

高等纺织院校教材

纺织机械液压与气动技术

纺织工业出版社

高等纺织院校教材

纺织机械液压与气动技术

魏俊民 主编

谢 澄 张经博 主审

纺织工业出版社

内 容 提 要

本书联系纺织机械系统实例,分别叙述了液压与气动技术的基本原理,主要液压与气动元件的工作原理及使用特点,常见液压与气动基本回路和纺织机械典型液压与气动系统的性能分析和设计方法,伺服控制的基本概念,气动程序控制的设计方法,新型纺织机械的流体动力技术以及气力输送的基本原理等。

本书系高等纺织院校纺织机械专业教材,也可供从事纺织机械设计与研究、纺织生产技术人员以及中等纺织学校教师参考。

责任编辑: 郑剑秋

高等纺织院校教材
纺织机械液压与气动技术

魏俊民 主编

谢澄 张经博 主审

纺织工业出版社出版

(北京东长安街12号)

纺织工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1092毫米 1/16 印张: 18 4/16 字数: 418千字

1986年10月 第一版第一次印刷

印数: 1—6,000 定价: 3.95元

统一书号: 15041·1467

前 言

本书是根据高等纺织院校纺织机械专业委员会于1982年6月,在上海召开的《纺织机械液压与气动技术》教材编写大纲讨论会所通过的大纲编写的。

编者在编写过程中作了如下考虑:

(1) 由于本门技术涉及的内容比较广泛,为避免篇幅过分庞大,在不影响本教材系统性的前提下,压缩了液压与气动技术中的一般性内容,以突出对纺织机械应用液压与气动技术特点的分析。

(2) 考虑到液压与气动的静压传动原理基本相同,为了避免重复,叙述中各有侧重,传动部分以液压技术为主,程序控制的设计方法则以气动技术为主。

(3) 对液压与气动元件,只从使用和选择的角度出发,介绍其工作原理及使用特点。着重分析各种常见回路和典型系统的工作性能和设计特点。

通过本课程的学习,使学生具有正确分析和使用已有纺织机械液压与气动装置,合理选用液压与气动元件以及掌握回路设计的基本能力。

参加本书编写的有:西北纺织工学院张清武、魏俊民、王湘珠、朱德生、翟荣祖,华东纺织工学院王振乾、周光国,天津纺织工学院楼国兴,北京化纤工学院王方昇,无锡轻工业学院李溢曾等。全书由魏俊民主编,谢澄和张经博主审。

本书在编写过程中,得到了纺织系统有关科研、设计单位,工厂和兄弟纺织院校的积极支持,又蒙西北纺织工学院李有山教授,张平国、黄柏龄副教授,西安交通大学林廷圻副教授和上海工业大学王孝华同志对书稿的有关章节分别进行了校阅,编者在此深表感谢。

由于编者水平有限,同时结合纺织机械系统编写液压与气动技术方面的教材尚属初试,书中错误和不当之处必不鲜见,诚望读者批评指正。

编者

目 录

第一篇 液压传动

第一章 油泵与液动机	(3)
第一节 油泵与油马达	(3)
一、概述	(3)
二、油泵和油马达的主要性能参数	(4)
三、齿轮泵与齿轮马达	(7)
四、叶片泵与叶片马达	(9)
五、柱塞泵与柱塞马达	(13)
六、各种型式油泵性能比较	(16)
第二节 油缸	(17)
一、油缸的类型及特点	(17)
二、油缸的设计计算	(21)
第二章 液压阀与液压基本回路	(28)
第一节 方向控制阀	(28)
一、单向阀	(28)
二、换向阀	(29)
第二节 压力控制阀	(32)
一、溢流阀	(32)
二、减压阀	(37)
三、顺序阀	(38)
四、压力继电器	(39)
第三节 流量控制阀	(39)
一、节流阀	(39)
二、调速阀	(41)
三、溢流节流阀	(42)
第四节 比例控制阀	(43)
一、电磁式比例调速阀	(43)
二、电磁式比例溢流阀	(44)
第五节 调速回路	(45)
一、节流调速回路	(45)
二、容积调速回路	(52)
第六节 蓄能器回路	(58)

一、蓄能器.....	(58)
二、能源用蓄能器回路分析计算.....	(60)
三、吸收脉动用蓄能器回路分析计算.....	(61)
四、吸收液压冲击蓄能器回路分析计算.....	(62)
第七节 其它液压基本回路.....	(63)
一、压力控制回路.....	(63)
二、速度控制回路.....	(66)
三、方向控制回路.....	(67)
四、顺序动作回路.....	(68)
五、同步动作回路.....	(69)
第三章 纺织机械液压系统实例分析.....	(71)
第一节 纺纱机液压系统.....	(71)
一、DT-4C纺丝机液压系统.....	(71)
二、OSAMATIC细纱机液压系统.....	(72)
第二节 整经机液压系统.....	(75)
一、MZD整经机液压系统.....	(75)
二、ZDA整经机液压系统.....	(77)
第三节 浆纱机液压系统.....	(80)
一、ZTE浆纱机液压系统.....	(80)
二、SFJ-1浆纱机液压系统.....	(81)
第四节 织机液压系统.....	(84)
一、液压系统工作原理.....	(85)
二、液压系统的特点分析.....	(85)
第五节 印染机械液压系统.....	(86)
一、液压系统工作原理.....	(86)
二、液压系统特点分析.....	(88)
第四章 纺织机械液压系统设计.....	(90)
第一节 明确设计依据与进行工况分析.....	(90)
一、明确设计依据.....	(90)
二、工况分析.....	(91)
第二节 拟定液压系统原理图.....	(93)
一、系统压力的选择.....	(93)
二、拟定主回路.....	(93)
第三节 液压系统的计算与元件的选择.....	(94)
一、油缸的计算.....	(94)
二、油泵和电动机功率的计算.....	(95)
三、液压阀的选择.....	(97)
四、选择管件.....	(97)

五、滤油器的选用	(98)
六、油箱与热交换器	(100)
第四节 液压系统性能的验算	(100)
一、系统压力损失的验算	(100)
二、系统温升的验算	(101)
第五节 绘制正式工作图与编制技术文件	(102)
一、液压系统原理图	(102)
二、液压系统装配图	(102)
三、编制技术文件	(102)
第六节 纺织机械液压系统设计计算举例	(103)
一、明确设计任务, 确定工作要求	(103)
二、确定液压系统方案, 拟定其原理图	(103)
三、计算和选择液压元件	(104)
四、液压系统发热温升的验算	(107)
第五章 液压伺服系统概述	(108)
第一节 液压伺服系统的工作原理与类型	(108)
一、液压伺服系统的工作原理	(108)
二、液压伺服系统的组成	(111)
三、液压伺服系统的分类	(111)
第二节 液压放大元件	(112)
一、滑阀	(112)
二、喷嘴挡板阀	(117)
三、射流管阀	(119)
第三节 机液伺服系统	(119)
第四节 气液伺服系统	(122)
第五节 电液伺服系统	(122)
一、电液伺服阀	(122)
二、电液伺服系统的工作原理	(123)

第二篇 气动技术

第六章 气压传动系统的组成与气动基本回路	(127)
第一节 气源系统	(127)
一、空气压缩机	(127)
二、过滤器	(129)
三、后冷却器	(129)
四、油水分离器	(129)
五、贮气罐	(130)
第二节 气缸	(130)

一、气缸的种类·····	(132)
二、气-液阻尼缸·····	(132)
三、气压油缸·····	(133)
四、薄膜气缸·····	(133)
五、冲击式气缸·····	(134)
第三节 空气控制阀与气动回路·····	(134)
一、方向控制阀与方向控制回路·····	(135)
二、压力控制阀与压力控制回路·····	(141)
三、流量控制阀与调速回路·····	(144)
四、常用气动基本回路·····	(145)
第四节 气动辅助元件·····	(148)
一、分水滤气器·····	(148)
二、油雾器·····	(149)
三、消声器·····	(150)
四、压力继电器·····	(151)
五、管道与管接头·····	(151)
第五节 管网布置·····	(151)
一、供气系统的安排原则·····	(152)
二、管道布置·····	(153)
第七章 纺织机械气动系统实例分析·····	(154)
第一节 清棉机气动系统·····	(154)
一、自动落卷回路·····	(155)
二、加压回路·····	(156)
三、滤尘器间歇传动回路·····	(157)
第二节 细纱机自动落纱装置气动系统·····	(157)
一、气动系统工作原理·····	(157)
二、气动系统特点分析·····	(159)
第三节 浆纱机气动控制系统·····	(159)
一、气动系统工作原理·····	(160)
二、气动系统特点分析·····	(161)
第四节 重型织机气动系统·····	(161)
一、气动系统工作原理·····	(162)
二、气动系统特点分析·····	(162)
第五节 圆网印花机气动系统·····	(163)
一、印花机工作原理·····	(163)
二、气动系统工作原理·····	(163)
第八章 气动逻辑元件及组合逻辑回路设计·····	(166)
第一节 基本逻辑单元·····	(166)

一、“与门”	(166)
二、“或门”	(166)
三、“非门”	(167)
四、“双稳”	(167)
第二节 逻辑控制元件	(168)
一、逻辑控制元件的分类及特点	(168)
二、高压截止式气动逻辑元件	(169)
三、其它型式气动逻辑元件	(175)
四、射流逻辑元件	(177)
第三节 组合逻辑回路设计	(179)
一、逻辑代数基本关系式	(179)
二、逻辑式、真值表、逻辑图间的变换	(180)
三、逻辑函数式的简化	(183)
四、应用举例	(187)
第九章 气动行程序控制回路设计方法	(192)
第一节 概述	(192)
一、程序控制	(192)
二、气动行程序控制回路中有关符号	(194)
三、障碍信号分析	(195)
四、气动行程序控制回路设计内容和步骤	(197)
第二节 行程序控制回路的 $x-D$ 线图设计法	(197)
一、确定工作程序图	(197)
二、绘制 $x-D$ 线图与查找障碍信号	(197)
三、消除有障信号障碍段的方法	(200)
四、进行辅助设计	(207)
五、绘制气动控制逻辑框图与气动控制原理图	(207)
六、行程序控制回路设计举例	(209)
第三节 行程序控制回路分组供气设计法	(212)
一、分组供气法的设计原则	(212)
二、分组供气设计法的设计步骤	(212)
第四节 通用程序控制回路	(214)
一、通用程序控制回路的组成原理	(215)
二、信号分配回路的工作原理	(215)
三、通用气动程序控制回路的组成	(217)
四、通用气动程序控制回路的程序编排	(218)
第五节 纺织机械气动系统设计举例	(221)
一、明确机器工作要求	(221)
二、气动程序控制回路设计	(221)

三、执行机构的选择.....	(225)
四、控制元件的选择.....	(226)
五、辅助元件的选择.....	(226)
六、气动系统耗气量估算与送气管道的确定.....	(226)

第三篇 流体动力技术

第十章 新型纺织机械中的流体动力技术.....	(227)
第一节 气流纺纱技术.....	(227)
一、喂入分梳机构.....	(228)
二、凝聚加捻机构.....	(232)
三、隔离盘和阻捻盘.....	(245)
第二节 射流引纬.....	(249)
一、射流引纬过程.....	(249)
二、喷气引纬.....	(250)
三、喷水引纬.....	(255)
第十一章 气力输送.....	(262)
第一节 气力输送的基本原理.....	(263)
一、垂直管道中的气力输送原理.....	(263)
二、水平管道中的气力输送原理.....	(264)
三、空气动力和空气动力系数.....	(265)
第二节 物料在管道内的运动.....	(267)
一、运动状态.....	(268)
二、气流速度及其在管道中的分布.....	(268)
三、压力损失.....	(270)
第三节 气力输送系统的设计.....	(274)
附表 液压与气动图形符号.....	(275)
主要参考文献.....	(281)

第一篇 液压传动

凡是机器，一般都有传动机构，借以实现动力传递和控制的目的。目前的传动机构，按照传递和控制动力时所用机件或工作介质的不同，分为四种型式：机械传动、电气传动、液体传动和气体传动。

所谓液体传动，就是用液体作为介质传递或控制动力的装置。按照工作原理的不同，液体传动又分为液力传动和液压传动。前者是利用运动液体具有的动能进行动力的传递与控制，后者则利用密闭容积里有压液体具有的静压能进行动力的传递与控制。液压传动也叫静压传动或容积式传动。

一、液压传动的优缺点

液压传动技术用来实现复杂的机械传动，还只不过是近几十年来的事，但由于液压传动与其它形式的传动相比较，具有很多优点，因而发展非常迅速，广泛地应用在各个工业部门。其主要优点是：

1. 体积小、重量轻、惯性小、动作灵敏，能适应快速启动和频繁换向的工作机械。例如，启动中等功率的电动机需要 $1 \sim 2\text{ s}$ ，而液压马达的启动时间不超过 0.1 s 。
2. 能在较大的速度范围内实现无级调速，其速比可达400以上。
3. 运动平稳。低速运动时平稳性好。
4. 液压传动系统中的油缸与油马达能直接与工作机械的运动部件相联结，完成各种复杂动作，大大地简化了机器的传动机构。
5. 易于实现过载保护。
6. 操作简单，容易实现机器的自动化。
7. 零件的润滑条件好，工作寿命长。
8. 液压元件的标准化和系列化，便于设计和推广使用。

液压传动除了上述优点之外，尚存在一定的缺点，如：

1. 漏油和油液的压缩性使液压传动无法保证严格的传动比和精确定位，即它的传动精度不及机械传动高。同时油的泄漏还会污染环境，油漏在布、纱上，还会影响产品质量。
2. 液压能没有电能传送方便，液压信号没有电气信号传递迅速。
3. 工作性能受温度和负载变化的影响较大。
4. 液压元件加工制造精度要求高。
5. 液压传动系统的故障分析与排除比机械传动困难，安装、使用和维修的技术水平要求较高。

不过随着机械制造工业的发展，上述缺点中有些是会得到逐步克服的，所以液压传

动在纺织机械中将会得到越来越广泛的应用。

二、液压传动在纺织机械中的应用

目前，液压传动在纺织机械中的应用主要有以下几个方面：

1. 加压装置 由于液压加压的结构简单、调压方便、压力稳定，所以新的纺织机械中采用液压加压的地方很多。

2. 实现直线往复运动 由于采用液压传动实现直线往复运动的机构比较简单，并且具有换向容易，冲击小，能量消耗低等优点，因此以油缸作为执行机构的液压系统，在纺织机械中被普遍应用。

3. 实现自动调速 由于液压系统能在一个较大的速度范围内方便地进行无级调速，所以出现了用液压装置驱动和控制的整经机、浆纱机、织布机、梳毛机和梳棉机等。它们利用生产过程中某种工艺参数的变化，自动调节经轴、织轴、牵伸罗拉或喂入罗拉的回转速度，以实现恒定经纱张力和卷绕密度、毛（或棉）条在一定范围内的匀整度。

4. 制动装置 采用液压制动，制动力矩大，刹车及时。对实现纺织机械的高速化、大卷装、大功率，提高劳动生产率非常有利。

5. 缓冲装置 液压缓冲装置利用油液受压时的弹簧效应，将纺织机械中高速运动部件（如投梭机构）的动能转变成液压能，既能降低纺织机械的振动和噪声，又能提高运动部件的到位精度。

三、液压传动系统的组成

液压传动系统一般由下面四个部分组成：

1. 能源装置 液压系统中的能源装置是油泵。它把由原动机输入的机械能转换成液压能，向系统提供压力油。

2. 执行机构 是把输入的液压能转换成机械能，驱动工作机械作功的能量转换装置，包括油马达和油缸。油马达和油缸又统称为液动机。

3. 液压阀 是用于控制液压系统压力、流量和油流方向的控制调节装置。其中包括压力控制阀、方向控制阀和流量控制阀。

4. 辅助元件 液压系统中除了上述三部分外的其余元件，如油箱、油管、管接头、滤油器、蓄能器、热交换器和各种仪表等统称为辅助元件。这些元件对构成液压系统是必不可少的，同时它们的质量对液压系统的工作性能影响很大。

第一章 油泵与液动机

第一节 油泵与油马达

如前所述, 油泵是将原动机的机械能转换为液压能, 并向液压系统提供压力油的能源装置。油马达则是将液压系统的压力能转换成机械能驱动工作机械回转的执行机构。从原理上讲, 任何型式的油泵和油马达在作用上都是可逆的。实际上由于它们的使用要求不同, 在结构上还是有差异的。

一、概述

(一) 油泵和油马达工作原理

图1-1表示单柱塞泵工作原理。柱塞2依靠弹簧3紧顶在凸轮1上, 当原动机带动凸轮旋转时, 柱塞便在缸体5中左、右移动, 使密封容腔由小变大或由大变小, 形成吸油和压油。依靠单向阀6和7将吸油和压油两个过程隔开, 使容腔4变大时与油箱相通, 变小时与系统相通。凸轮连续旋转, 柱塞泵就不断地吸油和排油。单柱塞泵的工作原理如此, 其它型式的容积式油泵的工作原理亦然。由此看出, 油泵正常工作的基本条件是:

(1) 必须具有容积大小能够变化的密封的工作容腔, 容腔由小变大时吸油, 由大变小时压油。油泵输油流量的大小由工作容腔的数目、大小和变化速率决定, 输油压力的高低由系统的负载决定。

(2) 具有与密封容腔变化方向相协调的配油机构, 如图1-1中的单向阀6和7。

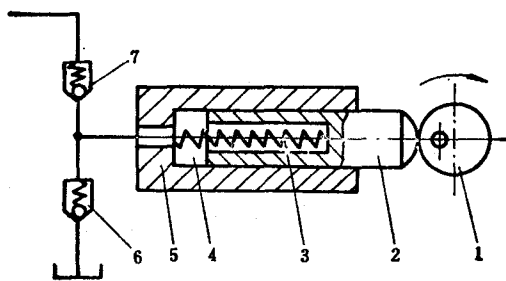


图1-1 容积系的工作原理

油马达的工作状况正好相反, 假如在图1-1所示的油泵原理图中, 去掉弹簧而给工作容腔4中通入压力油时, 柱塞就会反过来推动凸轮转动。欲使柱塞能连续推动凸轮旋转时, 图示结构形式是不行的。油马达的具体结构原理将在后面分别述及。

(二) 油泵和油马达的分类

油泵和油马达的分类方式较多，例如：

1. 按照结构形式不同，油泵和油马达主要分为三大类：齿轮式、叶片式和柱塞式。每个形式中又有许多不同的结构型式，例如齿轮式中又有内啮合式与外啮合式；叶片式中又有单作用与双作用之分；柱塞式中还有径向和轴向等等。

2. 按照流量是否可调，分为定量系（或定量马达）和变量系（或变量油马达）。

3. 按照工作压力高低，分低压、中压和高压油泵（或油马达）。在我国，目前习惯上的压力分级如表1-1所示。

表1-1 压力分级

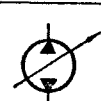
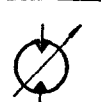
压力等级	低 压	中 压	中高压	高 压	超高压
压力范围 ($\times 10^6 \text{Pa}$)	0~25	25~80	80~160	160~320	>320

此外，还有按照其它分类原则命名油泵和油马达的方式，这里就不一一介绍了。

(三) 油泵和油马达的符号

不论油泵和油马达的结构型式如何，液压系统图中的油泵和油马达都以表1-2中的图形符号表示。

表1-2 油泵和油马达符号

项 目	定 量		变 量	
	单 向	双 向	单 向	双 向
油 泵				
油 马 达				

二、油泵和油马达的主要性能参数

(一) 工作压力和额定压力

油泵（或油马达）的工作压力系指油泵（或油马达）的实际输出（或输入）压力。额定压力则是油泵（或油马达）在使用中允许达到的最高工作压力，超过此值即为过载。

(二) 排量和流量

1. 排量 油泵（或油马达）的排量 q_v （或 q_m ）系指在没有泄漏的情况下，油泵（或油马达）轴转一转或转过单位弧度，所能排出（或需供入）的油液体积。因而油泵（或油马达）的排量只决定于它们密封工作容腔的几何尺寸。以图1-1为例，凸轮轴（即油泵轴）转一转，柱塞往复一次，柱塞泵所能排出的油液体积（即排量）等于柱塞截面积 A 和它的行程 L 的乘积，即

$$q_p = AL \quad (1-1)$$

2. 流量

(1) 理论流量：油泵（或油马达）的理论流量指在没有泄漏的情况下，单位时间输出（或输入）的油液体积，其数值上等于排量 and 转速的乘积，即

$$Q_{(th)p} = q_p n_p \quad (1-2)$$

$$Q_{(th)m} = q_m n_m \quad (1-3)$$

式中：\$Q_{(th)p}\$、\$Q_{(th)m}\$——油泵、油马达的理论流量；

\$q_p\$、\$q_m\$——油泵、油马达的排量；

\$n_p\$、\$n_m\$——油泵、油马达的转速。

(2) 实际流量：油泵（或油马达）实际输出（或输入）的流量。实际流量与理论流量之间的关系为

$$Q_p = Q_{(th)p} - \Delta Q_p \quad (1-4)$$

$$Q_m = Q_{(th)m} + \Delta Q_m \quad (1-5)$$

式中：\$Q_p\$、\$Q_m\$——油泵、油马达的实际流量；

\$\Delta Q_p\$、\$\Delta Q_m\$——油泵、油马达的流量损耗，其值随系统工作压力的增高而变大，所以实际流量随系统工作压力的变化而变化。

(3) 额定流量：指油泵（或油马达）在额定压力和额定转速下的实际输出（或输入）流量。

3. 功率和效率

(1) 功率：图1-2表示油泵和油马达的能量转换示意图。油泵的输入能量形式为转矩\$T_p\$和转速\$\Omega_p\$，输出能量形式为油压力\$p\$和流量\$Q_p\$；油马达的输入、输出能量形式和油泵恰好相反。

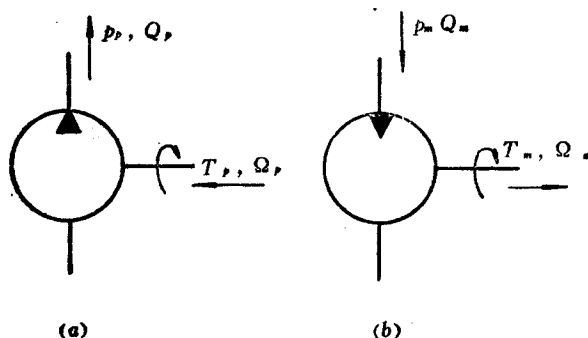


图1-2 油泵和油马达能量转换示意图

(a) 油泵 (b) 油马达

如果不考虑油泵和油马达在能量转换过程中的功率损失，则油泵和油马达的理论输入、输出功率分别为

$$P_{ip} = T_{(th)p} \Omega_p = 2\pi T_{(th)p} n_p \quad (1-6)$$

$$P_{op} = p_p Q_{(th)p} = p_p q_p n_p \quad (1-7)$$

$$P_{im} = p_m Q_{(ih)m} = p_m q_m n_m \quad (1-8)$$

$$P_{om} = T_{(ih)m} \Omega_m = 2\pi T_{(ih)m} n_m \quad (1-9)$$

式中: $T_{(ih)p}$ 、 $T_{(ih)m}$ ——油泵输入、油马达输出的理论转矩;

Ω_p 、 Ω_m ——油泵输入、油马达输出的角速度;

p_p 、 p_m ——油泵输出、油马达输入压力。

(2) 效率: 实际上, 油泵和油马达在能量转换过程中都是有功率损耗的, 因此它们的输出功率皆小于输入功率。这种功率损耗可分为两种形式: 一种是上面介绍过的流量损耗, 主要是由泄漏造成的; 另一种是机械损耗, 主要是由相对运动表面间的摩擦引起的。

在液压传动技术中, 分别用容积效率和机械效率来表征油泵与油马达的流量损耗和机械损耗的大小。

实际流量与理论流量之比称为容积效率。所以油泵的容积效率为

$$\eta_{pv} = \frac{Q_p}{Q_{(ih)p}} = 1 - \frac{\Delta Q_p}{Q_{(ih)p}} \quad (1-10)$$

如果油泵实际输入转矩为 T_p , 转矩损耗为 ΔT_p , 则油泵的机械效率为

$$\eta_{pm} = \frac{T_{(ih)p}}{T_p} = \frac{1}{1 + \frac{\Delta T_p}{T_{(ih)p}}} \quad (1-11)$$

油泵的输出功率与输入功率之比称为油泵的总效率, 即

$$\eta_p = \frac{P_p Q_p}{T_p \Omega_p} = \eta_{pv} \eta_{pm} \quad (1-12)$$

可见油泵的总效率等于它的容积效率和机械效率的乘积, 因而油泵的输入功率亦可写为

$$P_{ip} = \frac{P_{op}}{\eta_p} = \frac{P_p Q_p}{\eta_p} \quad (1-13)$$

同理, 油马达的容积效率、机械效率和总效率分别为

$$\eta_{mv} = \frac{Q_{(ih)m}}{Q_m} = 1 - \frac{\Delta Q_m}{Q_m} \quad (1-14)$$

$$\eta_{mm} = \frac{T_m}{T_{(ih)m}} = \frac{1}{1 + \frac{\Delta T_m}{T_m}} \quad (1-15)$$

$$\eta_m = \frac{T_m \Omega_m}{p_m Q_m} = \eta_{mv} \eta_{mm} \quad (1-16)$$

油马达的输出功率、输出转矩可分别写为

$$P_{om} = p_m Q_m \eta_m \quad (1-17)$$

$$T_m = \frac{1}{2\pi} p_m q_m \eta_{mm} \quad (1-18)$$

式中: ΔQ_p 、 ΔQ_m ——分别是油泵、油马达的流量损耗;

ΔT_p 、 ΔT_m ——分别是油泵、油马达的转矩(机械)损耗。

三、齿轮泵与齿轮马达

(一) 齿轮泵

在各类油泵中, 齿轮泵具有结构简单、体积小、重量轻、制造容易、价格低、工作可靠、维护方便等一系列优点, 因而应用最为普遍。其缺点是泄漏较大、容积效率不高、压力低、流量脉动大。若对一般型式的齿轮泵能在结构上采取一定措施, 也可达到较高的输出压力。

齿轮泵分内啮合与外啮合两种型式。虽然内啮合齿轮泵比外啮合齿轮泵的体积小、重量轻、寿命长, 但由于齿形复杂, 加工困难, 所以很少采用, 因此一般说的齿轮泵就指外啮合齿轮泵。

1. 齿轮泵的工作原理 如图1-3所示, 一对大小相等, 齿数相同的外啮合齿轮装在由泵体和前后端盖(图中未画出)围成的容腔内, 两齿轮的啮合部分又把这个容腔分隔成左、右两个密封的工作腔。当齿轮按图示方向旋转时, 右侧的轮齿脱离啮合, 右腔容积变大, 形成部分真空, 油箱中的油液经吸油管被吸入腔内, 此腔即为吸油腔。充满齿间的油液随着齿轮的转动被带入左腔。由于左侧的轮齿不断进入啮合, 左腔容积变小, 腔中的油液就被压到系统中去, 此腔称为压油腔。当原动机带动齿轮不停地回转时, 齿轮泵就不断地吸油和压油。

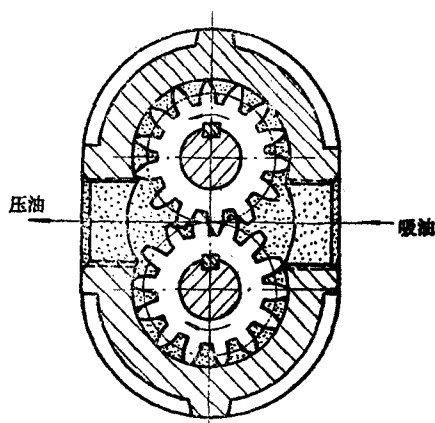


图1-3 齿轮泵工作原理

2. 齿轮泵的排量和流量 齿轮泵的排油是通过齿间从吸油腔带到压油腔去的, 所以它的排量可按两个齿轮的齿间槽容积总和计算。近似地认为一个齿间槽的容积就等于一个轮齿的体积时, 其排量可按式计算:

$$q_p = 2\pi z m^2 b \quad (1-19)$$

式中: m ——齿轮模数;

z ——齿数;

b ——齿宽。

实际上, 齿间槽的容积要比轮齿的体积稍大一些, 并且齿数越少, 相差越大。因而一般多以3.33代替 π 值, 将式(1-19)改写为

$$q_p = 6.66 z m^2 b \quad (1-20)$$

齿轮泵的理论流量为

$$Q_{(t)p} = 6.66 n_p z m^2 b \quad (1-21)$$

齿轮泵的实际流量为

$$Q_p = 6.66 n_p z m^2 b \eta_{pr} \quad (1-22)$$