

中等专业学校试用教材

金属切削机床

咸阳机器制造学校 李铁尧 主编

ZHONGDENG
ZHUANYE
XUEXIAO
JIAOCAI



机械工业出版社

参 考 文 献

- 1 顾维邦主编。金属切削机床。北京：机械工业出版社。1984。
- 2 广西机械工业学校工编。金属切削机床。北京：机械工业出版社。1979。
- 3 吴圣庄主编。金属切削机床。北京：机械工业出版社。1980。
- 4 华东纺织工学院，哈尔滨工业大学，天津大学主编。机床设计图册。上海：上海科学技术出版社。1979。
- 5 藤泽道雄著。机床的数字控制。沈阳市日用机械研究所译。北京：国防工业出版社。1974。
- 6 沈阳工业大学工编。组合机床设计。上海：上海科学技术出版社。1985。
- 7 机械工程手册、电机工程手册编辑委员会。机械工程手册，第46篇。机械工业出版社。1980。

前 言

本书是中等专业学校机械制造专业的试用教材,是根据原机械委教育局于1986年初步审定的招收初中毕业生、学制四年的教学大纲编写的。

本书编写的指导思想是:着重培养解决生产现场技术问题的能力,恰如其份地增加一些机床现代化技术改造的方向、方法和手段等方面的内容,以适应机械工业发展需要。

本书共十四章,其中第一章至第七章为通用机床,第八至第九章为自动车床及程序控制机床,第十章为机床的安装和使用,第十一至第十四章为机床部件设计、机床改装和组合机床设计。

对通用机床,选取CA6140型普通车床、X6132型万能卧式升降台铣床、Y3150E型滚齿机和C1312型自动车床为重点,较为详细地阐述机床的性能、传动、主要部件结构及有关调整,使学生掌握分析和研究机床的方法,学会进行机床传动调整计算和工作调整;对其它常用的各类通用机床,只着重介绍机床的运动、工艺特点、适用范围及某些结构上的特点,为选用机床提供一定的基础知识。

对程序控制机床,选取机械程控的单轴六角自动车床(C1312型)和采用插销板程控的半自动转塔车床(CB3463-1型)为重点,以培养学生掌握工艺方案和调整卡片的编制,学会对机床进行工作调整;对数字程序控制机床,只作简单介绍,有条件的学校可以开设“数控机床的结构和应用”选修课。

对机床的安装和使用,较详细地阐述机床的地基、水平的调整、精度检验、验收试验、维护、保养和计划预修,并对车床、铣床在加工过程中零件表面的常见缺陷及排除方法进行了分析,以利于培养学生解决生产现场技术问题。

对机床部件设计、改装和组合机床设计,是为了某些工艺目的需要而进行机床部件改装设计和设计简单的专用机床,本书不作过多过深的理论分析。

在每一章的后面,附了适量的“练习与思考”题,旨在巩固所学知识,启发学生思路、激发学生的学习兴趣 and 求知欲。应根据学生的实际情况,适量地布置。

本书由咸阳机器制造学校李铁尧高级讲师主编,由广西机械工业学校陈惠林高级讲师主审,重庆机器制造学校杨国屏高级讲师、沈阳市机电工业学校吴国华讲师参加了编写工作。参加审稿会议的有胡尚哲、张庆斌、凌志方、侯俊、王德明、蒋维同、李庚臣、黄绍孔、许伯庚、麻恒利、邹纯嘏、刘洪、杜万春、赵锡华、宋佳贵等同志。

在编写本书过程中,得到了有关学校、工厂、机械电子部机床研究所的大力支持;陈惠林、蒋维同、聂建武、韩德清同志在统稿过程中做了大量工作,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,难免出现错误和处理不妥之处,请读者批评指正。

目 录

绪论	1	二、分度方法	70
练习与思考题	6	三、铣螺旋槽的调整计算	74
第一章 机床传动的基本知识	7	四、挂轮架结构及挂轮齿数的配换方法	75
§ 1-1 机床的运动	7	练习与思考题	78
一、表面成形运动	7	第四章 钻床和镗床	80
二、辅助运动	8	§ 4-1 Z 3040型摇臂钻床	82
§ 1-2 机床的传动系统	8	一、主要组成部件	82
一、常用的几种机械传动装置	8	二、机床的传动系统	82
二、机床的传动系统	10	三、主要部件结构	84
三、转速分布图	13	四、机床的电气控制线路	88
§ 1-3 机床运动的调整计算	14	§ 4-2 TP619型卧式镗床	88
一、主体运动传动链	15	一、主要组成部件	89
二、车螺纹运动传动链	15	二、机床的传动系统	92
三、纵向进给运动传动链	16	三、主轴部件结构	96
四、横向进给运动传动链	16	§ 4-3 坐标镗床简介	98
练习与思考题	16	一、精密刻线尺—光屏读数头坐标	
第二章 车床	18	测量装置	98
§ 2-1 CA6140型普通车床的传动系统	19	二、光栅—数字显示器坐标测量装置	100
一、主要组成部件	19	练习与思考题	102
二、机床的传动系统	20	第五章 刨床	103
§ 2-2 CA6140型普通车床的		§ 5-1 概述	103
主要部件结构	31	§ 5-2 B 2012A 型龙门刨床	104
一、主轴箱	31	一、主要组成部件	104
二、进给箱	38	二、机床的传动系统	104
三、溜板箱	41	三、机床的间歇进给机构	107
四、溜板刀架	47	练习与思考题	109
练习与思考题	49	第六章 磨床	110
第三章 铣床	50	§ 6-1 概述	110
§ 3-1 X 6132型万能卧式升降台铣床	52	§ 6-2 M1432A 型外圆磨床	111
一、主要组成部件	52	一、主要组成部件	111
二、机床的主要技术规格	52	二、外圆磨床的典型加工方法	111
三、机床的传动系统	52	三、机床的机械传动系统	113
四、机床的主要部件结构	55	四、机床的主要部件结构	113
五、机床的电气控制线路	65	练习与思考题	120
§ 3-2 铣床附件——万能分度头	69	第七章 齿轮加工机床	121
一、分度头的用途和传动系统	69	§ 7-1 概述	121

一、齿轮的加工方法	121	五、精密位移测量装置	212
二、齿轮加工机床的分类	122	练习与思考题	204
§ 7-2 Y3150E型滚齿机	124	第十章 机床的安装和使用	205
一、主要组成部件	124	§ 10-1 机床的安装	205
二、机床的传动系统	124	一、机床的地基	205
三、机床的工作调整及主要部件结构	132	二、机床的安装	206
§ 7-3 Y5132型插齿机	136	§ 10-2 机床的验收试验	208
一、插齿工作原理及所需运动	136	一、机床的空运转试验	208
二、主要组成部件	137	二、机床的负荷试验	208
三、机床的传动系统	137	三、机床的精度检验	208
§ 7-4 圆锥齿轮加工机床	140	§ 10-3 机床加工中零件表面的 常见缺陷及排除措施	216
一、直齿圆锥齿轮刨齿机的工作原理	140	§ 10-4 机床的维护、保养和计划维修	219
二、关于产形齿轮的分析	141	一、机床的维护	219
三、刨齿机的刨齿自动循环	142	二、机床的保养	219
§ 7-5 机床的传动精度	143	三、机床的计划维修	221
一、传动精度及其对加工精度的影响	143	练习与思考题	222
二、传动误差及其传递规律	144	第十一章 机床分级变速传动系统的 设计	223
三、提高传动精度的措施	145	§ 11-1 标准公比和标准数列	223
练习与思考题	146	一、机床主轴转速、双行程数和 进给量数列的类型	223
第八章 自动和半自动车床	148	二、主轴转速按等比数列排列的优点	223
§ 8-1 C1312型单轴六角自动车床	150	三、标准公比和标准转速数列	224
一、概述	150	§ 11-2 分级变速传动系统的变速与 传动特性	225
二、机床的传动系统和自动控制系统	151	一、变速规律	225
三、机床的主要部件结构	155	二、各个变速组的传动比规律	226
四、机床的工作调整计算	162	三、结构式的通式	227
五、机床的工作调整	175	四、分析结构式的一般原则	227
§ 8-2 CB3463-1型程控转塔车床	178	§ 11-3 分级变速传动系统的设计	228
一、机床的工作特点、功用和 主要技术规格	178	一、设计分级变速传动系统的步骤	228
二、机床的传动系统	179	二、分级变速传动系统的设计	229
三、机床的电气控制系统简介	188	§ 11-4 分级变速的其它形式	240
四、机床的工作调整	195	一、采用多速电动机驱动的传动系统	240
练习与思考题	196	二、采用曲回机构传动的传动系统	241
第九章 数字程序控制机床	197	三、采用多公比的传动系统	242
§ 9-1 概述	197	练习与思考题	242
一、数控机床的工作原理	197	第十二章 机床的主要部件结构	243
二、数控机床的分类	198	§ 12-1 主轴部件	243
§ 9-2 数控机床的主要装置	199	一、对主轴部件的基本要求	243
一、标准穿孔纸带	199	二、主轴部件的类型	244
二、纸带阅读机	200		
三、数控装置	201		
四、伺服电机	201		

三、主轴·····	245	§ 14-1 概述·····	290
四、常用主轴部件的轴承及配置形式·····	249	一、组合机床的组成·····	290
§ 12-2 床身与导轨·····	251	二、组合机床的工艺范围·····	290
一、床身·····	251	三、组合机床的类型·····	291
二、导轨·····	253	§ 14-2 组合机床的通用部件·····	294
§ 12-3 操纵机构·····	260	一、通用部件的分类和型号编制·····	295
一、操纵机构的功用、组成和分类·····	260	二、常用的通用部件·····	296
二、对操纵机构的要求·····	260	§ 14-3 组合机床总体设计·····	307
三、常见变速操纵机构的结构及 工作原理·····	261	一、制定工艺方案·····	307
练习与思考题·····	267	二、确定组合机床的配置形式和 结构方案·····	308
第十三章 机床的改装·····	268	三、“三图一卡”的编制·····	308
§ 13-1 概述·····	268	§ 14-4 通用多轴箱设计·····	326
一、机床改装的主要途径·····	268	一、多轴箱的功用及分类·····	326
二、机床改装时应注意的问题·····	268	二、通用多轴箱的结构·····	327
§ 13-2 机床改装实例·····	269	三、多轴箱的通用零件·····	327
一、提高机床生产率的改装·····	269	四、多轴箱设计·····	332
二、提高机床加工精度的改装·····	272	练习与思考题·····	350
三、机床工艺性的改装·····	275	附录·····	352
§ 13-3 普通车床改装为经济型数控车床·····	277	附表1 金属切削机床类组型划 分表·····	352
一、机械传动系统的改装·····	277	附表2 传动元件标准符号(节录自 GB4460—84)·····	360
二、改装常用的典型部件·····	278	附表3 金属切削机床类、组划分表 (1957年编)·····	364
三、微机控制系统介绍·····	283	参考文献·····	366
四、加工程序的编制·····	284		
五、加工程序的输入和调出·····	289		
练习与思考题·····	289		
第十四章 组合机床设计·····	290		

绪 论

一、金属切削机床及其在机械制造业中的地位

在我国工业、农业的生产中，在人民的日常工作和生活中，使用着各种各样的机器设备、工具。这些机器设备和工具是由一定形状和尺寸的机械零件所组成。生产这些零件并把它们装配成为机器设备或工具的工业，称为机械制造业。

金属切削机床通常被简称为机床，它是利用切削刀具通过切削加工的方法将金属毛坯（或半成品）的多余金属切除，制成零件图纸所要求的形状、尺寸和精度的机器零件的一种机器。所以，金属切削机床是制造机器的机器，又称为工作母机。

除采用切削加工方法制造机器零件外，还可以采用铸造、锻造、焊接、冲压、挤压等方法制造，根据零件的不同形状和不同的技术要求，选用上述不同的制造方法。但是，要求精度高、表面粗糙度较小的一些零件，一般都要在机床上用切削加工的方法经过几道甚至几十道工序才能制成。因此，在一般机械制造工厂中，机床所担负的加工工作量约占机器总制造工作量的40%~60%。由此可见，机床在机械制造业中占有极其重要的地位。

机械制造业担负着为国民经济建设提供现代化技术装备的重要任务，必须超前为其它部门提供适合我国需要的先进技术装备。这就要求机床工业部门再超前为各个机械制造厂提供先进的现代化机床。所以，机床制造业在国民经济的现代化发展中又起着重大的作用。

二、金属切削机床的发展概况

机床是在人类改造自然的长期斗争中产生，又随着社会生产的发展和科学技术的进步而不断发展、不断完善的。机床经历了漫长而又非常缓慢的发展进程：

早在六千多年前，就有了原始的钻床和木工车床。使用弓钻在石斧和陶瓷上钻孔，就是当时的原始钻床。用两个支架将木料支承起来，拉动绕在其上的绳子使木料作来回转动，用手握持刀具进行回转体加工，就是当时的原始木工车床。

17世纪中叶，开始用畜力代替人力作为机床的动力，但仍然用手握持刀具加工，其加工质量完全决定于操作者的熟练程度。与此同时，又创造了加工天文仪器上大铜环的平面铣床和磨床。

18世纪，随着蒸汽机的发明问世，以及机动走刀架的创造，以蒸汽机为动力，对机床进行驱动或通过天轴对机床进行集群驱动，才基本解放了操作者的双手，并使加工质量和加工效率有了明显的提高，初步形成了现代机床的雏形。

19世纪至20世纪初，随着电动机的问世，电动机又取代了蒸汽机，通过天轴对机床进行集群驱动，以后又用单独电动机的全齿轮传动，才使机床基本具备了现代的结构形式。

由于我国历史上的长期封建统治及以后的帝国主义侵略和掠夺，在新中国成立之前，没有自己的机床制造业。新中国成立后机床工业从无到有、从小到大、从仿造到自行设计、扩建及兴建了一批机床制造厂，开展了各种机床的研究和试验工作。30多年来，我国机床工业已形成了一个布局合理、产品门类齐全的完整体系，能够生产出从小型的仪表机床到重型的各类机床，从各种通用机床到各种精密、高效率、高度自动化的机床和自动线，并已具有成

套装备现代化工厂的能力。更为卓越的是,我国已经能够自行设计和制造大量性能先进的数控机床和加工中心。但是,在目前的机械制造厂中,从加工方式来说,一人、一床、一刀、一件的“四个一”的方式仍然占多数;从机床的类型来说,机床的辅助动作主要靠人工操作的通用机床又占多数。因而,零件加工精度的稳定性、劳动生产率的提高、在制品数量的减少以及综合技术经济效果的提高等方面都受到了限制。为适应机械工业振兴的需要,适应现代化建设的需要,伴随着微电子技术和计算机技术的发展和不断推广使用,机械制造业所使用的机床也将向机电一体化的方向发展。将在机械加工车间中有所侧重地逐渐加大自动控制系统的自动和半自动机床、矩阵插销板的程序控制机床、数字控制机床和加工中心的比重。特别是综合应用了电子技术、计算技术、自动控制、精密检测等新技术成就的精密、高自动化、高适应性的数字控制机床,是机床发展的重要方向。采用按照成组技术和成组工艺的原则,由若干台数控(NC)或计算机数控(CNC)机床,包括加工中心(MC)、自动传送工件、自动上下料装置的工业机器人、工件存取的自动仓库,以及监控与管理的主计算机组成的柔性制造系统(FMS),以实现生产、加工过程的柔性自动化,也将在机械制造业中逐步加以推广应用。至于以手工操作为主的通用机床,也将面临着利用数控技术和微电脑技术进行改装,并作为机械加工革新挖潜的重要手段。另外,随着产品设计技术和新的合成材料的发现和发展,我国机床工业必将更为迅速地向前发展,以适应这些新技术和新材料加工的需要。

三、金属切削机床的分类

目前,我国按机床的加工方式和用途不同,把机床分为十二大类: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、超声波及电加工机床、切断机床、其它机床。每类机床又分成十组,每组又分成十型。磨床的品种较多,故将其再分成三个分类。每类机床的代号用其名称的汉语拼音的第一个大写字母表示,组和型的代号各用数字0~9表示,分类代号用数字表示(详见表0-1及附表1)。

表0-1 机床的类及分类代号

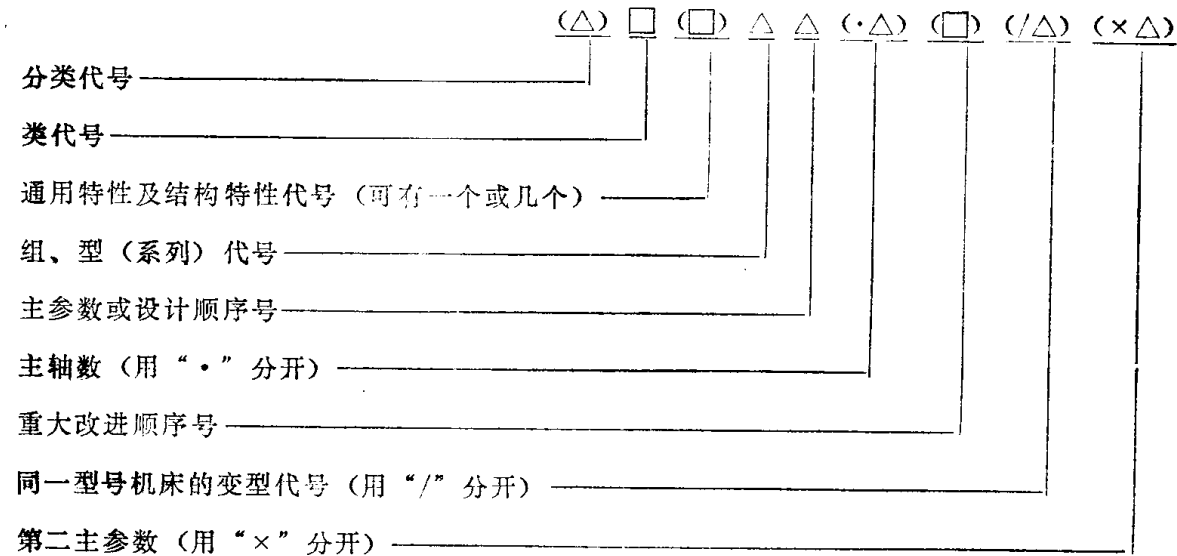
类 别	车床	钻床	镗床	磨 床			齿轮 加工 机床	螺纹 加工 机床	铣床	刨 插 床	拉床	电加 工机 床	切断 机床	其它 机床
代 号	C	Z	T	M	2M	3M	Y	S	X	B	L	D	G	Q
参考读音	车	钻	镗	磨	2磨	3磨	牙	丝	铣	刨	拉	电	割	其

除上述基本分类方法外,机床还可按照使用上的万能性程度、加工精度、自动化程度、主轴数目以及机床重量等进行分类,而且随着机床的不断发展,其分类方法也将不断发展。

四、金属切削机床型号的编制方法

机床的型号是一个代号,用以表示机床的类型、主要技术参数、使用及结构特性等。我国的机床型号编制办法是按1976年12月颁布的第一机械工业部标准JB1838—76《金属切削

机床型号编制方法》编制的。通用机床型号的表示方法如下：



注：有“()”的代号或数字，若无内容时则不表示；若有内容时应不带括号。
有“□”符号者为大写的汉语拼音字母。
有“△”符号者为阿拉伯数字。

1. 机床的类别代号

机床的类别及分类代号见上列表 0-1。

2. 机床的特性代号

(1) 通用特性代号 如机床具有表 0-2 中所列的某种通用特性时，在类代号之后加上相应的通用特性代号，如CM6132型精密普通车床型号中的“M”表示通用特性为“精密”。

表0-2 机床通用特性及其代号

通用特性	高精度	精密	自动	半自动	数控	仿形	自动换刀	轻型	万能	筒式
代号	G	M	Z	B	K	F	H	Q	W	J
读音	高	密	自	半	控	仿	换	轻	万	筒

(2) 结构特性代号 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的大写区分并排在通用特性代号之后。通用特性用过的字母以及 I、O 两字母不能用作结构特性代号。

3. 机床的组、型代号

机床的组、型代号用两位阿拉伯数字分别表示，第一位数字表示组别，第二位数字表示型别。位于类代号或通用特性代号（或结构特性）之后。例如，CA6140型普通车床型号中的“61”，说明它属于车床类 6 组、1 型。

4. 主参数或设计顺序号

主参数用折算值（主参数乘折算系数）表示，位于组、型代号之后。某些通用机床，当无法用一个主参数表示时，在型号中用设计顺序号表示。设计顺序号由 01 开始。

各种型号的机床，其主参数的折算系数可以不同：一般来说，对于以最大棒料直径为主参数的自动车床、以最大钻孔直径为主参数的钻床、以额定拉力为主参数的拉床，其折算系

数为1；对于以床身上最大工件回转直径为主参数的普通车床、以最大工件直径为主参数的绝大多数齿轮加工机床、以工作台工作面宽度为主参数的立式和卧式铣床、绝大多数镗床和磨床，其主参数的折算系数为1/10；大型的立式车床、龙门刨床、龙门铣床等的主参数折算系数为1/100。各类机床的主参数名称及折算系数详见JB1836—76。例如，CA6140型普通车床型号中的“40”，说明该机床在床身上的最大工件回转直径为400mm。

5. 第二主参数

第二主参数一般是指主轴数、最大跨距、最大工件长度、最大模数、最大车削（磨削、刨削）长度及工作台工作面长度等。它在型号中的表示方法如下：

（1）多轴机床的主轴数，以实际的轴数标于型号中主参数之后，并用“·”分开，读作“点”。

（2）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、最大模数等第二参数变化，引起机床结构产生较大变化时，为了区分，将第二主参数列入型号的末端并用“×”分开，读作“乘”。凡第二主参数属于长度、跨距、行程等的折算系数为1/100；凡属直径、深度、宽度用1/10折算系数；最大模数、厚度等以实际值列入型号。各类机床的第二主参数名称及折算系数详见JB1836—76。

6. 重大改进顺序号

当机床的性能及结构布局有重大改进，并按新产品重新试制和鉴定后，在原机床型号之后按A、B、C…等字母顺序加进改进顺序号，以区别于原型号机床。

7. 同一型号机床的变型代号

某些专门用途的通用机床如加工曲轴、凸轮轴的车床及磨床，双端面磨床，专门化半自动车床等，需要按不同的加工对象，在基型机床的基础上，变换机床的结构型式。这种变型机床，在原机床型号之后加1、2、3…等数字，并用“/”分开，读作“之”。

8. 示例

〔例1〕 最大磨削直径为40mm的精密无心外圆磨床，其型号为MM1040。

〔例2〕 最大磨削直径为200mm的外圆超精加工磨床，其型号为2 M1320。

〔例3〕 加工最大棒料直径为50mm的卧式六轴自动车床，其型号为C 2150·6。

〔例4〕 工作台工作面宽度为500mm，经第一次重大改进设计的卧轴矩台平面磨床，其型号为M7150 A。

目前车间中的许多机床型号，是用1957年1月颁布的“机床型号编制办法”编制的，请参阅附表3。

五、金属切削机床的技术规格及其对选用机床的意义

每一种通用机床，都应该能够加工各种不同尺寸的工件，所以，它不可能做成一种规格。国家根据机床的生产和使用情况，规定了每一种通用机床的主参数和第二主参数系列。现以普通车床为例加以说明。

普通车床的主参数是在床身上工件的最大回转直径，有250、320、400、500、630、800、1000、1250mm八种规格；主参数相同的普通车床，往往又有几种不同的第二主参数——最大工件长度。例如，CA6140型普通车床在床身上最大回转直径为400mm，而最大工件长度有750、1000、1500和2000mm四种。

普通车床的技术规格的内容，除主参数和第二主参数外，还有刀架上最大回转直径、中

心高（主轴中心至床身矩形导轨的距离）、通过主轴孔的最大棒料直径、刀架的最大行程、主轴内孔的锥度、主轴转速范围、进给量范围、加工螺纹的范围、电动机功率等等。CA6140型普通车床的技术规格见表 0-3。

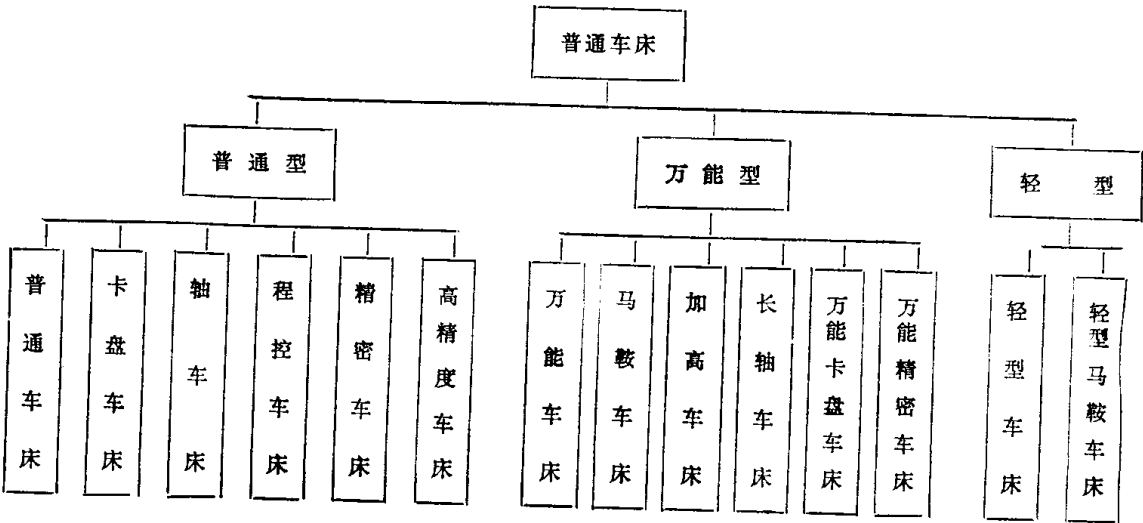
表0-3 CA6140型普通车床的主要技术规格

最大加工直径/mm	在床身上	400	主轴内孔锥度/号		6号
	在刀架上	210	主轴转速范围/(r·min ⁻¹)		10~1400(24级)
	棒料	46	进给量范围	纵向	0.028~6.33(64级)
最大加工长度/mm		650、900、1400、1900	/(mm·r ⁻¹)	横向	0.014~3.16(64级)
中心高/mm		205		加工螺纹范围	
顶尖距/mm		750、1000、1500、2000	公制/mm		1~192(44种)
刀架最大行程/mm	纵向	650、900、1400、1900	英制/(牙·in ⁻¹)		2~24(20种)
	横向	320	模数/mm		0.25~48(39种)
	刀具溜板	140	径节/(牙·in ⁻¹)		1~96(37种)
			主电动机功率/kW		7.5

机床的技术规格可以从机床说明书中查出。了解机床的技术规格，对正确使用机床和合理选用机床都具有十分重要的意义。例如，当我们使用两顶尖进行加工或在主轴上安装心轴和其它夹具时，需了解主轴内孔锥度；当需要在主轴端上安装卡盘或花盘、夹具时，需了解主轴端的外锥体或螺纹尺寸；当采用长棒料加工时，要了解最大加工棒料直径；当加工螺纹或决定切削用量时，要选择机床所具有的主轴转速和进给量，要考虑机床的电动机功率是否够用等等。所以，只有结合机床的技术规格进行全面的考虑，才能起到正确使用和合理选用机床的作用。

六、金属切削机床的型式品种

由于各使用部门所加工的工件和生产规模不同，对机床的性能和结构的要求也就不同，因此，同一规格的一类机床，还需具备多种不同的型式品种，以满足各种各样的要求。普通车床的型式品种如下：



其中万能型具有广泛的万能性。万能型中以万能车床（CA6140型普通车床实质上是万能车

床, 因它的工艺范围较广) 为“基型”, 在此基础上将结构稍作变动, 派生出马鞍车床、加高车床、长轴车床、万能卡盘车床和万能精密车床等“变型”机床。普通型的万能性较窄, 如只能加工公制螺纹。但普通型车床的结构较简单, 具有较好的刚度和抗振性, 生产率较高, 适用于大批和成批生产车间。轻型的特点是结构简单、体积小、重量轻, 适用于医疗、卫生、轻工、纺织等行业及农机具制造和维修部门。

练习与思考题

1. 解释下列机床型号的意义:

X 6132, X 5032, C 6132, Z 3040, T 6112, T 4140, Y 3150, L 6120, CB3463-1, C 1312, B 2010 A。

2. 在使用和选用机床之前, 了解机床的主要技术规格有什么意义?

第一章 机床传动的基本知识

§ 1-1 机 床 的 运 动

各种类型的机床, 为了进行切削加工以获得零件工作图所要求的几何形状、尺寸精度和表面质量的工件, 必须使刀具和工作完成一系列的运动。至于机床需要多少个运动, 是直线运动还是旋转运动, 完全决定于被加工零件的表面形状和加工时所采用的刀具。以车床车削圆柱体表面为例(图 1-1); 当工件被三爪卡盘夹持并启动机床之后, 手摇刀架使车刀在纵、横方向接近工件(运动 II 和 III), 然后再使车刀横向切入工件(运动 IV)至一定深度(吃深, 其深度决定于本工序要求的尺寸 d); 通过工件的旋转(运动 I)和车刀纵向直线移动(运动 V), 车削出圆柱体表面; 当车刀纵向移动到所需的长度尺寸 l 时, 车刀横向退离工件(运动 VI)并纵向退回至起始位置(运动 VII)。此外, 在加工过程中还可能要完成开车、停车和变速等动作。

机床在加工过程中完成的各种运动, 按其功用可分为表面成形运动和辅助运动两类。

一、表面成形运动

直接参与切削过程, 为形成所需表面形状有关的刀具与工件间的相对运动, 称为表面成形运动。如图 1-1 中工件的旋转运动 I 和车刀的纵向直线移动 V 是形成圆柱体表面的成形运动。根据切削过程中所起的作用不同, 表面成形运动又分为主体运动和进给运动。

1. 主体运动

直接切除毛坯上的金属使之变成切屑的运动, 称为主体运动。主体运动速度高、要消耗大部分的机床动力。车床工件的旋转、铣床铣刀的旋转、磨床砂轮的旋转、钻床和镗床的刀具旋转、牛头刨床的刨刀及龙门刨床的工件直线往复移动等等都是主体运动。

对旋转主体运动, 其主轴转速的单位以 r/min 表示; 对直线往复主体运动, 其直线往复速度的单位以双行程/ min 表示。

2. 进给运动

不断地将被切金属投入切削, 以逐渐切出整个工件表面的运动称为进给运动。进给运动的速度低, 消耗动力很少。车床刀具相对于工件作纵向直线移动、卧式铣床工作台带动工件相对于铣刀作纵向直线移动、外圆磨床工件相对于砂轮作旋转(称圆周进给运动)和作纵向直线往复移动等等都是进给运动。进给运动速度的单位用下列方法表示,

(1) mm/r , 如车床、钻床、镗床等;

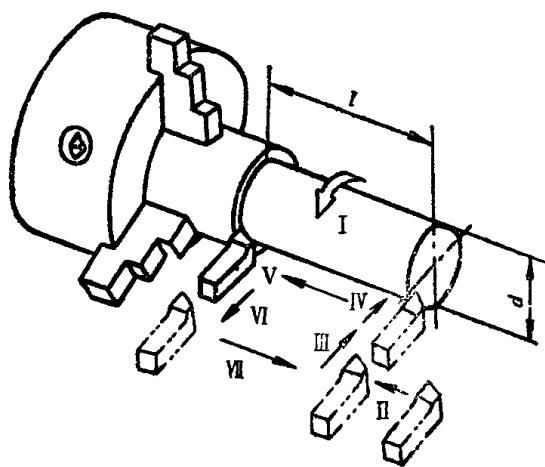


图1-1 车削圆柱体表面的运动

(2) mm/min, 如铣床等;

(3) mm/双行程, 如刨床等。

任何一台机床, 至少有一个主体运动, 但进给运动可能有一个或几个, 也可能没有 (如图 1-2 所示的拉床)。

二、辅助运动

在一般情况下, 单靠表面成形运动只能使被加工表面获得一个轮廓形状, 不一定能一次达到尺寸精度及表面质量的要求, 因此, 机床常常需要一再重复表面成形运动, 这就需要机床有一系列的辅助运动, 如刀具

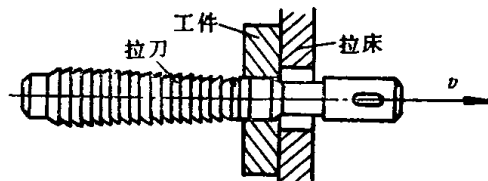


图1-2 拉床的工作运动

的接近工件、切深、刀具退离工件、快速退回起始位置 (如图1-1 运动 II、III、IV、VI、VII等) 等; 另外, 为了使刀具与工件具有正确的相对位置的对刀运动, 多工位工作台和多工位刀架的周期性转位, 加工局部表面时的周期性分度运动等等, 也属于辅助运动。总之, 机床上除表面成形运动外的所有运动, 都是辅助运动。

§ 1-2 机床的传动系统

机床加工过程中所需的各种运动, 是通过运动源、传动装置和执行件并以一定的规律所组成的传动链来实现的。其中:

(1) 运动源 是给执行件提供动力和运动的装置, 常采用三相异步电动机。

(2) 传动装置 是传递动力和运动的装置, 它把运动源的动力和运动最后传给执行件。同时, 传动装置还需完成变速、变向和改变运动形式等任务, 以使执行件获得所需的运动速度、运动方向和运动形式。

(3) 执行件 执行机床工作的部件, 如主轴、刀架、工作台等。执行件用于安装刀具或工件, 并直接带动其完成一定的运动形式和保证准确的运动轨迹。

传动装置一般有机、液、电三种。液压传动与电气传动已分别于有关课程详细介绍, 在此不再赘述。机械传动装置有无级变速的和分级变速的传动装置两种, 由于无级变速传动装置的变速范围小, 零件制造精度要求很高、经济性较差, 一般不常采用, 而多数以液压和电气的无级变速所取代。下面, 着重介绍几种常用的机械传动装置。

一、常用的几种机械传动装置

机械传动装置通常由定比传动副、变换传动比的变速组和变换运动方向的变向机构等组成。

1. 定比传动副

定比传动副包括齿轮副、皮带轮副、齿轮齿条副、蜗杆蜗轮副和丝杠螺母副等。它们的共同特点是传动比固定不变, 而齿轮齿条副和丝杠螺母副还可以将旋转运动转变为直线运动。

2. 变速组

变速组是实现机床分级变速的基本机构, 常用的有滑移齿轮变速组、离合器变速组、挂轮变速组和摆移齿轮机构等。

(1) 滑移齿轮变速组 如图 1-3 a 所示, 轴 I 上装有三个固定齿轮 z_1 、 z_2 和 z_3 , 三联滑移齿轮块 z'_1 、 z'_2 和 z'_3 制成一体, 并以花键与轴 II 连接, 当它分别处于左、中、右三个

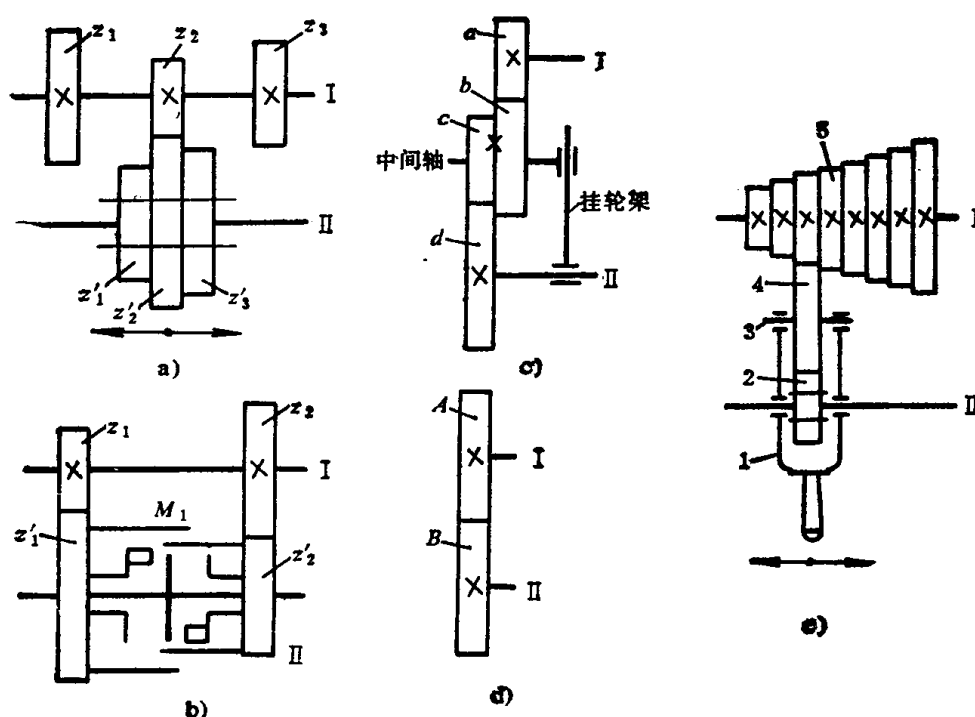


图1-3 常用的机械分级变速组

不同的啮合工作位置时，使传动比不同的齿轮副 $\frac{z_1}{z'_1}$ 、 $\frac{z_2}{z'_2}$ 、 $\frac{z_3}{z'_3}$ 依次啮合工作。此时，如轴 I 只有一种转速，则轴 II 可得三种不同的转速。除上面介绍的三联齿轮变速组外，机床上常用的还有双联滑移齿轮变速组。滑移齿轮变速组结构紧凑，传动效率高、变速方便、能传递很大的动力，但不能在运转过程中变速，多用于机床的主体运动中（其它运动也经常采用）。

（2）离合器变速组 如图 1-3 b 所示，轴 I 上装有两个固定齿轮 z_1 和 z_2 ，它们分别与空套在轴 II 上的齿轮 z'_1 和 z'_2 相啮合。端面齿离合器 M_1 用花键与轴 II 相连。由于 $\frac{z_1}{z'_1}$ 和 $\frac{z_2}{z'_2}$ 的传动比不同，所以，如轴 I 只有一种转速，则当离合器 M_1 向左及向右移动，依次地与 z'_1 及 z'_2 的端面齿相啮合时，轴 II 可得二种不同转速。离合器变速组变速方便，变速时齿轮不需移动，故常用于螺旋齿圆柱齿轮传动中，使传动平稳。另外，如将端面齿离合器换成摩擦片式离合器，则可使变速组在运转过程中变速。但这种变速的各对齿轮经常处于啮合状态，磨损较大，传动效率低。它主要用于重型机床以及采用螺旋齿圆柱齿轮传动的变速组（端面齿离合器）以及自动、半自动机床（摩擦片式离合器）中。

（3）挂轮变速组 挂轮变速组有采用一对挂轮（图 1-3 d）和两对挂轮（图 1-3 c）的两种。一对挂轮的变速组比较简单，只要在固定中心距的轴 I 和轴 II 上装上传动比不同，但“齿数和”相同的齿轮副 A 和 B，则可由轴 I 的一种转速，使轴 II 得到不同的转速。两对挂轮的变速组需要有一可以绕轴 II 摆动的挂轮架，中间轴在挂轮架上可作径向调整移动，并用螺栓紧固在任何径向位置上。挂轮 a 用键与主动轴 I 相连，挂轮 d 用键与从动轴 II 相连，而 b、c 挂轮通过一个套筒空套在中间轴上。当调整中间轴的径向位置使 c、d 挂轮正确啮

合之后,则可摆动挂轮架使 b 轮与 a 轮也处于正确的啮合位置。因此,改变不同齿数的挂轮,则能起到变速的作用。挂轮变速组可使变速机构简单、紧凑,但变速调整费时。一对挂轮的变速组刚性好,多用于主体运动中;两对挂轮的变速组由于装在挂轮架上的中间轴刚度较差,一般只用于进给运动以及要求保持准确运动关系的齿轮加工机床、自动和半自动车床的传动中。

(4) 摆移齿轮变速组 如图 1-3 e 所示,在轴 I 上装有 8 个齿数不同的固定齿轮,通常称为塔齿轮;轴 II 上装有一个滑移齿轮 2,它通过一个可以轴向移动又能摆动的摆移架 1 推动作左、右滑移;摆移架 1 的中间轴 3 上装有一中间轮 4。因此,当摆移架 1 连摆带移动依次地使中间轮 4 与塔齿轮中的一个齿轮相啮合时,如轴 I 只有一种转速,则轴 II 便可得不同的 8 种转速。由于摆移齿轮变速组有一摆移架,刚性较差,一般只用于车螺纹运动。

3. 变向机构

变向机构用来改变机床执行件的运动方向。变向机构的类型很多,这里只介绍其中的两种。

(1) 滑移齿轮变向机构 如图 1-4 a 所示,轴 I 上装有一齿数相同的 ($z_1 = z'_1$) 双联齿轮,轴 II 上装有一花键连接的单联滑移齿轮块 z_2 ,中间轴上装有一空套齿轮 z_0 。当滑移齿轮 z_2 处于图示位置时,轴 I 的运动经 z_0 传给齿轮 z_2 ,使轴 II 的转动方向与轴 I 相同;当滑移齿轮 z_2 向左移动与轴 I 上的 z'_1 齿轮直接啮合时,则轴 I 的运动经 z_2 齿轮传给轴 II,使轴 II 的转动方向与轴 I 相反。这种变向机构刚度好,多用于主体运动中。

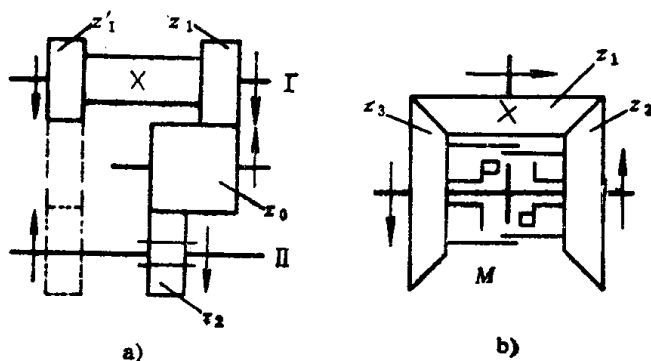


图 1-4 常用的变向机构

(2) 圆锥齿轮和端面齿离合器组成的变向机构 如图 1-4 b 所示,主动轴 I 上的固定圆锥齿轮 z_1 直接传动空套在轴 II 上的两个圆锥齿轮 z_2 和 z_3 朝相反的方向旋转,如将花键连接的离合器 M 依次与 z_2 及 z_3 圆锥齿轮的端面齿相啮合,则轴 II 可得不同的两个方向的运动。这种变向机构刚性比圆柱齿轮的较差,多用于进给或其它辅助运动中。

二、机床的传动系统

上面已经介绍,机床上的每一种运动,都是通过运动源、传动装置和执行件并以一定的规律组成的传动链来实现。机床有多少个运动(一般指机动的运动)就有多少条传动链。实现机床各个运动的所有传动链就组成一台机床的传动系统。用规定的简单符号(见附表 2)表示机床传动系统的图形,称为机床的传动系统图(见图 1-5)。

每一条传动链必定有首端件和末端件,这两个端件可能是电动机—主轴,电动机—工作台,或主轴—刀架等。用定比传动副、变速组等传动装置把这两端件连接起来,并使它们彼此之间保持传动联系和一定的运动关系,就成为某一运动的传动链(有时也称为某一运动的传动系统)。它们所保持的运动关系指的是:例如,在车床上车外圆,当主轴转一转时,刀架带动车刀纵向进给一个走刀量的距离;在车床上车螺纹,当主轴转一转时,刀架带动车刀纵向进给一个螺纹导程的距离等等。

图 1-5 为简单的普通车床传动系统图。通常,普通车床有四个运动。即主体运动——主

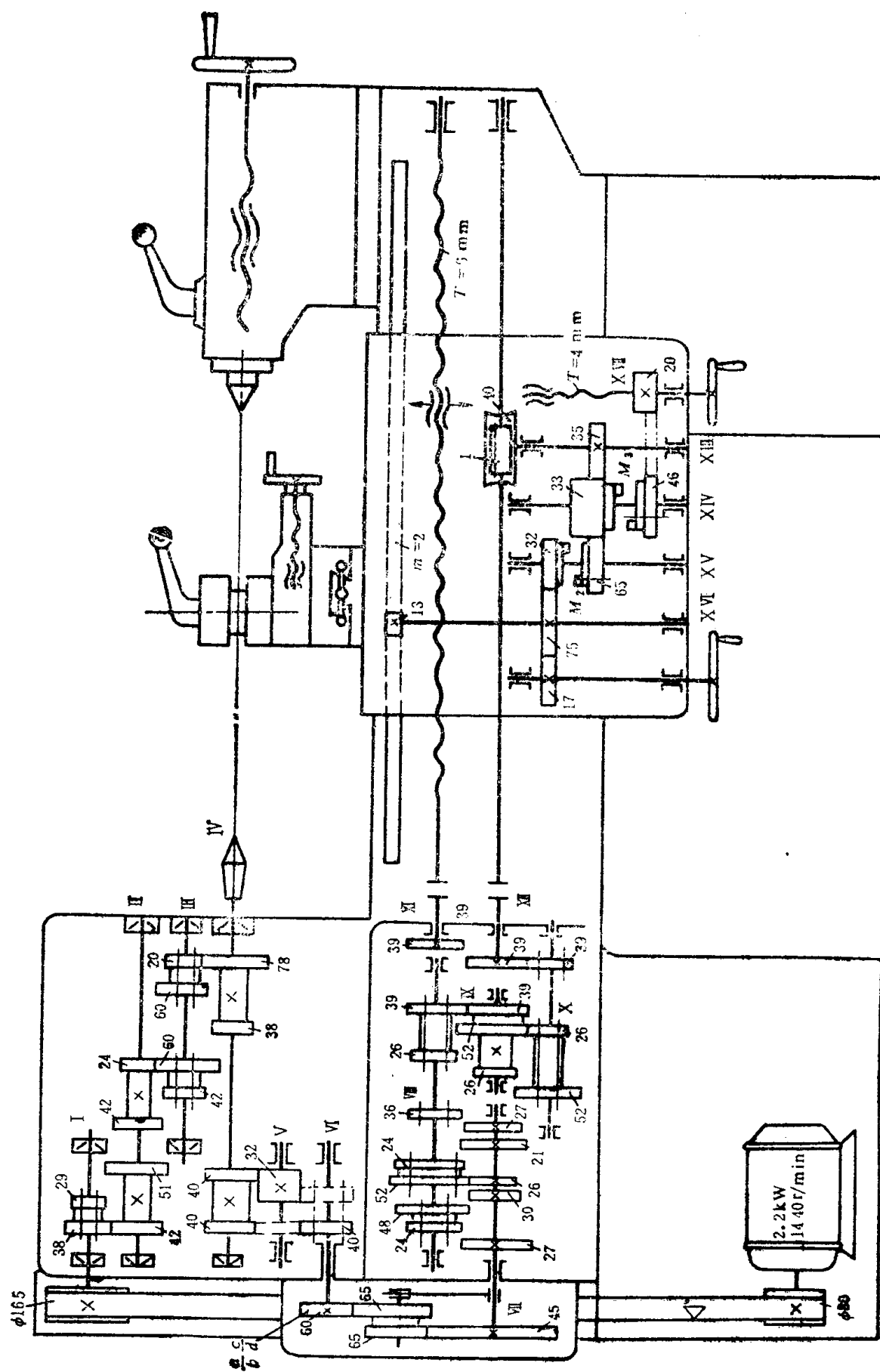


图1-5 简单的普通车床传动系统图