

DOI: 10.3969/j.issn.1001-3881.2011.22.021

## 棒材轧制中冷床制动裙板液压系统特性分析

刘建, 刘勋, 李新有, 刘玉

(中冶赛迪工程技术股份有限公司, 重庆 401122)

**摘要:** 在阐述棒材轧制中冷床制动裙板工艺控制过程的基础上, 针对某钢厂的冷床制动裙板液压系统, 结合现场实测数据, 分析其性能, 为冷床制动裙板液压系统的设计、现场调试和生产维护提供理论支持。

**关键词:** 棒材轧制; 冷床制动裙板; 液压系统

**中图分类号:** TP391.9; TH137.7 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-3881(2011)22-067-2

### The Performance Analysis of the Breaking Skirt-plated Hydraulic System for Cold Bed in Bar Rolling

LIU Jian, LIU Xun, LI Xinyou, LIU Yu

(CISDI Engineering Joint Stock Co., Ltd, Chongqing 401122, China)

**Abstract:** Based on the introduction of characteristic and process for breaking skirt-plated in bar rolling, the performance of the hydraulic system for breaking skirt-plated of some steel plant was analyzed in detail with actual measured data. The research work provides referenced for design, commissioning and production maintenance of the breaking skirt-plated hydraulic system.

**Keywords:** Bar rolling; Breaking skirt-plated for cold bed; Hydraulic system

冷床是中小型棒材车间不可缺少的辅助设备之一。其功能是将轧机轧制后经飞剪剪切成倍尺长度的棒材, 输送并卸到冷床齿条上进行冷却, 使棒材温度由 900 ℃ 降至 0~300 ℃, 然后由冷床下料装置将其收集成组送至输出辊道上, 再由输出辊道将其送到冷剪剪切成定尺成品<sup>[1]</sup>。随着棒线材车间产量和速度的不断提高, 冷床上料装置制动裙板的动作十分频繁, 动作周期一般为 2 s 左右。根据不同规格的产品和产量, 制动裙板平均每天动作次数在 10 000~30 000 次, 因此上料装置的制动裙板液压系统工况十分恶劣, 除要求制动裙板高、中、低 3 个工作位置停靠准确外, 还必须妥善解决好液压系统在换向过程中的冲击。制动裙板是棒材轧制中的咽喉部, 一旦不能正常动作就会导致停产, 因此设计性能良好的制动裙板液压系统对棒线材车间的正常生产有着十分重要的意义。

#### 1 冷床制动裙板动作原理

制动裙板是位于输入辊道一侧的一条可在垂直方向上下运动的板, 制动裙板利用板与从辊道上滑入的棒材之间的摩擦阻力使棒材减速制动, 并通过提升运动将棒材托入冷床。

裙板升降由 11 个液压缸驱动, 通过由多个联轴器联接在一起同时转动的长轴进行, 长轴上带有多个曲柄, 曲柄另一侧通过支杆支撑制动板。液压缸伸缩

1 次, 制动板完成 1 次升降。在同步轴上设置 3 套接近开关, 检测和控制制动裙板高、中、低 3 个工作位置, 通过液压控制回路, 可准确控制制动裙板的上升、下降及中间停位<sup>[2]</sup>。

制动裙板的单个油缸的传动结构示意图如图 1 所示。

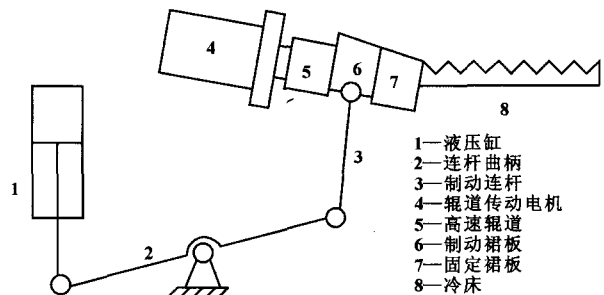


图 1 制动裙板单个油缸传动结构示意图

制动裙板的控制操作有两种模式:

(1) 大规格低速轧制。制动裙板由高位降至低位, 延时后再由低位升至高位, 往复动作一周为一个动作周期。此种模式由于是低速轧制, 棒材可以在低位制动, 故对来料没有要求, 可以是连续或断续来料。

(2) 小规格高速轧制。制动裙板由高位降至低位, 延时后再由低位升至中位, 停在中位延时一段时间, 使棒材在制动板上有充分的时间制动, 然后继续上升至高位, 完成一个动作周期。此种模式由于

收稿日期: 2010-10-09

作者简介: 刘建 (1975—), 男, 工程师, 主要研究方向为冶金液压系统设计。E-mail: Jian.Liu@cisdi.com.cn。

是高速轧制，要求棒材在中位制动，棒材可以连续来料。

制动裙板的带中位动作时序表<sup>[3]</sup>如图 2 所示。

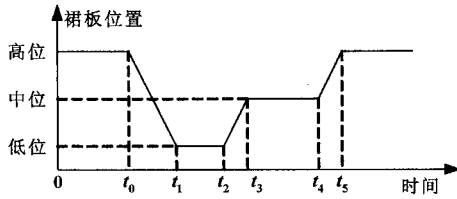


图 2 制动裙板带中位动作时序表

冷床上料装置的动作时序描述如下：经倍尺飞剪分段的棒材，在冷床输入轨道上加速，当到达  $t_0$  时刻，裙板由高位向低位运行至  $t_1$  时刻，然后在低位停留 ( $t_2 - t_1$ )，其中裙板在低位的停留时间 ( $t_2 - t_1$ ) 可调，在操作画面上可根据现场情况随时调整；在裙板向下位运行时，由于冷床输入轨道向裙板方向倾斜，棒材靠自身重力作用滑入裙板，开始摩擦制动；在  $t_2$  时刻裙板返回中位，停留至  $t_4$  时刻制动结束，其中中位停留时间 ( $t_4 - t_3$ ) 为可调时间，在操作画面上可根据现场情况随时调整；裙板由中位到达高位至  $t_5$  时刻完成一个动作周期，等待下一根棒材；由于裙板向冷床方向倾斜，当裙板到达高位时，棒材靠自身重力作用滑入冷床矫直板，完成卸钢。裙板除完成棒材的制动与上钢外，通过其低位到中位再返回高位的运动，还起到了分钢作用。

### 2 冷床制动裙板液压控制调节原理

冷床制动裙板的 11 个升降液压缸之间的连杆曲柄由一根长轴连接在一起，属于机械同步，但是由于每两个油缸之间的同步轴长达 6 m，不可避免地存在同步轴的挠性扭转、机械间隙，从而导致冷床上料装置升降的不同步；并且由于油缸的频繁快速换向，不可避免地存在液压冲击。为了尽可能地减弱不同步和液压冲击的影响，拟定如图 3 所示的冷床制动裙板液压控制原理图。

在图 3 中，单向阀 1 装在液压阀台的回油管上，形成一定背压和防止油液倒流；球阀 2 装在液压阀台的进油管上，其作用为在阀台检修时切断压力油；三位四通电磁换向阀 3 为 O 型机能，其作用是实现液压缸的换向和停位功能，由于制动裙板下降时有负负载，需选用回油节流，因此双单向节流阀 4 的作用是实现油缸的运动速度调节；补油阀 5 的作用为防止油缸吸空；安全阀 6 的作用为在油缸内压力超过设定值后溢流，减弱压力冲击和保护油缸；元件 7 和 8 都为测压接头，方便测取油缸两腔的压力；元件 9 和 10 为检修调试用球阀。

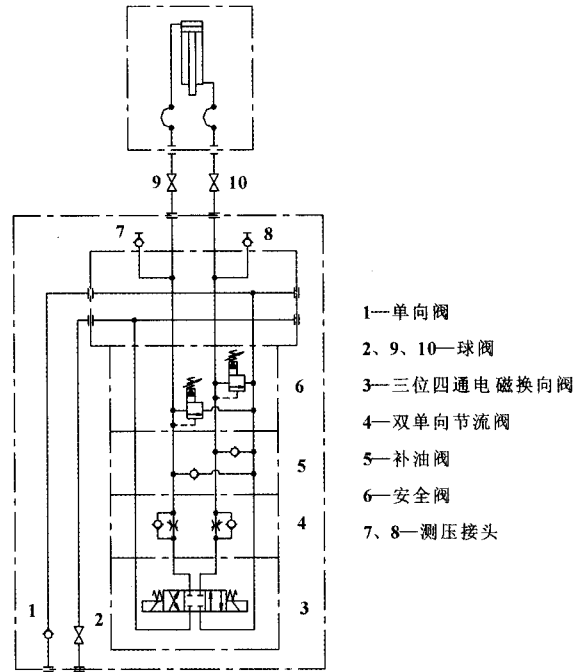


图 3 冷床制动裙板液压控制原理

由于冷床上料装置有 11 个液压缸，故共设 11 个上述液压阀台，每个液压阀台控制 1 个液压缸，通过 11 个液压阀台上的电磁换向阀 3 同时得失电来控制油缸的同步。虽然每个油缸回路的液压元件选用一致，但是每个油缸回路的元件特性还是有一定差别，并且存在机械安装和油缸的摩擦力差别的影响。为了达到 11 个油缸的基本同步，尽量减少同步轴的扭转，在调试初期，将 11 个液压缸上的同步轴联轴器拆开，分成 3 组，将每一组内的油缸速度通过调节单向节流阀调到基本一致，再将每一组内的同步轴连接起来，这样每一组内的液压缸基本调节同步。分别完成 3 组的调试，最后再调节 3 组之间的同步，最终全部连接起来，这样就基本保证了同步轴受到较小的扭转力矩。

### 3 冷床制动裙板液压系统现场测试

裙板升降液压缸在工作过程中，当换向阀迅速换向时，液压系统管道中的液压油因突然改变运动而导致动能向压力能的瞬时转变，并且由于液压缸及负载的运动惯性，增加了液压系统内的液压冲击。通常换向速度越快，冲击越大；液压缸连接负载的惯性越大，冲击越大。

某钢厂线棒材生产线冷床制动裙板液压系统压力为 14 MPa，在液压阀台上对其中的 1 个液压缸的两腔压力进行现场测试，结果如图 4 和 5 所示。

(下转第 87 页)

不存在。输入信号的周期更新会产生时间上的延迟，这也就意味着由 PLC 执行的监督控制理论并不能实现精确的同步控制。

基于以上几点原因，为了在工业控制中应用监督控制理论，采用多个监督分层结构化实现机床的控制。

图 3 是基于监督控制理论的机床控制流程图。

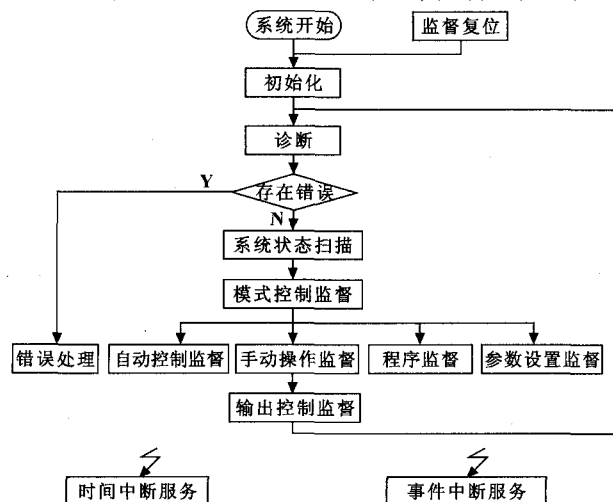


图 3 控制流程框图

这种流程结构包括了目前机床 PLC 控制中典型前台和后台控制模式。前台是一个实时系统，后台则是自由时间系统。实时系统控制涉及两类任务，分别是时间中断服务和事件中断服务。例如电机控制的 PID 算法通常是由时间中断服务处理的，而控制中急停则是由事件中断服务处理的。在自由时间系统中，

系统由诊断到输出监督控制循环顺序处理。外部的操作请求与内部的系统状态会影响任务的执行顺序。图中给出的主要是自由时间系统的执行过程及转换关系。

#### 4 结论

作者在托辊自动生产装配线的柔性生产装配机床上采用 PLC 系统实现了监督控制理论的应用。在应用过程中，针对理论与实际系统间的差异做了处理，使监督控制理论成为整个控制系统的内核。PLC 系统成为监督控制理论对实际物理系统实现可靠有效控制的一个载体。这种方法还可以移植到其他工业控制系统中，具有一定的普适性。

#### 参考文献：

- [1] 郑应平. 离散事件系统理论研究与应用进展[J]. 控制与决策, 1996(3): 29-333.
- [2] FABIAN M, HELLGREN A. PLC-based Implementation of Supervisory Control for Discrete Event Systems[C]//Proceedings of the 37th IEEE Conference on Decision & Control Tampa, Florida, USA, 1998. 12.
- [3] RAMADGE P J, WONHAM W M. Supervisory Control of a Class of Discrete-event Systems[J]. SIAM Journal of Control Optimization, 1987, 25(1): 206-230.
- [4] LIU Y, LI W, YAMAZ K, et al. Model-driven design and implementation of discrete event control for a machine tool control system[J]. International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 2007, 20(6): 548-556.
- [5] ZAMANI FEKRI Mohsen, HASHTRUDI-ZAD Shahin. Hierarchical Robust Supervisory Control of Discrete-Event Systems[C]//2008 American Control Conference, 2008. 7.

(上接第 68 页)

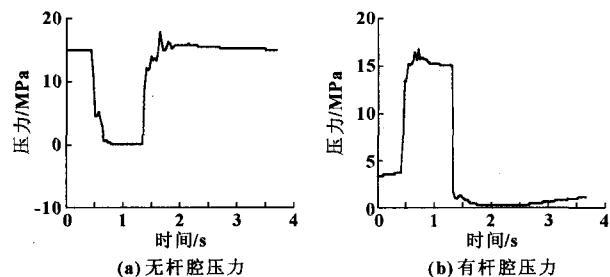


图 4 不带中位液压缸两腔压力曲线

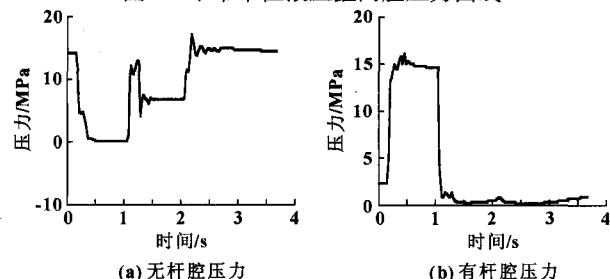


图 5 带中位液压缸两腔压力曲线

图 4 为冷床制动裙板不带中位控制时的两腔压力曲线，数据采样周期为 30 ms，从图中可得出冷床上

料装置不带中位时的低位停留时间为 0.7 s，压力峰值出现在制动裙板由低位换向到高位的过程中，大小约为 17 MPa。图 5 为冷床制动裙板带中位控制时的两腔压力曲线，数据采样周期同为 30 ms，从图中可得出冷床上料装置带中位控制周期为 2 s，低位停留时间约 0.7 s，中位停留时间约为 0.9 s，压力峰值出现在制动裙板由中位换向到高位的过程中，大小约为 18 MPa。

#### 4 结论

在阐述棒材轧制中冷床制动裙板工艺控制过程的基础上，详述了制动裙板液压系统的控制原理和性能，通过现场实测数据，分析了液压缸内的液压冲击现象，为裙板液压系统的设计、现场调试和生产维护提供理论依据。

#### 参考文献：

- [1] 郑建华. 现代化小型冷床上料装置结构设计分析及计算[J]. 冶金丛刊, 2006(6): 18-22.
- [2] 王文涛. 液压升降裙板式冷床上卸钢装置的电气改造[J]. 机械研究与应用, 2006, 19(3): 101-102.
- [3] 王才仁, 张弘, 谢志雄. 裙板式冷床上钢装置的控制及改进[J]. 轧钢, 2005, 22(6): 60-62.