

高等学校教学参考书

液压支架及其发展

译者 赵宏珠 等



中国矿业大学出版社

高等学校教学参考书

液压支架及其发展

[苏] A.B. 多库金

Ю.А. 科罗夫金

Н.И. 雅科夫列夫

赵宏珠等译

中国矿业大学出版社



D 681110

责任编辑：刘泽春
技术设计：周立钢
责任校对：马景山

МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ
КРЕПИ И ИХ РАЗВИТИЕ

А. В. ДОКУКИН
Ю. А. КОРОВКИН
Н. И. ЯКОВЛЕВ

*

液压支架及其发展

А. В. 多库金
Ю. А. 科罗夫金
Н. И. 雅科夫列夫
赵宏珠 等译

中国矿业大学出版社 出版发行
(江苏省徐州市中国矿业大学内)
江苏省新华书店经销 中国矿业大学印刷厂印刷
开本850×1168毫米1/32 印张10.25 字数256千字
1989年12月第一版 1989年12月第一次印刷
印数：1-1000册

ISBN 7-81021-150-1

TD·49 定价：2.05元

内 容 提 要

本书以苏联液压支架设计、制造和使用的经验及资料为依据,系统地论述了研制复杂矿山地质条件下使用的液压支架需要解决的研究课题,以及新的研究方法和新设备。

书中对新的顶板分类方案、液压支架参数确定依据,支架结构的技术经济评价和实用计算方法的选择,提出了建设性的意见。并以大量实例介绍了多种型式液压支架。

本书可作为煤炭高等院校的教学参考书,亦可供煤矿工程技术人员和液压支架科研、设计、机械制造工作者参考。

А.В.ДОКУКИН

Ю.А.КОРОВКИН

Н.И.ЯКОВЛЕВ

**МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ
КРЕПИ И ИХ РАЗВИТИЕ**

МОСКВА "ПЕДРА" 1984

译 者 的 话

我国煤炭储量丰富,分布广泛,但煤层赋存条件复杂,与苏联相象。我国虽以缓倾斜、倾斜煤层、中厚和厚煤层为主,但也有不少急倾斜煤层和薄煤层;同时我国煤层以Ⅱ₂老顶来压明显、直接顶中等稳定的顶板为主,但也有松软及坚硬顶板。尽管我国综机采煤发展较晚,但液压支架研制还是较快的,现在我国已有薄煤层液压支架、适应围岩“三软”(顶板破碎,煤壁松软,底板软弱)的液压支架、强力支架、大采高支架、分层铺网支架、放顶煤支架以及适应一般缓倾斜中厚煤层的液压支架等,品种较多。但是多数还不够成熟,有待改进和完善。为了提高综机采煤的技术经济水平、加快综采设备,特别是液压支架的研制,求得综采设备与我国煤层赋存条件更加适应,是我国实现采煤机械化一项十分迫切的任务。为此,寻求与我国煤层赋存条件相近似、发展液压支架技术又有所建树的资料,也是我国广大从事采煤机械化工作者的强烈愿望。“液压支架及其发展”一书正适应这个要求。它对综机采面顶板分类及其评价作了概括地介绍;还介绍了用于研究液压支架的新方法、方式和手段;它对复杂矿地质条件下液压支架研制和改进进行了系统的论述,对液压支架设计提出了要求,对液压支架参数确定进行了分析、提出了确定方法;此外,对支架结构进行了较完整的技术经济评述。总之,这本书以发展的眼光,从技术经济的角度,比较系统的介绍了苏联液压支架技术发展及研究的成果,是一本较好的技术参考资料。因此,中国煤矿机械装备公司组织我们翻译此书,旨在为从事机械化采

煤的读者提供一些有实际意义的帮助，以促进我国综合机械化采煤技术的发展。

参加本书翻译工作的有：郭寿瑛（第一、二章及前言）；赵宏珠（第三章第1~5节及绪论、目录）；李风斌（第四章、第三章第6~9节）；郭海珊（第五章第1~7节）；林延中（第六章、第五章第8~11节）。

本书一、二、四章及五章1~7节、三章6~7节由董玉文审校，其余部分由刘泽春审校。林延中、周松林、赵宏珠、张金堂等同志对本书作了技术审定。

由于我们的水平所限，译校中必有不足之处，恳请读者批评指正。

译校者
1988年6月

前 言

根据《苏联1981~1985年和到1990年期间的社会主义经济发展主要方向》的要求，必须加速煤炭工业企业的建设、改造和革新技术装备的进程，增加地下开采和露天开采的煤产量。地下开采方法是最复杂和困难的方法，但是，这种方法在工业发达国家和以煤作为一次能源的地区，仍然普遍应用。而且，开采优质煤，包括炼焦煤，都是采用地下开采方法。

地下开采的煤产量主要是利用由液压支架配套的综采设备产出的。综采设备的研制和广泛运用，对煤炭工业革新技术装备不仅有着重大的作用，而且对采煤工艺各个环节技术水平的发展和提高，是强有力的促进因素。

但是，自从70年代中期以来，液压支架使用的条件越来越多地与支架的工作特性不相适应，因而降低了液压支架使用的效果指标。对综采工作面时间消耗构成变化的分析表明，从1975年到1980年期间，移架和推移所消耗的时间，以及处理机械设备事故所消耗的非生产时间有所增加。其原因是，随着矿井开采深度增大而增加了开采技术的复杂性；由于采煤工作面煤壁附近空间岩石的冒落而增加了顶板支护和管理的难度。

采煤工作面生产过程机械化设备的配套和完善程度，对于提高工人劳动生产率、解除工人笨重体力劳动、创造舒适和安全的工作条件来说，是十分重要的因素。具有合理的力学参数和结构参数的新型液压支架，已能够有效地开采围岩赋存条件复杂的煤层。

在研制复杂矿地质条件下使用的液压支架时，需要解决有关评价课题，进行生产试验和分析研究，确定合理的液压支架受力参数、运动参数和结构参数，以及选定液压支架最佳方案等方面综合性的科学技术问题。本书给出了解决这些相当复杂问题的答案。由于生产试验研究工作尚不够充分，书中某些章节，特别是涉及到的有关顶板分类、评定方法及液压支架主要参数的选定等方面的内容，可作为建设性的意见。作者希望本书内容有助于进一步解决液压支架结构改进的课题。

书中第一、六章，第五章1~4、10节由A.B.多库金、Ю.А.科罗夫金和Н.И.雅科夫列夫编写；第二章（4节除外）、三章、第四章1、2节、第五章6~9、11节由Ю.А.科罗夫金编写；第二章第4节由Н.И.雅科夫列夫编写；第四章第3、4节由A.B.多库金和Ю.А.科罗夫金编写；第五章第5节由Ю.А.科罗夫金和Н.И.雅科夫列夫编写。

目 录

译者的话

前 言

绪 论.....(1)

第一章 综采工作面顶板评价方法及分类.....(8)

第一节 概述.....(8)

第二节 综采工作面顶板的分类.....(11)

第三节 按顶板新分类法对围岩构造进行实际评定
的系统原理和方法.....(30)

第四节 按新顶板分类法的煤层分布范围和具有不同
工作阻力的液压支架应用范围.....(38)

第二章 研究液压支架的新方法和新设备.....(46)

第一节 关于研究的分析方法和模拟方法.....(46)

第二节 生产试验的研究方法.....(50)

第三节 研究液压支架用的新方法和新设备.....(52)

第四节 液压支架工作阻力的作业检测.....(62)

第三章 在复杂矿山地质条件下不同参数的

液压支架的应用和研究.....(65)

第一节 使用和研究对象.....(65)

第二节 研究方法和设备.....(75)

第三节 在难控煤层顶板条件下液压支架额定工作阻
力的使用和研究.....(77)

第四节	在煤厚达2.0m 的难控顶板煤层内提高和加大工作阻力的液压支架的应用和研究·····	(82)
第五节	在厚度大于2m的难控顶板煤层条件下提高工作阻力和高工作阻力液压支架的使用和研究·····	(129)
第六节	工作阻力等级不同的液压支架在顶板中等难挖的煤层中的使用和观测·····	(140)
第七节	支架阻力及支架结构参数对直接顶变形的影响·····	(157)
第八节	支架与顶板相互作用时的稳定性及其运动观测·····	(164)
第九节	采面生产过程对控顶区顶板下沉量和下沉速度的影响·····	(169)
第四章	液压支架的分析研究·····	(175)
第一节	矿压基本假说的简要分析·····	(175)
第二节	顶板岩层的变形参数·····	(178)
第三节	计算图的选择和依据·····	(188)
第四节	液压支架在不同来压阶段的合理阻力及初撑力·····	(192)
第五章	新技术水平液压支架的主要参数·····	(203)
第一节	支架的工作阻力·····	(203)
第二节	煤层厚度和顶板等级不同时的液压支架阻力·····	(213)
第三节	根据顶板等级、煤层厚度、直接顶板性质和架型确定液压支架参数的方法·····	(224)
第四节	实际确定液压支架必要参数及选择架型的快速方法和实例·····	(227)
第五节	液压支架的初撑力·····	(232)
第六节	液压支架前梁的阻力·····	(241)

第七节	液压支架的结构型式及移架的工艺顺序.....	(247)
第八节	液压支架的结构.....	(254)
第九节	液压支架移架时的支撑.....	(267)
第十节	对复杂矿山地质条件下新技术水平液压支架 提出的基本参数和特殊要求.....	(272)
第十一节	关于回采自动操纵技术机组的创立.....	(278)
第六章	复杂矿山地质条件下使用的液压支架.....	(289)
第一节	M103型液压支架	(289)
第二节	M87Π1 型液压支架	(294)
第三节	MT型液压支架	(297)
第四节	M130 和MT130 型液压支架.....	(303)
第五节	OKΠ70型液压支架	(305)
第六节	1YKΠ和2YKΠ型液压支架.....	(306)
第七节	国外液压支架的技术发展趋向.....	(308)
参考文献		(315)

绪 论

回采工作面液压支架技术发展可分为几个阶段。

早在1925年，Б.И.鲍基耶姆教授曾提出可移式（滚动式）液压支架，移动靠钢筋滚轮，其直径小于煤层厚度。两排滚轮呈国际象棋棋盘状排列在采面前方，在其下用楔子固定。随采面推进，采面两排滚轮前后间隔滚动，靠近采面再重新用楔子固定。在滚动的轮子后面，顶板用木支柱临时控制，随后垮落。

1935年，苏联在全世界的实践中首先进行了И.А.茹拉夫列娃设计的掩护式液压支架在采面上的试验。此时已开始采用机械式螺旋支柱，而后采用了液压支柱。

1946年，苏联重新开始了包括液压支架在内的综采装备研制工作。其主要注意力趋于寻求解决目的在有效地支撑和控制顶板方法的新技术，选择推移方式，在推移过程中支架的控制等等。在支架制造和试验的同时，研究了支架与围岩相互作用条件及矿压显现，确定了作用在支架上的载荷、顶板下沉强度及其它因素。

在综采机组装备和液压支架的研究工作中，对准了三个重要努力方向：宽截深综采机组，其组成为宽截深采煤机（1.2—2.0m），可移动输送机和节式自移支架；窄截深综采机组，由窄截深采煤机或刨煤机（达1.0m）可移式输送机和自移式液压支架组成；窄截深机组。

在为薄煤层研制综采设备的初期，主要是局限在宽截深采煤机基础上进行的，结果在50年代КПК3、М9、МПК、М77、М35、

M39等型支架广泛地在煤矿上应用。这些支架的支撑部件应用了摩擦支柱或液压支柱。此时，为了推移支架研制了专门的推移机构。

采面和放顶部分全套支架的特征是多种多样的：采面部分——单排或双排立柱及金属顶梁，彼此之间直接随采煤机而相对推移；而放顶部分——单一的或成对的放顶支柱，彼此之间靠专门的推移机构推移。

宽截深采煤机的研究显示出一系列结构上和应用上的缺点：割煤开始时手工作业繁重，采面端部非机械化准备工作的持续时间和劳动强度大，切顶部分或全套支架附近没有其自身的推移设备，等等。

所有这些都导致了采面工序增多和采面机械利用率降低，不能保证获得高的技术经济指标。因此，从1958年停止了宽截深采煤机与液压支架相配套的新型综采机组的研制工作。并把主要注意力集中在研制窄截深采煤机与液压支架相配套的综采机组。

在30年代末，为开采莫斯科近郊煤田和卡拉甘达煤田的2.2~3.0m厚煤层，И.А.茹拉夫列娃设计的掩护式液压支架投入了试验，结果表明，这种型式的支架不能完成支撑和控制顶板的作用。设想利用煤层作为放顶手段在采面顶板垮落计算没有得到证实。因此，顶板超前采面很多垮落，采面作业空间冒入岩石增多。此外，与支架的联系缺乏根据，从而显出不利的影响。

深入研究与液压支架相配套的窄截深采煤机设备的优先地位基本上归属于苏联的科学技术。

苏联国立煤矿机械设计和实验研究所设计小组1939~1940年在А.Д.格里季尼姆的领导下设计出“莫斯科近郊煤田综合机械化工作面”。它首先肯定了研制综采机组设备的必要性，面对极复杂的过程未采用单台机械。

在这个设计中，采面同时使用的配套设备包括：全厚回采的

窄截深采煤机，带强力框架的可移式采面输送机，用于采面机器牵引及沿采面铺设的必要管线（电缆、软管等等），具有恒阻可缩性的节式支撑式自移支架；采面与巷道交叉点处的可移支架；转载机和其它设备。提出的先进工艺兼容了所有采煤过程中的主要工序（其中包括液压支架支护和控制顶板），即采面实行流水作业循环工作方式。可惜，这些原定的实施方案不包括自开切口。

第一个液压支架的研制没有足够的科学基础，存在着一系列结构上和技术上的缺点，因此，未能在工业上获得采用。这些在煤矿实际条件下试验过的设备为改进液压支架积累经验，并成为进一步广泛开展试验研究的促进因素。40年代末，一些科研院校也对液压支架进行了相应的研究。研究表明，机械化支架应该采用液压可缩支架，并应采用独立的推移机构。

1947年，Л.А.齐格利内姆和А.И.基尔列罗姆在茹拉夫列娃战前试验掩护支架的经验基础上，重新设计出新结构的ЛЛ48型掩护式支架。它使刚性的护盖板与基底结合在一起，形成了采面输送机。节式支架借助放在平巷内的钢丝绳绞车进行推移。

在以后的几年中，依靠煤矿的工程技术人员、机械工厂和科研院校的力量对ЛЛ型系列的液压支架进行了研制和试验。

这些支架已经具有支护和控制顶板的功能，其底座呈整体式、对岩层表面是刚性的，能适应底板的起伏。底座后部及两边预先防止了岩石向回采空间垮落。支架支撑部件支在承压能力不小于0.5MN的恒阻立柱上。随后，在该种支架的复型支架上（ЛЛ54）安装了用于推移顶梁的千斤顶，在采用机械-爆破落煤的同时，开始使用截深1m的BOM型采煤机。

1956年，莫斯科近郊煤田进行了“莫斯巴斯”（KM1、KM2、KM3）掩护-支撑式液压自移支架的工业性试验。这种结构的支架证明是有工作能力的，得到了广泛的工业应用。至1960

年，苏联各煤田已有80台“莫斯巴斯”型液压支架在工作。

在“莫斯巴斯”支架中，为支撑顶板，相应采用了可控制的恒阻的液压支架。节式支架的推移靠双作用液压千斤顶来实现。支架节底座间互相铰接，可以保证支架沿采面对煤层起伏变化有令人满意的适应能力。采面整套支架在平面上是根本没有伸缩余地的；在垂直面上支架节有相对移动和转动的可能性。

1959年，“图拉”煤炭生产联合公司、莫斯科近郊煤炭科学研究所、莫斯科煤田矿井设计院在“莫斯巴斯”支架基础上设计了带ЛЛ57、ЛЛ58、AK、OMK及后来的OMKT 液压支架的综采设备。

这些液压支架的基本特点是拿去了输送机后面的采面液压支柱，在支架节底座上借助双向液压千斤顶使支架与输送机连接。这时能够应用窄截深采煤机落煤和装煤。当重新配置支柱时，消除了采面手工劳动，改善了综采机组和支架与围岩相互作用关系。

应用 OMKT 综采机组能够从根本方法上改善采面劳动条件，保证了采面安全，减轻笨重体力劳动。这为采面高产提供了良好条件，此时劳动生产率提高了2.5~3倍，并极大的降低了吨煤成本。

“图拉”煤炭生产联合公司职工与莫斯科近郊煤炭科学研究所及莫斯科煤田矿井设计院协作创造了 OMKT 型综采机组的丰富试验经验，创造了包括液压支架——首先是ЛЛ58、OMKTM（掩护支撑式），其次是MK（支撑式）和OKП在内的比较先进的综采设备。

这些综采机组的液压支架具有突出的优点：在顶梁与底座间连接处采用四连杆机构提高了支架的稳定性，依靠带余压移架改善了顶板支撑状态，在煤层厚度变化时支架顶梁与煤壁之间保持恒距，以及在液压支架中使用乳化液代替价格高的工业油，

等等。

50年代初，全苏煤炭科学研究所提出了研制支撑式双排柱液压支架的原则，采用液压支柱和特别的推移机构。国家煤矿机械设计与实验研究所及顿涅茨煤矿机械设计院着手研制了支撑式液压支架综采设备：用于薄煤层——M96、M97、M101、“顿巴斯”，用于中厚煤层——M87、M100，厚煤层——M81、M110和其它型。

与此同时，国家西伯利亚矿山机械设计与实验研究所和库兹巴斯的工程技术人员在世界上首先研制了KTY型开天窗式放顶煤支架，用它开采6~12m厚的缓厚煤层。

苏联在50年代为研制不间断地连续采煤的机组进行了大量工作。1954~1956年国家煤矿机械设计与实验研究所完成了A2和A3型机组的研制工作。A2型机组包括自动化的刨煤机、整体移动的输送机，节式自移支架和其它设备，它适用于开采0.8~1.3m厚的缓倾斜煤层。A2型液压支架有自己的系统，由采面支架节和放顶支架节组成。双支柱的放顶支架节由底座、顶梁和推移千斤顶组成。采面支架节与输送机同时移动，并用作放顶支架节的导向装置。

A3型机组液压支架由单根支柱组成，呈掩护支撑式，沿采面全长支架底座相互之间是相连的。用布置在靠近煤层顶板、底板的液压千斤顶在工作面连续不断推进机组。此时，三分之一支架节同时移置。

1958年在布鲁塞尔世界博览会上展出A2和A3机组的活动模型，以及当时罗斯托夫矿区制作的带可移动的МПК型支架的活动工作面模型。这些陈列品荣获了最高奖励。

在此后的几年中进行了CA型机组试验，其综采机组包括掩护支撑式液压支架。由于开始一系列试验存在缺点，这种机组的试验工作未能继续下去。