

高等学校试用教材

# 机械制造基础

下册

《机械制造基础》编写组编

人民教育出版社

本书分上下两册。

上册包括金属材料及热处理概论、铸造生产、锻压生产、焊接生产等四章。

下册包括车削加工、钻削与镗削加工、刨削与铣削加工、磨削加工、齿轮加工、公差与配合、机械加工工艺过程、钳工与装配等八章。

本书采用了国际单位制，但有些表格内容和某些数据引自有关标准和规范，这些标准和规范用的是公制单位，本书未予换算。

本书主要作为高等学校机械类专业的学工教材，也可供厂办工人大学及有关工人和工程技术人员参考。

## 机械制造基础

下 册

《机械制造基础》编写组编

\*

人民教育出版社出版

新华书店上海发行所发行

上海新华印刷厂印装

\*

1978年6月第1版 1978年11月第1次印刷

书号 15012·069 定价 1.70元

# 目 录

## (下 册)

### 冷加工部分

#### 第一章 车削加工

第一节 车床概述	1	第七节 车端面、切断和切槽	54
一、车床的运动及加工范围	1	一、车端面	54
二、车床的种类	2	二、切断与切槽	57
三、通用机床型号表示方法简介	4	第八节 车内孔	62
第二节 CA6140 普通车床的运动分析	8	一、常用的镗孔刀	62
一、常见传动付及其传动比	8	二、车内孔的方法	63
二、CA6140 普通车床的运动分析	12	三、车内孔常见的问题	64
第三节 CA6140 普通车床床头箱的结构及调整	21	第九节 车削常用量具	65
一、摩擦离合器的构造及调整	21	一、车削常用的量具	65
二、主轴制动机构及调整	22	二、量具的选用及维护	69
三、主轴部件的结构及调整	22	第十节 车圆锥	69
四、变速操纵机构	23	一、圆锥面概述	69
第四节 车刀	27	二、圆锥面的车削方法	71
一、车刀的切削角度	27	三、测量圆锥面常用的方法	74
二、刀具的材料及其选择	30	第十一节 车螺纹	76
第五节 金属切削过程	33	一、螺纹的概述	76
一、切削过程中金属的变形	33	二、挂轮的齿数计算和搭配方法	79
二、切削力	37	三、三角螺纹的车削方法	82
三、切削热	39	四、普通螺纹的测量方法	84
四、刀具的磨损和耐用度	40	五、螺纹加工中的常见问题及解决方法	86
第六节 车外圆	42	第十二节 先进车刀和先进车削方法	87
一、工件的装夹	42	一、强力切削车刀	87
二、车刀的选择与安装	48	二、大刃倾角精车刀	88
三、车削用量的选择	51	三、高速车细长轴银白屑车刀	89
四、加工余量的确定	51	四、机械夹固式不重磨车刀	89
五、车外圆常见的问题	53	五、多刀多刃车削法	90

#### 第二章 钻削与镗削加工

第一节 钻床与镗床概述	91	一、机床主要技术性能	93
一、钻床与镗床的加工范围	91	二、传动系统	93
二、钻床的类型及卧式镗床的组成	91	第三节 T68 型卧式镗床	94
第二节 Z3040 摇臂钻床	93	一、机床主要技术性能	94

二、传动系统 .....	95
第四节 钻削 .....	99
一、钻头 .....	99
二、钻削用量 .....	102
三、钻削力和扭矩 .....	103
第五节 钻、扩、铰孔 .....	103

一、钻孔 .....	103
二、扩孔 .....	104
三、铰孔 .....	105
第六节 孔与孔系的镗削 .....	107
一、镗孔 .....	107
二、孔系的镗削 .....	108

### 第三章 刨削和铣削加工

第一节 刨床与铣床概述 .....	110
一、刨床与铣床的加工范围 .....	110
二、刨床和铣床的类型及组成 .....	112
第二节 刨床和铣床的传动系统及其机构 .....	115
一、B665 型牛头刨床传动系统及其机构 .....	115
二、X62W 铣床传动系统及其机构 .....	119
第三节 铣削 .....	122
一、铣刀 .....	123
二、铣削要素 .....	126
三、铣削力 .....	131
四、铣削方式的合理选用 .....	133
五、铣削用量的选择 .....	137
第四节 分度头 .....	138
一、万能分度头的构造 .....	138

二、分度方法 .....	138
第五节 铣平面及刨平面 .....	141
一、工件的装夹 .....	141
二、刀具的选择 .....	141
三、铣平面时常见的问题 .....	142
四、刨平面的特点 .....	144
第六节 铣槽和刨槽 .....	144
一、轴上单键槽的铣削 .....	144
二、花键轴的铣削 .....	146
三、铣螺旋槽 .....	148
四、燕尾槽和T形槽刨削 .....	149
第七节 先进铣刨刀及铣削方法 .....	153
一、先进铣刀和刨刀 .....	153
二、先进铣削方法 .....	155

### 第四章 磨削加工

第一节 磨床概述 .....	157
一、磨削加工的特点和应用 .....	157
二、磨床种类 .....	158
第二节 M1432A 万能外圆磨床 .....	162
一、概述 .....	162
二、机械传动系统 .....	162
三、液压传动系统 .....	163
四、主要部件结构 .....	168
第三节 砂能 .....	170
一、砂轮特性及其选择 .....	170
二、砂轮的使用 .....	174
第四节 磨削过程 .....	176
一、磨削要素 .....	176
二、磨削过程 .....	178
第五节 外圆磨削 .....	180

一、工件的装夹特点 .....	180
二、磨削工艺 .....	181
三、质量分析 .....	186
第六节 内圆磨削 .....	190
一、内圆磨削的特点 .....	190
二、内圆磨削工艺 .....	190
三、质量分析 .....	192
第七节 平面磨削 .....	193
一、工件的装夹方法 .....	193
二、磨削工艺 .....	195
三、质量分析 .....	197
第八节 新型砂轮与先进磨削法 .....	198
一、新型砂轮 .....	198
二、先进磨削法 .....	200

### 第五章 齿轮加工

第一节 基本知识 .....	204
一、齿轮类型 .....	204
二、齿轮各部名称和标准齿轮的主要尺寸 .....	205
三、渐开线齿廓的形成 .....	207

四、齿轮传动精度初步知识 .....	208
五、齿轮的切削加工和定位 .....	210
第二节 成形法加工直齿轮 .....	210
第三节 展成法加工直齿轮 .....	212

一、插齿 .....	212	六、齿轮加工方法的选择 .....	216
二、滚齿 .....	214	第四节 控制齿侧间隙的测量方法 .....	216
三、剃齿 .....	215	一、测量固定弦齿厚 .....	216
四、珩齿 .....	216	二、测量公法线长度 .....	217
五、磨齿 .....	216	三、成形铣齿时铣床工作台升高量的计算 .....	218

## 第六章 公差与配合

第一节 零件几何参数精度的概念 .....	221	第三节 表面形状和位置公差简介 .....	242
第二节 圆柱结合的公差与配合 .....	221	一、表面形状和位置公差的概念 .....	242
一、基本术语和定义 .....	221	二、相关公差 .....	245
二、配合的基本形式 .....	225	三、位移度 .....	248
三、公差数值的确定和精度等级的划分 .....	225	第四节 零件的表面光洁度 .....	250
四、尺寸范围及尺寸分段 .....	227	一、零件的表面质量 .....	250
五、基准制及基准件的公差带位置 .....	227	二、评定表面光洁度的标准 .....	251
六、配合种类及其特性 .....	231	三、表面光洁度的测量方法 .....	251
七、公差与配合的选择 .....	234		

## 第七章 机械加工工艺过程

第一节 制定零件机械加工工艺过程的基 本知识 .....	253	一、对加工零件的工艺分析 .....	261
一、生产过程与工艺过程 .....	253	二、选择毛坯 .....	262
二、生产纲领与生产类型 .....	255	三、选择定位基准 .....	263
三、零件在机床上加工时的安装 .....	256	四、拟定零件加工的工艺路线 .....	267
四、基准 .....	257	五、确定加工余量 .....	271
五、六点定则 .....	258	第三节 制定机械加工工艺过程的实例 .....	275
第二节 制定机械加工工艺过程的内容和 步骤 .....	261	一、工艺分析 .....	276
		二、基准选择 .....	276
		三、工艺路线的确定 .....	277

## 第八章 钳工与装配

第一节 钳工 .....	280	一、CA6140 普通车床精度检验项目 .....	295
一、划线 .....	280	二、水平仪的使用 .....	301
二、攻丝和套扣 .....	285	第四节 装配结构工艺性 .....	304
三、刮削 .....	286	一、能将机器分为许多独立的装配单元 .....	305
第二节 CA6140 床头箱部件的装配 .....	289	二、减少在装配时的机械加工 .....	305
一、基本概念 .....	289	三、减少在装配时的修配工作 .....	306
二、组件装配 .....	289	四、在机器的结构设计中要考虑便于装配 .....	307
三、CA6140 床头箱部件的装配 .....	294	五、在机器结构设计中还要考虑拆卸 .....	307
第三节 CA6140 普通车床总装精度检验 .....	295		

## 附 录

附表 1 形位公差符号 .....	309	附表 3 形状公差 .....	310
附表 2 形状和位置公差部分名词解释 .....	309	附表 4 位置公差 .....	312

# 冷加工部分

## 第一章 车削加工

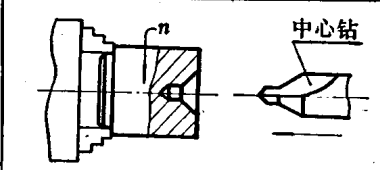
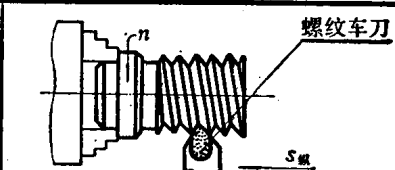
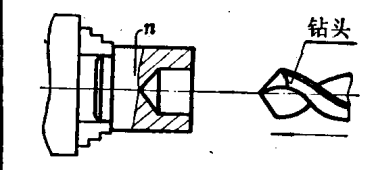
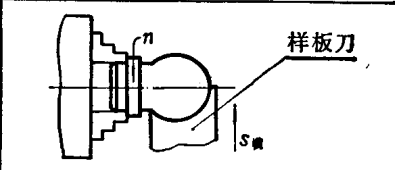
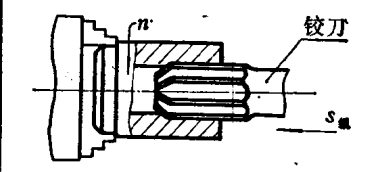
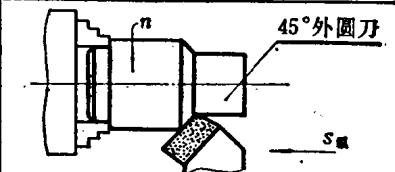
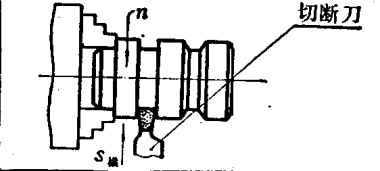
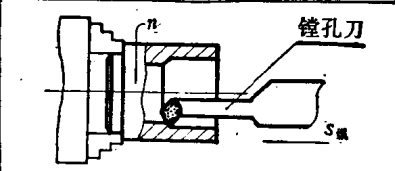
### 第一节 车床概述

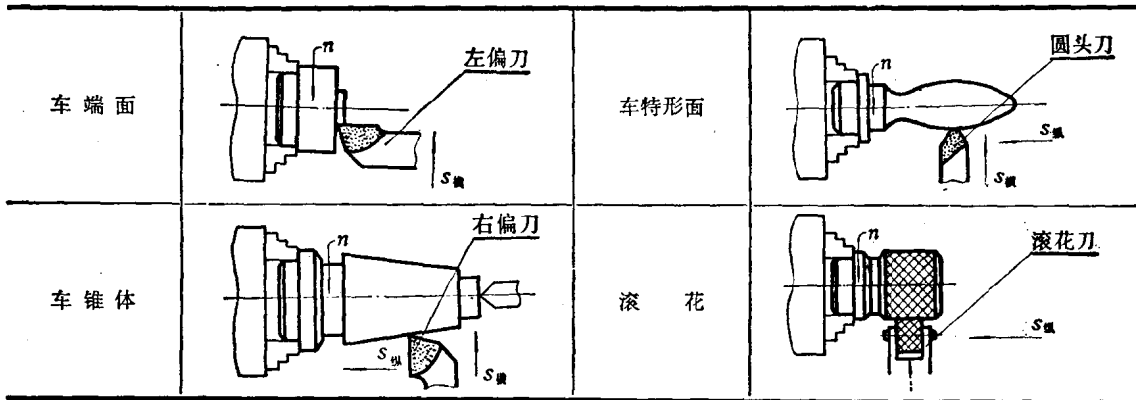
#### 一、车床的运动及加工范围

车床运动包括工件旋转和刀具直进两种运动。工件的旋转运动称为主运动，用转速(转/分)表示，它是由电动机经皮带和齿轮等传至主轴而产生的；刀具的运动称为进给运动，用走刀量  $s$  (毫米/转)表示，它是由车床主轴经齿轮等传至光杠或丝杠，从而带动刀架移动产生的。进给运动又分纵向进给运动(纵走刀)和横向进给运动(横走刀)两种，分别用  $s_{纵}$  (毫米/转)和  $s_{横}$  (毫米/转)表示。 $s_{纵}$  是指车刀沿车床主轴轴线方向的移动， $s_{横}$  是指车刀沿主轴径向的移动。

关于车削运动的情况及车削加工的工作范围，见表 1-1。

表 1-1 车床的运动及加工范围

钻中心孔		车 螺 纹	
钻 孔		用成形刀 车特形面	
铰 孔		车 外 圆	
切 断		镗 孔	



## 二、车床的种类

在一般机械制造中，车床是各种工作母机中应用最为广泛的一种。为适应工业生产的需要，车床的种类很多，有普通车床、立式车床、落地车床、六角车床、自动和半自动车床等。

在所有车床中普通车床用得最多，约占车床类机床总台数的60%左右。普通车床的特点是万能性大，但自动化程度较低，适用于机修车间或单件小批生产。下面以CA6140普通车床为例介绍一下普通车床的组成。

CA6140普通车床是可加工工件最大直径为 $\phi 400$ 毫米系列产品的基型车床，它具有性能良好、结构先进、操作轻便、外形整齐美观等特点。其组成部分及各手柄的作用如图1-1所示。

床头箱：其作用是通过主轴带动工件作旋转运动。主轴的运动是由一个7.5千瓦的电动机经四根B型三角皮带传至床头箱内，再经一些齿轮和轴而传递来的。变换床头箱正面右侧两个重叠的手柄，可使主轴获得10~1400转/分，24级转速。床头箱正面左侧的一个手柄是用来调整左螺纹、右螺纹、正常螺距或加大螺距的。主轴内孔为 $\phi 48$ 毫米，其前端锥度为莫氏6号。

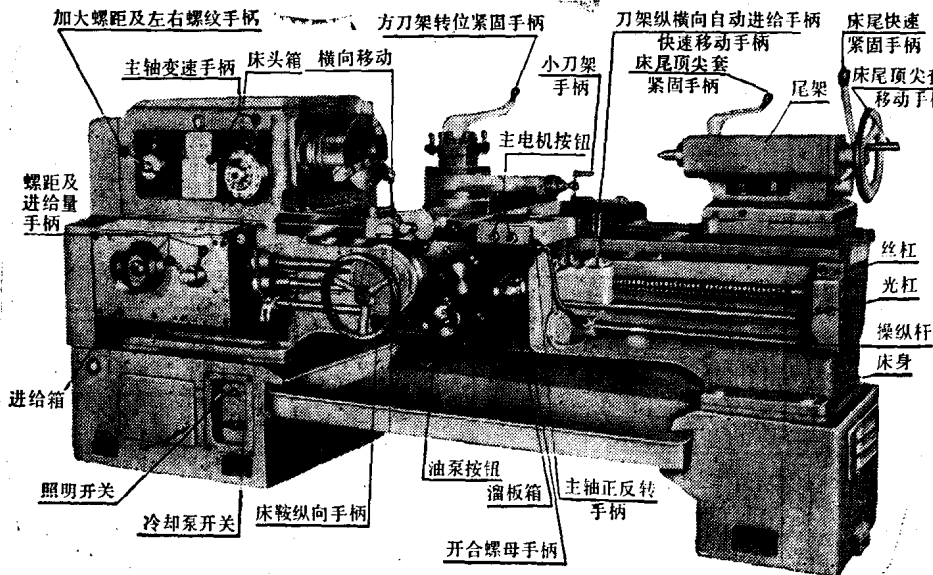


图1-1 CA6140普通车床组成及各手柄的作用

进给箱：采用双轴滑移变位齿轮组。可以变换出公制、英制、模数、径节螺纹与纵、横走刀量，分别通过丝杠或光杠传出。纵向及横向走刀量各 64 种，纵向走刀量为 0.028~6.33 毫米/转，横向走刀量为纵向走刀量的一半。车削螺纹的范围，公制为 1~192 毫米，44 种；英制为 2~24 牙/吋，39 种；此外还有模数螺纹与径节螺纹多种。

溜板箱、拖板和刀架：溜板箱安装在大拖板(床鞍)的下面，摇动手柄可以进行手动纵向和横向送进，其右侧面的手柄是纵横集中操纵的自动送进手柄，手柄的动作方向与送进方向一致，手柄顶端装一按钮，操作此手柄并同时按动按钮便可实现快速送进，其速度纵向为 5 米/分，横向减半。开合螺母手柄是车螺纹时使用的，向上抬为打开，向下压为闭合，它和自动进给手柄是互锁的，不能同时使用。控制主传动电动机的按钮设置在床鞍的正侧面，绿色为启动按钮，红色为停止按钮。为了便于操作，在溜板箱纵向刻度环上方安有一个精巧的照明灯(兼作电源指示灯)，可以清晰地观察刻度。溜板箱上的手拉泵，可以随时对床鞍与导轨间及箱内各润滑点进行润滑。床鞍安放在床身导轨上，可以沿着床身导轨纵向移动。中拖板装在床鞍顶面的导轨上，可以在其上作横向移动。小拖板安装在中拖板的转盘导轨上，可转动  $\pm 90^\circ$ ，小拖板可手动移动，行程较短。方刀架是用来安装车刀的，在其上可同时装四把车刀，搬动刀架手柄可将其中任一把车刀转到工作位置上去。手柄的操纵是：反时针转时，开始是松开刀架，接着刀架就跟着转动，待顺时针转时，首先是刀架定位，继续转就将刀架压紧在小拖板上。

尾架：其套筒中可以安装顶尖用以支承较长工件的一端，也可以安装钻头、铰刀等工具加工孔。尾架套筒最大行程为 150 毫米，套筒孔径锥度为莫氏 5 号。尾架可以使用快速夹紧手柄迅速而又方便的紧固在床身的任意位置上，但在重切削条件下要用紧固螺钉锁紧以防尾架松动。

床身：是用来支承车床的各个部件，并保证各部件相互位置精度的。床身顶面上外侧的等边山形导轨和平面导轨是供床鞍移动用的，其内侧的等边山形导轨和平面导轨是供尾架移动用的。采用两组导轨一方面避免了彼此移动时过多的干涉，另一方面也不会由于床鞍导轨的磨损而影响尾架顶尖对车床主轴的同心度。床身的结构、制造精度、导轨表面的硬度等对车床加工精度是有很大影响的。

丝杠：是用来车削螺纹的。丝杠的螺距为 12 毫米。它的转动是由进给箱传来，经过对开螺母传给溜板。为保持丝杠的精度从而保证加工螺纹的精度，不能用丝杠传动路线做走刀用。

光杠：是用来把进给箱的运动传给溜板箱的，并由此获得刀架的纵横自动进给。

操纵杆：在电动机不停转的情况下，将操纵杆手柄上提主轴正转，将操纵杆手柄下压主轴反转，在中间位置时主轴与电机间的传动断开并通过刹车抱闸使主轴迅速停止转动。

图 1-2 为六角车床。这类车床又称为转塔车床，它用于加工外形复杂且批量较大的零件。它与普通车床不同的地方是有一个可旋转换位的转塔刀架，代替普通车床上的尾架，这个刀架可以同时安装钻头、铰刀、板牙以及装在特殊刀夹中的各种车刀，以便进行多刀车削。在加工一个零件的过程中，只要依次使刀架转位，便可迅速变换刀具。这种机床还备有定程装置，可以控制尺寸，从而节省了度量零件的时间。

图 1-3 为立式车床。这类车床与普通车床不同的地方是主轴直立，工件安装在由主轴带



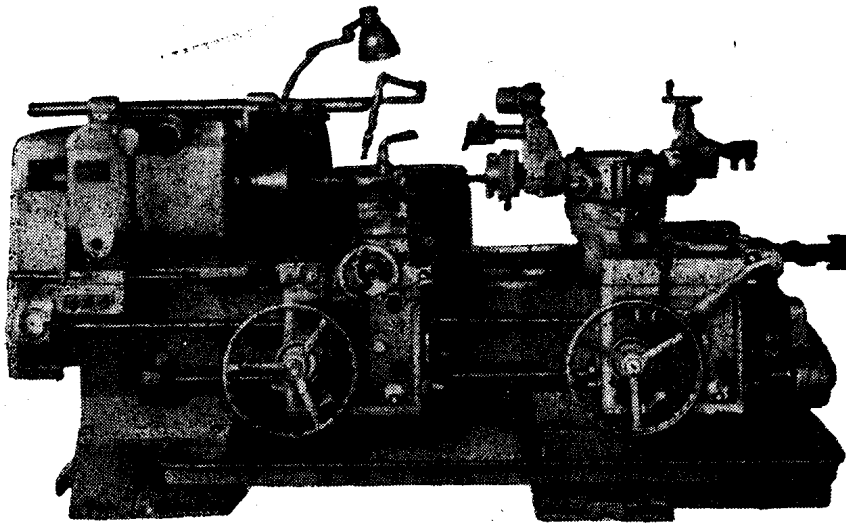


图1-2 六角车床

动旋转的大转台上。它适合于加工直径大而长度短的重型零件。立柱及横梁上都装有刀架，可以同时进行加工。

图1-4为落地车床。这类车床也是用来加工直径大而长度短的工件。但主轴是水平放置的，它没有床身，只有床头箱和刀架。为了避免中心过高往往把机床安装在地坑中。

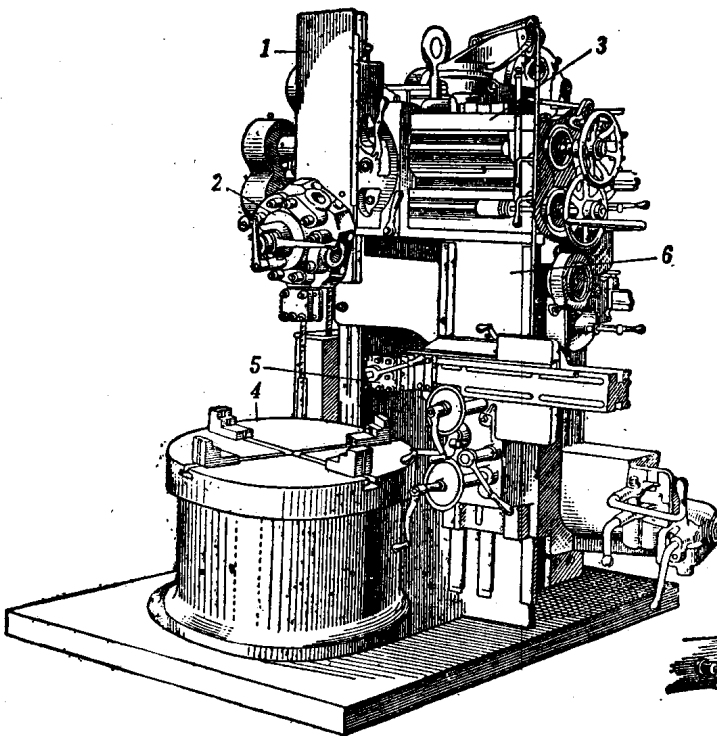


图1-3 立式车床

1—立刀架溜板；2—立刀架；3—横梁；4—花盘；5—横刀架；6—立柱

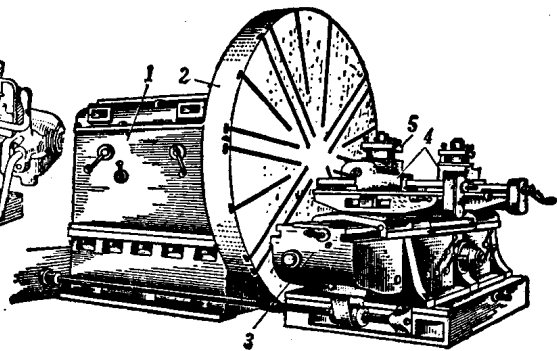


图1-4 落地车床

### 三、通用机床型号表示方法简介

机床的型号是用来表示机床的系列、主要规格、性能和特征的代号。表1-2为1971年编定的金属切削机床统一名称及类组型划分表摘录。

表 1-2 金属切削机床类组型划分表摘录(1971年)

组 别		1	2	3	4	5	6	7	8	9
类 别	代号	名 称 及 型 别								
车 床	C	单 轴 自 动 车 床	多轴自动 及半自动 车 床	六角 车 床		立式 车 床	普通 车 床	仿形及多 刀 车 床	轮轴、锭、 棍及铲齿 车 床	其它车床
						0 1 2 单柱立式车床 双柱立式车床 落地式车床	0 1 2 普通车床 马鞍车床			
钻 床	Z			摇臂 钻 床	台式 钻 床	立式 钻 床			中心孔钻床	
				0 1 摇臂 钻 床	0 1 台式 钻 床	0 1 2 立式 钻 床 立式多轴 钻床				
镗 床	T		深孔镗床		座标 镗 床	立式 镗 床	卧式 镗 床	金刚镗床	汽车、拖拉 机 修 理 用 镗 床	
磨 床	M	外 圆 磨 床	内 圆 磨 床	砂轮机 及 研磨机	珩磨机 及 磨 床	导轨 磨 床	刀具刀 磨 床	平面磨床	曲轴、凸 轴、花键 轴及轧辊 磨床	工具磨床
		0 1 2 3 4 5 无心磨床 外圆磨床 万能外圆磨床 半自动宽砂轮 外圆磨床	0 1 2 3 4 无心内圆磨床 内圆磨床 切入式内圆磨床					0 1 2 3 4 卧立卧立 轴轴轴轴 矩矩圆圆 台台台台		
齿轮加工机床	Y	车 齿 机	锥 齿 轮 加 工 机 床	滚 齿 机	剃 齿 机	插 齿 机	花键轴 铣 床	圆柱齿轮 磨 齿 机	其它齿轮 加工机床	倒角机 及 齿 轮 检 查 机
螺 纹 加 工 机 床	S			套 丝 机	攻 丝 机		螺 纹 铣 床	螺 纹 磨 床	螺 纹 车 床	
铣 床	X	单 柱 铣 床	龙 门 及 双 柱 铣 床	平 面 及 端 面 铣 床	仿 形 铣 床	立 式 铣 床	卧 式 铣 床		工 具 铣 床	其它铣床
刨 床	B	单 臂 刨 床	龙 门 刨 床			插 床	牛头 刨 床	创 边 机 及 刨 模 机		
							0 1 牛头刨床 仿形床			
拉 床	L					立 式 拉 床	卧 式 拉 床		螺 钉、键 槽 拉 床	

现将机床型号表示方法简介如下:

1) 按机床加工性质和所使用刀具的不同,目前我国机床分为十二大类,如表1-3所示。

表 1-3 机床分类及代号

机床类	车床	钻床	镗床	磨床			齿轮加工机床	螺纹加工机床	刨插床	拉床	铣床	电加工机床	切断机床	其它机床
代号	C	Z	T	M	2M	3M	Y	S	B	L	X	D	G	Q
参考读音	车	钻	镗	磨	2磨	3磨	牙	丝	刨	拉	铣	电	割	其

型号的第一个字母表示机床的类,采用汉语拼音的第一个字母大写。这里的汉语拼音字母一律按照它的名称读音。

2) 机床的某些特性在代表机床类别的字母后面加一个汉语拼音字母,如表1-4所示。

表 1-4 机床特性及其代号

通用特性	高精度	精密	自动	半自动	程序控制	轻便	万能	简式	自动换刀
代号	G	M	Z	B	K	Q	W	J	H
参考读音	高	密	自	半	控	轻	万	简	换

3) 跟在字母后面的两个数字,分别表示机床的组和型(系列),见表1-2。

4) 在表示机床组和型的两个数字后面的数字,一般表示机床的基本参数或表示基本参数的1/10、1/100等。车床、铣床和磨床的基本参数分别如表1-5、表1-6、表1-7所示。

表 1-5 车床基本参数表示方法

车床名称	基本参数(毫米)	表示方法	车床名称	基本参数(毫米)	表示方法
单轴自动车床	最大棒料直径	用基本参数表示	普通车床	最大工件回转直径	用基本参数的1/10
多轴自动半自动车床	最大棒料直径	用基本参数表示	落地车床	最大工件回转直径	用基本参数的1/100
六角车床	最大棒料直径	用基本参数表示	马鞍车床	最大工件回转直径	用基本参数的1/10
仿形及多刀车床	刀架上最大车削直径	用基本参数的1/10	铲齿车床	最大工件直径	用基本参数的1/10
立式车床	最大车削直径	用基本参数的1/100			

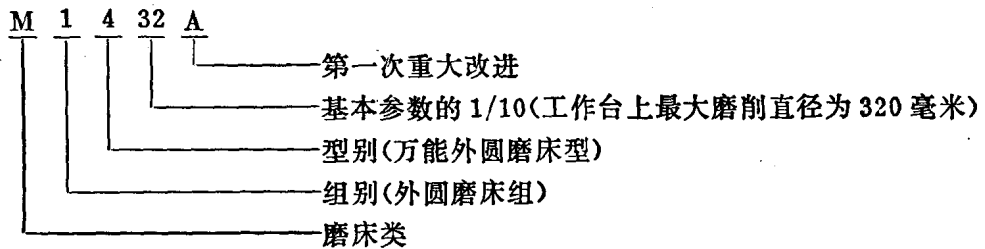
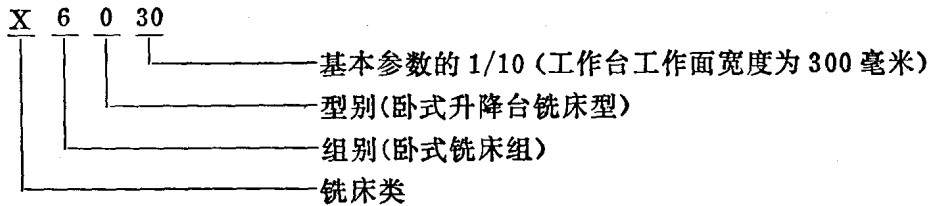
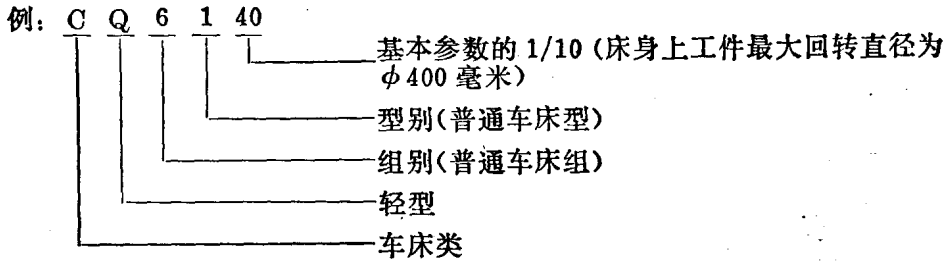
表 1-6 铣床基本参数表示法

铣床名称	基本参数(毫米)	表示方法
单柱铣床	最大铣削宽度	用基本参数的1/100
龙门铣床	最大铣削宽度	用基本参数的1/100
仿形铣床	最大铣削宽度	用基本参数的1/10
立式铣床	工作台工作面宽度	用基本参数的1/10
卧式铣床	工作台工作面宽度	用基本参数的1/10

表 1-7 磨床基本参数表示法

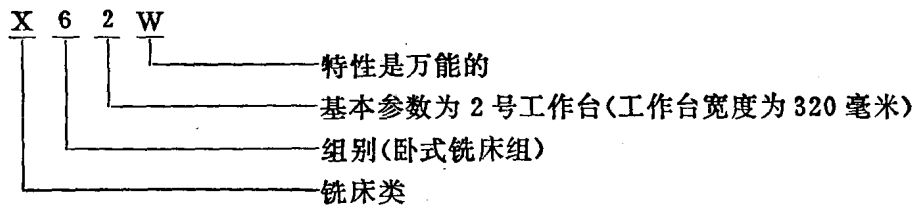
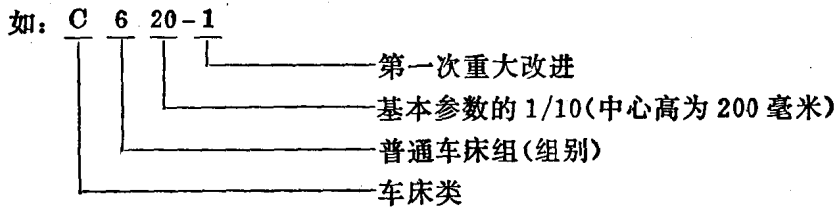
磨床名称	基本参数(毫米)	表示方法
无心磨床	最大磨削直径	基本参数
外圆磨床	工作台上最大磨削直径	用基本参数的1/10
万能外圆磨床	工作台上最大磨削直径	用基本参数的1/10
内圆磨床	最大磨削孔径	用基本参数的1/10
平面磨床	工作台工作面宽度	用基本参数的1/10

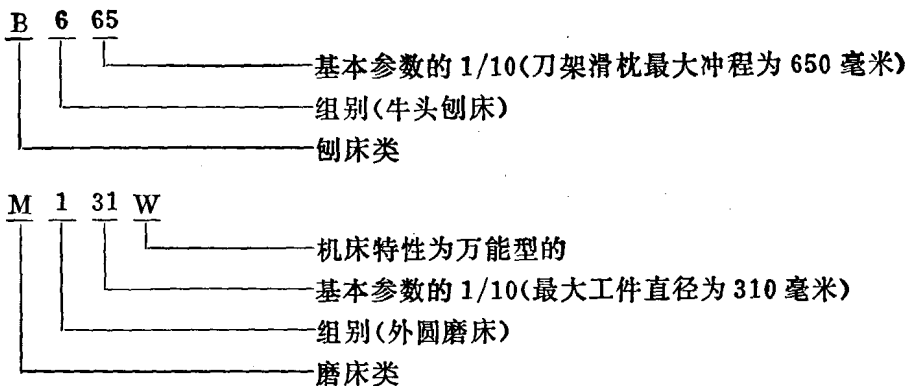
5) 规格相同而结构不同的机床, 或经改进后结构变化较大的机床, 按其设计次序或其改进次数分别用汉语拼音字母 A、B、C、D、…附加于末尾, 以示区别。



CA6140 普通车床编号与上述规定稍有出入, 其中把“A”字放在前边并不说明机床的特性, 其含义是一方面有继承和重大改进的意思, 另一方面也有作为新基型的意思。

在 1959 年前公布的型号编制方法与上述规定有些不同: 它的组型代号只用一个数字; 基本参数表示方法也有不同; 上述第五条的规定过去是用 1、2、3、…等表示。





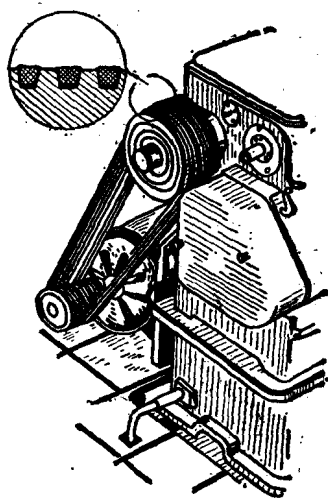
按规定以前已定的型号, 现仍用原来型号, 暂不更动。

## 第二节 CA6140 普通车床的运动分析

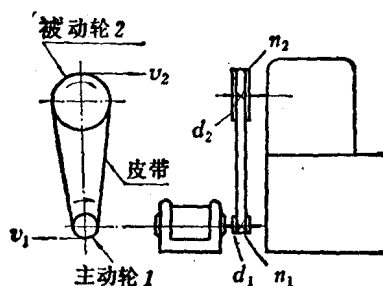
### 一、常见传动付及其传动比

#### (一) 皮带传动

皮带传动是利用皮带与皮带轮之间的摩擦作用, 将主动皮带轮的转动传到另一个被动皮带轮上去。在机床传动中一般使用三角皮带传动, 如图 1-5, a 所示。



a) 三角皮带传动在车床上的应用



b) 三角皮带传动简图

图 1-5 三角皮带传动

从图 1-5, b 中可知, 如果不考虑皮带与皮带轮之间的相对滑动对传动的影晌, 那么皮带轮的圆周速度  $v_1$ 、 $v_2$  和皮带的运动速度  $v_{带}$  的大小是一样的。即

$$v_1 = v_2 = v_{带}$$

因为

$$v_1 = \pi d_1 n_1,$$

$$v_2 = \pi d_2 n_2,$$

所以

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{d_1}{d_2} = i,$$

式中： $d_1, d_2$ ——分别为主、被动皮带轮的直径(毫米)；

$n_1, n_2$ ——分别为主、被动皮带轮的转速(转/分)；

$i$ ——被动轴和主动轴的转速之比，我们称之为传动比(或称速比)。

从上式可知，皮带传动的传动比等于皮带轮直径的反比。如果考虑皮带的滑动，则其传动比为

$$i = \frac{d_1}{d_2} \cdot \varepsilon,$$

式中： $\varepsilon$ ——皮带的滑动系数，约为0.98。

皮带传动的优点是传动平稳；不受轴间距离的限制；结构简单，制造和维护都很方便；当过载时皮带打滑，不致引起机器损坏。其缺点是传动中有打滑现象，无法保持准确的传动比，有摩擦损失，传动效率低；传动机构所占的空间较大。

### (二) 齿轮传动

齿轮传动是目前机床中应用最多的一种传动方式。这种传动种类很多，如直齿、斜齿、锥齿、人字齿、圆弧齿等，其中最常用的是直齿圆柱齿轮传动，如图1-6所示。齿轮传动有一个特点，就是主动轮每转过一个齿，被动轮也须严格地转过一个齿，根据这一特点我们就可以计算其传动比了。

设主动轮和被动轮的转速分别为  $n_1, n_2$ ，主动轮和被动轮的齿数分别为  $z_1, z_2$ ，则每分钟主动轮和被动轮各自转过齿数分别为  $n_1 z_1, n_2 z_2$ 。根据上述特点两者应该相等，即

$$n_1 z_1 = n_2 z_2,$$

故传动比为

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{z_1}{z_2}.$$

从上式中可知，齿轮传动的传动比等于齿轮齿数的反比。

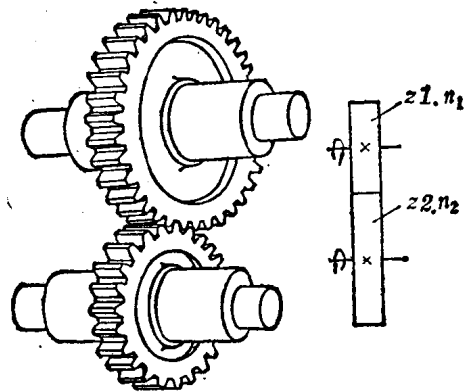


图1-6 齿轮传动

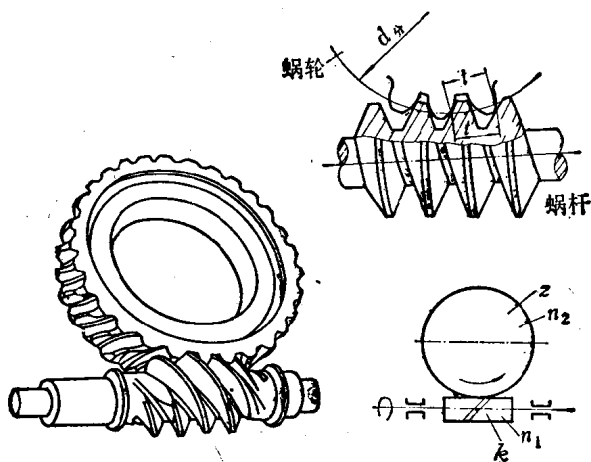


图1-7 蜗杆和蜗轮传动

齿轮传动的优点是机构紧凑；传动比准确；可传递较大的圆周力；传动效率高(98~99%)。缺点是制造比较复杂；制造质量不高时，传动不平稳，有噪音。

### (三) 蜗杆与蜗轮传动

如图1-7所示。蜗杆为主动件将其转动传给蜗轮。最常见的是两件的轴心线在空间是互相垂直的。需要指出的是，这种传动方式只能是蜗杆带动蜗轮转，反之则不可能。

蜗杆上螺旋线的头数  $k$  相当于齿轮

的齿数,蜗轮则象个斜齿轮,其齿数用  $z$  表示。两者啮合传动时单头蜗杆(即  $k=1$ )每转一周,蜗轮相应地被推进一个齿。若为双头蜗杆时(即  $k=2$ ),则蜗杆转一周时,蜗轮转  $\frac{k}{z}$  转,即

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{k}{z}$$

上式说明,蜗杆和蜗轮的传动比等于蜗杆头数  $k$  与蜗轮齿数  $z$  之比。

蜗杆蜗轮传动的优点是可以获得较大的降速比(因为  $k$  比  $z$  小很多);传动平稳,无噪音;结构紧凑。缺点是传动效率低;需要有良好的润滑条件。

#### (四) 齿轮齿条传动

如图 1-8 所示。这种传动同齿轮传动一样,即齿轮转过一个齿时齿条也移动一个齿。

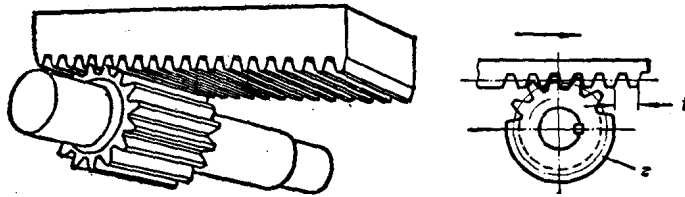


图 1-8 齿轮齿条传动

若齿轮齿数为  $z$ ,齿条的齿距为  $t$  ( $t = \pi m$ ,  $m$  为齿轮模数,毫米)。当齿轮依箭头方向旋转为  $n$  (转/分)时,则齿条向右作直线移动,其移动距离  $s$  为:

$$s = t \cdot z \cdot n$$

齿轮齿条传动可以将旋转运动变成直线运动(齿轮为主动),也可以将直线运动变为旋转运动(齿条为主动)。

齿轮齿条传动效率也很高,但制造精度不高时传动容易产生跳动,平稳性和准确度也就差。

#### (五) 丝杠螺母传动

它可以使旋转运动变成为直线运动,如车床在车螺纹时,丝杠旋转,当开合螺母合上后,刀架便作纵向运动。如图 1-9 所示,若丝杠的螺距为  $t$ ,转速为  $n$  时,螺母(不转)沿轴线方向移动的距离  $s$  为

$$s = n \cdot t$$

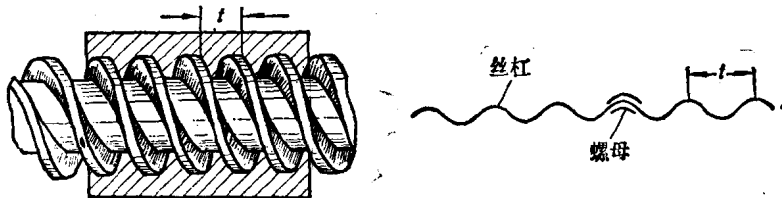


图 1-9 丝杠螺母传动

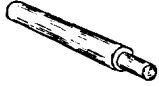

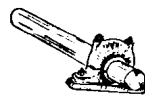

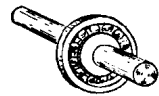
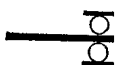
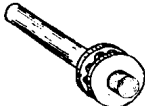

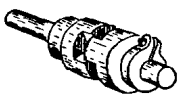

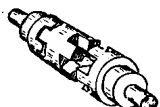
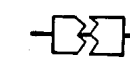
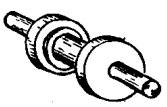
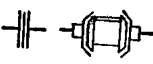
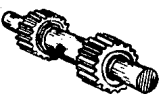

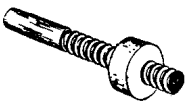

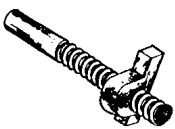

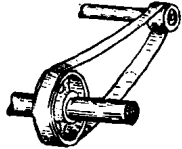
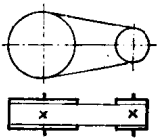
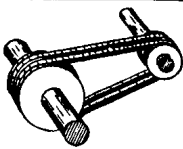
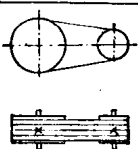
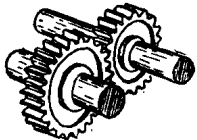
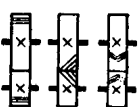
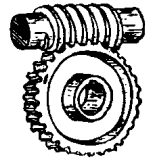
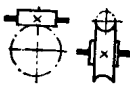
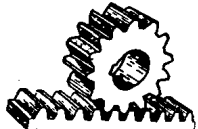
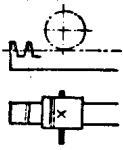
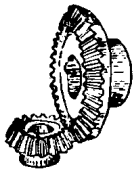
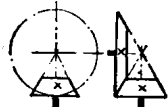
若丝杠是多头螺纹时,则螺母移动距离叫导程,如为双头螺纹导程  $L$  等于两个螺距。

丝杠螺母传动的优点是工作平稳,无噪音,若丝杠螺母制造得很精确,则传动精度较高。缺点是效率低。

### (六) 各种传动件的符号

为了便于看清楚机床的传动系统,把各种传动件进行简化,规定出一些符号来代表,具体见表 1-8。

表 1-8 传动系统中常用的符号

名称	图 形	符 号	名称	图 形	符 号
轴			滑动轴承		
滚动轴承			止推轴承		
单向牙嵌离合器			双向牙嵌离合器		
双向摩擦离合器			双向滑动齿轮		
整体螺母传动			开合螺母传动		
平皮带传动			三角皮带传动		
齿轮传动			蜗轮传动		
齿轮齿条传动			锥齿轮传动		



### (七) 机床运动链及其传动比

如果将基本传动方法中某些传动件,按传动轴依次组合起来,就成为一个传动系统,有时也叫运动链。

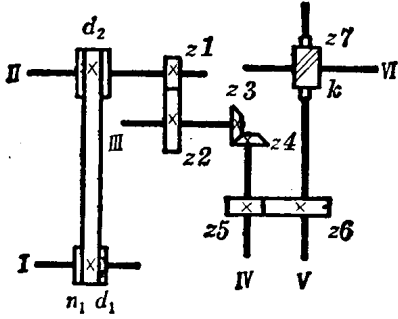


图 1-10 运动链图例

如图 1-10 所示,运动自轴 I 输入,转速为  $n_1$ ,经皮带轮  $d_1, d_2$  传至轴 II,经圆柱齿轮  $z1, z2$  传到轴 III,经圆锥齿轮  $z3, z4$  传至轴 IV,再经圆柱齿轮  $z5, z6$  传至轴 V,经蜗杆  $k$  及蜗轮  $z7$  传至 VI 轴并把运动输出。

若已知主动轴 I 的转速为  $n_1$  (转/分),就可确定传动系统中任何一轴的转速。如求 VI 轴的转速  $n_{VI}$ ,可按式确定

$$n_{VI} = n_1 \cdot \frac{d_1}{d_2} \cdot \varepsilon \cdot \frac{z1}{z2} \cdot \frac{z3}{z4} \cdot \frac{z5}{z6} \cdot \frac{k}{z7} \text{ 转/分,}$$

式中  $\varepsilon$ ——皮带传动的滑动系数。

上式亦可写成

$$n_{VI} = n_1 \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_4 \cdot i_5 \cdot \varepsilon \text{ 转/分,}$$

$$i_{\Sigma} = \frac{n_{VI}}{n_1} = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_4 \cdot i_5 \cdot \varepsilon,$$

从式中可知:运动链的总传动比等于运动链上所有各组传动比的乘积。

### 二、CA6140 普通车床的运动分析

图 1-11 所示为 CA6140 普通车床传动系统图。下边我们结合这张图来分析车床的各种运动。

#### (一) 主运动分析

为实现各种车削工艺所要求的不同切削速度,要求主轴要具备高低不同的转速。床头变速箱就是用来实现这个要求的。

主电机(7.5 千瓦,1450 转/分)旋转通过一对三角皮带轮(主动轮  $D_1$  为  $\phi 130$  毫米,被动轮  $D_2$  为  $\phi 230$  毫米),传给 I 轴。I 轴上有摩擦离合器  $M_1$  和  $M_2$ ,当  $M_1$  接通时主轴正向旋转,当  $M_2$  接通时使主轴反向旋转。若接通  $M_1$  时, I 轴通过摩擦片(内片为主动,外片为被动)带动双联齿轮  $z1, z2$  旋转。II 轴左边有一双联滑动齿轮  $z5, z6$  与其花键联接,若此滑动齿轮在右边位置时(图中位置),则齿轮  $z2$  与  $z6$  啮合得到一种转速;若滑动齿轮移至左边位置时,则齿轮  $z1$  与  $z5$  啮合得到另一种转速。因此 II 轴共得到两种不同的转速。由 II 轴传至 III 轴时,是通过三联滑动齿轮传动的(即  $z7$  与  $z10, z8$  与  $z11, z9$  与  $z12$  啮合),因此 III 轴上共得  $2 \times 3 = 6$  种不同转速。当主轴(VI 轴)上的滑动齿轮  $z27$  向左移动时,齿轮离合器  $M_3$  断开,齿轮  $z27$  与 III 轴上的齿轮  $z26$  啮合,则运动由 III 轴直接传给主轴 VI,使主轴得到六种高速。

另外,当齿轮  $z27$  右移时(图上位置),  $M_3$  接通,则 III 轴的运动通过背轮机构(即通过 IV、V 轴),斜齿轮  $z32$  及  $z33$  传给主轴 VI。背轮机构在理论上能变换出四种传动比,但因其