



卓越系列 ·

21世纪高等职业教育创新型精品规划教材

金属切削机床

主 编 刘苍林



天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS



21 世纪高等职业教育创新型精品规划教材

金属切削机床

主 编 刘苍林
参 编 崔德敏 郑喜朝
刘彦伯 李慎安
主 审 李慎安

 天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书共分10个单元,第1单元介绍了金属切削机床基本知识,第2单元至第9单元介绍了普通车床及数控车床、普通铣床及数控铣床、磨床、齿轮加工机床、钻床及数控钻床、镗床及加工中心、刨床和拉床及数控机床的基本知识,第10单元介绍了机床安装调试及维修的相关知识。各单元后均附有习题与思考题。

本书既可作为高职高专院校机电类专业及相关类专业的教材,也可作为职业中专、职业高中、成人教育的参考教材,还可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

金属切削机床/刘苍林主编;崔德敏等编. —天津: 天津大学出版社,2009. 8(2012. 3重印)

21世纪高等职业教育创新型精品规划教材

ISBN 978-7-5618-3073-4

I. 金… II. ①刘…②崔… III. 金属切削-机床-高等学校:技术学校-教材 IV. TG502

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第127875号

出版发行 天津大学出版社

出 版 人 杨欢

地 址 天津市卫津路92号天津大学内(邮编:300072)

电 话 发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742

网 址 publish.tju.edu.cn

印 刷 廊坊市长虹印刷有限公司

经 销 全国各地新华书店

开 本 169mm×239mm

印 张 18.75

字 数 400千

版 次 2009年8月第1版

印 次 2012年3月第2次

印 数 3 001-5 000

定 价 40.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究



前言

根据教育部高职高专教育有关文件精神,高等职业教育培养的目标是培养应用型高技能人才。按教学大纲对职业技术课程的要求,着重培养学生解决生产现场技术问题的能力、新技术的运作能力和动手能力,以适应新形势下对高职高专学生职业技术素质的要求。本书机床型号的编制办法按2009年2月1日实施的最新国家标准GB/T 15375—2008编写。本书具有一定的实用性和先进性,读者通过本课程的学习,一般都能合理地选用机床并能排除机床的常见故障。

全书共分10个单元,包括各种普通机床的组成、传动系统和结构的介绍,并在各类普通机床后介绍了数控机床的特点、传动和典型结构。最后介绍了机床的安装调试及维护,以便合理地选用和维护机床。

本书各单元均有习题与思考题,以便教学和自学。

本书由陕西国防工业职业技术学院刘苍林主编,陕西省东方机械有限公司副总经理、高级工程师、副教授李慎安主审并参加编写,参加编写的还有陕西国防工业职业技术学院崔德敏、郑喜朝、刘彦伯。其中,第1、2、3、9单元及各单元课后习题由刘苍林编写,第3、4单元由郑喜朝编写,第5单元由刘彦伯编写,第6、7、8、9单元由崔德敏编写,第10单元由李慎安编写。在编写过程中得到陕西国防工业职业技术学院机械工程系的大力支持,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中缺点和错误在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者
2012年1月

目 录

1 金属切削机床基本知识	(1)
1.1 机床的类型及型号编制	(1)
1.1.1 机床的类型	(1)
1.1.2 机床型号的编制	(2)
1.2 机床的运动	(5)
1.3 机床运动的组成	(7)
1.4 机床的传动系统及运动计算	(8)
1.4.1 机床的传动形式	(8)
1.4.2 机床运动的传动链	(9)
1.4.3 机床的传动原理图	(10)
1.4.4 机床的传动系统图	(11)
1.4.5 机床转速图	(13)
1.5 机床的基本组成	(17)
1.6 机床的技术参数与尺寸系列	(17)
1.7 机床的精度	(18)
习题与思考题	(27)
2 车床	(30)
2.1 概述	(30)
2.2 CA6140 型卧式车床	(30)
2.2.1 工艺范围	(30)
2.2.2 机床布局及主要技术性能	(30)
2.2.3 CA6140 型卧式车床的传动系统	(32)
2.2.4 CA6140 型卧式车床的主要结构	(43)
2.3 其他车床	(56)
2.3.1 立式车床	(56)
2.3.2 转塔车床	(56)
2.3.3 数控车床	(57)
习题与思考题	(59)
3 铣床	(61)
3.1 概述	(61)
3.1.1 铣床的工艺范围及特点	(61)
3.1.2 铣床的分类及其结构和运动	(62)

2 金属切削机床

3.2 X6132A 型万能卧式升降台铣床	(63)
3.2.1 X6132A 型万能卧式升降台铣床的用途及结构	(63)
3.2.2 X6132A 型万能卧式升降台铣床结构及其运动	(64)
3.2.3 X6132A 型万能卧式升降台铣床的传动系统	(64)
3.2.4 X6132A 型万能卧式升降台铣床的主要部件结构	(67)
3.2.5 万能分度头	(75)
3.3 其他铣床	(82)
3.3.1 立式升降台铣床	(82)
3.3.2 龙门铣床	(83)
3.3.3 万能工具铣床	(83)
3.3.4 数控铣床	(84)
习题与思考题	(94)
4 磨床	(96)
4.1 概述	(96)
4.1.1 磨削加工特点	(96)
4.1.2 磨床类型	(97)
4.1.3 外圆磨床的工作方法与主要类型	(97)
4.2 M1432A 型万能外圆磨床	(98)
4.2.1 M1432A 型万能外圆磨床的布局 and 用途	(98)
4.2.2 M1432A 型磨床的运动	(99)
4.2.3 M1432A 型磨床的机械传动系统	(100)
4.2.4 M1432A 型磨床的主要结构	(103)
4.3 其他类型磨床简介	(113)
4.3.1 平面磨床	(113)
4.3.2 无心外圆磨床	(115)
4.3.3 内圆磨床	(117)
4.4 高精度磨床	(121)
习题与思考题	(124)
5 齿轮加工机床	(125)
5.1 概述	(125)
5.1.1 齿轮加工的方法	(125)
5.1.2 齿轮加工机床的类型及其用途	(127)
5.2 滚齿机	(127)
5.2.1 滚齿原理	(127)
5.2.2 滚切直齿圆柱齿轮	(128)
5.2.3 滚切斜齿圆柱齿轮	(131)

5.2.4	Y3150E 型滚齿机	(134)
5.3	插齿机	(149)
5.3.1	插齿机的工作原理	(149)
5.3.2	插齿机的运动	(149)
5.3.3	插齿机的传动原理	(151)
5.3.4	Y5132 型插齿机	(152)
	习题与思考题	(157)
6	钻床	(159)
6.1	钻床	(159)
6.1.1	立式钻床	(160)
6.1.2	摇臂钻床	(161)
6.1.3	台式钻床	(165)
6.1.4	深孔钻床	(165)
6.2	数控钻床	(167)
6.2.1	数控钻床的类型	(167)
6.2.2	立式数控钻床	(168)
	习题与思考题	(171)
7	镗床及加工中心	(172)
7.1	镗床	(172)
7.1.1	卧式铣镗床	(172)
7.1.2	坐标镗床	(182)
7.1.3	金刚镗床	(189)
7.1.4	落地镗床及落地铣镗床	(189)
7.2	加工中心概述	(191)
7.2.1	加工中心的特点	(191)
7.2.2	加工中心的组成结构	(191)
7.2.3	加工中心的分类	(192)
7.3	JCS—018A 立式加工中心	(193)
7.3.1	机床的用途、布局及技术参数	(193)
7.3.2	数控系统的主要技术规格	(196)
7.3.3	机床传动系统	(196)
7.3.4	机床的主要结构	(199)
7.4	卧式加工中心	(206)
7.4.1	卧式加工中心的种类	(207)
7.4.2	SOLON3—1 卧式镗铣加工中心	(207)
	习题与思考题	(218)

8 直线运动机床	(220)
8.1 刨床	(220)
8.1.1 牛头刨床	(220)
8.1.2 龙门刨床	(221)
8.2 插床	(228)
8.3 拉床	(229)
8.3.1 拉床的用途、特点及类型	(229)
8.3.2 典型拉床简介	(230)
习题与思考题	(233)
9 数控机床	(234)
9.1 数控机床的基本知识	(234)
9.1.1 数控机床的产生和发展	(234)
9.1.2 数控机床的工作原理及组成	(236)
9.1.3 数控机床的分类及特点	(239)
9.1.4 数控机床的坐标系	(245)
9.1.5 数控机床的主要性能指标	(248)
9.2 数控机床典型结构及部件	(250)
9.2.1 数控机床的结构特点及要求	(250)
9.2.2 数控机床的典型结构	(251)
习题与思考题	(275)
10 机床的安装验收及维护	(276)
10.1 机床的安装及验收	(276)
10.1.1 机床的地基	(276)
10.1.2 机床的安装	(278)
10.1.3 机床的验收试验	(280)
10.2 机床的日常维护及保养	(289)
10.2.1 机床的日常维护	(289)
10.2.2 机床的保养及维修	(289)
习题与思考题	(290)
参考文献	(291)

1

金属切削机床基本知识

金属切削机床是通过金属切削刀具,采用切削的方法把金属毛坯(或半成品)表面多余的金属切除,让这些多余的金属变成切屑,从而形成零件图纸要求的形状、尺寸、精度及表面粗糙度的机械零件的机器。因为它是生产机器的机器,所以也称它为“工作母机”,通常把金属切削机床简称“机床”。

1.1 机床的类型及型号编制

1.1.1 机床的类型

机床的传统分类方法,主要是按加工性质和所用的刀具进行分类。根据我国制定的机床型号编制方法,目前将机床分为 11 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、锯床及其他机床。在每一类机床中,又按工艺范围、布局形式和结构等分为 10 组,每一组又细分为 10 个系(系列)。

在上述基本分类方法的基础上,还可根据机床其他特征进一步区分。

同类型机床按工艺范围又可分为通用机床、专门化机床、专用机床。

(1) 通用机床。它可用于加工多种零件的不同工序,加工范围较广,通用性较大,但结构比较复杂。这种机床主要适用于单件小批生产,例如卧式车床、万能升降台铣床等。

(2) 专门化机床。它的工艺范围较窄,专门用于加工某一类或几类零件的某道(或几道)特定工序,如曲轴车床、凸轮轴车床等。

(3) 专用机床。它的工艺范围最窄,只能用于加工某一种零件的某一道特定工序,适用于大批量生产。如机床主轴箱的专用镗床、车床导轨的专用磨床等,汽车、拖

拉机制造中使用的各种组合机床也属于专用机床。

同类型机床按精度等级又可分为普通精度机床、精密机床和高精度机床。

机床还可按自动化程度分为手动、机动、半自动和自动机床。半自动和自动机床按机床控制方式不同又分为用机械方式控制的、电器控制的和计算机数字程序控制的机床。

机床还可按质量与尺寸分为仪表机床、中型机床(一般机床)、大型机床(质量达10 t)、重型机床(质量大于30 t)和超重型机床(质量大于100 t)。

按机床主要工作部件的数目可分为单轴、多轴或单刀、多刀的机床等。

通常,机床根据加工性质进行分类,再根据其某些特点进一步描述,如多刀半自动车床、高精度外圆磨床等。

随着机床的发展,其分类方法将不断发展。现代机床正向数控化方向发展,数控机床的功能日趋多样化,工序更加集中。现在一台数控机床集中了越来越多的传统机床的功能。例如,数控车床在卧式车床功能的基础上,又集中了转塔车床、仿形车床、自动车床等多种车床的功能;车削加工中心出现以后,在数控车床功能的基础上,又加入了钻、铣、镗等类机床的功能。又如,具有自动换刀功能的镗铣加工中心机床(习惯上所称为“加工中心”)集中了钻、镗、铣等多种类型机床的功能;有的加工中心的主轴既能立式又能卧式,又集中了立式加工中心和卧式加工中心的功能。可见,机床数控化引起机床传统分类方法的变化,这种变化主要表现在机床品种不是越分越细,而应是趋向综合。

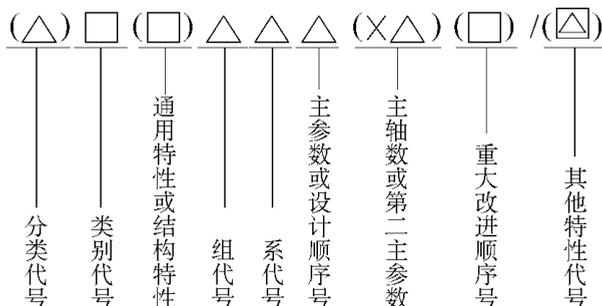
1.1.2 机床型号的编制

机床的型号是赋予每种机床的一个代号,用以简明地表示机床的类型、通用特性和结构特性、主要技术参数等。现在,我国的机床型号是按2008年颁布的标准“GB/T 15375—2008《金属切削机床型号编制方法》”编制的。此标准规定,机床型号由大写汉语拼音字母和阿拉伯数字按一定的规律组合而成,它适用于各类通用机床和专用机床及自动线,不包括组合机床和特种加工机床。

1. 通用机床型号

1) 通用机床型号的组成

通用机床型号由基本部分和辅助部分组成,中间用“/”隔开,读作“之”。前者需统一管理,后者纳入型号与否由企业自定。型号构成如下:



型号表示法中,有“()”的代号或数字,当无内容时,则不表示,若有内容则不带括号;有“□”符号者,为大写的汉语拼音字母;有“△”符号者,为阿拉伯数字;有“囧”符号者,为大写的汉语拼音字母,或阿拉伯数字,或两者兼有之。

例如:1组4系最大磨削直径320 mm经第一次重大改进的高精度磨床类机床型号为MG1432A。

2) 机床类别代号

机床的类别用汉语拼音大写字母表示。例如,“车床”的汉语拼音是“Che-chuang”,所以用“C”表示。当需要时,每类又可分为若干分类;分类代号用阿拉伯数字表示,在类代号之前,居于型号的首位,但第一分类不予表示,例如,磨床类分为M、2M、3M 3个分类。机床的类别代号及其读音如表1.1所示。

表 1.1 机床的类别和分类代号

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	2M	3M	Y	S	X	B	L	G	Q
读音	车	钻	镗	磨	二磨	三磨	牙	丝	铣	刨	拉	割	其

3) 机床的特性代号

机床的特性代号表示机床所具有的特殊性能,包括通用特性和结构特性。当某类型机床除有普通型外,还具有如表1.2所列的某种通用特性时,则在类别代号之后加上相应的特性代号。例如,“CK”表示数控车床。如同时具有两种通用特性时,则可用两个代号同时表示,如“MBG”表示半自动高精度磨床。如某类型机床仅有某种通用特性,而无普通型者,则通用特性不必表示。如C1312型单轴转塔自动车床,由于这类自动车床没有“非自动”型,所以不必用“Z”表示通用特性。

表 1.2 机床的通用特性代号

通用特性	高精度	精密	自动	半自动	数控	加工中心自动换刀	仿形	轻型	加重型	柔性加工单元	数显	高速
代号	G	M	Z	B	K	H	F	Q	C	R	X	S
读音	高	密	自	半	控	换	仿	轻	重	柔	显	速

为了区分主参数相同而结构不同的机床,在型号中用结构特性代号表示。结构特性代号为汉语拼音字母。例如,CA6140型卧式车床型号中的“A”,可理解为这种型号的车床在结构上区别于C6140型车床。结构特性的代号字母是根据各类机床的情况分别规定的,在不同型号中的意义可不一样。

4) 机床组、系的划分原则及其代号

机床的组别和系别代号用两位阿拉伯数字表示。每类机床按其结构性能及使用范围划分为10个组,用数字0~9表示。每组机床又分10个系(系列),系的划分原则是:在同一类机床中,主要布局或使用范围基本相同的机床,即为同一组。在同一

组机床中,主参数相同、主要结构及布局形式相同的机床,即划为同一系。常用机床的组别和系别代号见表 1.3(第 20 页)。

5) 机床主参数和设计顺序号

机床主参数代表机床规格的大小,用折算值表示。某些通用机床,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。设计顺序号由 1 起始。当设计顺序号小于 10 时,则在设计顺序号之前加“0”,由 01 开始编号。

6) 机床主轴数和第二主参数的表示方法

对于多轴车床、多轴钻床和排式钻床等机床,其主轴数应以实际数值列入型号,置于主参数之后,用“×”分开,读作“乘”。单轴可省略,不予表示。

第二主参数(多轴机床的主轴数除外)一般不予表示。如有特殊情况,需在型号中表示。在型号中表示的第二主参数,一般以折算成两位数为宜,最多不超过三位数。以长度、深度值等表示的,其折算系数为 1/100;以直径和宽度值等表示的,其折算系数为 1/10;以厚度和最大模数值等表示的,其折算系数为 1。当折算值大于 1 时,则取整数;当折算值小于 1 时,则取小数点后第一位数,并在前面加“0”。

7) 机床的重大改进顺序号

当机床的性能及结构布局有重大改进,并按新产品重新设计、试制和鉴定时,在原机床型号的尾部,加重大改进顺序号,以区别于原机床型号。序号按 A、B、C、……等字母(I、O 除外)的顺序选用。

重大改进设计不同于完全的新设计,它是在原有机床的基础上进行改进设计。但对原机床的结构性能没有作重大的改变,则不属于重大改进,其型号不变。

8) 其他特性代号及其表示方法

其他特性代号置于辅助部分之首。其中同一型号机床的变形代号,也应放在其他特性代号的首位。

其他特性代号主要用以反映各类机床的特性,如:对于数控机床,可用以反映不同的控制系统等;对于加工中心,可用以反映控制系统自动交换主轴头和自动交换工作台等;对于柔性加工单元,可用以反映自动交换主轴箱;对于一机多能机床,可用以补充表示某些功能;对于一般机床,可以反映同一机床的变型等。

其他特性代号可用汉语拼音字母(I、O 除外)表示,当单个字母不够用时,可将两个字母组合起来使用,如 AB、AC、AD、……,BA、CA、DA、……。此外,其他特性代号还可以用阿拉伯数字表示,也可以用阿拉伯数字和汉语拼音字母组合表示。用汉语拼音字母读音,如有需要也可以用相对应的汉字字意读音。

9) 通用机床型号示例

示例一:工作台最大宽度为 500 mm 的精密卧式加工中心,其型号为 THM6350。

示例二:最大棒料直径 16mm 数控精密单轴纵切自动车床,其型号为 CKM1116。

示例三:经过第一次重大改进、最大钻孔直径为 25 mm 的四轴立式排钻床,其型号为 Z5625 × 4A。

示例四:最大钻孔直径为 40 mm、最大跨距为 1 600 mm 的摇臂钻床,其型号为 Z3040 × 16。

示例五:最大车削直径为 1 250 mm、经过第一次重大改进的数显单柱立式车床,其型号为 CX5112A。

2. 专用机床型号

专用机床型号一般由设计单位代号和设计顺序号组成。型号构成如下:



专用机床设计单位代号包括机床生产厂和机床研究单位代号(位于型号之首)。

专用机床设计顺序号按该单位的设计顺序号排列,由 001 起始,位于设计单位之后,并用“—”隔开,读作“之”。

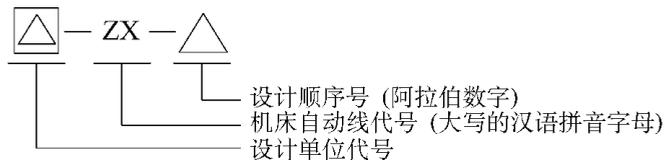
例如,沈阳第一机床厂设计制造的第一种专用机床为专用车床,其型号为 SI—001;北京第一机床厂设计制造的第 100 种专用机床为专用铣床,其型号为 BI—100。

3. 机床自动线型号

由通用机床或专用机床组成的机床自动线,其代号为“ZX”, (读作“自线”),位于设计代号之后,并用“—”分开,读作“之”。

机床自动线设计顺序号的排列与专用机床设计顺序号相同,位于机床自动线代号之后。

机床自动线型号构成如下:



例如,北京机床研究所设计的第一条机床自动线,其型号为 JCS—ZX—001。

1.2 机床的运动

由金属切削机床的概念可以知道,各种类型的机床在进行切削加工时,应使刀具和工件作一系列的运动。这些运动的最终目的是保证刀具与工件之间具有正确的相对运动,以便刀具按一定规律切除毛坯上的多余金属,而获得具有一定几何形状、尺寸、精度和表面粗糙度的工件。以车床车削圆柱表面为例(见图 1.1),在工件安装于三爪自定心卡盘并启动之后,首先通过手动将车刀在纵、横向靠近工件(运动 II 和 III);然后根据所要求的加工直径 d ,将车刀横向切入一定深度(运动 IV);接着通过工件旋转(运动 I)和车刀的纵向直线运动(运动 V),车削出圆柱表面;当车刀纵向移

运动所需长度 l 时,横向退离工件(运动VI)并纵向退回至起始位置(运动VII)。除了上述运动外,尚需完成开车、停车和变速等动作。

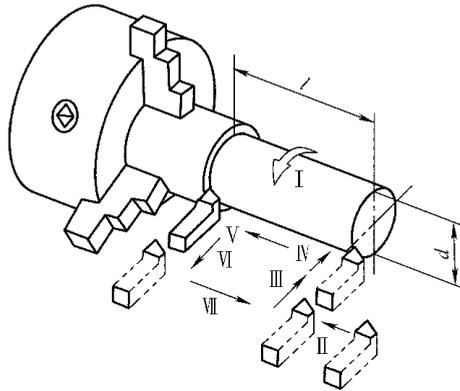


图 1.1 车削圆柱面过程中的运动

I、V—成形运动; II、III—快速趋近运动; IV—切入运动; VI、VII—快速退回运动

机床在加工过程中所需的运动,可按其功用不同而分为表面成形运动和辅助运动两类。

1. 表面成形运动

机床在切削过程中,使工件获得一定表面形状所必需的刀具和工件间的相对运动称为表面成形运动。如图 1.1 所示,工件的旋转运动 I 和车刀的纵向运动 V 是形成圆柱表面的成形运动。机床加工时所需表面成形运动的形式、数目与被加工表面形状、所采用的加工方法和刀具结构有关。如图 1.2 (a) 所示采用单刃刨刀刨削成形面,所需的成形运动为工件直线纵向移动 v 及刨刀的横向及垂向运动 s_1 及 s_2 ; 如采用成形刨刀加工,则成形运动只需纵向直线移动 v (见图 1.2 (b))。

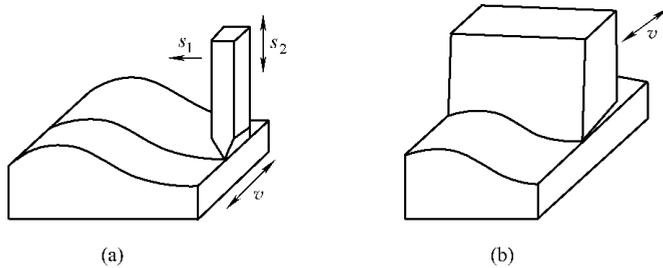


图 1.2 刨削成形面

(a) 单刃刨刀刨削; (b) 成形刨刀刨削

根据切削过程中所起的作用不同,表面成形运动又可分为主运动和进给运动。直接切除毛坯上的被切削层,使之变为切削的运动(形成切削速度的运动),称为主运动。例如,车床上工件的旋转、钻床和镗床上刀具的旋转及牛头刨床上刨刀的直线运动等都是主运动。主运动速度高,消耗大部分机床动力。进给运动是保证将被切削层不断地投入切削,以逐渐加工出整个工件表面的运动。如车削外圆柱表面时,车

刀的纵向直线运动、钻床上钻孔时刀具的轴向运动、卧式铣床工作台带动工件的纵向或横向直线移动等都是进给运动。进给运动速度较低,消耗机床动力很少,如卧式车床的进给功率仅为主电动机功率的 $1/30 \sim 1/25$ 。

机床在进行切削加工时,至少有一个主运动,但进给运动可能有一个或几个,也可能没有,如图 1.2(b) 所示成形刨刀刨削成形面的加工中就只有主运动 v 而没有进给运动。

机床运动按运动的组成情况不同,可分为简单运动和复合运动两种。

(1) 简单运动。如果一个独立的成形运动,是由单独的旋转运动或直线运动构成的,则称此成形运动为简单成形运动,简称简单运动。例如,在车床上车外圆柱面时,工件的旋转运动和刀具的直线运动就是两个简单运动。用砂轮磨外圆柱面时,砂轮和工件的旋转运动及工件的直线运动,也都是简单运动。

(2) 复合运动。如果一个独立的成形运动,是由两个或两个以上的旋转运动和直线运动,按某种确定的运动关系组合而成,则称此成形运动为复合成形运动,简称复合运动。例如,在车床上车削螺纹时,形成螺旋线的刀具和工件之间的相对螺旋运动,是由工件的匀速旋转运动和刀具的匀速直线运动形成的,彼此之间不能独立,它们之间必须保持严格的运动关系,即工件每转 1 转时,刀具匀速直线移动的距离应等于螺纹的导程,从而工件和刀具的这两个单元运动组成一个复合运动。

2. 辅助运动

除了表面成形运动以外,机床在加工过程中还需完成一系列其他的运动,即辅助运动。如图 1.1 中,除了工件旋转和刀具直线移动这两个成形运动外,还有车刀快速靠近工件、径向切入以及快速退离工件、退回起始位置等运动。这些运动与外圆柱表面的形成无直接关系,但也是整个加工过程中必不可少的。这些运动均属于辅助运动。

辅助运动的种类很多,主要包括:刀具接近工件、切入、退离工件、快速返回原点的运动;为使刀具与工件保持相对正确位置的对刀运动;多工位工作台和多工位刀架的周期换位以及逐一加工多个相同局部表面时,工件周期换位所需的分度运动;等等。另外,机床的启动、停车、变速、换向以及部件和工件的夹紧、松开等操纵控制运动,也属于辅助运动。总之,除了表面成形运动外,机床上其他所需的运动都属辅助运动。

1.3 机床运动的组成

金属切削机床在加工过程中所需的各种运动通常由以下各部分组成。

(1) 动源。如各种电动机、液压马达以及伺服驱动系统等,是机床运动的主要来源。伺服驱动系统根据数控装置发来的速度和位移指令控制执行部件的进给速度、方向和位移。

(2) 执行件。如主轴、刀架和工作台等用来直接执行某一运动,用来安装刀具或工件。

(3) 传动装置。带传动、齿轮传动、齿条传动、丝杠螺母传动、链传动、液压传动、电器传动、气压传动等,用来传递运动和速度。连接动源和执行件(或执行件和执行件)保持运动联系的一系列顺序排列的传动件,称为该运动的传动链。

(4) 运动控制装置。如离合器、按钮、操纵机构、行程开关及数控装置等零部件,用来控制运动的开、关、换向和变速等。若运动控制装置是数控装置,用其输出的各种信号和指令控制机床的各个部分进行规定的、有序的动作。

(5) 润滑装置。如液压泵、管路系统和分油器等,用于润滑运动副,以减小摩擦,提高机械效率,延长机构使用寿命。

(6) 电气系统零部件。如控制柜、接触器和线路等,用于电源和信息的传递和控制。

(7) 支承零部件。如床身、立柱、横梁、底座、工作台和拖板等,用于支承和连接其他零部件。此外,一些支承件上常常备有导轨表面,对运动部件起导向作用。

(8) 其他机构。如冷却系统、分度系统、读数系统、保险系统及数控机床存放刀具的刀库、交换刀具的机械手和安全低电压照明装置等。

1.4 机床的传动系统及运动计算

为了适应工件和刀具的材料、尺寸及加工精度的变化,并满足不同加工工序的要求,机床的主运动和进给运动速度需要在一定范围内变化。根据速度调节变化的特点,机床的传动可分为无级变速传动和有级变速传动两种。无级变速传动在一定的速度范围内可以调节到需要的任意速度;有级变速传动的速度在一定的速度范围内只能调节到有限的若干级速度。目前,在绝大多数的机床上,以采用机械式有级变速传动为主,因其具有结构紧凑、工作可靠、效率高和变速范围大等优点。

1.4.1 机床的传动形式

机床各运动的传动按其所采用的传动介质不同,可分为机械传动、液压传动、电气传动和气压传动等传递形式。

1. 机械传动

机械传动采用齿轮、传动带、离合器、丝杠螺母等机械元件传递运动和动力。这种传动形式工作可靠、维修方便,目前在机床上应用最广。机床上常用的机械传动和装置有以下几种。

1) 带传动

该传动的特点是结构简单、制造方便、传动平稳,并有过载保护作用。但传动比不准确,传动效率低,所占空间较大。

2) 齿轮传动

该传动结构简单,传动比准确,传动效率高,传递扭矩大,但制造较复杂,制造精度要求高。同时,齿轮机构可以实现换向和各种变速传动。机床上常用的变速机构有塔轮变速机构、滑移齿轮变速机构和离合器变速机构等。

(1) 滑移齿轮变速机构。它是机床传动中常用的一种变速机构,其特点是传动比准确、传动效率高、寿命长、外形尺寸小,但制造较复杂,制造精度不高时易产生振动。

(2) 离合器变速机构。它也是机床传动中常用的一种变速机构,其特点是传动比准确、传动效率高、寿命长、结构紧凑、刚性好、可传递较大转矩,但制造较复杂。

3) 蜗轮蜗杆传动

该传动结构紧凑、传动比大、传动平稳、无噪声、可实现自锁,但传动效率低、制造较复杂、成本高。

4) 齿轮齿条传动

该传动的特点是可改变运动形式、传动效率高,但制造精度不高时影响位移的准确性。

5) 丝杠螺母传动

该传动的特点是可改变运动形式、传动平稳、无噪声,但传动效率低。

此外,数控机床上的机械传动还有的采用滚动丝杠螺母传动和滚动导轨传动,它可降低摩擦损失,减少动、静摩擦因数之差,以避免爬行;采用联轴器直接与丝杠连接,以传递电动机的动力,带动工作台或刀架运动;还有一些小型数控机床的主传动系统由电动机经同步齿形带直接传动。

2. 液压传动

液压传动采用油液作介质,通过泵、阀和液压缸等液压元件传递运动和动力。这种传动形式结构简单、传动平稳、容易实现自动化,在机床上应用日益广泛。

3. 电气传动

电气传动采用电能,通过电气装置传递运动和动力。这种传动方式的电气系统比较复杂,成本较高,主要用于大型和重型机床。

4. 气压传动

气压传动以压缩空气为介质,通过气动元件传递运动和动力。这种传动形式的特点是动作迅速,易于实现自动化,但其运动平稳性差,驱动力较小,主要用于机床的某些辅助运动(如夹紧工件等)及小型机床的进给运动传动中。

根据机床的工作特点不同,有时在一台机床上往往采用以上几种传动形式的组合传动。

1.4.2 机床运动的传动链

在机床传动系统中,连接动源和执行件,或连接执行件和执行件,使它们彼此之间保持传动联系的一系列传动件,称为该运动的传动链。为了使执行件获得所需运动,或使有关执行件之间保持某种确定的运动关系,传动链中通常有两类传动机构: