

# 皮托管泵：结构原理、性能及技术特点解析

侯艳超

上海河图工程股份有限公司设备室 湖北 武汉 430000

**【摘要】**：本文旨在介绍皮托管泵的结构、工作原理，性能及技术特点，对比其与多级离心泵、高速泵应用优势和经济性进行对比分析。在小流量高扬程工况下，皮托管泵因其结构简单、易损件少、维修简单，效率高优点，在石油化工、煤化工、精细化工等工业领域受到业主越来越的青睐。

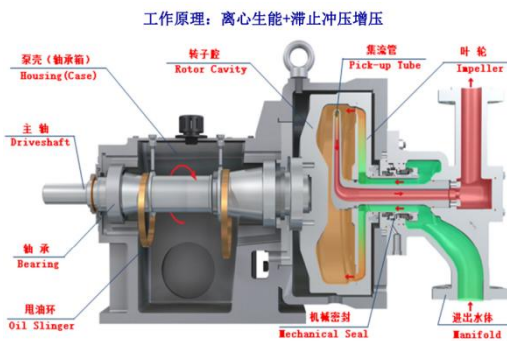
**【关键词】**：小流量；高扬程；皮托管泵；高速泵

DOI:10.12417/2811-0536.26.07.023

皮托管泵俗称旋壳泵、旋喷泵，是一种特殊形式的离心泵。该泵的比转速（衡量泵水力性能的无量纲参数）通常在 30 以内，属于极低比转速的单级高压泵。目前已广泛应用于石油化工、煤化工、精细化工等工业领域，并成功替代了部分高速泵、往复泵以及多级离心泵。

## 1 皮托管泵技术特点

### 1.1 结构及工作原理



如图所示，皮托管泵主要由主轴、轴承、甩油环、轴承箱、转子腔、集流管、叶轮、机械密封及泵盖等部件构成。其结构特点在于传动轴、转子腔及叶轮连接成一体，形成转子，在电机的带动下高速旋转。集流管位于转子腔内部，且静止不动。

皮托管泵的工作原理如下：介质进入叶轮后，随着叶轮高速旋转而获得动能。介质进入转子腔室后，在离心力作用下，动能部分转化为压力能。随后，介质从集流管入口进入，集流管从进口至出口横截面积逐渐增大，介质流速随之降低，进一步将动能转化为压力能。

叶轮和集流管是皮托管内关键的过流部件。通常叶轮流道从入口到出口过流面积基本一致，整个流道

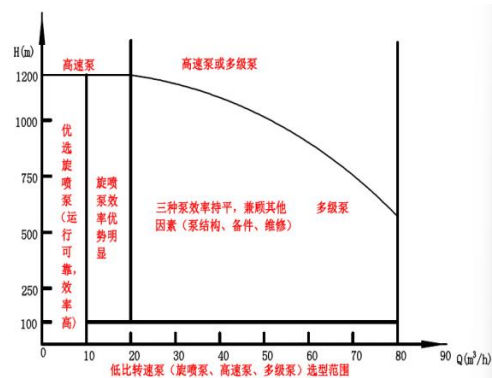
没有扩散损失，出口角度通常为 90°，对输送介质输出的动量矩相对更高，机械能转换率高。

集流管基于滞留增压原理设计的。集流管的内腔和转子腔相当于压水室的扩散管，集流管为流线型，可以减少流体阻力。

### 1.2 适用范围

皮托管泵能覆盖很广的工作范围。通过改变皮托管入口直接、皮托管的根数和电机转速，就能满足不同流量和要成的要求。

图中描述了皮托管泵的流量扬程适用范围和不同流量情况下，皮托管泵、高速泵和多级泵的选型对比。



### 1.3 皮托管的配置

皮托管泵传动方式,可根据用户要求选择驱动电机，联机方式有：直连(不增速)、皮带增速、变频增速和齿轮增速。

采用变频增速方式，电机可以软启动，减少电机瞬间启动时的冲击力，延长泵和电机使用寿命。通过变频调节和出口阀门开度来调节流量和扬程，可扩大泵的使用范围，且节约能耗。

作者简介：侯艳超,男（1988-），河北邯郸人，工程师，从事机泵、粉体等机械设备研究。

采用齿轮箱增速方式, 泵的流量、扬程相对规定, 可通过出口阀调节流量, 但扬程变化较小。

根据介质情况及工艺要求, 可配置符合 API682 的机械密封和辅助系统, 包括常用的: Plan03、Plan21、Plan32、Plan61、Plan62、Plan52、Plan53、Plan54、Plan72、Plan74、Plan75、Plan76 等。

#### 1.4 皮托管泵材质

皮托管泵的转子腔和叶轮通常有碳钢和不锈钢、集流管通常为不锈钢或哈氏合金、轴承箱通常为碳钢、主轴通常为碳钢、O 型圈根据介质和温度确定。

#### 1.5 皮托管泵与离心泵、柱塞泵区别

国内石油化工装置中小流量高扬程泵型有, 多级离心泵、高速泵、柱塞泵和皮托管泵。多级离心泵结构复杂, 多级叶轮串联安装, 承受高压零件多, 占地面积大。机械密封承受压力高, 易损坏, 且泵的效率低。高速泵的转速高, 机械密封寿命短, 配有专门油站, 占地面积大, 易损件多, 维护费用高。柱塞泵输送介质脉动、噪声大, 轴封采用填料, 密封效果差, 需要经常更换, 不适合输送有毒、易燃易爆介质。

皮托管泵的转子腔室随着泵轴一起旋转, 且集流管表面抛光, 大大减少圆盘摩擦损失, 与传统低比转速离心泵相比, 效果更高, 效率对比详见下图:

序号	流量 m <sup>3</sup> /h	扬程 m	皮托管泵	高速泵	多级泵
第一类	0~4	120~600	20%~30%	10%~20%	10%~20%
	4~6		25%~45%	20%~30%	20%~30%
	6~10		40%~55%	30%~40%	30%~40%
	10~20		45%~55%	35%~45%	45%~50%
第二类	4~6	600~1400	25%~40%	15%~25%	选型困难
	6~10		30%~45%	20%~30%	
	10~20		40%~50%	30%~40%	
结论: 由统计数据可知, 皮托管泵在小流量、高扬程领域性能比其他离心泵优秀很多。					

#### 参考文献:

- [1] 董长善, 美国贝克休斯公司的旋转喷射泵[J]. 石油化工技术, 1994, 25(4): 34-36
- [2] 董长善, 国产石化用泵现状浅析[J]. 石油化工设备技术, 1997, 23(5): 40-43.
- [3] 朱卫华, 李合, 王晓东等, 新型小流量高压旋转喷射泵[J]. 2002, 21(5): 49-50.
- [4] 韦华, 石莉, 武全生, 旋壳泵在石化装置上的应用[J]. 设备管理与维修, 2012, 11(1): 31-33.

#### 1.6 皮托管泵的优势

皮托管泵与多级泵、高速泵相比, 优点如下:

(1) 结构简单, 设备安装拆卸方便。

(2) 易损件少, 维护费用低。

(3) 转毂腔和叶轮同步旋转, 且集流管表面抛光, 大大降低圆盘摩擦损失, 效率高。

(4) 机械密封只承受入口压力, 密封流体压力低, 密封端面线速度低, 机械密封的使用寿命长。

(5) 流量扬程特性曲线平滑, 在较宽的流量范围内, 扬程变化小, 不存在“驼峰”现象, 运行范围宽。

(6) 主轴和介质不接触, 无腐蚀, 使用寿命长。

(7) 泵轴悬臂短, 转毂连接处轴径最粗, 具有良好的刚度和强度, 且泵运行时轴向力小, 轴承的使用寿命长。

#### 1.7 皮托管泵的劣势

(1) 皮托管泵的 NPSH3 值 (即必需汽蚀余量, 衡量泵抗汽蚀能力的指标) 高于普通离心泵, 抗汽蚀能力较差, 对安装条件有一定要求。

(2) 从结构上看, 卧式皮托管泵在检修时, 需要人工拧开泵底部的螺塞孔排放介质, 无法实现自动密闭排放。因此, 当输送易燃、易爆、有毒介质时, 卧式皮托管泵的应用受到限制。此时, 可选择立式皮托管泵, 立式皮托管泵底部设有法兰形式的排液口, 便于介质排放。

#### 2 结语

通过介绍皮托管泵的结构原理、性能和技术特点, 并与多级泵和高速泵进行对比, 可见在小流量高扬程工况下, 皮托管泵因其结构简单、易损件少、维护简便、效率高等优点, 在石油化工、煤化工和精细化工等领域受到越来越多业主的青睐。