

# 周轧机轧辊平衡缸液压回路分析与改进

周基元<sup>1</sup> 乔建明<sup>2</sup>

(1. 广州中冶迈克机电有限公司, 广东 广州 510405; 2. 华菱衡阳钢管有限公司, 湖南 衡阳 421001)

**摘要** 国内某钢厂周期轧管机上轧辊丝杆平衡缸液压回路在设计上存在缺陷。当控制阀信号出现故障时, 轧辊丝杆往下运动时, 会造成负载无限变大, 导致轧辊运动受阻, 丝杆机构卡死。通过对平衡缸液压回路分析, 提出解决方案, 改进了系统回路。

**关键词** 平衡缸; 液压回路; 丝杆机构

**中图分类号:**     **文献标识码:** A     **文章编号:** 1671-3818(2015)01-0024-03

## THE ANALYSIS AND IMPROVEMENT OF THE PERIODIC MILL ROLL BALANCE CYLINDER HYDRAULIC CIRCUIT

Zhou Jiyuan<sup>1</sup> Qiao Jianming<sup>2</sup>

(1. Guangzhou Mecc Mechanic & Electronic Co., Ltd, Guangzhou510405, Guangdong; 2. Hengyang Valin Steel Tube Co. Ltd, Hengyang421001, Hunan)

**Abstract** A screw balance cylinder hydraulic circuit in the cycle pipe roll machine of a domestic steel factory has some defects in the design. When control valve signals have some malfunction with the roller screw falling down can cause load infinite change, leading to roll motion blocked, eventually a lag screw mechanism stuck. Through the analysis of the balance cylinder hydraulic circuit, this article puts forwards the solution to improve the circuit system.

**Key words** balance cylinder; hydraulic loop; screw rod; construction

### 0 前言

国内某钢厂周期轧管机采用国外技术, 上轧辊采用双丝杆加平衡缸调节方式。双丝杆驱动上轧辊向下运动, 并承受轧制时向上的冲击载荷, 平衡缸主要是消除丝杆与轧辊联接处的间隙。当轧制完成后, 平衡缸拉动上轧辊跟随丝杆一起向上运动。在整个丝杆上下运动过程中, 平衡缸的有杆腔始终是进压力油的。它对上轧辊始终产生一个向上的拉力。当双丝杆驱动上轧辊向下运动时, 平衡缸产生的向上拉力就变成了丝杆的负载。当平衡缸液压系统回路出现问题时, 就会造成丝杆向下运动过程中负载异常增大。在投产初期曾经发生过多次丝杆卡死现象, 处理时间很长, 影响生产。

### 1 平衡缸液压系统工作原理

周轧机上轧辊平衡缸液压系统回路如(图1改造前)所示。在整个生产过程中, 电液换向阀1左边电磁铁一直是得电的, 压力油经过单向节流阀3和内控式顺序阀7中的单向阀进入平衡缸的有杆腔, 无杆腔回油。平衡缸的活塞杆与上轧辊联接一起, 并拉起上轧辊压紧在双丝杆前端的压块上, 以消除它们之间的间隙。当双丝杆往上退回时, 平衡缸将上轧辊拉起。当上轧辊要压下去时, 双丝杆往下运动, 需要克服平衡缸向上的拉力 $F$ 。在正常轧制生产过程中, 电液换向阀1左边电磁铁一直得电, 平衡缸的有杆腔也始终与系统相通, 有杆腔的压力始终保持恒定。因此, 丝杆向下运动的负载是恒定的,

保证了丝杆运动的平稳性。

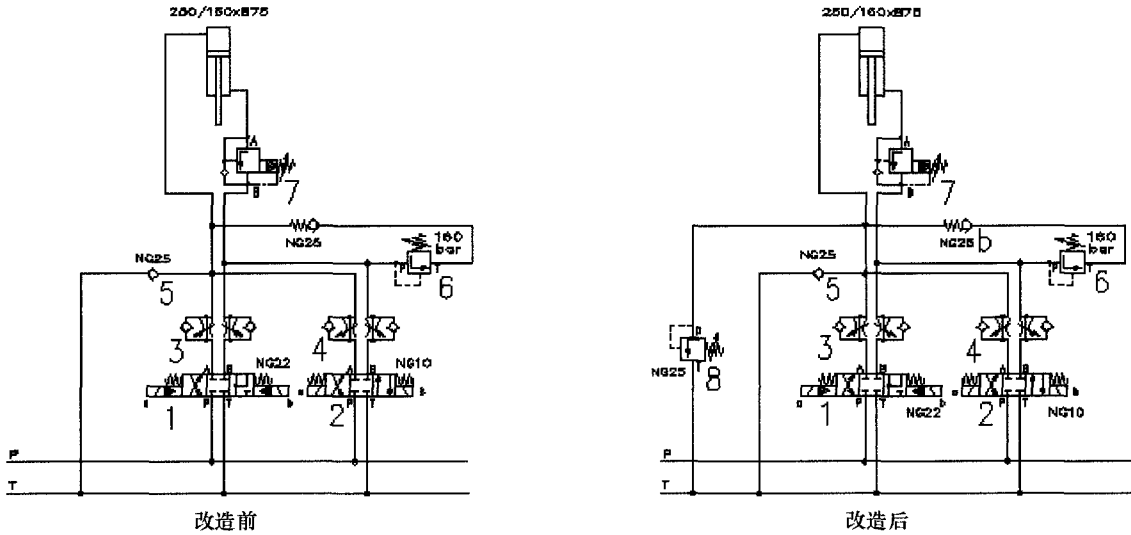


图 1 平衡缸液压系统原理图

1. 电液换向阀; 2. 电磁换向阀; 3. 双向节流阀; 4. 双向节流阀; 5. 单向阀; 6. 直动式溢流阀; 7. 顺序阀; 8. 先导式溢流阀

内控式顺序阀 7 起背压阀作用, 压力调节为 5MPa, 能够使平衡缸下降速度平稳, 减少冲击。安全溢流阀 6 压力调定为 16MPa。

## 2 丝杆卡死故障原因分析

从平衡缸液压系统工作原理, 可看出双丝杆向下正常运动时所受的负载基本是稳定的。由于平衡缸液压回路在轧制过程中电液换向阀 1 左边一直带电, 不需要频繁换向, 回路中就不存在电液换向阀换向时对系统的液压冲击, 回路上的控制阀也不会出现阀芯突然卡死的现象。因此, 从这个角度考虑, 这个系统设计应该是安全的。但是, 如果在丝杆驱动上轧辊下降过程中, 电液换向阀 1 突然断电了, 就会出现严重的隐患。

从原理图上可以看出, 电液换向阀 1 是 O 型中位机能, 断电时, 平衡缸两腔油路都封闭死了。在常温下, 由于液压油的有效体积弹性模量  $E = 1400 \sim 2000 \text{MPa}$ , 非常大, 在这个系统中可以认为液压油是不可压缩的。在这个时候丝杆驱动上轧辊动作, 平衡缸的有杆腔压力会瞬时升高, 当压力升高至 16MPa, 安全溢流阀 6 打开, 可是由于无杆腔回路也封闭了, 无杆腔压力也会升高, 溢流阀出口压力也随之升高。造成安全溢流阀 6 无法溢流。平衡缸就会停止在电液换向阀断电时的位置不动, 如果电机功率足够大, 加之系统实际存在微小泄漏, 电机传动丝杆驱动上轧辊会缓慢向下运动, 平衡缸有杆腔压力

也会越来越大, 丝杆负载就会随之越来越大, 最终造成丝杆升降机构损坏, 丝杆卡死了。

## 3 系统回路改进

我们在平衡缸无杆腔的管道上加一个旁通溢流阀 8, 如(图 1 改造后)所示。

这样就用溢流阀 8 来调定平衡缸无杆腔的压力, 也就是安全溢流阀 6 的出口压力, 进而可以调定平衡缸有杆腔的压力。当出现电液换向阀 1 断电, 平衡缸两腔油路都封闭死时, 平衡缸有杆腔压力升到一定值, 就会逐步打开安全溢流阀 6, 单向阀 b 和旁通溢流阀 8 来溢流, 避免出现有杆腔形成死腔, 造成丝杆负载无限变大, 损坏丝杆机构。

我们现在分析旁通溢流阀 8 的压力调定范围。旁通溢流阀 8 的压力调节主要是确保丝杆机构在平衡缸两腔油路都封闭死时, 丝杆继续运动, 丝杆的负载与系统正常压力运动时相差不大。当有杆腔压力升高, 逐步打开内控式顺序阀 7, 安全溢流阀 6, 单向阀 b 和旁通溢流阀 8。内控式顺序阀 7 调定压力为 5MPa, 安全溢流阀 6 调定压力为 16 MPa, 单向阀 b 开启压力为 0.5 MPa。此时, 为了保持丝杆的负载不超过系统正常工作压力时的负载, 有杆腔和无杆腔压力存在以下关系:

$$P1 * A1 - P2 * A2 \leq (P + 5 \text{MPa}) * A1 \quad (1)$$

$$P1 = P2 + 0.5 \text{MPa} + 16 \text{MPa} + 5 \text{MPa} \quad (2)$$

式中: P——系统正常工作压力, 14MPa;

P1——油路封闭丝杆能够正常下降时,平衡缸有杆腔的压力,MPa;

P2——溢流阀 8 调定压力,MPa;

A1——平衡缸有杆腔有效作用面积, m<sup>2</sup>;

A2——平衡缸无杆腔有效作用面积, m<sup>2</sup>;

$$A1 = \pi * (R2 - r2) = 0.028967m^2$$

$$A2 = \pi * R2 = 0.0490625 m^2$$

根据(1)(2)可以得出:

$$(P2 + 21.5) * A1 - P2 * A2 \leq (P + 5) * A1 \quad (3)$$

$$P2 \geq 3.6MPa,$$

在更换轧辊时,当平衡缸下降联接新的上轧辊时,仅仅需要克服有杆腔的背压即可。所需压力  $P3 \geq 5MPa * A1/A2 = 2.95MPa$ 。因此,平衡缸下降时旁通溢流阀 8 不会溢流。考虑到现场实际工况,负载有变化,我们将旁通溢流阀 8 的压力调定为  $P2 = 5MPa$ 。则  $P1 = 26.5MPa$ 。

这样改造以后,遇到电液换向阀 1 突然断电丝杆继续向下运动,丝杆所受到的负载为:

$$F' = P1 * A1 - P2 * A2 - Mg = 306713 (N) = 31297 (kg)。$$

正常系统压力状况下的负载

$$F = (P + 5MPa) * A1 - Mg = 334768 (N) = 34160 (kg)$$

比正常工作时的丝杆负载稍小。能够保护异常情况下丝杆升降机构正常工作,不受损。

### 4 结论

这种改造方案能够在液压控制系统回路发生极端状况下,保护轧辊丝杆升降机构不会损坏。自 2011 年 9 月改造后,丝杆机构故障基本消除了。

这种方案也可推广到其它类似的液压系统中,极端情况下对设备起到很好保护的作用。

### 参 考 文 献

[1] 李壮云. 液压元件与系统(第 2 版)[J]. 北京:华中科技大学机械工业出版社,2006(5).  
 [2] 刘延俊. 液压与气动传动[J]. 北京:清华大学出版社,2010(12).