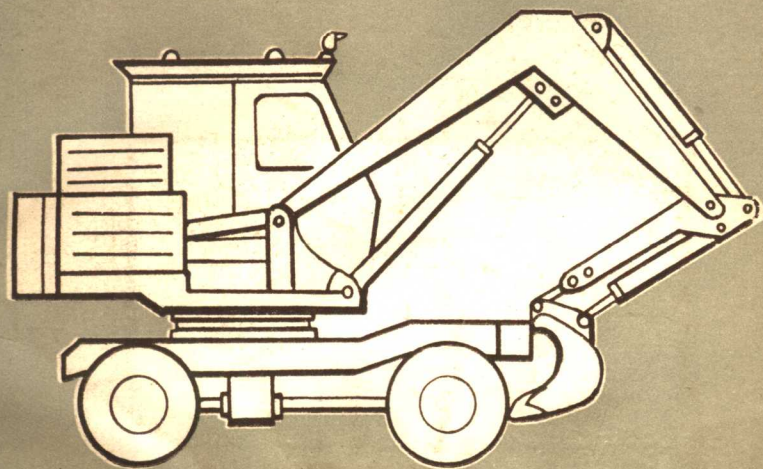


铁路工程机械司机学习丛书



YEYA WAJUEJI

液压挖掘机

人民铁道出版社

铁路工程机械司机学习丛书

液 压 挖 掘 机

铁道部第二工程局第三工程处编

人 民 铁 道 出 版 社

1 9 8 0 年 · 北 京

内 容 提 要

本书共分三章，主要对WY100型和W4-60两种液压挖掘机的工作原理、性能规格、构造、操纵、保养及故障排除几个方面作了介绍。此外，还介绍了液压传动的基础知识。

本书由廖兴华同志执笔。

铁路工程机械司机学习丛书

液 压 挖 掘 机

铁道部第二工程局第三工程处编

人民铁道出版社出版

责任编辑 王俊法 封面设计 关乃平

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{2}$ 印张：3.75 字数：70千

1980年1月第1版 1980年1月第1次印刷

印数：0001—8,000册 定价：0.32元

目 录

概 述	1
第一章 液压传动基本知识	3
第一节 液压传动的工作原理	3
一、工作原理	3
二、液压系统的组成	4
第二节 液压控制元件——阀	7
第三节 液压传动中的有关名词	10
第四节 液压传动的优缺点	11
第五节 液压油	12
一、液压油的一般物理性质	12
二、液压油的品种	14
三、液压油的选择	16
第二章 WY100型液压挖掘机	18
第一节 主要技术参数	19
第二节 构造	23
一、机体结构	23
二、液压元件	28
三、液压系统	39
四、电气系统	45
第三节 操纵	47
一、柴油机的操纵	47
二、作业操纵	50
第四节 保养及故障排除	54
一、技术保养及润滑	54

二、履带张紧度的调整及履带的更换	56
三、油门控制器手柄的调整	56
四、液压系统压力的调整	59
五、故障及排除方法	60
第三章 W ₄ -60型液压挖掘机	63
第一节 技术规格	63
一、整车技术参数	63
二、柴油机	64
三、空压机	64
四、传动机构技术参数	65
五、液压传动技术参数	65
六、回转机构参数	66
七、操纵机构	67
八、容量数据	67
九、挖掘作业参数	67
第二节 构造	69
一、液压传动系统	69
二、机械传动系统	79
三、液压转向系统	85
四、气压操纵系统	92
五、电气系统	101
第三节 操纵	101
一、操纵装置及仪表	101
二、操纵方法	106
三、工作装置的更换	108
第四节 保养润滑及故障排除	110
一、保养与润滑	110
二、常见故障及排除方法	115

概 述

随着机械化施工程度的提高，液压挖掘机的使用范围也在不断的扩大；先进的液压技术和比较理想的油路系统将逐步推广和使用。这就要求从事液压挖掘机工作的工人、技术人员不断地提高技术业务水平，以适应新技术发展的需要。

目前使用的液压挖掘机，可根据以下几个方面来分类：

一、根据挖掘、回转及行走三个主要机构是否采用液压传动来分，有全液压挖掘机和半液压挖掘机。

全液压挖掘机是挖掘、回转及行走三大主要机构均为液压传动，如WY100型、W2-100型等。

半液压传动是三大主要机构中的某一个或两个部分采用液压传动，如W4-60型液压挖掘机的走行部分，采用了机械传动。

二、根据走行部分分类，有履带式、轮胎式、汽车式、悬挂式及拖式等。

履带式接地比压小、重心低，稳定性好，目前使用最广泛。

轮胎式行走速度快，机动性好。行走部分一般采用机械传动或单个油马达集中传动。

悬挂式液压挖掘机，是将工作装置安装在拖拉机上，其优点是装卸方便，可一机多用。

拖式挖掘机没有行走传动机构，行走时由拖拉机牵引。

汽车式液压挖掘机一般采用标准的汽车底盘。

三、根据回转机构的活动范围来分，有全回转和非全回

转（小于 270° ）两种。

四、根据工作装置的结构来分，有铰接式和伸缩臂式液压挖掘机。

从1952年法国生产了世界上第一台液压挖掘机后，在法国、西德、美国和日本等国从试制阶段而进入大量使用的阶段。1968年至1970年，液压挖掘机产量已占挖掘机总产量的83%。并且使用范围不断扩大，其工作装置已发展到可更换为正铲、反铲、抓斗、起重、推土及钻孔等，甚至多达几十种不同作业的装置。液压挖掘机斗的容量最大已达 $6 \sim 8$ 米³。

从1958年开始，我国液压挖掘机的研制工作不断加强。液压元件厂和有关机械的研制单位相继建立。目前的产品已逐步实现通用化、标准化和系列化。七十年代初，我国相继研制了W4-40、W4-60、W4-60A、WY100和W2-200型等液压挖掘机，目前已进入大批量生产和使用阶段。

第一章 液压传动基本知识

用液体作为工作介质进行能量传递的传动机构，叫做液体传动。

液体传动根据传动方法和原理的不同，可分为两种形式：

1. 以液体静压力靠改变容积进行能量传递的方法叫做容积式液力传动，简称液压传动，又称静压传动。因其具有可靠性好、工作效率高又便于润滑等优点，所以被广泛使用在挖掘机、起重机、机床等机械上。

2. 以液体的动能进行能量传递的方法叫做动液传动。采用动液传动的机械又可分为液力偶合器和液力变矩器两种。因其具有减少排档数、适应性能好、延长机械寿命等优点，所以已被用在装载机、内燃机车、载重汽车等机械上。

第一节 液压传动的工作原理

一、工作原理

从图 1—1 中看到，当油泵的活塞在外力 F_1 作用下，以一定的速度 V_1 向左移动时，将油泵左腔内的油液经油管推入油缸右腔内；由于压力油的推动，油缸的活塞克服外力 F_2 ，以 V_2 的速度向左移动，油缸左腔内的油液经油管流入油泵右腔。当油泵活塞向右移动时，则产生与上相反的运动。这样，如果不断地把油泵活塞左右移动时，即可产生油缸活塞的左右运动，这便是液压传动的简单工作原理。

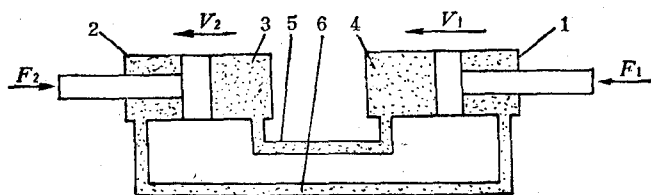


图 1-1 液压传动示意图

1 — 油泵； 2 — 油缸； 3、4 — 油管； 5、6 — 油管。

二、液压系统的组成

图 1-2 是简单液压系统的示意图。当用动力机械（内燃机或电动机）带动油泵 3 转动时，便把液压油从油箱 2 中吸入，并输出压力油进入油管 7。当换向阀的阀杆 11 处于中间位置时，油液由油管 7 右端进入换向阀，并经油管 10 直接回油箱。当阀杆向右移至阀的右端时，压力油便由油管 7 左端进入换向阀，经油管 8 进入油缸 6 的小腔（左腔），推动

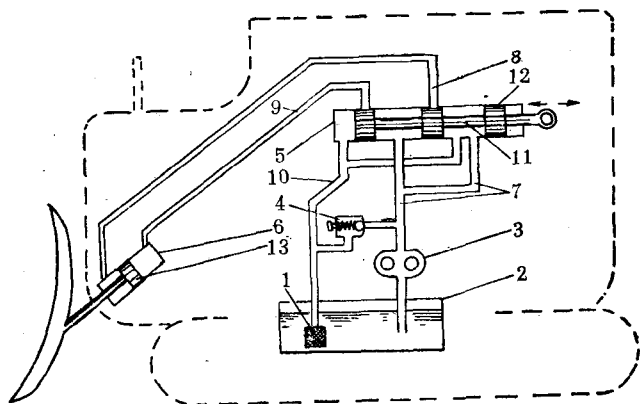


图 1-2 简单液压系统

1 — 滤油器； 2 — 油箱； 3 — 油泵； 4 — 安全阀； 5 — 换向阀阀体； 6 — 油缸； 7、8、9、10 — 油管； 11 — 阀杆； 12 — 阀肩； 13 — 活塞。

活塞13右移。此时油缸6大腔（右腔）的油经管路9、换向阀左腔、油管10、滤油器1流回油箱。当阀杆移至左端，则压力油便由油管7的左支管、换向阀、油管9，进入油缸6的大腔（右腔），推动活塞杆13伸出。此时油缸小腔（左腔）的油经管路8及10的右支管、滤油器1进入油箱。

安全阀是为了防止系统过载。即当活塞杆受到过大阻力，油压达到设计的最大允许压力时，便克服安全阀4中的弹簧力使其打开，油液直接流回油箱。否则因油压过高，将会引起系统中各零部件的破坏等事故。滤油器1用以过滤掉油液中的杂质，以减少各液压件在运动中的磨损。






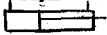



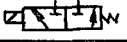
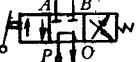





从以上分析可以看出，液压系统是为了完成某种特定任务而设置的。而实际上为了满足各种机械的动作要求，在液压系统中还要加入各种各样的控制元件。因此，一个完整的液压系统应由以下几部分组成：

1. 动力元件——油泵。是用来将机械能转变为液体压力能的能量转换装置。
2. 执行元件——油缸或油马达。是将液体压力能转变为直线往复或旋转运动机械能的能量转换装置。
3. 控制元件——包括方向、压力、流量等控制阀。用来控制传动装置，以满足对工作的要求。
4. 辅助元件——包括油箱、滤油器、加热器、冷却器、蓄能器、管路和接头等。有些则是用来改善传动装置的质量。
5. 工作介质——油液。用来传递能量。

将各种液压元件用管路按一定的方式连接和组合起来，以实现机械的作业要求，称为液压系统。用特定的简单符号绘出这些元件及相互关系的图，称为液压系统图（又称油路图）。液压系统图只反映系统中各元件的基本关系，不表示具体结构形式。

在液压系统图中，常用的液压元件符号见表 1—1。

表 1—1

名 称	符 号	说 明
控制管路， 或泄漏管路	----	
通油箱管路		油管端部在油面之上 油管端部在油面之下
交错管路和 管路接头		
单向定量 油 泵		
单向变量 油 泵		
双向定量 油马达		油马达可以正反转
双作用油缸		
单向阀		
节流阀		限制流量大小
安全阀、 溢流阀		阀芯在弹簧作用下，阀的P口与O口（回油口）不相通， 当P口压力升高后P口与O口接通
一种二位 合流阀		方块中“/”表示阀内油流通道。符号“⊥”表示封闭油路
三位四通分 配阀(M型)		阀有三个工作位置，四个连接油口，P、O为进、出油口。 A、B与液压马达或油缸相通。图中是中位空载回油位置
粗滤油器		
细滤油器		
冷却器		
转 阀		这种转阀，阀体上有四个油口，P通油泵。A、B通油缸或 油马达，O通油箱。称为二位四通转阀
双向逆 止阀		当A向P流通，B被封闭；当从B向P流通，A被封闭

第二节 液压控制元件——阀

液压传动与其他传动相比的一个主要特点是，使用较多类型和数量的阀，来控制液流的方向、流量和压力，以实现液压机械在不同作业情况下的动作要求。

阀的种类很多，按其在液压系统中的作用，可分为以下三类（见表1—2）。

1. 压力控制阀——用以控制或调节液压系统中液体压力的阀类，如安全阀、溢流阀、背压阀等。

2. 流量控制阀——使油液流量维持在一定的数值，用以调节工作机构的运动速度，如节流阀、行程控制阀。

3. 方向控制阀——用于控制液流的方向，有换向阀和单向阀两种，换向阀又分为滑阀和转阀两种。

在液压挖掘机中，用得最多的是换向阀（又称操纵阀）。经常用换向阀来直接控制液压挖掘机各工作机构的运动方向。为了减少换向阀的安装体积，便于油路连接，往往将几个换向阀和安全阀用螺栓连结起来，或将阀体做成一个整体，称为多路换向阀组，又称为多路组合阀。


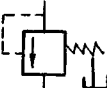
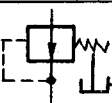

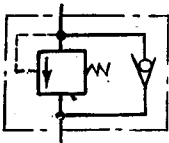


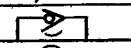



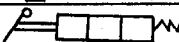


阀门型换向阀的密封性好、动作灵敏，但打开阀门所需的力较大，因此用得很少。

转阀型换向阀靠阀芯在阀体内旋转来改变液体流向，因径向力不平衡，密封性较差，多用于低压系统。

滑阀型换向阀是靠阀杆在阀体内移动位置来控制液流方向，在液压挖掘机上用得最广。滑阀位数按阀杆在阀体中有几个工作位置而定，在系统图中用方块的数目表示，有二位、三位和多位之分。滑阀体上主油路的进出油口数称为通数。一般三位阀的中间方块表示阀的中间位置。滑阀在中间


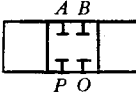
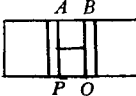
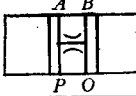
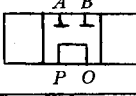
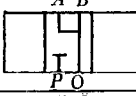
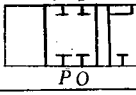
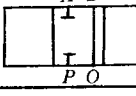
阀 的 分 类 和 用 途

表 1 — 2

类 别	符 号	用 途
压 力 控 制 阀	简单溢流阀 	1. 使液压系统中的压力保持恒定 2. 防止系统过载
	减压阀 	用于减低系统中的压力, 即阀的出口压力低于进口压力, 并能自动保证出口压力恒定
	直控顺序阀 	顺序阀是利用油路压力来控制油缸或油马达顺序动作, 以实现油路的自动控制, 改变顺序阀上、下盖的安装位置, 可以派生出卸荷阀及平衡阀(防止油缸及工作机构由于自重而下滑)
	卸荷阀 	
	直控平衡阀 	
流 量 控 制 阀	固定式节流阀 	调节通过阀的流量, 以改变工作机构的工作速度
	可调式节流阀 	
	单向节流阀 	
方 向 控 制 阀	二位电磁换向阀 	换向阀是用以实现液压油路的换向, 顺序动作及卸荷的阀
	二位液控换向阀 	
	电液动换向阀 	
	手动换向阀 	
制 止 阀	压力表开关 	切断或接通压力表与油路的连接
	截止阀 	

位置时的通路形式，称为滑阀机能。如滑阀机能有O型、H型、M型等，见表1—3所示。

阀的通路形式和滑阀机能 表1—3

通路数	滑阀机能	名称	符 号	作 用
二位 二通				
三位 四通	O	中间封闭		在中间位置时，口全闭，油不流动
三位 四通	H	中间开启		在中间位置时，口全开， 泵卸载油缸成浮动式
三位 四通	X	中间半开 启连接		中间位置时，各油口与O连通， 但P口的油保持一定的压力
三位 四通	M	P、O连接		在中间位置时，A、B口关闭， 泵卸载
三位 四通	Y	A、O、B 连 接		中间位置时，泵口关闭，油缸浮动
三位 四通	OP			中间位置时，滑阀机能为“O” 型，滑阀在另一端位置时，滑阀 机能为“P”型
三位 四通	J	B、O连接		中间位置时，压力油进口P与一 油缸出口A封闭，另一出油 口B与回油口连通

图中通路P表示压力油进口，O表示回油口，A、B表示通向油缸或油马达的油口。

为便于对阀类的设计和生实现标准化和系列化，常常

利用同一结构的阀体，分别配以不同结构的阀杆，从而得到多种不同机能的阀。因为阀体的生产较复杂，采取上述措施，就有利于阀体进行成批生产。

第三节 液压传动中的有关名词

1. 压力：一般情况下，把单位面积所受的力称为压力，通常以公斤/厘米²或公斤/毫米²、水柱或水银柱高度（毫米或厘米）以及多少个大气压等单位表示。

$$\begin{aligned} 1 \text{ 个大气压} &= 760 \text{ 毫米水银柱} \\ &= 1033.6 \text{ 毫米水柱} \\ &= 1.0336 \text{ 公斤/厘米}^2 \end{aligned}$$

我国液压系统中，压力分为五级，每级的范围见表 1—4。

压力分级范围 表 1—4

级 别	低 压	中 压	中 高 压	高 压	超 高 压
压 力 压力范围 公斤/厘米 ²	0 ~ 25	>25 ~ 80	>80 ~ 160	>160 ~ 320	>320

在工程机械上常用的是中高压或高压。低、中压常被用于辅助系统或操纵系统。

2. 流量：单位时间内液体流过的体积称为流量，一般用升/分表示。

3. 功率：单位时间内所作的功称为功率。在液压系统中，流量和压力的乘积即为功率。在具体使用上，常用千瓦（kW）或马力（HP）表示。1千瓦等于1.36马力。

4. 泄漏：单位时间内所漏油的体积，称泄漏，以升/分

表示。

泄漏有内、外两种。外泄漏是系统内漏到外面的油液；内泄漏是指高压腔漏到低压腔的油液，导致容积效率降低。

第四节 液压传动的优缺点

液压传动与机械传动、电传动和气压传动相比，具有如下优点：

1. 在设备具有同样功率的条件下，液压传动装置重量轻、体积小、设备简单、零部件少。从表 1—5 中即可明显看出，液压挖掘机比机械传动的挖掘机具有的优点。

液压与机械传动比较

表 1—5

机 型 比较项目	WY100型(液压)	W1001型(机械)
斗 容 量	1 米 ³	1 米 ³
柴油机功率	130 马力	120 马力
理论生产率	240 米 ³ /小时	180 米 ³ /小时
挖 掘 力	11 吨	9 吨
机 重	25 吨	41 吨
零件总数	750 多件	1500多件
齿 轮 数	6 只	35 只
回 转 速 度	8 转/分、	4.6转/分
行 走 速 度	两档： 1.7和3.4公里/小时	一档： 1.5公里/小时

2. 能在很大范围内实现无级变速。最高与最低转速之比可达1000比1，并能得到较低的稳定转速。

3. 便于维护和操纵。液压传动与电传动或机械传动相比，节省大量的中间传动和控制装置。

4. 由于液压传动件均在油中工作，能自行润滑，从而

提高了机械的工作可靠性和延长零件的使用寿命。

5. 液压元件易于实现标准化、通用化和系列化。目前我国的部分液压元件(如油泵、油马达、控制阀等)已经系列化。

但是, 液压传动也存在着以下缺点:

1. 由于漏油, 影响了工作效率, 因此对配合件的加工精度要求较高。

2. 当液压油的温度和粘度变化时, 会影响传动效果。在低温或高温条件采用, 有较大困难。

3. 油液中如渗入空气, 则会产生噪音、震动以及爬行(蠕动)现象, 导致工作不平稳。

4. 发生故障时, 确定原因和排除故障都比较困难。

第五节 液 压 油

在液压系统中, 液压油除作为传递能量的工作介质外, 它还兼有润滑和冷却传动系统的作用。因此液压油质量和品种是否符合要求, 直接影响整个机械的寿命和工作效率。

一、液压油的一般物理性质

1. 油的粘度

液体流动时, 分子间的互相粘结和摩擦的阻力称为粘性。表示粘性大小的物理量, 称为粘度。度量粘度的单位有动力粘度、运动粘度和相对粘度三种, 我国主要采用运动粘度。

(1) 动力粘度

面积各为 1 厘米²和相距 1 厘米的两层液体, 当其中的一层以 1 厘米/秒的速度相对于另一层液体运动时, 在二者之间所产生的阻力称为动力粘度, 其物理单位为泊(达因·秒/厘米²)、厘泊(1/100泊)。