



工业和信息化普通高等教育
“十二五”规划教材立项项目

新编金工实训

Metalworking Practice

注重理论教学与实践教学的密切结合

遵循“懂工艺、能动手”的原则

以“认识各类工具，了解工艺过程，强化具体操作”为重点



◎ 邱小童 卢帆兴 主编

◎ 黄伟玲 徐支凤 张彬 副主编



工业和信息化普通高等教育
“十二五”规划教材立项项目

新编金工实训

Metalworking Practice



◎ 邱小童 卢帆兴 主编

◎ 黄伟玲 徐支凤 张彬 副主编

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

新编金工实训 / 邱小童, 卢帆兴主编. -- 2版. --
北京: 人民邮电出版社, 2013.12
ISBN 978-7-115-34637-7

I. ①新… II. ①邱… ②卢… 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(2014)第025400号

内 容 提 要

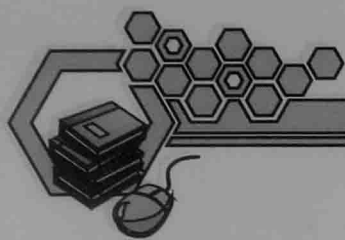
本书是普通高等教育“十二五”规划教材, 包括金工实训基本知识、钳工、车削加工、铣削加工、刨削加工、焊接、特种加工技术等7章, 并另附习题。

本书叙述由浅入深, 通俗易懂, 特别适合初学者。本书可供高等院校工科各专业作为技术基础课“金工实训”的教材, 也可作为工程技术人员的自学参考书。

-
- ◆ 主 编 邱小童 卢帆兴
 - 副 主 著 黄伟玲 徐支凤 张彬
 - 责任编辑 王亚娜
 - 执行编辑 喻智文
 - 责任印制 张佳莹 焦志炜
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京鑫正大印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 11.25 2013年12月第2版
字数: 287千字 2013年12月北京第1次印刷
-

定价: 32.00 元

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316
反盗版热线: (010)81055315



总 序

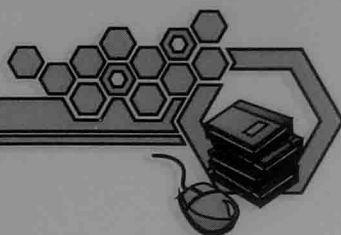
为适应教学改革的需要,切实加强内涵建设,增强应用型人才培养的针对性,确保使用的教材符合学生实际。我们决定启动“名书”工程,由具有高级职称、从事教学工作多年、有丰富教学经验、教学效果好的教师担任主编,从而带动学校的教材建设,进一步提高教育教学质量。

该教材具有如下特点:一是教材定位创新。定位目标“新颖、实用、全面、精确”。主要以学习知识为基础,创新人才培养新模式为前提,培养能力为目的,提高综合素质为保证。二是教材内容创新。教材内容注重紧密结合社会需求实际,重点突出技能、技巧和方法的练习,突出内容的创新性及实践指导性。三是教材体系创新。打破传统教材的老模式,建立理论与实践相结合的新体系:“一条主线”(基本素质和应用能力培养)、“两个重点”(理论体系和实践体系)、“三大结构”(知识、能力和素质)。

该教材符合目前教学改革的总体精神,反映和体现了我们在教学改革中取得的最新成果,具有较强的教学实用性,按照培养应用型人才的要求合理取材,简明易懂,深入浅出,有启发性,学生能够比较轻松地掌握较深的专业理论知识。在夯实学生理论基础的同时,注重培养学生的创新思维,有意识地培养学生分析问题和解决问题的能力。

敬请广大读者提出宝贵意见!

前 言



本书是根据高等教育的培养目标和“金工实训”课程的教学大纲要求编写的,共分7章。第1章介绍的是金工实训基本知识,第2章介绍的是钳工的基本操作,第3章介绍的是车削加工的基本操作,第4章介绍的是铣削加工的基本操作,第5章介绍的是刨削加工的基本操作,第6章介绍的是焊接技术,第7章介绍的是数控电火花切割加工和电火花成形加工两种特种加工技术。

本教材注重以传统工艺为基础,编入了一些现代加工工艺,更好地反映了近年来先进的材料成形工艺及数控机械加工工艺的技术应用,并为指导学生按照国家职业技能鉴定规范进行相应岗位中的等级考证,提供了应掌握的理论知识和操作技能。教材体现了基础理论知识够用的原则,侧重技能训练和实际操作能力的培养。在内容上以工艺为主线,注重理论教学与实践教学的密切结合,遵循“懂工艺、能动手”的原则,以“认识各类工具,了解工艺过程,强化具体操作”为重点。强调可操作性和图文并茂,便于自学,为初学者从建立感性认识、熟练操作到综合应用,提供一整套学习方案,有利于将来从业后能迅速适应工作。

本书既可作为高等院校“金工实训”课程的教学用书,也可供有关院校师生和从事有关机械制造等专业的工程技术人员参考使用。

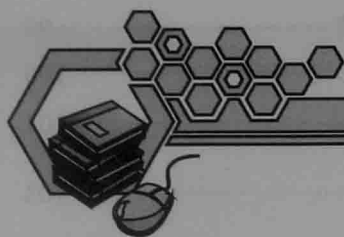
本书由江西理工大学应用与科学学院的邱小童、卢帆兴主编,江西理工大学应用与科学学院的黄伟玲、徐支凤、张彬任副主编。

本书在编写过程中得到众多专家和同行的大力支持和热情帮助,并提出许多建议,在此一并表示衷心的感谢。

限于编者水平,书中难免有不完善和疏忽之处,希望广大读者批评指正。

编 者

2013年11月



目 录

第 1 章 金工实训基本知识..... 1

- 1.1 “金工实训”课程简介..... 2
 - 1.1.1 金工实训的目的和要求..... 2
 - 1.1.2 实习安全技术..... 3
- 1.2 常用量具..... 3
 - 1.2.1 常用量具及其使用方法..... 3
 - 1.2.2 量具维护与保养..... 9

第 2 章 钳工..... 10

- 2.1 钳工概述..... 11
 - 2.1.1 钳工的加工特点..... 11
 - 2.1.2 钳工常用的设备和工具..... 11
- 2.2 划线、锯削和锉削..... 12
 - 2.2.1 划线..... 12
 - 2.2.2 锯削..... 16
 - 2.2.3 锉削..... 17
- 2.3 钻孔、扩孔和铰孔..... 20
 - 2.3.1 钻孔..... 20
 - 2.3.2 扩孔和铰孔..... 22
- 2.4 攻螺纹和套螺纹..... 23
 - 2.4.1 攻螺纹..... 23
 - 2.4.2 套螺纹..... 25
- 2.5 装配..... 26
 - 2.5.1 装配概述..... 26
 - 2.5.2 典型连接件装配方法..... 28
 - 2.5.3 部件装配和总装配..... 30
- 习题..... 31

第 3 章 车削加工..... 33

- 3.1 车削加工概述..... 34
- 3.2 卧式车床..... 35
 - 3.2.1 机床的型号..... 35

- 3.2.2 卧式车床的结构..... 36
- 3.2.3 卧式车床的传动系统..... 38
- 3.2.4 卧式车床的各种手柄和基本操作..... 40

3.3 车刀..... 41

- 3.3.1 车刀的结构..... 41
- 3.3.2 刀具材料..... 41
- 3.3.3 车刀组成及车刀角度..... 42
- 3.3.4 车刀的刃磨..... 45
- 3.3.5 车刀的安装..... 46

3.4 车外圆、端面和台阶..... 47

- 3.4.1 三爪自定心卡盘安装工件..... 47
- 3.4.2 车外圆..... 48
- 3.4.3 车端面..... 50
- 3.4.4 车台阶..... 51

3.5 切槽、切断、车成形面和滚花..... 52

- 3.5.1 切槽..... 52
- 3.5.2 切断..... 53
- 3.5.3 车成形面..... 54
- 3.5.4 滚花..... 55

3.6 车圆锥面..... 55

- 3.6.1 宽刀法..... 56
- 3.6.2 转动小刀架法..... 56
- 3.6.3 偏移尾座法..... 56
- 3.6.4 靠模法..... 57

3.7 孔加工..... 58

- 3.7.1 钻孔..... 58
- 3.7.2 镗孔..... 59
- 3.7.3 车内孔时的质量分析..... 59

3.8 车螺纹..... 59

- 3.8.1 普通三角螺纹的基本牙形..... 60
- 3.8.2 车削外螺纹的方法与步骤..... 60



3.8.3 螺纹车削注意事项.....	61	5.4.2 刨沟槽.....	99
3.8.4 车外螺纹的质量分析.....	62	5.4.3 刨成形面.....	100
3.9 车床附件及其使用方法.....	63	习题.....	101
3.9.1 用四爪单动卡盘安装工件.....	63	第6章 焊接.....	103
3.9.2 用顶尖安装工件.....	63	6.1 焊接概述.....	104
3.9.3 用心轴安装工件.....	64	6.2 电弧焊.....	106
3.9.4 中心架和跟刀架的使用.....	65	6.2.1 焊接电弧.....	106
3.9.5 用花盘、弯板及压板、螺栓 安装工件.....	66	6.2.2 焊条电弧焊.....	107
3.10 零件车削工艺.....	67	6.2.3 焊接设备.....	111
习题.....	69	6.2.4 常用电弧焊方法.....	113
第4章 铣削加工.....	71	6.3 其他焊接方法.....	116
4.1 铣工概述.....	71	6.4 焊接缺陷.....	118
4.2 铣床.....	75	习题.....	121
4.2.1 万能卧式铣床.....	75	第7章 特种加工技术.....	123
4.2.2 升降台铣床及龙门铣床.....	76	7.1 数控电火花线切割加工.....	123
4.3 铣刀及其安装.....	77	7.1.1 数控电火花线切割加工机床的 分类与组成.....	124
4.3.1 铣刀.....	77	7.1.2 数控电火花线切割的加工 工艺与工装.....	125
4.3.2 铣刀的安装.....	78	7.1.3 数控电火花线切割机床的 操作.....	128
4.4 铣床附件及工件安装.....	79	7.1.4 数控电火花线切割加工实例.....	136
4.4.1 铣床附件及其应用.....	79	7.2 电火花成形加工.....	138
4.4.2 工件的安装.....	82	7.2.1 电火花成形加工的原理.....	138
4.5 铣削的基本操作.....	83	7.2.2 电火花成形加工的特点及 应用范围.....	140
4.5.1 铣平面.....	83	7.2.3 电火花成形加工的局限性.....	140
4.5.2 铣斜面.....	85	7.2.4 电火花成形加工在模具制造 业中的应用.....	141
4.5.3 铣键槽.....	86	习题.....	142
4.5.4 铣成形面.....	87	附录1 钳工习题集.....	144
4.5.5 铣齿形.....	87	附录2 车工习题集.....	156
习题.....	89	附录3 焊接习题集.....	166
第5章 刨削加工.....	91	参考文献.....	174
5.1 刨削加工概述.....	92		
5.1.1 刨削加工的特点.....	92		
5.1.2 刨削加工范围.....	92		
5.2 刨床.....	93		
5.2.1 牛头刨床.....	93		
5.2.2 龙门刨床.....	96		
5.3 刨刀及其安装.....	97		
5.4 刨削的基本操作.....	98		
5.4.1 刨平面.....	98		

第1章

金工实训基本知识

【学习指南】

1. 了解金工实训的目的及要求。
2. 掌握金属材料的分类、用途及力学性能指标。
3. 掌握常用量具的应用范围及使用方法。

本章重点：常用量具的使用方法。

本章难点：常用金属材料的牌号、用途及性能指标。

相关链接

人类成为“现代人”的标志就是制造工具。石器时代的各种石斧、石锤和木质、皮质的简单粗糙的工具是后来出现的机械的先驱。人类从制造简单工具演进到制造由多个零件、部件组成的现代机械，经历了漫长的过程。

人类从石器时代进入青铜时代，再进而到铁器时代，用以吹旺炉火的鼓风器的发展起了重要作用。有足够强大的鼓风器，才能使冶金炉获得足够高的炉温，从矿石中炼得金属。在中国，公元前 1000～前 900 年就已有了冶铸用的鼓风器，并逐渐从人力鼓风发展到畜力和水力鼓风。

机械工程通过不断扩大的实践，从分散性的、主要依赖匠师们个人才智和手艺的一种技艺，逐渐发展成为一门有理论指导的、系统的和独立的工程技术。机械工程是促成 18～19 世纪的工业革命，以及资本主义机械大生产的主要技术因素。

工业革命以前，机械大都是木结构的，由木工用手工制成。金属（主要是铜、铁）仅用以制造仪器、锁、钟表、泵和木结构机械上的小型零件。金属加工主要靠机匠的精工细作，以达到需要的精度。蒸汽机动力装置的推广，以及随之出现的矿山、冶金、轮船、机车等大型机械的发展，需要成形加工和切削加工的金属零件越来越多、越来越大，要求的精度也越来越高。应用的金属材料从铜、铁发展到以钢为主。



机械加工包括锻造、钣金工、焊接、热处理等技术及其装备,以及切削加工技术和机床、刀具、量具等,机械加工行业的迅速发展,保证了各产业发展生产所需的机械装备的供应。

20 世纪初期,福特公司在汽车制造上创造了流水装配线。大量生产技术的应用以及泰勒在 19 世纪末创立的科学管理方法的推广,使汽车和其他大批量生产的机械产品的生产效率很快达到了过去无法想象的高度。

20 世纪中、后期,机械加工的主要特点是:不断提高机床的加工速度和精度,减少对手工技艺的依赖;提高成形加工、切削加工和装配的机械化和自动化程度;利用数控机床、加工中心、成组技术等,发展柔性加工系统,使中小批量、多品种生产的生产效率提高到近于大量生产的水平;研究和改进难加工的新型金属和非金属材料的成形和切削加工技术。

1.1 “金工实训”课程简介

1.1.1 金工实训的目的和要求

金工实训(也称基本工艺训练)是学生进行工程训练、培养工程意识、学习工艺知识、提高工程实践能力的重要的实践性教学环节。技术基础课是学生学习机械制造系列课程必不可少的先修课程,也是建立机械制造生产过程的观念、获得机械制造基础知识的奠基课程和必修课程。其目的如下。

① 建立对机械制造生产基本过程的感性认识,学习机械制造的基础工艺知识,了解机械制造生产的主要设备。在实训中,学生要学习机械制造的的各种的主要加工方法及其所用的主要设备的基本结构、工作原理和操作方法,并正确使用各类工具、夹具、量具,熟悉各种加工方法、工艺技术、图样文件和安全技术,了解加工工艺过程和工程术语,使学生对工程问题从感性认识上升到理性认识。这些实践知识将为以后学习有关专业技术基础课、专业课及毕业设计等打下良好的基础。

② 培养实践动手能力,进行的基本训练。学生通过直接参加生产实践,操作各种设备,使用各类工具、夹具、量具,独立完成简单零件的加工制造全过程,培养学生对简单零件具有初步选择加工方法和分析工艺过程的能力,并具有操作主要设备和加工作业的技能,初步奠定技能型、应用型人才应具备的基础知识和基本技能。

③ 全面开展素质教育,树立实践观点、劳动观点和团队协作观点,培养高质量人才。工程实践与训练一般在学校工程培训中心的现场进行。实训现场不同于教室,它是生产、教学、科研三结合的基地,教学内容丰富,实习环境多变,接触面广。这样一个特定的教学环境正是对学生进行思想作风教育的好场所、好时机。

本课程的主要要求如下。

① 使学生掌握现代制造的一般过程和基本知识,熟悉机械零件的常用加工方法及其所用的主要设备和工具,了解新工艺、新技术、新材料在现代机械制造中的应用。

② 使学生对简单零件初步具有选择加工方法和进行工艺分析的能力,在主要工种方面应能独立完成简单零件的加工制造并培养一定的工艺试验和工程实践能力。

③ 培养学生生产质量和经济观念以及理论联系实际、一丝不苟的科学作风、热爱劳动、热爱公物的基本素质。

金工实训的基本内容分为车、铣、刨、磨、钻、钳工、焊接、电火花线切割等工种。通过实



际操作、现场教学、专题讲座、电化教学、综合训练、试验、参观、演示、实习报告或作业以及考核等方式和手段,丰富教学内容,完成实践教学任务。

1.1.2 实习安全技术

在实习劳动中要进行各种操作,制作各种不同规格的零件,因此常要开动各种生产设备,接触到焊机、机床、砂轮机等。为了避免触电、机械伤害、爆炸、烫伤和中毒等工伤事故,实习人员必须严格遵守工艺操作规程。只有施行文明生产实习,才能确保实习人员的安全和保障。

① 实习中做到专心听讲,仔细观察,做好笔记,尊重各位指导老师,独立操作,努力完成各项实习作业。

② 严格执行安全制度,进车间必须穿好工作服。女生戴好工作帽,将长发放入帽内,不得穿高跟鞋、凉鞋。

③ 机床操作时不准戴手套,严禁身体、衣袖与转动部位接触;正确使用砂轮机,严格按安全规程操作,注意人身安全。

④ 遵守设备操作规程,爱护设备,未经教师允许不得随意乱动车间设备,特别是在设备运转过程中,严禁用手触摸旋转部件或变挡,更不准在其他同学操作时,乱动开关或刀闸,以免发生意外伤害事故。

⑤ 遵守劳动纪律,不迟到,不早退,不打闹,不串车间,不随地而坐,不擅离工作岗位,更不能到车间外玩,有事请假。

⑥ 交接班时认真清点工、夹、量具,做好保养、保管,如有损坏、丢失按价赔偿。

⑦ 每天下班擦拭机床,清整用具、工件,打扫工作场地,保持环境卫生。

⑧ 爱护公物,节约材料、水、电,不踩踏花木、绿地。

⑨ 二人或二人以上同在一台机床上进行工作时,必须分工明确,彼此照顾。特别在开动机床时,操作者必须向他人声明。

1.2 常用量具

在工艺过程中,必须应用一定精度的量具来测量和检验各种零件尺寸、形状和位置精度。

1.2.1 常用量具及其使用方法

1. 钢直尺

钢直尺是最简单的长度量具,用不锈钢片制成,可直接用来测工件尺寸,如图 1-1 所示。它的测量长度规格有 150mm、200mm、300mm、500mm 几种。测量工件的外径和内径尺寸时,常与卡钳配合使用。测量精度一般只能达到 0.2~0.5mm。

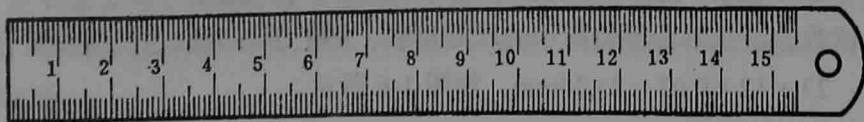


图 1-1 钢直尺



2. 卡钳

卡钳是一种间接度量工具，常与钢直尺配合使用，用来测量工件的外径和内径。卡钳分内卡钳和外卡钳两种，如图 1-2 所示。其使用方法如图 1-3 所示。

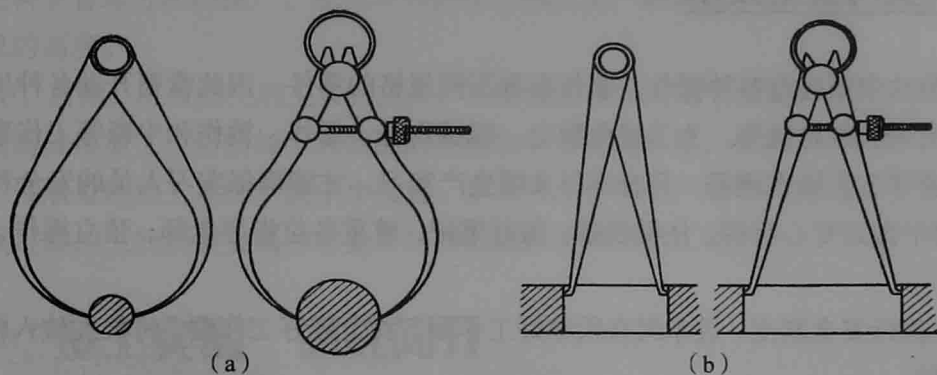


图 1-2 内卡钳和外卡钳

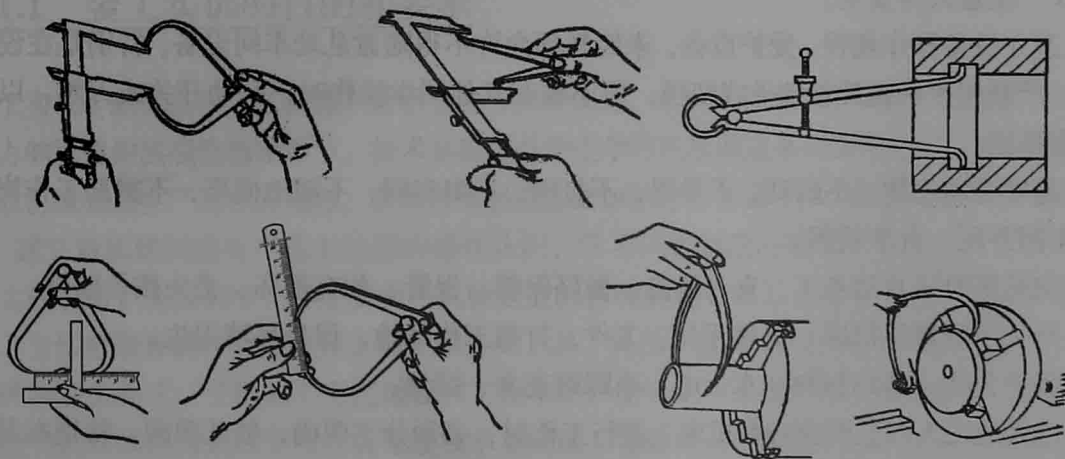


图 1-3 内卡钳和外卡钳的使用方法

3. 游标卡尺

游标卡尺是一种中等精度的量具，可直接测量工件的外径、内径、长度、宽度和深度等尺寸。按用途不同，游标卡尺可分为：普通游标卡尺、电子数显卡尺、带表卡尺、游标深度尺、游标高度尺等几种。游标卡尺的分度值有 0.02mm、0.05mm、0.1mm 三种，测量范围有 0~125mm、0~150mm、0~200mm、0~300mm 等。

图 1-4 所示为一普通游标卡尺，它主要由尺身和游标组成，尺身上刻有以 1mm 为一格间距的刻度，并刻有尺寸数字，其刻度全长即为游标卡尺的规格。

游标上的刻度间距，随测量精度而定。现以分度值为 0.02mm 的游标卡尺的刻线原理和读数方法为例简介如下。

尺身一格为 1mm，游标一格为 0.98mm，共 50 格。尺身和游标每格之差为 $1 - 0.98 = 0.02\text{mm}$ ，如图 1-5 所示。读数方法是游标零位指示的尺身整数，加上游标刻线与尺身线重合处的游标刻线乘以精度值之和： $23 + 12 \times 0.02 = 23.24\text{mm}$ ，如图 1-6 所示。

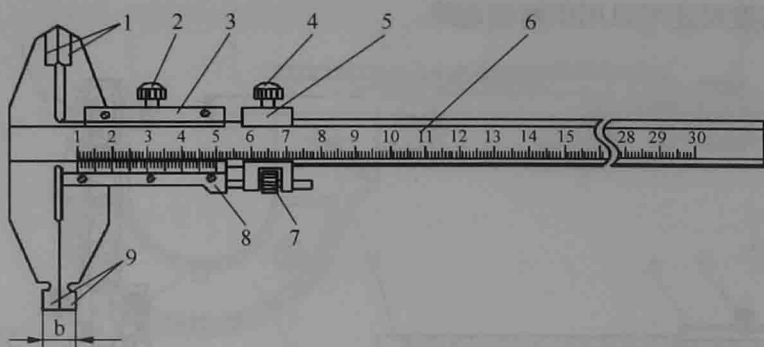


图 1-4 游标卡尺的结构

1—上量爪 2、4—紧固螺钉 3—游标 5—微调装置 6—尺身 7—微调螺母 8—螺杆 9—下量爪

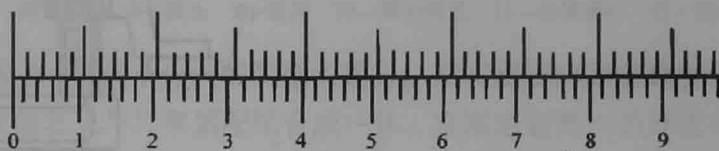


图 1-5 0.02mm 游标卡尺的刻线原理

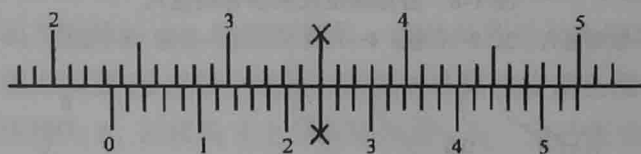


图 1-6 0.02mm 游标卡尺的读书方法

用游标卡尺测量工件的方法如图 1-7 所示,使用时应注意下列事项。

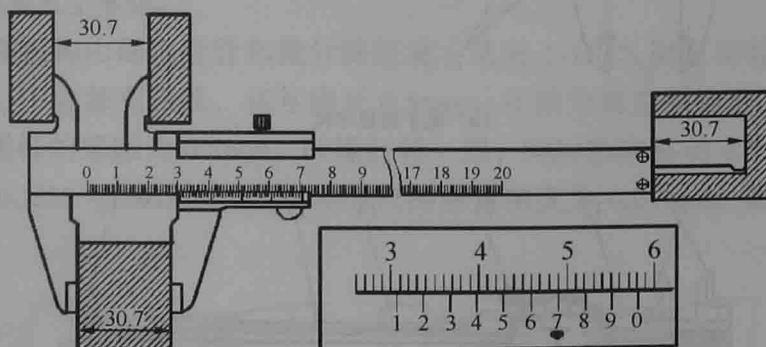


图 1-7 游标卡尺的使用

(1) 检查零线

使用前应首先检查量具是否在检定周期内,然后擦净卡尺,使量爪闭合,检查尺身与游标的零线是否对齐。若未对其,则在测量后应根据原始误差修正读数。

(2) 放正卡尺

测量内外圆直径时,尺身应垂直于轴线;测量内外孔直径时,应使两量爪处于直径处。

(3) 用力适当

测量时应使量爪逐渐与工件被测量表面靠近,最后达到轻微接触,不能把量爪用力抵紧工件,以免变形和磨损,影响测量精度。读数时为防止游标移动,可锁紧游标;视线应垂直于尺身。

(4) 勿测毛坯面

游标卡尺仅用于测量已加工的表面。图 1-8 所示为游标深度尺和游标高度尺,分别用于测量



深度和高度。游标高度尺还可以用作精密划线。

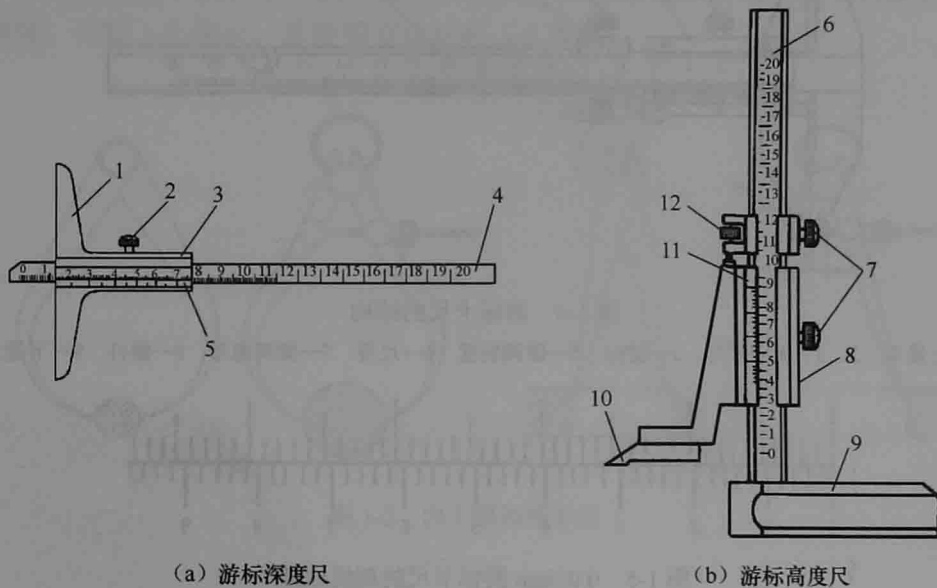


图 1-8 游标深度尺和游标高度尺

1、9—测量基座 2、7—紧固螺钉 3、8—尺框；4—尺身 5、11—游标 6—主尺 10—量爪 12—微动装置

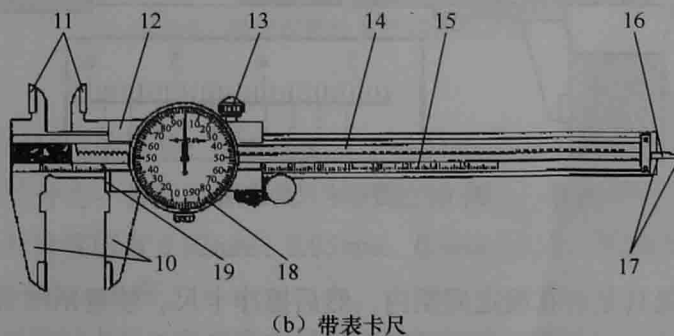
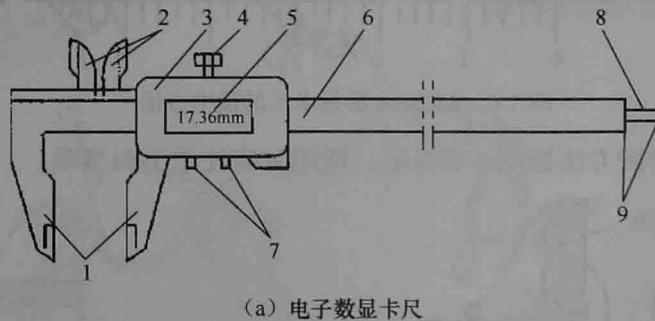


图 1-9 电子数显卡尺和带表卡尺

1、10—外量爪 2、11—刀口内量爪 3、12—尺框 4、13—固定螺钉 5—数字显示器 6、14—尺身 7—功能按钮
8、16—深度测量杆 9、17—深度测量面 18—圆标尺 15—主标尺

4. 千分尺

千分尺(又称分厘卡)是一种比游标卡尺更精密的量具,测量精度为 0.01mm ,测量范围有 $0\sim 25\text{mm}$ 、 $25\sim 50\text{mm}$ 、 $50\sim 75\text{mm}$ 等。常用的千分尺分为外径千分尺和内径千分尺,外径千分尺的构造如图 1-10 所示。

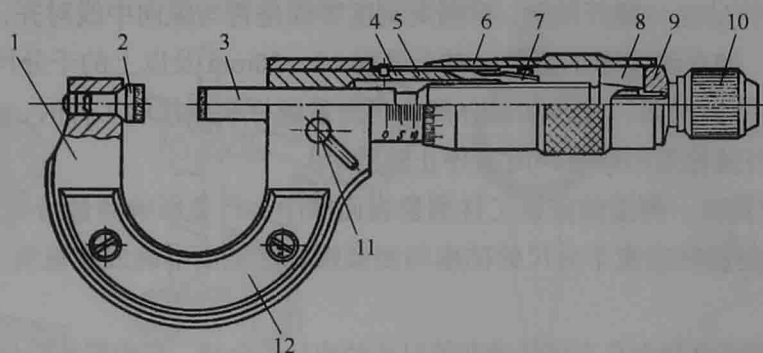


图 1-10 0~25mm 外径千分尺

1—尺架 2—固定测砧 3—测微螺杆 4—螺纹轴套 5—固定刻度套筒 6—微分筒
7—调节螺母 8—接头 9—垫片 10—测力装置 11—锁紧螺钉 12—绝热板

图 1-10 中的零件 3~9 是千分尺的测微头部分。带有刻度的固定刻度套筒 5 用螺钉固定在螺纹轴套 4 上，而螺纹轴套又与尺架紧配结合成一体。在固定套筒 5 的外面有一带刻度的活动微分筒 6，它用锥孔通过接头 8 的外圆锥面再与测微螺杆 3 相连。测微螺杆 3 的一端是测量杆，并与螺纹轴套上的内孔定心间隙配合；中间是精度很高的外螺纹，与螺纹轴套 4 上的内螺纹精密配合，可使测微螺杆自如旋转而其间隙极小；测微螺杆另一端的外圆锥与内圆锥接头 8 的内圆锥相配，并通过顶端的内螺纹与测力装置 10 连接。当测力装置的外螺纹旋紧在测微螺杆的内螺纹上时，测力装置就通过垫片 9 紧压接头 8，而接头 8 上开有轴向槽，有一定的胀缩弹性，能沿着测微螺杆 3 上的外圆锥胀大，从而使微分筒 6 与测微螺杆和测力装置结合成一体。当我们用手旋转测力装置 10 时，就带动测微螺杆 3 和微分筒 6 一起旋转，并沿着精密螺纹的螺旋线方向运动，使千分尺两个测量面之间的距离发生变化。

千分尺的读数机构由固定套管和微分筒组成（见图 1-11），固定套管在轴线方向上有一条中线，中线上、下方都有刻线，相互错开 0.5mm；在微分筒左侧锥形圆周上有 50 等分的刻度线。因测微螺杆的螺距为 0.5mm，即螺杆转一周，同时轴向移动 0.5mm，故微分筒上每一小格的读数为 $0.5/50 = 0.01\text{mm}$ ，所以千分尺的测量精度为 0.01mm。测量时，读数方法分三步。

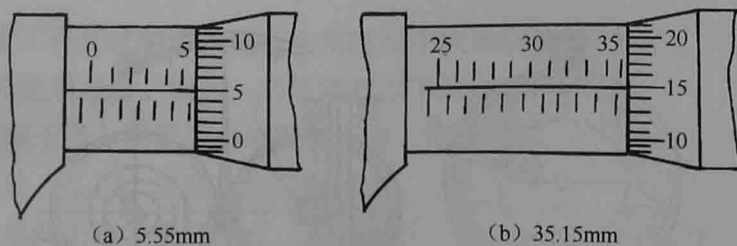


图 1-11 千分尺读数

① 先读出固定套管上露出刻线的整毫米数和半毫米数（0.5mm），注意看清露出的是上方刻线还是下方刻线，以免错读 0.5mm。

② 看准微分筒上哪一格与固定套管纵向刻线对准，将刻线的序号乘以 0.01mm，即为小数部分的数值。

③ 上述两部分读数相加，即为被测工件的尺寸。

使用千分尺应注意以下事项。



① 校对零点。将砧座与螺杆接触，看圆周刻度零线是否与纵向中线对齐，且微分筒左侧棱边与尺身的零线重合，如有误差修正读数。对于量程 25~50mm 及以上的千分尺要用校正杆。

② 合理操作。手握尺架，先转动微分筒，当测量螺杆快要接触工件时，必须使用端部棘轮，严禁再拧微分筒。当棘轮发出嗒嗒声时应停止转动。

③ 擦净工件测量面。测量前应将工件测量表面擦净，以免影响测量精度。

④ 不偏不斜。测量时应使千分尺的砧座与测微螺杆两侧面准确放在被测工件的直径处，不能偏斜。

图 1-12 所示是用来测量内孔直径及槽宽等尺寸的内径千分尺，其内部结构与外径千分尺相同。

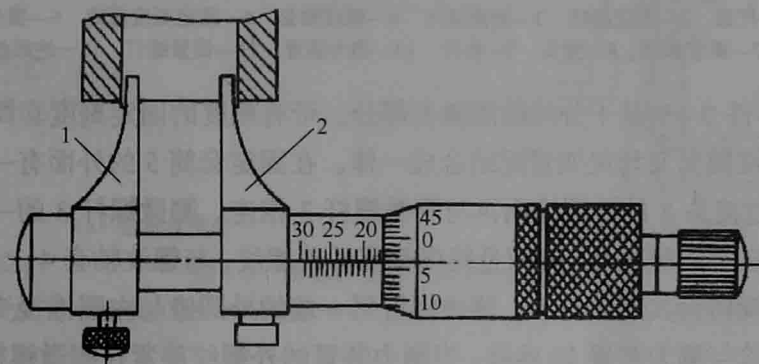


图 1-12 内径千分尺

1—尺框 2—内外量爪

5. 百分表

百分表是一种指示量具，主要用于校正工件的装夹位置、检查工件的形状和位置误差及测量工件内径等。百分表的刻度值为 0.01mm，刻度值为 0.001mm 的叫千分表。

钟面式百分表的结构原理如图 1-13 所示。当测量杆 1 向上或向下移动 1 mm 时，通过齿轮传动系统带动大指针 5 转一圈，小指针 7 转一格。刻度盘在圆周上有 100 个等分格，每格的读数值为 0.01mm，小指针每格读数为 1 mm。测量时指针读数的变动量即为尺寸变化量。小指针处的刻度范围为百分表的测量范围。钟面式百分表装在专用的表架上使用（见图 1-14）。

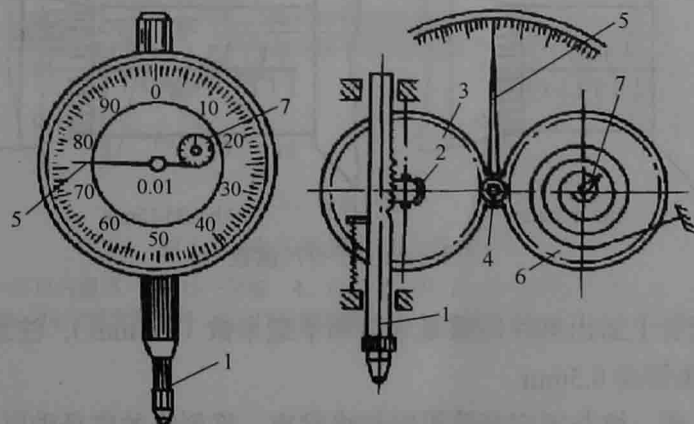
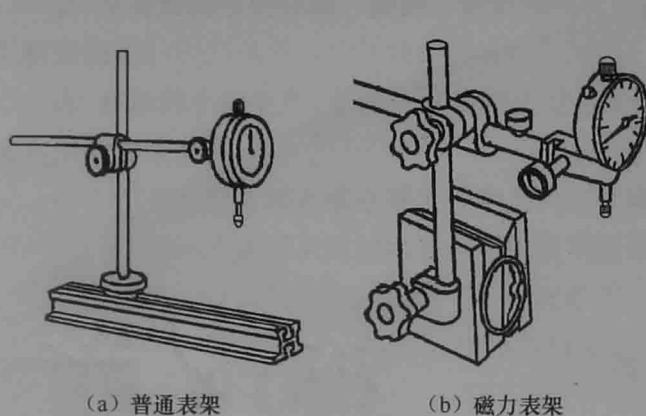


图 1-13 钟面式百分表的结构

1—测量杆 2、4—小齿轮 3、6—大齿轮 5—大指针 7—小指针

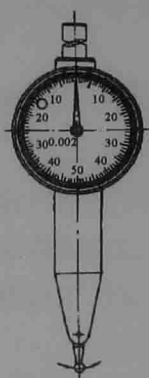
图 1-15 所示为杠杆式百分表，图 1-16 所示为测量内孔尺寸的内径百分表。



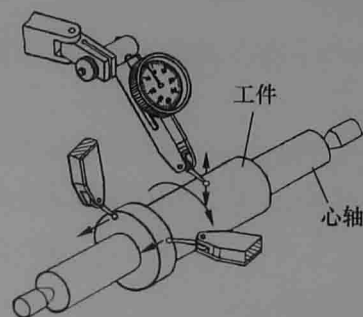
(a) 普通表架

(b) 磁力表架

图 1-14 百分表架



(a) 结构



(b) 测量径向和圆跳动的方法

图 1-15 杠杆式百分表

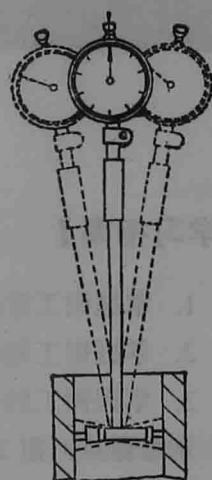
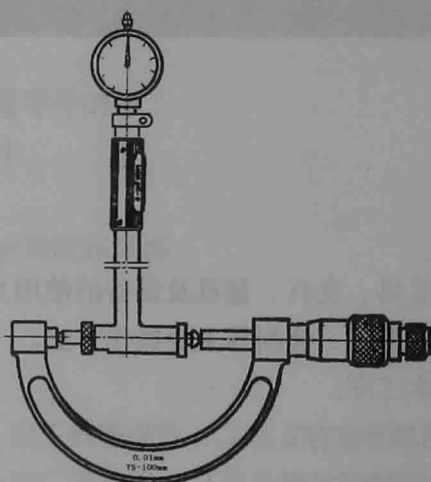
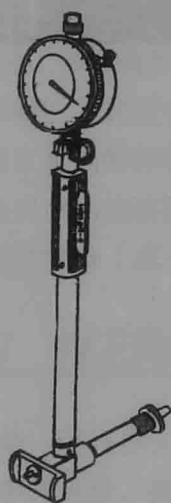


图 1-16 内径百分表

1.2.2 量具维护与保养

量具是用来测量工件尺寸的工具，在使用过程中应加以精心的维护与保养，才能保证零件测量精度，延长量具的使用寿命。因此，必须做到以下几点。

- ① 在使用前应擦干净，用完后必须擦拭干净、涂油并放入专用量具盒内。
- ② 不能随便乱放、乱扔，应放在规定的地方。
- ③ 不能用精密量具去测量毛坯尺寸、运动着的工件或温度过高的工件，测量时用力应适当，不能过猛、过大。
- ④ 量具如有问题，不能私自拆卸修理，应由实习指导教师处理。精密量具必须定期送计量部门鉴定。

第2章

钳工

【学习指南】

1. 掌握钳工常用工具、夹具、量具及设备的使用方法。
2. 掌握钳工划线、锯削、锉削等主要操作方法。
3. 掌握钳工的基本工序。

本章重点：钳工的基本工序。

本章难点：钳工主要操作方法。

相关链接

在中国，早在商代中期（公元前 13 世纪），就已能用研磨的方法加工铜镜；商代晚期（公元前 12 世纪），曾用青铜钻头在卜骨上钻孔；西汉时期（公元前 206 年～23 年），就已使用杆钻和管钻，用加砂研磨的方法在“金缕玉衣”的 4000 多块坚硬的玉片上，钻了 18000 多个直径为 1~2mm 的孔。

20 世纪七八十年代，机械工人常说：车工怕车杆，刨工怕刨板，焊工怕焊管，钳工怕打眼。钳工是工厂中最难的工种，钳工中最高的是八级钳工，当时八级钳工的工资最低也有 80 多元，最高达 140 多元，不但比一般的大学毕业生工资高，甚至比一个处级领导的工资还要高。

钳工是一门历史悠久的技术，切削加工、机械装配和修理作业中的手工作业，因常在钳工台上用台虎钳夹持工件操作而得名。钳工作业主要包括錾削、锉削、锯削、划线、钻削、铰削、攻螺纹和套螺纹、刮削、研磨、矫正、弯曲和铆接等。钳工是机械制造中最古老的金属加工技术。19 世纪以后，各种机床的发展和普及，虽然逐步使大部分钳工作业实现了机械化和自动化，但在机械制造过程中钳工仍是广泛应用的基本技术，其原因如下。

- ① 划线、刮削、研磨和机械装配等钳工作业，至今尚无适当的机械化设备可以全部代替。