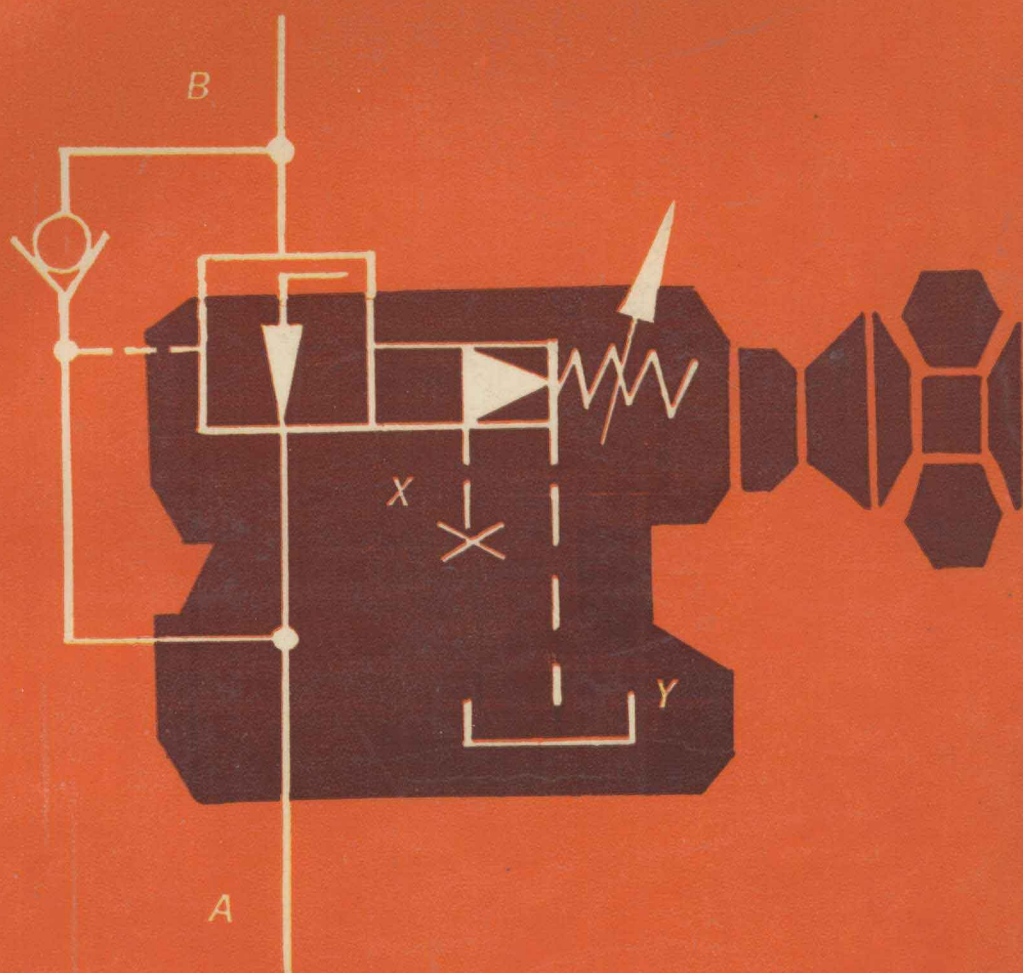


常用液压阀与其修理

赵应樾 主编



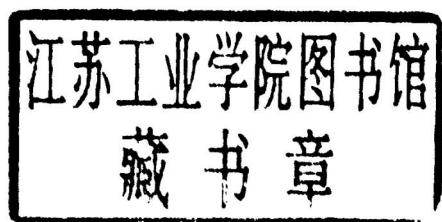
东南大学出版社

常用液压阀与其修理

The Ordinary Hydraulic Valves and Their Repair

赵应樾 主编 史维祥 主审

赵应樾 赵兴荣 龚士龙 孙龙泉 编著
杨明建 李燊环 康进安 王启新



东南大学出版社

(苏)新登字第 012 号

内 容 简 介

本书从各种常用液压阀的原理、结构出发,通过应用回路,结合液压系统,较详细地讨论了液压阀常见故障排除和液压阀件的修理。此外,对二通插装阀(逻辑阀)、叠加式液压阀(非板式阀的叠加连接)和国内书籍中还未发表过的 GE 系列阀,均作了深入浅出和较为全面、简明的论述。

本书所述各类液压阀的原理结构,以国产系列为基点,并侧重讨论了“八五”期间我国将全面推广、重点发展的德国力士乐公司的有关产品,既有现阶段的适用性,又有超前阶段的先进性。最后一章修理实例中,还介绍了作者在华东地区某厂排除液压系统故障、修理液压阀件,使被迫停工 28 天的生产流水线重新复活的过程。

本书可供液压技术工作者知识更新之用,并适合作为高等学校液压课程的补充教材。

SYNOPSIS

Starting from the principle and structure of various common hydraulic valves, this book provides application loops combined with the hydraulic system to discuss minutely the elimination of the common troubles for hydraulic valve and the repair of hydraulic valve parts. Besides, this book also expounds thoroughly and briefly the 2-way cartridge valve (logic valve), superposition type hydraulic valve (superposition connection of non-plate type valve) and the GE valve series that have not been introduced at home.

The principles and structures of various hydraulic valves mentioned in this book are mainly those of the domestic hydraulic valve series. A special discussion is given to the products of Rexroth Co. (G), which will be fully extended and developed in our country. In the last chapter, an example shows how the author himself eliminated a lot of troubles in hydraulic system and repair the hydraulic valve parts to make the production line rerun in a certain plant in East China, which had ceased to work for 28 days.

This book is both substantial and practicable, it provides not only a good supplementary textbook for the college students to master their hydraulic course but also a practical teaching material for the engineers to renew their technical know-how.

常用液压阀与其修理

The Ordinary Hydraulic Valves and Their Repair

赵应樾 主编

东南大学出版社出版发行

(南京四牌楼 2 号)

国营南通日报印刷厂电脑排版胶印

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 17.125 字数 440 千

1992 年 1 月第 1 版 1992 年 1 月第 1 次印刷

印数:1-11 000 册

ISBN 7-81023-563-X

TH·30

定价:7.98 元

序

在液壓系統中，液壓閥的功能為控制流體的方向、壓力和流量，其工作質量對整個液壓系統的動、靜態特性起着決定性的作用，所以，使工程界有關的科技人員及工人提高這方面的知識水平是當前的一個重要任務。

近年來有關液壓技術的書籍已出版了不少，但比較通俗地說明液壓閥的功能與原理，較詳細地敘述其維修知識的書籍尚少見到，“常用液壓閥與其修理”一書即為此目的而撰寫。本書的特點是緊密聯系生產實際，着眼于實用。

相信本書的出版會得到處于生產第一線的廣大工程技術人員及工人的歡迎的，同時，亦會有助于各類工程技術學校的教學的。

1991. 10. 4

注：中華人民共和國學位委員會委員、西安交通大學校長、全國高校流體傳動及控制專業教育指導委員會主任史維祥教授是我國著名的液壓工程專家、教育家。

Preface

The valves in hydraulic systems control the direction, pressure and flow of fluids. The operating quality of valves plays a very important role in determining dynamic and static performance of the whole system.

Therefore, it is an important task to make the engineers, technicians and workers relative to these fields get more knowledge of valves.

In recent years, quite a few books relative to hydraulic technique have been published, but the popular textbooks are still few which explain the function and principles of Valves, describe the methods of their maintenance in detail. The book, "The Ordinary Hydraulic valves and Their Repair", is written just for this purpose. The distinguishing feature of the book is closely linking the theory with practice and attention has been paid to practical application.

I think that the publishing of the book will be welcomed by the technicians and workers who work in factories, and the book will be helpful to teaching in all kinds of engineering and technical schools.

Shi Weixiang 1991. 10. 4

Note: Professor Shi Weixiang, member of The State Council Academic Degree Committee of China, President of Xian Jiaotong University and Chairman of Directorial Board of Teaching Hydraulic Power Transmission and Control in Polytechnical Universities of China, is a famous expert on hydro—engineering and an educator.

前 言

根据国家教委指示,对于大中专院校学生与青年技工,必须努力提高实践技能及技术素质。鉴于液压技术在工业、农林、交通、国防、建筑等各个领域中被广泛应用并还在不断深入发展,作为从事液压专业多年的工程技术人员及教育工作者,我们感到应当对此有所贡献。

统计资料表明,液压传动技术中 50% 以上的故障来自液压阀。随着生产和科技的进步,人们对液压阀的设计、制造、使用、维护和修理工作正倍加重视。根据八五纲要,机电部作出规定:我国的三大类液压阀将以引进的德国力士乐(Rexroth)公司及美国维克斯(Vickers)公司的产品作为全面推广的发展重点。基于前述原因,并为了顺应、推动这一重大历史进程,我们编写了《常用液压阀与其修理》。

全书共分为九章:概论;液压系统及液压阀故障判断排除的过程与方法;常用方向阀与其修理;常用压力阀与其修理;常用流量阀与其修理;二通插装阀及其应用;叠加阀;GE 系列阀;最后一章修理实例中还介绍了作者在华东地区某厂排除液压系统故障、修理液压阀件的过程。

本书有以下几个特点:

1. 以现在尚广泛应用的国产高压、中高压、中低压系列液压阀作为讨论基点,在弄清吃透其原理、结构的基础上,侧重介绍了德国力士乐公司的相应产品。既有现阶段的适用性,又具有超前阶段的先进性。

2. 根据作者们多年的液压技术实践,结合系统运行,讨论、分析了液压阀的故障与处理、修复技术,较详细地叙述了修理工艺过程及操作要领,以利于读者融会贯通和切实地学习掌握有关知识与技能。

3. 典型阀种,既有装配结构图,又有对应的结构零件分解立体图。使自学者,尤其是初学者能够迅速入门来学习、掌握、运用液压阀乃至液压传动的整体技术;熟习液压技术者,则利于进一步精研结构原理,使排除故障等修理技能更臻娴熟精妙。

4. 对国内书籍中往往仅作简介的二通插装阀、极少论及的叠加阀和尚未入书发表的 GE 系列阀,本书均作了深入浅出和较为全面、系统而简明的论述。

关于我国最早开发的广州型中低压系列液压阀以及与之相仿的大连组合机床研究所开发的板式中低压阀,因年代久远,结构较陈旧,技术性能较差,连接尺寸不符合国际标准等原因,机电部已列为 C 类产品。但数十年来,广泛用于机床等行业,面广量大。按照我国产品更新换代的速度、水平和实际状况,短时期内还不可能全部退役,在今后不太短的时期内,还面临一个维持使用和少无配件下的修理问题。因此,该类阀的内容,亦应成为本书的讨论课题。

本书论述的修理方式、手段,主要是站在使用者的立场上,处于设备简陋的条件下,以现场手艺操作为主,因此,其修理精度和试验水平,还不宜完全用专业制造厂的出厂标准进行衡量。

至于新一代各类液压阀,因设计制造、性能质量俱佳,故目前很少需要修理,现在尚处于理解、认识和掌握的阶段,今后如若修理,则工艺方法及手段与老一代阀基本一致,可予参照。

本书由具有 30 多年液压机修实践及教学经验的赵应樾同志主编并执笔撰写了全书的大部份内容。参加编著工作的还有龚士龙、赵兴荣、杨明建、孙龙泉、李燊环、王启新和康进安。全书由赵应樾、李燊环两同志统稿总纂。

本书承蒙史维祥教授和著名液压专家沈德毅高级工程师(教授级)、桂明凯高级工程师、黄

人豪高级工程师主审审校。

本书在编写过程中,曾得到上海立新液压件厂、江苏如皋市液压件厂、江苏海门液压件厂、扬州市晨光液压件厂、南通棉花机械厂、湖北沙市供销机械厂、江苏省启东市供销机械厂、南通液压件厂、上海液压件二厂、上海液压件一厂、西安交通大学、东南大学、南京机械专科学校、上海 704 所等单位及有关同志的大力支持与热情提供资料,特此表示衷心地感谢。

囿于作者们的工作经验,本书未能对美国维克斯公司的有关产品进行讨论,仅在本书最后部分登录了该产品目录,殊觉缺憾。由于我们水平有限,时间仓促,书中存在其他不足甚至错误之处,敬请行家及广大读者不吝赐正。

最后,向本书所参阅、引用有关资料的国内外作者,致以谢意!

编著者

1991 年 5 月

目 录

第一章 概论	(1)
第一节 液压技术及液压阀发展简介	(1)
第二节 液压控制阀的分类与特点	(4)
第三节 液压控制阀的基本参数和阀的选用	(6)
第四节 液压阀图形符号的识别要领	(9)
第五节 液压阀用油及对污染的控制	(10)
复习题	(20)
第二章 液压控制阀维修的概念	(21)
第一节 液压阀及液压系统维修的意义	(21)
第二节 维修工作的基本技术条件	(23)
第三节 液压阀的失效原因及几种液压现象	(24)
第四节 液压阀和液压系统故障判断、排除的一般过程与方法	(30)
第五节 关于液压阀件的修理	(37)
复习题	(38)
第三章 常用方向阀与其修理	(39)
第一节 单向阀与其修理	(39)
第二节 液控单向阀与其修理	(44)
第三节 电磁换向阀与其修理	(55)
第四节 液动换向阀和电液动换向阀与其修理	(80)
第五节 多路阀及其他换向阀简介	(95)
第六节 方向控制阀阀件的修理	(105)
复习题	(110)
第四章 常用压力控制阀与其修理	(111)
第一节 常用溢流阀与其修理	(112)
第二节 常用顺序阀与其修理	(139)
第三节 常用减压阀与其修理	(147)
第四节 压力控制阀阀件的修理	(154)
复习题	(158)
第五章 常用流量控制阀与其修理	(159)
第一节 常用节流阀与其修理	(160)
第二节 常用调速阀与其修理	(167)
第三节 分流集流阀简介	(172)
第四节 流量控制阀阀件的修理	(176)
复习题	(179)
第六章 二通插装阀及其应用	(180)
第一节 插装阀的基本元件和工作原理	(180)

第二节	方向控制阀及其应用	(186)
第三节	压力控制阀及其应用	(190)
第四节	流量控制阀	(192)
第五节	二通插装阀应用简例	(193)
第六节	插装阀的集成化	(196)
复习题		(202)
第七章	叠加阀及其应用	(203)
第一节	概述	(203)
第二节	单功能叠加阀	(204)
第三节	复合功能叠加阀	(206)
第四节	叠加阀使用设计实例	(211)
第五节	叠加阀典型系列型谱	(214)
复习题		(219)
第八章	GE 系列中高压液压阀	(220)
第一节	概述	(220)
第二节	GE 系列压力阀	(221)
第三节	GE 系列方向阀	(225)
第四节	GE 系列流量阀	(229)
复习题		(231)
第九章	典型液压系统分析和修理实例	(232)
第一节	典型液压系统分析	(232)
第二节	修理实例	(249)
复习题		(255)
附录 1	液压阀的型号编制、技术规格	(256)
1-1	广州型中低压系列液压阀技术规格	(256)
1-2	中高压系列(榆次型)液压阀型号编制	(257)
1-3	高压老系列(联合设计组,1968 年)液压阀型号编制	(258)
1-4	高压系列(联合设计组,1982 年)液压阀型号编制	(259)
1-5	引进德国力士乐(Rexroth)公司高压阀产品的主要技术规格	(260)
1-6	引进美国斯巴利·维克斯(Sperry Vickers)公司的产品目录	(262)
附录 2	常用液压油的相对价格	(263)
附录 3	中外表面粗糙度代号及与表面光洁度对照表	(263)
附录 4	“公差与配合”新旧国家标准对照表	(264)
附录 5	磨料分类与用途	(265)
附录 6	磨料粒度能达到的表面粗糙度	(265)
主要参考文献		(266)

第一章 概 论

第一节 液压技术及液压阀发展简介

液压技术作为一门新兴应用学科,虽然历史较短,发展的速度却非常惊人。液压设备能传递很大的力或力矩,单位功率重量轻,结构尺寸小,在同等功率下,其重量的尺寸仅为直流电机的10%~20%左右;反应速度快、准、稳;又能在大范围内方便地实现无级变速;易实现功率放大;易进行过载保护;能自动润滑,寿命长,制造成本较低。因此,世界各国均已广泛地应用在锻压机械、工程机械、机床工业、汽车工业、冶金工业、农业机械、船舶交通、铁道车辆和飞机、坦克、导弹、火箭、雷达等国防工业中。几乎到了工程领域内,凡有机械设备的场合,都可采用液压传动的地步。

液压传动设备一般由四大元件组成,即动力元件——液压泵;执行元件——液压缸和液压马达;控制元件——各种液压阀;辅助元件——油箱、管道、蓄能器等。

液压阀的功用是控制液压传动系统的油流方向,压力和流量;实现执行元件的设计动作以控制、实施整个液压系统及设备的全部工作功能。

一、历史与展望

回顾液压传动理论和液压技术发展的历史,人们对液压理论从发现到认识,经历了一个漫长的时期。阿基米德发现物体在水中所减少的重量等于该物体所排开的水的重量这一奥秘时,实际上已发现了存在液体静压力作用这一事实。但过了整整1800年,在17世纪开始的时期,荷兰人史蒂文纳斯(Stevinus)才研究指出:液体静压力随液体的深度而变化,与容器的形状无关。

17世纪初,托里塞勒(Torricelli)研究了流体的运动。

17世纪末期,牛顿对流体的粘度以及浸入运动流体中的物体所受的阻力进行了研究。

18世纪中叶,液压理论取得关键性的突破进展,伯努利提出了用流束传递能量的理论。更具价值的是,帕斯卡在差不多同一时间,建立了“在密封容器内,流体压力沿各个方向等值传递”的静压传递原理,它已成为举世公认的直接指导液压传动技术的理论基础。

根据帕斯卡原理,1795年英国伦敦的约瑟夫·布拉默(Joseph Bramah 1749年~1814年)创造了世界上第一台水压机——棉花、羊毛液压打包机。在其液压传动系统中,第一次运用简单的液压阀实施了控制,成功地完成了上述物资的打包工作。

液压技术由此才雄辩地表明了在生产中的实际应用价值。

任何液压传压系统中,其控制元件——液压阀都是不可或缺的。

20 世纪前期,随着以油为工作介质,各种高效能液压泵相继问世。1905 年,詹尼(Janney)设计了一台带轴向柱塞系的油压传动与控制装置,并于 1906 年成功地应用在弗吉尼亚号战舰的炮塔俯仰、转动机构中。

1910 年,水轮机的调速和大阀操纵中,采用了液动系统。这些系统中都离不开液压阀。

1936 年,哈里·威克斯(Harry Vickers)提出了包括先导式溢流阀在内的一些液压控制元件,这些重大进展,有力地推动了液压技术的进步。

二次世界大战期间,由于军事工业的需要,各种高压元件获得进一步地发展,伺服阀应运而生。美国麻萨诸塞州理工学院的布莱克本(Blackburn)、李诗颖于 1958 年创造了电液伺服阀,并于 1960 年发表了对液压技术有杰出贡献的论著——《流体动力控制》。

由于伺服阀造价贵,抗污染能力差,近二十年间,出现了比例阀。我国浙江大学路甬祥博士在这方面的五项发明为比例技术作出了重大的贡献。

现在,液压阀作为液压元件中的一个极重要的组成部分,面临的任务是高压化、集成化、小型化、节能化、并要求适用于高水基工作介质。

由于微型电子计算机与液压技术日益密切的结合,对液压控制阀提出了更高、更新的要求,液压控制已开始形成了一个分支学科,继续不断地向高、精、尖方向发展。

二、我国液压阀技术的发展概况

我国的液压工业及液压阀的制造,起始于第一个五年计划(1953 年~1957 年)期间,由于机床制造工业发展的迫切需求,50 年代初期,上海机床厂、天津液压件厂仿造了苏联的各类低压泵、阀。

随后,以广州机床研究所为主,在引进消化国外中、低压液压元件制造技术的基础上(主要是苏联),自行设计了公称压力为 25 公斤力/厘米² 和 63 公斤力/厘米² 的中低压液压阀系列(简称广州型),并迅速投入大批量生产。

60 年代初期,为适应液压工程机械从中低压向高压方向的发展,以山西榆次液压件厂为主,引进了日本油研公司的公称压力为 210 公斤力/厘米² 的中高压液压阀系列,以及全部加工技术和制造、试验设备,并据此发展、设计成我国的中高压液压阀系列(简称榆次型)。

1968 年,当时的一机部组织有关单位,在公称压力 210 公斤力/厘米² 液压阀的基础上,设计了我国一套公称压力为 320 公斤力/厘米² 的高压液压阀系列,并投入批量生产。

为使产品实现标准化、通用化、系列化,我国于 1973 年再次组成“液压阀联合设计组”,在总结国产高压阀设计、生产经验的基础上,对比、参考、学习、借鉴了国外同类产品的结构、性能、工艺特点,又增补了多种规格和新品种,并使国产阀的安装连接尺寸,首次符合国际标准。并于 1977 年正式完成了我国公称压力为 320kgf/cm² ($\approx 31.5\text{MPa}$) 的高压液压阀新系列的设计。1978 年起,通过了全系列图纸的审查、试制、鉴定等工作,并在全国推广生产使用。1982 年,通过了全系列的定型工作。故上述产品常称为“82 年联合设计型高压液压阀系列”。

为了不断适应高压、大流量的液压传动要求,济南铸锻研究所、上海 704 研究所和北京冶金液压机械厂等单位,自 1976 年开始,还引进、消化和研制了二通插装阀(简称 CV 阀),并在 80 年代初期,完成了自己的系列。二通插装阀作为不同于常规阀的另一类液压阀类,也正开拓着它的使用范围。

此外,随着组合机床在机械制造行业中的广泛应用,1975年,大连组合机床研究所引进、消化、吸收和研制了叠加式液压阀,现已使我国成为通径具有6、10、16、20和32mm五个系列齐全的唯一国家。

叠加阀和插装阀,在全部各类国产液压阀中的产量比例,截至1990年底,已经上升达到16.6%。

建国40多年来,我国液压行业及液压阀的制造生产,从无到有,发展很快,取得了巨大的成绩。但同时也应该实事求是地看到,液压元件与国外同类产品相比,品种、性能等诸多指标还存在着较大差距,同时,也适应不了国内各种主机日益发展的综合需要。为了及早摆脱落后状态,迅速赶超世界先进水平,近年来,国家机电部已作出重大战略决策,对我国包括液压阀在内的各种液压元件,进行产品结构调整。其调整原则是:

根据技术水平是否先进、是否符合标准,是否便于组织专业化生产、耗能耗材情况和应用覆盖面等特征,将现有液压件产品划分为①A类重点发展产品②B类允许保留和过渡产品③C类限制发展和逐步淘汰产品三种类别,区别对待。

调查冶金、重矿、机床、工程、农机、塑料、锻压机械等主机发展的需求和国内外的主要差距,制订出满足主机需求、适合我国国情、瞄准世界发展主流的液压元件系列型谱。按系列型谱有针对性、有步骤地开发品种,补齐系列,或引进部分技术。

通过对现有产品的清理整顿,扶优汰劣;通过按系列型谱开发新产品,使我国液压件的品种和技术水平上一个台阶,用新的、齐全的、水平先进的液压件产品满足主机需要。

争取到1995年,以德国力士乐(Rexroth)及美国维克斯(Vickers)两大体系为主的以及自行开发达到80年代水平的A类产品的产量占液压件总产量的50%以上。基本上满足一般主机的配套需要。进口的重大装备液压配套件满足率从目前的30%~40%提高到60%~80%。

1. 重点发展的A类产品

在性能上达到国际八十年代水平;应用覆盖面大;符合国际标准和国家标准;通用化、系列化程度高,便于组织专业化生产的产品。包括:

- (1)已经引进的产品,
- (2)国内新开发的优秀产品,
- (3)补齐引进产品系列及创新的产品,
- (4)针对主机配套需要开发的、实现配件国产化的替代进口的产品,
- (5)新型的节能、复合及机电液一体化产品。

液压阀具体为引进、消化、开发的德国力士乐公司的压力为21、35、63MPa,通径为6~80(mm)及美国维克斯公司的压力为21、25MPa,通径为6~32(mm)的三大类液压阀和我国自行开发的叠加阀、插装阀及GE系列阀等。

2. 允许保留和过渡的B类产品

是指目前应用面广、市场需求最大,一时尚无替代产品,但又不作为发展方向的产品;国内70、80年代开发的,现在已成为主导产品,虽然技术上达不到国际80年代水平,但需保留一段时间的产品;在A类产品尚未成为主导产品之前,作为过渡形态存在一段时间的产品。这类产品,或者经过改进,上升为A类产品,或者逐渐为A类产品所取代。

3. 限制发展的逐步淘汰的C类产品

指水平低、性能差、耗能耗材的落后产品;不符合标准的老产品;应该被替代的重复产品。

具体如我国 50 年代、60 年代设计的广州型中低压系列,与之相仿的大连组合机床研究所设计开发的中低压板式阀系列及 1968 年联合设计的高压系列液压阀等。

可以想见,通过上述产品结构的调整,加上工艺及装备水平的同步提高等等因素,我国的液压阀及整个液压工业定会进一步发展、振兴而达到一个新的水平。

第二节 液压控制阀的分类与特点

一、液压阀的分类

液压系统中,用来控制系统的压力,流量和液流方向的元件均称为液压控制阀,简称液压阀。

运用液压阀,通过预期的设计,可以对液压缸、液压马达等执行元件的输出力(或力矩)、速度、方向、变换频率等实施控制。液压阀品种繁多,规格复杂,一般有以下分类:

(一)按工作原理分为:

1. 通断式控制元件(即开关或定值控制阀):这是最常用的一类液压阀,又称作普通液压阀。

2. 伺服式控制元件:如压力伺服阀、流量伺服阀等。

3. 比例式控制元件:如比例压力阀、比例流量阀和比例方向阀等。

(二)按用途分类如表 1-1:

(三)按结构形式分类:

1. 滑阀类:阀芯为圆柱体。

2. 座阀类(锥阀类):阀芯为圆锥体或球体,和阀座相配合。

3. 喷嘴挡板类:利用喷嘴与挡板之间的相对位移来改变液流通路的开口以实现控制的阀类。一般用于电液伺服阀的先导控制。

(四)按连接方式分类:

1. 管式连接类

(1) 螺纹连接:多用于通径在 32mm 以下的小型阀。

(2) 法兰连接:多用于通径在 32mm 以上的大、中型阀。

2. 板式连接类

通过连接底板而通联成系统。元件与连接底板管口用密封圈阻漏。该种连接装拆方便,连接底板可做成多路底板、油路块等。

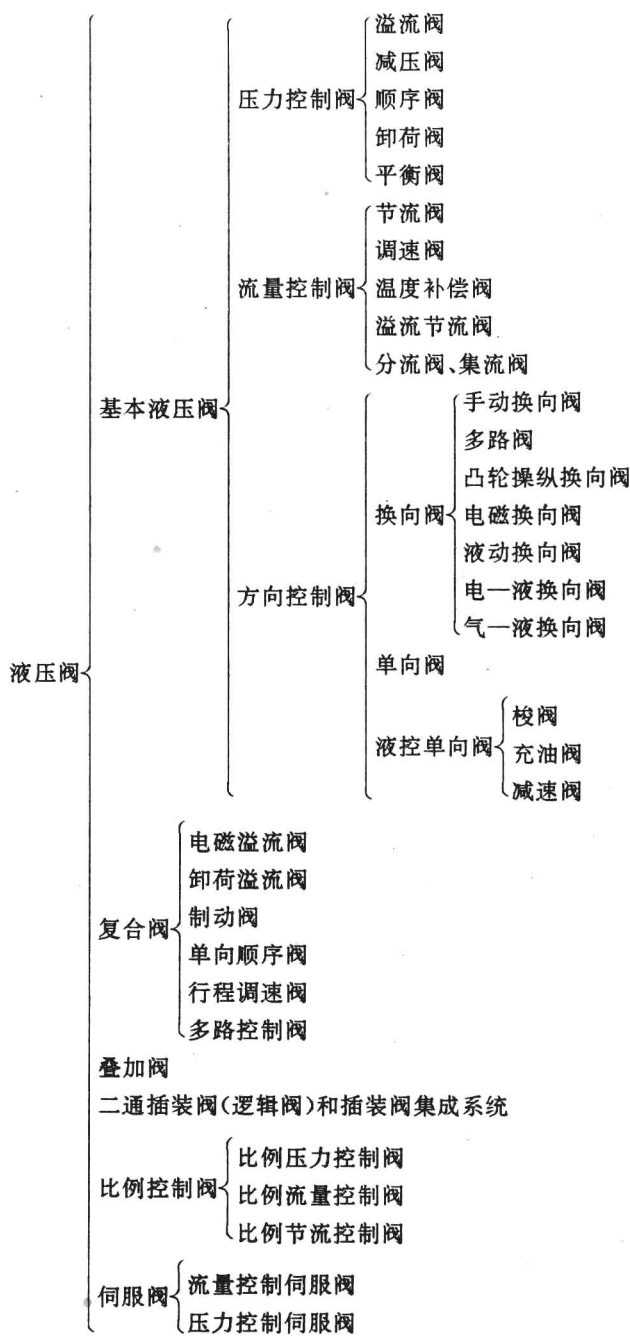
3. 集成连接类

(1) 集成块类:集成块为六面体,块内常钻成(或精密铸造)连通阀间的油路(一般每一块为一个基本回路),各类板式元件安装在集成块的侧面,集成块间的相接管口用密封圈防漏,集成块通过有规律的不同组合,可以构成性能不同的各个液压系统。打包机的低压控制系统中用得较多。

(2) 叠加类阀:由各种规格不同的阀类(压力阀、流量阀、单向阀)及底板块组成。阀的性能、

结构要素与一般阀并无区别,只是为了叠加,要求同一规格的不同阀的连接尺寸、油口通道、位置通径相同。这种集成形式在组合机床及工程机械中应用较多。

表 1-1 液压阀常见分类



(3)插装类阀:这是一种把阀按标准参数做成圆筒形芯式结构的具有互换性的元件,然后

用插入方法安装在油路块体或阀体中,是一种无管式连接。阀的功能可与单体式液压阀一样。逻辑阀即属于此类。而且它不但可以作为单功能阀使用,也可以作为复合阀、多功能阀使用。

除上述分类法外,根据使用压力,过去常将液压阀分为中低压(额定压力为 63kgf/cm^2),中高压(额定压力为 210kgf/cm^2)和高压(额定压力为 320kgf/cm^2)阀等。目前多分为高压和中高压两大类。

二、液压阀的结构特点和性能要求

尽管各类液压阀的功能作用不同,但在结构原理上均具有下述共同点:

无论哪种阀,在结构上均由阀体、阀芯和操纵机构组成;

无论哪一种阀,都是依靠阀的启、闭来限制、改变液体的流动或停止,从而实现对系统的控制和调节作用;

无论哪一种阀,只要液体经过阀孔,均会产生压力下降和温度升高等现象;

通过阀孔的流量与通流截面积及阀孔前后压力差有关;

控制液压阀产生动作的动力源,除手动外,多采用机动、电动、液动、气动或组成联动,如电液联动等。

液压控制阀不作生产功,只是用来满足执行元件提出的压力、速度、换向、停止等要求,因而,在性能上的共同要求是:

1. 动作灵敏、工作可靠,冲击振动及噪声要尽量小。
2. 油液经过液压阀后的压力损失要小,效率要高。
3. 密封性能高,内泄漏要尽量小,额定工作压力下应无外泄漏。
4. 结构简单紧凑、体积小,节能性好,通用性高。
5. 制造便利、寿命长、价格低廉。

鉴于液压控制阀种类的繁杂,若将换向阀不同的阀芯结构计算在内的话。总计有几千个品种之多。本书仅就国产液压设备中的常用普通液压阀的有关问题,进行重点讨论。

第三节 液压控制阀的基本参数和阀的选用

一、基本参数

液压控制阀的规格、工作压力范围和许用流量是液压阀的基本参数。

(一) 液压阀的公称通径

我国高压系列的液压阀的规格,无论新老系列,都用“公称通径”(符号: D_g ; 单位: mm)来表示。考虑到油液在管路中的流动现象并为了配管方便,它采用管路公称通径的系列参数。

应当注意,管路的公称通径通常指管道的名义内径。液压阀的公称通径,指阀的进出油口的名义尺寸,而不是阀的进出油口的实际尺寸。如公称通径为 20mm 的电液动换向阀,进出油口的实际尺寸是 $\Phi 21\text{mm}$; 公称通径为 32mm 的溢流阀,阀的进出油口的实际尺寸是 $\Phi 28\text{mm}$

等。

还应注意,更不能把阀的公称通径,当成管道接头的规格尺寸,不同品种的液压阀,虽然公称通径一样,但阀的进出油口的实际尺寸也并不是完全相同的。如公称通径为 10mm 的直角单向阀,其进出油口的实际尺寸是 $\Phi 13\text{mm}$,而公称通径 10mm 的电磁换向阀的实际进出油口的尺寸,真正为 $\Phi 10\text{mm}$ 。

公称通径仅仅是为了表征阀的规格的大小,而进出油口的实际尺寸,必须满足油流速度和其他设计参数的要求,并受结构尺寸所影响。

我国规定液压阀的公称通径及与连接钢管的规格和通过油液流量、流速的推荐值见表 1—2。

表 1—2 液压阀公称通径及有关参数

公称通径 D_g		钢管外径 (mm)	管子壁厚(mm)			推荐进出油口通过 流量及相应流速	
(mm)	(吋)		公称压力 $P_g \times 10^5 \text{Pa}$			$Q_g(\text{L/min})$	$u(\text{m/s})$
			≤ 80	≤ 160	≤ 315		
4		8	1	1	1.4	2.5	
6	1/8	10	1	1	1.6	6.3	
8	1/4	14	1	1.6	2	25	5.35
10	3/8	18	1.6	1.6	2.5	40	5.03
15	1/2	22	1.6	2	3	63	5.23
20	3/4	28	2	2.5	4	100	5.30
25	1	34	2	3	5	160	5.88
32	1¼	42	2.5	4	6	250	5.90
40	1½	50	3	4.5	7	320	5.29
50	2	63	3.5	5	8.5	500	5.02
65	2½	75	4	6	10	800	5.62
80	3	90	5	7	12	1250	6.09

注:压力管道推荐用 10 号、15 号冷拔无缝钢管(YB231—64),当公称压力 $P_g 8 \sim 31.5 \text{MPa}$ 时,建议用 15 号钢管;对于卡套式管接头的钢管,采用高精度冷拔钢管;焊接式管接头用管,可采用普通级精度钢管。

此外,我国中低压($\leq 6.3 \text{MPa}$)液压阀系列的规格,未采用“公称通径”表示法,而是根据通过阀的公称流量来表求。如:25、63、100L/min 等等。

(二)液压阀的公称压力

液压控制阀的公称压力是指液压阀在额定工作状态下的名义压力,常以代号 P_g 表示。

根据我国法定计量单位,液压阀的公称压力单位为 Pa(帕斯卡),可以并用的单位为 bar(巴)。它们与过去工程制单位的换算关系如下:

$$1\text{Pa} = 1\text{N/m}^2$$

$$1\text{bar} = 10^5 \text{Pa}$$

$$1\text{bar} = 1.01972\text{kgf/cm}^2$$

$$1\text{kgf/cm}^2 = 0.9807 \times 10^5 \text{Pa}$$

我国现在采用的公称压力与国际标准化组织(ISO)的颁布标准一致。

表 1—3 所列为《ISO—2944》液动力系统和元件——公称压力的国际标准。

(三) 液压阀的公称流量

公称流量一般是指液压阀在额定工作状态下通过的名义流量,代号用 Q_g 表示,常用计量单位为 L/min (升/分)。JB2183-77 规定的液压阀公称流量标准有:2,4,6,10,25,40,50,63,80,100,125,160,200,320,400,500,630,800,1000,1250,1600 L/min 。

公称流量这个参数,对于不同的液压元件的重要性是大不相同的。对于液压泵来讲,是本质地显示出元件工作能力的主要特征参数,是极其重要的。对液压阀而言,这参数仅供市场选购时便于与动力元件配套,作为技术参数,则实际意义并不大。由于通过阀的流量本身由阀口截面积和流速来决定,而流速不由阀所决定,可变的幅度又较大,并且,在一定范围内产生的通过流量的变化,仅仅引起液压阀某些性能指标的变化,如灵敏度,压力损失等,但并不影响阀的正常工作。

具有实际意义的是应该规定在保证正常工作的条件下,允许通过的最大流量值。更细致一些,应该给出液压阀在最大流量值以下,各种不同流量通过时,阀的有关性能参数改变的特性曲线,即阀的工作特性曲线。如通过流量与启闭灵敏度关系曲线,通过流量与压力损失关系曲线等。这样,对液压系统设计者和使用者均十分方便。德国、美国、日本等等国家以及我国都已进行了这方面的工作。

ISO 没有制订液压阀的公称流量标准,我国重新制订液压阀基本参数时拟取消“公称流量”的参数标准。但是,由于我国的国情历史以及中低压液压阀的规格表示等原因,现在仍然有所沿用。

表 1-3 公称压力的国际标准 单位:bar(0.1MPa)

0.01	0.1	1.0	10	100	1000
(0.0125)	(0.125)	(1.25)	(12.5)	(125)	
0.016	0.16	1.6	16	160	
(0.02)	(0.2)	(2.0)	(20)	200	
0.025	0.25	2.5	25	250	
(0.0315)	(0.315)	(3.15)	(31.5)	315	
0.04	0.4	4.0	40	400	
(0.05)	(0.5)	(5.0)	(50)	500	
0.063	0.63	6.3	63	630	
(0.08)	(0.8)	(8.0)	(80)	800	

注:括号内为非优先数。

二、液压阀的选用

选择液压阀应遵循确保系统工作可靠和经济性的原则,设计选用应注意下述各点:

1. 设计时,优先考虑标准系列的通用产品,即液压标准化元件。

通过近 40 年的努力,我国液压工业已初具规模。对各类液压设备所需的液压元件包括连接结构块座等标准件已基本能满足供应,在非不得已的情况下,自行设计专用控制部件时,也要执行有关标准规定,以利保证质量和降低成本。

2. 选择液压阀的额定压力时,应与系统工作中通过该阀的实际压力相对应或者略高一些。实际工作压力不等于系统的额定工作压力。例如,下压式液压打包机主油路系统中额定工