



全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列

公差配合与精度检测 实训指导

◎ 赵姝娟 张秀芳 主编 ◎ 韩玉成 副主编

- 测量技术基础
- 长度检测
- 形状和位置误差检测
- 表面粗糙度检测
- 圆锥、角度检测
- 螺纹检测
- 齿轮检测

- ◆ 以机械行业常见的27个检测项目为核心内容，应用多种工具培养操作技能
- ◆ 全书图文并茂，通俗易懂，提供有实训记录表格，方便教学
- ◆ 内容反映了新知识、新技术、新工艺和新方法，体现时代性和先进性



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列

公差配合与精度检测实训指导

赵姝娟 张秀芳 主 编
韩玉成 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是《公差配合与精度检测》(书号: ISBN 978-7-121-08641-0)配套的实训教材,是以高职高专教育“理论够用,应用为主”的指导思想为原则进行编写的。重点强化课程的实践性,精练理论,注重应用,突出实用技能培养,为我国机械行业的技术进步和经济发展,培养高层次的应用型和操作型人才。

本书共分七部分,包括绪论,长度的检测,形状和位置误差的检测,表面粗糙度的检测,圆锥、角度的检测,螺纹的检测,齿轮的检测。每章都包含不同的实训项目。每个实训项目都附有相应的实训报告表格和思考题。

本书可作为高职高专院校机械类专业、机电类专业、控制类及自动化类专业的实践教学用书,同时可作为函授大学、成人高校、继续教育学院、中职学校等相关专业学员的教材和企业工程技术人员的参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

公差配合与精度检测实训指导/赵姝娟,张秀芳主编. —北京:电子工业出版社,2009.4

全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列

ISBN 978-7-121-08627-4

I. 公… II. ①赵…②张… III. ①公差—配合—高等学校:技术学校—教学参考资料②机械加工—几何误差—高等学校:技术学校—教学参考资料 IV. TG801

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第054325号

策划编辑:陈健德(E-mail:chenjd@phei.com.cn)

责任编辑:刘真平

印 刷: 北京市李史山胶印厂
装 订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:8.5 字数:217.6千字

印 次:2009年4月第1次印刷

印 数:4000册 定价:16.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

职业教育 继往开来 (序)

自我国实行对内搞活、对外开放的经济政策以来, 各行各业都获得了前所未有的发展。随着我国工业生产规模的扩大和经济发展水平的提高, 教育行业受到了各方面的重视。尤其对高等职业教育来说, 近几年在教育部和财政部实施的国家示范性院校建设政策鼓舞下, 高职院校以服务为宗旨、以就业为导向, 开展工学结合与校企合作, 进行了较大范围的专业建设和课程改革, 涌现出一批示范专业和精品课程。高职教育在为区域经济建设服务的前提下, 逐步加大校内生产性实训比例, 引入企业参与教学过程和质量评价。在这种开放式人才培养模式下, 教学以育人为目标, 以掌握知识和技能为根本, 克服了以学科体系进行教学的缺点和不足, 为学生的顶岗实习和顺利就业创造了条件。

在高职教育新的教学模式下, 各院校不断对专业建设和课程设置进行改革, 教学改革的成果最终要反映在教学过程中, 其中主要的体现形式为教材创新。电子工业出版社作为职业教育教材出版大社, 具有优秀的编辑人才队伍和丰富的职业教育教材出版经验, 有义务、有能力与广大的高职院校密切合作, 参与创新职业教育的新方法, 共同出版反映最新教学改革成果的新教材, 为培养符合当今社会需要的、合格的职业技能人才而努力。

近期由我们组织策划和编辑出版的“全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列”, 主要具有以下几个特点。

(1) 本系列教材的课程研究专家和作者主要来自于教育部和各省市评审通过的多所示范院校。他们对教育部倡导的职业教育教学改革精神理解得透彻准确, 并且具有多年的职业教育教学经验以及工学结合、校企合作经验, 能够准确地对职业教育相关专业的知识点和技能点进行横向与纵向设计, 能够把握创新型教材的出版方向。

(2) 本系列教材的编写以多所示范院校的课程改革成果为基础, 体现重点突出、实用为主、够用为度的原则, 采用项目驱动的教学方式。学习任务主要以本行业工作岗位群中的典型实例经提炼后进行设置, 项目实例较多, 应用范围较广, 图片数量较大, 还引入了一些经验性的公式、表格等, 文字叙述浅显易懂。增强了教学过程的互动性与趣味性, 对全国许多职业教育院校具有较大的适用性, 同时对企业技术人员具有可参考性。

(3) 根据职业教育的特点, 本系列教材在全国独创性地提出“职业导航、教学导航、知识分布网络、知识梳理与总结”及“封面重点知识”等内容, 有利于老师选择合适的教材并有重点地开展教学过程, 也有利于学生了解该教材相关的职业特点和对教材内容进行高效率的学习与总结。

(4) 根据每门课程的内容特点, 为方便教学过程我们为教材配备相应的电子教学课件、习题答案与指导、教学素材资源、程序源代码、教学网站支持等立体化教学资源, 各位老师在华信教育资源网 (www.huaxin.edu.cn 或 www.hxedu.com.cn) 注册后可直接下载。

这套新型教材得到了许多高职院校老师的支持和欢迎, 为了使职业教育能够更好地为区域经济和企业服务, 我们热忱欢迎各位职教专家和老提出意见或建议, 如果有新教材的编写思路请与我们联系 (邮箱: chenjd@phei.com.cn, 电话: 010-88254585), 共同为我国的职业教育发展尽自己的责任与义务!

电子工业出版社高等职业教育分社

全国高职高专院校机械类专业课程研究专家组

主任委员:

李 辉 石家庄铁路职业技术学院机电工程系主任

副主任委员:

孙燕华 无锡职业技术学院机械技术学院院长

滕宏春 南京工业职业技术学院机械工程系主任

常务委员 (排名不分先后):

柴增田 承德石油高等专科学校机械工程系主任

钟振龙 湖南铁道职业技术学院机电工程系主任

彭晓兰 九江职业技术学院机械工程系主任

李望云 武汉职业技术学院机电工程学院院长

杨翠明 湖南机电职业技术学院副院长

周玉蓉 重庆工业职业技术学院机械工程学院院长

武友德 四川工程职业技术学院机电工程系主任

任建伟 江苏信息职业技术学院机电工程系主任

许朝山 常州机电职业技术学院机械系主任

王德发 辽宁机电职业技术学院汽车学院院长

陈少艾 武汉船舶职业技术学院机械工程系主任

窦 凯 番禺职业技术学院机械与电子系主任

杜兰萍 安徽职业技术学院机械工程系主任

林若森 柳州职业技术学院机电工程系主任

李荣兵 徐州工业职业技术学院机电工程系主任

丁学恭 杭州职业技术学院机电工程系主任

郭和伟 湖北职业技术学院机电工程系主任

宋文学 西安航空技术高等专科学校机械工程系主任

皮智谋 湖南工业职业技术学院机械工程系主任

刘茂福 湖南机电职业技术学院机械工程系主任

赵 波 辽宁省交通高等专科学校机械电子工程系主任

孙自力 渤海船舶职业学院机电工程系主任

张群生 广西机电职业技术学院高等职业教育研究室主任

秘书长:

陈健德 电子工业出版社高等职业教育分社高级策划编辑

前 言



本书是全国高职高专院校机械类专业规划教材《公差配合与精度检测》(书号:ISBN 978-7-121-08641-0)配套的实训教材,是以高职高专教育“理论够用,应用为主”的指导思想为原则进行编写的。重点强化课程的实践性,精练理论,注重应用,突出实用技能培养,为我国机械行业的技术进步和经济发展,培养高层次的应用型和操作型人才。

本书在内容编写方面反映了新知识、新技术、新工艺和新方法,体现了时代性和先进性。以企业的真实工作任务作为教学任务,使学习情境贴近岗位工作环境。通过对典型零件的测量,使学生掌握互换性的基本概念,学会如何选用公差与配合国家标准,掌握技术测量基本知识,学会计量器具、精密仪器的使用方法。这对从事机械设计、机械制造、计量测试和管理的人员具有重要意义。

本书共分七部分,包括绪论,长度的检测,形状和位置误差的检测,表面粗糙度的检测,圆锥、角度的检测,螺纹的检测,齿轮的检测。每章都包含不同的实训项目。每个实训项目都附有相应的实训报告表格和思考题。

本书由辽宁机电职业技术学院赵姝娟、张秀芳任主编,韩玉成任副主编。其中绪论、第1章、第2章由赵姝娟编写,第4章~第6章由张秀芳编写,第3章由韩玉成编写。

由于时间和水平有限,虽经反复斟酌、修改,仍可能存在疏漏和不妥之处,欢迎读者批评指正。

编者

2009年3月



量具、量仪的维护保养一般知识

技术测量工作是机器制造的眼睛，对保证产品质量起着极其重要的作用，而量仪质量的好坏，精度保持的情况，直接影响它作用的发挥。量仪质量由制造工厂保证，而量仪精度的保持，则是使用者的责任。在使用时必须注意以下几点。

(1) 量具、量仪使用前，要将手上的污垢清洗干净，保持量具、量仪外表的清洁和测量地点的整齐、清洁。

(2) 操作前，一定要了解量仪的结构原理和性能，否则不得任意动手，以防破坏（在实验室，要经教师同意后，方可使用）。

(3) 操作要认真、细心，严格遵守仪器操作规程。仪器的操作手柄或手轮应轻轻转动，锁紧机构不宜用力过大，说话不要嘴对仪器，对金属表面不要任意用手去摸。

(4) 仪器使用过程中发生故障，不得任意拆卸，必须按仪器结构原理仔细检查或送专门单位检查修理（学生实验时，仪器发生故障，由教师处理）。

(5) 仪器使用完毕后，一定要将手接触过的地方用纱布、棉花、汽油和绸布清洗干净，金属表面涂上防锈油，防止生锈（所用棉花、纱布、汽油、绸布和防锈油，都要检查合格后才能使用）。

清洗过程为先用纱布或棉花擦去表面脏物→用蘸上汽油的干净棉花擦洗表面→再用干净的绸布擦净表面汽油挥发物→涂上防锈油→盖上防尘布→整理工作现场。

(6) 必须按期保养、检定量仪、量具，以保证量值的准确。对修复的量仪、量具必须经检查检定后，方可使用。

实验规则

(1) 实验是巩固课堂教学,培养学生实际工作能力的重要方面。因此学生在实验前必须复习本次实验有关的教材内容和预习实验指导书,才能达到实验的目的和要求。

(2) 按规定时间准时进入实验室。有特殊情况必须请假,并及时与实验室联系,尽快补做,不能无故缺席。为保证测量结果的正确性和仪器的正常使用,入室前必须先换鞋或穿上鞋套,入室后必须保持安静、整齐、清洁、卫生,不得随地吐痰,严禁吸烟。

(3) 实验时应按操作程序正确使用量具、量仪,不得任意拆卸、摆弄。要树立认真负责、一丝不苟的工作态度和爱护国家财产的优良品质。

(4) 实验所用量具、量仪,在使用中发生故障时,应立即报告指导教师,不得自行处理。

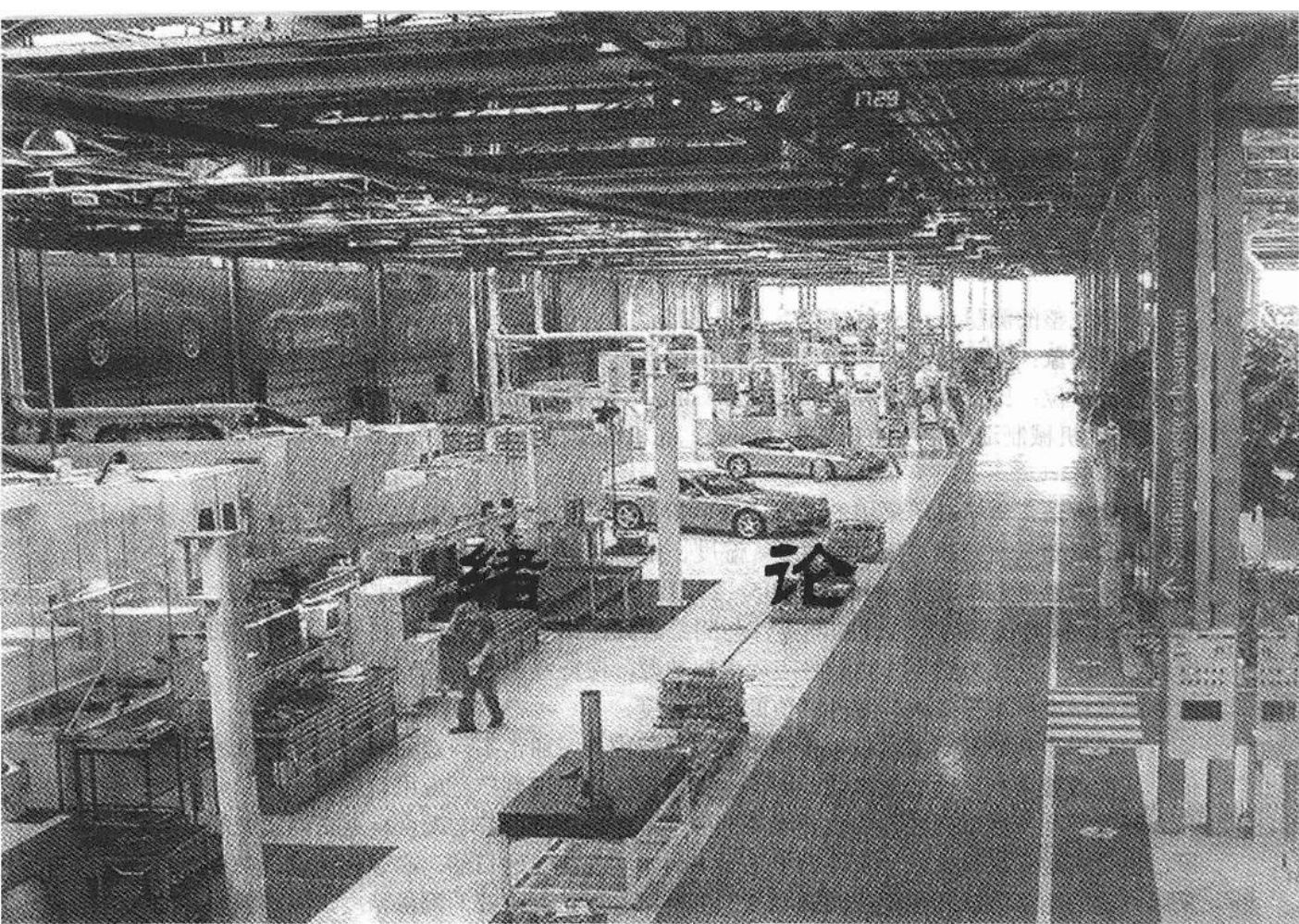
(5) 实验时专心、细心。对量仪、量具等要轻拿轻放,调整仪器的活动部分动作要缓慢,对锁紧机构锁紧时用力不宜过大。

(6) 认真完成实验报告,并须经指导教师评阅。实验完毕后,按量具、量仪等保养要求,进行清洗保养,并整理工作现场。



| | |
|--------------------------------------|-----|
| 绪论 | 1 |
| 第 1 章 长度的检测 | 22 |
| 实训 1-1 立式光学计检测车床尾座丝杆外径 | 23 |
| 实训 1-2 万能测长仪检测车床尾座后盖内径 | 28 |
| 实训 1-3 数显式测长仪测量轴径 | 32 |
| 实训 1-4 内径百分表检测车床尾座顶尖套筒内径 | 37 |
| 实训 1-5 用机械比较仪检测塞规外径 | 40 |
| 第 2 章 形状和位置误差的检测 | 45 |
| 实训 2-1 用两点法和三点法检测输出轴的圆度、圆柱度误差 | 46 |
| 实训 2-2 圆度仪检测圆度误差 | 50 |
| 实训 2-3 用打表法检测方箱平面度误差 | 53 |
| 实训 2-4 用水平仪检测导轨直线度的误差 | 56 |
| 实训 2-5 自准直仪测量直线度 | 59 |
| 实训 2-6 平行度误差的检测 | 62 |
| 实训 2-7 孔径、孔心距及位置度误差的测量 | 65 |
| 实训 2-8 径向全跳动和端面圆跳动误差的检测 | 68 |
| 第 3 章 表面粗糙度的检测 | 71 |
| 实训 3-1 用光切显微镜检测表面粗糙度 | 73 |
| 实训 3-2 用干涉显微镜检测表面粗糙度 | 77 |
| 第 4 章 圆锥、角度的检测 | 81 |
| 实训 4-1 用正弦规测量车床尾座顶尖圆锥的锥角误差 | 82 |
| 实训 4-2 用万能角度尺测量角度工件 | 84 |
| 第 5 章 螺纹的检测 | 87 |
| 实训 5-1 螺纹千分尺检测螺纹中径 | 88 |
| 实训 5-2 用三针法检测螺纹中径 | 91 |
| 实训 5-3 用大型工具显微镜测量外螺纹各项参数 | 94 |
| 第 6 章 齿轮的检测 | 102 |
| 实训 6-1 用齿轮径向跳动检查仪检测齿轮的齿圈径向跳动误差 | 103 |
| 实训 6-2 用万能测齿仪检测齿轮齿距偏差及齿距累积误差 | 106 |

| | |
|---|-----|
| 实训 6-3 用公法线千分尺检测公法线平均长度偏差和公法线长度变动 | 110 |
| 实训 6-4 用齿轮游标卡尺检测齿厚偏差 | 113 |
| 实训 6-5 用基节仪检测基节偏差 | 116 |
| 实训 6-6 用单盘式渐开线检查仪检测渐开线齿形误差 | 119 |
| 实训 6-7 用双面啮合仪检测齿轮径向综合误差 | 122 |
| 参考文献 | 125 |



教学导航

| | | |
|---|-----------|--|
| 教 | 知识重点 | 1. 测量概念及测量过程 2. 测量器具与测量方法 |
| | 知识难点 | 1. 测量器具的基本度量指标 2. 三坐标测量机的使用原理 |
| | 推荐教学方式 | 实物教学、案例教学 |
| | 建议学时 | 4 学时 |
| 学 | 推荐学习方法 | 课堂：掌握测量器具的基本度量指标及测量方法 实验室：通过实际测量掌握计量器具的使用方法 |
| | 必须掌握的理论知识 | 1. 测量概念及测量过程 2. 测量器具的基本度量指标 |
| | 需要掌握的工作技能 | 计量器具在机械加工和机械测量中的应用 |



机械制造中，加工后的零件，其几何参数需要测量和检验，以保证零件符合技术要求和实现互换性。测量就是把被测的量（如长度、角度等）与具有测量单位的标准量进行比较的过程。

一个完整的测量过程应包括以下几个方面。

测量对象：几何量，即长度、角度、形位误差及表面粗糙度等。

计量单位：长度单位为米（m）、毫米（mm）、微米（ μm ）；角度单位为度（ $^\circ$ ）、分（'）、秒（"）。机械制造中常用的是毫米（mm），在机械图样上以毫米（mm）为单位的量可省略不写。

测量方法：测量时所采用的测量原理、测量器具和测量条件的总和。测量条件是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。测量时的标准温度为 20°C 。一般计量室的温度应控制在 $20^\circ\text{C}\pm(0.05\sim 2)^\circ\text{C}$ ，精密计量室的温度应控制在 $20^\circ\text{C}\pm(0.03\sim 0.05)^\circ\text{C}$ ，同时还要尽可能使被测零件与测量器具在相同温度下进行测量。计量室的相对湿度应以50%~60%为适宜，测量时应远离振动源，保持室内较高的清洁度等。

测量精度：测量结果与零件真值的接近程度。

检验用于判断被测的量是否在规定的公差范围内，通常不一定要得到被测量的具体数值。其检验效率高，检验成本低，因而在大批量生产中得到广泛应用。

测量是互换性生产过程的重要组成部分，是保证各种公差与配合标准贯彻实施的重要手段，也是实现互换性生产的重要前提之一。为了实现测量的目的，必须使用统一的标准量，采用一定的测量方法和运用适当的测量工具，而且要达到必要的测量精度，以确保零件的互换性。

1. 长度计量单位和基准量值的传递

1) 长度计量单位基准

为了进行长度测量，必须建立统一可靠的长度单位基准。目前世界各国所使用的长度单位有米制和英制两种。

中国颁布的法定计量单位是以国际单位制的基本长度单位“米”为基本单位。在机械制造中常用的测量单位有毫米（mm）和微米（ μm ）。

1 米（m）=1 000 毫米（mm）

1 毫米（mm）=1 000 微米（ μm ）

1983 年第十七届国际计量大会审议并批准了“米”的新定义，即 1 米是光在真空中，在 $1/299\,792\,458\text{s}$ 的时间间隔内所经过的距离。

2) 基准量值的传递

在生产实践中，不可能直接利用光波波长进行长度尺寸的测量，为了保证机械制造中长度测量的量值统一，必须建立从光波长度基准到生产中使用的各种量具、量仪和工件尺寸的传递系统。量块和线纹尺是实现光波长度到测量实际之间的尺寸传递媒介，是机械制造中的实用长度基准。

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。长度量值分两个平行的系统向下传递（见图 0-1）：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。

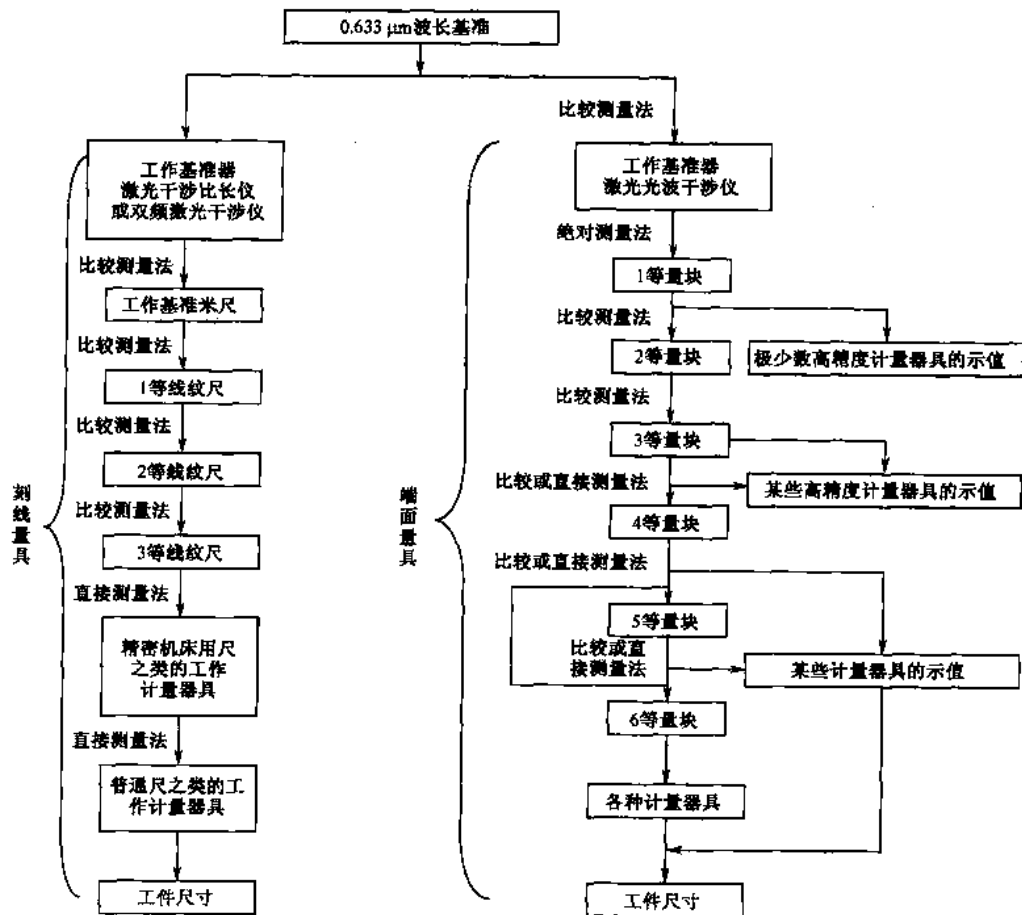


图 0-1 长度量值传递系统

2. 计量器具和测量方法

1) 计量器具的分类

计量器具包括量具和量仪两大类。量具：使用时，以固定形式复现一给定量的一个或多个已知值的一种测量器具；量仪：将被测的或有关的量转换成指示值或等效信息的一种计量器具。

按测量器具的结构特点和用途分类，可分为以下几种。

(1) 标准量具和量仪：测量中用作标准的量具，如量块、角度量块、基准米尺、激光比较仪等。它是按基准复制出来的一个代表固定尺寸的量具和量仪，在测量中体现标准量。

(2) 极限量规：一种没有刻度的专用检验工具。用极限量规检验零件时，只能判断零件是否合格，而不能得出零件尺寸、形状和位置的具体数值。

(3) 通用量具和量仪：有刻度并能量出具体数字值的量具和量仪。它可用来测量在一定范围内的任意值。一般分为以下几种。

- 游标量具：游标卡尺、齿轮游标卡尺等。
- 螺旋测微量具：外径千分尺、内径千分尺等。



- 机械式计量器具：百分表、机械比较仪、扭簧比较仪等。
- 光学式计量器具：光学比较仪、自准直仪、工具显微镜等。
- 电动式计量器具：电感式量仪、电容式量仪等。
- 气动式计量器具：浮标式气动量仪、水柱式气动量仪等。

(4) 检测装置：量具、量仪和定位元件等构成的组合体，是一种专用检验工具，如检验夹具、主动测量装置、自动分选机和坐标测量机等。它使测量工作更为迅速、方便和可靠，便于实现测量自动化等。

近年来，由于光栅、磁栅、感应同步器及激光技术、计算机技术在长度测量中的应用越来越广泛，不仅测量器具的精度有了很大的提高，而且能采用脉冲计数、数字显示、自动记录和打印测量结果等方式，从而有助于实现自动控制。

2) 测量器具的基本度量指标

度量指标是用来说明计量器具的性能和功用的。它是选择和使用计量器具，研究和判断测量方法正确性的依据。基本度量指标主要有以下几项（见图 0-2）。

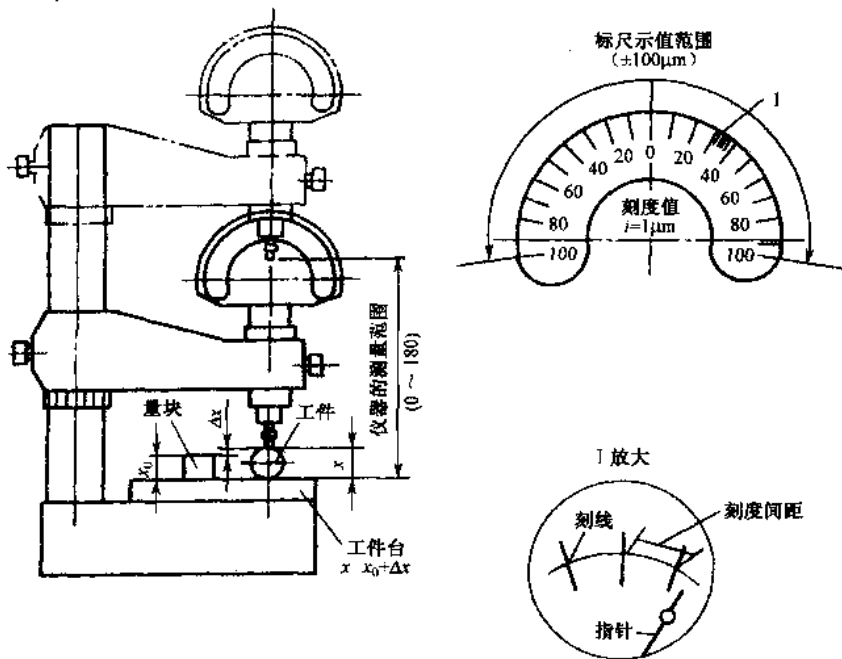


图 0-2 测量器具的基本度量指标

(1) 刻度值（分度值） i ：测量器具刻度尺或度盘上最小一格所代表的被测尺寸。如图 0-2 所示，表盘上的刻度值 $i=1\mu\text{m}$ 。

(2) 刻度间距 c ：测量器具刻度标尺或度盘上两刻线间的距离，通常都是等距刻度，一般为 $0.75\sim 2.5\text{mm}$ 。

(3) 测量范围：测量器具所能测量尺寸的最大值和最小值。

(4) 示值范围：测量器具刻度标尺或度盘内全部刻度所代表的范围。如图 0-2 所示，标尺示值范围为 $\pm 100\mu\text{m}$ 。

测量范围和示值范围的含义是不同的。例如，某比较仪的示值范围为 $\pm 0.1\text{mm}$ ，而其测量



范围为0~180mm。有的测量器具的测量范围等于其示值范围，如某些千分尺、卡尺等。

显然，选择测量器具时，被测量值必须在其测量范围之内。

(5) 灵敏度：计量器具对被测量变化的反映能力。若被测量变化为 ΔL ，计量器具上相应变化为 ΔX ，则灵敏度 S 为

$$S = \Delta X / \Delta L$$

当 ΔL 和 ΔX 为同一类量时，灵敏度又称为放大比，其值为常数。放大比 K 可用下式表示。

$$K = c/i$$

式中 c ——计量器具的刻度间距；

i ——计量器具的分度值。

(6) 测量力：测量头与被测量零件表面在测量时相接触的力。测量力将引起测量器具和被测零件的弹性变形，影响测量精度。

(7) 示值误差：仪器指示数值与被测量真值之差。它是测量器具本身各种误差的综合反映，其中有测量器具的构成原理误差、装配调整误差和分度误差等。

(8) 回程误差：对同一尺寸进行正、反向测量时，测量器具指示数值的变化范围。

3) 测量方法的分类

(1) 按是否直接测量被测参数，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，例如用卡尺、比较仪测量。

间接测量：测量与被测尺寸有关的几何参数，经过计算获得被测尺寸。测量大尺寸圆柱直径 D 时，先测出其周长 L ，然后再按公式 $D=L/\pi$ 求得零件直径 D 。

显然，直接测量比较直观，间接测量比较烦琐。一般当被测尺寸不易测量时，就不得不采用间接测量。

(2) 按量具、量仪的读数值是否直接表示被测尺寸的数值，可分为绝对测量和相对测量。

绝对测量：读数值直接表示被测尺寸大小，如用游标卡尺测量。

相对测量：读数值只表示被测尺寸相对于标准量的偏差。例如用比较仪测量轴的直径，需先用量块调整好仪器的零位，然后进行测量，测得值是被测轴的直径相对于量块尺寸的差值，这就是相对测量。一般说来，相对测量的精度比较高，但测量较麻烦。

(3) 按被测表面与量具、量仪的测量头是否接触，可分为接触测量和非接触测量。

接触测量：测量头与被测零件表面接触，并有机机械作用的测量力存在，如用千分尺测量零件。

非接触测量：测量头不与被测零件表面接触。非接触测量可避免测量力对测量结果的影响，如利用投影法、光波干涉法测量等。

(4) 按一次测量参数的多少，可分为单项测量和综合测量。

单项测量：对被测零件的每个参数分别单独测量。

综合测量：测量反映零件有关参数的综合指标。

综合测量一般效率较高，对保证零件的互换性更为可靠，常用于完工零件的检验。单项测量能分别确定每一参数的误差，一般用于工艺分析、工序检验及被指定参数的测量。

(5) 按测量在加工过程中所起的作用，可分为主动测量和被动测量。

主动测量：工件加工过程中进行测量，其结果直接用来控制零件的加工过程，从而及时



防止废品的产生。

被动测量：工件加工后进行的测量。此种测量只能判别工件是否合格，去除废品。

(6) 按被测零件在测量过程中所处的状态，可分为静态测量和动态测量。

静态测量：测量时相对静止，如用千分尺测量直径。

动态测量：测量时被测表面与测量头模拟工作状态做相对运动。

动态测量方法能反映出零件接近使用状态下的情况，是测量技术的发展方向。

4) 常用测量器具的测量原理、基本结构与使用方法

(1) 游标类量具。

游标类量具是利用游标读数原理制成的一种常用量具，它具有结构简单，使用方便，测量范围大等特点。

常用的游标类量具有游标卡尺、深度游标尺、高度游标尺，它们的读数原理相同，所不同的主要是测量面的位置不同（见图 0-3）。

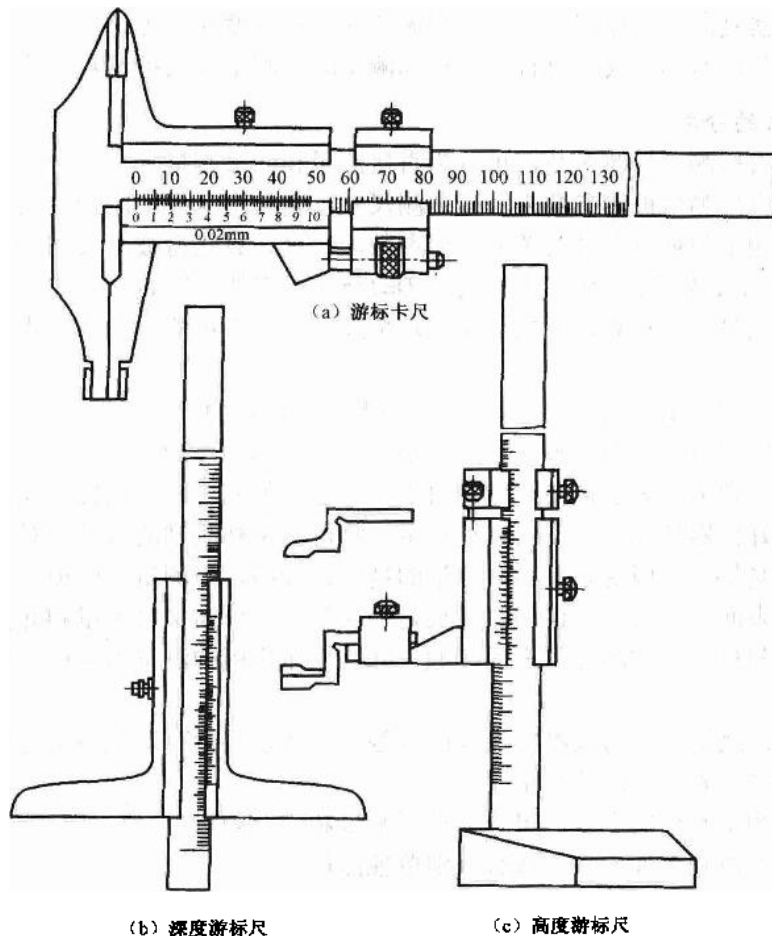


图 0-3 游标类量具

① 游标类量具的结构。游标类量具的主体是一个刻有刻度的尺身，沿着尺身滑动的尺框上装有游标。游标类量具的刻度值有 0.1mm、0.05mm、0.02mm 三种。



为了读数方便,有的游标卡尺上装有测微表头。如图 0-4 所示是带表游标卡尺,它通过机械传动装置,将两测量爪的相对移动转变为指示表的回转运动,并借助尺身刻度和指示表,对两测量爪相对移动所分隔的距离进行读数。

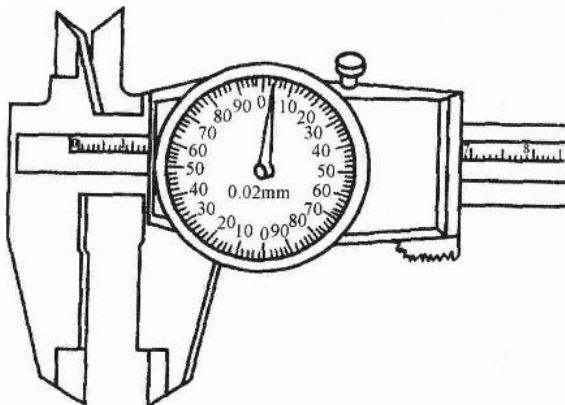


图 0-4 带表游标卡尺

② 游标的读数原理。如图 0-5 (a) 所示,尺身的刻度间距 $a=1\text{mm}$,将尺身刻度 $(n-1)$ 格的宽度刻 10 格作为游标的刻度间距 $b=0.9\text{mm}$,这样,尺身刻度间距与游标的刻度间距之差为 0.1mm (游标读数值)。因此,当游标零线与尺身零线对准时,除游标的最后一根刻线与尺身刻线对准外,游标的其他刻线都不与尺身刻线对准。若将游标向右移动 0.1mm ,则游标的第 1 根线与尺身刻线对准;若将游标向右移动 0.2mm ,则游标的第 2 根刻线与尺身刻线对准,依此类推。

所以,游标在尺身的刻度间距 1mm 向右移动的距离,可由游标刻线与尺身刻线对准时游标刻线序号决定。如游标的第 5 根刻线与尺身刻线对准,则表示游标向右移动 0.5mm ,如图 0-5 (b) 所示。因此,有了游标装置,就很容易读出尺身画线间隔的小数部分的读数。

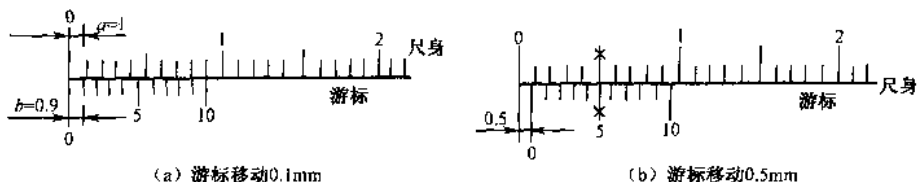


图 0-5 游标的度数原理

用游标类量具测量零件进行读数时,应先根据游标零线所处位置读出尺身刻度的整数部分,其次,再判断游标第几根刻线与尺身刻线对准,用游标刻线的序号乘上读数值,即得到小数部分的读数。将整数部分与小数部分相加即为测量结果。例如,在游标读数值为 0.05mm 的游标卡尺上,游标零线的位置在尺身画线“24”与“25”之间,且游标上的第 8 根刻线与尺身刻线对准,则被测尺寸为 $24.00\text{mm}+8\times 0.05\text{mm}=24.40\text{mm}$ 。

如图 0-6 所示为电子数显卡尺,它具有非接触性电容式测量系统,测量结果由液晶显示器显示。其外形结构各部分名称如图所示。电子数显卡尺测量方便可靠。