

## 中板轧机辊缝异常分析及解决办法

狄燕鸣

(南京钢铁股份有限公司)

### Analysis of and Solutions to Roll Gap Abnormality in Medium Plate Mill

Di Yanming

(Nanjing Iron and Steel Co. Ltd)

TG33 B

#### 1 前言

南钢中板厂 2500mm 四辊可逆式中厚板轧机采用电动压下和液压压下的混合压下系统。压下系统的总速比  $i=16.7$ , 电动压下速度为 0.20m/s。液压压下系统由“一重”设计和制造, 其液压缸行程为 25mm, 在压下过程中只对两边辊缝做微量的精确调整, 轧制过程中辊缝主要由电动压下来实现。在 1996 年前该压下系统未出现过异常。此后一段时间内该系统在轧钢过程中时常会出现辊缝值发生变化这种不正常现象, 使得压下工不能很好地控制厚度, 造成“计划外”, 甚至废品。一般情况下, 在“咬钢”开始一段时间(0~1s 内), 两侧辊缝会增大 0.2~0.5mm, 严重时辊缝会增大到 1mm 左右。从辊缝变化的情况来看, 变化值没有明显的规律, 或大或小很难掌握。而我公司中板厂的主要产品是以品种板为主, 对公差要求较高, 针对这一情况, 我们从多方面做了认真分析, 找出了辊缝变化规律, 制定了预防措施。

#### 2 原因分析及解决办法

##### 2.1 原因分析

从表面情况来看, 辊缝读数的变化直接反映了实际辊缝值的改变。在排除了液压压下液柱变化的可能性后(液柱高度有单独的显示), 辊缝的增加只可能是电动压下部分造成的。通过进一步分析发现, 在咬钢过程中, 电动压下高速轴确实存在回转现象。通过对压下电机一些参数的检测, 高速轴在咬钢过程中反转, 也不是由电机本身驱动的, 而是来自于轧制力的反作用力。在轧制力反作

用力的作用下, 压下丝杆不能自锁, 反转造成辊缝值的变化。

从设计思路来看, 象类似的轧机压下系统应该是自锁的, 不可能由反作用力使其反转。最初我们怀疑设计时在考虑压下满足一定速度的同时, 是否忽视了它的自锁, 便对其设计数据做了进一步的查证。设计的压下丝杆有关数据如下: 螺距为 40mm, 压下丝杆中径为  $\Phi 550\text{mm}$ , 压下丝杆材质为 42CrMo, 压下螺母材质为 ZQA19-4 铜。其润滑摩擦系数  $\mu$  在 0.03 左右时, 如图 1 所示,  $\tan \alpha = 0.023$ , 小于 0.03, 该系统完全是自锁的, 不应该反转。况且从 1996 年之前使用的情况也说明该设计不至于会造成这样的缺陷, 除非摩擦系数在咬钢的开始过程中发生了变化。

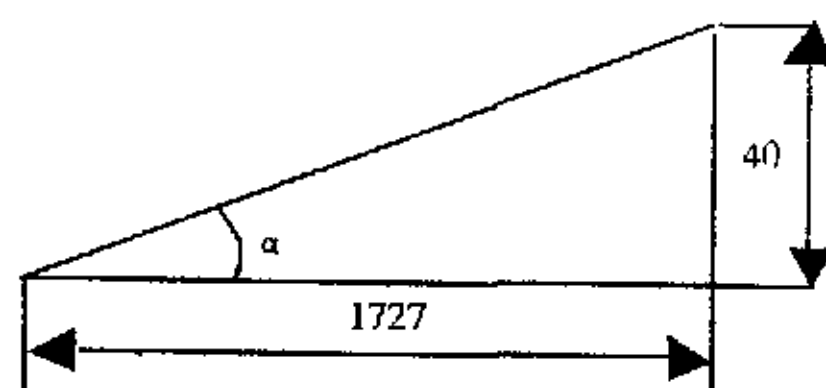


图 1 压下系统的摩擦角

现对摩擦系数变化的可能性做简单的分析: 摩擦系数取决于摩擦副的材料、摩擦的形式(静摩擦、动摩擦、滚动摩擦)、摩擦副之间润滑情况、振动、温度等因素。其中摩擦副材料是不可能变化的, 我们可以不考虑; 摩擦的形式从理论上在咬钢之前压下丝杠与压下螺母之间应是相对静止的, 应为静摩擦。但在咬钢后有回转现象时, 其摩擦系数应是动摩擦系数。在一般情况下, 动摩擦系数略



小于静摩擦系数;摩擦副之间的润滑情况较复杂,不同的润滑情况下的摩擦系数相差是较大的,此压下机构采用的是淋浴润滑(220#机械润滑油),我们可以看成是流体润滑。流体润滑有三种状态:即流体膜润滑、混合润滑、边界润滑,三种状态下的摩擦系数相差是较大的。如果是流体膜润滑,两个摩擦面不直接接触,表面相互滑动时只在流体分子间发生摩擦,即液体内摩擦,其摩擦系数很小;如是混合摩擦,当流体膜厚度较薄时,局部表面的轮廓峰可能穿透润滑膜而直接接触,形成边界润滑,而其它区域仍处于流体膜润滑状态,边界润滑和流体膜润滑同时存在的状态下,摩擦系数也较小;如是边界润滑,即润滑剂的有机性化合物吸附在金属表面或与金属表面反应,生产固体润滑膜而达到润滑效果。此状态下摩擦系数在一般手册中能查到。较其它两种状态要大得多。摩擦系数 $\mu$ 随参数 $\eta v/F$ 的变化曲线见图2。

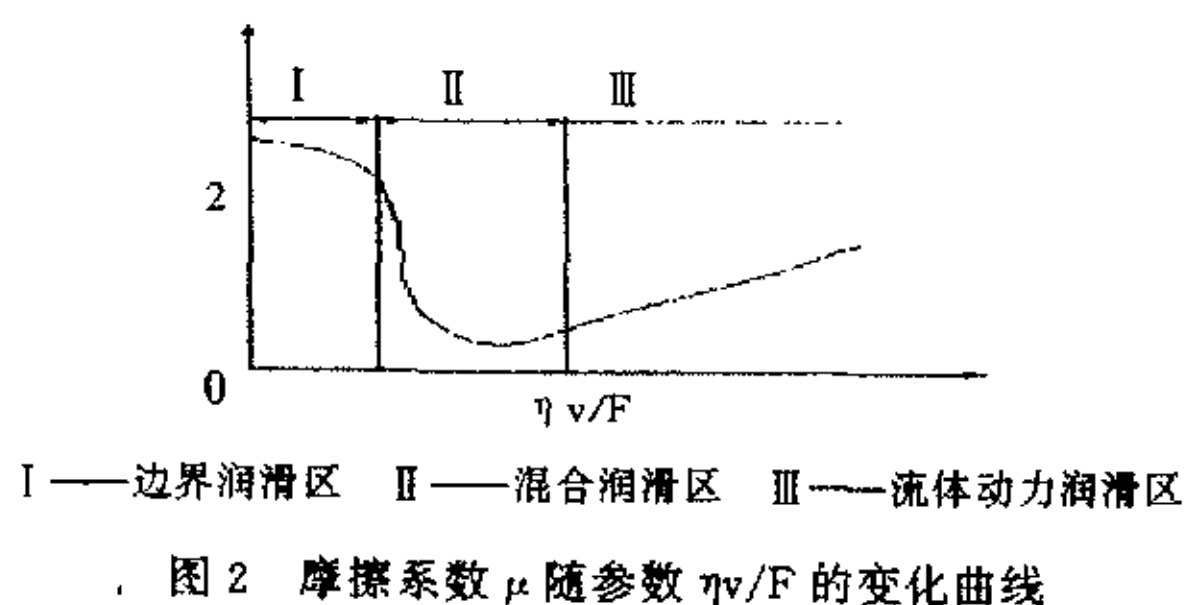


图2说明摩擦系数 $\mu$ 随参数 $\eta v/F$ 增大而下降。同时说明如外界条件使润滑状态发生改变,摩擦形式由边界润滑变化到混合润滑,则摩擦系数会急剧变小。

振动和温度对摩擦系数的影响,一般来讲振动会降低摩擦副之间的摩擦系数,但影响较小,只要振动不致于造成摩擦副之间不适当运动,就可以不考虑;温度也有一定的影响:即温度越高,摩擦系数越高。但在轧钢过程中的温度会高于常温,摩擦系数会增加。

从以上分析,我们可以看出,该压下机构不自锁主要原因可能是压下丝杆与压下螺母间的润滑情况的变化而引起的。设计时摩擦系数选取应为0.03左右,一旦其润滑状态过渡到混合状态,摩擦系数就远小于0.03,就不能满足 $\mu > \tan \alpha$ 的条件,从现场情况看这种可能性是存在的。从1994

年投产以来,由于长期的磨损,压下丝杆与螺母之间间隙变大,达到5mm左右。如平衡系统平衡不够,在压下丝杆自身的重量和液压缸的重量(每只8.5t)的作用下,使得压下丝杆及压下螺母摩擦副之间经常存在着一定量的间隙。在润滑油足量的情况下,压下丝杆与螺母之间的润滑形式很有可能发生变化。多数情况是在混合润滑与边界润滑之间交替,使得摩擦系数也在相应变化。在压下丝杆的尺寸不变的情况下,在咬钢过程中压下丝杆与压下螺母如处于混合润滑状态,摩擦系数就可能远小于 $\tan \alpha$ 而不能自锁,出现辊缝反弹。事实上这种猜测与实际情况是基本相符的。在咬钢前压下丝杆间的润滑由于上面提及的两个不足,极有可能是处于混合状态。随着钢的咬入,巨大轧钢压力作用下,压下丝杆与压下螺母的润滑逐步过渡到边界润滑,在经过一段反转后,逐步恢复到边界润滑状态,据此我们采取了以下措施。

## 2.2 措施

1)更换磨损的压下丝杆及螺母,一般情况下年产量80万t左右的中板轧机,丝杆或螺母三年左右更换一次较合适;

2)确保平衡系统工作正常,特别是要注意及时补充蓄能器内的氮气,及时解决系统的泄漏等问题,确保平衡系统不欠平衡,消除压下丝杆与压下螺母间的间隙,防止混合润滑条件的形成;

3)更换支承辊及工作辊的滑板,保证工作辊及支承辊与牌坊间的间隙符合工艺要求,减少轧钢过程中的冲击和振动,从而避免振动对摩擦系数造成的影响。

采取以上措施后,压下辊缝在轧钢过程中不规则的变化情况得到了很好的控制。

## 3 结束语

近几年我厂严格按以上要求,认真做好各种预防工作,基本上消除了这种在轧钢时辊缝不规则变化的现象。但从其本身设计来看,此压下系统的摩擦角 $\alpha$ 的正切值偏大,比较接近0.03,如为了避免类似的问题,可以适当降低压下丝杆的导程。如为了获得较大的压下速度,满足设计产量的需求,可考虑加大压下电机功率,减小减速比等办法加以综合考虑。

收稿日期:2003-6-10