

发动机缸体生产线的 工艺编制

缸体是发动机的关键基础件，在曲轴孔中心线以下为支承联接基础部分，曲轴孔中心线以上部分属于发动机的功能区。有油路、水路、活塞运动导向的缸套孔，缸套孔与活塞顶部及缸盖底面构成发动机的燃烧室等是发动机的核心。本文以MR479Q车用发动机缸体现有工艺为例，保证顶面及缸套孔的尺寸加工精度，形状和位置公差的要求，为缸体加工方案提供工艺编制原则。

粗基准、过渡基准和精基准的选择

粗基准即缸体处于完全毛坯状态，选择缸体的面和孔作为加工过渡基准的基准，以过渡基准面定位来加工精基准（即精加工底面和2个 $\phi 14^{+0.027}_{-0}$ mm孔）。

1. 方案一

用缸体的底面和1、4缸套毛坯孔为粗基准。

由于浇铸缸体毛坯时，为保证缸体顶面的平面平整和金属组织紧密，浇铸时，缸体的浇口都设在底面。尽管浇口在缸体毛坯出厂时底面和浇口，进行切割、打磨，但底面很难达到平整，在加工过渡基准面时误差大。

过渡基准选择在现代发动机缸体设计时，国内外通常都在缸体侧面设计几个与缸体功能无关的小平面，例如MR479Q缸体的右侧面设计了4个小平面成两两平行，上下布置。它们与缸套孔（见图1）中心距离图样规定：上面2个小平面距离为 (55 ± 0.05) mm，下面2个小平面距离为 (62 ± 0.05) mm，和同侧的2个出砂孔 $\phi 35^{+0.027}_{-0}$ mm构成一面两销的定位系统作为过渡基

准。由于粗基准的底面平面度误差大，加工后，导致过渡基准面的4个小平面和2个出砂孔 $\phi 35^{+0.027}_{-0}$ mm相对与顶面的位置度误差较大，以过渡基准定位，在精加工精基准（底面和2个 $\phi 14^{+0.027}_{-0}$ mm定位销孔）时，测量结果底面对顶面的平行度误差较大，甚至造成个别缸体顶面倾斜，余量小，致使加工难度加大。另一方面，4个小平面与缸套孔中心距离不等，不在一个平面上，在卧式加工中心机床上，精加工精基准（底面和2个 $\phi 14^{+0.027}_{-0}$ mm孔）时，调整夹具的4个小平面定位块比较困难。同时4个小平面也存在铸造和运输过程造成的缺陷，个别平面铣削加工困难，无法定位，造成整个缸体报废。

2. 方案二

用缸体的主轴承盖安装面为粗基准。

能否用发动机的功能

平面作为粗基准呢？在某发动机配件厂对加工工艺调研时，发现他们缸体粗基准选择的是主轴承盖安装毛坯面，缸体也不单独设计过渡基准面，主轴承盖安装毛坯面比较平整，而且与缸体顶面平行。以它为粗基准定位来粗铣过渡基准面（顶面），是比较理想的。

过渡基准选择是：以粗铣后的顶面和1、4缸套毛坯孔来定位，在立式加工中心机床上精加工精基准（底面和2个 $\phi 14^{+0.027}_{-0}$ mm孔）。特点是工艺链短，以顶面来定位，最大限度地保证了底面和2个 $\phi 14^{+0.027}_{-0}$ mm孔相对与顶面的垂直度和平行度一致。该厂已用此工艺

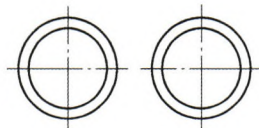


图1 缸体侧面两定位出砂孔和4个专用定位平面



批量生产缸体3年多,实际生产证明是可行的。

与方案一比较,该方案的优点为:不单独设过渡基准面,而直接采用缸体已有的功能面(主轴承盖安装面),简化了缸体结构,也减少了缸体的加工工时。

缸体顶面的粗铣,可以在加工线外用普通铣床加工后再上生产线,这样可减少生产线的前期资金投入,缩短整个生产线长度和生产线的节拍,提高生产线的效率,经济性好。

平面的加工

平面的加工要分析缸体各种面的性质,来选择工艺加工的先后顺序,确定机床类型、刀具结构、工序的数量,以及切削参数、速度、切深、走刀量和切削液的PH值等。

1. 缸体前后面的加工

缸体前后面大,相互平行,且与精基准(精加工底面)垂直。安排在双工位双面组合铣床上加工,采用大直径密齿刀盘,一次定位夹紧,分2个工位完成粗精铣前后面,相比选用单主轴的加工中心,用插补的方法铣前后大平面,效率较高,且铣出的平面没有接刀痕。

2. 顶面的加工

顶面的半精加工,图样要求缸套孔中心与顶面垂直,选择第一工位先四轴粗镗缸套孔,第二工位为半精铣顶面(留0.5mm精铣顶面余量)的双工位组合机床,一次定位夹紧,完成粗镗4个缸套孔和半精铣顶面,提高了其相互位置精度。

顶面的精加工,首先四轴精镗缸套孔,然后精铣顶面的双工位组合机床,该工序安排在缸体所有精加工完成后、珩磨工序前。这是为了消除顶面在工位间运输中划伤留下的痕迹,确保顶面的平面度和缸套孔中心对顶面的位置度。

其他小平面加工,它们有的与精基准底面既不垂直也不平行,而是呈某一角度,如机油滤清器安装面和发电机安装面等,这些都安排在加工中心机床上加工,但应分工序。如发电机安装面的螺纹孔底孔采用复合刀具时,为了压缩加工节拍,工步过于集中(见图2),复合了钻螺纹底孔,孔口倒角,最后铣 $\phi 18\text{mm}$ 安装面,因为复合刀具结构不合理,钻头与铣

刀直径相差太大。当钻头先与毛坯面接触,造成钻头中心偏离,钻头在与铣刀连接处折断。工步改为先铣安装面后,再用钻螺纹底孔和孔口倒角复合钻,避免钻头折断,节省换刀调整时间,对加工节拍无影响。

机油滤清器安装面直径为71mm,开始用 $\phi 60\text{mm}$ 六齿焊接结构的面铣刀,多次走刀,但铣不平,由于

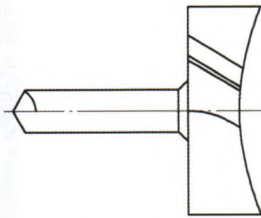


图2 钻孔、倒孔口角、铣平面复合刀

刀具直径偏小,切削速度较低,经常发生铣不动,造成机床闷车,焊接结构的面铣刀,无法更换刀片,铣刀寿命短。后改为 $\phi 110\text{mm}$ 面铣刀,齿数增加到8齿,采用可转位刀片。改进后,刀具直径增大,铣削速度提高,齿数增加,而每个刀齿平均负荷降低,铣削后的机油滤清器安装面的平面度达到图样要求,同时提高了铣刀寿命和刀片的利用率。

孔加工

发动机缸体主要有缸套孔、主轴承孔、油道孔和斜油孔等。

(1) 主轴承孔 加工中心进行粗加工,用球形铣刀加工半圆,经过与主轴承盖合盖后,安排在粗、精镗双工位组合机床上加工,同时完成与主轴承孔有关的要素,如后油封定位孔、变速器壳体定位孔、前机油泵壳体定位孔与主轴承孔有位置度要求,应在缸体一次定位夹紧中与主轴承孔一起完成。

(2) 缸体主油道 在双面深孔内冷枪钻组合机床上加工,先右动力头进到位,退回左边动力头进到位退回,目的是保证刀具合理的长径比和加工后主油道孔的直线性。

结语

发动机缸体生产线工艺编制有多种流程,都以完成加工发动机缸体为目的,但效果大不相同。因为影响工艺编制因素很多,包括人、机、料、法和环各个方面。工艺编制就是合理协调这些因素之间的关系,改进工艺,不断优化加工方案。

关键词:

发动机缸体 生产线 工艺编制

(收稿日期20140720)