

活塞环几何参数对发动机性能影响

吴 晗 曾晓辉 虞 钢
(中国科学院力学研究所, 100190)

摘要: 主要通过数值计算探讨几何参数对发动机性能的影响, 为某型发动机的优化设计提供优化建议。

关键词: 活塞环, 窜气, 油耗, 摩擦

一、模型建立

活塞环是决定发动机整体性能的关键部件, 起到密封、支撑、控油、导热等作用, 活塞环的几何参数对发动机的窜气、油耗等指标产生很大影响。

研究之前, 依据某型发动机为原型, 在 AVL 软件下建立模型。在可以达到我们所期望目的下, 对发动机进行了适当简化。鉴于活塞环是研究的重点, 模型中包含三道环: 前两道是气环, 第三道环为控油环。主要分析的是前两道环对窜气量、油耗、摩擦以及油膜的影响, 模型未加入连杆和活塞销, 不考虑活塞的横向运动和温度产生的气缸变形。

二、几何参数影响研究

2.1 环运行面影响

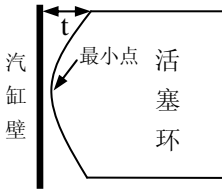
该部分分析的是活塞环的运行面对发动机性能的影响。活塞环运行面在工作过程中直接与汽缸壁接触, 承受压力、摩擦等, 对润滑与密封等有重大影响。文中针对运行面的三个问题进行了讨论。

2.1.1 环运行面边缘的影响

计算证明, 环的运行面须是圆滑曲线, 尤其是在环运行面的上下边缘, 不可与汽缸壁有尖角接触。否则, 会使得顶环刮油以及抛油很大, 增大油耗; 同时, 使得滑油不易进入环运行面与汽缸壁的接触间隙, 使得油膜变化不规律, 摩擦增大, 造成很大的摩擦损失功率。顶环运行面边缘与汽缸壁尖角接触情况下, 油膜变化极不规律, 导致油耗与摩擦都很大。

2.1.2 顶环最小点位置与顶环运行面曲率半径影响

计算显示, 最小点位置对窜气与油耗的影响是相反的。在模型中, 用汽缸壁到顶环运行面上侧边缘的距离来反映曲率半径, 曲率半径对油耗、磨损影响比较明显, 顶环曲率半径越小, 磨损越快。运行面曲率是影响磨损的关键因素。



运行面中间处与汽缸壁接触，运行面由最高点、中间点、最低点之间按样条曲线连接而成

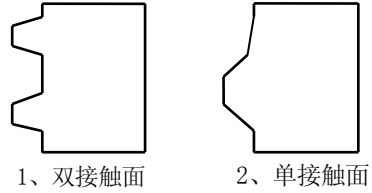


图 1 顶环截面示意图

图 2 油环截面示意图

2.1.3 两种常见油环运行面效果对比

油环常见运行面有两种，这两种运行面对环的摩擦等有什么影响呢？第一种油环截面情形，摩擦力较第二种情况小，但是摩擦力会产生剧烈的变化，发生这种状况的原因是第一种环的快速扭转。

2.2 环槽间隙、轴向高度以及径向厚度的影响

第二部分计算分析了前两道环的主要尺寸对窜气、油耗和摩擦的影响，内容包括环的环槽间隙、轴向高度、径向厚度以及端部开口大小对性能指标的影响。环槽间隙、开口大小主要影响的是窜气。表 1 和表 2 分别显示了顶环和二环的径向厚度和轴向高度对窜气、油耗、摩擦损失功率的影响。

表 1 环径向厚度影响汇总

环径向厚度	窜气量	油耗	摩擦损失功率
顶环径向厚度 3.5-5.0mm (环高 3.0mm)	减 13.7%	增大 11%	略有增大
顶环径向厚度 3.5-5.0mm (环高 3.8mm)	减 19.8%	增大 8%	略有增大
二环径向厚度增加	没有影响	略有增大	没有影响

表 2 环轴向高度影响汇总

环轴向高度	窜气量	油耗	摩擦损失功率
顶环高度 2.5-4.5mm (运行面曲率半径 200mm)	增大 12.4%	轻微浮动	略有增大
顶环高度 2.5-4.5mm (运行面曲率半径 250mm)	增大 12.3%	轻微浮动	略有增大
二环轴向增加	增大,但不明显	略有增大	先降后升

三、结论

依据分析，可以得到：环的运行面做工应尽量精细，运行面型线务必圆滑；鉴于运行面最小点位置、径向厚度对气密性和油耗造成的影响相反，可以根据设计重点选取；顶环与槽的间隙、顶环轴向高度可以适当地减小。