



# 进口挖掘机液压系统 结构原理与维修

JINKOUWAJUEJIYEXITONG  
JIEGOUYUANLIYUWEIXIU

章信才 主编

辽宁科学技术出版社

# 进口挖掘机液压系统 结构原理与维修

章信才 主编

辽宁科学技术出版社

沈 阳

**图书在版编目 (CIP) 数据**

进口挖掘机液压系统结构原理与维修/章信才主编.  
沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2008. 7  
ISBN 978 - 7 - 5381 - 5503 - 7

I. 进… II. 章… III. ①挖掘机—液压系统—构造  
②挖掘机—液压系统—维修 IV. TU621

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 086144 号

---

出版发行: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路 29 号 邮编: 110003)

印刷者: 沈阳全成广告印务有限公司

经销者: 各地新华书店

幅面尺寸: 210mm × 285mm

印 张: 38.5

插 页: 7

字 数: 900 千字

印 数: 1~4000

出版时间: 2008 年 7 月第 1 版

印刷时间: 2008 年 7 月第 1 次印刷

责任编辑: 董 波

封面设计: 杜 江

版式设计: 于 浪

责任校对: 王玉宝

---

书 号: ISBN 978 - 7 - 5381 - 5503 - 7

定 价: 118.00 元

编辑部电话: 024 - 23284062

邮购热线: 024 - 23284502 23284357

E-mail: elecom@mail.lnpgc.com.cn

http: //www.lnkj.com.cn

# 前 言

在交通、水利、能源、矿山等基础建设工程中，挖掘机起着非常重要的作用。当前，我国经济发展迅速，各项工程建设速度不断加快，挖掘机的销量、保有量增长很快，与之相对应，挖掘机的维修量也增长很快。

进口挖掘机液压系统由泵、马达、阀、缸和辅助元件等组成，其结构复杂，技术含量高，维修难度大，广大读者迫切需要进口挖掘机液压系统的维修资料，鉴于此，我们编写了这本《进口挖掘机液压系统结构原理与维修》。

本书的特点是：

(1) 内容全面。本书对进口挖掘机的液压系统介绍得全面、系统、具体，书中首先介绍了一些必备的液压基础知识，然后详细介绍了液压系统中泵、阀、马达、油缸以及辅助元件的结构和工作原理，接着介绍了液压系统各主要部件的拆卸和安装方法，最后介绍了各种机型的液压系统测试标准、故障诊断方法以及零件修复方法。

(2) 实用性强。在编写本书时，作者不仅参考了大量维修资料，而且将多年来的维修心得和经验加入其中，使本书的实用性很强。

(3) 机型新。本书不仅介绍了一些保有量大的老机型（如小松 PC200-3、小松 PC200-5、小松 PC60-7、日立 EX200-2、神钢 SK200-1、大宇 DH220-5、住友 SH200 等），而且还介绍了很多最新款机型（如加藤 HD820-Ⅲ、小松 PC200-7、小松 PC200-8、日立 ZAXIS200、日立 ZAXIS200-3、卡特 320C、卡特 320D、神钢 SK200-6E、神钢 SK200-8 等）。

本书由章信才主编，参加编写工作的人员有：万宝华、杜乾、彭敏、王祥军、章信哆、黄琳、冯金铃、王灿、李洪军、袁伟芝、潘朋、罗小龙、谢灿、王彬、肖求平、朱松林、覃模极、陈双龙、阳灿、张翠、韦才勤、黄培银、李淑英、黄瑞、赵彤、蓝哲勤、章烁、陈万辉、章曼叶、陈志越、陈韶端、章博毅、张利、唐英俊、杨云志、唐国、张波、刘小玲、刘立忠、胡德全、胡德兰、罗卫东、张昊、林小曼、焦咏梅、姚剑、王文靖、李华、许欣、黄琼、李永湘、李权、欧永红、蒲国杰、陈全、洪佳、丁子龙、宋发亮、张致恒、陈桂东、陈焕波。高义双、刘毅、高峰、王翠麟、田野、王权、常超、高义奎、王东林等同志做了大量绘图工作，在此表示感谢！

由于时间仓促，水平和精力有限，书中不当或错误之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

# 目 录

<b>第一章 液压基础知识</b> .....	1
<b>第一节 液压传动原理</b> .....	1
一、液压系统基本构成 .....	1
二、液压系统常用图形和符号 .....	2
三、液压回路 .....	12
四、液压传动功率计算 .....	20
<b>第二节 流体力学基础知识</b> .....	22
一、液压油的性质 .....	22
二、挖掘机液压系统用油要求 .....	22
三、流体的力学性质 .....	23
四、压力损失 .....	25
五、油液在缝隙和小孔中的流动 .....	26
六、液压冲击和气穴现象 .....	29
七、摩擦和润滑 .....	29
<b>第二章 挖掘机液压系统技术原理</b> .....	39
<b>第一节 挖掘机液压系统的结构和功能</b> .....	39
一、挖掘机液压系统的功能要求 .....	39
二、挖掘机液压系统流行设计方案 .....	39
<b>第二节 液压泵</b> .....	43
一、泵油原理 .....	44
二、泵变量形式和变量原理 .....	46
三、泵的控制 .....	47
四、常见液压泵工作原理和结构 .....	49
<b>第三节 主控制阀</b> .....	132
一、主控制阀的基本功能 .....	132
二、常用主控制阀的结构和工作原理 .....	139
<b>第四节 回转马达和减速机</b> .....	220
一、回转马达的要求和工作原理 .....	220
二、常用回转马达的结构和工作原理 .....	220
三、回转减速机 .....	234
<b>第五节 行走马达和减速机</b> .....	238
一、行走马达的要求和工作原理 .....	238
二、常用行走马达的结构和工作原理 .....	239
三、行走减速机 .....	258
<b>第六节 回转中心接头（分油盅）</b> .....	260

第七节 油缸	261
第八节 先导系统	264
一、先导泵、先导油滤清器和先导溢流阀	264
二、先导操纵阀（PPC 阀）	264
三、安全截止阀（先导截止阀）	265
四、蓄能器	267
五、其他先导控制	267
第九节 液压破碎锤（炮头）	271
一、液压破碎锤的种类	271
二、液压破碎锤的结构和工作原理	272
三、液压破碎锤的安装	275
四、液压破碎锤使用注意事项	275
五、氮气的检查和填充	276
六、液压油和滤清器	277
第十节 液压辅件	278
一、回油单向阀	278
二、液压油箱和滤清器	279
三、壳体排油滤清器	279
四、液压油散热器	280
第十一节 相关电气控制	281
一、与液压系统相关的电气控制元件	281
二、挖掘机的机电液一体化控制	283
<b>第三章 拆装和检查</b>	<b>299</b>
<b>第一节 一般知识</b>	<b>299</b>
一、注意事项	299
二、螺栓	300
三、胶粘剂和润滑剂	301
四、检查方法	303
<b>第二节 常用液压泵的拆装和检查</b>	<b>305</b>
一、川崎 K3V 系列液压泵	305
二、日立 HPV 系列液压泵	312
三、力士乐 A8V 系列液压泵	326
四、卡特系列液压泵	326
五、小松系列液压泵	331
<b>第三节 主控制阀的拆装和检查</b>	<b>336</b>
一、日立 ZAXIS200 主控制阀	336
二、小松主控制阀	352
三、卡特主控制阀	352
四、神钢主控制阀	357
五、住友主控制阀	362
六、沃尔沃主控制阀	364

<b>第四节 回转马达和减速机的拆装和检查</b> .....	365
一、M2X 和 M5X 系列回转马达 .....	365
二、KMF 系列回转马达 .....	368
三、小松 PC200 -7 回转减速机 .....	371
四、小松 PC200 -6 回转减速机 .....	373
五、卡特挖掘机的回转马达和减速机.....	373
六、日立回转减速机.....	374
<b>第五节 行走马达和减速机的拆装和检查</b> .....	379
一、行走马达.....	379
二、行走减速机.....	391
<b>第六节 回转中心接头的拆装和检查</b> .....	403
一、小松挖掘机回转中心接头.....	403
二、卡特挖掘机回转中心接头.....	404
三、日立挖掘机回转中心接头.....	404
四、其他机型回转中心接头.....	408
<b>第七节 油缸的拆装和检查</b> .....	411
一、油缸拆装注意事项.....	411
二、小松油缸.....	412
三、日立 ZAXIS200 油缸 .....	414
四、其他机型油缸.....	414
五、拆装油缸时常用重型扳手.....	418
<b>第八节 先导操纵阀的拆装和检查</b> .....	419
一、左、右先导操纵阀.....	419
二、行走先导操纵阀.....	426
<b>第四章 测试标准和故障诊断</b> .....	433
<b>第一节 液压系统测试方法、参考测试标准和液压泵输出特性（参考）</b> .....	433
一、液压系统测试方法.....	433
二、液压系统参考测试标准.....	439
三、液压泵输出特性（参考） .....	463
<b>第二节 故障诊断</b> .....	472
一、故障诊断信息采集.....	473
二、故障诊断一般方法.....	477
<b>第三节 故障代码</b> .....	481
一、卡特 320C 故障代码 .....	481
二、卡特 320B 和 330B 故障代码 .....	483
三、卡特 320 故障代码.....	484
四、卡特 320D 故障代码 .....	485
五、小松 PC200 -8 故障代码 .....	486
六、小松 PC200 -7 故障代码 .....	489
七、小松 PC200 -6/PC300 -6/PC400 -6 故障代码.....	491
八、日立 ZAXIS200 -3 故障代码 .....	492

九、日立 ZAXIS200 故障代码 .....	496
十、日立 EX200 - 5 故障代码 .....	496
十一、日立 EX200 - 2 和 EX200 - 3 故障代码 .....	497
十二、神钢 SK200 - 8 故障代码 .....	497
十三、神钢 SK200 - 6 故障代码 .....	501
十四、神钢 SK200 - 2 和 SK200 - 3 故障代码 .....	501
十五、加藤 HD820 故障代码 .....	502
十六、住友 SH200 - 3 故障代码 .....	503
十七、住友 SH210 - 5 主机系统故障代码和发动机系统故障代码 .....	503
十八、大宇 DH220 - 5 故障代码 .....	506
十九、现代 R220 - 5 和 R225LC - 7 故障代码 .....	507
二十、沃尔沃 EC210B 故障代码 .....	508
<b>第四节 典型故障分析</b> .....	<b>510</b>
一、发动机过载（憋车） .....	510
二、所有动作都慢或无力 .....	511
三、全车无动作 .....	512
四、一侧不能行走（一侧前进、后退都完全不动） .....	513
五、一侧的多种动作同时没有或动作很慢、无力（如铲斗动作和右行走动作同时没有） .....	513
六、行走跑偏 .....	514
七、行走无力 .....	515
八、复合动作不良（同时进行动臂上升和斗杆收回操作时，动臂动作过慢） .....	516
九、动作响应慢（时滞长） .....	516
十、动作发抖 .....	517
十一、不能回转 .....	517
十二、回转制动距离过大 .....	518
十三、油缸沉降过快 .....	518
十四、泵或马达有异响 .....	519
十五、液压油温度过高（油温报警） .....	520
十六、油缸活塞杆弯曲变形 .....	521
十七、空挡压力过高（甚至启动困难） .....	522
十八、漏油 .....	523
<b>第五章 零件修复</b> .....	<b>524</b>
<b>第一节 零件失效分析</b> .....	<b>524</b>
一、零件磨损失效分析 .....	524
二、零件变形失效分析 .....	527
三、零件断裂（破裂）失效分析 .....	527
四、零件腐蚀失效分析 .....	528
<b>第二节 常用修复工艺</b> .....	<b>530</b>
一、机械加工修复工艺 .....	530
二、焊补修复工艺 .....	531
三、电镀修复工艺 .....	531



四、其他修复技术和工艺·····	533
<b>第三节 典型零件修复</b> ·····	<b>538</b>
一、液压泵变量活塞与泵壳体活塞孔的修复·····	538
二、主控制阀阀杆与阀体孔配合间隙超差的修复·····	538
三、其他常用零件的修复·····	538
 <b>第六章 最新款挖掘机（卡特 320D 挖掘机、日立 ZAXIS200 -3 挖掘机、 小松 PC200 -8挖掘机、住友 SH210 -5挖掘机）液压系统和电控系统简介</b> ·····	 <b>540</b>
一、卡特 320D 挖掘机 ·····	541
二、日立 ZAXIS200 -3 挖掘机 ·····	544
三、小松 PC200 -8 挖掘机 ·····	566
四、住友 SH210 -5 挖掘机 ·····	580

# 第一章 液压基础知识

液压技术是目前发展速度最快的技术之一，特别是近年来与微电子、计算机技术相结合，液压技术的发展进入了一个新的阶段。

## 第一节 液压传动原理

### 一、液压系统基本构成

液压系统主要由液压泵、换向阀、液压缸、液压马达、安全阀、溢流阀、滤清器、散热器、液压管路和油箱等组成，它是在密封容器中以液压油作为工作介质来进行动力传动的。下面以液压千斤顶为例来说明最基本的液压工作原理，如图 1-1-1 所示。

杠杆手柄、小缸体、小活塞、单向阀 5 和 9 组成了手动柱塞式液压泵。大缸体和大活塞组成了举升液压缸，支撑重物。活塞和缸体为配合良好的密封关系。除油池外，其他部件均要达到密封的要求。

抬起杠杆手柄，使小活塞向上移动，活塞下腔密封容积增大，并形成真空，此时单向阀 9 打开，单向阀 5 关闭，油池中的液压油通过吸油管进入小活塞下腔，完成了一次吸油动作。压下杠杆手柄，小活塞向下移动，活塞下腔密封容积减小，油压力升高，此时单向阀 5 打开，单向阀 9 关闭，液压油进入举升液压缸活塞下腔，驱动大活塞，使重物上升一段距离，完成一次压油动作。反复地抬、压杠杆手柄，就能使液压油不断地进入举升液压缸，使重物不断升高，达到起重的目的。若想收回（或降下）大活塞，则将放油阀旋至放油位置，排掉大活塞下腔的液压油，大活塞可以在自重或外力的作用下收回。以上就是液压千斤顶的工作原理。

下面以挖掘机铲斗液压系统为例，说明液压系统的基本组成，如图 1-1-2 所示。

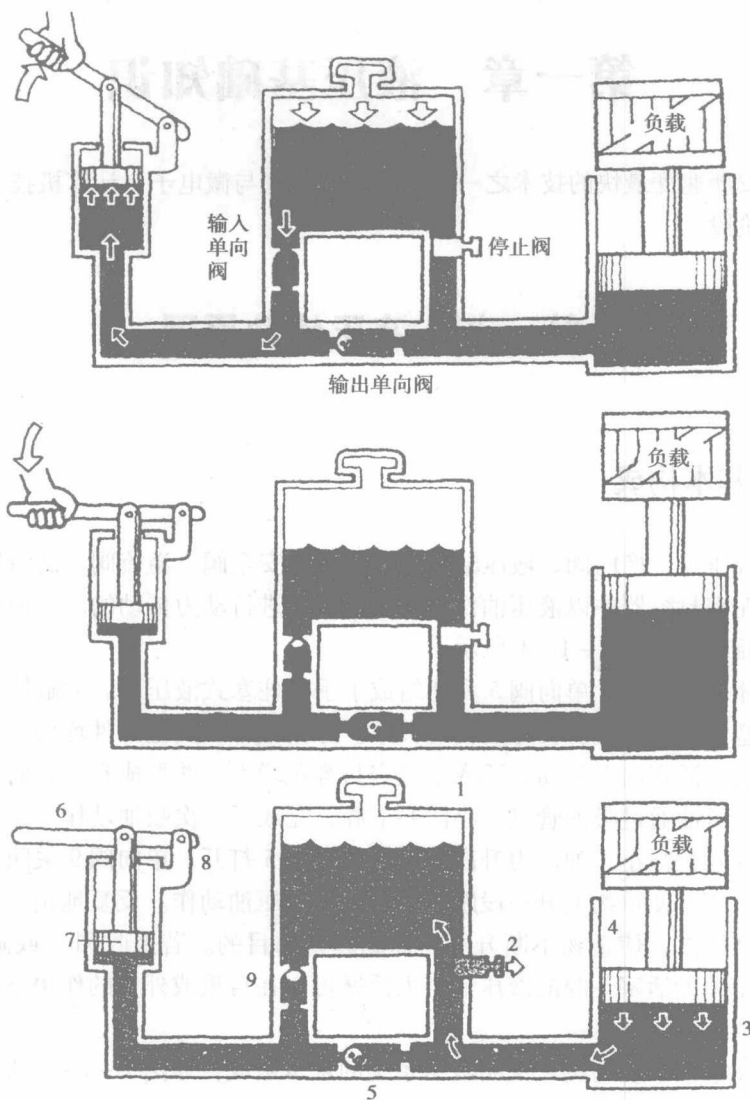
挖掘机铲斗液压系统主要由液压泵、换向阀、液压缸、溢流阀、滤清器、油箱和油管等组成。发动机带动液压泵从油箱内吸油，将油以一定的压力输入到工作系统管路，这样液压泵就将发动机的机械能转换成了油液的压力能，为铲斗液压缸工作提供了动力来源。液压泵泵出的液压油首先经过油管进入换向阀内，图 1-1-2 所示位置表示经过换向阀的液压油作用于有杆腔，推动活塞向下运动，活塞杆缩回，此时铲斗进行卸土动作。液压缸无杆腔的液压油经油管 10、换向阀、油管 8 流回油箱。

当操纵换向阀上移一个工位时，液压油经换向阀、油管 10 进入液压缸的无杆腔，推动活塞向上运动，活塞杆伸出，此时铲斗进行挖掘动作。液压缸有杆腔的液压油经油管 9、换向阀、油管 8 流回油箱。由此可见，换向阀在液压系统中的作用是控制油液的流动方向，从而使挖掘机铲斗处于不同的工作状态。

装设溢流阀的目的是限制液压系统的最高压力，防止系统过载。当液压缸伸缩杆受到过大的外载荷，而使液压系统压力超过了允许的设计值时，溢流阀开启，液压泵泵出的油液经溢流阀、油管 8 流回油箱，以达到卸载的目的，使液压系统的油液压力不超过规定值。否则，将因油压不断升高而损坏系统中的零部件。滤清器的作用是将油液中的杂质滤除掉，减少液压元件的磨损。油箱除了有储存油液的作用外，还有一定的散热作用。

由以上内容可知，液压系统基本由以下几部分组成：

(1) 动力元件——液压泵。它的作用是将发动机的机械能转换成液压油的压力能，为液压系统提供动力源。



1. 油池 2. 放油阀 3. 大缸体 4. 大活塞 5、9. 单向阀 6. 杠杆手柄 7. 小缸体 8. 小缸体

图 1-1-1 液压千斤顶的工作原理

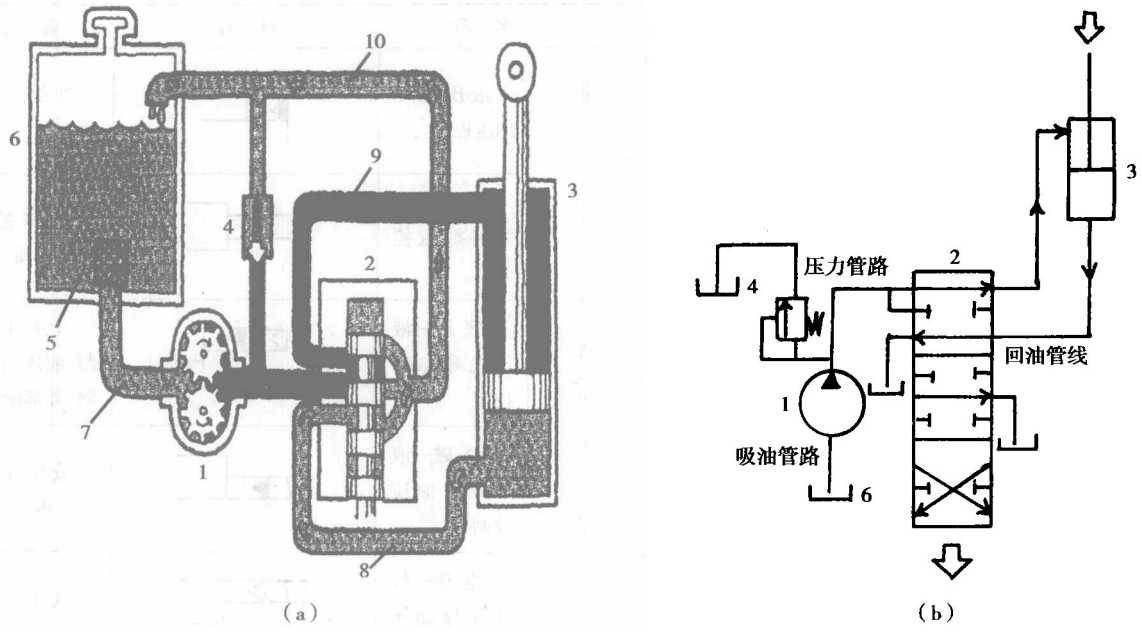
(2) 控制和传感元件——各种液压阀（如以上讲到的换向阀和溢流阀）和传感器等。它们的作用是控制液压油的流动方向、流量和压力，并将相关信息反馈给操作者或控制器，以满足液压系统的工作要求。

(3) 执行元件——液压缸和液压马达。它们的作用是将液压油的压力能转换为机械能。液压缸带动部件（如铲斗）作往复运动，液压马达带动部件（如链轮）作回转运动。

(4) 管道和附件——油管、油箱、滤清器、散热器、蓄能器等。

## 二、液压系统常用图形和符号

图 1-1-2 (a) 中的液压元件基本上是用半结构式图形画出来的，所以称为结构原理图，这种图形直观易懂，但当液压元件较多时就显得繁琐，也不容易绘制。因此，国内外都广泛采用用元件符号绘制的



1. 液压泵 2. 换向阀 3. 液压缸 4. 溢流阀 5. 滤清器 6. 油箱 7、8、9、10. 油管

图 1-1-2 挖掘机铲斗液压系统

液压系统原理图，如图 1-1-2 (b) 所示。元件符号脱离了元件的具体结构，只表示元件的功能，这使图形简化，原理简单明了，便于设计、绘制、阅读和分析。

液压系统常用元件符号见表 1-1-1 ~ 表 1-1-10。

表 1-1-1 机械控制装置和控制方法符号

名称	符号	备注	名称	符号	备注		
机械控制装置	直线运动的杆		箭头可省略	人力控制方法	不指明控制方式的符号		
	旋转运动的轴		箭头可省略		按钮式		
	定位装置				拉钮式		
	锁定装置		开锁的控制方法		按一拉式		
	弹跳机构				手柄式		
					单向踏板式		
			双向踏板式				

名称	符号	备注	名称	符号	备注		
机械控制方法	顶杆式		压力控制方法	液压先导加压控制		外部压力控制	
	可变行程控制式			液压二级先导加压控制		内部控制, 内部泄油	
	弹簧控制式			气压-液压先导加压控制		气压外部控制, 液压内部控制, 外部泄油	
	双向滚轮式			电磁-液压先导加压控制		液压外部控制, 内部泄油	
电气控制方法	单向滚轮式			箭头可省略	电磁-气压先导加压控制		气压外部控制
	单作用电磁铁			电气引线可省略, 斜线也可向右下方	液压先导		内部控制, 内部泄油
	双作用电磁铁				卸压控制		内部控制, 带遥控泄放口
	单作用比例电磁铁				电磁-液压先导控制		外部控制, 外部泄油
	双作用力矩马达				先导型压力控制阀		带压力调节弹簧, 外部泄油, 带遥控泄放口
	电动机				先导型比例电磁式压力控制阀		内部泄油
	直接加压或卸压控制			反馈控制方法	外部电反馈		电位器、差动变压器等位置检测器
	差动控制				内部机械反馈		随动阀仿形控制回路
直接内部压力控制		控制通路在元件内部					
直接外部压力控制		控制通路在元件外部					
气动先导加压控制		内部压力控制					

表 1-1-2 管路、管路连接口和接头符号

名称		符号	名称		符号
管路	连接管路		管路连接接口	带连接措施的排气口	
	交叉管路			不带单向阀的快换接头	
	柔性管路			带单向阀的快换接头	
管路连接接口	连续放气装置			单通路旋转接头	
	间断放气装置		三通路旋转接头		
	单向放气装置				
	不带连接措施的排气口				

表 1-1-3 液压泵、液压马达和液压缸符号

名称	符号	备注	名称	符号	备注
液压泵	单向定量液压泵		液压(气)马达	单向定量马达	▼ 液压马达 ▽ 气马达
	双向定量液压泵			双向定量马达	
	单向变量液压泵			单向变量马达	
	双向变量液压泵			双向变量马达	

名称		符号		备注	名称		符号		备注
泵   马达	定量液压 泵—马达				双 作 用 缸	单活塞杆 缸	详细符号 	简化符号 	
	变量液压 泵—马达					双活塞杆 缸	详细符号 	简化符号 	
	液压整体 式传动装置					不可调单 向缓冲缸	详细符号 	简化符号 	
摆动马达					可调单 向缓冲缸	详细符号 	简化符号 		
单 作 用 缸	单活塞杆 缸	详细符号 	简化符号 		不可调双 向缓冲缸	详细符号 	简化符号 		
	弹簧复位 式单活塞杆 缸	详细符号 	简化符号 		可调双 向缓冲缸	详细符号 	简化符号 		
	伸缩缸	详细符号 	简化符号 		伸缩缸				
	气—液转换器	详细符号 	简化符号 		单程作用		连续作用 		
	增压器	详细符号 	简化符号 		单程作用		连续作用 		

表 1-1-4 方向控制阀符号

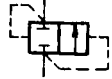

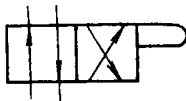
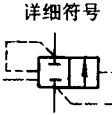


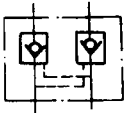
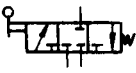
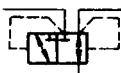

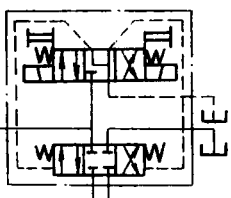
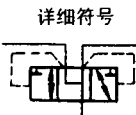
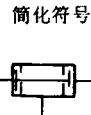


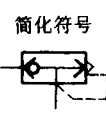
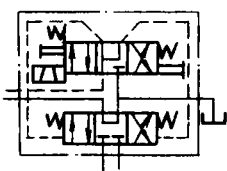



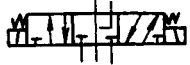

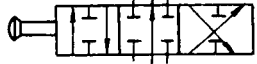
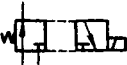


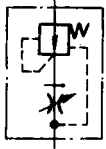


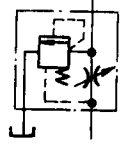

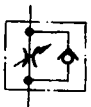
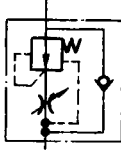
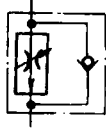




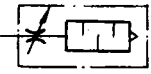
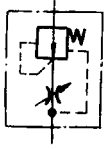
名称	符号	备注	名称	符号	备注			
单向阀	详细符号  简化符号 	弹簧可以省略	换 向 阀	二位四通 机动换向阀				
液控单向阀	详细符号  简化符号 	弹簧可以省略		二位五通 液动换向阀				
液压锁				三位三通 手动换向阀				
梭 阀	或门型梭 阀	详细符号  简化符号 		三位四通 电液换向阀	详细符号		内控外 泄	
	与门型梭 阀	详细符号  简化符号 			简化符号		外控内 泄	
快速排气阀	详细符号  简化符号 			详细符号				
换 向 阀	二位二通 手动换向阀			常闭	三位五通 电磁换向阀	简化符号		
				常开				
	二位三通 电磁换向阀				三位六通 手动换向阀			
				带中间过 渡位置				



表 1-1-5 流量控制阀符号

名称	符号	备注	名称	符号	备注
节流阀	可调节流阀 详细符号  简化符号 		调速阀	带温度补偿的调速阀 详细符号  简化符号 	
	不可调节流阀 			旁通型调速阀 详细符号  简化符号 	
	可调节单向节流阀 			单向调速阀 详细符号  简化符号 	
	截止阀 			分流阀 	
	减速阀 			集流阀 	
	带消声器的节流阀 			调速阀 详细符号  简化符号 