

小口径阀门镗刀杆的设计

■ 雷蒙德（北京）阀门制造有限公司 （101500） 贾阳许

摘要：以前小口径阀门在加工阀座孔使用圆柱形镗刀杆时由于刀杆太粗，不能自动进刀，导致工作效率低下。现设计一款新型截面的刀杆，在保证刀杆刚度的前提下能够满足数控车床的自动连续加工。最后通过SolidWorks软件的有限元分析，证明刀杆位移足够满足使用要求。

阀门是流体管路的控制装置，其基本功能是接通或切断管路介质的流通，调节介质的压力和流量。随着现代工业的不断发展，阀门使用量巨大，需求量也不断增长。但各种原因引起阀门泄漏甚至造成停产等事故已屡见不鲜，其中阀门泄漏的重要原因之一是阀座圈孔的尺寸精度不高、表面质量不好，造成阀体与阀座配合时密封效果达不到设计要求，其中小口径法兰联接的整体式阀门最为明显。

一般来说，阀体的阀座孔在毛坯状态是不带出来的，需要在车床通过镗刀杆来切削加工。镗孔刀杆种类繁多，结构各具特色，但是在加工小口径阀门阀座孔时由于空间有限，限制了刀杆的尺寸，给阀座孔的加工带来极大困难。

1. 阀门及现有镗刀杆的优缺点

(1) 小口径阀门阀体的具体尺寸。如图1所示，这是一个符合API 6A设计要求的阀体，其中两法兰面端距、孔的大小在API 6A

中有严格要求，不能更改。而且API 6A不接受加工好阀座孔后再焊接法兰的方式，简单说阀体必须是一体式的，这给阀座孔的加工带来了难度。

(2) 原有圆柱形刀杆设计。通过阀体图样可以看出，刀杆伸出部分不小于200mm，刀杆直径不大于45mm，刀尖锐削行程

16mm。目前国内镗阀座圈孔刀杆后半部分是方的，用来刀架的夹持，前半部分是圆柱形，带有装刀的方孔和紧固螺栓孔，如图2所示。其优点：结构简单、容易加工；缺点：①刀杆重，刀尖下垂严重。②每次进刀不方便，需手动调刀。③无法实现连续加工。④加工效率低。⑤尺寸精度和表面质量差。

2. 新镗刀杆的设计

为了减轻镗刀杆的质量，解决圆柱形刀杆的问题。本文设计的新刀杆的横截面是由两段相同的圆弧交汇而成，每段圆弧的直径略小于待加工阀门的通道孔直

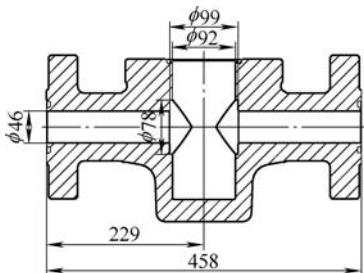


图1 阀体尺寸

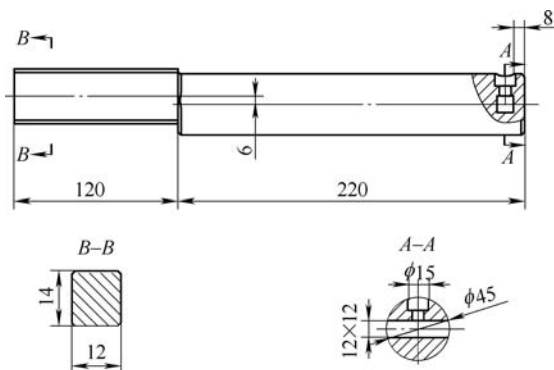


图2 圆柱形刀杆

径,如图3所示。在加工前直接将切削车刀装在刀杆上,调好位置,新刀杆可以保证在刀杆的右侧贴着阀体流道孔的一侧轴向进给,给车刀留有间隙,保证刀尖不被碰伤,如图4所示。当到达阀座孔位置时径向进刀开始切削,在数控程序或手工操作下顺序切削直至阀座孔成形,这时新刀杆的左侧刚刚接近阀体流道孔的内部,不会产生干涉或碰撞,如图5所示。

3. 新镗刀杆的计算

(1) 与圆柱形刀杆的对比。
通过查询AutoCAD的面积和质量可知,相同长度新刀杆的面积 1189mm^2 ,圆柱形刀杆的面积 1590mm^2 ,新刀杆质量为圆柱形刀杆质量的75%,Y轴方向惯性矩,新刀杆为 $9.6 \times 10^8\text{mm}^4$,圆柱形刀杆 $12.9 \times 10^8\text{mm}^4$,新刀杆质

量为圆柱刀杆质量的74%。

(2) SolidWorks 刀尖位移的分析。在车床上镗孔时夹持部分固定在刀架上,头部伸入工件加工,镗刀杆可以看成是一根在切削力作用下的悬臂梁。

根据金属切削的原理可知,在镗孔加工的过程中,镗刀承受切向力 F_c 、径向力 F_p 、轴向力 F_f 和重力 G 的作用。而在 F_c 、 F_p 和 G 的作用下,镗刀杆会发生弯曲、扭转甚至破坏。

建立数学模型,车床转速 300r/min ,进给量 0.4mm/r ,吃刀量 3mm ,主偏角 75° 。刀杆材料用45钢,调质后其屈服强度 530MPa ,许用剪切应力 80MPa ,密度 7.85g/cm^3 ,弹性模量 $E=2.05 \times 10^5\text{MPa}$ 。根据加工精度的要求,许用挠度 $<0.02\text{mm}$ 。

经计算切削力可得:

$F_c=2564\text{N}$,径向力 $F_p=897\text{N}$,轴向力 $F_f=846\text{N}$,重力 $G=22\text{N}$ 。

带入SolidWorks中做有限元分析可得,刀杆最大位移为 0.009mm ,如图6所示,故刀杆设计是合理的。

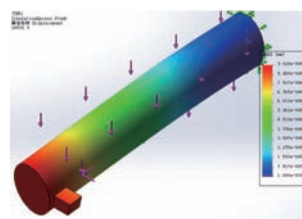


图6 有限元分析

4. 结语

原先使用圆柱形刀杆时,由于使用手工调刀进给,一般半天可以加工一头阀座孔。加工一只阀体需要一整天的时间,工人很辛苦,即使如此加工,孔的质量还是不能令人满意。后来改为新型刀杆后,加工一头阀座孔1h左右,换面再次装夹镗另外一头阀座孔,一只阀体约3h,相比而言大大节约了加工时间。现在再次改进,在刀杆上再加一把刀,如图7所示。加工完内侧阀座孔后,直接加工外侧阀座孔,节省了一次装夹、校正,全数控操作2h左右即可加工好一只阀体,省时省力,质量还得到了保证,因阀体阀座配合密封失效引起的阀门泄漏大大降低。

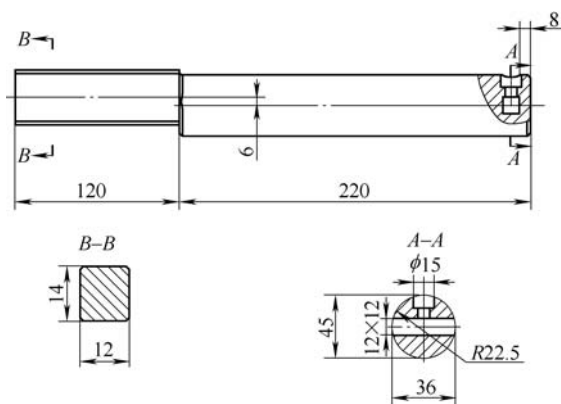


图3 新刀杆截面

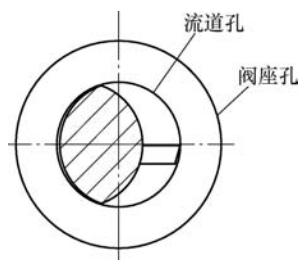


图4 新刀杆准备加工时的位置

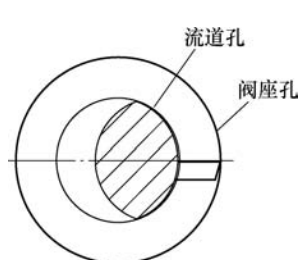


图5 新刀杆加工阀座孔结束时的位置

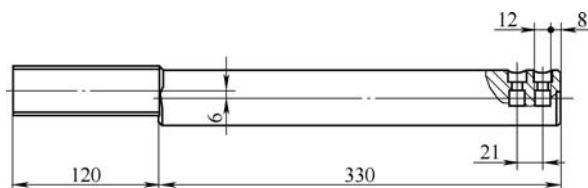


图7 双刀位刀杆

MW (收稿日期: 20151123)