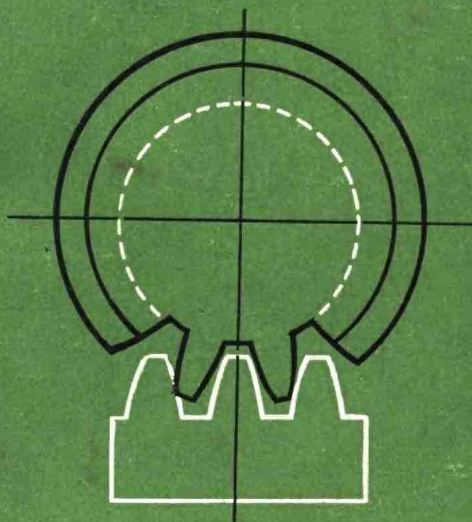


金属切削机床及其设计

曹 天 河 主 编

翟继昌 张守智 副主编



黑龙江科学技术出版社

前 言

根据1983年10月东北三省广播电视大学理工科协作会议精神 and 1984年12月中央广播电视大学在广州召开的全国电大理工科教材建设座谈会的精神,按照中央电大教学计划的规定,以满足电大开设专业课的需要,由黑龙江广播电视大学、哈尔滨广播电视大学和哈尔滨工业大学合编了《金属切削机床及其设计》一书。

本书主要介绍了金属切削机床的工作原理、性能、传动及结构,以便使学员和广大读者初步掌握机床设计方法。

全书共包括:金属切削机床的传动原理及分类、普通车床、自动车床、磨床、铣床、齿轮加工机床、机床总体方案设计、主传动系统的结构设计、主轴组件设计、支承件及导轨、操纵机构等十一章,其中第一章至第六章为机床概论部分,第七章至第十一章为机床设计部分。

本书在介绍基本理论和结构设计的同时,还尽可能地反映我国机床行业中的新成就,有重点地反映国外机床发展的先进水平。我们在编写过程中,力求做到文字简明、理论阐述清楚、适合电大特点,便于读者自学。

本书可作为广播电视大学、业余大学、职工大学、函授学院等机械类有关专业的教材,也可供机械工程技术人员参考。

本书由曹天河任主编;由翟继昌、张守智任副主编;由陈礼负责主审。参编者(按姓笔划排列)有:王树范、刘文剑、陈子芳、张其馨、张守智、曹天河、翟继昌。

由于编者水平所限,本书不妥之处在所难免,热忱希望广大读者批评指正。

编 者

1989年3月

目 录

绪 论	(1)
第一章 金属切削机床的传动原理及分类	(4)
§ 1 工件加工表面的成形方法	(4)
§ 2 运动分类	(6)
§ 3 机床的传动系统	(8)
§ 4 机床运动的调整计算	(12)
§ 5 金属切削机床的分类与型号的编制方法	(13)
附 录	(16)
第二章 车 床	(34)
§ 1 概 述	(34)
§ 2 C A 6140 型普通车床的组成及技术规格	(35)
§ 3 C A 6140 型普通车床的传动系统	(36)
§ 4 C A 6140 型普通车床的主要结构	(50)
第三章 自动车床	(66)
§ 1 概 述	(66)
§ 2 C M 1107 型精密单轴纵切自动车床	(72)
第四章 磨 床	(98)
§ 1 概 述	(98)
§ 2 外圆磨床	(99)
§ 3 内圆磨床	(114)
§ 4 平面磨床	(118)
§ 5 磨床的发展方向	(121)
第五章 齿轮加工机床	(123)
§ 1 概 述	(123)
§ 2 滚齿加工	(125)
§ 3 Y 3150 E 型滚齿机	(134)
§ 4 齿轮加工机床的传动精度	(144)
第六章 铣 床	(150)

§ 1 概 述	(150)
§ 2 升降台式铣床	(150)
§ 3 其它类型铣床	(169)
第七章 机床总体方案设计	(174)
§ 1 机床设计的原则和步骤	(174)
§ 2 机床总体方案设计的依据及工艺分析	(179)
§ 3 机床的总体布局	(181)
§ 4 机床主要技术参数的确定	(188)
第八章 机床传动系统的设计	(206)
§ 1 主传动系统的运动设计	(206)
§ 2 齿轮齿数的确定	(221)
§ 3 主传动系统具有某些特点的变速方式	(230)
§ 4 主传动系统的结构设计	(239)
§ 5 传动件的计算转速	(245)
§ 6 进给传动系统中的典型机构	(249)
第九章 主轴组件设计	(262)
§ 1 有关主轴组件的概述	(262)
§ 2 对主轴组件的基本要求	(262)
§ 3 主轴组件的布局	(266)
§ 4 主 轴	(273)
§ 5 主轴滚动轴承	(284)
§ 6 主轴滑动轴承	(297)
第十章 支承件和导轨	(309)
§ 1 对支承件的基本要求	(309)
§ 2 支承件受力和变形分析	(309)
§ 3 支承件的结构设计	(315)
§ 4 导轨概述	(329)
§ 5 滑动导轨	(333)
§ 6 提高导轨耐磨性的措施	(339)
§ 7 低速运动的平稳性	(347)
§ 8 滚动导轨	(351)
§ 9 液体静压导轨简介	(355)
第十一章 机床的操纵机构	(358)
§ 1 操纵机构概述	(358)
§ 2 独立操纵机构	(360)
§ 3 集中变速操纵机构	(363)
§ 4 操纵机构的定位和互锁	(378)

绪 论

一、金属切削机床在“四化”建设中的地位及 我国机床工业发展概况

在我国社会主义建设和工农业生产中，使用着大量的各式各样的机器设备、仪器设备和生产工具。

机器、仪器和工具大部分是由具有一定形状和尺寸的金属零件所组成。生产这些零件并将它们装配成机器、仪器或工具的工业，就称为机械制造业（也称为机器制造业），诸如机床厂、汽车厂、拖拉机厂、电机厂、矿山机械厂、农业机械厂等均归属于机械制造业。

（一）机械制造业的任务

机械制造业的任务就是为国民经济各部门、科研单位和国防部门提供现代化的技术装备。

如果我们没有强大而完整的现代化机械制造业，就无法用现代化装备来武装国民经济各个部门、科研单位和国防部门，就不可能促进社会主义经济建设的全面发展，就不能独立而迅速地把社会主义现代化经济建设继续推向前进。

（二）金属切削机床

金属切削机床简称机床，通常是指用刀具或磨具对金属工件进行切削加工的机器。它是制造机器的机器，也称为“工作母机”或“工具机”。金属切削机床是加工机器零件的主要设备，它所担负的工作量，在一般生产中约占机器制造总工作量的40~60%；机床数约占机器设备总台数的50~70%。

广义地讲，机床是指采用机械的（如切削、磨削、超声加工）、电热的（如电火花、电子束加工）、电化学（如电解加工）等方法对金属、玻璃等材料进行加工，以求获得一定尺寸和形状要求的加工设备。从金属切削机床类、组、型的划分表中可以看出，第Ⅹ类机床即为电加工机床；第Ⅷ类其它机床所指的即为玻璃加工机床。但是因为目前类别最多、应用最广的机床还是金属切削机床，所以还是沿续了习惯的叫法。

二、我国机床工业发展概况

一个国家机床工业的技术水平、机床的拥有量和现代化程度是反映这个国家工业生产能力和技术水平的一个重要标志。

我国人民是聪明勤劳的人民，早在公元前我国就有了原始的钻床和木工车床。到了17世纪中叶，我国开始利用畜力代替人力作为机床动力。我国明朝宋应星所著的《天工开物》一书中，就已有关于加工天文仪器的磨床的记载。图0—1就是利用直径达两丈

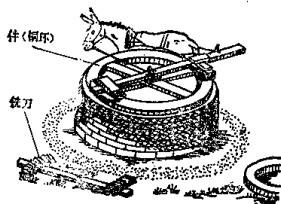


图0—1 我国古代对天文仪器上铜环的铣削加工

(约6.7米)的镶片铣刀并靠牲畜驱动来进行铣削的最原始的机床。铣削完毕，将铣刀换下，装上磨石，还可对大铜环进行磨削加工。但是由于我国长时期的封建统治，严重地束缚了科学技术的发展。19世纪以来，我国又遭受到帝国主义的侵略和掠夺，形成了半封建、半殖民地的落后状态，致使旧中国的工农业生产和科学技术非常落后。1949年初全国机床拥有量仅有6万台左右。当时除了少数地区的部分机械修配厂能生产少量简陋的机床外，根本谈不上有什么象样的机床制造业。在1949~1952年的三年经济恢复、整顿时期，我国对一些旧的修配厂进行了改造和调整，并着手新建一些机床厂，照国外仿制出一些普通机床。我国独立自主创建机床制造业的历史开始了。我国的机床工业经历了从无到有、从小到大地成长和壮大过程，现在正以飞快的速度向前发展。

第一个五年计划期间(1953~1957)，我国又新建、改建和扩建了许多机床厂。1956年我国先后成立了综合性机床研究所和组合机床研究所，以后又相继建立了许多专业机床研究所。这些机床研究所开展了大量的研究工作。1958年以后，在我国各地又陆续增建了许多机床厂。迄今我国已基本建成了布局合理的、独立完整的机床工业体系。

我国机床工业在解放后的37年时间里，发展是很迅速的。我国的机床产量在不断地上升。目前通用机床已基本能满足我国社会主义建设的需要，并且还有一定数量的出口。我国已制定出了完整的机床系列图谱，生产的机床品种也日趋齐全。目前我国不仅

能生产小型仪表机床和各种各样的重型机床，而且还能生产各种精密的、高度自动化的、高效率的机床和自动线。一些机床的性能已经接近或达到了世界先进水平。例如MBG1432型万能外圆磨床可以实现镜面磨削，加工表面粗糙度 R_a 为 $0.01\mu\text{m}$ 。新中国成立以后，我国的机床工业虽然有了巨大的发展，但是也应该看到，目前我国生产技术和经营管理水平仍与世界先进水平有着较大的差距。

差距主要表现在以下几方面：

- (1) 生产技术和经营管理水平比较落后；
- (2) 机床的生产效率较低；
- (3) 机床寿命低，质量不稳定；
- (4) 对机床基础理论的研究工作开展得不够好；
- (5) 重型机床、高精度机床及数控机床的设计水平和生产能力不高。

我们要善于吸取国外的先进技术，积极采用新技术、新设备、新工艺、新材料，努力探索，艰苦奋斗，为尽快实现我国机床工业现代化而奋斗。

第一章 金属切削机床的传动原理及分类

§1 工件加工表面的成形方法

大部分机械零件都是由一个或几个表面组成的。它们主要是平面、圆及非圆柱面、圆锥面、曲面等。这些表面都有一定的尺寸和位置要求。金属切削机床的作用就在于通过刀具使工件获得表面形状及尺寸精度要求。

零件加工时得到的表面，可以看作是一条母线沿另一条导线的运动轨迹。例如，一条直线1的母线沿直线导线2运动得到平面（图1—1，a）；直线1（母线）沿圆2（导线）运动（图1—1，b）或圆1（母线）沿直线2（导线）运动（图1—1，c）生成圆柱面；由渐开线1（母线）沿直线2（导线）运动（图1—1，d）或直线1（母线）沿渐开线2（导线）运动（图1—1，e）形成直齿圆柱齿轮的渐开线齿廓。上面所研究的表面不以母线与导线的相互交换而改变。

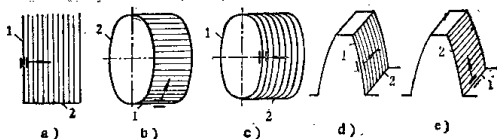


图1—1 表面形成原理

但是，值得注意的是，成形表面的形状，不仅与母线及导线的形状有关，而且还与它们的原始位置有关。图1—2中几种表面的生成线（即母线和导线）都相同（母线都是1，导线都是绕轴线00旋转的圆2），所需要的运动也相同，但由于母线相对于旋转轴线的原始位置不同，所形成的表面也就不同。

实际加工时，形成表面的生成线是通过刀具的切削刃和工件的相对运动而得到的。由于使用的刀刃形状和所采用的加工方法不同，形成生成线的方法也不同，故可将它们归纳为以下四种：轨迹法、成形法、相切法和展成法。

1. 轨迹法 生成线为切削刃上一点A按一定规律运动所形成的。如车刀（图1—

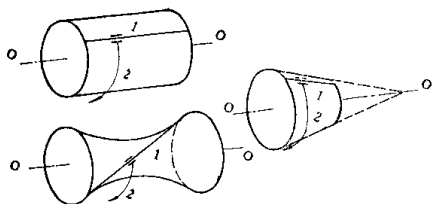


图1—2 生成线原始位置与成形表面的关系

—3, a) 或钻头 (图1—3, b) 上的点A沿直线运动得到母线1, 而导线由工件的旋转运动 (图1—3, a), 以及工件或者钻头的旋转运动得到的 (图1—3, b)。采用轨迹法时, 母线和导线各需要一个独立的运动。

2. 成形法 刀具的形状及长短与需要成形的母线1一致。如加工圆柱面时 (图1—3, c), 刀具的直线切削刃与需要成形的圆柱面的母线1一致, 此时由工件的回转

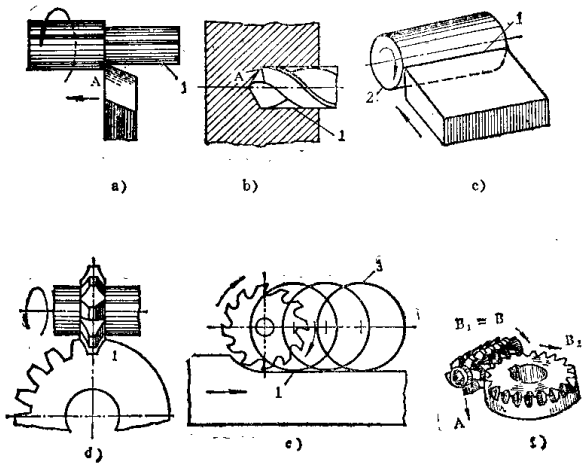


图1—3 形成生成线的四种方法

形成导线2。回转运动是独立的成形运动。为切除余量，车刀必须有横向进给，但这并不是成形运动。在加工圆柱齿轮时（图1—3，d），必须有两个成形运动：铣刀的旋转运动和工件沿轴线的直线移动。铣刀切削刃的形状与齿槽形状完全一致，由它得到母线1，而工件的运动就是沿其导线运动。此外，为按顺序加工各齿形，还应根据齿距进行转角，这种运动称为分度。用成型法来形成母线，不需要专门的成形运动。

3. 相切法 切削点是旋转刀具刀刃上的点。切削时，刀具旋转中心按一定规律作轨迹运动，它的切削点运动轨迹的包络线（相切线）就形成了母线1（如图1—3，e）。

因而，相切法形成生成线需要两个独立的成型运动，如要成形不同的表面，就得确定工件和刀具的运动规律。

4. 展成法 刀具刀刃的形状为一条切削线，但它与所要形成的生成线（母线及导线）不相吻合。如图1—3，f所示，齿轮的母线为渐开线，它由展成法形成，即母线由滚刀旋转 B_1 和工件旋转 B_2 复合而成。 B_1 和 B_2 之间需要保持严格的相对运动关系。从机床运动学观点来看，复合的成形运动是一个独立的运动，而不是两个（或两个以上）的独立运动。齿轮形面的成形导线是直线。它是由相切法形成，需要两个独立的运动，即滚刀旋转 B 和滚刀沿工件轴向移动 A 。但要注意到滚刀的旋转运动 B ，既在形成母线中起作用，又在形成导线中起作用，实际上只是一个运动。因此，用滚刀加工直齿圆柱齿轮齿面时，成形运动数不是三个，而是两个，即展成运动（ $B_1 + B_2$ ）和滚刀沿工件轴向运动 A 。

§2 运 动 分 类

为了在不同类型的机床上进行切削加工，以获得具有一定几何形状、一定精度和表面质量的工件，必须使刀具和工件完成一系列运动。机床的运动可作如下分类：

按功用分

表面成形运动 $\left\{ \begin{array}{l} \text{主运动} \\ \text{进给运动} \end{array} \right.$

辅助运动 $\left\{ \begin{array}{l} \text{进刀运动} \\ \text{退刀运动} \\ \text{装夹运动} \\ \text{测量运动} \\ \text{修正砂轮运动} \\ \text{分度运动} \\ \text{工件传送运动} \\ \dots\dots \end{array} \right.$

按组成分

简单运动

复合运动

凡直接参与切削过程，形成表面所必需的运动，称之为表面成形运动。这种运动可能来自工件，也可能来自刀具。例如，图1—4，a中工件的旋转运动 v 和车刀的纵向直线移动 S 是成形圆柱面的成形运动。表面成形运动是机床最基本的运动，对被加工表面的精度和粗糙度有直接影响。各种机床加工时所必需的表面成形运动的形式和数目，是由被加工表面的形状以及所采用的加工方法和刀具结构决定的。图1—4列举了常见的几种工件表面的加工方法及加工时的成形运动。成形运动的基本形式是旋转运动和直线运动。

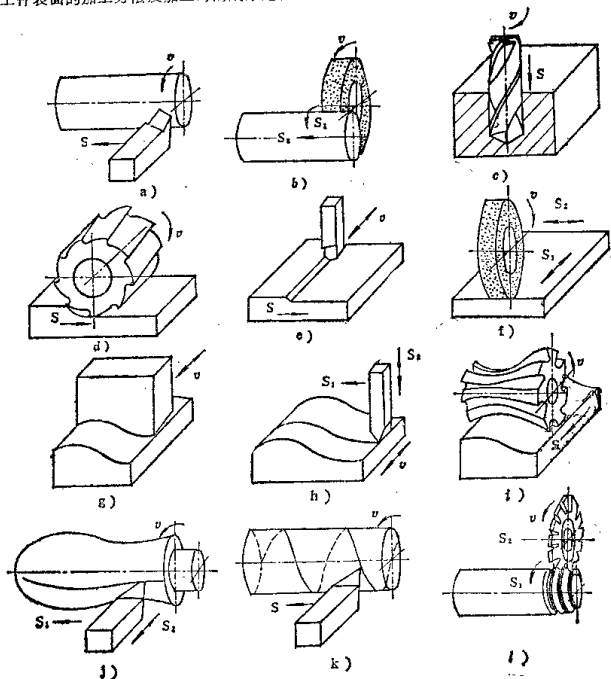


图1—4 常见工件表面的加工方法及其成形运动

- a) 车外圆柱面 刨刀刨成形面 b) 磨外圆柱面 c) 磨内圆柱面 d) 刨平面 e) 刨平面 f) 磨平面 g) 用成形刨刀刨成形面 h) 用成形刨刀刨成形面 i) 用成形刨刀刨成形面 j) 用尖头车刀车圆转成形面 k) 用滚花刀滚花 l) 用滚花刀滚花

表面成形运动又可分为主运动和进给运动。主运动是直接切除工件上的被切削层，使之成为切屑的运动，它在消耗切削动力和产生切削速度方面起主要作用。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。如果成形表面只要求一个运动，那么这个运动一定是主运动（如图1—3，c中工件的旋转运动）。当需要有两个成形运动时，则必然有一个是主运动，而另一个是进给运动。若成形运动多于两个，通常也只有一个是主运动，其余的都为进给运动（如图1—4，b，f，h，j，l）。

除了表面成形运动以外的运动，都是辅助运动。它们不参加表面成形过程，但为实现机床切削加工起着不可缺少的辅助作用。辅助运动包括：保证获得一定加工尺寸所需要的进刀运动，为反复进行切削加工创造条件的快速引进和退回运动，使刀具与工件具有正确相对位置的调位运动（例如摇臂钻床上移动钻头对准被加工孔中心），多位工作台和多刀架周期换位，以及逐一加工许多相同的局部表面时周期换位所需的分度运动（例如用分度头加工齿轮）等等。此外，机床的起动、停止、变速、换向以及部件和工件的夹紧、松开等操纵控制运动，也都属于辅助运动。

机床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。车圆柱面时需两个简单运动 v 和 s 。由两个或两个以上的单元运动组成的运动，称为复合运动。如车螺纹时（图1—4，k）需一个复合的表面成形运动 (v, s) ，但工件的旋转运动 v 和刀具的直线移动 s 之间必须保持严格的运动关系。复合运动是一个独立的运动。

切入运动一方面参加了切削过程，属于切削运动；另一方面不参加表面的成形过程，又属于辅助运动。

§3 机床的传动系统

一、传动系统图

为便于了解和分析机床的运动和传动情况，在机床说明书中常给出机床的传动系统图（如图1—5普通车床传动系统图）。该图是用简单的规定符号代表各种传动元件（见附录），以示意图的方式表示出机床的传动关系和全部运动。在传动系统图中，各传动元件是按照运动的先后顺序，以展开图的形式画在机床的外形轮廓内。为了表示清楚，有时将一根轴画成折断线或弯曲成一定角度的折线；有时用大括号或虚线将展开后前后联系的传动副连接起来，以表示它们的传动联系。因此传动系统图只能表示传动关系，而不代表各元件的实际尺寸和空间位置。在传动系统图中通常要标出齿轮及蜗轮的齿数、皮带轮的直径、丝杠的导程和头数、电动机的转速和功率、传动轴的编号等等。传动轴通常是从动源开始以罗马数字 I、II、III……等按传递顺序进行标注。由传动系统图中可以看出各传动件的结构类型和连接方式。

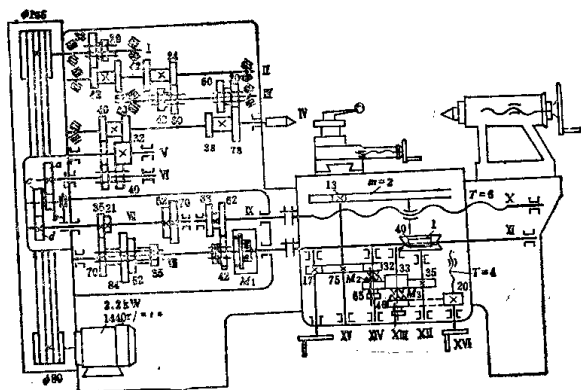
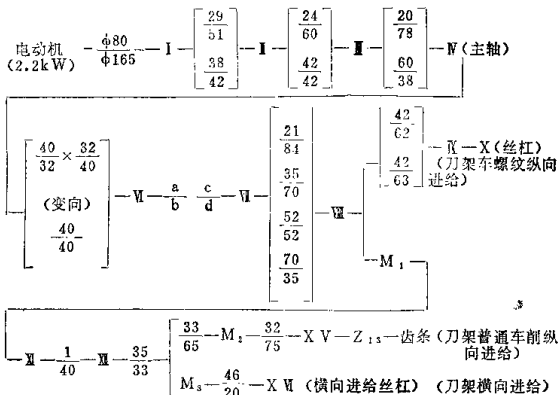


图1—5 普通车床传动系统图

二、传动结构式(传动路线表达式)

传动结构式是为说明和分析机床传动路线，以及有关执行件之间的传动联系而采用的一种更为简明的表达方式。下面表示的为图1—5所示普通车床传动系统的传动结构式。



通过该结构式可以更清楚地看出传动路线和各执行件间的传动联系。用传动结构式可以方便地算出主轴及传动轴的转速级数、各传动轴间的传动比以及各级转速的数值。但是它没有能表示出传动件的结构类型和各传动件的连接方式。结构式通常是这样表达传动路线的：它是由与传动链对应的几段组成，第一段的一端为动源，另一端为执行件，其它几段的两端皆为执行件；以 I、II、III、IV……等顺序表示各传动轴；两罗马数字之间的括号代表可变传动副，其中每个分式代表一对齿轮，分子为主动齿轮，它在括号前面罗马数字表示的传动轴上；分母为被动齿轮，该齿轮在括号后面表示的传动轴上。如：

$$-I-\left[\begin{array}{c} \frac{20}{51} \\ \frac{38}{42} \end{array}\right]-II-$$

表示在传动轴 I、II 间有两对变速齿轮，齿数为 20 及 38 的两个齿轮在 I 轴上，齿数为 51 及 42 的两个齿轮在 II 轴上，甚至于哪组齿轮是滑移齿轮，它在哪个轴上，结构式上表示不出来。每个分式代表一级变速，由该机床传动结构式可以看出，它的主轴共有 $(2 \times 2 \times 2 =) 8$ 级变速。 $\frac{\phi 80}{\phi 165}$ 代表皮带轮传动副， $\phi 80$ 及 $\phi 165$ 各为主、被动皮带轮直径。

$$-IV(\text{主轴})-\left[\begin{array}{c} \frac{40}{32} \times \frac{32}{40} \\ (\text{变向}) \\ \frac{40}{40} \end{array}\right]-VI-$$

中的方括与代表换向机构，传动比并没有改变。VI、VII 轴间的 $\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d}$ 代表配换当轮，M 代表离合器。

三、传 动 链

机床传动系统中，连接动力源和某一执行件，或者连接一个执行件与另一执行件，使它们彼此间保持联系的这一部分传动装置，称为传动链。传动链中有一类为定比传动机构，另一类为换置机构。换置机构能根据需要变化传动比，如配换齿轮、滑移齿轮变速机构等。

通常，机床有多少个运动，其传动系统中就有多少条传动链。根据传动联系的性质不同，又分内联系传动链和外联系传动链。内联系传动链连接两个相关的执行件，保证它们按准确的运动关系运动，其传动比必须十分准确，且在加工过程中应保持了格不变，否则将会直接影响加工面的几何形状精度。如普通车床加工螺纹传动链即为内联系传动链，其传动比决定加工螺纹的导程精度，而主运动传动链则为外联系传动链，它的传动比只影响切削速度的大小。

四、传动原理图

为了简明地表示机床加工过程中各个运动的传动联系，常采用一种简单的传动原理图。在传动原理图中，仅表示与形成某一表面直接有关的运动及其运动联系，其传动链只用简单的符号来表示。例如，用虚线表示传动链中的定比机构，用菱形块 $\oplus$ 表示换置机构。如在图1—6中，为了实现图a)的主轴转动，采用图b)的传动方式，可用图c)的形式表示其传动原理。

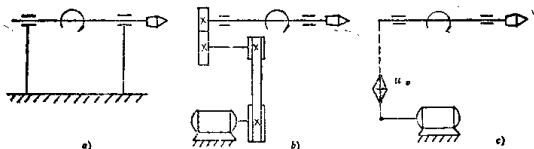


图1—6 传动原理图

传动原理图对分析运动比较复杂的机床，如齿轮加工机床、铲齿车床等的传动联系，了解其工作原理，是非常有用的。对这些机床如果一开始就直接读机床传动系统图，往往找不到头绪，如果首先弄明白传动原理图，就比较容易掌握机床的传动系统。图1—7是加工锥螺纹的传动原理图，它由三个简单运动组成：主轴的旋转运动 v 和刀具的两个直线运动 S_1 和 S_2 。有两条内联系传动链，一条是为加工导程为 t 的螺纹要有两个简单的运动，即主轴旋转运动 v 和刀架的纵向直线运动 S_1 ，它们之间要保持严格的传动比；另一条是为成形锥体，刀架需要纵向移动和横向移动，并且在两者之间为满足其协调运动，加有换置机构 u_{s2} 。 u_v 为主传动链中的换置机构。主传动链为外联系传动链。

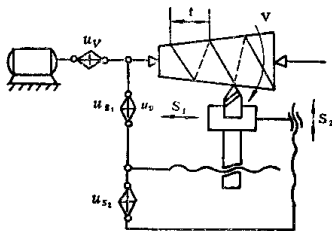


图1—7 复杂执行件运动的传动原理图

§4 机床运动的调整计算

根据给出的机床传动系统图及其有关数据, 可以计算出任一执行件的传动速度或位移量; 反之, 根据某个执行件要实现的运动速度或位移量, 由传动系统图也可以确定相应传动链中换置机构的传动比, 以便对机床进行运动调整。

在进行调整计算时, 如利用传动结构式将更为简明、方便。

其计算方法如下:

- ① 确定所要计算传动链两端的末端件, 如电动机——主轴, 主轴——刀架等;
- ② 根据传动链两末端件的运动关系及相应各个传动环节的传动比, 列出运动平衡式;
- ③ 根据运动平衡式, 计算执行件的运动速度或位移量, 或者求出换置机构的换置公式, 从而确定挂轮的齿数。

如以图1—5普通车床的传动结构式为例进行计算。

1. 求主轴转速

(1) 确定两末端件

电动机——主轴

(2) 列运动平衡式

由传动结构式知, 这条传动链为

$$\begin{array}{ccccccc} \text{电动机} & \text{---} & \frac{29}{51} & \text{---} & \frac{24}{60} & \text{---} & \frac{20}{78} \\ (1440 \text{ 转/分}) & \text{---} & \frac{\phi 80}{\phi 165} & \text{---} & \text{I} & \text{---} & \text{II} & \text{---} & \text{III} & \text{---} & \text{IV (主轴)} \\ & & \frac{33}{42} & & \frac{42}{42} & & \frac{60}{33} & & & & \end{array}$$

由上式可见, 通过三对挂轮齿数的不同组合, 可使主轴得到 $2 \times 2 \times 2 = 8$ 级转速, 其极限转速为

$$1440 \times \frac{80}{165} \times \frac{33}{42} \times \frac{42}{42} \times \frac{60}{33} = 90 \text{ 转/分} = n_{\min} \text{ (主轴)}$$

$$1440 \times \frac{80}{165} \times \frac{29}{51} \times \frac{24}{60} \times \frac{20}{78} = 40 \text{ 转/分} = n_{\max} \text{ (主轴)}$$

2. 求车螺纹时挂轮的齿数

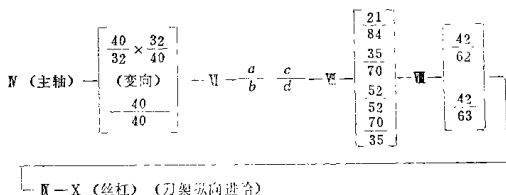
车螺纹的传动链是一条内联系传动链, 其作用是使主轴和刀架保持确定的运动联系, 要求主轴转一转, 刀架移动一个螺纹导程 T 毫米。

(1) 确定两末端件

主轴——刀架

(2) 列运动平衡式

由传动结构式知, 车螺纹传动链的传动路线为



已知该车床丝杠的螺纹导程为 6 毫米, 因此运动平衡式为

$$I \text{ (主轴)} \times \frac{40}{32} \times \frac{a}{b} \times \frac{c}{d} \cdot u_{\text{Ⅲ-Ⅱ}} \cdot u_{\text{Ⅳ-Ⅲ}} \cdot u_{\text{Ⅴ-Ⅳ}} \cdot u_{\text{Ⅵ-Ⅴ}} \cdot u_{\text{Ⅶ-Ⅵ}} \cdot u_{\text{Ⅷ-Ⅶ}} \cdot u_{\text{Ⅸ-Ⅷ}} \cdot u_{\text{Ⅹ-Ⅸ}} = 6 = T$$

式中 $\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d}$ 为挂轮之传动比, $u_{\text{Ⅲ-Ⅱ}}, u_{\text{Ⅳ-Ⅲ}}, u_{\text{Ⅴ-Ⅳ}}, u_{\text{Ⅵ-Ⅴ}}, u_{\text{Ⅶ-Ⅵ}}, u_{\text{Ⅷ-Ⅶ}}, u_{\text{Ⅸ-Ⅷ}}, u_{\text{Ⅹ-Ⅸ}}$ 分别为轴 Ⅲ—Ⅱ、Ⅳ—Ⅲ、Ⅴ—Ⅳ、Ⅵ—Ⅴ、Ⅶ—Ⅵ、Ⅷ—Ⅶ、Ⅸ—Ⅷ、Ⅹ—Ⅸ 间的可变传动比。

若将 $u_{\text{Ⅲ-Ⅱ}} = \frac{52}{52}, u_{\text{Ⅳ-Ⅲ}} = \frac{42}{63}$ 代入上式, 整理后可得挂轮之传动比

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{T}{4}$$

将工件螺纹导程 T 的数值代入上式, 算出挂轮的传动比, 由此即可选择适当的挂轮齿数。例如 $T = 3$ 毫米, 则

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{3}{4} = \frac{1 \times 3}{2 \times 2} = \frac{1 \times 30}{2 \times 30} \times \frac{3 \times 25}{2 \times 25} = \frac{30}{60} \times \frac{75}{50}$$

即 $a = 30, b = 90, c = 75, d = 50$ 。

§5 金属切削机床的分类与型号的编制方法

一、机床的分类

由于工业生产的发展与加工工艺的需要, 为便于使用、管理, 需要对品种、规格繁多的机床进行分类。

1. 按加工方式和用途分

有车床、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、电加工机床、切断机床及其它机床等十二大类。

2. 按通用化程度分

① 通用机床 (万能机床), 这类机床的加工范围较广, 它可以加工多种零件的不