

急傾斜煤层水力開采时 地 压 显 現

苏联 尤·德·彼罗夫等著
呂 茂 章 譯

煤 炭 工 业 出 版 社

急傾斜煤层 水力开采时地压顯現

尤·德·彼 罗 夫
苏联 維·阿·奥赫里敏柯 著
爱·維·庫业耶 夫

呂 萍 译

煤炭工业出版社

Ю.Д.Селов В.А.Охрименко Е.В.Кунаев
ПРОЯВЛЕНИЕ ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ
РАЗРАБОТКЕ КРУТОПАДАЮЩИХ ПЛАСТОВ
ГИДРАВЛИЧЕСКИМ СПОСОБОМ
Углетехиздат Москва 1959
根据苏联国立煤矿技术书籍出版社1959年版译

1300

急倾斜煤层水力开采时地压显现

吕茂章译

*

煤炭工业出版社出版(社址:北京东长安街煤炭工业部)

北京市书刊出版业营业许可証出字第084号

煤炭工业出版社印刷厂排印 新华书店发行

*

开本787×1092公厘^{1/32} 印张1 字数17,000

1959年9月北京第1版 1959年9月北京第1次印刷

统一书号:15085·964 印数:0,001—2,000册 定价:0.16元

出版說明

水力采煤是我国煤炭工业技术革命的主要方向之一。为了使水力采煤在国内能健全地順利地发展，从苏联及其他国家介紹一些先进經驗是必要的。

地压和岩石移动对水力采煤是有一定影响的。如果对岩石移动和地压显现的規律性进行研究，那末，对改善水力采煤时的頂板管理是有重大意义的。本書就是根据对地压的观测实践，从理論上探討水力开采时岩石移动、頂板垮落等的一系列問題。

本書是从1959年1月份的“苏联煤炭工业科学研究論文集”中选譯的。內容主要包括：1.水力采煤时地压显现的情况；2.围岩和煤柱变动的观测；3.地压观测的方法及其記錄；4.根据观测地压的資料，确定小阶段的最适宜高度，从而合理地計算水射流落煤效率，以便减少煤損。

观测水力采煤时的地压显现，这一工作在我国还是一个薄弱环节，因此，本書的出版对水力采煤时地压显现的研究提供了值得参考的資料，并有助于水力采煤的进一步推广。

多少年来，水力开采急傾斜煤层时对地压显现研究的試驗工作，已在矿井条件下进行。1951年进行研究試驗工作的是庫茲巴斯煤炭科学研究院水力开采研究室；从1950年到1957年是全苏矿山測量科学研究院西伯利亚分院；1958年是全苏水力采煤科学研究所。

关于不支护回采空間中地压显现的最初零星知識，是矿井水力采煤机械化試驗工作的起点（1940年在頓巴斯开采巴巴科夫急傾斜煤层）。

水力采煤时，对围岩和煤柱的变动作些系統观测的，是庫茲巴斯煤炭科学研究院在“狄尔岡烏克隆”矿井进行的，并在1951年該院报告集里，发表了“建立和应用各种矿山地质条件的最有效开采方法”論文。

根据这些观测結果所作的結論表明：

(1)水力落煤时，回采工作面內坚硬的松散岩石失去透水性，这样，借水枪使岩石容易为水所饱和，一直到岩石向工作面开始移动，把采空区充满；

(2)由于水射流对坚硬的松散岩石的作用，最小的自然休止角是能得到的，这自然休止角为 20° （就 45° 來說，这是岩石所固有的）；

(3)小阶段最适宜的高度为6—7米，采掘带沿走向的宽度为3米（用盘区●下行采煤法开采普羅戈比也夫煤层）。

● 一定情况下，同时开采的2—3个小阶段組成阶段的一部分盘区。

此时，水力落煤应从盘区内每一小阶段平巷同时进行，但是，在塌陷地点从冒落岩石的斜坡起冲采煤炭。采掘带之间留下的煤柱在一定情况下事先并不知道。

1951年，庫茲巴斯煤炭科学研究院水力采煤研究室企图用传送器测量煤体中的应力。传送器由圆筒和其中压入氧化铜所构成。氧化铜在作用方向的负荷改变时具有改变欧姆电阻的性质。

测量结果已能说明煤体中的相对应力。但是，这些数据不能利用，因为测量时没有测量发送器到回采工作面的距离。此外，根据发送器上的读数，绝不能判断煤柱的变形量。

1955年，对确定采掘带和采空区所留煤柱尺寸进行了矿井的内眼观测，因此，确定用敞露采掘带（不留前缘煤柱）进行开采是有实际困难的。前缘煤柱对防止冒落的岩石是必需的。用岩石充填采掘带（有如漏斗形）是借破坏顶板和放落上复小阶段的岩石来进行。留下的煤柱有它自己的形状与尺寸。

用相似材料作模型进行实验室试验，这对庫茲巴斯“北波茨沙也夫”矿井的条件相适合，而且在1951年和1958年分别由全苏矿山测量科学研究院的格·恩·庫茲涅佐夫和姆·維·斯密耳諾夫进行。

模型试验表明，最好的顶板状态是在采掘带宽度为2—8米（外界）时才发生；这时，不留煤柱脚煤，采掘带开采全宽。煤柱脚煤的存在能提高煤损，对顶板状态有不良影响。

1958年，在全苏矿山测量科学研究院的报告集里，登載了一篇“在庫茲巴斯水力机械化不支护采空区的煤层开采条件下地压和围岩移动的研究”論文。在这篇論文里，列举了庫茲巴斯煤炭科学研究院水力采煤研究室进行的急傾斜煤层水力开采的小阶段水力落煤法的研究結果。显然，小阶段內松散岩石压力对工作面稳定性的影响是不大的。挑頂时，除工作面的稳定情况外，还要观测工作面附近頂板暴露部分的断落（沒有破坏）、在冒落岩石上的頂板悬垂以及挑頂过程中的逐渐下沉。这些都发生在为裂隙所松散的煤柱地方。

工作面变动的性質及其稳定状况在上部小阶段和下部小阶段差不多是一致的。

岩石冒落和放煤的試驗工作，目前在全苏水力采煤科学研究設計院模型實驗室进行。

“符魯特宁尼”急傾斜厚煤层IV层水力开采時的 观测（“茲明克”3—4号矿井）

“茲明克”3—4号矿井的水力采煤工作在1956年末开始。

开采“符魯特宁尼”IV层时，在第一水平（埋藏深度25—75米）进行观测。“符魯特宁尼”IV层是从岩石平巷的+220米水平用第8石門开拓的（图1）。“符魯特宁尼”IV层上面，在80米距离处，賦存有符魯特宁尼”V层；其下面2—9米处，賦存有“符魯特宁尼”III层。

“符魯特宁尼”IV层厚度，在采区范围内为9—10米。

傾角为 $00-65^{\circ}$ 。煤是有解理的DK牌煤，即动力煤。煤层南部为許多細小地質破坏分开。直接頂为中等硬度的成层砂岩所組成，厚度26米；底板为軟粘土岩和煤質砂岩，总厚3米。底板附近有軟煤夹层。

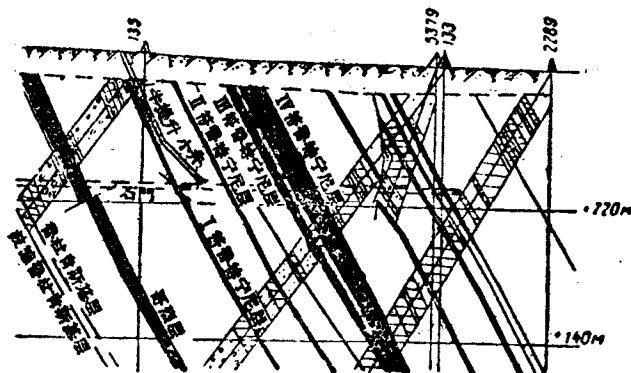


图 1 沿勘测綫II-II的剖面图
(“茲明克”3—4号矿井采区)

試驗采区的工作从1956年10月开始，用小阶段水力落煤法。水力采煤区的大小沿走向为400米，垂直高度为55米。采区划分为4个采掘段，其大小沿走向为50—125米。第1、2号采掘段是进行观测的地方，沿傾斜每6—8米划分为7个小阶段。第1采掘段位于采区南部，第2采掘段位于采区北部。每一小阶段里开拓一个或两个小阶段平巷。采掘段内的回采工作用下行开采法，在一个小阶段里同时开采时，从上部小阶段开始，很少在两个小阶段里用封閉采掘帶进行（沿走向采掘帶間留煤柱）。

煤用水枪喷嘴压力为10—40大气压的水射流冲落。

在“兹明克”8—4号矿井具体条件下进行研究的任务是：查明采掘段现有的形状和尺寸；确定残余顶板和前缘煤柱的形状和尺寸；根据工作面的参数和几何形状（工作面推进速度、煤和围岩的性质），确定未支护回采空间和围岩的稳定性；查明回采工作面附近小阶段平巷内的煤柱状况；确定塌落带煤柱变形程度以及与此变形有关的地面塌陷和下沉。

依据仪器测量，回采巷道和所留煤柱的尺寸，依据地面移动的测量和地面塌陷的测量，对井下地压显现的观测可以进行研究。

观测大多在回采工作的第一班进行，差不多在第一采掘段的V、VI、VII小阶段和第二采掘段II、III小阶段内同时进行。此外，要进行周期性的整昼夜的频繁观测，其主要目的是确定采掘带及采掘带中间所留煤柱的实际尺寸。

1957年，在第一采掘段V小阶段开始的肉眼观测（“兹明克”8—4号矿井水力采区）确定，采掘带的充填绝大部分是由于水射流把顶板破坏进行的。有时，在底板附近前缘煤柱鼓起时，也观测到从相邻采掘带岩石涌出的情况。但是，为了评价采煤的完备性，肉眼观测的资料还不够充分，由于测量不精确，两个观测者对同一采掘带的尺寸的目测，其误差达2米。因此，只好避免用测杆和悬挂半圆仪。

在第一采掘段III小阶段以及第三采掘段II、III小阶段进行的半仪器测量，其方法是在采掘带回采工作开始前测

量前一采掘带采空区边界到平巷中最近的观测用的成对标石的距离。在观测采掘带采煤时，对采空区边界作中间测量。顶板冒落前，测量采掘带的高度、宽度和长度，也要测量采空区边界到成对标石的距离。

由于第三小阶段平巷的仪器测量没有进行，在第二采掘段（顶板附近）观测时，对横巷和平巷进行测角器测图，并沿底板对平巷速测。

在第一采掘段Ⅲ小阶段内，17天整昼夜进行观测时，测量了5个采掘带。测量结果所得的数据列于表1中。

表 1

小 阶 段	采 掘 带 号 数	煤柱 面积 米 ²	采掘带 面积 米 ²	面积 比 %	采掘带尺寸, 米										小阶段平 巷前缘	
					沿 走 向			按厚度	沿 倾 斜			煤柱的 厚度, 米	煤层 顶板 方向	煤层 底板 方向		
					最大	最小	平均		最大	最小	平均					
Ⅶ	1	15.2	33.6	51	4.6	2.0	3.2	5.0	6.2	5.8	6.0	2.4	1.8			
	2	48.8	42.5	115	4.6	2.6	3.6	12.0	7.0	3.6	3.7	4.6	1.2			
	3	13.2	38.3	35	4.8	1.8	3.2	13.0	4.8	4.2	4.5	0.8	1.4			
	4	26.4	46.0	57	4.8	4.6	4.7	10.0	7.4	7.0	7.2	1.6	1.7			
	5	52.2	23.3	224	3.8	3.0	3.4	6.0	2.6	2.4	2.5	4.8	4.8			

註：煤柱和采掘带面积是按平巷底板位置的水平断面给予的。

根据表1所列数据可以看出，采掘带和煤柱各具有不相同的尺寸。特别要注意顶板附近有尺寸大的煤柱，其面积暂时超过采掘带的面积。

采空区充满岩石是由于煤层顶板方向水射流破坏顶板的成果。

由于采空区煤的热度增加，采掘段的工作已经在Ⅲ小阶段开采结束以前停止。这是由于第五采掘带尺寸不大所致。在第五采掘带采煤是在采掘段工作停止前开始的。

在采掘段开采期间，只能对沿走向长18米的第四采掘带全部采煤进行15昼夜的观测。第二采掘段的采掘带测量最初在Ⅱ小阶段进行，然后在Ⅲ小阶段进行。

6个采掘带都进行了测量工作，测量数据列于表2中。

表 2

小阶段	采掘带号数	煤柱面积 米 ²	采掘带面积 米 ²	面积比 %	采掘带尺寸, 米				Ⅴ小阶段平巷的煤柱尺寸, 米			
					沿走向		接厚度	沿倾斜	顶板		底板	
					最大	平均			顶板方向	底版方向	顶板方向	底版方向
Ⅱ	1	12.0	90.0	13.4	7	6	14.0	7.2	3.0	2.0	1.0	1.5
	2	11.6	64.8	18.0	5	4	14.0	7.6	1.0	1.0	0.6	0.4
	3	10.4	64.8	16.0	5	4	15.0	7.6	0.6	0.4	1.0	1.6
	4	28.6	112.4	26.4	9	7	13.5	5.0	0.4	0.4	1.0	2.0
Ⅲ	1	22.0	143.0	15.4	11	9	15.6	6.0	1.0	0.4	2.0	2.2
	2	19.0	101.0	19.5	7	6	16.0	6.0	0.4	4.0	1.0	1.0

图2表示在第二采掘段Ⅱ小阶段内用采掘段回采示意图。

第二采掘段与第一采掘段采煤的区别是，第二采掘段是从两个小阶段平巷进行，这可以根据采掘带的形状和尺寸来说明。采掘带沿走向的尺寸约为4—9米（平均为5米），而与走向垂直的尺寸等于煤层水平厚度，并根据煤

层水平厚度的改变而改变，平均为14—15米。

采空区充满岩石主要是从上复小阶段的岩石下放进行的。

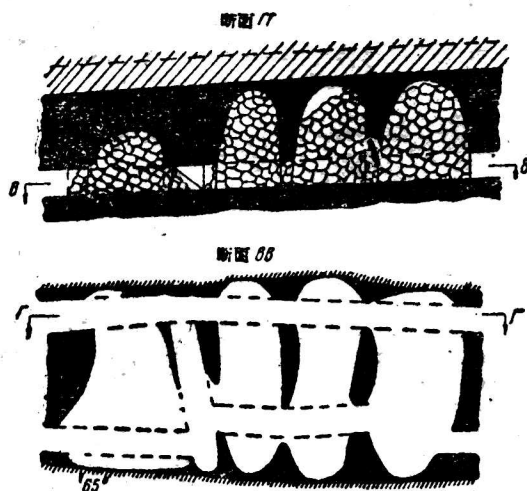


图 2 第二采掘段Ⅱ小阶段内用采掘带回采示意图

直接顶和底板的片落事故很少观测到。落入采掘带的岩石主要是青泥，有时，还保留成层结构。在上复冒落岩石的重量和顶板自重的作用下，顶板冒落绝大部分从上盘开始，而且，在地面形成大塌陷。

为了提高第二采掘段的落煤效率，实行下面一种采煤方法。首先，采煤是在采掘带进行，其沿走向的尺寸为4米，垂直走向是煤层全厚，高度5米，留下的稳定顶板厚度2—8米。然后，水枪移动2米，并在回采工作前进方向

的采掘段前部落煤，增加采掘段沿走向的尺寸达6米（图3）。企图立刻增加采掘带的尺寸到4—5米，这会引起顶板预先冒落和大量煤损。

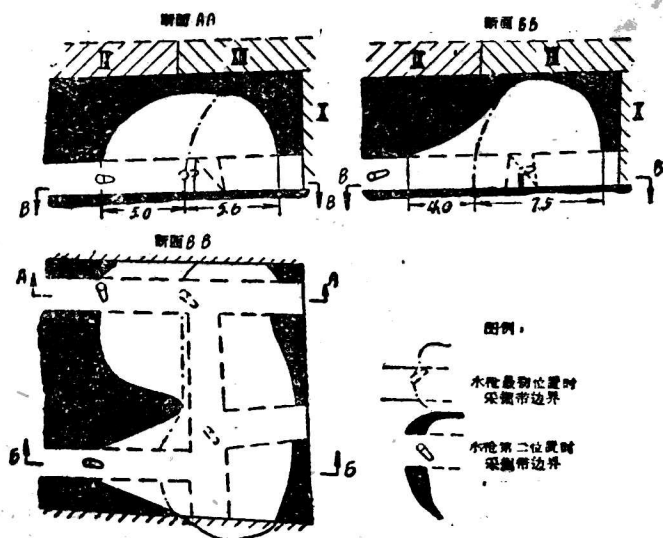


图3 沿走向加大尺寸的采掘带开采示意图

所采用的采煤方法有其优点，大部分煤在很小距离内用水枪冲采，而水射流与工作面平面所形成的角度也增加。此外，在开采第二采掘带时，形成辅助的暴露面。

由于降低水力落煤的效率，把沿走向的回采尺寸增加到大于6—7米，这不是所期望的。

在Ⅳ小阶段第四采掘带内回采时，煤的总损失为50—60%（采区沿走向长度18米），在采区长30米的第二采掘

段Ⅱ小阶段的5个采掘带内，其煤的总损失为30—40%。

煤的总损失包括有采掘带间、顶板和上下盘附近所留煤柱的损失。第一采掘段的煤损很大，这是由于煤层的水平厚度为10米时以平巷内的一台水枪落煤；压头小，落煤时停顿次数多，煤层破坏，这些也具有一定的作用。

在第一采掘段Ⅴ、Ⅵ、Ⅶ小阶段和第二采掘段Ⅱ、Ⅲ小阶段对地压显现进行仪器观测；为此，在小阶段平巷的顶底板里，沿走向每隔5—10米和横巷壁内安设成对标石。每对标石的邻近距离借CY-1万能指示支柱来测量，其观测能确定邻近回采工作面对平巷煤体移动的影响。

此外，在采掘段的Ⅶ小阶段平巷里，借深部标石已在离平巷深达4.5米的煤层法线方向进行煤体变形的观测。断面上深部标石的布置如图4所示。深部标石沿法线（层理的法线）的长度约2.2—4.9米，而沿垂线为0.5—2.5米。在7—18天内每天都要进行观测。Ⅴ小阶段平巷内顶板下沉最大值在离工作面3米处为18—14毫米，而在Ⅵ小阶段平巷内，在离工作面2.5米处为61毫米。根据标石和回采工作面间的距离，顶板下沉的平均速度如图表所示（图5）。平巷顶板下沉速度的急剧增加，在接近回采工作面的第五测量区观测到。在这里，下沉速度达80毫米/昼夜（平均为10—15毫米/昼夜）。移动的起点，即零速度，是在Ⅴ小阶段离工作面5米或5米以上的地方观测；而在Ⅵ小阶段是离工作面17米或17米以上的地方观测。下沉速度的平均曲线形式表明，由于回采工作的影响，平巷顶板下沉是在离30—40米处开始。离回采工作面的距离超过40

米时，观测到的下沉速度很小，而且难于觉察。

在研究节理上每一标石下沉过程时，可以确定，不管回采工作面推进时，或者工作面停顿时，下沉量是在不断增长，但下沉速度不是常量。

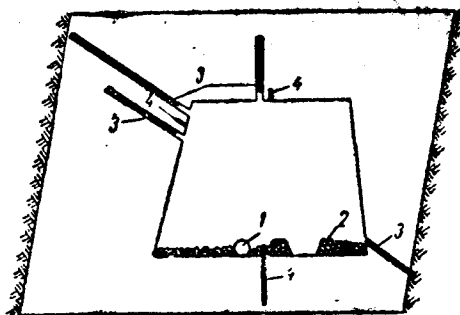


图 4 平 内深部标石布置示意图

1—管路；2—溜槽；3—深部标石；4—锚销。

在Ⅷ小阶段的平巷内，进行了1.5月的频繁观测。观测时，顶板下沉的测量每昼夜进行2—3次。在Ⅷ小阶段的平巷内，最大的观测下沉值列于表3中。

表 3

指标名称	标石序号						
	4	5	6	7	8	9	10
下沉值，毫米	21	32	25	29	46	22	14
距工作面距离，米	4.5	1.0	4.8	3.5	0.5	2.0	9.0
距工作面的最初距离，米	58.0	51.5	44.5	38.0	30.5	29.5	19.0

在Ⅲ小阶段平巷内，顶板下沉速度的变化曲线，跟在Ⅴ、Ⅵ小阶段平巷内所观测的情况具有相同形状。

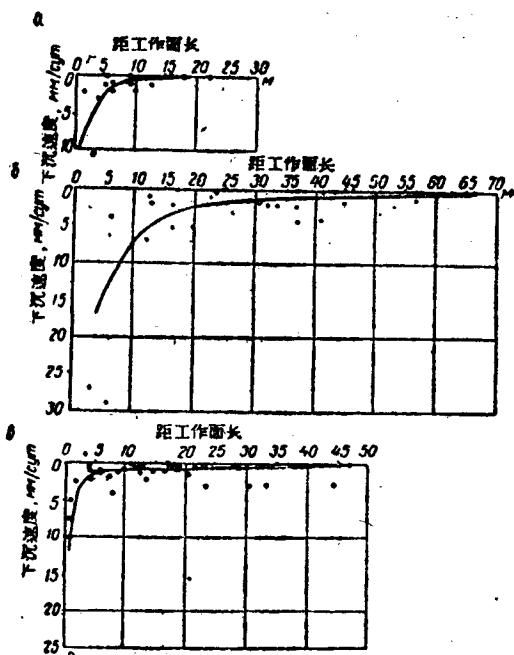


图 5 第一采掘段内平巷顶板下沉速度
a—Ⅴ小阶段；b—Ⅵ小阶段；c—Ⅶ小阶段。

当工作面到标石的距离为 1—2 米到 5 米时，观测到最大的下沉速度。回采工作的影响表现为平巷顶板下沉值 1—2 毫米时，其影响是在距工作面 30—40 米处。

在第二采掘段的小阶段平巷内测量顶板下沉，是在