

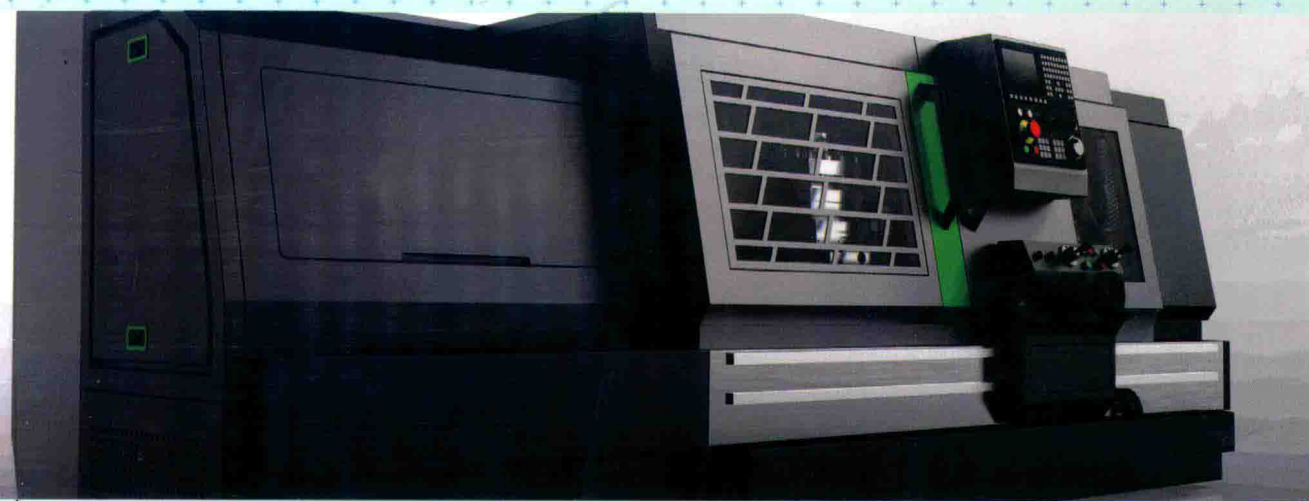


“十二五” 职业教育改革创新示范教材

实用机电设备 维修技术

SHIYONG JIDIAN SHEBEI
WEIXIU JISHU

丁林 朱楠 周香 / 主编

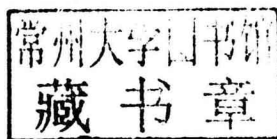


东北师范大学出版社
NORTHEAST NORMAL UNIVERSITY PRESS

实用机电设备维修技术

主 编 丁 林 朱 楠 周 香

副主编 刘占斌 曹 阳



东北师范大学出版社

长 春

图书在版编目 (CIP) 数据

实用机电设备维修技术 / 丁林, 朱楠, 周香主编
— 长春 : 东北师范大学出版社, 2015. 6
ISBN 978-7-5681-0878-2

I. ①实… II. ①丁… ②朱… ③周… III. ①机电设
备—维修—高等职业教育—教材 IV. ① TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 113912 号

☐责任编辑: 刘佳佳 ☐封面设计: 吴晋书艺坊
☐责任校对: 吴超莉 ☐责任印制: 刘兆辉

东北师范大学出版社出版发行
长春净月经济开发区金宝街 118 号 (邮政编码: 130117)
电话: 0431-82687213 010-82893515
传真: 0431-85691969 010-82896571
网址: <http://www.nenup.com>
东北师范大学出版社激光照排中心制版
北京市彩虹印刷有限责任公司印装
北京市顺义区顺平路南彩段 5 号 (邮政编码: 101300)
2015 年 6 月第 1 版 2015 年 6 月第 1 版第 1 次印刷
幅面尺寸: 185mm×260mm 印张: 16.25 字数: 340 千

定价: 38.00 元

前 言

本书根据高等职业教育的特点,以培养技术应用能力为目标,以职业岗位技能要求为出发点,归纳出机械加工机床设备的共性与个性,并提供了相关的背景资料。本书深入浅出,图文并茂,选编了较多的应用实例,更注重技术应用能力的培养,突出实用技术应用的训练。本书内容力求先进,体系力求新颖。既保证了高等教育的规格要求,又力求创新,体现高职特色。本书编写了课后思考题和习题,有利于学生巩固所学知识,加深对基本概念的理解,并提高分析、解决实际问题的能力。

机械加工机床设备是整个生产及生活中所用的机电设备的基础设备,这是由于通过机床可加工出所有机电设备所需要的机械零件。另外机械加工机床设备也是典型的机电设备,并在生产实践中有广泛的应用。因此本书以五种典型的机加设备 CA6140 卧式车床、XA6132 卧式万能铣床、BC6065 牛头刨床、M1432B 万能外圆磨床、Z3035 立式摇臂钻床为例详细介绍其结构、原理、维修技术、故障诊断及排除、设备的润滑及保养、中修及大修、设备维修管理。力争做到举一反三,通过学习本书就能对大部分的机加设备及一些机电设备的结构及原理有一定的认识,了解设备维修的内容及规律。

本书主要作为高职高专机械类、自动化类及近机类相关专业的教材,对生产实践的设备维修人员也有一定参考作用。

本书由吉林电子信息职业技术学院丁林、朱楠、周香担任主编,参编人员有曹阳。全书共分七章,具体编写分工如下:丁林编写第一、二章;朱楠编写绪论及第三、四章;周香编写第五、六、七章,曹阳参与编写各章节及习题。全书由丁林统稿。吉林电子信息职业技术学院刘占斌教授审阅了全书并提出了许多宝贵意见和建议,在此谨致谢忱!

在编写过程中,尽管我们尽心尽力,但由于水平所限,书中不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

绪 论	1
第一章 CA6140 卧式车床的维修	13
第一节 概 述	13
第二节 CA6140 卧式车床结构、原理及传动系统分析	16
第三节 CA6140 卧式车床主要部件结构	21
第四节 CA6140 卧式车床的操作	34
第五节 CA6140×1000 车床精度检验及其部件的修复（导轨部分）	39
第六节 CA6140 卧式车床的维修技术	47
第七节 CA6140 卧式车床的故障判定与排除	70
第二章 XA6132 卧式万能铣床的维修	88
第一节 概 述	88
第二节 XA6132 卧式万能铣床结构、主要技术参数及传动系统分析	93
第三节 XA6132 卧式万能铣床主要部件结构	95
第四节 XA6132 卧式万能铣床的维修技术	99
第五节 XA6132 卧式万能铣床的故障判定与排除	111
第六节 XA6132 卧式万能铣床的安装、调整与精度测量	115
第三章 BC6065 牛头刨床的维修	135
第一节 BC6065 牛头刨床主要结构、原理及调整	135
第二节 BC6065 牛头刨床主要零部件的修理	139
第四章 M1432B 万能外圆磨床的维修	149
第一节 M1432B 万能外圆磨床的结构、原理	149
第二节 M1432B 万能外圆磨床各部件维修技术	159
第三节 M1432B 万能外圆磨床的故障诊断与排除	168
第五章 Z3035 立式摇臂钻床的维修	182
第一节 Z3035 立式摇臂钻床结构、原理及维修	182
第二节 Z3035 立式摇臂钻床常见故障的诊断	192
第六章 设备润滑、保养和维修	194
第一节 设备润滑作业	194
第二节 设备润滑装置的清洗和保养	197
第三节 设备的密封及治漏	199
第四节 机械设备日常保养和设备操作规程	202
第五节 润滑油失效鉴别	203

第六节	精密机床零部件的润滑	208
第七节	机械设备的一级及二级保养	215
第七章	设备维修管理	220
第一节	设备的日常使用与维护管理	220
第二节	设备故障管理	230
第三节	设备安全与事故管理	241
第四节	机修质量管理	245
第五节	设备维修生产管理	248
参考文献		251

绪 论

在工业、农业、国防、科研以及日常生活中，人们大量使用着各种各样的机器、仪器、工具等，这些机器、仪器等又大多是由金属零件组成的。这些零件的制造大多是通过机床加工而成的。机床是主要的加工设备，有“工作母机”之称。机床拥有的数量及其现代化程度的高低是衡量一个国家工业生产能力和技术水平的重要标志之一。机床本身质量的优劣，直接影响所制造机器的质量，其在国民生产中占有重要的地位。因此，掌握机床的结构、原理，学会机床的使用、维修及维护技术，进而提高机床的自动化程度和效率是必需的。

一、机床的地位及其发展简史

金属切削机床是一种用切削方法加工金属零件的工作机械。它是制造机器的机器，因此又称工作母机或工具机，在我国，习惯上简称为机床。

机床是现代机械制造业中最重要的加工设备。在一般机械制造厂中，机床所担负的加工作量，占机械制造总工作量的40%~60%，机床的技术性能直接影响机械产品质量及制造的经济性，进而决定着国民经济发展水平。可以这样说，没有机床的发展，就没有今天这样品种繁多、结构完善和性能优良的各种机械，现代社会目前所达到的高度物质文明将是不可想象的。

机床工业是机械制造业的“装备部”“总工艺师”，对国民经济的发展起着重大作用。一个国家要繁荣富强，必须实现工业、农业、国防和科学技术的现代化，这就需要一个强大的机械制造业为国民经济各部门提供现代化的先进技术设备与装备。然而，一个现代化的机械制造业必须要有一个现代化的机床制造作为后盾，因此，许多国家都十分重视本国机床工业的发展和机床技术水平的提高，使本国国民经济的发展建立在坚实可靠的基础上。

机床是人类在长期生产实践中，不断改进生产工具的基础上产生的，并随着社会生产的发展和科学技术的进步而渐趋完善。

最原始的机床是木制的，公元前两千多年出现的树木车床是机床的雏形。工作时，脚踏绳索下端的套圈，利用树枝的弹性使工件由绳索带动旋转，手拿贝壳或石片等作为刀具，沿板条移动工具切削工件。中世纪的弹性杆棒车床运用的仍是这一原理。

15世纪，由于制造钟表和武器的需要，出现了钟表匠用的螺纹车床、齿轮加工机床及水力驱动的炮筒镗床。1500年左右，意大利人列奥纳多·达·芬奇曾绘制过车床、镗床、螺纹加工机床和内圆磨床的构想草图，其中已有曲柄、飞轮、顶尖和轴承等新机构。中国明朝出版的《天工开物》中也载有磨床结构，用脚踏方法使铁盘旋转，加上砂子和水剖切玉石。

18世纪的工业革命推动了机床的发展。1774年，英国人威尔·金森发明了较精密的炮筒镗床。次年，他用这台炮筒镗床镗出的汽缸，满足了瓦特蒸汽机的要求。为了镗制更大的

汽缸，他又于 1776 年制造了一台水轮驱动的汽缸镗床，促进了蒸汽机的发展。

1797 年，英国人莫兹利创制成的车床由丝杠传动刀架，能实现机动进给和车削螺纹，这是机床结构的一次重大变革。莫兹利也因此被称为“英国机床工业之父”。

19 世纪，由于纺织、动力、交通运输、机械和军火生产的推动，各种类型的机床相继出现。1817 年，英国人罗伯茨创制龙门刨床；1818 年，美国人惠特尼制成卧式铣床；1876 年，美国制成万能外圆磨床；1835 年和 1897 年又先后发明滚齿机和插齿机。

随着电动机的发明，机床开始先采用电动机集中驱动，后又广泛使用单独电动机驱动。20 世纪初，为了加工精度更高的工件、夹具和螺纹加工工具，相继创制出坐标镗床和螺纹磨床。同时为了适应汽车和轴承等工业大量生产的需要，又研制出各种自动机床、仿形机床、组合机床和自动生产线。

随着电子技术的发展，美国于 1952 年研制成第一台数字控制机床；1958 年研制成能自动更换刀具，以进行多工序加工的加工中心。从此，机床在驱动方式、控制系统和结构功能等方面都发生了显著的变革。其发展趋势是：进一步应用电子计算机技术、新型伺服驱动元件、光栅和光导纤维等新技术，简化机械结构，提高和扩大自动化工作的功能，以适应纳入柔性制造系统工作；提高功率、主运动和进给运动速度，相应提高结构的动、静刚度，以适应采用新型刀具的需要，提高切削效率；提高加工精度并发展超精密加工机床，以适应电子机械、航天等新兴工业的需要；发展特种加工机床，以适应难加工金属材料和其他新型工业材料的加工。

二、机床的类型及结构

用来制造机器零件的设备统称为金属切削机床，简称机床。机床是对金属或其他材料的坯料或工件进行加工，使之获得所要求的几何形状、尺寸精度和表面质量的机器。

1. 机床的分类

机床的品种规格繁多，为便于区别、使用和管理，必须加以分类。对机床的分类方法有以下几种：

1) 按加工方式或加工对象可分为车床、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，共 12 类。每类中又按其结构或加工对象分为若干组，每组中又分为若干型。

2) 按工件大小和重量分为仪表机床、中小型机床、大型机床、重型机床和超重型机床。

3) 按加工精度可分为普通精度机床、精密机床和高精度机床。

4) 按自动化程度可分为手动操作机床、半自动机床和自动机床。

5) 按机床的自动控制方式，可分为仿形机床、程序控制机床、数字控制机床、适应控制机床、加工中心和柔性制造系统。

6) 按机床的适用范围，又可分为通用、专门化和专用机床。

通用机床加工范围广，通用性强，适合单件小批量生产，如卧式车床、万能升降台铣床；专门化机床工艺范围窄，适合某类零件特定工序的加工，如丝杆车床、曲轴车床、凸轮轴车床；专用机床工艺范围最窄，适合某零件特定工序的加工，大批量生产，如机床主轴箱专用镗床、组合机床。

专用机床中有一种以标准的通用部件为基础,配以少量按工件特定形状或加工工艺设计的专用部件组成的自动或半自动机床,称为组合机床。对一种或几种零件的加工,按工序先后安排一系列机床,并配以自动上下料装置和机床与机床间的工件自动传递装置,这样组成的一系列机床群称为切削加工自动生产线。柔性制造系统是由一组数字控制机床和其他自动化工艺装备组成的,用电子计算机控制,可自动地加工有不同工序的工件,能适应多品种生产。

2. 机床的基本类型

金属切削机床种类虽很多,但最基本的类型只有车床、铣床、刨床、磨床和钻床五种,其他各种机床都是由这5种演变而成的。通常,同类机床按照适用范围、工艺特点及某些辅助特征来分类,以区别于同类的其他机床。

(1) 车床 车床是以工件旋转为主运动,车刀移动为进给运动加工回转表面的机床。它可用于加工各种回转成形面,例如:内外圆柱面、内外圆锥面、内外螺纹以及端面、沟槽、滚花等。它是金属切削机床中使用范围最广、生产历史最久、品种最多的一种机床。车床的种类很多,按其用途与结构可分为:仪表车床、卧式车床、单轴自动车床、多轴自动和半自动车床、转塔车床、立式车床、多刀半自动车床、专门化车床、铲齿车床等。近年来,计算机技术广泛运用到机床制造业,随之出现了数控车床、车削加工中心等机电一体化产品。

(2) 铣床 铣床指主要用铣刀在工件上加工各种表面的机床。通常铣刀的旋转运动为主运动,工件和铣刀的移动为进给运动。它可以加工平面、沟槽,也可以加工各种曲面、齿轮等。铣床的种类很多,按其结构分主要有以下几种。

1) 台式铣床:小型的,用于铣削仪器、仪表等小型零件的铣床。

2) 悬臂式铣床:铣头装在悬臂上的铣床,床身水平布置,悬臂通常可沿床身一侧立柱导轨做垂直移动,铣头沿悬臂导轨移动。

3) 滑枕式铣床:主轴装在滑枕上的铣床,床身水平布置,滑枕可沿滑鞍导轨做横向移动,滑鞍可沿立柱导轨做垂直移动。

4) 龙门式铣床:床身水平布置,其两侧的立柱和连接梁构成门架的铣床。铣头装在横梁和立柱上,可沿其导轨移动。通常横梁可沿立柱导轨垂向移动,工作台可沿床身导轨纵向移动,用于大件加工。

5) 平面铣床:用于铣削平面和成形面的铣床,床身水平布置,通常工作台沿床身导轨纵向移动,主轴可轴向移动,结构简单,生产率高。

6) 仿形铣床:对工件进行仿形加工的铣床。一般用于加工复杂形状的工件。

7) 升降台铣床:具有可沿床身导轨垂直移动的升降台的铣床,通常安装在升降台上的工作台和滑鞍可分别做纵向、横向移动。

8) 摇臂铣床:摇臂装在床身顶部,铣头装在摇臂一端,摇臂可在水平面内回转和移动,铣头能在摇臂的端面上回转一定角度的铣床。

9) 床身式铣床:工作台不能升降,可沿床身导轨做纵向移动,铣头或立柱可做垂直移动的铣床。

10) 专用铣床:如工具铣床,用于铣削工具模具的铣床,加工精度高,加工形状复杂。

(3) 磨床 磨床是指用磨具或磨料加工工件各种表面的机床。一般用于对零件淬硬表面进行磨削加工。通常,磨具旋转为主运动,工件或磨具的移动为进给运动,其应用广泛、

加工精度高、表面粗糙度 Ra 值小,磨床可分为以下十余种。

- 1) 外圆磨床:是普通型的基型系列,主要用于磨削圆柱形和圆锥形外表面的磨床。
- 2) 内圆磨床:是普通型的基型系列,主要用于磨削圆柱形和圆锥形内表面的磨床。
- 3) 坐标磨床:具有精密坐标定位装置的内圆磨床。
- 4) 无心磨床:工件采用无心夹持,一般支承在导轮和托架之间,由导轮驱动工件旋转,主要用于磨削圆柱形表面的磨床。
- 5) 平面磨床:主要用于磨削工件平面的磨床。
- 6) 砂带磨床:用快速运动的砂带进行磨削的磨床。
- 7) 珩磨机:用于珩磨工件各种表面的磨床。
- 8) 研磨机:用于研磨工件平面或圆柱形内、外表面的磨床。
- 9) 导轨磨床:主要用于磨削机床导轨面的磨床。
- 10) 工具磨床:用于磨削工具的磨床。
- 11) 多用磨床:用于磨削圆柱、圆锥形内、外表面或平面,并能用随动装置及附件磨削多种工件的磨床。
- 12) 专用磨床:从事对某类零件进行磨削的专用机床。按其加工对象又可分为花键轴磨床、曲轴磨床、凸轮磨床、齿轮磨床、螺纹磨床、曲线磨床等。

(4) 钻床 钻床是指主要用钻头在工件上加工孔的机床。通常钻头旋转为主运动,钻头轴向移动为进给运动。钻床结构简单,加工精度相对较低,可钻通孔、盲孔,可更换特殊刀具,可扩孔、铰孔、绞孔或进行攻螺纹等加工。钻床可分为下列类型。

- 1) 台式钻床:可安放在作业台上,主轴垂直布置的小型钻床。
- 2) 立式钻床:主轴箱和工作台安置在立柱上,主轴垂直布置的钻床。
- 3) 摇臂钻床:摇臂可绕立柱回转、升降,通常主轴箱可在摇臂上做水平移动的钻床。它适用于大件和不同方位孔的加工。
- 4) 铣钻床:工作台可纵横向移动,钻轴垂直布置,能进行铣削的钻床。
- 5) 深孔钻床:使用特制深孔钻头,工件旋转,钻削深孔的钻床。
- 6) 平端面中心孔钻床:切削轴类端面和用中心钻加工的中心孔钻床。
- 7) 卧式钻床:主轴水平布置,主轴箱可垂直移动的钻床。

(5) 镗床 镗床指主要用镗刀在工件上加工已有预制孔的机床。通常,镗刀旋转为主运动,镗刀或工件的移动为进给运动。它主要用于加工高精度孔或一次定位完成多个孔的精加工,此外还可以从事与孔精加工有关的其他加工面的加工。按结构和被加工对象可分为以下类型。

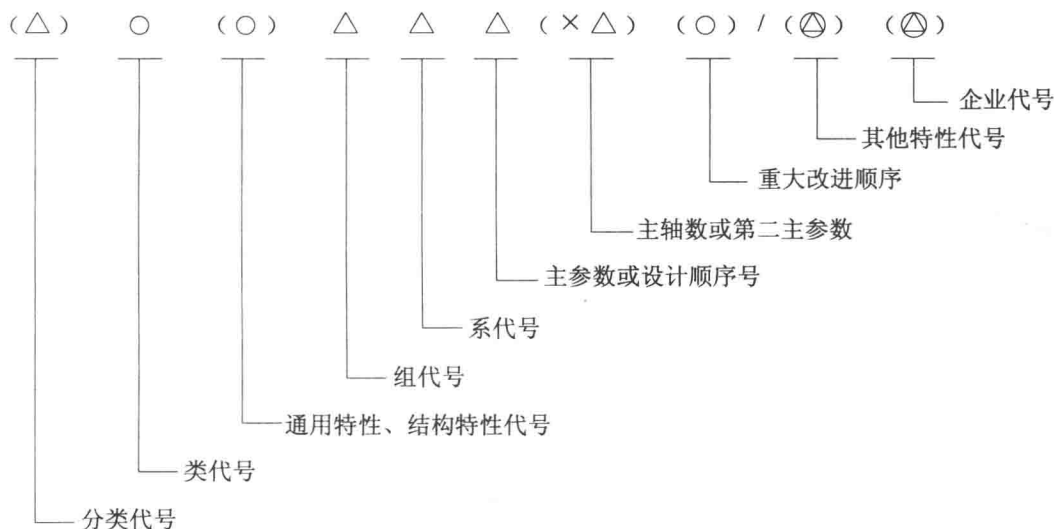
- 1) 卧式镗床:镗轴水平布置并做轴向进给,主轴箱沿前立柱导轨垂直移动,工作台做纵向或横向移动,进行镗削加工。这种机床应用广泛且比较经济,它主要用于箱体(或支架)类零件的孔加工及其与孔有关的其他加工面加工。
- 2) 坐标镗床:具有精密坐标定位装置的镗床。它主要用于镗削尺寸、形状,特别是位置精度要求较高的孔系,也可用于精密坐标测量、样板画线、刻度等工作。
- 3) 精镗床:用金刚石或硬质合金等刀具,进行精密镗孔的镗床。
- 4) 深孔镗床:用于镗削深孔的镗床。
- 5) 落地镗床:工件安置在落地工作台上,立柱沿床身纵向或横向运动。用于加工大型工件。

此外还有能进行铣削的铣镗床，或进行钻削的深孔钻镗床。

3. 机床的型号

机床型号是机床产品的代号，用来表明机床的类型、通用特性、结构特性、主要技术参数等。我国机床的型号由汉语拼音字母和阿拉伯数字按一定规律排列组成。

(1) 通用机床的型号编制 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”，前者统一管理，后者纳入型号与否由企业自定。完整形式如下。



注：① ○为大写的汉语拼音字母；② △为阿拉伯数字；③ ⊕为大写汉语拼音字母或为阿拉伯数字，或两者兼有；④ 有 () 的代号或数字，当无内容时则不表示，有内容时应去掉括号；⑤ 机床型号的基本形式由三部分组成：类别代号、组系代号和主参数。

1) 类别代号：机床分类和类别代号见表 0-1。

表 0-1 机床分类和类别代号

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	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	2 磨	3 磨	牙	丝	铣	刨	拉	电	割	其

2) 组、系代号：用两位阿拉伯数字表示，每类机床划分为十个组，同一组机床的结构性能和使用范围基本相同。每个组又划分为十个系，同一系列机床的基本结构和布局形式相同。

3) 主参数：用主参数折算值的 1/10 或 1/100 或实际值表示。

上述三部分代号是机床型号中必不可少的基本形式。此外，有些机床还有其他特殊情况，尚需要附加某些代号方能表达完整的含义。

4) 特性代号：

① 通用特性代号——某类机床除有普通形式外，还具有某些通用特性时，可用代号表示，见表 0-2。

表 0-2 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	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

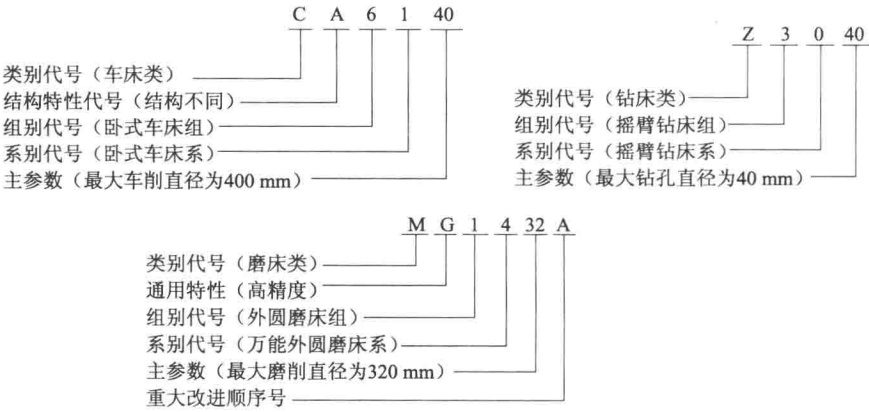
② 结构特性代号——为了区别性能不同的机床，故采用结构特性代号，例如 A、D、E、L、N、P……。如 CA6140 型卧式车床型号中的“A”，即在结构上区别 C6140 型卧式车床。

5) 第二主参数：如果机床第二主参数改变后，会使机床结构、性能产生较大变化，这时可将第二主参数用折算值表示，列入型号后部，并用“×”分开，读作：“乘”。

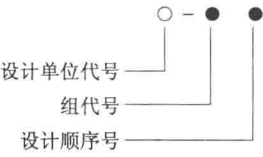
6) 重大改进顺序号：按改进顺序以 A、B、C ……表示，加在型号的尾部，以区别原机床型号。

7) 同一型号机床的变型代号：在原型号后面以 1、2、3 …表示，并用“/”分开，读作“之”，以区别于原机床型号。

例如，CA6140 表示最大工件回转直径为 400 mm 的卧式车床，Z3040 表示最大钻孔直径 40 mm 的摇臂钻床，MG1432A 表示工作台工作面宽度为 320 mm 经过第一次重大改进的高精度万能外圆磨床。上述型号中字母及数字的含义如下。



(2) 专用机床型号



1) 设计单位代号：通常，机床厂代号是由所在城市和该厂名称的大写汉语拼音字母组成的，或是该厂在市内建立的顺序号，排在型号之首。

2) 组代号：用一位阿拉伯数字表示，位于设计单位号之后，并用“-”分开。读作“至”。

3) 设计顺序号：由 001 起始，位于组代号之后。

例如，沈阳第一机床厂设计制造的第 18 种机为专用机床，属于第 2 组，顺序号为 018，

故其型号为 S1-2018。再如北京第一机床厂设计制造的第 100 种专用机床为专用铣床,属于第 3 组,其编号为 B1-3100。

4. 机床的基本结构

机床一般由四个基本部分组成:主机部分、驱动部分、控制部分、检测和显示部分,如图 0-1 所示。主机部分是工作机械的本体;驱动部分包括原动机、传动机构等,原动机包括电动机、液压装置、气压装置等,但主要的动力设备为电动机;控制部分的作用在于使系统中的驱动、主机、检测与显示各部分协调工作,控制部分似人的大脑,其在机床中地位非常重要。机床自动化水平的高低主要取决于控制部分的优劣。



图 0-1 机床的组成

机床种类繁多,结构有较大差异,但其基本结构是一致的,有些共性的装置如安全装置、传动装置、制动装置等是适用于各种机床的。机床基本结构包括以下几部分。

(1) 动力源 此为机床提供动力(功率)和运动的驱动部分,一般是电动机及其操纵器。

(2) 传动系统 传动系统包括主传动系统、进给传动系统和其他运动的传动系统,如变速箱、进给箱等部件,其将动力传到各运动部件,传动部件有丝杠螺母、齿轮齿条、曲轴连杆机构、液压传动机构、齿轮及链传动机构和带传动机构等。为了改变工件和刀具的运动速度,机床上都设有有级或无级变速机构,一般是齿轮变速箱。

(3) 支承件 用于安装和支承其他固定的或运动的部件,承受其重力和切削力,如床身、底座、立柱等。机座(床身和机架)上装有支承和传动的部件,将被加工的工件和刀具固定夹牢并带动它们做相对运动,这些部件主要有工作主轴、拖板、工作台、刀架等,由导轨、滑动轴承等导向。

(4) 工作部件 包括:① 与主运动和进给运动有关的执行部件,如主轴及主轴箱、工作台及其溜板、滑枕等安装工件或刀具的部件;② 与工件和刀具有关的部件或装置,如自动上下料装置、自动换刀装置、砂轮修整器等;③ 与上述部件或装置有关的分度、转位、定位机构和操纵机构等。

(5) 控制系统 控制系统用于控制各工作部件的正常工作,主要是电气控制系统,有些机床局部采用液压或气动控制系统。数控机床则是数控系统。

(6) 冷却系统 用于对加工工件、刀具及机床的某些发热部位进行冷却。

(7) 润滑系统 用于对机床的运动副进行润滑,以减小摩擦、磨损和发热。

(8) 其他装置 如排屑装置、自动测量装置等。

(9) 检测和显示装置各种压力表、传感器及显示设备参数用的显示器。

三、机床技术性能指标

1. 机床的工艺范围

机床的工艺范围是指在机床上加工的工件类型和尺寸、能够加工完成何种工序及使用什

么刀具等。

2. 机床的技术参数

机床的主要技术参数包括尺寸参数、运动参数与动力参数。

四、机床精度与刚度

1. 几何精度

几何精度是指机床在空载条件下，不运动（机床主轴不转或工作台不移动等情况下）或运动速度较低时各主要部件的形状、相互位置和相对运动的精确程度。它直接影响加工工件的精度，是评价机床质量的基本指标。它主要决定于结构设计、制造和装配质量。

2. 运动精度

运动精度是指机床空载并以工作速度运动时，主要零部件的几何位置精度。如高速回转主轴的回转精度。对于高速精密机床，运动精度是评价机床质量的一个重要指标。它与结构设计及制造等因素有关。

3. 传动精度

传动精度是指机床传动系各末端执行件之间运动的协调性和均匀性。影响传动精度的主要因素是传动系统的设计、传动元件的制造和装配精度。

4. 定位精度

定位精度是指机床的定位部件运动到达规定位置的精度。定位精度直接影响被加工工件的尺寸精度和形位精度。机床构件和进给控制系统的精度、刚度以及其动态特性，机床测量系统的精度都将影响机床定位精度。

5. 工作精度

加工规定的试件，用试件的加工精度表示机床的工作精度。工作精度是各种因素综合影响的结果，包括机床自身的精度、刚度、热变形和刀具、工件的刚度及热变形等。

6. 精度保持性

在规定的工作期间内，保持机床所要求的精度，称为精度保持性。影响精度保持性的主要因素是磨损。磨损的影响因素十分复杂，如结构设计、工艺、材料、热处理、润滑、防护、使用条件等。

7. 机床刚度

机床刚度是指机床系统抵抗变形的能力，按照载荷的性质不同，可分为静载荷和动载荷。不随时间变化或变化极为缓慢的力称静载荷，如重力、切削力的静力部分等；随时间变化的力，如冲击振动力及切削力的交变部分等称为动载荷。故机床刚度相应地分为静刚度及动刚度，后者是抗振性的一部分。习惯上所说的刚度一般指静刚度。

五、机床的运动及其组成部分

1. 零件表面的切削加工成形方法

机械零件的表面形状不外乎是几种基本形状的表面：平面、圆柱面、圆锥面以及各种成形面。当精度和表面粗糙度要求较高时，需要在机床上用刀具经切削加工而形成。

机械零件的任何表面都可看作是一条线（称为母线）沿着另一条线（称为导线）运动的轨迹。如图 0-2 所示，平面可看作是由一根直线（母线）沿着另一根直线（导线）运动

而形成的〔图 0-2a〕；圆柱面和圆锥面可看作是由一根直线（母线）沿着一个圆（导线）运动而形成的〔图 0-2b〕和〔图 0-2c〕；普通螺纹的螺旋面是“八”形线（母线）沿螺旋线（导线）运动而形成的〔图 0-2d〕；直齿圆柱齿轮的渐开线齿廓表面是由渐开线（母线）沿直线（导线）运动而形成的〔图 0-2e〕等。形成表面的母线和导线统称为发生线。

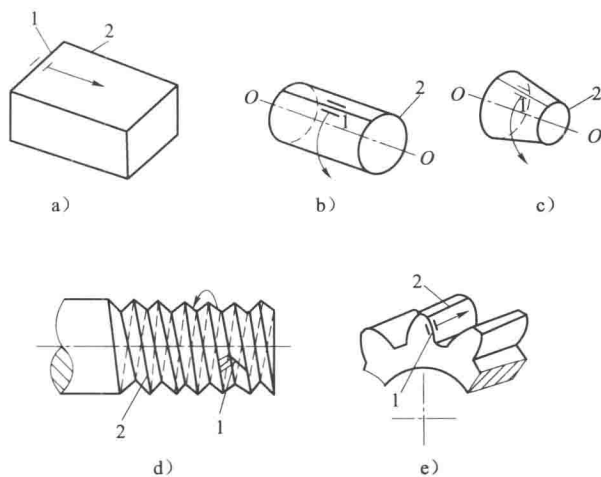


图 0-2 零件表面的成形

1—母线 2—导线

由图 0-2 可以看出，有些表面，其母线和导线是可以互换的，如平面、圆柱面和直齿圆柱齿轮的渐开线齿廓表面等，称为可逆表面；而另一些表面，其母线和导线不可互换，如圆锥面、螺旋面等，称为不可逆表面。

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四种。

1) 轨迹法：它是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。图 0-3a) 中母线 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。

2) 成形法：它是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。图 0-3b) 中，曲线形母线由成形刨刀的切削刃直接形成，直线形的导线则由轨迹法形成。

3) 相切法：它是利用刀具边旋转边做轨迹运动对工件进行加工的方法。图 0-3a) 中，采用铣刀、砂轮等旋转刀具加工时，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 B_1 ，同时刀具轴线沿着发生线的等距线做轨迹运动 A_2 时，切削点运动轨迹的包络线，便是所需的发生线。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：它是利用工件和刀具做展成切削运动进行加工的方法。切削加工时，刀具与工件按确定的运动关系做相对运动，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，便是所需的发生线。如图 0-3d) 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

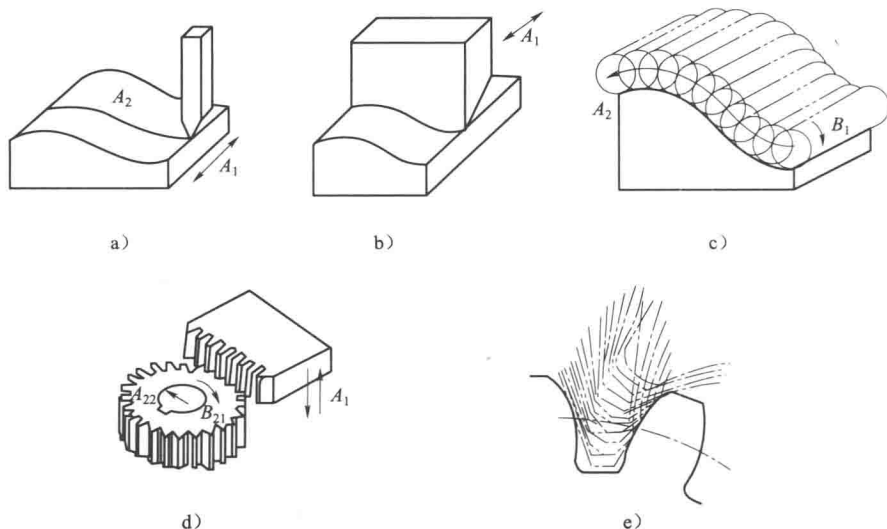


图 0-3 形成发生线的方法

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, 便是所需的渐开线形导线, 如图 0-3e) 所示。用展成法形成发生线需要一个成形运动(展成运动)。

2. 机床的运动

由上述可知, 在机床上, 为了要获得所需的工件表面形状, 必须形成一定形状的发生线(母线 and 导线)。除成形法外, 发生线的形成都是靠刀具和工件做相对运动实现的。这种运动称为表面成形运动。表面成形运动是机床最基本的运动。此外, 还有多种辅助运动。

(1) 表面成形运动

1) 成形运动按其组成情况不同, 可分为简单的和复合的两种。

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的, 则此成形运动称为简单成形运动, 简单成形运动一般为转动或直线移动。例如, 用尖头车刀车削外圆柱面时 [图 0-4a)], 工件的旋转运动 B_1 和刀具直线运动 A_2 就是两个简单运动; 用砂轮磨削外圆柱面时 [图 0-4b)], 砂轮和工件的旋转运动 B_1 、 B_2 , 以及工件的直线移动 A_3 , 也都是简单运动。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, 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 0-4c)], 形成螺旋形发生线所需的刀具和工件之间的相对螺旋轨迹运动, 为简化机床结构和较易保证精度, 通常将其分解为工件的等速旋转运动 B_{11} 和刀具的等速直线移动 A_{12} 。 B_{11} 和 A_{12} 不能彼此独立, 它们之间必须保持严格的运动关系, 即工件每转 1 转时, 刀具直线移动的距离应等于螺纹的导程, 从而 B_{11} 和 A_{12} 这两个单元运动组成一个复合运动。用轨迹法车回转体成形面时 [图 0-4d)], 尖头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_{21} 和 A_{22} 来实现, A_{21} 和 A_{22} 也组成一个复合运动。上述复合运动组成部分符号中的下标, 第一位数字表示成形的序号(即第 n 个成形运动), 第二位数字表示同一个复合运动中单元运动的序号。

2) 成形运动中各单元运动根据其在切削中所起的作用不同, 又可分为主运动和进给运

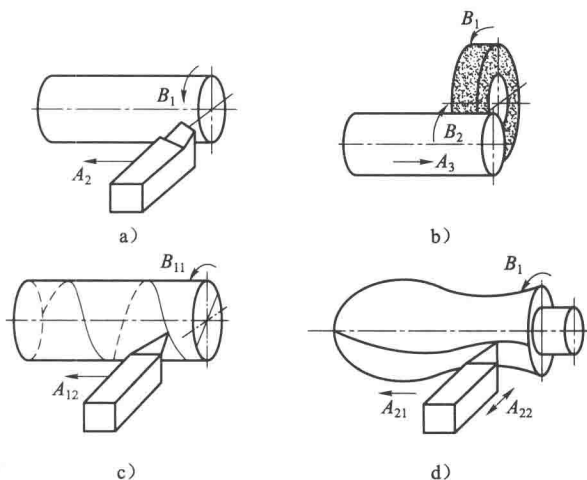


图 0-4 成形运动的组成

动。主运动只有一个，进给运动可以有一个或几个。

① 主运动：机床主运动是形成切削速度并从工件上切除多余材料，起主要作用的工作运动，机床功率主要消耗于主运动。

② 进给运动：进给运动是使工件上的多余材料不断被去除的工作运动，是维持切削继续的运动。

(2) 辅助运动 机床在加工过程中加工工具与工件除工作运动以外的其他运动称为辅助运动，用以实现机床的各种辅助动作，为表面成形创造条件。它的种类很多，一般包括以下几种。

1) 切入运动：刀具相对工件切入一定深度，以保证工件达到要求的尺寸。使刀具切入工件，以获得进行成形运动所需的工件和刀具位置的运动，称为切入运动，以 c 代表，如图 0-5a) 所示。

2) 分度运动：当整个工件表面是由若干局部表面所组成时，由一个局部表面过渡到另一个局部表面所做的运动。如车多头螺纹时，车完一条螺纹后，工件回转速度 d ，相当于 $1/K$ 周， K 为螺纹头数，如图 0-5b) 所示。再如多工位工作台、刀架等的周期转位或移位等。

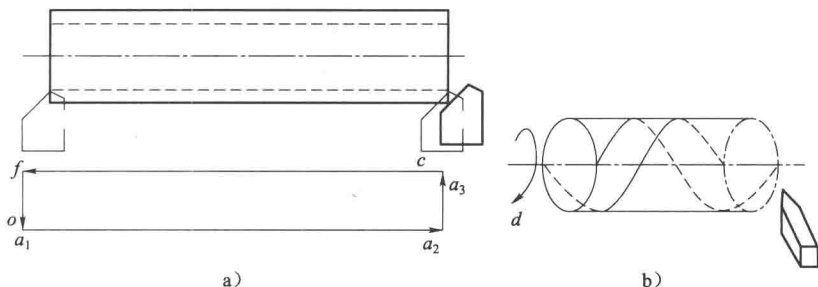


图 0-5 辅助运动举例

a) 切入运动、空行程运动；b) 分度运动