

48. 液压技术在通用机械中的应用

48.1 关节式机械手液压系统

本机械手是为 80MN 水压机上料而设计的,要求抓取的最大工件重量为 7000N,最大尺寸为

1080mm,定位精度为 $\pm 1\text{mm}$ 。本机械手属于高精度,重型工业机械手。根据工艺要求及现场情况机械手设计为双四连杆机构,其结构简图如图 48.1-1。

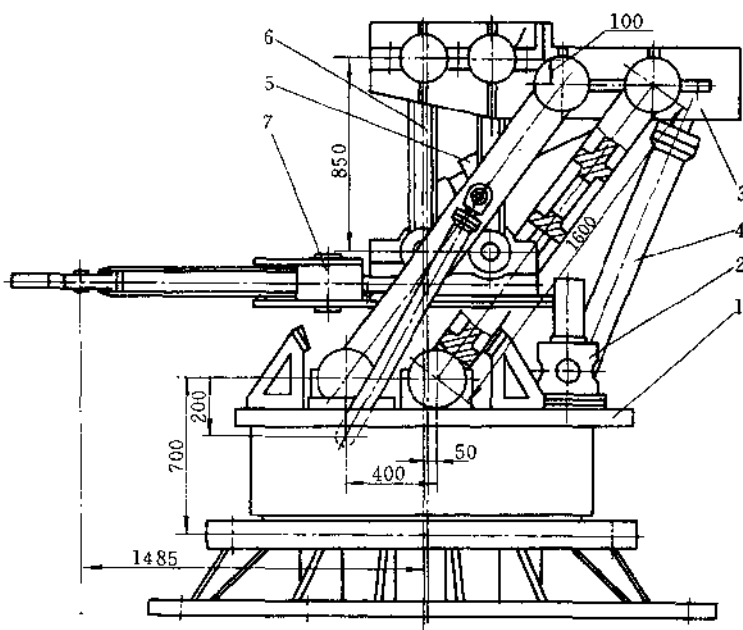


图 48.1-1 JS101 型关节式机械手

本机械手的动作:液压马达 2 驱动手臂回转机构 1,大臂液压缸 4 推动的大臂双四连杆机构 3,小臂液压缸 5 推动的小臂双四连杆机构 6 及夹紧机构 7。机械手所有动作都由计算机控制液压执行机构来完成,共有三个位置闭环控制系统。当大臂液压缸和小臂液压缸同时伸出时,机械手即可平动前进。当两缸缸杆同时缩回时,机械手可平动后退。大臂前伸,小臂后缩,同时控制其运动速度,可使机械手手爪中心沿铅垂线垂直上升。相反,则可实现机械手手爪中心垂直下降。当大、小臂均缩回到最里位置后,机械手整体可在 $0^\circ \sim 105^\circ$ 范围内转动。大、小臂及旋转平台转轴上各装有一旋转编码器,由它们来分别检测大、小臂及旋转

平台转动角度。计算机通过接口板给出控制信号,此信号通过功率放大后驱动伺服阀,阀即有一定的开口,从而推动液压缸,最终使机械手运动。机械手是否到达了目标值,由编码器检测并将检测值反馈给计算机,经闭环控制,使机械手到达目标值。

液压系统原理图如图 48.1-2 所示,其主要特点如下:

- 系统采用泵-蓄能器工作。一台工作,一台备用,由电接点压力表控制其工作制度。
- 系统除夹紧,平衡动作外,均采用伺服阀控制。
- 大臂缸,小臂缸,迴转缸各采用一个伺服阀控制,每个阀前均设有一个小蓄能器,起稳压,减小冲击

作用。

- 伺服阀前后均设有液控单向阀,以防阀间相互干扰。液控单向阀单独由电磁阀控制。

- 系统过滤精度控制措施齐全:总回油路设有回油滤油器。系统压力油出口设有二套带发讯的高压高精度滤油器。一台工作,一台备用。每个伺服阀前还设

有一套带发讯的高压高精度滤油器。系统单设一套泵循环冷却滤油系统。

- 系统设有温控、液位控制。

- 夹紧动作采用电磁阀控制。夹紧力由减压阀调节,为避免夹紧力过大,夹伤热工件,回路中设有压力继电器。

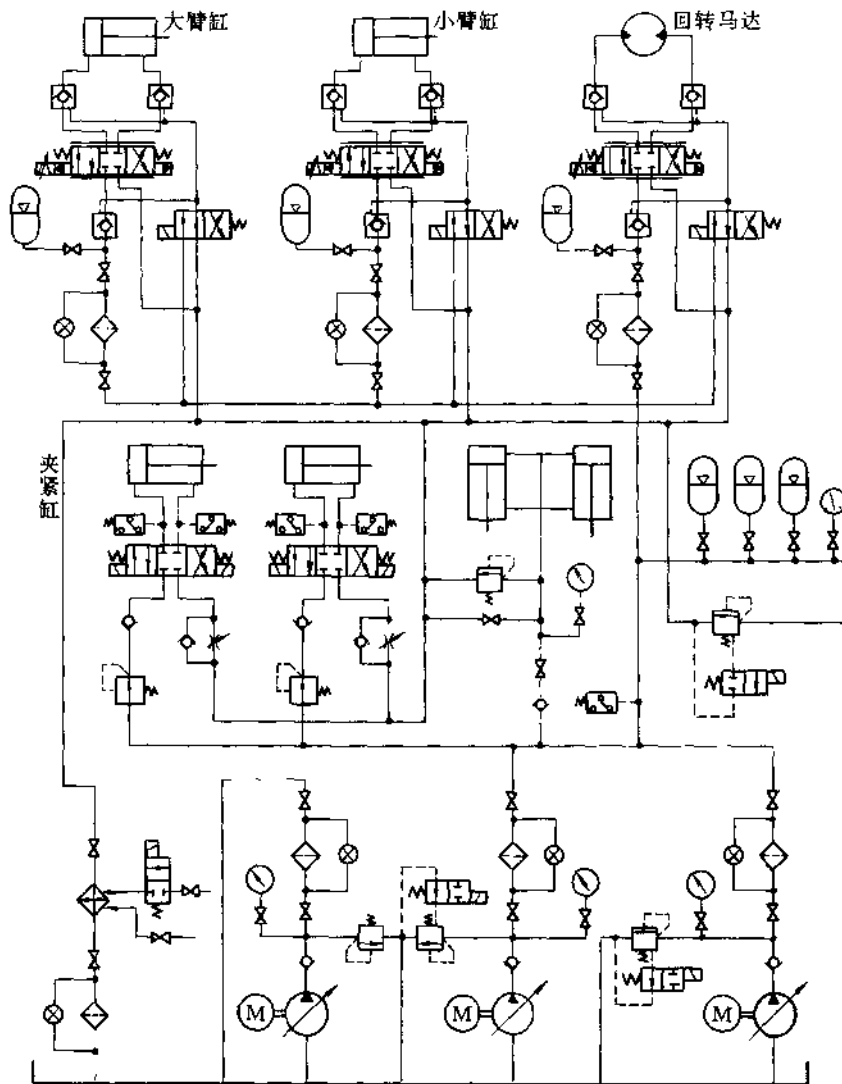


图 48.1-2 关节式机械手液压系统

48.2 水平定向钻液压系统

48.2.1 概述

水平定向穿越江河技术是 70 年代以来在石油定向钻井和铁路、公路横向钻孔技术的基础上发展起来的铺设石油管线的新技术。水平定向钻孔的施工工序是：先从河的一侧，由钻头带动套管向对岸钻出导向孔；当导向孔钻成后，再由扩孔器连同要铺设的管线沿导向孔反向钻回，一边扩孔，一边敷设管线，直至返回对岸，同时，管线铺设完毕。

BPR-5 水平定向钻是引进美国 Reading、Bates 公司的产品，已在我国完成穿越黄河、辽河、黄浦江等河流，最大穿越距离 1300m，回拖管线外径 $\Phi 406\text{mm}$ ，穿越出土点纵向偏差和横向偏差均少于设计误差(1%)。

BPR-5 水平定向钻主要由钻机、动力源、泥浆系统、控向装置和钻具等五大系统组成。

钻机主要技术性能：

钻进额定推拉力	4540kN
钻进最小速度(40t 推拉力下)	0.01 m/s
钻进最大速度(40t 推拉力下)	0.355 m/s
额定推拉力下的钻进速度：	
最大	0.025 m/s
最小	0.0008 m/s
转盘的最大转速	45 r/min
钻机总质量	114.8 t
钻机总功率	2040 kW

BPR-5 水平定向钻控向系统分为地下分支系统和地面分支系统。地下分支系统由传感器、电子仪表单元、蓄电池组和变换器组成，统装在测量套筒内。测量套筒前端与地下马达连接，后端与钻杆连接。地面分支系统由计算机、远程显示器、不间断电源及电缆组成。工作时，地下分支系统通过微波向地面分支系统传送钻头坐标数据，地面分支系统将接收到的钻头运动轨迹与预先确定的设计曲线进行比较，如两条曲线重合，表明钻进方向正确，如不一致，则及时调整钻头纠偏装置，调整钻头的前进方向。

48.2.2 BPR-5 水平定向钻液压系统

BPR-5 水平定向钻液压系统包括：液动力源、钻井架行走—旋转驱动液压系统和泥浆搅拌液压系统。液压系统原理图见图 48.2-1(a)。

液动力源

BPR-5 水平定向钻原动机为二台功率为 1040kW 卡特彼勒 3412-PCTA 柴油发动机。每台发

动机分别驱动四台液压变量柱塞泵。这四台泵分别向钻井架行走液压马达、转盘液压马达、泥浆泵和泥浆罐搅拌器液压马达供油和系统压力补偿，四个阀组起到控制两套油源合流或分流的作用。因此两台发动机既可以单独工作，也可以合并工作。该动力源采用回油过滤和冷却，液压系统额定工作压力为 21MPa。

钻机架行走液压系统原理图见图 48.2-1(b)。

钻机架行走驱动液压系统由八台液压马达通过四套三对齿轮副驱动钻机在底座上前进或后退。其中四台液压马达用于钻机架的高速行走，另外四台液压马达用于钻机架的低速行驶。每台液压马达均配有制动与离合系统，每组液压马达均配有桥式回路，以便保证液压马达的正常工作。钻机架的液压制动系统与高速低速离合系统保证钻机的安全工作。

钻机转盘液压系统

转盘液压系统由四台液压马达和液动换向阀及手动先导换向阀组成，手动换向阀置于驾驶室中，便于遥控液压马达的转动方向和输出转矩。

泥浆泵和泥浆罐搅拌器液压系统原理图见图 48.2-1(c)

泥浆泵是专门用来为钻井提供泥浆的专用设备。BPR-5 水平定向钻配有三台泥浆泵，由六台液压马达，两个一组，每组驱动一台泥浆泵，液压马达的转动方向由手动换向阀控制。

泥浆罐有三组搅拌器，每组搅拌器由一台液压马达驱动，拌合好的泥浆由三台低压离心泵将低压泥浆送到泥浆泵。搅拌器、离心泵、泥浆泵都可以单独使用，也可两台合并使用。

48.3 在物料切割机液压系统

48.3.1 概述

中国自古有“滴水穿石”之说，当今利用超高压水切割石材已成现实。将过滤后的工业用水加压至 100~400MPa，经过直径 0.1~0.3mm 的喷嘴孔口后形成以 500~900 m/s 高速喷射的细径水柱，这个具有高能量的高速水射流可以切割塑料、石棉、碳纤维等软材料。在高速水射流中混入磨料，磨料颗粒被水加速，形成磨料水射流，可以切割金属、石材等硬物料。

高压水切割加工零件的技术是国外 70 年代开发、80 年代发展起来的高新技术。1974 年美国 FLOW 公司研制出世界上第一台水切割机产品，1984 年在美国开始采用磨料水切割技术。目前我国已开始逐步推广应用。

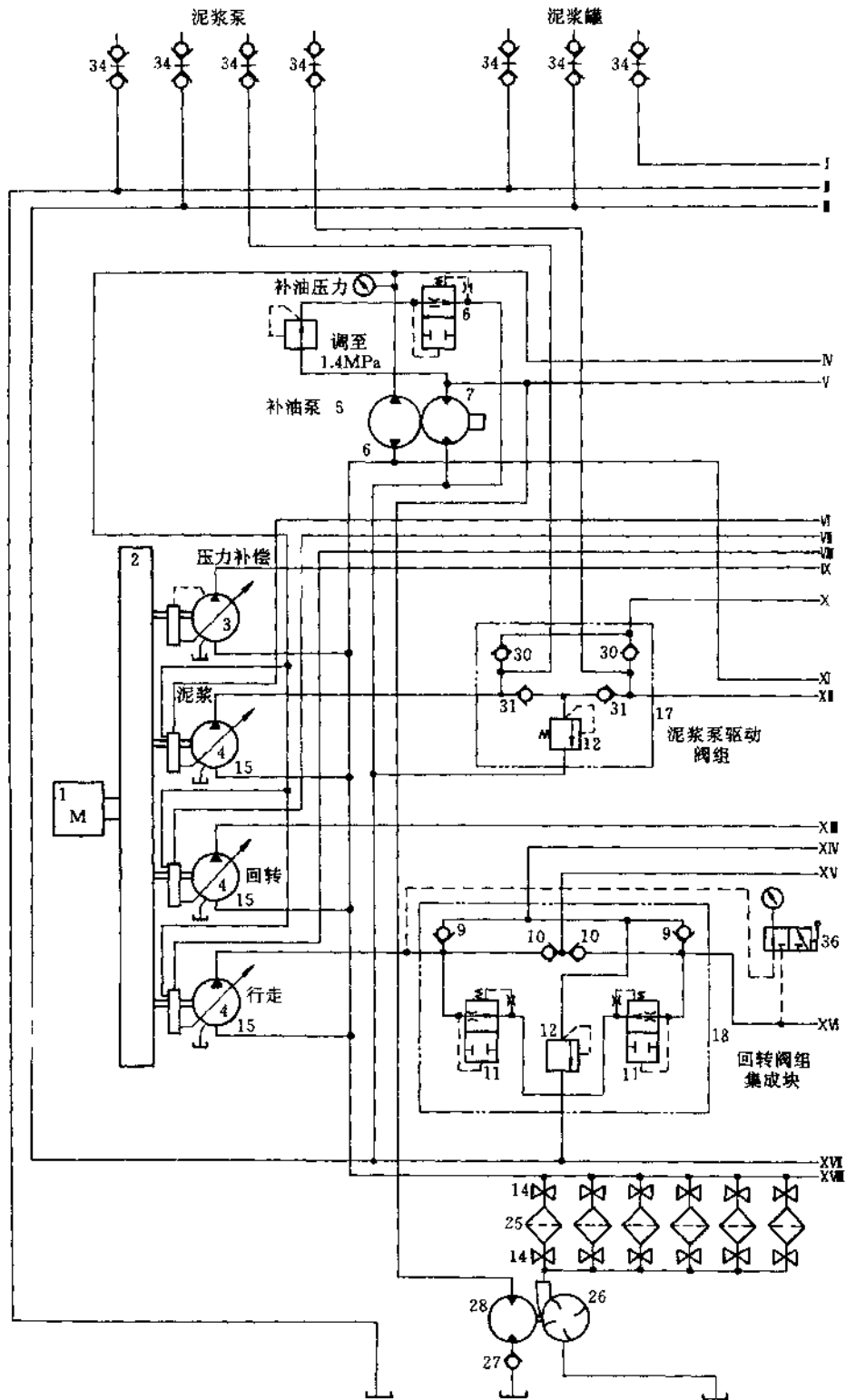


图 48 2-1(a) 液压动力源原理图(之一)

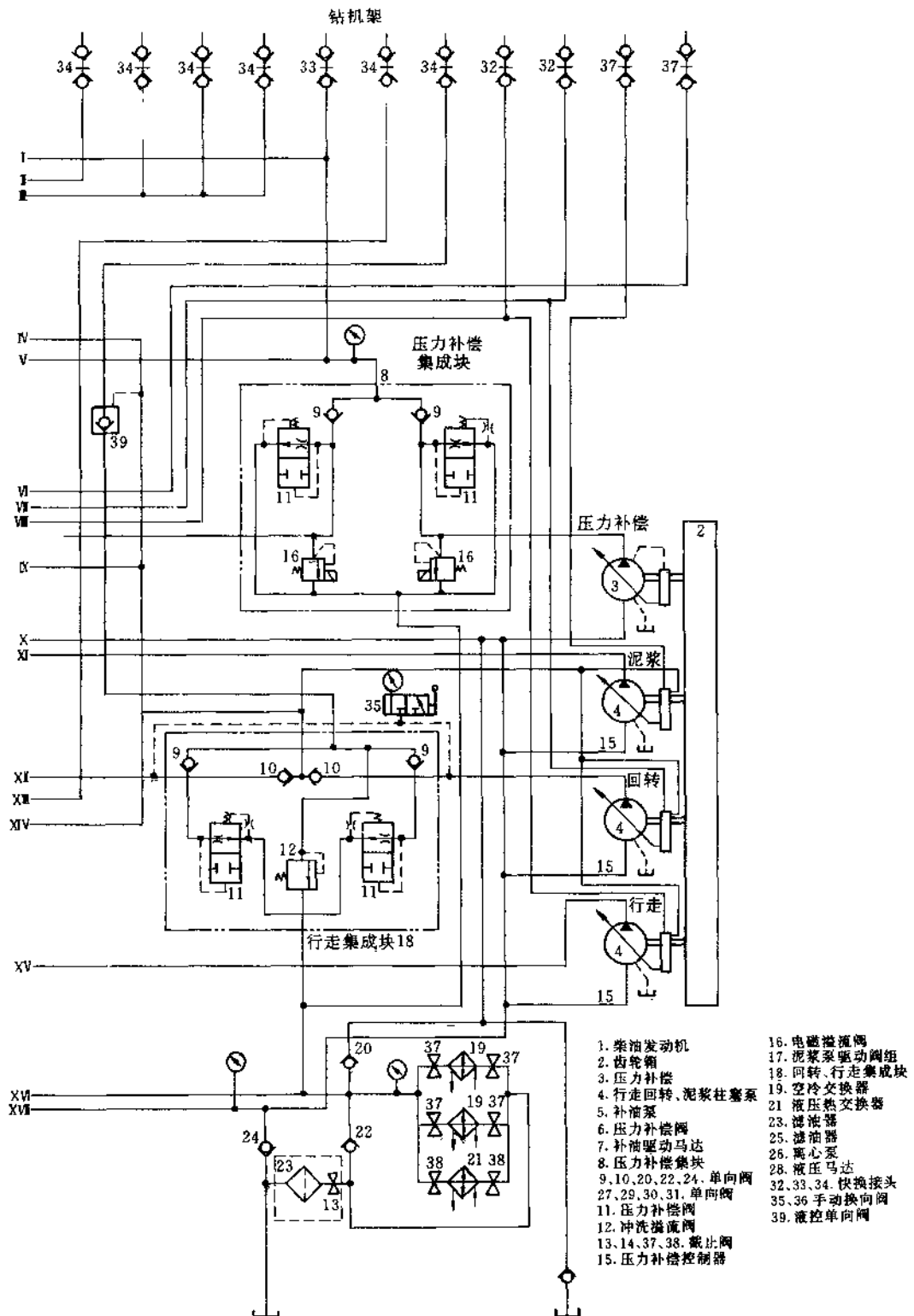


图 48.2-1(a) 液动力源原理图(之二)

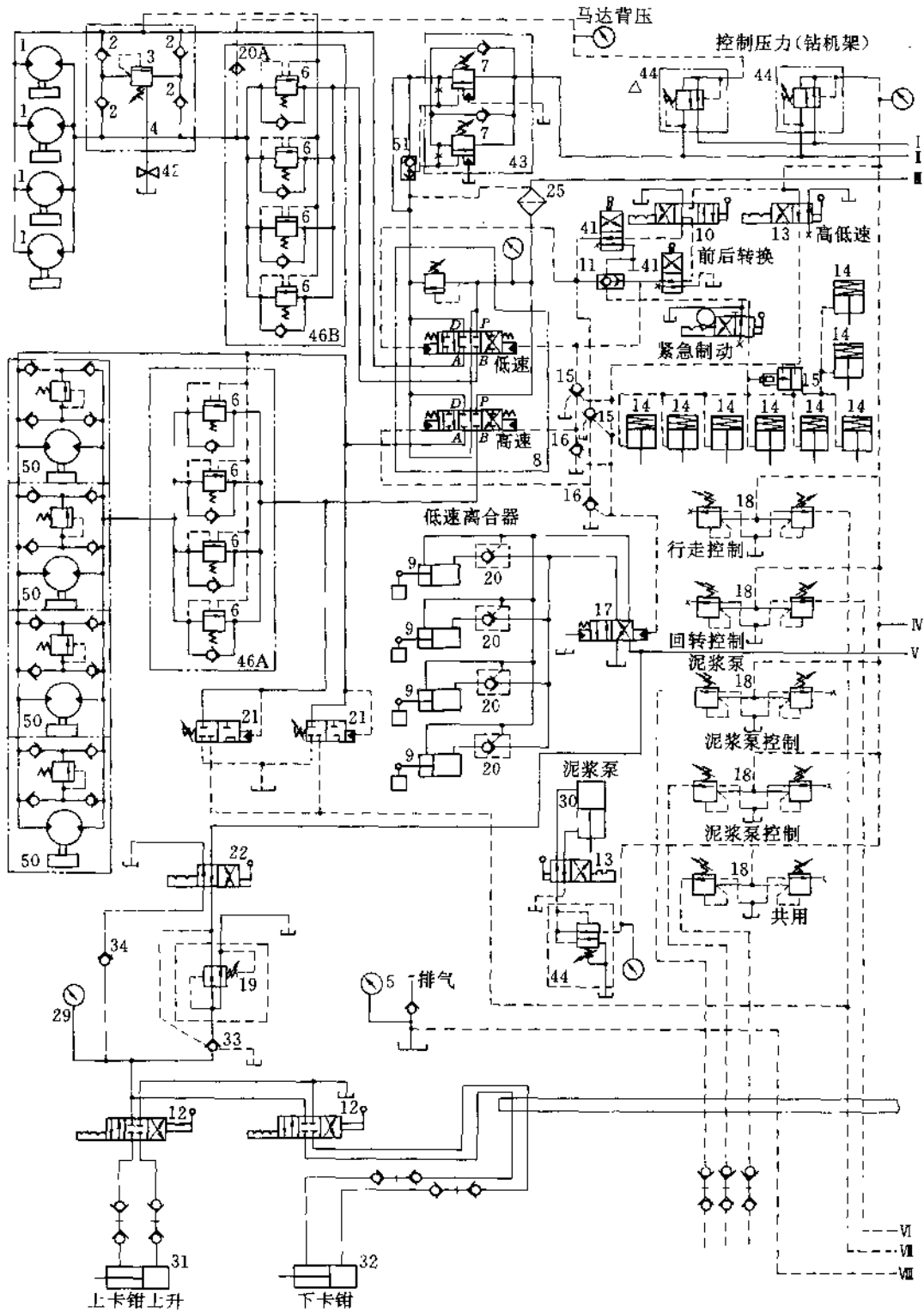


图 48.2-1(b) 钻机架行走回转液压系统原理图(之一)

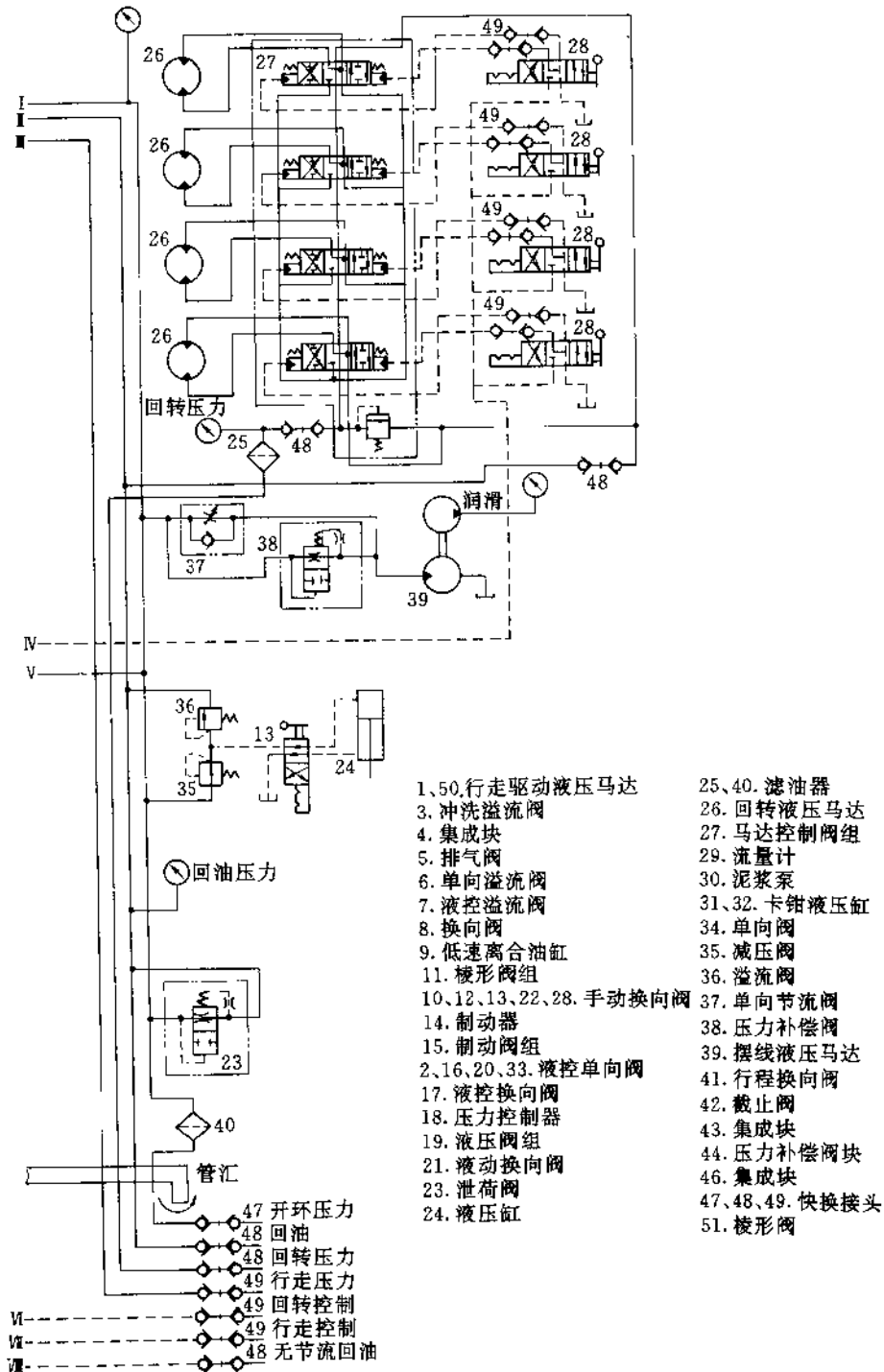


图 48.2-1(b) 钻机架行走回转液压系统原理图(之二)

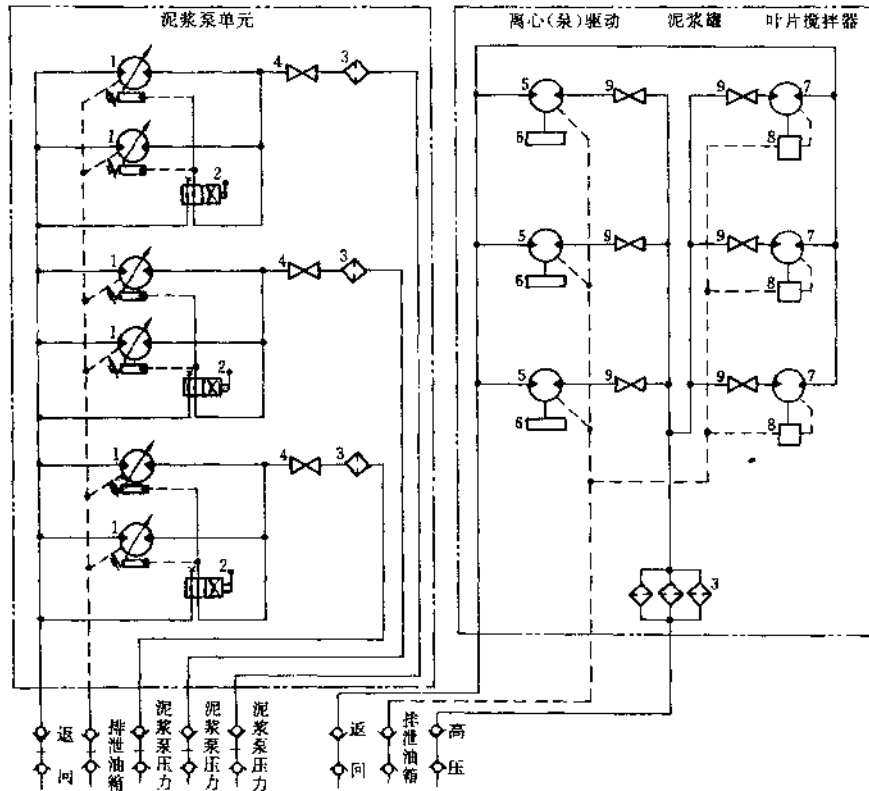


图 48.2-1(c) 泥浆泵及泥浆罐搅拌机液压系统原理图

48.3 物料切割机液压系统

48.3.1 概述

中国自古有“滴水穿石”之说,当今利用超高压水切割石材已成现实。将过滤后的工业用水加压至 100~400MPa,经过直径 0.1~0.3mm 的喷嘴孔口后形成以 500~900m/s 高速喷射的细径水柱,这个具有高能量的高速水射流可以切割塑料、石棉、碳纤维等软材料。在高速水射流中混入磨料,磨料颗粒被水加速,形成磨料水射流,可以切割金属、石材等硬物料。

高压水切割加工零件的技术是国外 70 年代开发、80 年代发展起来的高新技术。1974 年美国 FLOW 公司研制出世界上第一台水切割机产品,1984 年在美国开始采用磨料水切割技术。目前在我国已开始逐步推广应用。

国外许多工业部门都成功地应用了高压水切割技

术。例如,航空航天工业用于切割碳纤维、碳纤维等复合材料,切割时不产生分层、无热聚集,提高了切割质量。切割铝合金、不锈钢、钛等耐热合金,无热影响区、无金相变化,且切缝窄,材料利用率高;汽车制造业用于成形切割仪表盘、地毯、门板、窗玻璃等零件,不用模具,提高了生产线的柔性;建材工业切割陶瓷、大理石、花岗石、玻璃等。切割玻璃纤维(隔热材料)、石棉制品等无粉尘污染;食品工业切割松脆食品、菜、肉等可减少细胞组织损坏,增加存放期,减少破碎损耗;造纸工业用于牛皮纸等分卷切条,其切速可高达 1828m/min,生产率高且无粉尘;包装工业切割波纹箱板,不损坏沟槽,不降低箱板强度。切割泡沫塑料板、蜂窝状合成材料等,无烟尘污染、切速快、无畸变,质量好,能切出很薄的片条;纺织业切割多层布料,水喷嘴可直接装在织机上,切条切速快,无粉尘,且减少了边端损伤;电子工业用于印刷线路板的轮廓切割;玻璃工业用于成形切

割飞机和汽车窗玻璃、复合玻璃及玻璃门孔等；制鞋业
用于切割鞋底、鞋帮等；海上石油井台用磨料水切割金

执行机构、电气控制（数控或一般控制）等部分组成。
其液压原理图见图 48.3-1。工作台 13 上放置工件

右侧水缸中的水增压,输出的超高压水将单向阀 5a 关闭,顶开单向阀 6a 进入蓄能器内,使水压进一步升高,当增压器大活塞右行至行程终点时,2SQ 发信,使 2YA 失电,1YA 通电,又重复前述动作。这样增压器交替往复运动,不断输出超高压水。当达到工艺所要求的切割水压后,即可开始进行切割加工,此时开动控制液压泵 14,使三位四通电磁换向阀 3YA 通电,控制油顶开液控单向阀 10,使高压水经喷嘴 11 喷出切割工件。切割完成后,电气控制指令使电磁阀的电磁铁 3YA 失电,4YA 通电,控制油使液控单向阀 10 迅速关闭。

高压水切割机液压系统的特点是水介质、超高压、

高脉动水压不断变化时,要求系统安全可靠,不能渗漏。往复增压器 4 的超高压水缸,受力大应力高、高周次脉动产生疲劳应力且有水蚀,故缸体材料为高强度不锈钢、由多层预应力或自增强予应力钢丝缠绕而成;往复增压器超压柱塞处装有超高压水介质动密封,多采用自润滑组合密封结构,材质应有高强度、高耐磨性,且能耐水蚀。超高压单向阀 5、6、5a、6a 阀口流速高、水流冲蚀大,阀座比压很高且承受高脉动水压冲击作用,因此应选用高强度、高耐磨性、耐水蚀、且硬度高的材料。超高压系统要有完善的电气液压连锁、严密的安全防护。