

## 27. 凸轮轴

### 1. 故障

凸轮轴的常见故障包括异常磨损、异响以及断裂，异响和断裂发生之前往往先出现异常磨损的症状。

(1) 凸轮轴几乎位于发动机润滑系统的末端，因此润滑状况不容乐观。如果机油泵因为使用时间过长等原因出现供油压力不足，或润滑油道堵塞造成润滑油无法到达凸轮轴，或轴承盖紧固螺栓拧紧力矩过大造成润滑油无法进入凸轮轴间隙，均会造成凸轮轴的异常磨损。

(2) 凸轮轴的异常磨损会导致凸轮轴与轴承座之间的间隙增大，凸轮轴运动时会发生轴向位移，从而产生异响。异常磨损还会导致驱动凸轮与液压挺杆之间的间隙增大，凸轮与液压挺杆结合时会发生撞击，从而产生异响。

(3) 凸轮轴有时会出现断裂等严重故障，常见原因有液压挺杆碎裂或严重磨损、严重的润滑不良、凸轮轴质量差以及凸轮轴正时齿轮破裂等。

(4) 有些情况下，凸轮轴的故障是人为原因引起的，特别是维修发动机时对凸轮轴没有进行正确的拆装。例如，拆卸凸轮轴轴承盖时用锤子强力敲击或用改锥撬压，或安装轴承盖时将位置装错导致轴承盖与轴承座不匹配，或轴承盖紧固螺栓拧紧力矩过大等。安装轴承盖时应注意轴承盖表面上的方向箭头和位置号等标记，并严格按照规定力矩使用扭力扳手拧紧轴承盖紧固螺栓。

### 2. 改装

为了提升发动机的动力，有些改装店对发动机的凸轮轴进行了改装，其中换装高角度凸轮轴（Hi-CAM）是常见的一种改装方法。这种改装操作并不复杂，但由于一些改装人员对凸轮轴上凸轮的工作角度和工作原理了解不足，使得改装后的效果并不明显甚至导致发动机的性能恶化。

高角度凸轮轴是相对于普通凸轮轴的  $240^\circ$  左右的凸轮工作角度而言的，高角度凸轮轴的凸轮工作角度通常可以达到  $280^\circ$  以上。大角度的凸轮轴可以延长气门的开启时间，增大气门的升程，使进气门和排气门实现早开和晚关，使更多空气进入气缸，以提高发动机中、高转速的动力输出。对于民用车来说，改装时应该选择凸轮工作角度在  $278^\circ$  以下的凸轮轴，因为工作角度大于  $278^\circ$  的凸轮轴会大幅增加气门重叠角，使发动机高转速时的动力提升很多，但发动机在低转

速时会因为气缸密封性不好而导致怠速严重抖动甚至熄火，这样的车辆无法适应日常使用，而只能用于竞赛用途。

### 3. 生产技术

凸轮轴是发动机的关键零件之一，凸轮轴桃尖部位的硬度和白口层深度是决定凸轮轴使用寿命和发动机效率的关键技术指标。在保证凸轮有足够高的硬度和相当深的白口层的前提下，还应考虑轴颈不出现较高的碳化物，使其具有较好的切削加工性能。

国内外生产凸轮轴的主要方法有：采用钢质锻造毛坯经切削加工后，凸轮桃尖部分经高频淬火形成马氏体层的工艺。20世纪70年代末，德国和法国相继开发了凸轮轴氩弧重熔新工艺；另有以美国为主的可淬硬铸铁凸轮轴；以日本和法国为主的冷硬铸铁凸轮轴；以及凸轮部位用Cr—Mn—Mo合金涂料进行铸件表面合金化的生产工艺等。

### 4. 传动机构

凸轮轴由曲轴驱动，其传动机构有齿轮式、链条式及齿形带式。齿轮传动机构用于下置式和中置式凸轮轴的传动。汽油机一般只用一对定时齿轮，即曲轴定时齿轮和凸轮轴定时齿轮。柴油机需要同时驱动柴油机喷油泵，所以增加一个中间齿轮。为了保证齿轮啮合平顺，噪声低，磨损小，定时齿轮都是圆柱螺旋齿轮并用不同的材料制造。曲轴定时齿轮用中碳钢制造，凸轮轴定时齿轮则采用铸铁或夹布胶木。为了保证正确的配气定时和喷油定时，在传动齿轮上刻有定时记号，装配时必须对正记号。链传动机构用于中置式和上置式凸轮轴的传动，尤其是上置式凸轮轴的高速汽油机采用链传动机构的很多。链条一般为滚子链，工作时应保持一定的张紧度，不使其产生振动和噪声。为此，在链传动机构中装有导链板并在链条的松边装置张紧器。