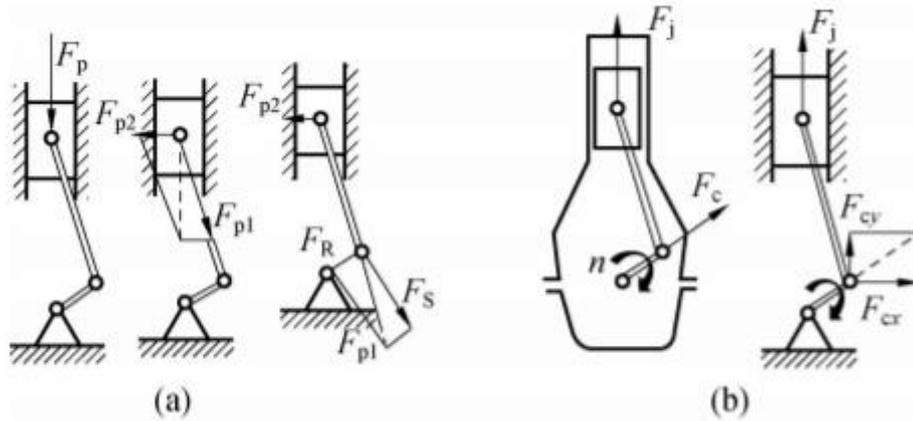


30. 曲柄连杆机构的受力分析

曲柄连杆机构工作时所受的力主要有气体作用力、往复运动件的往复惯性力、旋转运动件的旋转惯性力（也称离心力）以及相对运动件接触表面的摩擦力。曲柄连杆机构的受力分析如下图所示。



曲柄连杆机构的受力分析

(1) 气体作用力

在发动机工作循环的每个行程中，气体作用力始终存在且不断变化。做功行程最高，压缩行程次之，进气和排气行程最小，对机件影响不大。在做功行程中，气体压力是推动活塞向下运动的力，燃烧气体产生的高压直接作用在活塞顶部。活塞所受总压力为 F_p ，它传到活塞销上可分解为 F_{p1} 和 F_{p2} 。分力 F_{p1} 通过活塞传给连杆并沿连杆方向作用在连杆轴颈上。 F_{p1} 还可分解为两个分力 F_R 和 F_S 。沿曲柄方向的分力使曲轴主轴颈与主轴承之间产生压紧力；与曲柄垂直的分力除了使主轴颈和主轴承间产生压紧力外，还对曲轴形成转矩，推动曲轴旋转。 F_{p2} 把活塞压向气缸壁，形成活塞与气缸壁间的侧压力，有使机体翻倒的趋势，故机体下部的两侧应支承在车架上。在压缩行程中气体压力是阻碍活塞向上运动的阻力。这时作用在活塞顶部的气体压力也可分解，其中一个使曲轴主轴颈与主轴承间产生压紧力，另一个造成旋转阻力矩，同时活塞也被压向气缸的另一侧壁。

在发动机工作循环的任何行程中气体作用力的大小都是随活塞的位移而变化的，再加上连杆的左右摇晃，因而作用在活塞销和曲轴轴颈的表面及二者支承表面上的压力和作用点不断变化，造成各处磨损不均匀。

(2) 往复惯性力

往复运动的物体当运动速度变化时将产生往复惯性力。曲柄连杆机构中的活塞组件或连杆小头在气缸中做往复直线运动，其速度很高且数值变化，当活塞从上止点向下止点运动时的变化规律是：从零开始，逐渐增大，临近中间达最大值，然后又逐渐减小到零。即前半行程是加速运动，惯性力 F_j 向上，后半行程是减速运动，惯性力向下。惯性力使曲柄连杆机构的各零件和所有轴颈承受周期性附加载荷，加快轴承磨损；未被平衡的变换的惯性力传到气缸体后，还会引起发动机振动。

（3）离心力

物体绕某一中心做旋转运动时就会产生离心力。在曲柄连杆机构中，偏离曲轴轴线的曲柄、连杆轴颈、连杆大头在绕曲轴轴线旋转时将产生离心力 F_c ，其方向沿曲柄向外。离心力在垂直方向上的分力 F_{cy} 与惯性力 F_j 的方向总是一致，因而加剧了发动机的上下振动，水平方向的分力 F_{cx} 则使发动机产生水平方向的振动。此外，离心力使连杆大头的轴承和轴颈受到又一附加载荷，增加了变形和磨损。

（4）摩擦力

任何一对相互压紧并做相对运动的零件表面之间都存在摩擦力，在曲柄连杆机构中，活塞、活塞环、气缸壁之间以及曲轴、连杆轴承与轴颈之间都存在摩擦力，它是造成零件配合表面磨损的根源。

上述各种力作用在曲柄连杆机构和机体的各有关零件上，使其受到压缩、拉伸、弯曲和扭转等不同形式的载荷。为保证发动机工作可靠，减少磨损，在构造上应采取相应措施。