

煤层瓦斯预测图 编制方法

〔苏联〕B. A. 叶弗列莫夫 著

中国工业出版社

煤层瓦斯预测图 编制方法

〔苏联〕 K. A. 叶弗列莫夫 著

吴 荣 祥 译

中国工业出版社

这本书叙述了煤矿井田勘探时的煤层瓦斯取样方法，编图原始数据的确定，以及编图的原则及程序。还分析了影响编图的地质因素。书末附有三个地区的编图实例。

这本书可供煤田地质勘探瓦斯研究人员及煤矿生产矿井瓦斯研究人员参考。

К. А. Ефремов
МЕТОД СОСТАВЛЕНИЯ
КАРТ ПРОГНОЗА
ГАЗОНОСНОСТИ
УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ
ГОСГОРТЕХИЗДАТ МОСКВА 1961

* * *
煤层瓦斯预测图编制方法
吴荣祥 译

煤炭工业部书刊编辑室编辑（北京东长安街煤炭工业部大楼）

中国工业出版社出版（北京左斜街10号）

北京市书刊出版业营业许可出字第110号

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行，各地新华书店经售

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ ·印张 $3^{1/8}$ ·插页2·字数71,000

1966年1月北京第一版·1966年1月北京第一次印刷

印数0001—1,900·定价(科六)0.50元

*
统一书号：15165·4234(煤炭-330)

目 录

緒 論	1
第一章 煤产地各种瓦斯图的編制工作分析	3
編制瓦斯图的必要性以及对庫茲巴斯煤层	
瓦斯含量预测图提出的基本要求	3
煤产地各种瓦斯图的分类	4
煤层残余瓦斯含量图	4
煤层推测瓦斯含量图	7
煤层瓦斯压力图	9
矿井瓦斯涌出量图	9
瓦斯带图	11
苏联各煤田煤层瓦斯图編制工作现状	12
第二章 編图原始数据的确定	14
野外工作和实验室工作	14
原始数据的数学处理	25
第三章 編制煤层瓦斯含量预测图的基本原则	51
第四章 排出沼气的煤带	53
庫茲巴斯煤层瓦斯分带的特性	53
排出沼气煤带在煤层瓦斯含量预测图上的画法	55
第五章 等瓦斯綫	57
第六章 等瓦斯綫外推时应考虑的地质因素	59
取样点范围以外等瓦斯綫的繪制原則	59
等瓦斯綫外推原則的总结	69
第七章 煤层瓦斯含量预测图編制的程序	71
第八章 編图的实例	75
概述	75
克拉斯諾雅爾斯克 1 号区段	75
阿賓斯克北部区段	79

IV

尼基金产地	81
結束語	86
附 表	87
参考文献	92

緒 論

消除矿井瓦斯爆炸的可能，具有重大的意义，因为，随着开拓深度的增加和矿井生产能力的增长，这个问题就日益显得迫切。表1列举了庫茲巴斯矿井瓦斯涌出量的变动情况。从表1可以看出，庫茲巴斯矿井瓦斯涌出量大为升高。

表 1

矿 井 瓦 斯 級 別	各 級 矿 井 的 百 分 比				备 注
	1941年	1947年	1953年	1959年	
超 級	7	15	24	31	1941—1947年間的 材料，是根据Г.Д.里 金的資料。1953— 1959年的材料是根据 原始資料。
Ⅲ 級	5	9	6	14	
Ⅱ 級	7	8	21	17	
Ⅰ 級	47	51	49	38	
无瓦斯	34	17	—	—	

仅在最近六年間，超級瓦斯矿井数量在煤田內增加6个，現在一共有24个了。

通常，庫茲巴斯矿井瓦斯涌出量是設計通风时的决定因素。

在若干情況下，确定通风的合理参数，选择产地的开拓方法、开采方法及开采要素，选择矿山压力的管理方法，設計主要巷道截面大小等，都与矿井瓦斯涌出量有关。由此可見，在庫茲巴斯煤层現代开采的条件下，瓦斯涌出量的預測就成为新矿井設計或改建矿井設計不可分割的一部分。

从文献資料可知，巷道瓦斯涌出量的預測方法有好几种。实际測定煤层自然瓦斯含量的方法比其他所有方法有更大的优越性。

現在，在苏联大部分煤田，在詳細勘探时都要进行煤层瓦斯取样。可是，不能仅仅局限在根据个别选定的钻孔測定瓦斯含量。还必须查明勘探的井田范围内瓦斯含量沿煤层走向和傾向变化的基本規律。为了完成这一任务，必須充分利用地质底图上一切取样的結果，同时还要考虑到各种自然因素对煤层瓦斯含量变化的影响。不然的話，資料無論怎样进行归納，必然会得出平均的指标，会把特殊規律当作普遍規律。这样，不仅会使得取样的直接結果（所确定的煤层瓦斯含量）失去意义，而且还会使后来的最終結論，即巷道瓦斯涌出量的預測失去意义。因为图是規律的明显反映，将取样結果繪在图上，是取样結果系統化的方式。因此，煤层瓦斯取样應該滿足于所得資料归納成图的要求，即在地质图上反映出煤层瓦斯含量。

取样点上标有煤层实际瓦斯含量的上述图件，是未研究地区煤层瓦斯含量預測的基础。

对于煤层瓦斯含量預測图的編制方法的研究，会使勘探区段含煤沉积瓦斯含量的結論的拟定程序发生根本变化。到目前为止，在庫茲巴斯以及苏联其他不少煤田，这样的結論是在偶然資料以及这些資料的主观解释的基础上作出的，有时，連这样的結論都沒有。今后，瓦斯图以及图的文字說明部分一定成为有关詳細勘探和补充勘探地下开采区段的地质报告的組成部分。

对煤井設計人員來說，煤层瓦斯含量預測图首先是一份矿井瓦斯涌出量預測的現成的系統の原始材料。此外，这些图还可以用来設計含瓦斯最多的煤层的抽放工作，同时能确定可能利用的沼氣儲量。

第一章 煤产地各种瓦斯图的編制工作分析

編制瓦斯图的必要性以及对庫茲巴斯煤层 瓦斯含量預測图提出的基本要求

庫茲巴斯煤层的含瓦斯情况，愈来愈有必要仔細按下列的要求加以研究：

图的内容应当与图的用途相适应，即应当把图用作預測矿井瓦斯涌出量的原始图件；

鉴定原始資料和用图解法整理資料的方法，应当是广大的地质队工作人員能掌握的。如果說，第一个要求是分析每个設計人員（不是研究含瓦斯情况的专家）能否利用現成的图件，那末，第二个要求則涉及每个地质人員（区段勘探工作报告的編写者）能否編制这种图的問題；

必須使原始資料的可靠程度最大限度地与現代技术手段的发展水平相适应；

一切經驗論点都應該立足于具体資料之上，这是由于庫茲巴斯含煤沉积形成的条件有自己明显的特征的原故。

庫茲巴斯的特征之一是：該煤田的一大部分含煤沉积是由煤岩成分复杂的厚煤层組成的。这样的煤层，如“內”Ⅳ煤层、“燒焦”煤层、卢都金煤层、普罗可比也夫斯克-基謝列夫斯克区的“厚”煤层、开密罗沃区的开密罗沃和伏尔科夫斯克等煤层，在个别一些地段厚达8~20米，而其中有些煤层甚至达40米，有时煤层是由15~20个分层組成，这些分层可以根据煤岩的肉眼特征加以区分。显然，确定这类煤层瓦斯含量的方法应当有自己的特点。

庫茲巴斯的另一个特点是，褶皱和断展的构造形态多种多样

样。其中，褶皱对地质历史上的煤层瓦斯的逸散程度有影响，断层则影响到煤层瓦斯的保存程度。

絕大多數的庫茲巴斯地质工业区的地层剖面的富煤系数都很高，同时，由于煤层埋藏的地层深度和煤层褶皱构造不同，煤层的变质程度也有所变化，并且往往煤层的灰分也不稳定。

因此，在庫茲巴斯条件下，不能搬用其他煤田在研究煤层含瓦斯情况和編制瓦斯含量图方面所确定的方法原則。所以，为了解决提出的問題，对不同煤产地瓦斯图的編制工作将进行概述及分析。

煤产地各种瓦斯图的分类

瓦斯图是表現煤层沼气和其他气体的分布規律的。依据原始数据性质和研究方法的不同，这些图之間有很大的区别。

瓦斯图表示的对象，是煤产地瓦斯图編制方法分类的一个最明显的标志。这一标志的变化在一定程度上反映了这个問題发展的全部历史过程。在不同时期內，編制瓦斯图的内容有：煤层残余瓦斯含量；煤层推测瓦斯含量；巷道内测的煤层瓦斯压力；煤矿井的瓦斯涌出量；瓦斯带；取样点上煤层的实际瓦斯含量，以及根据煤层的实际瓦斯含量所确定的图上其他地区的预测瓦斯含量。

煤层残余瓦斯含量图

长期以来，均认为煤层中包括沼气在內的瓦斯的定量分布是一种偶然現象，没有任何的規律可循。将近30年前，Л. И. 貝科夫认为有可能查明煤层瓦斯含量沿走向和傾向变化的性质。为了檢驗这个假說，在矿井中将煤样装入專門的烧瓶內。然后，在實驗室中确定煤样的残余瓦斯含量，并将該含量的数据画到开采平面图上。結果，在很大面积上可以看到瓦斯含量随深度有規律的增长，即近乎直线的增长，还可看到瓦斯含量受其他因素的影响而沿走向变化的情况。

于是，就証明了煤层瓦斯含量图的編制不仅是可能的，而且对确定巷道預計瓦斯涌出量也是必需的。

为了証实这个結論，И. И. 貝科夫对于馬基耶夫煤层編制了残余瓦斯含量的等值线图（图 1）。这些线称为等瓦斯线。

残余瓦斯含量等值线的繪制方法有两个主要缺点：一是残余瓦斯含量的数据与煤炭瓦斯排出量之間的联系及編制两者的換算标尺問題沒有得到解决，因此，根据这些图只能大致判断开拓区段和开拓水平中的瓦斯含量等級；二是由于样品密封前煤层中瓦斯的損耗量是不知道的，而且又不稳定，故收集原始数据虽化费了不少人力物力，但数据的精确度不高。

A. И. 克拉夫卓夫^①也以煤样的残余瓦斯含量作为編制頓巴斯和庫茲巴斯煤层瓦斯含量图的原始資料。在钻孔用套管取样；在矿井中于放炮后或在风鎬采煤时直接取样。将所取的样品放在專門的密封筒中，送往實驗室。在實驗室內用真空排除样品中的瓦斯；在个别情况下还以球磨机将样品粉碎。这一方法的創造者担心样品在加热时可能使放出的瓦斯的化学成分发生变化，故沒有将样品加热。

A. И. 克拉夫卓夫根据所得数据編制了比例尺为 1:200000 的瓦斯含量图。在庫茲巴斯，在逐水平平面图上編制了 0~200 米、200~300 米和 300~500 米深度的三种图。

根据取样数据編制煤层瓦斯含量預測图的原則，在很大程度上符合勘探部門的要求。应该指出，方法的优点是詳細統計了影响煤产地瓦斯含量的不少地质和水文地质因素。但是，根据发表的資料来看，A. И. 克拉夫卓夫还没有掌握进一步編图的方法；关于这一部分的結論，他在很大程度上以推論作为根据，并且其結論对編制瓦斯图的人員沒有提出实用的建議。此外，方法还有若干缺点：根据上述比例尺的图只能非常近似地估計个别設計的井田范围内可能有的瓦斯泄出量的大小；取样时瓦斯的損耗量不

① 在 A. И. 克拉夫卓夫的专著中沒有发表这些图。

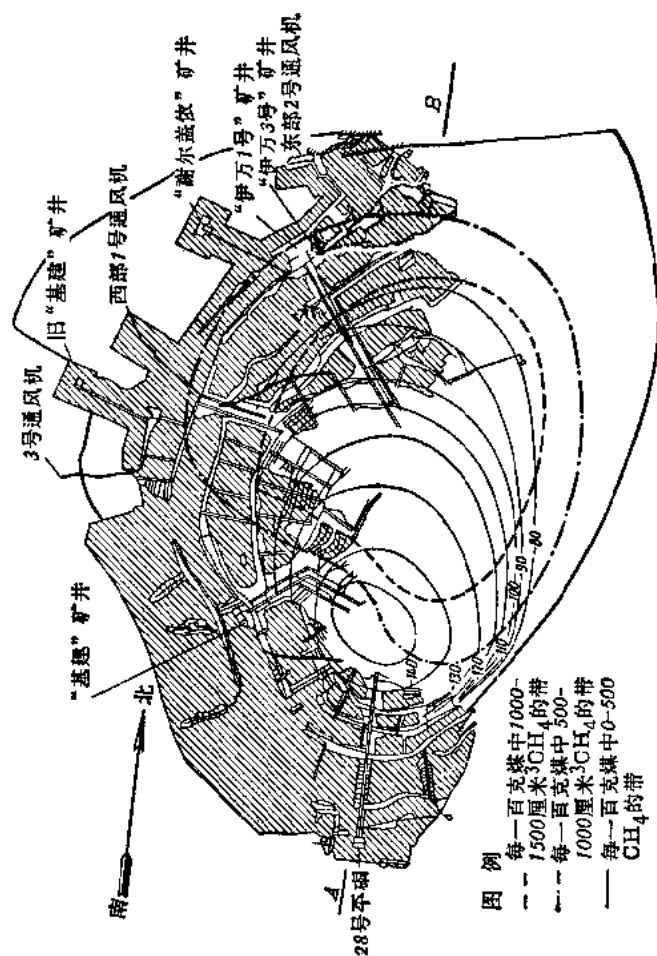


图 1 根据貝科夫假說編制的馬基耶夫煤层等瓦斯线图

定，而这会使瓦斯含量值之间的对比发生困难。在实验室中煤心排出瓦斯的条件和开采时煤层泄出瓦斯的条件的差别很大，以致用某种类比法把煤层的瓦斯含量折算成矿井预测的瓦斯涌出量时，不太可靠。最后，还对瓦斯泄出的基本来源之一，即上下被采动的煤层和夹层的作用估计不足。

煤层推测瓦斯含量图

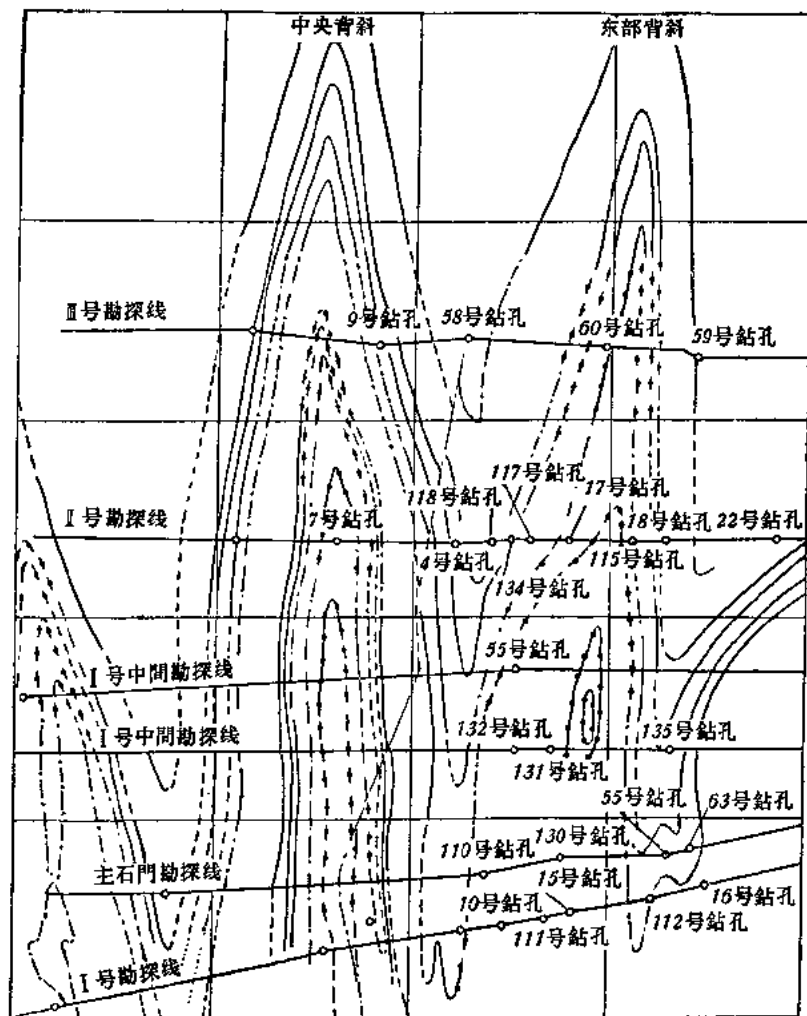
И. М. 彼丘克编制了煤层瓦斯含量图，图中瓦斯含量是没有经过试验工作而测定的；这种图是庫茲巴斯許多通风困难矿井《瓦斯評議书》的附图。根据埋藏深度、煤的牌号、覆盖岩层的性质、第四纪沉积的厚度和褶皱、断裂等构造形态，利用编制的表格计算了瓦斯含量值。瓦斯含量以图例形式表示在图上，这种图例（是虚线或有色线）对于每个等于 $5 \text{ 米}^3/\text{吨}$ 的间隔是不同的，并且以 $1:5000$ 的比例尺画在井田开采平面图上（图 2）。

这项工作只是编图的一种尝试，这种图直接反映了计算巷道瓦斯涌出量的原始数据。彼丘克在将煤层瓦斯含量换算成巷道瓦斯涌出量时，利用了一些系数，这些系数与开采系统和煤的采掘方法有关。后来，他根据一些资料，导出了计算瓦斯泄出量的微分公式。

如果通过实际取样所获得的煤层瓦斯含量数据较为精确，则这些图就与其用途相符合，而能作为设计矿井通风的原始资料来应用（在庫茲巴斯，А. Ф. 卡拉塔耶夫提出了类似的綜合法，可是这种方法不曾获得实际应用）。

必须指出，通过推论所编制的测定瓦斯含量的表格中有許多任意的假设，而在表格中煤层瓦斯含量受不同因素影响发生的变化是突然的。此外，逐水平开采平面图上煤层瓦斯含量的表示方式不能认为是清楚的，因为它不能使人清楚地認識井田内煤层瓦斯含量变化与地质条件之间的联系。

为了评价 И. М. 彼丘克提出的编写《瓦斯評議书》的方法，曾将计算的煤层瓦斯含量和实际瓦斯含量进行了比較。实际瓦斯



- 图例:
- 瓦斯含量超过 $20\text{米}^3/\text{吨}$
 - 瓦斯含量从 15 到 $20\text{米}^3/\text{吨}$
 - 瓦斯含量从 10 到 $15\text{米}^3/\text{吨}$
 - 瓦斯含量从 5 到 $10\text{米}^3/\text{吨}$
 - 瓦斯含量从 1 到 $5\text{米}^3/\text{吨}$
 - 瓦斯含量从 0 到 $1\text{米}^3/\text{吨}$
 - 瓦斯含量不明的煤层分布区

图 2 彼丘克所编制的推测的煤层瓦斯含量图样 (庫茲巴斯古比雪夫煤炭托拉斯的奥尔索尼启则矿井)

含量是按照第二章叙述的方法对煤心测定的。在大多数情况下，两者偏差不超过 ± 5 米³/吨。在300米以上深处以及在100米~150米深处煤层断裂的地方，两者偏差较大。这时，计算的煤层瓦斯含量偏高。

此外，在区段地层剖面中的个别煤层的瓦斯含量，比起其相邻煤层有时高出很多（例如，波累薩耶夫斯克-1号煤层、納特巴卡依姆斯克煤层、維列杰諾夫斯克煤层等就是这样的煤层），这种情况在计算时是无法估计到的。

随着庫茲巴斯煤层瓦斯含量实际资料的逐渐积累，И. М. 彼丘克方法的某些原理可以进一步精确起来，并且可以用来编制煤层瓦斯含量预测图。

煤层瓦斯压力图

1946年，B. И. 克拉維茨和B. B. 帖帖烈文科夫编制了頓巴斯契斯佳科夫斯克盆地南翼德朗諾夫斯克无烟煤层瓦斯含量预测图。编图的原始资料是用专门仪器在巷道钻孔中测得的煤体中瓦斯压力值。压力值在德朗諾夫斯克煤层的综合构造等高线底图上表示出来。瓦斯压力相同的点以等值线相连；除压力值以外，还指出相应的瓦斯含量，该含量相当于测定煤体瓦斯压力的煤的瓦斯容量，是在实验室中测定的。

煤层瓦斯压力图直接用来预测生产矿井下部层位的瓦斯涌出量。

可是，这种方法的使用还没有超出科学研究的范围，这是由于确定原始数据的工作量大，并且对自然因素影响的研究不足所造成的。

矿井瓦斯涌出量图

在编制煤层瓦斯含量图的同时，还研究了将巷道瓦斯涌出量值画到图上，计算瓦斯矿井通风的原始数据作图的方法问题。

这些数据，无论是实测的，还是预测的，都以下列方式表示

在图上:

在大面积的开采平面图上, 每隔 $5\text{米}^3/\text{吨}$ (每昼夜采煤量) 的间隔以不同颜色表示;

在个别井田的逐水平开采平面图上, 用数字表示;

在开采平面图和煤层构造图上, 以等瓦斯涌出量线 (“等涌出量线”) 表示。

用第一种方法编制了顿巴斯五个水平的瓦斯涌出量图, 其比例尺为1英寸相当于10俄里。这些图的编制是收集并分析顿巴斯矿井瓦斯涌出量资料的大量工作的最终阶段。

用第二种方法编制了库兹巴斯几个矿井的瓦斯涌出量图, 图上画有按矿井瓦斯等级的测定资料算出的平均绝对瓦斯涌出量值。这个方法还规定, 该瓦斯图应当不断根据矿井通风工作的资料来补充。

用第三种方法绘制了卡拉干达煤田“工业”区上马里安纳煤层矿井的等瓦斯涌出量线图 (图3)。必须指出, 只有在某些煤田和煤区由于某种原因不可能在勘探时测定煤层瓦斯含量的情况

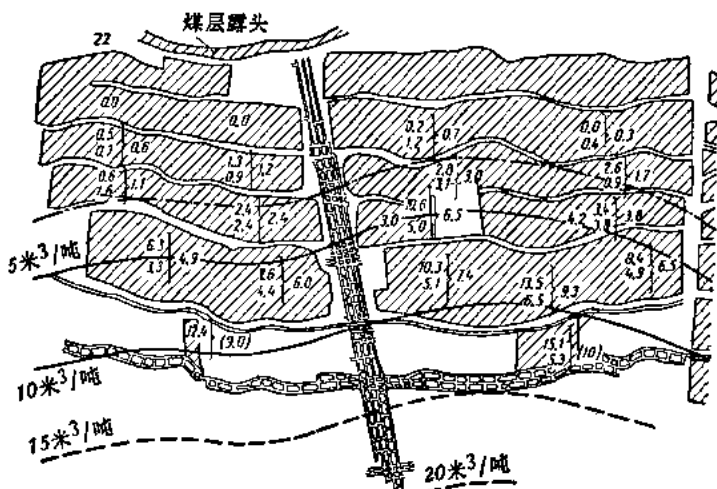


图3 Г.Д.里金编制的矿井瓦斯涌出量等值线图 (卡拉干达煤炭公司, 20号矿井, 上马里安纳煤层)

下，才采用矿山統計方法。

根据矿山統計法作出的瓦斯涌出量图有下列缺点：直线外推公式只考虑到开采深度一个因素；由矿山統計法所测定的平均瓦斯涌出量值还不能作为計算矿井通风的原始数据；不是在任何情况下瓦斯涌出量的增长都是直线状，按研究資料来看更是这样，如在某些煤田（卡拉干达、叶戈尔申諾及其他等），甚至在远远不到1000米的深处，瓦斯涌出量增长速度就减小；确定巷道瓦斯涌出量的矿井資料有时是不可靠的。

瓦 斯 带 图

从1950年起，頓巴斯地质勘探部門便开始了測定煤层瓦斯含量的工作。由于缺乏专门的仪器，就用钻进煤层的普通套管将样品采入密封筒^①中。样品在实验室加以处理。

众所周知，煤炭中瓦斯成分随深度而異。由于空气化学成因和空气成因的瓦斯（含氮的二氧化碳）由地表向深处运动的时候，遇到由深处向地表运动的变质成因的瓦斯（沼气），于是，就形成瓦斯組份比例关系不同的地带。

苏联科学院矿业研究所的瓦斯带的分类見表2。

表 2

瓦 斯 带 名 称	組 份 含 量 (%)		
	CO ₂	N ₂	CH ₄
氮气-二氧化碳带	20—80	20—80	0—10
氮气带	0—20	80—100	0—20
氮气-沼气带	0—20	20—80	20—80
沼气带	0—10	0—20	80—100

依据所得資料的图示方式的不同，应用不同图表資料作为底图。

① 現在已研究成了取煤层样品的較完善的方法和仪器(參閱第二章)。

在表土下煤层露头图的底图上，編制了阿尔馬茲-馬利耶夫斯克区和馬克耶夫斯克盆地沼气初次出現的边界面和沼气帶图。在这些图上，繪上了一些煤心样品和矿井样品的采集点，这些点分別确定了沼气初次出現的边界或氮气-沼气帶和沼气帶之間的边界。深度标高相同的点，以等值线相联。

在繪制“紅軍”区 k_0 煤层瓦斯含量变化图时，利用煤层的构造等高线图作为底图。

这些图作为煤田勘探地段和整个地区瓦斯含量一般結論的附图。

这项工作的意义在于，以大量具体例子詳細研究了不同地质因素如何影响瓦斯含量，这些因素有：煤的变质程度、岩石的变质程度、頂板的岩石成分、煤层傾角、褶皺形态，尤其是随断层和岩石走向而異的断裂形态。

可是，对于实际应用來說，首先对于預測矿井瓦斯涌出量來說，单单在图上划分瓦斯帶是很不够的。必須确定 氮气-沼气帶和沼气帶內不同深度煤层瓦斯含量的数值。

苏联各煤田煤层瓦斯图編制工作現狀

在頓巴斯，經過若干年的研究，總結出了如下的几条編图經驗：

將瓦斯帶繪到开采平面图上；

將瓦斯帶和瓦斯含量等值线画到煤层（等高线）图上；

要編制沼气初次出現界面和沼气帶边界图；

要編制某些垂直剖面瓦斯图和逐水平开采瓦斯平面图；

巷道瓦斯涌出量随开采深度的增加而变化的图形。

在庫茲巴斯拟定新的編图方法时，参考了頓巴斯的經驗。庫茲巴斯的編图經驗証明，由于其地质条件比頓巴斯复杂，頓巴斯的經驗只能参考，不能生搬硬套。

在卡拉干达煤田，根据煤层样品定性和定量分析的結果，編制了“工业”区，楚魯巴依-努林斯克区和田帖克 斯克区 瓦斯含