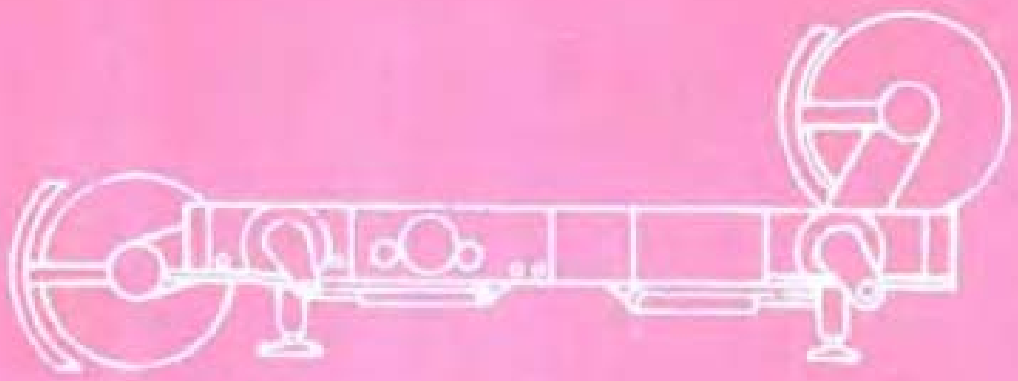
煤矿技工学校试用教材

综采工作面采煤机



煤炭工业出版社

封面设计：郝 玉 水

ISBN 7-5020 0253
书号：3093 定价：3.15元

TD421.8
H-974

TD421.8
H-974

煤矿技工学校试用教材

综采工作面采煤机

韩 振 川 主编

煤 炭 工 业 出 版 社

739479

（京）新登字042号

内 容 提 要

本书主要介绍了综合机械化采煤工作面的主要采掘设备——滚筒式采煤机的结构特点、工作原理及使用、维护和故障分析与处理方法。主要设备类型包括：国产MLS，170型双滚筒采煤机，波兰KWB-3RDU型双滚筒采煤机和法国SIRUS-400型双滚筒采煤机。

本书为全国煤矿技工学校试用教材，亦可供矿山职工培训和工人自学使用。

煤矿技工学校试用教材

综采工作面采煤机

韩 振 川 主编

*

煤炭工业出版社 出版

（北京安定门外和平里北街21号）

北京京辉印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本787×1092mm 1/16 印张8 1/2

字数198千字 印数19,681—32,800

1989年5月第1版 1992年5月第2次印刷

ISBN 7-5020-0253-7/TD·242

书号 3093 定价 3.15元

前　言

为了适应煤矿技工学校教学和技工培训改革的需要，加速煤矿工人智力的开发和培养，促进煤炭工业现代化生产建设的发展和技术进步，煤炭部劳动工资司于1985年成立了全国煤矿技工教材编审委员会，对全国煤矿技工教材建设工作进行了全面规划，并确定编写一套具有煤矿特点的中级技工教材。这套教材包括：《矿山电工》、《机械制图》、《综采工作面采煤机》、《煤矿开采方法》、《机械化掘进工艺》、《煤矿地质》、《工程力学》等共60余种。

这套教材主要适用于煤炭系统中级技工（包括在职技工和后备技工）正规培训需要，也适合具有初中文化水平的工人自学和工程技术人员参考。

《综采工作面采煤机》是这套教材中的一种，由大同煤矿技工学校韩振川同志主编，平顶山煤矿技工学校牛麦屯同志参与编写（第三章），并由平顶山煤矿技工学校王玉川同志主审。参加这本教材审定工作的还有阜新、徐州、开滦煤矿技工学校的有关同志。

由于编审时间仓促，缺乏经验，教材中难免有错误与不足之处，请各用书单位和读者批评指正。

全国煤矿技工教材编审委员会

一九八八年七月十四日

目　　录

第一章　滚筒式采煤机概述 …… 1
第一节　采煤机的发展与应用 …… 1
第二节　滚筒与截齿 …… 8
第三节　采煤机牵引部 …… 13
第四节　采煤机几个工作参数的确定 …… 17
第五节　采煤机工作中的几个问题 …… 19
习题与思考题 …… 25
第二章　MLS$_3$-170型双滚筒采煤机 …… 27
第一节　概述 …… 27
第二节　牵引部 …… 28
第三节　截割部 …… 50
第四节　附属装置 …… 60
第五节　采煤机的维护与运转 …… 65
第六节　采煤机常见故障的分析与处理方法 …… 70
习题与思考题 …… 73
第三章　KWB-3RDU型双滚筒采煤机 …… 74
第一节　概述 …… 74
第二节　牵引部 …… 76
第三节　截割部 …… 84
第四节　附属装置 …… 90
第五节　采煤机的维护与运转 …… 94
第六节　采煤机常见故障及其分析与处理 …… 97
习题与思考题 …… 98
第四章　SIRUS-400型双滚筒采煤机 …… 99
第一节　概述 …… 99
第二节　牵引部 …… 102
第三节　截割部 …… 114
第四节　附属装置 …… 121
第五节　采煤机的维护与运转 …… 122
第六节　采煤机常见故障的分析与处理 …… 125
习题与思考题 …… 126
附录 …… 128
一、滚筒式采煤机完好标准 …… 128
二、国内外双滚筒采煤机技术特征表 …… 129
三、滚筒式采煤机产品型号编制方法 …… 130
参考文献 …… 130

第一章　滚筒式采煤机概述

第一节　采煤机的发展与应用

一、采煤机发展简况

40年代初期，英国、苏联相继生产了采煤机，使工作面落煤、装煤实现了机械化。但当时的采煤机都是链式工作机构，能耗大、效率低，加上工作面输送机不能自移，所以生产率受到一定的限制。

50年代初期，英国、联邦德国相继生产出滚筒采煤机。滚筒式采煤机采用螺旋滚筒作为截割机构，当滚筒转动并切入煤壁后，通过安装在滚筒螺旋叶片上的截齿将煤破碎，并利用螺旋叶片把破碎下来的煤装入工作面输送机。由于当时采煤机上的滚筒是死滚筒，不能实现调高，故限制了采煤机的适用范围，我们称这种固定式滚筒采煤机为第一代采煤机。

60年代，第二代采煤机——单摇臂滚筒采煤机的出现，解决了采高调整问题，扩大了采煤机的适用范围。这种采煤机的滚筒装在可以上下摆动的摇臂上，通过摆动摇臂来调节滚筒的截割高度。该采煤机的工作过程如图1-1*a*所示。采煤机上行工作时，滚筒割顶部煤，并把落下的煤装入输送机。割完工作面全长后，降下摇臂，并将弧形挡煤板翻转180°，然后采煤机下行工作，滚筒割底部煤并装煤，随之推移工作面输送机。

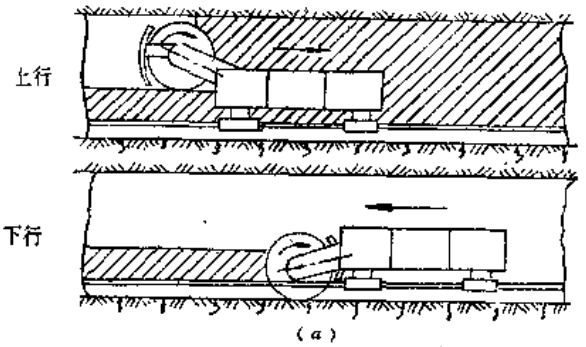


图 1-1　滚筒采煤机工作过程

1964年，第三代采煤机——双摇臂滚筒采煤机的出现，进一步解决了工作面自开缺口问题。这种采煤机的工作过程如图1-1*b*所示。工作时，采煤机前滚筒割顶部煤，后滚筒割底部煤。

进入70年代，相继出现了功率为750～1000kW的采煤机。1970年采煤机无链牵引系统的研制成功，以及1976年出现的第四代采煤机——电牵引采煤机，大大改善了采煤机的性能，并扩大了它的使用范围。

现在，我国已生产出适合缓倾斜中厚及薄煤层的各种采煤机，完全可以满足今后采煤机械化发展的需要。

二、滚筒采煤机的配套设备

在使用双滚筒采煤机的综合机械化采煤工作面中，主要的配套设备有采煤机、可弯曲刮板输送机和自移式液压支架，另外，在运输顺槽内还有桥式转载机和可伸缩带式输送机。综合机械化采煤，就是通过以上设备相互配合和协调动作，实现落煤、装煤、运煤、支护、顶板管理以及顺槽运输等生产工序的全部机械化。

综合机械化采煤工作面的配套设备及工作面布置如图 1-2 所示。采煤机、刮板输送机和液压支架用来组成工作面设备。端头支架用来推移输送机机头、机尾并支护端头空间。顺槽转载机与工作面刮板输送机搭接，用来将工作面运来的煤转载到伸缩带式输送机上运出。乳化液泵站用来为液压支架提供压力液。设备列车用来安放并移动变电站、乳化液泵站、集中控制台等顺槽设备。喷雾泵站用来为采煤机提供喷雾冷却用的压力水。液压安全绞车用于当煤层倾角大于 16° 时防止采煤机断链下滑。集中控制台用于控制工作面输送机、顺槽转载机、带式输送机及通讯等。

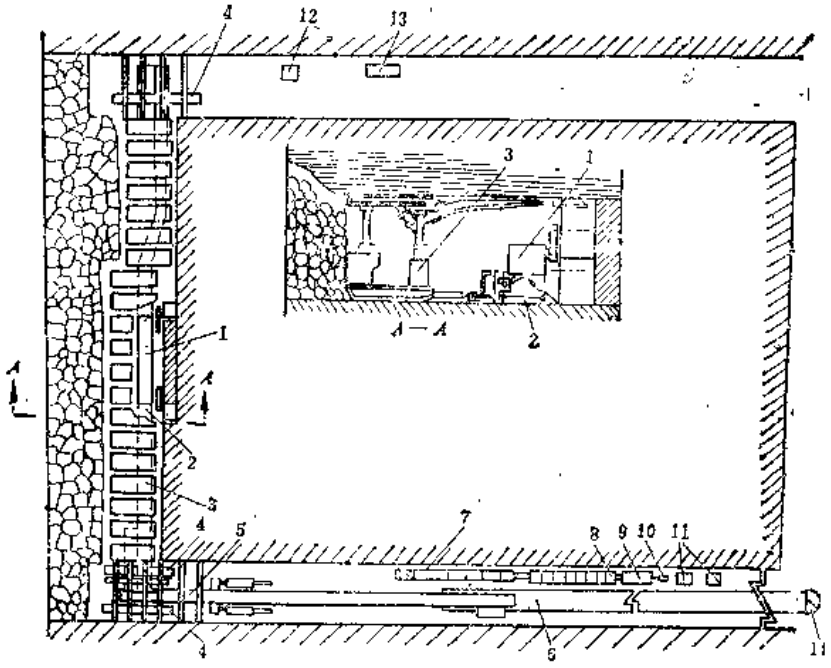


图 1-2 综采工作面布置

1—采煤机；2—可弯曲刮板输送机；3—液压支架；4—端头支架；5—桥式转载机；6—带式输送机；7—集中控制台；8—配电箱；9—乳化液泵站；10—设备列车；11—移动变电站；12—液压安全绞车；13—喷雾泵站；14—煤仓

三、双滚筒采煤机的组成和类型

1. 双滚筒采煤机的组成

双滚筒采煤机的类型很多，但其基本组成部分大体相同，如图 1-3 所示。双滚筒采煤机主要由电动机、截割部、牵引部以及附属装置等部分组成。截割部包括机头减速箱、摇臂减速箱、螺旋滚筒及挡煤板等部件。附属装置包括底托架、牵引链固定与张紧、拖移电缆、喷雾降尘、水冷、防滑以及大块煤破碎等装置。此外，为了实现滚筒升降、机身调斜以及翻转挡煤板，采煤机上还装有辅助液压装置。

电动机是采煤机的动力部分，它一方面驱动牵引部的传动链轮，使其与沿工作面两端悬挂的牵引链相啮合，带动采煤机沿工作面移动；同时，电动机又驱动左、右截割部减速箱的齿轮并减速传到摇臂的齿轮，以带动左、右两个滚筒。滚筒是采煤机直接进行落煤和装煤的机构，称为采煤机的工作机构。滚筒上焊有端盘及螺旋叶片，其上装有截煤用的截齿，由螺旋叶片将落下的煤装到刮板输送机中。为了提高螺旋滚筒的装煤效果，滚筒侧装有弧形挡煤板。工作中，弧形挡煤板总是位于滚筒后面，因而在采煤机改变牵引方向时，需要把两个挡

煤板绕滚筒轴线翻转180°。底托架用来固定整个采煤机，通过底托架下部的4个滑靴使采煤机骑在刮板输送机的槽帮上。采空区侧的两个滑靴套在输送机的导向管上，以保证采煤机的

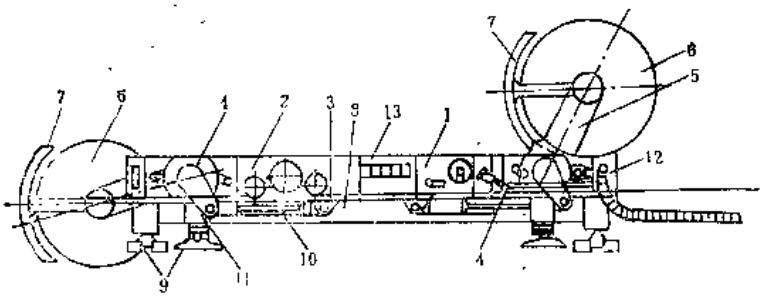


图 1-3 双滚筒采煤机

1—电动机；2—牵引部；3—牵引链；4—截割部减速箱；5—摇臂；6—滚筒；7—弧形挡煤板；8—底托架；9—滑靴；10—调高油缸；11—调斜油缸；12—拖缆装置；13—电气控制箱

可靠导向。底托架内的调高油缸用来使摇臂升降，以调整采煤机的采高。调斜油缸用来调整采煤机的横向倾斜度，以适应煤层沿走向起伏不平时的割煤要求。采煤机的电缆和供水管靠拖缆装置夹持，并由采煤机拖着在工作面输送机的电缆槽中移动。电气控制箱内装有各种电控元件，以实现各种控制及电气保护。为降低电动机和牵引部的温度并提供喷雾降尘用水，采煤机上还设有专门的供水系统和内、外喷雾系统。采煤机牵引链的固定与张紧装置装在工作面刮板输送机的机头和机尾架上，用以固定牵引链，并使牵引链保持一定的张紧力。在倾角较大的工作面上，采煤机需装设防滑装置，以防牵引链被拉断时采煤机下滑而发生意外事故。为了避免工作面片帮落下的大块煤和矸石阻塞输送机，有些采煤机的截割部还装有一个破碎大块煤的滚筒。

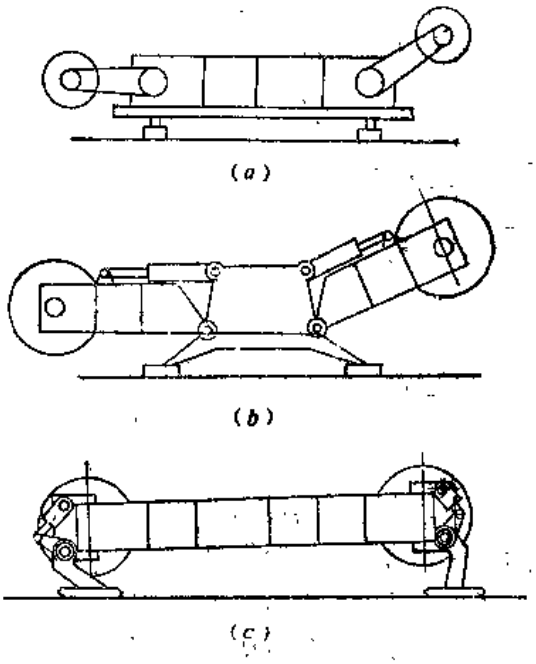


图 1-4 滚筒调高采煤机的类型

2．采煤机的类型

1）按滚筒调高方式分类

双滚筒采煤机根据滚筒调高方式的不同，主要有以下几种类型，如图1-4所示。

（1）图1-4*a*中所示的为摇臂调高两端双滚筒采煤机。目前大部分采煤机都采用这种型式，如国产 MLS_3-170型、MXA-300型和MZS-150型采煤机，联邦德国 EDW-600 型，英国AM-500型，波兰 KWB-3RDU 型采煤机等。这类采煤机的调高和卧底性能都较好，但摇臂减速箱内齿轮较多，结构比较复杂。由于摇臂的回转中心同时又是机头减速箱出轴的轴心，要求两者同心，因而在制造、安装和维修方面都要求较高。

摇臂减速箱的结构型式如图1-5所示。图*a*为侧置式摇臂，即摇臂位于采煤机机身的一侧；图*b*为侧跨式摇臂，即摇臂的一部分跨越机身端部，形成双支点，其传动轴受力状况较好；图*c*为端部摇臂，即摇臂在机身宽度范围内，其结构强度、传动轴受力状况都较前两种好，但滚筒的卧底性能差。

（2）图1-4b为截割部调高的双滚筒采煤机。这种型式采煤机的牵引部布置在机身的正中间，并固定在底托架上。在牵引部的两端铰接着左、右截割部，每个截割部包括各自的减速箱和电动机。通过装在牵引部上面的调高油缸带动截割部上、下摆动，以实现滚筒调高。

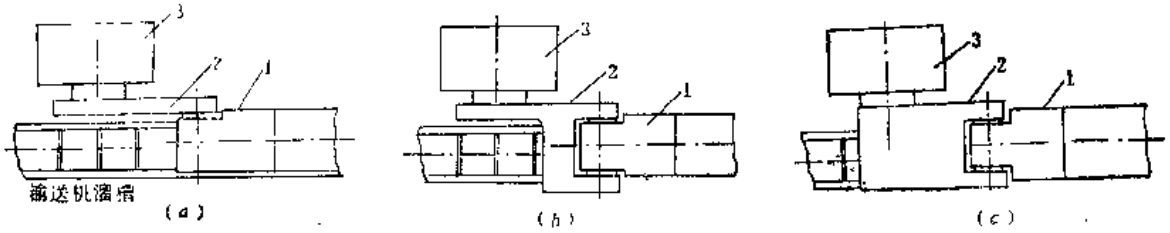


图 1-5 摇臂结构型式

1—机头减速箱；2—摇臂减速箱；3—滚筒

这种型式采煤机的特点是滚筒调高范围大，截割部减速箱的结构简单、强度高，机身长度短。法国DTS-300型采煤机即采用这种型式，其机身长度为5.28m，滚筒摆动的垂直距离为1.65m。

（3）图1-4c为机身调高的双滚筒采煤机，它利用安装在机身两端支承架上铰接的调高油缸使机身上下起伏，以调节滚筒高度。这种型式采煤机的调高范围较小，调高的目的主要是为适应煤层的起伏变化，使滚筒能够沿底板进行截割。因此，为适应不同厚度的煤层，需要配备直径相当的滚筒。波兰KWB-3DS型采煤机便采用这种调高型式，它配备有1.3～1.7m五种不同直径的滚筒，其滚筒调高范围最大为150mm。

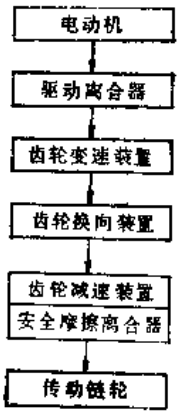


图 1-6 牵引部机械传动方式示意图

2）按牵引部传动方式分类

双滚筒采煤机根据牵引部传动方式的不同，主要有以下两种类型：

（1）牵引部采用机械传动的采煤机，其传动方式如图1-6所示。

电动机至牵引链轮之间全部采用机械减速装置（齿轮、蜗杆、蜗轮）。牵引部的换向和调速采用齿轮换向、变速装置。采煤机的开、停和牵引力的过载保护，通过液压控制的驱动离合器和安全摩擦离合器进行。英国MK Ⅱ型采煤机的牵引部即采用机械传动。机械传动具有工作可靠，加工制造方便，出现故障容易检查修理，对使用条件要求不高等优点，但是，其传动齿轮多，箱体温度高，过载保护复杂，同时牵引速度不能随牵引负载变化而任意调节，故较少采用。

（2）牵引部采用液压传动的采煤机，其传动方式见图1-7。

电动机带动油泵转动，油泵排出的压力油驱动液压马达，液压马达再传动牵引链轮。改变油泵的排油方向和排油量的大小，就可以改变液压马达的转向和转速，从而实现牵引换向和调速。液压传动按液压马达传动牵引链轮的方式不同，又可分为两种：

① 采用高速小扭矩马达，其出轴经2～3级齿轮减速带动齿轮。这种马达一般采用轴向柱塞式马达，具有结构紧凑、体积小、调速范围大和工作平稳等优点，但其结构复杂，对油质要求高，同时液压马达出轴需经多级齿轮减速，因而总传动效率略低。

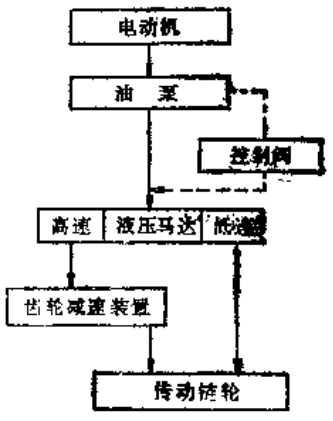


图 1-7 牵引部液压传动方式示意图

② 采用低速大扭矩马达，其出轴直接驱动牵引链轮。这种

马达一般采用径向柱塞式内曲线马达，具有结构简单、对油质要求较低等优点，但其体积大，在低速牵引时容易产生爬行现象，并且存在严重的“反链敲缸”现象。

四、双滚筒采煤机的进刀方式

双滚筒采煤机沿工作面双向采煤时，每次截割完工作面全长后，工作面就向前推进一个截深的距离。在采煤机重新开始截割下一刀之前，首先要使滚筒切入煤壁，推进一个截深，这一过程称为进刀。综采工作面两端顺槽的断面较大，工作面刮板输送机的机头和机尾一般可伸进顺槽。当采煤机截割到工作面端头时，其前滚筒可截割至顺槽，因此不需要人工预开缺口，而由采煤机在进刀过程中自开缺口。采煤机的进刀方式主要有两种：斜切式进刀和正切式进刀。

1．斜切式进刀

1）端部斜切法

利用采煤机在工作面两端约25～30m的范围内斜切进刀称为端部斜切法（图1-8），其操作过程如下：

（1）采煤机下行正常割煤时，滚筒2割顶部煤，滚筒1割底部煤（图1-8*a*），在离滚筒1约10m处开始逐段移输送机；当采煤机割到下顺槽处时，将滚筒2逐渐下降，以割底部残留煤，同时将输送机移成如图1-8*b*所示的蛇弯形；

（2）翻转挡煤板，将滚筒1升到顶部，然后开始上行斜切（图1-8*b*中虚线所示），斜切长度约20m，同时将输送机移直（图1-8*c*）；

（3）翻转挡煤板并将滚筒1下降割煤，同时将滚筒2上升，然后开始下行斜切（如图1-8*c*中虚线所示），直到下顺槽；

（4）翻转挡煤板，将滚筒位置上下对调，由滚筒2割残留煤（图1-8*d*），然后快速移过斜切长度开始上行正常割煤，随即移动下部输送机，直到上顺槽时，又重复上述进刀过程。

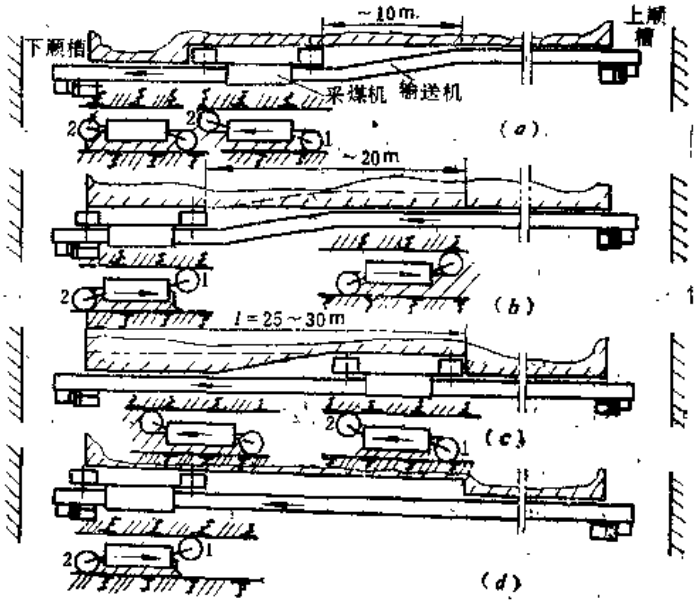


图 1-8 端部斜切进刀法

可见，端部斜切法要在工作面两端近20m地段使采煤机往返一次，翻转挡煤板及对调滚筒位置三次，所以工序比较复杂。这种进刀法适于工作面较长、顶板较稳定的条件下。

2）中部斜切法（半工作面法）

利用采煤机在工作面中部斜切进刀称为中部斜切法（图1-9），其操作过程如下：

（1）开始时工作面是直的，输送机在工作面中部弯曲（图1-9*a*）；采煤机在下顺槽将滚筒1升起，待滚筒2割完残留煤后快速上行到工作面中部，装净上一刀留下的浮煤，并逐步使滚筒斜切入煤壁（图1-9*a*中虚线），然后转入正常割煤，直到上顺槽；再翻转挡煤板，将滚筒1下降割残留煤，同时将下部输送机移直，这时，工作面是弯的，输送机是直的（图1-9*b*）。

（2）将滚筒2升起，机器下行割掉残留煤后即快速移到中部，逐步使滚筒斜切入煤壁（图1-9b中虚线），转而正常割煤，直到下顺槽；再翻转挡煤板，并将滚筒2下降，即完成了一次进刀；然后将上部输送机逐段前移成图1-9c所示，即又恢复到工作面是直的，输送机是弯的位置；

（3）将滚筒1上升，机器快移到工作面中部，又开始新的斜切进刀，重复上述过程。

中部斜切进刀法有以下特点：

（1）每进二刀只改变牵引方向（包括翻转挡煤板及对调滚筒位置）4次，工序比较简单，节省了时间；

（2）采煤机快速移动时可以装净上次进刀留下的浮煤，装煤效果好；

（3）采煤机割煤时，输送机机头处于不移动状态，且有一半时间输送机完全呈直线，故能提高输送机寿命；

（4）采煤机每割一刀要多跑一个工作面长度，但由于牵引速度高，因此所花费的总时间仍不长。

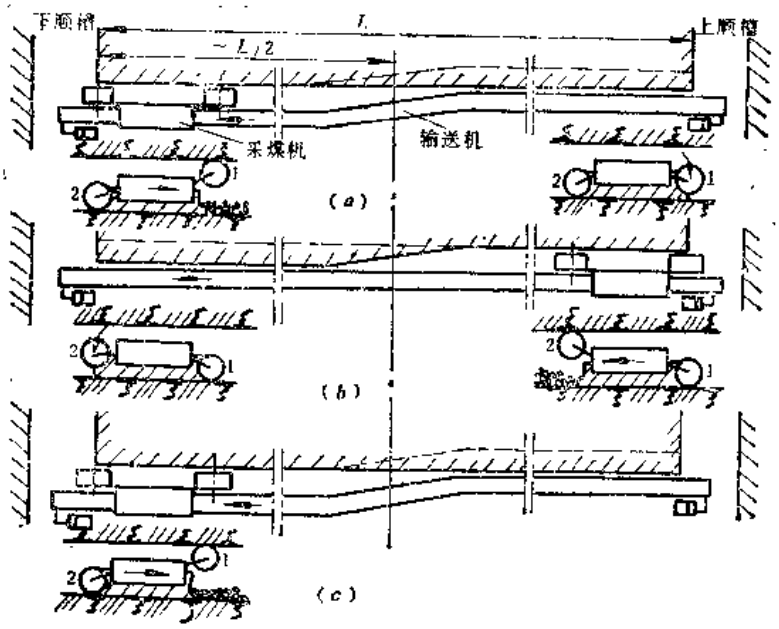


图 1-9 中部斜切进刀法

中部斜切法适用于工作面较短，煤片帮严重的煤层条件。在滞后支护的条件下，采用中部斜切法，空顶的面积和时间要比端部斜切法大。

2．正切式进刀（钻入法）

正切式进刀是在工作面两端用千斤顶将输送机及其上面的采煤机滚筒推向煤壁，利用滚筒端盘端面上的截齿钻入煤壁，以实现进刀。其操作过程如下（图1-10）：

（1）当采煤机割到工作面一端后（图1-10*a*），放下上滚筒，返回割一个机身长的底部煤，则工作面如图1-10*b*所示；

（2）开动滚筒，并靠推溜千斤顶将输送机连同采煤机强力推入煤壁。为便于钻入，在推溜同时将采煤机在1 m距离内往复牵引，直到钻入一个截深（图1-10*c*）；

（3）滚筒切入后，变换前后滚筒的高度，割去端面剩余残煤，再转入正常割煤状

态。

正切进刀的优点是工作面空顶面积小，切入时间短，可提高工效，但是，这种进刀方式只适用于有门式挡煤板或无挡煤板的采煤机，且千斤顶推力大，并要求输送机、采煤机摇臂强度大，因此一般很少采用。

五、滚筒采煤机的特点

经过30年的不断改进，采煤机的结构和性能已日臻完善。概括起来，现代滚筒采煤机具有以下特点：

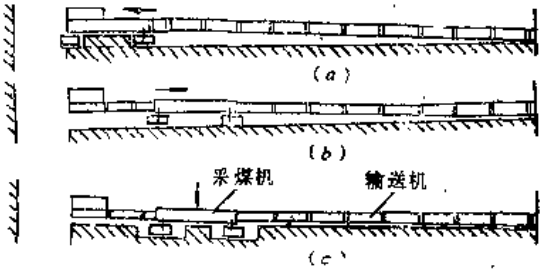


图 1-10 正切进刀过程

（1）使用范围广。滚筒采煤机可以割各种硬度的煤，硬煤的单向抗压强度可达45～56 MPa（或 f≥4）。无链牵引采煤机可用在倾角达54°的煤层中；薄煤层爬底板采煤机可用在0.65～0.9m厚的煤层中，骑溜子采煤机可用在0.8～1.3m厚的煤层中；中厚煤层采煤机的采高已达到4.5～5.0m，最大采高为6m的采煤机也已制成。

滚筒采煤机对煤层地质条件的要求较低，对于顶底板起伏不平、层厚变化较大、煤粘顶、有落差不大的断层以及不同性质的顶底板等煤层条件，采煤机都能适应。

（2）调高方便，免开缺口。双滚筒采煤机可将摇臂及滚筒伸入顺槽割煤，免去了工作量较大的工作面两端做缺口的工作；还可利用摇臂调高来适应层厚的变化。

（3）功率大、生产率高、工作可靠。中厚煤层采煤机电动机功率一般为200～300kW，最大已达750kW（AM-500型采煤机），甚至到1000kW（ASTRO-1000型采煤机）；小时生产率最大可达600～1000t/h，甚至到1500t/h。薄煤层采煤机功率已加大到150～200kW，最大达300kW。功率大，不仅可使采煤机割各种硬煤、粘煤层，而且可截割夹石、开顺槽、过断层，进一步扩大了使用范围；功率加大，还可以提高牵引速度和牵引力，进而提高了生产率。目前采煤机的工作牵引速度可达8m/min，调动牵引速度达18m/min；牵引力一般为200～300kN，最大达600kN。

（4）操作方便并有完善的保护、监测系统。滚筒采煤机一般有3套操纵系统：手动操纵、遥控（离机）操纵和自动调速系统。

采煤机上还装有完善的保护系统，其中包括电动机过载保护、液压压力保护、供水保护、油质保护、温度保护、冷却等系统。

采煤机都装有完善的内、外喷雾系统，以降低工作面煤尘含量；同时一些采煤机的滚筒轴内还设有文丘里吹散瓦斯系统，以防滚筒附近瓦斯积聚而引起滚筒火花。

新型采煤机上还装有机器故障监测系统及瓦斯监测系统等，保证了机器的安全运行。

（5）向标准化、系列化、通用化发展。为扩大品种及适用范围、减少备件、便于维修，采煤机及其部件正向标准化、系列化、通用化发展。用不同功率的电动机，不同长度的摇臂，不同直径的滚筒及通用的截割部、牵引部、底托架，可以组成由薄到厚、由单滚筒到双滚筒等几十种采煤机，以适应不同煤层条件的需要。

采煤机的不足之处是：结构复杂、价格昂贵，割下煤的块度小、粉尘含量多，因而破碎单位体积的能量消耗（称为单位能耗或叫能耗）大，一般采煤单位为1.1～4.4MJ/m³。

第二节　滚筒与截齿

一、滚筒

滚筒式采煤机的截煤是靠安装在截割部的螺旋滚筒实现的，其工作机构参数的合理性对采煤机的工作效能有直接影响，因此选择参数时必须考虑各种不同的具体条件。

（一）滚筒的结构参数

螺旋滚筒的结构参数包括：滚筒的直径、宽度（截深）和螺旋叶片的参数等。它们对落煤、装煤能力都有重要影响，选择时必须重视。

1．滚筒的三个直径

滚筒的三个直径是指滚筒直径 D、螺旋叶片外缘直径 D_y 及筒毂直径 D_g，如图1-11所示。

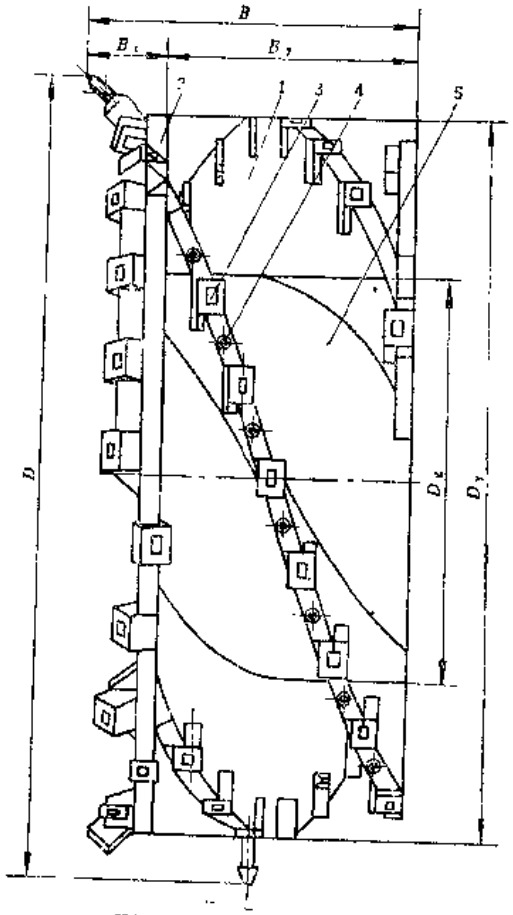


图 1-11　螺旋滚筒结构

1—螺旋叶片；2—端盘；3—齿座；4—喷嘴；5—筒毂

1）滚筒直径D

滚筒直径是指滚筒螺旋叶片上截齿齿尖处的截割圆直径。

滚筒直径应根据煤层厚度（或采高）来选择。对于薄煤层双滚筒采煤机或一次采全高的单滚筒采煤机，其滚筒直径应比煤层可采厚度小0.1～0.3m，这是考虑到割煤后顶板的下沉量，以防止采煤机返回装煤时滚筒截割顶梁。中厚煤层用的单滚筒采煤机，滚筒直径应为可采煤层厚度的0.55～0.6；双滚筒采煤机的滚筒直径应略大于最大采高的一半，或者根据两个滚筒的装煤量相等的原则来选取。

2）螺旋叶片外缘直径D_y

叶片外缘直径是指齿座突出处的最大直径，它比滚筒直径 D 小两个截齿径向伸出长度。

3）筒毂直径D_g

筒毂直径愈小，螺旋叶片内外缘直径的运煤空间愈大，对提高滚筒的装运煤能力愈有利。但它受到结构的限制，特别是薄煤层采煤机和某些筒毂内装行星齿轮的采煤机，筒毂直径不好压缩。筒毂直径过大，不仅不利于装运煤，而且会使煤在破碎过程中被带到滚筒后边去，造成循环煤量，使煤重复破碎。

2．滚筒宽度

滚筒宽度 B（图1-11）是滚筒边缘到端盘最外侧截齿齿尖的距离，也就是采煤机的截深。为有效地利用顶板压力对工作面煤壁的压酥作用，减小截深是有利的，但截深太小对采煤机生产率有影响。目前采煤机常用截深为0.6（0.63）m，但随着综采技术的发展，也有加大到0.75～1.0m的趋势。

3．螺旋叶片的参数

螺旋叶片的参数包括螺旋升角、螺距、叶片头数以及叶片在筒毂上的包角。它们对落煤，特别是装煤能力有很大的影响。

螺旋线是直角三角形缠绕到圆柱体上形成的空间曲线，螺旋叶片则是由无数条螺旋线组成的空间曲面，如图1-12所示。螺旋方向有左旋、右旋之分。

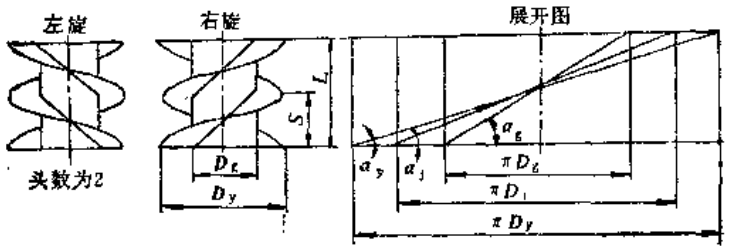


图 1-12　螺旋叶片的形成

1）螺旋叶片的升角α

螺旋升角是指螺旋线的切线与垂直螺旋轴心平面的交角，其计算式为：

$$\operatorname{tg}\alpha=\frac{L}{\pi D}\qquad(L\text{为螺旋导程})$$

螺旋叶片升角的大小直接影响滚筒的装煤效果。一般情况下，升角越大，螺旋叶片产生的轴向力也越大，即叶片的排煤能力也越大，对装煤有利。但升角太大，会把煤抛出很远，严重时会造成循环煤量增加，使煤重复破碎，装煤能力降低，能耗增大；升角太小，叶片排煤能力小，易造成滚筒堵塞。

2）螺旋叶片的导程L和头数Z

导程是螺线旋转一周的轴向距离。从运煤条件出发，当使滚筒转一圈时，螺旋叶片应能将煤推出一个叶片宽度B_y（见图1-11），即螺旋叶片的导程应不小于叶片宽度，因此，螺旋头数Z必须满足$Z\geqslant L/B_y$，否则滚筒圆周上将有一部分没有叶片，使滚筒无法顺利装煤。

通常，螺旋叶片头数Z为2～4，以双头螺旋叶片用得最多。三、四头螺旋叶片一般用于直径较大的滚筒和开采硬煤层。大直径滚筒要求装煤能力高，所以增加螺旋头数可增加导程和升角，以适应装煤要求。增加螺旋头数还可以增加同一截线上的截齿数，使切屑厚度减小，对开采硬煤是必要的。

3）螺旋叶片的螺距S

螺距是相邻两螺线之间的轴向距离。在确定了导程和头数以后，螺距即可求得，即$S=\frac{L}{Z}$。

4）螺旋叶片在筒毂上的总包角

包角是叶片围绕筒毂转过的角度。

（二）滚筒的运动参数

运动参数包括滚筒的旋转方向和转速。

1．滚筒的旋转方向

采煤机滚筒转向的确定要考虑装煤效果、产生的煤粉量、采煤机工作的稳定性和操作安全等因素。

1）逆转与顺转

滚筒截煤时分逆转和顺转两种情况，如图1-13所示。

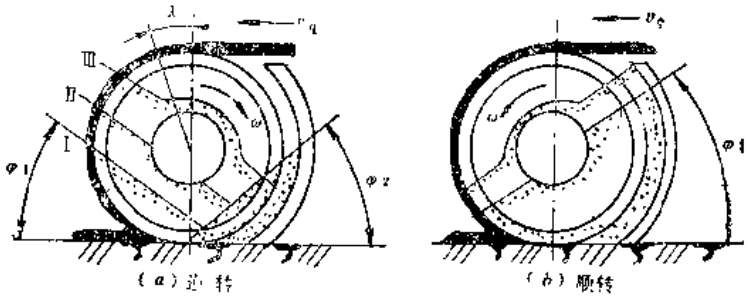


图 1-13 滚筒的逆转与顺转

（1）逆转是刀具截煤方向与碎煤落下的方向相反。逆转时，碎煤落下受到叶片阻挡，不仅落下的时间长，而且随落随装，因此碎落的煤堆积在滚筒前面，装煤区和截煤区是重合的。逆转可以避免煤的多余搬运和重复破碎，装煤单位能耗也较低，但由于被截煤壁表面呈槽形，因而装煤阻力要增大。逆转时即使不用挡煤板，也有较好的装煤效果。

（2）顺转是刀具截煤方向与碎煤落下的方向相同。顺转时，叶片加速碎煤下落，大部分煤通过滚筒下面被带到滚筒后面挡煤板侧堆积，再靠螺旋叶片运走，截割区与装煤区分开，因此运煤距离长，煤被重复破碎的可能性大，装煤单位能耗也大。顺转时，必须用挡煤板，否则工作面浮煤较厚。

双滚筒采煤机双向工作时，同一滚筒都有顺向和逆向工况。

2）采煤机不同使用条件下的滚筒转向

对于双滚筒采煤机，为了使两个滚筒的截割阻力 ΣP 能相互抵消，以增加机器工作的稳定性，必须使两个滚筒的转向相反，如图1-14所示。滚筒的转向分两种方式：反向对滚（图 a）和正向对滚（图 b）。

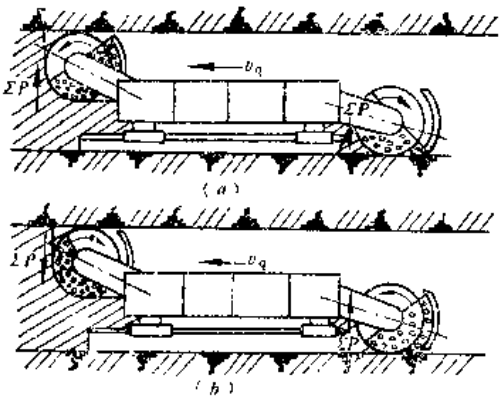


图 1-14 双滚筒采煤机的滚筒转向

采用反向对滚时，割顶煤的前滚筒顺转，故煤尘较少，碎煤不易抛出伤人。中厚煤层双滚筒采煤机都采用这种方式。虽然煤流被摇臂挡住而减小了装煤口，但由于中厚煤层采煤机的滚筒直径较大，因而仍有足够的装煤口尺寸。

采用正向对滚时，前滚筒产生的煤尘多，碎煤易伤人，所以在中厚以上的煤层中是不用这种方式的。由于煤流不被摇臂挡住，装煤口尺寸大，因而在薄煤层采煤机中采用正向对滚就显出了优势。特别是在爬底板采煤机中，滚筒直径和装煤口尺寸受到限制时，为提高装煤能力，必须采用正向对滚。

2. 滚筒的转速与截割速度

采煤机在截割过程中，滚筒以一定的转速旋转，同时又以一定的牵引速度沿工作面移动。如果滚筒每一截线上都装有截齿，则每一截齿的最大切削厚度如图1-15所示，并可用下式求得：

$$t=\frac{1000V}{mn}$$

式中 n——滚筒的转速，r/min；

V——采煤机的牵引速度，m/min；

m——滚筒每一截线上安装的截齿数；

t——截齿切削厚度，mm。

由上式可以看出，在牵引速度V和每一截线上的截齿数m已定的情况下，滚筒转速越高，截齿的切削厚度越小；反之，滚筒转速越低，则切削厚度越大。切削厚度太小，虽然瞬时截割功率小，但截割单位体积的煤所消耗的能量却大，并且煤被过分粉碎，产生大量的煤尘。因此，为了降低截割能量的消耗和减少煤尘，应适当降低滚筒的转速，增大切削厚度，但是切削厚度也不能太大，当切削厚度超过了截齿伸出齿座的长度时，则齿座将挤入煤壁，使切削状况恶化，截割功率剧增。

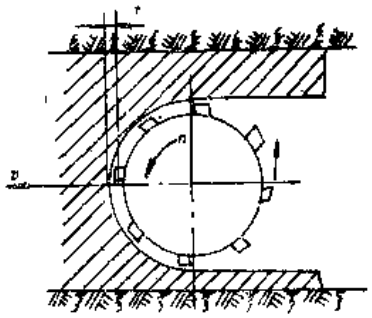


图 1-15 截齿的切削厚度

此外，由上式可知，滚筒的转速还应和采煤机的牵引速度相适应。在条件允许采用较高的牵引速度的情况下（如煤质较软、煤层较薄、或运输系统的运输能力大等），则滚筒转速也应相应增大；相反，在牵引速度较低的情况下，则应采取较低的滚筒转速。因此，在确定滚筒转速时，应以切削厚度不超过截齿伸出齿座的径向长度为原则（一般认为以不超过截齿伸出齿座长度的70%为宜）。目前，各种双滚筒采煤机其径向截齿伸出齿座的长度一般为60～80mm，有的大功率采煤机可达100mm左右。

对于薄煤层小直径滚筒，由于叶片容煤空间小，突出的问题是装煤问题，因此滚筒转速可提高到60～100r/min。

若从装煤角度来分析滚筒转速，则滚筒的装煤生产率应大于落煤生产率，这样才能避免滚筒不被煤堵塞，使采出的煤得以顺利输送。

此外，在确定滚筒转速时，还必须考虑截齿的截割速度，即截齿齿尖的圆周切向速度。在滚筒转速一定的情况下，滚筒的直径越大，其截割速度也越大。根据实际使用经验，截割速度不宜超过5m/s。因为截割速度过高，则产生的煤尘很多，截割能量消耗也大。因此，目前趋向采用较低的截割速度，一般在3～4m/s左右，最低可达1.25m/s。对于直径较大的滚筒，为了限制其截割速度，一般采用较低的滚筒转速。为了不使切削厚度过大，可以采取增加同一截线上截齿数的措施，如采用三头螺旋，则每一截线上可安装三个截齿。

在滚筒直径一定的情况下，为了改变截割速度，需要变换滚筒的转速。在采煤机截割部的减速箱内，一般都有一对可更换的换速齿轮，通过更换不同减速比的齿轮，可以得到所需的滚筒转速。有的采煤机的截割部还装有双速齿轮箱，可以很方便地根据需要用手把变换滚筒的转速，以适应截割要求。

二、截齿

截齿是采煤机上直接用来落煤的刀具。截齿的几何参数和质量对采煤机的工况、能耗、生产率和吨煤成本有很大影响。对截齿的主要要求是：耐磨性和强度要高；几何参数合理，并能适应不同煤质和截割工况；固定可靠，拆装方便。

1．截齿分类

采煤机上的截齿的种类很多，但基本可分为两类：刀形截齿和镐形截齿。

1）刀形截齿（径向截齿）

刀形截齿是采煤机上用得最多的一种截齿，它是沿滚筒半径方向安装的，故亦称径向截齿。为增加耐磨性，截齿头部镶嵌有硬质合金。

图1-16所示为刀形截齿及其固定方法。图*a*所示的固定方式用于国产 MLS_3-170 型采煤机上，它利用圆柱销及弹性挡圈将截齿固定住；图*b*为MKII型采煤机上的截齿固定方式，将圆柱销 3 穿入截齿孔中的橡胶塞 4 中，利用橡胶塞的弹性将销子卡在齿座的缺口中，拆卸时只需用专用工具将销子拧转一下，即可拔出截齿；图*c*为 DTS-300 型采煤机上的固定方式，橡胶塞和圆柱销装在齿座中，截齿装入时靠 14° 斜面抵住销子并压缩橡胶塞，靠销子卡住齿身上的缺口来固定截齿，拆卸时用专门工具将截齿拔出。

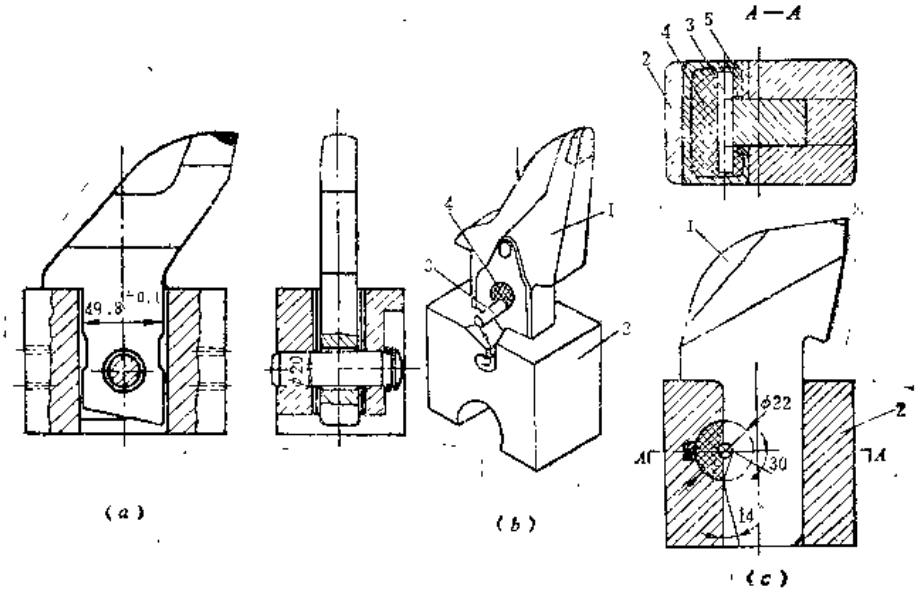


图 1-16　截齿及其固定方式

1—截齿；2—齿座；3—圆柱销；4—橡胶塞；5—卡环

2）镐形截齿（切向截齿）

镐形截齿基本上是沿着滚筒切向安装的，故称切向截齿。镐形截齿分圆锥形截齿和带刃扁截齿，如图1-17所示。

圆锥形截齿（图*a*）的齿尖是由硬质合金制成的，齿身头部也堆焊一层硬质合金，以增加耐磨性。齿身为圆柱形，插在齿座内，尾部用弹性挡圈固定。这种截齿形状简单、制造容易，可以绕轴线自转。当截齿一侧磨损时，原理上讲可以通过自转而自动磨锐齿尖，但实际由于齿身锈蚀、变形或被煤粉堵塞而不能自转。带刃扁截齿（图*b*）对煤的楔入作用要好些，但形状较复杂，不能自转。

镐形截齿落煤时主要靠齿尖的尖劈作用楔入煤体而将煤破碎，煤的破碎主要靠拉伸和弯曲作用。脆性及裂隙多的煤，适合用镐形截齿。裂隙不发达的韧性煤不宜用镐形截齿，因为韧性煤不易楔入，楔入后煤不易崩裂，使截齿被煤包住，造成阻力和电动机功率消耗急剧增加。

2．截齿配置

螺旋滚筒上截齿的排列规律称为截齿配置。截齿的合理配置可使块煤率提高、粉尘减小、单位能耗降低及滚筒受力平稳、振动小。

截齿配置情况可以用截齿配置图来表示。截齿配置图表示了所有截齿在工作机构形成表面上的坐标位置。螺旋滚筒工作机构的截齿配置图是滚筒上截齿齿尖所在圆柱面的展开图，如图1-18所示。图中水平线称为截线，是截齿的运动轨迹，相邻水平线的间距就是截距；竖线表示截齿的位置坐标。

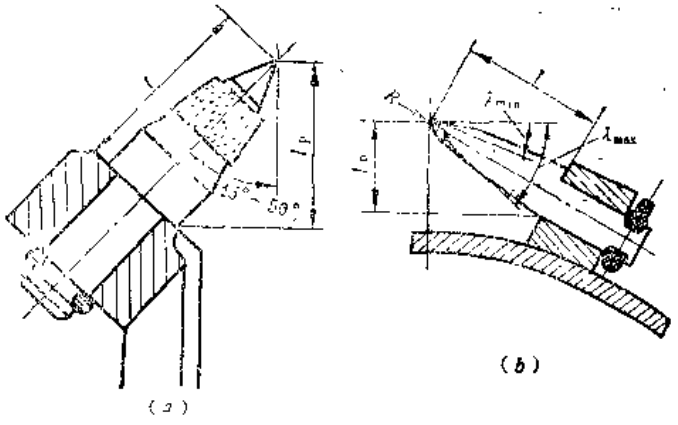


图 1-17 镐形（切向）截齿

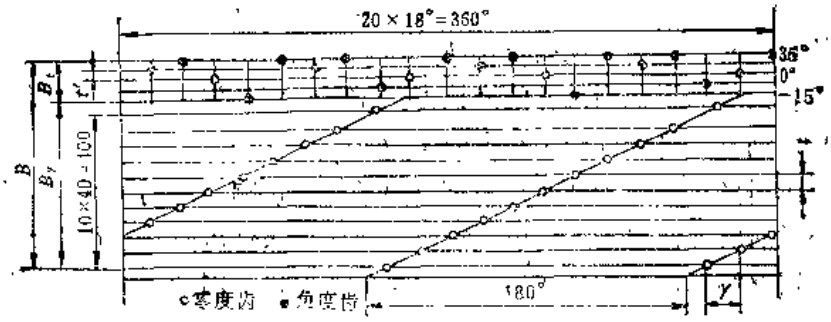


图 1-18 MLS_8-170型采煤机截齿配置图

螺旋滚筒上的截齿配置包括三部分：

（1）端盘上的截齿配置。端盘贴煤壁工作，用以切出新的、整齐的煤壁，为叶片工作开出自由面。由于煤壁处煤的压张程度差，因而端盘上的截齿密度大，且越贴近煤壁的截齿越多、截距越小。截齿向两侧倾斜，可以抵消作用在滚筒上的侧向力。端盘上的截齿一般分为2～4组，每组由0°齿及若干个倾斜齿组成。在图3-18中，端盘上的截齿分成两组，每组由0°、－5°、＋35°、＋20°、＋35°、－15°、0°、＋35°、＋20°及35°等10个齿组成。

（2）叶片上的截齿配置。叶片上截齿的截距一般为32～65mm，对硬、韧性煤，截距可小于此值，但太小则煤太碎，单位能耗增大；对脆性煤或用切向齿时，截距可大于此值。原则上讲，越靠近采空区侧，煤的压张系数越小，截距可以逐步加大。

截齿在滚筒螺旋叶片上的配置有等截距和不等截距两种形式。等截距配置就是截齿沿滚筒圆周方向分布均匀，螺旋叶片的升角是保持不变的；不等截距，即截距从煤壁向外逐渐加大，这时，为保证截齿沿圆周分布均匀，必须把叶片做成变升角的，升角由里向外逐渐加大。从装煤角度来看，煤由里向外排出时，越向外煤越多，因此，增加升角也有利于装煤。

（3）端盘端面截齿配置。当采用正切进刀方式时，滚筒要钻入煤壁，则端盘端面必须装有截齿，而且应有排煤口。

第三节 采煤机牵引部

牵引部是采煤机的重要组成部分，负担着移动采煤机并使工作机构落煤或进行调动的任

务。牵引部包括牵引机构及传动装置两部分。

一、牵引机构

采煤机的牵引机构是直接移动机器的装置，它分为钢丝绳牵引、链牵引和无链牵引三种。

1．钢丝绳牵引机构

钢丝绳牵引如图1-19所示，它由弹簧筒、绳筒、导绳轮和钢丝绳等组成。

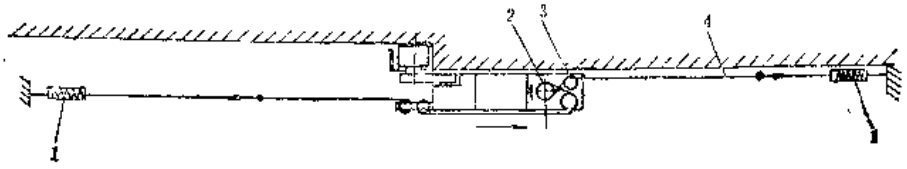


图 1-19 钢丝绳牵引原理

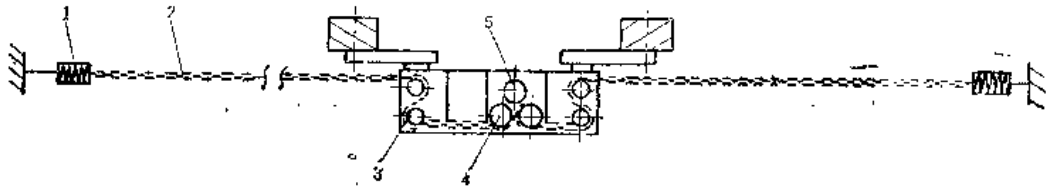
1—弹簧筒；2—绳筒；3—导绳轮；4—钢丝绳

钢丝绳在绳筒上缠绕三圈半并经导绳轮导向后，两端分别固定到刮板输送机的机头和机尾架上。当绳筒旋转时，因钢丝绳固定不动，所以绳筒将沿钢丝绳转动，并在摩擦力的作用下，带动采煤机行走。为了达到足够的摩擦力，需要给钢丝绳比较大的预张力。因此，采煤机在牵引过程中，钢丝绳将受到一个很大的张力。

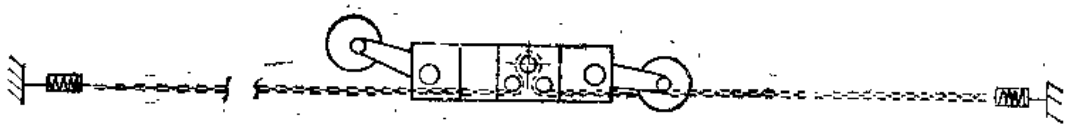
钢丝绳摩擦牵引受到钢丝绳破断拉力及弯曲半径的影响，限制了采煤机牵引力的提高；同时，钢丝绳张紧后的弹性很大，当被拉断或受到片帮煤打击时，往往使操作人员和机器受到危害。因此，钢丝绳摩擦牵引只适用于小功率的采煤机。国产MLQ_1-80型采煤机采用钢丝绳牵引，其牵引力为88.2kN（9t）。

2．链牵引机构

链牵引如图1-20所示，它由弹簧筒、牵引链、导链轮和主链轮等组成。



（a）链轮水平布置



（b）链轮垂直布置

图 1-20 链牵引原理

1—弹簧筒；2—牵引链；3、4—导链轮；5—主链轮

牵引链通过弹簧筒固定到刮板输送机的机头和机尾架上。主链轮旋转时，因牵引链固定不动，所以主链轮将与牵引链啮合滚动并带动采煤机行走。

主链轮的布置方式有两种。图1-20*a*为水平布置方式，主链轮水平布置，牵引链位于工作面的煤壁侧。这种布置方式对司机操作和行人较安全，但碎石和煤粉容易进入牵引链和链轮，同时牵引链的重力方向与其运动方向垂直，容易造成掉链、卡链和吐链不畅的现象。图1-20*b*

为垂直布置方式，主链轮垂直布置，牵引链的重力方向与其运动方向一致，便于牵引链传动，因此，大多数采煤机的主链轮均采用这种布置方式。

链牵引与钢丝绳摩擦牵引相比，具有破断拉力大(φ26×92mm牵引链破断拉力为833kN)、磨损较轻、断链易接、传动可靠等优点，能够满足大功率采煤机牵引力大、牵引速度高的要求，因而被广泛采用。由于圆环链是由刚性大的链环组成，同时链轮齿数少，因此链环绕过链轮时将产生牵引速度周期性的变化，加大了牵引部的脉动负荷，容易引起机器振动；同时，由于牵引链的存在也将会发生卡链、断链等事故，给工作面的安全和生产带来影响，所以这种牵引机构正逐渐被无链机构所代替。

3.无链牵引机构

无链牵引采煤机牵引装置的工作原理如图1-21所示，主要有以下三种类型：

(1) 传动链-齿轨啮合式（图 a）。采煤机牵引部的传动轮2通过一条封闭的传动链3（滚子板片链或圆环链）与固定的齿轨4啮合，带动采煤机牵引。

(2) 传动轮-齿轨啮合式（图 b）。采煤机牵引部的传动轮通过中间轮6与齿轮啮合，带动采煤机。

(3) 油缸推进式（图 c）。采煤机通过装在底托架上的两个推进油缸8和夹紧装置9的交替工作而移动。

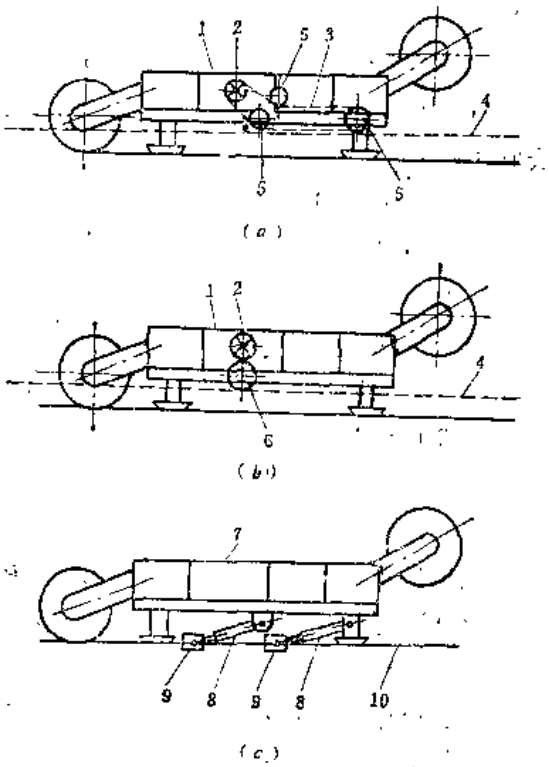


图 1-21 无链牵引装置的类型

1—牵引部；2—传动轮；3—传动链；4—齿轨；5—导向轮；6—中间轮；7—泵箱；8—推进油缸；9—夹紧装置；10—导轨

目前，无链牵引采煤机多数采用转动轮-齿轨啮合式牵引装置，如国产MG-300型、MXA-300型，英国AM-500型，联邦德国EDW-600型，日本MCLE500-DR100100型双滚筒采煤机。传动轮-齿轨啮合式牵引装置传动轮的形式有链轮式和滚柱式，齿轨形式有柱销式和齿条式。滚柱-齿条啮合式无链牵引采煤机的工作原理如图1-22所示。

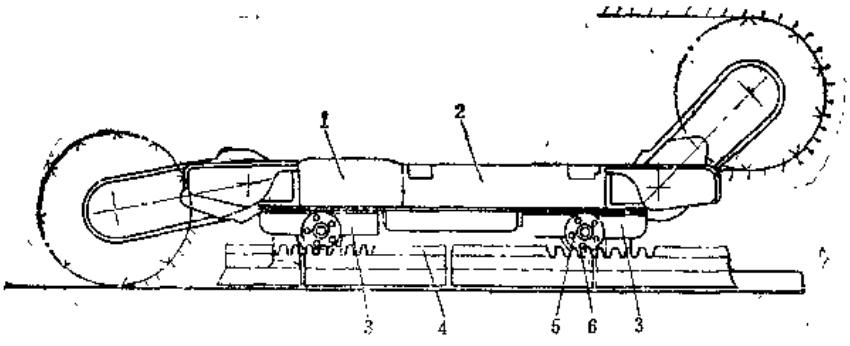


图 1-22 滚柱-齿条啮合式无链牵引采煤机

1—电动机；2—牵引部泵箱；3—牵引传动箱；4—齿轨；5—传动轮；6—滚柱

该采煤机的牵引装置由泵箱2、牵引传动箱3和齿轨4三部分组成。泵箱内装有主油泵

控制阀和其它液压元件。主油泵由电动机驱动。两个牵引传动箱分别安装在底托架的两端。箱内装有液压马达和齿轮减速装置。齿条式齿轨用螺栓固定在刮板输送机靠采空区侧的槽帮上，其长度与输送机长度相等。主油泵排出的压力油通过油管分别进入两个牵引传动箱，驱动液压马达旋转，经齿轮减速后带动传动轮转动。在传动轮上装有五个等节距的滚注，其直径为100mm。滚柱与齿轨啮合，带动采煤机牵引。

无链牵引具有一系列优点：

（1）采煤机移动平稳，振动小，因而载荷均匀，延长了机器的使用寿命，故障率也大大减少；

（2）可利用无链双牵引传动将牵引力提高到400～600 kN，以适应采煤机在大倾角（最大达54°）条件下工作，利用制动器还可使机器的防滑问题得到解决；

（3）可以实现工作面多台采煤机同时工作，以提高工作面产量；

（4）啮合效率高，可将牵引力有效地用在割煤上。因没有原来链牵引的链条通过三个链轮时产生的围绕折曲啮合损失，所以噪声也有降低；

（5）消除了牵引链带来的断链、反链敲缸等事故，大大提高了安全性。

无链牵引的缺点是：

（1）对输送机的弯曲和起伏不平的要求较高，对煤层地质条件变化的适应性较差；若底板及输送机起伏太大，则会影响无链牵引机构的啮合，造成传动件的损坏事故；

（2）无链牵引机构使机道宽度增加约100mm，所以提高了支架控顶能力的要求。

二、传动装置

采煤机牵引部传动装置的功用是将电动机的能量传到主动链轮或驱动轮，它按传动类型可分为机械传动、液压传动及电传动等几种。传动装置位于采煤机上的称为内牵引，位于工作面两端的称为外牵引。大部分采煤机都采用内牵引，只有在某些薄煤层采煤机中，为了充分利用电动机功率来割煤并缩短机身时，才采用外牵引。

1．机械牵引

具有纯机械传动装置的牵引部简称机械牵引。其特点是工作可靠，但只能有级调速，且结构复杂，目前已很少应用。

2．液压牵引

液压传动的牵引部具有无级调速特性，且换向、停止、过载保护易于实现，便于操作及实现根据负载自动调速，保护系统比较完善，因而获得广泛应用。其缺点是：效率低、油液容易污染，致使零部件容易损坏，使用寿命较低。

牵引部都采用容积调速，并且都采用变量泵-定量马达系统。其主回路有开式系统及闭式系统两种，见图1-23。



图 1-23　开式系统与闭式系统

1—主油泵；2—液压马达；3—换向阀；4—补油泵；5、6—单向阀

（1）开式系统（图1-23*a*）。主油泵1经换向阀3驱动马达2，再经机械传动驱动主动链轮。开式系统结构简单、散热条件好，但体积大，空气及脏物容易进入系统，使工作条件恶化。

（2）闭式系统（图1-23*b*）。由主油泵1驱动马达2，再经机械传动驱动主动链轮或驱动轮。它靠双向变量泵1调速和换向，靠补油泵4通过单向阀5或6补油。闭式系统结构紧凑、油池尺寸小、系统密封性好及抗污染能力强，因此目前用得最多。

3．电牵引

用可控硅整流器供给直流电，籍电子控制的调节系统来实现牵引直流电动机调速的牵引部称为电牵引。具有电牵引部的采煤机称为电牵引采煤机，它是1976年开始发展起来的新一代采煤机。

电牵引采煤机的优点是：调速性能好；因采用固体元件，所以抗污染能力强；除电刷和整流子外无易损件，因而寿命和效率都高，维修工作量小；因电子控制的响应快，所以易于实现各种保护、检测和显示；结构简单，机身长度可大大缩短，提高了采煤机的通过性能和开缺口效率。所有这些优点，使液压牵引采煤机大为逊色。因此，电牵引采煤机被认为是第四代采煤机。

第四节　采煤机几个工作参数的确定

一、采高范围

双滚筒采煤机的采高范围主要决定于滚筒的直径，但也与采煤机的某些结构参数有关，如机身高度、摇臂长度及其摆动角度范围等。对于双滚筒采煤机，其最大采高一般不超过滚筒直径的两倍。双滚筒采煤机的采高范围计算见图1-24。

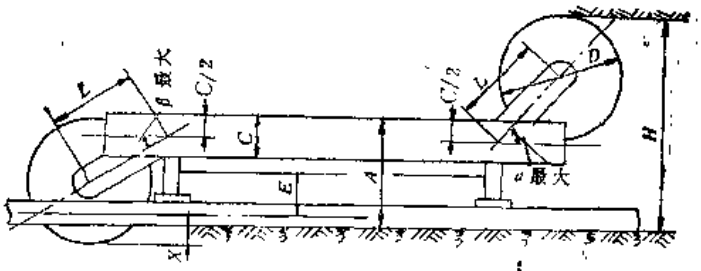


图 1-24　双滚筒采煤机的采高范围

A—机身上部距底板的距离；*C*—机身箱体厚度；*L*—摇臂回转中心至滚筒轴心的长度；*α*—摇臂相对机身水平向上摆动的最大角度；*β*—摇臂相对机身水平向下摆动的最大角度；*D*—滚筒直径。

由图可以得出采煤机的最大采高 H 和最大卧底深度 X 的关系式：

$$H = A - \frac{C}{2} + L\sin\alpha_{max} + \frac{D}{2}$$

$$X = A - \frac{C}{2} - L\sin\beta_{max} - \frac{D}{2}$$

对于一定直径的滚筒，采煤机的采高范围是一定的。如果需要在较大范围内改变其采高，则必须改变滚筒的直径，必要时还需相应改变机身的高度（即改变底托架的高度）和改变摇臂长度及其摆角范围。

在选用采煤机时，为了满足采高的要求，需要合理地选择滚筒直径和机身高度。

二、截深

截深是指工作机构（滚筒）切入煤体的深度。滚筒式采煤机采用浅截深采煤（截深一般为500～700mm，个别可达1000mm左右），其目的在于充分利用煤的压张效应，以减小刀具受力和能耗。煤的压张效应就是围岩对煤层的压力作用而使煤被压酥的现象。截深对采煤机的生产率和电动机功率有很大影响。

截深与煤层厚度、煤质硬度、顶板岩层的稳定性以及液压支架的移动步距等因素有关。以顶板压力压酥煤体的深度为采煤高度的1/2～1/3而论，煤层越厚，截深也应越大，但实际上对于采高在3m以上的煤层来说，适当减小截深可以减少顶板暴露面积，避免冒顶、片帮事故的大量发生。相反，若煤层薄（如1m以下），由于顶板压力小，为提高采煤机的生产率则应适当加大截深。此外，截深还应与液压支架的推移步距相等。

三、牵引速度的选择

采煤机截煤时，牵引速度越高，单位时间内的产煤量越大，但电动机的负荷和牵引力也相应增大。为使牵引速度与电动机负荷相适应，牵引速度应能随截割阻力的变化而变化。当截割阻力变小时，应加快牵引，以获得较大的切屑厚度，增加产量；当截割阻力变大时，则应降速牵引，以减小切屑厚度，防止电动机过载，保证机器正常工作。为此，牵引速度应是无级的，至少是多级的，并且能随截割阻力的变化自动调速。目前，双滚筒采煤机的最大牵引速度一般为8～10m/min，有的采煤机高达18m/min。截煤时，牵引速度一般不超过5～6m/min，而较大的牵引速度只用于调动机器和装煤。

采煤机截煤时，司机应按工作面的具体条件，选择适宜的牵引速度。即使采煤机装有自动调速装置，司机也需要预先选定工作牵引速度，以限制采煤机截煤时的最大牵引速度。

选择工作牵引速度时，首先应考虑采煤机的生产能力应与采区运输设备的运输能力相适应，以便使采下的煤能顺利地运出去。此外，还应考虑采煤机的负荷，以免机器过载。采煤机的生产能力计算如下：

$$Q = 60HBV\gamma$$

式中 Q——采煤机小时最大生产能力，t/h；

H——采高，m；

B——截深，m；

V——牵引速度，m/min；

γ——实体煤的容重，t/m^3，$\gamma = 1.2 \sim 1.4 t/m^3$。

例：某工作面采高$H = 2.5m$，采煤机的截深$B = 0.6m$，煤的容重$\gamma = 1.4 t/m^3$，工作面和顺槽运输设备的运输能力为500t/h（SGD-730/250型刮板输送机，SZQ-75型转载机），则采煤机的最大工作牵引速度可由上式导出为：

$$V_{max} = \frac{Q}{60HB\gamma}$$

$$= \frac{500}{60 \times 2.5 \times 0.6 \times 1.4}$$

$$\approx 4 m/min$$

另外，选择牵引速度时还应考虑滚筒截齿的最大切削厚度。对于一定的滚筒转速和允许的截齿切削厚度，可用下面公式求出允许的工作牵引速度：

$$V = \frac{m \cdot n \cdot t}{1000} (m/min)$$

假如滚筒转速$n = 50r/min$，每一截线上的截齿数$m = 2$，允许的切削厚度$t = 50mm$，则允许的工作牵引速度为：

$$V = \frac{2 \times 50 \times 50}{1000} = 5m/min$$

为了不使工作面和顺槽运输设备过载，采煤机的工作牵引速度应取较小值，即4m/min。对于装有自动调速装置的采煤机，司机应预先把牵引速度调到这个数值，然后自动调速装置可根据机器的负载情况，在预定的速度范围内进行自动调速。对于没有自动调速装置的采煤机，司机也应注意使采煤机的最大牵引速度不要超过该数值，并应在工作中注意机器的负载情况，随时根据负载变化调整牵引速度。

第五节　采煤机工作中的几个问题

一、牵引链的固定与张紧

牵引链两端的固定方式有：刚性固定、带弹簧补偿装置的固定及带液压紧链装置的固定。

1．刚性固定方式

这种固定方式是用联结环把牵引链的两端直接固定在刮板输送机的机头、机尾架上，即牵引链端呈刚性固定。在悬挂牵引链时有两种情况：一种是不给链条以张紧力；另一种是预先给链条以张紧力。

无预紧力的刚性固定方式如图1-25a所示。悬挂牵引链时，只是把链条沿工作面拉直，然后将两端固定住。这种固定方式操作简便，采煤机运行中紧边链条的张力等于牵引阻力$S_2 = T$，因为松边链条的张力$S_1 = 0$。从链条受力分析来看，采用这种固定方式时，链条紧边拉力较小，而松边无拉力或拉力小，工作中出现松弛，因此不利于吐链，易发生掉链、卡链

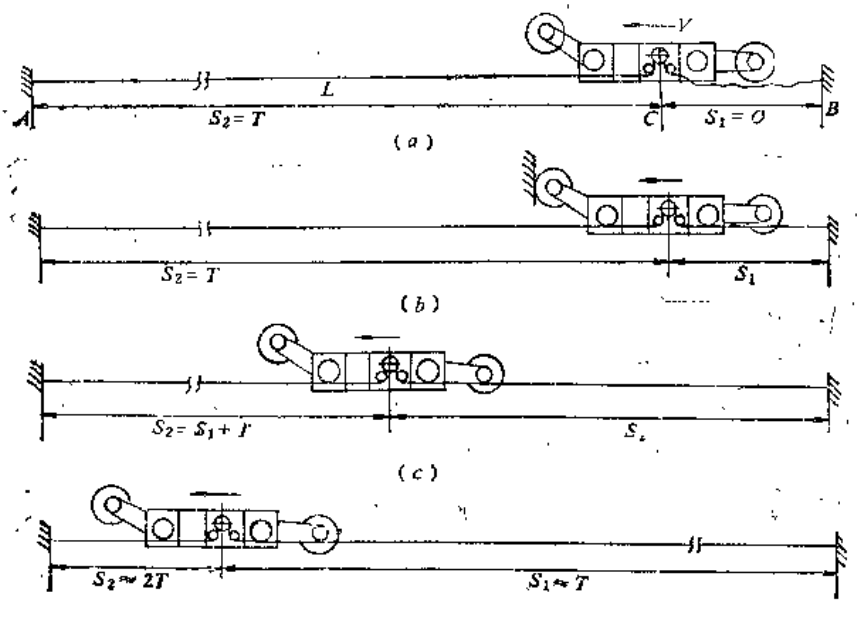


图 1-25　牵引链刚性固定方式

事故，机器平面内的稳定性也不好，同时，在采煤机突然换向牵引时，容易引起松边链突然拉紧而跳动，危及工人安全，因而需要先把松弛的链条拉紧，然后采煤机才能换向运行。

为了消除采煤机松边链条的松弛状态，在悬挂牵引链时，可利用采煤机牵引部或其它工具（倒链、液压千斤顶）把牵引链预先拉紧。如图1-25*b*所示，采煤机位于工作面的*B*端，使滚筒顶在煤壁上，开动牵引部，将*AC*段链条拉紧。当链条中的张力接近采煤机的最大牵引力$S_2 \approx T$时，把*B*端松弛的链条拉直并固定住。这样，采煤机在运行中，其松边链条就不会出现松弛了。但是，采用这种刚性固定方式时，紧边链条的张力将等于松边链条的张力加上牵引阻力，即$S_2 = S_1 + T$（图1-25*c*），特别是采煤机运行到*A*端时，其牵引链紧边的张力将达到两倍的牵引阻力，即$S_2 \approx 2T$（图1-25*d*），这对牵引链来说是十分危险的，容易造成断链事故。因此，这种刚性固定方式一般只用在较短的工作面及牵引力较小的采煤机的牵引链固定。

2．带弹簧补偿装置的固定方式

这种固定方式是利用预先压缩的弹簧使牵引链的松边保持一定的张力，并且通过弹簧的压缩行程补偿牵引链的弹性收缩，使链条不至产生过大的张力。

弹簧补偿装置装在刮板输送机的机头和机尾架的侧面，牵引链绕过端部的导向链轮后固定在弹簧的活动端。其工作情况如图1-26所示。

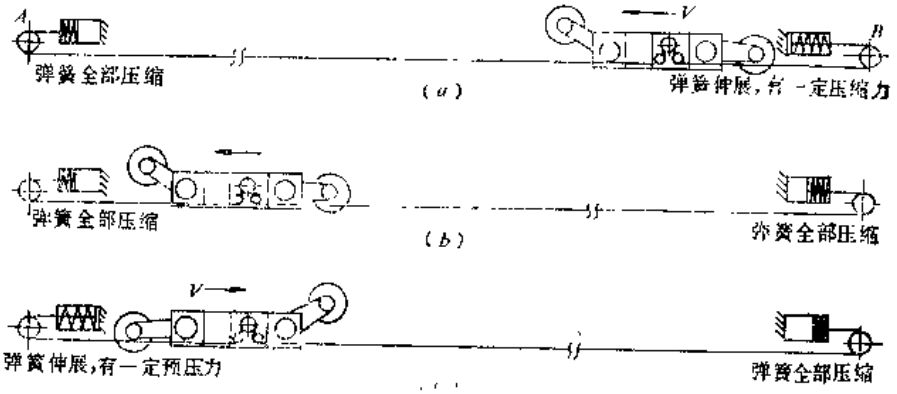


图 1-26 弹簧补偿装置的工作过程

当采煤机位于工作面*B*端（图*a*）时，利用牵引部把采煤机前边的链条张紧，使*A*端弹簧全部压缩；然后把采煤机后边的链条拉直，绕过导向链轮与*B*端弹簧补偿装置的活动端固定。由于弹簧具有一定的预压缩量，因而使松边链条有一定的张紧力。当采煤机由*B*端向*A*端截割时，*A*端弹簧全部压缩（相当于刚性固定），采煤机前方紧边链条通过链轮逐渐转移到后边（即松边），使受力产生弹性伸长的链条开始收缩，于是将*B*端弹簧逐渐压缩，其压缩量使链条的弹性收缩得到补偿（图*b*），因而松边链条的张力不致增大很多。当采煤机由*A*端返回向*B*端截割时（图*c*），*B*端的弹簧全部压缩，而*A*端的弹簧伸展，并使松边链条保持一定的张力。

3．带液压紧链装置的固定方式

采煤机牵引链通过工作面两端的液压紧链装置固定在刮板输送机的机头、机尾架上。液压紧链装置的工作原理与弹簧补偿装置相似，不同之处是利用液压缸的伸缩来代替弹簧的压缩，其工作原理如图1-27所示。液压紧链装置采用一个单作用液压缸1，在液压缸的活塞杆端装有一个可以沿导轨移动的滑轮2，牵引链绕过滑轮固定在架子上。液压缸的活塞腔接工

作面液压支架的高压管路，活塞杆在缸内压力液的作用下向外伸出，并通过滑轮把牵引链的松边张紧。如果在牵引链张力的作用下，液压缸内的压力大于支架管路压力时，单向阀4关闭。若牵引链的张力进一步增大，使液压缸内的压力超过安全阀5的调定压力时，安全阀开启，缸内压力液经安全阀排出，活塞杆缩回，因而限制了牵引链张力的进一步增大。安全阀的调整压力一般稍高于液压支架泵站的工作压力，因此采煤机松边链条的张力可保持在一定范围内。

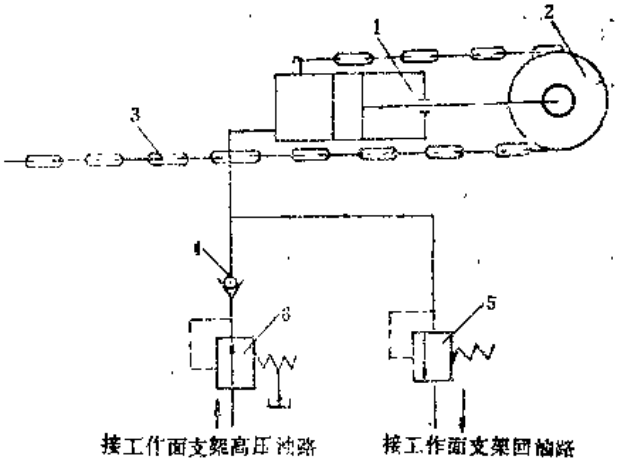


图 1-27　液压紧链装置的工作原理

1—液压缸；2—滑轮；3—牵引链；4—单向阀；5—安全阀；6—减压阀

液压紧链装置的工作过程如图1-28所示。采煤机位于工作面的B端，利用牵引部将链条张紧，其紧链过程与前述相同。当采煤机从工作面的B端向A端截割时（图a），在紧边链条张力的作用下，A端液压缸的安全阀卸载，活塞杆完全收回。这时，B端液压缸的活塞杆在压力液的作用下伸出，并将松边链条张紧。随着采煤机向前截割，紧边链条逐渐转移到松边，使松边链条的张力增大，液压缸内的压力也随之增大。当松边链条的张力增大到使液压缸的安全阀卸载时，活塞杆便缩回，以补偿链条的弹性收缩，从而限制了松边链条的张力不再增大。当采煤机截割到工作面A端时（图b），B端液压缸活塞杆则接近于完全缩回。当采煤机从A端返回向B端截割时，其过程与上述相同。

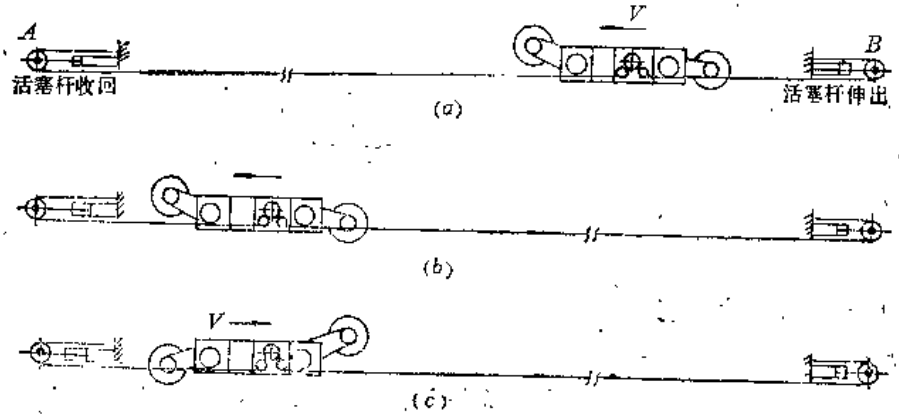


图 1-28　液压紧链装置的工作过程

由上可知，采用液压紧链装置，可使牵引链的松边始终保持一定的张力，并可防止紧边链条出现过大的张力。

以上三种牵引链的固定方式在目前双滚筒采煤机上都有应用。但是实践表明，采用带弹簧或液压缸的固定方式，不仅可以避免松边链条出现松弛，并且可以防止紧边链条出现过高的张力，因而对于提高牵引链工作的可靠性是有利的，故目前多数采煤机的牵引链均采用这两种固定方式。由于液压紧链装置兼有补偿链条弹性收缩和张紧链条的作用，并且紧链操作方便，因而得到比较广泛的应用。

二、挡煤板的操作

在采煤机截割部一般都装有挡煤板，它位于滚筒的后面，用来提高螺旋滚筒的装煤效果，减少浮煤量及抑制煤尘飞扬。

挡煤板分弧形挡煤板及门式挡煤板两种。弧形挡煤板（图1-29）套装在滚筒轴上，根据采煤机不同牵引方向的需要，可将它翻转到滚筒的任一侧。滚筒逆转（图中b向）时，堆积在滚筒后面的碎煤较少，作用在挡煤板上的力P和顶起挡煤板的力较小，但要经摇臂下面向输送机装煤。滚筒顺转（图中a向）时，堆积在滚筒后面的煤较多，作用在挡煤板上的力P和顶起挡煤板的力较大，为了避免大块浮煤丢在挡煤板后面，要求挡煤板的重量不能太轻，以防挡煤板被顶起而漏煤。

弧形挡煤板可以利用重力和摩擦力来翻转。当采煤机工作到工作面一端后，把弧形挡煤板的固定销拔出，让弧形挡煤板自由悬挂在滚筒下面；改变牵引方向后，再把摇臂放下，靠底板与挡煤板间的摩擦力，就可以把挡煤板翻转到合适的一侧，再将固定销插上即可。

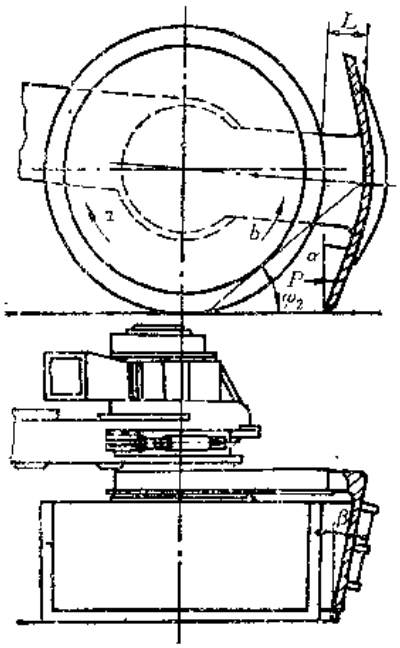


图 1-29 弧形挡煤板

当采用正切进刀法时，就不能用弧形挡煤板，而要用门式挡煤板（图1-30）。门式挡煤板一般装在滚筒外侧，可以绕铰销转动。工作时主要利用后滚筒的挡煤板帮助装煤，前滚筒挡煤板则展开成与采煤机机身平行，这样，挡煤板就不必翻转。门式挡煤板的装煤效果不如弧形挡煤机，因此很少采用。

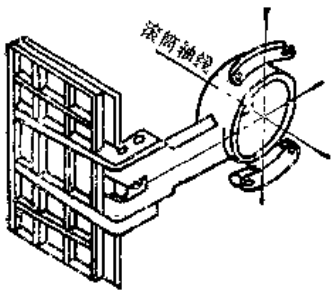


图 1-30 门式挡煤板

三、喷雾降尘与水冷系统

1. 采煤机的喷雾降尘

滚筒采煤机在截煤和装煤过程中产生大量的煤尘，这不仅危害工人的身体健康，影响正常工作，而且还容易引起煤尘爆炸事故。因此，《煤矿安全规程》规定：采煤机工作时必须有内、外喷雾装置，否则不得工作。

目前，采煤机普遍采用喷雾降尘。喷雾降尘是用喷嘴把压力水高度扩散，使其雾化，形成粉尘源与外界隔离的水幕。雾化水能拦截飞扬的粉尘而使其沉降，并有冲淡瓦斯、冷却截齿、湿润煤层和防止截割火花等作用。

压力水流经滚筒轴的中心孔道，从安装在滚筒叶片上的许多喷嘴向截齿喷射，称为内喷雾；喷嘴装在采煤机机身上，将水从滚筒外向滚筒及煤层喷射，称为外喷雾。内喷雾时，喷嘴离截齿近，可以对着截齿前面喷射，把粉尘扑灭在刚刚生成而还没有扩散阶段，降尘效果

好，耗水量也小，但供水管要通过滚筒轴和滚筒，需要可靠的回转密封，喷嘴容易堵塞和损坏。外喷雾的喷嘴离粉尘源较远，粉尘容易扩散，因而耗水量较大，但供水系统的密封和维护比较容易。

在瓦斯含量较大的工作面，由于采煤机滚筒附近的瓦斯不易被工作面的风流带走，因此容易形成瓦斯聚集，故国外有的采煤机采用气水混合喷射装置，用以冲淡滚筒附近的瓦斯。气水混合喷雾装置如图1-31所示。

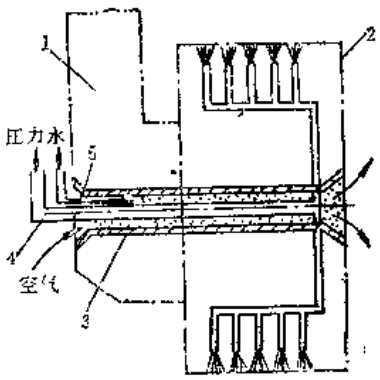


图 1-31 气水混合喷雾装置

1—摇臂箱；2—滚筒；3—空心套；4—滚筒内喷雾水管；5—喷嘴

近年来，苏联一些采煤机还采用泡沫降尘装置。该装置的系统和供液原理与喷雾系统相同，但不是用喷嘴，而是用泡沫喷射器，并在喷雾水中加进特殊添加剂（起泡剂），使其以很高的扩散倍数形成泡沫。该装置工作时，工作机构完全被大量的泡沫所覆盖，从而使煤尘生成处与外界隔离，提高了降尘效果。泡沫喷射器的工作原理如图1-32所示。

喷嘴1喷射的液体呈锥形（锥角20°～40°）进入腔室2，空气从腔室侧孔被吸入，雾化的液体和空气进入混合腔3。空气在这里得到雾化液体的部分动能后冲入扩散管4，动能在这里转变为势能，进而提高气水混合物的压力，然后经筛网5喷出。筛网用以促使气水混合物起泡。

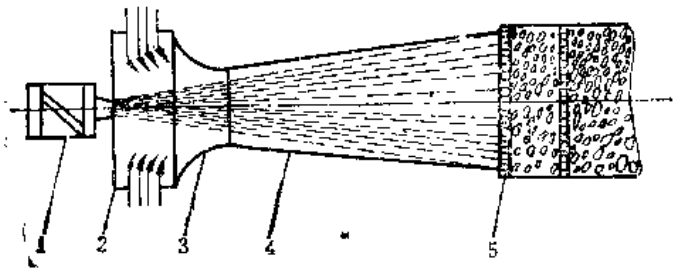


图 1-32 泡沫喷射器工作原理

1—喷嘴；2—进气腔；3—混合腔；4—扩散管；5—筛网

2．采煤机的水冷系统

目前，采煤机一般都采用水冷式电动机。这种电动机的定子和外壳之间有一水套，冷却水流经水套，将电动机热量带走。采用水冷式电动机，在同样外形尺寸的条件下，可以增大电动机功率。此外，采煤机的液压牵引部在工作中产生很大热量，也需要采用水冷方式来降低工作油液的温度，以保证牵引部正常工作。因此，采煤机都设有水冷系统。

采煤机的水冷系统和喷雾降尘系统是结合在一起的。一部分压力水在冷却电动机和牵引部后，再用于喷雾降尘。

各种滚筒式采煤机的喷雾和水冷系统大体上是相同的，如图1-33所示。

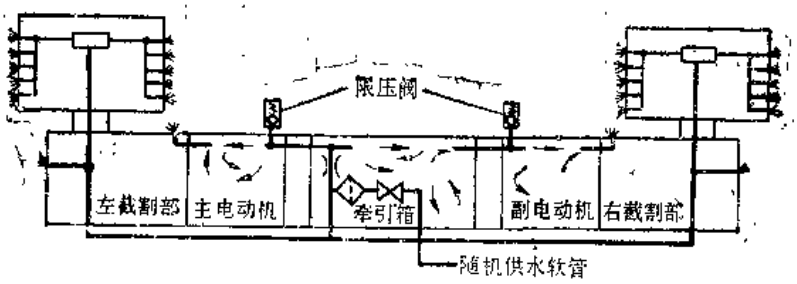


图 1-33 DTS-300型采煤机的喷雾及水冷系统

工作面的压力水源可以利用静压水，也可以在采区设立供水站。水泵可选用柱塞式水泵

或多级离心式水泵。工作面的压力水管一般用内径为25mm的耐压软管。

应该注意，采煤机不允许在停水或水压不足的情况下工作。有的采煤机装有联锁装置，在起动采煤机时，水泵应提前起动，当水压过低时，可自动停止采煤机运转。

四、采煤机电缆拖移方式（装置）

采煤机沿工作面往返截割时，其动力电缆和供水软管必须跟随采煤机一起移动。采煤机的动力电缆和水管一般从下顺槽进入工作面，从工作面下端到工作面中点的这一段电缆和水管固定铺设在刮板输送机溜槽侧面的电缆架上，而从工作面中点到上顺槽的这一段电缆和水管则须随采煤机往返移动。为了消除盘放电缆和水管的体力劳动，目前综采机械化采煤工作面上的电缆和水管都是由采煤机自行拖移的。

采煤机的拖缆装置有两种型式：一种是采用链式电缆夹；另一种是不用电缆夹。

链式电缆夹装置是把移动电缆和水管卡在链式电缆夹内，电缆夹的端部用一可回转的联接装置固定在采煤机的接线箱上。采煤机直接拖动电缆夹，从而带着电缆和水管跟随采煤机在电缆架内往返移动。这样，拖动电缆的拉力由链式电缆夹承受，电缆和水管不受拉力，并且被电缆夹所保护，从而防止了被拽断或砸坏。采煤机拖移电缆情况如图1-34所示。图中虚线表示固定电缆和水管，实线表示采煤机拖移的电缆夹和水管。

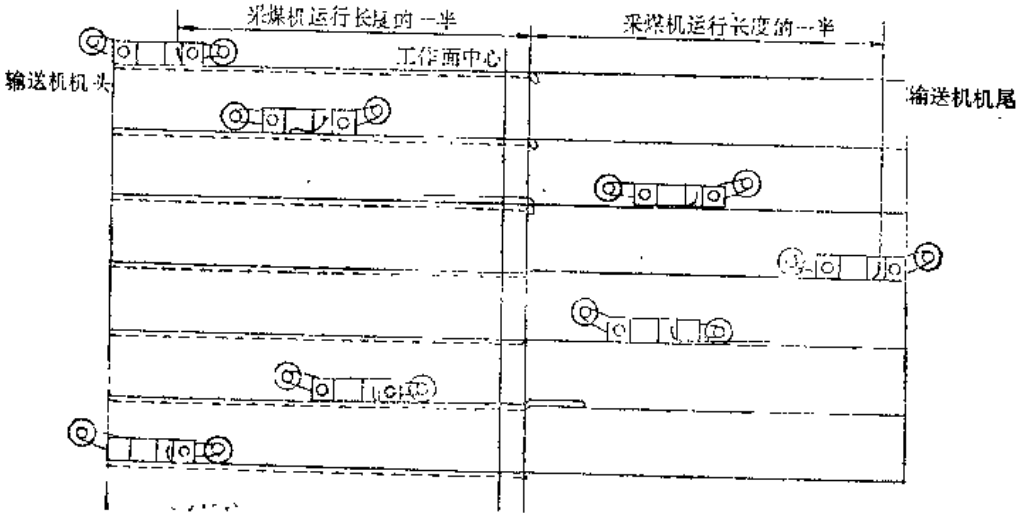


图 1-34 采煤机拖缆工作情况

如果不用电缆夹拖移电缆和水管，应必须采用专门的装置进行管理，以保证电缆和水管随采煤机运行时自动沿工作面叠加。不用电缆夹可以减轻拖移部分的重量，减小采煤机的牵引负荷，但是，电缆和水管本身要承受较大的拉力，并且容易被拽断或砸坏。所以大多数采煤机都采用电缆夹拖移。

五、防滑装置

骑在输送机上工作的采煤机，当煤层倾角大于10°时，就有下滑的危险。特别是链牵引采煤机向上工作时，一旦断链，就会造成机器下滑的重大事故。因此，煤矿安全规程规定：当倾角大于10°时，采煤机应设防滑装置。

目前，采煤机的防滑装置主要有以下几种类型：防滑杆装置、抱闸式防滑装置和防滑液压安全绞车。

1. 防滑杆装置

防滑杆装置如图1-35所示，在采煤机底托架上装有防滑杆1和操纵手把2。防滑杆是顺着煤层倾斜向下的方向安装的。当采煤机下行牵引时，即使牵引链断了，由于滚筒受煤壁阻挡，采煤机不会下滑，因而需操纵手把将防滑杆提起。当采煤机上行牵引时，则需把防滑杆放下，这时如果发生断链，采煤机下滑，防滑杆便顶在刮板输送机的刮板上，只要及时停止输送机，即可制止采煤机下滑。这种防滑装置只用于中小型采煤机上。

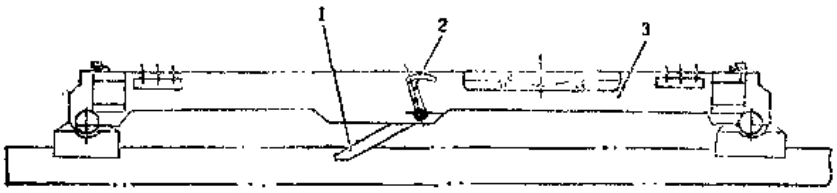


图 1-35 防滑杆装置

1—防滑杆；2—手把；3—底托架

2．抱闸式防滑装置

抱闸式防滑装置的结构原理如图1-36所示。连杆3的上端与采煤机的底托架联接，下端与螺杆4固定。在螺杆上装有两个闸块2，其右侧闸块与螺杆右端的螺纹配合，两闸块滑套在刮板输送机侧的导向管1上。

当采煤机沿工作面倾斜方向向下牵引时，由于煤壁挡住滚筒，采煤机不会下滑，因此防滑装置不起作用。当采煤机向上牵引时，一旦牵引链被拉断，则采煤机开始下滑，并带动与底托架连接的连杆转动螺杆，使螺杆右端的闸块向里移动，两闸块便紧紧抱住导向管，从而制止采煤机下滑。

3．液压安全绞车

液压安全绞车是一种滚筒式小绞车，采用变量油泵和定量马达传动系统，结构比较复杂。绞车安装在工作面的上顺槽内，其钢丝绳端连接在采煤机上。当采煤机下行牵引时，通过钢丝绳带动绞车向外放绳，并使钢丝绳保持一定的张力；当采煤机上行牵引时，绞车自动向里缠绳，其缠绳速度始终与采煤机牵引速度一致，并能随采煤机牵引速度的变化自动调节缠绳速度，使钢丝绳的张力始终保持不变。一旦采煤机发生断链情况，则通过采煤机的下滑而使绞车制动，采煤机便在钢丝绳的牵制下停止下滑。

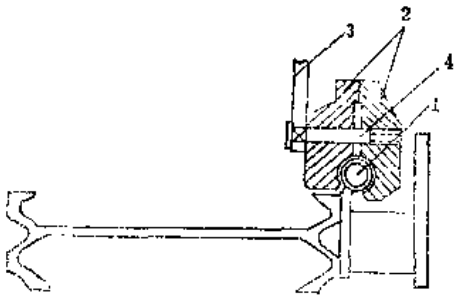


图 1-36 抱闸式防滑装置

1—导向管；2—闸块；3—连杆；4—螺杆

习题与思考题

1．简述滚筒式采煤机的发展概况。

2．说明双滚筒采煤机主要配套设备之间的关系。

3．滚筒式采煤机主要由哪几部分组成？各部分有什么作用？

4．双滚筒采煤机有哪几种调高方式？各种调高方式有哪些优缺点？

5. 滚筒式采煤机的进刀方式有哪几种？其适用范围是什么？

6. 双滚筒采煤机具有哪些特点？

7. 双滚筒采煤机滚筒的转向有哪两种方式？各用于什么条件下？

8. 截齿分几种类型？它们的固定方式是怎样的？

9. 已知SIRUS-400型双滚筒采煤机的机身高度 $A=875mm$，箱体厚度 $C=450mm$，滚筒直径 $D=1500mm$，摇臂长度 $L=1500mm$，摇臂水平向上的最大摆角 $\alpha=50^{\circ}$，向下最大摆角 $\beta=20^{\circ}$，试计算该采煤机的最大采高 H 及卧底量 X。

10. 采煤机牵引机构有哪几种方式？各有什么特点？

11. 什么是截深？为什么滚筒式采煤机一般都采用浅截深？

12. 已知某回采工作面采高 $H=2.5m$，MXA-300/3.5型双滚筒采煤机的截深 $B=6.25m$，煤的容重 $\gamma=1.4t/m^3$，工作面和顺槽运输设备的运输能力为600t/h（SGW-250型刮板输送机，SZD-730/160型转载机），试计算采煤机的最大工作牵引速度。

13. 采煤机牵引链的固定与张紧有哪几种方式？一般采用哪一种？为什么？

14. 简述采煤机冷却、喷雾系统的作用及采煤机的喷雾方式。

15. 采煤机在什么情况下应采取防滑措施？防滑装置有哪几种型式？

第二章　MLS_3-170型双滚筒采煤机

第一节　概　　述

MLS_3-170型采煤机是我国鸡西煤矿机械厂的产品。该机型号的意义是：M——采煤机；L——联合；S——双滚筒；3——第三次设计；170——电动机功率为170kW。

一、适用范围

MLS_3-170 型采煤机适应于开采厚度为 1.6～3.0m，工作面倾角 0°～30°，顶板中等稳定，底板不过于松软且起伏不大的中厚煤层，并能截割普氏系数为 2～3 的矸石夹层。当工作面倾角大于10°时，应当使用防滑装置；超过16°时，应设置液压安全绞车。

采煤机中所有的电气设备均符合矿用防爆的要求，因此该机可用在含有瓦斯或煤尘爆炸危险的矿井。

该采煤机与自移式液压支架、可弯曲刮板输送机配套，可实现综合机械化采煤；亦可与金属支柱、金属铰接顶梁配套，实现一般机械化采煤。

二、机器的组成

MLS_3-170 型采煤机如图2-1所示，它主要由截割部、牵引部、电气装置及附属装置等四大部分组成。

截割部由左、右机头减速箱 4 及摇臂驱动的左、右滚筒 8 组成。

牵引部包括牵引传动箱 3 、主动链轮、导向链轮及牵引链15等。

电气部分包括电动机 1 、中间箱 2 及带有电磁阀的电液控制箱 5 和带有电气按钮的接线箱 6 等组成。

底托架10用来支承采煤机。两个导向管套13抓在输送机采空区侧的导向管上，并用两个滑靴支撑在槽帮上，其上有调斜千斤顶12。另两个滑靴16支承在输送机靠煤壁的槽帮上。两

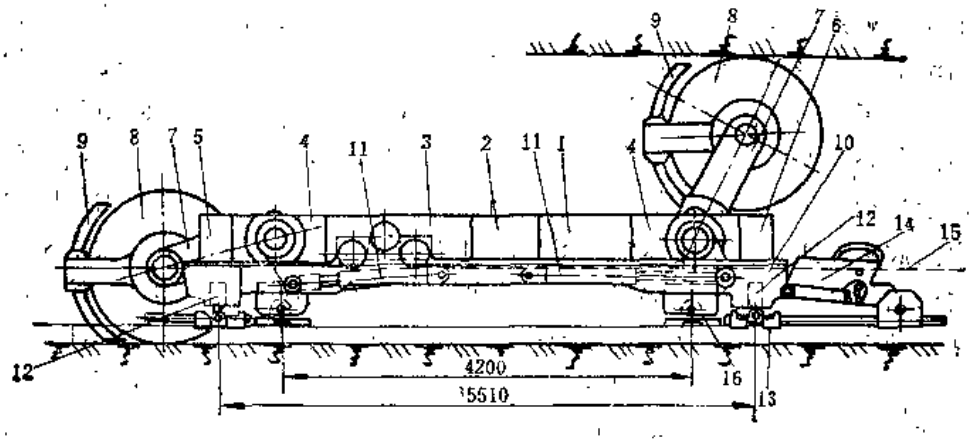


图 2-1　MLS_3-170型采煤机

1—电动机；2—中间箱；3—牵引部；4—机头减速箱；5—控制箱；6—接线箱；7—摇臂减速箱；8—螺旋滚筒；9—弧形挡煤板；10—底托架；11—调高千斤顶；12—调斜千斤顶；13—导向管套；14—防滑装置；15—牵引链；16—滑靴

个调高千斤顶11用于滚筒调高。此外，还有电缆拖移装置、左右弧形挡煤板及内、外喷雾等附属装置。

三、技术特征

MLS$_3$-170型采煤机的主要技术特征如下：

生产能力	780t/h
采高	1.6～3m
截深	0.6m
滚筒直径	1.3、1.6m
滚筒转速	78、64、50r/min
牵引方式	液压传动有链牵引
牵引速度	0～9.33m/min
最大牵引力	210kN
牵引链规格	ϕ22×86mm
电动机型式	DMB-170S防爆双鼠笼型
功率	170kW
电压	660/1100V
转速	1500r/min
降尘方式	内、外喷雾
外形尺寸（长×宽×高）	6700×2113×1317mm
重量	28900kg

第二节 牵 引 部

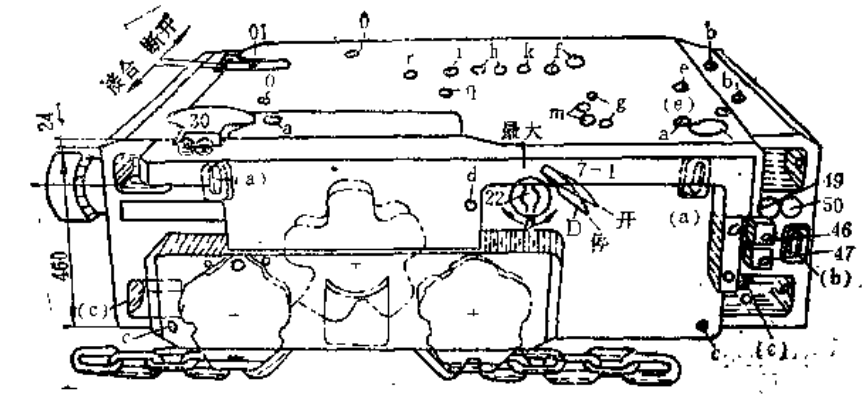
MLS$_3$-170 型双滚筒采煤机的牵引部包括液压系统、机械传动系统、电气系统及冷却系统几部分。

一、结构特点

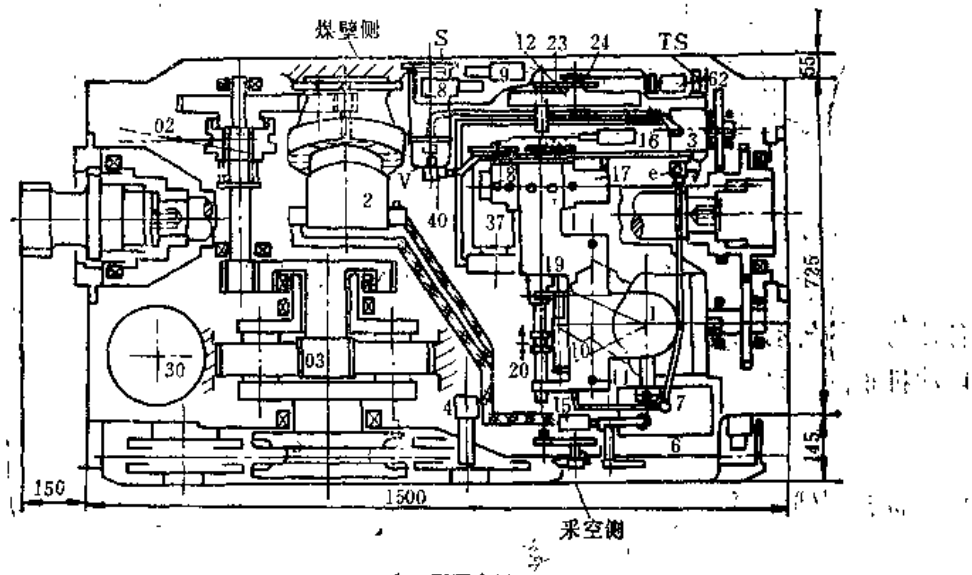
牵引部为一矩形铸钢箱体，如图2-2*a*所示。箱体的正面垂直布置着主链轮和两个导向链轮以及采煤机的开停操作手把和调速换向手把，右面安装有牵引部液压系统的高、低压压力表、可调节流阀旋钮以及油位观察窗等。箱体上盖板的左边装有牵引部齿轮离合器操作手把和冷却器的端盖。上盖板上还布置有液压系统的注油孔，液压元件的排气孔、调节孔及检查观测孔等孔眼。箱体的左侧直接与截割部机头减速箱连接，右侧通过中间箱与电动机联接。

箱体内部可分为左、中、右三个腔室（见图2-2*b*），右侧为一单独腔室，装有主油泵和辅助泵的传动齿轮及齿轮联轴节等部件；左侧腔室较小，装有牵引部过桥轴的联轴节，并通过小孔与中间腔室连通，位于箱体轴线附近的过桥轴通过这两个联轴节向截割部传递动力；中间腔室占牵引部内的绝大部分空间，其右半部主要装有主油泵、辅助泵、控制阀组、液压及电机功率自动调速机构、手动及电动调速换向机构及滤油器等部件，左半部装有液压马达及其传动齿轮、齿轮离合器和冷却器等部件。另外，在中间腔室的右上角下方（煤壁侧，图中未表示）还有一个单独的小腔室，里面装有电磁阀等电气元件。

箱体内分为两个独立的油池，右侧腔室内注齿轮油，注油量为3.5L，用于润滑主油泵和辅助泵的传动齿轮；中间腔室和左侧腔室内注液压油，注油量为200L，用于牵引部液压系统和传动齿轮的润滑。



(a) 外形



(b) 平面布置

图 2-2 牵引部结构示意图

1—主油泵；2—液压马达；3—辅助泵；4—手压泵；5、6、7—控制阀组；7-1—开关手把；8—电机功率控制电磁阀；9—换向调速电磁阀；10、11、17、18、19、20—自动调速机构；12—调速油缸；15—开关阀控制油缸；16—滤油器清洗油缸；22—调速换向手把；23—齿轮；24—开关圆盘；30—冷却器；37—粗滤油器；40—精滤油器；46—可调节流阀(控制18用)；47—可调节流阀(控制12用)；49、50—高、低压压力表；62—终点开关；TS—油温开关(整定在70℃)；V—脏度指示器；01—齿轮离合器；02—行星轮系；03—链轮；a—液压腔注油孔；(a)—液压油油位观察窗；b—齿轮腔注油孔；b1—检查孔；(b)—齿轮腔油位观察窗；c—放油孔(液压腔)；(c)—放油孔(齿轮腔)；d—手压泵丝堵；e—排气孔(辅助油路)；(e)—排气孔(主油路)；f—排气孔(液压功率调速器)；g—排气孔(变量油缸)；h—排气孔(电机功率调速器)；i—检查、调节孔(电机功率调速器)；l—控制阀组调节孔；m—主油泵零位调节孔；n—调速油缸液流测试孔；o—磁性滤油器；q—液压腔通气孔；r—脏度指示器观察孔；s—精滤油器更换孔；k—液压功率调速器中开关活塞检查孔

二、机械传动系统及装置

1. 机械传动系统

MLS_8-170型采煤机的机械传动系统如图2-3所示。牵引部机械传动系统可分为两部分：第一部分为电动机至主油泵和辅助泵的传动；第二部分为液压马达至主链轮的传动，其传动顺序如下：

电动机左端出轴经中间箱及齿轮联轴器驱动牵引部后分成两路：一路经Z_2、Z_3及齿轮联轴器D驱动主油泵；另一路经Z_1、Z_4驱动辅助泵。

主油泵与液压马达组成主回路，用于牵引部的调速、换向和保护。马达出轴→Z_5、Z_6、

Z_7→离合器E→Z_8、Z_9→行星齿轮Z_{10}、Z_{11}、Z_{12}驱动系杆H，再经渐开线花键Z_{13}驱动主动链轮Z_{14}。

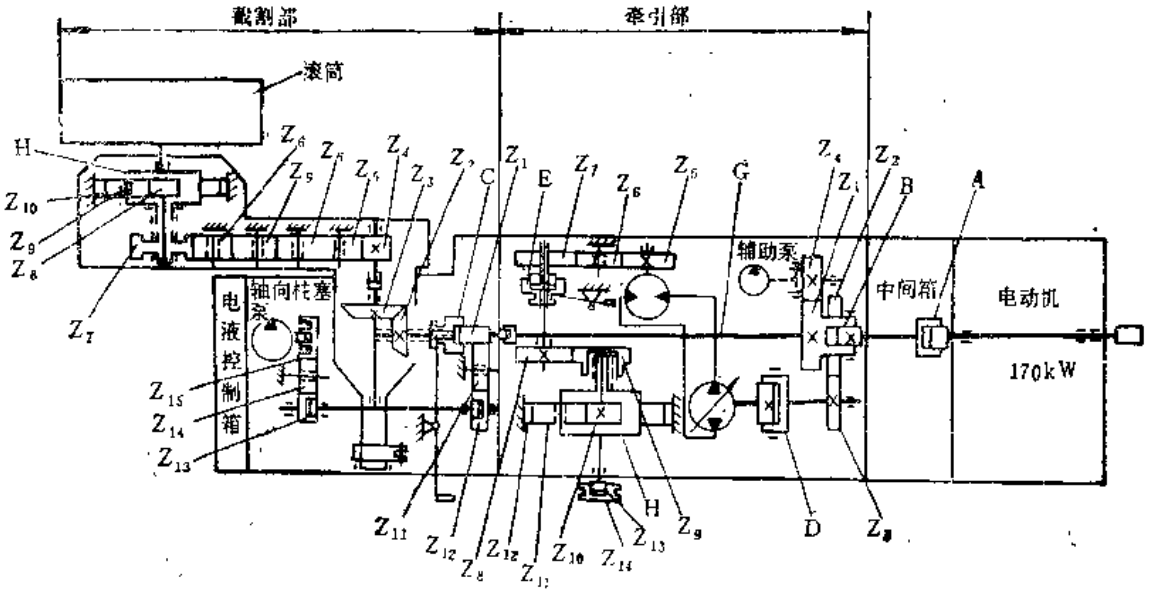


图 2-3 MLS_3-170型采煤机机械传动系统

各传动链的传动比为：

电动机轴到主泵

$$i_1=\frac{Z_3}{Z_2}=\frac{36}{48}=0.75$$

电动机轴到辅助泵

$$i_2=\frac{Z_4}{Z_1}=\frac{72}{98}=0.735$$

马达轴到主链轮

$$i_3=\frac{Z_7}{Z_5}\cdot\frac{Z_9}{Z_8}\cdot\left(1+\frac{Z_{12}}{Z_{10}}\right)=\frac{59}{18}\times\frac{71}{13}\times\left(1+\frac{74}{13}\right)$$
$$=166$$

相应转速为：

主泵 $n_{主}=\frac{n_{电}}{i_1}=\frac{1460}{0.75}=1947\text{r/min}$

辅助泵 $n_{辅}=\frac{n_{电}}{i_2}=\frac{1460}{0.735}=1985\text{r/min}$

链轮 $n_3=\frac{n_m}{i_3}=\frac{1796}{166}=10.8\text{r/min}$

式中 n_m——马达转速；$n_m=1796\text{r/min}$。

采煤机的最大牵引速度为：

$$V_{max}=\frac{2n_3\cdot z\cdot t}{1000}=\frac{2\times10.8\times5\times86}{1000}=9.3\text{m/min}$$

式中 z——主链轮的齿数，$z=5$；

t——牵引链节距，$t=86\text{mm}$。

由于主泵为变量泵，其流量为0～210L/min，可实现无级调速，故链轮转速为0～10.8r/min，相应的牵引速度为0～9.3m min。

2　主泵和辅助泵的传动装置

主泵和辅助泵的传动装置装在牵引部右侧的单独腔室内，如图2-4所示。

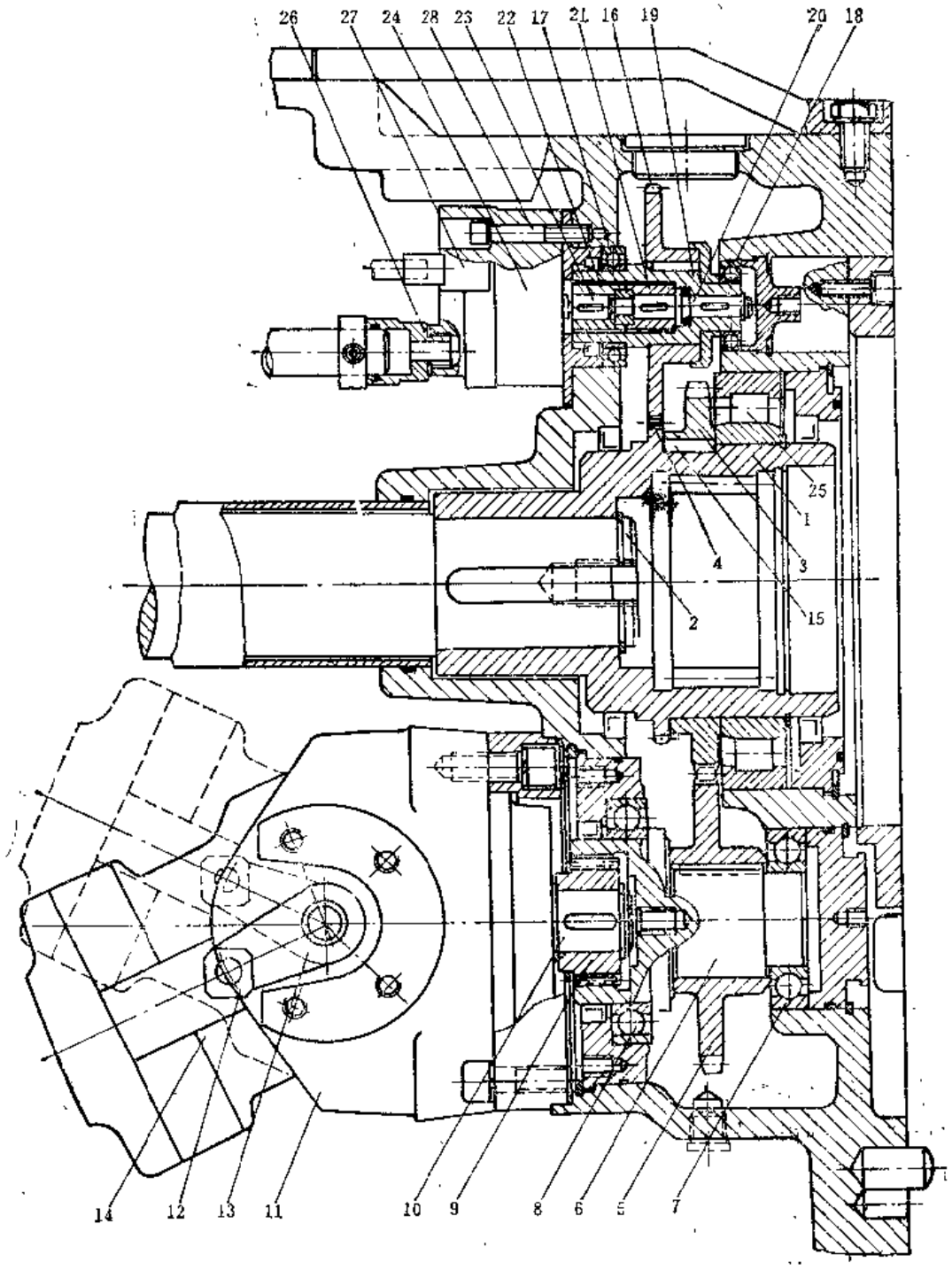


图 2-4　主泵和辅助泵传动装置

1—齿轮联轴器；2—过桥轴；3、4、5、9、16—齿轮；6、10、23—轴；7、8、17、18、25—轴承；11—主油泵；12—滑块；13—摇杆；14—泵体；15—平键；19—空心轴；20—中心轴；21、22—轴套；24—辅助泵；26、27—油管；28—螺钉

电动机左端出轴穿过中间箱后，与牵引部的齿轮联轴器1啮合联接；齿轮联轴器1的左端通过平键、螺钉与过桥轴2联接，右端通过轴承25支承在壳体上。齿轮联轴器上的齿轮3和齿轮4分别用以传动主油泵和辅助泵。

齿轮3通过平键15与联轴器固定，并与齿轮5啮合。齿轮5通过平键与支承在滚动轴承7和8上的轴6联接。该轴的左端为内齿圈，它与主油泵11传动轴10上的齿轮9啮合，带动主油泵运转。主油泵流量的变化是利用变量油缸通过滑块12、摇杆13改变主油泵泵体14的摆角来实现的。

齿轮4传动齿轮16。齿轮16与支承在轴承17和18上的空心轴19用平键联接，空心轴又通过平键传动中心轴20和联轴器的轴套21、22，最后由联轴器轴套22通过平键带动辅助泵泵轴23转动。辅助泵24用螺钉28固定在机壳上，并通过吸油管26、排油管27进行吸、排油。

3. 行星减速装置

采煤机牵引部装了一套行星轮传动装置，如图2-5所示。

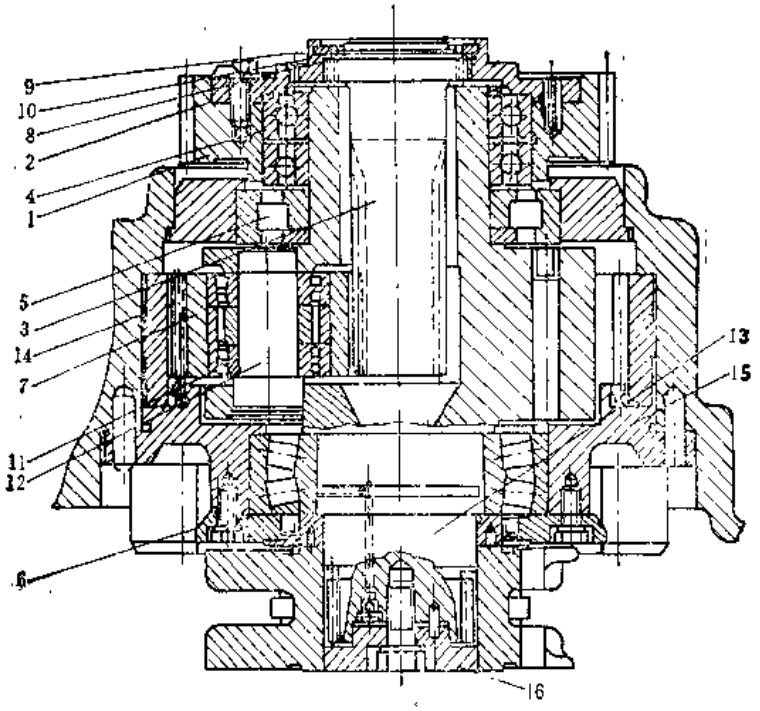


图 2-5 行星轮传动装置

1—齿轮；2—内齿圈；3—中心轮；4、5、6、11—轴承；7—行星轮；8—卡环；9、10—弹簧圈；12—心轴；13—系杆；14—内齿圈；15—轴承座；16—端盖

齿轮1的运动是由马达出轴经齿轮传来的（见图2-3）。齿轮1上用螺钉和空心涨销固定着内齿圈2。内齿圈与中心轮3端部一窄的弧形齿面齿轮啮合，带动中心轮转动。中心轮3同时还与系杆上的三个行星轮7相啮合。当三个行星轮载荷分布不均匀时，由于中心轮无轴承支承而呈浮动状态，所以在传动过程中可以自动调整三个行星轮，使它们均匀承载。这种结构称为中心轮浮动结构，在采煤机传动装置中广泛采用。

三、液压传动系统

牵引部液压系统包括液压传动和液压控制两部分。液压传动部分由主油泵和液压马达组成。因为油泵和液压马达传递机器的动力，所以通常把它们称为动力元件。控制动力元件输

出的行为，并保证安全运转的各种液压元件和回路，都属于液压控制部分。

MLS$_a$-170型采煤机牵引部的液压系统如图2-6所示。

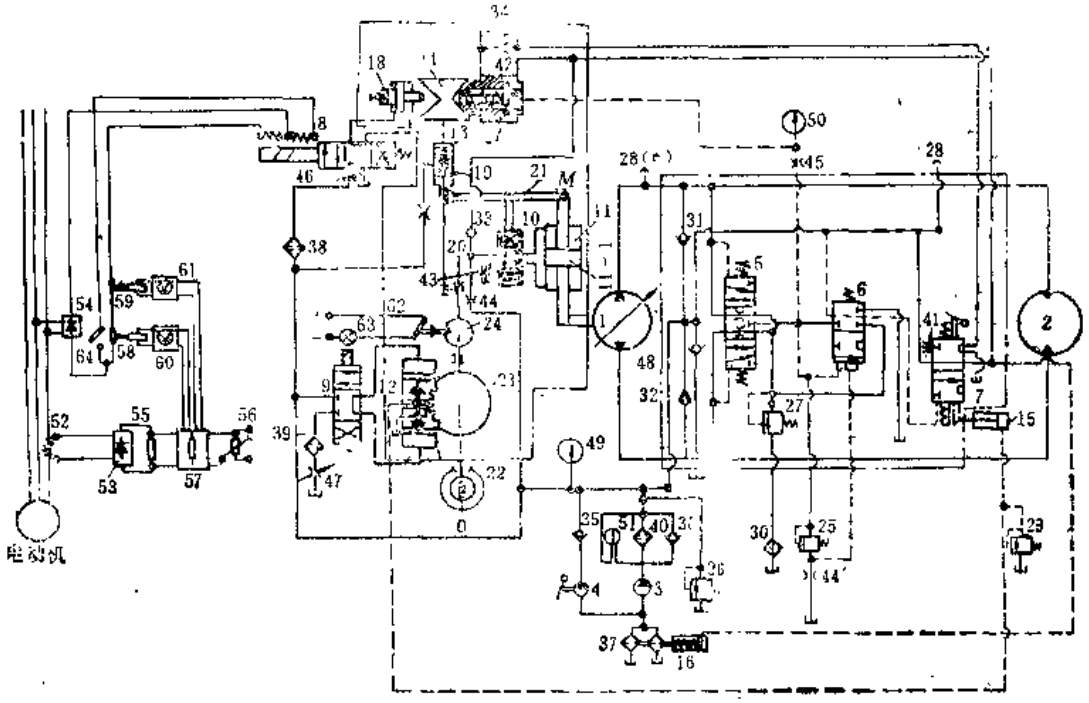


图 2-6 牵引部液压系统

1—主油泵；2—液压马达；3—辅助泵；4—手动泵；5—梭形阀；6—安全关闭阀；7—开关阀；8—电磁阀（控制电机功率调速）；9—电磁阀（按钮控制调速换向）；10—随动阀；11—变量油缸；12—调速油缸；13—调速臂；14—V形块；15—开关阀控制油缸；16—粗滤油器清洗油缸；17—液压功率调速器；18—电机功率调速器；19—预压弹簧；20—调速杆；21—连杆；22—调速换向手把；23—齿轮；24—开关圆盘；25—高压安全阀；26—低压安全阀；27—背压阀；28—排气孔；29—卸荷阀；30—冷却器；31～35—单向阀；36—旁通阀；37—粗滤油器；38～40—精滤油器；41、46、47—可调节流阀；42～45—节流孔或节流管；48—背吸阀；49—低压压力表；50—高压压力表；51—脏堵指示器；52—电流互感器；53、54—整流器；55、56—电位器；57—电位比较器；58—减速继电器；59—增速继电器；60、61—晶体管放大器；62—终点开关；63—指示灯；64—选择开关

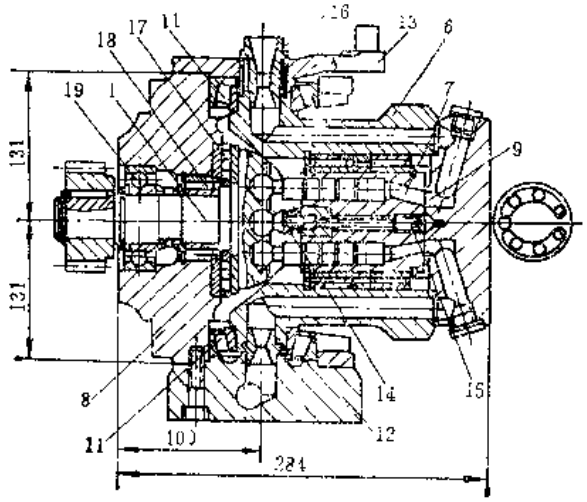
1、主回路

本系统的主回路是由变量泵 1 和定量马达 2 组成的闭式回路。只要改变油泵的排油方向和流量，就可以改变液压马达的转向和转速，从而改变采煤机的牵引方向和牵引速度。

1）主油泵

主油泵为B$_1$-725型斜轴式轴向柱塞泵，其结构如图2-7所示。主油泵分前、后两个部分，前一部分为泵盖 8，用螺钉固定在底座12上；后一部分为泵体 6，可相对泵盖摆动。泵轴 1 穿过泵盖，并被装在泵盖内的球轴承19和滚针轴承18支承。泵轴的轴端用平键固定着传动齿轮，另一端为一圆盘，圆盘与泵盖之间装有推力轴承17。在圆盘的圆周上均匀地分布着七个球窝。连杆 3 的两端都呈球头状，一端与圆盘上的球窝铰接，另一端与装在缸孔内的柱塞 2 上的球窝铰接。缸体 4 通过两盘滚针轴承 5 支承在泵体内，当传动齿轮带动泵轴转动时，即通过连杆 3 、柱塞 2 带动缸体旋转。缸体的底面紧贴着配油盘10的端面。在配油盘的端面上对称地铣有两条配油槽 9，配油槽通过泵体和耳轴套16内的孔道与主油路连通。泵体的两个耳轴装在泵盖上的两盘圆锥滚子轴承11内，因此，泵体可绕耳轴轴线左右摆动，其最大摆角25°。当操纵摆缸曲柄13使泵体向一个方向摆动一个角度后，泵轴带动缸体转动，每转一周，

柱塞就在缸孔内往复移动一次。柱塞向外移动，密封的孔腔容积逐渐增大，主油路的油液就经油泵的吸油口、耳轴和泵体内的孔道、配油槽以及缸孔底部的油孔 7 进入孔腔；柱塞向里移动，密封的孔腔容积逐渐变小，孔腔内的油液就经缸孔底部的油孔、另一条配油槽、泵体和耳轴内的另外一条孔道以及泵的排油口排入主油路。缸体不停地旋转，每对柱塞和缸孔便轮流从吸油口吸油，并从排油口排油。当泵体摆角增大时，柱塞的行程也相应增大，泵的排油量也就增大；反之，摆角减小，柱塞行程减小，泵的排油量也就减小。当摆角为零时，柱塞没有行程，油泵也就停止了吸油和排油。如果泵体向相反方向摆动，则油泵的吸油口和排油口就相应变换。



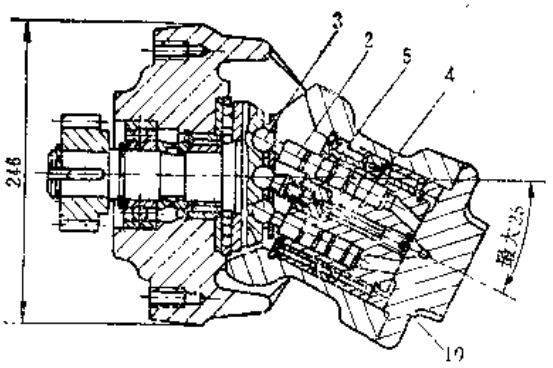


图 2-7 主油泵结构

1—泵轴；2—柱塞；3—连杆；4—缸体；5、18—滚针轴承；6—泵体；7—油孔；8—泵盖；9—配油槽；10—配油盘；11—圆锥滚子轴承；12—底座；13—摆缸曲柄；14—碟形弹簧；15—螺钉；16—耳轴套；17—推力轴承；19—球轴承

泵轴和缸体之间，除沿圆周装有七根连杆外，在中心部位还装着一根连杆。连杆一端的球头与泵轴圆盘中心的球窝铰接，另一端球头插入缸体。在连杆上套着碟形弹簧14，弹簧的一端顶在连杆中部的台阶上，另一端压在缸体顶面的中心。转动螺钉15可以调节碟形弹簧的压紧程度，使缸体底面同配油盘的端面之间保持适当的压紧力，以补偿缸体底面和配油盘端面的正常磨损，并保证配油表面的密封性。

2）液压马达

液压马达为 M_1-725 型斜轴式轴向柱塞马达，其结构与主油泵相同，只是马达做成定量的，如图2-8所示。

液压马达的前壳体 1 和后壳体 2 的斜端面用螺钉固定在一起，使缸体 3 的轴线与输出轴 5 的轴线以 25° 的固定角度相交。输出轴为齿轮轴，轴的一端通过平键与传动圆盘 4 联接，另一端的齿轮与惰轮 6 啮合，以传递动力。

主油泵排出的压力油经控制阀组后，进入液压马达配油盘 7 的进油孔，使位于配油槽进油区段的各个柱塞缸孔内充满油液，迫使柱塞向外伸出，并通过连杆作用到传动圆盘上。该作用力可分解为两个分力：一是与输出轴轴线平行的力（轴向力），由推力轴承 8 承受；一是与输出轴轴线垂直的力（径向力），由滚针轴承 9 承受，该力对传动圆盘和缸体产生一个旋转力矩，使传动圆盘和缸体转动，并通过输出轴将转矩输出。当缸体转到底部油孔与配油槽回油区段沟通时，柱塞便在传动圆盘和连杆作用下向里缩回，于是缸孔内油液经配油盘回油孔排出。

主油泵和液压马达的主要技术特征见表2-1。

2. 补油和热交换回路

由于采用闭式油路，使得系统散热条件差，油液温度较高，并存在一定的漏损，因而在

表 2-1 主油泵和液压马达的主要技术特征

型号 / 特征参数	B_1-725泵	M_1-725马达
缸体最大摆角(°)	±25	25
排　量(mL/r)	0～106.6	106.6
工作转速(r/min)	1945	0～1796
最大流量(L/min)	210	210
工作压力(MP_a)	15	15
柱塞数目(个)	7	7
柱塞直径(mm)	25	25
柱塞最大行程(mm)	31	31
柱塞分布圆直径(mm)	70	70
额定转矩(N·m)	245	245
重　量(kg)	72	68

液压系统中设有补油热交换回路。补油热交换回路由辅助泵、补油单向阀组、导流阀、背压阀及冷却器等元件组成。

1）工作原理（图2-6）

采煤机在牵引过程中，辅助泵从油池吸入冷油，排出的压力油经滤油器40及补油单向阀31或32进入主油路的低压回路中，为主油泵吸油口提供冷油；与此同时，梭形阀5在主油路高压回路压力油的作用下移向低压回路侧，使液压马达排出的部分热油经梭形阀5和背压阀27流出，并经冷却器冷却后流回油池。这样，由辅助泵补入部分冷油，由主回油路中排出部分热油，使冷热油进行交换，从而有效地降低了系统的油温。

不管主回路两侧哪侧是低压，利用单向阀31或32都可保证将冷油送入低压侧，而此时位于高压侧的单向阀受高压油的作用总是处于关闭状态。

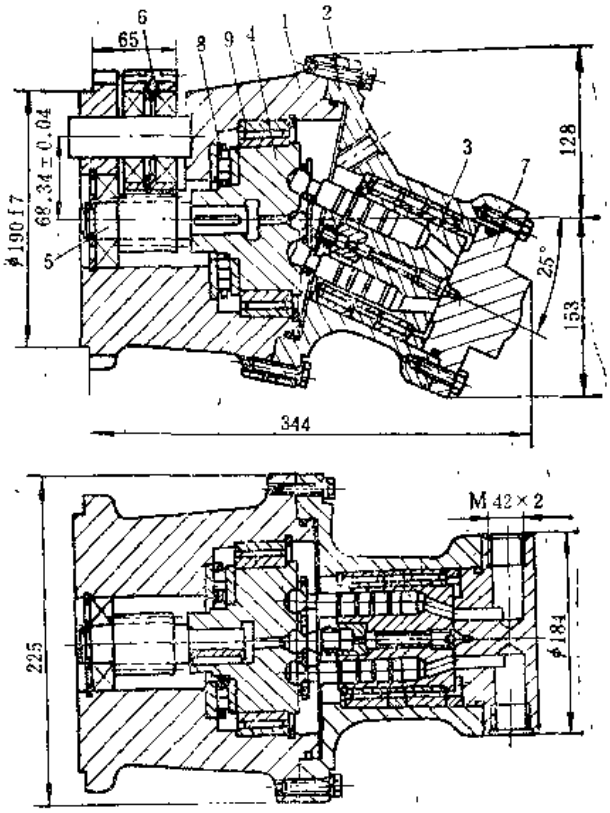


图 2-8 液压马达结构

1—前壳体；2—后壳体；3—缸体；4—传动圆盘；5—输出轴；6—惰轮；7—配油盘；8—推力轴承；9—滚针轴承

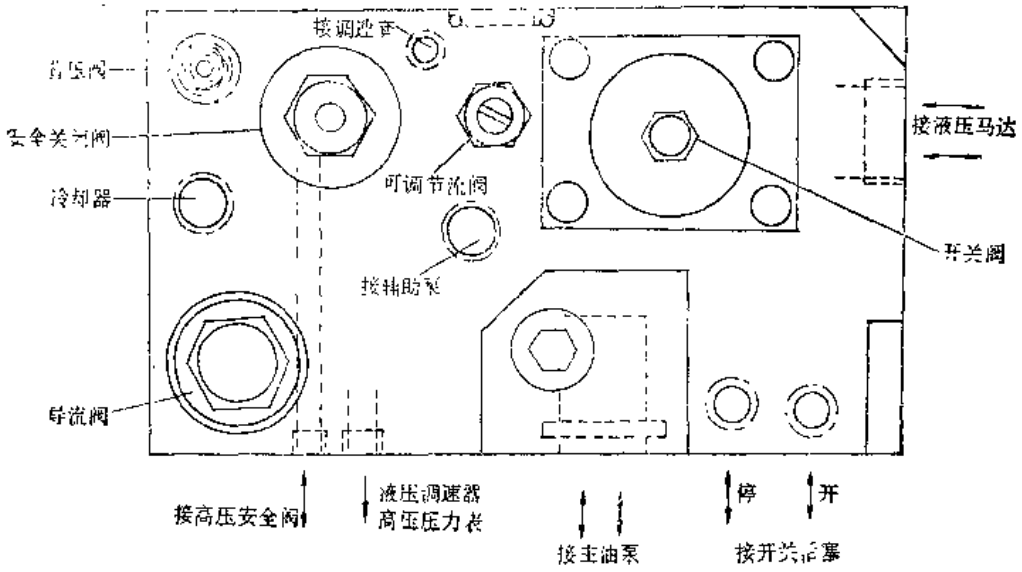
2）主要元部件的结构及其工作原理

（1）辅助泵。辅助泵采用摆线转子泵，具有体积小、转速高、结构简单、自吸性能好等特点，其排量为 $q=13.45\text{mL/r}$，转速为 $n=1985\text{r/min}$，考虑到泵的容积效率，因此流量为 $Q=25\text{L/min}$。

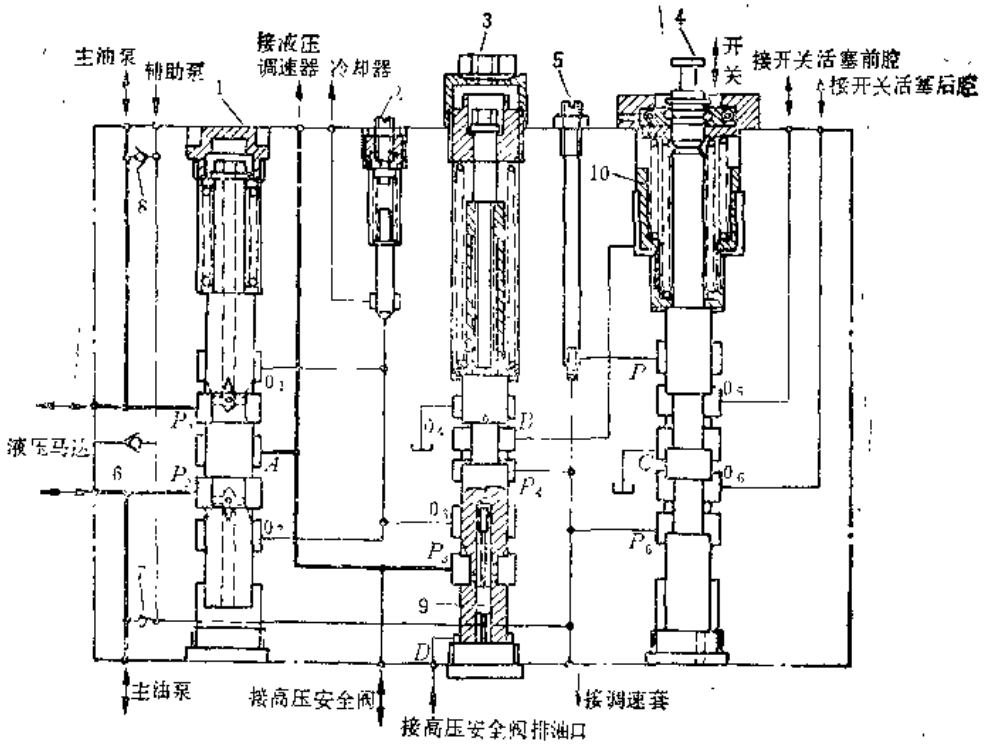
（2）控制阀组。控制阀组是一重约57kg的长方形阀块，安装在牵引部右端靠采空区一侧的箱壁上。牵引部液压系统的主要液控元件——梭形阀（导流阀）、背压阀、安全关闭阀、开关阀、可调节流阀、背吸阀及两个补油单向阀都布置在这个阀组内，如图2-9所示。

控制阀组的阀体上有12个油管接口，见图2-9*a*，上面5个，其中通往辅助泵1个，通往

开关活塞2个，通往冷却器1个，通往调速套1个；背面5个，其中通往主油泵2个，通往液压功率调速器1个，通往高压安全阀2个；左侧面有2个，通往液压马达。



（a）俯视



（b）内部结构、油路示意

图 2-9　控制阀组

1—导流阀；2—背压阀；3—安全关闭阀；4—开关阀；5—可调节流阀；6—背吸阀；7，8—补油单向阀；9—小柱塞；10—开关阀活塞

① 梭形阀又称导流阀，其结构见图2-9中阀1，它是一个用弹簧复位的液控三位五通阀。阀芯具有三个凸肩和两个环形槽。在两个环形槽的底部均有径向孔分别通过轴向孔（虚线）

与阀芯两端相通，环形槽又分别与主回路两侧相连。阀芯上还开有两个三角形阻尼槽，起中位节流作用。

当主油泵的泵体摆角处在零位，没有油液输出时，液压马达不转，两条主回路处在低压平衡状态，导流阀在复位弹簧的作用下处在图示中间位置。这时，辅助泵排出的低压油经补油单向阀7、8进入两条主回路，并经导流阀阀芯上的三角槽式节流孔及油路O_1、O_2流出，然后经背压阀、冷却器流回油池。

当主油泵运转并且开始排油后，则主油路立即分成高、低压回路。若上（下）面油路为高压回路，则下（上）面为低压回路。这时，主油泵排出的部分高压油经导流阀阀芯的上(下)轴向孔进到上（下）端油腔，使阀芯失去平衡向下（上）移到工作位置，于是油路P_1（P_2）与油口A相通，P_2(P_1)和O_2(O_1)相通，主油路高压回路中的控制油液便经P_1(P_2)、油口A去液压功率调速器和安全关闭阀，而主油路低压回路的部分热油则经P_2(P_1)和O_2(O_1)、背压阀、冷却器流回油池。

② 背压阀是一种直动式低压溢流阀，其结构见图2-9中的阀2。阀的上部装有调整螺丝，其整定压力为1.47MPa，从而使主油路的低压回路保持1.47MPa的背压，改善了主油泵的吸油状况。梭形阀来的低压油推开背压阀的阀芯，经冷却器回油箱。

③ 安全关闭阀是一个二位五通滑阀，其结构如图2-9中的阀3。阀芯的上部装有预压弹簧，阀芯下端的中心钻有ϕ8mm的轴向孔，孔内装有固定不动的小柱塞9，并通过径向孔与阀芯下部的环形槽连通。另外，在阀芯的底部还有一腔室，通过油口D通向高压安全阀。

安全关闭阀用于当主油路的高压回路过载时进行安全保护。当主油路高压油路的压力超过14.7MPa时，阀芯便克服弹簧力向上移动。这时，油路出现以下两种情况：

（a）由导流阀来的高压油经油路P_3、阀芯下部环形槽、油路O_3进入导流阀的低压回路，并通过背压阀流回油池，使高压回路立刻卸载；

（b）油口B经阀芯上部的环形槽与油路O_4连通，开关活塞腔的低压控制油经油口B、O_4流回油池，开关阀回到“关”位，使采煤机立即停止牵引。

④ 开关阀是一个二位五通手动、机动滑阀，其结构如图2-9中的阀4。它由阀芯、弹簧、活塞及定位装置组成，可通过手把或开关阀控制油缸进行操作。

开关阀位于控制油路与液压功率调速器的开关活塞之间，用于控制开关活塞对调速套的“上锁”和“开锁”动作。

当开关阀处于图示位置“关”位时，由辅助泵来的控制油经油路P_6、阀芯下部环形槽、油路O_6进入开关活塞后腔，对调速套“上锁”；同时，开关活塞前腔油液经油路O_5、阀芯上部环形槽、油口C流回油池。

当用手把或开关阀控制油缸使开关阀阀芯向上移动到“开”位时，由辅助泵来的控制油经可调节流阀5、油路P_5、阀芯上部环形槽、油路O_5进入开关活塞前腔；同时，开关活塞后腔油液经油路O_6、阀芯下部环形槽、油口C流回油池。开关活塞对调速套“开锁”。

⑤ 可调节流阀5是一个轴向移动的三角槽式节流阀。转动阀芯上部的螺丝，可以改变三角槽的通流面积，调节流经该阀的油量，用以控制经开关阀通往开关活塞前腔控制油的流量，使开关活塞慢慢回缩，以便采煤机起动平稳。

⑥ 背吸阀6是一个单向阀。在停止牵引时，有可能由于牵引链内应变能的释放，使液压马达反向以泵的形式运转。如果这时电动机也停止运转，辅助泵停止供油，则主油路的低

压回路就可能被吸空。这时，背吸阀在大气压力作用下自动打开，向低压回路补油，以防止系统产生吸空现象。

⑦ 补油单向阀7、8跨接在主油路的两条回路之间，组成系统的补油阀组。不论主油路如何工作，从辅助泵排出的油液始终可以通过其中的一个单向阀向主油路的低压回路供油，以满足系统工作的需要。

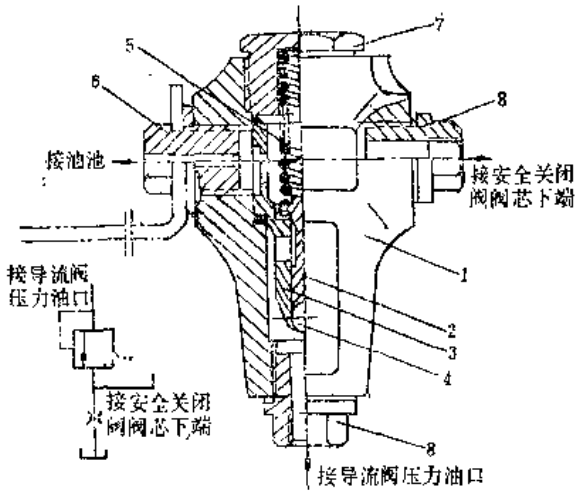


图 2-10 高压安全阀

1—阀体；2—阀芯；3—阀套；4—钢球；5—弹簧；6—节流塞；7—调整螺母；8—油管接头

（3）高压安全阀。高压安全阀是一个直接作用式压力控制阀，其结构如图2-10所示。

当主油路压力过载时，若安全关闭阀由于某种原因而动作困难，则作用在高压安全阀阀芯上的液压力便克服弹簧力而使阀芯开启，油液经节流塞6上的小孔流回油池。由于节流塞的阻尼作用，使高压安全阀回油腔油液产生一定的背压并经管接头8通往安全关闭阀，在安全关闭阀阀芯底部 ϕ30mm的端面上产生一个推力，促使安全关闭阀动作，使系统的过保载护更加安全可靠。高压安全阀的整定压力为14.7MPa。

（4）低压安全阀。低压安全阀的结构和高压安全阀基本相同，但没有节流塞。低压安全阀并联在辅助泵的排油管路中，用以保护辅助泵和限制控制油路的最大压力。低压安全阀的整定压力为2.45MPa。

（5）粗滤油器。辅助泵的吸油管路中并联着两个用三角形不锈钢丝缠绕的线隙式粗滤油器37，用于吸油及滤油。它由粗滤油器和自动清洗油缸两部分组成，如图2-11所示。

当采煤机起动后，利用开关阀使低压油进入自动清洗油缸5后，柱塞杆6便压缩弹簧7向外伸出，并通过曲柄3、连杆4和棘轮棘爪机构（图中未表示）推动滤芯2旋转1/11圈。这样，粘附在滤芯表面的脏物就被固定在滤网架上的刮板8刮掉。清洗油缸是单作用油缸，由开关阀手把操作。当开关手把打在“关”位时，向清洗油缸供油，使柱塞杆伸出；当开关手把打在“开”位时，清洗油缸中油液经开关阀流回油池，柱塞杆在弹簧的作用下缩回，并带动曲柄连杆反转。这时棘爪在棘轮上打滑，故滤芯不转。因此，开关手把动作一次，柱塞杆便伸缩一次。开关手把每动作十一次，滤芯便转动一圈，完成一遍清理。若清洗装置发生故障，滤芯上脏物太多，则将造成滤油器内外压力差增大。这时油液可顶开装在滤芯端部的圆盘11，不经滤网而直接进入，以避免辅助泵因吸油阻力太大而产生吸空现象。

（6）精滤油器。辅助泵的排油管路中装有纸芯式精滤油器40，其结构如图2-12所示。

纸芯式精滤油器由外壳、滤芯和脏度指示器等组成，其过滤精度为0.025mm，它对保证系统内液压油的洁净程度起主要作用，故应每天检查。通过牵引部盖板上的观察孔可以看到脏度指示器的红色盖帽7。当杂质堵塞滤芯时，脏度指示器受到滤芯前后压差的作用。在压差达到0.34MPa时，指示器的红色盖帽将跳出3mm左右。短时的压力峰值，或在液压油较冷的情况下开动采煤机，盖帽也将跳出。如果将盖帽按下后能停在原位，那就表示滤油器正常；反之，则表示滤芯已严重堵塞，必须拧开螺盖4更换滤芯，然后才能继续工作。

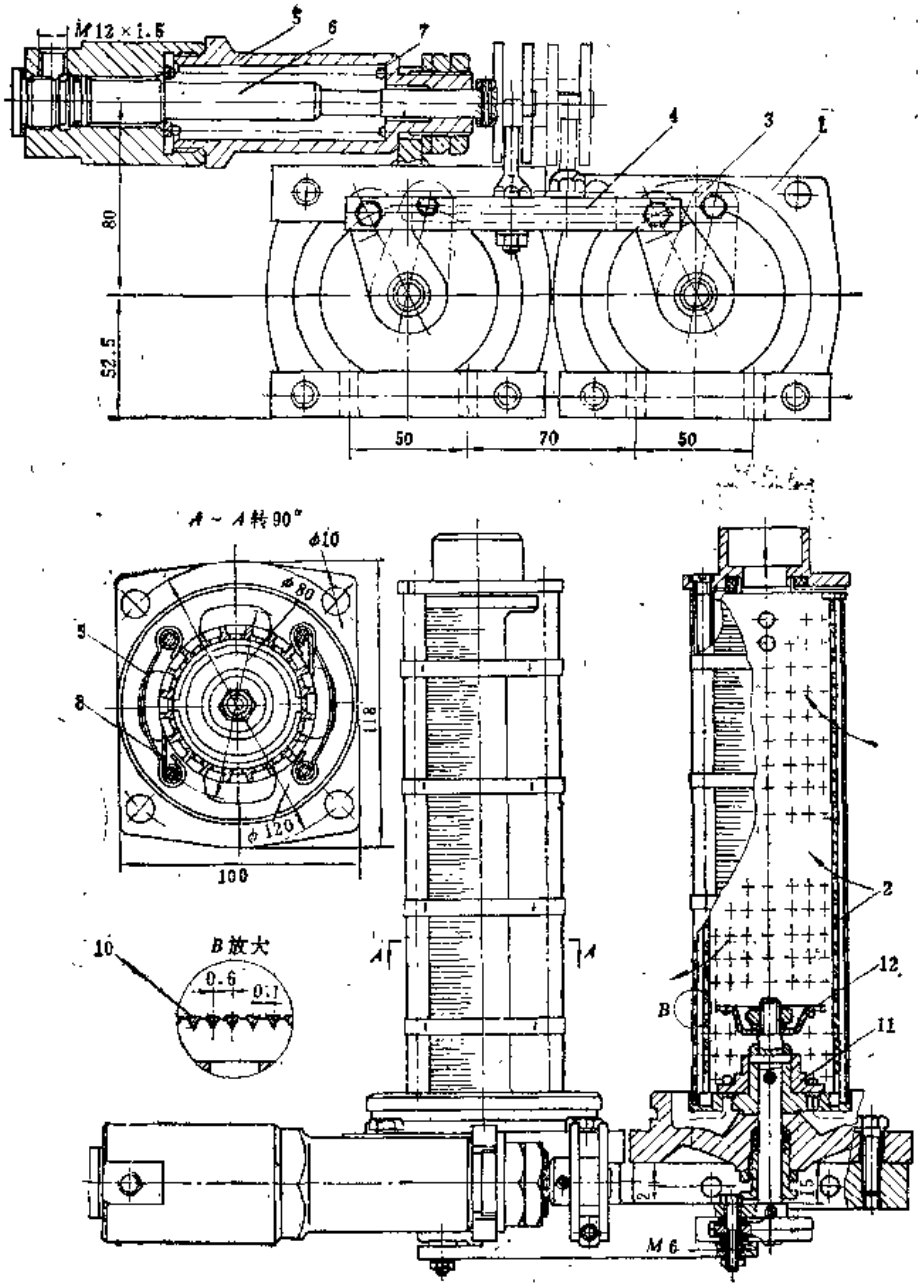


图 2-11 粗滤油器

1—滤油器；2—滤芯；3—曲柄；4—连杆；5—清洗油缸；6—柱塞杆；7、12—弹簧；8—刮板；9—弹簧片；10—三角形钢丝；11—圆盘

当滤芯堵塞而又未及时更换时，滤芯内外压差增大，液压油压迫挡圈5而使阀套6压缩弹簧移动（即图2-6中旁通阀36），油液就直接从*B*处进入系统，以防系统低压控制油路供油不足。大量未经过滤的油液进入系统，将对系统工作十分不利，因此应及时更换滤芯。

（7）冷却器。为了更有效地降低牵引部液压系统的油温，在系统低压回油油路中装有冷却器。

冷却器为多管式水冷却器，结构如图2-13所示。在壳体中部（平行于轴线方向）排列着92根铜制水管，水管的表面装有吸热片。壳体两端的端盖内用隔板将水管分隔成为四部分，

然后再连接起来。冷却水从端盖上的*A*孔流入，经水管来回循环后再由 *B* 孔流出。这样，冷却水四次通过紫铜管，加长了吸热过程，提高了冷却效果。从背压阀排出的热油经管接头 6 流入冷却器，并且顺着隔板上下流动后由管接头 5 流回油池。为使热油能够得到充分的冷却，冷却水的流量应大于30L/min。

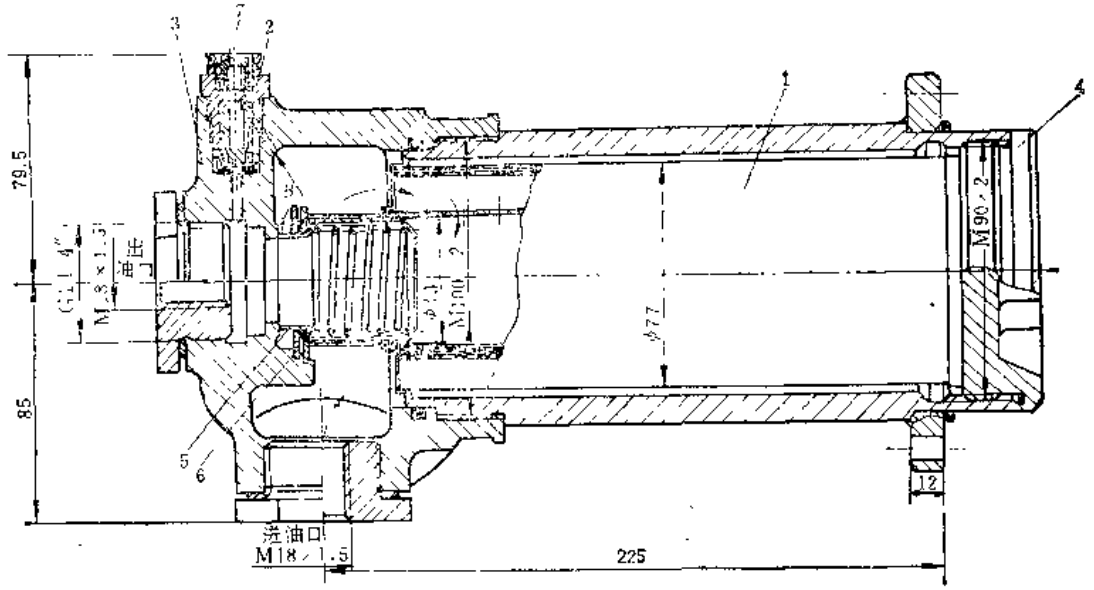


图 2-12 精滤油器

1—滤芯；2—脏度指示器；3—外壳；4—螺盖；5—挡圈；6—阀套；7—盖帽

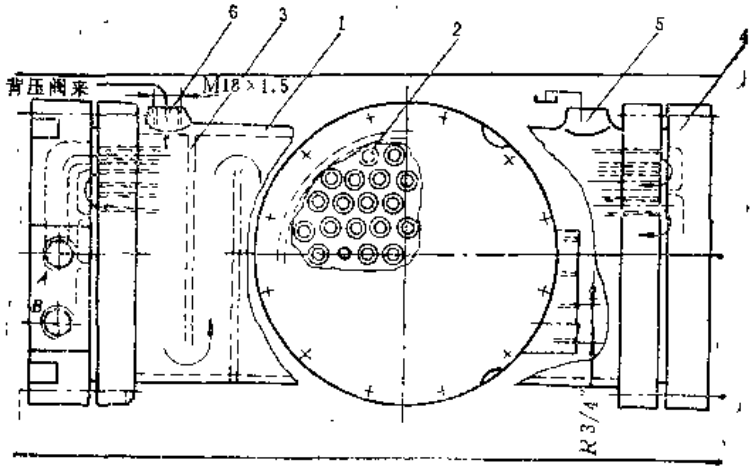


图 2-13 冷却器

1—壳体；2—水管；3—隔板；4—端盖；5、6—管接头；*A*、*B*—进出水孔

3. 调速回路

调速回路的功用是对采煤机的牵引速度进行各种功能的控制。调速回路包括速度开关回路、手动调速回路、液压（牵引力）调速回路和电动机恒功率调速回路等。无论哪种调速方法，都需要通过泵位调节器来改变泵的排量，才能实现调速。

1）泵位调节器

泵位调节器是一种机液位置控制的伺服机构，是调速系统中的执行机构。它具有位移和力的放大机能，即输入端给出一个小的位移信号，可在该机构的输出端获得一个按比例放大

的位移；用很小的力驱动阀芯，可在该机构的输出端获得正比于油缸面积和供油压力的放大力。MLS_8-170 型采煤机的泵位调节器（图2-14）由随动阀10、变量油缸11、连杆21和回油节流孔43等元件所组成（图中图注与图2-6一致）。

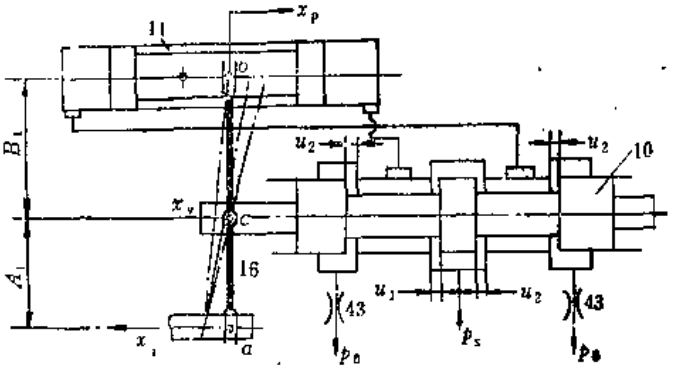


图 2-14 泵位调节器原理图

泵位调节器的工作原理是：当操纵连杆21的a点向左移动 x_i 时，连杆绕 b 点转动，带动随动阀10左移，使油缸11左腔进油，右腔经随动阀10及节流孔43回油；于是，油缸11的活塞右移，使杠杆21绕 a 点转动，阀芯上 C 点右移，逐渐使阀芯回到关闭位置为止。此时，泵位调节油缸11的活塞固定在某一与输入位移x_i相适应的位置上，其值x_p可求得如下：

$$x_v = \frac{B_1}{A_1 + B_1} x_i - \frac{A_1}{A_1 + B_1} x_p$$

在稳态工况下，$x_v = 0$，故

$$x_p = \frac{B_1}{A_1} x_i = K x_i$$

式中 x_v——随动阀阀芯位移量；

x_i——泵位调节器输入位移量；

x_p——泵位调节器输出位移量；

K——位移放大系数。

这样，给很小的力去移动连杆21的a点，就可以通过液压放大在泵位调节油缸11的b点获得力和位移的放大，从而调节主油泵的摆角，改变泵的排量，以调整牵引速度。

因此，泵位调节器又是一个力放大器，具有响应速度快，可以接受较小信号的控制和操纵方便等优点，所以，各种调速方式都是通过它来实现的。

随动阀10是正开口阀，在其回油口上装有节流孔43。选择这种组合的目的主要是为改善泵位调节器的动态特性，它既可方便地增加调节器的稳定性，又可把正开口阀的零位损失降到最小。

泵位调节器的结构如图2-15所示。其中变量油缸11为双作用等断面油缸，反馈连杆21与活塞之间用拨叉、滑块相连。活塞中部还固定有主油泵摆杆滑块的滑槽。当活塞沿自身轴线从中位向上或向下移动时，摆杆E 便通过滑块使主油泵泵体作相应的摆动。当活塞处于中位时，泵体也处于中位，即摆角为零，油泵没有排油。当活塞往一个方向移动时，泵体就往同一个方向摆动；当活塞从中位往相反方向摆动时，泵体也往相反方向摆动，于是主油泵的吸、排油口也就互相变换。活塞移动的行程越大，泵体摆动的角度越大，主油泵的排量也就越大。由此可见，变量油缸11的活塞是直接控制主油泵排油方向和排油量大小的一个重要部件。

随动阀10是一个具有无限多个工作位置的四通滑阀，其作用是根据调速套位移量的大小，使变量油缸11的活塞产生相应的移动。随动阀阀芯的上端通过锁紧螺母和螺钉与随动连杆21

铰接。拧松锁紧螺母，转动阀芯，可以调整阀芯在阀体中的位置，从而调节主油泵泵体的零位。阀芯下端的螺丝与阀架上的螺钉之间装有小弹簧，用以消除各连接杆件之间的间隙。随动阀有五个油口，其中两个油口接变量油缸两端油腔；一个油口接控制油路；剩下两个为回油口，经节流孔后流回油池。

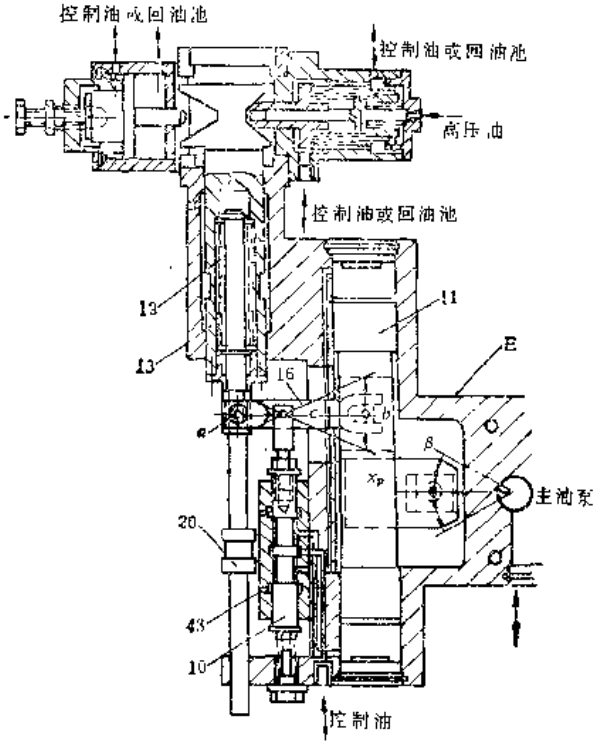


图 2-15 泵位调节器结构图

2）速度开关回路

速度开关回路由开关阀7、液压功率调速器17、单向阀34及节流孔41、42等组成（图2-6）。其功用是通过操纵开关阀7使液压功率调速器17的活塞缩回或伸出，使之与呈90°的V形块14相互作用，实现“解锁”或“上锁”。

当开关阀7的手把向上抬起，即放在“开”位置时，低压控制油经可调节流孔41、开关阀7及节流孔42进入液压功率调速器17的左腔，使活塞从V形块14中退出，完成解锁动作，使V形块解除约束；同时液压功率调速器17的右腔通油池。解锁以后，才能操纵各种调速手把（按钮）进行调速。

当开关阀7的手把向下移动，即放在“关”位置（图2-6中位置）时，液压功率调速器17的左腔油液经单向阀34、开关阀7通油箱；低压控制油经开关阀7进入液压功率调速器17的右腔，使活塞向左伸出，进行“上锁”，迫使主泵回零，机器停止牵引。这时，V形块14及调速套13被锁定，连杆21不动，即使操纵各调速手把（按钮），也只能通过调速杆20压缩弹簧19，而不能实现调速。这时，手把调速的位置储存在弹簧19的压缩量中，只有解锁，才能使调速套13连同连杆21移动，实现与手把位置相适应的速度。

为了使上锁时间快而解锁时间慢，液压功率调速器17的左腔接了单向阀34及节流孔42。解锁时，低压控制油经节流孔42进入液压功率调速器17，利用节流孔42来控制升速时间为5s，使牵引速度缓慢上升；上锁时，液压功率调速器17的左腔油液通过单向阀34快速回油箱，同时低压控制油进入右腔并通过单向阀33及供油节流孔44的作用使随动阀10获得足够的压力油，从而使变量油缸11迅速回零，机器立即停止牵引。

可以看出，速度开关回路是通过操纵开关阀7的“开”和“关”来实现采煤机牵引的“开”或“停”。

3）手动调速机构

手动调速机构由调速手把22、传动齿轮、螺旋副、调速杆20、复位弹簧19和调速套13等组成，见图2-6。调速换向手把处于零位时，主油泵泵体摆角为零。调速换向手把从零位开始，按顺时针或逆时针方向转动时，通过传动齿轮和螺旋副使调速杆从中位往上或往下移动。这时，如果V形块14解锁，调速杆20就通过预紧的复位弹簧19带动调速套13及V形块14，使连杆21移动，从而使主油泵泵体摆动。如果手把从零位按顺时针方向转动，采煤机为正向牵

引，那么逆时针转动手把，采煤机则为反向牵引。当手把从零位开始转动的角度越大，主油泵泵体摆动的角度也越大，采煤机的牵引速度也就越快。由此可见，只要改变调速换向手把的转动方向和角度，就可以改变采煤机的牵引方向和牵引速度。

4）按钮调速回路

按钮调速回路（见图2-6）是利用按钮控制电磁阀9对牵引速度进行调节、整定和换向的回路。

按钮调速回路的工作原理是：当按动U型三位四通电磁阀9的按钮时，阀芯向上移动，由辅助泵提供的控制油进入油缸12的下腔；上腔中的油经精滤油器39和可调节流阀17与油箱相通。这时，油缸12的齿条活塞向上移动，它与齿轮23啮合，通过螺旋副使调速杆20移动并带动连杆21移动，从而对机器牵引速度进行调整。

为了防止调速时意外地越过零位，突然改变牵引方向，给机器带来冲击负荷，在齿轮23的轴上装有一个带缺口的开关圆盘24。当开关圆盘的缺口对准终点开关62的推杆时，指示灯63即显示零位，并断开调速电磁阀线圈电路。经过一段延时后，调速电磁阀线圈电路自动接通，机器才可以反向牵引。

5）液压功率调速回路

液压功率调速是根据牵引力的变化自动进行的。我们知道，压力的大小决定于外负荷，即液压系统的压力随采煤机牵引力的变化而变化。牵引力大，压力就高；牵引力小，压力就低。由于牵引功率N等于牵引力T和牵引速度V的乘积，即$N=T\cdot V$，因而要想保持液压系统的额定功率不变，就必须在牵引力增大时降低牵引速度，而在牵引力减小时增大牵引速度。液压功率调速就是通过反映牵引力大小的系统工作压力的变化，使采煤机自动增速或减速，以保持在额定功率下工作。

液压自动调速回路主要是指梭形阀5的高压油出口与液压功率调速器17之间的回路（图2-6）。回路中设有螺旋节流管45和高压压力表50。

液压功率调速器的结构如图2-16所示。它由开关活塞1、双弹簧2、控制杆3、液压调速油缸5及其中的柱塞4、接头6、7等组成。液压功率调速器中的两个弹簧2是液压自动调速回路中的压力反馈元件，其特性和预压量对采煤机的牵引力特性起着决定性作用。弹簧2的预压量为开关活塞1解锁缩回时弹簧的压缩量。当通过液压调速油缸5右端入口7进入系统的高压油的压力超过弹簧2的预压力时，柱塞4能伸出，推动控制杆3进一步压缩弹簧2。随着压力的增加，弹簧2进一步压缩，控制杆3继续从开关活塞1中伸出。当控制杆3与具有4.66m/min以上整定速度的V形块的V形槽相接触时，V形块14就可以通过调速套13压缩复位弹簧19（图2-6），并对泵位调节器进行减速。系统压力越高，控制杆伸出越长，牵引速度就越低。如果高压系

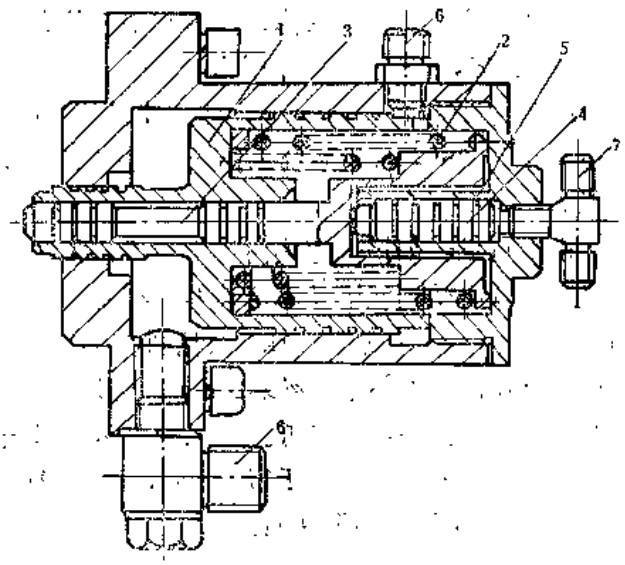


图 2-16 液压功率调速器

统压力小于弹簧2的压缩力，则在此弹簧力的作用下，控制杆3便缩回，复位弹簧将使泵位调节器增速，但最大不能超过整定的牵引速度。

液压功率自动调速特性如图2-17所示。当系统工作压力低于8.09MPa时，控制杆处于图*a*所示的完全缩回的位置。这时，控制杆端头离开V形槽（实线）槽底的距离最大，即调速套从中位向上或向下可动移动的行程为最大。当调速套移动到其V形槽的一个斜面和控制杆端头接触时（图*a*中虚线），对应的牵引速度为最大速度9.31m/min。

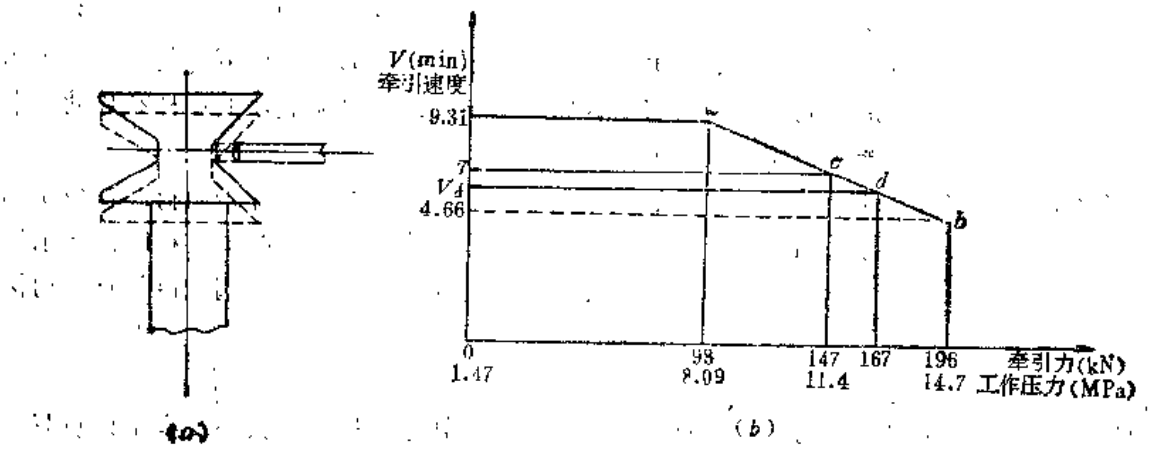


图 2-17　液压功率自动调速特性

当牵引力超过98kN，即系统工作压力大于8.09MPa时，控制活塞所受的作用力也随着增大，并进一步压缩开关活塞中的弹簧，使控制杆向V形槽伸出一定长度。一旦控制杆端部与V形槽面接触，就使V形块通过调速套压缩弹簧产生减速运动。由于弹簧的压缩量同所受的力成直线关系，因而调速套可以调节的最大牵引速度同牵引力也成直线关系。例如，牵引力超过98kN后再继续增大时，可以调节的最大牵引速度将按直线关系降低。如图2-17*b*所示，当牵引力低于98kN（图中*a*点以左）时，采煤机可以达到的最大牵引速度为9.31m/min，即调速机构可以在0～9.31r/min范围内进行无级调速。当牵引力超过98kN后继续增大时，可以达到的最大牵引速度将沿*ab*线降低，即牵引力越大，可以达到的最大牵引速度也就越低。当牵引力接近196kN（或系统工作压力接近14.7MPa）时，控制杆将全部伸出。这时，可以调节的最大牵引速度为4.66m/min，即调速机构只能在低于4.66m/min范围内进行无级调速。当牵引力达到196kN（或系统工作压力达到14.7MPa）时，安全关闭阀开始动作，使牵引速度降低为零。

由上可见，如用调速换向手把或增速按钮给定的牵引速度超过4.66m/min时，那么，牵引速度就要受到液压功率调速器的控制。例如：预先给定的牵引速度为7m/min，其对应调速特性*c*点的牵引力为147kN（见图2-17*b*）。当牵引力增大到167kN时，牵引速度将在液压功率调速器的作用下沿*ab*线的*c*点降至*d*点，即牵引速度由7m/min降至Vd。若牵引力继续增大，牵引速度将继续降低。如果牵引速度降低后，牵引力开始减小，则牵引速度将沿*ab*线回升。当牵引力低于或等于147kN时，牵引速度将恢复到原调定的7m/min速度。

6）电机功率自动调速回路

采煤机电动机的输出功率包括截割功率和牵引功率两部分。电动机的功率主要消耗在截割部，牵引部所消耗的功率一般只占电动机额定功率的20%左右。采煤机在截割过程中，由于工作面煤质条件基本不变，滚筒截割速度不变，因此，电动机的功率消耗将随牵引速度

的提高而增大，并随牵引速度的降低而减小。为了充分利用电动机功率，使采煤机在工作中能够发挥它的最大效能，以便电动机能经常保持在额定功率下运转，并有效地防止电动机过负荷造成事故，采煤机设置了电机功率自动调速回路。

电动机功率自动调速回路是由调速回路和调速电路两部分组成。

（1）电动机调速回路如图2-6所示。该回路由电机功率调速器18、电磁阀 8、可调节流阀46和精滤油器38等元件组成。电机功率调速器18是一个双作用油缸，其活塞杆左端大于右端。右端活塞杆伸出，可以进入V形块左侧 50°角的V形槽内。电机功率调速器轴线所在位置恰好相当于牵引速度为零时的V 形槽的中心位置。如果给机器整定一个速度，则使V形块14 偏离中位。当电动机负荷增大时，活塞杆从缸体内伸出与 V 形槽一侧相遇并继续向右移动，活塞杆与V形槽斜面相互作用的结果使V形块克服复位弹簧 19 的预紧力而逐步回零，即可使事先整定的牵引速度逐渐降低，直到回零；反之，当电动机负荷减小时，活塞杆从V形槽中逐渐退出，V形块14在复位弹簧19的作用下复位至事先整定的速度位置上。电机功率调速器18由电磁阀 8 控制。

（2）电动机功率调速电路用来控制电磁阀 8 的动作，见图 2-6 左边的电路系统。电路由电流互感器52、整流器53及54、电位器55及56、电位比较器57、晶体管放大器60和61、继电器58和59，以及选择开关64等电气元件组成。

当电源电压比较稳定时，设在主电动机动力线路的电流互感器52的输出电流，一般可用来代表机器的负荷情况。电流互感器52输出的电流经过整流器53整流后，可在电位器55两端形成电压信号。该信号显然与电动机的负荷成正比的。电位器56是预先根据电动机的额定功率调整好的可调电位器。经调定的电位器56两端的电压与电动机的额定功率相对应。把上面两种电压用电位比较器57进行比较，可得到电动机的欠载、满载或超载三种负载状态中的一种。

当电动机欠载时，电位比较器57无信号输出，这时增速继电器 59 和减速继电器 58 不动作。若选择开关64处于“自动”位置，则由直流电源54供电的电磁阀 8 的线圈回路中的增速线圈通电，于是电磁阀 8 左移，使电机功率调速器18的活塞缩回，机器牵引增速。

随着牵引速度增大而使电动机满载时，电位器55两端的电位增高，与电位器56两端的额定电位进行比较后，通过电位比较器57向晶体管放大器61输出一个定速信号。经放大器61放大后，打开增速继电器59的常闭接点，切断去电磁阀 8 的回路，于是其阀芯在复位弹簧的作用下回到中立位置，电机功率调速器18的活塞停止不动，从而使机器在满载时维持牵引速度不变。

当电动机超载时，送入电位比较器57的信号相应地增大，这时比较器向两个晶体管放大器61和60输出信号。经放大后的信号使增速继电器59和减速继电器58动作，即增速继电器的触点回满载时一样处于断路状态，而减速继电器的常闭触点也断开，但其常开触点则成为闭合状态。因此，电磁阀 8 控制电路中的减速线圈通电，使阀芯右移，调速活塞杆伸出，并通过与V形块的相互作用而使用机器减速。如果电动机超载不消失，机器将比升速过程接近快一倍的速度进行减速，直到机器完全停止为止。

采煤机电动机的功率为 170kW，在电压为1140V的条件下，额定电流I_0是108A。本机规定三种负载状态：$I<95\%I_0$时为欠载；$I=(95\sim105)\%I_0$ 时为满载；$I>105\%I_0$时为超载。因此，电动机功率自动调速特性可用两条水平直线$I=0.95I_0$和$I=1.05I_0$所包含的等电流或等功率带来表示，如图 2-18 所示。当电流小于 $0.95I_0$（103A）时，机器就要自动增速；当

负载电流大于1.05I_e（113A）时，机器就要自动减速；当负载电流等于（0.95～1.05）I_e（103～113A）时，机器就按原来速度运转。

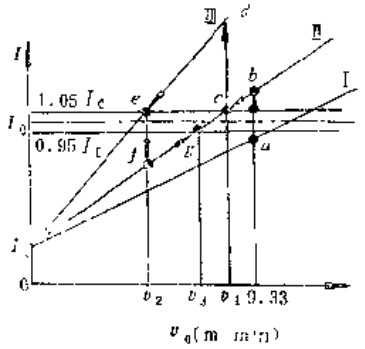


图 2-18 电动机功率自动调速特性

采煤机是否采用电动机功率自动调速，由电路系统中的选择开关64来控制。当位于电动机控制箱采空区一侧的选择开关64置于“对零”位置时，电磁阀 8 的减速线圈强迫通电，使电机功率调速器的活塞杆插入V形槽，从而使机器锁死在零牵引速度状态下（这时如果机器还显现有牵引速度，则表示牵引速度的零位需要进行调整）。选择开关64的“对零”位置，还可以在工作面检修时用来闭锁机器等等。

选择开关64的“停用”位置表示停止使用电动机功率调速回路。这时，电磁阀 8 两线圈均断路。为了在“停用”情况下仍能用其它方式控制采煤机的牵引，因此在转换开关64转至“停用”位置前，应让电动机处于欠载状态，使电机功率调速器18的活塞杆从V形块中退出；否则，电机功率调速器的活塞杆有可能处于外伸状态，使牵引速度的其它操纵方式受到限制，甚至完全失效。

采煤机在工作面遇到不同煤质时，电动机功率自动调速的过程如下（图2-18）：若牵引速度整定值为 9.33m/min，则当采煤机在软煤（Ⅰ线）中工作时，采煤机将按Ⅰ线增速，直到稳定在整定速度值a点上，电动机欠载工作；当煤质变为中硬（Ⅱ线）时，机器沿abc减速，直到稳定在c点，电动机处在满载上限工作；当遇到硬煤（Ⅲ线）时，机器沿cde减速，并稳定在e点；当煤质又变成中硬时，机器沿efg增速，并稳定在g点，电动机在满载下限工作。由此可见，牵引速度能随电动机负荷自动调整，使电动机保持在满载条件下运行。

4．安全保护回路及装置

为保证机器安全运行，牵引部设有安全保护回路及装置。

1）超压保护回路

超压保护回路是由安全关闭阀 6、高压安全阀 25 等元件组成的回路，见图2-6。安全关闭阀的结构如图2-19所示。它是一个二位五通阀，其作用原理是：来自主回路高压侧的高压信号油进入阀下部中心小柱塞的上端，对阀芯产生推力。如果信号油的压力超过15MPa，即推力大于上部弹簧的预压力时，弹簧被压缩，阀芯产生向上位移，切断开关阀 7（见图2-6）台阶式油缸的低压油源；同时，该油缸与油箱沟通，使开关阀在弹簧作用下自动下移，液压功率调速器 17（图 2-6）上锁，于是机器在较短的时间内停止牵引，从而起到了保护作用。

为了使超压保护可靠起见，在高压信号回路中加设了高压安全阀25和节流孔44′（见图2-6）。高压安全阀25的开启压力为15MPa。一旦回路超压，高压安全阀 25 与安全关闭

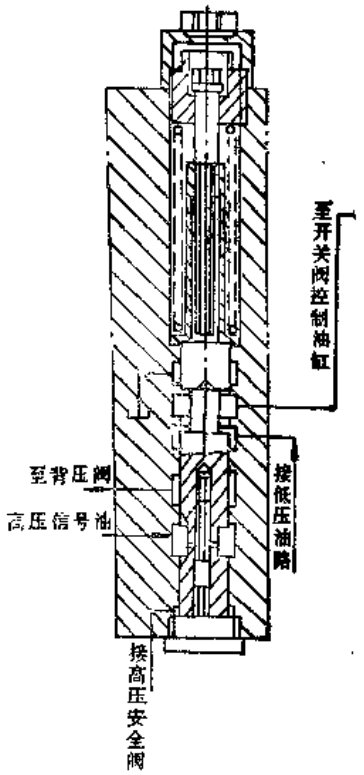


图 2-19 安全关闭阀结构

阀6同时打开，从高压安全阀25溢出的油液经节流孔44′回油箱。当高压安全阀25阀口开启得足够大时，其溢出的油液在节流孔44′前产生一定压力。该压力返送至安全关闭阀阀芯的下端部，阀芯端部便增加了一个向上的作用力，使安全关闭阀动作迅速、可靠。

超压保护回路还可以使牵引部卸载，把锚链上的牵引力很快从200kN降至46kN。这样即可使机器立即停止牵引，而且可在锚链中保持一小部分剩余牵引力，以便对造成机器过载的原因进行检查，同时在机器再次牵引时可以减轻锚链过分跳动。

当主回路系统压力超过15MPa，安全关闭阀动作，使机器立即停止牵引后，司机应把控制手把64转至对零位置，然后对该停止牵引事件进行检查，找出造成事件的原因，并加以妥善处理后才允许重新开动机器牵引。开动牵引的顺序是：先打开开关阀手把，使开关活塞缩回，解锁，然后转动控制手把64至自动位置。这时机器牵引速度便从零逐渐增速至原先所选定的整定速度正常运行。

2）欠压保护回路

欠压保护回路是为了防止辅助泵供油系统压力过低而设置的。造成供油压力过低的原因，可能是辅助泵的吸、排油滤油器堵塞，管路泄漏，辅助泵磨损严重等因素。辅助泵供油压力过低，可能使主油泵1供油不足或液压马达2背压过低，造成主油泵或液压马达的损坏，同时还可能引起液压控制系统的失灵。

在正常供油压力下（1.47MPa）作用在开关阀中活塞上的液压力与其弹簧的预压力相平衡，这时可以用开关手把对它进行“开”、“关”的控制。当供油压力低于0.49MPa时，在弹簧力的作用下，开关阀将自动跳回“关”位，使采煤机立即停止牵引，起到保护作用。应当注意，这种情况发生时，应找出原因并修复后才能重新开机，切不可强制将开关阀手把打开，勉强进行工作，以防发生重大事故。

3）倒吸保护

当采煤机在截割过程中，由于某种原因而突然使电动机停止运转时，主油泵和辅助泵也随着停止运转。这时，液压马达由于紧边牵引链条的张力和系统的泄漏而发生倒转，使液压马达处于油泵状态运转，所以必须对其吸油侧供油。因此，液压系统中设置了背吸阀48（图2-6）。一旦液压马达发生倒转时，便可通过背吸阀直接从油池吸油，从而避免了液压马达的吸空现象。

4）油质与油温保护

牵引部所用油液必须符合要求，不同品种的油液不得混用。另外还应注意保持油液的清洁和限制油液的最高温度。

为了保证液压系统中油液的清洁，在辅助泵的吸、排油管路中分别装有缝隙式粗滤油器和纸芯式精滤油器，使油池内的液压油经过两次过滤后进入系统。为保证按钮调速、电机功率调速的平稳、准确，在其控制油路的可调节流阀之前，分别装有金属粉末烧结式精滤油器，同时在牵引部油池内还装有两根磁性滤油器，以清除油液中的金属粉末。

为防止因油温过高而引起故障，在牵引部靠煤壁侧的箱壁上，装有油温传感器。当油温升高到70℃时，油温传感器便发出信号，并通过电气系统自动停止电动机运转。只有在油温降低后，电动机才能重新起动。

为使油箱内气压保持不变，在牵引部箱盖上还装有带空气过滤器的透气塞，用以同大气连通。

5）零位保护

在按钮调速时，有可能会因操作过度而引起机器反向牵引。为此，在调速齿轮轴上装了一个带缺口的圆盘24（图 2-6）。当速度回零时，圆盘缺口正好把调速电磁阀 9 的线圈电路通过开关62切断，同时使信号灯63发光，表明牵引速度已回零。若要获得反向牵引，应先将按钮松开，再重新按按钮即可。

四、牵引部的安装与调整

1．安装

牵引部液压系统是由各种独立的液压元件、部件及40多根油管组合起来的一个整体。在将各液压元件或部件安装和将管路连接起来之前，必须做好各项准备工作。例如，对各液压元件、机械零件以及电气元件等应清洗干净，检验合格；对部件或元件的安装部位、相互连接关系及安装次序等应事先弄清楚。牵引部各部件和元件的管路连接如图2-20所示。

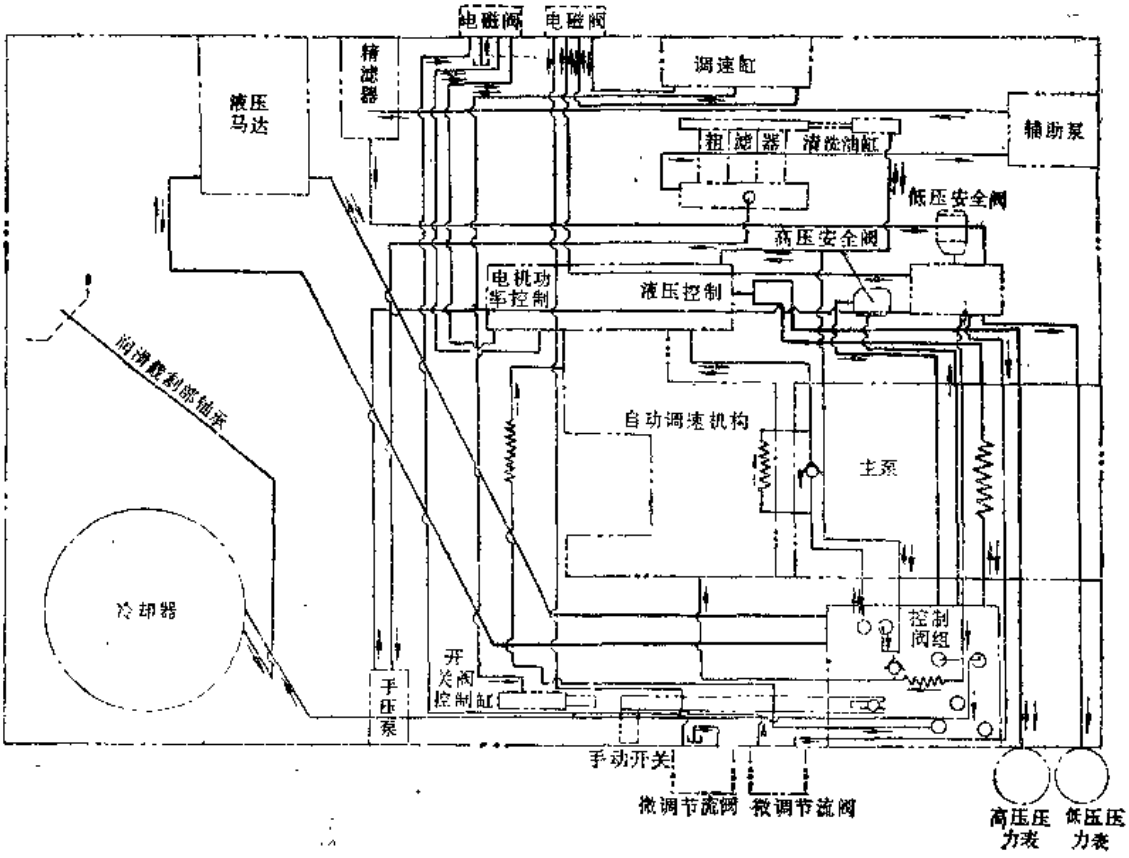


图 2-20 牵引部液压管路连接示意图

牵引部的安装步骤大致如下：

（1）在牵引部箱体内装入按钮调速油缸及通向压力表和可调节流阀的油管；

（2）装入自动清洗的粗滤油器、辅助泵及其吸油管；

（3）从采空区侧的机壳镗孔装入行星齿轮减速器；

（4）从机壳右端镗孔装入过桥轴联轴节；

（5）装入过桥轴；

（6）装入齿轮离合器拨叉；

（7）装入控制阀组、高压安全阀及其油管；

（8）安装主油泵及冷却器；

（9）安装液压马达；

（10）安装泵位调节器及自动调速机构；

（11）装上调速换向手把、开关阀手把、压力表及可调节流阀、主链轮及导向链轮等。

由于牵引部的安装是由下到上分层进行的，因而在安装过程中要防止发生差错，否则就要返工。

安装主油泵时，要保证上突缘平面与牵引部盖板的安装平面互相找平，以防手动调节装置被卡死。安装泵的插入式导管时，应注意防止损坏O形密封圈，并且应把导管另一端用于同阀组相连的固定螺钉松开，否则无法装入。安装泵位调节器时，要使拨叉和滑块的位置放正确。

对于各个液压元件，除安装部位和相邻元件的联接必须正确外，还应特别注意各联接处的松紧程度要适当。当各液压元件及部件安装完了后，必须仔细核对，经检查确实无误后，才能向油箱注油。

向油箱注入的液压油应符合厂家对油液提出的要求。如果更换用油品种，必须符合有关规定，并且必须将油箱、管路及液压元件内原来的油液全部清洗干净，方可加入新油。注油量应在液压元件充满油液的情况下保证油位在盖板以下 80～100mm，或按油位指示器位置加油。

油箱注好油后，为防止液压系统各个部分在缺油或有气的情况下运转，在初次起动之前，应用手压泵向有关部分进行充油和排气。

进行充油排气时，要先把主油路的排气塞（e）和控制油路的排气塞e（见图2-2*a*）打开，然后来回推拉手压泵充油，等到控制油路的排气孔e溢油后把油塞拧紧；接着起动电动机，利用辅助泵向主油路供油，等到主油路排气孔（e）溢油后，再把油塞拧紧。

对辅助泵排油油路中的纸芯式精滤油器进行排气时，可把它位于牵引部靠煤壁侧的盖子拧松，等排完气后再把盖子拧紧。对开关活塞油缸进行排气时，可先拧开它上面的两个排气塞f，然后多次操作开关阀手把，等到不冒气泡时再把油塞拧紧。对电机功率调速器进行排气时，须打开它上面的两个排气塞h，然后操作选择开关，先从“回零”位置转到“自动”位置，再从“自动”位置转到“回零”位置，反复多次操作，等到不冒气泡时，再把排气塞拧紧。对变量油缸进行排气时，先打开它上面的排气塞g，再操作开关阀手把和选择开关，使开关活塞解锁，电机功率调速器的活塞从相应的V形槽中退出，然后再用调速换向手把使变量活塞多次往返移动到两端的极端位置，等把气排尽后再把油塞拧紧。在对以上各部分进行排气操作时，必须把牵引部离合器手把打到“断开”位置。

2．调整

在各零部件安装完以后，还应对下列液压元件进行调整。

1）主油泵零位的调整

调整主油泵零位之前，要在停供冷却水的情况下以较高的牵引速度开动牵引部，使油温上升到40℃。调整时，要把牵引部离合器打到“接通”位置，并把开关阀手把打在“关”位。起动电动机后，若链轮转动，则说明主油泵不在零位。这时，可通过箱体盖板上的调节孔*n*把随动阀阀芯上的锁紧螺母松开，转动阀芯，等到主链轮停止不动时，再把锁紧螺母重新拧紧。然后反复试验正、反向牵引，如主链轮不再转动，则表示主油泵已调整到零位。这时

还应进行过载试验，当高压保护装置动作后，主油泵回零，主油路高压回路压力随即下降到3.9MPa，如果主链轮此时不再转动，则说明主油泵零位已经调好，否则仍需重新调整。

主油泵零位调好以后，若调速换向手把并不在垂直位置，即不在零位，应对手把位置进行调整。

2）背压阀和低压安全阀的调整

调整背压阀时，应在油温为40℃的情况下，以较低的牵引速度开动牵引部，然后拧松背压阀上的锁紧螺母，转动调节螺钉，观察低压压力表的读数。当压力表读数为1.47～1.57MPa时，则表示已经调好。调整完毕后，应拧紧锁紧螺母。

调整低压安全阀时，应把开关阀手把打到“关”位。转动调节螺钉，并观察低压压力表读数，当读数为2.45MPa时，那就表示已经调好。

3）安全关闭阀的调整

安全关闭阀和高压安全阀的整定值为14.7MPa。调整安全关闭阀时可附带调整高压安全阀。调整工作应在试验台上进行，先以较低的牵引速度开动牵引部，并对主链轮加载制动。当负载逐渐增大时，高压压力表的读数也随之升高，当读数达到14.7MPa时，安全关闭阀应立即动作并使牵引停止，否则，就应重新调整阀内弹簧的预压力，直到符合要求。然后，还应使主链轮正转和反转，使安全关闭阀动作5次以上，才算调好。

4）开关阀的调整

调整开关阀时，应先开动牵引部，再慢慢转动背压阀的调节螺钉，使控制油路的压力逐渐降低。当低压压力表的读数为0.49MPa时，开关阀手把应立即跳回“关”位并停止牵引。如果不能自动跳回，则应重新调整阀内弹簧的预压力，直到符合要求为止。

5）可调节流阀的调整

调整可调节流阀46（图2-6）时，先把选择开关转到“自动”位置约一分钟，使电机功率调速器活塞杆完全退出调速套V形槽后，再把选择开关转到“回零”位置，然后测量活塞杆端头从V形槽口到槽底31mm行程所需要的时间是否为20^{+2}s，（油温为50℃），如果不是，则应转动可调节流阀46的旋钮，直到符合上述要求为止。

调整可调节流阀47时，应按下增速按钮，测量调速换向手把从零位旋转到最大牵引速度所需要的时间是否为8±2s（油温为50℃时）；还应按下减速按钮，测量调速换向手把从最大牵引速度位置旋转到零位时所需要的时间是否也是8±2s，如果不是，则应转动可调节流阀47的旋钮，直到符合上述要求为止。

第三节 截 割 部

采煤机左、右截割部的结构完全相同，由机头减速箱、摇臂减速箱、滚筒及弧形挡煤板等组成。

一、机械传动系统及其结构

1. 传动系统

截割部的传动系统如前图2-3所示。电动机左端出轴经中间箱和牵引部过轴传动左截割部的离合齿轮Z_1后分为两部分，一部分传动滚筒，另一部分传动调高泵。其传动顺序如下：

离合齿轮Z_1 →离合器C→圆锥齿轮（Z_2、Z_3）→摇臂减速箱中的齿轮Z_4→惰轮Z_5→惰轮Z_6→Z_{11}→Z_{12}→Z_{13}→Z_{14}→Z_{15}→调高泵

(三个) →齿轮Z_7→行星轮减速器（Z_8、Z_9、Z_{10})→H系杆→滚筒

可见，在截割部传动系统中，机头箱内只有一对锥齿轮减速，摇臂箱内有一级圆柱齿轮减速和一级行星齿轮减速，其总传动比i为：

$$i=\frac{Z_8\cdot Z_7}{Z_2\cdot Z_4}\left(1+\frac{Z_{10}}{Z_8}\right)=\frac{24\times 10}{14\times 14}\left(1+\frac{70}{14}\right)=29.4$$

故滚筒转速n为：

$$n=\frac{n_{电}}{i}=\frac{1160}{29.4}=50\text{r/min}$$

电动机至调高泵之间的传动比i'为：

$$i'=\frac{Z_{12}\cdot Z_{15}}{Z_1\cdot Z_3}=\frac{18\times 36}{27\times 18}=1.33$$

故调高泵转速n'为

$$n'=\frac{n_{电}}{i'}=\frac{1460}{1.33}=1098\text{r/min}$$

为了得到不同的截割速度，以适应不同煤质的要求，摇臂减速箱内的齿轮Z_4、Z_5有三种齿数可供选择，其对应的滚筒转速与截割速度如下表。

滚 筒 转 速 与 截 割 速 度

齿轮序号与齿数		滚筒转速(r/min)	截 割 速 度 (m/s)		
Z_4	Z_5		ϕ1.1m	ϕ1.3m	ϕ1.6m
14	33	50	2.9	3.4	4.2
18	31	64	3.7	4.4	5.4
22	29	78	4.5	5.3	6.5

齿轮Z_4的齿数改变后，其节圆直径也要随着改变。由于摇臂减速箱壳体上的镗孔位置不变，而且惰轮Z_6的齿数和节圆直径也不变，因此，齿轮Z_5的齿数和轴心位置必须作相应的改变后，齿轮Z_4、Z_5和Z_6才能正确啮合。如图2-21所示，要齿轮Z_4和Z_5正确啮合，应使

$$D_5+\frac{D_4}{2}=A$$

式中 D_4——齿轮Z_4节圆直径；

D_5——齿轮Z_5节圆直径；

A——常数。

由于$D_4=m\cdot Z_4$，$D_5=m\cdot Z_5$（m—齿轮模数），因此，代入上式得：

$$Z_5+\frac{Z_4}{2}=\text{常数}$$

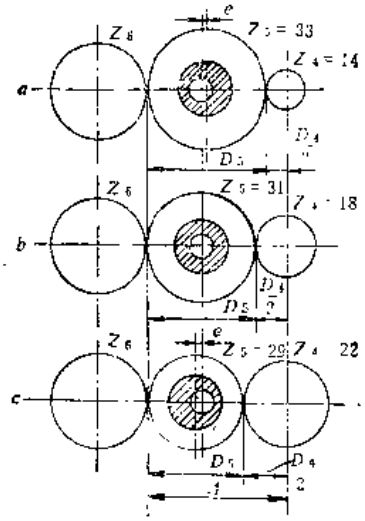


图 2-21 换速齿轮关系

由此可见，当齿轮Z_4的齿数增加或减少两个时，齿轮Z_5的齿数应相应的减少或增加一个。所以，当齿轮Z_4的齿数为14、18和22时，齿轮Z_5的齿数为33、31和29。

随着齿轮Z_4和Z_6齿数的变化，齿轮Z_5的轴线位置也要变化。因此，齿轮Z_5与其心轴不能总是同心的，需要在心轴上装一轴套。轴套按齿轮Z_5和心轴

的要求做成同心的或偏心的。心轴装在轴套的同心或偏心的孔中固定不动，齿轮Z_6围绕轴套旋转，即可符合传动要求。

电动机右端出轴通过离合器齿轮Z_1，同时带动右滚筒和右截割部的油泵。

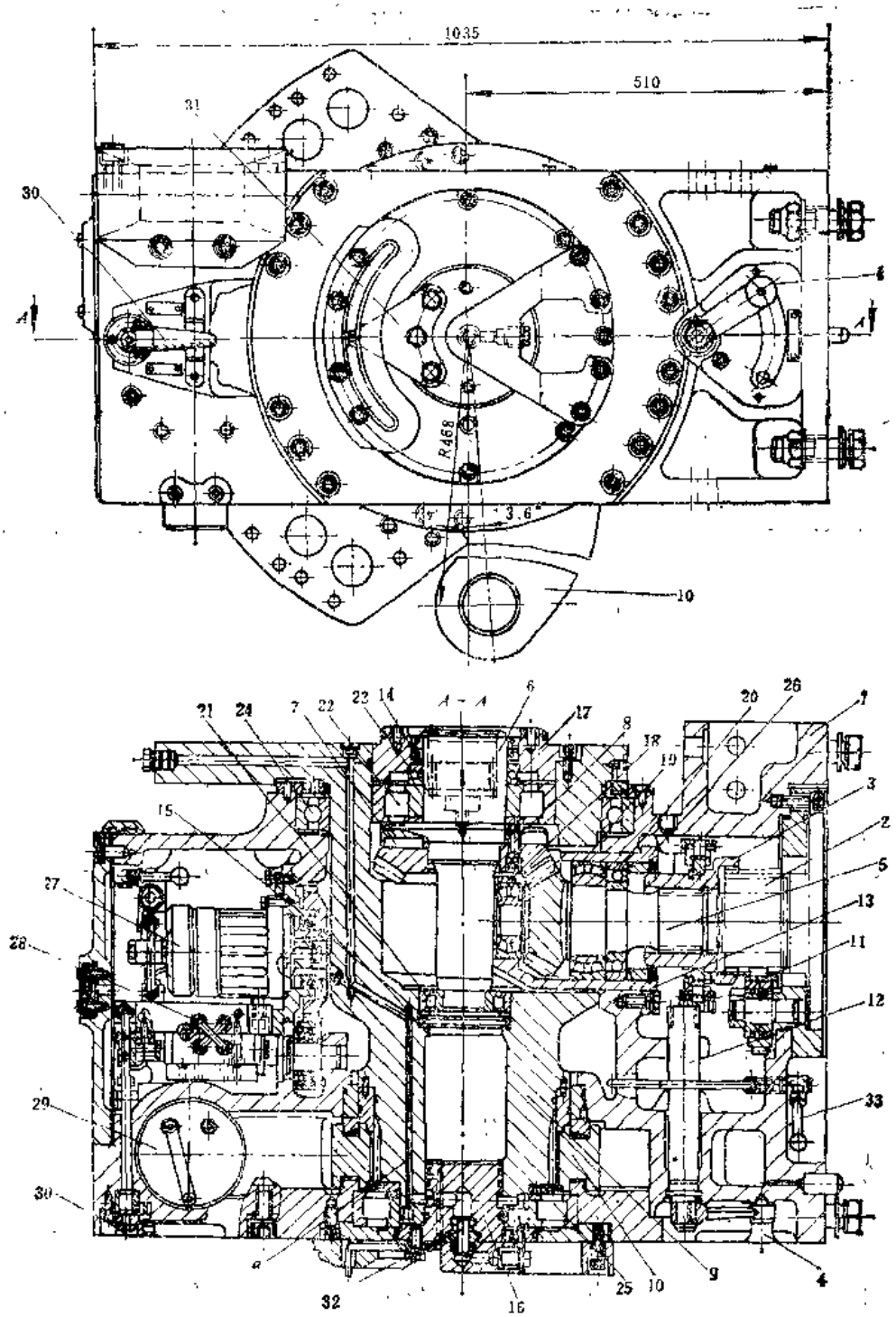


图 2-22　机关减速箱结构

1—箱体；2—离合齿轮；3—离合器；4—离合器手把；5—一轴；6—二轴；7—端面键；8—螺钉；9—摇臂轴；10—小摇臂；11—齿轮；12—齿轮轴；13、14、15—调整垫；16、17—端盖；18、19、20、21、22、23、24、25—轴承；26—轴承环；27—调高泵；28—控制阀；29—缸盖；30—旋转挡煤板手把；31—角度指示板；32—进水管接头；33—排气管；a—水道

2. 机头减速箱的结构

机头减速箱为上、下对称的箱体，其结构如图2-22所示。箱内分为两个单独的隔室，右侧隔室为齿轮传动箱，内注齿轮油；左侧隔室为液压件箱，内注液压油。

一轴为齿轮轴，轴左端的锥齿轮伸进摇臂套9的扇形缺口中，与二轴上的大圆锥齿轮啮合。轴的右端加工有滑键。操纵离合器手把4，转动齿轮轴12，通过齿条、拨叉(图中未画)使离合器3在滑键上左右滑动，与牵引部过轴端的离合齿轮2离合。当离合器与离合齿轮脱离啮合后，即切断了电动机至滚筒之间的传动，但并不影响离合齿轮通过齿轮11传动调高泵27运转。一轴通过三个轴承支承在箱体内。轴承18、19为双列向心球面滚子轴承，用以承受径向力。轴承20为单列向心推力球轴承，用以承受轴向力。轴承19、20装在轴承杯26内。在轴承杯与箱壁之间装有调整垫13。

二轴通过两个单列向心短圆柱滚子轴承21、22支承在摇臂套内，其靠煤壁一侧的轴端加工有花键槽，用以同摇臂减速箱中的齿轮轴联接。轴上的大圆锥齿轮是在80～90℃温度下热装上的，并用两条端面键7和十条螺钉8固定。为承受大圆锥齿轮产生的轴向力，在端盖17内装有单向止推球轴承23。

圆锥齿轮的齿侧间隙为0.17～0.45mm，可通过一轴轴承杯侧的调整垫13和二轴止推球轴承侧的调整垫14进行调整。其接触斑点沿齿高及齿长方向均不应小于60%。齿侧间隙的测量可以通过外壳上的注油孔进行。为防止二轴的热膨胀，在靠采空区一侧的轴端留有0.5mm的间隙，可通过调整垫15进行调整。

摇臂轴横贯箱体，并通过箱体两侧壁孔中的单列向心球轴承24和单列向心短圆柱滚子轴承25支承。摇臂轴靠煤壁侧端为一扇形法兰盘，用以同摇臂减速箱联接；另一端加工有轮齿，与小摇臂10的内齿圈联接。小摇臂下端的销轴孔同调高油缸的活塞杆铰接。当调高油缸活塞杆伸出或缩回时，通过小摇臂和摇臂轴带动摇臂减速箱摆动，实现滚筒调高。

摇臂轴的两端用端盖16、17密封。在端盖16上装有进水管接头32，喷雾降尘用的压力水经该管接头、摇臂套中心水道a、扇形法兰盘上接头进入摇臂减速箱水管。

在箱体的右侧装有一个带空气过滤装置的排气管33，其一端弯曲向下，另一端通向机外，以避免箱内空气受热膨胀后压力增高。

箱体左侧的隔室内装有调高泵27和控制阀28等液压元件。手把30用以控制挡煤板翻转。

角度指示板31的尖端在弧形槽中滑动，用以指示摇臂的摆角。

另外，采煤机用在较薄煤层时，其调高油缸安装在缸盖29下面的箱体内。

机头减速箱的结构具有以下特点：

（1）减速箱为一整体铸造箱体，没有上、下盖，密封性能好，但零部件的拆装较困难；

（2）两个圆锥齿轮各自通过三个轴承支承，避免了悬臂，并且专门设置了止推轴承，以改善传动轴的受力状况；

（3）结构紧凑，主要传动齿轮和轴承都装在摇臂轴中，但其装配、检修、密封较困难；

（4）喷雾降尘水管利用箱体内部孔道，避免了外界物体的砸碰，较安全，但孔道加工复杂、对水质和密封要求高。

3. 摇臂减速箱

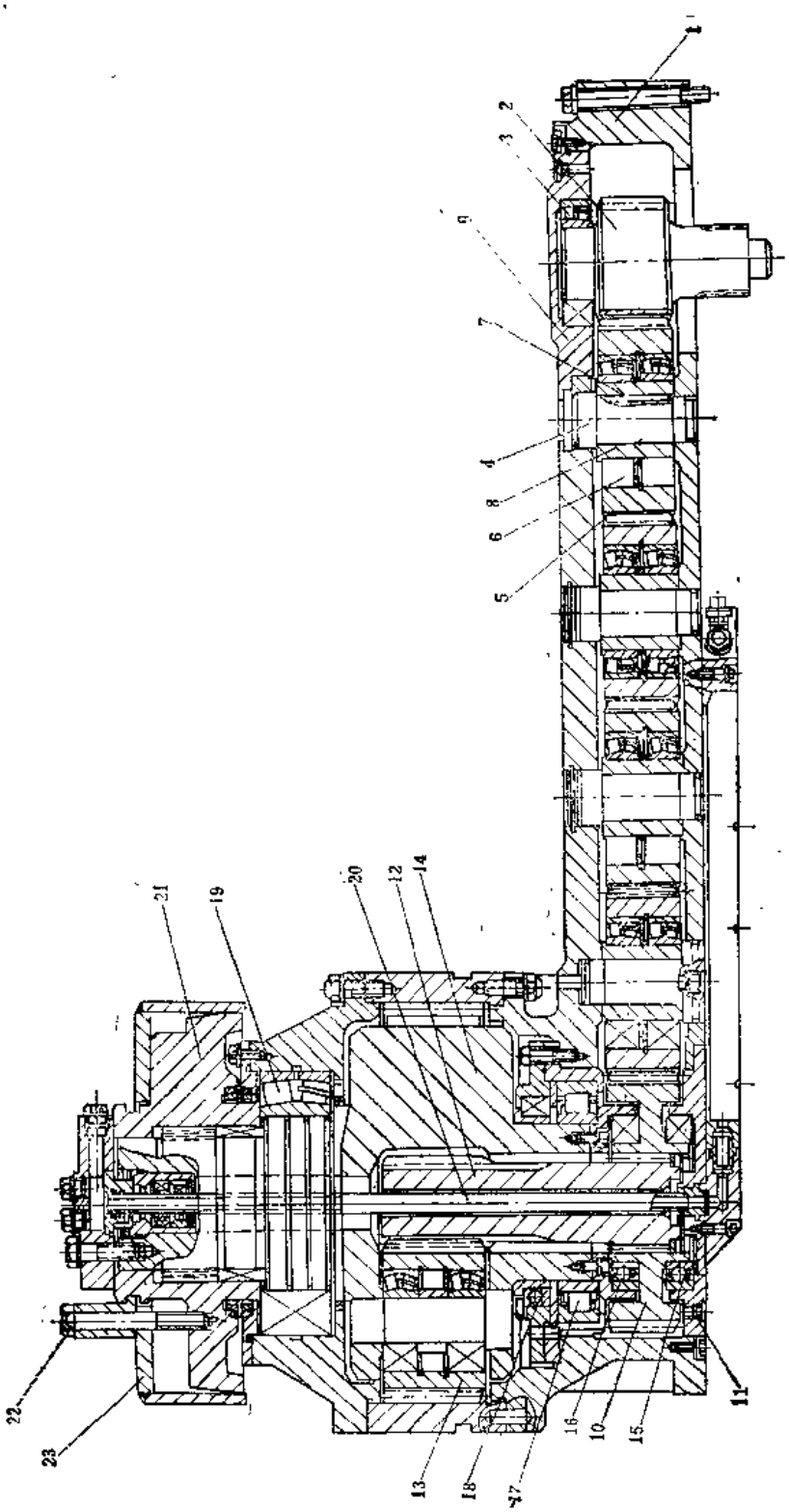


图 2-23　摇臂减速箱结构

1—箱体；2—齿轮轴；3、6、15、16、17、18、19—轴承；4—心轴；5—惰轮；7—平键；8—轴套；9,11—端盖；10—齿轮；12—中心轴；13—行星轮；14—系杆；20—水管；21—锥形联接盘；22—螺栓；23—轮毂

摇臂减速箱的结构如图2-23所示，其功用是把机头减速箱的动力传给滚筒，并带动滚筒升降。摇臂减速箱的左端为行星轮传动装置，其结构与牵引部行星轮传动装置相似；右端通过16条螺钉和6条螺栓与机头减速箱中的摇臂轴（靠煤壁侧轴端）的扇形法兰盘联接，并且还用2条螺栓定位。

摇臂减速箱的中心线与扇形法兰盘对称中心线间可以有两种不同的安装角（图2-24）：向上偏11°或24°。当调高油缸的活塞杆伸缩后，可以使扇形法兰盘相对机头减速箱水平中心线上下转动41°，所以，当安装角上偏11°时，摇臂相对机头箱水平中心线的最大上摆角为11°+41°=52°，最大下摆角为11°−41°=−30°；当安装角上偏24°时，相应的摇臂最大上、下摆角为65°和−17°。为配合采高范围的变化，上述两种安装方式分别适用于不同的滚筒直径。安装角上偏24°时，定位螺栓装在A、B两孔中；上偏11°时，定位螺栓装在C、D两孔中。A'、B'孔及C'、D'孔分别用于右摇臂的安装。

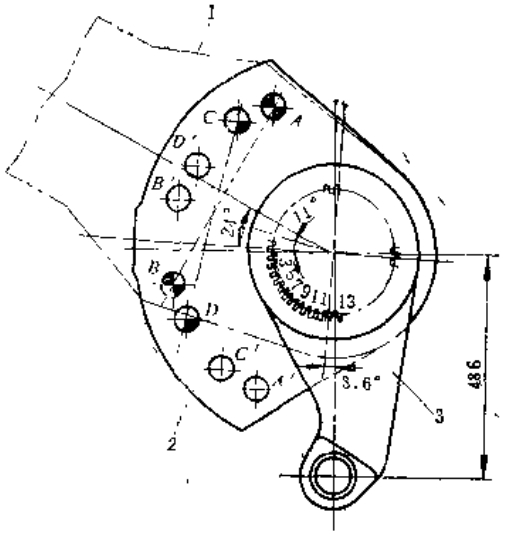


图 2-24 摇臂的安装示意图

1—摇臂减速箱；2—扇形法兰盘；3—小摇臂

摇臂减速箱右端的齿轮轴2通过轴端的花键同机头减速箱的二轴联接（图2-23），其另一端由装在端盖9内的双列向心球面滚子轴承支承。摇臂箱中的四个惰轮各自通过两个相同的双列向心球面滚子轴承6和轴套装在心轴上。由于惰轮5可以更换，因而在其心轴4上用平键7固定着可换轴套8。当惰轮5的齿数为31时，使用同心轴套；当惰轮5的齿数为29或33时，使用偏心轴套。更换时，应先拆下齿轮轴处的端盖9。

摇臂减速箱的左端为行星轮传动装置，齿轮10通过两个单列向心球轴承15、16支承。轴承15的外圈装在端盖11内，轴承16的外圈则装在和系杆14连接在一起的轴承座中。齿轮10通过内齿轮（$m=5$，$Z=23$）与中心轴12联接，中心轴的上端为轮齿，即中心轮。中心轮与三个呈120°分布在系杆上的行星轮啮合。系杆通过双列向心球面滚子轴承19、单列向心短圆柱滚子轴承17、单向推力球轴承18及单列向心球轴承16支承。系杆的输出轴端通过花键与锥形联接盘21联接。滚筒轮毂23用6条螺栓22固定在锥形联接盘上。

另外，由机头减速箱来的压力水经过摇臂减速箱侧面的水管、中心轴和系杆中心的水管20，通往滚筒进行喷雾。

摇臂减速箱中装有11个传动齿轮和21个轴承，担负着截割部的主要减速任务，并传递着约75～150kW的截割功率。由于摇臂减速箱经常处在倾斜位置工作，因而箱内传动齿轮的润滑条件较差，箱体温度较高，因此在工作中应经常把摇臂放平一段时间后再进行工作，以便摇臂箱内各传动齿轮得到充分润滑。

截割部内主要轴承的特征见表2-2。

二、滚筒与截齿

1. 滚筒

采煤机采用双头螺旋滚筒，其直径有1.1、1.3、1.6m三种，宽度为645mm。滚筒的结

表 2-2 截 割 部 主 要 轴 承 表

图中序号	名 称	型 号	尺 寸(mm)
	机 头 减 速 箱 (图2-21)		
18	双列向心球面滚子轴承	3609	45×100×36
19	双列向心球面滚子轴承	3003720	100×165×52
20	单列向心推力球轴承	36218	90×160×30
21	单列向心短圆柱滚子轴承	42312	60×130×31
22	单列向心短圆柱滚子轴承	92324	120×260×55
23	单向止推球轴承	8124	120×155×25
24	单列向心球轴承	1000876	380×480×46
25	单列向心短圆柱滚子轴承	92236	180×320×52
	摇 臂 减 速 箱 (图2-22)		
3	双列向心球面滚子轴承	3513	90×160×40
6	双列向心球面滚子轴承	3519	95×170×43
15	单列向心球轴承	130	150×225×35
16	单列向心球轴承	130	150×225×35
17	单列向心短圆柱滚子轴承	32140	200×310×51
18	单向推力球轴承	8144	220×270×37
19	双列向心球面滚子轴承	3003144	220×340×90

构如图2-25*a*所示。滚筒轮毂1上焊有两条螺旋叶片2，端盘3通过8条螺钉5与轮毂联接。轮毂的内表面为锥度1:6的圆锥孔，用于同摇臂减速箱输出轴上锥形联接盘的圆锥面配合。当用螺钉将轮毂与锥形联接盘紧固后（见图2-23），圆锥面的接触面积应不小于75%，以使两者之间产生足够的楔紧力，来满足传递滚筒所需要的扭矩。

滚筒上共安装着42个截齿，其排列方式如图2-25*b*所示。在每条螺旋叶片上装有11个截齿，除外端边缘一齿为－15°外，其余均为0°安装。滚筒端盘的周边上安装着20个截齿，分为两组，每组截齿的安装角度为：－15°（1个齿）、－5°（1个齿）、0°（2个齿）、20°（2个齿）和35°（4个齿）。

另外，在每条螺旋叶片的背面焊有水管6，其上均布着6个喷嘴7。由滚筒中心轴孔来的压力水经滚筒轴端的分配盘（图中未画）分别进入螺旋叶片上的水管，并经喷嘴喷出进行降尘。

2．截齿

该滚筒上安装的截齿为刀形截齿。截齿分长齿及短齿两种规格。一种是刀身伸出齿座的长度为84mm，用于截割较软的煤层；另一种是刀身伸出齿座的长度为64mm，用于截割较硬或夹有矸石的煤层。截齿装入齿座后，用ϕ20mm的销钉固定。

三、液压传动系统

截割部液压系统如图2-26所示，是由定量泵和油缸组成的开式系统，用以完成以下四种动作：

（1）左、右滚筒调高；

（2）采煤机机身调斜；

（3）左、右挡煤板翻转；

（4）防滑装置的控制。

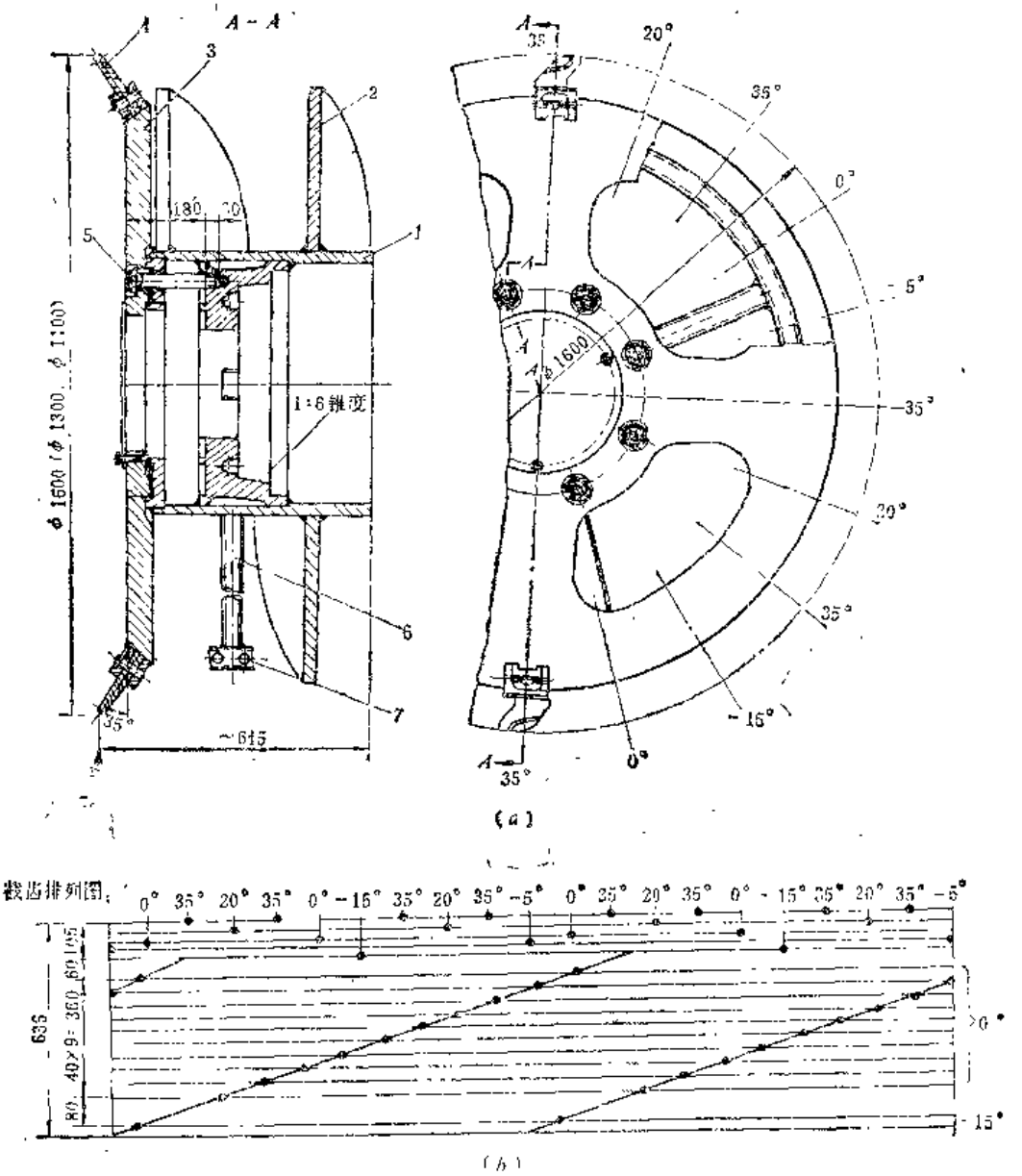


图 2-25　滚筒结构与截齿排列

1—轮毂；2—螺旋叶片；3—端盘；4—截齿；5—螺钉；6—水管；7—喷嘴

1．液压元件

截割部液压系统主要由调高泵、油缸、控制阀以及管路等元件组成。

调高泵为斜盘式轴向柱塞泵，其结构如图2-27所示。

泵体由泵壳、缸体和后盖三部分组成。泵轴装在泵体内，并通过缸体内的滚子轴承和泵壳内的向心推力球轴承支承。泵轴的中部为斜盘，斜盘轴线与泵轴轴线的夹角为11°。斜盘上装有平面滚子轴承和向心球轴承。缸体上均布的五个缸孔中装有空心柱塞和弹簧，缸孔底部与后盖上的排油阀连通。泵轴转动时，柱塞在斜盘和弹簧的作用下，在缸孔内往复移动，液压油便经后盖上的中心孔、缸体内的径向孔进入缸孔，并经排油阀排出。

调高泵采用配油阀配油，对油中杂质不敏感，同时泵的吸、排油方向与泵轴的旋转方向无关。由于柱塞直径和行程都较小，而且柱塞回程靠弹簧力，所以调高泵的排油量较小，自吸

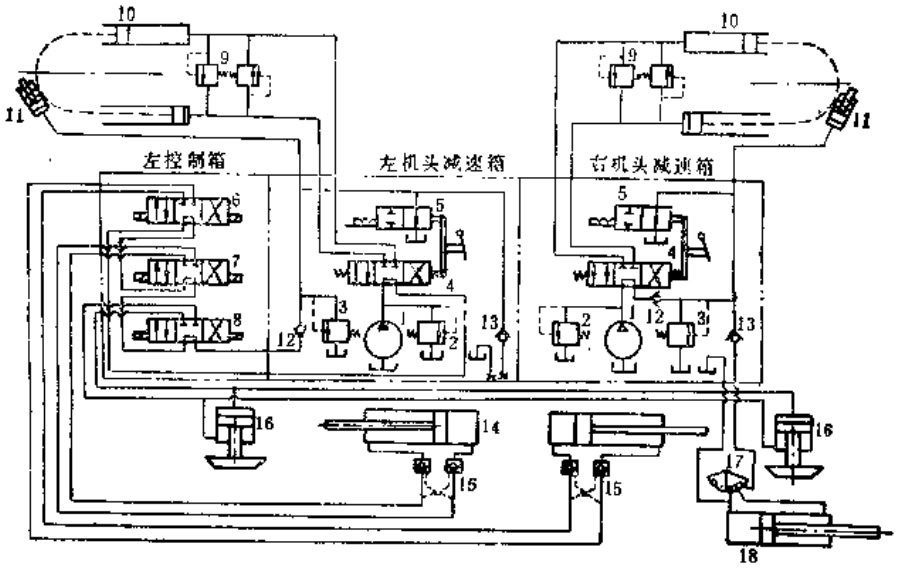


图 2-26 截割部液压系统

1—调高泵；2—高压安全阀；3—低压溢流阀；4—换向阀；5—卸荷阀；6、7、8—手动、电动换向阀；9—安全阀；10—翻转挡煤板油缸；11—离合油缸；12—背压阀；13—单向阀；14—调高油缸；15—液压锁；16—调斜油缸；17—转阀；18—防滑油缸

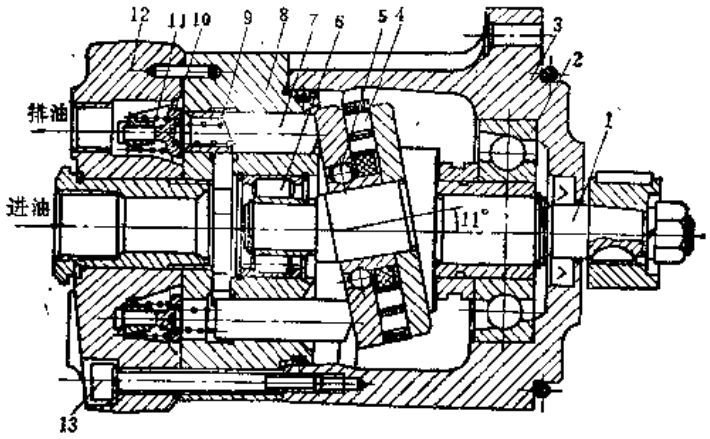


图 2-27 调高油泵

1—泵轴；2、4、5、6—轴承；3—泵壳；7—空心柱塞；8—缸体；9、11—弹簧；10—排油阀；12—后盖；13—螺钉

能力也较差。

调高泵主要技术特征如下：

最大压力	22.6MPa
工作压力	14.7MPa
流量	8.4L/min
额定转速	1098r/min
斜盘倾角	11°
柱塞直径	14mm
柱塞行程	10mm
柱塞数目（个）	5

2．系统油路

1）滚筒调高回路

由图2-26可见，两个调高油缸14分别用于左、右滚筒的调高。

电动机带动调高泵运转后，油泵排出的压力油通过换向阀4、6、7、8，背压阀12，卸荷阀5流回油池。这时，调高泵空载运转。

当用手把或按钮操作三位四通M型换向阀6向右移动后，油泵排出的压力油经阀4、阀6、液压锁15进入右滚筒调高油缸的活塞腔，活塞杆伸出，右滚筒升起；同时，其活塞杆腔的油液经换向阀6、7、8，背压阀12，卸荷阀5流回油池。操作换向阀6向左移动，则右滚筒下降。当用手把或按钮操作三位四通M型换向阀7时，则可控制左滚筒的升降。液压锁15用以闭锁调高油缸两腔的油液，使滚筒保持在所调定的位置上。

2）机身调斜回路

两个调斜油缸16分别安装在采煤机靠采空区侧的两个滑靴上，用以调斜机身。

当用手把或按钮操作三位四通M型换向阀8向右移动后，从油泵排出的压力油经阀4，换向阀6、7、8同时进入两个调斜油缸的活塞腔，其活塞杆腔油液经阀8、背压阀12、卸荷阀流回油池。这时，调斜油缸活塞杆伸出，采煤机机身向煤壁方向倾斜。当用手把或按钮操作阀8向左移动时，采煤机机身向采空区侧方向倾斜。

3）挡煤板翻转回路

换向阀4和卸荷阀5共用一个操作手把，用于控制挡煤板翻转。

操作时，首先将阀4、5的复合手把向外拉，使卸荷阀动作，切断卸荷油路。这时，油泵排出的压力油经阀4、6、7、8和背压阀12进入离合油缸11，使其活塞杆伸出，同时压力油还经低压溢流阀3流回油池。由于低压溢流阀的开启压力为4.9MPa，因而离合油缸内的油液将保持4.9MPa的压力。然后转动手把（即阀4右移），油泵排出的压力油便直接经阀4进入挡煤板翻转装置下面的油缸10，上面油缸中油液经阀4、6、7、8，背压阀12，低压溢流阀3流回油池。这时，油缸10的活塞便带动板状链条绕半圆环导轨顺时针转动，并通过离合油缸及翻转装置带动挡煤板翻转。转动手把，使阀4向左移动，则挡煤板反向翻转。

为防止挡煤板翻转后又受到外力作用而转动，使油缸内压力增大、元件损坏，在油路中跨接着两个安全阀9。当油缸的内压力超过23.05MPa时，安全阀开启，压力油便从挡煤板翻转装置的一个油缸进入到另一个油缸，使挡煤板能够转动而不致整坏。

挡煤板翻转后，除应将手把（阀4）转回到中位，还应将手把推入（阀5复位）。这样，离合油缸中的油液便经卸荷阀5流回油池，其活塞杆在弹簧作用下缩回。于是，挡煤板在截割过程中处于浮动状态，油泵也处在空载状态运转。

4）防滑控制回路

由图2-26可见，左、右截割部的液压系统中各有两个通向防滑装置的油管接头。当工作面倾角大于10°时，采煤机需要安装防滑装置。

防滑油缸18是一个单作用油缸，由二位三通转阀17控制。当采煤机沿倾斜下行割煤时，要先把转阀17打在图中右边位置，再把卸荷阀5手把向外拉出，油泵排出的压力油(4.9MPa)便经单向阀13和转阀17进入防滑油缸的活塞杆腔，其活塞腔通油池。这时，活塞杆缩回，防滑装置不起作用。然后再把卸荷阀手5把推入，使油泵空载运转，以减少功率消耗。在单向阀13的作用下，活塞杆将保持在缩回位置。当采煤机上行截割时，应把转阀手把打在图中左边位置，使油缸的两腔都与油池连通，这时活塞杆在弹簧作用下伸出。如果此时牵引链条被

拉断，防滑装置将起作用，制止采煤机下滑。

第四节 附 属 装 置

采煤机的附属装置主要包括底托架、防滑装置、挡煤板及其翻转装置、电缆拖移装置、牵引链条的锚固和张紧装置以及冷却、喷雾降尘装置。

一、底托架

底托架是支承采煤机整个机体的一个部件。它由左、右以及中间底架三部分组成，并用螺栓联接成一个坚固的整体。采煤机的电动机、牵引部、中间箱及左、右机头减速箱联接在一起后，再用螺栓固定到底托架上。底托架通过4个滑靴骑在输送机溜槽上。为了不影响滚筒装煤和躲开调高油缸，4个滑靴呈梯形布置。靠煤壁侧的两个滑靴的中心距离为4200mm，靠采空区侧的两个滑靴的中心距离为5510mm。

在左、右底托架的侧梁上分别装有调高油缸。油缸活塞直径为145mm，活塞杆直径为70mm，行程为700mm。当系统工作压力为14.7MPa时，油缸的拉力为186kN，推力为245kN；当工作压力为22.6MPa时，其拉力为284kN，推力为372kN。

底托架靠采空区侧的两个滑靴上，各装有一个调斜油缸。油缸的行程为80mm，活塞直径为120mm。当系统工作压力为14.7MPa时，油缸的推力为167kN；当工作压力为22.6MPa时，其推力为255kN。

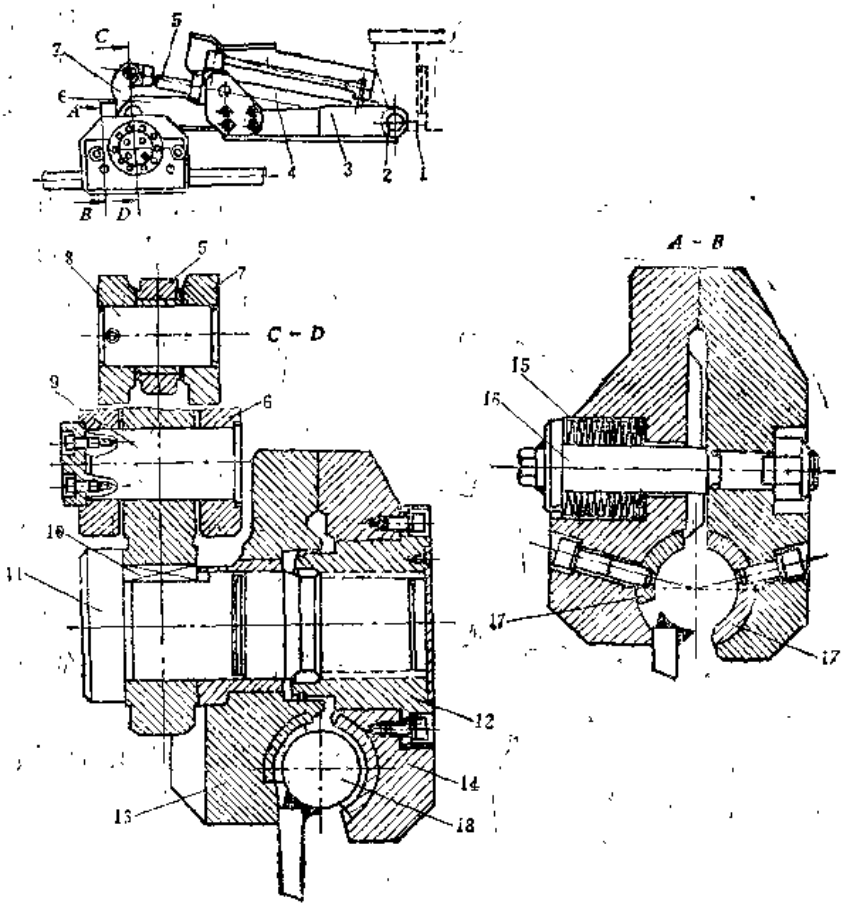


图 2-28 防滑装置

1—底托架；2、8、9—销轴；3—底座；4—油缸；5—活塞杆；6—叉形杆；7—杠杆；10—平键；11—螺纹轴；12—螺纹套；13、14—闸块；15—碟形弹簧；16—螺栓；17—弧形耐磨板；18—导向管

底托架上装有三组油管，两组油管通向调高油缸，一组油管通向调斜油缸。

二、防滑装置

采煤机防滑装置的结构如图2-28所示，主要由底座、油缸、杠杆、螺纹轴及闸块等组成。

防滑装置安装在采煤机底托架沿倾斜方向的下方，其一端通过底座3右端的销轴与底托架铰接，另一端通过闸块13、14抱在刮板输送机的导向管上。两个闸块通过螺栓16、碟形弹簧15联接（见*A-B*剖面）。碟形弹簧用以使两闸块具有一定的预紧力。弹簧的片数可按工作面倾角大小进行调整。当工作面倾角在0°～30°时，需要安装18片弹簧。两个闸块的下部用螺钉固定着弧形耐磨板17。

防滑油缸装在底座上，缸体通过销轴与底座侧板铰接，其活塞杆端用销轴8与杠杆7铰接。杠杆中部通过销轴9与底座左端的叉形杆6铰接，杠杆下端通过平键10与螺杆轴11固定。螺杆轴穿过两个闸块，其右端螺纹旋入螺纹套12内。螺纹套通过螺钉与闸块14固定。

防滑装置按左、右工作面的不同有所区别。用于左工作面时，螺纹轴和螺纹套都为右螺旋；反之，应为左螺旋。

防滑装置的工作原理如图2-29所示。当采煤机沿倾斜工作面下行截割时，如果发生断链，采煤机的滚筒被煤壁阻挡，不能沿输送机下滑。因此，在开始下行截割之前，应先操作转阀并拉出卸荷阀手把，使压力油进入防滑油缸的活塞杆腔，于是活塞压缩弹簧使活塞杆缩回（图2-29*a*），带动杠杆7转动，并使螺纹轴11顺时针方向转动一个角度。由于螺纹轴只能转动而不能沿轴向移动，因而螺纹套将克服碟形弹簧的作用力，带动闸块14向右移动。这时，弧形耐磨板离开导向管，防滑装置不起作用。

当采煤机沿倾斜工作面上行截割时，如果断链，采煤机将沿输送机下滑。因此，在采煤机开始上行截割之前，应操作转阀，使防滑油缸两腔连通油池。在弹簧的作用下，活塞杆伸出并使杠杆转到接近垂直输送机导向管的位置（图2-29*b*）。这时，两个闸块在碟形弹簧的作用下抱着导向管，但并不影响采煤机牵引。一旦发生断链情况，采煤机沿输送机开始下滑时，闸块因和导向管之间有摩擦力而不滑动，底座将随采煤机一起下滑，并通过叉形杆使杠杆带动螺纹轴逆时针方向转动一个角度（图2-29*c*）。与此同时，螺纹套进一步向左移动而使闸块紧紧抱在导向管上，从而制止了采煤机下滑。

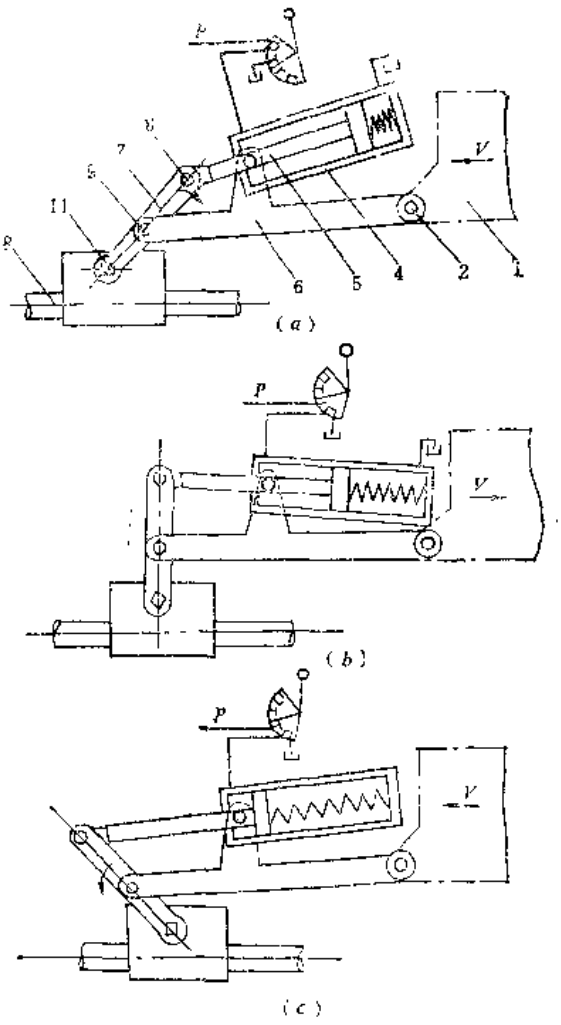


图 2-29　防滑装置工作原理

图注与2-28相同

三、挡煤板及其翻转装置

MLS_3-170型采煤机的挡煤板翻转装置如图 2-30 所示，它安装在摇臂减速箱靠采空区的壳体上。在每个翻转装置内装有两个上下平行布置的翻转油缸 2。一条带有滚轮的板片链条 4 绕过圆导轨后，两端分别与翻转油缸 2 的活塞 3 连接。在链条中部铰接着滑块 5，它通过离合装置与弧形挡煤板 6 相联结。当操作控制阀，使压力油进入一个油缸后（另一个油缸回油），活塞便推动链条带着滑块沿半圆导轨向一个方向滑动，于是挡煤板也跟着转动，其转动角度可达180°。翻转完成后，使滑块脱开，下滚筒的挡煤板便可浮动地放在底板上。

四、电缆拖移装置

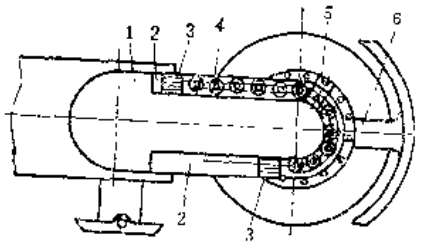


图 2-30　挡煤板翻转装置

采煤机采用链式电缆夹拖移。当采煤机沿工作面牵引时，电缆和水管装在电缆夹内跟着一起移动。电缆夹由框形链节组成，如图2-31所示。链节 1 朝采空区一侧是开口的，从开口处把电缆和水管装入，并用护缆板 5 和挡销 3 挡住。电缆夹由一段首链和若干段中链组成。每段链夹由 7 个链节铆接起来，长 707mm。各链段之间用销子 4 联接。首链的端头用一可回转的弯头 6 固定在采煤机的电气接线箱上，为改善这段电缆夹的受力情况，使链夹不易侧向弯曲或扭绞，在其开口的一边装有一条节距相同的板式链条 2。

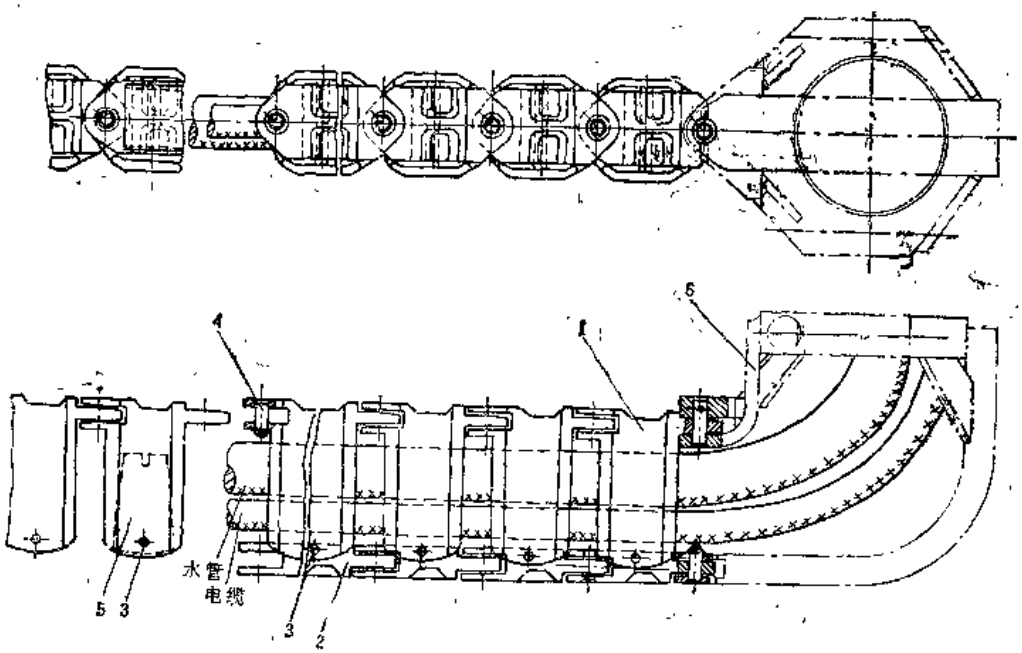


图 2-31　链式电缆夹

1—框形链节；2—板式链；3—挡销；4—销子；5—护缆板；6—弯头

回采工作面上的电缆和水管，前一半固定铺设在刮板输送机溜槽侧的电缆架内，后一半从工作面中点附近引出，装入电缆夹内，由采煤机拖移。为防止采煤机运行到工作面两端时拉断电缆夹和适应工作面长度的变化，安装时应使活动电缆夹的长度比采煤机运行长度的一半大两米以上。如运行长度为200m时，活动电缆夹的长度应稍大于102m。

五、牵引链条的固定张紧装置

采煤机牵引链条的两端通过液压紧链装置固定在刮板输送机的机头、机尾架上。采煤机牵引时，链条的松边可以保持一定的张力，以便链条能够顺利地从链轮上脱开。

液压紧链装置的结构如图2-32所示。液压缸3与紧链架2连成一体后，通过螺栓4铰接

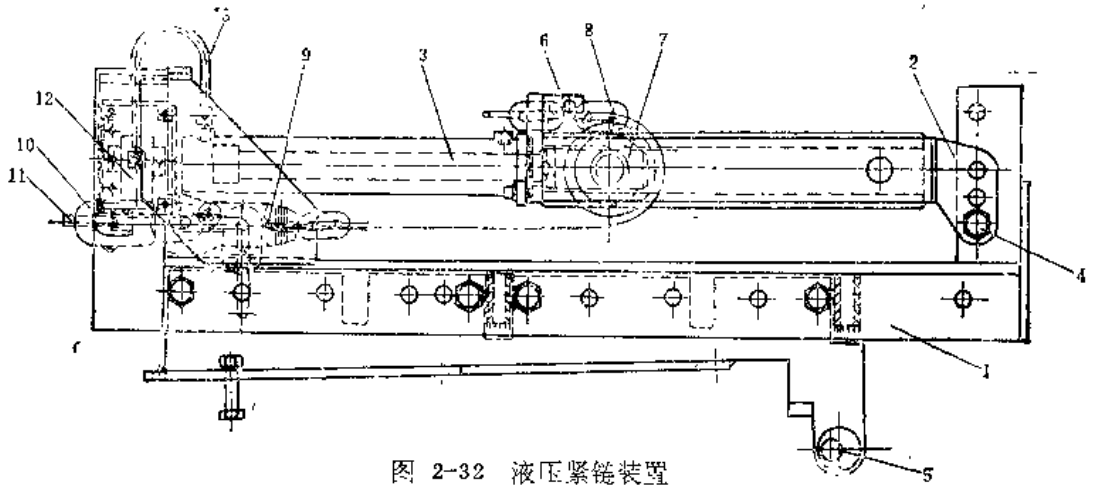


图 2-32 液压紧链装置

1—固定架；2—紧链架；3—液压缸；4、5—螺栓；6—螺钉；7—导向滑轮；8—圆环链；9—接链器；10—转链环；11—牵引链；12—阀组；13—高压软管

在固定架1上。固定架用螺栓5分别固定在工作面刮板输送机的机头、机尾架上。液压缸是单作用油缸，其内径为80mm，行程为489mm。液压缸的活塞杆端部装有导向滑轮7。圆环链8的一端用螺钉6固定在紧链架上，另一端绕过导向滑轮后，通过接链器9和转链环10与牵引链11联接。液压支架系统的压力液经阀组12和高压软管13进入液压缸，推动活塞杆伸出，使牵引链条张紧。

牵引链张力的大小，通过紧链装置中的阀组12控制。阀组的结构如图2-33所示，主要由减压阀，单向阀及安全阀等组成。

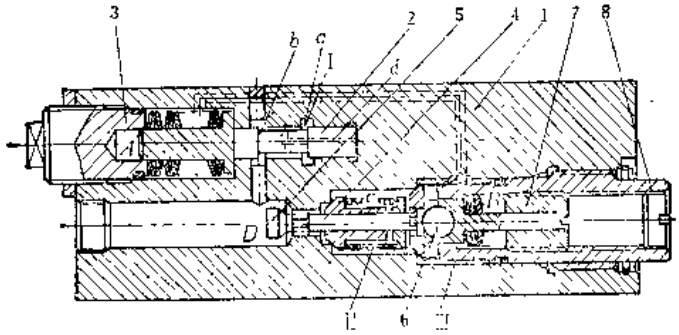


图 2-33 阀组结构

1—阀体；2—减压阀；3—减压阀调节螺丝；4—单向阀；5—锥阀；6—安全阀；7—安全阀调节螺钉；8—卸荷阀；Ⅰ—进液孔；Ⅱ—出液孔；Ⅲ—回液孔；a、b、c、d—孔道

从工作面液压支架供液系统来的压力液，经进液孔Ⅰ进入阀组后，再通过减压阀上的孔道a、b顶开单向阀4，然后从出液孔Ⅱ流出，经高压软管进入液压缸。减压阀由阀芯、碟形弹簧和调节螺钉组成，出口压力为17.7MPa。若压力液经减压阀后，压力大于17.7MPa，那么经阀芯轴向孔道d作用在阀芯右端面上的液压力将超过弹簧的作用力而推动阀芯向左移动，使通道a的截面减小，从而增大了减压阀的节流阻力。所以，经减压阀进入液压缸的压力液

始终可以保持在17.7MPa，即作用在液压缸的推力为88kN。由于液压缸的推力经导向滑轮后作用在两条圆环链上，因此，牵引链上的张力为44kN。

安全阀6的整定压力为19.6MPa。当液压缸内的压力超过19.6MPa时，压力液顶开安全阀的阀球，经回液孔Ⅲ与回液管连通。于是液压缸内的压力不再升高，即当牵引链上的张力超过49kN时，液压缸就通过安全阀卸载。由上可知，由于减压阀和安全阀的作用，液压缸内的压力可以经常保持在17.7～19.6MPa之间，即松边牵引链可以经常保持44～49kN的张力。

单向阀4的作用是在供液系统压力突然降低时关闭，以防止液压缸内的压力液倒流，并使松边牵引链保持张紧状态。

如果在检修时需要放松牵引链，可用扳手把卸荷阀8拧开，液压缸内的压力液即经回液孔Ⅱ排出；同时，锥阀5在供液系统压力液的作用下向右移动，将液流通路切断。

采煤机液压紧链装置的工作过程见第一章第五节内容。

六、冷却、喷雾系统

采煤机的供水系统用于牵引部油温和电动机定子的冷却以及截割部的喷雾降尘。

采煤机采用内、外喷雾方式，其降尘效果较好。冷却、喷雾系统如图2-34所示。

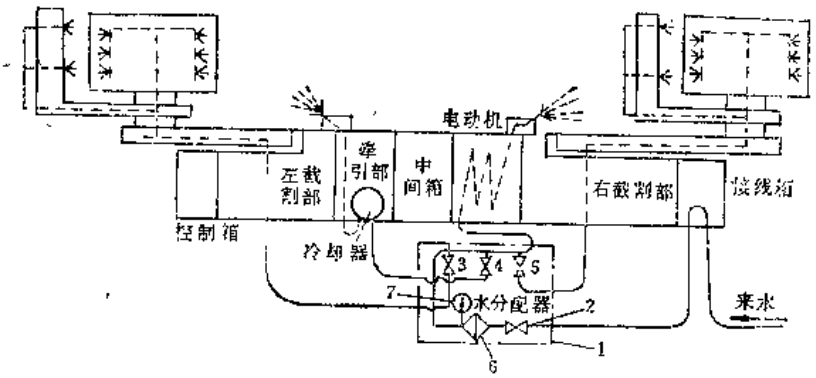


图 2-34 采煤机的冷却、喷雾系统

1—水流分配器；2—总开关；3、4、5—开关；6—水过滤器；7—水压表

工作面的供水软管同电缆一起装在电缆夹内，接在采煤机的接线箱上，然后水管经接线箱通向位于电动机处的水流分配器。压力水经水流分配器通向以下四处：

（1）经总开关2通向电动机的冷却水套，对电动机定子冷却后，经右截割部机头减速箱上的喷嘴喷出，进行外喷雾；

（2）经开关3通向左截割部机头减速箱，然后经左滚筒上的喷嘴和挡煤板上的喷嘴喷出，进行内喷雾；

（3）经开关4通向牵引部液压系统冷却器，对液压油冷却后经左截割部机头减速箱上的喷嘴喷出，进行外喷雾；

（4）经开关5通向右截割部机头减速箱，然后经右滚筒上的喷嘴和挡煤板上的喷嘴喷出，进行内喷雾。

工作面的供水软管的内径为25mm，各分路供水管的内径为19mm。滚筒上的喷嘴孔径为2.5mm，挡煤板和机头减速箱上的喷嘴孔径为3 mm。从这些喷嘴喷出的水雾可形成90°的扇形平面。

采煤机的冷却、喷雾系统要求使用清洁的软水，总耗水量约150～200L/min，采煤机处的水压应为1.47～1.96MPa。

第五节　采煤机的维护与运转

要使采煤机运转好，首先要把它维护好。采煤机由于工作地点流动，工作条件和环境恶劣，后勤供应困难，因而对日常维护和检修显得尤为重要。在维护时，应当认真执行有关规章制度，并应按照预防为主的精神，特别注意关键部位和薄弱环节的维护工作，还应及时注意和发现隐患，做到早期排除。

一、日常维护

1. 维护要求及注意事项

采煤机在工作之前，应每天进行以下各方面的检查和维护：

（1）各部位的连接螺栓是否齐全和紧固；

（2）各部位的油量是否符合规定要求；

（3）滤油器是否堵塞或损坏；

（4）顺槽磁力起动器的触头及各电气防爆箱的隔爆面的状况是否符合要求（进行电气部分检查之前，必须把顺槽开关加以闭锁并把电源插销拔出，要严格执行有关停、送电的操作规程）；

（5）各操作手把、按钮是否灵活可靠；

（6）各外露管路、接头有无损坏、泄露等情况；

（7）电缆插销和拖移电缆装置等有无损坏、渗水等情况；

（8）牵引链有无损伤，张紧装置的调整是否正确，以及防滑装置的动作是否可靠；

（9）冷却、喷雾系统的水过滤器、喷嘴等有无堵塞或损坏，水压、水量是否符合要求；

（10）滚筒截齿有无损坏或短缺。

检查时，必须先把截割部离合器手把打在断开位置，并把电动机处的隔离开关打在断开位置。

在采煤机运转过程中，操作人员应当时刻注意观察采煤机各部位的工作状况和工作面上自然条件的变化，以及支架、输送机等的工作状况，并应时刻注意采煤机的异常声响和异常气味，以及一些部位的异常温升等情况，还应经常注意各种仪表所显示的读数和信号等。当采煤机截割到工作面两端时，应对滚筒进行检查和维护，及时补充和更换缺损或磨钝的截齿，并应经常清除机身上的浮煤和矸石，使机身保持干净。

采煤机除要每天进行检查和维护外，还应按周、按月对各个部分进行深入细致的检查和维护。

2. 液压系统的维护和油液管理

液压系统的维护是采煤机的一个重要维护内容，因为采煤机牵引、滚筒调高、机身调斜以及挡煤板翻转等操作，都是由液压系统控制的。如果液压系统出现故障，采煤机就不能够正常运转。因此，对液压系统的维护必须特别注意。

液压系统中的主要元件，如油泵、液压马达以及某些控制阀等需要定期拆下，开井检修、测试和调整。对那些位于机体外部的管路和接头等液压件，应防止碰挂并注意保持紧固及

清洁。

液压系统维护的重要工作之一是注油。每班工作开始之前，必须检查牵引部和截割部减速箱油液的油位是否达到规定要求，只有达到规定油位，采煤机才可运转。采煤机各注油部位如图2-35所示，注油要求见表2-3。

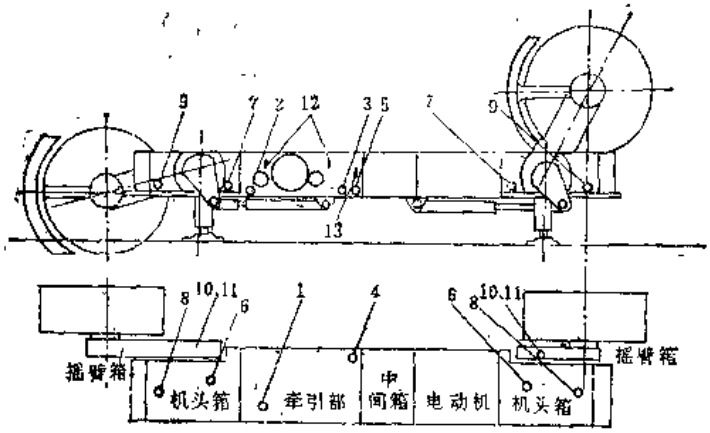


图 2-35 采煤机注油部位

表 2-3 采煤机注油部位及要求 (图2-35)

部位	油孔代号	润滑部位	油类	油质标号	注油量	间隔期(天)			备注
						检查	加油	换油	
牵引部	1	牵引箱左侧油室液压系统及液压马达传动齿轮	液压油	上稠90、57号汽轮机油	初注200L，油位看油标12	1	5	—	2、3为放油孔，油液必须过滤
	4	牵引箱右侧油室、辅助泵、主油泵等传动齿轮	齿轮油	19号压缩机油	初注3.5L，轴承一半浸入油中，看油标13	1	5	—	5为放油孔
		链轮轴承	黄油	3号钙基脂	每次用油枪注少许	1	1	—	
电动机		轴承	黄油	3号钙基脂	大修时一次注油，占油室2/3			—	
截割部	6	机头减速箱	齿轮油	19号压缩机油	初注35L，保持油面距上盖40～50mm	1	1	—	7为放油孔
	8	辅助液压箱	液压油	上稠90、57号汽轮机油	初注22L，观察油面测定杆标记将近注满	1	5	—	9为放油孔，油液必须过滤
	10	摇臂减速箱	齿轮油	19号压缩机油	初注25L，保持油面距上盖40～50mm	1	5	—	11为放油孔，注油时，摇臂应放平

在采煤机工作过程中，应随时注意牵引部液压系统的油温，一般不应超过80℃，如超过时要立即停机。

滤油器是保证油液清洁的重要元件，应经常检查。特别是辅助泵排油油路中的精滤油器，每班都应进行检查。如发现堵塞，则必须更换滤芯，更换时要防止带入脏物。

对液压油的油质，应当按照规定每周在现场进行一次检验，每月在实验室进行一次化

验，如不符合要求，则应及时换油。为保证油液性能合格，液压油应按规定时间更换。新机器第一次注入的液压油，在机器运转2个月后应当全部更换；以后，每隔6个月或运转500h，或按油质变化及污染情况进行更换。换油时，液压系统的所有组成部分都应清洗干净，换进油液的数量和规格都应符合要求。换油后，应使机器空运转2～3 h，然后检查滤油器的状况，如滤芯已脏，则应更换。液面位置可通牵引部的油位观察窗或其它部位的油塞等进行检查。

液压油在存放时，要注意防水、防尘、防氧化。不同牌号的油液，绝对不得混用，使用前应用过滤精度为0.01～0.02mm的滤油机过滤。往工作面运送油液时，为避免污染，应将其装在密封的容器内。往采煤机里注油时，应先把注油口清理干净，然后用60目以上的滤网和清洁的漏斗注入。

如果需要在工作面上打开牵引部箱体盖板时，应先停止其它作业，彻底清除机盖上、螺钉窝里的煤粉，并把箱体上空遮盖好，以免脏物落入箱体中；此外，还应先在采煤机四周洒水，以免煤尘飞扬。各液压元件在装入箱内之前，要先用汽油清洗，再用工作油清洗或用泡沫塑料擦洗，然后吹干。严禁使用棉纱、纱布或破布等物擦洗，以免带入杂物。

二、正常运转

1. 采煤机各部位操作手把与按钮

采煤机各部位的操作手把和按钮如图2-36所示。

1）牵引部的手把

（1）离合器手把6，用于控制液压马达至主链轮传动的接通或切断。它有两个位置："通"、"断"。

（2）牵引调速换向手把7，用于手动控制牵引方向和控引速度的大小。它有三个位置：正方向牵引、零位及反方向牵引。

（3）开关阀手把8，用于控制开关阀的开关。它有两个位置："开"、"停"。

2）截割部的手把和按钮

（1）离合器手把5，用于控制电动机至滚筒传动的接通和切断。它有两个位置："离"、"合"。

（2）翻转挡煤板手把4，用于控制挡煤板的翻转方向。它有两个位置：拉出手把，插销与挡煤板连接；转动手把，翻转挡煤板。

3）电动机处的手把和按钮

（1）供水开关19，用于控制冷却、喷雾供水。

（2）选择开关20，用于控制电机功率调速器的工作状况。它有三个位置："自动"、"回零"和"停用"。

（3）起动、停止旋钮21，用于起动和停止电动机。

（4）隔离开关手把22，用于控制电动机主回路的接通和切断。它有两个位置："通"、"断"。

（5）急停按钮23，用于停止电动机运转。

4）中间箱上的按钮

（1）急停按钮9，用于切断电动机控制回路，停止电动机运转。

（2）联锁按钮10，用于对急停按钮9闭锁。

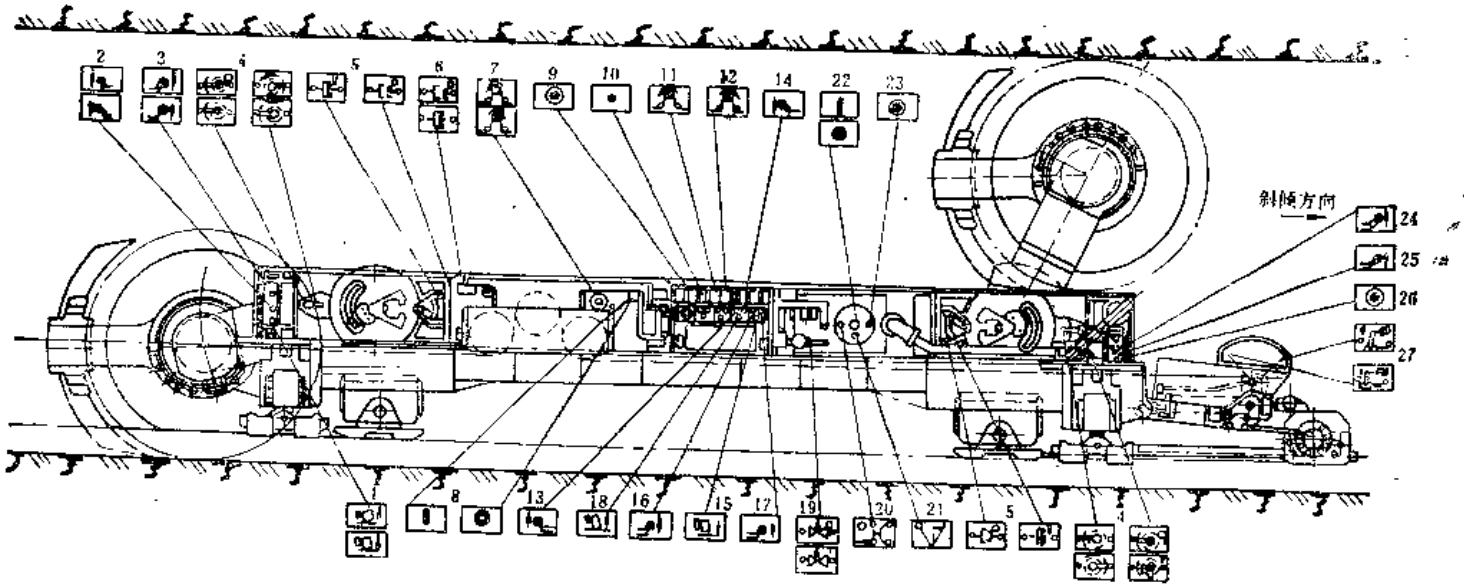


图 2-36　操作手把与按钮

1—机身调斜手把；2—左滚筒调高手把，3—右滚筒调高手把；4—翻转挡煤板手把；5—截割部离合器手把；6—牵引部离合器手把；7—牵引部调速换向手把；8—开关阀手把；9—急停按钮，10—联锁按钮；11—向左牵引调速按钮，12—向右牵引调速按钮；13—左滚筒升按钮；14—左滚筒降按钮；15—机身向下调斜按钮，16—右滚筒升按钮，17—右滚筒降按钮；18—机身向上调斜按钮；19—供水开关，20—电机功率调速选择开关；21—电动机起动、停止旋钮；22—隔离开关手把；23—紧急停机按钮；24—右滚筒升按钮；25—右滚筒降按钮；26—急停开关；27—防滑装置控制手把

（3）牵引方向增、减速按钮11、12，用于控制采煤机的牵引方向和牵引速度的快慢。

（4）左滚筒升、降按钮13、14和右滚筒升、降按钮16、17，分别用于控制左、右滚筒的升降。

（5）机身调斜按钮15、18，用于控制机身调斜。

5）控制箱上的手把

控制箱上的手把包括：机身调斜手把1，左滚筒调高手把2，右滚筒调高手把3。

6）电气接线箱上的按钮

（1）右滚筒升、降按钮24、25和紧急停机开关26，用于切断并闭锁电动机的控制回路。

（2）防滑装置操作手把27，它有两个位置："上行"、"下行"。

2．操作顺序及注意事项

1）操作顺序

采煤机的操作分为三步：首先按照规定要求对采煤机各有关部位进行检查和维护；其次按顺序开动采煤机并进行各项操作；最后停止采煤机运转。

开动采煤机时，要先合上隔离开关手把，并把电动机处及电气接线箱上的急停开关解锁，做好电动机起动准备；同时把供水开关打开，使水流过电动机定子水套和冷却器。

转动电动机起动、停止旋钮，使电动机起动。如果电动机是久停后的初次起动，应在关上供水开关切断冷却水的情况下，让电动机空运转十几分钟，使牵引部的油温上升到40℃后，将液压系统中的空气排出。

转动起动、停止旋钮，停止电动机运转。等到电动机快停止时，操作截割部离合器手把，使离合器接通。

再次起动电动机，左、右滚筒旋转。

用控制箱上的手把或中间箱上的按钮，或用电气接线箱上的按钮调整两个滚筒的高度。

用翻转挡煤板手把调整挡煤板的位置。

用调斜手把或按钮调整机身斜度。

如不用电机功率调速器时，要把选择开关先转到"自动"位置约一分钟后，再把选择开关转到"停用"位置；然后把开关阀手把打到"开"位，并按预定的方向和速度操作调速换向手把或增减速按钮，使采煤机牵引。

如使用电机功率调速器时，要先把选择开关转到"回零"位置，按预定的牵引方向把调速换向手把转到此预定的牵引速度略大的位置上，再把开关阀手把打在"开"位，然后把选择开关转到"自动"位置，采煤机就开始牵引并按照电动机功率变化情况自动调速。

如要停止牵引，可把开关阀手把打到"关"位，或把调速换向手把转到"零位"，也可把选择开关打到"回零"位置或用减速按钮减速至零。

如要停止电动机，可把电动机起动、停止旋钮转到"停止"位置，通过磁力起动器切断主回路，使电动机停转；也可操作急停按钮，通过切断控制回路使电动机停转。当操作急停按钮不起作用时，可把隔离开关手把转到"断开"位置，直接切断主回路，使电动机停转。

2）注意事项

操作采煤机时应当注意：如油位不符合要求或无冷却水时，不能起动电动机（久停后，

为使油温升高，可短时不供冷却水）；运转中不得强行把开关阀手把固定在“开”位，或使其动作受到阻碍；若要接通牵引部离合器手把，应等到液压马达快要停转时进行；要接通截割部离合器手把，应等到电动机快要停转时进行。

采煤机截割时，应使挡煤板处于浮动状态，并要随时注意观察滚筒的位置，防止割顶板、割顶梁、割铲煤板、割底、拉底等；此外，还应注意输送机的工作情况和电动机的负荷情况。使用手动调速时，要经常调整牵引速度，以便根据煤层情况和运输情况使采煤机的电动机经常保持在额定功率附近运转。

为改善摇臂减速箱内行星轮减速器的润滑状况，每隔一小时左右应把处在升高状态下的滚筒降低一次，使摇臂减速箱内油液流回行星轮减速器。

采煤机长时间停止运转时，应把摇臂减速箱放平，并把隔离开关手把打到断开位置，停止按钮闭锁在停位，其余手把也都应放到非工作位置。

第六节　采煤机常见故障的分析与处理方法

一、处理故障的一般步骤

1. 了解故障的表现和发生经过

对于故障的情况，可以直接观察了解，也可借助各种仪表，如电气仪表、温度计、压力表等进行检查测试，取得确定的数据资料，以便进行分析研究。

2. 分析故障原因

分析故障原因时，要在熟悉机器各部分的结构和动作原理的基础上，结合有关故障的具体情况来分析各种可能的原因，最后再做出判断。

采煤机的故障，可能发生在机械部分，也可能发生在液压部分，还可能发生在电气部分或冷却、喷雾部分。

机械部分的故障可能是属于连接件方面的，如因连接松动、连接件断裂甚至脱落，引起有关机件相对位置的变动而造成故障；可能是属于传动件方面的，如因机件过度磨损，变形过大，甚至断裂损坏不能适应传动要求而引起的；也可能是属于润滑方面的，如因缺乏润滑油脂而造成的温升过高，甚至机件粘接、烧坏而引起的；也可能是属于其它方面的，如箱壳、座架变形、断裂等等。

液压部分的故障可能是机械方面的故障，如机件松动、磨损、粘接、变形或断裂等；可能是液压方面的故障，如因密封失效或内壁连通而漏油、串油或进气，以致压力上不去，流量不够或运转不稳定等。密封失效可能是由于密封件老化或磨损，密封接触面不平、连接不紧，以致间隙过大等原因造成的，如因孔道堵塞，特别是节流孔、配合间隙更易被油中杂质堵塞，引起液流阻力加大、压力过高或发生困油现象；也可能是可调节件方面的故障，如调整位置不准或调整螺钉偏离整定位置等等；还可能是液压油方面的故障，如油量不足，油温过高，油中混入水、气，油液老化、污染或滤油器失效等等。

电气部分的故障可能是电气元件的机构失灵，或机件损坏；也可能是电气元件的绝缘失效、短路、接地等；还可能是主回路、控制回路内的接点接触不良，或断线、脱焊等等。

冷却喷雾部分的故障，或是水压、水量不足，或是喷嘴堵塞、损坏，或是水管和接头漏水或损坏等等。

3. 做好排除故障前的准备工作

排除故障前，要先把情况了解详细，原因分析清楚，并把需要的工具、备件和材料等准备齐全，同时还要把场地周围和其它准备工作做好。

4．排除故障

排除故障中，打开盖板或拆卸机件时，要记住机件的相对位置和拆卸顺序。安装时要注意机件位置是否正确、连接是否牢固，连接件是否齐全等。作业中要注意保持四周环境清洁、严防杂物落入箱内。

对于采煤机的各种故障，应当根据实际情况，具体分析处理。

二、常见故障的分析与处理

MLS_3-170型采煤机各部分的常见故障及其分析与处理方法见表2-4。

表 2-4　常见故障及其分析与处理方法

故障部位	故障现象	原因	处理方法
牵引部	牵引无力，高压压力低	主油路压力低 1.主油路泄漏量大 2.液压马达泄漏量大 3.安全关闭阀或高压安全阀整定值低 4.冷却不良，油温过高 5.辅助泵供油不足	 1.拧紧，更换密封件或换油管 2.更换液压马达 3.重新调整 4.加大冷却水量和水压 5.更换辅助泵(漏损严重)，或清洗、更换滤油器
	牵引速度低于调定速度	主油泵流量小 1.油泵或液压马达泄漏量大 2.主油路泄漏量大 3.主油泵调速机构不正确 4.开关活塞或电机功率调速器活塞杆没有完全缩回 5.滤油器堵塞	 1.更换 2.拧紧或更换油管 3.重新调整 4.拆检 5.清洗或更换
	开关闸手把打不到"开"位，采煤机不能牵引	低压控制油路压力低 1.辅助泵泄漏严重 2.滤油器堵塞 3.控制油路泄漏严重 4.背压阀调整值低	 1.更换 2.清洗或更换 3.拧紧或换油管 4.重新调整
	过载保护后，开关闸手把打不到"升"位	安全关闭阀没有复位 1.主泵回零后，仍有少量注液排出 2.安全关闭阀阀芯卡研 3.高压安全阀节流塞堵塞	 1.重新调整主油泵零位 2.拆修 3.疏通
	用手把或按钮调速，牵引速度只能降速，不能减速	随动阀回油小孔堵塞	疏通
	牵引力超载，采煤机不停	高压保护系统不起作用 1.开关活塞卡研，或通向开关活塞的油路漏油 2.安全关闭阀阀芯卡研 3.安全关闭阀或高压安全阀调整压力过高	 1.拆修或换油管 2.拆修 3.重新调整
	主链轮一转就停	安全关闭阀动作，使开关阀回到关位 1.高压安全阀调整压力低 2.高压安全阀泄漏	 1.重新调整 2.拆修、更换

续表

故障部位	故障现象	原因	处理方法
牵引部	牵引部工作时有异常声音	1.缺油或进入空气 2.油泵或液压马达损坏 3.主油路严重泄漏	1.补油、排气 2.更换 3.换油管或拧紧
	齿轮传动箱温度高或声音不正常	1.油中进水 2.缺油或油太多 3.轴、轴承卡研、损坏	1.换油 2.加油或放油 3.上井拆修
	液压油乳化	油中进水 1.冷却器漏水 2.牵引部盖板密封不严	1.更换 2.拧紧或更换石棉纸垫
铰接部	升机后，摇臂自动升起或下降	控制系统失灵 1.升、降液管的电磁阀卡研，没有复位 2.按钮控制失灵	1.拆修、更换 2.更换
	摇臂升起后自动下降	1.液压锁泄漏 2.调高油缸活塞密封失效，使油缸两腔串油 3.液压锁至调高油缸管路泄漏	1.更换 2.更换密封 3.拧紧、换油管
	液压油箱温度高	1.翻转挡煤板手把没有复位，调高泵带负荷运转 2.调高泵运转不正常，有异动	1.将手把复位 2.拆修、更换
铲煤部	挡煤板翻转操作失灵	1.去离合油缸油路漏油 2.去翻转油缸油路漏油 3.低压溢流阀调整值低 4.离合油缸插销装歪	1.拧紧、换管 2.拧紧、换管 3.重新调整 4.更换
	离合离手把操作费劲	1.离合器拨叉、滑块卡研 2.离合齿轮的滑键部分卡研 3.离合齿轮牙端变形	1.拆修 2.拆修 3.更换
电气设备	电动机起动后，操作调速按钮后不能牵引	1.回路断线 2.供电电压太低	1.拆修 2.恢复供电电压
	采煤机只有一个方向牵引	一个方向的电磁阀断路	拆修
	牵引速度只能增加，不能减低，或只能减低，不能增加	1.按钮接触不良 2.电磁阀阀芯卡研	1.拆修 2.拆修
电气部分	滚筒调高，机身调斜控制失灵	1.按钮接触不良 2.回路断电 3.供电电压太低	1.拆修 2.拆修 3.恢复供电电压
	电动机不能起动	1.控制回路断电 2.主线路接触器烧毁	1.查找、接通 2.更换
	电动机一起动就停	1.保护系统动作 2.接地	1.调整 2.检查
	电动机温度过高	1.冷却水量小 2.轴承研损(带杂音)	1.加大水量 2.检修更换

习题与思考题

1. 简述MLS$_3$-170型采煤机的适用范围及主要技术特征。
2. 画出采煤机的传动系统图，并说明牵引部、截割部的传动特点。
3. 说明牵引部行星轮传动的结构特点。
4. 熟悉主油泵和液压马达的主要技术特征。
5. 说明辅助泵的组成部分及在系统中的作用。
6. 电动机转向改变后，辅助泵的吸、排油方向是否改变？为什么？
7. 牵引部控制阀组由哪几个阀组成？各个阀在系统中有何作用？
8. 说明牵引部液压系统中滤油器的结构型式、过滤精度及系统中的安装位置。
9. 画出电机功率、液压功率自动调速特性。
10. 简述电动机欠载、满载及超载时电机功率调速器的调速情况。
11. 结合液压功率自动调速特性，分析下述情况：当用调速换向手把给定的牵引速度为4m/min时，液压功率调速器能否进行自动调速？为什么？若把牵引速度增加到7m/min，牵引阻力突然增大到190kN，而后又逐渐减小到100kN，这时牵引速度是否变化？怎样变化？
12. 简述牵引部液压系统中各种保护回路的作用。
13. 牵引部检修完毕后，应对哪些液压元件进行排气？怎样排气？应对哪些液压元件进行调整？怎样调整？
14. 熟悉截割部机头减速箱和摇臂减速箱的结构特点。
15. 熟悉截割部液压系统及主要液压元件的结构、作用。
16. 熟悉采煤机各部位的注油量、油液牌号。
17. 熟悉采煤机的日常维护内容及注意事项。
18. 简述采煤机的操作顺序及运转中的注意事项。
19. 如何正确分析、处理采煤机在工作中可能出现的故障？
20. 采煤机的电动机起动后，牵引前低压压力表指示的数值与牵引开始后的数值是否相同？为什么？
21. 采煤机牵引部液压系统正常，但操作调速按钮或手把，牵引速度却达不到调定值的原因是什么？如何处理？
22. 在采煤机截割过程中，开关手把经常下落，使采煤机停止牵引的原因是什么？如何处理？
23. 调速换向手把处在零位时，主链轮仍有轻微转动，是什么原因？如何处理？
24. 采煤机摇臂升起后，在工作中自动下沉的原因是什么？如何处理？
25. 采煤机牵引链在工作中出现松弛现象的原因是什么？如何处理？

第三章　KWB-3RDU型双滚筒采煤机

第一节　概　　述

波兰KWB-3 RDU型采煤机是KWB-3 RDS型采煤机的改进型，两者的不同之处在于牵引部液压系统和截割部摇臂减速箱的传动系统。KWB-3 RDU型采煤机牵引部采用闭式液压系统，主油泵为斜轴式轴向柱塞双向变量泵，并增加了一些必要的液压元件和装置。截割部摇臂减速箱的最后一级减速采用行星轮减速器，使截割部的传动更加紧凑。

一、使用范围及主要技术特征

1. 使用范围

KWB-3 RDU型采煤机适应于工作面倾角15°以下，厚度为1.8～3m的中硬煤层。当倾角大于12°时，需要配备防滑绞车。

2. 主要技术特征

KWB-3RDU型采煤机的主要技术特征如下：

生产能力	600t/h
截深	0.63m
采高	1.8～3m
牵引速度	0～7.4m/min
最大牵引力	265kN
牵引链规格	ϕ24×86mm
滚筒直径	1.6、1.8m
截割速度	3.5m/s、3.92m/s
电动机功率	2×135kW
额定电压	1000V
额定转速	1460r/min
外形尺寸(长×宽×高)	10420×1470×1230mm
总重	22000kg

二、采煤机的组成部分及传动系统

1. 采煤机的主要组成部分

KWB-3 RDU型采煤机如图3-1所示，主要由牵引部、左右电动机、左右机头减速箱、摇臂减速箱、螺旋滚筒、电气控制箱及底托架等附属装置组成。

牵引部采用RAUCH型斜轴式轴向柱塞泵和SHT1-630W型单作用径向柱塞式液压马达组成闭式系统。液压马达输出轴通过两级齿轮减速传动链轮。为保证采煤机安全可靠的工作，牵引部还装有液压自动调速和电机自动调速装置。若采煤机安装无线电遥控装置后，还可以离机通过无线电遥控进行换向调速

采煤机采用两台4SKB-84型双鼠笼防爆水冷电动机。每台电动机的长时功率为135kW，起动转矩为1716N·m，最大转矩为1912N·m，冷却水流量为20L/min，水压为0.78～1.47MPa。

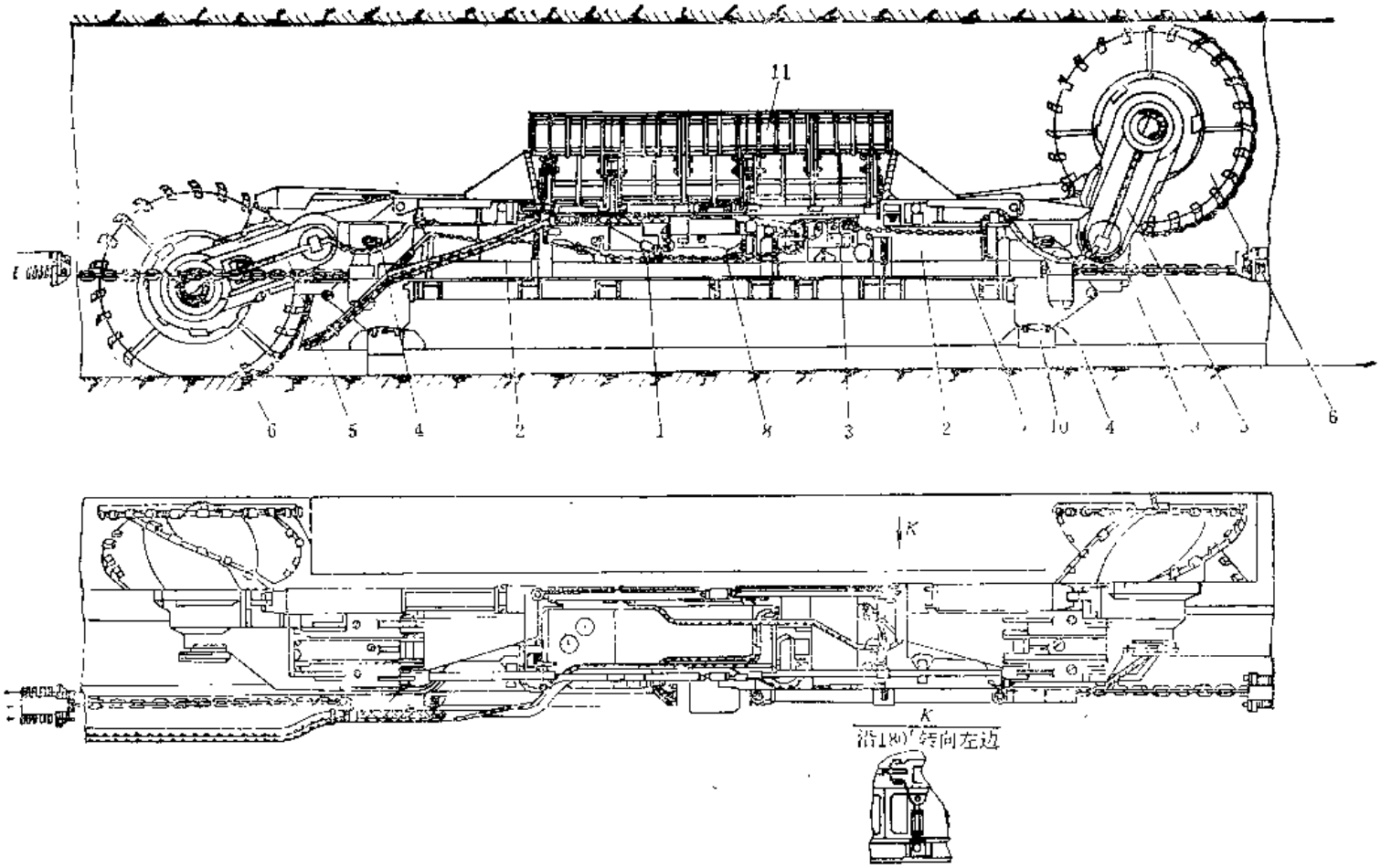


图 3-1 KWB-3RDU 型采煤机

1—牵引部；2—电动机；3—电气控制箱；4—机头减速箱；5—摇臂减速箱；6—螺旋滚筒；7—底托架；8—紧急停机钩链；9—牵引链；10—滑靴；11—护板

截割部采用摇臂调高。调高油缸安装在机头减速箱上面，缸体通过销轴与减速箱的连接座铰接，其活塞杆端用销轴与摇臂减速箱上的耳座铰接。

为方便司机操作，在牵引部的右侧设有电气控制箱，内装有电气控制元件，以进行集中控制。

采煤机的底托架为一狭长的桥架。电动机、牵引部、电气箱及左、右机头减速箱连接成一体后，再用螺栓固定在底托架上。采煤机通过装在底托架两端的滑靴骑在刮板输送机溜槽上运行。

2. 传动系统

KWB-3RDU 型采煤机的传动系统如图 3-2 所示。两台电动机彼此独立，分别传动左、右截割部。左电动机的左端出轴传动左截割部，右端出轴传动牵引部；右电动机只传动右截割部。左、右截割部的传动系统相同。

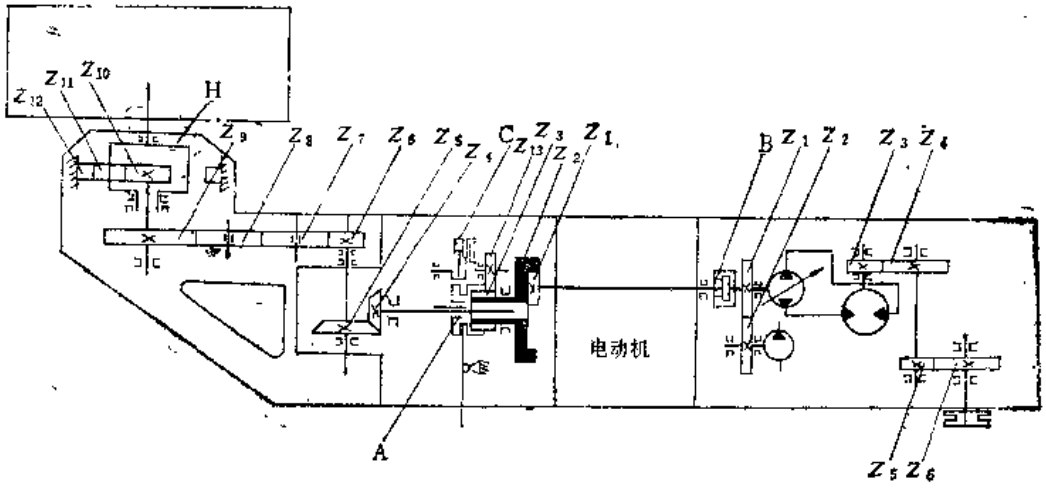


图 3-2 KWB-3RDU型采煤机传动系统

齿 轮 特 征 表

	截割部													牵引部					
序号	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6	Z_7	Z_8	Z_9	Z_{10}	Z_{11}	Z_{12}	Z_{13}	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6
齿数	18	50	30	12	21	17	28	28	37	29	19	67	43	23	23	15	34	15	33
模数	7		5	14		12				10			5	4		10		12	

左电动机左端出轴→Z_1→Z_2（内齿轮）→离合器A→Z_4→Z_5→Z_6→Z_7→Z_8→Z_9→行星轮减速器(Z_{10}、Z_{11}、Z_{12}、H系杆）→左滚筒

左电动机右端出轴→齿轮联轴节B→主油泵→液压马达→Z_3→Z_4→Z_5→Z_6→主链轮

→Z_1→Z_2→辅助泵

第二节 牵 引 部

牵引部分机械传动和液压传动两部分。箱体内用筋板隔开分为左、右两个腔室。左侧同电动机相邻的腔室中装有齿轮联轴节、主油泵和辅助泵以及除液压马达之外的全部液压元

件：右侧腔室中装有液压马达及其减速传动齿轮。

一、主要液压元件

1. 主油泵

主油泵为 RAUCH 型斜轴式轴向柱塞泵，其结构和工作原理与 MLS$_8$-170 型采煤机的主油泵基本相同，如图3-3所示。泵体的前端盖上固定着阀组。泵体后部的缸体上装有摆轴，用以摆动缸体。

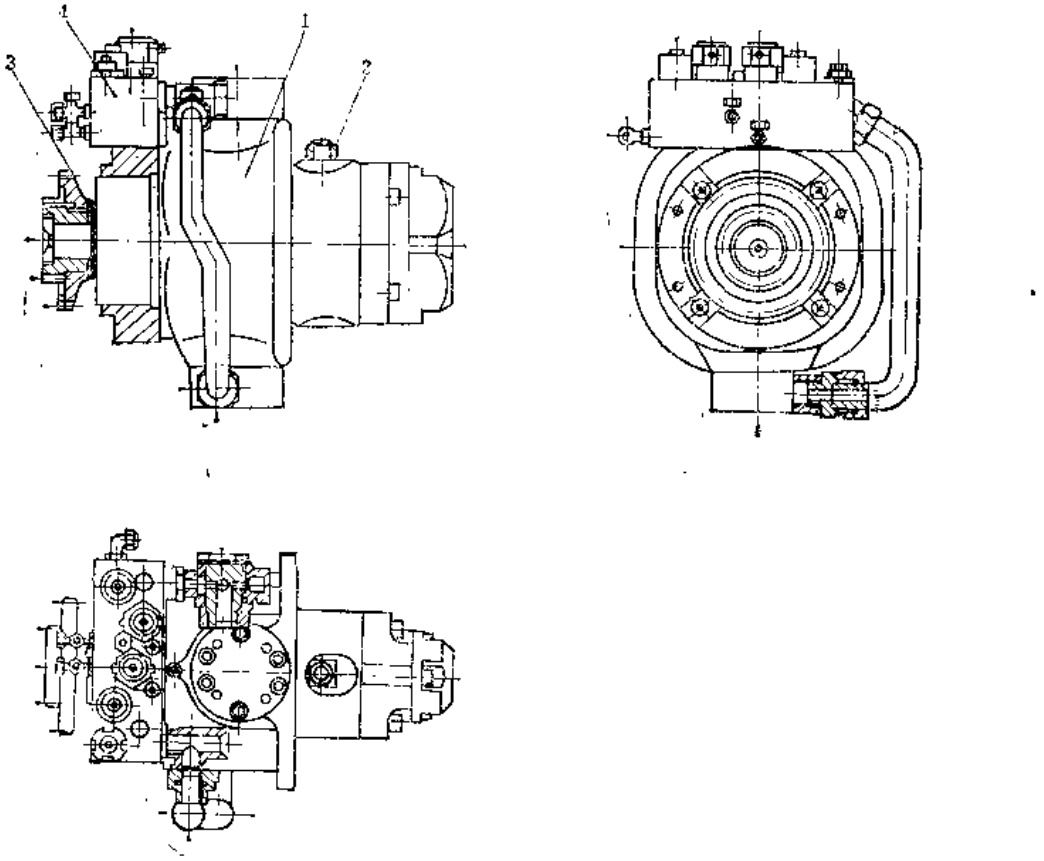


图 3-3 主油泵

1—泵体；2—拉轴；3—齿轮，4—阀组

主要技术特征如下：

工作压力	15.7MPa
最大压力	31.3MPa
流量	0～156L/min
缸体摆角	±25°

2. 液压马达

液压马达为 SHTI-630W 型径向柱塞式马达，其结构如图 3-4 所示。整个马达从正面看呈五角星形。在马达壳体上径向均布着五个柱塞缸 2，缸内装有柱塞 3。柱塞通过球铰与连杆 4 联接。连杆下部的圆弧面与偏心曲轴 5 配合，并被固定在曲轴两侧的卡环 6 限位，因此，连杆与曲轴连在一起构成一个回转副。在柱塞和连杆的中心钻有润滑油孔，以对球铰和连杆与曲轴的摩擦表面进行润滑。

曲轴的两端分别通过装在端盖 8 内和壳体 1 内的双列向心球面滚子轴承 9、10支承。曲轴的输出端加工有花键，用以安装传动齿轮。曲轴的另一端通过十字头牙嵌联轴节11与配油轴

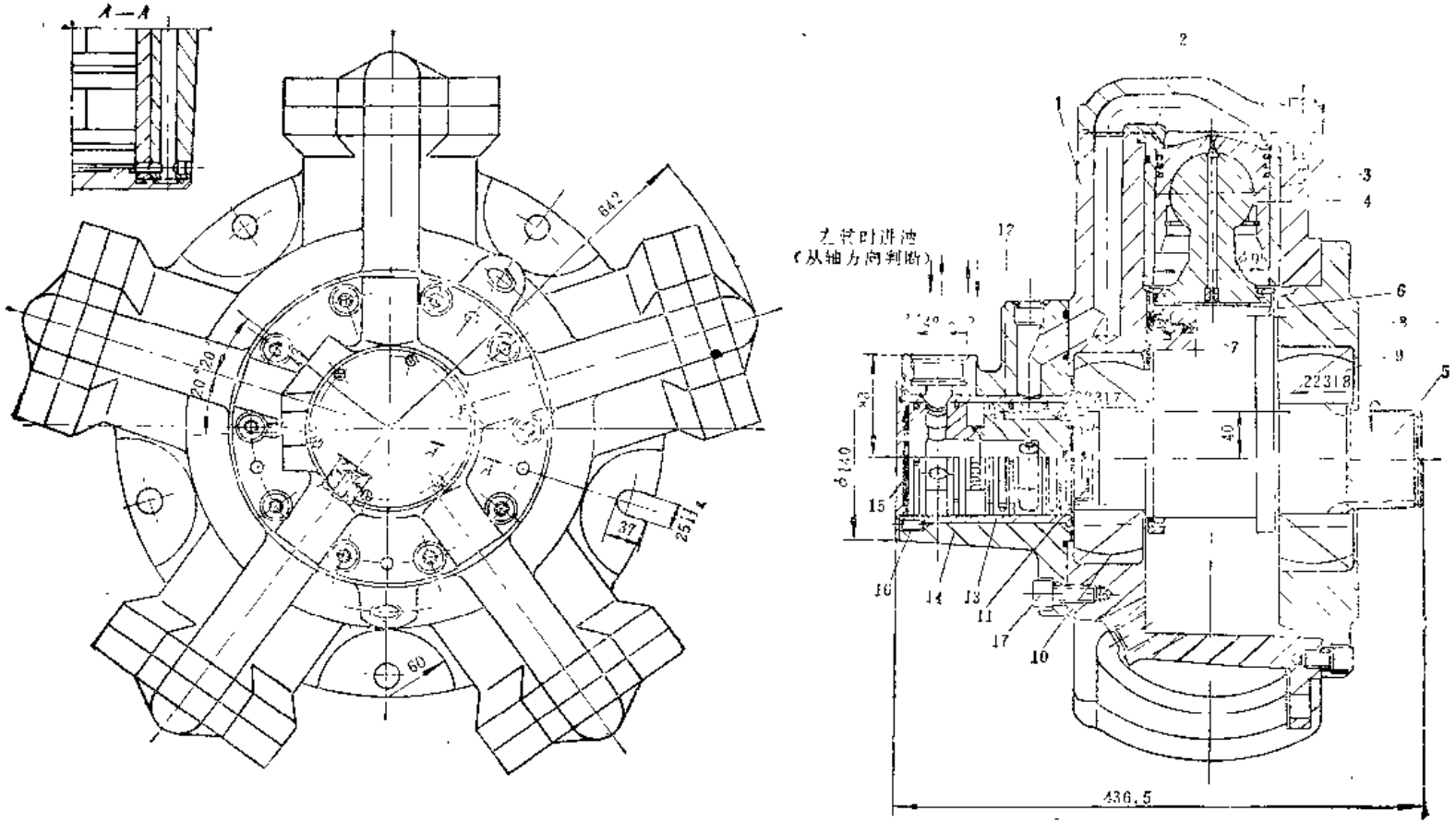


图 3-4　液压马达

1—壳体；2—柱塞缸；3—柱塞；4—连杆；5—偏心曲轴；6—卡环；7、17—螺钉；8—端盖；9、10—轴承；11—联轴节；12—配油轴；13—配油套；14—配油壳；15—压盖；16—销钉；17—螺钉

12联接。配油轴装在配油套13内，跟曲轴一起转动。配油套用销钉16与配油壳14固定，配油壳又通过10条螺钉17固定在马达壳体上。配油套圆周上有5个油孔与配油壳上的5个径向孔对应，配油壳上的5个径向孔分别通过壳体上相应的孔道与5个柱塞缸连通。配油壳上还有两个M48×2的螺纹孔，用来连接由主油泵来的进回油管。配油壳左端用压盖15密封并限定配油轴的轴向位置。

由主油泵来的压力油经壳体上的进油孔通过配油机构（配油轴、套）进入相应的柱塞缸内，并通过柱塞和连杆作用到偏心曲轴上，产生转矩。曲轴旋转并通过齿轮输出转矩。改变液压马达的进、回油口位置，即可改变液压马达的转向。

液压马达的主要技术特征如下：

工作压力	15.7MPa
排量	2.84L/r
转矩	6178N·m
转速	0～55r/min

SHTI-630W型液压马达具有结构简单、工艺性好、工作可靠等优点，但其体积较大，球铰处、连杆与曲轴配合处的比压较大，润滑不良时，易产生干摩擦现象，同时马达低速运转时稳定性较差。

3．辅助泵

辅助泵为齿轮泵，用于向系统低压回路补油和提供低压控制油液。辅助泵的流量为22L/min，工作压力为0.8MPa。

4．阀组

阀组的结构如图3-5所示，由梭动阀、低压溢流阀、两个高压安全阀和两个补油单向阀组成。以上各阀装在阀块内，安装到主油泵泵体上。

（1）高压安全阀为直接作用式球阀，开启压力为15.7MPa，用于系统高压油路过载时进行安全保护。

（2）梭动阀是一个二位三通液控滑阀，利用主油路高、低压回路的压差动作。其作用是使系统高压回路的压力油始终可经油口C流向压力传感器，以进行液压自动调速。

（3）补油单向阀装在阀体的两端。辅助泵排出的油经油口e进入阀组后，顶开其中的一个单向阀，然后向主油路的低压回路补油。

（4）低压溢流阀为直接作用式锥阀，安装在阀体的最右端，开启压力为0.8MPa，用于稳定低压控制油路的压力，并将辅助泵多余的流量溢回油池。

5．电磁阀（参阅图3-7）

牵引部的两个电磁阀装在一个单独的隔爆腔室内。电磁阀14为三位四通P型滑阀，用于按钮操作时，改变采煤机的牵引方向。电磁阀13为三位四通O型滑阀，用于按钮调速、液压自动调速和电机功率自动调速时，改变采煤机的牵引速度。

6．压力传感器和压力继电器（图3-7）

压力传感器11是一个二位三通液控顺序阀。压力继电器12是一个由单作用油缸和电气元件组成的压力继电装置。二者配合，用于液压自动调速。当采煤机牵引力超载时，即主油路高压回路的压力超过15.7MPa时，压力传感器便动作并导通油路，使压力继电器动作，采煤机将自动减速牵引。

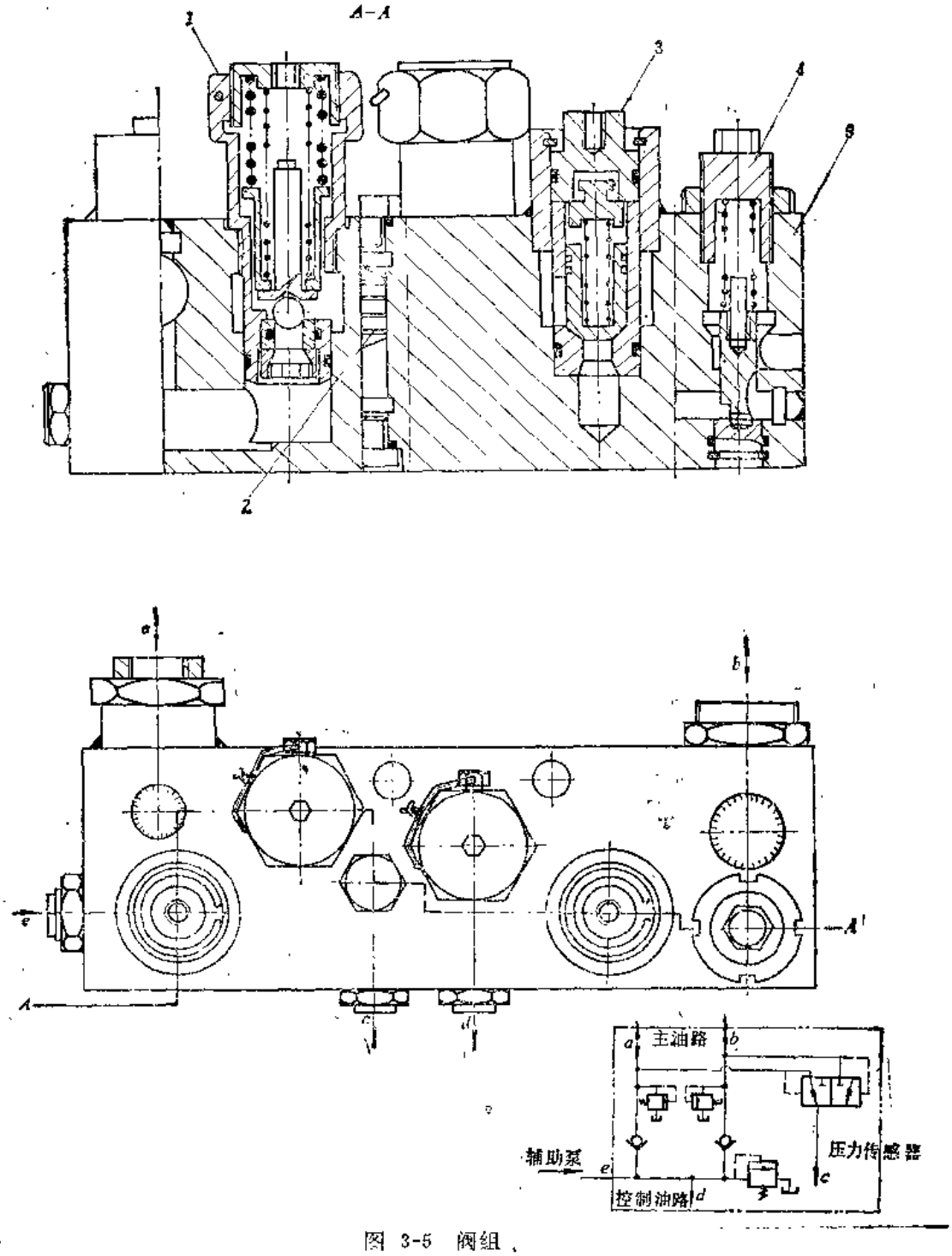


图 3-5 阀组

1—高压安全阀；2—梭动阀；3—补油单向阀；4—低压溢流阀；5—阀体；a、b、c、d、e—油口

7. 变量油缸

变量油缸为双活塞杆油缸，用于控制主油泵的缸体摆动，其结构示意如图 3-6 所示。

变量油缸的缸体通过侧面连接板11上的定位销 12 及 4 条螺钉 19 与主油泵泵体法兰盘固定。在变量油缸后端盖 6 上装着弹簧筒 9 。右活塞杆穿过后端盖伸进弹簧筒内；左活塞杆的端头通过U形销14与销板13连接。销板的下端插入调速板17的圆孔内。调速板位于油缸的下

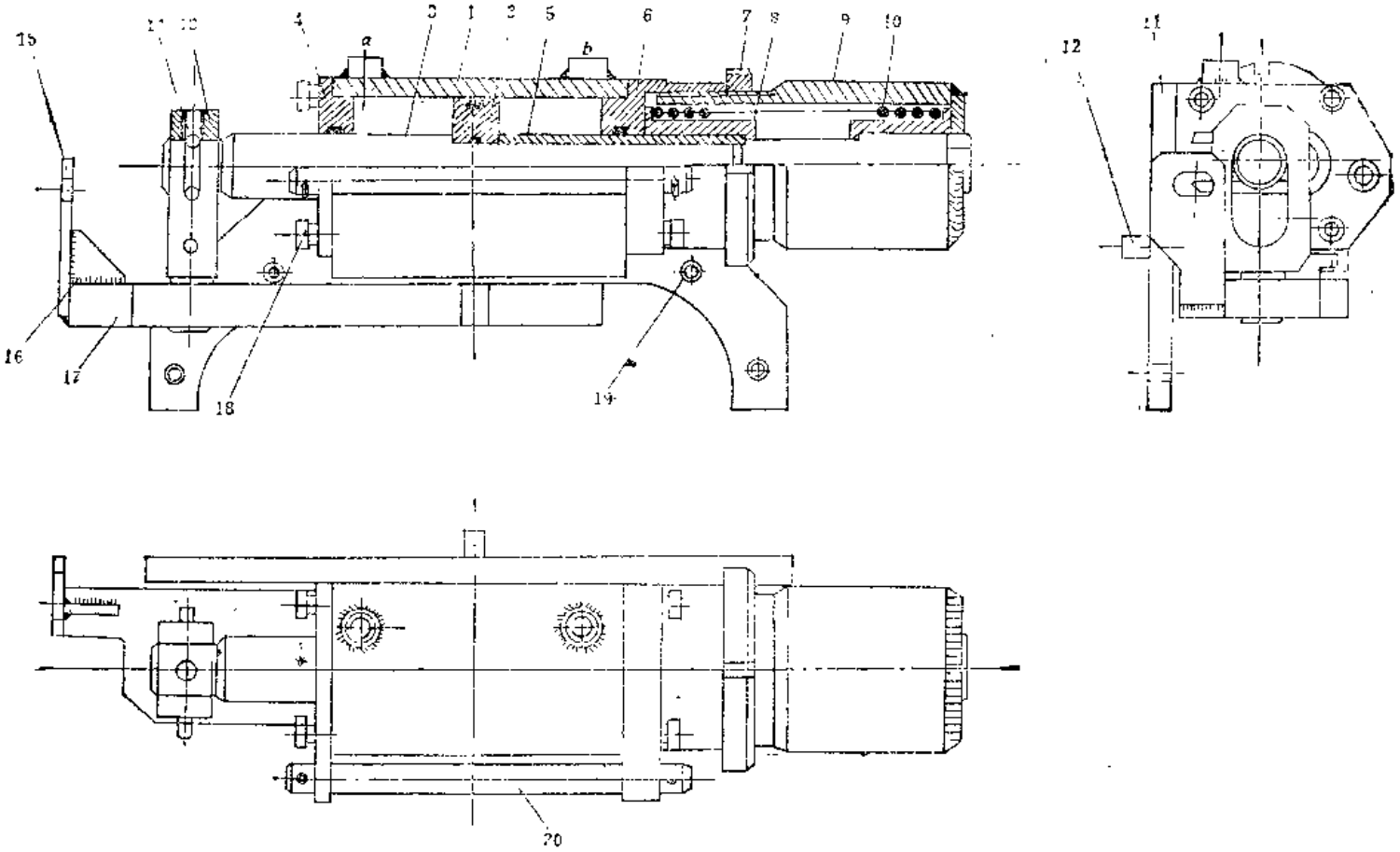


图 3-6　变量油缸

1—缸体；2—活塞；3—活塞杆；4—前端盖；5—导管；6—后端盖；7—螺母；8—弹簧座；9—弹簧筒；10—弹簧；11—连接板；12—定向销；13—销板；14—U形销；15—支板；16—支架；17—调速板；18、19—螺钉；20—导向装置；a、b—油口

面，并通过缸体侧面的导向装置20导向。调速板左端的立板15用以同手动调速机构连接，其右端为一叉形机构，与主油泵缸体上的摆轴连接。当控制油经油口 a 或 b 进入变量油缸后，在压力油的作用下，左活塞杆将伸出或缩回，并使右活塞杆压缩弹簧筒内的弹簧。左活塞杆的伸缩将通过销板带动调速板一起移动，使主油泵的缸体摆动。当变量油缸两腔都不进油时，在弹簧力的作用下，活塞处于图示中间位置，调速板也处于中间位置，这时主油泵缸体摆角为零。

二、液压系统

牵引部液压系统如图3-7所示。

1. 基本回路

1）主油路和补油回路

主油路是由双向变量泵和双方定量液压马达组成的闭式系统。改变主油泵的排油方向和排油量的大小，就可以改变液压马达的转向和转速。

补油回路由辅助泵3和补油单向阀组8等阀组成。主油泵排油之前，由辅助泵经滤油器5、整流阀组4从油池吸油，排油经补油单向阀组进入主油路的低压回路。主油泵排油后，辅助泵用以补充主油路的漏损和向系统提供控制油液。

为保证辅助泵供油压力稳定和溢出多余的流量，在辅助泵的排油油路中装有低压溢流阀6。

2）高压保护回路和背吸回路

高压保护回路由两个高压安全阀10组成。当主油路中任一高压回路的工作压力超过15.7MPa时，高压安全阀将立即动作，使系统压力降低，达到保护。

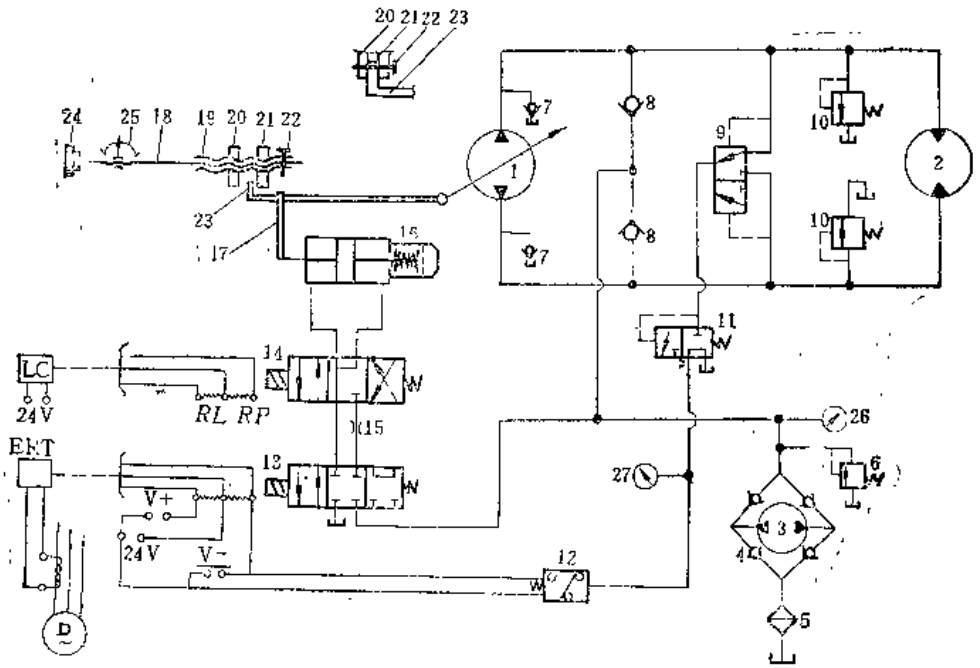


图 3-7 牵引部液压系统

1—主油泵；2—液压马达；3—辅助泵；4—整流阀组；5—滤油器；6—低压溢流阀；7—背吸阀；8—补油单向阀；9—梭动阀；10—高压安全阀；11—压力传感器；12—压力继电器；13—调速电磁阀；14—换向电磁阀；15—节流孔；16—变量油缸；17—销板；18—螺杆；19—螺纹套筒；20—左限位器；21—右限位器；22—螺钉；23—调速板；24—手轮；25—速度指示器；26—低压表；27—高压表

背吸回路由两个背吸阀7组成，在系统中起以下作用：

（1）辅助泵出现故障而不能向系统供油时，主油泵可短时经该阀直接从油池吸油，以防止主油泵吸空；

（2）采煤机在工作中突然停电时，液压马达在牵引链内力的作用下，反向以泵的方式运转，这时背吸阀开启，向系统供油，从而避免了液压马达的吸空。

2．牵引方向与速度控制

1）手动换向调速

手动换向调速机构由手轮24、螺杆18、带有左右旋向的螺纹套筒19及装在螺纹套筒上的左、右限位器20、21和螺钉22等组成。

手动调速机构可通过直接转动手轮来控制采煤机的牵引方向和速度，也可以用来限定采煤机自动调速时的最大牵引速度。

用手轮预定速度时，应把螺杆18和螺纹套筒19用螺钉22紧固（图示情况）。转动手轮，螺纹套筒将与螺杆一起旋转。这时，左、右限位器20、21将沿套筒螺纹作靠近或分离移动。当顺时针转动手轮时，两限位器相互分离，使调速板23在两限位器之间可移动的距离增大。于是，主油泵的缸体摆动角度范围也相应增大，即牵引速度的变化范围增大。当逆时针转动手轮时，两限位器相互靠近，距离减小，调速板在两限位器之间可移动的距离减小。于是，主油泵的缸体摆角范围也随之减小，即牵引速度变化范围减小。

用手轮直接控制牵引方向和速度时，应先逆时针方向转动手轮，使两限位器靠近并把调速板夹紧，然后再用螺钉22将左、右限位器和调速板紧固（见图3-7左上角示意图）。这时，转动手轮，螺纹套筒将在螺杆上移动，并通过限位器带动调速板跟着一起移动，从而改变主油泵的缸体摆动方向和摆角。

手动控制时，若转动手轮感到费劲，可把销板13上的U形销（图3-6中14）拔出，把销板从调速板孔中拔出，使变量油缸的活塞杆和销板脱离调速板，然后再把U形销插入销孔，使销板和活塞杆固定。

手轮的旁边装有速度指示器25，用以观测两个方向的牵引速度。

2）按钮换向调速

按钮换向调速机构由装在电气箱上的牵引方向转换开关LC和增减速按钮V_+、V_-及牵引部的换向电磁阀14、调速电磁阀13、变量油缸16等元件组成。

转换开关LC有“O”、“L”、“P”三个位置。当转换开关打在“0”位时，换向电磁阀的两个线圈无电，阀芯处在图示中间位置。这时，变量油缸两腔经电磁阀连通，在弹簧的作用下，变量油缸的活塞处于中间位置，主油泵缸体摆角为零。

当转换开关打在“P”或“L”位置后，即确定了采煤机的牵引方向。这时电磁阀14的RL或RP线圈有电，阀芯将向右（左）移动，为控制油进入变量油缸的右（左）腔作好准备。如果再按下增速按钮V_+，则调速电磁阀13的RV_+线圈有电，其阀芯向右移动，控制油便经电磁阀13、节流孔15、电磁阀14进入变量油缸的右（左）腔，使活塞向左（右）移动，通过活塞杆及调速机构使主油泵的缸体向预定的方向偏摆，主油泵排油，采煤机就按预定方向逐渐增速牵引。当按下减速按钮V_-后，调速电磁阀13的RV_-线圈有电，阀芯向左移动，变量油缸两腔经电磁阀14、13连通，在弹簧作用下，变量油缸的活塞向中位移动，即主油泵的缸体向零位方向偏摆，于是采煤机逐渐减速牵引。松开按钮，电磁阀13断电，阀芯回到

中间位置，变量油缸两腔油路被封闭，主油泵的缸体便停止在调定的摆角下不动，于是采煤机按调定的速度牵引。

3）电机功率和液压功率自动调速

该采煤机电机功率自动调速与 MLS_3-170 型采煤机电机功率自动调速的工作原理基本相同，它是通过装在电气箱内的电子控制器ERT等电气元件实现的。

采煤机在截割中，当电动机超载时，电子控制器便发出减速讯号，通过电气系统使电磁阀 13 的RV_线圈有电，其阀芯向左移动。这时，变量油缸两腔经节流孔15、电磁阀13连通，其活塞在弹簧作用下向中位方向移动，并通过调速机构使主油泵的缸体摆角减小，流量减少，采煤机自动减速牵引。减速后，当电动机负载降低到额定负载，即满载时，电子控制器便发出稳速讯号，通过电气系统使电磁阀13线圈断电，其阀芯回到中间位置，从而切断变量油缸的油路，变量油缸活塞停止移动，主油泵缸体也停止摆动，于是采煤机稳速牵引。当电动机欠载时，电子控制器发出增速讯号，使电磁阀13的RV_线圈有电，其阀芯向右移动，控制油进入变量油缸，使主油泵的缸体摆角增大，流量增加，于是采煤机自动增速牵引。

液压功率自动调速机构由梭动阀 9、压力传感器11和压力继电器12等液压元件组成。

当采煤机牵引力过载（主油路压力大于15.7MPa）时，压力传感器开启。于是由梭动阀来的压力油便经压力传感器进入压力继电器，压力继电器动作，将其触点闭合，电磁阀13RV_线圈有电，采煤机自动减速牵引，直到过载状况解除。过载解除后，压力传感器在其弹簧的作用下关闭，于是压力继电器内的油液便经压力传感器流回油池，其触点断开，电磁阀13线圈断电，采煤机以减速后的速度牵引。

采煤机因牵引力过载而减速后，不能自动增速。若想增速牵引，则需要重新按下增速按钮。

采煤机由手动换向调速转为按钮换向调速或自动调速时，应注意以下两点：

（1）变量油缸活塞杆端的销板必须插入调速板的圆孔中，并用U形销固定；

（2）为充分发挥电机功率和液压功率自动调速的性能，在用手轮预定牵引速度范围时，在条件许可的情况下应尽量选定大一些。

第三节 截 割 部

KWB-3RDU型采煤机的截割部由机头减速箱、摇臂减速箱、螺旋滚筒及其液压系统等部分组成。

一、机头减速箱

机头减速箱的结构如图3-8所示。箱体由中间剖分为上、下两部分，用螺钉和定位销联接。电动机轴上的小齿轮 2 伸入减速箱内，与内齿轮 3 啮合。内齿轮为双联齿轮，通过中部的双列球面滚子轴承 4 支承，其右端的轮齿既可传动调高泵的传动齿轮 5，又可与离合器 8 啮合。

小圆锥齿轮轴 6 的左端伸进双联齿轮内，并通过滚针轴承 7 支承。在轴的中部加工有滑键，上面装有离合器 8。通过机身侧面的离合手把 9 及拨叉机构可使离合器沿滑键滑动，与双联齿轮离合。当离合器与双联齿轮啮合后，电动机轴上的小齿轮便与小圆锥齿轮啮合而使之转动；当离合器脱开后，则小圆锥齿轮停止转动。但此时双联齿轮仍传动齿轮 5 而使其转动，并通过曲轴10和顶杆11驱动装在箱体下部单独腔室中的调高泵12工作。

小圆锥齿轮轴的右端通过双列球面滚子轴承13支承。在轴承的外座圈侧装有调整垫14，用以调整齿轮的啮合间隙，并用挡圈15定位；内座圈用弹性挡圈16固定在轴上。

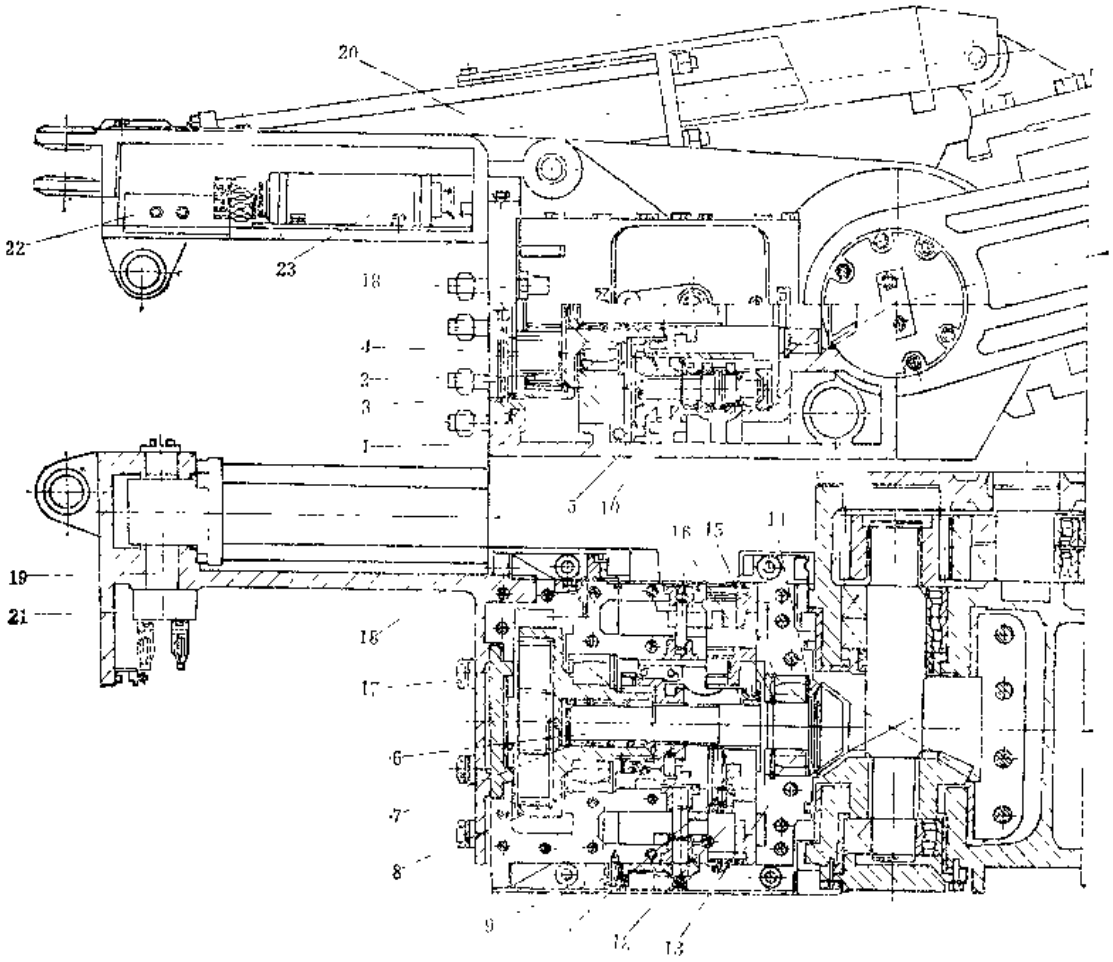


图 3-8 机头减速箱

1—箱体；2、6—齿轮；3—内齿轮；4、13—轴承；5—小圆锥齿轮轴；7—滚针轴承；8—离合器，9—离合器手把；10—曲轴；11—顶杆；12—调高泵；14—调整垫；15、16—挡圈；17—螺钉；18—连接座；19—销轴；20—调高油缸；21—液压锁；22—控制阀组；23—电磁阀

减速箱的右端部较窄，正中有一横向镗孔，用以安装摇臂减速箱的回转轴。箱体左上部用5条螺钉17固定着连接座18。调高油缸20的缸体通过销轴19与连接座铰接。销轴19的轴端装有液压锁21。在连接座上还装有调高油缸的控制阀组22和电磁阀23。

二、摇臂减速箱

摇臂减速箱的结构如图3-9所示。摇臂回转轴的两个轴颈通过轴套2支承在机头减速箱端部的镗孔中，形成双支点结构，以改善摇臂的受力状况。

花键轴3的一端装有齿轮11，另一端装有大圆锥齿轮4。花键轴装在减速箱的输入端，并通过回转轴内的双列球面滚子轴承5、6、7支承。轴承7的外座圈装在轴承杯8内，并用压盖10和螺钉固定在箱体上。在轴承杯和压盖之间装有调整垫9，用以调整大圆锥齿轮的啮合间隙。

花键轴端的齿轮11通过惰轮12、13传动减速箱输出端行星轮系中的双联齿轮14。双联齿轮的一端通过双列球面滚子轴承16支承在滚筒轴15上，另一端为行星轮系的中心轮，它与三

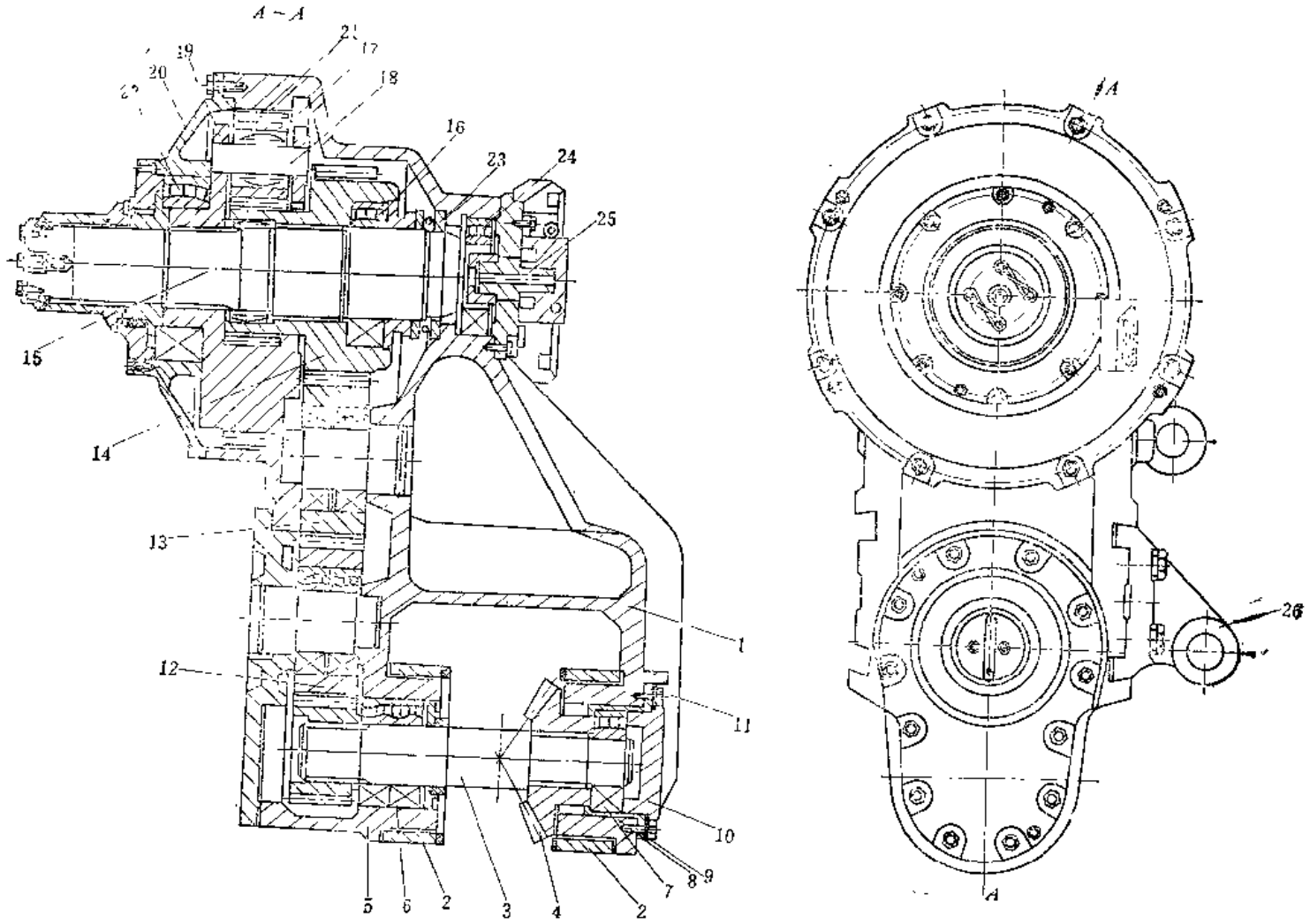


图 3-9 摇臂减速箱

1—箱体；2—轴套；3—花键轴；4—大圆锥齿轮；5、6、7、16、22、23、24—轴承；8—轴承杆；9—调整垫；10—压盖；11—齿轮；12、13—惰轮；14—双联齿轮；15—滚筒轴；17—行星轮；18—心轴；19—系杆；20—端盖；21—内齿圈；25—喷雾进水装置；26—耳座

个均布的行星轮17啮合。行星轮通过各自的心轴18装在系杆19内。系杆通过花键与滚筒轴联接，并被端盖20内的双列球面滚子轴承22支承。滚筒轴的右端装有止推轴承23和双列球面滚子轴承24及喷雾进水装置25。

摇臂减速箱的上面装有耳座26，用以与调高油缸的活塞杆铰接。

三、液压系统

KWB-3RDU型采煤机左、右截割部各有一套液压系统，分别控制左、右摇臂的升降。液压系统如图3-10所示，主要由调高泵、控制阀组及调高油缸等液压元件组成。

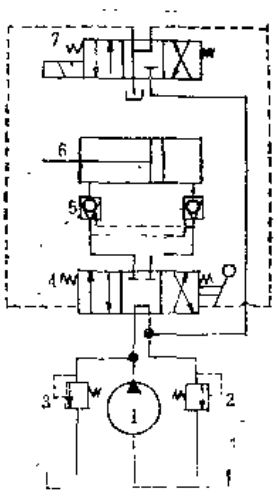


图 3-10 截割部液压系统

1—调高泵；2—溢流阀；3—安全阀；4—换向阀；5—液压锁；6—调高油缸；7—电磁阀

1．调高泵

调高泵为双柱塞泵，其结构如图3-11所示。在泵体1的中间左、右对称布置着两个缸孔，孔内装有缸套5。缸套内装有空心柱塞2和弹簧4，并用压盖3固定。在两个缸孔的下部还分别装有吸油阀7和排油阀8。

电动机通过齿轮传动而使曲轴转动。在曲轴上装着两个相差180°的偏心轮，偏心轮交替不断地压迫顶杆（图3-8中10、11），顶杆又压迫空心柱塞往返移动，并通过吸、排阀进行吸、排油。由于两个柱塞的吸、排油行程相互错开180°，因此该柱塞泵的流量和压力脉动都比单柱塞泵小。

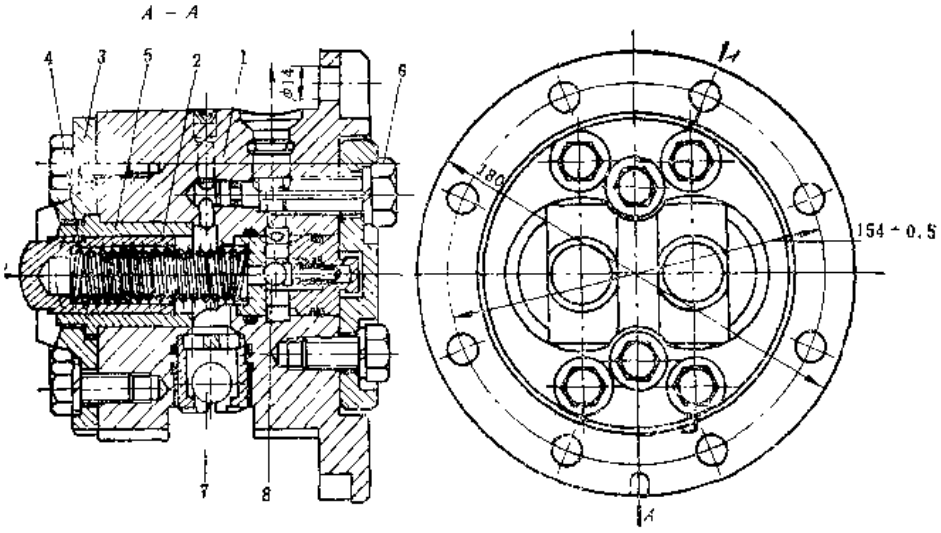


图 3-11 双柱塞泵

1—泵体；2—空心柱塞；3—压盖；4—弹簧；5—缸套；6—丝堵；7—吸油阀；8—排油阀

丝堵6用于排气。在油泵开始工作时，应把丝堵拧松，将气排尽后再把丝堵拧紧。

调高泵的流量为8L/min，工作压力为20MPa，柱塞直径为32mm，行程为14mm。

2．控制阀组

控制阀组由换向阀、安全阀和溢流阀组成，其结构如图3-12所示。

换向阀是一个三位四通M型手动、液动滑阀，其结构见图3-12中的A-A剖面。阀的右端装有复位弹簧，在阀芯上开有两条长环形槽和两条短环形槽。两条短环形槽之间用轴向孔和径向孔沟通，轴向孔的端部焊死。图中B-B剖面上的孔是进油孔，进油孔两侧的a、b油口通

向液压锁。当阀芯向左移动后，进油孔通过右长环形槽与油口b连通，而油口a则通过左长环形槽和孔道c与C-C剖面上的溢流阀4连通。当阀芯向右移动后，油口a进油，油口b与溢流阀连通。阀芯处于图示中间位置时，油液经阀芯上的径向孔和轴向孔及孔道c与溢流阀连通，流回油池。

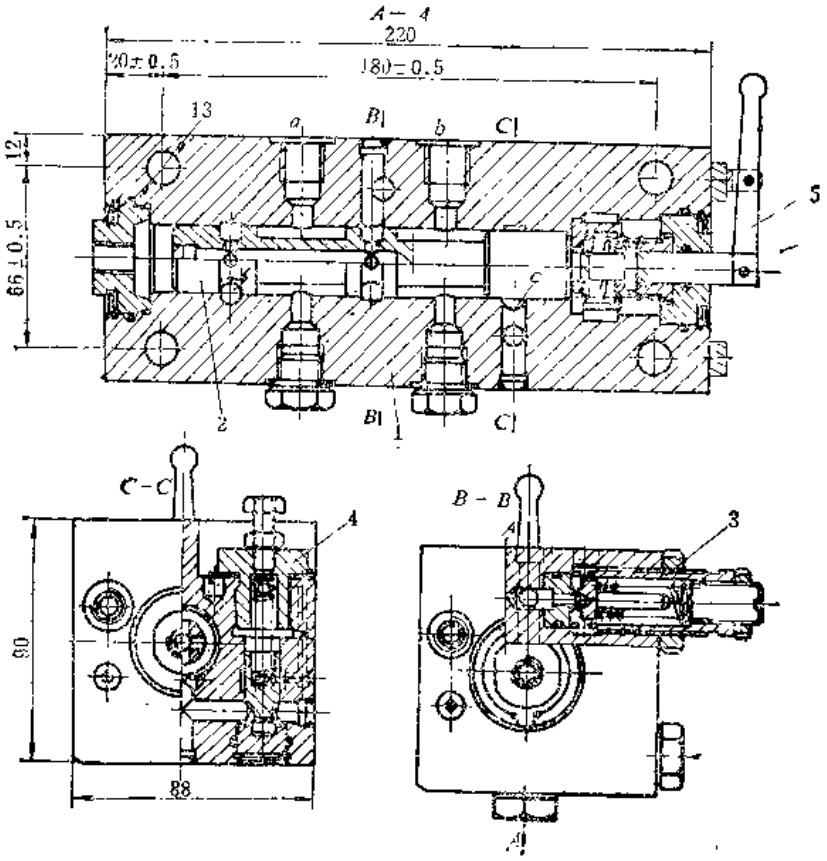


图 3-12 控制阀组

1—阀体；2—单向阀；3—安全阀；4—溢流阀；5—手把

安全阀为直接作用式球阀，用以限制系统的最大压力，保护系统的安全，其结构见图3-12中的B-B剖面。安全阀的整定压力为20MPa，可通过阀上的调节螺钉调整。

溢流阀为直接作用式锥阀，其结构见C-C剖面。溢流阀的整定压力为1MPa，用以使系统回油油路形成一定的背压，以使摇臂升降平稳，同时还为电液控制提供压力油。

3．调高油缸

调高油缸为双作用油缸，其结构如图3-13所示。

调高油缸主要由缸体、活塞、活塞杆及压盖等组成。缸体B的两端装有方形压盖1和14，并用四条螺栓22和螺母24固定。活塞6装在活塞杆5上，用两个半环4、罩盖3和弹性挡圈2固定。在活塞与活塞杆的配合面装有密封圈7，活塞与缸体配合面装有导向环9及两套V形密封圈10。密封圈用压环11压紧并用挡圈12定位。方形压盖14与缸体的接触面装有密封圈13，与活塞杆的配合面装有V形密封圈17和导向环18。带有铰接孔的连接头21通过压板19、螺钉20与活塞杆连接。方形压盖1上还钻有进、出油孔，由液压锁来的压力油经丝堵25处油孔进入油缸活塞腔，活塞杆腔油液经方形压盖14上的轴向孔c、环形孔道b、油管23，方形压盖1上环形孔道a及出油孔排出。

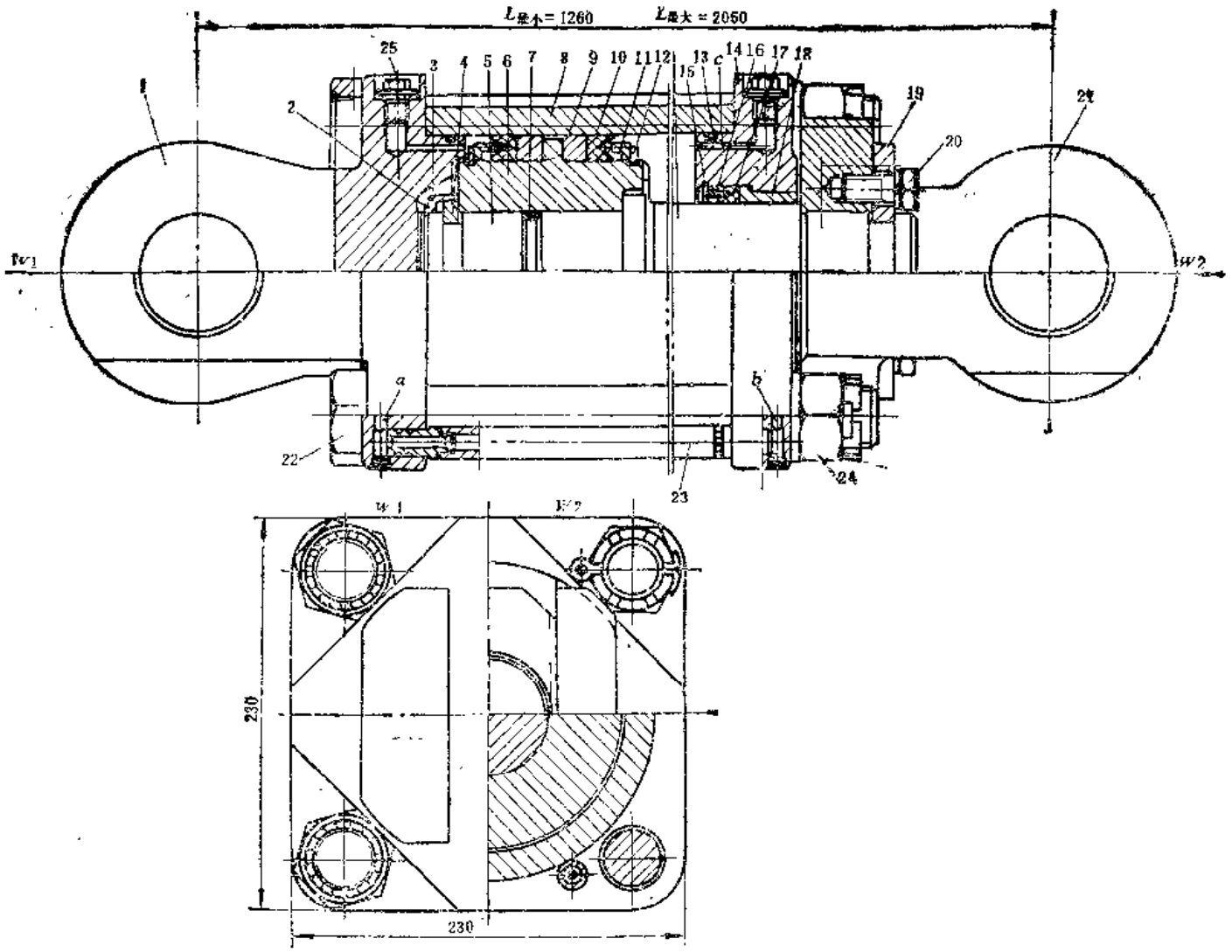


图 3-13 调高油缸

1、14—压盖；2、12、15—挡圈；3—导管；4—半环；5—活塞杆；6—活塞；7、13—密封圈；8—缸体；9、18—导向环；10、17—V形密封圈；11、16—压环；19—压板；20—螺钉；21—连接头；22—螺栓；23—油管；24—螺母；25—丝堵；a、b、c—孔道

调高油缸的主要技术特征如下：

工作压力	20MPa
油缸内径	160mm
活塞杆直径	80mm
活塞行程	790mm
推力	392kN(40t)
拉力	294kN(30t)

4．液压锁和电磁阀

液压锁由两个液控单向阀组成，用以封闭调高油缸中的油液，以保持摇臂的调定位置。

电磁阀为三位四通P型滑阀。电磁阀与换向阀配合，用于按钮控制摇臂的升降。

5．系统油路

截割部左、右摇臂的升降，即可以用手把控制，也可以用按钮进行控制，参见液压系统图3-10。

1）手把控制

操作手把在零位时，从油泵排出的油经换向阀4后，一部分去电磁阀待命，剩余的经溢流阀2流回油池。这时，调高油缸不动，油泵空载运转。

当操作手把使换向阀阀芯向右移动后，油泵排出的油经换向阀、液压锁进入调高油缸的活塞杆腔，使活塞杆缩回，摇臂升起；活塞腔的油液经液压锁、换向阀、溢流阀流回油池。当操作手把使换向阀阀芯向左移动后，则摇臂下降。

2）按钮控制

按下采煤机电气控制箱上的摇臂升降按钮，电磁阀线圈通电，电磁阀阀芯将向左（右）移动。这时，控制油经电磁阀进入换向阀左（右）端油腔，迫使换向阀向右（左）移动。导通油路，从而使摇臂升降。

松开按钮，则电磁阀线圈断电，电磁阀在弹簧的作用下回到中间位置，切断了控制油路，同时使换向阀左（右）腔的油液流回油池。这时，换向阀在弹簧的作用下也回到中间位置，切断油路，摇臂便停止在所调定的位置上。

四、螺旋滚筒

KWB-3RDU型采煤机配备有ϕ1600mm和ϕ1800mm的滚筒，两种直径的滚筒结构相同。在滚筒轮毂的中央焊着花键套，用以同滚筒轴联接。轮毂的上面焊着四条螺旋叶片。在叶片上焊着径向齿座和切向齿座，根据工作面煤质情况，可安装径向截齿或切向截齿。滚筒端盘上只焊有径向齿座。

滚筒螺旋叶片的背面沿圆周装有水管，在水管上沿径向装设有喷嘴。由滚筒轴来的压力水经水管上的喷嘴喷出，进行降尘。

第四节　附属装置

一、底托架

底托架由左、右两部分用螺栓联接而成，用以支承采煤机的各部箱体。在底托架下面靠煤壁侧用销轴铰接着两个滑靴，靠采空区侧用销轴铰接着两块弧形卡板。弧形卡板卡在刮板

输送机侧面的导向管1，以防止采煤机掉道。采煤机的各部箱体用螺栓联接成一体后，再用螺栓固定在底托架上，并通过底托架两端的楔块装置夹紧。

二、挡煤板

KWB-3MDU型采煤机采用弧形挡煤板。弧形挡煤板的回转架套在摇臂减速箱滚筒轴轴承端盖的外圆上。挡煤板没有翻转装置和固定装置，工作时靠自重落在底板上，配合螺旋滚筒装煤。

三、冷却与喷雾系统

由工作面顺槽供水泵排出的压力水用水管引至采煤机，经牵引部上面的截止阀和三通接头后分为两路：一路进入左电动机定子水套，对左电动机进行冷却，出来的水又分成两路，一路至左机头减速箱喷嘴进行外喷雾，一路经滚筒轴水道至左滚筒喷嘴进行内喷雾；另一路进入牵引部内的冷却器，对液压油进行冷却，出来的水也分成两路，一路经右滚筒轴水道至右滚筒喷嘴进行内喷雾，一路到右机头减速箱喷嘴进行外喷雾。

冷却喷雾系统要求水压为0.8～1.5MPa，水量不小于40L/min。当供水压力或水量低于规定值时，通过保护装置可使电动机自动停止运转。

四、牵引链的固定与张紧

采煤机牵引链的固定与张紧装置采用弹簧补偿式，结构如图3-14所示。它与一般弹簧补偿装置的区别是装有一个阻尼油缸。阻尼油缸主要有两个作用：一是紧链时能够锁住被压缩的弹簧；二是消除或减轻牵引链的纵向振动，并可防止断链时弹簧急速弹回而引起事故。

由图3-14可见，前端板4和后端板17之间用两根螺杆19连在一起，组成一个长方形框架。横板6套在两根螺杆上，工作时可沿螺杆左右滑动。在横板和后端板之间的两根螺杆上分别装有套管14和弹簧15，两根弹簧之间用隔离环16隔开。当弹簧被压缩之后，横板和后端板之间的距离便会缩短，直至横板和后端板被套管挡住。在后端板和横板的中央开有圆孔，牵引链11穿过这两个圆孔后在横板后面用卡链板13卡住，并用螺钉12把卡链板和横板固定。转销5穿过前端板用销轴3与拉杆2联接，拉杆的另一端通过销轴1固定在刮板输送机的机头或机尾架上。

阻尼油缸9的活塞杆端通过销轴7与横板铰接，其缸体端用销轴10与后端板上的支架铰接，于是活塞杆便随着横板的移动而伸出或缩回，其伸缩量与弹簧的压缩量相同。

阻尼油缸的结构如图3-15*a*所示。阻尼油缸1的后部有一补偿油缸2，两油缸之间用孔道连通。阻尼油缸工作时，其活塞杆腔和活塞腔是串通的，油液可以来回流动。当阻尼油缸的活塞杆缩回时，被其体积所排挤出的油液将进入补偿油缸，使补偿油缸中的活塞压迫弹簧而后退；反之，活塞杆伸出时，补偿油缸中的油液在弹簧作用下自动流入阻尼油缸。因此，补偿油缸具有补偿阻尼油缸中的油量作用。

在阻尼油缸和补偿油缸之间有一控制阀组（*B*-*B*剖面），阻尼油缸的活塞杆腔通过油管3与阀组连通。阀组通过本身油孔和活塞腔连通。控制阀组由转阀4和限压阀5组成。转阀有四个位置（图3-15*b*），用“0”、“1”、“2”、“3”标示。“0”位是闭锁位置，在该位置上，阻尼油缸两腔之间的油路被切断，两腔室中油液被闭，活塞不能任意移动；其它“1”、“2”、“3”三个位置为正常工作位置，在这三个位置时，阻尼油缸两腔之间的油液可通过转阀中的节流孔连通。其中“1”的节流孔直径最大，阻尼作用最小；“3”的节流孔直径最小，阻尼作用最大；“2”的节流孔直径和阻尼作用居中。如前所

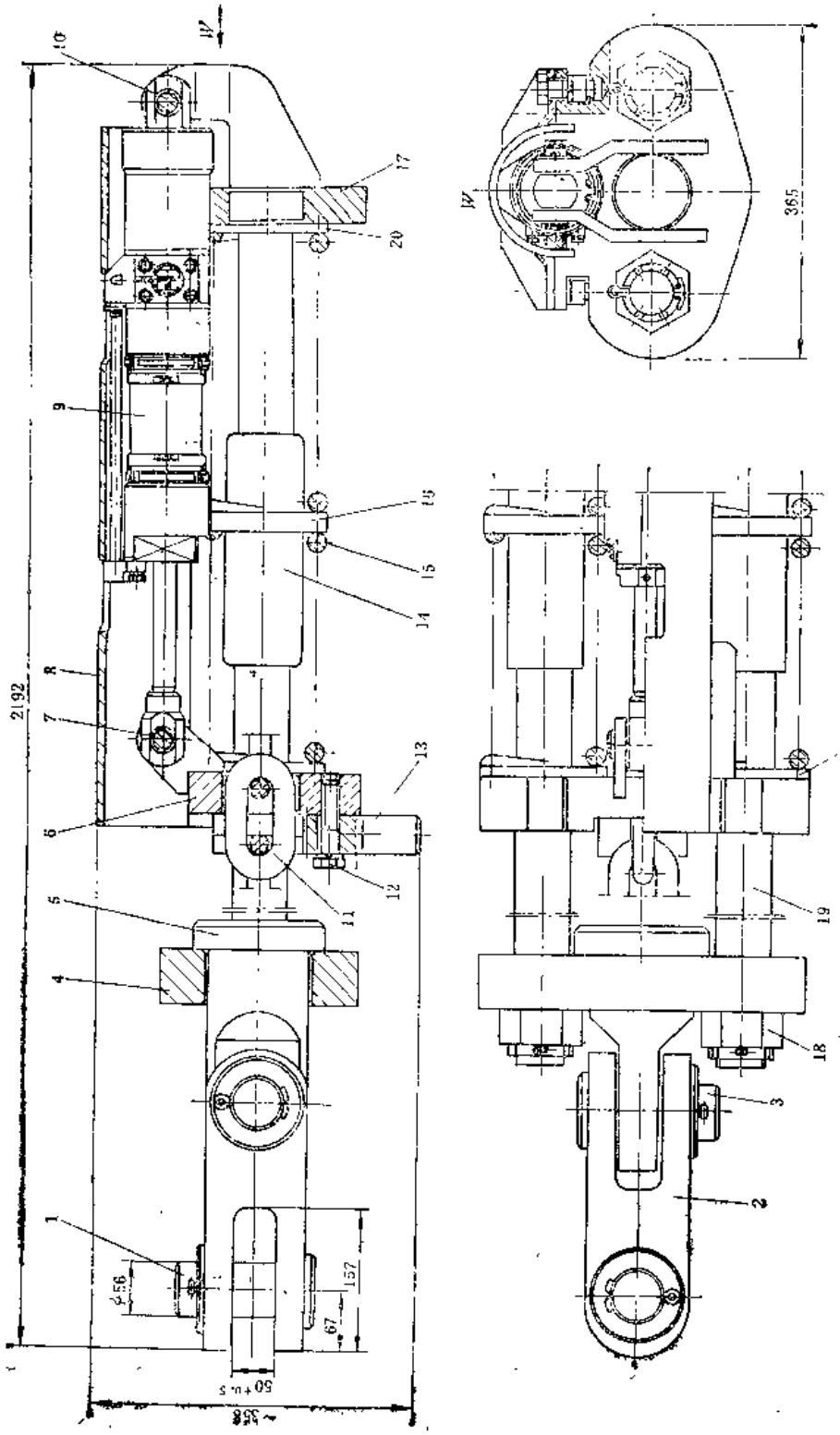


图 3-14 牵引链固定与张紧装置

1、8、7、10—销轴；2—拉杆；4—前端板；5—转销；6—横板；8—护罩；9—阻尼油缸；11—牵引链；12—螺钉；13—卡链板；14—套管；16—弹簧；16—隔离环；17—后端板；18—螺母；19—拽杆；20—垫圈

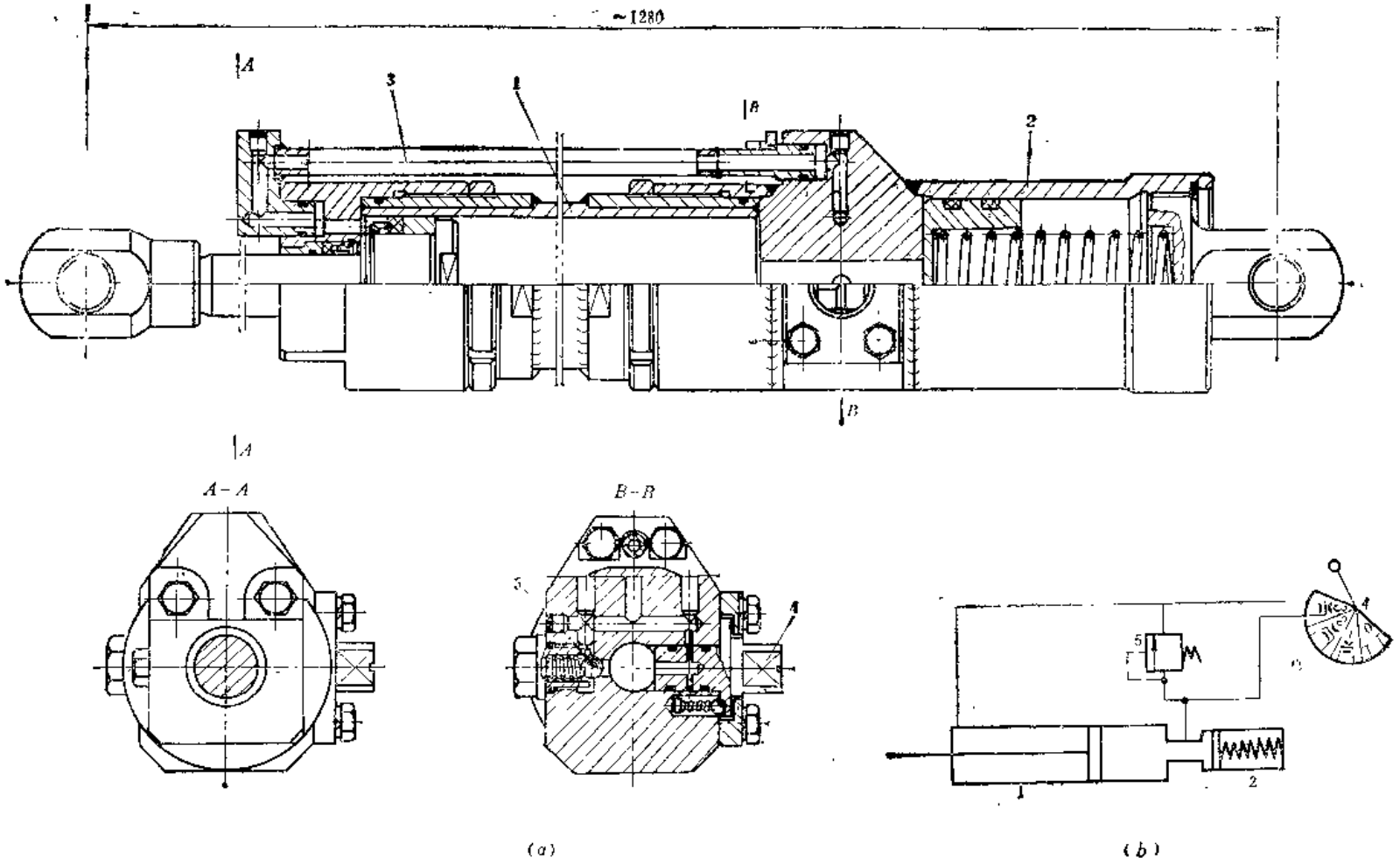


图 3-15　阻尼油缸的结构及工作原理

1—阻尼油缸；2—补偿油缸；3—油管；4—转阀；5—限压阀

述，阻尼油缸和紧链装置中的弹簧是并联的，如果由于外力的作用使弹簧发生振动时，势必要带动活塞杆相应移动，驱使阻尼油缸两腔的油液通过节流孔而相互流动，因而对活塞产生一定的阻力，使振动减小或停止。但阻尼油缸对弹簧的缓慢变形不起作用。

该紧链装置没有外来的动力源，因此，不能主动进行紧链。紧链时需借助采煤机的牵引力或其它辅助工具。其紧链过程如下：

把采煤机在工作面一端固定好后，将两端紧链装置的转阀都打在“1”位，开动采煤机，将一端的紧链装置拉紧，使弹簧全部压缩；再把转阀打在“0”位，弹簧便被闭锁在此位置；再反向牵引采煤机，将另一端紧链装置适当拉紧（一般是弹簧压缩量的1/2），也把转阀打在“0”位，这时多余链条都集中到了采煤机和第一个紧链装置之间。把紧链装置中横板上的螺钉松开，取下卡链板（见图3-14中6、12、13），把多余的链环从横板的中心孔中拉出来，再用卡链板卡住并拧紧螺钉，然后解除两端紧链装置的闭锁，紧链完毕。

为防止阻尼油缸受到较大外力时损坏，当油缸中的压力超过22.2MPa时，限压阀5将自动打开，压力油由活塞腔流到活塞杆腔，使活塞杆快速缩回。

阻尼油缸应在紧链前注满油液。注油时，应使活塞杆伸出。

五、电缆拖移

KWB-3RDU型采煤机的电缆拖移装置和 MLS_a-170 型采煤机的相同，也是采用链式电缆夹。其结构和工作原理可参见第二章的有关内容。

第五节　采煤机的维护与运转

一、采煤机的维护

（一）检修

采煤机的检修工作分为日检、周检和月检。

1．日检

（1）检查所有螺栓是否齐全和紧固，特别是采煤机各部件之间与底托架之间的连接螺栓，滚筒与滚筒轴的固定螺钉，若发现松动和丢失，要及时拧紧和补齐；

（2）检查各箱体内的油位和润滑情况；

（3）检查牵引部内的滤油器有无堵塞和损坏现象；

（4）检查所有外露管路和接头有无破损和漏液现象；

（5）检查所有操作手把和按钮是否灵活，动作是否可靠，发现不正常现象要及时处理；

（6）检查电缆及其拖移装置有无损坏，有无挂卡现象，电缆插销有无损坏和渗水现象；

（7）检查冷却与喷雾装置的工作情况，水压和水量是否符合要求，喷嘴有无堵塞和损坏，发现问题应及时处理和更换；

（8）检查滚筒及齿座有无破损、开焊，更换磨钝的截齿和补全丢失的截齿；

（9）检查牵引链及其张紧装置是否安全可靠；

（10）检查磁力启动器主触头的烧损情况，检查电气箱盖、按钮盖、隔离开关手把上的螺钉是否有松动或丢失现象，防爆面有无擦伤或锈蚀现象。

2．周检

（1）进行日检中的各项内容；

（2）更换或清洗所有滤油器，清除脏物及沉淀物；

（3）检查采煤机各油箱的油液质量是否符合要求，如不合格应及时更换；

（4）检查供水系统的工作情况；

（5）检查各电气设备和装置的完好情况，若有问题应及时处理。

3．月检

（1）进行日检、周检中的全部内容，并处理日检、周检中的遗留问题；

（2）新采煤机第一个月运转后，牵引部和机头减速箱中的液压油全部更换新油，并清洗各油箱；

（3）检查所有液压系统的工作情况，并测量油压；

（4）检查电动机的绝缘情况；

（5）检查电气系统各触头的烧损情况及各触点的连接情况，并清扫电气隔室。

（二）注油与润滑

采煤机各部位注油孔见图3-16，注油量及要求见表3-1。

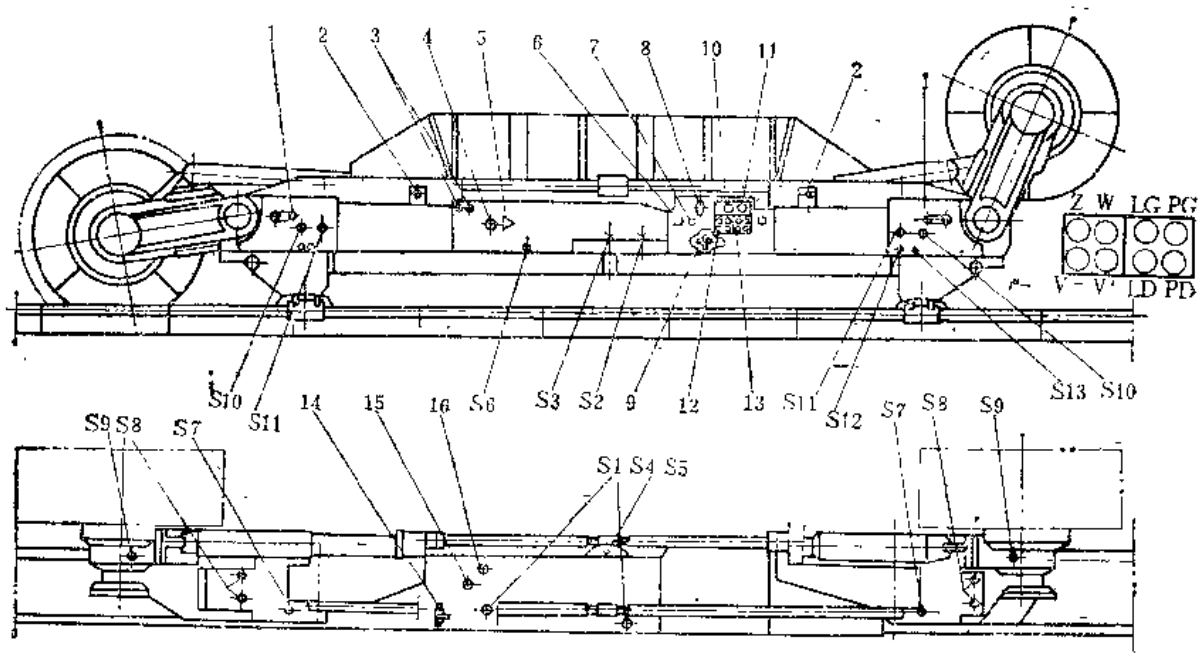


图 3-16　采煤机的注油与控制

1—滚筒离合手把；2—滚筒调高手把；3—高、低压压力表接头；4—速度指示器；5—调速手轮；6—指示灯；7—延时按钮；8—急停开关；9—隔离开关；10—牵引换向开关；11—控制方式转换开关；12、13—按钮组件；14—截止阀；15、16—丝堵；S_1～S_{18}—注油孔与放油孔

二、采煤机的运转

KWB-3RDU型采煤机各操作手把与按钮的位置见图3-16。

（一）采煤机各部位的操作手把与按钮

1．机头减速箱上的手把

滚筒离合器手把1，有两个位置："Z"离合器接通，滚筒转动；"O"离合器断开，滚筒不动。

2．电动机上面的手把

表 3-1 采 煤 机 注 油 表

部位	油孔代号	润滑部位	油类	油液牌号（波兰）	注油量	间隔期（天）			备注
						检查	加油	换油	
牵引部	S_1	牵引部传动箱	液压油	Hydrol-70	初注约250L，距外壳上盖约40mm	1	3	初注30，以后为60	注油时须过滤
	S_2 S_3 S_4 S_5	链轮轴承	润滑脂	LT-3	每次用油枪注入少许		30	180	
	S_6								放油孔
电动机		轴承	润滑脂	LT-3	约占轴承腔室的2/3			180	
截割部	S_7	机头减速箱内液压腔	齿轮油	Transol-80或130	初次注入40L，油位到达S_{11}	1	3	60	
		机头减速箱	齿轮油	同上	初次注入55L，油位到S_{10}	1	3	60	
		摇臂减速箱	齿轮油	同上	初次注入80L，油位距上盖180mm	1	3	180	
	S_{10} S_{11}								油位观察孔
	S_{12} S_{13}	机头减速箱煤壁侧							放油孔

滚筒调高手把 2，有两个位置：向外拉手把，滚筒上升；向里推手把，滚筒下降。

3．牵引部上的手把

调速手轮 5，用于手动调速或自动调速时限定牵引速度的最大值，其整定值可在手轮旁的指示器 4 上读出。

4．电气箱上的按钮和开关

（1）延时按钮 7（OE），当采煤机起动，延时器发生故障时，可直接用该按钮起动第二台电动机。

（2）急停开关 8，有两个位置：开关手把压住闭锁销，采煤机、刮板输送机可以起动；开关手把转动后，闭锁销弹出来，挡住手把不能复位，这时采煤机、刮板输送机均被闭锁，不能起动。要想复位必须先用手按下闭锁销。急停开关上拴有沿采煤机敷设的金属短链，拉动短链，就可以紧急停止采煤机和输送机。

（3）隔离开关 9，有三个位置：电动机向右旋转；中间位置，电动机电源被切断；电动机向左旋转。

（4）牵引换向开关10，有三个位置："O"停止牵引；"L"向左牵引；"P"向右牵引。

（5）采煤机控制方式开关11，有四个位置："LOK"采煤机就地控制；"RAD"采

煤机无线电控制；“O”采煤机闭锁，刮板输送机运转；“BLOK”采煤机运转，刮板输送机闭锁。

（6）按钮组件12，有四个按钮：“Z”电动机起动按钮；“W”电动机停止按钮；“V_”牵引减速按钮；“V‚”牵引增速按钮。

（7）按钮组件13，有四个按钮：“LG”左滚筒升；“PG”左滚筒降；“LD”右滚筒升；“PD”右滚筒降。

（二）采煤机的运转

1．起动

（1）用电动机隔离开关9确定滚筒转向；

（2）解除急停开关8的闭锁；

（3）把控制方式开关11转到选定位置；

（4）打开供水截止阀14；

（5）把牵引换向开关打在“0”位；

（6）按下电动机起动按钮，如果电动机和牵引部运转均正常，再按下停止按钮，等电动机快要停止转动时，操作离合器手把，使滚筒离合器接通；

（7）再次按下起动按钮，滚筒旋转；

（8）用滚筒调高手把或按钮调整滚筒的位置；

（9）转动调速手轮，将牵引速度调到预定的范围；

（10）把牵引换向开关打在预定的牵引方向上，这时采煤机开始牵引，并在调速系统的作用下自动增速到预定速度。

2．停机

（1）把牵引换向开关打在“0”位，采煤机停止牵引。

（2）按下电动机停止按钮，停止电动机运转。

如果长时间停机，还应做到：

① 把离合器手把打在断开位置，并降下滚筒；

② 把截止阀关闭，停止供水；

③ 把隔离开关打回中间位置；

④ 闭锁急停开关，使采煤机、输送机闭锁。若刮板输送机还需运转时，可把控制方式开关打到“0”位。

3．紧急停机

（1）拉动金属短链，使急停开关闭锁；

（2）把控制方式开关打到“0”位；

（3）把隔离开关打回中间零位。

用隔离开关停机后，应对其触头进行检查。

第六节　采煤机常见故障及其分析与处理

KWB-3RDU型采煤机各部分的常见故障及其分析与处理见表3-2。

表 3-2 常见故障及其分析与处理

故障部位	故障现象	原因	处理方法
牵引部	采煤机只能向一个方向牵引	1.控制回路中的一个高压安全阀损坏，或密封不良 2.主油路一根油管泄漏严重 3.系统中的一个背吸阀没有复位	1.更换 2.更换 3.检修、处理
	采煤机牵引速度偏低	1.主油泵和液压马达泄漏 2.主油路管路泄漏	1.更换 2.拧紧或更换
	采煤机牵引力偏低	1.高压安全阀调整压力低 2.主油路管路泄漏	1.重新调整 2.拧紧或更换
	采煤机牵引力不超载，而牵引速度自动降低	压力传感器调整压力低或弹簧损坏	重新调整或更换弹簧
	牵引速度有跳动现象，并伴有杂音	液压马达个别柱塞损坏	更换
截割部	滚筒不能升降	1.调高泵损坏 2.调高泵控制阀组、阀件损坏，或排油管路泄漏严重 3.液压缸损坏	1.更换 2.更换 3.更换
	滚筒自动下降	1.液压锁密封不良 2.液压锁至调高油缸之间的管路泄漏 3.调高油缸活塞密封失效	1.更换密封 2.拧紧、更换 3.更换、拆修
	减速箱温度高，或有异常声响	1.箱内油量、油质不符合规定 2.齿轮、轴承等传动件研损	1.调整油量或换油 2.拆修
电动机	电动机不能起动	1.电气控制系统接点有断路 2.起动延时继电器失灵	1.修复 2.检查、更换
	电动机起动后又马上停止	1.过电流保护起作用 2.电动机绝缘降低 3.水压、水量保护装置起作用	1.检查、调整 2.测电动机绝缘，若太低，则更换电动机 3.检查供水系统

习题与思考题

1. 熟悉KWB-3RDU型采煤机的适用范围及主要技术特征。
2. 简述采煤机传动系统。
3. 牵引部液压系统中主要液压元件的结构和作用是怎样的？
4. 简述采煤机手动换向调速过程。
5. 简述采煤机电机功率自动调速过程。
6. 采煤机由手动换向调速转为按钮换向调速时应注意什么？
7. 采煤机因牵引力过载而自动减速后，当牵引阻力减小时，采煤机能否自动升速到原调定的速度？为什么？
8. 采煤机牵引链的张紧装置有何特点？
9. KWB-3RDU型采煤机的维护主要包括哪些内容？
10. 采煤机各部位的注油量、油液牌号及要求是怎样的？
11. KWB-3RDU型采煤机与MLS_3-170型采煤机牵引部的液压系统有什么区别？
12. 简述KWB-3RDU型采煤机的工作顺序。
13. KWB-3RDU型采煤机各部位常见的故障现象及故障原因是什么？

第四章　SIRUS-400型双滚筒采煤机

第一节　概　　述

SIRUS-400型双滚筒采煤机是法国沙吉姆公司综合THV-16型、THV-225型和DTS-300型采煤机的优点设计而成的新型的大功率、低机身采煤机。

一、适用范围

SIRUS-400型采煤机适用于厚度1.0～3.5m，工作面长度200m左右，顶板稳定、底板起伏不大，倾角为0°～25°的中厚煤层。当工作面倾角大于15°时，需要配备专门的防滑装置，采煤机可截割普氏系数为4～5的矸石夹层。采煤机的电气设备均为防爆型，因此可用于含有瓦斯或煤尘爆炸危险的矿井。

采煤机与可弯曲刮板输送机、液压支架等配套组成综合机械化采煤设备，也可与金属摩擦支柱及金属铰接顶梁或单体液压支柱配套组成普通机械化采煤设备。

二、机器的组成及结构特点

采煤机主要由电动机、牵引部、左右截割部、左右滚筒调高油缸、机身调斜油缸、挡煤板及其翻转装置等部件组成，如图1-1所示。

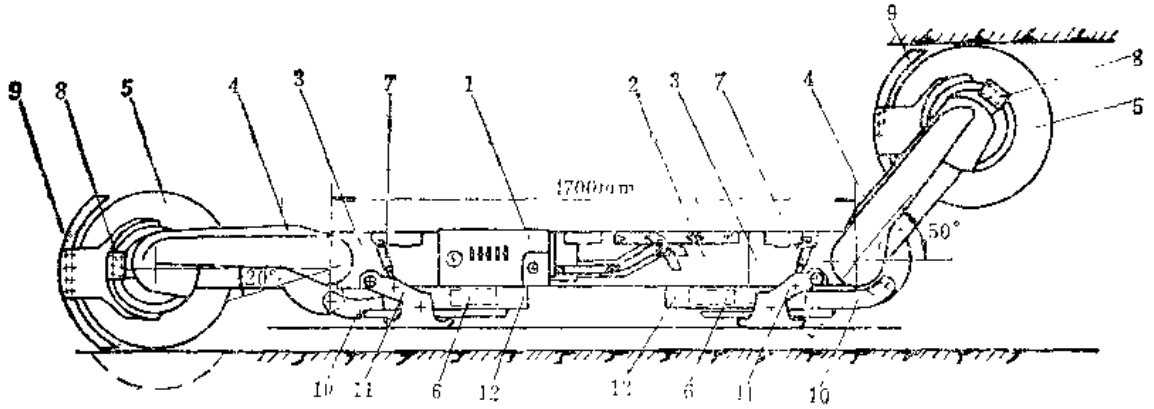


图 4-1　SIRUS-400型采煤机

1—电动机；2—牵引部；3—机头减速箱；4—摇臂减速箱；5—螺旋滚筒；6—调高油缸；7—调斜油缸；8—挡煤板及翻转装置；9—弧形挡煤板；10—连杆；11—杠杆；12—支承架

电动机具有双水内冷结构，长时功率为300kW，电压为500/1100V，转速为1470r/min，冷却水压力为0.8MPa，定子和转子的冷却水流量分别为25L/min和5L/min，机身高度为450mm。电动机偏心出轴，其机壳靠采空区一侧的空腔为采煤机的电气控制箱。

牵引部采用液压传动，其传动链轮和导向链轮位于机体的顶盖上，用锚链牵引。如果作适当改装，也可以实现无链牵引。

截割部包括机头减速箱、摇臂箱、螺旋滚筒、挡煤板和调高、调斜等装置。

机器取消了底托架装置，各大部分之间仅采用对口大螺栓联结。经过对滑靴眼的改装，机面高度有800、1000、1200和1400mm 4种规格。调高油缸可使两端中心距为1500mm的摇

臂的摆动角度达70°（向上50°，向下20°），滚筒中心摆动的垂直位移可达1.65m。因此，该机可采1.0～3.2m厚的煤层，机下过煤高度在200～750mm之间。摇臂中的末级齿轮采用内齿轮传动，摇臂端部齿轮中心和滚筒中心是上下偏置的。滚筒的卧底量可达200mm，而且可使摇臂之下螺旋滚筒的出煤口扩大，减少了摇臂对煤流的阻挡。

由此可见，与其它同类采煤机相比，该机具有机面高度低、过煤高度大、机身窄、机身长度小（两滚筒中心距离仅为7.7m）、允许的最低采高小、而采高的可变范围却很大、翻转挡煤板机构简单以及摇臂采用刚性大的角撑结构等许多特点。

机体高度的降低主要采取了两项措施：其一是电动机采用双水内冷结构后，其尺寸较我国生产的150kW电动机还小；其二是牵引部的内曲线大力矩马达采用水平布置，利用立轴传动水平链轮结构，这样就使牵引部高度尺寸降低到与电动机高度相等的水平。

取消底托架对降低机面高度也有显著功效，但首先必须保证机体各大部件之间的联结刚度和强度。实践证明，各大部件之间采用几件大直径对口螺栓联结是行之有效的，具有防松和抗剪能力，能够保证机器有足够的强度和刚性。

三、采煤机的主要技术特征

生产能力	1000t/h
截深	0.7m
采高	1.0～3.5m
牵引速度	0～11m/min
牵引力	216kN(22t)
滚筒直径	1～1.8m,共5种
滚筒转速	37.53r/min
摇臂长度	1.5m
电动机	
额定功率	300kW
额定电压	1140V
额定转速	1470r/min
牵引链规格	ϕ22×86mm
灭尘方式	内喷雾
外形尺寸(长×宽×高)	9500×750×450mm
重量	22000kg

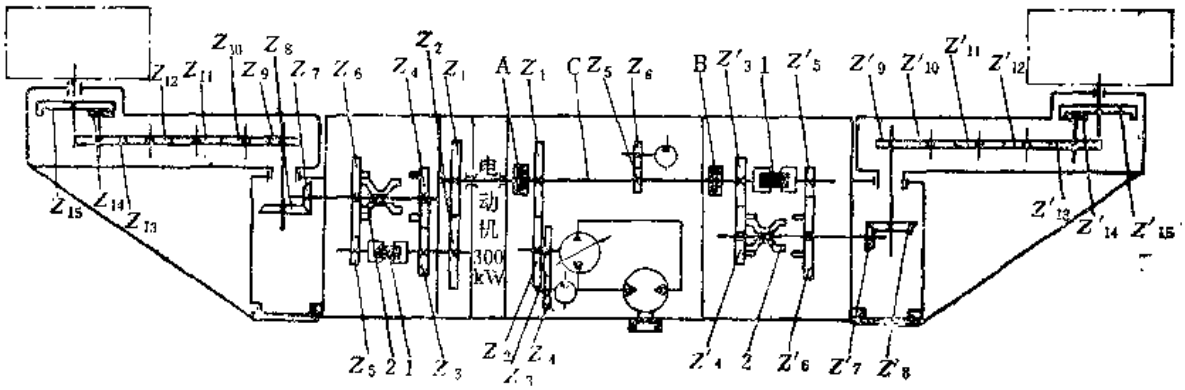


图 4-2 采煤机总传动系统

1—安全销；2—双速内齿离合器；A、B—联轴节；C—过轴

四、采煤机总传动系统

采煤机的总传动系统如图4-2所示，齿轮特征见表4-1。

表 4-1 齿 轮 特 征 表

	左截割部												右截割部											
序号	Z_1	Z_2	Z_3	Z'_3	Z_4	Z'_4	Z_5	Z_6	Z_7	Z'_7	Z_8	Z'_8	Z_9	Z_{10}	Z'_{10}	Z_{11}	Z'_{11}	Z_{12}	Z'_{12}	Z_{13}	Z_{14}	Z'_{14}	Z_{15}	Z'_{15}
齿数	47	47	19		37		13		36		13		31			31		31		31	12		30	
模数	5		7				8				11.6													

	牵引部					
序号	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6
齿数	40	36	56	37	41	40
模数	5		2		3	

采煤机由一台300kW的电动机分别驱动牵引部和左、右截割部。电动机左端出轴直接传动左截割部；右端出轴传动牵引部，并通过用花键联接的牵引部过轴C传动右截割部。其传动路线如下：

电动机左端出轴→Z_1→Z_2→
- →Z_3→Z_4→
- →安全销1→Z_5→Z_6→

→双速内齿离合器
- 右位(合)快速
- 中位(离)停止
- 左位(合)慢速

→Z_7→Z_8→Z_9→Z_{10}→Z_{11}→Z_{12}→Z_{13}→Z_{14}→Z_{15}(内齿圈)→左滚筒

电动机右端出轴→花键联轴节A→牵引部过轴C→Z_1→Z_2→主油泵→液压马达→主链轮
- →Z_3→Z_4→辅助泵
- →Z_5→Z_6→偏心套→调高泵
- →花键联轴节B→
  - →Z'_3→Z'_4→
  - →安全销1→Z'_5→Z'_6→

→双速内齿离合器
- 右位(合)慢
- 中位(离)停止
- 左位(合)快

→Z'_7→Z'_8→Z'_9→Z'_{10}→Z'_{11}→Z'_{12}→Z'_{13}→Z'_{14}→Z'_{15}(内齿圈)→右滚筒

以上传动中，圆锥齿轮Z_7、Z_8和Z_7'、Z_8'用于改变传动方向，摇臂减速箱中的惰轮Z_{10}、Z_{11}、Z_{12}和Z_{10}、Z_{11}、Z_{12}用于加长摇臂。为了便于牵引部过轴C的加工和安装达到同心度的要求，过轴的两端分别采用花键联轴节与电动机轴、机头减速箱传动轴联接。

通过设在机头减速箱中的双速内齿离合器，能够很方便地使采煤机的滚筒获得两种不同的转速，以适应采煤机截割的要求。当工作面煤质变硬或遇到夹矸，使截割阻力增大而导致安全销被剪断后，可以通过双速内齿离合器换速继续截割。

第二节 牵 引 部

一、传动系统及其结构特点

如图4-2所示，牵引部的左侧与电动机用螺栓对接，右侧与右机头对接。因此牵引部既要从电动机接受动力传动其主油泵、辅助泵，还要用过轴C把电动机的动力传送至右截割部。

牵引部的传动系统如下：电动机轴在通过联轴节A驱动过轴C时，首先由齿轮Z_1和Z_2把动力传给主油泵，然后通过安装在主油泵泵轴上的一个片状齿轮Z_3传动辅助泵泵轴上的齿轮Z_4，使辅助泵运转。变量泵输出的压力油驱动多作用内曲线大扭矩马达，并直接传动水平设置的、位于机体上部靠采空区侧的五星主动链轮。当主动链轮被驱动时，采煤机便实现牵引运动。

在牵引部内除了主油泵外，还设有两个油泵：一个是由齿轮Z_3和Z_4驱动的辅助泵，它主要作为控制系统和闭式液压系统补油和热交换之用；另一个是由齿轮Z_5和Z_6驱动的调高泵，该泵用于向辅助液压系统提供油源。

为了冷却牵引部中的液压油，在牵引部的底层机壳内设有隔层水套，可以引入冷却水对牵引部中的液压油进行冷却。

二、液压传动系统

液压系统由主回路、热交换回路、调速回路和保护回路等组成，如图4-3所示。系统中的主要元件包括主油泵、液压马达、辅助泵、整流阀、梭形阀、高压安全阀、旁通阀、低压溢流阀、随动变量机构、蓄能器及滤油器等。

（一）液压元件

1. 主油泵

主油泵是斜轴式轴向柱塞泵，其结构如图4-4所示。

牵引部过轴上的齿轮带动花键轴1转动。花键轴与主轴9联接，并通过双铰联轴节11带动主油泵的缸体13转动。缸体靠装在尾座18内的中心销轴17轴端的球轴承14支承，因而转动灵活。球轴承与缸体之间装有预压弹簧15，使缸体和配油盘16保持适当的压紧力，以减小泄漏和补偿磨损。缸体和配油盘之间的压紧力可通过尾座上的螺母20调整。在尾座上还装有用以摆动缸体的摆架19。摆架的两侧分别装有板式单向阀（图中未剖到，即图4-3中的8a、8b），用以向主油泵补油。主轴9通过支座5上的圆锥滚子轴承6和调心滚子轴承8支承。在两轴承之间有一片状齿轮7，其轮齿从支座一侧的窗口露出来，与安装在支座侧面的辅助泵的传动齿轮相啮合，传动辅助泵。

操纵随动变量机构，通过摆架可使缸体相对主轴中心线偏摆±28°。当缸体偏摆一个角度后，主轴带动缸体转动，在连杆10的作用下，柱塞12将在缸孔内作往复运动，并通过配油

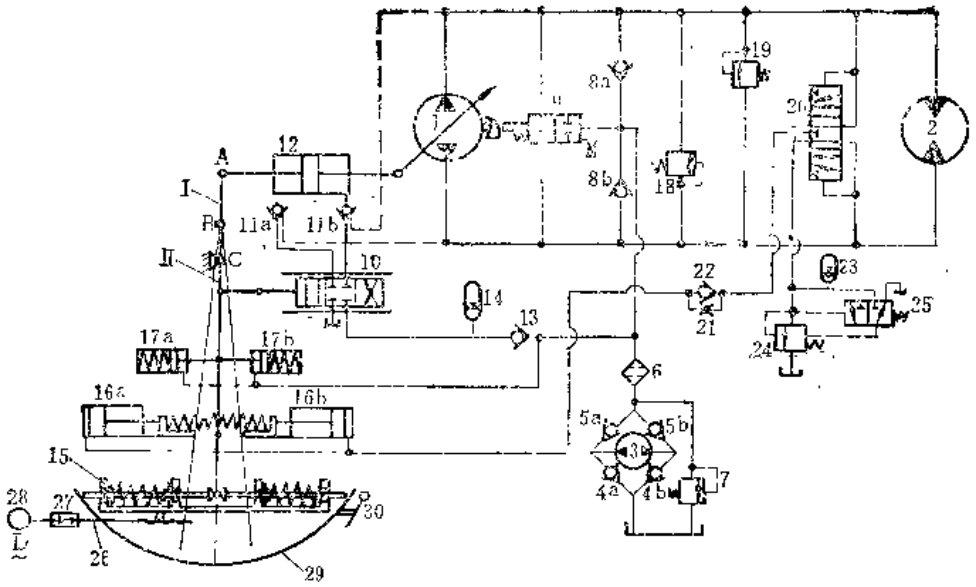


图 4-3 牵引部液压系统

1—主油泵；2—液压马达；3—辅助泵；4a、4b—吸油单向阀；5a、5b—排油单向阀；6—滤油器；7—低压安全阀；8a、8b—补油单向阀；9—旁通阀；10—随动阀；11a、11b—液压锁；12—变量油缸；13—单向阀；14—蓄能器；15—调速换向架；16a、16b—液压功率调速油缸；17a、17b—欠油保护油缸；18、19—高压安全阀；20—梭形阀；21—节流孔；22—单向阀；23—蓄能器；24—低压溢流阀；25—关闭阀；26—调速杆；27—柔性联轴节；28—伺服电机；29—偏心圆盘；30—调速换向手把；Ⅰ—摇杆；Ⅱ—随动杆

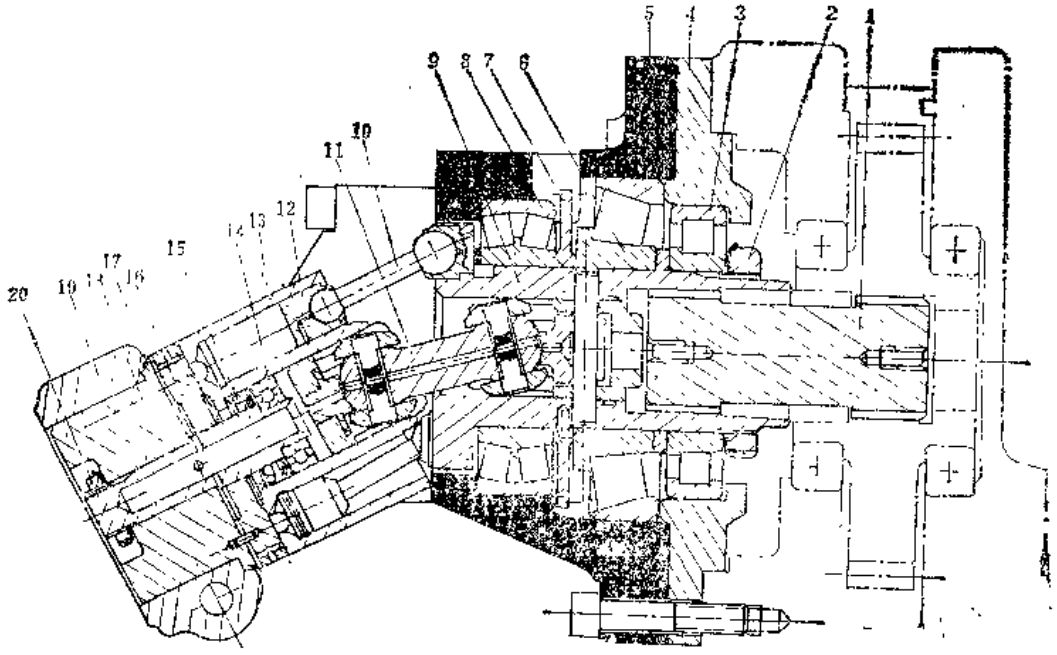


图 4-4 主油泵

1—花键轴；2—锁紧螺母；3、6、8、14—轴承；4—端盖；5—支座；7—齿轮；9—主轴；10—连杆；11—双铰联轴节；12—柱塞；13—缸体；15—弹簧；16—配油盘；17—中心销轴；18—压块；19—摆架；20—螺母

盘进行吸、排油。

若缸体相对主轴中心线的偏摆方向改变，则油泵的吸、排油方向也随之改变；缸体相对主轴中心线的偏摆角度越大，油泵的排油量也就越大。

主油泵的主要技术特征如下：

工作压力	17.9MPa
流量	0～180L/min
缸体摆角	±28°

该泵具有缸体摆动角度大、泄漏小、重量轻等优点。由于采用双铰联轴节传动，泵的力矩传递不靠柱塞，缸孔不受侧向力，所以缸孔和柱塞磨损较轻。但是泵的结构较复杂，而且平面配油盘的制造精度要求高，对油液的过滤精度要求高。

2．液压马达

液压马达是内曲线径向柱塞马达，其结构如图 4-5 所示。马达定子2的内壁由 14 段相同的曲面组成导轨，并用螺钉与箱体 3 固定。马达转子 1 通过角接触球轴承13和向心短圆柱滚

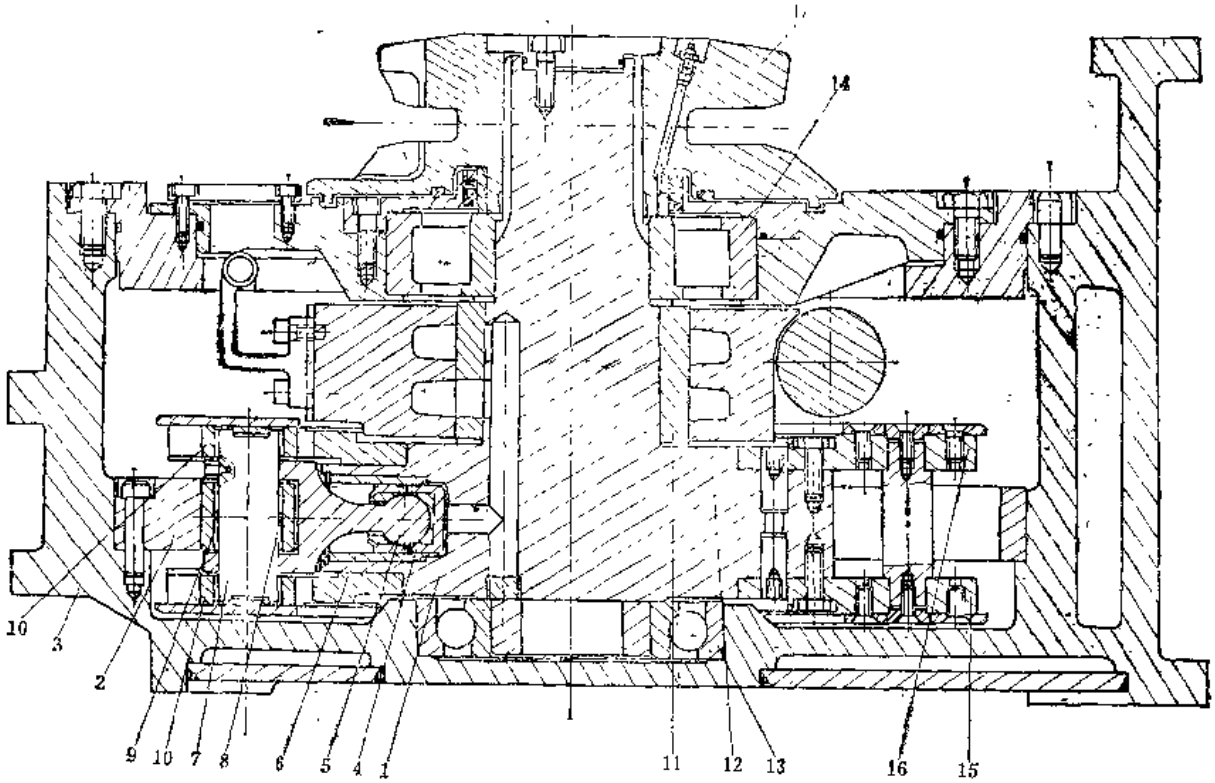


图 4-5　液压马达

1—转子；2—定子；3—箱体；4—柱塞；5—连杆；6—缸套；7—横轴；8—滚针轴承；9、10—滚轮；11—配油套；12—配油壳；13、14—轴承；15、16—侧板；17—主链轮

子轴承14支承。在转子上均匀布置着11个缸孔（径向孔），缸孔内装有缸套 6 。连杆 5 的一端通过球铰与柱塞 4 铰接，另一端套在横轴 7 上。在横轴上装有三个滚轮，为减轻滚轮与横轴之间的摩擦，在滚轮与横轴之间装着滚针轴承 8 。横轴中间的滚轮 9 压在定子导轨曲面上，与定子曲面相互作用，以产生切向力，并把该切向力传递给横轴，横轴又通过两侧的滚轮10把切向力作用到与转子固定的侧板15、16上，并驱动转子旋转。这样，柱塞副之间只受轴向力而不受侧向力，既有利于柱塞副工作，又能减轻柱塞副之间的磨损。

液压马达的配油机构由配油壳12、配油套11和配油轴（转子）组成。配油轴与转子为一整体结构，其上加工有11条轴向孔和与其相通的三排径向孔：下面的径向孔与转子柱塞缸孔底部相通，中间的径向孔与配油套上的径向孔相通，上面的径向孔与配油套上的排油孔相通。配油套上加工有两排径向孔，下面的14个孔为进油孔，上面的14个孔为排油孔。配油套热

装到配油壳上，装配时必须使配油套的进油孔和排油孔分别与定子导轨曲面上的工作段和非工作段对应准确。配油壳上的两条环形槽分别与液压马达的进、排油口相通。由主油泵来的压力油通过配油机构向转子供油，驱动转子旋转，转子的上部通过花键直接与主链轮固定，传递转矩。液压马达的主要技术特征如下：

工作压力	17.9MPa
排量	14L/r
转矩	30kN·m
作用次数	14次
柱塞数量	11个
柱塞排数	1

该马达具有转速低、输出转矩大、低速运转平稳等优点。

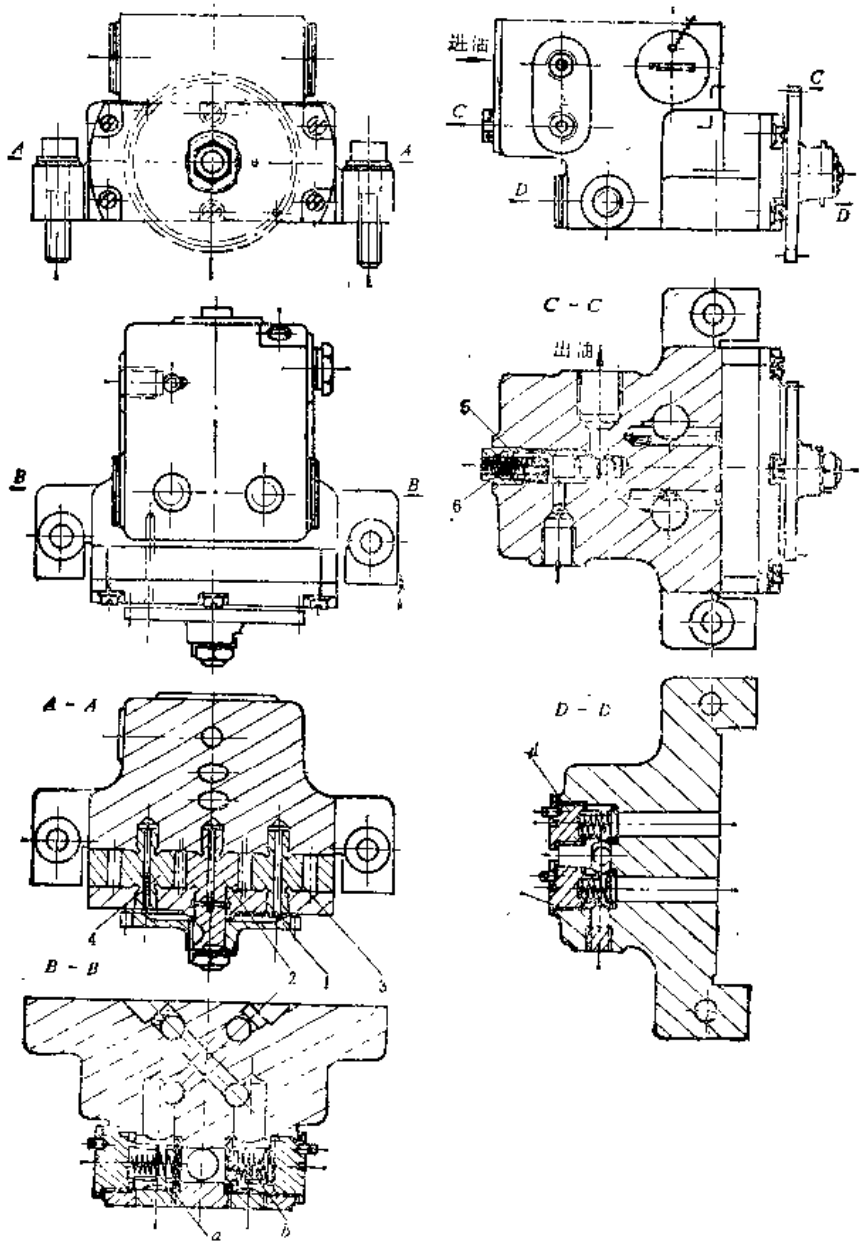


图 4-6 轴助泵

1—传动齿轮；2、3、4—油泵齿轮；5—低压安全阀；6—调节螺钉；a、b、c、d—单向阀

3. 辅助泵

辅助泵是外啮合齿轮泵，安装在主油泵的一侧，其结构如图 4-6 所示。

辅助泵通过主油泵主轴上的片状齿轮传动齿轮 1 旋转。齿轮 1 通过半圆键与中心齿轮 2 的传动轴固定。齿轮 2 与两侧的齿轮 3 、 4 啮合，组成一个并联双泵组。辅助泵的工作压力为1.5MPa，流量为35L/min。

辅助泵用于向系统主油路的低压回路不断输入冷油，以补充系统的漏损和进行热交换，同时还向系统提供低压控制油液。

为了保证辅助泵供油方向不因电动机的转向改变而变化，在泵体上装有由四个单向阀组成的整流阀组，其整流工作原理见图 4-7 。

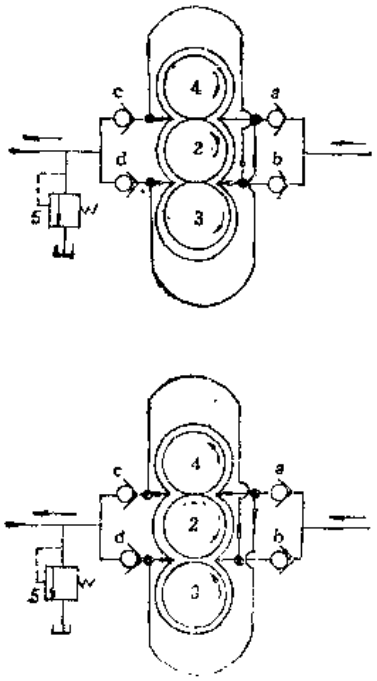


图 4-7 整流工作原理

为了限制辅助泵的供油压力和保护低压系统的安全，在泵体上还装有低压安全阀（见图 4-6 中 *C-C* 剖面），其整定压力为 2.5MPa，可通过阀体上的螺钉 6 进行调整。

4. 导流阀

导流阀是一个三位五通液控滑阀，它跨接在主油路的高低压回路之间（见图 4-3 中阀20）。主油泵不排油时，导流阀阀芯两侧的压力相等，阀芯处在图示的中间位置。这时，辅助泵排油充满系统后，可经导流阀、低压溢流阀流回油池。当主油泵开始排油后，按油泵排油方向的不同，阀芯将在主油路压力油的作用下始终移向低压回路一侧，从而使主油路中的部分高压油进入液压功率调速油缸，以进行压力自动调速；同时，使低压回路中的部分热油经低压溢流阀流回油池，以进行热交换。

5. 低压溢流阀的关闭阀

低压溢流阀和关闭阀都属于压力控制阀，两个阀组装在同一阀体内，其结构如图 4-8 所示。

低压溢流阀是一个直接作用式锥阀，开启压力为 1.5MPa，可通过阀芯上部的螺钉进行调整。系统工作时，该阀一直处在开启状态，使约占总循环油量的10～20%的热油由低压回路流回油池，进行冷却；同时还使系统低压回路保持 1.5MPa 的背压，既可使液压马达运转平稳，又有利于主油泵的吸油。

阀体的左半部为关闭阀，它和溢流阀并联，用于液压马达失控超速运转时进行安全保护。由导流阀来的低压油液进入溢流阀后，有一小部分经阀体的轴向孔进入关闭阀顶部油腔，作用在阀芯 6 的顶部，与装在阀芯下部的弹簧力平衡。溢流阀正常溢流时，该阀处于关闭状态。随着溢流压力的上升，关闭阀阀芯逐渐克服弹簧力下移。当溢流压力达到关闭阀的调定值2MPa时，关闭阀导通，油液经关闭阀（*A-A* 剖面）进入溢流阀顶部油腔，迫使关闭活塞 3 下移，压迫弹簧 4 和阀芯 1，使溢流阀关闭，停止溢流。

6. 蓄能器

系统的控制油路和低压回油油路中，分别设置了气囊式蓄能器14和23，见图 4-3 。蓄能

器14用于吸收辅助泵排油压力和流量的脉动，使控制油路压力和流量稳定，以保证变量油缸动作平稳。蓄能器23用于保护液压马达和吸收低压回路的压力波动。蓄能器使用之前应充以氮气，其最大使用压力为15MPa，最高使用温度为80℃。

采煤机在牵引过程中，当电动机突然断电或紧急停机时，由于主泵停止向马达供液，因而紧边牵引链条的弹性形变将迫使链轮倒转，并带动液压马达以泵的方式运转。随着系统中油液的泄漏，液压马达将逐渐转动起来，使原来的进油、排油口位置相互对换。这时，由于内曲线液压马达的柱塞不能自动伸出，而辅助泵已不供油或供油不充分，因此造成缸孔中的柱塞在应该伸出时不能伸出，或者柱塞仅在离心力的作用下稍稍伸出，致使滚轮和定子导轨曲面脱离。由于马达转动阻力减小，转子加速反转，使已脱离导轨曲面的滚轮再次和导轨曲面相遇而发生碰撞，产生敲缸的声响，甚至使液压马达受到损坏。这种现象在采煤机上行牵引时更为突出。

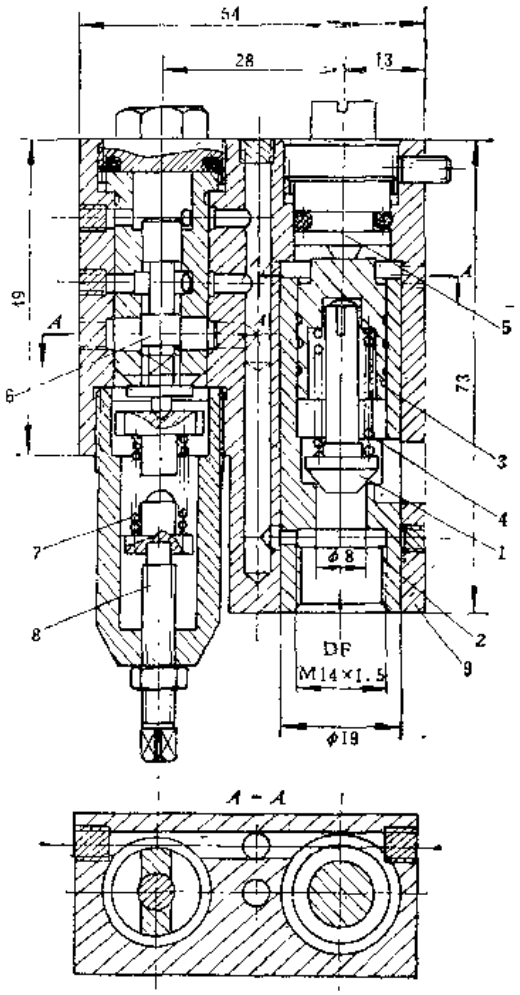


图 4-8 低压溢流阀及关闭阀

1—溢流阀阀芯；2—阀座；3—关闭活塞，4—弹簧；5—溢流阀调整螺钉；6—关闭阀阀芯；7—弹簧；8—关闭阀调整螺钉；9—阀体

解决这个问题的方法之一，就是使系统低压回路始终保持一定的背压。蓄能器在工作时因压力油的作用而使胶囊收缩，储存了一定的压力油。当发生反链敲缸现象时，储存在胶囊中的压力油便可以释放出来，通过梭形阀进入低压回路和液压马达的工作缸，迫使应该伸出的柱塞及时伸出，从而减轻了液压马达的敲缸现象。

7．旁通阀

旁通阀是一个液压控制兼机械控制的二位二通滑阀，其结构如图4-9所示。

旁通阀在系统中主要有以下作用：

（1）当采煤机停止牵引，即主油泵缸体摆角接近零位时，缸体上的推杆推动滑杆8，并通过杠杆9把阀芯3推到导通位置，使系统主油路的高低压回路通过旁通阀短路。此时，牵引链如有残余张力迫使液压马达反转，则旁通阀便为液压马达排油提供通路，以尽快放松牵引链。与此同时，蓄能器向系统供油，使液压马达反链状况得到改善。

（2）辅助泵供油系统压力太低时，旁通阀在弹簧5的作用下动作，导通油路，使主油路卸载，采煤机停止工作，达到保护目的。

（3）当调速旋钮转到零位时，若油泵仍有少量油液输出（因调节不准），则由于旁通阀的短路，液压马达也不会转动，从而可以减少主油泵严格调零的困难。

旁通阀丝堵7上的节流小孔，用以减缓阀芯左移的速度，即当油泵缸体偏摆，并开始排

油后，旁通阀不能立即断开，以免给液压马达造成过大的冲击；而当辅助泵失压后，阀芯右腔的油液可由小孔排出，使阀芯较快右移，将旁通阀导通。

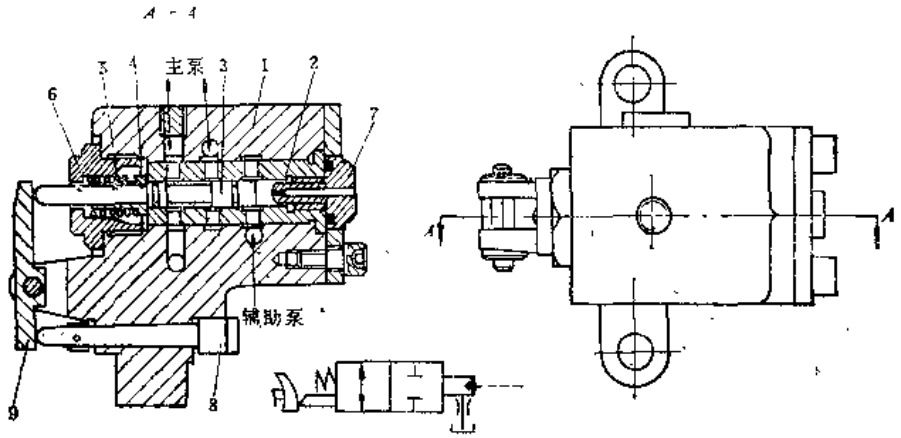


图 4-9 旁通阀

1—阀体；2—阀套；3—阀芯；4—套；5—弹簧；6—压盖；7—丝堵；8—滑杆；9—杠杆

8. 滤油器

在辅助泵的排油管路中装有线隙式精滤油器，以使进入系统的油液保持洁净。

滤油器的过滤精度为0.005mm。为了便于清理杂质，防止滤网堵塞，滤油器上装有自动清洗机构。滤油器的结构和自动清洗机构的工作原理如图4-10所示。

滤油器的滤网 3 是用直径为 0.078mm 的不锈合金钢丝以给定的间隙在筒状的滤网架 5 上缠绕而成。在滤网 3 外面用压板沿纵向将滤网压紧，并用粘合剂粘牢。这样，即使滤网某一处钢丝断裂，也不会影响其它各圈钢丝。

滤网架 5 固定在外壳 4 上，由辅助泵来的油液经外壳上的进油孔和护罩上的油孔进入滤油器，然后沿四周进入滤网内部，而把杂质留在滤网缝隙的外面。过滤后的油液沿轴向经旋转清洗架侧面的油孔及滤油器的中心孔进入系统。

当油液较脏、滤网严重堵塞时，滤网内外压差增大，单向阀 1 开启，油液将不通过滤网而直接进入滤网架内，并通过连接管19、20、21及滤油器的中心孔进入系统。这时，滤油器失效，应及时处理。

滤网架内装着旋转清洗架 9，清洗架被三个圆盘沿轴向分成两部分，并由连接管19、20、21串在一起。左面较长的是清洗部分，中间夹有清洗板10、11；右面较短的是动力部分，装有推板17、配油板15。动力部分实质是一个特殊的叶片式液压马达。清洗架的中心装有空心转轴16和清洗部分的清洗板10。动力部分的配油板15跟空心转轴连接在一起。空心转轴内装有配油阀12和14。过滤后的油液有一小部分进入空心转轴，沿进油配油阀12的轴向槽进入配油板15内的径向小孔，然后进到配油板右侧油腔，使配油板受到逆时针方向的推力，而推板17则受到顺时针方向的推力（图4-10*b*中*A-A*剖面的Ⅰ、Ⅲ）；或者沿另一轴向槽流经空心转轴上的小孔进入到另一油腔（图4-10*b*中*A-A*剖面的Ⅱ），使配油板受到顺时针方向的推力，而推板受到逆时针方向的推力。配油阀12和14一起转动。当进油配油阀12与配油板右侧油腔连通时，排油配油阀则使配油板左侧腔室与大气连通（图 4-10*b* 中*B-B* 剖面的Ⅰ、Ⅲ）；反之，它将另一油腔与大气连通（图4-10*b*中*B-B*剖面的Ⅱ），造成压力差。

在清洗架和空心转轴的左端分别装着棘爪7和8，与固定在滤网架上的棘轮6啮合。棘爪只能沿逆时针方向转动，因此清洗架和空心转轴在受到顺时针方向推力时将不能转动。

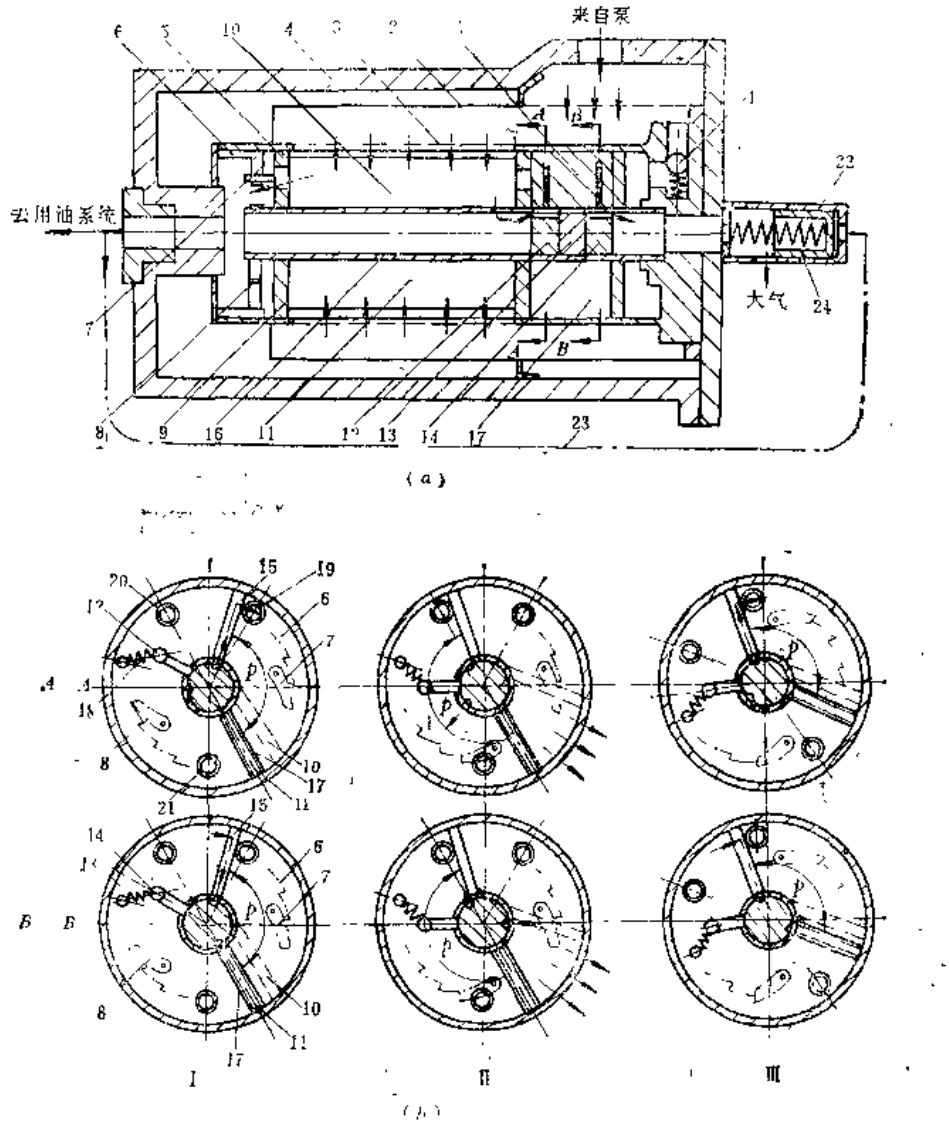


图 4-10　线隙式滤油器的结构示意图及工作原理

1—单向阀；2—护罩；3—滤网；4—外壳；5—滤网架；6—棘轮；7、8—棘爪；9—旋转清洗架；10、11—清洗板；12—进油配油阀；13—填块；14—排油配油阀；15—配油板；16—空心转轴；17—推板；18—弹簧；19、20、21—连接管；22—弹簧式蓄能器；23—油管；24—活塞

自动清洗机构的清洗过程如下：当压力油经滤网过滤后，一小部分油液经阀12和配油板15的径向孔进入马达右边的油腔，配油板15左侧的油液经其上的径向小孔和阀14回油箱。在配油板15逆时针方向慢慢转动的同时，空心转轴16带着清洗板10也向逆时针方向转动。当配油板15转至接近连接管20时，弹簧18便拨动配油阀12和14转至图4-10*b*中Ⅱ所示的位置，从而改变了进油和排油孔口，这时左油腔进压力油，右油腔与油箱相通，由于棘轮机构的作用，配油板15和清洗板10被逆止，推板17带着清洗板11顺时针方向转动。这时，阀口的通孔较大，因此叶片转动速度很快，使位于过滤网内腔的清洗板11和10之间的油液向滤网外倒流，从而对吸附在网外的脏物进行喷刷，产生清洗效果。当清洗板11转动时，弹簧18的支座也跟着转动。当清洗板11转至靠近清洗板10时，弹簧便使配油阀12和14作顺时针方向转动，改变

配油位置至位置Ⅱ，即重新回到Ⅰ位所示的配油状态。往后便重复上面的过程。由此可知，通过叶片马达与棘轮机构的作用，滤油器的空心转轴16和清洗架9将不断地朝逆时针方向交替转动，清洗板10和11如同配油板15和推板17一样，不断交替地逆时针方向转动，使清洗板产生一张一合的动作。由于张开较慢，不会产生清洗作用，而合上较快，便向滤网外喷油，使粘附在滤网外的脏物冲刷下来。随着喷油的方位不断向逆时针方向变化，因而经6～8次喷油以后就可以对整个滤网清洗一遍。在清洗过程中落入滤油器底部的脏物，可以定期进行清理。

由于清洗的喷油过程是脉动的，因此经过滤油器输出的压力和流量也是脉动的。在滤油器的右端设置的弹簧式蓄能器22，可以缓和自动清洗滤油器造成的压力和流量脉动。

这种线隙式自动清洗滤油器，具有维护简单、不需更换滤芯、结构紧凑、通过能力大、过滤效果较好等优点，但也有结构复杂、价格较贵、无法清除污物且无脏度指示器等缺点。因此，在向油箱加油时，应事先把油液过滤干净，以防加入的油液过脏，使清洗装置失效，造成堵网事故。机器上井检修时，应将滤网清洗干净，以便再用。

9. 调速换向架和调速杆（图4-3）

调速换向架15用以直接控制随动杆Ⅱ的移动方向和位移量的大小，它通过弹簧和两个顶杆作用在随动杆上。在调速换向架的下面有一销轴，销轴插进调速杆26右端的螺旋槽中。调速杆的左端通过柔性联轴节27与伺服电机28联接。当伺服电机正转或反转时，通过调速杆右端的螺旋槽使调速换向架从中位向左、右方向移动，其左、右移动量为3.75mm。

10. 随动变量机构

随动变量机构用于控制主油泵缸体的摆动方向和摆角大小。它由变量油缸12、随动阀10及摇杆Ⅰ和随动杆Ⅱ组成（参见图4-3）。

1） 变量油缸

变量油缸是一个双活塞杆油缸，直接控制主油泵缸体的偏摆。油缸一端的活塞杆与油泵缸体连接，另一端活塞杆与摇杆连接。当与缸体连接的活塞杆全部伸出后，油泵缸体从零位向一个方向偏摆28°，油泵向一个方向排油；当活塞杆全部缩回后，则缸体从零位反向偏摆28°，油泵排油方向改变。在图示的中间位置时，缸体摆角为零，油泵停止吸、排油。

2） 随动阀

随动阀是一个具有无限多个工作位置的四通滑阀，它反应灵敏，只要阀芯移动0.1mm，油路即可导通。随动阀按随动变量机构的要求把辅助泵供给的控制油送进变量油缸的左腔或右腔，并在变量油缸的反馈作用下返回中间位置。

3） 随动变量机构的工作原理

随动变量机构是通过随动杆把一定的调速讯号（位移）传给随动阀，使其阀芯动作进行调速。调速后又在执行元件（变量油缸）的反馈作用下，通过摇杆使阀芯返回中间零位。其工作原理如图4-11所示。

摇杆Ⅰ以C点为支点摆动，其上端A点与变量油缸的活塞杆连接。随动杆Ⅱ的上端B点与摇杆铰接，中部通过连杆4与随动阀阀芯连接，其下端D点受调速换向架控制。

若转动调速换向旋钮，通过伺服电机使调速杆正向转动一个角度后，调速杆则通过右端的螺旋槽使调速换向架带动随动杆从零位向右移动一个距离x（图4-11b）。由于变量油缸两腔油路不通，因而摇杆与随动杆的铰接点B不动，随动杆受力后只能绕B点逆时针方向转动，并

通过连杆带动随动阀阀芯也向右移动了一个距离 Y，使油路导通。这时，由辅助泵来的控制油经随动阀进入变量油缸的右腔，其右端活塞杆缩回并带动油泵缸体摆动；其左端活塞杆伸

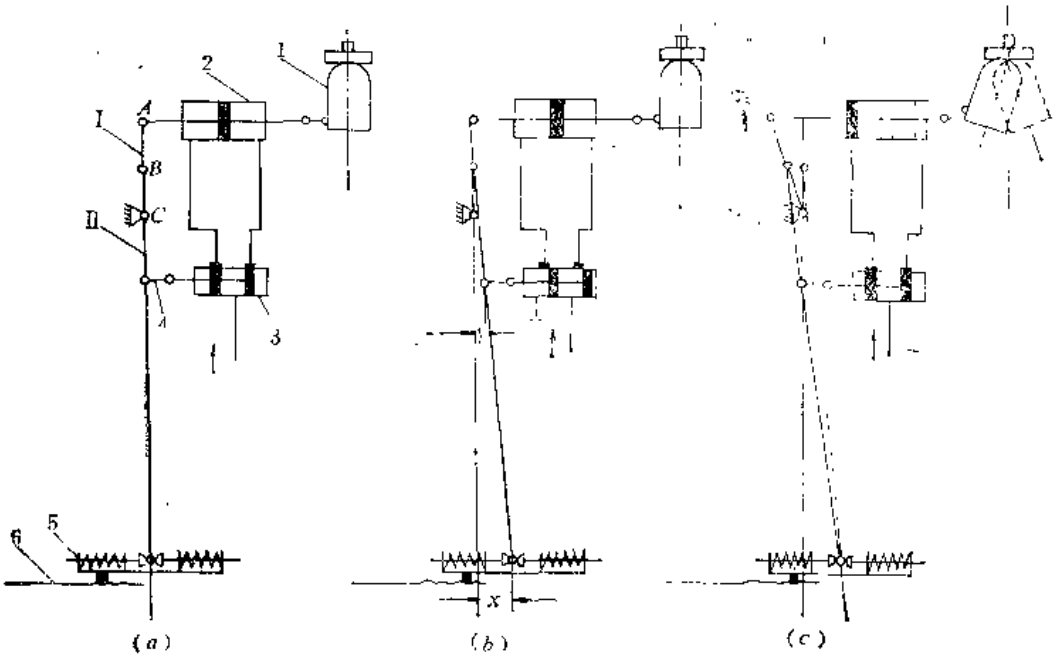


图 4-11　随动变量机构工作原理

1—缸体；2—变量油缸；3—随动阀；4—连杆；5—调速换向架；6—调速杆

出，推动摇杆以C点为支点逆时针方向转动，并通过铰接点B带动随动杆以 D 点为支点也逆时针方向转动（这时D 点固定），连杆随之左移，使随动阀逐渐关闭。这时，变量油缸停止进油，油泵缸体停止摆动并以其调定的摆角排油(图4-11c)。若操作调速换向旋钮，通过伺服电机使调速杆反向转动，则以上动作过程相反。因此，只要改变随动杆的摆动方向和偏转角度，就可以控制主油泵的排油方向和排油量。

（二）基本回路

牵引部液压系统的基本回路主要包括主回路、补油热交换回路及辅助泵供油回路等，参见图4-3。

1．主回路

主回路是由双向变量泵和双向定量液压马达组成的闭式油路。只要改变主油泵排油方向和排油量，就可以改变液压马达的转向和转速，从而改变采煤机的牵引方向和牵引速度。

2．补油热交换回路

油液在系统油路中作循环流动时，必然存在一定的泄漏和温升。为了补充系统的漏损油液和降低油温，必须把主回路中的热油不断的用冷油进行交换和补充。补油热交换回路由辅助泵、补油单向阀8a及8b、导流阀20及低压溢流阀24组成。

主油泵开始排油后，主回路将出现压力差，主油泵的排油回路为高压，而其吸油回路为低压。导流阀在压差的作用下，移向低压侧。这时辅助泵排出的冷油将通过补油单向阀8a或8b进入系统低压回路，而液压马达排出的一部分热油将通过导热阀、低压溢流阀流回油池进行冷却。由于低压溢流阀的开启压力低于系统低压安全阀的开启压力，所以保证了系统补油热交换回路的正常工作。

3. 辅助泵供油回路

辅助泵供油回路由辅助泵，整流阀组 4a、4b、5a、5b，精滤油器 6，低压安全阀 7 等组成。辅助泵运转后，视其转向不同，将通过吸油单向阀4a或4b、粗滤油器从油池吸油，并通过排油单向阀5a或5b、精滤油器向系统供油。低压安全阀用以限制低压系统的最大压力和保护系统安全，其整定压力为2.5MPa。

（三）液压系统的控制与保护（图4-3）

牵引部液压系统的控制与保护主要包括以下内容：牵引方向与速度的控制，主回路的高压保护，辅助油路的欠压保护，液压马达的反链敲缸保护，电动机的过载保护及液压马达的失控超速保护等。

1. 牵引方向和速度的控制

牵引方向和速度控制包括正常手动换向调速、异常手动换向调速和液压功率自动调速。

1）正常手动换向调速

操作电动机控制箱前盖板上的调速换向旋钮，通过箱内的电气系统可控制伺服电机的正转、反转和停止。旋钮向右转动，则伺服电机正转，通过随动变量机构使采煤机向一个方向牵引。旋钮转动角度越大，伺服电机的转角也相应增大，牵引速度也就越快，直至达到11m/min；旋钮转动角度减小，伺服电机反转，通过随动变量机构使采煤机牵引减速；旋钮转回“0”位，伺服电机转角也将为零，采煤机停止牵引。旋钮从“0”位向左移动，伺服电机也将从“0”位开始反向转动，于是采煤机反向牵引。

2）异常手动换向调速

当操作调速换向旋钮失灵时，可把牵引部箱体盖板上的调速换向手把（图 4-3中30）的两个固定螺钉拧掉，转动手把，通过偏心圆盘29和调速换向架中的顶杆直接控制随动杆移动，进行换向调速。

由于用该手把调速时，将使采煤机的电气保护系统失去作用，同时也很不方便，所以只能作为在异常情况下的临时控制。

3）液压功率自动调速

用调速换向旋钮将采煤机的牵引速度整定在工作面允许的最大牵引速度下工作时，随着采煤机牵引阻力的变化，系统主回路中高压油路的压力也将随之变化。液压功率调速油缸可根据系统压力的变化自动调节牵引速度，使采煤机保持在额定功率状态下工作。

液压功率自动调速过程如下（参见图4-3）：采煤机工作时，液压系统主回路的部分高压油经导流阀20、节流孔21、单向阀22进入位于随动杆两侧的液压调速油缸16a、16b。当系统压力超过18MPa时，调速油缸中的活塞杆将克服其弹簧架上弹簧的预压力逐渐伸出，推动弹簧架上的角形块移动。当角形块碰到随动杆时，就迫使随动杆压缩调速换向架15中的预压弹簧向中位方向转动，通过随动变量机构使采煤机减速。在减速过程中，如果系统压力继续升高，则减速过程继续进行，直到随动杆回到中位，牵引速度降至零。如果减速后压力不再升高，采煤机将自动停止减速，并保持在这个速度下牵引。

如果采煤机减速牵引后，牵引阻力减小，则系统油路的压力也将随之降低。这时，弹簧架中角形块便在弹簧力的作用下后移，并迫使调速油缸的活塞杆缩回。于是随动杆便在调速换向架中预压弹簧的作用下返回到原来的位置，牵引速度又逐渐升速到所调定的速度上。

由于节流孔和单向阀的作用，液压功率自动调速时，采煤机的减速过程较快，而减速后

的增速较慢。液压功率自动调速特性见图4-12。

2．液压系统的保护（参见图4-3）

1）高压保护

液压系统除装有液压功率调速油缸外，还在系统主回路的高、低压油路中并联着两个高压安全阀18、19。高压安全阀为直接作用式压力控制阀，用以保护系统安全。当系统压力超过25MPa时，高压安全阀18或19开启，使主回路的高、低压油路短路，系统迅速卸载。

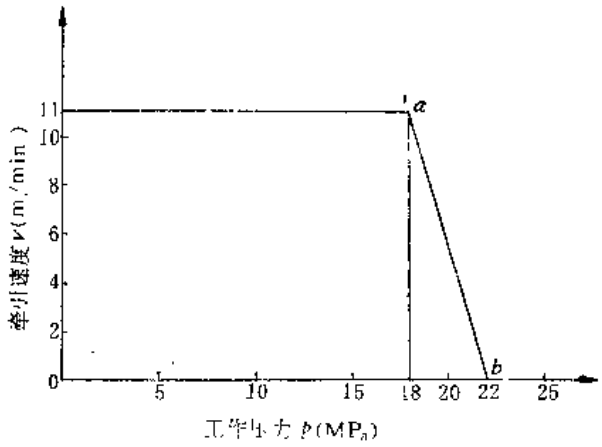


图 4-12 液压功率自动调速特性

2）欠压保护

辅助泵供油系统由于某种原因造成供油压力太低时，将会对采煤机工作产生严重影响。为此，系统设置了旁通阀 9 和欠压保护油缸17a、17b。

当辅助油路压力低于 0.8MPa 时，旁通阀在本身弹簧力的作用下移动，使系统高、低压油路经旁通阀短路。同时，位于随动杆两侧的欠压保护油缸也在本身弹簧力的作用下使活塞杆伸出，迫使随动杆回到中位。通过随动变量机构使主油泵缸体回到零位，停止排油，采煤机立即停止牵引。

3）液压马达反链敲缸保护

为减轻液压马达反链敲缸现象，在液压系统中装有旁通阀和蓄能器。当采煤机在工作中突然停电时，辅助泵停止运转不能供油，使低压回路的余压迅速下降。这时，旁通阀动作，使系统主回路的高、低压油路短路；同时，设在系统低压回油油路中的蓄能器23通过梭形阀向液压马达的吸油侧供油，使马达所有的滚轮都贴紧定子导轨曲面，从而减轻了敲缸现象。为了更有效地避免敲缸事故，停机时应先把调速换向旋钮慢慢转到零位，再停电动机。如果牵引链的张力较大，可在停止牵引后，再慢慢反向牵引一段，然后再停机，这样效果将更好。

4）液压马达失控超速保护

采煤机在工作中。可能会因一些偶然的特殊情况而发生超速牵引，例如：采煤机的滚筒没有顶在煤壁上，而机身下部又卡入大块岩石或物料，在刮板输送机的拖动下采煤机将超速运行，使液压马达以原转速数倍的转速运转，从而造成设备损坏和人身事故。为此液压系统专门设有液压马达超速保护。

液压马达超速后将以泵的方式运转，结果使主回路原低压油路的压力迅速上升，而原高压油路的油压却急剧下降。此时，梭形阀因两侧的压力差改变而换向，把低压溢流阀改接到原高压油路，而原低压油路则封闭，油压因此迅速建立起来，使主油泵以液压马达方式运转，向电动机进行反馈制动。因液压马达带了负载，所以转速不再升高，从而得到保护。当外力作用消失后，液压马达减速恢复到原来的运转状态，梭形阀也返回原位。如果由于特殊原因，梭形阀不能及时回位，则当低压油路的压力升到2MPa时，关闭阀动作将溢流阀关闭，使压力迅速上升，促使梭形阀回位。

5）主油泵的吸空保护

电动机刚起动后，辅助泵还没能使系统油路充满油液，这时如果马上操作调速换向旋钮进行牵引，主油泵将会因吸空而产生气蚀现象。为此，系统在随动阀通向变量油缸的油路中装有液压锁11a和11b，其动作受主回路油液的控制。只有当系统主回路充满油液，辅助泵达到工作压力后，液压锁自动开启，随动变量机构才能进行调速，从而有效地防止了主油泵吸空现象的产生。

6）电动机过载安全保护

采煤机以较快速度牵引时，滚筒突然截割到岩石或遇到大段片帮，使滚筒深深截入煤壁而被卡住，不能转动，即发生所谓“闷车”现象。虽然这时牵引速度已减速到零，但电动机仍然超载。当电动机的实际电流超过额定电流的1.2倍，即大于240A时，采煤机的电气控制系统将发出信号，使伺服电机反向转动，并通过随动变量机构使采煤机自动反向牵引，很快退出煤壁，消除过载因素，实现安全保护。

第三节 截 割 部

采煤机的截割部主要用于落煤和装煤，它由机头减速箱、摇臂减速箱和螺旋滚筒等组成。

一、结构

1. 机头减速箱

机头减速箱为一整体式铸造箱体。箱内装有两级减速齿轮。在箱体的底部焊有冷却水道，用以降低箱内油温。左、右机头减速箱分别通过5条M42的螺栓与电动机箱体和牵引部箱体联接。左、右机头减速箱的结构如图4-13所示。

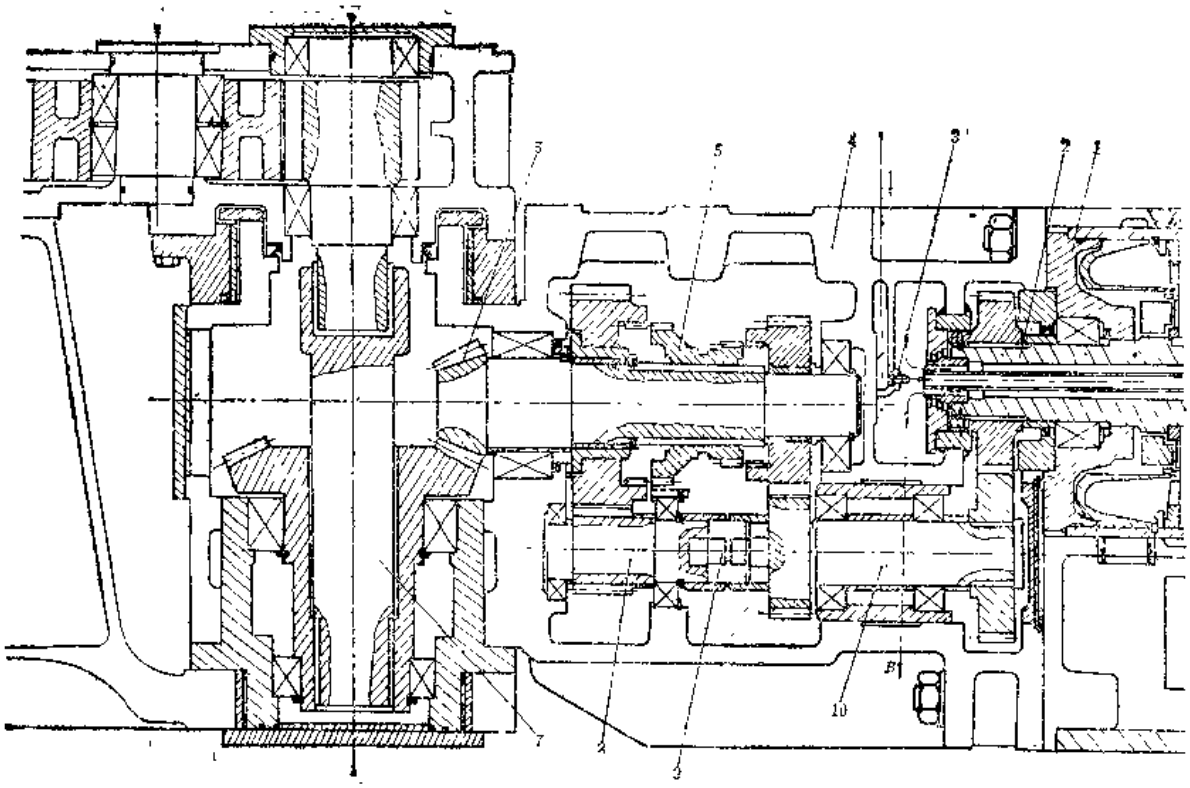
左机头减速箱的右部（图4-13*a*）有一个用以冷却电动机转子的贮水腔室，由供水管来的冷却水通过喷嘴5进入转子轴中心的水管内对转子进行冷却，然后由箱体侧面的水孔流出。

为改变传动轴的位置，左机头箱还设有一个传动比为1:1的齿轮传动腔室。电动机转子轴端的齿轮Z_1与齿轮Z_2啮合，传动一轴转动。一轴为齿轮轴，通过安全销与二轴联接。一轴轴端的齿轮Z_3和二轴上的齿轮Z_6分别与滑装在圆锥齿轮轴两端轴套上的换速齿轮Z_4、Z_5啮合。圆锥齿轮轴通过两盘轴承支承在壳体上，其中间滑键部分装有双速离合齿轮。操作机器采空区一侧的换速离合手把，通过拨叉机构可使双速齿轮沿滑键滑动，与换速齿轮Z_4或Z_6啮合，使圆锥齿轮Z_7快速、慢速或停止转动。圆锥齿轮Z_7与箱体左部腔室内花键轴上的大圆锥齿轮Z_8啮合，用以减速和改变传动轴的方向。

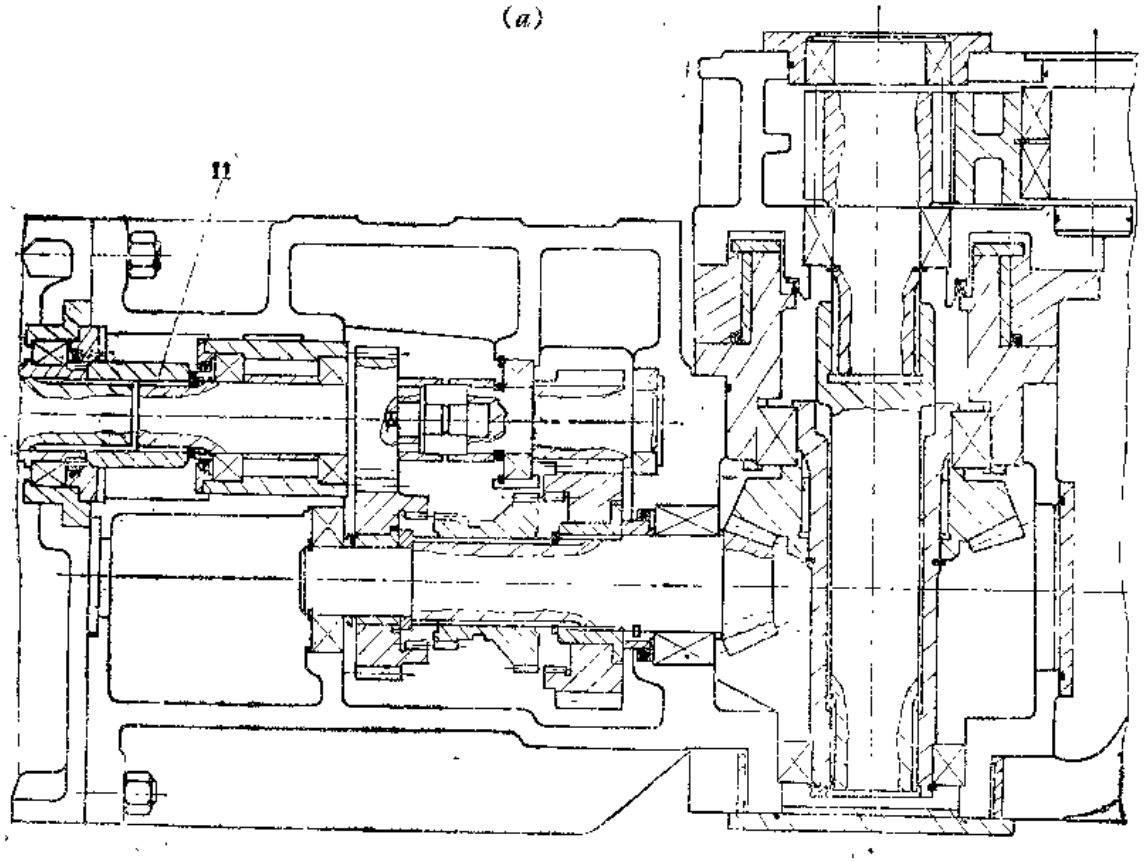
右机头减速箱的结构见图4-13*b*，箱体取消了1:1齿轮传动腔室。牵引部过桥轴通过花键联轴节直接与一轴联接。由于传动轴的相对位置发生变化，因而箱体内部结构与左机头减速箱有所不同，但其传动部件的结构则完全一样。

左、右机头减速箱靠煤壁侧的一面，分别用12条M30的螺栓固定着左、右支承架，见图4-14。支承架的中部装有调高油缸。为避免活塞杆伸出时被碰坏，调高油缸的活塞杆通过连杆与摇臂箱上的耳座铰接。当活塞杆伸出或缩回时，通过连杆推动摇臂升降。支承架的下部通过销轴与煤壁侧的滑靴铰接。

左、右机头减速箱靠采空区侧的一面，分别装有机身调斜油缸（见图4-15）。调斜油缸的活塞杆通过销轴与杠杆铰接，杠杆的两端分别用销轴跟箱体和滑靴铰接。当调斜油缸的活塞杆伸出或缩回时，便通过杠杆带动机身沿工作面走向进行调斜，调斜量为±5°。



(a)



(b)

图 4-13　左、右机头减速箱

1—电动机；2—转子轴；3—喷嘴；4—箱八；5—换速离合齿轮；6—回速齿轮轴；7—花键轴；8—二轴；9—安全销；10—一轴；11—联轴节；A—换速离合手把；B—水孔　Z_1～Z_8—传动齿轮

2．摇臂减速箱

左、右摇臂减速箱的结构完全相同，由摇臂和加强臂两部分组成，其结构如图4-16所示。摇臂内装有两级减速齿轮，齿轮Z_9通过轴端的花键与机头减速箱的花键轴联接，并利用

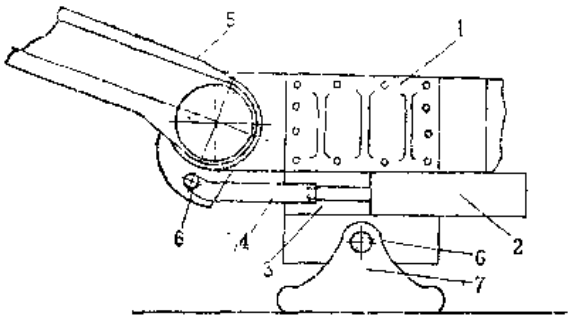


图 4-14 摇臂升降工作原理

1—支承架；2—调高油缸；3—活塞杆；4—连杆；5—摇臂；6—销轴；7—滑靴

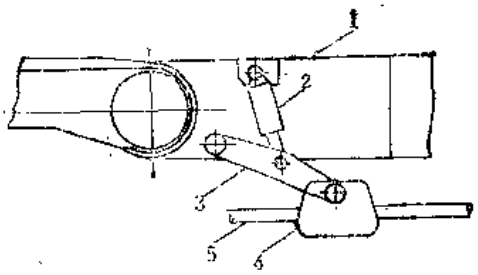


图 4-15 机身调斜工作原理

1—减速箱；2—调斜油缸；3—杠杆；4—滑靴；5—导向管

惰轮Z_{10}、Z_{11}、Z_{12}增加摇臂长度。为增大截割部的传动比，摇臂的最后一级减速采用内齿轮传动。内齿轮Z_{15}的轴端用螺钉和压盖与螺旋滚筒固定，带动滚筒转动。内齿轮传动与行星轮传动相比，其结构简单，但齿轮受力较大，容易损坏，因此，齿轮Z_{14}、Z_{13}的模数较大。

摇臂的端头装有翻转挡煤板油缸。为增强摇臂的结构强度，其侧面用螺钉固定着用钢板焊成的加强臂。加强臂一端的圆孔滑套在机头减速箱的轴承座上，形成双支点结构，既改善了摇臂的受力状态，又提高了机身的稳定性。

喷雾水经加强臂上的孔道和摇臂内齿轮轴中心的水管到达滚筒，进行喷雾降尘。

摇臂通过安装在机身支承架上的调高油缸进行调高，从水平向上摆动的角度为50°，向下为20°。滚筒的卧底量为200mm。

3．滚筒与截齿

采煤机采用三头螺旋滚筒，滚筒直径为1000～1800mm，宽度为700mm，螺旋叶片的升角是13.7°。

滚筒螺旋叶片上共装有39个截齿，呈等截距排列。端盘上装有40个截齿，分为三部分；第一部分与第二部分相同，分别为13个截齿，第三部分为14个截齿。

滚筒上用刀形截齿，其固定方式如图4-17所示。在齿座中装有用卡箍包着的橡胶塞和圆柱销。装入截齿时，圆柱销将沿齿柄斜面后退，然后在橡胶塞的作用下弹出并卡在齿柄凹槽中，将截齿固定。拔出截齿需用专用工具，向上轻轻撬出。

滚筒螺旋叶片的背面焊有水管，在螺旋叶片上每隔两个截齿装有一个喷嘴，以进行喷雾降尘。

二、机械传动系统

截割部传动系统由机头部传动系统和摇臂传动系统组成，见图4-2。

由于电动机转子水冷结构的要求，左、右机头部具有不同的传动系统。例如左机头在电动机出轴处增设了一对传动比为1的正齿轮Z_1和Z_2，这样就使机头部的其余传动部件的布置不完全相同。因此，左、右机头箱必须与指定的电动机轴端配合使用。左机头箱的传动路线是：

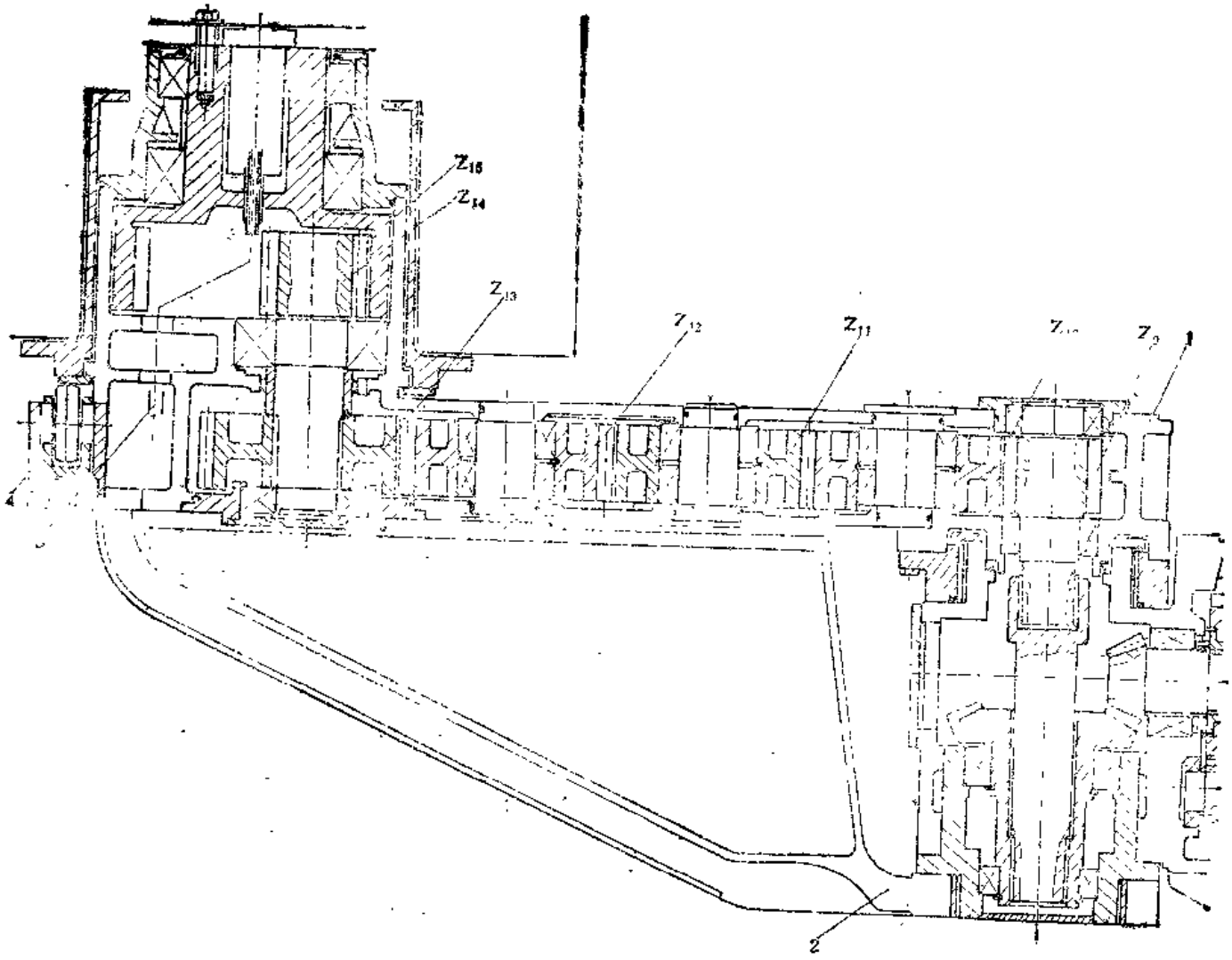


图 4-16 摇臂减速箱

1—摇臂；2—加强臂；3—水管；4—挡煤板翻转油缸；Z_9～Z_{15}—齿轮

快速：电动机→Z_1→Z_2→Z_3→双速内齿离合器2右移→Z_4→Z_7→Z_8→摇臂齿轮箱。

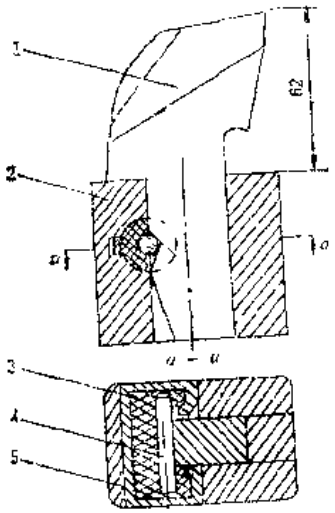


图 4-17 截齿的固定方式

1—截齿；2—齿座；3—橡胶塞；4—圆柱销；5—卡箍

慢速：电动机→Z_1→Z_2→安全销1→Z_5→双速内齿离合器2左移→Z_6→Z_7→Z_8→摇臂齿轮箱。

在摇臂箱中的传动路线为：

Z_9→Z_{10}→Z_{11}→Z_{12}→Z_{13}→Z_{14}→Z_{15}→滚筒轴。

整个截割部传动系统表明：截割部具有两种截割速度，滚筒的快速为53r/min，是正常的截割速度；慢速为37r/min，适合于截割硬的夹石层或在过断层等情况下使用。当双速内齿离合器2处于中立位置时，可以单独停止滚筒旋转。

在慢速传动系统中设置了安全剪切销装置。当作用于滚筒的负载扭矩超过完全销所能承受的最大相应的扭矩时，安全销便被切断，停止滚筒割煤。这样，在低速运转时可避免由于扭矩过载而损坏安全剪切销至滚筒之间的有关传动件。

摇臂中的末级传动采用内齿轮传动方式，与一般采煤机通常采用的行星轮传动装置相比有以下优点：

（1）结构简单，内部空隙较大，散热条件较好；

（2）在内齿轮传动中，小齿轮的中心位置相对于内齿轮的中心位置是向上偏心设置的，即滚筒轴相对于摇臂而言，高度降低了。这种结构可以起到类似于弯摇臂的功能，减小摇臂对滚筒排煤煤流的阻挡，且结构又比弯摇臂简单；

（3）在内齿轮中的空隙部分，安设内喷雾水管比较容易。

三、液压传动系统

截割部液压传动系统主要由调高泵、调高调斜油缸、挡煤板翻转油缸、电磁阀、安全阀、蓄能器等元件组成，用以升降摇臂、调斜机身和翻转挡煤板。

（一）液压元件

1. 调高泵

调高泵为单柱塞泵，结构见图4-18。调高泵安装在牵引部腔室右边靠煤壁的一侧。拆装时，不用打开牵引部盖板，而在机身外部即可进行。牵引部过桥轴上的齿轮（图4-2中Z_5、Z_6）传动偏心套转动，偏心套驱动柱塞压迫弹簧作往复运动，通过吸排油阀进行吸排油。为改善柱塞受力状况和减轻柱塞的磨损，在偏心套和柱塞之间装有垫板。柱塞泵的主要技术特征如下：

工作压力	20MPa
流量	8L/min
最大压力	40MPa
柱塞直径	22mm
柱塞行程	25mm

调高泵的结构简单、拆装方便，但其压力和流量脉动大。

2. 电磁阀

电磁阀装在一个单独的阀箱内，安装在牵引部箱体的外面，用于控制摇臂升降、机身调

斜和翻转挡煤板。它由两个二位四通滑阀和五个二位五通滑阀组成。每个滑阀由一个电磁线圈控制。电磁阀的电源来自电动机侧面的控制箱。电磁阀的泄漏油液通过专门的油管流回油池。

3．滤油器与蓄能器

滤油器与蓄能器跟电磁阀箱并排安装在牵引部箱体靠煤壁的一侧。滤油器为片式，过滤精度0.1mm，用于系统回油油路的过滤。蓄能器为气囊式，容量1L，充气压力12MPa，用以吸收调高泵的压力和流量脉动。

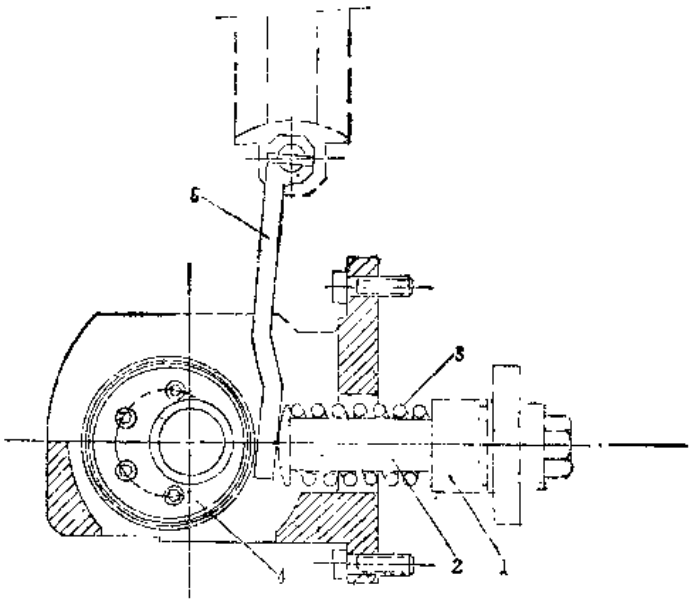


图 4-18 调高泵

1—泵体；2—柱塞；3—弹簧；4—偏心套；5—垫板

（二）液压系统

截割部液压系统如图4-19所示。

1．截割滚筒调高回路

左、右截割滚筒的操纵回路都是相同的，均可进行滚筒调高、调低、定位，并使油泵卸载。这里仅以左滚筒的调高回路加以说明。

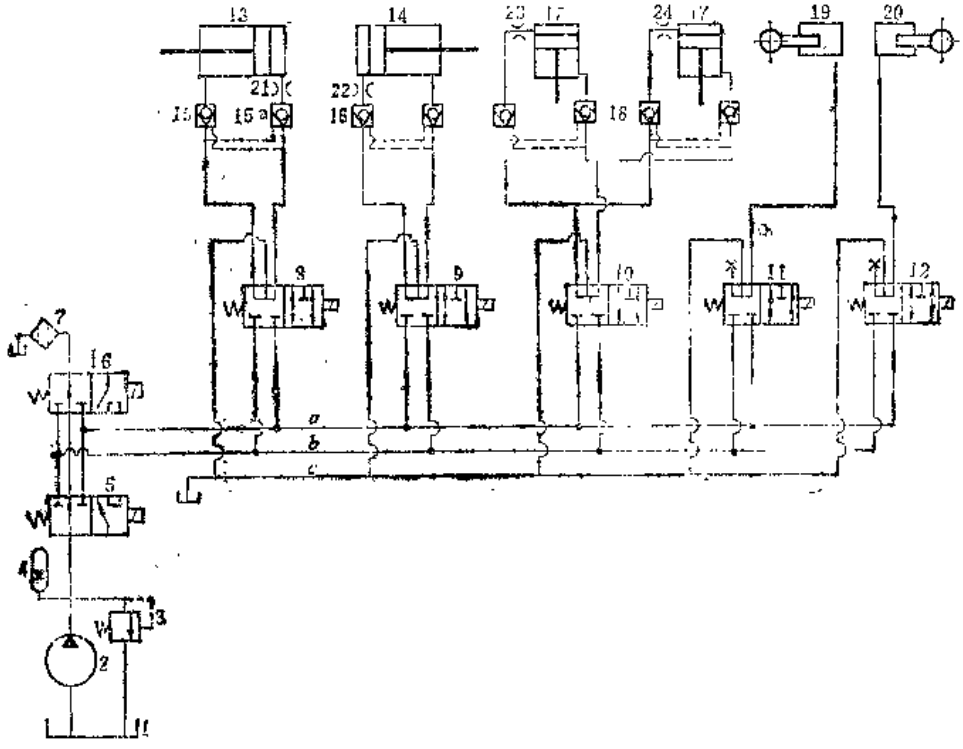


图 4-19 截割部液压系统

1—油箱；2—调高泵；3—安全阀；4—蓄能器；5—调低电磁铁；6—调高电磁阀；7—滤油器；8—左摇臂电磁阀；9—右摇臂电磁阀；10—机身调斜电磁阀；11、12—左、右挡煤板翻转电磁阀；13、14—左、右调高油缸；15、16—液压锁；17—调斜油缸；18—液压锁；19、20—左、右挡煤板翻转油缸；21、22、23、24—节流孔

1）滚筒向上调高

转动油缸选择旋钮到左滚筒位置，即电磁阀8动作，向左移到右边位置；再转动油缸动

作旋钮到调高位置，即电磁阀 6 动作，向左移到右边位置。这时，调高泵从油箱吸油，排油经电磁阀5、6进入油路*a*，然后经电磁阀 8 、液压锁15和节流孔进入调高油缸 13 的活塞腔。这时，调高油缸的活塞杆伸出，左摇臂向上摆动，滚筒升高；同时，活塞杆腔的油液经液压锁15、电磁阀 8 进入油路*b*，最后经电磁阀 6 、滤油器 7 流回油箱。当滚筒升到所需高度时，分别把油缸选择旋钮和油缸动作旋钮转回零位，使电磁阀 6 、 8 回到左边位置，调高油缸中的油液便被液压锁封闭，滚筒保持在调定的位置上；调高泵排油经电磁阀5、6及滤油器 7 流回油箱，油泵卸荷空载运转。向上调高时，节流孔21可以减小油泵流量脉动的影响，提高油缸13的运动平稳性。

2）左滚筒向下调高

仍把油缸选择旋钮转到左滚筒位置，但把油缸动作旋钮转到调低位置，即电磁阀 5 动作，向左移到右边位置。调高泵排油经电磁阀 5 进入油路*b*，经电磁阀 8 、液压锁 15 进入调高油缸的活塞杆腔，调高油缸的活塞杆缩回，左滚筒向下调高；其活塞腔油液经节流孔、液压锁和电磁阀 8 进入油路*a*，然后经电磁阀 5 、 6 及滤油器流回油箱。

滚筒向下调高时，由于滚筒及摇臂的自重很大，因而滚筒下落的速度可能超过向下调高的速度。液控单向阀 15a 可在供油压力过低时关闭，产生对滚筒下落的制动作用，直到油泵供油的压力足以打开单向阀15a时，滚筒才重新下落。因此，液控单向阀15a可以保证滚筒按油泵所给定的速度向下调高。

2．机身调斜回路

采煤机机身调斜分机身调高（采煤机机身采空区一侧升高）和调低（机身采空区一侧降低）两种情况。

1）机身调高

把油缸选择旋钮转到机身调斜位置，即电磁阀10动作，向左移到右边位置，然后把油缸动作旋钮转到调高位置。这时，调高泵排油经电磁阀 6 进入油路 *a*，然后经电磁阀 10、液压锁18及节流孔同时进入两个调斜油缸17的活塞腔；活塞杆腔的油液经液压锁、电磁阀进入油路 *b*，然后经电磁阀 6 流回油箱。此时，由于调斜油缸的活塞杆通过杠杆和滑靴铰接不能移动，因此调斜油缸的缸体在压力油的作用下上升，并推动机身升起。

2）机身调低

把油缸动作旋钮转到调低位置，调高泵排油经电磁阀 5 进入油路 *b*，然后经电磁阀 10、液压锁18进入调斜油缸的活塞杆腔；活塞腔油液经节流孔、液压锁、油路*d*、电磁阀5、 6 流回油箱。这时，调斜油缸的缸体下降，机身降低。当采煤机机身调到所需倾斜度时，把油缸选择旋钮和油缸动作旋钮转回到零位，液压锁将调斜油缸两腔油液封闭，使采煤机机身保持在调定的位置上。

节流孔用于机身调低时，使机身下降平稳。

3．左、右挡煤板翻转

采煤机左、右挡煤板的翻转油路相同。若翻转左挡煤板时，把油缸选择旋钮转到“左挡煤板”位置，即电磁阀11动作，向左移到右边位置，然后把油缸动作旋钮转到调高位置。这时，调高泵排出的油液经电磁阀 6 进入油路*a*，然后经电磁阀 11 进入左挡煤板翻转油缸，使柱塞伸出并通过翻转装置使挡煤板翻转。翻转完毕后，应把两个操作旋钮转回零位，使调高泵空载运转。

油路 c 为泄漏管路，用于把电磁阀的泄漏油液集中送回油箱。

第四节 附 属 装 置

采煤机的附属装置主要包括电缆水管拖移装置，牵引链的固定与张紧装置，挡煤板翻转装置及冷却喷雾系统等。

一、电缆水管拖移装置

采煤机采用链式电缆夹装置拖移电缆和水管，其结构和拖移方式与 MLS$_3$-170 型采煤机的拖缆装置相同。可参看第二章有关内容。

二、牵引链的固定与张紧装置

采煤机牵引链的两端通过液压紧链装置固定在工作面刮板输送机的机头、机尾架上。为改善牵引链的受力状况，紧链装置采用了动、定滑轮组，见图4-20。其工作原理可参见第二章的有关内容。

三、挡煤板翻转装置

采煤机采用弧形挡煤板，其翻转装置的结构简单、动作可靠、操纵方便。

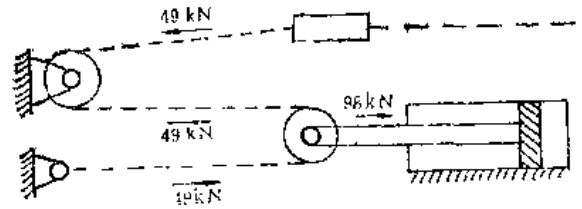


图 4-20 紧链装置的动、定滑轮组

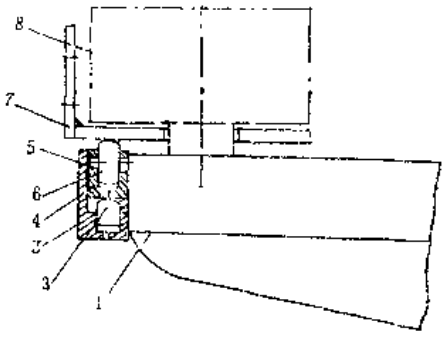


图 4-21 翻转装置工作原理

1—摇臂；2—翻转油缸；3—柱塞；4—滚轮架；5—轴；6—滚轮；7—圆弧架；8—滚筒

翻转装置的工作原理如图4-21所示。挡煤板的圆弧架 7 滑套在滚筒轴壳体的外圆上。当转动翻转挡煤板旋钮，压力油进入装在摇臂端部的翻转油缸 2 后，追使柱塞 3 推动滚轮架向外移动，通过滚轮 6 把圆弧架压向滚筒的端面，依靠摩擦力使圆弧架随着滚筒转动，带动挡煤板翻转。

四、冷却与喷雾系统

采煤机的冷却与喷雾系统如图4-22所示。该系统的用水由工作面顺槽水泵提供，水压为 $_4$MPa，流量为200L/min。水管用电缆夹引至采煤机。压力水经截止阀1、过滤器 5 后分成三路：

一路经截止阀2（水压4MPa）分别进入左、右滚筒螺旋叶片背面的水管，由喷嘴喷出，进行喷雾降尘；

一路经节流孔 4 减压到 0.8MPa，对牵引部、右机头减速箱中的油液进行冷却，然后由排水孔 8 流出，流量为20L/min；

一路经节流孔 3 减压到 0.8MPa，对电动机定子冷却后分成两路：一路通过喷嘴 9 对电动机转子进行冷却，然后由排水孔 7 流出，流量为 6L/min；一路进入左机头减速箱，冷却

后由排水孔 6 流出，流量为40L/min。

该采煤机喷雾降尘用水的压力高，因此降尘效果较好，同时司机还可以通过设在机身正面三个排水孔的冷却水流量，观察各部位的冷却情况。

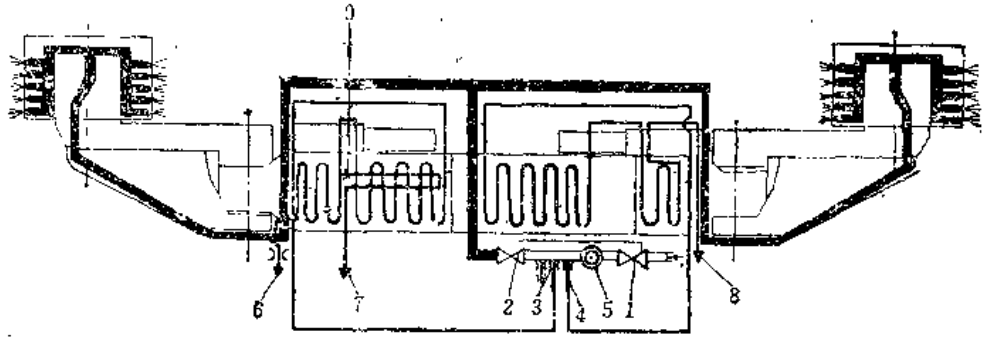


图 4-22 采煤机冷却与喷雾系统

1，2—截止阀；3、4—节流孔；5—过滤器；6、7、8—排水孔；9—喷嘴

第五节 采煤机的维护与运转

一、维护

采煤机的维护工作包括日检、周检和月检，其内容与 MLS_3-170 型采煤机的维护基本相同。采煤机的注油与润滑部位如图4-23所示，各部位的注油量及油液牌号见表4-2。

二、运转

1. 各操作手把的位置及作用

采煤机各部位的操作手把及按钮见图4-23。

1）左、右机头减速箱

表 4-2 采煤机各部位注油、润滑表

注油部位		注油孔代号	油液牌号（法国）	国产油液牌号（代用）	注油量（L）	检查孔代号	放油孔代号	间隔期(天) 检查	加油	换油
牵引部	主油泵腔室	FZ_1	TERESSO 100液压油	50～80号抗磨液压油或上海50—1	114	LZ_1	DZ_1	1	3	180
	辅助泵腔室	FZ_2	同上	同上	45	LZ_2	DZ_2	1	1	60
	联轴节腔室	F_8	同上	同上				1	3	180
	链轮轴承	N_8	润滑脂	2号钙钠基脂	每次少许			1	1	180
截割部	机头减速箱	F_5、F_4 F_5、F_7 F_8、F_6	PEN.O.LED HP 460 齿轮油	工业齿轮油 120号	至油位表	L_3、L_4 L_5、L_9、L_{10} L_{11}、L_{12}	D_3、D_4 D_5、D_6 D_7	1	1	60
	摇臂减速箱	F_1、F_2 F_{10}、F_{11}	同上	工业齿轮油 150号	至油位表	L_1、L_2 L_8、L_{11}	D_1、D_2 D_8、D_9	1	1	60
	滚筒轴	N_1、N_2、 N_3、N_4	润滑脂	2号钙钠基脂	每次少许			1	1	180
电动机	轴系		润滑脂	3号锂基脂	60g					180

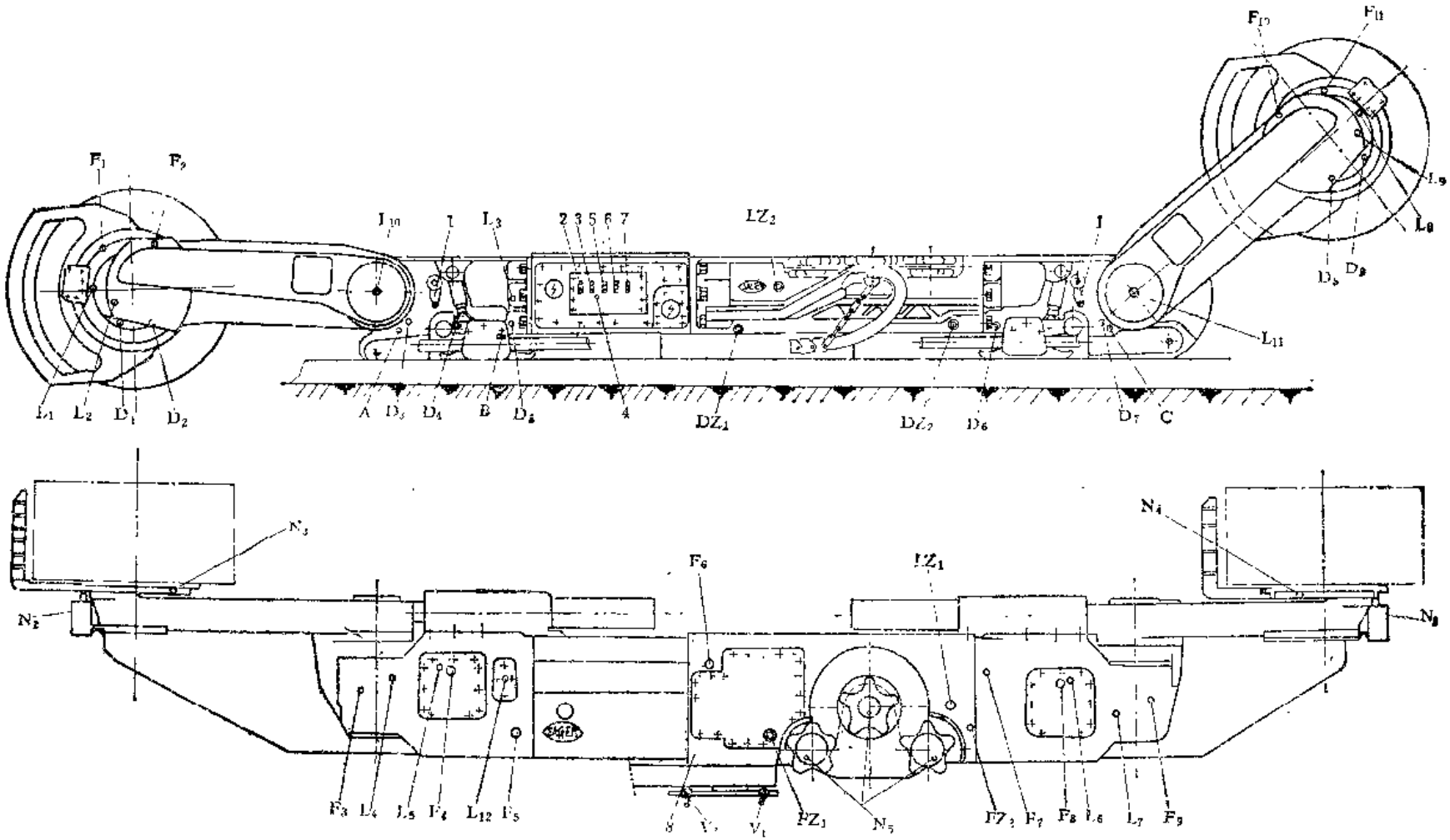


图 4-23 采煤机的注油、润滑部位

1—换向离合手把；2—隔离开关手把；3—电动机起动、停止旋钮；4—安全按钮；5—牵引调速换向旋钮；6—油缸选择旋钮；7—油缸动作旋钮；8—牵引调速换向手柄；A、B、C—供水孔；V_1、V_2—水截止阀；FZ_1、FZ_2、F_6—牵引部注油孔；F_1～F_5、F_7～F_{11}—截割部注油孔；N_1～N_4—滚筒轴注油孔；N_5—链轮注油孔；DZ_1、DZ_2—牵引部放油孔；D_1～D_9—截割部放油孔；LZ_1 LZ_2—牵引部检查孔；L_1～L_{12}—截割部检查孔

换速离合手把1、用以对滚筒进行换速和离合。它有三个位置："L"慢速，"0"停止和"H"快速。

2）电动机控制箱

（1）隔离开关手把2，用以接通或切断电动机的电源。它有两个位置："ON"接通和"OFF"断开。

（2）电动机起动停止旋钮3、安全按钮4，用以起动停止电动机运转。它有三个位置："ON"接通、"START"起动和"OFF"断开。起动电动机需要用两只手操作，一只手转动旋钮至"START"位置，另一只手按下其下方的安全按钮。电动机起动后，手离开按钮，旋钮则自动返回到"ON"位置。

（3）牵引调速换向旋钮5，用以控制采煤机的牵引方向和速度。旋钮垂直在"0"位时，机器停止牵引。旋钮从"0"位向右旋转，采煤机向右牵引；向左旋转，采煤机向左牵引。旋钮转动角度越大，牵引速度也就越快，直至最大速度11m/min；反之，旋钮转动角度减小，则采煤机牵引减速。

（4）油缸选择旋钮6，用以选择动作油缸。它有六个位置："LJ"左调高油缸；"RJ"右调高油缸；"TILT"调斜油缸；"LC"左挡煤板翻转油缸；"RC"右挡煤板翻转油缸；"OFF"零位。如需要哪个油缸动作，把旋钮转到相应的位置即可。

（5）油缸动作旋钮7，与油缸选择旋钮配合使用，控制所需动作油缸的升降。它有三个位置："UP"升；"0"零位；"DOWN"降。

3）牵引部

（1）调速换向手把8，用两条螺钉固定在箱体上盖的左侧。当电动机控制箱上的调速换向旋钮控制失灵时，可操作该手把直接控制采煤机的牵引方向和速度。

（2）水截止阀V_1、V_2，用以控制冷却和喷雾用水。它有两个位置："开"和"关"。

2．运转

（1）打开供水截止阀，进行冷却和喷雾；

（2）操作隔离开关到"ON"位置；

（3）用起动停止旋钮起动电动机，若电动机运转正常，再操作旋钮停止电动机。待电动机转慢时，操作左、右机头减速箱上的换速离合手把到所需"L"或"H"位置；

（4）用起动停止旋钮再次起动电动机，左、右滚筒旋转；

（5）操作油缸选择旋钮、油缸动作旋钮，调整左、右滚筒，采煤机机身和挡煤板到所需位置后，再把两个旋钮转到"OFF"位置；

（6）操作调速换向旋钮，给定牵引方向和速度，采煤机按调定方向牵引。

3．停机

（1）操作调速换向旋钮减速至零；

（2）操作起动停止旋钮到"OFF"位置，使滚筒停转。

4．长时间停机

采煤机需要长时间停机或司机离开采煤机时，除应进行上述停机步骤外，还应把换速离合手把打到"0"位，把隔离开关打到"OFF"位，并关闭供水截止阀。

5．紧急情况停机

在紧急情况下来不及停止牵引，或电动机起动停止旋钮不起作用时，可直接把隔离开关

手把打到“OFF”位，切断电动机电源。停机后应对机器进行检修才能再次开机。

三、操作注意事项

1）电动机隔离开关手把只有在紧急情况下才准使用；

2）冷却、喷雾供水水压、流量不足不能开机，短时停机应停止喷雾用水，但应保持冷却用水；

3）要保持电动机周围干燥；

4）采煤机截割时，要严格防止滚筒截割支架前梁和输送机铲煤板；

5）滚筒换速离合时，必须在电动机停转的情况下进行；

6）翻转挡煤板时，滚筒应用慢速转动；

7）牵引速度应逐渐增大或减小；

8）牵引过程中，采煤机沿导轨滑行必须平稳，每周至少检查一次滑靴与导轨的间隙，其横向活动量不应大于30mm；

9）采煤机用在15°～25°倾斜工作面时，须配备防滑装置，并应使各部位油液在相对油标刻度的最高位置；

10）司机在工作中应经常观察三个排水孔的冷却水量是否符合要求。

第六节　采煤机常见故障的分析与处理

采煤机工作中各部位常见故障及其可能原因与处理方法见表4-3。

表 4-3　常见故障及其可能原因与处理方法

故障部位	故障现象	原因	处理方法
牵引部	操作调速换向旋钮后，采煤机不牵引	电气方面	
		1. 调速电位器损坏	1 更换
		2. 控制电路断路	2 检查接通
		3. 伺服电机损坏	3. 更换
		机械方面	
		伺服电机联轴节断开	修复
		液压方面	
		1. 主油泵或液压马达损坏	1. 更换
		2. 辅助泵损坏	2. 更换
		3. 辅助供油油路压力太低（低压溢流阀调整压力低）	3. 重新调整溢流阀压力
	牵引速度低于额定速度	机械方面	
		伺服电机与调速开零位不正确	拆下联轴节，重新对正
		液压方面	
		1. 主油路或液压马达泄漏	1. 修复，更换
		2. 主油路管路泄漏	2. 拧紧或更换
	牵引过载保护动作后，不能重新牵引	液压功率调速油缸没有复位，油路中节流孔堵塞	疏通
	采煤机牵引力低于额定数值	1. 高压安全阀调整压力低	1 重新调整到规定值
		2. 主油路管路泄漏	2. 拧紧或更换
		3. 主油泵或液压马达漏损	3. 更换

续表

故障部位	故障现象	原因	处理方法
截割部	摇臂不能升降	电气方面 电磁阀线路断路	检查接通
		液压方面 1. 调高泵损坏 2. 管路严重泄漏	 1. 更换 2. 拧紧、更换
		机械方面 1. 调高泵弹簧折断 2. 调高泵垫板严重磨损	 1. 更换 2. 更换
	摇臂升起后自动下沉	1. 液压锁泄漏 2. 油管接头泄漏 3. 调高油缸活塞密封失效	1. 更换 2. 拧紧 3. 更换密封
	挡煤板翻转困难	机械方面 滚轮与挡煤板圆弧架接触不良，摩擦力小	修复
		液压方面 系统压力低，致使滚轮与挡煤板圆弧架接触力小	重新调整压力
	减速箱有杂音	齿轮、传动轴或轴承研损	拆修、更换
	减速箱温度高	1. 轴承研损 2 传动轴蹩动 3. 箱中油液过少或过多 4. 冷却水道堵塞	1. 拆修、更换 2. 拆修、更换 3. 适当增、减油量 4. 检查、疏通
电动机	电动机不起动	1. 控制线路断路 2. 隔离开关损坏 3. 起动延时继电器损坏 4. 控制线路变压器损坏	1. 检查、接通 2. 更换 3. 更换 4. 更换
	电动机温度高	1. 冷却水量小 2. 轴承研损	1. 加大水量 2. 拆修、更换
	电动机起动后又自动停止	1. 电动机接地 2. 电动机控制回路自保接点不闭合	1. 更换 2. 检查、修理

习题与思考题

1. 熟悉SIRUS-400型采煤机的适用范围及主要技术特征。
2. SIRUS-400型采煤机与MLS_3-170型、KWB-3RDU型采煤机相比较具有哪些特点？
3. 简述采煤机传动系统，并说明安全销和双速内齿离合器的作用。
4. 牵引部液压系统主要液压元件的结构及作用是什么？
5. 液压马达反链敲缸现象产生的原因及防止措施是怎样的？
6. 旁通阀在液压系统中有哪些作用？
7. 主油泵的随动变量机构由哪些元件组成？并简述其工作原理（参照图4-11）。
8. 牵引部液压系统的控制与保护主要包括哪些内容？

9. 说明液压系统中各种保护回路的作用。

10. 司机在操纵采煤机时应注意哪些问题？

11. 比较SIRUS-400型采煤机、MLS_8-170型采煤机、KWB-3RDU型采煤机牵引部液压系统，并分析其优缺点。

附　　录

一　滚筒式采煤机完好标准

1．机体

（1）机壳、盖板无裂纹，固定牢靠，接合面严密，不漏油。

（2）操作手把、按钮、旋钮完整，动作灵活可靠，位置正确。

（3）仪表齐全，灵敏准确。

（4）水管接头牢固，截止阀灵活、过滤器不堵塞，水路畅通，不漏水。

2．牵引部

（1）牵引部运转无异响，调速均匀准确。

（2）牵引链伸长量不大于设计长度的30%。

（3）牵引链轮与牵引链传动灵活，无咬伤现象。

（4）无链牵引链轮与齿条或链滚的啮合灵活可靠。

（5）牵引链张紧装置齐全可靠，弹簧完整。紧链液压缸完整，不漏油。

（6）导链装置齐全，磨损量不大于10mm。

（7）液压油质量符合（80）煤机综52号《综采、普采设备油脂管理办法补充规定（草案）》。

3．截割部

（1）齿轮传动无异响，油位适当，在倾斜工作位置，齿轮能带油，轴头不漏油。

（2）离合器动作灵活可靠。

（3）摇臂升降灵活，不自动下降。

（4）摇臂千斤顶无损伤，不漏油。

4．截割滚筒

（1）滚筒无裂纹或开焊。

（2）喷雾装置齐全，水路畅通，喷嘴不堵塞，水成雾状喷出。

（3）螺旋叶磨损量不超过内喷雾的螺纹。无内喷雾的螺旋叶，磨损量不超过原厚的1/3。

（4）截齿缺少或截齿无合金的数量不超过10%，齿座损坏或短缺的数量不超过2个。

（5）挡煤板无严重变形，翻转装置动作灵活。

5．电气部分

（1）电动机冷却水路畅通，不漏水。电动机外壳温度不超过80℃。

（2）电缆夹齐全，不出槽，电缆不受拉力。

6．安全保护装置

（1）采煤机原有安全保护装置（如与刮板输送机的闭锁装置、制动装置、机械摩擦过载保护装置、电动机恒功率装置及各种电气保护装置）齐全可靠，整定合格。

（2）有链牵引采煤机在倾斜15°以上工作面使用时，应有可靠的防滑装置。

7．底托架、破碎机

（1）底托架无严重变形，螺栓齐全紧固，与牵引部及截割部接触平稳，挡铁严密。

二、国内外双滚筒采煤机技术特征表

型号 / 技术特征	MXA-300/4.5 西安	MLS_3-340 鸡西	MLQ_3-180 辽源	MD-150 上海	BM-100 鸡西	AM-500 英国	EDW-600L 西德	DTS-300 法国	КШ-1КГ 苏联	MCLE350-DR6565 日本	KWB-3DS 波兰	MKⅡ 英国
采高 (m)	2.3～4.5	1.6～3	1.25～1.9	1.4～2.5	1～1.3	2.2～3.4	2～3.5	1.4～3.3	1.6～2.5	1.6～3	1.3～1.8	1.4～3.2
截深 (m)	0.625	0.6	0.6	0.6	0.6	0.686	0.625	0.6、0.7	0.63	0.75	0.6	0.61
牵引力 (kN)	200 400	196	196	157	118	353	294	221，147 74	115	294	196	245
牵引速度 (m/min)	4.15～8.3	0～9.3	0～6.4	0～6	0～6	0～10.5	0～11.7	0～6，0～9 0～18	0～6	0～10	0～10	机械调速共30种，最高7.9m/mm最低0.39 m/mm
自动调速方式	电动机功率牵引力	电动机功率牵引力	牵引力	电动机功率牵引力	电动机功率牵引力	电动机功率牵引力	电动机功率牵引力	电动机功率牵引力	无	牵引力	电动机功率牵引力	
主泵型式	ZB_2-125	B_1-725	ZB_1A-107	ZB-75	720	斜盘式	斜轴式	斜轴式	НП-120径向柱塞式	斜盘式	斜轴式	
液压马达型式	ZM_2-125	M_1-725	ZM_3-107	内曲线	725	斜盘式	斜轴式	内曲线	内曲线	斜盘式	5НТ-630径向柱塞式	
工作压力 (MPa)	19.6	14.7	14.	15.7	14.7	17.3	19.6	12.7	13.2	15.3	15.7	
流量 (L/min)	0～275	0～210	0～143	0～110	0～78	0～182	0～275	0～140	0～120	0～173	0～200	
滚筒直径 (m)	2	1.6	1.25	1.25，1.4	0.8、0.9	1.5、1.8	1.8	1.5～1.35	1.1～1.6	1.6	1.3～1.7	1.14～1.828
转速 (r/min)	37	50.64.78	50.64.78	63.8、58.3	97、87	43 33	37	55～120	32.7	50	60	43～84
电动机功率 (kW)	300	170×2	80 100	150	100	2×375	2×300	2×150	75	350	2×135	200或2×200
电压 (V)	1140	660/1140	380/660	660	660	1140	1140	1100	380/660	1140	1000	1000/1100
转速 (r/min)	1470	1500	1470	1475	1475	1470	1470	1470	1470	1470	1460	1470
牵引机构方式	无链	锚链	锚链	锚链	锚链	锚链	锚链	锚链	锚链	锚链	锚链	锚链
牵引链规格 (mm)	节距125	22×86	22×86	22×86	18×64	26×92	26×92	22×86	23×86	26×92	24×86	22×86
质量 (kg)	48300	24500	14306	16000	12000	36000	28000	15000	13500	27000	16000	20300 23490

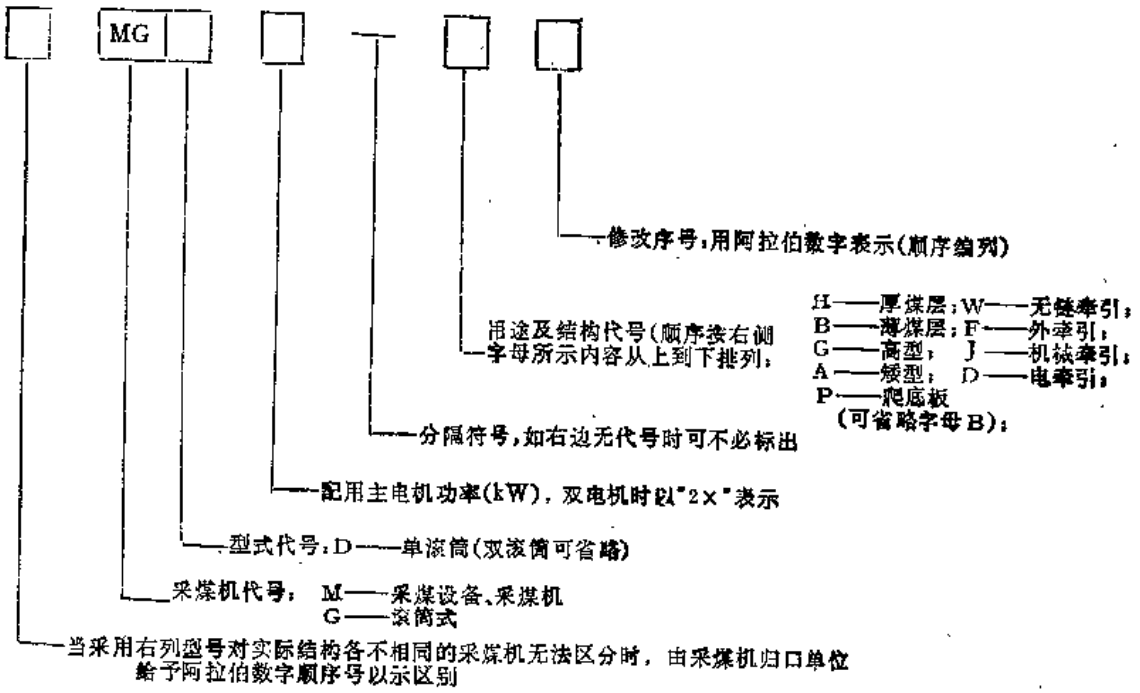
（2）滑靴磨损均匀，磨损量不大于10mm。

（3）支撑架固定牢靠，滚轮传动灵活。

（4）破碎机动作灵活可靠，无严重变形及磨损，不缺破碎齿。

三、滚筒式采煤机产品型号编制方法

1. 滚筒式采煤机产品型号编制方法



注：（1）当采煤机产品的用途及结构属于中厚煤层、基型、骑输送机、圆环链或钢丝绳牵引、内牵引、液压牵引时，其用途及结构的代号字母可省略。

（2）上述各虚线框在需要时方可编列。

2. 型号示例

（1）电动机功率为300kW，用于中厚煤层基型，带无链牵引的双滚筒采煤机表示为：MG300-W。

（2）电动机功率为150kW，用于中厚煤层的单滚筒采煤机表示为：MGD150。

（3）电动机功率为150kW，用于薄煤层、爬底板结构的双滚筒采煤机表示为：MG150-P。

（4）用两台电机，单机功率为200kW，用于中厚煤层的无链电牵引双滚筒采煤机表示为：MG2×200-WD。

参 考 文 献

〔1〕 中国矿业学院机电系编　双滚筒采煤机　煤炭工业出版社 1979.6

〔2〕 西安矿业学院主编　采掘机械　煤炭工业出版社 1981.1

〔3〕《国外采煤工作面综合机械化设备》编译组　国外采煤工作面综合机械化设备(采煤机械)　煤炭工业出版社 1979.4

739479