

采掘机械设计

(下 册)

中国矿业学院机械系

一九七九年五月

采掘机械(下册)

液压支架部分目录

第八章 液压支架的结构

§ 8-1 概述	1
一、液压支架的用途	
二、液压支架的组成和工作原理	
三、液压支架的分类	
§ 8-2 支撑式液压支架	7
一、支撑式支架的结构型式	
二、BZ ZC 型垛式支架	
三、HD 型节式支架	
§ 8-3 掩护式液压支架	48
一、掩护式支架的结构型式	
二、T13 型掩护支架	
三、ZYZ 型掩护支架的特点	
§ 8-4 支撑掩护式液压支架	77
一、支撑掩护式支架的结构型式	
二、ZY 型支撑掩护式支架	
§ 8-5 工作面端部支架	97
一、端部支架的特点	
二、端部支架的型式	

第九章 液压支架设计

§ 9-1	支架的载荷特性	105
一、	工作面顶板的冒落过程及其对支架施加的载荷	
二、	顶板下沉与支架特性	
三、	顶板特性与支架载荷的作用点	
§ 9-2	对工作面液压支架的基本要求	109
§ 9-3	确定支架的架型	110
一、	稳定顶板所适应的架型	
二、	不稳定顶板所适应的架型	
三、	中等稳定顶板所适应的架型	
§ 9-4	确定液压支架的主要参数	120
一、	确定支架的工作阻力	
二、	确定支架的初撑力	
三、	确定支架的伸缩量	
四、	确定支架的梁端距	
五、	确定移架速度及支架系统的流量	
六、	确定移架力及推溜力	
§ 9-5	支架主要部件设计	128
一、	顶 梁	
二、	掩护梁	
三、	底 座	
四、	推移机构	
五、	辅助装置	
§ 9-6	支架——泵站液压系统设计	157
一、	支架——泵站液压系统的特点与要求	
二、	拟定支架——泵站液压系统原理图	
§ 9-7	液压元件的选择与设计	181

- 一、主柱和千斤顶
- 二、液控单向伐
- 三、安全伐
- 四、操纵伐

§ 9 - 8 液压支架自动控制的基本概念 203

- 一、自动控制的优越性
- 二、自动控制的基本类型
- 三、成组控制自移支架的液压系统

§ 9 - 9 液压支架的发展方向 212

第八章 液压支架的结构

§ 8-1 概 述

一、液压支架的用途

液压自移式支架（简称液压支架）主要用来支护顶板和控制顶板，以维持一定的工作空间，保证采煤工作正常、安全地进行。

液压支架是以高压液体（乳化液）作为工作介质来传递能量，以完成支撑顶板、切顶、移运输机及移支架等动作，使工作面支护及控顶工作实现了机械化。因此，六十年代以来，人们把浅截式采煤机械（滚筒采煤机和刨煤机）、可弯曲运输机及液压支架三者组成综合机械化采煤设备，使采煤工艺的全过程（即落煤、装煤、工作面运煤、支护和控顶等工序）完全实现机械化。因此，大大增加了工作面产量，提高了劳动生产率，减轻了工人劳动强度，改善了劳动条件。

二、液压支架的组成和工作原理

液压支架由立柱、顶梁、底座、推移千斤顶及辅助装置等组成。

如图 8-1 所示。

立柱 6 由活柱及缸体组成。在高压液体作用下活柱升起，以支撑顶板；在自重或高压液体作用下活柱下降，使架体卸载。架体的推

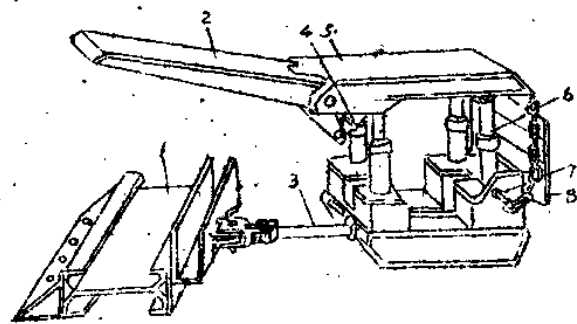


图 8-1

移靠推移千斤顶 3 来完成，当支架撑紧顶板时，以架体为支点，推移千斤顶

伸出时，使运输机前移；当支架卸载而脱离顶板时，以运输机为支点，使推移千斤顶收缩，支架就向前移动；最后，使立柱升起，撑紧顶板。因此，液压支架的工作过程应包括升（升柱支撑顶板）、推（推运输机）、降（降柱卸载）、移（移支架）四个基本动作。以实现支架可靠地支撑顶板及随着工作面推进而向前移动。

支架的升、推、降、移四个动作是靠放在顺槽里的乳化液泵站送来的高压液体通过液压系统来完成的。支架液压系统组成和工作原理如下（图 8-2）。立柱 1 靠操纵阀 4 及控制阀 3 来升降。控制阀 3 由一个液控单向阀和一个高压安全阀组成。升柱时，由泵站来的高压液体经操纵阀 4，液控单向阀进入立柱下腔，使活柱升起，撑紧顶板。

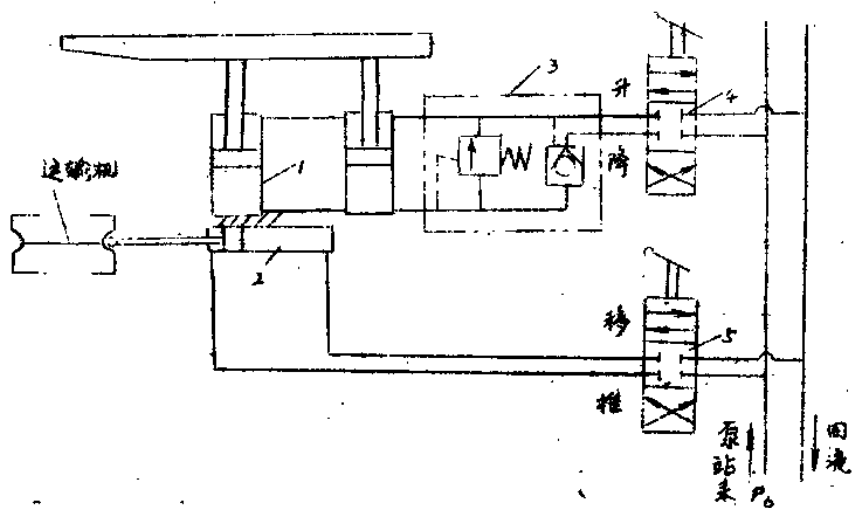


图 8-2

这时立柱下腔的压力为泵站来的工作力 P_b ，由此产生立柱或支架对顶板的支撑力称为初撑力或初抗力。

立柱的初撑力 P_{01} 为：

$$P_{01} = P_b \frac{\pi D^2}{4 \times 1000} \text{ , 吨}$$

支架的初撑力 P_1 为:

$$P_1 = ZP_{0.1} = ZP_0 \frac{\pi D^2}{4 \times 1000}, \text{ 吨}$$

式中 P_0 — 系统的工作压力, kgf/cm^2 ;

D — 立柱缸径, cm ;

Z — 每架支架的立柱数。

支架的初撑力是支架的一个基本参数, 初撑力大能减慢顶板的下沉量, 增加顶板的稳定性。由上可知, 支架的初撑力取决于泵站压力、立柱数和缸径。

当支架初撑后, 即关闭操纵阀 4, 使处于中立位置, 这时, 由于液控单向阀也关闭, 故立柱下腔液体被封闭。随着顶板下沉, 顶板对支架的压力将增加, 但由于液体的不可压缩性, 故立柱下腔被封闭的压力将迅速升高, 呈现增阻状态。当下腔的压力超过安全阀的调定压力时, 高压液体即经安全阀而泄载, 立柱下缩, 顶板压力也随之减小, 直到立柱下腔的压力小于安全阀的调定压力时, 安全阀即关闭, 停止泄液, 支架恢复正常工作。由于安全阀调定压力的限制, 立柱或支架就呈现恒阻状态。这一过程称为支架的承载阶段, 此时, 立柱或支架承受的最大载荷称为工作阻力或工作抗力。

$$\text{立柱的工作阻力: } P_{0.2} = p_s \frac{\pi D^2}{4 \times 1000}, \text{ 吨};$$

$$\text{支架的工作阻力: } P_2 = ZP_{0.2} = ZP_s \frac{\pi D^2}{4 \times 1000}, \text{ 吨};$$

式中 p_s — 安全阀的调定压力, kgf/cm^2 。

可以看出, 支架的工作阻力取决于安全阀的调定压力、立柱数和缸径。工作阻力也是液压支架的一个基本参数。它表示支架能够承受顶板最大载荷的能力。

支架撑紧时, 随着采煤机的割煤, 需要移动可弯曲运输机, 这时,

只要将操纵阀 5 放在“推”位置，即可推动运输机。移架时，先将操纵阀 4 放在“降”位置，这时高压液体进入立柱上腔，同时打开液控单向阀，使立柱下腔液体经液控单向阀排出，使支架卸载，再将操纵阀 5 放在“移”位置，支架即以运输机为支点向前移动。

以上仅仅说明支架的工作原理，具体的工作方式将随不同架型而异。

由图 8-2 可以知道，支架液压系统主要由三阀（液控单向阀、安全阀及操纵阀）一柱（立柱）组成。尽管支架型式千变万化，但三阀一柱的基本原理都是一样的。

支架的特性曲线，由上可知，支架工作时，其支撑力随时间的变化过程可以分为三个阶段：(1)开始升柱到单向阀关闭时的初撑阶段 t_{01} ；(2)初撑结束到安全阀卸载前的增阻阶段 t_1 ；(3)安全阀间断卸载时的恒阻阶段 t_2 。支架的这种阻力——时间关系称为支架特性曲线（图 8-3）。

可以看出，支架在低于额定工作阻力 P_2 下工作时，具有增阻性，以保证支架对顶板的有效支撑作用；在达到额定工作阻力时，具有恒阻性，以限制支架的最大支撑力；当作用于支架上载荷大于额定工作阻力时，支架又具有可缩性，使支架能在保持恒

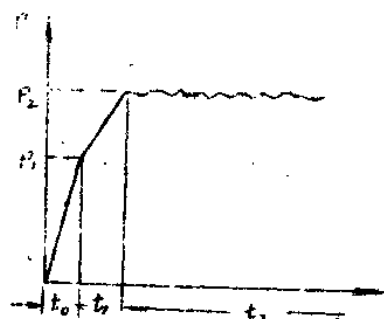


图 8-3

定工作阻力下随顶板下沉而下缩。支架的增阻性主要取决于液控单向阀和立柱的密封性能；而支架的恒阻性和可缩性主要取决于安全阀的性能。因此，安全阀、液控单向阀和立柱是保证支架性能的关键元件。

三、液压支架的分类

1. 根据维护工作空间的方式，液压支架可分为支撑式、掩护式

及支撑—掩护式三类，如图 8—4 所示。支撑式支架（图 8—4 a、b）的特点是顶梁长、立柱多，且立柱呈垂直分布，故具有最大的支

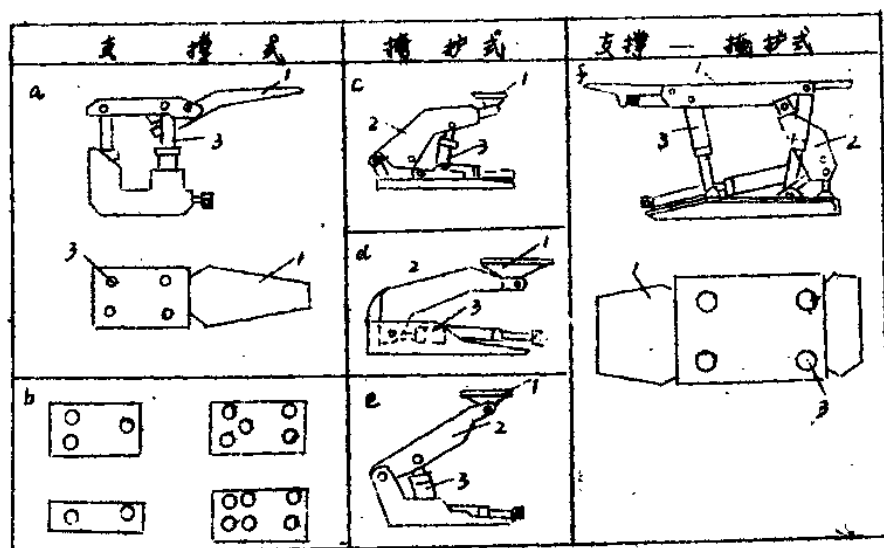


图 8—4

撑能力（支架的工作阻力最大可达 800 吨）切顶性能好。它是靠支撑作用来维持一定工作空间，而顶板岩石在顶梁后部垮落。如支撑式支架尚分为垛式及节式支架，垛式支架立柱有 3~6 根（一般 4~6 根），采用宽面顶梁，工作阻力大，都是整体移动的垛式支架适用于中硬以上顶板；而节式支架由 2~4 个框架组成，每个框架有 2~3 根立柱，采用狭面顶梁，都是迈步移动的，节式支架工作阻力虽不及垛式支架，但结构灵巧，重量轻，拆装方便，适用于中硬或较为松软的顶板。

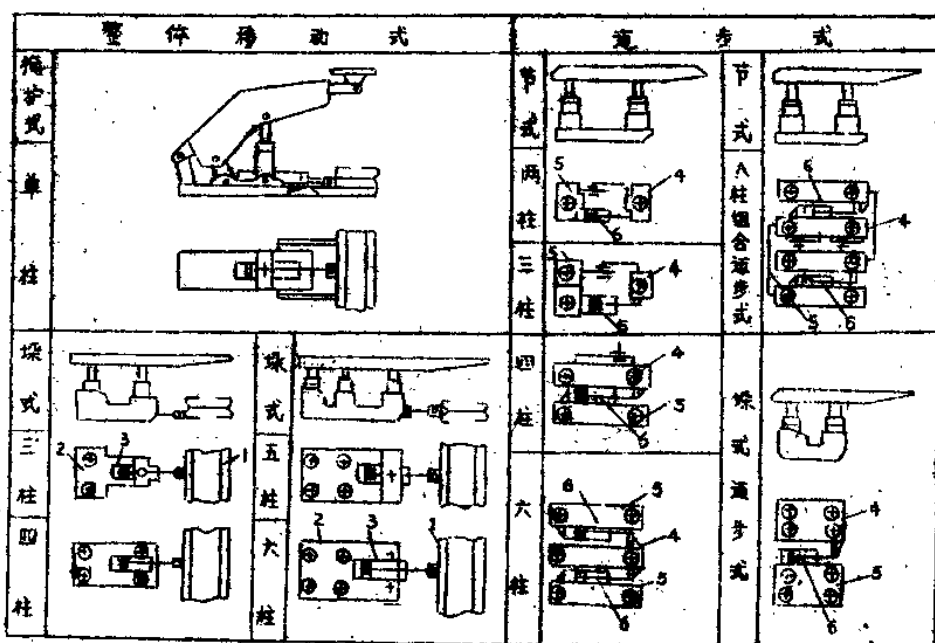
掩护式支架（图 8—4 c、d、e），由托梁 1、掩护板 2 及立柱 3 来护顶板及防止岩石落入工作空间。用于支护松散、破碎的不稳定或中等稳定的顶板以及分层开采人工假顶条件下。其特点是掩护性能好，工作安全可靠；托梁短，控顶距小（只有支撑式的 $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ ），故支撑力可以减小，因而立柱也少（一般只 1~2 根）且立柱一般呈倾斜甚至水平布置（d）；调高范围大，可用于层厚变化较大的情况下。这种支

架由于工作阻力小，切顶性能差，不宜用于坚硬顶板条件下。另外工作空间小，对操作，通风均不利。

支撑—掩护式支架（图 8—4 f）是以支撑为主，兼有掩护作用。其特点是既能满足切顶性能，又有良好的掩护作用，且通风断面大。主要用在顶板中等稳定压力较大或易于冒落的中厚煤层。它对于缓倾斜，采高大的工作面有较大的适应性。

2. 根据液压支架的移动方式不同，还可为整体自移式及迈步式两类（图 8—5）。

垛式支架、掩护式支架及支撑—掩护式支架一般都是整体自移的（图 8—5）。即以运输机为支点，降柱并收缩推移千斤顶，即可整



体移动支架。

图 8-5

节式支架及个别垛式支架是迈步移动的（图 8—5），迈步式支架由一个或两个以上框架组成。分主架及副架，先移的叫副架，后移的叫主架。其移动过程是：先降副架 4，以主架 5 撑紧顶板为支点，

利用移架千斤顶 6 伸出推副架 4 前移，然后升副架撑紧顶板，以此为支点，再降主架，收缩移架千斤顶 6，拉主架前移，后升主架撑紧顶板，即完成移架过程。这样主、副架交替为支点前移，犹似“迈步”，故此得名。

3. 根据用途和使用地点的不同，液压支架又可分为中间支架和端头支架两类。上面讲的都是中间支架，即用于工作面中支护顶板的。而端头支架是用于工作面两端与顺槽连接处，该处顶板暴露面积较大，机械设备多，又是人员的安全出口，故要求端头支架不仅能有效支护顶板，而且要与端部的各种设备相适应。因此端头支架有它的特殊性，后面我们将专门讲到端头支架。

§ 8-2 支撑式液压支架

上面讲过，支撑式支架分垛式及节式两种。垛式支架一般采用刚性或铰接宽面长顶梁，整体或分体箱形底座，立柱多（一般 4—6 根），整个支架形成一坚固整体，整体移动。垛式支架工作阻力高（最大可达 800—1000 吨），切顶性能好，用于支撑中硬以上顶板。

节式支架一般由 2—4 个框架组成，采用窄面铰接顶梁，刚性或单柱脚底座，主、副架交替迈步移动。这种支架工作阻力不如垛式高，但结构轻巧，重量较轻，拆装方便，适用于支撑中硬或较为松软的顶板。

下面分别讲两种典型支撑式支架。

一、BZZC 型垛式支架

BZZC 型支架是我国研制的一种垛式支架，其外形如图 8-1。支架适用于煤层厚度为 1.65—2.24 米，倾角小于 10° ，顶板中硬以上，底板稳定。支架的主要技术特征如下：

支架型式	四柱垛式
工作阻力	$4 \times 60 = 240$ 吨
初撑力	$4 \times 15.4 = 61.6$ 吨
支架高度	1300 ~ 2245 毫米
支架间距	1200 毫米
支护面积	4.69 米 ²
泵站压力	100 公斤/厘米 ²
最大外形尺寸	3798 × 1040 × 2245 毫米
每架重量	4.175 吨

(一) 支架的组成和工作方式

1. 支架的组成

BZZC 型支架由顶梁、底座箱、立柱、前探梁千斤顶、推移千斤顶、复位装置、控制伐、操纵伐和泵站等部分组成 (图 8-6)。

BZZC 型支架采用刚性铰接顶梁, 前探梁 1 与后梁 2 铰接。通过千斤顶 3 可使前探梁上、下摆动, 底座 11 为整体箱形结构, 四根立柱垂直地支承在底座箱和后梁之间, 每根立柱的下腔油路上均装有独立的控制伐。并用复位橡胶和复位千斤顶, 使立柱能保持正确的工作状态。移架与推溜共用一个液压千斤顶 10, 该千斤顶装在底箱内, 分别与支架的底座和运输机相连接。为防止矸石窜入, 在支架后部和各架之间均有挡矸帘。每架支架由一个往复式球形操纵伐进行控制。工作面的各个支架在液压系统上与主管路并联, 由一个集中的泵站供给液压动力源。因此, 工作面的每架支架形成独立的动作系统。

2. 支架的工作方式

BZZC 型支架在工作面的布置如图 8-7 所示。其中包括安设在工作面下顺槽内的泵站, 由泵站引入工作面的主液压路管, 以及整齐排列在工作面的液压支架。它和双滚筒采煤机、可弯曲运输机和转载机

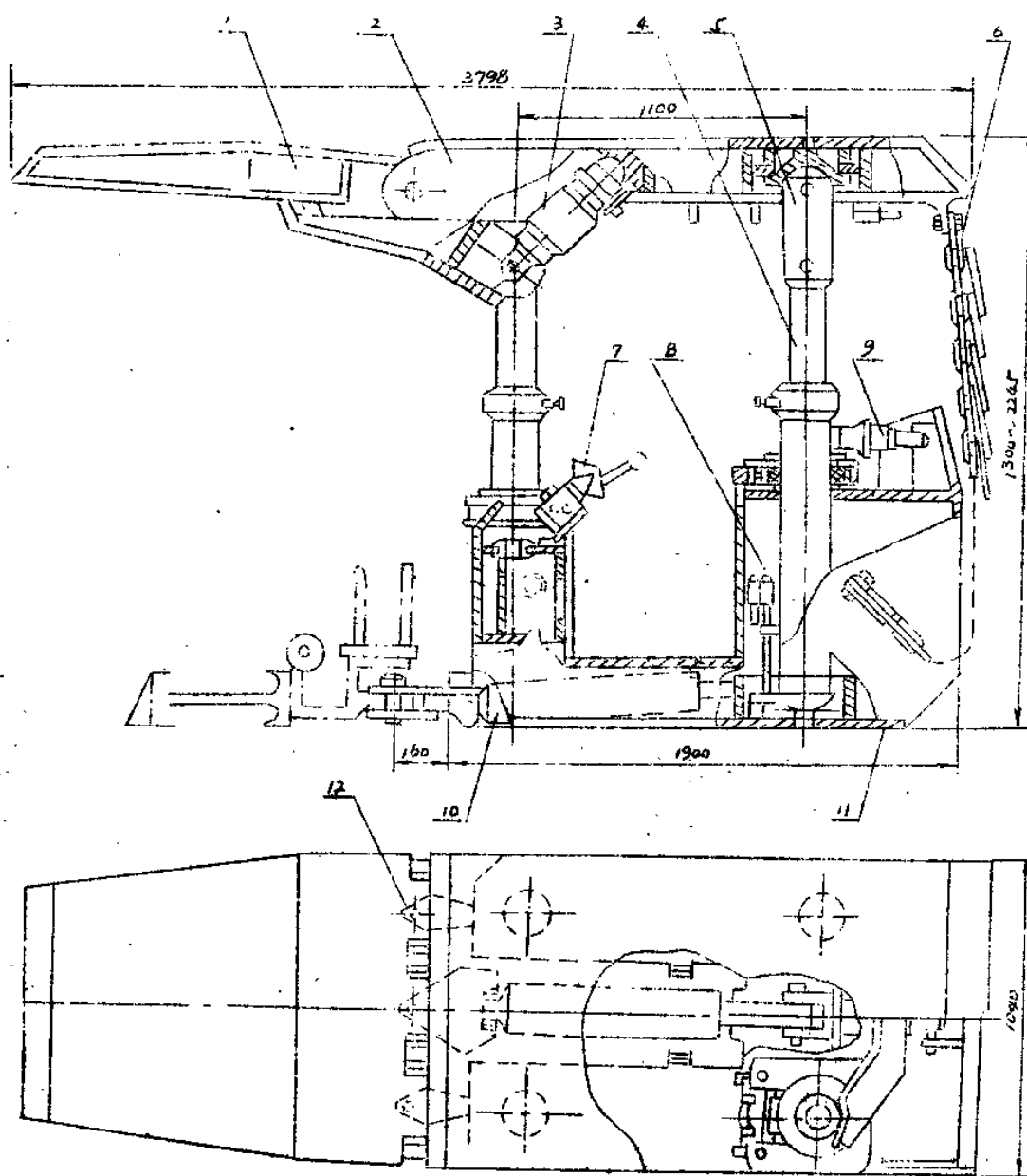


图 8-6 BZZC 型垛式支架

- 1—前探梁 2—后梁 3—前探梁千斤顶 4—立柱 5—加长杆
 6—挡矸帘 7—操纵伐 8—控制伐 9—复位千斤顶
 10—推移千斤顶 11—底座箱 12—碰块

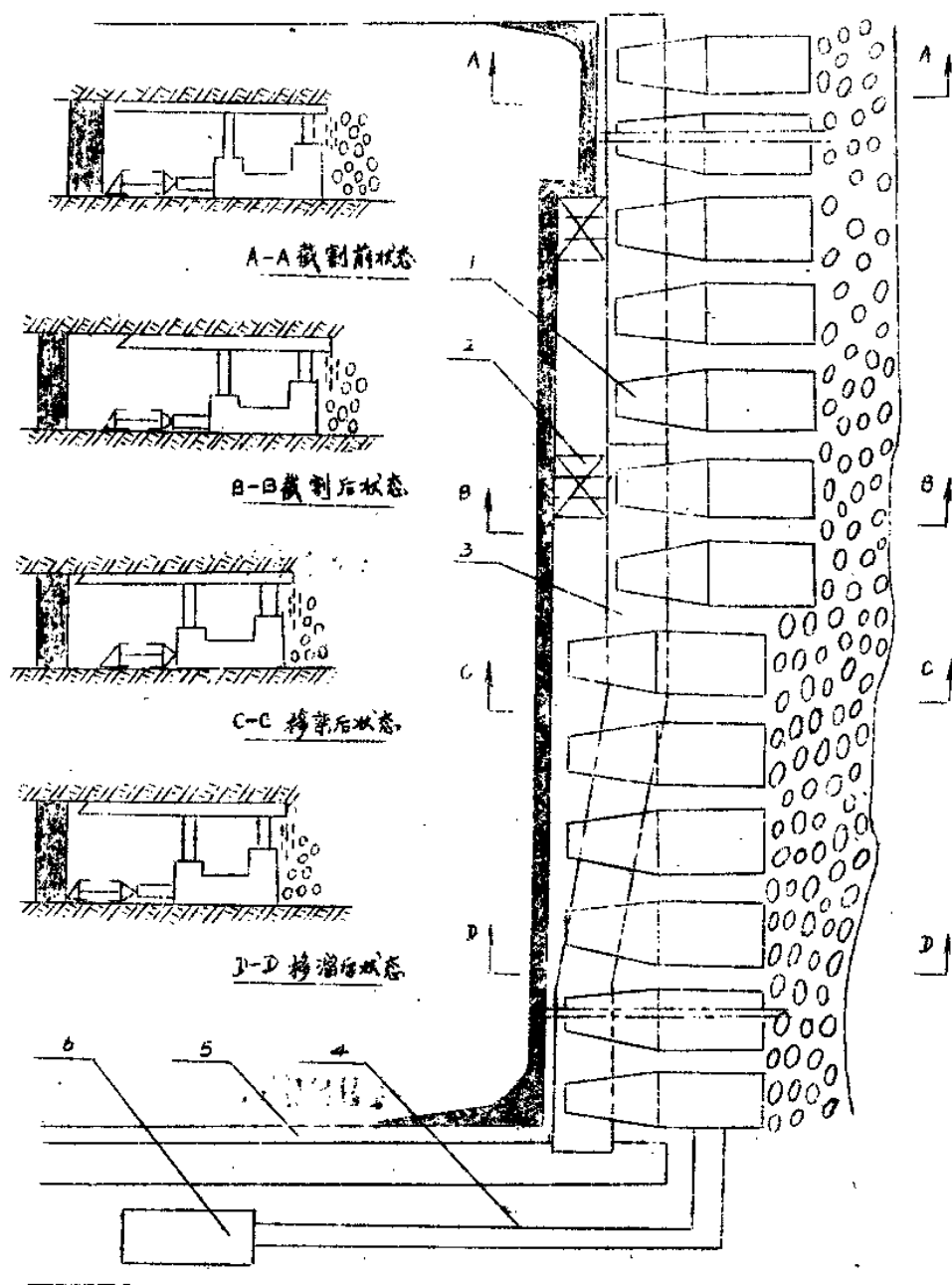


图 8-7 BZC 型支架工作面布置图

- 1—液压支架 2—双滚筒采煤机 3—可弯曲运输机
4—输液管路 5—转载机 6—泵站

配合，就组成回采工作面的综合机械化设备。

BZC型支架采用先移架，后推溜的工作方式。一个循环包括降柱、移架、升柱、推溜等四个动作，其循环过程如图8-7中各个断面所示。

A—A是采煤机截割前状态，此时，运输机紧靠煤壁。移架千斤顶处于伸出位置，使支架底座与运输机之间保持有600毫米的过道。

B—B是采煤机截割后状态。此时支架前端与煤壁之间已空出了需要移架的间距。

C—C是移架后状态。当采煤机截割前进超过2米以后就使支架降柱卸载，并以运输机为支点，移架至紧靠运输机的位置然后升柱，以使即时地支护新暴露的顶板。移架步距为600毫米。

D—D是推溜后状态。当煤机超过支架9~10米后，就以支架为支点，把运输机推向煤壁。

至此，支架完成了一个工作循环。

BZC型支架在操作上属于本架操作。一般情况下是单架移动。若工作中出现采煤机超前于支架较大的距离，移架跟不上机组时，也可采用分组交错移架。为尽量减少后梁处顶板的下沉量，移架方式以边降、边移为宜。

(二) 支架的基本结构

1. 顶梁

顶梁是支架的主要支撑部件，它直接和顶板接触，并通过它把顶板压力传递给立柱。因此，顶梁与顶板接触情况的好坏和顶梁的支护能力在相当程度上决定了支架的支护性能。

BZC型支架的顶梁分前探梁1和后梁2两部分（见图8-6）。二者用销轴铰接，构成一宽面整体顶梁，因而可减少空顶面积，增加顶梁与顶板的接触面，改善支承效果。前、后梁之间装有前探梁千斤

顶3，使前探梁能在一定范围内上、下摆动。其端部可上摆240毫米下摆162毫米，从而提高了前探梁对顶板的适应性，及时地支撑煤壁前的顶板，实现随机支护。

前探梁与后梁均为钢板焊接的箱形结构。前探前端为滑撬形，以减少支架前移时的阻力，后梁下装有四根立柱4，梁与柱间的接触处为球窝形结构，并在梁上加销轴连接，以防止支架在工作过程中出现梁、柱脱离的现象。

BZZC型顶梁全长3798毫米，宽1040毫米，支护面积为4.6平方米，顶板最大比压为12.4公斤/厘米²。

2. 底座箱

底座箱11是支架的承载部件。顶板压力通过顶梁、立柱传递给底座箱，再由底座箱传至底板，同时在底座箱内还要装设移架或推溜装置等。因此，底座箱的结构应根据底板条件和支架形式来确定。

BZZC型支架的底座箱为钢板焊接的箱形整体结构。四根立柱支承在底座箱底部的球窝形底座上，前后柱之间有宽度为650毫米的人行道。座箱上部装有复位装置，用以保持立柱正确的支撑状态。座箱下部的中间装有推移千斤顶10，底座箱长度1900毫米，宽度900毫米，对底板的最大比压为20.7公斤/厘米²。

3. 立柱

立柱是支架的主要承载部件。支架的支撑力和支撑高度，主要取决于立柱的结构和性能，是液压支架的重要部件。

BZZC型支架的立柱如图8-8所示。它实际上是一个双作用活塞式油缸。由缸体、活塞、活柱、导向套和密封元件等组成。缸体与活柱的端部均为球形，以改善立柱在支撑中的受力情况。活塞采用Y形密封圈、支承环和导向铜环的组装结构。活塞为空心活塞杆，采用27SiMn无缝钢管，为提高活塞的耐磨性和防腐性，活柱表面镀铬

0.04 ~ 0.06 毫米，缸体材料用 25CrM04 无缝钢管，缸盖与缸体之间用嵌丝连接。下腔供液采用外部焊接钢管。

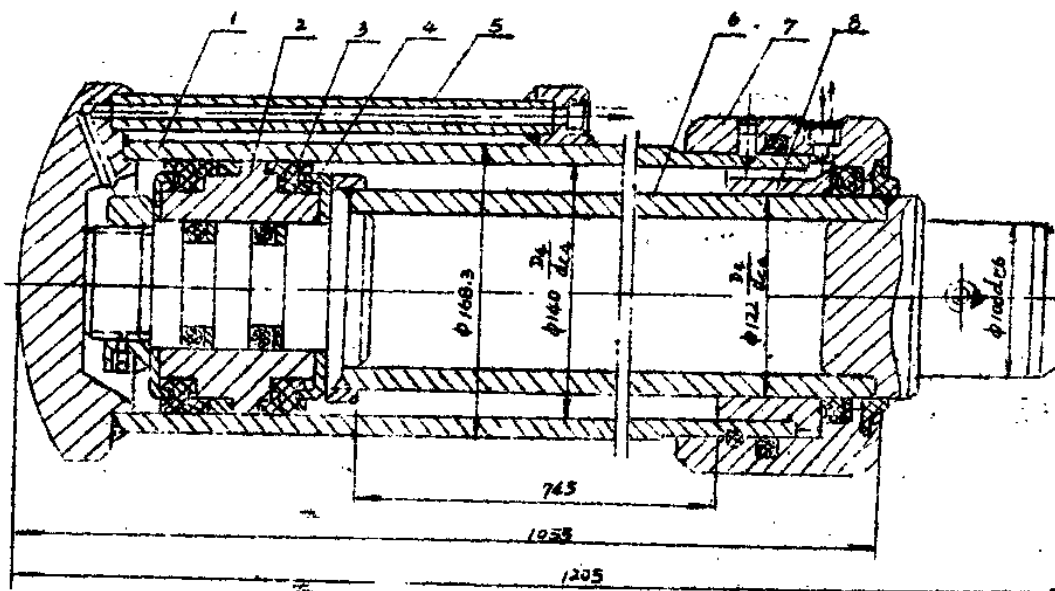


图 8-8 BZZC 型支架的立柱

- 1—缸体 2—活塞 3—密封圈 4—支承环 5—油管
6—活柱 7—缸盖 8—导向套

为了在一定范围内适应煤层厚度的变化。BZZC 型的立柱还配有加长杆，如图 8-9 所示，加长杆装在活柱头上，并用销轴固定，可使支架高度在原尺寸上增加 200 毫米。

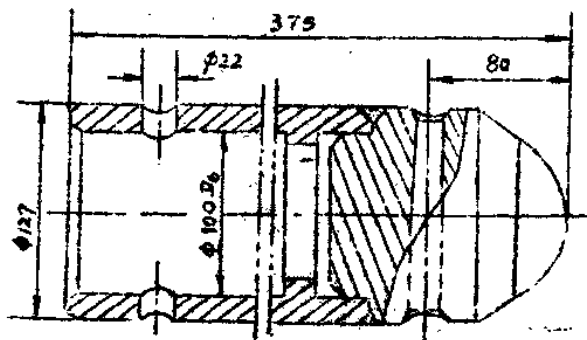


图 8-9 立柱加长杆

BZZC 型支架的泵站工作压力为 $P_1 = 100 \text{ 公斤/厘米}^2$ ，缸体内径 $D = 140 \text{ 毫米}$ ，则每根立柱的初撑力为：