



普通中等专业教育机电类规划教材
机械工业出版社精品教材

金属切削机床

吴国华 主编



普通中等专业教育机电类规划教材
机械工业出版社精品教材

金属切削机床

主编 吴国华
协编 蒋建礼 田 鸣
主审 谢凤岐



机械工业出版社

本书主要包括机床传动基础知识, 车床、铣床、钻床、镗床、磨床、刨床、拉床、齿轮加工机床、自动车床、数控机床等典型机床介绍, 机床主传动及主要部件结构分析, 机床改装, 组合机床, 机床安装维护等部分内容。通过上述内容的介绍, 阐述了机床性能、传动、结构组成及其工作原理, 机床的调整使用、维护以及设计简单专用机床, 进行机床改装的基本方法。书中每章后均附有习题与思考题, 以供复习巩固及加深理解用。

本书为中等专业教育机电类规划教材, 也可供职工中专、业余工大及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/吴国华主编. —北京: 机械工业出版社, 1999.9 (2006.8 重印)

普通中等专业教育机电类规划教材

ISBN 7-111-04799-0

I. 金… II. 吴… III. 机床-专业学校-教材

IV. TG5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 45387 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: 王海峰 汪光灿 王世刚

版式设计: 张世琴 责任校对: 申春香

封面设计: 姚毅 责任印制: 洪汉军

北京京丰印刷厂印刷

2006 年 8 月第 1 版第 17 次印刷

184mm×260mm · 18.25 印张 · 445 千字

252 001—259 000 册

定价: 24.00 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) 68326294

编辑热线 (010) 68354423

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是根据 1993 年机械工业部中等专业学校机械制造专业教学指导委员会主持制订的“金属切削机床”课程教学大纲编写的,可作为招收初中毕业生的机械制造专业教材,也可供有关工程技术人员作参考。

本书在内容编排及处理上注意到以下三点:

1. 着重培养学生具有对机床进行选择、使用调整及维护的能力,同时应使学生具备机床设计方面的基本知识,具有设计简单专用机床的能力。

2. 在重点内容讲清、讲透的基础上,兼顾面上,以点带面。这样既使学生对于某一型号的机床有较完整的认识,同时又对同类机床有较全面的了解。

3. 文字上力求深入浅出,通顺易懂,图文并茂,便于学生阅读理解。

全书共分十四章,其中第一章为机床传动基础知识,以使学生在后续章节内容学习打下基础;第二章至第八章为通用机床,重点介绍了卧式车床、万能升降台铣床、摇臂钻床、卧式铣镗床、万能外圆磨床、龙门刨床、滚齿机及单轴转塔自动车床等典型机床的性能、传动、主要部件结构及机床的调整,以培养学生具有认识、分析机床以及对常用机床进行调整的能力;第九章为数字程序控制机床,通过对数控机床的组成、分类、工作原理、典型机构及程序编制的简介,使学生对数控机床及编程有一初步认识;第十章至第十三章介绍了机床分级变速系统、机床主要部件结构、机床改装及组合机床等内容,以培养学生具有设计简单专用机床及改装一般机床的初步能力;第十四章为机床的安装验收及维护,主要介绍了机床安装的基本方法、机床的精度标准、检验方法以及机床的保养、维修,以培养学生具有解决生产现场中有关技术问题的能力。

参加本节编写的人员有沈阳市机电工业学校吴国华(绪论、第一、二、三、四、十章)、浙江机械工业学校蒋建礼(第五、六、七章)、大连工业学校田鸣(第八、九、十一、十二、十三、十四章)。本书主编为吴国华,主审为山东机械工业学校谢凤岐高级讲师。参加本书审稿会议的还有北京市机械工业学校林丛滋、芜湖机械学校陈云明、无锡机械制造学校顾京、长春市机械工业学校李兆松、广西机械工业学校莫秀群等。本书在编写过程中,还得到有关学校、工厂及研究所的大力支持和热忱帮助,在此一并表示衷心感谢。

由于编写时间仓促和编者水平有限,书中难免有错误及不妥之处,敬盼读者批评指正。

编者 1995 年 4 月

序 言

《机械制造工艺学》《机床夹具设计》《金属切削机床》《金属切削原理与刀具》《液压传动》《公差配合与技术测量》《机械加工基础》《机床电气控制技术》《计算机应用基础》《数控机床及其应用》《冷冲模设计》《机械设备维修工艺学》等 12 种教材，系机械工业部中等专业学校机械制造专业教学指导委员会组织编写的第四轮中等专业教育机电类规划教材。本轮教材是在机械工业部教育司领导下和机械工业出版社教材编辑室的直接指导下编写而成的。

机械制造专业教学指导委员会为组织本轮教材的编写做了各项准备工作：根据机械工业部教育司下达的“关于制（修）订机械工业中等专业学校教学计划的原则和规定”，指导委员会从 1992 年 11 月到 1994 年 7 月，先后四次对机械制造专业教学计划进行制订、修改；1993 年 4 月，指导委员会分别组织各门课程骨干教师参加“教学计划”“教学大纲”的研讨，并于同年 8 月扩大至由 37 所学校 49 名科主任以上代表参加的扩大会议，对“大纲”“计划”进行了广泛讨论，因而教学计划和各课大纲反映和总结了各校教改的经验和成果，反映了各地区对机械制造专业的共同要求；为了把好教材质量关，指导委员会对各课程的编审人员进行严格遴选，从各校推荐名单中选出学术水平高并具有一定教材编写经验的教师参加本轮教材的编审工作。

为适应市场经济的需要，根据机械制造专业的教改精神，本轮教材在“必需”“够用”的前提下，保证了机械制造专业中专生有关知识的基本要求，其内容既体现了实用性，又体现了灵活性和先进性。根据每周实行五天工作制的具体情况，对教材内容作了进一步调整，每门课程的知识含量规定了上、下限，教材中除基本要求以外，还编入带“※”的内容，供各校选用，因而教材的适用范围较大，除供初中四年制中专应用以外，也可供初中三年制和高中两年制中专应用，还可供有关高等职业学校应用。热忱欢迎有关学校选用，并提出宝贵意见。

本轮教材的编写，得到了有关部门和学校的大力支持，在此表示衷心感谢。

机械工业部中等专业学校
机械制造专业教学指导委员会

目 录

前言	
绪论	1
习题与思考题	5
第一章 机床传动基础	6
第一节 机床的运动	6
第二节 常用机械传动装置	7
第三节 机床的传动系统及调整计算	14
习题与思考题	21
第二章 车床	23
第一节 CA6140 型卧式车床传动系统	23
第二节 CA6140 型卧式车床的主要部件 结构	34
第三节 其他常见车床简介	48
习题与思考题	52
第三章 铣床	54
第一节 X6132 型万能升降台铣床	54
第二节 利用万能分度头铣螺旋槽	65
第三节 其他常见铣床简介	69
习题与思考题	71
第四章 钻床和镗床	72
第一节 Z3040 型摇臂钻床	72
第二节 TP619 型卧式铣镗床	78
第三节 其他常见钻、镗床简介	86
习题与思考题	93
第五章 刨床和拉床	94
第一节 刨床	94
第二节 拉床	101
习题与思考题	103
第六章 磨床	104
第一节 概述	104
第二节 M1432A 型万能外圆磨床	104
第三节 其他常见磨床简介	113
习题与思考题	116
第七章 齿轮加工机床	117
第一节 概述	117
第二节 Y3150E 型滚齿机	119
第三节 插齿机	131
第四节 其他类型齿轮加工机床简介	136
第五节 机床的传动精度	140
习题与思考题	143
第八章 自动车床	145
第一节 C1312 型单轴转塔车床	145
第二节 其他常见自动和半自动车床	162
习题与思考题	164
第九章 数字程序控制机床	166
第一节 概述	166
第二节 数控机床的程序编制	170
第三节 数控机床的典型机构	178
习题与思考题	187
第十章 分级变速主传动系统设计	188
第一节 分级变速系统的转速数列	188
第二节 分级变速传动系统的特性	191
第三节 主传动分级变速系统拟定方法	194
第四节 传动件的计算转速及其确定	207
习题与思考题	209
第十一章 机床主要部件结构分析	210
第一节 主轴部件	210
第二节 床身与导轨	220
第三节 操纵机构	228
习题与思考题	232
第十二章 机床的改装	233
第一节 概述	233
第二节 机床改装实例	234
第三节 应用微电子技术改装机床	239
习题与思考题	242
第十三章 组合机床	243
第一节 概述	243
第二节 组合机床的通用部件	247
第三节 组合机床总体设计	255
习题与思考题	268
第十四章 机床的安装验收及维护	269
第一节 机床的安装及验收	269

第二节 机床的日常维护及保养	274	附表 A-2 常用机床组、系代号及主	
习题与思考题	275	参数	277
附录	276	附录 B 传动元件简图符号（节录自	
附录 A 金属切削机床类、组、系划分		GB4460—84）	280
及主参数	276	参考文献	285
附表 A-1 金属切削机床类、组划分表...	276		

绪 论

一、金属切削机床及其在国民经济中的地位

在现代社会的生产及生活中，人们大量使用各式各样的机器、仪器和工具。这些设备和装备都是由各种机械零件所组成，其中金属零件占了很大一部分。根据零件的材料、形状、尺寸、技术要求等具体情况，可采用铸造、锻造、焊接、冲压和切削加工等设备，来进行加工制造，但对于尺寸、形状位置精度要求较高，表面粗糙度较细的零件，通常都要采用切削加工方法，经过几道甚至几十道工序而制成。金属切削机床就是利用刀具对金属毛坯进行切削加工的一种加工设备。所以，金属切削机床是一种制造机器的机器，可称之为工作母机，通常简称为机床。在一般机械制造厂中，机床可占机器设备总台数的 50%~70%；机床所担负的加工工作量，约占机械制造总工作量的 40%~60%。可见，机床技术性能的高低直接影响机械产品的质量及其制造经济性。

机械制造工业是制造各种机械设备及工具的工业部门，担负着为国民经济中各部门提供现代化技术设备及装备的重要任务。一个国家要实现工业、农业、国防、科学技术现代化，必须具有强大的机械制造业，而机床工业则是为机械制造业提供各种制造设备的“装备部”，是机械制造业的后盾。因此，机床工业在国民经济中占有重要地位，是整个国民经济发展的主要推动力，也是衡量一个国家经济实力的标志之一。

二、金属切削机床发展概况

金属切削机床是人类在长期改造自然的斗争中，不断改善生产工具的产物。金属切削机床的出现，推动了社会生产力的发展，而工业的发展及不断涌现的科学技术成果又使机床工业本身得以不断发展。

18 世纪中叶，为适应产业革命后出现的资本主义机器大工业生产方式的需要，出现了现代机床的雏形。早期的机床采用蒸汽机当动力，加工精度不高，如最早的汽缸镗床的加工精度约为 1mm 左右。19 世纪至 20 世纪初，机床的驱动源由蒸汽机改为电动机，并一直延续至今。在以后将近百年的过程中，随着机械制造业及其他相关行业的发展，在机床工业中，不断改进设计基础理论，使用新技术、新材料、新工艺及新的试验方法，使金属切削机床在品种上及技术性能上得到了迅速的发展。

当前机床技术发展的主要方向为：

(1) 扩大机床加工工艺范围 为减少工件装夹次数，提高机床生产效率及加工精度，要求毛坯安装到机床上后，能完成尽可能多的工序。目前，一台数控镗铣床（通常称为加工中心）可对一次装夹零件进行五面加工或全部工序加工。在有的车削中心上，可进行车、铣、钻（径向或轴向孔）、车螺纹、铰、镗、滚压、磨和测量等多种工序；

(2) 提高机床加工精度 近年来，随着新技术及新切削材料的使用，机床工作精度日益提高。目前超精数控机床的定位精度可达 $0.05\sim 0.1\mu\text{m}$ ，精密车床采用金刚石刀具加工可达到 $0.05\mu\text{m}$ 的加工精度，高精度磨床则可获得更高的加工精度；

(3) 提高切削速度，缩短辅助时间 随着高速轴承及高速主轴部件的出现，极大地提

高了机床主轴的转速，从而提高了机床的加工效率。当前，一般加工中心主轴转速可达6000~12000r/min，而高速加工机床的主轴最高转速可达20000~30000r/min，内圆磨床转速可达每分钟几万至几十万转。随着主轴转速的提高，切削速度也有很大提高，如高速铣削铝制变速箱体时，切削速度可高达2500~3000m/min。

为了提高生产效率，缩短机床辅助时间也成为改进机床性能的一个重要方面。多数加工中心自动换刀时间在5s以内，先进的仅需1s。随着驱动和控制技术的进步，目前进给部件的快速行程速度最高可达45m/min，定位时间只需1s；

(4) 机床自动化程度日益提高 随着微电子、计算机技术的不断发展，机床的自动化程度越来越高。数控机床的出现可说是机床自动化技术发展的里程碑。在发达国家中，计算机数控机床(CNC)已成为机床制造业的主导产品。计算机不仅可直接控制机床的加工过程，而且可担当起控制工件测量，监控刀具磨损及破损，控制工件自动供给等等工作，大大提高了机床的自动化程度。

我国的机床工业是在解放以后建立和发展起来的。经过40余年的不断努力，我国机床工业已由只能生产简单机床，发展到能生产2000余种金属切削机床通用品种，年产量达到20万台左右，机床拥有量到1990年为317万台。我国有些厂家和研究所研制、生产的数控车床、加工中心、柔性加工系统、高精度磨床等都具有较先进的技术水平。我国生产的机床基本能满足国内需求，并有部分出口其他国家。

虽然我国的机床工业已具有一定的规模和水平，但也应看到，由于起步晚、底子薄，与世界先进国家相比还存在一定差距，主要体现在机床的性能、精度保持性、可靠性和生产率等方面。这就需要进一步加强机床基础理论研究，引进世界先进技术，改进和提高加工及装配工艺，推动机床工业迅速发展，从而为机械制造业及国民经济其他各部门提供品种繁多、性能优良的技术设备。

三、金属切削机床的分类

金属切削机床的品种和规格繁多，为了便于区别、管理和使用机床，在国家制订的机床型号编制方法中，按照机床的加工方式，使用的刀具及其用途，将机床分为12类：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。磨床的品种较多，故又分为三个分类。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（见表0-1）。

表 0-1 通用机床类代号

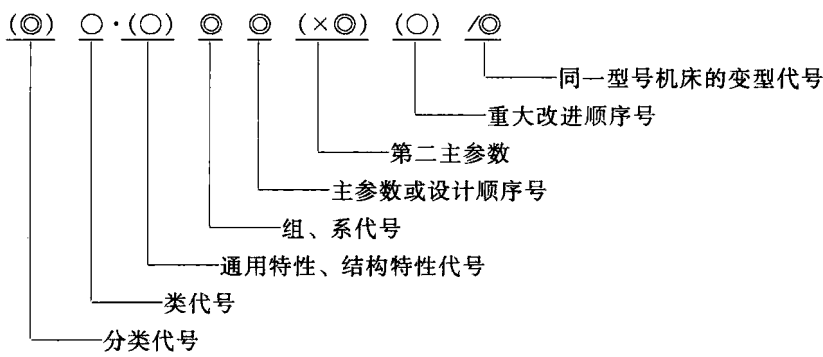
类 别	车 床	钻 床	镗 床	磨 床			齿 轮 加 工 机 床	螺 纹 加 工 机 床	铣 床	刨 插 床	拉 床	特 种 加 工 机 床	锯 床	其 他 机 床
代 号	C	Z	T	M	2M	3M	Y	S	X	B	L	D	G	Q
读 音	车	钻	镗	磨	二磨	三磨	牙	丝	铣	刨	拉	电	割	其

除上述基本分类法外，还可按机床的其他特征分类。如按机床自动化程度的不同，可分为手动、机动、半自动和自动机床；按机床重量的不同，分为仪表机床、中型机床、大型机床、重型机床等；按照机床工艺范围的宽窄（万能性程度）可分为通用机床、专门化机床及专用机床。通用机床的加工范围较广，可加工多种零件的不同工序。常见的卧式车床、万能

升降台铣床、摇臂钻床等均属此类机床。专门化机床用于加工不同尺寸的一类或几类零件的某一道（或几道）特定工序，如花键轴铣床、凸轮轴车床等。专用机床是为某一特定零件的特定工序所设计的，其工艺范围最窄。另外还可按机床主要工作部件数目，将机床分为单轴、多轴或单刀、多刀机床。

四、金属切削机床的型号编制

现行的金属切削机床型号编制方法（JB1838—85）是由机械工业部于 1985 年颁布实施的。根据该标准，通用机床的型号表示方法为：



型号表示方法中，有“○”符号者，为大写的汉语拼音字母；有“◎”符号者，为阿拉伯数字。另外，有括号的代号或数字，当无内容时，不表示；若有内容，则应表示，但不带括号。

1. 机床的类、组、系代号

机床的类别及分类代号见表 0-1。每类机床划分为 10 个组，每个组又划分为 10 个系（系列）。组、系划分的原则为：在同一类机床中，其结构性能及使用范围基本相同的机床，即为同一组。在同一组机床中，其主参数相同，并按一定公比排列，工件及刀具本身的和相对的运动特点基本相同，而且基本结构及布局形式相同的机床，即为同一系。

机床的组、系代号用两位阿拉伯数字表示，位于类代号之后，如型号中有特性代号，则位于特性代号之后。各类机床组的划分及其代号见附表 A-1。

2. 通用特性和结构特性代号

当某类型机床，除有普通形式外，还有某种通用特性时，则在类代号之后加通用特性代号予以区分。机床的通用特性代号见表 0-2，表中代号在各类机床型号中，所表示的意义相同。

表 0-2 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	简式
代 号	G	M	Z	B	K	H	F	Q	C	J
读 音	高	密	自	半	控	换	仿	轻	重	简

对主参数相同而结构、性能不同的机床，在型号中加结构特性代号予以区分。如机床型

号中有通用特性代号，结构特性代号以大写汉语拼音字母列于其后，否则直接列于类代号后。能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 和 Y；也可将上述字母中两个组合起来使用，如 AD、AE 等。

3. 机床的主参数或设计顺序号

机床型号中的主参数用折算值表示，位于组、系代号之后。当折算数值大于 1 时，取整数，前面不加“0”；当折算数值小于 1 时，则以主参数值表示，并在前面加“0”。主参数的计量单位，尺寸以毫米（mm）计，拉力以千牛（kN）计，功率以瓦（W）计，扭矩以牛·米（N·m）计。

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”。

4. 机床的第二主参数

当机床的最大工件长度、最大切削长度、工作台面长度、最大跨距等以长度单位表示的第二主参数的变化，将引起机床结构、性能发生较大变化时，为了区分，可将第二主参数列入型号的后部，并用“×”分开，读作“乘”。凡属长度（包括跨距、行程等）的，采用“1/100”的折算系数；凡属直径、深度、宽度的，则采用“1/10”的折算系数；如以厚度、模数、轴数作为第二主参数的则以实际数值列入型号。附表 A-2 列出了常用机床组、系代号及主参数、第二主参数。

5. 机床的重大改进顺序号

当机床的结构、性能有重大改进和提高，并按新产品重新设计、试制和鉴定时，才在机床型号之后，按 A、B、C（I、O 除外）等汉语拼音字母的顺序选用，加入型号的尾部，以区别原机床型号。

6. 机床的变型代号

如根据不同的加工需要，在基本型号机床的基础上，仅改变机床的部分性能结构时，则在原机床型号后，加 1、2、3 等阿拉伯数字的顺序号，并用“/”分开，读作“之”，以便与原机床型号区分。

7. 通用机床型号实例

例 1 最大磨削直径为 320mm 的高精度万能外圆磨床，其型号为：MG1432。

例 2 最大棒料直径为 50mm 的六轴棒料自动车床，其型号为：C2150×6。

例 3 工作台面宽度为 630mm 的单柱坐标镗床，经第一次重大改进后的型号为：T4163A。

例 4 最大回转直径为 400mm 的半自动曲轴磨床的第一种变型的型号为：MB8240/1。

工厂中目前所使用的机床中，有相当一部分是根据国家 1985 年以前颁布的机床型号编制方法编制的，这些型号的涵义可参阅有关标准。

五、金属切削机床的主要技术参数

某种型号的机床，除了主参数和第二主参数外，还有一些反映机床性能的技术参数。这些技术参数主要包括尺寸参数、运动参数及动力参数。尺寸参数反映了机床能加工零件的尺寸范围以及与附具的联系尺寸，例如卧式车床的顶尖距、主轴内孔锥度，摇臂钻床的摇臂升降距离、主轴行程等。运动参数反映了机床执行件的运动速度，如主轴的转速范围、刀架或工作台的进给量范围等。动力参数多指电动机功率及某些机床的主轴最大允许扭矩等。

了解机床的主要技术参数，对于正确使用和合理选用机床具有重大意义。例如根据工艺要求，确定切削用量后，就应按照机床所能提供的功率及运动参数，选择合适的机型。又如在设计夹具时，应充分考虑机床的尺寸参数，以免夹具不能正确安装或发生运动干涉。机床的各种主要技术参数，可从机床说明书中查出。

习题与思考题

- 0-1 为什么说金属切削机床在国民经济中占有重要地位？
- 0-2 解释下列机床型号：X4325、Z5140、Z3140×16、T4163、CK6132、MGK1320A。
- 0-3 机床主要技术参数主要指什么？了解机床主要技术参数有什么意义？

第一章 机床传动基础

第一节 机床的运动

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多余金属，而获得具有一定几何形状、尺寸精度、位置精度和表面质量的工件。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起动之后，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。

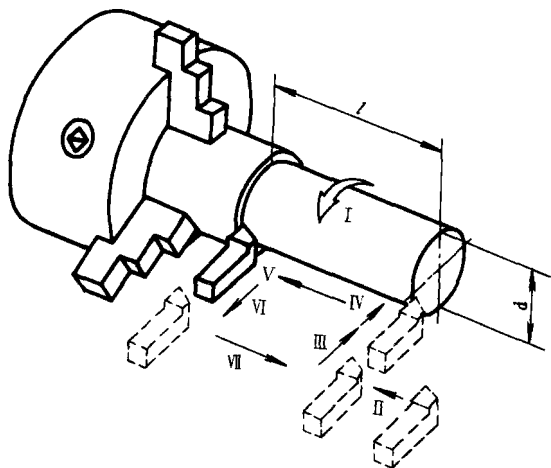


图 1-1 车削圆柱表面所需运动

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。

一、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 所示中，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 1-2a 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 1-2b）。

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，使之变为切屑的运动，称为主运动。例如，车床上工件的旋转、钻、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 $1/30 \sim 1/25$ 。

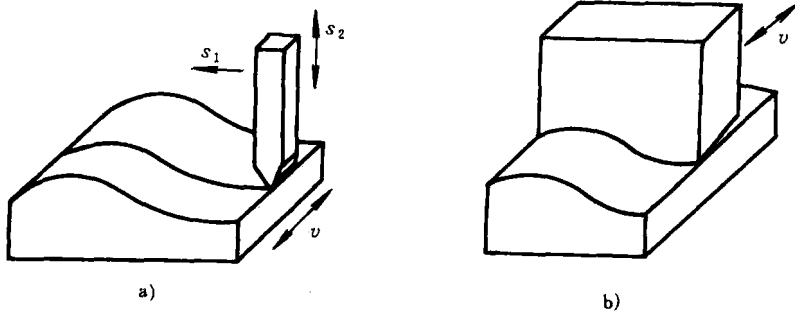


图 1-2 刨削成形面

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 1-2b 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。

二、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形成无直接关系，但也是整个加工过程中必不可少的。上述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，机床的起动、停车、变速、换向以及部件和工件的夹紧、松开等的操纵控制运动，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。

第二节 常用机械传动装置

为获得加工过程中所需的各种运动，机床应具备执行件、运动源和传动装置三个部分。执行件是直接执行机床运动的部件，如刀架、主轴、工作台等。工件或刀具装夹于执行件上，并由其带动，按正确的运动轨迹完成一定的运动。运动源是给执行件提供运动和动力的装置，最常用的是三相异步电动机，有的机床也采用直流电动机、步进电动机等。传动装置是把运动源的运动和动力传递至执行件，并使其获得一定速度和方向的装置。传动装置还可将两个执行件联系起来，使执行件间具有一定的相对运动关系。

传动装置一般有机、液、电、气等各种形式，本节只介绍常用的机械传动装置。

一、典型分级变速传动机构

机床的变速可分无级变速、分级变速两种。由于机械传动的无级变速装置的变速范围小，结构又较复杂，故很少采用，而代之以液压或电气控制的无级变速。这里介绍几种典型的机械分级变速传动机构。

1. 滑移齿轮变速机构

如图 1-3a 所示，轴 I 上安装有三个轴向固定的齿轮 z_1 、 z_2 和 z_3 ，由 z'_1 、 z'_2 和 z'_3 组成的三

联滑移齿轮块，通过花键与轴Ⅱ连接。当齿轮块分别滑移至左、中、右三个啮合位置时，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。因而，当轴Ⅰ的转速不变时，轴Ⅱ可得到三级不同的转速。除以上介绍的三联滑移齿轮块变速外，常用的还有双联滑移齿轮块变速。滑移齿轮变速机构结构紧凑，传动效率高，传递力大，变速比较方便（但不能在运转中变速），在机床中得到广泛应用。

2. 离合器变速机构

如图 1-3b 所示，齿轮 z_1 和 z_2 固定安装于主动轴Ⅰ上，并分别与空套在轴Ⅱ上的齿轮 z'_1 和 z'_2 保持啮合。端面齿离合器 M 通过花键与轴Ⅱ相连接。离合器 M 向左或向右移动时，可分别与齿轮 z'_1 或 z'_2 的端面齿相啮合，从而将 z'_1 或 z'_2 的运动传给轴Ⅱ。由于 z_1/z'_1 和 z_2/z'_2 的传动比不同，因而在轴Ⅰ转速不变时，可使轴Ⅱ得到两种不同的转速。离合器变速机构变速方

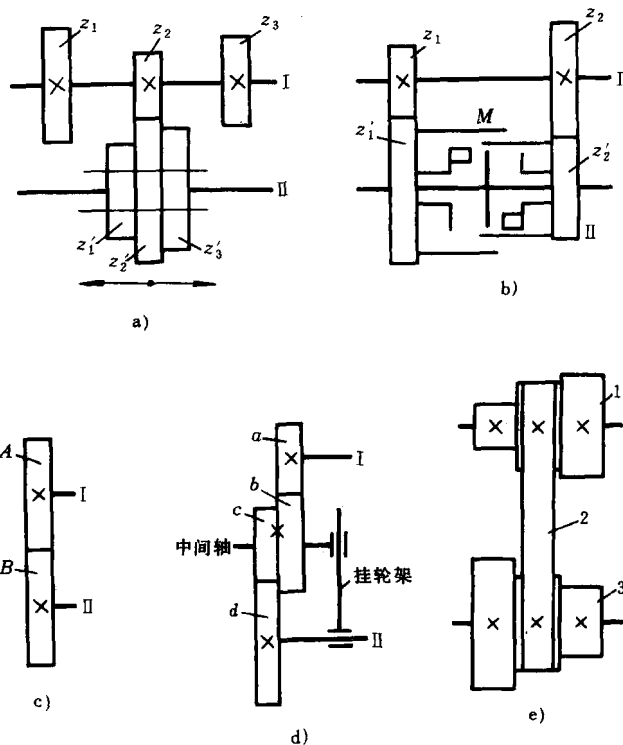


图 1-3 典型分级变速机构

1、3—带轮 2—传动带

便，变速时，齿轮无需移动，适用于斜齿轮传动。如采用摩擦片式离合器，则可在运转中进行变速。离合器变速机构的主要缺点是齿轮副经常处于啮合状态，磨损较大、传动效率较低。端面齿离合器通常用于重型机床以及斜齿轮传动；摩擦片式离合器常用于自动、半自动车床。

3. 更换挂轮变速机构

该机构通过更换两轴间齿轮副的齿轮齿数，改变其传动比，而达到变速的目的。图 1-3c 为采用一对挂轮的变速机构。在轴Ⅰ、Ⅱ上分别装有一个可装卸更换的齿轮 A 和 B ，根据不同的传动比，选择并装上一定齿数的齿轮，就可变速。应注意的是，因为轴Ⅰ、Ⅱ的中心距是固定不变的，故在模数不变的情况下，齿轮 A 和 B 的齿数和应保持一定。图 1-3d 为采用两对配换挂轮的变速机构。在固定轴Ⅰ、Ⅱ上分别装有齿轮 a 和 d ，齿轮 b 和 c 安装在可通过挂轮架调整位置的中间轴上。两对齿轮可通过调整中间轴的位置而得到正确啮合。挂轮架的结构及工作原理可见图 1-4。根据所需传动比选择好齿轮 a 、 b 、 c 和 d 后，可先将齿轮 a 和 d 分别固定在轴Ⅰ和轴Ⅱ上，然后将齿轮 b 和 c 通过键与套筒 3 安装在一起。由于套筒 3 空套在套筒 4 上，故齿轮 b 和 c 与套筒 3 可绕中间轴 5 空转。将中间轴 5 沿挂轮架直槽移动，使齿轮 c 与齿轮 d 正确啮合，然后拧紧螺母 1，经垫圈 2 和套筒 4 将中间轴夹紧在挂轮架 7 上。为使齿轮 b 和 a 正确啮合，只须绕轴Ⅱ摆动挂轮架 7 一定角度即可。最后，用螺母通过

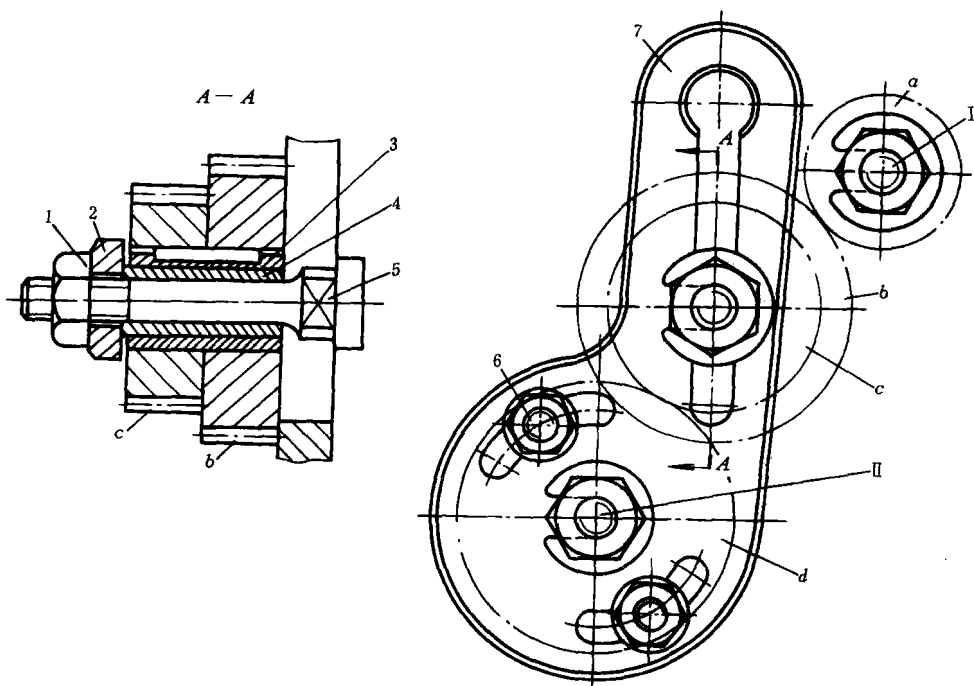


图 1-4 挂轮架结构

1—螺母 2—垫圈 3、4—套筒 5—中间轴 6—螺钉 7—挂轮架

两个从挂轮架弧形槽穿出的螺钉 6，将挂轮架紧固在机体上。由于中间轴 5 可在挂轮架尺寸允许范围内，任意调整其相对于固定轴 I、II 的位置，因此，采用这种机构，可装上各种齿数的配换齿轮，获得准确的传动比。

配换挂轮变速机构，结构简单紧凑，但变速调整费时，主要用于不需经常变速的自动、半自动机床。采用挂轮架结构时，由于中间轴刚性较差，只适用于进给运动，但采用挂轮变速，可获得精确传动比，并能缩短传动链，减少传动误差，故常用于要求传动比准确的场合，如齿轮加工机床、丝杠车床等。

4. 带轮变速机构

如图 1-3e 所示，在传动轴 I 和 II 上，分别装有塔形带轮 1 和 3。当轴 I 转速一定时，只要改变传动带 2 的位置，就可得三种不同的带轮直径比，从而使轴 II 得到三种不同转速。

带轮变速机构通常采用平带或 V 带传动，其特点是结构简单，运转平稳，但变速不方便，尺寸较大，传动比不准，主要用于台钻、内圆磨床等一些小型、高速的机床，也用于某些筒式机床。

二、离合器

在机床上常采用离合器来使安装在同轴线的两轴或轴与空套其上的齿轮、带轮等传动件保持结合或脱开，以传递或断开运动，从而实现机床运动的起动、停止、变速、变向等。常见的离合器有啮合式离合器、摩擦式离合器、超越离合器和安全离合器等。

1. 啮合式离合器

啮合式离合器可根据其结构形状分为牙嵌式和齿轮式两种。图 1-5a 所示为牙嵌式离合器。空套在轴 4 上的齿轮 1 和用导键（或花键）3 与轴 4 连接的离合器 2 的端面上都加工有齿爪（见图 1-5b），用操纵机构使离合器 2 向左移动，就可使其齿爪与齿轮的端面齿啮合，传递运动和扭矩，使轴 4 与齿轮 1 一起旋转。离合器向右移动，则断开运动联系，使齿轮与轴的传动联系脱开。

图 1-5c、d 为齿轮式离合器，由具有直齿圆柱齿轮形状的两个零件组成。两者的齿数和模数完全相同，但一个为外齿轮，一个为内齿轮。通过操纵机构使两个齿轮相互啮合时，便可将空套齿轮与轴（图 1-5c）或同轴线的两轴（图 1-5d）连接而一起旋转。齿轮脱离啮合，则运动联系断开。

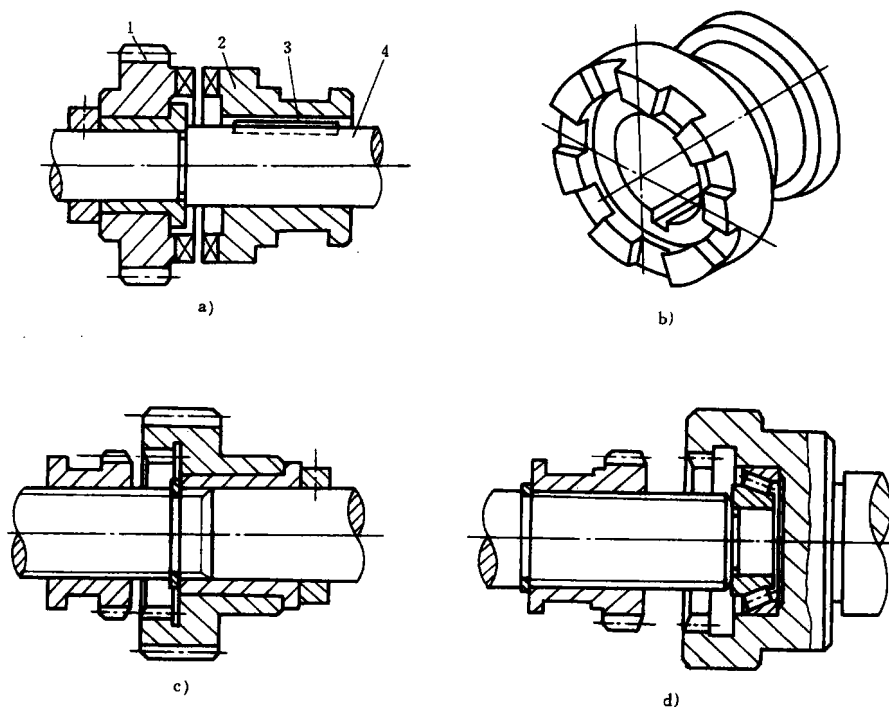


图 1-5 啮合式离合器

1—齿轮 2—离合器 3—导键 4—轴

啮合式离合器结构简单、紧凑，传递扭矩大，传动比准确，但为避免结合时发生冲击，只能在停转或低速时进行结合。因此，这种离合器常用于要求保持严格运动关系或速度较低的传动中。

2. 摩擦式离合器

摩擦式离合器通过相互压紧的两零件接触面之间的摩擦力来传递运动和扭矩。当零件接触面被压紧贴合或松开时，运动就被接通和断开。摩擦式离合器种类很多，以下介绍一种机床中常用的机械式多片摩擦离合器（图 1-6）。