

职工高等工业专科学校试用教材

金属切削机床 概论与设计

职工大学机制专业教学研究会编

上 册

北京科学技术出版社



职工高等工业专科学校试用教材

金属切削机床概论与设计

上 册

职工大学机制专业教学研究会 编

北京科学技术出版社

内 容 提 要

金属切削机床概论与设计分上、下两册。上册为概论部分，包括车床、自动和半自动车床、齿轮加工机床、磨床和其它机床等五章。下册为设计部分，包括总体设计、传动系统设计、主轴部件设计、操纵机构设计、支承件与导轨和组合机床等六章。

本书通俗易懂，可供机械制造工艺及设备专业的成人学校（如职工大学、电视大学等）作为教材，也可供其他学校机械专业师生及有关厂矿工程技术人员参考。

职工高等工业专科学校试用教材

金 属 切 削 机 床 概 论 与 设 计

上 册

职工大学机制专业教学研究会 编

*

北京科学技术出版社出版

（北京西直门外南路19号）

保定市振兴包装印刷厂印刷

*

787×1092 毫米 16 开本 9.75 印张 245,000 字

1986年7月第一版 1986年7月第一次印刷

印数 1—11,300册

统一书号：15274·0048 定价：1.80元

前 言

为适应我国职工（业余）大学及其他成人高等学校机制专业的教学需要，我会根据原教育部成人教育司一九八二年召开的广州会议拟定的职工高等工业专科学校《机械制造工艺及设备专业教学计划》，组织编写了《金属切削原理与刀具》，《液压传动》，《机械制造工艺学》，《机床夹具设计》，《金属切削机床概论与设计》等五门专业课教学大纲，经机械工业部教育局同意，推荐供各职工大学试用。我会根据上述教学大纲，组织有关职工大学具有丰富教学经验和实践经验的教师，在总结职工高校多年来教学实践的基础上，本着教育要“面向现代化，面向世界，面向未来”的精神，按照“少而精”和理论联系实际的原则，经过多次讨论和审定，编写出这套较适合职工高校教学特点的五门专业课教材。

本套教材贯彻“重视基础课，加强技术基础课的主干课，学好专业课”的精神，力求体现职工高校的特色，着眼于对学生在应用技术方面能力的培养，内容较充分地反映了时代气息，注意引用新技术新成就，通俗易懂，便于自学。

本套教材供职工（业余）大学及其他成人高校，工业专科学校机制专业使用，也可供普通高校、中专机制专业师生及有关工程技术人员参考。

本套教材的出版得到机械工业部教育局的大力支持，在此表示感谢。

《金属切削机床概论与设计》分为上、下两册。

根据职工大学学生毕业后实际工作的需要，以及面广、专业宽等特点，《金属切削机床概论与设计》上册的编写重点放在培养学生选择和使用机床的能力上。对重点机床，详细介绍其用途、工作原理、技术性能和结构，对其它机床仅作概略介绍，以扩大学生的知识面。

《金属切削机床概论与设计》下册的编写，主要是突出机床设计和其它机械设计需要的通用知识。

由于职工大学的毕业生搞专机的机会较多，因此，将组合机床概论与设计合为一章，编入下册中。

为加强实践环节，提高学生的动手能力，本书已配套编写了《金属切削机床实验及实验指导书》、《金属切削机床习题集》、《金属切削机床概论与设计挂图》、《金属切削机床课程设计指导书》等，将相继出版。

本书中配有习题和思考题。书中第一章由史贵权同志编写，第二章由李智康同志编写，第三章由孙继青、吴尚义两同志编写，第四章由易独清同志编写，第五章由王孝廉、任祖成同志编写。

本书由王孝廉同志任主编，孙继青、戢成泰两同志任副主编。

本书经哈尔滨工业大学顾熙棠副教授主审，另外，易独清和赵学琴同志在编辑过程中做了大量工作。

由于编者水平有限和编写时间仓促，书中不妥之处，希望广大读者批评指正。

目 录

第一章 车床	(1)
§ 1—1 CA6140型普通车床.....	(1)
§ 1—2 其它车床.....	(33)
第二章 自动和半自动车床	(39)
§ 2—1 概述.....	(39)
§ 2—2 C1312型单轴六角自动车床.....	(40)
§ 2—3 其它自动与半自动车床.....	(55)
第三章 齿轮加工机床	(63)
§ 3—1 概述.....	(63)
§ 3—2 滚齿机.....	(65)
§ 3—3 其它齿轮加工机床简介.....	(85)
第四章 磨床	(106)
§ 4—1 M1432型万能外圆磨床.....	(106)
§ 4—2 其它类型磨床.....	(118)
第五章 其它机床	(126)
§ 5—1 镗床.....	(126)
§ 5—2 卧式镗床.....	(127)
§ 5—3 坐标镗床与金刚镗床.....	(139)
§ 5—4 铣床.....	(142)
§ 5—5 刨床、插床和拉床.....	(146)

第一章 车 床

车床类机床主要用于加工各种回转表面，如内外圆柱面、圆锥面、成形回转表面及回转体端面等，其中某些车床还能加工螺纹。因此在一般机器制造厂中，车床应用极为普遍，在金属切削机床中占总台数的20%~30%。

车床上使用的刀具主要是车刀，有些车床还可以采用各种孔加工刀具，如钻头、扩孔钻、铰刀及螺纹刀具等。加工时通常由工件旋转完成主运动，由刀具沿平行或垂直于工件旋转轴线移动完成进给运动。

车床种类很多，按其用途和结构的不同，可分为普通车床、六角车床、立式车床、多刀半自动车床、仿形车床、单轴自动车床、多轴自动和半自动车床、多刀车床和专门化车床，如铲齿车床、凸轮轴车床、曲轴车床等。

§ 1—1 CA6140型普通车床

一、机床的用途及性能

CA6140型普通车床它适用于加工各种轴类、套筒类和盘类零件上的回转表面（图1—1），如车削内外圆柱面、圆锥面、环槽及成形回转表面；车削端面及加工各种常用的公制、英制、模数制和径节制螺纹；还能作钻孔、扩孔、铰孔、滚花等工作。

CA6140型普通车床的加工范围广、万能性大，因而它的结构复杂且自动化程度低，适用于单件小批生产及修配车间。

CA6140型普通车床是普通精度级机床。

CA6140型普通车床的主要技术性能如下：

床身上最大工件回转直径	$D=400$ (mm)
最大工件长度	750、1000、1500、2000 (mm)
最大车削长度	650、900、1400、1900 (mm)
刀架上最大工件回转直径	$D_1=210$ (mm)
主轴中心至床身平面导轨距离（中心高）	$H=205$ (mm)
主轴内孔直径	48 (mm)
主轴孔前端锥度	莫氏6号
主轴转速 正转 $Z=24$ 级	$n=10\sim1400$ (rpm)
反转 $Z'=12$ 级	$n'=14\sim1580$ (rpm)
进给量 纵向及横向各64级	
纵向进给量	$S_{纵}=0.028\sim6.33$ (mm/r)
横向进给量	$S_{横}=0.5 S_{纵}$
溜板及刀架纵向快移速度	$V_{快}=4$ (m/min)
车削螺纹的范围	

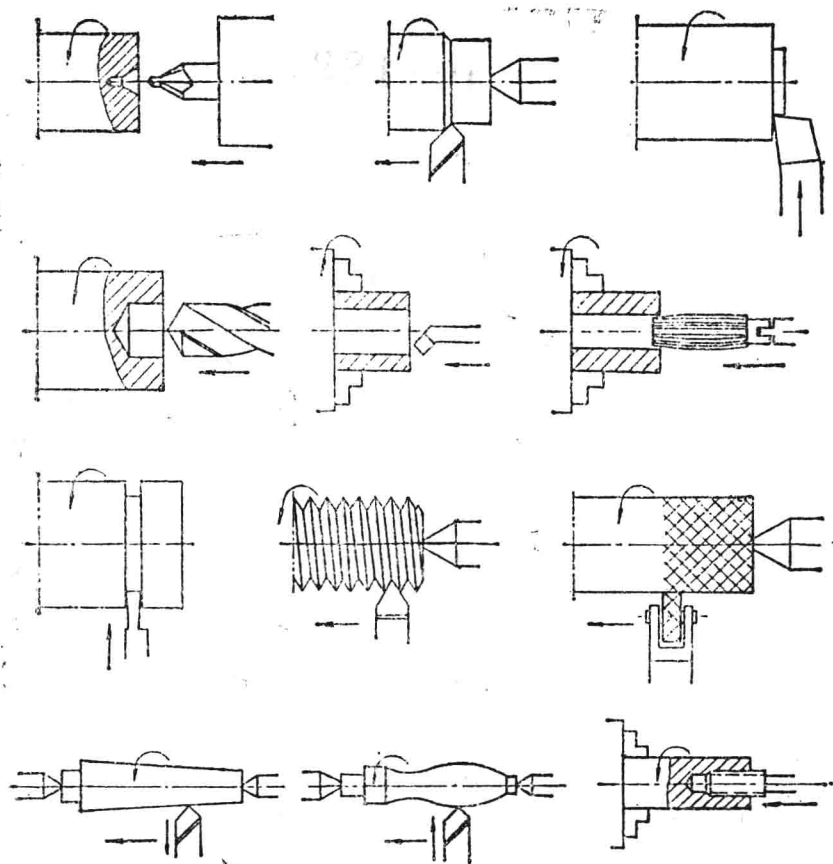


图1-1 普通车床所能加工的零件表面

公制螺纹	44种	$S = 1 \sim 192(\text{mm})$
英制螺纹	20种	$a = 2 \sim 24(\text{牙/英寸})$
模数螺纹	39种	$m = 0.25 \sim 48(\text{mm})$
径节螺纹	37种	$DP = 1 \sim 96(\text{牙/英寸})$
主电动机		$7.5\text{kW}/1450(\text{rpm})$
溜板快移电动机		$370\text{W}/2600(\text{rpm})$

机床轮廓尺寸(长×宽×高)

对于最大工件长度为1000mm的机床为 $2668 \times 1000 \times 1190(\text{mm})$

机床净重

对于最大工件长度为1000mm的机床为20100N

二、机床的总布局

CA6140型普通车床主要由主轴箱1、刀架部件2、尾架3、床身4、溜板箱6、进给箱8等部件组成(图1—2)。

床身4固定在左床腿7和右床腿5上。用以支承车床的各个部件,使它们在切削加工时也能保持准确的相对位置。主轴箱1固定地安装在床身4的左端,其中装有主轴和变速传动机构。工件通过卡盘等夹具装夹在主轴的前端,由电动机经变速机构传动,使主轴旋

转, 实现主运动并获得所需转速。在床身的右上边装有尾架 3。其上可装后顶尖, 以支承长工件的一端; 也可以安装钻头等孔加工刀具, 以进行钻、扩、铰等工序。尾架可沿床身 4 顶面的尾架导轨作纵向移动, 然后夹紧在需要的位置上, 以适应加工不同长度工件的需要。尾架还可相对它的底座在横向调整位置, 以便车削锥度较小而长度较大的外锥面。刀架 2 装在床身 4 顶面的另一组刀架导轨上, 由几层溜板和方刀架组成, 可带着夹持在其上的车刀移动, 实现纵向、横向和斜向进给运动。刀架的纵、横向进给运动可以机动或手动, 而斜向进给运动通常只能手动。机动进给时, 运动由主轴箱 1 经挂轮架 9、进给箱 8、光杠或丝杠传给溜板箱 6, 并由溜板箱 6 控制进给运动的接通、断开和转换。利用挂轮架上的配换齿轮和进给箱中的变速机构, 可以改变被加工螺纹的种类和导程以及普通车削时进给量的大小。

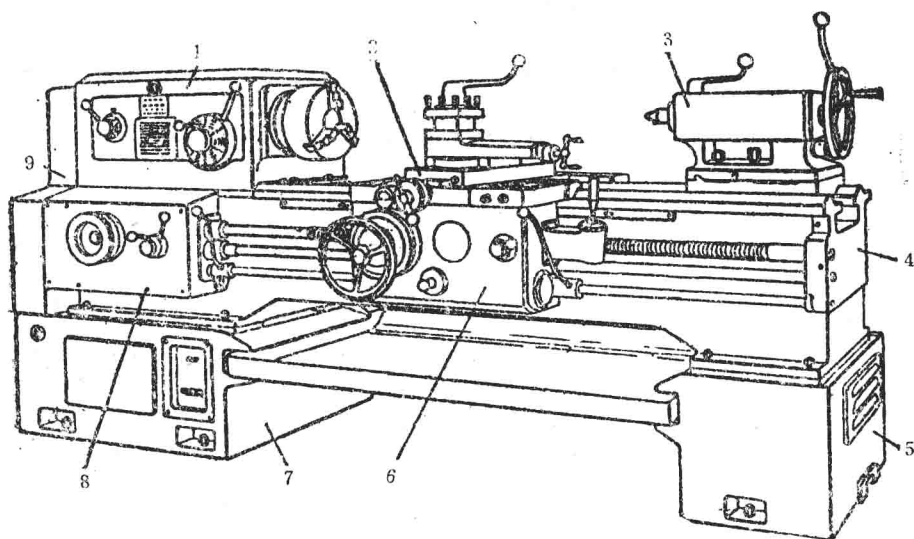


图 1—2 CA6140型普通车床外形

三、机床的传动系统

(一) 主运动传动链

主运动传动链的功用是把动源 (电动机) 的运动传给主轴, 使主轴带动工件实现主运动。普通车床的主轴应能变速及换向。

CA6140型普通车床的主运动传动链可使主轴获得24级正转转速(10~1400rpm)和12级反转转速(14~1580rpm)。运动由电动机(7.5kw, 1450rpm)经三角皮带传至主轴箱中的轴I。轴I上装有一个双向多片式摩擦离合器 M_1 , 用以控制主轴的起动、停止和换向。离合器左半部接合时, 主轴正转; 右半部接合时, 主轴反转; 左右两半部都不接合, 处于中间位置时, 轴I空转, 主轴停转。轴I的运动经离合器 M_1 和变速齿轮传至轴II, 然后分为两路传给主轴: 当主轴VI上的滑移齿轮 Z_{50} 处于左边位置时, 运动经齿轮副 $\frac{63}{50}$ 直接传给主

轴, 使主轴得到高转速; 当滑移齿轮 Z_{50} 处于右边位置时, 使齿式离合器 M_2 接合, 则运动经轴II-IV-V-VI间的背轮机构传给主轴, 使主轴得到中、低转速。主运动传动链表达式如下:

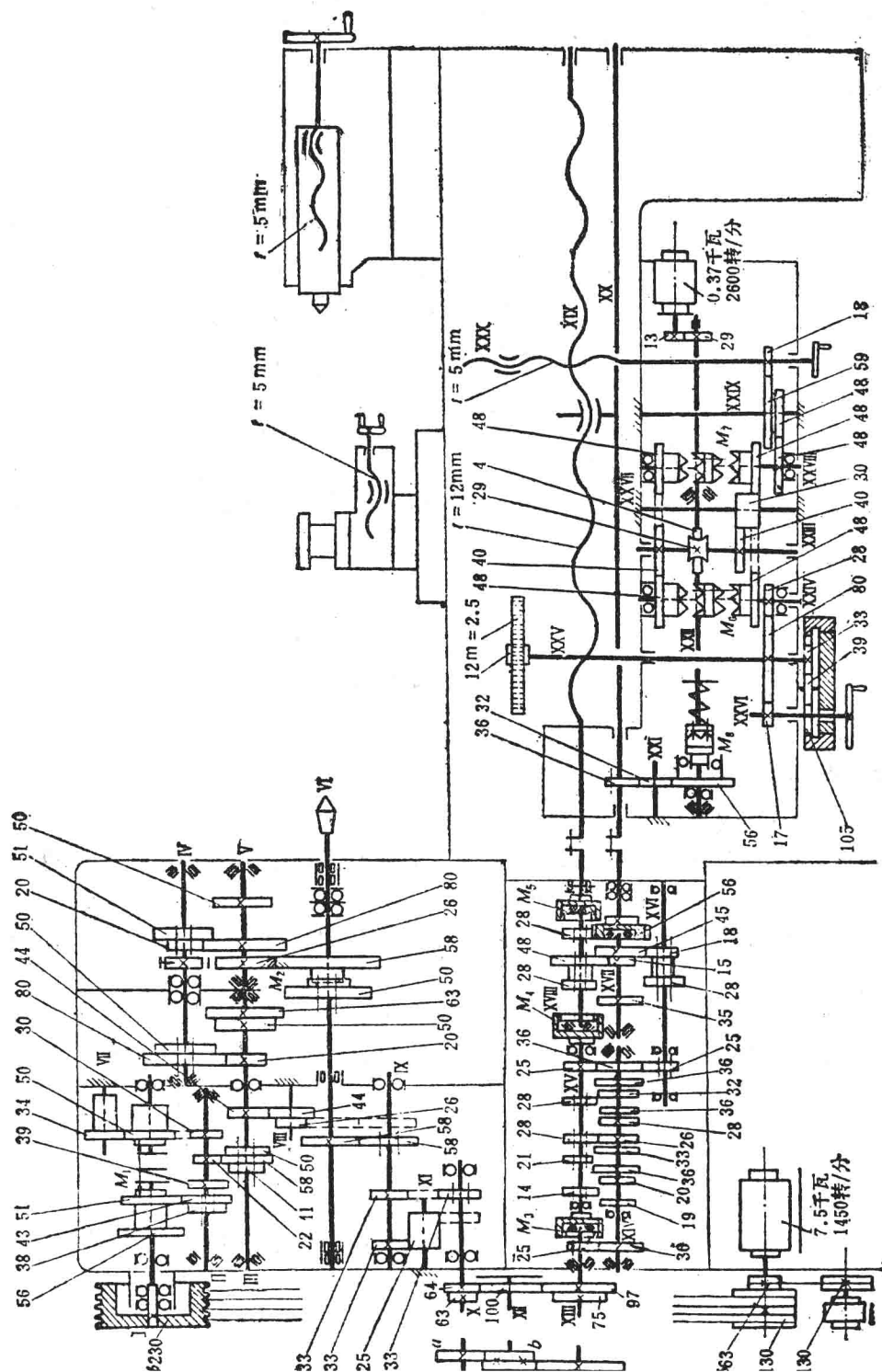
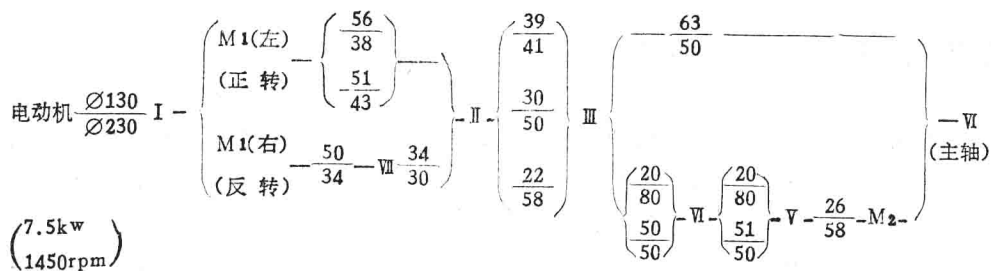


图 1—3 CA6140型普通车床传动系统图

但由于轴Ⅲ-V间的四种传动比为：

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

其中 u_2 和 u_3 基本相等，所以经由背轮机构这条传动路线传递时，主轴实际上只能得到 $2 \times 3 \times (2 \times 2 - 1) = 18$ 级转速，加上经齿轮付 $\frac{63}{50}$ 直接传递时的6级，主轴总共可获得24级不同的转速。从主运动传动链的转速图（图1—4）可以更清楚地看出：轴Ⅲ-V间的四条传动路线中，经轴Ⅱ $\frac{20}{80}$ -Ⅳ- $\frac{51}{50}$ -Ⅴ这条路线所获得的6种转速（图中的虚线），与经轴Ⅱ $\frac{50}{50}$ -Ⅳ- $\frac{20}{80}$ -Ⅴ这条路线所得的转速基本重复，所以前一条传动路线实际上并没有使用（由变速操纵机构保证）。

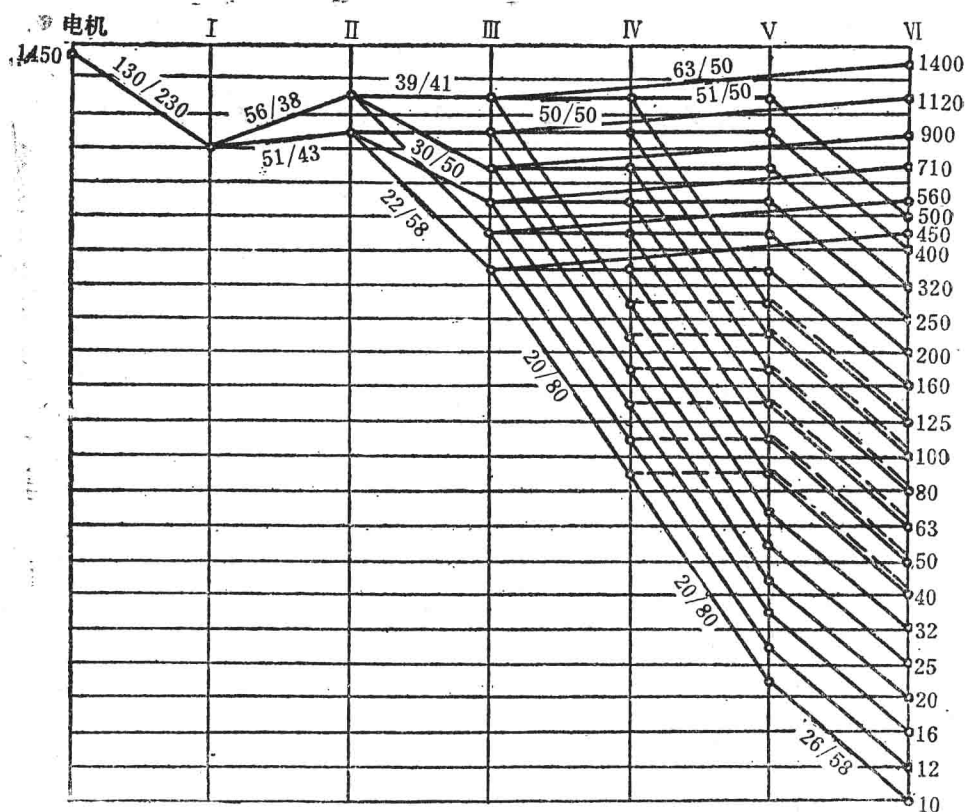


图1—4 主运动传动链(正转)转速图

同理，主轴反转时，虽然传动路线有 $3 \times (1 + 2 \times 2) = 15$ 条，但只能获得 $3 + (2 \times 2 - 1) = 12$ 级不同转速。

主轴的转速可按下列运动平衡式计算：

$$n_{\text{主}} = 1450 \times \frac{130}{260} \times (1 - \varepsilon) u_{\text{I-II}} u_{\text{II-III}} u_{\text{III-V}} \quad (\text{rpm})$$

中： ε ——三角胶带传动的滑动系数， $\varepsilon=0.02$ ；

u_{I-II} 、 u_{II-III} 、 u_{III-VI} ——分别为轴 I - II、II - III、III - VI 间的可变传动比。

主轴反转时，轴 I - II 间的传动比大于正转时的传动比；故反转转速高于正转转速。主轴反转主要用于车螺纹过程中，在不断开主轴和刀架间传动联系的情况下，使刀架退回起始位置。采用较高的转速，可节省辅助时间。

综上所述，看懂传动路线这是认识和分析机床的基础。通常看懂传动路线的方法是“抓两端、连中间”。也就是说，在了解某一条传动链的传动路线时，首先应搞清楚此传动链两端的末端件是什么（即抓两端），知道了末端件，然后再找它们的传动联系（即连中间），就可很容易地找出传动路线。例如了解上述车床主传动链的传动路线时，首先应找出它的两个末端件——电动机（动力源）及主轴（执行件），然后连中间，找出它们之间的传动联系。

(二) 车螺纹传动链

CA6140型普通车床的车削螺纹传动链保证机床可车削公制、英制、模数制和径节制四种标准的常用螺纹，此外，还可以车削大导程、非标准和较精密的螺纹。这些螺纹可以是右旋的，也可以是左旋的。

不同标准的螺纹，其螺距用不同的参数表示。

表1—1 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
公 制	螺距 t , mm	$t = t$	$T = k \cdot t$
模 数 制	模数 m , mm	$t_m = \pi$	$T_m = k \cdot t_m = k \pi m$
英 制	每英寸扣数 a , 扣/英寸	$t_a = \frac{25.4}{a}$	$T_a = k t_a \frac{25.4 \pi}{a}$
径 节 制	径节 DP , 扣/英寸	$t_{DP} = \frac{25.4 \pi}{DP}$	$T_{DP} = k t_{DP} = \frac{25.4 \pi k}{DP}$

车削各种不同螺距的螺纹，是要靠对车削螺纹传动链进行适当调整来实现的。无论车削哪一种螺纹，主轴与刀具之间必须保持严格的运动关系，即：主轴转过一转，刀具应均匀地移动一个（工件的）导程 T 的距离。也就是

主轴 1 转——刀架移动 T 毫米。

上述关系称为车削螺纹时进给运动传动链的“计算位移”。在此基础上就可以列出车螺纹的运动平衡式：

$$1 \text{ (主轴)} \times u_x \times T_{\text{丝}} = T_{\text{工}}$$

式中： u_x ——主轴至丝杠之间全部传动机构的总传动比；

$T_{\text{丝}}$ ——机床丝杠的导程，CA6140型车床的 $T_{\text{丝}}=12(\text{mm})$ ；

$T_{\text{工}}$ ——被加工螺纹的导程(mm)。

为了车削不同标准和不同导程的各种螺纹，必须对车螺纹传动链进行适当调整，使 u_x 作相应的改变。

1、公制螺纹

车削公制螺纹时，进给箱中的齿式离合器 M_3 和 M_4 脱开， M_5 接合，这时的传动路线为（见图1—3及传动路线表达式）：运动由主轴Ⅵ经齿轮付 $\frac{58}{58}$ 、轴ⅠX—XⅠ间的换向机构、挂轮 $\frac{63}{100} \times \frac{100}{75}$ 传至进给箱的轴XⅡ，然后再经移换机构的齿轮副 $\frac{25}{36}$ 、轴XⅣ—XⅤ间的滑移齿轮变速机构、齿轮副 $\frac{25}{36} \times \frac{36}{25}$ 传至轴XⅥ，接下去再经轴XⅥ—XⅦ间的两组滑移齿轮变速机构和离合器 M_6 ，传动丝杠XⅧ旋转。合上溜板箱中的开合螺母，使之与丝杠啮合，便可带动刀架纵向移动。车公制螺纹时传动链的传动路线表达式如下（正常螺距）：

$$\begin{aligned} \text{主轴Ⅵ} - \frac{58}{58} - \text{ⅠX} - \left\{ \begin{array}{l} \frac{33}{33} \text{ (右旋螺纹)} \\ \frac{33}{25} - \text{Ⅱ} - \frac{25}{33} \text{ (左旋螺纹)} \end{array} \right\} - \text{X} - \frac{63}{100} \times \frac{100}{75} - \text{XⅢ} - \frac{25}{36} - \text{XⅣ} - \left\{ \begin{array}{l} \frac{26}{28} \\ \frac{28}{28} \\ \frac{28}{28} \\ \frac{32}{28} \\ \frac{36}{28} \\ \frac{19}{14} \\ \frac{20}{14} \\ \frac{33}{21} \\ \frac{36}{21} \end{array} \right\} - \text{XⅤ} - \frac{25}{36} \times \frac{36}{25} - \text{XⅥ} - \left\{ \begin{array}{l} \frac{28}{35} \times \frac{35}{28} \\ \frac{18}{45} \times \frac{35}{28} \\ \frac{28}{35} \times \frac{15}{48} \\ \frac{18}{45} \times \frac{15}{48} \end{array} \right\} - \text{XⅦ} - M_6 - \text{XⅧ (丝杆)} - \text{刀架} \end{aligned}$$

传动链中轴ⅠX—X间的换向机构，可在主轴Ⅵ转向不变的情况下改变丝杠XⅧ的旋转方向，以便车削右旋或左旋螺纹。轴XⅣ和XⅤ—XⅦ间的齿轮变速机构，用于变换主轴至丝杠间的传动比，以便车削各种不同导程的螺纹。

轴XⅣ—XⅤ间的变速机构可变换八种不同的传动比：

$$u_{\text{基}1} = \frac{26}{28} = \frac{6.5}{7} \quad u_{\text{基}2} = \frac{28}{28} = \frac{7}{7} \quad u_{\text{基}3} = \frac{32}{28} = \frac{8}{7} \quad u_{\text{基}4} = \frac{36}{28} = \frac{9}{7}$$

$$u_{\text{基}5} = \frac{19}{14} = \frac{9.5}{7} \quad u_{\text{基}6} = \frac{20}{14} = \frac{10}{7} \quad u_{\text{基}7} = \frac{33}{21} = \frac{11}{7} \quad u_{\text{基}8} = \frac{36}{21} = \frac{12}{7}$$

它们接近于等差数列的规律排列，是获得各种螺纹导程的基本机构，通常称为进给箱的基本螺距机构，或称基本组。

轴XⅥ—XⅦ间的变速机构可变换四种不同的传动比：

$$u_{\text{倍}1} = \frac{28}{35} \times \frac{35}{28} = 1 \quad u_{\text{倍}2} = \frac{18}{45} \times \frac{35}{28} = \frac{1}{2}$$

$$u_{\text{倍}3} = \frac{28}{35} \times \frac{15}{48} = \frac{1}{4} \quad u_{\text{倍}4} = \frac{18}{45} \times \frac{15}{48} = \frac{1}{8}$$

它们按倍数关系排列。这套变速机构用于扩大机床车削螺纹导程的种数，一般称为增倍机构或增倍组。

根据传动系统图或传动链的传动路线表达式，列出车削公制（右旋）螺纹时的运动平衡式如下： $T=k \cdot t=1 \text{ 转(主轴)} \times \frac{58}{58} \times \frac{33}{33} \times \frac{63}{100} \times \frac{100}{75} \times \frac{25}{36} \times u_{\text{基}} \times \frac{25}{36} \times \frac{36}{25} \times u_{\text{倍}} \times 12(\text{mm})$

- 式中： T ——被加工螺纹的导程(mm)；
- k ——被加工螺纹头数；
- $u_{\text{基}}$ ——基本螺距机构的传动比；
- $u_{\text{倍}}$ ——增倍机构的传动比；
- 12——CA6140车床丝杠的螺距。

将上式简化后可得

$$T=7 u_{\text{基}} u_{\text{倍}}(\text{mm})$$

把 $u_{\text{基}}$ 和 $u_{\text{倍}}$ 的数值代入上式，可得 $8 \times 4=32$ 种导程值，其中符合标准的只有20种（见表1—2）。

由表1—2可以看出，利用基本螺距机构可以得到大体上按等差数列排列的导程值，表中纵列，利用增倍机构可把由基本螺距机构得到的导程值成倍地增大或缩小（每列间为倍数关系）。将两种变速机构组合，便可获得常用的各种标准螺纹

表1—2 CA6140型普通车床的公制螺纹表

螺距扩大倍数 增倍组传动比 螺纹的导程 基本组传动比	正 常 螺 距				扩 大 螺 距					
					4	16	4	16	16	16
	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}$	1	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1
$u_{\text{基}1}=\frac{6.5}{7}$										
$u_{\text{基}2}=\frac{7}{7}$		1.75	3.5	7	14		28		56	112
$u_{\text{基}3}=\frac{8}{7}$	1	2	4	8	16		32		64	128
$u_{\text{基}4}=\frac{9}{7}$		2.25	4.5	9	18		36		72	144
$u_{\text{基}5}=\frac{9.5}{7}$										
$u_{\text{基}6}=\frac{10}{7}$	1.25	2.5	5	10	20		40		80	160
$u_{\text{基}7}=\frac{11}{7}$			5.5	11	22		44		88	176
$u_{\text{基}8}=\frac{12}{7}$	1.5	3	6	12	24		48		96	192

2、模数螺纹

模数螺纹主要是公制蜗杆，在车削模数螺纹时，除挂轮需换为 $\frac{64}{100} \times \frac{100}{97}$ 外，其余部分的

传动路线与车削公制螺纹时完全相同，其运动平衡式为：

$$T_m=k\pi m=1\text{ 转(主轴)}\times\frac{58}{58}\times\frac{33}{33}\times\frac{64}{100}\times\frac{100}{97}\times\frac{25}{36}\times u_{\text{基}}\times\frac{25}{36}\times\frac{36}{25}\times u_{\text{倍}}\times 12\text{mm}$$

上式中 $\frac{64}{100}\times\frac{100}{97}\times\frac{25}{36}\approx\frac{7\pi}{48}$ (π 的误差为0.00009)，就可使 T_m 值中包含有特殊因子 π 。由于

$$T_m=k\pi m=\frac{7\pi}{4}u_{\text{基}}u_{\text{倍}}\text{ (mm)}$$

故
$$m=\frac{7}{4k}u_{\text{基}}u_{\text{倍}}\text{ (mm)}$$

改变 $u_{\text{基}}$ 和 $u_{\text{倍}}$ ，便可车削各种不同模数的螺纹。如应用扩大螺距机构，也可车削出大导程的模数螺纹。（见表1—3）

表1—3 CA6140型普通车床的模数螺纹表

螺距扩大倍数 增倍组传动比 螺距的模数 基本组传动比	正 常 螺 距				扩 大 螺 距					
					4	16	4	16	16	16
	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}$	1	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1
$u_{\text{基}1}=\frac{6.5}{7}$					3.25		6.5	13	26	
$u_{\text{基}2}=\frac{7}{7}$				1.75	3.5		7	14	28	
$u_{\text{基}3}=\frac{8}{7}$	0.25	0.5	1	2	4		8	16	32	
$u_{\text{基}4}=\frac{9}{7}$				2.25	4.5		9	18	36	
$u_{\text{基}5}=\frac{9.5}{7}$										
$u_{\text{基}6}=\frac{10}{7}$			1.25	2.5	5		10	20	40	
$u_{\text{基}7}=\frac{11}{7}$				2.75	5.5		11	22	44	
$u_{\text{基}8}=\frac{12}{7}$			1.5	3	6		12	24	48	

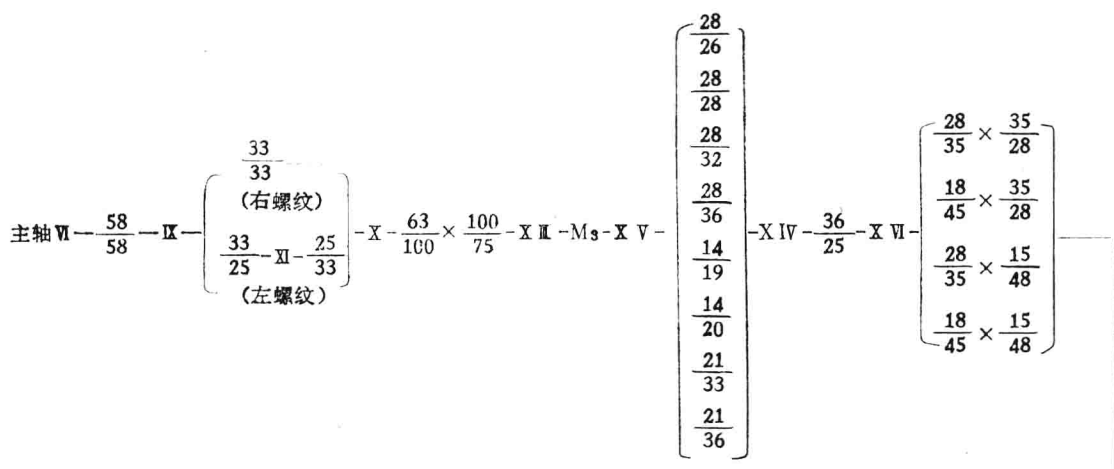
3、英制螺纹

英制螺纹又称时制螺纹。

车削英制螺纹时，挂轮用 $\frac{63}{100}\times\frac{100}{75}$ ，进给箱中的离合器 M_3 和 M_5 接合， M_4 脱开，同

时轴XⅥ左端的滑移齿轮 Z_{25} 左移，与固定在轴XⅣ上的齿轮 Z_{36} 啮合。此时，基本螺距机构的运动传递方向与车削公制螺纹时相反，即运动由轴XⅢ经离合器 M_3 先传到轴XⅤ，然后由轴XⅤ传至轴XⅣ，再经齿轮付 $\frac{36}{25}$ 传动到轴XⅥ。其余部分传动路线与车削公制螺纹相

同，其传动路线表达式为：



— X VII — M₅ — XII (丝杆) — 刀架

车削英制螺纹时传动链的运动平衡式为：

$$T_a = \frac{25.4k}{a} = 1 \text{ 转(主轴)} \times \frac{58}{58} \times \frac{33}{33} \times \frac{63}{100} \times \frac{100}{75} \times u'_{\text{基}} \times \frac{36}{25} \times u_{\text{倍}} \times 12(X \text{ mm})$$

上式中 $\frac{63}{100} \times \frac{100}{75} \times \frac{36}{25} \approx \frac{25.4}{21}$ (25.4 的误差为 0.00006) ; $u'_{\text{基}} = \frac{1}{u_{\text{基}}}$, 为轴 XV—轴 XVI 间传动比, 代入上式, 化简, 得:

$$T_a = \frac{25.4k}{a} = \frac{4}{7} \times 25.4 \times \frac{u_{\text{倍}}}{u_{\text{基}}}$$

故 $a = \frac{7}{4} \frac{u_{\text{基}}}{u_{\text{倍}}} k$ 每英寸长度上螺纹扣数 (扣/英寸)

当 $k = 1$ 时, a 值与 $u_{\text{基}}$ 、 $u_{\text{倍}}$ 的关系如表 1—4。

表1—4 CA6140型普通车床的英制螺纹扣数表

增倍组的传动比 螺纹的每英寸扣数 $u_{\text{倍}}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1
基本组的传动比				
$\frac{1}{u_{\text{基}1}} = \frac{7}{6.5}$			$3 \frac{1}{4}$	
$\frac{1}{u_{\text{基}2}} = \frac{7}{7}$	14	7	$3 \frac{1}{2}$	
$\frac{1}{u_{\text{基}3}} = \frac{7}{8}$	16	8	4	2
$\frac{1}{u_{\text{基}4}} = \frac{7}{9}$	18	9	$4 \frac{1}{2}$	
$\frac{1}{u_{\text{基}5}} = \frac{7}{9.5}$	19			
$\frac{1}{u_{\text{基}6}} = \frac{7}{10}$	20	10	5	
$\frac{1}{u_{\text{基}7}} = \frac{7}{11}$		11		
$\frac{1}{u_{\text{基}8}} = \frac{7}{12}$	24	12	6	3

4、径节螺纹

径节螺纹是英制蜗杆。

车削径节螺纹时，除挂轮需换为 $\frac{64}{100} \times \frac{100}{97}$ 外，其余部分传动路线与车削英制螺纹完全

相同，其运动平衡式为：

$$T_{DP} = \frac{k\pi}{DP} \text{ 英寸} = \frac{25.4\pi k}{DP} = 1 \text{ 转(主轴)} \times \frac{58}{58} \times \frac{33}{33} \times \frac{64}{100} \times \frac{100}{97} \times u'_{\text{基}} \times \frac{36}{25} \times u_{\text{倍}} \times 12(\text{mm})$$

上式中 $\frac{64}{100} \times \frac{100}{97} \times \frac{36}{25} \approx \frac{25.4\pi}{84}$ 、 $u'_{\text{基}} = \frac{1}{u_{\text{基}}}$ ，代入上式化简后得

$$T_{DP} = \frac{25.4\pi k}{DP} = \frac{25.4\pi}{7} \frac{u_{\text{倍}}}{u_{\text{基}}} (\text{mm})$$

当 $k=1$ 时， DP 值与 $u_{\text{基}}$ 、 $u_{\text{倍}}$ 的关系如表 1—5。

表1—5 CA6140型车床的径节螺纹

增倍 组的 传动 比 节径 DP 基本组的传动比	螺 距 扩 大 倍 数	正 常 螺 距				扩 大 螺 距				
						4	16	4	16	16
		$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}$	1	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$
$\frac{1}{u_{\text{基}1}} = \frac{7}{6.5}$										
$\frac{1}{u_{\text{基}2}} = \frac{7}{7}$		56	28	14	7	$3 \frac{1}{2}$		$1 \frac{3}{4}$		
$\frac{1}{u_{\text{基}3}} = \frac{7}{8}$		64	32	16	8	4		2		1
$\frac{1}{u_{\text{基}4}} = \frac{7}{9}$		72	36	18	9			$2 \frac{1}{4}$		
$\frac{1}{u_{\text{基}5}} = \frac{7}{9.5}$										
$\frac{1}{u_{\text{基}6}} = \frac{7}{10}$		80	40	20	10	5		$2 \frac{1}{2}$		$1 \frac{1}{4}$
$\frac{1}{u_{\text{基}7}} = \frac{7}{11}$		88	44	22	11			$2 \frac{3}{4}$		
$\frac{1}{u_{\text{基}8}} = \frac{7}{12}$		96	48	24	12	6		3		$1 \frac{1}{2}$

由上述车削四种螺纹的调整计算可知，加工同一标准（或模数、英制等）的各种不同螺距螺纹，可通过变换基本螺距机构和增倍机构的传动比实现，而加工不同标准的螺纹，则须变换挂轮齿数或基本螺距机构的运动传递方向。

从表 1—2 ~ 1—5 可以看到，公制螺纹的螺距 t 、模数螺纹的模数 m 、英制螺纹每英寸长度上螺纹牙数 a 以及径节螺纹的径节 DP ，其标准值数列都是按分段的等差数列和段与段成等比排列或近似于等差数列的规律排列，而且不同标准螺纹数列的组成项之间具有一定比例关系，从而有可能用同一套变速机构加工各种标准的螺纹。对于公制螺纹和模数螺纹，其导程值与螺距 t 、模数 m 成正比；是分段的等差数列，则由车螺纹传动链运动平衡式可知，基

本螺距机构的传动比也应是近似等差数列。为此，运动必须由XⅣ传至XⅤ。此时可获得近似等差数列的传动比： $\frac{26}{28} = \frac{6.5}{7}$ ， $\frac{28}{28} = \frac{7}{7}$ ， $\frac{32}{28} = \frac{8}{7}$ ， $\frac{36}{28} = \frac{9}{7}$ ， $\frac{19}{14} = \frac{9.5}{7}$ ， $\frac{20}{14} = \frac{10}{7}$ ， $\frac{33}{21} = \frac{11}{7}$ ， $\frac{36}{21} = \frac{12}{7}$ 。

对于英制和径节螺纹，其导程值与每英寸扣数 a 、径节 DP 成反比，是分段的近似调和数列（即分母是分段的近似等差数列），则基本螺距机构的传动比也必须是调和数列。为此，需将基本螺距机构的运动传递方向颠倒，即运动由轴XⅤ传至轴XⅣ，此时可获得近似调和数列的传动比为： $\frac{28}{26} = \frac{7}{6.5}$ ， $\frac{28}{28} = \frac{7}{7}$ ， $\frac{28}{32} = \frac{7}{8}$ ， $\frac{28}{36} = \frac{7}{9}$ ， $\frac{14}{19} = \frac{7}{9.5}$ ， $\frac{14}{20} = \frac{7}{10}$ ， $\frac{21}{33} = \frac{7}{11}$ ， $\frac{21}{36} = \frac{7}{12}$ 。

由前述可知，基本螺距机构运动传递方向的变换，是通过离合器 M_3 、轴XⅢ—XⅣ间的齿轮付 $\frac{25}{36}$ 、轴XⅤ—XⅥ间的齿轮付 $\frac{25}{36} \times \frac{36}{25}$ 以及轴XⅣ—XⅥ间的齿轮付 $\frac{36}{25}$ 实现的，通常称它们为左、右移换机构。移换机构除用于改变基本螺距机构的运动传递方向外，还与挂轮组合，使车螺纹传动链的传动比数值中包含某些特殊因子，以满足加工不同标准螺纹的需要。例如，车英制螺纹时，通过移换机构轴XⅣ—XⅥ间的齿付 $\frac{36}{25}$ 与挂轮 $\frac{63}{100} \times \frac{100}{75}$ 组合，得到传动比值 $\frac{63}{100} \times \frac{100}{75} \times \frac{36}{25} \approx \frac{25.4}{21}$ ，从而解决了英制螺纹导程 $T_s = \frac{25.4k}{a}$ 中的特殊因子25.4。

模数螺纹的导程数列虽和公制螺纹一样，都是等差数列，但具体数值不同，且模数螺纹的导程 $T_m = \pi m$ 中含有特殊因子 π ，所以车模数螺纹时，需将挂轮由车公制螺纹时的 $\frac{63}{100} \times \frac{100}{75}$ 换为 $\frac{64}{100} \times \frac{100}{97}$ ，它和左移换机构轴XⅢ—XⅣ间的齿轮付 $\frac{25}{36}$ 组合，得到传动比值 $\frac{64}{100} \times \frac{100}{97} \times \frac{25}{36} \approx \frac{7\pi}{48}$ ，解决了模数螺纹导程值中的特殊因子 π ，以及模数螺纹和公制螺纹导程值之间的比例常数。

同理，车削径节螺纹时，为了解决其导程 $T_{DP} = \frac{25.4\pi k}{DP}$ 中的特殊因子 25.4π 及其与英制螺纹导程间的比例常数，需将挂轮由车英制螺纹时的 $\frac{63}{100} \times \frac{100}{75}$ 换为 $\frac{64}{100} \times \frac{100}{97}$ ，它和右移换机构轴XⅣ—XⅥ间的齿轮付 $\frac{36}{25}$ 组合，得到传动比值 $\frac{64}{100} \times \frac{100}{97} \times \frac{36}{25} = \frac{25.4\pi}{84}$ 。

5、车削大导程螺纹

对车削螺纹传动链进行以上所述的调整，可以车削公制、英制、模数制和径节制的各种常用标准螺纹。当需要车削超过常用螺纹导程的螺纹（如大导程多头螺纹、油槽等），则必须将轴Ⅱ右端的滑移齿轮 Z_{s1} 向右移动，使之与轴Ⅲ上的齿轮 Z_2 啮合。于是，主轴Ⅰ与丝杠XⅧ通过下列传动路线实现传动联系：