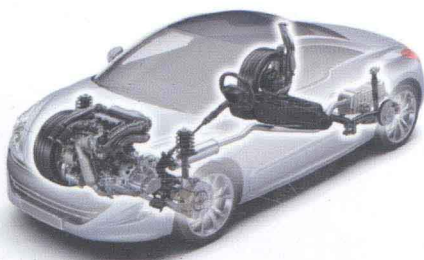
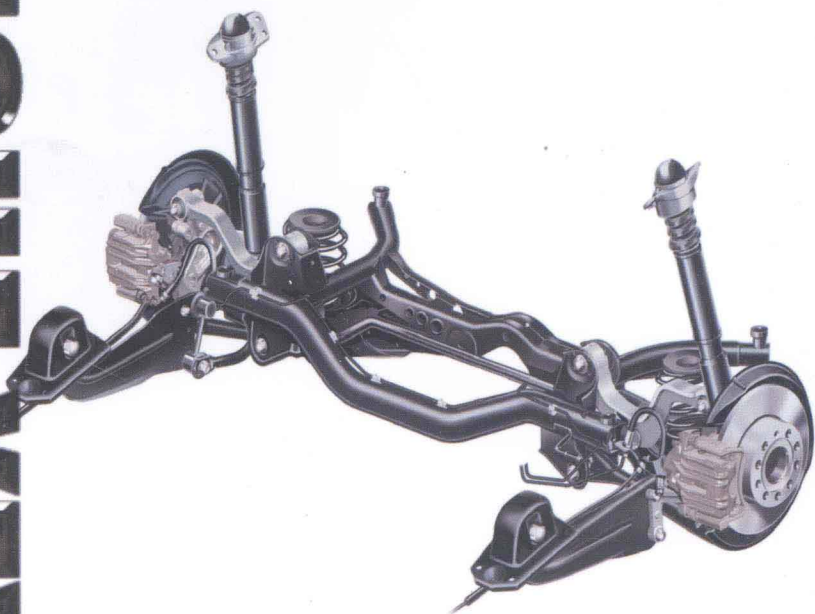


汽车液压力识图及故障维修

黄志坚 刘芳 编著



汽车液压力识图及故障维修



化学工业出版社



汽车液压识图及故障维修

黄志坚 刘芳 编著



DIQICHE YEA SHITU JI
BUZHANG WEIXIU



化学工业出版社

· 北京 ·

本书结合大量实例,系统地介绍了汽车液压回路识图与分析方法、汽车液压故障分析与排除方法,以及测试、维护、调整方法。第1章简要介绍液压技术基础知识、汽车液压技术、液压回路识图与分析方法和液压故障分析与排除方法;第2~5章分别具体介绍汽车、汽车起重机、自卸汽车、专用汽车等的液压系统、液压回路、液压元件,以及常见故障。其中第2章是重点,介绍汽车自动变速系统、制动系统、悬架系统及转向系统的液压装置的结构原理及识图、分析及维修方法。

本书内容丰富、技术先进实用,可供汽车维修人员、液压系统维修人员以及高等院校、职业技术学院相关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车液压识图及故障维修/黄志坚,刘芳编著. —北京:
化学工业出版社, 2013.5
ISBN 978-7-122-16652-4

I. ①汽… II. ①黄…②刘… III. ①汽车-液压系统-车
辆检修 IV. ①U472.41

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第042486号

责任编辑:张兴辉 韩亚南
责任校对:陈静

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:化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张12½ 字数307千字 2013年7月北京第1版第1次印刷

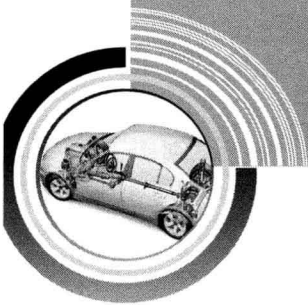
购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

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: 49.00 元

版权所有 违者必究



FOREWORD 前言

汽车是当代社会十分重要的交通运输工具，液压技术在汽车上有广泛的应用，承担重要角色。汽车的自动变速、制动、悬架及转向等机构常采用液压系统。而汽车起重机常用液压回路包括起升、伸缩、变幅、回转、支腿及转向等机构的液压回路。自卸汽车采用液压缸顶升车厢。专用汽车适合特定条件下的作业，液压系统是专用汽车重要组成部分，高空作业车、环卫车、机场用车辆、厢式车、随车起重运输车等有其独特的液压系统。液压技术的应用对汽车的平稳性、安全性、节能性、便利性、舒适性等带来重大影响。

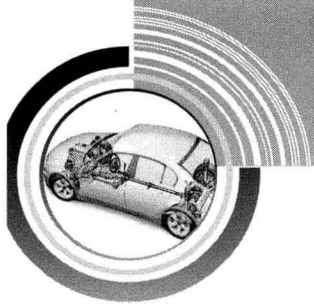
液压设备的故障分析与排除故障是保证其运行安全可靠、性能良好并充分发挥效益的重要环节。液压回路识图与分析是液压设备使用维修的必要准备。汽车液压系统元件精密、控制复杂，与一般液压系统有一定区别。汽车液压系统运行环境不如室内设备。汽车液压回路的识图与分析及液压故障分析与排除都比较困难。

本书结合大量实例，系统地介绍了汽车液压回路识图与分析方法、汽车液压故障分析与排除方法，以及测试、维护、调整方法。第1章简要介绍液压技术基础知识、汽车液压技术、液压回路识图与分析方法和液压故障分析与排除方法；第2~5章分别具体介绍汽车、汽车起重机、自卸汽车、专用汽车等的液压系统、液压回路、液压元件，以及常见故障。其中第2章是重点，介绍汽车自动变速系统、制动系统、悬架系统及转向系统的液压装置的结构原理及识图、分析及维修方法。

本书内容丰富、技术先进实用。同时文字简练、图表清晰，有利于读者掌握。

本书由黄志坚、刘芳合作编著，其中第3章由刘芳执笔，其余由黄志坚执笔。

编者



CONTENTS 目录

第 1 章 液压系统识图分析及故障维修概述

1

- 1.1 液压系统及应用 / 1
 - 1.1.1 液压系统 / 1
 - 1.1.2 液压回路 / 1
 - 1.1.3 液压元件 / 2
 - 1.1.4 交通运输液压设备 / 3
- 1.2 液压系统识图与分析的基本方法 / 4
 - 1.2.1 初步整体分析 / 4
 - 1.2.2 子系统划分及回路分析 / 6
 - 1.2.3 油路走向分析 / 9
 - 1.2.4 液压元件作用分析 / 11
 - 1.2.5 系统特点总结评判 / 12
- 1.3 液压故障分析 / 12
 - 1.3.1 压力失控 / 12
 - 1.3.2 速度失控 / 14
 - 1.3.3 动作失控 / 17
 - 1.3.4 温度失控 / 18
 - 1.3.5 泄漏 / 20
 - 1.3.6 异常振动与噪声 / 23

第 2 章 汽车液压系统识图分析及故障维修

28

- 2.1 自动变速器液压控制系统 / 28
 - 2.1.1 液压控制系统的组成 / 28
 - 2.1.2 变速液压系统的主要元件 / 29
 - 2.1.3 01M 型自动变速器油路分析示例 / 35
 - 2.1.4 汽车无级自动变速器 (CVT) 液压控制系统 / 42
 - 2.1.5 自动变速器液压系统故障分析与排除 / 45
- 2.2 汽车制动液压控制系统及维修 / 52
 - 2.2.1 ABS 液压系统的组成和工作原理 / 52
 - 2.2.2 切诺基汽车用本迪克斯 ABS 示例 / 60
 - 2.2.3 广州本田雅阁轿车 ABS 示例 / 63

- 2.2.4 ASR 的液压系统组成和工作原理 / 65
- 2.2.5 基于 ABS/ASR 集成系统的汽车 ESP 液压回路 / 68
- 2.2.6 汽车 ABS 液压系统故障诊断及排除 / 69
- 2.2.7 脚感判断液压制动系统的故障 / 71
- 2.2.8 汽车液压制动系统制动力不足故障的原因 / 71
- 2.2.9 液动系统制动“发咬”故障的分析与排除 / 73
- 2.2.10 TR60 型矿用汽车刹车松不开故障的诊断与处理 / 74
- 2.3 汽车液压悬架系统 / 78
 - 2.3.1 汽车电控液压悬架系统的组成和工作原理 / 78
 - 2.3.2 车高控制系统 / 79
 - 2.3.3 自适应悬架系统 / 79
 - 2.3.4 汽车主动悬架液压比例控制系统 / 80
 - 2.3.5 基于模糊控制与电动静液压作动器的汽车主动悬架 / 81
 - 2.3.6 日产无穷 Q45 轿车采用的液压式主动控制悬架系统示例 / 82
 - 2.3.7 汽车电控液压悬架系统故障诊断与排除 / 87
- 2.4 液动力转向系统 / 88
 - 2.4.1 液动力转向概述 / 88
 - 2.4.2 液动力转向系统的组成和工作原理 / 90
 - 2.4.3 日本丰田凌志 LS400 轿车的电控液压助力转向系统示例 / 92
 - 2.4.4 大众波罗 (Polo) 轿车电动液压助力转向系统示例 / 93
 - 2.4.5 汽车液动力转向系统故障诊断与排除 / 94
 - 2.4.6 BJ203 2Z2F1 型汽车转向发卡故障的分析与排除 / 97
 - 2.4.7 某型汽车动力转向叶片泵的故障分析与排除 / 99
 - 2.4.8 重型车辆全液压转向系统的故障分析与排除 / 100
 - 2.4.9 斯太尔汽车转向沉重问题的分析与解决 / 101
 - 2.4.10 应急泵应用于重型汽车转向液压系统 / 102
 - 2.4.11 助力转向系统转向液渗漏的分析及处理 / 104

第 3 章 汽车起重机液压系统分析及故障维修

106

- 3.1 汽车起重机常用液压回路 / 106
 - 3.1.1 起升机构液压回路 / 106
 - 3.1.2 伸缩臂机构液压回路 / 107
 - 3.1.3 变幅机构液压回路 / 107
 - 3.1.4 回转机构液压回路 / 108
 - 3.1.5 支腿机构液压回路 / 108
 - 3.1.6 转向机构液压回路 / 109
- 3.2 汽车起重机液压系统示例 / 110
 - 3.2.1 QY-8 型起重机液压系统 / 110
 - 3.2.2 日本 NK-200 型全液压汽车起重机液压系统 / 112
 - 3.2.3 LOKOM 系列汽车起重机液压系统 (回路分析) / 117
- 3.3 起重机液压系统使用与维修方法 / 121
 - 3.3.1 起重机使用期间的检查与维护 / 121

- 3.3.2 液压系统调整 / 122
- 3.3.3 起重机使用过程中常见故障与排除 / 122
- 3.3.4 系统安全要求 / 123
- 3.3.5 注意事项 / 124
- 3.4 汽车起重机液压故障案例 / 126
 - 3.4.1 QY-12t 汽车起重机全车液压系统失灵故障的分析与排除 / 126
 - 3.4.2 多田野 TL-250E 型汽车起重机液压转向故障分析与排除 / 127
 - 3.4.3 QD40A 型轮胎起重机液压支腿故障分析与处理 / 127
 - 3.4.4 起重机支腿缸故障分析及解决措施 / 128
 - 3.4.5 QY12 汽车起重机回转液压系统的分析与改进 / 129
 - 3.4.6 汽车起重机吊钩自动下滑的分析及维修 / 132
 - 3.4.7 NK160 伸缩缸自动回缩故障的诊断和排除 / 133
 - 3.4.8 NK-200BE 汽车起重机变幅机构故障分析及处理 / 134
 - 3.4.9 TL-360 型起重机变幅液压故障诊断 / 135

第 4 章 自卸汽车液压系统及故障维修

137

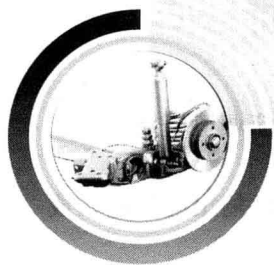
- 4.1 自卸汽车概述 / 137
- 4.2 自卸汽车液压系统 / 138
 - 4.2.1 连杆组合式举升机构自卸汽车液压系统 / 138
 - 4.2.2 自卸汽车多级缸液压系统 / 138
 - 4.2.3 举升油缸 / 139
 - 4.2.4 XN-443 型摆臂式自装卸汽车示例 / 139
 - 4.2.5 具有动力下降功能的重载自卸车液压系统示例 / 141
- 4.3 自卸汽车故障分析与排除 / 143
 - 4.3.1 自卸汽车货厢意外举升问题的分析与改进 / 143
 - 4.3.2 自卸车举升困难故障的分析 / 145
 - 4.3.3 T815S1 型自卸汽车液压举升油泵的修复 / 146
 - 4.3.4 T815S1 型自卸汽车举升系统故障分析 / 147
 - 4.3.5 CA141 翻斗车液压举升缸故障分析与改进 / 151
 - 4.3.6 别拉斯系列自卸汽车液压系统故障及处理 / 152
 - 4.3.7 斯太尔自卸车汽车液压阀故障分析及改进 / 155
 - 4.3.8 斯太尔 1491/K29 型自卸车液压倾卸机构故障分析与排除 / 159
 - 4.3.9 黄河 JN362 型后倾翻式自卸车液压倾卸机构故障的分析 / 161

第 5 章 专用汽车液压系统及故障维修

163

- 5.1 高空作业车液压系统及维修 / 163
 - 5.1.1 高空作业车概况 / 163
 - 5.1.2 高空作业车液压系统 / 163
 - 5.1.3 高空作业车辆升降机构液压系统故障分析与改进 / 165
 - 5.1.4 登高平台消防车伸缩臂液压缸回缩故障分析与改进 / 167
- 5.2 机场车辆液压系统及维修 / 169
 - 5.2.1 机场车辆液压技术应用概述 / 169

- 5.2.2 机场客梯车液压系统 / 170
- 5.2.3 飞机旅客登机车的活动防雨篷液压系统 / 172
- 5.2.4 行李传送车液压系统 / 173
- 5.2.5 机场配餐车液压系统的故障分析与改进 / 173
- 5.3 环卫车辆液压系统及维修 / 175
 - 5.3.1 压缩式垃圾运输车液压系统 / 175
 - 5.3.2 厨余垃圾车液压系统 / 176
 - 5.3.3 路面清扫车液压系统 / 178
 - 5.3.4 四盘刷装置湿式真空吸扫道路清扫车液压系统 / 180
 - 5.3.5 道路清扫车液压系统工作无力故障的排除 / 181
 - 5.3.6 高压清洗车液压系统 / 182
- 5.4 厢式汽车液压系统及维修 / 183
 - 5.4.1 厢式汽车概况 / 183
 - 5.4.2 翼开启厢式车液压系统 / 183
 - 5.4.3 厢式货车尾板液压系统故障分析与改进 / 184
- 5.5 随车起重运输车液压系统及维修 / 187
 - 5.5.1 随车起重运输车概况 / 187
 - 5.5.2 随车起重运输车液压系统 / 188
 - 5.5.3 带随车吊机的重型汽车液压油箱的改进 / 189



第 1 章

液压系统识图分析及故障维修概述

1.1 液压系统及应用

1.1.1 液压系统

液压系统是一种动力传递与控制装置，通过它人们可根据需要实现机械能—液压能—机械能的转换。机械能转换为液压能是通过液压泵实现的。液压泵旋转的内部空腔在与油管连通时逐渐增大，形成吸油腔，将油液吸入；在其与压油口连通时逐渐缩小，形成压油腔，将油排入系统。液压能转换为机械能是通过执行元件液压缸或液压马达来实现的，压力油依帕斯卡原理推动执行件的运动部分，驱动负载运动。各类控制阀则用于限制、调节、分配与引导液压源的压力、量流与流动方向。

液压系统属于机械设备，它作为一种机械产品与机械技术关系密切。液压系统是一种流体动力机械，其工作原理、工作介质及由此而来的结构与工艺特征均体现了这一点。液压系统是一种控制机构，它与控制技术同样关系密切。液压系统与电气、电子及计算机系统有广泛的能量与信息的交流，两者之间相互依赖，相互渗透。液压设备在各工业部门中广泛应用，它是实现其工艺目的或相应功能的工具，这些因素必然反映至液压设备的本身。液压设备故障诊断与监测涉及各类测试手段，它与测试技术不可分离。由此可见，液压设备综合了机械技术、流体技术、电气、电子与计算机技术，以及与设备执行的任務相关的技术（如金属切削，塑料或成型加工，钢铁冶金，采煤等）。故障诊断人员应掌握有关的测试技术的基础知识，并熟练掌握有关的测试技术。

从系统论的角度看，液压系统具备一般系统的基本特征：整体性、层次性、动态性与目的性。因此，系统分析方法非常适合液压系统故障的分析。

液压系统无疑是一个信息系统，系统与外部环境之间，系统内部各组成部分之间有广泛的信息交流，信息分析方法也很适合液压故障的分析。

1.1.2 液压回路

任何液压系统都是由液压回路组成。液压回路是指能实现某种规定功能的液压元件的组合。

液压回路按在液压系统中的功能可分：压力控制回路——控制整个系统或局部油路的工作压力；速度控制回路——控制和调节执行元件的速度；方向控制回路——控制执行元件运



动方向的变换和锁停；多执行元件控制回路——控制几个执行元件间的工作循环。

(1) 压力控制回路

压力控制回路是利用压力控制阀来控制整个系统或局部支路的压力，以满足执行元件对力和转矩的要求。包括：调压回路，卸载回路，减压回路，增压回路，平衡回路，保压回路，泄压回路。

(2) 速度控制回路

速度控制回路包括调速回路、快速回路、速度换接回路。

调速回路是调节执行元件运动速度的回路，包括定量泵供油系统的节流调速回路、变量泵（变量马达）的容积调速回路、容积节流调速回路。

调节执行元件的工作速度，可以改变输入执行元件的流量或由执行元件输出的流量；或改变执行元件的几何参数。

对于定量泵供油系统，可以用流量控制阀来调速——节流调速回路；按流量控制阀安放位置的不同分：进油节流调速回路，回油节流调速回路，旁路节流调速回路。

对于变量泵（马达）系统，可以改变液压泵（马达）的排量来调速——容积调速回路；变量泵——定量马达闭式调速回路，变量泵——变量马达闭式调速回路，同时调节泵的排量和流量控制阀来调速——容积节流调速回路（限压式变量泵和调速阀的调速回路，差压式变量泵和节流阀的调速回路）。

快速回路用于加快执行件运动速度，速度换接回路用于切换执行元件的速度。

(3) 方向控制回路

通过控制进入执行元件液流的通、断或变向，来实现执行元件的启动、停止或改变运动方向的回路称为方向控制回路。

常用的方向控制回路有换向回路、锁紧回路、制动回路。

(4) 多执行元件控制回路

如果一个油源给多个执行元件供油，各执行元件因回路中压力、流量的相互影响而在动作上受到牵制。可以通过压力、流量、行程控制来实现多执行元件预定动作的要求。

多执行元件控制回路包括顺序动作回路、同步回路、互不干扰回路、多路换向阀控制回路。

1.1.3 液压元件

液压回路由液压元件组成。液压元件是液压设备的基本组成单元。

(1) 液压泵

液压泵是机械能—液压能转换元件，它负责向液压系统提供符合要求的压力油源，是液压系统的动力元件，液压泵的特点是：①结构较复杂，加工工艺，材料及安装要求均较高。②液压泵是液压系统中负载最大，运行时间最长的元件，故磨损劣化的速度也快。③液压泵装拆不方便，为了保证安装精度，一般不宜经常拆卸。

液压泵是液压系统的关键元件，液压泵损坏之后，会对系统压力与流量带来一系列影响。液压泵的损坏主要发生在工作部分、运动件及动力传递零件上，如工作部分的磨损，轴承损坏及传动轴扭断。

液压泵是故障诊断与状态监测的重点对象。

液压泵按结构主要分为齿轮泵、叶片泵与轴向柱塞泵三种，按压力等级可分为低压泵、中低压泵与高压泵三种，按排量的大小有大型泵与小型泵之分。按排量变化情况有定量泵与变量泵之分。

(2) 液压阀

液压阀包括压力阀、方向阀与流量阀。

压力阀是液压系统的压力调节与限定元件。压力阀主要包括各类溢流阀、减压阀与顺序阀。目前,大多数压力阀均为二级阀。压力阀一旦失效,便会引起压力失调,如压力下跌、无压力、压力波动及不可调等,压力阀芯卡死及弹簧折断等。

方向阀用于控制液压回路的通断和液流的正反流向。方向阀主要包括各类换向阀和单向阀,换向阀是断续工作的,其寿命以换向次数计。换向阀的损坏主要是阀芯配合面磨损、阀芯卡死、弹簧折断或疲软,以及电磁铁损坏等。换向阀在使用中容易装反,换向阀的阀芯也容易装反。换向阀损坏后,液压系统的动作次序会出现错乱。单向阀的损坏主要发生在密封面上。

流量阀用控制流经油路的流量,以控制执行件的运动速度。流量阀主要是各类调速阀与节流阀,流量阀的失效主要在于节流口堵塞、阀芯卡死等。流量阀失效以后,液压系统会出现运动速度失控症状。

(3) 液压执行机构

液压执行机构包括液压马达与液压缸。

液压马达在压力油的推动下产生旋转运动,对负荷输出转速与转矩。液压马达主要有齿轮马达、叶片马达、轴向或径向柱塞式液压马达。从原理上讲,液压泵可以作液压马达用,液压马达也可作液压泵用。但事实上同类型的液压泵和液压马达虽然在结构上相似,但由于两者的工作情况不同,使得两者在结构上也有某些差异。

液压缸在压力油的作用下推动负载做直线运动。液压缸按结构形式可分为活塞缸、柱塞缸与摆动缸,按作用方式可分为单作用液压缸、双作用液压缸与复合式缸。液压缸结构基本上可以分为缸筒和缸盖、活塞和活塞杆、密封装置、缓冲装置和排气装置五个部分。

(4) 液压辅件

液压辅件主要包括密封件、蓄能器、过滤器、管件、接头等。

密封件是液压系统维持正常压力的保证因素。液压装置的能量流与物料流量是一致的,且前后相通,故液压回路中任一处发生密封问题都会引起系统能量传递的偏差。

蓄能器就是一种蓄积液压油的装置。蓄能器由油液部分和带有气密封件的气体部分组成,位于皮囊周围的油液与油液回路接通。当压力升高时油液进入蓄能器,气体被压缩,系统管路压力不再上升;当管路压力下降时压缩空气膨胀,将油液压入回路,从而减缓管路压力下降。蓄能器的主要作用是作辅助动力源、补偿泄漏以保持恒压、吸收液压冲击。

液压系统中过滤器的作用是:①滤除油液中的污垢颗粒,防止运动部件卡死、零件划伤、油道堵塞等故障,提高系统工作的可靠性和稳定性。②滤除油液中的细小颗粒杂质,防止零件磨料磨损,延长使用寿命。为此,过滤精度应满足需要保护的滑动间隙。③通过分析过滤器中积留污染物,分析故障隐患,查找磨损部件,监测设备运行。液压系统使用的过滤器,按滤芯材料的过滤机制,分为表面型、深度型和吸附型三种。

冷却器用于控制液压系统的温度。冷却器有水冷式、风冷式和电冰箱式等类型。液压机械上多采用水冷式油冷却器。水冷式油冷却器有盘管式(蛇形管)、多管圆筒式、翅片列管式、板式等多种。车辆液压系统常采用风冷式冷却器。

1.1.4 交通运输液压设备

(1) 交通运输液压设备的特点

交通运输液压设备上非通用件较多,机械结构较复杂,零件上有较多的孔和槽,这些孔与槽的作用是用机械图表示的,阅读起来很不方便。这类设备液压系统的管系复杂,难以在较短的时间内清理。上述原因使油路分析与故障分析更加困难。



大型交通工具液压系统比较复杂。一些交通工具液压系统是手控液压设备，其控制信息来自操作者。

交通运输液压系统虽然不是大型生产线的组成部分，但它们是比较复杂的机电系统的组成部分，一些情况下有很高的安全要求，因此，对液压元件与回路可靠性有较高的要求。

交通运输液压系统运行环境复杂多变，工况都比较差，易于污染，元件的磨损速度快，技术要求更高，调整、检查、测试、故障诊断与修理的条件不及室内固定液压系统。交通运输液压系统污染控制、温度控制、泄漏控制、振动与噪声控制等一直是关键问题。

(2) 液压技术在汽车的主要应用

汽车是当代社会十分重要的交通运输工具，液压技术在汽车上有广泛的应用，承担重要角色。

汽车的自动变速、制动、悬架及转向等机构常采用液压系统。而汽车起重机常用液压回路包括起升、伸缩、变幅、回转、支腿及转向等机构液压回路。自卸汽车采用液压缸顶升车厢。专用汽车适合特定条件下的作业，液压系统是专用汽车重要组成部分，高空作业车、环卫车、机场用车辆、厢式车、随车起重运输车等有其独特的液压系统。

液压技术的应用对汽车的平稳性、安全性、节能性、便利性、舒适性等影响很大。

1.2 液压系统识图与分析的基本方法

液压回路识图与分析是液压工程一项基本活动，是顺利进行液压系统设计制造、使用维修一个必要条件。液压回路识图与分析是一个对液压系统分析理解的过程，包括初步整体分析、系统划分及回路分析、油路走向分析、液压元件分析、系统技术特点分析及总结等。

在此，以某汽车起重机液压系统识图分析为例，介绍液压系统识图方法。

1.2.1 初步整体分析

初步分析液压系统的目的主要是浏览整个液压系统。明确液压系统的组成回路及元件，初步分析各回路及元件功能及用途，以便根据组成回路及元件对液压系统进行分解。

(1) 汽车起重机

汽车起重机是将起重机安装在汽车底盘上的一种起重运输设备，具有机动灵活、能以较快速度行走的作业特点。汽车起重机主要由行驶部分及作业部分组成，其中作业部分又包括变幅机构、伸缩机构、起升机构、回转机构和支腿机构。汽车起重机的外形结构示意图如图 1-1 所示。

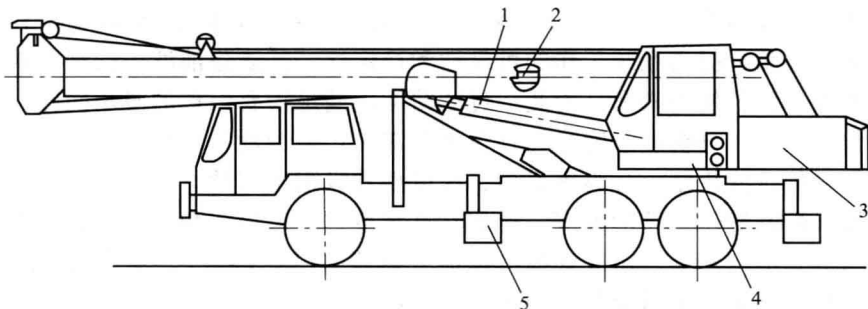


图 1-1 汽车起重机结构示意图

1—变幅机构；2—伸缩机构；3—起升机构；4—回转机构；5—支腿

汽车起重机作业机构的所有动作都是在液压驱动下完成的，例如汽车起重机的吊臂变幅动作、吊臂伸缩动作、起升动作、回转动作以及支腿动作，都是在液压系统的驱动下完成的。在所有机构运行过程中，液压系统起着至关重要的作用。

汽车起重机液压系统的关键件包括主液压泵、主控制阀、支腿操纵阀、主副卷扬和回转减速机。主液压泵由底盘发动机驱动，主控制阀分别控制回转、伸缩、变幅及卷扬作业动作，支腿操纵阀通过底盘单侧或两侧操纵杆控制支腿同时或单独工作。汽车起重机的作业机构操纵方式通常可以采用手柄操作和电液先导控制两种。在汽车起重机液压系统中包含了多种形式的液压基本回路，例如平衡回路、锁紧回路、制动回路、减压回路以及换向回路等。

(2) 汽车起重机液压系统技术要求

首先要分析汽车起重机液压系统的工作任务、工作要求和动作循环。

汽车起重机主要的工作任务就是起吊和转运货物，由于汽车起重机执行元件需要完成的动作较为简单，位置精度要求低，因此汽车起重机的大部分作业机构采用手动操纵方式即可。

作为起重机械，除了完成必要的起吊和转运货物的工作任务外，保证起重作业中的安全也是至关重要的问题，因此采取必要的保护措施、保证汽车起重机作业的安全是液压系统设计的重要目标之一。

汽车起重机对作业的安全性要求高。汽车起重机液压系统要能够保证各动作机构的动作安全。例如保证安全动作的要求有：

① 起吊重物时不准落臂，必须落臂时应将重物放下重新升起作业，此时，伸缩和变幅机构的液压回路必须采用平衡回路；

② 回转动作要平稳，不准突然停转，当吊重接近额定起吊重量时，不得在吊离地面0.5m以上的空中回转；

③ 起重机在起吊重载时应尽量避免吊重变幅，起重臂仰角很大时不准将起吊的重物骤然放下，防止后倾，这些都要求汽车起重机液压系统的子系统之间采用适当的连接关系；

④ 汽车起重机不准吊重行驶；

⑤ 防止出现“拖腿”和“软腿”事故；

⑥ 防止出现“溜车”现象。

对于汽车起重机液压设备，要完成的动作主要包括起升、伸缩、变幅、回转动作及支腿伸出和缩回动作，每个工作机构要完成的动作循环简单，但整个液压设备的工作机构较多，工作机构之间的互锁、防干涉等关系复杂。

了解上述汽车起重机的工作任务和动作要求，有助于后续液压系统工作原理的分析和理解。

(3) 初步分析整个液压系统

首先应确定系统组成元件及功能。某型号汽车起重机液压系统的原理图如图1-2所示，浏览整个液压系统，可以看出整个液压系统由哪些元件组成。

按照能源元件、执行元件、控制调节元件以及辅助元件的浏览顺序确定图1-2汽车起重机液压系统的组成元件，并初步确定各元件的功能。

① 能源元件：3个同轴连接的定量液压泵，为整个液压系统提供油源。

② 执行元件：4个水平支腿液压缸，实现水平支撑的作用；4个垂直支腿液压缸，实现垂直支撑的作用；1个伸缩液压缸，使吊臂（手臂）伸缩；1个变幅液压缸，使吊臂变幅；1个回转定量液压马达，使起重设备回转；1个起升定量液压马达，使吊重起升或下落；2个制动液压缸，使起升液压马达制动；2个离合器液压缸，使卷筒与起升液压马达接合。

③ 控制调节元件：2个三位四通弹簧复位式手动换向阀，分别操纵水平和垂直支腿的动作；1个两位三通钢球定位式手动换向阀，使油路在支腿和工作机构之间切换；4个转阀式手动开关阀，控制垂直支腿液压缸的动作；2个三位四通钢球定位式手动换向阀，控制离合器和制动器动作；3个三位四通弹簧复位式手动换向阀，分别操纵回转、伸缩和变幅机构；1个五位四通钢球定位式手动换向阀，操纵起升动作；6个溢流阀（安全阀），调定系统工作压力；1

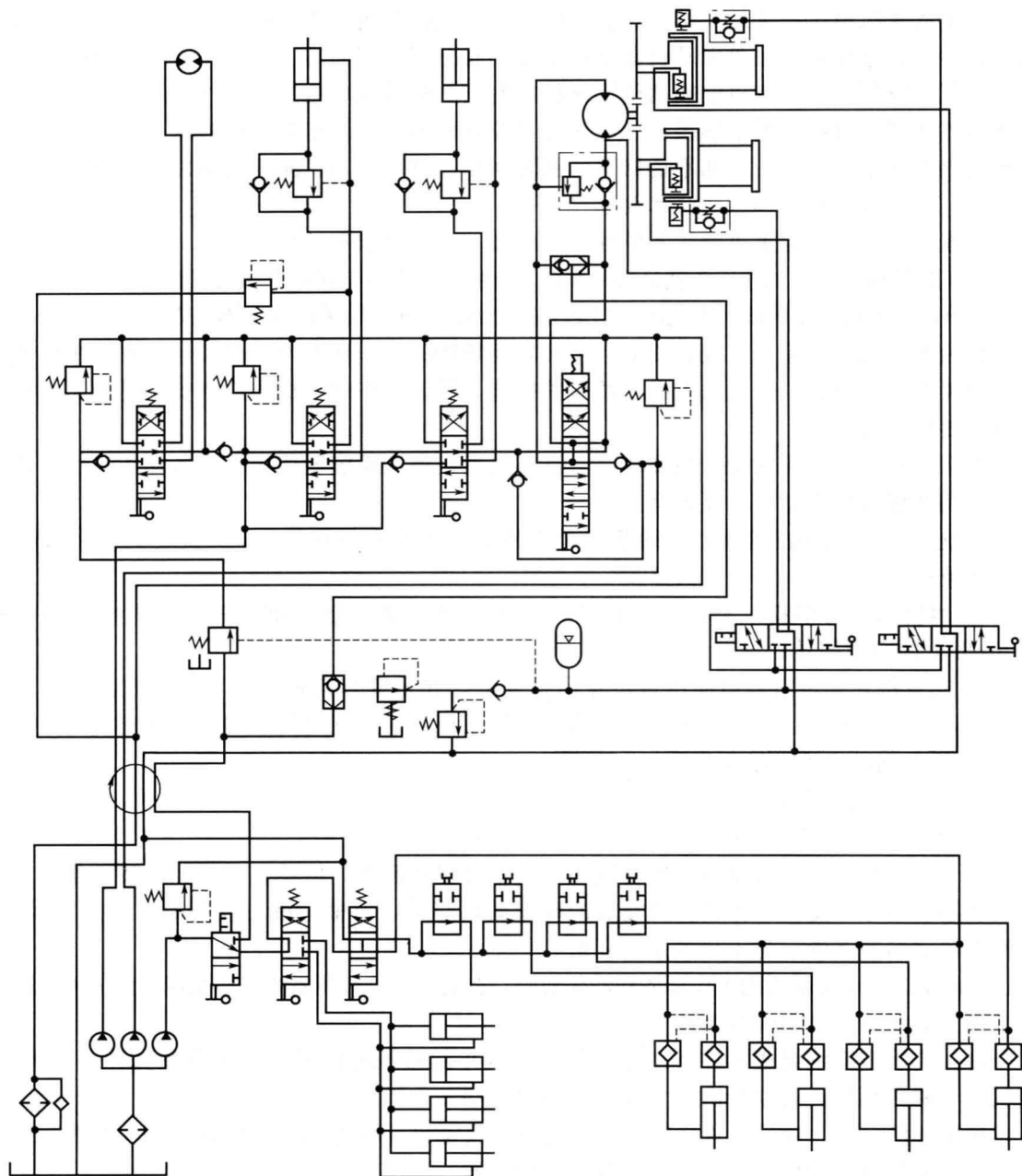


图 1-2 汽车起重机液压系统原理图

个减压阀，使离合器和制动器回路得到低于主回路的压力；1个顺序阀，实现蓄能器充液和工作机构的顺序动作；3个平衡阀，构成平衡回路；2个梭阀，使控制油始终为压力油；8个液控单向阀，形成双向液压锁；2个固定节流孔，防止冲击；若干个单向阀，防止油液倒流。

④ 辅助元件：1个蓄能器，作辅助油源和应急油源；1个油箱，储存油液；2个过滤器（精滤和粗滤），过滤油液。

1.2.2 子系统划分及回路分析

在了解和掌握了液压基本回路工作原理的基础上，把复杂的液压系统分解为由基本回路组成的子系统，再分析回路。液压系统由多个执行元件组成，因此根据执行元件个数对液压

系统进行子系统的划分。根据划分结果，绘制各个子系统原理图，以便单独分析各个子系统的动作原理。

(1) 划分子系统

汽车起重机液压系统由多个执行元件组成，因此根据执行元件个数对图 1-2 所示的液压系统进行子系统的划分。图 1-2 中液压系统有回转液压马达、伸缩液压缸、变幅液压缸、起升液压马达、垂直支腿缸、水平支腿缸、制动缸以及离合器缸八个执行元件，但制动缸和离合器缸的作用相互关联，因此可以把这两个执行元件划分为一个子系统，于是整个汽车起重机液压系统可以被分解为七个子系统，如图 1-3 所示。

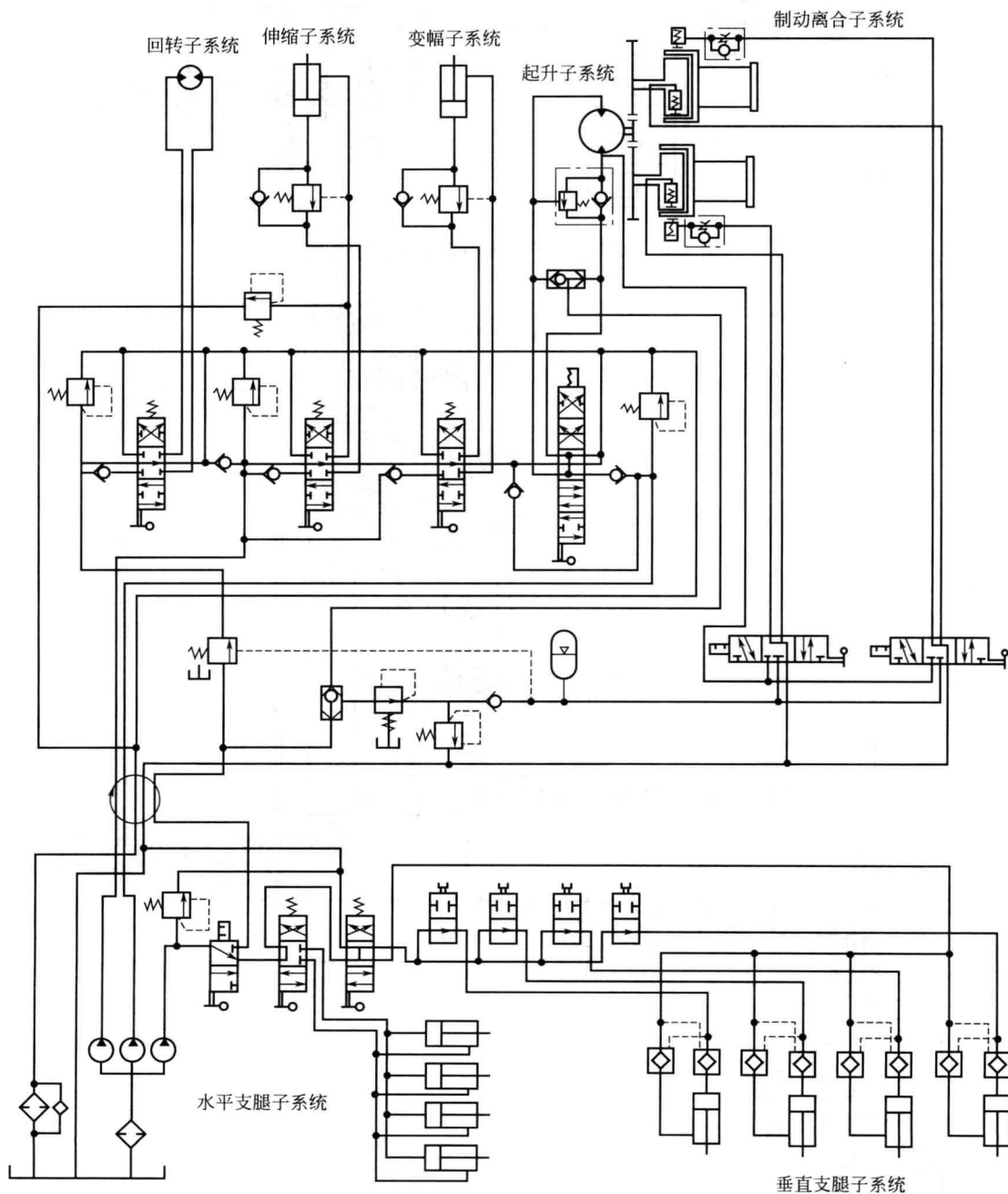


图 1-3 子系统划分



(2) 绘制子系统原理图

根据图 1-3 中液压子系统的划分结果, 绘制各个子系统原理图, 以便单独分析各个子系统的动作原理。在绘制子系统原理图时, 要更加详尽地描述各个子系统的组成, 以便更好地分析子系统的功能及动作原理。从液压泵到执行元件的汽车起重机各个子系统原理图, 分别如图 1-4~图 1-6 所示。

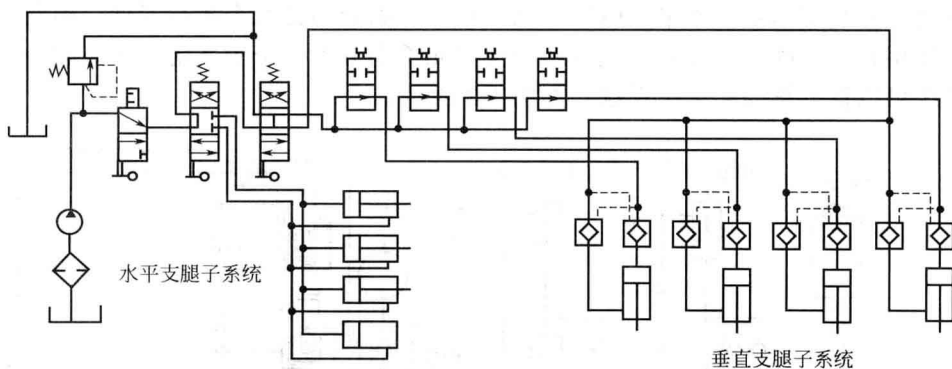


图 1-4 水平支腿子系统与垂直支腿子系统

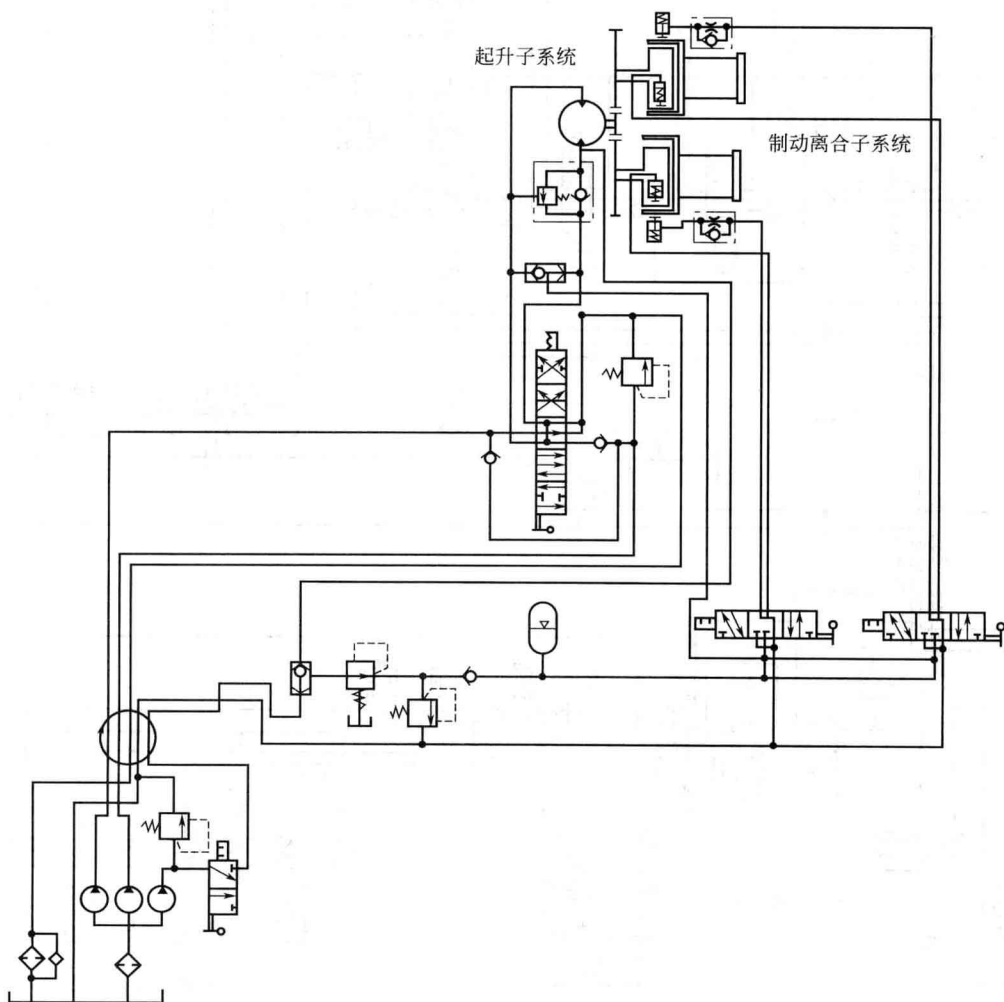


图 1-5 起升子系统与制动离合器系统

1.2.3 油路走向分析

油路走向分析以液压回路的动作为基本单位进行。

一般情况下，液压回路有正、反（进、退，上、下等）两个方向的动作，动作的方向主要由换向阀的“位”决定。每个动作包括主进油路与主回油路两个油路。同一方向的动作，如果力和速度不同（如快进与工进），油路也是有区别的。有些情况下，一个动作除了主油路，还有控制油路（进油路与回油路）。

油路走向分析的目的就是正确认识各个动作液压油路的走向：油路从何处开始，经过哪些环节，最终到达何处。油路走向分析的依据是液压回路图、电磁铁通电表、电气资料、相关操作说明等。

(1) 水平支腿子系统油路走向

水平支腿子系统油路走向如图 1-7 与图 1-8 所示。

(2) 垂直支腿子系统油路走向

垂直支腿子系统油路走向如图 1-9 与图 1-10 所示。

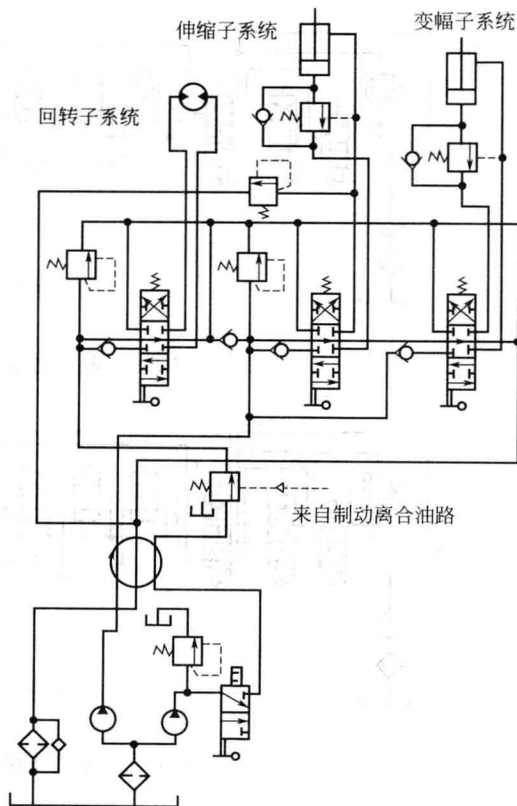


图 1-6 回转子系统、伸缩子系统与变幅子系统

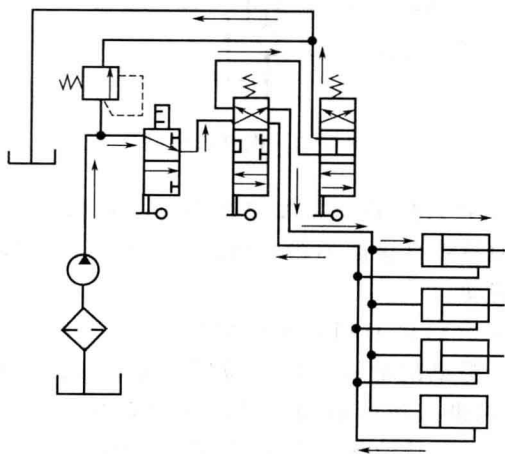


图 1-7 水平支腿伸出油路

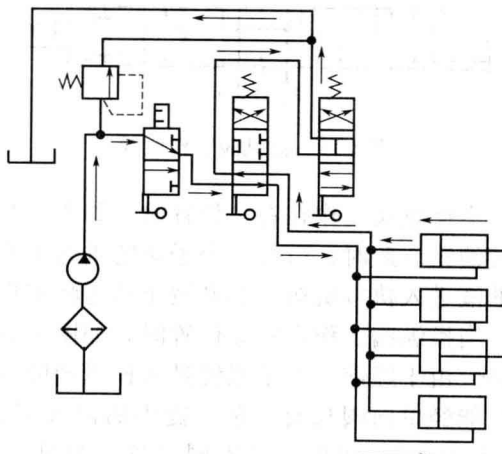


图 1-8 水平支腿缩回油路

(3) 起升子系统油路分析

起升子系统原手动起升操纵阀有五个工作位置，分别定义为左 1、左 2、中、右 1、右 2，如图 1-11 所示。

当该操纵阀处于中位时，油源提供的油液将经过该阀中位直接回油，P 口、A 口、B 口