

大型重载单动卡盘设计中 相关问题的探讨

沈阳机床股份公司沈一希斯事业部 (辽宁 110141) 代利国 代丽芬

目前我事业部卧车用的卡盘大多为直径在1 000mm以上的单动卡盘,相对于小规格的卡盘,这种卡盘由于产量少,故卡盘厂家缺少相关的技术数据。比方说卡盘限制转速问题,在样本和产品介绍中只是根据经验给出数值,多与卡盘直径相关,见附表。

卡盘规格/mm	限制转速/ $r \cdot \min^{-1}$
$\phi 1\ 000$	315
$\phi 1\ 250$	250
$\phi 1\ 600$	200
$\phi 2\ 000$	150

很显然,这是一个相对保守的数据,已经有很多用户反馈他们经常使用超过附表中数值的转速来加工。这样的数据在使用说明书中给出,不利于机床性能的发挥。

而针对高承重,大直径的重型卡盘,国内的卡盘厂家并没有给出转速、夹持力等数据,如果只是根据卡盘的直径对重型卡盘的速度限制给出数据,则这个数据又过于危险。所以,有必要对大直径卡盘进行一个系统地分析,找出规律。

1. 影响卡盘加工极限转速的因素

对卡盘转速进行限制,主要是因为夹持工件加工时,由于高速旋转,卡爪自身向外的离心力抵消了夹持力,如果超出了一定的转速范围,就会发生工件夹持力不够,甚至卡爪飞出等事故。对卡盘机构进行验算时,也应当以此为依据,找出薄弱点加以校核。

卡爪离心力计算公式为

$$F = mv^2/r = m(2\pi n/60)^2 r = \pi^2 m^2 n^2 / 900 \quad (1)$$

式中, m 为卡盘上移动部件的质量,通常指的是单个卡爪的质量; v 为卡盘旋转时,移动部件(卡爪)的线速度; r 为卡爪质心处的半径; n 为卡盘的

转速。由公式(1)可知,当转速增加时,夹持力的损失会以转速的平方迅速增加。而大型卡盘的回转半径和移动部件质量都比较大,所以这三方面应该给予综合考虑。

一个卡盘在加工时的极限转速应该与几个因素相关:①卡爪的重量。②卡盘的夹持力。③夹持工件的重量。④夹持工件的直径。

2. 大型、重载单动卡盘设计应注意的问题

对于大型卡盘来说,转速通常不是很高(500r/min以下),但是卡爪的质量和卡爪质心处半径 r 的数值很大。另外,最大夹持力也会根据结构和驱动件的不同而不同。卡盘的最大夹持力是由卡盘采用的丝杆所受的输入扭矩决定的,理论上说,只要丝杆不发生机械破坏,夹持力就能随着输入扭矩的增大而一直增加。使用增力丝杆只是能使卡盘在相同输入扭矩的情况下,获得较大的夹持力。当工件重量较大时,从丝杆强度、易操作性能等方面考虑选择合适的丝杆,然后按照滑动螺旋副来进行各种强度验算。悬卡时,较长工件对卡爪产生的弯矩也应当给予考虑。不使用增力丝杆时,可以选择使用如图1所示的结构来增加操作时的输入力矩。

工件的重量这项参数比较复杂,因为除了工件的质量对夹持力有影响外,工件重心的位置,也就是

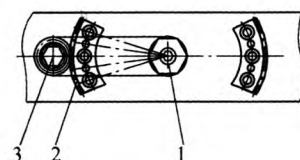


图 1

1. 丝杆 2. 齿条 3. 扳手

工件的形状也会对夹持力产生影响。另外,加工过程中的切削力、加工中是否使用尾座、是否使用托辊和中心架等辅助设施,都会对卡爪施加正面的或

负面的影响。可以将夹持力乘以一个安全系数，大于工件重量，则可以认为其是安全的。但是对于加工者来说，工件的重量是最直观的参数。图2所示是一重公司给出的不同机床根据工件重量选择卡盘转速的图表。夹持工件的直径（即卡爪的位置）决定着 r 值的大小。

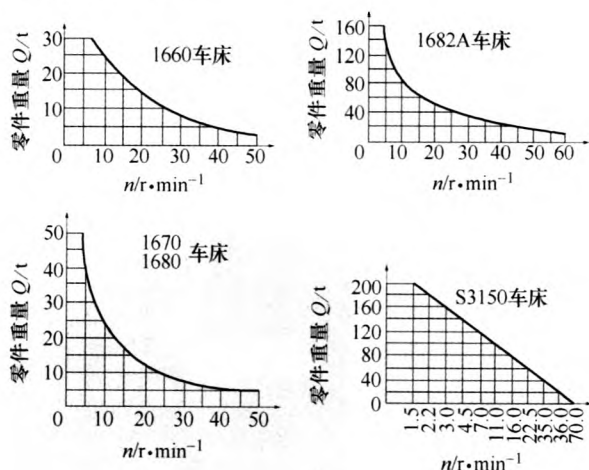


图 2

针对不同的结构，大型卡盘有可能因为几种原因失效：①固定丝杆的或卡爪座的定位键受剪切应力过大而断裂。②堵头处固定丝杆的螺栓被拉断。③输入扭矩过大，使丝杆受扭转切应力。④过长的丝杆，有可能会产生失稳现象。

综上所述，对于大型、重载的单动卡盘，设计时应主要考虑：①保证强度的前提下，尽量减少可移动部件的重量。②选择丝杆时，还应当考虑悬卡时，作用在卡爪上的弯矩力。③校核丝杆固定处和卡爪固定处的剪切应力。④考虑到可操作性，尽量使用增力丝杆或者其他增力装置。⑤标示出合适的最高转速，保证安全又能最大限度发挥卡盘性能。

国外卡盘厂家对卡盘最高转速的定义是，离心力等于2/3夹持力时，此时的转速是卡盘的最高转速。根据此标准，将直径同为2 000mm，但承重和结构不同的两个卡盘进行分析，如图3所示。A结构使用增力丝杆和卡爪座形式，丝杆行程短，受力好，但是需要根据不同的工件直径调整卡爪在卡盘上的位置，操作费时。增力丝杆直径80mm，最大夹持力为200kN。机床最大承重40t。B结构为普通梯形螺纹丝杆，全行程由丝杆实现，丝杆较长。丝杆直径65mm，机床最大承重25t。

首先计算最高转速：取卡爪在极限位置，

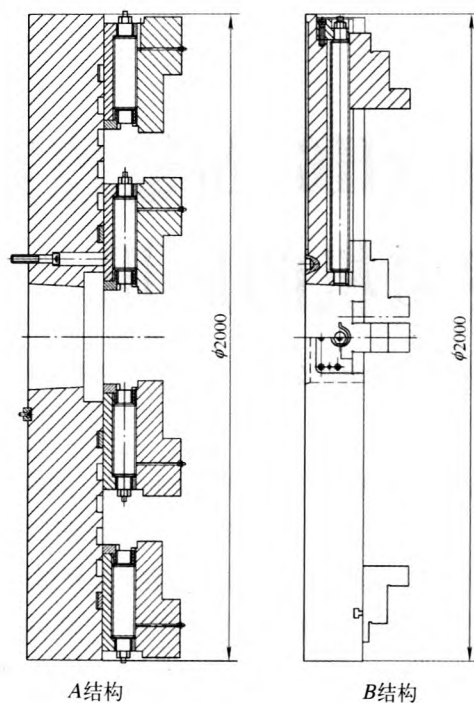


图 3

$r_a=r_b=1\ 000\text{mm}$ ；卡爪的质量 $m_a=130\text{kg}$ ， $m_b=50\text{kg}$ ；夹持力 $F_a=100\ 000\text{N}$ ， $F_b=62\ 500\text{N}$ ；根据公式（1）取2/3最大卡持力损失时的转速为最大转速，则

$$\frac{2}{3}F_a = \pi^2 m_a r_a n_a^2 / 900 \quad (2)$$

求得 $n_a=225\text{r/min}$ 。

$$\frac{2}{3}F_b = \pi^2 m_b r_b n_b^2 / 900 \quad (3)$$

求得 $n_b=275\text{r/min}$ 。

由此可见，这两种结构的卡盘的极限转速都有很大的潜力可挖。但是上面的结果是直接利用国外卡盘厂家2/3夹持力损失的经验数据计算的，而一些相对保守的厂家如SMW则将夹持力损失1/2时作为最大转速的计算依据。所以以上数据是否适用于大型重载的卡盘还有待试验验证。为了便于操作者参考，根据公式（1）给出了不同转速下，两种卡盘夹持力损失的图表，如图4所示。

根据材料力学公式校核这两个卡盘在最大转速时薄弱点的强度，如图5所示。注意此时对于A结构卡盘，计算薄弱点 A_1 时，应当将整个卡爪座（包含增力丝杆）的质量计算为移动部件的质量，计算薄弱点 A_2 时，应当将增力丝杆与卡爪的重量之和作为移动部件的质量。对于B结构卡盘，应当将丝杆与卡爪的质量之和一起计算。

如果强度不够，应当考虑增加固定键的厚度，

台达H6-M数控系统在阀门专用机的应用

中达电通股份有限公司 (上海 201209) 陈 坚

高端阀门加工，主要工序有粗扩孔、精铰、攻螺纹、钻孔等工序。使用台达系统可以节省加工时间，效率提升28%。目前类似机台也是使用数控系统，但是攻螺纹并没有使用系统控制，加工时间大约28s。由于加工的换刀过程就是XY位移的过程，相比较加工中心换刀至少需要3s时间，6把刀则花费18s，效率无法提高。

1. 机台配置与结构

机台配置5kW、B2马达2个，0kW、B2马达1个，7.5kW、B系列变频器1个，7.5kW福田主轴1个，主轴编码器1个，H6、4轴控制器1个。图1为类似数控卧式加工机。

2. 主轴编码器位置

安装注意事项，编码器位置要与实际的转速同步，尽量避免不同步情况发生。安装时同轴度需要保持良好，如图2所示。

3. 调试步骤

(1) 要确认各轴的运动是否正常，使用手轮动作测试各轴是否有落差值。有落差值则表示发出去的脉冲与反馈的脉冲方向相反，更改驱动器输出反向参数即可，或者是伺服线焊线有问题。

(2) 确认轴向方向。数控一般坐标系根据右手笛卡尔原则，

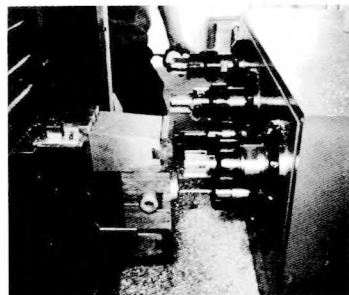


图1 类似数控卧式加工机



图2 主轴编码器位置

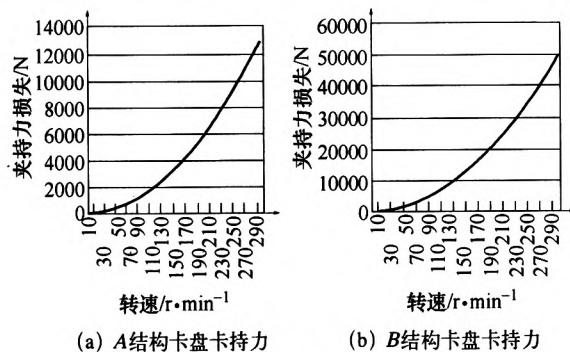


图 4

增加螺栓数量，采用高等级的螺栓等方法来增加强度。根据滑动螺旋副结构来校核丝杆的强度、耐磨性能、稳定性。保证使用性能的前提下，尽量使用短的丝杆。

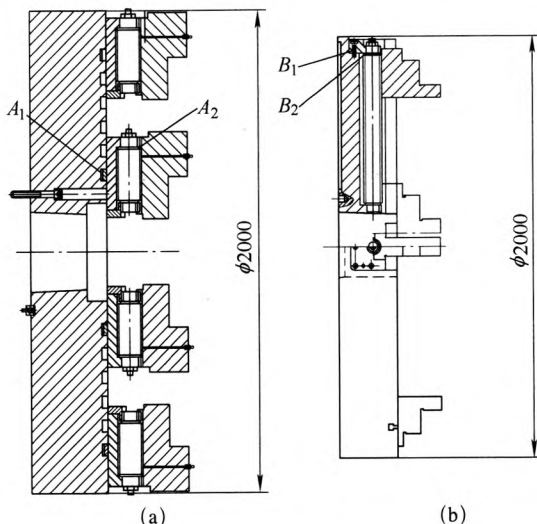


图 5

MW (收稿日期: 20120213)