气缸盖气门座圈坡口锥面及导管内孔加工

■ 辛集市辛缸气缸盖有限公司 （河北 052360） 李惠朝 王 巧

摘要： 从气缸盖气门座圈坡口锥面和气门导管内孔的加工精度要求入手，分析影响加工精度的主要因素，结合公司对该部位加工工艺的优化改进过程，通过多种工艺方案的对比，总结出不同批量、不同领域产品加工气门座圈坡口锥面和气门导管内孔最有效、精度最可靠的工艺方法。

气缸盖作为发动机上的核心零件之一，其加工精度对发动机性能的影响至关重要，特别是气缸盖气门座圈坡口锥面和气门导管内孔的加工，直接影响发动机气门的密封性，进而影响发动机的使用性能。根据我公司多年来生产气缸盖的经验，对比多种工艺方案，找出了合适的加工工艺方法。

1. 加工部位的精度要求

从图1可以看出，为保证气缸盖的使用性能，气门座圈坡口锥面和气门导管内孔的加工精度要求较为严格，气门导管内孔的圆柱度为0.008 mm，直线度为0.012 mm，气门导管内孔轴线对底面的垂直度为0.04 mm；气门座圈坡口锥面的角度公差仅为30′，对导管内孔的跳动为0.05 mm，气门下限量公差为±0.1 mm；气门导管内孔和气门座圈坡口锥面的表面粗糙度值$R_a \leqslant 0.8\ \mu m$。

2. 手工铰削的工艺方法

我厂原来是生产农机气缸盖的专业厂，产品主要面对维修市场，因而气门座圈坡口锥面的加工工艺多采用气门导管内孔导向的手动铰刀加工方法（见图2），边铰边测量（见图3），来保证锥面对气门导管内孔的跳动要求，而气门导管内孔的相关精度（直径、垂直度、圆柱度和直线度等）要靠气缸盖本体加工时形成的气门导管安装孔的初始精度和气门导管的制造精度来保证。所用工艺装备只有一把手铰刀、一套测量量具。

这种工艺方法的优点是操作简单，不需设备投资，不需专门培训，用气门导管内孔导向，不会影响气门导管内孔对底面的垂直度（气门导管内孔对底面的垂直度靠缸盖本体底孔精度保证）。

但由于是手工操作，存在很多缺点：

（1）因气门导管内孔与手铰刀杆存在间隙，加上人工铰削时力量不均匀，极易造成锥面角度超差。

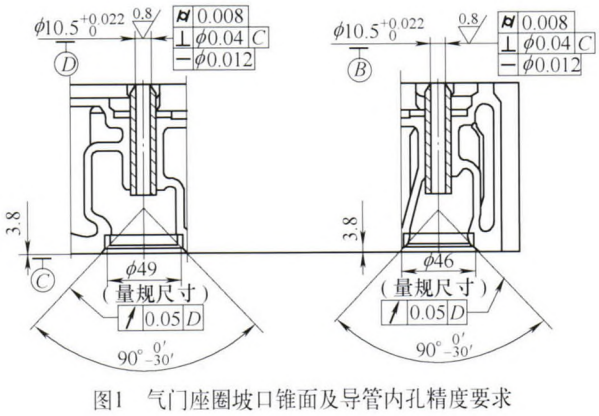


图1 气门座圈坡口锥面及导管内孔精度要求

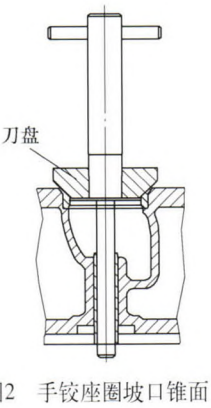


图2 手铰座圈坡口锥面

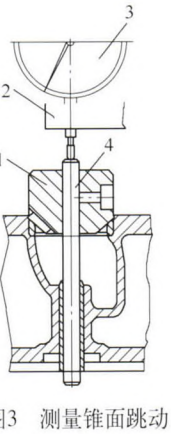


图3 测量锥面跳动

1.测头 2.表架 3.百分表 4.测杆

（2）由于手工操作的不连续性，导致锥面表面坑洼不平，尽管测量跳动在公差范围之内，但如果局部放大来看，锥面表面不够平整光滑，表面粗糙度难以保证。

（3）人工操作效率极低，劳动强度也很大，为与其他工序匹配，该工序需由多人担负加工任务。

（4）用该工艺生产出的产品，在装配时需要10 min以上的研磨才能保证气门不漏气，生产配套产品时，柴油机装配线上必须配备研磨机。

（5）该工艺方法在小批量农机产品上可以满足使用要求，但无法满足汽车和船用机械的装配要求。

3. 立式钻床加工工艺方法

针对手铰工艺存在的缺陷，为了降低劳动强度、提高生产效率，我们在20世纪末开始探讨采用立式钻床加工气门座圈坡口锥面（导管内孔的精度保证方法同手铰），其刀具结构如图4所示（测量方法同手铰）。

这种方法虽然解决了人工用力不均造成的角度超差、表面粗糙度超差、操作不连续以及工序匹配等问题，但是仍然存在下列问题：

（1）立钻加工时，使用气缸盖顶面定位，因气缸盖面加工时形成的顶面和底面之间的平行度误差影响，加工出的产品在测量时有的跳动值还没有手工铰削得好。

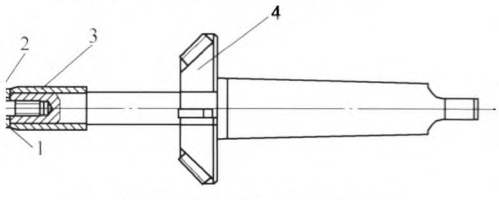


图4 立式钻床用锪座圈坡口锥面刀具
1.垫片 2.螺钉 3.防研伤导向套 4.刀体

（2）有的气缸盖装配后气门导管高出顶面许多，要想在立钻上加工气门座圈坡口锥面，需在气缸盖与立钻工作台之间增加一个辅助垫，又增加一个影响精度的不利因素。

（3）所使用立钻是新设备时尚好，随着设备老化，其主轴与工作台面的垂直度发生变化，也会影响加工后气门导管内孔与气缸盖底平面的垂直度。

（4）立钻主轴是固定的，只能靠人工拉动气缸盖以找准导管孔位置，因与工作台面摩擦，很容易造成气缸盖顶面的表面划伤。

（5）立式钻床加工座圈坡口锥面的刀具制作复杂，多重配合更易形成误差。

（6）用该工艺生产出的产品在装配时仍然需要研磨才能保证不漏气，即柴油机装配线上必须配备研磨机。

（7）这种工艺方法虽比手铰有所进步，但同样仅适用于精度要求较低、生产数量较少的农机产品，仍无法满足汽车和船用机械的要求。

4. 枪镗工艺

枪镗工艺采用枪镗设备，一次装夹工件多轴同时加工，气门座圈坡口锥面和气门导管内孔一次加工成形（气门导管内孔留适当的加工量），气门座圈坡口锥面低速铰削加工，气门导管内孔采用高速镗削加工，气缸盖加工时采用底平面和底平面上两只定位销孔定位，其加工精度及生产效率非常高，加工精度不受气缸盖本体和气门导管安装孔本身精度影响，枪镗加工后装配气门时可实现免研磨，对于单一品种和系列产品生产的主机厂来说确实是一种保证气缸盖关键部位加工精度的好方法，因而一度在内燃机主机厂被广泛采用。然而对于我们这样的气缸盖专业生产厂而言，还是不太适用，因为：

（1）设备昂贵，且多为多孔同时加工，专用性特别强，一台设备只能对应一种产品。

（2）枪镗所用的刀具相当贵，多为进口，每把刀具价格动辄就是数万元，对于以低成本、低价位占领市场的配件厂不太合适。

（3）现实社会工业化进程不断提速，先进技术飞速发展，内燃机更新换代十分频繁，一个品种几十年一贯制的状况已经一去不复返了，而枪镗工艺难以满足品种更换的需要，产品淘汰时将造成设备闲置。

5. 加工中心结合专用刀具的加工方法

近年来，我公司产品逐步走出单一化，生产品种已经覆盖了农机、汽车和船用机械等领域，且大部分产品为主机厂配套，有些甚至出口到国外，这就需要我们提高工艺水平，全面达到图样要求，实现气门装配的免研磨。借助于枪镗工艺的理论基础，通过公司技术人员的认真分析和探索试验，根据主机厂对气缸盖关键部位精度的要求，我们尝试了一种替代枪镗的加工方法，即立式加工中心和专用刀具组合的加工工艺。

利用立式加工中心自身重复定位精度高、主轴刚性强、自动变化切削速度和自动更换刀具等特点，结合自制刀具实用性强、制作成本低的优势，在气缸盖上装气门座圈及气门导管时预留有一定加工余量，并采用底平面和底平面上两个定位销孔定位的方式，一次装夹后

加工气门座圈坡口锥面和气门导管内孔，加工精度完全能满足图样要求。具体工艺方法是：

（1）当生产批量比较小时，进排气可以用一台加工中心加工。精镗进排气气门导管内孔；铰铰进气门座圈坡口锥面，同时研挤进气门导管内孔；铰铰排气门座圈坡口锥面，同时研挤导管内孔。

（2）当生产批量比较大时，进排气可以分开，用两台加工中心加工。精镗进气门导管内孔；铰铰进气门座圈坡口锥面，同时研挤进气门导管内孔；精镗排气门导管内孔；铰铰排气门座圈坡口锥面，同时研挤导管内孔。

（3）加工工装采用与底孔加工同样的定位方式（底平面与底平面上两销定位孔），可减少定位产生的误差，确保导管内孔与底面的垂直度要求。工装如图5所示（一次两件）。

试验结论为：一条生产线上一般放置两台立式加工中心即可，批量增加时可相应增加加工中心数量；通过更换专用夹具和刀具，可实现不同品种气缸盖的加工；气缸盖较小时，还可以一次加工两件。该工艺方案较好地保证了气门座圈坡口锥面对气门导管内孔的跳动、气门导管内孔的圆柱度及直线度，较好地解决了一台设备只能对应一种产品的难题，不仅实现了装配时的免研磨，又能满足农机、汽车及船用机械的需求，是一种适合我公司目前生产实际的切实可行的解决方案。

试验成功后，在公司进行了推广，目前公司各条气缸盖机加工生产线均配齐了加工中心，全面实现了外供气缸盖免研磨，既满足了不同客户的产品精度要求，又为公司节约了巨大的开支。

6. 结语

综上所述，经过几十年的优化改进和艰辛探索，终于找到了一种适合我公司的工艺方法。由此得出如下结论：不同的客户群体、不同的产品要求、不同的生产纲领、不同的企业规模、不同的生产方式以及不同的发展阶段，可以采用不同的工艺方案，要具体情况具体分析，根据本企业的产品结构、客户需求、资金能力及劳动力来源等，采用适合本企业的工艺方案。

参考文献：

[1] 徐鸿本. 机床夹具设计手册[M]. 辽宁：科学技术出版社，2004.

[2] 王凡. 实用机械制造工艺设计手册[M]. 北京：机械工业出版社，2008.

[3] 刘党生. 金属切削原理与刀具[M]. 北京：北京理工大学出版社，2009.

[4] 赵长明，刘万菊. 数控加工工艺及设备[M]. 北京：高等教育出版社，2003.

[5] 许先绪，黄启宽. 非标准刀具设计手册[M]. 北京：机械工业出版社，2001.

[6] 何贡. 常用量具手册[M]. 北京：中国计量出版社，2005.

MW（收稿日期：20140620）

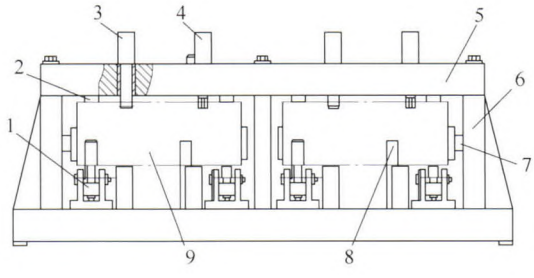


图5　数控加工座圈坡口锥面及导管内孔工装示意图

1.夹紧机构 2.垫铁 3、4.定位销 5.定位盖板 6.夹具体 7.限位挡铁 8.限位柱 9.气缸盖

专家点评



该文针对零件的加工精度要求，分别介绍了几种加工方案，并分析了各种方案的优缺点，可以看到，随着设备和工艺装备的不断进步和发展，零件的加工也从开始的手工操作逐步发展为采用高精度、高效率的机械加工方法。实际生产中可以根据产品要求、生产规模及生产成本来决定采用何种加工工艺方案。