

最新

数控机床加工工艺编程技术与维护维修

实用手册

主编
席子杰

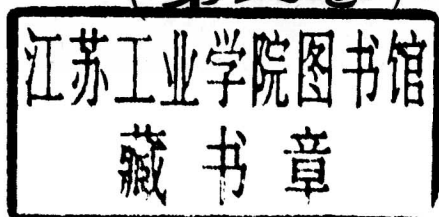


吉林电子出版社

最新数控机床加工工艺编程 技术与维护维修实用手册

主编：席文杰

(第二卷)



吉林省电子出版社

第五节 数控刀具的选择

数控机床与普通机床相比较,对刀具提出了更高的要求,不仅要精度高、刚性好、装夹调整方便,而且要求切削性能强、耐用度高。因此,数控加工中刀具的选择是非常重要的内容。刀具选择合理与否不仅影响机床的加工效率,而且还直接影响加工质量。选择刀具通常要考虑机床的加工能力、工序内容、工件材料等多种因素。数控机床刀具按装夹、转换方式主要分为两大系统,一种是车削系统,另一种是镗铣削系统。车削系统由刀片(刀具)、刀体、接柄(或柄体)、刀盘所组成。镗铣削系统由刀片(刀具)、刀杆(或柄体)、主轴或刀片(刀具)、工作头、连接杆、主柄、主轴所组成。前种方式为整体式工具系统,后一种方式为模块式工具系统。车削系统的刀具主要是刀片的选取,在上一节可转位刀片的选取中已做介绍,在这一节重点讲述镗铣削系统刀具的选择方法。

一、选择数控刀具通常应考虑的因素

随着机床种类、型号、工件材料的不同以及其他因素而得到的加工效果是不相同的。选择刀具应考虑的因素归纳起来应为:

(1)被加工工件的材料及性能

如金属、非金属等不同材料,材料的硬度、耐磨性、韧性等。

(2)切削工艺的类别

有车、钻、铣、镗或粗加工、半精加工、精加工、超精加工等。

(3)被加工件的几何形状、零件精度、加工余量等因素。

(4)要求刀具能承受的背吃刀量、进给速度、切削速度等切削参数。

(5)其他因素,如现生产的状况(操作间断时间、振动、电力波动或突然中断)。

二、数控铣削刀具的选择

(一)铣刀类型的选择

铣刀类型应与被加工工件尺寸与表面形状相适应。加工较大的平面应选择面铣刀;加工凸台、凹槽及平面零件轮廓应选择立铣刀;加工毛坯表面或粗加工孔可选用镶硬质合金的玉米铣刀;曲面加工常采用球头铣刀,但加工曲面较平坦的部位应采用环形铣刀;加工空间曲面、模具型腔或凸模成形表面等多选用模具铣刀;加工封闭的键槽选择键槽铣刀;选用鼓形铣刀、锥形铣刀可加工类似飞机上的变斜角零件的变斜角面。图 2-7 表示各种数控铣刀的形状。

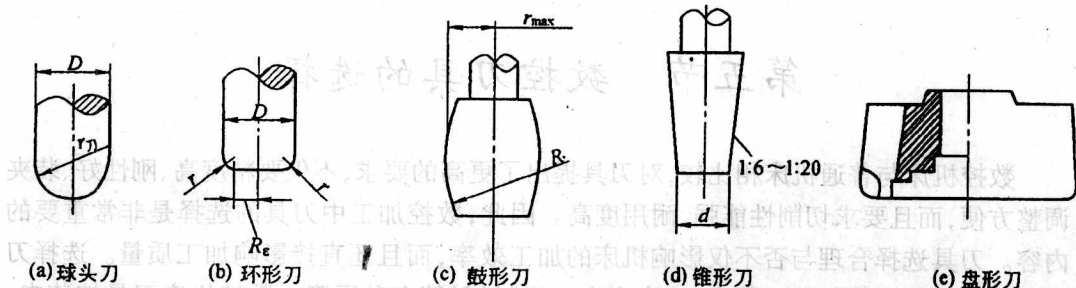


图 2-7 各种数控铣刀的形状

(二) 铣刀参数的选择

数控铣床上使用最多的是可转位面铣刀和立铣刀,因此,这里重点介绍面铣刀和立铣刀参数的选择。

1. 面铣刀主要参数的选择

标准可转位面铣刀直径为 $\phi 16 \sim \phi 630\text{mm}$ 。粗铣时,铣刀直径要小些,因为粗铣切削力大,选小直径铣刀可减小切削扭矩。精铣时,铣刀直径要大些,尽量包容工件整个加工宽度,以提高加工精度和效率,并减小相邻两次进给之间的接刀痕迹。

根据工件的材料、刀具材料及加工性质的不同来确定面铣刀几何参数。由于铣削时有冲击,故前角数值一般比车刀略小,尤其是硬质合金面铣刀,前角要更小些。铣削强度和硬度高的材料可选用负前角。前角的具体数值可参考表 2-7。铣刀的磨损主要发生在后刀面上,因此适当加大后角,可减少铣刀磨损。常取 $\alpha_0 = 5^\circ \sim 12^\circ$,工件材料软取大值,工件材料硬取小值;粗齿铣刀取小值,细齿铣刀取大值。铣削时冲击力大,为了保护刀尖,硬质合金面铣刀的刃倾角常取 $\lambda_s = -5^\circ \sim 15^\circ$ 。只有在铣削强度低的材料时,取 $\lambda_s = 5^\circ$ 。主偏角 k_r 在 $45^\circ \sim 90^\circ$ 范围内选取,铣削铸铁常用 45° ,铣削一般钢材常用 75° ,铣削带凸肩的平面或薄壁零件时要用 90° 。

表 2-7 面铣刀前角的选择

工件材料 刀具材料	钢	铸铁	黄铜、青铜	铝合金
高速钢	$10^\circ \sim 20^\circ$	$5^\circ \sim 15^\circ$	10°	$25^\circ \sim 30^\circ$
硬质合金	$-15^\circ \sim 15^\circ$	$-5^\circ \sim 5^\circ$	$4^\circ \sim 6^\circ$	15°

2. 立铣刀主要参数的选择

根据工件材料和铣刀直径选取前、后角都为正值,其具体数值可参考表 2-8。为了使端面切削刃有足够的强度,在端面切削刃前刀面上一般磨有棱边,其宽度为 $0.4 \sim 1.2\text{mm}$ 。前角

表 2-8 立铣刀前角、后角的选择

工件材料	前 角	铣刀直径	后 角
钢	10° ~ 20°	小于 10mm	25°
铸铁	10° ~ 15°	10 ~ 20mm	20°
铸铁	10° ~ 15°	大于 20mm	16°

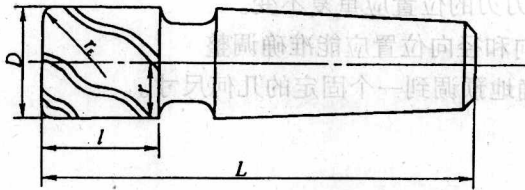


图 3-8 立铣刀的有关尺寸参数

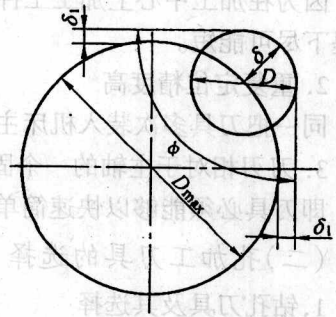


图 3-9 铣刀最大直径

按下述推荐的经验数据,选取立铣刀的有关尺寸参数,如图 2-8 所示。

- (1) 刀具半径 r 应小于零件内轮廓面的最小曲率半径 ρ , 一般取 $r = (0.8 \sim 0.9)\rho$ 。
- (2) 零件的加工高度 $H \leq (\frac{1}{4} \sim \frac{1}{6})r$, 以保证刀具有足够的刚度。
- (3) 对不通孔(深槽), 选取 $l = H + (5 \sim 10)\text{mm}$ (l 为刀具切削部分长度, H 为零件高度)。
- (4) 加工外形及通槽时, 选取 $l = H + r_e + (5 \sim 10)\text{mm}$ (r_e 为端刀底圆角半径)。
- (5) 加工肋时, 刀具直径为 $D = (5 \sim 10)b$ (b 为肋的厚度)。
- (6) 粗加工内轮廓面时, 铣刀最大直径 D_{\max} 可按下式计算, 如图 2-9 所示。

$$D_{\max} = \frac{2[\delta \sin(\phi/2) - \delta_1]}{1 - \sin(\phi/2)} + D \quad (2-4)$$

式中: D ——轮廓的最小凹圆角直径;

δ ——圆角邻边夹角等分线上的精加工余量;

δ_1 ——精加工余量;

ϕ ——圆角两邻边的最小夹角。

三、加工中心九具的选择

在加工中心上,各种刀具分别装在刀库里,按程序指令进行选刀和换刀工作。在加工

中心上使用的刀具通常由刀具和刀柄两部分组成。刃具有面加工用的各种铣刀和孔加工用的钻头、扩孔钻、镗刀、铰刀及丝锥等。刀柄要满足机床主轴的自动松开夹紧定位,并能准确地安装各种切削刀具和适应换刀机构手的夹持等要求。

各种铣刀及其选择在数控铣削刀具中已有介绍,这里只讲孔加工刀具及其选择。

(一)对加工中心刀具的基本要求,

根据加工中心的结构特点,对加工中心刀具提出如下基本要求:

1. 刀具应具有较高的刚性

因为在加工中心上加工工件时无辅助装置支承刀具,刀具的长度在满足使用要求的前提下尽可能短。

2. 重复定位精度高

同一把刀具多次装入机床主轴锥孔时,刀刃的位置应重复不变。

3. 刀刃相对于主轴的一个固定点的轴向和径向位置应能准确调整

即刀具必须能够以快速简单的方法准确地预调到一个固定的几何尺寸。

(二)孔加工刀具的选择

1, 钻孔刀具及其选择

钻孔刀具较多,有普通麻花钻、可转位浅孔钻、喷吸钻及扁钻等。应根据工件材料、加工尺寸及加工质量要求等合理选用。

在加工中心上钻孔,普通麻花钻应用最广泛,尤其是加工 $\phi 30\text{mm}$ 以下的孔时,以麻花钻为主。麻花钻有高速钢和硬质合金两种。它主要由工作部分和柄部组成。工作部分包括切削部分和导向部分。

麻花钻导向部分起导向、修光、排屑和输送切削液作用,也是切削部分的后备。根据柄部不同,麻花钻有莫氏锥柄和圆柱柄两种。直径为 $\phi 8 \sim \phi 80\text{mm}$ 的麻花钻多为莫氏锥柄,可直接装在带有莫氏锥孔的刀柄内,刀具长度不能调节。直径为 $\phi 0.1 \sim \phi 20\text{mm}$ 的麻花钻多为圆柱柄,可装在钻夹头刀柄上。中等尺寸麻花钻两种形式均可选用。

麻花钻有标准型和加长型,为了提高钻头刚性,应尽量选用较短的钻头,但麻花钻的工作部分应大于孔深,以便排屑和输送切削液。

在加工中心上钻孔,因无夹具钻模导向,受两切削刃上切削力不对称的影响,容易引起钻孔偏斜,故要求钻头的两切削刃必须有较高的刃磨精度(两刃长度一致,顶角 2ϕ 对称于钻头中心线)。

切削加工直径 $d = 20 \sim 60\text{mm}$ 、 $l/d \leq 3$ 的中等浅孔时,可选用图 2-10 所示的可转位浅孔钻,其结构是在带排屑槽及内冷却通道钻体的头部装有两个刀片(多为凸多边形、菱形和四边形),交错排列,切屑排除流畅,钻头定心稳定。另外多采用深孔刀片,通过该中心压紧刀片。靠近钻心的刀用韧性较好的材料,靠近钻头外径刀片选用较为耐磨的材料,这种钻具有刀片可集中刃磨,刀杆刚度,允许切削速度高,切削效率高及加工精度高等特点,最适合于箱体零件的钻孔加工。为提高刀具的使用寿命,可以在刀片上涂镀 TiC 涂

层。使用这种钻头钻箱体孔,比普通麻花钻提高效率4~6倍。

对深径比大于5而小于100的深孔,由于加工中散热差,排屑困难,钻杆刚性差,易使刀具损坏和引起孔的轴线偏斜,影响加工精度和生产率,故应选用深孔刀具加工。

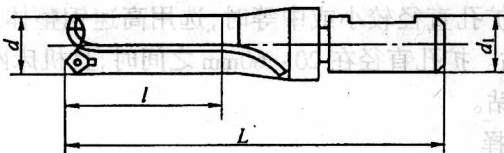


图 2-10 硬质合金刀片直柄浅孔钻

喷吸钻是一种效率高、加工质量好的新型的内排屑深孔钻,适用于加工深径比不超过100,直径一般在65~180mm的深孔,孔的精度可达IT10~IT7级,表面粗糙度可达 $Ra3.2 \sim 0.8\mu\text{m}$,孔的直线度为0.1/1000。

图2-11所示为喷吸钻,主要由钻头、内钻管、外钻管三部分组成。工作时,具有一定压力的切削液从入口流进,其中三分之一从内钻管四周月牙形喷嘴喷入内钻管。由于月牙槽缝隙很窄,切削液喷入时产生喷射效应,能使内钻管里形成负压区,负压区一直延伸到钻头的排屑通道。另外约三分之二切削液流入内、外钻管壁间隙到切削区,会同切屑被吸入内钻管,并迅速向后排出,压力切削液流速快,到达切削区时雾状喷出,有利于冷却,经喷口流入内钻管的切削液流速增大,加强“吸”的作用,提高排屑效果。

钻削大直径孔时,可采用刚性较好的硬质合金扁钻。扁钻切削部分磨成一个扁平体,主切削刃磨出顶角、后角,并形成横刃,副切削刃磨出后角与副偏角并且控制钻孔的直径。扁钻前角小,没有螺旋槽,制造简单、成本低。

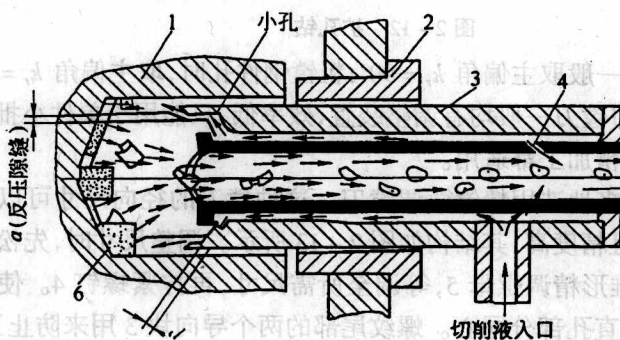


图 2-11 喷吸钻工作原理

1—工件;2—钻套;3—外钻管;4—喷嘴;5—内钻管;6—钻头

2. 扩孔刀具及其选择

扩孔钻是用来扩大孔径,提高孔加工精度的刀具。它可用于孔的半精加工或最终加工。用扩孔钻加工可达到公差等级IT11~IT10,表面粗糙度为 $Ra6.3 \sim 3.2\mu\text{m}$ 。扩孔钻与麻花钻相似,但齿数较多,一般为3~4个齿,因而工作时导向性好。扩孔余量小,切削刃

无需延伸到中心,所以扩孔钻无横刃,切削过程平稳,可选择较大的切削用量。总之扩孔钻的加工质量和效率均比麻花钻高。

扩孔钻的结构形式有高速钢整体式(图 2-12a)、镶齿套式(图 2-12b)及硬质合金可转位式(图 2-12c)等。扩孔直径较小或中等时,选用高速钢整体式扩孔钻;扩孔直径较大,选用镶齿套式扩孔钻。扩孔直径在 20~60mm 之间时,且机床刚性好,功率大,可选用硬质合金可转位式扩孔钻。

3. 镗孔刀具及其选择

镗刀多用于加工箱体孔。当孔径大于 80mm 时,一般用镗刀加工。精度可达 IT7~IT6,表面粗糙度为 $Ra6.3 \sim 0.8\mu\text{m}$,精镗可达 $Ra0.4\mu\text{m}$ 。镗刀种类很多,按切削刃数量可分为单刃镗刀和双刃镗刀。单刃镗刀可镗削通孔、阶梯孔和盲孔,单刃镗刀刚性差,切削时易引起振动,所以镗刀的主偏角选得较大,以减小径向力。

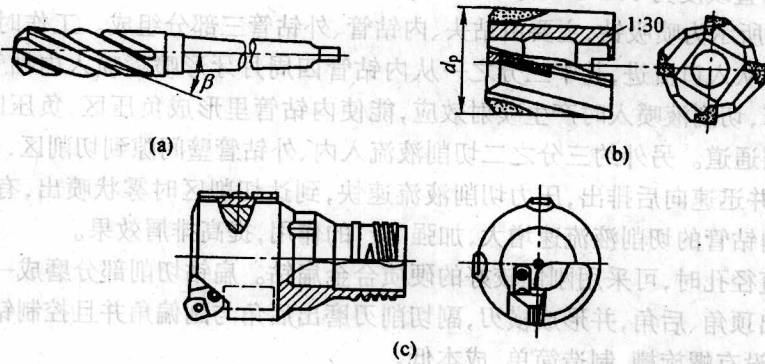


图 2-12 扩孔钻

镗铸铁孔或精镗时,一般取主偏角 $k_r = 90^\circ$;粗镗钢件孔时,取主偏角 $k_r = 65^\circ \sim 75^\circ$,以提高刀具的耐用度。单刃镗刀一般均有调整装置,效率低,只能用于单件小批生产。但结构简单,适应性较广,粗、精加工都适用。

在精镗孔中,目前较多地选用精镗微调镗刀。这种镗刀的径向尺寸可以在一定范围内进行微调,调节方便,且精度高,其结构如图 2-13 所示。调整尺寸时,先松开紧固螺钉 4,然后转动带刻度盘的锥形精调螺母 5,等调至所需尺寸,再拧紧螺钉 4。使用时应保证锥面靠近大端接触,且与直孔部分同心。螺纹尾部的两个导向块 3 用来防止刀块转动,键与键槽配合间隙不能太大,否则微调时就不能达到较高的精度。

为了消除镗孔时径向力对镗杆的影响,可采用双刃镗刀。工件孔径尺寸与精度由镗刀径向尺寸保证,且调整方便。它的两端有一对对称的切削刃同时参加切削,与单刃镗刀相比,每转进给量可提高一倍左右,生产效率高。

镗孔刀具的选择,主要的问题是刀杆的刚性,要尽可能地防止或消除振动,其考虑要点如下:

(1) 尽可能选择大的刀杆直径,接近镗孔直径。

(2)尽可能选择短的刀杆臂(工作长度)。当工作长度小于4倍刀杆直径时可用钢制刀杆,加工要求高的孔时最好采用硬质合金刀杆。当工作长度为4~7倍的刀杆直径时,小孔用硬质合金刀杆,大孔用减振刀杆。当工作长度为7~10倍的刀杆直径时,要采用减振刀杆。

(3)选择主偏角(切入角 k_r)接近 90° 或大于 75° 。

(4)选择涂层的刀片品种(刀刃圆弧小)和小的刀尖圆弧半径(0.2mm)。

(5)精加工采用正切削刃(正前角)刀片和刀具,粗加工采用负切削刃刀片的刀具。

(6)镗深的盲孔时,采用压缩空气或冷却液来排屑和冷却。

(7)选择正确、快速的镗刀柄夹具。

4. 铰孔刀具及其选择

加工中心上使用的铰刀多是通用标准铰刀。此外,还有机夹硬质合金刀片单刃铰刀和可调浮动铰刀等。加工精度可达IT9~IT8级,表面粗糙度为 $Ra1.6\sim 0.6\mu\text{m}$ 。通用标准铰刀有直柄、锥柄和套式三种。锥柄铰刀直径为 $\phi 10\sim \phi 32\text{ mm}$ 。直柄铰刀直径为 $\phi 6\sim \phi 20\text{ mm}$,小孔直柄铰刀直径为 $\phi 1\sim \phi 6\text{ mm}$ 。套式铰刀直径为 $\phi 25\sim \phi 80\text{ mm}$ 。

对于铰削精度为IT7~IT6级,表面粗糙度为 $Ra1.6\sim 0.8\mu\text{m}$ 的大直径通孔时,可选用专为加工中心设计的可调浮动铰刀。

图2-14所示的即为加工中心上使用的可调浮动铰刀。在调整铰刀时,先根据所要加工孔的大小调节好铰刀体2,在铰刀体插入刀杆体1的长方孔后,在对刀仪上找正两切削刃与刀杆轴的对称度在 $0.02\sim 0.05\text{ mm}$ 以内,然后,移动定位滑块5,使圆锥端螺钉3的锥端对准刀杆体上的定位窝,拧紧螺钉6后,调整圆锥端螺钉,使铰刀体有 $0.04\sim 0.08\text{ mm}$ 的浮动量(用对刀仪观察),调整好,将螺母4拧紧。

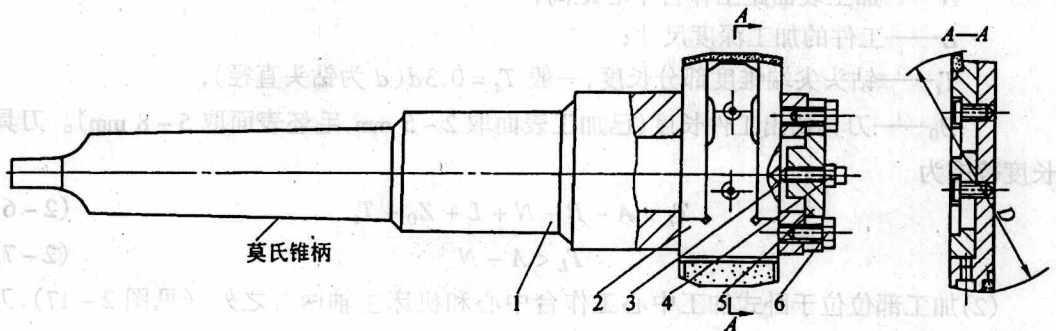


图2-14 可调浮动铰刀

1—刀杆体;2—可调式浮动铰刀体;3—圆锥端螺钉;4—螺母;5—定位滑块;6—螺钉

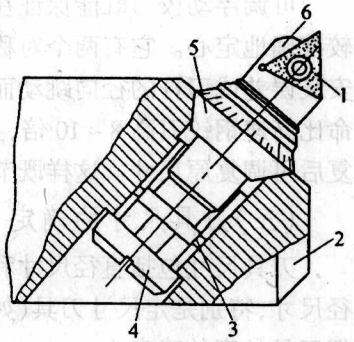


图2-13 微调镗刀

1—刀片;2—镗刀杆;3—导向块;
4—螺钉;5—螺母;6—刀块

可调浮动铰刀既能保证在换刀和进刀过程中刀片不会从刀杆的长方孔中滑出,又能较准确地定心。它有两个对称刃,能自动平衡切削力,在铰削过程中又能自动抵偿因刀具安装误差或刀杆的径向跳动而引起的加工误差,所以加工精度稳定。可调浮动铰刀的寿命比高速钢铰刀高8~10倍,且具有直径调整的连续性,因而一把铰刀可当几把使用,修复后可调复原尺寸。这样既节省刀具材料,又可保证铰刀精度。

(三) 刀具尺寸的确定

刀具尺寸包括直径尺寸和长度尺寸。根据被加工孔直径的大小确定孔加工刀具的直径尺寸,特别是定尺寸刀具(如钻头、铰刀)的直径,完全取决于被加工孔直径。这里只介绍刀具长度的确定。

在加工中心上,刀具长度一般是指主轴端面至刀尖的距离,包括刀柄和刀具两部分,如图2-15所示。刀具长度的确定原则是:在满足各个部位加工要求的前提下,尽量减小刀具长度,以提高工艺系统刚性。

制定工艺和编程时,一般不必准确确定刀具长度,只需初步估算出刀具长度范围,以方便刀具准备。根据工件尺寸、工件在机床工作台上的装夹位置以及机床主轴端面距工作台面或中心的最大、最小距离等条件来确定刀具长度范围。在卧式加工中心上,针对工件在工作台上的装夹位置不同,刀具长度范围有下列两种估算方法。

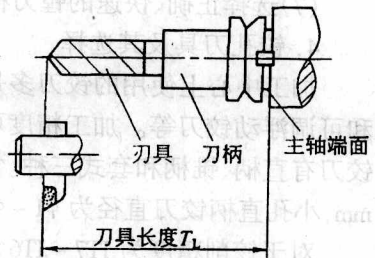


图2-15 加工中心刀具长度

(1) 加工部位位于卧式加工中心工作台中心和机床主轴之间(见图2-16),刀具最小长度为

$$T_L = A - B - N + L + Z_0 + T_i \quad (2-5)$$

式中: T_L ——刀具长度;

A ——主轴端面至工作台中心最大距离;

B ——主轴在Z向的最大行程;

N ——加工表面距工作台中心距离;

L ——工件的加工深度尺寸;

T_i ——钻头尖端锥度部分长度,一般 $T_i = 0.3d$ (d 为钻头直径);

Z_0 ——刀具切出工件长度(已加工表面取2~5 mm,毛坯表面取5~8 mm)。刀具长度范围为

$$T_L > A - B - N + L + Z_0 + T_i \quad (2-6)$$

$$T_L < A - N \quad (2-7)$$

(2) 加工部位位于卧式加工中心工作台中心和机床主轴两者之外(见图2-17),刀具最小长度为

$$T_L = A - B + N + L + Z_0 + T_i \quad (2-8)$$

刀具长度范围为

$$T_L > A - B + N + L + Z_0 + T_i \quad (3-9)$$

$$T_L < A + N \quad (2-10)$$

满足式(2-6)或式(2-9)可避免机床负 Z 向超程,满足式(2-7)或式(2-10)可避免机床正 Z 向超程

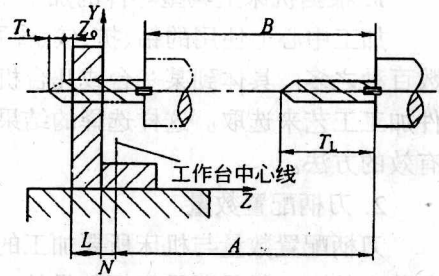
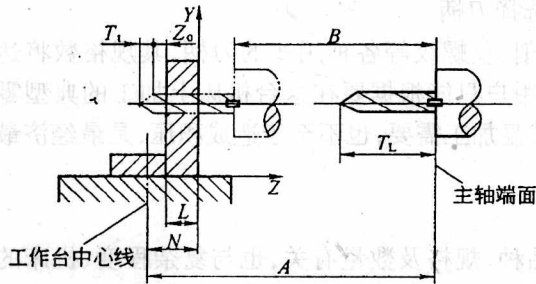


图 2-16 加工中心刀具长度的确定(一)

图 2-17 加工中心刀具长度的确定(二)

在确定刀具长度时,还应考虑工件其他凸出部分及夹具、螺钉等对刀具运动轨迹的干涉。主轴端面至工作台中心的最大、最小距离由机床样本提供。

四、数控机床刀柄的选择

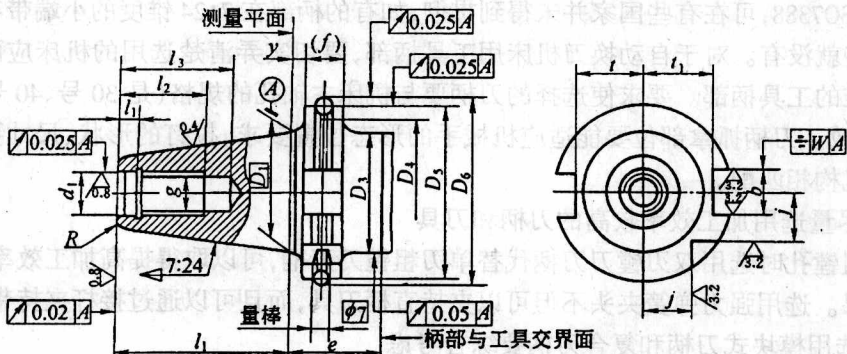


图 2-18 自动换刀机床用 7:24 圆锥工具柄结构

加工中心上使用的刀具由刀具部分和连接刀柄两部分组成。刀具部分包括钻头、铣刀、铰刀等。加工中心机床有自动换刀装置,连接刀柄要满足机床主轴自动松开和拉紧定位、准确安装各种切削刀具、适应机械手的夹持和搬运、储存和识别刀库中各种刀具的要求。加工中心刀柄已系列化、标准化,采用 ISO 7388/1(GB 10944—89)《自动换刀机床用 7:24 圆锥工具柄部 40、45、50 号圆锥柄》,锥柄的结构参数见图 3—18。固定在刀柄尾部且与主轴内拉紧机构相适应的拉钉也标准化,具体尺寸见 ISO 7388/2(GB10945—89)《自动换刀机床用 7:24 圆锥工具柄部 40、45、50 号圆锥柄用拉钉》。本标准包括两种型式的拉钉,

其中 A 型用于不带钢球的拉紧装置,结构参数见图 2-19; B 型用于带钢球的拉紧装置,结构参数见图 2-20。柄部及拉钉的具体尺寸可查阅上述标准。刀柄的选择直接影响机床性能的发挥。一些用户由于缺少刀柄,使得机床不能开动。选择刀柄数量过多又会影响投资。如何恰当地选择,现仅就选用加工中心刀柄时的注意事项做一叙述。

1. 根据机床上典型零件的加工工艺来选择刀柄

加工中心上使用的钻、扩、铰、镗孔及铣削、攻螺纹等各种用途的刀柄,其规格数将达数百种之多。具体到某一台或几台机床上,用户只能根据要在这台机床上加工的典型零件加工工艺来选取。这样选择的结果既能满足加工需要,也不至于造成积压,是最经济最有效的方法。

2. 刀柄配置数量

刀柄配置数量与机床所要加工的零件品种、规格及数量有关,也与复杂程度、机床的负荷有关。一般是所需刀柄数量的 2~3 倍。这是因为要考虑到机床工作的同时,还有一定数量的刀柄正在预调或刀具修磨。只有当机床负荷不足时,才取 2 倍或不足 2 倍。加工中心刀库只用来装载正在加工工件所需的刀柄。零件的复杂程度与刀库容量有关系,所以配置数量也大约为刀库容量的 2~3 倍,才能满足通常自动加工要求。

3. 刀柄的柄部型式是否正确

为了便于换刀,镗铣类数控机床及加工中心的主轴孔多选定为不自锁的 7:24 锥度,但是刀柄与机床相配的柄部(除锥角以外的部分)并没有完全统一。尽管已经有了相应国际标准 ISO7388,可在有些国家并未得到贯彻,如有的柄部在 7:24 锥度的小端带有圆柱头而另一些就没有。对于自动换刀机床用工具柄部,要切实弄清楚选用的机床应配用符合哪个标准的工具柄部。要求使选择的刀柄要与机床主轴孔的规格(是 30 号、40 号还是 45 号)相一致。刀柄抓拿部位要能适应机械手的形态位置要求,拉钉的形状、尺寸要与主轴的拉紧机构相匹配。

4. 尽量选用加工效率较高的刀柄和刀具

如粗镗孔时选用双刃镗刀刀柄代替单刃粗镗刀刀柄,可以取得提高加工效率,减少振动的效果。选用强力弹簧夹头不但可以夹持直柄刀具,而且可以通过接杆夹持带孔刀具。

5. 选用模块式刀柄和复合刀柄要综合考虑

采用模块式刀柄必须配一个柄部、一个接杆和一个镗刀头部。当刀库容量大,更换刀具频繁,可考虑使用模块式刀柄。若长期反复使用,不需要反复拼装,则可使用普通刀柄。对于加工批量大又反复生产的典型零件时,为了减少加工时间和换刀次数,就可以考虑采用专门设计的复合刀柄。尽管复合刀柄价格要贵,但采用一把复合刀柄后,可大大节省工时。而且一般数控机床的主轴电动机功率较大,机床刚度较好,能够承受较大切削力。采用多刀多刃强力切削,可以充分发挥机床的性能,提高生产率,缩短生产周期。在设计专用的复合刀柄时,应尽量采用标准化的刀具模块,这样能有效地减少设计与加工的工作量。

在选用特殊刀柄时,如把增速头刀柄用于小孔加工,则转速比主轴转速增高几倍。多

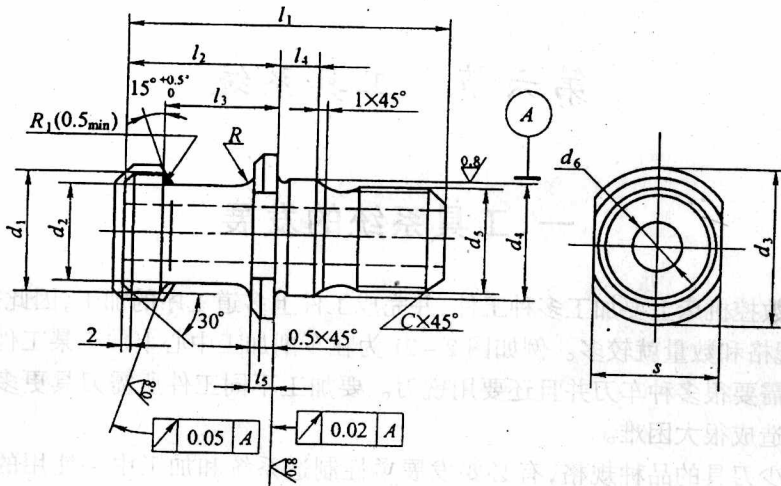


图 2-19 自动换刀机床用 7:24 圆锥工具柄用 A 型拉钉结构

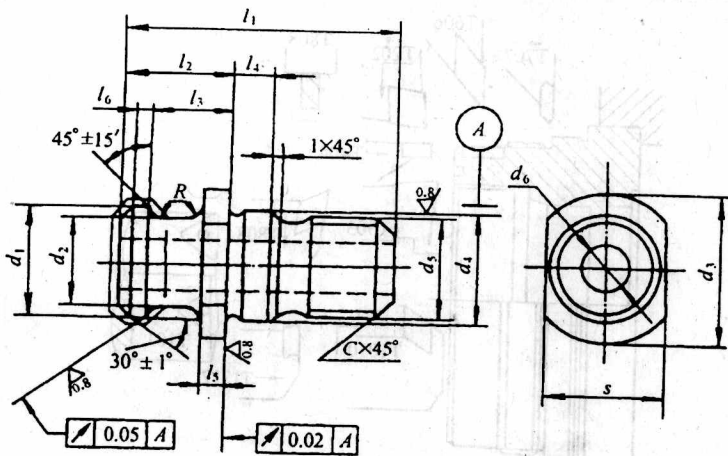


图 2-20 自动换刀机床用 7:24 圆锥工具柄用 B 型拉钉结构

轴加工动力头刀柄可同时加工小孔。万能铣头刀柄可改变刀具与主轴轴线夹角,扩大工艺范围。内冷却刀柄冷却液通过刀柄,经过刀具内通孔,直接在切削刃区冲击,可得到很好的冷却效果,适用于深孔加工。高速磨头刀柄适于在加工中心磨削淬火加工面或抛光模具面等。特殊刀柄的选用必须考虑对机床主轴端面安装位置的要求,并考虑是否能实现。

第六节 工具系统

一、工具系统的发展

由于在数控机床上要加工多种工件,并完成工件上多道工序的加工,因此需要使用的刀具品种、规格和数量就较多。例如图 2-21 为在车削加工中心上加工某工件时的情况,可看到不仅需要很多种车刀并且还要用铣刀。要加工不同工件所需刀具更多,因品种规格繁多而将造成很大困难。

为了减少刀具的品种规格,有必要发展柔性制造系统和加工中心使用的工具系统。工具系统一般为模块化组合结构,在一个通用的刀柄上可以装多种不同的刀具,使数控加工中的刀具品种规格大大减少,同时也便于刀具的管理。

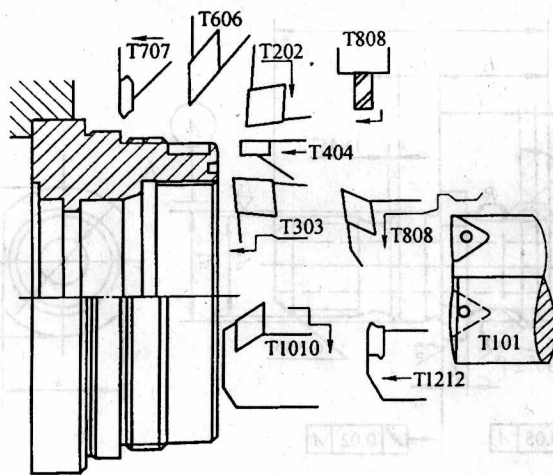


图 2-21 车削加工中心上加工工件时需要的刀具

二、车削类工具系统

随着车削中心的产生和各种全功能数控车床数量的增加,人们对数控车床和车削中心所使用的刀具提出了更高的要求,形成了一个具有特色的车削类刀具系统。目前,已出现了几种车削类工具系统,它们具有换刀速度快,刀具的重复定位精度高,连接刚度高等特点,提高了机床的加工能力和加工效率。被广泛采用的一种整体式车削工具系统是 CZG 车削工具系统,它与机床的连接接口的具体尺寸及规格可参考相关资料。图 2-22 即为车削加工中心用的模块化快换刀具结构,它由刀具头部、连接部分和刀体组成。刀体

内装有拉紧机构,通过拉杆拉紧刀具头部(图 2-22a)。在拉紧过程中能使拉紧子 L 产生微小弹性变形而获得很高的精度和刚度,径向精度达 $2\mu\text{m}$,轴向精度达 $5/\mu\text{Am}$ 。在切削深度达到 10mm 时,刀具径向和轴向变形均小于 $5\mu\text{m}$,自动换刀时间仅为 5s。这种刀体可装车、钻、镗、丝锥、检测头等多种工具,如图 2-22b 所示。

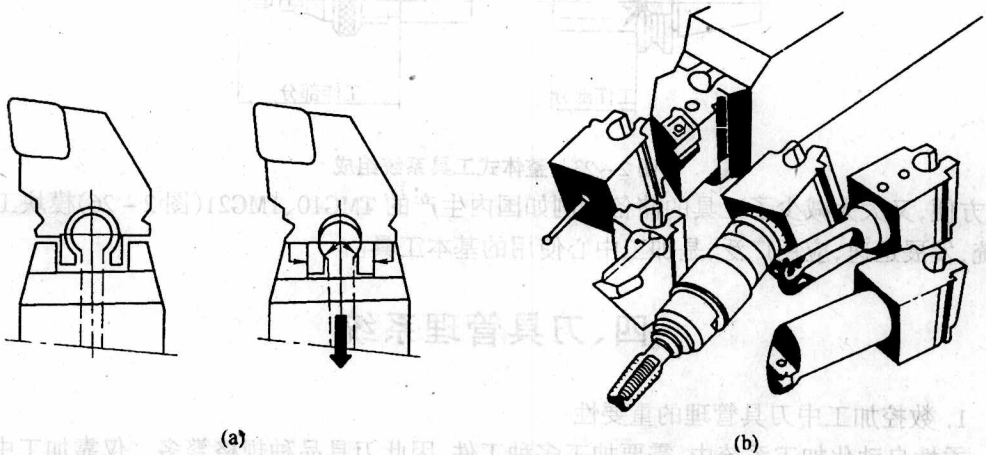


图 2-22 车削加工中心用的模块化快换刀具结构

通过上例可看到在通用刀柄上可以快速、可靠、精确地更换不同刀具头,并还可以换上测量工件加工尺寸的测量装置。

三、镗铣类工具系统

在生产中广泛应用镗铣加工中心来加工各种不同的工件,所以刀具装夹部分的结构、尺寸也是各种各样的。把通用性较强的装夹工具系列化、标准化就发展了不同结构的镗铣类工具系统,一般分为整体式结构和模块式结构两大类,其型号具体规格可查阅相关手册。

1. 镗铣类整体式工具系统

图 2-23 所示为镗铣类整体式工具系统,即 TSG 整体式工具系统组成。它是把工具柄部和装夹刀具的工作部分做成一体。要求不同工作部分都具有同样结构的刀柄,以便与机床的主轴相连,所以具有可靠性强、使用方便、结构简单、调换迅速及刀柄的种类较多的特点。图 2-24 为 TSG 工具系统图,该图表明了 TSG 工具系统中各种工具的组合形式。

2. 镗铣类模块式工具系统

镗铣类模块式工具系统即 TMG 工具系统是把整体式刀具分解成柄部(主柄模块)、中间连接块(连接模块)、工作头部(工作模块)三个主要部分,然后通过各种连接结构,在保证刀杆连接精度、强度、刚性的前提下,将这三部分连接成整体,如图 2-25 所示。

这种工具系统可以用不同规格的中间连接块,组成各种用途的模块工具系统,既灵

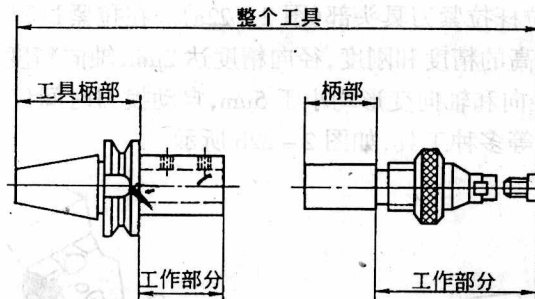


图 2-23 整体式工具系统组成

活、方便,又大大减少了工具的储备。例如国内生产的 TMG10、TMG21(图 2-26)模块工具系统,发展迅速,应用广泛,是加工中心使用的基本工具。

四、刀具管理系统

1. 数控加工中刀具管理的重要性

柔性自动化加工系统中,需要加工多种工件,因此刀具品种规格繁多。仅靠加工中心或其他加工设备本身的刀库(机床刀库),刀具容量远远不够,因此通常需要配备一个总刀库——中央刀库。据统计一套 5~8 台加工中心组成的柔性制造系统,需配备的刀具数量在 1000 把以上。如此巨大的刀具数量,又需要储存大量的刀具信息。每把刀具有两种信息:一是刀具描述信息(静态信息),如刀具的尺寸规格、几何参数和刀具识别编码等;另一种是刀具状态信息(动态信息),如刀具所在位置,刀具累计使用时间和剩余寿命,刀具刃磨次数等。在加工过程中大量刀具频繁地在系统中交换和流动,加工中刀具磨损破损的监测和更换,刀具信息不断变化而形成一个动态过程。由于刀具信息量甚大,调动、管理复杂,因此需要一个现代化的自动刀具管理系统。在柔性制造系统中,刀具管理系统是一个很重要并且技术难度很大的部分。

2. 刀具管理系统的任务

柔性自动化生产系统中的刀具管理系统以柔性制造系统的自动刀具管理系统较为典型,它应完成如下任务:

- (1) 保证每台机床有合适的、优质高效的刀具使用,保证不因缺刀而停机。
- (2) 监控刀具的工作状态,必要时进行换刀处理。
- (3) 安全、可靠并及时地运送刀具,尽量消灭因等刀而停机。
- (4) 追踪系统内的刀具情况,包括各刀具的静态信息和动态信息。
- (5) 检查刀具的库存量,及时补充或购买刀具。

3. 刀具管理系统的基本功能

根据刀具管理系统应完成的任务,刀具管理系统应具有如下功能:

- (1) 收集生产计划和刀具资源的原始资料数据。

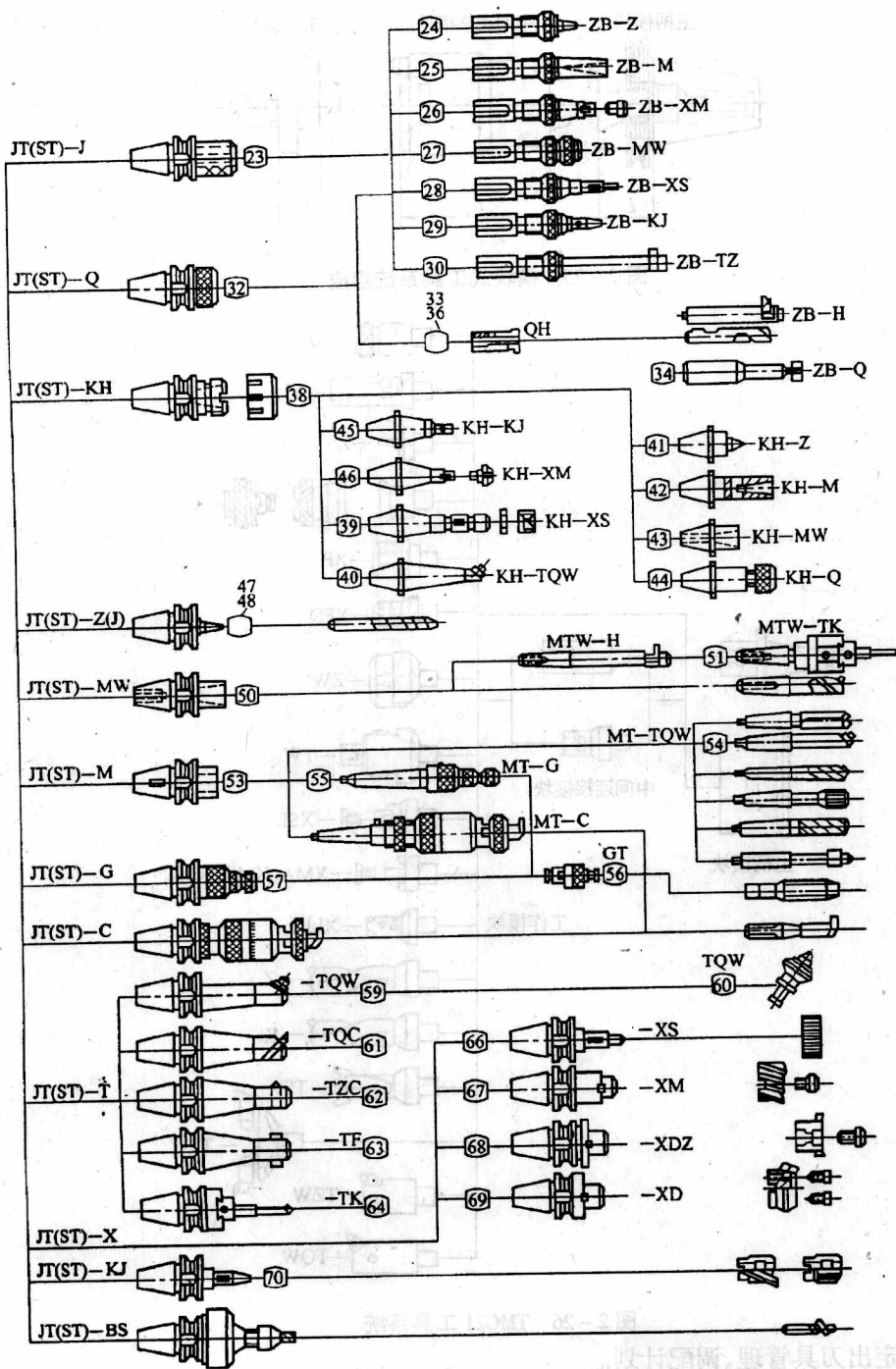


图 2-24 TSG 工具系统