



应用型人才培养实用教材
普通高等院校机械类“十二五”规划教材

机械制造工程技术基础

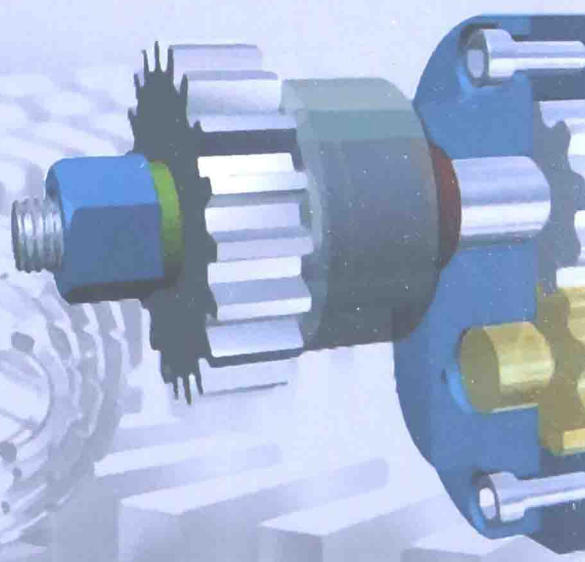
JIXIE ZHIZAO GONGCHENG JISHU JICHU

主 编 ● 陈勇志 李荣泳

主 审 ● 钟守炎



西南交通大学出版社



应用型人才培养实用教材
普通高等院校机械类“十二五”规划教材

机械制造工程技术基础

主 编 陈勇志 李荣泳
副主编 何伟锋 陈海彬
主 审 钟守炎

西南交通大学出版社
· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

机械制造工程技术基础 / 陈勇志, 李荣泳主编. —
成都: 西南交通大学出版社, 2015.2
应用型人才培养实用教材 普通高等院校机械类“十二
五”规划教材
ISBN 978-7-5643-3752-0

I. ①机… II. ①陈… ②李… III. ①机械制造工艺
- 高等学校 - 教材 IV. ①TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 034103 号

应用型人才培养实用教材
普通高等院校机械类“十二五”规划教材

机械制造工程技术基础

主编 陈勇志 李荣泳

责任编辑 孟苏成

封面设计 何东琳设计工作室

出版发行 西南交通大学出版社
(四川省成都市金牛区交大路 146 号)

发行部电话 028-87600564 028-87600533

邮政编码 610031

网 址 <http://www.xnjdcbs.com>

印 刷 成都蓉军广告印务有限责任公司

成品尺寸 185 mm × 260 mm

印 张 16.75

字 数 417 千

版 次 2015 年 2 月第 1 版

印 次 2015 年 2 月第 1 次

书 号 ISBN 978-7-5643-3752-0

定 价 36.00 元

课件咨询电话: 028-87600533

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

《机械制造工程技术基础》的主要内容是金属工艺理论与实习，主要包括材料及其成型技术、机械加工技术以及现代加工技术等内容，是机械类各专业学生学习工程材料及机械制造基础等课程必不可少的内容，是非机类有关专业教学计划中重要的实践教学环节。这些内容不仅对于培养学生的动手能力至关重要，而且可以使学生了解传统的机械制造工艺和现代机械制造技术。传统的金工实习体系已经逐步向现代工程训练体系转化，结合这些变化以及高等院校工程训练课程改革与建设的需要，我们编写了这本工程训练指导教材——《机械制造工程技术基础》。

针对大学生的动手实践能力比较薄弱的情况，处于学校和社会过渡阶段的大学就承担了培养学生实践能力的任务。金工实习就是培养学生实践能力的有效途径。基于此，同学们必须充分重视这门课，利用金工实习的机会，提高自己的动手能力，掌握基本的机械加工流程和方法，为以后学习设计相关机械产品和加工零件打下坚实的基础。

《机械制造工程技术基础》的编写思路是注重实际训练，举例实用，便于操作。因此，编写时我们认真总结了各兄弟院校关于本课程教学内容和课程体系教学改革的经验，借鉴了国内兄弟院校的教学改革成果，结合编者的教学实践经验和工程训练的实际内容，以高等院校常用的设备为例，介绍传统加工和现代加工的基本制造技术和工艺。每章的后面还有思考题和练习题，以帮助学生消化、巩固和深化教学内容以及进行实际工程训练和实验；某些章节的思考与练习题中要求学生结合实际设计并制造出有一定创意和使用价值的作品，以便在实习中开展创新设计与制造活动。因篇幅限制，本教材以必需和够用为原则，内容作了必要的精简，文字力求简洁，同时注意知识的系统性和科学性。

本教材让学生了解机械制造生产过程实质上是一个资源向产品或零件的转变过程，机械制造是一个将大量设备、材料、人力和加工过程等有序结合的一个大的生产系统。一个月的时间不可能使我们完全掌握机械制造技术，但是最起码我们应该了解一些机械制造的一般过程，熟悉机械零件的常用加工方法，并且应初步具备选择加工方法、进行加工分析和制订工艺规程的能力。这样可以为后续课程打下坚实的基础。

本教材由东莞理工学院机械工程学院的陈勇志、李荣泳主编，何伟锋、陈海彬任副主编，吴鹏、杨宇辉、叶静、廖梓龙、黄泳波等老师参加编写，钟守炎教授审核了本教材。教材第1章由陈勇志编写，第2章由陈勇志、廖梓龙编写，第3章、第6章由李荣泳编写，第4章、第5章由吴鹏编写，第7章、第10章由陈海彬编写，第8章、第11章由杨宇辉编写，第9章由陈志勇、黄泳波编写，第12章、第13章由何伟锋编写，第14章由叶静编写。东莞理工学院王卫平教授、孙振忠教授对本书提出了许多宝贵的意见，在此谨表衷心的感谢。

本教材是对应用型地方本科院校工程训练的教学内容改革的初步尝试，由于编者水平所限，书中难免会有错误与欠妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

2015年1月

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 机械制造的概念	1
1.2 机械制造的一般过程	1
1.3 机械制造技术在国民经济中的地位及发展趋势	3
1.4 课程的目的与主要内容	4
1.5 课程学习的方法与要求	6
第 2 章 车 削	7
2.1 车削加工基本知识	8
2.2 常用量具及其使用方法	15
2.3 卧式车床	21
2.4 零件加工质量及检验方法	35
思考与练习	39
第 3 章 铣 削	41
3.1 铣削加工基本知识	41
3.2 立式铣床	42
3.3 卧式万能铣床	43
3.4 铣 刀	44
3.5 分度头	46
3.6 铣削用量	47
3.7 铣削加工的范围	49
3.8 铣削典型表面	49
思考与练习	52
第 4 章 磨 削	53
4.1 磨削加工范围及其工艺特点	53
4.2 磨削过程	54
4.3 砂 轮	56
4.4 平面磨床	59
4.5 万能外圆磨床	62
4.6 无心磨床	63
思考与练习	65

第 5 章 钳 工	66
5.1 划 线	66
5.2 锯 切	69
5.3 锉 削	71
5.4 钻孔、扩孔、铰孔和铰孔	72
5.5 攻螺纹与套螺纹	77
5.6 刮 削	79
5.7 装 配	84
思考与练习	87
第 6 章 数控铣削加工	89
6.1 数控铣床概述	89
6.2 数控铣床基本编程方法	91
6.3 自动编程	104
6.4 数控铣床的操作 (FANUC 0i-ma 系统)	114
思考与练习	119
第 7 章 数控车削	120
7.1 数控车削概述	120
7.2 数控车床的组成及工作原理	120
7.3 数控车削系统	121
7.4 系统操作: 广州数控 GSK980TDa	129
7.5 系统介绍: 澳柯玛数控系统	142
7.6 数控车床注意事项	144
思考与练习	144
第 8 章 焊 接	147
8.1 概 述	147
8.2 焊条电弧焊	148
8.3 气 焊	154
8.4 手工钨极氩弧焊	157
8.5 焊接的缺陷分析与质量检验	157
思考与练习	160
第 9 章 粉末冶金	161
9.1 粉末冶金的基本原理	161
9.2 硬质合金	170
思考与练习	177

第 10 章 锻 压	178
10.1 锻 造	178
10.2 冲 压	184
思考与练习	187
第 11 章 铸 造	189
11.1 概 述	189
11.2 砂型铸造	190
11.3 铸件常见缺陷分析	196
11.4 特种铸造	198
思考与练习	203
第 12 章 电火花线切割加工	205
12.1 电火花线切割加工的基本原理	205
12.2 线切割加工的工艺	209
12.3 线切割加工的安全技术规程	219
12.4 电火花线切割的操作（以宝玛 DK7740 为例）	220
12.5 CAXA 线切割软件编程的方法	221
思考与练习	223
第 13 章 电火花加工	224
13.1 概 述	224
13.2 电火花成型加工	224
13.3 电火花小孔放电加工	240
思考与练习	243
第 14 章 激光加工	244
14.1 激光及其加工系统	244
14.2 激光加工特点	246
14.3 激光加工分类	246
14.4 激光加工操作步骤及案例解析	247
14.5 激光内雕	254
思考与练习	258
参考文献	259

第1章 绪论

制造是人类最主要的生产活动之一，它是指人类按照所需的目的，利用主观掌握的知识 and 技能，通过手工或可以利用的客观的物质工具和设备，采取有效的方法，将原材料转化为有用的物质产品的过程。

机械制造泛指从事各种动力机械、起重运输机械、农业机械、冶金矿山机械、化工机械、纺织机械、机床、工具、仪器、仪表及其他机械设备等生产的过程。机械制造业是工业的基础，由于它为整个国民经济提供技术装备，也是我们国家的支柱产业。机械制造的发展水平是国家工业化程度的主要标志之一。

1.1 机械制造的概念

任何一种机械都是由许许多多的零件组成，因为要完成规定的设计功能，所以这许许多多的零件不是任意的，而必须满足规定的性能、形状、尺寸和精度等要求。因此，一个合格的零部件以及到装配成机器必须经过一系列的制造过程，这种从原材料到成品的一系列的制造过程称为机械制造。

机械制造一般有两个任务：一是直接为最终用户提供消费品；二是为国民经济各行业提供生产技术装备。

1.2 机械制造的一般过程

在将原材料转化为有用的物质产品的过程当中，机械制造大致可分为生产技术准备、毛坯制造、零件加工、产品检测和装配等过程。

1.2.1 生产技术准备过程

机械制造生产前，必须做好各项技术准备工作。其中最主要的一项是制订工艺规程，这是直接指导各项技术操作的重要文件。此外，正确选择材料，标准件购置，刀具、夹具、模具、装配工具等的预制，热处理设备和检测仪器的准备等，都在本过程中准备完成。

1.2.2 毛坯制造过程

毛坯可由不同方法获得。合理选择毛坯,可显著提高生产率和降低成本。常用的毛坯制造方法有:型材、铸造、锻压、焊接和粉末冶金等。

(1) 型材。型材是铁或钢或其他金属以及具有一定强度和韧性的材料(如塑料、玻璃纤维等)通过轧制、挤出、铸造等工艺制成的具有一定几何形状的物体。圆棒料、板料、管料、角钢、槽钢、工字钢等均为型材,其中以圆棒料应用最广,用作螺钉、销钉、小型盘状零件和一般轴类零件的坯料,使用方便。板料、角钢、槽钢、工字钢等则普遍用于金属结构。

(2) 铸造。一般来说,结构复杂,特别是内腔复杂的零件或大型零件采用铸造方法形成毛坯。某些小型或结构简单的零件,在生产批量很大时,也往往采用铸造方法成型。

(3) 锻压。承受重载荷的零件,如主轴、连杆、重要齿轮等,常采用锻压加工获得毛坯,因为金属材料经锻压后内部组织得到改善,提高了力学性能。

(4) 焊接。焊接的工艺过程较铸造简单,近年来,由于焊接技术的提高,现代工程中的一些金属结构和零件普遍采用焊接成型。

(5) 粉末冶金。粉末冶金是用几种不同的金属材料(或金属与非金属的混合物),以粉末的形式经过混合、成型和烧结,制造金属材料、复合材料以及各种其他类型制品的一种工艺技术方法。由于粉末冶金法可生产难熔金属及其化合物,可制取高纯度的材料,以及可大幅度地节省材料,等等,这一系列的优点使它成为解决新材料问题的利器,在新材料的发展中起着举足轻重的作用。

1.2.3 零件加工过程

金属切削加工是目前加工零件的主要方法。通用的加工设备有车床、钻床、镗床、刨床、铣床和磨床等。此外,还有各种专用机床、特种加工机床。选择加工方法,选用机床设备和刀具,需要广博的专业知识。例如,轴可用车床加工,也可用磨床加工,哪种方案合理,需视具体情况而定。车床的加工精度一般低于磨床,但在车床上采用高切削速度以及小进给量,也能达到较高的精度,满足零件的技术要求。不过,这种做法不利于生产率的提高,经济效益也差。所以,必须具有“经济精度”的概念。所谓经济精度,就是指某种加工方法只宜达到某种精度,超过这个精度将失去经济性,这些问题在制订工艺规程时均应考虑。

1.2.4 产品检测和装配过程

由若干个零件组成的机器,其精度为各个零件精度的总体反映。设计者按机器工作要求,提出各项技术条件。我们必须掌握零件精度与总体精度之间的关系,采取合理的工艺措施,使用合适的机床和工装夹具,以保证每个零件的精度要求。每一个加工工序,都不可避免地会产生加工误差,如何检验这些误差,在哪些工序之后设定检验工序,采用何种量具等问题,都必须全面考虑,合理安排。除了几何形状和尺寸之外,还有表面质量和内部性能的检验,例如缺陷检验、力学性能检验和金相组织检验等。

装配过程必须严格遵守技术条件规定。例如,零件清洗、装配顺序、装配方法、工具使用、接合面修磨、润滑剂施加以及运转跑合,甚至油漆色泽和包装,都不可掉以轻心,只有这样才能生产出合格产品。

1.3 机械制造技术在国民经济中的地位及发展趋势

1.3.1 机械制造技术在国民经济中的地位与作用

机械制造业担负着向国民经济各部门提供技术装备的任务。国民经济各部门的生产技术水平和经济效益在很大程度上取决于机械制造业所能提供装备的技术性能、质量和可靠性。因此,机械制造业的技术水平和规模是衡量一个国家工业化程度和国民经济综合实力的重要标志。1949年以来,我国的制造业得到了长足发展,一个比较完整的机械工业体系基本形成。改革开放以来,我国的制造业充分利用国内外两方面的技术资源,有计划地进行企业技术改造,引导企业走依靠科技进步的道路,使制造技术、产品质量和水平以及经济效益都有了很大提高,为繁荣国内市场,扩大出门创汇,推动国民经济的发展起到了重要作用。

据统计,在经济快速发展阶段,制造业的发展速度一般要高出整个国民经济的发展速度。如美国68%的财富来自于制造业,国民总值的49%是由制造业提供的。中国的制造业在工业总产值中也占有40%的比例。由此可见,制造业为人类创造着辉煌的物质文明,是一个国家的立国之本。制造技术是制造业发展的后盾,先进的制造技术使一个国家的制造业乃至国民经济处于竞争力较强的地位。忽视制造技术的发展将会导致制造业的萎缩和国民经济的衰退。美国是制造业的大国,但第二次世界大战以后一度不重视制造业的发展和制造技术的开发,而日本则十分重视制造技术的开发,政府大力支持制造业的发展,结果,在20世纪70~80年代,日本的汽车、家电等不仅大幅度地抢占了美国原来的国际市场,而且大量进入美国国内市场,使美国制造业受到极大挑战,从而造成了20世纪90年代初期美国经济的衰退。这使美国决策者不得不重新调整自己的产业政策,先后制定并实施了一系列振兴制造业的计划,并特别将1994年确定为美国的制造技术年,制造技术是美国当年财政政策扶持的唯一领域。这些措施的实施使先进制造技术在美国得到长足发展,促进了美国经济的全面复苏,重新占领了许多原先失去的市场。

我国的机械制造业经过60多年的发展,从经营规模来说已成为制造业的大国,制造技术也已进入发展最迅速、实力增强最快的新阶段。但长期以来,由于经济体制、产业政策等很多方面的制约,与工业发达国家相比,我国的制造技术还存在着十分明显的差距。例如,在微电子产品加工方面,性能可靠的微电子产品多数依靠进口,严重制约了我国电子工业与计算机工业的发展。在机械工业领域,由于许多产品的精度、自动化程度及综合使用性能不高,我国机械产品的国际市场竞争能力明显偏弱,高技术附加值的国内市场也被大量外国产品占领。有关资料表明,1996年我国进口精密机床价值达23亿美元,相当于当年我国机床行业的总产值。近几年,机械产品的进出口贸易中,逆差值都很大。随着经济全球化、贸易化程度的不断加深,国际市场竞争更加激烈,我国制造业正承受着前所未有的巨大压力。

鉴于机械产品是装备国民经济各部门的物质基础,强大而完备的机械工业是实现国家现代化和社会进步的必要条件;而基础机械、基础零部件、基础工艺的发展缓慢又是机械工业产品难以提高的重要原因之一,其关键问题是要优先发展现代制造技术。为此,应与各工业发达国家一样把现代制造技术列为国家关键技术并优先发展,鼓励有志于制造业的莘莘学子的投入和献身,为使中国的制造业达到工业发达国家的技术水平而奋斗。

1.3.2 机械制造技术的发展趋势

近年来,随着现代科学技术的不断发展,特别是计算机技术的进一步发展,促使传统的机械制造技术与数控技术、精密检测技术相互结合,向高精度、高效率、柔性化、集成化、智能化的方向发展,使生产效率和质量大幅度提高。纵观机械制造的渊源及发展,其发展趋势主要表现在以下几个方面:

(1) 向高速、强力切削方向发展。金属切削机床结构设计与制造水平的提高和新型刀具材料的应用,使切削加工效率大为提高。目前,数控机床已得到进一步的发展,其主轴转速已达到 10 000 r/min,而工业发达国家有的加工中心的主轴转速已达到 70 000 r/min,高速铣床的主轴转速已经达到 100 000 r/min,机床进给系统采用直流或交流伺服电动机驱动、大导程滚珠丝杠螺母传动,其快进速度最高可达 60 m/min,当采用直线电动机传动装置时,快进速度可达 10~150 m/min。采用新型刀具材料,如涂层硬质合金、陶瓷、立方氮化硼等,使常规切削速度提高了 5~10 倍。

(2) 向超精密及细微加工技术方向发展。随着微电子技术的迅猛发展,各种精密、超精密加工技术、细微加工与纳米加工技术在微电子芯片、光电子芯片、微机电系统(MEMS)等尖端技术及国防装备领域中大显身手,机械加工精度已从 20 世纪初的 1 μm 提高到 0.001 μm ,最近已达到 0.001 μm ~0.1 nm,即超精密加工。超精密加工的发展有力地推动了各种新技术的发展,已成为在国际竞争中掌握竞争主动权的关键技术。

(3) 制造系统的自动化。为适应市场的不断变化,机电产品更新换代的频率在加快,多品种、中小批量的生产将成为今后一种主要生产类型,因此,自动制造技术将进一步向柔性化、集成化、智能化、网络化方向发展。CAD/CAPP/CAE/CAM(计算机辅助设计/计算机辅助工艺规程/计算机辅助分析/计算机辅助制造)等技术进一步地完善,提高了多品种、中小批量产品的质量和加工效率。精益制造(LP)、敏捷制造(AM)等先进制造管理模式将主导 21 世纪的制造业。

(4) 绿色制造技术。综合考虑社会、环境、资源等可持续发展因素的绿色制造(无浪费制造)技术,将朝着能源与原材料消耗最少,所产生的废弃物最少并尽可能回收利用,在产品的整个生命周期中对环境无害等方向发展,它是精益生产、柔性生产、敏捷制造的延伸和发展。

1.4 课程的目的与主要内容

1.4.1 课程的主要内容

按照机械制造的一般过程,课程的主要内容包括切削加工、加工与装配、热加工、特种加工、数控加工和特种制造。

(1) 切削加工主要包括车削、铣削及磨削,这是传统切削加工的主要内容,教材以切削加工理论为基础,同时以刀具理论为主导,详细论述车削、铣削及磨削过程中材质的变形与变化,力求简单明了,针对性强。

(2) 加工与装配主要是钳工,这也是传统冷加工的另一重点,钳工也包括一部分磨削加工的内容,但其内容中的划线、攻丝和套丝(见螺纹加工)、矫正、弯曲和铆接等,则主要涉及装配的范畴。

(3) 热加工包括焊接、铸造和锻造。狭义的热加工是金属学的范畴,是指在高于金属再结晶温度的加工。机械制造中,热加工范围更广,既包括金属再结晶温度以上的加工,也包括再结晶温度以下的加工,甚至包括金属常温下的塑性加工。本教材中的热加工包括两部分,即常温或常温以上温度下的加工。在外力作用下改变金属材质的外形尺寸和内部金属组织的加工,通常称之为锻造,将金属熔化再凝固成型的加工方法,通常称之为铸造和焊接。

(4) 特种加工包括电火花成型加工、电火花线切割加工以及激光加工。特种加工属于现代加工的范畴。电火花成型加工和电火花线切割加工的原理相同,是在电极上施加脉冲电压将工作液击穿,产生火花放电,在放电的微细通道中瞬时集中大量的热能使一点的工作表面局部微量的金属材料立刻熔化、气化,从而加工成型。激光加工是最近30年才被广泛应用的新工艺,它是利用激光束与物质相互作用的特性对材料(包括金属与非金属)进行切割、焊接、表面处理、打孔及微加工等的一门加工技术。

(5) 数控加工包括数控车和数控铣。数控加工是泛指在数控机床上进行零件加工的工艺过程。数控机床加工与传统机床加工的工艺规程从总体上说是一致的,但也发生了明显的变化。数控机床是一种用计算机来控制的机床,用来控制机床的计算机,不管是专用计算机、还是通用计算机都统称为数控系统。数控加工是用数控系统和程序来控制零件和刀具位移的机械加工方法,它是解决零件品种多变、批量小、形状复杂、精度高等问题和实现高效化和自动化加工的有效途径。

(6) 特种制造是指粉末冶金。粉末冶金是一种成型方法,本书之所以把它归类为机械制造方法,首先在于粉末冶金从本质上看是一种基于机械制造的成型方法,其次,随着现代制造技术的迅猛发展,越来越多的粉末冶金方法和制品被广泛应用到机械制造中,从比较传统的硬质合金刀具材料、磁性材料、多孔材料到充满现代气息的碳化硼、立方氮化硼等超硬陶瓷材料,无一不是粉末冶金方法的应用及其延伸。应该说,对于超硬材料、硬脆材料的制造和成型,粉末冶金是目前唯一高效的工艺方法。

1.4.2 课程的目的及特点

本课程的目的通过本课程的学习,学生能够掌握机械制造技术的基本知识和基本技能,为提高工程素质、综合素质和综合能力,培养创新精神和实践能力,增强岗位适应能力打下坚实的基础。

机械制造技术基础是应用型本科院校工学类、管理学类专业的一门重要的基础课或专业基础课。本课程具有以下特点:

(1) 对传统的理论及实践教学内容进行重新选择和整合,增添了一些新知识、新技术、新工艺和新方法,以满足新时期教学需要。

(2) 注重与并行课、后续课教学内容的衔接。既注重传统制造技术基础内容的系统性、实用性和科学性,又在一定程度上反映较成熟的先进制造技术,在实践教学环节,既详细讲解每种设备和每个工序,又强调制造过程、制造系统乃至先进制造系统的观念。

(3) 强调制造技术的理论性、实践性、实用性及理论与工程实际的紧密结合。既详细讲解理论, 又培养学生具有操作一般设备和加工一般零件的实践技能, 并具有选择加工方法、制订工艺参数和工艺分析的能力。

(4) 注重培养学生科学的思维方式、方法和创新能力, 同时注重学生的基本工程素质、职业规范及文明生产、安全生产等的养成教育, 注重培养学生的质量意识和经济观念, 培养其严谨务实的工作作风。

1.5 课程学习的方法与要求

本课程是一门综合性的应用科学, 从实践中来到实践中去, 学习本课程必须理论联系实际, 从实践到认识, 从认识到实践, 循序渐进, 不断深入。本课程所涉及的问题往往是复杂的, 是由于多种因素的影响而造成的, 因此, 在分析问题和解决问题中, 不能片面地、孤立地去分析一个问题或追求一个指标, 要全面地进行分析, 抓住主要矛盾, 兼顾其他, 才能够采取最有力措施, 达到解决实际问题的目的。

通过本课程的学习, 同学们能达到以下要求:

(1) 掌握切削加工、加工与装配、热加工、特种加工、数控加工和特种制造等的基本知识与基本原理。

(2) 具有编制和实施中等复杂工件工艺规程的能力, 具有分析和解决机械制造中质量问题的初步能力。

(3) 具有选择、使用一般机床和工艺装备的基本能力。

(4) 掌握常见工件的加工技术及其控制技术。

第2章 车削

车削是利用车床进行零件加工的过程。车床加工主要用车刀对旋转的工件进行加工。在车床上还可用钻头、扩孔钻、铰刀、丝锥、板牙和滚花工具等进行相应的加工。车床主要用于加工轴、盘、套和其他具有回转表面的工件，是机械制造和修配工厂中使用最广泛的一类机床。例如，车削外圆（见图 2-1），工件需要作旋转运动，车刀需要作纵向的直线进给运动。

车削主要用于回转体表面的加工，车削加工主要工艺范围如图 2-2 所示，加工的尺寸公差等级为 IT11 ~ IT6，表面粗糙度 R_a 值为 12.5 ~ 0.8 μm 。

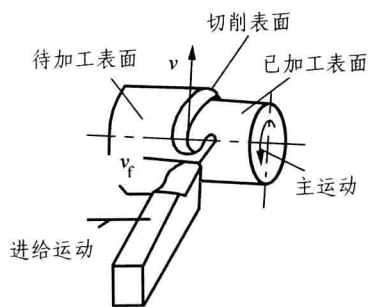


图 2-1 车削外圆示意图

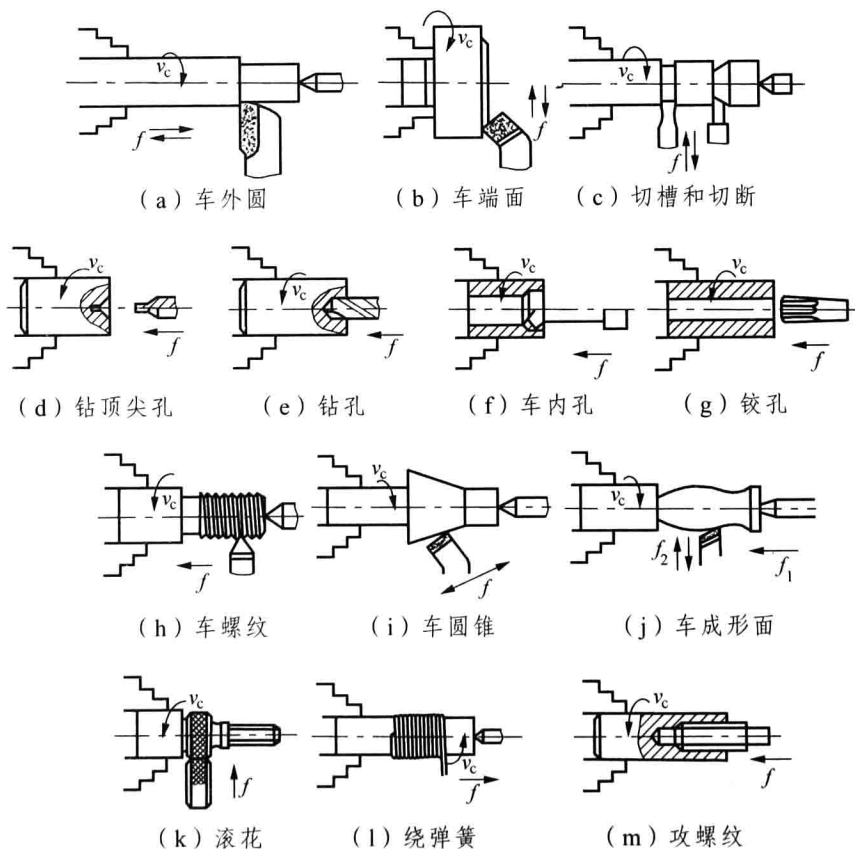


图 2-2 车削加工工艺范围

2.1 车削加工基本知识

车削加工是在车床上利用刀具将毛坯上多余的金属材料切去，从而使工件达到规定精度和表面质量的机械加工方法。为了切除多余的金属，刀具和工件之间必须有相对运动，即车削运动。

2.1.1 车削运动与切削用量

1. 车削运动

车削运动可分为主运动和进给运动。

主运动是使工件与刀具产生相对运动以进行切削的最基本运动，主运动的速度最高，所消耗的功率最大。进给运动是不断地把被切削层投入切削，以逐渐切削出整个表面的运动。进给运动一般速度较低，消耗的功率较少，可由一个或多个运动组成。切削加工过程是一个动态过程，在车削过程中，工件上通常存在 3 个不断变化的切削表面。即：

- (1) 待加工表面：工件上即将被切除的表面。
- (2) 已加工表面：工件上已切去切削层而形成的新表面。
- (3) 过渡表面（加工表面）：工件上正被刀具切削着的表面，介于已加工表面和待加工表面之间。如图 2-3 所示是车削运动的示意图。

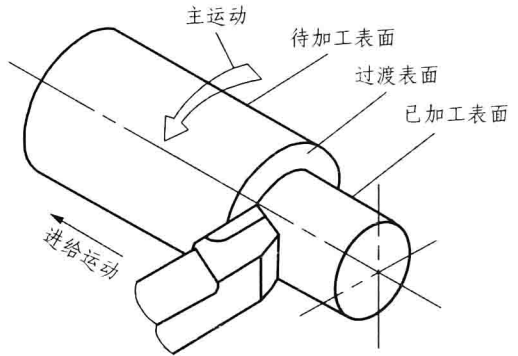


图 2-3 车削运动示意图

2. 切削用量

切削用量是表示主运动及进给运动参数的数量，是切削速度 v_c 、进给量 f 和背吃刀量 a_p 三者的总称。它是调整机床，计算切削力、切削功率和工时定额的重要参数。

1) 切削速度 v_c

切削刃上选定点相对于工件沿主运动方向的瞬时速度称为切削速度，以 v_c 表示，单位为 m/min 或 m/s 。

若主运动为旋转运动（如车削、铣削等），切削速度一般为其最大线速度，计算公式为

$$v_c = \frac{\pi dn}{1000 \times 60} \quad (m/s)$$

式中 d ——工件或刀具直径， mm ；

n ——工件或刀具转速， r/min 。

2) 进给量 f

刀具在进给运动方向上相对于工件的位移量，可用刀具或工件每转（主运动为旋转运动时）或每行程（主运动为直线运动时）的位移量来表达和测量，单位为 mm/r 或 $mm/行程$ 。

切削刃上选定点相对工件的进给运动的瞬时速度称为进给速度 v_f ，单位为 mm/s。它与进给量之间的关系为

$$v_f = nf = nf_z z$$

3) 背吃刀量 a_p

在通过切削刃上选定点并垂直于该点主运动方向的切削层尺寸平面中，垂直于进给运动方向测量的切削层尺寸，称为背吃刀量，以 a_p 表示，单位为 mm。车外圆时， a_p 可用下式计算：

$$a_p = \frac{d_w - d_m}{2} \quad (\text{mm})$$

式中 d_w ——工件待加工表面直径，mm；

d_m ——工件已加工表面直径，mm。

钻孔时， a_p 可用下式计算：

$$a_p = \frac{d_m}{2} \quad (\text{mm})$$

式中 d_m ——工件已加工表面直径，即钻孔直径，mm。

2.1.2 车削基本原理

车削是在车床上进行的零件加工，一般机械制造中使用的材料都是钢、铁、铜、铝、铅、锌等金属材料，因此本书对金属车削的过程及原理进行初步探讨。

1. 切削变形区的划分

切削层金属形成切屑的过程就是在刀具的作用下发生变形的过程。如图 2-4 所示是在直角自由切削工件条件下观察绘制得到的金属切削滑移线和流线示意图。流线表明被切削金属中的某一点在切削过程中流动的轨迹。切削过程中，切削层金属的变形大致可划分为 3 个区域：

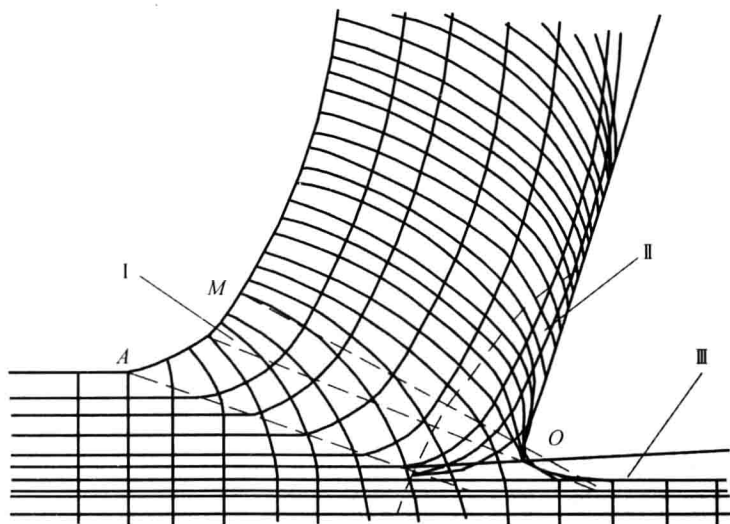


图 2-4 金属切削滑移线和流线示意图