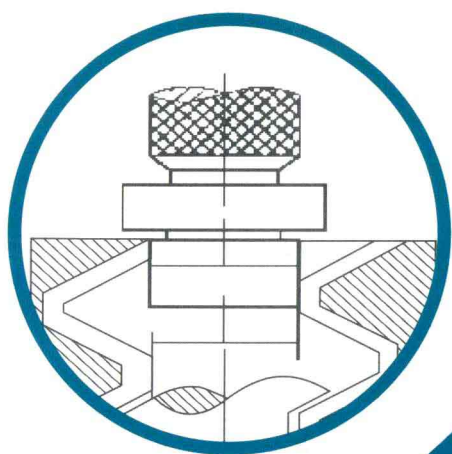




高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材
顾问 ● 张 策 张福润 赵敖生

互换性与技术测量 实验指导书



主编◎卢桂萍 李 平



高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材

顾问 • 张 策 张福润 赵敖生

互换性与技术测量 实验指导书

主 编 卢桂萍 李 平

副主编 楼应侯 江 琴 刘秀杰

HUHUANXING YU JISHU CELIANG
SHIYAN ZHIDAOSHU



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国 · 武汉

内 容 简 介

本书以互换性与测量技术基础理论知识为基础,从培养实践能力出发,介绍六个方面的实验内容,包括:尺寸公差测量,几何公差测量,表面粗糙度测量,螺纹测量,齿轮测量,角度、锥度测量。其中尺寸公差测量、几何公差测量、齿轮测量为本书的重点内容。每个实验内容包括实验目的、实验仪器、实验原理等,并结合仪器的特点以实际的实验项目为例,详细地介绍实验的步骤、数据处理方法,最后对实验的结果进行分析。

本书兼顾课堂教学及自学的特点和需要,依照本书的实验过程指导,可以巩固对理论知识的理解和掌握,在此基础上,本书还可以启发读者进行综合性的实验开发,开拓视野。

本书可以作为高校机械类本科生、专科生的专业课或选修课教材,也可供夜大、函授或互换性与测量技术培训使用,还可供机械设计、机械制造、机械电子工程、车辆工程等领域的专业技术人员作为参考书。

图书在版编目(CIP)数据

互换性与测量技术基础实验指导书/卢桂萍 李 平 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2012.8
ISBN 978-7-5609-8202-1

I. 互… II. ①卢… ②李… III. ①零部件-互换性-实验-高等学校-教材 ②零部件-测量-实验-高等学校-教材 IV. TG801-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 164328 号

互换性与测量技术基础实验指导书

卢桂萍 李 平 主编

策划编辑:俞道凯

责任编辑:吴 晗

责任校对:朱 霞

封面设计:陈 静

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321915

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:武汉市首壹印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:4.25

字 数:102千字

版 次:2012年8月第1版第1次印刷

定 价:9.80元



华中科大

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

高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材

编审委员会

顾问： 张 策 天津大学仁爱学院
张福润 华中科技大学文华学院
赵敖生 三江学院

主任： 吴昌林 华中科技大学

副主任：（排名不分先后）

潘毓学	长春大学光华学院	李杞仪	华南理工大学广州学院
王宏甫	北京理工大学珠海学院	王龙山	浙江大学宁波理工学院
魏生民	西北工业大学明德学院		

编 委：（排名不分先后）

陈秉均	华南理工大学广州学院	邓 乐	河南理工大学万方科技学院
王进野	山东科技大学泰山科技学院	卢文雄	贵州大学明德学院
石宝山	北京理工大学珠海学院	王连弟	华中科技大学出版社
孙立鹏	华中科技大学武昌分校	刘跃峰	桂林电子科技大学信息科技学院
宋小春	湖北工业大学工程技术学院	孙树礼	浙江大学城市学院
陈凤英	大连装备制造职业技术学院	吴小平	南京理工大学紫金学院
沈萌红	浙江大学宁波理工学院	张胜利	湖北工业大学商贸学院
邹景超	黄河科技学院工学院	陈富林	南京航空航天大学金城学院
郑 文	温州大学瓯江学院	张景耀	沈阳理工大学应用技术学院
陆 爽	浙江师范大学行知学院	范孝良	华北电力大学科技学院
顾晓勤	电子科技大学中山学院	胡夏夏	浙江工业大学之江学院
黄华养	广东工业大学华立学院	盛光英	烟台南山学院
诸文俊	西安交通大学城市学院	黄健求	东莞理工学院城市学院
侯志刚	烟台大学文经学院	曲尔光	运城学院
神会存	中原工学院信息商务学院	范扬波	福州大学至诚学院
林育兹	厦门大学嘉庚学院	胡国军	绍兴文理学院元培学院
睦满仓	长江大学工程技术学院	容一鸣	武汉理工大学华夏学院
刘向阳	吉林大学珠海学院	宋继良	黑龙江东方学院
吕海霆	大连科技学院	李家伟	武昌工学院
于慧力	哈尔滨石油学院	张万奎	湖南理工学院南湖学院
殷劲松	南京理工大学泰州科技学院	李连进	北京交通大学海滨学院
胡义华	广西工学院鹿山学院	张洪兴	上海师范大学天华学院

秘 书 俞道凯 华中科技大学出版社

高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材

总 序

《国家中长期教育改革和规划纲要》(2010—2020)颁布以来,胡锦涛总书记指出:教育是民族振兴、社会进步的基石,是提高国民素质、促进人的全面发展的根本途径。温家宝总理在2010年全国教育工作会议上的讲话中指出:民办教育是我国教育的重要组成部分。发展民办教育,是满足人民群众多样化教育需求、增强教育发展活力的必然要求。目前,我国高等教育发展正进入一个以注重质量、优化结构、深化改革为特征的新时期,从1998年到2010年,我国民办高校从21所发展到了676所,在校生从1.2万人增长为477万人。独立学院和民办本科学校在拓展高等教育资源,扩大高校办学规模,尤其是在培养应用型人才等方面发挥了积极作用。

当前我国机械行业发展迅猛,急需大量的机械类应用型人才。全国应用型高校中设有机械专业的学校众多,但这些学校使用的教材中,既符合当前改革形势又适用于目前教学形式的优秀教材却很少。针对这种现状,急需推出一系列切合当前教育改革需要的高质量优秀专业教材,以推动应用型本科教育办学体制和运行机制的改革,提高教育的整体水平,加快改进应用型本科的办学模式、课程体系和教学方式,形成具有多元化特色的教育体系。现阶段,组织应用型本科教材的编写是独立学院和民办普通本科院校内涵提升的需要,是独立学院和民办普通本科院校教学建设的需要,也是市场的需要。

为了贯彻落实教育规划纲要,满足各高校的高素质应用型人才培养要求,2011年7月,华中科技大学出版社在教育部高等学校机械学科教学指导委员会的指导下,召开了高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材编写会议。本套教材以“符合人才培养需求,体现教育改革成果,确保教材质量,形式新颖创新”为指导思想,内容上体现思想性、科学性、先进性和实用性,把握行业岗位要求,突出应用型本科院校教育特色。本套教材在独立学院、民办普通本科院校教育改革逐步推进的大背景下编写,教材特色鲜明,编写参与面广泛,具有代表性,适合独立学院、民办普通本科院校等机械类专业教学。

本套教材邀请有省级以上精品课程建设经验的教学团队引领教材的建设,邀请本专业领域内德高望重的教授张策、张福润、赵敖生等担任学术顾问,邀请国家级教学名师、教育部高等学校机械基础学科教学指导委员会副主任委员、华中科技大学机械学院博士生导师吴昌林教授担任总主编,并成立编审委员会对教材质量进行把关。

我们希望本套教材的出版,能有助于培养适应社会发展需要的、综合素质好的新型机械工程建设人才。我们也相信本套教材能达到这个目标,从形式到内容都成为精品,真正成为高等院校机械类应用型本科教材中的全国性品牌。

高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材

编审委员会

2012-5-1

前 言

本书是高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材。

“互换性与测量技术基础”是机械类各专业的一门技术基础课,是研究零件互换性和技术测量方面的一门学科。它是当今机制工艺与专业工程技术人员进行设计、制造、装配、维修等所必须学习和掌握的一门专业技术基础课,其理论和实践性很强,其实验课程的安排尤为重要。本书的指导思想是:以“互换性与测量技术基础”的理论课程为基础,围绕理论知识开设相关实验内容,并根据培养应用型人才的定位,结合各专业的具体情况,从使用标准的角度出发,开设不同层次的实验,实验难易程度相当,步骤介绍详尽。通过本书的内容学习,了解我国互换性与技术测量方面的主要标准,掌握正确选择孔与轴的极限与配合、几何公差、表面粗糙度的基本原则和方法,掌握几何量测量的基本原理,提高动手能力,并能通过实验加深对理论课程的理解。

互换性与技术测量是教学计划中联系设计课程与工艺课程的纽带,是从基础课学习过渡到专业课学习的桥梁。本书的主要任务是使学生在掌握标准化和互换性的基本概念及有关的基本术语和定义,获得机械零件的几何精度及其相互配合的理论基础上,理解课程中几何量公差标准的主要内容、特点和应用原则,并掌握参数的一般测量技术。通过本书中实验项目的操作,增强对主要测量工具工作原理的理解,熟悉实验仪器设备的基本结构并掌握其测量方法。熟练掌握实验数据处理方法,并能够通过查用公差标准来验证测量的准确性,从而具有对机械零件的一般几何量进行技术测量的初步能力。

全书共分为六大部分,依次为:尺寸公差测量,几何公差测量,表面粗糙度测量,螺纹测量,齿轮测量,角度、锥度测量。本书采用了新的国家标准,内容翔实。实验项目经过合理的安排,涉及面较广。

本书由北京理工大学珠海学院卢桂萍、华中科技大学武昌分校李平担任主编,浙江大学宁波理工学院楼应侯、南京理工大学紫金学院江琴、山东科技大学泰山科技学院刘秀杰担任副主编。具体编写分工为:江琴编写第1部分;卢桂萍编写第2部分及第5部分中实验14、实验15、实验16的内容;刘秀杰编写第3部分;李平编写第4部分;楼应侯编写第5部分中实验17、实验18、实验19及第6部分。

本书在编写过程中得到了华中科技大学、浙江大学城市学院、东南大学成贤学院等单位的大力支持,孙树礼、易茜等同志为本书的编写做了大量的准备工作,特此表示感谢。本书引用了大量的参考资料,在此向相关资料的作者表示诚挚的谢意,这些资料也是本书得以完成的重要基础。

虽然参与编写的每位同志都精心准备资料、用心编写,但由于水平有限,书中难免存在缺点和不足,恳请广大读者批评指正。

编 者

2012年5月31日于广东珠海

目 录

第 1 部分 尺寸公差测量	(1)
实验 1 孔轴配合的认识及基本技术测量	(1)
实验 2 用内径百分表测量孔径	(5)
实验 3 用万能测长仪测量孔径	(7)
实验 4 用立式光学计测量轴径	(10)
实验 5 用机械比较仪测量轴径	(12)
第 2 部分 几何公差测量	(15)
实验 6 用合像水平仪测量直线度误差	(15)
实验 7 平行度、垂直度测量实验	(18)
实验 8 端面圆跳动和径向全跳动的测量	(20)
实验 9 位置误差的测量	(22)
第 3 部分 表面粗糙度测量	(25)
实验 10 用干涉显微镜测量表面粗糙度 R_z	(25)
实验 11 用粗糙度仪测量表面粗糙度	(28)
第 4 部分 螺纹测量	(31)
实验 12 用影像法测量螺纹主要参数	(31)
实验 13 外螺纹中径的测量	(35)
第 5 部分 齿轮测量	(39)
实验 14 齿轮齿厚偏差测量	(39)
实验 15 齿轮单个齿距偏差与齿距累积总偏差的测量	(41)
实验 16 齿轮齿圈径向跳动测量	(44)
实验 17 齿轮公法线长度偏差的测量	(47)
实验 18 齿轮径向综合误差测量	(50)
实验 19 齿轮齿形误差测量	(51)
第 6 部分 角度、锥度测量	(53)
实验 20 用正弦尺测量圆锥角偏差	(53)
实验 21 用万能角度尺测量角度	(55)
参考文献	(58)

第 1 部分 尺寸公差测量

实验 1 孔轴配合的认识及基本技术测量

1. 实验目的

- (1) 巩固技术测量的基本概念、基本知识；
- (2) 加深对光滑圆柱体结合的公差与配合的认识；
- (3) 认识和学会使用几种常用的机械式量具、量仪；
- (4) 学习误差的处理。

2. 实验内容

- (1) 观察减速箱中孔轴配合的类型；
- (2) 测量方法分类、测量工具介绍；
- (3) 轴径与内孔的尺寸测量；
- (4) 量具的测量步骤。

3. 孔轴配合的认识

以减速器为例,了解典型的孔轴配合(见图 1.1、图 1.2)。

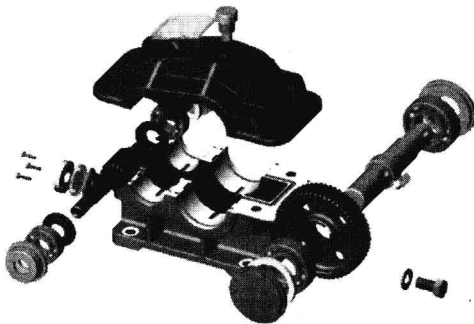


图 1.1 一级直齿圆柱减速器

(1) 轴与箱体的配合要求 在轴、箱体精度不高的情况下,轴承受其影响,不能正常发挥其性能。比如,安装部分挡肩如果精度不高,会产生内、外圈相对倾斜,在轴承负荷之外增加应力集中,使轴承疲劳寿命下降,更严重的会导致保持架破损、烧结。

(2) 轴、箱体与轴承的配合,电动机用轴承与轴的公差配合一般采用 k5 或 k6。例如 6309 轴承所配合的轴与箱体的精度如下。

轴的圆度公差为 $4\sim 7\ \mu\text{m}$,圆柱度公差为 $4\sim 7\ \mu\text{m}$,挡肩的跳动公差为 $4\ \mu\text{m}$;

箱体的圆度公差为 $7\sim 11\ \mu\text{m}$,圆柱度公差为 $7\sim 11\ \mu\text{m}$,挡肩的跳动公差为 $4\sim 7\ \mu\text{m}$ 。

减速器主要零件的荐用配合如表 1.1 所示。

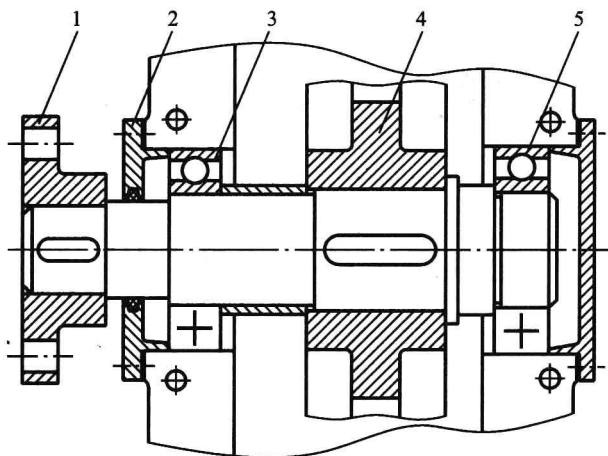


图 1.2 减速器输出轴

1—联轴器;2—轴承盖;3—轴承 1;4—齿轮;5—轴承 2

表 1.1 减速器主要零件的荐用配合

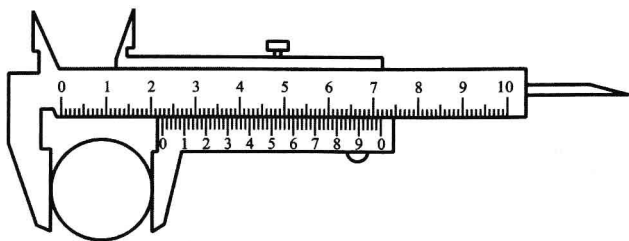
配合零件	荐用配合	装拆方法
一般情况下的齿轮、蜗轮、带轮、链轮、联轴器与轴的配合	$\frac{H7}{r6}; \frac{H7}{n6}$	用压力机
小锥齿轮及常拆卸的齿轮、带轮、链轮、联轴器与轴的配合	$\frac{H7}{m6}; \frac{H7}{k6}$	用压力机或手锤打入
蜗轮轮缘与轮芯的配合	轮箍式: $\frac{H7}{s6}$ 螺栓连接式: $\frac{H7}{h6}$	加热轮缘或用压力机推入
滚动轴承内圈孔与轴、外圈与箱体孔的配合	内圈与轴: $j6; k6$ 外圈与孔: $H7$	用温差法或用压力机
轴套、挡油盘、溅油轮与轴的配合	$\frac{D11}{k6}; \frac{F9}{k6}; \frac{F9}{m6}; \frac{H8}{h7}; \frac{H8}{h8}$	徒手
轴承套杯与箱体孔的配合	$\frac{H7}{js6}; \frac{H7}{h6}$	
轴承盖与箱体孔(或套杯孔)的配合	$\frac{H7}{d11}; \frac{H7}{h8}$	

4. 测量仪器说明

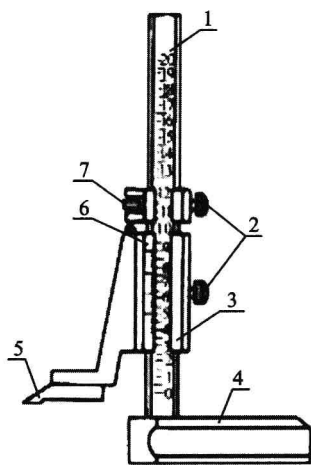
1) 游标量具与测微量具

常用游标量具(见图 1.3)有:游标卡尺、高度游标卡尺、深度游标卡尺。分度值常用的有 0.05 mm、0.02 mm。

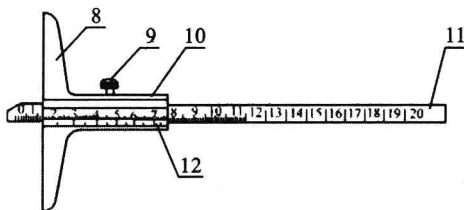
常用的测微量具有外径千分尺、内径千分尺、深度千分尺等。其中外径千分尺在生产中应用广泛,有机械式和数显式等类型。如图 1.4 所示为外径千分尺,其分度值为 0.01 mm,测量范围有 0~25 mm、25~50 mm、50~75 mm、75~100 mm、100~125 mm、125~150 mm 等几种。外径千分尺由固定尺架、测砧、测微螺杆、固定套管、微分筒、测力装置、锁紧装置等



(a) 游标卡尺



(b) 高度游标卡尺



(c) 深度游标卡尺

图 1.3 游标量具

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

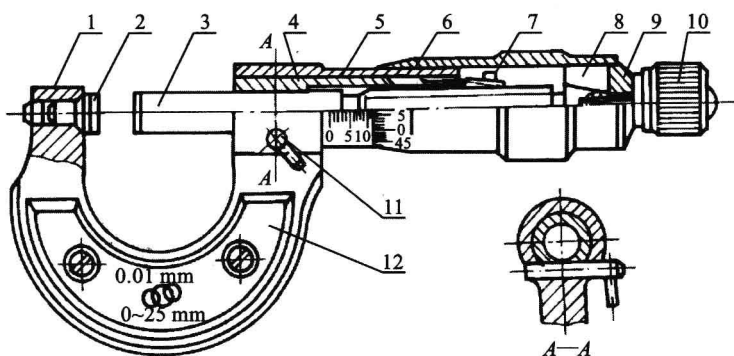


图 1.4 外径千分尺

1—固定尺架; 2—测砧; 3—测微螺杆; 4—螺纹轴套; 5—固定套筒; 6—微分筒;
7—调节螺母; 8—弹簧套; 9—垫片; 10—测力装置; 11—锁紧装置; 12—隔热装置

部件组成。

2) 百分表

百分表的分度值为 0.01 mm, 表面刻度盘上共有 100 条等分刻线。因此, 百分表齿轮

传动机构应使量杆每移动 1 mm 时,指针回转一圈。百分表的测量范围有 0~3 mm、0~5 mm、0~10 mm 三种。图 1.5 所示分别为它的外形和传动原理。

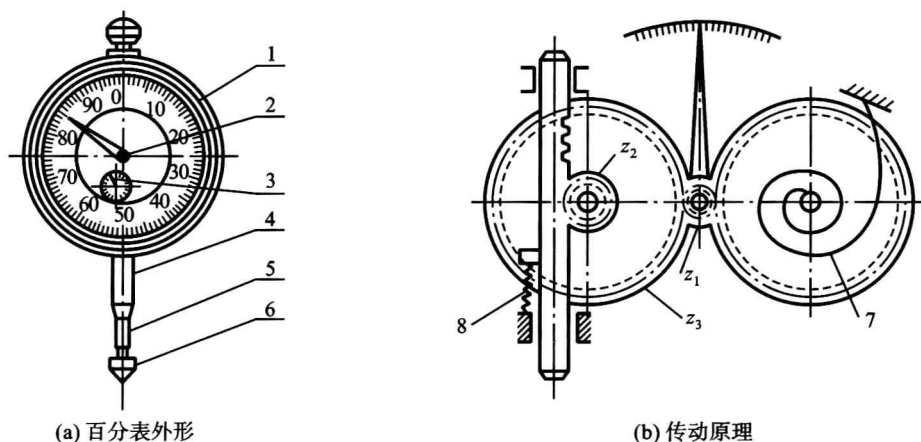


图 1.5 百分表外形与传动原理

1—表盘;2—大指针;3—小指针;4—套筒;5—测量杆;6—测量头;7—游丝;8—弹簧

百分表使用中,应注意如下两点问题。

(1) 齿侧间隙的消除:通过游丝消除齿侧间隙,提高测量精度。

(2) 测量力的控制:弹簧是用来控制百分表的测量力的。

百分表通常与表架同时使用,常用的表架类型有如图 1.6 所示的三种。

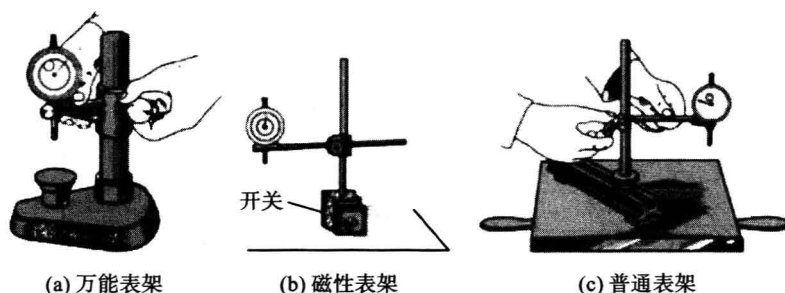


图 1.6 百分表架

5. 测量过程

1) 轴径和孔径的测量方法

就结构特征而言,轴径测量属外尺寸测量,而孔径测量属内尺寸测量。在机械零件几何尺寸的检测中,轴径和孔径的测量占有很大的比例,其测量方法和器具较多。根据生产批量多少、被测尺寸的大小、精度高低等因素,可选择不同的测量器具和方法。

生产批量较大的产品,一般用光滑极限量规对外圆和内孔进行检测。光滑极限量规是一种无刻度的专用测量工具,用它检测零件时,只能确定零件是否在允许的极限尺寸范围内,不能测量出零件的实际尺寸。

一般精度的孔、轴,生产数量较少时,可用杠杆千分尺、外径千分尺、内径千分尺、游标卡

尺等进行绝对测量,也可用千分表、百分表、内径百分表等进行相对测量。

对于较高精度的孔、轴,应采用机械式比较仪、光学比较仪、万能测长仪、电动测微仪、气量仪和接触式干涉仪等精密仪器进行测量。

2) 测量步骤

(1) 用游标卡尺测量轴外径的同一部位 5 次(等精度测量),将测量值记入表 1.2 中,并完成后面的计算。

平均值:将 5 次测量值相加后除以 5 得到平均值。将平均值作为该测量点的实际值。

变化量:测量值中的最大值与最小值之差。

测量值:按规范的测量结果表达式写出测量值。对测量数据进行后期数据处理,并规范表达用游标卡尺测量轴径的测量结果。

表 1.2 测量结果

测 量 器 具	测量值/mm					平均值/mm	变化量/mm
	1	2	3	4	5		
游标卡尺							
外径千分尺							

(2) 用外径千分尺测量轴外径的同一部位 5 次(等精度测量),将测量值记入表 1.2 中,并完成后面的计算。

平均值:将 5 次测量值相加后除以 5 得到平均值。将平均值作为该测量点的实际值。

变化量:测量值中的最大值与最小值之差。

测量值:按规范的测量结果表达式写出测量值。对测量数据进行后期数据处理,并规范表达用外径千分尺测量轴径的测量结果。

(3) 分析比较:用两种不同的测量器具对同一尺寸进行测量后,分析并比较其测量结果。

实验 2 用内径百分表测量孔径

1. 实验目的

- (1) 了解零件中孔的尺寸和形状误差的测量方法。
- (2) 了解内径百分表的原理、调整和测量方法。
- (3) 巩固零件中孔有关尺寸及几何公差的概念,学会由测得数据判断孔合格性的方法。

2. 实验内容

用内径百分表测量孔径。

3. 测量仪器说明及测量方法

1) 仪器概述

内径百分表是在生产过程中测量孔径的常用仪器,它由指示表和装有杠杆系统的测量装置组成,图 2.1 所示为内径百分表结构示意图。被测孔径大小不同,可以选用不同长度的固定量柱,每一仪器都附有一套固定量柱以备选用,仪器的测量范围取决于固定量柱的范

围。

活动量柱的移动可经杠杆系统传给指示表。内径百分表的两测头放入被测孔内后,应位于被测孔的直径方向上,这是由簧片来保证的,如图 2.1 所示。簧片借弹簧力始终和被测孔接触,其接触点的连线和直径是垂直的,这样就可使量柱位于被测孔的直径上。

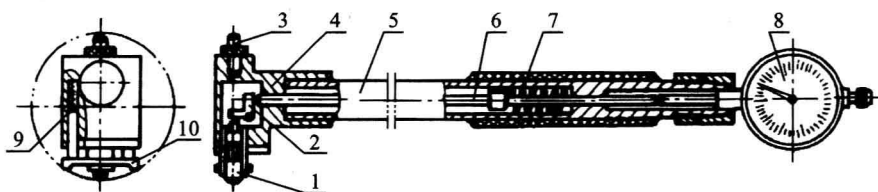


图 2.1 内径百分表

1—活动量杆;2—等臂杠杆;3—固定量杆;4—壳体;5—长管;6—推杆;
7,9—弹簧;8—百分表;10—定位护桥

内径百分表的活动测头移动量很小,它的测量范围是通过更换或调整可换测头的长度达到的。内径百分表的测量范围有以下几种:10~18 mm、18~35 mm、35~50 mm、50~100 mm、100~160 mm、160~250 mm、250~450 mm。

用内径百分表测量孔径是一种相对量法,测量前应根据被测孔径的大小,在千分尺或其他量具上调整好尺寸后才能使用。

圆柱在孔的纵断面上也可能倾斜,如图 2.2 所示。所以在测量时应将量杆摆动,以指示表的最小值为实际读数(即指针转折点的位置)。

用内径百分表测量孔径是相对测量法,也是接触量法。因此,在测量零件之前应该用标准环或用量块组成一标准尺寸置于量块夹中,调整仪器的零点。

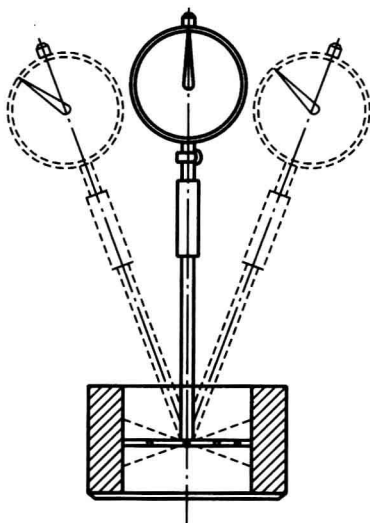


图 2.2 内径千分表测量孔径

2) 测量方法

(1) 根据被测轴套基本尺寸,选择相应的固定量柱旋入量杆的头部。

(2) 按轴套的基本尺寸选择量块,擦净后组合于量块夹中。用图 2.2 所示方法调整指示表的零点。

(3) 按图 2.2 所示方法测量轴套,按指示表的最小示值读数。

(4) 如图 2.3 所示,在孔的三个截面两个方向上,共测 6 个点。按孔的验收极限及圆度公差判断其合格性。

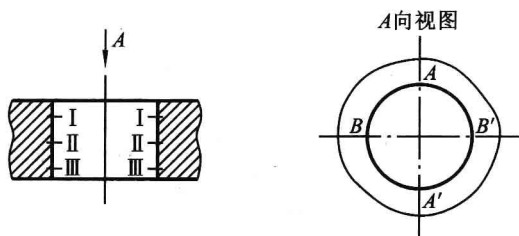


图 2.3 测量点标注

4. 测量数据处理及零件合格性的评定

1) 局部实际尺寸

全部测量位置的实际尺寸应满足最大、最小极限尺寸。考虑测量误差,局部实际尺寸应满足验收极限尺寸(与轴同)。考虑到测量误差的存在,为保证不误收废品,应先根据被测孔径的公差大小,查表得到相应的安全裕度 A ,然后确定其验收极限,若全部实际尺寸都在验收极限范围内,则可判此孔径合格。

$$ES - A \geq E_a \geq EI + A$$

式中: ES ——零件的上偏差;

EI ——零件的下偏差;

E_a ——局部实际尺寸;

A ——安全裕度。

2) 形状误差

用内径百分表测孔采用的是两点法,其圆度误差为在同一横截面位置的两个方向上的测得的实际偏差之差的一半。取各测量位置的最大误差值作为圆度误差,其值应小于圆度公差。

实验 3 用万能测长仪测量孔径

1. 实验目的

- (1) 了解万能测长仪的测量原理及使用方法。
- (2) 加深对内径尺寸测量特点的了解。

2. 实验内容

用万能测长仪测量孔径。

3. 测量仪器说明

万能测长仪是根据阿贝原理制造的。在万能测长仪上测量工件,是将被测几何量直接与精密刻线尺进行比较,并通过测微显微镜进行读数。

万能测长仪主要由底座、万能工作台、测座、尾座及各种测量附件组成,如图 3.1 所示。

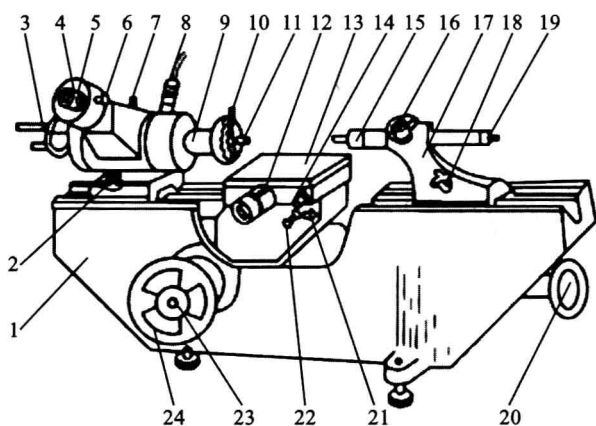


图 3.1 万能测长仪外形结构图

- 1—底座；2—测量座紧固螺钉；3—测量轴限位杆；4—丝米刻线尺位置调节手轮；5—测微目镜；6—微米刻度尺旋转手轮；7—测量轴固定螺钉；8—光源；9—测量轴；10—重锤拉线挂钩；11—测头；12—工作台横向移动微分筒；13—工作台；14—工作台水平回转手轮；15—尾座测头调整螺钉；16—尾管紧固螺钉；17—尾座；18—尾座紧固螺钉；19—尾管轴向微动手柄；20—工作台弹簧力调节手柄；21—固定螺钉；22—工作台偏摆手柄；23—工作台升降锁紧螺母；24—工作台升降手轮

将工件安放在工作台上,并通过调整工作台的位置使工件获得正确的测量位置。万能工作台可实现五种运动:

- (1) 旋转手轮 24 可使工作台上升或下降；
- (2) 旋转微分筒 12 可使工作台横向移动；
- (3) 摆动手轮 14 可使工作台水平回转 $\pm 4^\circ$ ；
- (4) 扳动手柄 22 可使工作台具有 $\pm 3^\circ$ 的偏摆运动；
- (5) 在测量轴线上,工作台可自由滑动 $\pm 5\text{ mm}$ 。

万能测长仪的主要技术参数如下。

测长仪的测量范围:内尺寸 $1\sim 200\text{ mm}$, $0\sim 500\text{ mm}$ (相对测量)；

外尺寸 $0\sim 100\text{ mm}$ (绝对测量)。

测长仪的示值范围: $0\sim 100\text{ mm}$ 。

分度值: 0.001 mm 。

4. 测量方法

在圆柱体的测定中,无论所测的是外圆柱面还是内孔,都必须使测量轴线穿过该曲面的中心,并垂直于圆柱体的轴线。为了满足这一条件,在将被测件固定于工作台上后,就要利用万能工作台各个可能的运动条件,通过寻找“读数转折点”,将工件调整到符合阿贝原则的正确位置上,用万能测长仪测量孔径,如图 3.2 所示。

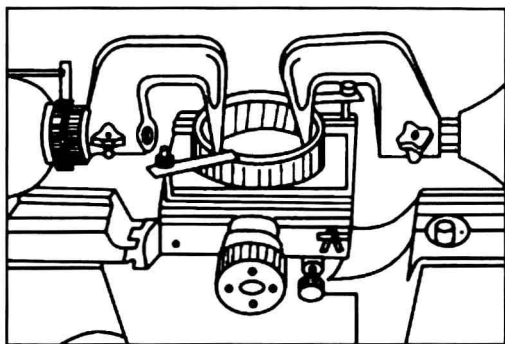


图 3.2 用万能测长仪测量孔径

转动工作台升降手轮 24, 调整工作台的高度, 使测头位于孔内适当的位置。再旋转工作台的横向微分筒 12, 同时观察目镜中刻线尺的变化, 以读数最大值为转折点, 在此处将工作台横向固定。最后再调整工作台偏摆手柄 22, 以读数最小值为转折点, 在此处将工作台纵向偏摆固定, 方可正式读数(见图 3.3)。此时, 测量轴线穿过被测件的曲面中心, 且与圆柱体的轴线垂直。

若是测量轴径, 将工件安放在工作台上, 将测头接触工件外径。先转动工作台升降手轮 24, 观察毫米刻度线的变化, 以读数最大值为转折点, 在此处将工作台的高度固定。然后扳动工作台水平回转手柄 14, 以读数最小值为转折点, 在此处将工作台的水平位置固定, 然后进行正式的读数。

对于平面, 则万能工作台的各个运动都必须进行调整。

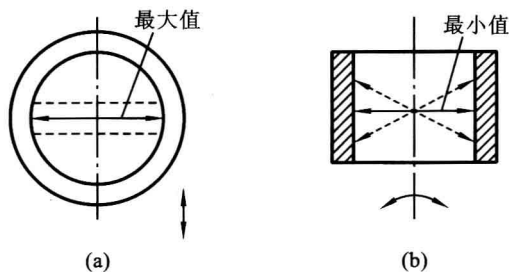


图 3.3 找回转点

5. 测量步骤

- (1) 按被测孔径组合量块, 用量块组调整仪器零位或用仪器所带的标准环调零。
- (2) 将被测工件安装在工作台上, 并用压板固定。
- (3) 松开固定螺钉 7, 调整万能工作台, 使工件处于正确位置, 从读数显微镜中读数。
- (4) 重复步骤(3), 记录每次测量结果。
- (5) 进行等精度多次测量的人工数据处理, 并判断被测孔径的合格性。也可事先编制电算程序, 将工件公差与测得值输入计算机, 由计算机进行数据处理, 并将合格性判断打印或在屏幕显示出来。

实验4 用立式光学计测量轴径

1. 实验目的

- (1) 了解立式光学计的测量原理。
- (2) 熟悉用立式光学计测量外径的方法。
- (3) 加深理解计量器具与测量方法的常用术语。

2. 实验内容

- (1) 用立式光学计测量轴径。
- (2) 根据测量结果,按测轴径的尺寸公差,作出适用性结论。

3. 测量原理及计量器具说明

立式光学计是一种精度较高而结构简单的常用光学量仪。用量块作为长度基准,按比较测量法来测量各种工件的外尺寸。

图 4.1 所示为立式光学计的外形图。它由底座 1、立柱 5、支臂 3、直角光管 6 和工作台 11 等部分组成。

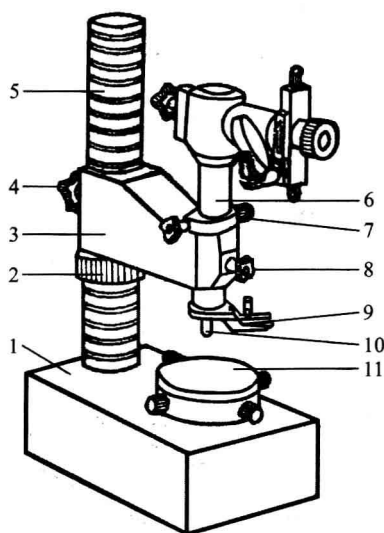


图 4.1 立式光学计的外形

1—底座;2—粗动螺母;3—支臂;4,8—紧固螺钉;5—立柱;6—直角光管;
7—偏心手轮;9—测头提升杠杆;10—测杆;11—工作台

光学计是利用光学杠杆放大原理进行测量的仪器,其光学系统如图 4.2 所示。照明光线经进光反射镜 1 照射到刻度尺 8 上,再经直角棱镜 2、物镜 3,照射到反射镜 4 上。由于刻度尺 8 位于物镜 3 的焦平面上,故从刻度尺 8 上发出的光线经物镜 3 后成为一平行光束,若反射镜 4 与物镜 3 之间相互平行,则反射光线折回焦平面,刻度尺像 7 与刻度尺 8 对称。若被测尺寸变动使测杆 5 推动反射镜 4 绕支点转动某一角度 α ,如图 4.2(a)所示,则反射光线相对于入射光线偏转 2α 角度,从而使刻度尺像 7 产生位移 t ,如图 4.2(c)所示,它代表被测