

发动机加工生产线设备的选择

□ 上海华普发动机有限公司 / 金延安

在缸体、缸盖混合生产线的加工系统中，设备的选择，首先应保证满足产品图样的精度要求、其次是生产线的节拍。



在缸体、缸盖混合生产线的加工系统中，设备的选择，首先应保证满足产品图样的精度要求，其次是效率（生产线的节拍）。选择有两条通则：一是设备应具有高效性，二是满足市场的需求。产品的改进随机都在不断地发生，引起零部件结构的变化，加工工艺和设备

应适应其变化。

高效性

中国汽车工业刚刚起步时，加工中心也刚刚进入中国，人们对加工中心的认知处于陌生阶段。当时国内的发动机厂，由于产品的单一、产量低，大多数选择的是组合

机床自动线。

例如：一组缸盖自动生产线往往由几条自动线共同组成，自动线与自动线之间要由缸盖的转向机构来连接，这是因为每条自动线只能加工缸盖某一面上的要素，缸盖定位夹紧完成后才能加工。定位和夹紧面（包括定位夹紧原件）不能与

待加工面的刀具干涉。因为受到组合机床本身结构的限制，与加工中心相比，每台组合机床加工内容要少得多，所以，生产节拍短、效率高。

由于组合机床一旦上线，就不能增加加工工步，也不能减少原有加工工步内容，无法更改工艺内容，适应不了产品的变化。例如：产品性能的提升，带来工件结构的变化，而加工工艺、设备却不能随之变化。为此，如果要完成增加的工艺内容，只能在线外另设加工机床上完成。生产准备时间长，无疑增加了工件的物流和加工成本。

组合机床主轴箱的设计，选择各种类别的主轴时（钻孔主轴，攻螺纹主轴等），两主轴之间中心距离也有一定的规定值，加工件的孔中心距离只能大于规定值（原因是设计组合机床主轴箱主轴时，两主轴的轴承间应有满足主轴箱强度规定的主轴箱壁厚），所以，孔中心距小于规定值的孔，只能在两台组合机床上分别加工，增加组合机床的台数，而孔中心距误差由于两次定位相对大于一次定位，所以，每台组合机床加工内容受到限制，也使得组合机床台数增加，造成组合机床自动线布置很长。

适应工艺不断变化的灵活性

随着科技的进步和市场需求的变化，当今中国汽车市场呈现出多品种、小批量的局面，汽车对排放、噪声、舒适、美观的要求越来越高，发动机改进是经常发生的。在加工中，随时有增加或减去工步内容的事件发生。采用加工中心机

床，具有能适应工艺不断变化的特性。

例如：在加工479Q缸盖后端面孔系时，由于发动机相位传感器结构的改进，安装位置从排气凸轮轴后端移到缸盖后端面，我们只要在缸盖生产线OP60工序的编程上增加两个工步，同时在刀库里增加相应的刀具很快就完成了。由于生产准备时间短，产品改进对生产线产量几乎没有影响。

同样，在加工缸体侧面发电机电安装孔时，虽然加工孔中心距很小，但是由于加工中心机床是单主轴加工，可安排在一道工序集中加工，不存在（组合机床）孔中心距的限制。

生产线上节拍最长的工序，往往都发生在加工中心的工序上，因为加工中心在安排工序时，同一平面的孔尽量集中地在一道工序中完成，也是造成节拍长的原因。所以，平衡好各加工中心工序工步内容，是编制好工艺和控制生产线节拍的关键。在整条生产线建设中，为了扩大产量，保证整条线的生产节拍，生产线采用加工中心并列平行布置，即相对两台加工中心同时完成一个工序内容，这样，该工序上节拍等于原生产节拍的一半，达到生产线上节拍的平衡。

生产线上的加工中心不同于通用加工中心，不像通用加工中心那样功能多，结构复杂，或者称其“专机式”加工中心更合适。它具有通用加工中心的部分功能，但专用性突出，工序内容基本不变，采用专用夹具。工件可以在X、Y、Z轴上作轴向移动，增加了旋转的C轴（分度盘），工件也可以作旋

转，刀库容量也没有通用加工中心大，结构比通用的简化，如切削液系统也可集中供给，加工中心以满足本工序加工内容为准则。

混线生产可扬长避短

组合机床和加工中心如何扬长避短？笔者认为，由组合机床和加工中心组成的混合生产线，比较完美地解决了两者之间的问题。

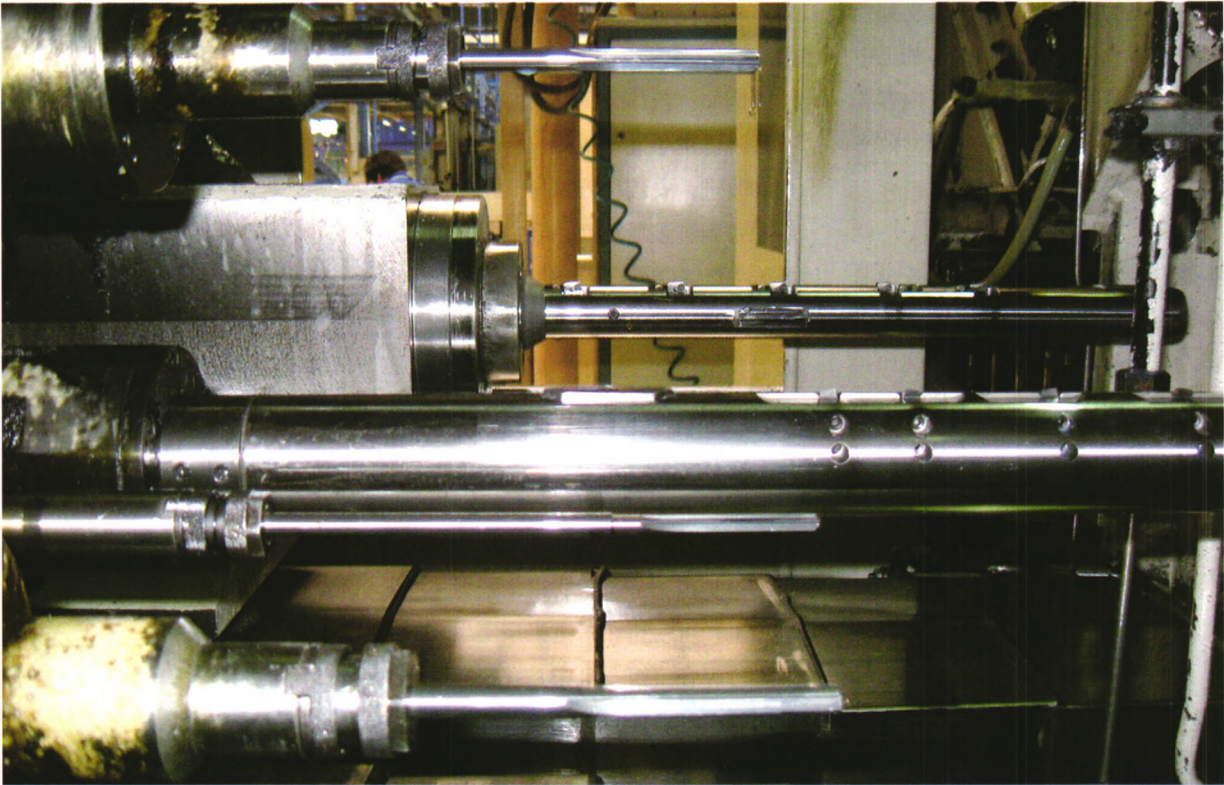
设备的选择，与工序内容和工序特性有关。以下分别说明。

1.组合机床的选用

组合机床用在粗（特别是重切削）、精加工工件那些具有不变的特性的要素时采用。例如：缸体的主轴承孔、缸孔、主轴承盖结合面两侧面、前后面、主油道孔、顶底面等，在这些不变特性的要素区域，采用组合机床具有加工中心所没有的高效率的优势。

（1）在加工缸体主轴承盖结合面的两侧面，采用多片三面刃铣刀，按主轴承盖结合面两侧面的轴向尺寸，排列在一根主轴上，采用垂直进刀。虽然切削负荷重、抗力大，但由于组合机床刚性高，能适应重切削，生产节拍短、效率高。收效很好。

（2）图样规定，缸体缸孔中心线与顶面有垂直度要求，采用立式4轴精镗缸孔和立式精铣顶面的双工位组合机床加工（先精镗缸孔，加工完毕后精镗杆退出缸孔，精镗结束。液压滑台驱动工件实现顶面精铣，精铣顶面结束，液压滑台退回原位，准备下一个加工循环），保证图样位置的精度要求和表面粗糙度要求。如果在加工中心



卧式双工位粗、精组合机床

安排加工，本工序也是很困难的。

(3) 加工缸体主轴承孔，采用卧式双工位粗、精组合机床，（见附图）由于曲轴止推面加工安排在粗镗主轴承孔完成后加工，保证了止推面对主轴承孔中心的垂直度，精镗工位安排了后油封盖两定位孔，变速箱两定位孔和前机油泵两定位孔，都安排在精镗主轴承孔完成后加工，保证了它们对主轴承孔中心的位置度。

2.加工中心的选用

加工中心加工那些具有可变的特性要素，例如：传感器安装孔。孔距小，孔密集的场所，如进气管、排气管安装螺纹孔不适合组合机床加工。同样一台加工中心的工序内容，如果安排在组合机床加工，就要数台组合机床才能完成。

同时，造成生产线布置长。

结语

笔者认为，由组合机床和加工中心组成的混合生产线是一种刚柔并济生产线的结构，适应了中国汽车发展。而国内机床厂经过改革开放的实践，设计制造技术已愈发成熟，加工精度能够符合图样要求，相对由国外进口的、由加工中心、组合机床组成的全柔性自动线以及混合生产线整体投资要少得多，维

修方便、配件便宜、供应方便，比较符合目前国内小批量、多品种的汽车市场变化。

完美的加工解决方案是不存在的，每种设备都有其特性，问题的关键是在设计工艺方案、选择设备时，找到生产线上相应设备负荷的平衡点，使设备好用、够用、适用。设备的特性发挥到极致就好。当然，真正达到此境界，只有不断地学习和实践。**AME**



金延安
技术规划部部长
原上海华普发动机有限公司