

煤矿瓦斯的抽放和利用

苏联 格·德·李金等著



煤炭工业出版社

內 容 提 要

本書是在綜合分析了資本主義國家所發表的文獻資料的基礎上編寫的，簡單扼要地闡述了目前資本主義國家（英國、法國、比利時、荷蘭、西德和美國）所採用的抽放瓦斯的方法，主要參數，瓦斯排放系統的主要部件，防護裝置和檢查一測驗儀表以及排出的瓦斯的利用等等。

本書可供煤炭工業的工程技術人員、設計人員和科學工作者參考。

Г. Д. Лидин, А. Т. Айруни, А. М. Дмитриев
СПОСОБЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ
МЕТАНА УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ЗА РУБЕЖОМ

Углетехиздат Москва 1957

根據蘇聯國立煤礦技術書籍出版社1957年版譯

959

煤和瓦斯的抽放和利用

蔡 善 明 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 $\frac{1}{32}$ 印張 $3\frac{8}{16}$ 字數63,000

1959年1月北京第1版 1959年1月北京第1次印刷

統一書號：15035·605 印數：0,001—5,000冊 定價：0.43元

目 录

序 言	2
第一章 抽放矿井瓦斯的原则和方法	7
第1节 煤矿沼气泄出的主要来源	7
第2节 从正在开采煤层中抽放瓦斯	8
第3节 从采空区和旧巷抽放沼气含量高的瓦斯	11
第4节 用专门排放瓦斯道从上层煤中抽放瓦斯	16
第5节 用排放瓦斯钻孔从下层煤抽放矿井瓦斯	23
第6节 用排放瓦斯钻孔从下层采空煤层抽放 矿井瓦斯	26
第二章 瓦斯抽放系统的装备	40
第7节 瓦斯抽放系统的主要部件	40
第8节 防护器具(装置)	46
第9节 抽出的瓦斯的取样	59
第10节 检查仪表	61
第11节 瓦斯检定器	65
第12节 排放沼气的效果及其工作量	70
第13节 进行瓦斯排放工作的经济价值	78
第三章 抽出的矿井瓦斯的利用	80
第14节 矿井瓦斯用作蒸汽锅炉的燃料	81
第15节 排出的矿井瓦斯在煤气轮机内的利用	86
第16节 矿井瓦斯在内燃机内的利用	92
第17节 工业和民用中排出的矿井瓦斯的利用	96

序 言

井巷的绝对瓦斯涌出量和相对瓦斯涌出量随着煤产地开采深度的增加而增加。当开采到一定深度时，采矿巷道的瓦斯涌出量可能达到这样数值，当用地表来的空气稀释矿井瓦斯以防止泄出瓦斯的普通方法，由于风速超过采矿规程所规定的限度时，回风流中的沼气含量也将超过容许标准。例如，英国某矿的绝对瓦斯涌出量约为117000立方公尺/昼夜(81立方公尺/分)，或按重量计约为78吨(占矿井煤产量的7%)，即使风速超过标准时，总回风流中的瓦斯含量也大于1%。

在许多国家内的观察结果，业已确定，沼气进入井巷的主要来源有二：正在开采的煤层本身和邻近的煤层与夹层，但是，在某些矿井内，从邻近煤层涌出的沼气量超过正在开采的煤层本身的沼气涌出量2—3倍。在这些矿井的采区中，当煤层的最大瓦斯含有量为35—40立方公尺/吨时，巷道的相对瓦斯涌出量为100—130甚至367立方公尺/吨-昼夜；绝对的瓦斯涌出量达20000—29000立方公尺/昼夜，有时达85000立方公尺/昼夜。来自上层采空或下层采空的邻近煤层中的瓦斯，首先进入正在开采的煤层的采空区，然后再进入附近的通风平巷和回采工作面附近地区。煤层前进式开采时，在其他条件相同的情况下，瓦斯由采空区进入通风平巷的涌出带的长度决定于地压的管理

方法。根据加斯曼(德国人)的资料,全部陷落法时的瓦斯涌出带自回采工作面向采空区方面延长达60公尺,局部充填时达85公尺,全部人力充填时达120公尺。通常,在离开工作面20—54公尺的地方,由采空区进入通风平巷的瓦斯量最大,实际上,要到距工作面150—180公尺的地方才不再有沼气的进入。

业已确定,全部陷落法管理顶板时的瓦斯涌出量,较之采空区充填时大得很多。

瓦斯涌出最大的采区通风困难,以及因瓦斯涌出量大而引起回采工作的周期性停顿,要求采用更有效地瓦斯涌出的防止方法。最初采用的一个方法是采空区通风,并将乏风经专门掘进的巷道拂出(图1、2、3)。但是,这些措施并

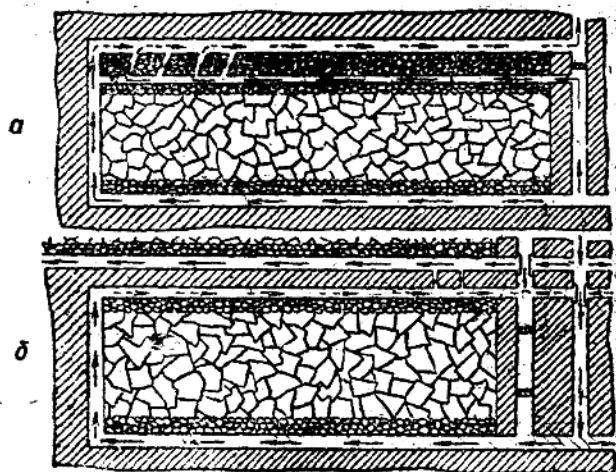


图1 乏风槽示意图

未得到良好結果，因为它不能达到这一个主要目的：降低回采工作面附近地区中的风速，从而改善劳动条件和提高安全性。用专门的瓦斯管或鑽孔（长达6公尺，直径60公厘）来抽放沼气含量高的瓦斯空气混合物的尝试并不具有实际意义，因为抽出的瓦斯空气混合物中的沼气浓度不大（小于10%），抽出的瓦斯量也不多，而采矿巷道中的沼

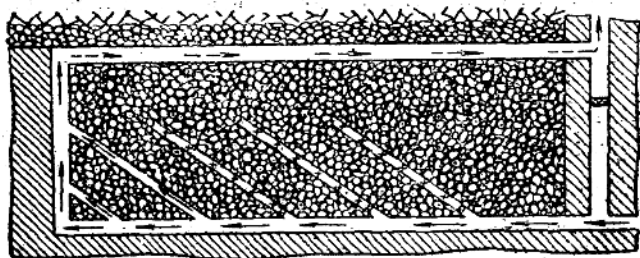


图 2 用专门的对角巷道清洗乏风示意图

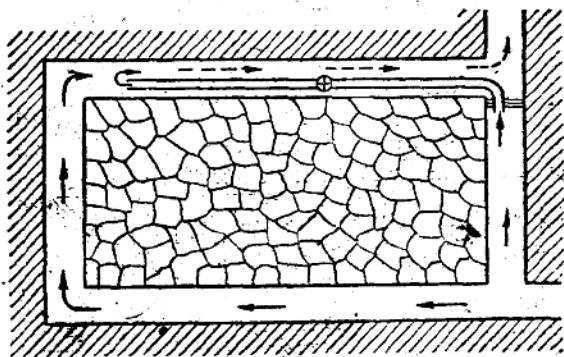


图 3 用安装在通风平巷内的扇风机清洗乏风示意图（鲁尔）

气浓度并未显著地降低，瓦斯排放装置的费用却较大。

預防瓦斯泄出的比較有效方法是把采空区与通风平巷隔絕，再从其中抽出沼气含量高的沼气空气混合物。但是，当大量的矿井瓦斯由采空区内涌出时，这种排除沼气的方方法仍然沒有足够的效果。因此，最近10—15年内，开采瓦斯含量高的煤层时，如其邻近具有不可采的或落后开采的煤层与夹层时，大多采用預先抽放瓦斯的方法，即在瓦斯进入采矿巷道并与矿内空气混合以前，将其收集排出。預先抽放矿井瓦斯可以提高井下作业的安全性，减少井巷通风所需之风量。这时，在多瓦斯的工作面内可能用电能代替昂价的压气能，从而提高工作面的推进速度，增加产量，最后，还可以将抽出的瓦斯用于日常生活和工业上。根据文献上发表的資料，利用沼气浓度高的抽出瓦斯，可以抵偿全部瓦斯排放作业的费用还有余。瓦斯排放作业的实践确定，主动抽出沼气时（用排放瓦斯道和排放瓦斯鑽孔），采区内涌出和抽出的总沼气体量大于相同的采矿技术条件下未抽放瓦斯时进入采区的沼气体量。这是由于排放瓦斯鑽孔或排放瓦斯道是使沼气运动受阻力較小的道路，沒有岩石下沉、冒落和移动所形成的裂隙的阻力大。因此，未抽放瓦斯时存留在邻近煤层中的那部分瓦斯，可以利用排放瓦斯鑽孔或排放瓦斯道抽出。

在防止矿井瓦斯涌出量高的初期阶段中，只追求一个目的：将沼气由工作地点排出。瓦斯沿管道引至回风流中，在那里用自瓦斯排出量不大的采区来的空气将其稀释，这样获得的沼气空气混合物中的沼气浓度通常不超过容許标

准。在进行排放瓦斯工作的后期阶段中，矿井瓦斯沿管道引至地表放入大气中。只有在最近几年以来，才将抽出的矿井瓦斯用于工业上。从资本主义国家文献中所发表的抽出瓦斯数量的资料中看出，抽出瓦斯的利用具有显著的经济价值。

本书在就文献中发表的资料进行分析的基础上编写的，简述矿井瓦斯的各種抽放方法，主要参数，瓦斯排放系統的个别构件，以及排出的瓦斯的利用方法等。

第一章 抽放矿井瓦斯的原则和方法

第1節 煤矿沼气洩出的主要來源

进入采矿巷道中的沼气的主要来源是正在开采的煤层的暴露面以及邻近的不采或落后开采的煤层。单一煤层开采时，80—90%的沼气泄出量来自煤层本身，20—10%则来自围岩中。

在现代煤层开采深度内的热动力条件下，沼气容量不超过30—35立方公尺/吨，因此，向单一煤层巷道泄出的绝对沼气量相当小(10000立方公尺/昼夜以下)，而且借通风方法从巷道网中排出沼气也并不特别困难。

在沼气瓦斯带开采近距煤层时，特别是当近距煤层群中的某一煤层超前回采，且沿走向大大地超前于其余煤层时，邻近煤层的大部分瓦斯沿裂隙渗入回采煤层的采空区，在这里，由于扩散作用和漏风的清洗，沼气就带入通风平巷内，一部分进入工作面附近地区。在这类采区的总瓦斯平衡表中，由采空区泄出的沼气量的比重可达75—85%。

如果煤层没有受到邻近煤层的开采或回采所引起的变动时，一般说来，即令密闭钻孔中的瓦斯压力大到13(鲁尔)—40(比利时)大气压，煤层的透气性也是小的。从未减压煤层中的钻孔中瓦斯泄出量不大，也不具有实际意义。例如，某矿在沒有受开采引起变动的煤体内打了4个

排放瓦斯鑽孔，每孔深57公尺。当瓦斯压力为23.3大气压时，从鑽孔中泄出的瓦斯量不超过1.16立方公尺/昼夜。因此，如果煤层没有遭到采矿工作的破坏时，在任何情况下，煤层中抽出的沼气量均不显著。打到邻近煤层的鑽孔表明，当鑽孔穿过的煤层没有因为采矿工作的影响而减压时，从一平方公尺鑽孔表面积上泄出的矿井瓦斯量由0.005—0.05立方公尺/时，鑽孔穿过下层采空的地带时达50立方公尺/时。

众所周知，资本主义国家采矿实际工作所采用的5种抽放矿井瓦斯的方法是：

- 1) 利用大直径深孔从正在回采的煤层本身抽放瓦斯；
- 2) 从密闭的采空区和旧巷内抽放瓦斯；
- 3) 利用专门巷道从上层煤中抽放瓦斯；
- 4) 利用排放瓦斯鑽孔由未采的邻近下层煤中抽放瓦斯；
- 5) 利用排放瓦斯鑽孔由邻近的上层煤中抽放瓦斯。

第2节 从正在开采煤层中抽放瓦斯

因为煤的透气性小，用鑽孔抽放正在开采的煤层中的瓦斯，并没有实际意义。在瓦斯含量最高的煤层中试验时，沿煤打鑽时发生了明显的瓦斯泄出，泄出量达0.1—0.2立方公尺/分，个别时候达1.0—1.3立方公尺/分。打鑽后的最初5—6天内瓦斯泄出量降低到5—10立方公尺/昼夜。通常，在鑽孔存在的时间内，从其中泄出的矿井瓦斯量为200—500立方公尺。只有在地質破坏带内打鑽时，瓦斯才

从鑽孔中大量地泄出，因为該处煤层具有较高的过滤性。

利用深6公尺、直径60公厘的鑽孔，鑽孔間的距离为1.2公尺，从未减压煤层抽放矿井瓦斯，这試驗沒有結果就結束了，因为抽出的瓦斯量小，以致沒有影响到煤层开采时的瓦斯涌出量。

1934—1935年时加斯克利(英国人)曾在回采工作面上部沿煤打鑽孔(深1.5公尺)；但是，由于鑽孔不深，从其中抽出的沼氣量很少。

1939年加斯曼与莫麦尔茲(德国人)利用鑽孔从正在回采的煤层中进行抽放瓦斯的研究。为此，在回采工作面前方150公尺处向煤层打直径不等的(直径最大为800公厘)深达25公尺的鑽孔。在通风平巷內平行于回采工作面打鑽。打鑽后，孔口密閉起来，并接以沼氣流量計。在回采工作面与鑽孔間的距离縮短到小于8公尺以前，回采工作面接近鑽孔时，沼氣流量几乎沒有变化。此后，从鑽孔涌出的沼氣量就迅速增加，当回采工作面与鑽孔間的距离为6公尺时达最大值(0.75立方公尺/时)。从鑽孔中涌出的沼氣量随着距离的繼續縮短又复急剧下降。

所得到的結果証实，在回采工作面前方支点压力帶的前面，煤层处于巨大外力作用下，这种外力使煤层含的沼氣不能沿煤层移动，而涌入排放瓦斯的鑽孔內。回采工作面前方压力的集中(在超前的支点压力帶內)引起煤层的破碎，并形成裂隙。这样一来，在超前的支点压力帶与回采工作面之間有一条寬5—10公尺的煤层破坏帶(根据全苏科学院采矿研究所在頓巴斯和庫茲巴斯各矿井所作的觀

察資料 薄煤层的破坏带宽达18—20公尺)，破坏带內的煤层处于减压状况下，而且煤被許多裂隙穿过。該地带矿井瓦斯具有涌向工作面附近空間的自由途径，然后又在这里被风流带走。因此，利用鑽孔只能从該地带內抽出少量的沼气。例如，在英国某些瓦斯涌出量最大的矿井內（赫格矿，克姆別尔伦德矿），曾于回采工作面前方18公尺和33公尺处向正在开采的煤层打孔径76公厘，深28公尺和15公尺的鑽孔两个。打完鑽后，孔內瓦斯压力相应地为6.8公厘和67公厘水柱，压力值并随回采工作面的接近鑽孔而下降。从鑽孔中流出的瓦斯量不大。

在特殊的情况下，鑽孔穿过沒有受到开采影响的煤层时，从鑽孔涌出的沼气量也可以达到巨大的数值。这种情况在賦存于疏松沙岩中的煤层，当其抽放瓦斯时出現。这种沙岩具有比煤层大得多的过滤性。在美国的某些烟煤产地，利用真空泵排放煤层內的瓦斯时，其排放半径可达120公尺。为了抽放瓦斯，沿煤打深达1200—1500公尺的水平鑽孔。每一鑽孔的孔口附近都具有胶結在煤体内的套管。打好鑽孔并封閉好孔口后，鑽孔就与真空泵的管路相联接。为了輸送抽出的瓦斯，从地面向下打垂直鑽孔直达水平鑽孔口。进行研究的作者認為，一个长1200公尺的鑽孔可以抽放瓦斯的煤层面积为0.25平方公里。

美国开采含水煤产地时，为了抽放瓦斯，从地面打了4个鑽孔，直径76.2公厘，深达88公尺，孔筒距离为91—610公尺。鑽孔穿过賦存在开采煤层上的裂隙性沙岩时，水停止进入鑽孔后，这时，鑽孔中开始涌出固定流量的沼

气。不用人工抽气，每昼夜从4个钻孔涌出的沼气量大于23000立方公尺，且由于利用钻孔排放沼气，进入采矿巷道中的瓦斯泄出量就显著地降低。

目前，已确定好，在上层煤或下层煤先采的条件下，可以利用钻孔有效地从正在开采的煤层中抽放瓦斯。为了抽放出煤层中的瓦斯，由运输平巷沿煤打排放瓦斯钻孔，并将其密闭后接到瓦斯管上。邻近煤层的开采开始发生影响作用后，沼气就大量进入钻孔内。

第3节 从采空区和旧巷抽放沼气含量高的瓦斯

从采空区和旧巷抽放瓦斯的方法的实质是，用石垛带将采空区与通风巷道隔绝，沿着留在充填带内的管子从密闭的采空区内抽出瓦斯空气混合物。密闭的充填带宽25—30公尺。为了增加严密性，在石垛带内砌筑页岩的或粘土

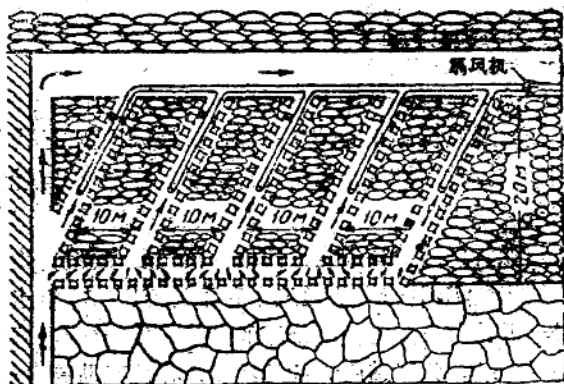


图4 从“A”矿井(鲁尔)V层的采空区内抽出矿井瓦斯

的密閉牆，厚約0.25公尺。

1939年，加斯曼与莫麦尔茲在魯尔的一个瓦斯涌出量高的矿井內进行了从采空区抽出矿井瓦斯的工作，他們在用陷落法管理頂板的采区内，于通风平巷下的充填带中每隔10公尺留下一个自由空間(图4)。在該空間內，鋪設直径为45公厘的金属管子，这些管子再連接到通风平巷中的瓦斯管上。用防爆型扇风机造成管內的真空。管子鋪設后，管四周的空隙砌以密閉牆。由于这些措施，显著地降低了回风流中的沼气含量(表1)。

表 1

測量沼气含量的地点	空气中的沼气含量(%)	
	抽 出 前	抽 出 后
通风平巷与回采工作面联結的地方:	1.13	0.55
距工作面10公尺的地方	1.55	0.84
距工作面40公尺的地方	2.42	1.44
距工作面60公尺的地方	2.12	1.40

如果扇风机停止运转7分鐘，采空区内沼气含量就上升达22%。扇风机停止运转后再开动，在7—8分鐘的时间內沼气含量下降到1.5%。安装了負压 1000 公厘水柱的扇风机用软管(分管)从采空区内抽出沼气后，效果尤为显著。

埃姆舍尔-利普矿于通风平巷下的充填带中沿走向每隔25—30公尺鋪設直径35公厘的管子，然后联接到总瓦斯管上(图5)。为了造成大的真空度，在总瓦斯管內每隔75公尺安装一台串联的扇风机，扇风机有压气发动机。

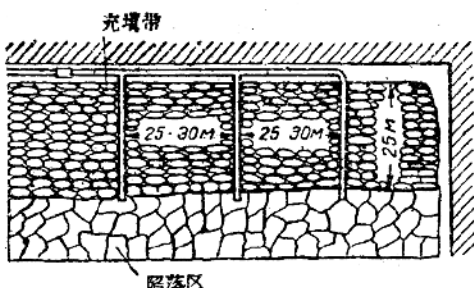


图 5 从“埃姆舍尔-利普”矿(鲁尔)的采空区内
抽放瓦斯空气混合物示意图

抽出的沼气空气混合物(含沼气28%)排入总回风流中,空气与抽出的沼气空气混合物混合后,总回风流中的沼气浓度不超过1.9%。最大的沼气流在距回采工作面60—80公尺的地方出现。

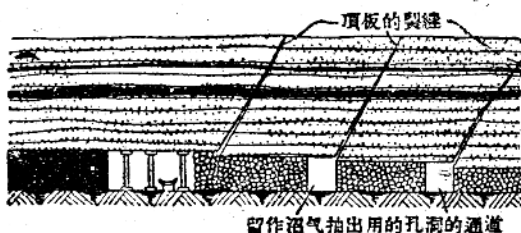


图 6 利用充填区留下的空洞从采空区内抽出沼气空气混合物示意图

用采空区充填法管理顶板时,在充填地区内留下空洞(图6),在通风平巷下面用密闭墙将这些空洞封闭起来。用瓦斯管经过密闭墙抽出沼气空气混合物。回采工作面后

方頂板岩石的下沉引起裂隙的形成，使瓦斯从邻近的煤层和夹层中沿裂隙进入正在开采煤层的采空区内，然后从这里又被抽放出来。在薩尔用全部充填法管理頂板的某些矿井内，从1949年起就用这种方法抽放沼气。

在英国瓦斯涌出量大的矿井内，也从采空区中抽放瓦斯。抽放瓦斯采区的頂板管理用采空区局部充填法。某矿自通风平巷至第3采石巷鋪設6条直径89—150公厘、长27公尺的軟管。每一分管間的距离为18公尺。这样，抽出的沼气空气混合物排到回风流中去。在另一矿井内，当充填带宽3.6公尺和采石巷宽7.2公尺时，抽放瓦斯的分管由通风平巷移至第2采石巷。通风平巷内的汇集瓦斯管长32公尺。

抽放沼气效果与管径关系的研究表明，管径增至150公厘并不影响抽出的瓦斯量，以后从經濟学的观点出发，可以采用小直径的瓦斯管(89公厘)。为了增加采空区与通风平巷間的严密性程度，充填带中的瓦斯管分管鋪設在頁岩岩尘内，距离頂板25公分(图7)。管子的上面也撒滿岩尘。

这种抽放沼气空气混合物(沼气含量相当高)的方法极其简单、价廉，而且从提高回采作业安全性的观点出发，相当有效。其缺点是抽出瓦斯中的沼气含量不大(20—50%)，在现代技术发展的水平下不能利用。同时，在通风平巷内的瓦斯管中存在着沼气含量高的瓦斯也有一定危险性。

在具有极坚硬围岩(砂岩、礫岩)的采区中，可以有

效地，同时也应该从密闭的采空区中抽放沼气空气混合物，在这些采区内难于或者实际上不适宜于向邻近煤层打排放瓦斯钻孔。由于目前技术上可以利用沼气含量达2.5%的沼气空气混合物，这种方法的经济合理性大大地提高。

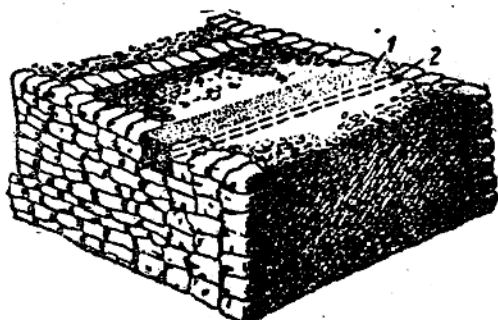


图7 从采空区抽放瓦斯空气混合物 铺设在充填带的瓦斯管示意图（英国）

1—页岩岩层；2—瓦斯软管。

也还有从旧巷抽放矿井瓦斯的情况。为此，瓦斯管从密闭采区铺到地面，并与造成真空的抽气机相连接。在这种情况下辅助工作量最小，而且能长期抽出矿井瓦斯。例如，在“弗兰金霍利茨”矿内，抽放沼气含量小于45%的矿井瓦斯的工作进行了15年。英国的“老波士顿”矿（兰开夏）的井筒内发生火灾后，在石门内建筑了两道密闭墙封闭旧巷。供给矿井压缩空气的管道用来抽放密闭墙后空间内的矿井瓦斯。火灾后矿井没有恢复；为了防止地表水进入，在井筒中做了两道混凝土密闭墙。直径228公厘的