

机床的传动与调整计算



机械工人培训丛书

机床的传动 与调整计算

刘汉塘 编

中国农业机械出版社



机械工人培训丛书

机床的传动与调整计算

刘 汉 塘 编

中国农业机械出版社

机械工人培训丛书
机床的传动与调整计算
刘汉塘 编

中国农业机械出版社出版

北京市海淀区阜成路东钓鱼台乙七号

外文印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

新华书店经售

*

787×1092 16 开 13 ¹²/₁₆ 印张 325 千字

1983年5月北京第一版 · 1983年5月 北京第一次印刷

印数: 00,001—16,000 定价: 1.15元

统一书号: 15216·155

出版说明

为了满足机械行业培训工人的需要，我社组织编写了这套《机械工人培训丛书》。这套丛书由七本组成，即《金属材料》、《公差与测量》、《金属切削刀具》、《机床夹具》、《机床的传动与调整计算》、《机械传动》、《液压传动》。

这套丛书属于中级培训读物，内容包括与机械制造有关的主要基础知识。机械工人掌握这些内容，不仅有助于保证产品质量、提高生产效率，还能获得一定的技术革新能力。考虑到在职培训难以拿出更多的学时，本丛书在篇幅上力求少而精，使之能用较短的时间讲完每一本分册，同时也注意了读者自学的需要。

在编写过程中，我们认真地吸取了不少职工教育工作者的意见。很多部门的负责同志，为本丛书的编写提供了条件。为了更好地实现编写意图，我们邀请了业务水平较高、教学经验丰富的教师和工程技术人员负责进行编写，书稿写完后，有部分内容曾请生产第一线的同志进行审阅。对于上述参与编写工作的这些同志，我们在此致以诚挚的谢意。

本丛书有不够完善或错误之处，欢迎广大读者指正。

中国农业机械出版社

一九八二年一月

目 录

第一章 基本知识概述 1	第二节 滚齿机94
第一节 金属切削机床的	第三节 插齿机109
分类和型号 1	第四节 圆锥齿轮加工机床115
第二节 传动计算的基本	第五节 磨齿机126
知识 3	第五章 钻床和镗床133
第三节 机床的运动 9	第一节 立式钻床的传动
第四节 转速图11	系统133
第五节 周转轮系12	第二节 摇臂钻床的传动
第二章 车床和自动车床的传动	系统135
及调整15	第三节 卧式镗床的传动
第一节 普通车床的传动	系统138
系统分析15	第四节 坐标镗床148
第二节 丝杠车床29	第六章 刨床和插床153
第三节 铲齿车床33	第一节 牛头刨床153
第四节 机床挂轮的计算及	第二节 插床156
挂轮误差的估算39	第七章 磨床和液压传动系统158
第五节 自动车床43	第一节 机床液压传动的
第三章 铣床及分度头的应用58	基本知识158
第一节 万能铣床的传动	第二节 万能外圆磨床的机械
系统58	和液压传动系统167
第二节 立式铣床的传动	第三节 平面磨床的机械和
系统62	液压传动系统174
第三节 铣床主要部件的	第四节 无心磨床179
结构64	第八章 机床电气控制系统184
第四节 分度头的应用及其	第一节 机床电气控制的基
与铣床的运动联系71	本知识184
第五节 龙门铣床87	第二节 典型机床的电气
第四章 齿轮加工机床的运动及	控制系统194
调整计算91	第三节 机床电气无级调速
第一节 齿形加工方法概述91	方法概述207

基本知识概述

金属切削机床的品种很多,就是同类型的机床,它们的外形和结构也是不一样的。但从机床运动学方面分析,所有机床不过是为数不多的一些机构的组合和转化,对于机床的传动系统来说更是如此。为此,本书首先介绍机床传动系统共同性的基本知识。应用这些知识,读者可以自学本书以外的各类机床。

第一节 金属切削机床的分类和型号

由于生产的发展以及加工工艺的不断改革,金属切削机床的品种也在不断地增加。为了便于生产管理和使用,对所有金属切削机床要按统一规定编制型号。根据1976年我国一机部颁布的“金属切削机床型号编制方法”,把机床分为十二大类,各类机床均以汉语拼音的第一个字母来代表。分类情况见表1-1。

表 1-1 机床分类表

类 别	车床	钻床	镗床	磨床	齿轮加工机床	螺纹加工机床	铣床	刨床及插床	拉床	超声波及电加工机床	切断机床	其他机床
类别代号	C	Z	T	M	Y	S	X	B	L	D	G	Q

同类机床还有很多功能不同的品种。因此,对每一类机床要按其用途、性能和结构等再分为若干“组”,并用数字0、1、2、3……等来表示。例如,车床类的机床共编成十组,分组情况见表1-2。

表 1-2 车床类分组表

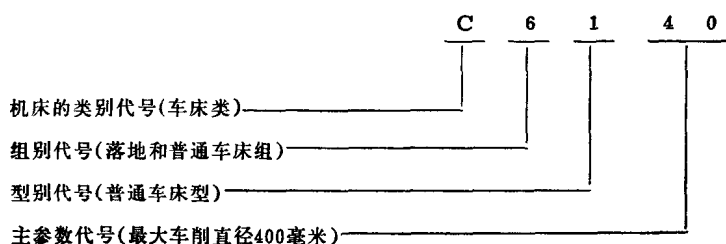
组 别	仪表车床	单轴自动车床	多轴自动及半自动车床	六角车床	曲轴及凸轮轴车床	立式车床	落地及普通车床	仿形及多刀车床	轮轴及铰链齿车床	其他车床
组别代号	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

由于机床的品种繁多,各类机床在分组之后还要根据生产的发展再细分成若干个“型”。型号也用数字0、1、2、3……等来表示。例如,上述车床类中的第6组是普通车床和落地车床,它的型号目前有表1-3所列的几种。

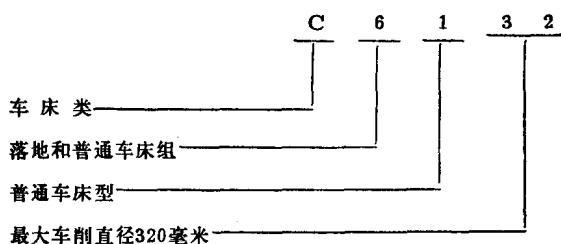
表 1-3 普通车床和落地车床的型别

型 别	落地车床	普通车床	马鞍车床	无丝杠车床	卡盘车床	球面车床
型别代号	0	1	2	3	4	5

以上就是金属切削机床的类、组、型划分情况。根据类组型的三个代号，可以大概了解到这是一台加工哪一类零件的机床。比较完善地表达一台机床的性能及加工能力，还要在类组型代号的后面加数字，用来表达机床加工零件尺寸大小的能力，名为“机床的主参数代号”。各类机床主参数代号的含义虽然不尽相同，但基本上是代表机床加工尺寸大小的能力。例如，最常见的一种普通车床的型号表达为：



又如：



此外，对一些具有特别性能的机床（包括通用特性和结构特性），可在类别代号之后再加特性代号。例如，具有万能特性的，最大车削直径为 360 毫米的万能普通车床，型号为CW6136。字母W即代表机床的“通用特性”方面具有万能性。

机床的各种通用特性代号见表1-4。

表 1-4 机床通用特性代号

特 性	高精度	精 密	自 动	半自动	数字程序 控 制	自 动 换 刀	仿 形	轻 型	万 能	简 式
特性代号	G	M	Z	B	K	H	F	Q	W	J

若同类机床中，主参数相同，但其结构有所不同时，则再用一个“结构特性”代号来表达。例如，最大车削直径与 C6140 相同，但结构不同时，这种普通车床的型号可以是 CA6140。字母 A 就代表机床的“结构特性”。它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。但通用特性代号已用的字母，不能再作为结构特性代号。

如果某型号机床，它的结构和性能有了重大的改进，则按其先后改进的次序，在型号的尾部再加字母 A、B、C……等。例如，最大车削直径是 400 毫米的普通车床，它的结构和性能经过第一次重大改进后的型号是：C6140A。

以上是我国现行机床型号编制办法的简单介绍，详细情况见“机床设计手册”及有关资料。

值得注意的是，我国自1957年以来，关于金属切削机床型号编制办法的规定已有过数

次变动。因此，目前使用和生产的机床中，仍有很多机床沿用旧标准规定的型号。但是，新旧型号的基本项目大体上是相同的。读者要了解细节，不难在有关资料中查到，本书不再引述。

第二节 传动计算的基本知识

一、传动件的代表符号

从电动机开始，经过皮带轮、齿轮、离合器、轴等传动件，到达机床的主轴或刀架，这种运动联系称为传动链。机床需要多少种运动，就有多少条传动链。传动链不一定是从电动机开始，也可以从某部件到某部件，或从某一零件到某一零件。一台机床的传动系统，就是由若干条传动链组成的。

从具体的结构上来看，机床的传动系统是相当复杂的。现场工作的人员，往往也难以从排列得非常紧密的传动结构件中找到有关的传动链。因此，在作机床的调整计算时，要利用机床说明书中的传动系统示意图（以后简称为传动系统图）。这种图是用一些简化的图形符号来代表实际结构的传动件。熟悉这种传动图，对使用和研究机床是十分方便的。本书以后的各章节中，也主要用它来分析各种机床的性能、工作原理以及调整计算工作等。机床各种传动件的代表图形和符号已列入国家标准，表 1-5 摘引了常用传动件的代表符号。

二、传动系统图及传动计算的基本公式

图1-1是一台简单车床的传动系统图。为了学习各种机床的运动分析和调整计算，首先要学习一些基本计算式及定义。

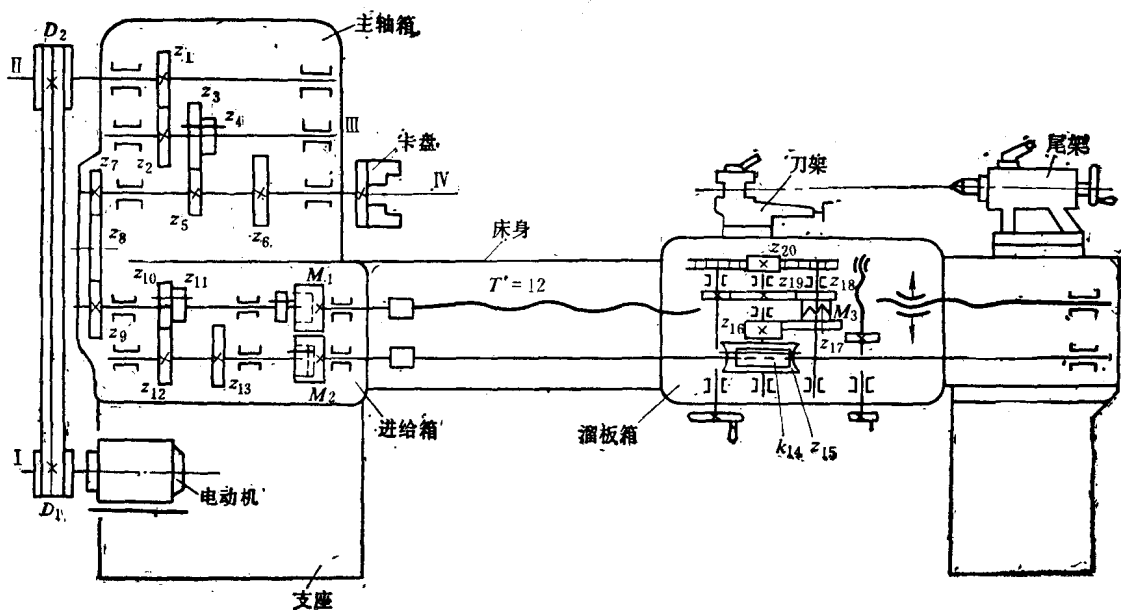
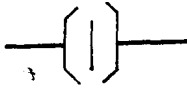
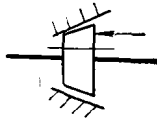
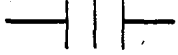
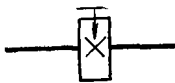
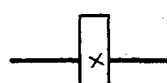
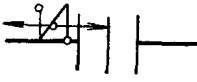
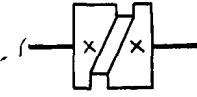
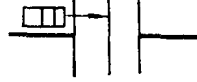
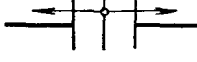
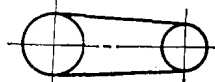
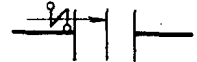
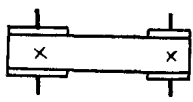
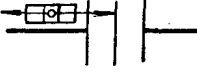
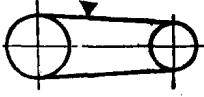
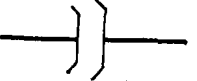
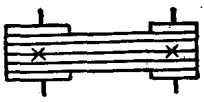


图 1-1 车床传动系统示意图

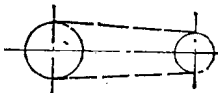
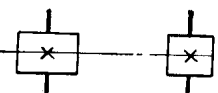
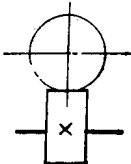
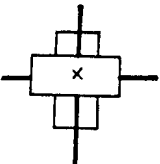
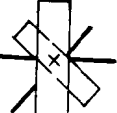
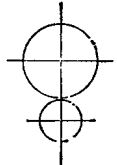
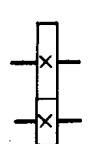
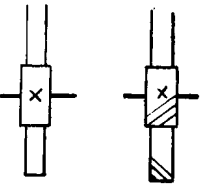
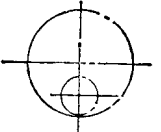
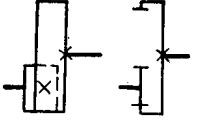
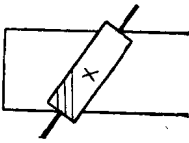
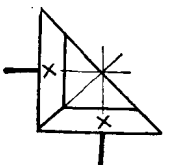
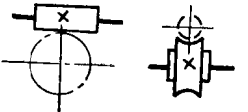
表 1-5 机床传动件常用符号 (部分)

名 称	符 号	名 称	符 号
向心滑动轴承		活动连接 (空套在轴上)	
单向向心推力轴承		导键连接 (可相对滑动)	
双向向心推力轴承		固定键连接	
向心球轴承		拉键连接	
单向向心推力球轴承		花键连接	
双向向心推力球轴承		牢固连接	
单向推力球轴承		轴的紧固连接	
双向推力球轴承		轴的弹性连接	
向心滚子轴承		万向联轴节连接	
圆锥滚子轴承		伸缩套合连接	
滚针轴承		安全联轴器连接	

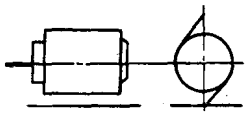
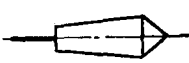
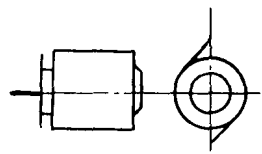
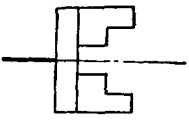
续表

名 称	符 号	名 称	符 号
齿轮联轴器 连接		双向锥体式 摩擦离合器	
单向啮合式 离合器		锥体式制动 器	
摩擦式离合 器		带式制动器	
单向摩擦式 离合器		圆盘凸轮	
单向电磁式 摩擦离合器		圆柱凸轮	
单向液压式 摩擦离合器		轴上的飞轮	
双向摩擦式 离合器		开口式平皮 带传动	
双向电磁式 摩擦离合器			
双向液压式 摩擦离合器		三角皮带传 动	
锥体式摩擦 离合器			

续表

名 称	符 号	名 称	符 号
链条传动	 	螺旋齿传动	  
外啮合圆柱齿轮传动	 	直齿条、斜齿条啮合	
内啮合圆柱齿轮传动	 	齿条和蜗杆的啮合	
轴线相交的圆锥齿轮传动		丝杠螺母传动(整体螺母)	
蜗轮和圆柱蜗杆的传动		(对开螺母)	
		(带滚珠的整体螺母)	

续表

名 称	符 号	名 称	符 号
装在支架上的电动机		顶 尖	
带法兰盘的电动机		卡 盘	

(一) 传动比 在机床的传动系统中, 任意两轴之间的传动比 i , 通常是指被动轴的转速与主动轴的转速之比, 用算式表示为:

$$i = \frac{n_{\text{被动}}}{n_{\text{主动}}} \quad (1-1)$$

式中 $n_{\text{被动}}$ ——被动轴每分钟的转数(转/分);

$n_{\text{主动}}$ ——主动轴每分钟的转数(转/分)。

在由齿轮、蜗轮、皮带轮等组成的传动系统中, 可以通过齿轮的齿数、皮带轮的直径等计算传动比。计算公式为:

$$i = \frac{n_{\text{被动}}}{n_{\text{主动}}} = \frac{\text{主动轴上的齿轮齿数 } z_{\text{主动}}}{\text{被动轴上的齿轮齿数 } z_{\text{被动}}} \quad (1-2)$$

或

$$i = \frac{n_{\text{被动}}}{n_{\text{主动}}} = \frac{\text{主动轴上的皮带轮直径 } D_{\text{主动}}}{\text{被动轴上的皮带轮直径 } D_{\text{被动}}}$$

以上公式是计算相邻两轴间的传动比。如计算传动系统中任意两根轴之间的传动比, 或者说计算传动链的传动比, 则公式(1-2)中的分子改为: 在传动链中起主动作用的所有齿轮齿数的连乘积。分母则改为: 在传动链中起被动作用的所有齿轮齿数的连乘积(如包括皮带轮, 则用皮带轮的直径计算)。用公式表示为:

$$i = \frac{n_{\text{被动}}}{n_{\text{主动}}} = \frac{\text{传动链中各主动齿轮齿数的连乘积}}{\text{传动链中各被动齿轮齿数的连乘积}} \quad (1-3)$$

例如, 计算图1-1所示车床从电动机至主轴的传动比 i_{1-IV} , 可用式(1-3):

$$i_{1-IV} = \frac{n_{\text{主轴}}}{n_{\text{电机}}} = \frac{D_1 \times z_1 \times z_3}{D_2 \times z_2 \times z_5}$$

(二) 任意轴的转速 在机床调整计算工作中, 经常要计算某一轴的转速。计算时, 要明确从哪根轴开始到哪根轴为止, 哪些齿轮(或皮带轮)起主动作用, 哪些起被动作用。也就是说, 要弄清主、从动件的位置, 然后利用式(1-3)计算。

例如, 计算图1-1车床主轴的转速 $n_{\text{主轴}}$ (处于图示齿轮的啮合状态)。很明显, 主动件是从电动机的 I 轴算起, 最后的被动件是主轴 IV。应用式(1-3)得:

$$n_{\text{主轴}} = n_{\text{电机}} \frac{D_1 \times z_1 \times z_3}{D_2 \times z_2 \times z_5} \quad (\text{转/分})$$

如果要计算Ⅲ轴的转速则同样可得:

$$n_m = n_{\text{电机}} \frac{D_1 \times z_1}{D_2 \times z_2} \quad (\text{转/分})$$

(三) 直线移动速度 机床的动力源通常是作旋转运动的电动机。如果运动部件要作直线移动(例如车床的刀架),就需在传动链中设置把转动变为直线移动的运动转换机构。这类机构多为齿轮齿条传动副和丝杠螺母传动副等。对于齿轮齿条传动副,齿轮的转速可以用(1-3)式算出。经过齿条后,运动就变为直线移动的形式。直线移动速度的计算公式为:

$$v = n_{\text{齿轮}} \times \pi \times m \times z \quad (\text{毫米/分}) \quad (1-4)$$

式中 $n_{\text{齿轮}}$ ——齿轮齿条传动副中齿轮的转速(转/分);

m ——传动副的模数(毫米);

z ——传动副中齿轮的齿数。

例如,当图1-1车床主轴转速为 $n_{\text{主轴}}$ 时,计算刀架纵向移动速度 $v_{\text{纵}}$ (在图示齿轮的啮合状态)。

首先计算运动转换机构中的齿轮转速,即溜板箱内 z_{20} 齿轮的转速 n_{20} ,应用式(1-3)得:

$$n_{20} = n_{\text{主轴}} \frac{z_7 \times z_{10} \times k_{14} \times z_{16} \times z_{18}}{z_9 \times z_{12} \times z_{15} \times z_{17} \times z_{19}} \quad (\text{转/分})$$

式中 k_{14} ——蜗杆的头数;

z_{15} ——蜗轮的齿数。

再按式(1-4)算出刀架纵向移动速度:(直线运动)

$$v_{\text{纵}} = n_{20} \times \pi \times m \times z_{20} \quad (\text{毫米/分})$$

$$\therefore v_{\text{纵}} = n_{\text{主轴}} \frac{z_7 \times z_{10} \times k_{14} \times z_{16} \times z_{18}}{z_9 \times z_{12} \times z_{15} \times z_{17} \times z_{19}} \pi \times m \times z_{20} \quad (\text{毫米/分})$$

当转换机构是丝杠螺母传动副时,丝杆的转速也很容易按式(1-3)算出。经过螺母后,丝杠的旋转运动就变为螺母直线移动的形式也就是刀架的直线移动速度。计算公式为(常用的单头丝杠):

$$v = n_{\text{丝杠}} \times T \quad (\text{毫米/分}) \quad (1-5)$$

式中 $n_{\text{丝杠}}$ ——丝杠的转速(转/分);

T ——丝杠的螺距(毫米)。

(四) 进给量 车削时,进给量的定义是:主轴每转1转,刀架直线移动 s 毫米。进给传动的最后一对传动件是齿轮-齿条,这个齿轮的转速按式(1-3)列出:

$$n_{\text{齿轮}} = n_{\text{主轴}} \times i_{\text{主轴-齿条}}$$

当刀架移动 s 毫米时,与齿条啮合的齿轮应转过 $\frac{s}{\pi D}$ 转(齿轮分圆直径 $D = mz$)。

因为是在相同的时间内主轴转1转,刀架移动 s 毫米,故上式以 $n_{\text{主轴}} = 1$ (转), $n_{\text{齿轮}} =$

$\frac{s}{\pi mz}$ (转)代入便得:

$$s = 1 \times i_{\text{主轴-齿条}} \times \pi mz \quad (\text{毫米/转})$$

式中 $i_{\text{主轴-齿条}}$ ——从主轴至齿轮齿条机构的齿轮传动比;

m 、 z ——齿轮齿条机构的模数和齿轮的齿数。

(五) 挂轮传动比 在各种机床的运动调整计算中, 例如在车床上车螺纹, 在铣床上铣螺旋槽、斜齿轮以及凸轮等, 都会遇到挂轮传动比的计算问题。尽管挂轮的用途和机床的结构不同, 但计算方法基本上是类似的。现仍以图 1-1 所示的车床为例, 通过车螺纹来了解挂轮传动比的意义。

车螺纹时, 工件(主轴)每转 1 转, 车刀要在工件的轴向移动一个螺距 t 的位移。为了保证螺距的精度, 溜板的移动改由精度较高的丝杠来传动(不通过光杠及溜板箱内的齿轮)。

根据加工螺纹的运动位移关系, 主轴转 1 转时, 刀架要移动一个螺距 t 。先按式(1-3)列出丝杠的转速:

$$n_{\text{丝杠}} = n_{\text{主轴}} \times i_{\text{主轴-丝杠}} \quad (\text{转/分})$$

式中 $i_{\text{主轴-丝杠}}$ ——主轴至丝杠的传动比。

在图 1-1 中

$$i_{\text{主轴-丝杠}} = i_{\text{挂}} = \frac{z_7}{z_8} \times \frac{z_9}{z_9}$$

丝杠的转动, 通过螺母转变为直线运动并传给刀架, 当刀架移动一个螺距 t 时, 丝杠应转过 $\frac{t}{T}$ 转 (T 为丝杠的螺距)。和进给量的分析相同, 因为是在相同的时间内主轴转 1 转, 刀架移动 t 毫米, 故也应以 $n_{\text{主轴}}=1$ (转) 及 $n_{\text{丝杠}}=\frac{t}{T}$ (转) 代入上式, 由此得

$$\frac{t}{T} = 1 \times i_{\text{挂}}$$

可见, 在图 1-1 比较简单的传动链中, 挂轮传动比(加工螺纹时)的计算式为:

$$i_{\text{挂}} = \frac{t}{T}$$

计算其它机床和加工时的挂轮比, 将在以后各章节中介绍。

[例] 在图 1-1 车床上车制工件, 工件螺距 $t=3$ 毫米, 车床丝杠的螺距 $T=12$ 毫米, 求挂轮比及挂轮的齿数。

解: 挂轮比

$$i_{\text{挂}} = \frac{t}{T} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4}$$

因而

$$i_{\text{挂}} = \frac{z_7}{z_9} = \frac{1}{4} = \frac{20}{80}$$

即挂轮齿数

$$z_7=20, z_9=80$$

(介轮齿数 z_8 可取任意值)

从以上列举的一些计算可见, 机床的调整计算原理及所用的公式并不复杂, 有的机床传动链看来似乎很复杂, 实质上都是上述简单原理的扩展。

第三节 机床的运动

切削金属时, 机床必须具备以下的运动:

一、主运动

在各种机床上都要有实现切削工作的基本运动, 即工件(或刀具)的旋转运动, 称为

主运动。主运动的速度，根据被加工零件的材料和所用刀具等情况而定。因此，机床的主运动速度应该是可调整的，以适应不同的加工情况。图 1-2 为几种常见机床工作时的运动情况。图中标志有“ n ”或“ v ”的均为主运动。

主运动的计算单位分别是：

n ——每分钟的转数，用转/分表示。

v ——每分钟的线速度，用米/分表示。

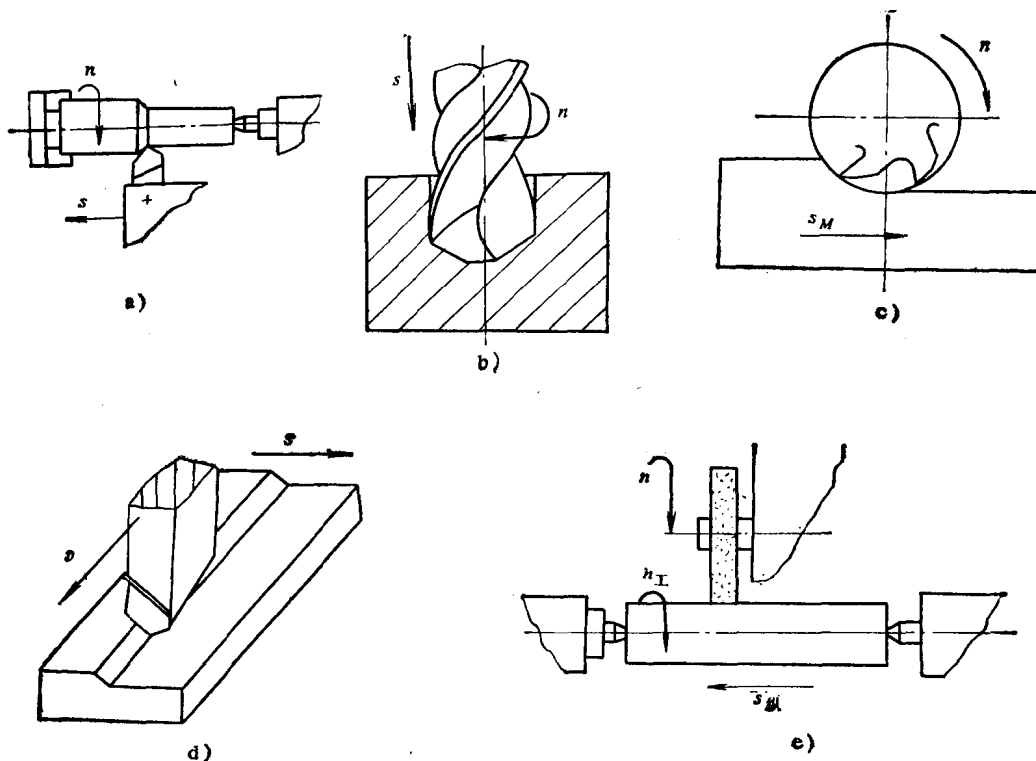


图 1-2 机床工作时的运动

a)车削 b)钻削 c)铣削 d)刨削 e)磨削

由图可见，实现主运动的方式可以不同，图1-2a 是工件作主运动，图 1-2b 是刀具作主运动。主运动大多是旋转运动，也有的是往复直线运动（如图1-2d）。

机床主运动的最主要特点，是运动的速度高和消耗的动力大。

二、进给运动

进给运动的作用是使工件上待切削的金属层不断地进入切削，实现整个表面的连续加工。在图1-2中，标志有“ s ”的即为该机床的进给运动。

由图可见，进给运动的形式也是多样的：在车床上，进给运动由刀架实现，在铣床上，则由固定工件的工作台实现；在钻床上，刀具不但要作主运动也兼作进给运动。大多数机床的进给运动是连续的，但在某些机床上则是断续的（如图 1-2d 的刨削）。对于磨床来说，进给运动则不只是一个（见图1-2e）。

进给量的大小主要影响加工表面的光洁度和加工质量。因此，进给量也应该是可调整的，以适应不同的加工质量的要求。进给运动的特点是速度低，消耗动力也很小。

进给运动的计算单位是：

车床：主轴 1 转，刀架的直线位移量，用 s （毫米/转）表示。

钻床：主轴 1 转，钻头的轴向位移量，也用 s （毫米/转）表示。

铣床：工作台每分钟的线速度，用 s_M （毫米/分）或 s_z （毫米/每齿）表示。

刨床：刨刀往复 1 次工作台的位移量，用 s （毫米/往复行程）。

磨床：工作台纵向移动速度，用 s_M （米/分）表示。此外，还用工件的转速 $n_{\text{工}}$ （转/分）表示（圆周进给）。

三、辅助运动

凡不直接参与切削和直接影响加工表面形状和质量的运动，都属于机床的辅助运动，如刀具的切入、退出、趋近、退回等运动，还有某些机床的分度运动等等。这些运动，有时也以工件运动的形式出现，虽然辅助运动不直接参与切削工作，但却是协调机床工作所必需的。每一种机床都根据需要（操作的自动化和提高效率方面）设置它的辅助运动。现代化的先进机床，在这方面的要求是很高的。

第四节 转 速 图

上节提到，为了适应不同的加工条件，机床的主运动速度和进给量是要经常变换的。变换速度的方式，通常是采用滑移齿轮的办法。图 1-3a 是一台具有 18 种转速的铣床主运动系统。各种转速是通过三组滑移齿轮的不同组合而获得的。但是，各齿轮如何组合才能得到某一种转速，这在图 1-3a 是难以确认的，因而，要借助于它的转速图（图 1-3b）。机

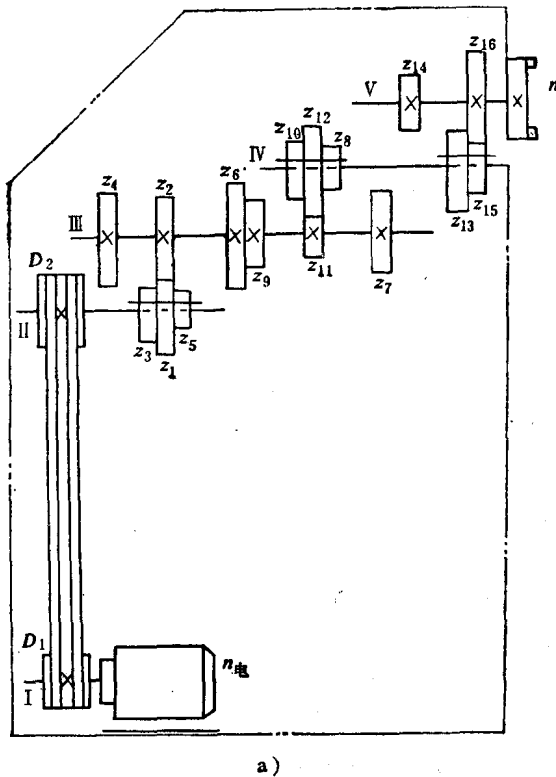
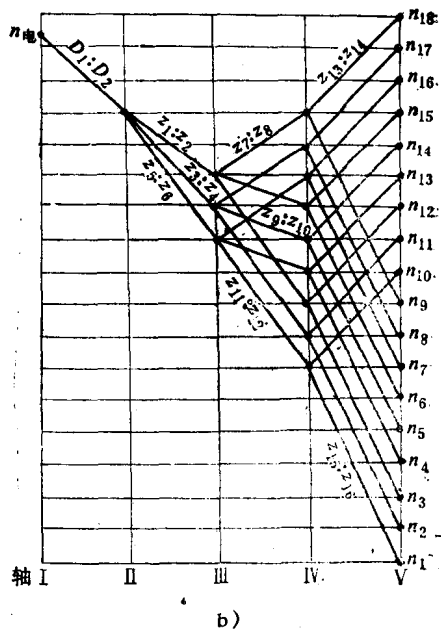


图 1-3 转速图
a) 传动系统 b) 转速图



床使用说明书中，通常都附有这种转速图。

所谓转速图，就是在对数坐标上画出从电机到主轴各级转速的传动组合情况。了解转速图的代表意义，对机床设计、调整、维护和修理等工作都是很有用的。下面通过图1-3所示的机床主运动系统，来简要说明转速图的意义。

(1) 转速图中的垂直线，分别代表机床传动系统中的各传动轴Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ等。转速图中的水平线，代表主轴应有转速级数。因为这台铣床的主轴共有18级转速，故在转速图中有18条横线。

(2) 转速的数值 n 是自下而上，从低到高，并按等比数列排列的。即任一转速都是前一转速的 ϕ 倍，（ ϕ 名为等比数列的公比，是一个常数，由设计部门确定）。例如，第五级转速的值 $n_5 = \phi \times n_1$ ，第六级 $n_6 = \phi \times n_5$ 等。各纵、横线相交处，并有粗黑点标示的即为该轴的转速。例如，Ⅱ轴只有一个转速，其值等于 n_{15} ，Ⅳ轴则有九个转速，其值分别等于 n_7 、 n_8 、…… n_{15} 等。

(3) 两相邻轴之间转速的连线，代表各传动副的传动比值 i 。（也可把传动副的齿轮齿数标在此线上）。连线如为水平，代表该传动比等于1，即左右两点处的转速值相等；连线如向右上方倾斜，代表该传动比大于1，是升速传动，即右方的转速高于左方；相反，若连线向右下方倾斜，则是降速传动，传动比小于1，即右方的转速低于左方。

(4) 两轴之间如果有很多互相平行的连线，则表示该传动副在不同速度下工作的情况。

例如图1-3中的Ⅳ-Ⅴ轴之间有两组多条平行线，实际上是代表两对齿轮在不同速度下工作的情况。

第五节 周转轮系

一、概述

周转轮系在机床上应用甚多，在齿轮加工机床上早就把它用作运动的合成机构。在一些精密机床上，周转轮系可用来获得准确的传动比。此外，在一些自动机床和某些机床附件中，则利用它巨大的降速能力作为减速机构。

关于周转轮系的原理，在一些教科书中都有介绍，本书着重于机床方面的具体应用，并简要介绍这种轮系传动比的计算方法。

机床上应用较多的周转轮系，有图1-4中所示的几种。该图只表示它们的基本结构形式，用以说明其工作原理。实际应用时，为了使受力合理，工作平稳起见，它们的结构形式可以有较多的变化。但是，它们的基本工作原理和传动比的计算都是相同的。因此，掌握这些基本内容对后述各章（特别是齿轮机床）的学习是很重要的。

从图1-4可见，在三种周转轮系中，都有一个以上的齿轮它的轴心线位置在空间上是变动的，并绕某一固定轴旋转。这个既绕自身轴线旋转又绕另一固定轴线公转的齿轮叫行星轮（图中齿轮2）。支持行星轮的构件叫系杆（用字母 H 表示）。与行星轮啮合、其轴线位置在空间上是固定不变的齿轮叫中心轮（如图中的1、3）。中心轮可以是转动的或固定不动的。

周转轮系与普通轮系的主要区别是：在普通轮系中不存在轴心位置可以在空间上移动