

〔苏〕O. H. 切尔诺夫 E. C. 罗赞采夫

瓦斯突出危险 煤层井田的准备

宋世钊 于不凡 译

煤炭工业出版社

瓦斯突出危险煤层井田的准备

〔苏〕 О.И. 切尔诺夫 Е.С. 罗赞采夫著

宋世钊 于不凡译

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书介绍了导致巷道大量瓦斯涌出、煤和瓦斯突出危险的煤的性质，提供了有关矿井瓦斯涌出量、煤层瓦斯含量及井田准备时发生煤和瓦斯突出的基础资料。书中简要地讨论了突出的机理；介绍了有突出危险煤层井田的开拓和准备方案；提出了在不同的地质和开采条件下，如何根据瓦斯和突出的因素选择方案；对超前开采解放层、大面积预先湿润煤体、预抽瓦斯和煤层的局部水力处理（水力挤出、水力冲刷）等防治瓦斯和突出的措施，作了较详细的探讨。

本书是在苏联各煤田所作的工业性试验的基础上编写的，可供设计、科研单位的技术人员使用，也可供矿业院校的师生参考。

О.И.Чернов Е.С.Розанцев
ПОДГОТОВКА ШАХТНЫХ ПОЛЕЙ
С ГАЗОВЫБРОСОПАСНЫМИ ПЛАСТАМИ
Москва Издательство «Недра» 1975.

瓦斯突出危险煤层井田的准备

宋世钊 于不凡译

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 $850 \times 1168^{1/8}$ 印张 $10^{1/2}$
字数 276 千字 印数 1—2,500
1980年8月第1版 1980年8月第1次印刷
书号 15035·2318 定价 1.30元

译 者 的 话

由O.И.切尔诺夫等所著《瓦斯突出危险煤层井田的准备》一书，总结了苏联东方煤矿安全研究所在研究煤和瓦斯突出方面所取得的成果。书中分析了突出危险煤层的特点，介绍了预测煤层突出危险性的方法，提出了突出矿井合理开拓和准备的方法，总结了防治煤和瓦斯突出的经验。作者在大量的实验室试验和井下试验的基础上，运用理论分析和计算的方法，比较详细地讨论了煤、水、瓦斯的关系，研究了瓦斯、水在煤体中运动的形式和规律，探讨了防治瓦斯的水力化措施的作用机理和参数。

本书内容比较丰富，不仅列举了大量的试验资料，而且比较深刻的理论分析。其所运用的现场试验、实验室试验和理论分析三者密切相结合的研究方法，值得我们借鉴。本书的不足之处是部分章节的内容略有重复，文字不够精练。

我国不少矿井具有严重的煤和瓦斯突出危险。突出矿井的合理开拓和准备，已成为大家所注意的重要问题。本书的翻译出版，对我国从事这方面工作的同志有一定的参考价值。

由于我们的水平有限，翻译中难免有错误和不当之处，敬请读者批评指正。

1979年9月

目 录

译者的话

引 言 1

第一篇 有瓦斯突出危险煤层的采区的开拓和准备

第1章 对有瓦斯动力现象的瓦斯煤层的基本认识 6

第一节 与开采瓦斯煤层有关的现象简述 6

第二节 巷道瓦斯涌出的来源 10

第三节 瓦斯涌出与突出的关系, 以及
影响现象综合分布的因素 14

第四节 各种巷道中的沼气喷出 16

第2章 煤层瓦斯危险性和突出危险性的预测 21

第一节 煤矿瓦斯涌出量的预测 21

第二节 把煤层划分为有突出危险的和无突出危险的区域 29

第三节 预测突出危险性的自动模拟方法的原则 34

第四节 用震动声响法预测区段的突出危险性 37

第3章 有瓦斯突出危险煤层的井田安全准备的主要原则和
合理工艺的确定 41

第一节 安全准备瓦斯突出危险煤层的现有方向 41

第二节 井田开拓和延深方案的选择 47

第三节 主要巷道掘进和煤层准备的合理工艺的确定 54

第四节 穿过瓦斯煤层的井筒按其危险程度的分类 57

第五节 对设计新的和改建具有煤和瓦斯突出倾向煤层的
矿井的主要要求 62

第六节 在有煤和瓦斯突出的瓦斯煤层运用放炮的条件 64

第4章 开拓突出危险煤层的主要巷道的特殊掘进方法 75

第一节 在确定煤层突出危险性时瓦斯压力的快速测定 75

第二节 在不同的矿山技术条件下揭开突出危险煤层方法

适用性的评价	76
第三节 爆破对突出发展过程的动力作用的研究	80
第四节 在揭开突出危险煤层时防止煤和瓦斯突出的 专门方法	83

第二篇 未卸压的瓦斯突出危险煤层的准备

第1章 首先准备的煤层的瓦斯渗透状态和降低其 瓦斯涌出量的方法的研究	91
第一节 未卸压煤层煤体透气性的研究	91
第二节 来自开采层的瓦斯涌出	96
第三节 采空区的瓦斯涌出	100
第四节 从煤体向钻孔涌出瓦斯的特性	102
第五节 未卸压的开采层的瓦斯抽放方法	107
第六节 采空区的瓦斯抽放	111
第七节 用准备巷道排放煤体的瓦斯	113
第2章 在有煤和瓦斯突出危险的瓦斯煤层掘进巷道时, 查明对巷道工作面推进速度有影响的因素	121
第一节 限制工作面推进速度的工艺原因和因素	121
第二节 各种防止突出方法的参数对决定煤层突出危险性的 性质和因素的影响	125
第3章 掘进准备巷道时煤的水力挤出	128
第一节 用水力方法破坏工作面附近地带的煤	128
第二节 在煤的水力挤出过程中瓦斯压力和瓦斯涌出的变化	130
第三节 煤层近工作面地带的应力-变形状态	133
第四节 在准备急倾斜煤层时巷道的相互影响	135
第4章 形成超前孔洞和超前槽的水力瓦斯动力学方法	137
第一节 防止突出的机理和孔洞必要数目的确定	137
第二节 槽的有效高度和必需的卸压范围的确定	142
第三节 决定槽形成过程的条件	144
第四节 方法的有效性和参数	147

第五节	对槽的工作能力所作的某些工具观测结果	149
第5章	区域性湿润煤层以降低瓦斯涌出量和防止 煤与瓦斯突出的研究	153
第一节	煤体注水过程的研究	153
第二节	查明能促进预防性煤层注水效果的因素	174
第三节	液体在煤层中的自流	181
第四节	对研究和控制瓦斯涌出有重要意义的煤-液体-瓦斯 体系的特性	198
第五节	注水对煤透气性的影响	222
第六节	注水对煤体瓦斯含量和煤层瓦斯涌出量的 影响的研究	228
第七节	注水时水份对煤的力学性质和煤层应力状态的影响	246
第八节	在预先注过水的煤层中掘进巷道时, 周围煤体 应力-变形状态特点的确定	263
第九节	减少瓦斯因素在突出发生中的作用	277
第十节	预防性煤层注水钻孔的布置方法	288

第三篇 瓦斯突出危险煤层群的联合准备方法

第1章	有煤与瓦斯突出危险的含瓦斯煤层群的 准备顺序	291
第一节	首先开采解放层的机理	291
第二节	各煤层相互采动影响下的应力和移动	294
第三节	煤层的强度性能与下邻近层开采的关系	303
第四节	在突出危险煤层的解放带内进行采掘工作的条件	305
第2章	邻近煤层群的开采顺序对准备煤层的巷道瓦斯 涌出量的影响	312
第一节	开采工作对瓦斯涌出量和瓦斯压力的影响	312
第二节	开采下层时抽放上邻近煤层和薄层的瓦斯	316
第三节	开采上层时抽放下邻近层的瓦斯	318
第3章	准备煤层群时预防性注水的合理顺序	320
结束语		327

引 言

开采深度的增加，使得煤层瓦斯含量和矿井瓦斯涌出量的不断增大，这就给通风造成了困难。目前，苏联的主要煤田，都在大于 200 米的深度进行采矿工作，总共有 60% 以上的矿井属于超级瓦斯矿。

随着矿井的延深，瓦斯动力现象的频率和强度、瓦斯突出煤层的数目均有增多的倾向。使突出危险性增大的因素是：岩石压力增大，瓦斯压力增高，一系列矿山技术条件的变化。有 18 个煤管局开采突出危险煤层和威胁煤层，在 1973 年有 116 个矿井（或全部矿井的 30%）开采 315 个突出危险煤层和威胁煤层。在 1968～1971 年间，来自危险煤层和威胁煤层的煤产量占 11～12%，在 1973 年便增加到 22%，其中包括了鉴定为威胁煤层的产量。由于一些煤层既是有瓦斯危险的，同时又是有瓦斯动力现象危险的，这就有必要综合地采用一些专门措施，以保证在开拓、准备和开采这些煤层时的安全。

众所周知，防治瓦斯的主要手段是矿井通风和预先抽放煤层瓦斯，但为了得到最好的效果，就需要知道与岩石的应力-变形状态相联系的瓦斯涌出规律和机理。卸压过程在下部已开采的岩层中的优先发展，促成了巷道顶板方向的大量瓦斯涌出，这就造成了瓦斯层状积聚的危险性，和来自上邻近层的大量瓦斯涌出。

近年来，由于煤层的瓦斯危险性和突出危险性日益明显地增高，在解决这个问题时矿山技术问题就起重要的作用。业已查明，在开采这样的煤层时，与创造矿井劳动的安全条件有关的问题是：开拓方式、煤层群中煤层的开采顺序、开采层的准备方式、所用的开采方法、落煤方式、顶板管理和巷道支护的方法。

煤层开采深度和开采强度的增加，与瓦斯有关的危险性的增长，在矿井中首先引起了下列工作的必要性，即：详细地计算为

通风所必需的风量，选择采区有效的通风方式和确定工作面最大的允许产量。

马凯耶夫煤矿安全科学研究所和东方煤矿安全科学研究所已拟定了确定准备巷道瓦斯危险性的方法。这一方法的基础是客观的，原则上是新的标准，即：作业循环各阶段的工作面最高沼气浓度，和表明工作面沼气浓度增长速度的一些临时指标。

按照这一方法，矿井独头巷道可分成如下几类：无危险的、危险的和特别危险的。

属于无沼气-空气混合物爆炸危险的是：沿无瓦斯的岩石和沿无瓦斯危险及无煤尘爆炸危险的煤层掘进的各个方向的巷道。

属于有沼气-空气混合物爆炸危险的是：放炮后工作面最高瓦斯浓度不超过2%的巷道，以及在向工作面停止供入新鲜风流30分钟的时间内沼气浓度不超过2%的巷道。

属于沼气-空气混合物爆炸危险特别大的是：沼气浓度达到允许的最大值的巷道，以及沿瓦斯煤层和突出危险煤层掘进的巷道，或揭开这些煤层的巷道。

当生产高度集中和工作面产量很高时，防治瓦斯问题就具有特别重要的意义，A.C.布尔察科夫和H.B.诺日金建议从下列三个方面来克服通风上的障碍：（1）采用巷道通风与预先抽放煤层及邻近层中瓦斯相结合的方式，抽放工作要安排在生产之前，抽放时可综合运用微生物和化学的方法；（2）不采用巷道的积极通风，在井下造成无爆炸危险的中性大气环境；（3）用吸收氧气造成隋性环境的通风方式。

这个问题的重要组成部分是预测矿井的瓦斯危险性与预报煤和瓦斯突出。但是，已知的预测煤矿瓦斯涌出量的方法的缺点是它的单调性。为了预测瓦斯涌出量，应该事先给出会影响巷道可能的瓦斯涌出量计算结果的全部设计原则和参数。但在设计过程中，常常有必要变更某些原始资料，而在许多场合，甚至连瓦斯涌出因素本身也可能大大影响某些设计决策，因此设计人员必须预先有预测矿井瓦斯涌出量的多种方案。

近年来，在预测突出问题上有了明显的进步，各个单位拟定了一些预测方法，一些矿井组织了或将组织预测突出的队伍。但是还有明显的不足之处，即各个单位所制定的局部性预测和日常的预报的方法，包含了一系列彼此互不相关的指标和标准。

在现阶段，摆在科学和实践面前的主要任务是：在保证突出危险煤层的开采速度的同时，要防止突出所引起的不幸事件。为此必须：

知道煤层中可能发生突出的地点(危险带)；

尽最大的努力，以便在已划出的危险带防止突出的发生。能否解决这个困难而又复杂的任务，取决于防止突出措施的有效性，也取决于大量的矿山技术因素；

如果突出一旦发生，则应使之局限于一个地点，并采用一切可能的措施来提高劳动的安全性，保护工人免受这一现象的危害。

为了解决这一课题，应该广泛地运用综合措施，包括：预测突出危险性的方法，防止突出的专门方法，矿山技术和开采工艺措施。

突出危险性预测方法的任务在于：确定煤体的、能表明其突出危险性的性质、特征和状态，并在矿区、井田、煤层范围内，及时的查明突出危险带和非危险带的边界。

在预测煤体的突出危险性时，目前利用不同的原则和方法。它们各自的内容和任务都是不同的，但它们的共同点是，预测时所利用的性质、标志和特点，多少能确切地代表煤体在地压和瓦斯压力作用下遭到破坏的性能，以及从破坏的煤中涌出的瓦斯把煤抛向巷道的能力。

确定突出的威胁带和危险带，一般来说，应该在区域性预测、局部性预测和日常预报的几个阶段中实现。依次运用这些预测方法，能及时地和有根据地在设计和采矿工作的各个阶段考虑到突出危险性的因素。

为了对突出危险煤体施加积极的和有目的的作用，从而使之转化成为没有突出危险的状态，要采用专门的防止煤和瓦斯突出

的方法。

在矿井中能应用下列防止突出的专门方法：

区域性措施——超前开采解放层，通过长钻孔预防性地处理煤层（向煤层注水，并配合预先的或随后的瓦斯抽放）。

局部性措施——打超前钻孔；从巷道工作面通过钻孔向煤层注水（湿润或者水力松散）；水力冲刷超前孔洞和水力掏槽；煤层的水力挤出；通过长炮眼和钻孔对煤层爆破松动；超前支架（金属骨架）。

为了把煤层转化为非危险的状态，可以利用各种原理对煤层施加作用。但是，在所有的场合下，这些作用的最终结果，应该使得在巷道推进期间，消除煤和瓦斯突出的两个阶段发生和发展的可能，这两个阶段是：在地压作用下，工作面附近煤体的剧烈破坏，和从正在破坏及已破坏的煤中大量涌出瓦斯。

由于下列原因的结果，工作面附近的煤体丧失了迅速破坏的能力：

煤层从增高的应力下卸压；

煤体的力学性质发生变化，弹性减小、塑性增高，因此，由于煤体得到塑性变形和压出，使掘进巷道引起的增压得到解除；

通过人为地抵抗地压的方法来增高煤体的稳定性。

用下列方法排除从被地压破坏的煤体中快速涌出瓦斯的可能性：

降低煤的瓦斯含量和煤层的瓦斯压力；

增高煤体的透气性，以促进用人为造成的空洞和掘进的巷道来加速排放瓦斯；

减小巷道工作面煤体的透气性。

与防止突出的专门方法一样，采矿工艺措施的任务是预防矿井的瓦斯动力现象。

采矿工艺的措施按自己的内容分成如下三类。

第一类，包括这样一些采掘工作，尽管它们没有对准备巷道和回采巷道周围的突出煤层直接产生作用，但为在矿井中运用防

止煤和瓦斯突出的最有效的方法提供了可能。例如，煤层群的开拓方式和各煤层的开采顺序应该是这样的，以便能最大程度地促进广泛地和有效地利用预先开采解放层，对于未能从首先开采相邻煤层得到解放的含瓦斯煤层和突出煤层，其准备方式和开采方法的选择，应该首先考虑能长期地和有效地运用区域性的防止瓦斯涌出和突出的方法——通过长钻孔预先处理煤体。

第二类，是这样的采掘工作顺序，此时可有意的避免在煤层的危险带进行工作。

第三类是那些对工作面附近煤体的潜在危险直接产生作用的工艺过程。因而采掘工作必须这样进行，以便对靠近巷道工作面的煤层潜在危险带产生最小的动力作用。

在对有突出倾向的瓦斯煤层制定有效的准备方式，揭开方法，回采和掘进工艺时，通常力求考虑到对采矿工艺措施的上列要求。对于按惯例编制准备方式和开采方法的生产矿井，在编制计划和进行采掘工作时，这些要求也要予以注意。

利用区域性的和局部的防止突出措施，并用合适的采掘工艺，目前还不能完全保证防止瓦斯动力现象的发生。因此，造成矿井安全劳动条件的另一个重要因素，是矿山技术措施。这些措施的实质在于：它们对煤层不产生影响，因而，并不能降低巷道工作面附近区煤体的瓦斯突出危险性，而是由于采用各种方法和手段，防护了工人免遭瓦斯涌出和突出的危害，从而提高了劳动的安全性。

矿山技术措施包括：

安设特殊的栅栏，限制煤和瓦斯突出沿巷道的传播；

在井下安设和装备避难硐室，供给压风和氧气瓶；

利用各种技术决定，使采掘工作能在危险工作面无人的条件下进行；

保证巷道的可靠通风；

运用瓦斯防护手段，以便在发生瓦斯动力现象时提前断电；

利用隔离式自救器和其它个体防护手段。

有瓦斯突出危险煤层的采区的开拓和准备

第 1 章

对有瓦斯动力现象的瓦斯煤层的基本认识

第一节 与开采瓦斯煤层有关的现象简述

在煤层中含有各种气体(瓦斯):二氧化碳、氮气、沼气和其它气体。随着煤层埋藏深度的增加,瓦斯组成发生数量和质量上的变化,从一定的深度开始,瓦斯基本上由沼气组成(大于80%),这是沼气带上部边界的标志,从这个边界开始,随着深度的增加,煤层瓦斯压力和煤的沼气含量就增加。

在沼气带范围内开采煤层,可能伴随涌出很多的沼气。从破坏的和采落的煤中、从巷道壁、以及从上、下邻近层都会涌出沼气。

苏联的瓦斯矿井数目日益增多。如果在1956年有263个超级瓦斯矿,那么在1973年这类矿井的数目增加到344个,即占生产矿总数的46%。1973年苏联各主要煤田超级瓦斯矿所占的相对数量为:顿巴斯——58%,库兹巴斯——60%,别卓尔斯克——58%和卡拉干达——83%。

专门的研究证明,例如,对于库兹巴斯,当采掘工作转入下水平时,绝大多数的矿井将转为超级瓦斯矿,矿井瓦斯涌出量将更加增大。例如,在600米深处,安热尔斯克和列宁斯克区瓦斯最大的矿井,相对瓦斯涌出量能达到50~60米³/吨,而凯梅洛夫斯克和波罗柯比叶夫斯克-基谢列夫斯克区的矿井,则为70~80米³/吨。

对与矿井瓦斯涌出和动力现象作斗争的问题,提出了许多假

说，这些假说可分成四类：

瓦斯说；

地压或残余构造应力在发动突出中起决定性作用说；

地压和瓦斯共同作用说。

这些假说，大多数是根据对影响突出形成的个别因素（瓦斯、地压）的研究或评定作出的，而有的则是简单的推断，没有经过充分的试验和验证。

在开采煤层时发生的各种动力现象，是由不同的力的作用所造成的。

在无瓦斯矿井，动力现象或是在地压 P 的单独作用下发生的，或主要是重力 R 的作用下发生的，或是在这两种力的综合作用^①下发生的。

对于这样的矿井，根据作用力的性质和它们的综合作用，动力现象能分成四类，其中两类是简单的（ P 型或 R 型现象），此时只有一种力的作用，另两类是复杂的（ $P + R$ 型或 $R + P$ 型现象），此时有两种力作用（图1a）。因此，在类似的场合下，动力现象按其成因实质并不是多种多样的。

在开采瓦斯煤层的煤矿，本质不同的作用力增加为3个，它们是：地压 P ，重力 R 和瓦斯压力 Q 。这些力能形成15种不同类型的动力现象。

在这种情况下，如从图16中所看到的，在一种力的作用下所形成的动力现象——简单现象；两种力的作用下——复杂现象；三种力的作用下——很复杂的现象。共有3种型式的简单现象（ P 型， Q 型和 R 型现象），6种型式的复杂现象（ $P + Q$ ， $Q + P$ ， $Q + R$ ， $R + Q$ ， $R + P$ ， $P + R$ 型现象）和6种型式的很复杂现象（ $P + Q + R$ ， $Q + P + R$ ， $Q + R + P$ ， $R + P + Q$ ， $R + Q + P$ ， $P + R + Q$ 型现象）。

① 当我们说动力现象是在某一个力的作用下发生时，意思是，现象的形成主要是在这个力的作用下发生的，而这时其它力实际上只有不大的作用。在形成复杂的和非常复杂的现象时，则按作用的大小依次列出力的名称。

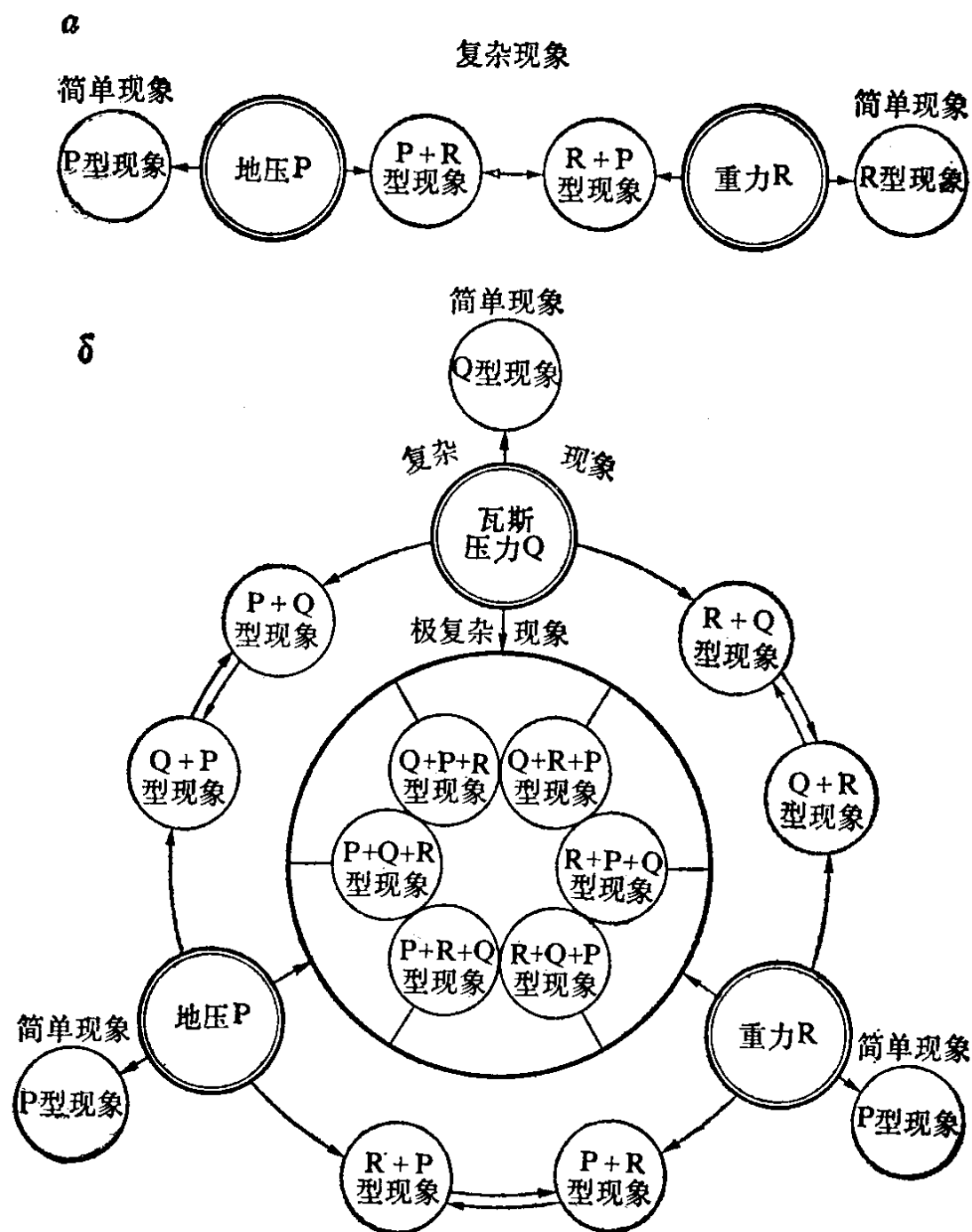


图 1 动力现象分类图

a—在无瓦斯矿井; б—在瓦斯矿井

在动力现象的多样性中,煤和瓦斯突出占有特殊的地位,并且它能具有不同的本质(例如, $Q+P$ 型现象——缓倾斜煤层平巷的突出, $R+P+Q$ 型现象——从上山工作面的突出),或在同一复杂性时具有各种成因本质和各种特性($P+R+Q$ 型现象——低瓦斯急倾斜煤层回采工作面的煤压出, $R+P+Q$ 型现

象——上山工作面的突出)。简单现象是复杂现象的局部情况。

上述分类图反映了煤矿动力现象(包括煤和瓦斯突出在内)成因的多样性。显然,这图表能用来作为制定动力现象成因分类的基础。

地压主要是参与现象的发动,地压活动的后果是支架和巷道的破坏,煤体的震动等。当在地压作用下只是煤层边缘部分遭到破坏,而破坏本身又是煤的压出,且常常明显地保持其整体性时,地压的作用是不太积极的。地压通常不大参与煤的位移。与此相反,包含在煤中的瓦斯,或者是搬迁的力量,或者是伴随的因素。这种条件在瓦斯含量高的煤层是可能产生的,例如,由于不透气岩柱的瞬时破坏,或在高速度打钻时均可能产生上述条件。

伴随动力现象的瓦斯涌出,按其强度可能是加剧的和顺便的。一般说来,用正常的通风就可消除顺便的瓦斯涌出所造成的后果,而在加剧的瓦斯涌出时,要消除毗邻巷道充满瓦斯的事,则需要较长的时间和加强通风的措施。

虽然在许多场合下人们把性质和复杂性不同的现象合在一个名字之下,但包括煤和瓦斯突出在内的多种动力现象的存在,已为实践所证实。例如,钻孔,平巷和回采工作面的突出具有一个名字——煤和瓦斯突出,然而在所有这三种场合下,成因本质是不同的。在向离巷道较远的煤体深处钻进的钻孔中,煤的突出主要是在瓦斯的作用下发生的。与钻孔相比,平巷突出时,地压和重力的作用是显著增加了,但瓦斯因素看来还保持其主导作用。在进行回采工作时,由于存在大面积的暴露空间,煤体中发生高度的应力集中,突出是在地压占优势作用和瓦斯压力、重力参与的条件发生的。后者起着从属的作用。由于在所有三种场合下,动力现象是在力的不同组合作用下发生的,它们的形成机理将是不同的,因而,防止措施也应该不同。

这样,在一般场合下,是把大量不同本质的动力现象合并突出的名字下。为了解决实际的任务,瓦斯动力现象应分成:煤和瓦斯突出,煤的突然压出伴随增高的瓦斯涌出,煤的突然冒落

伴随增高的瓦斯涌出。

第二节 巷道瓦斯涌出的来源

矿井瓦斯涌出来源于破坏的煤中、暴露的煤面、以及邻近的上覆煤层和下伏煤层。煤和岩石的渗透能力愈高，瓦斯压力和煤的瓦斯含量愈高，瓦斯涌出就愈大。

煤是有很大大空隙容积的多孔体，煤中的空隙可分为孔隙和裂隙，孔隙和裂隙的尺寸从数埃^①到数毫米。

根据多年的研究，煤的空隙按其大小可分为：

1. 直径小于100埃的超微孔隙或微孔；
2. 直径为100~1000埃的中孔；
3. 直径为 10^{-5} ~ 10^{-4} 厘米的次大孔；
4. 直径为 10^{-4} ~ 10^{-2} 厘米的大孔；
5. 尺寸为 10^{-2} 厘米以至更大的、各种成因（内生的和外生的）的肉眼可见的孔隙和裂隙。

煤的总孔隙率变动在很大的范围内，最多达到12~13%，而总的比表面积平均为200米²/克。煤的复杂结构及其化学组分，使它具有很高的吸着性和渗透能力，并决定了瓦斯在煤体中的赋存形式。

沼气以两种状态赋存于煤中：以吸附（结合）沼气状态赋存在超微孔隙和微孔隙中，以游离瓦斯状态赋存在孔隙和裂隙中。

煤吸附的沼气的量取决于一系列因素：化学成分、湿度、灰分、温度和煤体中的瓦斯压力。对未卸压煤体的吸附瓦斯量有重大影响的头四个因素，在一定的开采深度多多少少是固定的，在进行采掘工作时很少影响到它们的变化。

煤体中的瓦斯压力是决定煤中吸附沼气的量的主要因素，采掘工作会引起瓦斯压力的变化。已有的资料证明，吸附沼气的量随着瓦斯压力的增高而增大，但是沼气吸附的增长速度逐渐减缓，并在一定的压力下实际停止增长。此时，对一定种类的煤，最大吸

① 埃为长度计量单位，1埃（Å）= 10^{-8} 厘米。——译者注