

纯水外啮合齿轮泵磨损机理研究

袁子荣, 孙春耕, 张自华

Investigation of Tribological Sensitivity of Water Hydraulic Gear Pump

YUAN Zi-rong, SUN Chun-geng, ZHANG Zi-hua

(昆明理工大学 流体控制工程研究所, 云南 昆明 650093)

摘要: 污染磨损是液压泵寿命的决定因素, 该文介绍了液压泵污染敏感度理论, 分析外啮合齿轮泵的主要磨损机理, 并利用所述的磨损机理提出各种控制磨损策略。

关键词: 纯水外啮合齿轮泵; 污染敏感度; 容积效率; 磨损机理

中图分类号: TH137 文献标识码: B 文章编号: 1000-4858(2007)12-0058-03

0 引言

在一个液压系统中, 液压泵是系统的动力元件和心脏, 它总是工作在重载高速条件下, 其技术水平在一定程度上代表了整个液压技术的水平。近 10 年来, 现代水压驱动技术得到了迅猛的发展, 正逐渐形成一门新的理论、学科和产品体系。外啮合齿轮泵具有结构简单、制造容易、成本低、体积小、重量轻、工作可靠、转速范围大等优点, 被广泛应用于各类液压系统中。但齿轮泵的零件存在磨损后不易修复, 互换性差等缺点。对应用于纯水液压系统中的齿轮泵, 更有必要对其磨损机理进行研究, 以便设计出性能更好的产品, 进一步推动现代水压驱动技术的发展。

1 液压泵污染敏感度理论

美国俄克拉荷马州州立大学流体动力研究中心 E. C. Fitch 教授提出了液压泵污染磨损理论, 该理论的基本出发点是所有的液压泵对于油液中的颗粒污染物具有一定程度的敏感性。在一定污染条件下, 液压泵性能的下降率决定于液压泵的污染敏感度和污染物侵入液压泵的速率, 即:

$$\frac{dP}{dt} = - S_i \frac{dN_i}{dt} \quad (1)$$

式中 P ——液压泵的性能参数

N_i ——尺寸区间为 i 的污染颗粒数

t ——时间

S_i ——液压泵对尺寸区间 i 污染颗粒的敏感度系数

液压泵的污染敏感系数 S_i 可以通过污染敏感度

试验求得。运用上述公式及试验数据, 可以计算和预测在现场使用条件下液压泵的污染磨损寿命。

2 液压泵容积效率与磨损关系的理论探讨

泵的主要工作性能是机械效率和容积效率。实际使用中, 容积效率的值比较大, 液压泵中所有元件组合的工作取决于泵的容积效率的变化。

取容积效率为泵的主要参数, 根据效率值的变化和它的降低程度来评价污染物的硬度、尺寸、浓度、以及压力和结构对泵工作性能和寿命的影响。泵的容积效率可用下式表示:

$$\eta_v = \frac{Q_F}{Q_t} = 1 - \frac{\Delta Q}{Q_t} \quad (2)$$

式中 η_v ——泵的容积效率

Q_F ——泵的实际流量

Q_t ——泵的理论流量

ΔQ ——泵的泄漏量

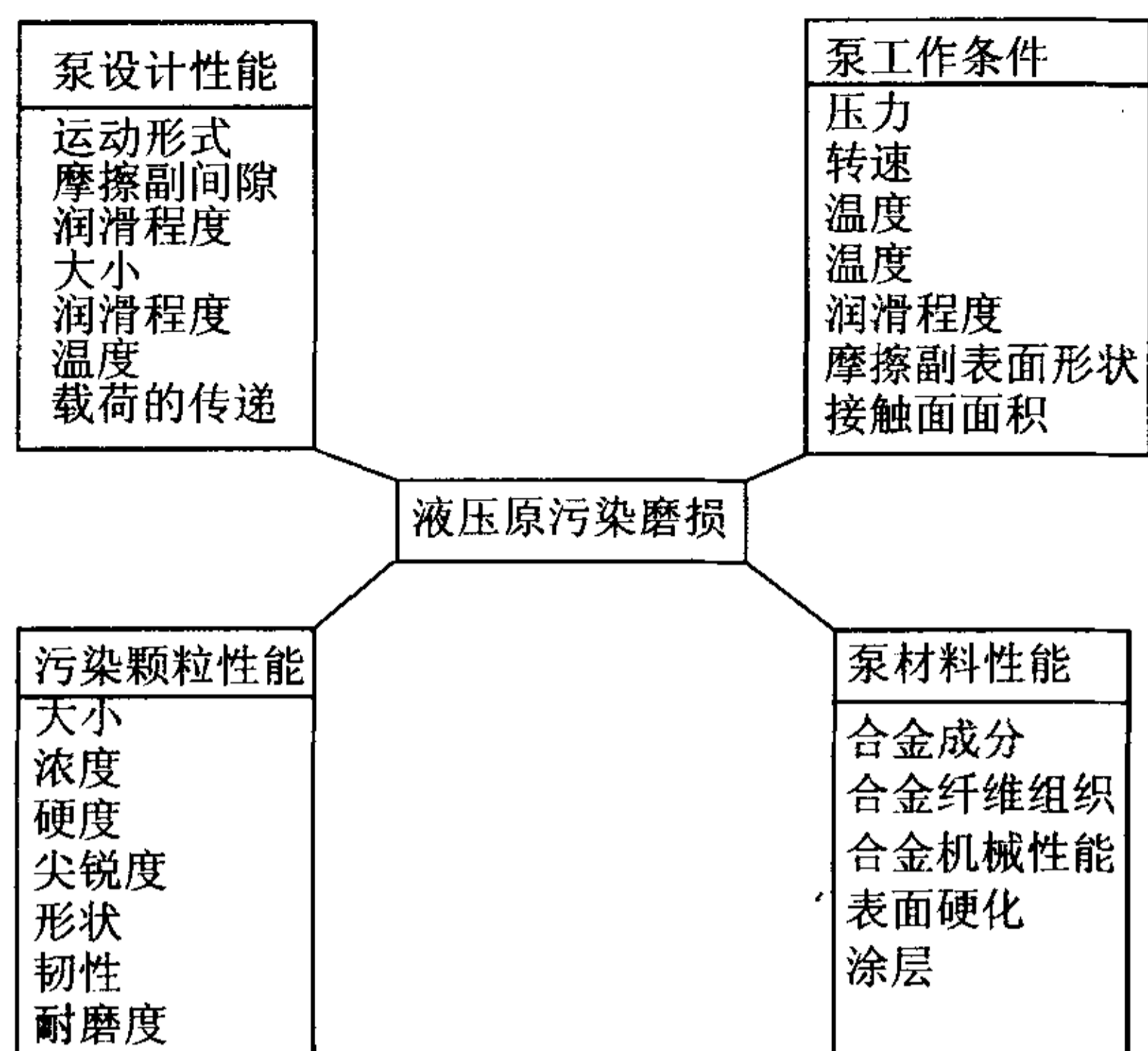
若取外啮合齿轮泵为研究对象, 在工作液体内污染对泵工作性能影响的研究就简化为研究齿轮、压紧衬套和壳体之间的间隙变化。

3 外啮合齿轮泵污染磨损机理

由于影响液压泵污染磨损的因素众多, 导致了液压泵污染磨损研究的复杂性。图 1 表示了影响液压泵污染磨损的各种参数。显然, 系统分析是进行液压泵污染磨损研究的有效方法。

收稿日期: 2007-03-13

作者简介: 袁子荣(1938—), 男, 云南文山人, 教授, 主要从事流体传动及控制技术的教学和研究工作。



外啮合齿轮泵污染磨损问题实质上是润滑条件下滑动接触的磨粒磨损问题。研究磨粒磨损,特别是研究润滑状况下的磨粒磨损中面临的困难,在于液压泵污染磨损的复杂性与多变性。也就是说液压泵的磨损问题,不只有一种磨损机理起作用,有磨粒和非磨粒、粘着和非粘着的混合磨损机理,也有疲劳、切削、冲刷、反复塑性变形、断裂、剥层、氧化和腐蚀等磨损机理。更有甚者,由于外部条件及内部条件的变化,在磨损过程中,往往这些起作用的机理,还会从一个机理为主转到另一个机理为主。概括起来,液压泵污染磨损机理主要有疲劳磨损机理、粘着磨损机理和腐蚀磨损机理等。

1) 疲劳磨损机理

颗粒污染物在元件表面有周期性的载荷作用,使接触区产生很大的弹性和塑性变形及应力,从而使材料导致裂纹和分离出微片或颗粒。图2显示了疲劳磨损发生过程。

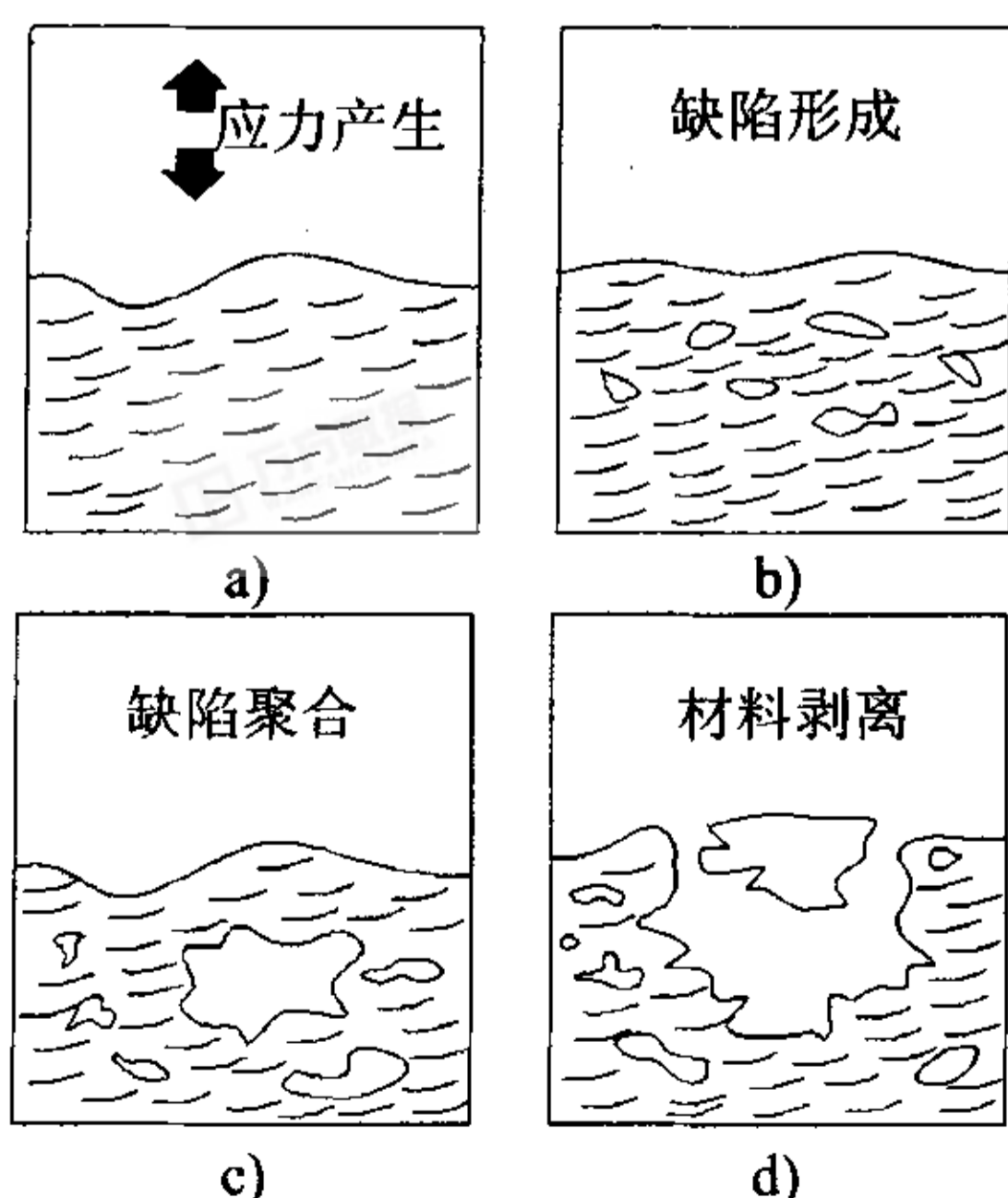


图2 疲劳磨损的过程

- a. 材料发生弹性变形和塑性滑移,使元件表面产生应力;
- b. 元件工作时在硬的表面上,或在表面层下,一些小的缺陷扩大;
- c. 缺陷连成一体形成了较大的空间,削弱了表层的材料;
- d. 表面材料逐渐剥离。

2) 粘着磨损机理

当两个相对表面的凹凸不平处或细微粗糙区之间的油液和无机物薄膜层全部被挤出时,就发生粘着磨损。所谓表面粗糙度,一种简单的定义是指元件表面上凸出部分的高度,两个表面的紧密接触导致凸出部分发生熔合,如图3a所示。

当凸出的部分因移动而相互分离时,微小的熔合点常发生不对称的破碎,屈服强度较低的材料就被剥离。当这种熔合点同时大量产生时,则表面就再也不能相对移动了,这时元件即被卡住。

3) 腐蚀磨损机理

腐蚀按其特征可分为单体、两体和三体腐蚀。它能导致元件或因表面材料被迅速切削而磨损;或因疲劳速率加快而损坏,发生后一种现象的过程通常要比材料被切削掉慢,如图3b所示。



a) 粘着

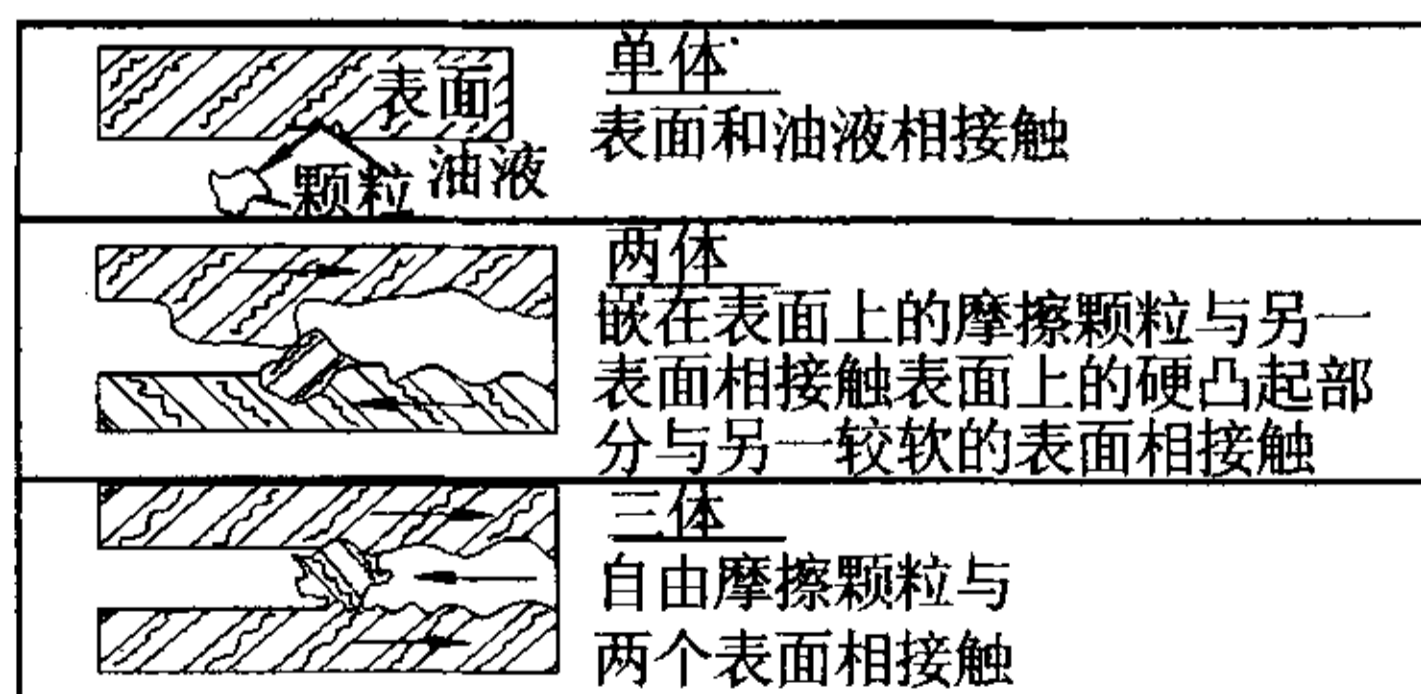


图3 磨损机理

4 纯水外啮合齿轮泵主要零件的磨损控制与润滑设计对策

(1) 提高零件表面加工质量,特别是降低表面粗糙度能极为有效地改善润滑、降低磨损。根据零件工作表面和水液压元件的实际情况,在选择更高加工质

二次调节静液传动液压抽油机液压系统设计

姜继海, 刘宇辉

Hydraulic System Design of Oil Pumping Unit with Secondary Regulation Technique

JIANG Ji-hai, LIU Yu-hui

(哈尔滨工业大学 机电工程学院液压与气动研究室, 黑龙江 哈尔滨 150001)

摘要:基于二次调节静液传动技术设计提出的液压抽油机能够实现重物势能的回收,降低了系统的装机功率,介绍了二次调节液压抽油机的设计步骤和方法,完成了样机试制,为节能型液压抽油机的设计提供了参考。

关键词:二次调节; 液压抽油机; 液压蓄能器; 节能

中图分类号: TH137 文献标识码: B 文章编号: 1000-4858(2007)12-0060-03

引言

二次调节静液传动系统具有控制特性好、提供重力势能和制动动能回收的可能性等优点得到广泛的应用。基于该技术提出的二次调节液压抽油机具有节能效果显著、生产效率高、安全性好等优点。与机械式抽油机比较二次调节液压抽油机具有以下优势:①能方便地实现对负载下降过程中的重力势能进行回收,回

量的同时,为全面解决磨损问题,还需综合采取其他对策。

(2) 油、水分离润滑。早期的水液压元件曾经采用油水分离的办法解决润滑问题,即液压工作介质为水、润滑介质仍然用工业润滑油,两者从结构上隔离密封。这种方法主要解决轴承润滑问题,对元件的工作表面,如齿轮表面、侧板与缸体配合表面等,也无法解决问题。此外,高压状态下密封易失效,引起油水串通。

(3) 适用的耐磨材料和表面工艺。在水参与润滑的现实情况下,根据目前取得的研究成果,可选择使用的抗磨损材料主要有:工程陶瓷、自润滑复合材料、碳纤维增强塑料、水润滑橡胶,以及经过表面处理的硬质合金、耐热合金、马氏体不锈钢等。目前,表面工艺主要是表面喷涂和表面粒子注入。

(4) 水静压润滑。对大型水液压系统或元件,其相对运动副,如滑动表面建立润滑膜,从而达到润滑的目的。水静压润滑仍然属于流体力学润滑。

收稿日期:2007-05-13

基金项目:国家自然科学基金资助项目(50375033)

作者简介:姜继海(1957—),男,黑龙江嫩江人,教授,博士,主要研究方向为液压传动基础理论及应用、液压流体能量存储及转换关键技术、液压混合动力驱动理论及应用和新型液压元件及装置等。

5 结论

本文着重从液压泵的污染敏感度理论来分析外啮合齿轮泵污染磨损机理。外啮合齿轮泵的磨损主要包括:齿轮断面与轴套端面或泵盖之间的端面轴向磨损;齿轮顶圆与泵体内孔表面的径向磨损;齿轮轴与轴套的径向磨损等,导致泵的容积效率的变化。探讨外啮合齿轮泵容积效率与磨损关系的理论及其主要磨损机理,为纯水外啮合齿轮泵的设计和修复提供了理论基础,提高了泵的工作可靠性,延长了泵的使用寿命。

参考文献:

- [1] 晏小伟,等. 海水泵污染磨损机理的初步研究[J]. 液压与气动, 2004(5).
- [2] 赵大庆. 液压泵污染磨损与控制[M]. 北京:煤炭工业出版社, 1993.
- [3] 唐向阳,等. 纯水液压齿轮泵的研究[J]. 液压与气动, 2002(5).
- [4] 孙春耕. 纯水外啮合齿轮泵及其表面处理技术实验研究[D]. 昆明:昆明理工大学, 2007.