

第1章

金属切削机床

学习目的和要求:

1. 掌握机械加工表面的形成机理及各种机床加工运动合成;
2. 熟悉机床型号的意义和各种典型机床的工艺范围;
3. 了解机床代号的特性、各种机床的结构及加工原理。

内容简介:

为实现复杂零件表面的加工和工艺过程拟定,机床操作者或工艺制定人员要对机床的结构和机床的成形运动有深刻的认识,能做到按照机床的型号确定设备的加工工艺范围,并掌握各种设备的加工特点,能合理、高效得利用设备,以实现高效的加工。本章主要介绍机床型号的含义、机床的结构、加工原理、工艺范围和工艺特点等知识。

1.1 机床的型号

在经济高速发展的今天,中国已经成为世界的加工中心,制造业已经成为我国经济的支柱产业,机械制造为制造业奠定了坚实的基础。机械制造机床的拥有量和技术水平高低标志一个国家的工业生产能力和水平。机械制造业在我国经济建设过程的地位是十分重要的,而金属切削机床就是制造业的坚实基础。

金属切削机床是用刀具采用切削的方法将金属毛坯加工成机器零件的一种机器,人们习惯上称为机床。机床在机械制造中起到重要的作用,即使在现代制造技术高速发展的今天,很多现代加工方法应用在工业加工中,机械制造过程的切削加工仍是零件获取具有一定尺寸、形状和精度的主要方法。所以机床是机械制造系统中最重要的重要组成部分,它为加工过程提供刀具与工件之间的相对位置和相对运动,为改变工件形状、尺寸、质量提供能量。无论是机床的操作者和机械加工工艺的设计者,不仅要准确地掌握各种机床的不同用途,更要清楚机床的技术参数,为工艺制定和生产管理提供可靠的数据。

在机械加工过程中,金属切削机床的品种和规格繁多,为便于区别、使用和管理设备,需对机床进行系统的分类。根据国家标准《金属切削机床 型号编制方法》(GB/T 15375—

2008),按加工性质和所用刀具的不同,机床可分为 12 大类,即车床、钻床、镗床、磨床、齿轮加工机床、螺纹加工机床、铣床、刨插床、拉床、特种加工机床、锯床和其他机床。也可以根据机床的其他特征进行分类。

按通用性程度不同,机床可分为通用机床(或称万能机床)、专门化机床和专用机床 3 类。通用机床适用于单件小批量生产,有较广的加工范围,可以进行不同形状的零件的不同工序的加工,如应用较为广泛的普通车床、卧式镗床、万能升降台铣床;专门化机床用于大批量生产中,加工范围较窄,可加工不同尺寸的一类或几类零件的某一种(或几种)特定工序,如滚齿机、精密丝杠车床、曲轴轴颈车床等;专用机床通常应用于成批及大量生产中,这类机床是根据工艺要求专门设计制造的,专门用于加工某一种(或几种)零件的某一特定工序的,如曲轴磨床、螺纹磨床、加工车床主轴箱的专用镗床等。

同一种机床按加工精度的不同,可分为普通精度级、精密级和高精度级机床。

按质量和尺寸不同,机床可分为仪表机床、中型(一般)机床、大型机床(重量达 10t)、重型机床(重量 30t 以上)、超重型机床(重量在 100t 以上)。

按自动化程度不同,机床可分为手动、机动、半自动和自动机床。

此外,机床还可以按主要工作部件的数目进行分类,如单刀机床、多刀机床、单轴机床、多轴机床等。

目前,机床已向数控化方向发展,而且其功能也在不断增加,除了完成数控加工的功能,还增加了自动装卸工件、多刀位自动换刀等功能。因此也可按机床具有的数控功能分一般数控机床、加工中心、柔性制造单元等。

随着各种新功能机床的不断出现,机床的分类也将会越来越丰富。

为了能看到型号就能更好的识别机床的各种用途,国家制定了推荐标准《金属切削机床型号编制方法》(GB/T 15375—2008),对机床的型号进行了规定,用以表明机床类型、通用和结构特性、主要技术参数等,其型号表示如图 1-1 所示。

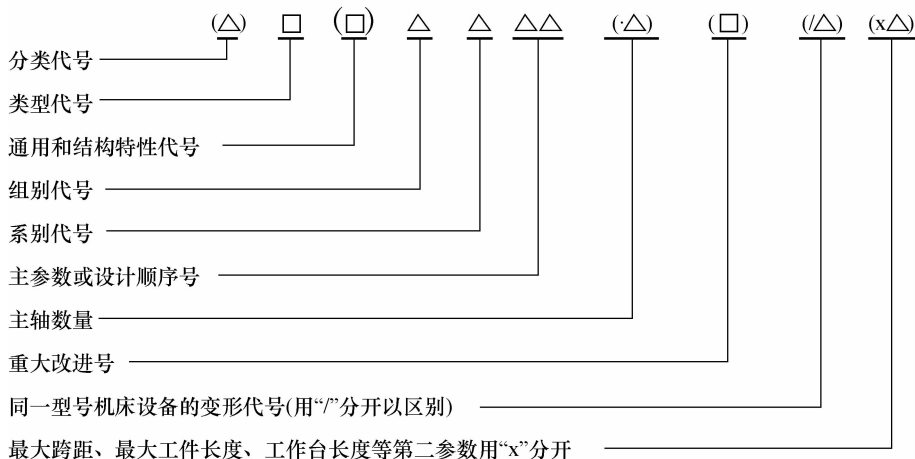


图 1-1 通用机床的型号表示方法

注:① 有“□”的代号或数字,当无内容时,不表示,若有内容,则不带括号;

② 有“△”符号者,为大写的汉语拼音字母;

③ 有“()”符号者,为阿拉伯数字。

1. 机床的类别代号

机床的组别、系别代号用大写的汉语拼音来代表机床的类别,按汉语拼音读,当有的机床的种类较多时可以在字母前加阿拉伯数字来表示分类代号。机床类别代号见表 1-1。

表 1-1 机床类别代号

类别	车床	钻床	镗床	磨床	齿轮加工机床	螺纹加工机床	铣床	刨、插床	拉床	锯床	其他机床
代号	C	Z	T	M	Y	S	X	B	L	G	Q
读音	车	钻	镗	磨	牙	丝	铣	刨	拉	割	其

2. 机床的特性代号

对同类的机床,为区别除主参数以外的其他特性,在型号中加特征代号予以区别,每类机床的结构特征不尽相同,是根据各类机床的实际情况分别制订的。机床通用特性见表 1-2。

表 1-2 机床通用特性代号

通用特性	高精度	精密	自动	半自动	数控	加工中心	仿形	轻型	重型	经济型	数显	柔性加工单元
代号	G	M	Z	B	K	H	F	Q	Z	J	X	R
读音	高	密	自	半	控	换	仿	轻	重	简	显	柔

3. 结构特性代号

为了区别主参数相同但结构不同的机床,通常以型号中用汉语拼音字母区分。不同的代号表示不同的结构。例如,CQ6140 型卧式车床型号中的“Q”,可以理解为这种车床在结构上与 C6140 型车床存在着差别。

4. 机床的组别、系别代号

机床的组别、系别代号用两位阿拉伯数字表示,前者表示组,后者表示系。每类机床划分为 10 个组,每个组又划分为 10 个系。在同一类机床中,凡主要布局或使用范围基本相同,即同一组机床。凡在同一组机床中,主参数相同、主要结构及布局形式相同,即同一系机床。

5. 机床的主参数、设计顺序号和第二参数

(1)机床主参数。机床主参数代表机床加工规格的大小,在机床型号中,用数字给出主参数的折算数值(1/10 或 1、100 或 1/150)。

(2)设计顺序号。当无法用一个主参数表示时,则在型号中用设计顺序号表示。

(3)第二参数。第二参数一般是主轴数、最大跨距、最大工件长度或工作台面长度等,它也用折算值表示。

6. 机床的重大改进顺序号

当机床性能和结构布局有重大改进时,在原机床型号尾部,加重大改进顺序号 A,B,C 等。

7. 其他特性代号

其他特征代号用汉语拼音字母或阿拉伯数字或二者的组合来表示,主要用以反映各类

机床的特性。例如,对于数控机床,可反映不同的数控系统;对于一般机床,可反映同一型号机床的变型等。

8. 企业代号

企业代号是指生产单位为机床厂时,由机床厂所在城市名称的大写汉语拼音字母及该厂在该城市建立的先后顺序号,或机床厂名称的大写汉语拼音字母表示。

下面对机床型号的含义举例说明,最大回转直径为 400mm 的半自动曲轴磨床,其型号为 MB8240;最大磨削直径为 320mm 的半自动万能外圆磨床,其型号为 MBE1432;大河机床厂生产的经过第一次重大改进,其最大钻孔直径为 25mm 的四轴立式排钻床,其型号 Z5625X4A/DH;C2150×6 中 C 代表车床(类代号),多轴棒料自动车床(2 组 1 系),最大棒料直径 50mm(主参数),6 为轴数(第二主参数);某机床厂设计试制的第 5 种仪表磨床为立式双轮轴颈抛光机,这种磨床无法用一个主参数表示,故其型号为 M0405;后来,又设计了第 6 种轴颈抛光机,其型号为 M0406。

1.2 工件表面成形方法与机床运动分析

1.2.1 工件表面的形成过程

在机械制造的过程中,要加工的零件是多种多样的,很多表面比较复杂,但机械加工表面的形成过程一般可以抽象地看成是一条母线(直线或者曲线)沿另外一条导线(直线或者曲线)运动所形成轨迹的过程。表面的复杂程度由导线和导线的形状来决定,在运动过程中每条导线实质是由工件和刀具之间特定的相对运动所形成的,如图 1-2 所示,在加工过程中零件表面可以是平面、圆柱面、圆锥面、螺旋面等。在形成各种复杂的加工表面时导线和母线有时会较为复杂,如在加工螺纹时,母线为 60° 或 55° 刀尖角的车刀,沿工件的轴向移动,同时工件以特定的速度转动,与进给速度相配,得到一特定的螺旋线,刀具切入工件表面,于是在刀具和工件的相对运动中就形成了螺纹的表面。在这个加工过程中,组成刀具的外形的线为母线,工件和刀具的相对移动产生了导线,经过这种特定的运动得到了要加工的表面。

1.2.2 形成母线(面)或导线(面)的方法

在切削加工中发生线是由刀具的切削刃和工件的相对运动得到的,由于使用的刀具切削刃形状和采取的加工方法不同,形成发生线的方法可归纳为以下 4 种。

1. 刀尖轨迹法

刀尖轨迹法是指利用刀具做一定规律的轨迹运动对工件进行加工的方法。切削刃与被加工表面为点接触,发生线为接触点的轨迹线。如图 1-3(a)所示,母线 A_1 (直线)和导线 A_2 (曲线)均由刨刀的轨迹运动形成。采用轨迹法形成发生线需要一个成形运动。

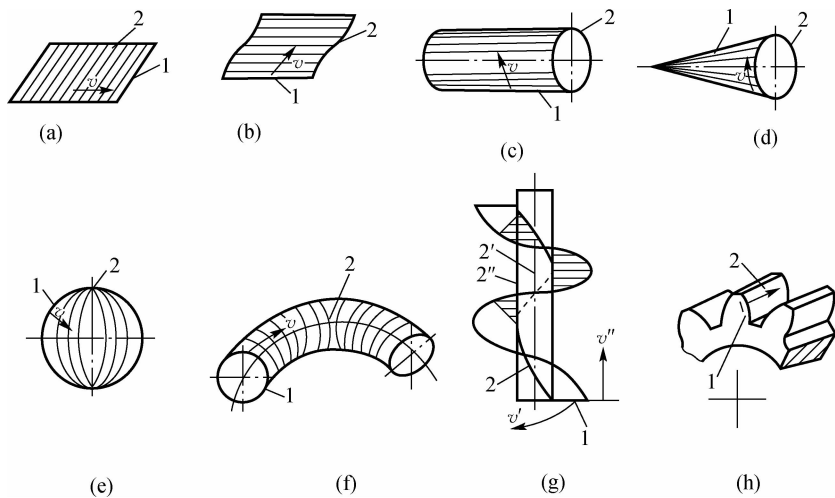


图 1-2 形成零件的不同几何表面
1—母线;2—导线

2. 成形刀具法

成形刀具法是指利用成形刀具对工件进行加工的方法。切削刃的形状和长度与所需形成的发生线(母线)完全重合。如图 1-3(b)所示,母线由成形刨刀的切削刃直接形成,而导线则由轨迹法形成一条直线。

3. 相切法

相切法是指利用刀具边旋转边做轨迹运动对工件进行加工的方法,一般用于铣削或磨削加工中。如图 1-3(c)所示,在垂直于刀具旋转轴线的截面内,切削刃可看作点,当切削点绕着刀具轴线做旋转运动,同时刀具轴线沿着发生线的等距线 A_2 做轨迹运动时,切削点运动轨迹的包络线即所需的发生线。为了用相切法得到发生线,需要两个成形运动,即刀具的旋转运动和刀具中心按一定规律运动。

4. 展成法

展成法是利用工件和刀具做展成切削运动进行加工的方法,一般用于齿轮加工当中。切削加工时,刀具与工件按确定的运动关系做相对运动(展成运动或称范成运动),切削刃与被加工表面相切(点接触),切削刃各瞬时位置的包络线即所需的发生线。如图 1-3(d)所示,用齿条形插齿刀加工圆柱齿轮,刀具沿箭头 A_1 方向所做的直线运动,形成直线形母线(轨迹法)。而工件的旋转运动 B_{21} 和直线运动 A_{22} ,使刀具能不断地对工件进行切削,其切削刃的一系列瞬时位置的包络线便是所需要渐开线形导线,如图 1-3(e)所示,用展成法形成发生线需要一个成形运动(展成运动)。

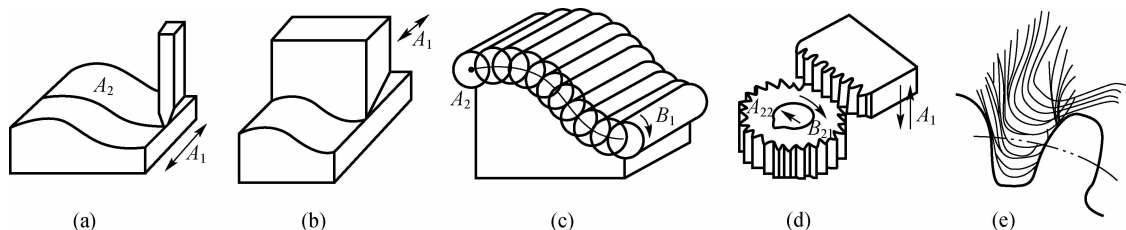


图 1-3 形成零件的不同几何表面

(a)轨迹法;(b)成形法;(c)相切法;(d)展成法;(e)展成法

1.2.3 机床运动分析

母线和导线的组合形式不同,可以实现多种复杂成形表面的加工,这一点可从工件表面成形的方法中体现出来,图 1-4 为加工不同零件的典型加工方法的运动分析。只有加工方法正确才能在加工过程中得到合格的表面形状。

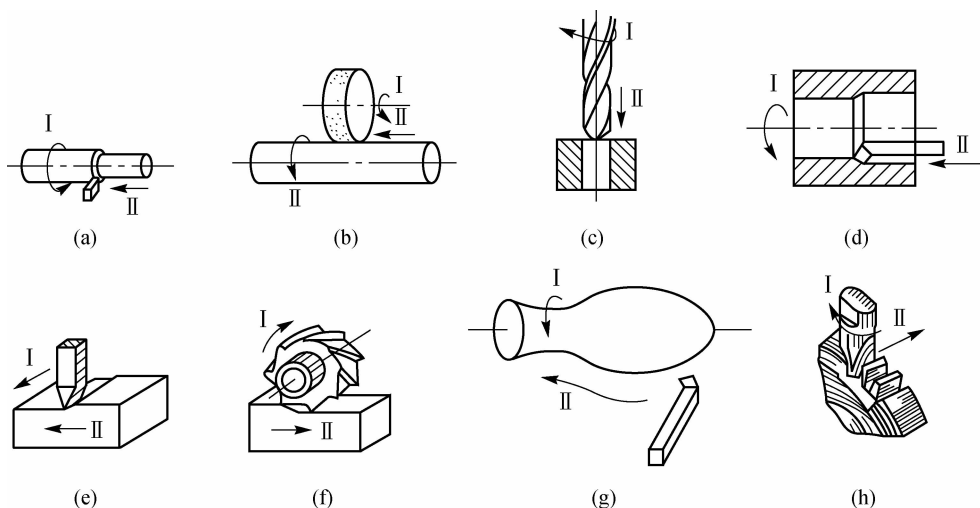


图 1-4 加工不同表面的切削方法

(a)车削;(b)磨削;(c)钻削;(d)镗削;(e)刨削;(f)铣削;(g)成形加工;(h)齿形加工

由图 1-4 可知,在切削过程中有刀具和工件两个运动主体,这两个不同的主体由于产生不同的运动因而形成了不同的切削加工方法,并以不同的名称加以区别。虽然加工方法不同,但是在工件和刀具的运动中,都可以将切削过程中消耗功率最大的运动称为主运动,其他的运动称为进给运动,设备通过这两种运动实现了连续的切削以形成要求的表面。由于成形运动的不同而称为不同的加工方法,实现加工的设备也用不同的名称来区分。

1.2.4 工件表面加工成形方法

机床的加工成形方法也各有特点,分别介绍如下。

1. 车床

车床的主运动为工件的旋转运动,进给运动为刀具的纵向、横向、斜向直线运动。

2. 铣床

铣床的主运动是铣刀的旋转运动,进给运动为工件的纵向、横向、垂直或旋转运动。

3. 牛头刨床

牛头刨床的主运动是刨刀的往复运动,进给运动为工件的横向间歇移动、刨刀的斜向直线运动或垂直运动。

4. 外圆磨床

外圆磨床的主运动是砂轮的高速旋转运动,进给运动是工件转动同时往复运动、砂轮的横向移动。

5. 钻床

钻床的主运动为钻头旋转运动,进给运动是钻头轴向移动。

6. 镗床

镗床的主运动为刀具的旋转运动,进给运动是刀具的轴向移动、工作台的横纵向移动。

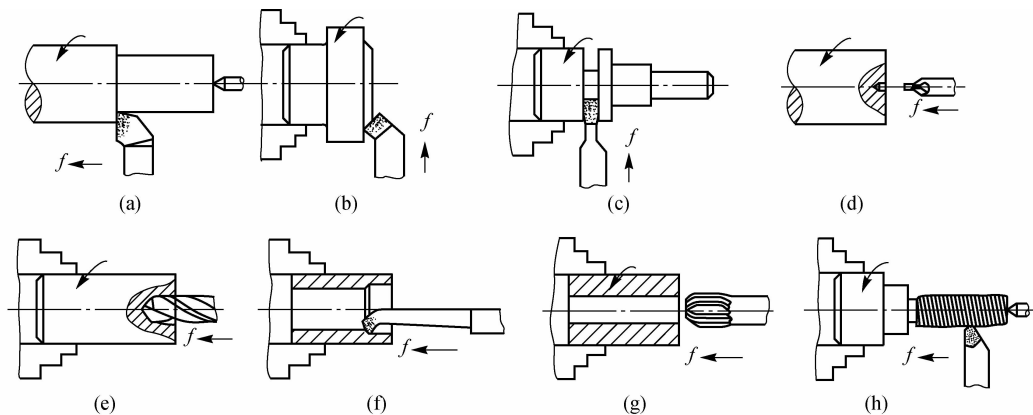
7. 平面磨床

平面磨床的主运动是砂轮的旋转运动,进给运动是工件转动同时往复运动、砂轮的横向移动。

1.3 车 床

车床是金属切削加工中常用的加工设备,在车床上用刀具与工件做相对切削运动,改变毛坯的尺寸和形状,使之成为零件的加工过程,在切削过程中工件高速旋转,刀具实现直线的进给。车床主要用来加工各种回转表面,在机械加工中具有重要的地位和作用。

在车床上所使用的刀具主要是车刀,还有钻头、铰刀、丝锥和滚花刀等。车床加工范围包括内、外成形表面、丝杠、钻孔、扩孔、铰孔、镗孔、攻丝、套丝、滚花等,如图 1-5 所示。



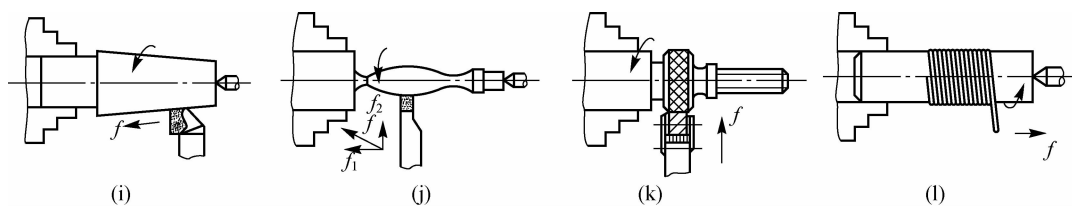


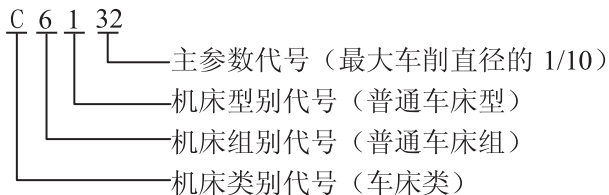
图 1-5 车床加工范围

(a) 钻中心孔; (b) 钻孔; (c) 铰孔; (d) 攻螺纹; (e) 车外圆; (f) 镗孔; (g) 车端面;
(h) 切槽; (i) 车成形面; (j) 车锥面; (k) 滚花; (l) 车螺纹

1.3.1 C6132 型卧式车床结构简介

1. 型号意义

“C”为“车”字的汉语拼音的第一个字母,按国家标准《金属切削机床 型号编制方法》(GB/T 15375—2008)的读音规定为“车”。其数字代表的意义如下:



2. C6132 型卧式车床的组成

机床的组成如图 1-6 所示,所有的车床均由以下几大部分组成,所有的卧式车床的结构组成和各个部分的功能也是相似的。

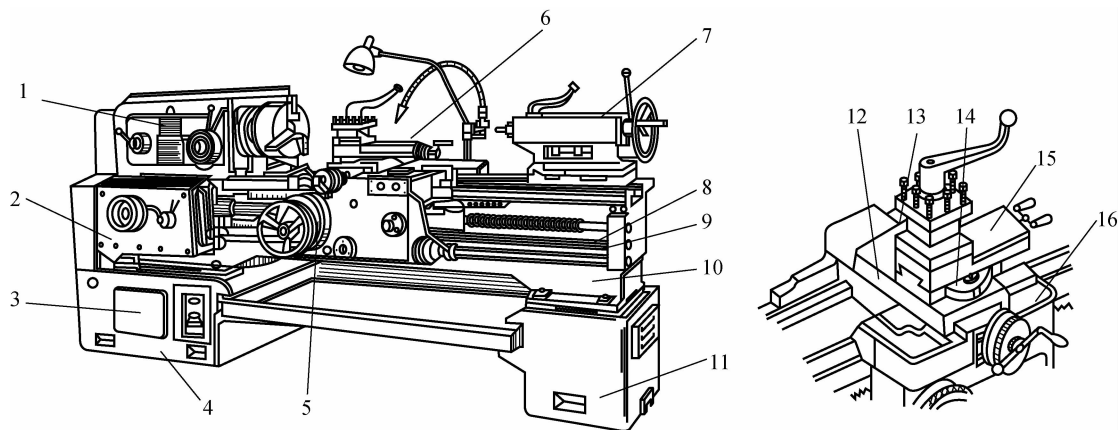


图 1-6 C6132 普通车床

1—床头箱;2—进给箱;3—变速箱;4—前床脚;5—溜板箱;6—刀架;7—尾架;8—丝杠;9—光杠;
10—床身;11—后床脚;12—中刀架;13—方刀架;14—转盘;15—小刀架;16—大刀架

(1) 床头箱(又称主轴箱)。床头箱内装主轴和变速机构,变速是通过改变设在床头箱外面的手柄位置,可使主轴获得 12 种不同的转速($45 \sim 1\,980 \text{ r/min}$)。主轴是空心结构,能通过长棒料,棒料能通过主轴孔的最大直径是 29mm。主轴的右端有外螺纹,用以连接卡盘、拨盘等附件。主轴右端的内表面是莫氏 5 号的锥孔,可插入锥套和顶尖,当采用顶尖并与尾架中的顶尖同时使用安装轴类工件时,其两顶尖之间的最大距离为 750mm。床头箱的另一重要作用是将运动传给进给箱,并可改变进给方向。

(2) 进给箱(又称走刀箱)。进给箱是变速机构,用以控制进给运动。它固定在床头箱下部的床身前侧面。变换进给箱外面的手柄位置,可将床头箱内主轴传递下来的运动,转为进给箱输出的光杠或丝杠获得不同的转速,以改变进给量的大小或车削不同螺距的螺纹。

(3) 变速箱。变速箱安装在车床前床身的内腔中,并由电动机通过联轴器直接驱动变速箱中齿轮传动轴。变速箱外设有两个长的手柄,可以实现转速控制,并通过皮带传动至床头箱。

(4) 溜板箱。溜板箱又称拖板箱,溜板箱是进给运动的操纵机构。它使光杠或丝杠的旋转运动通过齿轮和齿条或丝杠和开合螺母,推动车刀做进给运动。溜板箱上有 3 层滑板,当接通光杠时,可使床鞍带动中滑板、小滑板及刀架沿床身导轨做纵向移动;中滑板可带动小滑板及刀架沿床鞍上的导轨做横向移动。故刀架可做纵向或横向直线进给运动。当接通丝杠并闭合开合螺母时可车削螺纹。溜板箱内设有互锁机构,使光杠、丝杠两者不能同时使用。

(5) 刀架。刀架是用来装夹车刀,并可做纵向、横向及斜向运动。刀架是多层结构,它由下列部分组成。

- ① 大刀架。它与溜板箱牢固相连,可沿床身导轨做纵向移动。
- ② 中刀架。它装置在大刀架顶面的横向导轨上,可做横向移动。
- ③ 转盘。它固定在中刀架上,松开紧固螺母后,可转动转盘,使它与床身导轨成一个所需要的角度,而后再拧紧螺母,以加工圆锥面等。
- ④ 小刀架。它装在转盘上面的燕尾槽内,可做短距离的进给移动。
- ⑤ 方刀架。它固定在小刀架上,可同时装夹四把车刀。松开锁紧手柄,即可转动方刀架,把所需要的车刀更换到工作位置上。

(6) 尾架。它用于安装后顶尖,以支持较长工件进行加工,或安装钻头、铰刀等刀具进行孔加工。偏移尾架可以车出长工件的锥体。尾架的结构由下列部分组成。

- ① 套筒。其左端有锥孔,用以安装顶尖或锥柄刀具。套筒在尾架体内的轴向位置可用手轮调节,并可用锁紧手柄固定。将套筒退至极右位置时,即可卸出顶尖或刀具。
- ② 尾架体。它与底座相连,当松开固定螺钉,拧动螺杆可使尾架体在底板上做微量横向移动,以便使前后顶尖对准中心或偏移一定距离车削长锥面。
- ③ 底板。它直接安装于床身导轨上,用以支承尾架体。

(7) 光杠与丝杠。光杠与丝杠将进给箱的运动传至溜板箱。光杠用于一般车削,丝杠用于车螺纹。

(8) 床身。它是车床的基础件,用来连接各主要部件并保证各部件在运动时有正确的相

对位置。在床身上有供溜板箱和尾架移动用的导轨,溜板箱和尾座可沿导轨左右移动。床身由床脚支承,并用地脚螺栓固定在地基上。

(9)前床脚和后床脚。前床脚和后床脚用来支承和连接车床各零部件的基础构件,床脚用地脚螺栓紧固在地基上。车床的变速箱与电机安装在前床脚内腔中,车床的电气控制系统安装在后床脚内腔中。

1.3.2 数控车床简介

1. 数控车床的发展

车床的种类很多,常用的有卧式车床、六角车床、立式车床、多刀自动和半自动车床、仪表车床、数控车床等。近几年来数控机床以其独特的优点区别于传统的车床,下面概括地介绍一下数控机床。

数控机床的研制最早是从1948年在美国开始的,1949年开始从事数控机床的研制工作。经过三年时间的研究,于1952年试制成功世界上第一台数控机床试验性样机。于1955年进入实用阶段。到了20世纪60年代,数控技术不仅在机床上得到实际应用,而且逐步推广到焊接机、火焰切割机等,使数控技术不断地扩展应用范围。20世纪80年代中后期,加工中心功能和结构的完善,显示了数控机床这种工序集中的优越性,开始出现车削中心、磨削中心等,使复合加工得到扩展而不再局限于镗、铣等工序。20年代90年代后期又进一步发展了车铣中心、铣车中心、车磨中心等。近年来又出现由激光、电火花和超声波等特种加工方法与切削、磨削加工方法组合的复合机床,使复合加工技术成为推动机床结构和制造工艺发展的一个新热点。

2. 数控车床的功能与组成

数控车床主要用来加工轴类零件的内外圆柱面、圆锥面、螺纹表面、成形面,也可对盘类零件进行钻孔、扩孔、铰孔和镗孔等加工,还可以完成车端面、割槽、倒角等加工,其功能与普通车床的功能是相同的。虽然数控车床种类较多,但一般均由车床主体、数控装置和伺服系统三大部分组成。图1-7是数控车床的基本组成方框图。

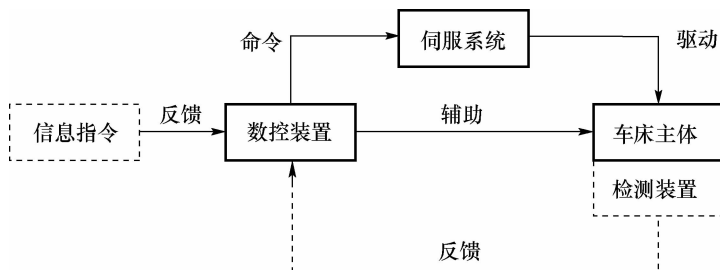


图 1-7 数控车床的基本组成方框图

3. 数控车床的工作过程

步进驱动格式数控车床的工作过程如下(见图 1-8)。

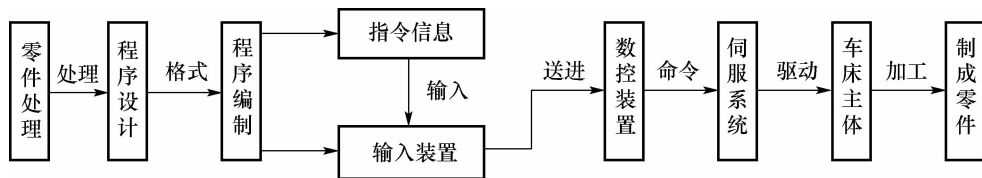


图 1-8 数控车床的工作过程

(1)首先根据零件加工图样进行工艺分析,确定加工方案、工艺参数和位移数据。

(2)用规定的程序代码和格式规则编写零件加工程序单;或用自动编程软件进行 CAD/CAM工作,直接生成零件的加工程序文件。

(3)将加工程序的内容以代码形式完整记录在信息介质(如穿孔带或磁带)上。

(4)通过阅读机把信息介质上的代码转变为电信号,并输送给数控装置。由手工编写的程序,可以通过数控机床的操作面板输入程序;由编程软件生成的程序,通过计算机的串行通信接口直接传输到数控机床的数控单元(MCU)。

(5)数控装置将所接受的信号进行一系列处理后,再将处理结果以脉冲信号形式向伺服系统发出执行的命令。

(6)伺服系统接到执行的信息指令后,立即驱动车床进给机构严格按照指令的要求进行位移,使车床自动完成相应零件的加工。

4. 数控车床的种类

数控车床按数控系统功能的不同,可分为以下几种类型。

(1)经济型数控车床。经济型数控车床一般是在普通车床的基础上进行改进设计,用步进电动机驱动的开环伺服系统。此类车床结构简单、价格低廉,控制功能较为简单。

(2)全功能型数控车床。全功能型数控车床就是通常所说的“数控车床”,它的控制系统是标准型的,带有高分辨率的 CRT 显示器以及各种显示、图形仿真和刀具补偿等功能,而且带有通信或网络接口。全功能型数控车床采用闭环或半闭环控制的伺服系统,可以进行多个坐标轴的控制,具有高刚度、高精度和高效率等特点。

(3)车削加工中心。车削加工中心是以全功能型数控车床为主体,并配置有刀库、换刀装置、分度装置、铣削动力头和机械手等,以实现多工序复合加工的机床。可以一次完成回转类零件的车、铣、钻、铰和攻螺纹等多种加工工序。

(4)FMC 车床。FMC 车床实际上是一个由数控车床和机器人等构成的柔性加工单元。它能实现工件搬运、装卸的自动化和加工调整准备的自动化。

1.3.3 车床的加工特点

车床加工特点如下。

(1)加工轴孔类回转零件为主。

(2)切削过程比较平稳。车削一般为连续切削,切削过程平稳,有利于采用较大的切削用量,加工效率较高。

(3)使用刀具结构简单、制造容易、刃磨与装夹较方便,在加工过程可根据加工要求,选择不同的刀具材料与刀具角度。

(4)车削加工的工件材料范围较广。车削除了可以加工各种钢件、铸铁、有色金属,还可加工玻璃钢、尼龙等非金属材料。

(5)车削加工的精度一般在 IT13~IT6 之间,表面粗糙度 Ra 值在 $1.6\sim 12.5\mu\text{m}$ 之间。进行精细车削时,精度可达 IT6~IT5,表面粗糙度 Ra 值可达 $0.4\sim 0.1\mu\text{m}$ 。

除此之外,数控车床还具有自动化程度高、加工精度高、安全性更可靠等特点。

1.4 磨 床

磨床是用砂轮对工件进行磨削加工的机床。磨削的加工范围很广,如图 1-9 所示,磨床除能磨削平面、沟槽、轮齿、螺纹和花键轴外,还能加工比较复杂的复合型面,效率较高,在金属切削加工中应用广泛。

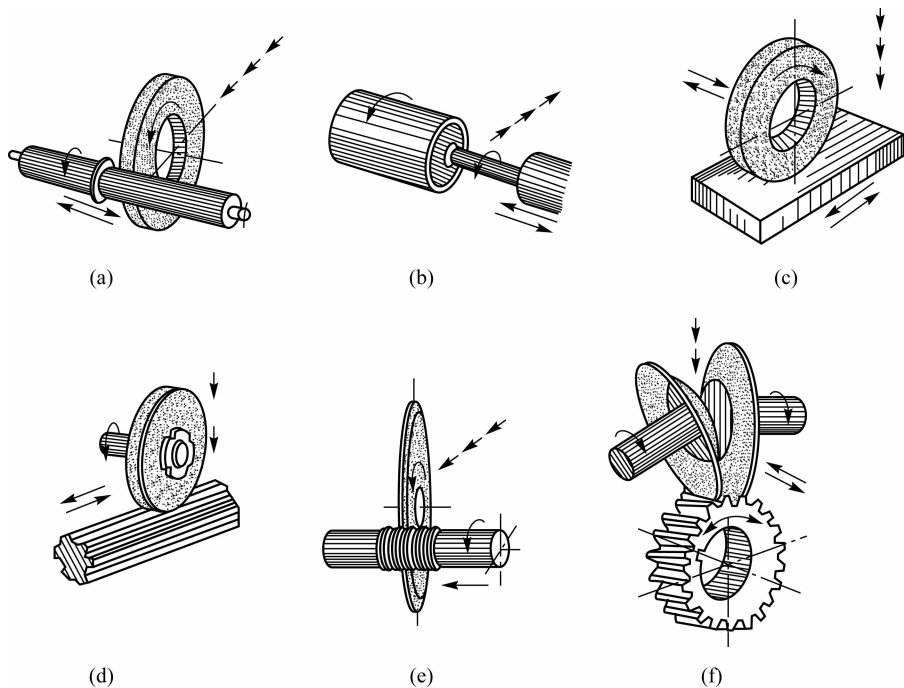


图 1-9 磨床的应用

(a)外圆磨削;(b)内圆磨削;(c)平面磨削;(d)花键磨削;(e)螺纹磨削;(f)齿形磨削

磨床的类型种类很多,按用途和采用的工艺方法不同,大致可分为以下几类。

(1)外圆磨床。外圆磨床主要用于磨削回转表面,包括万能外圆磨床、外圆磨床及无心外圆磨床等。外圆磨床还可以分为普通外圆磨床和万能外圆磨床,在普通外圆磨床上可磨削工件的外圆柱面和外圆锥面,在万能外圆磨床上还能磨削内圆柱面和内圆锥面和端面,外圆磨床的主参数为最大磨削直径。

(2)内圆磨床。内圆磨床主要包括普通内圆磨床、无心内圆磨床及行星内圆磨床等。

(3)平面磨床。平面磨床用于磨削各种平面,包括卧轴矩台平面磨床、立轴矩台平面磨床、卧轴圆台平面磨床及立轴圆台平面磨床等。工作台可分为矩形工作台和圆形工作台两种,矩形工作台平面磨床的主参数为工作台台面宽度,圆台平面磨床的主参数为工作台台面直径。

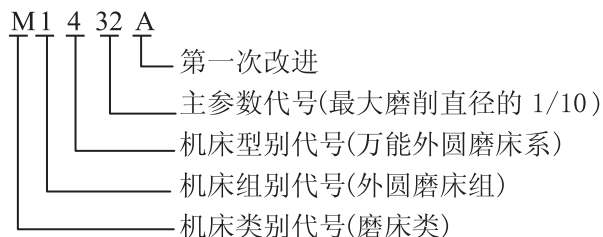
(4)工具磨床。工具磨床用于磨削各种工具,如样板、钻头的容屑槽或卡板等,常用的有工具曲线磨床。

磨削加工是用砂轮做刀具以较高的线速度对工件的表面进行加工,对加工材料要求的范围更广,对硬度较高的淬硬钢可以加工,而对于一般的机械加工来说,加工硬度较高的材料是很困难的。

磨削加工工件时可以根据零件的外形和要加工的表面,如:加工外圆表面、内圆表面、平面、花键外表面、螺纹磨削齿轮齿面磨削、燕尾导轨磨削以及成形面等来选择合适的设备。对要求较为特殊的情况,可以根据工厂的实际需要使用专用的磨床,如应用较为广泛的工具磨床、专门用于加工小孔的小孔磨床和曲轴磨床等。下面以常用的 M1432 型万能外圆磨床为例进行介绍。

1.4.1 M1432A 型万能磨床的型号

按国家标准《金属切削机床 型号编制方法》(GB/T 15375—2008)规定,M1432A 型号的含义如下:



2. M1432 型万能升降台磨床的组成

M1432A 型万能外圆磨床主要用于磨削内外圆柱面、内外圆锥面、阶梯轴轴肩以及端面和简单的成形回转表面等。磨削精度可达 IT7~IT6 级,表面粗糙度 Ra 值为 $1.25 \sim 0.08 \mu\text{m}$ 。这种机床加工工艺范围广,自动化程度较低,磨削效率不高,一般适用于工具车间,维修车间和单件小批生产类型的加工设备。其主参数为最大磨削直径,其值为 320mm。

图 1-10 为 M1432A 型万能外圆磨床外形图。由图可见,在床身 1 的纵向导轨上装有工作台 3,台面上装有头架 2 和尾架 6,用以夹持不同长度的工件,头架带动工件旋转。工作台由液压传动沿床身导轨往复移动,使工件实现纵向进给运动。工作台由上下两层组成,其上部可相对下部在水平面内偏转一定的角度(一般不大于 $\pm 10^\circ$),以便磨削锥度不大的圆锥面。砂轮架 5 安装在滑鞍上,转动横向进给手轮,通过横向进给机构带动滑鞍及砂轮架作快速进退或周期性自动切入进给。内圆磨具 4 放下时用以磨削内圆(图示处于抬起状态)。

1. 床身

床身用来支承磨床的其他部件,在床身上有纵向和横向导轨,为工件和砂轮的运动提供导向,同时安装电气控制和液压系统来控制机床的动作。

2. 头架

头架固定在工作台上,头架的一端为电机,经过头架内的变速机构带动头架上的卡盘旋转,实现工件的圆周运动,转速较低。

3. 工作台

工作台由上下两部分组成,上工作台可以绕下工作台进行小角度转动,调整工件的锥度或保证工件的圆柱度要求,同时还可以装夹中心架等附具来固定工件。下工作台与床身连接,在工作台上有导轨,用以定位头架、上工作台、尾座等,使这些结构组成保持准确的位置。

4. 内圆磨具

内圆磨具是加工内孔的工具,在使用时将内圆磨具转下来,在电机的驱动下高速旋转,以较高的主速度切削工件。

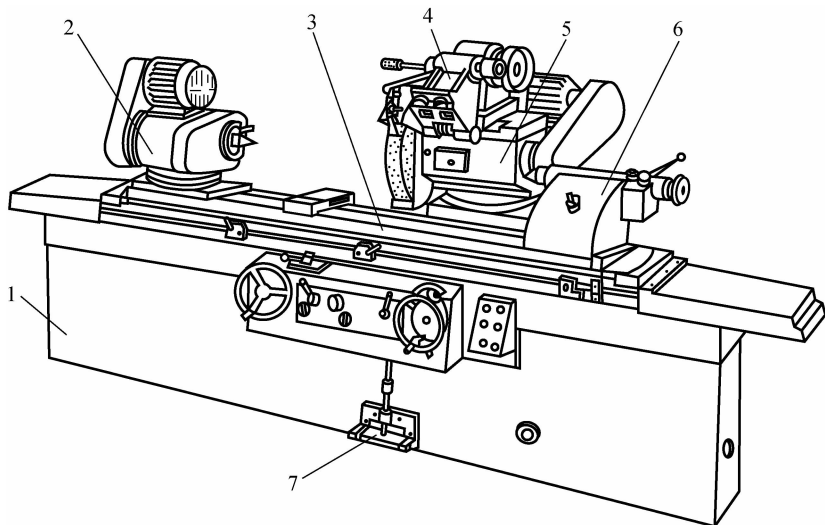


图 1-10 M1432A 型万能外圆磨床

1—床身;2—头架;3—工作台;4—内圆磨具;5—砂轮架;6—尾架;7—脚踏操纵板

5. 砂轮架

砂轮架用来安装砂轮,并由单独的电动机,通过带传动带动砂轮高速旋转。砂轮架可在床身后部的导轨上做横向移动。移动方式有自动间歇进给、手动进给、快速趋近工件和退出。砂轮架可绕垂直轴旋转某一角度,沿床身横向导轨移动,实现砂轮的径向进给,砂轮高速旋转以较高的切削速度为工件提供的进给速度。

6. 尾架

尾架在工作台的一端,其上有尾顶尖,以定位工件的另外一端,其内有弹簧,来调节压紧工件并保持一定的夹紧力,同时在零件有热变形时弹簧变形来抵消工件的变形,避免工件弯曲。

1.4.2 磨床的切削运动

1. 运动分析

在磨削时,磨床的成形运动分解为以下几种运动。

- (1) 砂轮旋转运动,它是磨削外圆的主运动;
- (2) 工件旋转运动,它是工件的圆周进给运动;
- (3) 工件纵向往复运动,它是磨削出工件全长所必需的纵向进给运动;
- (4) 砂轮横向进给运动,它是间歇的切入运动。

2. 加工方法

在磨削的过程中,通过调整工件和砂轮的相对位置可以实现不同的加工方法,如图 1-11 所示。

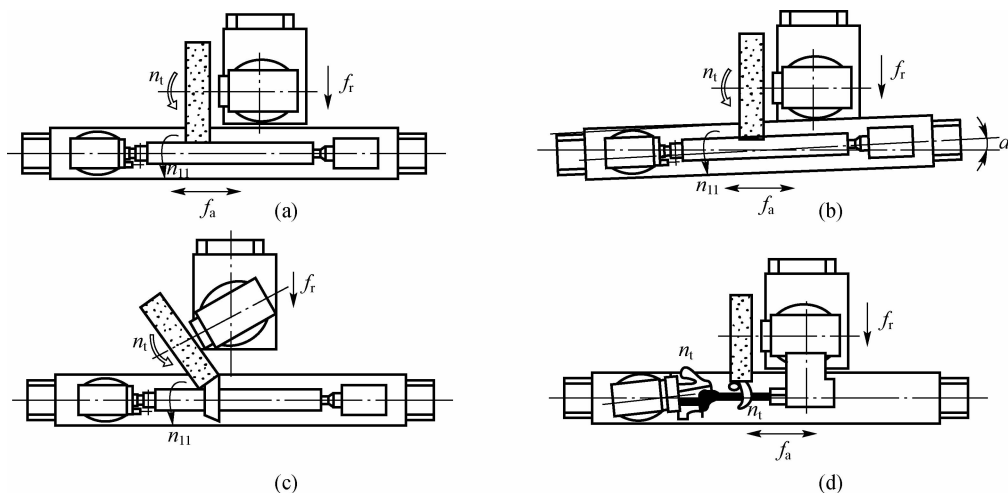


图 1-11 外圆磨床的磨削方法

(a) 磨外圆; (b) 磨锥轴; (c) 磨短锥; (d) 磨内孔

(1)磨外圆。磨外圆的示意如图 1-11(a)所示,磨床的运动如前所述。

(2)磨长圆锥面。磨长圆锥面如图 1-11(b)所示,所需的运动和磨外圆时一样,所不同的是将工作台调至一定的角度位置。这时,工件的回转中心线与工作台纵向进给方向不平行,所以磨削出来的表面是圆锥面。

(3)磨短圆锥面。磨短圆锥面如图 1-11(c)所示,将砂轮调整至一定的角度位置,工件不做往复运动,砂轮做连续的横向切入进给运动。

(4)磨内锥孔。磨内锥孔如图 1-11(d)所示,将工件装夹在卡盘上,并调整至一定的角度位置。这时磨外圆的砂轮不转,磨削内孔的内圆砂轮做高速旋转运动,其他运动与磨外圆类似。

1.4.3 磨削加工的工艺特点

磨削加工的工艺特点如下。

(1)加工精度高及表面质量好。磨削加工可获得的尺寸经济精度等级为 IT6~IT5,表面粗糙度值为 $0.8\sim 0.2\mu\text{m}$ 。若采用超精磨削或镜面磨削,则可获得更好的表面粗糙度值,可达 $0.1\sim 0.06\mu\text{m}$ 。

磨削能达到高精度与高表面质量的原因如下。

① 磨削所用的磨床与一般切削加工相比,机床精度高,刚性及稳定性较好,并且具有控制小吃刀量的微量进给机构,在切削过程中是微刃和微量切削,从而保证了精密加工的实现。

② 磨削时,切削速度很高。如普通磨削砂轮的线速度可以达到 $30\sim 35\text{m/s}$,高速磨削时切削的线速度高达 50m/s 。当磨粒以很高的切削速度从工件表面切过时,同时有很多切削刃进行切削,每个磨刃仅从工件上切下极少量的金属,残留面积高度很小,有利于形成光洁的表面。

(2)径向切削分力较大。在切削过程中,由于砂轮的进给使径向分力较大,易使工艺系统产生变形,同时在切削过程中还有热变形,影响零件的加工精度。

(3)磨削温度高。在磨削过程中,切削的线速度很高,为切削加工的 $10\sim 20$ 倍,磨削区的温度可高达 $800\sim 1\,000^{\circ}\text{C}$,甚至能使金属微粒熔化。

(4)砂轮有自锐作用。磨削过程中,砂轮磨钝之后,磨粒就会破碎,产生新的较锋利的棱角;或者圆钝的磨粒从砂轮表面脱落,露出一层新鲜锋利的磨粒,继续进行对工件的切削加工。砂轮的这种自行推陈出新,保持自身锋锐的性能,称为自锐性。实际生产中,有时就利用这一原理,进行强力连续磨削,以提高磨削加工的生产率。

(5)切屑少。在磨削时,金属的切削余量小,金属的去除效率低。

(6)加工范围广。用磨削可以加工的表面较多,许多普通机床加工后的零件表面都要用磨床进行精加工,同时还可以加工许多硬质材料如硬质合金、淬硬钢或一些软质材料。