

石油化工用泵

第 六 分 册

— 高粘度泵 —



兰州石油机械研究所

055.2

石 油 化 工 用 泵

第 六 分 册

— 高 粘 度 泵 —

华东石油学院 顾永泉编

1975 . 兰州

石 油 化 工 用 泵

第 六 分 册

— 高 粘 度 泵 —

华东石油学院 顾永泉编

1975 . 兰州

内 容 提 要

本书是《石油化工用泵》参考资料中的一个分册，资料主要介绍了国外高粘度泵的发展概况、结构型式及设计计算。

本书介绍了各种输送高粘度流体的容积式泵（主要是转子泵）的作用原理、结构、性能、设计计算和应用。

本书可供从事石油化工用泵的工人、技术人员及高等院校师生参考，也可以供其它使用高粘度泵的部门参考。

石 油 化 工 用 泵

第六分册

——高 粘 度 泵——

兰州石油机械研究所出版
(兰州市七里河区敦煌路167号)
兰州市东方红印刷厂印刷

开本787×1092毫米 $\frac{1}{16}$ ·印张8 $\frac{5}{8}$ ·字数19.8万字

1975年2月出版

定价：1.00元

前 言

石油化学工业，是五十年代迅速发展起来的新兴工业，它在国民经济中占有十分重要的地位。预计七十年代仍将继续获得迅速发展。在国外，它的发展速度超过了工业平均发展速度。

石油化学工业的迅速发展，对石油化工用泵提出了新的更高的要求。例如，要求泵能够长期连续运转，并且安全可靠；一旦发生故障，要能很快排除；制造成本和运转费用要低。为了满足这些要求，欧美各国都很重视石油化工用泵的试验研究工作。近年来，国外的石油化工用泵正向着大型化、高速化、特殊化和自动化方向发展。如流量为每小时6000立方米、功率为1900马力的大型屏蔽泵；转速为每分钟24700转的高速泵；压力为每平方厘米4500公斤的高压计量泵等特殊用泵相继出现。

我国的石油化工用泵的生产，在毛主席的无产阶级革命路线指引下，从无到有，发展迅速，很多产品已有了具有我国自己特点的系列。但是，目前有的产品技术水平较低，有些特殊用泵仍还是空白，因此，还不能满足我国石油化学工业发展的需要。

为了促进我国石油化工用泵的发展，努力赶上和超过世界先进水平，我们遵照毛主席关于“洋为中用”的教导，组织有关单位搜集了国外有关文献，并编译了《石油化工用泵》参考资料，供从事这方面工作的工人、工程技术人员和高等院校师生参考。

资料包括“离心泵的特性换算与抗汽蚀途径”、“泵轴的密封装置”、“耐腐蚀泵”、“计量泵”、“屏蔽泵”、“高粘度泵”和“低温泵、高温泵与高速泵”等分册，并将陆续出版。其中除“耐腐蚀泵”结合我国材料资源情况，介绍了一些我国材料试验数据和选用原则外，其余分册均为国外资料。

资料中的“离心泵的特性换算”部分和“高粘度泵”分册由华东石油学院顾永泉同志编写，“泵轴的密封装置”分册由北京化工学院化机教研室编写，其余分册均由甘肃工业大学水机教研室和兰州石油机械研究所编写。在编写过程中，我们曾得到兰州化工机械研究所顾兆元同志、兰州石油化工机器厂工人大学郑正平同志以及有关院校同志的协助，特在此致谢。

由于我们搜集到的资料有限，加上编写时间仓促，缺点和错误在所难免，恳请读者批评指正。

兰州石油机械研究所
一九七五年二月

目 录

一、概 述	(1)
(一) 高粘度泵在石油化工方面的应用 和 特 点	(1)
(二) 高粘度泵的种类和合 理 型 式	(2)
(三) 国外高粘度泵发 展 概 况	(8)
二、螺 杆 泵	(13)
(一) 螺杆泵的作用原理、分类及特 点	(13)
(二) 单螺杆泵 (密 闭 式)	(16)
1. 单螺杆泵的基本结构及作用原理	(16)
2. 单螺杆泵的性能参数及其换算	(18)
3. 单螺杆泵的设计计算	(21)
(1) 螺杆和衬套尺寸的 确 定	(21)
(2) 螺杆和衬套的齿 廓 (型 线)	(24)
(3) 螺杆和衬套的工作表面积和容积的 确 定	(26)
(4) 轴向力 计 算	(27)
4. 螺杆和衬套的 材 料	(28)
5. 单螺杆泵的结构 型 式	(29)
(三) 双螺杆泵 (不 密 闭 式)	(32)
1. 双螺杆泵的基本结构及作用原理	(32)
2. 双螺杆泵的主要参数	(33)
(1) 螺纹齿形 及 参 数	(33)
(2) 流 量	(35)
(3) 间 隙	(37)
(4) 螺杆 外 径	(39)
3. 不密闭式双螺杆泵的设计计算	(39)
4. 不密闭式双螺杆泵的结构型式	(40)
(四) 三螺杆泵 (密 闭 式)	(43)
1. 三螺杆泵的基本结构及作用原理	(43)
2. 三螺杆泵的性能参数和特性	(45)
(1) 三螺杆泵的理论流量和实际 流 量	(45)

(2) 三螺杆泵的轴功率和效率	(45)
(3) 汽蚀余量	(47)
(4) 泵的特性	(48)
3. 螺杆齿廓型线	(48)
4. 三螺杆泵的设计计算	(50)
5. 三螺杆泵的结构型式	(54)
(五) 五螺杆泵(密闭式)	(55)

三、齿轮泵 (58)

(一) 齿轮泵的作用原理、分类及特点	(58)
(二) 齿轮泵的性能参数及计算	(59)
1. 齿轮泵的理论流量	(59)
2. 齿轮泵的实际流量	(62)
3. 齿轮的修正	(65)
4. 液流脉动现象	(67)
5. 齿轮泵中困油现象	(70)
6. 齿轮泵的吸入条件及转数	(72)
7. 齿轮泵工作室的尺寸	(73)
8. 径向力	(74)
(三) 齿轮泵的结构型式、用途及材料	(75)
1. 齿轮泵的结构型式	(75)
2. 齿轮泵的用途及材料	(80)

四、旋转活塞泵 (84)

(一) 凸轮泵	(84)
1. 凸轮泵的基本结构及作用原理	(84)
2. 凸轮泵的设计计算	(86)
(1) 理论流量	(86)
(2) 液环横截面面积	(87)
(3) 实际流量	(87)
(4) 泵的轴功率	(87)
(5) 泵的转数	(88)
3. 凸轮泵的结构型式	(88)
(二) 偏心转子泵	(92)
1. 偏心转子泵的基本结构及作用原理	(92)
2. 理论流量和实际流量	(93)

3. 流量曲线和流量不均匀度.....	(94)
4. 开口面积和孔内流速.....	(95)
5. 泵的工作机构的主要尺寸的确定.....	(96)
6. 偏心转子泵的结构型式.....	(99)
7. 偏心转子泵的应用范围及零件材料.....	(101)
(三) 三 转 子 泵.....	(102)
1. 三转子泵的基本结构、作用原理及特点.....	(102)
2. 三转子泵的性能.....	(103)
3. 三转子泵的结构型式和材料.....	(104)
(四) 罗 茨 泵.....	(107)
1. 罗茨泵的基本结构、作用原理及特点.....	(107)
2. 罗茨泵的性能.....	(108)
3. 罗茨泵的结构型式.....	(109)
(五) 滑 片 泵.....	(114)
五、 柱 塞 式 计 量 泵	(115)
(一) 泵 阀 的 结 构	(115)
1. 气动推杆强制作用阀	(115)
2. 强制作用转动阀	(116)
(二) 工 作 条 件	(117)
1. 柱塞式计量泵的流量	(117)
2. 净正吸入压头及改善吸入的措施	(117)
3. 泵的转数 (往复次数)	(120)
(三) 柱 塞 式 计 量 泵 的 流 量 调 节	(120)
(四) 用 途.....	(122)
附录 I 粘度单位换算.....	(124)
附录 II 容积式转子泵的一些零件及其计算.....	(125)
参 考 文 献	(132)

一、概 述

近年来, 由于石油化学工业的迅速发展, 需要处理高粘度液体, 高粘度液体的输送、计量和自动化等问题已提到日程上来了。例如在合成纤维、合成橡胶等方面, 需要高粘度泵输送高粘度的原液, 有的甚至在常温时是固体, 在保温状态下的粘度高达几万泊。过去认为不可能输送的高粘度液体, 经过研究和改进, 也可以用泵来输送, 而且这些高粘度泵的结构和性能也有了显著的提高。

所谓高粘度液体, 随着设备和工艺流程的不同, 其称法也不一致, 究竟多少泊以上才称为高粘度液体也没有明文规定。但一般约在10泊以上者才称为高粘度液体^[1]。将输送粘度为10泊以上的液体的泵称为高粘度泵。

(一) 高粘度泵在石油化工方面的应用和特点

在石油化学工业中高粘度泵可用来输送下列各方面的高粘度液体, 详情参见表1—1。

在石油化工方面, 高粘度泵可以用作高粘度液体的增压、输送、混合、计量和抽丝。

高粘度泵所输送的液体往往在常温下是固体, 在反应后保温状态下为液体。因此, 通常高粘度液体在输送时, 不仅是高粘度的问题, 而且往往伴随着高温、高压并有时具有腐蚀性的特点。

为此, 对于高粘度泵, 必须满足下列要求:

- 1) 在高粘度下泵的抽吸性能好, 工作可靠;
- 2) 在粘度和其它工艺条件变化时泵的性能稳定并且计量精确;
- 3) 在高粘度下工作的耐久性好, 材料耐高温、耐腐蚀;
- 4) 结构简单, 便于拆装、清洗和维修。

对于高粘度液体的输送任务, 除了选择最适当的泵型式外, 还必须考虑所输送液体的性质^[2]:

1) 对于缺乏润滑性的液体, 要求泵具有一定的间隙或使接触表面较小, 因为在负荷下要避免过度摩擦与磨损, 液膜的力量是不够的;

2) 对于具有磨削性固体的液体, 选型时应考虑输送悬浮液中固体颗粒不致堵塞或引起过度磨损(零件结构和材料均应符合要求);

3) 对于具有软固体颗粒的液体, 要求泵具有适合于这种固体颗粒通过的间隙, 若固体颗粒脆弱易碎, 选泵时应考虑固体颗粒通过时不予以损伤;

4) 对于剪应力敏感的液体, 要求所选泵具有和缓的动作并且使液体不受高的局部剪应力。通常可限制泵的转速;

表1—1

高 粘 度 液 体 及 粘 度

使 用 部 门	液 体 种 类	液体的动力粘度 μ , 泊
石 油 化 学	重 油	5~30
	煤 焦 油	5~60
	清 漆	50~150
	残 油	20~100
化 学 纤 维	粘 胶	50~100
	醋 酸 脂	500~700
	尼 龙	400~3000
	维 尼 龙	10~300
	聚 脂	1000~8000
	丙 烯 脂	50~1000
	聚 胺 脂	100~1000
塑 料	聚 苯 乙 烯	2000~5000
	聚 乙 烯	10~20000
	聚 丙 烯	3000~40000
	胶 卷 原 液	5~8000
橡 胶	异 戊 橡 胶	3000~4000
	顺 丁 橡 胶	300~1100

5) 对于易损性液体, 要求所选泵能避免液体分解或受机械损伤, 通常可以选用动作和缓的泵或求出不损害产品的泵的最大速度和满足要求的流量。

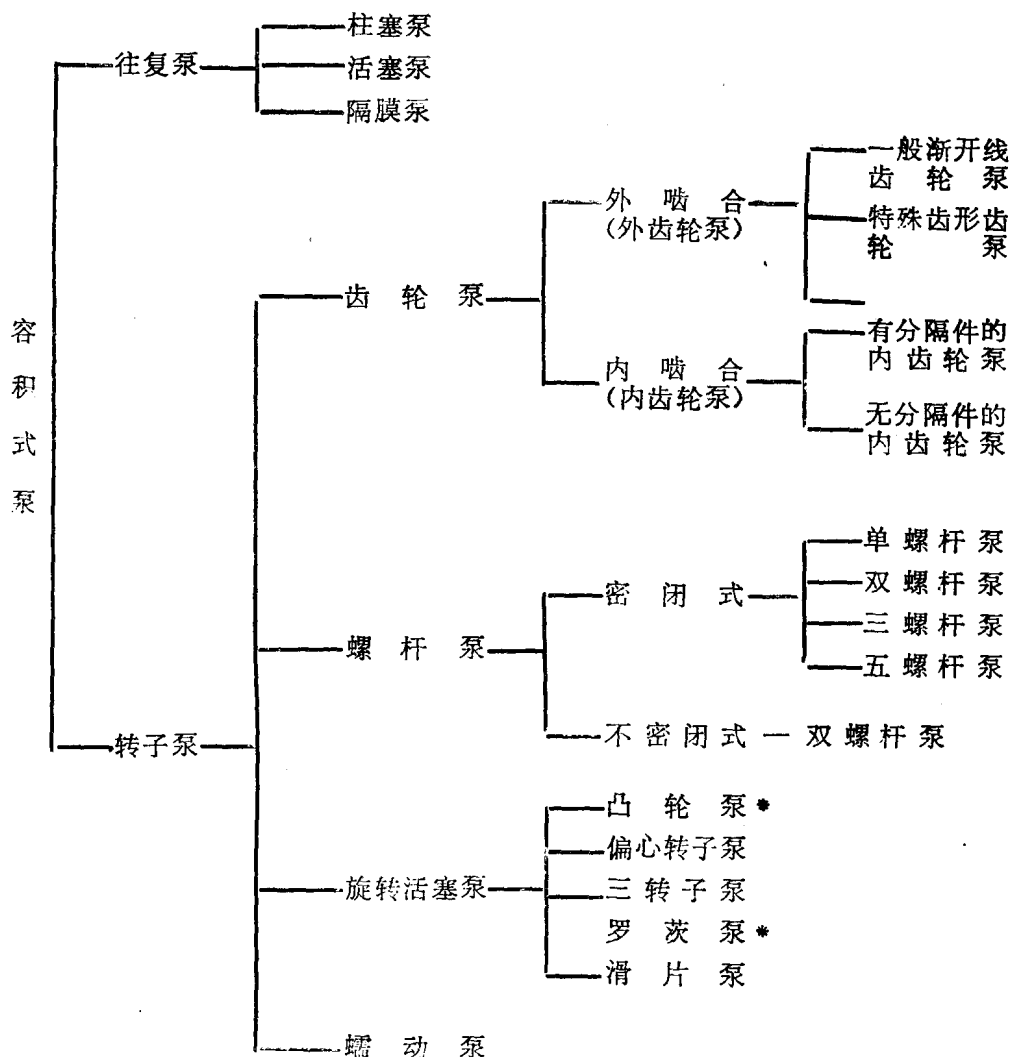
(二) 高粘度泵的种类和合理型式

在输送高粘度液体时, 由于液体粘度较高, 高粘度泵大都是处在层流条件下工作。叶片式泵在高速下工作, 其叶轮要克服较大的粘性摩擦阻力, 这样会导致泵的流量、扬程和效率的降低, 轴功率增大, 更重要的是由于液体粘度较高, 在一般条件下泵不易吸入液体。因此, 在输送高粘度液体时, 通常采用容积式泵。

容积式泵在理论上是在任何给定转速下泵的流量与扬程无关, 液体粘度只是对泵的轴功率有影响。泵的实际流量只是受漏损量限制, 漏损量与泵的间隙和输送液体粘度有关。在输送液体粘度较大时, 由于吸入阻力增大, 在泵中会出现“渠流”现象, 使泵不能立刻吸上液体并充满泵内。因此, 容积式泵适用于粘液输送, 但受到泵的结构和液体性质限制, 都是在低转速下工作。

容积式高粘度泵的种类列于表1—2中。

表1—2容积式高粘度泵的类型。



在输送高粘度液体时可采用各种容积式泵。下面列举船用泵在泵的特性、经济性、效率、吸入性能（汽蚀余量）和泵的重量与外廓尺寸等几个方面对几种主要容积式泵（螺杆泵、齿轮泵、活塞泵）和叶片式泵（离心泵）的比较^[3]。

1. 在泵的特性方面：

为了便于比较，将所有泵的特性作成以排出压力而不是流量作横座标的特性曲线（图1—1）。

*实质上是齿数少的齿轮泵。

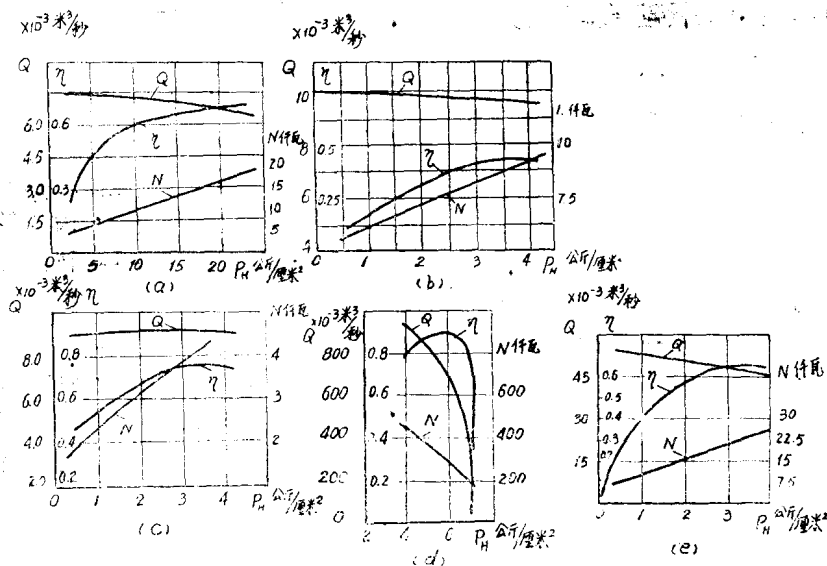


图1—1 各种型式泵的特性曲线

- (a) — 摆线啮合螺杆泵 ($n=1450$ 转/分
 $v=0.076 \times 10^{-3}$ 米²/秒); (b) — 齿轮泵
($n=970$ 转/分
 $v=0.76 \times 10^{-3}$ 米²/秒);
(c) — 活塞泵 ($n=1000$ 转/分); (d) — 离心泵 ($n=960$ 转/分);
(e) — 不密闭式双螺杆泵 (水)。

从图中可以看出，密闭式螺杆泵（图1—1a）、不密闭式螺杆泵（图1—1e）、齿轮泵（图1—1b）和活塞泵（图1—1c）的特性都类似的。因为它们都属于容积式泵。离心泵的特性（图1—1d）由于它的作用原理不同，属于叶片式泵，故与上述泵的特性有很大的区别。

特别明显的是这些容积式泵的流量随排出压力的改变而变化不大（只是增大漏损而已），而离心泵的流量随排出压力的改变而变化，并且变化较大。

所有容积式泵的轴功率随排出压力的增高而增大，而离心泵的轴功率却随排出压力的增高而减小（此时流量降低较厉害）。

所有这些泵也有相同之点，即所有泵的效率与排出压力特性都具有最高效率点。通常，最好设计泵的参数处于该最高效率点。

此外，在低压区内由于水力效率和机械效率不高，泵的效率较低，而在高压区内由于排压超过额定值，容积效率降低，泵的效率也是降低的。

然而，此时活塞泵、齿轮泵和螺杆泵的高效率区较离心泵宽，因此当排出压力与额定值出入较大时采用离心泵的效率较低，而容积式泵在较宽的排出压力范围内工作比较经济。

2. 在泵的经济性方面 效率:

下面列举某些船用泵的效率, 来粗略地说明各种泵的效率大小^[8]。

表1—3 某些船用泵的效率 and 汽蚀余量的比较

指 标	活 塞 泵	离 心 泵	螺 杆 泵		齿 轮 泵
			密 闭 式	不 密 闭 式	
容积效率 η_v	0.825—0.99	0.96—0.98	0.7 —0.96	0.5 —0.9	0.58—0.96
水力效率 η_h	0.85—0.95	0.8 —0.95	—	—	—
机械效率 η_m	0.85—0.96	0.90—0.95	0.85—0.95	0.85—0.95	0.85—0.95
泵 效 率 η	0.5—0.95	0.55—0.9	0.5 —0.9	0.4 —0.8	0.4 —0.8
汽蚀余量 Δh , 米水柱	1.8—2.2	2.0 —3.0	0.8 —1.7	0.8 —1.7	—

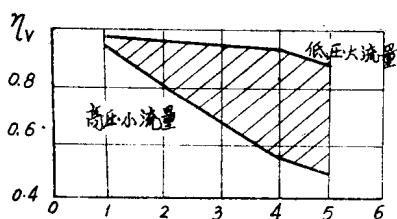


图1—2 各种船用泵容积效率的变化范围^[8]

1—离心泵; 2—往复泵; 3—摆线啮合螺杆泵; 4—齿轮泵; 5—不密闭螺杆泵。

从图1—2中可以看出, 在低压大流量的情况下各种泵的容积效率差别不大, 而在高压小流量的情况下, 不密闭式螺杆泵和齿轮泵的容积效率变化范围较大, 甚至于容积效率为活塞泵的一半。

从表1—3中可以看出, 活塞泵和离心泵的水力效率较低。在活塞泵内从入口到出口存在摩擦阻力、局部阻力产生的水力损失, 还有克服惯性和泵阀的阻力损失, 因此泵的水力效率较低。离心泵与活塞泵类似, 在泵内要克服流道阻力、速度能转变为压力能的能量损失和叶轮与导轮内的绕

流损失。螺杆泵和齿轮泵由于泵内液体流速较低, 泵内水力损失较小, 并通常将它併入机械效率考虑。

从表中可以看出, 在额定范围内工作的离心泵和活塞泵效率较高, 而不密闭式螺杆泵和齿轮泵的效率较低。

但是输送介质的粘度对泵的效率影响很大。尽管离心泵的效率较高, 但是在输送液体粘度较大时泵的效率降低得很厉害(图1—3中曲线5所示, 当 $\nu = 15$ 沲时, $\eta = 10\%$), 而活塞泵(指一般结构而言)在输送液体粘度大于15.2沲以后降低很厉害。因为此时液体粘度对泵阀正常工作妨碍很大, 阀工作规律不正常, 使泵缸充液情况恶化。在液体粘度超过23沲时自动作用阀的工作职能破坏, 甚至停止输送。

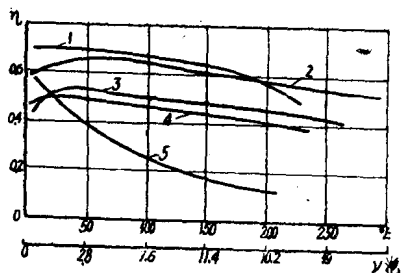


图1—3 $\eta = f(\nu)$

1—往复泵；2—拉线齿廓螺杆泵；
3—不密封螺杆泵；4—齿轮泵；5—高压
泵。

从图1—4中可以看出，活塞泵在高粘度下需要降速程度比转子泵大，不仅效率较低，而且泵的体积利用率也不高。

根据以上所述可以得出，在输送高粘度液体和液体粘度变化范围较宽时，采用螺杆泵、齿轮泵等转子泵比较合适。

3. 在吸入性能方面——汽蚀余量：

从表1—3中可以看出，离心泵和活塞

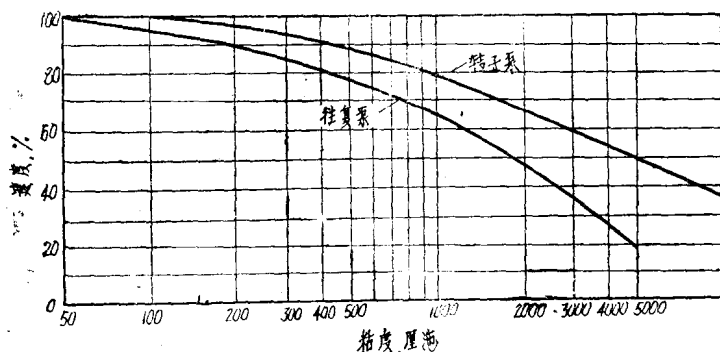


图1—4 在各种粘度下活塞泵与转子泵的转速降低率〔4〕

泵的汽蚀余量较转子泵大。由于液流变形与旋涡产生入口阻力和其它原因，离心泵的汽蚀余量较大（需要采取改善吸入的措施）。活塞泵由于吸入阀阻力和惯性损失较大，泵的汽蚀余量较大（尽管可以采取装空气室来改善吸入情况，但泵的重量和尺寸会增大）。螺杆泵由于无吸入阀、液体轴向流动速度低并且无脉冲，对其吸入条件较为有利，吸入性能要比离心泵和活塞泵好。齿轮泵由于横向流动，在较高圆周速度下离心力会阻碍液体充满泵入口（螺杆泵内液体轴向流动，不会发生），为了改善吸入条件，在输送高粘度液体时必须限制转速使用。

此外，转子泵和活塞泵与离心泵比较，还具有自吸能力。

4. 泵的重量和外廓尺寸：

离心泵、螺杆泵和齿轮泵的工作机构作回转运动，可以与电动机或透平机直接连接。这对泵的重量和外廓尺寸有着有利的影响。

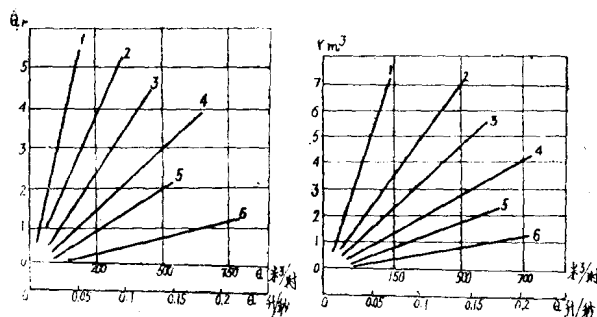


图1—5 各种型式(船用)泵的重量和外廓尺寸的比较〔3〕

1—动力往复泵；2—蒸汽往复泵；3—离心泵 $P > 4$ 公斤/厘米²；4—不密闭螺杆泵；5—摆线啮合螺杆泵；6—离心泵 $P < 4$ 公斤/厘米²。

图1—5所示为各种型式(船用)泵的重量和外廓尺寸与泵流量的关系。

从图中可以看出，在大流量范围内螺杆泵的重量和外廓尺寸的指标，较其他泵有利，其中密闭式螺杆泵比不密闭式螺杆泵好。在小流量范围内，这一差别就不如大流量时明显。

综合以上的分析比较，可以得出：粘度对容积式泵的性能的影响不如叶片式泵大；输送高粘度液体时叶片式泵的效率降低很厉害而且吸入性能也比容积式泵（特别是较转子泵）差；容积式转子泵的重量和外廓尺寸在一般流量范围内与叶片式泵差不多。因此，在输送高粘度液体时采用容积式泵比较经济合理。而对于容积式泵，作为高粘度液体输送用泵采用螺杆泵又比较合适。

作为精确的计量泵，目前大都是采用柱塞式计量泵〔5〕。

它与其它类型泵相比较具有突出的优点，即不管压力、粘度如何变化仍能得到定量排出，并且通过调节行程长度来调节排出量的大小，行程长度与排出流量之间保持十分精确的线性关系。

在低压下输送大流量液体时，转子泵可能是尺寸小、成本费低，但是得不到定量性，而且当液体无润滑性、有强烈化学反应和高压小流量时存在不少问题，不及柱塞式计量泵。

转子泵的转子相互之间、转子和泵体之间存在着摩擦。由于这些部分的磨损、腐蚀会使间隙增大，泄漏量增大，泵的特性不可避免地随使用期限增加而降低。

然而，柱塞泵的柱塞与泵缸不发生接触，不存在泵缸磨损的问题，只需要使填料部分保证密封，就不会影响泵计量精度。

此外，在流量调节方面，大多数转子泵采用调节转数或旁路回注的方法（仅三转子泵可以调节偏心距）来调节流量，但此时必须用流量计来检测流量。然而随着压力、粘度的变化，计量泵的计量性应不随之而变化，也不能随使用年限增长因磨损而降低。可是转子泵的致命弱点就是随着主要零件转子和泵体的磨损而使性能降低。而柱塞计量泵中填料、球阀是易损件，尽管因这些零件的损伤而使泵的性能降低，但一旦更换后，性

能即可恢复。

柱塞式计量泵根据一定的转数或行程长度调节流量，可以不用计量仪表，只需作出转数和行程的刻度并作出校正曲线，泵的调节性能是完全可以信赖的。

转子泵和柱塞计量泵在使用方面的对比列于表1—4中。

表1—4 一般转子泵和柱塞计量泵在使用方面的对比〔5〕

序号	转 子 泵	柱 塞 式 计 量 泵
1	旁路调节时回注液量，高位槽液面或温度发生变化，此时流量也会发生变化，必须经常观察计量的大小。	扬程或粘度变化不会引起流量变化，希望调节流量时可以通过注入时间得知。若使用计时仪表可以自动控制。
2	输送量太小，转子泵有些就不能输送，不得不停下来用手调节，因此不能连续注入。	不管怎样在微量和高压下均可以连续地输送正确的液量。
3	转子和泵体的磨损迅速，要经常修理，妨碍连续工作。当机件磨损，压力升不高，流量变化剧烈。	选用耐腐蚀、耐磨损材料，只要更换易损件即可连续工作。
4	定量输送液体时，同时要使用流量计与调节阀，并且经常观测。	因有定量性，流量可任意给定，不需要计量仪表和调节阀等。
5	不能直接从真空槽内定量排出。	用一般使用方法就可以由真空槽内定量排出。
6	向高压设备注入时无定量性，要保证定量性需要较贵的计量装置。	不管怎样高压，均可定量注入，不需要计量仪表。
7	要求熟练工人拆卸和装配，泵不易清洗干净，拆卸后再次装配调整易出故障。	易于把缸头设计成容易拆装的结构，清洗较简单。

然而，在高粘度液体的定量输送时，齿轮泵与其它柱塞泵比较则脉动少（流量不均匀度较小），与离心泵比较则其排出量不变，并且操作容易。更因结构简单又有价格较低的优点，在合成纤维工业、合成树脂工业中，作为提高生产、降低成本的手段，齿轮泵被广泛的采用〔1〕。

（三）国外高粘度泵发展概况

根据文献上的介绍，国外在输送高粘度液体方面主要采用容积式转子泵。然而，在

各个国家和不同部门里习惯上采用不同型式的转子泵：内、外啮合齿轮泵，罗茨泵、单螺杆泵、双螺杆泵和三螺杆泵、凸轮泵、偏心转子泵、三转子泵和滑片泵等。》

根据不完全统计，将国外各种型式泵输送液体的粘度范围列于表1—5中，仅供参考。

到目前为止，在利用容积式泵输送高粘度液体时采用下列措施（与一般用途泵的不同之处）：

1. 改变泵工作条件适应高粘度液体输送需要

（1）降低液体流速——提高泵的吸入能力和防止超载。

- ①降低泵轴转数以减小转子周速（如齿轮泵、滑片泵、罗茨泵、凸轮泵等）；
- ②降低泵内液体轴向流速——降低泵轴转数（如螺杆泵、柱塞泵等）。

（2）采用泵入口增压——提高泵的吸入能力和计量精度。

- ①采用增压泵（如单螺杆泵与柱塞式计量泵配合，螺杆泵和齿轮泵配合等）；
- ②采用前置螺旋输送机；
- ③采用高位槽；
- ④在流程上布置正压吸入。

（3）高温减粘——减小流动阻力，降低功率损耗并有时改善吸入条件。

- ①保温——保持熔融状态（如纤维用抽丝泵）；
- ②加温——在产品允许和流程可能的条件下采用。

2. 泵结构改进以适应高粘度液体输送

（1）增大吸入侧面积——降低入口液体流速，减小泵入口阻力。

- ①加大吸入管径和泵吸入管接头直径；
- ②增大吸入室面积；
- ③采用双吸式泵。

（2）改变齿形

- ①采用一点连续接触的齿轮，以消除困油空间；
- ②入口边缘修饰——如螺杆泵从动螺杆锐边倒钝，减少磨损并有利于液体吸入；
- ③直齿改为斜齿或人字齿轮；
- ④采用综合齿形——以利于液体充满齿穴，有利于吸入液体（如双螺杆泵）；
- ⑤缩短导程——降低液体轴向流速（螺杆泵）。

（3）改变齿数——如齿轮泵增减齿数。

（4）改变间隙——降低功率损耗和起减震作用（如齿轮泵、螺杆泵、罗茨泵等）。