

# 曲 轴

## 1. 功用

曲轴是发动机最重要的机件之一。它与连杆配合将作用在活塞上的气体压力变为旋转的动力，传给底盘的传动机构。同时，驱动配气机构和其它辅助装置，如风扇、水泵、发电机等。柴油发动机曲轴的曲柄比汽油发动机曲轴的曲柄长，这也是造成柴油发动机压缩比（大约 15 ~ 21 之间）和气缸压力（约在 3.0Mpa 左右）比汽油发动机高的原因。

## 2. 应具备的性能

工作时曲轴承受气体压力，惯性力及惯性力矩的作用，受力大而且受力复杂，并且承受交变负荷的冲击作用。同时曲轴又是高速旋转件，因此要求曲轴具有足够的刚度和强度，具有良好的承受冲击载荷的能力，耐磨损且润滑良好。

## 3. 材料

曲轴一般用中碳钢或中碳合金钢模锻而成。为提高耐磨性和耐疲劳强度，轴颈表面经高频淬火或氮化处理，并经精磨加工，以达到较高的表面硬度和表面粗糙度的要求。

## 4. 结构

曲轴一般由主轴颈，连杆轴颈、曲柄、平衡块、前端和后端等组成（如图 1 所示）。

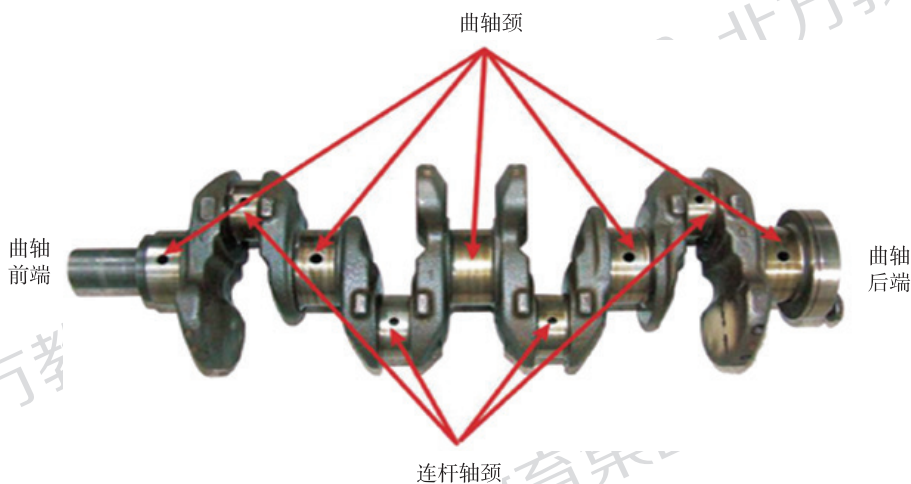


图 1 曲轴

### (1) 曲轴的支承形式

主轴颈是曲轴的支承部分，通过主轴承支承在曲轴箱的主轴承座中。主轴承的数目不仅与发动机气缸数目有关，还取决于曲轴的支承方式。曲轴的支承方式一般有两种（如图 2 所示），一种是全支承曲轴，另一种是非全支承曲轴。

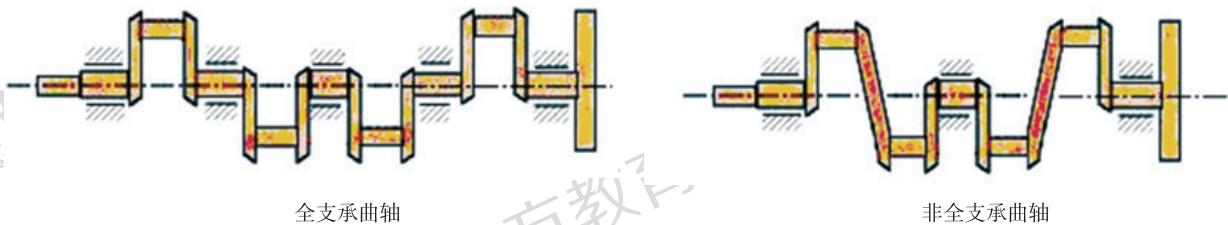


图2 曲轴的支承方式

1) 全支承曲轴：曲轴的主轴颈数比气缸数目多一个，即每一个连杆轴颈两边都有一个主轴颈。如直列六缸发动机全支承曲轴有七个主轴颈。四缸发动机全支承曲轴有五个主轴颈。这种支承，曲轴的强度和刚度都比较好，并且减轻了主轴承载荷，减小了磨损。柴油机和大部分汽油机多采用这种形式。

2) 非全支承曲轴：曲轴的主轴颈数比气缸数目少或与气缸数目相等。这种支承方式叫非全支承曲轴，虽然这种支承的主轴承载荷较大，但缩短了曲轴的总长度，使发动机的总体长度有所减小。有些汽油机，承受载荷较小可以采用这种曲轴型式。

### (2) 曲轴的形状和曲拐的相对位置

曲轴的连杆轴颈是曲轴与连杆的连接部分，通过曲柄与主轴颈相连，在连接处用圆弧过渡，以减少应力集中。

直列发动机的连杆轴颈数目和气缸数相等；V型发动机的连杆轴颈数等于气缸数的一半。曲柄是主轴颈和连杆轴颈的连接部分，断面为椭圆形，为了平衡惯性力，曲柄处铸有（或紧固有）平衡重块。平衡重块用来平衡发动机不平衡的离心力矩，有时还用来平衡一部分往复惯性力，从而使曲轴前端装有正时齿轮，驱动风扇和水泵的皮带轮等。为了防止机油沿曲轴轴颈外漏，在曲轴前端装有一个甩油盘，在齿轮室盖上装有油封。曲轴的后端用来安装飞轮，在后轴颈与飞轮凸缘之间制成挡油凸缘与回油螺纹，以阻止机油向后窜漏（现代汽车曲轴前后端采用了曲轴前后油封来防止机油外漏，甩油盘、回油螺纹等在现代的发动机上已很少采用）。

曲轴的形状和曲拐相对位置（即曲拐的布置）取决于气缸数、气缸排列和发动机的点火顺序。安排多缸发动机的点火顺序应注意使连续作功的两缸相距尽可能远，以减轻主轴承的载荷，同时避免可能发生的进气重叠现象。作功间隔应力求均匀，也就是说发动机在完成一个工作循环的曲轴转角内，每个气缸都应点火作功一次，而且各缸点火的间隔时间以曲轴转角表示，称为发火间隔角。四行程发动机完成一个工作循环曲轴转两圈，其转角为 $720^\circ$ ，在曲轴转角 $720^\circ$ 内发动机的每个气缸应该点火作功一次。且点火间隔角是均匀的，因此四行程发动机的点火间隔角为 $720^\circ/i$ ，（ $i$ 为气缸数目），即曲轴每转 $720^\circ/i$ ，就应有一缸作功，以保证发动机运转平稳。

### (3) 四缸四行程发动机的点火顺序和曲拐布置

四缸四行程发动机的点火间隔角为 $720^\circ/4 = 180^\circ$ ，平均曲轴每转半圈（ $180^\circ$ ）作一次功，四个缸的作功行程是交替进行的，并在 $720^\circ$ 内完成，因此，可使曲轴获得均匀的转速，工作平稳柔和。对于每一个气缸来说，其工作过程和单缸机的工作过程完全相同，只不过是要求它按照一定的顺序工作，即为发动机的工作顺序，也叫作发动机的点火顺序。可见，多缸发动机的工作顺序（点火顺序）就是各缸完成同名行程的次序。四缸发动机四个曲拐布置在同一平面内（如图3所示）。

### (4) 四行程直列六缸发动机的点火顺序和曲拐布置（如图4所示）：

四行程直列六缸发动机点火间隔角为 $720^\circ/6=120^\circ$ ，六个曲拐分别布置在三个平面内，一种点火顺序是1-5-3-6-2-4，国产汽车的六缸直列发动机都用这种，其工作循环表见表1；另一种点火顺序是1-4-2-6-3-5。

1、4缸在上，2、3缸在下，互相错开

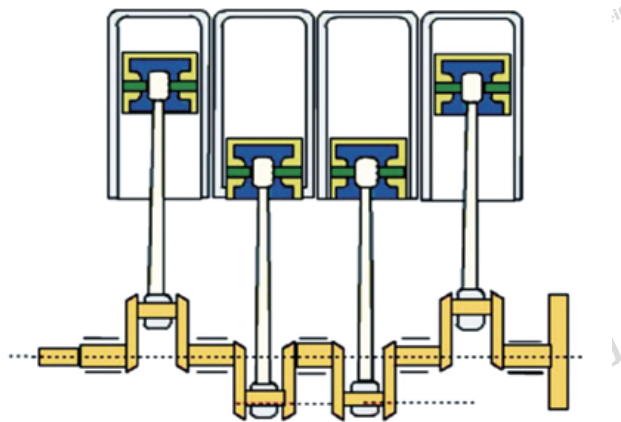


图3 四缸机曲拐布置形式

180°，其点火顺序的排列只有两种可能，即为 1-3-4-2 或为 1-2-4-3，两种工作顺序的发动机工作循环表分别见表 1 和表 2。

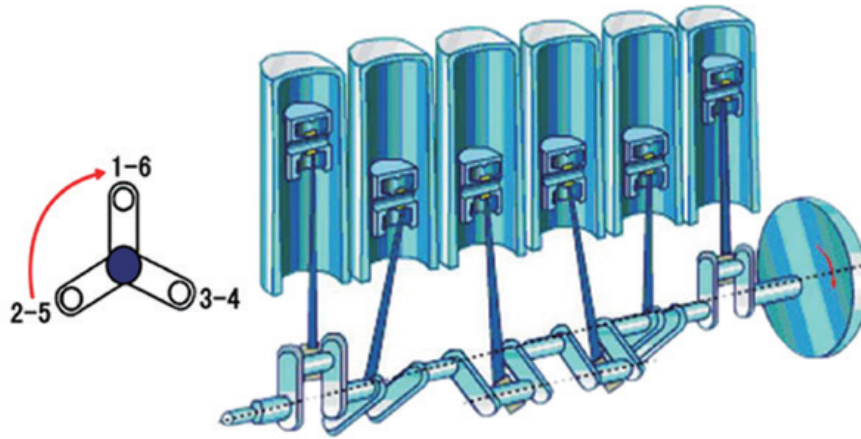


图 4 六缸机曲拐布置形式

表 1 四缸做功循环表

曲轴转角 (°)	第一缸	第二缸	第三缸	第四缸
0 ~ 180°	作功	排气	压缩	进气
180 ~ 360°	排气	进气	作功	压缩
360 ~ 540°	进气	压缩	排气	作功
540 ~ 720°	压缩	作功	进气	排气

表 2 六缸做功循环表

曲轴转角 (°)		第一缸	第二缸	第三缸	第四缸	第五缸	第六缸		
0 ~ 180°	60°	作功	排气	进气	作功	压缩	进气		
	120°			压缩	排气				
	180°				进气				
180 ~ 360°	240°	排气	进气	作功	进气	作功	压缩		
	300°							压缩	排气
	360°								进气
360 ~ 540°	420°	进气	压缩	作功	作功	排气	作功		
	480°							作功	排气
	540°								进气
540 ~ 720°	600°	压缩	作功	进气	作功	进气	排气		
	660°							作功	排气
									进气