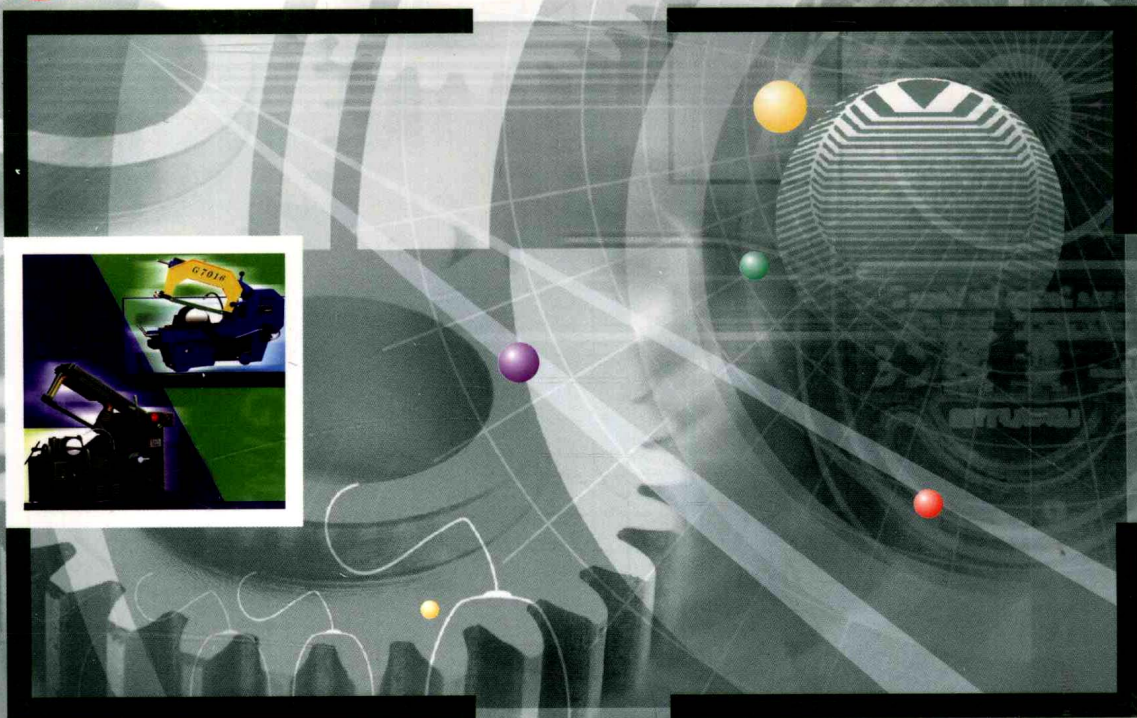


21

世纪高职高专系列规划教材·机电类



主编 苏宏志 主审 米国际

# 数控机床



西北大学出版社  
NORTHWEST UNIVERSITY PRESS



# 数控机床

SHUKONGJICHUANG

主 审 米国际

主 编 苏宏志

副主编 王丽洁

西北大学出版社

**【内容提要】** 本书针对高等职业技术教育的特点并为满足高等职业技术教育学制变化的要求而编写。通过介绍常用普通机械加工设备的机械机构,数控机床机械结构,数控刀具,计算机数控系统组成与发展,数控机床中使用的液压和气动系统,数控机床的安装、调试等内容,培养学生正确使用和维护机械加工设备的能力。

本书可作为高等职业教育机电类专业以及中专、电大、成人教育的教材,也可供生产一线的工程技术人员使用。

#### 图书在版编目(CIP)数据

数控机床 / 苏宏志主编. —西安: 西北大学出版社,  
2005. 8

ISBN 7-5604-2018-4

I. 数... II. 苏... III. 数控机床 - 高等学校 - 教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 083429 号

|      |                                             |
|------|---------------------------------------------|
| 书 名  | 数控机床                                        |
| 主 编  | 苏宏志                                         |
| 出版发行 | 西北大学出版社                                     |
| 通信地址 | 西安市太白北路 229 号 邮编: 710069 电话: 029 - 88302590 |
| 经 销  | 新华书店经销                                      |
| 印 刷  | 西安华新彩印有限公司                                  |
| 开 本  | 787mm × 960mm 1/16                          |
| 印 张  | 19                                          |
| 字 数  | 310 千字                                      |
| 版 次  | 2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月第 1 次印刷           |
| 书 号  | ISBN 7-5604-2018-4/TH · 12                  |
| 定 价  | 28.00 元                                     |

## 前言

本教材是高等职业技术教育机电类教材。为适应我国高等职业技术教育的需要,在陕西省教育厅高教处的统一指导规划下,由各高等职业技术学院多年从事数控加工技术教学和研究的老师编写而成。

本教材编写指导思想是:依据高等职业技术教育培养应用型高级人才的培养目标,并结合高等职业技术教育学制变化的需要,设置教学体系,着重培养具有解决生产现场技术问题和操作能力的实用型人才,以满足我国机械工业发展的需要。

近年来,数控加工和数控设备的应用技术突飞猛进,社会对掌握数控技术的人才需求越来越大,特别是对掌握数控机床操作的人才需求量更大。数控设备涉及科学技术最新成果,课程内容涉及面广,教材的编写难度大。本教材以数控机床的组成和使用为核心组织各章节内容,各章节内容相对独立,以便在教学中根据学生知识结构及教学学时灵活选用相关章节,组织教学。全书共分六章,第一章对常用普通机械加工设备结构、组成及其适用范围进行了全面介绍。第二章主要讲述数控机床的组成、数控机床的工作原理、数控机床的种类及数控机床加工特点。第三章介绍计算机数控系统(CNC)的一些基本概念,计算机数控系统的硬件组成、结构、类型以及软件的结构和类型。另外还介绍了我国使用的国内外常用数控系统。第四章全面介绍数控机床机械结构的特点以及数控机床常用部件的组成

和工作原理。本章还介绍了数控机床加工常用刀具的结构形式及选用原则。第五章较为详细地叙述液压与气压传动在数控机床中的应用,主要介绍液压传动系统组成及数控机床中使用的液压系统。第六章介绍数控机床安装、调试和试运行的一般原则,重点介绍数控机床的精度及其检测。

参加本书编写的有陕西工业职业技术学院苏宏志、西安航空职业技术学院张俊、西安理工大学高等技术学院王丽洁、西安航空技术高等专科学校简引霞。本书由苏宏志担任主编,王丽洁担任副主编,具体编写分工如下:第一章和第四章由苏宏志编写,第二章和第三章由张俊编写,第五章由简引霞编写,第六章由王丽洁编写。西安航空技术高等专科学校米国际老师担任本书主审,对全书进行了认真审定,并提出了许多宝贵的意见。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免存在一些不足之处,敬请读者朋友们不吝赐教!

编者

2005年2月

|                                 |             |
|---------------------------------|-------------|
| <b>第 1 章 常用金属切削机床基础知识 .....</b> | <b>/1</b>   |
| 1.1 金属切削机床基础知识 .....            | /1          |
| 1.2 CA6140 型卧式车床 .....          | /6          |
| 1.3 X6132 型万能卧式升降台铣床 .....      | /32         |
| 1.4 齿轮加工机床 .....                | /43         |
| 1.5 磨床 .....                    | /65         |
| 1.6 其他类型通用机床 .....              | /78         |
| 思考与练习题 .....                    | /86         |
| <b>第 2 章 数控机床概述 .....</b>       | <b>/87</b>  |
| 2.1 数控机床简介 .....                | /87         |
| 2.2 数控机床的组成及工作原理 .....          | /92         |
| 2.3 数控机床的发展概况及趋势 .....          | /98         |
| 思考与练习题 .....                    | /107        |
| <b>第 3 章 计算机数字控制系统 .....</b>    | <b>/108</b> |
| 3.1 计算机数字控制系统的组成及其装置的功能 .....   | /108        |
| 3.2 计算机数字控制装置的硬件结构 .....        | /111        |
| 3.3 计算机数字控制装置的软件结构 .....        | /118        |
| 3.4 常用数控系统简介 .....              | /122        |
| 思考与练习题 .....                    | /125        |
| <b>第 4 章 数控机床的机械结构与部件 .....</b> | <b>/126</b> |
| 4.1 数控机床的结构特点 .....             | /126        |

|                                 |             |
|---------------------------------|-------------|
| 4.2 数控机床的主轴部件 .....             | /128        |
| 4.3 数控机床进给系统机械传动部分的元件 .....     | /140        |
| 4.4 数控机床刀具及其选择 .....            | /156        |
| 4.5 自动换刀装置及其刀库 .....            | /169        |
| 4.6 常用数控加工设备 .....              | /179        |
| 思考与练习题 .....                    | /213        |
| <b>第5章 液压与气动在数控机床中的应用 .....</b> | <b>/214</b> |
| 5.1 常用液压元件 .....                | /214        |
| 5.2 常用液压基本回路 .....              | /240        |
| 5.3 数控机床的液压与气压系统 .....          | /252        |
| 思考与练习题 .....                    | /261        |
| <b>第6章 数控机床精度与检测 .....</b>      | <b>/264</b> |
| 6.1 数控机床安装与调试 .....             | /264        |
| 6.2 数控机床精度检验 .....              | /269        |
| 6.3 数控机床维护与保养 .....             | /282        |
| 思考与练习题 .....                    | /294        |
| <b>参考文献 .....</b>               | <b>/295</b> |

# 第1章 常用金属切削机床基础知识

## 1.1 金属切削机床基础知识

金属切削机床是用切削的方法将金属毛坯加工成机器零件的一种机器,人们习惯上称为机床。由于切削加工仍是机械制造过程中获取具有一定尺寸、形状和精度的零件的主要加工方法,所以机床是机械制造系统中最重要的组成部分,它为加工过程提供刀具与工件之间的相对位置和相对运动,为改变工件形状、质量提供动力。

### 1.1.1 金属切削机床分类与型号编制

#### 1. 机床的分类

目前金属切削机床的品种和规格繁多,为便于区别、使用和管理,需对其进行分类。

按机床通用程度,可分为通用机床、专门化机床、专用机床。通用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(重量在30t以上)及超重型机床(重量在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。

#### 2. 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

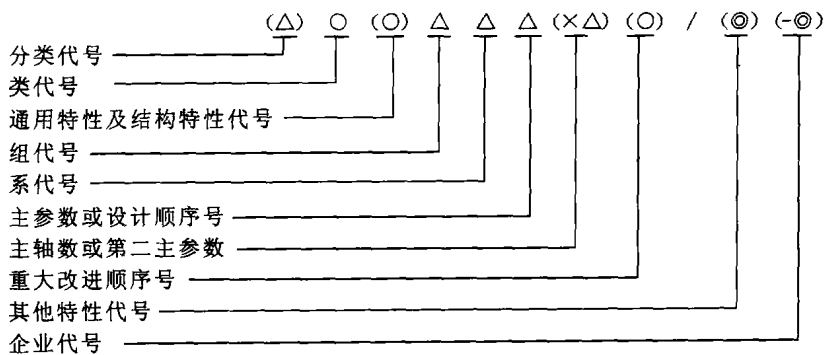
通用机床和专用机床的型号是按照 1994 年颁布的《GB15375—94 金属切削机床型号编制方法》编制的。

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,通用机床型号的构成如图 1-1 所示。

(1) 机床的类别代号 机床的类别代号是用机床名称的汉语拼音的第一个大写字母表示。必要时,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 1-1。

表 1-1 机床的类别及分类代号

| 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 | 锯床 | 其他机床 |
|------|----|----|----|----|-----|-----|--------|--------|----|-----|----|----|------|
| 代号   | C  | Z  | T  | M  | 2M  | 3M  | Y      | S      | X  | B   | L  | G  | Q    |
| 参考读音 | 车  | 钻  | 镗  | 磨  | 2 磨 | 3 磨 | 牙      | 丝      | 铣  | 刨   | 拉  | 割  | 其    |



注:有“( )”的代号或数字,当无内容时,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;

有“◎”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。

图 1-1 通用机床型号构成

(2)通用特性及结构特性代号 这两种特性代号用大写的汉语拼音字母表示,位于类代号之后。

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,还有表1-2所列的通用特性时,则在类代号之后加通用特性代号予以区分,如CM6132型精密卧式车床型号中的“M”表示通用特性为“精密”。如果某类型机床仅有某种通用特性,而无普通型式时,则此通用特性代号不必表示,如C1312型单轴转塔自动车床。

表1-2 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 | 加工中心<br>(自动换刀) | 仿形 | 轻型 | 加重型 | 简式或<br>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   | 简          | 柔      | 显  | 速  |

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、性能不同的作用。当型号中有通用特性代号时,结构特性代号应排在通用特性代号之后。结构特性代号用汉语拼音字母表示。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,通用特性代号已用的字母和“I,O”两个字母不能用作结构特性代号。

(3)机床的组、系的划分原则及其代号 将每类机床划分为十个组,每个组又划分为十个系(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、主要结构及布局型式相同的机床,即为同一系。

机床的组用一位阿拉伯数字表示,位于类代号或通用特性代号、结构特性代号之后。机床的系用一位阿拉伯数字表示,位于组代号之后。例如,CA6140型卧式车床型号中的“6”说明它属于车床类6组,型号中的“1”说明它属于6组中的1系。

(4)机床主参数、设计顺序号及第二主参数 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,位于系代号之后。折算系数一般为1/10或1/100,也有少数是1。

例如,CA6140 卧式车床中的主参数折算值为 40(折算系数是 1/10),其主参数表示在床身导轨面上能车削工件的最大直径为 400mm。

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 1 起始。如当设计顺序号小于 10 时,由 01 开始编号。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。

第二主参数是对主参数的补充,一般是指最大跨距、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,第二主参数一般不予表示出。

(5) 重大改进顺序号 当机床的结构、性能有重大改进,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…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。

(6) 其他特性代号 其他特性代号主要用以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;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,可以反映同一型号机床的变型等。

通用机床型号示例:

例 1-1 型号 THM6350/JCS 为北京机床研究所生产的精密卧式加工中心。

例 1-2 型号 Z5625 × 4A/DH 为大河机床厂生产的经过第一次重大改进,其最大钻孔直径为 25mm 的四轴立式排钻床。

例 1-3 型号 Z3040 × 16/S2 为中捷友谊厂生产的最大钻孔直径为 40mm,最大跨距为 1600mm 的摇臂钻床。

例 1-4 型号 M7150A 为工作台工作面宽度为 500mm,经过第一次重大改进设计的卧轴距台平面磨床。

### 1.1.2 机床传动的基础知识

#### 1. 机床的运动

(1) 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,以切除毛坯上的多余金属,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1-2a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1-2b)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 $f$ 。

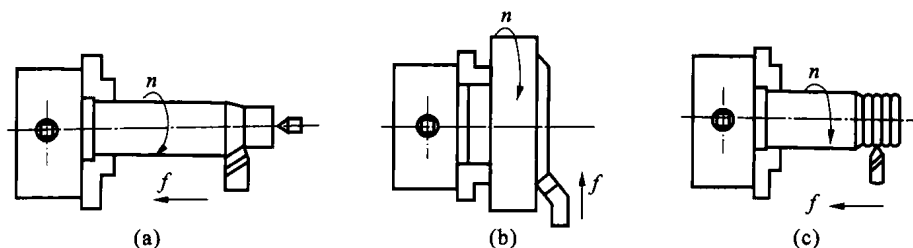


图1-2 表面成形运动

成形运动按其在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。主运动的速度最高,消耗的功率最大,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。

(2) 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,还需完成其他一系列运动。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。

## 2. 机床的传动形式的组成

机床加工过程中所需的各种运动,是通过动力源、传动装置和执行件实现的,并具有一定的规律。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。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等。传动装置是把动力源的动力和运动传给执行件的装置。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、液压、电气、气压传动等。

# 1.2 CA6140 型卧式车床

## 1.2.1 车床的加工范围及主要组成部件

### 1. 车床的工艺范围

车床主要用于车削加工。在车床上可以加工内外圆柱面、圆锥面和成形回转表面;也可以车削端面和车环槽,加工各种常用的米制、英制、模数制和径节制螺纹等。

在一般机器制造厂中,车床在金属切削机床中所占的比重最大,占金属切削机床总台数的 20% ~ 35%。由此可见,车床的应用是很广泛的,而卧式车床总台数占车床类机床的 60% 左右。

如图 1-3 所示,在车床上使用的刀具,主要是各种车刀,有些车床还可以使用各种孔加工刀具(如钻头、扩孔钻、铰刀等)和螺纹刀具(丝锥、板牙等)进行加工。为了加工出所要求的工件表面,刀具和工件必须实现一系列的运动。

### 2. CA6140 车床的主要组成部件

CA6140 型卧式车床的加工对象主要是轴类零件和直径不大的盘类零件,故采用卧式布局。为了适应工人用右手操纵的习惯和便于观察、测量,主轴箱布置在左端。图 1-4 是 CA6140 型卧式车床的外形图。机床的主要组成部件如下:

(1) 主轴箱 主轴箱 3 固定在床身 10 的左端。其内装有主轴和变速、换向机构,由电动机经变速机构带动主轴旋转,实现主运动,并获得所需转速及转向。主轴前端可安装三爪自定心卡盘、四爪单动卡盘等通用夹具和专用夹具,用以装夹工件。

(2) 进给箱 进给箱 2 固定在床身 10 的左前侧。进给箱是进给运动传动链中

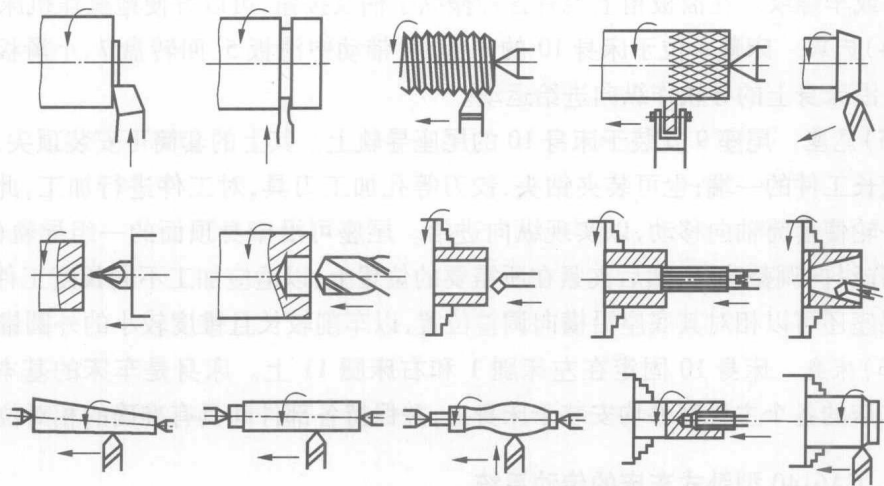


图 1-3 车床所能加工的典型表面

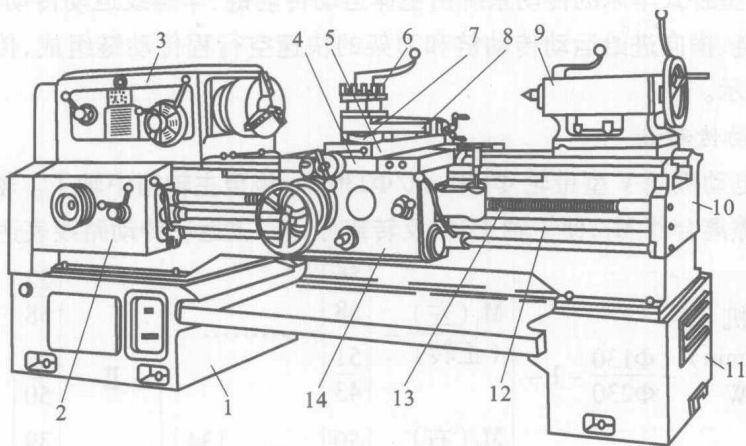


图 1-4 CA6140 型卧式车床的外形

1,11—床腿;2—进给箱;3—主轴箱;4—床鞍;5—中滑板;6—刀架;7—回转盘;  
8—小滑板;9—尾座;10—床身;12—光杠 13—丝杠;14—溜板箱

主要的传动比变换装置,它的功用是调节被加工螺纹的导程、机动进给的进给量和改变进给运动的方向。

(3)溜板箱 溜板箱 14 固定在床鞍 4 的底部,可带动刀架一起作纵向运动。溜板箱的功用是将进给箱传来的运动传递给刀架,使刀架实现纵向进给、横向进给、快

速移动或车螺纹。在溜板箱上装有各种操纵手柄及按钮,可以方便地操作机床。

(4)床鞍 床鞍4位于床身10的中部,可带动中滑板5、回转盘7、小滑板8和刀架6沿床身上的导轨作纵向进给运动。

(5)尾座 尾座9安装于床身10的尾座导轨上。其上的套筒可安装顶尖,以便支承较长工件的一端;也可装夹钻头、铰刀等孔加工刀具,对工件进行加工,此时可摇动手轮使套筒轴向移动,以实现纵向进给。尾座可沿床身顶面的一组导轨(尾座导轨)作纵向调整移动,然后夹紧在所需要的位置上,以适应加工不同长度工件的需要。尾座还可以相对其底座沿横向调整位置,以车削较长且锥度较小的外圆锥面。

(6)床身 床身10固定在左床腿1和右床腿11上。床身是车床的基本支承件。车床的各个主要部件均安装于床身上,并保持各部件间具有准确的相对位置。

### 1.2.2 CA6140 型卧式车床的传动系统

CA6140 型卧式车床的传动系统由主体运动传动链、车螺纹运动传动链、纵向进给运动传动链、横向进给运动传动链和刀架的快速空行程传动链组成,传动系统图如图1-5所示。

#### 1. 主运动传动链

运动由电动机经V型带轮 $\Phi 130\text{mm}/\Phi 230\text{mm}$ 传至主轴箱中轴I。轴I上装有双向多片摩擦离合器 $M_1$ ,使主轴正转、反转或停止。主运动传动路线表达式为:

$$\begin{array}{l}
 \begin{array}{l} \text{电动机} \\ (1450\text{r/min}) \\ 7.5\text{kW} \end{array} - \frac{\Phi 130}{\Phi 230} - \text{I} - \left[ \begin{array}{l} \frac{M_1(\text{左})}{(\text{正转})} - \left| \frac{56}{38} \right| \cdots \cdots \left| \frac{22}{58} \right| \\ \frac{M_1(\text{右})}{(\text{反转})} - \left| \frac{51}{43} \right| \cdots \cdots \left| \frac{30}{50} \right| \end{array} - \text{II} - \left| \frac{39}{41} \right| - \text{III} - \\
 \left( \begin{array}{l} \text{中、低速传动路线} \\ \left| \frac{20}{80} \right| - \text{IV} - \left| \frac{51}{50} \right| - \text{V} - \frac{26}{58} - M_2(\text{右}) \\ \left| \frac{50}{50} \right| \cdots \cdots \left| \frac{63}{50} \right| - M_2(\text{左}) \cdots \cdots \\ \text{高速传动路线} \end{array} \right) - \text{VI}(\text{主轴})
 \end{array}$$

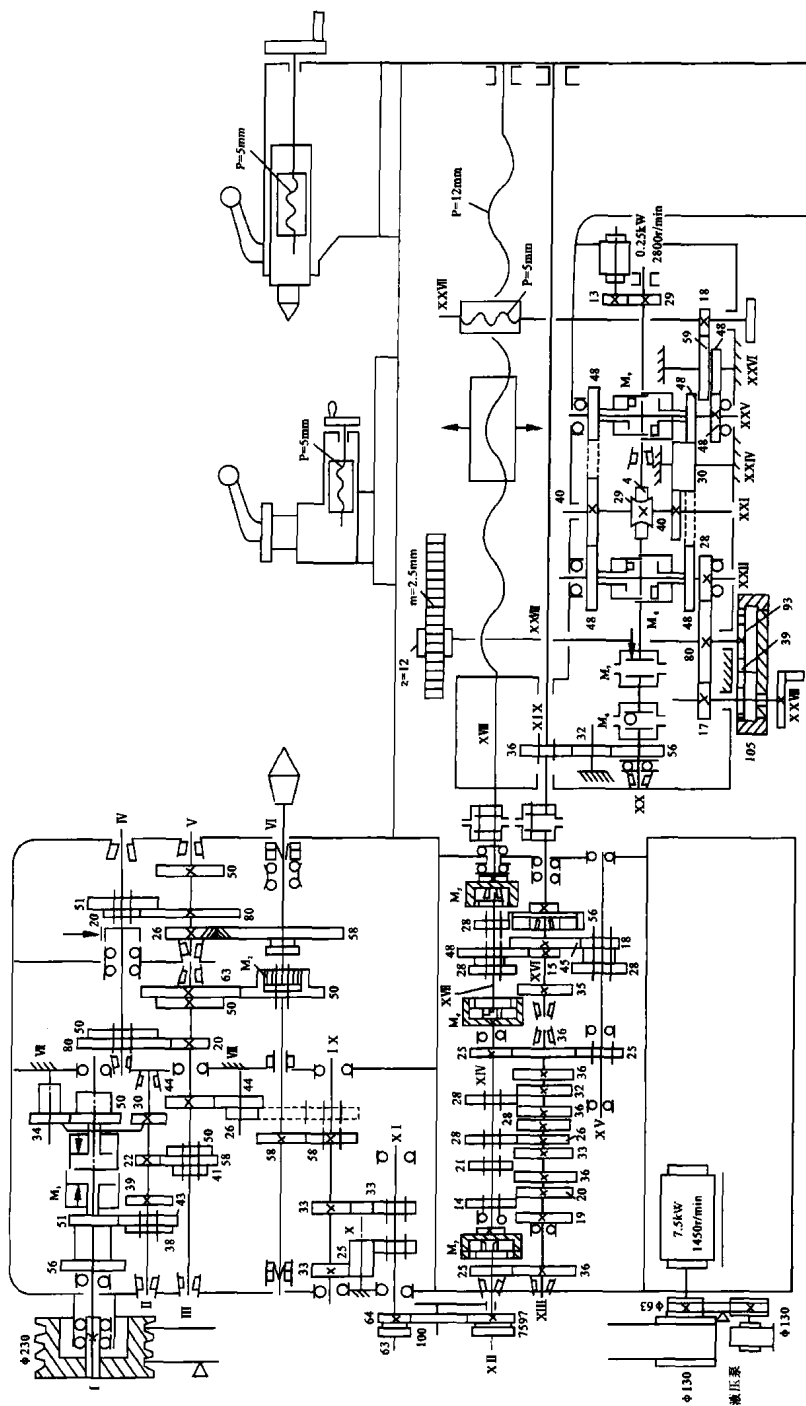


图1-5 CA6140型卧式车床的传动系统

由于轴Ⅲ至轴Ⅴ间的两组双联滑移齿轮变速组的4种传动比分别为

$$\begin{aligned} u_1 &= \frac{20}{80} \times \frac{20}{80} = \frac{1}{16} & u_2 &= \frac{20}{80} \times \frac{51}{50} \approx \frac{1}{4} \\ u_3 &= \frac{50}{50} \times \frac{20}{80} = \frac{1}{4} & u_4 &= \frac{50}{50} \times \frac{50}{50} = 1 \end{aligned}$$

其中  $u_2 \approx u_3$ , 所以经轴Ⅲ至轴Ⅴ的中、低速传动路线, 主轴实际只获得  $2 \times 3 \times 3 = 18$  级正转转速, 因而主轴正转的实际转速级数为 24 级。同理, 主轴反转转速级数为 12 级。

主轴反转时, 轴Ⅰ—Ⅱ间传动比的值大于正转时传动比的值, 所以反转转速大于正传转速。主轴反转一般不用于切削, 而是用于车削螺纹时, 切削完一刀后, 使车刀沿螺旋线退回, 以免下一次切削时“乱扣”。转速高, 可节省辅助时间。

## 2. 进给运动传动链

进给运动传动链是实现刀架纵向或横向运动的传动链。进给运动的动力来源也是电动机。运动由电动机经主运动传动链、主轴、进给运动传动链至刀架, 使刀架实现机动的纵向进给、横向进给或车螺纹运动。由于进给量及螺纹的导程是以主轴每转过一转时刀架的移动量来表示的, 因此, 该传动链的两个末端元件分别是主轴和刀架。

CA6140 型车床能够车削米制、英制、模数制和径节制四种标准螺纹。还能够车削大导程、非标准和较精密的螺纹, 这些螺纹可以是左旋的也可以是右旋的。

不同标准的螺纹用不同的参数表示起螺距, 表 1-3 列出了米制、英制、模数制和径节制四种螺纹的螺距参数及其与螺距  $P$ 、导程  $L$  之间的换算关系。

表 1-3 各种标准螺纹的螺距参数及其与螺距、导程的换算关系

| 螺纹种类 | 螺距参数             | 螺距/mm                 | 导程/mm                             |
|------|------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| 米制   | 螺距 $P/\text{mm}$ | $P = P$               | $L = KP$                          |
| 模数制  | 模数 $m/\text{mm}$ | $P_m = \pi m$         | $L_m = KP_m = \pi Km$             |
| 英制   | 每英寸牙数 $a$ (牙/in) | $P_a = 25.4/a$        | $L_a = KP_a = 25.4K/a$            |
| 径节制  | 径节 $DP$ (牙/in)   | $P_{DP} = 25.4\pi/DP$ | $L_{DP} = KP_{DP} = 25.4\pi K/DP$ |

注: 表中  $K$  为螺纹线数

车螺纹时, 必须保证主轴每转一转的刀具应严格地移动一个导程  $L_T$  (被加工螺纹的导程) 的距离。由此可列出其运动平衡式为

$$L_T = 1_{(\text{主轴})} \times u_{\text{固}} \times u_x \times L_{\text{丝}} \quad (1-1)$$