

数控机床动力卡盘选型方法



扫码了解更多

■ 清华大学机械工程系 （北京 100084） 张 云 姜 楠

■ 呼和浩特众环集团 （内蒙古 010051） 张国斌

摘要：本文以HTC50型数控卧式车床为例，具体阐述了动力卡盘的选型流程。主要根据卡盘的工作条件、工作参数和设计要
求等条件进行初步选型以确定卡盘的直径、连接形式和结构型式等参数；通过对加工零件的分析确定顶爪的设计并进行夹紧
力的计算。最后选择具体的卡盘型号并进行校核。

HTC50型机床是原CK3263型
数控转塔车床的升级换代产品，继
承了原机床的多项优点。具有驱动
功率大、刚性好和刀具半径补偿等
多种性能，能车削直线，斜线，圆
弧，公、英制螺纹，直、锥形螺
纹，平面螺纹和多头螺纹。因此适
合形状复杂、精度较高的轴、盘
及套类零件加工。特别适合电子产
品、航空和有色金属等行业，零件
使用小切削量、高转速和大批量加
工。设备结构如图1所示，数控机
床如图2所示。

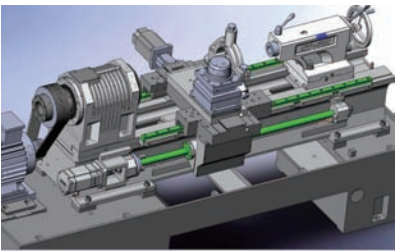


图1 HTC50 数控卧式车床结构



图2 HTC50 数控卧式车床

1. HTC50数控卧式车床技 术参数

HTC50数控卧式车床部分技
术参数如表1所示。

2. 动力卡盘选型分析

（1）动力卡盘工作条件如
表2所示。

表1 HTC50数控卧式车床技术参数

床身上最大回转直径/mm	600
滑鞍上最大回转直径/mm	430
盘类件加工范围/ (mm×mm)	φ 500×200
主轴通孔直径/mm	75
主轴转速范围/(r/min)	90~2 000
主轴头型式	A2-8
刀架工位数/工位	8 (12)
刀方尺寸/(mm×mm)	25×25
工具孔直径/mm	40
工件精度	IT6
主电动机功率/kW	22/26

（2）动力卡盘工作参数如
表3所示。

（3）动力卡盘设计要求如
表4所示。

表2 动力卡盘工作条件

机床主轴头型式	A2-8
床身最大回转直径/mm	600
主轴通孔直径/mm	75

表3 动力卡盘工作参数

主轴转速范围	90~2 000r/min	
定位精度/mm	X轴	0.008
		0.008
	Z轴	0.012
		0.015
重复定位精度 /mm	X轴	0.006
		0.006
	Z轴	0.007
		0.008

表4 动力卡盘设计要求

卡盘连接形式	A2-8	平均无故障时间	≥1 500h
卡盘公称直径	<350mm	可靠性	安全可靠
静态安全系数	一般载荷	载荷	轻微冲击
设计标准	JB/T 11771—2014	安全性	GB 23290—2009

(4) 动力卡盘初步选型：根据HTC50数控车床性能特点，应选择适合形状复杂、精度较高的轴、盘及套类零件加工的动力卡盘。

卡盘公称直径的确定：机床床身最大回转直径600mm，考虑到加工零件的广泛性，有可能加工轴类零件，也可能加工盘类零件，所以将卡盘回转直径确定为床身最大回转直径的约50%较合理。查阅相关标准，卡盘规格直径选择315mm。

卡盘与机床连接形式的确定：卡盘与机床主轴的搭配关系如表5所示。

表5 卡盘与机床主轴的搭配关系 (JB/T 11771—2014中表1)

卡盘公称直径 (1±5%) d_1	125	160	200	250	315	400	500	630
连接形式	A2, C, D							
连接代号	4	5	6	6, 8	8, 11	11	15	15

机床主轴头型式为短圆锥A2-8型，参照表5的规定，卡盘也为短圆锥A2-8型，这样安装方便，卡盘悬伸短，刚性好。

卡盘传动结构型式的确定：动力卡盘的传动结构型式有几十种，最常用的一般为楔式动力卡盘，HTC50数控卧式车床为通用型车床，加工范围广。因此选用中实楔式动力卡盘基本上能满足使用要求，卡盘性价比也高，故选用中实楔式动力卡盘。该动力卡盘的结构具有高转速、高精度、高刚性、夹紧力大、高安全性和高可靠性等特点。

加工的零件为三通管接头，材料ZG45钢，工件质量3.5kg，如图3所示。

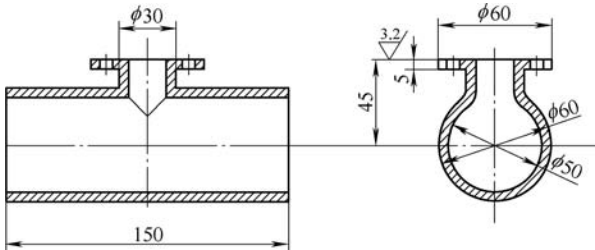


图3 加工零件

顶爪是夹持工件的重要零件，根据加工零件的特点及批量，顶爪为硬顶爪，夹持部位锯齿状，其形状及尺寸如图4所示。

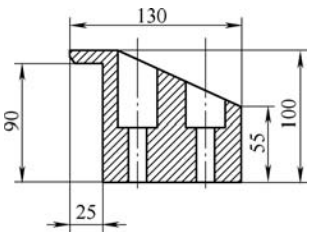


图4 顶爪

按实际零件进行初始夹紧力计算。根据零件特点，卡盘需夹持 $\phi 30\text{mm}$ ，加工 $\phi 60\text{mm}$ 端面及外圆，表面粗糙度值 $Ra=6.3\mu\text{m}$ 。切削用量为 56.52m/min （加工转速 300r/min ），进给量 $S=0.3\text{mm/r}$ ，切削深度

$t=2.0\text{mm}$ 。

刀具材料牌号为硬质合金YT15，刀具切削部分几何参数为前角 $\gamma_o=15^\circ$ ，后角 $\alpha_o=8^\circ$ ，副后角 $\alpha_o'=6^\circ$ ，刃倾角 $\lambda_s=0^\circ$ ，主偏角 $K_r=30^\circ$ ，副偏角 $K_r'=10^\circ$ ，刀尖圆弧半径 $r_e=0.5\text{mm}$ 。

主切削力 F_s 的计算。 $t=2.0\text{mm}$ ， $S=0.3\text{mm/r}$ ，查《金属切削手册》得到： $K_s=2.7\text{kN/mm}^2$ ，

$$F_s = S \cdot t \cdot K_s = 0.3 \times 2 \times 2.7 = 1.62 \text{ (kN)}。$$

动力卡盘所受的静态夹紧力 F_{spz} 的计算。查《金属切削手册》得到： $S_z=2$ ； $u_{sp}=0.1\sim0.45$ ，取： $u_{sp}=0.33$ ， $d_z=60\text{mm}$ ， $d_{sp}=30\text{mm}$ ， d_z 为工件加工面的直径， d_{sp} 为夹紧部分的直径。则： $F_{spz}=[(F_s \cdot S_z)/u_{sp}] \cdot (d_z/d_{sp}) = [(1.62 \times 2)/0.33] \times (60/30) = 19.64 \text{ (kN)}。$

在顶爪设计过程中，可以得到顶爪质心到顶爪底部的距离为 56.32mm ，则顶爪质心到卡盘中心的距离 $r=15+56.32=71.32 \text{ (mm)}$ ，顶爪质量（3块爪）为 8.38kg 。

离心力 F_c 的计算： $F_c=2mr \times (2\pi n/60)^2=2 \times 8.38 \times 0.07132 \times [(2 \times 3.14 \times 300)/60]^2=1179 \text{ (N)}=1.179 \text{ (kN)}。$

离心力损失 ΔF_c 的计算。 K 值总小于1，楔式动力卡盘自身刚性好，工作转速不高，取 $K=0.7$ ，则： $\Delta F_c=K \times F_c=0.7 \times 1.179=0.83 \text{ (kN)}。$

动态夹紧力 F_{dy} 的计算。楔式动力卡盘不带有离心力补偿，所以 $F_{c1}=0$ ， i 为杠杆比，则 $F_{dy}=F_{spz}+\Delta F_c+iF_{c1}$ （外夹紧工

件时) = 19.64 + 0.83 + 0 = 20.47 (kN)。

初始夹紧力 F_{sp} 的计算。考虑加工的安全性, 夹紧力安全系数 $S_{sp} = 1.5$, $F_{sp} = S_{sp} \times F_{dy} = 1.5 \times 20.47 = 30.71$ (kN)。

卡盘精度按JB/T 11771—2014标准执行。

3.选择动力卡盘

根据以上计算分析, 选择呼和浩特众环(集团)有限公司生产的KT54T315 B/A28二爪楔式动力卡盘(见图5)。卡盘直径: 304mm; 连接形式: A2-8;

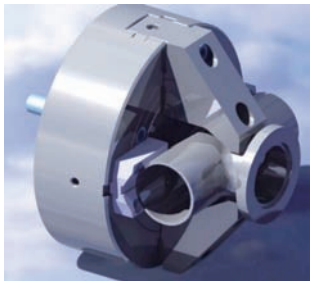


图5 KT54T315 B/A28二爪楔式动力卡盘

爪行程(直径): 10.6mm; 许用推力: 27.5kN; 最大夹紧力: 104kN; 最高转速: 3 200r/min; 夹紧范围: 26~304mm。

4.校核

前面的计算结果和所选卡盘的对比如表6所示。

5.动力源的选择

根据动力卡盘选择的是呼和浩特众环(集团)有限公司生产的KT54T315 B/A28二爪楔式动力卡盘, 因此油缸也同样选择呼和浩特众环(集团)有限公司生产的油缸。卡盘为中实卡盘, 油缸也选择中实油缸, 即型号为P24系列高速回转油缸。该油缸采用优质铝合金材料, 具有体积小、质量轻、转速高和密封性好等特点, 并配有逆止阀、安全阀。

呼和浩特众环(集团)有限公司推荐的油缸为P24160, 与KT54T315 B/A28匹配, 如表7所

示。

6.结语

本文以HTC50型机床为例, 详细介绍了动力卡盘的选型流程, 对于实际工作具有一定的指导作用。本课题为国家科技重大专项资助(2014ZX04011031-01)项目。

参考文献:

[1] 王先逵, 李旦, 孙凤池.机械加工工艺手册[M].2版.北京: 机械工业出版社, 2015.
[2] 全国金属切削机床标准化技术委员会.机床安全 卡盘的设计和结构安全要求: GB 23290—2009/ISO 16156:2004[S].北京: 机械工业出版社, 2015.
[3] 全国金属切削机床标准化技术委员会.机床 高速精密动力卡盘分类和技术条件: JB/T 11771—2014[S].北京: 机械工业出版社, 2015.

表6 计算和所选卡盘对比表

	主机	卡盘	实际计算
卡盘直径/mm	300	304	—
连接形式	A2-8	A2-8	A2-8
楔心套行程/mm	—	30	—
爪行程(直径)/mm	—	10.6	—
许用推拉力/kN	—	27.5	—
最大夹紧力/kN	—	104	30.71
最高转速/(r/min)	90~2 000	3 200	300
夹紧范围/mm	—	26~304	60
几何精度	0.020	JB/T 11771—2014	—

表7 卡盘与油缸性能对比

卡盘		油缸	
外圆直径/mm	304	缸体直径/mm	160
连接形式	A28 直装	连接形式	过渡盘
楔心套行程/mm	30	活塞行程/mm	30
许用推拉力/kN	27.5	最大推拉力/kN	69
最高转速/(r/min)	3 200	最高转速/(r/min)	5 500
		最大使用压力/MPa	4.0

MW (收稿日期: 20180306)