

第六章 顿涅茨-马凯耶夫区矿井局部突出危险带形成的

地质条件	125
一、彼特罗夫矿、第29号矿、基洛夫矿、第11号矿、 斯科钦矿、柴金诺矿、巴然诺夫矿、第21号矿	125
二、加里宁矿	127
三、社会主义顿巴斯报矿和扎彼烈瓦尔矿	136
四、深矿	142
五、东矿	146
六、新共产党员矿	148
七、局部突出危险带形成的地质规律性	150
参考文献	162

开采深部矿床时，矿工劳动安全条件和矿山地质条件会大大恶化。在煤矿中特别严重的结果是造成煤与瓦斯突出。在创建高效率和安全采煤方法时，解决煤与瓦斯突出问题是极为重要的任务。

在顿巴斯，煤与瓦斯突出首先是在新斯莫利亚克矿离地表深度 728 米处揭开斯莫利亚尼诺夫煤层 (h_7) 时发生的。迄今为止，已记录到几千次煤与瓦斯突出和由钻爆法掘巷道时引起的突出。在庫兹巴斯、伯朝拉和卡拉干达等煤田的矿井中，在苏昌、库页岛以及国外（如法国、英国、日本、波兰、匈牙利和其它国家）都有煤与瓦斯突出发生。

煤与瓦斯突出是一个复杂过程，它的发生受控于一系列自然的和工艺的因素。因此，为了认识煤与瓦斯突出的本质和拟定预测煤层突出危险性的方法，必须首先研究煤与瓦斯突出的地质原因。

研究发生煤与瓦斯突出的地质条件和因素，涉及到煤田地质的很多问题，如煤和沉积岩的聚积条件，煤岩学和岩石学，构造，煤系地层的应力-形变状态及其物理-力学性质和气体动力特性等等。这些，无论在理论上还是在建立其研究方法方面，都是重要的基础研究课题。

这里提出了煤和瓦斯突出地点的地质资料怎样与突出本身的有关资料相联系的方法学问题。问题的实质在于：尽管煤与瓦斯突出是媒体状态（它受一些自然因素及工艺因素的制约）和煤的性质客观结合的结果，然而它又是一个只有在这

些因素最有利的相互作用条件下才发生的偶然过程。研究只反映必然过程或研究只反映偶然过程突出条件的地质模型，最终会导致十分矛盾的结果。

专门研究发生煤与瓦斯突出的原因和条件，始于比利时阿格拉普矿发生煤与瓦斯突出之后，在十九世纪八十年代进行。在那次突出中牺牲了122名矿工。

Н.Н.切尔尼岑在著作中最早介绍了有关俄国煤与瓦斯突出的资料。他从赋存于煤层中的瓦斯的运动和一般规律出发，讨论了这些现象的本质。特别是：在这一著作中，已经注意研究煤与瓦斯突出的发生条件，并将其视为认识突出现象本质的一条基本途径。在本世纪三十年代完成了一系列有意义的研究，其中，就有煤与瓦斯突出显现规律性的研究。Л.Н.贝科夫在对比顿巴斯中央区有关煤层突出危险性、瓦斯含量和变质程度的资料时，得出了下列结论：即该区煤层的瓦斯含量和突出危险性，由西向东随着煤的变质程度的增高而增大。И.М.佩丘克首先注意到了突出在井田回采范围内的不均匀分布，并得出结论：突出与作为突出煤层顶板的弹性最好的砂岩有关。根据他的意见，此种岩石能聚积由构造应力造成的大量潜能。Г.А.孔科夫和他的支持者（В.А.沙季洛夫、В.С.韦列达等）认为煤与瓦斯突出的本质和突出的带状分布与新构造运动有关。

煤层突出危险条件的很多研究成果（А.Я.博夫苏诺夫斯基、Б.М.伊万诺夫、А.И.克拉夫佐夫、А.П.库利科夫、А.Е.奥利霍维琴科、А.Э.彼得罗相、В.В.霍多特、О.И.切尔诺夫、И.Л.埃廷格尔等）的共同点是，突出与地质破坏有关。地质破坏这个概念中，广泛包含着诸如煤层结构、煤层赋存条件以及围岩的产状条件、结构和岩石特性等

的变化。特别是：对突出集中发生于地质破坏带原因的解釋有很多種見解，這些觀點分別以煤层的一个或几个参数的多變性為依据：一些研究者把這些地段（指地质破坏带——譯者注）視為煤的強度降低帶；而另一些研究者則認為，它們是煤层聚集瓦斯的性能及瓦斯含量参数發生了变化的地帶；還有一些研究者認為，它們是构造应力增大的地帶。我們認為，這些觀點的分歧是由現象本身的复杂性和研究方法的困難性所造成的。

向讀者推荐的這本书中，敘述了关于決定或影响煤层突出危險性的地质因素的研究結果，這些研究是有关解决煤、岩、瓦斯突出問題的广泛科学技术纲要的一部分。該纲要的内容包括对突出的理論、預測突出的方法和防治突出的可靠措施的研究。

作者的目的是不是闡述所有与研究发生煤和瓦斯突出的地质条件有關的問題。作者首先力图论证研究煤层突出危險的地质因素的客观方法、原則，這些原則是建立在关于动力現象的本质、成因分类和综合研究方法的現代概念的基础上的。据我們看来，這些原則是值得探討的重要問題。除此以外，還试图论证煤与瓦斯突出的带状显现程度，指出突出显现的区域性規律和局部性規律是由不同原因所決定的。作者查明了发生突出的上部边界与沼氣帶上部边界及煤的变质程度的因果关系，闡述了研究井田构造复杂性的方法和用以查明一些矿井煤层煤与瓦斯突出显现規律及其原因的基本結果。

本书的基础是乌克兰科学院地质技术力学研究所（ИГТМ）岩石物理-力学性质和岩石物质成分研究室多年来的研究成果，這些研究工作是在A.З.希罗科夫和B.E.扎

比盖洛的科学领导下完成的。书中广泛引用了乌克兰地质部伏罗希洛夫格勒地质局、阿尔捷姆地质局和乌克兰煤田地质局、顿涅茨煤炭联合公司、马凯耶夫煤炭联合公司等单位的地质勘探资料。

第 一 章

顿巴斯煤田矿井煤与瓦斯突出 及其显现条件的特点

一、动力现象的形式及其分类

煤矿中的动力现象根据其自身的表现和发展情况是多种多样的。因此，选择与之作斗争的方法的正确性取决于分类的完善情况。

动力现象（瓦斯的喷出、煤与瓦斯突出、冲击地压〔24、26、27、75、76、96、138〕）的分类有几种。一种是按形态特征分类〔28、75、76、112〕；另一种是以成因为基础分类〔77、124、138、153〕。在后一种情况下，根据引起动力现象的基本作用力或者根据煤与岩石的物理-力学特性，还可分出动力现象的亚种。通常，作这些分类时并不同时对其特征作描述，根据这些特征，人们将可能在动力现象完结之后在巷道中确定它们的类型。

分析动力现象机理和实质研究程度的现状，可以作出这样的结论〔112〕，即动力现象显现的最重要条件是煤体应力状态、煤体的物理-力学特性和瓦斯。我们把这些因素作为动力现象分类的基础，这是解决下列三项任务所必须的：

1) 为预测煤层和岩石突出危险性并制定及实施与之作斗争的方法提出理论与实践的依据；2) 评价在有动力现象危险煤层的安全地带进行采掘工作的条件、特点和性质；3)

客观地评价矿井中发生动力现象的原因和形式，并以此为基础制定出预防措施。因此，这种分类标准一方面应当反映动力现象的因果关系，另一方面按发生条件、发展过程和所致结果，应能确定动力现象的类型和估计发生动力现象的基本原因。

引起这种或那种动力现象的作用力，被定为动力现象类型的成因指标〔111、122、133、138、154〕。这些作用力或者来自瓦斯，或者是地压，或两者兼而有之。在第一种情况下，动力现象仅仅是自由瓦斯能量引起的；在第二种情况下，动力现象是地压引起的；在介于这两种情况之间的动力现象，则是由瓦斯和地压共同引起的。所谓地压，这里所指的是地层静压力的联合作用、巷道对地压重新分布的影响、在急倾斜条件下还有由于悬煤的自重，以及用爆破方式进行采掘工作或由顶板不均匀下沉所引起的动力冲击。与上述这些作用力相适应，可把动力现象分成下列几个类型：瓦斯型、综合型和地压型。

与上述的分类不同，这种动力现象类型的划分是在考虑到作用力与煤的物理-力学性质和瓦斯含量特性相结合、相互作用的基础上进行的。这是由下述情况决定的：由于这些作用力的比例、煤层性质和瓦斯含量的不同，就会发生本质和机理各不相同的各种动力现象。

煤的强度特性（抗拉强度和抗压强度）的平均值，以及按苏联科学院地质研究所的分类所确定的煤层破坏类型〔145〕是判别煤层性质的标准。

完整煤体中瓦斯状态的主要形式、瓦斯压力和自然瓦斯含量值，是动力现象分类中瓦斯因素分类的标准。这些指标令人满意地表达出了巷道中的瓦斯动力状态和由瓦斯引起的

动力现象的实质。

分类标准参数的定量估价，是根据实际观察和参考文献进行的。物理-力学性质方面的标准，应当用变形特征（弹性的和非弹性的）方面的资料来校准和补充，根据文章〔39、96、133〕，这些资料比强度资料更能反映煤体的应力-形变状态。

一种动力现象的实质和机理及其发展条件和结果的特征，在很大程度上取决于各种井巷中的采掘工作条件〔75～77、124、138、151〕。И.М. 佩图霍夫〔96〕提出按冲击地压发生的地点对冲击地压进行分类，并认为这可以比较精确地确定它们的性质和机理。因此，按动力现象在巷道中发生的地点来划分动力现象的亚种是合理的。这些作为动力现象发生地的巷道，其暴露面的大小不一，它们对地压重新分布及瓦斯涌出的影响亦各不相同。

为了估价这种或那种因素在动力现象中所起的作用，并把该动力现象列为某一类型，在一些分类法和某些标准文件（例如，在1965年版的《苏联矿井中煤（岩）和瓦斯突出的统计和分析规范》中，主要是选用那些能表达发生动力现象的前提条件（预兆）和结果的标准。按照我们的意见，除这些标准外，还应当补充一些能表达出动力现象发展过程的概念的标准，它们是：气体动力效应、地震效应和音响效应、延续时间及显现特性〔43、44〕。因此，在我们的分类法中，建议在对预兆以及表达发展过程的特性和结果的标志进行研究的基础上，再来确定动力现象的类型和评价单个因素在动力现象中所起的作用。同时，把这些标准划分成组也是很重要的，这些组分别指出物理-力学特性、地压和瓦斯在动力现象中的作用与机理。

地压在动力现象中参与的程度，可由下列方面来表示：
预兆标志——冲击、岩体劈裂声、震动、工作面剥落、煤（岩）块脱落、支架压力增大、钻进设备被卡住、煤粉排出量增加、大裂隙形成；结果标志——抛出物的粒度组成、抛出的距离和特征、孔洞的形状和参数；过程特征——气体动力效应、地震效应和音响效应、显现的周期性。地压活动积极的标志是：闷雷声，地震效应高劈裂声频繁，工作面剥落和煤块脱落，支架压力增大，钻进设备被卡住，煤粉排出量增加，动力现象过程在一个循环内瞬即发展，抛出物主要呈大块状、抛落在水平巷道的直线部分、堆积角近于自然安息角，孔洞深度和孔洞中间部分的宽度与洞口宽度的比值小于1或接近于1。

瓦斯在动力现象发展中所起作用的最主要标志是下列征兆：炮眼和钻孔中涌出瓦斯量增大，尘雾突然形成，大量瓦斯涌出所造成的气体震动，交替出现岩体劈裂声和响声，动力现象显现为激烈与相对平静的现象在较长时间内多次交替，这种动力现象不仅表现为从上往下抛煤，而且表现为从下往上抛煤，突出的煤块相当破碎并形成大量“尘埃”、抛出距离很远甚至拐弯、堆积角大大小于安息角[94]。下列比值对评价瓦斯的作用和动力现象的类型具有极大的意义：喷出瓦斯量 α_0 与抛出煤（岩）量之比值；喷出瓦斯量与巷道相对瓦斯涌出量之比值；空洞深度与洞口宽度之比值以及孔洞中部宽度与洞口宽度之比值。在瓦斯积极作用时， α_0 总是超过天然沼气含量或者煤与岩石中潜在的沼气含量 α ；其他比值则相当大或接近于1[27、28]。

煤层和岩石的结构、破坏程度、物理-力学特性的影响特征是：煤层和岩石的结构和组成的复杂性和多变性，煤层

和岩层的构造揉皱程度和裂隙性，这些主要按对工作面的状态所作的分析和动力现象的结果来确定。

在所提出的分类法中，把动力现象分成三类：瓦斯型、综合型和地压型。

第一类主要是自由瓦斯或吸附瓦斯造成的动力现象，这些瓦斯聚积在开采煤层的卸压裂隙带中；第二类是由矿山压力、瓦斯压力和掘进巷道时放炮造成的动力现象；第三类是在地压（地层静压力）和巷道周围应力重新分布的影响下产生的动力现象，在急倾斜煤层中，还有由于悬煤自重和不均匀放顶以及采煤和掘进时由放炮的动力冲击所产生的动力现象。在第三类动力现象中，瓦斯不起积极的作用，它只是加强动力效应和把破碎的煤与岩体抛出很大的距离，而且瓦斯涌出量也不超过此巷道中平时所记录的沼气涌出量。

导致各类动力现象的作用力的依次变化——瓦斯，瓦斯和地压，地压——是上述分类法的基础（表1）。在一些类型的动力现象被另一些类型的动力现象依次转换中，包含着所有动力现象的成因亲缘关系，表现为在这些动力现象的一系列显现条件、形式、因素和地质规律性的类似。瓦斯型与地压型这两类动力现象之间的过渡型是变化范围很宽的综合型动力现象。在综合型动力现象中，由于自然条件的不同，在煤与岩石的破碎和抛出中，起着主要作用的或者是自由瓦斯，或者是地压，或者两者皆是。很明显，随着我们认识的加深，可以根据各作用力参加程度的不同，进而把综合型动力现象划分成几个亚类。

各类动力现象显现条件的特点，在于发生动力现象的整个煤层的特征，是煤的性质及其饱含瓦斯程度的变化：在从瓦斯型动力现象向地压型动力现象转变的方向上，观察到煤

新办因食店数间力促其并

一、聚

[illegible]

的强度有增大的趋势，煤层聚集弹性能及脆性破坏的能力增强，天然瓦斯含量和自由瓦斯量减少，瓦斯对破碎和抛出煤和岩石所起的作用减小。我们认为，这当中包含着动力现象发生的条件、形式、因素和地质规律性等方面一系列共性的第二个原因。

除了这种成因共性外，动力现象的每一类与其它各类是有重要差别的。这首先是由引起动力现象的作用力决定的，而在每一类中则取决于煤的物理-力学性质和煤层的瓦斯状态。例如，瓦斯型动力现象只能出现在促使自由瓦斯高压聚集于煤的裂隙和孔隙中的条件下，这种煤的强度由于受构造破坏或工艺过程的破坏而降低。在另一些情况下，如果排除上述条件中的一个条件并代之以其它条件，就会出现另一类动力现象。

在每一类中，根据煤层煤的物理-力学性质及其瓦斯状态，又可以划分动力现象的形式。表1中，可以清楚地看到从上往下动力现象的强度渐增、自由瓦斯和吸附瓦斯比值逐渐减小、地压在动力现象的发生和发展中所起的作用增大和瓦斯所起的作用减小等趋势。

这样，无论是动力现象的成因亲缘关系，或是它们的重要区别，都是由引起动力现象的主要作用力、煤与岩石的性质和瓦斯的作用三者间一定的组合所决定的。瓦斯的作用既取决于赋存于煤的裂隙和孔隙中的自由瓦斯与吸附瓦斯的比值，也取决于瓦斯对改变煤的性质所起的影响。

在动力现象的分类中，可分出十种形式：在第一类中有二种，在第二类中有三种，在第三类中有五种。

第一类包括瓦斯喷出和瓦斯与煤粉突出。我们认为，把瓦斯喷出划分成具有两个亚种的（开采成因的和地质成因的）

动力现象的独立形式是完全合乎规律的。这既可用发生瓦斯喷出的特殊条件来解释，也可用其显现特点来解释。在一些动力现象的分类中〔27、75~77、94、111、112、138、154〕，瓦斯喷出被划为独立的一个组或称之为瓦斯快速涌出。很显然，这是指开采成因的瓦斯喷出，或简称为瓦斯喷出。

把瓦斯与煤粉突出划为动力现象一种独立形式的基础是：存在着这样一种形式，在其发生和发展过程中，除了煤层结构的剧烈变化和采煤工作面煤尘增多以外，实际上没有其它预兆标志，呈现出剧烈的气体震动；具有梨状孔洞特征的喷出可以从上往下、也可以从下往上发生，突出煤体粉碎得很厉害，主要的是突出吨煤的瓦斯涌出量很大，大大超过巷道中的沼气涌出量。

破碎性气浪破碎和抛出弱连结煤的可能性，已在理论上〔188、135、136〕和实践上〔69、153〕得到了证明。因此，很明显，瓦斯与煤粉突出的机理是相当简单的。在断层或褶皱构造破坏带等有利的地区，或者在煤层层间破坏处，形成了裂隙性的煤，这些煤具有较高的瓦斯聚集性，能积存大量的高压自由瓦斯。在快速揭开煤层的这些地段时，瓦斯压力急剧下降，使弱连结煤顺着自然的和新形成的裂隙被粉碎并抛到巷道中。与回采巷道相比，准备巷道中较经常地遇到这种现象。很显然，其原因一方面是落煤方式，另一方面是煤体排放瓦斯的条件。在掘进准备巷道时，特别是采用放炮方法掘巷道时，为发生此种现象提供了更有利的条件：在这里，工作面的高速度推进，总是与相当困难的瓦斯排放条件联系在一起的。

第二类动力现象划分成三种形式：1) 煤与瓦斯突出；2) 放炮落煤时的煤与瓦斯突出；3) 用放炮方法掘巷道时的