

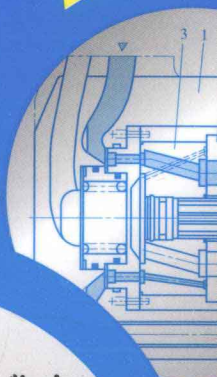
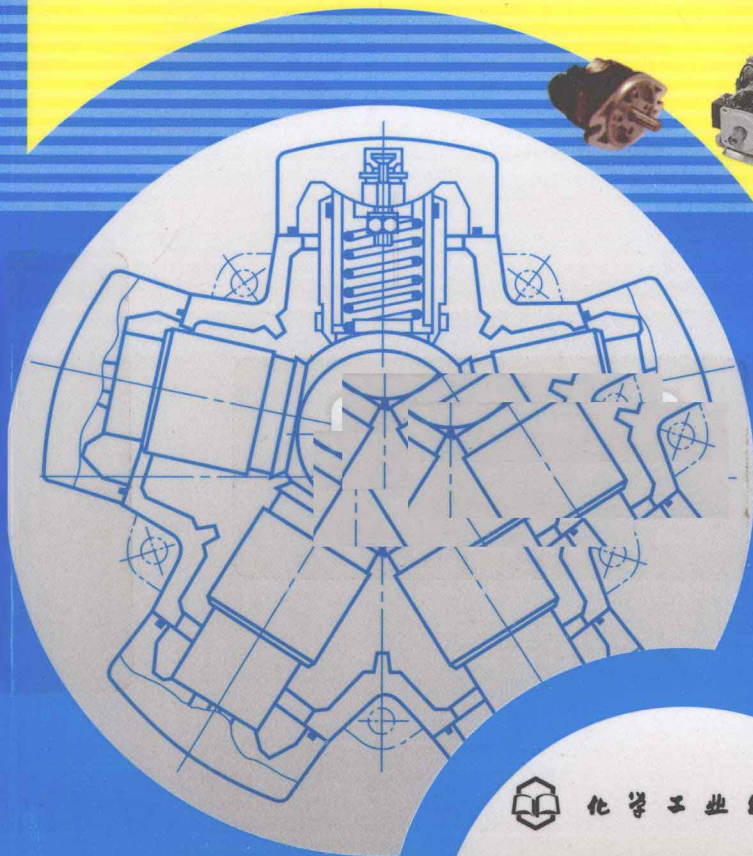
YEYA MADA XUANYONG YU WEIXIU SHOUC

液压马达



选用与维修手册

陆望龙 主编

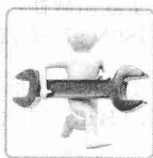


化学工业出版社

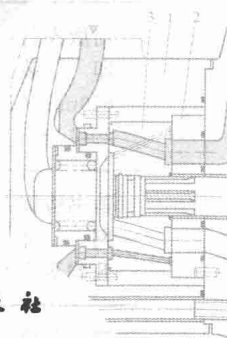
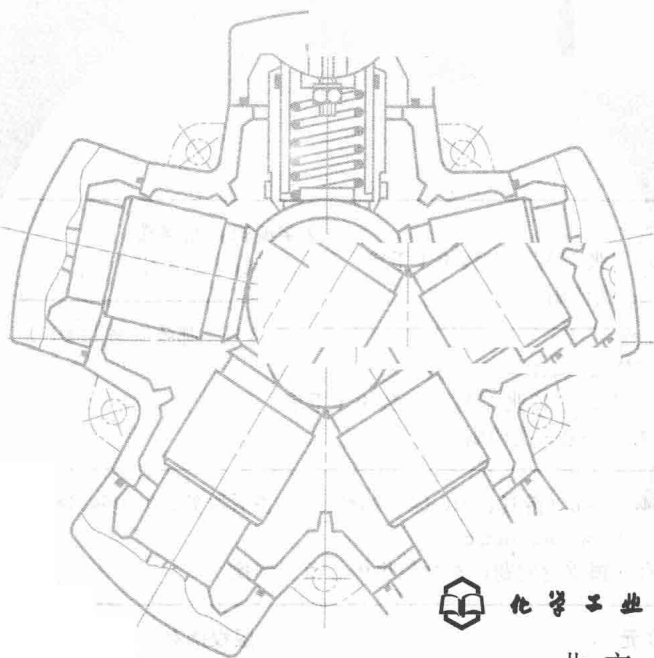
YEYA MADA XUANYONG YU WEIXIU SHOUCE

液压马达

选用与维修手册



陆望龙 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

液压马达选用与维修手册/陆望龙主编. —北京: 化学工业出版社, 2011. 4

ISBN 978-7-122-10307-9

I. 液… II. 陆… III. 液压马达-维修-技术手册
IV. TH137.51-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 262881 号

责任编辑: 黄 滢
责任校对: 战河红

文字编辑: 张绪瑞
装帧设计: 王晓宇

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: 三河市延风印装厂
850mm×1168mm 1/32 印张 13½ 字数 401 千字
2011 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

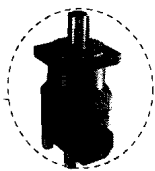
购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 39.00 元

版权所有 违者必究

前言

► FOREWORD



液压马达作为驱动转矩负载、输出旋转运动的执行元件，应用越来越广泛，它在输出大功率的同时其质量、尺寸却仅为电动机的1/10左右，由于相对质量很小，所以转动惯量小，启动、制动、反向等控制性能较优，低速稳定性好，尤其是低速大转矩马达，可直接驱动负载，无需变速装置，而且能实现无级连续调速。

相对而言，液压马达与液压泵的结构在所有液压元件中是最为复杂的。然而迄今为止，极少有全面详细介绍各种液压马达工作原理、结构、选用与维修方面的书籍。已有的书籍往往只是在介绍液压泵时，作为一个陪衬介绍一下液压马达，且往往一带而过。所以一方面人们在从事液压马达的选用与维修实践中，越来越感到液压马达的重要性，另一方面液压马达书籍十分稀缺。这给从事液压马达与系统的选用与维修工作带来了诸多不便。

为此，笔者在长年的液压设备维修工作中，在与不少同行的交流中，感到非常有必要写一本关于液压马达选用与维修方面的图书。

鉴于此，在化学工业出版社的组织下，笔者在多年来积累的有关液压马达的选用与维修经验，以及多年来搜集到的中、日、英文产品目录的基础上，参阅了国内外一些生产液压马达的著名企业和公司的产品样本、培训资料和其他资料，遴选出有代表性的液压马达品种，包括齿轮马达、摆线马达、叶片马达、轴向柱塞马达、径向柱塞马达与多作用内曲线马达，分章节将各种液压马达工作原理、结构图、技术性能、外形安装尺寸、产品型号含义、拆装方法、故障排除与修理等选用与维修方面的全部内容均汇于本手册中。其中外形安装尺寸，设计手册中有的一般不予列入。

本书所列液压马达实例的基本原则是：

① 所收录的液压马达品种一般都是国内外一些著名液压马达制造商的产品；

② 产品在中国有较高的市场占有率；

③ 元件制造公司与中国交往密切，或在中国有众多的销售网点；

- ④ 元件在引进的主机设备上有较普遍的使用；
- ⑤ 收录的液压元件结构能反映当前国内外先进水平。

本书适合企业、科研院所从事液压元件使用维修、研发设计、加工制造、管理等工作的工程技术人员和中高级技术工人，以及工科高校和中等职业技术学校液压、机械、自动化相关专业师生使用。

本书由陆望龙主编，江祖专、陈黎明和陆桦参编。在编写过程中得到了中外液压元件生产厂商和专家同行的鼎力帮助，在此，向他们表示衷心的感谢！特别要感谢朱皖英、谭平华、宋伟丰、李刚、罗文果、马文科、李泽深、罗霞、杨书、邓和平专家和同行对本书所做的各项工作！

限于编者水平，书中恐有不足之处，敬请广大读者和同行专家们批评指正。最后向本手册中所参阅、引用有关资料的国内外公司、有关作者，致以谢忱。

编 者

第1章 概论 / 1

1.1 概述 / 1

1.1.1 简介 / 1

1.1.2 液压马达的分类 / 2

1.2 液压马达的基本结构 / 4

1.2.1 液压马达与液压泵的结构差异 / 4

1.2.2 液压马达的基本结构 / 4

1.3 液压马达的名词术语与基本性能参数 / 9

1.3.1 名词术语与基本性能参数 / 9

1.3.2 基本性能参数的几点补充说明 / 11

1.3.3 液压马达公称排量系列 / 14

1.3.4 液压马达的图形符号 / 15

1.3.5 马达安装法兰和轴伸的尺寸 / 15

1.4 液压马达的选用与使用 / 16

1.4.1 液压马达的选用 / 16

1.4.2 液压马达的使用 / 19

第2章 齿轮马达 / 25

2.1 概述 / 25

2.1.1 简介 / 25

2.1.2 齿轮马达与齿轮泵的比较 / 25

2.1.3 齿轮马达(外啮合)的工作原理 / 26

2.2 齿轮马达的结构、技术参数与型号说明、连接尺寸 / 27

2.2.1 国产齿轮马达 / 27

2.2.2 国外齿轮马达 / 41

2.3 齿轮马达的使用与维修 / 47

2.3.1 使用注意事项 / 47

2.3.2 故障分析与排除 / 47

2.3.3 修理 / 51

第3章 摆线马达 / 53

3.1 概述 / 53

- 3.1.1 简介 / 53
- 3.1.2 摆线液压马达的工作原理 / 54
- 3.1.3 结构特点 / 57
- 3.2 摆线马达的结构、技术参数与型号说明、连接尺寸 / 58
 - 3.2.1 国产或引进生产的摆线马达 / 58
 - 3.2.2 进口摆线液压马达 / 73
- 3.3 摆线液压马达使用与维修 / 163
 - 3.3.1 安装 / 163
 - 3.3.2 使用 / 164
 - 3.3.3 故障分析与排除 / 166
 - 3.3.4 修理 / 170
 - 3.3.5 拆装方法 / 171

第4章 叶片马达 / 175

- 4.1 概述 / 175
 - 4.1.1 简介 / 175
 - 4.1.2 叶片马达与叶片泵的比较 / 175
 - 4.1.3 叶片马达工作原理 / 177
- 4.2 叶片式液压马达的结构 / 181
- 4.3 叶片马达的结构、技术参数与型号说明、连接尺寸 / 184
 - 4.3.1 国产与引进生产的叶片马达 / 184
 - 4.3.2 进口叶片马达 / 192
- 4.4 使用、故障分析、排除与修理 / 211
 - 4.4.1 使用 / 211
 - 4.4.2 故障分析与排除 / 211
 - 4.4.3 叶片马达的修理 / 217

第5章 轴向柱塞马达 / 220

- 5.1 概述 / 220
 - 5.1.1 简介 / 220
 - 5.1.2 工作原理 / 220
- 5.2 轴向柱塞马达的结构、技术参数与型号说明、连接尺寸 / 227
 - 5.2.1 国产与引进产品 / 227

- 5.2.2 几种典型进口轴向柱塞马达的结构与技术性能 / 248
- 5.3 轴向柱塞马达的使用与维修 / 256
 - 5.3.1 使用 / 256
 - 5.3.2 故障分析与排除 / 256
 - 5.3.3 拆装 / 261
 - 5.3.4 修理 / 279

第6章 径向柱塞马达 / 281

- 6.1 概述 / 281
 - 6.1.1 曲轴(偏心)连杆式液压马达的工作原理 / 281
 - 6.1.2 静力平衡式液压马达的工作原理 / 290
- 6.2 径向柱塞液压马达的结构 / 292
 - 6.2.1 曲轴(偏心)连杆式结构说明 / 292
 - 6.2.2 曲轴(偏心)连杆式径向柱塞液压马达的结构 / 293
 - 6.2.3 NGM型摆缸式柱塞液压马达的结构 / 309
 - 6.2.4 静力平衡式径向柱塞马达的结构 / 313
- 6.3 径向柱塞马达的使用与维修 / 314
 - 6.3.1 马达运输与存放 / 314
 - 6.3.2 安装 / 315
 - 6.3.3 使用 / 317
 - 6.3.4 试运转 / 318
 - 6.3.5 维护与保养工作 / 319
 - 6.3.6 拆装 / 320
 - 6.3.7 故障分析与排除 / 320

第7章 内曲线多作用柱塞马达 / 324

- 7.1 概述 / 324
 - 7.1.1 简介 / 324
 - 7.1.2 内曲线多作用柱塞马达的工作原理 / 324
 - 7.1.3 多作用液压马达的有级变量 / 329
- 7.2 结构、技术规格与外形安装尺寸 / 333
 - 7.2.1 国产QJM型液压马达 / 333
 - 7.2.2 萨澳-丹佛斯-大金公司DCM内曲线径向柱塞马达 / 346

- 7.3 内曲线多作用液压马达的使用与维修 / 356
 - 7.3.1 使用 / 356
 - 7.3.2 内曲线马达的常见故障分析与排除 / 358

第8章 工程机械马达 / 362

- 8.1 概述 / 362
 - 8.1.1 简介 / 362
 - 8.1.2 PC200-5 型液压挖掘机的马达回路及液压系统 / 363
- 8.2 回转用马达 / 366
 - 8.2.1 回转马达外观与技术规格 / 366
 - 8.2.2 结构与工作原理 / 367
 - 8.2.3 各种控制阀对回转马达的控制 / 369
- 8.3 行走用马达 / 371
 - 8.3.1 行走马达外观与技术规格 (HMM110-2 型) / 372
 - 8.3.2 行走马达的控制 / 374

第9章 其他类型马达 / 381

- 9.1 凸轮转子型叶片马达 / 381
 - 9.1.1 结构 / 381
 - 9.1.2 故障分析与排除 / 382
- 9.2 滚子叶片式液压马达及其故障排除 / 383
 - 9.2.1 简介 / 383
 - 9.2.2 结构 / 384
 - 9.2.3 工作原理 / 385
 - 9.2.4 故障分析与排除 / 388
- 9.3 摆动型马达 / 388
 - 9.3.1 摆动马达介绍 / 388
 - 9.3.2 摆动马达故障分析与排除 / 391
- 9.4 两种其他液压马达 / 392
 - 9.4.1 复合齿轮马达 / 392
 - 9.4.2 中心轴式行星齿轮马达 / 393

第10章 马达基本回路及系统 / 395

- 10.1 液压马达的速度 (转速) 控制回路 / 395

- 10.1.1 液压马达的节流调速回路 / 395
- 10.1.2 液压马达的容积调速回路 / 397
- 10.1.3 液压马达的同步回路 / 400
- 10.2 液压马达的其他控制回路 / 401
 - 10.2.1 液压马达的制动回路 / 401
 - 10.2.2 马达浮动回路 / 403
 - 10.2.3 液压马达的防气穴回路 / 404
 - 10.2.4 补油、冲洗回路 / 404
- 10.3 静液压传动回路 / 407
 - 10.3.1 开式回路 / 408
 - 10.3.2 闭式回路 / 408
- 10.4 应用液压马达的液压系统——CA25 型振动压路机系统 / 411
 - 10.4.1 简介 / 411
 - 10.4.2 振动压路机的组成 / 411
 - 10.4.3 CA25 型振动压路机的液压系统 / 411
 - 10.4.4 CA25 型振动压路机的故障分析与排除 / 413

参考文献 / 416

第1章

概论

1.1 概述

1.1.1 简介

液压马达是将液体的压力能转换为机械能，输出转矩和回转运动的一种执行元件，在液压系统中具有重要地位。

液压马达一般可分为小转矩和大转矩两种。近年来，随着液压技术不断向高压、大功率方向发展及人们对环境保护的日益重视，要求液压执行元件具有噪声低、污染小、运转平稳等特点，因此，大转矩马达成为发展趋势之一。从能量转换的观点来看，液压泵与液压马达是可逆工作的液压元件，向任何一种液压泵输入工作液体，都可使其变成液压马达工况；反之，当液压马达的主轴由外力矩驱动旋转时，也可变为液压泵工况。因为它们具有同样的基本结构要素：可密闭而又可以周期变化的容积和相应的配油机构。

液压马达与电动机相比较，液压马达具有一些超过电动机的优点：①传动轴瞬间即可反向；②无论堵转多长时间，也不会造成损坏；③由工作转速控制转矩；④易于实现动态制动；⑤如果设电动机功率与质量的比是1，而液压马达则可高达10~12，即传递同样大小的功率数液压马达为最小。

液压马达有着非常广泛的应用，仅举数例于表1-1中。

表 1-1 部分设备上液压马达的应用

设备类型	液压马达的作用
挖掘机	行走驱动、转向驱动
压路机/压实车	行走驱动、转向驱动
沥青摊铺机	行走驱动

续表

设备类型	液压马达的作用
滑移装载机	行走驱动
铰接式装载机	行走驱动
拖拉机	行走驱动、转向驱动
料堆整形机	行走驱动
挖沟机	行走驱动、链驱动
农业撒播车	行走驱动
专用收割机(大豆、水果、花生)	行走驱动、辅助驱动
割草机	行走驱动
凿岩机	行走驱动
钻机	旋转驱动、推拉驱动
清扫车	行走驱动、风扇
叉车	行走驱动
除根机	行走驱动、切割部驱动
注塑机	预塑、调模
机场车辆	行走驱动
自卸车	行走驱动

1.1.2 液压马达的分类

液压马达按其结构类型可以分为齿轮式、叶片式、柱塞式和其他形式；按液压马达的额定转速分为高速和低速两大类；按所能传递的转矩大小有小、中、大转矩之分；根据每转中工作副的作用次数，可分为单作用式和多作用式两大类。

(1) 高速液压马达与低速液压马达

一般将额定转速高于 500r/min 的称为高速液压马达，额定转速低于 500r/min 的称为低速液压马达。

高速液压马达的主要特点是转速较高、转动惯量小，便于启动和制动，调节（调速及换向）灵敏度高。通常高速液压马达输出转矩不大所以又称为高速小转矩液压马达。低速液压马达的主要特点是排量、体积大转速低（有时可达每分钟几转甚至零点几转），启动效率高，转动惯量小，加速和制动时间短。通常低速液压马达输出转矩较大，所以又称为低速大转矩液压马达。由于大转矩马达转速低，低速稳定性好，因此使用时往往不需要减速装置即可直接驱动低速大转矩负载（工作机构），因而使传动机构大为简化。但若机构需要制动时，需要安装尺寸较大的制动器。

(2) 小、中与大转矩马达

当液压马达输出转矩在 $1000\text{N} \cdot \text{m}$ 以上时, 称为大转矩马达, 否则叫小、中转矩马达。大排量马达的转矩可达 $10^5\text{N} \cdot \text{m}$ 以上, 大转矩液压马达具有较低的转速, 一般在 $400\text{r}/\text{min}$ 以下。

(3) 单作用与多作用

根据每转中工作副的作用次数, 可将液压马达分为单作用式和多作用式两大类。单作用液压马达结构简单, 零件数目少, 工艺性较好, 造价较低。但是, 输出转矩与转速的脉动较大, 同时径向力不平衡。多作用马达在相同的工作压力下, 能输出更大的转矩, 只要工作副数和作用次数选取合适, 可使径向力平衡, 具有较高的启动转矩效率; 但结构复杂, 零件数目多, 制造成本较高。液压马达的分类如图 1-1 所示。

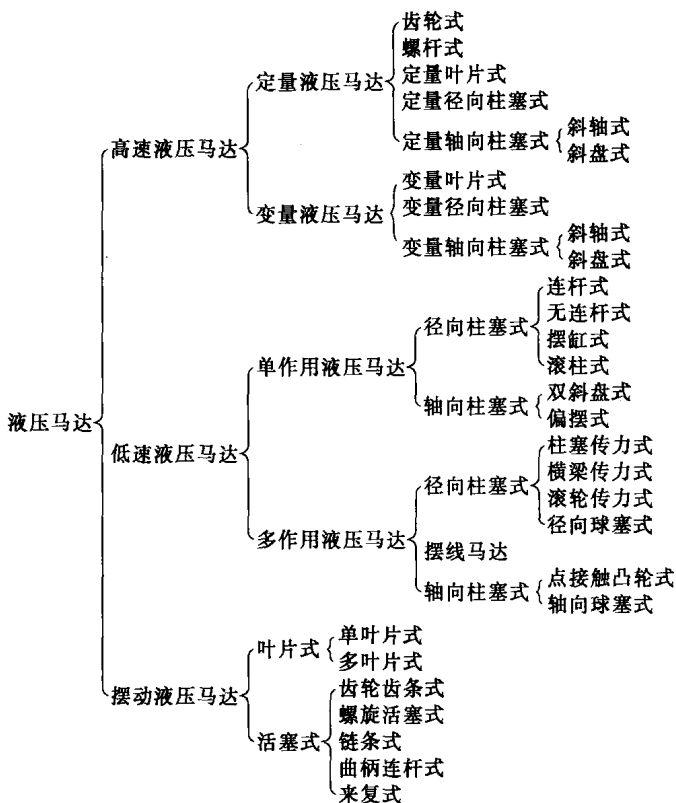


图 1-1 液压马达的分类

1.2 液压马达的基本结构

1.2.1 液压马达与液压泵的结构差异

由于液压马达和液压泵的工作职能与使用条件不同，对它们的性能要求也不一样，所以同类型的液压马达和液压泵之间仍存在许多差别。首先液压马达应能够正、反转，因而要求其内部结构对称；液压马达的转速范围需要足够大，特别对它的最低稳定转速有一定的要求。因此，它通常都采用滚动轴承或静压滑动轴承；其次液压马达由于在输入压力油条件下工作，因而不必须具备自吸能力，但需要一定的初始密封性，才能提供必要的启动转矩。由于存在着这些差别，使得液压马达和液压泵在结构上虽比较相似，但一般不能可逆工作。液压马达在结构上有下述结构特点。

① 液压马达的排油口压力稍大于大气压力，进、出油口直径相同。

② 液压马达往往需要正、反转，所以在内部结构上应具有对称性。也不能像泵那样内泄漏油可以采用内排式，为了保护液压马达的轴封，双向液压马达通常都采用外泄，液压马达需要设置专门的外泄油口。

③ 在确定液压马达的轴承形式时，应保证在很宽的速度范围内都能正常工作。

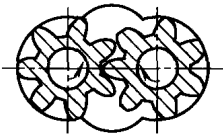
④ 液压泵在结构上必须保证具有自吸能力，液压马达在启动时必须保证较好的密封性能。

⑤ 为改善液压马达的启动和工作性能，要求转矩脉动小，内部摩擦小。

1.2.2 液压马达的基本结构

高速液压马达和低速液压马达常见的主要结构特点分别见表 1-2 和表 1-3。

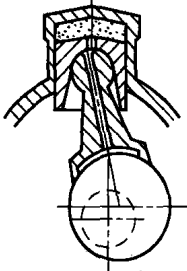
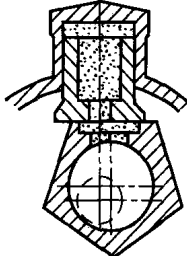
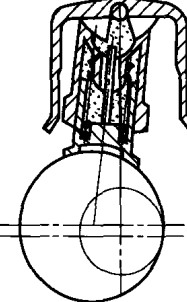
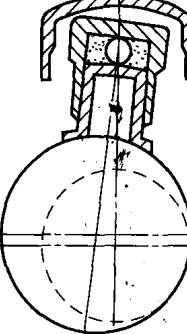
表 1-2 高速液压马达常见结构特点

形式		原理结构示意图	结构特点
齿轮式	外啮合式		结构与齿轮泵几乎相同。构造简单，抗污染能力强，价格低廉，但泄漏量大，转矩变化大。轴承承载大而寿命缩短

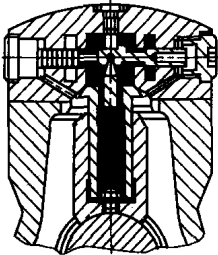
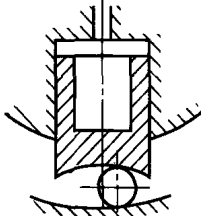
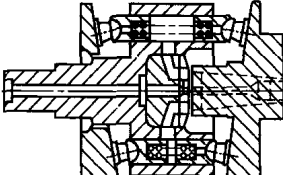
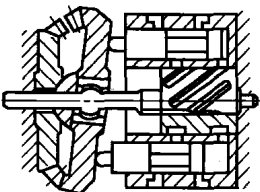
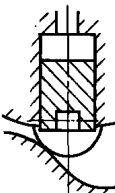
续表

形式	原理结构示意图	结构特点
齿轮式	摆线内啮合式	结构几乎与内外转子式摆线泵一样。工作时内外转子同向啮合旋转,齿面滑动速度小,磨损小,机械效率和总效率高于行星转子式,但马达输出转矩小,常在$100\text{N}\cdot\text{m}$以下
	螺杆式	图中上、下分别为双螺杆及三螺杆式。压力油进入螺杆啮合形成的密封线相隔的空间,液压力在主杆的螺旋面上产生切向力,输出转矩。流量脉动极小,噪声小,轴向尺寸大
叶片式	叶片式	几乎都采取平衡式结构,结构与定量叶片泵相似,但须有叶片压紧机构,且壳体上有单独泄油口。叶片沿径向布置,进出油口大小相同。其双作用定量式为高速小转矩叶片马达,多作用式叶片在转子每转中作多次伸缩。增大排量和转矩,成为低速大转矩叶片马达
轴向柱塞式	斜盘式	结构基本上同斜盘泵,但需考虑柱塞回程问题
	通轴斜盘式	主轴穿越斜盘,承受径向载荷能力提高。多以轻型柱塞马达的形式出现
	斜轴式	传动轴轴线与柱塞缸轴线间倾斜一定的角度,利用平面或球面配流盘配流

表 1-3 低速大转矩液压马达的常见结构特点

类型		原理结构示意图	结构特点
单作用	径向柱塞式		压力油液通过柱塞和连杆中管孔,并通过阻尼管,引入连杆底面油腔,柱塞连杆副处于静压平衡,滑动摩擦损失较小 连杆摆动,柱塞所受侧向力较小
			取消连杆,压力油液推动柱塞直接作用于偏心轴形成转矩使偏心轴产生旋转运动。柱塞,压力环和五星轮间都处于静压平衡状态 轴配流。偏心轴既是输出轴,又是配流轴。柱塞所受侧向力增加,脉动率增大
	摆动柱塞式		柱塞与球面偏心轮间处于静压平衡,柱塞直接作用于偏心轮产生转矩。柱塞与缸壁呈伸缩套筒,随偏心轴旋转而摆动伸缩,柱塞不受侧向力作用,启动转矩效率高
			压力油液由铰接空心耳轴进入缸体,油液直接作用于偏心轴形成旋转运动。随偏心轮旋转,柱塞副绕耳轴在球面偏心轮上摆动。球面支承处静压平衡,柱塞无侧向力。端面配流。偏心轮处设置滚柱轴承

续表

类型			原理结构示意图	结构特点
单作用	径向柱塞式	摆缸式		阀配流。随偏心轴转动柱塞副绕顶端球面在偏心轮上摆动,同时作拨叉移动滑阀换向配流。柱塞无侧向力
		滚柱式		压力油液作用于柱塞,通过柱塞顶端曲面中的滚柱作用于壳体导轴产生旋转运动。轴配流,转子在偏心轴上处于静压平衡
	轴向柱塞式	双斜盘式		压力油液通过端面配流进入转子缸体,推动柱塞。使滑靴作用于两个斜盘,其产生的切向力使转子旋转。滑靴与斜盘间设计成静压平衡。配流盘浮动。双斜盘结构紧凑
		一齿差偏摆式		轴向柱塞马达与一齿差偏摆齿轮副的结合。压力油作用下的柱塞推动与固定齿轮啮合的偏摆齿轮。作用力通过偏摆齿轮中心的花键传递给输出轴上的球形花键产生旋转运动。缸体固定不动。阀式配流
多作用	柱塞传力	横梁柱塞传力		横梁装在柱塞前端槽中,滚轮与导轴作用产生的切向力通过横梁,由柱塞侧面传递给转子产生旋转运动 柱塞受较大的侧向力,柱塞与缸孔接触比压大,易磨损,柱塞行程不宜太大。轴配流或端面配流