

高等学校教学参考书

综采面矿压与液压支架设计

赵宏珠 编著

中国矿业学院出版社

31 17
高等学校教学参考书

综采面矿压与液压支架设计

赵宏珠 编著

3

中国矿业学院出版社

内 容 提 要

根据采面矿压规律确定液压支架合理参数,进行液压支架选型和设计,是公认的基本准则。本书编写的目的正在于将矿山压力理论与支架设计计算紧密结合起来,使液压支架选型、研制和改进更加适应我国煤层赋存条件。本书的特点是,综合分析了国内外已有的矿压及支架设计研究成果,实测资料丰富,简明实用。书中包括矿压规律与支架选型、支架外载分布与支架设计以及支架应变能力与控制措施三部分。

本书可作为高校和中专有关专业师生的教学参考书,并可供从事综机采煤、支架设计制造和销售的采矿、机电、机设、供应等专业的科技、管理人员参考。

责任编辑 刘泽春

高等学校教学参考书
综采面矿压与液压支架设计

赵宏珠 编著

中国矿业学院出版社 出版 发行

中国矿业学院印刷厂 印刷

开本787×1092毫米 1/16 印张22.625 字数534千字

1987年11月第1版 1987年11月第1次印刷

印数1-3500册



ISBN 7-81021-016-5/TD·11

统一书号: 15443·034 定价: 3.75元

前 言

在党的十一届三中全会正确路线、方针和政策的指引下,1985年我国生产原煤8.59亿t,其中统配煤矿完成4.28亿t;采煤机械化程度已达49.7%,其中综采占25.6%。至今全国已拥有综采设备406套。液压支架制造技术已达到相当高的水平。“七五”期间煤炭工业将进一步发展,到1990年我国煤炭产量将达10亿t,统配煤矿原煤全员效率将突破1.0t,为此要求统配煤矿采煤机械化程度达56%,其中综采为29%,液压支架制造技术将接近或达到国际先进水平。

实践证明,大力发展综合机械化采煤,研制和使用液压支架是十分关键的。我国从60年代开始研制支撑式液压支架,至今已能成批制造两柱掩护式和四柱支撑掩护式支架,这些系列化的液压支架一般用于缓倾斜中厚煤层及厚煤层分层开采。近几年来,有近20余个综采队年产接近或超过百万吨,但仍有六分之一的综采队处于低产状态。为了普遍提高我国综采队年产水平,除加强科学管理外,研制并选用适于我国煤层赋存条件及矿压特点的液压支架是十分急需的。

我国开始研制液压支架时,多是借鉴外国的经验和我国单体支柱采面矿压研究成果,而不是直接依据我国综采工作面矿压资料研制和选用液压支架。液压支架采面矿压研究落后于液压支架设计,因此,我国所研制及选用的液压支架参数和架型不适宜我国煤层赋存条件和矿压特点,给我国液压支架使用带来了很大麻烦和困难。

为了研制和选用适应我国煤层赋存条件和矿压特点的液压支架,我国广大矿压工作者已对100多个综采工作面进行了矿压观测,积累了大量原始数据。据此对综采工作面顶板运动规律、顶板分类、支架特性、参数及外载分布等方面进行了广泛的研究。它为我国进一步完善缓倾斜中厚煤层液压支架提供了科学依据,为我国进一步研制难开采煤层——薄煤层、厚煤层、围岩“三软”、围岩坚硬、大倾角煤层的液压支架创造了良好的条件。

编写“综采面矿压与液压支架设计”一书的目的在于将矿山压力理论与支架设计计算紧密结合起来,供研制和改进液压支架参考,使其结构、架型、参数、性能、强度等更加适应我国煤层赋存条件及矿压特点,促进我国综合机械化采煤的发展。

编写本书的指导思想为:

1. 尽量以我国研制的液压支架为分析对象,取材于我国已有的矿压及支架设计研究成果,以采面矿压实测数值及国产液压支架设计实践为依据。
2. 按采面矿压规律对液压支架提出设计要求,分析液压支架适应条件,阐述液压支架选型准则。
3. 按液压支架外载分布分析液压支架受力状态,确定液压支架合理参数。
4. 根据综机采面矿压及支架特性等实测资料,分析支架结构和各个部件的作用,为设计和选择支架结构和部件提供科学依据。
5. 以矿山压力与支架受力的关系为主线,举例讲明支架设计计算内容及步骤,列出支架参数确定和强度校核公式,供支架设计计算参考。

本书的读者对象是从事综机采煤的采矿、机电、供应专业技术人员及从事液压支架设

44-51/10

计、制造、销售的科研、设计、管理人员，以及中专和高等院校的师生。

本书除引用国外的公式仍使用原计量单位外，尽量采用我国法定计量单位及其符号，并根据国家计划和计量管理部门的规定，在不影响安全及精度的情况下取近似值换算，如 $1\text{tf}(\text{吨力}) = 10\text{kN}(\text{千牛})$ ， $1\text{kgf}(\text{公斤力})/\text{cm}^2 = 0.1\text{MPa}(\text{兆帕})$ ， $1\text{tf}/\text{m}^2 = 10\text{kPa}(\text{千帕})$ 等。

在本书编写过程中，中国矿业学院钱鸣高教授、上海煤研所周永昌高级工程师、北京煤矿机械厂祁寿坝总工程师审阅过初稿，提出了许多宝贵意见，在此表示感谢。

由于编者水平所限，书中难免有不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

一九八七年七月

目 录

绪论	(1)
----	-------

第一篇 矿压规律与支架选型

第一章 综采面顶板运动规律	(11)
第一节 采动后上覆岩层运动概况	(11)
第二节 综采面老顶来压强度及其分布规律	(13)
第二章 综采面顶板力学特征及分类	(22)
第一节 裂隙体力学特征	(22)
第二节 采面顶板分类	(30)
第三章 各类级顶板综采面矿压特点及对支架设计的要求	(37)
第一节 I _{1~2} 、II _{1~2} 顶板综采面矿压特点及支架设计要求	(37)
第二节 III _{3~4} 、IV _{3~4} 顶板综采面矿压特点及支架设计要求	(43)
第四章 厚煤层开采矿压特点及对支架设计的要求	(46)
第一节 厚煤层分层开采矿压特点及支架设计要求	(46)
第二节 整层垮落开采厚煤层采面矿压特征及支架设计要求	(51)
第三节 放顶煤支架采面矿压初探及对支架设计的要求	(56)
第五章 倾斜长壁采面矿压特点及对支架设计的要求	(62)
第一节 倾斜长壁采面老顶来压规律及对支架设计的要求	(62)
第二节 各种架型在倾斜长壁采面应用的效果	(67)
第六章 液压支架选型及综采选面	(70)
第一节 液压支架选型影响因素	(70)
第二节 掩护型液压支架采面矿压显现特征	(72)
第三节 从采面矿压特点看各类液压支架适用条件	(78)
第七章 液压支架合理工作阻力确定方法	(82)
第一节 国外确定液压支架合理工作阻力的研究现状	(82)
第二节 我国确定液压支架合理工作阻力的方法	(88)
第三节 液压支架合理工作阻力确定实例	(98)

第二篇 外载分布与支架设计

第八章 液压支架外载观测	(103)
第一节 观测目的和观测项目	(103)
第二节 利用测力销测支架外载	(104)
第三节 用测力销测支架外载的观测结果	(106)
第九章 立柱及千斤顶设计	(109)
第一节 立柱及千斤顶类型和结构	(109)

第二节	液压支架外载与立柱阻力的关系	(112)
第三节	立柱、短柱和千斤顶强度验算	(119)
第四节	立柱合理设计中的问题	(132)
第十章	掩护式支架平衡千斤顶作用的分析	(136)
第一节	平衡千斤顶的理论作用及存在问题	(136)
第二节	平衡千斤顶对顶梁受载的影响	(138)
第三节	平衡千斤顶受力状态统计分析	(139)
第四节	平衡千斤顶使用情况与支架设计及采面条件的关系	(141)
第五节	正确发挥平衡千斤顶作用的措施	(145)
第十一章	液压支架顶梁载荷分布及设计	(146)
第一节	液压支架顶梁载荷测定结果	(146)
第二节	顶梁载荷分布计算及实测值	(151)
第三节	梁端支撑力和梁尾切顶力的计算及实测值	(155)
第四节	顶梁的作用及结构	(157)
第五节	顶梁参数的确定	(164)
第六节	顶梁接顶与回转千斤顶作用	(170)
第七节	顶梁设计的改进	(171)
第十二章	端面顶板维护及四连杆机构设计	(173)
第一节	四连杆机构组成及作用	(173)
第二节	顶板统计观测与端面顶板破碎规律	(174)
第三节	双纽线与四连杆机构设计	(180)
第四节	前后连杆受力状况分析	(186)
第五节	改革四连杆机构, 发展液压支架	(190)
第十三章	掩护梁和底座受载及其设计	(200)
第一节	掩护型支架掩护梁受载及分析	(200)
第二节	掩护梁焊缝强度验算及开裂原因分析	(202)
第三节	底座作用及结构	(207)
第四节	液压支架底座比压分布及计算	(213)
第五节	对底座设计的要求及减少底座前端比压的措施	(217)
第十四章	液压支架结构件强度验算	(221)
第一节	液压支架结构件强度验算的一般步骤	(221)
第二节	顶梁和前梁危险断面强度验算	(223)
第三节	掩护梁强度验算	(232)
第四节	前后连杆稳定性及强度计算	(234)
第五节	底座强度计算	(236)
第十五章	液压支架特性、支护效果及初撑力分析	(243)
第一节	液压支架特性及类型统计分析	(243)
第二节	改进液压支架支护效果的途径	(246)
第三节	初撑力合理值的确定	(252)
第四节	提高初撑力的液压装置和系统	(255)

第十六章 发挥支架作用与液压系统设计	(260)
第一节 推移装置和移架力设计.....	(260)
第二节 液控单向阀选择及设计.....	(266)
第三节 安全阀选择及设计.....	(270)
第四节 操纵阀选择及设计.....	(277)

第三篇 支架应变能力及控制措施

第十七章 厚煤层采面液压支架设计概况及应变措施	(283)
第一节 采高大于 3.5m 的液压支架应变能力设计.....	(283)
第二节 放顶煤支架研制概况.....	(295)
第三节 厚煤层分层开采的液压支架设计概况.....	(305)
第十八章 大倾角采面液压支架及其防倒防滑措施	(310)
第一节 淮南大倾角防倒防滑液压支架.....	(310)
第二节 苏联大倾角煤层液压支架发展趋向.....	(313)
第三节 波兰、联邦德国、法国和英国急倾斜液压支架概况.....	(316)
第四节 液压支架防倒、防滑、导向和调架措施.....	(324)
第十九章 端头支护技术及液压端头支架	(329)
第一节 端头及其支护.....	(329)
第二节 对端头支架结构件作用的分析.....	(331)
第三节 端头支架合理支护强度的确定.....	(336)
附表 1 联邦德国赫姆夏特公司液压支架主要技术特征	(341)
附表 2 联邦德国威斯特伐利亚公司, 贝考瑞特公司液压 支架主要技术特征	(342)
附表 3 英国、波兰、日本、苏联液压支架主要技术特征	(343)
附表 4 国外节式(框式)支架主要技术特征	(344)
附表 5 国产支撑式支架主要技术特征	(346)
附表 6 国产掩护式支架主要技术特征	(348)
附表 7 北京煤矿机械厂液压支架主要特性参数	(350)
主要参考文献	(352)

绪 论

矿山压力(以下简称“矿压”)是指存在于采掘工作面围岩内的复杂作用力。它包括:上覆岩层重量;残余地质构造应力;地下水压力;浸湿后岩石膨胀力;煤层中保存的潜在能和受气温变化产生的热应力等。

液压支架作为一个结构物用来控制采面矿山压力,无论采面矿压组成如何复杂,它都以外载的形式作用在支架上。在液压支架与采面围岩相互作用的力学系统中,如果所选支架各支承件(立柱、平衡千斤顶)的合力与顶板作用在支架上的外载合力正好在同一直线,则该支架对此采面围岩是十分适应的。换句话说,正确进行液压支架设计和选型,都必须深入研究矿压与支架的相互作用关系。

一、矿山压力是液压支架选型的依据

液压支架是综采面顶板管理的重要支护设备。实践证明:正确选用液压支架对提高综采面各项指标,充分发挥综采设备的效能影响很大。1974年我国引进43套综采设备,由于缺乏经验,架型选择不当,设备效能发挥不够好。从1975年到1982年平均利用率为46%,平均单产25.84万t/a个,平均年套产仅11.88万t。针对具体条件,选用合理架型,一般称为“液压支架选型”;依液压支架技术特征,选择适于它的采面,一般称为“综机采面选择”,下面简称“双选”。前者是“依面选架”,后者是“依架选面”,但是,两者都须满足同一要求,即技术上能够满足:支护阻力及支护强度与采面矿压相适应,支架结构与煤层赋存条件相适应,支护断面与通风要求相适应;液压支架与采煤机、输送机等设备相配套。经济上能够确保:高产、高效、优质、低耗。生产上能够保证安全。只有这样,支架与采面才算选得合理。

1. 支架选型内容

支架类型:支撑型或掩护型,后者包括短托梁掩护式(T_1, K_{11} 型)、长托梁柱支掩护式(ZYZ型)、长托梁柱支顶梁掩护式(QY型)和支撑掩护支架(ZY型)等;

立柱根数:一根、两根、四根等;

支护阻力:初撑力、额定工作阻力;

支架结构高度:最大和最小高度;

顶梁和底座尺寸及其相对位置;

对防滑、防倒、防转、防片帮、调架、移架、端面维护等装置的要求;

操作方式、阀组性能等。

2. 支架选型依据

支架选型和采面选择是严肃而复杂的工作,不容草率从事。在选型和选面前,应掌握下列资料作为依据。

1) 必须将所选采面的煤层、采区的地质情况全面查清,绘出地质图,编出地质说明书,其中包括:

- (1) 分煤层地质总平面图(1:2000), 附地质构造图;
 - (2) 煤层柱状图(1:50);
 - (3) 说明顶板岩性、弱面分布, 底板岩性及硬度, 煤层厚度及变化, 夹石厚度, 伪顶厚度、冒落块度及稳定性, 煤层倾角变化范围, 瓦斯涌出量和水文情况等;
 - (4) 调查清楚全矿适于综采煤层的储量比例, 使所选架型能在较长时期适用。
- 2) 必须将所选采面相近的矿压参数, 通过观测提供出来, 其中包括:
- (1) 直接顶初次垮落步距(l), 老顶初次来压步距(L_1)和老顶周期来压步距(L_2);
 - (2) 动载系数 K_D ;
 - (3) 直接顶垮落带高度($H_{垮}$)与采高(M)之比;
 - (4) 老顶断裂带高度($H_{裂}$)与采高(M)之比;
 - (5) 顶底板岩石抗压($\sigma_{压}$)和抗拉($\sigma_{拉}$)强度;
 - (6) 顶底板移近量(S)和顶板破碎度(E)及支护强度;
 - (7) 顶板稳定性和冒落性描述。

二、矿山压力是液压支架设计的依据

一个完整的液压支架设计包括液压支架架型及支护阻力、支架高度、支护面积、推移千斤顶推移力等参数的正确选择; 支架受力大小、方向及作用点位置的分析; 液压支架顶梁、掩护梁、四连杆、底座、立柱及推移千斤顶等结构件和液压件强度验算以及其稳定性讨论等。例如, YZ-I 型掩护式支架架型如图0-1所示, 支架主要技术特征见表0-1。

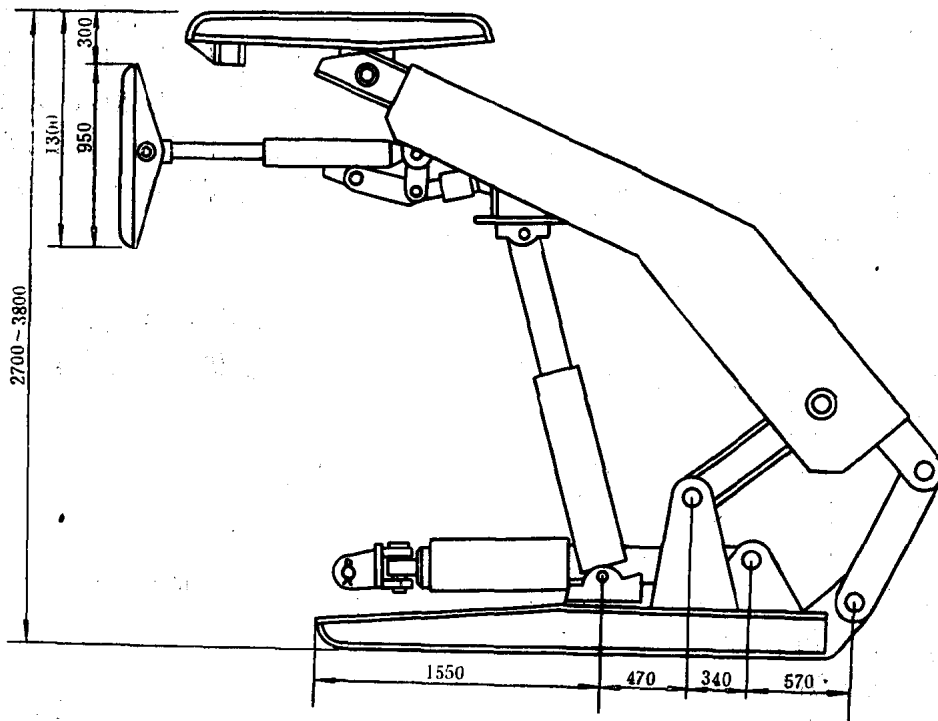


图0-1 YZ-I 型掩护式支架

支架计算说明书包括下列几部分:

- 1) 支架受力分析: 包括掩护梁各铰接点的反力计算、掩护梁的内力计算, 顶梁受力

状态讨论，底座受力状态分析，立柱、前连杆、后连杆受力计算，

2) 支架强度计算：包括主要焊接结构件顶梁、底座、掩护梁、前连杆、后连杆等及其焊缝的强度计算，各种液压缸（立柱、平衡千斤顶、推移千斤顶、护帮千斤顶等）的强度计算，以及各种联接销轴的强度计算；

3) 支架稳定性讨论：包括支架的重心，支架的翻转，支架的侧向倾斜和下滑，支架允许使用角度等。

表0-1

YZ型支架主要技术特征

项 目	单 位	YZ-I	项 目	单 位	YZ-I
支架高度	m	2.7~3.8	推移千斤顶行程	mm	650
支架宽度	m	1.4	限位千斤顶初撑力	kN	236
架间距	m	1.5	限位千斤顶工作阻力	kN	502
初撑力	kN/架	20×470	护帮千斤顶推力	kN	118
工作阻力	kN/架	20×1000	侧护板千斤顶推力	kN	0
降柱力	kN	120	支架总长度	m	3.98~4.5
支架支撑能力	kPa	423/457	支架重量	kN	10
推移千斤顶推力	kN	470	泵站压力	MPa	15
推移千斤顶拉力	kN	300			

欲完成上述设计计算任务，必须有可靠的科学依据，包括：煤层赋存条件、顶板压力、支架外载分布、配套设备尺寸及矿井沼气等级等。现以 YZ-I 型掩护支架设计为例，将其计算说明书中有关部分摘录如下：

1. 顶底板岩性及支护方法

王石凹煤矿准备使用 YZ-I 型掩护支架的地点，选定在该矿井田东部的 2119 采面。由于这个采面的下部为采空区，其余三侧均已送过巷道，因而，对该区内的地质情况掌握得较为准确。其基本情况如下：

(1) 煤层平均厚度 4.5m 左右。

(2) 煤层平均倾角约 6°。

(3) 煤层顶板为页岩和砂质页岩互层，岩层内有明显的层间滑动现象，层理比较发育，局部含有云母薄片，因而顶板容易冒落。

经调查表明：在试验采面内，顶板冒落状况属于随放顶随垮落。直接顶初次垮落步距约为 10m。冒落高度大约为 2m，冒落块度大多为 1m³ 左右，冒落范围涉及到整个采空区。

(4) 煤层底板为厚 2m 以上的页岩。

(5) 采面在顶板第一次冒落时，按正常生产方式用五排木柱支护。木柱直径约 190mm，柱距 0.8m，排壁 1.0m，与煤壁的排壁 1.2m；在采空区一侧采用双排密集，密集支柱即是在两柱之间补打一棵。同时，为了确保安全，沿采面长度方向每隔 8m 左右，架设一木垛。

第一次冒落后，采面进入正规循环作业，其支护方式为五排金属摩擦支柱，柱距 0.8m，排距 0.8m，靠采空区的一侧打单排密集。采面每推进 1.6m，放顶一次，顶板随放随冒。

2. 陈家河矿提供的资料

陈家河矿厚煤层综采面矿压观测提供的数据,可供YZ-I型掩护支架设计计算时参考。

(1) 在支架与围岩相互作用关系中,支架不仅受到垂直载荷,而且受到水平载荷作用。

(2) 支架顶梁和掩护梁受力状态不同,掩护梁承受垂直载荷和水平载荷,顶梁除承受垂直载荷外,还要加一个切顶阻力。针对陈家河矿的实际条件,具体参数为:

- a、顶梁垂直载荷400kPa,切顶阻力400kPa;
- b、掩护梁垂直和水平载荷分别为400和150kPa;
- c、支柱工作阻力增大到每根0.8~1MN是恰当的。

3. 确定顶板压力

按王石凹矿采面现实支护方式及陈家河矿综采面矿压观测资料,确定顶板压力。

1) 按第一次冒落确定顶板压力

如图0-2所示,按陈家河矿试验总结提出的计算方法,可以求得单位面积的顶板压力为:

$$q_1 = q_{F1} + \frac{L}{F} q_{L1} = 490 \text{ kPa} \quad (0-1)$$

式中 q_{F1} ——在不考虑切顶线上密集支柱时确定的顶板单位面积压力;
若木柱采用松木,其工作阻力 N 为:

$$N = \frac{\sigma_{\sigma p} \cdot S}{K} = 210 \text{ kN} \quad (0-2)$$

式中 $\sigma_{\sigma p}$ ——木柱断面的平均应力, $\sigma_{\sigma p} = 29.3 - \frac{1.94 \times D}{5} = 22 \text{ MPa}$;

D ——木柱直径, $D = 19 \text{ cm}$;

S ——木柱截面积, $S = 282 \text{ cm}^2$;

K ——安全系数, $K = 3$ 。

则由 N 值和图0-2可得: $q_{F1} = 350 \text{ kPa}$;

F ——YZ-I型掩护支架支护面积, m^2 ;

$$F = L(I + A) = 2.59 \text{ m}^2$$

L ——支架中心距, $L = 1.35 \text{ m}$;

I ——顶梁接顶长度, $I = 1.6 \text{ m}$;

A ——梁端距, $A = 0.3 \text{ m}$;

q_{L1} ——切顶线上附加密集支柱产生的外加切顶阻力,

$$q_{L1} = \frac{2.10 \times 2}{1.6} = 262 \text{ kN/m}$$

2) 按正规循环作业确定顶板压力

如图0-3所示,同理,可用下式求得此时顶板单位面积的压力为:

$$q_2 = q_{F2} + \frac{L}{F} q_{L2} = 440 \text{ kPa} \quad (0-3)$$

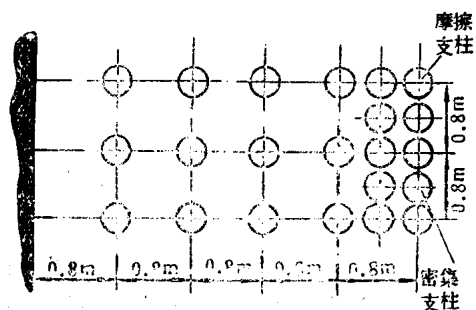


图0-2 第一次冒落时的支护形式

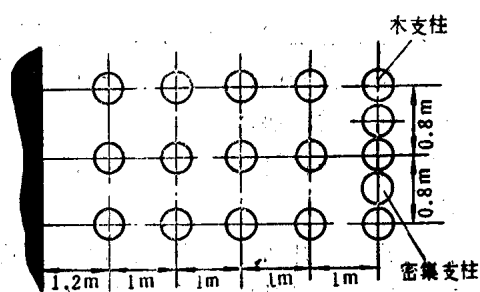


图0-3 正规循环作业时的支护方式

取摩擦金属支柱有效工作阻力为20t时, $q_{F2} = 310\text{kPa}$

同理可得: $q_{L2} = 250\text{kN/m}$

4. 分析支架外载

1) 顶梁外载 P_A

P_A 是顶梁外载合力, 必然作用在顶梁与掩护梁的铰接点 A 上, 为简化计算, 假设 P_A 是垂直作用, 则:

第一次冒落时, $P_A = 1.29\text{MN}$

正规循环作业时, $P_A = 1.12\text{MN}$

2) 掩护梁外载垂直及水平分力 q_y 和 q_x

第一次冒落时, $q_y = q_x = 0$

正规循环作业时, 由于缺乏计算依据, 参照国内外资料, 垂直载荷 q_y 取 5 倍采高岩石重量, 水平载荷 q_x 取垂直载荷的 1/3, 则

$$q_y = 440\text{kPa}, q_x = 150\text{kPa}$$

这个数值与陈家河矿试验采面提供的资料十分相近。

3) 支架外载讨论

综合上述情况, 按三种外载情况分析支架内力。

第一种情况, 第一次顶板冒落时,

$$P_A = 1.29\text{MN}, q_y = q_x = 0$$

第二种情况, 正规循环作业时,

$$P_A = 1.12\text{MN}, q_y = 440\text{kPa}, q_x = 150\text{kPa}$$

第三种情况, 支架顶梁不接顶时,

$$P_A = 0, q_y = 440\text{kPa}, q_x = 150\text{kPa}$$

三、矿压观测资料是液压支架鉴定的依据

研制液压支架, 一般要经历下列步骤:

- 1) 依据煤层赋存条件及矿压数据, 确定液压支架架型及支护阻力等参数;
- 2) 依据确定的架型、参数及对支架设计的要求, 编制设计计算书和绘制工作图;
- 3) 依据审定的支架设计图纸, 制作液压支架样机;
- 4) 在实验室内对样机进行型式试验;
- 5) 依据型式试验结果及样机制作过程中发现的问题, 修改支架设计图纸;

- 6) 依据修改的图纸, 制造一套液压支架;
- 7) 经质量检验合格后, 运往试验现场进行工业性试验;
- 8) 在试验的同时, 对试验采面及支架进行矿压观测;
- 9) 向有关上级单位, 提交申请鉴定的报告和技术文件;
- 10) 经支架设计和试验全面评议, 支架通过鉴定后, 修改支架设计图纸, 才能投入成批生产。

由此看来, 开头第一步支架设计的依据主要是矿压参数。这反映矿压是支架设计的前提。在考核支架设计质量及与煤层适应性的工业性试验中, 进行矿压观测又是关键的一步, 它可为评述支架及其支护效果提供依据。一般说来, 矿压观测要提出采面顶板活动规律, 顶板稳定程度, 对支架设计初撑力、工作阻力、支护高度、顶梁长度等参数及支架运转及工作特性进行评述。据此, 对研制支架肯定或否定, 或是肯定设计成绩, 指出存在问题, 提出改进意见。总之, 在液压支架研制过程中, 矿压资料是不可缺少的。

四、矿压多变要求液压支架具有较强的应变能力

矿山压力不但是以岩层重力为主要构成的复杂力, 而且由于煤层赋存条件和开采方法不同, 因矿压而引起的一系列力学现象——矿压显现, 也是变化的。

实践告诉我们, 影响矿压显现变化的因素很多, 而且比较复杂, 但可以归纳为下列两类。

自然地质因素: 包括煤系地层赋存条件、构造、深度和岩层及煤的物理力学性质等;

生产技术因素: 包括巷道布置、采面长度、落煤方式、支护方式、支架特性, 回采空间宽度、采面推进方向和速度, 以及顶板管理方法等等。

这些因素中, 自然地质因素是客观存在的, 一般情况下不易改变, 而生产技术因素是可以调节的。此外我们关心的是与液压支架有关的因素, 例如: 支护方式和支架特性。不同架型对回采空间顶板支护效果也不同, 由表 0-2 可知, 对于同一煤层, 由于液压支架支护阻力增大, 其顶板下沉指数都比单体支柱采面小约 20~30%。这一事实表明: 改变生产技术因素是可以在自然地质条件一定的情况下影响矿压显现的。前述“依架选面”或“依面选架”, 研制支架都是在一定的自然地质条件和技术条件下。我国十年来发展综采, 多是在缓倾斜中厚煤层条件下进行的。然而, 由于煤层赋存条件的多样性, 特别是随着综采的发展, 要求液压支架对各种煤层赋存条件和开采方法都应有较强的适应性, 或者说应有强的应变能力。

表 0-2 阳泉局不同架型采面顶板下沉指数

项 目 \ 采 面	三 层 煤 (七尺煤)							12层 (四尺煤)		
	907	907	808	193	194	71303	71305	4223	4163	4212
架 型	BZZB 垛 式	YZ-1725 掩 护	OK-1/R 垛 式	CTK 单 柱	HZWA 单 柱	HZWA 单 柱	HZJA 单 柱	BZZB 垛 式	HZJA 单 柱	HZWA 单柱与 BZZB 样 机
平均加权阻力 (kPa)	208	218	320	166	196	170	248	332	244	183
顶板下沉指数 (mm/m·m)	41	28	27	39	62	42	39	37	40	62

支架应变能力的强弱用什么来衡量,显然还是支架对回采空间的支护效果,支护效果的优劣又是由矿压显现反映出来的。

一般说来,加大采高,煤壁片帮加深,支架稳定性差,要求液压支架有防片帮、防倾倒的能力;随着倾角加大,顶底板移近量的沿层面的分量越大,支架易倾倒,因而要求液压支架有防滑、防倒的能力;顶板越破碎,梁端围岩越易变形破坏,要求液压支架有防梁端顶板冒落,防煤壁片帮,支架能及时支护等能力;地质构造复杂时,破碎带内应力集中,围岩变形较大,要求液压支架顶梁分节、动作灵活,应变能力强,等等。

总之,针对具体煤层赋存条件,液压支架适应能力越强,矿压显现越缓和,顶板和支架工作状况越好,综采面技术经济指标越高。

综合上述,液压支架选型要依据煤层赋存条件和矿压参数;液压支架设计要以顶板压力及其分布和煤层赋存条件进行受力分析与强度验算;鉴定液压支架要以矿压观测数据进行评述;液压支架如有较强的应变能力,则可以减缓矿压显现。总之,矿山压力影响液压支架选型、研制和使用效果,液压支架也可以改变采面顶板支护状况。液压支架与矿山压力是互相影响、相互作用的。所以,研制和使用液压支架必须了解矿压,按矿压规律行事。

五、液压支架对矿山压力的适应性及液压支架分类

由于液压支架不断发展,目前国内外煤矿使用的液压支架种类很多。

1. 根据支架与围岩相互作用和维护回采空间的方式,液压自移支架可分为:支撑式、掩护式和支撑掩护式三类。后两类统称为掩护型支架,见图0-4。

1) 支撑式:如图0-4a、b所示,支撑式支架是利用立柱与顶梁直接支撑和控制采面顶板的。其顶梁较长,立柱较多,且一般呈垂直布置,靠支撑作用来维持一定的工作空间,而顶板岩石则在顶梁后部切断垮落。这类支架的特点是:立柱直接支撑顶梁,并承受水平力,因此,具有较大的支撑能力和良好的切顶性能;但采空区防矸不严密,仅适用于老顶来压强烈和极强烈的、直接顶稳定和坚硬的顶板。按其结构和动作方式不同,支撑式支架又可分为垛式(图0-4a)和节式(图0-4b)两种。

2) 掩护式:如图0-4c、d所示,掩护式支架利用立柱、顶梁与掩护梁来支护顶板和防止岩石落进采面;其立柱较少,且一般呈倾斜布置,顶梁也较短,而掩护梁直接与冒落的岩石相接触,主要靠掩护作用来保持一定的工作空间。这类支架的特点是,掩护性能和稳定性较好,调高范围大,对直接顶破碎和中等稳定及老顶来压缓和不太明显的顶板的适应性较强。

3) 支撑掩护式:如图0-4e所示,这类支架以支撑为主,掩护为辅,是介于支撑式和掩护式之间的一种形式,靠支撑和掩护作用来维护一定的工作空间。其特点是切顶性能与防护作用均较好,适用范围较宽。

为了划分支架的类型,通常以支撑作用、掩护作用、支设于顶梁或掩护梁上立柱总工作阻力和顶梁及掩护梁实际掩护部分的水平投影距离作为标志,来确定支架的架型,见表0-3。目前,我国煤矿工作者习惯把两柱掩护型支架称为掩护式支架,其中又根据立柱支设位置分为柱支顶梁(图0-4d)、柱支掩护梁(图0-4c)两种;把四柱掩护型支架统称为支撑掩护式支架。

2. 根据移动方式,液压支架可分为整体支架和组合迈步支架两类。

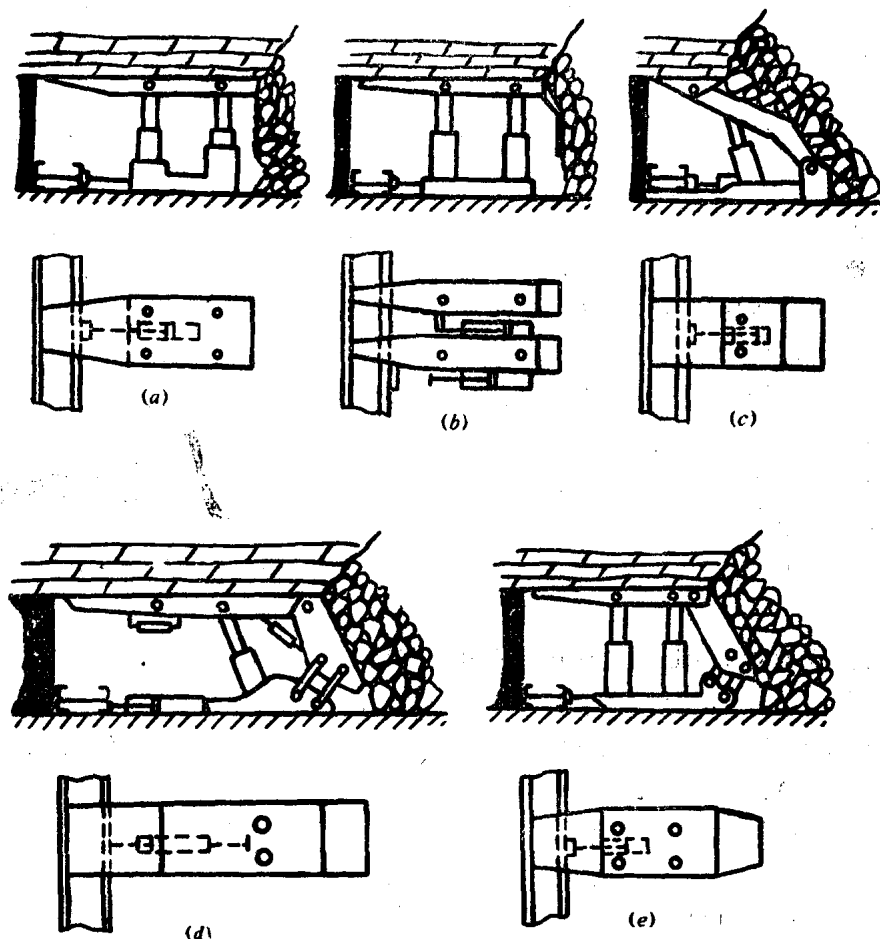


图0-4 液压支架分类

1) 整体自移式：这类支架一般均为整体结构，其移架与推溜共用一个千斤顶，该千斤顶与输送机之间有直接或间接的连接关系，因而能以输送机为支点实现拉架，以支架为支点实现推溜。目前，多数液压支架均采用此种移动方式(图0-4a、c、d、e)。

2) 组合迈步式：这类支架是由有一定连接关系的主、副架所组成。其移架与推溜千斤顶是各自独立的。移架千斤顶分别与主、副架相连，互为支点，交替迈步移架。而推溜千斤顶一般仅与支架相连，另一端则呈自由状态，可以支架为支点实现推溜。这种移动方式主要用于节式或组合式支架，见图0-4b。

3. 根据用途和使用地点不同，液压自移支架又分为中间支架和端头支架两种。

前述均属中间支架，主要用于支护采面顶板，而端头支架则用于采面两端与顺槽的连接处，如图0-5所示。此处顶板暴露面积较大，机械设备较多，又是人员的安全出口，这就要求端头支架不仅能支护顶板，而且要与端部的各种设备相适应。因此，端头支架在结构上有其特殊性，一般说来它的顶梁较长，支护空间较大；它有较强的支撑力，多用支撑式或支撑掩护式，它应具有支撑和锚固作用，还应有较高的稳定性和结构强度。

图0-5所示的五柱框形端头支架由内框架和外框架所组成。内框架包括顶梁3、两根立柱8和一个底座10，输送机的机头或机尾可固定在内框架底座的垫板6上，外框架包括

一个顶梁4，两根立柱7，一根斜柱5，两个单底座10和一根导向梁1。整个内框架套在外框架内，并可沿导向梁移动，两个框架之间的两侧，各装有一个移架千斤顶。

表0-3 架 型 划 分 表

架型 划分标志	支 撑 式	支撑—掩护式	掩护—支撑式	掩 护 式
支撑作用	有	有	有	无
掩护作用	无	有	有	有
$P_{支}$ 与 $P_{掩}$	$P_{支} \neq 0, P_{掩} = 0$	$P_{支} > P_{掩}$	$P_{支} < P_{掩}$	$P_{掩} \neq 0, P_{支} = 0$
$L_{支}$ 与 $L_{掩}$	$L_{支} \neq 0, L_{掩} = 0$	$\frac{2}{3} L_{支} > L_{掩}$	$\frac{2}{3} L_{支} < L_{掩}$	$L_{掩} \neq 0, L_{支} = 0$
典 型 支 架 举 例				
符 号	$P_{支}$ —支设于顶梁上立柱工作阻力总和 $L_{支}$ —顶梁的水平投影距离 $P_{掩}$ —支设于掩护梁上立柱工作阻力总和 $L_{掩}$ —掩护梁实际掩护部分的水平投影距离（以支架最大高度计算）			
说 明				

移动时，先移外框架，后移内框架。即先用内框架的立柱8撑紧顶板，作为支点，使外框架的立柱7和斜柱5下降，用两个移架千斤顶2推外框架至新的位置，并升柱使其支撑固定。然后内框架下降，以外框架为支点，拉内框架和机头一起沿导向梁1前移，属于迈步式移动。斜柱5的作用是增强拉架时的稳定性。

这种端头支架除可支护端部顶板外，还具有锚固和移动输送机机头（或机尾）的作用。

无论中间支架，还是端头支架，由于作用和条件不同，结构上是多种多样的，在此列举的只是最基本的型式。

4. 我国研制及引进的液压支架主要技术特征

我国从1964年开始研制液压支架，截至1973年，先后在开滦、阳泉、大同、徐州、淮北、大屯、本溪、铜川、鹤壁、京西等地进行了一系列样机和全工作面的试验和观测。依据煤层赋存条件，目前大同矿区已由TZ-I型垛式自移支架发展到TZ-VI型垛式自移支架；阳泉矿区不但将BZZ型垛式自移支架由A型发展到C型，而且研制了掩护式及支撑掩