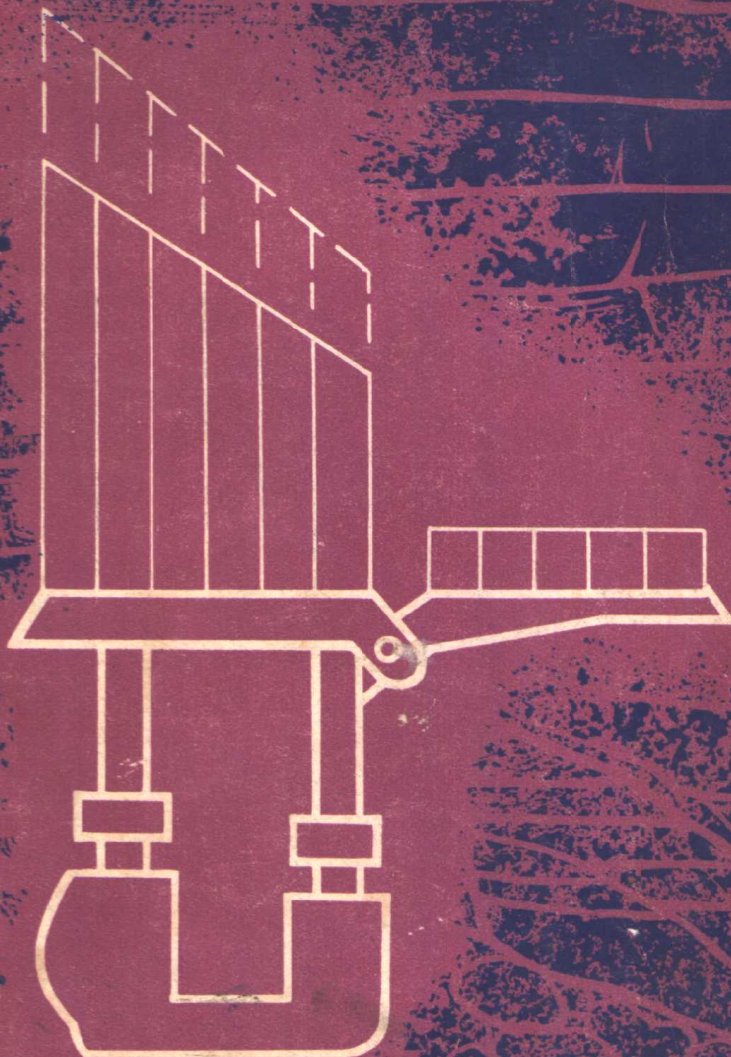


煤炭工业出版社

矿压文集

中国煤炭学会《矿压文集》选编组编

KUANGYA WENJI 1978



矿 压 文 集

(1 9 7 8)

中国煤炭学会《矿压文集》选编组编

煤 炭 工 业 出 版 社

内 容 提 要

本书共选编十四篇论文。本书重点讨论了综合机械化采煤工作面矿压显现规律、液压支架的架型选择以及液压支架工作阻力确定等问题。对单体液压支架采煤工作面矿压显现规律和回采工作面顶板大面积冒落的监视、预报及控制等问题也进行了探讨。

本书可供生产矿井、矿山机械制造厂、矿业院校和煤矿科研、设计部门有关技术人员学习参考。

矿 压 文 集

(1978)

中国煤炭学会《矿压文集》选编组编

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本787×1092¹/₁₆ 印张9¹/₂

字数222千字 印数1-8,260

1979年8月第1版 1979年8月第1次印刷

书号15035·2208 定价1.00元

前 言

实现四个现代化，科学技术现代化是关键。当前我国科学技术事业进入了一个兴旺发达的新阶段。煤炭工业的高速度发展对矿山压力研究工作提出了新的迫切的要求。

矿山压力是煤炭科学技术的重要基础理论。煤炭工业生产建设中的许多重大技术问题，都需要结合矿山压力的研究来解决。

新中国成立以来，煤炭部门的矿山压力研究工作取得了较好的成绩。特别是近几年来，随着我国液压支架的研制和应用，部分生产、科研和院校等单位，互相协作，先后在开滦、大同、阳泉和徐州等矿区进行了近20个综机工作面的矿压观测，取得了可喜的成果。这些研究成果对液压支架的研制和使用，提供了一些重要的依据，也为我国矿山压力研究工作建立了一定的基础。

为了使我国矿山压力研究工作迅速赶上煤炭工业发展的需要，走在生产前面，赶超世界先进水平，部技术委员会根据《中共中央关于召开全国科学大会的通知》的精神，于1977年12月在山东肥城矿务局召开了矿山压力科学研究工作座谈会。会上交流了近几年来矿压研究工作中取得的部分经验。为了进一步开展矿压的研究工作，根据会议要求，我们将这次会上交流的矿压研究成果选编出版供有关部门参考。由于时间仓促，选编人员的水平所限，文集中可能还有不少疏漏之处，欢迎批评指正。

中国煤炭学会《矿压文集》选编组

一九七八年五月

目 录

发展综合机械化有关的几个矿山压力问题·····	煤炭科学研究院 牛锡倬 (1)
综机工作面液压支架工作阻力的选择 ·····	开滦煤矿 (7)
阳泉矿区垛式支架与围岩关系中的几个问题 ·····	阳泉矿务局 中国矿业学院矿压支护组 (10)
坚硬顶板应用垛式液压支架的矿压观测 ·····	大同矿务局 山西煤炭研究所 山西矿业学院 (26)
从支架与围岩的关系分析架型的适用条件 ·····	中国矿业学院 钱鸣高 (36)
关于确定液压支架工作阻力问题的探讨 ·····	煤炭科学研究院开采室 张声涛 (49)
初撑力与额定工作阻力关系的分析 ·····	中国矿业学院矿压支护组 平寿康 (53)
单体液压支柱工作面的矿压显现 ·····	煤炭科学研究院北京研究所支护矿压组 (61)
回采工作面上部岩层活动的观测与研究 ·····	阳泉矿务局 (79)
关于采场上覆岩层运动 and 控制的探讨 ·····	山东矿业学院矿压研究室 宋振骥 (91)
矿井深部采区的矿压显现及微震仪观测 ·····	枣庄矿务局 王乃朋 (113)
超声波地层应力仪及其应用 ·····	辽宁省煤炭研究所 (120)
长壁工作面顶板大面积冒落的监视预报及其控制 ·····	开滦煤矿 (128)
回采工作面局部冒顶规律的研究 ·····	西安矿业学院 刘听成 吴绍倩 (132)

发展综合机械化有关的几个矿山压力问题

煤炭科学研究院 牛 锡 倬

液压支架是综采设备中的主要组成部分。近七、八年来我国在研制和使用掩护支撑式、节式、垛式、掩护式几种液压支架的过程中积累了一些经验。对液压支架的特点及其适用条件，液压支架和围岩（主要是顶板）的相互作用规律已有了进一步的认识。四川矿院，北京研究所，阳泉、大同矿务局等单位对使用液压支架后的矿山压力显现也做了不少现场观测工作，取得了一些有益的结果。但从总的方面讲，矿山压力研究工作远远不适应综合机械化高速发展的需要。这是一个急需解决的问题。

采煤综合机械化是煤矿现代化的标志。液压支架是采煤综合机械化中的关键问题。它比采煤机和运输机要求更严格的适应条件。就是同一种支架在不同国家、不同矿区和不同煤层使用效果也不一样。在一定的生产地质条件下，液压支架的适应性往往直接影响综采的使用效果，西德、英国、苏联等国为了确定合理的支架参数，围绕液压支架的设计、试验、使用、发展和提高，开展了大量的矿山压力研究工作，取得了较好的效果，对液压支架的发展起了很大的促进作用。新架型不断出现，使用液压支架的技术经济效益日益改善。因此以矿山压力研究为基础，科学地对液压支架进行设计、试验、使用和提高已成世界各主要产煤国科学研究的重点。许多专家认为，离开矿山压力的研究进行液压支架设计、试验和使用，就会走弯路，甚至陷入盲目性。我们通过实践也有类似的体会。可以说对矿山压力研究的深度和广度，在某种程度上将决定液压支架的使用效果和发展速度。所以部领导关于加强矿山压力研究工作的指示是十分正确的。认真贯彻和落实部领导这一指示，必将对综采的发展产生深刻的影响。

一、液压支架额定工作阻力的选择和确定问题

工作阻力是液压支架各种参数中最主要的参数。它既决定支架的其它参数、重量、初次投资和最后的成本，也决定支架的支护效果。因此技术上有效，经济上合理是选择和确定支架合理工作阻力的标准。有时支架对顶板的支护效果虽然基本相同，但因维修费用不同、使用寿命不同，取得的技术经济效益也就不同。实践表明工作阻力选择得合理，对顶板的支护效果就好，维修费用低，服务年限长。以我国缓倾斜中厚煤层、顶板中等稳定的条件下使用液压支架为例：如徐州和阳泉，支护强度一般为 44 吨/米^2 ，在类似条件下，英国选择的支护强度一般为 26 吨/米^2 左右，苏联一般为 30 吨/米^2 左右。我国选用这个参数是否合理，值得加以研究。支架工作阻力偏小，支架容易被压死，支架工作阻力偏大时，将使支架经常在增阻状态下工作，对顶板稳定性是有不良影响的，一般支架在恒阻状态下工作对控制顶板最有利。因此提高初撑力，缩小初撑力和工作阻力的差距，对顶板管理是利

的。根据顶板初次来压或二次来压和周期来压的强烈部分来选定支架工作阻力的依据有一定的参考价值和代表性。根据苏联统计,初次来压与二次来压及两次来压之间的顶板最大下沉速度关系为10:4:1。这一参数直接关系到多快好省地发展我国综合机械化的问题。国外对这一参数还在继续进行研究。因为各国煤层赋存条件不同,矿压的研究程度也不同,对确定支架工作阻力的理论依据也是不同的。如西德确定支架的支护强度公式为: $W = 12M$ 、日本为 $W = (2 + 3)rM$,有的国家为 $W = 8M$,美国选定的液压支架支护强度为 $W = 16M$ 。

二、综采工作面冒顶问题

冒顶对综采产量和支架部件带来严重影响。减少和消除顶板事故,是生产和科研单位的重要任务。立即支护式支架和掩护式支架对减少顶板的暴露时间,改善顶板的稳定条件减少冒顶事故是有效的。世界各国对顶板的稳定性(稳定面积和稳定时间)和破碎度进行了广泛的调查研究工作。根据我国使用综机的情况,工作面冒顶主要是由于工作阻力确定不合理、架型与围岩条件不适应、倒架、片帮、超高、空顶距大、架间距大、移架不及时、误操作以及分层开采时灌浆铺网质量不好等原因引起的。

1. 架型与围岩条件不适应。如有的矿在破碎顶板条件下使用垛式支架而引起冒顶、漏矸事故影响生产。国外在使用液压支架的过程中也出现过类似的情况。有的矿,因架型选择不合理,造成顶板破碎,不得已在单一煤层条件下使用金属网护顶。还有支架工作阻力选择偏低,活柱下缩量过大,引起冒顶,甚至将支架压死,处理极为困难。因此对顶板进行合理分类,根据矿压显现和岩性特点,正确选择架型和工作阻力,是一项重要的科研任务。

2. 因煤壁片帮而引起的冒顶事故。在采高较大煤质较软顶板较破碎的煤层中,冒顶事故多数是由煤壁片帮引起的。有时片帮深度达到1.5~2米,引起的冒顶高度达10米。在这种情况下,溜子不能前移,支架不能前进,处理十分困难。特别是遇到断层破碎带时更为突出。如阳泉一矿使用BZZC型垛式支架时,因工作面冒顶月产从50476吨下降到8958吨。西德和苏联也都有因工作面冒顶引起产量急剧下降的例子。西德在松软煤层条件下对采煤机的滚筒进行了改进,将煤壁割成75°的斜度,将空顶距缩到370毫米时,片帮情况有很大的改善。近十年来,国外采用铰杆支架和化学加固方法来提高煤壁和顶板的稳定性,防止片帮和冒顶取得了良好的技术经济效益。我国开滦范各庄矿正在进行化学加固顶板的试验。

3. 割煤超高引起的冒顶事故。采煤机割煤高度必须保持在支架最大支撑高度范围内。如果超过支架最大高度,支架将失去支护顶板的作用而引起冒顶。特别是节式支架,超高后主副架失去互为支点的作用,支架无法前进。这种情况虽采取背顶措施,仍引起顶板大幅度下沉,顶板断裂引起冒顶,使顶板支护工作十分困难。因此保持稳定和合理的采高,对改善支架的支护效果,防止冒顶,保证综采正常生产,十分重要。

4. 空顶距大也是引起工作面冒顶的一个原因。合理的空顶距是支架设计和顶板管理中的一个重要参数,特别是破碎顶板和中等稳定的顶板条件下更为重要。我们一般要求支架顶梁尖端(有效接顶点)距煤壁的距离为250~300毫米。苏联卡拉干达矿区要求100毫米,西德要求300毫米。实际上因为配套设备不完善或操作上的问题,如推溜和移架距离

未达到600毫米的设计要求，使空顶距达到600~1000毫米，结果将引起冒顶。特别是在较破碎的顶板条件下，更为严重。因此空顶距是支架设计和进行综采整体设备设计的一个很重要的参数。国外很重视这个参数的研究，总的趋势是缩小空顶距。

三、煤层倾角增大对液压支架的使用效果有明显的影响

倾角增大后顶板下沉量将会减少。据苏联测定急倾斜煤层使用液压支架的顶板下沉量比缓倾斜普遍减少100~200%。因此，在倾斜和急倾斜煤层中支架的额定工作阻力适当降低是合理的。肥城曹庄矿使用西德节式支架用于倾角 17° 的煤层，阜新五龙矿使用国产DM-400垛式支架于倾斜煤层倾角 $17^{\circ}\sim 18^{\circ}$ 、先后都碰到不少问题。主要的是支架下滑、倒架、部件损坏，特别是弹簧板和各种千斤顶损伤比较严重。因此维修量大，生产不正常。在倾角较大的煤层中使用液压支架的特点是支架的受力条件比水平煤层更为复杂。随着煤层倾角的增加支架所承受的垂直层面的载荷在变小。如鹤壁二矿在煤层倾角 $14^{\circ}\sim 24^{\circ}$ 的条件下，支柱载荷一般只有20吨左右（设计工作阻力为50吨），而侧向载荷（平行于煤层的分力）在增加，支架的稳定性在降低。特别是在金属网下出现网兜时，侧向力更大，甚至出现大量倒架现象。据西德10个高产综采面的统计，倾角在 21° 的只有一个，其它都在 21° 以下，多数在 12° 以下。苏联年产100万吨的高产工作面都在 12° 以下的煤层中。苏联在倾角大于 30° 的煤层中，液压支架的使用效果都不够好。因此适于倾斜和急倾斜煤层矿山压力显现特点的液压支架的研制工作是一个重要的课题。在一般单体支柱倾斜工作面中，冒顶往往是底板破坏下滑后而引起的。如中梁山煤矿就出现过这类冒顶事故。国外最近也出现因底板下滑，液压支架歪倒而引起冒顶事故。因此在倾斜和急倾斜煤层中对底板的有效管理比水平和缓倾斜煤层，更应值得我们重视。同时在设计时，应参考倾斜和急倾斜煤层支架受力的特点选择合理的参数。

四、底板松软对液压支架使用效果的影响

支架底座对底板的比压超过底板的抗压强度时，支架底座将陷入底板，引起顶板的大量下沉，而引起冒顶破坏顶板的稳定性。冒顶高度过大时（有时达到10米以上）支架经常被压死。鸡西小洪山矿在使用垛式支架时因底板软，底座陷入底板达300毫米。引起顶板大幅度下沉和断裂，支架移动十分困难，并经常出现倒架和冒顶事故，生产一直不正常。鹤壁二矿使用节式支架时因底板有一层泥岩，不但有支架底座陷入底板的现象，而且也引起支架下滑和倒架给综采生产带来很大的影响。苏联在松软的底板条件下，使用液压支架时也碰到很大的困难，甚至造成整个综采面停产和搬家。然而支架底座对底板的比压这一参数，往往被人忽视。而比压有时直接决定着支架的使用效果。现在有的国家采取加大底座，适当降低支架的工作阻力，加快工作面推进速度等措施，取得了较好的效果。

五、坚硬顶板条件下使用液压支架的矿山压力显现问题

我们一般所指的坚硬顶板的条件是直接顶为较厚砂岩，厚度达煤层厚度3倍以上，单

向抗压强度在700公斤/厘米²以上,老顶为厚度8~50米的厚砂岩,单向抗压强度达800~1600公斤/厘米²。坚硬顶板或称难冒顶板。其主要特点是支架切顶困难或不能切断顶板,造成悬顶,需辅助爆破,才能将顶板放下来。在坚硬顶板条件下所造成的事故和支架损伤,主要发生在初次来压和二次来压阶段。初次和二次来压一般比较强烈。大同局三矿和鹤岗局南山矿使用4×450吨垛式支架后,不能切断顶板,造成悬顶过大。如果不及时处理,大面积顶板冒落后,引起顶板的强烈水平移动,摧断支柱,有时使支柱缸体变形。但使用高阻力支架后初次和二次来压强度变弱。国外特别是苏联在解决坚硬顶板时主要采取深孔爆破人工强制放顶,超前深孔爆破,深孔高压预注水,采用高工作阻力支架等方法。其中采用高压预注水取得了比较好的技术经济效果。砂岩在预注水三天后,抗拉强度降低了30~40%。有的国家正在研制适应冲击载荷的液压支架及其相应的安全阀。

采用注水(液)方法来改变岩石和煤的性能是有效控制顶板的一个技术途径,特别是在坚硬顶板条件下更为明显。如苏联使用注水方法后,岩石强度降低30~40%,岩石冒落高度增加80~100%,支架载荷降低30~40%,周期来压步距减少30~100%,顶板下沉量减少84~240%,岩石膨胀系数也有所增加,(注水前为1.3,注水后为1.38),而且可以起到降低岩(煤)尘含量的作用。

几点看法

(一) 我国煤层赋存条件比较复杂和多样化,矿山压力的显现,虽有共同的规律性,但也各有其特点。因此不可能靠一种支架适应所有的条件。因此,设计不同工作阻力、不同型式的液压支架,适应不同煤层围岩条件的观点,是切合我国实际情况的。

(二) 为了多快好省地推广和使用600套综采设备,要根据我国煤层赋存的情况,液压支架的特点,矿山压力显现的规律,并参考国外顶板分类的经验,对我国主要矿区进行顶板分类。

苏联过去的顶板分类方法的目的,是选择合理的顶板管理方法。如全部冒落法,充填法,局部充填法,缓慢下沉法等。而现在的顶板分类,其目的是解决合理的支架支护强度和合理的支架型式。苏联根据顶板下沉量对顶板分为五类:

(1) 一级顶板为易冒落的顶板,其顶板下沉量为:

$$h_1 = 0.04mR$$

(2) 二级顶板为具有中等冒落性能的顶板,其顶板下沉量为:

$$h_2 = 0.025mR$$

(3) 三级顶板为坚硬而难冒的顶板,其顶板下沉量为:

$$h_3 = 0.015mR$$

(4) 四级顶板为特别坚硬而极难冒的顶板,其顶板下沉量为:

$$h_4 < 0.015mR$$

(5) 五级顶板为具有缓慢下沉特性的顶板。

(注: m ——煤厚 R ——控顶距)

这个分类方法考虑到顶板的冒落性能对选择架型有一定的参考意义。但对选择支架的额定阻力则嫌不足,因不能说明顶板冒落性能,下沉量和支架工作阻力的关系。因此在分类

中需考虑直接顶与老顶的厚度和岩石力学性质。这些都与顶板的初次来压强度有直接关系。一般情况下，直接顶岩石强度低，厚度小，而老顶岩石强度高，厚度大时，初次来压的强度也大，支架的工作阻力则应提高。若直接顶岩石强度低，厚度大，而老顶岩石强度高，厚度小时，初次来压的强度则比较小，支架的工作阻力则可适当低些。因此，以顶板下沉量和直接顶，老顶的厚度特别是直接顶下部岩石的厚度，及其岩石力学强度指标，进行综合分析，有可能做为指导选择架型及其工作阻力的顶板分类标准。苏联正在进行这方面探讨工作。

根据目前的综采设备水平，应明确以下几个问题。

1. 确定我国发展综采的范围和数量。

1) 适于使用综采的矿区，煤层和工作面个数。

2) 有一定困难，但基本上适于使用综采的矿区，煤层和工作面个数。

3) 基本上不适于使用综采的矿区，煤层和工作面个数。

2. 确定不同矿区，不同煤层所需液压支架的工作阻力及与矿压显现相适应的支架类型。逐步形成适于我国具体条件的液压支架系列。

(三) 对我国的煤层重新进行分类，确定新的，适合综采特点的新的分类标准。

我们过去对煤层厚度和角度的分类：

按厚度分类：

极薄煤层	0.5米以下
薄煤层	0.5~1.3米
中厚煤层	1.3~3.5米
厚煤层	大于3.5米

按角度分类：

缓倾斜煤层	0~25°
倾斜煤层	25~45°
急倾斜煤层	45~90°

这种分类方法与当前采掘设备的发展，特别是液压支架的发展极不适应，主要缺点是级差太大。因煤层厚度小于0.7米，倾角大于30°时，实现综合机械化有比较大的困难。甚至倾角大于15°后，顶板下沉量与支架载荷，特别是侧向载荷、支架的稳定性，起了新的变化，对支架的性能提出了新的要求。如防倒防滑等。采高增大后支架的稳定性能也相对地降低，有时采高增大0.5~1.0米，稳定性即起变化。因此，根据综采发展的特点和采煤方法基本参数的确定，对煤层有重新分类的必要，特别对综采设备的标准化和系列化很有参考价值。

(四) 结合现有液压支架的试验和使用情况，对淮北、义马、铜川、掩护式和支撑掩护式液压支架的矿压显现进行现场观测，辅助以相似材料模拟试验，对不同厚度煤层，不同倾角，不同厚度和岩性的直接顶和老顶，进行不同方案的对比研究，确定掩护式和支撑掩护式支架的主要设计参数及其使用条件和适应范围，逐步形成系列。

(五) 使用液压支架后，顶板管理仍然是一个十分重要的问题。

实践证明，在同一个煤层，甚至同一个工作面，使用同样的液压支架，因为顶板管理的情况不同，工作面支护状况有很大的差别。产量往往从几万吨降至几千吨，设备造成严

重的损伤。顶板管理方面应注意的问题：如采煤机的切割高度，深度及平直度，工作面的三直一平，支架的接顶情况，移架与采煤机的合理距离，移架的合理程序，推溜的合理距离，乳化液的合理配比，保证合理的架间距，支柱的有效支护，保证稳定的泵压和初撑力，防止液管砸坏，漏液，防止支柱脱位，保证规定的空顶距等等。如这些问题管理不善，好的液压支架也无法有效地支护顶板，也会出现冒顶和压死支架的现象，甚至把支架搞坏，使整个综采面陷于停顿状态。

（六）迅速落实和建立一支与群众队伍相结合的专业矿山压力骨干队伍。实践证明，没有这样一支队伍是不行的。

（七）迅速建立完善的实验室和研制先进的观测仪表，积累大量的科学实验数据，采用先进的数据处理手段，提供可靠的液压支架设计依据和参数，指导和检验液压支架的使用效果及其改进提高途径。

（八）液压支架的基本参数和架型。除研究其技术效果外，应结合服务年限，维修量，维修周期，投资费用，吨煤成本等，全面进行经济分析对比，使液压支架在使用过程中，能取得全面的良好的技术经济效果。

（九）上、下端部的支护问题。端头一般是比较难于支护，影响综采正常生产的关键位置。特别是下部端头更为重要。端头支护状态的好坏，往往对邻近支架，甚至对整个工作面支护状况有很大影响。

端头支架一般都采用单体支柱，有的支柱支撑能力不足，造成端头顶板管理困难，甚至发生冒顶事故，影响工作面的正常推进。实践证明，我们有不少综采面，如大同四矿，鹤壁二矿、阜新清河门矿，都曾因端头支护不好，而使整个工作面支护状态恶劣，产量大幅度下降。因此，根据端头矿山压力显现特点，使用与工作面液压支架相适应的端头支架，对整个综采面的围岩控制和管理，也是很重要的。国外不少综采面对端头的支护，采取特殊技术措施，甚至采取专人负责的办法来保障端头支护经常处于良好状态。

综机工作面液压支架工作阻力的选择

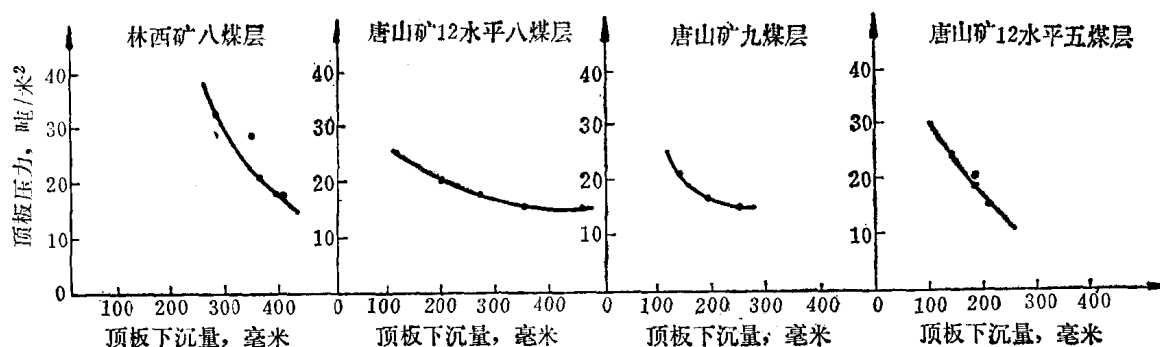
开 滦 煤 矿

支架的合理工作阻力是有效地控制顶板和保证工作空间安全所必要的支撑力。正确地选择支架工作阻力是支架能否保证正常工作及经济合理地进行采煤的关键。

目前世界上一些主要采煤国家，在确定支架的工作阻力时，多数采用了以采高为依据的经验公式或国家标准。

我们认为，顶板压力的大小与采高有一定的关系，但不是主要的。用采高的倍数关系来反映顶板的压力是不确切的。通过对以往观测资料的分析表明，相同采高的不同煤层工作面，顶板压力相差很多。例如唐山矿南异五煤层工作面，采高2.2~3.0米，顶板压力平均32.5吨/米²。而12水平八煤层工作面采高2.0~2.8米，顶板压力仅19.8吨/米²。

关于顶板压力与顶板下沉量的关系据国内外的研究，都认为二者之间存在着双曲线函数关系。我们通过各矿实际矿压观测资料分析，尽管数据较少，也获得类似的结果。即随着顶板压力增加，顶板下沉量相应减少。但增加到一定限度后，顶板下沉量减少很小，如下图所示。



但在不同地质条件和生产条件下，顶板压力与顶板下沉量的相互关系在数值上差别很大。其原因主要是工作面顶板压力大小及其显现规律与围岩的性质、厚度、煤层厚度、煤的硬度、地质构造、煤层倾角、工作面长度、推进速度、控顶距离、支护形式、顶板管理等很多因素有关。另外采煤的过程是在不均匀介质中进行，在同一煤层和岩层中的不同部位，物理力学性质也不同。在确定支架与围岩的相互作用关系时，很难把这些因素都考虑进去。也不可能在只考虑一、二个因素的条件下来以简单的数学公式来准确地表达这个问题。

目前我国使用液压支架的经验还比较少，所以我们认为液压支架工作阻力的选择，应以现场实际矿压观测结果为主要依据。具体做法可以对已有观测资料进行整理分析，对于没有资料的可对同一煤层生产地质条件近似的普通支架工作面做1~2个工作面的短期

观测。

我们通过对综采工作面和普通支架工作面观测结果的分析,初步确定了以下一些关系。

1. 综采工作面与普采工作面矿压显现的对比关系,见表一。

表 1

矿名	工作面	支架形式	单位面积平均压力 (吨/米 ²)	变化情况	顶板下沉量 (毫米)	变化情况
林西矿	9873上	单体摩擦支柱	24.4		388	
	9873下	1K70/690HD 液压支架	45.0	+84%	227	-41.5%
唐山矿	5152 5154 5252	单体摩擦支柱	32.5		288	
	5351	MZ-1928 液压支架	53.0	+63%	196	-32.0%

由于数据较少,还不能根据表1和图1准确求出下沉量与顶板压力的关系曲线。但可以根据实测结果求得减少下沉量的顶板压力增长经验系数 $K_{压}$ 。如果顶板下沉量减少0~200毫米, $K_{压}$ 应选1.0~1.9。

对综采工作面9873下磅及5351磅的矿压观测表明,液压支架能够有效控制顶板,经受了周期来压考验。所以工作面采高为2.0~2.5米时,顶板下沉量以控制在200毫米为宜。采高1.5~2.0米时,顶板下沉量以控制在150毫米为宜。

2. 周期来压与平均压力值的关系,见表二。

表 2

矿别	工作面	单位面积平均压力 (吨/米 ²)	单位面积周期压力 (吨/米 ²)	周期压力/平均压力
林西矿	9871	20.9	29.4	1.41
唐山矿	液压支架 5351	53	68	1.29
"	2252	19.8	26.6	1.34
"	2351	15.4	20	1.30
"	5152	22.2	30.6	1.38
"	2185	15.8	17.6	1.11
平均				1.30

根据表2观测结果分析,周期压力比平均压力大1.1~1.5倍,平均1.3倍。

对于短期观测没有测到周期压力,可以乘以周期压力增长系数(即 $K_{周}$)以求得周期压力值。 $K_{周} = 1.1 \sim 1.5$ 。顶板坚硬,周期来压明显的工作面应选较大系数。顶板破碎易冒落或分层中下层工作面应选较小系数。

3. 综采工作面液压支架工作阻力预算经验公式

通过对以上情况的分析我们认为把已测得的工作面顶板压力,乘以不同的 $K_{周}$ 、 $K_{压}$ 系数,可以近似求得选择液压支架的工作阻力。

$$P = \frac{M \cdot K_{周} \cdot K_{压} \cdot S}{n}$$

式中 P ——支柱工作阻力, (吨);

M ——单位面积平均压力, (吨/米²);

$K_{\text{周}}$ ——周期压力比平均压力增长系数;

$K_{\text{压}}$ ——减少下沉量压力增长系数;

S ——每组液压支架控顶面积, 米²;

n ——每组液压支架立柱根数, (根)。

采用实测的方法比较接近实际和可靠。但所需时间较长, 工作量较大, 在急需的情况下, 可做短期观测或根据相似条件工作面观测结果进行推算。

阳泉矿区垛式支架与围岩关系中的几个问题

阳泉矿务局 中国矿业学院矿压支护组

阳泉矿区自1974年第一个综合机械化采煤工作面投入生产以来, 目前已有十几个包括采用垛式、节式、掩护式等各种架型的自移式液压支架综合机械化采煤工作面。随着液压支架的广泛应用, 合理地选择各种不同地质条件的支架架型、确定这些支架的基本参数就成为急待解决的问题。

本文主要是对几个垛式支架工作面矿压观测中所认识到的支架与围岩关系进行一些探讨。

一、阳泉矿区几个垛式支架工作面的地质简况和技术概貌

阳泉矿区主要可采煤层有三层, 俗称七尺煤, 四尺煤, 丈八煤。煤层埋藏平稳, 倾角普遍在10度以下, 地质构造比较简单。

本文所涉及的工作面主要有阳泉四矿4223工作面、阳泉一矿808工作面和907工作面。4223工作面是直接顶板比较稳定的四尺煤, 808工作面、907工作面均属直接顶板比较松软的七尺煤。808工作面的直接顶板由于古河床的冲刷, 局部为稳定的砂岩和比较稳定的砂质页岩所替代。三个工作面的地质和技术概貌见表1。

表 1 阳泉有关综采面的地质技术概貌

工作面	开采煤层	开采厚度 (米)	工作面长度 (米)	工作面倾角 (度)	顶 板 性 质	底板性质
四矿 4223	四尺煤	1.84	100~144	2~8	直接顶板为中等稳定的黑色页岩, 厚3.5~4.8米其上为4米厚的砂岩, 1.36米厚的坚硬石灰岩	细砂岩厚 1.5~2米
一矿 808	七尺煤	1.71	130	3~5	直接顶变化很大, 主要有三种: 一为冲刷砂岩直接复盖在煤层上, 直接顶为稳定的砂岩; 二为中等稳定的砂质页岩或页岩, 层厚0~3米其上为砂岩; 三为直接顶下存在灰质页岩伪顶, 性脆, 层理发育, 有时夹有煤线	砂质页岩
一矿 907	七尺煤	2.23	150	4~6	伪顶为松软易碎的页岩及薄层泥质砂岩, 厚0.2~0.4米, 局部达1米以上。其上有存在薄层煤线。直接顶为灰色页岩和砂质页岩互层, 较为松碎, 劈口比较发达, 有时出现“通天劈”, 层厚8~11米。老顶为灰白色中粒砂岩, 较坚硬	砂质页岩

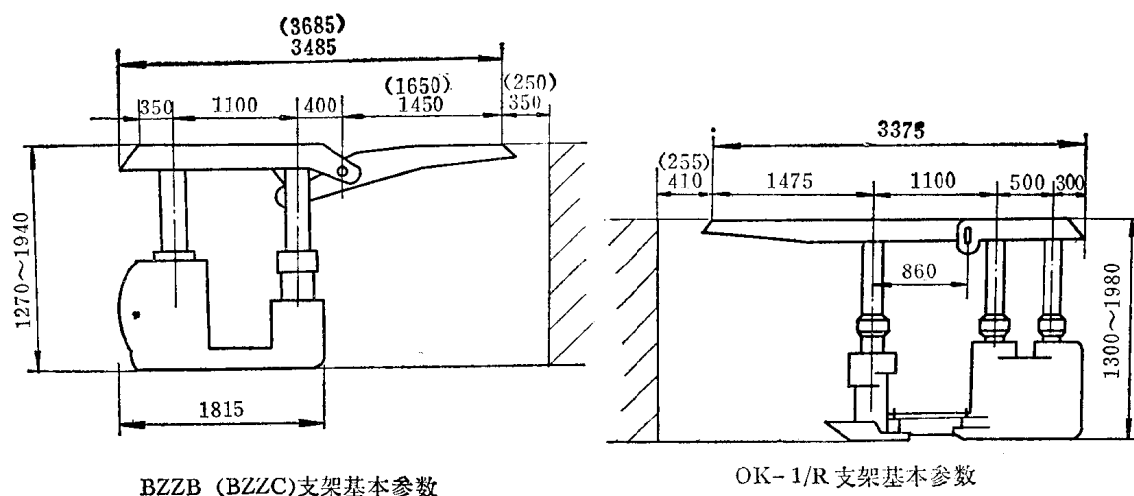


图 1 阳泉矿区使用的垛式支架示意图

4223工作面使用BZZB型支架。907工作面使用BZZC型支架。808工作面使用OK-1/R型支架。这三种支架的基本参数和技术特征见图1及表2。

表 2 阳泉使用的垛式自移式支架技术特征

支 架 名 称	支 架 型 式	额定工 作阻力 (吨/架)	初撑力 (吨/架)	拉架力 (吨)	推溜力 (吨)	支 架 高 度 (毫米)	前梁(托 梁销前) 长 度 (毫米)	顶梁(托 梁销后) 长 度 (毫米)	支 架 全 长 (毫米)	支 架 宽 度 (毫米)	支 架 间 距 (毫米)
BZZB	四柱整梁垛式	240	61.6	10.1	15.4	1270~ 1930	1450	1900	3350	1083	1200
BZZC	四柱整梁垛式	240	61.6	10.1	15.4	1300~ 2245	1650	1900	3550	1040	1200
OK- 1/R	六柱条梁 (前梁)垛式	240	96	8.5	13	1245~ 1925	2315	1060	3375	870	1000

二、垛式支架的额定工作阻力

额定工作阻力是设计支架的重要参数。它对支架的重量和钢材消耗有着决定性的影响。研究支架合理的额定工作阻力有着重要的技术经济意义。

确定支架的额定工作阻力必须研究支架的实际工作阻力。支架的实际工作阻力是支架和围岩相互作用的结果。它取决于围岩(包括顶板、底板)的性质和层位、开采厚度、工作面倾角等一系列地质、技术因素；同时也取决于支架本身的力学特性。

人们所说的自移式液压支架的工作阻力即实际工作阻力，指的是支架的总工作阻力即顶板给与支架的总压力。它是随着时间的延续而变化的。这种变化和工作面的生产活动，顶板的活动特征，支架的支撑特性(初撑力和额定工作阻力)以及其他一些随机因素都有关。

如支架的额定工作阻力足够，根据观测，支架和围岩的关系基本上可以分为三个阶段，如图2所示。当支架刚刚前移开始支撑顶板时，支架给予顶板的支撑力是支架的初撑力

P_0 。 P_0 往往小于顶板的压力, 这时顶板和支架处于不平衡状态, 顶板将有一个急速的下沉 S_1 , 压缩支架和支架和围岩间的中间层(浮煤、浮矸), 使支架的工作阻力急速增长。这个阶段支架处于急增阻状态, 称第一次急增阻阶段(初撑增阻阶段, t_1)。当支架阻力增到一定程度时, 支架的工作阻力和顶板压力处于一个相对的平衡状态, 顶板的下沉受到遏制, 下沉速度大大减缓, 支架增阻速度也很缓慢, 称相对稳定阶段(t_2)。当采煤机经过支架附近时, 控顶面积突然增加, 再加上邻近支架随着采煤机的经过而依次逐架前移, 初移过去的支架又都处于初撑阶段, 支撑力较低, 这时顶板压力的一部分必将转移到未移步的支架。未移步支架的工作阻力和顶板压力又处于一个不平衡状态, 顶板又出现较快的下沉 S_3 , 支

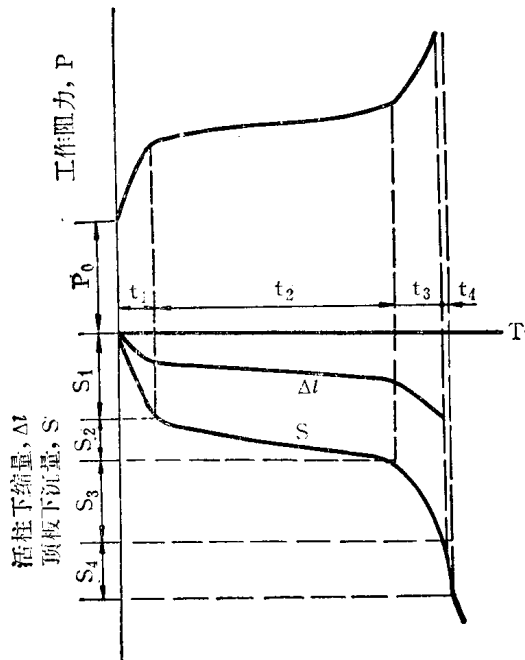


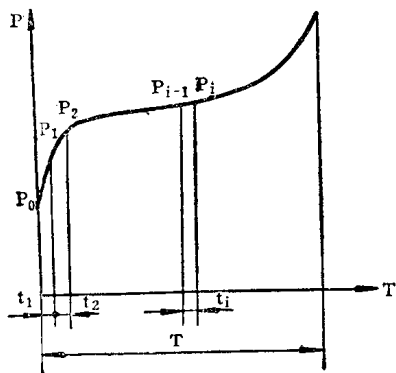
图 2 支架-围岩关系综合时间曲线

架工作阻力相应有一个急增阻阶段, 称第二急增阻阶段(t_3)。这种由不平衡到相对平衡再到不平衡的过程是支架和围岩关系在时间上变化的基本特征。图 2 也就是支架-围岩相互关系的综合时间曲线, 其中 t_4 是支架的移架时间, S_4 是移架时顶板的下沉量。

在相对稳定阶段支架工作阻力的高低反映了顶板压力的大小。这时压力还随着时间略有增长, 其压力平均值和支架的时间加权平均工作阻力 (P_t) 大致相等。因此也可以认为支架的时间加权平均工作阻力就是支架必须承受的顶板压力, 也是支架必须具备的支撑能力。目前人们都认为顶板压力应该是顶板岩石容重 γ 和采高 H 乘积的倍数。从阳泉测定的数值看: 在非周期来压时 $\bar{P}_t = (4.5 - 5.5) \gamma H$ T/M^2 , 而在周期来压时 $\bar{P}_t = (7 - 8) \gamma H$ T/M^2 ($\bar{P}_t$ 为测得的时间加权平均工作阻力的平均值)。

由于岩性的不同, 支架-围岩间的中间层(浮煤、浮矸)厚度和成份的变化, 工作面每个

① 支架时间加权平均工作阻力是支架(包括单体柱和自移支架)在全部支撑时间内, 不同阶段对顶板的支撑强度 (T/M^2) 的时间加权平均值。其计算公式如下:



$$P_t = \frac{(P_0 + P_1)t_1}{2A_1} + \frac{(P_1 + P_2)t_2}{2A_2} + \dots + \frac{(P_{i-1} + P_i)t_i}{2A_i} + \dots$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^n \frac{(P_{i-1} + P_i)t_i}{2A_i}}{T}$$

其中 $t_1, t_2, \dots, t_i$ 为支架工作阻力变化的不同时期的延续时间; $P_0, P_1, P_2, \dots, P_i$ 为相对应 $t_1, t_2, \dots, t_i$ 时间内支架的工作阻力; $A_1, A_2, \dots, A_i$ 为相对应 $t_1, t_2, \dots, t_i$ 时间内支架的支撑面积。

当采用立即支护的液压支架时, 支撑面积可认为不变(即 $A_1 = A_2 = \dots = A$), P_t 亦可用 $T/\text{架}$ 的单位来表示。