


高职高专“十二五”规划教材

零件加工工艺 与夹具设计

LINGJIAN JIAGONG GONGYI
YU JIAJU SHEJI

欧艳华 谷礼双 主编

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



配电子课件

高职高专“十二五”规划教材

零件加工工艺与夹具设计

主 编 欧艳华 谷礼双
副主编 陈 新 林 泉
参 编 李 成 贾 文 黄锡光 杨 南
主 审 宾玉宝



机械工业出版社

本书是根据国家示范性高职院校教学改革要求,结合机械制造业对应用型技能人才的培养需求编写而成的。本书按照生产技术岗位应具备的知识能力和工作能力设计教学项目,以编制零件的加工工艺规程为主线,融合了金属切削原理与刀具、金属切削机床、机械制造工艺学及机床夹具设计等内容,并以典型零件为切入点分成若干不同的任务。本书共由四个教学项目组成:认知金属切削加工、编制零件加工工艺、机床专用夹具设计基础、典型零件的加工工艺与专用夹具。

本书按 100~120 学时编写,适合于高职高专院校机电一体化、模具设计与制造、数控技术等专业教学使用,也可供相关专业师生及工程技术人员参考。

本书配有电子课件,凡使用本书作为教材的教师可登录机械工业出版社教育服务网 www.cmpedu.com 注册后下载。咨询邮箱: cmpgaozhi@sina.com。咨询电话: 010-88379375。

图书在版编目 (CIP) 数据

零件加工工艺与夹具设计/欧艳华,谷礼双主编.
—北京:机械工业出版社,2014.8
高职高专“十二五”规划教材
ISBN 978-7-111-47252-0

I. ①零… II. ①欧…②谷… III. ①零部件-加工
-高等职业教育-教材②夹具-设计-高等职业教育-教
材 IV. ①TH13②TG702

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 155221 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:刘良超 责任编辑:刘良超

版式设计:霍永明 责任校对:张莉娟

封面设计:鞠杨 责任印制:刘岚

北京京丰印刷厂印刷

2014 年 8 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·15.25 印张·370 千字

0 001—3 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-47252-0

定价:30.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

社服务中心:(010) 88361066

销售一部:(010) 68326294

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203

网络服务

教材网:<http://www.cmpedu.com>

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是根据国家示范性高职院校教学改革要求,结合机械制造业对应用型技能人才的培养需求编写而成的。本书以应用为目的,以必需、够用为度,按照生产技术岗位应具备的知识能力和工作能力精心安排教学内容,重点培养学生运用理论知识解决生产现场技术问题的能力。

本书共由四个教学项目组成,以编制零件的加工工艺规程为主线,融合了金属切削原理与刀具、金属切削机床、机械制造工艺学及机床夹具设计等内容,并以典型零件为切入点分成若干不同的任务,围绕企业一线生产技术工艺人员应具备的能力展开,应用大量的工程实例,介绍从认识机床的工艺范围、刀具的应用及拟定加工工艺路线到确定各工艺参数、编制工艺文件以及夹具设计的完整过程。全书的教学内容力求形成一个清晰的机械加工主线,既要符合知识认知的理论性、系统性,又为学生今后的工作发展奠定良好的知识基础。本书所涉及的标准为最新国家标准,本书的编写力求做到内容充实、文字规范,有所创新。

本书由柳州职业技术学院欧艳华、谷礼双担任主编,陈新、林泉担任副主编,参加本书编写工作的还有柳州职业技术学院李成、贾文、黄锡光、杨南。其中,项目一由陈新、杨南合作编写;项目二由谷礼双、贾文合作编写;项目三及附录部分由欧艳华、林泉合作编写;项目四由李成、黄锡光合作编写。宾玉宝高级工程师审阅了本书并提出了宝贵意见,在此表示感谢。

由于编者水平有限,疏漏之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言	
课程导入	1
项目一 认知金属切削加工	4
任务一 认知金属切削加工中的基本概念	4
任务二 认知车削加工与车刀	10
任务三 认知钻削加工、镗削加工及其刀具	25
任务四 认知铣削加工与刀具	33
任务五 认知齿轮加工机床与刀具	39
任务六 认知磨削加工与砂轮	42
任务七 认知其他通用机床与刀具	48
任务八 认知组合机床	52
项目二 编制零件加工工艺	57
任务一 认知机械加工工艺流程	57
任务二 识读零件图	67
任务三 毛坯选择	76
任务四 选择工件定位基准	83
任务五 拟定工艺路线	87
任务六 确定加工余量与工序尺寸	97
任务七 选择切削用量	107
任务八 确定工时定额	109
任务九 机械加工工艺文件的制订实例	112
项目三 机床专用夹具设计基础	123
任务一 认知机床夹具	123
任务二 工件在夹具中的定位	125
任务三 确定工件在夹具中的夹紧	147
任务四 设计夹具的其他装置及夹具具体	155
任务五 机床专用夹具的设计方法	161
项目四 典型零件的加工工艺与专用夹具	168
任务一 轴类零件工艺与车床专用夹具	168
任务二 盘套类零件工艺与钻床专用夹具	180
任务三 叉架类零件工艺与铣床专用夹具	196
任务四 箱体类零件工艺与镗床专用夹具	208
附录	219
附录 A 金属切削机床类、组、系划分及主参数 (摘自 GB/T 15375—2008)	219
附录 B 常用通用机床的主轴转速和进给量	222
附录 C 标准公差等级与孔、轴的基本偏差 (摘自 GB/T 1800—2009)	223
附录 D 铸件机械加工余量与铸件尺寸公差 (摘自 GB/T 6414—1999)	228
附录 E 钢质模锻件尺寸公差、极限偏差及机械加工余量 (摘自 GB/T 12362—2003)	230
附录 F 轴类零件采用热精轧圆棒料时的毛坯直径	231
附录 G 常用加工方法的余量及公差	232
参考文献	237

课程导入

一、制造业、制造系统与制造技术

制造是人类最主要的生产活动之一。它是指人类根据目的，运用主观掌握的知识和技能，应用可利用的设备和工具，采用有效的方法，将原材料转化为有使用价值的物质产品并投放市场的全过程。

制造业是指对原材料进行加工或再加工，以及对零部件进行装配的工业的总称。它是国民经济的支柱产业之一。据统计，工业化国家中以各种形式从事制造活动的人员约占全国从业人数的四分之一，其余人口中又有约半数人所做工作与制造业有关。图 0-1 显示了当今制造业的社会功能。

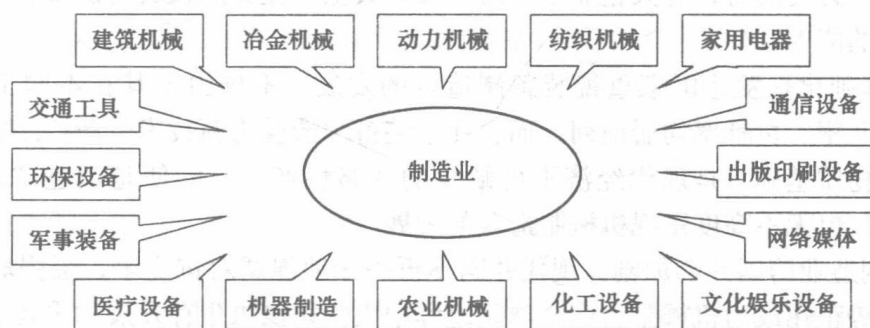


图 0-1 当今制造业的社会功能

制造系统是制造业的基本组成实体。制造系统是由制造过程及其所涉及的硬件、软件和制造信息等组成的一个具有特定功能的有机整体，其中的硬件包括人员、生产设备、材料、能源和各种辅助装置，软件包括制造理论和制造技术，而制造技术又包括制造工艺和制造方法等。

广义而言，制造技术是人们根据目的，运用主观掌握的知识和技能，利用客观物质和采用有效的方法，使原材料转化为物质产品所施行的手段的总和，是生产力的主要体现。制造技术是制造业的支柱，而制造业又是工业的基石，因此，可以说制造技术是一个国家经济持续增长的根本动力。

二、机械制造业在国民经济中的地位和作用

机械制造业的主要任务是完成机械产品的决策、设计、制造、装配、销售、售后服务及后续处理等，其中包括对半成品零件的加工技术、加工工艺的研究及其工艺装备的设计制造。机械制造业担负着为国民经济建设提供生产装备，为国民经济各行业提供各种生产手段的重任，其带动性强，波及面广，产业技术水平的高低决定着国民经济其他产业竞争力

的强弱以及今后运行质量和效益的好坏；机械制造业也是国防安全的重要基础之一，为国防提供武器装备，世界军事强国无一不是装备制造业的强国。

国民经济中任何行业的发展，必须依靠机械制造业的支持并提供装备；在国民经济生产力构成中，制造技术的作用占 60% 以上。当今制造科学、信息科学、材料科学、生物科学四大支柱学科相互依存，但后三种学科必须依靠制造科学才能形成产业和创造社会物质财富，而制造科学的发展也必须依靠信息科学、材料科学和生物科学的发展。机械制造业是高新技术实现工业价值的最佳集合点。例如：快速成形机、虚拟轴机床、智能结构与系统等，已经远远超出了纯机械的范畴，而是集机械、电子、计算机、材料等众多技术于一体的现代机械设备，体现了人文科学和个性化发展的内涵。

三、世界制造业发展的趋势

21 世纪，世界机械工业进入前所未有的高速发展阶段，对比其他行业，机械工业的发展呈现出以下特点：

1) 经济规模化。全球化的规模生产已经成为各大跨国公司发展的主流。在不断联合重组、扩张竞争实力的同时，各大企业也纷纷加强对其主干业务的投资与研发，不断提高自身适应市场变化的能力。

2) 地位基础化。发达国家重视装备制造业的发展，不仅由于其在本国工业中所占比重、积累、就业率、贡献率均居前列，而且在于装备制造业为新技术、新产品的开发和生产提供了重要的物质基础，是现代经济不可缺少的战略性产业，即使是迈进“信息化社会”的工业化国家，也无不高度重视机械制造业的发展。

3) 机械制造业跨国并购加剧。现代并购不再一味地强调对抗竞争，强强联合成立企业以获得竞争优势正在成为机械制造业全球化过程中大公司谋求生存发展的重要手段。而且趋于饱和的市场，日渐激烈的市场竞争，投资建厂风险的增大，也使得更多企业开始采用联合并购的手段。

4) 机械制造业全球化的方式发生了新变化。传统的全球化方式的特点是：自己拥有制造设施与技术，产品完全由自己制造；在资源的利用上，仅限于利用别国的原材料、人员或资金等。随着信息技术革命的发展，管理思想与方法发生了根本性变化，企业组织形式也随之改变，这种变化的主要特征是：广泛利用别国的生产设施与技术力量，在自己可以不拥有生产设施与制造技术所有权的情况下，制造出最终产品，并进行全球销售。原材料调配、零部件采购全球化已成为世界机械制造工业的发展趋势。

机械制造业在未来的发展中，有 4 种重要趋势将对其产生重大影响。

1) 机械制造业技术的融合。在机械制造业的许多领域，电子控制和软件技术变得与机械工程同等重要。

2) 机械制造业服务性思维。在机械制造业的各个领域，生产厂家的利润增长点已不再是按固定规格生产产品，而是按用户的要求生产产品，以满足用户的个性化需求。

3) 机械制造业全球产品开发。企业的产品开发开始面向开放的公共平台和社会资源。

4) 机械制造业更新生产策略。

为了进一步适应市场经济，振兴我国机械制造业，把我国的机械产品源源不断地推向国际市场，并牢固地占有国际市场，有必要重新认识机械制造业，认清 21 世纪机械制造业发

展的总趋势、机械制造工艺装备的特点，掌握高新技术的主要方向。

四、本课程的性质、任务及目的

“零件加工工艺与夹具设计”是机械类相关专业的一门专业基础课程。本课程主要讨论机械制造过程的本质与规律，研究机械制造技术和方法，论述如何合理而且可行地制造各种机械设备和工艺装备。

如前所述，自动化、最优化、柔性化、集成化、智能化、精密化是当代机械制造发展的必然趋势，机械制造技术正沿着现代化、完善化、复杂化的道路不断发展，但是，进行前沿性的科学研究和解决关键的工程技术问题，总是需要带有根本性的基础知识和技术，正所谓“万丈高楼平地起”，这正是本课程对机械类专业学生的重要性所在。

学习本课程后，要求达到以下要求：

1) 建立机械制造系统的基本概念，认识机械制造业在国民经济中的作用，了解机械制造技术的研究内容和制造业发展趋势。

2) 认识金属切削过程的基本原理和基本规律，并将其应用于产品制造过程之中，能按实际工艺要求选择合理的金属切削机床和刀具。

3) 学习机械加工工艺的基本理论知识，掌握制订机械零件制造工艺规程的方法和知识，能结合生产实际选择合理的加工方法和工艺路线，在保证质量的前提下，结合生产实际编制提高生产率、降低成本的零件制造工艺规程，初步树立质量与成本、安全与环保、效率与效益等方面的工程意识。

4) 学习机械制造中工艺装备的原理、结构特点及应用，学习典型零件的加工工艺和专用工装设计方法，能结合实际加工要求合理选择和设计机床夹具。

本课程具有综合性、实践性和工程性的特点，在学习中，要注意应用多种学科的理论和方法解决机械制造过程中出现的各种实际问题，理论联系实际，在生产实际中学习，并注重学习和采用先进制造技术。

项目一 认知金属切削加工

任务一 认知金属切削加工中的基本概念

【学习目标】

- 1) 掌握金属切削加工的运动和切削要素。
- 2) 掌握金属切削机床型号的编制方法。

【知识体系】

一、切削运动与切削用量

(一) 切削运动

金属切削时，刀具与工件间的相对运动称为切削运动。图 1-1 所示为外圆车削加工的切削运动，包括工件的旋转运动和车刀的连续纵向进给运动。切削运动分为主运动和进给运动。

1. 主运动

主运动是切除多余金属层以形成工件要求的形状、尺寸精度及表面质量所需的基本运动。主运动只有一个，它的速度最高、消耗的功率最大。图 1-1 中工件的旋转运动为主运动。铣削（图 1-2a）、磨削（图 1-2b）时，刀具或砂轮的旋转运动为主运动，而刨削（图 1-2c）中，刀具的往复直线运动是主运动。

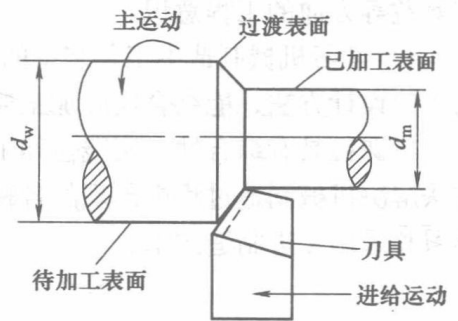


图 1-1 切削运动

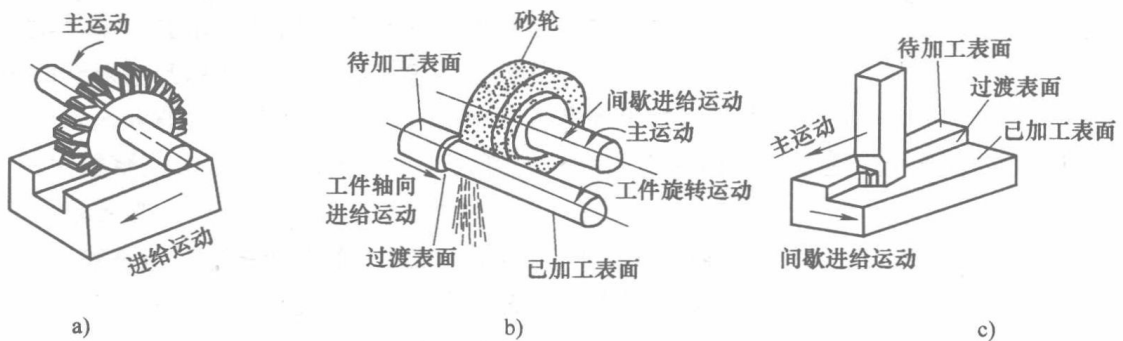


图 1-2. 各种切削加工和加工表面

a) 铣削 b) 磨削 c) 刨削

2. 进给运动

进给运动是使多余材料不断被投入切削,从而加工出完整表面所需的运动。进给运动可以有—个或几个,也可能没有。如图 1-2b 所示,磨削外圆时工件的旋转和工作台带动工件的轴向移动以及砂轮的间歇运动都属于进给运动。

(二) 工件表面

在切削过程中,工件上存在 3 个不断变化着的表面,如图 1-1 所示。

(1) 待加工表面 工件上即将被切除的表面。随着切削的进行,待加工表面将逐渐减小,直至完全消失。

(2) 已加工表面 工件上多余金属被切除后形成的新表面。在切削过程中,已加工表面随着切削的进行逐渐扩大。

(3) 过渡表面 在工件切削过程中,连接待加工表面与已加工表面的表面,或指切削刃正在切削的表面。

(三) 切削用量

切削用量是切削时各运动参数的总称,包括切削速度、进给量和背吃刀量(切削深度)三要素,它们是调整机床运动的依据。

1. 切削速度 v_c

切削速度是在单位时间内,工件或刀具沿主运动方向的相对位移,单位为 m/s 。若主运动为旋转运动,则计算公式为

$$v_c = \frac{\pi d n}{1000 \times 60} \quad (1-1)$$

式中 d ——完成主运动的工件(或刀具)的最大直径(mm);

n ——主运动转速(r/min)。

若主运动为往复直线运动(如刨削),则常用其平均速度作为切削速度,即

$$v_c = \frac{2L n_r}{1000 \times 60} \quad (1-2)$$

式中 L ——往复直线运动的行程长度(mm);

n_r ——主运动每分钟的往复次数(次/min)。

2. 进给量 f

进给量是指在主运动每转—转或每一行程时(或单位时间内),刀具与工件之间沿进给运动方向的相对位移,单位是 mm/r (用于车削、镗削等)或 mm/行程 (用于刨削)。进给运动还可以用进给速度 v_f 或每齿进给量 f_z 来表示。

进给速度 v_f (单位是 mm/min)是指在单位时间内,刀具相对于工件在进给方向上的位移量。

当刀具齿数 $z > 1$ 时(如铣刀、铰刀等多齿刀具),每个刀齿相对于工件在进给方向上的位移量,即每齿进给量,以 f_z 表示,单位为 mm/z 。

上述三种表示法可写成如下形式:

$$v_f = f n = f_z z n \quad (1-3)$$

3. 背吃刀量 a_p

背吃刀量是指待加工表面与已加工表面之间的垂直距离。

车削外圆时:

$$a_p = \frac{d_w - d_m}{2} \quad (1-4)$$

式中 d_w 、 d_m ——待加工表面、已加工表面的直径 (mm)。

二、识读金属切削机床的型号

金属切削机床是用切削的方法将金属毛坯加工成零件的机器。在现代制造业中,零件(特别是精密零件)的最终形状、尺寸及表面粗糙度主要是借助金属切削机床加工来获得的,因此金属切削机床是加工零件的主要设备,它的先进程度直接影响到机器制造工业的产品质量和劳动生产率。

(一) 机床的分类

1) 按加工性质和所用刀具进行分类,目前将机床分为车床(C)、钻床(Z)、镗床(T)、磨床(M)、齿轮加工机床(Y)、螺纹加工机床(S)、铣床(X)、刨床\插床(B)、拉床(L)、锯床(G)和其他机床(Q)共11类。

2) 按机床的适用范围进行分类,机床分为通用机床、专门化机床和专用机床。

①通用机床。通用机床工艺范围很宽,通用性较大,可以加工多种零件的不同工序,但结构比较复杂。这种机床主要适用于单件、小批量生产,如卧式车床、卧式镗床、万能升降台铣床等。

②专门化机床。专门化机床工艺范围较窄,只能加工某一类或几类零件的某一道或几道特定工序,如凸轮轴车床、曲轴车床、齿轮机床等。

③专用机床。专用机床工艺范围最窄,只能用于加工某一零件的某一道特定工序,适用于大批量生产,如加工机床主轴箱的专用镗床等。

3) 按工件大小和机床质量进行分类,机床可分为仪表机床、中小型机床(一般机床)、大型机床(质量达10t及以上)、重型机床(质量达30t以上)和超重型机床(质量达100t以上)。

4) 按加工精度进行分类,机床可分为普通精度机床、精密机床和高精度机床。

5) 按自动化程度进行分类,机床可分为手动机床、半自动机床和自动机床。

(二) 机床型号的编制方法

机床型号是机床产品的代号,用于简明地表达该机床的类型、主要规格及有关特性等。目前我国机床的型号是按国家标准 GB/T 15375—2008《金属切削机床型号编制方法》编制的,由汉语拼音字母和阿拉伯数字按一定规律排列组成。型号中的汉语拼音字母一律按其名称读音。

1. 通用机床的型号

机床型号由基本部分和辅助部分组成,中间用“/”隔开,读作“之”。基本部分按要
求统一管理,辅助部分由企业决定是否纳入机床型号。机床型号
的表示方法如图1-3所示。

(1) 机床的分类代号及类代号 机床的类代号用大写的汉语拼音字母表示,必要时,每类可分为若干分类;分类代号在类代号前,作为型号的首位,并用阿拉伯数字表示。第一分类代号的“1”可以省略。机床的类别和代号见表1-1。

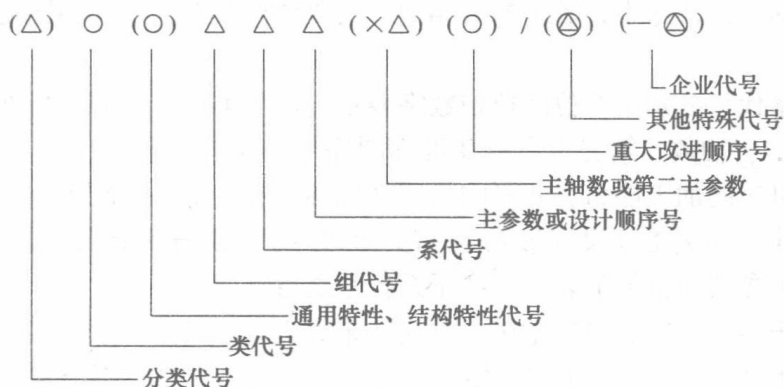


图 1-3 机床型号的表示方法

注：“Δ”符号为阿拉伯数字；“O”符号为大写的汉语拼音字母；“（）”为当无内容时则不表示，若有内容则不带括号；“⊕”符号为大写的汉语拼音字母或阿拉伯数字，或两者兼有之。

表 1-1 机床的类别和代号

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

(2) 机床的特性代号 机床的特性代号表示机床具有的特殊性能，位于类代号之后。

1) 通用特性代号。通用特性代号有统一的固定含义，它在各类机床的型号中表示的意义相同。当某类型机床除有普通型外，还有下列某种通用特性时，则在类代号之后加通用特性代号予以区分；如果某类型机床仅有某种通用性能而无普通型时，则通用特性不予表示。

当在一个型号中需要同时使用两至三个通用特性代号时，一般按重要程度顺序排列。机床的通用特性代号见表 1-2。

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	筒式或 经济型	柔性加工 单元	数显	高速
代号	G	M	Z	B	K	H	F	Q	C	J	R	X	S
读音	高	密	自	半	控	换	仿	轻	重	筒	柔	显	速

2) 结构特性代号。对主参数值相同而结构、性能不同的机床，在型号中加结构特性代号予以区分。根据各类机床的具体情况，对某些结构特性代号可以赋予一定含义。结构特性代号与通用特性代号不同，它在型号中没有统一的含义，只在同类机床中起区分机床结构、性能的作用。当型号中有通用特性代号时，结构特性代号排在通用特性代号之后。结构特性代号用汉语拼音字母（通用特性代号已用的字母和“I”“O”两个字母不能用）表示，当单个字母不够用时，可将两个字母组合使用。

(3) 机床的组代号、系代号 将每类机床划分为 10 个组，每个组又划分为 10 个系（系列）。组、系划分的原则如下：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，其主参数相同、主要结构及布局形式相同的机床，即为同一系。

机床的组、系代号分别用一位阿拉伯数字表示，位于类代号或通用特性代号之后。

(4) 主参数、主轴数、第二主参数及设计顺序号 主参数是机床最主要的一个技术参数，它直接反映机床的加工能力，并影响机床其他参数和基本结构的大小。主参数通常以机床的最大加工尺寸（最大工件尺寸或最大加工面尺寸），或与此有关的机床部件尺寸来表示。机床型号中主参数用折算值表示，位于系代号之后。

主轴数。对于多轴车床、多轴钻床、排式钻床等机床，其主轴数以实际值列入型号，置于主参数之后，用“×”分开，读作“乘”。若为单轴则可省略，不予表示。

第二主参数。一般不予表示（多轴机床的主轴数除外），如有特殊情况需要在型号中表示，应按一定手续审批。在型号中的第二主参数也用折算值表示。

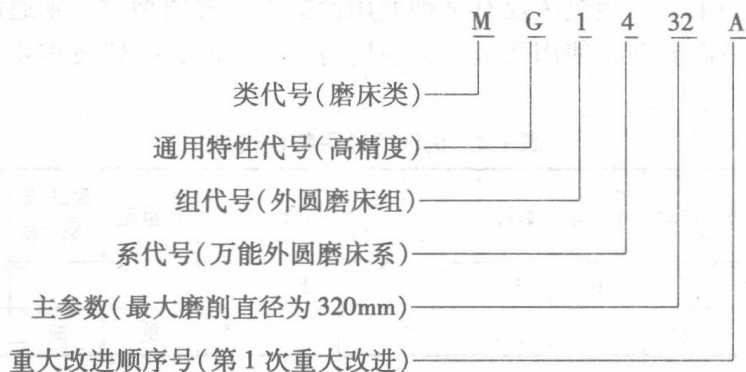
设计顺序号。某些通用机床，当无法用一个主参数表示时，则在型号中用设计顺序号表示。设计顺序号由1开始，当设计顺序号少于十位数时，则在设计顺序号前加“0”。

机床的组、系划分以及型号中主参数的表示涵义，可参见本书附录内容。

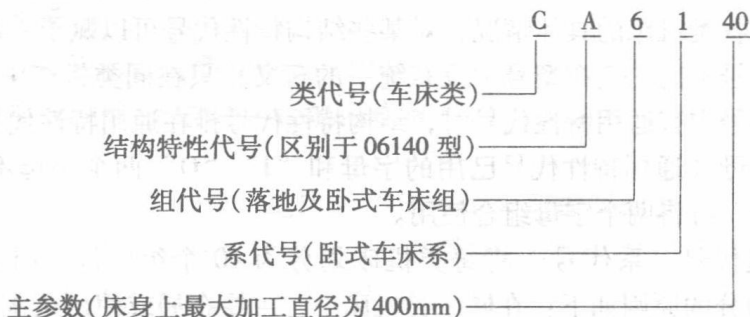
(5) 机床的重大改进顺序号 当机床的结构、性能有更高的要求，并需按新产品重新设计、试制和鉴定时，在原型号基本部分的尾部加重大改进顺序号，按改进的先后顺序选用A、B、C等字母（“I”“O”除外）。

(6) 其他特性代号和企业代号 其他特性代号和企业代号是机床型号的辅助部分。其他特性代号主要用于反映各类机床的特性，例如对于数控机床，可用来反映不同的控制系统等；对于加工中心，可用来反映控制系统、自动交换主轴头、自动交换工作台等。企业代号包括机床生产厂及机床研究单位代号。企业代号可参见 GB/T 15375—2008《金属切削机床型号编制方法》。

【例 1-1】 MG1432A 型高精度万能外圆磨床



【例 1-2】 CA6140 型卧式车床



2. 专用机床的型号

专用机床的型号一般由设计单位代号和设计顺序号构成,设计顺序号按该单位的设计顺序排列。例如,B1-100表示北京第一机床厂设计制造的第100种专用机床。

三、分析金属切削机床的运动

各种类型的机床在进行切削加工时,为了获得具有一定几何形状、一定加工精度和表面质量的工件,刀具和工件需作一系列的相对运动,其运动可分为表面成形运动和辅助运动两类。

1. 零件表面成形运动

表面成形运动是使工件获得所要求的表面形状和尺寸的运动。形成某种形状表面所需要的表面成形运动的数目和形式取决于采用的加工方法和刀具结构。例如,用尖头刨刀刨削成形面需要两个成形运动(图1-4a),用成形刨刀刨削成形面只需要一个成形运动(图1-4b)。

表面成形运动按其组成情况不同,可分为简单成形运动和复合成形运动;根据成形运动在切削加工过程中所起的作用不同,又可分为主运动和进给运动。

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,则称此成形运动为简单成形运动。例如,用尖头车刀车削圆柱面时(图1-5),工件的旋转运动 B 和刀具的直线移动 A 就是两个简单成形运动。在机床上,简单成形运动一般是主轴的旋转运动、刀架和工作台的直线移动。

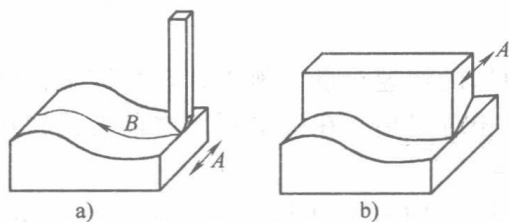


图1-4 形成所需表面的成形运动

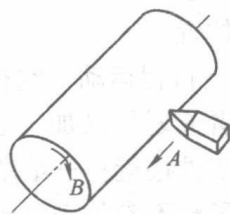


图1-5 简单成形运动

如果一个独立的表面成形运动是由两个或两个以上的旋转运动和(或)直线运动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。例如,车削螺纹时(图1-6a),形成螺旋线所需要的刀具和工件之间的相对螺旋轨迹运动就是复合成形运动。为简化机床结构和易于保证精度,通常将其分解成工件的等速旋转运动 B 和刀具的等速直线运动 A 。 B 和 A 彼此不能独立,它们之间必须保持严格的相对运动关系,即工件每转一转,刀具直线移动的距离应等于被加工螺纹的导程,从而 B 和 A 这两个运动组成一个复合运动。用尖头车刀车削回转体成形面时(图1-6b),车刀的曲线轨迹运动通常由相互垂直坐标方向上的、有严格速比关系的两个直线运动 A_1 和 A_2 来实现, A_1 和 A_2 也组成一个复合运动。由复合成形运动分解的各个部分,虽然都是直线运动或旋转运动,与简单运动相似,但二者的本质不同。复合运动的各组成运动部分之间必须保持严格的相对运动关系,是互相依存且不独立的,而简单运动之间是独立的,没有严格的相对运动关系。

2. 辅助运动

机床在加工过程中除完成成形运动外,还需要完成其他一系列运动,这些与表面成形过程没有直接关系的运动,统称为辅助运动。辅助运动为表面成形创造条件,其种类很多,一

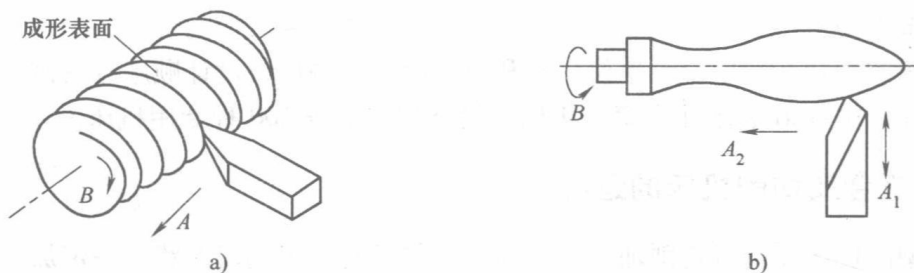


图 1-6 复合成形运动

a) 车削螺纹 b) 车削回转体成形面

般包括:

(1) 切入运动 切入运动是使刀具切入工件表面一定深度的运动,其作用是在每一切削行程中从工件表面切去一定厚度的材料,如车削外圆时小刀架的横向进给运动。

(2) 分度运动 加工若干个完全相同的均匀分布的表面时,使表面成形运动得以周期性地连续进行的运动称为分度运动。例如,多工位工作台、刀架等的周期性转位或移动,以便依次加工工件上的各有关表面,或依次使用不同刀具对工件进行顺序加工。

(3) 操纵和控制运动 操纵和控制运动包括起动、停止、变速、换向、夹紧、松开、转位以及自动换刀、自动检测等。

(4) 调位运动 调位运动是指加工开始前机床有关部件的移动,以调整刀具和工件之间的正确相对位置。

(5) 各种空行程运动 空行程运动是指进给前后的快速运动。例如,在装卸工件时为避免碰伤操作者或划伤已加工表面,刀具与工件应相对退离。在进给开始之前刀具快速进给,使刀具与工件接近;进给结束后刀具应快速退回。

辅助运动虽然不参与表面成形过程,但对机床整个加工过程来说是不可缺少的,同时对机床的生产率和加工精度往往也有重大影响。

任务二 认知车削加工与车刀

【学习目标】

- 1) 了解车床的工艺范围、结构及其种类。
- 2) 掌握车刀几何角度的分析及选择。

【知识体系】

一、车削加工

(一) 车床的工艺范围

车削主要用于加工各种回转表面,如内、外圆柱表面,内、外圆锥表面,成形回转面和回转体的端面等。通常,车削的主运动由工件随主轴旋转来实现,进给运动由刀架的纵、横向移动来完成。车床既可使用车刀对零件进行车削加工,又可用钻头、扩孔钻、铰刀进行孔

加工,用丝锥、板牙加工内、外螺纹表面。由于大多数机器零件都具有回转表面,而车床的工艺范围又较广,因此,车削加工的应用极为广泛。图1-7所示为卧式车床的典型加工。

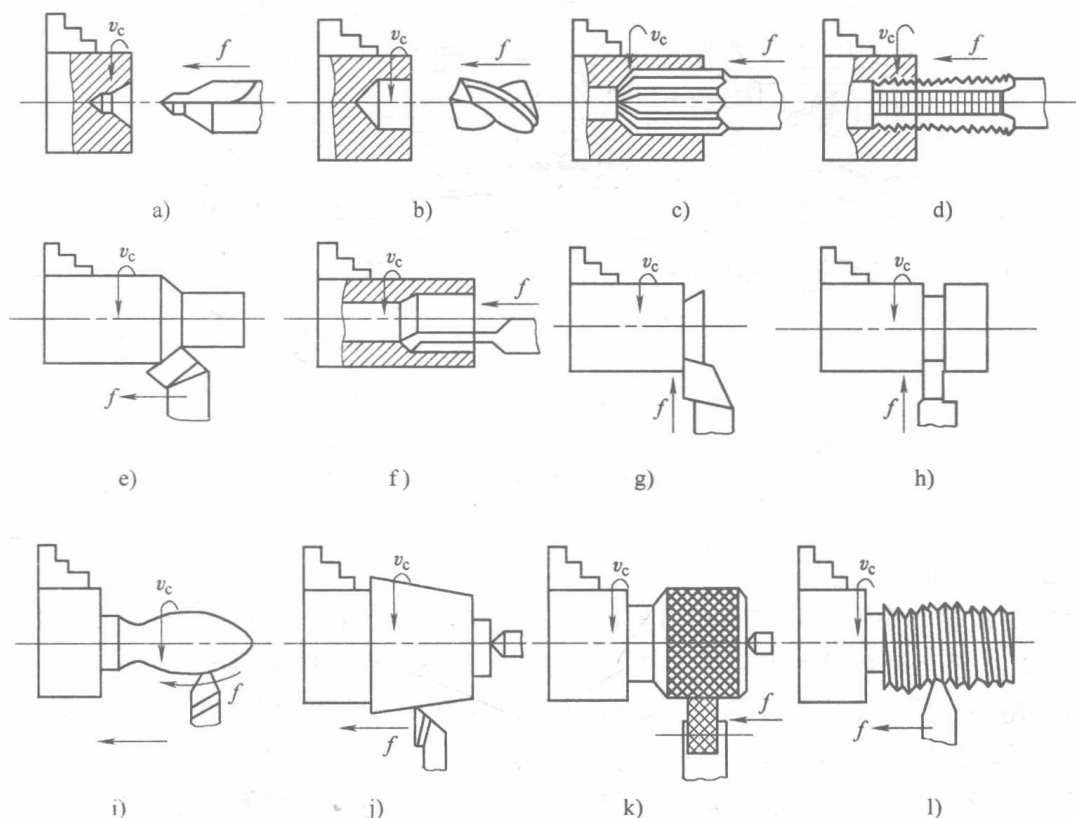


图1-7 卧式车床的典型加工

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) 车槽 i) 车成形面 j) 车圆锥 k) 滚花 l) 车螺纹

车削的加工公差等级范围为 IT13 ~ IT6, 表面粗糙度值为 $Ra12.5 \sim 1.6\mu\text{m}$ 。

(二) 车床种类

1. 卧式车床

卧式车床是车床中应用最为广泛的一种,其数量约占车床类机床总台数的60%。卧式车床功能性强,适用于机修和单件小批量生产。

CA6140型卧式车床主要用来加工轴类零件和直径不大的盘类零件。图1-8所示为CA6140型卧式车床的外形图,其主要组成部件及功能为:

(1) 主轴箱 主轴箱1由箱体、主轴、传动轴、轴上传动件、变速操纵机构等组成,其功能是支承主轴部件,并使主轴与工件以所需速度和方向旋转。

(2) 刀架与滑板 四方刀架用于装夹刀具。滑板俗称拖板,由上、中、下三层组成。床鞍(即下滑板或称大拖板)用于实现纵向进给运动。中滑板(即中拖板)用于车外圆(或孔)时控制吃刀量及车端面时实现横向进给运动。上滑板(即小拖板)用来纵向调节刀具位置和实现手动纵向进给运动。上滑板还可相对中滑板偏转一定角度,用于手动加工圆锥面。

(3) 进给箱 进给箱10内装有进给运动的传动及操纵装置,用以改变机动进给的进给

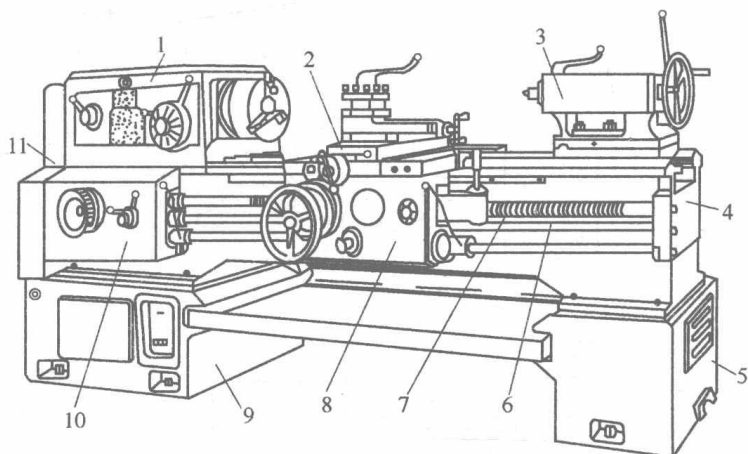


图 1-8 CA6140 型卧式车床外形图

1—主轴箱 2—刀架 3—尾座 4—床身 5—右床腿 6—光杠 7—丝杠
8—溜板箱 9—左床腿 10—进给箱 11—交换齿轮变速机构

量或被加工螺纹的导程。

(4) 溜板箱 溜板箱 8 安装在刀架部件底部，它可以通过光杠或丝杠接受自进给箱传来的运动，并将运动传给刀架部件，从而使刀架实现纵、横向进给或车螺纹运动。

(5) 尾座 尾座 3 安装于床身尾座导轨上，可沿其导轨纵向调整位置，其上可安装顶尖用来支承较长或较重的工件，也可安装各种刀具，如钻头、铰刀等。

(6) 床身 床身 4 固定在左床腿 9 和右床腿 5 上，用以支承其他部件，如主轴箱、进给箱、溜板箱、滑板和尾座等，并使它们保持准确的相对位置。

CA6140 型卧式车床是普通精度级中型车床，适用于单件小批生产及维修车间，它的经济加工公差等级一般可达 IT8 左右，精车的表面粗糙度值可达 $Ra1.25 \sim 2.5 \mu\text{m}$ 。其所能达到的加工精度为：精车外圆的圆柱度误差可达 $0.01\text{mm}/100\text{mm}$ ；精车外圆的圆度误差可达 0.01mm ；精车端面的平面度误差可达 $0.02\text{mm}/\phi 300\text{mm}$ 。

CA6140 型卧式车床的技术参数如下：

床身上最大工件回转直径	400mm	
刀架上最大工件回转直径	210mm	
最大棒料直径	47mm	
最大工件长度	750mm、1000mm、1500mm、2000mm 四种	
最大加工长度	650mm、900mm、1400mm、1900mm 四种	
主轴转速范围	正转	10 ~ 1400r/min, 24 级
	反转	14.5 ~ 1600r/min, 12 级
进给量范围	纵向	0.028 ~ 6.33mm/r, 共 64 级
	横向	0.014 ~ 3.16mm/r, 共 64 级
螺纹加工范围	米制螺纹	$P = 1 \sim 192\text{mm}$, 44 种
	寸制螺纹	$a = 2 \sim 24 \text{ 牙/in}^\ominus$, 20 种

$\ominus 1\text{in} = 25.4\text{mm}$ 。