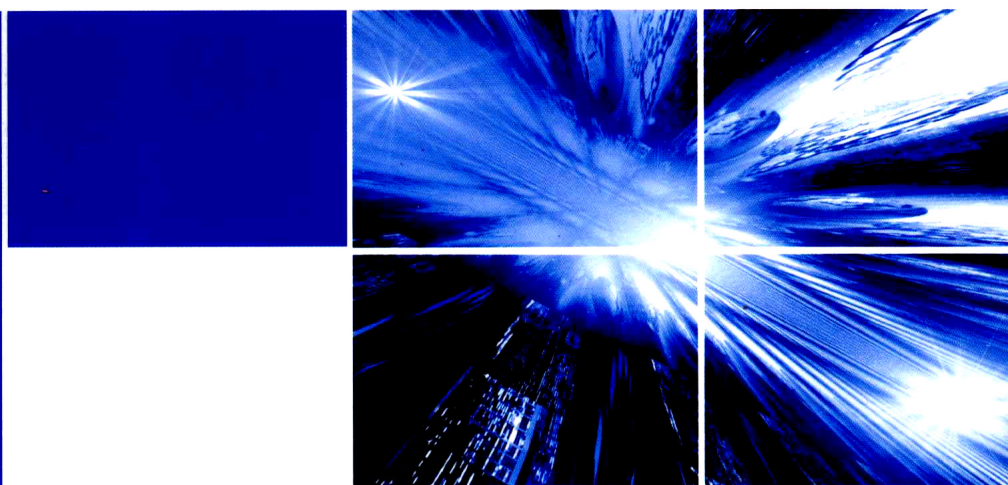


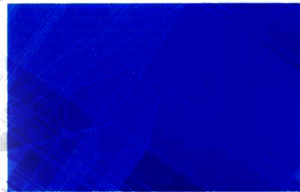
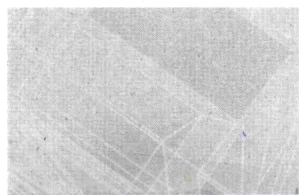
普通高等教育“十二五”规划教材



金属切削 机床概论

第2版

吉林大学 贾亚洲 主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育“十二五”规划教材

金属切削机床概论

第2版

主 编 贾亚洲

副主编 杨兆军 申桂香

参 编 张英芝 刘梅艳



机械工业出版社

本书反映机床技术发展的现状和动向,以机床运动分析为主线,重点选择机构典型(车床)、现代自动化(数控机床)、传动关系复杂(齿轮加工机床)和加工精密(磨床)四类有代表性的机床,以点带面,进行金属切削机床的工作原理、传动及结构基础知识的阐述,主要内容包括:绪论、机床运动分析、车床、数控机床、齿轮加工机床、磨床、其他机床。

本书为机械制造类及其他相关专业的高校教材,也可供成人高校、电大、职大、业大以及其他层次学校机械类专业教学使用,还可供机械制造类工厂和科研院所的工程技术人员以及有关部门的技术管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

金属切削机床概论/贾亚洲主编.—2版.—北京:机械工业出版社,2010.9

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-111-31999-3

I. ①金… II. ①贾… III. ①金属切削—机床—高等学校—教材
IV. ①TG502

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第186660号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:蔡开颖 责任编辑:蔡开颖 张丹丹

版式设计:霍永明 责任校对:申春香

封面设计:张静 责任印制:杨曦

北京双青印刷厂印刷

2011年1月第2版第1次印刷

184mm×260mm·16印张·393千字

标准书号:ISBN 978-7-111-31999-3

定价:29.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

第 2 版前言

本书自 1994 年出版以来,多所大专院校用作教材,得到广大师生和读者的青睐,至 2010 年 1 月累计印刷 20 次。《金属切削机床概论》主要培养学生认识机床、分析机床和选用机床的能力,这不仅对将要在机床行业工作的学生是必需的,而且对将要步入机械制造类企业、科研院所或与其相关的管理部门工作的学子,也是必须具有的基本知识和技能。因为国民经济各部门所需的各种机器、仪器和工具以及国防装备,都要通过作为工作母机的机床的加工才能制造出来。机床概论知识是制造业的广大工程技术人员、科研人员和管理人员必备的基础知识。近些年来,在高校缩减专业课的背景下,许多大专院校,特别是那些培养机械类专业应用型人才的院校,为了与应用接轨,高瞻远瞩,面向学子将来的工作需求,仍然将金属切削机床概论作为独立课程列入教学计划,这是由这门课程的性质和人才市场的需要所决定的。

本书出版 10 多年来,随着数控技术的迅猛发展及其在机床领域的普遍应用,现代机床技术已经步入了一个崭新时代。传统的机床结构发生重大变革,新一代数控机床广泛使用,第 1 版书选用的某些典型机床已经改型或被淘汰,部分内容已显陈旧。为反映机床技术发展的现状和动态,使教材更具有实用性、典型性和先进性,对本书进行修订势在必行。

这次修订主要有两个方面,一是教材内容进一步更新,二是教材体系进一步调整。

(1) 教材内容的更新 鉴于我国目前的基本国情和制造业现状,普通金属切削机床仍有它的广泛应用领域,普通金属切削机床的基本知识和理论,仍然是认识机床和分析机床的基础。因此,本书继续选用一些普通金属切削机床作为典型机床,但已经是改进后的新型号机床,例如沿用几十年的 CA6140 型车床变为改进后的 CA6140A 型卧式车床。并且,为适应目前各类普通机床的数控化形势,在讲述普通机床的章节中,都补充了一些先进并被广泛使用的典型数控机床,如车床一章选用 CKN1112 II 型数控纵切自动车床更换了 CM1107 型普通纵切自动车床,增添了数控双柱立式车床。齿轮加工机床一章,增添了六轴数控滚齿机。磨床一章增添了数控万能外圆磨床。其他机床一章,选用了数控立式升降台铣床,补充了数控组合机床的内容。特别是数控机床一章,用 BV75 型立式加工中心,代替了淘汰多年的 JCS—018 型立式加工中心,补充了近些年兴起并正在推广使用的车削中心以及车铣复合加工中心等典型的现代数控机床。

同时,依据机床和数控技术的有关新标准,如 GB/T 15375—2008《金属切削机床型号编制方法》等,更新了相关的内容。

(2) 教材体系的个别调整 本书保留第 1 版教材的体系优势,以机床运动分析为主线,重点选择机构典型(车床)、现代自动化(数控机床)、传动关系复杂(齿轮加工机床)和加工精密(磨床)四类有代表性的机床,以点带面,进行金属切削机床的工作原理、传动及结构基础知识的阐述。本书将数控机床和磨床这两章的位置进行了对

调, 在学完具有机床典型机构的车床一章以后, 即转入现代数控机床的讲述, 在此基础上进行传动关系复杂、加工精密和其他类机床的学习; 数控机床一章重点介绍具有代表性且应用广泛的加工中心、数控车床和车削中心以及反映数控机床发展动向的车铣(铣车)复合中心, 其他各种数控机床则分别安排在相应的普通机床章节中介绍, 以便进行普通机床数控化前后的对比分析, 使学生便于掌握各类机床之间的内在联系, 尽可能符合学生对知识的认识规律。

本书为机械制造类及其他相关专业的高校教材, 也可供成人高校、电大、职大、业大以及其他层次学校机械类专业教学使用, 还可供机械制造类工厂和科研院所的工程技术人员以及有关部门的技术管理人员参考。

参加本书编写的有贾亚洲、杨兆军、申桂香、张英芝、刘梅艳, 全书由贾亚洲任主编, 杨兆军、申桂香任副主编。

本书编写过程中, 得到许多机床企业和兄弟院校的热情支持和帮助, 沈阳机床集团、大连机床集团、北京第一机床厂、北京第二机床厂、北京市机电研究院、威海华东数控公司、四川宁江机床公司、齐重数控装备公司、重庆机床集团和上海第一机床厂等企业提供了宝贵的机床图纸、说明书和有关的技术资料, 北华大学等对本书提出了修订建议, 在此谨表示诚挚的谢意。

由于编者水平所限和修订时间比较仓促, 书中的疏漏和不妥之处在所难免, 敬请读者批评指正。

编 者

第 1 版前言

近些年来，国内外机床工业及其相关技术的发展十分迅速，以计算机数控（CNC）为特征的现代化机床在生产中广泛应用。同时，我国高校教学改革正在深化，对教材建设提出了更高的要求。在机床技术迅猛发展和教材建设日臻完善的新形势下，金属切削机床课程的教材更新势在必行。全国高等工业学校机械制造专业教学指导委员会决定在“八五”期间编写两部机床教材：《金属切削机床》（含概论和设计）和《金属切削机床概论》，供机械制造和其他相关专业使用。本书就是根据教学指导委员会的指示精神，在 1985 年吴圣庄主编《金属切削机床概论》一书的基础上编写的。

本书在编写过程中，既保留了吴圣庄原著中的一些风貌，同时也进行了多方面的改革，其中主要是：更新了教材的内容，调整了教材的体系，精简了教材的篇幅，简要说明如下：

1. 教材内容的更新 计算机数控（CNC）机床及加工中心具有强烈的现代特征，本书力求突出机床数控化这一时代特点。为此，本书增编了“数控机床”一章，介绍了现代数控机床的主要内容。在其他有关章节中，也相应地介绍了我国广泛使用的数控车床、数控铣床等，以突出数控机床在本书中的地位。

由于数控技术在机床领域的不断发展，以凸轮控制的传统的自动和半自动机床逐渐被数控机床所取代，因此本书删去了“自动机床”一章，将其简化为一节附在“车床”一章之后。在其他章节中，也淘汰了一些较为陈旧的机床，例如“齿轮加工机床”一章中，典型机床以功能更加完善的 YC3180 型硬齿面滚齿机代替了 Y3150E 型普通滚齿机。

2. 教材体系的调整 本书增编了“机床的运动分析”一章，冠以全书之首。在讲解各类机床时，都以机床运动分析为主线，使学生用较少的时间达到对金属切削机床的工作原理、传动及结构有所了解，用运动分析的思想掌握认识机床和分析机床的方法。

3. 教材篇幅的精简 本书以实用教学为出发点，贯彻“少而精”的原则，大量压缩篇幅。本书仍以典型机床为重点，适当扩展，突出重点，以点带面，以使本教材更符合教学的需要。

在编写过程中，力求教材具有先进性和实用性，由本书可以洞悉我国机床工业发展的现状和动向。

参加本书编写的有贾亚洲、刘梅艳、申桂香和宋在明，全书由贾亚洲主编。

书稿由湖南大学李传乾教授主审。主审在初稿审定过程中，严格把关，提出了大量的修改意见，对本书的编写质量起了保证作用。有关的机床研究所、机床厂和兄弟院校对本书的编写给予热情的支持与帮助，在此谨表示诚挚的谢意。

由于编者水平所限和编写时间仓促，书中的错误和不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

目 录

第2版前言	
第1版前言	
绪论	1
第一章 机床的运动分析	11
第一节 工件加工表面及其形成方法	11
第二节 机床的运动	15
第三节 机床的传动联系和传动原理图	18
第四节 机床运动的调整	22
第二章 车床	24
第一节 车床的用途、运动和分类	24
第二节 CA6140A型卧式车床的工艺范围和布局	25
第三节 CA6140A型卧式车床的传动系统	27
第四节 CA6140A型卧式车床的主要结构	41
第五节 数控(CNC)转塔车床	58
第六节 DVT250—NC型数控双柱立式车床	67
第七节 数控纵切自动车床	72
第三章 数控机床	79
第一节 数控机床的产生和特点	79
第二节 数控的工作原理	81
第三节 数控机床的伺服系统	84
第四节 数控机床的程序编制	87
第五节 加工中心	97
第六节 数控车床和车削中心	108
第七节 车铣复合加工中心	116
第八节 柔性自动化的发展	125
第四章 齿轮加工机床	130
第一节 齿轮加工机床的工作原理和分类	130
第二节 滚齿机的运动分析	131
第三节 YC3180型淬硬滚齿机	137
第四节 内联系传动链换置器官的布局方案	148
第五节 其他齿轮加工机床的运动分析	150
第六节 数控滚齿机	160
第五章 磨床	165
第一节 磨床的功用和类型	165
第二节 M1432A型万能外圆磨床	165
第三节 其他类型磨床简介	177
第四节 数控万能外圆磨床	185
第六章 其他机床	190
第一节 铣床	190
第二节 镗床	194
第三节 钻床	207
第四节 组合机床	213
第五节 直线运动机床	232
附录	236
附录A 常用机床组、系代号及主参数	236
附录B 机构运动简图符号	240
参考文献	247

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 (Metal Cutting Machine Tools) 是用切削的方法将金属毛坯加工成机器零件的机器,它是制造机器的机器,国外称之为“工具机”(Machine Tools),我国又称为“工作母机”,习惯上简称为机床。

在现代机械制造工业中,加工机器零件的方法有多种,如铸造、锻造、冲压、焊接、切削加工和各种特种加工等,但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零件的主要加工方法,在加工精密零件时,目前主要还是依靠切削加工来达到所需的加工精度和表面质量。因此,金属切削机床是加工机器零件的主要设备,它所担负的工作量,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工业产品的最终质量和劳动生产率。

机床的母机属性决定了它在国民经济中的重要地位。它为各种类型的机械制造厂提供先进的制造技术与优质高效的机床设备,促进机械制造工业的生产能力和工艺水平的提高。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、交通运输业和高技术产业等部门提供各种机器、仪器和工具。现代国防装备,如舰艇、飞机、火箭、卫星、飞船装置等必须通过机械制造才能满足高技术要求,对制造先进的国防装备,具有超越经济价值的战略地位。机械制造业是国民经济各部门和军工生产赖以发展的基础,而机床工业则是机械制造业的基础。机床工业为军、民装备制造业提供制造技术与装备,是与国计民生、国防建设紧密关联的基础工业和战略性产业。一个国家机床工业的技术水平,在很大程度上标志着这个国家的工业生产能力和科学技术水平。

二、机床发展历史和现状

金属切削机床是人类在改造自然的长期生产实践中,不断改进生产工具的基础上产生和发展起来的。最原始的机床是依靠双手的往复运动,在工件上钻孔。最初的加工对象是木料。为加工回转体,出现了依靠人力使工件往复回转的原始车床。在原始加工阶段,人既是机床的原动力,又是机床的操纵者。

当加工对象由木材逐渐过渡到金属时,车圆、钻孔等都要求增大动力,于是就逐渐出现了水力、风力和畜力等驱动的机床。随着生产的发展和需要,15 ~ 16 世纪出现了铣床、磨床。我国明代宋应星所著《天工开物》中就已有对天文仪器进行铣削和磨削加工的记载。到 18 世纪,出现了刨床。

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。由于在加工过程中逐渐产生了专业性分工,出现了各种类型的机床。19 世纪末,机床已经扩大到许多种类型,这些机床多采用天轴—传动带集中传动,性能很低。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变化。随着电气、液压等科学技术的出

现以及在机床上的普遍应用, 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。在机床发展的这个阶段, 机床的动力已由自然力代替了人力。特别是工业革命以来, 人只需操纵机床, 生产力已不受人的体力的限制。

随着电子技术、计算机技术以及信息技术等的发展以及在机床领域的应用, 机床的发展进入了一个新时代。1952年, 世界上第一台数控机床诞生。人不仅不需提供动力, 连操纵都交给机器了。由于计算机数控(Computer Numerical Control, CNC)技术在机床领域迅猛发展, 数控机床已经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, 适应灵活多变的产品, 使得中、小批生产自动化成为可能。同时, 数控机床在防护罩封闭的条件下自动加工, 不用怕切屑飞出伤人, 不用怕切削液飞溅在操作者身上。可用大流量切削液喷射冷却, 从而实现高速切削, 充分发挥刀具的切削性能。快移速度大大提高, 不用担心人工操作过度紧张的问题, 从而缩短了加工辅助时间。屏幕模拟, 即在加工前先输出加工程序, 在荧光屏上模拟每一道工序, 检查合格后再加工, 这样可避免编程错误。只要程序不出错, 就不会出现加工错误, 免除了人工操作的偶然差错, 从而使废品率大大下降。这就是说, 数控机床不仅实现了柔性自动化, 而且提高了生产率, 降低了废品率。它已由中、小批生产进入了大量生产(如汽车制造)领域。当然, 改型方便、易于实现产品的更新换代也是数控机床进入大量生产领域的主要原因。

随着计算机技术的迅速发展, 32bit 微处理器的出现, 开辟了机床数控技术革命性发展的新时代。它显著地提高了数控机床的速度、加工精度以及功能。通过用户接口, 用对话方式控制程序, 可将要加工的工件和刀具轨迹用三维图像显示出来, 以便选定最佳的切削方案。数控技术也由硬件数控发展为软件数控。控制软件实现了模块化、通用化和标准化。用户只要根据需要, 选用各种软件模块, 编制所需的程序, 就可很方便地达到目的。自动化、精密化、高效化和多样化成为这一时代机床发展的特征。

数控技术的发展使机床结构发生重大变革。主传动系统采用直流或交流调速电动机, 主轴可实现无级调速, 同时又简化了传动链。由于不需人工操作, 可以充分发挥刀具的切削性能, 主轴转速提高了, 可达75000r/min。机床进给系统用直流或交流伺服电动机带动滚珠丝杠实现进给驱动, 简化了进给传动机构。为提高工效, 机床采用直线电动机作高速直线传动, 快移速度高达120m/min, 切削进给速度最大达到60m/min。

数控机床达到了前所未有的加工精度。日本研制的超精数控车床, 其分辨率达 $0.01\mu\text{m}$, 圆度误差达 $0.03\mu\text{m}$ 。现在加工中心机床工作台定位精度可达 $1.5\mu\text{m}$ /全行程, 数控转台控制精度达万分之一度。加工精度的提升, 几乎每10年就提升一个数量级, 亚微米、纳米加工不断升级。

随着产品结构和工件复杂程度的提高, 追求一次装夹完成工件的大部分或全部加工, 已经成为机床技术发展的需求。在数控铣床基础上, 装上自动换刀装置(Automated Tool Change, ATC), 或者再装上交换工作台, 自动更换加工件(Automated Part Change, APC), 工件经一次装夹后能自动完成铣、镗、钻、铰等多工序加工, 这种自动换刀的数控铣镗床称之为加工中心(Machining Center)。在数控车床基础上, 主轴增加C轴功能, 转塔刀架装上自驱动旋转刀具, 从而又出现了车削中心(Turning Center)。20世纪90年代以来, 多工序复合加工技术迅猛发展, 相继开发出各种类型的复合加工机床。将车削、铣削功能融合在一台机床上, 出现车铣(或铣车)复合加工中心; 在集中车削和铣削功能的基础上, 又发展

出与齿轮加工功能、磨削功能等复合的加工机床；还有以磨削为主型的磨床多轴化，在一台数控磨床上能完成内圆、外圆、端面磨削的复合加工；在欧洲开发了综合螺纹和花键磨削功能的复合加工机床。不同工种加工的复合化，如切削与磨削、研磨的复合，用激光功能把加工后热处理、焊接、切割合并，加工和组装同时实施等也都见报道。

在复合加工技术（Combined Machining Technologies）基础上，机床内装上加工一体化、工件识别、适应控制等功能模块，有些复合机床实现了计算机联网，实现远程诊断和远程服务等，使复合加工中心逐渐成为智能化的机床。显然，数控机床正在向高效和高精度、复合化、模块化和智能化方向发展。

近些年来，世界各地的机床科研院所和某些具有创新思维的机床公司又在探索新一代机床——并联运动机床（Parallel Kinematics Machine Tool，简称并联机床），也称为虚拟轴机床或六腿机床，在1994年美国芝加哥国际机床展览会（IMT94）上展出。传统机床结构是串联结构，即按笛卡儿坐标沿三个坐标轴方向运动和绕这三个坐标转动依次串联叠加起来，形成所需刀具的相对运动轨迹的机床结构。并联机床由上下两个平台和六个并联的、可独立自由伸缩的杆件组成，伸缩杆和平台之间通过球铰链连接，改变伸缩杆的长度，即通过多杆结构在空间同时运动来移动主轴头实现加工动作。与串联机床相比，并联机床刚度高，动态性能好，机床结构简单，它充分利用计算机数控技术，使将近两个世纪以来以笛卡儿坐标直线位移为基础的机床结构和运动学原理发生了根本性的变革，抛弃了固定导轨的导向方式，完全打破了传统机床结构的概念。自1994年起，并联机床开始风靡全球，曾有人把并联机床的诞生称为21世纪的机床革命。

数控机床、数控系统已经步入大发展的时代，这个发展大潮，方兴未艾。世界著名机床企业中，数控机床在加工设备中所占比例明显提高。从1982年起，日本的机床工业产值连年独占鳌头，数控机床产量连续多年处于世界的首位。日本机床的发展反映出世界机床技术发展的趋势。德国、美国等其他工业发达国家，数控机床的产量和产值也都在快速增长。世界上工业发达国家都将数控机床，特别是高档数控机床列为国家的战略物资，投入巨大的人力和财力进行关键技术的开发研究。

三、我国机床工业发展概况

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。直至新中国成立前夕，全国只有少数几个机械修配厂生产结构简单的少量机床，1949年机床年产量仅1500多台。

新中国成立后，机床工业一直受到我国政府的高度关注。2006年国家发布和实施了《国务院关于加快振兴装备制造业的若干意见》，在强调加快振兴我国装备制造业的同时，进一步强调首先要振兴机床工业。特别是2009年“高档数控机床与基础制造装备”国家科技重大专项和《装备制造业振兴规划》正式实施，对于提升我国机床产业自主创新能力和核心竞争力，具有重大意义。通过全行业60年来的艰苦奋斗，特别是改革开放的30年和进入21世纪这10年来的不懈努力，机床产品具备相当的市场竞争和供应实力，我国机床工业已跨入世界第一方阵并进入世界前列，为我国国民经济发展和国防工业建设已作出并将进一步作出重大贡献。

目前我国已形成了布局比较合理、比较完整的机床工业体系。机床的产量不断上升，机床产品除满足国内建设的需要以外，还有一部分产品远销国外。2002年以来，我国机床市

场消费金额跃居世界第一位，连续7年成为世界机床第一消费国和第一进口国。2008年中国金属加工机床产值139.6亿美元，占世界机床总产值的16.4%，居世界第三位（日本第一，产值为158.5亿美元；德国第二，产值为156.7亿美元）。中国机床进口75.9亿美元，继续居世界首位；机床出口21.1亿美元，虽然仍旧处于机床入超国，但同比逆差下降，出口份额提高到世界第6位。中国机床消费194.4亿美元，占世界机床产值的22.8%，保持了世界第一机床消费市场的地位，当之无愧地成为拉动世界机床增产的动力。2008年我国机床企业总数4800多家，数控机床产量125000多台，国产机床市场占有率提高到61%，上升到世界第三位，仅次于世界机床工业发达国家的日本和意大利。

近年来，我国机床工业受市场需求的拉动，全行业研究开发新产品，至2008年年底，全国更新后的机床品种，累计可达3500种，其中数控机床及其他高新技术产品达1500种，机床品种日趋齐全，已经具备了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、超重型机床的各种机床，也能生产出各种精密的、高度自动化的和高效率的机床以及复合机床、并联运动机床等世界前沿产品，机床重要品种基本上已经没有缺口，这也是位居世界前列的。我国机床性能也在逐渐提高，有些机床已经接近世界先进水平。

经过引进、吸收、自主开发及产业化攻关等几个阶段的拼搏，我国的数控系统产业从无到有，形成了数控系统骨干企业。目前，国产低端数控系统已经主导国内市场；中档数控系统已经形成较大的产业规模；高档数控系统的关键技术已经突破，并开始推广应用。国产高档数控装置的控制轴数从2轴到32轴，联动轴数从2轴到9轴，适应用户从中档到高档的需求。机床的分辨率已经提高到0.001mm。已研制出六轴五联动的数控系统，九轴五联动的车铣（或铣车）复合加工中心、九轴控制六轴联动的数控砂带磨床等已经用于复杂型面的加工。我国数控技术和机床工业高速发展，举世瞩目。

我国机床工业已经取得了巨大成就，但与世界先进水平相比，还有较大的差距。目前，国产高档数控机床虽然已经进入航空航天、汽车、船舶、核电等重点用户领域，但精密和超精密数控机床、高性能专业化数控机床、复合功能数控机床等，在技术水平和性能方面与国外的差距明显。国外已做到了15~19轴联动，分辨率达0.1~0.01 μm ，而我国目前只能做到5~6轴联动，分辨率为1 μm 。国产高档数控机床还不具有竞争优势。

我国金属切削机床年产量达60多万台，数字庞大，但其中数控机床大约仅有1/5，其余4/5基本上是手动普通机床；而在数控机床中，低、中、高档之比大约为70:29:1。低档（两坐标）最多，中档的较少，高档更少。可见，我国机床整体水平较低，中档和高档数控机床仍然大量进口。

国产数控机床的许多功能和性能指标已经接近或赶上了世界先进水平，但其先进性能和功能的维持性较差，故障率较高，精度保持性也较差，与国外同类产品的可靠性差距明显。近些年来，机床行业进行了可靠性技术攻关，国产机床可靠性水平在稳步增长，但发达国家的机床可靠性提升更快，可靠性差距仍然突出。国产中高档数控机床和数控系统都存在可靠性问题，这是当前国产数控装备国际市场竞争力的软肋。数控机床的可靠性和精度保持性达到国际先进水平，是机床产品质量和技术水平的最高境界，是我国追赶世界先进水平的最主要目标。

我国连续多年保持世界第一机床消费国的位置，国内市场需求量很大，而且渴望开拓国际市场。因此，我国机床工业面临着光荣而艰巨的任务，要重视机床行业工程技术人员和

科研人员的知识更新,不断扩大技术队伍和提高人员的技术素质,增强技术创新意识,加强机床基础理论和应用技术的研究,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。

四、金属切削机床的分类和型号编制

金属切削机床的品种和规格繁多,为了便于区别、使用和管理,应对机床加以分类和编制型号。

(一) 机床的分类

机床的传统分类方法,主要是按其工作原理和加工性质进行分类。根据我国制定的金属切削机床型号编制方法,目前将机床划分为11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、锯床及其他机床。在每一类机床中,又按工艺范围、布局形式和结构等,分为10个组,每一组又细分为若干系(系列)。

在上述基本分类方法的基础上,还可根据机床其他特征进一步区分。

1. 通用性程度

按通用性程度,同类型机床可分为以下三种:

(1) 通用机床 它可用于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生产,例如卧式车床、万能外圆磨床、万能升降台铣床等。

(2) 专门化机床 它的工艺范围较窄,只能用于加工某一类(或少数几类)零件的某一道(或少数几道)特定工序,如曲轴车床、凸轮轴车床、螺旋桨铣床等。

(3) 专用机床 它的工艺范围最窄,一般是为加工某一种零件的某一道特定工序而设计制造的,适用于大批量生产。如汽车、拖拉机制造中广泛使用的各种钻、镗组合机床等。

2. 质量和尺寸

按质量和尺寸,同类型机床可分为仪表机床、中型机床(一般机床)、大型机床(质量达10t)、重型机床(质量大于30t)和超重型机床(质量大于100t)。

3. 工作精度

按工作精度,同类型机床又可分为普通精度机床、精密机床和高精度机床,分别为精度、性能等符合有关标准中规定的普通级、精密级和高精度级要求的机床。

4. 自动化程度

按自动化程度,机床可分为手动、机动、半自动和自动的机床。调整好后无需工人参与便能完成自动工作循环的机床称为自动机床;若装卸工件仍由人工进行,能完成半自动工作循环的机床称为半自动机床。

5. 主要工作部件的数目

按主要工作部件的数目,机床可分为单轴的、多轴的或单刀的、多刀的机床等。

通常,机床根据加工性质进行分类,再根据其某些特点进一步描述,如多刀半自动车床、高精度外圆磨床等。

随着机床的发展,其分类方法也将不断发展。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,集中了转塔车床、仿形车床、自动车床等多种车床的功能;车削中心出现以后,在数控车床功能的基础上,又加入了钻、铣、镗等类型机床

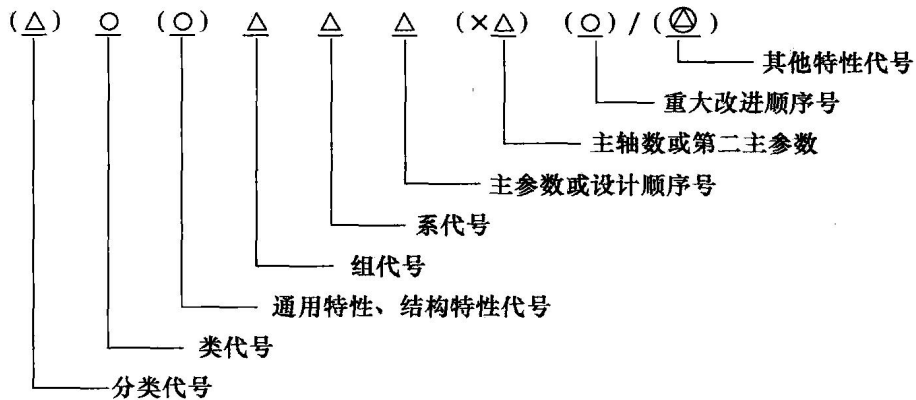
的功能。具有自动换刀功能的加工中心，集中了钻、铣、镗等多种类型机床的功能；有的加工中心的主轴既能立式又能卧式，即集中了立式加工中心和卧式加工中心的功能。可见，机床数控化引起了机床传统分类方法的变化，这种变化主要表现在机床品种不是越分越细，而应是趋向综合。

(二) 机床型号的编制方法

机床的型号是赋予每种机床的一个代号，用以简明地表示机床的类型、通用和结构特性，以及主要技术参数等。我国的机床型号，现在是按 2008 年颁布的国家标准 GB/T 15375—2008《金属切削机床 型号编制方法》编制的。此标准规定了金属切削机床和回转体加工自动线型号表示方法，机床型号由汉语拼音字母和阿拉伯数字按一定的规律组合而成，它适用于各类通用和专用金属切削机床、自动线，不包括组合机床、特种加工机床。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，辅助部分纳入型号与否由企业自定。

1. 通用机床型号

通用机床型号用下列方式表示：



- 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”符号的，为大写的汉语拼音字母。
- 3. 有“△”符号的，为阿拉伯数字。
- 4. 有“⊕”符号的，为大写的汉语拼音字母或阿拉伯数字，或两者兼有之。

(1) 机床的分类及类代号 机床的类别代号用大写的汉语拼音字母表示，按其相对应的汉字字义读音。例如，“车床”的汉语拼音是“Chechuang”，所以用“C”表示，读作“车”；铣床的类别代号是“X”，读作“铣”等。当需要时，每类又可分为若干分类；分类代号用阿拉伯数字表示，在类代号之前，它居于型号的首位，但第一分类代号前的“1”不予表示，例如，磨床类分为 M、2M、3M 三个分类。机床的分类和代号见表 0-1。

表 0-1 机床的分类和代号

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

(2) 机床的特性代号 它表示机床所具有的特殊性能,包括通用特性和结构特性,这两种特性代号用大写的汉语拼音字母表示,位于类别代号之后。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,还具有表 0-2 所列的某种通用特性时,则在类别代号之后加上相应的特性代号。例如“CK”表示数控车床。如在一个型号中同时使用 2~3 个通用特性代号时,一般按重要程度排列顺序,用 2~3 个代号同时表示,如“MBG”表示半自动高精度磨床。如某类型机床仅有某种通用特性,而无普通型的,则通用特性不必表示。如 C1107 型单轴纵切自动车床,由于这类自动车床没有“非自动”型,所以不必用字母“Z”表示通用特性。

表 0-2 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	柔性加工单元	数显	高速
代号	G	M	Z	B	K	H	F	Q	C	R	X	S
读音	高	密	自	半	控	换	仿	轻	重	柔	显	速

为了区分主参数相同而结构不同的机床,在型号中用结构特性代号表示。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,只同类机床中具有区分机床结构、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。结构特性代号为汉语拼音字母,通用特性代号已用的字母和“I”“O”两个字母不能使用,以免混淆。例如,CA6140 型卧式车床型号中的“A”,可理解为这种型号车床在结构上区别于 C6140 型车床。结构特性的代号字母是根据各类机床的情况分别规定的,在不同型号中的意义可不一样。

(3) 机床组、系的划分原则及其代号 每类机床按其结构性能或使用范围划分为 10 个组,用 1 位阿拉伯数字(0~9)表示,位于类代号或通用特性代号、结构特性代号之后。每组机床又划分 10 个系(系列),同样用 1 位阿拉伯数字(0~9)表示,位于组代号之后。组的划分原则是: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。系的划分原则是:在同一组机床中,主参数相同,并按一定公比排列,工件和刀具本身的和相对的运动特点基本相同,且基本结构及布局形式相同的机床,即划为同一系。机床的类、组划分详见表 0-3,常用机床的组别和系别代号见本书附录 A。

(4) 机床主参数、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。

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 对于多轴机床,如多轴车床、多轴钻床等,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。第二主参数一般是指最大工件长度、最大跨距、工作台面长度等。第二主参数也用折算值表示。

常用机床的主参数和第二主参数见本书附录 A。

(6) 机床的重大改进顺序号 当机床的性能及结构布局有重大改进,并按新产品重新

设计、试制和鉴定时，在原机床型号的尾部，加重大改进顺序号，以区别于原机床型号。序号按 A、B、C 等字母的顺序选用。重大改进设计不同于完全的新设计，它是在原有机床的基础上进行改进设计的。

(7) 其他特性代号 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，可反映不同的控制系统、联动轴数、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，可用来补充表示某些功能；对于一般机床，可反映同一型号机床的变型等。同一型号机床的变型代号，一般应放在其他特性代号的前面。其他特性代号用汉语拼音字母（“I”、“O”两个字母除外）表示，其中，L 表示联动轴数，F 表示复合。

表 0-3 金属切削机床类、组别分表

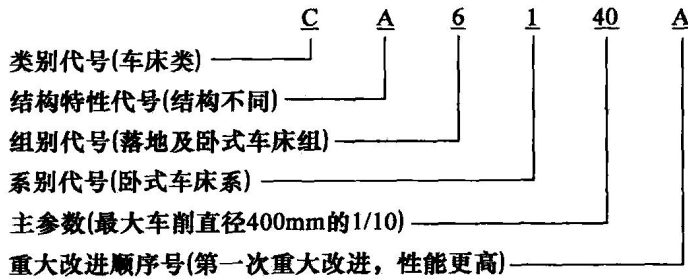
类 别	组 别										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
车床 C	仪表 小型 车床	单轴自 动车床	多轴自 动、半 动车床	回转、 转塔车 床	曲轴 及凸 轮轴 车床	立式车 床	落地及 卧式车 床	仿形 及多刀 车床	轮、轴、 辊、锭及 铲齿车 床	其他车 床	
钻床 Z		坐标镗 钻床	深孔 钻床	摇臂钻 床	台式 钻床	立式钻 床	卧式 钻床	铣钻床	中心孔 钻床	其他钻 床	
镗床 T			深孔 镗床		坐标 镗床	立式镗 床	卧式铣 镗床	精镗床	汽车拖 拉机修 理用镗 床	其他镗 床	
磨床	M	仪表 磨床	外圆 磨床	内圆 磨床	砂轮机	坐标 磨床	导轨磨 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 磨床及研 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		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				套螺 纹机	攻螺 纹机		螺纹铣 床	螺纹 磨床	螺纹 车床		

(续)

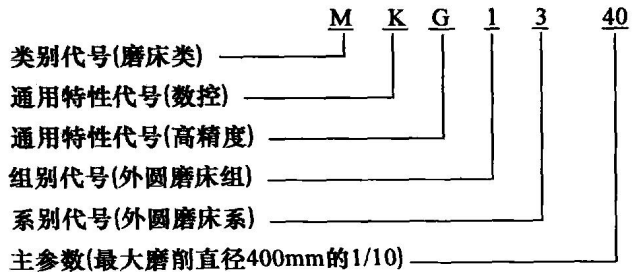
类 别	组 别									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
铣床 X	仪表 铣床	悬臂及 滑枕铣 床	龙门铣 床	平面铣 床	仿形 铣床	立式升 降台铣 床	卧式 升降台 铣床	床身铣 床	工具 铣床	其他铣 床
刨插床 B		悬臂刨 床	龙门 刨床			插床	牛头 刨床		边缘及 模具刨 床	其他 刨床
拉床 L			侧拉床	卧式外 拉床	连续 拉床	立式内 拉床	卧式内 拉床	立式外 拉床	键槽、轴 瓦及螺 纹拉床	其他 拉床
锯床 G			砂轮片 锯床		卧式带 锯床	立式带 锯床	圆锯床	弓锯床	链锯床	
其他机 床 Q	其他 仪表 机床	管子加 工机床	木螺钉 加工机		刻线 机	切断机	多功能 机床			

综合上述通用机床型号的编制方法，举例如下。

例 0-1 试写出 CA6140A 型卧式车床型号的各部分含义。



例 0-2 试写出 MKG1340 型高精度数控外圆磨床型号的各部分含义。



按照上述对机床型号编制方法的介绍，可以对下列通用机床型号解读：

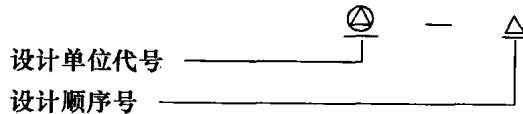
机床型号 THM5650 精密立式加工中心，工作台最大宽度为 500mm。

机床型号 TH6340/5L 卧式加工中心，5 轴联动，工作台最大宽度为 400mm。

机床型号 CKM1112 数控精密单轴纵切自动车床，最大棒料直径为 12mm。

2. 专用机床型号

专用机床的型号一般由设计单位代号和设计顺序号组成，其表示方法为



设计单位代号包括机床生产厂代号和机床研究单位代号，位于型号之首。

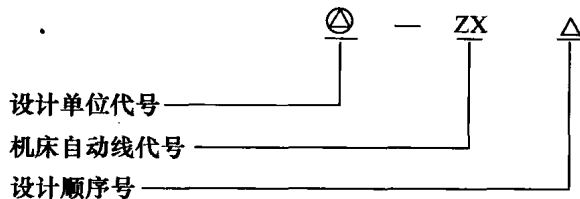
专用机床的设计顺序号，按该单位的设计顺序号排列，从001起始位于设计单位代号之后，并用“—”隔开，读作“至”。

例如，某单位设计制造的第100种专用机床，其型号为：×××—100。

某厂设计制造的第一种专用机床，其型号为：×××-001。

3. 机床自动线的型号

机床自动线的型号由设计单位代号、机床自动线代号和设计顺序号组成，由通用机床或专用机床组成的机床自动线代号为“ZX”（读作“自线”），机床自动线的型号表示方法为



例如，某单位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：×××—ZX001。

显然，目前使用的机床型号编制办法有些过细。由前述可知，机床数控化以后，其功能日趋多样化，一台数控车床同时具有多种组别和系别的车床功能，这就是说，很难把它归属于哪个组别、哪个系别的机床了。

现代机床的发展趋势是机床功能部件化了，每个功能部件是独立存在的，机床生产厂根据市场需求设计与制造各种功能部件。以数控车床为例，典型的功能部件可以是尾座、多种类型的转塔刀架和下刀架以及主轴分度机构等，这些都可由机床用户选择订货。机床产品已经走向市场的今天，不再是机床厂生产什么样机床，用户就买什么样的机床，而是用户需要什么，机床厂就制造什么。然而，目前的机床型号编制方法仍然是“我造什么你买什么”，不适应机床市场发展的新形势。目前我国有些机床企业，也没有按照国家推荐的标准进行机床型号的编制，而是依据企业自己的规定，编制机床型号。随着机床工业的发展，机床型号的编制方法有待进一步修订和补充。