

提高潜污泵机械密封可靠性研究

金雷，胡薇

(合肥三益电机电泵股份有限公司，安徽合肥 230011)

摘要：针对蜗壳式潜污泵扬程较高、密封性能要求较严等特点，对机械密封的泄漏量进行了定量分析，提出了解决泄漏的方法，从而提高机械密封的可靠性、减少泄漏量，保证潜污泵安全运行。

关键词：潜污泵；机械密封；泄漏；PTEE 密封

中图分类号：TK730.725 文献标识码：A 文章编号：1005-6254(2003)06-0015-02

0 引言

随着城市供水及污水处理的迅速发展，蜗壳式潜污泵已得到广泛运用。此类泵的扬程比较高，扬程大多超过 10 m，有的已达到 54 m。因此，蜗壳式潜污泵的密封就显得非常关键。潜污泵一般采用机械密封作为主要密封件。机械密封的高精度、合理的结构、正确的安装对潜污泵的密封起着重要的作用。

机械密封很难做到零泄漏。德国 BURGMNN 公司规定的泄漏量为：

$$Q = 7.5 \times 10^{-5} \cdot \frac{(D+d)^3}{\ln(\frac{D}{d})} \cdot (1+0.0013D)^3 \cdot n^{1.9} \cdot \eta^{-0.1} \cdot (K + P_f / \Delta P)^{-0.9} \cdot \Delta P^{0.1} \quad (1)$$

式中 n 为转动部件的转速，r/min； D 为转动部件的直径，mm； ΔP 为密封的压差，bar； η 为恩格尔粘度系数，Pas； P_f 为密封面的正压力，bar。与我国泵用密封的标准 (3ml/24h) 相近。

从上式可以看出泄漏量与转动部件的转速、直径，密封的压差成正相关因素。而与密封介质的恩格尔粘度系数及机械密封面的正压力成负相关因素。对潜污泵来说，除减小压差外，转速、正压力、粘度都不可能改变。因此，只有从减小机械密封的密封压差着手，探讨提高潜污泵机械密封可靠性的方法。

1 机械密封泄压技术

机械密封泄压技术是将机械密封承受的密

压差从扬程形成的压力减小到进水池的水位形成的压力，见图1。

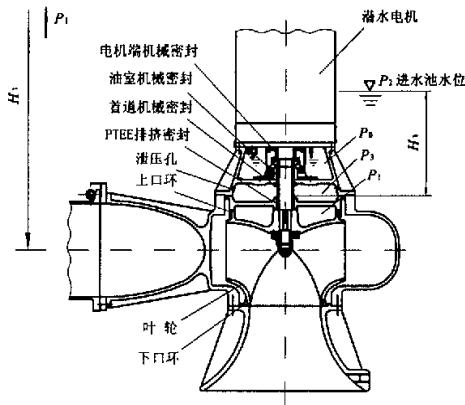


图 1 机械密封结构

图中 P_1 ——由水泵扬程形成的水压力

$$P_1 = P_0 + \frac{H_1}{\rho \cdot g} \quad (\text{kg/cm}^2);$$

P_2 ——由进水池静压形成的水压力

$$P_2 = P_0 + \frac{H_2}{\rho \cdot g} \quad (\text{kg/cm}^2);$$

P_3 ——首道密封墙内的水压力 (kg/cm^2)；

P_0 ——密封油腔内的压力 (kg/cm^2)。

PTEE 排挤型密封和口环密封，使水泵高压腔进入首道机械密封腔的泄漏量减小。在首道机械密封腔的上部设置有泄压孔，该泄压孔与进水流道连通。泄压孔的流阻小于 PTee 排挤型密封的流阻，按伯努里方程，流经首道机械密封腔内的泄漏量为：

作者简介：金雷（1969-），男，安徽合肥人，工程师，主要从事水泵设计。

$$q = \sqrt{\frac{P_1 - P_2}{\rho \cdot g(\xi_1 + \xi_2)}} \quad (\text{cm}^3/\text{s}) \quad (2)$$

而首道密封腔内的压力为：

$$\frac{P_3}{\rho \cdot g} = \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \xi_2 \cdot \frac{P_1 - P_2}{\rho \cdot g(\xi_1 + \xi_2)} \quad (\text{cm}^3/\text{s}) \quad (3)$$

由于排挤型密封 PTEE 的流阻系数 ξ_1 远远大于泄压孔的流阻系数 ξ_2 , 即 $\xi_1 \gg \xi_2$, 式(3)中右边第二项近似为 0, 因此, $P_3 = P_2$ 。也就是说设置泄压装置后, 首道密封腔内压力由扬程 H_1 产生的压力 P_1 减小为进水池淹没深度 H_2 产生的压力 P_2 。蜗壳式潜污泵进水池淹没深度仅为 2~3 m, 而扬程可达到 10~60 m。因此, 作用在机械密封上的压差 $\Delta P' = P_3 - P_0 = P_2 - P_1$ 。而设有泄压装置时的压差为 $\Delta P = P_3 - P_0 = P_1 - P_0$ 。可见, 机械密封上承受的压差 $\Delta P'$ 仅为不设置泄压装置的压差 ΔP 的 1/5~1/2, 按(1)式计算机械密封的泄漏量接近于零。其次, 由于设置了 PTEE 排挤型密封, 其泄漏量很小, 不会影响泵的流量。

2 组合式机械密封

在油室内部(介质为机械油)及外部(介质为污水), 设置了反装串联的二道机械密封(即油室机械密封, 见图 1), 一方面减小机械密封偶然事故发生的概率, 另一方面可进一步减小压差 $\Delta P'$, 有利于进一步减小机械密封的泄漏量。

3 口环和 PTEE 排挤型密封

口环的设置, 使设有泄压装置的机械密封装置完全排除了污水中塑料袋、麻绳等纤维杂物缠绕在机械密封上的可能性, 改善了机械密封的工作条件。同时, 防止了纤维物堵塞在密封腔内形成膨胀轴向力增大而损坏推力轴承的现象。

PTEE 排挤型密封的设置, 减小了泄漏量, 并且适应于高温、腐蚀性流体、含磨粒流体等苛

刻条件下的密封, 寿命极长。PTEE 密封可设计成螺旋密封结构, 其密封系数可按下式计算:

$$K_s = \frac{6(K_2 - 1)\tan \beta}{K_2^2 \tan^2 \beta - 4} \quad (4)$$

式中 β 为螺旋角, K_2 为间隙比。

以螺旋角 β 为变量按式(4)作出不同 K_2 时的 K_s 图表, 见图 2。由图很容易求得任意 β 角时的最大密封系数 K_{smax} 所对应的 K_2 值, 该值即是最佳的 K_2 值。由此便可确定最佳螺旋尺寸。由图 2 可以看出, 当螺旋角 β 超过 13° 后, 密封系数最大值不再有明显变化。螺旋角 β 和间隙比 K_2 在相当大的范围内, 密封系数 K_s 变化不大, 表明螺旋几何尺寸设计的自由度很大。

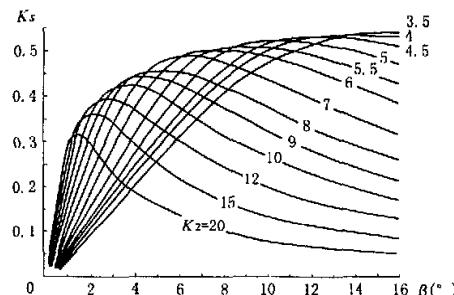


图 2 密封系数 K_s 与螺旋角 β 的关系

4 结论

以上几项机械密封技术, 已在北京高碑店污水处理厂 600WQ, 扬程 20 m, 功率 250 kW 蜗壳式潜污泵, 合肥自来水厂、胶州自来水厂 300WQ, 扬程 50 m, 功率 185 kW 蜗壳式潜污泵上成功应用, 效果十分显著。

参考文献:

- [1] 李诗久. 工程流体力学[M]. 北京: 机械工业出版社, 1980.
- [2] 关醒凡. 现代泵设计手册[M]. 北京: 宇航出版社, 1995.

Research on Improving Mechanical Seal Reliability and Reducing Leakage

JIN lei, HU Wei

(Hefei Sanyi Electrical Motor& Pump Co.,Ltd. Hefei, Anhui 230011, China)

Abstract: Because of the higher head of sewage submerged pump, the performance of the mechanical seal become very important to the sewage submerged pump. The author of this paper done quantitative analysis to the leakage of mechanical seal, put forward the method of reducing the leakage. It improved the reliability of mechanical seal and reduced the leakage, assured that the sewage submerged pump can work safely.

Key words: Sewage submerged pump, Mechanical seal; Leakage; PTEE seal ring