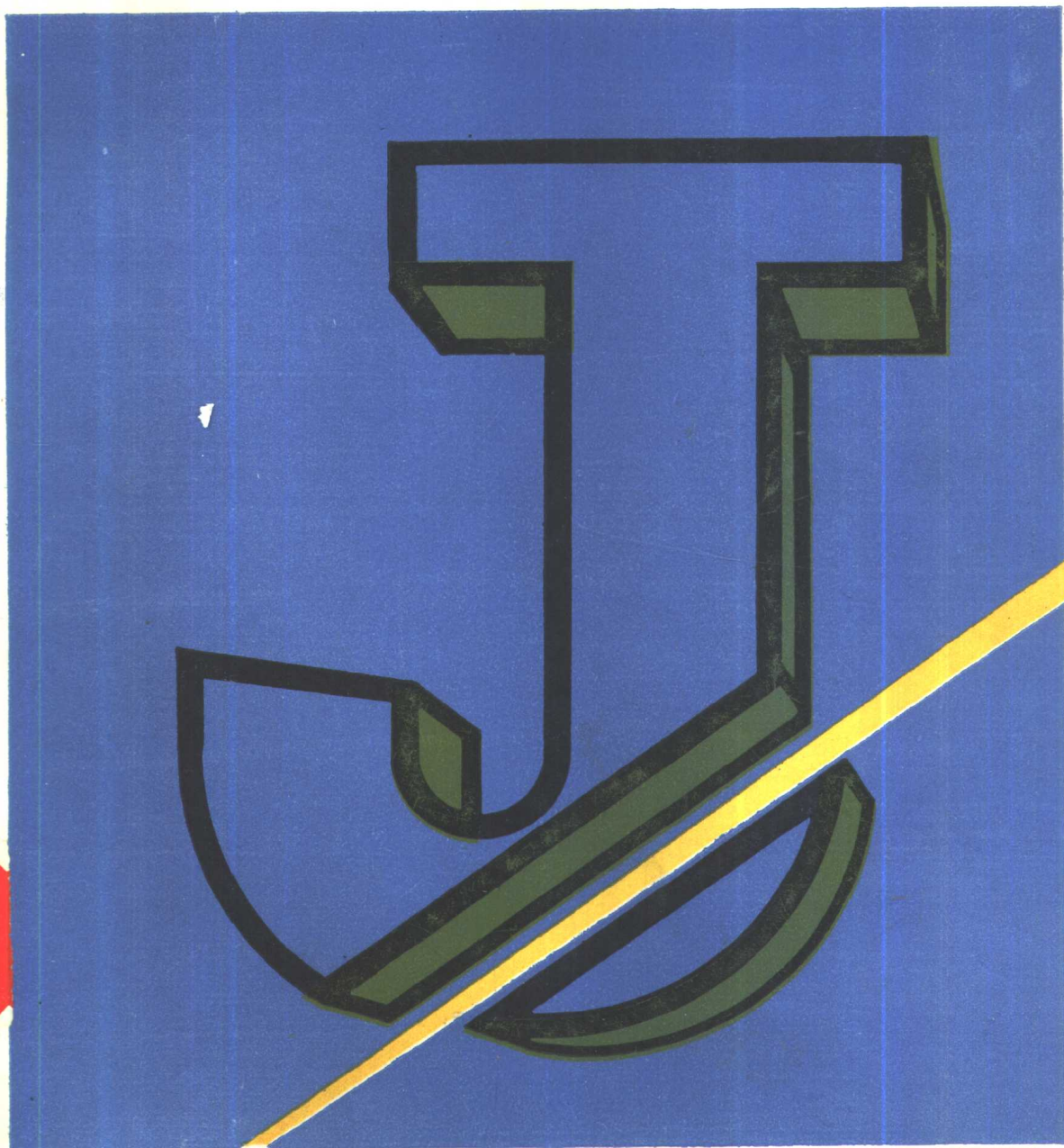


高等学校教材

金属工艺学

(切削加工部分)

李振明 陈寿祖 主编



高等教育出版社

高等学校教材

金属工艺学

(切削加工部分)

李振明 陈寿祖 主编

高等教育出版社

内 容 提 要

本书是根据国家教委 1987 年批准印发的《高等工业学校工程材料及机械制造基础课程教学基本要求》中“机械加工工艺基础”部分编写的教材,全书经国家教委“工程材料及机械制造基础”课程教学指导小组评审通过。

本书共分八章,内容涉及机床概论、金属切削基本理论、金属切削基本工艺、齿轮加工、特种加工、零件切削加工结构工艺性、机械加工工艺过程和生产经济性等方面。各章均附有思考性复习题,书末备有三次实验的指导书及各章技术名词的中、英文对照表。

本书作为高等工科院校机械类各专业教材使用,也可作为工企管理专业、职业大学、电视大学的教材,还可供有关工程技术人员参考。

高等学校教材

金 属 工 艺 学

(切削加工部分)

李振明 陈寿祖 主编

高等教育出版社出版

新华书店上海发行所发行

商务印书馆上海印刷厂印装

开本 787×1092 1/16 印张 10 字数 220,000

1989 年 4 月第 1 版 1989 年 4 月第 1 次印刷

印数 0001—2,200

ISBN 7-04-002022-X/TH·116

定价 2.15 元

前 言

本书是编者根据国家教委 1987 年审定的高等工业学校《工程材料及机械制造基础课程教学基本要求》中“机械加工工艺基础”部分的要求,在总结多年教学和实践经验的基础上,汲取了国内外同类教材中的某些优点编写而成。本书经国家教委“工程材料及机械制造基础”课程教学指导小组审查通过并推荐出版。

本书共分八章,内容涉及机床概论、金属切削基本理论、金属切削基本工艺、齿轮加工、特种加工、零件切削加工结构工艺性、机械加工工艺过程和生产经济性等方面。书末附有三次实验的指导书。为便于学生阅读外文参考资料,书末还附有本书所用一些技术名词的中、英文对照表。

本书作为高等工科院校机械类各专业的教材,也可作为工企管理专业、职工大学、电视大学的教材,还可供有关工程技术人员参考。本课程应安排在金工实习之后讲授,需用 32~36 学时(包括实验时间)。

本书与以往教材相比,删除了一些传统的枝节内容,在选材与体系结构上作了一些改进,加强了横向比较分析。同时注意了与实习教材内容的分工与配合,在金工实习感性认识的基础上,将内容作了适度的加深与拓宽。本书采用了最新国家标准,更新了绝大部分图、表。全书内容的编写,重视了学生能力的培养,注意了机械加工的经济性。各章末均附有适量的思考性复习题。书中标有*号的章节为选学内容。对一些重要内容,还指出了主要参考书。本书文字精练,内容实用性强。

本书由李振明、陈寿祖担任主编。前言及附录二由陈寿祖撰写;第一章及附录一由李振明编写;第二、五、六、八章由许本枢编写;第三、四、七章由亓成孝编写。全书经两位主编修改、加工、定稿。

本书由上海交通大学孙以安副教授审阅。国家教委“工程材料及机械制造基础”课程教学指导小组及一些兄弟院校的同志们也提出了宝贵意见。烟台大学于德贤同志和山东工业大学王开美同志绘制了部分插图,在此我们一并表示感谢。

本书初稿曾在烟台大学和山东工业大学使用多遍,得到了师生们的热情支持与鼓励。但错误与不当之处在所难免,敬请读者随时指出,以便日后订正。

编 者

1988 年 3 月

目 录

前言	1	*§ 4-3 分度加工	69
第一章 金属切削机床	1	复习题	72
§ 1-1 机床的运动	1	第五章 齿轮加工	74
*§ 1-2 机床的型号与技术规格	2	§ 5-1 概述	74
§ 1-3 机床的基本结构	4	§ 5-2 铣齿、插齿和滚齿	79
§ 1-4 机床的机械传动	7	§ 5-3 齿轮的精加工	84
§ 1-5 机床的液压传动	11	复习题	87
*§ 1-6 自动机床与数控机床	13	*第六章 特种加工	89
复习题	17	§ 6-1 电火花加工	89
第二章 金属切削基本原理	19	§ 6-2 电解加工	91
§ 2-1 基本概念	19	§ 6-3 超声波加工	93
§ 2-2 刀具构造	20	§ 6-4 激光加工	95
§ 2-3 刀具材料	24	复习题	97
§ 2-4 金属切削过程	27	第七章 零件切削加工结构工艺性	98
§ 2-5 切削力	29	复习题	110
§ 2-6 切削热和切削温度	31	第八章 机械加工工艺过程	111
§ 2-7 刀具磨损和刀具耐用度	32	§ 8-1 基本概念	111
§ 2-8 提高切削技术经济效益的途径	35	§ 8-2 选择定位基准	116
复习题	40	§ 8-3 工艺路线的拟定	120
第三章 回转表面加工	42	*§ 8-4 确定加工余量	125
§ 3-1 外圆面车削	42	§ 8-5 回转体零件加工工艺实例	126
§ 3-2 外圆面磨削	43	§ 8-6 非回转体零件加工工艺实例	130
§ 3-3 外圆面光整加工	47	*§ 8-7 时间定额和提高生产率的工艺措施	134
§ 3-4 钻孔、扩孔、铰孔和镗孔	50	§ 8-8 工艺过程的经济性分析	138
§ 3-5 镗孔、拉孔和磨孔	53	复习题	139
§ 3-6 孔的光整加工	56	附录一 实验指导书	143
*§ 3-7 圆锥面和成形面加工	58	实验1 车刀几何角度的测量	143
复习题	61	实验2 切削用量对加工质量的影响	144
第四章 平面、螺纹和分度加工	63	实验3 安装方法对零件加工精度的影响	145
§ 4-1 平面加工	63	附录二 各章技术名词中、英文对照表	146
*§ 4-2 螺纹加工	67		

第一章 金属切削机床

金属切削机床是机械制造业的主要加工设备，它们用切削加工方法把金属坯料加工成具有一定形状、尺寸和表面质量的零件。因为它们是制造各种机器的机器，所以又称为工作母机，通常简称为机床。

早在几千年前，我国劳动人民就创制出了一些原始机床。近 200 年来，现代机床迅猛发展，已成为种类繁多、性能多样的现代化加工设备。

§ 1-1 机床的运动

为了加工出不同零件上的各种表面，不管哪种类型的机床，都必须使刀具和工件具有一定的相对运动，这些运动通常称为机床的工作运动。以普通车床车削外圆柱面为例，开车之后，工件旋转，车刀引近工件，并切入一定深度，然后车刀纵向直线移动。从而车削出外圆柱面。机床在加工过程中的工作运动分为主运动、进给运动、吃刀运动和引刀运动。

主运动是直接切除工件上的切削层使之变为切屑的最基本的运动。它通常是机床工作运动中速度最高、消耗功率最多的运动。例如，车削时工件的旋转运动，钻床钻削、铣床铣削时刀具的旋转运动，牛头刨床刨削时刀具的往复直线运动等(图 1-1)。

进给运动是使切削层不断投入切削以逐渐加工出整个表面的运动。当主运动为旋转运动时(如车削、钻削、镗削)，进给运动是连续不断的。当主运动为直线运动时(如刨削)，进给运动是断续的。

吃刀运动是调整刀刃切入工件深度的运动。多数情况下(如车削、铣削、刨削)，吃刀运动是间歇性的，若在切削过程中同时吃刀，则变为进给运动。

引刀运动是切削前把刀具和工件送入工作位置的运动。它包括：为进行切削加工创造条件的快速引进和退回运动、在万能升降台铣床上用分度头加工齿轮时的分度运动、在摇臂钻床上移动钻头对准被加工孔的中心等。

主运动和进给运动合称为表面成形运动，也称为切削运动。这是机床加工时形成工件表面的最基本的运动。图 1-1 示出了用车、钻、刨、铣、磨削等常见加工方法切削时的表面成形运动。由图可见，旋转运动和直线运动是各种加工方法中表面成形运动的基本形式。即使轨迹比较复杂的刀具和工件的运动，也仍然是由这两种运动合成的。例如车削成形面时，车刀沿曲线的进给运动是由纵、横两个方向上的直线运动合成的。

从刀具与工件的成形运动是相对运动的观点看，旋转运动和直线运动由刀具还是工件完成，效果都是一样的。以车削外圆柱面为例，其表面成形运动，除了常见的工件旋转和刀具直线运动以外，还可以是工件旋转并作直线运动(图 1-2a)，或者刀具旋转而工件作直线运动(图

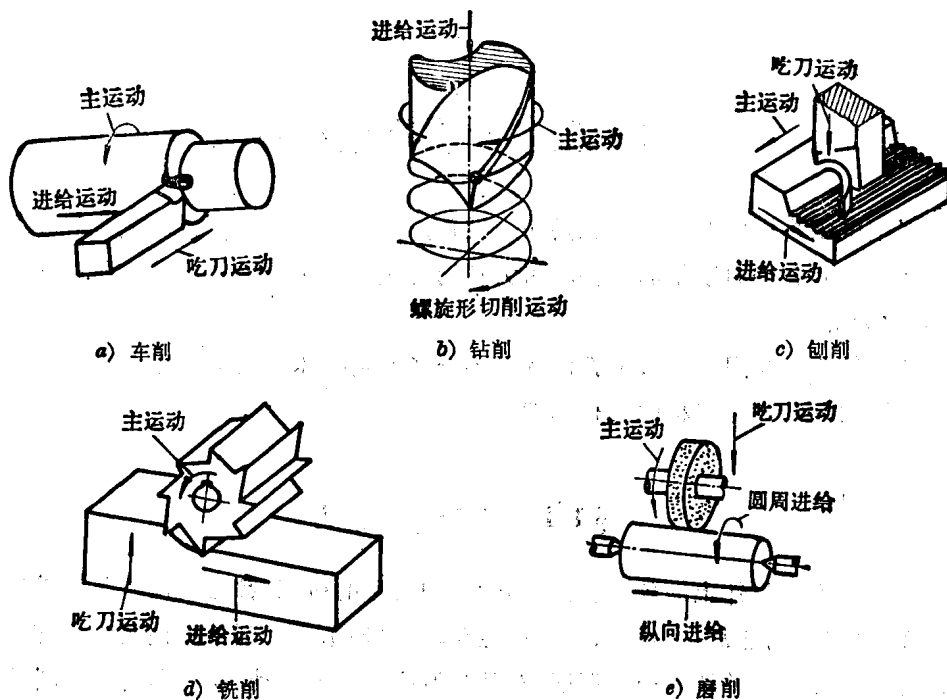


图 1-1 机床的运动

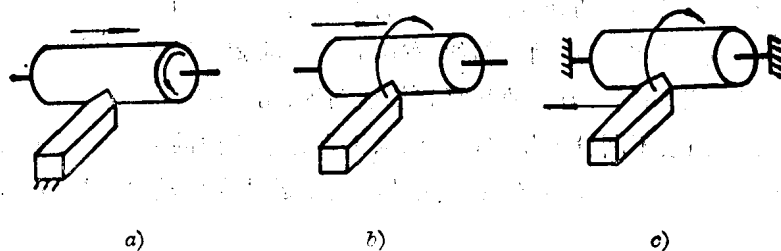


图 1-2 外圆柱面的车削加工方式

1-2b), 或者刀具旋转并作直线运动(图 1-2c)。由此可见, 不同运动的组合形式, 可形成同一形状的表面, 但各自所用机床的结构型式则不一样。

除表面成形运动以外, 机床上还有其他许多运动, 包括吃刀运动、引刀运动和机床的起动、停止、变速、换向以及工件的夹紧、松开等, 这些运动都是辅助运动。

总之, 为了加工出各种形状和尺寸的工件表面, 为了满足各类工件对加工精度和表面质量的要求, 机床要有各种不同的表面成形运动和辅助运动。这就决定了生产中需要有不同的类型和各种结构形式的机床。

*§ 1-2 机床的型号与技术规格

为了适应各种加工的需要, 机床的类型各异, 规格繁多。为便于区别、管理和选用机床, 必须熟悉机床的分类、技术规格和型号。

一、机床的分类

机床的分类方法很多。例如：按通用程度可分为通用机床、专门化机床和专用机床；按加工精度可分为普通机床、精密机床和高精度机床；按自动化程度可分为一般机床、半自动机床和自动机床；按重量可分为仪表机床、中小型机床(10t以下)、大型机床(一般10~30t)、重型机床(一般重30~100t)和超重型机床(一般重100t以上)。

按加工方式分类是最基本的机床分类方法。据此，我国把机床分为十二大类，即车床、钻床、镗床、磨床、齿轮加工机床、螺纹加工机床、铣床、刨床、拉床、电加工机床与超声波加工机床、切断机床、其它机床。每一大类中的机床，根据结构、性能及工艺特点不同，又细分为许多型式，如车床可分为普通车床、立式车床、六角车床、多刀半自动车床、单轴自动车床、多轴自动车床等。

机床的类型虽然很多，但最基本的机床有五种，即车床、钻床、刨床、铣床和磨床。其他各种类型的机床都是由这五种基本机床演变而成的。例如镗床实质上就是内圆车床，滚齿机是铣床的变种，拉床由刨床演变而来，珩磨、研磨、超精加工、抛光等都是在磨床磨削的基础上发展起来的，等等。

二、机床的技术规格

机床的技术规格是表示机床尺寸大小与工作能力的技术数据。它包括：运动部件的行程范围，主轴、刀架、工作台等执行件的运动速度和变速范围，主电机功率，机床的轮廓尺寸和重量，以及机床的主参数等。

机床的主参数是表示机床工作能力与影响机床基本构造的主要参数，一般以机床所能加工的最大尺寸表示。如普通车床、外圆磨床的主参数为最大加工直径，升降台铣床、龙门铣床为工作台工作面宽度，龙门刨床为最大加工宽度，插床、牛头刨床为最大加工长度，钻床为最大加工直径等。有的机床主参数难以用最大加工尺寸表示，则采用另一些技术参数来表示，如卧式镗床用镗轴直径，拉床用额定拉力。

有的机床，为了更完整地表示其尺寸大小与工作能力，还有第二主参数。如普通车床的第二主参数为最大工件长度，外圆磨床、龙门刨床为最大加工长度，龙门铣床为工作台工作面长度，有的齿轮加工机床为最大加工模数等。

机床的技术规格，特别是机床的主参数，是选择、使用、布置、安装、改装机床以及设计新机床的重要依据。

三、机床的型号

机床的型号是一个代号，用它来简明地表示机床的类别、性能、结构特征和主要技术规格，使人们看到型号就能对该机床有个基本的了解。

我国机床型号编制办法自1957年1月颁布以来，随着机床工业的发展，作过多次修改和补充。现在按1976年12月颁布的原第一机械工业部标准JB 1838—76《金属切削机床型号编制方法》实行。我国机床型号由汉语拼音字母和阿拉伯数字按一定规律排列而成。例如CM 6140表示床身上最大工件回转直径为400mm的精密普通车床。图1-3摘要表达了机床型号的基本含义。详细内容可查阅JB 1838—76等有关资料。

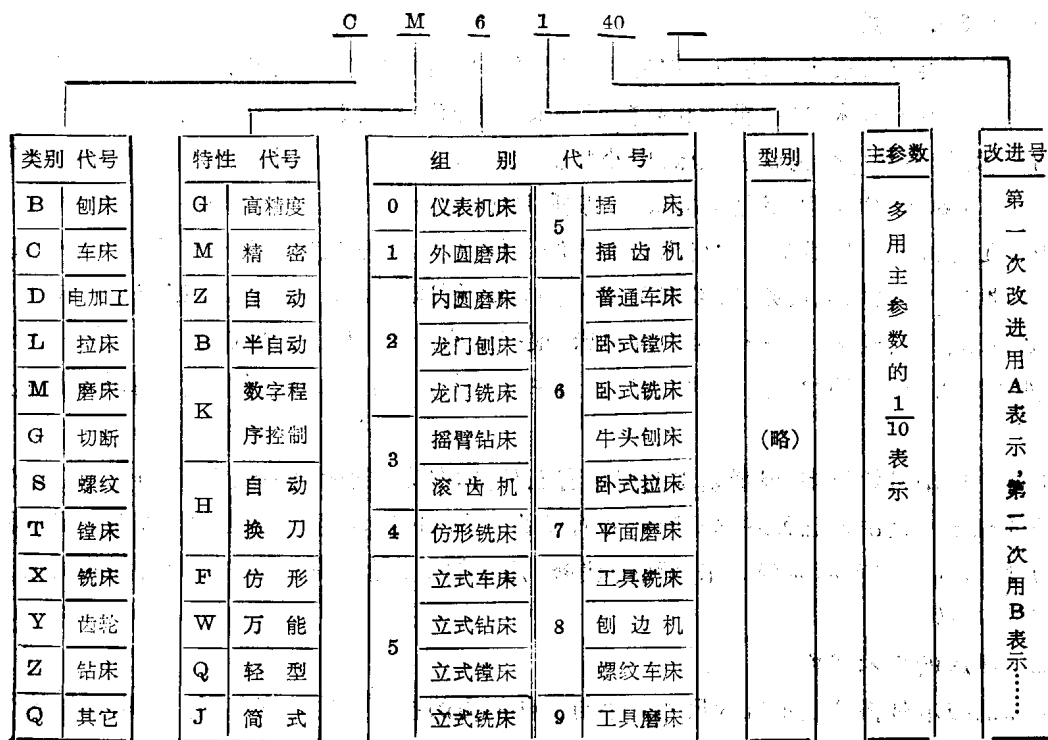


图 1-3 机床型号的基本含义

目前,我国有些机床厂可能还在继续生产某些老产品,这些老产品仍采用老型号。例如, X62W 表示 2 号工作台卧式万能铣床; C616 表示中心高为 160 mm 的普通车床; C620-1 表示中心高为 200 mm, 经过第一次重大改进的普通车床; T68 表示镗轴直径为 85 mm 的卧式镗床等。

§ 1-3 机床的基本结构

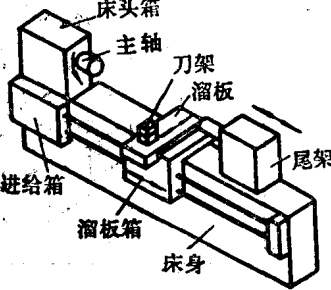
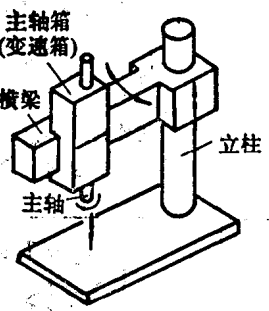
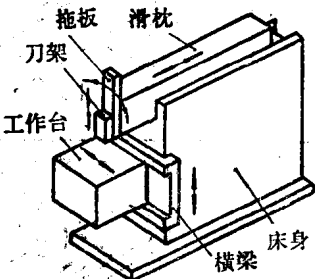
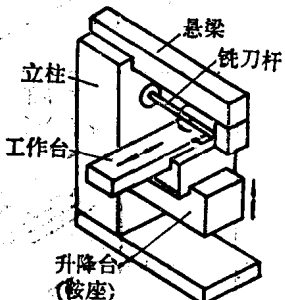
金属切削机床和任何一台机器一样,都是由以下三个基本部分组成的:

1. 工作装置 即安装刀具或工件并直接带动其完成相对运动的装置。例如车床的主轴和刀架,铣床的主轴和工作台等。
2. 动力装置 整个机床的动力和运动的来源。现代机床通常采用三相异步电动机作动力装置,但数控机床目前常用直流电动机。
3. 传动装置 把动力装置的运动和动力传递给工作装置的部分,如主轴箱、进给箱、溜板箱等。传动装置往往还能变速、换向、改变运动形式,使工作装置获得所需要的运动速度、运动方向和运动形式。

显然,上述三个基本部分都必须装在同一基座上,以保证各部分之间的相互位置精度。所以,在底座(床身或立柱)上装以动力、传动和工作装置,便构成了机床。

几种常用机床的结构方块图和工件、刀具的相对运动情况见表 1-1。机床结构方块图中

表 1-1 常用机床的基本结构

序号	机 床 类 型	相 对 运 动		机 床 方 块 图	应 用 范 围
		刀 具	工 件		
1	车 床	车刀作纵、横向直线运动(或它们的合成运动)	旋转运动		主要加工中、小型零件, 以回转面为主, 如内、外圆柱(锥)面、内外螺纹、回转成形面及沟槽等, 也常加工零件端面等
2	摇 臂 钻 床	钻头作旋转主运动和直线进给运动	固定不动		主要用于加工零件上的孔, 如钻孔、扩孔、铰孔、镗孔以及镗端面等
3	牛 头 刨 床	刨刀作直线往复运动	横向进给运动		主要用于加工中、小型零件的平面、斜面、沟槽(如直槽、T形槽、V形槽与燕尾槽等)及直线成形面等
4	铣 床 卧 式 铣 床	铣刀作旋转主运动	纵向、横向、垂直方向作直线进给运动		用于铣削平面、斜面、沟槽(如半圆键槽、V形槽)、直线凹凸圆弧面及精度较低的齿轮, 万能铣床还可铣削螺旋槽等

(续表)

序号	机类	床型	相对运动		机床方框图	应用范围
			刀具	工件		
4.	铣床	立式铣床	铣刀作旋转主运动	纵向、横向、垂直方向作直线进给运动		用于铣削平面、斜面、沟槽(如T形槽、燕尾槽、平键槽等)、垂直面及平面凸轮等
5	磨床	普通外圆磨床	砂轮作高速旋转及径向进给运动	旋转及轴向进给运动		用于磨削外圆柱(锥)面, 万能外圆磨床还可磨削内圆柱(锥)面, 用成形砂轮也可磨削回转成形面
		普通内圆磨床	砂轮作高速旋转主运动及轴向、径向进给运动	旋转进给运动		主要用于磨削圆柱、圆锥孔及孔端面
		卧式平面磨床	砂轮作高速旋转主运动及横向、垂直方向进给运动	直线往复进给运动		主要用于磨削平面, 也可用于磨削斜面及用成形砂轮磨削直线成形面
		立式平面磨床	砂轮作高速旋转主运动及垂直方向进给运动	直线往复进给运动		主要用于磨削平面, 也可用于磨削斜面

尽管没有表示出动力装置(电动机),但传动和工作装置却一目了然。研究这个表,便会对机床的结构和工作情况有个基本的了解。表 1-1 还列出了常用机床的应用范围。

机床各部件的名称,主要取自它们各自的作用和位置。例如:可以变速的箱体,称为变速箱;带动工件或刀具旋转的轴,如果完成的是主运动,则称为主轴;置于机床头部的主轴箱,又称床头箱;置于机床尾部用以支承工件悬伸端的装置,称为尾架;安装刀具的支架,称为刀架;拖动刀架作直线运动的装置,称为拖板;安装工件并使之作直线运动的部件称为工作台;使拖板或工作作进给运动的变速箱,称为进给箱;安装上述各部件并使其沿一定方向移动的部件,卧式的常称为床身或底座,立式的则称为立柱;等等。

分析表 1-1 还会发现,因为回转面是由一条母线绕一根轴线旋转而成的,所以加工回转面的机床(如车床、钻床、镗床、外圆磨床、内圆磨床等),其支承工件和刀具的部件中,有一个部件须作直线运动(或作纵、横两个方向直线运动的合成运动以形成特形表面),以便形成母线,另一个部件则作旋转运动,以实现母线绕轴线的旋转。至于砂轮作旋转运动,只是为了实现对工件的切削作用。

§ 1-4 机床的机械传动

机床的传动装置,按传动介质不同,可分为机械传动、液压传动、电气传动、气压传动等。机械传动应用齿轮、带轮、离合器、丝杠螺母等机械元件传递运动和动力。这种传动方式,工作可靠、维修方便,目前机床上应用最广。液压传动常用油液作介质,通过液压元件传递运动和动力,它结构简单,传动平稳,容易实现自动化,在机床上应用日益广泛。电气传动系统比较复杂,成本较高,主要用于龙门刨床、重型镗床等大、重型机床。气压传动动作迅速、易于实现自动化,但运动不稳定、驱动力较小、噪音大,主要用于夹紧工件及小型机床的进给运动传动中。本书重点介绍机械传动和液压传动。

一、机床的机械传动系统

下面以车床为例,对机床的机械传动系统进行分析。其他机床的传动系统分析方法与车床相似。

图 1-4a) 为车床机械传动系统示意图,电动机 1 的动力,经三角胶带 2 传给床头箱 3,变换床头箱外的手柄位置,可使箱内不同的齿轮啮合,以变换主轴 4 的转速。主轴通过卡盘 5 带动工件作旋转运动。同时主轴的旋转通过挂轮 6、进给箱 7、光杠 8(或丝杠 9)经溜板箱 11 通过齿轮齿条 10 变为溜板箱的直线运动,最后通过拖板使刀架作纵、横向进给运动。为了实现主轴和刀架的反向运动,床头箱、进给箱和溜板箱内都有换向机构。

图 1-4b) 为车床传动系统框图。

分析上述车床传动系统可以发现,机械传动系统的机构大体可分为变换运动速度的、变换运动方向的和变换运动形式的三类,分别称为变速机构、换向机构和变换运动形式的机构。

二、机械变速机构

表 1-2 列出了机床常用的几种机械变速机构及其特点。

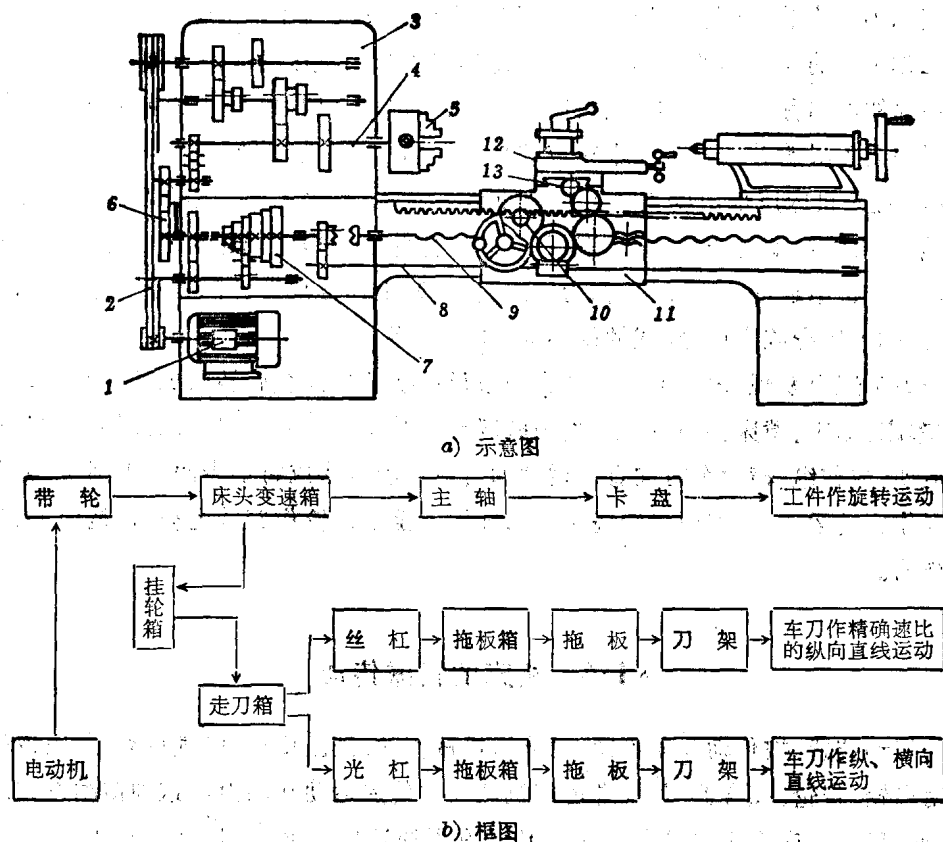


图 1-4 车床传动系统

三角胶带多用于电动机到第一轴之间的变速。由于它可以吸收电动机的振动并有过载保护作用(即负载过大时胶带和带轮之间自动打滑),所以它虽然较古老,但至今仍然广泛应用。

齿轮变速机构最为常用。滑移齿轮机构可传递较大的动力,应用很广;摆移齿轮机构结构紧凑,只用于进给运动变速。

蜗杆蜗轮变速机构结构紧凑,主要用于需要大传动比的减速机构中。

机械无级变速机构靠摩擦力传递扭矩,并通过改变主动件和从动件的传动半径,实现输出轴转速的无级变化。机械无级变速机构的变速范围都比较小,多用于精加工机床。

三、机械换向机构

表 1-3 列出了常用的四种换向机构及其特点。

中间齿轮换向机构应用最广。它是通过使啮合齿轮中增加一个中间齿轮而实现换向的。这种机构可快速实现反转而保持传动比不变,并能传递较大扭矩,但成本较高。

三星齿轮机构的原理与中间齿轮机构相似,它靠转换主、从动轮之间的齿轮,使主、从动轮之间没有、有一个或有二个过渡齿轮传动,从而分别获得从动轮(轴)的停止、正转和反转三种状态。这种机构刚性较差,只能承受较小的载荷。

锥齿轮换向机构是通过滑移锥齿轮(表 1-3 中为 z_2 与 z_3)分别与主动锥齿轮左右两侧相啮合,从而使滑移锥齿轮的轴获得不同的旋转方向。此种机构用于垂直轴间换向,在齿轮加工

表 1-2 常用机械变速机构及其特点

机构形式	符 号 图	速 比 (i)	优 缺 点
胶 带		$i_{I-II} = \frac{n_{II}}{n_I} = \frac{d_I}{d_{II}}$ 所以: $i_1 = \frac{d_1}{d_4}$ $i_2 = \frac{d_2}{d_5}$ $i_3 = \frac{d_3}{d_6}$	优点: 中心距变化范围大, 结构简单, 传动平稳, 能吸收振动和冲击, 有过载保护作用。 缺点: 外廓尺寸大, 传动比不准确
滑 移 齿 轮		$i_{I-II} = \frac{z_I}{z_{II}}$ 所以: $i_1 = \frac{z_1}{z_4}$ $i_2 = \frac{z_2}{z_5}$ $i_3 = \frac{z_3}{z_6}$	优点: 外廓尺寸小, 传动比准确, 传动效率高, 寿命较长。 缺点: 制造复杂, 精度不高时, 传动不平稳, 有噪声
摆 移 齿 轮		$i_{I-II} = \frac{z_I}{z_{II}}$ 所以: $i_1 = \frac{z_1}{z_8}$ $i_2 = \frac{z_2}{z_8}$ $\vdots$ $\vdots$	优缺点与滑动齿轮相似, 但外廓尺寸更小, 结构刚度低, 故传动力矩不宜过大
蜗 杆 蜗 轮		$i_{I-II} = \frac{k}{z}$	优点: 能获得较大的减速比, 传动平稳, 无噪音, 结构紧凑, 可以自锁。 缺点: 传动效率低, 制造较复杂
无 级 变 速 机 构			优点: 可在一定范围内无级变速。 缺点: 传递扭矩小, 传动比不够准确

表 1-3 常用机械换向机构及其特点

机构形式	符 号 图	传 动 路 线	优 缺 点
中间齿轮		正转: $n_{II} = n_I \cdot \frac{z_1}{z_{介}} \cdot \frac{z_{介}}{z_2}$ 反转: $n_{II} = n_I \cdot \frac{z_1}{z_2}$	优点: 可传递较大的扭矩, 结构稳固可靠, 可快速实现反转。 缺点: 结构较大, 制造成本较高
三星齿轮		正转: $n_{II} = n_I \cdot \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4}$ 反转: $n_{II} = n_I \cdot \frac{z_1}{z_3} \cdot \frac{z_2}{z_4}$	优点: 结构简单、紧凑, 制造方便。 缺点: 结构刚性差, 只能传递小功率
锥齿轮		正转: $n_{II} = n_I \cdot \frac{z_1}{z_2}$ 反转: $n_{II} = n_I \cdot \frac{z_1}{z_3}$	优点: 能使垂直轴之间换向。 缺点: 制造较困难
离合器		正转: $n_{II} = n_I \cdot \frac{z_2}{z_6} \cdot \frac{z_5}{z_4} - M$ 反转: $n_{II} = n_I \cdot \frac{z_1}{z_3} - M$	优点: 结构简单、紧凑, 传动比准确。 缺点: 运转中啮合有冲击, 操作不甚方便

机床、镗床、铣床等机床中应用较多。

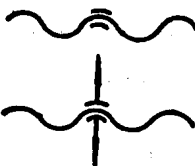
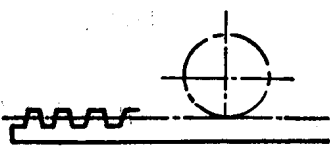
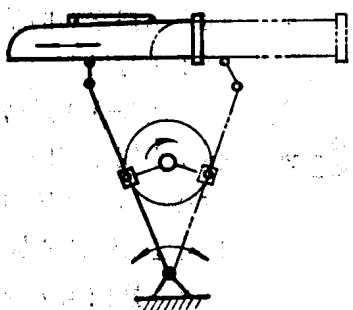
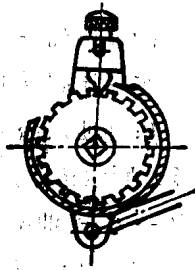
离合器换向机构, 用来使同轴线的两轴或轴与轴上的空套传动件随时结合或脱开, 可用于机床运动的起动、停止和变速, 也可用于换向。离合器有多种类型。表 1-3 所示为啮合式离合器, 它是利用零件上互相啮合的齿爪传递运动和扭矩的, 常用于要求保持严格运动关系或速度较低的传动中。

四、变换运动形式的机构

表 1-4 列出了常用的四种改变运动形式的机构及其特点。

丝杠螺母机构是把旋转运动变为直线运动的常用机构。若将螺母沿轴向剖为两半, 并可

表 1-4 改变运动形式的机构及其特点

机构形式	符 号 图	特 点
丝 杠 螺 母		1. 工作平稳,无噪音,结构紧凑; 2. 传动效率低。
齿 轮 齿 条		1. 结构紧凑,传动效率较高; 2. 当制造精度不高时,传动不平稳。
曲 柄 摇 杆		1. 工作行程速度低于回程速度,两者之比($v_{工}/v_{回}$)约为 0.7; 2. 当接近行程两终点时,速度降低,从而减少了换向时的冲击。
棘 轮 棘 爪		改变棘爪方向,即可改变间歇转动方向。

任意开合,便是车床溜板箱中的开合螺母机构。

齿轮齿条机构可把旋转运动与直线运动相互转换。变换时既可以齿条不动而齿轮旋转并沿齿条作直线移动,也可以齿条作直线移动而齿轮仅原地旋转。这种机构传动效率较高,多用于传动精度要求不太高的场合,在机床中应用比较普遍。

曲柄摇杆机构把旋转运动变为直线往复运动。由于它回程快速,所以在机械式牛头刨床和插床上用来实现刀具的直线往复运动。

棘轮棘爪机构可把连续旋转运动变为间歇转动,常用于要求间歇送进的机构中。

§ 1-5 机床的液压传动

除机械传动之外,机床还比较广泛地采用液压传动。液压传动系统由以下几部分组成:

1. 动力元件——液压泵, 它供给液压系统具有一定压力和流量的油液, 把电动机输出的机械能转变为油液的压力能, 用压力油推动整个液压系统工作。

2. 执行元件——液压机, 包括液压缸和液压马达。液压缸把液体压力能变为直线往复运动的机械能。液压马达将液体压力能转变为旋转形式的机械能。

3. 控制元件——各种控制阀, 包括压力阀、流量阀、方向阀等。用它们来控制 and 调节液流的压力、流量及方向等, 以满足传动要求。

4. 辅助元件——包括油箱、油管、管接头、蓄能器、冷却器、滤油器、压力表、密封装置及各种控制仪表等。

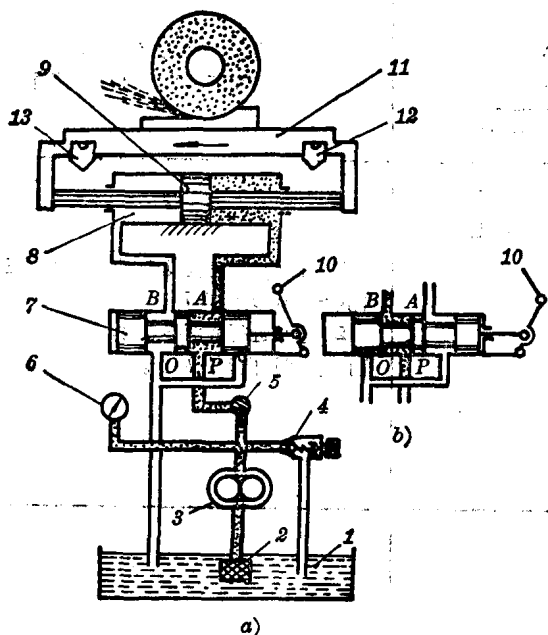


图 1-5 磨床工作台液压系统原理图

终点时, 其上的挡块 12 拨动换向阀杆 10 到图 1-5b) 所示位置, 将换向阀移向右端, 因此改变了油路, 使工作台向右运动: 高压油由 $3 \rightarrow 5 \rightarrow P \rightarrow B \rightarrow$ 油缸 8 左腔 $\rightarrow$ 工作台右移。油缸右腔的低压油则经 $A \rightarrow$ 换向阀 7, 然后流回油箱。当工作台右移到终点时, 挡块 13 拨回阀杆到图 1-5a) 所示位置, 工作台再次左移, ……。

利用液压传动系统还可以提高机床的自动化程度。图 1-6 是车床液压仿形刀架原理图。工件 7 由车床主轴带动旋转, 靠模 8 固定在床身上, 触头 9 和阀芯 1 连成一体, 称为控制滑阀。单杆活塞液压缸 4 是随动液压缸, 活塞杆固定在纵溜板 3 上。滑阀体 2 与缸体 5 连成一体, 车刀 6 装于缸体 5 上。从泵体来的压力油经过控制滑阀进入随动液压缸上腔, 所以液压缸上腔的油液压力始终等于供油压力。当控制滑阀内部开口 11 和 10 的大小 ($\Delta 1$ 和 $\Delta 2$) 相等时, 通过开口的流量也相等, 设计保证了此时液压随动缸 4 上下两腔的液压推力刚好相等, 因此缸体 5 静止不动。

仿形刀架开始工作时, 触头 9 还未碰到靠模, 阀芯 1 在弹簧作用下往外伸出, 使 $\Delta 1$ 增大, $\Delta 2$ 减小, 故流入液压缸下腔的油液增多, 而流回油池的油液相应减少, 从而使液压缸下腔的压力增大。在液压缸上下腔推力差的作用下, 缸体带动车刀向下移动。当触头碰上靠模后, 阀芯

一、液压传动系统

液压传动系统的复杂程度, 因工作目的等要求不同, 其差别很大。为了在短时间内掌握它们的基本概念, 特举两个简易例子进行说明:

图 1-5a) 是磨床工作台往复运动液压传动系统原理图。如图所示, 当工作台向左移动时, 其压力油流动路线如下: 油泵 3 通过滤油器 2 从油箱 1 汲油 $\rightarrow$ 节流阀 5 $\rightarrow P \rightarrow$ 换向阀 7 $\rightarrow A \rightarrow$ 油缸 8 右腔 $\rightarrow$ 推动活塞 9 带动工作台 11 左移。油缸左腔的低压油 $\rightarrow B \rightarrow$ 换向阀 7 $\rightarrow O \rightarrow$ 油箱 1。当节流阀 5 的阀门通道变小时, 多余的高压油便从溢流阀 4 流回油箱。工作台行至