

12
苏联 普·爱·列夫科维奇 格·伊·鲍罗金娜著

卡拉崗达煤田工作面的 矿山压力和頂板管理

煤炭工业出版社

內 容 提 要

这本书主要介绍卡拉崗达煤田各煤层的矿山地質条件, 采煤工作面的支护方法和頂板管理方法, 矿山压力的研究方法, 頂底板实际移动和支架承受压力的大小。此外, 对現行的采煤場子的支护說明書提出了建議, 对設計新型支架也指出了基本方向。

卡拉崗达煤田的地質情况是多样性的: 緩傾斜煤层最多, 但也有傾斜 $50-80^{\circ}$ 的煤层; 有薄煤层, 也有厚煤层。因此: 这本书中介绍的情况和經驗, 对我国煤矿都有参考价值。

本书可供煤炭工业各煤矿、科学研究和設計部門工程技术人员参考。

П. Е. Левкович Г. И. Бородин
ГОРНОЕ ДАВЛЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ КРОВЛЕЙ В
ОЧИСТНЫХ ЗАВОХ ШАХТ КАРАГАНДИНСКОГО
БАССЕЙНА

Углетехиздат Москва 1955

根据苏联国立煤矿技术書籍出版社 1955 年版譯

723

卡拉崗达煤田工作面的礦山压力和頂板管理

朱云嘉譯 陈篤乾校

*

煤炭工业出版社出版(社址: 北京东长安街煤炭工业部)

北京市書刊出版業營業許可証出字第 084 号

煤炭工业出版社印刷厂排印 新华書店发行

*

開本 787×1092 公厘 $\frac{1}{32}$ 印張 $3\frac{3}{4}$ 插頁 3 字數 71,000

1958年6月北京第1版 1958年6月北京第1次印刷

統一書号: 15035-453 印數: 0,001—3,000冊 定价: (10)0.65元

序 言

在执行苏联共产党第十九次代表大会关于第五个五年计划的指示时，卡拉崗达煤田的矿山工作者非常重视回采工作面支护的机械化和頂板管理問題，以不断改进煤层的开采方法。

这些問題的順利解决，在很大程度上取决于对矿山压力的研究情况。卡拉崗达煤田各矿井跟頓巴斯、莫斯科近郊煤田以及其他煤田一样，正在进行着巨大的科学研究工作，其中也包括对矿山压力的研究工作。但是各个煤田，特别是卡拉崗达煤田进行这些工作的結果，在文献中还没有充分記載。

本書叙述卡拉崗达煤田回采工作面的支护方法及其頂板管理方法，列举了不同的矿山地質条件和生产技术条件下对矿山压力的大小和頂板的移动值进行观察与測定的結果。在分析和总结各項研究結果的基础上提出了一些建議，这些建議可能对卡拉崗达煤田各回采工作面的支护和頂板管理方法有进一步的改善，使现有的支护說明書合理化，并选择有科学根据的机械化金屬支架的設計方向。

本書作者应用了全苏煤炭科学研究院卡拉崗达分院和卡拉崗达煤炭科学研究所1951—1952年对矿山压力进行研究的結果。

序言、第三章和第四章为 И. Е. 列夫科維奇所写；第一章和第二章为 Г. И. 鮑罗金挪所写。

目 录

序言

第一章	煤田矿山地質的主要特征	3
第二章	矿山压力的控制	12
第1节	概 論	12
第2节	开采諾維层时回采工作面的支护和頂板管理	15
第3节	开采四符特层时回采工作面的支护和頂板管理	17
第4节	开采六符特层时回采工作面的支护和頂板管理	20
第5节	开采上馬利安娜层时回采工作面的 支护和頂板管理	22
第6节	开采費利克斯层时回采工作面的支护 和頂板管理	28
第7节	开采优質层时回采工作面的支护和頂板管理	34
第8节	开采中上层时回采工作面的支护和頂板管理	37
第三章	回采工作面內矿山压力的研究	39
第1节	对回采工作面內矿山压力的实验研究方法	39
第2节	开采上馬利安娜层时矿山压力的研究	43
第3节	开采費利克斯层时矿山压力的研究	54
第4节	开采六符特层时矿山压力的研究	63
第5节	开采优質层时矿山压力的研究	77
第6节	开采四符特层时矿山压力的研究	86
第7节	总结	102
第四章	現行支护說明書的合理化和机械化 支架的基本設計方向	112
第1节	支护說明書的合理化	112
第2节	机械化移动式支架的基本設計方向	115
第3节	設計金屬支柱的技术問題	118

第一章 煤田矿山地質的主要特征

按照岩石成分和含煤程度，卡拉崗达煤田的整个含煤地层可分为5个煤系：阿庫都克斯克煤系、阿什利亚里克斯克煤系、卡拉崗达煤系、阿拉巴斯克煤系和道宁斯克煤系。阿什利亚里克斯克煤系、卡拉崗达煤系和道宁斯克煤系为可采煤系；阿庫都克斯克煤系和阿拉巴斯克煤系只含有厚度不大的煤夹层，因而沒有工业价值。

阿什利亚里克斯克煤系共有26层煤，其中有19层煤达到了开采厚度。这个煤系的煤均为高灰分的和难选的煤。在这个煤系的各煤层中，只有最厚的“德沃依”煤层在开采。

卡拉崗达煤系是煤田的主要煤系。煤系的总厚度达到900—1100公尺。

組成煤系的岩层为砂岩、粘板岩和烟煤煤层。卡拉崗达煤系与阿什利亚里克斯克煤系的區別是：該煤系沒有海生动物化石群夹层；有大量的植物化石；煤的灰分很少；很多綠色砂岩层。

卡拉崗达煤系有29层煤，其中有13层煤达到了开采厚度。

道宁斯克煤系，即煤田的第三含煤系，共有10层煤，其中有5层煤达到了开采厚度。

以卡拉崗达矿区命名的煤田中部，其东边以馬依庫都克斯基隆起地帶为界，西边以杜包夫斯基隆起地帶为界。

卡拉崗达矿区被断层分为东部（普罗美斯烈区）和西

部（沙浪斯克区）。

現有的大部分生产矿井都位于普罗美斯烈区范围内。沙浪斯克区在卫国战争的最后几年才开始开拓。

普罗美斯烈区是煤田勘查最清楚的矿区。在该区查明有29个不同厚度的煤层，其中有13层煤达到了开采厚度（表1）。

表 1

煤 层 名 称	地質代号	厚 度（公尺）	
		总 厚 度	可采厚度
下馬利安娜层	K-1	4.06	3.22
中下层	K-2	3.61	2.34
中层	K-3	2.29	1.51
中上层	K-4	0.9—2.15	0.9—1.9
分层	K-6	1.3	1.1
优質层	K-7	1.8—2.10	1.6—2.0
得日納貝科夫斯基层	K-8	1.06	0.7
米特罗层	K-9	0.8	0.65
費利克斯层	K-10	3.5	1.7—3.4
上馬利安娜层	K-12	7.82	6.5
六符特层	K-13	3.8	1.6—1.9
四符特层	K-14	1.77	1.0—1.4
諾維层	K-18	1.84	1.2—1.35

从表內所列的煤层看来，煤田的主要煤层是：中上层、优質层、費利克斯层、上馬利安娜层、六符特层、四符特层及諾維层，用井下方法从这些煤层中采出来的煤达95.6%。

煤田各主要煤层的构造如图1所示。

各煤层的簡要特征如下：

上馬利安娜层。煤层的总厚度为7.2—8.4公尺，分两

层开采时采出厚度为5.3—6.7公尺，分3层开采时采出厚度为6.7—7.2公尺。傾斜角8—10°。該煤层的构造相当一致；煤質松軟，平均灰分为16—20%。

費利克斯层。煤层的总厚度在普罗美斯烈区西部为3.5—3.9公尺，在工业区东部为2.0—2.5公尺。傾斜角为8—12°。煤层的构造相当一致，煤質松軟。

六符特层。煤层的总厚度为3.3—3.9公尺，采出厚度为1.6—1.9公尺。煤层上部自然分层的厚度为0.82—1.6公尺，該分层同下部自然分层中間夹有0.6—0.9公尺厚的夹石层，因此，該分层沒有开采。煤层傾斜角为7—10°，在56/62号矿井，其傾斜角达到70°。煤質松軟。

四符特层。煤层的总厚度为1.12—1.54公尺，采出厚度为1.1—1.28公尺。煤层傾斜角7—10°，在56/62号矿井，其傾斜角达到70°。煤質堅硬。

优質层。煤层的总厚度为1.8—2.10公尺，在沙浪斯克区則增加到3.5—4.5公尺。普罗美斯烈区范围内的采出厚度为1.6—2.0公尺。傾斜角为7—15°，在42/43号矿井增加到30—35°，而在61/65号矿井則达到50—60°。煤質中硬。

中上层。煤层的总厚度在普罗美斯烈区西部为2.02—2.15公尺，在工业区东部为0.9—1.5公尺。采出厚度相应为0.9—1.9公尺。煤层傾斜角在工业区西部为7—10°，在东部为30—35—65°。煤質中硬。

諾維层。煤层的总厚度为1.9—2.10公尺，采出厚度为1.2—1.34公尺。煤层的下部自然分层的厚度为0.4—0.5

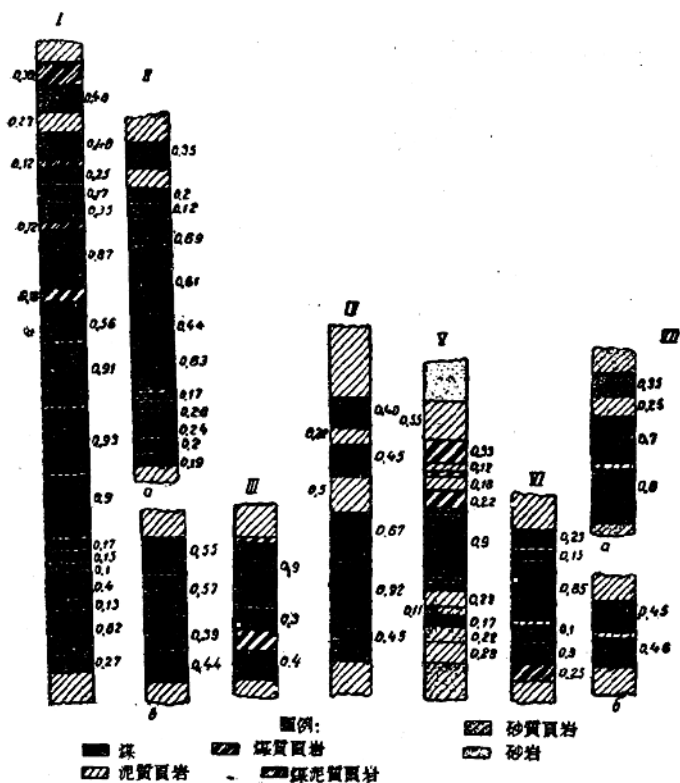


图1 卡拉崗达煤田各主要煤层的构造

I—上馬利安娜層； II—賓利克斯層（a—列寧礦務局所屬各矿井；
 б—基洛夫礦務局和斯大林礦務局所屬各矿井）； III—諾維層； IV—大
 符特層； V—四符特層； VI—優質層； VII—中上層（a—列寧礦務局所
 屬各矿井； б—基洛夫礦務局所屬各矿井）。

公尺，被0.3—0.5公尺厚的岩石夾岩同上部自然分層分開，由於其灰分很大而沒有開采。除56/62號矿井煤層的傾斜角達到70°外，一般為7—10°。煤質堅硬。

分層。煤層的總厚度為1.3公尺，在普羅美斯烈區的東部達到2.8—3.0公尺。除61/65號矿井煤層的傾斜角達到60—65°外，一般為7—10°。煤質堅硬。

德沃依層。煤層的總厚度為2.5公尺，采出厚度為2.1公尺。傾斜角為12—17°。煤層穩定。煤質中硬。

下馬利安娜層。煤層的總厚度為3.25—4.34公尺，采出厚度為1.4—1.75公尺。在61號矿井煤層的傾斜角為75—80°，在42/43號矿井為35°。

卡拉崗達煤系的煤層在普羅美斯烈區內幾乎全是向東南方向傾斜8—12°的緩傾斜煤層。只有在普羅美斯烈區的東部界綫處，馬依庫都克斯基斷層的後面，煤層傾斜角增加到50—80°，但是，煤層還是隨着下沉深度而漸緩。

在普羅美斯烈區範圍內的煤層是穩定的。在各個矿井的邊界綫上，煤層的厚度變化不大。斷層、變薄及沖蝕一類的地質破壞相當少。

沙浪斯克區的地殼構造比普羅美斯烈區的地殼構造複雜得多。該區被東西褶曲破壞以後，各煤層總的傾斜方向雖仍為東南方向，但煤層的傾斜角則不穩定了，而是在12—25°之間變化着。

從表1和圖1可知，正在開采的煤層大多是中厚煤層。只有上馬利安娜和費利克斯層是厚煤層。

在緩傾斜部分的煤層，無論沿傾斜或走向，大多數都

保持一定的厚度。

卡拉崗达煤系各煤层的构造差不多都是一致的。

在煤层采出厚度中间的夹石层的厚度不超过 5 公分，一般为 1—3 公分。在与煤层可采厚度接界的地方，一般都把較厚的夹石层同位于其上面或下面的煤的自然分层一起留下不采。只有上馬利安娜层的上分层例外，該处的煤質泥頁岩夹石层的厚度达 10—15 公分。

各煤层的直接頂板和底板均为相当不稳定的泥質頁岩。

卡拉崗达煤田各主要煤层的頂板特性如下：

上馬利安娜层。直接頂板为泥質頁岩、煤質泥頁岩和砂質泥頁岩。构成直接頂板的这些岩石都是容易冒落和脆弱的岩石。通常在煤层的頂板里留下厚达 0.25 公尺的煤皮不采。从而有可能增大空頂的面积，而机道一般都不支撑。放頂时，空頂面积达 50—80 公尺²，頂板就冒落。放頂距的变化是从普罗美斯烈区西面的两个循环的距离到东面的 3 个循环。

直接頂板的厚度为 2.4—18.0 公尺。老頂基本上是砂岩，其厚度为 9.0—38.0 公尺。在个别情况下，老頂由泥質頁岩和砂岩的交錯层組成；不可能找到直接頂板和老頂厚度变化的任何規律性。在普罗美斯烈区西部，老頂厚度最大。

按照全苏煤炭科学研究院的分类法，上馬利安娜层的頂板岩石屬於 II 級岩石。

費利克斯层。直接頂板为容易冒落的泥質頁岩、煤質

頁岩和砂質泥頁岩。直接頂板的厚度在普罗美斯烈区东部为0.7—3.5公尺，在西部为1.4—13.0公尺。放頂时，空頂面积达到30—50公尺²，頂板就冒落。

老頂为砂岩，其厚度为2—40公尺（西部較薄；东部較厚）。

按照全苏煤炭科学研究院的分类法，費利克斯层的頂板岩石屬於Ⅰ級岩石和Ⅱ級岩石。

优質层。直接頂板为容易冒落的泥質頁岩和砂質泥頁岩，其厚度为1.0—8.0公尺。

老頂为砂岩，其厚度为4.4—50公尺。按照全苏煤炭科学研究院的分类法，优質层的頂板岩石屬於Ⅱ級岩石。

六符特层。直接頂板为不易冒落的泥質頁岩、煤質頁岩和砂質泥頁岩，其厚度为8.0—30.0公尺。老頂为砂岩，其厚度为6—25公尺。按照全苏煤炭科学研究院的分类法，六符特层的頂板岩石屬於Ⅱ級岩石和Ⅲ級岩石。

中上层。直接頂板为泥質頁岩和砂質泥頁岩，其厚度为4.0—8.0公尺。老頂为砂岩，其厚度为3—17公尺。按照全苏煤炭科学研究院的分类法，煤层的頂板岩石屬於Ⅰ級岩石和Ⅱ級岩石。

四符特层。直接頂板为泥質頁岩，其厚度为1.5—20.0公尺，老頂为砂岩，其厚度为6.0—50公尺。按照全苏煤炭科学研究院的分类法，頂板岩石屬於Ⅰ級岩石和Ⅱ級岩石。

諸維层。直接頂板为泥質頁岩和砂質頁岩，其厚度为5.5—14.0公尺。老頂为砂岩，其厚度与直接頂板相同。

直接頂板通常不是同類岩層，而是泥質頁岩、砂質泥頁岩、煤質頁岩及不同厚度的煤層的交錯層。因此，頂板的岩石是比較容易冒落的。按照全蘇煤炭科學研究院的分類法，這些岩石屬於Ⅰ級岩石。

為了增強頂板的穩定性，在所有煤層（除諾維層外）中幾乎都留下一層煤皮作為人為頂板。

通常在開采四符特層、六符特層、費利克斯層、優質層和中上層等煤層時，都在頂板上留下5—20公分厚的煤皮不采。由於上馬利安娜層上部自然分層的灰分離，因而留在頂板上的煤皮厚度達0.5—1.0公尺。

只有在諾維層的采煤場子里才使用板皮背頂。在其他煤層的采煤場子里這種措施只偶而採用。

應該指出，在所有礦井內幾乎都能發現頂板的特徵。在朝東的采煤場子內，頂板上照例經常出現裂斷綫和溝縫。在同一時間內，朝西采煤場子的頂板卻比較穩定。這種現象產生的原因從圖2可以明顯地看出。

卡拉崗達煤田各煤層直接頂板的主要特徵是有很明顯的解理，解理方向是由北向南與層理相交成 $60-70^{\circ}$ 。在朝西的采煤場子內開采時，由解理面形成的頂板分層有回采工作面作其支持物；在朝東的采煤場子里，則在充填帶上放頂以後或在大放頂以後，工作空間內除密集支柱和靠近工作面的臨時支架外，直接頂板沒有其他支持物，因此，它就沿著其解理面的分層冒落下來，這就是直接頂板狀況惡化的主要原因。

采煤場子的推進速度越快，這種現象就越不顯著。

煤层底板如为泥質頁岩，則往往有隆起的傾向。在开采上馬利安娜层的下分层时，这种现象特別显著。

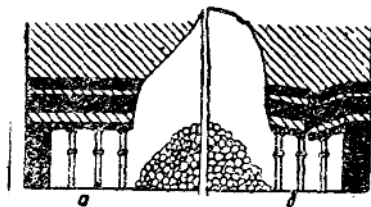


图2 顶板的稳定性随着采煤方向的不同而改变的示意图
a—朝西面掘进的采煤場子；b—朝东面掘进的采煤場子。

所有煤层的老頂都是砂岩，就各个煤层而言，老頂厚度及煤层与老頂間的距离的变化范围都很大。

例如，在諾維层里，当砂岩厚度为5—14公尺时，从煤层到砂岩的距离为5.5—14.0公尺。在六符特层里，当砂岩厚度为6—25公尺时，从煤层到砂岩的距离为8—30公尺。

根据砂岩厚度及其与煤层的距离，各个煤层頂板第二次冒落周期地出現（每隔20—60公尺），但在四符特层和諾維层中頂板則很少发生第二次冒落。

所有煤层都为含瓦斯煤层。深度为60—270公尺的矿井，已有一半属于Ⅲ級和超級瓦斯矿井。瓦斯梯度（每昼夜采煤1吨时沼气噴出量增加1公尺³所延深的开采深度）在卡拉崗达煤田为6—7公尺。

煤层的含水量不大。卡拉崗达煤田各矿井的含水系数平均为0.2。各矿井的小时涌水量为8—30公尺³/小时。

第二章 矿山压力的控制

第1节 概 論

本章将叙述卡拉崗达煤田各主要煤层开采时所采用的采煤場子的支护方法和頂板管理方法。

卡拉崗达煤田采用了全部陷落和局部充填两种頂板管理方法。采用全部陷落法的采煤場子占現有采煤場子总数的62.8% (占井下产量的70%以上)；采用局部充填法的采煤場子占37.2%。如果就一定时期内的某种頂板管理方法来看(表2)，則可以看出，最近5年以来，采用全部陷落法的采煤場子是减少了，但采用局部充填法的采煤場子却增加了。

表 2

指 标	年 份					
	1949	1950	1951	1952	1953	1954
生产采煤場子的年平均数，%	100	100	100	100	100	100
其中：						
(a)頂板管理用全部陷落法的，%	71.6	69.5	64.0	63.0	60.7	62.8
(6)頂板管理用局部充填法的，%	28.4	30.5	36.0	37.0	39.3	37.2

頂板管理采用全部陷落法，其使用范围縮小，这是与回采工作轉到較深的水平有关，因为深部水平頂板岩石的强度和厚度都增加了。

表 3 列举了卡拉崗达煤田各主要煤层頂板管理方法的分布情况。

从表 3 可以看出，每个煤层基本上只采用一种頂板管理方法。例如，上馬利安娜层和諾維层只采用全部陷落法，四符特层和六符特层只采用局部充填法。只有优質层、費利克斯层、中上层三个煤层，一半是采用全部陷落法，一半是采用局部充填法。这些煤层由于开采深度的增加，可以看出它們的頂板管理方法的变化規律是从普罗美斯烈区西部向东部变化的，就是說，普罗美斯烈区西部正在开采 5—7 个水平，一般是采用全部陷落法；其东部正在开采 15—19 个水平，則采用局部充填法。

表 3

煤 层 名 称	生产采煤 場子数, %	其 中	
		采用全部陷 落法的, %	采用局部充 填法的, %
下馬利安娜层	100	100	—
中上层	100	70	30
分层	100	75	25
优質层	100	52.5	47.5
費利克斯层	100	56	44
上馬利安娜层	100	100	—
六符特层	100	18①	82
四符特层	100	6①	94
諾維层	100	100	—
德沃俄层	100	100	—
共 計	100	62.8	37.2

① 六符特层和四符特层采用全部陷落法的只有在急傾斜部分的采煤場子內。

在1948年以前，回采工作面均用木支柱支护；从1948年起，逐渐使用金属支柱。各年使用金属支柱的资料列于表4中。

表 4

指 标	各年指标的变化					
	1949	1950	1951	1952	1953	1954
用金属支柱支护的采煤场子， 占采煤场子总数的百分比	28.4	30.5	34.4	48.0	45.0	50.5
其中下列采煤场子占有采煤 场子的百分比：						
(a)采用全部陷落法的	16.5	16.4	14.6	25.4	22.5	31.1
(б)采用局部充填法的	58.6	63.0	69.6	85.5	80.0	84.0
使用金属支柱的数目，%	100	128	147	146.8	200	232
一个采煤场子使用金属支柱的 平均数，根	340	455	525	400	515	493

采煤场子的支护主要是用 CTK 型金属支柱。

从表4的资料可以看出，在顶板管理用局部充填法的采煤场子里，广泛地使用了金属支柱。这种情况是因为全部陷落法基本上是在煤层厚度大于2.0公尺的条件下才采用形成的。目前，还没有一种适用的金属支柱结构，凡是厚度容许采用现有各种类型的金属支柱的煤层（费利克斯层的上分层和优质层），在采用放顶距很大的全部陷落法时会大量丢失支柱。在四符特层、优质层、六符特层采用局部充填法和在诺维层采用顶板全部陷落法时，都普遍使用金属支柱。

第 2 节 开采諾維层时回采工作面的 支护和頂板管理

諾維层是卡拉崗达煤系的上部煤层。开采这个煤层的所有矿井都是采用全階段全面采煤法。采煤是用“頓巴斯”型康拜因，在采煤場子內使用 CT₂-11 型和 CKP-11 型刮板运输机运煤。

采煤場子是用垂直于工作面的棚子来支护的(图 3)，棚子由一根頂梁(长 2.0 公尺)和两根棚腿組成，一根棚腿打在靠場陷区一面的頂梁的末端，另一根棚腿則打在距离工作面 0.9 公尺的地方。頂梁伸出的一端插在煤层頂板附近的梁窝里，梁窝的深度为 10—15 公分。棚子間的距离沿上斜平均为 0.7 公尺。

煤层的直接頂板因被微細的交叉裂縫網破碎，是不大稳定的，而且容易与上部不可开采的薄煤层脱离，成小块往下落。为了防止直接頂板冒落，在諾維层的各采煤場子里有 35—70% 的頂板背上背板。

大多数采煤場子都采用 CTK-1 型金屬支柱作为工作面临时棚子的支柱，并往往与木支柱配合使用。在一个采煤場子內安設金屬支柱的数量占支柱总数的 20—40%。

在个别情况下，支护采煤場子的工作量占采区总工作量的 17%。

使用厚度为 10—13 公分的半圓木或厚木板作为頂梁。用板皮或劈成 4 片的旧支柱作为背板。

开采諾維层的各矿井，頂板管理均用全部陷落法。按