

## 42. 液压技术在能源工业中的应用

### 42.1 液压技术在石油机械中的应用

#### 42.1.1 概述

液压技术在石油机械中的应用越来越多,如在钻井设备中,防喷器及其控制系统、液压大钳、液(气)动吊卡、气动卡瓦、液压防碰装置、液压机械手、铁钻工、动力短节以及近期出现的顶部驱动钻井装置、盘式刹车、液压泥浆泵、液压下套管装置等;至于海洋石油钻井,液压技术的应用更为广泛,除上述应用场合外,浮动船的升降补偿装置,自升式钻井平台的升降装置等,都是液压驱动的。又如,在采油设备中,液压抽油机;在测井中,测井绞车驱动系统;其它如地震车的驱动系统;管道铺设用的水平穿越河道的钻井装置等等,不胜枚举。

但由于油田现场条件所限,以及部分国产液压元件的质量欠佳,目前油田还是大量地引进国外设备。所以,液压技术的普及提高,以及高质量、高可靠性的国产液压设备的研制就是一项十分迫切而又艰难的工作。

#### 42.1.2 液压顶部驱动钻井装置

##### (1) 驱动原理

顶部驱动钻井装置是80年代初发展起来的一项钻井新技术。它将动力(或是电驱,或是液驱,或是机械驱动)引至钻杆顶部,直接驱动钻杆旋转,取消了原有的转盘和方钻杆,以立根为单元进行钻井。这样就减少了三分之二的上卸扣工作量,大大提高了钻井速度。在起下钻时,若遇阻或遇卡,可以很快接上立根,边循环泥浆,边旋转钻井。所以用顶驱钻井时极少发生事故,在深井、水平井和复杂地层钻井时效益更明显。

这里介绍的顶驱是液压驱动的,以四个闭式回路的变量泵,通过插装阀组换向,带动四个定量马达正转或反转,以实现正常钻井或上卸扣作业的要求。还有控制回路,由压力补偿变量泵提供动力,通过负载独立多路阀,实现一系列的操作:回转头旋转、倾斜臂的前后倾内防喷器的关闭和开启、齿轮锁紧缸的插入和退出、夹紧缸的夹紧和松开、绷扣缸的卸扣和复位。

液压顶驱钻机主传动系统如图42.1-1所示,液

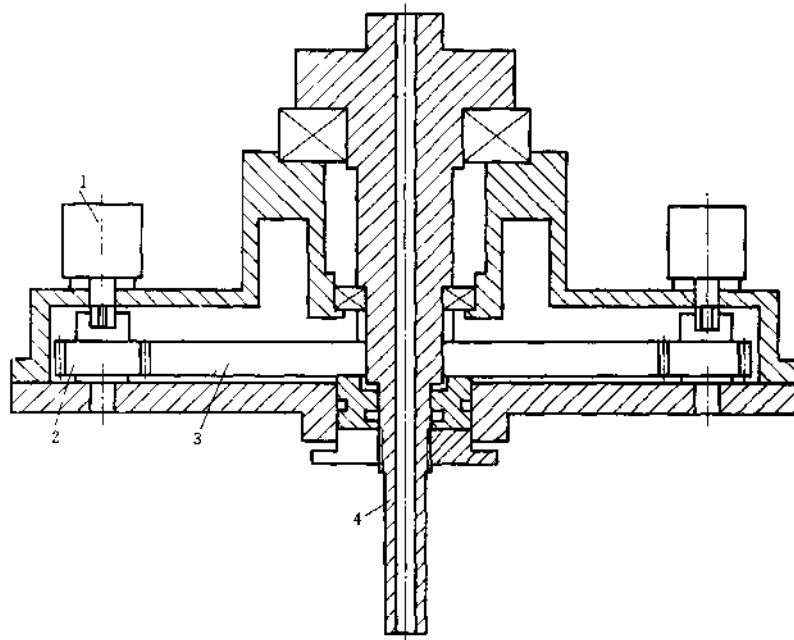


图 42.1-1 液压顶驱钻机传动系统

1—液压马达(4个);2—小齿轮;3—大齿轮;4—主轴

压泵通过插装阀组后带动 4 个液压马达 1 转动, 4 个小齿轮 2 对称布置在大齿轮的周边, 当小齿轮被马达 1 驱动以后, 就带动与之啮合的大齿轮转动, 并且转速降低, 转矩增大。大齿轮 3 以花键联接带动主轴旋转, 主轴 4 以丝扣与钻杆联接, 带动钻杆旋转, 实现钻井。

#### (2) 液压顶驱原理分四部分。

液压顶驱钻机动源原理见图 42.1-2。

动力源由油箱、四个闭式回路中的变量泵(为简化只画了二个泵)及一插装阀组组成。两个定量补油泵 1 向闭式回路补油并使冷热油交换。补油路的出口处并联着一个自洁侧过滤系统。该过滤系统有一恒流阀 2, 保持自洁侧过滤系统的流量为供油流量的 15% 左右。自洁系统的油流驱动定量马达 10 旋转。于是, 与之同轴的定量泵 11 也以等速转动, 将油箱中的油吸入, 经过一个高过滤精度的滤油器后又将油排回油箱。

四个主回路中的变量泵 6 提供钻井主马达 5 所需的高压油流。钻井工艺要求钻杆以某一速度转动, 或是反向转动。而转速由大逐渐变小至零然后再反向由小逐渐变大的由双向变量泵驱动的液压马达的特点不适合于钻井的工况要求。在顶驱液压系统中采用只采用单向变量的功能, 液流的方向变换由插装锥阀组来完成。流量大小的调节由比例溢流阀加比例换向阀来控制泵的摆角大小来实现。下面以最右边的泵(a)图为例来说明具体的调节过程。

L6 与泄漏油路相通, 可视为零压。L5 的压力由比例溢流阀 3 调定, 从而决定了比例换向阀 4 的阀芯位置, 亦即决定了由 a 点来的油流的压降值。控制油由补油泵 5 提供, 经过滤后流至 a 点, 再流经换向阀 4 到达 c 点。因 b 点经过换向阀 4 后与油箱相通, 其压力可视为零。这样, 主泵 6 的摆角, 即输出的排量, 就只取决于比例溢流阀 3 的调定值。c 点的油流经左边的溢流阀至 d 点, 再经背压阀 7 流回油箱。

系统压力的限定值由比例溢流阀 8 调定。具体的原理是: 高压侧 e 点的压力通过单向阀 g 引至比例溢流阀的一端, 而单向阀 h 在高压作用下处于关闭状态, 单向阀 m 也关闭; 补油泵的油流经 a 点流过一个顺序阀 p 以后通过单向阀 n 与低压侧沟通, 同时也将此压力值引至比例阀 8 的另一侧。所以比例溢流阀 8 的电磁力的调定值, 实质上是主泵高压侧 e 与低压侧 f 的压力差。而这一压力差与马达两端的压力差近似相同, 换句话说, 调节比例阀 8 的阀芯位置, 也就给出了马达的转矩限定值。

现在分析一下(d)图锥阀组是如何实现换向的:

当先导换向阀 l 处于右位时, 主阀芯 q 及 r 打开, 高压工作油经 q 进入 A 路, 从 B 路的回油经 r 回到泵的吸入端。当 l 处于左位时, 主阀芯 s 及 t 打开, 高压工作油经 s 进入 B 路, 从 A 路回油, 马达实现反转, 回油经 t 回到泵的吸入端。电磁换向阀 u 可以使锥阀 v 开启, 使 AB 两路沟通, 实现卸荷。

在液压力源(e)图上还装有一个提供控制回路用的压力补偿变量泵(即恒压变量泵)9, 由于控制回路的执行机构基本上是缸, 而且要求缸在运动过程中没有多大负荷, 当达到行程终点时; 缸不再运动, 但却要求提供较大的压力维持一段时间, 所以用压力补偿泵就比较合适。

#### (3) 马达回路(见图 42.1-3)

马达回路中有四个马达。其中两个马达带有自由流动阀块 1, 另外两个马达上没有。此外, 由于是闭式回路, 在马达回路上还配置了缓冲放泄阀组 2。

以马达 c 为例说明其工作原理。

当二位四通电磁换向阀 a 处于如图所示的左位时, 二位三通锥阀 b 处于开启状态; d 和 e 处于关闭状态。由 A 路来的压力油通过 b 进入马达 C, 使马达正转。当电磁阀 a 处于右位, 电磁铁通电时, 锥阀 b 关闭, d 和 e 开启, 从 A 路来的压力油无法进入马达 C。但马达 C 与马达 A、B 均啮合在同一大齿轮上。而 A、B 上无自由流动阀块, 只要 A 路有压力油, 就会转动, 进而带动马达 C 一起旋转。油液在锥阀 d 和马达 C 所形成的环路中周而复始地循环流动。此时, 由于锥阀 e 也开启, 从泄漏油路吸入的一定量的油液通过 e 进入 d 和马达 D 组成的环路中, 以补充环路中油液的泄漏损失。

显然, 这种工况下, A 路压力油只流至 A、B 两个马达中工作, 所以 A、B 马达的转速增加一倍。即为四个马达同时工作时转速的两倍。若马达 C、D 中有一个工作, 一个不工作, 则转速为四个马达同时工作时的 1.33 倍。

设置自由流动阀可使四个马达同时工作, 三个马达工作、二个马达工作, 也就得到三种不同的转速, 以及相对应的三种不同的工作转矩。

#### (4) 控制阀组原理(见图 42.1-4)

控制阀组由电磁先导换向阀、主换向阀组成多路换向阀, 分别将压力补偿泵送来的油引导到夹紧钳、绷扣钳、倾斜机构、回转头、内防喷阀、平衡机构去。

液压顶驱控制系统中用的控制阀组为负载独立比例换向阀组, 具有以下优点:

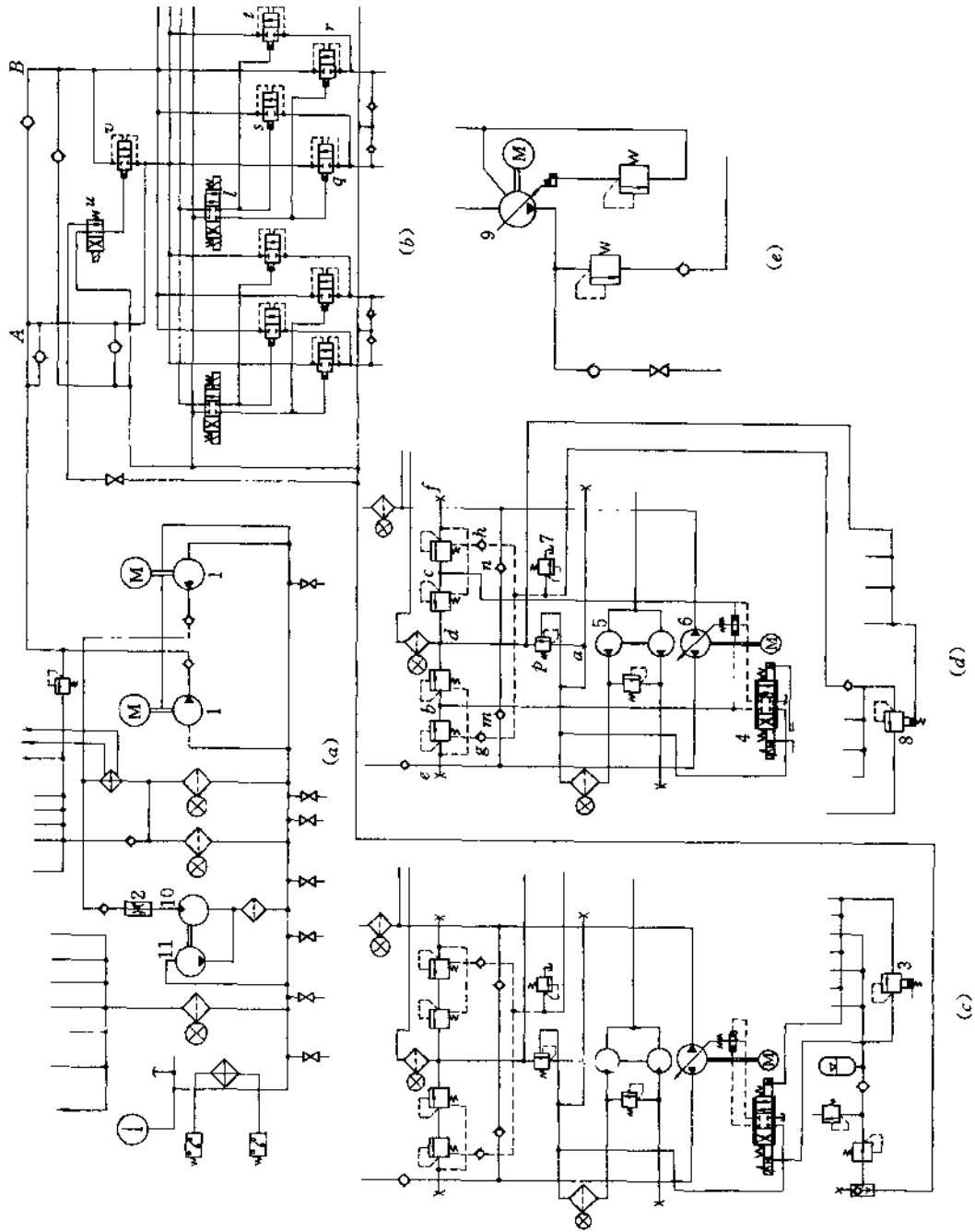


图 42.1-2 液压顶驱钻机动力源原理图

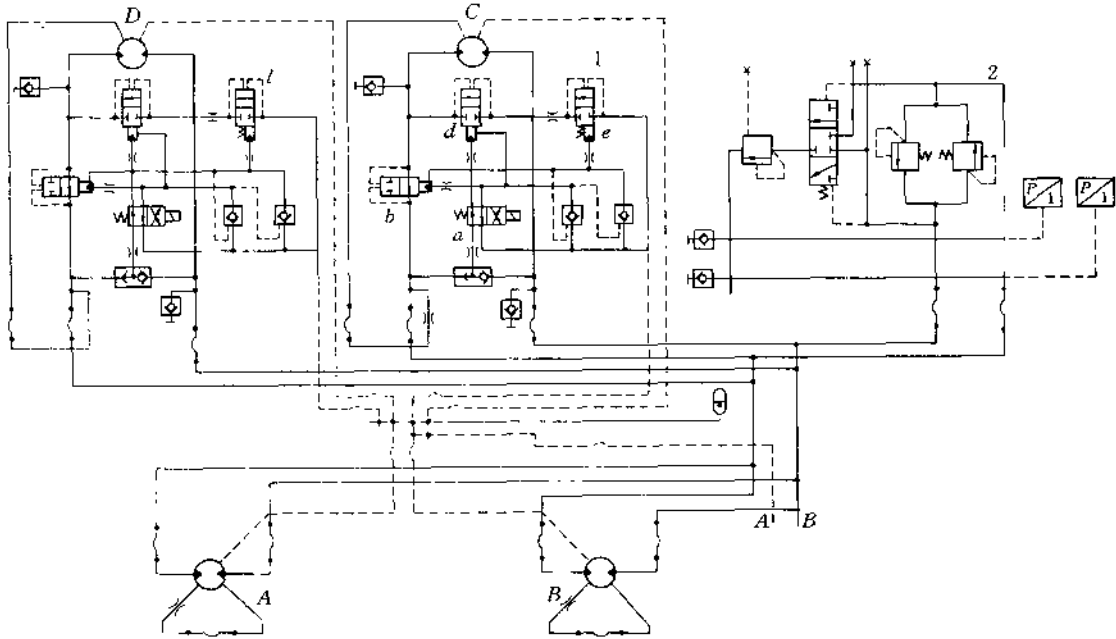


图 42.1-3 液压与达回路

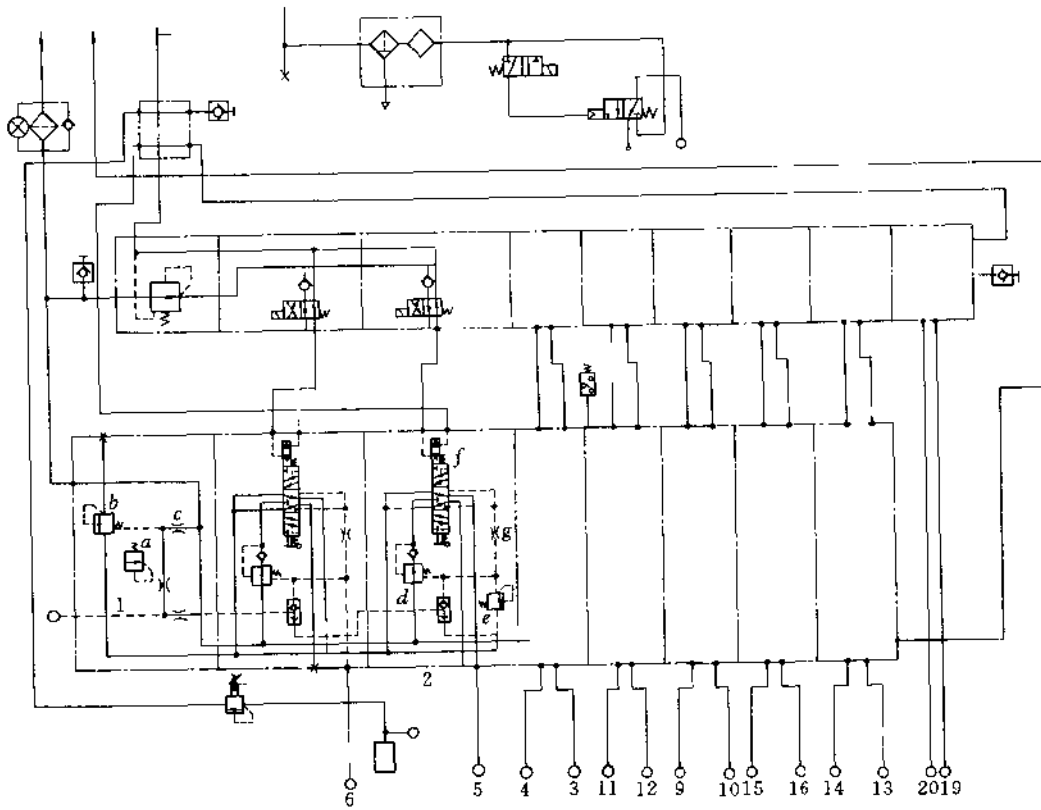


图 42.1-4 控制阀原理图

- 大流量,即在较大的流量下具有较小的压降;
- 流量与负载变化无关;
- 可用于与压力补偿泵或负载感知泵配套;
- 本身带有可调节的溢流阀

在多路换向阀的端部有一溢流阀组  $I$ , 调定压力, 起安全阀作用。当系统压力小于调定压力 17MPa 时, 无溢流产生。当压力超过 17MPa 时, 小通径的先导溢流阀  $a$  开启, 有小流量从  $a$  溢出, 从而在节流器  $c$  上产生一个压降。这一压力降致使大通径主溢流阀  $b$  遥控口的压力降低, 产生溢流。

7 个主换向阀有各自的溢流阀来限定各个分路上的压力值。

以阀组 2 为例来说明流量独立于负载的特性:  $e$  为该支路的溢流阀, 其调定压力为 16MPa。当系统压力小于 16MPa 时无溢流, 节流器  $g$  上不会有压降, 减压阀  $d$  右端作用的压力实际上是主换向阀出口端的压力, 减压阀  $d$  左端则为换向阀  $f$  进口端的压力。这二者压力之差正好是换向阀进出口的压降。压降越

大, 减压阀的开启量越小; 压力降到某一值, 减压阀就完全关闭。对于一个换向阀, 流量  $q$  越大, 则压力降越大。换句话说, 减压阀  $d$  的开启量大小取决于通过该阀的通过流量。  $q$  越大, 开启量越小, 当  $q$  达到某一值时, 减压阀完全关闭。由此可见, 这样的阀组具有有限最大流量的特性, 且通过流量的大小在溢流阀  $e$  所限定的压力范围之内与负载的大小无关。这就是流量负载独立特性。而每一路流量大小又可以调节, 通过电磁力、液动力或手柄操作改变阀芯的位置, 从而调节流量。

#### (5) 执行机构(见图 42.1-5)

液压顶驱操作系统的执行机构基本上是液压缸, 为了保证液压缸运动的平衡, 尤其是有重力作用的缸, 几乎都在缸回路上设置了背压阀。有单向的, 也有双向的。上卸扣机构的缸组, 由四个缸及一组液控单向阀组成。操作步骤如图所示为 ① 中间两个夹紧缸前推, 夹住钻具的两端。② 左右两缸一前一后运动, 卸开钻具的丝扣。③ 左右两缸复位, 以便下一次再动作。④ 松开钻具两端。

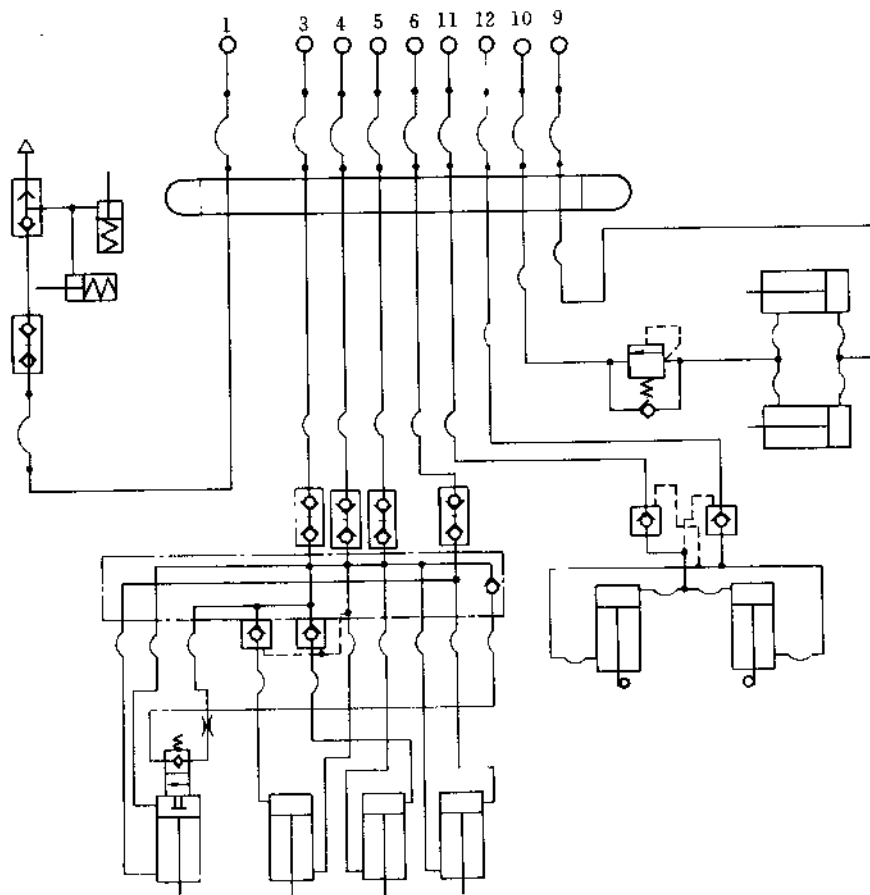


图 42.1-5 执行机构原理图

### 42.1.3 不压井修井机液压系统

井内带压的油井进行修井作业时,常规的办法是用比重较大的压井液注入井内,以平衡地层的压力,然后再起升油管。常规的压井作业要消耗很贵的压井液,而且压井液渗入油层、污染油层,影响修井后的产油量。至于注水井,常规的办法是停泵后,进行放喷作业。由于地层的回弹压力,放喷的时间往往拖得很长,不但耗时,而且会污染环境。

不压井是一种先进的修井方法。就是在修井作业时不注入重泥浆压井液来压井,而是用液压缸(也有别

的办法)强制提升和下压油管作业。当然在井口要装上防喷器组和自封头,这种带压的修井作业,又称为可控带压修井作业。

可控带压修井机的液压系统是很复杂的,有牵引绞车、平衡绞车、悬绳绞车、井架起放系统、油管钳马达及转盘马达系统,还有启动柴油机的液压马达系统。这些系统虽然复杂,但从液压的角度上说,原理比较简单,现仅说明主液缸的起升与下放液压系统。

图 42.1-6 为不压井修井机主液缸液压系统原理图。

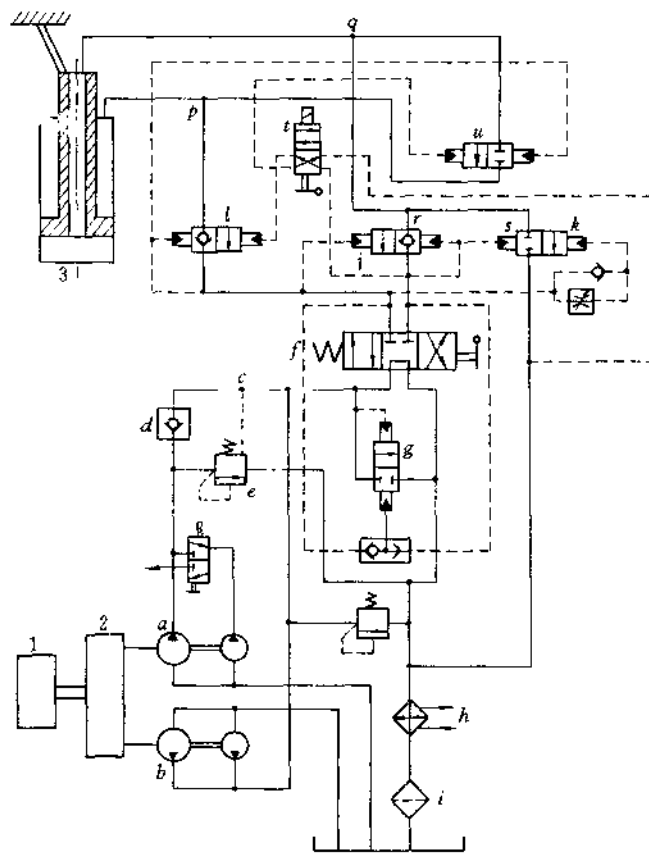


图 42.1-6 不压井修井机主液缸液压系统

1—柴油机;2—分动箱;3—主液缸;a、b—双联是重泵;e—保压卸荷阀;f—主换阀;g—中位旁通阀;u—再生阀;t—手动换向阀(主控阀);k—旁通阀

#### (1) 压力分级

如图所示,有 a、b 两个双联齿轮泵提供压力油。当负载较小时,如下放油管的后期,由于油管柱自重的增加,只要较小的下压力便可克服井内压力将油管柱

下入;此时液压系统的压力较低,在 11MPa 以下, a、b 两泵均可向系统供油,主液缸 3 得到较多的油液,具有较快的运动速度。当负载较大时,如一开始下压时,油管柱重量轻,完全靠油缸的液压力来克服井内的上顶

力,此时系统的液压就上升,当系统压力超过 11MPa 时, $c$ 点的压力使保压卸荷阀 $e$ 开启,同时单向阀 $d$ 在 $c$ 点的压力作用下封闭。 $a$ 泵来的油液不能进入系统,于是 $a$ 泵的油流只能通过 $e$ 回到油箱,由于保压卸荷阀的控制油液来自系统的高压点,只要系统压力超过 11MPa, $e$ 就一直维持打开的状态。 $b$ 泵的油液则直接进入系统,条件是系统压力不超过 21MPa,实现小流量大负荷作业。

#### (2) 主换向阀 $f$ 的旁通回路

旁通阀 $g$ 为二位三通双向液控阀,一端的控制压力来自主换向阀之前,即 $c$ 点;另一端的控制压力来自主换向阀之后的 $m$ 或 $n$ 点。在左位或右位时, $m$ 或 $n$ 点的压力只比 $c$ 点压力小一点,此值即为主换向阀内的压力降,这一压力降的数值不足以打开阀 $g$ ,于是油液正常地进行工作。当主换向阀处于中位时,阀 $g$ 只受到 $c$ 点的压力,此压力值为主换向阀内压降以及回油路的压力损失之和,回油路的压力损失包括冷却器 $h$ 、滤油器 $i$ 以及管路、接头等压力损失之和。此时阀 $g$ 开启,来自泵的油液一部分经过主换向阀 $f$ ,另一部分经过旁通阀 $g$ 回到油箱,以此减少中位时的压力损失。

#### (3) 起升工况时的双路回油

当主换向阀处于左位时,压力油经 $m$ ,再通过二位二道阀 $l$ 经由 $p$ 点进入主液压缸 3 的有杆腔(活塞杆被固定),此时液压缸缸筒上升,相当于起升工况。无杆腔的油经活塞的中心孔出来后经 $q$ 点分成 $r$ 、 $s$ 两路。由于 $m$ 点的压力作用在 $j$ 阀的左端和 $k$ 阀的右端,使阀 $j$ 、阀 $k$ 均开启,回油一部分经阀 $j$ 通过主换向阀 $f$ 回油箱,另一部分经阀 $k$ 直接回油箱。进油则经过 $l$ 阀。

#### (4) 再生回路

当主换向阀 $f$ 处于右位,来自泵的油液经 $n$ 点、 $r$ 阀、 $q$ 点进入缸 3 的下腔,即无杆腔,主液缸 3 缸体下压,如果手动换向阀 $t$ 位于如图之下位(通位),从 $n$ 点来的控制油经过 $t$ 阀使 $l$ 阀处于右位,而 $u$ 阀的左端控制口通过 $t$ 阀经回油路回油箱, $u$ 阀处于右位的关闭状态。从主液压缸 3 有杆腔出来的油液只能通过 $l$ 阀,再经 $m$ 点,主换向阀 $f$ 回油箱。此为正常的回油方式。若手动换向阀处于上位,从 $n$ 点引出的控制油路使 $u$ 阀打开, $l$ 阀处于左位。从主液缸 3 有杆腔出来的油不能通过 $l$ 阀中的单向阀,只能通过 $u$ 阀进入主液压缸的下腔,此即再生回路,主液缸作快速下行。

通过以上对原理图的分析,不压井液压修井机的主液路系统有这样几个特点:

- 节能:无论是中位回油,还是无杆腔回油均有双路回油,减少了压力损失;
- 具有两个压力等级,四个下行速度,只须操作一个手动阀 $t$ 即可实现。

## 42.2 液压技术在煤炭工业中的应用

### 42.2.1 概述

随着科学技术的发展,我国大型露天矿山工作面机械三大件——钻孔机械、挖掘机械和运输机械的性能和效率均取得了很大发展。

钻孔机械从早期的钢丝绳冲击式钻机发展到多种类型的潜孔钻机,效率提高了 2~3 倍。50 年代开始,许多国家把牙轮钻推广到了露天矿山使用。牙轮钻的性能和效率又比潜孔钻机高,并且数量迅速增加。

单斗挖掘机在露天采矿工程中应用极为广泛。近 20~30 年来正向着大型化方向发展。其斗容量一般可达 10~30m<sup>3</sup>,最大已达 40m<sup>3</sup>。

大型单斗挖掘机有机械式和液压式两大类。由于液压单斗挖掘机较之机械式单斗挖掘机具有体积小、质量轻、斗容大、挖掘力大、效率高、挖掘范围广,且有良好的平地、清根和分层开采能力及处理大块矿石的能力;在卸载范围内它可以任意选择卸载点,它还具有行走、拐弯机动性好、机械结构简单紧凑、操纵灵活、且当机器陷入洼坑后有一定自救能力等优点。因此大型液压单斗挖掘机是一种极具发展前景的露天采掘装载设备。

运输车辆是挖掘机的后续设备。70 年代以前,矿山运输多采用电力机车铁路运输和小型汽车运输。随着露天矿开采规模的不断扩大、自动化程度的提高以及矿山挖掘机日趋大型化,对运输设备提出了更高的要求,同时,对传统的运输方式也提出了挑战。据最新资料报道:美国德来赛公司 1996 年研制成功 930E 新型矿用自卸车最大承载能力已超过 300 吨。由于这种自卸车运输快速、灵活、爬坡能力大等优点,迅速被矿山以及大型水力建设工程所采用。有资料统计,国外新开大型露天矿(年产千万吨级以上)有 80% 已采用这种运输方式。因此,已形成自卸车运输逐步取代电力机车运输的趋势。我国自 1975 年开始使用大型自卸车以来,到 1996 年底已在 11 个矿山得到应用,总购车量达 575 台(包括电传动和机械传动)。可以预计,今后矿用自卸车将在我国得到更广泛地应用。

## 42.2.2 Ky-250 型牙轮钻机

(1) Ky-250 型牙轮钻机的组成及工作原理

Ky-250 型牙轮钻机能在硬度为  $f=6\sim 18$  的矿

岩中钻凿孔径为 220~250mm、孔深为 17m 的垂直钻孔,适合于大中型露天矿山应用。

Ky-250 型牙轮钻机如图 42.2-1 所示。

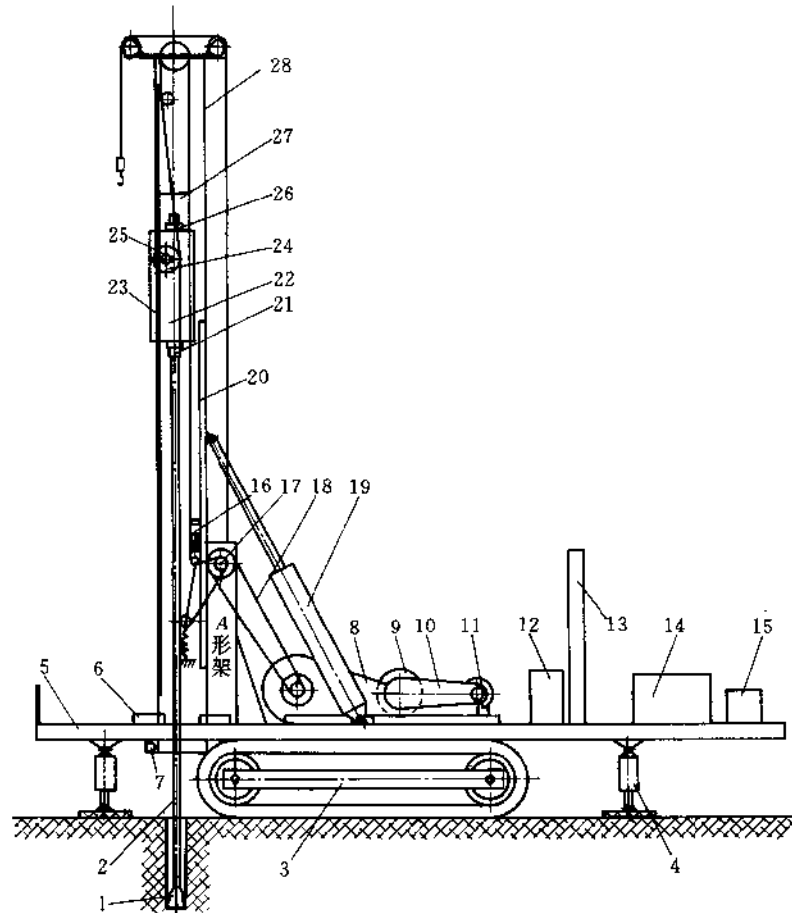


图 42.2-1 Ky-250 型牙轮钻机示意图

1—车轮钻头;2—钻杆;3—履带;4—稳机千斤顶;5—平台;6—液压卡头;7—锥形销;8—行走提升减速器;9—提升行走电机;10—加压减速器;11—加压电机;12—减压油泵;13—钻架托架;14—主空压机;15—辅助空压机;16—紧钻油缸;17—A形架支点;18—传动链条;19—送杆器液压缸;20—钻杆架;21—回转钻头;22—回转减速器;23—链条;24—链轮;25—齿轮;26—压气管接头;27—辅助空压机;28—钻架

机器主要由钻架平台部分、行走部分、钻机回转部分、提降、加压部分、排渣部分及机器动力部分组成。机器总功率达 395kW,计有电机六台,空压机两套,液压泵站一个。整机质量达 85t。

机器的行走装置是履带 3。在履带架上固定有平台 5,履带通过平台上的电机 9、减速器 8、离合器、链条、齿轮等来驱动履带行走和拐弯。电机 9~5 提升电

机共用。

钻孔装置设置在垂直于平台的钻架内。它由直流调速电机 27、传动装置 22、钻杆 2 和牙轮钻头 1 等组成。钻孔装置由提升、加压装置通过加压链条及齿轮、齿条等组件控制其升降和对钻头实施加压。

提升、加压和行走装置分别由提升行走电机 9 和加压调速电机 11 传动,并用各自的离合器进行操纵,



提升时不行走、不加压,加压时不提升、不行走。

钻机还设有加压链条的张紧装置,钻具的接卸和存取装置,钻架的起落装置以及工作时必须使用的稳机装置等附属装置。这些装置都是钻机在工作 and 调动中所不可缺少的,它们都采用液压缸来进行操纵和控制的。

## (2) Ky-250 型牙轮钻机的主要液压工作机构

### A. 钻架起落装置

参见图 42.2-1,钻机工作时,钻架 28 垂直于平台 25 布置,支撑在 A 形架的销轴 17 上,由起落架缸 19 斜撑着,并用锥形销轴 7 固定,以保持钻架的稳定。当钻机长距离行走时,可打开锥形销轴 7,操纵起落架缸,使钻架缓缓放至水平位置,置于托架 13 上,以使钻机行走中确保稳定,避免倾倒。

### B. 加压链条张紧装置

加压链条的缠绕方式如图 42.2-2 所示。

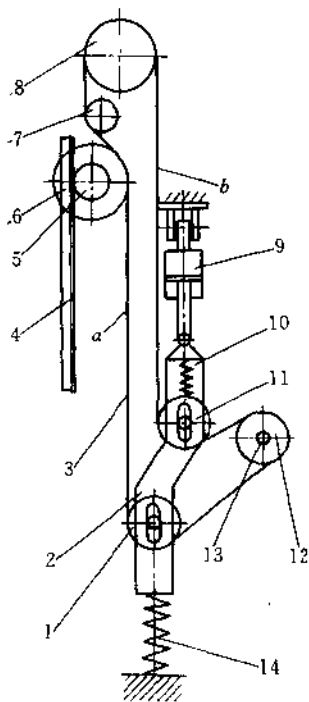


图 42.2-2 链条张紧装置

1—链轮;2—框架;3—封闭链条;4—内条;5—齿轮;6—深槽大链轮;7—导向链轮;8—天轮;9—张紧液压缸;10—上弹簧;11—链轮;12—驱动链轮;13—A形架轮;14—下弹簧

链条 3 由提升或加压机通过主减速箱及传动链

条、链轮 12 驱动。当封闭链条传递提升力或轴压力时,为防止链条松边跳链,在链条的两边(松边及紧边)装有张紧链轮 1、11,张紧链轮同时设置在框架 2 内,并用张紧液压缸 9 张紧链条的两边。为避免冲击,在框架及导向链轮上设有缓冲弹簧。张紧液压缸由液压系统通过操纵阀操纵。

### C. 液压卡头

液压卡头如图 42.2-3 所示。两个同样的液压卡头左右对称地固定在钻架底部的小平台上,在接卸钻杆时用它们来卡住钻杆的细颈和卡槽。

图中导向筒 3 和活塞杆 2 用螺栓 1 固定在小平台上,液压缸 4 可沿活塞杆作轴向运动,并受导向筒 3 导向。液压缸的右端设有卡爪 7,其中空部分装有弹簧 5、卡块 6 和限位销 8。

当液压系统向活塞腔供液时,缸体向右伸出,使其右端的弧形卡块 6 顶住钻杆细颈,钻杆便靠细颈上部台阶座落在左右卡头的卡块上。此时卡爪同时伸出在弹簧力作用下顶住细颈,直到钻杆转到卡爪对着细颈上的卡槽时,卡爪 7 就在弹簧作用下迅速顶出卡住钻杆,开动回转电机反转,即可卸下钻杆联结螺纹。当活塞杆腔进油时,缸体便缩回,躲开钻杆的纵向通路,钻机的回转部分即可实行升降或钻孔工作。

液压卡头只承受单方向卸杆转矩。当钻杆正转时,钻杆上卡槽的坡面可将卡爪推出(压缩弹簧),避免产生机构干涉。

### D. 钻杆架

钻杆架位于钻架的内侧,是用来存放和取送钻杆的装置,钻杆架的结构如图 42.2-4 所示。钻杆架由存杆装置、抱杆装置、送杆装置及锁定装置等组成。

存杆装置由承杆座 1 缓冲弹簧 2,钻杆托 3,卡爪 4 及扭转弹簧 5 等组成。其作用是当钻杆放入承杆座 1 时,缓冲弹簧可防止冲击,并可通过扭转弹簧和卡爪把钻杆下部的卡槽卡住。

抱杆装置由压块 6、拉杆 7、复位弹簧 8、水平转杆 9、连杆 10 和抱爪 11 等组成。其作用是当钻杆放入承杆座时,通过压块使拉杆下移,复位弹簧受压,并连动上部各杆件使抱爪抱住钻杆上部,防止钻杆向外倾倒。当提起钻杆时,依靠复位弹簧力可使抱爪自动张开,以便钻杆从钻杆架中取出。

锁定制是是用来固定处于存放位置的钻杆架,避免因意外情况掉落而造成事故。它主要由固定在钻架上的锁座 12、锁销 13、气缸 14 和锁鼻 15 等组成。当钻杆架缩回到存放位置时,锁鼻进入锁座,只要操纵气

缸就可把锁销插入锁鼻孔内,把钻杆架锁住。

送杆装置是一组平行四连杆机构,它由上下摇杆 16、17、架体 18、送杆液压缸 19 及钻架等组成。当液压系统的操纵阀操纵送杆液压缸时,即可驱动摇杆实现架体中的钻杆送至钻杆接、卸位置和缩回到架体存放位置。

#### E. 稳机千斤顶

在钻机的平台下部,前、后共设有四个稳机千斤顶 4,其位置如图 42.2-1 所示。工作时,先把四个液压缸的底盘落在坚实、平整的地面上,保证机器全部自重及负载均匀地落在四个底盘上,以防平台和钻架歪斜。各液压缸由液压系统的操纵阀分别进行操纵。

#### (3) Ky-250 型牙轮钻机的液压系统

Ky-250 型钻机的液压系统如图 42.2-5 所示。它主要由泵站,电磁换向阀组,和稳机千斤顶、起落架、钻杆架、液压卡头及紧链装置等液压缸组成。

当开动泵站电机时,齿轮泵 4 就经滤油器 2 从油箱 1 吸油,并经单向阀 5 向系统供油。此时若各三位四通电磁阀 10 在中位,则二位三通电磁阀 7 自动接通,使外控溢流阀 6 溢流,齿轮泵处于空载运转状态,从而节省了机器的动力消耗和减少了齿轮泵负载启动的次数。只要操纵阀组中任何一个三位四通电磁换向阀处于接通状态,二位三通电磁阀 7 便自动断电,因而溢流阀 6 停止溢流,泵便向系统正常供液。

操纵阀组中共设有九个三位四通换向阀,用来对各液压缸进行操纵。为了防止换向阀回到中位后,液压缸受到外载荷作用而造成泄漏,并引起执行机构位置的变动而引起事故,除液压卡头液压缸外,其余各缸

的活塞腔出口油路上均设有液控单向阀 12,以便锁紧液压缸,保证各执行机构工作的可靠性。

在起落架缸和钻杆架缸的活塞腔油路中均设有可调节流阀 11,组成简单的调速油路,可用来调节钻架的起落速度和钻杆架的送杆速度。

紧链装置液压缸用来保持封闭链条内具有适当张力,防止链条过分松弛造成跳链故障。溢流阀 13 用来限制紧链液压缸的最大压力。该溢流阀调定压力应能保证链条既不产生过大的附加载荷,又能保证在工作中不发生跳链故障。

油箱中设有 3KW 电加热器,是为在寒冷地区冬季给液压油加温用的。在泵站供油的出口处设置单向阀的作用是在齿轮泵停止工作时,避免管路中的油液回流,管中进入空气,从而可避免液压缸再工作时产生冲击和振动。

#### 42.2.3 矿用自卸车液压系统

矿用自卸车是大型露天矿和大型水力建设工程的主要运输设备。按传动方式不同主要分为电传动和机械传动两种。本节主要介绍我国湘潭电机厂与美国德来赛公司合作生产的 SF32600(630E)型电动轮自卸车。

SF32600(630E)型矿用自卸车如图 42.2-6 所示。其主要性能参数见表 42.2-1。

矿用自卸车由以下几个主要部分组成:柴油发动机、传动系统(电传动或机械传动)、行驶系统、转向系统、制动系统、举升系统及车架等。在这些系统中采用液压传动的有转向、举升和制动系统。

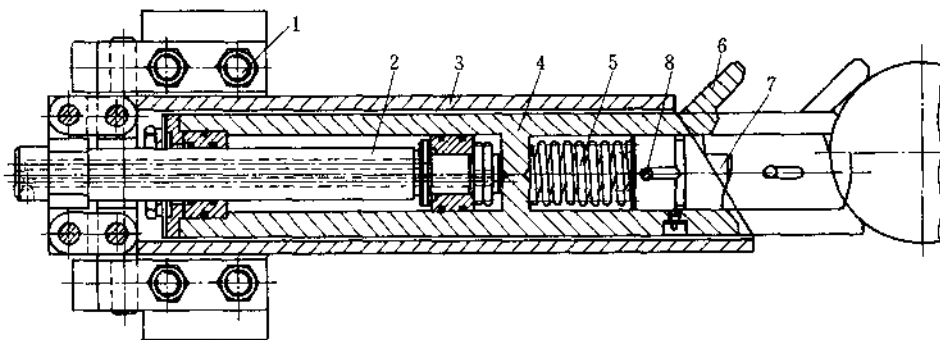


图 42.2-3 液压卡头

1—螺栓;2—活塞杆;3—导向筒;4—缸体;5—弹簧;6—卡块;7—卡爪;8—限位销

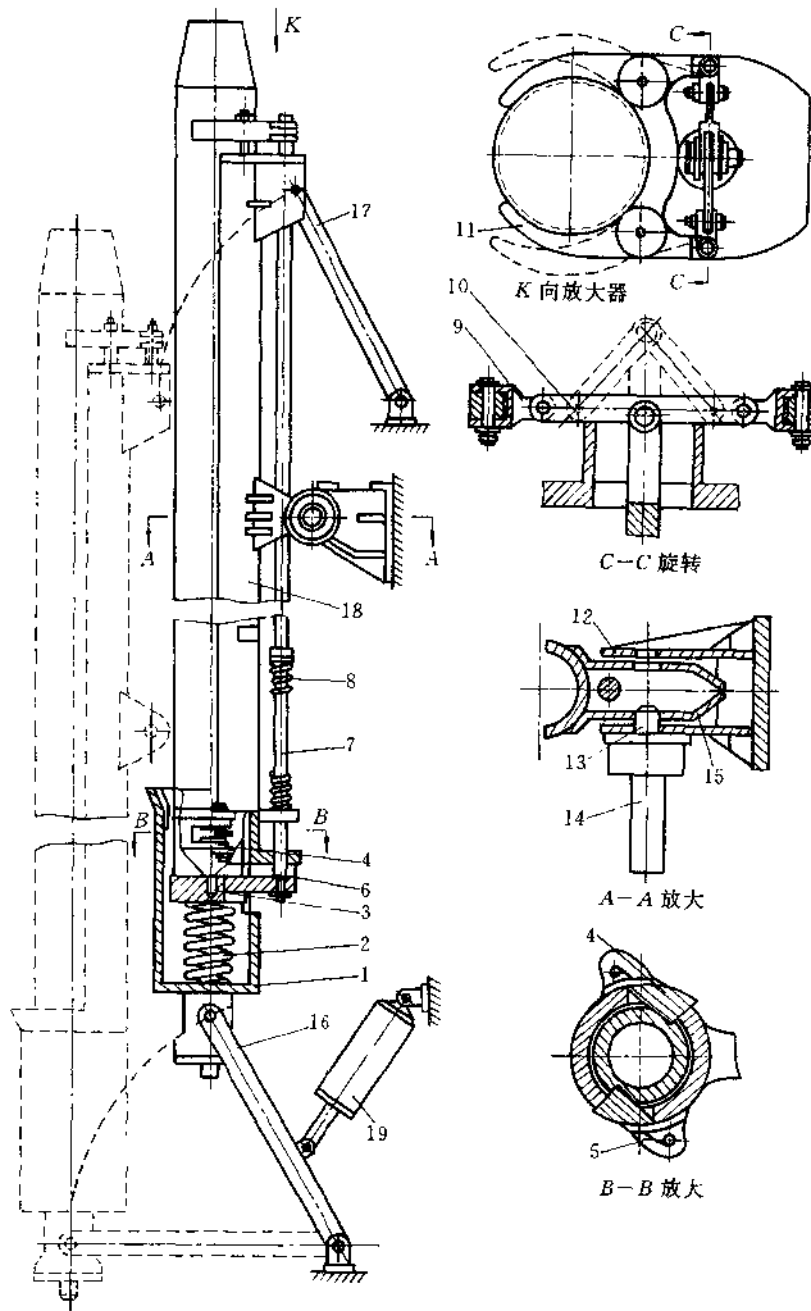


图 42.2-4 钻杆架

- 1—承杆座; 2—缓冲弹簧; 3—钻杆托; 4—卡爪; 5—扭转弹簧; 6—压块; 7—拉杆; 8—复位弹簧; 9—水平转杆;  
 10—连杆; 11—抱爪; 12—锁座; 13—锁销; 14—气缸; 15—锁鼻; 16、17—上下摇杆; 18—架体; 19—送杆油缸

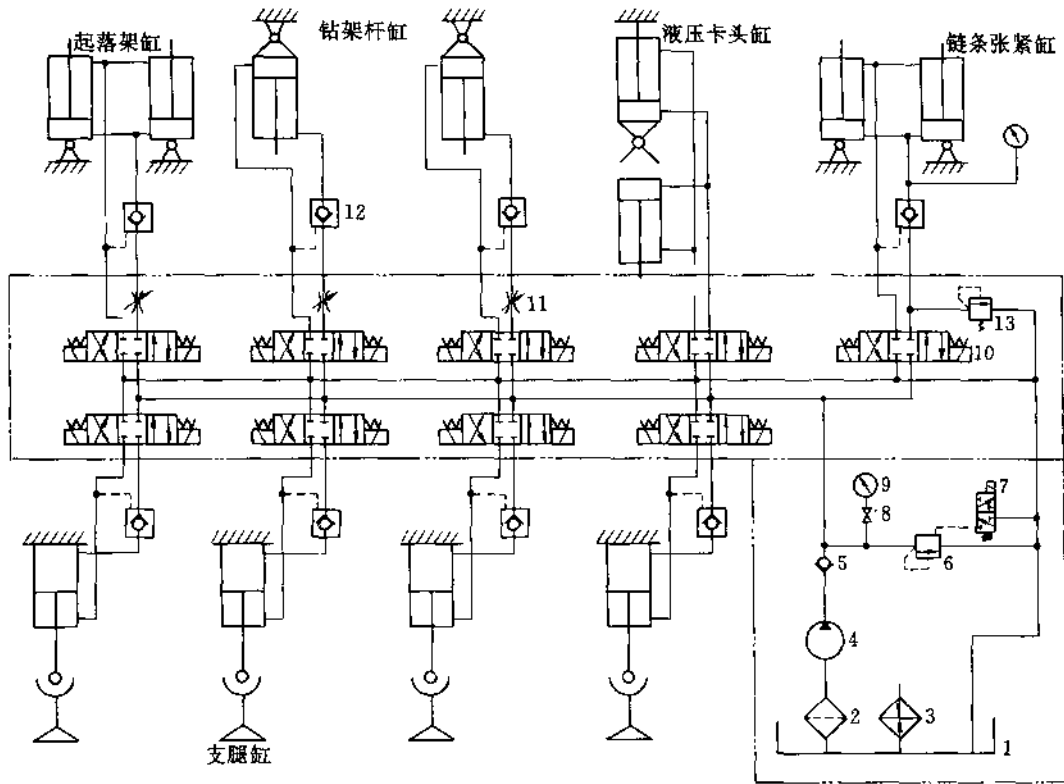


图 42.2-6 Ky-250 型钻机液压系统

- 1—油箱;2—滤油器;3—电加热器;4—齿轮泵;5—单向阀;6—外控溢流阀;7—二位三通电磁换向阀;  
8—压力表开关;9—压力表;10—三位四通电磁换向阀;11—可调节流阀;12—液控单向阀;13—溢流阀

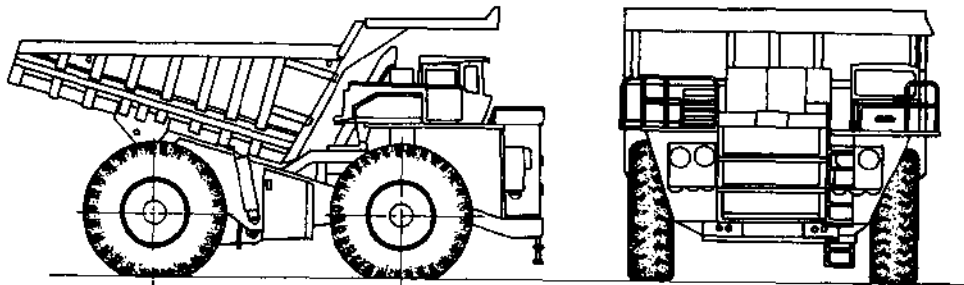


图 42.2-6 SF32600(630E)矿用自卸车

表 42.2-1 SF32600(630E)型矿用自卸车性能参数

厂定最大装载质量/t	154	
整车装备质量/t	109	
最大总质量/t	263	
质量利用系数	1.41	
发 动 机	型 号	康明斯 <sup>®</sup> 16V149TA
	额定功率/kW	1343
	转速/(r/min)	1900
	比功率/(kW/t)	5.10
最高车速/(km/h)	55	
最大爬坡度/(%)	20	
最小转弯半径/m	12.2	
最小离地间隙/mm	790	
传动装置	电传动交直方式	
挡位数(前进/后退)	无级变速	
驱动形式	4×2	
悬 架	油气	
轮 胎	36.00-51 50PR	
制动方式	盘式全液压	
标 准 车 箱	平装容积/m <sup>3</sup>	77
	2:1 堆装容积/m <sup>3</sup>	103
	2:1 比容积/(m <sup>3</sup> /t)	0.67
	举升时间/s	20
	最大倾卸角/(°)	45
外 形 尺 寸	长/m	11.89
	宽/m	7.01
	高/m	6.38

## (1) 矿用自卸车液压系统的组成和工作原理

图 42.2-7 所示为 SF32600(630E)型矿用自卸车液压转向和举升回路原理图。该系统主要由以下几部分组成:转向和举升共用的加压油箱 1(加压至 34.5kPa)和双联叶片泵 4、举升阀 5、卸荷阀组 25、排放阀组 12、转向控制器 17 以及转向缸 21 和举升缸 7。

## A. 举升控制

由柴油机带动的双联叶片泵 4 输出两路液压油,一路直接提供给举升阀 5;另一路经卸荷阀组 25 通到转向回路,卸荷阀组 25 还有一个油口与举升阀 5 进口相联。卸荷阀组 25 的主要作用是:当主系统中的蓄能器 22 的压力低于 14.7MPa 时,主阀关闭,使泵向蓄能器供油;当系统的压力高于 17.5MPa 时,主阀开启,使双联叶片泵 4 卸荷。

举升阀 5 是一个四位四通阀,它的四个位置是:“举升”、“下降”、“保持”、“浮动(中位)”。举升阀(见图 42.2-8)是由一个气动举升控制阀 2 和双作用气缸 3 组成的气动回路来控制的,举升控制阀 2 装在驾驶室

里,位于驾驶员的座椅旁。根据需要,驾驶员操纵举升控制阀 2 就可以控制举升阀 5 的不同位置,以实现控制翻斗箱位置的目的。举升阀的原始位置(即中位)为“H”型机能,处于浮动状态,这也是自卸车运行时,举升阀应处的位置。

## B. 转向控制

当进行转向控制时,举升控制停止。这时双联叶片泵 4 与举升阀直接相联的那一路压力油经举升阀(中位)卸荷;另一路压力油经卸荷阀组 25、排放阀组 12 通到转向控制器 17。转向控制器 17 通过万向轴与方向盘相联,直接受驾驶员的操纵,以实现转向助力的目的。排放阀组 12 是由多个单向阀、溢流阀和卸荷电磁阀组成的。它的作用有三个:

① 液压系统的压力通常是由卸荷阀组 25 中的压差敏感元件调定的(17.5MPa),若它的动作失灵,系统压力超过这一调定值时,排放阀组中的溢流阀将在 21MPa 时释放系统压力(起安全阀作用);

② 当车熄火(钥匙开关处于关闭位置)后,时间继电器将给排放阀组中的卸荷电磁阀一个控制信号,使蓄能器 22 卸荷,大约 90 秒卸荷完毕,由于每次熄火蓄能器都要卸荷,因此,再次投入运行时,只有当蓄能器充满油并达到一定压力时才能工作,它的连锁作用是靠压力继电器 24 和 28 来实现的;

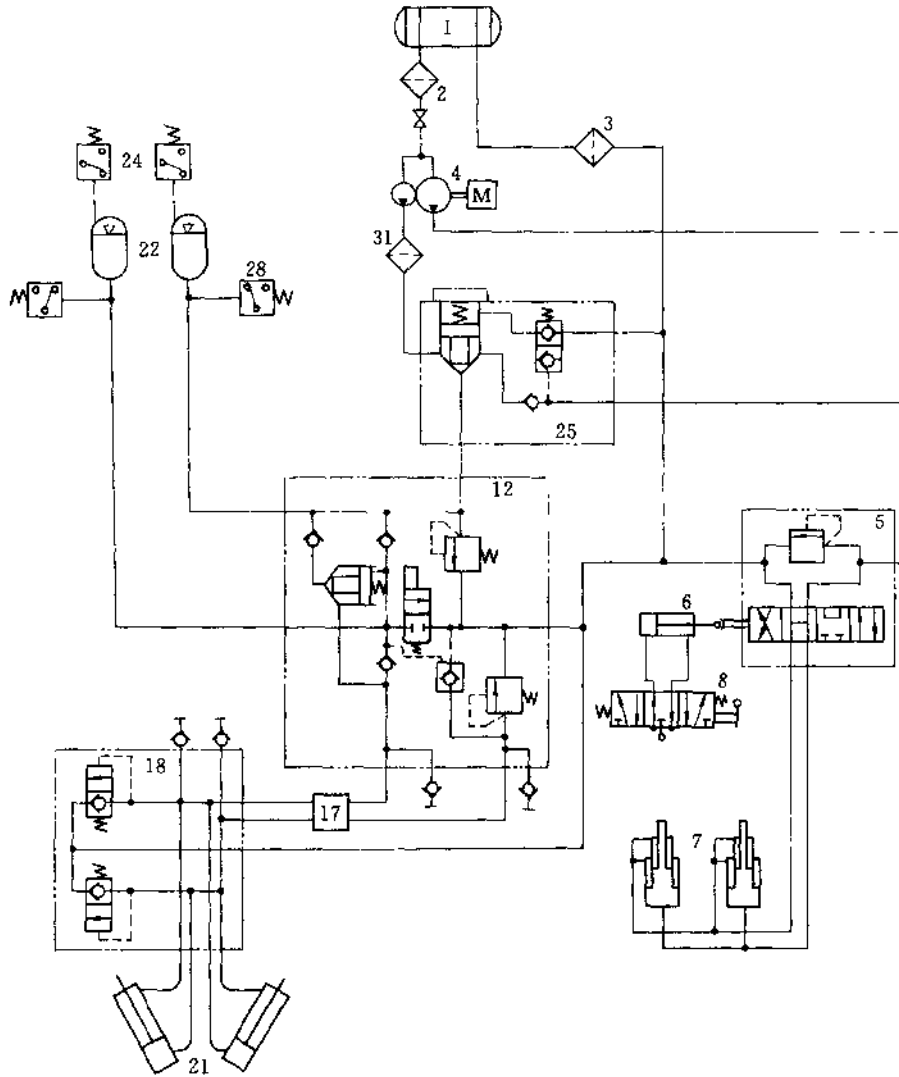
③ 采用全液压制动方式的矿用自卸车,压力油经排放阀组送到全液压制动回路。

## C. 全液压制动系统

图 42.2-9 所示为矿用自卸车全液压制动系统原理图。目前,100 吨级以上的矿用自卸车多采用蹄式气顶油和盘式气顶油制动,而盘式全液压制动方式是美国德来赛公司八十年代来开发的,用于豪牌 630E 型车上,湘潭电机厂生产的 SF32600 矿用自卸车也采用了这种制动方式。

全液压制动系统主要由双路液压制动控制器 1、先导控制器 2,差压组合阀 3、干/湿路面阀 4 和蓄能器 5、6 组成。

当压力油进入排放阀组 12(见图 42.2-7)后,被分别送至转向回路和制动回路。进到制动回路的压力油同时作用到先导控制器 2 和双路液压制动回路上。先导控制器是一个靠液压作用的随动溢流减压阀,由它控制前轮的制动力大小;而控制先导控制器上的油压是取自后轮制动压力,这个压力信号使前、后两轮的制动力保持一定的关系。双路液压制动控制器 1 靠机械(脚踏踏板)或液压驱动,它可同时输出两路压力油



42.2-7 SF32600(630E)型矿用自卸车液压转向和举升回路原理图

分别对左、右两个后轮制动器进行控制,并能实现工作制动、紧急制动、停车制动以及制动联锁等多项控制功能;同时这两路压力油是经过差压组合阀3对后轮制动器进行控制的。送给先导控制器2的控制信号也取自差压组合阀。差压组合阀还将对前、后轮压差值进行控制,使其在规定的范围内,干/湿路面阀4是一个二位四通螺纹插装式电磁换向阀,它的作用是:在不同路面情况下,通过它来改变先导控制器的控制油口来实现前轮制动器在两种不同工况下产生不同的制动力;蓄能器5为工作制动提供备用压力,而蓄能器6用于制动锁定的紧急制动。

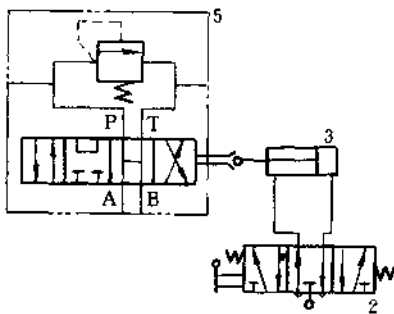


图 42.2-8 举升阀原理图

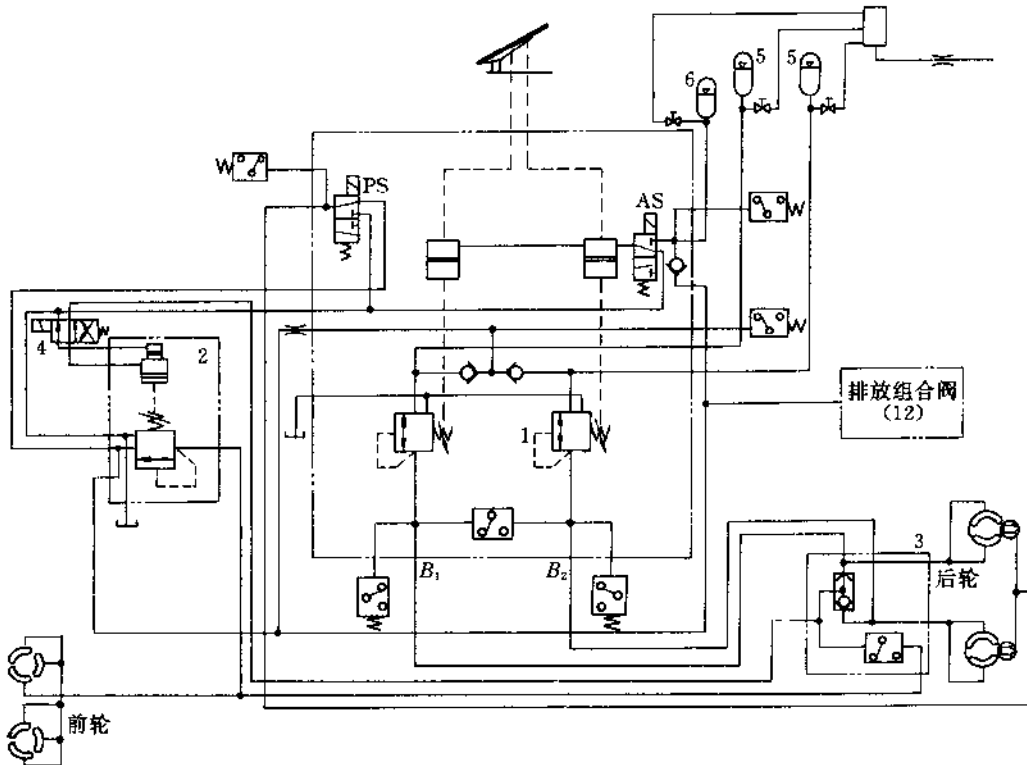


图 42.2-9 矿用自卸车全液压制动系统原理图

双路液压制动控制器的工作原理：

**工作制动** 驾驶员脚踩制动踏板，通过执行器柱塞、弹簧等直接控制调节器阀芯与阀套的开度，它的输出制动压力与制动踏板的位移成正比，输出的制动力通过 B1、B2 口直接作用到后轮制动器上；

**紧急制动** 由驾驶员接通 AS 阀（或供油压力降到 11.2MPa 以下使 AS 阀自动接通时），压力油经 AS

阀作用在柱塞套上，并通过柱塞套将执行器柱塞压到底，输出不可调的最大的制动压力，实现靠液压控制的紧急制动；

**停车制动** 在装铲、翻斗及停车时，由驾驶员将停车制动开关置于“ON”位，使 PS 阀断电，后轮制动器中的制动压力油通过 PS 阀被释放，从而实现靠弹簧作用力施加的停车制动。