

目录

前言	1
1 支撑掩护式液压支架的概述	2
1.1 设计的原始条件	2
1.2 支撑掩护式液压支架的特征参数	2
1.2.1 支架	2
1.2.2 立柱	2
1.2.3 前梁千斤顶	2
1.2.4 推移千斤顶	2
1.2.5 侧推千斤顶	2
1.3 支撑掩护式液压支架的结构特点	2
1.4 支撑掩护式液压支架的液压系统	2
1.5 支撑掩护式液压支架的配套尺寸	3
2 液压支架的总体设计	3
2.1 液压支架的架型和特点	3
2.2 液压支架基本参数确定	6
2.2.1 支架高度	7
2.2.2 支架的伸缩比	7
2.2.3 支架间距	7
2.2.4 理论支护强度	7
2.3 液压支架四连杆机构的确定	8
2.3.1 四连杆机构的作用	8

2.3.2 四连杆机构的几何特征.....	8
2.3.3 四连杆机构尺寸的确定.....	9
2.4 液压支架配套设备及有关参数的确定.....	16
2.4.1 采煤机和运输机型号的确 定.....	16
2.4.2 配套图. 配套尺寸的确定	16
2.4.3 泵站和各安全阀的选择	16
2.5 顶梁的设计及期有关参数的确定.....	16
2.5.1 顶梁的作用	16
2.5.2 顶梁设计要求.....	17
2.5.3 顶梁结构型式的确定	17
2.5.4 顶梁主要尺寸的确定.....	18
2.6 底座的结构选择及主要参数的确定.....	20
2.6.1 底座的作用	20
2.6.2 底座设要求	20
2.6.3 底座的结构确定	20
2.6.4 底座主要尺寸的确定	20
2.7 掩护梁的结构选择及主要参数确定.....	20
2.7.1 掩护梁的作用	20
2.7.2 掩护梁结构型式.....	
2	1
2.7.3 掩护梁主要尺寸的确定	21
2.8 立柱的结构选择及主要参数的确定.....	21

2.8.1 立柱的作用	21
2.8.2 立柱结构形式的确定	21
2.8.3 立柱主参数的确定	22
2.9 推移装置的结构选择和主要参数的确定.....	23
2.9.1 推移装置的作用.....	3
2.9.2 推移装置的结构型式的确定	23
2.9.3 推移装置有关参数确定	24
2.10 侧护装置的结构选择及主要参数的确定.....	25
2.10.1 侧护装置的作用.....	25
2.10.2 侧护装置结构形式的确定.....	25
2.10.3 侧护装置有参数确定.....	26
2.10.4 侧护板活动方式的确定.....	27
2.11 前梁千斤顶的选择及有关参数的确定.....	27
2.11.1 前梁千斤顶行程的确定.....	28
2.11.2 缸体内径和活塞直径.....	28
2.11.3 前梁千斤顶推拉力的确定.....	28
3 支架受力分析计算	28
3.1 液压支架的支护性能与外载荷.....	28
3.2 支掩式支架的受力分析	29
3.2.1 顶梁合力 F_n 及其作用点位置	30
3.2.2 前后连杆力.....	33

3.2.3 底座合力大小及其作用点位置	34
3.2.4 顶梁载荷分布	35
3.2.5 支护强度计算	36
3.2.6 底座平均接触比压	36
3.2.7 支护效率	39
3.3 支架受力计算	39
3.3.1. 原始数据	39
3.4 支架受力影响因素分析	44
3.4.1 支架支护高度对于受力的影响	44
3.4.2 摩擦系统对支架受力的影响	43
3.4.3 前梁千斤顶的推拉力对支架的受力影响	43
3.4.4 瞬心位置角 θ 对支架受力影响	43
4 立柱强度较核	45
4.1 立柱强度的验算	45
4.2 油缸稳定性计算	45
4.3 缸筒壁厚和外径计算与缸体的强度验算	45
4.3.1 缸筒等筒壁厚和外径计算与缸体强度计算	46
4.3.2 油缸的稳定性计算	46
4.3.3 活塞稳定性计算	48
4.3.4 活塞杆的强度验算	48
4.4 立柱的稳定性极限力	51
参考文献	52

致谢.....53

附录 A.....54

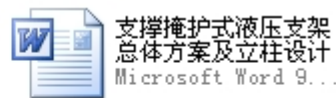
附录 B.....60

摘要

在采煤工作面煤炭生产过程中，为了防止顶板冒落，维持一定的工作空间，保证工人安全和各项工作的正常运行，必须对顶板进行支护。而液压支架是高压液体用为动力，由液压元件与金属构件组成支护控制顶板的设备，它能实现支撑、切顶、移架和推移输送机等一整套工序，实践表明液压支架具有支护性能好、强度高、移架速度快，安全可靠等优点。液压支架与可弯曲输送机和采煤炭机组成综合机械化采煤设备，它的应用对增架采煤工作面产量、提高劳动生产率，降低成本，减轻工人体力劳动和保证安全生产是不可缺少的有效措施。因此液压支架是技术上先进，经济合理，安全上可靠、是实现采煤综合机械自动化不可缺少的主要设备。

煤炭是工业的食粮，能源生产和消费结构中以煤为的格局不会改变，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非常关键的，我国从六十年代开始研制支撑式液压支架。液压支架在我国煤矿使用二十年的历史，从消化引进设备开始，到现在自行研制开发，我们已积累了丰富的经验，这些经验进行总结和提高都是很重要的。到目前为止，在我们煤矿中使用的支架的类型很多。本论语文设计的是关于煤层厚度在 3.0~3.6m。直接顶为 2 类，老顶级别为三级的支撑掩护式液压支架的设计。和液压支架中的重要组成部分，立柱的设计。

关键字：液压支架、立柱、掩护、支撑



ABSTRACT

The coal is our country's conventional energy, along with the national economy development, the coal required quantity is more and more big, synthesis mechanization mining coal has a lot of merits: big output, high efficiency, low cost, the improvement of work environment, the reduction of unwieldy physical labor, and so on . Picks the working surface in the synthesis, the hydraulic pressure support is one of main equipment, it is a extremely important link to reasonably and correctly design the hydraulic pressure support, in order to adapt the different mining coal condition. The hydraulic pressure support has used for many years in our country's coal mine, accumulated rich experience, and introduces the overseas advanced technology unceasingly, it is imperative to carry on the summary and the enhancement in this foundation.

In order to adapt to the need of mining coal working surface, whose coal bed thickness is 3.0~3.6m、 directly gore is second kind、 the rank of old is first, therefore we has designed the support shield type hydraulic pressure support and an important part, column design.The column has the function of withstanding roof load and adjusting the height of roof holding.

Key words: coal; mechanization; bracket; column

前言

液压支架是我们煤炭生产中一个重要的组成部件，它起着支护顶板，防止冒顶，维持工人一定的工作空间，保证安全和各项作业的正常运行。一个循环包括，降柱、移架、升柱、推溜四个动作。液压支架由顶梁，底座、掩护梁、立柱、推移装置、操纵控制系统等主要部分组成。目前液压支架的分类有三类型，即支撑式液压支架、掩护式液压支架和支撑掩护式液压支架。

液压支架以高压液压作为动力，由液压元件与金属构件组成的支护和控制顶板的设备。这类支架适用于直接顶为中等稳定或稳定，老顶有明显或强烈的周期来压，瓦斯含量较大中厚或厚煤层中，液压支架的选型，其根本目的是使综采设备适应矿井和工作面的条件，投产后能做到高产、高效、安全、并为矿井的集中生产、优化管理和最佳经济效益提供条件，因此必须根据矿井煤层、地质、技术和设备条件进行选择。

本设计采用支撑掩护式液压支架。

1 支撑掩护式液压支架的概述

1.1 设计的原始条件

本设计液压支架适用煤层度 3 到 3.6m；直接顶为 2 类（中等稳定顶板）；老顶级别为 III 级（老顶周期来压为强烈）

1.2 支撑掩护式液压支架的特征参数

1.2.1 支架

本设计液压支架的支护高度最低 2.85m,最高 3.87m, 支护宽度 1.42~1.6m.初撑力 3257.2KN；工作阻力 4045.57~4332.69KN；支护面积 5.26~5.29m；支护强度 0.756~0.918Mpa；底座面积 2.6m²；底座比压 1.55~1.66Mpa；

1.2.2 立柱

本设计立柱采用单伸缩双作用活塞式带机械加长杆的形式，立柱缸径 $\phi 180\text{mm}$ 活塞直径 $\phi 170\text{mm}$ ，活柱行程 1200mm，加长杆长度为 750mm，分五档，每档 150mm，初撑力 814.3KN；工作阻力 1017.88KN。

1.2.3 前梁千斤顶

前梁千斤顶缸径 $\phi 180\text{mm}$ 杆径 $\phi 70\text{mm}$ 行程 140mm；初撑力 251.33KN 拉力 116.16KN；工作阻力 314.16KN。

1.2.4 推移千斤顶

推移千斤顶缸径 $\phi 125\text{mm}$ ；行程 700mm；推溜力 111.61KN；移架力 224.28KN。

1.2.5 侧推千斤顶

侧推千斤顶缸径 $\phi 63\text{mm}$ ；推力 90.40KN；拉力 53.95KN；行程 170mm；

1.3 支撑掩护式液压支架的结构特点

该支架采用刚性能主梁加铰接前梁的分段组合式结构的顶梁；掩护梁采用直线型整体式箱形结构；底座采用整体式框架结构，以减小底座比压；立柱分前后两排布置，均向前倾斜，后排立柱倾角小于前排，有利于提高切顶性能；推移装置采用浮动活塞式，使移架力大于推溜力。

1.4 支撑掩护式液压支架的液压系统

该支架液压系统包括立柱系统和千斤顶系统，操纵阀系统，千斤顶系统又包括推移千斤顶、侧推千斤顶、挑梁千斤顶系统。所有系统用同一泵站供液。本支架选用 35Mpa 作为泵站额定工作阻力，两位三通手动换向阀控制。

1.5 ZY28 型支撑掩护式液压支架的配套尺寸设备

运输机：SGWD-180_{PB} 型 采煤机：MLS_{3PH}-170 型

2 液压支架的总体设计

2.1 液压支架的特点

2.1.1 目前液压支架架型的分类与特点

1) 液压支架的组成

液压支架要由顶梁、底座、掩护梁、立柱、推移装置、操纵控制系统等主要部分组成、

2) 液压支架架型的分类

按照液压支架与围岩相互作用的关系，目前使用的液压支架分为三类，即：支撑式、掩护式和支撑掩护式支架。

a. 支撑式支架

支撑式支架的架型有垛式支架和节式支架两种型式。如图 2-1

b. 掩护式支架

掩护式支架有插腿式和非插腿式两种型式。如图 2-2 所示

c. 支撑掩护式支架

支撑掩护式支架架型主要用：四柱支在顶梁上（如图 2-3a, b 所示）；二柱支在顶梁（如图 2-3, c 所示）一柱 或二柱支在掩护梁上。

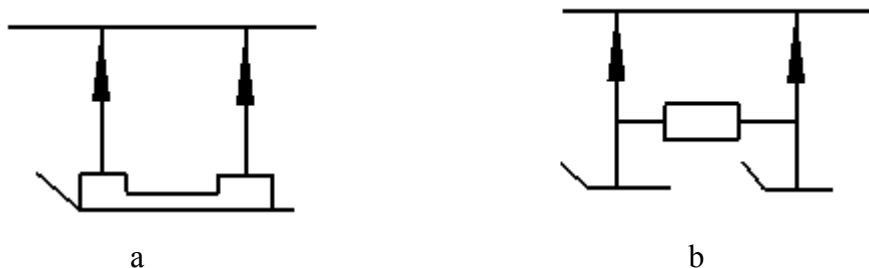


图 2-1 a—垛式

Fig2-1 a—corduroy

b—节式

b—divisional

b—

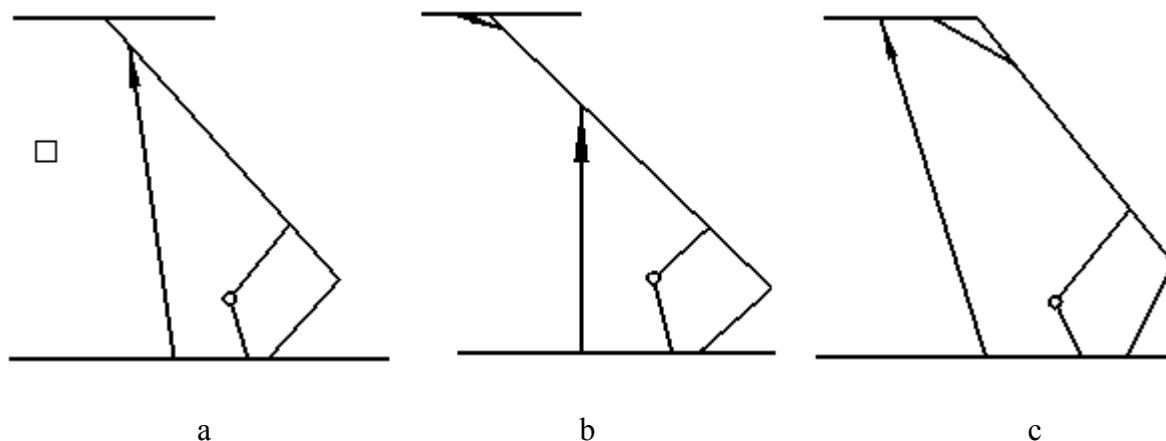


图 2—2

Fig. 2-2 a—插腿式支架; support
 b—立柱支在掩护梁上非插腿式支架 leg piece on support
 c—立柱支在顶梁上非插腿式支架 leg piece on support

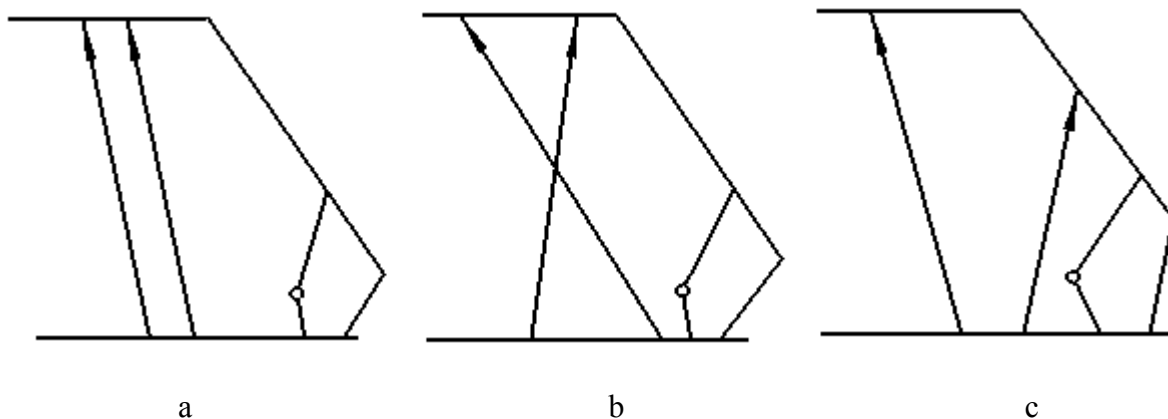


图 2—3 a—四柱平行支在顶梁上支架
 b—四柱交叉支在顶梁两柱在掩护梁上支架
 c—两柱在顶梁两柱支在掩护梁上支架

3) 各类液压支架的特点

a 支撑式支架

前梁较长，支柱较多并呈垂直分布，支架的稳定性由支柱的复位装置来保证。因此底座坚固，它靠支柱和顶梁的支撑作用控制工作面的顶板，维护工作空间。顶板岩石则在顶梁后部切断垮落。

这类支架具有较大的支撑能力和良好的切顶性能，适用于顶板坚硬完整，周期压明显或强烈，底板较硬的煤层。

b 掩护式支架

顶梁较短，对顶板的作用力均匀；结构稳定，抵抗直接顶水平运动的能力强；防护性能好调高范围大，对煤层厚度变化适应性强；但整架工作阻力小，通风阻力大，工作空间小。

这类支架适用于直接顶不稳定或中等稳定的煤层。

c 支撑掩护式支架

支柱两排，每排 1-2 根，多呈倾斜布置，靠采空区一侧，装有掩护梁和四连杆机构。它的支撑力大，切顶性能好，防护性能好，结构稳定，但结构复杂，重量大，价贵，不便于运输。这类支架适用于直接顶为中等稳定或稳定，老顶有明显或强烈的周期来压，瓦斯储量较大的中厚或厚煤层中。表 2-1 适应不同类级顶板的架型和支护强度

老顶级别		I			II			III				IV	
直接顶类别		1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	4	
架型	支护强度	掩护式	掩护式	支撑式	掩护式	掩护式	支撑式	支撑掩护式	支撑掩护式	支撑或支撑掩护式	支撑或支撑掩护式	采高<2.5m 时用支撑式 采高>2.5m 时用支撑掩护式	
						或支撑掩护式							
支护强度	支架采高 m	1	294		1.3×294			1.6×294				>2×294	应结合深孔爆破，软化顶板等措施处理采空区
		2	343 (245)		1.3×343 (245)			1.6×343				>2×343	
		3	441 (343)		1.3×441 (343)			1.6×441				>2×441	
		4	539 (441)		1.3×539 (441)			1.6×539				>2×539	

Tab 2-1 Adaptive diffent cap of roof and model holding strength

注：1) 表中括号内数字系统掩护式支架顶梁上的支护强度。

2) 1.3、1.6、2 为增压系数。

3) 表中采高为最大采高。

2.2 液压支架基本参数确定

2.2.1 支架高

支架高度确定原则，应根据所采煤层的厚度，采区范围内地质条件的变化等因素来确定，其最大与最小高度为：^[1]

$$H_{\text{大}} \geq h_{\text{大}} + S_1 \quad (\text{mm}) \quad (2-1)$$

$$H_{\text{小}} \leq h_{\text{小}} - S_2 - a - \delta \quad (\text{mm}) \quad (2-2)$$

式中：

$H_{\text{大}}$ --- 支架最大高度，mm

$H_{\text{小}}$ --- 支架最小高度，mm

$h_{\text{大}}$ ---- 煤层最大高度， $h_{\text{大}} = 3600 \text{ mm}$

$h_{\text{小}}$ --- 煤层最小高度， $h_{\text{小}} = 3000 \text{ mm}$

S_1 ---- 考虑伪顶煤冒落时，仍有可靠支撑力所需要的支撑高度，一般采用 200~300mm， S_1 取 270 mm，

S_2 --- 顶板最大下沉量是，一般取 100~200 mm， S_2 取 150 mm，

a 移架时支架的最小可缩量，一般取 50 mm，

δ --- 浮矸石、浮煤厚度，一般取 50 mm，

由式 2—1 可得^[1]

$$H_{\text{大}} \geq 3600 + 270 = 3870 \text{ mm}$$

由式 2—2 可得^[1]

$$H_{\text{小}} \geq 3000 - 150 - 50 - 50 = 2750 \text{ mm}$$

所以取：

$$H_{\text{大}} = 3870 \text{ mm}$$

$$H_{\text{小}} = 2750 \text{ mm}$$

2.2.2 支架的伸缩比

支架的伸缩比是指其最大与最小高度之比。^[1]

$$\text{即: } m = H_{\text{大}} / H_{\text{小}} \quad (2-3)$$

$$m = 3870 / 2750 = 1.4$$

2.2.3 支架间距

支架间距是相邻两支架中心之间的距离。

目前，支架间距 B 主要根据刮板输送机溜槽每节长度及槽帮上千斤顶连接连接的位置确定。目前是，我国刮板输送机溜槽每节长度为 1.5 米，千斤顶连接位置在刮板槽槽帮中间，所以，支架间距一般为 1.5 米，本设计取 B=1500mm。

2.2.4 理论支护强度

本设计中支撑掩护式支架的名义支护强度^[1]

$$q_x = q_1 + (q_2 - q_1) \frac{H_x - h_1}{h_2 - h_1} \quad (2-4)$$

q_x —支架名义支护强度, KN/m²

q_1 —采高 h_1 所对应的支护强度, 见表 2—1

q_2 —采高 h_2 所对应的支护强度, 见表 2—1

h_1 —对应 q_1 的采高, 见表 2—1

h_2 —对应 q_2 的采高, 见表 2—1

H_x —支架的结构高度, 在 h_2 , h_1 之间。

对应最大结构高度 $H_m = 3.80\text{m}$ ^[1]

$$h_1 = 3\text{m} \quad q_1 = 705.6\text{KN/m}^2$$

$$h_2 = 4\text{m} \quad q_2 = 862.4\text{KN/m}^2$$

将各数据代入式（2—4）得采高最大时支架名义支护强度^[1]

$$q_m = 705.6 + (862.4 - 705.6) \frac{3.87 - 3}{4 - 3} = 831.04 \text{KN/m}^2$$

2.3 液压支架四连杆机构的确定

2.3.1 四连杆机构的作用

四连杆机构是掩护式支架和支撑掩护式支架的最重要的部件之一，其作用概括起来主要有两个：一是支架由高到低变化时，借助四连杆机构的顶梁前端的运动轨迹呈近似双纽线，从而提高了管理顶板的性能；二是使支架能承受较大的水平力。

2.3.2 四连杆机构的几何特征

1) 支架高度在最大和最小范围内变化时，如图 2—4 所示，顶梁端点运动轨迹的最大宽度 e 应小于或等于 70mm，最好在 30mm 以下。

2) 最高位置和最低位置时，顶梁与掩护梁的夹角 P 后连杆与底平面的夹角 Q ，如图 2-4 所示，应满足如下要求：

支架在最高位置时， $P=52^\circ \sim 62^\circ$ ， $Q=75^\circ \sim 85^\circ$ ；支架在最底位置时，为有利矸石下滑，防止矸石停留在掩护梁上，根据物理学摩擦理论可知，要求 $\text{tg}P > W$ ，如果纲和矸石的摩擦系数 $W=0.3$ ，则 $P=16.7^\circ$ 。而 Q 角主要考虑后连杆底部距底板要有一顶距离，防止支架后部冒落岩石卡住后连杆，使支架不能下降，一般去 $Q=25^\circ \sim 30^\circ$ ，在特殊情况下需要角度较小时，可提高后连杆下绞点的高度。

3) 从图 2-4 可知，掩护梁与顶梁绞点 e' 和瞬时中心 O 之间的连线与水平的夹角 Q 。设计时，要使 Q 角满足 $\text{tg}Q \leq 0.35$ 的范围，其原因是 Q 角直接影响支架承受附加力的数值

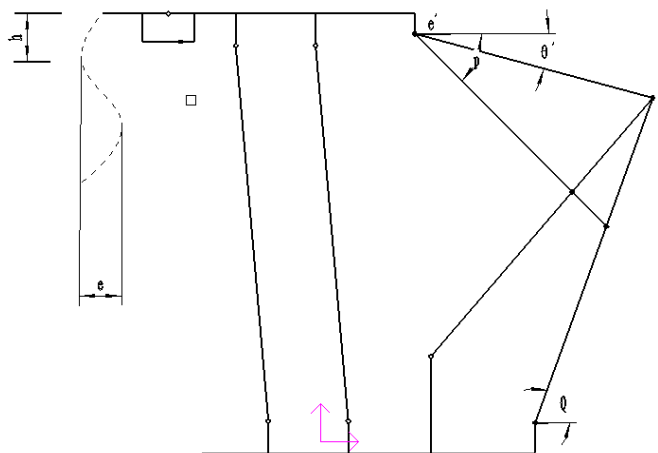


图 2-4 四连杆机构几何特征

Fig. 2-4 fore rods geometry feature line

4) 顶梁前端点运动轨迹双钮线向前凸的一段为支架最佳工作段, 如图 2-4 所示的 h 段。其原因是顶板来压时, 立柱让下缩, 使顶梁有向前移的趋势, 可防止岩石向后移动, 又可以使作用在顶梁上的摩擦力指向采空区。同时底板阻止底座向后移, 使整个支架产生顺时针转动的趋势, 从而增加了顶梁前端的支护力, 防止顶梁前端上方顶板冒落, 并且使底座前端比压减少, 防止啃底, 有利移架。水平力的合力也相应减少, 所以减轻了掩护梁外负载。

从以上分析得知, 为使支架受力合理和工作可靠, 在设计四连杆机构的运动轨迹时, 应尽量使 e 值减少。当已知掩护梁和后连杆的长度后, 在设计时只要把掩护梁和后连杆简化成曲柄滑块机构, 如图 2-5 所示 (实际上液压支架四连杆机构属双摇杆机构)

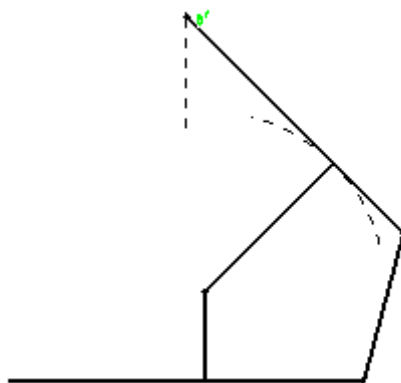


图 2-5 掩护梁和后连杆构成曲柄滑块机构

Fig .2-5 caving beam and guide rod mechanism

2.3.3 四连杆机构尺寸的确定

a) 掩护梁和后连杆长度的确定

用解析法来确定掩护梁和后连杆的长度。

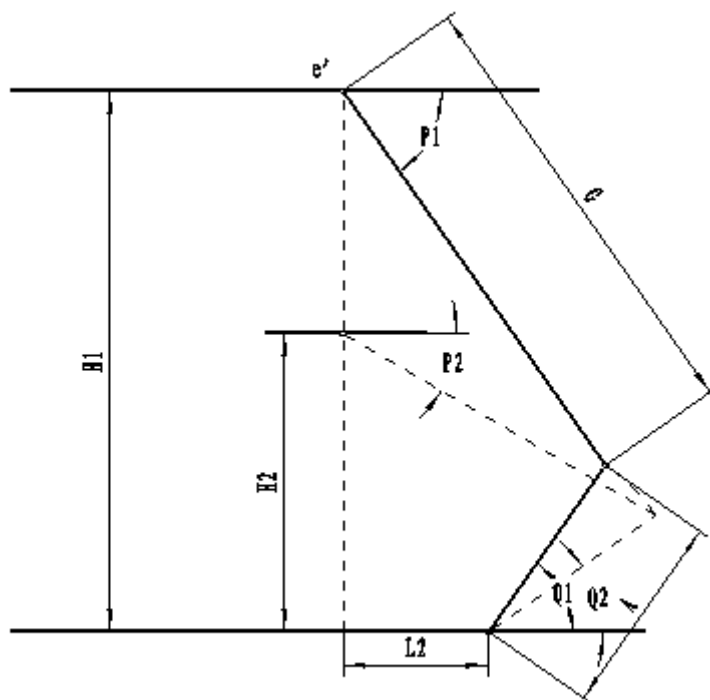


图 2-6 掩护梁和后连杆计算图

Fig. 2-6 caving beam and guide rod calculation

图 2-6 中：L2—e' 点垂直线到后连杆下铰点之距，(mm)

G—掩护梁长度 (mm)

A—后连杆长度 (mm)

H_1 —支架最大计算高度，由下式求得^[1]

$$H_1 = H_{\text{大}} - 220 - 160 = 3870 - 220 - 160 = 3490 \text{ (mm)}$$

其中：220 (mm) 是后连杆下铰点与底平面之距；

160 (mm) 是掩护梁上铰点与顶梁上平面之距

了 H_2 —支架最小计算高度。由下式求得^[1]

$$H_2 = H_{\text{小}} - 220 - 160 = 2750 - 220 - 160 = 2370 \text{ (mm)}$$

P_1 、 P_2 —支架最高与最低下位置时，掩护梁与顶梁夹角(度)

Q_1 、 Q_2 —支架最高与最低位置时，后连杆与底平面夹角(度)

从几何关系可以列出如下两式：^[1]

$$G \cdot \cos P_1 - A \cdot \cos Q_1 = L \quad (2-5)$$

$$G \cdot \cos P_2 - A \cdot \cos Q_2 = L \quad (2-6)$$

将以上两式联立可得：^[2]

$$\frac{A}{G} = \frac{\cos p_2 - \cos p_1}{\cos Q_2 - \cos Q_1} \quad (2-7)$$

对于支撑掩护式支架，A/G 值应满足如下范围：

$$A/G = 0.61 \sim 0.82$$

支架在最高位置时有：^[2]

$$H_1 = G \sin P_1 + A \sin Q_1 \quad (2-8)$$

因此掩护梁长度为：^[2]

$$G = \frac{H_1}{\sin p_1 + (A/G) \cdot \sin Q_1} \quad (2-9)$$

后连杆长度为：^[2]

$$A = G(A/G) \quad (2-10)$$

按四连杆机构的几何特征所要求的角度支撑掩护式支架要求的 A/G 值的范围，选取两组

P_1, Q_1, P_2, Q_2 数据，由式 (2-7), (2-9), (2-10) 可求出 A, G

具体结果见表 2-2

b) 四连杆机构其它各部分尺寸的确定

用几何作图法来确定四连杆机构其它各部分尺寸。如图 2-7

具体作图步骤如下：

- 1). 确定后连杆下铰点 O 点的位置，使它比底座面略高 200~250mm（或类比同类型支架确定）
- 2). 过 O 点作与底座面平行的水平线 H—H 线。
- 3). 过 O 点作与 H—H 线的夹角为 Q_1 的斜线。
- 4). 在此斜线截取线段 \overline{oa} ， \overline{oa} 长度等于 A, a 点为支架在最高位置时后连杆与掩护梁的铰点。
- 5). 过 a 点作与 H—H 线有交角 P_1 的斜线，以 a 点为圆心，以 G 点为半径作弧交此斜线一点 e' 此点为掩护梁与顶梁的铰点。

- 6). 过 e' 点作 H—H 线的平行线, 则 HH 线与 F—F 线的距离为 H_1 , 为液压支架的最高位置时的计算高度。
- 7). 以 a 点为圆心, 以 $(0.22 \sim 0.3) G$ 长度为半径作弧, 在掩护梁上交一点 b, 为前连杆上较点的位置。
- 8). 过 O 点作与 H—H 线夹角为 Q_2 的斜线。
- 9). 在此斜线上截取线段 $\overline{oa''}$. $\overline{oa''}$ 的长度等于 A, a'' 点为支架降到最低位置时, 掩护梁与后连杆的较点。
- 10). 过 a'' 点作与 H—H 线有交角 P_2 的斜线, 以 a'' 点为圆心, 以 G 为半径作弧交些斜线一点 e'' , 此点为支架在最低位置时, 顶梁与掩护梁的较点。
- 11). 以 a'' 为圆心以 $(0.22 \sim 0.3) G$ 长度为半径作弧, 在掩护梁上交一点 b'' , 为支架在最低位置时前连杆上较点的位置。
- 12). 取 $\overline{ee''}$ 线之间一点 e' 为液压支架降到此高度时掩护梁与顶梁较点。
- 13). 以 O 为圆心, \overline{oa} 为半径圆弧。
- 14). 以 e'' 点为圆心, 掩护梁长 $\overline{ae'}$ 为半径作弧, 交前圆弧上一点 a' , 以点为液压支架降到中间某一位置时, 掩护梁与后连杆的较点。
- 15). 以 $\overline{ea'}$ 连线, 并以 a' 点为圆心, ab 长为半径作弧, 交 $\overline{ae''}$ 上一点 b' 点。则 b, b', b'' 三点为液压支架在三个位置时, 前连杆上较点。
- 16). 由 b, b', b'' 三点确定的圆心 C, 为前连杆下较点位置。
- 17). 过 C 点 H—H 线作垂线, 交点 d, 则线段 $\overline{oa}, \overline{ab}, \overline{bc}, \overline{cd}$, 和 \overline{do} 为液压支架四连杆机构。
- 18). 按以上初步求出的四连杆机构的几何尺寸, 再用几何作图法画出液压支架掩护梁与顶梁较点 e' 的运动轨迹, 只要逐步变化四连杆机构的几何尺寸, 便可以画出不同的曲线, 再按四连杆机构的几何特征进行校核, 最终选出较优的四连杆机构尺寸。

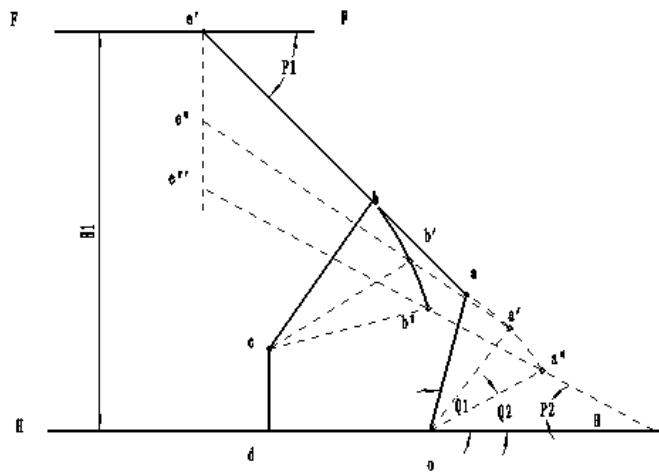


图 2—7 液压支架四连杆机构的几何作图法

Fig. 2-7 hydraulic support guide rod descriptive geometry

按以上作图步骤，作出三组不同的连杆机构几何分析图分别求出相关的参数和尺寸。

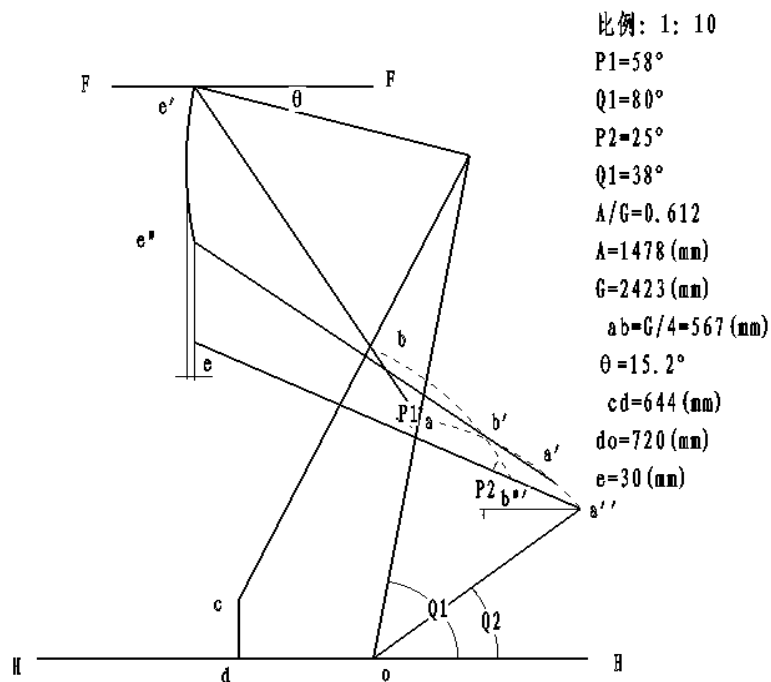


图 2---8 四连杆机构几何图（1）

Fig. 2-8 descriptive geometry (1)

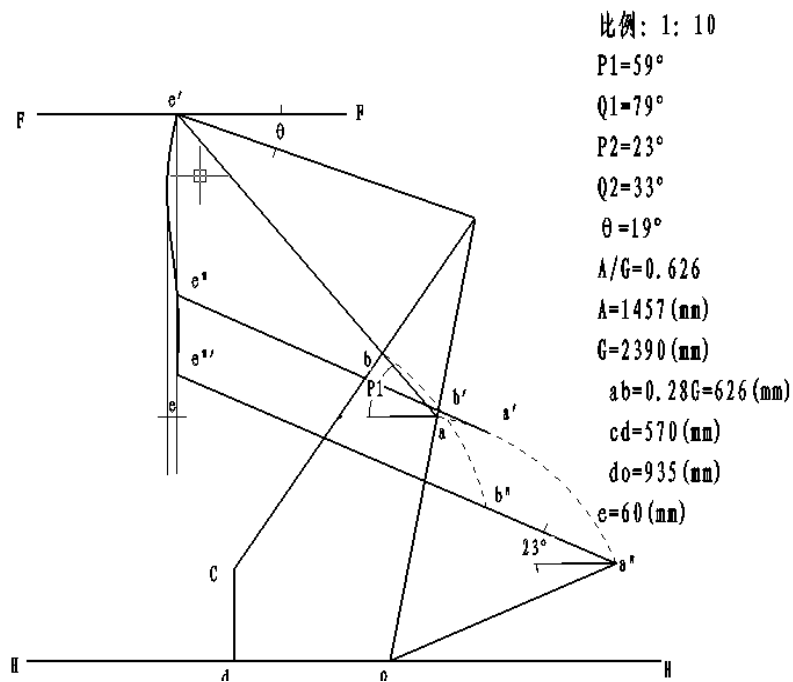


图 2—8 四连杆机构几何图 (2)

Fig . 2-8 descriptive geometry (2)

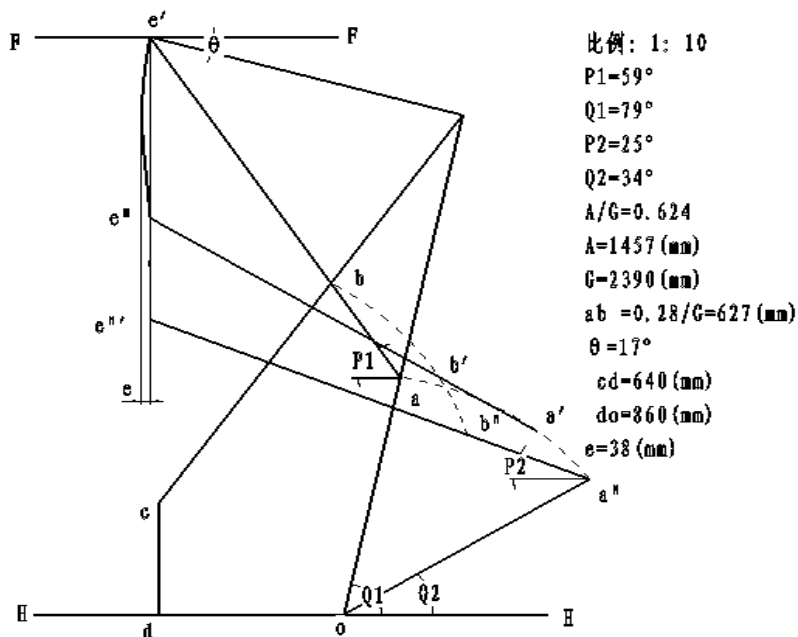


图 2—8 四连杆机构几何图 (3)

Fig. 2-8 descriptive geometry (3)

四连杆机构几何图见 2—8 各尺寸参数见表 2—2

表 2—2 tab2-2

项目	组数	I	II	III
支架在最 P ₁		58°	59°	59°
高位置时 Q ₁		80°	79°	79°
支架在最 P ₂		25°	23°	24°
低位置时 Q ₂		38°	33°	34°
$\frac{A}{G} = \frac{\cos p_2 - \cos p_1}{\cos Q_2 - \cos Q_1}$		0.612	0.626	0.624
$G = \frac{H_1}{\sin p_1 + (A/G) \cdot \sin Q_1}$ (mm)		2423	2390	2390
前后连杆在掩护梁上铰点之距 \overline{ab} (mm)		567	626	627
瞬心角 θ		15.2°	19°	17°
前后连杆在底座上铰点水平之距 \overline{do} (mm)		720	935	860
前后连杆下铰点到底座平面之距 \overline{cd} (mm)		644	570	640
前连杆长 \overline{bc} (mm)		1372	1600	1500
A=G(A/G) (mm)		1478	1457	1457
前后连杆长比值		0.92	1.10	1.03
支架顶梁前端运动双纽线最大宽度 e (mm)		30	60	38

注：通过比较，本设计选取方案 I。

c). 四连杆机构方案选优

由上述方法求出四组连杆机构尺寸，从中优选一组。优选的方法是按约束条件进行筛选，从中选出一组最优值。

约束条件是根据 $\text{tg } \theta$ 值的要求和支架的结构尺寸关系定出来的

前后连杆的比值范围。根据现有支架调查统计，前后连杆的比值 $C/A=0.9\sim 1.2$ 范围

1). 前连杆机构高度不宜过大，一般应使 $D < H_1/5$ 。

2). 前后连杆下铰点的水平距离 E 的长度，一般应使 $E < H1/4.5$ 。

3). 对掩护式支架应 $\text{tg } \theta < 0.2$ 。

2.4 液压支架配套设备及有关参数的确定

2.4.1 采煤机和运输机型号的确定

根据配套尺寸关系，在设计中选用采煤机和运输机型号为：

运输机：SGWD-180_{PB} 型

采煤机：MLS_{3PH}-170

2.4.2 配套图. 配套尺寸的确定

1) 液压支架配套关系图, 如图 2-9 所示。

2) 配套尺寸的确定，由图 2-8 可知

$$\text{配套尺寸}^{[2]} \quad E=624+233+630+376=1889 \text{ (mm)}$$

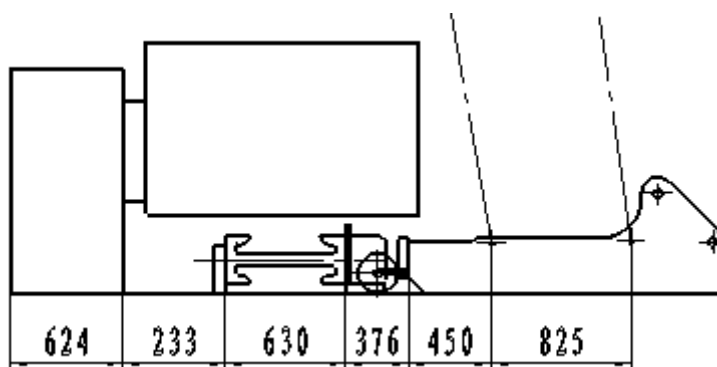


图 2-9 液压支架配套关系图

Fig. 2-9 hydraulic support interrelation

2.4.3 泵站和各安全阀的选择

在设计中选择泵站型号为 XRB₂B 型。

泵站的理论工作压力为 35Mpa, 由于供液泵在工作过程中的磨损有等原因，实际供液压力为 35Mpa, 在立柱初撑阶段，因为没有应用液体流动，管路损失为零，取初撑压力为 32Mpa。

2.5 顶梁的设计及期有关参数的确定

2.5.1 顶梁的作用

顶梁是支护顶板一定面积的直接承

载部件，并为立柱、掩护梁、护顶装置等提供必要的连接点。

2.5.2 顶梁设计要求

顶梁不但要有一定的刚度和强度，还要保证支护顶板的需要，如：有足够顶板覆盖效率，同时，要求顶梁能适应顶板变化，与顶板接触压力分布均匀，避免因局部应力而引起损坏。

2.5.3 顶梁结构型式的确定

支撑掩护式支架的顶梁较长，为了改善顶梁的接顶状况，增大梁端支撑力，这类支架采用分段组合式顶梁，它有以下几种组合型式：

1) 刚性主梁+铰接前梁

刚性主梁和铰接前梁，如图 2—9 所示，该结构顶梁分前后梁并铰接，在铰接前梁设有前梁千斤顶，支撑靠近煤壁处的顶板，同时还可以调整前梁的上下摆角，以适应顶板不平的变化。

2) 刚性主梁+伸缩前探梁

这种组合方式如图 2—9b 所示，此结构前梁有伸缩千斤顶使它伸缩，因此及时伸出支护刚暴露的顶板，从而可使顶梁长度减小，也可使用前梁千斤顶和伸缩千斤顶，使前梁即可伸缩又可以上下摆动。

3) 刚性主梁+铰接前梁+伸缩前探梁

这种结构形式是由刚性主梁，铰接前梁和在铰接前梁内装伸缩前探梁组成的，前探梁用来煤壁片帮后的支护。

对以上三种顶梁型式比较，本设计选用刚性主梁+铰接前梁的结构型式。

本设计支架顶梁采用箱式结构，用钢板焊接而成，为加强刚性，上下盖板之间焊接加筋板，构成封闭式棋盘型。

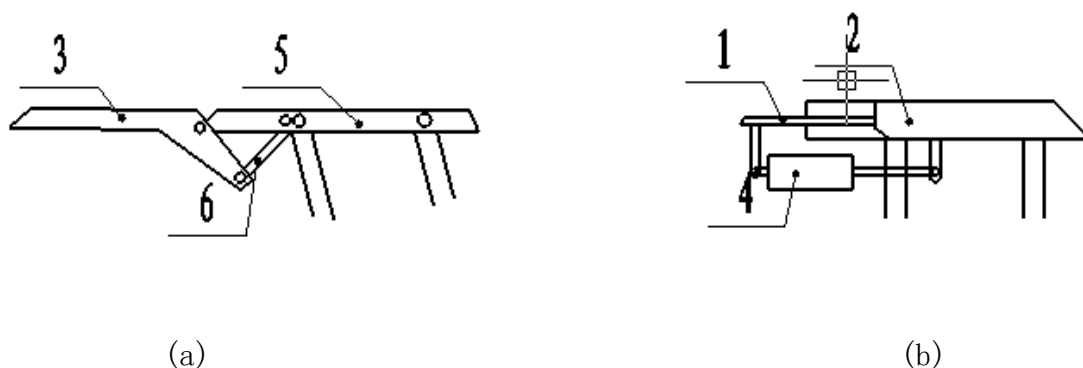


图 2—10 支架顶梁的结构形式

Fig. 2-10 hydropost construction

1—前梁 2—后梁 3—前梁千斤顶 4—前梁伸缩千斤顶

2.5.4 顶梁主要尺寸的确定

1) 顶梁长度 L_1

$$L_1 = \text{配套尺寸} + \text{底座长度} + A \cos Q_1 - G \cos P_1 - 300$$

配套尺寸为 1889 (mm)

底座长度为 2380 (mm)

$$Q_1 = 80^\circ$$

$$P_1 = 58^\circ$$

将以上数据代入 (2—11) 式得^[2]

$$L_1 = 1889 + 2380 + 1478 \times \cos 80^\circ - 2432 \times \cos 5^\circ - 300 = 3025.5 \text{ (mm)}$$

取顶梁长度为 3025 (mm)

2) 顶梁宽度

目前我国刮板输送机溜槽宽每节长度为 1.5m 一节溜槽对应一个支架，顶梁宽度定为 1.4m

3) 顶梁厚度

通过类比取顶梁厚度为 220mm

4) 顶梁其它有关尺寸的确定

通过类比，确定立柱上铰点，前梁千斤顶铰点，前后梁铰点，掩护梁与顶梁铰接

点位置（包括水平方向和垂直方向），各尺寸如图 2—10 所示

2.5.5 顶梁要主参数的确定

1) . 顶梁面积 $A^{[3]}$

顶梁面积 $A=L_1 \cdot B$

L—顶梁长度 取 3026mm B 取 1500mm

$$A=3026 \times 1500=4.54m^2$$

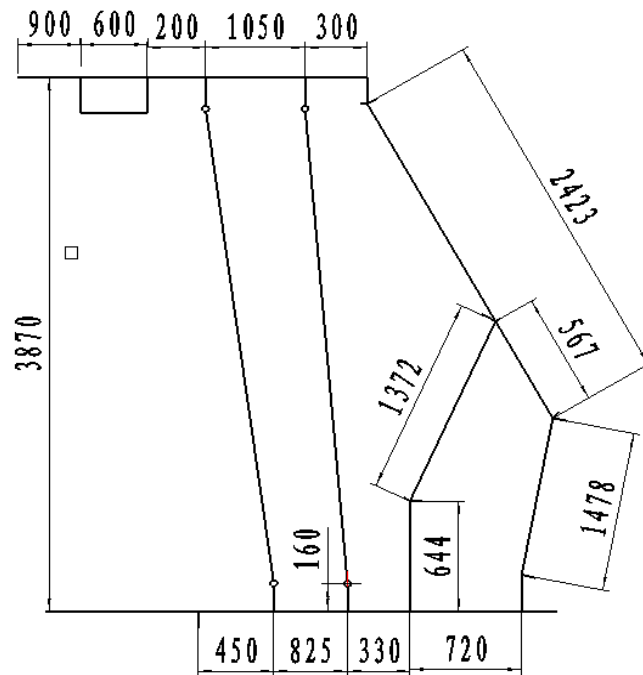


图 2—11 支架结构尺寸总图

Fig. 2-11 caving shield map

支护面积 S

顶梁支护面积按下式计算：^[3]

$$S=(L_1+300) \cdot B \quad (2-13)$$

代入上式得：

$$S=(3026+300) \times 1500=4.99m^2$$

支架名义工作阻力 F

$$F=s \times q_x \quad (2-14)$$

式中 F —支架名义工作阻力，KN 待求

支架在最高处名义工作阻力为：

$$F_m = s \cdot q_m = 4.99 \times 827 = 4126.73 \text{KN}$$

顶板覆盖率 δ

支架顶板覆盖按下式计算^[3]

$$\delta = A/S \times 100\% = \frac{L1B}{S} \times 100\%$$

δ —顶板覆盖率

将已知各数据代入式（2—15）^[3]

$$\delta = 4.54/4.99 \times 100\% = 90.98\%$$

2.6 底座的结构选择及主要参数的确定

2.6.1 底座的作用

底座在支架工序过程中起着将顶板压力传递到底板并稳固支架的作用。

2.6.2 底座设要求：

- 1) 底座应具有足够的强度和刚度；
- 2) 底座对底板的起伏变化适应性好；
- 3) 底座与底板接触面积大，以减小底座对底板的接触比压，避免支架陷入底板；
- 4) 底座应有足够的尺寸来安入立柱、推移装置及液压控制装置；
- 5) 底座要能把落入支架内的碎矸推弃到老塘中。

2.6.3 底座的结构确定

通过类比本 设计采用整体式底座

2.6.4 底座主要尺寸的确定

1) 底座长度 L_2 ^[3]

通过类比，取底座长度为 2375mm

通过类比，取底座宽度为 1200mm

底座其它尺寸的确定通过类比，确定立柱下铰点，连杆下铰点位置（水平与垂直方向距离）具体尺寸见图 2—10

2.7 掩护梁的结构选择及主要参数确定

2.7.1 掩护梁的作用

掩护梁是支架的掩护构件，它有承受冒落矸石的载荷和顶板通过顶梁传递的水平载荷引起的弯矩。

2.7.2 掩护梁结构型式如下：

- 1) 从侧面看 掩护梁分直线型和折线型。
- 2) 从支架高度方面看 掩护梁可分为整体式和对分式

对以上几种类型的掩护梁进行比较，本设计确定掩护梁的结构形式为整体式、直线型。

2.7.3 掩护梁主要尺寸的确定

- 1) 掩护梁长度 G （两铰点间距离）

由前面四连杆机构确定知：

- 2) 掩护梁长度 G 取 2268mm

掩护梁宽度 B_y

本设计取掩护梁宽度与顶梁宽度相同，所以掩护梁宽度取 500mm

- 3) 掩护梁厚度

通过类比，可确定掩护梁厚度见总装配图

- 4) 掩护梁上前后连杆铰点位置

通过类比，可确定前后连杆铰点位置（水平和垂直方向）具体见图 2—10 中掩护梁部分。

2.8 立柱的结构选择及主要参数的确定

2.8.1 立柱的作用

立柱是支架的承压构件，它长期处于高压受力状态，它除了具有合理的工作阻力和可靠的工作特性外，还必须有足够的抗压、抗弯强，良好的密封性能，结构要简单，并能适应支架的工作要求。立柱应具有承受顶板载荷，调节支护高度的作用。

2.8.2 立柱结构形式的确定

立柱分类有以下几种：

- 1) 立柱按动作方式分为单作用和双作用；

- 2) 立柱按结构种类分为活塞式和柱塞式；
 3) 立柱按伸缩式分为单伸缩式和双伸缩式；
 具体结构如图 2—12 图所示

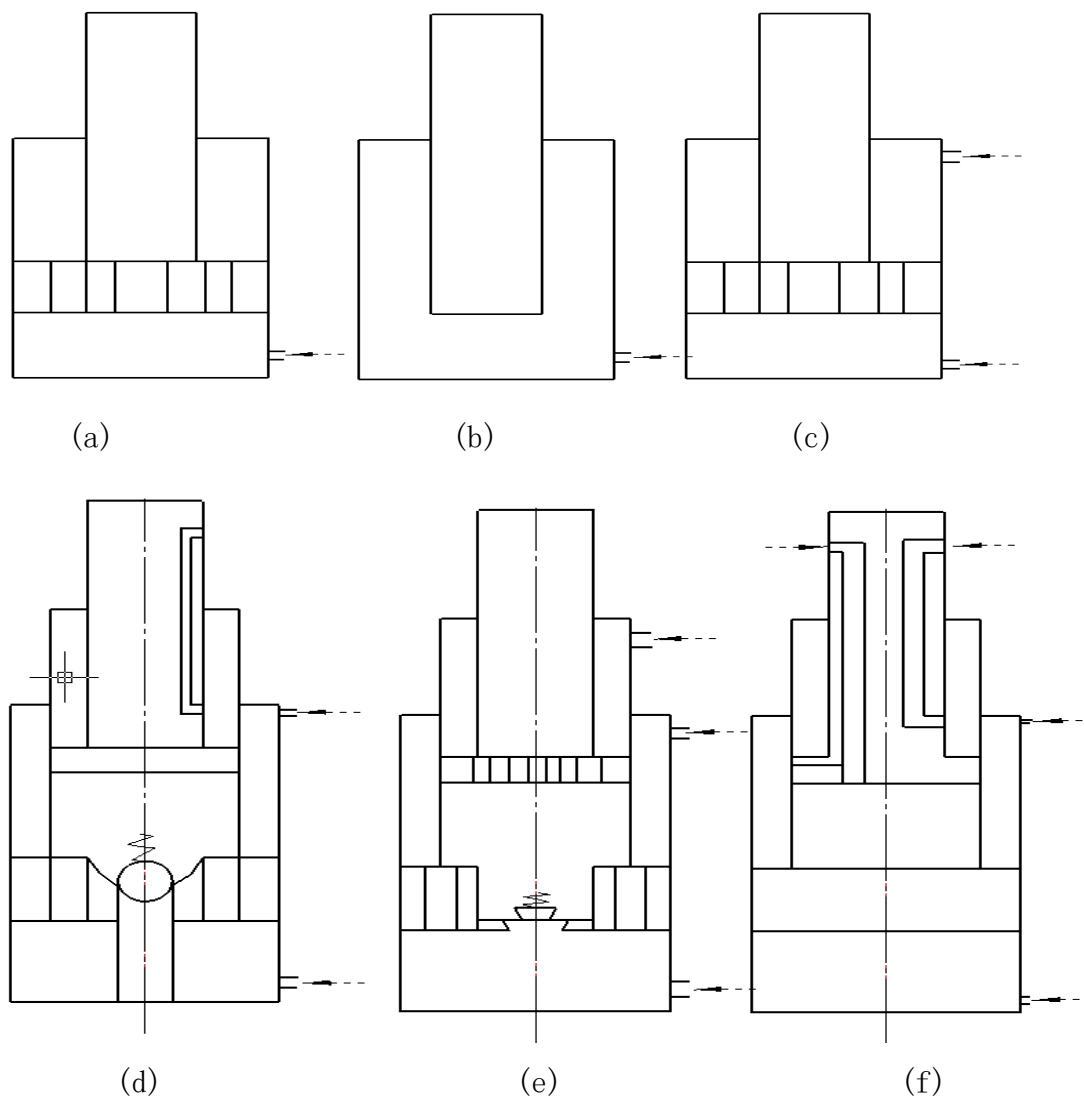


图 2—12 立柱的类型

Fig .2-12 sorting of leg piece

本设计选用单伸缩，双作用活塞式立柱。

2.8.3 立柱主参数的确定

1) 立柱缸体内径和活塞外径

缸体内径的确定^[4]

$$D_d = \sqrt{40Fm / \pi Pa \cos \alpha m}$$

$$D_d = \sqrt{40 \times 4126 / 3.14 \times 45 \times \cos 4} = 179.2 \text{mm}$$

式中 D_d —立柱刚体内径 mm 待求

P_a —初取安全阀调整压力 $P_a=40.9 \text{Mpa}$

$\alpha_m = 4^\circ$

取标准值 $D_d = 180 \text{mm}$

活塞杆外径

查资料得 $d=170 \text{mm}$

2) 立柱工作用阻力和初撑力^[4]

$$P_{\text{柱}} = \frac{\pi}{4} \cdot D_d^2 \cdot P_a \quad (2-17)$$

式中 $P_{\text{柱}}$ —立柱工作阻力，KN

P_a —安全阀调整压力，取 $P_a=40$ (Mpa)

将各已知数据代入式 (2-17) 得：

$$P_{\text{柱}} = \frac{\pi}{4} \times 180^2 \times 40 = 1017.88 \text{(KN)}$$

式中： $P_{\text{柱初}}$ —立柱初撑力，KN

P_b —立柱泵来压， $P_b=32 \text{(Mpa)}$

$$P_{\text{柱初}} = \frac{\pi}{4} \times 180^2 \times 32 = 814.3 \text{(KN)}$$

2.9 推移装置的结构选择和主要参数的确定

2.9.1 推移装置的作用

推移装置在采煤机截割一次煤壁后进行推移输送机，为下一个工作物质循环做好准备，同时推移液压支架及时支护新暴露的顶板，防止冒落。

2.9.2 推移装置的结构型式

推移装置有以下几种：

- 1) 直接连接方式：结构简单，但推溜力大于移架力。
- 2) 框架式连接方式，当缸体后腔进液时，活塞杆移架当刚体内腔进液时，缸体前移，通过框架而推溜，所以这种方式可以使移架力大于推溜力。

3) 移步横梁连接方式：结构复杂并不能起到防止支架下滑的作用，这种方式对支架与运输机的配套性不做要求。

浮动活塞式：它可以使移架大于推溜力。推溜，活塞进液，由于活塞空套在活塞杆上，活塞推到前方后，活塞杆推溜，同于活塞面积小，所以推溜力小；移架，活塞杆腔进液，缸体前移而移架，左腔环形面积大于活塞杆面积，所以移架力大于推溜力。

通过几以上几种类比，推移装置进行比较，本设计选取浮动活塞式为推移装置。

2.9.3 推移装置有关参数确定

推移步距

本设计采用移架后推溜的及时支护方式，所选采煤机截深为 650mm. 因此推移步距为 650mm。

推移千斤顶行程

推移千斤顶行程与推移步距有关，当推移步距为 650mm 时选推移千斤顶的行程为 700mm。

推移千斤顶的缸体内径，活塞杆的外径的确定

缸体内径，活塞杆直径按以下两式得出：^[4]

$$D = \sqrt{4F_{移} / \pi P_b + d^2} \quad (2-19)$$

$$d = \sqrt{4F_{推} / \pi \times P_b} \quad (2-20)$$

式中：

D—推移千斤顶缸体内径 mm

d—推移千斤顶活塞杆直径 mm ；

$F_{移}$ —推移千斤顶移架力，KN 待求；

$F_{推}$ —推移千斤顶推溜力，KN 待求；

P_b —推移千斤顶处泵站来压 $P_b = 29\text{Mpa}$

初选 $F_{移} = 200\text{KN}$

$$F_{推} = 100\text{KN}$$

将 $F_{推}$ 代入 (2-20) 得^[5]

$$D = \sqrt{4 \times 100 \times 10^3 / 3.14 \times 29} = 66.3\text{mm}$$

将 d 代入式 (2—19) 中得^[5]

$$D = \sqrt{4 \times 200 \times 10^3 / 3.14 \times 29} + 66.3^2 = 114.8 \text{mm}$$

将 D, d 圆整取标准值 D=125mm d=70mm

推移千斤顶的推溜力和移架力^[5]

$$F_{推} = \pi/4 \cdot d^2 \cdot P_b \quad (2—21)$$

$$F_{移} = \pi/4(D^2 - d^2)P_b \quad (2—22)$$

将各已知数据代入式 (2-21) (2-22)

$$F_{推} = 3.14/4 \times 70^2 \times 29 = 111.61 \text{KN}$$

$$F_{移} = 3.14/4 \times (125-70)^2 \times 29 = 244.28 \text{KN}$$

2. 10 侧护装置的结构选择及主要参数的确定

2. 10. 1 侧护装置的作用

- 1) 消除相邻支架掩护梁和顶梁间的间隙，防止冒落矸石进入支护空间；
- 作为支架移架的倾倒；
- 2) 防止支架的倾倒；
- 3) 调整支架间距；

2. 10. 2 侧护装置结构形式的确定

按侧护板与掩护梁或顶梁上顶面的关系，侧护板有以下几种型式：

上复式：如图 2—16 所示，结构简单，但活动侧护板特别是顶梁活动侧护板承载时不能调节，且容易被大块岩石压住或卡住。

埋伏式：如图 2-16b 所示，顶梁或掩护梁的上面加焊几条钢板，使侧护板的水平板面比顶梁或掩护梁承载面低，它改善侧护板的受力情况活动侧护板的调节性能。它的结构不复杂，目前顶梁侧护板多采用这种型式。

抽出式：如图 2—16c 所示正常情况下，活动侧护板的调节性能较好，当支架承受偏载或窄槽内堵塞粉尘时，调节也困难，它的结构比较复杂。

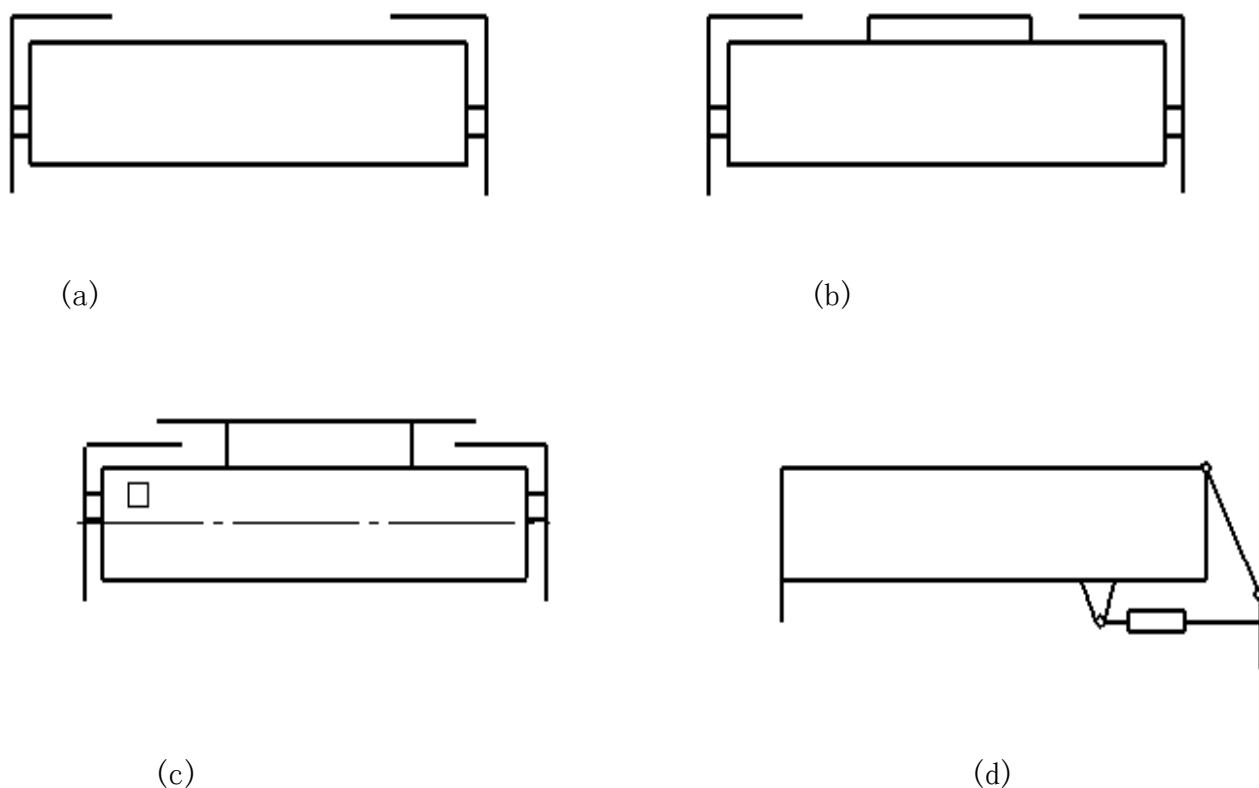


图 2-13 侧护板的结构型式

Fig. 2-13 mining sorting

4) 折页式如图 2-13d 所示，活动侧护板的调节性能较好，不受支架承载的影响，但它会造成架间三角带，其中常填满碎矸防尘效果差。

2. 10. 3 侧护装置有参数确定

1) 侧护千斤顶行程，缸体内径，活塞杆直径

通过类比取

侧推千斤顶行程 $L=170\text{mm}$

侧推千斤顶内径 $D=63\text{mm}$

侧推千斤顶活塞杆直径 $d=40\text{mm}$

2) 侧推千斤顶推拉力

侧推千斤顶推拉力按以下式计算：^[6]

$$P_{推} = \pi/4 \times D^2 \times P_b \quad (2-23)$$

式中， $F_{\#}$ —侧推千斤顶推力 KN 待求

P_b —侧推千斤顶处泵站来压 取 29Mpa

将各已知数据代入式（2—23）得^[6]

$$F_{\#} = 3.14/4 \times 63^2 \times 29 \times 10^{-3} = 90.4 \text{KN}$$

$$P_{\#} = \pi/4(D^2 - d^2)P_b$$

式中 $P_{\#}$ —侧推千斤顶拉力 KN 待求

将各已知数据代入式（2—24）得^[6]

$$P_{\#} = 3.14/4 \times (63^2 - 40^2) \times 29 \times 10^{-3} \pi = 53.95 \text{KN}$$

3) 侧护板主要尺寸的确定

a. 顶梁侧护板侧向宽度

顶梁侧护板的侧向宽度以，按支架升降高度和推移步距来确定。即：考虑到当前一架升起，另一架降柱时，要保证相邻两架间侧护板不能脱离接触，同时考虑到支架降柱后要前移，为防止顶梁后部侧护板脱离接触，顶梁侧护板后部要加宽，加宽长度一般为从顶梁后部起大于一个移架步距。

b. 掩护梁侧护板侧向宽度

掩护梁侧护板的侧面宽度，主要考虑移架步距，一般比一个步距大 100mm，当一个架固定，另一架前移时，两架之间能封闭，同时又考虑到降架前移时，原不动的掩护梁侧护板下部不至脱开，所掩护梁下部要加宽。

c. 顶梁与掩护梁的侧护板上部宽度与活动侧护板的行程有关，由两台相邻支架的间距离确定。

本设计取顶梁和掩护梁侧护板上部宽度为 200mm。

d. 顶梁和掩护梁的连接部位及侧护板在此处的连接部位考虑可靠性的情况下，尽量减小间隙，加强密封性。

2. 10. 4 侧护板活动方式的确定

本设计选取侧护板活动

2. 11 前梁千斤顶的选择及有关参数的确定

2. 11. 1 前梁千斤顶行程的确定

根据类比，本设计前梁千斤顶行程选取 140mm。

2. 11. 2 缸体内径和活塞直径

本设计内径 $D=100\text{mm}$ 和活塞杆直径 $d=70\text{mm}$

2. 11. 3 前梁千斤顶推拉力的确定^[6]

1) 初撑力阶段

$$P_{推初} = \pi / 4 \cdot D^2 \cdot P_b \quad (2-25)$$

式中 P_b 取 32Mpa

$$\text{代入 } P_{推初} = \pi / 4 \cdot D^2 \cdot P_b = 251.33\text{KN}$$

2) 工作阶段^[7]

$$P_{推} = \pi / 4 \cdot D^2 \cdot P_b \quad (2-26)$$

$$P_{拉} = \pi / 4 (D^2 - d^2) P_b \quad (2-27)$$

$$P_{拉} = \pi / 4 (D^2 - d^2) P_b = 3.14 / 4 \times (100^2 - 70^2) \times 29 \times 10^{-3} = 116.16\text{kn(KN)}$$

$$P_{推} = \pi / 4 \cdot D^2 \cdot P_b = 3.14 / 4 \times 29 \times 10^{-3} = 277.77(\text{KN})$$

3 支架受力分析计算

3. 1 液压支架的支护性能与外载荷

液压支架采煤工作面的作用是支护顶板，当煤层被采动后，顶板有压力显现。作用在支架上的载荷大体可分为两部分：其一是直接顶形式的压力 Q_1 ；其二是老顶形成的压力 Q_2 。如果直接顶比较完整，在采面煤壁上面的直接顶呈悬臂，工作面煤壁上方的直接顶已经断裂，则 Q_1 由支架单独承受在支架之后冒落，当直接顶在支架之后冒落时，老顶呈悬臂状态。由老顶形式的悬臂一端顶支承在直接顶垮落后的碎矸上，另一端则支承在支架和煤壁上方直接顶上，并形成载荷 Q_2 ，随着煤壁的推进，老顶暴露长度加长。 Q_2 在增加，当老顶悬落达到一定长度后，其自重使其断裂，于是老顶暴露变短， Q_2 降到最小值，在采煤工作面连续开采过程中， Q_2 由小到大再由大到小，周而复始。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/195111302340011314>