

# 铸铁缸体油底壳面损伤问题的解决

神龙汽车有限公司襄阳工厂 (湖北 441004) 汪雪松

发动机缸体油底壳面作为密封面要求加工精度高,不允许有划伤等表面缺陷,如果存在损伤就可能造成发动机泄漏润滑油,是严重的质量隐患。在缸体L3线生产线TU5JP4缸体的过程中经常造成油底壳面的划伤或磨损,为此,生产线终检工位操作工要对所有缸体100%外观检查,对有划伤的缸体隔离处理。这样增加了工人的劳动强度,且每个月还要返修大量的缸体,严重影响生产。

## 1. 精铣油底壳面200面质量要求

外观质量要求:油底壳面即200面加工完整,加工面无毛坯痕迹;无裂纹;无飞边及毛刺;无加工撕裂等缺陷。表面粗糙度要求:用任何方法获得的表面粗糙度,  $R_a$  的上限值为  $8\mu m$ 。ES表示面的功能缩写:两个固定装配的接触面,防止泄漏。如图1所示。

通过东风设备制造厂高精度加工中心

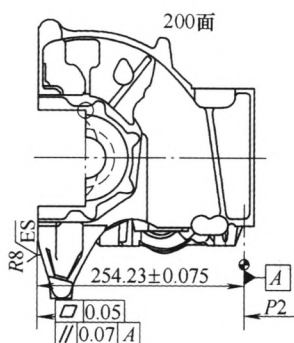


图 1

的加工,工艺工序质量非常容易保证,但是由于油底壳面是后续零件输送和加工的定位面,频繁地接触很容易损伤油底壳面,所以在后续工序就必须保证输送和定位夹紧时不能够损伤零件。通过对现场加工质量情况的跟踪分析,发现损伤主要出现在零件输送过程中。

## 2. 缸体输送方式简介

油底壳面在TU缸体L3线OP125序加工。缸体经过OP160序中间清洗机清洗,在OP170序安装主轴承盖后,工件需要翻转180° 更换物流输送的姿势,油底壳面朝下。在OP180序后,油底壳面及其面上的销孔是工件定位加工的基准。因此,神龙公司TU5JP4气缸体L3线生产的缸体在主轴承盖装配工位后的15道工序都采用油底壳面定位进行加工和输送。在进出设备时采用拨杆输送和步伐式输送等自动输料装置,在设备与设备之间采用自动滚道输送。油底壳面作为输送过程的摩擦接触面,输送过程中的异常和不合理因素就会隐藏着损伤油底壳面的风险。

通过对损伤的表面状态分析,发现有两种损伤形式,一种是磨损式,零件磨出一个凹坑;一种是

(6) 调头,夹2° 弯角外圆,找正,去端面至总长尺寸,接平 $\phi 180mm$ 内孔,尖角倒钝。

至此,弯壳体车床工序全部加工完成。经工序检验,弯角和各部位尺寸均符合图样要求。且一致性较好,得到了质检和生产人员的普遍认可。

## 5. 结语

相比传统的车弯方法,“垫偏车弯”可大幅度降低生产成本。但“垫偏车弯”也存在一些缺点和

不足,如四爪找正,对操作工人的熟练程度要求较高,需要扎实的基本功和动手本领;断续车削切削速度上不去,刀具磨损增加,生产效率也明显降低。通过实际加工和现场比较,本例中的弯壳体,采用传统的车弯方法,实作工时为4h,“垫偏车弯”后延长为6h,但总体来说仍有很高的经济效益,批量生产时尤为显著。MW

(收稿日期:20130218)

划伤式，零件上存在深浅长短不一的划痕。查清这两种损伤产生的原因是解决问题的关键。

### 3. 油底壳面磨损

在现场检查时我们发现部分滚轮和零件油底壳面有相对滑动，长时间的局部摩擦极易造成零件损伤。在滚道设计中要求滚轮和零件间没有相对滑动，当零件停止时，滚轮不动，滚轮和传动轴之间相对滑动。

(1) 滚道结构。在机床与机床之间输送时采用自动滚道输送。当机床在加工时，机床入口的缸体就会被停止器挡在入口，为了保证后续缸体在滚道上能够继续前进，滚道设计为常转，中间增加隔挡器隔挡缸体。

滚道结构如图2所示，是由电动机驱动链轮，链轮和滚轴之间通过摩擦片传递力矩，滚轴与滚轮之间刚性联接。摩擦片的力量通过压缩弹簧来调节大小。

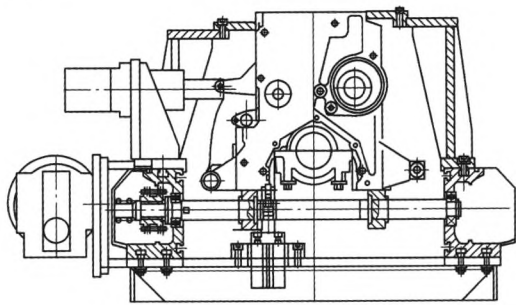


图2 滚道

(2) 受力分析。摩擦力的数学表达式： $F_f = fF_n$ 。式中， $F_f$ 为摩擦力； $F_n$ 为法向载荷； $f$ 为摩擦系数。

滚道上两处地方利用到了摩擦力原理：①摩擦片力量的传递。通过调整弹簧的压力 $F_{n1}$ ，就可以调整摩擦片之间的摩擦力 $F_{f1}$ 。②滚轮与缸体间力的传递。缸体压在滚道上产生恒定的 $F_{n2}$ ，滚道与缸体之间的摩擦力 $F_{f2}$ 。

当 $F_{f1} > F_{f2}$ 时，摩擦片传递的力就会大于滚轮与零件之间产生摩擦力，滚轮与零件就会产生相对运动，滚轮就会持续旋转；经过长时间的相互摩擦，滚轮就会磨损零件。

当 $F_{f2} > F_{f1}$ 时，摩擦片传递的力就会小于滚轮与零件之间产生的摩擦力，摩擦片之间就会产生相对运动，摩擦片打滑，滚轮与零件就相对静止，滚轮停止旋转。

(3) 结论：通过对滚轮摩擦力检查，部分滚

轮和传动轴间摩擦力过大，且位置偏高，在零件输送到位停止时，滚轮继续滚动，长时间、大力量的干燥摩擦使滚轮磨损了零件，滚轮输送摩擦力过大是造成零件磨损损伤的关键。

### 4. 油底壳面划伤

零件送入设备夹具上是通过滑道实现的，滑道和零件的相对运动存在着划伤零件的风险。

(1) 自动输料装置上下料。缸体在夹具上的输送是靠升降托盘上的支撑条（材料：T10，硬度：60~65 HRC）支撑缸体。当缸体被输送滚道输送到机床入口停止器处时，被停止器挡住，自动停止。自动输料装置（见图3）的摆杆在气缸的驱动下旋入，将缸体从入口滚道上通过升降托盘上的支撑条滑道快速送入夹具，同时通过滑道将加工好的缸体从夹具上推到出口滚道。此动作一次性完成上料和下料后，输送装置的输送杆摆出缸体自动返回，缸体开始加工。

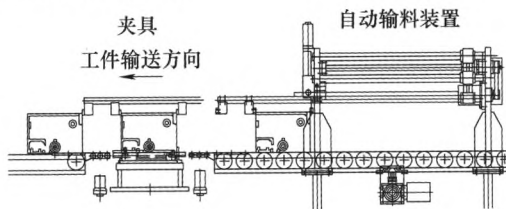


图3 自动输料装置

(2) 划伤形成的可能性。由于夹具结构复杂，支撑条为多根长短不一的长方体形状组成，每根支撑条顶面四边倒角。在缸体与支撑条相对运动的过程中就会形成相互摩擦，虽然在设备设计时考虑到滑伤问题，在导向支撑条设计上采取了一些预防措施，但还是有多种问题会造成油底壳的划伤：入口处夹具托盘支撑条顶面较滚道顶面高，导致两者交接处缸体输送不平稳，导条圆弧过度不好，导致入料只受到点接触式的摩擦而划伤缸体；支撑条硬度不高，长期被缸体摩擦，会导致支撑条的局部划伤，产生毛刺，支撑条就会反过来划伤缸体；每根支撑条都有两条棱边，如果加工和安装的时候不能保证数根支撑条组成的平面为绝对平面，就会造成某根或数根支撑条的棱角棱边与缸体接触，从而划伤缸体。支撑条与缸体接触面为平面，虽设计有容屑槽，如果切屑刚好落在槽口，排屑不畅，在输送时垫入缸体与支撑条之间，就会导致因异物划伤油底壳面。

(3) 结论：导向支撑条的设计和安装的合理性是造成油底壳面划伤的主要原因。

## 5. 解决措施

(1) 调整滚道的摩擦力。如果摩擦力太小，缸体就会在滚道上打滑，停滞不前；如果太大就会磨损缸体。因此调整时一定要在滚道上放置缸体。首先将所有滚轮的摩擦力都稍许调大，保证每个滚轮的摩擦力都足够，然后在逐节滚道将摩擦力调小。调小的标准：将缸体输送至此段，然后将缸体手动挡住，观察与缸体接触的滚轮是否仍在旋转，若是，则将滚轮摩擦弹簧力逐步调小，直到缸体压在滚轮上时滚轮刚好不转。

(2) 更改支撑条的结构（见图4），在顶面上增加3维立体排屑槽，使其便于排屑，即使顶面洒落切屑时在输送过程中也会通过排屑槽排走，不会因切屑造成的贯穿型划伤。对支撑条顶面的棱角棱边倒圆角，保证与缸体地面接触光滑平稳。为了保证支撑条的硬度，避免缸体将支撑条划伤，为此我们依然选用T10工具钢淬火至60~65HRC的硬度。由于改变了支撑条的结构，加工后的排屑槽都是应力集中点，使得选用T10材料加工成形后的支撑条经过淬火处理后由于应力释放变形严重，为此原选用T10材料不合适。通过查找资料发现轴承钢GCr15的热处理工艺性较好，且淬火后的硬度也能够达到60HRC。经过试验，用GCr15加工出来的缸体即满足了结构要求又满足了硬度要求。

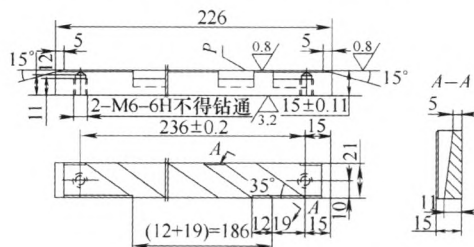


图4 带排屑槽的支撑条

(3) 对入口处的滚道进行检查并调整，调整要求：使得托盘的高度低于滚道0.2mm，调整时缸体刚接触支撑条的部位用0.2mm的塞尺检查缸体与支撑条的间隙即可。保证了入口处输送的平稳性。

经过对上述3项措施实施后跟踪一个月的使用效果，发现油底壳的划伤数量急剧下降。但是偶尔还是会出现小批量的划伤，通过排查缸体划伤的设

备，对夹具托盘支撑条用细油石打磨顶面棱角棱边之后划伤就会消失。通过这个现象分析发现：目前支撑条接触面的结构仍然不能保证100%的划伤零件，必须解决支撑条形状的问题，必须保证与缸体接触的支撑面为圆弧过渡，考虑到的方案有以下两点：

第一，在支撑条上增加滚轮，仿造滚道，这样就变滑动为滚动，可以解决硬接触划伤问题。这种方案在理论上是可以实现也是很科学的，但是从夹具的结构和使用环境来看：①每根支撑条都不是连续的。②空间结构设计的限制，使得安装滚轮非常困难。③在切削液的长期冲泡下，滚轮内部容易进入切屑的粉末颗粒，使轴承发卡，反而划伤缸体。

第二，考虑到圆柱形结构，不论怎样安装和制造，顶面接触处总是圆弧，这样与缸体接触就是一条光滑的线接触。能够保证没有尖角和棱边。

综合考虑采用第二个方案，结构加工成如图5的形状。支撑条的宽度20mm，高度15mm，考虑到选用的圆弧越大，过渡越平滑，再考虑到加工备件的经济性，如果圆弧太大，将会浪费太多的材料，最后选用直径为42mm棒料加工成如图5结构。

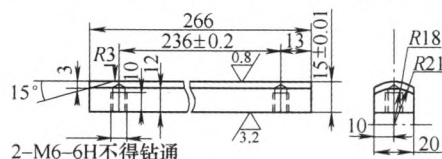


图5 圆弧形支撑条

经过半年效果跟踪，设备油底壳划伤已经完全消除，TU发动机缸体油底壳的质量得到保证。

## 6. 结语

要保证产品质量，不仅仅要保证该工序的加工质量，还要保证产品在物流运输过程的质量。经过很多工序加工出来的合格的质量，如果因为运输不当造成的质量破坏，是一种严重的成本浪费。结合本案实例，为了避免划伤，我们需要保证：

(1) 滚道滚轮和传动轴间有合适的摩擦力，滚轮不能磨损缸体。

(2) 合适的结构设计，滑动传动的接触没有棱边尖角，接触面要圆滑，不能因相互滑动而相互磨损。

(3) 输送的平稳性，各个输送段的高度差不能太大，且前进方向可以略低。MW

（收稿日期：20130218）