

凸轮轴

1. 凸轮轴的作用及构造

凸轮轴控制气门的开启和关闭，每一个进、排气门分别有相应的进气凸轮和排气凸轮。凸轮的形状影响气门的开闭时刻及高度，凸轮的排列影响气门的开闭时刻和工作顺序。凸轮轴主要由凸轮、凸轮轴轴颈等组成（如图 1 所示）。

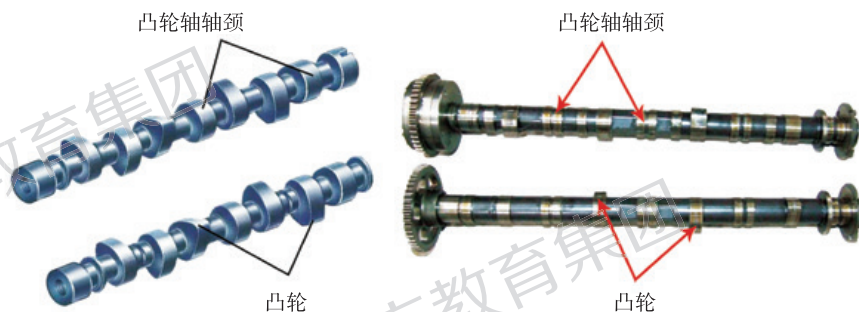


图 1 凸轮轴

对于下置凸轮轴的汽油机还具有用以驱动机油泵、分电器的螺旋齿轮和用以驱动汽油泵的偏心轮。凸轮受到气门间歇性开启的周期性冲击载荷，因此要求凸轮表面要耐磨，凸轮轴要有足够的韧性和刚度。凸轮轴一般用优质锻钢或特种铸铁制成。凸轮和轴颈的工作表面经热处理后还要精磨和抛光，以提高其硬度及耐磨性。

2. 凸轮轴的分类

按凸轮轴数目的多少，可分为单顶置凸轮轴（SOHC）和双顶置凸轮轴（DOHC）两种。单顶置凸轮轴就是只有一根凸轮轴，双顶置凸轮轴就是有两根，这是太直白的解释。

单顶置凸轮轴在气缸盖上用一根凸轮轴，直接驱动进、排气门，它具有结构简单，适用于高速发动机。以往一般采用的侧置凸轮轴，即凸轮轴在气缸侧面，由正时齿轮直接驱动。为了把凸轮轴的转动变换为气门的往复运动，必须使用气门挺杆来传递动力。这样，往复运动的零件较多，惯性质量大，不利于发动机高速运动。而且，细长的挺杆具有一定的弹性，容易引起振动，加速零件磨损，甚至使气门失去控制。

顶置双凸轮轴是在缸盖上装有两根凸轮轴，一根用于驱动进气门，另一根用于驱动排气门。采用双顶置凸轮轴对凸轮轴和气门弹簧的设计要求不高，特别适用于气门 V 形配置的半球形燃烧室，也便于和四气门配气机构配合使用。

3. 正时齿轮及配气正时

为了确保进气门和排气门与活塞位置保持正确的关系，优化燃烧和发动机性能，保证凸轮轴和曲轴正时正确是关键。

下置式凸轮与曲轴间用一对正时齿轮传动，安装时候必须对准正时齿轮上正时记号（记号的种类有：点、字母、数字等，如图 2 所示）顶置式凸轮与曲轴相距较远，用链条或同步带传动，配气正时较复杂，而且不同车型正时记号位置有所不同，如桑塔纳轿车发动机采用单顶置凸轮轴，配气正时点有两处（如图 2 所示），帕萨特 1.8T 轿车发动机采用双顶置凸轮轴，配气正时点有四处（如图 3）。

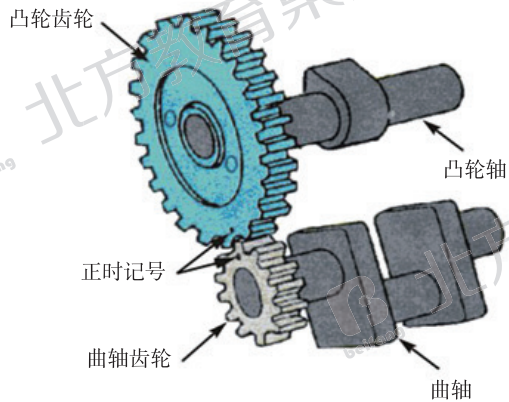


图2 下置式凸轮轴发动机正时齿轮标记



图3 上置式凸轮轴发动机正时标记

4. 凸轮轴的检测

(1) 检查凸轮轴的弯曲度。以两端轴颈为支点，径向跳动不得大于 0.03mm，超 0.10mm 时，可用冷压校正法校正。

(2) 凸轮的升程不低于规定值的 5% 时，允许不修磨凸轮，但应检查凸轮基圆、凸轮基圆对凸轮轴轴线的径向圆跳动公差：大修标准为 0.03mm，大修允许不大于 0.05mm。

(3) 凸轮表面毛糙、有击伤、麻点应修磨。凸轮顶端磨损超过 1.00mm 时，应对凸轮顶端堆焊后予以修磨，以恢复原有的尺寸和形状，或者更换。

(4) 凸轮轴各轴颈的圆柱度公差：大修标准为 $5\ \mu\text{m}$ ，大修允许不大于 $15\ \mu\text{m}$ ，使用限度为 $25\ \mu\text{m}$ 。

(5) 凸轮轴装正时齿轮的轴颈径向圆跳动公差和轴向止推端面的端面圆跳动误差，均不大于 $35\ \mu\text{m}$ 。

(6) 凸轮轴轴向间隙的检查

桑塔纳发动机凸轮轴轴向间隙的检修：首先拆去液压挺杆，然后再将凸轮轴装回轴承中，将百分表固定架固定在缸盖前端，把百分表表头顶在凸轮轴轴端，推拉凸轮轴，百分表上的摆差即为凸轮轴轴向间隙。它的限位在第 1 和第 5 道轴承上，轴承翻边后成为止推片，其轴向间隙限度为 0.15mm，如果间隙过大则应更换凸轮轴或气缸盖。也可以用同样的方法检测中间轴的轴向间隙，超出极限，更换中间轴密封法兰或中间轴。

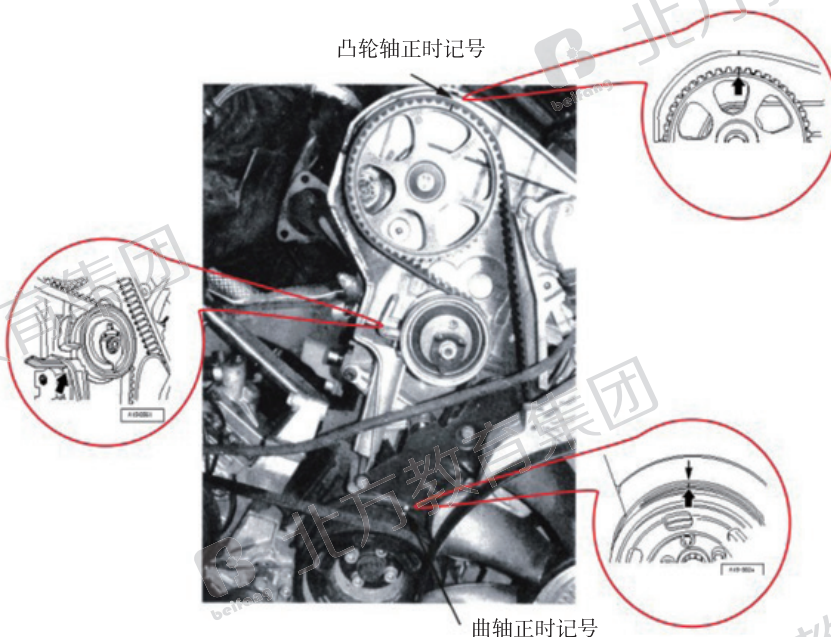


图4 双顶置凸轮轴式发动机配气正时

5. 凸轮轴的拆装

- (1) 使发动机前端处于维修工作台上。
- (2) 拆下正时齿带上防护罩。
- (3) 旋松凸轮轴正时齿带轮螺丝（固定住凸轮轴）。
- (4) 转动曲轴使凸轮轴正时齿带轮位于第一缸上止点标记。凸轮轴正时齿带轮上的标记必须对准正时齿带防护罩上的标记，转动曲轴到第一缸上止点。
- (5) 松开半自动张紧轮，从凸轮轴正时齿带轮上拆下正时齿带。
- (6) 拆下气门罩盖，再拆下凸轮轴正时齿带轮。从凸轮轴上拿下半圆键。
- (7) 按图 5 所示，拆卸凸轮轴的轴承盖。按对角线方位松开 5、1 和 3 道轴承盖，最后松开 2、4 道轴承盖。取下五道轴承盖，并取下凸轮轴。



图 5 凸轮轴的拆卸

安装凸轮轴前应更换凸轮轴油封。安装凸轮轴时，第一缸的凸轮必须朝上。当安装轴承盖时，要保证孔的上下部分对准。润滑凸轮轴轴承表面，交替对角拧紧第 2、4 号轴承盖，拧紧力矩为 $20\text{N}\cdot\text{m}$ ，后安装 5、1、3 轴承盖，拧紧力矩为 $20\text{N}\cdot\text{m}$ 。将半圆键安装到凸轮轴上，安装凸轮轴正时齿带轮，并拧紧到 $100\text{N}\cdot\text{m}$ 。安装正时齿带（调整正时），安装气门罩盖。

注意：由于凸轮轴各部分受到气门弹簧的作用力不同，拆装时要按一定顺序分数次松紧螺栓，避免使凸轮轴或轴承盖折断。

6. 凸轮轴故障

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。