



国际采矿安全会议论文集

煤炭科学研究院重庆煤炭研究所等译

煤炭工业出版社

TD7

11

3

国际采矿安全会议论文集

煤炭科学研究院重庆煤炭研究所等译

煤炭工业出版社

A 923113

内 容 提 要

本书编入的30篇论文,是从第十八届国际采矿安全研究会议发表的87篇论文选译的。它包括了煤、岩和瓦斯突出,冲击地压及煤层瓦斯抽放;煤尘的爆炸特性、测尘及防尘;矿井通风及防灭火;火药与爆破以及矿山救护等方面的内容,反映了当前世界主要产煤国家在矿业安全技术方面所取得的成就和研究动态,展示了各国在这方面新技术、新工艺、新材料和新设备,对我国的采矿安全技术的研究及生产现场的安全技术工作有一定的参考价值。

责任编辑:金 连 生

XVIII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENTIFIC RESEARCH IN THE FIELD OF SAFETY AT WORK IN MINING INDUSTRY PROCEEDINGS

SFR JUGOSLAVIJA

cavtat(Dubrovnik)7—14, oktobra 1979

国际采矿安全会议论文集

煤炭科学研究院重庆煤炭研究所等译

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850×1168¹/₃₂

印张9¹³/₁₆

字数 259 千字

印数1—2,320

1982年8月第1版

1982年8月第1次印刷

书号15035·2491 定价1.40元

译 者 的 话

第十八届国际采矿安全研究会议，于一九七九年十月七日至十四日在南斯拉夫杜布罗夫尼克市举行。参加会议的有二十五个国家和团体的代表共四百五十人。会上有十七个国家的代表宣读了八十七篇论文。其内容包括：（1）有害气体和矿尘；（2）火灾、爆炸和电气保护；（3）煤、岩和瓦斯突出，冲击地压；（4）爆破和爆破器材；（5）通风和空气调节；（6）水和液体的大量涌出；（7）矿业安全的一般问题等七个部分。这些论文从不同的角度反映了世界主要产煤国家在矿业安全技术方面所取得的成就和研究动态，对我国的煤矿安全技术工作有一定的参考价值。根据出席这次会议的我国代表团建议，现选择其中的三十篇论文翻译出版，供有关同志们参考。我国代表团在会上宣读了《煤层透气系数的测定和计算》和《中国煤矿石门揭开突出危险煤层方法的发展》两篇论文，引起了与会代表的兴趣和注意。因其已在有关的杂志中发表，故不再选登。

参加本书译校工作的有煤炭科学研究院重庆研究所，抚顺研究所，煤炭部科学技术情报研究所，煤炭部外事局等单位的部分同志。全书由宋世钊同志审定。本书还承蒙钱仲德、舒祥泽、陈正衡同志帮助审校了部分文章，在此表示感谢。书中不当之处，请批评指正。

目 录

译者的话

- 1 沿突出危险煤层掘进巷道时防瓦斯新方法的制定及其有效性的研究..... 1
- 2 在“诺娃·鲁达”(NOWA RUDA)煤矿防止煤、岩和瓦斯突出的危险..... 11
- 3 在中新统和渐新统煤层中游离瓦斯的传播能力和突出能量..... 21
- 4 预测煤矿冲击地压发生的地点和时间的方法..... 29
- 5 提高煤层瓦斯抽放率的方法..... 41
- 6 改进采煤工作面的瓦斯抽放技术..... 50
- 7 从煤矿采煤工作面底板抽放瓦斯..... 68
- 8 在冒落式开采的工作面从石炭纪含瓦斯顶板岩层中抽放瓦斯..... 82
- 9 开采邻近层,提高煤层透气性以利瓦斯抽放..... 90
- 10 煤尘-沼气-空气混合物的爆炸特性..... 104
- 11 煤尘爆炸抑制剂的效能分级..... 114
- 12 水槽位置对水幕效用的影响..... 123
- 13 防止在同一条矿井巷道中发生连续爆炸的研究..... 132
- 14 用SIMSLIN II型粉尘监测仪连续记录呼吸性粉尘浓度... 141
- 15 用放射性测量法快速分析矿内工作区沉积煤尘的不燃成分..... 154
- 16 实现自动化的互相连结的矿井通风自动调节局部系统... 161
- 17 火负压的不稳定显现及其对通风网路的影响..... 172
- 18 矿井巷道和瓦斯抽放管路中气流的稳定性..... 181
- 19 用程序计算机进行通风监视..... 191
- 20 井下通风热力过程的模拟..... 202
- 21 矿井火灾时防止上行风流的反向..... 208

22	用烷比检测井下煤的早期自燃·····	229
23	波兰煤矿瓦斯和火灾的检测及控制系统·····	238
24	在试验巷道中通过火灾试验确定防火带长度·····	247
25	在20米 ² 的拱形巷道中用部分断面掘进机的BVS系统 的释放棚进行灭火试验以及井下补充模拟试验·····	256
26	矿山救护的新发展·····	265
27	1140伏矿用防爆电气设备防爆性能的基本要求和标准··	276
28	快速掌握和切断防爆外壳中故障电流的保护设备·····	284
29	煤矿中安全水胶炸药的使用情况·····	291
30	新型放炮器及在沼气爆炸危险条件下的爆破方法·····	298

1 沿突出危险煤层掘进巷道时防瓦斯新方法的制定及其有效性的研究

阿·特·艾 鲁 尼

苏 联 尔·伊·卡拉高金

符·格·拉扎列夫

在深部水平沿瓦斯煤层掘进巷道时，大量的瓦斯涌出及可能发生的煤与瓦斯突出，会使掘巷工作复杂化，并因采取防止突出的措施而使掘巷的速度降低和成本提高。

在顿巴斯深部矿井的准备巷道中，最近三年来发生的煤、岩和瓦斯突出次数（包括用放炮方法诱导的突出），要比回采工作面的突出次数多 3.5 倍；而在卡拉干达和沃尔库特煤田的矿井，煤与瓦斯突出只发生在准备巷道；苏联煤矿总突出次数的 70% 以上是发生在准备巷道。

在顿巴斯、沃尔库特、卡拉干达和库兹巴斯的煤矿，在深度超过 400~500 米的水平，沿煤层掘长度超过 200~300 米的单巷时，薄煤层的瓦斯涌出量可达 6~7 米³/分，厚煤层的瓦斯涌出量可达 14~16 米³/分。

准备巷道的瓦斯问题有两个方面：（1）预测静止的煤层暴露面的瓦斯涌出量，以确定巷道排放周围煤体中瓦斯的作用随时间而扩展的规律性；（2）在推进着的巷道工作面，与一般的瓦斯涌出和瓦斯突出作斗争。

过去，已经解决了部分理论问题——用试验方法确定了沿急倾斜煤层掘进的巷道排放周围煤体中瓦斯的规律性。在本文中，将介绍准备巷道对煤层瓦斯动力学的影响的规律性的研究结果，上述研究工作的目的是制定排放瓦斯防止煤与瓦斯突出的可靠方法。井下的研究工作是在各种不同的自然条件和开采技术条件下

进行的：开采深度从 200 米到 1000 米；煤层倾角从 2° 到 70° ；煤层厚度从 0.5 米到 5.0 米；按挥发分确定的煤的变质程度从 15% 到 48%；原始瓦斯压力到 60 公斤力/厘米²。

为确定巷道的卸压-排瓦斯作用，测定了煤层放散瓦斯的强度和透气性参数的变化性，以及不同时间和离巷道的煤层暴露面不同深度处瓦斯压力的变化过程（图 1）。已经查明，准备巷道对煤层（巷道中煤层的静止暴露面）的卸压-排瓦斯作用，基本上取决于煤层及其围岩的原始透气性和物理力学性质，以及巷道的大小。上述卸压-排瓦斯作用，是按瓦斯压力随瓦斯的排放和与暴露面的距离而变化的情况确定的。

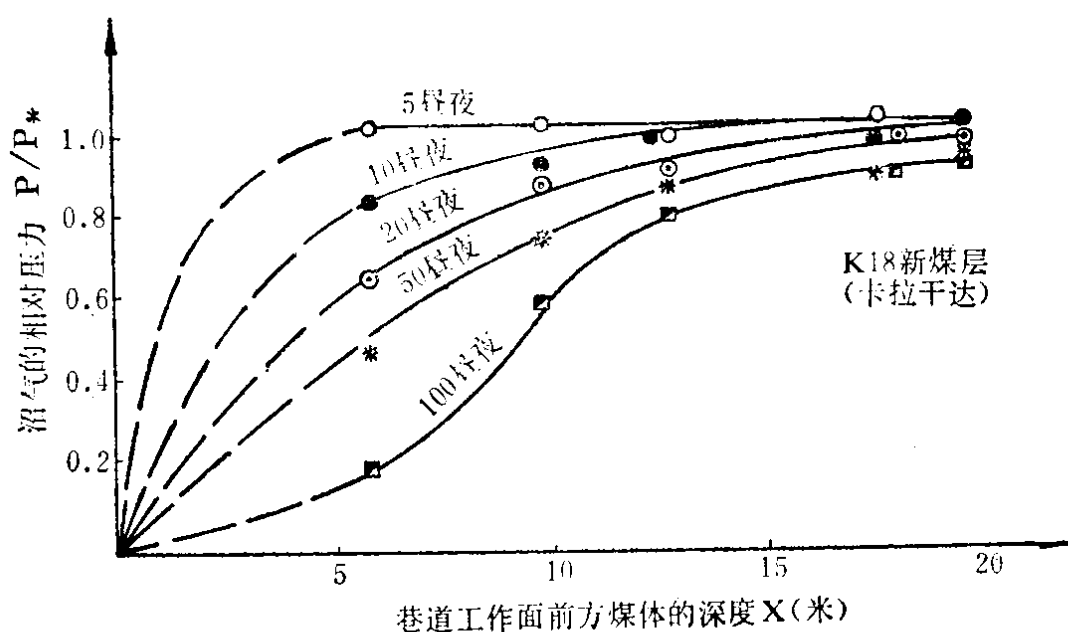


图 1

巷道中煤层静止暴露面附近煤体的渗透性能，是按下述规律变化的：

$$\lambda = \lambda_* + (\lambda_0 - \lambda_*)(1 - x/x_p)^3, \text{ 毫达西}$$

式中 λ_* ——煤层的原始透气性；

λ_0 ——煤层暴露面的透气性（一般， $\lambda_0 = 10^2 \sim 10^3 \lambda_*$ ）；

x ——透气性为 λ 处离暴露面的距离（深度）；

x_p ——煤层排瓦斯带的宽度（用试验方法确定）。

为确定 x_p 的值，曾在苏联的七个煤田进行了研究工作，试验确定了排瓦斯带的最大宽度 x_p 的变化规律（图 2）：

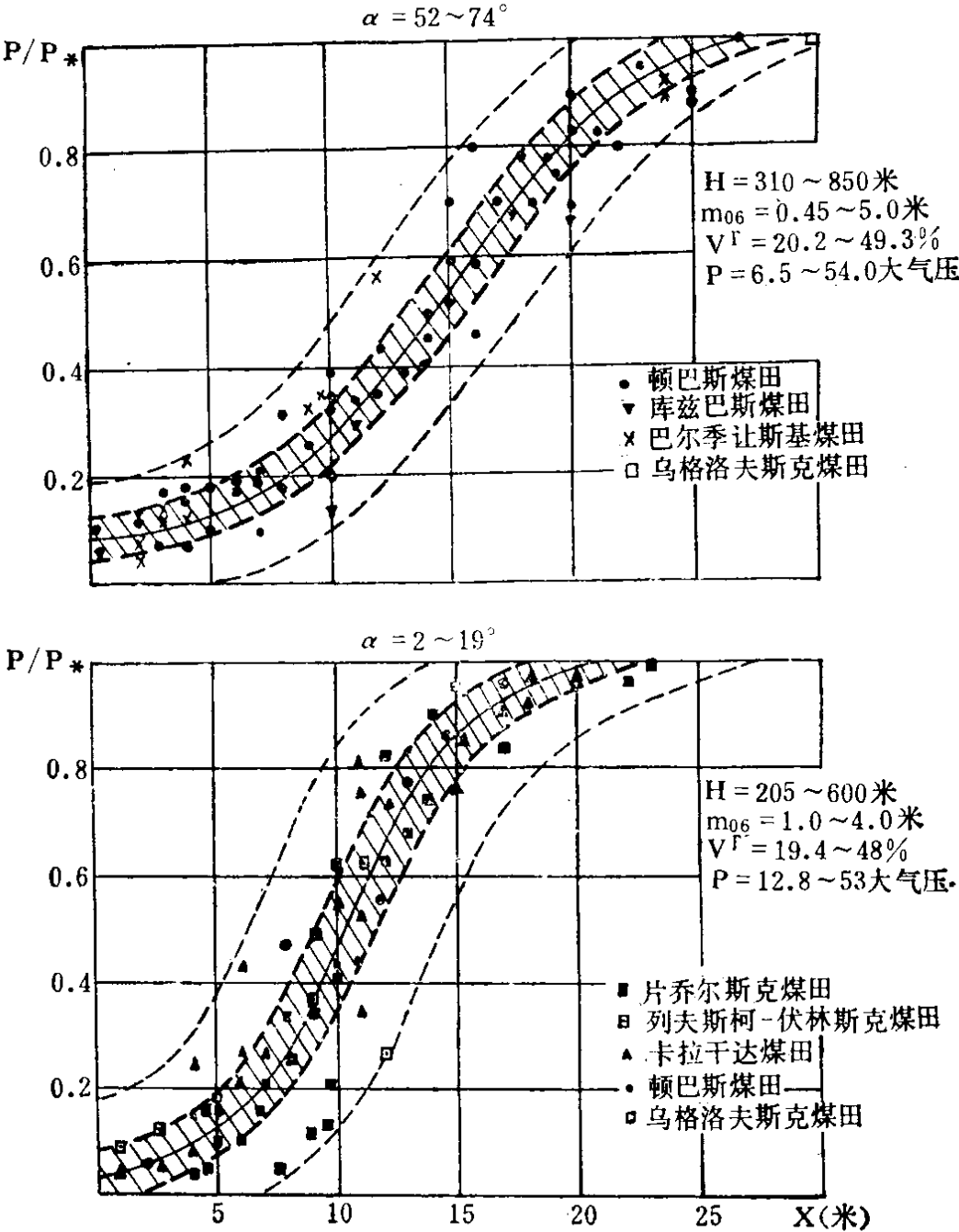


图 2

相对瓦斯压力 P/P_*	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
x_p , 米					
对缓倾斜煤层	8~11	10~13	12~14	13~15	14~20
对急倾斜煤层	13~16	15~27	16~19	18~21	21~25

表中 P_* 为煤层的原始瓦斯压力， P 为 x_p 处的瓦斯压力。

研究表明, 对于煤矿中常用断面的巷道, 煤层排放瓦斯强度的间接指标 $\omega = \frac{\lambda_0 - \lambda_*}{\lambda_*}$ 的值, 是随巷道断面的扩大而增大 (表 1)。

表 1 在巷道的卸压-排瓦斯作用下, 煤体排放瓦斯的强度

尺 寸	大	小	参数 $\omega = \frac{\lambda_0 - \lambda_*}{\lambda_*}$
直 径 (毫米)	断	面 (米 ²)	
	钻	孔	
76		0.0045	0.0040~0.0075
100		0.0079	0.0085~0.0100
150		0.0177	0.0100~0.0150
300		0.0355	0.0400~0.0600
	平	巷	
—		<3.8	0.9500~0.1050
—		3.8~6.0	0.1050~0.1200
—		6.0~10.0	0.1200~0.1350
—		10.0~14.0	0.1350~0.1600

上面确定了的瓦斯煤层的瓦斯渗透性和瓦斯动力学性质的变化规律, 已用来完善抽放巷道附近煤体瓦斯的两侧抽放孔和四周抽放孔的参数, 从而使抽放效果提高了20~25%, 也就是说, 使巷道的瓦斯涌出量减少40~50%。

为与准备巷道工作面的瓦斯作斗争, 近年来使用了各种不同的抽放方式和方法, 使用了在巷道工作面有控制地水力冲刷超前孔洞、水力挤出前方煤体和机械掏超前槽等方法。

本文作者在理论研究和井下试验的基础上, 提出和试验了两种新方法, 人为地对煤层施以超前卸压和排瓦斯的作用来防止煤与瓦斯突出。用这两种方法可以在两个休息日内准备好一个星期的安全掘进区, 从而使掘进速度大大提高。这两种方法是: (1) 用两对钻孔槽使煤体得到很深的卸压和排瓦斯; (2) 用水力割深缝, 在前方煤体形成排瓦斯的钻孔槽。

为预防突出而使巷道工作面前方煤体很深处得到卸压和排瓦

斯的方法，就是用很深的超前钻孔槽来改变煤体的 应力-应变状态和渗透性参数，从而人为地强化煤层的瓦斯排放。

从巷道工作面的两侧，在 离底板 0.5~1 米处，打两个直径 250毫米、长100~150米的钻孔（图 3）。在这两个孔的旁边，再各打一个参数相同的钻孔。这样，在煤体中就形成两个高 250 毫米、宽500毫米的孔洞。在打第二个孔时,利用专门的导向装置，使第二个孔与第一个孔保持一定的距离。在导向器与钻具之间，用铰链相联。

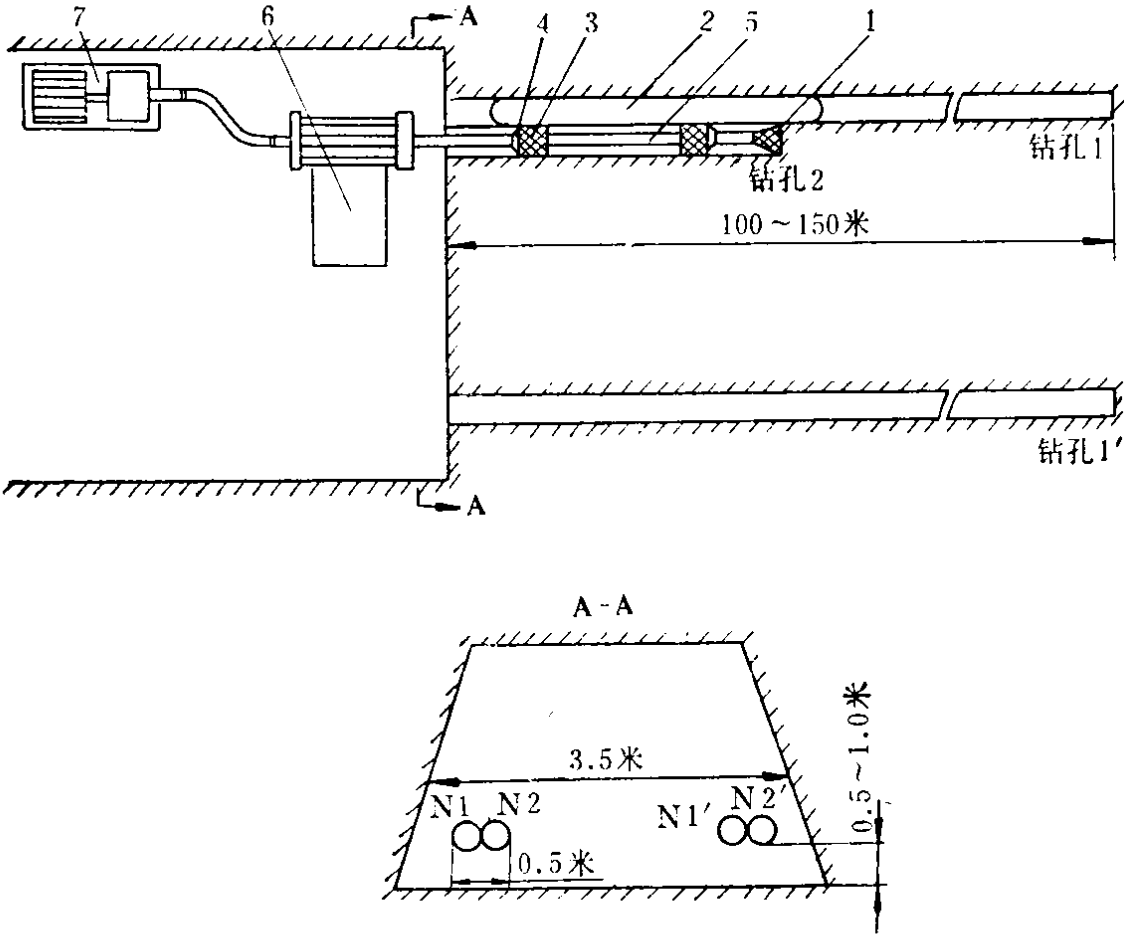
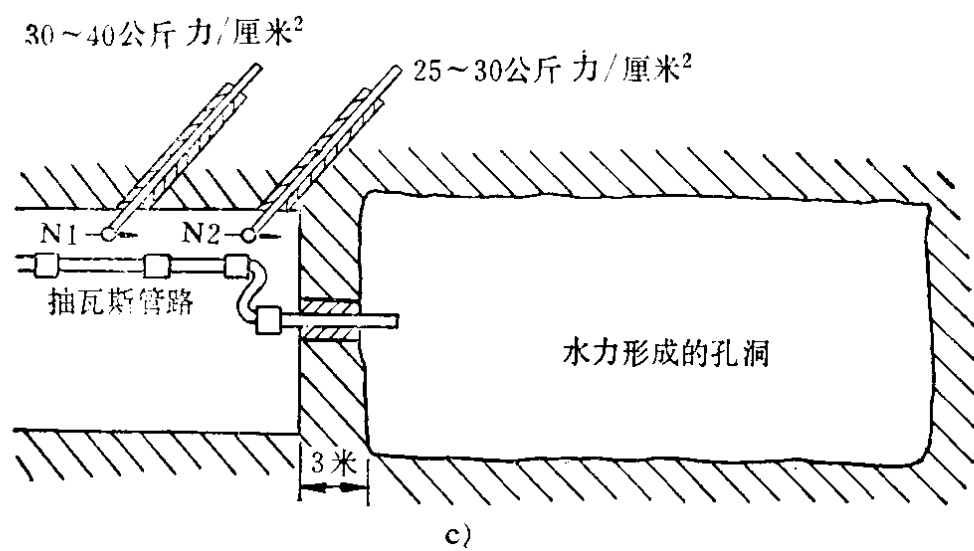
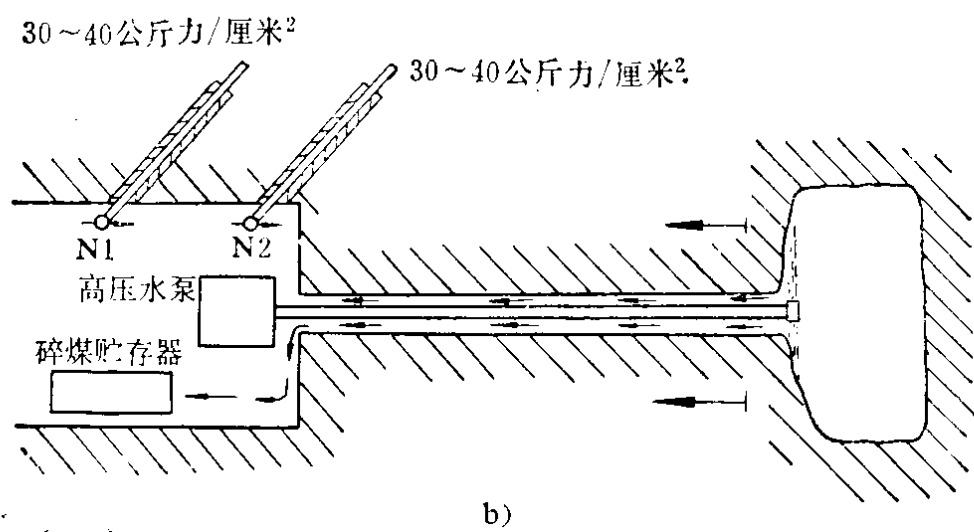
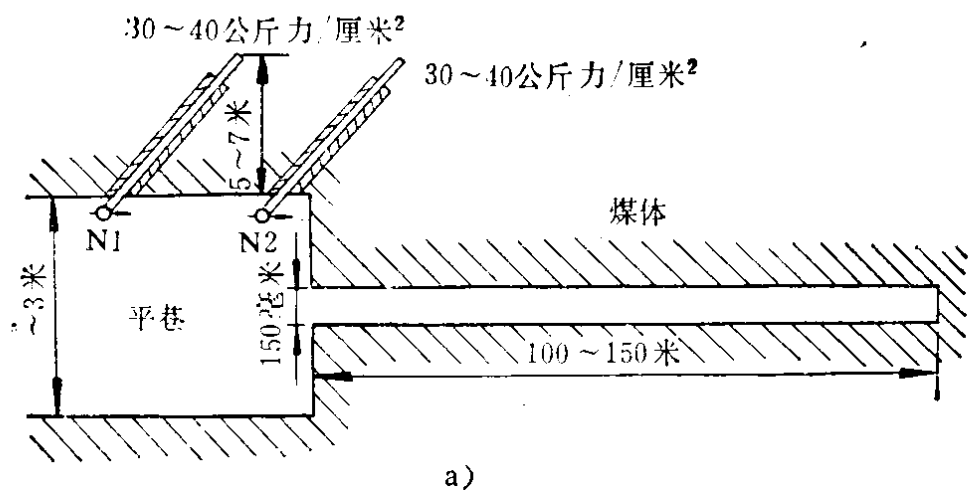


图 3

1—钻头；2—导向装置；3—钻杆的套管；4—支承盘；5—钻杆；
6—钻机；7—水泵

检验这一方法有效性的工业性试验，是在《楚鲁拜-鲁林斯卡雅》矿(卡拉干达煤田)的低透气性的K₁₃六英尺煤层进行的。在成槽过程中有较大的瓦斯涌出，西回风巷的瓦斯涌出量达1.5~



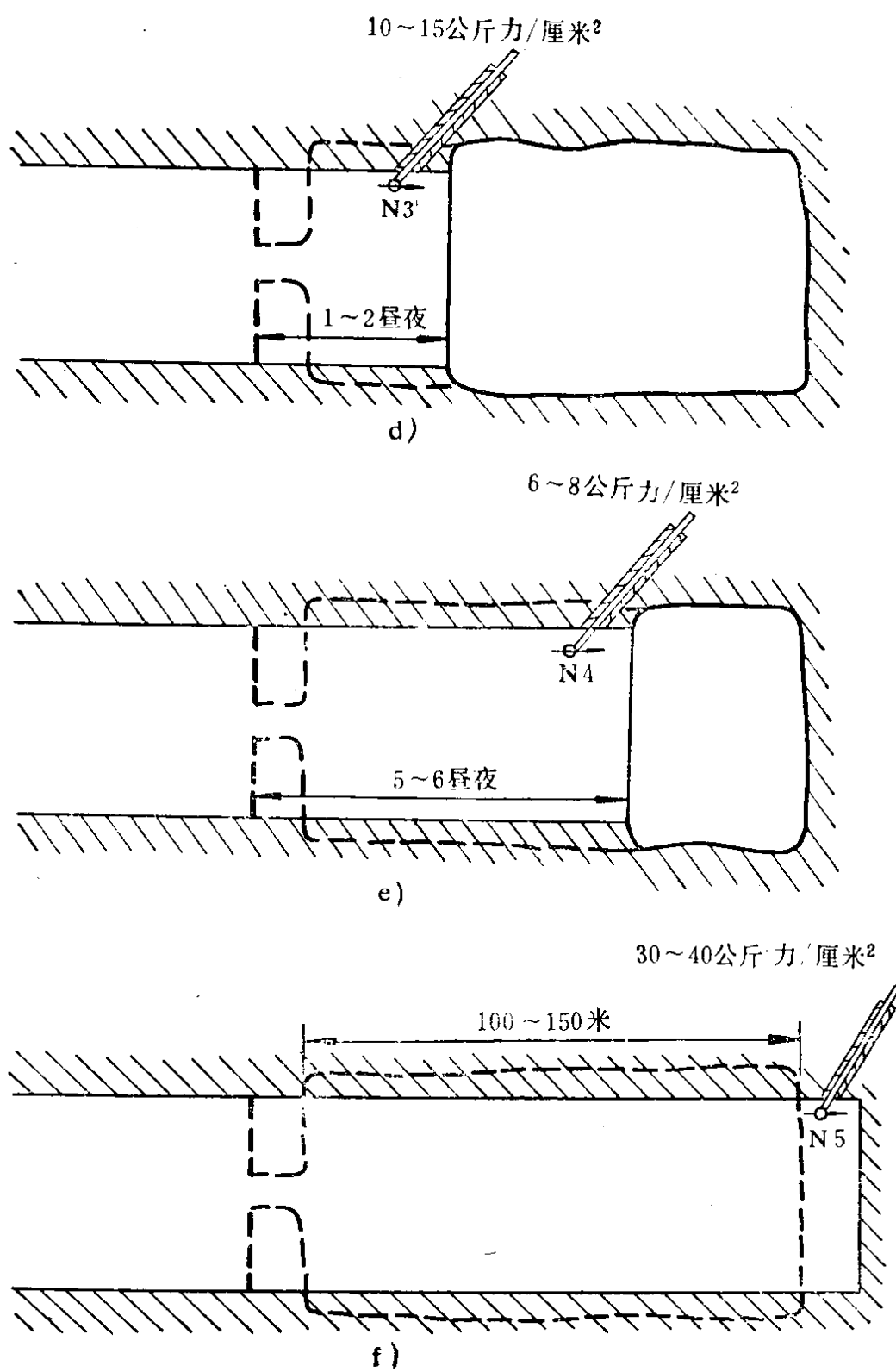


图 4

1.7米³/分。也就是说，比平时的瓦斯涌出量大 2~2.2 倍。该处理区的煤层瓦斯含量降低了 8~10 米³/吨，瓦斯排放效果提高了 65~70%，这就增加了工作的安全性和提高了巷道的掘进速度。

第二种方法是对透气性低 ($\lambda_* \leq 1.5 \times 10^{-3}$ 毫达西)、原始瓦斯含量大、有煤与瓦斯突出危险的煤层进行超前水力割缝，目的在于提高瓦斯抽放的效果，以防止突出，在于改变准备巷道工作面前方煤层的瓦斯动力学性质。煤层的超前水力割缝所形成很深的 (100~200 米) 卸压-排瓦斯钻孔槽，能使煤层的地压和瓦斯压力重新分布，从而使煤体中的高应力-变形区 和 高瓦斯压力区得以消失。煤的瓦斯动力学性质的改变和排瓦斯强度的提高，完全消除了煤与瓦斯突出的危险，降低了掘巷过程中的瓦斯涌出量和极大地 (2~5 倍) 提高了掘巷的速度。

为了对巷道工作面沿巷道掘进方向对煤体进行超前水力割缝，须先打直径为 100~150 毫米、长 100~150 米的钻孔 (图 4a)

(在突出危险性特别大的煤层，打最初的 15~20 米超前钻孔时，要实行打钻过程的远距离操纵)。然后向已打好的钻孔送入钻杆，在钻杆的末端安装有 АП-6М* 型水力穿孔器，穿孔器上有两个方向相反、直径 6~8 毫米的喷嘴。圆锥状的喷嘴将水的静压转为动压，从而显著地提高水射流喷出的速度、喷射距离和打击力。采用 9МГР-61 型矿用高压水泵 (额定水压 240 公斤力/厘米²，水量 45 米³/小时) 将水压升高。水力割缝的有效水压为 180 公斤力/厘米²，有效水量为 35 米³/小时。用歧管联结或高压软管将供水钻杆与高压供水管路相联。

超前水力割缝的过程——水力穿孔器在钻孔中反复来回地前后移动——是后退式进行的，即从钻孔底向钻孔口进行 (图 4b)。

根据煤的硬度不同，水力割缝的速度为 0.1~0.3 米/分。水力割缝的过程是远距离操纵的，为此，从钻机引出一个启动按钮，而从高压水泵引出一个自动开关，操纵点与高压管路的距离不小于 20 米。

* 在石油和煤炭工业中，АП-6М水力穿孔器是用来在钻孔的套管中割缝的。

除孔口 3~5 米外，在超前钻孔的全长进行煤层的水力割缝。待密封这段孔口后，将孔口管与矿井的抽放管路相联。打超前钻孔、水力割缝及抽放煤体瓦斯的总时间为两个昼夜，即占用了两个休息日。之后，就用掘进机组在这段处理过的煤体中掘进巷道。

为检验上述新方法防止掘巷时发生煤与瓦斯突出的效果，在卡拉干达煤田进行了工业性试验（表 2）。试验表明，当钻孔槽长100米、宽1.1米、高 50~150 毫米时，煤层处理段的瓦斯排放率为 65~70%，甚至达 80~85%。成槽的结果，使卸压-排瓦斯段煤的瓦斯含量达到：1~2 昼夜后——减少 2~3 米³/吨，~6 昼夜后——减少 6~7 米³/吨，8~10 昼夜后 ——减少10~11 米³/吨。

表 2 卡拉干达煤田低透气性煤层进行煤体超前水力割缝的参数

煤 层		原始瓦斯渗透性 (毫达西)	参		数			钻孔过程中从 钻孔槽排出的	
名称	厚度 (米)		水力割缝的超前钻孔		形成的钻孔槽			煤 粉 (吨)	甲 烷 (米 ³)
			钻孔方向 (度)	钻 孔 长 (米)	长度 (米)	宽度 (米)	高度 (毫米)		
K ₁₃ *	3.5	1.1	-5	90	70	1.0	150	6.0	930
K ₁₃ *	3.5	1.1	+6	80	65	1.1	100	7.0	470
K ₁₃ *	3.5	1.1	+6	80	—	—	—	—	100
K ₁₃ *	3.5	1.1	-4	70	68	0.95	100	6.5	3300
K ₁₀ *	4.3	1.5	0	5	5	0.90	50	0.3	未测
K ₁₀ *	4.3	1.5	-12	80	72	1.0	150	8.0	1200
K ₁₀ **	4.3	1.5	+1	30	30	0.95	100	4.0	1100

* 楚鲁拜-鲁林斯卡雅矿。

** 阿拜斯卡雅矿。

煤层经过完全的处理后，瓦斯压力从30~40公斤力/厘米²下降到 6~8 公斤力/厘米²，宽1000毫米的钻孔槽的卸压-排瓦斯作用，可扩展到巷道断面的两侧以外。在以后的掘巷过程中，巷道的瓦斯涌出量不超过 1~2米³/分；而掘巷速度，则从 2~3米/日增加到 10~15 米/日。向钻孔槽排放瓦斯活跃期的长短和排瓦斯

的强度，要比一般的抽放钻孔大4~5倍。

现在，上述两种对煤层进行防止突出的预处理方法，已经在煤矿中推广应用。

宋 世 钊 译

2 在“诺娃·鲁达”(NOWA RUDA)煤矿 防止煤、岩和瓦斯突出的危险

布勒斯勒夫·库兹诺夫斯基 (Boleslaw KOZTOWSKI)

波兰 叶奇·马多斯采夫斯基 (Jerzy MATUSZEWSKI)

来斯采克·斯基矣斯基 (Leszek STAISKI)

引 言

“诺娃·鲁达”矿是波兰煤、岩和瓦斯突出最厉害的一个矿井。它所以具有特别危险性，是由于相当复杂的地质构造和密如蛛网的地质断层（褶皱、断层）造成的。煤层倾角变化在 12° ~ 90° 之间。煤层易发生突出，还由于其瓦斯含量高（ CH_4 达7米³/吨； CO_2 达35米³/吨），煤的强度较小，约为30~80公斤/厘米²。

到1979年3月，在“诺娃·鲁达”矿共发生1299次煤与瓦斯突出，其中突出强度和突出次数为：

抛出煤量 (吨)	<200; 200~1000; 1000~2000; 2000~3000; 3000~4000; 4000~5000					
突出次数 (次)	812	281	50	9	6	3

此外还有138次突出没有数据，有二次大量突出的是岩石。

为了控制突出危险，在矿井中采取了下列措施：

- 在试验钻孔中测定瓦斯压力的基础上，连续预报突出危险；
- 控制突出危险的积极方法；
- 限定诱导突出的距离；
- 为井下工人发出警报的系统；
- 预报突出的地震法和声震法。

“诺娃·鲁达”矿即是应用上述方法的一个实例。在波兰的