

就业金钥匙



图解版

- 面向岗位需求 全新图解操作技能
- 学会一技之长 快速打开就业之门

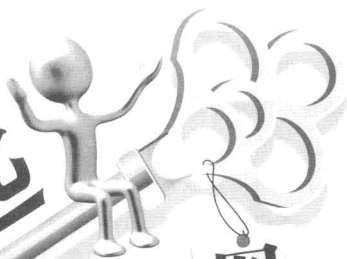
液压维修工上岗 路通

《就业金钥匙》编委会 组织编写



化学工业出版社

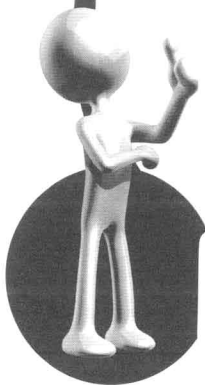
就业 金钥匙



图解版

液压维修工上岗 → 路通

《就业金钥匙》编委会 组织编写



化学工业出版社

· 北 京 ·

《液压维修工上岗一路通》是《就业金钥匙》丛书机械维修行业中的一本。主要介绍液压技术工人所必须掌握的基本知识和技能，内容包含液压传动技术的基本原理和理论，液压元件及使用维修，液压系统常见故障与维修，液压工的安全防护等。本书叙述精练，理论知识和实践技能并重，旨在提高初、中级液压技术人员和技术工人的理论和技能水平。

本书是从事液压传动技术工人的培训用书，也可作为液压传动技术人员和有关专业人员的工作和学习参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

液压维修工上岗一路通 (图解版)/《就业金钥匙》编委会组织编写. —北京: 化学工业出版社, 2012.6
(就业金钥匙)
ISBN 978-7-122-14172-9

I. 液… II. 就… III. 液压系统-维修-图解
IV. TH137-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 082698 号

责任编辑: 王 烨

文字编辑: 项 激

责任校对: 周梦华

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 刷: 北京云浩印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

850mm×1168mm 1/32 印张 8½ 字数 221 千字

2012 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

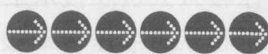
购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

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: 29.00 元

版权所有 违者必究



随着城市化进程的加快，越来越多的农村富余劳动力向非农产业转移，如何赋予这部分群体以新技能，引导其转移就业，如何打造新农村建设急需的新人才，为农村发展助力，是社会不容忽视而又亟待解决的问题。缺乏就业技能是制约农村劳动力转移的一大瓶颈。授之以鱼不如授之以渔，掌握一技之能显得尤为重要。

《就业金钥匙》丛书，旨在帮助那些准备就业人员、进城务工人员、转岗就业的人员掌握一技之长。丛书在注重理论培训的同时，更注意提升实际操作技能，提升就业者的竞争力。本丛书立足技能培训和上岗就业，有针对性地进行技术指导，涉及机械加工、电工电子、家用电器维修、车辆维修等多个岗位紧俏、薪酬待遇好的工种。

本丛书具有如下特点。

① 全零起点，内容编写采用图解的形式，易学易懂。

② 重点突出操作技能与操作要点，以指导入门人员快速上手为目的。

③ 操作技能步骤清晰、方法可靠。

④ 配有典型的操作实例。

相信通过学习，广大学员可以凭借自己的一技之长，搭上就业的快速列车，为今后顺利步入社会铸造一把“就业金钥匙”。

《液压维修工上岗一路通》是《就业金钥匙》丛书机械维修行业中的一本。本书主要介绍液压技术工人所必须掌握的基本知识和技能，内容包含液压传动技术的基本原理和理论，液压元件及使用维修，液压系统常见故障与维修，液压工的安全防护等。本书叙述精练，理论知识和实践技能并重，旨在提高初、

中级液压技术人员和技术工人的理论和技能水平。

本书是从事液压传动技术工人的培训用书，也可作为液压传动技术人员和有关专业人员的工作和学习参考用书。

由于编者水平所限，书中不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

《就业金钥匙》编委会

第1章 液压传动基础知识

1

1.1 液压传动基本原理	2
1.1.1 液压传动的工作原理	2
1.1.2 液压传动系统的组成和图形符号	4
1.1.3 液压传动的优缺点及其应用和发展	5
1.2 液压传动工作介质	8
1.2.1 液压油的分类	8
1.2.2 液压油的选择和使用	9
1.3 液体静力学	11
1.3.1 液体静压力及其特性	12
1.3.2 压力的传递	14
1.4 流体动力学	15
1.4.1 理想液体和稳定流动	16
1.4.2 流量和平均流速	17
1.4.3 液流连续性原理	18
1.4.4 伯努利方程	19
1.5 液压冲击与空穴现象	22
1.5.1 液压冲击	22
1.5.2 空穴现象	23

第2章 液压动力元件

25

2.1 液压泵概述	26
2.1.1 液压泵工作原理	26
2.1.2 液压泵的分类和图形符号	26
2.1.3 液压泵的性能参数	27
2.2 齿轮泵	29

2.2.1	外啮合齿轮泵	29
2.2.2	内啮合齿轮泵	32
2.2.3	螺杆泵	33
2.2.4	齿轮泵的常见故障及其排除方法	35
2.3	叶片泵	36
2.3.1	单作用叶片泵	36
2.3.2	双作用叶片泵	38
2.3.3	限压式变量叶片泵	39
2.3.4	叶片泵的一些常见故障及其排除方法 ..	41
2.4	柱塞泵	43
2.4.1	斜盘式轴向柱塞泵	43
2.4.2	斜轴式轴向柱塞泵	45
2.4.3	轴向柱塞泵的故障排除	45
2.4.4	径向柱塞泵	45
2.5	液压泵的噪声及液压泵的选用	49
2.5.1	不同液压泵的噪声	49
2.5.2	液压泵类型的选择	49
2.6	液压泵的故障诊断及其排除方法	51

第3章 液压执行元件

59

3.1	液压马达	60
3.1.1	液压马达的性能参数	62
3.1.2	液压马达的工作原理	65
3.1.3	液压马达的选用	71
3.1.4	液压马达的故障诊断及其排除方法	71
3.2	液压缸	74
3.2.1	液压缸概述	74
3.2.2	活塞式液压缸	74
3.2.3	柱塞式液压缸	78
3.2.4	组合式液压缸	79
3.2.5	液压缸组件及连接形式	80

第4章 液压控制元件

84

4.1 概述	85
4.1.1 液压阀的作用	85
4.1.2 液压阀的分类	85
4.1.3 对液压阀的基本要求	85
4.2 方向控制阀	86
4.2.1 单向阀	86
4.2.2 换向阀	88
4.3 压力控制阀	100
4.3.1 溢流阀	100
4.4 流量控制阀	107
4.4.1 流量控制原理及节流口形式	107
4.4.2 普通节流阀	110
4.4.3 调速阀和温度补偿调速阀	112
4.4.4 溢流节流阀（旁通型调速阀）	114
4.5 常见故障及排除方法	115

第5章 液压辅助元件

118

5.1 蓄能器	119
5.1.1 功用和分类	119
5.1.2 容量计算	120
5.1.3 使用和安装	122
5.2 滤油器	123
5.2.1 功用和类型	123
5.2.2 滤油器的主要性能指标	125
5.2.3 选用和安装	127
5.3 油箱	128
5.3.1 功用和结构	128
5.3.2 设计时的注意事项	129
5.4 热交换器	131

5.4.1	冷却器	131
5.4.2	加热器	132
5.5	管件	132
5.5.1	油管	132
5.5.2	接头	134
5.6	密封装置	136
5.6.1	对密封装置的要求	136
5.6.2	密封装置的类型和特点	136

第6章 液压基本回路

141

6.1	速度控制回路	142
6.1.1	调速回路	142
6.1.2	快速运动回路	150
6.1.3	速度换接回路	152
6.2	压力控制回路	155
6.2.1	调压及限压回路	156
6.2.2	减压回路	157
6.2.3	增压回路	158
6.2.4	卸荷回路	160
6.2.5	保压回路	161
6.2.6	平衡回路	163
6.3	方向控制回路	164
6.3.1	换向回路	164
6.3.2	锁紧回路	165
6.4	多缸动作回路	166
6.4.1	顺序动作回路	166
6.4.2	同步回路	169
6.4.3	多缸快慢速互不干涉回路	171

第7章 典型液压传动系统

173

7.1	组合机床动力滑台液压系统	174
-----	--------------	-----

7.1.1	概述	174
7.1.2	液压动力滑台的工作原理	175
7.1.3	系统性能分析	179
7.2	液压压力机液压系统	180
7.2.1	概述	180
7.2.2	3150kN 通用液压机液压系统工作 原理	181
7.2.3	系统性能分析	186
7.3	电弧炼钢炉液压传动系统	187
7.4	汽车起重机液压系统	190
7.4.1	概述	190
7.4.2	工作原理	191
7.4.3	性能分析	195
7.5	液压系统故障分析	196

第 8 章 液压伺服和电液比例控制技术

199

8.1	液压伺服控制	200
8.1.1	液压伺服系统工作原理	200
8.1.2	液压伺服系统的组成	201
8.1.3	电液伺服阀	202
8.1.4	机液伺服阀	209
8.2	电液比例控制	212
8.2.1	电液比例控制阀	212
8.2.2	电液比例控制系统	216

附录 常用液压元件图形符号

217

参考文献

254

第 1 章

液压传动 基础知识



1.1 液压传动基本原理

流体传动技术是以液体或气体为工作介质，实现能量的转换、传递、分配和运动控制的一种相对于机械传动、电气传动而独立存在的传动技术。流体传动很常见，也很古老。例如，水车、风车、船帆利用流水或风的动能驱动水碾、石磨工作和帆船航行，水力、风力发电机则将它们转换成电能。流体传动分为两种主要形式：一种形式以利用流体动能做功为主，称为液（风）力传动；另一种形式以流体压力能做功为主，称为液（气）压传动。

1.1.1 液压传动的工作原理

在汽车修理行业中，在机修车间里，液压千斤顶是修理工人经常使用的起重工具。别看它体小身轻，却能顶起超过自身质量几百倍的重物。从传动原理上来分析，液压千斤顶就是一个最简单、最典型的液压传动装置。

液压千斤顶的工作原理如图 1-1 所示。液压千斤顶主要由大液压缸、小液压缸、单向阀、放油阀、油箱、油路等组成。

提起手柄 4，使小活塞 2 上升，小液压缸 3 下腔的容积增大，形成局部真空状态，油箱 9 内的油液在大气压力的作用下，顶开吸油单向阀 1 的钢球，进入并充满小液压缸的下腔，完成吸油动作。压下手柄 4，小活塞 2 下移，压力油使吸油单向阀 1 关闭，油液便不能通过此单向阀流回油箱。但此时压力油却可以推推进油单向阀 7 中的钢球，小液压缸下腔的压力油便经进油单向阀 7 进入大液压缸 5 的下腔，并推动大活塞 6，将承载板上的重物顶起一段距离。反复提压手柄 4，就可以使重物不断上升，从而达到起重的目的。当重物需要下降时，只需转动放油阀 8，使大液压缸的下腔与油箱连通，在重物作用下，大活塞 6 便向下移动，大液压缸中的油液流

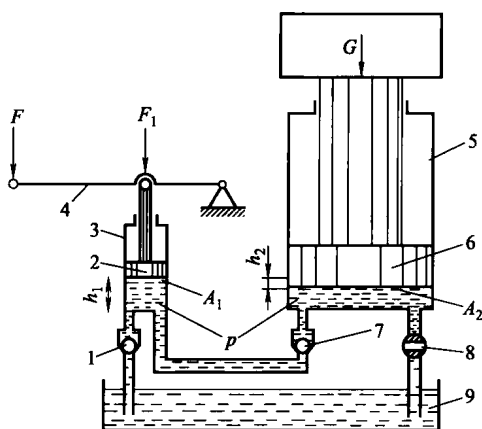


图 1-1 液压千斤顶工作原理图

- 1—吸油单向阀；2—小活塞；3—小液压缸；4—手柄；5—大液压缸；
6—大活塞；7—进油单向阀；8—放油阀；9—油箱

回油池。

通过分析液压千斤顶的工作过程，可得出结论，一套液压传动装置若要正常地工作必须具备下列特点。

① 液压传动是以液体作为传递动力和运动的工作介质。传动过程必须经过两次能量转换。如果用一种示意图来表示这两次能量转换过程，则可用图 1-2 来表示。图 1-2 (a) 中的液动机为液压马达（获得回转运动），而图 1-2 (b) 中的液动机则是液压缸（获得往复直线运动）。

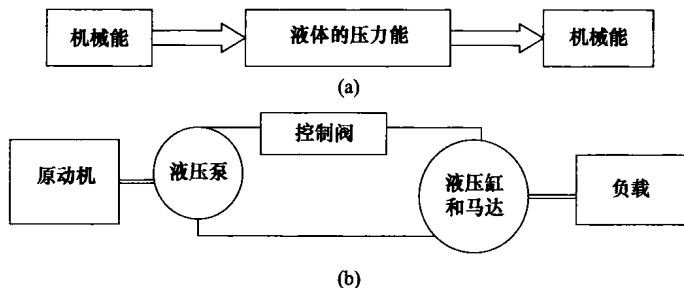


图 1-2 液压系统能量两次转换示意图



② 油液必须在密闭的容器内进行传递而且容积要发生变化。如果容器密封不好,就得不到所要求的油液压力;如果容积不能变化,则不能进行能量的转换。

从液压千斤顶的例子中,可以看出手柄 4、小活塞 2、小液压缸 3 就是完成第一次能量转换的装置(它把修理工人上下摇动手柄的能量转换为油液的压力能);而大活塞 6 和大液压缸 5 则是完成第二次能量转换的装置(它把油液的压力能转换为机械能,举升重物)。

总之,液压传动的工作原理就是利用液体的压力能来传递动力,利用密封容积的变化来传递运动的。

1.1.2 液压传动系统的组成和图形符号

任何一个能够实现预定功能的液压传动装置都必然由一些液压元件组成。

(1) 液压传动系统的基本组成

在工业生产中实际应用的液压系统远比液压千斤顶复杂,所能完成的任务也更多。但液压千斤顶已基本包含一个完整的液压系统的各大组成部分。一般情况下,一个液压系统除了工作介质(液压油)之外,应由以下 4 个部分组成。

① 动力元件。是将原动机输入的机械能转换成为油液压力能的装置,其作用是为液压系统提供一定流量和压力的油液。如液压千斤顶中的小液压缸、小活塞。它是液压系统的动力源。

② 执行元件。是将油液的压力能转换成机械能的装置,用以驱动工作部件,克服外负载。如液压千斤顶中的大液压缸、大活塞。

③ 控制调节元件。是控制与调节液压系统中油液的流量、压力和流动方向的装置。如液压千斤顶中的放油阀、单向阀。

④ 辅助元件。是保证液压系统正常工作所必需的装置。如液压千斤顶中的油箱、管路、密封件等。

(2) 液压系统的图形符号

为简化液压原理图的绘制，我国制定了一套液压图形符号标准（GB/T 786.1—2009），将各种液压元件都用相应的符号表示。该标准规定，这些符号只表示相应元件的职能和连接系统的通路，不表示元件的具体结构和参数，并规定各符号所表示的都是相应元件的静止位置或零位置，称这种符号为职能符号（也称为图形符号）。图 1-3 所示即为用职能符号绘制的磨床工作台的液压系统工作原理图（职能符号图）。

由于这种图图面简洁，油路走向清楚，对液压系统的分析、设计都很方便，因此现在世界各国采用较多（具体表示方法大同小异）。图形符号具有一定的象形性，这能帮助人们理解对应液压元件的原理与作用，但作为一种通用的约定，构成图形符号的每一个细节都是必备和不可更改的，只有完全按照国家标准来绘制图形符号，才能保证所绘制液压原理图的正确性。GB/T 786.1—2009 液压图形符号见本书附录。

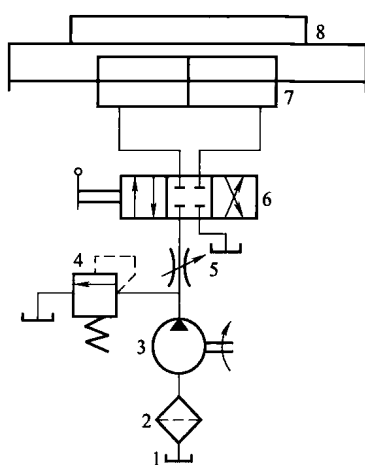


图 1-3 磨床工作台液压系统工作原理图

- 1—油箱；2—过滤器；3—液压泵；
4—溢流阀；5—节流阀；6—换向阀；7—液压缸；8—工作台

1.1.3 液压传动的优缺点及其应用和发展

(1) 液压传动的优点

液压传动与机械传动、电气传动、气压传动等相比较，具有以下优点。

① 在同等功率的情况下，液压传动装置的体积小、重量轻、结构紧凑，如液压马达的重量只有同等功率电动机重量的 10%~20%。当液压传动采用同等高压时，则更容易获得大的力或力矩。

② 液压系统执行机构的运动比较平稳，能在低速下稳定运动。当负载变化时，其运动也较稳定。同时因其惯性小、反应快，所以易于实现快速启动、制动和频繁换向。在往复回转运动时换向可达每分钟 500 次，往复直线运动时换向可达每分钟 1000 次。

③ 液压传动可在大范围实现无级调速，调速比一般可达 100 以上，最大可达 2000 以上，并且可在液压装置运行的过程中进行调速。

④ 液压传动容易实现自动化，因为它是对液体的压力、流量和流动方向进行控制或调节，操纵很方便。当采用电液联合控制甚至计算机控制后，可实现大负载、高精度、远程自动控制。

⑤ 液压装置易于实现过载保护且液压件能自行润滑，因此使用寿命较长。

⑥ 液压元件实现了标准化、系列化、通用化，便于设计、制造和使用。

(2) 液压传动的缺点

① 液压传动不能保证严格的传动比。这是由液压油的可压缩性和泄漏等因素所造成的。

② 液压传动在工作过程中常有较多的能量损失（如摩擦损失和泄漏损失等）。

③ 液压传动对油温的变化比较敏感，它的工作稳定性容易受到温度变化的影响，因此不宜在温度变化很大的环境中工作。

④ 为了减少泄漏，液压元件在制造精度上的要求比较高，因此其造价较高，且对油液的污染比较敏感。

⑤ 液压传动出现故障的原因较复杂，而且查找困难。

总的说来，液压传动的优点较为突出，且它的一些缺点现已大为改善。相信随着科学技术的发展，其缺点将得到进一步克服。

(3) 液压传动技术发展概况

相对于机械传动来说，液压传动是一门新学科。从 17 世纪中叶帕斯卡提出静压传动原理，18 世纪末英国制成第一台水压机算起，液压传动技术已有二三百年的历史，只是由于早期技术水平和

需求的不足, 液压传动技术没有得到普遍应用。随着科学技术的不断发展, 对传动技术的要求越来越高, 液压传动技术得到了不断发展。特别是在第二次世界大战期间及战后, 由于军事及建设需求的刺激, 液压传动技术日趋成熟。

第二次世界大战成功地将液压传动装置用于舰艇炮塔转向器, 其后出现了液压六角车床和磨床。第二次世界大战期间, 随着功率大、反应快、动作准的液压传动和控制装置在兵器上的广泛应用, 兵器的性能得到了很大的提高, 同时也大大促进了液压技术的发展。战后, 液压技术迅速转向民用, 并随着各种标准的不断制订和完善及各类元件的标准化、规格化、系列化而在机械制造、工程机械、农业机械和汽车制造等行业中推广开来。近年来, 原子能技术、航空航天技术、控制技术、材料科学和微电子技术等学科的发展, 再次使液压技术得到进一步发展, 使它发展成为包括传动、控制、检测在内的一门完整的自动化技术, 在国民经济的各个部门都得到了应用。如今采用液压传动的程度已成为衡量一个国家工业化程度的重要标志之一。

(4) 液压传动的应用及发展方向

① 液压传动的应用领域。由于液压传动的显著优点, 如今, 液压传动已被广泛地应用在各个领域之中。

a. 工业上的应用, 如机床、塑料加工机械、压力机和重工业(炼钢厂和轧钢厂)等。

b. 土建工程和发电厂上的应用, 如船闸和堰坝、桥梁操纵机构、涡轮机控制、操控技术和核电站等。

c. 行走机械上的应用, 如建筑机械、农用机械和汽车工业等。

d. 造船业上的应用, 如方向舵的调节、船用起重机、舱壁门、锚机和船头推进器等。

e. 在特种技术领域中的应用, 如伸缩系统、天线的操纵机构、传感器浮标、飞行器的起落架和副翼的操纵机构等。

② 液压传动的发展方向

a. 液压传动正向着高压、高速、大功率、高效、低噪声、经