

赴英、法液压参观组 技术报告

赴英、法液压参观组编著

第一机械工业部情报所

目 录

前言	2
一. 柱塞泵和柱塞马达	3
(一) 概况	3
(二) 一些公司的柱塞泵 (马达) 情况简介	4
(三) 工艺、装配、试验部分	29
二. 低速大扭矩马达	31
(一) 几种结构介绍	31
(二) 低速马达发展的趋向	37
(三) 张伯伦 (Chamberlain) 公司简况介绍	39
(四) 波克兰公司液压工厂简况介绍	40
三. 齿轮油泵和齿轮油马达	41
(一) 外啮合齿轮油泵	41
(二) 齿轮油马达	51
(三) 内啮合齿轮油泵	51
四. 电液伺服元件	55
(一) 结构介绍	56
(二) 工艺和实验	74
(三) 伺服阀使用注意事项	77
五. 油的过滤器和油的污染度检验	79
(一) 纤维型滤芯	79
(二) 金属烧结型滤芯	85
(三) 油液污染度的检验	86
六. 密封	89
(一) 概况	89
(二) 道蒂密封件厂的情况	89
(三) 密封结构介绍	90

前 言

中国机械工程学会液压参观组应英国液压设备制造商协会 (AHM-The Association of Hydraulic Equipment manufacturies Ltd.) 的邀请, 赴英参观了“74年国际动力与控制展览会”和有关液压和气动元件制造厂, 后又参观了法国三个液压元件厂。

“动力与控制展览会”, 原叫“流体动力控制展览会”, 每两年展出一次。1974年(4月22~26日)是第八届展览。场地在伦敦的厄斯柯特(Earls Court)展览场。参加展出的除英国有关公司外, 尚有美国、法国、西德、瑞士、瑞典、意大利和日本等国的展品, 约占整个展览会场展品的20%。

展品主要是液压元件, 此外, 尚有气动、机械、电器和材料。液压元件展出面积53%, 气动占27%。

液压部分有: 各种泵、马达、油缸、阀、过滤器、冷却器、蓄压器、增压器、阻尼器、软管、接头、密封、电磁铁、传感器、转向装置、伺服元件、液压油箱、压力机、耦合器等。

气动部分有: 气泵、气马达、气缸、阀、增压器、润滑器、过滤器、软管、接头、空压机、提升器、消音器等。

此外, 机械部分有轴承等, 电器部分有电磁铁, 材料部分有双金属、合成材料等。

从这次展出可看出以下趋势:

一、液压元件的高性能 首先是各种泵、阀的工作压力, 都在提高, 如柱塞泵的工作压力, 都达 $210 \sim 320$ 公斤力/厘米²、齿轮泵的工作压力大多在 $175 \sim 210$ 公斤力/厘米²。此外, 对噪音和寿命都特别强调。齿轮泵在消除噪音方面改进最快, 可低达 62~65 分贝。对柱塞泵, 要求在 85 分贝左右。而且强调寿命要长。各厂都有寿命试验台进行试验。

二、液压元件的组化 各种设备自动化程度愈来愈高, 单台设备采用的液压元件也愈来愈多, 如一台数控机床要用几十个以上的元件。前几年出现的集成块或组合式元件, 已生产和应用。

三、油的过滤和污染度试验 在这方面, 欧美已进行十余年的集中究研, 采用了医药上血球检验的技术, 终于使油的污染度的检验技术达到了实用的程度。譬如, 用电子颗粒计数器来检验油的污染度只需一分钟, 最新的设备有手提式电子颗粒计数器。随着这项技术的应用, 出现了油的污染度分级标准。因进一步提高了过滤器的性能, 使液压技术更为可靠, 寿命也为之延长。

四、密封和管接头等附件的质量进一步提高, 品种更多 高压管接头、软管接头、密封等新结构不断出现。现代液压技术, 没有高性能的管接头、密封、过滤器、冷却器、蓄压器等, 不可能有进一步的发展。

五、射流和气动 小型气动逻辑元件(带可动部件的元件)迅速发展, 代替了一部分射流元件。原因是带可动部件的气动元件, 要求过滤精度低、工作可靠、便于检验维护等。

总的说来, 没有大的变化, 也没有出现重大的新结构。到目前为止液压技术已是一种较成熟的技术, 使用范围日益广大。前几年交流液压曾一度引起人们的注意, 但现在仅在少数领域中采用, 无多大进展。

现在将几类元件的情况, 分别介绍如下。

一、柱塞泵和柱塞马达

(一) 概 况

在本届国际动力与控制展览会上, 高压轴向柱塞泵是主要产品之一。其品种、数量在各类液压展品中居首位, 多数属于所谓“通轴泵”类型。

从参观展览会和工厂看来, 直轴斜盘型轴向柱塞泵, 弯轴摆缸型柱塞泵, 径向、轴向阀配流柱塞泵, 都有所发展、各有特点, 以满足不同使用条件的需要。例如, 弯轴摆缸型柱塞泵, 多用于一些较大功率的固定设备、轮船等处; 而行走机械(如工程车辆), 大多用通轴泵; 一些高压固定设备(如锻压设备、化工设备、矿山设备等), 还采用了阀配流的径向或轴向柱塞泵。

近年来, 为满足各种行走机械应用液压传动的需要, 通轴泵的品种规格发展较快。展览会上, 一些生产柱塞泵的公司, 大都把通轴泵摆在引人注目的位置, 以便招揽观众、竞争市场。

从这次参观考察, 可看出欧州(主要是英国)柱塞泵发展的一些值得注意的动向:

1. 大力发展通轴泵, 以适应行走机械液压传动的需要。

2. 发展了各种不同型式的变量控制系统(有的多达十几种), 以适应不同的需要和特殊要求。

3. 一些公司还把典型的闭环液压传动系统所用的典型控制阀门, 做成“阀块”, 直接装在泵或马达的壳体上, 这样, 可最大限度地减少管路, 便利用户。

4. 普遍注意提高寿命:

(1) 广泛进行寿命试验, 不断改进结构, 提高参数, 在不提高实际使用参数的情况下, 提高或保证足够大的“储备”, 从而提高了使用寿命。例如, 一般柱塞泵最大连续工作压力已达350巴(一巴 $=1.02$ 公升力/厘米²), 而实际工作压力还停留在在210巴左右。这样, 泵的使用寿命, 可相对提高。

(2) 加强薄弱环节。主要是改善滑靴与斜盘、缸体与配流盘两对主要运动付的结构、材质和工艺, 采用浮动配流、静压平衡、动压润滑、滑动斜盘, 以及球形活塞……等等都有一定效果。

(3) 提高了对油液滤清的要求。为了保证柱塞泵有足够的寿命, 一般直轴斜盘型柱塞泵要求滤清精度为10~15微米; 弯轴摆缸型柱塞泵为20~25微米。

5. 开始注意噪声问题。我们看到一些较大的公司, 刚着手建立噪声试验室, 有的还未使用。由于资本主义社会污染严重, 因此, 对噪声污染较注意; 但目前, 英国还没有统一的噪声标准和试验方法。降低噪声的措施有:

(1) 在配流盘开有各种型式的过渡槽, 形成压力缓冲区, 可减小噪声。

(2) 采用可调配流盘。配流盘外缘上有齿或矩形槽, 在试验台上调整配流盘的配流角度, 使噪声最小。若再附加一个弹簧压力自动调节机构, 可自动调节配流角度, 保证油泵在各种压力下噪声最小。

(3) 在柱塞内填充塑料, 据介绍主要是为了降低噪声。

6. 新出现了简易型变量柱塞泵。特点是价格低、可变量, 适用于一些要求不高的地方。道蒂公司 (DOWTY) 的瓦尔迪斯型 (Vardis) 泵和斯佩里-维克斯公司的“PVB”系列泵皆属此类。前者大量采用冲压件和卡环联结, 能自己吸油, 适用于开环系统; 后者大量采用粉末冶金零件和组合油路, 适于闭环系统使用。

7. 复合材料应用较广泛、即满足了性能要求, 又节约了贵重金属。被覆材料为青铜、银和塑料等。如柱塞泵缸体柱塞孔铸造挂铜, 滑靴平面镀银, 配流盘表面镀铜或烧结铜, 缸体配流表面烧结铜等。

8. 注意在行走机械上, 应用静液传动的研究。一些公司认为, 这是发展方向, 可大大简化结构, 将是液压元件(特别是柱塞泵、马达)很大的潜在市场。法国波克兰 (Poclair) 的履带挖掘机行走部分, 已大量用液压传动, 目前研究在轮胎式挖掘机行走部分应用液压传动。

(二) 一些公司的柱塞泵 (马达) 情况简介

1. 卢卡斯 (Lucas)

系英资大工业垄断集团, 共 8200 人, 年营业额达 4 亿镑, 经营项目广泛。生产柱塞泵的工厂在利物浦城。现成批生产 PM 系列直轴斜盘型变量柱塞泵, 已有十年左右, 年产量 5000 台左右。

HD 系列是新研制的通轴泵, 其基型 HD-900 已小批投产。

卢卡斯公司生产的轴向柱塞泵和马达的规格, 见表 1-1 和表 1-2。

表1-1 卢卡斯轴向柱塞泵规格

型 号	连续运行时最高参数——全行程时				极 限 情 况	
	名 义 流 量 1000转/分时(公升/分)	转 速 (转/分)	输 出 压 力 (巴)	输 入 功 率 (马力)	转 速 (转/分)	输 出 压 力 (巴)
PM60	4.55	4000	280	13	6000	350
PM125	9.47	3000	210	14	4000	280
PM500	37.9	3000	280	75	4000	350
PM1000	75.8	3000	280	169	3000	350
PM3000	227.0	2000	280	300	2000	350
PM4000	303.0	2000	210	300	2000	350
HD900	68.0	3000	280	139	3000	350

表1-2 卢卡斯轴向柱塞马达规格表

型 号	连续运行时最高参数——全行程时					极 限 情 况	
	输出扭矩 (牛顿·米) ●	输入压力 (巴)	转 速 (转)	名 义 流 量 1000转/分时(公升/分)	输出功率 (马力)	转 速 (转/分)	压 力 (巴)
PM60	17.5	280	4000	4.55	8	6000	350
PM125	27.2	210	3000	9.47	11	4000	280
PM500	164	280	3000	37.9	65	4000	350
PM1000	328	280	3000	75.8	135	3000	350
PM3000	921	280	2000	227.0	260	2000	350
PM4000	962	210	2000	303.0	270	2000	210
HD900	293	280	3000	68.0	123	3000	350

● 1 牛顿·米 = 0.102 公斤·米。

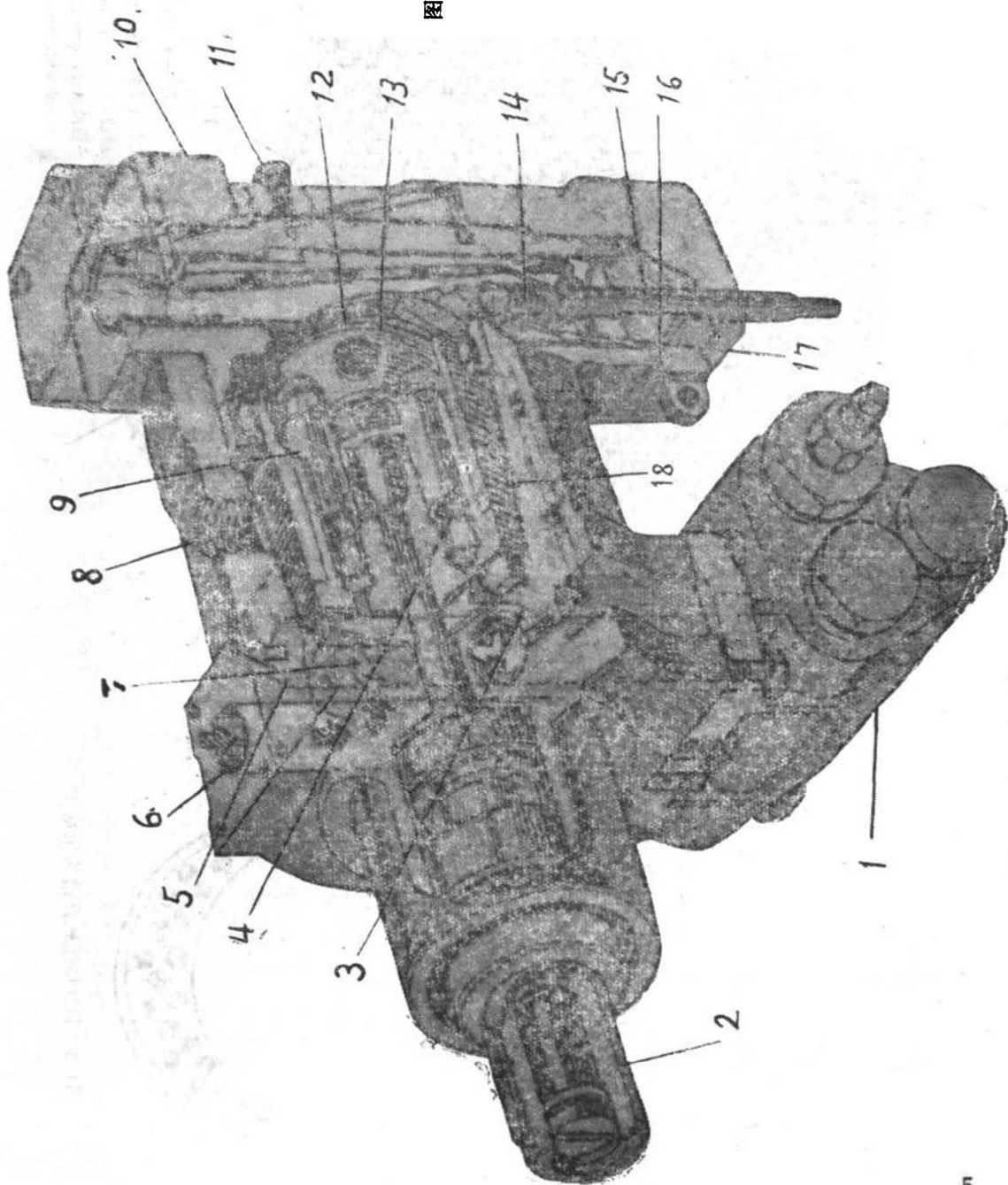


图1-1 PM型变量泵和马达结构图

- 1—溢流阀和补油阀阀体,
- 2—传动轴,
- 3—偏心回油口,
- 4—油缸活塞孔,
- 5—回油腔,
- 6—进油腔,
- 7—偏心进油口,
- 8—进油腔,
- 9—活塞,
- 10—偏心活塞,
- 11—止回阀,
- 12—可倾斜盘,
- 13—辅助凸轮盘,
- 14—先导活塞,
- 15—手动伺服杆,
- 16—引向壳体之泄漏油孔,
- 17—伺服油回到壳体油孔。

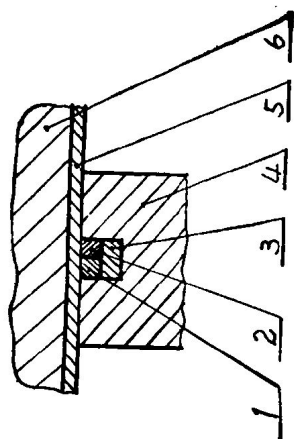


图1-2 伺服活塞密封环结构示意图

1, 2—外环, 3—内环, 4—活塞,
5—缸套, 6—缸体



图1-3 斜盘摆轴轴瓦结构示意图

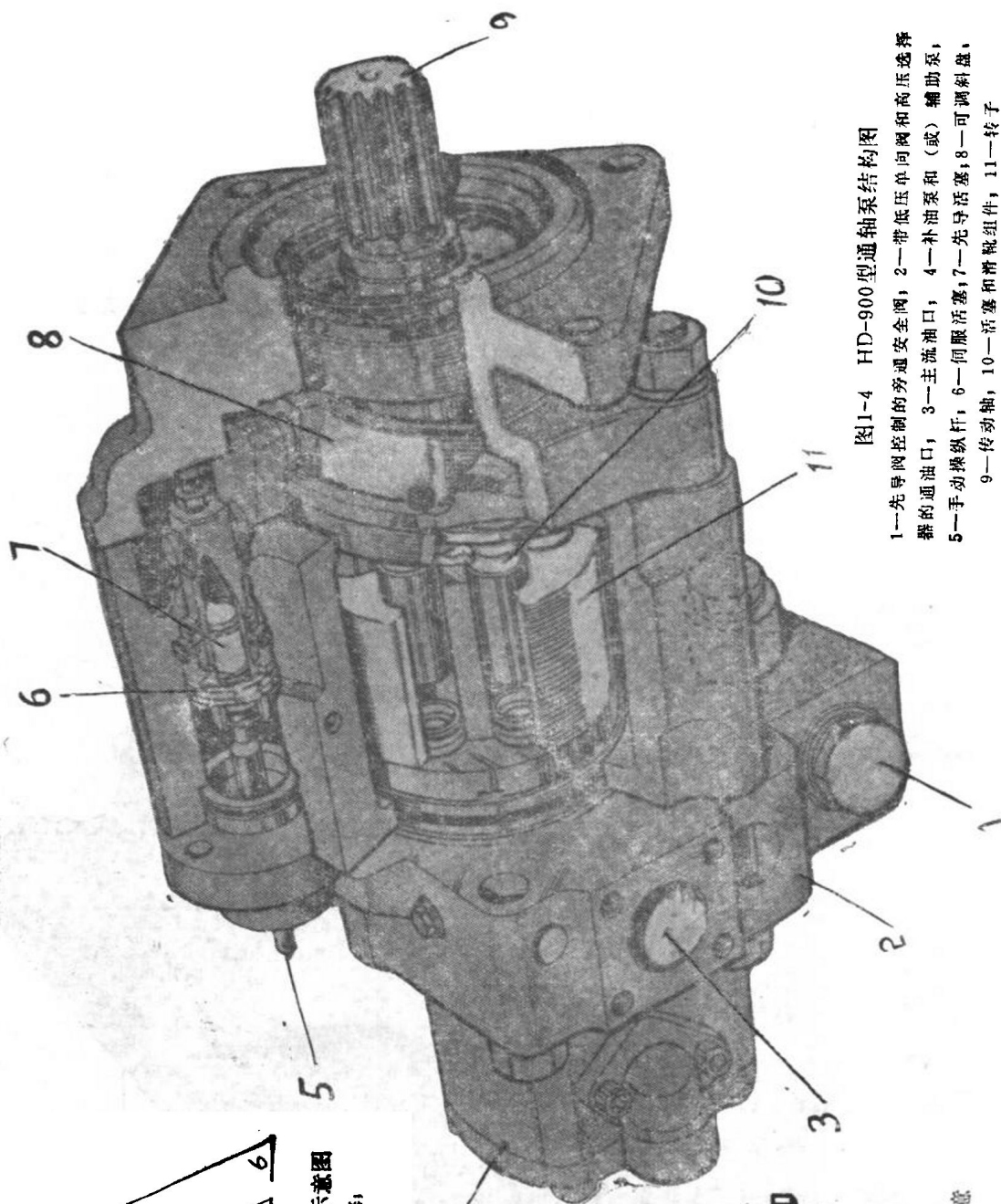


图1-4 HD-900型通轴泵结构图

1—先导阀控制的旁通安全阀, 2—带低压单向阀和高压选择器的通油口, 3—主流油口, 4—补油泵和(或)辅助泵, 5—手动操纵杆, 6—伺服活塞, 7—先导活塞, 8—可调斜盘, 9—传动轴, 10—活塞和滑靴组件, 11—转子

使用条件：温度 $-20^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$ ；过滤精度 15 微米。

结构特点：

(1) PM 系列：结构见图 1-1。

卢卡斯设在利物浦的生产柱塞泵的工厂，有几个剖开的 PM 系列泵（马达）和 HD-900 型泵。与我国北京起重机厂产生的 ZB 系列泵比较，结构上有几处较大的改变。

a. 伺服油缸加了铜套衬里。厚度约为 1.5 毫米~2 毫米。

b. 伺服活塞加了一道金属密封环，由三个环组成。结构示意如图 1-2。其中两个外环为 45° 斜接口，单个内环为 90° 直接口。三个密封环材料皆为铸铁。

c. 缸体柱塞孔，有的是镶铜套，有的采用铸造法镶铜，有的整个缸体用铜。各种结构都有。

d. 斜盘摆动轴瓦上，有一黄色塑料层，厚约 0.2 毫米。塑料层上均布圆形凹坑，厚度约为 0.1 毫米~0.15 毫米（见图 1-3）。轴瓦的基体是钢背铜基。轴瓦正中有一直径约为 2 毫米透孔。装配时，先将轴瓦粘在后盖瓦座上，然后在轴瓦正中小孔内打入铆钉固定。

(2) HD-900 型通轴泵：结构见图 1-4。

结构特点：

a. 补油泵外接；

b. 壳体为三段式，中段为铝合金；

c. 柱塞光身，无平衡油槽；

d. 采用浮动配流。缸体（即转子）自底部分成二段，缸底与缸体通过肖子 11 浮动联结，靠铜质密封环 3 密封。具体结构见图 1-5。

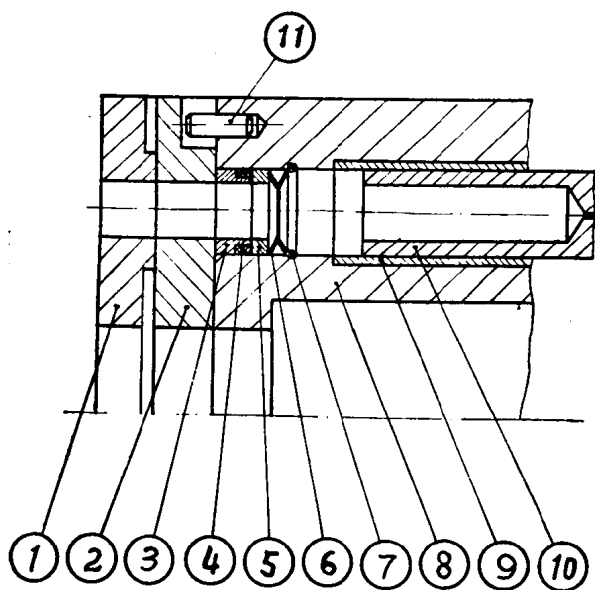


图1-5 卢卡斯HD-900型柱塞泵浮动配流结构示意图

1—配流盘(铜)；2—缸底(铜)；3—密封环(铜)；4—塑料环(聚四氟乙烯)；5—密封环(铜)；6—碟形弹簧(铜)；7—卡簧(铜)；8—缸体；9—铜套(铜)；10—柱塞；11—定位肖

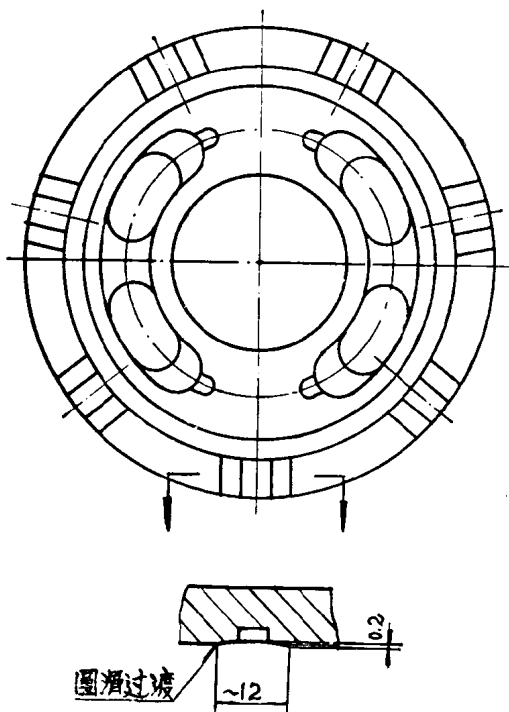


图1-6 HD-900配流盘结构示意图

配流盘的光洁度很高, $\nabla 10$ 以上。

e. 斜盘光洁度达 $\nabla 11 \sim \nabla 12$ 。

f. 配流盘上开在四个小圆弧形卸荷槽, 对称分布, 以减小噪声。

g. 滑履上的平衡油孔很小, 直径约为 $0.2 \sim 0.3$ 毫米。

h. 配流盘上, 开有 7 个润滑油槽、油槽呈楔形, 深仅 0.2 毫米左右, (见图 1-6)。

这种结构有利于在高速下形成动压润滑油膜, 以减少配流的磨损。

2. 道蒂 (DOWTY) 公司:

英资大垄断集团。共有 22 个分公司, 13500 职工。与我国有直接贸易关系。

据该公司介绍, 弯轴摆缸型柱塞泵已生产十几年, 新产品有直轴斜盘型柱塞泵。近年来, 又研制出一种简易无输出轴斜盘型轴向变量柱塞泵, 即所谓“瓦尔迪斯”泵。据该公司介绍它有体积小, 重量轻, 结构简单新颖, 价格低等特点。

瓦尔迪斯泵的结构图见图 1-7, 零件见图 1-9。

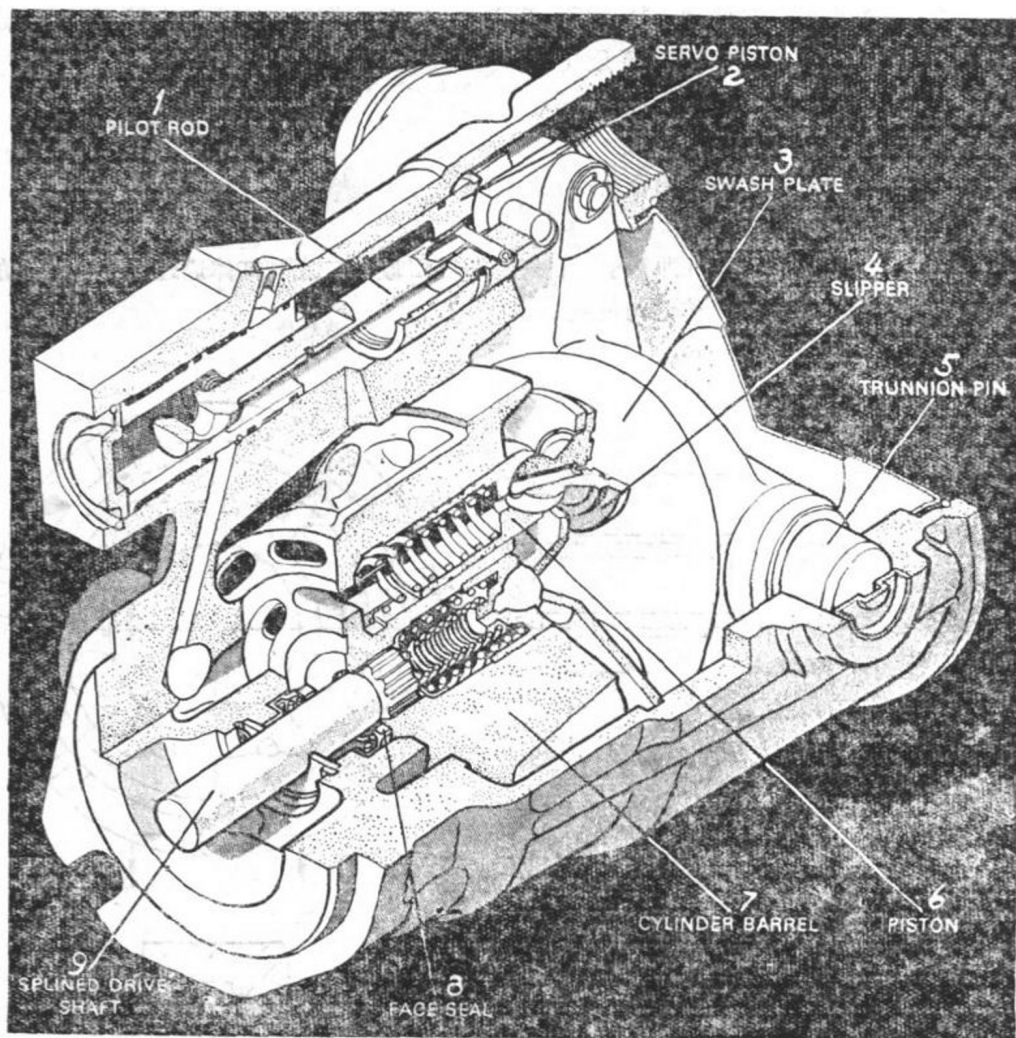


图1-7 瓦尔迪斯泵结构图

1—导杆; 2—伺服活塞; 3—斜盘; 4—滑靴; 5—耳轴; 6—柱塞; 7—转动缸体; 8—端面密封; 9—断开驱动轴

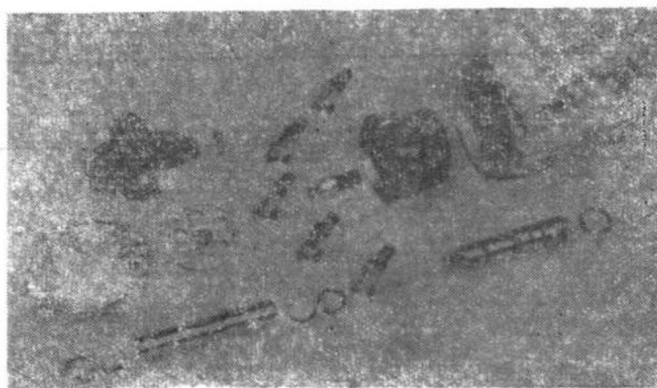


图1-8 瓦尔迪斯泵零件图

(1) 结构特点:

- a. 无伸出轴, 泵的驱动通过外界花链轴由泵端插入, 直接驱动转子(缸体)转动。
- b. 无滚动轴承, 转子(缸体)转动依靠与外壳间的滑动支承。
- c. 无螺钉连接, 用卡环代替。
- d. 无泄油管。壳体内部与吸油管直通。
- e. 无配流盘, 通过铸铁缸体与铝金属壳体直接实现配油。
- f. 不需供油泵, 自吸能力强。壳体内空腔即为吸油腔, 缸体外圈做成离心泵结构, 油自缸体右端吸入(见图 1-7), 经过缸体“加速”后到左面配流端, 通过转子外侧一排油孔, 进入缸体的吸油腔, 完成吸油程序。
- g. 不可逆性。即不能逆转, 不能做马达状态使用。
- h. 大量采用冲压件, 铸件及一般材料。因而加工简单, 造价低。
- i. 滑靴与球头一体(这是道蒂公司斜盘型轴向柱塞泵的特点)。滑靴平面静压平衡槽内附加了两个半月形辅助支承面。其结构如图 1-9 所示。

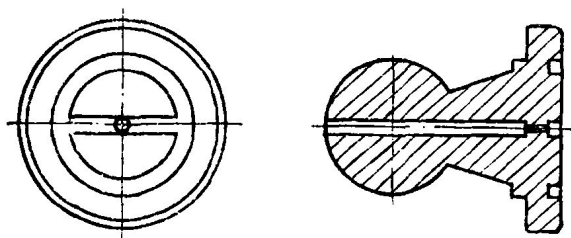


图1-9 瓦尔迪斯泵滑靴结构示意图

j. 主要零件材质情况:

- 壳体——铝金属。
- 转子——铸铁。
- 滑靴——铝合金。
- 柱塞——钢。

(2) 技术性能 瓦尔迪斯泵现有三种排量, 四种变量方式, 共 12 个规格。最大工作压力为 200 巴。据称, 使用寿命可到 5000 小时。售价跟齿轮泵差不多。

表1-3 瓦尔迪斯泵性能表

型	号	25 型	55 型	80 型
理论最大排量	厘米 ³ /转	29	57	81
名义输出流量 1000转/分零压	(公升/分)	27	55	77
转速范围	(转/分)	600~3000	700~3000	800~2500
最大系统压力	(公斤力/厘米 ²)	200	200	200
输入功率 最大流量时 2250转/分 200公斤/厘米 ²	(马力)	33	63	90
重 量 (手动伺服)	(公斤)	9.5	16.3	23.6
总 长 (从安装表面计算)	(毫米)	185	238	238

(3) 变量控制方式：有四种可供选择。

- ①手动伺服控制。
- ②恒压控制。
- ③恒功率控制。
- ④恒流量控制。

(4) 特性曲线。

VARDIS 25、55、80 三种泵的特性曲线如图 1-10, 1-11, 1-12 所示。

实验条件是 2250转/分, 采用 SAE 10 油, 温度 50°C。

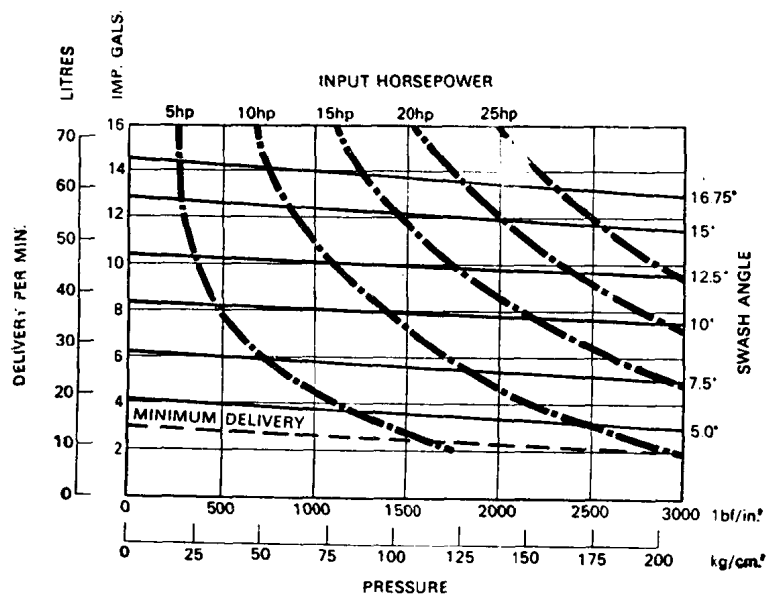


图1-10 VARDIS25 泵特性曲线图

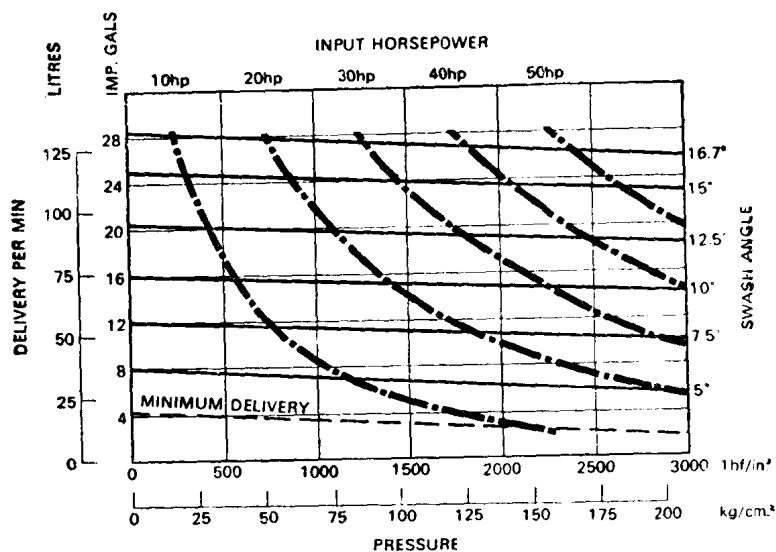


图1-11 VARDIS55 泵特性曲线图

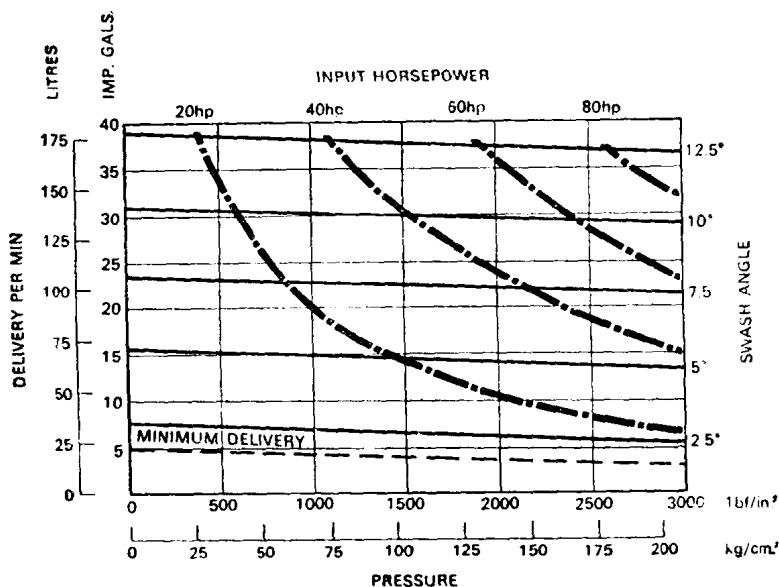


图1-12 VARDIS80 泵特性曲线图

3. 斯佩瑞-维克斯 (SPERRY VICKERS) 公司

它是美资维克斯集团的一部分。世界最大的液压工业垄断集团。

(1) 产品介绍。

参观该公司所属工厂时，曾看到一个经解体的正在研制中的通轴泵新产品。型号为PDV-25型，工作压力为350巴，排量约为50厘米³/转左右。其结构特点如下（此产品无样本及图纸文字资料）：

①转子基体材料钢。柱塞孔内压装（热压）铜套。

配流盘基体也是钢，配流表面镀铜后再涂一层黑色膜，主要起油滑作用。厚0.25微米。运转后，表面黑色层慢慢就磨掉。

③滑靴为粉末冶金件，黑色。平衡油孔 $\phi 0.5$ 毫米左右。特点是在中间及外侧加了四块月牙形辅助支承面，其结构见图1-13。

滑靴与球头配合间隙极小，几乎感觉不出，但滑动自如，无卡住现象。

- ④花键轴齿形为圆柱直齿渐开线型。
- ⑤配流盘结构一般。腰形槽单侧开有三角形过渡槽。
- ⑥柱塞光身无平衡油槽，硬度 Rc50~60。
- ⑦柱塞内填充塑料。据介绍是为减小噪音。
- ⑧供油泵用齿轮泵，齿轮模数小，齿数多，齿轮也较宽。

(2) 简易型通轴泵 PVB 系列：
斯佩瑞-维克斯还生产 PVB 系列简易型通轴泵，应用了粉末冶金缸体和滑履、结构简单、造价低，但使用参数低。国内已有进口样机样品。PVB 系列通轴泵（马达）的主要技术性能详见表 1-4。

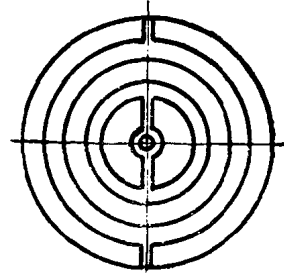


图1-13 维克斯柱塞泵滑靴结构示意图

表1-4 斯佩瑞-维克斯 PVB 系列通轴泵技术性能表

型 号	流 量 1000 转/分时 (公升/分)	工 作 转 速		工 作 压 力	
		额 定 (转/分)	最 大 (转/分)	额 定 (巴)	最 大 (巴)
PVB5-11	10.5	1800	3600	103	207
PVB6-11	13.6	1800	3200	70	140
PVB10-20	20.9	1800	3200	103	207
PVB15-20	31.4	1800	3000	70	140
PVB20-10	41.8	1800	2400	103	175
PVB29-10	61.4	1800	2400	70	140

(3) 维克斯 PO-63 泵介绍：
维克斯 PO-63 型通轴泵是展览会展品之一。其主要技术性能如下：
最大排量：63 厘米³/转
额定压力：连续工作——345巴
 间断工作——500巴
额定转速：500~3000转/分
该泵结构见图 1-14。
结构特点：

- ①三段壳体。光身柱塞。无专门配流盘（缸体与壳体后盖直接配流）。

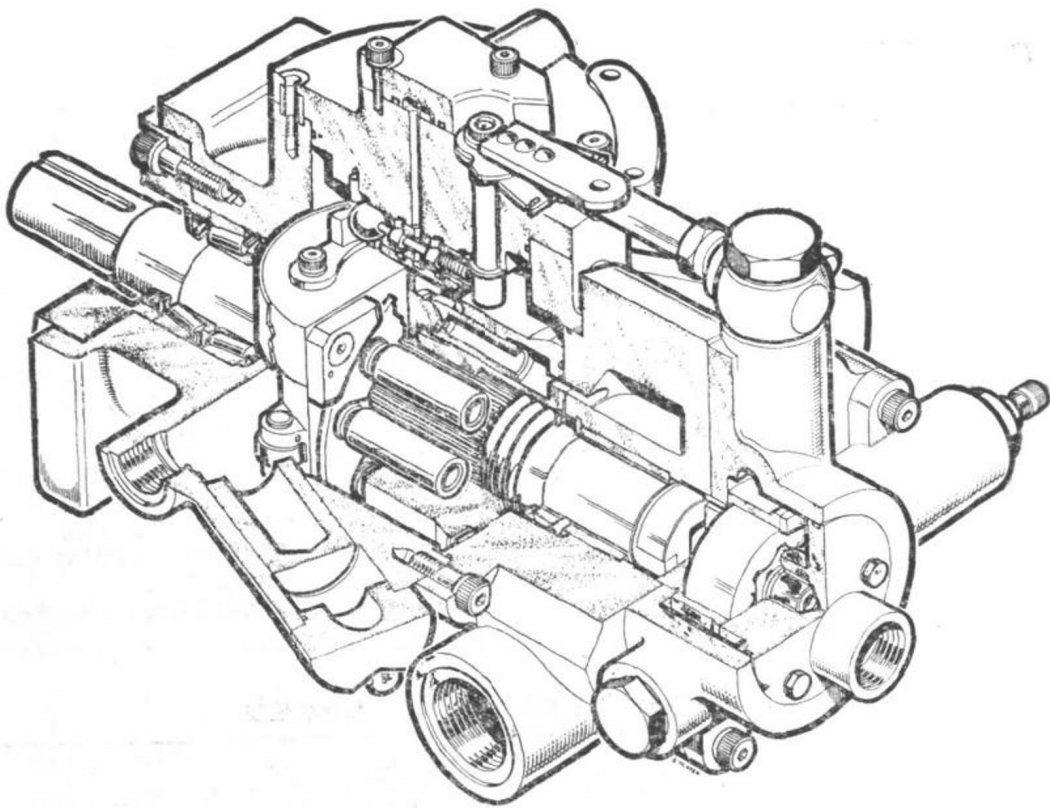


图1-14 维克斯 PO-63 通轴泵结构图

②滑靴与球头一体。

③采用流体动力学滑靴，其结构示意见图 1-15。

滑靴平面在柱塞负荷作用下，产生弹性变形，变成油楔、应用流体动力学原理，在滑靴与斜盘间形成油膜，从而减少磨损，延长寿命。

4. 沃尔沃 (VOLVO) :

沃尔沃公司是瑞典的一大工业集团。在展台上，该公司重点展出了有独特风格的大摆角弯轴型球形柱塞泵（马达），摆角高达 40° ，结构简单、新颖。据介绍，大型球塞弯轴型变量泵在船舶上应用较多。

图 1-16 是沃尔沃公司生产的FII系列定量球塞泵（马达）结构图。

结构特点：

- (1) 采用球形柱塞，用铸铁活塞环密封，尺寸小。
- (2) 无铰结构。缸体传动靠锥齿轮。
- (3) 缸体摆角高达 40° ，因而比同样排量的厚尺寸较小。
- (4) 结构简单紧凑。
- (5) 参数较高，可在高转速下工作。

沃尔沃 FII 系列球塞泵（马达）的技术性能详见表 1-5。

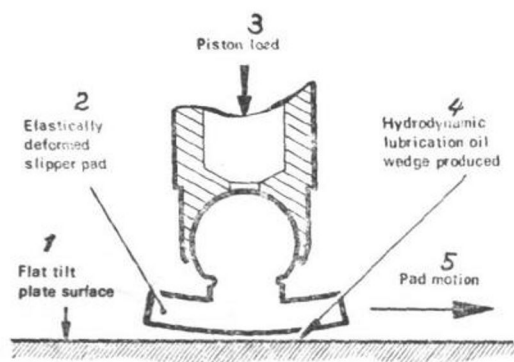
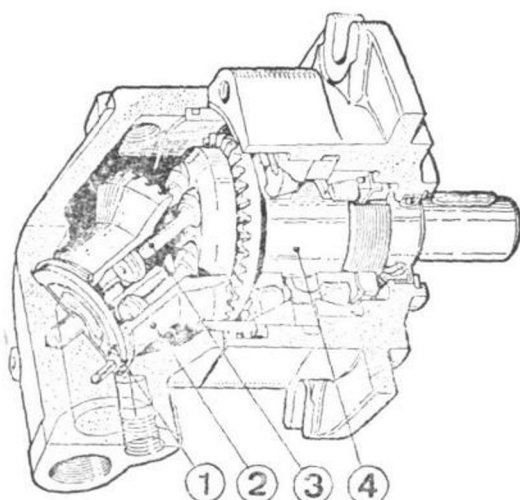


图1-15 弹性流体动力学滑靴结构示意图

1—斜盘平面；2—弹性变形后的滑靴；3—柱塞负荷；
4—产生的流体动力学的油楔；5—滑靴运动方向



1 PORT PLATE 3 PISTON
2 CYLINDER BARREL 4 DRIVING FLANGE

图1-16 沃尔沃F11系列球塞泵（马达）结构图

①—配油盘；②—旋转缸体；③—柱塞；④—驱动凸缘

表1-5 沃尔沃F11系列球塞泵（马达）技术特性表

型 号	排 量 (厘米 ³ /转)	工 作 压 力		工 作 转 速			功 率 (连 续) (千瓦)	扭 矩 100巴时 (公斤·米)	重 量 (公斤)
		尖 峰 (巴)	连 续 (巴)	最 大 (转/分)	连 续 (转/分)	最 小 (转/分)			
F11B-5	4.9	420	350	12000	8500	200	13	0.78	5.0
F11B-10	9.8	420	350	10000	6800	200	20	1.57	7.5
F11C-19	19.0	420	350	7500	5400	150	32	3.02	11.2
F11C-39	38.7	420	350	5200	4200	125	52	6.16	22.5
F11C-58	58.2	420	350	4500	3600	125	68	9.25	25
F11C-78	78.2	420	350	3500	3100	100	85	12.4	39.2
F11C-110	110.1	420	350	3300	2800	100	110	17.5	46
F11C-150	150.0	420	350	3000	2600	100	145	23.9	70

F11系列球泵（马达）使用条件：

- (1) 工作油温：主系统最高温度 75℃；排油温度最高为 90℃。
- (2) 液压系统用油运动粘度 20~30 厘沱 (3°~4°E)。
- (3) 过滤度：高压、不清洁环境下为 10 微米，低压、清洁环境下为 25 微米。

5. 桑德斯朗特 (SUNDSRAND)：

系美资液压公司。展出了用于液压传动系统的通轴泵（马达）和液压变速箱。

图 1-17 和图 1-18 为该公司生产的通轴泵和定量马达外形图。

结构特点：

- (1) 柱塞光身无平衡油槽，共 9 个。
- (2) 采用双盘配流结构，即配流盘（铜）与壳体固定，支承盘（钢）与传动缸体固定，在两盘之间完成配流过程。

表1-6 桑德斯特朗柱塞泵（马达）系列技术规格

系 列	最 大 排 量 (厘米 ³ /转)	最 大 转 速 (转/分)	工 作 压 力		功 率		扭 矩 100巴时 (公斤·米)
			连 续 值 (巴)	峰 值 (巴)	1200 转/分 (马力)	1800 转/分 (马力)	
20	33.26	3800	210	350	6.14	9.21	5.00
21	51.61	3500	210	350	9.54	14.30	8.00
22	69.80	3200	210	350	12.96	19.36	11.00
23	88.98	2900	210	350	16.45	24.67	14.00
24	118.64	2700	210	350	21.90	32.90	19.00
25	165.83	2400	210	350	30.70	46.00	26.50
26	227.28	2100	210	350	42.60	63.00	36.00
27	336.63	1900	210	350	61.67	92.50	53.00
28	558.64	1800	210	350	103.20	154.80	89.00

1. 瑞罗尔液压公司 (REYROLLE HYDRAULICS)

该公司生产的“RH”型泵（见图1-19）采用大轴承结构，结构简单，零件少。图示为手动操纵，还有其它多种变量控制方式。

- (1) 转子与传动轴为一体，用大小二个滚针轴承支承。
- (2) 无配流盘，缸体与泵壳直接配油。

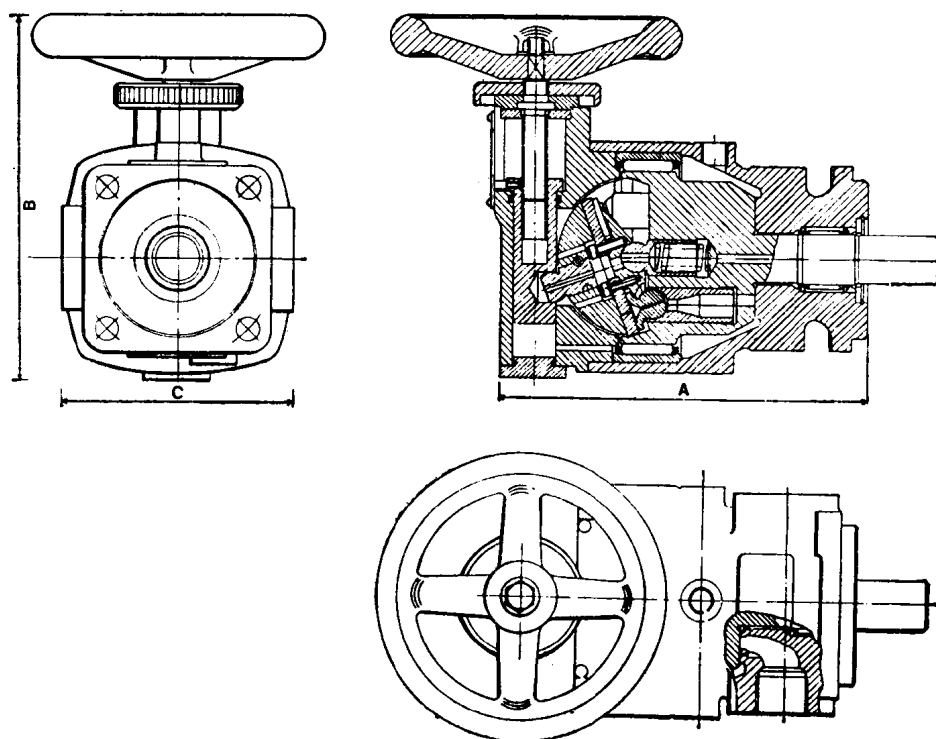


图1-19 RH 泵结构图