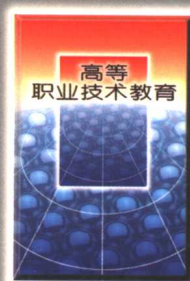




高等职业技术教育机电类专业规划教材



机械加工设备

高等职业技术教育机电类专业教材编委会 组编

张普礼 主编



机械工业出版社

高等职业技术教育机电类专业规划教材

机械加工设备

高等职业技术教育机电类专业教材编委会 组编

主 编 张普礼

副主编 曾建文

参 编 刘迎春 康新龙 刘彩琴

主 审 王建勋



机械工业出版社

本书由机械工业机电类专业高职教材编委会组织编写,作为高等职业技术教育机电类专业的教材。通过对常用的通用机床的组成、传动和结构,数控机床的主要结构,特种加工设备,组合机床的基础知识,现代加工设备,机床设计的基本知识,机床的安装、验收、调试和改造等内容的介绍,培养学生正确使用和维护机械加工设备的能力,具有对常用机械加工设备进行传动调整和工作调整的技能,掌握分析和研究机械加工设备的基本方法。

本书可作为高等职业技术教育机电类专业以及中专、电大、职工大学的教材,也可供生产一线的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械加工设备/张普礼主编. —北京:机械工业出版社, 1999.8

高等职业技术教育机电类专业规划教材

ISBN 7-111-07101-8

I. 机… II. 张… III. 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(1999)第29011号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:邓海平 版式设计:霍永明 责任校对:林去菲

封面设计:姚毅 责任印制:何全君

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1999年10月第1版第1次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·18印张·435千字

0 001—8 000册

定价:21.50元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、68326677-2527

高等职业技术教育机电类专业教材编委会

名誉主任委员	严雪怡	刘际远		
主任委员	上海机电技术高等专科学校	孙兴旺	副校长	
副主任委员	福建高级工业专门学校	黄森彬	副校长	
	南京机械高等专科学校	左健民	副校长	
	陕西工业职业技术学院	翟 轰	校 长	
	湘潭机电高等专科学校	曾家驹	副校长	
	包头职业技术学院	李俊梅	副校长	
	无锡职业技术学院	韩亚平	调研员	
	浙江机电职工大学	管 平	副校长	
	机械工业出版社教材编辑室	林 松	副主任	

(排名不分先后)

委 员 单 位：邢台职业技术学院
湖南工业职业技术学院
(等 26 所院校)

序

职业教育是指受教育者获得某种职业或生产劳动的职业道德、知识和技能的教育。机电行业职业技术教育的目的是培养在生产一线的技术、管理和运行人员。他们主要从事成熟的技术和管理规范的应用与运作。随着社会经济的发展和科学技术的进步,生产领域的技术含量在不断提高。用人单位要求生产一线的技术、管理和运行人员的知识与能力结构与之适应。行业发展的要求促使职业技术教育的高层次——高等职业教育蓬勃成长。

高职教育与高等工程专科、中专教育培养的人才属同一类型,都是技术型人才,其毕业生将就业于技术含量不同的用人单位。高职教育的专业设置必须适应地区经济与行业的需求。高职教育是能力本位教育,应以职业分析入手,按岗位群职业能力来确定课程设置与各种活动。

机械工业出版社出版了大量的本科、高工专、中专教材,其中有相当一批教材符合高职教育的需求,具有很强的职业教育特色,在此基础上这次又推出了机械类、电气类、数控类三个专业的高职教材。

专门课课程的开发应适当综合化与适当实施化。综合化有利于破除原来各课程的学科化倾向,删除与岗位群职业能力关系不大的内容;有利于删除一些陈旧的内容,增添岗位群能力所需要的新技术、新知识,如微电子技术、计算机技术等。实施化就是课程内容要按培养工艺实施与运行人员的职业能力来阐述,将必要的知识支撑点溶于能力培养的过程中,注重实践性教学,注重探索教学模式以达到满意的教学效果。

本教材倾注了众多编写人员的心血,他们为探索我国机电行业高职教育作出了可贵的尝试。今后还要依靠广大教师在实践中不断改进,不断完善,为创建我国的职业技术教育体系而奋斗。

赵克松

前 言

本书是高等职业技术教育机电类专业的教材，是为适应我国高等职业技术教育发展的需要，由机械工业机电类专业高职教材编委会组织编写的。

本教材的编写指导思想是：依据高等职业技术教育培养应用型高级技术人才的培养目标，设置教材体系，着重培养解决生产现场技术问题的能力和新技术的运用能力，以适应机械工业发展的需求。

全书共分十一章，包括通用机床的组成、传动、结构，数控机床的主要结构，特种加工设备，组合机床的基础知识，现代加工设备，机床设计的基本知识，机床的安装、验收、调试和改造等内容。本书较详细地阐述了 CA6140 型卧式车床和 Y3150E 型滚齿机的性能、传动、主要部件结构及有关调整计算，以掌握分析、调整机械加工设备的方法。对其它机械加工设备，主要介绍运动和适用范围，为合理选用机加设备打下一定的基础。在教材体系设置中，将普通车床和数控车床置于一章，普通铣床和数控铣床置于一章，通过机床的传动、主要部件结构的分析对比，以加深理解，掌握各自的特点，从而合理使用机床。为加强应用技术和实践能力的训练，特增设实训内容，如滚齿机的调整计算。本教材从应用的角度阐述了机床传动系统设计的基本知识，每章均有练习与思考题，便于课后复习。

本书由陕西工业职业技术学院张普礼主编，上海电机技术高等专科学校曾建文副主编，山东建筑工程学院（原山东省机械工业学校）刘迎春、中原机械工业学校康新龙、邢台职业技术学院刘彩琴参编；邢台职业技术学院王建勋主审。编写分工如下：绪论、第一、二章由张普礼编写，第三、四章及十一章的第一至第三节由曾建文编写，第九、十章及十一章的第四节由刘迎春编写，第五、七、八章由康新龙编写，第六章由刘彩琴编写。

由于编者水平所限，加之时间仓促，错误与不足之处在所难免，请不吝赐教。

编 者

1999 年 4 月

目 录

序	练习与思考题	154
前言	第七章 特种加工设备	155
绪论	第一节 电火花加工机床	156
练习与思考题	第二节 电解加工的基本设备	162
第一章 机床传动的基础知识	第三节 超声加工设备	163
第一节 机床的运动	第四节 激光加工设备	166
第二节 机床的传动形式与运动联系	练习与思考题	167
第三节 机床的传动系统与运动的调整计算	第八章 组合机床	168
练习与思考题	第一节 概述	168
第二章 车床	第二节 组合机床的通用部件	172
第一节 CA6140 型卧式车床	练习与思考题	182
第二节 数控车床	第九章 现代加工设备	183
第三节 其它车床	第一节 加工中心	183
练习与思考题	第二节 柔性制造技术	197
第三章 铣床	第三节 其它现代设备	201
第一节 X6132 型万能卧式升降台铣床	练习与思考题	203
第二节 万能分度头	第十章 机床设计基础	204
第三节 XK5040A 数控铣床	第一节 机床传动系统设计的基础知识	204
练习与思考题	第二节 机床典型部件结构	221
第四章 齿轮加工机床	练习与思考题	245
第一节 概述	第十一章 机床的安装、验收、维护	
第二节 Y3150E 型滚齿机	与改造	246
第三节 其它齿轮加工机床	第一节 机床的安装	246
练习与思考题	第二节 机床的验收试验	249
第五章 磨床	第三节 机床的维护、保养和计划维修	254
第一节 外圆磨床	第四节 机床改装实例	255
第二节 其它类型磨床	练习与思考题	263
第三节 磨床的发展方向	附录	264
练习与思考题	附录 1 金属切削机床类、组、系划分表	264
第六章 其它类型机床	附录 2 机构运动简图符号	274
第一节 钻床和镗床	附录 3 滚动轴承图示符号	
第二节 刨床和插床	(摘自 GB 4458.1—84)	278
第三节 拉床	参考文献	279
第四节 冲床		

绪 论

一、机械加工设备在我国国民经济中的地位

在国民经济各部门、人民的日常生活中，使用着各种机器设备、仪器工具，这些机器、机械、仪器和工具大部分是由一定形状和尺寸的金属零件所组成的。生产这些零件并将它们装配成机器、机械、仪器和工具的工业，称为机械制造业。在机械零件的制造过程中，采用铸造、锻压、焊接、冲压等制造方法，可以获得低精度零件。对于精度要求较高、表面粗糙度小的零件，主要依靠切削加工的方法获得，尤其是加工精密零件时，需经过多道工序的切削加工才能完成。因此，机械加工设备是机械制造业的主要加工设备。在一般机器制造厂中，金属切削机床所担负的加工工作量，约占机器总制造工作量的40%~60%。金属切削机床的技术性能直接影响机械产品的质量及其制造的经济性，进而决定着国民经济的发展水平。如果没有金属切削机床的发展，如果没有品种繁多、结构完善和性能精良的各种金属切削机床，现代社会目前所达到的高度物质文明将是不可想象的。所以，金属切削机床是机械加工设备中的主要设备。

金属切削机床是指采用切削的方法，以切除金属毛坯（或半成品）的多余金属，使之成为符合零件图样要求的形状、尺寸精度和表面质量的机器。

机械制造业担负着为国民经济建设提供各种技术装备的重要任务，这就要求机床制造业必须为各机械制造厂提供现代化的机床装备。一个国家机床工业的技术水平及机床的拥有量，在一定程度上标志着这个国家的工业生产水平和能力。所以，机床制造业在国民经济的发展中又起着重大的作用。

二、金属切削机床的发展概况

机床是在人类认识和改造自然的过程中产生，又随着社会生产的发展和科学技术的进步而不断发展、不断完善的。最原始的机床是木制的，所有运动都由人力或畜力驱动，主要用于加工木料、石料和陶瓷制品的泥坯，它们实际上并不是一种完整的机器。现代意义上的用于加工金属机械零件的机床，是在18世纪中叶才开始发展起来的。

18世纪发明了机动刀架，并以蒸汽机为动力，对机床进行驱动或通过天轴对机床进行集群驱动，才初步形成了现代机床的雏形。19世纪至20世纪初，随着电动机的问世，电动机取代了蒸汽机，经过了由天轴对机床进行集群驱动、单独电动机驱动的封闭齿轮箱结构的发展过程，才使机床基本具备了现代的结构形式。本世纪初到40年代，随着高速钢和硬质合金刀具的使用以及液压等技术的应用，使机床在传动、结构、控制等方面得到很大的改进，加工精度和生产率得到显著提高。自50年代以来，计算机技术开始应用于机床中，先后出现了数控机床、加工中心、柔性制造系统等。计算机集成制造的出现，表明机械制造业正在走向一个崭新的变革时代。电火花加工、电解加工、超声波加工、电子束加工等各种机械加工设备，表明特种加工设备也有了长足的发展。

由于我国历史上的长期封建统治以及帝国主义侵略和掠夺，在新中国成立之前，没有自己的机床制造业。新中国成立后，机床工业从无到有、从小到大、从仿造到自行设计，扩建及兴建了一批机床制造厂，开始了各种机床的研究和试验工作。我国机床工业已形成了一个

布局合理、产品门类齐全完整体系，能够生产出从小型的仪表机床到重型的各类机床，从通用机床到各种精密、高效率、高度自动化的机床，机床年产量已达 13 万台，品种达 1 千多种。我国从 50 年代末开始研制数控机床，并通过引进和消化先进技术，现已能生产包括加工中心、柔性制造单元在内的各种数控机床，并且研制出了柔性制造系统。

三、金属切削机床的分类

按控制方式的不同，可将机床分为普通机床和数控机床两大类型。

(一) 普通机床的分类

机床的分类方法较多，最基本的是按机床的加工方法和所用刀具及其用途进行分类。根据国家制定的机床型号编制方法，机床共分为 12 类，在每一类机床中，按工艺特点、布局型式、结构性能等不同又分成十组，每组又分成十系。每类机床的代号用其名称的汉语拼音的第一个大写字母表示（详见表 0-1），组和系的代号用数字 0~9 表示，组系代号含义见附录 1。

表 0-1 机床的类及分类代号

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	特种 加工 机床	切断 机床	其它 机床
代 号	C	Z	T	M	2M	3M	Y	S	X	B	L	D	G	Q
参考读音	车	钻	镗	磨	2 磨	3 磨	牙	丝	铣	刨	拉	电	割	其

除以上基本分类方法外，还可按机床的万能性、加工精度及自动化程度等进行分类。

按照机床的万能性可分为：

通用机床：这类机床适用于单件小批生产，可以加工一定尺寸范围内的各种类型零件，并可完成多种工序，加工范围较广，但其传动与结构比较复杂。如卧式车床、万能铣床等。

专门化机床：这类机床的生产率比通用机床高，但使用范围比通用机床窄，只能加工一定尺寸范围内的某一类（或少数几类）零件，完成某一种（或少数几种）特定工序，如凸轮轴车床、精密丝杠车床等。

专用机床：这类机床的生产率、自动化程度都比较高，但使用范围最窄，通常只能完成某一特定零件的特定工序。如汽车、拖拉机制造中大量使用的各种组合机床等。

按照机床的加工精度不同，可分为普通精度机床、精密机床及高精度机床。

按照机床的质量（重量）和尺寸不同，可分为仪表机床、中型机床、大型机床、重型机床（质量在 30t 以上）及超重型机床（质量在 100t 以上）。

按照机床的自动化程度，可分为手动、机动、半自动和自动机床。

(二) 数控机床的分类

数控机床是数字控制机床的简称。它是一种利用数控技术，准确地按照事先安排的工艺流程，实现规定加工动作的金属切削机床。

目前数控机床的品种很多，通常可按下述几种原则进行分类。

1. 按工艺用途分类

(1) 一般数控机床 最普通的数控机床是数控钻床、数控车床、数控镗床、数控磨床及数控齿轮加工机床等。

(2) 数控加工中心 数控加工中心是在一般数控机床上加装一个刀库（一般为 20~120 把刀具）和自动换刀装置，构成一种带自动换刀装置的数控机床。

(3) 多坐标轴数控机床 对于形状复杂的工件,如螺旋桨、飞机发动机叶片等曲面工件,使用三坐标数控机床无法加工,于是出现了多坐标轴的数控机床,其特点是控制轴数较多,机床结构较复杂。

2. 按控制的运动轨迹分类

按控制的运动轨迹可分为点位控制、点位直线控制和轮廓控制数控机床。

点位控制数控机床的特点是具有准确的坐标位置,即从一点准确地移动到另一点。经常采用的控制方式是当刀具或工件快速接近定位点时,先降低移动速度,然后实现准确停止。

点位直线控制数控机床的特点是机床移动部件不仅要实现由一个位置到另一个位置的精确移动,而且能够实现平行于坐标轴的直线运动,可进行直线切削加工。

轮廓控制数控机床的特点是能对两个或两个以上坐标方向的运动同时进行严格的连续控制,以控制移动轨迹,形成所需的斜线、曲线、曲面。

3. 按控制方式分类

按控制方式可分为开环控制、闭环控制和半闭环控制系统。

开环控制是指系统中没有检测装置,指令信号单方向传送,指令发出后不再反馈回来的控制系统。

采用闭环控制的数控机床,其数控装置不仅向伺服机构发出控制信号,使机床运动,而且还通过测量装置测出工作台的实际位移量,经反馈回路发出信号,送回数控装置与原数据指令值进行比较。用比较后的差值控制工作台作补充位移,直到差值消除为止。

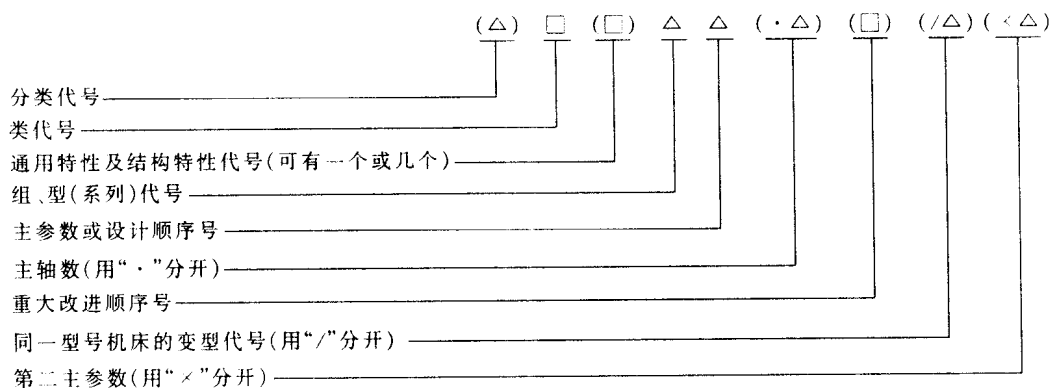
半闭环控制系统不是直接测量机床工作台的位移量,而是间接测量伺服机构中执行元件(如进给传动小齿轮或滚珠丝杠)的转角。从而计算出工作台的位移量,再将计算值与原指令值进行比较,用比较后的差值进行控制,使机床作补充位移,直到差值消除为止。

4. 按功能分类

按功能分类,数控机床可分为经济型和全功能型数控机床。

四、机床型号的编制方法

机床型号是用汉语拼音字母和阿拉伯数字按一定规律排列组成。我国现行的通用机床和专用机床的型号是按照1994年颁布的《GB/T 15375—1994 金属切削机床型号编制方法》编制的。通用机床型号表示方法如下:



注:有“()”的代号或数字,若无内容时则不表示;若有内容时应不带括号。

有“□”符号者为大写的汉语拼音字母。

有“△”符号者为阿拉伯数字。

(一) 通用机床型号的编制方法

通用机床的型号主要表示机床类型、特性、组别、主参数及重大改进顺序等,如型号 CF6140 表示最大车削直径为 400mm 的卧式仿形车床。

1. 机床的类别代号

机床的类是以机床名称的汉语拼音的第一个大写字母表示。当需要时,每一类又可分为若干分类。分类代号用阿拉伯数字表示,置于类别代号之前,居型号首位。但第一分类不予表示,如磨床类的三个分类应表示为 M、2M、3M。机床的类别及分类代号见表 0-1。

2. 机床的特性代号

(1) 通用特性代号 如某类型机床具有表 0-2 中所列的某种通用特性时,在类代号之后加上相应的通用特性代号,如 CM6132 型精密卧式车床型号中的“M”表示通用特性为“精密”。若某类型机床只有某种通用特性,而无普通型时,则此通用特性代号不必表示,如 C1312 型单轴转塔自动车床。

表 0-2 机床通用特性及其代号

通用特性	高精度	精密	自动	半自动	数控	仿形	自动换刀	轻型	万能	简式
代 号	G	M	Z	B	K	F	H	Q	W	J
读 音	高	密	自	半	控	仿	换	轻	万	简

(2) 结构特性代号 为了区别主参数相同而结构不同的机床,在型号中用汉语拼音字母的大写区分,排列在通用特性代号之后。如 CA6140 型卧式车床型号中的“A”为结构特性代号,表示 CA6140 型卧式车床在结构上有别于 C6140 型卧式车床。

为避免混淆,通用特性代号的字母不能用作结构特性代号。可用作结构特性代号的字母有:A、D、E、L、N、P、R、S、T、U、V、W、X、Y,也可将这些字母中的两个组合起来表示,如 AD、AE…等。

3. 机床的组、型代号

每类机床划分为十个组,每组又划分为十个系列。机床的组、型代号用两位阿拉伯数字分别表示,第一位数字表示组别,第二位数字表示型别,位于类代号或通用特性代号(或结构特性)之后。例如,CA6140 型卧式车床型号中的“61”,说明它属于车床类 6 组、1 型。

4. 主参数或设计顺序号

主参数是表示机床规格大小及反映机床最大工作能力的一种参数,是以机床最大加工尺寸或与此有关的机床部件尺寸的折算值表示,位于组、型代号之后。

各种型号的机床,其主参数的折算系数可以不同,一般来说,对于以最大棒料直径为主参数的自动车床、以最大钻孔直径为主参数的钻床和以额定拉力为主参数的拉床,其折算系数为 1;对于以床身上最大工件回转直径为主参数的卧式车床、以最大工件直径为主参数的绝大多数齿轮加工机床、以工作台工作面宽度为主参数的立式和卧式铣床、绝大多数镗床和磨床,其主参数的折算系数为 1/10;大型的立式车床、龙门刨床、龙门铣床的主参数折算系数为 1/100。

某些通用机床,当无法用一个主参数表示时,在型号中用设计顺序号表示,设计顺序号由 01 开始。例如某厂设计试制的第五种仪表磨床为刀具磨床,因该磨床无法用主参数表示,故用设计顺序号“05”表示,则此磨床的型号为 M0605。

5. 第二主参数

第二主参数一般是指主轴数、最大跨距、最大工件长度、最大模数、最大车削（磨削、刨削）长度及工作台工作面长度等。它在型号中的表示方法如下：

1) 多轴机床的主轴数，以实际的轴数标于型号中主参数之后，并用“·”分开，读作“点”。

2) 当机床的最大工件长度、最大加工长度、工作台工作面长度、最大跨距、最大模数等第二参数变化，引起机床结构产生较大变化时，为了区分，将第二主参数列入型号的末端并用“×”分开，读作“乘”。凡第二主参数属于长度、跨距、行程等的折算系数为 1/100；凡属直径、深度、宽度用 1/10 折算系数；最大模数、厚度等以实际值列入型号。

6. 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、试制和鉴定后，应在机床型号中加重大改进顺序号，以示区别。重大改进顺序号按改进的次序分别用汉语拼音字母（大写）A、B、C…等表示。例如型号 CG6125B 中的“B”表示 CG6125 型高精度卧式车床的第二次重大改进。

7. 同一型号机床的变型代号

某些专门用途的通用机床，如加工曲轴、凸轮轴的车床及磨床、双端面磨床，专门化半自动车床等，需要按不同的加工对象，在基型机床的基础上，变换机床的结构型式。这种变型机床，在原机床型号之后加 1、2、3…等数字，并用“/”分开，读作“之”。

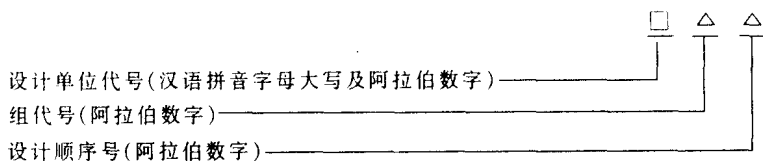
综上所述，再举两个例子如下：

1) 型号为 C2150·6 表示加工最大棒料直径为 50mm 的卧式六轴自动车床；

2) 型号为 M7150A 表示工作台工作面宽度为 500mm，经第一次重大改进设计的卧轴矩台平面磨床。

（二）专用机床型号

专用机床型号的编号方法如下



1. 设计单位代号

设计单位为机床研究所时，设计单位顺序号由该研究所名称的汉语拼音第一个字母（大写）表示；设计单位为机床厂时，设计单位代号由该厂所在城市的汉语拼音第一个字母（大写）及该厂在该城市建立的先后顺序号或该厂名称的汉语拼音第一个字母（大写）联合表示。

2. 组代号

组代号用一位阿拉伯数字表示。数字由 1 开始，位于设计单位代号之后，并用“—”（读作“至”）分开。专用机床的组按产品的工作原理进行划分，由各机床厂和研究所根据本厂、所的产品情况自行确定。

3. 设计顺序号

按各研究所和机床厂的设计顺序排列,由“001”起始,位于组代号之后。

五、机床的技术规格及其对选用机床的意义

每一种通用机床,都应该能够加工各种不同尺寸的工件,所以,它不可能做成一种规格。国家根据机床的生产和使用情况,规定了每一种通用机床的主参数和第二主参数系列。现以卧式车床为例加以说明。

卧式车床的主参数是在床身上工件的最大回转直径,有250、320、400、500、630、800、1000、1250mm八种规格;主参数相同的卧式车床,往往又有几种不同的第二主参数——最大工件长度。例如,CA6140型卧式车床在床身上最大回转直径为400mm,而最大工件长度有750、1000、1500、2000mm四种。

卧式车床的技术规格的内容,除主参数和第二主参数外,还有刀架上最大回转直径、中心高(主轴中心至床身矩形导轨的距离)、通过主轴孔的最大棒料直径、刀架的最大行程、主轴内孔的锥度、主轴转速范围、进给量范围、加工螺纹的范围、电动机功率等。CA6140型卧式车床的技术规格见表0-3。

表 0-3 CA6140 型卧式车床的主要技术规格

最大加工直径 /mm	在床身上	400	主轴内孔锥度		6号	
	在刀架上	210	主轴转速范围/($r \cdot \min^{-1}$)		10—1400 (24级)	
	棒料	46	进给量范围 / $(\text{mm} \cdot r^{-1})$	纵向	0.028~6.33 (64级)	
最大加工长度/mm		650、900、1400、1900		横向	0.014~3.16 (64级)	
中心高/mm		205	加工 螺 纹 范 围	公制/mm		1—192 (44种)
顶尖距/mm		750、1000、1500、2000		英制/(牙·in ⁻¹)		2~24 (20种)
刀架最大行程 /mm	纵向	650、900、1400、1900		模数/mm		0.25~48 (39种)
	横向	320		径节/(牙·in ⁻¹)		1~96 (37种)
	刀具溜板	140	主电动机功率/kW		7.5	

了解机床的技术规格,对正确使用和合理选用机床都具有十分重要的意义。例如,当使用两顶尖进行加工或在主轴上安装心轴和其它夹具时,需了解主轴内孔锥度;当采用长棒料加工时,要了解最大加工棒料直径;当需要在主轴端上安装卡盘或花盘等夹具时,需了解主轴端的外锥体或螺纹尺寸;当加工螺纹或决定切削用量时,要选择机床所具有的主轴转速和进给量,要考虑机床的电动机功率是否够用等。所以,只有结合机床的技术规格进行全面的考虑,才能达到正确使用和合理选用机床的目的。

六、机床的型式品种

由于各使用部门所加工的工件和生产规模不同,对机床的性能和结构的要求也就不同,因此,同一规格的一类机床,还需具备多种不同的型式品种,以满足各种各样的要求。卧式车床的型式品种有普通型、万能型、轻型之分。万能型中以万能车床为“基型”,在此基础上将结构稍作变动,派生出马鞍车床、加高车床、长轴车床、万能卡盘车床和万能精密车床等“变型”机床。普通型的万能性较窄,如只能加工公制螺纹。但普通型车床的结构较简单,具有较好的刚度和抗振性,生产率较高,适用于大批和成批生产车间。轻型的特点是结构简单、体积小、质量轻,适用于医疗、卫生、轻工、纺织等行业及农机具制造和维修部门。

练习与思考题

0-1 说明下列机床型号的意义：

X6132, X5032, C6132, Z3040, T6112, Y3150, CB3463-1, C1312, B2010A

0-2 通用机床的型号包含哪些内容？

0-3 在使用和选用机床之前，了解机床的主要技术规格有什么意义？

0-4 按运动轨迹可将数控机床分为几类？

0-5 数控机床按工艺用途有哪些类型？各用于什么场合？

0-6 什么是开环控制系统？它的优缺点是什么？适用于什么场合？

0-7 什么是闭环控制系统？它的优缺点是什么？适用于什么场合？

0-8 点位控制方式与轮廓控制方式有什么不同？各适用于什么场合？

第一章 机床传动的基础知识

第一节 机床的运动

一、表面成形运动

切削加工时，刀具和工件必须作一定的相对运动，以切除坯件上多余金属，形成一定形状、尺寸和质量的表面，从而获得所需的机械零件。刀具与工件之间的这种形成加工表面的运动叫做表面成形运动，简称成形运动。如图 1-1a 所示，车削圆柱表面时，工件的旋转运动 n 和车刀平行于工件轴线方向的运动 f 就是机床上的成形运动；车削端面（图 1-1b）时，其表面成形运动为工件的旋转运动 n 和车刀垂直工件轴线方向的运动 f 。

成形运动按切削过程中所起的作用，可分为主运动和进给运动。主运动是切除工件上的被切削层，使之转变为切屑的最基本运动，如车削时工件的旋转运动；进给运动是不断地把被切削层投入切削，以逐渐切出整个工件表面的运动，如车削时刀具平行于工件轴线方向及垂直于工件轴线方向的运动都属于进给运动。主运动的速度高，消耗的功率大，进给运动的速度较低，消耗的功率也较小。任何一种机床，通常只有一个主运动，但进给运动可能有一个或多个，也可能没有。

成形运动按其组成可分为简单成形运动和复合成形运动两种。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，且各运动之间不必保持严格的相对运动关系，则称此成形运动为简单成形运动。如车削内外圆柱表面或端面时，工件的旋转运动 n 和刀具的直线移动 f 就是两个简单成形运动。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或（和）直线运动，并按照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。如车削内外螺纹（图 1-1c）时，工件的旋转运动 n 和刀具平行于工件轴线的直线运动 f 之间必须保持严格的相对运动关系，即当工件旋转一转时，车刀必须准确地移动一个螺纹导程，则工件的旋转运动和刀具的直线移动就组成了复合成形运动。

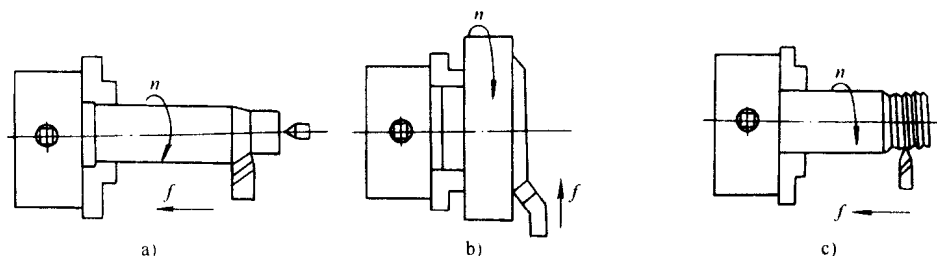


图 1-1 表面成形运动

二、辅助运动

机床在加工过程中除了完成上述表面成形运动外，还需完成其它一系列运动。如刀具相对工件的横向切入运动；刀具趋近和退出工件的运动；工件和刀具的装夹、松开、转位及工

件的分度等运动。这些运动为表面成形创造了条件，但与表面成形过程没有直接关系，称为辅助运动。

第二节 机床的传动形式与运动联系

一、机床的传动形式

机床加工过程中所需的各种运动，是通过动力源、传动装置和执行件并以一定的规律来实现的。其中：

(一) 执行件

执行件是执行机床运动的部件，如主轴、刀架、工作台等。执行件用于装夹刀具或工件，并直接带动其完成一定的运动形式和保证准确的运动轨迹。

(二) 动力源

动力源是为执行件提供动力和运动的装置，常采用的动力源是三相异步电动机。

(三) 传动装置

通过传动装置把动力源的动力和运动传给执行件。它除了完成动力和运动的传递外，还需完成变速、变向等任务，以便使执行件完成各种运动，以满足加工要求。

传动装置一般有机械传动、液压传动、电气传动、气压传动等。

1. 液压传动

油液经液压泵输出、再由液压元件（如控制元件）输送到执行元件，以传递动力和运动。液压传动较多地用于直线运动，其运动比较平稳，容易实现自动化，在磨床、组合机床及液压刨床等机床上应用较多。

2. 电气传动

在大型、重型机床上较多应用直流电动机、发电机组；在数字控制机床上，常用机械传动与步进电动机或电液脉冲马达、伺服电动机等联合传动，用以实现机床的无级变速等。电气传动容易实现自动控制。

3. 气压传动

通过气动元件来传递动力和运动，其特点是易于获得高转速，易于实现自动化；但驱动力小，运动不易稳定。它可用于高速内圆磨床的主运动、小型机床的进给运动以及机床上的某些辅助运动，如工件的夹紧和松开等。

4. 机械传动装置

机械传动装置分为无级变速和分级变速的传动装置。由于无级变速传动装置的变速范围小，零件制造精度要求很高、经济性较差，一般不常采用，被液压和电气的无级变速所取代。下面着重介绍几种常用的机械传动装置。

(1) 定比传动副 定比传动副包括齿轮副、齿轮齿条副、蜗杆副、丝杠螺母副和带传动等。它们的共同特点是传动比固定不变，而齿轮齿条副和丝杠螺母副还可以将旋转运动转变为直线运动。

(2) 换置机构 换置机构是根据加工要求可以变换传动比和传动方向的传动机构，如挂轮变速机构，滑移齿轮变速、换向机构，离合器换向机构等，统称为换置机构。

1) 滑移齿轮变速组。如图 1-2a 所示，轴 I 上装有三个固定齿轮 z_1 、 z_2 和 z_3 ，三联

滑移齿轮 z'_1 、 z'_2 和 z'_3 制成一体，并以花键与轴 II 连接，当它分别处于左、中、右三个不同的啮合工作位置时，使传动比不同的齿轮副 z_1/z'_1 、 z_2/z'_2 、 z_3/z'_3 ，依次啮合工作。此时，如轴 I 只有一种转速，则轴 II 可得三种不同的转速。除三联齿轮变速组外，机床上常用的还有双联滑移齿轮变速组。滑移齿轮变速组结构紧凑，传动效率高，变速方便，能传递很大的动力，但不能在运转过程中变速，多用于机床的主要运动中。

2) 离合器变速组。如图 1-2b 所示，轴 I 上装有两个固定齿轮 z_1 、 z_2 ，它们分别与空套在轴 II 上的齿轮 z'_1 、 z'_2 相啮合。端面齿离合器 M_1 用花键与轴 II 相连。当离合器 M_1 向左或向右移动，依次地与 z'_1 及 z'_2 的端面齿相啮合时，轴 I 的运动由 z_1/z'_1 或 z_2/z'_2 的不同传动比经 M_1 传给轴 II，如轴 I 只有一种转速，则轴 II 可得两种不同转速。离合器变速组变速方便，变速时齿轮不需移动，故常用于斜齿圆柱齿轮传动中，使传动平稳。另外，如将端面齿离合器换成摩擦片式离合器，则可使变速组在运转过程中变速。但这种变速的各对齿轮经常处于啮合状态，磨损较大，传动效率低。它主要用于重型机床以及采用斜齿圆柱齿轮传动的

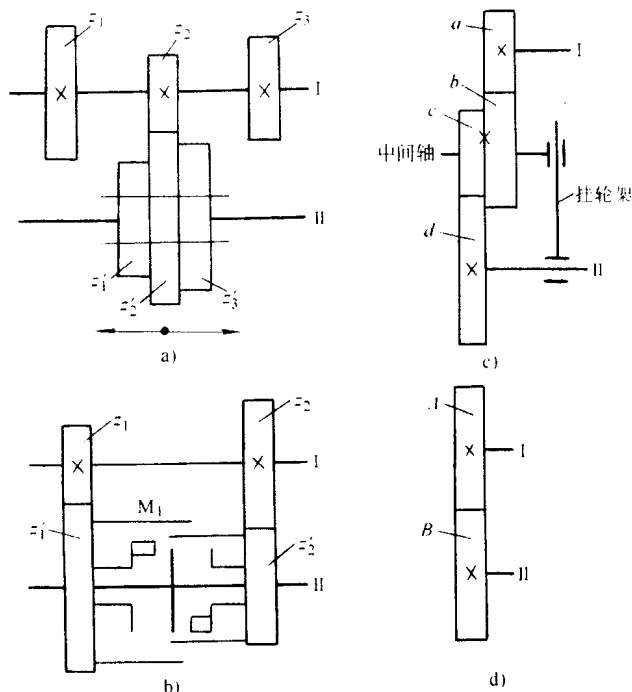


图 1-2 常用的机械分级变速组

变速组（端面齿离合器）以及自动、半自动机床（摩擦片式离合器）中。

3) 挂轮变速组。挂轮变速组常采用一对挂轮（图 1-2d）或两对挂轮（图 1-2c）等两种形式。一对挂轮变速组的结构简单，只要在固定中心距的轴 I 和轴 II 上装上传动比不同，但“齿数和”相同的齿轮副 A、B，则可由轴 I 的一种转速，使轴 II 得到不同的转速。两对挂轮的变速组需要有一可以绕轴 II 摆动的挂轮架，中间轴在挂轮架上可作径向调整移动，并用螺栓紧固在任何径向位置上。挂轮 a 用键与主动轴 I 相连，挂轮 d 用键与从动轴 II 相连，而 b、c 挂轮通过一个套筒空套在中间轴上。当调整中间轴的径向位置使 c、d 挂轮正确啮合之后，则可摆动挂轮架使 b 轮与 a 轮也处于正确的啮合位置。因此，改变不同齿数的挂轮，则能起到变速的作用。挂轮变速组可使变速机构简单、紧凑，但变速调整费时。一对挂轮的变速组刚性好，多用于主运动中；两对挂轮的变速组由于装在挂轮架上的中间轴刚度较差，一般只用于进给运动以及要求保持准确运动关系的齿轮加工机床、自动和半自动车床的传动中。

4) 滑移齿轮变向机构。如图 1-3a 所示，轴 I 上装有一齿数相同的 ($z_1 = z'_1$) 双联齿轮，轴 II 上装有一花键连接的单联滑移齿轮 z_2 ，中间轴上装有一空套齿轮 z_0 。当滑移齿轮 z_2 处于图示位置时，轴 I 的运动经 z_0 传给齿轮 z_2 ，使轴 II 的转动方向与轴 I 相同；当滑移