

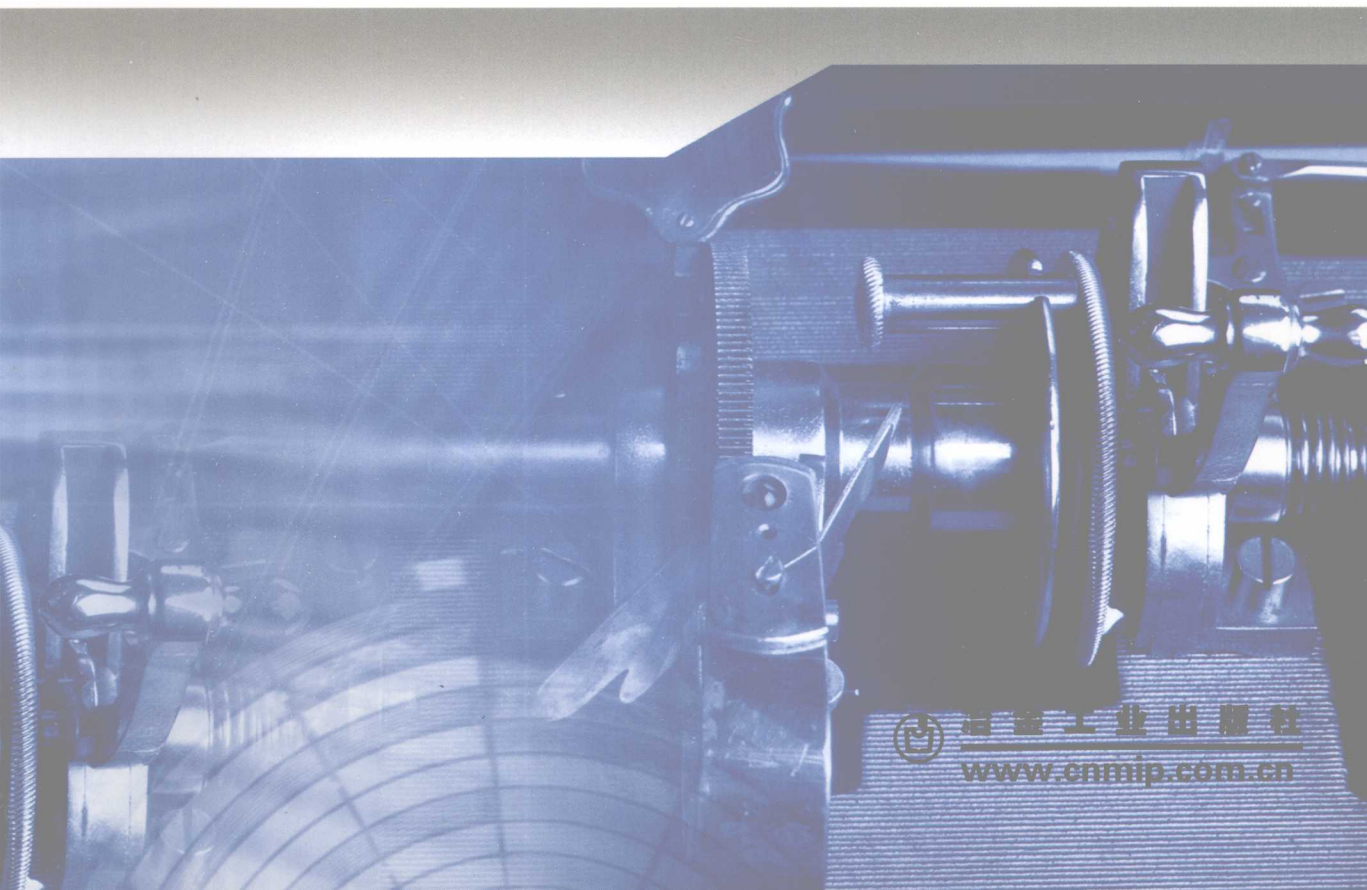


高职高专“十一五”规划教材

机械电子类

金属切削机床

李军利 主编



冶金工业出版社

www.cnmp.com.cn

高职高专“十一五”规划教材·机电类

金属切削机床

主 编 李军利

副主编 王 倩 王廷福

北 京
冶金工业出版社
2008

内 容 简 介

本书由通用机床、自动控制机床和金属切削机床设计与改装 3 部分内容组成。全书共分 13 章, 内容包括卧式车床、铣床、磨床、齿轮加工机床及其他常见通用机床的组成、传动系统分析、结构与调整及其常见故障和保养、数控机床、组合机床、特种加工机床的组成、结构与调整及其常见故障和保养, 最后叙述了机床的典型部件结构及其调整, 机床的安装、检验方法, 机床设计与改装的基本知识。

本书可以作为机械专业教学用书, 成人高校、高专、夜大、职大、函授等层次学生的教材和广大自学者及工程技术人员自学用书, 也可以作为普通高等院校相关专业的教辅用书。

图书在版编目(CIP)数据

金属切削机床/李军利主编. —北京: 冶金工业出版社, 2008.6
ISBN 978-7-5024-4597-3

I.金… II.李… III.金属切削—机床 IV.TG502

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 083690 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 postmaster@cnmip.com.cn

责任编辑 马文欢

ISBN 978-7-5024-4597-3

北京天正元印务有限公司印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2008 年 6 月第 1 版, 2008 年 6 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 15.75 印张; 350 千字; 243 页; 1-3000 册

30.00 元

冶金工业出版社发行部 电话: (010)64044283 传真: (010)64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号(100711) 电话: (010)65289081

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

前 言

本书突出高职教育特色,坚持“理论够用,实用为主”的培养原则,强调教学的实用性和实践性,切实做到教学内容与生产实际紧密相连,培养解决生产实际问题和动手操作能力,适应新形势下对高职高专学生专业技术素质的要求。

全书具有鲜明的实用性特点,去掉了组合机床设计部分的内容;减少了公式的推导过程和复杂的工作原理的数学分析;涉及的机床典型部件主要以易损件和机床改装中使用率较高的部件为主;增加了重要章节的实训环节和常用机床的故障分析、解决方法及维护;增加了数控机床的新结构。

全书共分 13 章,包含 3 大部分内容。第一部分(绪论~第 6 章)为通用机床,主要介绍机床的组成、传动系统分析、结构与调整及其常见故障和保养等内容;第二部分(第 7~11 章)为自动控制机床,主要介绍数控机床、组合机床、特种加工机床的组成,结构与调整及其常见故障和保养等内容;第三部分(第 12~13 章)为机床改装,主要介绍机床的典型部件结构及其调整,机床的安装、检验方法,机床设计的基本知识。

通过对全书的学习,读者可以掌握如下技能:

- (1) 能够根据加工要求,合理选择机床。
- (2) 能够根据加工零件的误差,合理调整机床。
- (3) 能够正确操作和维护机床。
- (4) 能够排除机床常见故障。
- (5) 能够操作数控机床。
- (6) 能够进行机床的实用性改装。

本书由李军利任主编,王倩、王廷福任副主编。

由于编者水平所限,书中如有不足之处敬请使用本书的师生与读者批评指正,以便修订时改进。如读者在使用本书的过程中有其他意见或建议,恳请向编者(bjzhangxf@126.com)踊跃提出宝贵意见。

编 者

目 录

绪论	1
----------	---

0.1 金属切削机床在国民经济中的 地位和作用	1
0.1.1 基本概念	1
0.1.2 金属切削机床在国民 经济中的地位和作用	1
0.2 金属切削机床的发展	1
0.2.1 概述	1
0.2.2 机床制造工业的 3 个 发展阶段	2
0.2.3 我国机床工业目前的水平	3
0.3 机床的分类	3
0.3.1 通用机床的分类	3
0.3.2 数控机床的分类	4
0.4 机床的型号编制	5
0.4.1 通用机床型号	5
0.4.2 专用机床的型号表示方法	9
0.4.3 机床自动线的型号	9
习题	9

第 1 章 机床传动基础知识	11
----------------------	----

1.1 机床的运动	11
1.1.1 零件表面的切削加工 成形方法	11
1.1.2 机床的运动	12
1.2 机床常用机械传动装置	14
1.2.1 机床传动的形式	14
1.2.2 机床常用机械传动装置	15
1.3 机床传动联系和传动原理图	17
1.3.1 传动链的概念	17
1.3.2 机床传动联系的类型	17
1.3.3 传动原理图	19
1.4 机床传动系统及调整计算	19
1.4.1 机床传动系统	19
1.4.2 调整计算	20
习题	21

第 2 章 普通车床	23
------------------	----

2.1 CA6140 型普通车床的组成	23
2.1.1 车削加工概述	23
2.1.2 车床的分类	23
2.1.3 CA6140 型卧式车床的 组成	25
2.2 CA6140 型普通车床传动系统	25
2.2.1 CA6140 型卧式车床的 传动系统分析	25
2.2.2 车削螺纹传动链	27
2.2.3 机动进给传动链	32
2.2.4 刀架的手动进给及快 速机动进给	33
2.3 CA6140 型卧式车床的主要结构	34
2.3.1 主轴箱	34
2.3.2 溜板箱	39
2.4 CA6140 型普通车床常见故障 及维护	46
2.4.1 普通车床常见故障分析 与排除	46
2.4.2 维护	49
2.5 实训	50
习题	51

第 3 章 铣床	53
----------------	----

3.1 X6132A 万能卧式铣床的组成 和传动系统	53
3.1.1 X6132A 万能卧式铣床 的组成	53
3.1.2 X6132A 万能卧式铣床的 传动系统	53
3.2 主要部件结构	55
3.2.1 主轴部件	55
3.2.2 集中式孔盘变速操纵机构	55
3.2.3 变速操纵机构立体结构	56
3.2.4 工作台的结构	56

3.2.5 顺铣机构	58	5.1 M1432A 型万能外圆磨床的 主要组成和传动系统	90
3.3 X6132A 万能卧式铣床常见故障 分析与排除	59	5.1.1 概述	90
3.4 实训	59	5.1.2 M1432A 型万能外圆磨床 的主要组成部件	91
3.4.1 X6132 普通铣床的结构 观察与操作使用	59	5.1.3 机床的机械传动系统	93
3.4.2 分度头操作使用	60	5.2 M1432A 型万能外圆磨床的 主要结构	94
3.5 其他铣床简介	61	5.2.1 砂轮架	94
3.5.1 立式铣床	61	5.2.2 内圆磨具主轴部件	96
3.5.2 龙门铣床	61	5.2.3 头架	96
习题	62	5.2.4 横向进给机构	97
第 4 章 齿轮加工机床	63	5.2.5 M1432A 型万能外圆磨床 砂轮的安装、平衡与修整	98
4.1 Y3150E 型滚齿机的组成和 传动系统	63	5.3 M1432A 万能外圆磨床常见 故障与维护	101
4.1.1 齿轮的加工方法	63	5.3.1 M1432A 万能外圆磨床 常见故障原因与处理	101
4.1.2 齿轮加工机床的分类	64	5.3.2 维护	104
4.1.3 Y3150E 型滚齿机的主要 部件结构	64	5.4 实训	106
4.1.4 机床的传动系统	65	5.5 其他磨床	107
4.1.5 传动链的调整计算	68	5.5.1 无心外圆磨床	107
4.2 机床的工作调整及主要部件结构	75	5.5.2 平面磨床	109
4.2.1 滚刀旋转方向和展成 运动方向的确定	75	5.5.3 内圆磨床	110
4.2.2 滚刀刀架扳动角度的方法	76	5.5.4 砂带磨削	111
4.2.3 Y3150E 型滚齿机滚刀 刀架结构	76	5.5.5 磨床的发展方向	112
4.2.4 滚刀的安装和滚刀轴 向位置的调整	77	习题	113
4.2.5 工件的装夹和工作台 的结构	78	第 6 章 其他类型普通机床	114
4.3 Y3150E 型滚齿机常见故障与维护	79	6.1 钻床	114
4.3.1 Y3150E 型滚齿机常见故障	79	6.1.1 钻床的用途	114
4.3.2 Y3150E 型滚齿机的维护	83	6.1.2 钻床的主要类型	114
4.4 Y3150E 型滚齿机的调整实训	84	6.2 镗床	116
4.5 Y5132 型插齿机	87	6.2.1 镗床的用途	116
4.5.1 插齿工作原理	87	6.2.2 镗床的主要类型	116
4.5.2 插齿机的传动原理	88	6.3 刨床	120
习题	88	6.3.1 牛头刨床	120
第 5 章 普通磨床	90	6.3.2 龙门刨床	121
		6.3.3 刨削加工的特点	121
		6.4 插床	122
		6.5 拉床	123
		6.6 冲床	124

6.6.1 曲柄压力机	124	第 9 章 加工中心	149
6.6.2 摩擦压力机	124	9.1 加工中心概述	149
习题	125	9.1.1 加工中心的特点	149
第 7 章 数控车床	126	9.1.2 加工中心的分类	150
7.1 数控车床组成	126	9.1.3 加工中心主要加工对象	151
7.1.1 数控车床的概念及 工艺范围	126	9.1.4 加工中心主要技术参数	152
7.1.2 数控车床的分类	126	9.2 JCS-018A 型立式加工中心主要 部件结构	153
7.1.3 数控车床的组成	126	9.2.1 主轴部件	153
7.2 数控车床的传动及结构	127	9.2.2 自动换刀装置	154
7.2.1 主传动系统及主轴箱结构	127	9.2.3 进给机构及反馈装置	157
7.2.2 进给传动系统及传动装置	129	9.3 JCS-018A 型立式加工中心的 故障与维护	158
7.2.3 自动回转刀架	131	9.3.1 预防性维护	158
7.2.4 机床尾座	132	9.3.2 JCS-018A 型立式加工 中心常见故障分类	159
7.3 数控车床维护	133	9.3.3 JCS-018A 型立式加工中心 典型部件的故障诊断方法	159
7.4 数控车床实训	134	9.4 JCS-018A 型立式加工中心实训	162
习题	135	习题	168
第 8 章 XK5040A 数控铣床	136	第 10 章 组合机床	170
8.1 XK5040A 数控铣床的组成和 传动系统	136	10.1 概述	170
8.1.1 铣床的用途	136	10.1.1 组合机床的组成	170
8.1.2 XK5040A 数控铣床的组成	136	10.1.2 组合机床的配置形式	171
8.1.3 XK5040A 数控铣床的 传动系统	136	10.1.3 组合机床的工艺范围和 应用特点	173
8.2 机床的主要部件	138	10.2 组合机床通用部件	173
8.2.1 传动齿轮间隙消除机构	138	10.2.1 通用部件的分类	173
8.2.2 升降台自动平衡装量	140	10.2.2 常用通用部件	174
8.2.3 回转工作台	141	10.2.3 通用部件的选用	179
8.2.4 数控铣床的主要功能	142	习题	179
8.3 XK5040A 型数控机床的维护	144	第 11 章 特种加工机床	180
8.3.1 数控设备使用中应 注意的问题	144	11.1 概述	180
8.3.2 数控机床的维护保养	144	11.1.1 特种加工的产生及发展	180
8.3.3 液压、气压系统维护	145	11.1.2 特种加工对机械制造 工艺技术产生的影响	181
8.3.4 机床精度的维护	145	11.2 电火花加工机床	182
8.4 实训	146	11.2.1 电火花加工工艺 方法分类	182
8.4.1 实训 1 数控铣床的组成	146		
8.4.2 实训 2 数控铣床操作面 板的使用	146		
习题	148		

11.2.2	电火花加工的原理	183	12.1.2	主轴部件的常用轴承及 配置形式	207
11.2.3	电火花加工的特点	183	12.1.3	主轴轴承间隙的调整 和预紧	208
11.2.4	电火花线切割机床	184	12.1.4	主轴的材料和热处理及 技术条件	210
11.2.5	电火花穿孔、成型机床	187	12.2	床身与导轨	210
11.3	电解加工机床	188	12.2.1	床身	210
11.3.1	电解加工的原理	188	12.2.2	导轨	211
11.3.2	电解加工的特点	188	12.3	丝杠螺母传动机构	216
11.3.3	电解加工的应用	189	12.3.1	滑动丝杠螺母传动机构	217
11.4	激光加工	191	12.3.2	滚珠丝杠螺母传动机构	220
11.4.1	激光加工的原理	191	12.4	操纵机构	222
11.4.2	激光加工的特点	192	12.4.1	操纵机构的功用、组成 及分类	222
11.4.3	激光加工的应用	192	12.4.2	常用变速操纵机构的 结构及工作原理	223
11.5	超声加工	192	习题		225
11.5.1	超声加工的原理	192	第 13 章	机床的安装、检验与改装	226
11.5.2	超声加工的特点	193	13.1	机床的安装	226
11.5.3	超声加工的应用	194	13.1.1	机床安装位置的确定	226
11.6	电子束加工	194	13.1.2	机床的基础	227
11.6.1	电子束加工的原理	194	13.1.3	机床隔振	228
11.6.2	电子束加工的特点	195	13.1.4	机床的施工	229
11.6.3	电子束加工装置	195	13.2	机床的检验	231
11.7	离子束加工	197	13.2.1	机床的開箱检验	231
11.7.1	离子束加工的原理和 物理基础	197	13.2.2	机床的安装检验	231
11.7.2	离子束加工的特点	197	13.2.3	机床的精度检验	232
11.7.3	离子束加工装置	198	13.3	机床改装	235
11.8	化学加工	200	13.3.1	机床改装的意义	235
11.9	挤压珩磨	200	13.3.2	机床改装的方向	235
11.9.1	挤压珩磨的原理	201	13.3.3	机床改装的基本要求	235
11.9.2	特点	201	13.3.4	机床提高生产率和 工艺性改装	236
11.10	磨料喷射加工	201	13.3.5	机床的数控改造	237
11.10.1	磨料喷射加工的原理	201	习题		242
11.10.2	磨料喷射加工装置	202	参考文献		243
11.11	实训	202			
习题		205			
第 12 章	机床典型部件	206			
12.1	主轴部件	206			
12.1.1	主轴部件的功用、基本 要求和主要类型	206			

绪 论

0.1 金属切削机床在国民经济中的地位和作用

0.1.1 基本概念

0.1.1.1 机械的定义

机械是利用力学原理组成的各种装置，机器是由零件组成、能运转、能变换能量或产生有用功的装置，机械是机器和机构的总称。

0.1.1.2 金属切削机床的定义

定义一：是采用切削的方法将金属毛坯加工成具有一定几何形状、尺寸精度和表面质量的机器零件的机器。

定义二：是制造机器的机器，也是能制造机床本身的机器，所以又称为“工作母机”或“工具机”，习惯上简称为机床。

定义三：是对金属或其他材料的坯料或工件进行加工，使之获得所要求的几何形状、尺寸精度和表面质量的机器。

0.1.2 金属切削机床在国民经济中的地位和作用

在现代机械制造业中，加工机械零件的方法有许多种，如铸造、锻造、焊接、切削加工及各种特种加工等。切削加工是将金属毛坯加工成具有较高精度的形状、尺寸和较高表面质量的机器零件的主要加工方法。特别是精密零件的加工，目前主要还是依靠切削加工的方法，在金属切削机床上完成。因此，金属切削机床是加工机器零件的主要设备，在各类机器制造部门拥有的技术装备中，机床占有相当大的比重，一般在 50%以上，机床所担负的工作量约占机器总制造工作量的 40%~60%。机床的技术水平直接影响机械制造业的产品质量和劳动生产率。

机械制造业肩负着为国民经济各部门提供现代化技术装备的任务，即为工业、农业、交通运输业、科研和国防等部门提供各种机器、仪器和工具，机械制造业是国民经济各部门赖以发展的基础。机床工业则是机械制造业的基础和重要组成部分。机床是机械工业的基本生产设备，它的品种、质量和加工效率直接影响着其他机械产品的生产技术和经济效益。显然，机床工业在国民经济中占据重要地位，金属切削机床在国民经济现代化建设中起着重大作用。因此，机床工业的现代化水平和规模，以及所拥有机床的数量和质量是一个国家工业发达程度的重要标志之一。

0.2 金属切削机床的发展

0.2.1 概述

机床是人类在长期生产实践中不断改进生产工具的基础上产生的，并随着社会生产的

发展和科学技术的进步而渐趋完善。

最原始的机床是木制的，所有运动都由人力或畜力驱动，主要用于加工木料、石料和陶瓷制品的泥坯。15~16 世纪出现铣床和磨床。我国明代宋应星所著《天工开物》中就有对天文仪器进行磨削和铣削的记载。

现代意义上的用于加工金属机械零件的机床，是在 18 世纪中叶才逐步发展起来的。18 世纪末，蒸汽机的出现提供了新型巨大的能源，使生产技术发生了革命性的变化。在加工过程中逐渐产生了专业分工，出现了多种类型的机床。1770 年前后出现了镗削汽缸内孔用的镗床，1797 年出现带有机刀架的车床。到 19 世纪末，车床、钻床、镗床、刨床、拉床、铣床、磨床和齿轮加工机床等基本类型的机床已先后形成。20 世纪以来，齿轮变速箱的出现，使机床的结构和性能发生了根本性的变化。随着电气和液压等技术的出现并在机床上得到普遍应用，使机床技术有了迅速的发展。除通用机床外，又出现了许多变型品种和各式各样的专用机床。20 世纪 50 年代，在综合应用电子技术、检测技术、计算技术、自动控制和机床设计等多个领域最新成就的基础上发展起来的数字控制机床，使机床自动化进入了一个崭新的阶段。

纵观机床的发展历史，它总是随着机械工业的扩大和科学技术的进步而发展，并始终围绕着不断提高生产效率、加工精度、自动化程度和扩大产品品种而进行的，现代机床总的趋势仍然是继续沿着这一方向发展。

近年来，数控机床已成为机床发展的主流。数控机床无需人工操作，而是靠数控程序完成加工循环。因此，机床调整方便，适应灵活多变的产品，使得中小批量生产自动化成为可能。

我国的机床工业是在新中国成立后建立起来的。在半封建半殖民地的旧中国，基本上没有机床制造业。直到解放前夕，全国才有少数几个机械修配厂生产少量结构简单的机床。1949 年全国机床产量仅 1 500 多台，品种不到 10 个。解放后 50 年来，我国机床工业获得了高速发展，目前，我国已形成了布局比较合理和完整的机床工业体系。我国机床的拥有量和产量已步入世界前列，品种和质量也有很大的发展和提高。机床产品不仅能满足国内建设的需要，而且有一部分已远销国外。我国已制定了完整的机床系列型谱，生产的机床品种也日趋齐全，目前已具备了成套装备现代化工厂的能力。我国机床的性能也在逐步提高，有些机床已经接近世界先进水平。在消化吸收引进技术的基础上，我国数控技术也有了新的发展。目前我国能生产 100 多种数控机床，并研制出六轴五联动的数控系统，可用于更加复杂型面的加工。我国生产的几种数控机床已经成功地用于日本富士通公司的无人工厂。

0.2.2 机床制造业的 3 个发展阶段

0.2.2.1 手工业生产

工人既是操作者又是动力来源。

0.2.2.2 机械化生产

工人直接操作机床，生产效率低。一个零件的加工周期中，切削时间为 5%，其他为辅助时间，如安装、换刀、测量和换工种等，尤其是复杂零件的加工，辅助时间更长。

0.2.2.3 自动化生产

工人利用电脑操作机床，生产效率高。采用了电子技术、计算机技术、信息技术和激

光技术等先进科技手段。如数控车床、卧式加工中心和五坐标铣床等。其性能特点是具有较强的适应性和通用性；获得更高的加工精度和稳定的加工质量；具有较高的生产率；改善了劳动条件；工序集中，屏幕模拟，柔性自动化；便于现代化生产管理。

0.2.3 我国机床工业目前的水平

我国机床工业已经取得了很大的成就，但与世界先进水平相比，还有较大的差距。主要表现在：大部分高精度和超高精度机床的性能还不能满足要求，精度保持性也较差，特别是高效自动化和数控机床的产量、技术水平和质量等方面都明显落后。

截止 1990 年，我国数控机床的产量仅为全部机床产量的 1.5%，产值百分率仅为 8.7%。而同期日本机床产值数控化率为 80%、德国为 54.2%。因而造成数控机床大量进口。我国数控机床基本上是中等规格的车床、铣床和加工中心等。精密、大型、重型或小型数控机床，还远远不能满足需要。至于航空、航天、冶金、汽车、造船和重型机器制造等工业所需的多种类型的特种数控机床，基本上还是空白。另外在技术水平和性能方面的差距也很明显，产品的质量与可靠性也不够稳定，机床基础理论和应用技术的研究明显落后，人员技术素质还跟不上现代机床技术飞速发展的需要。

0.3 机床的分类

由于机床品种规格多，为了便于区别、使用和管理，所以应该对机床进行分类和编号。

0.3.1 通用机床的分类

0.3.1.1 按加工性质和所用的刀具进行分类

根据我国制定的机床型号编制方法，目前将机床分为 12 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、特种加工机床、锯床及其他机床。在每一类机床中，又按工艺范围、布局型式和结构性能等不同，分为若干组(10 组)，每一组又细分为若干系(10 系)，见表 0-1。

表 0-1 机床的分类

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	特种加工机床	锯床	其他机床
代号	C	Z	T	M	Y	S	X	B	L	D	G	Q

0.3.1.2 同类型机床按其工艺范围进行分类

(1) 通用机床。这类机床可以加工多种零件的不同工序，加工范围较广，通用性较大，但结构比较复杂。这种机床主要适用于单件小批量生产，如普通机床、卧式镗床和万能升降台铣床等。

(2) 专门化机床。这类机床的工艺范围较窄，专门用于加工某一类或几类零件的某一道(或几道)特定工序，如曲轴机床和齿轮机床等。

(3) 专用机床。这类机床的工艺范围最窄，只能用于加工某一零件的某一道特定工序，适用于大批量生产，如加工机床主轴箱的专用镗床和加工车床导轨的专用磨床等。各种组合机床也属于专用机床。

0.3.1.3 同类型机床按照加工精度进行分类

普通精度机床、精密机床和高精度机床。

0.3.1.4 按自动化程度进行分类

机床分为手动、机动、半自动和全自动机床。

0.3.1.5 按重量与尺寸进行分类

机床分为仪表机床、中型机床(一般机床)、大型机床(重量大于 10t)、重型机床(重量大于 30t)和超重型机床(重量大于 100t)。

0.3.1.6 按主要工作部件的数目进行分类

单轴、多轴、单刀和多刀。

0.3.1.7 按机床的自动控制方式进行分类

可分为仿形机床、程序控制机床、数字控制机床、适应控制机床、加工中心和柔性制造系统。

另外,专用机床中有一种以标准的通用部件为基础,配以少量按工件特定形状或加工工艺设计的专用部件组成的自动或半自动机床,称为组合机床;对一种或几种零件的加工,按工序先后安排一系列机床,并配以自动上下料装置和机床与机床间的工作件自动传递装置,这样组成的一系列机床群称为切削加工自动生产线;柔性制造系统是由一组数字控制机床和其他自动化工艺装备组成的,用电子计算机控制,可自动地加工有不同工序的工件,能适应多品种生产。

上述几种分类方法,是由于分类的目的和依据不同而提出的。通常机床是按照加工方法(如车、钻、刨、铣和磨等)及某些辅助特征来进行分类的。例如,多轴自动车床就是以车床为基本类型,再加上“多轴”、“自动”等辅助特征,以区别于其他种类车床。

随着机床的发展,其分类方法也在不断发展。现代机床正向数控化方向发展,数控机床的功能日趋多样化,工序更加集中。现在一台数控机床集中了越来越多的传统机床的功能。例如,数控车床在卧式车床功能的基础上,又集中了转塔车床、仿型车床和自动车床等多种车床的功能。可见,机床数控化引起了机床传统分类方法的变化。这种变化主要表现在机床品种不是越来越细,而是趋向综合。

0.3.2 数控机床的分类

0.3.2.1 按控制刀具相对工件移动轨迹分类

(1) 点位控制数控机床。特点是只控制刀具或机床工作台从一点精确的移动到另一点,而对点与点之间移动的轨迹不加控制,而且在移动过程中刀具不进行切削,如数控钻床、数控镗床和数控冲床、数控点焊机和数控折弯机等,其相应的数控装置称为点位控制数控装置。

(2) 直线控制数控机床。特点是除了控制点与点之间的准确定位外,还要保证被控制的两个坐标点之间移动的轨迹是一条直线,而且在移动过程中刀具能按指定的进给速度进行切削。如数控镗铣床、数控车床和数控磨床。其相应的数控装置称为直线控制装置。

(3) 轮廓控制数控机床(也称为连续轨迹控制数控机床)。特点是能够对两个或两个以上

坐标方向的同时运动进行严格的不间断控制,并且在运动过程中刀具对工件表面连续进行切削。属于这类机床的有数控车床、数控铣床和加工中心等。其相应的数控装置称为轮廓控制装置。轮廓数控装置比点位、直线控制装置结构更加复杂,功能更加齐全。

0.3.2.2 按进给伺服系统的类型分类

(1) 开环进给伺服系统数控机床。由步进电机驱动线路和步进电机组成,这种伺服机构比较简单,工作稳定,容易掌握使用,但精度和速度的提高受到限制。开环进给伺服系统通常不带有位置检测元件。

(2) 闭环进给伺服系统数控机床。闭环进给控制系统带有位置检测元件,随时可以检测出工作台的实际位移并反馈给数控装置,与设定的指令值进行比较,利用其差值控制伺服电动机,直至差值为零为止。这种机构定位精度高但系统复杂,调试维修较困难,价格较贵,常用于高精度和大型数控机床。

(3) 半闭环进给伺服系统数控机床。半闭环进给伺服系统是将位置检测元件安装在伺服电动机的轴上或滚珠丝杠的端部,不直接反馈机床的位移量,而是检测伺服机构的转角,将此信号反馈给数控装置进行指令值比较,用差值控制伺服电动机。这种伺服机构所能达到的精度、速度和动态特性优于开环伺服机构,其复杂性低于闭环系统,被大多数中小型数控机床所采用。

0.3.2.3 按加工工艺用途分类

(1) 普通数控机床。普通数控机床有数控车床、数控镗铣床、数控钻床、数控磨床及数控齿轮加工机床等。

(2) 加工中心。也称为自动换刀数控机床,具有刀库,能够自动更换刀具。它将多工序加工集于一机。在一次安装中可以进行多面、多工序加工,提高了定位精度,因此加工中心适用于零件形状比较复杂,精度要求较高的加工。

加工中心按主轴布置方式分为立式和卧式两类。卧式一般有转台,可加工工件各个侧面,以加工复杂的空间曲面;立式加工中心一般不带转台,仅加工工件顶面。常见的刀库有盘式和链式两类,其中链式刀库存放刀具的容量较大。

0.4 机床的型号编制

机床型号就是赋予每种机床的代号,用于简明地表达该机床的类型、主要规格及有关特性等。我国机床型号由大写汉语拼音字母和阿拉伯数字组成。我国于1957年规定了机床型号的编制方法,随着机床工业的发展,至今已变动了6次。现行规定是按1994年颁布的GB/T 15375—1994《金属切削机床型号编制方法》执行,适用于各类通用及专用金属切削机床、自动线,不包括组合机床、特种加工机床。

0.4.1 通用机床型号

通用机床型号由基本部分和辅助部分组成,中间用“/”隔开,读作“之”。前者需统一管理,后者纳入型号与否由企业自定。

通用机床型号构成通式如下:

$(\triangle) \circ (\circ) \triangle \triangle \triangle (\times \triangle) (\circ) / (\odot) (—\odot)$

各符号的含义如下:

(△)表示分类代号;

○表示类代号;

(○)表示通用特性结构特性代号;

第一个△表示组系代号;

第二个△表示系代号;

第三个△表示主参数或设计顺序号;

(× △)表示主轴数或第二主参数;

(○)表示重大改进顺序号;

(◎)表示其他特性代号;

(—◎)表示企业代号。

注:有“()”的代号或数字,当无内容时,则不表示。若有内容,则不带括号;

有“○”符号者,为大写的汉语拼音字母;

有“△”符号者,为阿拉伯数字;

有“◎”符号者,为大写的汉语拼音字母或阿拉伯数字,或两者兼有之。

0.4.1.1 机床的分类及类代号

机床按其工作原理划分为车床、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、锯床、特种加工机床和其他机床等共 12 类。机床的类代号,用大写的汉语拼音字母表示。分类代号在类代号之前,作为型号的首位,并用阿拉伯数字表示。第一分类代号前的“1”省略,第“2”、“3”分类代号则应予以表示。机床的类代号,按其相应的汉字字意读音。例如:铣床类代号“X”,读作“铣”。机床的类和分类代号见表 0-1。

0.4.1.2 通用特性代号、结构特性代号

这两种特性代号,用大写的汉语拼音字母表示,位于类代号之后。

(1) 通用特性代号。通用特性代号有统一的固定含义,它在各类机床的型号中表示的意义相同,当某类型机床除有普通型外,还有表 0-2 所列的某种通用特性时,则在类代号之后加通用特性代号予以区分。如果某类型机床仅有某种通用能性而无普通型式,则通用特性不予表示;当在一个型号中需同时使用 2~3 个通用特性代号时,一般按重要程度排列顺序。通用特性代号按其相应的汉字字意读音。机床通用特性代号见表 0-2。

(2) 结构特性代号。对主参数值相同而结构、性能不同的机床,在型号中加结构特性代号予以区分。根据各类机床的具体情况,对某些结构特性代号,可以赋予一定含义。但结构特性代号与通用特性代号不同,它在型号中没有统一的含义,只在同类机床中起区分机床结构、性能的作用。当型号中有通用特性代号时,结构特性代号应排在通用特性代号之后。对于结构特性代号,通用特性代号已用过的字母和“1”、“O”两个字母不能用,当单个字母不够用时,可将两个字母组合起来使用,如 AD、AE,或 DA、EA 等。

表 0-2 机床通用特性代号

通用特性	高精度	精密	自动	半自动	数控	加工中心	仿行	轻型	加重型	简式或经济型	柔性加工单元	数显	高速
代号	G	M	Z	B	K	H	F	Q	C	J	R	X	S
读音	高	密	自	半	控	换	仿	轻	重	简	柔	显	速

0.4.1.3 机床组、系的划分原则及其代号

(1) 机床组、系的划分原则。将每类机床划分为 10 个组,每个组又划分为 10 个系(系

列)。组、系划分的原则如下：在同一类机床中，主要布局或使用范围基本相同的机床，即为同一组；在同一组机床中，其主参数相同、主要结构及布局形式相同的机床，即为同一系。

(2) 机床的组、系代号。机床的组，用一位阿拉伯数字表示，位于类代号或通用特性代号、结构特性代号之后；机床的系，用一位阿拉伯数字表示，位于组代号之后。

0.4.1.4 主参数和设计顺序号

机床型号中主参数用折算值表示，位于系代号之后。型号中的主参数用折算值(一般为机床主参数实际数值的 1/10 或 1/100)两位数表示，位于组、系代号之后。它反映机床的主要技术规格，其尺寸单位为 mm，如 C6150 车床，主参数折算值为 50，折算系数为 1/10，即主参数(床身上最大回转直径)为 500mm。

通用机床的设计顺序，当无法用一个主参数表示时，则在型号中用设计顺序号表示。设计顺序号由 1 开始，当设计顺序号小于 10 时，由 01 开始编号。

0.4.1.5 主轴数和第二主参数的表示方法

(1) 主轴数的表示方法。对于多轴车床、多轴钻床和排式钻床等机床，其主轴数应以实际数值列入型号，置于主参数之后，用“×”分开，读作“乘”。单轴可省略，不予表示。

(2) 第二主参数的表示方法。第二主参数(多轴机床的主轴数除外)，一般不予表示，如有特殊情况，需在型号中表示，应按一定手续审批。在型号中表示的第二主参数，一般以折算成两位数为宜，最多不超过三位数。以长度或深度值等表示的，其折算系数为 1/100；以直径或宽度值等表示的，其折算系数为 1/10；以厚度或最大模数值等表示的，其折算系数为 1。当折算值大于 1 时，则取整数；当折算值小于 1 时，则取小数点后第一位数，并在前面加“0”；第二主参数加在主参数后面，用“×”加以分开，如 C2150×6 表示最大棒料直径为 50mm 的卧式六轴自动车床。

0.4.1.6 机床的重大改进顺序号

当机床的结构、性能有更高的要求，并需按新产品重新设计、试制和鉴定时，才按改进的先后顺序选用 A、B、C 等汉语拼音字母(但“I”、“O”两个字母不得选用)，加在型号基本部分的尾部，它是在原有机床的基础上进行改进设计，因此，重大改进后的产品与原型号的产品，是一种取代关系。

凡属局部的小改进或增减某些附件、测量装置及改变装夹工件的方法等，因对原机床的结构、性能没有作重大的改变，故不属于重大改进。

0.4.1.7 其他特性代号及其表示方法

(1) 其他特性代号置于辅助部分之首。其中，同一型号机床的变型代号应放在其他特性代号的首位。

(2) 其他特性代号主要用以反映各类机床的性能，例如：数控机床可用以反映不同的控制系统等；加工中心可用以反映控制系统、自动交换主轴头和自动交换工作台等；柔性加工单元可用以反映自动交换主轴箱；一机多能机床可用以补充表示某些功能；一般机床可以反映同一型号机床的变型等。

(3) 其他特性代号可用汉语拼音字母(“I”、“O”两个字母除外)表示。当单个字母不够用时，可将两个字母组合起来使用，如 AB、AC、AD 等，或 BA、CA、DA 等。其他特性

代号也可用阿拉伯数字表示, 还可由阿拉伯数字和汉语拼音字母组合表示。用汉语拼音字母读音, 如有需要也可用相对应的汉字字意读音。

0.4.1.8 企业代号及其表示方法

企业代号, 包括机床生产厂及机床研究单位代号。企业代号置于辅助部分之尾部, 用“—”分开, 读作“至”。若在辅助部分中仅有企业代号, 则不加“—”。

0.4.1.9 通用机床型号示例

【例 0.1】北京机床研究所生产的精密卧式加工中心, 其型号为 THM6350/JCS。

【例 0.2】大河机床厂生产的经过第一次重大改进, 其最大钻孔直径为 25mm 的四轴立式排钻床, 其型号 Z5625X4A/DH。

【例 0.3】中捷友谊厂生产的最大钻孔直径为 40mm, 最大跨距为 1 600mm 的摇臂钻床, 其型号为 Z3040X16/S2。

【例 0.4】瓦房店机床厂生产的最大车削直径为 1 250mm, 经过第一次重大改进的数显单柱立式车床, 其型号为 CX5112A/WF。

【例 0.5】新乡机床厂生产的, 光球板直径为 800mm 的立式钢球光球机, 其型号为 3M7480/XX。

【例 0.6】最大回转直径为 400mm 的半自动曲轴磨床, 其型号为 MB8240。根据加工的需要在此型号机床的基础上交换的第一种型式的半自动曲轴磨床, 其型号为 MB8240/1; 交换的第二种型式的型号则为: MB8240/2, 依此类推。

【例 0.7】某机床厂生产的最大磨削直径为 320mm 的半自动万能外圆磨床, 其型号为 MBE1432。

【例 0.8】宁江机床厂生产的数控精密单轴纵切自动车床, 其型号为 CKMill6/NG。

【例 0.9】某机床厂生产的, 配置 MTC—ZM 型数控系统的数控床身铣床, 其型号为 XK714/C。

【例 0.10】某机床厂设计试制的第五种仪表磨床为立式双轮轴颈抛光机, 这种磨床无法用一个主参数表示, 故其型号为 M0405。后来, 又设计了第六种轴颈抛光机, 其型号为 M0406。

【例 0.11】CA6140: C 车床(类代号); A(结构特性代号); 6 落地及卧式车床(组代号); 1 普通落地及卧式车床(系代号); 40 最大加工件回转直径 400mm(主参数)。

【例 0.12】XKA5032A: X 铣床(类代号); K 数控(通用特性代号); A(结构特性代号); 50 立式升降台铣床(组系代号); 32 工作台面宽度 320mm(主参数); A 第一次重大改进(重大改进序号)。

【例 0.13】MGB1432: M 磨床(类代号); G 高精度(通用特性代号); B 半自动(通用特性代号); 万能外圆磨床(1 组 4 系); 32 最大磨削外径 320mm(主参数)。

【例 0.14】C2150×6: C 车床(类代号); 多轴棒料自动车床(2 组 1 系); 最大棒料直径 50mm(主参数); 6 轴数为 6(第二主参数)。

说明: 企业中正在使用的车床型号, 如 C616 和 CA6140 等是按 1959 年“GB”或 1985 年以前机械工业部“部标”规定编制的。在新的“GB”中还规定允许使用“厂标”表示, 如 CX5112A/WF 为瓦房店机床厂生产的最大车削直径为 1 250mm, 经第一次重大改进的数显单柱立式车床。

0.4.2 专用机床的型号表示方法

专用机床的型号一般由设计单位代号和设计顺序号组成, 型号构成如下:

○—△

各符号的含义如下:

○表示设计单位代号(大写汉语拼音及阿拉伯数字);

△表示设计顺序号(阿拉伯数字)。

0.4.2.1 设计单位代号

设计单位代号包括机床生产厂和机床研究单位代号(位于型号之首)。

0.4.2.2 专用机床的设计顺序号

专用机床的设计顺序号按该单位的设计顺序号排列, 由 001 开始, 位于设计单位代号之后, 并用“—”隔开, 读作“至”。

0.4.2.3 专用机床的型号示例

【例 0.11】沈阳第一机床厂设计制造的第一种专用机床为专用车床, 其型号为 SI-001。

【例 0.12】上海机床厂设计制造的第 15 种专用机床为专用磨床, 其型号为 H-015。

【例 0.13】北京第一机床厂设计制造的第 100 种专用机床为专用铣床, 其型号为 BI-100。

0.4.3 机床自动线的型号

机床自动线的型号表示方法构成如下:

○—△△

各符号的含义如下:

○表示设计单位代号(采用附录 A 规定的企业代号);

第一个△表示机床自动线代号(大写的汉语拼音字母);

第二个△表示设计顺序号(阿拉伯数字)。

0.4.3.1 机床自动线代号

由通用机床或专用机床组成的机床自动线, 其代号为“ZX”, (读作“自线”), 位于设计单位代号之后, 并用“—”分开, 读作“至”。

0.4.3.2 设计顺序号

机床自动线设计顺序号的排列与专用机床的设计顺序号相同, 位于机床自动线代号之后。

0.4.3.3 机床自动线的型号示例

【例 0.14】北京机床研究所以通用机床或专用机床为某厂设计的第一条机床自动线, 其型号为 JCS—ZX001。

习 题

1. 说出下列机床符号的意义。