

# 金属切削机床

焦根昌 编

湖南科学技术出版社

中等专业学校教材  
**金属切削机床**

焦根昌 编  
责任编辑：李遂平

\*

湖南科学技术出版社出版  
(长沙市展览馆路14号)  
湖南省新华书店发行 湖南省新华印刷二厂印刷

\*

1984年9月第1版第1次印刷  
开本：787×1092毫米 1/16 印张：17 字数：419,000  
印数：1—10,900  
统一书号：7204·9 定价：1.80元

# 出版说明

根据国务院关于高等学校教材工作分工的规定,我部承担了全国高等学校工科电子类专业课教材的编审、出版的组织工作。从一九七七年底到一九八二年初,由于各有关院校,特别是参与编审工作的广大教师的努力和有关出版社的紧密配合,共编审出版了教材159种。

为了使工科电子类专业教材能更好地适应社会主义现代化建设培养人才的需要,反映国内外电子科学技术水平,达到“打好基础、精选内容、逐步更新、利于教学”的要求,在总结第一轮教材编审出版工作经验的基础上,电子工业部于一九八二年先后成立了高等学校《无线电技术与信息系统》、《电磁场与微波技术》、《电子材料与固体器件》、《电子物理与器件》、《电子机械》、《计算机与自动控制》,以及中等专业学校《电子类专业》、《电子机械类专业》等共八个教材编审委员会,作为教材工作方面的一个经常性的业务指导机构。并制定了一九八二~一九八五年教材编审出版规划,列入规划的教材,教学参考书、实验指导书等217种选题。在努力提高教材质量,适当增加教材品种的思想指导下,这一批教材的编审工作由编审委员会直接组织进行。

这一批教材的书稿,主要是从通过教学实践、师生反映较好的讲义中评选择优和从第一轮较好的教材中修编产生出来的。广大编审者,各编审委员会和有关出版社都为保证和提高教材质量作出了努力。

这一批教材,分别由电子工业出版社、国防工业出版社、上海科学技术出版社、西北电讯工程学院出版社、湖南科学技术出版社、江苏科学技术出版社、黑龙江科学技术出版社和天津科学技术出版社承担出版工作。

限于水平和经验,这一批教材的编审出版工作肯定还会有许多缺点和不足之处,希望使用教材的单位、广大教师和同学积极提出批评建议,共同为提高工科电子类专业教材的质量而努力。

电子工业部教材办公室

# 前 言

本教材系由中专电子机械教材编审委员会工模具专业编审小组审定，并推荐出版。

本教材由成都无线电机械学校焦根昌担任主编，辽宁电子工业学校关明恩担任主审。编审者均依据工模具专业编审小组审订的编写大纲进行编写和审阅。

本教材的主要内容为：金属切削机床的基本知识、机械传动类型机床（车床、铣床、齿轮加工机床）、机床液压传动和磨床、工模具制造机床及电加工机床等。为奠定本专业学生学习《工模具制造工艺学》课程的必要基础，培养分析和解决问题的能力，教材力求使读者对金属切削机床有一个整体的概念。在机床的工作原理、性能、传动、典型结构及使用条件的分析中，注意基本知识与基本技能的介绍，以点带面，将工模具制造机床的叙述放在适当的位置，使读者达到：在工模具制造工艺工作中能合理地选用机床设备，具备必要的调整计算能力，根据说明书及实物能分析了解机床的工作原理、传动和结构。达到上述目的后，就为学习和掌握日益发展的先进技术装备和工艺方法打下了基础。

使用本教材的参考教学时数为92—110学时，按章分配如下：第一章金属切削机床的基本知识，12—14学时；第二章CA6140型车床，12学时；第三章X8126型万能工具铣床，6—8学时；第四章齿轮加工机床，10—12学时；第五章机床液压传动和磨床，28—30学时；第六章工模具制造机床，16—22学时；第七章电加工机床，8—12学时。

《金属切削机床》是实践性较强的课程，在使用本教材教学时应注意：

- 1.贯彻少而精的原则，集中力量介绍基本知识。在各种机床介绍中，要突出由于机床用途不同而引起的传动、结构和使用条件方面的特点。
- 2.加强实践性环节。组织参观以扩展知识面；进行现场教学，以达到理论联系实际的目的；适当使用挂图、模型及电化教学设备，以增强教学效果。
- 3.在理论与实践结合的基础上，采用由点到面的方法，讲清各类机床的内在联系，以培养学生认识和分析机床的能力。

在教材编写过程中得到有关学校教师的支持，并为本书提出许多宝贵意见，在此表示诚挚的谢意。由于编者水平有限，时间仓促，书中难免存在一些缺点和错误，殷切希望广大读者批评指正。

编 者

1983.12

# 目 录

|                                                                                    |                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 绪 言                                                                                | 1                                                                                |
| 第一章 金属切削机床的基本知识                                                                    | 2                                                                                |
| § 1—1 金属切削机床<br>的分类与型号 ( 2 )<br>一、机床的分类<br>二、机床型号的编制                               | § 1—5 配换齿轮的<br>计算与选择 ( 11 )<br>一、配换齿轮的齿数<br>计算<br>二、配换齿轮齿数的<br>校核                |
| § 1—2 机床的运动 ( 5 )<br>一、机床的运动分析<br>二、机床上的运动                                         | § 1—6 机床的技术<br>参数 ( 15 )<br>一、机床的主参数<br>二、机床的基本参数                                |
| § 1—3 机床的传动<br>系统 ( 7 )                                                            |                                                                                  |
| § 1—4 机床运动的<br>调整 ( 8 )                                                            |                                                                                  |
| 第二章 普通车床                                                                           | 23                                                                               |
| § 2—1 CA6140型<br>普通车床 ( 23 )<br>一、机床的用途<br>二、机床的主要部件<br>三、机床的主要<br>技术规格<br>四、机床的传动 | 系统分析<br>五、机床的主要<br>部件结构<br>§ 2—2 车床的精度 ( 56 )<br>一、机床的检验<br>二、车床的主要精度<br>项目及检验方法 |
| 第三章 铣床与分度头                                                                         | 61                                                                               |
| § 3—1 概述 ( 61 )<br>一、铣床的用途<br>二、铣床的工作方法<br>三、铣床的分类                                 | 与用途<br>二、机床的主要部件<br>三、机床的传动系统<br>四、机床的附件                                         |
| § 3—2 X8126型万能<br>工具铣床 ( 63 )<br>一、机床的特点                                           | § 3—3 分度头 ( 67 )<br>一、万能分度头<br>二、分度方法                                            |

§ 3—4 螺旋槽与阿基  
米德螺旋线平面  
凸轮铣削 (74)

一、螺旋槽铣削  
二、阿基米德螺旋线  
平面凸轮铣削

第四章 齿轮加工机床..... 76

§ 4—1 概述 (76)

- 一、齿轮加工机床的  
工作原理
- 二、齿轮加工机床的  
类型及其应用
- 三、滚齿加工及传动

§ 4—2 Y3150E型  
滚齿机 (81)

- 一、机床的外形及主要  
技术性能
- 二、机床传动系统  
分析
- 三、机床的主要部件结构

- 四、调整计算举例
- 五、滚动齿数大于100的  
质数直齿圆柱齿轮

§ 4—3 小模数齿轮  
滚齿机 (96)

- 一、小模数齿轮加工
- 二、小模数齿轮滚齿机

§ 4—4 插齿机 (101)

- 一、插齿加工及机床  
所需运动
- 二、Y5132型插齿机

第五章 机床液压传动和磨床..... 107

§ 5—1 概述 (107)

- 一、液压传动的特点  
和组成
- 二、液压传动的优缺点

§ 5—2 液压传动的  
基本知识 (109)

- 一、油液的性质和选用
- 二、静止液体的性质
- 三、流动液体的性质
- 四、压力损失的计算
- 五、通过小孔和  
缝隙的液流
- 六、液压传动的功率

七、液压冲击现象

§ 5—3 液压元件和  
辅助装置 (122)

- 一、液压泵和液压马达
- 二、液压缸
- 三、控制阀
- 四、辅助装置

§ 5—4 磨床 (157)

- 一、概述
- 二、M1432A型万能  
外圆磨床

第六章 工模具制造机床..... 169

§ 6—1 概述 (169)

§ 6—2 刨模机 (170)

§ 6—3 铲齿车床 (171)

- 一、铲齿加工
- 二、C8955型万能  
铲齿车床

§ 6—4 工具磨床 (178)

一、M6025型万能工具

磨床的结构和

传动系统

二、机床的附件

§ 6—5 螺纹磨床 (182)

一、螺纹磨法及其运动

二、螺纹磨床结构

上的特征

三、Y7520W型万能

螺纹磨床

§ 6—6 工具曲线磨床

(MD9030型) (191)

一、机床的用途及特征

二、机床的组成部分

三、万能夹具与

测量调整器

§ 6—7 光学曲线磨床

(M9015型) (198)

一、机床的技术规格

二、机床的传动系统

三、机床的光学系统

§ 6—8 坐标镗床 (201)

一、镗床及其分类

二、坐标镗床

三、T4132型坐标镗床

四、坐标镗床的

坐标测量装置

第七章 电火花加工及机床..... 217

§ 7—1 电火花加工

基本原理 (217)

一、电火花加工

二、电火花加工的

物理本质

三、电蚀过程的

极性效应

四、影响电蚀量的

主要因素

§ 7—2 电火花加工

装置的主要组

成部分 (221)

一、脉冲电源

二、自动调节装置

§ 7—3 电火花加工机

床(D6140A型) (226)

一、传动系统

二、机床的结构

三、工作液系统

四、机床附件

§ 7—4 电火花线

切割机床 (234)

一、数控线切割机的

组成部分

二、DK6725型数控线

切割机

附 录

|    |                             |     |
|----|-----------------------------|-----|
| 表1 | 金属切削机床类组型划分表.....           | 242 |
| 表2 | 各类机床主参数名称及折算系数.....         | 250 |
| 表3 | 常用的机动示意图符号.....             | 251 |
| 表4 | 差动分度表.....                  | 255 |
| 表5 | 液压系统图图形符号 (GB786-76摘录)..... | 257 |

# 绪 言

在国民经济中，生产和使用着大量机器。任何庞大和复杂的机器都是由各种零件组成，而这些零件大部分是通过机床制造的。在一般机械制造厂的主要技术装备中，若按台数计算，机床占60—80%，这些机床包括金属切削机床、锻压机床、电加工机床和木工机床等。其中，金属切削机床是用切削方法将金属毛坯加工成机器零件的一种机器，是制造机器的机器，故有“工作母机”或“工具机”之称，习惯上简称为机床。在现代机器制造业中，切削加工仍是获得具有一定形状、尺寸和精度的零件的主要方法，尤其在工模具制造和精密零件加工中，目前主要是依靠切削加工来达到所需的精度和表面粗糙度。所以，金属切削机床是机械制造工厂的主要设备，它所承担的工作量，在一般生产中约占机器制造总工作量的40—60%。

我国的机床工业，在党的正确领导下得到了迅速发展。机床产量不断上升，目前一般通用机床已基本上能满足我国社会主义建设的需要，同时还逐步向外出口；我国已制订了完整的机床系列型谱，生产的机床品种已日趋齐全，并具备较高的成套装备现代化工厂的能力；目前我国已能生产从小型仪表机床到重型的各类各型机床，也能生产各种精密的、高度自动化的、高效率的机床和自动线；我国生产的机床性能已逐步提高，并不断接近或达到世界先进水平，如MBG1432型万能外圆磨床，可以实现镜面磨削，JCS001型千分尺螺纹磨床，加工的螺距精度可达0.002/25毫米。机床技术的发展促进了工艺技术革命，而各种新材料、新工艺、新技术的不断涌现，又为机床技术的发展提供了广阔的前景。机床技术的发展是没有止境的。

在电子工业工厂中，金属切削机床在技术装备中所占比重不如一般机械制造工厂大，但在各厂的工模具车间和机修车间，机床在技术装备中仍居支配地位，且所装备的普通机床、工模具制造机床、电加工机床等，品种多、精度高，远超过一般机械制造厂。

作为电子工业工厂中的工模具设计制造技术人员，必须掌握机床的基本知识和工模具制造机床的有关知识，才能学习和运用现代机床的各种新技术，为飞速发展的电子工业服务。

通过本课程的学习应达到下列基本要求：

1. 了解常用金属切削机床的技术性能，获得合理选用机床的知识；
2. 掌握机床传动与结构方面的知识，具有对一般机床进行传动和结构分析及调整计算的能力；
3. 了解常用工模具制造机床的技术性能，能合理选择使用。

# 第一章

# 金属切削机床的 基 本 知 识

## § 1—1 金属切削机床的分类与型号

### 一、机床的分类

由于社会主义建设和加工工艺的需要,我国自行设计、制造的金属切削机床,品种越来越多,产量越来越大,质量不断提高。大批具有先进水平机床的生产,填补了国家建设中的空白,使我国的机床工业形成了一个自己的完整体系。为了便于区别和使用机床,需要对其进行分类。

按机床加工性质和所用刀具的不同,目前我国机床可分为十二大类:①车床类,②钻床类,③镗床类,④磨床类,⑤齿轮加工机床类,⑥螺纹加工机床类,⑦铣床类,⑧刨插床类,⑨拉床类,⑩电加工及超声波加工机床类,⑪切断机床类,⑫其它机床类。

除以上基本分类法外,还可以按机床具有的特性进行分类。如按照工件的大小和机床本身的重量,分为:仪表机床,中小型(一般)机床,大型机床和重型机床。机床重量在2吨以下的为中小型,10吨以下的为大型(对磨床和齿轮加工机床为6吨以下),10吨以上为重型(对磨床和齿轮加工机床为6吨以上)。

按机床加工精度分为:普通(精度)机床、精密机床、高精度机床。

按机床的自动化程度分为:一般机床、半自动机床和自动机床。

按机床的通用化程度分为:通用机床、专门化机床、专用机床。在专用机床中,又发展了一种用一些通用或标准零部件与少量专用组件组合而成的机床,称为组合机床。

按机床主要工作机构的数目分为:单轴机床、多轴机床、单刀机床、多刀机床。

按机床的控制方式与控制系统分为:仿形机床、程序控制机床。

### 二、机床型号的编制

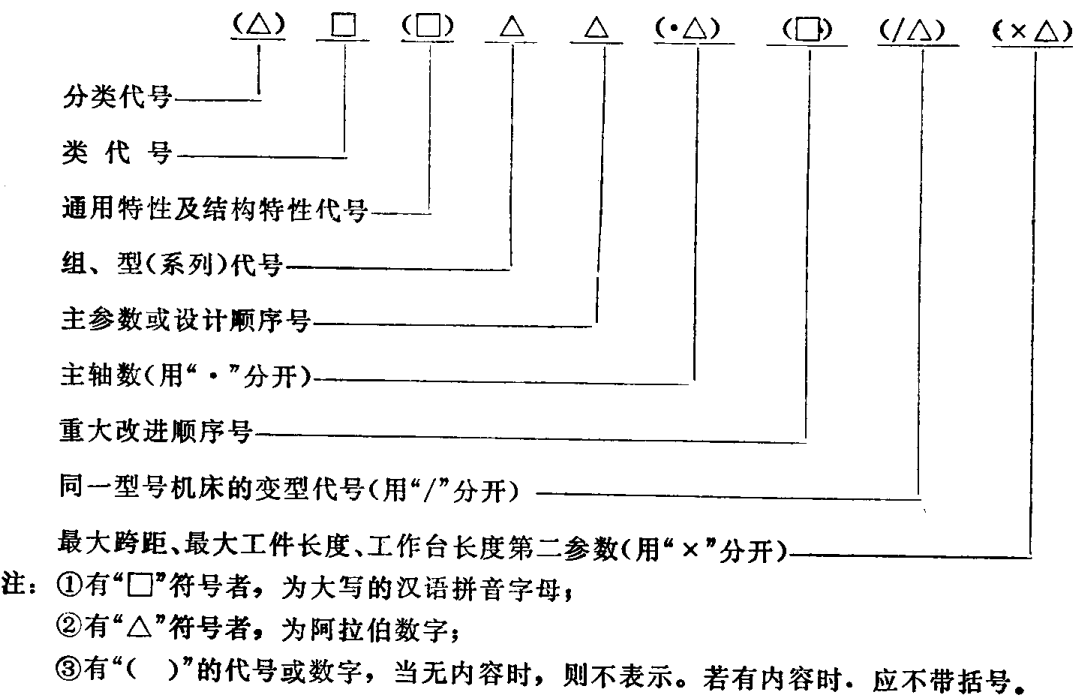
金属切削机床的类别型式很多,有些机床的完整名称十分冗长,书写和称呼都很不方便。为了方便设计、使用和管理,有必要给每种机床赋予一个型号,使每台机床的型号能反映出机床的类别、结构特征和主要的技术规格。我国机床现行型号的编制,是按1976年12月第一机械工业部颁布的“金属切削机床型号编制方法”(JB1838—76)实行。在此之前1957年1月、1959年11月、1963年12月曾颁布过“机床型号编制办法”、“金属切削机床型号编制(修正)办法”及“金属切削机床型号管理办法”,1971年9月还颁布过“金属切削机床型号编制办法(暂行)”。对目前工厂使用的某些按旧办法编制的机床型号的函义,可查阅有关资

料。

(一) 通用机床型号

型号用汉语拼音大写字母和阿拉伯数字组成，如车床 chechuang 用“C”表示，铣床 xichuang用“X”表示等。

1.表示方法



2.分类代号 机床的类别用汉语拼音大写字母表示于型号的首位。必要时，每类可由若干分类组成，分类代号在类代号之前，作为型号的首位，用数字区别,但第一分类不予表示。机床的分类及其代号见表1—1。

表1—1 机床的类及分类代号

| 类 别     | 车 床 | 钻 床 | 镗 床 | 磨 床 |    |    | 齿 工 轮 机 加 床 | 螺 工 纹 机 加 床 | 铣 床 | 刨 插 床 | 拉 床 | 电 机 加 工 床 | 切 机 断 床 | 其 机 它 床 |
|---------|-----|-----|-----|-----|----|----|-------------|-------------|-----|-------|-----|-----------|---------|---------|
| 代 号     | C   | Z   | T   | M   | 2M | 3M | Y           | S           | X   | B     | L   | D         | G       | Q       |
| 参 考 读 音 | 车   | 钻   | 镗   | 磨   | 2磨 | 3磨 | 牙           | 丝           | 铣   | 刨     | 拉   | 电         | 割       | 其       |

3.特性代号 机床的特性代号，用汉语拼音字母表示，位于类代号之后。

表1—2 机床通用特性代号

| 通 用 特 性 | 高精度 | 精 密 | 自 动 | 半自动 | 数 字 程 序 控 制 | 自 换 刀 | 仿 形 | 万 能 | 轻 型 | 简 式 |
|---------|-----|-----|-----|-----|-------------|-------|-----|-----|-----|-----|
| 代 号     | G   | M   | Z   | B   | K           | H     | F   | W   | Q   | J   |

当某类型机床，除有普通型式外，还具有如表1—2中所列的各种通用特性时，则在类代号之后加以相应的特性代号，如TK4145型数控坐标镗床中的K表示数字程序控制。如某类型机床仅有某种通用特性，而无普通型式者，则通用特性不予表示，如C1312型单轴六角自动车床，由于没有普通型，也就不表示出“Z(自动)”的通用特性。

为了区别主参数相同而结构不同的机床，在型号中用汉语拼音字母区分，称为结构特性代号。这些字母是根据各类机床的情况分别规定的，在不同型号中的意义可以不一样。当有通用特性代号时，结构特性代号应排在通用特性代号之后。通用特性代号已用的字母及“I”、“O”均不能作为结构特性代号。

4. 机床的组、型（系列）代号及主参数 每类机床分为若干组和型，用两位阿拉伯数字表示，位于类代号或特性代号之后。第一位数字表示组别；第二位数字表示型别。金属切削机床组、型的划分见附录表1。目前我国机床分为12类50组443型。

型号中的主参数用折算值表示，位于组、型代号之后。各类机床的主参数名称及其折算系数见附录表2。

5. 通用机床的设计顺序号 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起。当设计顺序号小于10时，则在数字前加“0”。

6. 第二主参数 一般是指主轴数、最大跨距、最大磨削长度、最大工件长度、工作台工作面长度及最大模数……等。第二主参数的表示方法与列入型号的原则是：

主轴数 多轴机床的主轴数，以实际的轴数列入型号中的主参数之后，并用“·”分开，读作“点”。

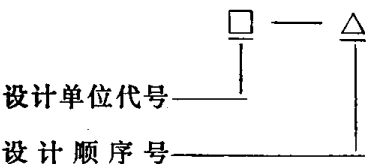
当机床的最大工件长度、最大加工长度、工作台工作面长度、最大跨距、最大磨削深度、最大模数等第二主参数的变化，引起机床结构产生较大变化时，为了区分，可以将第二主参数列入型号的末端，并用“×”分开，读作“乘”。第二主参数凡属于长度（包括跨距、行程）的采用1/100折算系数；凡属于直径、深度、宽度的，采用1/10折算系数；最大模数、厚度等，以实际数值列入型号。

7. 机床重大改进的序号 当机床的性能、结构布局有重大改进，并按新产品重新试制和鉴定后，在原机床型号的尾部加改进的序号，以区别于原机床型号。序号按A、B、C……等字母的顺序选用（“I”及“O”不允许用）。

8. 同一型号机床的变型代号 变型机床的代号为基型机床型号之后加1、2、3……等阿拉伯数字顺序号，并用“—”分开，读作“之”。

(二) 专用机床型号

型号表示方法：

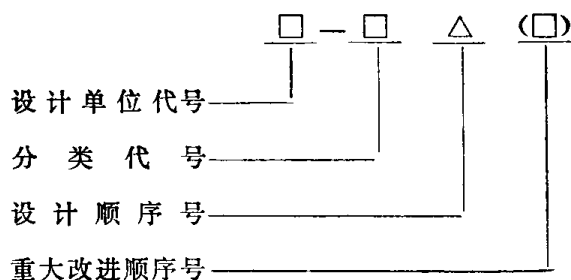


设计单位代号用汉语拼音字母组成，它是由北京机床研究所统一规定的。

设计顺序号，按设计单位的设计顺序编排，由“001”起始，与单位代号用“—”分开，读作“之”。

(三) 组合机床及自动线的型号

型号表示方法：



设计单位代号及设计顺序号，与专用机床的型号表示方法相同。重大改进顺序号，选用的原则与通用机床相同。分类代号由汉语拼音字母组成，位于设计单位代号之后，并用“—”分开，读作“之”。各类组合机床及自动线的分类代号见表1—3。

表1—3 组合机床及自动线的分类代号

| 分 类 | 大 组 合 机 床 | 小 组 合 机 床 | 自动换刀<br>数控组合机床 | 大型组合<br>机床自动线 | 小 型 组 合<br>机 床 自 动 线 | 自动换刀数控<br>组合机床自动线 |
|-----|-----------|-----------|----------------|---------------|----------------------|-------------------|
| 代 号 | U         | H         | K              | UX            | HX                   | KX                |

大型组合机床是指所用动力头功率在1.7千瓦以上者，功率在1.7千瓦及1.7千瓦以下则为小型组合机床。

## § 1—2 机床的运动

### 一、机床的运动分析

所有的机械零件，若只对其形状进行分析，不论复杂程度如何，总括起来，不外都是由

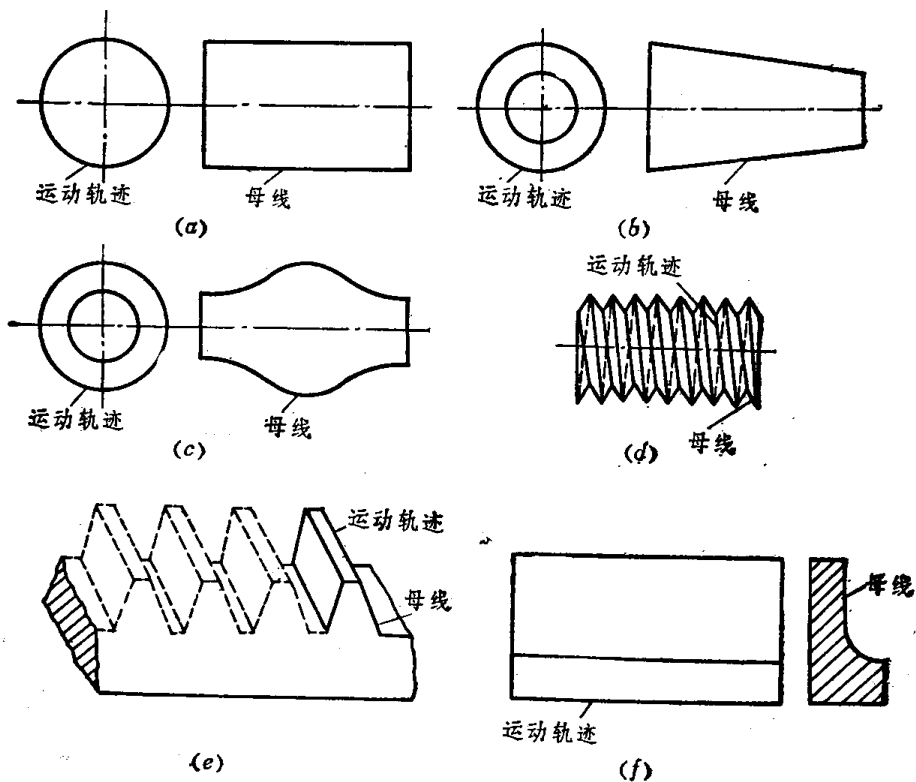


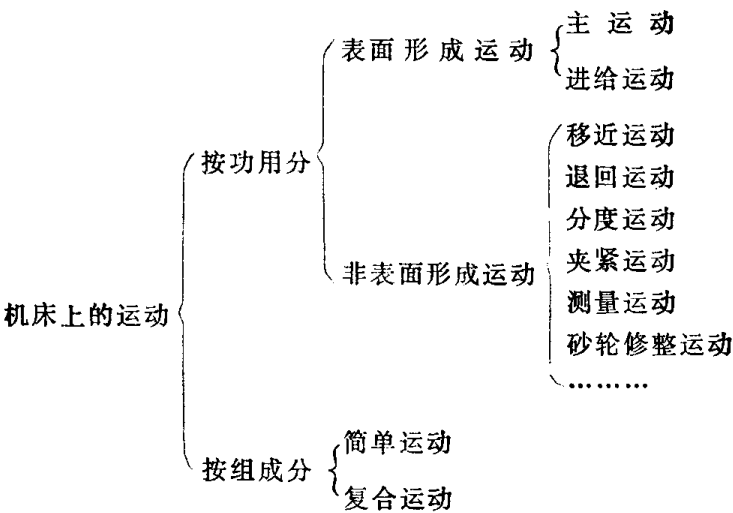
图1—1 机械零件的基本表面

几种基本形状的表面（平面、圆柱面、圆锥面和成形面）组合而成。这些基本形状的表面从几何学的观点看，是由一条线（母线）沿着另一条线（导线）运动的轨迹形成的。如图1—1所示。

母线与导线都是由刀具和工件间的相对运动形成的。金属切削机床必须具备这种刀具和工件间的相对运动，即形成工件表面的成形运动。机床上的各种机构就是根据成形运动的需要而设置的。

二、机床上的运动

不同的工艺方法要求机床运动的类别和数目是不相同的。  
机床上的运动可分类如下：



机床工作时，为形成零件表面的刀具和工件间的相对运动称为机床的工作运动。它可以由刀具或工件单独完成，也可以由刀具和工件共同完成。有时为了获得某些规定的几何表面，工件与刀具间的相对运动还必须保持一定的运动关系，如螺纹加工和齿轮加工等。

除表面形成以外，为实现机床的辅助工作而必须的运动称为机床的辅助运动，它包括刀具（或工件）的移近、退回，工件的夹紧、测量、分度等运动；除采用连续分度法加工的齿轮机床外，它们并不参加表面形成过程，但对工作过程又起着不可缺少的辅助作用。

切入运动一方面参加了切削过程，属于工作运动；另一方面它不参加表面形成过程，又属于辅助运动。

机床上的运动按组成，可分为简单运动和复合运动。只包含一个单元运动的运动，称为简单运动。由两个或两个以上的单元运动组成的运动，称为复合运动。机床上的单元运动绝大多数是旋转运动和直线运动。

机床的工作运动又可分为主运动和进给运动。由于主运动和进给运动形式及相互关系的不同而构成了各种类型的机床，并决定着机床的结构。

（一）主运动

机床的工作运动中，凡在消耗切削动力和产生切削速度方面起主要作用的运动，称为主运动。主运动的形式有旋转运动和往复直线运动两种。大多数机床的主运动是旋转运动，如车床、铣床、钻床、磨床等。个别机床的主运动是由工件和刀具以不同速度作相对旋转而实现的，如某些自动车床钻孔时，工件和钻头同时旋转并用二者的转速差来调整切削速度。

以往复直线运动为主运动的机床，也有两种情况：以工件的往复运动为主运动的有龙门刨床和单柱刨床等；以刀具的往复运动为主运动的有牛头刨床、插床和拉床等。

主运动的速度，常以每分钟的转数或每分钟的双行程数表示。

## (二) 进给运动

机床的工作运动中，维持切削过程继续不断地进行的运动称为进给运动。进给运动可以是连续的，如车床、铣床、钻床等；也可以是断续（周期性）的，如牛头刨床、龙门刨床等。断续进给运动是在每一工作行程开始时，由刀具或工作作快速移动产生的。

某些机床的进给运动比较复杂，如外圆磨床，工件的旋转运动为圆周进给运动；工件与砂轮间的轴向移动为纵向进给运动；在每次纵向行程终了时，砂轮垂直于工件轴线的微量吃刀为横向进给运动。

拉床没有进给运动，其切削的截面完全根据拉刀的尺寸和构造而定。

进给运动的速度和动力都远小于主运动，其速度用走刀量表示，分为每转走刀量（或双行程走刀量）和每分钟走刀量。

在某些机床上，主运动和进给运动由同一机构完成，如钻床和镗床，主轴带动刀具作旋转运动同时作直线进给运动。

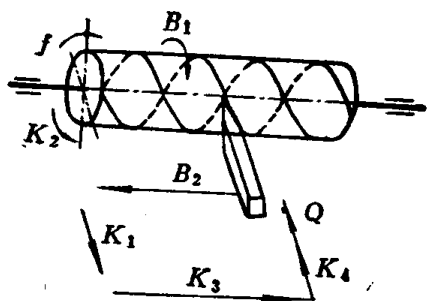


图1—2 车多头螺纹的运动

图1—2所示为车多头螺纹时的运动，其工作运动 ( $B_1B_2$ ) 是复合运动，由工件的旋转  $B_1$  和车刀的纵向移动  $B_2$  组成。退回运动包括三个运动  $K_1$ 、 $K_2$ 、 $K_3$ ：刀具退出运动为  $K_1$ ，沿螺纹轨迹返回运动 ( $K_2$ 、 $K_3$ ) 是复合运动，由工件的反转  $K_2$  和车刀纵向退回  $K_3$  组成。刀具移进运动为  $K_4$ 。当需要多次行程才能切出被加工螺纹的全部深度时，每走完一次行程，先进行退回运动，使刀具和工件退回原始位置，进行切入运动  $Q$ ，使刀具切入工件，然后再进行工作运动。当加工完一头螺纹后，工件需作分度运动  $f$ ，再加工另一头螺纹。

## § 1—3 机床的传动系统

为了使机床获得各种运动，机床必须具备执行机构、传动机构和驱动装置。所谓执行机构就是直接使刀具和工件作相对运动的机构，如主轴、刀架和工作台等。所谓驱动装置就是为机床运动提供原始动力的装置，现代机床上的驱动装置一般为电动机。联系执行机构与驱动装置以传递动力与运动的机构就是传动机构。用各种传动元件（皮带、皮带轮、齿轮、丝杠螺母、链条链轮……等）组成的传动机构将驱动装置与执行机构联系起来，或将两个具有一定相对运动关系的执行机构联系起来，使其成为传递动力与运动的系统，称为传动系统，又称为传动链或运动链。

机床工作时需要多少个运动，就有多少条传动链，而所有这些按一定关系联系起来的传动链就组成了整台机床的传动结构。可见，机床工作时的运动数目及传动链的长短决定着机床传动结构的复杂程度。

根据机床上运动的分类，机床传动链分为主运动传动链、进给运动传动链和快速（移近与返程）运动传动链等。

根据传动作用，机床传动链分为外联系传动和内联系传动。只为执行件提供运动速度和

动力的传动，称为驱动，又称为外联系传动。从形式上看，外联系传动的一端是执行件，另一端是运动源，如车床主电动机至主轴的传动、车外圆时刀架溜板的传动都属于外联系传动。外联系传动链的两端件无严格的传动比要求。保证两端件之间严格速比的传动，称为内联系传动。复合运动才具有内联系传动链，如车螺纹时主轴回转运动和刀架纵向移动两个单元运动组成的复合运动，就是借内联系传动链保证两个单元运动间严格的速比，即主轴转一转，刀架纵向移动一个被加工螺纹的导程。内联系传动链在齿轮加工机床、螺纹加工机床和靠模加工机床上广泛应用。

机床的传动，有机械、液压、电气、气动及它们的组合等多种型式，其中最常见的是机械传动和液压传动。机械传动的优点是，实现回转运动的结构简单，机械故障一般容易发现，另外，机械传动的传动比较准确，容易实现定比传动，所以目前仍广泛采用。液压传动具有机械结构简单，容易实现自动化和无级变速、吸振性能好、过载保护简单以及能自身润滑等优点，在机床中得到日益广泛的应用。

表示机床各个传动链的综合简图称为机床传动系统图。在这种图中规定用一些简单符号代表传动链中的各个零件。这些符号在国家制图标准GB138-74中作了规定，如附录表3。

传动系统图简明地表示了机床的传动结构和各种传动链，它是分析机床内部传动规律的工具。机床传动系统图一般绘成平面展开图，也可绘制成立体图。绘图时，应将传动系统绘在一个能反映机床外形与各部件相对位置的投影面上，并尽可能绘在外形轮廓线内。为了把一个立体的传动结构展开绘在一个平面图上，有时不得不把一根轴绘成折断线或弯曲成一定角度的弯曲线。对于展开后失去联系的传动副(如齿轮副)，要用括号或虚线连接起来，以表示它们的传动联系。在机床传动系统图上必须表明机床的传动路线、传动元件、变速方式和运动调整计算的有关各种数据。在每台机床的说明书中均有该机床的传动系统图。

图1—3所示为C616型车床的传动系统图。

在阅读机床传动系统图时，第一步是找出传动链的两端件，即首先找出输入动力的主动轴，再找出输出动力或运动的被动轴。第二步研究各传动轴之间的传动方式及传动比，传动齿轮、传动轴之间的连接关系。第三步分析整个运动的传动关系，列出传动结构式及运动平衡方程式。

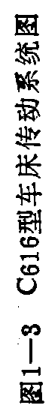
## § 1—4 机床运动的调整

从机床传动系统图可知，一台机床是由几条传动链组成。传动链中传动比固定不变的环节称为固定环节，传动链中可以改变传动比的环节称为可调环节。所谓机床运动的调整，就是按不同工作的需要，调整各传动链中的可调环节的传动比。

调整前，先要分析加工时需要哪些工作运动及其相互间的关系，然后调整机床各个有关传动链。

各传动链的调整，可分别按阅读机床传动系统图的步骤进行：

- (1) 找出传动链的始末端运动件。
- (2) 研究传动轴间的传动方式。
- (3) 按机床传动系统图写出传动结构式。如图1—3所示C616型车床的传动结构式如下，主运动传动链：



$$\begin{array}{l}
 n = 1440 \text{ 转/分} \\
 \text{电动机—I} \\
 N = 4.5 \text{ 千瓦}
 \end{array}
 \left\{ \begin{array}{l} \frac{19}{34} \\ \frac{33}{22} \end{array} \right\} \text{II} \left\{ \begin{array}{l} \frac{34}{32} \\ \frac{22}{45} \\ \frac{28}{29} \end{array} \right\} \text{III} - \frac{\phi 200}{\phi 220} - \text{IV} \left\{ \begin{array}{l} \frac{27}{27} \overleftarrow{M} \\ \frac{27}{63} \overrightarrow{M} \end{array} \right\} \text{(内齿离合器)} \left\{ \begin{array}{l} \frac{17}{58} \\ \frac{27}{58} \end{array} \right\} \text{V} - \frac{17}{58} \text{VI} \left\{ \begin{array}{l} \frac{27}{27} \overleftarrow{M} \\ \frac{27}{63} \overrightarrow{M} \end{array} \right\} \text{主轴 (VI)}$$

进给运动传动链:

$$\begin{array}{l}
 \text{主轴} \left\{ \begin{array}{l} \frac{55}{55} \\ \frac{50}{40} \times \frac{40}{50} \end{array} \right\} \text{VIII} - \frac{29}{58} \times \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} - \text{XI} \left\{ \begin{array}{l} \frac{27}{24} \\ \frac{30}{48} \\ \frac{26}{52} \\ \frac{21}{24} \\ \frac{27}{36} \end{array} \right\} \text{XII} \left\{ \begin{array}{l} \frac{39}{39} \times \frac{52}{26} \\ \frac{26}{52} \times \frac{52}{26} \\ \frac{26}{52} \times \frac{39}{39} \times \frac{26}{52} \times \frac{52}{26} \\ \frac{26}{52} \times \frac{39}{39} \times \frac{26}{52} \times \frac{39}{39} \times \frac{26}{52} \times \frac{52}{26} \end{array} \right\}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 \text{XIII} \left\{ \begin{array}{l} \frac{39}{39} - \text{丝杠(XIV, } t=6) - \text{开合螺母} - \text{刀架(车螺纹)} \\ \frac{39}{39} - \text{光杠(XV)} - \frac{2}{45} - \text{XVI} \left\{ \begin{array}{l} \frac{38}{47} \times \frac{47}{13} - \text{丝杠 } t=4 - \text{横向溜板} - \text{刀架} \\ \text{(横向走刀)} \\ \frac{24}{60} \times \frac{25}{50} - 14 - \text{齿条} - \text{纵向溜板} - \text{刀架} \\ \text{(纵向走刀)} \end{array} \right. \end{array} \right.
 \end{array}$$

由上式可知, 主运动传动链的始末两端件为电动机和主轴, 其中可调环节为变速箱中的双联滑动齿轮块和三联滑动齿轮块、主轴箱中的内齿离合器与背轮机构。其传动比共有12种 ( $3 \times 2 \times 2$ ) 不同组合方式, 可使主轴获得12种不同的转速。

(4) 将传动结构式加以整理, 列出计算主轴转速的运动平衡方程式。现将C616型车床主运动传动系统的传动结构式综合为下列运动平衡方程式:

$$n_{\text{主轴}} = n_{\text{电机}} \times i_{\text{变}} \times \frac{200}{220} \times \eta \quad (\text{转/分}) \quad (1-1)$$

式中  $\eta$ ——皮带传动的滑移系数, 一般取

$$\eta = 0.985;$$

$i_{\text{变}}$ ——可调环节的总传动比

$$i_{\text{变}} = \frac{\text{传动链中主动齿轮齿数的连乘积}}{\text{传动链中被动齿轮齿数的连乘积}} \quad (1-2)$$

根据运动平衡方程式, 即可计算主轴的各级转速。C616型车床的最低、最高转速计算如下:

$$n_{\text{max}} = 1440 \times \frac{33}{22} \times \frac{34}{32} \times \frac{200}{220} \times \frac{27}{27} \times 0.985 = 1980 \text{ 转/分}$$