

# 轧机油膜轴承损坏原因分析及应对方法

胡宝强

(首钢高速线材厂设备科)

**摘要** 本文根据从 1999 年到 2001 年的连轧机油膜轴承烧损的实例,介绍了轧机油膜轴承的特点,对首钢高速线材厂二车间连轧机油膜轴承烧损的原因进行了分析,并提出了解决的方法。

**关键词** 油膜轴承 分析

## 引言

首钢高速线材厂二车间的生产设备是摩根第三代的产品,连轧机为十三架二辊水平式轧机,其轧辊轴承结构采用的是一侧推力轴承加油膜轴承,一侧油膜轴承的形式。这种设计是利用推力轴承来承受不大的轴向力,而用油膜轴承来承受轧制过程中产生的径向力。轧机油膜轴承是轧机的关键部位,决定了轧机的装机水平,它具有结构简单,摩擦系数小,刚性大,运转精度高,寿命长,精度保持好,耐冲击,工作安全可靠等优点,可以很好地满足现代轧制制度的要求。可是在现场实际中,由于使用及维护不当,造成了油膜轴承的提前损坏,这已经成为困扰我厂的一个老、大、难问题,尤其 2001 年仅 1-3 月就烧损了 5 架油膜轴承。本文撰写的目的就是试图对油膜轴承烧损的原因及其解决方法加以讨论。下面先对油膜轴承的特点作进一步的介绍。

### 一、轧机油膜轴承的特点

油膜轴承,是滑动轴承的一种,因为主要零件的加工精度很高,并具有很低的表面粗糙度,与普通的滑动轴承相比有着后者不具备的优点,即:

具有非常高的尺寸精度;

具有非常光滑的工作表面;

具有一定粘度的润滑油连续供给,以及适合的载荷和相对滑动速度。

它与普通滚动轴承相比具有以下一些特点:

#### 1、摩擦系数低

油膜轴承的摩擦系数,一般在 0.002—0.008 之间。摩擦系数低,意味着摩擦损耗低,也即能源损耗低。

#### 2、结构尺寸小

在相同承载力的情况下,油膜轴承轮廓尺寸比滚动轴承要小,节约了空间。

#### 3、承载能力大

承载能力大,是与相同外径的滚动轴承相比而言的。为便于说明,援引前苏联的一个资料:

油膜轴承与滚动轴承承载能力比较表 表 1

轧辊直径 mm	油膜轴承		滚动轴承		P1/P2
	直径 mm	承载能力 KN P1	型号	承载能力 KN P2	
270-290	180	0.51	2077128	0.17	3
270-290	180	0.51	2097726	0.11	4.64
270-290	180	0.51	3524	0.07	7.3

350-370	250	1.03	2077136	0.30	3.44
350-370	250	1.03	2097736	0.25	4.12
350-370	250	1.03	2097734	0.20	5.15
480-530	350	1.91	77752	0.42	4.55
1300	900	11.6	777/650	4.60	2.52
1400	1000	11.0	777/660	4.10	2.68

从上表中的数据可以看出，油膜轴承的承载能力远比滚动轴承要大。同时，由于带有油膜轴承的轧辊辊径是圆锥形的，而带有滚动轴承的轧辊辊径是圆柱形的，两相一比较，油膜轴承的承载力比滚动轴承的承载力又可提高 30% 以上。

#### 4、使用寿命长

从理论上讲，油膜轴承属于液体摩擦，它是不会发生磨损的，实际上，如果正确使用的话，寿命也应是很长的。

#### 5、抗冲击能力强

冲击载荷是轴承的受载特点，当轴受到冲击时，将被迫向轴承靠拢，但是轴与轴承之间的间隙本来就小，靠拢时需要很大的力才能将本来就小的间隙压的更小。而这种抵抗力可以平衡突加的载荷，使轴承免于受损。

#### 6、工作相对安全可靠

这里之所以用“相对”，是因为在轧钢生产的过程中污染严重，粉尘、水蒸气、氧化铁皮等时刻都在威胁着油膜轴承，而由于轴承的特殊密封设计，确保了油膜轴承不会过早的损坏。

以上，介绍了油膜轴承的优点，下面说一下它的缺点：

油膜轴承最大的缺点，就是它需要一个庞大的润滑系统，一次性投资大。因为油膜的厚度极小，所以要求油的过滤精度高；因为它是以循环油润滑冷却的，所以要求润滑油量也大，并且系统上还要求有精密的压力控制调节能力。以上几条，决定了油膜轴承润滑系统的庞大，复杂，在一定程度上增加了一次投资的费用。

### 二、我厂油膜轴承使用的工况

首钢高速线材厂二车间连轧机油膜轴承为纯动压油膜轴承，基本属于低速至中速重载的情况。其尺寸可以分为三种，分别为 21"，16" 和 12"。十三个架次中 1-5 架对应的是 21" 油膜轴承，6-10 架为 16" 油膜轴承，而 11-13 架为 12" 油膜轴承。十三个架次的轧辊装机量为 26 根，轴承包 52 个。三种轴承的结构形式大致相同，在轧机接轴侧(南侧)为纯油膜轴承(传动侧轴承包)，在另一侧(北侧)为推力轴承加油膜轴承结构(操作侧轴承包)。两个轴承包之间用标准尺寸的调整杠进行连接，以成为一个整体。

连轧油膜轴承的供油系统在我厂被称为连轧 A 系统，目前使用的是兰炼的 N460 油膜轴承油。该系统由两个 5M<sup>3</sup>的一用一备小油箱、一个 20M<sup>3</sup>的大回油沉淀箱及加热器、冷却器、滤芯等组成。润滑油经过二级过滤后通过阻孔孔到达工作点，工作点油压 1.2Kg，工作油温 38—42℃。

油膜轴承平时的工作条件较恶劣，轧制生产过程中，周围的粉尘污染较多，如果轴承的密封结构被破坏，工作中冷却水、粉尘等侵入轴承的可能性较大。

### 三、我厂油膜轴承的结构概况

我厂的油膜轴承主要是由径向承载件、轴向承载件、锁紧装置、密封装置及附属零件等组成。

径向承载件主要是锥套、衬套。衬套通过衬套固定销固定于轴承座中，锥套则通过键与轧辊连结。工作时锥套随轧辊旋转，由于压力油的作用，在锥套和衬套之间形成压力油膜，承受轧机的全部轧制载荷。

轴向承载件是由止推轴承，止推轴承盒、止推轴承端盖等组成。止推轴承安装于锥套之上，承受轧制时产生的轴向力，同时保证油膜轴承的轴向工作位置正确。

锁紧装置主要由锁紧螺母，铜制或钢制半环、卡簧、固定键等组成。用来将油膜轴承的锥套等件紧固在轧辊上。

密封装置主要由辊径密封、密封端盖、缓冲环等件组成，用来防止润滑油外漏，并防止冷却水、粉尘及氧化铁皮等污物侵入轴承内部。

附属零件主要包括端盖及保护罩零件等件。

每架轴承包共有 4 个，分别为上辊传动侧轴承包、操作侧轴承包，下辊传动侧轴承包、操作侧轴承包，四个包的外形各不相同。下辊操作侧轴承包是这四个轴承包中最关键的一个，它一旦放上轧辊后，四个轴承包之间的尺寸关系就固定了。上辊操作侧轴承包通过调整机构来对齐下辊，而传动侧的轴承包在放上轧辊后，通过调整杠与操作侧轴承包进行连结。

正常情况下，传动侧和操作侧轴承包对轧辊的缝隙应都为 5mm，可是如果在轧辊加工尺寸不合适的情况下，操作侧轴承包与轧辊之间的缝隙，就会出现两种情况，并会导致两种结果：

1、缝隙过小，这时传动侧轴承包内锥套和衬套之间的距离就会随之减小，这样就增加了锥套与衬套相蹭的可能性，并易导致锥套与衬套相蹭而发热；

2、缝隙过大，这时传动侧轴承包与轧辊之间的缝隙就会随之减小，易导致密封端盖与轧辊之间相蹭。

#### 四、我厂轧辊油膜轴承使用情况

我厂的轧辊油膜轴承烧损数量近几年来虽然通过对工人装配的严格要求及提高油质等手段，使得烧损数量每年都有所降低，但是与其他管理先进厂矿来比还是较多，下表是我厂近几年来轴承烧损数量的统计：

烧损数量统计表 表 2

年 度	烧损数量
1998	39
1999	18
2000	15

2000 年度，我厂共烧损轴承 15 套，其烧损架次、各架次烧损数量和烧损部位见下表：

表 3 2000 年轴承烧损、数量位置统计表

架次	烧损数量	烧损部位
6 架	1	传动侧下辊
7 架	4	3 个操作侧上辊，1 个传动侧下辊
8 架	2	传动侧上辊
9 架	3	传动侧上辊
10 架	2	1 个操作侧上辊，一个传动侧下辊
11 架	1	操作侧下辊

12架	2	传动侧上辊
共计	15	传动侧上辊7个，下辊3个 操作侧上辊4个，下辊1个

2000年轧辊轴承包烧损统计分析表 表4

	1架	2架	3架	4架	5架	6架	7架	8架	9架	10架	11架	12架	13架
1月												南	
2月							北		南				
3月								南					
4月													
5月						南	北					南	
							北						
6月													
7月							南		南				
8月								南	南				
9月										南			
10月													
11月										北			
12月											北		
合计						1	4	2	3	2	1	2	

南：传动侧轴承包 北：操作侧轴承包

从上表，基本可以得出我厂轧机油膜轴承包烧损的一些规律：

- 1、烧损事故在7架，9架发生较多，15起烧损轴承包中占了7起；
- 2、上辊发生烧损的数量在总共15起中占了11起；
- 3、上辊发生烧损的11起中，传动侧总共发生了7起；
- 4、下辊发生烧损的4起中，传动侧共发生了3起；
- 5、在5起操作侧烧损事故中，上辊占了4起；
- 6、问题主要发生在传动侧，也即南侧。

### 五、烧损原因分析

油膜轴承包的烧损原因不外乎以下几条：

- 1、违反规程，未先使润滑油循环，再启动轧机；
- 2、工作中润滑系统突然断油，如管路、液压阀堵塞，关节头脱落等；
- 3、轧制过程中，油量不足；
- 4、轧机轧制力过大，或轧速过高；
- 5、油膜轴承包相对间隙过小或过大；
- 6、润滑油粘度小；
- 7、轴承包内的零部件发生位置变化，导致轴承包发热；
- 8、轴承包的相对尺寸发生了变化，导致轴承包烧损。

下面，选择重点，粗略对2000年度的轴承包烧损的情况加以说明：

1) 1月12日 12架轧辊上辊南侧发热

根据解体后的检查发现, 轧辊轧槽偏的较多, 导致轴向力加大, 轧辊轴向窜动。

2) 2月2日 7架轧辊北侧冒烟。

原因分析: 轧辊调整过紧。

3) 2月15日 9架上辊南侧轴承热

原因分析: 轴承安装问题

4) 3月31日 8架南侧轴承热

原因分析: 轴承的润滑不好

5) 5月4日 12架南侧轴承包热

原因分析: 油管路内有杂质

6) 8月28日, 9月23日两起事故的原因是因为轧辊的辊径尺寸不符合图纸要求。

结合上面所说的烧损原因, 我们对2000年的轴承包烧损事进行分析后得出以下的一些结论:

1、7架, 9架烧损发生较多, 主要是因为这两个架次的轧制力较大而造成的;

2、上辊发生烧损较多的原因:

(1) 因为上辊的操作侧轴承包与轧辊侧面的缝隙是可调的, 在进行调整中如操作不规范, 极易造成操作侧轴承包烧损, 在发生的11起中, 因人为调整造成烧损的占了1起, 2起是因为供油管堵塞造成, 另外两起是因为滚动轴承损坏。

(2) 传动侧轴承包内的固定锁母退出, 轴承包发热, 这样的情况在7起中有3起;

(3) 轴承包之间的调整杠尺寸不对, 其尺寸比图纸要求的要大, 这样的例子有1起;

其余3起是因为传动侧轴承包发热, 究其原因是因为轧辊的尺寸加工不合适, 轧辊轴承包装配后, 操作侧轴承包与轧辊之间缝隙过小, 导致传动侧轴承包与轧辊之间缝隙过大而影响了轴承包内部锥套与衬套之间的距离。这4起事故与装配的关系很大。

3、唯一的一起操作侧下辊的烧损事故是因为轴承包内部止推轴承装配不合适而造成的。

## 六、问题的解决方法

在大致掌握了烧损的原因后, 本着保障轴承使用性能, 使油膜轴承达到或接近设计使用寿命的原则, 决定从油质、备件加工尺寸、装配、调整杠及改造备件等几方面入手解决轧辊轴承烧损的问题。

1、油质方面: 润滑油对机械设备来说就像血液对人一样, 只有在保证润滑良好的情况下才可以对油膜轴承进行基本的管理维护。轧机油膜轴承对润滑油的要求, 主要基于两个方面: 一是工作制度, 二是工作环境。从工作制度来看, 主要是重载、冲击、运转精度高、连续等; 从工作环境来看, 主要是高温、多水、多氧化铁皮、多粉尘。具体来讲, 就是要求润滑油中含水量不大于0.8%, 机杂颗粒小于0.04mm, 酸值不大于0.1。我厂A系统以前的一级滤芯精度为 $80\mu$ , 过滤精度较低, 为了满足油膜轴承对润滑油的要求, 将滤芯精度提高到 $50\mu$ , 同时适当提高供油的压力, 保证在过滤精度提高的条件下, 供油压力不发生变化。

同时, 对轧辊油膜轴承的密封结构进行了改造, 选用摩根轧机先进的DF辊径密封替代现有的X辊径密封结构形式。

两种密封形式的比较:

DF密封在结构上主要将原X型密封的密封面从斜面改为了平面, 而且增加了一套水封装置, 确

保了外界的冷却水不会侵入轴承内部。当然，也对轴承包的其它附属零件相应的做了改动。

2、轧辊装锥套位置的“大头”与“小头”尺寸，以前图纸给的公差范围较大。举 16” 轧辊为例，它的“大头”尺寸为 273mm，而公差范围是 0.1-0.5mm。该轧辊的锥度是 1: 5.647，如果加工单位按照公差尺寸来推算加工“小头”尺寸的话，可能就发生锥度不对的情况，从而出现锥套在轧辊上的接触面积不好的问题。锥套在轧辊上接触面积不好，在静态下还可以，可是一旦旋转起来，锥套就会在轧辊上摆动，影响油膜轴承的正常使用。经过对轧辊的测量和计算后，我认为将公差范围取在 0.3-0.35mm 是比较合适的尺寸。

3、在装配轴承包方面，严格要求按照规程去做，并对各架次各位置的轴承包进行编号管理。将油膜轴承的管理从装配开始，一直到这套轴承报废为止。过去在装配方面曾存在着一个不好的习惯，就是一套轴承包装配好以后，很少再去管它。可是，推力轴承在使用一段时期后，其轴承本身的游隙就会发生变化，如果还按照原来的轴承游隙进行调整，势必导致油膜轴承的装配位置发生错误。这就给我们提出了一个要求，就是应该及时检查下机的推力轴承游隙。

4、针对锁母外退，锥套与衬套相蹭导致轴承包发热的问题，对油膜轴承的锥套进行了改造，将原来 10mm 厚的台阶改为了 5mm，增加了轴承包内锥套与衬套之间的距离。2000 年发生的 3 起锁母外退的情况，全是大锁母的尺寸比图纸要求大一点，造成了脱扣外滑的现象。为解决该问题，要求检修维护人员在下机后及时对大锁母进行检查，提早更换损坏了的锁母和半环。

5、重新制作一批新的轴承包调整杠。轴承包装上轧辊后，位置尺寸完全由调整杠的长度来保障。在 2000 年中，曾发生过这样一起事故，当时下辊传动侧轴承包发热，在班中临时更换新件。检查时发现传动侧轴承包内的锥套和衬套相摩擦，是造成轴承包发热的主要原因。开始，怀疑传动侧轧辊的“大头”尺寸加工小了，可是检查时却发现轧辊的“大头”尺寸比图纸规定的要大将近 1mm。如果按照这种情形分析，传动侧的锥套与衬套距离应变大才对，不应发生锥套与衬套相蹭的情况。于是，对调整杠进行检查，发现该调整杠比图纸要求的尺寸长出 20mm。这样一来，不但完全抵消了因轧辊“大头”尺寸变大而引起的锥套、衬套距离变大，而且还将衬套推向了锥套，导致了锥套与衬套相蹭。后来，经过与维修班组共同分析时了解到了当时的情况。当时维修班组已经知道轧辊尺寸比图纸要求要大，可是因为着急装配新件，所以临时找了一根长度较长的调整杠，且没有经过测量就装配了上去，结果导致了一次事故的发生。经过这次事故后，对调整杠进行了检查，淘汰了一批旧调整杠，重新加工了一批制作标准的调整杠。

## 七、解决后的效果

通过以上各解决方法的实施，2001 年 4-7 月我厂共烧损 3 架轴承，与前 3 个月相比下降了 40%，可以说起到了一定的效果。从 2001 年到 2005 年，高线厂二车间油膜轴承年烧损量基本控制在 5 架左右，基本达到了稳定。

## 八、结论

在轧辊油膜轴承装配中，不怕麻烦，最怕的就是不能持之以恒。只有按照检修和使用维护规程中的要求，从小处入手，严格要求，才能避免问题的发生。