

# 泵 试 验

〔苏〕 O.B. 亚列缅科著

## 作者序

苏联国家标准 6134-71 “动力泵 试验方法”涉及到许多组织性的和一系列技术性的问题：诸如，新泵的研制程序和研究方法；自吸泵、潜水泵和大型立式泵试验的特殊性；泵的可靠性试验、热态试验与振动试验等等。

本书阐述泵试验人员工作中所碰到的各类问题。编写时，除了参考技术书刊中的有关材料外，还利用了全苏水力机械研究院和某些泵制造厂所积累的经验。书中推荐的，在试验工作中必须遵循使用的许多数据资料，系引自某些外国的国家标准。全部公式和各种量都使用了国际单位制。

本书没有讲述水力学、数理统计学、可靠性理论和泵的一般知识。这也就是说，读者想要看懂本书某些章节中所讲的内容，他应该学过上面所列的几门课程。但是，即使是不具备上述知识时，也能够应用关于试验方面的推荐资料。在这里，只是一般地介绍了一下有关泵的可靠性试验的问题，因为目前关于这方面的经验还比较少。

# 目 录

## 作者序

|                                             |     |
|---------------------------------------------|-----|
| 第一章 泵及其试验的基本知识 .....                        | 1   |
| 第一节 泵的分类 .....                              | 1   |
| 第二节 泵的有因次指标 .....                           | 6   |
| 第三节 泵的相似 无因次指标 .....                        | 26  |
| 第四节 泵的特性 .....                              | 35  |
| 第五节 试验的类型 .....                             | 47  |
| 第二章 泵的试验方法和试验设备 .....                       | 53  |
| 第一节 获得水力特性的方法 .....                         | 53  |
| 第二节 水力性能试验装置的构成原理 .....                     | 56  |
| 第三节 其它用途的试验装置 .....                         | 67  |
| 第四节 试验装置的元件 .....                           | 71  |
| 第五节 水力性能试验装置的计算 .....                       | 78  |
| 第六节 试验装置的设计 .....                           | 85  |
| 第三章 参数的测量 .....                             | 87  |
| 第一节 测量误差 基本概念 .....                         | 87  |
| 第二节 试验结果的极限误差 .....                         | 95  |
| 第三节 函数的误差 .....                             | 99  |
| 第四节 保证参数 .....                              | 100 |
| 第五节 测量误差计算的特殊情况 .....                       | 103 |
| 第六节 足够精度原则 .....                            | 105 |
| 第七节 测量设备 .....                              | 107 |
| 第四章 参数的允许偏差 .....                           | 135 |
| 第一节 参数的制造允许偏差和成品验收允许偏差（制造允<br>差和验收允差） ..... | 135 |
| 第二节 参数的允许运转偏差和允许运转报废偏差 .....                | 147 |

## IV

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 第五章 试验的操作 .....               | 151 |
| 第一节 总的要求 .....                | 151 |
| 第二节 试运转 .....                 | 158 |
| 第三节 水力性能试验 .....              | 159 |
| 第四节 振动试验 .....                | 182 |
| 第五节 自吸试验 .....                | 183 |
| 第六节 其它类型的试验 .....             | 185 |
| 第六章 抽样检查 .....                | 190 |
| 第一节 抽样检查的过渡条件 .....           | 190 |
| 第二节 抽样检查时的试验 .....            | 192 |
| 第七章 可靠性试验 .....               | 193 |
| 第一节 概述 .....                  | 193 |
| 第二节 结构分析 .....                | 195 |
| 第三节 工作条件的分析 .....             | 198 |
| 第四节 破坏过程定量特性的获得 .....         | 200 |
| 第五节 可靠性试验的规划 .....            | 211 |
| 第六节 可靠性检查试验的进行法 .....         | 215 |
| 第七节 可靠性检查试验结果的整理和评定 .....     | 220 |
| 第八节 故障准则的确定 .....             | 221 |
| 第九节 可靠性确定试验的进行法 .....         | 222 |
| 第十节 可靠性试验方面的一些推荐资料和试验结果 ..... | 230 |
| 附录 .....                      | 237 |
| 参考文献 .....                    | 247 |

# 第一章 泵及其试验的基本知识

## 第一节 泵 的 分 类

在本书中，把能够将输入的能量变成滴状液体（其中可能含有固体物质）的机械能，并且具有引进和排出构件的机器叫做泵。

**泵按输入能量的种类分类** 把已有的大家都晓得的泵分成热力的、电力的和机械的。

**热泵** 是由于输送介质本身或者泵元件（它们可能是固体、液体或者气体）的热膨胀而工作的。属于热泵的有：例如，采暖和冷却装置中基于液体对流运动的热虹吸系统。

**电力泵** 可以分成三种型式：电流体动力式（电磁式），这种泵是靠通入导电液体的电流和此流体流过的磁场之间的相互作用而工作的；电火花式，在这种泵中，由于放电区液体局部汽化和体积急剧地增大而把能量传给液体；磁致变形式，此种泵是根据某些液体在电磁场作用下能够改变本身体积的性质而构成的。

**机械泵** 将固体、液体或者气体物质的机械能变成液体的机械能。

**机械泵按作用原理的分类** 既然泵属于动力机械，就应该把反映能量传递机理的动力特征，也就是把泵内主导力的特性，做为它按作用原理进行分类的基础。在液体上和液体中，主要作用有下面几种力：质量力、液体摩擦力和表面压力。根据作用力，可以把泵分成动力式的和容积式的。

**动力式泵** 在这种泵中，惯性和（或者）粘性反映了主导力的本质。流体动力相似的一般定律适用于动力泵的外特性。

**容积式泵** 它是一种机械泵，在此泵中，液体所充占的泵腔周期地改变其容积，而且泵腔同时又轮流地和泵的吸入室与排出室联通，靠表面压力的作用而使液体发生运动。

**容积动力式泵** 这是一种靠质量力和液体摩擦力同时作用而将液体排出的机械泵。

某些书中〔14、16、27〕将常用的机械泵按其作用原理分为叶片式和容积式的做法并不合理，原因是这种分类法立于不同的基础之上。

根据主导力的本质，还可以进一步把动力式泵细分为惯性式的、液体摩擦式的和混合式的（在这种泵中，质量力和摩擦力都起主导的作用）。

**动力式泵按结构特征分类** 应该以泵的工作机构\*的形状及其通流部分内液体流动的特征做为分类的基础。

在动力式泵中，叶片式泵应用最广<sup>⊖</sup>，在这种泵内，液体通过工作轮时，由于惯性力的作用而将能量传递给液体（图1a）。

水力机械基本方程式（欧拉方程式）适用于叶片式泵，这种泵对理想液体<sup>⊖</sup>做功。离心式泵、混流式泵和轴流式泵都属于叶片式泵。

其它类型的动力式惯性泵还有带阀振动泵（图1b）。

带式 and 切向圆盘式泵（图2a和图2b）属于摩擦式泵。虽然惯性力在某些漩涡式泵的工作过程中起相当大的作用，然而应用很广的漩涡式泵仍可以看做是切向圆盘式泵结构上的变型。在漩涡式泵中，液体能量的传递是由于工作轮诱使液体动量产生漩涡交换而完成的。自由漩涡式泵（旋风式）也属于这一类型的泵。

迷宫式泵 是漩涡式泵的变型。在这种泵中，液体的移动是靠带有外螺纹的转子在带有反方向内螺纹的泵体中旋转而造成的（图2c）。

\* 这里所说的工作机构是指泵内除了轴承、密封之外的触液工作元件——译者注。

⊖ 近年来，几家外国公司开始制造抽送含有杂质液体的，带有非圆形工作轮的离心泵，这种工作轮有2~4个从中心向外缘方向的流道。这种泵称为“流道式”的。

⊖ 当液体没有粘性时，也就是说，两个无限靠近的液体质点的速度可相差一有限值，则认为此种液体是理想液体。只有惯性泵才能对理想液体做功，而且还得给出一定的附加条件，其中，对于叶片式泵而言是要先造成一个初始流动。

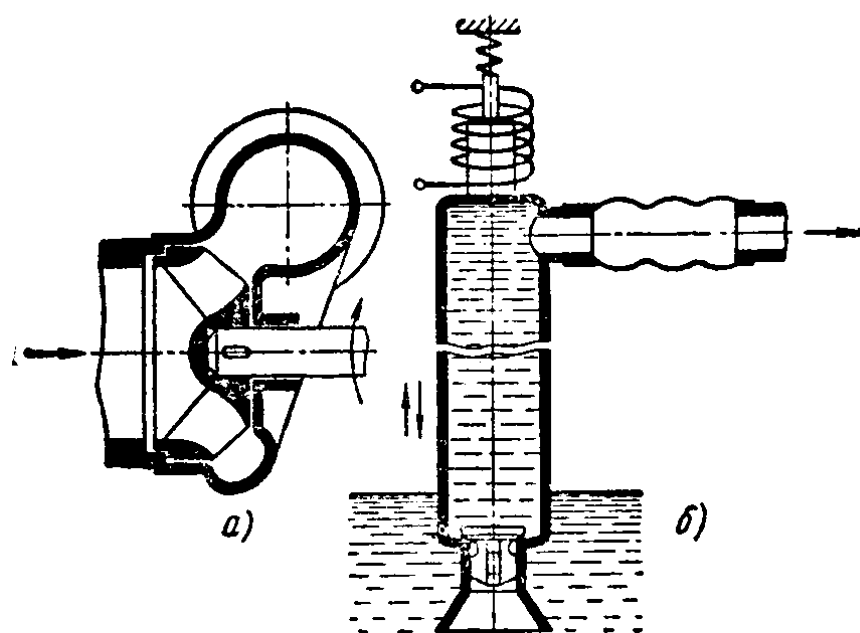


图1 质量力起主导作用的动力式泵简图

a) 叶片式的 b) 带阀振动式的

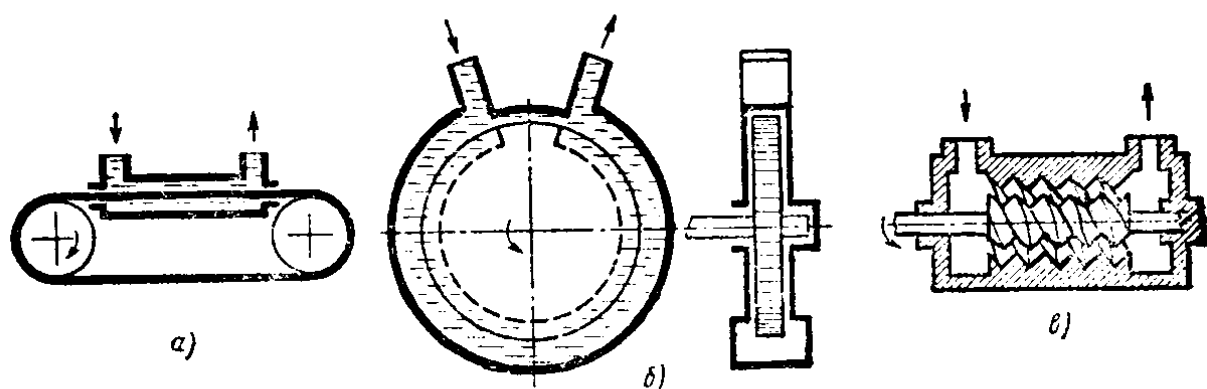


图2 液体摩擦力起主导作用的动力式泵简图

a) 带式泵 b) 切向圆盘式泵 c) 迷宫式泵

在径向圆盘式泵、皮托式泵、无阀振动式泵和射流式泵中（图3），既有质量力作用，又有摩擦力作用。

还可以指出下面一些互无关系的，结构上的分类特征做为上面所做分类的补充。这些结构上的分类特征是：旋转中心线的布置（立式泵、卧式泵或者中心线倾斜布置的泵）；支承的位置和结构（悬臂式泵、具有外支承的泵和具有内支承的泵等）；工作轮的数目（单级泵、双级泵或者多级泵）；吸入室和排出室的结构（半螺旋形吸入室、导翼、肘形吸入室，等等）；泵体的结构

(中开式、节段式，等等)；能否调节；潜入液面下与否；密封型式(软填料、机械密封，等等)；工作轮的结构特征(开式或者闭式，可调叶片式的、双吸的，等等)；有无自吸能力；是否屏蔽；同原动机的连接方式；是否需要进行加热或者冷却；有无诱导轮；装在井中或者在地面上使用；等等。

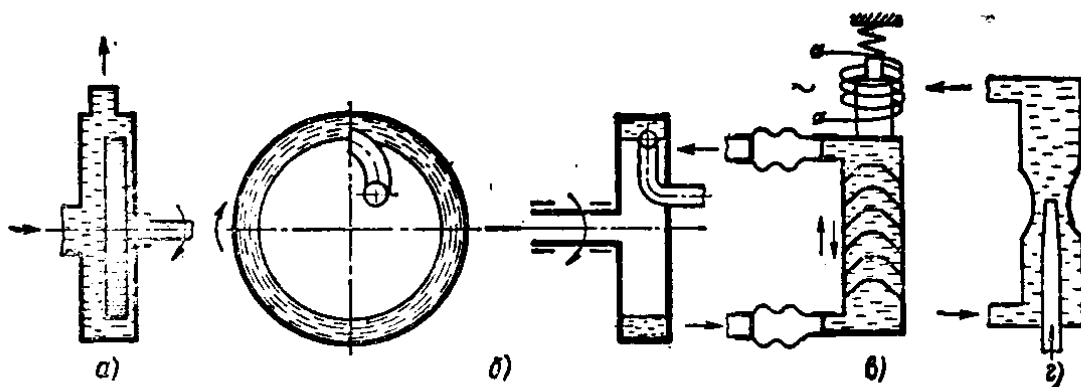


图3 既有质量力又有液体摩擦力作用的动力式泵简图

a) 径向圆盘式泵 b) 皮托式泵 c) 无阀振动式泵 d) 射流式泵

**泵按用途分类** 从原理上讲，这种分类法和上面列举的按各种特征所做的分类完全没有关系。就化工泵而言，这种泵用在化学工业上，它们既可能是容积式泵，也可能是离心式泵，又可能是屏蔽式泵，或立式泵。实际上，一系列用途相同的泵可用前述的分类法分类。本来把用途作为分类的特征时，他们本身就是互不相干的。按泵用途给泵定名的作法很通行，例如：“船用泵”、“动力系统用泵”、“锅炉给水泵”，等等。但大家都知道，锅炉给水泵既可以用在船上，也可以用在发电厂中。

按用途对泵进行分类时，最好以下面三种特征来划分：1. 按技术领域或者使用部门（例如，船用泵、化工用泵、动力工程用泵等）；2. 按泵的直接用途（前置增压泵、锅炉给水泵、混料泵、计量泵等）；3. 按抽送的介质（石油用泵、汽油泵、硫酸泵、海水泵等）。

在制订泵的试验规划、编制试验程序和选择试验方法时，明确泵的类型以及它的用途都是很重要的。

**动力泵按尺寸大小的分类** 泵的有效水功率  $P_{n2}$  或者流量  $Q$

等额定参数都可以做为按尺寸大小对泵进行分类的特征值（见下表）。

| 泵的类型          | 微 型   | 超小型   | 小 型   | 中 型                                       | 大 型                                     |
|---------------|-------|-------|-------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|
| $P_{n2}$ (千瓦) | 0.4以下 | 0.4~4 | 4~100 | 100~400<br>(流量小于<br>0.5米 <sup>3</sup> /秒) | 400以上<br>(流量大于<br>0.5米 <sup>3</sup> /秒) |

泵的参数特性\*及其试验的特点影响泵按尺寸分类的范围。

**微型泵** 这类泵的参数特性和液体的粘度以及温度有很大的关系，原因是它们内部的流动状态通常处于自模拟区之外（参阅下面所述）。此外，由于过流部分的尺寸和形状的工艺偏差，也使同型号中各台泵的特性存在差异。泵越小，特性的参差也就越大。在这类泵中，机械损失在总能量损失中所占的比例特别大。在试验中难于保证流量的测量，特别是机械功率的测量达到较高的精度。根据上述各点，对这一类型的泵，我们不能无条件地推荐使用相似定律进行性能换算，也不允许将某一典型样机的试验结果扩大到同型号的全部产品上去。

**超小型泵** 抽送水时，这种类型泵的特性是相当稳定的，但是，抽送比较粘的液体时，通常，自模拟状态受到破坏。同时，工艺偏差对性能的影响程度也很大。相似理论在这些泵参数换算上的应用受到流动状态，相当大的机械损失以及其它因素等多方面的限制。

**小型及中型泵** 对于这两种泵来讲，在参数试验和性能换算方面积累了大量的经验。

**大型泵** 做这种泵试验的困难很多（投资大的巨型试验装置的建造问题以及现场运转时难于进行参数测量），迫使人们从做实型试验转到进行模型试验<sup>[41]</sup>。

\* 一般情况下，应译成参量试验，为结合国内泵专业习用术语，故译为 参数特性——译者注。

第二节 泵的有因次指标

表 1 中列出了说明泵质量的主要指标。

表 1

| 性 能     | 指 标                                                            |
|---------|----------------------------------------------------------------|
| 功 能     | 抽送介质和辅助介质的特性。传动动力源的参数。角速度或者<br>转速<br>流量<br>扬程<br>功率<br>其它指标    |
| 技术性能    | 效率<br>汽蚀性能<br>重量<br>尺寸<br>自吸性能指标（对自吸泵而言）                       |
| 人类工程学性能 | 外漏泄量<br>噪声级<br>振动值                                             |
| 可靠性     | 故障前的工作时数（ $\gamma$ 百分比和平均值）<br>寿命<br>无故障工作概率<br>技术利用系数<br>存放指标 |

应该分清额定指标和最佳指标。

额定指标 这是泵应该按之运转的指标或者是在运转条件下必须保证的指标。在技术文件中给出的正是这些指标。

最佳指标 从所提出的目的出发，使泵的建造和运转费用与所得到的收益之间的关系最优的指标叫做最佳指标。

额定指标不总是和最佳指标一致。例如，规定某些泵在效率不是最高的工况下应用时，也就是说，从经济角度上看，这种泵的额定工况不是最佳的。

我们把泵效率最高的工况叫做它的“最佳工况”。

除了上表中所列的各项指标之外，还有许多应该在试验中确定的指标，这些指标表明泵对特殊运转条件的适应程度以及它的工作能力。属于前者的有，例如，关阀工作的允许时间，液体倒流作用下的飞逸转速以及单位时间内许可起动和停机的次数；属于后者的是：泵内元件的工作温度，作用在转子上轴向力的大小以及轴承间隙的数值，等等。

表 1 中所列的指标可以分成参数的和概率的<sup>⊖</sup>。

参数指标从数量上反映任何瞬时泵所具有的本身参数。所有的功能指标和技术指标以及表 1 中所列出的人类工程学指标都属于参数指标。

对于每一台泵，这些指标均可以在试验中来确定，其精度取决于测量方法。

概率指标表明和泵可靠性有关的随机事件的时间分布。这些指标只能在泵运转过程中或者对大量同类型泵进行试验的过程中表现出来。

获得参数指标和概率指标的方法有原则上的差异。

**功能指标** 功能是指泵能满足运转要求的能力。根据这些指标来选择泵。即使是有一项功能指标不能适应运转条件的要求，那么，就认为这台泵的质量是不好的。

**抽送介质和辅助介质的指标** 任何一种泵都是用来抽送一定的介质的。介质的性质决定材料的选择和过流部分的形状。此外，对于某些泵，为了保证它们的工作能力，需要另外供给其它的辅助液体或者气体来完成密封、润滑、冷却或者加热、冲洗泄漏液体、防止被抽送的介质进入泵的某些元件中去和减少摩擦损失等作用。

**被抽送介质的化学性质** 决定泵过流部分材料的稳定性（耐腐蚀性）。氢离子浓度指标 $\text{pH} = -\lg c_{\text{H}^+}$  是许多化学性质指标中的

---

⊖ 在表 1 中只列出了在试验时必然涉及的一些性能和指标。因此表中就没有那些表明泵质量的经济方面的设计指标，客观条件性指标——指人类工程学方面的特性，如便于维护性，以及主观条件性指标——评断泵美不美，亦即其外观好坏的指标。

一个， $c_H^+$ 为氢离子浓度(克离子/升)。pH值从量上表明溶液的酸硷性。它的大小对泵元件电化学腐蚀速度有决定性的影响。在室温下 ( $\tau = 22^{\circ}\text{C}$ )， $\text{pH} = 7$ 时，介质是中性的； $\text{pH} < 7$ 时，介质是酸性的；而当 $\text{pH} > 7$ 时，介质呈硷性。

密度  $\rho$  和泵的水功率、转矩以及抽送介质动力作用引起的力成线性关系。当泵抽送密度最大的液体时应该格外地加以注意，因为在这种情况下原动机和泵上零件内的载荷最大。

温度  $\tau$  影响介质的性质，因而也就影响泵的特性、泵零件的磨损和老化速度、材料的强度性能以及泵内各元件的工作能力。温度高于或者低于允许极限时，由于温度变形、元件的机械性能的降低和泵内液体凝固或者结晶，等等都可导致泵丧失工作能力。根据泵的用途来确定其最高或者最低允许使用温度以及同时确定这两个温度指标是非常重要的。用水做泵的试验时，试验方法取决于水的温度。

表2中列出了水温的划分以及泵在不同温度下进行试验和运转的特点。

粘度 液体的粘度取决于分子间的作用力，而且在层流运动状态下表现为液体内的切应力。粘度影响泵的全部参数指标和特

表 2

| 水的状态 | 温 度<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | 泵试验和运转的特点                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 冷 水  | 30以下                          | <p>测量泵的扬程和功率特性时，没有必要精确地测量水的温度，只需注意使水温不要超过<math>30^{\circ}\text{C}</math>。这时，如果取水的密度值为<math>1000\text{公斤/米}^3</math>，由此而产生的误差不会超过<math>0.5\%</math></p> <p>做汽蚀试验时，温度测量精确到<math>\pm 2\text{ K}</math>就足够达到要求了。根据温度测量的这种精度所确定的液体汽化压力的误差为<math>\pm 500\text{帕斯卡}</math></p> |
| 温 水  | 30~50                         | <p>在做参数试验时，为了确定水的实际密度，温度测量精度要达到<math>\pm 5\text{ K}</math>；为了确定汽化压力，要求温度测量精确到<math>\pm 1\text{ K}</math>。如果取水的密度为<math>1000\text{公斤/米}^3</math>，误差可能达到<math>1.2\%</math></p>                                                                                            |

(续)

| 水的状态 | 温 度<br>(℃) | 泵试验和运转的特点                                                                                                        |
|------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 热 水  | 50~80      | 对于这种温度的水，可以用普通的试验装置做试验。但是必须要精确地测量水温：确定密度时，水温测量要精确到± 2 K；确定液体的汽化压力时，水温测量需精确到± 0.5K(温度测量精确到 1 K时，汽化压力的误差达到2000帕斯卡) |
| 高温热水 | 80~105     | 在此温度范围内，由于水的热力学性质的影响，试验得到的汽蚀指标、汽蚀特性和用冷水与温水试验时得到的结果不一致                                                            |
| 过热水  | 超过105      | 水温高于 105℃ 时，不仅是汽蚀性能，而且功率特性也和冷水测得的结果有很大的差异，特别是对于高扬程泵来讲，这种情况更为明显                                                   |

性，同时还影响泵的平衡机构（平衡盘、平衡鼓）和连接零件的工作情况。如果破坏了自模拟状态，随着粘度的增高，则泵的主要工作指标变得越来越坏，因此，确定允许粘度的上限很重要。当泵内有要求用一定粘度的液体进行润滑才能正常工作的零件时（例如，轴承），还应该规定介质粘度的下限。

粘度随外部条件而变化的特性决定于液体是正常液体（通常所说的“牛顿”液体）还是反常液体（“非牛顿液体”）。对于正常液体，其粘度取决于液体的温度与压力。在这种液体中，

切应力与粘度以及速度梯度 $\frac{\partial v}{\partial y}$ 成正比，

即

$$\tau = \mu \frac{\partial v}{\partial y} = \nu \rho \frac{\partial v}{\partial y}$$

式中  $\rho$  ——液体的密度；

$\mu$ 、 $\nu$ ——分别为液体的动粘度和运动粘度（图4）。

反常液体不遵守上述规律。对于这种液体来讲，粘度可能取决于切应力的大小、速度梯度和边界层的厚度。油漆、胶、生物

液体、聚合物溶液、纸浆和原油等物质是非牛顿液体的例子。

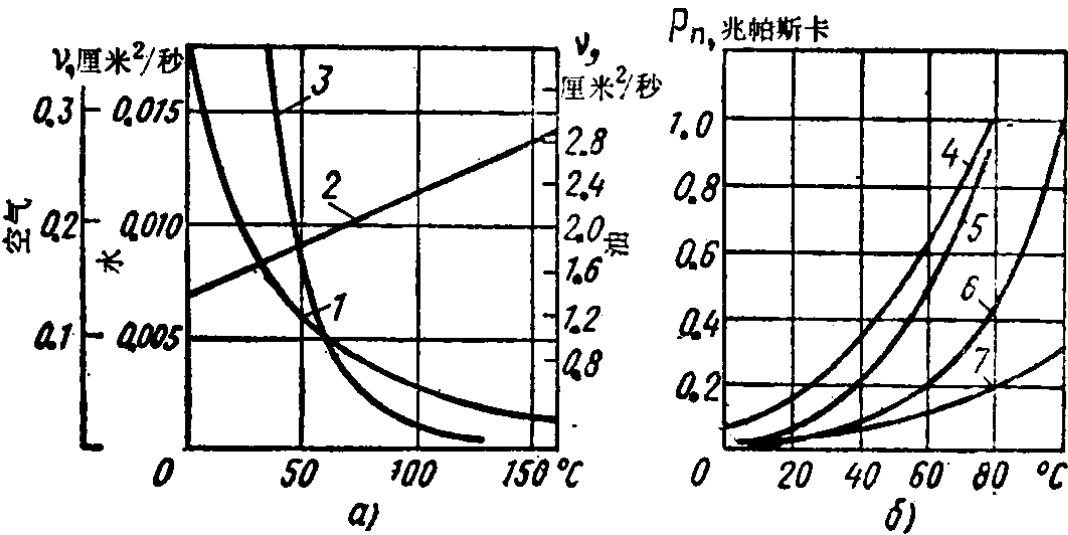


图4 液体的运动粘度v (a) 和汽化压力pn (б) 与温度的关系

1—水 2—空气 3—机油 4—Б-70号汽油 5—酒精  
6—水 7—煤油

液体中的杂质 液体中混合、悬浮物质的浓度对泵的可靠性及其参数有着决定性的作用和影响。浓度有体积浓度、质量浓度和混合浓度之分：体积浓度 $C_v = 100 \frac{V_t}{V} = 100 \frac{\rho - \rho_{ж}}{\rho_t - \rho_{ж}}$ ；质量浓度  $C_m = 100 \frac{m_t}{m}$ ；混合浓度  $C_{\frac{m}{V}} = \frac{m_t}{V}$ 。这三个式子中， $V_t$ 、 $V$  和  $m_t$ 、 $m$  分别是一定体积内固体悬浮物质和固液混合物的体积与质量。 $C_v$ 和 $C_m$ 的数值用%来表示， $C_{\frac{m}{V}}$ 用克/升 或者 公斤/米³来表示。它们之间的关系为

$$C_m = \frac{\rho_t C_v}{0.01 C_v (\rho_t - \rho_{ж}) + \rho_{ж}} = \frac{\rho_t}{\rho} C_v$$
$$C_{\frac{m}{V}} = 0.01 \rho_t C_v$$

式中  $\rho_t$ 、 $\rho_{ж}$ ——分别为液固混合物中固体物质和液体的密度；  
 $\rho$  ——液固混合物的密度。

表3中列出了根据液体中固体悬浮物的含量对液体所做的分类。

对于用来抽送“纯净”液体的大多数泵来讲，必须给出磨粒的最大允许质量浓度 $C_{m\text{дон}}$ ，因为液体中含有这种颗粒应该说是必然的，而非个别情况。应该在最大允许浓度之半（50%）的数值下来确定抽送“纯净”液体泵的可靠性指标。

用泵来抽送含有混合、悬浮物质的液体时，应该给出混合、悬浮物的全部性能（参数）：混合、悬浮物质的种类（纤维物、颗粒、结晶物、微粒、等等）；平均质量浓度 $C_m$ 或者平均体积浓度 $C_v$ （%）；平均莫氏硬度 $H_M$ 和颗粒的平均尺寸 $s$ （毫米）（应该按这些参数来确定和标明可靠性指标）；最大允许质量浓度 $C_{m\text{дон}}$ 或者最大允许体积浓度 $C_{v\text{дон}}$ 以及最大允许颗粒尺寸 $s_{\text{дон}}$ （它们是决定泵工作能力的参数指标）；固体物的平均密度 $\rho_m$ （此数值和颗粒的平均尺寸一起决定泵的参数指标和特性）。

表 3

| 液 体     | 悬浮物的浓度(%)         |              | 混合、悬浮物质对泵指标的影响情况                                                   |
|---------|-------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------|
|         | 质量浓度              | 体积浓度         |                                                                    |
| 非常清洁的液体 | 低于0.002           | —            | 没有任何影响                                                             |
| 相当清洁的液体 | 高于0.002<br>低于0.02 | —            | 磨粒可能影响摩擦副的寿命                                                       |
| 比较清洁的液体 | 高于0.02<br>低于0.2   | —            | 磨粒决定摩擦副的寿命，同时也影响工作机构的寿命                                            |
| 污浊液体    | 高于0.2<br>低于2      | —            | 悬浮物质决定泵的耐久性（寿命）。如果使用抽送清洁液体的泵来抽送这种液体时，泵很快就会丧失工作能力。但是，对参数指标的影响可以忽略不计 |
| 含有杂质的液体 | 高于2<br>低于20       | 高于2<br>低于20  | 悬浮物质决定泵的可靠性指标，并且影响泵的参数指标                                           |
| 液固混合物   | 高于20<br>低于80      | 高于20<br>低于50 | 固体物质决定泵的工作能力和全部指标                                                  |
| 固液混合物   | 高于80              | 高于50         | 固体物质决定泵的工作能力和全部指标                                                  |

液体中气体的含量 液体中气体的含量影响泵的参数指标。可溶性气体影响汽蚀指标；不溶性气体影响泵的全部指标。液体含气浓度的表示方法与固液混合、悬浮物浓度的表示方法类似。对不溶性气体，通常使用体积浓度来表示其浓度。

在正常情况下，气体可以在体积为  $V_{\text{ж}}$  的液体中一直溶解到饱和状态时为止的某气体的体积  $V_z$  正比于绝对压力：

$$V_z = KV_{\text{ж}} \frac{p_2}{p_1}$$

式中  $p_2$ 、 $p_1$ ——溶解开始时气体的绝对压力和溶解终止时的绝对压力。

20℃时，空气在几种介质中的溶解度系数  $K$  的数值如下：在水中， $K = 0.016$ ；在煤油中， $K = 0.127$ ；在工业用润滑油中， $K = 0.076$ 。

饱和蒸汽压 它是用压头〔米或者焦尔/公斤、米<sup>2</sup>/秒<sup>2</sup>〕或者压力（帕斯卡）表示的绝对单位能量（比能），在此能量（压头或者压力）下，液体沸腾。对于单组份液体，每一种温度对应有一定的饱和蒸汽压。但是，对于多组份液体，无法指出给定温度下饱和蒸汽压的肯定值。因此，这种液体的饱和蒸汽压可以用两个指标来表示：汽相和液相体积为某一  $\gamma$  百分比时的饱和蒸汽压和平均饱和蒸汽压。

第一个指标是气相占有汽液混合物的体积为  $\gamma\%$  时液体的单位能量。例如， $e_{\text{ж}}(\tau = 20^\circ, \gamma = 10)$  是温度为 20℃、气相占有体积的 10% 时液体的绝对压头（米<sup>2</sup>/秒<sup>2</sup>）。对于多组份的液体来说，通常给出  $\gamma = 80\%$  时的汽化压力，也就是给出汽相和液相之比等于 4:1 时的汽化压力。

第二项指标表明液体沸腾时的平均单位能量，例如，这时的压力为

$$p_{n, cp} = \int_0^{\infty} \frac{V_n}{V} dp$$

式中  $\frac{V_n}{V}$  ——汽化的液体体积和总体积之比。

动力源的参数 角速度 旋转频率（转速） 传给泵装置的能量可能是电流（交流或者直流）、具有一定压力和温度的介质、燃料和热等。如果泵和原动机在结构上联成一体时\*，还应该给出和标明输入能量的型式和参数。对于电泵\*\*，应该给出电网的电压和频率（应用交流电时）；对于用汽轮机带动的泵，需要指明供给的蒸汽的压力和温度；对于射流泵，应该告知工作液体的压力；对于汉弗莱式泵（内燃泵），应该给出燃料混合物的特性，等等。如果泵是用旋转式的机械传动，则给出角速度（弧度/秒）或者转速（转/分）做为传动动力源的原始参数。

泵全部的有因次参数指标和特性都是按一定的传动动力源参数或者角速度（转速）确定和标明的。

流量 泵流量的概念是表明单位时间内通过泵的液体量。可以用体积、质量和重量等单位进行计量。这样，便相应地有体积流量 $Q_v$ （米<sup>3</sup>/秒）、质量流量 $Q_m$ （公斤/秒）和重量流量 $Q_G$ （牛顿/秒）等三种表示流量的方法。这些流量的计量单位之间存在如下的关系：

$$Q_v = Q = \frac{Q_m}{\rho} = \frac{Q_G}{\rho g} \quad (1)$$

一般采用体积流量，也就是说应把能为用户有效利用的，具有出口压力的液体体积流量作为泵流量。

泵的吸入流量（符号中带有下角1）和由它减去泵本身需要的部分流量和泄漏流量（润滑、冷却、流体静压轴承供液、平衡盘的供液）以后所得的排出流量（符号中带有下角2）之间的关

\* 一般指泵的工作轮置于原动机的转子上——译者注。

\*\* 本书中所说的电泵，是指屏蔽泵，潜水泵、潜油泵而言——译者注。