

精密活门偶件副间隙及限流边在线自动配磨技术

Online Automatically Matching Grinding Technology of Precision Valve Coupling Pair Gap and Current Limiting Edge

中航工业西安航空动力控制科技股份有限公司 王浩 刘信格 倪庆涛



王浩

中航工业西安航空动力控制科技股份有限公司工程技术部三级技术专家,长期从事公司工艺规划、设备效能提升及设备选型等工作。

精密活门偶件副配磨技术要求

精密活门偶件是借活门与衬套的相对运动改变节流孔的面积以达到对液流进行控制的目的。精密活门偶件副的配磨以衬套孔径及衬套方窗轴向位置尺寸为基准,对活门径向尺寸和控制边的轴向尺寸进行配磨,以达到既定的技术要求。

衬套作为基准已加工完成,

对于机械液压式燃油调节系统来说,精密活门偶件的灵活性、分油槽边的尖边质量、活门重叠量配磨准确性等关键指标的优劣直接决定了系统调节精度和工作的稳定性和一致性。高、低压控制活门尺寸公差、形为公差、粗糙度、滑阀副配合间隙要求较高。因此,现有的加工和检测方法不同程度地存在一些技术和能力方面的不足。

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2015.08.100

需对活门相应尺寸进行精密配磨。活门加工关键技术要求如下:(1)活门圆柱度要求 $\leq 0.002\text{mm}$,圆度 $\leq 0.001\text{mm}$;(2)4边跳动 $\leq 0.001\text{mm}$;(3)4边确保锐边无毛刺;(4)活门与衬套间隙 $6\sim 10\mu\text{m}$ (公差 $2\mu\text{m}$ 以内);(5)工作边搭接量 $2\sim 4\mu\text{m}$ (公差 $2\mu\text{m}$ 以内)。

以上要求已是目前机械加工手段批量稳定控制的极限。在传统精密活门偶件副配磨加工中,产品合格率低、配合稳定性差、生产效率低等问题一直是机械液压式燃油调节系统交付的瓶颈之一。

传统加工方法及存在问题

传统的活门偶件加工工艺方法

繁琐,活门配磨工人根据每个衬套的实际尺寸单对活门零件进行配磨,由钳工去除分油边锐边毛刺,随后进行活门衬套性能试验,对不合格品进行再次轴向配磨。该过程质量控制不稳定,加工效率较低,合格率低。

1 传统加工工艺

传统加工工艺根据衬套内孔检测报告,配活门外圆尺寸,通过液配台多次测试,手工反复加工活门分油边轴向尺寸,下线手工去除分油锐边毛刺,人工评定分油锐边毛刺及分油锐边质量。

2 传统加工工艺存在问题

(1)活门衬套无法实现锥度配磨,配合间隙不稳定。作为基准的衬套内孔必定存在一定锥度($1\sim 2\mu\text{m}$

以内),衬套孔的尺寸根据检测计量单来单独配磨活门,活门的配磨无法实现与衬套的间隙保持同样的锥度间隙配合,只能根据经验选定中差或者其他经验尺寸进行活门的配磨,故此情况下的间隙配磨不能完全反映阀芯在阀套内的真实状况。

(2)分油锐边毛刺状态及分油锐边质量不受控。只能手工去毛刺和检测毛刺状态,不能实现稳定可靠的毛刺去除方法且易破坏分油锐边。

(3)活门偶件副间隙配合状态不能稳定可控。活门偶件副配合状态只能凭借工人的感观和经验判定,不能从源头解决活门偶件副的真实间隙配合问题;另外,从基准的检测到最终尺寸,中间环节过多,造成误差累积,不可控因素增多。

(4)搭接量配磨效率低下,废品率非常高。搭接量只能采用反复上下线的边检边测边磨的方法进行磨削,工作量巨大,效率低,基准变换频率高,质量稳定性差,对工人个人素质依赖过大;液配台流量曲线存在人工判断误差,无可靠、稳定的检测反馈法。

(5)国内基本没有对于这4大核心问题的系统解决方案,都是采用以上传统工艺方法,伺服机构产品的交付造成巨大的压力。

伺服阀在国外已经有非常长的研制和批量生产历史,瑞士克林伯格公司在Tschudin机床上针对活门偶件副的配磨提出了一揽子的解决方案,可以实现活门偶件副活门零件的在线自动配磨,并且无毛刺产生,一次装夹磨削既保证了配合尺寸合格,又获得了可控的锐边质量,高效、稳定、可控地解决了活门偶件副配磨的一系列问题。

活门偶件副在线自动配磨系统技术方案

1 活门配磨系统设备配置

(1)Tschudin T35生产型高精

密外圆磨床。该设备最适合尺寸精密、稳定性要求高的圆柱类零件的磨削。采用关键技术及规格参数如下:高刚性超级稳定床身,静压导轨技术,高速、高刚性、高精度砂轮架,与磨削专家共同开发定制的专业数控系统。

(2)径向在线测量系统和轴向在线测量系统。径向与轴向均采用两个测头,测量重复精度小于 $0.1\mu\text{m}$ 。对搭接边进行在线测量和反馈。以上均能通过磨前、磨中、磨后的测量实现100%的磨削过程控制。

(3)锥度自动精密微调系统。采用液压驱动尾座,可以对锥度进行精密调整,分辨率为 $0.1\mu\text{m}$,配合外圆的两个在线测头实现锥度配磨。

(4)无毛刺同步磨削系统。同步磨削装置实现同步磨削或者无毛刺磨削,确保稳定的锐边质量。

2 加工工艺过程

工序1:根据衬套内孔计量尺寸自动配磨活门间隙及锥度。磨前测量台可以根据与机床控制系统连接的磨前测量系统测量衬套内孔及锥度,测量结果自动传输到机床控制系统,系统自动给出配磨活门的尺寸及锥度,并根据衬套尺寸及锥度来自动配磨活门尺寸。

磨削结果:自动配磨后间隙公差 $< 1\mu\text{m}$,圆度 $< 0.5\mu\text{m}$,直线度 $< 0.5\mu\text{m}$ 。

工序2:如图1所示,活门偶件需要控制的尖边内容可以根据衬套尺寸及锥度来精确配磨活门分油边,确保轴向尺寸、分油边的尖边及无毛刺。根据液力配磨实验台进行位置流量特性测试,使用两组轴向测量仪配磨轴向尺寸,同时用无毛刺磨削装置进行无毛刺磨削。

工序2达到的结果:确保轴向尺寸的公差 $< 1\mu\text{m}$ 。图2和图3分别为传统磨削去毛刺及Tschudin无毛刺磨削技术的显微结果对比。

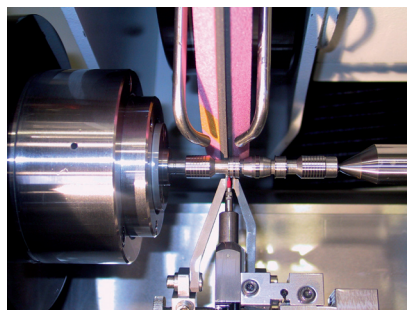


图1 配磨轴向尺寸及去毛刺过程

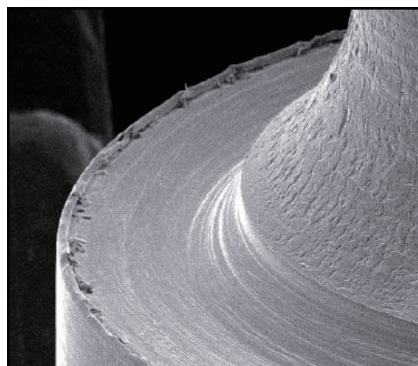


图2 传统磨削方法显微效果(300×)

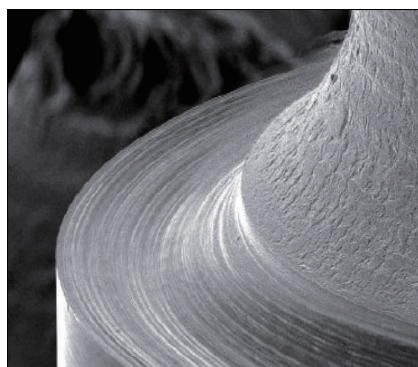


图3 无毛刺同步磨削技术显微效果(300×)

技术总结

机床通过完整的磨前、在线及磨后测量技术实现了100%过程及质量控制,磨削实现在线控制,确保精度要求。机床测量及定位采用气动及动态压力测量技术,整个加工工艺可优化至:自动分组和配对,尺寸及公差的趋势控制,磨削结果分析,连接中央计算机及通信,实现与液力配磨台的数据通信等。

该设备的出现给精密活门偶件副配磨技术带来了巨大变革,将大幅提高活门偶件副配磨的质量及效率。

(责编 谷雨)