

液压维修技能图解 速成系列 

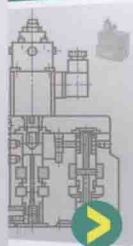
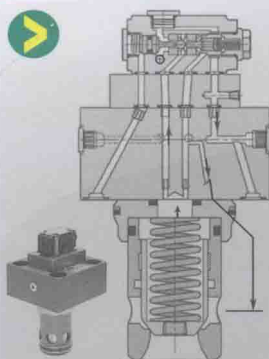
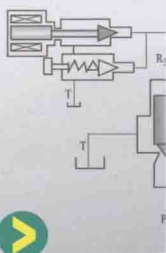
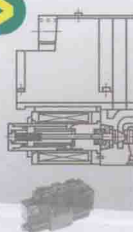
图解

液压阀维修

陆望龙 等编著



TUJIE YEYAF
WEIXIU



化学工业出版社

液压维修技能图解 速成系列

图解

液压阀维修

陆望龙 等编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是《液压维修技能图解速成系列》中的第三本。全书内容涵盖了各类液压阀,包括方向阀、压力阀、流量阀、叠加阀、插装阀、伺服阀、比例阀等的维修,重点讲解维修操作方法及拆装步骤。

本书内容理论结合实际,以实际维修应用为宗旨,以短期提升实际技能为突出目标,适于初级液压维修工人阅读,也可作为相关企业培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

图解液压阀维修/陆望龙等编著. —北京:化学工业出版社, 2014. 10
(液压维修技能图解速成系列)
ISBN 978-7-122-21576-5

I. ①图… II. ①陆… III. ①液压控制阀-维修-图解
IV. ①TH137.52-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 182860 号

责任编辑:黄 滢

文字编辑:陈 喆

责任校对:蒋 宇

装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装:大厂聚鑫印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张 8¼ 字数 232 千字

2014 年 11 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

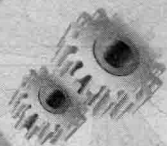
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:36.00 元

版权所有 违者必究

目录

CONTENTS



笔者应邀编写这套丛书的目的是想为从事液压维修工作的初、中级技术人员和技术工人提供一套图文并茂、实用性和可操作性强的液压维修读物——《液压维修技能图解速成系列》。本系列图书共五个分册：第一分册为《图解液压维修基础》；第二分册为《图解液压泵维修》；第三分册为《图解液压阀维修》；第四分册为《图解液压缸和液压马达维修》；第五分册为《图解液压辅件维修》。

读者通过对本系列图书的系统阅读，可以掌握基本的液压原理，看懂液压系统图，熟悉液压元件的基本结构，会拆装、检修各种常见的液压元件，会进行故障分析与排除，并且会修理液压元件。

本书是第三分册《图解液压阀维修》，内容包括：

1. 液压阀基础知识；2. 方向阀的维修；3. 压力阀的维修；4. 流量阀的维修；5. 叠加阀的维修；6. 插装阀的维修；7. 伺服阀的维修；8. 比例阀的维修八个部分的内容。学习这些内容，是做好维修工作的基础。

本书中介绍了各种阀的工作原理与结构，介绍了各种阀的结构特点与拆装方法，查找和排除故障的方法，以及维修方法。学习这些内容，是维修液压阀的基础。只有对每一种阀的工作原理懂透，弄清楚各种阀的结构，才能去拆装阀，才能准确找到出故障的零件位置，才能找出故障原因所在，才能排除掉阀的故障，最终能去修理好阀。

本丛书由陆望龙等编著，参编人员还有：刘钰锋、陈黎明、张汉珍、朱声正、陶云堂、汪桂兰、陆桦、马文

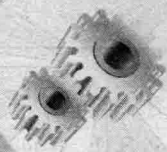
科、朱皖英、但莉、陈旭明、江祖专、朱兰英、李刚、陆泓宇。

由于编者水平有限，加之时间仓促，不足之处在所难免，请广大读者批评指正！

编著者

目录

CONTENTS



第1章 阀的基础知识

- 1.1 液压控制阀的功用 /1
- 1.2 液压阀的分类 /1
- 1.3 液压阀的通径 /2
- 1.4 常用液压阀组件的配合间隙 /3
- 1.5 通过阀的额定流量的规定 /4
- 1.6 内泄漏 (泄漏损失) /6
- 1.7 污物卡紧与液压卡紧 /7
 - 1.7.1 两种卡紧现象的含义 /7
 - 1.7.2 减少卡紧力的措施 /8

第2章 方向阀

- 2.1 单向阀 /11
 - 2.1.1 单向阀的类型 /11
 - 2.1.2 单向阀的工作原理 /11
 - 2.1.3 单向阀的外观、结构 /12
 - 2.1.4 单向阀的应用 /12
 - 2.1.5 单向阀的结构与拆装 /14
 - 2.1.6 维修要领 /16
 - 2.1.7 故障排查 /18
 - 2.1.8 梭阀 /20
- 2.2 液控单向阀 /22
 - 2.2.1 单液控单向阀的工作原理、结构与拆装 /22
 - 2.2.2 双向液控单向阀的工作原理、结构与拆装 /26
 - 2.2.3 液控单向阀的应用 /29
 - 2.2.4 液控单向阀的故障分析与排除 /32

- 2.3 换向阀 /36
 - 2.3.1 换向阀的“位”与“通” /36
 - 2.3.2 三位换向阀的中位机能与过渡位置 /38
 - 2.3.3 换向阀的操纵方式 /41
- 2.4 电磁换向阀 /43
 - 2.4.1 工作原理与图形符号 /43
 - 2.4.2 结构 /46
 - 2.4.3 电磁阀的公称通径与底面尺寸排列和三位电磁阀中位机能的判定 /50
 - 2.4.4 怎样排除电磁阀故障 /52
- 2.5 液动换向阀与电液动换向阀 /56
 - 2.5.1 液动换向阀 /56
 - 2.5.2 电液动换向阀 /59
 - 2.5.3 液动换向阀与电液动换向阀的故障分析与排除 /66

第3章 压力阀的维修

- 3.1 溢流阀的维修 /72
 - 3.1.1 直动式溢流阀 /73
 - 3.1.2 先导式溢流阀 /75
 - 3.1.3 电磁溢流阀 /79
 - 3.1.4 卸荷溢流阀 /82
 - 3.1.5 溢流阀的应用 /84
 - 3.1.6 溢流阀的故障排除 /87
 - 3.1.7 溢流阀的拆装 /89
- 3.2 减压阀的维修 /94
 - 3.2.1 工作原理 /94
 - 3.2.2 结构 /99
 - 3.2.3 减压阀的应用回路 /100
 - 3.2.4 减压阀的故障排除 /101
 - 3.2.5 减压阀的拆装 /106
- 3.3 顺序阀的维修 /107
 - 3.3.1 顺序阀的分类 /108
 - 3.3.2 直动式顺序阀 /108

- 3.3.3 先导式顺序阀 /111
- 3.3.4 顺序阀的应用及回路 /112
- 3.3.5 顺序阀常见故障及处理 /118
- 3.3.6 顺序阀与单向顺序阀的拆装 /122
- 3.4 压力继电器 /122
 - 3.4.1 工作原理 /122
 - 3.4.2 结构 /123
 - 3.4.3 压力继电器的应用 /123
 - 3.4.4 压力继电器(压力开关)常见故障排查 /124

第4章 流量阀的维修

- 4.1 概述 /126
 - 4.1.1 流量控制阀的分类 /126
 - 4.1.2 节流阀阀口的流量与阀口形状 /127
- 4.2 节流阀与单向节流阀的维修 /129
 - 4.2.1 工作原理 /129
 - 4.2.2 结构 /129
 - 4.2.3 节流阀与单向节流阀故障分析与排除 /132
- 4.3 调速阀与单向调速阀的维修 /134
 - 4.3.1 工作原理 /135
 - 4.3.2 结构 /136
 - 4.3.3 调速阀的拆装 /137
 - 4.3.4 调速阀应用回路 /139
 - 4.3.5 调速阀的常见故障分析与排除 /139
- 4.4 分流-集流阀的维修 /142
 - 4.4.1 分流-集流阀的分类与图形符号 /142
 - 4.4.2 分流阀的结构原理 /143
 - 4.4.3 集流阀的结构原理 /144
 - 4.4.4 分流集流阀的工作原理与结构 /145
 - 4.4.5 分流阀、集流阀控制的应用回路 /145
 - 4.4.6 分流-集流阀的常见故障分析及排除 /146

第5章 叠加阀的维修

- 5.1 叠加阀液压系统的组成 /150

- 5.2 叠加阀的工作原理、结构与拆装 /152
 - 5.2.1 叠加溢流阀的工作原理、结构与拆装 /153
 - 5.2.2 叠加式顺序阀的工作原理、结构与拆装 /154
 - 5.2.3 叠加三通式减压阀的工作原理、结构与拆装 /155
 - 5.2.4 叠加单向阀的工作原理、结构与拆装 /155
 - 5.2.5 叠加液控单向阀的工作原理、结构与拆装 /155
 - 5.2.6 叠加单向节流阀的工作原理、结构与拆装 /155
- 5.3 叠加阀的应用 /159
- 5.4 叠加阀故障排除与维修要点 /161
 - 5.4.1 故障排除 /161
 - 5.4.2 维修要点 /165
- 5.5 叠加阀安装面尺寸与各国叠加式阀型号对照表 /165
 - 5.5.1 叠加阀安装面尺寸 /165
 - 5.5.2 各国叠加式阀型号对照表 /167

第6章 插装阀的维修

- 6.1 概述 /169
 - 6.1.1 插装阀的优点 /169
 - 6.1.2 插装阀的组成 /170
- 6.2 插装阀的工作原理 /173
 - 6.2.1 插装阀阀芯上受到的力 /173
 - 6.2.2 插装阀的工作原理 /174
- 6.3 插装阀的方向、流量与压力控制 /176
 - 6.3.1 插装阀的方向、流量与压力控制原理 /176
 - 6.3.2 插装阀的方向控制 /177
 - 6.3.3 插装阀的压力控制 /179
 - 6.3.4 插装阀的流量控制 /182
- 6.4 插装阀的故障分析与排除 /185
- 6.5 插装阀修理时插装件的拆卸 /189

第7章 伺服阀的维修

- 7.1 伺服阀的先导级 /191
 - 7.1.1 喷嘴挡板式先导级阀 /192

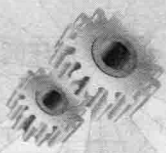
- 7.1.2 射流管式先导级阀 /192
- 7.2 伺服阀的功率级 (主级) /194
 - 7.2.1 主阀零位的开口形式 /195
 - 7.2.2 主级滑阀式阀的控制边数 /195
- 7.3 伺服控制系统的作用特点 /197
- 7.4 机-液伺服控制 /199
 - 7.4.1 机-液伺服系统的工作原理 /199
 - 7.4.2 机液伺服阀结构与应用 /201
- 7.5 电液伺服控制 /201
 - 7.5.1 直动式 (单级) 电液伺服阀 /201
 - 7.5.2 先导式 (多级) 电液伺服阀 /202
- 7.6 电液伺服阀的拆装 /206
- 7.7 伺服阀的故障分析与排除 /207

第8章 ▶ 比例阀的维修

- 8.1 比例阀的分类与控制流程 /209
- 8.2 比例电磁铁的类型与结构 /211
 - 8.2.1 力调节型比例电磁铁 /211
 - 8.2.2 行程调节型比例电磁铁 /211
 - 8.2.3 位置传感器 (位移传感器) /213
 - 8.2.4 比例电磁铁输出力与行程的控制 /214
- 8.3 比例压力阀 /215
 - 8.3.1 比例溢流阀 /215
 - 8.3.2 比例减压阀 /220
- 8.4 比例方向阀 (比例方向节流阀) /227
 - 8.4.1 直动式比例方向阀的工作原理与结构 /227
 - 8.4.2 先导式比例方向阀的工作原理与结构 /230
 - 8.4.3 比例方向阀的拆装 /234
- 8.5 比例流量阀 /235
 - 8.5.1 比例节流阀的工作原理与结构 /235
 - 8.5.2 比例调速阀 (比例流量阀) 的工作原理与结构 /238
 - 8.5.3 比例调速阀的拆装 /242
- 8.6 比例阀的应用 /242

- 8.6.1 比例压力阀应用 /242
- 8.6.2 比例流量阀应用 /243
- 8.7 比例阀的故障排查 /244
 - 8.7.1 比例电磁铁的故障排查 /244
 - 8.7.2 比例压力阀的故障排查 /245
 - 8.7.3 比例方向阀的故障分析与排除 /246
 - 8.7.4 比例流量阀的故障分析与排除 /247

参考文献



第 1 章

阀的基础知识

1.1 液压控制阀的功用

液压控制阀是液压传动系统中的控制调节元件，用作控制油液的流动方向、压力或流量，以满足执行元件（液压缸和液压马达）所需运动方向、力（或力矩）的大小和运动速度快慢的要求，保证执行元件和整个液压系统按照所需的要求进行工作。

1.2 液压阀的分类

(1) 根据结构形式分类（见图 1-1）

① 滑阀：滑阀为间隙密封，阀芯与阀口存在一定的密封长度 L ，因此滑阀运动存在一个死区，运动间隙间存在泄漏。

② 锥阀：锥阀的阀芯半锥角 ϕ 一般为 $12^\circ \sim 20^\circ$ ，阀口关闭时为线密封，密封性能好且动作灵敏。

③ 球阀：性能与锥阀相同。

(2) 根据控制方式不同分类

液压阀可分为开关控制阀、比例控制阀、伺服控制阀、数字控制阀。

(3) 根据用途分类

液压阀可分为压力控制阀、流量控制阀、方向控制阀。

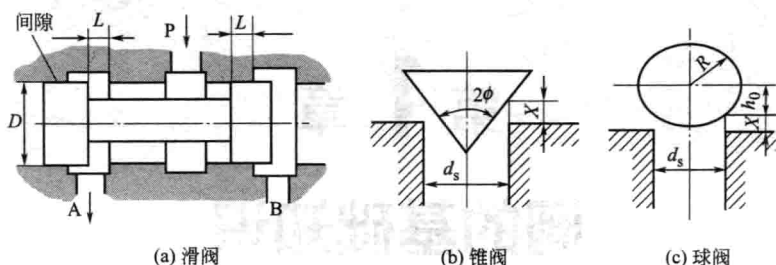


图 1-1 液压阀的分类

(4) 按安装连接形式分类

液压阀可分为管式连接阀、板式连接阀、叠加式连接阀、插装式连接阀。

1.3 液压阀的通径

公称通径（主阀口直径）用于表示液压阀的规格大小，常用法定计量单位采用 mm。一般而言，小通径的阀允许通过的流量少，大通径的阀允许通过的流量大。液压阀的许多工作状态或性能指标取决于所通过的流量。

然而，同一通径同一形式的阀，实际阀的油口通径大小略有差异（如同为 10 通径的电磁换向阀实际阀的油口直径从 $\phi 9.8 \sim 11.6$ 均称作 10 通径），显然允许通过的流量会有差异；公称通径相同而型号不同的液压阀，在不同压力下，其公称流量也不一定相同；而且，即便公称通径相同而型号不同的液压阀，由于结构性能的限制，在相同压力下，其公称流量也不一定相同。基于以上原因，近年来许多液压厂商（公司）对其液压阀产品的流量指标，在规定正常工作条件下所允许通过的最大流量值的同时，还给出在最大流量以下，通过不同流量时的有关性能参数改变的特性曲线，以便反映液压阀的工作特性和供各类不同用户选型使用。

表 1-1 给出了液压阀的公称通径及其相连接钢管的规格、管接头连接螺纹与推荐进出口流量。

表 1-1 液压阀的公称通径及其相连接钢管的规格、
管接头连接螺纹与推荐进出口流量

公称通径 D_g		钢管外径 /mm	管接头 连接螺纹 /mm	公称压力 p_g /MPa					推荐进出口 通过流量 /(L/min)
				≤ 2.5	≤ 8	≤ 16	≤ 25	≤ 31.5	
mm	in			管子壁厚/mm					
4		8		1	1	1	1.4	1.4	2.5
6	1/8	10	M10×1	1	1	1	1.6	1.6	6.3
8	1/4	14	M14×1.5	1	1	1.6	2	2	25
10	3/8	18	M18×1.5	1	1.6	1.6	2	2.5	40
15	1/2	22	M22×1.5	1.6	1.6	2	5	3	63
16									
20	3/4	28	M27×2	1.6	2	2.5	3.5	4	100
25	1	34	M33×2	2	2	3	4.5	5	160
32	1¼	42	M42×2	2	2.5	4	5	6	250
40	1½	50	M48×2	2.5	3	4.5	5.5	7	400
50	2	63	M60×2	3	3.5	5	6.5	8.5	630
65	2½	75		3.5	4	6	8	10	1000
80	3	90		4	5	7	10	12	1250
100	4	120		5	6	8.5			2500

1.4 常用液压阀组件的配合间隙

液压阀的工作原理均是利用阀芯在阀体内做相对运动来控制阀口的通断及阀开口的大小，实现对压力、流量和方向的控制。阀芯与阀孔的配合松紧程度对阀的性能有很大影响，所以必须确保阀芯与阀孔有合适的配合间隙。

常用液压阀组件阀芯与阀孔的配合间隙见表 1-2，阀芯与阀体孔配合间隙及公差推荐见表 1-3。

表 1-2 常用液压阀组件阀芯与阀孔的配合间隙

液压组件	部位	配合间隙/mm	
中低压滑阀	阀芯与阀孔	$d \leq 16$	0.008~0.025
		$d \leq 28$	0.010~0.030
		$d \leq 50$	0.012~0.035
		$d \leq 80$	0.015~0.040
高压滑阀	阀芯与阀孔	$d \leq 16$	0.005~0.015
		$d \leq 28$	0.007~0.020
		$d \leq 50$	0.009~0.025
		$d \leq 80$	0.011~0.030

表 1-3 阀芯与阀体孔配合间隙及公差推荐值

阀孔直径/mm	孔公差/ μm	阀芯公差/ μm	最小间隙/ μm	最大间隙/ μm	阀芯直径/mm	孔公差/ μm	阀芯公差/ μm	最小间隙/ μm
4~6	6	4	5	12.5	40~50	15	10	20
10~16	7.5	5	6	17.5	63~80	20	12.5	25
20	10	6	7.5	23.5	100	20	12.5	32
25	12.5	7.5	12.5	32.5				

1.5 通过阀的额定流量的规定

① 不同通径的阀，在同一压力下，允许通过的最大流量是不同的。

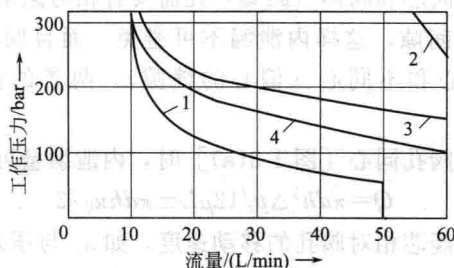
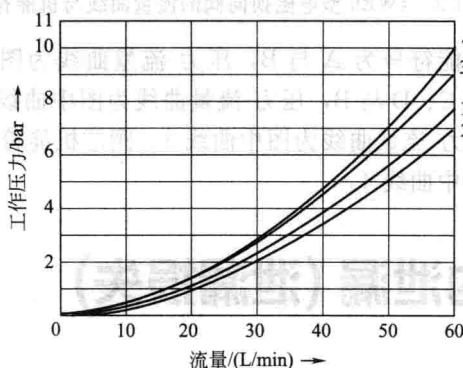
液流通过不同通径的阀，在同一压力（如最高使用压力 31.5MPa）下，允许通过的最大流量是不同的。表 1-4 表示通过阀的最大流量（额定流量）与进出口压差 Δp （压力损失）的关系。若强行通过超出表 1-4 中所列的最大流量，会产生接受不了的压力损失，造成“挤车”拥堵现象，影响到阀的正常工作，产生故障。

② 同一通径的阀，在不同压力下，或者型号不同，允许通过的最大流量也是不同的。

例如以图 1-2 所示的 4WE6 型电磁换向阀为例。同为 6 通径电磁换向阀，在不同压力下，允许最大流量虽为 60L/min，而如果阀的机能符号不同，则其压力-流量曲线存在大的差异。

表 1-4 通过阀的最大流量进出口压差的关系

最大流量 与压差	最高使用压力 31.5MPa,不同通径的 相应最大流量/(L/min)								产生压差		
通径	16	25	32	40	50	63	80	100	125	160	$\Delta p/\text{MPa}$
方向、 流量阀	215	400	770	1050	1750	3000	4500	7000			0.35
	130	350	500	850	1400	2100	3400	5500			0.3
	160	400	600	1000	1500	2000	4000	7000	10000	16000	0.5
	80	200	300	500	700	1000	2000	3500	5000	8000	0.1
溢流阀	125	250	500	700	1200	1700					
溢流阀的 最小流量	5	5	8		10						
压力在 25MPa 以上时,所有品种都应在 15L/min 以上使用											



(a) 同一通径的阀, 型号不同的压力-流量曲线(1bar=0.1MPa)

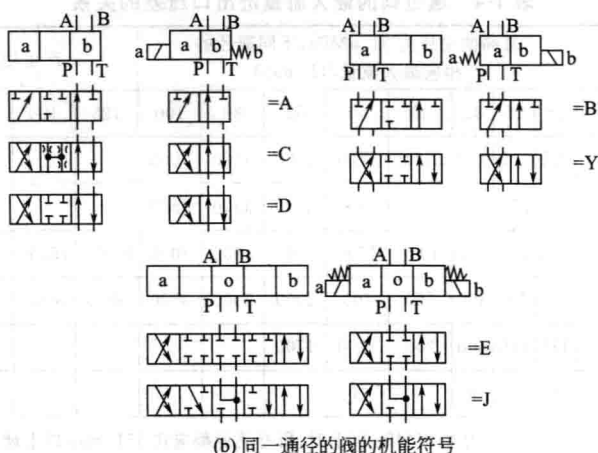


图 1-2 4WE6 型电磁换向阀的流量曲线与机能符号

如阀芯机能符号为 A 与 B, 压力-流量曲线为图中曲线 1; 阀芯机能符号为 C、D 与 B, 压力-流量曲线为图中曲线 2; 阀芯机能符号为 E, 压力-流量曲线为图中曲线 3; 阀芯机能符号为 J, 压力-流量曲线为图中曲线 4。

1.6 内泄漏 (泄漏损失)

由于阀的阀芯和阀体 (阀套) 孔需要有相对运动, 因而两者之间需要一定的间隙, 这样内泄漏不可避免。而且阀芯外径和阀体 (阀套) 孔同心和不同心 (偏心的缝隙), 两者的内泄漏量是不同的。

当阀芯与阀孔同心 [图 1-3(a)] 时, 内泄漏量可按式计算:

$$Q = \pi d h^3 \Delta p / 12 \mu L \pm \pi d h u_0 / 2$$

式中 u_0 —— 阀芯相对阀孔的移动速度, 如 u_0 与压差 $\Delta p = p_1 - p_2$ 方向一致, 等式右边第二项取正, 反之取负;

μ —— 黏度。

如阀芯与阀孔不同轴 [图 1-3(b)], 则内泄漏量计算公式为: