

工程训练教程

殷燕芳 黄文星 主编

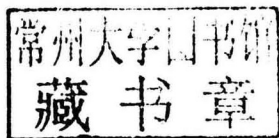


电子科技大学出版社



工程训练教程

主 编 殷燕芳 黄文呈
副主编 杨宁斌 汪帮富
夏洪均 王立娜
高泽斌
参 编 王晓宣



电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

工程训练教程 / 殷燕芳, 黄文呈主编. —成都 :
电子科技大学出版社, 2014. 5
ISBN 978-7-5647-2349-1

I. ①工… II. ①殷… ②黄… III. ①机械制造工艺
—教材 IV. ①TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 090672 号

内 容 简 介

本书是组织有关教授和一线教师结合教学改革经验和教学需求,本着“实用、适用、先进”的编写原则,坚持深广度适中、够用的理念,内容力求精选,讲求实用,图文并茂,便于学生学习。主要包括金属材料、热处理、铸锻焊、传统机械加工方法、现代制造技术等,增添了塑料材料的注射成型及模具拆装、3D 成形等方面的内容。在传授基本知识的同时,加强对基本技能和可操作性的论述,各章节添加了“工艺实训”实习方式及案例,同时强调工程实训中的安全注意事项。

本书可作为高等院校和职业院校机械类专业及非机械类本、专科专业的工程实训教材,还可供学生和相关工程技术人员参考。

工 程 训 练 教 程

主 编 殷燕芳 黄文呈

出 版: 电子科技大学出版社(成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编:610051)

策划编辑: 曾 艺

责任编辑: 曾 艺

主 页: www.uestcp.com.cn

电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn

发 行: 全国新华书店经销

印 刷: 北京市彩虹印刷有限责任公司

成品尺寸: 185mm×260mm 印张 18.75 字数 450 千字

版 次: 2014 年 5 月第一版

印 次: 2014 年 5 月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-5647-2349-1

定 价: 37.50 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 本社发行部电话:(028)83202463; 本社邮购电话:(028)83201495。

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误,请寄回印刷厂调换。

前 言

本教材是根据教育部技术本、专科专业教学改革的需要,结合材料制造加工的实际,并考虑工程实训教学发展新形势的要求,参考了许多院校的实训教材及技术文档编写而成。

教材具有如下特点:

(1) 符合高等工科院校专业的培养目标,以及教育部大学生工程实训的要求精神。考虑到材料外延的扩展和成型方法的快速发展的现实要求,并具有一定的学科建设前瞻性。

(2) 本教材结合了常规机械制造方法和数控加工技术,增加了塑料的注射成型、模具拆装、3D 成形等章节。

(3) 本书在坚持叙述简练、深入浅出、直观形象、图文并茂的同时添加了"工艺实训"实习方式及案例。

本书由殷燕芳(武汉轻工大学)、黄文呈(龙岩学院)担任主编,副主编由王立娜 夏洪均 汪帮富 高泽斌 于加洋 杨宁斌担任。

参加编写工作的有:武汉轻工大学殷燕芳(第 1、2、3、5、6、7、8 章节),龙岩学院黄文呈(第 4、10 章),苏州科技学院汪帮富(第 9.4、9.5、9.6、11 章),重庆工商大学夏洪均(第 12 章),武汉轻工大学杨宁斌(第 9.1、9.2、9.3 章),新疆农业大学高泽斌和长春大学王立娜(实习报告)。全书由殷燕芳统编,廖铃钢对全书进行了电子版的整理工作。

由于编者水平有限,加之时间仓促,难免存在不妥之处,恳请希望同仁和广大读者批评指正。

编 者

2014 年 4 月



目 录

绪 论	(1)
第1章 工 程 概 述	(2)
1.1 安全手册与工程素质	(2)
1.1.1 社会能力培养与法律意识	(2)
1.1.2 安全教育	(3)
1.1.3 设备的维护	(3)
1.2 常用量具的测量技术	(4)
1.2.1 游标卡尺	(4)
1.2.2 千分尺	(6)
1.2.3 内径千分尺	(7)
1.2.4 百分表	(8)
1.2.5 万能角度尺	(9)
1.2.6 光滑极限量规	(9)
1.3 工程材料基础知识	(10)
1.3.1 工程材料的分类	(10)
1.3.2 金属材料	(11)
1.3.3 高分子材料	(12)
1.3.4 复合材料的性能特点	(13)
第2章 金属材料与钢的热处理	(14)
2.1 金属材料的基本性能	(14)
2.2 金属材料的机械性能	(14)
2.3 金属材料的鉴别	(18)
2.3.1 钢的火花鉴别	(18)
2.3.2 色标鉴别法	(21)
2.3.3 断口鉴别法	(21)
2.3.4 音响鉴别	(21)
2.3.5 钢的显微组织观察	(21)
2.4 钢的热处理	(22)
2.4.1 概述	(22)
2.4.2 热处理基本操作规程	(25)
2.4.3 铁碳合金显微组织观察	(26)
实训——热处理	(28)
第3章 塑料材料与注射成型	(30)
3.1 工程塑料的基本性能	(30)



3.1.1	塑料的组成	(30)
3.1.2	塑料的分类	(30)
3.1.3	塑料的性能	(31)
3.2	热塑性塑料的注射成型	(32)
3.2.1	注射成型设备	(32)
3.2.2	注射成型工艺过程	(34)
3.2.3	注射成型工艺参数	(35)
3.2.4	注射成型特点	(37)
	实训——注射成型	(38)
第4章	铸 造	(40)
4.1	铸造成型工艺	(40)
4.1.1	铸造的特点	(40)
4.1.2	铸造的分类	(40)
4.2	砂型铸造工艺	(42)
4.2.1	造型材料	(43)
4.2.2	模样的准备	(44)
4.2.3	模板	(44)
4.2.4	造型方法	(45)
4.2.5	造芯	(50)
4.3	砂型(芯)的烘干、合箱及浇注	(51)
4.3.1	砂型(芯)的烘干	(51)
4.3.2	合型	(51)
4.3.3	浇注工艺	(52)
4.3.4	铸件的落砂、清理	(53)
4.3.5	铸件质量分析	(53)
	实训——铸	(55)
第5章	锻 压	(57)
5.1	概 述	(57)
5.2	锻 造	(58)
5.2.1	锻造生产过程	(58)
5.2.2	自由锻	(60)
5.2.3	胎模锻	(64)
5.2.4	模锻	(64)
5.2.5	锻造操作技术	(65)
5.3	板料冲压	(66)
5.3.1	冲压设备与模具	(66)
5.3.2	冲压工序	(67)
	实训——锻	(71)
第6章	焊 接	(74)
6.1	概 述	(74)



6.1.1	分 类	(74)
6.1.2	焊接电弧	(75)
6.1.3	电焊条	(76)
6.2	手工电弧焊	(78)
6.3	气焊与切割	(81)
6.3.1	气焊	(81)
6.3.2	切割	(82)
6.4	其他常用焊接方法	(85)
6.5	焊接缺陷及其检验方法	(88)
6.5.1	焊接应力与变形	(88)
6.5.2	焊接缺陷	(88)
6.5.3	焊接检验	(89)
实训——焊		(90)
第7章 钳 工		(94)
7.1	概 述	(94)
7.2	画 线	(95)
7.2.1	常用画线工具和方法	(95)
7.2.2	画线基准的选择	(97)
7.2.3	画线步骤	(97)
7.3	锉 削	(98)
7.3.1	锉刀	(98)
7.3.2	锉削操作	(99)
7.3.3	检验工具及其使用	(100)
7.4	锯 削	(100)
7.4.1	手锯	(100)
7.4.2	锯割操作	(101)
7.4.3	锯削操作示例	(103)
7.4.4	质量分析	(104)
7.5	攻螺纹和套螺纹	(104)
7.5.1	基本知识	(104)
7.5.2	基本操作	(106)
7.6	刮 削	(106)
7.6.1	刮削原理	(107)
7.6.2	刮刀	(107)
7.6.3	刮削的种类	(107)
实训——钳工		(112)
第8章 模具的装配与拆卸		(115)
8.1	注射模具的分类及结构	(115)
8.1.1	模具的组成	(115)
8.1.2	注射模的分类	(116)



8.2	冲 压 模 具	(117)
8.2.1	冲压加工特点	(117)
8.2.2	冲裁模结构	(119)
8.3	模具装拆	(123)
8.3.1	安全	(123)
8.3.2	模具的装配	(124)
8.3.3	模具的拆卸	(127)
8.4	模具拆装要点	(128)
8.4.1	一般事项	(128)
8.4.2	常见零件的拆装	(128)
	实训——模具拆装	(131)
第9章	机械切削加工	(135)
9.1	机械切削技术概述	(135)
9.1.1	机械切削的5种基本加工方法	(135)
9.1.2	机械切削加工系统	(135)
9.1.3	切削运动	(136)
9.1.4	切削用量	(136)
9.1.5	切屑和切削液	(138)
9.2	车 削	(140)
9.2.1	概述	(140)
9.2.2	车床的构造	(140)
9.2.3	车床附件和工件的装夹	(145)
9.2.4	车削用量的选择原则	(150)
9.2.5	车削加工	(151)
9.2.6	车工实训	(162)
9.3	钻削和镗削	(164)
9.3.1	钻削	(165)
9.3.2	镗削	(169)
9.4	铣 削	(175)
9.4.1	铣削运动和铣削用量	(175)
9.4.2	常用铣床及其附件	(176)
9.4.3	铣刀	(181)
9.4.4	铣削加工	(183)
9.4.5	齿形铣削	(190)
	实训——铣削	(193)
9.5	刨 削	(195)
9.5.1	刨削概述	(195)
9.5.2	刨削设备和工夹具	(196)
9.5.3	刨削操作	(199)
	实训——刨削	(201)



9.6 磨削	(202)
9.6.1 磨削概述	(202)
9.6.2 磨床	(203)
9.6.3 砂轮	(206)
9.6.4 磨削操作	(207)
实训——磨削	(211)
第10章 数控加工技术	(212)
10.1 数控编程基本知识	(213)
10.1.1 概念	(213)
10.1.2 数控编程方法及步骤	(213)
10.1.3 编制程序	(214)
10.1.4 数控机床的坐标系统	(215)
10.1.5 数控加工零件程序的结构	(218)
10.2 数 控 车 床	(220)
10.2.1 特点	(220)
10.2.2 数控车床的结构和工作过程	(221)
10.2.3 加工程序的编制	(221)
10.2.3 刀尖半径补偿加工	(226)
10.2.4 自动编程系统简介	(228)
实训——数控车床(辊轴加工)	(230)
10.3 数控铣床基础知识	(232)
10.3.1 数控铣床的类型	(232)
10.3.2 数控铣床的加工工艺范围	(233)
10.3.3 数控铣床的组成	(234)
10.3.4 数控铣床的工作原理	(235)
10.3.5 数控铣床加工的特点	(235)
10.4 数控铣削加工工艺	(235)
10.4.1 数控铣削的工艺性分析	(235)
10.4.2 零件图样的工艺性分析	(236)
10.4.3 分析零件的变形情况	(238)
10.4.4 零件的加工路线	(240)
10.5 数控铣削程序编程方法	(241)
10.5.1 数控编程概念及步骤	(241)
10.5.2 数控铣程序一般格式	(242)
10.5.3 数控铣基本编程方法	(246)
10.5.4 固定循环功能	(252)
10.6 加工中心程序编制	(255)
10.6.1 加工中心的特点	(255)
10.6.2 加工中心的主要加工对象	(255)
10.6.3 加工中心的指令与代码	(256)



10.6.4	常用指令的编程	(257)
10.6.5	编程实例	(258)
实训——数控铣床		(262)
第11章 电火花加工		(264)
11.1	概 述	(264)
11.1.1	电火花加工分类	(264)
11.1.2	电火花加工特性	(264)
11.2	电火花成形加工机床的结构	(265)
11.2.1	操作安全规程	(265)
11.2.2	操作流程	(266)
11.3	数控线切割加工	(267)
11.3.1	切割加工	(267)
11.3.2	加工	(268)
11.3.2	检验	(268)
11.3.3	穿丝孔、起切点及走丝路线的确定	(269)
11.4	数控线切割加工的基本原理、特点	(271)
11.4.1	基本原理	(271)
11.4.2	数控线切割加工的特点	(272)
11.4.3	数控线切割的应用范围	(272)
11.5	数控线切割加工设备	(273)
11.5.1	数控线切割机床的分类	(273)
11.5.2	数控线切割机床的结构	(273)
11.5.3	数控电火花线切割机床的型号及技术参数	(273)
11.6	直线的编制	(276)
11.6.1	格式中每项的意义	(276)
11.6.2	代码编程中的补偿	(277)
实训——线切割		(279)
第十二章 快速成型技术		(280)
12.1	快速成型技术的特点	(280)
12.1.1	快速成型工艺的基本流程	(280)
12.1.2	快速成型技术的特点	(281)
12.2	几种典型的快速成型技术介绍	(281)
12.3	快速成型的应用	(283)
12.4	3D 打印技术	(285)
12.5.1	3D 打印过程	(285)
12.5.2	3D 打印的限制因素	(286)
实训——3D 打印		(287)
参考文献		(288)



绪 论

工程实训实习以实践教学为主,学生应进行独立操作,在实习过程中有机地将基本工艺理论、基本工艺知识和基本工艺实践结合起来,同时重视工艺实践技能的锻炼和提高。工程实训实习教学内容涉及一般机械制造生产的主要过程。机械制造过程大致如图 1-1 所示。

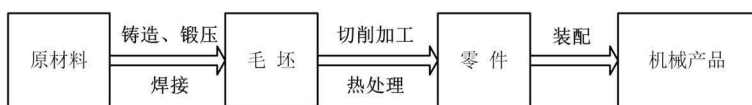


图 1-1 机械制造过程

根据设计图样和工艺文件,将原材料(生铁、钢锭、型材等)用铸造、锻压、焊接等方法制成毛坯,再经切削加工制成零件。在毛坯生产和零件加工过程中,为了改善金属材料的组织和性能,常要进行热处理。最后将零件装配成合格的机械产品。除此之外,还有数控机床、加工中心、电火花和线切割等先进制造技术实习。通过讲课示范、实际操作、参观演示、电化教学、实习报告、理论知识考试、综合考核等方式和手段完成实践教学任务。

通过实习,要达到下列要求:

1. 使学生了解机械制造的一般过程和机械制造工艺基础知识,建立机械制造生产过程的概念,培养一定的操作技能。让学生养成热爱劳动、遵守纪律的好习惯。在劳动观点、创新能力和理论联系实际科学作风等工程技术人员的基本素质方面受到培养和锻炼。为后续课的学习和今后的工作打下一定的实践基础。
2. 熟悉机械零件常用的加工方法及所用设备、生产特点和应用范围、工夹量具的使用及安全操作规程,并具有初步的操作技能,在主要工种上具有独立完成简单零件加工制造的实践能力。
3. 对毛坯和零件的加工工艺过程有一般的了解,具有初步选择加工方法和分析工艺过程的能力。了解新工艺、新技术在机械制造中的应用。
4. 熟悉有关工程术语,了解主要技术文件及技术标准。



第1章 工程概述

1.1 安全手册与工程素质

1.1.1 社会能力培养与法律意识

人类所从事的任何创新，不管是物质创新还是精神创新，不管是具体物品创新还是知识理论创新，都是通过实践来实现的，是在实践的过程中形成、检验和发展的(如图 1-2 所示)。脱离了实践活动，任何创新都不可能实现。现代社会对人才的需求已不仅仅停留在专业理论知识的掌握，而要求具备从事某种社会职业岗位的工作能力和素质。工程训练实践恰恰能够使大学生尝试从学生角色向劳动者角色转换，是一个从学习成长性实践向劳动创造性实践过渡与转换的初始化过程。

从微电子、信息(计算机与通信、控制理论、人工智能等)、新材料、系统科学所代表的新一代工程科学与技术的迅猛发展在机械制造领域中的广泛渗透、应用、衍生，极大地拓展了机械制造活动的深度和广度，急剧的改变现代设计方法、产品结构、生产方式、生产工艺、设备以及生产组织结构，产生了一大批新的制造技术和制造模式。新技术的综合作用促进了制造技术在宏观(制造系统集成)和微观(精密、超精密、微纳米加工检测)两个方向上的蓬勃发展。



(a) 鲁班和他的发明



(b) 钻木取火

图 1-2 实践与发明

工程实训实践本身就是直接的、现实的物质活动，能引起加工工件的改变；同时，工程实训实践又能把理论的东西变成现实的东西，在现实中实现主体的目的、愿望和意图，



并在这个过程中改变和发展主体自身。工程实训主要以实践教学为主,课堂教学与自学为辅,学生必须在实习现场进行某些主要工种的实际操作。了解机械制造的一般过程及机械零件的常用加工方法,熟悉主要机械加工设备的工作原理与典型结构,学会使用常用工具与量具的基本技能。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,在某些主要工种上应具有独立完成简单零件加工制造的实践能力。使学生增强对生产工程的感性认识,培养理论联系实际科学作风,树立正确的工程观念和劳动观点,以逐步获得工程技术人员应具备的基本素质和能力。

工程实训作为一个实践性的教学环节,学生亲自动手,进行多样性的生产作业。这就在本质上区别于其他参观性的实习。实习中每个学生在每个工种都亲自独立操作、加工产品,增加了感性认识和动手实践能力。通过实践学到的知识,则是朴实而又扎实的。实习操作过程中,会碰到各种工艺技术问题,需要自己运用已掌握的知识和技术技能独立分析,进行工艺方案的比较,亲手解决工艺技术问题,分析出现错误的原因,找出防止产生加工缺陷的方案,对培养学生独立思考、独立工作和独立完成的任务的综合能力十分有利。

1.1.2 安全教育

工程实训属于实践教学环节,在工程实训中学生需要与各种加工设备实实在在的打交道,学会安全工作是非常重要的。在注意自身安全的同时,也要考虑到周围人员的安全。一般情况下,初进工厂的同学可能会忽视安全问题,当我们没有系安全带、行走于梯子下面或在工作区内堆放杂物时,事故都有可能发生。学生首先必须牢记:一时的疏忽而导致的事故将影响自己的一生。由于没有戴防护镜而造成失明,或由于穿着宽松的衣服搅入机器而造成断臂都会影响或结束你的职业生涯。只有提高安全意识,才能安安全全工作,平平安安回家。

1. 学生来工程实训中心实习,必须学习安全制度,并以适当方式进行必要的安全考核。
2. 不准穿拖鞋、高跟鞋、短裤或裙子参加实习,女同学需带工作帽。手指甲必须剪整齐,按照要求穿工作服进厂。实习时必须按工种要求戴防护用品。
3. 操作时必须精神集中,不准与别人闲谈,阅读书刊和收听广播。
4. 不准在车间内追逐、打闹、喧哗、玩手机、串岗等。
5. 学生除在指定的设备上实习外,其他一切设备、工具未经同意不准私自动用。
6. 现场教学时,学生必须服从教师和工人师傅安排,注意听讲,不得随意走动。
7. 不准在吊车吊物运行路线上行走和停留。
8. 实习中如发生事故,应立即拉下电门或关上有关开关,并保持现场,报告实习指导技术人员(较大事故需会同中心负责人),查明原因,处理完毕后,方可再行实习。

在生产劳动过程中,努力学习安全技术、操作规程,经常参加安全生产经验交流、事故分析活动和安全检查活动。要遵守操作规程和劳动纪律,不得擅自离开工作岗位,不违章作业,不随便出入危险区域及要害部位。注意劳逸结合,正确使用劳动保护用品等。

1.1.3 设备的维护

正确使用与维护设备是设备管理工作的重要环节,是由操作工人和专业人员根据设备



的技术资料及参数要求和保养细则来对设备进行一系列的维护工作，也是设备自身运动的客观要求。设备维护保养工作包括：日常维护保养（一保）、设备的润滑和定期加油换油，预防性试验，定期调整精度和设备的二、三级保养。维护保养的好坏直接影响到设备的运作情况、产品质量及企业的生产效率。因此，在学生步入生产岗位前，让其树立起对设备的维护与管理意识很重要。

通过擦拭、清扫、润滑、调整等一般方法对设备进行护理，以维持和保护设备的性能和技术状况，称为设备维护保养。加强工程实训工厂的机床设备维护保养，是使机床设备始终处于完好状态，确保工程实训教学正常进行的重要前提。

设备维护保养的要求主要有四项：

- (1) 清洁设备内外整洁，各滑动面、丝杠、齿条、齿轮箱、油孔等处无油污，各部位不漏油、不漏气，设备周围的切屑、杂物、脏物要清扫干净；
- (2) 整齐工具、附件、工件(产品)要放置整齐，管道、线路要有条理；
- (3) 润滑良好按时加油或换油，不断油，无干摩擦现象，油压正常，油标明亮，油路畅通，油质符合要求，油枪、油杯、油毡清洁；
- (4) 安全遵守安全操作规程，不超负荷使用设备，设备的安全防护装置齐全可靠，及时消除不安全因素。

设备的维护保养内容一般包括日常维护、定期维护、定期检查和精度检查，设备润滑和冷却系统维护也是设备维护保养的一个重要内容。

设备的日常维护保养是设备维护的基础工作，必须做到制度化和规范化。

设备定期检查是一种有计划的预防性检查，检查的手段除人的感官以外，还要有一定的检查工具和仪器，按定期检查卡执行，定期检查有人又称为定期点检。对机械设备还应进行精度检查，以确定设备实际精度的优劣程度。

设备维护应按维护规程进行。设备维护规程是对设备日常维护方面的要求和规定，坚持执行设备维护规程，可以延长设备使用寿命，保证安全、舒适的工作环境。其主要内容应包括：

- (1) 设备要达到整齐、清洁、坚固、润滑、防腐、安全等的作业内容、作业方法、使用的工器具及材料、达到的标准及注意事项；
- (2) 日常检查维护及定期检查的部位、方法和标准；
- (3) 检查和评定操作工人维护设备程度的内容和方法等。

1.2 常用量具的测量技术

1.2.1 游标卡尺

1. 游标卡尺

游标卡尺(如图 1-3 所示)是一种常用的量具，具有结构简单、使用方便、精度中等和测量的尺寸范围大等特点，可以用它来测量零件的外径、内径、长度、宽度、厚度、深度



和孔距等,应用范围很广。游标卡尺由主尺和副尺(又称游标)组成。主尺与固定卡脚制成一体;副尺与活动卡脚制成一体,并能在主尺上滑动。游标卡尺有0.02、0.05、0.1mm三种测量精度。使用时根据零件精度要求及零件尺寸大小进行选择。

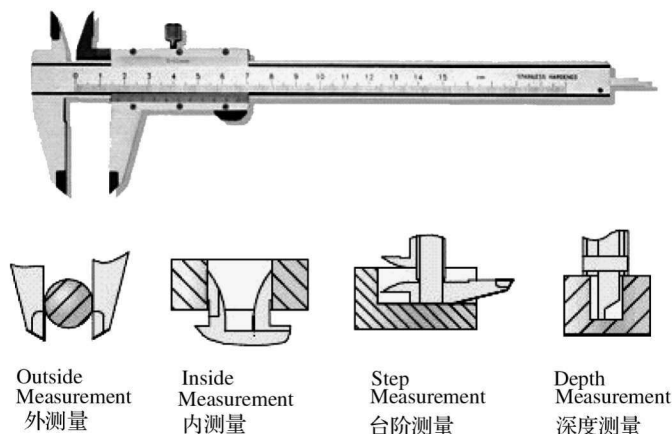


图 1-3 游标卡尺

2. 游标卡尺使用注意事项

①检查零线 测量前应把卡尺揩干净,检查卡尺的两个测量面和测量刃口是否平直无损,把两个量爪紧密贴合时,应无明显的间隙,同时游标和主尺的零位刻线要相互对准。这个过程称为校对游标卡尺的零位。如不能对齐,应送计量部门检修。

②移动尺框时,活动要自如,不应有过松或过紧,更不能有晃动现象。用固定螺钉固定尺框时,卡尺的读数不应有所改变。在移动尺框时,不要忘记松开固定螺钉,亦不宜过松以免掉了。

③当测量零件的外尺寸时:卡尺两测量面的连线应垂直于被测量表面,不能歪斜。测量时,可以轻轻摇动卡尺,放正垂直位置。先把卡尺的活动量爪张开,使量爪能自由地卡进工件,把零件贴靠在固定量爪上,然后移动尺框,用轻微的压力使活动量爪接触零件。如卡尺带有微动装置,此时可拧紧微动装置上的固定螺钉,再转动调节螺母,使量爪接触零件并读取尺寸。绝不可把卡尺的两个量爪调节到接近甚至小于所测尺寸,把卡尺强硬的卡到零件上去。这样做会使量爪变形,或使测量面过早磨损,使卡尺失去应有的精度。

④用游标卡尺测量零件时,不允许过分地施加压力,所用压力应使两个量爪刚好接触零件表面。如果测量压力过大,不但会使量爪弯曲或磨损,且量爪在压力作用下产生弹性变形,使测量得的尺寸不准确(外尺寸小于实际尺寸,内尺寸大于实际尺寸)。在游标卡尺上读数时,应把卡尺水平的拿着,朝着亮光的方向,使人的视线尽可能和卡尺的刻线表面垂直,以免由于视线的歪斜造成读数误差。

⑤防止松动 未读出读数之前游标卡尺离开工件表面,必须先将止动螺钉拧紧。不得用游标卡尺测量毛坯表面和正在运动的工件。

⑥为了获得正确的测量结果,可以多测量几次。即在零件的同一截面上的不同方向进行测量。对于较长零件,则应当在全长的各个部位进行测量,务必使获得一个比较正确的



测量结果。

如图 1-4 所示为专门用于测量深度和高度的游标尺。高度游标尺除用来测量高度外，也可用于精密画线。

1.2.2 千分尺

1. 千分尺

千分尺(micrometer)(又称分厘卡、螺旋测微器)是用微分套筒读数的示值为 0.01mm 的测量工具。用它测长度可以准确到 0.01mm ，测量范围为几个厘米。它的一部分加工成螺距为 0.5mm 的螺纹，当它在固定套管 B 的螺套中转动时，将前进或后退，活动套管 C 和螺杆连成一体，其周边等分成 50 个分格。螺杆转动的整圈数由固定套管上间隔 0.5mm 的刻线去测量，不足一圈的部分由活动套管周边的刻线去测量，最终测量结果需要估读一位小数。按照用途可分为外径千分尺、内径千分尺和深度千分尺几种。外径千分尺(如图 1-5 所示)按其测量范围有 $0\sim 25\text{mm}$ 、 $25\sim 50\text{mm}$ 、 $50\sim 75\text{mm}$ 等各种规格。

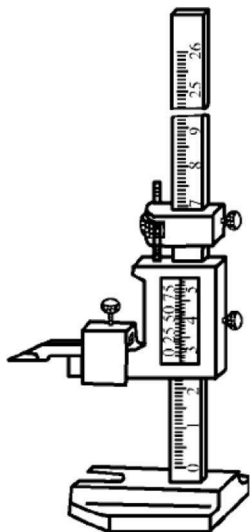


图 1-4 高度游标尺

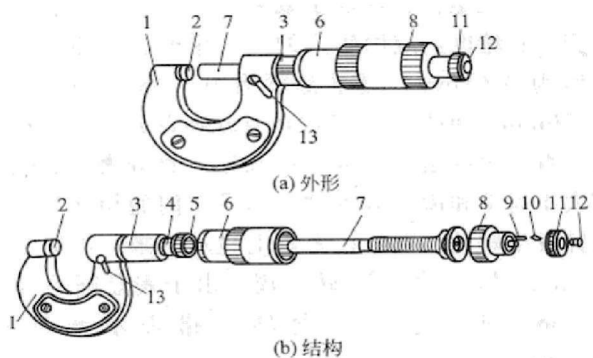


图 1-5 外径千分尺

1—尺架；2—砧座；3—固定套管；4—轴套；
5—衬套；6—微分筒；7—测微螺杆；8—罩壳；9—弹簧；
10—棘爪销；11—棘轮盘；12—螺杆；13—手柄

2. 千分尺的读数方法(如图 1-6 所示)

读出距离微分套筒边缘最近的轴向刻度数(应为 0.5mm 的整数倍)，读出与轴向刻度中线重合的微分套筒周向刻度数值(刻度格数 $\times 0.01\text{mm}$)，将两部分读数相加即为测量尺寸。

3. 千分尺使用注意事项

①校对零点，将砧座与螺杆擦拭干净，缓缓转动微调旋钮，使测杆和测砧接触，看微分套筒圆周刻度零线与中线是否对准，如没有，将千分尺送计量部门检修。



②测量时，左手握住弓架，用右手旋转微分套筒，当测量螺杆快接近工件时，必须使用右端棘轮(此时严禁使用微分套筒，以防用力过度测量不准或破坏千分尺)以较慢的速度与工件接触。直到棘轮发出“嘎嘎”的打滑声时，表示压力合适，应停止旋转。

③从千分尺上读取尺寸，可在工件未取下前进行，读完后松开千分尺，亦可先将千分尺锁紧，取下工件后再读数。

④被测尺寸的方向必须与螺杆方向一致。

⑤不得用百分尺测量毛坯表面和运动中的工件。

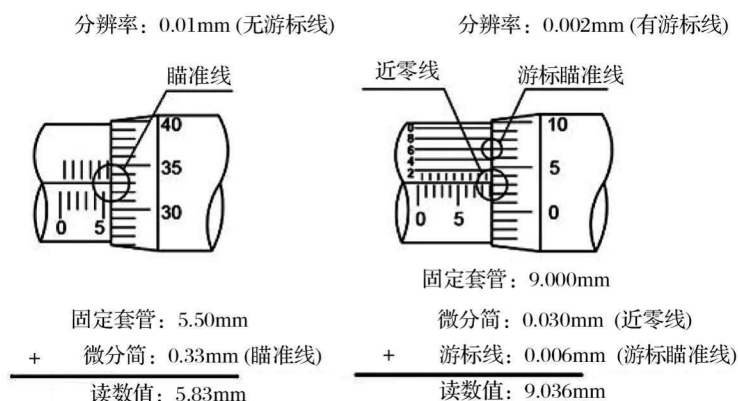


图 1-6 千分尺的读数

1.2.3 内径千分尺

1. 内径千分尺

内径千分尺是根据螺旋付传动原理进行读数的通用内尺寸测量工具，如图 1-7 所示。主要由微分头、测量触头和各种接长杆组成。成套的内径千分尺配有调整量具，用于校对微分头零位。



图 1-7 内径千分尺

微分头主要由测头、锁紧螺钉、固定套管、微分筒、测微螺杆等组成，示值范围一般为 13mm、25mm、50mm，测量下限 50mm、75mm、100mm、150mm 等，分度值为 0.01 毫米。接长杆由测量头、芯杆等组成等。