



普通高等学校机械基础课程规划教材

金工实习教程

(第二版)

- 主 编 霍仕武
- 副主编 韩 亮 张文武 刘江楠 王笑竹
齐鹏远 李秋鹤 孙 琪



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

普通高等学校机械基础课程规划教材

金工实习教程

(第二版)

主 编 霍仕武
副主编 韩 亮 张文武 刘江楠 王笑竹
齐鹏远 李秋鹤 孙 琪
主 审 徐广晨

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 简 介

本书是根据教育部工程材料及机械制造基础课程指导组关于“工程训练基本要求”，结合营口理工学院等院校在金工实习教学方面的经验总结而编写的，可作为应用型高等学校工科专业学生的金工实习教材。

本书包括机械制造基础知识、铸造、金属压力加工、焊接、车削加工、铣削加工、刨削加工、磨削加工、钳工以及数控机床等章节。本书是按照机械类专业工程训练的要求编写的，适用于普通高等学校机械类和近机械类专业的机械工程训练，非机械类专业可对内容适当删减后使用。

图书在版编目(CIP)数据

金工实习教程/霍仕武主编. —2版. —武汉: 华中科技大学出版社, 2019. 8
普通高等学校机械基础课程规划教材
ISBN 978-7-5680-5579-6

I. ①金… II. ①霍… 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(2019)第 181087 号

金工实习教程(第二版)

Jingong Shixi Jiaocheng (Di-er Ban)

霍仕武 主编

策划编辑: 万亚军

责任编辑: 刘 飞

封面设计: 刘 卉

责任监印: 周治超

出版发行: 华中科技大学出版社(中国·武汉)

电话: (027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮编: 430223

录 排: 武汉三月禾文化传播有限公司

印 刷: 武汉华工鑫宏印务有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 18

字 数: 464 千字

版 次: 2019 年 8 月第 2 版第 1 次印刷

定 价: 45.00 元



华中出版

本书若有印装质量问题, 请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线: 400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

第二版前言

金工实习是机械类各专业学生必修的一门实践性很强的技术基础课。通过本课程的学习,能使学生了解机械制造的一般过程,熟悉典型零件的常用加工方法及其所用加工设备的工作原理,了解现代制造技术在机械制造中的应用。在主要工种上应具有独立完成简单零件加工制造的动手能力。对简单零件具有初步选择加工方法和进行工艺分析的能力。结合实训培养学生的创新意识,为培养应用技能型人才打下一定的理论与实践基础,并使学生在提高工程师素质方面得到培养和锻炼。

本书根据教育部对金工实习教学的要求和国内金工实习教学改革现状,针对一般工科院校金工实习的条件,在传统实习科目的基础上加强现代制造基础的比重。按实习工种建立教材结构体系,以理论、工艺、操作、案例、习题为章节编写脉络。以各种工艺基本方法的介绍为主,减少理论方面的介绍,加强对基本技能可操作性的论述,同时对当前工业生产中应用较广的新材料、新技术、新工艺作简明介绍。内容包括传统冷、热加工的基础知识,以及钳工、铸、锻、焊、热处理、车、铣、刨、磨等工艺和当前工业生产中应用较广的新材料、新技术、新工艺。本书适用于普通高等院校机械类、近机械类及非机械类各专业的金工实习教学和实习指导,也可作为有关专业工程技术人员的参考书。

此次印刷针对读者反馈的问题进行了修正,同时为了响应学院要求,培养机械类创新型应用人才,推动课程改革和建设,提高教学质量,遂对第1章和第2章进行了重新编写。徐广晨副教授对新编内容进行了审核,并提出了很多宝贵意见和建议,在此深表感谢。

本书由霍仕武任主编,并负责全书统稿工作。具体编写安排如下:第1章由张文武编写,第2章由韩亮编写,第3、4章由李秋鹤编写,第5章由王笑竹编写,第6、7、8章由齐鹏远编写,第9章由孙琪编写,第10章由刘江楠编写。

限于编者的水平和经验,书中难免有欠妥甚至是错误之处,敬请广大读者批评指正,以便再版时修正和完善。

编者

2019年3月

目 录

第 1 章 概述	(1)
1.1 金工实习动员	(1)
1.2 机械制造基础知识	(3)
1.3 机械工程材料	(17)
1.4 钢的热处理	(25)
第 2 章 铸造	(29)
2.1 概述	(29)
2.2 铸造基本原理	(30)
2.3 砂型铸造	(34)
2.4 铸造工艺设计	(47)
2.5 特种铸造	(54)
2.6 金属的熔炼和浇注	(57)
2.7 铸件常见缺陷分析和质量控制	(62)
2.8 铸造新技术、新工艺简介	(65)
2.9 铸造安全操作规程	(67)
复习思考题	(68)
第 3 章 金属压力加工	(69)
3.1 概述	(69)
3.2 锻造	(70)
3.3 冲压	(77)
3.4 锻造和冲压安全操作规程	(80)
复习思考题	(81)
第 4 章 焊接	(82)
4.1 概述	(82)
4.2 焊条电弧焊	(83)
4.3 气体保护焊	(95)
4.4 气焊与气割	(100)
4.5 埋弧自动焊	(102)
4.6 焊接与气割安全操作规程	(102)
复习思考题	(103)

第 5 章 车削加工	(105)
5.1 概述	(105)
5.2 切削基本原理	(106)
5.3 车床	(107)
5.4 车刀	(111)
5.5 车床附件	(120)
5.6 车削操作	(125)
5.7 车削综合工艺举例	(137)
5.8 车削加工安全操作规程	(142)
复习思考题.....	(143)
第 6 章 铣削加工	(148)
6.1 概述	(148)
6.2 铣床刀具及主要附件	(154)
6.3 铣削加工工艺介绍	(159)
6.4 铣削工艺实操案例	(166)
6.5 铣床安全技术生产操作规程	(168)
复习思考题.....	(169)
第 7 章 刨削加工	(170)
7.1 概述	(170)
7.2 刨刀的装卡及工件安装	(175)
7.3 刨削加工工艺介绍	(177)
7.4 刨削工艺实操案例	(179)
7.5 刨床安全技术生产操作规程	(181)
复习思考题.....	(181)
第 8 章 磨削加工	(182)
8.1 概述	(182)
8.2 砂轮简介	(183)
8.3 磨削加工工件的安装及磨床主要附件	(186)
8.4 磨削加工工艺介绍	(187)
8.5 磨削工艺实操案例	(190)
8.6 磨床安全技术生产操作规程	(191)
复习思考题.....	(191)
第 9 章 钳工	(192)
9.1 概述	(192)
9.2 划线	(194)
9.3 锯削	(197)
9.4 锉削	(199)
9.5 钻孔	(202)

9.6	攻螺纹与套扣	(204)
9.7	刮削	(206)
9.8	钳工综合工艺举例	(208)
9.9	钳工安全操作规程及注意事项	(210)
	复习思考题	(210)
第 10 章	数控机床	(211)
10.1	概述	(211)
10.2	数控机床的分类	(213)
10.3	数控编程基础	(218)
10.4	数控车床编程	(225)
10.5	数控铣床编程	(231)
10.6	电火花成形机床	(235)
10.7	数控电火花线切割机床	(238)
10.8	数控加工仿真操作	(243)
10.9	数控机床安全操作规程	(273)
	复习思考题	(276)
	参考文献	(277)

第 1 章 概 述

本章主要介绍了金工实习相关事宜、机械制造基本知识、机械工程材料、钢的热处理等内容,要求学生重点掌握工程材料的种类、工程材料的力学性能以及常用工程材料的种类;了解常用热处理设备,掌握常用热处理方法;了解机械加工质量的相关知识,掌握几种常用测量器具的使用方法。

1.1 金工实习动员

1.1.1 金工实习性质和任务

金工实习是工科专业学生的必修课,是使学生获得机械制造基本知识和技能的一项实践性教学环节,是高等工科院校学生必修的工程实践课程和综合性的工艺技术基础课程。它担负着全面提高学生的工程素质和工程实践能力,培养复合型、应用型和创新型现代工程技术人才的重要任务。另外,通过金工实习的操作技能训练,使学生的动手能力得到较好的锻炼,为后续课程的学习打下良好的基础。

金工实习的任务包括三个方面。

(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。

在实习中,学生要学习机械制造的各种主要加工方法及其所用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。这些实践知识将为其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,进行基本技能训练。

通过直接参加生产实践。操作各种设备,使用各类工具,独立完成简单零件的加工制造全过程,可培养学生对简单零件的加工工艺分析能力、主要设备的操作能力和加工技能,初步掌握工科专业人才应具备的基础知识和基本技能。

(3) 全面开展素质教育和创新能力培养,树立实践观念、劳动观念和团队协作观念,培养高质量人才。

金工实习是在学校的工程训练中心进行的。实训现场不同于教室,它是生产、教学、科研三者结合的基地,教学内容丰富,实习环境多变,接触面宽广。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。金工实习场地是校内的工业环境,学生在实习时置身于工业环境中,接受思想品德教育,培养工程技术人员应有的全面素质。因此,金工实习是强化

学生工程意识教育的良好教学手段。

1.1.2 安全教育

金工实习是学生接受高等教育阶段进行的一次直接上手操作的实践教学,实习内容又是具有高度危险性的机械加工工作,因此全体参与实习的师生一定要时刻树立“安全第一”的思想意识,要做到警钟长鸣。实习安全包括人身安全、设备安全和环境安全,其中最重要的是人身安全。

(1) 实习开始前,要认真研读每个工种的安全操作规范并严格遵守。实习中,要做到专心听讲,仔细观察,做好笔记,要独立操作机床设备。

(2) 严格执行安全制度,进入车间前必须穿好规定的工作服装。女生必须戴好工作帽,将长发放入帽内,不得穿高跟鞋、凉鞋。

(3) 遵守设备操作规程,未经教师允许不得随意乱动车间设备,更不准乱动开关和按钮。

(4) 实习时不打闹,不串车间,不随地而坐,不擅离工作岗位。机床设备等在工作时,不得无人看守。

(5) 操作机床时不准戴手套,严禁身体、衣袖与转动部位接触,必要时要佩戴防护镜;机床工作时,严禁使用清洁工具擦拭机床。

(6) 焊工实习时,不得在无防护下直视强光;搬动工件材料前,要试探温度,防止烫伤;严禁触动电焊机接入电源,电焊场地要保持干燥,防止触电;焊接操作前,要清理周围可燃物,防止火灾发生。

(7) 钳工实习时,工具、工件等要放置稳妥,防止掉落砸脚;要使用刷子清理切屑,切勿嘴吹,防止切屑入眼。

(8) 实习结束及上、下班时应认真清点工具、夹具、量具,做好保养、保管工作。

(9) 每天下班后擦拭机床,清洁整理工具、工件,打扫工作场地,保持环境卫生。

(10) 爱护劳动保护用品,实习结束时及时交还工作物品,损坏、丢失按价赔偿。

1.1.3 金工实习守则

(1) 学生实习前须预习实习的内容,明确学习目的、要求、方法和步骤,做好准备工作。在实习中要认真听讲,专心操作,服从金工教师的安排、指导和管理,按时独立完成实习报告。

(2) 实习时,除必须严格遵守安全操作规程(详见《理工学院金工实习安全操作规程》),加强自身安全防护意识外,还应做到:

① 实习时必须按要求专心操作,严禁在操作时聊天,不许在实习场地嬉戏打闹,不做与实习无关的事情,例如看报、杂志及其他各种书籍。

② 未经实习指导教师允许,不得擅自操作和开动设备。操作中若发现设备运转异常或有事故发生,应立即停止操作,保护现场并及时向指导教师报告。

③ 不得擅自离操作岗位,并坚持人走必须停止设备运转,严禁在设备运转时离开。

④ 在分组进行独立实验时,必须在指定设备上进行操作,严禁擅自串岗。

⑤ 实习场地内所有的电气设备开关均不得擅自扳动。

⑥ 严禁让别人替做工件或拿别人的工件顶替。

⑦ 实习场地内严禁吸烟,禁止吃各种食品,爱护实习场地环境卫生。

(3) 遵守考勤制度,不迟到、不早退。病假要有医院的诊断书,事假要有辅导员签字。因

正当原因而未做的实习,经学院教务部门批准,可补做实习。

(4) 学生应维护保养好机器设备,保管好实习工具,不得动用与本次实验无关的设备,丢失、损坏工具要酌情赔偿。

(5) 认真做好设备、场地的清洁工作,工具、工件应摆放有序,做到文明实习。经实习指导人员或教师允许后,才能离开现场。

(6) 对于实习过程中由于学生违反安全操作规程或不听从老师指导而发生的事故,责任主要由违规操作个人承担,并须赔偿损失。责任人实习成绩一律以零分计。

(7) 实习学生应自觉遵守金工实习守则,以保证顺利安全完成金工实习任务。对违反者将视其情节态度给予批评教育、取消实习资格或给予纪律处分。

1.2 机械制造基础知识

1.2.1 机械制造的一般过程

机械是机器与机构的总称。机构是用来传递与变换运动和力的机械装置,如连杆机构、齿轮机构、凸轮机构、螺旋机构等。机器是根据某种使用要求而设计的用来变换和传递能量、物料和信息的执行机械运动的装置,如电动机和发电机用来转换能量、加工机械用来改变物料的状态、起重运输机械用来传递物料、计算机用来变换信息等。

机械制造是指将各种原材料经过加工转变为可供人们使用或利用的机械产品的过程。机械制造业与人们的生活密切相关,它既为国民经济各部门提供技术装备,又为社会提供物质财富。机械制造发展水平是国家工业化程度的重要标志。

机械产品的生产过程是一个复杂的生产系统。首先要根据市场的需求作出生产什么产品的决策;接着要完成产品的设计工作;而后需综合运用工艺技术理论和知识来确定制造方法和工艺流程;最后才进入制造过程,实现产品的输出。

因此,机械制造的一般过程可简要归纳为生产技术准备、机械产品加工、辅助生产和生产服务四个过程。

1. 生产技术的准备过程

生产技术准备是指产品在投入生产前所进行的各种准备工作。如产品设计、工艺设计和专用工夹具的设计与制造、生产计划的编制、生产资料的准备、生产管理内容的制定、劳动组织的组建以及新产品的试制和鉴定工作等。

2. 机械产品的加工过程

机械产品的加工是指把原材料变为成品的全过程。一般情况下,原材料经过铸造、锻压、冲压、焊接等方法制成毛坯,然后由毛坯经机械加工制成零件(有的零件在毛坯制造和加工过程中穿插不同的热处理工艺),最后经装配调试、验收合格后,产品出厂,机械产品生产过程如图 1-1 所示。

机械制造以使用金属材料为主。金属材料主要分两类:一类为锭料及粉状材料,用于铸造、锻造及烧结等加工用;另一类为型材(如棒料、管料、板带料),供机械加工用。有些零件所用的材料为工程塑料、工程陶瓷、橡胶及复合材料等。

半成品零件加工和成品零件加工多采用切削加工(车、铣、刨、钻、镗、磨和钳工等)及焊接、

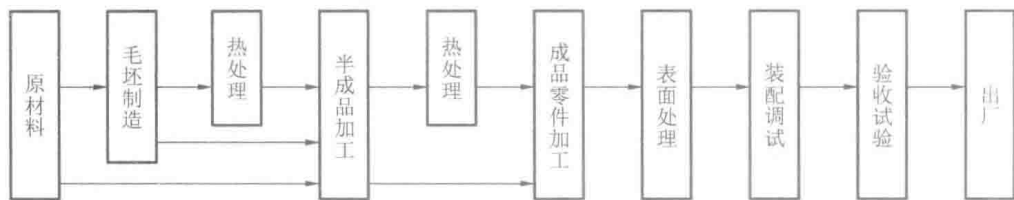


图 1-1 机械产品生产过程

冲压等工艺方法。除了这些加工方法外,还可采用特种加工方法,如电火花加工、电解加工、激光加工、超声波加工、化学加工等。

热处理用于工艺过程中对材料的改性,如正火、退火、淬火与回火等热处理方法。而表面处理则用于装饰和保护零件,如发蓝、喷丸、抛光、电镀、阳极氧化、涂装等表面处理方法。

装配是将生产出的各种零件按要求连接在一起,组成机械产品的工艺过程。装配是机械制造过程中的最后一个生产阶段,其中还包括调整、试验、检验、涂装和包装等工作。因此装配工作对产品质量的影响很大。

验收试验是按产品的技术要求,对产品的有关性能进行试验,只有验收试验合格的产品才能出厂。验收试验和贯穿于整个机械制造工艺过程的检验工作,都是保证产品质量和工艺过程正确实施的主要措施。验收试验方法有用测量器具测量、目视检验、无损探伤、力学性能试验及金相检验等。

3. 辅助生产过程

辅助生产是指为保证产品加工过程所必需的各种辅助生产活动。如包括各种动力及工艺工装的提供,设备备件的制造及设备维修等。辅助生产过程是整个生产过程不可分割的组成部分。

4. 生产服务过程

生产服务包括原材料的供应、外购件和工具的供应、运输及搬运、检验、仓库保管等。实际上生产服务是为产品加工过程和辅助生产过程服务的。

机械制造方法很多,一般按加工方法的本质可分为材料成形加工、切削加工、特种加工以及金属材料的热处理等。

材料成形加工是将材料在固态、液态、半液态、粉末等状态下,通过在特定的型腔中加热、加压、连接等方式形成所需形状、尺寸的产品的加工方法。材料成形加工方法包括铸造、锻造、冲压、焊接等。

切削加工是使用切削刀具用机械力从毛坯上去除多余材料,从而获得所需形状和尺寸零件的加工方法。切削加工方法包括车削、刨削、铣削、磨削、钳工等加工方法。

特种加工是不使用机械力去除毛坯上的多余材料,而是使用电火花加工、激光加工、等离子束加工等方法,将毛坯上的多余材料去除,获得所需要的形状和尺寸的加工方法。

热处理是指通过物理加热和冷却、化学反应等方式,使零件材料内部组织结构发生变化,从而改变材料的力学、物理、化学性能,提高零件性能的加工方法。

1.2.2 机械加工质量及其检测

机械产品的质量和使用性能与机械零件的加工和装配质量有直接的关系,保证机械零件加工质量是保证机械产品质量的基础。

机械加工质量包括机械加工精度和表面质量两个方面的内容,前者指机械零件加工后宏

观的尺寸、形状和位置精度,后者主要指零件加工后表面的微观几何形状精度和物理机械质量。

1. 机械加工精度的基本概念

机械加工精度是指零件加工后实际几何参数(包括尺寸、形状和表面间的相互位置)与理想几何参数的符合程度。符合程度越高,精度越高。加工误差是指加工后零件的实际几何参数(包括尺寸、形状和相互位置)与理想几何参数的偏离程度。加工误差是表示加工精度高低的数量指标,一个零件的加工误差越小,加工精度就越高。

零件的机械加工精度包括三方面内容:尺寸精度、形状精度和位置精度。这三者之间是有联系的,形状误差应限制在位置公差之内,而位置误差又应限制在尺寸公差之内。当尺寸精度要求高时,相应的位置精度、形状精度也要求高。但形状精度要求高时,相应的位置精度和尺寸精度有时不一定要求高。

1) 尺寸精度

尺寸精度是指加工零件实际尺寸与理想尺寸的接近程度。尺寸精度用尺寸公差等级表示。尺寸公差就是零件尺寸在加工中允许的变动量,公差越小,则精度越高。公差等于零件设计尺寸的最大极限尺寸与最小极限尺寸的差值。

国家标准将公差等级分为 20 级,分别用 IT01、IT0、IT1……IT18 表示,IT01 公差值最小,尺寸精度最高。

2) 形状精度和位置精度

① 形状精度 构成零件几何特征的线、面等形状要素与设计理想形状的符合程度,称为形状精度,用形状公差来控制。国家标准规定了 6 项形状公差,形状公差的名称、符号见表 1-1。

② 位置精度 构成零件几何特征的点、线、面的实际位置与设计理想位置的符合程度称为位置精度,用位置公差来控制。国家标准规定了 8 种位置公差,位置公差的名称及符号见表 1-1。

表 1-1 形状、位置公差名称及符号

公差类别	项 目	符 号	公差类别	项 目	符 号	
形状公差	直线度	—	位置公差	定向	平行度	//
	平面度	□			垂直度	⊥
	圆度	○			倾斜度	∠
	圆柱度	⊘		定位	同轴度	◎
	线轮廓度	~			对称度	≡
	面轮廓度	∩			位置度	⊕
			跳动	圆跳动	/	
				全跳动	//	

2. 机械加工质量及其检测方法

机械加工表面质量是指由一种或几种加工、处理方法获得的表层状况(包括几何的、物理的、化学的或其他工程性能的)。一般说来,机械加工表面质量主要包括两项基本内容:一是加工表面粗糙度;二是加工表面层材料物理、力学性能的变化。

1) 加工表面粗糙度

在切削加工过程中,由于挤压、摩擦、振动等原因,使已加工表面质量受到不同程度的影响,看似非常光滑的表面,通过放大,会发现它们高低不平,有微小的峰谷,微小峰谷的高低程度和间距组成的微观几何形状表面特征称为表面粗糙度。表面粗糙度的评定参数可从轮廓算术平均偏差 R_a 、微观不平度十点高度 R_z 、轮廓最大高度 R_y 三项中选取,在常用的参数范围内推荐优先选用 R_a 。机械加工中常用的表面粗糙度数值为:50、25、12.5、6.3、3.2、1.6、0.8、0.4、0.2、0.1、0.05、0.025、0.012、0.008,单位为 μm 。

2) 加工表面层材料物理、力学性能的变化

加工表面层材料物理、力学性能的变化,主要包括加工表面层的加工硬化、残余应力、金相组织变化等三方面内容。其中,加工硬化常用表层显微硬度 H 、硬化层深度 h_s 及硬化程度 N 表示。

3. 机械加工检测

为保证零件的加工精度,在加工过程中要对零件进行测量;加工完的零件是否符合设计图纸要求,也要进行检验。这些测量和检验所使用的工具称为测量器具。

常用测量器具有金属尺、游标卡尺、外径千分尺、百分表、卧式测长仪、立式光学比较仪、电感测微仪、浮标式气动量仪、三坐标测量仪、光切显微镜等。

在不同的条件下对零件进行测量时,通常采用不同的测量方法。测量方法是指测量时所采用的方法、测量器具和测量条件的综合,但在实际工作中一般单纯从获得测量结果的方式来理解测量方法。

常用测量器具如下:

1) 钢直尺

钢直尺是最简单的长度量具,如图 1-2 所示,其用不锈钢片制成。可直接用来测工件尺寸。它的测量长度有 150 mm、200 mm、300 mm、500 mm、1000 mm、2000 mm 等规格。测量工件的外径和内径尺寸时,常与卡钳配合使用。钢直尺的测量精度一般只能达到 0.2 ~ 0.5 mm。



图 1-2 钢直尺

钢直尺使用及注意事项:如果精度允许,在中等精度测量中可以使用钢直尺。测量时尺的一端尽量顶住轴肩或台阶,以保证其测量精度。但经过长期使用,直尺的端部会产生磨损,此时从端部测量时,就会产生误差,为了保证测量精度,一般在测量时可以从 1 cm 的地方算起,读数时再减去 1 cm。钢直尺上不应有碰伤划痕、刻度线断线以及漆面脱落等影响使用性能的外观缺陷,包装前应该做防锈处理,并妥善包装。

2) 角尺

金属直角尺主要用于工件直角的检验和划线。常用金属直角尺的形式有:圆柱直角尺、三角形直角尺、刀口形直角尺、矩形直角尺、平面形直角尺、宽座直角尺等,这里主要介绍宽座直角尺。

宽座直角尺的形式如图 1-3 所示,可精确测量工件内角、外角的垂直偏差,用于检验工件

的垂直度或检定仪器纵横向导轨的相互垂直度。通常用铸铁、钢或花岗岩制成。精度等级为0级、1级和2级三种。0级精度一般用于检验精密量具；1级精度可用于精密工件的检验；2级精度可用于一般工件的检验。角尺的规格用长边(L)×短边(B)表示，从63 mm×40 mm到1600 mm×1000 mm等共15种规格。

3) 游标卡尺

游标卡尺(简称卡尺)是直接测量工件的内径、外径、宽度、长度和深度等的中等精度量具,其结构如图1-4所示,游标卡尺主要由尺身、内径量爪、外径量爪、深度测标和游标组成,其读数准确度有0.1 mm、0.05 mm、0.02 mm三种。

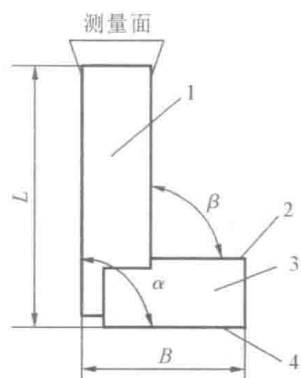


图 1-3 宽座直角尺

1—长边;2、4—基面;3—短边

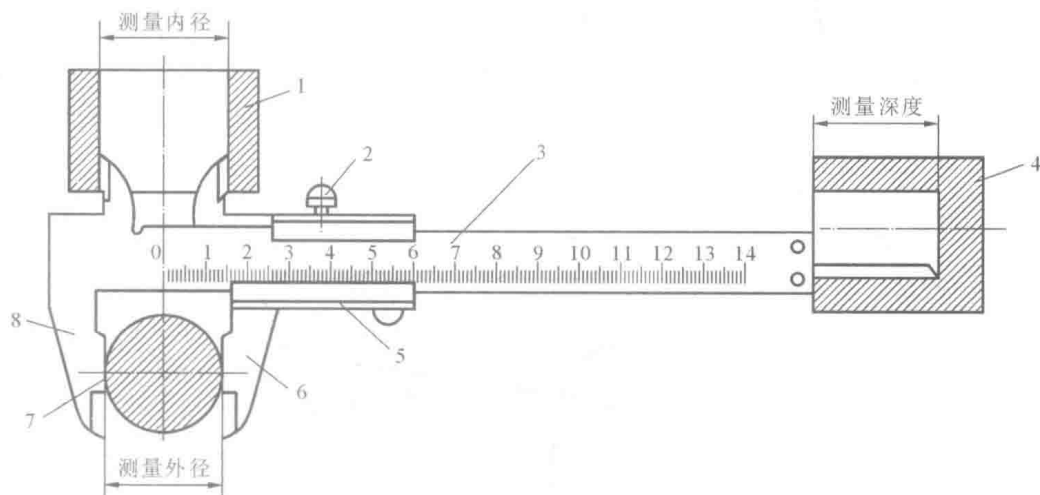


图 1-4 游标卡尺结构

1、4、7—工件;2—制动螺钉;3—尺身;5—游标;6—活动卡脚;8—固定卡脚

游标卡尺的读数原理是:游标卡尺利用尺身的刻线间距与游标的刻线间距差来进行分度。以精度为0.02 mm的游标卡尺为例,尺身刻线间距为1 mm,而游标将49 mm均分为50个刻度,即每小格长度为0.98 mm,尺身与游标之差是0.02 mm,表明该游标卡尺精度为0.02 mm,如图1-5所示。

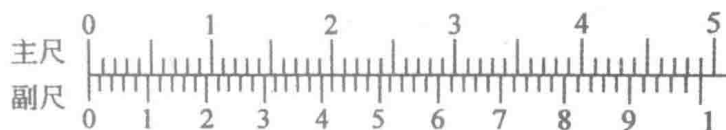


图 1-5 0.02 mm 游标卡尺的刻线原理

具体读数方法如图1-6所示,具体如下:

(1) 读出尺身上的整数尺寸。游标零线左侧,尺身上的毫米整数值,图纸为23 mm。

(2) 读出游标上的小数尺寸。找出游标上哪一条刻线与尺身上刻线对齐,该游标刻度次序数乘以该游标的精度值,得到毫米内小数值,图中游标刻度次序数为12,乘以卡尺精度值0.02 mm,所得游标数值为0.24 mm。

(3) 把尺身和游标上的两个数值相加,即 $(23+12 \times 0.02)$ mm=23.24 mm。

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。

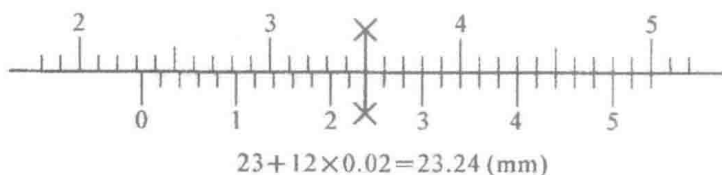


图 1-6 游标卡尺的读数方法

(1) 检查零线。使用前应首先检查量具是否在检定周期内,然后用软布擦净卡尺,使量爪闭合,检查量爪间测量面的密合性,应密不透光,否则,应进行修理或更换。检查尺身与游标的零线是否对齐,若未对齐,则在测量后应根据原始误差修正数值。

(2) 放正卡尺。测量内外圆直径时,尺身应垂直于轴线,应使两量爪处于直径处。

(3) 用力适当。测量时,右手拿住尺身,大拇指移动游标,左手拿待测物体,使待测物位于量爪之间,应使量爪逐渐与工件被测量表面靠近,最后达到轻微接触适宜,不能使被夹紧的物体在量爪内挪动,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,表面粗糙的毛坯件不能用游标卡尺测量。

(5) 卡尺存放。测量结束后,用软布擦净卡尺,使量爪闭合后轻微拧紧游标紧固螺钉,把卡尺平放,尤其是大尺寸的卡尺更应该注意,否则尺身易弯曲变形。

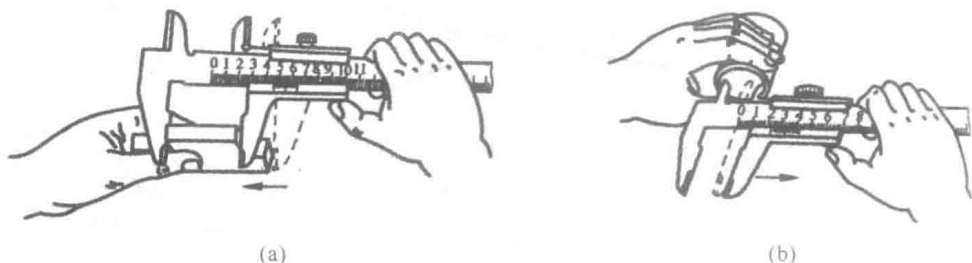


图 1-7 游标卡尺分别测量内、外表面尺寸

(a) 测量外表面 (b) 测量内表面

为了方便读取游标卡尺测量数据及测量的准确性,市场上还有带表卡尺及数字显示游标卡尺,分别如图 1-8 和图 1-9 所示。



图 1-8 带表卡尺



图 1-9 数字显示游标卡尺

在测量中,除了游标卡尺外,还会用到深度游标卡尺和高度游标卡尺。深度游标卡尺用于测量凹槽或孔的深度、梯形工件的梯层高度、长度等尺寸,常被简称为“深度尺”。高度游标卡尺的主要用途是测量工件的高度,另外还经常用于测量形状和位置公差,有时也用于精密划线。如图 1-10 所示为深度游标卡尺和高度游标卡尺。

4) 万能角度尺

万能角度尺又被称为角度规、游标角度尺和万能量角器,是利用游标读数原理来直接测量

工件角或进行划线的一种角度量具,如图 1-11 所示。万能角度尺适用于机械加工中的内、外角度测量,可测 $0^{\circ}\sim 320^{\circ}$ 外角及 $40^{\circ}\sim 130^{\circ}$ 内角。

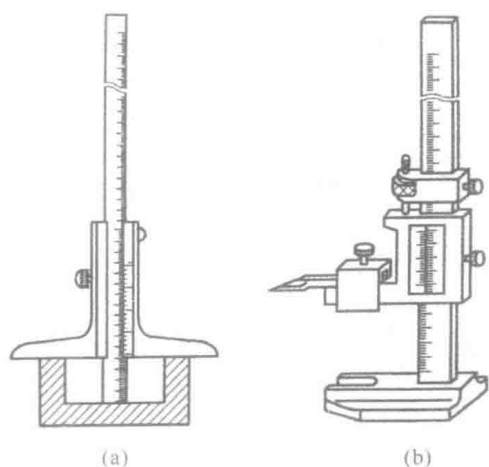


图 1-10 深度游标卡尺和高度游标卡尺

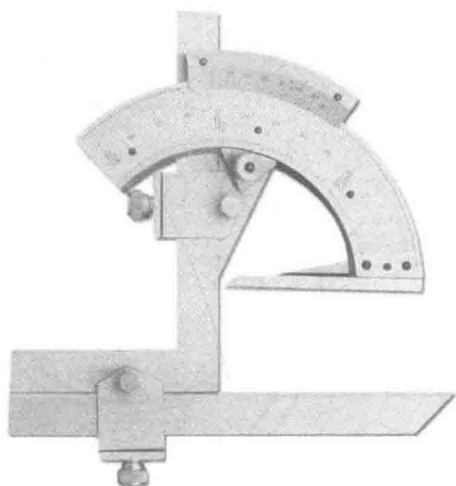


图 1-11 万能角度尺

万能角度尺的读数机构是根据游标原理制成的。主尺刻线每格为 1° 。游标的刻线是取主尺的 29° 等分为 30 格,因此游标刻线每格为 $29^{\circ}/30$,即主尺与游标一格的差值为 $2'$,也就是说万能角度尺读数准确度为 $2'$ 。除此之外还有 $5'$ 和 $10'$ 两种精度。其读数方法与游标卡尺完全相同。

万能角度尺的应用实例如图 1-12 所示。

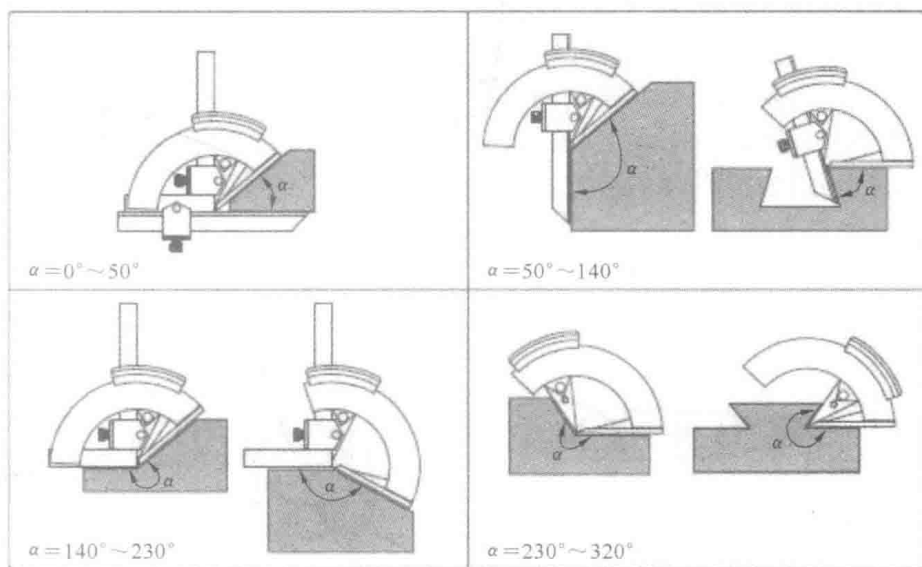


图 1-12 万能角度尺应用实例

5) 外径千分尺

外径千分尺,也叫螺旋测微器,常简称为“千分尺”,分为机械式千分尺和电子千分尺两类。它是比游标卡尺更精密的长度测量仪器,精度有 0.01 mm 、 0.02 mm 、 0.05 mm 几种,加上估读的 1 位,可读取到小数点后第 3 位(千分位),故称千分尺。

外径千分尺是用来测量或检验零件的外径、凸肩厚度以及板厚或壁厚等的测量工具,常用规格有 $0\sim 25\text{ mm}$ 、 $25\sim 50\text{ mm}$ 、 $50\sim 75\text{ mm}$ 、 $75\sim 100\text{ mm}$ 、 $100\sim 125\text{ mm}$ 等若干种。

图 1-13 是测量范围为 0~25 mm 的机械式外径千分尺,尺架的一端装着固定测砧 2,另一端装有测微螺杆。固定测砧和测微螺杆的测量面上都镶有硬质合金,以提高测量面的使用寿命。尺架的两侧面覆盖着隔热装置 8,使用千分尺时,手拿在隔热装置上,防止人体的热量影响千分尺的测量精度。

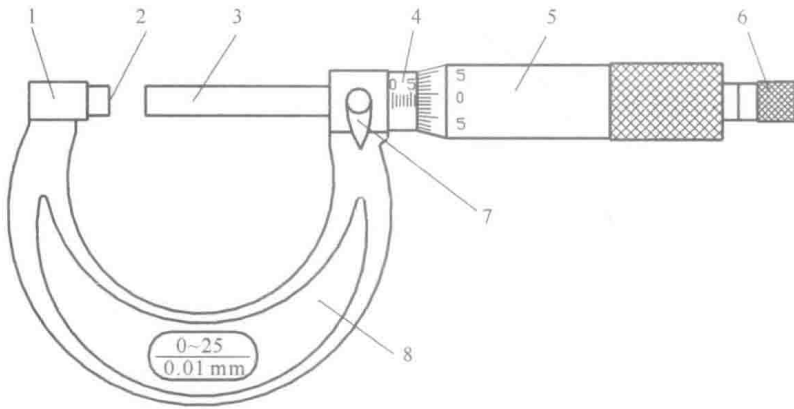


图 1-13 外径千分尺

1—尺架;2—固定测砧;3—测微螺杆;4—固定套管;5—微分筒;6—测力装置;7—锁紧装置;8—隔热装置

在测量使用外径千分尺时,应先将千分尺的测砧和测微螺杆的测量面擦拭干净,并校准千分尺零线,以保证测量准确性。测量步骤如下:

(1) 先将工件被测表面擦净,以保证测量准确。

(2) 用左手握住千分尺的尺架隔热位置,用右手握住微分筒;或者将千分尺固定在千分尺固定架上,用左手握住工件,用右手握住微分筒。

(3) 将被测件放到测砧和测微螺杆的测量接触面之间,用右手转动微分筒,使测微螺杆前移,当测微螺杆快接触到被测件时,改调测力装置,直至听到三声“咔、咔、咔”声音时停止。这点很重要,如果快接近测量件时,依然转动微分筒,将会产生高的测量压力而影响测量的正确性且容易损坏千分尺,如图 1-14 所示。

(4) 测量完毕后,转动微分筒使两测量面与被测工件表面脱离,不要直接拉出或转动测力装置退出。

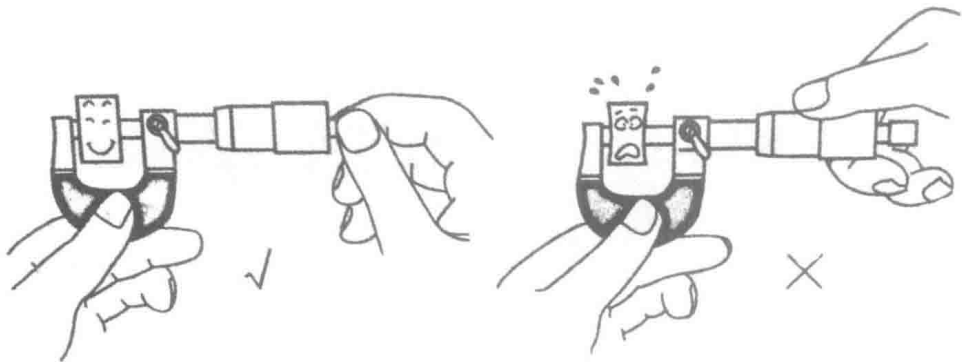


图 1-14 外径千分尺正确和错误的测量方法

千分尺的读数如图 1-15 所示,在固定套管基准线之上是整毫米数的分度刻线,在基准线之下是半毫米数(0.5 mm)的分度刻线。在微分套筒的圆周上共刻有 50 格等分刻线。转动微分套筒一格刻线,则测微轴杆移动 0.01 mm,因此微分套筒转一圈,测微轴杆就移动 0.5 mm,读数方法如下: