

低碳钢衬套内孔的高速铰削

■ 四川惊雷科技股份有限公司 (宜宾 644623) 黄斌



扫码了解更多

摘要：本文就高速钢铰刀低速铰削与硬质合金铰刀高速铰削从理论上进行分析。

低碳钢(20钢、Q235A钢)的含碳量在0.25%以下,其中存在大量柔软的铁素体组织,其延展性非常好,切屑易粘着刀刃。因此,它是一种硬度(强度)较低而粘性较大的材料。其切削加工性能差,为了使被加工孔在精加工后表面粗糙度值达到 $Ra=1.6\mu m$,目前,有以下几种加工工艺规程:一种是经过车削再磨削两道工序完成,这种加工工艺的劳动生产率低,还受内圆磨床的条件限制(我公司没有内圆磨床);还有一种是经过粗车在粗铰及精铰三道工序完成,这种加工工艺采用高速钢铰刀低速铰削来完成衬套孔的加工工作,但刀具寿命短,加工成本高且劳动生产率低;对于大批量衬套,决定采用自制的YW2型硬质合金铰刀进行高速铰削试验。

试验结果证明,衬套孔的加工工艺过程只需要车削和铰削两道工序就可完成,而且加工速度快,加工精度和零件表面粗糙度都达到或超过了技术要求,而且加工成本低。鉴于此,低碳钢衬套孔的加工方式采用自制的YW2型硬质合金铰刀进行高速

铰削是最佳加工方式。

切削机理及刀具几何角度方面。高速钢铰刀与硬质合金铰刀的切削机理是不一样的。前者是靠刀刃锋利获得较低的表面粗糙度值,而后者是进行切削和挤削,且主要靠挤压切削而获得较低的表面粗糙度值。

根据切削原理,切削粘而软的低碳钢材料所用的铰刀的刀刃要锋利。刀刃要锋利就必须选取正前角,它可以减小切屑的变形及切屑在刀具前面上的摩擦;还可以抑制和清除积屑瘤,降低径向的切削分力,故前角选取 $\gamma_0=3^\circ$;同时,当前角确定后,为了减少刀具后面与工件切削表面及工件已加工表面的摩擦并保证刃口更加锋利,我们选取了大后角,即后角 $\alpha=20^\circ$;为了减小切削阻力,增加刀尖强度,切削时不致轻易崩刃,故选取刃倾角 $\lambda_s=20^\circ$,刃带宽 $b_{a1}=0.4\sim 0.5mm$ 。按照以上条件制作的铰刀能得到较好的铰削效果,孔的表面粗糙度值可以达到 $Ra=1.6\mu m$,且刀具寿命高。而高速钢铰刀前角 $\gamma_0=0^\circ$,后角 $\alpha_0=5^\circ\sim 8^\circ$ 。

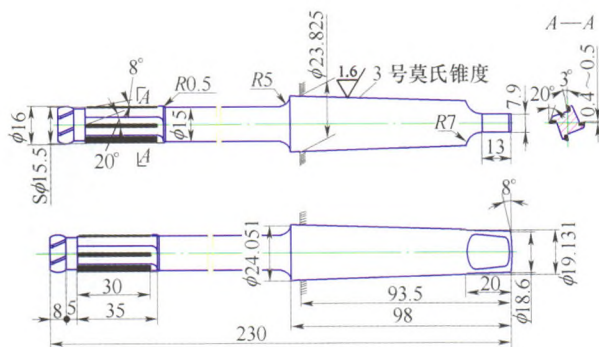
1. 刀具结构方面

为了克服衬套在铰削时产生积屑瘤,硬质合金铰刀的结构是将头部设计制造成球形导向头,这种导向头既能起到刀具切削时对刃部的导向作用,使孔加工既可以获得较好的直线度,又可以将残余的切屑顶出。又因为采用了大刃倾角,不但可以使铰刀切入平稳,使切屑能顺利排出,而且为切屑留有足够的容屑空间。刀具的具体结构如附图所示,刀片材料:YW2,刀杆材料:45钢、调制28~32HRC。

2. 刀具材质及性能方面

高速钢铰刀的材质选取通常采用W18Cr4V,因此其化学成分为:含碳量为0.7%~0.8%,含钨量为17.5%~19.0%,含钼量 $\leq 0.30\%$,含铬量为3.8%~4.4%,含钒量为1%~1.4%,所以具有较高的热硬性、较高的硬度及强度,还有较好的耐磨性,但它的热塑性较低,采用此种材料的铰刀只能采取低速铰削。

硬质合金的YT15铰刀,因为其化学成分为:含79%的WC,含15%的TiC,含6%的Co,用于铰削时,衬套孔的表面粗糙度



刀具结构图

底能达到技术要求，但在切削过程中刃口区容易崩落。硬质合金的YT5的铰刀，因为其化学成分为：含85%的WC，含5%的TiC，含10%的Co，用于铰削时，衬套孔的表面粗糙度值能达到技术要求的 $Ra=3.2\mu m$ ，但刀具相对于其他材质的刀片磨损得更快，寿命又低。

硬质合金的YW1铰刀，因为其化学成分为：含84%~85%的WC，含6%的TiC，含3%~4%的TaC，含6%的Co，用于铰削时，衬套孔的表面粗糙度值能达到技术要求的 $Ra=3.2\mu m$ ，但其刀片抗弯强度为125kg/mm，比YW2更低，也会出现崩刃现象。硬质合金的YW2铰刀，因为其化学成分为：含82%~83%的WC，含4%的TiC，含3%~4%的TaC，含8%的Co，所以，其抗弯强度为135kg/mm，是较高的，有较好的抗冲击性，并且它具有高的热硬性，在850~1000℃的高温下仍能保持其良好的切削加工性能，因此它加入了少量碳化钽（TaC），从而使改善了它的抗弯抗压强度，并细化了晶粒，减少了过热倾向；从而它具有良好的韧性、耐磨性、抗氧化性及较小的线膨胀系数；铰削的衬套

内孔的表面粗糙度值可以达到 $Ra=1.6\mu m$ ，并且刀具寿命高。

3.加工工艺和切削用量的选取方面

W18Cr4V高速钢铰刀铰削衬套内孔的工艺过程是将其尺寸车好的轴套进行低速铰削。YW2硬质合金铰刀铰削衬套内孔的工艺过程是将其尺寸车好的衬套进行高速铰削，它的特性是挤压切削。

由于铰削速度的不同，它们的铰削余量也肯定不一样。用W18Cr4V高速钢铰刀铰削衬套内孔，需要分两次留铰削余量，粗铰余量为0.15~0.3mm，精铰余量为0.04~0.15mm。用YW2硬质合金铰刀铰削衬套内孔，铰削余量的选择就必须适度，余量若留得过小，铰削时起不到挤压加工切削作用；余量若留得过大，又会促使切削阻力增加，以致于使刀杆产生扭曲变形，影响加工精度和明显降低刀具的使用寿命。经过反复实践，对于 $\phi 16mm$ 铰刀，粗铰余量选择为0.4~0.6mm是最适宜的。

有好的工艺过程和适宜的铰削余量，选取合理科学的切削用量对衬套内孔的加工质量有很大影响。

用高速钢铰刀铰削衬套内孔时，选取4~6m/min的切削速度和0.2~0.6mm/r的走刀量进行低速铰削，能获得较低的表面粗糙度值 $Ra=3.2\mu m$ ，但是切削效率低。若采用硬质合金铰刀进行切削速度小于15m/min切削速度的低速铰削衬套内孔，也能获得较低的表面粗糙度值，但是切削效率也低。若采用中等切削速度铰削，切削区域的温度在300℃左右时摩擦系数最大，最容易产生积屑瘤影响衬套内孔的表面粗糙度。选取90~120m/min的切削速度和0.5~0.6mm/r的进给量进行高速铰削，并且选取极压切削液作为冷却及润滑液，其铰削效果是十分理想的。既能大大提高劳动生产率，又能获得良好的加工质量，刀具还具有较高的寿命。

4.效果对比

下面是高速钢铰刀低速铰削衬套内孔与硬质合金铰刀低速铰削衬套内孔的效果对比。

对于两种铰削方式，实践证明，前者加工数量为只能加工1~2件衬套/min，后者加工数量为10~15件衬套/min，后者加工速度是前者加工速度的7~10倍。前者每加工约100件就要更换铰刀，后者每加工400~800件才更换铰刀，后者刀具的耐用程度是前者的4~8倍。而且，后者铰削孔的表面粗糙度值能够达到 $Ra=1.6\mu m$ ，前者只能达到 $Ra=3.2\mu m$ 。经济效益客观，产品加工质量和劳动生产率均得到提高。

5.结语

综上所述，对于大批量低碳

船用喷油器体斜油孔加工

■ 南车玉柴四川发动机股份有限公司 (资阳 641301) 黄 东



扫码了解更多

摘要: 船用喷油器体斜油孔须与从另一头钻入的长油孔贯穿, 加工时对对接位置精度要求较高, 引钻后用通用附具在摇臂钻床上加工对接不正, 偏差大, 甚至有接不通的状况发生。从台钻更适合加工细长孔着手, 设计制作喷油器体斜油孔钻孔辅具, 将钻斜油孔工序调整到小台钻上进行, 钻通后检查对接效果良好, 并且质量稳定可靠, 加工效率也有一定提高。解决了船用喷油器斜油孔对接不正的质量问题。

图1是我公司生产的船舶产品零件喷油器体, 加工斜油孔 $3\text{mm} \times \phi 2.5\text{mm}$ 与 $3\text{mm} \times \phi 3\text{mm}$ 长油孔对接, 是此型喷油器体加工难点之一。 $3\text{mm} \times \phi 2.5\text{mm}$ 孔钻入点分布在 $\phi 14\text{mm}$ 的圆周上, 斜孔相对轴向倾斜 $4^{\circ} 50'$, 由小端面钻入, 深约 65mm , 与从大端钻入的 $3\text{mm} \times \phi 3\text{mm}$ 长油孔对接。此贯穿油路承担着输送高压燃油和冷却油的任务, 若油路不畅通会直接影响喷油器的使用性能, 这对 $3\text{mm} \times \phi 2.5\text{mm}$ 斜油孔的加工对接精度提出了较高要求。

1. 问题提出

试制时设计制作了图2所示的小端钻模, 在摇臂钻床Z35上

加工喷油器体的 $3\text{mm} \times \phi 2.5\text{mm}$ 斜油孔。先用小端钻模引钻出 $3\text{mm} \times \phi 2.5\text{mm}$ 孔点位, 再将万能分度头倾斜一定角度, 装夹喷油器体大端法兰, 分别将待钻孔位旋转到低点, 依次钻出 $3\text{mm} \times \phi 2.5\text{mm}$ 斜油孔与已钻 $3\text{mm} \times \phi 3\text{mm}$ 长油孔贯通。

试制时按此方法加工的 $3\text{mm} \times \phi 2.5\text{mm}$ 斜油孔与 $\phi 3\text{mm}$ 孔接通情况不好。工艺上要求用 $\phi 1.5\text{mm}$ 钢丝检测贯穿油孔, $\phi 1.5\text{mm}$ 钢丝应能穿过连接油孔。我们对试制的这批喷油器体斜油孔贯通情况进行全数检查, $\phi 1.5\text{mm}$ 钢丝不能穿过的孔位超过50%。

我们分析了斜油孔接通情

况不好的主要原因: 用万能分度头装夹, 旋转方向定位靠划线对正, 定位误差较大; 用中心钻对正预制孔有误差, 中心孔偏移影响对中精度; 摇臂钻床Z35主轴锁定精度差, 钻小孔时容易走偏, 不适宜加工细长孔。因此设计制作了喷油器体钻斜孔辅具, 将钻 $3\text{mm} \times \phi 2.5\text{mm}$ 斜油孔工序安排到台钻Z512上进行。

2. 利用钻斜孔辅具在台钻上加工斜油孔

台钻主轴固定, 可选择较高转速范围大, 手轮进给使钻削更平稳, 排屑冷却更方便快捷, 有利于细长孔的加工。由于喷油器体的 $3\text{mm} \times \phi 2.5\text{mm}$ 孔是斜油孔, 并且有较高的对接精度要

钢衬套内孔的加工方式是采用自制的YW2型硬质合金铰刀进行高速铰削这种方式。自制的YW2型硬质合金铰刀对低碳钢衬套内孔进行高速铰削这项加工技术投入生产实践后证明, 只要选取合理的铰刀刀具结构, 科学的刀具的

几何角度, 正确的刀片材料, 恰当的切削用量, 正确的切削液以及操作工人精心细致的操作, 就可以收到良好的切削效果。

大批量低碳钢衬套内孔的加工在我公司无内圆磨床条件下的最佳切削加工方法是采用YW2型

硬质合金自制铰刀进行高速铰削这种加工方法。

参考文献:

[1] 王先逵. 机械制造工艺学[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003.

MW (收稿日期: 20180312)