发动机缸盖生产线的设计与建设

■ 上海华普发动机有限公司 （201500） 金延安

摘要：本文主要讲述发动机缸盖生产线设计制造的全过程，首先确定缸盖结构特点及工艺要点、主要工序，再联合设计院方案建厂，最后经多次验收确认项目合格。



高级工程师 金延安

1. 缸盖结构特点

479Q发动机是轿车专用汽油发动机，转速高达6 000r/min以上，缸盖是其核心基础件，所以必须具有高充气效率，才能满足发动机高功率的要求。缸盖采用了双凸轮轴，四气门结构，上层水套和下层左右进排气道合理布置，保证它们之间壁厚既有足够的强度又要有利散热，水套和气道绝不能相通，要求缸盖高度密封。

缸盖加工质量确定了发动机相关零件与缸盖连接的位置精度和运动精度，直接影响发动机的整机性能。

2. 规划

由于是新建发动机厂，生产线布置不受厂房空间限制，缸盖生产线采用专用加工中心机床（区别于通用加工中心机床，除*A*、*B*和*C*三轴外，根据工序需要，可以加回转台的第四轴*E*、回转台）和组合机床混合生产线的直线布置形式，这样可以不设置转向设备，加工中心机床是生产线节拍的短板，前6道工序相对集中，节拍长，所以从OP10~OP60加工中心机床采用面对面的双线布置，目的是平衡整条生产线节拍。

建成后，从空中俯看缸盖生产线很像英文字母Y，工件流程方向由东向西。手动滚道布置在设备的外侧，方便工人操作。设备供电采用空中桥架，保证机床的供电方便和操作工的人身安全。除加工中心机床和组合机床外，还有压装（气门导管、气门座圈等）、清洗（中间清洗、终端清洗）、压力密封检测和定扭矩螺栓拧紧等辅机设备。

公司成立生产准备部，负责整个发动机厂全面工作。首先我们提供缸盖产品图样及前期调研（工艺、市场）相关资料，设备制造厂的技术部和负责工艺的技术人员对缸盖工艺流程进行初步工艺设计。

工艺设计要点：粗基准选择底面3个等高平面和1、4缸燃烧室。过度基准，以粗基准定位加工粗铣顶面和钻1～4火花塞孔。精基准有两个，精基准面*A*是以过度基准（顶面和1、4火花塞孔）定位，加工工序为半精铣底面和钻10个ϕ11mm的螺栓通孔，扩铰其中在一直线上且距离最远的，靠近缸盖进气侧的2个孔扩为ϕ13.5mm深40mm，铰孔为ϕ14H7深30mm（见图1）。精基准面*B*是以精基准面*A*为定位加工精铣顶面和顶面进气道一侧两个ϕ14H7孔，深25mm（加工底面孔系定位用）。

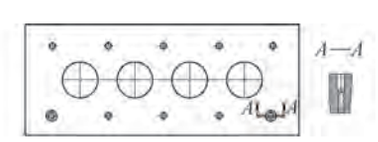


图1 缸盖定位底面示意图

重点工序：加工ϕ6H7导管孔，精镗采用枪镗，镗杆太细

长，刚性差,易振动，加工后在φ6H7导管孔内壁上产生环状沟痕,造成粗糙度不合格,刀具寿命低。从提高刀具本身的刚性和导向性入手，采用国产内冷4螺旋齿整体硬质合金铰刀，铰孔代替进口枪镗精镗孔工艺，螺旋齿与导管孔接触线长，提高了刀具的刚性和导向性，加工稳定性好，保证质量，延长了刀具寿命，降低刀具费用。

凸轮轴孔加工采用4轴双工位组合机床（见图2），1工位半精镗进排气凸轮轴孔，2工位精镗进排气凸轮轴孔。高效，质量稳定。之后精铣底面，缸盖在加工流程中，底面是输送面，难免留下划痕，降低缸盖的密封性能。本工序安排在机加工序全部完成之后，终端密封检验之前进行，恰到好处。

设计缸盖生产线时，首先确定设备采用加工中心床和组合机床混合配置形式。供需双方就生产线的设备排列形式，加工设备和辅助设备的种类、数量、安装位置、前后顺序、手动滚道连接点、工件的输送高度（1 200mm）、设备制造周期以及生产线投资额度的估算进行深入细致的讨论，此外设备制造厂应向发动机厂提供的技术服务和相关资料详细目录。

由公司组织人员和设备制造厂的技术部以及机械设计院三方就初步工艺设计结合厂房、水电、消防、废水处理和工艺流程最终三方达成一致。

3. 建线

机械设计院设计厂房，当时公司为了减少工程的前期投资，采用设计院设计联合厂房方案。设计缸体、缸盖两条生产线直线平行，从东到西布置，装配线、产品试验都布置在一个联合厂房内。

值得一提的是缸体、缸盖两条生产线，设备的地基采用整体成片上下钢筋网混凝土浇筑，设备安装的地接螺栓孔，按生产布置图确定位置预留。地基像一艘航空母舰足够应付上海地下的软土层，后来生产证明，未出现设备基础沉降，达到理想的设计效果。

4. 验收

设备制造厂竣工后，公司组织设备验收小组，去设备制造厂预验收。成员有操作工人（便于现场培训机床操作技术）、工艺员、检验人员和负责产品工艺的工程师组成。带有工艺资料，批量试切削用的缸盖毛坯、通用检具和专用检具。

（1）预验收：设备在设备制造厂按工序流程排列，接好水、电、气和循环冷却液，经过8h实时空运转设备合格后可进行预验收。

按照工艺流程进行小批量缸盖试切加工，检验人员对每道工序按图样工艺的要求进行检验并作好详细记录。根据记录，合格工序机床可继续加工，不合格工序机床查明原因，对机床、电气和刀具进行调整，缸盖毛坯不合格，更换毛坯，直到机床合格为止。机床全部合格后，每加工5件由我方检验人员作工序检测并作好详细记录。每天设备验收小组开会讨论，除检测记录外，大家在生产现场发现的有关问题汇总整理，形成整改文件。第二天和设备制造厂的相关人员商讨会上提出，由设备制造厂逐条整改或做出合理解释。

预验收完成后，每台设备由设备制造厂编制设备预验收书，预验收过程的详细记录，双方进行商讨，如存在问题，提出解决办法和完成时间节点，确认后双方签字。对有问题的设备，如需在设备制造厂进行整改的，必须在设备整改合格后，才能装箱发运。为了便于设备运输到发动机厂现场安装顺利，装箱时，在包装箱外侧，必须做好机床正面标志，因为安装机床时，机床吊装到位，才允许打开包装箱，如无标志，吊装后，机床反面对操作位置将严重影响生产，应予足够重视。

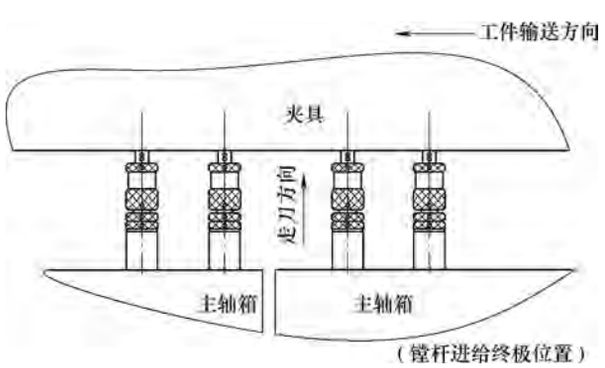


图2　四轴双工位组合镗床

（2）终验收：在发动机生产现场完成厂房设备安装，水、电气、消防以及水处理工程完工后进行。我方技术、设备和检验相关人员会同设备制造厂设计、工艺以及设备调试人员组成设备终验收小组，现场每台设备先进行8h的空运转，合格后对每台设备连续试切50只缸盖，每10台抽检一次。合格后，安排300台试加工，考证工艺、机床、刀具和切削液等工艺系统的稳定性。合格后，在设备终验收合格证书上，双方签字。对于设备不合格项目，经双方讨论，确定整改意见，由设备制造厂采取措施，限期整改到位。

5. 思考

资金前期投资要适当，要全面考察。结果表明，发动机厂土建设计时，应把发动机性能试验室，装配及发动机热磨合工段与冷加工生产线分开建厂房，不宜建联合厂房。因为发动机性能试验工作时造成的巨大噪声波，严重危害厂房内工人健康，几年以后，发动机试验室不得不易地重建，损失巨大。

设备选择上，应在满足生产产品质量和保证生产节拍的前提下，控制投资，本人多年工作体会，改革开放以来，中国机床制造业水平经过30多年的发展，已达到世界机床制造业的先进行列。选择加工中心和组合机床的混合生产线完全能保证产品质量。

值得一提的是，缸体线珩磨机德国进口，德国安装工程师在安装珩磨机的液压管道时，用水平仪校验已安装好的管道的水平和垂直度，同样工作环境，多年后国产机床的管道出现泄漏，德国安装的管道依然保持密封。当时觉得“多此一举”，现在觉得德国安装工程师的工作态度的确严谨。

6. 结语

新建发动机厂，规划是一项系统工程，工作量大，牵涉面广，必须注重细节，全面考察与市场调研相结合。做好每一项工作，一环扣一环，前期工作做的越细，后期整改工作量就越小，建成的发动机厂也必然更加接近生产实际。**MW**

（收稿日期：20170329）

西门子发布ARPEX全钢联轴器



在2017年德国汉诺威工业博览会上，西门子展出了扭转刚性全钢膜片式联轴器系列：性能优异的新型N-ARPEX联轴器。优化的膜片，改进的部件设计，可使标准轮毂传递更大转矩和转速，开孔范围更大。该膜片联轴器适用于既要求轴位移又要求可靠传递转矩的所有应用。

N-ARPEX膜片联轴器可用于驱动泵、风机、压缩机、发电机和透平以及造纸与印刷机械等。此联轴器转为潜在爆炸环境设计，符合欧盟指令2014/34/EU，满足API610/ISO13709和API671/ISO10441标准要求。N-ARPEX膜片联轴器可耐受-50℃的低温，比之前ARPEX系列低10℃。

使用膜片联轴器，可实现两台机器之间的位移补偿转矩传递，无侧隙，扭转刚性，而且具有弹性。支持轴向、角度和径向偏移补偿。膜片材质采用不锈钢弹簧钢制作，不易磨损，而且免维护。