

# 板坯输送液压系统的故障分析\*

李成<sup>1</sup> 曾良才<sup>1</sup> 付曙光<sup>1</sup> 魏欣<sup>1,2</sup>

1 武汉科技大学机械自动化学院 武汉 430081

2 武钢钢铁集团设计研究院 武汉 430080

**摘要:** 板坯输送液压系统在调试过程中, 回转部分、水平移送部分、升降部分各自出现了一些问题, 分别对其进行详细分析, 并提出改进措施。实际应用表明, 改进后的系统解决了原系统存在的问题, 连续运行情况良好。

**关键词:** 板坯输送; 液压系统; 故障分析; 改进

**中图分类号:** TH137.9 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0785 (2010) 08-0086-04

**Abstract:** During the commissioning of the hydraulic system for slab conveying, some problems occur to the rotating part, the horizontal transfer part and lifting part respectively, and then detailed analysis is performed for the problems with also improvement measures proposed. The application shows that improved system solves the problems of the original system, and the continuous operation is sound.

**Keywords:** slab conveying; hydraulic system; failure analysis; improvement

## 1 液压故障分析与识别基础

液压故障机理是诱发液压元件和液压系统发生液压故障的物理与化学过程、电学与机械学过程等, 也是形成液压故障源的原因。一般地说, 在研究液压故障机理时, 至少要研究下列 3 个基本因素:

(1) 液压故障对象 发生液压故障的液压元件和液压系统本身实体, 是液压故障的因素;

(2) 液压故障诱因 加害于液压故障对象, 使其发生液压故障的外因, 或者说是输入的液压故障加害因素, 即输入诱因;

(3) 输出结果 输出的异常状态、液压故障模式等, 或者说是液压故障诱因作用于液压故障对象的结果。

液压故障机理可用液压故障模型表示。把液压故障对象和液压故障诱因同液压故障机理相关的事件用图、表、数式等加以表现, 就称为液压故障模型。它是研究关于液压故障发生机理(过程)的一种思路或逻辑表述。液压故障模型多种多样, 如液压故障发生方框图就是一种通用形式, 见图 1。

根据已知的液压设备故障的状态、征兆和特

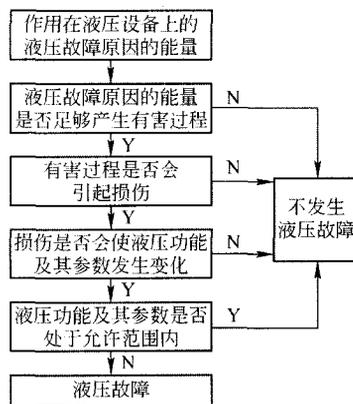


图 1 液压设备故障发生方框图

征类型, 与检测出的液压故障状态和特征(即检测所获得的诊断信息)集合(可理解为若干可能性)加以区分, 进行分类比较以判断其液压故障。

液压故障识别的基本方法有:

(1) 分类探查, 明确区分所要识别的状态及其诊断对象, 即事先应规定液压设备技术状态。

(2) 选择检测的特征, 确定这些特征与液压设备状态之间的关系, 即区分正常状态还是故障状态。根据液压设备的状态相应地选择 1 组检测

\* 湖北省自然科学基金项目(2007ABA271)

特征。

(3) 提出识别的决策规划。一般按液压故障对象 + 液压故障诱因 + 液压故障模式的原则判断液压故障<sup>[1]</sup>。

## 2 板坯输送液压系统故障分析

板坯输送液压系统主要作用是将辊道上的板坯输送至加热炉，在加热过程中支撑板坯并在加热完成后将板坯输送至辊道。该系统采用比例阀作为关键控制元件，主要包括：回转部分、水平移送部分及升降部分。在实际使用时，要求各部分液压缸同步运动且对液压缸运动精度要求较高。本文针对该系统在调试时出现的一些液压故障进行分析，并提出了解决方案。

### (1) 回转部分

回转部分安装在水平移送小车上，主要由 2 个液压缸驱动回转手臂定轴旋转，实现板坯从  $0^\circ \sim 90^\circ$  或者从  $90^\circ \sim 0^\circ$  回转。每个液压缸由 1 个比例换向阀控制，其结构简图及液压系统原理简图如图 2、图 3 所示。

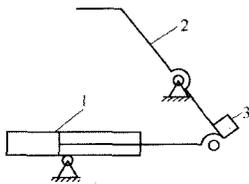


图 2 回转部分简图

1. 回转液压缸 2. 回转机械手  
3. 机械手配重

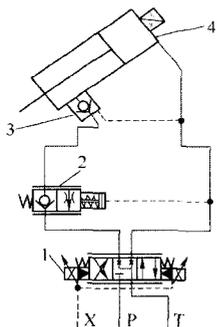


图 3 回转部分液压系统原理简图

1. 比例换向阀 2. 平衡阀  
3. 液控单向阀 4. 回转液压缸

在调试过程中，该系统出现了以下故障：回

转液压缸缩回（即回转机械手由  $0^\circ$  向  $90^\circ$  旋转）时，当机械手回转至  $65^\circ$  左右时，突然加速前冲，液压缸速度失控。查看运行记录及压力表发现，在回转液压缸缩回时，有杆腔出现突然失压的现象。

经过查阅相关资料和负载计算发现，由于配重的作用，机械手在回转过程中，其负载重心会在回转轴两侧摆动，在  $65^\circ$  左右时，重心由回转轴左侧跳至右侧，而有杆腔一侧没有背压，因而造成机械手突然前冲，并在无杆腔一侧形成了局部负压。为了解决这一问题，将平衡阀更换为叠加式压力补偿器，如图 4 所示。

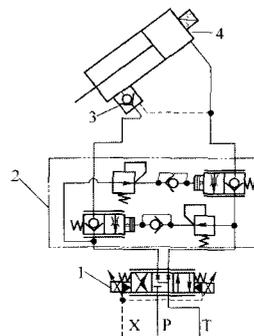


图 4 第 1 次改进后的回转部分液压系统原理简图

1. 比例换向阀 2. 压力补偿器  
3. 液控单向阀 4. 回转液压缸

压力补偿器的作用实际上就是在无杆腔一侧又加了 1 个平衡阀。其流量控制功能的开口面积是逐渐打开的，主要靠主阀芯的控制棱边逐渐打开阀套上的小孔实现。从而可起到速度控制和缓冲作用，提高系统的平稳性。

但在随后的调试中又出现了新的问题：①回转液压缸伸出（即回转机械手由  $90^\circ$  向  $0^\circ$  旋转）时，液压缸时走时停，速度极不稳定；②系统停止运行后，即使机械手空载，比例换向阀 A、B 口球阀关闭，液压缸仍以  $0.3 \text{ mm/min}$  的速度向缩回方向滑行，无法准确定位。查看运行记录及压力表发现，回转液压缸伸出时，液控单向阀与压力补偿器之间，压力波动较大，一般为  $0 \sim 3 \text{ MPa}$ 。

经分析，回转液压缸伸出时，由于压力补偿器的作用，有杆腔会产生一定的背压，根据图 3，液控单向阀采用的是外控内泄的方式，由于压力补偿器的作用，其泄漏油具有一定的背压（此系统中为无杆腔进油压力的  $3.5 \sim 5.5$  倍），背压过

大时, 导致液控单向阀时开时闭, 从而导致液压缸时走时停, 速度不稳。由图 4 可知, 仅在图 3 所示系统上将平衡阀更换为压力补偿器后, 实际上相当于在无杆腔加了 1 个平衡阀, 在系统停止运行时, 压力补偿器无法打开。由于机械手自重和配重的原因, 液压缸无杆腔始终有一定的压力, 且越来越大, 最终使得液控单向阀开启, 液控单向阀的控制油 (即无杆腔的压力油) 泄漏到了有杆腔, 于是液压缸与液控单向阀组成了 1 个回路, 最终导致液压缸无法准确定位<sup>[2]</sup>。

以上 2 个问题全部出现在液控单向阀上, 本来作为防爆用的液控单向阀现在却成了上述问题的根源。考虑到现有液控单向阀的功能在此系统中是必须的, 故系统采用了事故切断阀来代替液控单向阀, 如图 5 所示, 该阀的作用是为了防止软管爆裂。

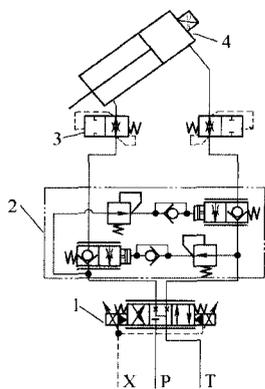


图 5 改进后的回转部分液压系统原理图

1. 比例换向阀
2. 压力补偿器
3. 事故切断阀
4. 回转液压缸

当软管爆裂时, 由于另一侧压力的缘故, 大量的油从反方向流经该阀, 该阀的内部结构使阀迅速切换到截止位置, 从而防止液压缸失控。液压缸 2 腔上都有平衡阀, 其也能起到缸在任意位置锁紧的作用。

### (2) 水平移送部分

水平移送部分由 2 个液压缸拖动移送小车 (其上装有回转液压缸) 前进或者后退, 带动板坯前进或者后退, 其液压系统原理简图如图 6 所示。同回转回路一样, 2 个液压缸也各由 1 个比例换向阀控制。

在调试过程中发现, 即使系统全部停止, 移送小车仍然向前滑行, 即使在换向阀 A、B 口加上

液压锁, 滑行依然存在。对移送小车进行受力分析发现, 该小车只在运行时受到水平摩擦力的作用, 液压缸只受水平拉力或压力, 在小车停止运动后, 液压缸水平方向不受力。检查小车与液压缸安装水平度, 未发现任何异常。经多次试验后发现, 移送小车只在机械手为 90° 时发生滑行, 且只向前进方向滑行, 其总位移为 60 mm 左右。结合现场实际情况发现, 机械手回转至 90° 时, 被其他机构顶住, 无法再旋转, 此时移送小车距墙壁的距离应是 150 mm 左右, 而实际测量结果显示, 小车滑行停止后, 机械手实际角度大于 90°, 小车距墙壁的距离不到 100 mm。因此, 暂时推断小车的滑行是由于回转机械手滑行造成的。

将回路改进为图 6 所示后, 经多次试验, 移送小车未出现滑行问题, 证明前面推断正确。

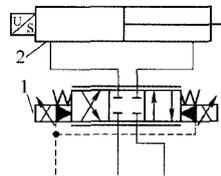


图 6 水平移送部分液压系统原理简图

1. 比例换向阀
2. 移送回转液压缸

### (3) 升降部分

升降部分由 2 个比例换向阀分别控制 2 个液压缸带动升降梁上升或下降, 将板坯送入或者移出加热炉并在加热时对板坯起到支撑作用。其液压系统原理如图 7 所示。

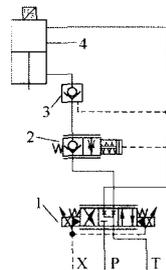


图 7 升降部分液压系统原理简图

1. 比例换向阀
2. 平衡阀
3. 内泄式液控单向阀
4. 升降液压缸

在调试过程中, 液压缸出现了剧烈抖动, 噪声很大。液压缸在上升过程中, 速度平稳, 无噪声, 压力表无波动, 显示正常。在慢速 (小于 15

mm/s)下降过程中,系统无异常;在中速(15~45 mm/s)下降过程中,出现轻微抖动,无噪声,压力波动较小;在快速(大于45 mm/s)下降过程中,抖动剧烈且伴有很大噪声,压力表抖动剧烈。

初步判断故障出现在平衡阀上。清洗、更换平衡阀后,此故障仍然存在,但略减轻。分析原理图后发现,该系统与未改进之前的回转系统基本相同,液压缸的剧烈抖动很有可能是回转缸运行速度极为不稳定的放大,因此,分析故障的原因同样是由液控单向阀引起。拆掉液控单向阀阀芯后,升降缸在上升、下降过程中均未出现任何异常,运行平稳。由于现场条件及安装尺寸的限制,此处液控单向阀不能更换为事故切断阀。因此,将外控内泄式液控单向阀更换为外控外泄式,并在阀块相应位置开泄漏孔。改进后,液压系统运行良好,改进后的原理简图如图8所示。

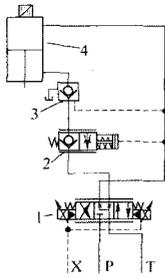


图8 改进后的升降部分液压系统原理简图

1. 比例换向阀 2. 平衡阀  
3. 外泄液控单向阀 4. 升降液压缸

### 3 小结

本文对板坯输送液压系统在调试过程中的故障进行了分析并提出了改进措施。现场应用表明,改进后的液压系统满足工艺要求,运行情况良好,连续运行1个月未出现任何故障。

由上可知,液压系统故障具有一定的相通性和关联性。本文中,升降系统与回转系统实现的功能不同,但具有基本相同的结构,在故障分析时,可以考虑二者故障的相通性;移送液压系统故障是由回转系统引起的,解决了回转系统的故障,移送系统的故障也就消失了。而对于回转系统,在解决了1个问题后却出现了更多的问题,这就要求在分析液压系统故障时,要有全局的眼光,能够预见1个问题可能引发的其他问题。

#### 参考文献

- [1] 湛从昌. 液压可靠性与故障诊断[M]. 第2版. 北京: 冶金工业出版社, 2009.  
[2] 陈奎生. 液压与气压传动[M]. 武汉: 武汉理工大学出版社, 2003.

作者: 李成

地址: 武汉市青山区和平大道947号武汉科技大学432信箱

邮编: 430081

收稿日期: 2009-12-23

## 快速处理港口单机6 kV 高压故障的方法

孙强

秦皇岛港股份有限公司 秦皇岛 066000

文章编号: 1001-0785(2010)08-0089-02

秦皇岛港煤炭运输主要依靠翻车机、堆料机、取料机、装船机等单机完成。翻车机、堆料机、取料机、装船机等单机的6 kV 动力电源是由变电所通过地面高压电缆提供的,通过单机的各高压柜将电能传送给各用电机构,高压柜能否正常运行,直接关系到设备能否正常工作。港口单机6 kV 高压系统包括高压进线柜、馈线柜、电容补偿

柜和动力变压器柜等。本文根据现场经验介绍快速处理港口单机高压故障的知识和技能、处理方法以及注意事项。

### 1 维修人员应具备的知识和技能

(1) 高压一次系统和二次系统原理,高压断路器和高压真空接触器的工作原理。