



普通高等教育“十三五”规划教材

工程实训指导书

(金工实习)

● 陈学永 主 编

● 吴传宇 副主编



 **机械工业出版社**
CHINA MACHINE PRESS

免费电子课件

普通高等教育“十三五”规划教材

工程实训指导书 (金工实习)

陈学永 主编

吴传宇 副主编



机械工业出版社

本教材以制造工艺为主线,以基本理论知识为基础,侧重技能训练和实际操作能力的培养。在保留传统金工实习内容的基础上,增加了现代制造设备和现代制造技术的相关内容,并融合了长期工程实训实践的理念和经验。教材内容包括金工实习的基本知识、铸造、锻压、焊接、车削、铣削、刨削、磨削与镗削、钳工、数控加工和现代制造技术,共11章。教师在使用本教材的过程中,可根据学生的专业特点和课时灵活安排,选取合适的教学内容。

本教材可作为普通高等工科院校、农林特色院校的机械类或者近机类各专业学生金工实习的指导用书,也可作为高职高专等院校相关专业的教材。

图书在版编目(CIP)数据

工程实训指导书:金工实习/陈学永主编. —北京:机械工业出版社, 2018.9

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-111-60873-8

I. ①工… II. ①陈… III. ①金属加工-实习-高等学校-教材 IV. ①TG-45

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第208816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:吉玲 责任编辑:吉玲 张亚捷 任正一

责任校对:潘蕊 封面设计:张静

责任印制:孙炜

北京中兴印刷有限公司印刷

2018年11月第1版第1次印刷

184mm×260mm·12印张·292千字

标准书号:ISBN 978-7-111-60873-8

定价:29.80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

服务咨询热线:010-88379833

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-88379649

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

前言

金工实习作为高等院校工科学生接受实践教学的重要环节,是机械类专业学生必修的一门技术基础课。学生通过实践操作初步掌握零件的加工工艺,了解毛坯的制造方法,熟悉所用设备的构造、原理和使用方法等,为学生学习工程材料及机械制造基础(金属工艺学)等有关后续课程奠定基础。随着高等工科院校实习条件的不断改善和实践教学环节改革的不断深入,金工实习的内容不仅包括传统机械制造方面的各种加工工艺技术,还包括数控加工、现代制造技术等加工方式。

为了使学生掌握传统的加工方式,同时了解现代加工方式,适应新教材技术发展和就业岗位要求,本教材编写时以基本理论知识为基础,侧重技能训练和实际操作能力的培养。本教材在保留了铸造、锻压、焊接、车削、铣削、刨削、磨削与镗削、钳工等传统的金工实习内容的基础上,增加了先进制造设备(数控车床、加工中心等)和现代制造技术(特种加工、快速原型制造技术等)的相关内容。

全书共11章,以制造工艺为主线进行划分,包括金工实习的基本知识、铸造、锻压、焊接、车削、铣削、刨削、磨削与镗削、钳工、数控加工和现代制造技术。教师在使用本教材的过程中,可根据学生的专业特点和课时灵活安排,选取合适的教学内容。

本教材由福建农林大学机电工程学院陈学永担任主编,吴传宇担任副主编。参与本书编写的还有郑书河、陈仕国、陈向文、胡立华、李海芸、高育森。

由于编者的水平和经验有限,书中难免有不足之处,恳请广大读者批评指正。

编者

目 录 Contents

前 言		四、低压铸造	30
第一章 金工实习的基本知识	1	五、离心铸造	30
第一节 概述	1	六、其他铸造方法	31
第二节 工程材料	2	复习思考题	31
一、金属材料	2	第三章 锻压	33
二、非金属材料	3	第一节 概述	33
三、复合材料	3	第二节 锻坯的加热和锻件的冷却	33
第三节 钢的热处理	3	一、锻坯的加热	34
一、普通热处理	4	二、锻件的冷却	36
二、表面热处理	4	第三节 锻压方法	37
第四节 切削加工基本知识	5	一、自由锻	37
一、切削运动及切削用量	5	二、胎模锻和模锻	43
二、刀具材料	6	三、板料成形	44
三、常用量具	7	第四节 特种锻压	46
复习思考题	10	一、特种锻造	46
第二章 铸造	12	二、特种冲压	47
第一节 概述	12	第五节 锻压生产与环境保护	49
第二节 砂型铸造	13	第六节 锻压技术的发展	49
一、造型材料	13	一、计算机技术在锻压中的应用	49
二、造型方法	14	二、锻压新工艺的发展趋势	50
三、制芯	20	复习思考题	50
四、造型工艺	22	第四章 焊接	51
五、铸型	24	第一节 概述	51
六、合型	25	第二节 常用焊接方法	51
第三节 铸造合金的熔炼、浇注、落砂与清理	25	一、焊条电弧焊	51
一、熔炼	25	二、气焊与切割	57
二、浇注	25	第三节 焊接技术的发展	62
三、落砂	26	一、计算机技术在焊接中的应用	63
四、清理	27	二、焊接技术的新发展	63
第四节 铸件缺陷分析	27	复习思考题	64
第五节 特种铸造	28	第五章 车削	65
一、金属型铸造	28	第一节 概述	65
二、熔模铸造	29	第二节 车床	66
三、压力铸造	29	一、车床的型号	66
		二、车床的组成	66

三、车床的传动系统	67	二、刨床的组成	105
四、车床附件及其工件的装夹	69	三、牛头刨床的传动系统及结构的调整	105
五、其他车床	75	四、工件的安装	107
第三节 车刀	75	五、其他刨床	108
一、车刀的组成和结构	76	第三节 刨刀及安装	109
二、车刀的几何角度	77	一、常见刨刀	109
三、车刀的安装	78	二、刨刀的安装	109
四、车刀的刃磨	78	第四节 刨削方法	110
第四节 车削安全生产规程	79	一、刨平面	110
第五节 车削方法	80	二、刨垂直面和斜面	110
一、车外圆	80	三、刨矩形工件	110
二、车端面 and 台阶	81	四、刨沟槽	110
三、车床上孔的加工	82	五、插削	111
四、车锥面	83	六、拉削	111
五、车成形面	84	复习思考题	112
六、切槽和切断	85	第八章 磨削与镗削	113
七、车螺纹	86	第一节 磨削	113
八、滚花	87	一、概述	113
九、零件车削工艺实例	88	二、磨床	114
复习思考题	89	三、砂轮	116
第六章 铣削	91	四、磨削方法	118
第一节 概述	91	五、磨削力	119
第二节 铣床	91	六、磨削温度	119
一、铣床的型号	92	七、磨削表面的表面粗糙度	120
二、铣床的组成	92	八、磨削液	120
三、铣床附件及工件的装夹	93	第二节 镗削	122
四、其他铣床	94	一、镗床的分类	122
第三节 铣刀	96	二、镗刀类型	122
一、铣刀的种类及用途	96	三、镗刀	123
二、铣刀的安装	97	复习思考题	125
第四节 铣削方法	98	第九章 钳工	126
一、铣平面	98	第一节 概述	126
二、铣台阶面	98	第二节 划线	127
三、铣斜面	99	一、划线的作用	127
四、铣沟槽	99	二、划线工具及使用	127
五、铣成形面	100	三、划线涂料	129
六、齿形的加工	101	四、划线基准	129
七、铣削运动及铣削用量	101	五、划线步骤及注意事项	130
复习思考题	102	六、划线分类	130
第七章 刨削	104	第三节 銮削	131
第一节 概述	104	一、銮削工具	131
第二节 刨床	104	二、銮削过程	131
一、刨床的型号	104		

三、整削的基本操作	132	一、数控机床的组成	155
四、整削方法	132	二、数控机床的分类	156
五、整削时的注意事项	133	第三节 数控编程	158
第四节 锯削	134	一、机床坐标系和工件坐标系	159
一、锯削工具及选用	134	二、数控编程方法	161
二、锯削的基本操作	134	三、数控代码	161
三、锯削方法	135	四、数控程序的结构与格式	164
四、锯削安全注意事项	136	五、程序编制中的坐标系	165
第五节 锉削	136	第四节 数控车床编程与加工	165
一、锉刀及其使用	136	一、数控车床的编程特点	166
二、锉削的基本操作	137	二、数控车床编程的注意事项	167
三、锉削方法	138	三、数控车床编程示例	167
四、锉削安全注意事项	139	第五节 加工中心编程与加工	168
第六节 钻削	140	一、加工中心的分类	168
一、钻孔	140	二、加工中心的特点	169
二、扩孔	142	三、加工中心编程	169
三、铰孔	143	第六节 数控机床的发展	171
四、钻削安全注意事项	143	复习思考题	172
第七节 攻螺纹与套螺纹	144	第十一章 现代制造技术	173
一、攻螺纹	144	第一节 概述	173
二、套螺纹	145	第二节 特种加工	173
第八节 刮削与研磨	146	一、电火花加工	174
一、刮削工具	146	二、电解加工	175
二、质量的检验	146	三、激光加工	176
三、刮削方法	146	四、超声波加工	176
四、研磨	147	五、电子束加工	177
第九节 装配	148	六、离子束加工	177
一、装配工艺过程	148	七、复合加工	177
二、零件的连接方式	149	第三节 柔性制造系统与计算机集成制造系统	178
三、常用连接方式的装配	149	一、柔性制造系统	178
四、拆卸工艺	150	二、计算机集成制造系统	180
第十节 钳工实习示例	151	第四节 快速原型制造技术	181
复习思考题	154	第五节 表面工程技术	183
第十章 数控加工	155	复习思考题	183
第一节 概述	155	参考文献	185
第二节 数控机床	155		

第一节 概 述

金工实习是一门帮助学生掌握制造技术的实践基础课。制造技术是厂家向用户或市场提供产品的基本手段。金工实习教育的目的是培养学生的制造技术能力、动手能力、工程素质和工程创新能力，其充分体现了基础性、实践性和制造性的特点。

机械产品的生产过程是指从原材料（或半成品）投入生产开始到产品生产出来再到交付使用的全过程，如图 1-1 所示。

制造技术是完成机械产品生产过程所需方法的总和，是制造业的技术支柱。机械制造技术是实现机械制造过程的基本环节。在机械加工的流程中，材料的质量和性能是通过制造技术的实施而发生变化的。与此相对应，机械加工的方法可分为材料成形法（等材制造）、材料去除法（减材制造）和材料累积法（增材制造）。

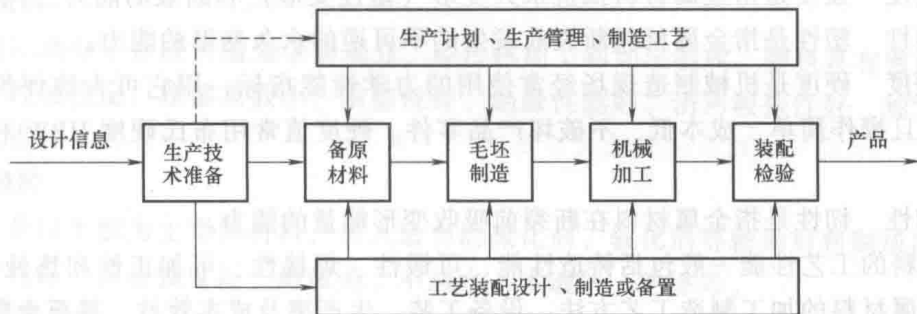


图 1-1 机械产品的生产过程

等材制造的加工方法主要有铸造、锻压、焊接等，这些方法为材料成形法，是将原材料转化成所需形状、尺寸的产品的加工方法。其主要用来制造毛坯，也可以用来制造形状复杂但精度要求不太高的零件。铸造、锻压、焊接等方法是在原材料处于液态或塑性状态下进行加工的，因此又统称为热加工。减材制造的切削加工中主要有车削、铣削、刨削、磨削、钻削、钳工等，由于它们在金属材料处于常温或弹性状态下进行加工，因此又统称为冷加工。目前，先进制造领域中的特种加工（主要有电火花加工、电解加工、超声波加工、电子束加工、离子束加工等），也属于减材制造。另外还有增材制造，也是一种先进的制造技术，目前主要有 3D 打印等快速成型制造技术。目前材料去除法仍然是机械加工的主要方法，主要用来提高零件的精度和降低表面粗糙度值，以达到零件的设计要求。材料去除法主要分为传统的切削加工和特种加工。

第二节 工程材料

材料是人类一切生产活动和生活活动的物质基础,是人类发展和进步的标志。在当今社会,材料、能源和信息已成为现代科学技术的三大支柱。

工程材料是指制造工程结构和机器零件使用的材料的总称。工程材料可分为金属材料、非金属材料 and 复合材料。

一、金属材料

金属材料是现代制造中应用最广泛的工程材料,特别是钢铁材料的应用更为广泛。

1. 金属材料的性能

金属材料的性能分为使用性能和工艺性能。使用性能是指金属材料制成的零件或产品在使用过程中所表现出来的性能。它包括物理性能、化学性能和力学性能等。工艺性能是指金属材料在加工过程中所表现出的性能。

金属材料的物理、化学性能主要有密度、熔点、热膨胀性、导热性、导电性、导磁性、耐酸性、耐碱性、抗氧化性等。它与零件或产品的用途密切相关,对制造工艺也有影响。

金属材料的力学性能是指金属材料在外载荷作用下所表现出来的性能,主要有强度、塑性、刚度、硬度、韧性和疲劳强度等,它们是表征和判断金属材料力学性能所用的指标和依据,称为金属材料的力学性能判据。

(1) 强度 强度是指金属材料抵抗永久变形(塑性变形)和断裂的能力。

(2) 塑性 塑性是指金属材料断裂前发生的不可逆的永久变形的能力。

(3) 硬度 硬度是机械制造现场经常使用的力学性能指标,用它可大致评价其他力学性能指标,且操作简单、成本低、不破坏产品零件。硬度值常用布氏硬度 HBW 和洛氏硬度 HRC 表示。

(4) 韧性 韧性是指金属材料在断裂前吸收变形能量的能力。

金属材料的工艺性能一般包括铸造性能、可锻性、焊接性、可加工性和热处理性能等。它决定着金属材料的加工制造工艺方法、设备工装、生产率及成本效益,甚至会影响产品零件的设计。

(1) 铸造性能 铸造性能是指金属及合金在铸造生产中表现出来的工艺性能,如流动性、收缩性、偏析性、透气性等。

(2) 可锻性 可锻性是指用锻压成形方法获得合格锻件的难易程度。

(3) 焊接性 焊接性是指金属材料对焊接加工的适应性,也就是在一定的焊接工艺条件下,获得优质焊接接头的难易程度。

(4) 可加工性 可加工性是指切削加工金属材料的难易程度。

(5) 热处理性能 热处理性能是指金属材料通过热处理后反映出来的能力。

2. 常用的钢铁材料

钢和铸铁是以铁、碳为主要成分的合金,又称铁碳合金。碳的质量分数小于或等于 2.11% 的铁碳合金称为钢;碳的质量分数大于 2.11% 的铁碳合金称为铸铁。

1) 碳素结构钢主要用于制造各种工程构件(如桥梁、船舶、建筑用钢)和机械零件

(如齿轮、轴、螺栓等)。这类钢属于低碳钢(碳的质量分数小于0.25%)和中碳钢(碳的质量分数为0.25%~0.6%)、常用的牌号有Q215、Q235和40、45钢。

2) 碳素工具钢主要用于制造各种刀具、模具、量具等。这类钢属于高碳钢(碳的质量分数大于0.6%)。常用的牌号有T8、T10、T10A和T12等。

3) 合金结构钢主要用于制造承受载荷较大或截面尺寸大的重要机械零件。常用的有低合金结构钢(Q345、Q390)、调质钢(40Cr、35CrMo)、弹簧钢(65Mn、60Si2Mn)和滚动轴承钢(GCr15、GCr15SiMn)等。

4) 合金工具钢主要用于制造各种刀具、模具、量具等。常用的有量具刃具钢(9SiCr)、模具钢(Cr12、Cr12MoV、5CrMnMo)。

5) 特殊性能钢具有特殊的物理性能、化学性能,用于制造有特殊性能要求的零件。常用的有不锈钢(12Cr18Ni9、20Cr13)、耐热钢(15CrMo、42Cr9Si2)等。

6) 灰铸铁广泛用于制造各种承受压力和要求消振性好的床身、底座、箱体等。常用的牌号有HT150、HT200、HT300等。

7) 球墨铸铁可代替碳素结构钢用于制造一些载荷较大、受力复杂的重要零件,如曲轴、连杆、齿轮等。常用的牌号有QT400-18、QT500-7、QT600-3、QT800-2等。

二、非金属材料

非金属材料包括金属材料以外的几乎所有材料,工程上常用的有塑料、合成橡胶和陶瓷材料等。

1. 塑料

塑料以高分子合成树脂为主要成分,经过热加工和加压制成。塑料具有密度小、比强度高、化学性能稳定、摩擦系数小、耐磨性好、绝缘性能好、消声吸振性好、加工简单、生产率高等优点。

2. 橡胶

橡胶是以生胶为主要原材料,加入适当的硫化剂、软化剂等辅助材料制成的材料。主要优点有弹性好、撕裂强度高、耐疲劳、不透水、不透气、绝缘等。

3. 陶瓷材料

陶瓷材料是无机非金属材料,目前常用的制造工艺是粉末冶金法。陶瓷在机械工业中主要用于制造有耐高温、耐磨、耐蚀等性能要求的零件,如内燃机火花塞、发动机的叶片、切削高硬度材料的刀具等,也可用作绝缘材料、半导体材料和压电材料。

三、复合材料

复合材料是指由两种或两种以上不同物质以不同方式组合而成的材料,材料复合后,可改善和克服单一材料的缺点,充分发挥其优点,并能得到单一材料难以达到的性能和功能。

第三节 钢的热处理

在毛坯制造和加工之前通常都会对材料进行热处理,热处理是将钢在固态下通过加热、保温后以一定方式进行冷却,使其组织改变而获得所需性能的工艺方法。热处理是改善材料

工艺性能、提高材料的强度、硬度,改善其塑性、韧性等性能,保证产品质量,挖掘材料潜力不可缺少的工艺方法。重要的机械零件在制造过程中一般都要经过热处理。

热处理的工艺方法很多,可分为普通热处理和表面热处理两大类。

一、普通热处理

钢的普通热处理工艺中,最基本的是退火、正火、淬火与回火,如图 1-2 所示。

1. 退火

退火是将工件加热到适当温度,保持一定时间,然后随炉缓慢冷却的热处理工艺。其目的是降低硬度、细化组织、消除内应力和某些铸锻焊的热加工缺陷,为后续切削加工和热处理做工艺准备。

2. 正火

正火是将工件加热奥氏体化后在空气中或其他介质中冷却获得以珠光体组织为主的热处理工艺。其目的是细化组织、消除组织缺陷和内应力,为后续切削加工和热处理做工艺准备。正火后可得到比退火时较高的强度和硬度,且生产率高、成本低,因此正火也可作为一些使用性能要求不高的中碳钢零件的最终热处理。

3. 淬火与回火

淬火是将工件加热奥氏体化后以适当方式冷却获得马氏体或(和)贝氏体组织的热处理工艺。其目的是提高材料的硬度和耐磨性。但淬火钢内应力大、脆性高、易变形和开裂,必须进行回火。回火是将工件淬硬后加热到 A_{c1} 以下的某一温度,保温一定时间,然后冷却到室温的热处理工艺。按回火温度不同,可分为低温回火、中温回火和高温回火。工件经高温回火处理又称调质,经调质后的钢具有良好的力学性能,广泛地用于重要机械零件的热处理。

工件常用的回火方法见表 1-1。

表 1-1 工件常用的回火方法

回火方法	回火温度/℃	硬度 HRC	力学性能特点	应用举例
低温回火	250 以下	58~64	高硬度、高耐磨性	刀具、量具、冲模、滚动轴承
中温回火	250~500	35~50	高弹性和韧性	弹簧、热锻模具
高温回火	500 以上	20~30	优良的综合力学性能	轴、齿轮、螺栓、连杆

二、表面热处理

表面热处理是将钢的表面进行热处理的工艺方法。其目的是使钢的表面层具有较高的硬度和耐磨性,而心部仍保持较高的塑性和韧性。常用的表面热处理工艺有表面淬火和化学热处理。

表面淬火是一种局部淬火方法,目的是获得高硬度、高耐磨性的表层,而心部仍保持原有的良好韧性,常用于机床主轴、齿轮、发动机的曲轴等零件的表面处理。表面淬火所采用的快速加热方法有电感应、火焰、电接触、激光等。



图 1-2 热处理工艺示意图

1—退火 2—正火 3—淬火 4—回火

化学热处理是通过改变钢的表面化学成分和组织而获得所需性能的表面热处理。化学热处理的种类很多,主要有渗碳、渗氮、碳氮共渗等,其中以渗碳应用最广。渗碳工艺可使工件具有外硬内韧的性能,主要用于承受强烈摩擦又承受冲击或交变载荷的工件,如拖拉机的变速齿轮、活塞销、凸轮、履带等。

除表面热处理外,还有电镀、发蓝处理和喷塑等表面处理也可以改善材料的相关性能。

热处理常用的加热设备是箱式电阻炉、井式电阻炉和盐浴炉;冷却设备有搅拌水槽、搅拌油槽、循环冷却液槽和盐浴槽等。加热炉的温度测控是通过热电偶、控温仪表系统和计算机温控系统实现的。目前计算机与自动控制技术在热处理及检测设备中的大量应用,不仅使单台设备和单一工序的热处理实现了计算机控制自动化生产,还形成了多道复杂的热处理工序、辅助工序及检测工序和多台设备集成的计算机集成热处理生产线,为各种金属材料提供了多种改性手段,满足了不同机械产品对零件性能的要求。

第四节 切削加工基本知识

切削加工是使用切削刀具将毛坯或工件上多余的材料层切除,以获得所要求的几何形状、尺寸精度和表面质量的加工方法。切削加工可分为机械加工(简称机加工)和钳工两大类。

机械加工是通过操纵机床来完成的切削加工,主要加工方法有车、钻、刨、铣、磨及齿轮加工等,所用机床相应为车床、钻床、刨床、铣床、磨床及齿轮加工机床等。它具有精度高、生产率高、劳动强度低等优点。通常切削加工主要是指机械加工。

钳工是通过手持工具来进行的装配、维修或切削加工,常用的加工方法有划线、錾、锯、锉、刮研、钻孔、攻螺纹和套螺纹等。为减轻劳动强度和提高生产率,钳工中的某些工作已逐步被机械加工代替,实现了机械化。

一、切削运动及切削用量

1. 切削运动

切削运动是指在切削加工过程中,刀具和工件之间的相对运动。它是实现切削过程的必要条件之一,分为主运动和进给运动。

主运动是形成机床切削速度或消耗主要动力的工作运动,是完成切割的主要运动。在切削加工中,主运动有且只有一个。

进给运动是使工件多余的材料不断投入切削的运动。没有进给运动,就无法实现连续切削。在切削加工中,进给运动可以有一个或多个。

切削运动可以是旋转的,也可以是直线的或曲线的;可以是连续的,也可以是间歇的(图 1-3)。

在切削过程中,工件表面的被切金属层不断地被切削而转变为切屑,从而加工出所需的工件表面。切削加工时,工件上有三个不断变化的表面,即待加工表面、切削表面和已加工表面(图 1-4)。

2. 切削用量

切削用量是指切削加工时的切削速度 v 、进给量 f 和背吃刀量 a_p 。



图 1-3 切削运动形式

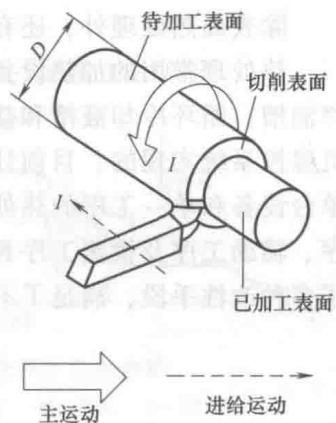


图 1-4 加工时工件上的表面

(1) 切削速度 v 当主运动为旋转运动时, 切削速度为其最大线速度

$$v = \frac{\pi dn}{60 \times 1000}$$

式中 d ——工件或刀具的直径 (mm);
 n ——工件或刀具的转速 (r/min)。

当主运动为往复直线运动时, 切削速度为其平均速度

$$v = \frac{2Ln_r}{60 \times 1000}$$

式中 L ——主运动行程长度 (mm);
 n_r ——主运动每分钟往复次数 (r/min)。

(2) 进给量 f 进给量 f 单位为 mm/r (旋转运动) 或 mm/st (往复直线运动)。

(3) 背吃刀量 a_p 背吃刀量 a_p 又称切削深度。对外圆车削和平面刨削来说, 背吃刀量 a_p 等于已加工表面和待加工表面之间的垂直距离。

切削用量是影响切削加工质量、刀具磨损、机床动力消耗及生产率的主要参数。选用时, 要综合考虑以上因素, 首先应尽可能选择大的背吃刀量和进给量, 然后确定合理的切削速度。

二、刀具材料

刀具是切削加工中影响生产率、加工质量和成本的重要因素。刀具切削性能的优劣主要取决于刀具的材料和几何形状。刀具寿命、加工成本、加工精度和表面质量以及生产率的高低, 在很大程度上都取决于刀具材料的合理选择。

刀具材料应具备高的硬度、高的耐磨性、足够的强度和韧性、高的耐热性、良好的导热性和小的热变形及良好的工艺性能。

目前, 常用的刀具材料有碳素工具钢、合金工具钢、高速工具钢和硬质合金等。常用刀

具材料的性能及用途见表 1-2。

表 1-2 常用刀具材料的性能及用途

刀具材料	常用牌号	硬度 HRC	耐热性/℃	工艺性能	用途
碳素工具钢	T10、T10A、T12A、 T13A	60~64	≤200	可冷、热加工成形,刃磨性能好	用于手动工具,如锉刀、锯条等
合金工具钢	9SiCr CrWMn	60~65	250~300	可冷、热加工成形,刃磨性能好,热处理变形小	用于低速成形刀具,如丝锥、板牙、铰刀等
高速工具钢	W18Cr4V W6Mo5Cr4V2	62~69	600~700	可冷、热加工成形,刃磨性能好,热处理变形小	用于中速及形状复杂的刀具,如钻头、铣刀、齿轮刀具等
硬质合金	P类、M类、K类、 N类、S类、H类	88.5~92.3	800~1000	粉末冶金成形,多镶片使用,性能较脆	用于高速切削刀具,如车刀、铣刀等

目前,随着新技术的不断发展和新材料的不断出现,一些新型刀具材料,如涂层刀具材料、陶瓷、金刚石、立方氮化硼等在工业生产中的应用也越来越广泛。

三、常用量具

量具是用来测量零件尺寸、角度以及检测零件几何误差的计量器具,用它来测量加工前后的毛坯和零件是否符合图样要求。根据不同的尺寸和精度要求,可选用不同的测量工具。

1. 钢直尺

钢直尺是最简单的长度量具,可用来直接测量工件的尺寸,如图 1-5 所示。其规格有 150mm、300mm、500mm、1000mm 等几种。分度值为 0.5mm,测量精度为 0.25mm,一般用来测量精度要求不高的工件。

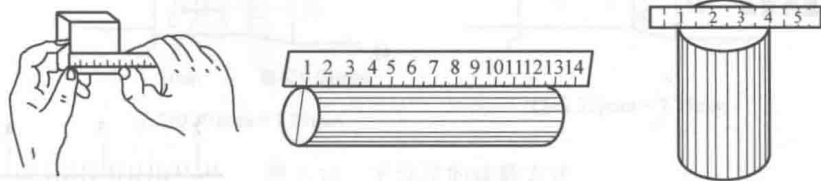


图 1-5 钢直尺应用实例

2. 卡钳

卡钳是一种间接测量长度的量具,必须与有刻度线的量具配合使用。它分为内、外两种形式。内卡钳用来测量内部尺寸(图 1-6),外卡钳用来测量外部尺寸(图 1-7)。

3. 游标卡尺

游标卡尺是一种比较精密的量具,它可以测量出工件的内径、外径、长度及深度尺寸等。游标卡尺按测量精度可分为 0.10mm、0.05mm、0.02mm 三个等级。

按测量尺寸范围有 0~125mm、0~150mm、0~200mm、0~300mm、0~500mm 等多种规格。使用时根据零件精度要求及零件尺寸进行选择。游标卡尺还有专门用于测量深度和高度的,分别称为游标深度卡尺和游标高度卡尺。游标高度卡尺常用于精密划线。



图 1-6 内卡钳测量方法

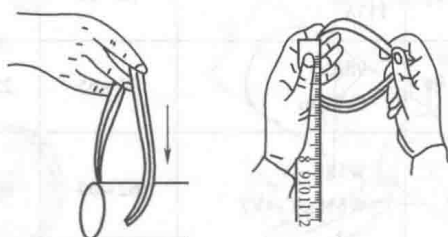


图 1-7 外卡钳测量方法

如图 1-8a 所示游标卡尺的读数精度为 0.02mm, 测量尺寸范围为 0~200mm。它由主尺和副尺 (游标) 两部分组成。读数方法如图 1-8b 所示。

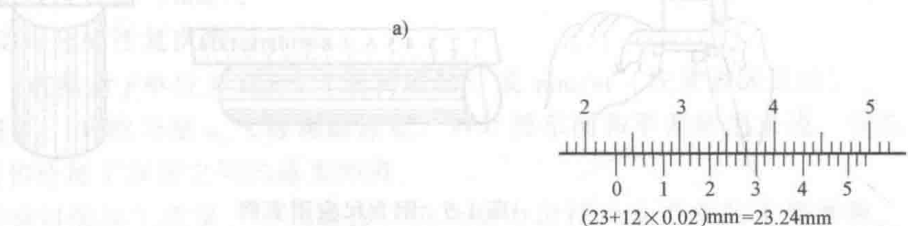
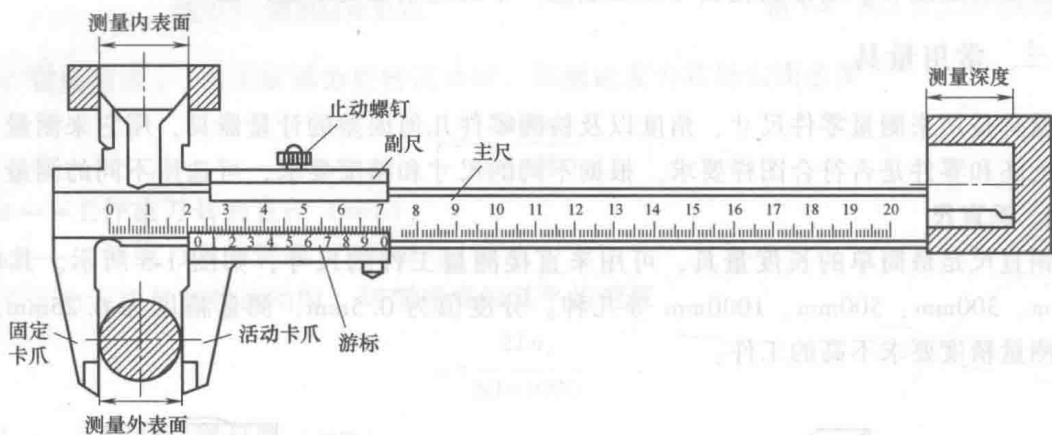


图 1-8 游标卡尺及读数方法

用游标卡尺测量工件前, 应检查零刻度线, 使卡脚逐渐靠近工件并轻微地接触, 同时注意不要歪斜, 以防产生读数误差, 如有误差, 测量时应及时扣除。不得用游标卡尺测量表面

粗糙和正在运动的工件及高温工件。

4. 千分尺

千分尺是比游标卡尺更为精确的测量工具，其测量精度为 0.01mm 。按其用途可分为外径千分尺、内径千分尺和深度千分尺等。外径千分尺按其测量范围有 $0\sim 25\text{mm}$ 、 $25\sim 50\text{mm}$ 、 $50\sim 75\text{mm}$ 、 $75\sim 100\text{mm}$ 等规格。

如图 1-9 所示为测量范围为 $0\sim 25\text{mm}$ 的外径千分尺。其固定套筒上沿轴向有刻度值为 0.5mm 的刻线，活动套筒的圆周上有刻度值为 0.01mm 的刻线。千分尺的读数方法如图 1-10 所示。使用时，应校对零点；测量螺杆还没有接触工件前可直接转动活动套筒来移动测量螺杆，当测量螺杆将要接触工件时，改为转动手柄棘轮；当棘轮发出“嗒嗒”声时，表示压力合适，应停止拧动。不得用千分尺测量表面粗糙和正在运动的工件及高温工件。

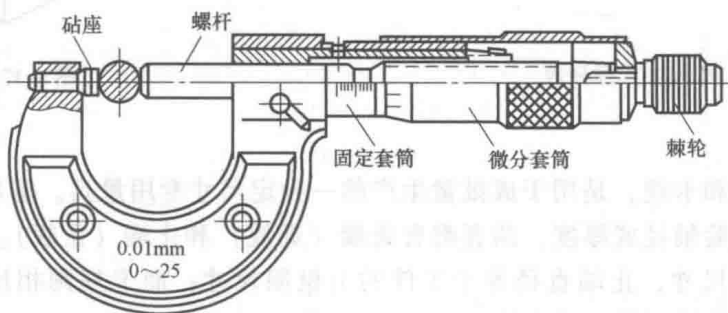


图 1-9 外径千分尺

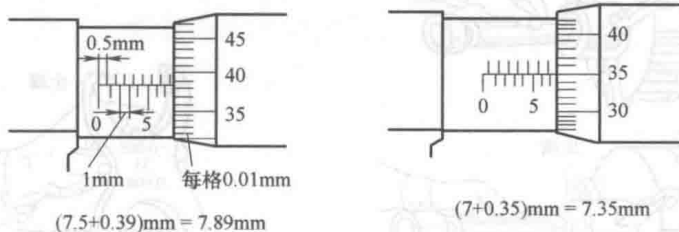


图 1-10 千分尺的读数方法

5. 百分表

百分表是利用齿轮齿条和杠杆齿轮传动，将被测尺寸引起的测杆微小直线变化，经过齿轮传动放大，变为指针在刻度盘上的转动，从而读出被测尺寸。它是一种精度较高的比较量具，只能测出相对的数值，不能测出绝对数值。其主要用来检查工件的几何误差（如圆度、平面度、垂直度等），也常用于工件的精密找正和找正装夹位置。

百分表的结构如图 1-11 所示。当测头向上或向下移动 1mm 时，小指针转一格。刻度盘每格的读数值为 0.01mm ，小指针每格的读数值为 1mm 。测量时大、小指针所示读数变化值之和即为尺寸变化量。小指针的刻度范围就是百分表的测量范围。刻度盘可以转动，供测量时调整大指针对零刻度线用。

百分表使用时应装在专用的磁性表座上（图 1-12）。

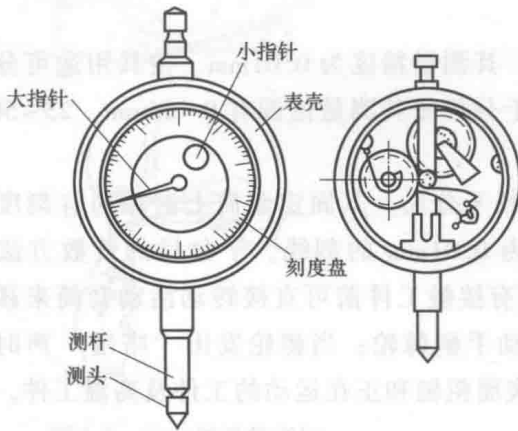


图 1-11 百分表

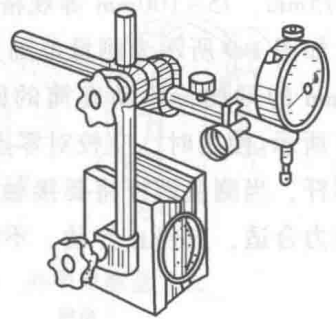


图 1-12 磁性表座

6. 量规

量规包括塞规和卡规，是用于成批量生产的一种定尺寸专用量具。塞规用来检验孔径或槽宽，卡规用来检验轴径或厚度，两者都有通端（通规）和止端（止规）。塞规的通端直径等于工件的下极限尺寸，止端直径等于工件的上极限尺寸；而卡规则相反。检验时，通端通过，止端不过，则被检工件尺寸合格，如图 1-13 所示。

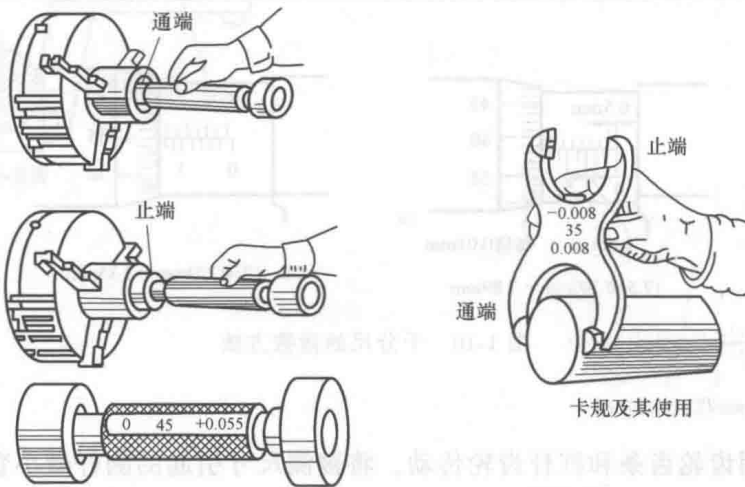


图 1-13 量规

量规检验工件时，只能检验工件是否合格，不能测出工件的具体尺寸，操作极为便捷。

复习思考题

1. 简述切削加工方法的分类。
2. 简述非金属材料的种类及其性能。