

第 2 輯

煤矿科技论文选辑

# 矿山压力与顶板管理

煤炭工业出版社

608

煤矿科技論文选輯(2)

# 矿山压力与顶板管理

北京矿业学院采煤方法教研组译

煤炭工业出版社出版 (北京牛黄安西煤炭工业出版社)

北京市图书出版业营业登记证出字第084号

北京市印刷一厂排印 新华书店发行

\*

开本78.7×109.2公分 1/32 \* 印张9 1/4 \* 插页4 \* 字数173,000

1957年10月北京第1版

1957年10月北京第1次印刷

统一书号:15035·369 印数:0,001—1,300册 定价:(11)1.90元

## 出版說明

为了适应煤炭工業部門科学研究工作者和工程技术人員的需要，我們將陸續出版“煤矿科技論文选輯”，就不同的專題从苏联和其他国家的書刊中选譯对我国教学研究和生产建設具有实际参考价值的論文分輯出版。同样也編选我国同类性質的学术論著。

專題的划分將根据搜集的資料来确定。目前，按出版先后分作第一輯、第二輯等等。

本書选譯了苏联煤矿技术書籍有关“矿山压力与頂板管理”的論文八篇。其中“对矿山压力研究的几点意見”和“与煤矿回采巷道支架机械化任务有关的 矿山压力 研究的方向和方法”兩篇討論了矿山压力的研究方法和方向，其他各篇着重研究矿山压力和頂板管理的关系，分別叙述頂板与支架相互的力学作用，頂板下沉与支架特性对初期矿山压力的影响，矿山压力的实际觀測和測定方法，設計机械化支架时所需的原始資料以及其使用机械化支架时对矿山压力問題的綜合研究等。

## 目 录

### 出版說明

- 对研究矿山压力的几点意見…………… 尔·德·舍維亞科夫( 3 )
- 与煤矿回采巷道支架机械化任务有关的矿山  
压力研究的方向和方法…………… 斯·勃·奧斯特洛夫斯基( 8 )
- 論緩傾斜煤層回采場子中圍岩与支架相互間的  
力学作用…………… 格·恩·庫茨涅佐夫( 30 )
- 頓巴斯条件下設計机械化支架用的原始資料  
及其确定方法…………… 維·特·达維江茨( 74 )
- 支架的初期矿山压力…………… 普·姆·泰巴列維奇( 96 )
- 莫斯科煤矿管理局33号井回采場子矿山压力  
之測定…………… 姆·維·魯辛斯基(100)
- 莫斯科近郊煤田工作面的頂板管理和  
矿山压力…………… 姆·維·魯辛斯基(121)
- 使用机械化支架时矿山压力問題綜合研究法  
的資料…………… 阿·德·潘諾夫等(227)

## 对研究矿山压力的几点意見

尔·德·舍維亞科夫

采煤場子用的机械化支架是一种复杂而昂貴的結構物，因此，它的設計應該以計算为基础。为了进行計算，必須了解作用在机械化支架上的矿山压力、即矿山压力的作用特征、大小和方向。

因此，我們对矿山压力的研究方法提出一些意見。

1. 必須注意到矿山压力与支架內部应力的相互关系。“支架-岩石”的物理-力学体系應該作为統一的体系来研究。換言之，必須考虑到，如果巷道周圍岩石的矿山压力作用于支架上，那末，支架的物理-力学特性与構造特征就要同时影响矿山压力的大小、方向及其特征。

因此，必須指出，建筑工程师从这一方面所遇到的力跟采矿工程师从另一方面所遇到的力在作用上有本質区别。例如，建筑物对其基础的压力决定于建筑物的重量及作用在建筑物上的外加载荷。这种压力可以簡單而精确地計算出来。矿山压力的大小往往取决于支架的形式，即安設剛性支架呢？还是可縮性支架。在采用剛性支架或可縮性支架的情况下，巷道上面岩石的下沉、弯曲、裂开、剝离及断裂的現象都会不是一样的，因此，矿山压力也会不一样。

2. 一些研究工作者对矿山压力测量仪器的構造及其使用正确地給予了很大的注意。但是，这个研究領域是很特殊的。其特殊处与其說是在于創造十分精良的测量工具时

所遇到的困难，毋寧說是要懂得在什么样的情況下如何去使用它們，如何去解釋測量和觀察到的結果。必須明確地指出，礦山巷道的支架，特別是近工作面支架，是最複雜的超靜定系統，例如，直接測得一根或幾根單個支柱上的作用力不能說明作用在其他支柱上的礦山壓力的大小。這就是說，在一根楔得不緊的支柱上所受的礦山壓力，用完善的測壓儀測到的數值可能很小，但這不是說，工作面中其他支柱上也承受着同樣大小的壓力。

現在有一種測量礦山岩石中應力的儀器，為了安設這些儀器，通常應有切口（即在岩體或煤層中專門為安設儀器而開掘的小巷——譯者）。切口的周圍，跟處在應力狀態中的岩體的任何空洞的周圍一樣，發生應力的重新分布，但精確的儀器本身所測得的卻是岩石中切口周圍的應力，並不是切口未鑿成以前岩體中存在的應力。

這樣，當採用測量礦山壓力儀器時，必須很清楚地懂得，這只是在各種具體情況下進行的測量。

正如偏光法和數學分析法的研究所揭示的那樣，巷道周圍應力分布的情況是很複雜的。沿着巷道周邊不同各點上的應力是多種多樣的，一直到符號的改變。因此，巷道周邊上某一點上精確測到的應力數值，也不能應用到這個周邊上的其他各點去。

3. 近年來，一些科學研究機構在緩傾斜回采場子中進行了支架上壓力的測定，同樣地在空間上和時間上進行了頂板下沉的觀察。上面曾經提到，由於超靜定系統而對這種測定進行估價是很困難的。但除了這些困難外，還產生

了其它的困难，即作用在支柱上力的大小还决定于沿工作面全长支柱分布的位置，距煤壁的距离及其他一系列的原因；这些力的大小随着工作面的推进而与时间相应地变化。

尽管如此，研究者们还是有可能求得了工作面空间内支架上矿山压力平均的及近似的数值，这种压力用每平方公尺多少吨来表示。

设计机械化支架时，矿山压力大小的资料对设计师们是极其重要的。但是，不能否认这个见解，作用在金属支柱上或木质支柱上的力，即使确定无误，但用来计算机械化支架也可能是不适宜的。

这个情况乃由于工作面采用普通支架与机械化支架时矿山压力的表现有着显著区别。

在缓倾斜回采场子中，当采用普通支架及垮落法管理顶板时，在大多数情况下，岩石移动及矿山压力的特性可运用“悬臂梁”的假说来解释。

这些现象的周期性是与主要顶板的人工垮落的周期性有关，而且在该工作面的具体条件下，矿山压力表现的动力学可用“垮落步距”的大小，及当放顶时顶板最后的“断裂”处与煤壁间距离的逐渐增大来解释。

当采用机械化支架时，这些现象就用不着观察了。实际上，掩护式机械化支架，甚至支撑式机械化支架都是随工作面的推进而不断地移动，同时，采空区上面也不产生悬臂梁。的确，靠近煤壁悬挂着的顶板岩石可能造成类似的悬臂梁，但是，可以认为这种现象是不规则的，而且是自发的。

因此，機械化支架上的矿山压力与在工作面普通支架上所观察到的可能完全不同，特別重要的是，到目前为止，在回采場子中所获得的矿山压力表现的数值（吨/平方公尺），可能不适用于計算机械化支架。在这方面需要有明确目的的專門研究。

4. 应当向机械化支架的设计师們表示这种願望，希望他們在結構物工作的“矿山环境”比目前予以更多的注意，特別对矿山压力的表现与矿山压力的控制之間的关系。在这里，應該把研究矿山压力問題的采矿机械师与采矿工作者組織起来，协同工作。

5. 模型法及数学分析法提出了有关巷道周圍应力分布的概念。看来，只要把这些应力与在實驗室中求得的岩石坚硬性比較一下，就可以討論这些应力是否已經达到危險数值，即矿山岩石是否处在稳定的状态下。

然而，在比較岩石中的应力与岩石坚硬性时就發生了下列困难。

首先，提出如何用實驗室法来确定岩石的坚硬性？目前，可以确定的，把岩石試样进行單向压縮的一般試驗时，極限强度（公斤/平方公分）也还要随試样的純淨尺寸而变。显然，用来試驗的最大試样比起岩体来要小得多，但是岩体的强度却仍以該試样試驗的結果来推測。

試样的形狀对其强度的影响还要大些。

如果不是在單向压縮的条件下，而是双向的，甚至是全面压縮下进行試驗时，試样的强度就要急劇地增大。

其实，岩体中靠近巷道的那部分岩石，恰恰不能認為

是处在單向壓縮的条件下。在这里，就有一个問題：应当如何把从巷道的光学模型中所测定的或由分析法算出的应力来同實驗室中求得的岩石强度的数值相比較？

最后，研究巷道周圍应力分布的光学方法及数学方法都是根据岩体各向同性及变形与应力成正比的假設出發的。但是这些假設只在某种程度上才是正确的。

6. 矿山压力特性的研究在不久的将来应根据下列方向进行：首先，必須要用彈性、塑性及“松散質”等理論的方法，根据岩体的各向同性及各向異性、它的單一構造或成層構造，帶有相同的或不相同的物理-力学性質以及其他假設，繼續研究未采动过的岩体中的应力狀況。这些研究应当更趋近能較完全地計算岩石的坚硬性。

其次，同样地必須要用偏光法、数学分析法以及模型法来研究巷道周圍的应力在時間上及空間上重新分布的过程，換言之，研究的对象應該是由于掘进巷道使岩体应力發生的变化。当然，必須要先从平面的問題着手。

应力重新分布与有关岩石坚硬性数据(根据上述的假說求出的)的比較，对巷道的稳定性及矿山压力的研究提供出依据。

、上面已經提到，这时，必須把“支架-矿山岩石”当作統一的体系来研究，即要考虑到支架的反应对矿山压力的影响。

当采用模型法时，必須尽可能全面地考虑到岩石的真实性質。在这里，看来，我們要指出的，格·依·庫茲涅佐夫提出的“鉸鏈”似乎是把真实性过分簡化了。

必須在生产条件下繼續觀察矿山压力的表現。

不应过分地低估了那些主要的、至少在質的方面起輔助作用的有关矿山压力本質的簡單假說，例如“悬臂梁”假說。

姜汉信譯自“与机械化支架相适应的矿山压力之研究”，

苏联国立煤矿技术書籍出版社，1954年出版

## 与煤矿回采巷道支架机械化任务有关的 矿山压力研究的方向和方法

斯·勃·奥斯特洛夫斯基

煤炭工業的技术再装备已能順利地解决煤产量和劳动生产率經常增長的問題。关于提高煤矿采重过程机械化水平、应用新型机器和机械的規模，以及煤炭工業中煤产量和劳动生产率的增長的資料，大家都可以从我国的刊物中获知。

但是，必須指出的是，1946年通过的战后第一个五年計劃，在煤炭工業面前，跟其他任务一样，提出了最沉重与最繁重的采煤过程的机械化任务：采煤工作面的裝煤和掘进工作面中煤和岩石的裝載。在提出这个任务时，我們还缺乏完成这个任务的技术設備，裝煤是用人工进行的，沒有掘进的机器和机械。苏联共产党和苏联政府对这个問題的指示成为煤炭工業工作人員的战斗綱領。在战后的第一个五年計劃期間，这个复杂的任务已經順利地完成了。大家知道，目前，我們的矿井中有几百台联合采煤机和几千台裝載机在工作着。

在采煤工作面中裝煤和掘進工作面中裝載煤和岩石的機械化任務是以廣泛的工業規模進行的。

蘇聯共產黨第十九次代表大會的指令中提出了采煤技術進一步發展新的、更廣泛而複雜的任務。這些根本任務中之一是“……廣泛的推行工作面支架的機械化方法”<sup>①</sup>。

煤礦中支架與礦山壓力控制的工作量是極大的。煤礦中回采巷道支撐的頂板總面積超過了150萬平方米。

從事支架、礦山壓力控制工作以及與其有關的加工和向井下運送支架材料的作業之工人數量超過直接從事於采煤的工人數量。從事支架和頂板管理工作的工人數佔采煤工作面工人總數的20%以上。

但是，這不能說明這個問題的重要性的原因。

蘇聯共產黨第十九次代表大會的指示指出了采煤綜合機械化的必要性。

支架過程的機械化實質上是達到礦井回采工作綜合機械化途徑最後的和決定性的環節。支架機械化問題的解決就能解決采煤綜合機械化和從采煤工作面中抽出工人的問題。

同時，在目前許多情況下，機械化支架的缺乏拖延了裝煤機械化問題的解決，拖延了現有聯合采煤機的应用和新型聯合采煤機的創制。也應當指出的，假如創制了機械化支架，則許多輔助工作（例如，移運輸機）的機械化也就更容易達到。

---

① 蘇聯共產黨第十九次代表大會決議第9頁，蘇聯國立政治書籍出版社，1952年。

因此，机械化支架的創制对那些最繁重过程已經机械化的地方是开辟了达到回采工作綜合机械化的可能性，对还没有应用联合采煤机的地方是开辟了应用联合采煤机以及解决許多輔助工作的机械化問題的可能性。

机械化支架的創制是实现系統地改善煤矿体开采方法最重要的必要条件。机械化支架是复杂的綜合措施中最重要的一环之一，这是我們为了实际上改善开采方法所应当实现的措施。

这一切都意味着机械化支架的創制是摆在煤炭工業工作人員和采矿科学工作人員面前的主要任务。

如果对創制机械化支架問題給以必要的注意，并正确地配置科学力量和設計力量，那么，即使这任务尽管像以工業規模去解决采煤工作面裝煤和掘进工作面裝載煤和岩石的机械化問題那样困难，但一定会順利完成的。

在創制机械化支架中的第一个重大成就，是在頓巴斯試驗МПК型机械化支架所得的良好結果，可以作出生产这种支架的一批試驗品的决定。

最近，在創制机械化支架方面已集中了大量科学研究力量和設計力量。但是，除了必需不断扩大和提高熟練干部外，对这問題的解决必須确定設計組織和科学研究組織的作用及其具体任务。

对矿山压力現象研究工作的多样化和复杂化首先應該使其具体，这样才能与工業中最重要問題的解决相适应，也就是与創制机械化支架相适应，而不脱离这一領域中摆在采矿科学面前的总任务——創立有根据的矿山压力理論。

为了使矿山压力现象的科学研究工作按正确方向进行，必須：

第一，正确地、具体地并充分地决定和簡述这些問題，这些問題的解决就能使設計組織順利地执行制机械化支架的任务。

第二，研討和綜合科学研究組織和个别学者在矿山压力領域內多年研究的全部成果。这时，必須确定，在他們已有的資料中那些是現在能够而且应当在制机械化支架时为設計师們利用，也必須确定，在这範圍內那些問題的研究还很落后，这样，才能对这些問題注意，并集中主要力量。

第三，对那些研究还不够的問題，必須正确地确定和选择其研究方法，但是，这些方法应符合基本的要求：在化費劳动和時間最少的条件下获得可靠的資料。

为了正确地确定机械化支架結構的方案和基本原則——选择支架的型式(防护式的、支撑式的、防护支撑式的)、支架頂部結構的形狀、支座的型式、移动的机械等等，为了进行支架强度的計算，必須具有的不同地質条件和生产条件下矿山压力现象总和的知識，以及支架与圍岩互相作用的总和的知識。

对支架应用的具体条件，首先需要知道从圍岩方面作用在支架上載荷的預期数量和性質，这要根据煤和岩石的机械性質、采煤工作面的長度和其推进度、工作空間的大小。

知道这些因素，就能正确地确定矿山工作最有利的参

数，即在采用这些参数的情况下支架工作将在最有利的条件下进行(支架上压力最小、作用均匀、载荷系统比较简单等等)。

需要知道顶板岩石相对移动的容许数量和速度，需要知道与这些移动有关的支架上的容许载荷，因为这些与支架的强度及支架与围岩相互作用的种类是有关的(支承、自由垮落、强制垮落、均匀下沉)。

知道这些因素，就能正确地选择一定地质条件下的支架型式，选择支架从围岩方面承受最小载荷的可缩性程度。

为了计算支架强度，也必须知道顶板岩石第一次垮落和以后垮落时作用在支架上的最大载荷和顶板岩石的最大移动，以及在这种情况下需要的支架强度。

为了能全面地计算支架强度，必须知道支架所需要的最初横压力的数值。这横压力是符合于支架与围岩相互作用的最有利状态的。

知道与悬露形状、大小及延续时间有关的顶板初次和再度悬露的容许数值，是极重要的。

知道这些因素，就能正确地选择工作空间里掩护支架的尺寸、支架的移动步距、掩盖顶板的程度及支架顶部结构的构造性质。

必须具有与支架和岩石相互作用的延续时间有关的围岩上允许承受的單位压力大小的资料。

知道这种因素，就能正确地选择支架支承面积的形状和尺寸。

除了这些主要因素外，也应当知道的，例如，支架与

頂底板岩石的摩擦系数、移动支架的阻力、岩石水平移动值以及其他資料。

在可能範圍內，上述的原始資料应当以影响这些因素的函数关系式来表示，但在不可能作出这些关系的情况下，必須确定主要参数的变动範圍。

为了計算和設計新型支架而确定原始資料时，應該从分析直接頂和老頂岩層的移动性質出發，而不应从人为計算的每平方米頂板上的压力出發，这在采矿書籍中是时常提到的。

上述的原始資料应当針對煤田、矿体、矿区的典型特征的条件提出。为此，主要煤田的矿山地質条件分类是必需的。这种分类应当反映机械化支架的应用特点。

根据創制机械化支架任务，在研究矿山压力現象和岩石移动时，这些主要問題是應該予以回答的。

在本国和外国出版的書籍中的許多理論和假說是大家知道的，其目的在反映地下巷道周圍的岩石中所發生的过程。

但是，到目前为止，这些理論在解决矿山压力控制問題时还没有获得实际的应用。

第一个原因，他們中有些人是探討了在平巷这种类型巷道中支架上的矿山岩石压力，但没有研究过回采巷道中發生的条件(普洛多其雅可諾夫教授、勒尼克院士，以及大多数外国学者——里契尔、恩格先尔、皮尔巴烏密尔等的理論)。

第二个原因，所有这些理論仅仅探討了極复杂的而且

在時間上变化着的“支架-圍岩”系統中的个别要素。

同时，所探討的要素是脫离了系統中的全部要素或大部分要素。那些以“免压拱”、“悬臂梁”、“波形压力”等算法著名的理論就是这样的。

第三个原因，提出来的許多理論沒有充分地以矿山岩石力学的一般原理作为根据，并在实际中沒有充分地檢驗过。

Л.М. 秦巴列維奇教授的理論，如果从矿山岩石力学原理的观点来看是有根据的，但是，他仅提供了一般原則，如果于实际的具体情况下应用是非常困难的。

因此，在目前要解决矿山压力的控制問題，主要材料是生产試驗和井下觀測矿山压力現象的資料。

这样一来，回采巷道周圍岩石力学問題的科学总结已落后于煤炭工業机械化發展任务所提出的要求。

但是，过去曾过低估計上述理論工作的优点，这是不正确的，理論工作有助于認識矿山压力現象的机械作用，并能大致用計算法解决矿山压力控制的个别問題。

同样，必須把我們科学研究所积累起来的丰富的矿山压力資料加以系統化，并更全面地加以利用，尤其是最近几年来科学院所积累的宝贵的材料。

在1954年以前，頓巴斯煤炭科学研究所、莫斯科近郊煤炭科学研究所、全苏煤炭科学研究院以及全苏矿山測量研究院在战后年代里在矿井中进行的觀測結果，已經得到苏联主要煤田 80 个以上工作面中矿山压力現象的各种資料。

頓巴斯煤炭科學研究所曾在頓巴斯用截煤機、鉤煤機、頓巴斯型聯合采煤機采煤的18個工作面中，用垮落法和充填法管理頂板條件下進行過觀測。

莫斯科近郊煤炭科學研究所曾在不同礦山地質條件下應用普通支架及機械化支架的17個工作面中進行了觀測。

全蘇煤炭科學研究院曾在不同地質條件的莫斯科近郊煤田、卡拉崗達煤田、齊良賓煤田及基澤爾煤田井下的18個工作面中進行過觀測。此外，對大多數工作面進行了礦山壓力的一般調查和資料收集。

全蘇測量科學院曾在有緩傾斜和急傾斜、薄、中厚及厚煤層的各种各樣地質條件的卡拉崗達煤田、基澤爾煤田、莫斯科近郊煤田、庫茲巴斯及別丘爾煤田的29個工作面中進行過觀測。

這些觀測可以在各种地質條件和不同的頂板管理方法的條件下，確定工作面工作空間頂板移動的主要特征及支架上壓力的大小。

為了進行上述觀測，各研究所為了研究地下巷道礦山壓力現象，曾對製造專門儀器進行了巨大工作。

在戰前的年代里，我們只有極少的、極簡陋的研究儀器和工具，利用這些儀器和工具能獲得巷道頂底板相對移動的資料。這時，為了取得儀器讀數，所有儀器通常要求觀測者在儀器旁邊直接用目觀測。實際上，測量支架上壓力的有用儀器還沒有。

在戰後的年代里，各科學研究院，特別是全蘇礦山測量科學研究院，創制了許多新的、獨特而結構完善的儀