

Accident Analysis and Handling Measures of Shielded Liquid Ammonia Pump

Yong Yang

Jinneng Holdings Equipment Manufacturing Group Tianyuan Shanxi Chemical Co., Ltd., Jincheng, Shanxi, 048400, China

Abstract

In today's society, there are safety regulations for production industries such as chemical, petroleum, and refrigeration based on the characteristics of the medium itself (flammable, explosive, toxic, and harmful), equipment quality level, and sensitivity to environmental changes. There are strict restrictions on the release of chemical plants to prevent environmental pollution and damage, and the requirements for pumps are becoming increasingly high. Shielded electric pumps effectively meet this requirement, with no leakage at all. With the continuous improvement of environmental protection requirements, the application of unsealed pumps is becoming more and more widespread. High standard process flow and media often cause various faults in shielded pumps, thereby affecting normal chemical production. It is required that we master the working principle and structural characteristics classification of various models of shielded pumps, and then summarize various easily occurring faults and troubleshooting methods, in order to achieve the goal of efficient operation of centrifugal pumps and ensure normal production. We should do a good job of preventing accidents and prevent them from happening through daily and meticulous maintenance.

Keywords

shielded pump; sealing; troubleshooting

屏蔽液氨泵事故分析及处理措施

杨勇

晋能控股装备制造集团天源山西化工有限公司, 中国·山西 晋城 048400

摘要

随着国家对化工装置安全标准要求的提高,设备的本质安全就特别重要,化工装置属于连续运行的装置,化工的产品多需要经过各类反应获得,而反应的物料多数易燃、易爆、有毒有害。要想保证装置安全,首先必须保证输送物料介质的设备本质安全性要高,既要保证安全稳定运行,又不会发生泄漏状况,安全才能得到保证。屏蔽泵整个泵不存在密封部件,泵的轴承、润滑介质、冷却介质都在泵内完成,不存在密封部件所以输送的物料不会发生泄漏,所以在全国范围内使用屏蔽泵越来越广泛。而高标准的工艺流程与介质往往会使屏蔽泵发生各种各样的故障,从而影响了正常的化工生产,要求我们要掌握好屏蔽泵的各种型号的工作原理、结构特点分类,进而总结清楚各类易发生故障及排除方法,从而达到让离心泵高效的运行,保障正常生产的目的,做好防微杜渐的工作,通过日常细致的保养维护,防止故障的发生。

关键词

屏蔽泵; 密封; 故障排除

1 概况

晋能控股装备制造集团天源山西化工有限公司于2004年筹建,2006年投产,由两套18万吨合成和30万吨尿素装置并联运行。往尿素装置输送液氨由屏蔽泵完成,日常运行中一开一备。该屏蔽泵选用大连海密梯克密封泵业有限公司制造的CNF100-400型屏蔽泵。

2 屏蔽泵的结构原理

屏蔽泵的结构原理是由叶轮、转子、定子、定子屏蔽套、

滑动轴承组成,叶轮与电机轴相连,运行中整个电机转子浸泡在介质中,为保证电机转子安全,在电机转子外侧设有屏蔽套来保护电机转子,转子的运行通过磁场来驱动,整个屏蔽泵无动密封点。

运行中转子需带动叶轮转动,屏蔽泵又是无机封设计,所有须采用泵内采用滑动轴承,滑动轴承无润滑油只能通过输送的介质进行润滑,所有滑动轴承工作在输送的液体里,因此屏蔽泵禁止无液运行。

工作时整个泵体内包括与电机转子与定子之间充满输送介质,由输送的介质支撑滑动轴承,同时对其进行润滑,介质循环后还可以带走电机产生的热量,来保证电机安全运行。

在屏蔽泵刚开始启动时,滑动轴承对泵轴提供径向支

【作者简介】杨勇(1984-),男,中国山西运城人,本科,助理工程师,从事化工机械研究。

撑,当屏蔽泵运转后,输送介质与滑动轴承之间产生液膜,此时泵轴浮起,正常运转情况下泵固定部件与旋转是完全不接触的,因此没有磨损。

屏蔽套(包括定子屏蔽套和转子屏蔽套)作为屏蔽泵的另一个非常重要的部件,起着隔离介质防止外漏的作用。屏蔽泵一般采用内循环的循环方式。

从叶轮出口高压区流出一部分高压液流通过电动机腔进入空心轴经过辅助叶轮二次加压经过电动机腔回到高压区。这种高压循环方式充分保证了介质不会由于吸收热量而在转子腔气化,造成滑动轴承的干摩擦等破坏,同时润滑轴承带走电动机产生的部分热量^[1]。

3 屏蔽泵的优缺点

3.1 屏蔽泵的优点

①电机与泵整体结构,无轴封,不存在动密封点,所以无泄漏。②无泄漏可输送有毒、有害介质,满足国家标准要求;③泵内自循环冷却方式,电机无风扇,适用于对环境噪声要求高的场合。④采用输送介质润滑的轴承采用碳化硅轴承,使用寿命长。⑤整体结构安装方便快捷。⑥电机无风扇,运行时噪声低。

3.2 屏蔽泵的缺点

①介质适应能力差,润滑性差的介质很难使用屏蔽泵输送,一般粘度为 $0.1\sim 20\text{mpa}\cdot\text{s}$ 。②转速低造成使用效用低。③长时间运行在小流量状态下容易造成温度升高,介质汽化影响使用寿命;从而损坏轴承轴套推力盘等部件。

4 屏蔽泵故障及原因分析

4.1 故障描述

2023年7月,巡检人员在正常例行巡检过程中发现液氨屏蔽泵A泵振动值增大,水平振动值达到 3.2mm/s ,技术人员进行密切监控,每半小时进行一次振动值测量。

现场监控数据振动有增大趋势,查大连海密梯克密封泵有限公司提供的屏蔽泵技术要求,正常运行条件下,振动值应小于 2.0mm/s ,鉴于该泵叶轮端轴承处水平振动值达到 5.5mm/s ,大幅度超过指标且声音明显异常,立即停泵检查,以免造成泵转子更大的损坏。经解体检查,发现滑动轴磨损,如图1所示。



(a) 前滑动轴承组件磨损

(b) 后滑动轴承磨损



(c) 滑动轴承组件及推力盘磨损

(d) 轴套磨损

图1 滑动轴磨损图

此液氨泵运行从5月—7月,进行3次返厂维修,均是轴承气蚀磨损,轴套磨损,内部气化所致。为保证生产亟需对此运行状况进行分析。

4.2 原因分析

①检查液氨泵当时工艺操作曲线,该屏蔽泵额定流量为 $86\text{m}^3/\text{h}$,当天送往尿素装置的流量为 $102\text{m}^3/\text{h}$,如图2所示改泵流量在该泵的特性曲线范围内。②检查球罐的液位高度,发现当天的液位高度为20%,我公司用液氨球罐直径为 15700mm ,泵体温度 36°C ,入口液氨压力 1.42MPa ,液氨饱和蒸汽压 1.389MPa ,满足运行要求^[2]。③查看泵出口压力 2.2MPa ,设计运行压力 2.4MPa ,低于工艺运行指标,查操作记录,均是在工艺调整情况下,对出口阀和回流阀开关过程中,流量与扬程匹配不好,无法到达指标。④液氨球罐设计压力 1.42MPa ,送往尿素车间通过往复式液氨泵进行加压使用。往复式液氨泵入口压力不小于 2.2MPa 工艺调整存在误差。⑤分析结果:第一,因流量增加,工艺操作调整中,液氨泵出口压力调整出现误差,造成扬程减少。第二,液氨球罐液位过低,液氨饱和蒸汽压边缘化,送往下工段使用往复进行加压,有一定吸力,造成泵内液氨气化。第三,工艺操作使屏蔽泵工作点改变,特性曲线变陡,屏蔽泵扬程降低,压力降低,液氨汽化。第四,因屏蔽泵采用自润滑和冷却结构,气化液氨通过泵出口循环管进入后轴承碳化硅轴承腔内,进入轴承处形成润滑流动液膜,并带走热量。顺着定子和转子之间间隙达到前轴承形成润滑流动液膜,最后进入吸入口,从而形成冷却润滑,液氨汽化后液氨气体与液氨形成气液混合物,流入轴承处会造成液膜破坏,热量带不走,轴承无温度上升,润滑破坏,查表1液氨饱和蒸汽压,热量无法带走,轴承处温度升高,液氨饱和蒸汽压无法满足,气化越严重,振动越大,最终使轴承发生汽蚀、干磨,滑动轴承严重磨损,如不及时停泵转子屏蔽套也将磨损,造成泵损坏损失更严重。

5 故障处理及采取的措施

5.1 故障处理

经过对该泵原有轴承组件、止推盘进行更换,重新组织转子并做整体动平衡进行处理,重新组装后进行试车,维修完成后进行现场安装,工艺及时调整,现运行正常,振动值 1.6mm/s 。

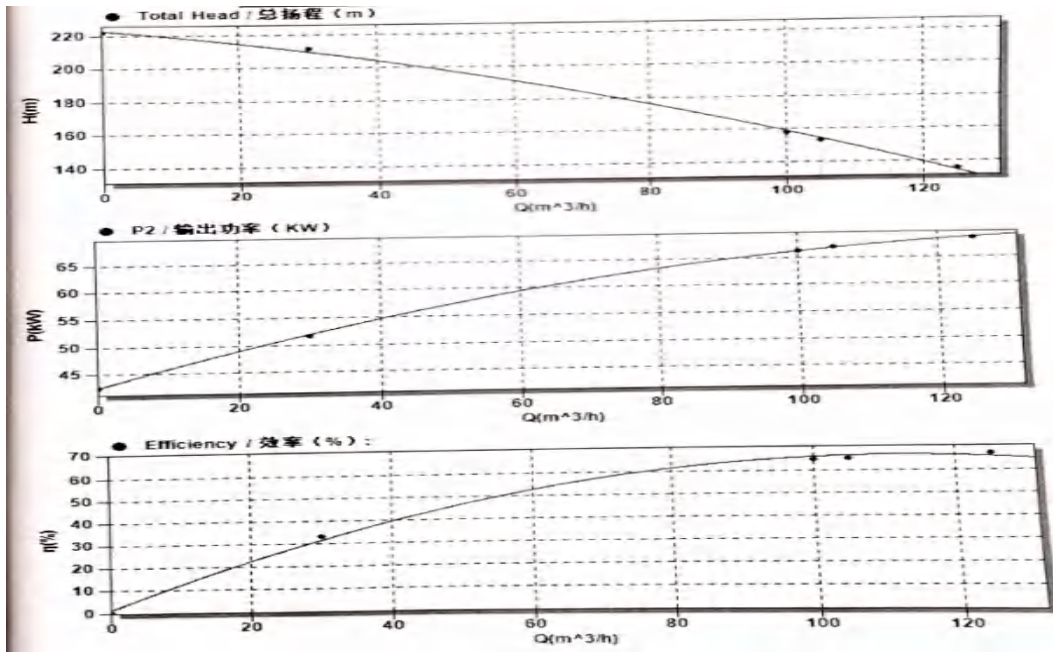


图2 改泵流量曲线

表1 液氨饱和蒸汽压

液氨的饱和蒸汽压 (压力为绝压)

温度℃	蒸汽压 kpa	温度℃	蒸汽压 kpa	温度℃	蒸汽压 kpa	温度℃	蒸汽压 kpa	温度℃	蒸汽压 kpa
-40	71.77	-20	190.23	0	429.12	20	857.36	40	1551.20
-38	79.79	-18	207.71	2	462.45	22	913.49	42	1642.40
-36	88.54	-16	226.45	4	497.40	24	972.11	44	1734.00
-34	98.04	-14	246.50	6	534.49	26	1033.90	46	1829.50
-32	108.37	-12	267.93	8	573.60	28	1098.70	48	1929.00
-30	119.55	-10	290.83	10	614.89	30	1166.50	50	2032.50
-28	131.64	-8	315.24	12	658.46	32	1237.40	52	2140.10
-26	144.70	-6	341.23	14	704.41	34	1311.40	54	2251.80
-24	158.79	-4	368.87	16	752.74	36	1389.00	56	2368.20
-22	173.93	-2	398.24	18	803.61	38	1469.90	58	2488.70

5.2 采取的措施

①为保证设备的正常运行，在系统允许的情况下尽量按泵的额定流量运行，工艺波动较大时要保证液位高度提升至30%，增加液氨饱和正压。

②对管道过滤器内过滤网骨架加大孔数，减少管道阻力，保证流量。

③正常开停车时，严格按照泵厂技术要求，彻底冷泵并排净泵内的气体后方可启动。

④工艺调整流量时，首先保证液位、出口压力，出口阀和回流阀两人同时进行操作。

⑤流量进行实时监控；同时加强对屏蔽泵运行状态的检测，发现振动值超标，立即停泵检修，避免屏蔽泵严重损坏事故的发生^[3]。

6 结语

目前，屏蔽泵在输送有毒有害介质的应用越来越广泛，本次通过对屏蔽泵设备损坏事故的分析，结合屏蔽泵的结构及工作原理，合理进行工艺操作，可有效避免类似事故的发生，同时减少维修费用可以保证生产系统的稳定运行。

参考文献

[1] 张禹,刘玉琢,滕文军,等.基于System1系统分析高压液氨泵跳车原因[J].机械工业标准化与质量,2022(10):45-48.
 [2] 王卫宇,康文,段涛.屏蔽泵常见故障与分析处理[J].化工管理,2021(32):130-131.
 [3] 崔瑞.液氨制冷企业火灾危险因素与预防措施研究[J].安全,2017(6):9-11.