

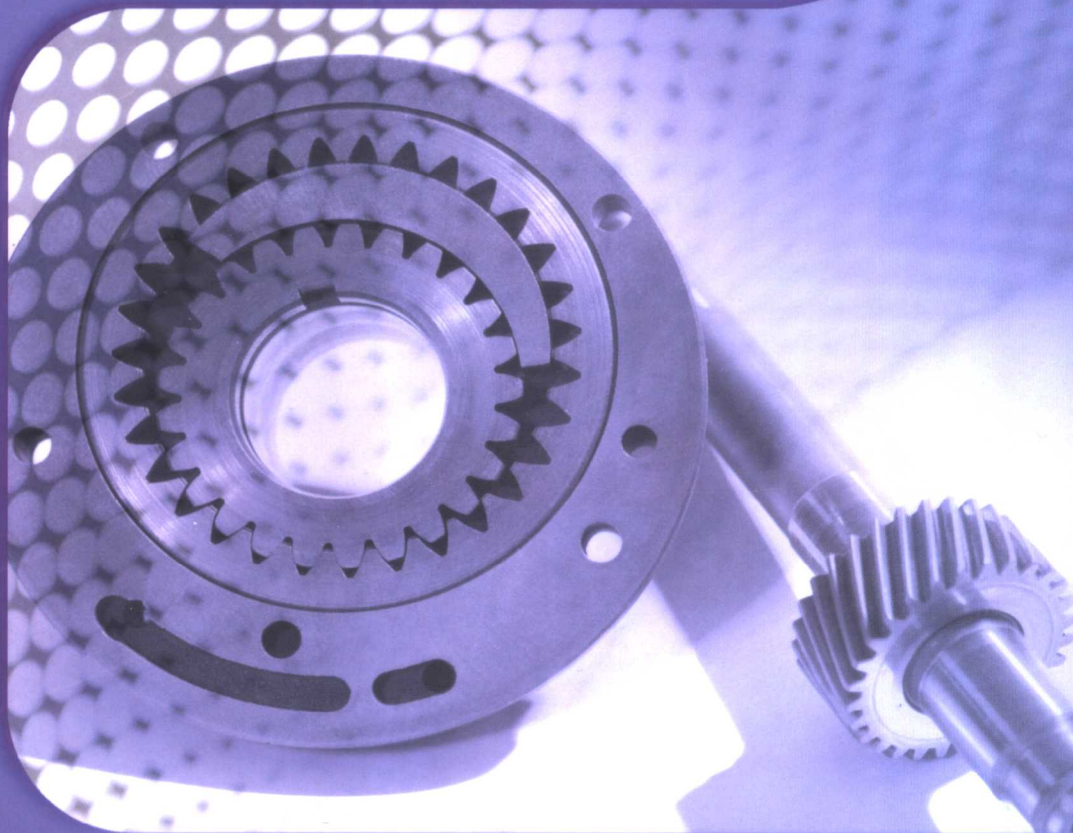


21世纪高等院校机械设计制造及其自动化专业系列教材

机械制造技术

(下册)

- 周星元 梅顺齐 主编
- 叶仲新 华中平 副主编
- 周国柱 主审



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

21 世纪高等院校机械设计制造及其自动化专业系列教材

机 械 制 造 技 术

(下册)

周星元	梅顺齐	主 编
叶仲新	华中平	副主编
	周国柱	主 审

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书是 21 世纪高等院校机械设计制造及其自动化专业系列教材之一。本书根据全国专业调整会议的精神,结合全国多所大专院校实施教育部下达的工程制图和机械基础系列课程教学内容与课程体系改革的教改内容的实际经验和需求,在原有《金属切削原理与刀具》、《金属切削机床》、《机械制造工艺学》、《机床夹具设计》等教材的基础上,大胆创新、勇于改革而写成的,全面贯彻了扩大知识面、拓宽专业口径的思想,是数十位教学和科研第一线教师们多年教学成果的结晶。

本教材注重基础、强调工艺和实践环节,注重提高学生综合运用知识、解决实际问题的能力。在具体内容上大幅度地增加了近年来在机械制造领域最新的科技成果。根据许多院校专业设置的需要,本书分为上、下两册,下册主要内容为金属切削机床概论、机床总体方案设计、机床传动系统、金属切削机床典型零部件、先进制造技术简介等。

本书叙述简明、概念清楚、内容丰富;配有大量精选的习题。特别适合作为机械设计制造及其自动化专业的教学用书,同时也可以作为机械类其他专业和近机械专业以及从事机械设计制造的工程技术人员参考用书。

本书配有电子教案,此教案用 PowerPoint 制作,可以任意修改。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术. 下册/周星元等主编. —北京:中国水利水电出版社,2005

(21 世纪高等院校机械设计制造及其自动化专业系列教材)

ISBN 7-5084-2422-0

I. 机... II. 周... III. 机械制造工艺-高等学校-教材 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 108298 号

书 名	机械制造技术(下册)
主 编	周星元 梅顺齐
副 主 编	叶仲新 华中平
主 审	周国柱
出版发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www. waterpub. com. cn E-mail: mchannel@263. net (万水) sales@ waterpub. com. cn 电话: (010)63202266(总机)、68331835(营销中心)、82562819(万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京北医印刷厂
规 格	787mm × 1092mm 16 开本 11.25 印张 271 千字
版 次	2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月第 1 次印刷
印 数	0001—5000 册
定 价	18.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

机械制造及其自动化系列丛书编委会名单

主 任：段正澄

副主任：周国柱 张建钢 肖荣清 常治斌 郑 晓

委 员：(按姓氏笔画顺序排列)

王国顺	王德洪	叶仲新	李兆铨	朱森酉
华中平	任 秀	吴晓光	陈仪先	张仙珍
周星元	周子瑾	周明研	骆 玲	翁晓红
海 燕	梅顺齐	陶云堂	曾宪森	戴锦春

前 言

机械制造业是制造业的重要组成部分,它为人类的生存、生产和生活提供各种现代化的装备,为国民经济各部门和科技、国防提供技术装备,是国民经济发展的重要支柱产业和先导部门,在国民经济中占有重要的地位,是一个国家或地区发展的重要支柱,它标志着一个国家的工业生产能力和科学技术的发展水平。因此,世界各国都把发展机械工业作为发展本国经济的战略重点之一。

20 世纪 60 年代以后,随着现代科学技术的迅猛发展,特别是微电子技术、电子计算机技术的迅猛发展,机械制造业的面貌和内容都发生极为深刻的变革,制造技术由数控化走向柔性化、集成化、智能化。数控技术使机床结构发生了重大变化,例如,机床主动传动系统采用直流或交流调速电动机,主轴实现宽范围无级变速,而传动结构大大简化;机床主运动和进给运动超高速化,以满足高速(或超高速)切削的需要;超高速铣床和加工中心主轴转速达 $20000 \sim 100000 \text{ r/min}$,机床工作台快速空程速度高达 75 m/min 。采用直线电动机传动装置时,其行程不受限制,快进速度可达 $150 \sim 210 \text{ m/min}$,运动加速度达 2.5 g 以上,精密和超精密机床定位精度达 $0.5 \sim 0.008 \mu\text{m}$,重复定位精度达 $0.005 \mu\text{m}$ 。数控机床的可靠性不断提高,数控装置平均无故障工作时间达 10000 h 以上。

随着加工设备的不断完善,机械制造精度也不断提高。20 世纪初,精密加工的加工精度已达 μm 级;到 20 世纪 50 年代末,由于生产集成电路的需要,出现了各种微细加工技术。近 30 年来,机械加工精度已提高到纳米(nm)级;即超精密加工,如量规、光学平晶和集成电路的硅基片的精密研磨抛光。纳米技术的应用,促进了机械学科、材料学科、光学学科、测量学科和电子学科的发展,未来将是微型机械、电子技术和微型机器人的时代,纳米技术与微型机械成为 21 世纪的核心技术之一。

近年来新材料不断涌现,其强度、硬度、耐热性等不断提高,促进并推动了机械加工方法的发展。一方面在传统的切削和磨削加工中采用新型刀具材料,如涂层刀具、陶瓷刀具(氧化铝陶瓷、金属陶瓷、氮化硅陶瓷等)、金刚石和立方氮化硼(PCBN)刀具,采用高速大功率的新型机床,如高速磨床、砂带磨床等进行高速和高效加工;另一方面,特种加工方法,如电火花加工、电化学加工、电子束加工、离子束加工、超声波加工、激光加工等,突破了传统的金属切削方法,在难加工材料加工、复杂型面加工、微细加工等领域已成为重要的加工方法或仅有的加工方法。同时,由于计算机技术的发展,促使加工技术与精密检测技术和数控技术、传感技术等相互结合,给机械制造领域带来许多新技术和新观念。发展高速切削、强力切削,提高切削加工效率也是制造技术发展的一种趋势,其关键在于机床和切削工具。干加工和准干加工、快速成形技术也在不断推广和迅速发展。现代机械制造技术面临着许多新的课题,有待不断开发和创新。

现代机械制造技术发展的总的趋势是机械制造科技与材料科技、电子科技、信息科技、生命科技、环保科技、管理科技等的交叉、融合。

机械制造技术是机械设计制造与自动化及相近专业的一门重要的专业课程。

机械制造技术是机械工程科学的一个分支学科,它是主要研究各种机械制造过程和方法的学科。机械制造工艺过程是指能够直接改变(或获得)零件(或毛坯)的形状、尺寸、相对位置和性质,使之成为成品或半成品的过程。常分为热加工工艺过程(如铸造、塑性加工、焊接、热处理、表面改性等)和冷加工工艺过程,本课程主要研究机械制造冷加工工艺过程方面的基本理论知识。

金属切削机床、特种加工机床、机器人以及机械加工工艺系统中的其他工艺装备是机械制造的主要设备和工装,是实现机械制造的重要手段。研究各种机械制造设备和工装的设计和制造,发展新的设备和工装,是机械制造学科的一项重要任务。

“机械制造技术”是为适应机械工程类宽口径专业“机械设计制造与自动化”及近机械类(如仪器仪表、能源动力)、管理类(工业工程、工业管理等)专业的教学改革需要,重新规划并组织编写的一门专业基础课程,它与“机械制造基础”一起,将原传统的专业课程有机地融合为一体,构建成新的课程体系,使学生建立起较为完整的机械制造技术知识结构。课程的改革力度较大,全书以机械制造工艺为核心内容,质量、生产率、经济性为主线,贯穿以质量为中心的指导思想。为适应并符合机械工程类宽口径专业教学特点,全书贯彻拓宽知识面、精简内容、加强应用的原则,注重提高学生综合运用知识,解决实际问题的能力。机械制造的主要设备是机床,在本课程中编入了有关机床设计的内容。

本课程的实践性很强,涉及的知识面很宽。因此要注意实践知识的学习和积累。课程的教学需要与金工实习、生产实习、现场教学、课程设计等多种教学环节密切配合,并努力运用现代化的教育手段与教学方法,这样才能以较少的学时,获得较理想的教学效果。

学时安排:根据各个院校专业要求的不同,《机械制造技术》分为了上、下两册,便于教学内容的取舍。一般每册可安排18~24学时,共36~48学时。

本书由周星元、梅顺齐任主编,叶仲新、华中平任副主编。全书由周国柱教授主审。参加本书大纲讨论和编写工作的还有骆玲、曾宪森、戴锦春、朱森西、郑晓、海燕、周子瑾等。江平、邓聪、庞红丽等在文字编排和插图处理等方面也做出很大的贡献。在此,对他们表示感谢!中国水利水电出版社在本书的出版过程中给与了很大的帮助,对他们的敬业精神我们非常敬佩。

本书一定存在诸多错误和不足,敬请大家批评指正!

编 者

2004年10月

目 录

前言

第 1 章 金属切削机床概论	(1)
1.1 金属切削机床的基本知识	(1)
1.1.1 机床的分类、技术规格和型号	(1)
1.1.2 机床的基本要求	(3)
1.1.3 机床的分析方法	(4)
1.2 普通车床	(4)
1.2.1 普通车床的功能和运动	(4)
1.2.2 CA6140 型普通车床的组成和主要参数	(5)
1.2.3 CA6140 型普通车床的传动链	(6)
1.2.4 CA6140 型普通车床的主要部件	(14)
1.3 齿轮加工机床	(23)
1.3.1 齿轮加工机床功能和运动	(23)
1.3.2 Y3150E 滚齿机床的组成和主要参数	(30)
1.3.3 Y3150E 滚齿机床的传动系统	(31)
1.3.4 Y3150E 滚齿机床的主要结构	(36)
1.4 其他机床	(38)
1.4.1 铣床	(38)
1.4.2 镗床	(40)
1.4.3 钻床	(42)
1.4.4 磨床	(44)
1.4.5 组合机床	(45)
1.4.6 直线运动机床	(46)
1.4.7 数控机床	(48)
习题与思考题	(53)
第 2 章 机床总体方案设计	(54)
2.1 概述	(54)
2.1.1 基本概念	(54)
2.1.2 机床总体设计的基本内容和要求	(55)
2.1.3 设计步骤	(59)
2.2 机床总体方案设计	(60)
2.2.1 机床工艺方案的拟定	(60)
2.2.2 机床运动方案的拟定	(61)

2.2.3 机库的总体布局方案设计	(62)
2.2.4 主要技术参数的设计	(64)
习题与思考题	(69)
第3章 机床传动系统	(70)
3.1 机床主传动系统的设计	(70)
3.1.1 机床主传动系统设计应满足的基本要求	(70)
3.1.2 有级变速传动系统的设计	(73)
3.1.3 分级变速传动系统的几种特殊变速方式	(81)
3.1.4 齿轮齿数的确定及轴向布置	(86)
3.1.5 主传动无级变速系统	(88)
3.1.6 主传动系统的计算转速	(91)
3.2 机床进给传动系统的设计	(93)
3.2.1 进给传动系统的类型及设计要点	(93)
3.2.2 进给传动系统的传动精度	(95)
3.2.3 数控机床伺服进给传动系统的类型	(96)
3.2.4 进给伺服电动机的选择	(98)
3.2.5 伺服进给系统性能分析	(99)
习题与思考题	(102)
第4章 金属切削机床典型零部件	(104)
4.1 主轴组件	(104)
4.1.1 对主轴组件的基本要求	(104)
4.1.2 主轴组件的传动	(106)
4.1.3 主轴轴承的选择	(109)
4.1.4 主轴的结构	(116)
4.1.5 主轴组件的典型结构	(118)
4.2 机床导轨	(121)
4.2.1 导轨的功用及其应满足的要求	(121)
4.2.2 导轨的结构	(122)
4.2.3 导轨的类型	(126)
4.3 传动装置	(132)
4.3.1 滚珠丝杠副	(132)
4.3.2 预加负载的双齿轮—齿条传动	(134)
4.3.3 静压蜗杆—蜗母条传动	(135)
4.3.4 双螺距蜗轮蜗杆副传动	(137)
4.4 支承件	(138)
4.4.1 支承件的特点与基本要求	(138)
4.4.2 支承件的受力和变形分析	(139)
4.4.3 支承件的结构刚度与提高其刚度的常用措施	(140)
4.4.4 减少机床热变形的影响	(142)

4.4.5 支承件的结构设计	(143)
4.5 其他装置	(146)
4.5.1 刀库	(146)
4.5.2 换刀机械手	(147)
习题与思考题	(149)
第5章 先进制造技术简介	(150)
5.1 概述	(150)
5.2 成组技术(GT)	(151)
5.2.1 成组技术的基本原理	(151)
5.2.2 成组技术的应用	(152)
5.3 计算机集成制造系统(CIMS)	(152)
5.3.1 发展情况	(152)
5.3.2 计算机集成制造系统的构成及功能	(153)
5.3.3 五层递阶控制模型	(154)
5.4 并行工程技术(CE)	(155)
5.4.1 概述	(155)
5.4.2 并行工程技术及其特点	(155)
5.4.3 并行工程的效益	(157)
5.5 准时生产(JIT)	(157)
5.5.1 概述	(157)
5.5.2 JIT的目标和实施手段	(158)
5.5.3 看板管理	(158)
5.6 精益生产(LP)	(159)
5.6.1 概述	(159)
5.6.2 精益生产的特征	(159)
5.6.3 精益生产的体系	(160)
5.7 敏捷制造(AM)	(161)
5.7.1 概述	(161)
5.7.2 敏捷制造的特点	(161)
5.7.3 敏捷响应市场的实例	(162)
5.8 智能制造系统(IMS)	(162)
5.8.1 概述	(162)
5.8.2 智能制造系统的主要研究应用领域	(163)
5.8.3 人工智能功能模块的组成	(163)
5.9 仿真技术和虚拟制造	(164)
5.9.1 概述	(164)
5.9.2 建模和仿真	(164)
5.9.3 虚拟制造	(165)
5.10 产品数据管理技术(PDM)	(166)

5.10.1 概述	(166)
5.10.2 产品模型数据和管理标准	(167)
5.10.3 企业应用 PDM 的步骤	(167)
习题与思考题	(168)
参考文献	(169)
参考资料	(170)

第1章 金属切削机床概论

1.1 金属切削机床的基本知识

金属切削机床是采用切削(或特种加工)的方法将金属毛坯加工成所要求的几何形状、尺寸精度和表面质量的机械零件的机器,它是制造机器的机器,所以又称为“工作母机”或“工具机”,习惯上简称为机床。

机床的“母机”属性决定了它在国民经济中的重要地位。在现代化的工业生产中,会大量使用各种机器、仪器、仪表和工具等技术设备,这些技术设备都是由机械制造部门提供的。而在各类机械制造工厂中需要有各种加工金属零件的设备,包括铸造的、锻压的、焊接的、热处理的和切削加工的设备。由于机械零件的尺寸精度、形状精度、位置精度和表面质量目前主要靠切削加工的方法来达到,所以金属切削机床担负的工作量约占机械制造总工作量的40%~60%。在一般机械制造工厂拥有的技术设备中,机床占有相当大的比重,约在50%~60%。另一方面,机床的质量和技术水平直接影响机械产品的质量和劳动生产率。因此,一个国家生产的机床质量、技术水平、品种和产量以及机床的拥有量是衡量国家整个工业水平的重要标准。

1.1.1 机床的分类、技术规格和型号

机床的类型与品种很多,为了机床使用和管理的方便,需要加以分类、编制型号和标明技术规格。

1. 机床的分类

机床分类的基本方法是按照所用刀具、加工方法和加工对象的不同来划分。我国将机床分为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、切断机床和其他机床。在每一类中又细分为若干组与若干型。其中,特种加工机床包括电加工机床、超声波加工机床、激光加工机床、电子束和离子束加工机床、水射流加工机床等;电加工机床又包括电火花加工、电火花线切割和电解加工机床。

上述的基本分类方法是最主要的分类方法,此外,还可以按照机床其他特征来分类。

按照机床工艺范围大小(通用性程度),机床可以分为3类:

(1) 通用机床:这类机床工艺范围较广、万能性大,可以完成多种工件加工工序。这类机床适用于工件多变的单件和小批生产,其传动与结构较复杂,如普通车床、摇臂钻床、万能外圆磨床等。

(2) 专门化机床:这类机床用于完成某一类型但尺寸不同的工件时加工一种或几种特定工序,如凸轮轴车床、车轮车床、轧辊磨床等。

(3) 专用机床:这类机床专门用于完成某一种工件时加工一种或几种固定不变的工序。例如汽车、拖拉机、轴承等大批量生产中,为某些零件特定工序专门设计制造的机床。组合机床就是一种专用机床,这类机床自动化程度和生产率都很高。

数控机床是计算机技术、微电子技术、先进的机床设计和制造技术相结合的产物,适用于要求精密、形状复杂和多品种产品的加工。它是一种高效率、高柔性化的自动化机床,代表了金属切削机床的发展方向。加工中心又称为自动换刀数控机床,它是一种具有刀库和自动换刀的装置,能够自动更换刀具,对一次装夹的工件进行多工位、多工序加工的数控机床。

按照机床加工精度的不同,同一种机床中又可分为普通精度、精密和高精度三种等级。

按照机床的重量和尺寸不同,机床可以分为仪表机床、中型机床、大型机床和重型机床。一般机床重量达到 10 吨的为大型机床,重量在 30 吨以上的称为重型机床,重量在 100 吨以上的则称为超重型机床。

上述几种分类方法是出于分类的目的和依据不同而提出来的。通常,机床是按照加工方式(如车、钻、刨、铣、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。

2. 机床的技术规格

机床的技术规格是表示机床工作能力和尺寸大小的数据,一般包括下列参数:

- (1) 主参数和第二主参数。
- (2) 主要工作部件移动行程范围。
- (3) 主运动、进给运动的变速范围及变速级数、快速运动速度。
- (4) 主电动机功率和进给电动机功率。
- (5) 机床的外形尺寸。
- (6) 机床重量。

主参数是反映机床最大工作能力的—个主要参数,它直接影响机床的其他参数和基本结构的大小。主参数一般以机床加工的最大工件尺寸或与此有关的机床部件尺寸来表示。例如:普通车床为床身最大工件回转直径;钻床为最大钻孔直径;外圆磨床为最大磨削直径;卧式镗床为镗轴直径;升降台铣床及龙门铣床为工作台工作面宽度;龙门刨床为最大刨削宽度;插床及牛头刨床为最大加工长度;齿轮加工机床为最大工件直径等。有些机床的主参数不用尺寸表示,如拉床的主参数为最大拉力。

有些机床,为了更完整地表示其工作能力和尺寸大小,还规定有第二主参数。例如:普通车床为最大工件长度;摇臂钻床为主轴轴线至立柱导轨面之间的跨距;龙门铣床及龙门刨床为最大加工长度;外圆磨床为最大磨削长度;齿轮加工机床为最大加工模数;多轴自动车床为主轴数等。

3. 机床的型号

机床的名称往往十分冗长,书写和称呼都很不方便,如果按照一定的规律赋予每种机床一个代号(即型号),就会使管理和使用机床方便得多。

机床的型号是用一个简明的代号来表示机床的类别、型式、主参数、性能和结构特点。我国机床的型号目前是按《GB/T15375-1994 金属切削机床型号编制方法》编制的,该标准规定机床型号由若干汉语拼音字母和阿拉伯数字组成。例如,MG1432A 的含义如下:

机床类别代号:	M	磨床
机床通用特性代号:	G	高精密
机床组别代号:	1	外圆磨床组
机床系别代号:	4	万能外圆磨床系
主参数代号:	32	最大磨削直径 320 mm
重大改进顺序号:	A	第一次重大改进

1.1.2 机床的基本要求

机床作为机械制造的工作母机,它的性能与技术水平直接关系到机械制造产品的质量与成本,关系到机械制造的劳动生产率。因此,机床首先应满足使用方面的要求,其次应考虑机床制造方面的要求。现将这两方面的基本要求简述如下:

1. 工作精度良好

机床的工作精度是指加工零件的尺寸精度、形状精度和表面粗糙度。根据机床的用途和使用场合,各种机床的精度标准都有相应的规定。尽管各种机床的精度标准不同,但是评价一台机床的质量都以机床工作精度作为最基本的要求。机床的工作精度不仅取决于机床的几何精度与传动精度,还受机床弹性变形、热变形、振动、磨损以及使用条件等许多因素的影响,这些因素涉及机床的设计、制造和使用等方面的问题。

对机床的工作精度不但要求具有良好的初始精度,而且要求具有良好的精度保持性,即要求机床的零部件具有较高的可靠性和耐磨性,使机床有较长的使用期限。

2. 生产率和自动化程度要高

机床生产率常用单位时间内加工工件的数量来表示。机床生产率是反映机械加工经济效益的一个重要指标,在保证机床工作精度的前提下,应尽可能提高机床生产率。要提高机床生产率,必须减少切削加工时间和辅助时间。前者在于增大切削用量或采用多刀切削,并相应地增加机床的功率,提高机床的刚度和抗振性;后者在于提高机床自动化程度。

提高机床自动化程度的另一目的就是,改善劳动条件以及加工过程不受操作者的影响,使加工精度保持稳定。因此,机床自动化是机床发展趋向之一,特别是对大批量生产的机床和精度要求高的机床,提高机床自动化程度更为重要。

3. 噪声要小、传动效率要高

机床噪声是危害人们身心健康、影响正常工作的一种环境污染。机床传动机构的运转、某些结构的不合理以及切削过程都将产生噪声,尤其是速度高、功率大和自动化的机床更为严重。所以,现代机床噪声的控制应予以十分重视。

机床的传动效率反映了输入功率的利用程度,也反映了空转功率的消耗和机构运转的摩擦损失。摩擦功变为热会引起热变形,这对机床工作精度很不利。高速运转的零件和机构越多,空转功率也越大,同时产生的噪声也越大。为了节省能源、保证机床工作精度和降低机床噪声,应当设法提高机床的传动效率。

4. 操作要安全方便

机床的操作应当方便省力且安全可靠,操纵机床的动作应符合习惯以避免发生误操作,

以减轻工人的紧张程度,保证工人与机床的安全。

5. 制造和维修方便

在满足使用方面要求的前提下,应力求机床结构简单、零部件数量少、结构的工艺性好、便于制造和维修。机床结构的复杂程度和工艺性决定了机床的制造成本,在保证机床工作精度和生产率的前提下,应设法降低成本、提高经济效益。此外,还应力求机床的造型新颖、外形与色彩美观大方。

1.1.3 机床的分析方法

机床品种繁多、结构各异,要了解和分析机床一般可按照下列步骤进行:

(1) 了解机床的功能和主要技术参数,包括机床适于加工哪些类型的零件和什么形状的表面,可加工零件的尺寸范围和能达到的加工精度与表面质量。

(2) 根据机床可加工零件的形状与所用的刀具,分析机床需要哪些运动。

(3) 为了实现所需的运动,分析机床上必须具备哪些传动链、机构与部件。

(4) 了解机床的总体布局、主要部件的构造、机床的调整计算和操作使用。

简言之,根据在机床上加工的各种表面和使用的刀具类型,分析获取这些表面的方法和所需的运动。在此基础上,分析为了实现这些运动,机床必须具备的传动联系,然后分析为实现这些传动而采用的机构以及这些机构的调整方法。机床运动分析过程是认识和分析机床的基本方法,其次序为“表面 - 运动 - 传动 - 机构 - 调整”。

1.2 普通车床

使用单刃刀具以车削方法形成工件内、外回转表面为主要功能的机床,称为车床。由于很多机械零件(如轴类、套筒类和盘类等零件)都具有回转表面,它们大都需要用车床来加工,因此,车床是机械制造中使用最广泛的一类机床。

为适应不同的加工要求,车床有卧式车床、立式车床、转塔车床、自动和半自动车床、专门化和专用车床等不同型式。

1.2.1 普通车床的功能和运动

1. 加工表面

车床类机床主要用于加工各种回转表面,如内外圆柱表面、圆锥表面、成形回转表面和回转体的端面等,有些车床还能加工螺纹面。由于多数机械零件具有回转表面,车床的通用性又较广,因此在机械制造厂中,车床的应用极为广泛,在金属切削机床中所占的比重最大,约占机床总台数的 20% ~ 35%。

2. 所需运动

为了加工出所要求的工件表面,必须使刀具和工件实现一系列运动,如图 1-1 所示。

(1) 工件的转动。这是车床的主运动,其转速较高,是消耗机床功率的主要部分。

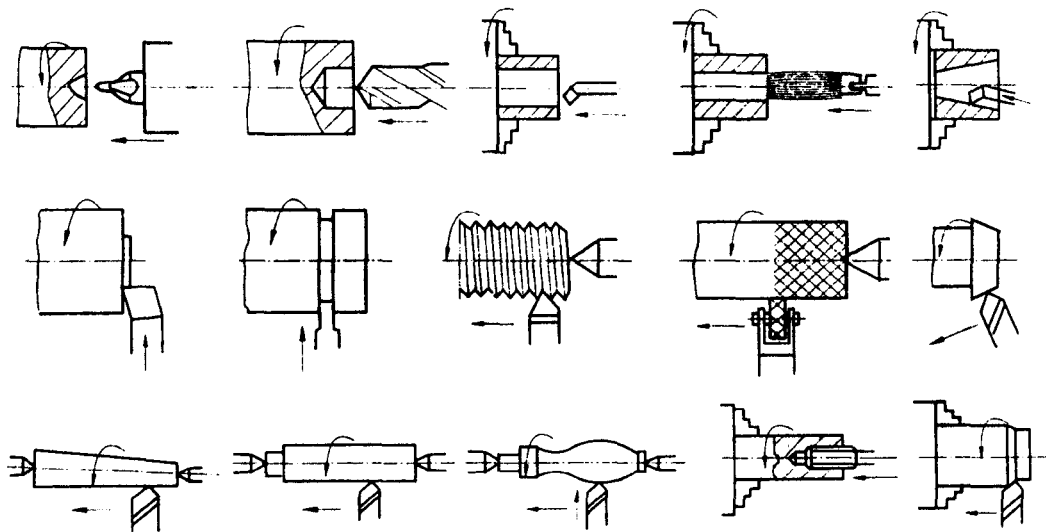


图 1-1 卧式车床所能完成的典型加工

(2) 刀具的移动。这是车床的进给运动。刀具可作平行于工件旋转轴线的纵向进给运动(车圆柱表面)或作垂直于工件旋转轴线的横向进给运动(车端面),也可作与工件旋转轴线倾斜一定角度的斜向运动(车圆锥表面)或作曲线运动(车成形回转表面)。进给量 f 常以主轴每转刀具的移动量计,即 mm/r 。

车削螺纹时,只有一个复合的主运动——螺旋运动,它可以被分解为两部分:主轴的旋转和刀具的移动。

除了成形运动之外,为了将毛坯加工到所需要的尺寸,普通车床还应有切入运动(吃刀运动),即刀具相对工件切入一定深度,以使工件达到所需的尺寸。如果加工余量较大需多次切削时,则切入运动也需在车削过程中实现。为了实现刀具快速的趋近和退出,有的车床还有刀架纵、横向的机动快移,重型车床还有尾架的机动快移。工件及刀具的装夹和松开、刀架的转位等均与切削无直接关系,这些运动统称为辅助运动。

1.2.2 CA6140 型普通车床的组成和主要参数

1. 组成部件

卧式车床的加工对象,主要是轴类和直径不太大的盘类零件,故采用卧式布局。为了适应右手操作的习惯,主轴箱布置在左端。图 1-2 是卧式车床的外形图,其主要组成部件及功用如下。

(1) 主轴箱。主轴箱 1 固定在床身 4 的左端,内部装有主轴和变速及传动机构。工件通过卡盘等夹具装夹在主轴前端。主轴箱的功用是支承主轴并把动力经变速传动机构传给主轴,使主轴带动工件按规定的转速旋转,以实现主运动。

(2) 刀架。刀架 2 可沿床身 4 上的刀架导轨作纵向移动。刀架部件由多层组成,它的功用是装夹车刀,实现纵向、横向或斜向运动。

(3) 尾座。尾座 3 安装在床身 4 右端的尾座导轨上,可沿导轨纵向调整其位置。它的

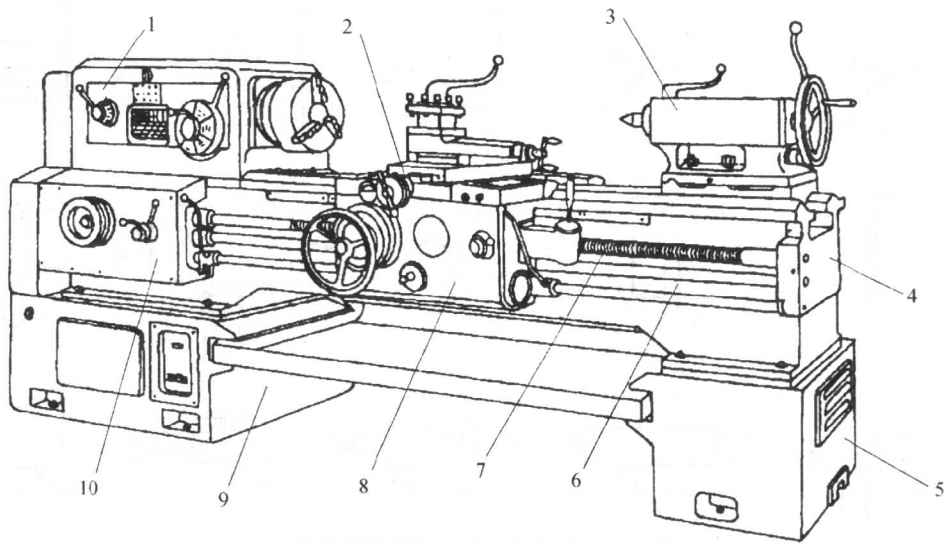


图 1-2 卧式车床

功用是用后顶尖支承长工件,也可以安装钻头、铰刀等孔加工刀具进行孔加工。

(4) 进给箱。进给箱 10 固定在床身 4 的左端前侧。进给箱内装有进给运动的变换机构,用于改变机动进给的进给量或所加工螺纹的导程。

(5) 溜板箱。溜板箱 8 与刀架 2 的最下层——纵向溜板相连,与刀架一起作纵向运动。其功用是把进给箱传来的运动传递给刀架,使刀架实现纵向和横向进给、快速移动或车螺纹。溜板箱上装有各种操纵手柄和按钮。

(6) 床身。床身 4 固定在左右床腿 9 和 5 上。在床身上安装着车床的各个主要部件,使它们在工作时保持准确的相对位置或运动轨迹。

2. 主要参数

普通车床的主参数是床身上最大工件回转直径,第二主参数是最大工件长度。这两个参数表明车床加工工件的最大极限尺寸,同时也反映了机床的大小和重量。这是因为主参数决定了主轴轴心线距离床身导轨的高度,第二主参数决定了床身的长度。例如 CA6140 型普通车床的主参数床身上最大工件回转直径为 400mm,但加工较长的轴、套类工件时,由于工件最大直径受到横溜板的限制,因此刀架上最大工件回转直径为 210mm,这也是一项重要的尺寸参数。CA6140 型普通车床一般做成 4 种不同的长度,即最大工件长度为 750、1000、1500、2000mm,以适应不同需要,其中最常用的是 1000mm。显然,最大工件长度不同,机床的床身、丝杠和光杠的长度相应地也不同,而其他部件则可以通用。

1.2.3 CA6140 型普通车床的传动链

1. 传动系统图

为了便于了解和分析机床的运动和传动情况,通常都使用机床的传动系统图。机床的传动系统图是表示机床全部运动传动关系的示意图。在图中用简单的规定符号代表各种传

动元件,各齿轮数字表示齿数。规定符号详见国家标准 GB4460-84《机械制图——机动示意图中的规定符号》。机床的传动系统图画在一个能反映机床基本外形和各主要部件相互位置的平面上,并尽可能绘制在机床外形的轮廓线内。各传动元件应尽可能按运动传递的顺序安排。该图只表示传动关系,并不代表各传动元件的实际尺寸和空间位置。如图 1-3 所示是 CA6140 型普通车床的传动系统图。

2. 主运动传动链

(1) 传动路线。

主运动传动链的两末端件是主电动机和主轴。运动由电动机 (7.5 kW, 1450 r/min) 经 V 带轮传动副 $\Phi 130 \text{ mm} / \Phi 230 \text{ mm}$ 传至主轴箱中的轴 I。在轴 I 上装有双向多片摩擦离合器 M_1 , 可使主轴正转、反转或停止, 它是传动的主换向机构。当压紧离合器 M_1 左部的摩擦片时, 轴 I 的运动经齿轮副传给轴 II, 使轴 II 获得两种转速。压紧右部摩擦片时, 经齿轮 50 (数字表示齿数)、轴 VII 上的空套齿轮 34 传给轴 II 上的固定齿轮 30, 这时轴 I 至轴 II 间多一个中间齿轮 34, 故轴 II 的转向与经 M_1 左部传动时相反。反转转速只有一种。当离合器处于中间位置时, 左、右摩擦片都没有被压紧, 轴 I 的运动不能传至轴 II, 主轴停转。

轴 II 的运动可通过轴 II、轴 III 间三对齿轮的任一对传至轴 III, 故轴 III 正转有共 $2 \times 3 = 6$ 种转速。

主运动由轴 III 传往主轴有两条路线:

① 高速传动路线。主轴上的滑移齿轮 50 移至左端, 使之与轴 II 上右端的齿轮 63 啮合。运动由轴 III 经齿轮副 $\frac{63}{50}$ 直接传给主轴, 得到 450 ~ 1400 r/min 的 6 种高转速。

② 低速传动路线。主轴上的滑移齿轮移至右端, 使主轴上的齿式离合器 M_2 啮合。轴 III 的运动经齿轮副或传给轴 IV、又经齿轮副传给轴 V、再经齿轮副和齿式离合器 M_2 传至轴使主轴获得 10 ~ 500 r/min 的低转速。

主运动传动系统可用传动路线表达式表示, 如下所示。

$$\begin{aligned}
 & \text{主电动机} \left(\begin{array}{l} 7.5 \text{ kW} \\ 1450 \text{ r/min} \end{array} \right) \xrightarrow[\Phi 230 \text{ mm}]{\Phi 130 \text{ mm}} \text{I} \left\{ \begin{array}{l} M_1 (\text{左}) - \left\{ \begin{array}{l} \frac{56}{38} \\ \frac{51}{43} \end{array} \right\} - \\ (\text{正转}) \\ M_1 (\text{右}) - \frac{50}{34} - \text{VII} - \frac{34}{30} \\ (\text{反转}) \end{array} \right\} \text{II} \left\{ \begin{array}{l} \frac{39}{41} \\ \frac{30}{50} \\ \frac{22}{58} \end{array} \right\} \text{III} - \\
 & \left\{ \begin{array}{l} \frac{63}{50} \\ \left\{ \begin{array}{l} \frac{20}{80} \\ \frac{50}{50} \end{array} \right\} - \text{IV} - \left\{ \begin{array}{l} \frac{20}{80} \\ \frac{51}{50} \end{array} \right\} - \text{V} - \frac{26}{58} - M_2 (\text{右移}) \end{array} \right\} \text{VI (主轴)}
 \end{aligned}$$

(2) 主轴转速级数。

由传动系统图和传动路线表达式可以看出, 主轴正转时可得 $2 \times 3 = 6$ 种高转速和 $2 \times 3 \times 2 \times 2 = 24$ 种低转速。轴 III—IV—V 之间的 4 条传动路线的传动比为: