

中等专业学校试用教材

金属切削机床

广西机械工业学校 主编

机械工业出版社

中等专业学校试用教材

金 属 切 削 机 床

广西机械工业学校 主编



机械工业出版社

金属切削机床

广西机械工业学校 主编

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ · 印张 $28^{1/4}$ · 字数 696 千字

1979年2月北京第一版·1979年2月北京第一次印刷

印数 000,001—180,000 · 定价 2.05 元

*

统一书号: 15033 · 4804

编 者 的 话

本书是根据 1978 年 2 月第一机械工业部中等专业学校机械制造专业教材会议制定的教学大纲编写的，适合作为教材试用，也可供有关专业的工人、技术人员作为参考书。

本书的主要内容有：车床、铣床、镗床、齿轮加工机床、自动车床及数控机床等典型机床的工作原理、传动系统、典型机构及其调整使用的基本知识；机床运动、机床刚度、振动、热变形、爬行现象及机床精度的基本理论；机床设计、组合机床设计与自动线的基本知识等。本书的内容比教学大纲的要求面略广一些，各校在试用时，可作适当的选择。

本书由广西机械工业学校陈惠林主编，参加编写的有上海机器制造学校顾维邦、山东省机械工业学校嵇焕兴、旅大市工业学校李庚臣、南京机器制造学校陈金德等。参加审稿及修稿的还有吉林省机械工业学校李秀玲、河北机电学校胡尚哲、上海机器制造学校赖启文、北京机械学校卢汝贵、沈阳市机电学校刘荫青、王振全、青岛轻工业学校王鸣华、胜利油田技术学校薛正鹏、重庆市工业学校蒋维同、包头机械工业学校贾继尝等。本书在编写过程中，还得到有关学校、工厂及研究所的热诚支持与帮助，在此一并表示衷心感谢。

由于我们思想、业务水平较低，加之编写时间仓促，书中难免还有不少缺点错误，希望读者提出批评指正。

1978年9月

统一书号：15033·4804

定 价：2.05 元

目 录

绪论	1
----------	---

第一篇 典型机床

第一章 普通车床	5
§ 1-1 C 620-1型普通车床	5
§ 1-2 CA6140型普通车床	31
第二章 X 62W型卧式万能铣床	47
§ 2-1 概述	47
§ 2-2 机床传动系统	49
§ 2-3 机床的主要部件结构及调整	52
§ 2-4 分度头	58
第三章 T 68型卧式镗床	66
§ 3-1 概述	66
§ 3-2 主轴与平旋盘结构	69
§ 3-3 坐标测量装置	71
§ 3-4 机床传动系统	74
第四章 齿轮加工机床	79
§ 4-1 概述	79
§ 4-2 Y 38型滚齿机	82
§ 4-3 Y 54型插齿机	99
第五章 自动车床	104
§ 5-1 概述	104
§ 5-2 C 1312型单轴六角自动车床	107
§ 5-3 机床工作循环的调整	118
第六章 数字程序控制机床	133
§ 6-1 概述	133
§ 6-2 程序编制技术简介	140
§ 6-3 光电输入机及数控装置	146
§ 6-4 伺服驱动装置	147
§ 6-5 位移检测数字显示装置	149
§ 6-6 CK6140 型数控车床	160
§ 6-7 THK6380 型自动换刀数控卧式镗铣床	171

第二篇 机床设计与使用的基本理论

第七章 机床运动与调整计算原理	189
§ 7-1 金属切削机床运动分析	189

§ 7-2 运动链的性质与联系	191
§ 7-3 运动链调整环及其调整计算原理	192
§ 7-4 挂轮齿数计算与选择	195
第八章 机床的刚度与振动	198
§ 8-1 机床的刚度	198
§ 8-2 机床刚度对加工精度的影响	202
§ 8-3 机床刚度的测定	204
§ 8-4 提高机床刚度的方法	206
§ 8-5 机床的振动	208
§ 8-6 减振与消振	210
第九章 机床的热变形和爬行现象	213
§ 9-1 机床的热变形	213
§ 9-2 机床的爬行现象	216
第十章 机床的精度	220
§ 10-1 机床主轴的回转精度	220
§ 10-2 导轨精度	222
§ 10-3 机床传动链的传动精度	224
§ 10-4 机床精度检验	229

第三篇 机 床 设 计

第十一章 机床总体设计	233
§ 11-1 机床设计的一般原则和步骤	233
§ 11-2 机床总体布局	236
§ 11-3 机床技术参数的确定	237
第十二章 机床传动系统设计	244
§ 12-1 机床主传动变速系统方案拟定	245
§ 12-2 齿轮齿数的确定	250
§ 12-3 具有某些特点的传动系统	257
§ 12-4 传动系统中齿轮的布置	261
§ 12-5 传动件的计算转速	263
第十三章 床身与导轨	265
§ 13-1 床身	265
§ 13-2 普通滑动导轨	273
§ 13-3 滚动导轨	282
§ 13-4 液体静压导轨	286
第十四章 主轴与轴承	291
§ 14-1 对主轴部件的基本要求	292
§ 14-2 主轴部件的滚动轴承	294
§ 14-3 主轴部件的滑动轴承	306
§ 14-4 主轴	317
第十五章 其它机构	332
§ 15-1 丝杠螺母机构	332

§ 15-2 机床的微量进给传动机构	341
§ 15-3 离合器	342

第四篇 组合机床及其自动线

第十六章 组合机床设计	346
§ 16-1 组合机床的组成及其配置型式	346
§ 16-2 组合机床的通用部件	349
§ 16-3 组合机床总体设计	371
§ 16-4 组合机床多轴箱设计	390
第十七章 组合机床自动线	417
§ 17-1 概述	417
§ 17-2 组合机床自动线的辅助装置	419
§ 17-3 UX16 型加工电机座自动线	421
§ 17-4 机械手简介	424
附录一 金属切削机床型号编制方法	437
附录二 1957年1月颁布的“机床型号编制办法”	442
附录三 国际单位制(SI)及其换算	444
参考文献	446

绪 论

一、金属切削机床及其在国民经济中的地位

在我国的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和生产工具。这些机器设备和工具都是在各种机械制造厂生产的,如机床厂、汽车厂、拖拉机厂、电机厂、矿山机械厂、农业机械厂……等等。各种机械制造厂通常分热加工(如铸、锻、焊及热处理)车间和冷加工(如切削加工、冲及剪)车间。在车间的主要机器装备中,若按台数来计算,机床占60~80%,包括金属切削机床、锻压机床和木工机床等。

金属切削机床是用刀具对金属工件进行切削加工的机器。它是加工机器零件的主要设备,它所负担的劳动量,在一般生产中约占制造机器的总劳动量的40~60%。因为它是制造机器的机器,所以又称为“工作母机”,简称为机床。

英明领袖华主席在第五届全国人民代表大会上号召我们,为建设社会主义的现代化强国而奋斗。要实现毛主席、周总理的遗愿,在本世纪内全面实现四个现代化,使我国国民经济走在世界前列。为此,机械工业必须为各个经济部门提供现代化的技术装备。而机床工业部门首先要为各机械制造厂提供现代化的、先进的机床设备,包括各种大型机床、高效率机床、高精度机床。机床是机器制造业中的主要技术装备,因而,机床工业在我国社会主义建设中,在实现工业、农业、国防和科学技术现代化中,有着重大的作用和广阔的发展前途。

二、我国机床工业发展概况

解放前的旧中国,由于帝国主义的侵略,封建主义、国民党反动派的压迫和剥削,工、农业生产非常落后,仅仅在一些修配机械厂中制造过少量的简陋机床。我国的机床工业完全是解放后建立起来的。在党和毛主席的英明领导下,我国的机床工业已经从无到有,从小到大成长和壮大起来,以飞跃的速度向前发展。

经过1949~1952年的三年经济恢复整顿时期,对一些旧的修配工厂进行了改造和调整,开始新建一些机床厂,仿制国外的一些普通机床,开辟了我国机床制造工业的历史。以后机床工业又得到迅速发展。机床产品已从仿制到自行设计;从单品种到多品种、系列化;从简单粗糙到大型精密。奠定了我国机床工业的基础。

随着科学技术的迅速发展,现代机器制造业中需要精密加工的零件越来越多,加工精度要求也越来越高,因此对高精度精密机床的需要日益增加。精密机床的制造水平是反映一个国家机床工业水平的重要方面。我国目前已能自行设计、制造高精度精密机床,在品种、数量和技术水平上均有很大发展,目前有些产品已达到先进水平。如试制成功的S7450型螺纹磨床,可加工直径500毫米、长5米的精密丝杠,表面光洁度达到 $\nabla 13$ 。机床采用静压导轨,静压轴承,动态测量,工作头架采用可控硅无级调速等新技术。还试制成功精密度和自动化程度较高的T42200型双柱光栅数字显示座标镗床等等。

随着国民经济的新跃进,我国机械工业,特别是矿山、冶金、电力设备和船舶制造业,产品机体都趋向大型化。因而加速发展大型机床是我国机床工业的重点之一。目前我国已能自制工作台直径10米的立式车床,中心高1600毫米重型卧式车床,5米×20米的铣刨床,以及大型导轨磨床,和重型龙门铣床等。

由于现代化工业的专业化生产,生产规模日益扩大,要求机床工业提供高精度的,高效率的和自动化的专用设备。因而组合机床及其自动线已经越来越广泛地应用于汽车、拖拉机、内燃机、阀门、电器、纺织机械和国防工业等机械制造业部门。广泛使用组合机床及其自动线已经成为多快好省地发展和改造我国机械工业的一条重要途径。全国组合机床的产量、质量及技术水平都有很大提高,而且成套装备现代化工厂的能力也有很大提高。如一机系统目前已有的冷加工自动线中,其中有80%是组合机床自动线。一般可比单机生产提高效率3~5倍,甚至可达十多倍。对于多品种、中小批量的工业生产,设计制造了转塔式组合机床;自动更换多轴箱和自动换刀的组合机床;可调自动线及数字控制机床等。

数字控制机床在世界上只有二十多年的历史。它是综合地应用了电子计算机、自动控制、精密测量及机床结构设计等各个技术领域里的最新成果而发展起来的一种既有广泛的通用性,又有很高的自动化程度的新型机床。它对复杂型面零件的加工和实现多品种、中小批量生产的自动化,提高生产率及降低成本等都具有重要作用。我国于1958年开始研制以来,数控机床生产也取得了较大的进展。

我国机床工业在短短的二十余年时间里,取得了巨大的成就。但是,我们也应当看到,我国机床工业的技术水平与世界先进水平相比较,差距仍然是相当大的。主要表现在生产效率低、质量差、机床寿命短。因此,我们要在本世纪末实现四个现代化,接近、赶上和超过世界先进水平,这就必须善于吸收一切外国的好东西,把学习外国的先进技术和自己的独创结合起来,加快我们的发展速度。我们的任务是光荣而艰巨的,我们的前途是光明灿烂的。让我们高举毛主席的伟大旗帜,紧密地团结在以华主席为首的党中央周围,迈开大步,向四个现代化进军,为建设社会主义的现代化强国而奋斗。

三、金属切削机床的分类与型号的编制方法

(一) 金属切削机床的分类

由于社会主义生产的发展与加工工艺的需要,金属切削机床发展到今天已具有许多式样。为了便于区别和使用机床,按机床加工性质和所用的刀具不同,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、刨床及插床、拉床、超声波及电加工机床、切断机床、其它机床等。

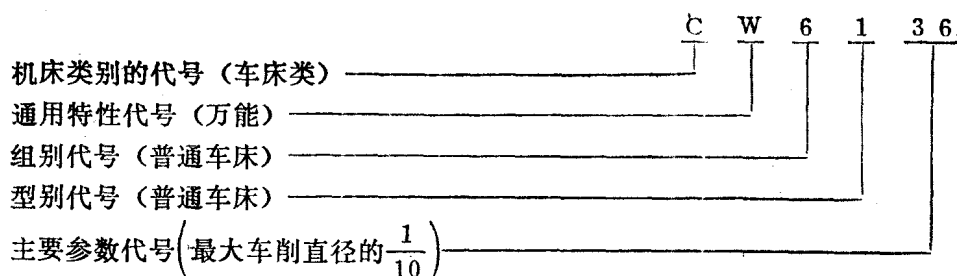
除以上基本分类法外,机床还可以按照它所具有的特性来区分,可分为:普通机床、万能机床、精密机床、高精度机床、自动机床、半自动机床、仿形机床、多轴机床、多刀机床、液压机床、程序控制机床、专门化机床、专门机床、组合机床、联合机床等;如按机床加工工件的大小和机床的重量来区分,可分为:仪表机床、中小型(一般)机床、大型机床、重型机床等;如按机床布局的方式来区分,可分为:卧式机床、立式机床、台式机床、单臂机床、龙门机床、摇臂机床、单柱机床、双柱机床、马鞍机床、落地机床、地坑式机床等。

随着机床技术水平的不断发展,机床的类型、品种也愈来愈多,机床的分类也在不断地发展。

(二) 我国机床型号的编制方法

为了方便使用和管理,必须给每种机床赋予一个型号。每台机床的型号必须反映出机床的类别、结构特征和主要的技术规格。我国机床型号的编制,按1976年12月一机部颁布的“金属切削机床型号编制方法”实行。

机床型号的编制,是采用汉语拼音字母和阿拉伯数字按一定的规律组合排列的,用以表示机床的类别、使用与结构的特性和主要规格。例如CW6136型普通车床,型号中的代号及数字的含义如下:



1. 机床类别代号 是以汉语拼音第一个字母(大写)来表示的。例如“车床”的汉语拼音是“Chechuang”用“C”表示。又如“钻床”拼音是“Zuanchuang”用“Z”表示,在型号中是第一位代号。型号中的汉语拼音字母一律按其名称读音。

2. 机床特性代号 是用汉语拼音字母来表示。指机床具有的特别性能,包括通用特性代号与结构特性代号,例如“高精度”、“自动”、“万能”等等。每一种通用特性用一个汉语拼音字母表示,如“高精度”用“G”表示,“万能”用“W”表示,在型号中特性代号排在机床类别代号的后面,结构特性代号排在通用特性代号之后。

3. 组别、型别的代号 是用两位数字来表示。每类机床按机床用途、性能、结构相近或有派生关系分为若干组,如车床类分为十组,用阿拉伯数字“0~9”表示,其中“6”代表“落地及普通车床”组,“5”代表立式车床组。每组车床中有若干个型的车床,如“落地及普通车床”组中有6个型,用阿拉伯数字“0~5”来表示,其中“1”型是普通车床,“2”型是马鞍车床。在机床型号中,类别代号或特性代号之后,第一位阿拉伯数字代表组别,第二位阿拉伯数字代表型别。金属切削机床的类组型划分参看附录一的附表1。

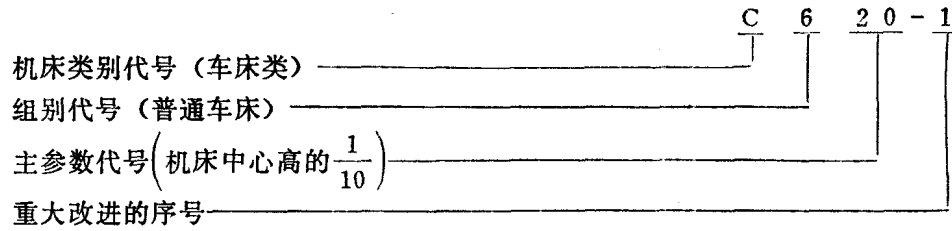
4. 主要参数的代号 是用数字来表示。主参数代号能反映机床的主要技术规格,通常用主参数的 $\frac{1}{10}$ 或 $\frac{1}{100}$ 表示。各类机床的主参数代号含义是不同的。在型号中,第三位数字及以后的数字,都表示机床的主参数。各种常用机床的主参数及其表示法参看附录一的附表4。

5. 机床重大改进的序号 当机床的特性及结构有重大改进,按其设计改进的次序分别用汉语拼音字母“A、B、C、D……”表示,附在机床型号的末尾,以示区别。如C6140A表示第一次重大改进的能加工最大工件直径为400毫米的普通车床。

以上是简要的介绍现行的机床型号编制方法,详细编制方法见附录一。

按1959年以前公布的机床型号编制方法编定的机床,目前仍在生产的,其型号一律不改,按老型号。本课程中介绍的几种典型机床,即是当前工厂中使用较为普遍的几种老型号

机床。例如 C 620-1 型普通车床，型号中的代号及数字的含义为：



1959 年以前的机床型号的编制方法与现行的机床型号编制方法主要的不同之处是：

1. 老型号中没有组与型的区别，故只用一位数字表示组别。
2. 老型号的主要参数用中心高表示，新型号则用能加工的最大直径表示。
3. 老型号的重大改进序号用数字“1、2、3……”表示，新型号用拼音字母“A、B、C……”表示。

1959 年以前的型号编制方法见附录二。

第一篇 典型机床

第一章 普通车床

普通车床是车床中应用最广泛的一种，机床的万能性强，约占车床类机床的总台数的60%左右。适用于加工各种轴类、套筒类、盘类零件的内外回转表面和各种螺纹。

§ 1-1 C620-1型普通车床

一、概述

1. 车床的用途

车床的用途很广，它能完成多种工序的加工，如车外圆、车端面、打中心孔、钻孔、扩孔、镗孔、铰孔、切断、车沟槽、攻丝、套丝、车螺纹、车锥体及车特形表面等。它广泛使用于机械加工车间，工具车间与机修车间。

2. 车床的主要部件

图 1-1 是 C 620-1 型车床的外形图。组成车床的主要部件有床身 1、主轴变速箱 2、进给

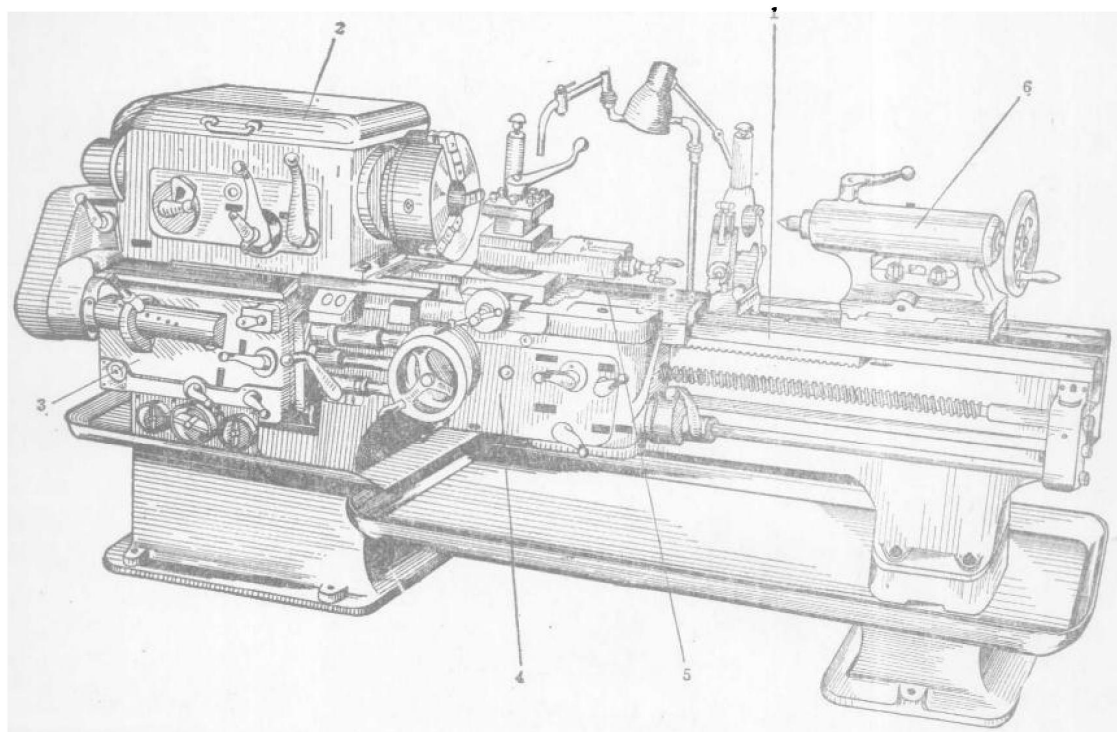


图1-1 C 620-1型普通车床外观图

箱3、溜板箱4、溜板与刀架5、尾座6等。

3. 机床的主要技术规格

机床的技术规格,是我们合理选用机床的主要依据,C620-1型车床的主要技术规格如下:

床身上最大工件回转直径	400 毫米
刀架上最大工件回转直径	210 毫米
最大工件长度 (4种)	750、1000、1400、2000毫米
中心高	202 毫米
主轴孔能通过棒料最大直径	37毫米
主轴中心孔前端锥度	莫氏 5 号
主轴转速	
正转 (21级)	12~1200转/分
反转 (12级)	18~1500转/分
车削螺纹范围	
公制螺纹 (43种)	1~192毫米
英制螺纹 (20种)	2~24牙/吋
模数螺纹 (38种)	0.5~48毫米
径节螺纹 (37种)	1~96
进给量	
纵向 (35种)	0.08~1.59毫米/转
横向 (35种)	0.027~0.52毫米/转
刀架行程	
最大纵向行程 (4种)	650、900、1300、1900毫米
最大横向行程	260 毫米
小刀架最大行程	100 毫米
主电动机功率	7 千瓦

4. 机床工作精度

新机床的工作精度是指机床在切削工作试验中,对工件试样精加工所能获得的精度。

C620-1型车床的工作精度如下:

椭圆度	0.01毫米
圆锥度	0.01/100毫米
精车端面不平度	0.015/100毫米
光洁度	▽6~7

二、机床的传动系统

图1-2所示是车床在工作过程中的运动情况。从图中我们可以看出,车床具有下列运动:

- I——主体运动:工件的旋转运动 (转/分);
- II——进刀运动:刀具切入工件表面一定深度的运动;
- III——进给运动:走刀运动,刀具纵向或横向的直线移动,进给量以机床主轴每转一转,

刀具相对于工件移动的距离来表示 (毫米/转);

IV——退刀运动: 刀具退离工件的运动;

V——返回运动。

主体运动与进给运动是形成工件表面形状的最基本运动, 称为切削运动。其余进刀运动、退刀运动和返回运动是为了使工件与刀具有正确的相互位置, 实现机床的辅助动作, 称为辅助运动。

C 620-1型普通车床的传动系统是通过一些传动零件 (如皮带、皮带轮、轴、齿轮、蜗杆、蜗轮、丝杠、螺母等) 把电动机和主轴或把主轴与刀架连接起来的系统, 以传递动力和运动。并协调各运动部件的运动关系。通常把机床两部件间的传动联系称为传动链。

传动链具有两端件, 一端是主动件, 另一端是被动件。每一条传动链都具有一定的传动比, 保证机床运动部件按一定的规律完成加工过程所需要的运动。机床在加工过程中, 需要多少个运动, 就有多少条传动链。所有这些传动链和它们之间的相互联系, 就组成了整台机床的传动系统。

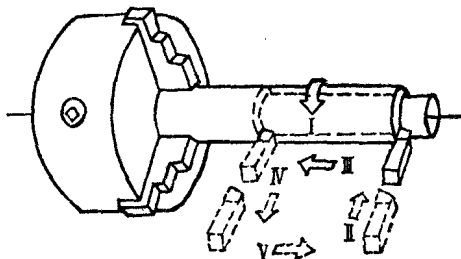


图1-2 车床的运动

1. 机床的传动系统图

用来表示机床各条传动链的综合简图称为机床的传动系统图 (见图1-3)。图上用一些简单的符号来代表传动系统中的各个机件。这种图简明地表示了机床的传动结构及各种传动链, 它是分析机床内部传动规律的工具。国家制图标准中规定了机床元件的符号。表1-1所列的是比较重要的和常见的机床元件的规定符号。

一般的机床传动系统均绘成平面展开图, 也可以绘成立体图。把传动系统绘在一个能反映机床外形及各部件相互位置的投影面上, 并尽可能绘在外形轮廓线内。为了把一个立体的传动结构展开来绘在一个平面图上, 有时不得不把某一根轴绘成折断线或弯曲成一定角度的弯曲线; 有时对于在展开后失去联系的传动副 (如齿轮副), 要用大括号 (或虚线) 连接起来以表示它们的传动联系。在机床的传动系统图上必须表明机床的传动路线、传动元件、变速方式和运动调整计算有关的各种数据。

图1-3是C 620-1型普通车床的传动系统图。

在阅读机床传动系统图时, 第一步首先找出传动链的两端件, 即找出主动轴和被动轴, 看动力是从那条轴传入变速箱的, 又从那条轴传出的。第二步研究各传动轴之间的传动结构及传动比怎样? 传动齿轮与传动轴之间的连接关系怎样? 第三步分析整个运动的传动关系, 列出传动结构式及运动平衡方程式。

下面我们运用传动系统图来分析C 620-1型普通车床的传动系统。

2. 主体运动

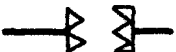
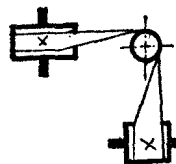
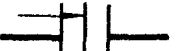
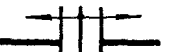
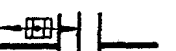
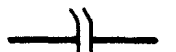
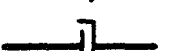
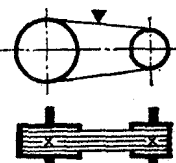
车床的主体运动是主轴的旋转运动, 传动链的两端件是电动机和主轴。

由图1-3可知, 电动机的运动经过传动比为 $\frac{130}{260}$ 的皮带轮, 经三角皮带传到轴I, 轴I上装有一个双向片式摩擦离合器 M_1 , 用它来控制主轴的正、反旋转方向及停车。当离合器 M_1 向左压紧时, 运动经双联滑移齿轮传到轴II, 传动比为 $\frac{51}{39}$ 或 $\frac{56}{34}$, 使轴II得到两级正转

表1-1 机床元件的规定符号

序号	名 称	符 号	序号	名 称	符 号
1	轴、杆和连杆等		5	零件与轴的连接	
2	固定不动的轴、杆和柱销等		(1) 活动连接	(1)	
3	滑动轴承		(2) 导键连接 (可相对滑动)	(2)	
(1) 向心滑动轴承	(1)		(3) 固定键连接	(3)	
(2) 自动调心的向心滑动轴承	(2)		(4) 拉键连接	(4)	
(3) 单向向心推力轴承	(3)		(5) 花键连接	(5)	
双向向心推力轴承			(6) 牢固连接	(6)	
(4) 单向滑动推力轴承	(4)				
双向滑动推力轴承			6	轴与轴连接	
			(1) 紧固连接	(1)	
4	滚动轴承		(2) 带安全装置的紧固连接	(2)	
(1) 向心球轴承	(1)		(3) 弹性连接	(3)	
(2) 单向向心推力球轴承	(2)		(4) 万向联轴器连接	(4)	
双向向心推力球轴承			(5) 伸缩套台连接	(5)	
(3) 单向推力球轴承	(3)				
双向推力球轴承			7	链条传动	
(4) 向心滚子轴承	(4)		(1) 不指明类型的一般表示法	(1)	
(5) 向心推力滚子轴承	(5)				
			(2) 滚子链条	(2)	
			(3) 无声链条	(3)	

(续)

序号	名称	符 号	序号	名称	符 号
8	牙嵌式离合器 (1)单向式 (2)双向式	(1)  (2) 	11	平皮带传动 (1)开口式 (2)带张紧轮的开口式 (3)交叉式 (4)半交叉式 (5)转向式	(1)  (2)  (3)  (4)  (5) 
9	摩擦式离合器 (1)单向式 (一般表示法) (2)双向式 (一般表示法) (3)双向电磁式 (4)双向液压或 气动式 (5)锥体式 (6)双向锥体式 (7)圆盘式 (8)双向圆盘式	(1)  (2)  (3)  (4)  (5)  (6)  (7)  (8) 	12	三角皮带传动	
10	金属切削机床进 行各项工作的主轴 轴端 (1)顶尖 (2)卡盘 (3)弹簧夹头 (4)钻轴头 (5)镗头 (带卡盘的) (6)铣头 (7)磨头	(1)  (2)  (3)  (4)  (5)  (6)  (7) 	13	自动离合器 (1)单向超越式 (2)双向超越式 (3)离心式	(1)  (2)  (3) 