

# 隔膜泵故障检修及分析

黄文龙<sup>1</sup>, 刘业玉<sup>2</sup>

(1. 嘉兴市联合污水处理有限责任公司, 浙江 嘉兴 314001; 2. 合肥通用机械研究院, 安徽 合肥 230031)

**摘要:** 德国 ABEL 公司的 HMD-G-32-0250 型隔膜泵是板框污泥脱水系统中的关键设备之一。针对 ABEL 隔膜泵运行中频繁振动损坏的问题, 运用现代控制技术分析了其主要原因是因泵转速过快造成、而转速过快又是由于 PLC 控制程序存在缺陷所造成的。PLC 控制程序使隔膜泵压力在 1.0~1.3 MPa 时, 变频器输出频率维持在 40 Hz 的振动区域。通过修改控制程序模块, 使压力在 0.75~1.4 MPa 的区间内, 变频器输出频率从 80 Hz 线性下降到 8 Hz 直至停止。修改后消除了泵及管道的震动, 泵运行正常。

**关键词:** 隔膜泵; 故障; 分析; 措施

**中图分类号:** TH323 **文献标识码:** B **文章编号:** 1005-6254(2006)02-0033-02

我公司 2002 年从德国帕沙湾公司引进了全套板框污泥脱水系统设备, 该设备由西门子 S<sub>7</sub>-300 中型 PLC 全自动化控制, 其中, 德国 ABEL 公司的 HMD-G-32-0250 型隔膜泵是板框机压滤的关键设备。泵主要参数如下: 流量  $Q=30 \text{ m}^3/\text{h}$ , 工作压力 0~1.5 MPa。2004 年初由外方专家调试完成, 2005 年开始连续不间断运行。运行半年时间, 设备的故障率较高, 四台隔膜泵频繁损坏, 损坏的配件主要是隔膜 15 只、隔膜连杆 5 根、活塞 4 只、活塞杆总成 6 套、缸套 4 只, 加上液压油 3 桶, 配件费用很高, 由此而引起的间接损失更大。

## 1 工作原理及故障原因分析

### 1.1 隔膜泵及系统的工作原理

ABEL 隔膜泵的管道进口安装有缓冲卸压装置, 出口管路上安装有减震压力罐, 两处通过压缩空气小压力进气, 以减少泵在运行时的震动, 通过活塞的往复运动, 在液压腔内由隔膜连杆控制隔膜的行程, 从而完成污泥的输送。板框污泥脱水系统的工艺是, 污泥(含固率 8%)通过加药后, 用隔膜泵把污泥压入板框, 当板框内部压力达到 1.4 MPa 时则一个运行过程完成; 隔膜泵是整个系统的关键设备。隔膜泵控制示意图 1。

### 1.2 泵运行时产生故障的检查

通过仔细观察隔膜泵的工作过程发现, 当工作压力到 0.9 MPa 以上时泵的震动很大, 输出管道抖动的幅度大。此时调节管道进口缓冲卸压装

置和出口管路上的减震压力罐的进气压力也无法消除震动, 时间一长造成泵的基础和固定管道的支架也全部松动, 到一定时间泵也随着震动而损坏。经对泵解体检查, 隔膜损坏, 其原因是隔膜被隔膜连杆顶出极限位置, 造成隔膜中心与隔膜连杆连接处破损, 隔膜连杆也因此变形无法再使用; 活塞杆总成由于活塞杆的丝口损坏造成两只固定螺母脱落, 活塞杆也报废; 缸套和活塞主要是磨损太多造成压力上不去。

### 1.3 隔膜泵损坏原因分析

根据对隔膜泵的检修结果看, 主要是厂家在对泵的编程时未按泵的最佳工况进行设计。隔膜泵故障原因见表 1。



图1

表 1 隔膜泵故障原因一览表

起因	故障原因	产生后果
编程时没有按泵的要求设计	在高压时负荷大	1. 活塞和缸套磨损过快 2. 活塞杆丝口磨损
	高压时隔膜行程频率过快	1. 隔膜被连杆顶破 2. 隔膜连杆超过行程变形
泵的震动大		泵基础及管道支架松动

从以上分析可以看出, 故障的发生均是由于泵在高压运行时转速太快所致, 因此须从泵的控制方面查找原因。

隔膜泵的电气控制原理如下: 通过板框进口

作者简介: 黄文龙(1964-), 男, 浙江嘉兴人, 浙江嘉兴联合污水处理有限责任公司设备科副科长, 从事设备管理。

管道处的压力传感器获取压力信号送入西门子 S7-300 PLC, 经 PLC 运算后给变频器一个 4~20 mA 的模拟电流信号来控制隔膜泵的运行速度(频率在 4 Hz~80 Hz 之间)。从泵运行的表面上看没什么问题,随着压力的上升隔膜泵的转速也在慢慢下降。通过西门子的 STEP7V5.2 编程软件,调出控制泵的程序块检查,在线检测隔膜泵运行的整个过程。当压力在 0~0.7 MPa 时,变频器的输出频率为 80 Hz; 压力从 0.7 MPa 上升到 1.0 MPa 时,变频器的输出频率从 80 Hz 下降到 40 Hz; 当压力在 1.0~1.3 MPa 时,变频器的输出频率一直维持在 40 Hz, 此时观察隔膜泵的震动也开始增大, 输出压力瞬间在 0.9~1.4 MPa 范围之间来回波动, 此时泵出口的管道和软接管抖动幅度较大; 压力从 1.3 MPa 上升到 1.4 MPa 时,变频器的输出频率从 40 Hz 下降到 8 Hz, 此压力为正常使用压力, 此时隔膜泵的震动及泵出口的管道和软接管抖动基本没有, 直至隔膜泵停止工作, 完成一个循环。工作特性曲线见图 2。

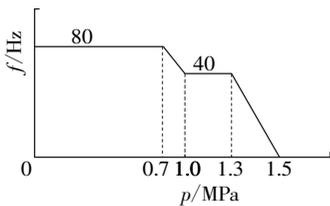


图2

从以上检测清楚地看到, 当工作压力在 1.0~1.3 MPa 时, 隔膜泵运转速度过快, 也就是泵的活塞来回行程的频率过快, 导致两侧隔膜在高压状态下受力超过极限, 整个泵体震动加大, 使隔膜泵产生较多故障, 配件受到非正常损坏。

## 2 保证隔膜泵正常运行的措施

通过参阅有关文献, 要使隔膜泵工作在最佳工况, 对工作压力在 1.0~1.3 MPa 时变频器输出频率保持在 40 Hz 的这一工况必须更改, 才能保

证隔膜泵的正常运行。因此必须对隔膜泵的控制程序模块进行改动, 即改变隔膜泵在高压下的工作状态。用西门子的编程软件 STEP7V5.2 对泵的程序块作出修改。修改后, 当压力在 0.75 MPa 以下时, 变频器的输出频率一直维持在 80 Hz; 压力在 0.75 MPa 以上至 1.4 MPa 的区间内, 变频器的输出频率从 80 Hz 线性下降到 8 Hz 直至停止。修改后的泵的特性曲线理论上如图 3 所示。

修改后调试运行, 避开了高压工作时变频器输出频率维持在 40 Hz 的阶段, 再用 STEP7V5.2 编程软件在线检测整个过程, 和理论上特性曲线完全相吻合, 观察隔膜泵的工作状态也很平稳, 隔膜泵及管道的震动已没有了, 泵的输出压力也平稳升至设定值, 以前存在的问题都解决了。

## 3 结束语

经过程的修改, 设备运行半年多来, 4 台隔膜泵运行一直很正常, 隔膜泵没有出现过一次故障, 从而大大延长了这一关键设备的运行寿命, 减少了很大一笔维护费用, 提高了生产和经济效益。实践证明了修改程序后效果良好。

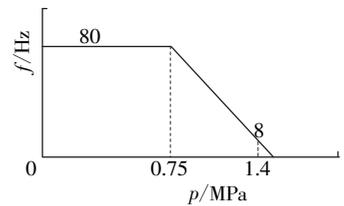


图3

### 参考文献:

- [1] simaticS7 系统、维护和编程培训教材[Z]. 西门子中国培训中心.
- [2] JB/T8697—1998, 隔膜泵[S].
- [3] GB7784—87, 机动往复泵试验方法[S].
- [4] GB/T7782—1996, 计量泵[S].
- [5] 工业泵选用手册编写组. 工业泵选用手册[M]. 化学工业出版社, 1998.4.
- [6] 孟中立 等. 一种泵振动噪声在线检测系统的设计[J]. 排灌机械, 2005, 23(6): 31~33.

## Failure Inspection and Analysis for Diaphragm Pump

HUANG Wen-long, LIU Ye-yu

**Abstract:** The ABEL diaphragm pumps HMD-G-32-0250 is one of the key equipments in the Chamber Filter Press Sludge Dewatering System. A modern control technology was used to analyze the reason for easy broken. The result showed that the pump rotary speed was too fast, which caused by a bug in the PLC program, may damage the pump. In the old version of the PLC program, when the outlet pressure of the diaphragm pumps attained and maintained 1.0~1.3 MPa, the outlet frequency of the frequency transfer vibrated around 40Hz. In the revised version, while the outlet pressure of pumps increases from 0.75 MPa to 1.4 MPa, the outlet frequency of the transfer decreases linearly from 80 Hz to 8 Hz, until stop. After the PLC program was revised, the pumps run well, and the vibration of the pumps and pipes are eliminated.

**Key words:** Diaphragm Pump; Failure inspection; Analysis; Measurements