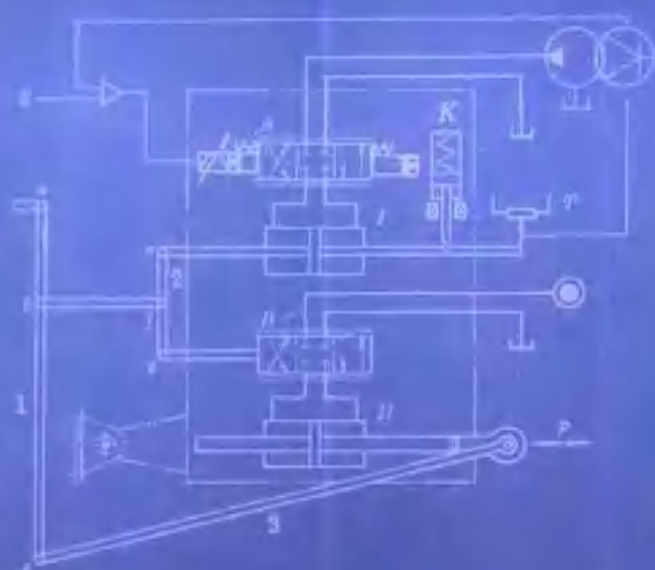


现代液压装置实用技术丛书

名优机械液压系统及其修理

Famous & Fine Mechanical Hydraulic System And
It's Adjustment

赵应樾 主编 史维祥 主审



上海交通大学出版社

现代液压装置实用技术丛书

名优机械液压系统及其修理

Famous & Fine Mechanical Hydraulic System And It's Adjustment

主 编	赵应樾	主 审	史维祥
副主编	陈国强	副主审	黄人豪
	夏善海		李金伟
	郑文斌		

编 著 者

赵应樾 陈 斌 彭久明 唐志明 严卫东 金维华
王仲伟 金根荣 张红良 寿森尧 刘浩明 张家浩 徐小欣
韩永祥 许卫东 王凯明 郑文斌 夏善海 陈国强

参 审 者

杨小理 姜 杰 胡世璇 魏学军 叶 萍
陈菁年 乌效卫 姜 鑫 陈松梅 任光光

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书由上篇:液压基本回路(增加了电液比例和电液伺服回路的比重);中篇:典型液压件及其技术特点分析;下篇:名优机械液压系统及其修理三部分组成。书中所述各种机械绝大多数为国产的获得市级以上评定的名优产品,技术含量高,有些是最新产品和国内、国际专利产品。读者可藉以学习、借鉴。

本书可作为高等院校液压课程的教材或补充教材,还适合液压机械制造与修理、自动控制、计算机开发应用等专业的有关人员阅读与参考。

SYNOPSIS

This book consists of hydraulic basic circuit, typical hydraulic component and its technical trait analysis and the famous & excellent mechanical hydraulic system and its adjustment, in which electrohydraulic proportion and electrohydraulic servocircuit have been increased. Most of the mentioned machinery here is the famous & excellent system made in China and got prized municipally and above. These systems were designed high-technically, some being newly-made and national or international patent products, from which readers can be sure to learn a lot.

This book can be used as not only a text book or supplementary material for hydraulic course at universities and colleges but also a practical reference material for the scientific and technical personnel specializing in the manufacture and maintenance of hydraulic machinery, mechanical electronic engineering, automatic control and computer development application.

图书在版编目(CIP)数据

名优机械液压系统及其修理/赵应樾主编. —上海:上海交通大学出版社, 2002.

(现代液压装置实用技术丛书)

ISBN 7-313-03005-3

I. 名... II. 赵... III. ①机械设备-液压系统-调整
②机械设备-液压系统-维修 IV. TH137

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 010874 号

名优机械液压系统及其修理

赵应樾 主编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030)

电话:64071208 出版人:张天蔚

南通韬奋印刷厂印刷 全国新华书店经销

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:21 字数:522 千字

2002 年 3 月第 1 版 2002 年 3 月第 1 次印刷

印数:1-9050

ISBN7-313-03005-3/TH·097 定价:28.00 元

版权所有 侵权必究

序

近年来,液压技术使用普遍,发展迅速,并且新的液压设备不断出现,有关技术人员及工人等迫切需要掌握或更新这方面的知识与技术。当前有关液压技术的书籍已出版了不少,但比较通俗、全面地说明液压元件、液压装置的功能与原理,较详细地叙述其应用与维修的书籍尚少见到,《现代液压装置实用技术丛书》即为此目的而撰写。本书的特点是紧密联系生产实际,着眼于实用。

本丛书的作者们都是多年来工作在生产及教育第一线的技术人员、教师或管理人员,丛书反映了他们的丰富知识与宝贵经验,相信丛书的出版定会得到广大工程技术人员及工人的欢迎,同时,亦会有助于各类工程技术学校的教学。衷心祝贺丛书出版成功。

国务院学位委员会委员
西安交通大学前校长 史维祥
中国流体传动与控制学会主任委员

Preface

In recent years, hydraulic technique is used widely and developed rapidly, the technicians, workers etc. in this field are urgently to get or renew these knowledge. Nowadays, quite a few books related to hydraulic component & hydraulic equipment's technique have been published, but the popular textbooks are still few which thoroughly and in an all-round way explain the functions and principles, describe the methods of their usage and maintenance in detail. A Modern Practical Hydraulic Equipment Library is written just for this purpose. The feature of the Library is closely linking the theory with practice and the attention is focused on practical application.

The authors of the Library are educators, engineers or managers who for many years work in factories or institutes, their rich knowledge and valuable experience are well reflected in the Library. I think that the publishing of the Library will be welcomed by the technicians and workers in factories, and it will be also helpful to teaching in all kinds of engineering and technical schools. I sincerely congratulate the successful publication of this Library.

Member of The State Council Academic Degree Committee of China
Ex - President of Xi'an Jiaotong University
President of Fluid Power Transmission & Control Association of China

Shi Weixiang

61039106

前 言

随着我国国民经济持续多年的稳定增长和液压技术的不断普及和深入发展,近年来,各种新的液压机械不断出现,并在各自的领域发挥着良好的作用。我们从中选取了一些获得市级以上评定的名优产品、具有我国自主知识产权的专利产品以及出口创汇的拳头产品,并对其液压系统进行分析论述而编写成本书,以期加入 WTO 后,努力争创国产名牌,从而为进一步提高民族工业的市场竞争力作出贡献。

现在处于非计划经济时代,因此,本书的作者只能以非行政的力量,在个人能力有限的活动范围内,去第一线艰难地搜集第一手资料,虽历尽千辛万苦,仍不免挂一漏万,殊觉抱憾。为改善这一状况,诚望有关厂家能主动与本丛书主编联系,及时推荐有特色的国产精良名优产品,争取在本书修订再版或拟后出版的《液压设备现代化国产化及其技术改造》一书中能早日介绍给广大读者。

本书由赵应樾任主编,陈国强、郑文斌、夏善海任副主编,参加编著工作的还有陈斌、彭久明、唐志明、王仲伟、金维华、金根荣、张红良、严卫东、刘浩明、寿森尧、许卫东、张家浩、徐小欣、韩永祥、王凯明等同志。

本书承蒙著名液压工程专家、教育家、西安交通大学前校长、国务院学位委员会现任委员、中国流体传动与控制学会主任委员史维祥教授主审;承蒙对我国液压事业作出贡献的国家级技术专家黄人豪研究员和李金伟高级工程师任副主审。参加审校工作的还有胡世璇、姜杰、杨小理、乌效卫、魏学军、叶萍、姜鑫、陈松梅和任光宪等液压工程专家。

本书在编写过程中得到南通荣大液压件铸造厂、浙江海特克液压有限公司、上海海岳液压机电工程合作公司、上海航发机械有限公司、上海金海液压有限公司、上海科星电液控制设备厂、南京锅炉厂蓄压器分厂、无锡市永兴林业机械厂、无锡市源昌机械制造有限公司、无锡大金高精度冷拔钢管有限公司、南通第二机床厂、南通海门市液压件厂有限公司、宁波海太机械制造有限公司、宁波高新协力机电液有限公司、宁波英特姆液压马达有限公司、宁波意宁液压有限公司、山东德州液压机具厂(集团公司)、山东公路机械厂、东风杭州重型机械有限公司、合肥万方矿山机器股份有限公司、江苏晨光液压件制造有限公司、江苏双马集团(海门轻工机械有限公司)和西安交通大学、上海交通大学等单位的大力支持与热情提供资料,特此致谢。

由于我们学识水平和工作经验有限,时间紧迫,书中难免有不足或错误之处,敬请行家和读者不吝赐正,最后,向本书所参阅、引用的有关资料的作者,致以谢忱。

(联系地址:邮编 226007,江苏省南通市易家桥新村 52—108 信箱;邮编:200050,上海市定西路 1232 号 2 楼 A 座)

《现代液压装置实用技术丛书》主编
中国流体传动与控制学会液压技术委员会常务委员

赵应樾

2002 年 2 月



现代液压装置实用技术丛书

赵应樾 主编

1.《液压泵及其修理》

已出版

2.《液压控制阀及其修理》

已出版

3.《常用液压缸与其修理》

已出版

4.《液压马达》

已出版

5.《现代实用液压辅件》

已出版

6.《名优机械液压系统及其修理》

已出版

1.《液压设备现代化国产化及其技术改造》

待出版

2.《液压装置现代控制及其修理》

待出版

3.《设备故障辅助诊断的纳甲法专家系统》

(研究生教材)

待出版

84.11

**The Usage & Maintenance of
Modern Hydraulic Equipment Series**

Chief editor Zhao Yin Yue

1. Hydraulic Pump and Their Repair
published

**2. Hydraulic Control Valve and
Their Repair**
published

**3. The Ordinary Hydraulic Cylinder and
Their Repair**
published

4. Hydraulic Motor
published

**5. Advanced Practical Hydraulic
Subsidiary Parts**
published

**6. Famous & Fine Mechanical Hydraulic
System and Their Repair**
published

**1. Hydraulic Equipment Modernization,
Home-Manufacturization and
Technological Reform**
to be published

**2. The Modern Control Of Hydraulic
Equirment and Their Repair**
to be published

**3. The Expert System of Arithmetic of The
Book of Changes in Diagnosis
of Breakdown
(For Postgraduates)**
to be published

目 录

上篇 液压基本回路

第一章 液压动力源回路	1
第一节 普通液压源回路	1
一、开式	1
二、闭式	2
三、半闭式	2
第二节 节能液压回路	3
一、压力适应液压源回路	3
二、流量适应液压源回路	3
三、功率适应液压源回路	5
四、单泵恒功率液压源回路	7
五、双泵恒功率液压源回路	7
第二章 压力控制回路	10
第一节 调压、减压及增压回路	10
一、调压回路	10
二、减压回路	11
三、增压回路	12
第二节 保压回路	13
一、保压与泄压回路	13
二、卸荷回路	15
第三节 平衡、背压及缓冲回路	16
一、平衡回路与背压回路	17
二、缓冲回路	18
第三章 方向控制回路	20
第一节 换向回路与锁紧回路	20
一、换向回路	20
二、连续换向回路	21
三、锁紧回路	22
第二节 回转回路和定位回路	23
一、回转回路	23
二、定位回路	24
第四章 速度控制回路	26
第一节 调速回路	26
一、节流调速回路	26
二、容积调速回路	27
三、容积、节流联合调速回路	29
第二节 速度变换回路	29
一、增速回路	29
二、减速回路	30
三、限速回路	30
四、二次速度转换回路	31

五、制动回路	32
第五章 多执行元件动作控制回路	34
第一节 顺序动作和互不干扰回路	34
一、顺序动作回路	34
二、互不干扰回路	37
第二节 同步回路	37
一、机械联结式和机械反馈式同步回路	37
二、流量控制同步回路	38
三、容积同步回路	39
第六章 电液伺服控制、电液比例控制及其他回路	41
第一节 电液伺服控制回路	41
一、位置控制回路	41
二、速度控制回路	44
三、同步回路	45
四、压力(力矩)控制回路	46
第二节 电液比例控制回路	48
一、压力控制回路	48
二、基本速度控制回路	50
三、基本方向速度回路	51
四、差动控制回路	53
五、同步控制回路	55
六、比例压力/速度控制回路	57
第三节 其他液压回路	59
一、插装阀、叠加阀、液压马达及蓄能器 液压回路	59
二、液压交流回路和振动回路	60
三、气动液压复合回路	64
四、滤油与冷却回路	66

中篇 典型液压件及其特点分析

第七章 液压坯件	73
第一节 液压件铸件	73
一、特点与要求	73
二、生产典例	74
第二节 高精度冷拔无缝钢管	78
一、概述	78
二、工艺与性能特点	79
第八章 典型液压泵及其技术特点分析	81
第一节 齿轮泵	81
一、CBN 系列齿轮泵	81

二、CBZ※系列齿轮泵	86
三、NB 系列直齿共轭内啮合齿轮泵	90
第二节 叶片泵与柱塞泵	99
一、PVL 系列叶片泵	99
二、※CY14-1 型轴向柱塞泵与升速型 和低噪声新型产品	107
第九章 典型液压阀及其技术特点	113
第一节 常规三大类液压阀	113
一、国产液压阀的发展和联合设计型 液压阀	113
二、力士乐型三大类液压阀	117
三、GE 系列液压阀和 D 系列液压阀 (新型板式阀)	122
第二节 多路换向阀与充液阀	130
一、多路换向阀	130
二、充液阀	132
第三节 叠加阀和插装阀	136
一、叠加阀	136
二、二通插装阀	138
第四节 电液伺服阀和电液比例阀	149
一、电液伺服阀	149
二、电液比例阀	155
第十章 典型执行元件和液压装置及其 技术特点	162
第一节 液压缸	162
一、TGI 系列伸缩缸和 HSGL 系列双作用 单杆缸	162
二、装载机、挖掘机等建设机械液压缸及 特种液压缸	164
第二节 液压马达	166
一、NHM 型低速大扭矩液压马达	166
二、INM 型无连杆摆缸式低速大扭矩 液压马达	173
第三节 常用液压装置	178
一、南京产 ZXQ 型液压蓄能器装置	178
二、HLB 型液压动力转向恒流泵	181
三、33SM 型和 FP 型液压分配器	181
四、YD 型液压动力包和 BFJ 型翻斗车 液压泵站	183
第四节 液压传动与回转装置	184
一、带行星减速器的 GK3、GK3A 型液压马达	184
二、IY 系列液压传动装置	186
三、IYH 系列液压回转装置	187
四、IYJ 系列液压绞车	188
第十一章 超高压液压技术及其 机具	190
第一节 超高压液压泵	190

一、RK 系列超高压径向柱塞泵	190
二、CFZB 型超高压轴向柱塞泵	193
三、S 系列手动超高压泵	194
第二节 超高压液压缸	195
一、活塞式超高压液压缸	195
二、柱塞式扁平超高压液压缸	197
第三节 超高压液压阀	198
一、超高压手动换向阀	198
二、W 系列超高压电磁换向阀	200
第四节 超高压泵站及超高压液压机具	202
一、超高压液压泵站	202
二、超高压液压破拆救援机具	203
三、ZYC-A、B 型锥度配合液压拆卸 工具	204

下篇 名优高新机械液压系统 及其调整修理

第十二章 金属切削机床液压系统 典例分析	206
第一节 卧轴矩台平面磨床	206
一、M71※※系列平面磨床的液压系统	206
二、NT 系列精密平面磨床液压系统	211
第二节 数控钻镗床	214
一、概述	214
二、液压系统的工作原理	214
第三节 多工位组合机床	217
一、概述	217
二、HS-H 型回转工作台式多工位组合 机床液压系统	218
第十三章 农林业产品加工机械液压 系统典例分析	222
第一节 MDY200CE 型棉花液压打包机	222
一、概述	222
二、液压系统分析	223
第二节 无锡 YJ 系列木材加工热压机	226
一、概述	226
二、YJ 系列热压机的液压系统	231
第三节 1100 t 贴面板压力机的液压 系统	233
一、概述	233
二、工作原理	235
第十四章 金属压延及试验工具设备 液压系统典例分析	238
第一节 源昌 XJ 系列铝型材挤压机	238
一、概述	238
二、XJ630 型挤压机的液压系统分析	242

第二节 工具机械与试验设备	247	压路机	293
一、液压力矩扳手比例压力控制系统	247	一、概述	293
二、变压器波纹油箱疲劳强度试验机		二、YZ 系列振动压路机的基本型液压	
液压系统	248	系统	295
第十五章 轻工橡塑机械液压系统		第四节 上海海岳在水利、水电设施中的	
典例分析	250	CVC 液压系统	298
第一节 XL350 型压力比例控制注塑机	250	一、概述	298
一、概述	250	二、液压启闭机液压系统	300
二、液压系统分析	252	第十七章 海空及国防工程液压系统	
第二节 玻璃淬火机	256	例析	304
一、概述	256	第一节 某型轰炸机和炸药搅拌混合机	304
二、液压系统动作原理分析	256	一、某型轰炸机	304
第三节 海太 HTL10800 型大型注塑机	259	二、炸药混合机比例调速液压系统	308
一、概述	259	第二节 自升式海洋石油钻井平台液压	
二、HTL10800 型注塑机液压系统分析	263	系统	312
第四节 平板硫化机等橡塑类热压		一、概述	312
成型机	271	二、“渤海六号”自升式钻井平台液压	
一、概述	271	系统	312
二、200 t 密胺热压成型机液压系统		第三节 海底工程中液压系统示例	315
分析	274	一、水下机器人液压系统	315
第五节 纸质快餐盒成型机	277	二、潜水救生钟	317
一、概述	277	第十八章 液压系统的设计要点	
二、液压系统分析	278	及试验修理	320
第十六章 工程机械、水利水电设施		第一节 液压系统设计步骤、要点	
液压系统典例分析	281	及调整试验	320
第一节 合肥万方 HK200 型液压挖掘机	281	一、设计步骤与要点	320
一、概述	281	二、液压系统的调整试验	322
二、HK200 型挖掘机的液压系统	282	第二节 液压系统的故障排除与修理	324
第二节 东风杭重 ZL50-F 型装载机	289	一、故障排除	324
一、概述	289	二、修理	324
二、液压系统特点分析	290	主要参考文献	328
第三节 山东公路机械 YZ 系列振动			

上篇 液压基本回路

液压设备依靠液压传动系统来实施机器的规定动作。液压传动系统是液压元件组成的相关液压回路的综合。液压基本回路一般均根据其功能进行分类。

现在,对液压传动系统除要求其液压回路安全可靠地执行各种设计的功能外,还要求节能、低噪声、无泄漏和维护简易等。

在现代工业设备机电一体化的迫切进程中,电液比例技术和电液伺服技术的应用日益广泛,本书收集了不少采用电液伺服和电液比例技术控制的液压回路,以飨读者。

第一章 液压动力源回路

液压动力源回路,简称液压源回路或油源回路。其任务是向液压系统提供满足执行功能所需的压力液流,此外还要注意其安全性、节能性、对污染的控制及系统温度的可调节性等。

第一节 普通液压源回路

一、开式

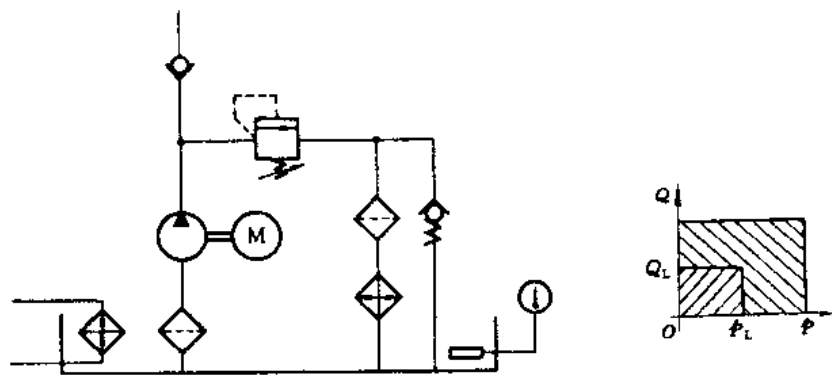


图 1-1 开式液压源回路及其一种恒压源的动力特性

图 1-1 是开式液压回路中的基本液压源回路。为防止液压泵吸入异物及对污染物进行控制与清除,在泵的吸入侧设置过滤器进行保护;在冷却器上游设置了回油过滤器。为了防止负载急剧变化引起的倒流,在泵的出口使用单向阀。用加热器和冷却器进行油温调节。冷却器一般设在工作回路的回油管中。用定量泵供油并用溢流阀维持工作回路的压力时,冷却器也可设在溢流阀的回油管中。使用冷却器时,为了防止冷却器被堵塞或在冷却器进口处因受

冲击压力而引起压力上升,则设置一旁通阀。

图 1-1 的回路实际上是开式系统中的一种定量泵加溢流阀的简单恒压源回路。它投资少,可获稳定低速运动,性能好,维护技术要求低,可靠性高,但能耗大,其匹配效率仅为 $\eta_m = p_i Q_i / p Q$ (见图 1-1 右下角所示动力特性图)。

二、闭式

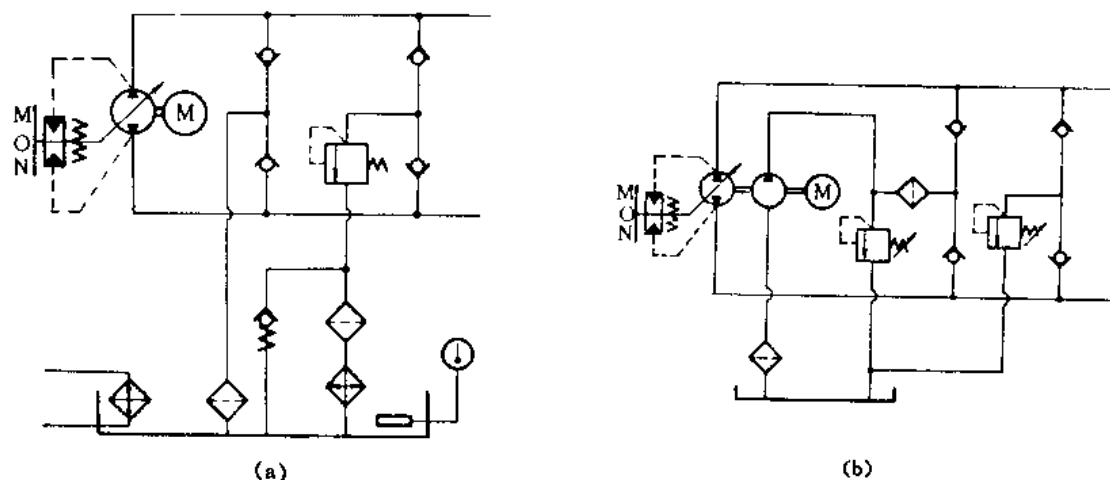


图 1-2 闭式液压源回路

(a) 双向变量泵回路 (b) 补油泵回路

图 1-2(a) 表示双(流)向变量泵闭式液压源回路。泵的输出流量供给液压系统及执行机构,来自执行机构的回油接到泵的吸油侧。高压侧由溢流阀实现压力控制,向油箱溢流。吸油侧经单向阀补充油液。液压泵高压侧的压力控制油进入变量机构 MON(图中虚线所示),对泵的流量予以调控。

另外,在闭式回路中,一般设置补油泵向吸油侧进行升压补油。有的补油泵装在柱塞泵内部。图 1-2(b) 表示使用补油泵的油源回路。补油泵的出口侧设置管路过滤器,进行油液的净化。

三、半闭式

为了在发热量较大的闭式系统中改善系统的散热状况,还需增加补油量,并增设低压选择阀等,使系统经常有部分低压油通过低压选择阀排回油箱冷却,这就形成一个半闭式液压回路,如图 1-3 所示。

该半闭式液压源回路中,溢流阀 3、4 组成双

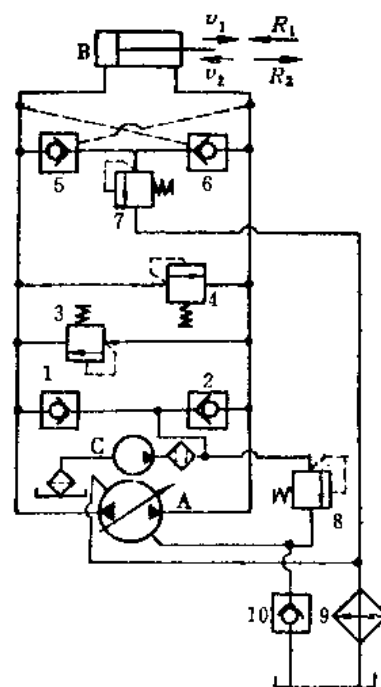


图 1-3 半闭式液压源回路

1、2-单向阀;3、4-溢流阀;5、6-低压选择阀;
7-背压阀;8-低压溢流阀;9-冷却器

向安全阀,单向阀 1、2 组成补油阀,液控单向阀 5、6 组成低压选择阀。辅助液压泵 C 经补油阀向系统低压油管补充冷油,高压油经控制油路(图中虚线所示)顶开液控单向阀,则低压油管多余的热油经顶开的液控单向阀、背压阀 7 及冷却器 9 流回油箱,低压溢流阀 8 的溢油冷却泵壳和马达壳(图中油缸 B 改为马达时)后再经冷却器 9 流回油箱。

泵 C 的补油压力由阀 8 调定,一般为 0.6 ~ 1 MPa(当执行机构为低速大扭矩马达时取最大值),此值比阀 7 约调高 0.1 ~ 0.2 MPa。泵 C 的流量一般为主泵 A 流量的 20% ~ 30%,当液动机 B 为双作用单活塞杆油缸时,泵 C 的流量除应满足上述要求外,且应大于系统泄漏量加上缸 B 进、排油量之差,否则缸 B 右行时泵 A 会吸空。

第二节 节能液压源回路

节能液压动力源回路有压力适应液压源回路、流量适应液压源回路和功率适应液压源回路。这三种液压源中,功率适应液压源匹配效率最高,能量利用充分,节能效果最好。其余两种的匹配效率均比恒压源回路高。应当注意,液压泵的节能效果还取决于负载特性,以及按照负载特点的合理调整、适应程度。

一、压力适应液压源回路

该回路的特点是液压泵的工作压力能随外负载而变化,即与外负载相适应,从而使原动机功率能随外负载而减小。

图 1-4 所示为压力适应液压源回路,当控制阀在左、右两端工位时,负载压力反馈信号接到泵支路上溢流阀的遥控口,定量泵的出口压力被控制成总比负载安全限定压力高出一个固定差值,此差值可通过调整泵出口支路中溢流阀内主阀芯回位弹簧的预压量来给定。进入液压缸的流量与主操纵阀的位移量成正比。控制阀处于中位时,反馈端压力近于零,这时泵出口供压降低到近于零。为防止负载压力过高,设置安全阀以限制最高工作压力。

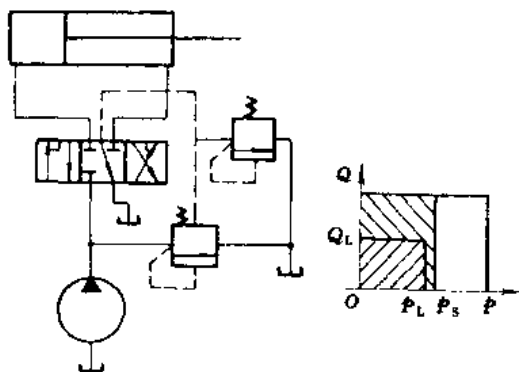


图 1-4 压力适应液压源回路及其动力特性

由图 1-4 右下方的动力特性图可见,该压力适应液压源的匹配效率 $\eta_m = \frac{p_L Q_L}{p_s Q} \approx \frac{Q_L}{Q}$ 。

它也可用定量泵实现,但性能指标不够稳定,尚不如恒压源工作可靠。

二、流量适应液压源回路

该回路的特点是泵排出的流量与外负载要求的速度相适应,无多余油液溢流回油箱。

(一) 流量感控变量泵型

图 1-5 所示的这种流量适应液压源回路中使用了流量感控型变量泵,其特点是以流量检测信号代替了压力直接反馈信号,它利用一个固定液阻 R,检测经溢流阀溢出的过剩流量,

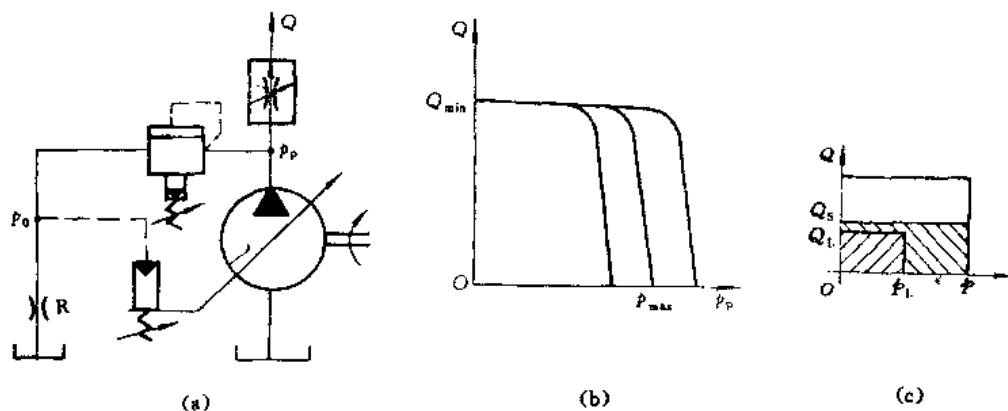


图 1-5 流量感控变量泵流量适应

(a) 回路原理 (b) 压力、流量曲线 (c) 动力特性图

并转换成压力信号 p_0 。这个二次压力信号与弹簧力进行比较,控制变量机构作流量适应调节。如图 1-5(a)所示,当没有过剩流量时,流过液阻 R 的流量为零,控制压力 p_0 也为零。这时泵的流量最大,作定量泵供油。当有过剩流量流过时,流量信号转为压力信号 p_0 ,然后和弹簧反力比较来确定偏心距。适当选择液阻 R 可以把控制压力限制在低压范围,从而使参比弹簧的刚度减小。由于过剩的流量先经过溢流阀,而溢流阀的微小变动就能引起调节作用,故这种流量适应型变量泵同时具有恒压泵的特性。其压力-流量特性曲线如图 1-5(b)所示。显然这种泵的拐点压力及最大压力均由溢流阀的手调机构确定。当工作压力低于调定压力时,它是个定量泵,以最大流量输出。工作压力高于调定压力时,按流量适应变量泵工作,其出口压力基本上与流量无关。从图 1-5(c)中的动力特性图可见,该类流量适应回路的匹配效率

$$\eta_m = \frac{p_L Q_L}{p Q_s} \approx \frac{p_L}{p}$$

(二) 恒压变量泵型

图 1-6 所示的流量适应液压源回路采用了一种恒压变量泵。恒压变量泵采用双作用变量泵,利用两端压力相比较的原理。一旦失去平衡,将会自行推动变量机构朝恢复平衡的方向运动,控制腔的压力则由一个小型先导三通减压阀予以控制。控制阀中设置的是一根弱弹簧 1,其主要功能是克服摩擦力,使零位保持在最大排量状态。这种泵出口压力能始终保持调定的压力值,响应较快,几个执行元件可以同时动作,但处于低压工况时能量耗损大,适用于需要同时操纵几个流量各不相同、而具有类似负载压力的多执行元件场合。

具体的工作过程为:当输出压力比减压阀 2 的调定压力小时,减压阀全开不起减压作用。这时,变量机构 3 液压力平衡,在复位弹簧作用下处在排量最大位置。当泵的輸出压力等于或超过调定压力时,减压阀芯向左移动,使变量机构下腔部分与油箱接通,因此下腔压力降低,使变量机构失去平衡。在上腔压力下推动变量机构下移压缩复位弹簧,直至重新取得力平衡。与此同时,由于变量机构的移动使流量作适应变化。

图 1-6 右图所示为获得的恒压力流量曲线,图中垂直段的斜率由参比弹簧的刚度决定。

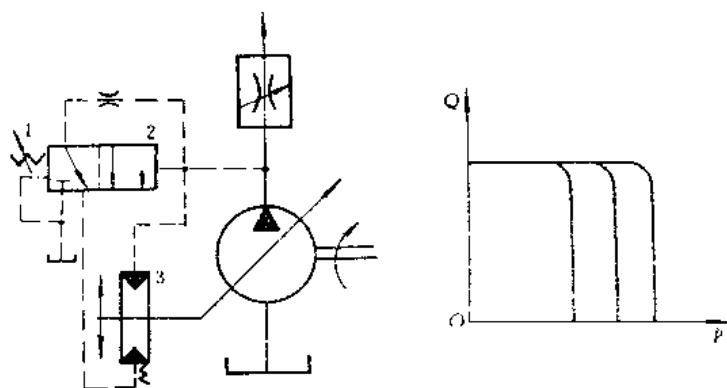


图 1-6 恒压变量泵型流量适应液压源回路及其特性曲线

1 - 调压弹簧; 2 - 三通减压阀; 3 - 变量机构

调节三通减压阀的弹簧 1, 改变其压缩量, 就可以方便地定出其特性曲线的转折点的位置, 实现对该泵的压力调节。图中水平段由泵的最大输出流量决定。该机构中, 由于把检测环节 (减压阀的弹簧) 和调节环节 (变量机构) 分开, 故获得较好的恒压变量性能, 即流量从零至最大的范围变化时, 压力变化甚小。

三、功率适应液压源回路

液压功率等于压力与流量的乘积, 无论是流量适应或压力适应回路, 都只能做到单参数的适应, 因而尚不是理想的能耗控制系统。功率适应液压源回路使压力流量两参数同时正好满足负载要求, 可将能耗限制在最低限度内。

(一) 恒压恒流量双重控制液压源回路

在图 1-6 恒压控制的基础上再进行近似恒流量的双重控制, 具有节能和实现液压泵集成化控制的意义, 能使系统紧凑、管路减少、事故率降低。我国贵州力源液压股份有限公司研制的 AA10VO 轻型变量泵动力源回路就是其典型代表。这种回路是在恒压控制之外, 借助于装在工作管路中的一个节流阀两端压差来调节流量, 实现恒压、恒流量双重控制。如图 1-7 所示, 恒压恒流量控制由恒压阀 (C、D), 恒流量阀 (E、F) 和变量缸组成。

恒压控制部分与图 1-6 相类似, 具体动作如下: 恒压控制阀 D 端预压弹簧调定后, 弹簧力与 C 端液压力平衡, 此时阀芯没有移动, 泵出口压力为某一调定值。当泵出口压力升高时, 阀芯 C 端液压力增加, 超过弹簧力时, 阀芯右移, 控制变量活塞左移, 斜盘倾角减小, 流量减小, 泵出口压力降低, 恢复到调定值, 阀芯上弹簧力与液压力重新平衡, 泵出口压力保持恒定值。反之, 出口压力降低, 类似分析可知, 斜盘倾角增大, 输出流量增加, 泵出口压力恢复到调定值, 并保持恒定。其恒压变量特性曲线与图 1-6 相似。

恒流量控制动作如下: 控制阀 F 端预压弹簧调定后, 节流阀两侧压力差在控制阀阀芯上产生的液压力与弹簧力平衡, 斜盘倾角固定在某一角度, 泵输出流量为调定值。当泵转速增加时, 输出流量也相应增加。由于节流阀面积不变, 则节流阀两端的压力差增大, 推动控制阀阀芯右移, 带动变量活塞左移, 斜盘倾角减小, 流量减小, 直至恢复到调定值。此时, 阀芯上弹簧力与液压力重新平衡, 斜盘倾角稳定, 泵输出流量恒定。反之, 当泵转速减小时, 输出流量减

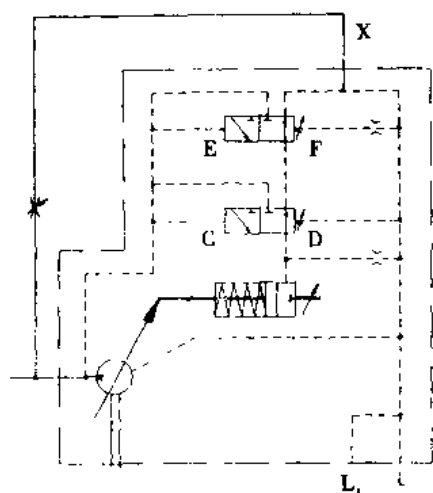


图 1-7 恒压恒流量控制液压源回路

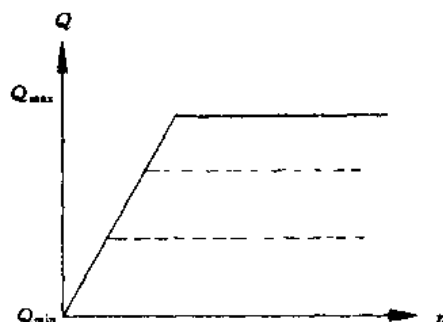
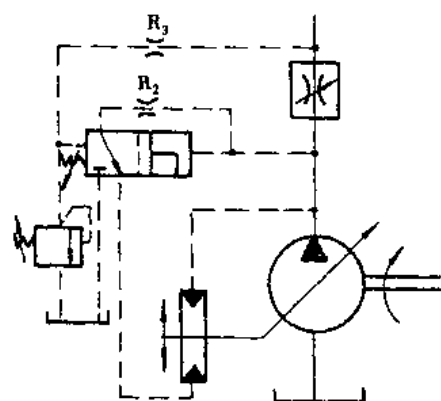


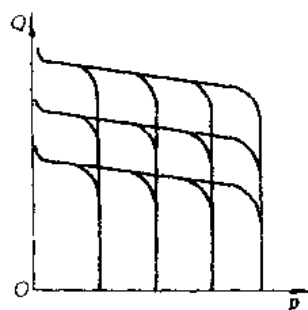
图 1-8 恒流量变量特性

小。类似分析可知,斜盘倾角增大,流量随之增加至调定值。变量特性曲线如图 1-8 所示。

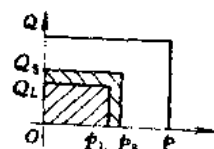
(二) 流量、压力同时适应的液压源回路



(a)



(b)



(c)

图 1-9 功率适应变量泵液压源回路

(a) 回路图 (b) 流量压力特性曲线 (c) 动力特性图

图 1-9 所示为一种较完善的功率适应液压源回路,其特点是泵的变量机构不是靠负载反馈信号直接控制,而是通过一个三通减压阀作为先导阀来控制,因而具有先导控制的许多优点,特别是灵敏度高,动特性好。主节流阀的压差被减压阀的参比弹簧固定,因此,通过主节流阀的流量仅由其开口面积决定。改变开口面积可使图 1-9 的流量压力特性曲线上下平移。调节减压阀的弹簧预压缩量可以改变拐点的压力,即可使垂直段左右移动。

这种液压源具有流量、压力同时适应的功能,可适应不同的工况要求,其动力特性如图 1-9(c) 所示。这种功率适应动力源要求高,价格贵,但节能效果最好,其匹配效率 $\eta_m = \frac{p_L Q_L}{p_S Q_S} \approx 1$ 。

四、单泵恒功率液压源回路

(一) 恒功率变量泵控制

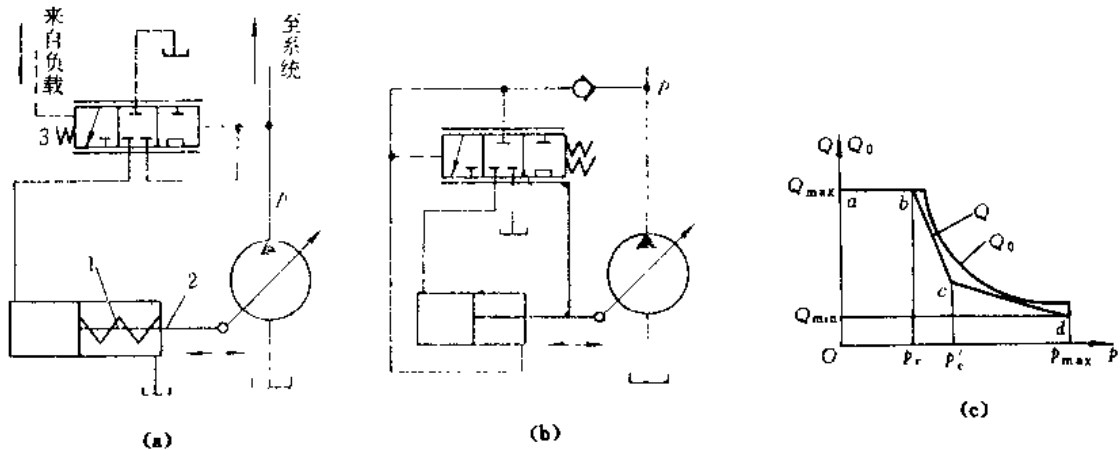


图 1-10 恒功率液压源回路

(a) 一种回路 (b) 双弹簧回路 (c) 特性曲线

1 - 弹簧; 2 - 变量机构; 3 - 控制滑阀

在许多工程机械中, 液压泵由发动机来驱动。任何发动机若不工作在高效率的最佳工况, 同样会造成能量的损耗。恒功率控制是为了使原动机在液压泵的任何工况下都能工作在最佳工况下而设计的, 从而减小原动机的能耗。

图 1-10(a) 为恒功率液压源回路的一种配置。当系统负载压力反馈到变量缸的三通控制滑阀 3 上, 如泵输出压力与负载压力差小于调压弹簧调定值时, 滑阀 3 处于左位工作状态, 变量缸左腔压力降低, 在弹簧 1 的作用下, 其活塞左移会使变量泵排量增大。反之, 若泵输出压力与负载压力差大于调定值时, 滑阀 3 处于右位工作状态, 变量缸左腔压力增加, 其活塞右移使变量泵排量减小。从而保证转数恒定的变量泵输出压力和输出流量的乘积基本保持不变, 即输出功率基本不变。图 1-10(b) 是一种采用两根压缩弹簧, 模拟恒功率曲线的变量泵的配置回路, 恒功率控制是使泵的总输出功率具有与负载无关并维持恒定的性质, 因液压功率 P 为压力 p 与流量 Q 的乘积, 即 $P = pQ$, 所以精确的恒功率控制中, 流量与压力的关系是压力升高时, 流量随压力呈双曲线规律减小, 如图 1-10(c) 压力流量特性曲线 Q_0 所示。

由于弹簧作用力为线性, 故两根压缩弹簧与液压平衡力形成的折线 $Q(b-c-d)$ 与恒功率双曲线 Q_0 十分相近。工程应用中, 这种近似的精度已经足够。

(二) 回转式执行元件的恒功率控制

图 1-11(a) 为用定量泵驱动变量马达的恒功率回路; 图 1-11(b) 为采用变量泵以恒功率驱动定量液压马达的回路。它们具备扭矩大时转速低、扭矩小时转速高的恒功率特性。

此外还有一种恒功率方法, 即用定量泵和定量马达, 根据泵的输出压力 (负载压力) 控制拖动泵的原动机的转速, 负载加大时转速降低。

五、双泵恒功率液压源回路