

# 全钢载重汽车子午线轮胎硫化胶囊氧化原因分析

赵 创

(风神轮胎股份有限公司,河南 焦作 454003)

**摘要:**探讨全钢载重汽车子午线轮胎硫化胶囊氧化原因。分析表明,氧气随压缩空气在硫化定型时通过破裂的平衡阀金属膜片进入蒸汽管道,再进入胶囊,导致胶囊氧化(在蒸汽喷射区域尤其严重)。定期检查和更换硫化定型平衡阀金属膜片可有效解决胶囊氧化问题。

**关键词:**全钢载重汽车子午线轮胎;硫化胶囊;氧化;平衡阀金属膜片;硫化定型

轮胎硫化胶囊是轮胎生产的主要耗件。长期以来,利用蒸汽和过热水作硫化介质的胶囊常因内壁氧化而损坏,对轮胎生产企业造成很大的困扰。我公司对此问题很重视,成立专项攻关课题组进行研究。本课题以全钢载重汽车子午线轮胎RB型胶囊(以下简称胶囊)为例,详细分析胶囊氧化原因。

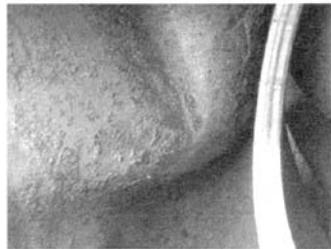


图 2 氧化胶囊内壁

## 1 胶囊氧化的危害

正常胶囊内壁和氧化胶囊内壁分别如图 1 和图 2 所示。胶囊内壁被氧化腐蚀后变薄,脱落的粘胶附着在硫化机中心机构上。

轮胎硫化胶囊氧化的危害如下。

(1)胶囊壁因氧化侵蚀而变薄,胶囊最终损坏,造成经济损失。

(2)如果在硫化过程中氧化胶囊泄漏,过热水外泄,会使成轮胎报废,造成更大的经济损失。

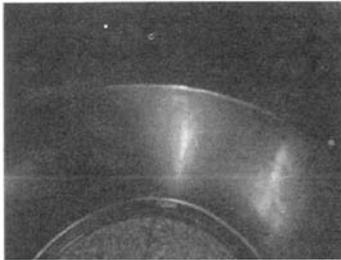


图 1 正常胶囊内壁

(3)硫化机中心机构上粘附粘胶,减缓了上环的动作速度,而且粘胶很难清除,给硫化设备维修带来很大不便。

(4)频繁的胶囊更换对生产造成不利影响。

## 2 胶囊氧化原因分析

橡胶氧化是橡胶在高温与氧发生反应,导致橡胶分子过度交联或/和交联结构重组。氧化是橡胶老化的重要原因之一。

国内轮胎硫化胶囊的胶料主要采用不饱和度为 1.5%~2% 的丁基橡胶作主体材料。而丁基橡胶具有高温热氧返原特性,高温引起其热裂解或者热交联,从而提高氧的扩散速度,活化氧化反应,加快氧化反应速度,引起橡胶性能改变。丁基橡胶胶囊胶料主要用树脂和硫黄硫化,而以树脂硫化的丁基橡胶热氧老化属降解型老化,老化胶料趋于软化。

丁基橡胶在高温下与活泼的氧分子发生游离基连锁反应,橡胶交联结构发生变化,变化的一种状态为返原,网状结构断链重组为线性交联结构,表现为拉伸强度、定伸应力和硬度等指标下降,而拉伸伸长增大,表面发粘;另一种状态为过度交联,表现为硬化发脆、龟裂、老化、粉化。

所以进入硫化胶囊的硫化内压介质必需严格除氧,要求其氧含量不超过  $0.05 \times 10^{-6}$ 。

胶囊氧化属于橡胶返原。在轮胎硫化过程中,胶囊因硫化介质蒸汽或者过热水中混入氧气,发生氧化返原反应,造成对胶囊内壁侵蚀,这就是胶囊氧化。

所以胶囊氧化其实就是橡胶被还原。笔者到其它轮胎企业参观交流,胶囊都有类似氧化现象,有的公司称之为胶囊粘胶。

轮胎硫化的内压管道是密封的,内压介质是除氧的,造成氧化的氧气究竟从何而来,一般认为来自两方面:(1)蒸汽或者过热水除氧不完全,内压介质含氧浓度过高;(2)软化动力水除氧不佳,而带动胶囊运动的中心机构活塞密封件损坏,密封失效,导致动力水带氧混入胶囊。但结合我公司情况,发现问题并不是这么简单,经过认真分析发现许多解释不通之处:(1)如果是内压介质除氧不完全引起胶囊氧化,则同一系统胶囊氧化会同时产生,但胶囊氧化现象只出现于部分机台,所以内压介质除氧不完全的原因可以排除;(2)如果是中心机构活塞密封失效而导致动力水带氧进入胶囊,从而引起胶囊氧化,则更换活塞密封件后可消除胶囊氧化现象,但我公司彻底更换活塞密封件后却没有效果,所以动力水带氧进入胶囊的原因可以排除;(3)胶囊氧化存在不确定性和无规律性,同样的硫化机,一机台的胶囊氧化,而相邻机台的胶囊却不一定氧化;一台双模硫化机左模胶囊氧化,右模胶囊却不一定氧化。这一系列现象推翻了原来的胶囊氧化原因推断。

为此,认真剖析氧化损坏的胶囊,发现这些胶囊有一个共同的特点:重点侵蚀部位正好位于胶囊进气喷射区域,如图3所示(图中阴影部分为氧化重点区域)。对氧化胶囊粘胶进行采样分析,发现试样中75%的丁基橡胶被脱硫还原,具有一定

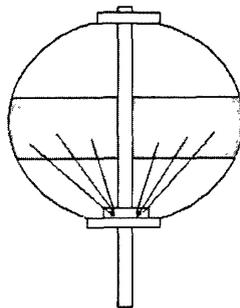


图3 胶囊内壁主要氧化部位示意

粘度和塑性。这说明内压介质带氧引起胶囊氧化(尤其在进气喷射区域)。可是以上分析已经排除了内压介质带氧因素,为什么出现矛盾的结论?分析硫化工艺过程后得出,经中心机构进气的内压介质有3种:定型蒸汽、内压蒸汽、高温过热循环水。究竟是哪一种介质引起胶囊氧化,进一步比较分析:如果内压蒸汽或高温过热循环水除氧不完全,则同一系统内胶囊氧化现象会同时出现,可是胶囊氧化现象只出现于部分机台,因此内压蒸汽和高温过热循环水带入氧气的原因可以排除。至此,所有疑问都指向定型蒸汽。一台双模硫化机左模胶囊氧化,右模胶囊却不一定氧化,这也可能是定型蒸汽引起。

在维修一台硫化机时发现,左边定型进蒸汽进气很慢,而左边胶囊氧化严重。新胶囊实际使用寿命约100多次,而设计使用寿命为500次。中心机构活塞密封件已更换,但没有效果。定型不佳会不会是造成胶囊氧化的原因呢?定型不佳的原因很简单,是因为定型平衡阀故障,而左、右定型蒸汽本身是没有区别的,只是左、右定型平衡阀有所区别。是定型平衡出现问题造成了胶囊氧化吗?据此推断,是定型平衡阀的金属膜片破裂后压缩空气混入管道内,打开机台左边的平衡阀,果然验证了我们的判断,定型平衡阀金属膜片破裂,如图4所示。

分析硫化工艺过程,这是氧气的唯一来源,即氧气来源于控制定型进汽的压缩空气,压缩空气是不除氧的,由于平衡阀金属膜片质量问题和使用次数过多,造成其破裂,从而致使定型平衡阀泄漏,正是这个泄漏导致氧气进入胶囊。



图4 破裂的定型平衡阀金属膜片

定型平衡阀工作原理如图5所示,平衡阀金属膜片在阀门中间的阀杆上,平衡阀是靠金属膜片上部的压缩空气压力和金属膜片下部的蒸汽压力平衡来控制平衡阀动作的。

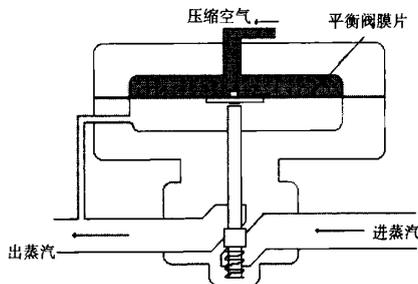


图5 定型平衡阀工作原理示意

压缩空气(图中阴影部分)压力的大小由硫化机操作面板上的调压阀来调节,通过压缩空气压力与平衡阀出气(蒸汽)压力的平衡来控制定型平衡阀阀杆的动作量,压缩空气压力减小时阀杆靠下部的弹簧复位来控制阀门的开启和关闭,即通过调节阀控制定型平衡阀压缩空气压力大小,可达到控制胶囊进气(蒸汽)量大小的目的。也就是说,硫化机操作面板上调压阀风压的大小就是胶囊进气(蒸汽)压力的大小,即通过控制调压阀从而可以精确控制胶囊的进气(蒸汽)压力,以满足轮胎生产的定型工艺要求。

定型平衡阀金属膜片破裂后氧气通过破裂的平衡阀膜片沿胶囊进气管路进入胶囊,如图6所示。平衡阀泄漏时,蒸汽进气量小,压缩空气压力大于蒸汽进气压力时平衡阀才能动作,但这一问题没有得到足够重视,通常采用增大调压阀风量,使蒸汽进气量增大的方法解决,此时平衡阀虽然

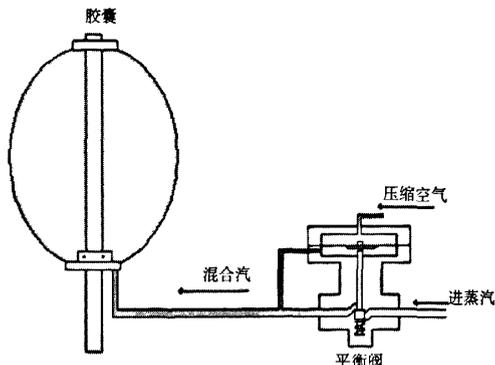


图6 氧气与压缩空气混合进入胶囊示意

已不平衡,可是从表面上看仍然可以调大压力,满足工艺要求。

泄漏后平衡阀的不平衡导致大量氧气随压缩空气在定型时通过破裂的平衡阀金属膜片进入蒸汽管道,然后随蒸汽一同混合进入胶囊,即在中心机构4个进气孔处喷入胶囊,对胶囊壁形成冲击(如图3所示的环形阴影部位),在轮胎定型尤其是二次定型时,氧分子与丁基橡胶高温激烈碰撞,橡胶分子链断裂,发生还原反应,且气压越大,对胶囊壁的冲刷、侵蚀越严重,胶囊氧化越严重。

### 3 胶囊氧化的解决措施

找到了胶囊氧化的原因,胶囊氧化的问题也就迎刃而解,即定期检查定型平衡阀金属膜片,保证压缩空气不混入定型蒸汽。

定型平衡阀金属膜片破裂的2个现象如下。

(1)定型蒸汽进汽很慢,硫化机操作面板上的调压阀风压表上压力明显大于胶囊的进汽压力(胶囊的预定型进汽压力为0.02 MPa),表明平衡阀金属膜片已破裂。

(2)在硫化过程中,打开硫化机气控柜,如果一次定型先导电磁阀的排气孔漏水或冒蒸汽,即可判定平衡阀金属膜片已破裂。

### 4 结语

通过定期检查和更换定型平衡阀金属膜片,彻底解决了全钢载重子午线轮胎RB型胶囊氧化问题,大幅度增大了胶囊使用次数。该经验已在公司各制造部全面推广。