



高职高专“十一五”规划教材

机械制造技术

JIXIE ZHIZAO JISHU

第二版

韩洪涛 主编



化学工业出版社

高职高专“十一五”规划教材

机械制造技术

第二版

韩洪涛 主编



化学工业出版社

·北京·

本次再版是根据教育部制定的《高职高专教育人才培养目标及规格》要求编写的。本书以金属切削机床讲解为主线，融入夹具、刀具，使之成为独立的加工系统，从而突出了对学生的知识、能力及素质的培养，在阐明原理的基础上，更加突出实用技术的应用性。

本书分为上、中、下三篇，共计十一章。上篇包括金属切削机床、金属切削刀具、机床夹具的基础内容，中篇讲解钻削加工、车削加工、铣削加工、磨削加工、齿轮加工、镗削加工及其他加工方法，下篇包括机床夹具设计及相应的例题。每章后均附有习题及思考题。

本书可作为高职高专机械制造及其自动化、机电一体化专业及其他相近专业的教材，也可作为电大、职大相同或相近专业的教学用书，还可作为机械、机电类技术人员的技术参考书或培训教材。

机械工业出版社

第二版

机械工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制造技术/韩洪涛主编. —2版. —北京: 化学工业出版社, 2009. 2
高职高专“十一五”规划教材
ISBN 978-7-122-04323-8

I. 机… II. 韩… III. 机械制造工艺-高等学校: 技术学院-教材 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 201554 号

责任编辑: 高 钰
责任校对: 宋 玮

文字编辑: 张绪瑞
装帧设计: 史利平

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 北京市彩桥印刷有限责任公司
787mm×1092mm 1/16 印张 16½ 字数 421 千字 2009 年 3 月北京第 2 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

前 言

本书是根据教育部制定的《高职高专教育机械类专业人才培养目标及规格》及近几年高等职业院校人才培养水平评估的内涵要求编写的。

针对高等职业教育的特点及培养应用型专门人才的需要,编者将原来的《金属切削机床概论》、《金属切削原理与刀具》、《机床夹具》等课程整合成《机械制造技术》这门课程。本书以金属切削机床为主线,融入夹具、刀具、机械加工方法等内容,使之成为一个独立的加工系统,在阐明原理的基础上更加突出技术的应用性,从而突出了对学生的知识、能力及素质的培养,使学生在有限的学时内,获得必要的知识和能力。

在编写过程中,本书力求内容全面、语言精练、通俗易懂、重点突出、实用性强。

全书分为上、中、下三篇,共十一章,依内容分别为基础篇、制造篇和设计篇。基础篇包括金属切削机床、金属切削刀具、机床夹具等基础内容;制造篇包括钻削加工、车削加工、铣削加工、磨削加工、齿轮加工、镗削加工及其他加工方法等内容;设计篇包括了机床夹具设计及其相应的例题。每章后附有习题与思考题,供学生练习。

本书建议学时为80~90学时,其中基础篇约需20~25学时,制造篇约需45~50学时,设计篇约需10~15学时。

本书由韩洪涛主编。其中,姜甘元编写第一章、第七章;张旭亚编写第二章;赵华编写第三章、第四章;王晓明编写第五章;吴春诚编写第六章第三节、第八章;李辉编写第九章、第十章;韩洪涛编写第六章第一、第二节、第十一章。

本书进行了厂校合作的初步尝试,特别是在洛阳一拖集团有限公司陈科家高级工程师的协助下共同完成的。

本书再版时,在设计篇中删去了机床设计和刀具设计两部分内容。并相应增加了表面粗糙度的概念、检测方法及要求。除此之外,修改了其余的部分内容,使之更加趋于实践方面的要求。在章节的先后顺序上,也做了一定的调整。

本书可作为高职高专机械制造及其自动化专业、机电一体化专业及其他相近专业的教学用书,也可作为机械、机电类技术人员的技术参考书或培训教材。

本书在编写过程中得到了许多兄弟院校同行、专家的大力支持和帮助,在此一并表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,加上编写时间仓促,书中难免有不妥之处,恳请各位专家和同行批评指正。

编者

2008年12月

目 录

上篇 基础篇

第一章 金属切削机床	1
第一节 金属切削机床概述	1
第二节 机床的分类和型号编制	2
一、机床的分类	2
二、机床型号的编制方法	3
第三节 金属切削机床的运动	6
第四节 机床的传动	8
一、机床传动的组成	8
二、机床的传动链	8
三、传动原理图	9
四、传动系统图	11
习题与思考题	12
第二章 金属切削刀具	14
第一节 刀具的几何角度及其标注	14
一、刀具的组成部分	14
二、刀具角度参考系	15
三、刀具角度定义	15
四、刀具的标注	16
第二节 刀具的材料	18
一、刀具材料应具备的性能	18
二、常用刀具材料	19
第三节 切削力	23
一、切削力的来源、合力和分力	23
二、切削功率	24
三、影响切削力的因素	24
第四节 刀具的磨损与耐用度	25
一、刀具磨损的形式	25
二、刀具磨损的原因	25
三、刀具磨损过程及磨钝标准	26
四、刀具耐用度及其与切削用量的关系	27
第五节 刀具几何参数的合理选择	28
一、前角和前面形式选择	28
二、后角 α_0 选择	30
三、副后角 α'_0 选择	30
四、主偏角 κ_r 选择	30
五、副偏角 κ'_r 选择	30

六、倒角刀尖和修圆刀尖	31
七、刃倾角 λ 选择	31
习题与思考题	32
第三章 机床夹具	33
第一节 概述	33
一、机床夹具的定义及组成	33
二、夹具的作用	34
三、机床夹具的分类	34
第二节 工件定位的基本原理	34
一、六点定位规则	34
二、限制工件自由度与加工要求的关系	36
三、正确处理过定位	37
四、定位副的选择和要求	38
第三节 常用的工件定位方法及其定位元件	39
一、工件以平面定位	39
二、工件以内孔定位	41
三、工件以外圆柱面定位	42
第四节 定位误差的分析与计算	44
一、定位误差产生的原因	44
二、定位误差的计算方法	47
三、定位误差的综合分析与计算实例	47
四、工件以一面两孔定位	48
第五节 夹紧装置与夹紧力的确定	51
一、夹紧装置的组成	51
二、夹紧装置的基本要求	52
三、夹紧力的方向	52
四、夹紧力的作用点	52
五、夹紧力大小的确定	53
第六节 基本夹紧机构	54
一、斜楔夹紧机构	54
二、螺旋夹紧机构	56
三、偏心夹紧机构	57
四、铰链夹紧机构	59
习题与思考题	61

中篇 制造篇

第四章 钻削加工	63
----------	----

第一节 钻床	63	第三节 铣床夹具	138
一、立式钻床	63	一、直线进给铣床夹具	138
二、台钻	64	二、圆周进给铣床夹具	141
三、摇臂钻床	64	三、靠模铣床夹具	142
四、其他钻床	65	习题与思考题	143
第二节 钻削刀具	66	第七章 磨削加工	145
一、麻花钻	66	第一节 磨床	145
二、钻削过程及钻削用量	72	一、磨床的类型	145
三、其他钻头	74	二、M1432 B型万能外圆磨床	145
第三节 钻床夹具	76	三、其他类型磨床	150
一、固定式钻模	77	第二节 磨具	154
二、分度式钻模	83	一、砂轮	154
三、其他钻模	86	二、磨削过程	157
习题与思考题	88	三、砂带磨削	161
第五章 车削加工	90	第三节 表面粗糙度	162
第一节 车床	90	一、表面粗糙度的概念	162
一、车床的用途、运动和分类	90	二、表面粗糙度的评定	162
二、卧式车床的工艺范围及其布局	91	三、表面粗糙度的选用	165
三、CA6140型卧式车床的传动系统	92	四、表面粗糙度的测量	166
四、CA6140型卧式车床的主要结构	101	习题与思考题	167
五、卧式车床精度对加工质量的影响	107	第八章 齿轮加工	169
六、其他常用车床简介	108	第一节 齿形加工方法	169
第二节 车刀	111	一、齿形加工原理	169
一、车刀的类型、应用和特点	111	二、常用加工方法	170
二、焊接车刀	113	第二节 齿轮加工机床	173
三、机夹车刀	114	一、滚齿机	173
四、硬质合金可转位车刀的种类和应用	115	二、插齿机	183
五、成形车刀	117	三、磨齿机	185
第三节 车床夹具	119	第三节 齿轮加工刀具	186
一、角铁式车床夹具	119	一、齿轮滚刀	186
二、定心式车床夹具	120	二、滚刀的安装调整与重磨	192
三、气动夹紧车床夹具实例	124	三、插齿刀	194
习题与思考题	125	习题与思考题	195
第六章 铣削加工	127	第九章 镗削加工	197
第一节 铣床	127	第一节 镗床	197
一、卧式铣床	127	一、卧式铣镗床	197
二、立式铣床	129	二、坐标镗床	198
三、龙门铣床	129	三、金刚镗床	200
四、圆台铣床	129	第二节 镗刀	201
五、其他铣床	130	一、镗削特点	201
第二节 铣刀	130	二、镗刀的类型及应用	201
一、铣削原理	130	第三节 镗床夹具	204
二、铣刀的类型及应用	133	一、双支承镗模	204
三、硬质合金端铣刀及成形铣刀	136	二、单支承镗模	209
		三、无支承镗床夹具	210

习题与思考题	210
第十章 其他加工方法	211
第一节 拉削加工	211
一、拉床	211
二、拉削方法与拉削特点	212
三、拉削方式	213
第二节 刨削加工	215
一、刨床	215
二、刨削加工的特点	217
三、宽刃细刨	217
四、插削加工	218
第三节 螺纹加工	219
一、螺纹的车削加工	219
二、螺纹的铣削加工	219
三、攻螺纹和套螺纹	220
四、螺纹的滚压加工	221
五、螺纹磨削	222
习题与思考题	222

下篇 设计篇

第十一章 夹具设计	223
第一节 夹具设计的步骤和基本要求	223
一、夹具设计的基本要求	223
二、夹具的设计步骤	223
三、夹具总图上尺寸、公差与配合和技术条件的标注	224
第二节 夹具体设计	228
一、夹具体的毛坯结构	228
二、对夹具体的基本要求	229
第三节 车床夹具设计示例	230

一、明确设计任务, 收集原始资料	231
二、确定夹具定位方法和机构方案	231
三、绘制夹具总图	231
四、标注尺寸和技术要求	232
五、夹具加工精度分析	232
第四节 铣床夹具设计实例	233
一、明确设计任务、收集原始资料	233
二、确定夹具结构方案	234
三、绘制夹具总图	239
四、标注总图上的尺寸、公差与配合和技术条件	239
五、夹具工作精度的分析计算	241
第五节 钻床夹具设计实例	242
一、明确设计任务	242
二、结构设计	242
三、绘制夹具总装图	243
四、在总图上标注尺寸和技术条件	243
五、钻床夹具精度分析	244
习题与思考题	245

附录

一、常用机床组、系代号及主参数	248
二、机构运动简图符号 (摘自 GB/T 4460—84)	251
三、定位夹紧符号	255
四、固定式定位销 (JB/T 8014.2—1999)	256

参考文献

1. 机械工业出版社. 夹具设计. 2001	257
2. 机械工业出版社. 夹具设计. 2001	
3. 机械工业出版社. 夹具设计. 2001	
4. 机械工业出版社. 夹具设计. 2001	
5. 机械工业出版社. 夹具设计. 2001	
6. 机械工业出版社. 夹具设计. 2001	
7. 机械工业出版社. 夹具设计. 2001	
8. 机械工业出版社. 夹具设计. 2001	
9. 机械工业出版社. 夹具设计. 2001	
10. 机械工业出版社. 夹具设计. 2001	
11. 机械工业出版社. 夹具设计. 2001	
12. 机械工业出版社. 夹具设计. 2001	
13. 机械工业出版社. 夹具设计. 2001	
14. 机械工业出版社. 夹具设计. 2001	
15. 机械工业出版社. 夹具设计. 2001	
16. 机械工业出版社. 夹具设计. 2001	
17. 机械工业出版社. 夹具设计. 2001	
18. 机械工业出版社. 夹具设计. 2001	
19. 机械工业出版社. 夹具设计. 2001	
20. 机械工业出版社. 夹具设计. 2001	

上篇 基础篇

第一章 金属切削机床

第一节 金属切削机床概述

金属切削机床就是利用刀具对金属毛坯进行切削的一种加工设备。即金属切削机床是一种制造机器的机器，可称之为工作母机，通常简称为机床。

一切机器都是由机器零件组成的。制造机器零件的方法很多，如铸造、锻造、焊接、冲压、挤压、切削加工等。但对于尺寸精度、形状位置精度要求较高，以及具有较高表面粗糙度要求的零件，一般都需用切削加工的方法制造。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所拥有的装备中，机床占50%以上，所担负的工作量占机械制造总工作量的40%~60%。机床的技术水平高低直接影响机械产品的质量和零件制造的经济性。

制造技术是各国经济竞争的重要支柱之一，经济的成功在很大程度上得益于先进的制造技术，而机床是机械制造技术重要的载体，它标志着一个国家的生产能力和技术水平。机床工业是国民经济的一个重要先行部门，担负着为国民经济各部门提供现代化技术装备的任务，在国民经济发展中发挥着重要的作用。

金属切削机床是人类在长期改造大自然的斗争中，不断改善生产工具的产物。金属切削机床的出现，推动了社会生产力的发展，而工业的发展及不断涌现的科学技术成果又使机床本身得以不断发展。

18世纪中叶，为适应产业革命后出现的资本主义机器大工业生产方式的需要，出现了现代机床的雏形。早期的机床采用蒸汽机当动力，加工精度不高，如最早的汽缸镗床的加工精度约为1mm左右。19世纪至20世纪初，机床的驱动源由蒸汽机改为电动机，并一直沿用至今。在以后将近百年的过程中，随着机械制造业及其相关行业的发展，在机床工业中，不断改进设计基础理论，使用新技术、新材料、新工艺及新的试验方法，使金属切削机床在品种上及技术性能上得到了迅速的发展。

当前机床技术发展的主要方向如下。

(1) 扩大机床加工工艺范围 为减少工件装夹次数，提高机床生产效率及加工精度，要求毛坯安装到机床上后能完成尽可能多的工序。目前，一台数控镗铣床（通常称为加工中心）可对一次装夹零件进行5面加工或全部工序加工。在有的车削中心上可进行车、铣、钻（径向或轴向孔）、车螺纹、铰、镗、滚压、磨和测量等多种工序。有的数控机床上还使用了组合排刀。

(2) 提高机床加工精度 近年来，随着新技术及新切削材料的使用，机床工作精度日益提高。目前超精数控机床的定位精度可达 $0.05\sim 0.1\mu\text{m}$ ，精密车床采用金刚石刀具加工可

达到 $0.05\mu\text{m}$ 的加工精度，高精度磨床则可获得更高的加工精度；超精度加工已进入纳米 ($0.001\mu\text{m}$) 时代。

(3) 提高切削速度，缩短辅助时间 随着高速轴承及高速主轴部件的出现，机床主轴的转速已获得极大地提高，从而提高了机床的加工效率。当前，一般加工中心主轴转速可达 $6000\sim 12000\text{r}/\text{min}$ ，而高速加工机床的主轴最高转速可达 $20000\sim 30000\text{r}/\text{min}$ ，内圆磨床转速可达每分钟几万至几十万转。随着主轴转速的提高，切削速度也有很大提高，如高速铣削铝制变速箱体时，切削速度可高达 $2500\sim 3000\text{m}/\text{min}$ 。

为了提高生产效率，缩短机床辅助时间也成为改进机床性能的一个重要方面。多数加工中心自动换刀时间在 5s 以内，先进的仅需 1s 。随着驱动和控制技术的进步，目前加工中心进给部件快速移动速度，当采用滚珠丝杠驱动时达到 $40\sim 60\text{m}/\text{min}$ ，高速加工中心达到 $90\text{m}/\text{min}$ ，采用直线电动机驱动，快移速度高达 $120\text{m}/\text{min}$ ，加速度为 $1.4g\sim 2g$ ($g=10\text{m}/\text{s}^2$)。

(4) 机床自动化程度日益提高 随着微电子、计算机技术的不断发展，机床的自动化程度越来越高。数控机床的出现可说是机床自动化技术发展的里程碑。计算机数控机床 (CNC) 已成为机床制造业的主导产品。计算机不仅可直接控制机床的加工过程，而且可担当起控制工件测量、监控刀具磨损及破损，控制工件自动供给等工作，大大提高了机床的自动化程度。

总之，高效、柔性生产、自动化、精密化及产品多样化已成为机床发展的趋势。

20 世纪 90 年代以来，我国机床工业逐步形成了布局比较合理、门类齐全的工业体系，机床的拥有量和销售量已进入世界前列，在机床的品种、质量和性能等方面也有很大的发展和提高，有些机床已接近世界先进水平。但是我国的大部分高精密度机床的性能还不能满足要求，特别是高效和数控机床的质量、数量和技术水平与世界先进水平相比还有一定差距。

当前，我国机床工业面临量大面广的普通机床的更新换代，要采用高新技术改造现有产品，开发设计我国自己的数控产品，包括普通数控 (NC)、加工中心 (MC)、计算机控制 (CNC)、微机控制 (MNC) 等机床；少量生产柔性制造系统 (FMS)，有重点地推广计算机集成制造系统 (CIMS)。在科学研究方面，要加强机床基础理论和应用技术的研究，把握机床技术发展的总趋势，努力追赶、缩短与世界先进技术的差距。

第二节 机床的分类和型号编制

一、机床的分类

金属切削机床的品种和规格繁多，为了便于区别、管理和使用机床，在国家制订的机床型号编制方法中，按照机床的加工方式、使用的刀具及其用途，将机床分为 11 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、锯床和其他机床。

除上述基本分类法外，还可按机床的其他特征分类。如按机床自动化程度的不同，可分为手动、机动、半自动和自动机床；按机床重量的不同，分为仪表机床、中型机床、大型机床、重型机床和超重型机床等；按加工精度的不同，同类型机床可分为普通精度级机床、精密级机床和高精度级机床；按机床工艺范围的宽窄（万能性程度）可分为通用机床、专门化机床及专用机床。通用机床的加工范围较广，可完成多种零件的不同加工工序。常见的卧式车床、万能升降台铣床、摇臂钻床等均属此类机床。专门化机床用于加工不同尺寸的一类或

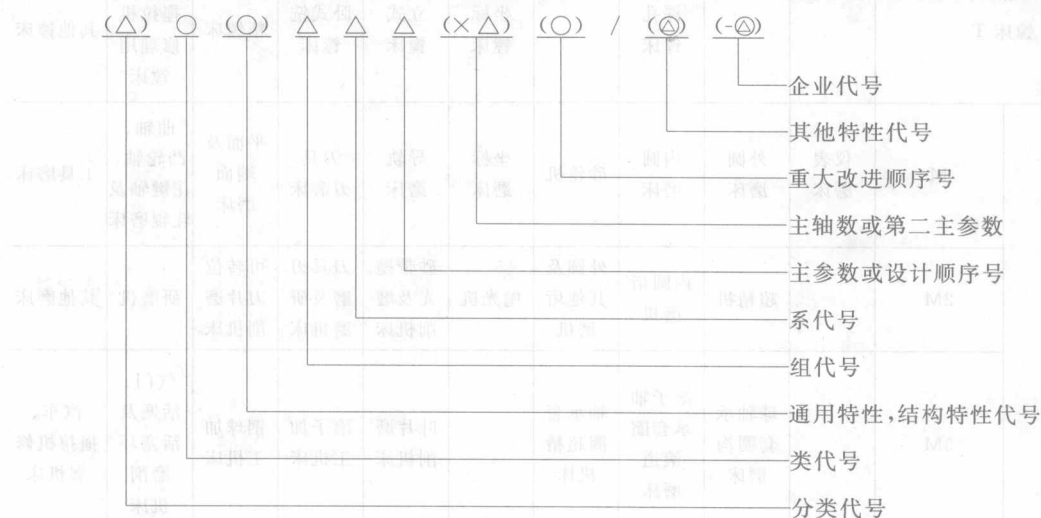
几类零件的某一道（或几道）特定工序，如花键轴铣床、凸轮轴车床等。专用机床是为某一特定零件的特定工序所设计的，其工艺范围最窄。另外还可按机床主要工作部件数目，将机床分为单轴机床、多轴机床或单刀机床、多刀机床。

二、机床型号的编制方法

现行的金属切削机床型号是按 1994 年颁布的标准 GB/T 15375—1994《金属切削机床型号编制方法》编制的。此标准规定，机床型号由汉语拼音字母和数字按一定的规律组合而成，它适用于新设计的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。

1. 通用机床型号

(1) 型号表示方法 通用机床的型号由基本部分和辅助部分组成，中间用“/”隔开，读作“之”。基本部分需统一管理，辅助部分是否纳入型号由企业自定。型号构成如下：



注：1. 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。

2. 有“O”符号者，为大写的汉语拼音字母。

3. 有“△”符号者，为阿拉伯数字。

4. 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。

(2) 机床类、组、系的划分及其代号 机床的类代号用大写的汉语拼音字母表示。必要时，每类可分为若干分类。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。每一分类代号前的“1”省略，第“2”、“3”分类代号则应予以表示。例如，磨床类分为 M、2M、3M 三个分类。机床的类别和分类代号及其读音见表 1-1。

表 1-1 机床的类别和分类代号

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	锯床	其他机床
代号	C	Z	T	M	2M	3M	Y	S	X	B	L	G	Q
读音	车	钻	镗	磨	二磨	三磨	牙	丝	铣	刨	拉	割	其

机床按其工作原理划分为 11 类。每类机床划分为 10 个组，每个组又划分为 10 个系（系列）。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。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或通用特性代号之后。机床的系用一位阿拉伯数字表示,位于组代号之后。机床类、组划分及其代号见表 1-2。

表 1-2 金属切削机床类、组划分及其代号

类别		组别									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
车床 C		仪表车床	单轴自动车床	多轴自动、半自动车床	回轮、转塔车床	曲轴及凸轴车床	立式车床	落地及卧式车床	仿形及多刀车床	轮、轴、辊、锭及铲齿车床	其他车床
钻床 Z			坐标镗钻床	深孔钻床	摇臂钻床	台式钻床	立式钻床	卧式钻床	铣钻床	中心孔钻床	其他钻床
镗床 T				深孔镗床		坐标镗床	立式镗床	卧式铣镗床	精镗床	汽车、拖拉机修理用镗床	其他镗床
磨床	M	仪表磨床	外圆磨床	内圆磨床	砂轮机	坐标磨床	导轨磨床	刀具刃磨床	平面及端面磨床	曲轴、凸轮轴、花键轴及轧辊磨床	工具磨床
	2M		超精机	内圆珩磨机	外圆及其他珩磨机	抛光机	砂带抛光及磨削机床	刀具刃磨及研磨机床	可转位刀片磨削机床	研磨机	其他磨床
	3M		球轴承套圈沟磨床	滚子轴承套圈滚道磨床	轴承套圈超精机床		叶片磨削机床	滚子加工机床	钢球加工机床	气门、活塞及活塞环磨削机床	汽车、拖拉机修磨机床
齿轮加工机床 Y		仪表齿轮加工机		锥齿轮加工机	滚齿及铣齿机	剃齿及珩齿机	插齿机	花键轴铣床	齿轮磨齿机	其他齿轮加工机	齿轮倒角及检查机
螺纹加工机床 S					套丝机	攻丝机		螺纹铣床	螺纹磨床	螺纹车床	
铣床 X		仪表铣床	悬臂及滑枕铣床	龙门铣床	平面铣床	仿形铣床	立式升降台铣床	卧式升降台铣床	床身铣床	工具铣床	其他铣床
刨插床 B			悬臂刨床	龙门刨床			插床	牛头刨床		边缘及模具刨床	其他刨床
拉床 L				侧拉床	卧式外拉床	连续拉床	立式内拉床	卧式内拉床	立式外拉床	键槽、轴瓦及螺纹拉床	其他拉床
锯床 G				砂轮片锯床		卧式带锯床	立式带锯床	圆锯床	弓锯床	锉锯床	
其他机床 Q		其他仪表机床	管子加工机床	木螺钉加工机		刻线机	切断机	多功能机床			

(3) 机床的通用特性代号和结构特性代号 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。

通用特性代号有统一的固定含义, 它在各类机床型号中表示的意义相同。

当某类型机床既有普通形式, 又有表 1-3 所示某种通用特性时, 则在类代号之后加通用特性代号予以区别。如果某类型机床仅有某种通用特性, 而无普通形式者, 则通用特性不予表示。如 C1312 型单轴转塔自动车床, 由于这类自动车床没有“非自动”型, 所以不必用“Z”表示通用特性。当在一个型号中需同时使用两至三个通用特性代号时, 一般按重要程度排列顺序。通用特性代号见表 1-3。

表 1-3 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 (自动换刀)	仿形	轻型	加重型	筒式或 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	筒	柔	显	速

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、性能不同的作用。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。结构特性代号用汉语拼音字母(通用特性代号已用的字母和“I、O”两个字母不能用)表示, 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...。

(4) 机床主参数和设计顺序号 机床主参数代表机床规格的大小, 用折算值(主参数乘以折算系数)表示, 位于系代号之后。常用机床型号中主参数的表示方法见附录一。

对于某些通用机床, 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 起始, 当设计顺序号小于 10 时, 由 01 开始编号。

(5) 主轴数和第二主参数的表示方法 对于多轴车床、多轴钻床、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”。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、深度值等表示的, 其折算系数为 1/100; 以直径、宽度值等表示的, 其折算系数为 1/10; 以厚度、最大模数值等表示的, 其折算系数为 1。

(6) 机床的重大改进顺序号 当对机床的结构、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... 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, 以区别原机床型号。

(7) 其他特性代号及其表示方法 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, 一般应放在其他特性代号之首。

其他特性代号主要用以反映各类机床的特性, 如对于数控机床, 可用来反映不同的控制系统等; 对于加工中心, 可用来反映控制系统、自动交换主轴头、自动交换工作台等; 对于柔性加工单元, 可用以反映自动交换主轴箱; 对于一机多能机床, 可用以补充表示某些功能; 对于一般机床, 可以反映同一型号机床的变型等。

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, 还可用阿拉伯数字和汉语拼音字母组合表示。

(8) 企业代号及其表示方法 企业代号中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“-”。

(9) 通用机床型号实例

最大棒料直径为 50mm 的六轴棒料自动车床, 其型号为 C2150×6。

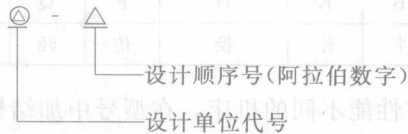
北京机床研究所生产的精密卧式加工中心, 其型号为 THM6350/JCS。

工作台面宽度为 630mm 的单柱坐标镗床, 经第一次重大改进后的型号为 T4163A。

最大回转直径为 400mm 的半自动曲轴磨床的第一种变型的型号为 MB8240/1, 第二种变型的型号则为 MB8240/2, 依此类推。

2. 专用机床的型号

(1) 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:



(2) 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)。

(3) 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 起始, 位于设计单位代号之后, 并用“-”隔开, 读作“至”。

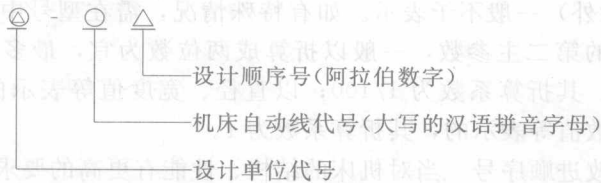
例如, 上海机床厂设计制造的第 15 种专用机床为专用磨床, 其型号为 H-015。

3. 机床自动线的型号

(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”), 它位于设计单位代号之后, 并用“-”分开, 读作“至”。

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。

(2) 型号表示方法 型号构成如下:



例如, 北京机床研究所用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。

我国的机床型号编制办法, 自 1957 年第一次颁布以来, 曾作过多次修订和补充。目前工厂使用和生产的机床, 有相当一部分的型号仍是按照前几次颁布的机床型号编制办法编制的, 其含义可查阅 1957 年、1959 年、1963 年、1971 年、1976 年和 1985 年历次颁布的机床型号编制办法。

第三节 金属切削机床的运动

在金属切削机床上切削工件时, 工件与刀具之间必须有相对运动, 就其运动性质而言,

有旋转运动和直线运动两种。通常用符号 A 表示直线运动，用符号 B 表示旋转运动。但就机床的运动而言，可分为表面成形运动、切入运动、分度运动、辅助运动、操纵及控制运动和校正运动。

1. 表面成形运动

机床加工零件时，为获得所需表面，必须形成一定形状的母线和导线。而形成母线和导线，除成形法外，都需要刀具和工件作相对运动。这种形成发生线，也即形成被加工零件表面的运动，称为表面成形运动，简称成形运动。

成形运动按其组成情况不同，可分为简单的和复合的两种。如果一个独立的成形运动是由单独的旋转运动或直线运动构成的，则称此成形运动为简单成形运动，简称简单运动。例如，用尖头车刀车削圆柱面时 [图 1-1(a)]，工件的旋转运动 B_1 和刀具的直线移动 A_2 就是两个简单运动；用砂轮磨削圆柱面时 [图 1-1(b)]，砂轮和工件的旋转运动 B_1 、 B_2 以及工件的直线移动 A_3 ，也都是简单运动。如果一个独立的成形运动，是由两个或两个以上的旋转运动或（和）直线运动按照某种确定的运动关系组合而成，则称此成形运动为复合成形运动，简称复合运动。例如，车削螺纹时 [图 1-1(c)]，形成螺旋形发生线所需的刀具和工件之间的相对螺旋轨迹运动，为简化机床结构和较易保证精度，通常将其分解为工件的等速旋转运动 B_{11} 和刀具的等速直线移动 A_{12} 。 B_{11} 和 A_{12} 彼此不能独立，它们之间必须保持严格的运动关系，即工件每转 1 转时，刀具直线移动的距离应等于螺纹的导程，从而 B_{11} 和 A_{12} 这两个单元运动组成一个复合运动。用尖头车刀车削回转体成形面时 [图 1-1(d)]，车刀的曲线轨迹运动通常由相互垂直坐标方向上的、有严格速比关系的两个直线运动 A_{21} 和 A_{22} 来实现， A_{21} 和 A_{22} 也组成一个复合运动。

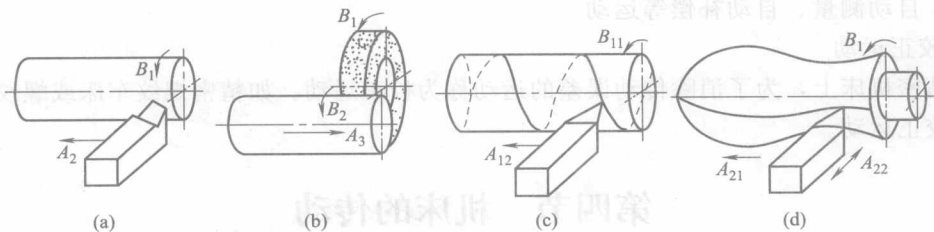


图 1-1 成形运动的组成

根据切削过程中所起作用不同，成形运动又可分为主运动和进给运动。主运动是切除工件上的被切削层，使之转变为切屑的主要运动；进给运动是不断地把被切削层投入切削，以逐渐切出整个工件表面的运动。主运动的速度高，消耗的功率大，进给运动的速度较低，消耗的功率也较小。任何一种机床，必定有且通常只有一个主运动，但进给运动可能有一个或几个，也可能没有。

表面成形运动是机床上最基本的运动，其轨迹、数目、行程和方向等，在很大程度上决定着机床传动和结构形式。显然，用不同工艺方法加工不同形状的表面，所需的表面成形运动是不同的，从而产生了各种不同类型的机床。然而即使是用同一种工艺方法和刀具结构加工相同表面，由于具体加工条件不同，表面成形运动在刀具和工件之间的分配也往往不同。例如，车削圆柱面，多数情况下表面成形运动是工件旋转和刀具直线移动，但根据工件形状、尺寸和坯料形式等具体条件不同，表面成形运动也可以是工件旋转并直线移动，或者刀具旋转和工件直线移动，或者刀具旋转并直线移动（图 1-2）。表面成形运动在刀具和工件之间的分配情况不同，机床结构也不一样，这就决定了机床结构形式的多样化。

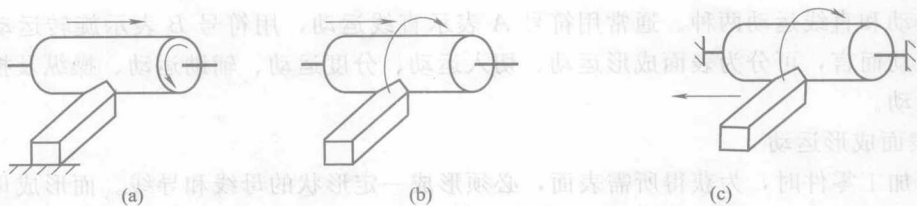


图 1-2 圆柱面的车削加工方式

2. 切入运动

用于实现使工件表面逐步达到所需尺寸的运动。

3. 分度运动

多工位工作台、刀架等的周期转位或移位，以便依次加工工件上的各个表面，或依次使用不同刀具对工件进行顺序加工。

4. 辅助运动

为切削加工创造条件的运动称为辅助运动。例如工件或刀具的调位、快速趋近、快速退出和工作行程中空程的超越运动，以及修整砂轮、排除切屑、刀具和工件的自动装卸和夹紧等。

辅助运动虽然不直接参与表面成形过程，但对机床整个加工过程却是不可缺少的，同时还对机床的生产率、加工精度和表面质量有较大的影响。

5. 操纵及控制运动

操纵及控制运动包括启动、停止、变速、换向、部件与工件的夹紧和松开、转位以及自动换刀、自动测量、自动补偿等运动。

6. 校正运动

在精密机床上，为了消除传动误差的运动称为校正运动。如精密螺纹车床或螺纹磨床中的螺距校正运动。

第四节 机床的传动

一、机床传动的组成

为了实现加工过程中所需的各种运动，机床必须具备三个基本部分：执行件、运动源和传动装置。执行件是执行机床运动的部件，如主轴、刀架、工作台等，其任务是装夹刀具和工件，直接带动它们完成一定形式的运动，并保证其运动轨迹的准确性——旋转运动的正圆度和直线运动的直线度。运动源是为执行件提供运动和动力的装置，如交流异步电动机、直流电动机、步进电动机、伺服电动机等。传动装置是传递运动和动力的装置，通过它把执行件和运动源或一个执行件与另一个执行件联系起来，使执行件获得一定速度和方向的运动，并使有关执行件之间保持某种确定的运动关系。

机床的传动装置有机械、液压、电气、气压等多种形式，本书将主要讲述机械的传动装置。它应用皮带、齿轮、齿条、丝杠螺母、凸轮副等传动件实现运动联系。

二、机床的传动链

使执行件和运动源以及两个有关的执行件保持运动联系的一系列顺序排列的传动件，称为传动链。传动链中通常包含两类传动机构：一类是传动比和传动方向固定不变的传动机构，如定比齿轮副、蜗杆蜗轮副、丝杠螺母副等，称为定比传动机构；另一类是根据加工要

求可以变换传动比和传动方向的传动机构，如挂轮变速机构、滑移齿轮变速机构、离合器换向机构等，统称为换置机构。

根据传动联系的性质，传动链可以分为两类。

1. 外联系传动链

它是联系运动源（如电动机）和机床执行件（如主轴、刀架、工作台等）之间的传动链，使执行件得到运动，而且能改变运动的速度和方向，但不要求运动源和执行件之间有严格的传动比关系。如图 1-3 所示，车圆柱螺纹时，从电动机传到车床主轴的传动链“1—2— u_v —3—4”就是外联系传动链，它只决定车螺纹速度的快慢，而不影响螺纹表面的成形。

2. 内联系传动链

当表面成形运动为复合的成形运动时，它由保持严格的相对运动关系的几个单元运动（旋转或直线运动）所合成，为完成复合的成形运动，必须有传动链把实现这些单元运动的执行件与执行件之间联系起来，并使其保持确定的运动关系，这种传动链称为内联系传动链。如图 1-3 所示，车削圆柱螺纹时需要工件旋转 B_{11} 和车刀直线移动 A_{12} 组成的复合运动，这两个单元运动应保持严格的运动关系是：工件每转 1 转，车刀准确地移动工件螺纹一个导程的距离。为保证这一运动关系，需用传动链“4—5— u_x —6—7”将两个单元运动的执行件（主轴和刀架）联系起来，并且这条传动链的总传动比必须准确地满足上述运动关系的要求。改变传动链中的换置机构 u_x ，可以改变工件和车刀之间的相对运动关系，以满足车削不同导程螺纹的需要。上例这种联系复合的成形运动内部两个单元运动的执行件的传动链，即是内联系传动链。由于内联系传动链本身不能提供运动和动力，为使执行件获得运动，还需有一条外联系传动链将运动源的运动和动力传到内联系传动链上来，如图 1-3 中由电动机至主轴的主运动传动链。换置机构 u_v 用于改变整个复合运动的速度。

内联系传动链必须保证复合运动的两个单元运动严格的运动关系，其传动比是否准确以及由其确定的两个单元运动的相对运动方向是否正确，将会直接影响被加工表面的形状精度。因此，内联系传动链中不能有传动比不确定或瞬时传动比变化的传动机构，如带传动、链传动和摩擦传动等。

三、传动原理图

为了便于研究机床的传动联系，常用一些简单的符号表示运动源与执行件及执行件与执行件之间的传动联系，这就是传动原理图。传动原理图仅表示形成某一表面所需的成形、分度和与表面成形有直接关系的运动及其传动联系。图 1-4 所示为传动原理图常用的一部分符号。

图 1-5 为车圆锥螺纹的传动原理图。车圆锥螺纹需要三个单元运动组成的复合运动：工件旋转 B_{11} 、车刀纵向直线移动 A_{12} 和横向直线移动 A_{13} 。这三个单元运动之间必须保持的严格运动关系是：工件转 1 转的同时，车刀纵向移动工件螺纹一个导程 S 的距离，横向移动 $Stan\alpha$ 的距离（ α 为圆锥螺纹的斜角）。为保证上述运动关系，需在主轴与刀架纵向溜板之间用传动链“4—5— u_x —6—7”联系，在刀架纵向溜板与横向溜板之间用传动链“7—8— u_y —9”联系，这两条传动链都是内联系传动链。传动链中的 u_x 是为适应不同导程螺纹的需要， u_y 是为适应加工不同锥度螺纹的需要。外联系传动链“1—2— u_v —3—4”使主轴和刀架获得

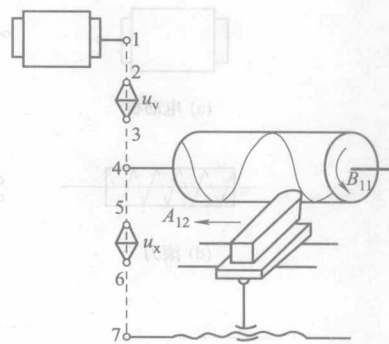


图 1-3 车圆柱螺纹

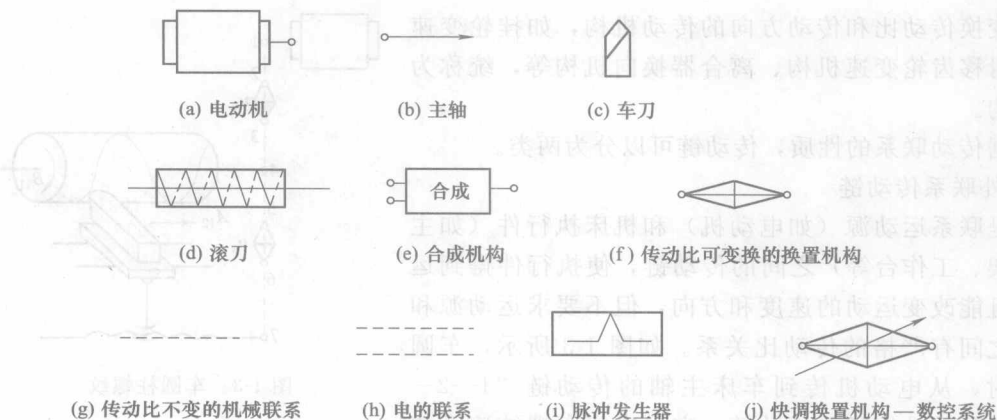


图 1-4 传动原理图常用的一些示意图号

一定速度和方向的运动。为实现一个复合运动，必须有一条外联系传动链和一条或几条内联系传动链。

数控车床的传动原理图基本上与卧式车床相同，所不同的是许多地方用电联系代替机械联系，如图 1-6 所示。车削螺纹时，脉冲发生器 P 通过机械传动装置（通常是一对齿数相等的齿轮）与主轴相联系。主轴每转 1 转，P 发出 N 个脉冲，经 3—4 至纵向快速调整换置机构 u_{c1} 和伺服系统 5—6 控制伺服电动机 M_1 ，它或经机械传动装置 7—8 或直接与滚珠丝杠连接，使刀架作纵向直线运动 A_2 ，并保证主轴每转 1 转，刀架纵向移动一个工件螺纹的导程。改变 u_{c1} ，可使其输出脉冲发生变化，以满足车削不同导程的螺纹要求。

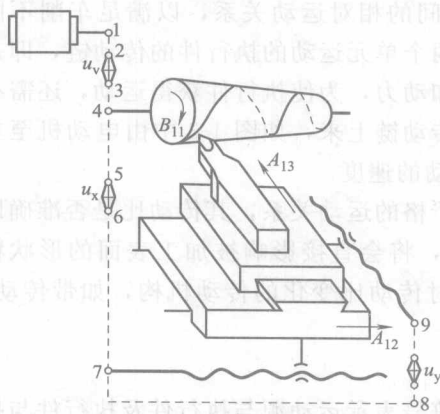


图 1-5 车圆锥螺纹的传动原理图

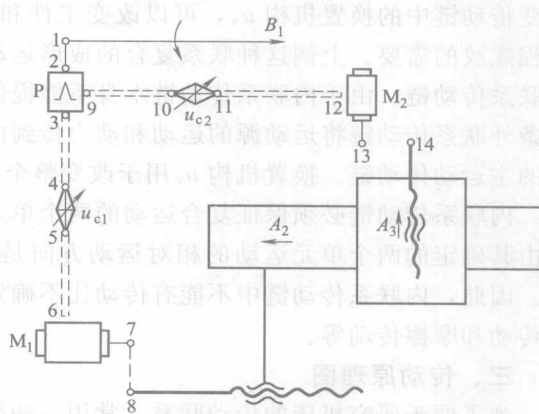


图 1-6 数控车床的螺纹链和进给链

此外车削螺纹时，脉冲发生器还发出另一组脉冲，即主轴每转发出一个脉冲，称为“同步脉冲”。由于在加工螺纹时，必须经过多次重复车削才能完成，为了保证螺纹不乱扣，数控系统必须控制刀具的切削相位，以保证在螺纹上的同一切削点切入。同步脉冲是保证在螺纹车削中不产生乱扣的唯一控制信号。

车削锥面螺纹时，脉冲发生器 P 发出的脉冲经“9—10— u_{c2} —11—12— M_2 —13—14—丝杠”使刀具作横向移动 A_3 。

车削成形曲面时，主轴每转 1 转，脉冲发生器 P 发出的脉冲同时控制纵向移动 A_2 和横向移动 A_3 。这时，联系纵、横向运动的传动链“ A_2 —纵向丝杠—8—7— M_1 —6—5— u_{c1} —