



教育部高职高专规划教材

胡黄卿 主 编
陈金霞 副主编
袁 广 主 审

金属切削原理 与机床



化学工业出版社
教材出版中心

教育部高职高专规划教材

金属切削原理与机床

胡黄卿 主 编

陈金霞 副主编

袁 广 主 审

化学工业出版社

教材出版中心

·北 京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

金属切削原理与机床/胡黄卿主编. —北京: 化学工业出版社, 2004. 4

教育部高职高专规划教材

ISBN 7-5025-5472-6

I. 金… II. 胡… III. ①金属切削-高等学校: 技术学院-教材②机床-高等学校: 技术学院-教材 IV. TG5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 031740 号

教育部高职高专规划教材

金属切削原理与机床

胡黄卿 主 编

陈金霞 副主编

袁 广 主 审

责任编辑: 高 钰

文字编辑: 廉 静

责任校对: 郑 捷

封面设计: 郑小红

*

化学工业出版社 出版发行

教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京管庄永胜印刷厂印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 15¼ 字数 370 千字

2004 年 6 月第 1 版 2004 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5472-6/G·1424

定 价: 24.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

出版说明

高职高专教材建设是整个高职高专教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课课程基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分吸取高职高专和成人高等学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间,在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验,解决新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

前 言

本书是高职机械工程类（机械设计、机械加工、机械维修与保养）专业的全国统编教材。也可作为中等专业学校、职工大学和成人教育的试用教材以及工厂技术人员的参考书。

本教材的特点是通俗易懂，文字简练，图文并茂。主要突出金属切削过程中切削力、热及温度的变化，刀具的磨损，刀具材料与合理几何参数的选择和切削用量的制订，切削液的选择以及机床的加工范围、组成、结构特征和传动系统分析等实用知识，并注重各个知识面的有机结合。

本书力求保持教材内容与生产实际相结合、专业理论为专业技能服务的基本原则，注重对学生专业能力和解决生产实际问题能力的培养，使学生获得的知识能满足生产第一线的需要。

全书绪论、第二章、第四章、第六章、第七章、第八章、第九章、第十二章由胡黄卿编写；第一章、第十章和第三章第一节、第二节由阎林洲编写；第五章、第十一章和第三章第五节由陈金霞编写；第三章第三节由黄坚编写、第四节由周勇编写。全书由胡黄卿统稿和定稿。

在编写过程中，袁广主审对整个初稿提出了宝贵和详细的修改意见，并得到有关院校领导和老师的大力支持与帮助，谨此一并表示衷心感谢。

由于编者水平所限和编写时间仓促，书中错误和不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编者

2004年2月

目 录

绪论	1
一、本课程的性质和任务	1
二、切削加工技术的发展概况	2
三、金属切削机床的发展概况	3
第一章 刀具几何角度及切削要素	6
第一节 切削运动与工件的加工表面	6
一、切削运动	6
二、工件上的加工表面	7
三、切削用量	7
第二节 刀具的几何参数	7
一、刀具的分类	7
二、刀具的构成	8
三、刀具切削部分的组成	8
四、刀具切削部分的几何形状和角度	9
第三节 刀具工作参考系及工作角度	11
一、刀具的工作参考系	11
二、刀具的工作角度	11
三、进给运动对刀具工作角度的影响	11
四、刀尖安装高低对工作角度的影响	12
五、切削层参数与切削方式	13
思考题与习题	15
第二章 刀具材料	16
第一节 刀具材料的性能及其类型	16
一、刀具材料的性能	16
二、刀具材料的类型和刀体材料	17
第二节 高速钢	18
一、通用型高速钢	18
二、高性能高速钢	19
三、粉末冶金高速钢	19
第三节 硬质合金	20
一、硬质合金的特点	20
二、常用硬质合金的分类及其性能	20
三、硬质合金的选用	22
第四节 涂层刀具	22
一、涂层高速钢	22

二、涂层硬质合金	22
第五节 陶瓷	24
一、陶瓷刀具的特点	24
二、陶瓷刀具的种类与应用特点	25
第六节 超硬刀具材料	25
一、金刚石	25
二、立方氮化硼	26
思考题与习题	26
第三章 金属切削过程的基本理论	28
第一节 金属切削层的变形	28
一、金属切削过程及变形区	28
二、变形程度的表示方法	30
三、影响切屑变形和摩擦系数的主要因素	31
第二节 积屑瘤的形成与切屑的类型	33
一、积屑瘤的形成以及对切削过程的影响	33
二、切屑的形态	34
第三节 切削力	35
一、切削力的来源、切削合力及其分解	36
二、切削分力的作用	37
三、切削力的测量及切削力的计算机辅助测试	38
四、影响切削力的因素	41
五、切削力计算举例	45
第四节 切削热和切削温度	46
一、切削热的产生和传出	46
二、切削温度的测量	47
三、切削温度的主要影响因素	48
四、切削温度的分布	50
五、切削温度对工件、刀具和切削过程的影响	51
第五节 刀具磨损、破损和刀具耐用度	51
一、刀具磨损的形态	52
二、刀具磨损的原因	53
三、刀具磨损过程及磨钝标准	55
四、合理耐用度的选用原则	56
五、刀具的破损	59
思考题与习题	62
第四章 工件材料切削加工性	63
第一节 工件材料切削加工性的衡量指标	63
第二节 工件材料切削加工性的影响因素	65
一、工件材料的硬度对切削加工性的影响	65
二、工件材料的强度对切削加工性的影响	65

三、工件材料的塑性与韧性对切削加工性的影响	65
四、工件材料的热导率对切削加工性的影响	66
五、化学成分对切削加工性的影响	66
六、金属组织对切削加工性的影响	68
七、切削条件对切削加工性的影响	69
第三节 改善工件材料切削加工性的措施	69
一、调整工件材料的化学成分	69
二、改变工件材料的金相组织	70
三、选择切削加工性好的材料状态	71
四、合理选择刀具材料	71
五、采用新的切削加工技术	71
思考题与习题	71
第五章 切削液	72
第一节 切削液的种类和作用	72
一、水溶性切削液	72
二、油溶性切削液	73
三、固体润滑剂	73
四、切削液的作用	74
第二节 切削液的添加剂	75
一、油性添加剂	75
二、极压添加剂	75
三、表面活性剂	76
第三节 切削液的选用	76
一、金属切削液选用的原则	76
二、粗加工切削液的选用	77
三、精加工切削液的选用	77
四、半封闭加工切削液的选用	78
五、切削难加工材料切削液的选用	78
六、磨削加工切削液的选用	78
思考题与习题	79
第六章 已加工表面质量	80
第一节 已加工表面粗糙度	81
一、表面粗糙度产生的原因	81
二、表面粗糙度的影响因素	84
第二节 加工硬化	85
一、加工硬化产生的原因	85
二、加工硬化的影响因素	86
第三节 残余应力	87
一、残余应力产生的原因	87
二、残余应力的影响因素	88

思考题与习题	88
第七章 切削用量和刀具几何参数的选择	89
一、切削用量的制订原则	89
二、切削深度、进给量、切削速度的确定	90
三、提高切削用量的途径	91
四、超高速切削	91
五、刀具几何参数的选择	92
思考题与习题	97
第八章 金属切削机床的基本知识	98
一、机床的分类和型号编制	98
二、工件的加工表面及其形成方法	99
三、机床传动原理及传动系统分析	100
思考题与习题	107
第九章 车床	108
第一节 卧式车床	108
第二节 卧式车床的传动系统	110
一、主运动传动链	110
二、进给传动链	112
第三节 CA6140 型车床的主要结构部件	117
一、主轴箱	117
二、变速机构	121
三、变向机构	122
四、操纵机构	123
五、开合螺母机构	124
第四节 车床常见故障与调整	126
一、主轴启动、停止不正常	126
二、主轴回转精度下降	128
三、刀架移动轨迹误差较大	128
第五节 其他车床	128
一、马鞍车床和落地车床	128
二、立式车床	129
三、转塔车床	130
四、轧辊车床	132
五、自动和半自动车床	132
第六节 车刀	133
一、车刀的种类和用途	133
二、机夹式车刀	133
三、可转位车刀	134
四、焊接车刀	136
五、车刀几何参数合理选择的综合分析	138

思考题与习题	139
第十章 磨床	140
第一节 M1432A 型万能磨床	141
一、磨床的结构组成	141
二、磨床的机械传动	142
三、磨床的机械传动系统	142
四、机床的主要结构及调整	145
第二节 磨削加工特点与外圆磨削方法	152
一、磨削加工特点	152
二、磨削加工的相对运动和磨削速度	152
三、外圆磨削方法	154
第三节 其他磨床简介	155
一、普通外圆磨床与半自动宽砂轮外圆磨床	155
二、无心外圆磨床	156
三、内圆磨床	157
四、平面磨床	158
第四节 砂轮的特性及其选择	159
一、砂轮的组成特性	159
二、砂轮的形状、尺寸和标注	162
三、SG 砂轮、人造金刚石砂轮和立方氮化硼砂轮	163
四、砂轮的选择、安装与修整	164
思考题与习题	165
第十一章 铣床	166
第一节 卧式万能升降台铣床	166
一、X6132 铣床的组成	166
二、X6132 铣床的传动系统	167
三、X6132 铣床的典型结构	169
四、顺铣机构	173
第二节 其他铣床	173
一、万能工具铣床	173
二、立式铣床	173
第三节 铣床附件——万能分度头	175
一、FW250 型万能分度头的结构和传动系统	175
二、分度方法	176
第四节 铣削加工及铣刀	178
一、铣削方式	178
二、铣削用量的选择	182
三、铣削力	182
四、铣刀的种类和用途	184
思考题与习题	185

第十二章 其他机床	187
第一节 齿轮加工机床	187
一、滚齿机的运动分析.....	187
二、Y3150E 型滚齿机	190
第二节 钻床	196
一、立式钻床.....	196
二、台式钻床.....	197
三、摇臂钻床.....	197
第三节 镗床	198
一、卧式镗床.....	198
二、坐标镗床.....	199
第四节 直线运动机床	200
一、刨床.....	200
二、插床.....	204
三、拉床.....	206
第五节 其他机床常用刀具	207
一、齿轮滚刀.....	207
二、钻头.....	209
三、铰刀.....	213
四、复合孔加工刀具.....	215
五、镗刀.....	216
六、插齿刀.....	216
七、拉刀.....	218
思考题与习题	221
附录 金属切削机床型号编制方法 （摘自 GB/T 15375—1994）	222
参考文献	231

绪 论

一、本课程的性质和任务

金属的机器零件的加工方式可分为塑性加工、加热加压成型加工、机械加工、高能加工、电及化学加工等几大类。塑性加工又可分热锻加工、轧压加工、冷拔加工、挤压加工、冷锻加工、剪切加工和弯曲加工；加热加压成型加工又分砂型铸造、特种铸造、模型铸造、注入成型、焊接（摩擦焊、钎焊）、金属喷镀、粉末冶金；机械加工又可分为用刀具加工——切削加工、用磨料加工和液压喷射加工，用磨料加工可分为磨削、珩磨、超精加工、研磨、抛光、滚筒加工、超声波加工和喷射加工；高能加工可分为火焰切割、等离子加工、放电加工、电子束加工、离子束加工和激光束加工；电及化学加工可细分为电化学加工、电解抛光、电镀、电铸、化学加工和化学抛光等。在上述各种加工方法中，机械加工中的切削加工和磨削加工在机械制造过程中所占比例量大、用途最广，属于本课程的研究范围。

本教材包含切削加工和磨削加工中的金属切削原理、金属切削机床和金属切削刀具等综合内容。

金属切削原理和金属切削刀具是研究金属切削加工的一门技术科学。材料的切削加工是用一种硬度高于工件材料的单刃刀具或多刃刀具，在工件表层切去一部分预留量，使工件达到预定的几何形状、尺寸准确度、表面质量以及低加工成本的要求。切削过程中牵涉到刀刃前端工件材料的大塑性变形（剪切应变约为 $2\sim 8$ ）、高切削温度（可达到或超过 1000°C ）、新鲜的具有化学敏感性的切出表面、刀具以及加工表面的相当高的机械应力和刀具的磨损或破损。因此，这门科学与金属物理学、金属工艺学、力学、热学、化学、弹塑性理论、工程数学、计算机技术、电子学和生产管理与经济等有着密切的联系。

金属切削机床就是用切削的方法将金属毛坯（或半成品）加工成机器零件的机器。本教材主要介绍机床的性能、结构、传动、调整、维护等方面的基础知识和切削加工时刀具角度的选择和切削用量的制订，切削不同零件时机床的调整和工件的装夹方法等基础知识。

本课程是一门专业基础课，它为这一专业的培养目标，即培养机械制造设计、机械制造和机械维修与保养的工程师服务，并为本专业的后续课程和其他专业选修课等以及专业课题设计、毕业设计提供必要的基础知识。

学生通过本课程的教学、实验，并配合生产实习，应达到下列要求。

在基本理论方面，掌握金属切削及磨削过程中切削变形，切削力，切削热及切削温度，刀具磨损、破损以及砂轮磨损的基本理论与基本规律。

在基本知识方面，掌握常用刀具材料的种类、性能及其应用范围；掌握材料加工性及加工表面质量的评定指标、影响因素和提高加工性及加工表面质量的主要措施等知识；掌握切削用量的选用原则，并初步了解切削液的种类、作用和选用；掌握各类机床的加工范围、结构特点、传动系统的分析和机床速度的计算。

在基本技能方面，应具有根据加工条件合理选择刀具材料、刀具几何参数的能力；应具有根据加工条件和利用资料、手册及公式计算切削力和切削功率的能力；应具有根据加工零件的结构形状选择不同的机床和根据加工条件、应用资料和手册制订切削用量；通过观摩、

操作、实际动手拆装机床掌握机床必要的调整、维护知识和正确装夹工件；具有初步解决生产第一线一般技术问题的能力。

此外，还应初步了解国内外在金属、非金属切削（磨削）方面的新成就和发展趋势，对国内切削加工的生产实践有一定的了解，对生产上的切削加工问题有初步进行试验研究的能力，对国内外机床发展趋势有一定的了解。

二、切削加工技术的发展概况

切削加工是指利用刀具切除被加工零件多余材料的方法。切削加工的零件能获得较高的尺寸精度与表面质量，是机械制造业中最基本的加工方法。

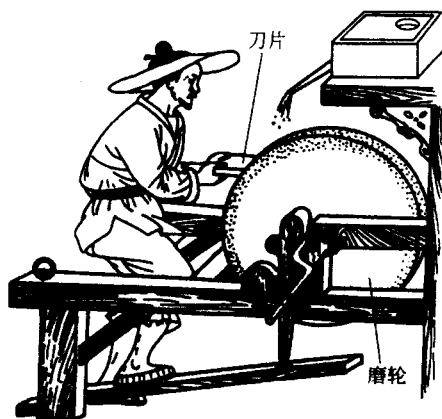


图 0-1 1668 年的脚踏刀磨机

我国古代切削加工方面有着光辉的成就。公元二千多年青铜器时代已出现了金属切削的萌芽。当时青铜刀、锯、锉等已经类似于现代的刀具。公元 1668 年（明代）加工 2m 直径的天文仪器铜环，其外径、内径、平面及刻度的精度与表面粗糙度均已达到相当高的水平。当时采用畜力带动铣刀进行铣削，用磨石进行磨削。铣刀类似现代的镶片铣刀，刀片磨钝后可用图 0-1 所示的脚踏刀磨机刃磨。

近代历史中，由于封建制度的腐败和帝国主义的侵略，我国机械工业非常落后。据统计，直到 1915 年，上海荣昌泰机器厂才制出国产第一台车床，1947 年民用机械工业只有三千多家，拥有机床

两万多台。当时使用的是刀具，切削速度很低。

新中国成立以来，我国切削加工技术得到飞速的发展。20 世纪 50 年代起广泛使用了硬质合金，推广高速切削、强力切削、多刀多刃切削，兴起了改革刀具的热潮。1950 年上海机床厂首创了 550m/min 的切削速度，继而又改革成功了 75℃ 强力车刀。1953 年北京永定机械厂创造了内凹圆弧刃的麻花钻刃形刀具。1965 年召开了规模盛大的全国工具展览会，总结交流了全国各地劳动模范、先进工作者创造的先进刀具，如群钻、75℃ 强力车刀、高速螺纹刀、细长轴车刀、宽刃精刨刀、强力铣刀、拉削丝锥、深孔钻等。同时不断生产出新型刀具材料，如高性能高速钢、粉末高速钢、涂层刀具材料、复合陶瓷、超硬刀具材料等。上海工具厂、哈尔滨第一工具厂、哈尔滨量具刀具厂、成都量具刀具厂四大工具厂不断改革工艺、革新产品，制造出各类普通、复杂刀具和各类数控、可转位刀具。

如今，能切削的材料十分广泛，除传统的金属材料外，非金属材料愈来愈多，从软的橡胶、塑料到坚硬的花岗岩石。从普通的钢材到高强度钢、钛合金、冷硬铸铁、淬硬钢以及 70HRC 左右的热喷涂材料等。切削技术不但已能解决各种硬、韧、脆、黏等难加工材料，而且能解决各种高精度、特长、深、薄、小等特形件的加工。计算机已在切削研究、刀具设计与制造业中得到广泛的应用，已有了一批我国自己开发的刀具 CAD、CAPP、CAI、切削数据库软件。新的刀具标准参照了 ISO 作了修订，已基本上与国际接轨。我国切削加工技术在不久的将来一定能赶上发达国家的水平，并能同步增长。

三、金属切削机床的发展概况

金属切削机床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，所以又称为“工作母机”或“工具机”，习惯上简称为机床。

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。后发展到加工其他材料，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，人既是提供机床的动力，又是操纵者。

当加工对象由木材逐步过渡到金属时，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。随着生产发展的需要，15~16 世纪出现了铣床和磨床。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。在加工过程中逐渐产生了专业分工，出现了各种类型的机床。到 19 世纪末，机床已扩大到多种类型。这些机床多采用天轴——皮带集中拖动，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的变化。随着电气、液压等科学技术的出现并在机床上得到普遍的应用，使机床技术有了迅速的发展，除通用机床外，又出现了许多变形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。生产力已不受人体的限制。

近些年来，随着电子技术、计算机技术、信息技术以及激光技术等的发展并应用于机床领域，使机床的发展进入了一个新时代。人不仅无需提供动力，连操纵都交给机器了。人只需规定电脑的工作程序，由电脑去操作机床。紧张的、重复性的操作都可由计算机完成，而且不会出错。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，用以满足社会生产多种多样、越来越高的要求，推动社会生产力的发展。

新技术的迅猛发展和客观需求的多样化，决定了机床必须多品种；技术的加速更新和产品更新换代的加快，使机床主要面对多品种的中小批生产。因此，现代机床不仅要保证加工精度、效率和高度自动化，还必须有一定的柔性，即灵活性，使之能够很方便地适应加工任务的改变。

提高机床的精密度不只是现代机床技术发展的基础，也是当前发展某些新、高技术产品的迫切需要。1950~1980 年的 30 年间，普通机械加工的精度达到了 $5\mu\text{m}$ ；精密加工精度提高了近两个数量级，而超精密加工则已进入纳米 ($1\text{nm}=0.001\mu\text{m}$) 时代。一些工业发达国家把发展精密和超精密加工当作一项战略任务。

不断提高劳动生产率和自动化程度是机床发展的基本方向。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。因此调整方便，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，不用担心切屑飞出伤人，也不用担心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（已达到 $20\text{m}/\text{min}$ 以上），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。工序集中，一次装夹完成尽可能多的工序，这对重型零件加工特别有利。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重要原因。

显然,机床发展到数控化阶段,不仅机床的动力无需人力,而且机床的操作也由机器完成了。人的工作只是编制加工程序和调整刀具等,为机床的自动加工准备好条件,然后由计算机控制机床自动完成加工过程。

20世纪80年代是数控机床、数控系统大发展的时代。到80年代末,全世界数控机床(含锻压机床)的年产量超过10万台。这个发展大潮方兴未艾。世界著名企业中,数控机床在加工设备中所占的比例明显提高。例如,美国通用电器公司,数控机床已占70%。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着世界机床技术发展的趋势。日本数控机床以年均2.88%的增长率增长,到1990年,数控机床的年产量达6.1万台,机床产值数控化率超过80%,而且主要生产高档数控机床。

在机床数控化过程中,机械部件的成本在机床系统中的比例不断下降,电子硬件与软件的比例则不断上升。以美国为例,在20世纪70年代,机械部分成本比例占80%,电子硬件和软件成本占20%;而到20世纪90年代,机械部分成本下降为30%,电子硬件和软件的成本却上升为70%。

随着计算机技术的迅速发展,32位微处理器的出现,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,可将待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。用户只需要根据需要选用各种软件模块,编制自己所需的程序,就可很方便地达到目的。

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,不用担心切屑飞出伤人,所以主轴转速提高了,已达75000r/min。机床进给系统用直流或交流伺服电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,加快移动速度,目前最高可达60m/min,进给速度也已达到6~10m/min。

近些年来,数控机床的可靠性水平不断提高,数控装置的平均无故障工作时间已达10000h。1990年日本FANUC公司声称,其数控系统平均100个月发生一次事故。

可见数控技术正在迅速地向更高的水平发展,数控机床已经成为机床诸多品种中的佼佼者,它是实现柔性自动化的基础。数控机床的应用可全面提高机械制造业的技术水平。

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:大部分高精度和超精密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化机床的产量、技术水平和质量等方面都明显落后。到1990年底,我国数控机床的产量仅是全部机床产量的1.5%,产值数控化率仅为8.7%。而同期日本机床产值数控化率为80%,德国为54.2%,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、纺织和重型机器制造等工业部门所需要的多种类型的特种数控机床基本上还是一片空白。柔性制造系统(FMS)和计算机集成制造系统(CIMS),国外在1990年总计达1500个,而我国只有5个。

在技术水平和性能方面的差距也很明显。国外已做到 15~19 轴联动, 分辨率达 $0.01\mu\text{m}$, 而我国目前只能做到 5~6 轴联动, 分辨率为 $1\mu\text{m}$ 。国内产品的质量与可靠性也不够稳定, 特别是先进数控系统的开发和研制还需作进一步的努力。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。因此, 我国机床工业面临着光荣而艰巨的任务, 必须奋发图强, 努力工作, 不断扩大技术队伍和提高人员的技术素质, 学习和引进国外的先进科学技术, 大力开展科学研究, 以便早日赶上世界先进水平。

第一章 刀具几何角度及切削要素

金属切削加工就是用切削刀具把工件毛坯上预留的金属材料（统称余量）切除，以获得满足零件图纸要求的加工过程。在金属切削过程中，绝大部分是由担当切削工作的刀具（手动工具：锯、锉、錾子等；机用工具：标准通用刀具、专用刀具、标准专用刀具等）直接接触被加工工件毛坯。刀具和工件之间必须有相对运动。就机械加工而言，这些运动是由金属切削机床来完成的。

如果不考虑刀具切削部分材料等因素。对不同被加工材料，刀具切削部分几何形状的选择正确与否，直接关系着切削工作的质量、效率，刀具制造、刃磨的难易程度及使用寿命的长短。此外，刀头部分与其他部分的结合方式、刃磨质量以及刀具的合理使用等也是影响刀具寿命的重要因素。

切削层参数及切削方式的合理选择对掌握金属的切削规律、提高切削效率、降低成本、改善加工质量是至关重要的。

第一节 切削运动与工件的加工表面

一、切削运动

金属切削过程的实质是刀具迫使工件毛坯上一部分材料与另一部分材料分离。因此，毛坯与刀具之间必然有相对运动。

1. 主运动

迫使工件表面部分金属分离的运动即为主运动。这种运动一般速度最高、消耗功率最大，是切下金属所必需的基本运动。

2. 进给运动

为了实现切削运动的连续性或使分离金属的面积增大，实现整个余量被切除的目的。刀具一般要在与主运动相互垂直的方向上做附加相对运动。这个运动可以与主运动同时进行。也可以与主运动交替进行，此时，主运动与进给运动都是间歇运动。

3. 合成切削运动

当主运动与进给运动同时进行时，这两个运动的合成运动称为合成切削运动。刀具切削刃上选定点相对于工件的瞬时合成运动方向称为合成切削运动方向，其速度称为合成切削速度。该速度的方向与过渡表面相切，如图 1-1 所示。

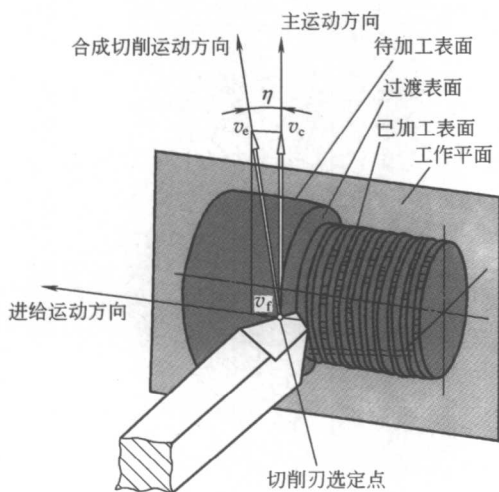


图 1-1 切削运动和工件表面