

电液伺服阀阀体 光整加工方法及工艺

Finishing Technology for Valve Body of Electro-Hydraulic Servo Valve

中航工业西安飞行自动控制研究所 杨强强 赵宝林 汪建军



杨强强

高级工程师,长期从事航空电液伺服阀制造技术研究,主持了多个项目的研究工作,曾获多项省部级技术进步奖。主要研究方向为精密和超精密液压偶件制造技术。

随着数控加工技术、精密加工技术的不断发展,阀体表面尺寸精度及各表面几何形状精度已不是阀体加工质量的主要问题,目前已能很好地保证。而作为影响阀体表面质量主要因素的尖边、毛刺等已成为制约阀体加工质量提高的主要问题。

由于阀体结构的特殊性,尖边、毛刺光整加工效率比较低,因此在研究尖边、毛刺光整加工方法的同时,还需要研究少毛刺甚至无毛刺加工方法,以期在加工过程中少产生乃至不产生毛刺,从而提高产品的可靠性和使用寿命。

尖边、毛刺对 伺服阀产品的危害

1 影响装配精度

尖边、毛刺的存在明显影响阀体尺寸的测量。阀体上精密安装孔较多,有过盈配合、间隙配合。因此尖边、毛刺导致的测量偏差直接影响装配精度,从而导致产品可靠性降低。

2 影响零件装配,引起密封失效

阀体通常起油路沟通、阻断、转换等功能,因此需要安装密封胶圈,有些油路间密封直接由小间隙隔断,但如果有尖边、毛刺存在,在安装时尖边、毛刺会划伤甚至切割胶圈,会划伤密封面,从而导致密封失效。

3 造成产品污染,导致产品失效

阀体内装有喷嘴、节流孔等流量控制零件,功能孔仅有 0.2mm 左右,因此阀体如果有 0.2mm 左右的微小毛刺,毛刺脱落就有可能引起产品故障,导致产品失效。

去除尖边、毛刺的主要难点

伺服阀阀体由于结构限制,小孔、深孔多,孔相交的位置地方毛刺难以观察。由于结构局限性,在毛刺去除时,工具难以到达毛刺位置,工具可达性差。去除时由于活动空间小,操作困难。

尖边、毛刺光整加工方法

1 表面孔口

表面孔口尖边、毛刺主要是铣削、车削加工孔与磨削表面后形成,孔口毛刺较大,但是由于在表面易于观察,容易操作,因此易于去除,但是由于阀体有些孔口需要安装密封圈,因此在加工时要注意孔口尺寸大小与粗糙度要求。一般有两种要求,一种是功能孔或油孔孔口要求倒角或倒圆,一种是胶圈槽口要求保持尖边无毛刺。要达到指标要求需要采取不同的加工方法。

对于需要倒圆、倒角的采取以下方式:(1)用刮刀或合适的倒角刀去除大毛刺;(2)用油石去除二次毛刺;(3)用抛光纸或钻床(牙钻)夹抛光轮抛光孔口。

对于要求保持尖边孔口去毛刺采取以下步骤:

(1)用刮刀去除大毛刺,去除时要保证刮刀刃面与尖边环面垂直,避免将尖边倒角;(2)用油石平推平面去除二次毛刺;(3)用抛光纸抛光孔口。经过以上3个步骤,毛刺就由大变小、变细小,最后去除干净。在去除胶圈槽口毛刺一定要注意,槽底、槽壁是密封工作部分,在去除毛刺的过程中,不能划伤、碰伤工作面。

2 内部相交孔、沟通槽处

阀体油路沟通孔很多,相交关系复杂,有孔与孔相交、孔与槽相交,位置、相交处形状因孔、环槽的大小、角度、加工方法而不同,主要有4种类型的毛刺:环型槽、相交孔、螺纹收尾处、电火花沟通孔毛刺,由于产生机理、形式不同,因此去毛刺方法、工具也不同。

2.1 环形槽光整加工方法

环形槽加工一般在数控铣床或数控车床上采用T型铣刀或镗槽刀加工而成,对于铣削加工的环槽,槽底 R 由刀具角度保证,但是与功能孔过度部分 R 难以保证,车削环槽可以通过刀具和程序加工槽底及过渡部分 R ,而环槽 R 的作用是在装配时防止划伤胶圈,因此相当重要。

铣削加工槽环形槽光整加工采取以下步骤:(1)用DB型毛刷从功能孔中往复运动去除飞边、毛刺,同时倒圆过渡部分,一般铝阀体选择转速 $500\text{r}/\text{min}$,往复3次;(2)用百洁布或抛光纸抛光。

2.2 相交孔处光整加工方法

相交孔一般是由铣削、车削、钻削加工孔后形成,尖边、毛刺比较大,且入口、出口在孔内部,很难观察,去除非常困难,采用机械方法与其他去

毛刺方法结合使用,才能使毛刺由大变小,逐步去除干净。

机械方法一般采用钳工方法去除,由于位置在孔内,且许多孔很小,因此在进行加工时首先需要解决观察问题,其次还需要针对不同部位制作一些专用工具。

根据毛刺位置、大小等特点制作工具形状以及确定切削方向,主要解决工具可达性,同时要确保不能划伤、蹭伤功能孔。另外,各种尺寸、形状、不同材质的动力刷可以作为去除大毛刺后的抛光工具,国内成都工具研究所及美国善能公司这方面的产品种类比较齐全。

加工方法一般按以下步骤进行:

(1)用内窥镜观察相交孔毛刺情况;(2)用与孔尺寸相应的钻头,按顺序把每一个孔过一遍;(3)用自制工具去除小毛刺;(4)用DB型毛刷去除细小毛刺;(5)用抛光纸去除微细毛刺;(6)用压缩空气吹干净孔;(7)用冷光源和内窥镜检查毛刺去除效果。采取以上手工加工去除毛刺后,为了确保阀体毛刺去除干净,还可以采用磨粒流方法去除毛刺,磨料流加工是含磨料的流动状态的磨料介质,在一定压力下强迫在被加工表面流过,靠磨粒的刮削作用去除工件表面微观不平材料毛刺的工艺方法。在加工时需要按照孔的位置、沟通情况,设计专用的工装,使磨粒按照设定的流向流动,去除微细毛刺,起到进一步光整加工的目的。

2.3 螺纹收尾处毛刺

在阀体上有些螺纹孔由数铣、车削加工,在螺纹收尾处易产生环状切屑,必须去除,去除方法一般分两步,首先用钩状工具沿螺纹底部运动去除铁屑,然后用DB型毛刷去除螺纹上小毛刺。

2.4 电火花沟通孔

在阀体上有两种功能的电火花沟通孔,一种是精度很高节流方孔,一种是简单的油路沟通孔。对这两

功能沟通孔,需要采取不同的光整加工方法。

节流方孔由于需要保持节流边为尖边,工作边在功能孔内,因此在整个加工方案上就需要前后工序协调,电加工时要采用精密加工参数加工,这样毛刺就会非常微细,后续工序只需要微小的余量就可以去除,采用研磨功能孔的方法进行光整加工,一般在进行电火花加工时,功能孔为后续光整加工留 0.01mm 左右的余量。

简单油路沟通孔,首先用专用工具去除毛刺,口部形成小 R 或倒角,然后用抛光纸或百洁布抛光即可。

其他注意事项

阀体孔的位置精度要求比较高,孔入口、出口在保证了位置精度的情况下,孔口的形状、大小影响也很大,孔口倒圆或倒角过小,在装配时会导致装配困难或者划伤胶圈等,如果过大,就有可能导致密封失效,因此需要严格控制大小。

在采用机械方法去毛刺时,要注意采取保护措施,例如工具柄上用胶布、塑料等柔软材料缠裹,防止划伤孔壁。

DB型及其他动力工具在抛光孔时,要选择合适规格,太小起不到抛光作用,太大有可能使孔划伤。同时在使用时一定要注意转速和进给次数,防止孔径尺寸超差(尤其阀体材料为高强度铝)。

结束语

尖边、毛刺光整加工对液压伺服阀阀体极其重要。由于阀体结构的特殊性,尖边、毛刺光整加工效率比较低,因此在研究尖边、毛刺光整加工方法的同时,还需要研究少毛刺甚至无毛刺加工方法,以期在加工过程中少产生乃至不产生毛刺,从而提高产品的可靠性和使用寿命。

(责编 良辰)