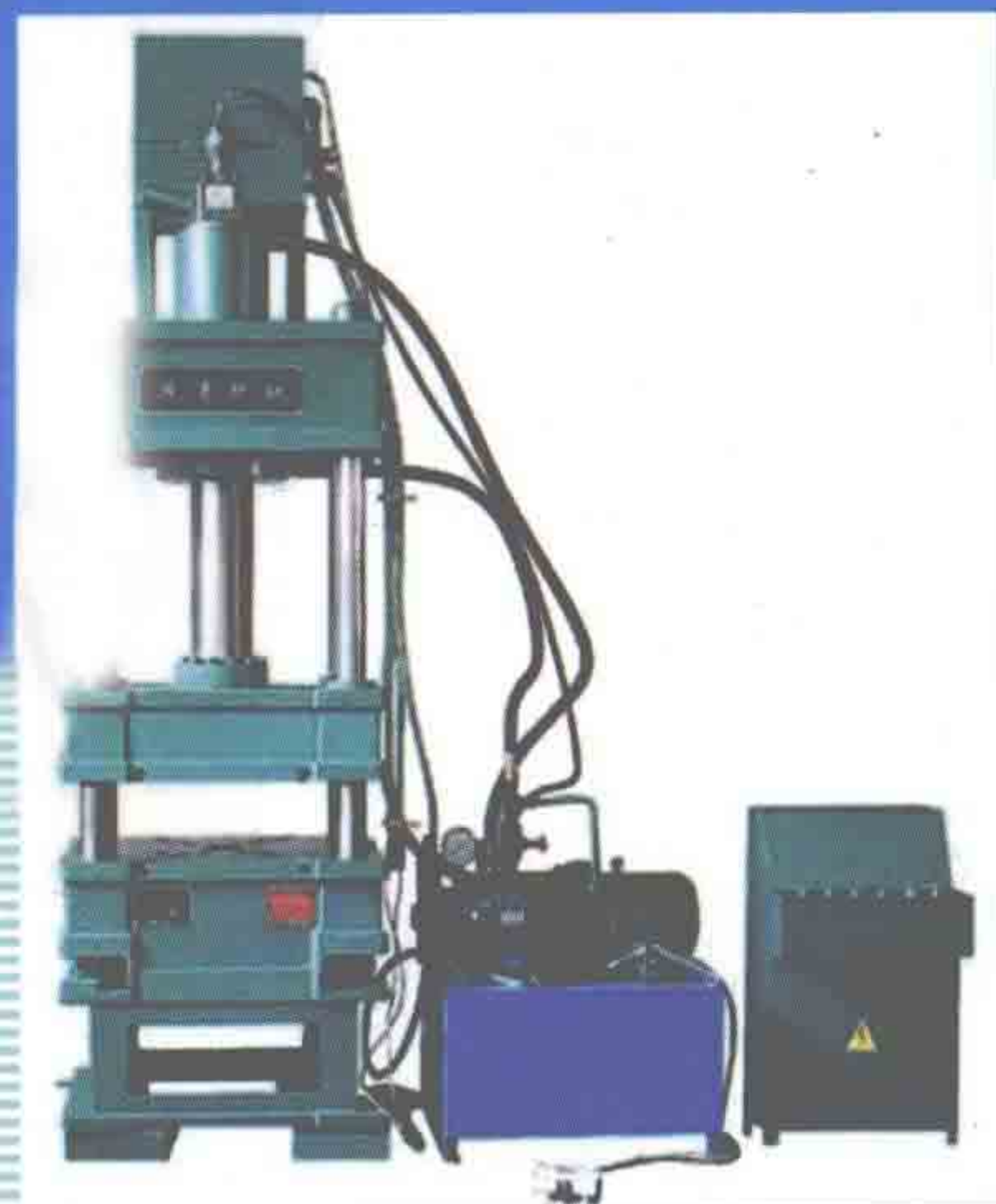
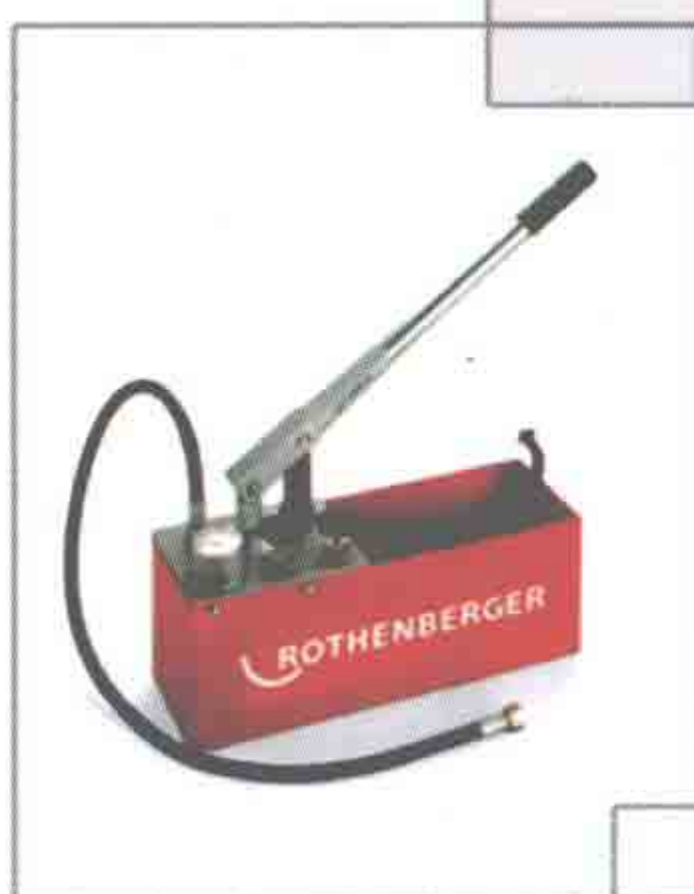
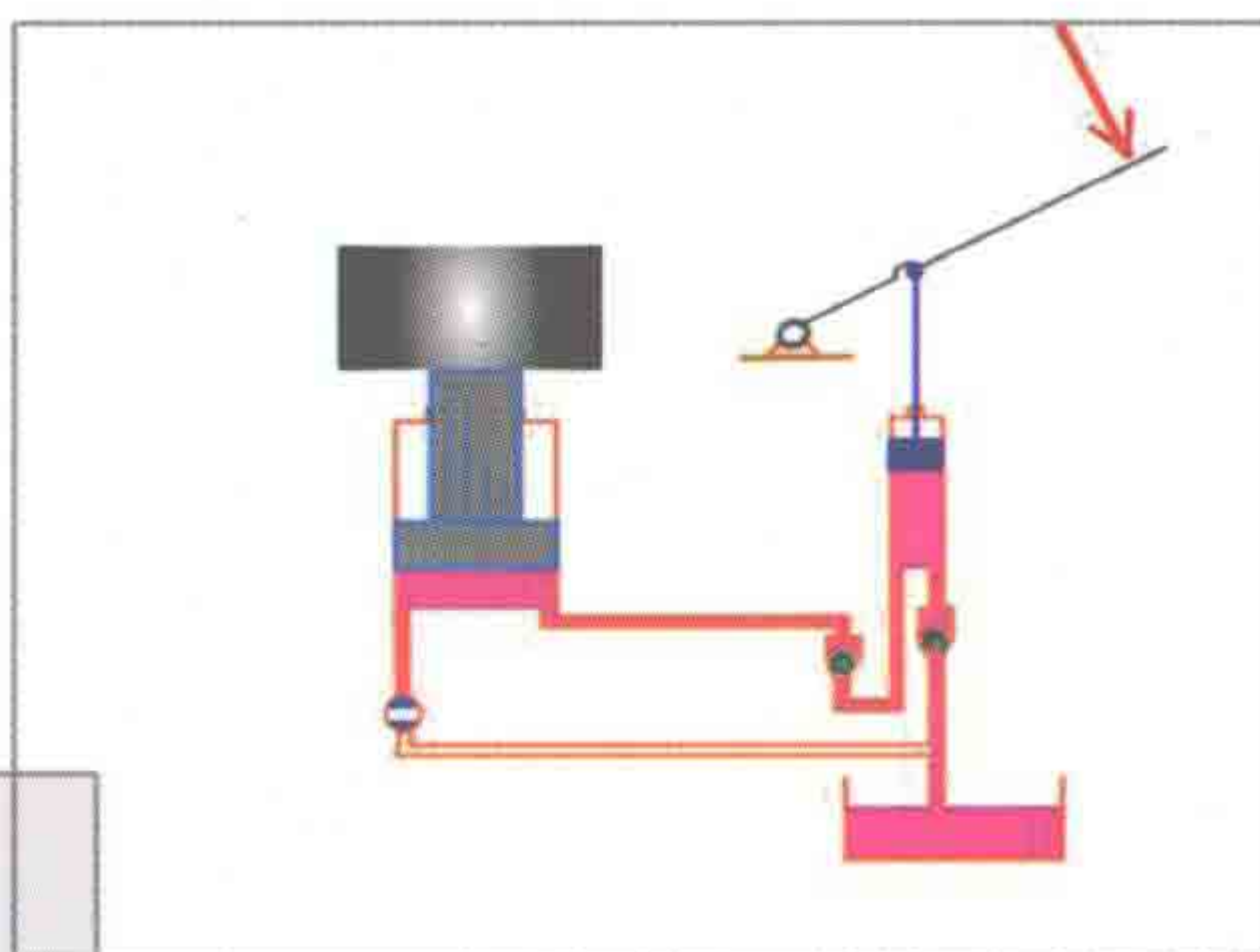
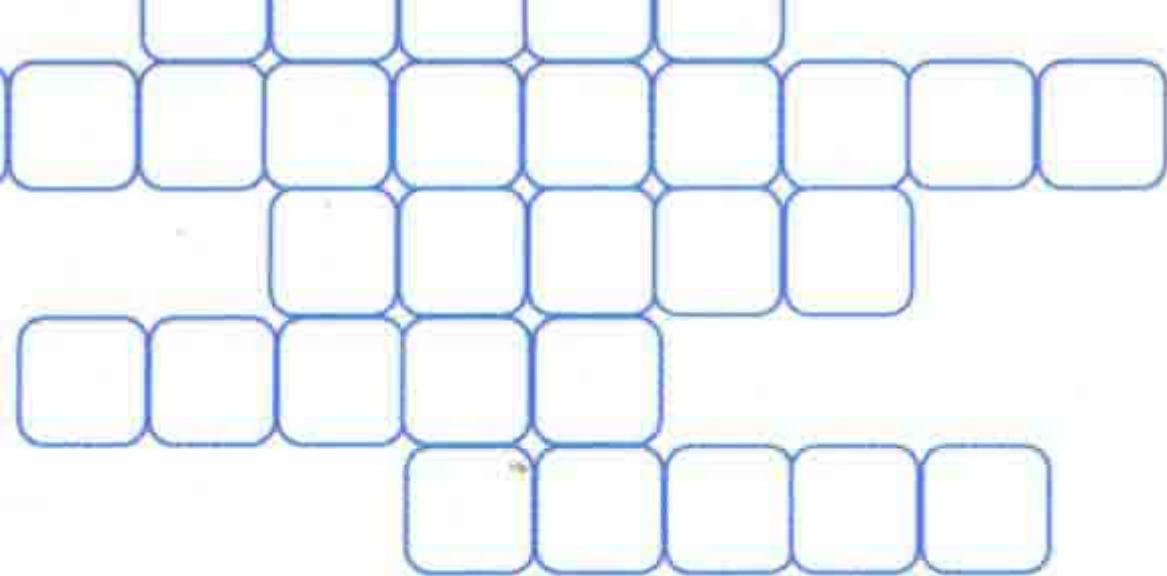


机械工人操作技术丛书

液压识图100例

◎ 姚春东 编著





- ISBN 978-7-111-34150-5
- ISBN 978-7-89451-932-0 (光盘)
- 策划编辑: 黄丽梅
- 封面设计: 赵颖喆

上架指导: 工业技术 / 机械工程 / 机械基

ISBN 978-7-111-34150-5



9 787111 341505 >

地址: 北京市百万庄大街22号 邮政编码: 100037
 电话服务 网络服务
 社服务中心: (010)88361066 门户网: <http://www.cmpbook.com>
 销售一部: (010)68326294 教材网: <http://www.cmpedu.com>
 销售二部: (010)88379649 封面无防伪标均为盗版
 读者购书热线: (010)88379203

定价: 29.00元

机械工人操作技术丛书

液压识图 100 例

姚春东 编著



机械工业出版社

本书编入 88 个常用液压基本回路和 12 个典型液压系统，并配以相应的动画演示。本书编写过程中，从最基础的基本回路入手，由浅入深，注重理论知识与实际应用相结合。对于编入的每一种基本回路或系统，详细介绍了各元件的名称及作用，分析回路特点及实现的功能，并给出回路的应用场合及注意事项，以期读者通过阅读本书及观看动画演示能够对液压传动知识达到快速入门。

本书适合液压专业初中级技术人员使用，也可供大专院校相关专业师生及液压爱好者参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

液压识图 100 例/姚春东编著. —北京: 机械工业出版社, 2011.5
(机械工人操作技术丛书)
ISBN 978-7-111-34150-5

I. ①液… II. ①姚… III. ①液压传动装置-机械图-识图法
IV. ①TH137②TH126.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 066395 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 黄丽梅 责任编辑: 白刚 版式设计: 霍永明

责任校对: 卢惠英 封面设计: 赵颖喆 责任印制: 乔宇

三河市宏达印刷有限公司印刷

2011 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm·12.75 印张·245 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-34150-5

ISBN 978-7-89451-932-0 (光盘)

定价: 29.00 元 (含 1 CD)

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

策划编辑: (010) 88379770

社服务中心: (010) 88361066

网络服务

销售一部: (010) 68326294

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010) 88379649

教材网: <http://www.cmpedu.com>

读者服务部: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

目前，液压技术已广泛用于机械制造、冶金、造船、石油化工、建筑、汽车、工程机械、注塑、纺织、食品等行业，因而对液压技术人才的需求也越来越多。2009年虽然在全国大学生就业形势比较严峻的一年，但在工科类毕业生中，液压专业的毕业生仍然很抢手。这也吸引了非液压专业的理工科学生希望学习一些液压传动的入门知识。从工程应用方面考虑，由熟悉乃至掌握常用的液压基本回路以及液压系统入手，无疑是掌握液压传动入门知识的捷径。为此，作者编写了《液压识图100例》，书中编入88个常用液压回路和12个典型液压系统，并配以相应的动画演示，以期读者通过阅读本书及观看动画演示能够对液压传动知识达到快速入门。

本书在编写过程中，力求反映国内外液压传动方面的新成果，从最基础的基本回路入手，由浅入深，案例典型且多样化，注重理论知识与实际应用相结合。对于编入的每一种基本回路或系统，详细介绍了各元件的名称及作用，分析回路特点及实现的功能，并给出回路的应用场合及注意事项。

本书由燕山大学机械工程学院姚春东教授编写，笔者在多年的教学实践中体会到，要想让初涉液压专业领域的学习者在有限的时间内掌握液压识图知识，离不开具有表现力的多媒体动画技术。为此，对编入本书的回路及系统配有相应的工作原理演示动画，希望通过形象生动的动画演示使得液压识图变得简单易懂，力求能够使液压技术方面的从业人员或爱好者通过本书的学习，掌握液压基本回路以及液压系统的读图方法，达到能读懂常用的液压基本回路以及液压系统，能熟悉、会选择使用具有不同功能的液压基本回路，进而能设计液压回路图。

本书在编写过程中参阅了大量的国内外资料，在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在缺点和错误，恳请同行专家和广大读者批评指正。

编者

目 录

前言

第 1 章 概述 1

1.1 液压传动的应用及发展现状 1

1.2 液压传动的优缺点 2

1.3 液压系统的分类方式 4

第 2 章 方向控制回路 10

2.1 简单换向回路 10

2.2 复杂换向回路 14

2.3 锁紧回路 17

2.4 连续往复运动回路 22

第 3 章 压力控制回路 28

3.1 调压回路 28

3.2 减压回路 34

3.3 增压回路 38

3.4 保压回路 41

3.5 卸荷回路 46

3.6 平衡限速回路 50

3.7 缓冲回路 55

3.8 缓慢卸压回路 60

第 4 章 速度控制回路 63

4.1 节流调速回路 63

4.2 容积调速回路 67

4.3 容积节流调速回路 73

4.4 增速回路 77

4.5 减速回路 81

4.6 二次进给回路 84

第 5 章 同步回路 88

5.1 机械控制同步回路 88

5.2 流量阀控制的同步回路 90

5.3 其他方法控制的同步回路 93

第 6 章 顺序动作回路 97

6.1 压力控制多缸顺序动作回路 97

6.2 行程控制多缸顺序动作回路 ... 101

6.3 时间控制多缸顺序动作回路 ... 105

第 7 章 多缸动作互不干扰

回路 109

7.1 采用液压阀防干扰回路 109

7.2 采用双泵供油防干扰回路 114

7.3 用蓄能器防干扰的回路 119

第 8 章 液压马达控制回路 122

8.1 液压马达制动回路 122

8.2 液压马达缓冲与补油回路 125

8.3 液压马达限速回路 130

8.4 液压马达浮动回路 132

第 9 章 典型液压传动系统实例

分析 137

9.1 液压系统的评价 137

9.2 YT4543 型动力滑台液压
系统 140

9.3 M1432A 型万能外圆磨床液压
系统 145

9.4 3150kN 型液压机液压系统 150

9.5 SZ-250A 型塑料注射成型机
液压系统 155

9.6 液压伺服恒功率控制系统 161

9.7 Baker 修井机液压起升系统 165

9.8 Q2-8 型汽车起重机液压
系统 169

9.9 JS01 型工业机械手液压系统 ... 173

9.10 盘式制动液压控制系统 179

9.11 阿里森传动装置液压控制
系统 182

9.12 往复泵液压驱动系统 188

9.13 车装钻机液压起升系统 193

参考文献 198

第 1 章 概 述

1.1 液压传动的应用及发展现状

像机械传动一样，液压传动也是传送动力的方法之一。它是靠密封容器内受静压力的液体传送动力的（图 1-1）。在液压系统中，液压泵将具有一定转矩 M 和转速 n 的电动机的机械能，转变成具有一定压力 p 和流量 Q 的液压能，通过控制阀的调节，借助执行机构（液压缸和液压马达）还原成所需要的移动或回转的机械能。由于这种动力的变换和传递是依靠液压油作传动介质的，所以叫液压传动。

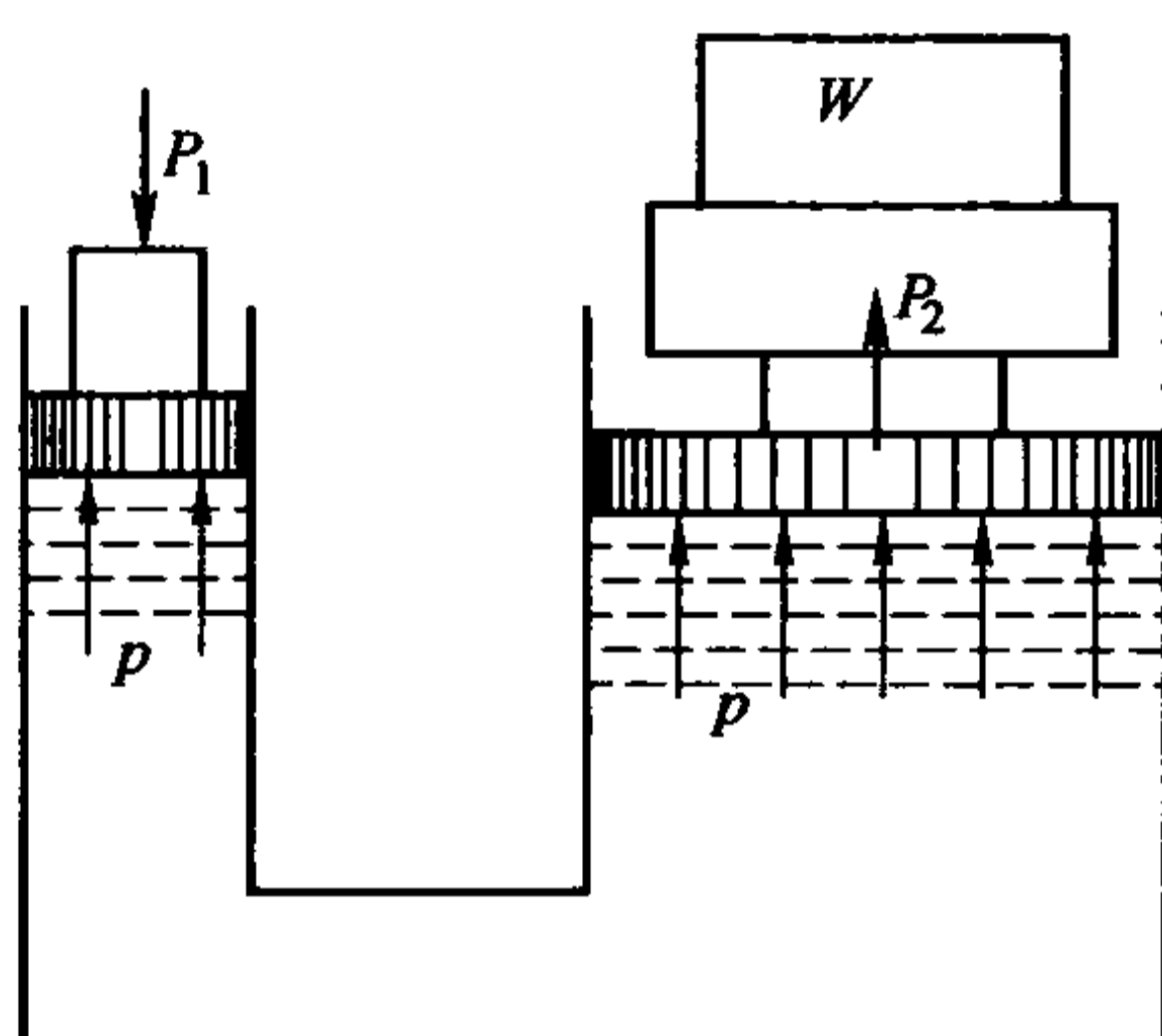


图 1-1 液压传动基本原理图

液压传动技术是在 18 世纪末出现的。1795 年，英国制成了世界上第一台工业设备

水压机。19 世纪末，德国制造了液压龙门刨床，美国制造了液压转塔车床和液压磨床。但由于当时没有成熟的液压元件，因而液压技术并未得到普遍使用。

20 世纪初，由于精研加工工艺的成熟，为液压元件向高压、高效率的发展创造了条件，因而在第一次世界大战到第二次世界大战期间，液压技术被用于军事上而得到很大发展。在这期间出现了动作准确、反应迅速的液压传动装置，并用于大炮、飞机、坦克上，而且在舰艇上也出现了电液伺服阀和伺服系统。第二次世界大战后，将这些军事上应用的成果转用到民用工业，并且由于控制论的发展以及高性能液压油的不断使用和液压元件结构的不断改进，液压技术得到了飞速的发展。50 年代初，液压技术已开始应用到各行各业，如机床、汽车、工程机械等。在这期间出现了仿形机械、自动机床、各种流水作业线以及自动传动器的液控系统。到了 60 年代以至最近二三十年以来，由于空间技术、大型舰船以及电子技术的发展，液压技术的发展又达到一个全新的阶段。

20 世纪后期，随着液压机械自动化程度的不断提高，所用液压元件的数量急剧增加，因而元件小型化、集成化就成为液压传动技术发展的必然趋势。随着传感器技术、微电子技术的发展及其与液压技术的紧密结合，出现了电液比例控制阀、电液比例控制液压泵和液压马达、数字阀等机电一体化器件，使液压技术

向着高度集成化和柔性化的方向发展。随着液压技术与计算机技术的结合，液压元件和液压系统的计算机辅助设计、计算机辅助测试、计算机仿真和计算机控制，已成为液压传动技术发展的重要方向。利用计算机技术，不仅提高了液压系统的设计和开发效率，也提高了液压设备的自动化水平。

降低液压传动系统能耗，提高整个系统效率、改善液压系统对环境的适应性是目前液压传动技术发展所面临的重要课题，也是提高液压传动与机械传动和电气传动竞争力的有力措施。采用负荷传感、二次调节等技术设计新型节能元件和系统，是当今液压传动技术的重要发展方向。

随着液压传动技术向高压、高速、大流量方向发展，降低噪声、防止泄漏显得更加重要。

近年来，在新型密封和无泄漏管件的开发、液压元件和系统的优化设计等方面取得了重要的进展。

目前，液压技术广泛用于机械制造、冶金、造船、石油化工、建筑、汽车、工程机械、注塑、纺织、食品及其他部门。在国防方面，如飞机、舰艇、大炮、坦克上的应用以及原子能方面的应用仍是一个重要的技术领域，已经出现了反应灵敏、动作准确的液压随动系统。特别是比例阀的出现和发展，它与电子技术结合起来，可以大面积地实现生产过程的自动化。现在在生产中应用着工作压力 $400 \times 10^5 \text{ Pa}$ 以上，流量 1000 L/min (16.67 L/s) 以上，功率 368 kW 以上的高压大功率元件。液压马达可以做到质量只是同功率电动机的 $10\% \sim 20\%$ ，体积是同功率电动机的 $12\% \sim 13\%$ 。液压元件和系统达到了小型化、集成化。例如，美国生产的 Allison 传动器，拥有实现一个 5 档（或以上）变速器的动力换挡、自动跳档的液压控制系统，全部元件和系统采用集成板结构，其面积只有 1 ft^2 （约 0.093 m^2 ），厚度只有 1 in （约 0.025 m ）。其他如静压轴承、静压导轨、静压丝杆等都在生产中得到成功应用。近年来又出现了交流液压技术，如液压镐及原子能工业中的机械手。此外，液压射流技术也获得了应用和发展。

总之，液压传动与伺服控制技术是近代工业技术中的一个重要分支。可以相信，随着它与迅猛发展起来的电子技术及计算机应用技术的日益紧密结合，将有更新、更高的发展。随着国民经济的发展，液压传动与伺服控制技术将会在更多方面进一步显示出其强大的威力和优越性。

1.2 液压传动的优缺点

液压传动与其他传动形式的主要区别是，液压传动以液体作为传递动力的介质。根据液体在工作中的特点，其传动形式可分为液力传动和容积式液压传动两

大类。

液力传动是指将机械能转换为流体的动能，并依靠该动能实现能量的传递；容积式液压传动是指将机械能转换为流体的压力能，并依靠该压力能实现能量的传递。

目前，液压传动几乎全部采用容积式液压传动。当执行机构的容量确定后，运动速度的快慢取决于容积变化的大小（即流量的大小）；执行机构输出力的大小取决于液压力的高低。

与其他传动形式（如机械传动、电力传动、气压传动）相比较，液压传动有下列优点：

1) 易于实现无级调速。液压传动装置能在运行过程中进行无级调速，调速方便且调速范围比较大，达 100:1 ~ 2000:1。

2) 功率质量比大。在同等功率的情况下，液压传动装置的体积小，质量小，惯性小，结构紧凑（如液压马达的质量只有同功率电动机质量的 10% ~ 20%），而且能传递较大的力或力矩。

3) 液压传动装置工作比较平稳，反应快，冲击小，能高速起动、制动和换向。液压传动装置的换向频繁，回转运动每分钟可达 500 次，往复直线运动每分钟可达 400 ~ 1000 次。

4) 液压传动装置的控制、调节比较简单，操纵比较方便、省力，易于实现自动化。当与电气装置配合使用时，更能实现复杂的顺序动作和远程控制。

5) 液压传动装置易于实现过载保护。可以方便地用压力阀控制系统的压力，防止系统过载。

6) 液压传动装置由于其元件实现了系列化、标准化、通用化，故易于设计、制造和推广使用。

7) 液压传动装置能很方便地实现直线运动和回转运动，液压元件的排列和布置也具有很大的机动灵活性。

8) 由于采用油液作为工作介质，液压传动装置能自行润滑，故使用寿命较长。

9) 在液压传动装置中，由于功率损失等原因所产生的热量可由流动着的油液带走，因此，可以避免在系统某些局部部位产生过度温升现象。

液压传动的主要缺点为：

1) 液压传动装置以液体为工作介质，无法避免泄漏。液体的泄漏和液体的可压缩性使液压传动无法保证严格的传动比。

2) 液压传动装置由于在能量转换及传递过程中存在着机械摩擦损失、压力损失和泄漏损失而总效率降低，不宜作远距离传动。

3) 液压传动装置对油温和负载的变化都比较敏感，不宜在低温及高温条件

下工作。液压传动装置对油液的污染亦比较敏感，要求有良好的过滤设施。

4) 液压传动装置要求有单独的能源（例如，液压泵站），液压能不能像电能那样从远处送来。液压元件制造精度要求高、造价贵，须组织专业生产。

5) 液压传动装置出现故障时不易追查原因、迅速排除。

总地说来，液压传动的优点较多，其缺点则随着生产技术的发展正在逐步加以克服，因此液压传动在现代化的生产中有着广阔的发展前景。

1.3 液压系统的分类方式

通常可以把液压系统按以下几种方式来分类。

1.3.1 按油液循环方式的不同分

按油液循环方式的不同，可将液压系统分为开式系统和闭式系统。

1. 开式系统

如图 1-2 所示，开式系统是指液压泵 3 从油箱 1 中吸油，通过换向阀 5 给液压缸 6（或液压马达）供油以驱动工作机构，液压缸 6（或液压马达）的回油再经换向阀回油箱。在泵出口处装溢流阀 4 起过载保护作用，在泵的入口处安装过滤器 2，防止杂质进入系统。

这类系统的优点是结构较为简单，由于系统工作完的油液又回油箱，因此可以发挥油箱的散热、沉淀杂质的作用。

但因油液常与空气接触，使空气易于渗入系统，导致工作机构运动的不平稳及其他不良后果。为了保证工作机构运动的平稳性，在系统的回油路上可设置背压阀，这将引起附加的能量损失，使油温升高。

在开式系统中，采用的液压泵为单向定量泵或单向变量泵，考虑到泵的自吸能力和避免产生吸空现象，对自吸能力差的液压泵，通常将其工作转速限制在额定转速的 75% 以内，或增设一个辅助泵进行灌注。工作机构的换向则借助于换向阀。

2. 闭式系统

如图 1-3 所示，在闭式系统中，液压泵 3 的进油管直接与执行元件 9 的回油

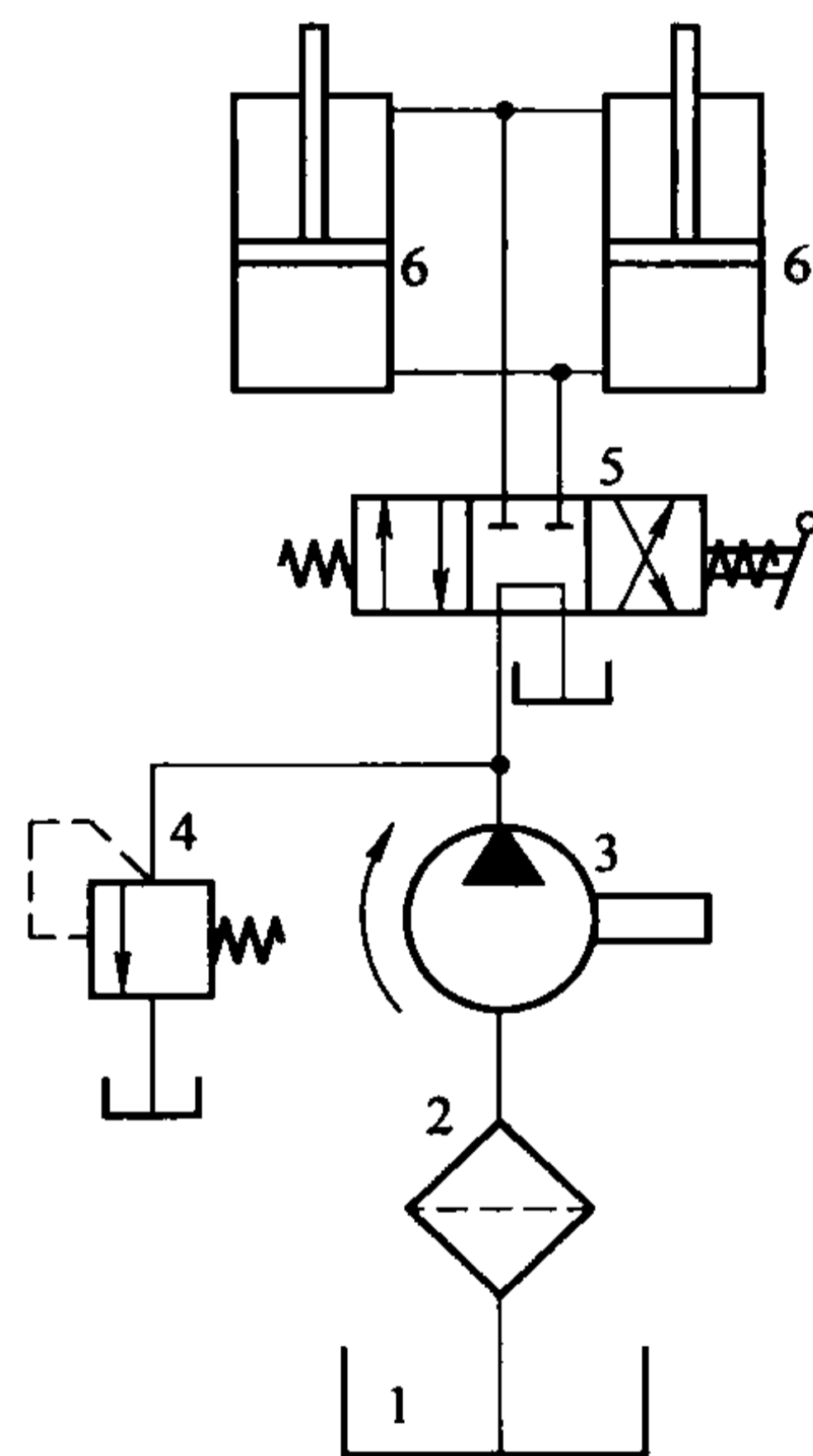


图 1-2 开式系统

1—油箱 2—过滤器 3—单向定量液
压泵 4—溢流阀 5—三位四通 M 型
手动换向阀 6—液压缸

管相连，工作液体在系统的管路中进行封闭循环。闭式系统结构较为紧凑，和空气接触的机会较少，空气不易渗入系统，故传动的平稳性好。工作机构的变速和换向靠调节泵或马达的变量机构实现，避免了在开式系统换向过程中所出现的液压冲击和能量损失。但闭式系统较开式系统复杂，由于闭式系统工作完的油液不回油箱，油液的散热和过滤条件较开式系统差。为了补偿系统中的泄漏，通常需要一个较小容量的补油液压泵 1 进行补油和散热。图 1-3 中 2 为溢流阀，控制补油液压泵 1 的压力，6 为安全阀，控制系统的最高压力，防止主泵 3 过载。

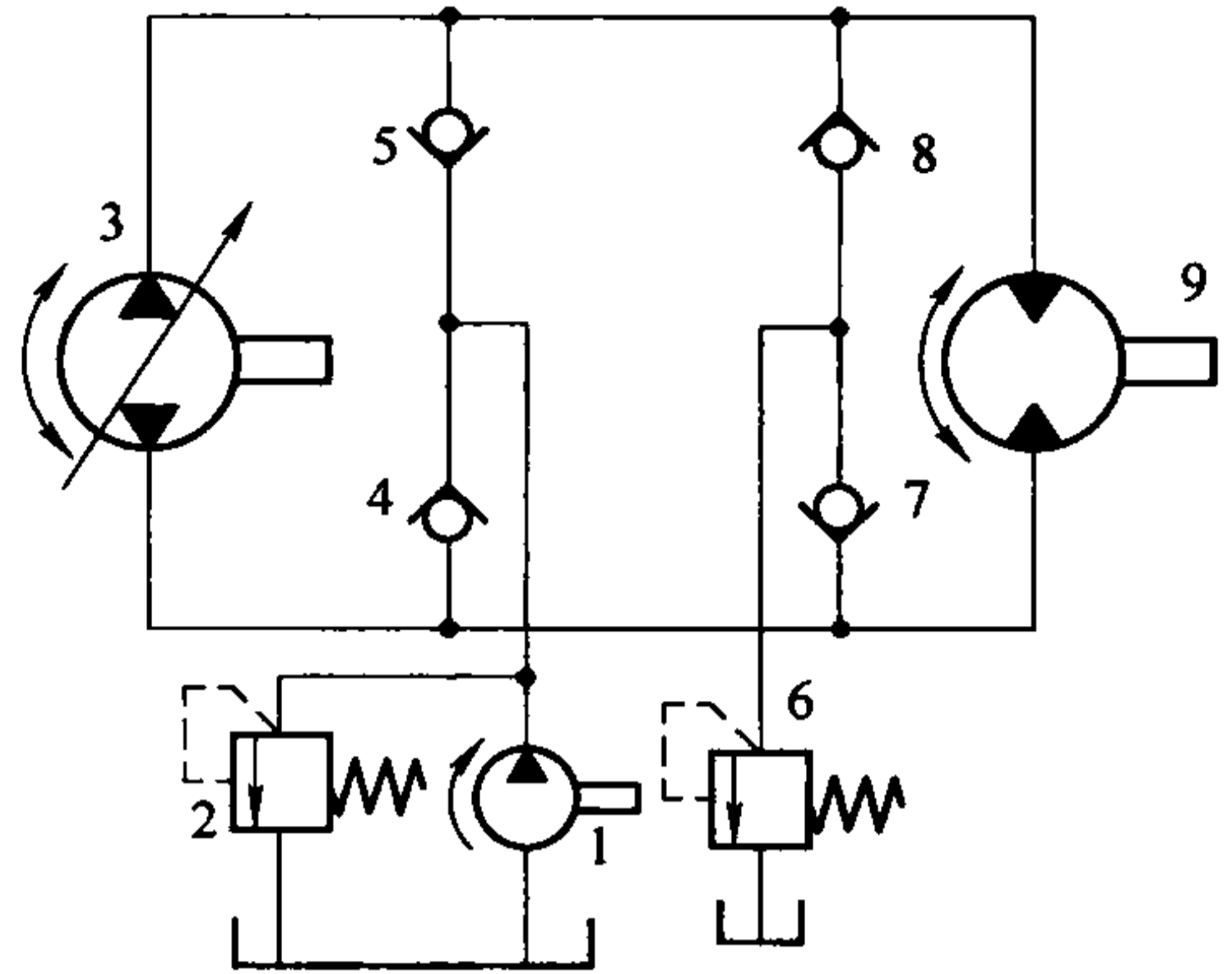


图 1-3 闭式系统

- 1—补油液压泵 2—溢流阀 3—双向变量液压泵
4、5、7、8—单向阀 6—安全阀
9—双向定量液压马达

一般情况下，闭式系统中的执行元件若采用双作用单活塞杆液压缸时，由于大小腔流量不等，在工作过程中，会使功率利用率下降。所以闭式系统中的执行元件一般为液压马达。如大型液压挖掘机、液压起重机中的回转系统、全液压压路机的行走系统与振动系统中的执行元件均为液压马达。

闭式系统中执行元件为液压马达的另一优点是在起动和制动时，其最大起动力矩和制动力矩值相等。

1.3.2 按系统中液压泵的数目分

按系统中液压泵的数目可将其分为单泵系统、双泵系统和多泵系统。

1. 单泵系统

由一个液压泵向一个或一组执行元件供油的液压系统，即为单泵液压系统，如图 1-4 所示。单泵系统适用于不需要进行多种复合动作的机械，如钻床、推土机、铲运机等机械的液压系统。对某些工程机械如液压挖掘机、液压起重机的工作循环中，既需要实现复合动作，又需要对这些动作能够进行单独调节，采用单泵系统显然是不够理想的。为了更有效地利用发动机功率和提高工作性能，就必须采用双泵系统或多泵系统。

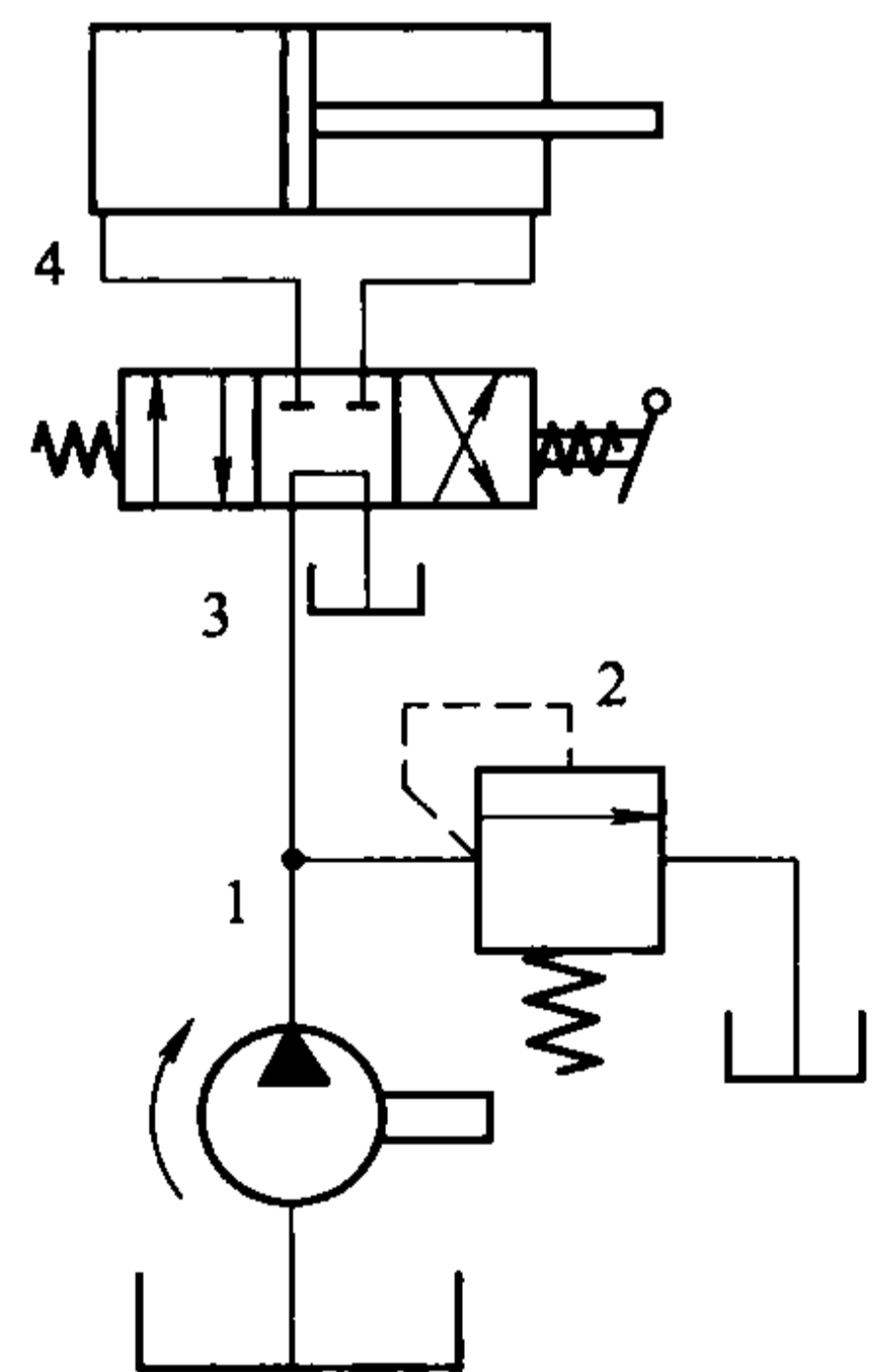


图 1-4 单泵系统

- 1—单向定量液压泵 2—溢流阀
3—三位四通 M 型手动换向阀 4—液压缸

2. 双泵系统

图 1-5 为双泵液压系统图。当系统中只需要进行单个动作而又要充分利用发动机功率时，可采用合流供油方式，即将两台液压泵的流量同时供给一个执行元件。这样可使工作机构的运动速度加快。图 1-5 中，当液压缸 7 快进或快退时，负荷较小，泵 1 和泵 2 同时供油；当液压缸 7 工进时，工作负荷大，这时低压大排量泵 1 通过卸荷阀 4 卸荷，由高压小排量泵 2 为液压缸供油，溢流阀 5 起过载保护作用。这种双泵液压系统在压力机和起重机中已被广泛采用。

3. 多泵系统

为了进一步改进液压挖掘机和液压起重机的性能，近年来在大型液压挖掘机和液压起重机中，开始采用三泵系统。图 1-6 为三泵液压系统原理图。这种三泵液压系统的特点是回转机构采用独立的闭式系统，而其他两个回路为开式系统。这样，可以按照主机的工作情况，把不同的回路组合在一起，以获得主机最佳的工作性能。在液压恒功率控制系统中，也采用了三泵工作，由主泵、操纵液压泵和控制液压泵共同工作（参见 9.6 节）。

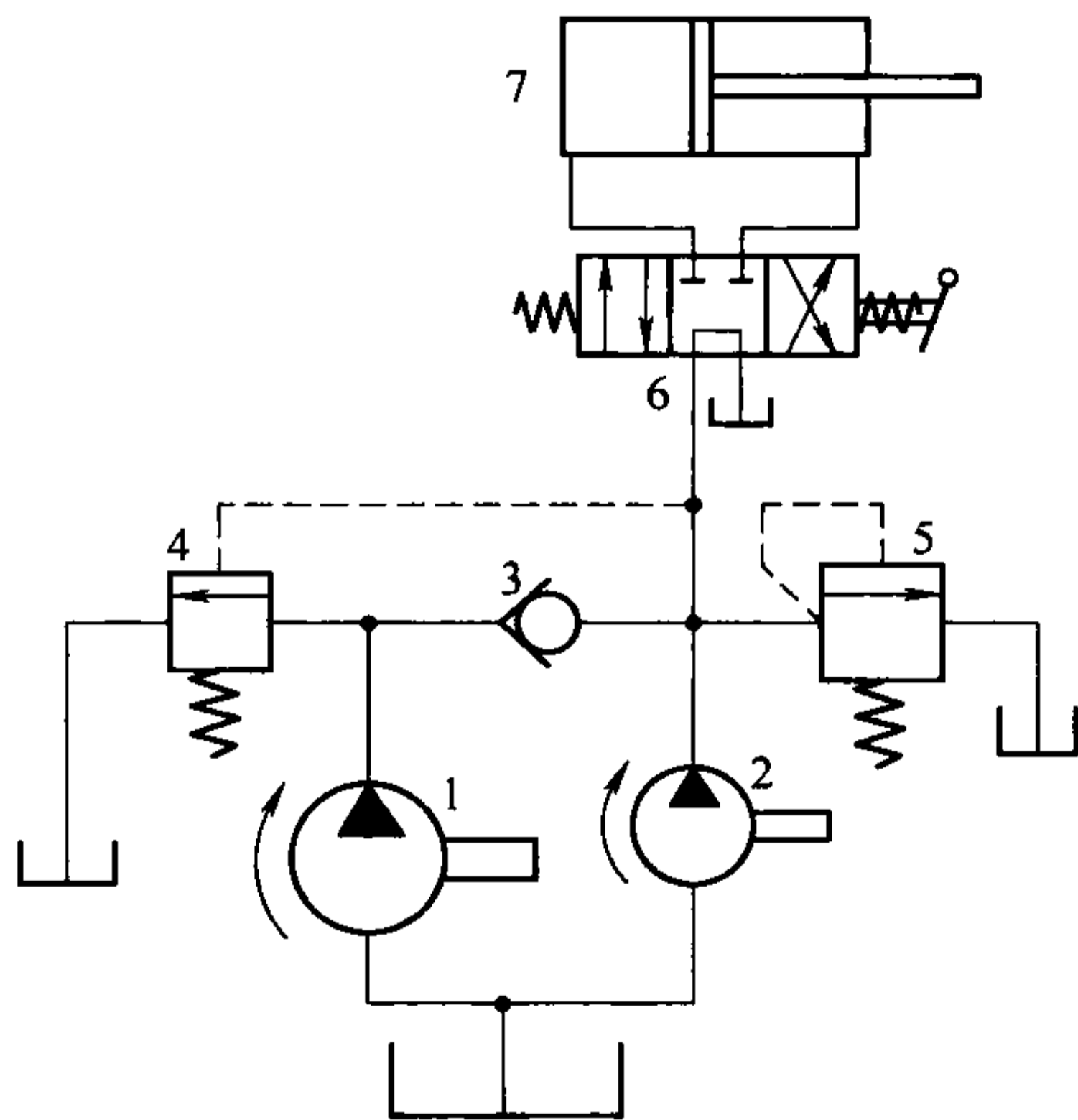


图 1-5 双泵液压系统

1、2—液压泵 3—单向阀 4—卸荷阀
5—溢流阀 6—换向阀 7—液压缸

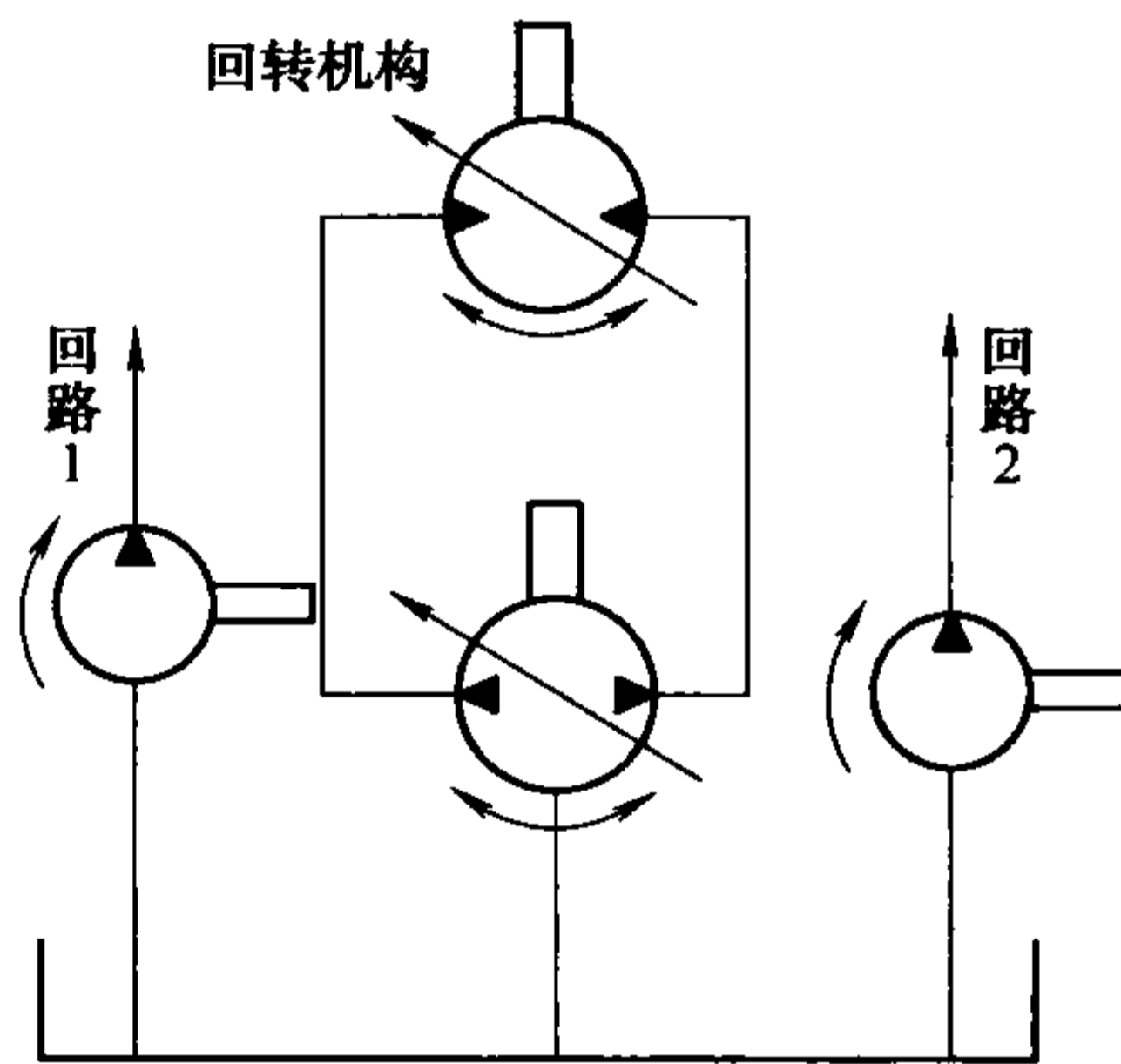


图 1-6 三泵液压系统原理图

1.3.3 按所用液压泵形式的不同分

按所用液压泵形式的不同，可将液压系统分为定量系统和变量系统。

1. 定量系统

采用定量泵的液压系统，称为定量系统，如图 1-2 ~ 图 1-4 所示。定量系统

中所用的液压泵为齿轮泵、叶片泵或柱塞泵。

液压泵的功率是按理论功率 $N = \frac{p_{\max} Q}{450\eta}$ 选取的。对定量泵，当发动机转速一定时，流量 Q 也一定。而压力是根据工作循环中需要克服的最大阻力确定的，因此液压系统工作时，液压泵功率是随工作阻力变化而改变的。在一个工作循环中液压泵达到满功率的情况是非常少的。

据统计，在挖掘机中定量泵功率的平均利用率为 54% ~ 60%。

液压系统中液压泵的理论功率与发动机有效功率之比为 0.8 ~ 1.2。对定量泵，其功率比值可取在 1 以上，但应小于发动机的功率储备，以免突然过载时造成发动机熄火而影响正常工作。

2. 变量系统

变量系统中所用的液压泵为恒功率控制的轴向柱塞泵，泵的功率特性曲线如图 1-7 所示。从图 1-7 中可以看出，功率调节器中，控制活塞右面有压力油的作用，控制活塞左面有弹簧力的作用，当泵的出口压力低于弹簧装置预紧压力时，弹簧装置未被压缩，液压泵的摆角处于最大角度，此时泵的排量也为最大。随着液压泵出口压力的增高弹簧被压缩，液压泵的摆角也就随着减小，排量也就随之减少。液压泵在出口压力和弹簧装置预压紧力相平衡时的位置，称为调节起始位置。调节起始位置时，作用在功率调节器中控制活塞上的液压力称为起调压力。当液压泵的出口压力大于起调压力时，由于调节器中弹簧压缩力与其行程有近似于双曲线的变化关系，因而在转速恒定时，液压泵出口压力与流量也呈近似于双曲线的变化。这样液压泵在调节范围之内始终保持恒功率的工作特性。由于液压泵的工作压力是随外载荷的大小而变化的，因此，可使工作机构的速度随外载荷的增大而减小，或随外载荷的减小而增大，使发动机功率在液压泵调节范围之内得到充分利用。

变量泵的起调压力 p_0 是由弹簧装置的刚度和液压系统的要求决定的。调节终了压力 p_{\max} 是由液压系统决定、由安全阀调定的。相应于起调压力时的摆角为最大，相应于调节终了时的摆角为最小。

变量泵的优点是在调节范围之内，可以充分利用发动机的功率；缺点是结构和制造工艺复杂，成本高。

为了防止发动机因过载而突然熄火，一般将液压泵的理论功率与发动机有效功率之比限于 0.8 ~ 1.0。

1.3.4 按向执行元件供油方式的不同分

按向执行元件供油方式的不同，可将液压系统分为串联系统和并联系统。

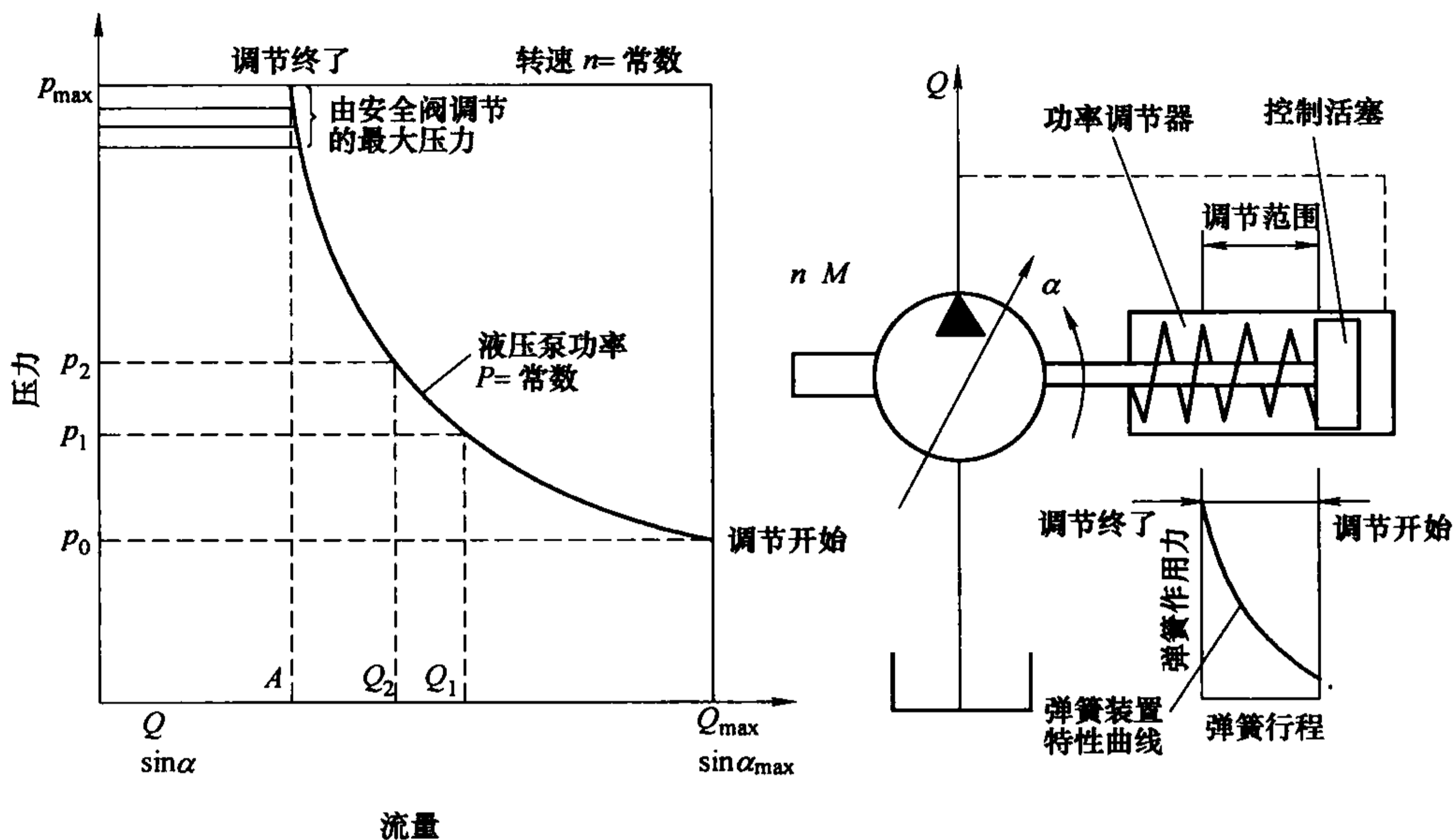


图 1-7 恒功率控制变量泵功率特性曲线

1. 串联系统

在系统中，当一台液压泵向一组执行元件供油时，上一个执行元件的回油即为下一个执行元件进油的液压系统称为串联系统，如图 1-8 所示。

在串联系统中，若液压泵输出的压力油以压力 p_1 、流量 Q_1 进入第一个执行元件，以压力 p_2 、流量 Q_2 进入第二个执行元件。那么，在不考虑损失的情况下，对双作用单活塞杆液压缸， $Q_1 \neq Q_2$ 。 Q_1 、 Q_2 与液压缸活塞的有效面积 S_1 、 S_2 成正比，即

$$Q_2 = \frac{Q_1 S_2}{S_1} \quad (1-1)$$

在不考虑管路和执行元件中的能量损失时，第一个执行元件中的工作压力 p_1 ，取决于克服该执行元件上载荷所需的压力 p' 和第二个执行元件的工作压力 p_2 ，即

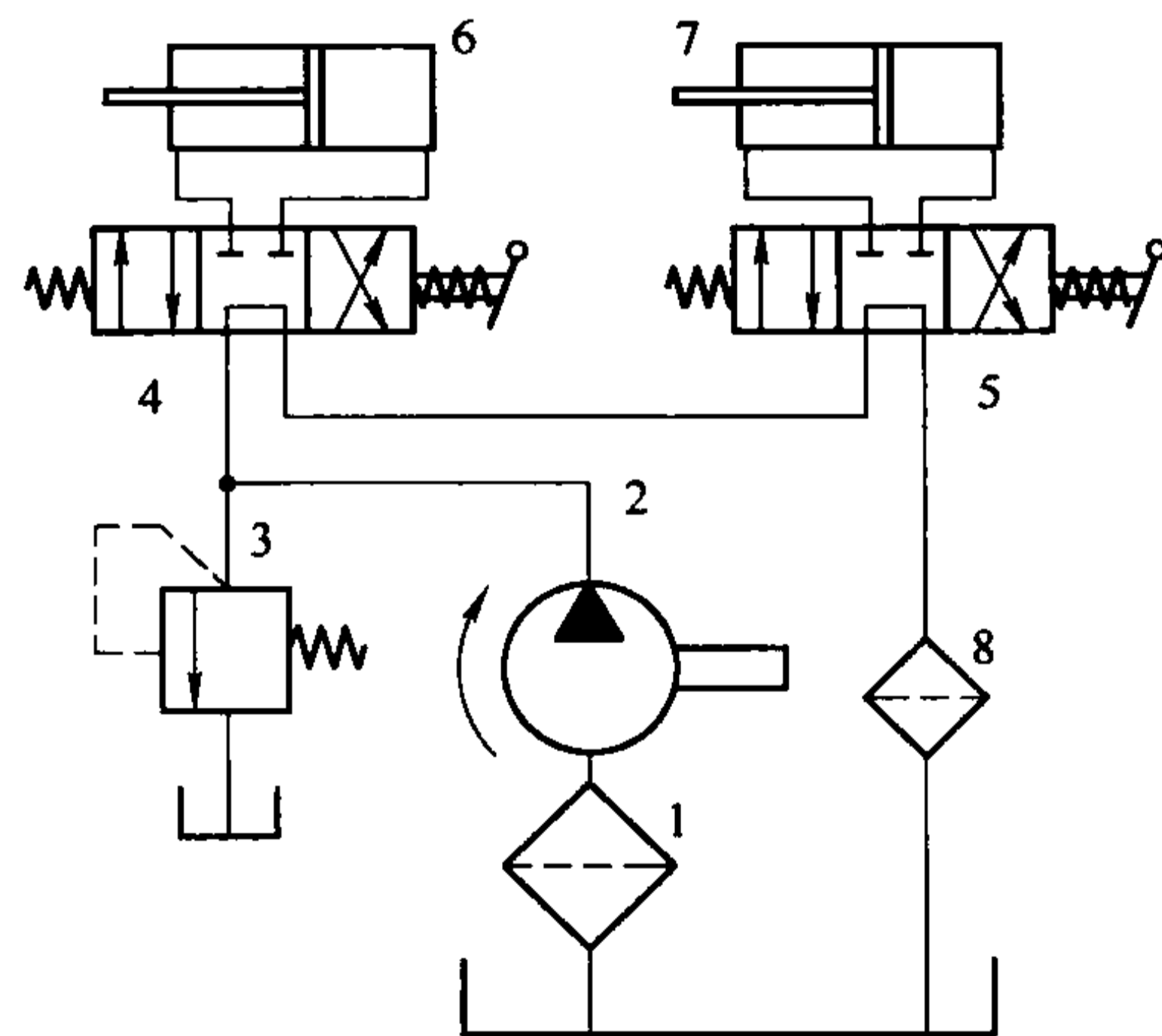


图 1-8 串联系统

1、8—过滤器 2—液压泵 3—溢流阀 4、5—三位四通 M 型手动换向阀 6、7—液压缸

$$p_1 = p' + p_2 \quad (1-2)$$

这说明在串联系统中，每通过一个执行元件工作压力就要降低一次。

因此串联系统的特点是：当主泵向多路阀控制的各执行元件供油时，只要液压泵出口压力足够，便可实现各执行元件运动的复合。但由于执行元件的压力是叠加的，所以克服外载荷的能力将随执行元件数量的增加而降低。

2. 并联系统

并联系统是指在系统中，当一台液压泵同时向一组执行元件供油时，进入各执行元件的流量只是液压泵输出流量的一部分，如图 1-9 所示。并联系统的特点是：当主泵向多路阀所控制的各执行元件供油时，流量的分配是随各执行元件上外载荷的不同而变化的，压力油首先进入外载荷较小的执行元件。只有当各执行元件上的外载荷相等时，才能实现同时动作。液压泵的出口压力取决于外载荷小的执行元件上的压力与该油路上的压力损失之和。由于并联系统在工作过程中只需克服一次外载荷，因此克服外载荷的能力较大。

除了上述的分类以外，按调速方法的不同，液压系统又有节流调速系统和容积调速系统之分。这部分将在速度控制回路中介绍，这里不再赘述。

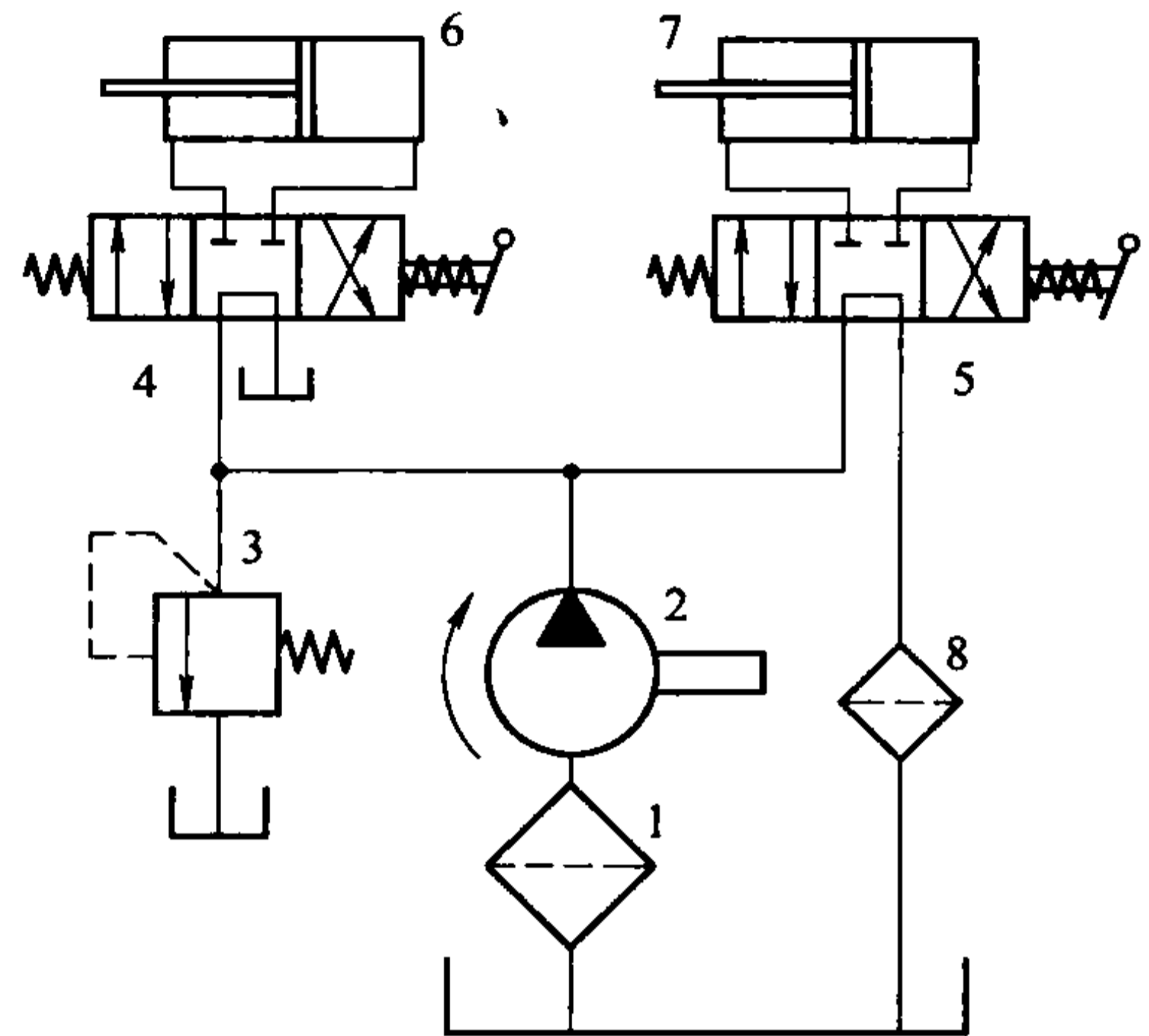


图 1-9 并联系统

1、8—过滤器 2—液压泵 3—溢流阀 4、5—三位四通 O 型手动换向阀 6、7—液压缸

第 2 章 方向控制回路

随着我国液压技术的迅速发展，采用液压传动的工作机械与日俱增。这些机械所用的液压系统各不一样，但仔细分析，总不外乎是由一些基本的回路所组成的。每个基本回路在系统中有的只用来完成某一项作用，例如限压、变速或换向等，亦有兼双重作用的，例如限速锁紧或缓冲补油等。

学习和掌握液压传动基本回路的组成、原理及其特点，是为了能在实际工作中，灵活运用这些基本回路的知识去分析、了解和设计具体的液压系统。但必须指出，任何一个具体的回路方案都不是固定不变的，随着人们对液压技术的进一步认识，必然会创造出更先进的液压元件，组成更合理的具体回路。

方向控制回路用来控制液压系统中油流的接通、切断和换向，从而使执行元件实现起动、停止和换向。这一类控制回路常用的有简单换向回路、复杂换向回路、锁紧回路和连续往复运动回路等。

2.1 简单换向回路

利用二位四通、二位五通、三位四通或三位五通换向阀都可以使液压缸或液压马达换向。根据系统的实际需要可以选择使用各种控制方式的换向滑阀或转阀实现换向，也可以用双向变量液压泵组成换向回路。

2.1.1 三位四通滑阀换向回路

图 2-1 所示为采用三位四通 O 型手动换向阀换向的回路。

各元件作用：液压泵 1 为系统供油，溢流阀 2 起过载保护作用，三位四通 O 型手动换向阀起换向作用，液压缸 4 为执行元件。

回路功能特点：该回路能够完成左右换向动作。换向阀中位时活塞停止并且双

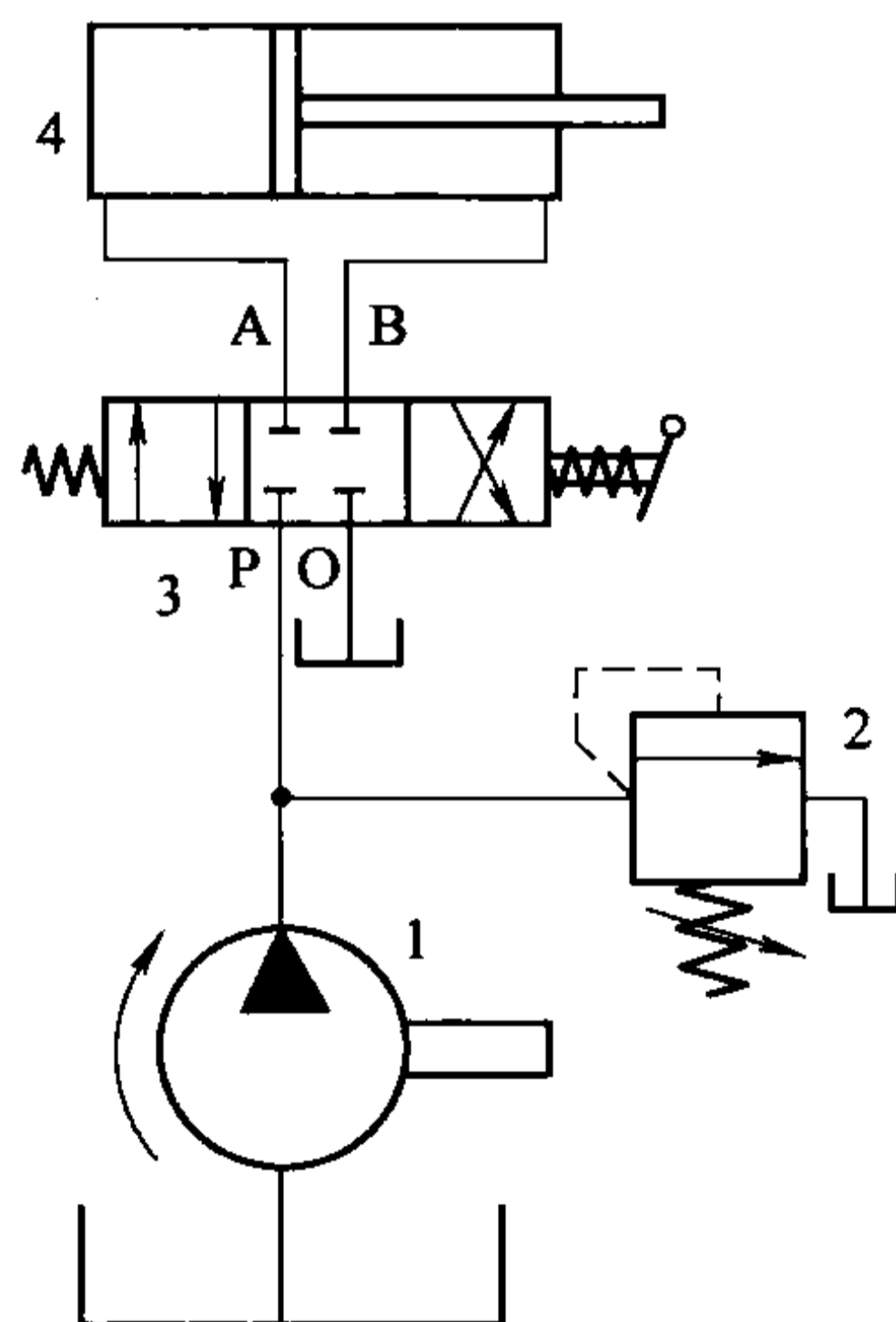


图 2-1 三位四通滑阀换向回路
1—单向定量液压泵 2—溢流阀 3—三位四通 O 型手动换向阀 4—双作用液压缸

向锁紧。由于阀芯和阀体间存在间隙，使油液不可避免地有漏失，因而没有双向液压锁那么锁紧牢靠。手动换向阀的换向精度及平稳性不高。

回路工作原理：当松开手柄，阀芯位于中位，油液封在液压缸中不进不出，液压缸停止运行，并且双向锁紧，液压泵不卸荷。当手柄向左扳时，阀芯左位进入系统，压力油从 P→A 进入液压缸，从 B→O 回油箱，液压缸活塞伸出。当手柄向右扳时，右位进入系统，压力油从 P→B 进入液压缸，从 A→O 回油箱，液压缸活塞回缩。

回路应用场合及注意事项：该回路采用三位四通 O 型手动换向阀换向，适用于中位需要双向锁紧，且液压泵不卸荷的情况。例如，回路中有多个执行元件并联工作的情况。如果在多元件并联工作系统中需要系统卸荷，可以在液压泵出口并联一个二位二通电磁阀（参见图 9-7）。常用于换向不频繁且无需自动换向的场合，如一般的机床夹具、起重机、工程机械等。

2.1.2 三位三通电磁阀换向回路

图 2-2 所示为三位三通滑阀使单作用液压缸换向的回路。

各元件作用：单向定量液压泵 1 为系统供油，溢流阀 2 起过载保护作用，三位三通电磁换向阀 3 起换向作用，单作用液压缸 4 为执行元件，行程开关 5 控制 1YA 断电。

回路功能特点：该回路能够完成液压缸活塞的伸出、停止及缩回动作。电磁换向阀利用电磁铁的吸力控制阀芯动作，换向方便，易于实现自动化。

回路工作原理：当 1YA 及 2YA 都不通电时，阀芯位于中位，油液封在液压缸无杆腔中，液压缸活塞停止运行。当 1YA 通电时，阀芯左位进入系统，压力油进入液压缸左腔，推动液压缸活塞克服弹簧力伸出。当活塞碰行程开关 5 时，1YA 断电，阀芯位于中位，活塞停止。当 2YA 通电时，阀芯右位进入系统，在回程弹簧的作用下，液压缸左腔的压力油返回油箱，活塞在弹簧力作用下缩回。当 2YA 断电时，阀芯处于中位。

回路应用场合及注意事项：该回路用于矫直机液压系统中控制顶起液压缸的工作，该系统中共有 36 只相同的液压缸并联工作，并保证各缸能分别调节。由于液压缸位置在高空，操作人员不便于看到活塞是否伸出，因而需要用行程开关 5 来控制液压缸行程至终点后使 1YA 断电，并保持活塞在该位置停止一定的时间。对于液压缸的工作位置便于观察的工作场合，可以省略行程开关控制。对于单个活塞往复运动的工作场合，也可以选用二位三通电磁阀，即去掉中位功能。

2.1.3 三位四通转阀换向回路

图 2-3 所示为三位四通转阀换向回路。转阀是靠阀芯与阀体之间的相对转动