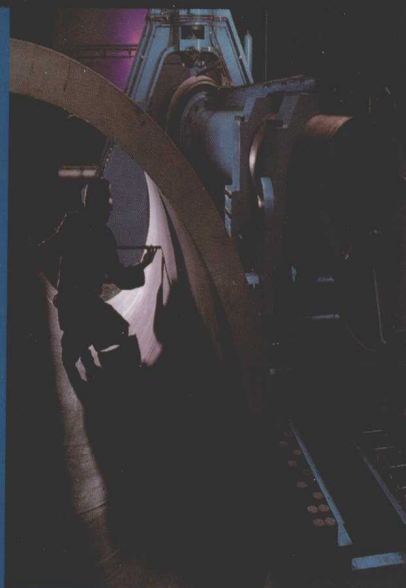


WUTP

普通高等学校机械设计制造
及其自动化专业新编系列教材



主 编 奚 鹰

Jixie Jichu Shiyan Jiaocheng

机械基础实验教程

武汉理工大学出版社

普通高等学校机械设计制造及其自动化专业新编系列教材

机械基础实验教程

奚鹰 主编

武汉理工大学出版社

· 武汉 ·

内 容 简 介

本书由绪论、机械基础实验常用测量器具、电测技术的基本知识、机械参数的测量、机构认识与运动参数分析、工程材料的组织性能观测与分析、几何量精度的测量、现代测量、机械结构认识 and 性能测试、机构创新设计实验、综合与提高实验等十一章组成,每章节末都附有思考题。

本书在新的机械基础实验课程体系下,系统地介绍了机械基础类课程中的基本实验方法、内容、原理、目的、过程、操作与分析等。

本书主要作为高等院校机械类及非机械类的机械基础实验专用教材,也可供其它有关专业的师生和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械基础实验教程/奚鹰主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2005
ISBN 7-5629-2212-8

- I. 机…
- II. 奚…
- III. 机械学-高等学校-教材
- IV. TH11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 139853 号

出版者:武汉理工大学出版社(武汉市:武昌珞狮路 122 号 邮编:430070)

印刷者:武汉中远印务有限公司

发行者:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16

印 张:16.5

字 数:422 千字

版 次:2005 年 3 月第 1 版 2005 年 3 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-5629-2212-8/TH·69

印 数:1~3000 册

定 价:20.00 元

(本书如有印装质量问题,请向承印厂调换)

前 言

本书是面向 21 世纪的系列改革教材之一,是高等院校机械类及非机械类专业的机械基础实验专用教材。它首先是根据同济大学 2001 级机械设计制造及自动化专业培养计划而组织编写的一本校内使用教材,并在同济校园内实施了二年,受到了各方的关注。在此基础上,得到了同济大学教材、学术著作出版资金委员会的资助,本书被正式列为同济大学“十五”规划教材,并由武汉理工大学出版社列为面向 21 世纪系列新编教材正式出版发行。作者在此对诸方面给予本书大力支持与关心的单位与人士,表示衷心感谢。

本书力求构建新的机械基础实验课程体系,以单独设置机械基础实验课程的思想为主贯穿于全书。本书围绕基础实验、基本实验、综合与提高实验、机电一体化实验及创新意识实验诸方面展开,系统地介绍了机械原理、机械设计、工程材料学、互换性与技术测量、传感与测试技术等课程中的基本实验方法、内容、原理、目的、过程、操作与分析等。本书力求加强培养学生动手能力、计算机应用能力、机电一体化结合能力、创新能力方面有所突破。在传统实验教学与计算机应用的有机结合,单一实验内容与多种知识相结合,传统测量与现代测量相结合,机电测试相结合等方面进行了一些探索。

本书相对完整、系统的机械基础实验内容,由不同层次模块构成。各个院校可以根据自己学校具体教学实际情况,进行取舍。

本书第 1 章、第 8 章、第 10 章由奚鹰编写,第 2 章、第 7 章由熊学训编写,第 3 章、第 4 章由廖立平编写,第 5 章、第 9 章由奚鹰、浦海英编写,第 6 章由孙焕新、陈华编写,第 11 章由奚鹰、孙焕新、陈华、张金森编写。全书由奚鹰主编。

由于本书内容较为广泛,编写时间仓促和编者水平有限,难免有不妥之处,恳请读者给予指正。

编 者

2004 年 8 月于同济大学修订

目 录

1 绪论	(1)
1.1 课程性质、教学目的和任务	(1)
1.2 实验须知	(1)
1.3 机械基础实验课程的发展	(2)
1.3.1 实验的含义	(2)
1.3.2 实验教学的目的	(2)
1.3.3 国内实验教学的现状	(3)
1.3.4 构建新的机械基础实验课程体系	(3)
2 机械基础实验常用测量器具	(5)
2.1 通用量具的认识	(5)
2.1.1 游标量具	(5)
2.1.2 千分量具	(8)
2.1.3 指示表	(9)
2.2 量块	(11)
思考题	(13)
3 电测技术的基本知识	(14)
3.1 信号类型及描述	(14)
3.1.1 信号分类	(14)
3.1.2 信号的描述	(14)
3.2 测试装置的基本特性	(17)
3.2.1 时不变线性系统的主要性质	(17)
3.2.2 测试装置的静态特性	(17)
3.2.3 测试装置的动态特性	(18)
3.3 传感器	(18)
3.4 检测仪表	(20)
3.4.1 CSY—2000 系列传感器与检测技术实验台	(20)
3.4.2 CSY—2000 系列传感器实验仪软件 V8.0 版	(23)
3.4.3 YJ—29 型静态电阻应变演示仪	(28)
3.4.4 YD—21 型动态电阻应变仪	(30)
3.4.5 WYD—4 稳压电源(2 路)	(34)
4 机械参数的测量	(36)
4.1 计算机数据采集及相关分析法	(36)
4.2 静应力测量	(39)
4.3 振动测试	(43)

4.3.1	交流全桥的应用——振动测量实验	(43)
4.3.2	差动变压器的应用——振动测量实验	(43)
4.3.3	压电式传感器测量振动实验	(46)
4.3.4	电涡流传感器测量振动实验	(47)
4.3.5	电容传感器动态特性实验	(47)
4.3.6	光纤传感器测量振动实验	(48)
4.4	压力测试	(48)
4.4.1	压阻式压力传感器的压力测量实验	(48)
4.4.2	压阻式压力传感器的压力测量实验	(50)
4.4.3	扩散硅压阻式压力传感器差压测量	(50)
4.5	温度测量	(50)
4.5.1	集成温度传感器的特性实验	(50)
4.5.2	集成温度传感器(AD590)特性实验(2000D型)	(52)
4.5.3	热电阻测温特性实验	(54)
4.5.4	铜电阻测温性能实验	(55)
4.5.5	热电偶测温性能实验	(56)
4.5.6	热电偶冷端温度补偿实验	(58)
4.6	位移测量	(58)
4.6.1	差动变压器的性能实验	(58)
4.6.2	激励频率对差动变压器特性的影响实验	(60)
4.6.3	差动变压器零点残余电压补偿实验	(60)
4.6.4	电容式传感器的位移实验	(61)
4.6.5	直流激励时霍尔式传感器位移特性实验	(62)
4.6.6	交流激励时霍尔式传感器的位移实验	(62)
4.6.7	电涡流传感器位移实验	(63)
4.6.8	被测体材质对电涡流传感器特性影响实验	(64)
4.6.9	被测体面积大小对电涡流传感器的特性影响实验	(64)
4.6.10	光纤传感器的位移特性实验	(65)
4.7	转速测量	(66)
4.7.1	霍尔测速实验	(66)
4.7.2	磁电式转速传感器测速实验	(67)
4.7.3	光电转速传感器的转速测量实验	(67)
4.7.4	利用光电传感器控制电机转速实验	(67)
4.7.5	光纤传感器测速实验	(69)
4.7.6	电涡流传感器测速实验	(69)
4.8	气味、湿度参数测量	(70)
4.8.1	气敏传感器实验(三线制)	(70)
4.8.2	气敏传感器实验(四线制)	(70)
4.8.3	湿敏传感器实验	(71)

4.9	电子秤实验	(72)
4.9.1	霍尔传感器应用——电子秤实验	(72)
4.9.2	电涡流传感器的应用——电子秤实验	(72)
4.10	应变片粘贴及静态应力测试	(73)
4.11	动态应力测试	(74)
4.12	电动机实验台振动实测	(76)
	思考题	(77)
5	机构认识与运动参数分析	(80)
5.1	机构现场教学实验	(80)
5.2	机构运动简图的测绘	(83)
5.3	插齿机机构运动简图测绘与分析	(86)
5.4	糖果包装机机构运动简图测绘与分析	(91)
5.5	渐开线齿轮范成原理实验	(94)
5.6	回转构件的静平衡实验	(96)
5.7	回转构件的动平衡实验	(98)
5.8	机构运动参数测定与分析	(102)
	思考题	(109)
6	工程材料的组织性能观测与分析	(111)
6.1	金相显微镜的使用及金相试样的制备	(111)
6.2	铁碳合金平衡组织观察实验	(115)
6.3	碳钢的热处理实验	(120)
6.4	金属材料硬度测试实验	(124)
6.5	碳钢热处理后的显微组织观察实验	(131)
7	几何量精度的测量	(135)
7.1	长度尺寸测量	(135)
7.1.1	用立式光学计测量塞规	(135)
7.1.2	用卧式测长仪测量孔径	(137)
7.2	形状和位置误差测量	(141)
7.2.1	直线度误差的测量	(141)
7.2.2	用圆度仪测量圆度误差	(144)
7.3	表面粗糙度测量	(148)
7.3.1	用光切显微镜测量表面粗糙度	(148)
7.3.2	用电动轮廓仪测量表面粗糙度	(151)
7.4	螺纹测量	(154)
7.5	齿轮测量	(160)
7.5.1	齿轮齿距误差的测量	(160)
7.5.2	齿轮齿圈径向跳动的测量	(163)
7.5.3	齿轮径向综合误差的测量	(165)
7.5.4	齿轮齿形误差的测量	(166)

7.5.5 齿轮公法线长度的测量	(169)
思考题	(171)
8 现代测量	(172)
8.1 三维测量实验	(172)
8.2 非接触 3—D 图像测量实验	(175)
8.3 高精密切圆度测量仪测量实验	(179)
思考题	(182)
9 机械结构认识和性能测试	(184)
9.1 零件测绘的方法和步骤	(184)
9.2 机械设计现场教学	(186)
9.3 带传动实验	(189)
9.4 螺栓组受力分析实验	(193)
9.5 机械传动效率测定实验	(195)
9.5.1 闭式齿轮传动实验	(195)
9.5.2 开式传动效率测定	(198)
9.6 液体动压轴承实验	(201)
9.7 减速器性能与结构分析实验	(205)
9.8 轴系结构创意组合设计与分析实验	(207)
思考题	(208)
10 机构创新设计实验	(210)
10.1 机构创新设计的方法	(210)
10.2 平面机构创意组合设计实验	(214)
10.3 机构创意组合及运动参数分析实验	(215)
11 综合与提高实验	(221)
11.1 综合测量实验	(221)
11.2 自行车变速轴的拆装和结构分析实验	(222)
11.3 实验方法研究与分析实验	(230)
11.4 显微硬度测试实验	(231)
11.5 常用零件的选材、热处理和组织分析实验	(235)
11.6 用表面粗糙度测量仪测量表面粗糙度实验	(239)
11.7 机械系统创意组合及运动参数分析实验	(244)
11.8 机械系统性能研究及运动参数分析实验	(248)
思考题	(255)
参考文献	(256)

1 绪 论

1.1 课程性质、教学目的和任务

机械基础实验课程是一门技术基础课。在高等工科院校本科机械设计制造及其自动化专业教学计划中,它是一门主要课程。本课程要求学生应先修完机械制图、理论力学、材料力学等课程;并要求学生选修机械基础实验(上)时应与机械原理、工程材料等课程同学期平行进行选修,选修机械基础实验(中)时应与机械设计、互换性与技术测量等课程平行进行选修,选修机械基础实验(下)时应与传感与技术测量等课程平行进行选修。

机械基础实验是机械基础系列课程教学中重要的实践性教学环节之一,它是深化感性认识、理解抽象概念、运用基础理论的主要方法,是培养学生综合设计与创新能力、实验动手能力、分析和解决问题能力的重要途径。通过实验,可以使学生获得实际操作的基本技能训练,了解实验基本方法和力学参数、机械量等测定方法,提高学生观察与分析事物和动手的能力。

机械基础实验由基础型实验、基本技能型实验、综合创新型实验三个不同层次模块、数十个实验项目构成。各模块具有相对的完整性、系统性的机械基础实验教学内容。

机械基础实验,是学生进入后续专业课程学习接受系统专业实验训练的基础,对后续课程、毕业设计及今后工作都有着极其重要的指导意义。

1.2 实验须知

(1)上机械基础实验课前,学生应该根据教学要求做好预习工作,准备好实验用书、文具、纸张及计算器等。

(2)学生应按时到达实验室,不迟到、不早退、不无故缺课、认真进行实验。

(3)学生进入机械基础实验中心,必须遵守机械基础实验中心各项规章制度。要主动服从教师的指导和安排,在规定的实验室内用指定的实验设备与仪器进行实验。

(4)学生进入机械基础实验中心后,应保持实验室内安静和整洁。不准打闹、抽烟、吃食物、乱抛纸屑和随地吐痰。

(5)实验中,应爱护实验设备和器材,要仔细了解有关实验设备与仪器的性能和使用方法,严格按照安全操作规程或听从教师的指导进行操作。

(6)实验中,使用测量与光学等精密仪器与实验设备时,应严格按照测量与观察步骤细心操作,严禁用手触摸光学镜头表面,如仪器与设备发生故障,应立即报告指导教师处理,不得自行拆修。

(7)凡与本次实验无关的仪器与实验设备,均不得使用或触摸。

(8)实验完毕,应将实验仪器与用品恢复原位,整理场地,关好电闸。

(9)认真做好实验报告,并按时上交指导教师;不交实验报告者、不参加实验课者,不得参加本课程期末考试,成绩等级为不合格。

(10)学生一学期内若三次以上(含三次)无故缺席本课程,即取消该学生本学期本课程的选修权利,成绩等级为不合格。

(11)学生若因生病等原因不能正常来上本课程,应将病假单等证明材料及早交给教师,并商定补课时间。

(12)学生只要预约,机械基础实验中心始终向大家敞开大门,欢迎您的到来。

1.3 机械基础实验课程的发展

1.3.1 实验的含义

实验又称为“试验”。实验是根据一定目的,运用必要的手段,在人为控制的条件下,观察研究事物的实践活动。

人们进行实验活动时,在科学理论、科学方法指导下,从事科学实验。科学实验是指根据一定目的,运用一定仪器、设备等物质生产手段,在人工控制的条件下,观察、研究自然现象及其规律性的社会实践形式,是获取经验事实和检验科学假说、理论真理性的重要途径。它包括实验者、实验手段和实验对象三要素。其特点是:可以纯化、简化或强化和再现研究对象,延缓和加速自然过程,充分体现人的主观能动性和创造性。科学实验的范围和深度,随着科学技术的发展和社会的进步而不断扩大和深化。科学理论对科学实验有能动的指导作用。

科学实验引导人们从事科学发现。科学发现是指对未知事物和规律的揭示,包括科学上的新事实、新概念、新原理的提出和理论体系的建立。科学发现是科学活动的直接目标和科学进步的主要标志。重大的科学发现,特别是重大理论的提出,往往构成某一学科甚至整个学科的革命。科学发现是创造性思维的结果,虽常求助于灵感和直觉,但都与艰苦的研究相伴,是有规律可循的。

1.3.2 实验教学的目的

实验教学就是在教师的指导下,学生通过实验的方法,进行学习的一种教学形式。这里所说的实验方法,是人们根据研究课题规定的任务,利用专门的仪器和设备对研究对象进行积极的干预,人为地变革、控制和模拟研究对象,以便在最有利的条件下对其进行观察,从而获得经验事实的一种方法。

从实验教学和实验方法的概念就可以看出,实验教学是非常有利于促进学生学习及培养创造力的教学形式;实验教学中需要学生自己主动去探索、去发现,自己去建构知识的意义;实验教学中学生要主动搜集并分析有关的信息及资料,对所学的问题提出条件假设并努力加以验证;实验教学中学生要把当前学习内容与已有的知识相联系,并对这种联系加以认真的思考;实验教学中学生需要充分地与教师和学习伙伴进行交流、讨论,主动接受教师的指导及伙伴的协作学习。由于实验教学天然具备有促进学生学习及培养学生创造力的教学因素,这决定了它在高等院校实施创新教育中的重要地位。因此,在教学实践中应明确地提出“通过实验教学进行创新学习”。所有的实验教学活动都应当围绕着提高学生创新能力培养展开,而不是围绕教师的教学展开。

1.3.3 国内实验教学现状

(1) 实验课从属于理论教学

现行的教学体系中,实验教学要求在理论课程的教学大纲中体现出来,面对学生开设的实验项目、内容、时数等主要均由理论课教师决定。大多数专业现在的教学时数大量缩减已是不争的事实,因为没有单独的实验教学大纲与教学要求,任课教师将实验教学项目、内容、时数随之减少,也在情理之中。但是对于一些基本的、必要的实验项目与内容就难以保证实施。尤其对于工科专业的学生,他们的动手能力培养、素质教育的提高以及更深层的创新能力的培养与开发,如何实施?值得商榷。

(2) 考核方式不合理

我国高等工科院校中,机械设计制造及自动化专业设置了机械制图、工程材料、机械原理、机械设计、互换性与技术测量等技术基础类课程,这些课程中都含有一定的实验教学内容。由于这些实验教学内容属于非独立设置实验课程教学体系,所以它们没有单独的实验教学的考核、考评与成绩等级制度。从课程体系的考核中几乎得不到反映,致使学生在学习过程中,对实验课往往未能给予足够的重视,更缺乏培养、锻炼自己的工程实践能力的意识,大大降低了实验教学对学生的吸引力与约束力。由此造成了一些学生轻视实验教学,认为实验教学可有可无。

(3) 实验教学层次低、更新慢

目前的实验室体制下存在以下不尽如人意的地方:其一,实验室规模小、功能低,实验内容单一、分散,验证性实验项目多,综合性、交叉性学科实验项目少,层次低,不利于提高学生的实践能力;其二,实验项目与内容的更新,要随着理论课程的变化而变化,周期长,更新慢,不能适应学科的发展变化。

1.3.4 构建新的机械基础实验课程体系

21 世纪是知识经济的时代,也是创新的世纪。以知识和智力为主要资源和生产要素的知识经济社会正向我们急速走来,知识对经济增长的影响正日益增大,世界主要发达国家的经济基础发展越来越建立在知识和信息的基础上,知识已经被认为是提高劳动生产率和实现经济增长的引擎。知识经济的本质和核心就是创新。江泽民同志强调指出:“创新是一个民族进步的灵魂,是一个国家兴旺发达的不竭动力”。“教育在培养民族创新精神和培养创造性人才方面,肩负特殊使命。每一个学校都要爱护和培养学生的好奇心、求知欲,帮助学生自主学习、独立思考,保护学生的探索精神、创新思维,营造崇尚真知、追求真理的氛围,为学生的禀赋和潜能的充分开发创造一种宽松的环境。”

加强机械基础实验教学是高等学校机械工程专业实践教学的关键环节。如何构建机械基础实验教学体系,关系到大学生的实践能力、工程训练、素质教育等方面的培养,将直接影响到实验教学质量。

构建新的机械基础实验课程体系,应以机械基础实验课程教学大纲为指导,它不仅仅是把所有专业基础课(机械制图、机械原理、机械设计、工程材料、互换性与技术测量、传感与测试技术等课程)中的实验教学内容统一设置,而且应多增加综合型、设计型、研究型、开放型及开拓型实验内容,并独立设置一门机械基础实验课程,有单独学分。机械基础实验课程要覆盖学生

前 2~3 年的本专业基础学科的学习阶段。该实验课程教学大纲应考虑相应学习时段的课程教学内容的协调,如前后关系、同步关系等。机械基础实验教育应是从学生入学到进入专业课程学习前为止。基础实验教育应由数个基础实验模块,学科实验模块,提高与创新模块构成。实验模块之间有前后关系与并列关系。例如前后关系要求必须先修完前期实验模块,取得相应学分,方能进入后期实验模块学习;并列实验模块则在同一学习时段内同时或先后均可选修。全部修完总模块内的基础实验课程的最低学分数,取得合格成绩后,方可进入专业课程及毕业设计学习阶段。

机械基础实验应强调传统实验与计算机应用相结合,单一实验内容与多种知识相结合,传统测量与现代测量相结合,机电测试相结合。加强动手能力培养,加强独立思考与综合运用各种知识、解决问题的能力培养,加强计算机应用能力的培养,加强创新意识的培养。

综合型研究型分析实验应有别于过去的传统的针对单一教学内容,设置单一实验装置,进行简单的验证性实验。综合型研究型分析实验应该综合多学科知识内容,如涉及机械原理、机械设计、传感技术、数据采集、计算机检测与控制、数据分析等学科,综合多种实验仪器、设备、检测与分析手段的使用,应该提供给学生一个开放式的实验平台环境,学生能按自己的意愿设计实验方案、方法、过程,能按自己的思想创意组合设计,自由组装实验装置、调试设备,并在自装实验平台上进行研究与分析实验项目。学生全方位、全过程参与实验教学项目,在实验的整个活动中,学生的创新思想得到发挥,学生理论与实践知识相结合的能力,融合多种知识与分析的能力得到有效提高。

2 机械基础实验常用测量器具

2.1 通用量具的认识

测量器具是测量仪器和测量工具的总称。通常把具有传动放大系统的量具称为测量仪器(简称量仪),而把没有传动放大系统的测量器具称为量具。

作为通用量具,它是附有刻线装置、在一定范围内可以决定被测零件的各种尺寸和角度数值的测量器具。根据结构原理主要可分成如下几种:

2.1.1 游标量具

它具有游标装置,可以帮助我们比较精确地评定直线和角度刻线的分数值,从而提高了刻线尺或度盘的读数精度。

(1) 结构

游标卡尺属于游标量具,它是一种常用的中等精度量具,应用范围很广,可以用来测量工件的外径、内径、长度、宽度、深度及孔距等。其结构见图 2.1 所示。

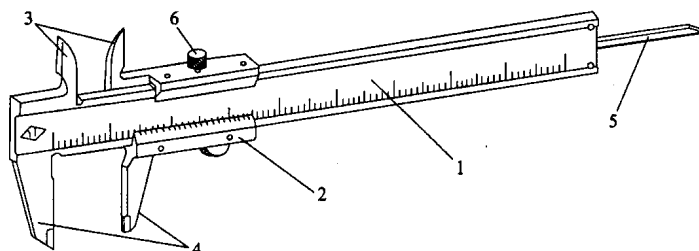


图 2.1 游标卡尺

1—主尺;2—副尺(游标);3、4—量爪;5—深度尺;6—螺钉

游标卡尺由主尺 1 和副尺(游标)2 组成(见图 2.1)。量爪 4 用来测量工件的外径或长度,量爪 3 用来测量孔径或槽宽,深度尺 5 用来测量工件的深度,螺钉 6 可将副尺固定在主尺的任一位置上。

(2) 读数方法

游标卡尺测量精度,有 0.1mm、0.05mm、0.02mm 三种,见图 2.2 所示,其左边是三种分度值的主尺(在上)和游标尺(在下),主尺的刻度是 1mm;其右边是读数示例。

读数时应首先根据副尺上游标零刻线所处位置读出主尺刻度的整数部分,然后判断游标尺的哪一根刻线与主尺刻线对准,游标刻线的序号乘上游标尺的刻度值,即可得到主尺刻度小数部分的数值(此值一般在游标量具上可直接读出,不必计算),将主尺读数与游标读数相加即得到测量结果。

(3) 其他游标卡尺

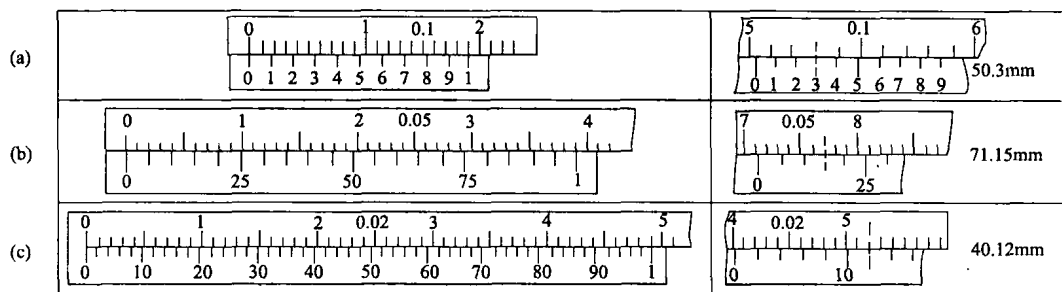


图 2.2 游标卡尺的读数方法

- ①深度游标卡尺(图 2.3(a))——测量孔和沟槽的深度。
- ②高度游标卡尺(图 2.3(b))——测量零件的高度和用作划线工具。
- ③游标量角器(图 2.3(c))——也称万能角尺,用于测量角度,其游标分度值有 $2'$ 和 $5'$ 两种,读数方法与游标卡尺相同。

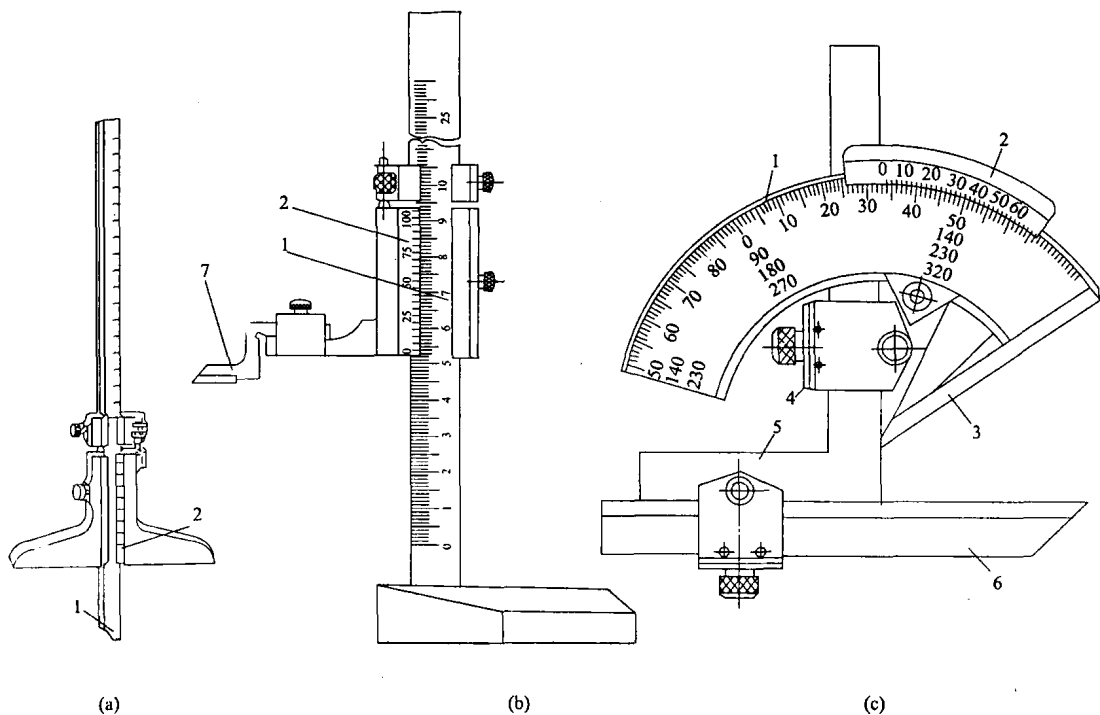


图 2.3 其他游标卡尺

(a)深度游标尺;(b)高度游标尺;(c)游标量角器

1—主尺;2—游标;3—基尺;4—卡块;5—角尺;6—直尺;7—量爪

(4)选择与使用

①选择游标尺

按工件形状、各被测部位的基本尺寸与公差大小,分别选择分度值与测量范围适合的游标尺。

②检查零点读数

用棉花浸汽油将尺的测量面擦净后,将两测量面合拢检查零点读数应为零,否则记下零点示值误差,取其负值作为校正值。

对深度游标尺和高度游标尺,使其测量面与平板接触进行检查,取零点读数示值误差的负值作为校正值。

③进行测量

将工件表面擦净后,以游标尺量爪 3 或 4 的两个测量面与工件被测部位接触,然后进行读数。每一部位测量三次,取其平均值作为测量结果。

游标量角器测量 $0^{\circ}\sim 320^{\circ}$ 范围内任意角度的方法如图 2.4 所示。

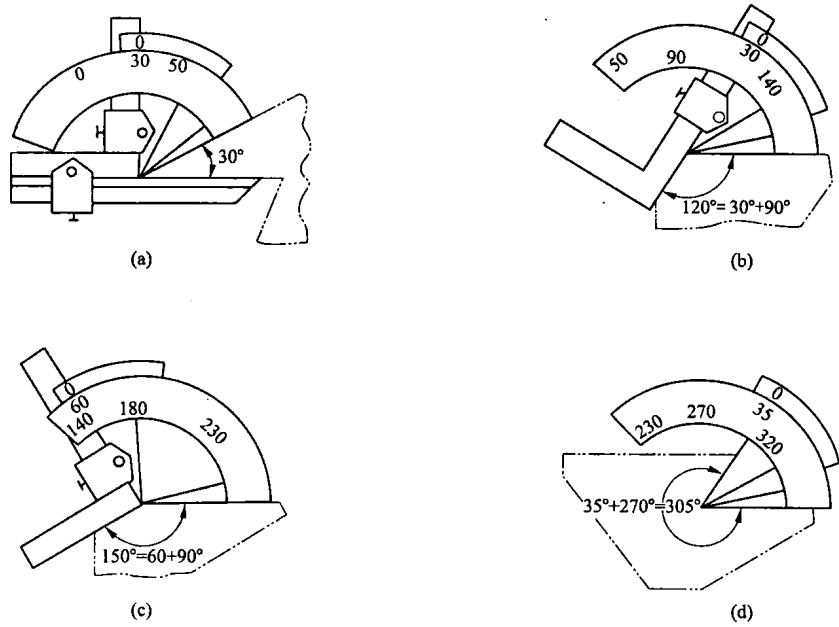


图 2.4 游标量角器测量角度方法

(a) 测量 $0^{\circ}\sim 50^{\circ}$ 间的角度时,读第一排度数;(b) 测量 $50^{\circ}\sim 140^{\circ}$ 间的角度时,取下刀口直尺,读第二排度数;

(c) 测量 $140^{\circ}\sim 230^{\circ}$ 间的角度时,取下刀口直尺,读第三排度数;

(d) 测量 $230^{\circ}\sim 320^{\circ}$ 间的角度时,取下刀口直尺和直角尺,读第四排度数

(5) 注意事项

- ① 被测工件尽可能靠近主尺安放,以减少由于量爪在测力作用下歪斜而引起的测量误差。
- ② 控制测力。凭测量者的感觉控制。工件在两测量面间不应被压得太紧,但也不允许松动。
- ③ 寻找正确的测量部位。测量面接触工件的部位必须正确,图 2.5 为用游标卡尺测量工

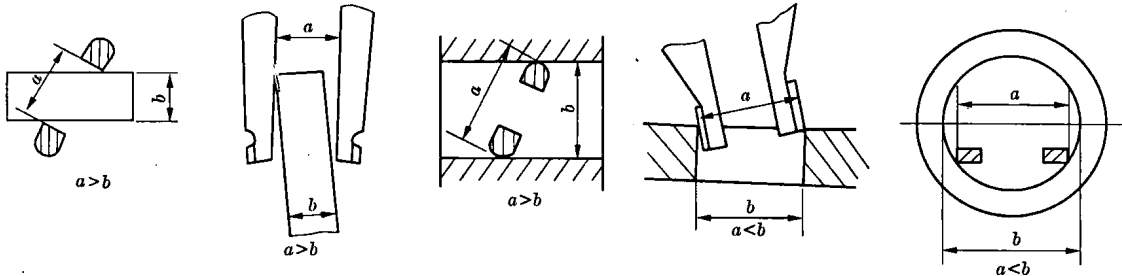


图 2.5 不正确测量

件时的几种不正确测量例子(需测尺寸为 b ,而测出的尺寸为 a)。

④正确读数。减少斜视引起的误差。

⑤保护测量面。为减少测量面磨损,应在游标尺测量工件时读数,读数完毕,再松开两测量面,从工件上取出游标尺。

2.1.2 千分量具

又称螺旋测微量具。它是利用螺旋的转角位移与直线位移成比例的原理进行测量和读数的。这种量具由于受到螺旋副制造精度的限制,一般刻度值为 0.01mm 。

千分尺(又名分厘卡)是一种精密量具,它的精度比游标卡尺高,并且比较灵敏,因此,对于加工精度要求较高的零件尺寸,要用千分尺来测量。

(1)结构

属于千分量具的有外径千分尺、内径千分尺、深度千分尺和螺纹千分尺等。图 2.6 所示为外径千分尺的结构图。

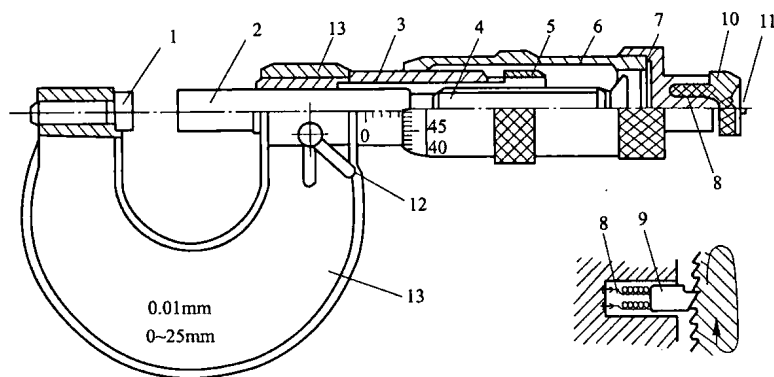


图 2.6 外径千分尺

1—固定测头;2—活动测量轴;3—固定套筒;4—测微螺杆;5—调节螺母;6—刻度筒;7—滚花螺帽;

8—弹簧;9—棘爪;10—棘轮;11—紧固螺钉;12—锁紧装置;13—尺架

外径千分尺一般用于外尺寸的测量,在尺架 13 的左边有固定测头 1;右边有活动测量轴 2,可由锁紧装置 12 锁紧;1、2 具有镶硬质金属的表面;3 是带有粗刻度尺的固定套筒,其右端内有锥形内螺纹,它与测量轴 2 的右端测微螺杆 4 相配合;具有锥形内螺纹的调节螺母 5 用以调节测微螺旋副间的间隙,以消除空程;刻度套筒 6 对零位时用螺母 7 与测微螺杆固紧;10 为棘轮。

(2)读数方法

如图 2.7 所示,固定套筒上刻有上下两排刻线,间距均为 1mm ,相邻上下两刻线间距为 0.5mm ,即与微动螺杆的螺距相等。微分筒上刻有 50 个等分刻度。微分筒转一周,螺杆的轴向位移为 0.5mm ,微分筒转一格($1/50$ 转),螺杆的轴向位移为 0.01mm ,即千分尺的刻度值。

读数时,首先应从固定套筒的上下两排刻度读出整数毫米与 0.5mm (二者均以微分筒端面作为活动指标线),再加上由微分筒上读得的 0.5mm 以下的读数(以固定套筒上的长横线作为固定指标线)。千分尺读数示例见图 2.7,第三位小数是估读的。

(3)选择和使用

①选择千分尺

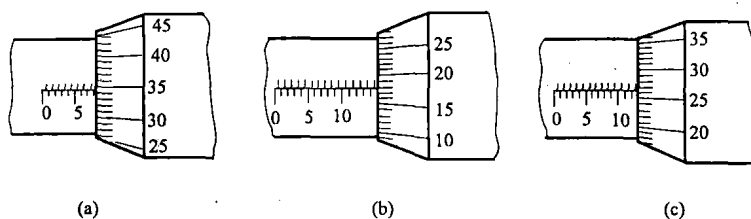


图 2.7 千分尺读数

(a) 8.348mm; (b) 14.680mm; (c) 12.764mm

按各被测部位的基本尺寸与公差大小,分别选择分度值与测量范围适合的千分尺。

②检查零点读数

用棉花浸汽油将尺的测量面擦净后,将两测量面合拢校对,读数应为零,否则,记下零点示值误差,取其负值作为校正值。

对测量范围大于 25mm 的千分尺,用校对杆校对。

③进行测量

将工件表面擦净后,手持外径千分尺尺架 13(绝热板部分)旋转刻度筒 6,使测微螺杆 4 前进。当螺杆前端的测量轴 2 与工件表面接近时,再旋转棘轮 10 使之接触,由于弹簧 8 的被压缩,棘轮 10 便会相对棘爪 9 打滑(听到格格声),此时测微螺杆 4 不再继续旋转前进,用锁紧装置 12 锁紧活动测量轴 2 后即可进行读数。每一部位测量三次,取其平均值作为测量结果。

(4)注意事项

①控制测力

测力由棘轮定压机构控制。为使棘轮定压机构能起到保持测力恒定的作用,测量时需在活动测量轴 2 尚未与工件表面接触时即旋转棘轮,且应平稳,不得有任何加速和冲击。

②寻找正确的测量部位

可参见游标尺注意事项第③条。

③正确读数

尽量减少斜视引起的误差,勿漏读 0.5mm 的刻度。

④保护测量面

可参见游标尺注意事项第⑤条。

2.1.3 指示表

指示表按分度值分为千分表(分度值为 0.001mm)和百分表(分度值为 0.01mm);按传动系统又可分为钟表型千(百)分表和杠杆型千(百)分表等。它们在机械制造业中应用非常广泛。

(1)工作原理

机械式指示表是将微量直线位移通过杠杆和齿轮的放大机构转变为角位移,在刻度盘上显示出来。

下面以钟表型千分表为例介绍其外形和传动系统(见图 2.8)。

如图中所示,当带有齿条的测杆 1 向上移动时,使齿轮 z_1 及齿轮 z_2 转动,通过齿轮 z_3 和齿轮 z_4 的二级传动,使中心齿轮 z_5 及其轴上的长指针 2 随之转动;弹簧 7 保证齿轮正反转时都沿同一齿侧啮合,以消除空程引起的误差;弹簧 3 使之产生测力。