

普通高等院校机械基础实验规划教材
四川省实验教学示范中心系列实验教材

JIXIE ZHIZAO JISHU SHIYAN JIAOCHENG

主编 张晓洪 邱亚玲
主审 夏 重

机械制造技术 实验教程



YZLI0890132404



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

普通高等院校机械基础实验规划教材
四川省实验教学示范中心系列实验教材

机械制造技术实验教程

主编 张晓洪 邱亚玲

主审 夏 重



YZLI0890132404

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内 容 提 要

机械制造技术实验教学是机械类专业技术人才培养必不可少的教学内容与重要环节。本实验教材是多所院校在总结多年来实验教学经验的基础上,为适应“通才教育”和“宽口径、厚基础”的人才培养改革目标的要求而编写的。

教材内容主要涉及机械类人才培养中几门密切相关课程的典型实验,如互换性与测量技术、金属切削原理与刀具、机床概论、机械制造工艺学、机床夹具、先进制造技术,以及为适应“重基础、少学时、低重心、新知识、宽面向”原则而重新整合的机械制造技术基础、特种及精密加工等课程的相关实验。各门课程可根据教学大纲要求、课程学时和实验条件全部或部分开设实验项目,既可与理论教学同步进行,也可设置独立的实验课程。本教材适合机械类各个层次和专业的学生以及近机类工科学生选用。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术实验教程 / 张晓洪, 邱亚玲主编. 一成都: 西南交通大学出版社, 2011.1

普通高等院校机械基础实验规划教材 四川省实验教学示范中心系列实验教材

ISBN 978-7-5643-0953-4

I. ①机… II. ①张…②邱… III. ①机械制造工艺—实验—高等学校—教材 IV. ①TH16-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第218883号

普通高等院校机械基础实验规划教材
四川省实验教学示范中心系列实验教材

机械制造技术实验教程

主编 张晓洪 邱亚玲

*

责任编辑 王 旻

封面设计 本格设计

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段111号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

成都蓉军广告印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 8.25

字数: 205千字

2011年1月第1版 2011年1月第1次印刷

ISBN 978-7-5643-0953-4

定价: 15.00元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

本教材是为机械设计制造及其自动化专业、机械工程及自动化专业，以及部分近机类专业所开设机械制造技术基础配套的专业实验教材。这些课程涉及多个技术领域，对应于专业整合前的多门课程，如互换性与测量技术、金属切削原理与刀具、机床概论、机械制造工艺学、特种加工等。教材本着“重基础、少学时、低重心、新知识、宽面向”的指导思想，将分散在各门课程中的实验加以整合，形成了一个按实践、理论、再实践、再理论的规律并把理论与实践有机结合的、系统完整的实验教学体系。

本教材在内容架构上和编写上具有如下特点：

(1) 教材具有较好的实用性，大部分实验项目均为各普通高校机械类专业和近机类专业在各门课程中必须开设的内容。

(2) 实验项目的阐述采用统一的内容架构。

(3) 遵从认知规律，在每个实验项目中设置预习题，其内容可使学生更方便地熟悉实验内容，可以能更好地完成实验任务，提高实验效率和教学效果。

(4) 各实验项目均对与实验密切相关的实验原理、测量原理或实验办法做了较好的叙述，与教材内容在少重叠的基础上使学生更快、更好地掌握相关知识。

(5) 不设思考题，除部分问题可在预习题中体现外，将实验后需要巩固的知识以问题讨论的形式要求学生在实验报告中完成，可取得更好的教学效果。

本教材由张晓洪、邱亚玲担任主编，西华大学夏重任主审。具体分工为：西华大学张晓洪编写了直线度误差测量实验、普通车床结构剖析实验、齿轮加工滚齿机调整实验和电火花成型加工操作及工艺实验，西南石油大学邱亚玲编写了尺寸测量实验、表面粗糙度测量实验、圆柱齿轮误差测量实验和加工误差统计的分析实验，西华大学陈鹏编写了数控线切割编程实验和数控线切割加工实验，西南科技大学杨乾华编写了车刀几何角度测量实验、普通车床几何精度检测实验，西南科技大学金玉萍编写了主轴回转精度测定实验和工艺系统静刚度测定实验；实验报告由上述各实验项目编写人员对应编写；张晓洪编写了绪论一章并统稿。

感谢在本书规划、编写和出版过程中给予大力支持的西南交通大学出版社和西华大学的周利平教授。同时，教材在编写过程中参考并借鉴了有关专家、教授编著的各种文献资料，在此，谨对上述作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免有不足之处，恳请广大师生和读者批评指正。

编 者

2010年9月

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 概 述	1
1.2 实验教学的目的和条件	2
1.3 机械制造技术实验教学体系	3
1.4 实验教学方法与技巧	4
第 2 章 互换性与技术测量实验系列	6
2.1 尺寸测量实验	6
2.2 直线度误差测量实验	14
2.3 表面粗糙度测量实验	17
2.4 圆柱齿轮误差测量实验	23
第 3 章 金属切削加工技术实验系列 I	33
3.1 车刀几何角度测量实验	33
3.2 普通车床几何精度检测实验	35
3.3 普通车床结构剖析实验	40
3.4 齿轮加工滚齿机调整实验	44
第 4 章 金属切削加工技术实验系列 II	50
4.1 主轴回转精度测定实验	50
4.2 工艺系统静刚度测定实验	52
4.3 加工误差统计分析实验	56
第 5 章 电加工实验系列	62
5.1 数控线切割编程实验	62
5.2 数控线切割加工实验	68
5.3 电火花成型加工操作及工艺实验	71
第 6 章 实验报告	75
2.1 尺寸测量实验报告	77
2.2 直线度误差测量实验报告	81
2.3 表面粗糙度测量实验报告	85
2.4 圆柱齿轮误差测量实验报告	87
3.1 车刀几何角度测量实验报告	91
3.2 普通车床几何精度检测实验报告	93

3.3 普通车床结构剖析实验报告	97
3.4 齿轮加工滚齿机调整实验报告	99
4.1 主轴回转精度测定实验报告	101
4.2 工艺系统静刚度测定实验报告	103
4.3 加工误差统计分析实验报告	107
5.1 数控线切割编程实验报告	113
5.2 数控线切割加工实验报告	117
5.3 电火花成型加工操作与工艺实验报告	121

参考文献	125
------------	-----

第1章 绪论

1.1 概述

工业是现代国家的支柱产业，是人类文明的成果。机械工业作为整个工业的重要组成部分，肩负着为国民经济各部门提供技术装备的重任，被称为“工业的心脏”，是一切经济部门发展的基础，其发展水平则是衡量一个国家工业化程度的重要标志。

机械工程是以有关的自然科学和技术科学为理论基础，结合生产实践中的技术经验，研究和解决在开发、设计、制造、安装、运用和修理各种机械中的全部理论和实际问题的应用学科。该学科历史悠久，因人类在该领域积累的知识呈现快速增长态势，不断分化出更专业化的分支学科，而过度的专业化导致专家知识面过狭，考虑问题过专，在协同工作时出现配合失调等新的问题，综合化趋势则使人们更多地注重基础理论，拓宽专业领域，合并分化过细的专业。机械工程学科人才的培养方式也要适应机械工程的发展特点，既要培养学生的专业化精神，提升工程应用的能力，又要注重基础理论，拓宽学生的知识面，提高其创新的能力。工程知识的传授基于两条途径，即教学和实践，前者注重教学者所积累知识的传递，后者则重在培养学生的创新能力。创新是科学的灵魂，实践教学在创新型人才培养中的地位和作用毋庸置疑，作为实践教学重要组成部分的实验教学必须得到足够的重视，其重要性才可以提高到与理论教学等同甚至更高的地位。

实验教学是实践教学的重要组成部分，在理论知识与方法的传授、工程应用与创新能力的培养过程中起着承上启下的关键作用。随着国家本科教育质量工程等项目的不断推进，全国各高校加大了对实验教学的投入力度，成立和建设了不同级别的实验教学中心，初步形成了各具特色的实验教学体系。

本实验教材的规划本着“重基础、少学时、低重心、新知识、宽面向”的指导思想，将目前分散在各课程中的实验按新的课程体系和功能关系，以学科的内在规律为主线重新优化组合，精选实验内容，改造实验项目，注重实验的创新性、综合性和开放性。这种按学科内在规律为主线设置实验的课程体系突破了按传统的课程设置实验的方式，形成了一个按实践、理论、再实践、再理论的规律并把理论与实践有机结合的、系统完整的实验教学体系，以全面培养学生的实验技能、综合分析和发现并解决问题的能力，使学生具有创新精神和实践经验。

在教材构架的搭建上，本教材将互换性与测量技术、金属切削原理与刀具、机床概论、机械制造工艺学、机械制造技术基础、特种及精密加工等相关课程中通用性强的实验项目整合起来，以适应专业课“重基础，少学时”的要求。在实验项目内容的安排上，教材以理论

课程为主线,考虑到能适应不同学科、专业和不同能力的学生的实验教学需要,体现“低重心、新知识、宽面向”的要求。

1.2 实验教学的目的是和条件

作为高等教育工程人才培养过程中的一个不可或缺的重要教学环节,实验教学在理论知识与科学方法的传授、系统知识在工程中的实际应用以及创新能力的培养过程中起着承上启下的关键作用。机械工程是一个工程背景极强和实践性极强的学科,实验教学的作用体现在三个方面:① 培养学生的工程意识,实验教学可让学生增加对理论知识的感性认识,加强对理论知识的理解和掌握,认识理论知识中对应的工程对象;② 激发学生对未知领域的探索兴趣,课堂教学让其掌握了理论知识和科学原理,实验教学则能让其身临其境,增加兴趣,因为兴趣是探索的动力;③ 通过实验,学生可以获得解决实际工程问题的机会,获得综合分析和解决问题的能力、动手操作的体验和能力,以及设计创新的能力。

1. 实验教学的目的

- (1) 通过实验,可以唤醒学生对自然规律、未知领域知识的探索兴趣。
- (2) 通过实验,可以加强对理论系统知识和科学原理的理解和掌握。
- (3) 通过实验,可以让学生认识和体验理论知识中对应的工程对象和工程需求。
- (4) 通过实验,可以了解和掌握工具、仪器、设备的用途,以及其工作原理、使用方法和使用条件。
- (5) 通过实验,可以了解和掌握工作对象如金属材料等物料的性能和应用。
- (6) 通过实验,可以培养学生的动手操作能力,培养其发现问题、分析和解决问题的综合能力。
- (7) 通过实验,可以掌握常用的采集、处理和分析试验数据的方法。
- (8) 通过实验,可以有效地培养学生的工程意识、创新意识,锻炼其设计创新能力。

2. 实验教学对实验指导教师的素质要求

- (1) 多采用启发式教学方法,边讲授、边设问、边启发,引导学生积极主动思维,激发其参与的兴趣,避免填鸭式教学。
- (2) 融会贯通,在实验讲授过程中能将学生在课堂学到的理论知识和现行的实验联系起来。
- (3) 能尽量将实验和工程应用联系起来,培养学生的工程应用知识。
- (4) 重视实验过程中良好的思维和操作习惯的培养。
- (5) 注重思维扩展的启发,培养学生的创新意识,锻炼学生的创新能力。
- (6) 注重实验的分工与协作,培养学生的团队意识。

3. 实验教学对学生的要求

- (1) 认真复习相关理论知识，能在实验前预习实验教学相关内容，完成预习思考题。
- (2) 在指导教师的讲授和启发过程中，能积极主动地思考和回答问题。
- (3) 在实验过程中学会脑手并用，胆大心细，边做实验边思考。
- (4) 服从指导教师的分工，能与其他同学配合、协作，顺利完成实验任务。
- (5) 能遵守规定，正确使用和爱护实验工具及仪器设备，完成实验后的整理复位。
- (6) 保持实验室环境的整洁，不高声喧哗，树立良好的公德意识。
- (7) 按要求认真独立完成实验报告。

1.3 机械制造技术实验教学体系

教材在实验项目的选择和方案设计上，本着“重基础、少学时、低重心、新知识、宽面向”的指导思想，注重科研成果在教学中的应用，启迪学生的科学思维和创新意识。

(1) 加强制造技术方面基本技能的训练。

(2) 在实验项目和实验内容的选择上，合理确定实验技术和方法，训练学生的思维方式，锻炼和提高分析解决实际问题的能力。

(3) 在实验教学中适当引入学科发展的新成果，使实验内容与科研、工程、社会应用项目密切联系，体现基础与前沿、经典与现代的有机结合。

通过优化和筛选，教材选择的实验是机械制造技术体系中最基础、较实用和典型的项目，覆盖了机械制造技术体系中传统制造的大部分内容，如图 1.1 中虚线框所示。

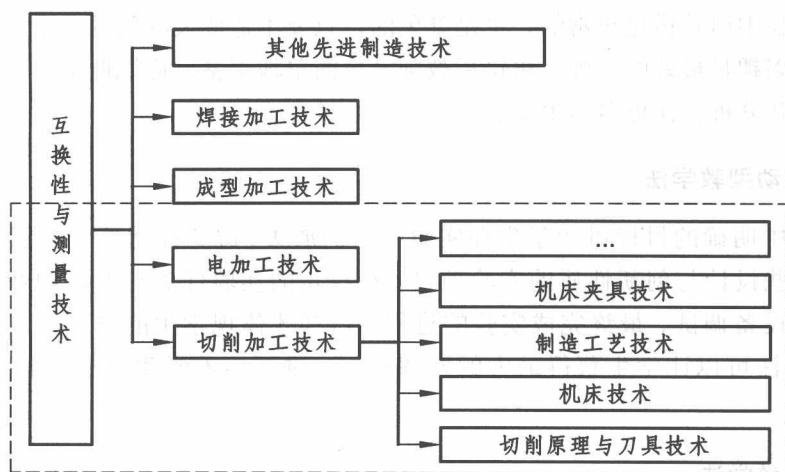


图 1.1 机械制造技术体系

1.4 实验教学方法与技巧

教学方法在机械工程人才的培养中起着至关重要的作用，特别是在学生的个性化培养、工程应用能力培养以及创新能力的培养上。

在实验教学中，除了讲解外，学生亲自参与动手实验是必不可少的。在此基础上，灵活的教学方法和教学技巧可以有效地改善教学效果，各校可根据具体条件灵活地加以应用。

1. 示范型教学法

示范是实验教学中基本的教学环节，示范的目的是让学生掌握实验的基本步骤，少出错，提高实验效率，加深印象。另外，在综合型、设计与创新型实验项目中，学生要在有限的时间内完成实验任务难度较大，一般可由教师设计制作好实验样板，包括已调试好的硬件和软件，学生在参考样板的基础上可以更快、更好地理解设计课题的功能和性能指标要求，在模仿的基础上完成实验，进而追求创新。

2. 讨论互动型教学法

教师与学生的互动，同学之间的讨论和探讨，在实验教学中意义重大，贯穿实验的全过程。通过设问与启发、设问与回答、引导与讨论、方案的比较，充分调动学生的积极性，使学生更好地理解和掌握实验要求、实验原理和操作方法。

机械实验，特别是与机床有关的实验项目因机床数量有限、体积和占地面积较大等，往往适合多人一组共同完成，讨论互动可以使有限的资源和信息得到最大程度的利用，增进实验效果。

3. 容错型教学法

学生在实验中出差错是正常的、也是难免的，只要不造成大的问题，出错反而能增加学生的兴趣，而兴趣是最好的老师。出错后教师不应简单地责备，应以此为例予以讲解，对典型的错误应公开分析，让更多学生受益。

4. 任务驱动型教学法

实验教学中明确的目标可让学生在实验中有目的放矢，避免被动地跟随别人完成实验任务。特别是某些设计与创新性质的实验项目，在给定的实验任务和要求的条件下，拟订实验方案，进行设备调试，最终完成实验的过程，这样才体现学生的自主性。引入这种面向任务的教学方法可以让学生获得最大的发挥空间，进而培养学生分析问题和解决问题的能力。

5. 开放型教学法

在实验教学的管理体制上，开放实验是对传统实验教学体制的改革。随着各高校软硬件实验设施的不断完善，这种强调学生自主性、满足学生个性化发展的实验教学管理模式正在

逐步推行。开放实验可以更好地让学生锻炼独立动手能力、独立观察、独立分析的能力和表达能力,让学生学到全面的科学研究思维方式与方法。

6. 基于多媒体及网络的实验教学措施

实验教学的信息化及网络化对实验教学能起到事半功倍的效果。具体地讲,基于多媒体及网络的实验教学措施包括:① 建立实验教学网页,为学生提供大量的信息资源及实验课件;② 实验网上预约,可有效地节约学生和实验室的时间;③ 网上完成实验预习,即可将实验预习嵌入到预约确认过程中,增进实验效果。

第2章 互换性与技术测量实验系列

2.1 尺寸测量实验

2.1.1 预习题

- (1) 用立式光学计测量线性尺寸属于什么测量方法？绝对测量和相对测量各有何特点？
- (2) 用内径百分表测量孔径属于什么测量方法？

2.1.2 立式光学计测量尺寸

2.1.2.1 实验目的

- (1) 掌握用相对测量法测量尺寸的原理。
- (2) 了解光学立式光学计的结构并掌握其使用方法。
- (3) 熟悉量块的使用与维护方法。

2.1.2.2 实验内容

用立式光学计测量线性尺寸。

2.1.2.3 实验设备、仪器与材料

- (1) JD3 性投影立式光学计。
- (2) 量块。

2.1.2.4 测量原理及实验设备说明

线性尺寸可用相对测量法（比较测量法）进行测量，常用的量仪有机械、光学、电感和气动比较仪等几种。测量时，首先根据被测尺寸的基本值 L 组成量块组，然后用该量块组调整量仪示值零位。若实际被测尺寸相对于量块组尺寸存在偏差，可从量仪的标尺上读取该偏差的数值 Δx ，则实际被测尺寸为 $x = L + \Delta x$ 。本实验用立式光学计进行测量。

1. 立式光学计

立式光学比较仪也称立式光学计，是一种精度较高而结构简单的常用光学机械式长度计量器具，适用于外尺寸的精密测量。用量块作为长度基准，按比较测量法进行测量。

图 2.1 为立式光学比较仪的外形结构图，主要由底座 1、带有特殊螺纹的立柱 7、横臂 5、直角形光管 12 和工作台 15 等几部分组成。

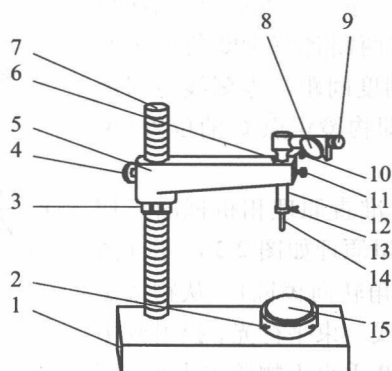
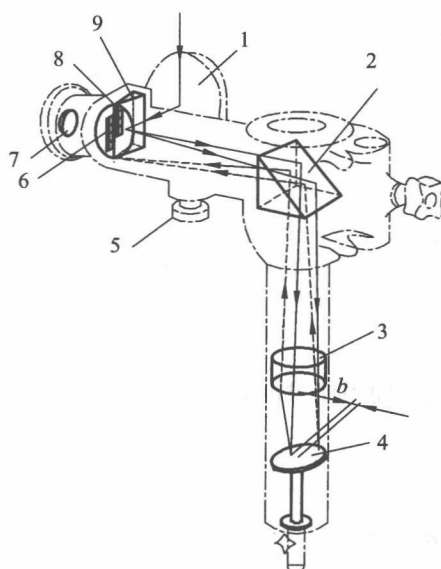


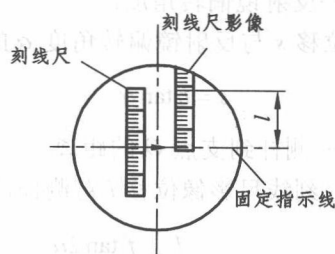
图 2.1 立式光学计外形图

- 1—底座；2—工作台调整螺钉（共 4 个）；3—横臂升降螺母；4—横臂固定螺钉；
5—横臂；6—细调螺旋；7—立柱；8—进光反射镜；9—目镜；
10—微调螺旋；11—光管固定螺钉；12—直角形光管；
13—测杆提升器；14—测杆及测量头；15—工作台

直角形光管是量仪的主要部件，它由自准直望远镜系统和正切杠杆机构组合而成，其光学系统如图 2.2 (a) 所示。光线经反射镜 1、棱镜 9 投射到分划板 6 上的刻线尺 8



(a) 光学系统



(b) 分划板

图 2.2 立式光学计光学系统图

- 1—反射镜；2—直角转向棱镜；3—物镜；4—平面反射镜；5—微调螺旋；
6—分划板；7—目镜；8—刻线尺；9—棱镜

(它位于分划板左半部分), 而分划板 6 位于物镜 3 的焦平面上。当刻线尺 8 被照亮后, 从刻线尺发出的光束经直角转向棱镜 2、物镜 3 后形成平行光束, 投射到平面反射镜 4 上。光束从反射镜 4 上反射回来后, 在分划板 6 右半部分形成刻线尺 8 的影像, 如图 2.2 (b) 所示。从目镜 7 可以观察到该影像和一条固定指示线。刻线尺中部有一条零刻线, 它的上下两侧各有 100 条均布的刻线, 它们之间构成 200 格刻度间距。零刻线与固定指示线处于同一高度位置上, 即物镜焦点 C 的位置 (见图 2.3)。

立式光学计是利用光学自准直原理和机械的正切杠杆原理进行测量的仪器, 测量原理如图 2.3 所示 (图中没有画出图 2.2 (a) 中的直角转向棱镜)。从物镜焦点 C 发出的光线, 经物镜后变成一束平行光, 投射到平面反射镜 P 上。若平面反射镜 P 垂直于物镜主光轴, 则从反射镜 P 反射回来的光束由原光路回到焦点 C , 像点 C' 与焦点 C 重合 (即刻线尺上零刻线的影像与固定指示线重合, 量仪示值为零)。如果被测尺寸变动, 它使测杆产生微小的直线位移 s , 推动反射镜 P 绕支点 O 转动一个角度 α , 则反射镜 P 与物镜主光轴不垂直。反射光束与入射光束间的夹角为 2α , 经物镜光束汇聚于像点 C'' , 从而使刻线尺影像产生位移 l 。根据刻线尺影像相对于固定指示线的位移大小即可判断被测尺寸的变动量。

C'' 与 C 点距离 l 的计算公式如下:

$$l = f \tan 2\alpha$$

式中 f ——物镜的焦距;

α ——反射镜偏转角度。

测杆位移 s 与反射镜偏转角度 α 的关系为:

$$s = b \tan \alpha$$

式中 b ——测杆到支点 O 的距离。

这样, 刻线尺影像位移 l 对测杆位移 s 的比值即为光管的放大倍数 n , 计算公式如下:

$$n = \frac{l}{s} = \frac{f \tan 2\alpha}{b \tan \alpha}$$

由于 α 角很小, 故取 $\tan 2\alpha \approx 2\alpha$, $\tan \alpha \approx \alpha$, 则

$$n = \frac{2f}{b}$$

光管中物镜的焦距 $f=200\text{ mm}$, 测杆到平面反射镜支点的距离 $b=5\text{ mm}$, 于是

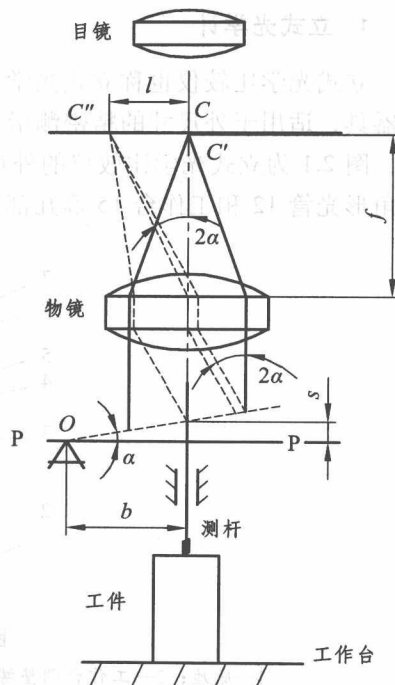


图 2.3 立式光学计测量原理图

$$n = \frac{2f}{b} = \frac{2 \times 200}{5} = 80$$

光学计目镜的放大倍数为 12, 故仪器的总的放大倍数 $K = 12n = 12 \times 80 = 960$ 。由此说明, 当测杆移动 0.001 mm 时, 在目镜中能见到 0.96 mm 的位移量。光管中分划板上刻线尺的刻度间距 c 为 0.08 mm, 人眼从目镜中看到的刻线尺影像的刻度间距 $a = 12c = 12 \times 0.08 = 0.96$ mm, 因此仪器的分度值为:

$$i = \frac{a}{K} = \frac{12 \times 0.08}{12 \times 80} = 0.001 \text{ mm} = 1 \mu\text{m}$$

仪器的示值范围为 $\pm 100 \mu\text{m}$, 测量范围为 0~180 mm。

2. 量 块

量块是没有刻度、截面为矩形的平面平行端面量具, 是以两相互平行的测量面之间的距离来决定其长度的一种高精度的单值量具。量块在机械制造和仪器制造中应用很广。除了作为长度基准的传递媒介以外, 作为长度尺寸传递的实物基准, 量块还广泛应用于计量器具的校准和鉴定, 相对测量时用来调整仪器的零位, 也可直接用于机械行业精密设备的调整、精密划线和精密工件的测量等。

量块有两个测量面和 4 个非测量面, 两互相平行的测量面之间的距离即为量块的工作长度, 称为标称长度。量块按制造精度分为 6 级, 按检定精度则分为 6 等。量块按级使用时, 应以量块的标称长度作为工作尺寸, 而按等使用时, 应以量块经检定后所给出的实测中心长度作为工作尺寸, 因此在精密测量中按“等”使用要比按“级”使用更精确。

量块一般是按成套生产的, 根据按 GB/T 6093—2001 规定, 量块共有 17 种套别。选用不同尺寸的量块组成所需尺寸时, 为了减少量块的组合误差, 应尽力减少量块的数目, 一般不超过 4 块。选用量块时, 应从消去所需尺寸最小尾数开始, 逐一选取。

2.1.2.5 实验步骤

(1) 选择测量头并安装在测杆上。测量头的形状有球形、刀刃形及平面形三种, 选择时应根据测量头与被测表面的接触应为点接触的准则来选择测量头。所选择的测量头的形状与被测表面的几何形状有关, 测量平面或圆柱面工件时, 选用球形测头; 测量球面工件时, 选用平面形测头; 测量小于 10 mm 的圆柱面工件时, 选用刃口形测头。用酒精棉将测头、工件、工作台及块规擦拭干净。

(2) 按被测零件的公称尺寸组合量块。

(3) 通过变压器接通电源。

(4) 调整工作台使测杆与工作台面垂直。

拧动四个螺钉 2, 调整工作台 15 的位置, 使它与测杆 14 的移动方向垂直。通常, 实验室已调整好此位置, 切勿再拧动任何一个螺钉 2。

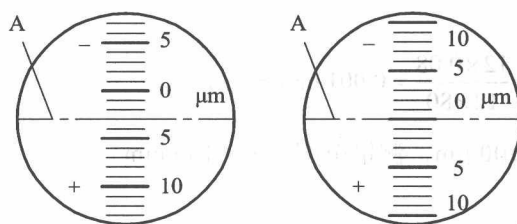
(5) 调整仪器零位。

将量块组放在工作台 15 的中央, 并使侧头 14 对准量块的上测量面中心点, 按下列步骤

进行仪器零位调整。

① 粗调节：松开螺钉 4，转动螺母 3，使横臂 5 缓缓下降，直到测量头与量块测量接触，且从目镜 9 的视场中看到刻线尺寸影像为止，然后拧紧螺钉 4。

② 细调节：松开螺钉 11，转动细调螺旋 6，使刻度线尺零刻线的影像接近固定指示线 (± 10 格以内)，然后拧紧螺钉 11。细调节后的目镜视场如图 2.4 (a) 所示。



A—固定指示线

(a) 细调节后

(b) 微调节后

图 2.4 目镜视场

③ 微调节：转动微调螺旋 10，使零刻线影像与固定指示线重合。微调整后的目镜视场如图 2.4 (b) 所示。

④ 按动测量杆提升器 13，使测量头起落数次，检查示值稳定性。要求示值零位变动不超过 1/10 格，否则应查找原因，并重新调整示值零位，直到示值零位稳定不变，方可进行测量工作。

(6) 按动测杆提升器 13，使侧头抬起，取下量块组。

(7) 将被测零件放在工作台上，松开测杆提升器 13，使侧头与被测零件工作表面接触。在零件工作表面均布的几个位置上 (测量位置如图 2.5 所示)，分别进行测量，投影屏上读数，即为被测零件实际尺寸相对于量块组尺寸的偏差，工件的尺寸=量块的尺寸 $\pm$ 刻尺所示值。将读数记入实验报告相应表中。

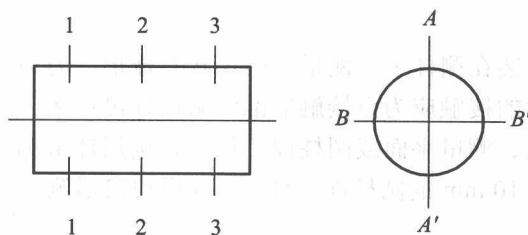


图 2.5 测量位置示意图

(8) 确定被测零件的实际尺寸，并按零件要求尺寸精度，判断被测零件的合格性。

(9) 处理测量数据，作出适用性结论，写出实验报告。

根据测量结果和被测零件的精度要求，判断被测零件是否合格。将测量结果取算术平均值，对比被测零件尺寸公差，判断是否满足尺寸公差要求。全部测量位置的实际尺寸都应满足要求，有一处超差，该零件的尺寸不合格。

(10) 擦净测量仪器及工件，整理现场。

2.1.3 内径百分表测量孔径

2.1.3.1 实验目的

- (1) 了解内径百分表的构造及工作原理。
- (2) 掌握用内径百分表测量和评定内孔直径的方法。
- (3) 加深了解内径测量的特点。

2.1.3.2 实验内容

用内径百分表测量内径并判断内径合格性。

2.1.3.3 实验设备、仪器与材料

内径百分表；量块或外径千分尺。

内径百分表的分度值为 0.01 mm 。常用的测量范围有以下几种： $6\sim 10\text{ mm}$ 、 $10\sim 18\text{ mm}$ 、 $18\sim 35\text{ mm}$ 、 $35\sim 50\text{ mm}$ 、 $50\sim 100\text{ mm}$ 、 $100\sim 160\text{ mm}$ 、 $160\sim 250\text{ mm}$ 。当测量范围大于 50 mm 时，示值误差不大于 0.02 mm ，示值稳定性不大于 0.003 mm 。

2.1.3.4 测量原理及计量器具说明

内径可用内径千分尺直接测量，但对深孔或公差等级较高的孔，则常用内径百分表或卧式测长仪作比较测量。本实验主要介绍用内径百分表测量内径的方法。内径百分表是广泛应用于机械加工行业中测量内尺寸的较高精度的量具，主要用于以比较法测量通孔、盲孔及深孔的直径或形状误差。内径百分表经一次调整后可测量多个基本尺寸相同的孔而中途不需要调整。在大批量生产中，用内径百分表测量非常方便。国产的内径百分表常由活动测头工作行程不同的七种规格组成一套，用以测量 $6\sim 450\text{ mm}$ 的内径。图 2.6 所示为杠杆传动式内径百分表，它由百分表及一套杠杆机构（即表架）组成，用于不同孔径的尺寸及其形状误差的测量。

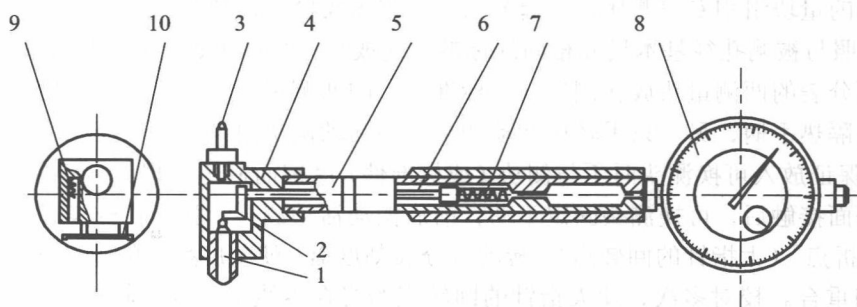


图 2.6 杠杆传动式内径百分表

- 1—活动测头；2—等臂杠杆；3—固定测头；4—壳体；5—长管；6—推杆；
7、9—弹簧；8—百分表；10—定心护桥