

煤炭工业出版社

煤矿抽放瓦斯技术译文集

煤矿抽放瓦斯技术译文集

煤炭科学研究院抚顺研究所 译

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书编入的35篇文章,是从国外七十年代出版的有关刊物和科研报告中选译的;内容反映了美国、苏联、西德、英国、日本等一些主要产煤国家抽放瓦斯的技术现状和经验,介绍了各国在打钻抽放煤层瓦斯、检测等方面的新技术、新工艺、新材料和新设备,特别是为提高瓦斯抽放效率采用的地面和井下钻孔水力压裂、泡沫压裂、酸化处理煤层,以及打长水平钻孔、拐弯钻孔和螺旋钻机打干孔技术等,对我国煤矿的抽放瓦斯和矿井瓦斯管理工作都有较大的参考价值。

责任编辑:金 连 生

煤矿抽放瓦斯技术译文集

煤炭科学研究院抚顺研究所 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 $850 \times 1168^{1/32}$ 印张 $12^{1/2}$

字数 332 千字 印数1—2,420

1984年4月第1版 1984年4月第1次印刷

书号15035·2586 定价1.85元

前 言

随着矿井开采范围的扩大，开采深度的增加，机械化采煤的发展和生产的集中化，矿井瓦斯对煤矿安全生产的威胁越来越大。为了减少瓦斯危害，改善井下作业条件，促进煤炭工业的高速度发展，在高沼气和有煤与沼气突出的矿井中，抽放瓦斯已成为保障安全生产的一项重要技术措施。同时，将抽出的瓦斯充分利用，还可广开能源，收到变害为利的效果。因此，抽放瓦斯在世界一些主要产煤国家得到了广泛的应用。

目前，苏联、西德、英国、日本、波兰及美国等十多个国家都已成功地进行了瓦斯抽放，每年抽出的瓦斯总量达 40 亿米³以上，抽放技术和装备也有了很大发展。我国煤矿的瓦斯抽放工作开始较早，在长期工作中，积累了比较丰富的经验，创造了多种抽放瓦斯方法；但同国外先进水平相比，无论在抽放规模、抽放方法和工艺技术，以及装备等方面，都存在一定的差距。为此，我们从国外七十年代的刊物和资料中选译了部分文章，供我国从事煤矿抽放瓦斯工作的工程技术人员参考，以了解国外的发展动态，学习先进技术，促进我国瓦斯抽放技术的发展。

本书承蒙张武同志审阅，参加审校的屠锡根、翟云生、王甫等同志，由于水平所限，不当之处敬请读者批评指正。

目 录

1. 苏联煤矿瓦斯抽放方法的发展	1
2. 英国煤矿瓦斯抽放	6
3. 沿煤层干式打钻抽放瓦斯	18
4. 北海道煤矿瓦斯抽放及其利用现状	39
5. 定向控制打煤层水平钻孔	48
6. 雷布尼克煤田矿井抽放瓦斯技术现状	64
7. 急倾斜煤层下向钻孔排放瓦斯	75
8. 关于煤层水力压裂预抽瓦斯的效果	79
9. 顿巴斯开采层巷道水力压裂抽放瓦斯	86
10. 开采层瓦斯抽放新方法试验	91
11. 水力压裂提高煤层瓦斯抽放率	94
12. 地面垂直钻孔预抽煤层瓦斯	113
13. 用旋转式钻机打长水平抽瓦斯钻孔的经验	129
14. 用垂直钻孔预抽玛锐里煤层瓦斯	149
15. 酸化处理煤层工艺	161
16. 美国匹兹堡煤层的瓦斯抽放	166
17. 水力压裂法对煤层及邻近层的效果	174
18. 泡沫压裂法提高匹兹堡煤层的钻孔瓦斯抽放量	192
19. 用拉槽套管进行水力压裂	201
20. 煤矿瓦斯抽放	215
21. 采煤过程中的瓦斯抽放	234
22. 缓倾斜煤层瓦斯抽放	248
23. 地面钻孔抽放长壁工作面采空区瓦斯的效果	256
24. 从波洪达斯 3 号煤层抽放上部 4 号煤层的瓦斯	265
25. 地面钻孔水力压裂抽放采空区瓦斯	278

26. 利用地面通风钻孔抽放长壁工作面采空区的瓦斯	298
27. 邻近层瓦斯抽放	306
28. 后退式回采工作面瓦斯抽放的综合工艺	316
29. 本煤层钻孔抽放瓦斯减少煤层瓦斯量	334
30. 测定钻孔及管道里瓦斯流量的技术	341
31. 利用钻孔抽放邻近煤层瓦斯过程的研究	354
32. 急倾斜厚煤层瓦斯抽放参数的计算	364
33. 开采深度对煤层瓦斯抽放效果的影响	367
34. 通风设计中应用的直接测定煤层甲烷含量的方法	370
35. 瓦斯抽放检测仪的改进及其自动化	383

1. 苏联煤矿瓦斯抽放方法的发展

В.В.维里奇茨基

И.В.谢列捷

当前在含瓦斯的煤层中，随着开采深度的增加和开采强度的提高，矿井的绝对瓦斯涌出量和相对瓦斯涌出量在不断增加。为使回采和掘进工作的顺利进行，保证采掘工作面的快速推进，瓦斯将成为决定性的因素。在目前的开采深度下，煤层瓦斯含量达到 $20\sim 25\text{米}^3/\text{吨}$ ，就直接影响着开拓和通风方式的选择。

在苏联，超级瓦斯矿（其中包括有煤与瓦斯突出危险的矿井）占全部矿井总数的50%，其采区的相对瓦斯涌出量达 $25\sim 40\text{米}^3/\text{吨}$ 。计算结果表明，当采区相对瓦斯涌出量达 $10\text{米}^3/\text{吨}$ 时，一米厚的煤层按瓦斯因素考虑可保证工作面 $500\sim 600\text{吨}/\text{日}$ 的产量。由此可见，降低采区瓦斯涌出量对综合机械化工作面的安全和高产具有重大的意义。

苏联煤矿中广泛地应用着世界各国所熟知的全部抽放方法：从本煤层和邻近层以及中间夹层抽放，到采空区密闭抽放。目前苏联进行抽放的矿井有180个，日抽出纯瓦斯量达 $240\sim 250\text{万米}^3$ 。

根据瓦斯涌入巷道的具体来源和采区瓦斯平衡结构来选择瓦斯抽放方法，显然，首先是对瓦斯涌出主要来源进行抽放。例如，在顿巴斯矿井条件下，瓦斯主要来源于邻近层，而深部矿井瓦斯主要来自围岩，由本煤层泄出的瓦斯量占采区总瓦斯泄出量的 $25\sim 40\%$ 。卡拉干达煤田的瓦斯主要来自本煤层（ $40\sim 70\%$ ），而彼乔尔斯克矿区的瓦斯主要来自邻近层（ $60\sim 80\%$ ）。目前库兹巴斯矿区多数矿井的瓦斯涌出量还不小，但近年来由于开采深度和工作面产量的增加，普罗科毕耶夫——吉谢列夫斯基矿区急

倾斜厚煤层的瓦斯涌出量急剧上升，并且由本煤层泄出的瓦斯占50%左右。

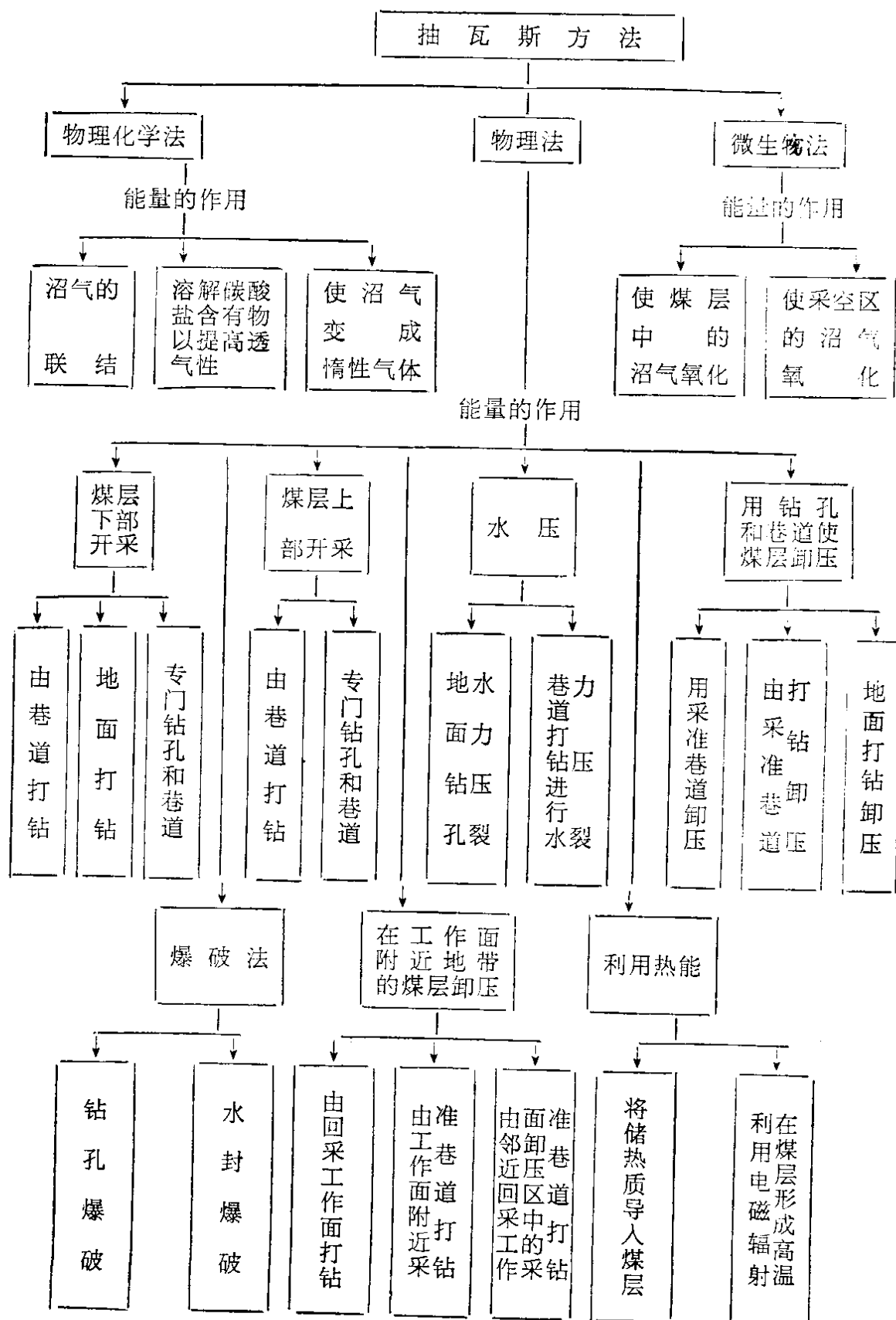


图 1-1 矿井瓦斯抽放方法的分类系统

为了选择降低巷道瓦斯涌出量的方法，对抽瓦斯方法（包括现行的以及长远的方法）的分类进行了探讨（图1-1）。

图1-1是利用能量作用于含煤地层，打破了煤-瓦斯系统的平衡状态作为分类的原则。

目前应用最多的抽瓦斯方法是以物理方法处理煤层瓦斯，即利用机械能和热能破坏地层的平衡状态，改变煤岩的物理力学性质，使煤体的透气性增加，从而促使瓦斯解吸并流向抽放巷道和钻孔。

邻近层瓦斯抽放方法则是利用开采后的局部卸压效果。依据矿山地质条件、开拓和开采方法，将邻近层瓦斯抽放方法分为三种不同的类型：由巷道打穿层钻孔抽放瓦斯；用沿层巷道或钻孔抽放瓦斯；用地面钻孔抽放瓦斯。

由通风副巷打穿层钻孔抽邻近煤层瓦斯，通常可抽出这一类瓦斯来源总量的60~70%；而用柱式采煤法时，巷道则随着工作面推进而报废，因而只能抽出20~40%。可以认为，在全面采煤法情况下，邻近层瓦斯抽放问题能够得到圆满解决。但是对于柱式采煤法，当工作面推进速度大于3~4米/日时，抽放效果则不能保证提高工作面产量的需要。

用柱式采煤法时，随着巷道（人行道）的报废，穿层钻孔处于岩石移动和瓦斯涌出的非活跃带，且钻孔服务期限随着回采工作面推进速度的加快而缩短，只有几昼夜时间。

通过研究证实了这一点，岩石移动和采空区瓦斯涌出的类型与工作面至采空区的距离有关。下邻近层和围岩的瓦斯涌出最高峰是在自工作面至采空区20~40米的位置。其确切的数值取决于岩石的物理力学性质和顶板管理方法。

由上述情况得出的结论是：采用柱式开采法时，通过改变抽放瓦斯巷道和钻孔的布置方式，可以提高瓦斯抽放的效果。沿岩层层理面布置钻孔时抽放效果最好。

这种方法的试验结果表明，在各种条件下其效果均为50~70%。钻孔瓦斯涌出的高峰值，出现在自工作面煤壁至采空区

15~20米以外的地点（沿煤层倾斜线10~20米，在煤厚1.2~1.6米情况下，沿层间厚15~20米）。此试验结果可以作为抽放参数的原始数据。

也可以用地面钻孔抽放邻近层和采空区的瓦斯。这种方法在卡拉甘达矿区得到广泛地应用，而在库兹涅茨矿区仅应用于局部地区。尽管其效果较好（50~70%），但由于打钻投资很高，故在每一具体条件下应用时，要做出技术和经济的评价。

在急倾斜煤层抽放瓦斯时，由于其下部或上部的重复开采使岩石移动变得很复杂，故使布孔参数的确定有困难。因此，目前尽管在顿涅茨矿区和库兹涅茨矿区19个矿井抽放急倾斜煤层瓦斯，但还没有显示出较好的效果。

开采上、下解放层利用煤层的卸压作用，其最合理的方法是改用沿层（沿仰斜或俯斜）布钻抽放瓦斯。布钻的原则是将钻孔布置在与岩层层理面平行的平面中。它在工业性试验中的抽放率达60~70%。采用这种抽放方法要求建立专门的煤层开拓系统，沿抽放瓦斯的煤层预先掘进巷道。

本煤层瓦斯抽放有各种各样的方法，这些方法基于利用煤层的卸压作用和煤层的原始透气性。最常用的沿层抽放瓦斯方法是由预先掘好的采准巷道打钻，这对于柱式采煤法和全面采煤法都是可行的。其最有效的是单一上向平行钻孔。

煤矿利用钻孔抽放本煤层瓦斯的方法，广泛地应用在原始透气性很高的厚煤层和中厚煤层中。由于在薄煤层和等高线不连贯的煤层中打定向钻孔有困难，故限制了这一方法的应用。

在各种条件下，用理论和实验方法确定出钻孔瓦斯涌出随时间的变化规律，在此基础上可根据煤层瓦斯含量降低程度（瓦斯抽放率）来确定钻孔的间距R。

$$R = \frac{L \frac{q_0}{a} \ln(at + 1)}{H\gamma Kq}, \text{ 米}$$

式中 L——钻孔长度，米；

- q_0 ——钻孔初期单位面积瓦斯涌出量, 米³/米²·日;
 a ——表征煤层排放瓦斯能力的系数, 日⁻¹;
 t ——钻孔排放时间, 日;
 H ——工作面长度, 米;
 γ ——煤的容重, 吨/米³;
 K ——煤层瓦斯抽放的有效系数;
 q ——工作面瓦斯相对涌出量(取决于开采层的瓦斯涌出), 米³/吨。

钻孔初期瓦斯涌出量 q_0 和瓦斯排放系数 a 是影响钻孔抽放效果的主要参数。

这些参数值的大小随不同煤层而不同: $q_0 = 0.7 \sim 1.6$ 米³/米²·日, $a = 0.01 \sim 0.03$ 。由公式可以看出, 瓦斯抽放系数还取决于钻孔的间距和抽放时间。例如, 当 $R = 8 \sim 15$ 米和 $t = 150 \sim 200$ 昼夜时, 该系数为 $30 \sim 40\%$ ($K = 0.3 \sim 0.4$)。

提高低透气性煤层抽放率的主要方向是, 人为地增加钻孔瓦斯涌出强度。这可以直接在钻孔影响带内进行, 也可以在整个抽放区, 即同时在大面积上进行, 且都应视为是合理的。

由巷道打钻预先水力压裂煤层是经过实践检验而有效的抽放瓦斯方法。岩巷打钻(钻孔打到见煤为止)或者直接在煤层中打钻进行压裂时, 钻孔长度为 $30 \sim 100$ 米。钻孔水力压裂的流量为 $25 \sim 35$ 米³/时, 压力为 $100 \sim 170$ 公斤/厘米²。设计的水力压裂钻孔间距为 $80 \sim 100$ 米。

煤层水力压裂实际抽放率可达 $50 \sim 60\%$, 因而证明应用这种方法处理瓦斯是有效的。计算结果表明, 就瓦斯的影响来说, 按正常工作条件水力压裂可以保证工作面产量达到 $1300 \sim 1500$ 吨/日。

提高煤层的透气性和钻孔瓦斯排放的能力也可以用其它的方法, 诸如莫斯科矿业学院研究出的地面钻孔水力切割煤层法、地面钻孔水力压裂法等, 目前这些方法都在进行工业性试验。

李 志译自《УГОЛЬ》1977, №9

王 甫 校

2. 英国煤矿瓦斯抽放

R.A.斯维夫特

早在二十年前，前进式长壁采煤法中就采用了抽放瓦斯的方法。目前，这些方法在英国已普遍作为降低矿井瓦斯浓度的一项技术措施。采用的抽放瓦斯方法主要有，邻近层钻孔抽放（短、长钻孔）和密闭老塘抽放。早期的瓦斯抽放率为50%，少数地区达60%，当时多采用顶板钻孔法。

近二、三年来，虽然瓦斯抽放的目的未变，但所起的作用却有了重大变化。近十年的通风考察发现，瓦斯主要来源仍然是开采层的邻近层，在当工作面的日产量达3000吨时，采区瓦斯涌出量可达56.6米³/分，这就更突出了瓦斯抽放的重要性。

在近期的一些瓦斯抽放中，瓦斯抽放率有了提高，一般超过60%，有时达90%。采取的主要措施是：准确地找出瓦斯带和瓦斯源；改进封孔方法；更精确地预测瓦斯状态；因地适时地调节钻进方法。此外，对底板层瓦斯抽放的研究及其技术的提高也是一个促进因素。随着工作面推进速度的加快，许多煤层底板都出现瓦斯涌出现象。因此，从底板钻孔抽放瓦斯，在整个采区抽放量中已从10%上升到45%，一般为15~30%。

极薄煤层的开采及其速度的加快，使开采层瓦斯突然泄出的现象增多了，发生率从4次/年，上升到15次/年。但由于瓦斯抽放技术的发展，特别是找到了这一现象的主要原因，生产出了专门的打钻设备，改进了探测和警报设施，近年来已显著地减少了这种危险。

在瓦斯一般或严重的后退式开采的采区，甚至在掘进速度为

每周 109.8 米的煤巷中，已积累了不少的瓦斯抽放经验，但是前进式长壁工作面的瓦斯抽放经验在英国仍占主要地位。英国没有采用地面钻孔抽放瓦斯，这是因为这种方法费用高（有时遇到含水地层），而现用的抽放方法比较便宜的缘故。

一、快速后退式长壁工作面瓦斯抽放

1968年9月，英国有 41 个后退式长壁工作面抽放瓦斯，一些个别工作面的原煤日产量高达3700吨（折合商品煤2700吨）。工作面长度为36.6~274.5米，平均长度123.5米。每周推进度曾达73.2米，平均18.3米。煤层平均厚度为 1.67 米。工作面风量为 339.6~1415米³/分。采区瓦斯涌出量为 1.4~19.8米³/分。在瓦斯涌出大的采区，瓦斯抽放率达30~75%。在沿倾斜后退式工作面中，采用由工作面端部向煤柱边缘附近打垂直钻孔的方法，个别情况下抽放率达80%。

英国的许多采区巷道布置都采用单巷系统。在用后退式长壁采煤法开采前，曾试图从巷道打顶板钻孔抽放瓦斯，但是由于工作面通过钻孔会使孔口套管破裂，岩层移动和局部地区裂缝隔绝了钻孔与瓦斯流的通路，故使钻孔瓦斯抽放率降低，抽放极为困难。虽然在嵌入一个直径1.5英寸的钢管后，克服了直径3英寸孔口套管破裂的缺点，但由于钻孔与瓦斯源相隔绝，很难与顶板瓦斯源直接连通。

从瓦斯抽放观点看，上行通风的后退式工作面的回风端始终是最困难的。因此，研究了单巷和双巷的布置问题。在一些单巷系统中，如采用老塘巷道和“Z”形布置法时（见图 2-1a 和图 2-2），可以按一般前进式长壁采煤法采区中的方法抽放瓦斯，利用压差从工作面回风端的采空区抽出。利用单巷和双巷布置时，后退式工作面在采空区维护回风巷的通风系统如图2-1所示，图2-1a中回风巷的一段留在工作面后面的采空区中。

图2-1中a和b的布置方式的特点是：

1. 在工作面回风末端分风；
2. 通风稳定；

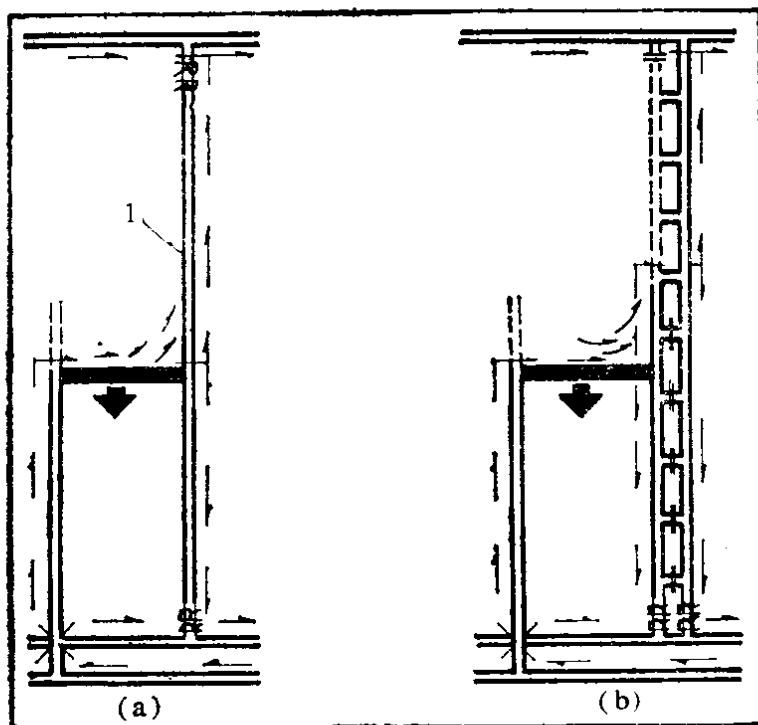


图 2-1 单巷 (a) 和双巷 (b) 通风系统
1—工作面后面的巷道，一般很难维护

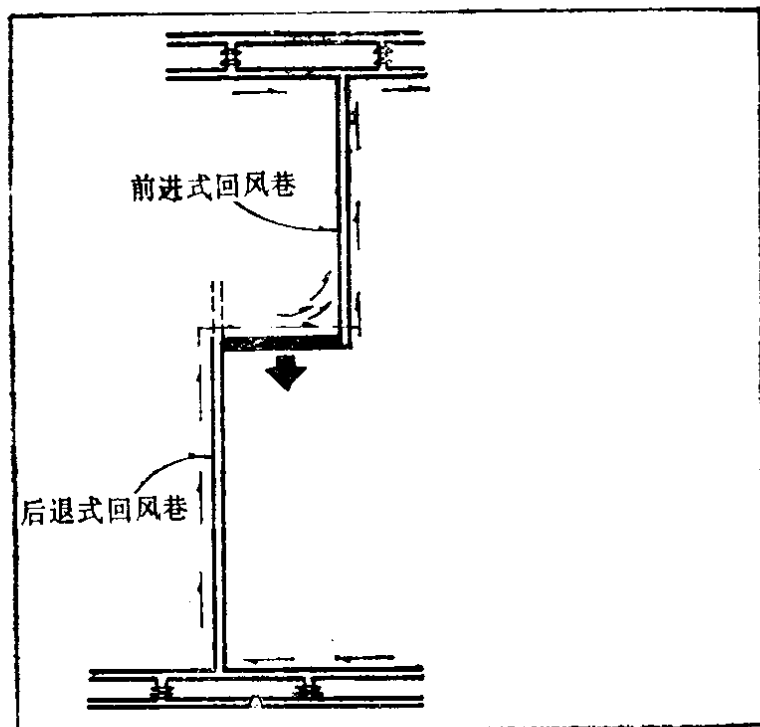


图 2-2 “Z” 形布置法

3. 可以充分抽放瓦斯。

后退式工作面在采空区中维护回风巷的“Z”形布置法如图

2-2所示，其回风巷的一段留在工作面后面的采空区中。

图2-2的布置方法的特点是：

1. 回风道留在采空区中与前进式工作面一样；
2. 通风系统稳定；
3. 可以充分排放瓦斯。

在另一种单巷布置中，工作面回风端的采空区瓦斯泄出量很小，采用通风方法稀释，即用24英寸风筒和局扇向后退式工作面回风端送风的“迪汉姆法”通风系统，如图2-3所示。

图2-3布置方式的特点是：

1. 适用于采空区瓦斯涌出量小的采区；
2. 仅为工作面回风端后部通风（最大为50%）的情况；
3. 工作面沿倾斜向下推进。

此时，风筒在采空区的敞口，离工作面至少为9.2米。通过风筒的风量为169.8~339.6米³/分。

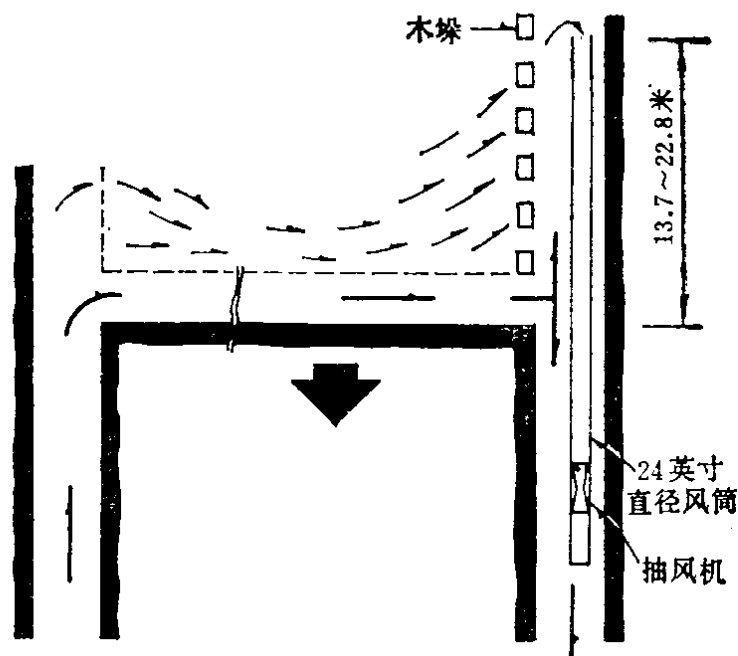


图 2-3 迪汉姆法通风系统

瓦斯泄出量大的采区，在后退式工作面设辅助性临时短回风巷的西北地区通风法（图2-4），即在后退式工作面后方，于煤柱（宽4.57米）与石垛之间打临时密闭回风。

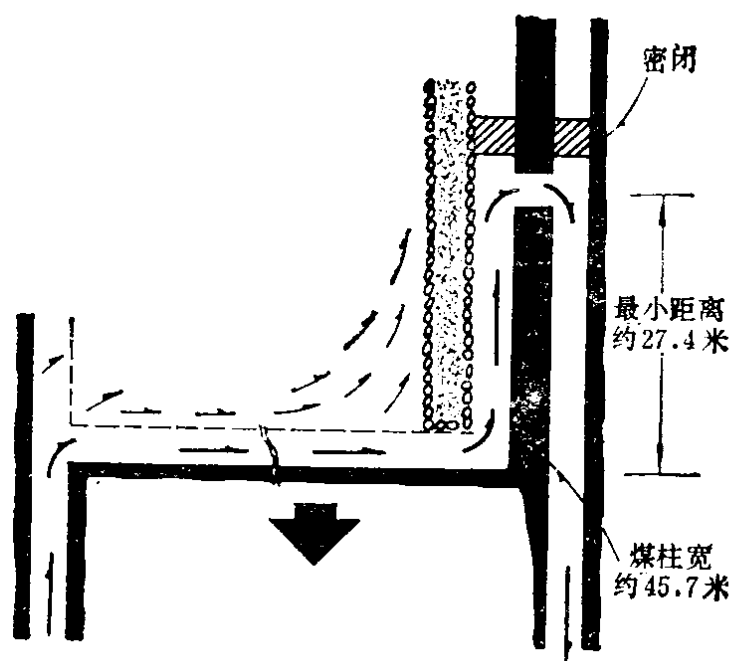


图 2-4 西北地区通风法

图2-4布置方式的特点是：

1. 工作面后的所有通风巷在回风端；
2. 工作面沿上山推进；
3. 大量排放工作面后部的瓦斯。

采空区的这段回风巷长度为 22.8~64 米（图2-5），以便维持采空区内的通风系统。这种通风系统使回风巷的维护量减少到最小限度。

后退式工作面之后的采空区瓦斯，可从回风巷外侧打仰孔和俯孔，用管道穿过密闭进行抽放。孔长46~64米，钻孔间距一般需小些。有时顶板钻孔打在已冒落的后退式工作面前方煤体上。此时，为了避免钻孔和孔口套管破裂，须与工作面平行打一些钻孔。为了具有必要的水平和垂直抽放范围，钻孔与水平一般成 45° 俯角。表2-1列出了一些典型的瓦斯抽放结果。

目前，从后退式工作面后面密封的采空区抽出的瓦斯量为 $1.41 \sim 7 \text{ 米}^3/\text{分}$ 。

有时，在后退式工作面的进风巷需要采用底板钻孔，并打在工作面附近，与巷道中心线或工作面平行。其结果发现，孔口套管破裂和瓦斯层及隔离瓦斯源的现象较之顶板钻孔少了很多。因

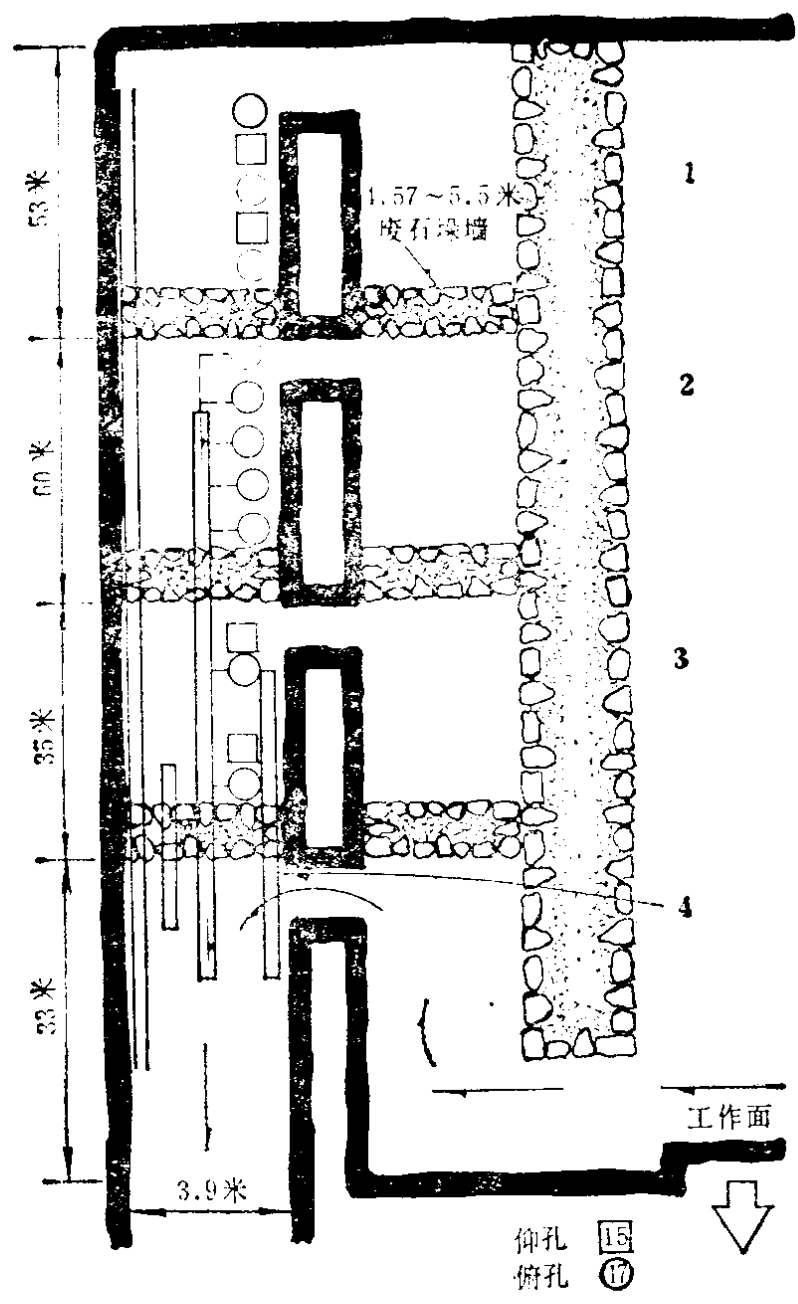


图 2-5 瓦斯涌出量大的采区的回风巷布置

1—无钻孔；2—三个不与抽放管相连接的仰孔和五个与抽放管相连接的俯孔；3—二个不与抽放管相连接的仰孔和二个与抽放管相连接的俯孔；4—通向抽放管的直径为3~6英寸的管子，二个俯孔和二个与抽放管相连接的仰孔

此，在许多情况下，单巷中可以预先打底板钻孔抽放瓦斯。

凡是在适用的地区，上述通风平巷的方法是很有效的。但是英国的经验是，通风平巷在压力变化时（如气压起伏）会使抽放效果更不稳定。因此，实际情况表明，必须依据瓦斯泄出的特性、方式和类型的不同，采用有足够抽放能力的瓦斯抽放系统。在设计瓦斯抽放系统时，应按不同情况下可能泄出的瓦斯量来考虑抽