

苏联 K.И.巴格林采娃等著

煤田地質勘探 瓦斯研究指南

煤炭工业部技术司对外联络处译

煤炭工业出版社

中国科学院植物研究所

植物地理学
研究论文

中国科学院植物研究所

中国科学院植物研究所

内 容 提 要

本指南系苏联来我国的地質专家 В.Н. 斯托夫包沃依同志向我国煤田地質勘探工作者推薦的参考資料。

我国在煤田地質勘探过程中对瓦斯刚开始进行研究，这方面的資料甚感缺乏，也沒有指南可以参考。由于我国煤田地質工作十年来勘探了許多新的含煤区，为了給新区的矿井建設設計提供瓦斯資料，就必須在勘探工作中进行瓦斯研究。本書正是为了配合这一工作而出版的。

本指南中包括瓦斯概述、研究方法、采样、實驗室研究、資料整理等内容。可供从事煤田地質勘探工作者在勘探工作中参考。

К.И.Багрянцева等

КРАТКОЕ МЕТОДИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО
ПО ИЗУЧЕНИЮ ГАЗОНОСНОСТИ УГОЛЬНЫХ
ПЛАСТОВ ПРИ РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТАХ

根据苏联国立煤矿技术書籍出版社 1957 年版譯

1495

煤田地質勘探瓦斯研究指南

煤炭工业部技术司对外联络处譯

*

煤炭工业出版社出版(社址：北京东长安街煤炭工业部)

北京市書刊出版业营业許可証出字第 084 号

煤炭工业出版社印刷厂排印 新华書店发行

*

开本 787×1092 公厘 $\frac{1}{32}$ 印张 $2\frac{1}{8}$ 插頁 9 字数 37,000

1960 年 6 月北京第 1 版 1960 年 6 月北京第 1 次印刷

統一書号：15035·1120 印数：0,001—3,000 册 定价：0.38 元

中譯本前言

中华人民共和国的煤田地質勘探工作正大規模地开展着。特別是近年来，随着工业、交通运输业、农业等部门的大跃进。此項工作的規模更加巨大。

国内的煤炭需要量、特别是炼焦煤的需要量急剧增长，以适应迅速发展的冶金工业的需要。

目前，采煤工业对勘探部門提出了新的要求。这些要求是，查明煤层赋存地区的自然地質条件，因为它們在很多方面决定着采煤工作的安全性，同时对劳动生产率亦有所影响。

因此，含煤地层中天然气的研究就具有极为重要的意义。

中国的大多数矿井均屬瓦斯矿井。

关于已开发煤田的瓦斯含量，目前尚有資料可循，这些資料可供在此种煤田內設計与建設新井使用。

至于新勘探的煤田，則根本沒有任何有关瓦斯含量的資料，故在这些煤田內設計新井时，无法考虑瓦斯含量这一条件。这是目前煤田勘探中的一个空白点。

大家都知道，天然气主要是由沼气、二氧化碳与氮气組成。天然气含在煤內，也含于围岩中，同时，瓦斯在煤炭中的相对含量要較围岩內大得多。

在开采过程中，煤与岩石中涌出的瓦斯进入巷道，当其浓度达到一定程度时，便使沼气-空气混合物有爆炸的

危险性。

所以，正确地设计通风系统，选择扇风机的参数、确定巷道的截面等，是很重要的工作。

预测生产矿井新水平与新建矿井的沼气含量时，天然瓦斯含量亦起着决定性的作用。这点亦表现在人工抽放煤层及其伴随层的瓦斯，以降低巷道内的瓦斯涌出量及利用这种既方便且发热量又高的燃料方面。

欲在实际上解决这项任务，就需要进行工作，以便在勘探过程中研究瓦斯含量。

到目前为止，在地质勘探工作的实践中尚没有比较成熟的瓦斯含量测定方法。本书只总结了苏联在这一问题上的经验，并可充作简明方法指南，供研究煤田瓦斯含量以消除此一空白点的地质人员参考。

根据苏联近年来的工作经验及试验，兹建议一种最能满足生产部门需要的方法——瓦斯含量直接测定法。

各种仪器采样情况的比较表明，目前宜于采用岩心钻具，它是基于提升钻具时捕捞瓦斯的原则进行工作的。

此外，书内尚介绍了煤田瓦斯的概述、样品的分布、根据地质资料整理瓦斯资料、以及采取瓦斯样品的组织。

本书不可能包括中国各种煤田地质条件下所遇到的全部问题。但是，它可以大大地帮助地质人员研究煤田的瓦斯含量，从而消除目前煤田勘探中存在的这一空白点。

编写本书时，曾参考了全苏科学研究院的方法指南。

B. H. 斯托夫包沃依

1960年2月于北京

俄文版前言

苏联各煤田的地質勘探工作为生产提供了大量丰富的資料。在鑽探过程中可以查明煤层的厚度、构造、賦存深度、頂底板特征等等。此外，通过化学分析和工业分析，还可得到有关煤質及其应用范围的資料。

采煤工业在目前給勘探部門提出了新的要求，即必須查明其中賦存煤层的自然地質条件，根据这些地質条件，在很大程度上可以預計开采工作是否安全，同时，在开发深部水平时，自然地質条件对劳动生产率也有影响。对含煤地層內天然气体的分布情况的研究在这方面具有特別重大的意义。

众所周知，天然气体，主要是沼气、二氧化碳和氮气，不仅含于煤中，而且也含于围岩中，不过煤中的相对瓦斯含量要比围岩中的瓦斯含量大得多。

在采煤过程中，从煤和岩石向外涌出的沼气不断进入到巷道里来，当达到一定浓度时，即构成沼气空气混合气体爆炸的危险。因此，正确的拟定通风系統、选择扇风机的参数，确定巷道断面及其他是很重要的。

在預測生产矿井新水平和新矿井的瓦斯涌出量問題上，天然瓦斯含量，如同对于解决人工排放煤层和随伴层瓦斯，以降低巷道沼气涌出量和利用这一既方便、发热量又高的燃料的問題一样，也同样起着决定性的作用。

要实际解决所提出的任务，就必须要在勘探过程中对煤田的瓦斯含量进行研究。

直到目前为止，还没有一种统一的、经过充分验证的在勘探过程中测定煤层瓦斯含量（沼气含量）的方法。这里所推荐的“指南”，就实质来说是一种供从事瓦斯研究工作的地质人员在制订简明方法的首次尝试。

根据近年来的工作经验和所做过的试验，建议采用最能满足生产部门要求的直接测定瓦斯含量的方法。用此法时，根据1956年夏在卡拉岡达煤田用各种仪器采样比较的结果，目前采用提钻具时能采出瓦斯的岩心管是合理的。

除此以外，该“指南”还包括有关煤田瓦斯的一般介绍、样品分布问题、地质资料整理和瓦斯取样的组织等内容。

毫无疑问，该“指南”并没有包括在各种地质条件下可能遇到的所有问题，但是，它对于从事煤田瓦斯研究工作的地质工作者定有很大的帮助。

煤田地質勘探总局局长 李特維諾夫

目 录

中譯本前言

俄文版前言

第一章 煤田瓦斯概述	7
§1. 含煤地层內的瓦斯成分及其形成的主要原因	7
§2. 瓦斯在煤层与围岩內的存在形式	8
§3. 瓦斯的迁移与分带	10
§4. 影响瓦斯分布的地質因素	11
§5. 瓦斯含量与瓦斯湧出量的概念	17
第二章 地質勘探过程中瓦斯含量的研究方法	18
§6. 現行測定瓦斯含量的方法	18
§7. 在勘探过程中所推荐采用的方法	20
第三章 采样工作	32
§8. 用真空容器及仪器在鑽孔上采取直接測定瓦斯 含量用的样品的数量及分布	32
§9. 围岩采样	37
§10. 資料收集及巷道煤层采样	38
第四章 實驗室研究	39
§11. 样品中瓦斯的收取	40
§12. 瓦斯分析	45
第五章 資料整理	58
§13. 分析的系統化	58
§14. 图表的編制	58
§15. 瓦斯含量总结的內容	63
§16. 工作組織	64

第一章 煤田瓦斯概述

§1 含煤地层内的瓦斯成分及其形成的主要原因

目前，根据苏联在若干大煤田内所进行的一系列研究工作，可以肯定，含煤地层内的天然气包括下列成份：沼气、氮气、二氧化碳、重碳氢化合物与极少见的一氧化碳。

煤田瓦斯中最常见的成份是沼气、氮气与二氧化碳。

研究瓦斯情况时，应特别注意可燃成份，它们可在矿井空气中能形成爆炸性的混合物。

煤田瓦斯的成因与含煤地层的沉积及地质发展的历史紧密相关。植物物质的成煤过程可画分成几个阶段，这几个阶段对瓦斯的生成肯定都起着某种作用。其中以煤的区域变质时期起着主要的作用，因为当时在高温与高压下能形成大量的沼气。

整个成煤时期中所产生的天然气是很多的。但是，现在的沼气含量是根据多种方式的长期放气作用后所残留在含煤地层内的瓦斯测定的。

掌握了煤田天然气的一般形成规律后，便可研究主要瓦斯成份的成因。

沼气，大部分与高温高压下所发生的煤炭变质过程有关。但是，也有少量的沼气是由于成煤时期中期的生物化学作用形成的。

氮 它是含煤地层上部的主要成份，系由空气进入含煤地层内而聚积生成的。在不受大气影响的深部中的氮，与有机物质分介出的氮及成煤过程中残存的气体有关。

二氧化碳 它是由于煤炭氧化，以及煤层中残存有气体与有机物残骸发酵而生成的。

§ 2. 瓦斯在煤层与围岩内的存在形式

瓦斯在煤层内有两种主要的存在形式：

游离瓦斯存留在孔隙、及各种空洞与裂隙中。它在煤与岩石中的含量取决于孔隙率、裂隙及瓦斯所受的压力。如岩石的孔隙和裂隙在某种程度上为水所充满，则含在空洞内的瓦斯量亦相应地减少。煤与岩石中的游离瓦斯含量，在正常情况下是不大的，但在高压下，瓦斯含量正是由游离瓦斯决定的。

吸着作用——气态物质或可溶性物质被其周围环境中的固态或液态物质所吸收的作用。

吸着作用可分为三种：吸收作用、吸附作用与化学吸着作用。

吸收作用：溶液或瓦斯混合物中物质为全部固体或液体（吸收剂）所吸收的作用，同时被吸收的物质的吸收过程是均匀的。

吸附作用：气体或液态物质被其它介质表面层所吸收的作用；被吸收物集中在吸收剂微粒的表面层上。

化学吸着作用：是由气态与固态或液态物质的化学反应而产生的吸收作用。

对于煤这种具有很大的内表面的物质说来，吸附作用的意义最大，吸收作用的意义则相当小，仅在高压下才有。

固体的表面愈大，则其吸附能力愈强，在正常情况下，仅可保持一个吸附分子层，如瓦斯过冷或处于高压下，则可发生多层吸附作用。由此可明显地看出，介质的吸附能力与其说是取决于空洞的容积，还不如说是取决于空洞的形状和大小，因为它们决定着物体的有效面积。

对各种变质程度煤炭的吸着能力的研究证明，在它们之间有着直接的关系。已经查明，烟煤吸着沼气的能力与其变质程度的增长成正比，因为后一作用可导致有效面积与煤炭总孔隙率的增大。

围岩孔隙率的性质不同于煤炭。围岩中的空洞较大，其总表面积较煤炭为小。总之，岩石的吸着能力大大低于煤炭的吸着能力。围岩的瓦斯含量基本上是由游离瓦斯的含量决定的。

煤炭吸着各种气体的能力不一，Г.Д.里丁指出：“如将煤炭吸着氮的能力定为一，则它吸收其它气体的能力可大致用下列数值表示：氦——0.01、氢——0.15、氩——0.75、氧——1.3、沼气——3.4、二氧化碳——8.0、氨——21.8”。

当其它条件相同时，煤所吸着的瓦斯量随压力的增大及温度的降低而增加。

当承受60—70个大气压以下时，煤中的大部分瓦斯都处于吸着状态。压力继续增加，当压力达100—200个大气压时，实际上即达到极限。被吸着的瓦斯量即缓慢增长。

压力再增大时，煤炭瓦斯容量的增长将主要决定于空洞内游离瓦斯的压缩。所以，随着深度及压力的加大，煤与岩石的瓦斯含量的差别将会减小，而煤及岩石在瓦斯涌出方面的作用则略微增大。

§ 3. 瓦斯的迁移与分带

含煤地层的长期形成过程既伴随有瓦斯在变质过程中的形成，也伴随有煤田由于沼气向地表面移动（即向低压方面）而产生的放气作用。变质生成的瓦斯的迁移，主要是沼气的迁移，发生于含煤地层内部的气体作相向运动时。这种主要发生在煤层内的移动，能导致空气中的气体和变质的气体有规律地分布。

此种规律表现在瓦斯分带上，瓦斯带在垂直方向上互相交替，主要成份并具有一定的比例。

含煤地层的上部通常不含有沼气、而富含二氧化碳与氮气；在含煤地层的下部，随着深度的加大，沼气量亦增大，而二氧化碳与氮气的含量则急剧减少。瓦斯带首先是由 Г.Д. 里丁划分的，其后许多研究人员曾作过修正。

目前可建议采用下列的分带方法：

(1) 二氧化碳氮气带：氮气占 80—100%，二氧化碳占 10—20%，没有沼气；

(2) 沼气氮气带：沼气少于 50%，氮气大于 50%；

(3) 氮气沼气带：沼气的含量为 50—70%，而氮气的含量则相应地占 50—30%；

(4) 沼气带：沼气的含量大于 70%，而其余则是氮气

及其它成份。

§ 4. 影响瓦斯分布的地質因素

瓦斯在含煤地层内的分布极不均匀，具有一定的规律性，并受地質因素的控制。

决定煤层现在瓦斯含量的最重要因素是：煤田的地質构造性質、断裂、复盖层、围岩的岩性及地下水。

褶皱构造的性質对天然气的分布具有决定性的意义。煤层在背斜与向斜褶皱内的沼气排放程度是不一样的，因为沼气从这些构造向地表移动的条件是不相同的。

煤层在褶皱各部分内的放气作用强度取决于煤层的构造。

通常，向斜軸部的瓦斯含量較同一深度的背斜端部为少（图1）。

向斜构造的两翼由于傾角不一而具有不同的瓦斯含量，在緩傾斜煤层内，瓦斯的迁移較急傾斜煤层为慢，所以沼气带永远靠近地表。

在背斜构造内，构成軸部但不出露于地表的煤层中的瓦斯含量，較构成其翼部但通向地表的煤层为大。

断裂在某种情况下可促进瓦斯的聚集，在另一种情况下却相反，可导致含煤地层瓦斯含量的急剧减小。

确定断裂在瓦斯移动和分布方面的作用的主要标志，就是断裂带的对瓦斯的渗透性能。由于断裂性質、断裂带本身的寬度、以及构成断裂带岩石的成份、破碎程度与致密程度的不同，个别断裂可能具有不同程度的渗透性能。

断裂带的透瓦斯性亦取决于断裂在构造中的位置，因为断裂的影响性质是由断裂及岩石的走向关系决定的。

根据透瓦斯性可将断裂划分为实际不透瓦斯、易透瓦斯及渗透性随倾斜变化的三种。

(1) 实际不透透瓦斯的断裂在地质构造(指岩层走向)上的位置不一，因此又可分为纵向和斜向两种。分析上述断裂对煤炭瓦斯饱和度的影响即可看出，断裂在围岩中的位置，特别是断裂与含煤地层本身的关系具有很大的意义。

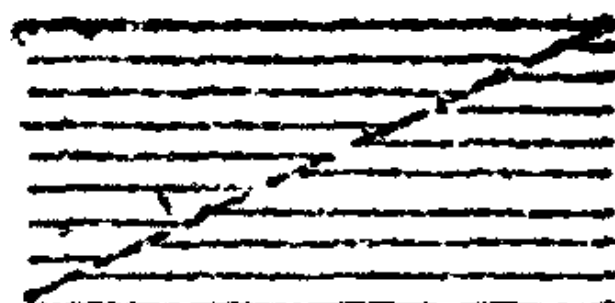
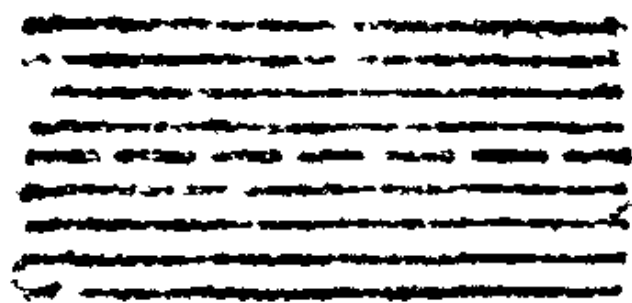
由图2中可看出，纵向及斜向断裂对含煤地层瓦斯含量的影响，是由岩层与断裂的倾角决定的。在各种情况下(图2的1、2、4、5与6的情况)，当通向地表的煤层，因受断层的影响而与其深部水平隔绝时，它们受到深部的排放沼气作用，因为一方面沼气当沿煤层移动时，可能自由地通入大气中，而另一方面，也没有补给来源。断裂带似乎是一个不透瓦斯带，它可作为特种屏障，以阻碍沼气由深部的没有放过气体的水平向这方移动。

赋存在另一翼且与不透透瓦斯的断裂带相接触的那一部分煤层，由于与地表隔绝，反而在颇大的程度上保存了其原来的瓦斯量，有时由于瓦斯自深部经常涌入而具有较高的瓦斯含量。所以，无论是断层的上盘或是下盘，都有可能成为既利于保存瓦斯又利于聚集瓦斯的条件。在不透透瓦斯的断裂所隔绝的煤层内发育的小裂隙，亦可导致瓦斯的自由溢出。当有数个此种断裂时，即形成隔绝区，此区内与地表没有联系的煤层则在颇大的程度上保存了其原

平面图

$\alpha = 0$

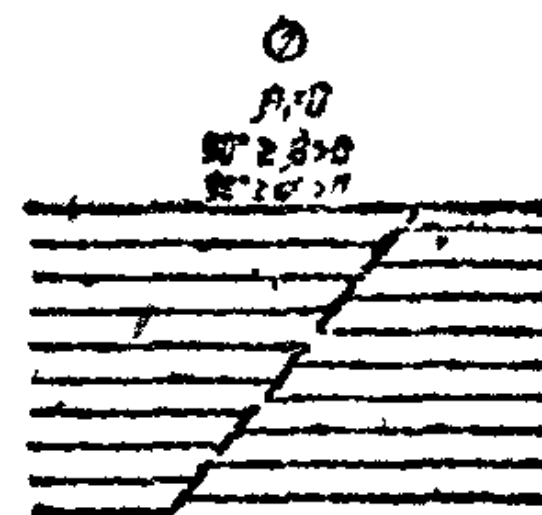
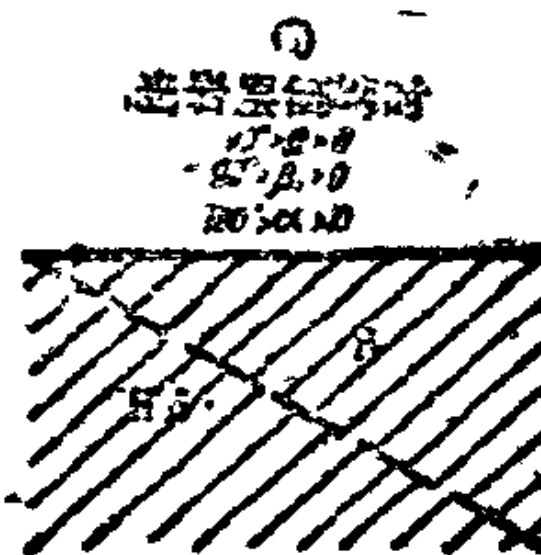
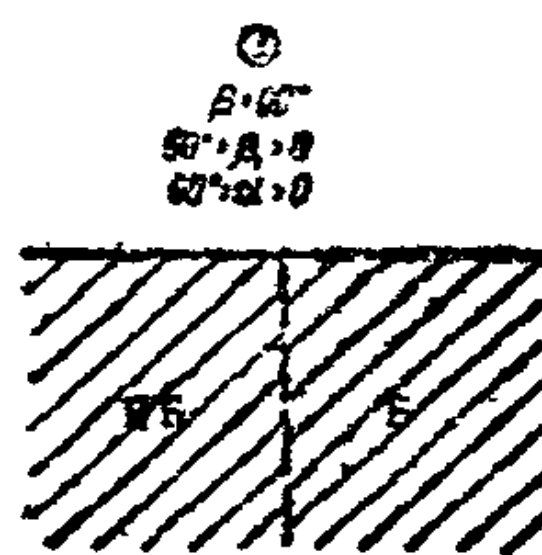
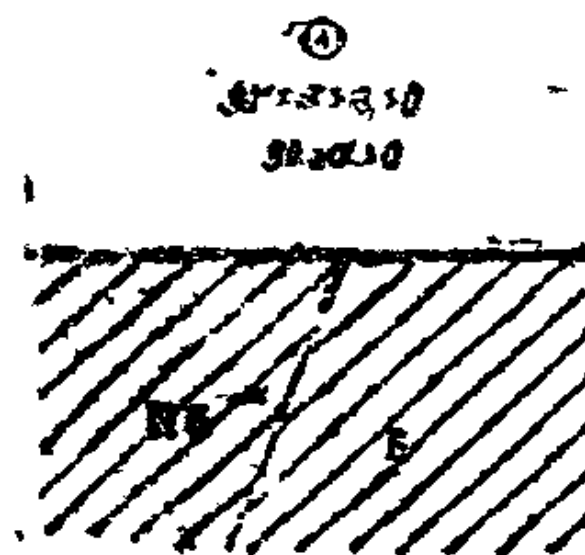
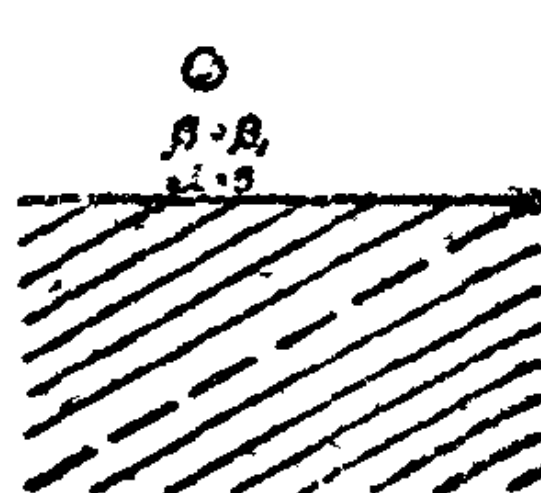
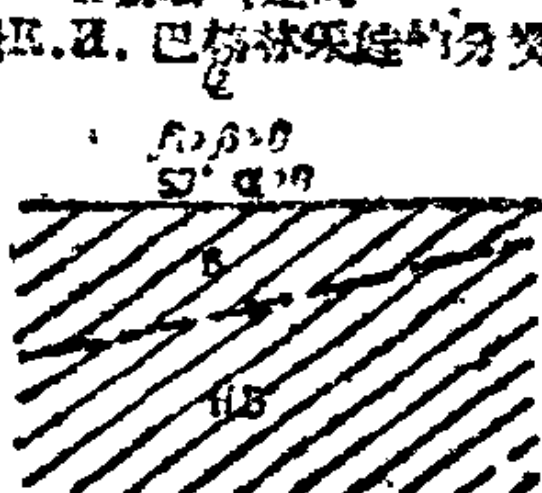
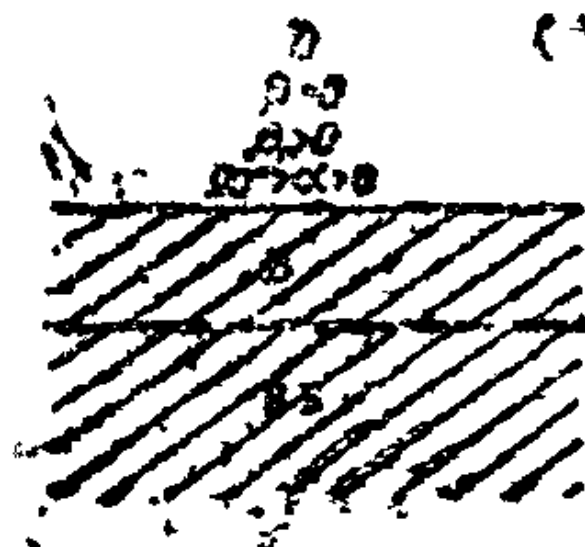
$\alpha = 60^\circ$



剖面图

垂直岩层走向

(按图 2.2. 巴林采煤区分类)



- 利于煤层瓦斯逸出的断层翼
- 不利于煤层瓦斯逸出的断层翼
- 断层
- β 断层面倾角

- β 岩层倾角
- α 断层面倾向与岩层倾向之间的夹角
- α 断层面走向与岩层走向之间的夹角

图 2 掩闭式断层对瓦斯分布的影响

来的沼气含量，因为此时只发生瓦斯垂直于岩石层理面的移动，而这种移动在实际上是很微小的。

(2) 易透瓦斯的断裂是利于放气作用的断裂，因为瓦斯可在断层带内自由地移动。这些断裂既可能是正断层，也可能是与岩层走向相交的逆掩断层。

最利于含煤地层放气作用的断层是正断层，它在缺乏厚复盖层的情况下，永远为瓦斯涌向地表创造有利的条件。瓦斯亦常通过断裂带发生渗入现象，因此断层的上下盘具有相同的放气作用（图3）。所以，此种断裂的放气作用与上述不渗透瓦斯的断层的区别处在于，前者不取决于含煤地层与断层本身的相互之间的位置关系。

在含煤地层内有这种与地表隔绝的断裂时，就聚积有大量的瓦斯，在巷道中遇有这种断裂时，即产生强烈的瓦斯喷出现象。

(3) 渗透性变化的断裂，沿断层倾向方向兼有开口断裂与封闭断裂的混合性质。这些断裂对天然气分布的影响，在颇大的程度上取决于它们在性质构造中的位置。

在结论中应当指出，各种断裂的性质，以及它们在改变含煤地层瓦斯含量方面的意义不是沿走向固定不变的，而是随着下列地质条件而变化，如：断层形成的力学作用、生成时代以及在煤田构造中的位置等。

当岩石变质程度浅、构造简单，且地层产状平缓时，围岩的岩性具有特殊的意义（图4），因为瓦斯在缓倾斜煤层内的移动较在急倾斜煤层中困难。因此，瓦斯自煤层向围岩内的迁移及沿层理面向地面的溢出，在放气过程中