

职业技术院校机械类专业技能培训模块教材

量具、量仪 与测量技术

顾小玲 主编

技能培训模块教材编审委员会组织编写



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

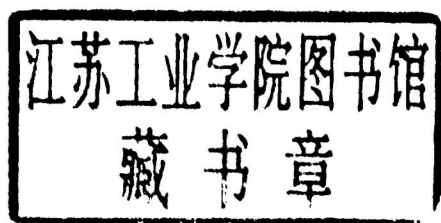
技能型人才培养培训教学用书

职业技术学院机械类专业技能培训模块教材

量具、量仪与测量技术

技能培训模块教材编审委员会组织编写

顾小玲 主编



机械工业出版社

本套教材是根据国内一体化教学的实践经验,同时借鉴了 CBE、MES 及双元制培训的有效核心,并参照《国家职业标准》的要求,会同专家综合分析、反复论证和设计后编写的。课题设计以技能实训为主,采用模块式组合教学,将专业理论知识贯穿于技能操作全过程。全书突出能力培训,重视知识、能力、素质的协调发展。本书的主要内容包括:测量技术基础,常用量具、量仪的结构、原理及使用方法,三坐标测量机的使用、测量仪管理操作、建立零件坐标系及其测量软件系统。

本教材可供中等职业技术学校、技工学校使用,也可作为高职高专、高级技工学校的专业技能培训及继续教育、企业岗位培训和再就业转岗培训教材等。

图书在版编目 (CIP) 数据

量具、量仪与测量技术/顾小玲主编. —北京:机械工业出版社, 2008. 10

职业技术院校机械类专业技能培训模块教材
ISBN 978-7-111-25146-0

I. 量… II. 顾… III. ①计量仪器—高等学校:技术学校—教材②测量学—高等学校:技术学校—教材 IV. TH71P2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 143541 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:荆宏智 责任编辑:荆宏智 吴天培 版式设计:张世琴
责任校对:李 婷 封面设计:王伟光 责任印制:邓 博
北京四季青印刷厂印刷 (三河市兴旺装订厂装订)

2009 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 10.5 印张 · 257 千字

0 001—4 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-25146-0

定价:18.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379080

封面无防伪标均为盗版

技能培训模块教材编审委员会

主 任 李春明

副主任 叶聚丰 徐维权 郑 卫

委 员 (按姓氏笔画排序)

王洪琳 白晓杰 刘冰洁 刘燕霄 沈永红 严敏德

张同兴 张 伟 范继彤 周 云 袁士琴 顾小玲

屠国栋 谢耀林

《量具、量仪与测量技术》编审人员

主 编 顾小玲

参 编 周 翔

主 审 范继彤

序

“十五”以来，我国的职业教育得到了空前的发展，“以就业为导向”的教学改革不断深化，以职业能力为依据组织课程内容已成为课程改革的方向，一本适应以职业能力为主的教材成了职业技术学院在教学改革实践中的渴求。为了适应职业教育改革的需要，我们组织有多年一体化教学实践经验的学校，借鉴 CBE、MES 及双元制的有效核心，编著了这套“职业技术学院机械类专业技能培训模块教材”，供中等职业技术学校、技工学校使用，也可作为高职高专、高级技工学校的专业技能培训及继续教育、企业岗位培训和再就业转岗培训教材等。

本套教材的编写遵循了以下原则：

第一，以职业能力为核心，采用模块式教学的形式

以能力复合为基础，以职业能力为核心，会同专家综合分析、反复论证开展课题组织与设计，由于模块组成相应主模块，采用模块式组合教学。

第二，以工作任务为引领，每一课题均有明确的目标

以工作任务为引领，以产品为成果，每一课题均有明确的目标，以工作任务为中心整合理论与实践，重视知识、能力和素质的协调发展，使学生在实践活动中接受理论、运用理论，关注工作任务的完成。

第三，以技能操作为重点，将实践和理论融为一体

课题设计主要以强化实践动手能力为主，突出能力培训，重点加强应用实例的讲解，将必要的专业理论知识融合贯穿于技能操作全过程中，实现理论、技能一体化的教学模式，为学生提供体验完整工作过程的机会。

第四，以新技术为追求，引进数控加工技术

在任务引领的基础上，适度前瞻，安排了数控加工技术的内容，以适应数控加工的任务。

第五，教材图文并茂，便于自学自练

教材以图文并茂的方式呈现给学生，相关操作步骤或理论知识同图形一一对应，便于学生自学和自练。

第六，每个课题有目标、有步骤、有总结

每个课题前面有学习目标和提示，中间有详细步骤和分析，最后有归纳总结和练习。

本套教材由《金属切削加工基础》、《量具、量仪与测量技术》、《金属切削加工技能（上册）》、《金属切削加工技能（下册）》和《数控加工操作技能》五个模块组成，各模块相对独立，各学校可根据教学实际需要进行选取。

本套教材的编写得到了有关院校和企业的教师、专家及行业高级技能人才的大力支持，在此表示衷心的感谢。

改革是个永恒的主题，我们也是首次组织编写此类教材，由于经验和水平所限，教材中难免存在不足之处，我们真诚地希望广大读者提出宝贵的意见。

技能培训模块教材编审委员会

前 言

《量具、量仪与测量技术》是机械类专业的一门实用性较强的技术基础课。

本书各章节以实例导入作为开头，以实训结尾，系统地介绍了现代测量技术的相关知识。本书内容共分16部分，包括测量技术基础、游标卡尺、外径千分尺、指示表、内径指示表、杠杆指示表、直角尺、游标万能角度尺、量块与正弦规、水平仪、光学平直度测量仪、表面粗糙度测量仪、三坐标测量机 TUTOR for windows 系统、测量头管理、建立零件坐标系、测量软件系统等。本书各课题开头均有学习目标、相关工作件、图样、量具等，课题末尾附有思考与检查、技能练习、技能检查、评分表、课题小结等，形式灵活多样，难度适中，以帮助教师授课，学生课后自学。

本教材具有以下特色：

(1) 选材方面 选材采用最新的国家标准和行业标准等。

(2) 编写方法 本教材力求以应用为目的，以必需、够用为度，以讲清概念、强化实践动手能力为重点，贯彻以任务为引领，以项目为载体原则。培养学生关注工作任务的完成，而不是迫使学生记忆知识，并为学生提供了体验完整测量过程的学习机会，解决了“理论教学与实践教学相脱节”这个长期困扰职业教育的技术问题。

(3) 内容编排 内容安排紧凑，重点加强应用实例的讲解，每课题均提出教学内容，要达到学习目标，讲述每一种测量量具的结构、形状、用途、原理、使用场合、识读方法、测量手势等。用通俗易懂的语言，由浅入深讲解，图文并茂地说明术语，定义、公式和测量技能、技巧。

(4) 适用性 本教材学习目标明确，教学上以技能、技巧为主线、理论与技能有机结合。重在教会学生掌握必需的专业知识和技能。

(5) 新颖性 每一课题开头均有本节学习目标、相关工作件、测量图样、思考与检查、技能练习、技能检查、技能检查评分表、课题小结，采用一段文字用一张图来说明教学方法，便于老师指导教学，帮助学生巩固所学知识，培养学生分析问题，解决问题能力。

本教材适用于中专、技校、各种机械类短训班，近机械类专业的基础知识教学用书，也可供有关计量工程技术人员参考。计划授课40~60学时，教师可根据需要对课时进行调整。

由于编写时间仓促，编者水平有限，书中难免存在错误和不当之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

序

前言

测量技术基础	1
一、概述	1
二、长度基准和长度值传递系统	1
三、计量器具与测量方法	3
四、测量误差和数据处理	5
课题 1 游标卡尺	8
一、常用游标卡尺的结构形状	10
二、游标卡尺的刻线原理	11
三、游标卡尺的读数方法（以 0.02mm 游标卡尺为例）	12
四、游标卡尺的使用方法	12
五、使用游标卡尺时的注意事项	15
课题 2 外径千分尺	20
一、常用外径千分尺的结构形状	23
二、外径千分尺的传动原理	23
三、外径千分尺的使用方法	24
四、使用外径千分尺时的注意事项	26
课题 3 指示表	30
一、指示表的工作原理	32
二、指示表的测量范围	32
三、指示表使用前检查其完好性	33
四、指示表的安装	33
五、指示表的使用方法	34
六、使用指示表时的注意事项	35
课题 4 内径指示表	38
一、内径指示表的种类和规格	40
二、内径指示表的传动原理	41
三、内径指示表的组装步骤	42
四、内径指示表零位的调整方法	43
五、内径指示表的使用方法	44
六、内径指示表测量时的识读方法	45
七、使用内径指示表时的注意事项	46
课题 5 杠杆指示表	49
一、杠杆指示表的传动原理	51
二、常用杠杆指示表的测量范围	52

三、使用前杠杆指示表完好性的检查	52
四、杠杆指示表的安装	53
五、杠杆指示表的使用方法	53
六、使用杠杆指示表时的注意事项	54
课题6 直角尺	58
一、直角尺的种类、规格	60
二、宽座直角尺的结构	61
三、宽度直角尺的使用方法	61
四、使用宽座直角尺时的注意事项	62
课题7 游标万能角度尺	66
一、游标万能角度尺的结构形状	68
二、游标万能角度尺的刻线原理	68
三、游标万能角度尺的读数方法	69
四、游标万能角度尺的测量范围	69
五、游标万能角度尺的使用方法	70
六、使用游标万能角度尺时的注意事项	71
课题8 量块与正弦规	75
一、量块的结构形状	77
二、量块的用途	77
三、量块的特性和应用	78
四、量块的选用及计算	78
五、量块的正确使用方法	79
六、正弦规的原理	80
七、常用正弦规的类型和规格	80
八、正弦规的使用步骤	82
九、计算锥度误差 ΔC 和圆锥角误差 $\Delta \alpha$	84
十、使用量块与正弦规时的注意事项	84
课题9 水平仪	88
一、水平仪的类型、规格、结构及精度	90
二、框式水平仪的工作原理	91
三、框式水平仪的读数方法	91
四、框式水平仪对直线度误差的测量方法	92
五、直线度误差的计算方法	93
六、测量直线度误差时的注意事项	94
课题10 光学平直度测量仪	98
一、光学平直度测量仪的工作原理	100
二、光学平直度测量仪的光学系统图	101
三、光学平直度测量仪的读数方法	101
四、光学平直度测量仪对直线度误差的测量方法	102
五、直线度误差的计算方法	103
六、测量直线度误差时的注意事项	104
课题11 表面粗糙度测量仪	107

一、表面粗糙度的概念	109
二、表面粗糙度的国家标准	109
三、表面粗糙度要求的图样标注	112
四、表面粗糙度的几种测量方法	113
五、表面粗糙度的检测	114
六、表面粗糙度检测时的注意事项	118
课题 12 三坐标测量机 TUTOR for windows 系统	120
一、三坐标测量机的类型	122
二、TUTOR for windows 系统	123
三、TUTOR for windows 测量机 (手动或机动)	124
四、三坐标测量机的使用	125
五、练习拨动操作杆时的注意事项	129
课题 13 三坐标测量机测量头管理操作	133
一、三坐标测量机测头体	135
二、三坐标测量机的测尖类型	135
三、三坐标测量机的测头组合	136
四、三坐标测量机的智能分度头	137
五、三坐标测量机的测头标定	138
六、三坐标测量机测头标定时的事项	141
课题 14 三坐标测量机建立零件坐标系	143
一、建立零件参考坐标系的原则及类型	145
二、存储参考系统	148
三、建立零件参考坐标系时的注意事项	149
课题 15 三坐标测量机测量软件系统	151
一、测量软件系统的内容	153
二、测量	155
三、测量存储器的管理	156
四、注意事项	157

测量技术基础

一、概述

在机械制造中，技术测量主要是研究对零件几何参数进行测量和检验。

所谓测量，就是将被测的量（如长度、角度、表面粗糙度等）与具有计量单位的标准进行比较，从而确定被测量的量值。用公式表示为：

$$L = Eq$$

式中 L ——被测量值；

q ——比值；

E ——计量单位。

检验是与测量相似的概念，确定被测量是否在规定的验收极限范围内，以便作出零件是否合格的判断，而不一定要确定其量值。

一个完整的测量过程包括四个要素；即被测对象、计量单位、测量方法和测量精度，以及测量条件。

被测对象：在几何量的测量中，被测对象是指长度、角度、表面粗糙度和形位误差等。

计量单位：用以度量同类物理量量值的标准量。我国规定的法定计量单位中，长度计算的基本单位是米（m）；角度单位用度（°）、分（′）、秒（″）。

测量方法：是指在进行测量时所采用的测量原理、测量器具和测量条件的总和。

测量精度：是指测量结果与真值的一致程度，它体现了测量结果的可靠性。

测量条件：是指测量时零件和测量器具所处的环境，如温度、湿度、振动和灰尘等。测量时基准温度为 20℃。一般计量室的温度是控制在 $20^{\circ}\text{C} \pm (2 \sim 0.5)^{\circ}\text{C}$ ，精密计量室的温度控制在 $20^{\circ}\text{C} \pm (0.05 \sim 0.03)^{\circ}\text{C}$ ，同时还要尽可能使被测量零件与计量器具在相同温度下进行测量，计量室的相对湿度应在 50% ~ 60% 为适宜，还应远离振动源，清洁度更高等。

二、长度基准和长度值传递系统

1. 单位和基准

我国法定计量单位中，长度的基本单位是米（m），与国际单位制一致。机械制造中常用的单位是毫米（mm）；在精密测量中，长度单位用微米（μm）。

$$1\text{m} = 1000\text{mm}; \quad 1\text{mm} = 1000\mu\text{m}。$$

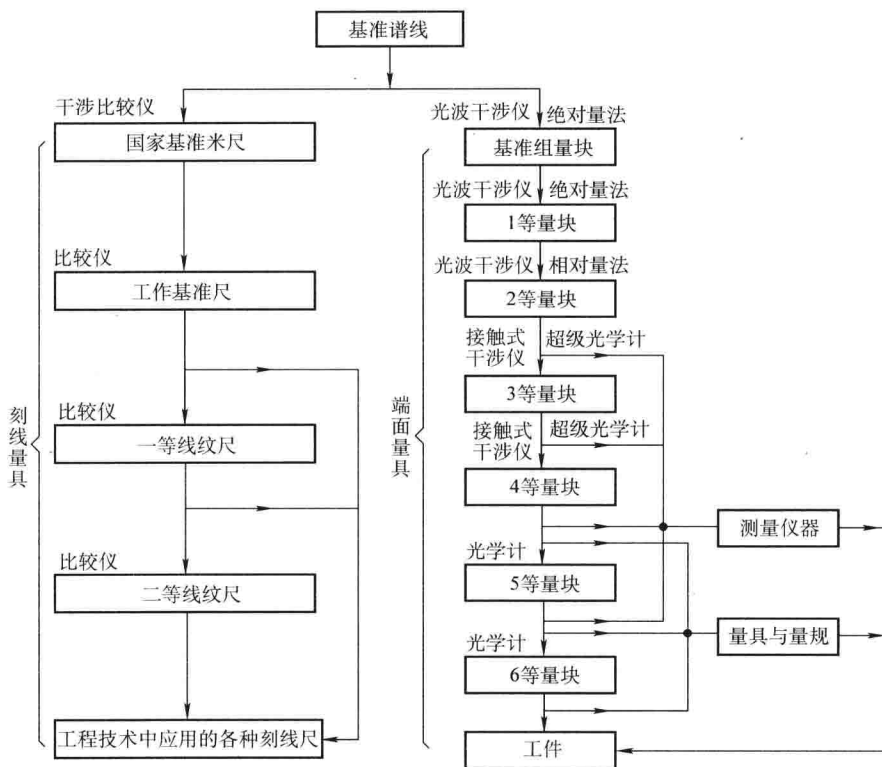
米的最初定义始于 1791 年的法国。随着科学技术的发展，对米的定义不断进行完善。1983 年，第十七届国际计量大会正式通过米的新定义如下：

“米”是光在真空中 ($1/299\,792\,458$) s 时间间隔内所经路径的长度。”

1985 年,我国用自己研制的碘吸收稳定的 $0.633\,\mu\text{m}$ 氦氖激光辐射来复现我国的国家长度基准。

2. 长度量值传递系统

在实际生产和科研中,不便于用光波作为长度基准进行测量,而是采用各种计量器具进行测量。为了保证量值统一,必须把长度基准的量值准确地传递到生产中应用的计量器具和工件上去。因此,必须建立一套从长度的最高基准到被工件的严密而完整的长度量值传递系统。我国从组织上自国务院到地方,已建立起各级计量管理机构,负责其管辖范围内的计量工作和量值传递工作。在技术上,从国家波长基准开始,长度量值分两个平行的系统向下传递:一个是端面量具(量块)系统;另一个是刻线量具(线纹尺)系统。其中以量块为媒介的传递系统应用较广。



长度量值传递系统

3. 量块

量块它是无刻度的平面平行端面量具。量块除作为工作基准外,还作为标准器用于检定和校准计量器具、调整机床、精密划线,有时也用作精密测量。

(1) 量块的材料、形状和尺寸 量块通常用耐磨材料(一般为 CrWMn)制成,材质稳定,硬度高,线膨胀系数小,不易变形。它形状有长方体和圆柱体两种,常用的是长方体,其中上、下两面为测量面,是经过精密加工的很平、很光的平行面。

(2) 量块的精度等级 量块按制造精度分为 00, 0, 1, 2, 3 五个级别,其中 00 级精度最高,精度依次降低,3 级最低。

量块按检定精度分为 1, 2, 3, 4, 5, 6 六个级别, 其中 1 等精度最高, 6 等最低。量块是精密量具, 使用时要注意防锈蚀、防划伤、切不可撞击。

三、计量器具与测量方法

1. 计量器具的分类

按用途分

(1) 标准计量器具 是指测量时体现标准量的测量器具。通常用来校对和调整其他计量器具, 或作为标准与被测几何量进行比较。如线尺、量块、多面棱体等。

(2) 通用计量器具 指通用性大、可用来测量某一范围内各种尺寸 (或其他几何量), 并能获得具体读数值 of 的计量器具, 如千分尺、指示表 (旧称百分表)、测长仪等。

(3) 专用计量器具 是指用于专门测量某种或某个特定几何量的计量器具。如量规、圆度仪, 基节仪等。

按结构和工作原理分

(1) 机械式计量器具 是指通过机械结构实现对被测量的感受、传递和放大的计量器具, 如机械式比较仪, 指示表和扭簧比较仪等。

(2) 光学式计量器具 是指用光学方法实现对被测量的转换和放大的计量器具, 如光学比较仪、投影仪、自准直仪和工具显微镜等。

(3) 气动式计量器具 是指靠压缩空气通过气动系统时的状态 (流量或压力) 变化来实现对被测量的转换的计量器具, 如水柱式和浮标式气动量仪等。

(4) 电动式计量器具 是指将被测量通过传感器变为电量, 再经变换而获得读数的计量器具, 如电动轮廓仪和电感测微仪等。

(5) 光电式计量器具 指利用光学方法放大或瞄准, 通过光电元件再转换为电量进行检测, 以实现几何量的测量的计量器具, 如光电显微镜、光电测长仪等。

2. 测量方法的分类

根据不同的测量目的, 测量方法有不同的分类。

(1) 按是否直接测量被测参数分 可分为直接测量和间接测量。

直接测量: 直接测量被测参数来获得被测尺寸, 如游标卡尺、千分尺测量轴径。

间接测量: 测量与被测参数有一定函数关系的其他参数, 然后通过函数关系计算出被测量值, 如测量大尺寸的圆柱直径 D 时, 可通过测量周长 L , 然后再按公式 $D = L/\pi$ 求得零件的直径 D 。

直接测量的测量过程简单, 其测量精度只与这一测量过程有关, 而间接测量比较麻烦, 其测量精度不仅取决于有关量的测量精度, 还与计算精度有关。一般当被测尺寸不易直接测量或用直接测量达不到精度要求时, 可采用间接测量。

(2) 按计量器具的读数是否直接表示被测尺寸分 可分为绝对测量和相对测量。

绝对测量: 计量器具的读数值直接表示被测尺寸, 如用游标卡尺, 千分尺测量轴径。

相对测量: 又称比较测量, 计量器具的读数值只表示被测尺寸相对于标准量的偏差值。被测量的整个数值等于量仪所示偏差值与标准量的代数和。如用比较仪测量轴径, 必须先用

量块将比较仪调零,然后进行测量,从比较仪上读到的是被测轴的直径与量块尺寸的偏差值。一般说来,相对测量的测量精度比较高,但测量较麻烦。

(3) 按被测表面与计量器具的测量头是否接触分 可分为接触测量和非接触测量。

接触测量:计量器具的测量头与被测表面直接接触,并存在一定的机械测量力。

非接触测量:计量器具的测量头与被测表面不直接接触。非接触测量没有测量力引起的误差。例如,用光切显微镜测量表面粗糙度。

(4) 按零件上同时被测的参数多少分 可分为单项测量和综合测量。

单项测量:分别单独测量零件的各个参数。例如,用工具显微镜分别测量螺纹的实际中径、螺纹和牙型半角等。

综合测量:测量反映零件有关参数的综合指示,例如,用螺纹量规综合检验螺纹各参数。

(5) 按技术测量在加工过程中所引起的作用分 可分为主动测量和被动测量。

主动测量:在零件加工过程中进行的测量。其测量结果直接用来控制零件的加工过程,从而防止废品的发生。

被动测量:在零件加工后进行的测量。此种测量只能判别零件是否合格,仅在于发现并剔除废品。

(6) 按被测零件在测量过程中所处的状态分 可分为静态测量和动态测量。

静态测量:测量时被测表面与测量头是相对静止的。例如,用千分尺测量轴径。

动态测量:测量时被测表面与测量头处于相对运动状态。例如,用动态丝杠检查仪测量丝杠的参数。

3. 计量器具与测量方法的常用术语

(1) 刻度间距 计量器具标尺上两相邻刻线中心线之间的距离或圆弧长度。为了便于目力观察,一般间距在 $1 \sim 2.5\text{mm}$ 。

(2) 分度值 计量器具标尺上两相邻刻线间的距离所代表的量值。

(3) 测量力(简称“测力”) 计量器具对被测件的测量表面(位置)施加的测量压力。

(4) 示值范围 由计量器具所显示或指示的最低值到最高值的范围。

(5) 测量范围 在允许误差极限内,计量器具能测出的被测量的范围。测量范围不仅包括示值范围,而且还包括仪器的悬臂或尾座等的调节范围。

(6) 示值误差 计量器具的示值与被测量的真值之间的差值。

(7) 示值变动性 在相同的测量条件下,对同一被测量进行多次重复测量时,计量器具所指示的最大差值。

(8) 回程误差 在相同条件下,当被测量不变时,计量器具沿正、反行程在同一测量点上所指示的最大差值。

(9) 不确定度 它表示计量器具在内在误差的影响下而使测量结果不能肯定的一个误差极限。一般包括计量器具的示值误差和校正零位用的标准器的误差。

(10) 测量程序 根据给定的测量方法,具体地说明在实施测量中所涉及的一套理论运

用和实际操作。

四、测量误差和数据处理

1. 测量误差的基本概念及产生的原因

(1) 测量误差的概念 不管我们使用多么精确的计量器具, 采用多么可靠的测量方法, 都不可避免地会产生一些误差。测量误差 δ 是指测量结果 l 与被测量的真值 L 之差, 即

$$\delta = l - L$$

由于 l 可能大于 L , 也可能小于 L , 因此测量误差 δ 可能是正值或负值。测量误差绝对值的大小决定了测量精度的高低。误差的绝对值越大, 测量精度越低, 反之越高。

上述测量误差又称绝对误差。若对大小不同的同类量进行测量, 要比较其精度, 就需要采用测量误差的另一种表示方法, 即相对误差 f , 它等于测量的绝对误差与被测量的真值之比, 即

$$f = \frac{|\delta|}{L} \approx \frac{|\delta|}{l}$$

相对误差通常用百分数表示。

(2) 测量误差产生的原因

1) 基准件误差: 任何基准件都不可避免地存在误差, 基准件误差会带入到测量值中。一般来说, 基准件的误差不应超过总测量误差的 $1/5 \sim 1/3$ 。

2) 计量器具误差 计量器具误差是计量器具内在因素所引起的误差, 包括设计原理、制造、装配调整存在的误差。

量仪设计时, 经常采用近似机构代替理论上所要求的运动机构, 用均匀刻度的刻度尺近似地代替理论上要求非均匀刻度尺, 或者仪器设计时违背阿贝原则等, 这样的误差称为理论误差。

仪器零件的制造误差和装配调整误差都会引起仪器误差。例如, 仪器读数装置中刻度尺、刻度盘等的刻度误差和装配时的偏斜或偏心引起的误差; 仪器传动装置中杠杆、齿轮副、螺旋副的制造误差以及装配误差; 光学系统的制造、调整误差; 传动件间的间隙、导轨的平面度、直线度误差等都会影响仪器的示值误差和稳定性。引起仪器制造、装配误差的因素很多, 情况比较复杂, 也难以消除掉。最好的方法是对仪器进行检定, 掌握它的示值误差, 并列出具修正表, 以消除其系统误差。另外, 用多次重复测量取平均值的方法减小其随机误差。

3) 方法误差: 方法误差是指测量时由于采用不完善的测量方法而引起的误差。采用的测量方法不同, 产生的测量误差也不一样。直接测量与间接测量相比较, 前者的误差只取决于被测参数本身测量时的计量器具与测量环境和条件所引起的误差; 而后者除取决于与被测参数有关的各个间接测量参数的计量器具与测量环境和条件所引起的误差外, 还取决于它们之间的函数关系所带来的计算误差。

4) 环境误差: 环境误差是指由于环境因素的影响而产生的误差。环境条件包括温度、湿度、气压以及灰尘等。在这些因素中, 温度引起的误差是主要误差来源。测量时, 由于室

温偏离基准温度 (20℃), 且基准件和被测件的温度不同, 线膨胀系数也不同时, 测量误差可按式计算

$$\delta = L[a_1^l(t_1 - 20^\circ\text{C}) - a_2^l(t_2 - 20^\circ\text{C})]$$

式中 L ——被测长度;

a_1^l, a_2^l ——分别为基准件和被测件的线膨胀系数;

t_1, t_2 ——分别为基准件和被测件的温度对基准温度的偏离。

为了减少温度引起的测量误差, 一般高精度测量均在恒温下进行, 并要求被测工件与计量器具温度一致。

5) 人员误差: 人员误差是只人为的原因所引起的测量误差。如测量者的估读判断能力; 眼睛的分辨力; 测量技术熟练程度; 测量习惯等因素所引起的测量误差。

造成测量误差的因素很多。测量者应了解产生测量误差的原因, 并进行分析, 掌握其影响规律, 设法消除或减少其对测量结果的影响, 从而保证测量的精度。

2. 测量误差的分类

根据测量误差的性质和特点, 可分为系统误差、随机误差和粗大误差。

(1) 系统误差 可分为已定系统误差和未定系统误差。已定系统误差是指在同一条件下, 多次测量同一量值时, 误差的绝对值和符号恒定不变, 或在条件改变时, 按某一规律变化的误差。例如, 用比较仪测量零件时, 调整仪器所用的量块的误差, 对每次测量结果的影响是相同的。未定系统误差是指在同一测量条件下, 多次测量同一量值时, 误差对每一个测得值的影响是按一定规律变化的, 但大小和符号均保持不变。例如, 指示表的表盘安装偏心所引起的示值误差是按正弦规律周期变化的。

已定系统误差, 由于规律是确定的, 我们可以设法消除在测量结果中加以修正。但未定系统误差, 由于其变化规律未掌握, 往往无法消除, 因而常按随机误差处理。

(2) 随机误差 是指在相同条件下, 多次测量同一量值时, 绝对值和符号以不可预定的方式变化着的误差。随机误差是由许许多多微小的随机因素造成的, 在单次测量中, 其误差的大小和正负号的出现具有确定的概率, 因此常用概率论和统计原理对它进行处理, 设计减少其对测量结果的影响。

(3) 粗大误差 是指由于测量不正确等原因引起的明显超出规定条件预计差限的那种误差。例如, 工作上的疏忽、经验不足、过度疲劳以及外界条件变化等引起的误差。由于粗大误差明显歪曲了测量结果, 应剔除带有粗大误差的测得值。

系统误差和随机误差不是绝对的, 它们在一定条件下可以相互转化。例如, 量块的制造误差, 对量块制造厂来说是随机误差, 但如果以某一量块作为基准去成批地测量零件, 则为被测零件的系统误差。

3. 测量精度

精度是误差的相对概念, 而误差即是不正确、不精确的意思, 指测量结果偏离真值的程度。由于误差包含着系统误差和随机误差两个部分, 因此笼统的精度概念不能反映上述误差的差异, 从而引出以下概念。

(1) 精密度 表示测量结果中的随机误差大小程度。它是指在一定的条件下进行多次测量时, 所得测量结果彼此之间的符合程度。精密度可称为“精度”, 通常用随机不确定度

来表示。

(2) 正确度 表示测量结果中其系统误差大小的程度。理论上可用修正值来消除。

(3) 精确度 (或称准确度) 表示测量结果中系统误差与随机误差的综合反映。说明测量结果与真值的一致程度。

课题小结

本课题主要介绍了测量的基础概念及测量四要素、测量方法与计量器具的分类、测量数据的处理。其中应重点掌握测量四要素即被测对象、计量单位、测量方法和测量精度和量块的精度等级等。通过课题学习, 可以了解测量的基本概念、量块的特点, 掌握一些常用的测量方法及计量仪器的分类, 以及测量数据的处理方法。

课题 1

游 标 卡 尺

学习目标

- 了解游标卡尺的用途及使用场合。
- 了解游标卡尺的结构形状。
- 掌握游标卡尺的刻线原理。
- 掌握游标卡尺的读数方法。
- 会用游标卡尺测量外径、内径、宽槽和槽深等。

相关工件、图样、量具和辅助物

1. 练习图样。
2. 量具：三用游标卡尺（0 ~ 150mm）、双面游标卡尺（0 ~ 200mm 或 0 ~ 300mm）。
3. 被测量工件。