

緩傾斜煤層的地壓破煤

苏联 В.И. 克拉夫琴闊著

煤炭工业出版社

內 容 提 要

本書分为四章。第一章論述煤在地压作用下的相对移动，介紹了頓巴斯各矿井煤被压出的各种現象；第二章論述自然地质因素对地压破煤的影响，說明了煤層構造、解理、厚度、傾角、埋藏深度以及圍岩性質等对于地压破煤的作用；第三章論述生产技术因素对地压破煤的影响，說明了工作面的长度、宽度、位置、推进速度以及开采方法和頂板管理方法等对于地压破煤的作用；第四章專論各矿对于地压破煤的利用情况。最后在結論中，还簡要地对于地压破煤作了总结。

ОТЖИМ УГЛЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПОЛОГОПАДАЮЩИХ ПЛАСТОВ ДОНБАССА

苏联 В. И. КРАВЧЕНКО 著

根据苏联国立煤矿技术書籍出版社(УГЛЕТЕХИЗДАТ)

1951年莫斯科第1版譯

573

緩傾斜煤層的地压破煤

王永藏譯 張式平校訂

*

煤炭工業出版社出版(地址：北京東長安橋煤炭工業館)

北京市書刊出版業登記證出字第084号

北京市印刷一厂排印 新华書店發行

*

开本78.7×109.2公分 * 印張2 $\frac{1}{2}$ * 字數40,000

1957年6月北京第1版

1957年6月北京第1次印刷

統一書号：15035·340 印数：0,001—1,150册 定价：(10)0.34元

引 言

“地压破煤”现象的研究及其在頓巴斯許多矿井中的实际应用，远在十五年以前就开始了。

利用地压来減輕落煤操作和控制瓦斯洩出的必要性是很显明的，特别是在用刨掘法采煤时，地压破煤的优越性就尤为突出。

頓巴斯許多矿井的工作經驗証明：在硬質煤層中，如不具备地压破煤的条件，就根本不可能使用刨掘法采煤。因为在这种情况下，如果用切割机器采煤，截齿和电能的耗費太大，并且会使机器常常發生故障。

有些采矿工作人員單純地認為：岩石压力是一个不利的因素，对岩压必須以加强支护的方法来进行斗争。其实，我們如果善于管理頂板，地压就可能被我們用来減輕落煤的操作；我們如果善于引导地压，回采工作面上的煤就可能被压碎、被压出或自行剝落。

某些矿井，由于善于利用回采工作面中的地压，使得在硬質煤層（無煙煤）中的掏槽过程大为縮減，甚至在某些地区（如斯維尔德洛夫矿务局的某些矿井），根本就可以不掏槽。因此，对于利用岩石压力的地压破煤的研究工作，应給以極大的注意。

地压破煤可以提高劳动生产率，对于降低煤的成本也非常有效。同时，在瓦斯含量大的煤層中，地压破煤还可

以消除由于用机械掏槽和落煤所带来的危险。

利用地压破煤虽然已不是什么新鲜的事，然而至今还未能制出适用于具体矿山地质条件的有效措施，以便采用这种方法。

因此，实际工作中的基本任务就在于：如何在各种不同的矿山地质因素及生产技术因素的綜合情况下，寻求足以保证煤均衡地向采空区移动的必要条件。

研究地压破煤时，应考虑能影响煤被压出的两类因素：

1. 自然地质因素：围岩的地质断面及其物理机械性质，是否具有解理、裂缝和破坏；煤的硬度、煤层的厚度和倾角，是否具有夹石及其特性等等。

2. 生产技术因素：开采方法、工作面长度、工作面的相互位置及其推进速度；顶板管理方法及支架结构等等。这些因素并不是固定的而是可以调整的。

由于决定地压破煤性质的因素的多样性，所以这个问题的研究特别复杂。到现在为止，对个别煤层中在地压破煤方面所积累的工作经验，尚待进一步地研究和总结。

本书第一章举出了顿巴斯某些矿井中围岩和煤层动态的观测资料，同时也包括了顿巴斯煤矿科学研究所1949年度第二号论题研究报告的个别材料，本书作者就是从事这一工作的领导人。后面的几章阐述了自然地质条件和技术条件对地压破煤的影响，并且记述了各矿利用地压破煤的工作经验。

在编写本书时，作者参考了有关这个问题的现有资

料。

在結論中，作者指出了能够促使煤被压出的条件以及获得煤被压出的办法。

如果各研究所都能按照統一的方法进行煤移动的观测，我們便能积累更多的資料，来进一步解决煤被压出的理論問題。

謹向在本書写作末期給以意見和指导的技术科学碩士 Я.Э.涅克拉索夫斯基致謝。

衷心地希望讀者提出寶貴的意見和要求，作者不胜感謝。

目 录

引 言

第一章 开采緩傾斜煤層时煤相对移动的研究 5

1. 观测区的特征 5

2. 煤和圍岩相对移动的观测 12

第二章 自然地質因素对地压破煤的影响 34

1. 煤層的性质 34

2. 煤的解理 36

3. 煤層的厚度和傾角 37

4. 圍岩 38

5. 煤層和岩石的粘結情况 40

6. 頂板岩石的裂縫 40

7. 煤層的成層狀況 41

8. 煤層的埋藏深度 41

9. 近距煤層 42

10. 岩石的含水性 42

第三章 生产技术因素对地压破煤的影响 44

1. 工作面長度和开采方法 44

2. 工作面的相对位置 45

3. 頂板管理方法 46

4. 工作地点的寬度 47

5. 支架密度 51

6. 工作面的推进速度 52

第四章 地压破煤在实际工作中的利用 57

1. 捷尔任斯基 3 号矿井的地压破煤 58

2. 卡崗諾維奇矿井的地压破煤 61

3. 1号、2号矿井的地压破煤 62

4. 捷利特 2 号矿井的地压破煤 63

結 論 64

第一章 开采緩傾斜煤層时煤相对移动的研究

1. 观测区的特征

已經观测过的采区的简要特征及其主要指标如表 1 所示。

斯維尔德洛夫矿务局捷尔任斯基 3 号矿井：該矿井观测过第 44 号采煤場子，开采的煤層是“民达諾夫斯基” h_9 層，傾角为 24° ，煤層的开采厚度为 1.22 公尺。該煤層被 0.05 公尺厚的粘土頁岩夾層分为上下两个天然分層，其厚度分别为 0.75 公尺和 0.42 公尺。除最下面的 0.23 公尺的底煤外，上下兩分層的無煙煤均为中等硬度，有明显的解理，解理方向与工作面所成的角为 25° ，解理面的傾角为 $75-80^\circ$ 。

緊貼煤層上部是由数个分層所組成的粘土頁岩互層，总厚为 11 公尺。其中最下一个分層很稳定，厚为 0.2 公尺；其上为一中等稳定的分層，厚为 0.67 公尺；再上一分層不稳定，厚为 1.13 公尺；最上一層为 9 公尺厚的松散性粘土頁岩。頂板岩層也有明显的解理裂縫，它与煤層裂縫的方向一致。

老頂为砂岩，厚为 12 公尺。煤層底板为粘土頁岩，厚为 0.42 公尺。其下一層为 0.12 公尺厚的小煤，再下则为 4 公尺左右的硬砂岩。除在該矿西区有一斷層外，尚未發現其它地質破坏。

表 1

矿务局名称	矿井名称	煤层名称	厚度公尺	倾角度	开采深度公尺	围岩的性质和厚度		顶板管理方法	采煤场长度公尺	月进度公尺	近工作面支架的密度	
						顶板, 公尺	底板, 公尺				设计的	实际的
斯维尔德洛夫斯基矿务局	捷尔任斯基3号井	民达诺夫基K ₈ 层	1.2	24	390—445	粘土页岩: 0.20 稳定的 0.67 中等稳定的 1.13 不稳定的 9.0 松散的 12.0	粘土页岩 0.42 小煤屑 0.12 硬砂岩 4.0	局部充填	180	31.5	1.1	0.5
巴卡夫无烟煤矿务局	23号主副井	法民斯基K ₈ 层	1.4	25	220—275	坚硬的粘土页岩 2.5—6.0 硬砂岩 10.0	坚硬的粘土页岩	全部落顶	100	31.0	6.4	4.5
奇斯嘉夫无烟煤矿务局	3号主副井	德蘭斯基K ₂ 层	1.26	9	270	稳定的粘土页岩 0.05—0.10 坚硬的砂质页岩 0.75 砂岩 0.50 粘士页岩 4.00 稳定的砂岩 5.5	中硬的粘土页岩 0.75 砂岩 0.50 粘士页岩	全部落顶	90	20	3.9	1.75
伏希希夫新矿务局	9号主副井	第三法民斯基K ₅ 层	0.96	10	160	稳定的粘土页岩 0.20 中硬的粘土页岩 1.00 砂岩 6.0 粘士页岩 5.0	砂质粘土页岩 0.8 硬砂岩	全部落顶	110	21.5	3.0	3.8

巴卡夫中央巴卡夫礦務局	0.65 —1.2	3	250	粘土頁岩 1.5—2.5 砂質頁岩 18.0 砂岩	堅硬的粘土頁岩 6.0	全部 落頂	280	20.0	5.2	無資料
斯大林切朗斯謝民諾夫礦務局	1.0	10	345	石灰岩 中硬的粘土頁岩 4.5 25.0	砂質粘土頁岩 7.5	緩慢 下沉	115	30	2.8	1.4
斯維爾第1號、2號礦務局	1.06	<20	330	由1公尺以下的 分層所組成的粘 土頁岩 14.0 砂岩 13.0	堅硬的粘土頁岩 1.14 砂岩	局部 充填	70— 110	50—40	1.25	無資料
伏羅希洛夫第三號民諾夫礦務局	0.85	<10	70— 200	硬砂岩 10.0 松軟的砂岩 5.0	粘土頁岩 8	全部 落頂	100	32	2.0	1.8
頓巴斯維爾第1號、2號礦務局	0.6	5	150	砂質粘土頁岩 砂岩 5—4 8—10	中硬的頁岩 0.3 砂質頁岩 2—5	全部 落頂	75— 100	—	—	無資料

采煤場子長為 180 公尺。工作地点用可縮性支柱支撐，這種支柱下端削尖，形同鉛筆，支于梁板的下面。柱的間距沿傾斜為 1.5 公尺，沿走向為 1.2 公尺。

頂板管理用局部充填法。岩石帶間的距離小於 5 公尺，岩石帶的寬度為 4.5—5 公尺。壘砌岩石帶的材料取自放頂時落下來的石塊。工作面控頂間距：最大為 3.8 公尺，最小為 2.5 公尺。采煤場子上方留有 15 公尺寬的煤柱，其上則為 1940 年的老塘。采煤是用人力采掘和爆破相結合的方法。工作面的平均推進速度為 1 公尺/晝夜。

巴卡夫無煙煤礦務局 23 號矿井：觀測工作是在東 9 號采煤場子進行的。該礦開采的煤層是 C_2 煤層羣中的“法民斯基” $^{1/2}$ 層，傾角為 25 度，煤層的開采厚度為 1.4 公尺。該煤層中部有一層 0.03—0.10 公尺厚的煤質頁岩夾層。解理方向與工作面所成的角為 20—25°。煤質堅硬。頂板是由數層粘土頁岩組成的，質硬，總厚度為 2.5—6.0 公尺。岩石的解理不很明顯。老頂為堅硬的砂岩，厚約為 10 公尺。底板為堅硬的粘土頁岩，未發現地質破壞。

采煤場子長為 100 公尺，上部留有 15—20 公尺寬的煤柱。再上則為 1937 年的老塘。采煤場子的下方為東 10 號采煤場子的采空區。

頂板管理用全部落頂法。放頂時用雙行密集木支柱，采完一槽煤，即打一排雙行密集木支柱，在工作時經常保持有兩排密集木支柱，因為其中有一排在放頂時是要拔除掉的。兩排密集木支柱間支以單個的支柱（點柱——譯者），柱的間距沿傾斜為 1.3—1.5 公尺。每循環放頂一次。控

頂距為3.6—5.5公尺。在工作面煤壁4公尺以外，經常在頂板內發現裂縫。

掏槽採用截盤長為2公尺的截煤機。落煤用爆破方法，工作面的平均推進速度為1公尺/晝夜。

巴卡夫無煙煤礦務局中央巴卡夫矿井：觀測工作是在南部主要采煤場子內進行的，開采的煤層是“那德巴卡夫” K_1 層，傾角為 3° ，煤層總厚度是不固定的，變動於0.65公尺—1.2公尺之間。該煤層被兩層粘土頁岩夾層（厚度分別為0.07公尺和0.15公尺）分為三個天然分層，厚度各為0.19、0.39和0.15公尺。上分層為硬質無煙煤，不含雜質。下分層亦屬硬質無煙煤，但含有石英岩雜質。中分層則為較軟的無煙煤。粘土頁岩夾層質硬，與煤層粘結很緊固。采煤場子的開采深度距地表為250公尺。

頂板為粘土頁岩，厚為1.5—2.5公尺；其上為砂岩，厚為18公尺；底板也為粘土頁岩，厚為0.6公尺。

采煤場子長為280公尺。工作地點採用由兩根金屬支柱和一根長為1.6公尺的半圓木所構成的棚子來支撐。棚的間距為1.2公尺，棚柱的間距為1.0公尺。頂板管理用全部落頂法，放頂步距為1.8公尺。採用由СГК型金屬支柱所構成的雙行密集支柱作為切斷頂板的支架。

掏槽採用截盤長為2公尺的截煤機。落煤採用爆破方法。工作面的平均推進速度為0.65公尺/晝夜。

伏羅希洛夫礦務局9號主副矿井：該矿井開采的煤層是“第三卡民斯基” K_3 層，傾角為 10° ，煤層的開采厚度為0.96公尺，不含夾石層。煤質中硬，有與工作面成 15°

角的解理裂縫；煤層上面為一層粘土頁岩，質硬，厚為0.2公尺。再上為一層中硬的粘土頁岩，厚為0.8—1.0公尺，且有解理裂縫，解理方向與采空區所成的角約為 80° 。岩層的解理方向與煤層解理方向一致，粘土頁岩間粘結不緊密。老頂為砂岩，厚為5—6公尺。底板為砂質粘土頁岩，厚為0.8公尺，其下則為堅硬的砂岩。未發現地質破壞。

采煤場子長為110公尺。工作地點是由兩根木支柱和一根長為1.5公尺的半圓木所構成的棚子來支撐。棚的間距沿傾斜為1.0—1.5公尺，棚柱的間距為0.6—0.8公尺左右，這主要取決於刨煤班的數目。頂板管理用全部落頂法。放頂用一排單行密集支柱，放頂步距為1.2—1.6公尺。在采煤時，常常要保持兩排密集支柱，它們彼此間的距離相當於工作面兩晝夜的進度。最大和最小控頂距平均為2.4和3.6公尺。

采煤用刨煤機。工作面的平均推進速度為0.7公尺/晝夜。

奇斯嘉克夫無煙煤礦務局3號主副礦井：該礦井開采的煤層是“德蘭諾夫斯基” K_2 層。傾角為 $8-9^{\circ}$ ，煤層的開采厚度為1.26公尺。煤層為無煙煤，煤質中硬，解理明顯，解理方向與工作面所成的角為 15° 。采煤場子內的圍岩、煤內夾石及無煙煤各天然分層的機械強度，如圖1所示。所謂機械強度是用下列方法確定的：即將待測的岩石或煤裝于滾筒中，使之旋轉破碎，然後以其中大於25公厘的塊度所佔的百分比，來表示強度的大小。有幾個采

煤場子里，緊貼在煤層上面的，是一層幾公分厚的粘土頁岩；在這層粘土頁岩上面，是一層堅硬的砂質頁岩，厚為 4 公尺；但有時沒有粘土頁岩，而在煤層上面直接見到砂質頁岩。老頂是一層穩定的砂岩，厚為 5.5 公尺。煤層底板為中硬的粘土頁岩，厚為 0.75 公尺，其下則為一層厚為 0.5 公尺的砂岩。

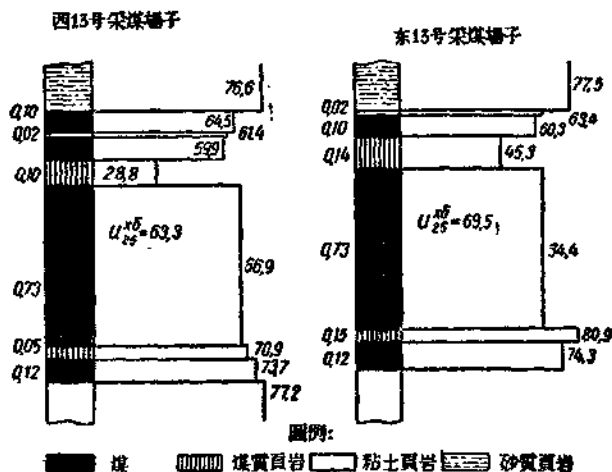


圖 1 德蘭諾夫斯基 K_2 層的煤和圍岩的硬度

采煤場子長為 90 公尺。工作地點用叢柱支撐，每組叢柱由 6—7 根支柱組成；各組叢柱間，沿走向的距離為 1.6 公尺，沿傾斜的距離為 2.3 公尺。頂板管理用全部落頂法，最大控頂距為 7 公尺，最小控頂距為 5 公尺。

采煤用刨煤機。工作面每晝夜的進度為 0.7 公尺/晝夜。

斯大林矿务局切柳斯琴柴夫矿井：該矿井开采的煤層是“謝民諾夫斯基”K₂層，傾角为 10° ，成層平穩，开采厚度为 1.0 公尺。該煤層下部含有扁豆狀的黃鉄矿雜質，厚为 0.1 公尺。煤質中硬，解理方向与工作面所成的角为 $10-15^{\circ}$ ；緊貼在煤層上面的是一層堅硬的石灰岩，厚为 4.5 公尺左右；其上則为一層中等穩定的粘土頁岩，厚为 25 公尺左右。底板为砂質粘土頁岩，厚度在 7.5 公尺以下。

采煤場子長为 115 公尺，頂板管理用緩慢下沉法。用三角形木垛支撐頂板。木垛間距为 2.5 公尺。工作地点用“丁”字形支架支撐，这种支架是由一塊厚为 11 公分、長为 2.2 公尺的半圓木和一根支柱組成的，支架距工作面煤壁的距离为 1.2 公尺。各支架的間距，沿傾斜为 1.1—1.3 公尺。

采煤用刨煤机。工作面每晝夜的进度为 1.0 公尺/晝夜。

2. 煤和圍岩相对移动的观测

要想对煤的移动获得一个完整的概念，本来应当先知道煤、頂板和底板的个别移动情况，即它們的絕對移动情况。但是，鑑定它們的絕對移动，在技术上是很难的；因此，我們在观测时，只能測量煤和圍岩移动的相对值，而不是絕對值。

从前在頓巴斯回采区所进行的观测証明：無論是緩傾斜煤層或急傾斜煤層，底板的移动并不很显著(每晝夜底板隆起的数值为 0—1.5 公厘)；甚至有許多矿井，在小平

巷中几乎就没有发现过底板隆起的现象。所以，底板隆起的数值如果可以略而不计并且能够允许某些误差，我们就可以把岩石的垂直位移当作顶板的绝对位移。

测量围岩的垂直位移，一般是采用刻度单位为公厘的缩性指示杆。在进行专门性的观测时（掏槽、放顶等），则应采用带有指针的指示杆，用以测量顶板的下沉程度，其精确度应为 0.01 公厘。关于上述两种仪器，在B.Г.大維江茨著的“頓涅茨煤田煤層开采时的围岩移动”（苏联国立煤矿技术書籍出版社，1948 年版）一書中均有詳細說明。

观测煤的动态，是在工作面前方预先开掘出来的小平巷内进行的。首先，在同一个垂直平面内鑽两个或三个鑽眼，其长度为 1.5—2.0 公尺。把这些鑽眼分佈在不同的各天然分層中，然后将頂端加粗的長木塞插入各鑽眼内（圖 2）。木塞較粗的那一段（0.15 公尺）要与眼壁和眼底接触，較細的那一段不要与眼壁接触，因为这样才能使已經遭受破坏的那部分煤不致对木塞發生作用。露在鑽眼外面的那一段木塞要釘上一根鋼尺，鋼尺上的刻度单位为 0.5 公厘。另外，在煤洞工作面附近悬挂一根帶鉛錘的綫，各鋼尺則从該垂綫的側面擦过。

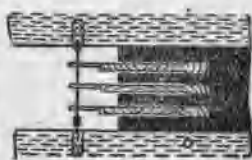


圖 2 測量煤位移的鑽眼和工具的佈置

佈置在煤內的所有各測点和各測桿的讀數要同時記載；这样，才能准确地了解整个观测区内岩層位移的情况。

煤和圍岩的相對移動的觀測工作，也在捷爾任斯基三號礦井 44 號采煤場子的中部進行過。在超前於工作面 4 公尺開掘的煤洞內和工作地點內，一共佈置了三個測點，並於 1949 年 9 月 9 日到 13 日進行了觀測。這些測點佈置在同一垂直綫上的頂板和底板之間。測點的佈置和它們之間的距置如圖 3 所示。從圖 3 還可看出，在煤層中為探測煤移動的 A、B、B 各測點的位置關係。觀測的結果，如圖 4 所示。圖 4 的上部表示頂板下沉的情況，中部表示煤的水平移動情況，下部表示測點、工作面和岩石帶的位置關係。縱座標表示頂板下沉的程度和煤的水平移動距離；橫座標表示時間。

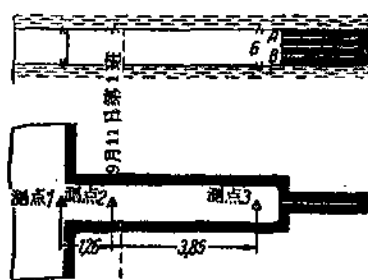


圖 3 觀測頂板位移的測點的佈置

每小時的平均下沉速度如表 2 所示。

測點 2 是在 9 月 11 日設置的，當時距工作面 0.45 公尺。在開始采煤之前，該測點的下沉曲綫是很平緩的；但在采煤時，下沉的速度就增加到 5.5 公厘/小時。測點 2 各晝夜每小時的平均下沉速度如表 3 所示。

9 月 11 日在工作面前方 3.4 公尺的煤洞內所設置的測

由圖 4 可以看出：
距工作面煤壁 0.1 公尺
處的測點 1 是連續下沉
的。在采煤工作進行時，
頂板下沉的強度增加。
在壘砌岩石帶時，
頂板下沉的強度沒有增
減變化。測點 1 各晝夜

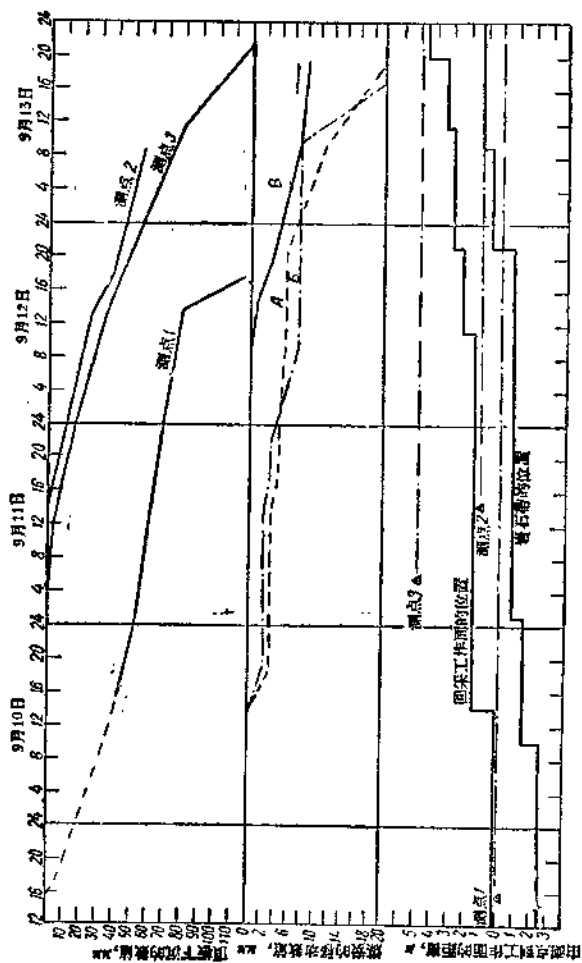


图 4 捷尔任斯基 3 号矿井顶板垂直下沉量和煤沿水平的位移