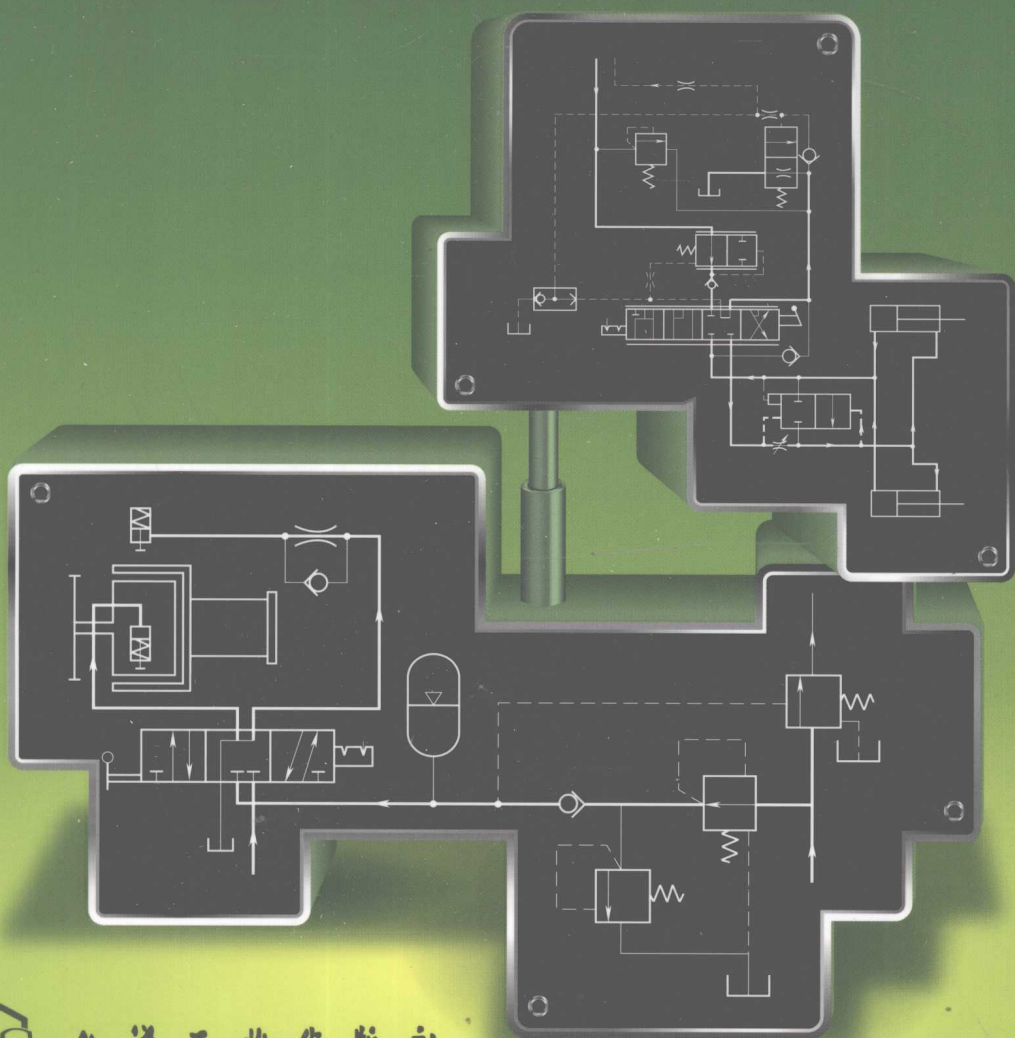


李松晶 丛大成 姜洪洲 编著

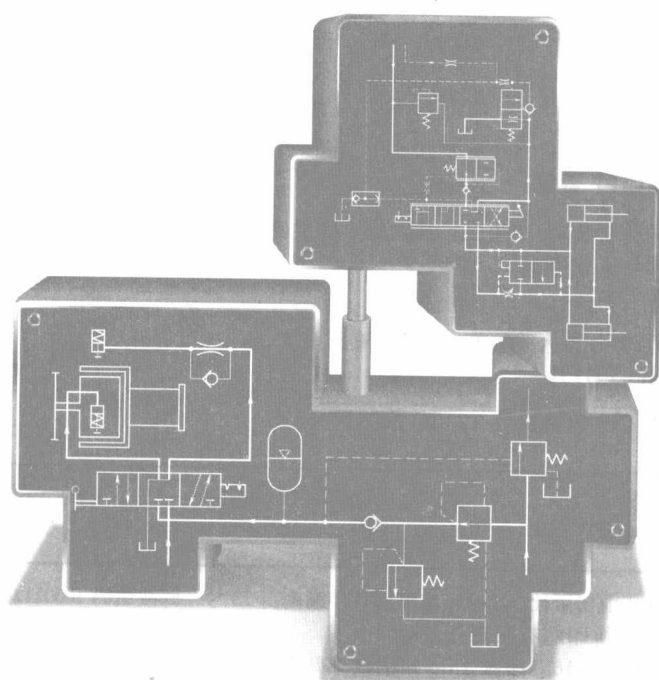
液压系统原理图 分析技巧



化学工业出版社

李松晶 丛大成 姜洪洲 编著

液压系统原理图 分析技巧



化学工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

液压系统原理图分析技巧/李松晶, 丛大成, 姜洪洲
编著. —北京: 化学工业出版社, 2009. 2

ISBN 978-7-122-03872-2

I. 液… II. ①李…②丛…③姜… III. 液压系统-
机械图-识图法 IV. TH137

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 160068 号

责任编辑: 黄 滢
责任校对: 陈 静

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: 北京彩桥印刷有限责任公司

720mm×1000mm 1/16 印张 15¼ 字数 299 千字

2009 年 1 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

前 言

液压技术由于具有功率重量比大、响应速度快、易于实现标准化和自动化等特点,因此在工农业生产、航空航天以及国防建设等领域都得到了广泛应用,为国民经济和社会生产力的发展发挥着不可磨灭的作用。

液压系统原理图是使用连线把液压元件的图形符号连接起来的一张简图,用来描述液压系统的组成及工作原理。在液压技术的学习、交流及使用过程中,都离不开液压系统原理图,因此能够正确而迅速地阅读液压系统原理图,无论对于液压设备的设计、分析及研究,还是液压装置的使用、维护及调整都是十分重要的。

本书在介绍液压系统原理图的阅读方法和步骤的基础上,给出了六个复杂液压系统原理图的分析实例。考虑到分析实例的选择应尽可能包含多种基本回路、涵盖液压传动及控制系统以及各种应用领域,因此本书选择了汽车起重机、组合机床、推土机、热压机、炮塔以及遥控装载机的液压系统。

在编写模式的选择方面,为使全书体例格式清晰,本书选择了模块化的形式进行编排,将全书内容分成七大模块,逐一进行介绍。模块一介绍了液压系统原理图的阅读方法及步骤,包括了解系统的方法、初步分析方法、整理和简化原理图方法、划分子系统方法、子系统分析方法、子系统连接关系分析方法以及总结系统特点的方法。模块二至模块七在模块一的基础上分别对汽车起重机、组合机床、推土机、热压机、炮塔和遥控装载机的液压系统原理图的分析方法和步骤进行了详细阐述,并在每个模块最后给出了各个系统的特点总结和原理图的分析技巧,以帮助广大读者快速掌握液压系统原理图的分析方法和技巧,提高实践技能。

本书所列的原理图中所涉及的图形符号全部采用最新国家标准绘制。为方便读者查阅,还将新标准的液压图形符号列于附录中。

在本书的编写过程中,得到了哈尔滨工业大学流体控制及自动化系领导和全体同事的支持和帮助。书稿编写过程中,吴振顺老师、吴盛林老师以及聂伯勋老师帮助解答了编写过程中遇到的疑难问题。书稿整理过程中,哈尔滨工业大学机械电子工程专业博士研究生蒋丹、尼日利亚籍博士留学生 Peter Ogbobe,硕士研究生王微微、姜北、李永红、陈小明、郑向前、李浩、宋凯、刘吉晓等协助完成了查找资料、绘图以及部分内容的整理等工作。此外,本书的编写还得到了哈尔滨工业大学其他院系同事和朋友的有力支持与帮助。在此笔者对所有支持和帮助过本书编写的同事和朋友表示衷心的感谢。

由于笔者水平有限,书中难免会有疏漏和不足之处,敬请广大读者予以批评和指正。

编著者

液压系统使用与维修手册

陆望龙 编著



ISBN 978-7-122-01571-6

16 开 精装 1050 页 138 元

◆本手册凝聚了作者 40 多年液压行业维修的丰富经验编写而成，是一部实用性强、专业性强、可操作性强的大型液压维修技术手册

◆详细介绍了国内外各种液压元件、回路、系统的使用与维修，以及近三十种典型液压设备的工作原理、结构、使用注意事项以及故障分析与排除、修理方法等

◆手册内容贯穿两条主线：一是“元件—回路—系统”，一是“原理—结构—故障排除与修理”，信息量大

◆本手册主要读者对象为中高级液压维修技工、第一线的液压工程技术人员以及大专院校液压相关专业的师生

液压识图

张应龙 主编



ISBN 978-7-122-00299-0

16 开 平装 195 页 28 元

◆按照“液压元件—液压回路—液压系统”的体系进行论述

◆采用最新的液压技术标准

◆主要介绍了识读液压系统图的基础知识，常见的液压动力元件、执行元件、液压控制阀、液压辅助元件的工作原理和结构，以及由各类液压元件组成的各种液压基本回路

◆主要面向初级液压工程技术人员、高级技术工人

液压实用回路 360 例

赵月静 宁辰校编



ISBN 978-7-122-02648-4

16 开 平装 346 千字 36 元

◆液压回路是液压系统正常工作的基本单元，是保证液压系统正常工作的基础。了解、熟悉并进一步正确连接、合理选用液压回路，是每一个液压从业人员的基本功

◆本书从液压工程技术人员的实际需要出发，收集了常用的液压回路共计 360 余例，目的是给液压技术人员提供一个比较实用的液压回路参考资料

◆全书共分 10 章，按照由简单到复杂的顺序，以一图一表的形式，一目了然地介绍了常用液压回路的特点、功能、应用范围以及回路选用原则和注意事项等内容

◆本书可供液压技术从业人员研究、查阅及设计使用，也可作为液压技术入门人员及液压爱好者的学习参考用书

欢迎订阅化工版液压与气动技术图书

液压系统原理图分析技巧	2009 年/B5 开/36 元
液压设备故障诊断与维修案例精选	2009 年/16 开/48 元
液压维修工速查手册	2009 年/大 64 开/(精) 39 元
液压与气动图形符号及识别技巧	2009 年/大 32 开/25 元
液压泵及液压马达原理、使用与维护	2009 年/16 开/48 元
液压识图 100 例	2008 年/B5 开/29 元
液压阀原理、使用与维护 (第二版)	2009 年/16 开/88 元
液压实用回路 360 例	2008 年/16 开/36 元
液压维修技术问答	2008 年/16 开/36 元
液压辅件-实用液压技术丛书	2008 年/B5 开/30 元
液压站-实用液压技术丛书	2008 年/B5 开/35 元
液压系统使用与维修手册	2008 年/16 开/(精) 138 元
液压气动工-机械工人模块化学习与训练丛书	2008 年/大 32 开/18 元
液压元件使用指南	2008 年/16 开/48 元
液压与气动元件操作训练	2007 年/大 32 开/20 元
液压气动技术实用问答	2007 年/16 开/39 元
液压识图	2007 年/16 开/28 元
蓄能器实用技术	2007 年/B5 开/28 元
工程机械液压系统及故障维修	2007 年/16 开/38 元
机床液压系统及故障维修	2007 年/16 开/28 元
汽车液压系统及故障维修	2007 年/16 开/26 元
液压工必读	2007 年/大 32 开/18 元
液压气动技术速查手册	2007 年/16 开/86 元
液压挖掘机	2007 年/16 开/22 元
液压系统设计丛书-液压元件及选用	2007 年/16 开/58 元
液压系统设计丛书-液压控制系统及设计	2006 年/16 开/49 元
液压系统设计丛书-液压系统使用与维修	2006 年/16 开/35 元
液压系统设计丛书-液压传动系统及设计	2005 年/16 开/56 元
机械设计手册 (单行本) 气压传动	2006 年/16 开/78 元
机械设计手册 (单行本) 液压控制	2006 年/16 开/42 元
机械设计手册 (单行本) 液压传动	2005 年/16 开/88 元
汽车液压、液力与气压传动技术	2005 年/16 开/28 元

以上图书由**化学工业出版社 机械·电气分社**出版。如要以上图书的内容简介和详细目录,或者更多的专业图书信息,请登录 www.cip.com.cn。如要出版新著,请与编辑联系。

地址:北京市东城区青年湖南街13号(100011)

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686)

编辑:010-64519275

E-mail: huangying@cip.com.cn 或 huangying0436@163.com

目 录

模块一 阅读液压系统原理图的方法及步骤	1
1.1 概述	1
1.2 了解系统	3
1.2.1 了解系统的工作任务	4
1.2.2 了解系统的工作要求	4
1.2.3 了解系统的动作循环	5
1.3 粗略分析	6
1.3.1 粗略浏览整个系统	6
1.3.2 分析元件功能	7
1.3.3 给元件重新编号	9
1.4 整理和简化油路	10
1.4.1 简化油路	10
1.4.2 整理元件	11
1.4.3 重新绘制原理图	12
1.5 将系统分解成子系统	13
1.5.1 子系统的划分方法	13
1.5.2 子系统命名	15
1.5.3 重新绘制子系统原理图	15
1.6 分析子系统	15
1.7 确定子系统的连接关系	18
1.7.1 串联方式	18
1.7.2 并联方式	19
1.7.3 顺序单动（串、并联）方式	19
1.7.4 复合方式	19
1.7.5 合流	20
1.8 总结系统特点	21
1.8.1 动作切换和动作循环	21
1.8.2 调速和变速方式	22
1.8.3 节能措施	24
模块二 汽车起重机液压系统原理图分析	29

2.1	汽车起重机概述	29
2.2	了解汽车起重机液压系统	30
2.3	初步分析整个液压系统	31
2.3.1	确定系统组成元件及功能	31
2.3.2	给元件编号	32
2.4	整理和简化油路	35
2.4.1	缩短油路连线	36
2.4.2	省略某些元件	36
2.5	将系统分解成子系统	38
2.5.1	划分子系统	38
2.5.2	给子系统命名	39
2.5.3	绘制子系统原理图	40
2.6	分析各子系统	41
2.6.1	垂直支腿(zc)子系统分析	42
2.6.2	水平支腿(zs)子系统分析	43
2.6.3	回转(hz)子系统分析	44
2.6.4	伸缩(变幅)子系统分析	45
2.6.5	起升子系统分析	47
2.6.6	制动器和离合器子系统分析	50
2.7	子系统间连接关系分析	53
2.7.1	工作机构子系统连接关系	53
2.7.2	支腿子系统连接关系	54
2.7.3	制动器和离合器子系统连接关系	55
2.8	总结整个系统特点及分析技巧	55
2.8.1	系统特点	55
2.8.2	分析技巧	56

模块三 组合机床液压系统原理图分析 58

3.1	组合机床概述	58
3.2	了解系统的工作任务和动作要求	60
3.3	初步分析	61
3.3.1	确定组成元件及功能	61
3.3.2	分析特殊元件	61
3.3.3	给元件编号	67
3.4	整理和简化油路	67
3.5	划分子系统	71

3.5.1	子系统划分及编号	71
3.5.2	绘制子系统原理图	71
3.6	分析各子系统	74
3.6.1	滑台Ⅰ子系统分析	74
3.6.2	滑台Ⅱ子系统分析	78
3.6.3	滑台Ⅲ子系统分析	81
3.6.4	夹紧子系统分析	82
3.6.5	定位子系统分析	83
3.6.6	工件输送子系统分析	84
3.7	子系统连接关系分析(子系统间连接关系)	88
3.8	总结整个系统特点及分析技巧	89
3.8.1	系统特点	89
3.8.2	分析技巧	90
模块四	推土机液压系统原理图分析	92
4.1	推土机概述	92
4.2	了解系统的工作任务和动作要求	93
4.3	初步分析	94
4.3.1	浏览整个系统	94
4.3.2	模块划分	95
4.4	分析各个模块的组成元件及功能	99
4.4.1	转向泵模块	100
4.4.2	转向马达模块	102
4.4.3	旁通和压力控制模块	102
4.4.4	工作泵模块	102
4.4.5	工作装置(机具)阀组模块	105
4.4.6	推土器模块	105
4.4.7	裂土器模块	106
4.4.8	转向先导阀模块	106
4.4.9	油箱模块	107
4.5	整理和简化油路	107
4.5.1	缩短油路连线	107
4.5.2	省略元件	108
4.5.3	重新绘制原理图	111
4.5.4	元件重新编号	111
4.6	将系统分解成子系统	112

4.6.1	子系统划分及命名	112
4.6.2	绘制子系统原理图	113
4.7	分析各子系统	116
4.7.1	转向子系统分析	116
4.7.2	裂土器子系统分析	121
4.7.3	铲斗举升子系统分析	128
4.7.4	铲斗倾斜子系统分析	134
4.8	子系统连接关系分析	137
4.9	总结整个系统特点及分析技巧	138
4.9.1	系统特点	138
4.9.2	分析技巧	138

模块五 热压机液压系统原理图分析 140

5.1	热压机概述	140
5.2	了解热压机液压系统的工作任务和动作要求	142
5.3	初步分析	143
5.3.1	粗略浏览	143
5.3.2	给元件编号	145
5.4	整理和简化油路	145
5.4.1	简化油路连线	147
5.4.2	去掉不必要的元件	147
5.4.3	使用等效元件	147
5.4.4	绘制等效原理图	150
5.4.5	给元件重新编号	150
5.5	划分子系统	151
5.5.1	子系统划分及编号	151
5.5.2	绘制子系统原理图	153
5.6	分析各子系统	156
5.6.1	热压机子系统分析	156
5.6.2	装板机子系统分析	164
5.6.3	卸板机子系统分析	166
5.6.4	推板器子系统分析	167
5.6.5	挡板器子系统分析	168
5.6.6	同步闭合子系统分析	168
5.6.7	油源子系统分析	169
5.7	分析子系统连接关系	171

5.8 总结整个系统特点及分析技巧	172
5.8.1 系统特点	172
5.8.2 分析技巧	173
模块六 炮塔液压系统原理图分析	174
6.1 概述	174
6.2 了解工作要求和动作循环	175
6.3 初步分析	176
6.3.1 确定系统的组成元件及功能	176
6.3.2 特殊元件分析	177
6.3.3 重新编号	178
6.4 简化油路	178
6.4.1 缩短油路连线	179
6.4.2 去掉某些元件	180
6.4.3 重新绘制油路	181
6.4.4 给元件重新编号	181
6.5 划分子系统	182
6.5.1 子系统划分及编号	183
6.5.2 绘制子系统原理图	184
6.6 分析各子系统	184
6.6.1 油源子系统分析	184
6.6.2 高低子系统分析	188
6.6.3 方位子系统分析	191
6.7 子系统连接关系分析	195
6.8 总结整个系统特点及分析技巧	195
6.8.1 系统特点	196
6.8.2 分析技巧	196
模块七 遥控式装载机液压系统原理图分析	198
7.1 概述	198
7.2 了解系统	200
7.2.1 工作机构的运动要求	200
7.2.2 行走驱动	200
7.3 初步分析	201
7.3.1 粗略浏览	201
7.3.2 简化油路	202

7.3.3 重新编号	204
7.4 划分子系统	205
7.4.1 子系统划分及编号	205
7.4.2 绘制子系统原理图	206
7.5 分析各子系统	206
7.5.1 油源子系统	207
7.5.2 左侧行走驱动子系统	209
7.5.3 铲斗举升子系统	211
7.5.4 铲斗倾斜子系统	213
7.6 子系统连接关系分析	217
7.7 总结整个系统特点及分析技巧	218
7.7.1 系统特点	218
7.7.2 分析技巧	218
附录 新标准液压图形符号	219
参考文献	228

在液压技术的学习、交流及使用过程中，都离不开液压系统原理图，因此能够正确而迅速地阅读液压系统原理图，无论对于液压设备的设计、分析及研究，还是液压装置的使用、维护及调整都是十分重要的。采取正确的阅读方法以及必要的阅读步骤是正确而迅速地阅读液压系统原理图的关键，而计算机和网络等先进技术手段的使用和配合，为液压系统原理图的阅读提供了更有利的保障。

本章将着重介绍阅读液压系统原理图的基本方法及步骤，在后续章节中，结合本章的基本阅读方法及步骤，对几个典型的液压系统原理图进行具体的分析和研究。

1.1 概 述

液压系统原理图是使用连线把液压元件的图形符号连接起来的一张简图，用来描述液压系统的组成及工作原理。要做到正确而又迅速地阅读液压系统原理图，首先要很好地掌握液压技术基本知识，熟悉各种液压元件（特别是各种液压阀和变量机构）的工作原理、功能和特性；熟悉液压系统各种基本回路的组成、工作原理及基本性质；熟悉液压系统的各种控制方式；由于液压系统原理图是由液压元件的图形符号组成的，因此还要熟悉液压元件的标准图形符号。其次要在实际工作中联系实际，多读多练，通过各种典型的液压系统，了解不同应用场合下各种液压系统的组成及工作特点，以此为基础阅读新的液压系统原理图。

如果在阅读液压系统原理图时，系统图附有说明书，则根据说明书的介绍逐步看下去，这样能够比较容易地阅读清楚液压系统原理图所示液压系统的工作原理。如果所阅读的液压系统原理图没有配备说明书，只由一张系统图，或者在系统原理图上还附有工作循环表、电磁铁工作表或其他简单的说明，这就要求我们采取必要的分析方法和分析步骤，通过分析各元件的作用及油路的连通情况来弄清楚系统的工作原理。

阅读液压系统原理图可以采取图 1-1 所示的步骤。

图 1-1 所示的阅读液压系统原理图的步骤并不是一成不变的，在具体的液压系统原理图分析过程中，应结合具体的系统原理图适当调整或简化分析步骤，使液压系统原理图的分析更加正确和迅速。根据图 1-1 液压系统原理图的分析步骤，本章的后续内容将对各个分析步骤中应该采用的分析方法进行详细介绍，并且在后续的章节中结合具体的分析实例作进一步论述。

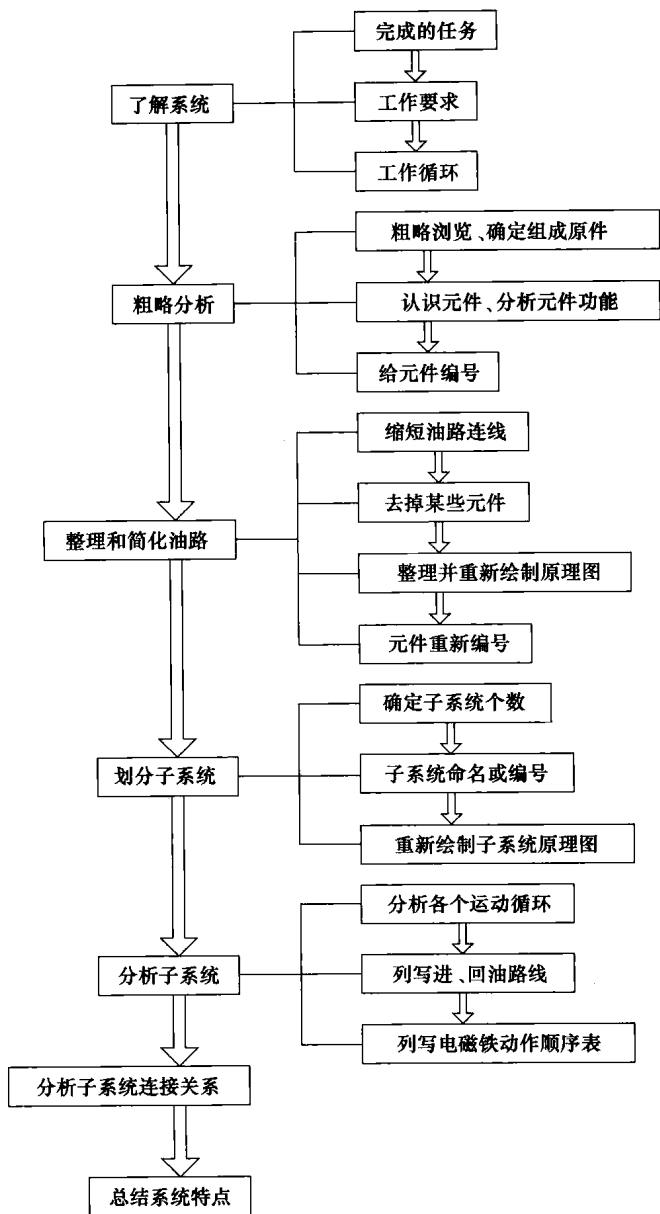


图 1-1 阅读液压系统原理图的步骤

在下述情况下需要对液压系统原理图进行分析和阅读，不同情况下阅读液压系统原理图的难易程度不同。

① 新购液压设备的使用和操作。在使用新购置的液压设备时，首先应阅读该液压设备的使用说明书和液压系统原理图，了解液压设备的工作原理，以便更好地操作液压设备。对于新购置的液压设备，其液压系统原理图、电气控制图以及使用

说明书等文件应该很齐全，因此在分析液压系统原理图时可结合其他文件进行阅读，因此在这种情况下，液压系统原理图的阅读是相对容易的。

② 旧液压设备的维修。使用了几年甚至十几年的旧液压设备出现故障时，要进行故障排查和维修，首先应阅读该设备的液压系统原理图，掌握该设备液压系统的工作原理图。旧液压设备的技术资料和说明文件往往不会很齐全，使用过程中会丢失某些资料，有可能只能够参考液压系统原理图（通常液压设备上都会留有液压系统原理图的标牌），而没有电气控制图或说明书作辅助的参考，此时液压系统原理图的阅读会相对困难。此外，在1993年新的国家标准规定的液压元件图形符号发布之前制造的液压设备，其原理图采用的是旧标准的液压元件图形符号，因此在阅读时存在新、旧标准图形符号转化的问题，增加了液压系统原理图阅读的难度。

③ 进口液压设备的国产化。在消化和吸收进口液压设备的基础上，对进口液压设备进行国产化的设计时，首先应了解进口液压设备的工作原理。此时，该进口液压设备有可能配备了齐全的技术资料和说明文件，有时也有可能缺少某些技术文件，使液压系统原理图的阅读困难。此外，进口液压设备的液压系统原理图中液压元件图形符号往往与我国国家标准规定的图形符号不同，存在国外标准图形符号和我国国家标准图形符号的转化问题。

④ 液压技术的学习和培训。在学习液压技术的过程中或进行某些方面的液压技术培训中，阅读液压系统原理图是很重要的学习阶段。在学习或培训过程中遇到的液压系统原理图往往都是典型的液压系统，在教科书或液压技术资料中往往能够找到详细的介绍材料，因此在学习或培训过程中，阅读典型的液压系统原理图时，能够找到相应的参考资料帮助阅读，相对容易。

1.2 了解系统

在对给定的液压系统原理图进行分析之前，对被分析系统的基本情况有所了解是十分必要的，例如了解系统要完成的工作任务、要达到的工作要求以及要实现的动作循环。了解系统的动作情况后，就能够按照系统的工作要求和动作循环，根据液压系统原理图去分析液压系统在工作原理上是如何满足液压设备的工作任务和动作循环的，从而分析清楚液压系统的工作原理。

如果阅读液压系统原理图时，只有原理图，而没有其他的技术资料或说明文件，则需要查找参考书、液压技术手册、期刊文献或其他同类液压设备的技术资料，也可以向有关专家寻求帮助。此外，在网络技术发达的今天，如果从参考资料上无法得到帮助，也可以借助现代化网络技术，在互联网上寻求帮助。有时有些液压系统的原理图上会同时给出该液压系统要实现的动作循环，此时系统的分析就会相对容易，只要按照系统的动作循环，分析清楚不同动作情况下液压系统的工作原理即可。

1.2.1 了解系统的工作任务

所有的液压设备都是为了完成不同的工作任务，液压设备的应用场合不同，所要完成的工作任务也不同。因此了解液压设备或系统的工作任务，最主要的是了解该液压设备的应用场合。对于常用液压设备的液压系统，例如汽车起重机或组合机床液压系统，其应用场合和所要完成的工作任务往往是阅读者所熟悉的；但对于某些专用设备或不常用的设备，则需要通过查找参考书或咨询有关专家，了解其所要完成的工作任务。

不同应用场合液压设备的工作任务如下：

- ① 农牧渔业液压设备，完成农牧渔业操纵机构的升降、折叠、回转动作，自行式机械的转向和行走驱动动作；
- ② 冶金和建材行业液压设备，完成轧制、锻打、挤压、送料等工作任务；
- ③ 交通运输行业液压设备，完成行走驱动、转向、摆舵、减振等工作任务；
- ④ 金属加工液压设备，完成铸造、焊接以及车、铣、刨、磨等机械加工任务；
- ⑤ 工程机械液压设备，完成搬运、吊装、挖掘、清理等工作任务以及实现行走驱动和转向动作；
- ⑥ 国防军事液压设备，完成跟踪目标、转向、定位、行走驱动等工作任务。

1.2.2 了解系统的工作要求

对于所有的液压系统，设计或使用过程中应该能够满足一些共同的工作要求，例如系统效率高、节能、安全等要求。同时不同的应用场合对液压设备或系统也提出了不同的工作要求，液压系统原理图的设计就是为了使液压系统在工作原理上满足不同应用场合对液压系统的工作要求。例如组合机床液压系统要完成工件的高精度、高效率的加工，因此就要求液压系统能够以稳定的速度进给、实现循环往复的动作。了解组合机床的这些工作要求后，才能够进一步分析组合机床的液压系统原理图。

从液压系统的操纵控制方式，可以把液压系统划分为液压传动系统和液压控制系统两类，液压传动系统和液压控制系统有各自不同的工作要求。此外，不同的应用场合又要求液压系统能够满足某些特殊的工作要求。

对于液压传动系统，通常有如下工作要求：

- ① 能够实现过载保护；
- ② 液压泵卸荷；
- ③ 工作平稳、换向冲击小；
- ④ 自动化程度高、实现自动循环；
- ⑤ 系统效率高、损失小，能够实现能源元件输出的能量与执行元件所需要能量的匹配。