

# Operation and Maintenance of the Cone Valve of the Hydraulic Plunger pump

Xiaomei Yang<sup>1</sup> Yi Han<sup>2</sup>

1. China Nonferrous Hong TouShan Fushun Mining Group Co., Ltd., Fushun, Liaoning, 113300, China  
2. Feiyi Co., Ltd., Ningxiang, Hunan, 410600, China

## Abstract

In order to ensure the stable operation of the filling system and achieve the normal operation of the filling process, when the cone valve experiences severe vibration, cavitation, high pressure, high load and other phenomena during operation, or when the cone valve core in the pump chamber is subjected to unbalanced force, cavitation and cavitation phenomena cause local negative pressure to be too large, and the gap of the cone valve support ring forms cavitation phenomenon damage, causing jet damage to the cone valve support, cone valve, cone top, and valve seat, Under the decision of emergency measures research, organic polymer adhesive was synthesized to fill the gap between the cone valve support and the cone valve, forming a sealing section, effectively controlling the flow of cavitation through the damaged surface, reducing the labor intensity of maintenance personnel, and ensuring the normal operation of filling production.

## Keywords

cone valve support; cone valve; cone top; seat; cavitation phenomenon; cavitation

# 深锥充填液压柱塞泵锥阀的运行与维修

杨晓梅<sup>1</sup> 韩毅<sup>2</sup>

1. 中国有色集团抚顺红透山矿业有限公司, 中国·辽宁 抚顺 113300  
2. 飞翼股份有限公司, 中国·湖南 宁乡 410600

## 摘要

为保证充填系统的稳定运行, 实现充填工序的正常运转, 当锥阀在工作过程中出现剧烈振动、气蚀、高压、高负荷等现象, 或者泵腔内锥阀芯受力不平衡, 空蚀及空化现象导致局部负压过大, 锥阀支撑环缝隙形成空蚀现象破坏, 造成锥阀支撑、锥阀、锥顶以及阀座的射流损坏, 在应急措施研究决定下, 通过合成有机高分子胶粘剂, 填补锥阀支撑与锥阀缝隙, 形成密封截面, 有效控制气蚀流动流过损坏面, 降低了维修人员劳动作业强度, 而且保证了充填生产正常运行。

## 关键词

锥阀支撑; 锥阀; 锥顶; 阀座; 空化现象; 空蚀

## 1 引言

随着国家对绿色矿山的建设, 加强矿山资源的综合利用, 实现环保生产的发展趋势, 充填设备在矿山开采过程中起到了举足轻重的地位, 是绿色采矿的主体支撑技术和不可缺少的设备。

现阶段大多矿山使用的采矿方法主要分为充填(85%)和阶段矿房法(15%), 其中充填法主要是空场嗣后充填和上向水平分层充填。深锥全尾砂充填, 能够提高矿山尾砂充填的利用率, 缓解地表尾矿堆存的压力; 优化供水系统, 减少了尾矿库的生产水量, 降低了尾矿库的浸润线, 确保尾矿库长周期安全运行。

## 2 液压锥阀柱塞泵概述

目前矿山广泛应用的充填泵大体分为液压锥阀柱塞泵和液压S型摆阀泵, 液压锥阀柱塞泵的耐磨副为锥阀和阀座, 液压S型摆阀泵耐磨副为切割环和眼睛板。

液压锥阀柱塞泵依靠液压阀来控制流体的流动方向、压力和流程等参数, 实现对液压系统运行性能的有效控制。具体包括工作压力、液压油缸、液压马达的运动频次等, 同时还受运行速度、运转方向及变换频率等因素影响。液压锥阀柱塞的结构较为紧凑, 额定压力高, 能够根据实际情况调节流量, 同时其零部件的价格也相对较高, 被广泛应用于高压、大流量和流量需要调整的场所。

## 3 基本构造

液压锥阀柱塞泵主要由液动力站、PLC电控柜、主油缸、换向阀、输送缸、水箱(冷却输送缸)、泵座、锥阀

【作者简介】杨晓梅(1985-), 女, 中国辽宁大连人, 本科, 工程师, 从事机械设计及其自动化研究。

驱动油缸和锥阀套件等构成。其中锥阀（阀组）是流体传动与控制技术中重要的基础原件、具有密封性能好，抗污染能力强，结构简单等特点，它依靠锥阀关闭时和阀座之间形成线性密封。不仅密封性能好，而且阀芯稍微有位移即可开启，动作非常灵敏。液压锥阀柱塞泵泵送机构图如图1所示。

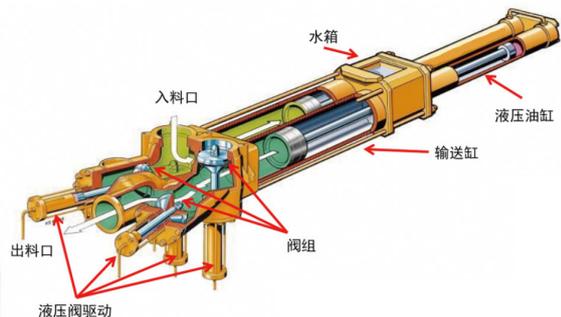


图1 液压锥阀柱塞泵泵送机构图

## 4 泵送机构工作原理

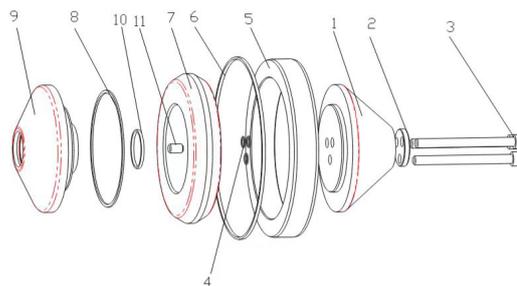
泵送机构主要由主油缸、冷却水箱、输送活塞、输送缸、壳体、压力阀油缸、吸入阀油缸、锥阀等主要零部件组成。

一般情况下，液压锥阀柱塞泵的泵送系统的工作过程是，液压力站通过主油泵向一侧主油缸供液压油使其前进，两主油缸与前端的输送缸内输送活塞分别连接在一起，此时主油缸活塞由于密封油路内液压油的作用会使另一侧主油缸回缩，而与主油缸活塞杆相连的输送缸内的活塞杆会使泵壳内的尾砂通过负压作用，泵壳内的尾砂通过换向阀吸入口，被吸入输送缸，直到主油缸活塞行程达到终点<sup>[1]</sup>。与此同时在主油压作用下，主油缸活塞杆推动活塞头，将输送缸中的尾砂通过换向阀出料口进入尾砂输送管路，这一系列动作完成后，泵壳内吸入锥阀和压力锥阀在PLC控制器及控制油缸的作用下自动换向，当压力油进入另一主油缸时，并完成一次不同油缸输送缸的吸送行程。

### 4.1 锥阀的损坏原因

当锥阀在正常运行中，其零件金属表面都有相应的表面粗糙度，当金属发生相对运动时，锥阀零件间相对高速运动，使摩擦副之间产生较小的摩擦磨损，这时零件处于正常磨损阶段。经过一段时间的磨合，摩擦副之间产生新的精度等级，即更高的粗糙度，摩擦速度减慢，进入一段相对较长的稳定使用期。当充填的膏体尾砂通过阀口流入锥顶时，由于过流面积突然缩小，存在较大的压力界面而产生节流作用，尾砂流经锥阀尾部时，由于阀芯侧面与锥阀支撑座距离很近形成环形缝隙，因此尾砂流过时产生锥阀根部二次节流效应。随着另一锥阀的进一步开启，锥阀尾部二次节流的效果愈加明显，压力变化集中在锥阀支撑与阀芯缝隙处，这就体现阀芯底面与锥阀支撑之间斜面的尾砂压力过高。在锥阀支撑环缝隙节流后压力迅速下降会产生部分气泡，这些气泡通过液体流动被带到底部高压区域后，容易对零件产生空

蚀破坏。当系统压力较低时，空化现象的强度会较弱，通过锥阀芯在阀座内轴向移动，当系统持续高压、高负荷运行，空蚀破坏加剧，锥阀支撑环缝隙会通过高压射流产生高压冲刷，再加上轴向振动不平衡。因此，泵腔内的锥阀套件很容易因局部压力过高等问题产生零件损坏。造成局部压力过高的问题也有很多，如尾砂介质颗粒大小、运行频次过高，泵腔内硬物影响等<sup>[2]</sup>。锥阀零件如图2所示。



1—锥阀锥顶；2—垫片；3—螺钉；5—阀座；7—锥阀；9—锥阀支撑座；6、8、10—O型圈

图2 锥阀零件

### 4.2 锥阀维修

由于空蚀现象产生的突发射流导致锥阀套件损坏，结合现场应急条件的工况影响，为不影响矿厂生产及充填工序的正常运行，同时节省更换零件所产生的高额费用，我们针对此类故障，考虑其特殊的制造过程，跳开常规思维，分析液压柱塞泵的系统参数，反复论证锥阀的各个零件的材质分析，其为高碳合金锰钢材料组成，运行周期达到150000冲击次数，具有高耐磨、强韧性、高强度的特性。

现场尾砂工况压力条件：①液压柱塞泵输送压力5~10MPa；②额定工作流量： $\geq 80\text{m}^3/\text{h}$ ；③泵内流速： $\leq 1.0\text{m/s}$ ；④输送管路流速：1.4~2.6m/s（管径=133mm）。

锥阀摩擦副各性能参数：①锥阀硬度（肖氏D）：80；②抗压强度（MPa）：94；③拉伸强度（MPa）：26；④剪切强度（MPa）：18.5。

修复需要达到的目的：①阻断尾砂射流影响；②补焊加强耐压强度；③制作模具；④铸工胶型号选择；⑤装配及修补精度。

### 4.3 胶粘剂分析及选择

胶粘剂又称粘接剂，是通过界面的黏附和内聚等作用，能够使两种或两种以上的材料紧密连接在一起，可分为有机和无机两大类。其中合成有机高分子胶粘剂，在日常设备维修中得到广泛的应用。设备在维修中需要选择胶粘剂时，应综合考虑胶粘剂的性质、被粘材料的性质、形状结构和工艺条件、粘接部位承受负荷形式（拉力、剪切力、剥离力等）以及成本和操作环境等因素，选型为TS215耐磨修补剂进行维修工作，主要用于修补磨损的轴、孔、键槽等，具有很高的耐磨性和耐腐蚀性，其表面涂层与各种碳钢、不锈钢、合金钢、灰口铁、球铁、高铬铁、巴氏合金、铜合金、铝合

金等金属材料及工程塑料、陶瓷均有很高的纳介强度。

#### 4.4 粘接工艺

粘接工艺对整个实施过程影响很大,主要包括接头设计、表面处理、配胶和涂胶、固化和质量检查等。

接头设计中,主要有剪切、不均匀扯离和剥离等不同的受力形式,所选用的受力形式应当以确保接头具备良好的承载力为主,避免出现应力集中现象。剪切形式具有较好的应用优势,在设计时应当合理增大粘接面积。粘接前应当先做好表面处理,将影响粘接表面的污物和疏松层去除,提高粘接面积,有效提升粘接强度。在粘接时使用合适的粘接剂,将表面与基体材料粘接牢固,能够适应各种运行环境,提升粘接耐久性。基体材料的清洁度、粗糙度和表面化学结构,对粘接强度具有显著影响,在作业中应当将粘接剂浸润到位。当前通常是选用高分子化合物粘接剂,表面自由能较低,而纯金属表面自由能较高,能够达到良好的浸润效果。但是在粘接中应当将金属表面的锈垢、氧化物,有机或无机污染物等清理到位。在后续粘接作业中,应当注意各个工序的合理衔接,确保粘接质量达到设计要求。

在粘接时可以将表面适当糙化,同时又要避免过于粗糙而对粘接强度产生影响,避免由于凹处空气残留而导致强度不足。粘接强度还与表面糙化处理时产生的几何形状有较强关联性,与粘接材料表面化学组成、结构特征有较强关联性。在进行粘接时,可以适当改变面皮表面层的内聚强度、厚度、孔隙度等,改变材料表面物理化学性质,有效提升粘附性能。在粘接作业时,应当注意内聚强度变化控制,合理调整粘接方式,以达到良好的粘接效果。

在粘接时,可直接使用单组分粘接剂进行配胶。而双组分或多组分胶结剂使用中,则需要严格控制配胶质量,将称量误差控制在2%~5%以内,且需均匀搅拌,以达到良好的粘接效果。粘接作业应当在活性期内完成,并依照规范要求涂抹作业。在进行维修处理时,应当确保涂胶均匀,无气泡现象存在,将涂胶厚度控制在规范要求范围内。在粘接作业完成后,应当依照使用说明中的要求,合理控制时间和温度,合理控制压力,以达到良好的粘接效果<sup>[3]</sup>。

#### 4.5 具体实施

良好的表面处理工作是取得修补成功的关键一步。首先清洁耐磨副和底座和射流的坑槽,补焊形成闭环,尽量补焊到基件10mm以上厚度,对维修表面应进行细化打磨、喷砂处理,要打磨出金属基础材料本色,其中棱角细节手工无法补焊和后期无法加工打磨,对一些特殊工况要进行特殊处理。如铸铁铅层含油,要用火焰烧烤除净再打磨;对受化学介质污染表面要用热水冲洗再烘干多次反复处理,混合TS215耐磨修补剂时要严格按A:B=1:1质量将本剂A和固化剂B充分混合,以颜色一致为好。并在规定时间内用完,随用随配;涂敷时用刮板或胶刀将混合好的胶粘剂涂于待修表面,可先涂少许,用刮板或胶刀反复按压,使修补剂与金属基体充分浸润,然后再涂剩余的胶粘剂,要留出余量以便加工,把配合件直接作为模具而达到要求的精度。(现场无法采用模具成型法);在25℃的空间固化24h后投入使用,如温度低于25℃时,可适当延长固化时间。或者通过加热固化来提高涂层性能,也可80℃固化处理3h,也能获得最满意的固化效果;正常在25℃固化8h之后,即可采用传统的车床机加工方法车削,磨削,以达到要求尺寸。

### 5 结语与效应

深锥充填液压柱塞泵的运行压力7~10MPa时,其锥阀耐磨副使用寿命在2000小时左右,本次维修调整锥阀耐磨副,对锥阀支撑进行耐磨补焊,利用TS215合成有机高分子胶粘剂修复并进行固化处理,达到了锥阀与阀座之间的线性密封,直接有效延长使用寿命900h,完全满足了耐冲刷和耐磨要求。

#### 参考文献

- [1] 李辉. 液压锥阀结构参数与工作性能的数值分析[D]. 成都: 西南交通大学, 2009.
- [2] 刘桓龙, 李惟祥, 柯坚, 等. 液压锥阀空化特性的计算与分析[J]. 液压与气动, 2012(9): 3.
- [3] 刘晓红, 于兰英, 刘桓龙, 等. 液压轴向柱塞泵配流盘气蚀机理[J]. 机械工程学报, 2008(11).