

发动机连杆残余磁性的检测

□ 上海大众动力总成有限公司/陈辉

质量的监控已经不再局限于常规的尺寸和材料等检验。本文介绍的发动机连杆残余磁性的检测技术，就是新的质量监控方法的一种。通过对连杆残余磁性的检测，可降低或消除此种质量隐患带来的风险，保证发动机的正常运作。

在汽车制造业中，零部件对配合和装配精度的要求非常高，因而对零部件形状尺寸的监控最受重视，所占比例最大，几乎达到70%~80%，其他方面的检测如材料的硬度、强度、金相组织检验以及装机测试等，也很受重视。而对于某些质量隐患，如磨削烧伤、内应力、残余的磁性等，并未受到高度重视，这些质量隐患是看不到、摸不着的，它带来的风险往往也会被人忽略。

零件带有较高的残余磁性，这是其中一种隐患。零件的磁性过高，对于高灵敏度的电器和电子元件，会造成干扰，影响其正常运转和使用寿命。零件的磁性过高，非常可能会吸附细小的金属屑，对于配合要求高的摩擦部位的零件（如曲轴、轴瓦等），可能会影响其油膜的形成，造成多余的磨损和不必要的摩擦，甚至出现零件拉毛的现象，需要浪费人力物力进行返修，亦可能影响装配的精度，从而影响整机的性能。若是颗粒吸附在密封

面上，也可能造成密封性能不佳，严重的可导致油类泄漏这类问题。若是吸附在螺纹孔，将导致转矩无法精确控制，同时可能造成烂牙。上述例子都是潜在的风险，都有可能发生。为了保证产品的质量，磁性方面的检测需要被重视。

连杆磁性过大的危害及产生原因

汽车发动机是一种曲柄连杆的传动结构（见图1），连杆的尺

寸及加工精度直接影响发动机的装配精度，以及发动机的运行状态。加工连杆有多道工序，其生产过程为：毛坯成形→磁粉探伤→毛坯退磁→粗加工（车床磨床镗孔等）→连杆涨断→螺栓拧紧精加工（车床磨床珩磨等）→成品下线。

这样生产出来的连杆，可能会有较高的磁性，磁性对于连杆有较大危害。连杆成品下线时，为螺栓拧紧的闭合状态，而到装配线后，又会将其螺栓拧松后，进行装配。

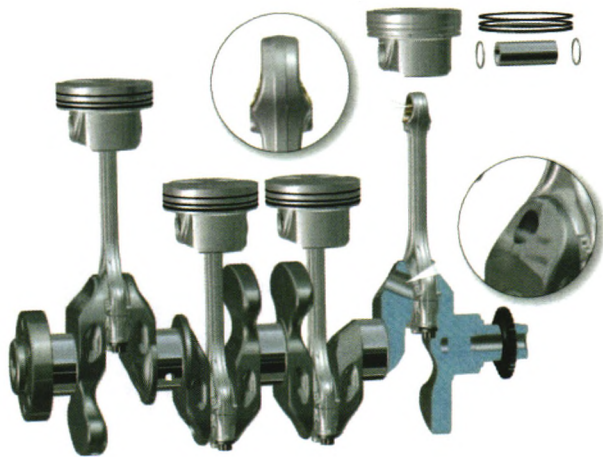


图1 曲柄连杆机构及活塞组

连杆的涨断口处，磁性若较大，会吸附细小的金属颗粒或者切屑，再次将其通过螺栓拧紧时，无法完全闭合，无法保证该连杆的螺栓联接的可靠性。连杆在发动机工作时，是高速运转的核心部件，装配时的一丝尺寸偏差，都会影响整个发动机的运作，甚至失效。

为了寻找磁性的源头，笔者做过一些试验，对同一批连杆生产的每一道工序进行检测和跟踪，寻找磁性增加的主要工序。在该试验中发现，连杆磁性产生的源头，大致分为三大类：

(1) 连杆毛坯本身自带磁性。这个磁性源自于连杆毛坯件磁粉探伤，磁粉探伤能将毛坯一些缺陷排除，主要是针对裂纹的探测，但同时也会将毛坯件磁化，磁性过高的毛坯会流入生产线，成品的磁性也会过高，各毛坯供应厂商也都有有一定的磁性监控措施，如控制磁悬液的浓度，对毛坯件进行专门的退磁工序，对毛坯件进行磁性的抽检等，以保证毛坯零件的磁性残余量较低。

(2) 零件在金属加工中产生磁性。在某些加工工序后，如磨床、车床等工序，连杆的磁性会突然增大，主要原因为，磨床车床等工序加工时，即使有切削液，加工时也会产生一定的热量，会促使钢和铁内部组织的转变，部分不稳定的组织（如奥氏体）会转变成某种带有磁性体心立方的马氏体，从而整个零件体现出磁性，直接导致了零件磁性的超差。而生产线也由于产能的需求，不断提升磨床车床的节拍，即提升了局部过热的可能性，故产生磁性的风险也较大。

(3) 磁现象。由于设备的夹具、刀具以及连杆都是铁磁质，互相磁化，导致设备夹具和刀具都有较高磁性，后续加工的零件也会被磁化而有较高的磁性。实际检查设备中的夹具发现，其磁性偏大。

连杆磁性监控方法

表征磁场强弱的物理量有2个：磁感应强度 B 和磁场强度 H 。两者虽然是不同的物理量，但由于磁场强度和磁感应强度都是用于表示磁场量值的特征参数，二者可以通过一定的公式进行换算。

对于这两种物理量，测试的设备有所不同，国内较为常用的有高斯计和特斯拉计，若是需要测量磁场强度，可以通过测试磁感应强度，再根据材料磁导率将其换算成磁场强度，也有直接测试磁场强度的设备。而为了保证测试结果的准确性，需要特殊的金属罩子，用于屏蔽外部其他磁场的干扰（见图2）。常用测试设备有特斯拉计、高斯计和磁场强度测试仪3种。



图2 磁场屏蔽装置

对连杆的磁性检测，根据测试的标准以及测试的要求来选择设备。设备选择完毕后，应该选择合理的测试位置，连杆涨断面处，若是磁性过高，吸附颗粒，会严重影响其螺栓扭矩以及发动机的整机性能，需要被重点监控。而连杆的另一头，小头孔处是要与活塞配合

的，若有颗粒在小头孔，可能会拉毛活塞销，导致不应该的摩擦，会造成异响或者影响发动机的性能，风险也较大。

如上所述，在涨断面及小头孔处（见图3中1~6处）磁性超差，会有非常大的质量隐患，因而测试位置选在图3中1~6处，主要为连杆的涨断面和小头孔处。对于毛坯检测，也可选择同样的位置。由于磁通量的分布是立体的，磁性测试过程中，稍有挪动位置，穿过设备感应头的磁通量就会改变，读数上也会有所变化。通常，为了控制零件磁性，需要监控的是磁性的最大值，一般是在测试位置处稍作移动，取读数最大值（既磁性的最大值），作为实测值来评价。

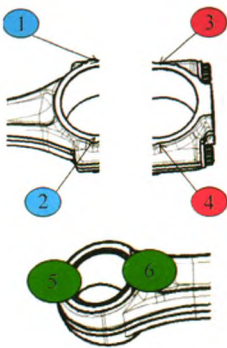


图3 连杆磁性检测位置示意

结语

在汽车制造中，除了连杆，还有许多的零件有残余磁性，同样会有非常大的隐患，需要对其进行监控，必要的时候，要对其进行退磁工序，以保证产品的品质。如今汽车行业发展较快，客户对汽车的品质要求越来越高，汽车生产厂家需要提高质量意识，看到更多的质量隐患，才能制造出更高品质的产品，才能在这激烈的竞争中不断拓宽市场。AME