

# 可变斜盘式轴向柱塞泵的故障诊断与维护

任翔, 贾睿乐, 王鹏飞

(内蒙古包钢稀土钢板材有限责任公司, 内蒙古 包头 014010)

**摘要:** 文章详细叙述了稀土钢板材公司现有液压系统工况下轴向柱塞泵由于零部件损坏、油液污染、泄漏、摩擦及装配精度等原因所引起的泵体过热、密封不良、系统污染、噪声及流量不足等故障及问题, 并针对故障产生情况分析其诱因及特点, 检查内部构件损伤及运行状况、油液质量及清洁度、系统泄漏及温度情况, 对液压系统做出有效的故障诊断, 保证轴向柱塞泵及液压系统的稳定运行。

**关键词:** 轴向柱塞泵; 液压系统; 故障诊断

中图分类号: TH322

文献标识码: B

文章编号: 1009-5438(2022)02-0074-04

## Fault Diagnosis and Maintenance for Variable Inclined – orbit Type Axial Plunger Pump

*Ren Xiang, Jia Rui – le, Wang Peng – fei*

*(Inner Mongolia Baotou Steel Rare Earth Steel Plate Co., Ltd., Baotou 014010,  
Inner Mongolia Autonomous Region, China)*

**Abstract:** In the paper, it is elaborated such faults and problems of axial plunger pump with the existing working condition of hydraulic system in Inner Mongolia Baotou Steel Rare Earth Steel Plate Co., Ltd. as overheating of pump body, sealing failure, system pollution, noises and insufficient flow caused by damage of parts, oil pollution, leakage, friction losses and assembly accuracy. Moreover, their inducements and characteristics are analyzed aiming at the generation of faults as well as damage and operation condition of inner components, quality and cleanliness of oil, system leakage and temperature are checked so as to make effective fault diagnosis for hydraulic system as well as ensure the stable operations of axial plunger pump and hydraulic system.

**Key words:** axial plunger pump; hydraulic system; fault diagnosis

可变斜盘式轴向柱塞泵是液压系统中重要的动力输出部件, 广泛应用于各种驱动及机加工生产领域的液压系统, 其额定工作压力、效率较高, 结构设计精巧, 吸排油流量线性且均匀, 转子结构紧凑, 转动灵活, 运转可靠, 可实现变量控制等。由于轴向柱塞泵对其制造精度、原材料、工艺水平及工况等要求较高,

因此当轴向柱塞泵发生故障时, 诊断故障过程较为复杂, 且易发生误判, 增加维修难度及时间, 给维护工作带来较大困难。处理轴向柱塞泵故障要根据故障现象及其液压系统的工作原理进行综合分析, 多方面考虑故障形成原因, 不可随意拆卸, 盲目处理, 以免造成泵体及液压原件的二次损坏。

## 1 泵体设备故障的特点

### 1.1 复杂性

泵体设备出现故障的诱因有很多,多数是多种原因共同引起的。例如:泵体输出压力不稳定,出现高压震荡的情况,同时还会引发震动及执行机构动作卡顿等现象。液压系统压力是通过密封管道及高压油液传输的,整个系统的内部结构和工况无法直观地进行检查,使得故障排除难度增加。

### 1.2 关联性

有些液压系统故障是偶发的,无规律可循,只能加强日常维护,降低偶发事故的概率。有些故障是由于某种或多种原因而导致的,这类故障是有迹可循的,例如:液压系统油液黏度低、泵体内部构件配合间隙变大等原因导致的系统内泄问题。

还有一种情况,液压系统会因工况及使用条件变化而产生不同的故障现象,例如:工况环境温度升高,短时间内无法快速冷却油液,使得油液黏度降低,液压系统出现内泄或压力不足等情况。反之,工况环境温度降低,使得油液黏度增大,造成液压泵吸排油困难,引起噪声及输出压力不均等情况。

## 2 泵体故障的诊断方法

由于液压泵是由外部壳体包裹的,无法直观地

进行检查,因此要求检修人员有足够的专业技术水平,且要善于观察系统的异常变化。下面介绍三种常用的故障检测方法:①触摸泵体表面,感知泵体是否出现异常振动以及温度是否异常。②对泵体外观及连接部件进行检查,听转子运转声音是否异常。③检查液压系统油液情况,观察是否出现油液变质,是否混入杂质、水及空气等。通过以上检测方法可初步对液压泵进行判断,再结合实际情况及现场经验对故障原因进行深入分析。

## 3 斜盘式轴向柱塞泵常见故障

### 3.1 斜盘变量执行机构故障

轴向柱塞泵通过变量机构改变直轴泵斜盘倾斜角以改变输出流量的大小和方向。变量机构的形式有很多,按照控制方式可分为手动式、机动式、电动式、液动式及电液比例控制等<sup>[1]</sup>。按照变量执行机构可分为机械式、液压伺服机构式及液压缸式。

本文以手动变量执行机构为例,说明斜盘变量执行机构的工作原理及故障,如图1所示。

手动变量机构是一种简单的变量机构,应用于流向及流量不经常改变的柱塞泵体中。变量时旋转调节螺母,利用丝杠的伸缩位移带动斜盘改变倾角实现变量,如图2所示。

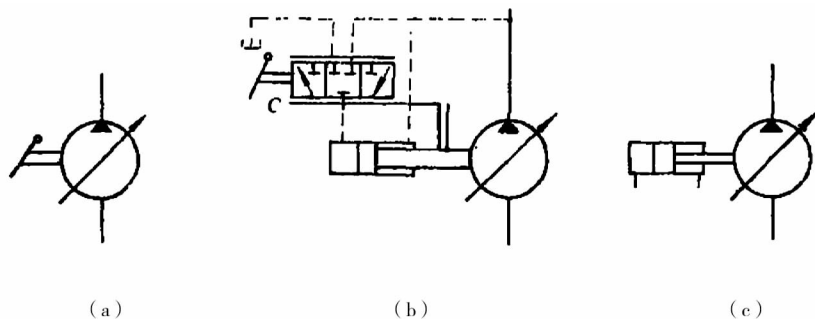


图1 各种变量执行机构

斜盘变量执行机构故障主要由以下三个方面造成:①丝杠螺纹损坏及丝杠断裂。螺纹损坏会导致丝杠卡阻或脱扣,无法将斜盘调节到设定角度,无法实现精准改变柱塞泵的流量;丝杠断裂会导致丝杠无法伸出或缩回,无法对斜盘角度进行调节,无法实现变量控制。②高压弹簧失效或断裂。由于高压弹簧失效或断裂,丝杠螺纹之间无法紧密贴合,无法形成有效自锁,导致斜盘倾角慢慢改变,无法保证恒定

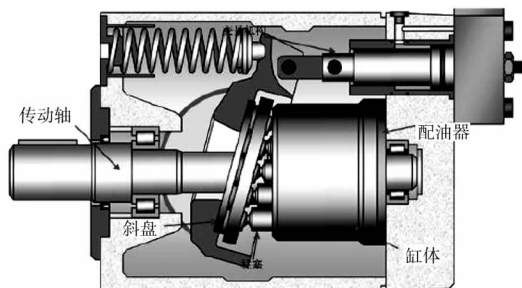


图2 手动变量式轴向柱塞泵结构图

流量输出。③配油盘、柱塞球头及滑靴磨损导致变量机构调节失真。配油盘、柱塞球头及滑靴磨损后,增加了柱塞在缸体内的活动行程,使得设定的排量值失真,导致柱塞泵排量变化,此时需要重新校泵,若磨损较为严重,则需立刻更换磨损件,防止其他结构件受损导致柱塞泵报废。

### 3.2 泵体过热故障

泵体过热故障主要由以下三个方面造成:①泵体内部零部件间的机械摩擦生热,相对运动的零部件之间接触表面的粗糙度升高及润滑不良,使得接触面间摩擦加剧,热量增加。②由于管壁磨损、回油过滤器堵塞产生热量,管壁磨损增加了油液与管壁的摩擦,油液温度升高,过滤器堵塞导致油液压力升高,液压油温度升高,泵体内部机构过热<sup>[2]</sup>。③油液与泵体内部构件之间摩擦生热,高压油液通过缝隙泄漏到低压腔内,压力能转化为热能使得压力能损失,泵体发热量增加。针对以上三方面情况,需选择适合的冷却器和液压系统储油量。

### 3.3 密封不良故障

密封不良故障主要是密封件引起的内部液压油从高压区向低压区渗透过程中出现损伤。更严重的是,泵体内部构件出现严重磨损或锈蚀导致泵体内部内泄加剧的情况发生。

### 3.4 液压系统污染

液压系统污染主要是系统进水和油液杂质污染所致。液压系统进水主要有以下两个原因:①空气中水蒸气难免会进入到液压系统中,空气湿度会影响液压油中水分的含量,当外部环境温度降低时,液压油中溶解的水会被析出,使液压油中的水含量增加。②在液压系统运行过程中,基于工况、外部环境变化、冷却器渗漏以及雨雪潮湿等情况,会造成液压系统内出现进水现象。杂质污染是整个液压系统工作的过程中各执行机构及阀体的零部件之间的相对摩擦,产生杂质及碎屑,随着液压油的循环进入到泵体中,导致泵体内部零部件损坏。

### 3.5 泵体噪音过大

泵体噪音过大主要有以下两个因素导致:①泵体内部原件连接松动、内部零件损坏、泵轴和驱动电机轴不同轴等都会导致泵体噪音过大。②吸油管路泄漏、油箱液位过低及油液黏度较大等都会增加吸油阻力,导致泵体运转时噪音过大<sup>[3]</sup>。

### 3.6 泵体输出流量不足

泵体输出流量不足主要有以下两个因素导致:

①泵体内部发生内泄,主要是部件间磨损、配油盘和泵体之间存在杂物或配油盘和转子接触不良导致。②吸油管路中阀门阀口直径过小、泵体驱动轴转速过快、油箱液位过低、吸油管路泄漏等都会加大吸油阻力,造成进油量不足,导致泵体输出流量不足。

## 4 轴向柱塞泵的故障诊断与维修

### 4.1 泵体压力异常的处理

泵体压力异常的处理方法有:①调整斜盘变量机构的倾角,通过定期检查油液压力来确定斜盘倾角的角度。②监测油液温度,温度较高和较低都会影响泵体压力,保持油液温度在适当范围内。③增大吸油口的孔径,防止吸油口堵塞现象的发生。④如果泵体所在液压系统失压,就需对轴向柱塞泵进行检查,看吸油口及排油口是否有流量及压力,是否达到额定数值。排除泵体失压后,要对系统溢流阀进行检查,如果是溢流阀发生误动作,就需调整溢流阀压力设定值;如果是溢流阀弹簧失效,就要及时更换阀芯弹簧<sup>[4]</sup>。

### 4.2 泵体排量不足的处理

泵体排油量不足的处理方法有:①检查泵体外部驱动轴等连接情况,防止松动发生。②检查泵体运行是否异常,是否有零部件损坏,如发现损坏迹象,要及时将损坏的零部件进行维修更换,恢复后将泵体内多余空气排出。③检查吸油管路及滤油器,看是否有杂质及堵塞部位,并及时处理。同时,还需对油箱液位进行检查,若出现油箱液位过低,则系统可能存在漏点,要及时查找并处理漏点,将液压油添加至规定液位。④液压油黏度过高,也会引起排量不足、不线性的发生,需适当提高油温或更换低黏度液压油。

### 4.3 泵体发热异常的处理

泵体发热异常的处理方法有:①检查液压系统油路是否有堵塞的情况。②更换高负载及长时间使用的泵体轴承。③检查泵体内部柱塞和旋转缸体间的孔隙是否符合标准。④泄油管路通径需满足泵体正常排油的需求。同时,压力设定值过高、内泄严重、冷却器堵塞、油液黏度过高、摩擦损失加剧等都会引起泵体发热异常,导致液压系统零部件温度过高而诱发零件发生形变,配合间隙及精度被破坏,出现液压阀体卡顿等现象。此时需要对以上情况逐一排查,找出过热原因,恢复泵体及液压系统正常运转。

#### 4.4 泵体不排油的处理

泵体不排油主要有以下三种情况导致:①泵体吸油故障,检查液压系统管路密封是否良好,有无漏点;检查液位及吸油管路、滤油器等是否堵塞;检查油液是否变质、油温是否在规定范围内、泵体内部是否混入空气。②泵体驱动轴不转,首先检查泵轴与驱动电机的连接情况,再检查泵体内各部件之间的配合情况,检查柱塞球头是否完好,检查驱动电路和控制器的连接情况,检查并清理泵体吸油腔及排油腔。③泵体驱动轴反转,检查驱动电机的接线情况及液压泵驱动轴连接情况,杜绝线路反接及安装错误。最后,可适当提高泵轴转速。

#### 5 结束语

综上所述,轴向柱塞泵的故障多种多样,泵体过热、密封不良、油液污染、噪音、流量不足、零部件磨损等问题,这些都制约着产线及设备的正常运转。本文所讲述的故障诊断方法,可快速有效地找到问题原因,因地制宜地解决轴向柱塞泵的各种故障,减少轴向柱塞泵及液压系统导致的停机时间,提高产

线的轧制节奏及设备使用寿命,为机组降低事故率,为产线稳产高产提供技术支持。此外,每天的设备巡检及定期的维护与保养,是轴向柱塞泵稳定运行的前提,要贯彻“早发现,早治疗”的设备维检原则,将故障隐患遏制在初始阶段,为轴向柱塞泵及其液压系统的稳定运行提供保障,延长液压系统使用周期及设备使用寿命。

#### 参 考 文 献

- [1] 杨秀荣. 液压泵常见故障分析及排除方法[J]. 电子测试, 2013, (8): 149 - 150.
- [2] 朱振华, 苏勋家, 侯根良, 等. 轴向柱塞液压泵常见故障诊断与处理方法[J]. 液压气动与密封, 2010, 30(10): 5 - 7.
- [3] 杨孟庚. 液压泵常见故障的诊断与监测[J]. 中国高新技术企业, 2012, (17): 100 - 102.
- [4] 刘忠, 杨国平. 工程机械液压传动原理、故障诊断与排除[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.

(上接第 59 页)

(3) 连续退火工艺未导致 FeTiP 相的析出, 主要原因为 P 原子扩散速度慢, 连续退火过程中 P 原子来不及扩散, 显著抑制了冷却过程中磷化物的析出。

(4) 随着退火温度的提高, 屈服强度与抗拉强度呈现降低趋势, 延伸率、n 值、r 值呈现升高的趋势, 780 °C 退火时 r 值明显提高。

#### 参 考 文 献

- [1] 夏明生, 李桂兰, 张洪波, 等. 冷轧退火含磷高强 IF 钢的组织及性能[J]. 钢铁研究学报, 2015, 27(12): 54 - 57.
- [2] 杨娜, 崔岩, 胡劲. 高强度 IF 钢的研究进展[J]. 物理测试, 2009, 27(3): 1 - 5.
- [3] 尹红国, 刘庆春, 郑之旺. 退火方式对 390 MPa 级高强 IF 钢组织及性能的影响[J]. 轧钢, 2013, 30(4): 8 - 11.
- [4] 王亚飞. B250P 含碳高强钢热变形行为及鹤

体区热轧工艺研究[D]. 沈阳: 东北大学, 2014.

- [5] Ghosh P, Ray R K, Bharracharya B. Pricipitation and Texture Formation in Two Cold Rolled and Batch Annealed Interstitial - Free High Strength Steels[J]. Scripta Materialia, 2006, 55(3): 271 - 274.
- [6] Yasuhara Eiko, Sakata Kei, Furukimi Osamu. Effect of Boron on Planar Anisotropy of r - Value in Extra - Low - C Steel Sheet[J]. Tetsu to Hagane, 1999, 85(4): 346 - 351.
- [7] 蒋光炜, 王春柳, 曹宇, 等. 连续退火工艺对 B250P 钢组织性能的影响[J]. 东北大学学报, 2014, 35(10): 1408 - 1412.
- [8] 张功庭. 退火温度对高强 IF 钢平面各向异性的影响[J]. 金属热处理, 2012, 37(11): 87 - 90.