

# 自动变速器中离合器片失效的原因

在自动变速器的使用和修理过程中,我们总会发现摩擦片有失效发生,那么是什么造成摩擦片失效的?是不是换了摩擦片就能解决变速器的问题呢?

众所周知,摩擦片的失效是因为发生了非正常的摩擦,如果摩擦副长期在非正常摩擦的工况条件下工作,就会发生失效。

由摩擦力公式:  $F = \mu P$  ( $F$ 为摩擦力,  $\mu$ 为摩擦系数,  $P$ 为作用在摩擦面积上的正压力)可知,当材料的摩擦系数确定后,正压力  $P$  与摩擦力  $F$  之间是成正比关系,当摩擦力变大的时候,摩擦产生的热量就一定会变大,所以大部分摩擦片的失效或烧蚀的原因都是工作时产生的热量超过了材料的承受能力。

有经验的技师都知道,当钢片上出现黑色斑点时(图1),摩擦片就接近失效了,而这黑色的斑点通常叫作“热点”。“热点”是由于钢板材料的微观不平点受热膨胀而产生的,“热点”越膨胀变高,承受的正压力就越大,更大的正压力与受热膨胀而凸起的摩擦面积的摩擦产生更多的热量,当热量超出摩擦材料的耐受水平时,摩擦片就开始烧蚀了(图2)。

摩擦片的烧蚀实际是摩擦材料的釉化。由于过热,变速器油开始变质,其中的硅成分被析出并停留在摩擦材料的微孔中逐渐结晶,结晶堵塞了摩擦材料的微孔,造成材料微循环不畅、呼吸能力减弱和冷却能力下降,且摩擦片表面出现结晶层。结晶层与钢片摩擦导致热量无法被消散,使得钢片受热更加严重,最终,钢片由于其自身圆环结构的限制,其内径和外径向轴向的两个相反的

方向延伸,发生锥形形变(图3),吞没离合器间隙。此时整组离合器片无法脱开并持续过度摩擦,产生巨大的热量将摩擦材料烧为黑炭,甚至将摩擦片和钢片烧结在一起。

归根到底,造成离合器片失效的罪魁祸首是正压力过大。而引起正压力过大的原因与作用在离合器片上的载荷(比如系统压力)、系统的泄露、花键轴上的机械载荷以及离合器的结构因素和热弹性力学影响都有潜在的联系,而激发“热点”生成的压力则是限定离合器安全工作的重要边界条件之一(图4)。

通常,系统的液压泄漏、电磁阀的开度变化都会影响作用到离合器上的系统压力。所以我们说变速器只要“感冒”,离合器片就肯定“发烧”,从外部找到离合器失效的原因是一个重要渠道。

就离合器片本身而言,我们通过花键作用在摩擦片上的机械载荷为例,从这个侧面进一步进行解释。如图5所示,在摩擦片的花键齿上作用着与摩擦片运动方向相反的摩擦力,在FEA分析中发现,实际上当摩擦片移动了一段时间后,由于花键摩擦力的作用,摩擦片的内径停滞,而外径端在力的作用下仍然继续移动,这时,摩擦片本身就发生了几何变形(图6)。这个微小的几何形变却可能导致压力分布的不均衡,从而出现压力过大点而激发“热点”。

如果售后产品的制造商不了解花键齿及其公差测量和计算,则由此导致的误差会过早的激发“热点”,从而导致摩擦片失效。

当然,如果选用的摩擦材料并不适用于

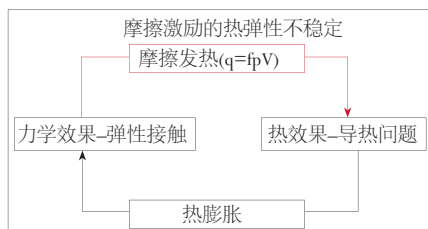


图4 摩擦激励的热弹性不稳定

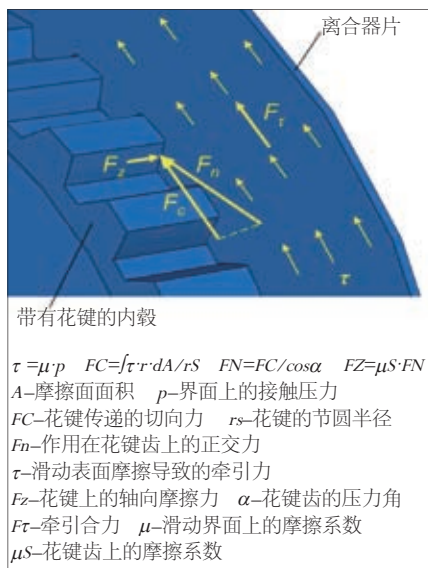


图5 摩擦片上的机械载荷示意图

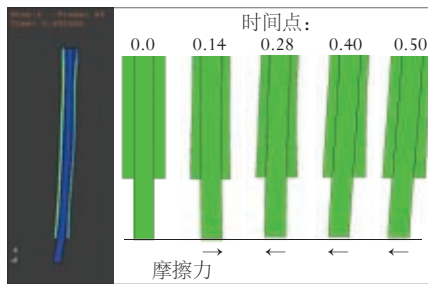


图6 摩擦片本身发生几何变形

离合器的使用条件,肯定也会导致摩擦片失效。这就要看制造商是否有足够的技术储备和产品储备了。

总之,影响摩擦片失效的因素细分起来很多,但是归根到底是压力分布和温度分布是否均匀的问题,从这个角度入手就能找到变速器失效的真正原因。



图1 钢片上出现黑色斑点

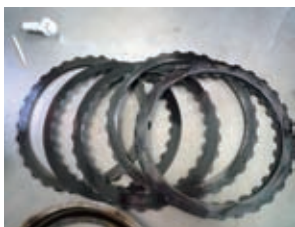


图2 摩擦片烧蚀



图3 发生锥形形变的离合器片