



液压知识 名师讲堂

YEYA ZHISHI
MINGSHI JIANGTANG



陆工谈 液压维修

陆望龙 编著



化学工业出版社



陆工谈 液压维修

陆望龙 编著



化学工业出版社

·北京·

本书结合作者四十余年的液压维修工作经验，以讲谈的形式，并辅以生动形象的语言、比喻和丰富精美的彩色图片，来阐述液压维修技能。

全书力求将“枯燥的”的技术内容尽量变得通俗易懂，不仅可以最大限度地激发读者的阅读兴趣，还可使读者在轻松阅读中体会液压维修工作的乐趣，从一名普通的液压维修工人快速成长为高级液压维修技师。

图书在版编目(CIP)数据

液压知识名师讲堂·陆工谈液压维修/陆望龙编著.
北京:化学工业出版社,2012.9
ISBN 978-7-122-15071-4

I.①陆… II.①陆… III.①液压系统-维修
IV.①TH137

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第187646号

责任编辑:黄滢
责任校对:蒋宇

装帧设计:尹琳琳

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:化学工业出版社印刷厂
880mm×1230mm 1/32 印张12¹/₂ 字数411千字 2013年3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:49.80元

版权所有 违者必究



由于液压技术有许多突出的优点，使其从民用到国防、由一般传动到高精度控制等方面，都得到了广泛的应用。无论是天上飞的、地上跑的，还是水里游的、地下钻的，凡是有机械设备的场合，都离不开液压技术。因此，可以说：液压无处不在！

然而，不出故障的液压设备是没有的。如何面对液压设备出现的故障，做好维修工作，又是液压维修技术人员不可回避的问题。

鉴于此，笔者结合自身四十余年的液压维修工作实践，花费很大精力，总结提炼，精心撰写成本书，奉献给广大读者，希望广大液压维修工朋友阅读本书后能有所启发，早日成长为一名高级液压维修技术工人和液压维修技师——当你面对复杂多样的液压设备，面对千万变化的各类液压故障，都能轻松地迅速排除，使设备“起死回生”，恢复正常运转的那一刻，你就会真正感受到：作为一名优秀的液压维修技术工人是件多么自豪的事！

本书内容共分十八讲，分别对液压泵、液压缸、液压阀及液压辅助元件的分类、工作原理、结构特点、维修方法等内容进行了详细介绍，并结合具体的液压系统故障分析实例，介绍了液压系统现场故障的排除方法。

另外，考虑到弄清楚液压元件的工作原理和结构是做好液压维修工作的基础，本书着重对各类液压元件的工作原理和结构进行了详细的阐述，并通过大量直观的彩色图片和生动形象的语言、比喻进行讲解，力求做到真正意义上的通俗易懂。

此外，为使读者了解国内外液压技术的最新进展，本书所选取的液压元件基本上都是最新型的液压元件；本书在对液压故障排查方法进行讲解时，则力求条理清晰、一目了然。

感谢陈黎明、陆桦、刘钰锋、陈曦明、陈蔓苹、谭平华、宋伟丰、罗霞、朱皖英、李刚、李泽深为本书出版所做的各项工作！还要感谢陶云堂教授、汪贵兰副教授以及郜海根先生对本书编写过程中的指导。

由于本人水平有限，本书疏漏之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

陆望龙经典名言

♪ 有人说：“电子是神经，液压是肌肉，机械是骨头。”

这种说法如果在一定程度上正确的话，那么“没有肌肉的”机械设备便是一副“骷髅”！

♪ 液压可将力与压力进行传递与放大，因而液压成了名副其实的“大力士”。然而输出同样大小的功率时液压的“体重”又为最小，因此，在一定程度上，我们可以把液压比作大力士中的“侏儒”！

♪ 如果把整个液压系统比作人体的话，那么，可以说，液压泵是液压系统的“心脏”，液压缸是液压系统的“手”，液压马达是液压系统的“脚”，液压阀是液压系统中的“交通警察”，工作介质是液压系统的“血液”！

♪ 当你掌握液压元件和液压系统的基本工作原理和基本工作方法后，那么，面对万变不离其宗的各种液压设备，你都能得心应手地迅速排除故障，使设备起死回生，恢复正常工作运行。此时，你就会有种“甜从苦中来”的感觉啦！

♪ 如果又懂液压又懂电，掌握多种本领，解决液压设备故障的本领就大了，你便可在市场经济的海洋里“尽情遨游”！

第一讲 液压无处不在、无时不有

001

- 一、哪一样少得了“液压”？ /002
- 二、液压在机器中担当的角色 /002
- 三、三类传动方式的比较 /003
- 四、什么是液压传动？液压有什么用？ /003
- 五、液压系统的组成 /004
- 六、液压技术为何能得到越来越广泛的应用？ /005
- 七、帕斯卡原理与液压传动的工作原理 /006
- 八、流体的几个概念 /012
- 九、流体的基本定理奠定了液压技术的应用基础 /013
- 十、指导液压维修的几个重要结论 /019
- 十一、液压传动优缺点口诀 /022

CONTENTS

第二讲 液压维修人员如何做好维修工作

023

- 一、掌握必要的液压知识——准备好“头脑” /024
- 二、维修人员须系统学习和逐步掌握的知识 /025
- 三、学会看懂液压系统图 /026
- 四、基本维修工具 /034

- 一、液压泵是液压系统的“心脏” /036
- 二、液压泵有哪些类型 /036
- 三、各类液压泵的性能特点 /037
- 四、液压泵的主要性能参数 /038
- 五、“医生给病人打针”与液压泵的工作原理 /039
- 六、最简单的液压泵——单柱塞泵 /039
- 七、液压泵泵油的三个工作条件 /040
- 八、液压泵内的油液是被“压入”的，而不是“吸入”的 /041
- 九、液压泵的安装 /041
- 十、液压泵的“气穴（空穴）”现象 /043

- 一、齿轮泵简介 /047
- 二、齿轮泵的工作原理与结构 /047
- 三、影响外啮合齿轮泵寿命的三大问题 /054
- 四、齿轮泵的常见故障及维修方法 /058
- 五、齿轮泵的使用注意事项 /061

- 一、叶片泵简介 /064
- 二、定量（双作用）叶片泵的工作原理与结构 /064

三、变量（单作用）叶片泵的工作原理与结构 /068

四、高压叶片泵的结构措施 /076

五、叶片泵的故障排查 /081

第六讲 柱塞泵

083

一、轴向柱塞泵 /084

二、径向柱塞泵 /112

第七讲 螺杆泵

119

一、单螺杆泵的工作原理与结构 /120

二、双螺杆泵的工作原理与结构 /122

三、三螺杆泵的工作原理与结构 /124

四、螺杆泵的故障排查与维修 /126

第八讲 液压系统的“手”——液压缸

128

一、液压系统的“手” /129

二、液压缸的分类 /129

三、液压缸的工作原理与结构 /131

四、液压缸结构上的几点说明 /137

五、几种摆动缸（摆动马达）简介 /141

六、液压缸的故障排查 /143

第九讲 液压系统的“脚”——液压马达

148

- 一、液压系统的“脚” /149
- 二、液压泵通入压力油可作为液压马达使用吗? /149
- 三、有哪些类型的液压马达? /149

第十讲 液压系统中的“交通警察”——方向控制阀

181

- 一、液压控制阀的功用及分类 /182
- 二、方向阀的分类 /182

第十一讲 液压系统的“安全开关”——压力控制阀

211

- 一、液压系统的“安全保护伞”——溢流阀 /212
- 二、打开、关闭油路的“液压开关”——顺序阀 /230
- 三、液压系统中的“降压变压器”——减压阀 /239

第十二讲 控制执行器运动速度的元件——流量控制阀

249

- 一、流量控制阀概述 /250

二、节流阀与单向节流阀 /253

三、调速阀 /258

第十三讲 “一叠叠叠起来的” 叠加阀和 “用于大流量与超大流量” 的插装阀

264

一、叠加阀 /265

二、大流量与超大流量所使用的阀——插装阀 /272

第十四讲 能跟踪放大的阀——伺服阀

284

一、伺服阀简介 /285

二、机液伺服阀与机液伺服控制 /286

三、电液伺服阀与电液伺服控制 /289

四、喷嘴挡板式电液伺服阀故障排查 /298

第十五讲 能连续远距离控制的阀——比例阀

300

一、电液比例控制阀的构成与分类 /301

二、比例压力阀 /304

三、比例方向阀 /316

四、比例流量阀 /325

五、比例阀的应用与故障排查 /327

第十六讲 液压系统中不可缺的“配角” ——辅助元件

333

- 一、液压系统的“肾”——过滤器 /334
- 二、液压系统的“肝脏”——蓄能器 /339
- 三、液压系统的“皮肤”——油冷却器 /343
- 四、液压系统的防漏“武器”——密封 /349

第十七讲 液压系统的“血液”——工作液

356

- 一、概述 /357
- 二、工作液的选择 /361
- 三、工作液与故障 /368
- 四、换油方法 /371
- 五、工作液体清洁度 /372

第十八讲 液压系统的故障排查方法

374

- 一、弄懂所要维修设备的液压系统图 /375
- 二、了解该液压系统实现的动作循环是什么？
怎样控制？ /377
- 三、详细分析单个循环的动作原理 /377
- 四、故障分析 /386

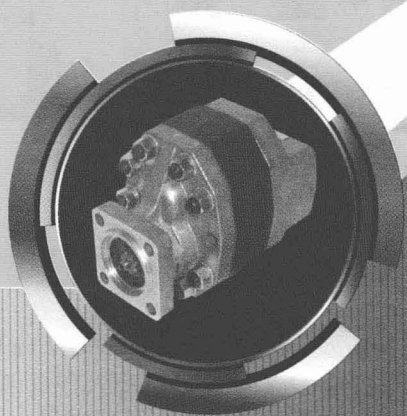
参考文献

390



第一讲

液压无处不在、无时不有



**YEYA
ZHISHI
MINGSHI JIANGTANG**

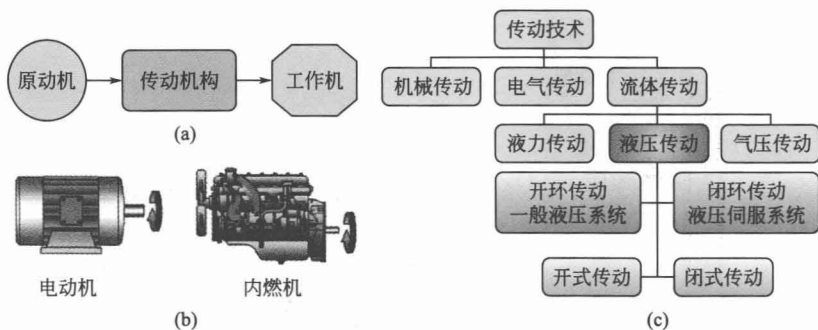


图1-2 机器的组成

三、三类传动方式的比较

以图1-3(a)所示的游艺机为例进行说明。若采用电气传动[图1-3(b)], 变速困难, 除非用变频电机或伺服电机, 但价高; 若采用机械传动[图1-3(c)], 体积庞大, 占地空间大; 而采用液压传动, 则性价比大大提高。

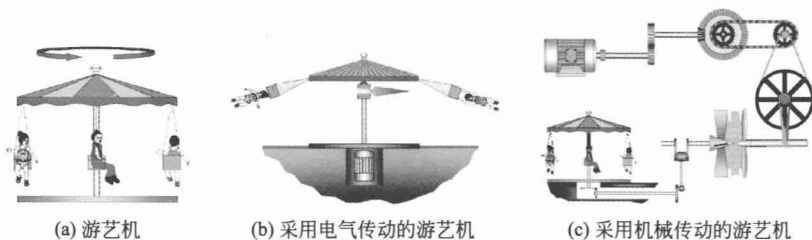


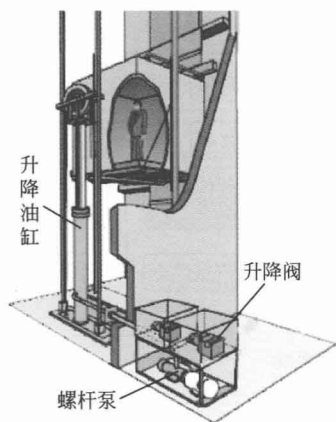
图1-3 游艺机的传动

四、什么是液压传动? 液压有什么用?

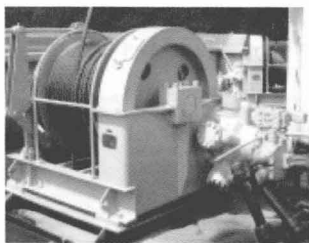
以液体为介质, 用其产生的压力传递能量的方式称为液压传动。

液压用来做什么? 液压用来输出运动、力与扭矩(图1-4):

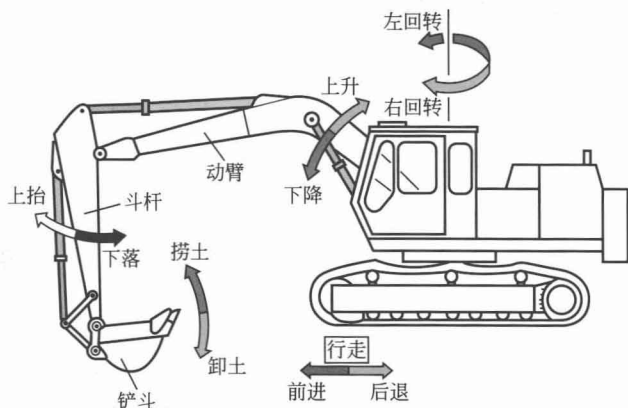
- ① 凡是需要做往复直线运动并输出力的地方可用到液压(油缸);
- ② 凡是需要做回转运动并输出扭矩的地方可用到液压(油马达);
- ③ 凡是需要做摆动并输出扭力的地方可用到液压(摆动油马达);



(a) 往复直线运动



(b) 回转运动



(c) 复合运动

图1-4 液压的用途

④ 用以上三种简单运动复合，可使液压系统完成液压设备各种复杂运动（多自由度），并对其运动方向、速度快慢和输出力的控制。

有人说：“电子是神经，液压是肌肉，机械是骨头。”如果这种说法在一定程度上正确的话，那么没有肌肉的机械设备便是一副骷髅！

五、液压系统的组成

图1-5是一个简单的液压系统，它由下列部分所组成：

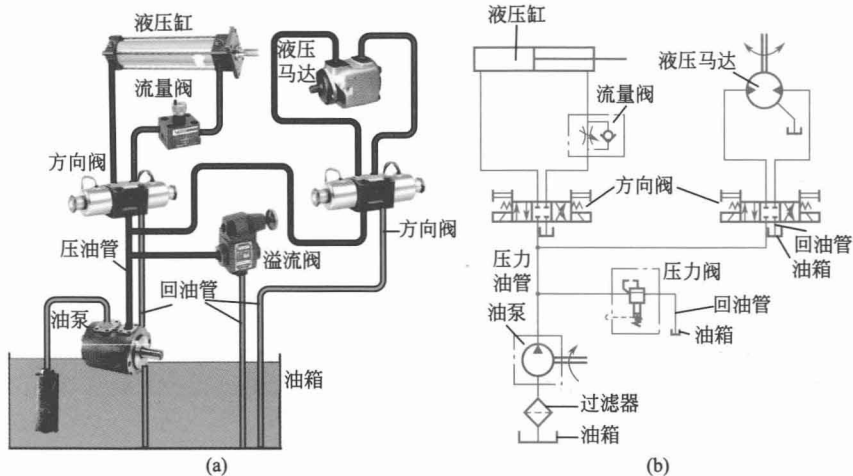


图1-5 液压系统的组成

① 动力装置——液压泵。液压泵的作用是将原动机提供的机械能转换成液体的压力能，为系统提供具有压力能的液体（压力油）。

② 执行装置——液压缸和液压马达。它们是将液体的压力能转换成机械能，向外输出动力和运动，驱使机器的工作机构去工作。

③ 控制装置——液压控制阀（方向阀、流量阀、压力阀）。作用是控制液压系统中液体的流向、流量和压力，使系统所输出的运动方向、速度、力的大小适应工作需要。

④ 辅助装置——油箱、油管、滤油器、压力表、冷却器、分水滤水器、油雾器、消声器、管件、管接头和各种信号转换器等，作用是创造必要条件，保证系统正常工作。

⑤ 工作介质——液压油。它是能量的载体。

六、液压技术为何能得到越来越广泛的应用？

液压技术之所以能得到越来越广泛的应用，其原因在于结构合理的液压系统具有许多优点：

① 力大无比它最强，输出同样功率它最轻；

② 能够省去一些复杂的机构，例如凸轮、齿轮、蜗轮蜗杆、丝杆以及杠杆等；

③ 液压元件不易受严重的磨损，所用的流体不像机械零件那样易遭损坏；

④ 液体几乎是不可压缩的，所以压力可以很快地建立，并能以很少的损失瞬间迅速地传输到相当远的地方，达到每个角落；

⑤ 液压系统使旋转及直线运动传动的大范围调速成为可能。

⑥ 工业自动化水平的提高正日新月异地扩展着液压和电子设备的应用领域。

七、帕斯卡原理与液压传动的工作原理

1. 给我一个支点我可以撬起地球——杠杆原理

极小的力可以移动和控制大得多的力这是中学物理中学过的杠杆原理（图1-6）。利用杠杆原理，可以用很小的力，撬起很重的重物。正如牛顿所说：“给我一个支点我可以撬起地球。”

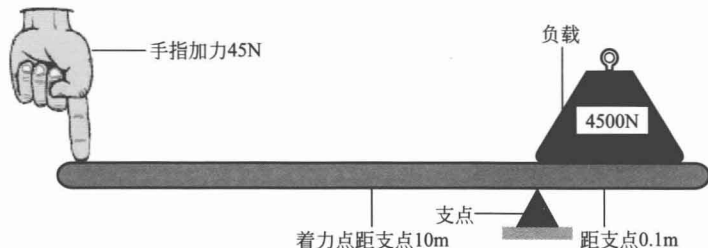


图1-6 杠杆原理

2. 液压也是一种“杠杆”——帕斯卡原理

液压也是一种“杠杆”，这种杠杆叫“液压杠杆”，它利用帕斯卡原理，使得能用较小的力撑起巨大重量。

液体几乎是不可压缩的，即使它单位面积上承受了巨大力（称为压力），其体积的变化仍是微乎其微的，可将封闭的受压液体看成刚体，封闭的受压液柱像固体钢杆一样，可对力、运动以及功率进行传递 [图1-7 (a)]。而固体只刚不柔，液体则又刚又柔。

帕斯卡原理阐明：“作用于一密闭容腔静止液体的压力，将以同样大