

金属切削机床构造 与设计

(上册)

孙振均 主编



国防工业出版社

内 容 简 介

本书包括金属切削机床概论和金属切削机床设计两大部分。全书共分六章，内容包括：普通车床、自动车床、滚齿机及数控机床等典型机床的传动与结构；机床设计概述；机床变速传动系统设计；机床主轴部件设计；机床支承件及导轨；机床控制系统。分上、下两册出版。上册内容为：典型机床的传动与结构、机床设计概述、机床变速传动系统设计。共三章。

本书是航空高等院校机械制造工程专业的教材，各章附有复习思考题。本书也可作为其它院校、厂办大学、电视大学及函授大学机械专业的教材或教学参考书。并可供有关工程技术人员参考。

金属切削机床构造与设计

(上 册)

南京航空学院

北京航空学院 合编

西北工业大学

孙振均 主编

*

国防工业出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092 1/16 印张12¹/₈ 277千字

1984年12月第一版 1984年12月第一次印刷 印数：00,001—10,000册

统一书号：15034·2828 定价：1.90元

目 录

绪论	1
一、金属切削机床及其在国民经济中的地位	1
二、我国机床工业的发展概况	1
三、金属切削机床的分类与型号的编制方法	1
复习思考题	12
第一章 典型机床的传动与结构	13
第一节 CA6140 型普通车床	13
一、概述	13
二、传动系统	15
三、主要结构	31
第二节 C1325 型单轴六角自动车床	43
一、概述	43
二、传动系统及控制系统	46
三、主要结构	51
四、调整卡及凸轮设计	59
第三节 滚齿机	64
一、滚齿机滚铣圆柱齿轮的工作原理	65
二、Y3150E型滚齿机	69
三、滚齿机滚铣蜗轮的工作原理	76
四、内联系传动链布局方案的分析比较	77
五、滚齿机传动精度分析	79
六、分度蜗轮误差校正机构	81
第四节 数控机床	82
一、概述	82
二、JCS-013 型自动换刀数控镗铣床	85
三、滚珠丝杠螺母传动副	103
四、齿轮传动间隙消除机构	107
复习思考题	111
参考文献	114
第二章 机床设计概述	115
第一节 设计机床的基本要求及步骤	115
一、基本要求	115
二、设计步骤	116
第二节 机床总体布局的影响因素	117
第三节 机床的“三化”	118
一、机床系列化	118
二、零部件通用化	119

三、零部件标准化	119
第四节 机床主要参数的确定	121
一、尺寸参数	121
二、运动参数	121
三、动力参数	125
第五节 机床性能的评价指标	129
复习思考题	132
参考文献	133
第三章 机床变速传动系统设计	134
第一节 机械分级变速传动系统设计	134
一、分级变速的一般规律	134
二、设计的一般原则	136
三、拟定转速图的步骤	139
四、几种常见的传动结构	142
五、齿轮齿数的确定	150
六、齿轮的布置	155
七、滑移齿轮的结构形式	158
八、计算转速	159
第二节 机床无级变速系统	162
一、概述	162
二、机械无级变速	163
三、液压无级变速	165
四、电气无级调速	166
第三节 直流电动机调速系统	169
一、可控硅整流器-直流电动机调速系统	169
二、脉冲宽度调制器-直流电动机调速系统	174
复习思考题	176
参考文献	178
附录	179
附录一 常用的机动示意图符号	179
附录二 机床配换齿轮的计算	181
附录三 标准数列	187

绪 论

一、金属切削机床及其在国民经济中的地位

金属切削机床简称机床，它是用切削的方法将金属毛坯（或半成品）加工成机械零件的一种机器。在现代机器制造业（或称机械制造业）中，金属切削加工占有非常重要的地位。由于金属切削机床是加工机械零件的主要设备，因此，它的先进程度将直接影响机器制造业的产品质量和劳动生产率。

为了多快好省地建设现代化的社会主义强国，机械制造业必须为工农业生产单位、科研机关和国防部门提供现代化的技术装备，这就要求机床工业部门首先要为各机械制造业提供先进的现代化机床。所以，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，将起着重大的作用。

二、我国机床工业的发展概况

半封建、半殖民地的旧中国根本没有自己的机床制造业，只有几个规模甚小、设备简陋的机械修配厂兼产少量的机床。据统计，1949年初全国机床拥有量仅9.5万台左右，而且绝大多数是结构简单、质量低劣的中小型皮带车床、钻床、万能铣床、牛头刨床和砂轮机。

解放后，在党和政府的重视、关怀和领导下，在短短三十余年的时间里，我国机床工业获得了高速发展：我国已改建、扩建和新建了许多机床厂，成立了综合性的机床研究所、热带机床研究所、组合机床研究所和各种专业机床研究所，基本上形成了布局比较合理和完整的机床工业体系。我国的机床产量不断上升，目前一般通用机床已基本上能满足我国社会主义建设的需要，并已有少量出口。我国已制订了完整的机床系列型谱，生产的机床品种也日趋齐全，现在已经具备较高的成套装备现代化工厂的能力。目前我国已能生产从小型仪表机床到重型机床的各种各样机床，也能生产各种精密的、高度自动化的、高效率的机床和自动线。我国机床的性能也在逐步提高，有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，加工的表面光洁度可达 $\nabla 14$ ；又如，JCS-001型千分尺螺纹磨床加工的螺距精度可达 $0.002/25$ （毫米）。

新中国机床工业的发展速度是很快的。但也应看到，由于我国原来的工业基础很薄弱，所以我国机床工业的技术水平与世界先进水平相比，差距还是比较大的。主要表现在机床的生产效率低、机床寿命较短及质量不稳定，尤其是对机床基础理论的研究更显得落后。此外，在掌握某些重型机床、高精度机床及数控机床的设计和生方面，还需作进一步努力。因此，我们要在本世纪末实现四个现代化，就必须奋发图强努力工作，深入广泛地开展科学研究和技术革命，不断扩大技术队伍和提高技术水平，并有选择的学习和引进国外的先进科学技术以便早日赶上世界先进水平。

三、金属切削机床的分类与型号的编制方法

（一）机床的分类

组	型										机床类别
	0		1		2		3		4		
M	仪表磨床		外圆磨床		内圆磨床		砂轮		珩磨机及研磨机		IV. 磨床
	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	
	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	
	6	7	6	7	6	7	6	7	6	7	
	8	9	8	9	8	9	8	9	8	9	
	其他(仪表)磨床	宽砂轮无心磨床	无心磨床	多片砂轮外圆磨床	无心内圆磨床	立式万能内圆磨床	砂轮挂轴砂轮机和砂轮机	立式研磨机	立式研磨机	中心孔研磨机	
	(仪表)抛光机	无心精磨床	外圆磨床	半自动宽砂轮外圆磨床	半自动内圆磨床	深孔内圆磨床	软轴砂轮机和砂轮机	双盘研磨机	内外圆研磨机	立式研磨机	
		宽砂轮无心磨床	外圆磨床	半自动宽砂轮外圆磨床	半自动内圆磨床	行星内圆磨床	立式万能内圆磨床	立式研磨机	内外圆研磨机	立式研磨机	
		宽砂轮无心磨床	外圆磨床	半自动宽砂轮外圆磨床	半自动内圆磨床	行星内圆磨床	立式万能内圆磨床	立式研磨机	内外圆研磨机	立式研磨机	
2M	超精加工机床		研磨机		抛光机						
	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	
	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	
	6	7	6	7	6	7	6	7	6	7	
	8	9	8	9	8	9	8	9	8	9	
	内圆超精加工机床	内圆超精加工机床	内圆超精加工机床	曲轴超精加工机床	端面超精加工机床	平面超精加工机床	带钢抛光机	内圆抛光机	内圆抛光机	带钢抛光机	
	内圆超精加工机床	内圆超精加工机床	内圆超精加工机床	曲轴超精加工机床	端面超精加工机床	平面超精加工机床	带钢抛光机	内圆抛光机	内圆抛光机	带钢抛光机	
	内圆超精加工机床	内圆超精加工机床	内圆超精加工机床	曲轴超精加工机床	端面超精加工机床	平面超精加工机床	带钢抛光机	内圆抛光机	内圆抛光机	带钢抛光机	
	内圆超精加工机床	内圆超精加工机床	内圆超精加工机床	曲轴超精加工机床	端面超精加工机床	平面超精加工机床	带钢抛光机	内圆抛光机	内圆抛光机	带钢抛光机	
3M	球轴承套圈磨床		滚子轴承套圈滚道磨床		轴承套圈超精加工机及抛光机		滚子及钢球加工机床				
	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	
	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	
	6	7	6	7	6	7	6	7	6	7	
	8	9	8	9	8	9	8	9	8	9	
	球轴承内圈沟磨床	球轴承外圈沟磨床	球轴承内圈滚道磨床	球轴承外圈滚道磨床	球轴承套圈超精加工机	球轴承套圈沟抛光机	球轴承内圈滚道磨床	球轴承外圈滚道磨床	球轴承套圈超精加工机	球轴承套圈沟抛光机	
	球轴承内圈沟磨床	球轴承外圈沟磨床	球轴承内圈滚道磨床	球轴承外圈滚道磨床	球轴承套圈超精加工机	球轴承套圈沟抛光机	球轴承内圈滚道磨床	球轴承外圈滚道磨床	球轴承套圈超精加工机	球轴承套圈沟抛光机	
	球轴承内圈沟磨床	球轴承外圈沟磨床	球轴承内圈滚道磨床	球轴承外圈滚道磨床	球轴承套圈超精加工机	球轴承套圈沟抛光机	球轴承内圈滚道磨床	球轴承外圈滚道磨床	球轴承套圈超精加工机	球轴承套圈沟抛光机	
	球轴承内圈沟磨床	球轴承外圈沟磨床	球轴承内圈滚道磨床	球轴承外圈滚道磨床	球轴承套圈超精加工机	球轴承套圈沟抛光机	球轴承内圈滚道磨床	球轴承外圈滚道磨床	球轴承套圈超精加工机	球轴承套圈沟抛光机	
球轴承内圈沟磨床	球轴承外圈沟磨床	球轴承内圈滚道磨床	球轴承外圈滚道磨床	球轴承套圈超精加工机	球轴承套圈沟抛光机	球轴承内圈滚道磨床	球轴承外圈滚道磨床	球轴承套圈超精加工机	球轴承套圈沟抛光机		

型 机床类别	组																													
	0		1		2		3		4																					
Ⅳ. 拉床	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	超声波加工机床										卧式外拉床										连续式拉床									
	超声波穿孔机床										卧式外拉床										卧式连续式拉床									
Ⅹ. 电加工机床	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	超声波加工机床										电解磨削机床										电解加工机床									
	超声波穿孔机床										电解外圆磨床										卧式电解穿孔机床									
Ⅺ. 切断机床	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	车刀切断机										砂轮切断机										矫正切断机									
	立式车刀切断机										卧式砂轮切断机										矫正切断机									
Ⅻ. 其他机床	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	其他仪表机床										管子加工机床										木螺钉加工机床									
	凸透镜磨床										管子内螺纹机床										木螺钉切切口机床									

我国机械工业部机床研究所根据机床的加工性质和所用刀具的不同，将通用机床分为十二类。每类机床用其名称的汉语拼音的第一个大写字母为代号（例如，车床的汉语拼音是“Chechuang”，用“C”作为车床的类代号）。由于磨床的品种较多，故将其再分成三个分类，分类的代号用数字表示，且位于类代号之前，但第一分类的数字不标出（如M、2M、3M）。每类机床分成十组，每组又分成十型，组和型的代号各用数字0~9表示，详见表1。

除了通用机床外，还有适用于成批生产及大量生产的专用机床和组合机床。专用机床是专供某一种（或几种）零件的特定工序加工用的；组合机床是由已经系列化、标准化的通用部件和少量的专用部件组合起来的“特殊的”专用机床。专用机床和组合机床的代号常用设计单位的代号来表示。

在同一种机床中，按照加工精度的不同，目前我国分为普通精度机床、精密机床和高精度机床三种精度等级。

此外，还可以按其他方式将机床进行分类：如按自动化程度来分，可分为手动的、机动的、半自动的和自动的机床；如按重量来分，可分为仪表机床、中型（一般）机床、大型机床和重型机床；如按主要工作部件的数目来分，可分为单轴的、多轴的或单刀的、多刀的机床等。

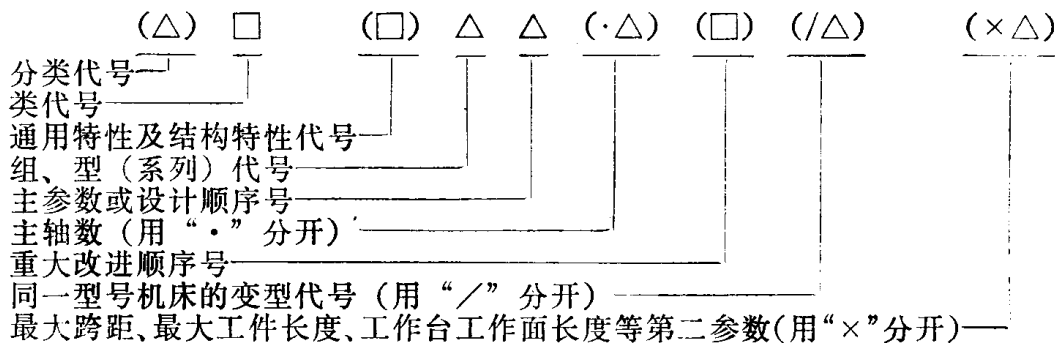
（二）机床型号的编制方法

按照一定的规律赋予每种机床一个代号（即型号），在这型号中不仅反映出机床的类别、名称、使用与结构特性及其主要参数（规格），同时它只用简单的符号就能使人们对该种机床有一明晰的概念，这对使用部门选用和管理机床大为方便，对研究部门系统地分析机床和研究并发展机床也很有好处。

我国自1957年起就有了统一的机床型号编制办法。由于机床工业的不断发展，很多新产品不断地涌现，高、精、尖产品已能自行设计与制造，使原有的型号编制办法不敷使用，因此分别在1959、1964、1971及1976年先后作了多次修改。下面仅将1976年修订的“机床型号编制方法（JB1836-76）”[●]中有关通用机床的型号编制方法作简要说明。

机床型号是机床产品的代号，它由汉语拼音字母及阿拉伯数字按一定的规律组合而成。型号中的汉语拼音字母一律按其名称读音。

通用机床型号表示方法：



- 注：（1）有“□”符号者，为大写的汉语拼音字母；
 （2）有“△”符号者，为阿拉伯数字；
 （3）有“()”的代号或数字，当无内容时则不表示。若有内容时应不带括号；
 （4）型号中“·”、“/”、“×”分别读作点、之、乘。

● 见第一章参考文献5。

通用机床型号的有关说明

1. 机床类别的代号和组、型的代号见表 1。组、型的代号用两位阿拉伯数字表示，前者表示组别，后者表示型别。

2. 通用特性及结构特性代号位于类代号之后，用汉语拼音字母表示。当某类型机床除有普通型外，还有某些通用特性时，则用表 2 所示的代号来表示。如同时具有两种特性时，则可用两个代号同时表示。通用特性的代号在各种机床中所表示的意义相同。例如：“XK”表示数控铣床，“MBG”表示半自动高精度磨床。为了区分主参数相同而结构不同的机床，在型号中还需用结构特性代号予以表示，位于通用特性代号之后。结构特性代号的汉语拼音字母不许采用通用特性已采用过的字母和“I”及“O”两个字母，并且它在不同型号的机床中所表达的意义可不相同。

表 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

3. 型号中的主参数用折算值（即主参数乘折算系数）来表示，并位于组、型代号之后。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（吨）为主参数的拉床，其主参数的折算系数为 1/1；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；大型机床（立式车床、龙门铣床、龙门刨床等）的主参数折算系数则采用 1/100。各类机床的主参数名称及其折算系数详见 JB1836-76。

某些通用机床无法用一个主参数表示时，则在型号中用设计顺序号表示。

4. 第二主参数一般指主轴数、最大跨距、最大磨削长度、最大工件长度、工作台工作面长度及最大模数等。第二主参数的表示方法及其列入型号的原则为：

- a. 多轴机床的主轴数，以实际的轴数列入型号中的主参数之后，并用“·”分开。
- b. 当机床的第二主参数（多轴机床的主轴数除外）的变化，引起机床结构产生较大变化时，为了区分起见，可将第二主参数列入型号的末端，并用“×”号分开。凡第二主参数属于长度（包括跨距、行程等）采用 1/100 的折算系数；凡属直径、深度、宽度则采用 1/10 的折算系数；最大模数、厚度等，则以实际数值列入型号。

5. 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，在原机床型号的尾部添加改进的序号，以区别于原机床的型号。序号按 A、B、C……等字母顺序选用。

6. 变型机床的代号为基型机床型号后添加 1、2、3……等阿拉伯数字号，并用“/”分开。

〔例一〕床身上最大工件回转直径为 320 毫米的精密普通车床，其型号为 CM6132。

〔例二〕 工作台工作面宽度为 500 毫米，经过第一次重大改进设计的卧轴矩台平面磨床，其型号为 M7150A。

〔例三〕 最大棒料直径为 50 毫米的卧式六轴自动车床，其型号为 C2150·6。

〔例四〕 型号 3M1120，代表最大工件直径为 200 毫米的球轴承内圈沟磨床。

〔例五〕 型号 THK6380，代表工作台工作面宽度为 800 毫米的自动换刀数控卧式镗铣床。

复习思考题

参阅表 1 和表 2，写出机床型号的全称：1. C7120；2. XK5040；3. Y3180；4. L5120；5. SG8630；6. MB1432A。

第一章 典型机床的传动与结构

本章从各类金属切削机床中选择了CA6140型普通车床、C1325型单轴六角自动车床、Y3150E型滚齿机及JCS-013型自动换刀数控卧式镗铣床等典型机床进行传动分析和结构分析，借此使读者获得认识和分析机床的传动及结构的能力及初步调整和使用机床的能力，并为学习以后各章打下一定基础。

第一节 CA6140型普通车床

一、概述

1. 用途

CA6140型普通车床的通用性较好，它适用于加工各种轴类、套筒类和盘类零件上的回转表面，如：车削内外圆柱面、圆锥面、环槽及成型回转表面；车削端面以及车削公制、英制、模数制和径节制的标准或非标准螺纹；进行钻孔、扩孔、铰孔、滚花等工作。

CA6140型普通车床是普通精度级的机床，其加工范围甚广，结构较复杂、自动化程度低。它广泛地用于单件、小批生产车间及修配车间。

2. 运动

CA6140型普通车床具备加工各种回转表面所必须的运动：工件的旋转运动，刀具作平行于工件中心线的纵向运动和刀具作垂直于工件中心线的横向运动。其中，工件的旋转运动称为主运动。主运动的速度较高，消耗的功率较多。其转速以每分钟工件的转数 n （转/分）表示。刀具的纵向或横向直线移动称为进给运动。进给运动的速度较低，消耗的功率也较少。刀具作平行于工件中心线的纵向运动称为纵向进给运动，其进给量以工件每转刀具纵向移动的距离 $S_{\text{纵}}$ （毫米/转）表示。刀具作垂直于工件中心线的横向运动称为横向进给运动，其进给量以工件每转刀具横向移动的距离 $S_{\text{横}}$ （毫米/转）表示。纵向、横向进给运动既可由机动实现，也可由手动实现。当采用机动进给时，纵向、横向进给运动是分别操作的。

为了减轻操作者的劳动强度及缩短辅助时间，CA6140型普通车床还能实现刀架纵向及横向的机动快速移动。纵向、横向快速移动的速度以 $V_{\text{快}}$ （米/分）表示。

3. 主要部件及其功用

图1-1为CA6140型普通车床的外形图。机床的主要部件及其功用如下

a. 主轴箱（床头箱） 主轴箱1固定在床身4的左上部。主轴箱内装有主轴部件及主轴变速机构。主轴前端可安装卡盘、花盘等夹具，用以装夹工件并带动工件旋转，实现主运动。

b. 刀架部件 刀架部件2有纵向刀具溜板和横向刀具溜板，可实现刀具的纵向或横向进给运动。装有四方刀架的上刀架可沿一小导轨移动；小导轨装在转盘上，可将它转动一个角度以进行短锥体车削。