

高等技术应用型人才机电类专业规划教材

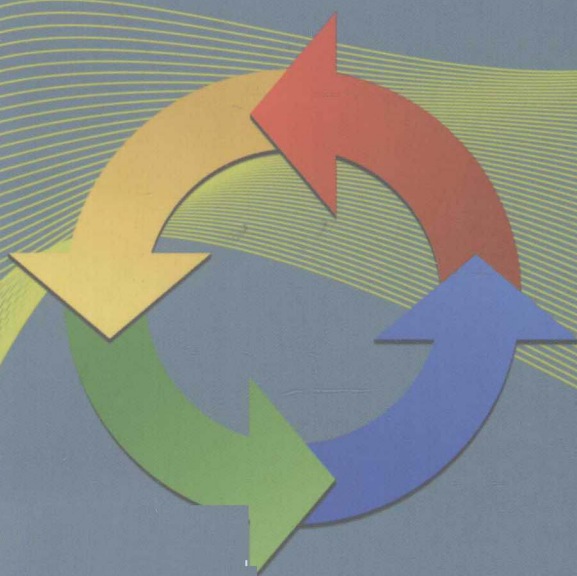
JINGMI CELIANG YU

NIXIANG GONGCHENG



精密测量与逆向工程

主 编 李 敏



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

高等技术应用型人才机电类专业规划教材

精密测量与逆向工程

主编 李 敏

副主编 王淑梅

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以培养学生的精密机械检测能力与逆向造型能力为目标,采用“任务驱动型”方法编写。在完成任务的过程中学习理论知识,提升技能水平。整书的任务安排由易到难,循序渐进,十分贴合技工院校学生的实际情况。

本书将精密检测基础知识与精密检测仪器的操作有机结合,在此基础上引入逆向工程与快速成型技术相关知识的讲解与训练。兼顾实用性和先进性,注重学生能力的培养。

本书可作为职业院校机电类专业及相近专业的教学用书,也可作为相关行业的岗位培训教材或供自学者参考。

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

精密测量与逆向工程/李敏主编.--北京:电子工业出版社,2015.2
ISBN 978-7-121-25181-8

I. ①精… II. ①李… III. ①精密测试—测试技术—高等学校—教材 IV. ①TG806

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 297886 号

责任编辑:贺志洪

特约编辑:张晓雪 薛 阳

印 刷:北京季蜂印刷有限公司

装 订:北京季蜂印刷有限公司

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:13 字数:333 千字

版 次:2015 年 2 月第 1 版

印 次:2015 年 2 月第 1 次印刷

印 数:2000 册 定价:32.00 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 zllts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

参考文献

- [1] 李岩, 花国梁. 精密测量技术(修订版)[M]. 北京: 中国计量出版社, 2008.
- [2] 陈雪芳, 孙春华. 逆向工程与快速成型技术应用.[M]. 北京: 机械工业出版社, 2009.
- [3] 王隆太. 先进制造技术.[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003.
- [4] 杨旭东. 表面粗糙度测量仪的工作原理分析及其改进方案[J]. 贵州工业大学学报(自然科学版). 贵阳: 贵州工业大学机械系, 2001 年第 30 卷第 1 期.
- [5] 成思源, 张湘伟, 黄曼慧. 逆向工程技术及其在模具设计制造中的应用[J]. 机械设计与制造. 广州: 广东工业大学机电工程学院, 2009 年 06 期.
- [6] 许文全, 何文学, 陈国金. 反求工程技术及其应用[J]. 铸造. 长沙: 湖南科技职业学院, 2005 年第 54 卷第 8 期.
- [7] 李岳凡, 陈锋. 反求工程技术在新产品开发中的应用[J]. 机械设计与制造. 广州: 华南理工大学, 2006 年第 3 期.
- [8] 冯勇刚, 周郁. 逆向工程技术在模具上的应用[J]. 模具工业. 桂林: 桂林电器科学研究所, 2008 年第 34 卷第 8 期.
- [9] 方锐栋. 反求与快速成型技术在模具中的探讨[J]. 科技风. 石河子: 新疆天业集团模具中心, 2011 年第 10 期.
- [10] 牛爱军, 党新安, 杨立军. 快速成型技术的发展现状及其研究动向[J]. 金属铸锻焊技术. 西安: 陕西科技大学机电工程学院, 2008 年第 37 卷第 5 期.
- [11] 罗辑, 黄强, 陈世平, 袁冬梅. 快速成型技术及其对制造业的影响[J]. 机床与液压. 重庆: 重庆工学院, 2006 年第 3 期.



前言

随着科技的不断发展进步,机械加工对工件加工的精度和速度有了很高的要求,同时对精密测量仪器的精度及各方面要求也不断提高。精密测量技术是机械工业发展的基础和先决条件之一。精密加工精度的提高总是与精密测量技术的发展水平相关的。

近年来,精密测量技术发展迅速,成果喜人。为了保证产品质量,企业在产品测量环节投入了大量的人力和物力,社会急需大量掌握精密测量技能的人才。本教材为了更好地培养精密测量领域的高技能人才而编写。

本书共分5个学习模块,主要由3部分内容组成,即精密检测基本知识(模块1)、精密测量仪器的使用(模块2、模块3)、逆向工程与快速成型技术(模块4、模块5)。其中精密检测基本知识中对公差配合的知识进行了介绍,让学生对公差基础知识进行更好的巩固;精密测量仪器的使用中介绍了通用量具、影像测量仪、表面粗糙度测试仪、三坐标测量机的使用,其中三坐标测量机的使用是重点;逆向工程和快速成型技术中对相关原理进行了介绍,并详细讲解了逆向造型软件 Geomagic studio 的造型过程。

本教材的编写采用“任务驱动型”教学方法,力求贯彻先进的教学理念,以技能训练为主线,相关知识为支撑,较好地处理理论教学与技能训练的关系,切实贯彻落实职业院校“一体化教学”的理念。

本书由李敏主编,王淑梅副主编,朱雯、施益奇等人参加编写。由于精密测量技术发展迅速,知识更新快,而编者水平有限,书中不妥之处在所难免,恳请读者及专业人士提出宝贵意见和建议,以便今后不断加以完善。

杭州博洋科技有限公司、苏州怡信科技有限公司、上海欧兰智能科技发展有限公司、北京殷华科技有限公司、杰魔(上海)软件有限公司为本书的编写提供了硬件支持及素材,在此表示衷心的感谢。

最后,感谢电子工业出版社为本书的出版所提供的帮助。

编者

2014年6月



目 录

模块1 测量基础知识	1
任务1 精密测量技术概论	1
任务2 零件的加工精度	13
任务3 形位公差及其检测	21
模块2 基本测量仪器及其操作	45
任务1 通用量具简介	45
任务2 影像测量仪及其操作	56
任务3 表面粗糙度仪及其操作	72
模块3 三坐标测量机及其操作	80
任务1 初识三坐标测量机	80
任务2 三坐标测量机的操作流程	92
任务3 轴类零件的测量	107
任务4 箱体类零件的测量	113
任务5 特殊零件的测量	119
任务6 编程测量	123
模块4 逆向工程技术	131
任务1 逆向工程概述	131
任务2 逆向工程的数据采集	138
任务3 逆向工程的三维建模	150
任务4 逆向造型实例	172
模块5 快速成型技术	178
任务1 快速成型技术概述	178
任务2 GI-A 快速成型机的操作	195
参考文献	201

测量基础知识

测量技术是工业发展的基础,高科技的工业一刻也离不开测量技术。加工精度的提高对精密测量技术的发展提出了更高的要求。

任务 1.1 精密测量技术概论

任务目标

- 认识常用的计量器具;
- 掌握测量方法的基本分类;
- 了解拟定测量方法时应该考虑的问题。

任务内容

1. 参观精密测量实训室,说出图 1-1-1 所示计量器具的名称,并进行归类。

对图 1-1-1 所示计量器具进行分类。

属于量具的有: _____;

属于量规的有: _____;

属于计量仪器的有: _____;

属于计量装置的有: _____。

2. 测量数控加工实训中所加工的工件,变换条件重复多次测量,注意观察环境因素(温度、湿度、振动等)对测量结果的影响,并分析如何减少这些因素的影响。



图 1-1-1 常见计量器具

任务分析

目前,在基础工业的某些领域,精密测量已成为不可分割的重要组成部分。在电子工业、光学加工等部门,精密测量技术也被提到从未有过的高度。例如超大规模集成电路、大口径空间望远镜、激光武器反射镜等的超精密加工中都需要有精密测量技术的保证。因此,掌握精密测量的相关知识是十分必要的。

相关知识

一、精密测量技术的发展

世上万物千差万别,含有大量的信息。无论是现代化大生产、科学研究,还是人们的日

常生活、医疗保健,所处环境无不包含着大量的有用信息。正像物质和能源是人类生存和发展所必需的资源一样,信息也是一种不可缺少的资源。物质提供各种各样有用的材料;能源提供各种形式的动力;而信息向人类所提供的则是无穷无尽的知识 and 智慧。信息化是当今社会的一大特征,检测技术作为信息科学的一个分支起着越来越重要的作用。我国著名科学家钱学森院士指出:“新技术革命的关键技术是信息技术。信息技术由测量技术、计算机技术、通信技术三部分组成,测量技术是关键和基础。”

精密测量技术是机械工业发展的基础和先决条件之一。精密加工精度的提高总是与精密测量技术的发展水平相关的。精密测量是精密加工的重要组成部分,精密加工的精度要依靠测量精度来保证,测量精度一般应比被测件的精度要求高一个数量级。

随着科技的不断发展进步,对工件的精度有了很高的要求,同时精密测量仪器的精度及各方面要求也不断提高,主要在以下几个方面有所体现。

(1) 精度:测量精度由 μm 级向 nm 级发展。

1926~1969年,Zeiss 小型工具显微镜,精度为 $0.01\text{mm}\sim 0.01\mu\text{m}$ 。

1985年,隧道显微镜,精度为 0.01nm ,可测原子或分子的尺寸或形貌。

(2) 范围:二维测量向三维测量发展。

由点测量向面测量过渡,提高整体测量精度,如三坐标测量仪、三维扫描、全息摄影等。

(3) 尺寸:小到 nm 级、大到飞机的机架。

(4) 种类:从通用量仪(如显微镜,三坐标测量仪等)向专用量仪(如圆度仪、单啮仪、气动量仪、电感测微仪等)发展。

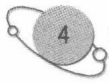
近年来,精密测量技术发展迅速,成果喜人。例如在线测量技术,已可进行加工状态的实时显示,及时检测是否出现异常状况,从而可大幅度地提高生产效率。对于机床控制装置,则要求高精度化、低成本和小型化。因为诸如汽车发动机等均要求其组成零部件必须具有非常高的精度,以便减少噪声、防止环境污染和节省能耗,这些都是时代对制造业提出的紧迫要求。

在高精度加工和质量的过程中,随着光机电一体化、系统化的进展,光学测量技术有了迅速的发展,相应的测量机产品大量涌现,测量软件的开发也日益受到重视。

利用光学原理开发的非接触测量机及各种装置非常多。随着非接触、高效率测量机的大量出现,专家们预计,21世纪测量技术的发展方向大致如下:

- 不断应用新的物理原理及新的技术成就,如图像处理等。
- 高精度。
- 高速度、高效率。
- 测量方式向多样化、非接触、数字化发展。
- 高灵敏、高分辨、小型化、集成化。
- 标准化。随着标准化体制的确立和测量不确定度的数值化,将有效提高测量的可靠性。
- 实现各种溯源(自标定、自校准)的要求。
- 围绕微型机械设计理论开展的测试、理论分析工作。

总之,测量技术必须实现高精度化,同时也要求实现高速化和高效率化。因此,非接触测量和高效率测量也就必然成为新世纪精密测量技术的重要发展方向。



二、测量的基本概念

1. 计量学

计量学是关于测量的科学,是研究测量,保证量值统一和准确的一门科学。计量学既属于自然科学,又属于社会科学(双重属性)。其研究内容包括:

- (1) 计量单位及其基准、标准的建立、复制、保存和使用。
- (2) 量值传递、计量原理、计量方法、计量不确定度以及计量器具的计量特性。
- (3) 计量人员进行计量的能力。
- (4) 计量法制和管理。
- (5) 有关计量的一切理论和实际问题。

2. 有关测量的几个术语

(1) 测量:是以确定量值为目的的一组操作,也就是为确定被测对象的量值而进行的实验过程。

(2) 测试:是指具有试验性质的测量,也可理解为试验和测量的全过程。

(3) 检验:是判断被测物理量是否合格,通常不一定要测出具体值。因此检验也可理解为不要求知道具体值的测量。检验的主要对象是工件(通常用量规)。

(4) 检定:为评定计量器具是否符合法定要求所进行的全部工作,它包括检查、加标记和出具检定证书。检定的主要对象是计量器具。

(5) 比对:在规定的条件下,对相同不确定度等级的同类基准、标准或工作用计量器具之间的量值进行比较的过程。

3. 测量过程

将被测量与一个作为测量单位的标准量进行比较,以求其比值的过程。测量过程可以用一个基本公式表示:

$$L = Ku \quad (1-1)$$

式中, L ——被测量,在长度测量中指被测长度;

u ——标准量,在长度测量中是长度单位;

K ——比值。

式(1-1)被称为测量的基本方程式。它说明被测值 L 等于所用的长度单位 u 与测量比值 K 的乘积。例如: u 为1mm, $K=50$,则被测长度为50mm。

4. 测量过程四要素

任何一个完整的测量过程,都包括被测对象、计量单位、测量方法和测量精度四个方面,通常将它们统称为测量过程四要素。被测对象的结构特征和测量要求在很大程度上决定了测量方法。测量方法是指测量时所采用的计量器具和测量条件的综合。测量精度是指测量结果与其真值的一致程度。

(1) 被测对象。被测对象包括长度、角度、形状、相对位置和表面粗糙度等。就被测零件来说,应考虑到它的大小、重量、批量、精度要求、形状复杂程度和材料等因素对测量的影响。

(2) 计量单位。计量单位是指用以定量表示同类量值的标准量。我国颁布的法定计量单位中,几何量中长度的基本单位为米(m),平面角的角度单位为弧度(rad)及度、分、秒。机械制造中常用毫米(mm)作为计量单位,在精密测量中采用微米(μm)甚至纳米(nm)来计量。

(3) 测量方法

测量方法是指根据给定的测量原理,在实际测量中运用该测量原理和实际操作,以获得测量数据和测量结果。

广义地说,测量方法可以理解为测量原理、测量器具和测量条件(环境和操作者)的总和。在实施测量的过程中,应该根据被测对象的特点(如材料硬度、外形尺寸、生产批量、制造精度、测量目的等)和被测参数的定义来拟定测量方案、选择测量器具和规定测量条件,合理地获得可靠的测量结果。

测量方法的分类:

① 按测量结果获得的方法不同分类(即按实测量 x 是否为被测之量 y 分类),可以分为直接测量和间接测量

- 直接测量:由计量器具直接获得被测量的测量方法,即 $y=x$,如用游标卡尺、千分尺测量轴径。
- 间接测量:测量与被测量之间有已知函数关系的其他量,再经计算得到被测量的测量方法。即按相应的函数关系换算被测量 $y=f(x_1, x_2, \dots)$ 。

② 按示值不同分类,可以分为绝对测量、相对测量。

- 绝对测量:指计量器具显示或指示的示值为被测量的全值的测量方法。
- 相对测量:指计量器具显示或指示的示值仅为被测量相对于某已知标准量的偏差值的测量方法(比较测量)。

③ 按测量仪表是否与被测物体相接触分类,可以分为接触测量法、非接触测量法。

- 接触测量法:检测仪表的传感器与被测对象直接接触,承受被测参数的作用,感受其变化,从而获得信号,并测量其信号大小的方法,称接触测量法。
- 非接触测量法:检测仪表的传感器不与被测对象直接接触,而是间接承受被测参数的作用,感受其变化,从而获得信号,以达到测量目的的方法,称非接触测量法。

④ 按工件上被测参数多少分类,可以分为单项测量、综合测量。

- 单项测量:对工件上的各被测量进行独立测量。
- 综合测量:检测零件几个参数的综合效应。

⑤ 按测量在工艺过程中所起作用分类,可以分为主动测量和被动测量。

- 主动测量:在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。
- 被动测量:加工完成后进行的测量。其结果仅用于发现并剔除废品,所以被动测量又称消极测量。

⑥ 按测量对象的特点分类,可以分为静态测量法和动态测量法。

- 静态测量法:静态测量方法是指被测对象处于稳定情况下的测量。

- 动态测量法：动态测量是指在被测对象处于不稳定的情况下进行的测量。

(4) 测量精度(不确定度)。测量精度是指被测几何量的测量结果与其真值相一致的程度。在测量过程中,由于各种因素的影响,不可避免地会产生或大或小的测量误差。测量误差小,则测量精度高;测量误差大,则测量精度低。

不考虑测量精度而得到的测量结果是没有任何意义的。真值的定义为:当某量能被完善地确定并能排除所有测量上的缺陷时,通过测量所得到的量值。

由于测量会受到许多因素的影响,其过程总是不完善的,即任何测量都不可能没有误差。因此对于每一个测量值都应给出相应的测量误差范围,说明其可信度。

三、测量基准

1. 米制长度基准

长度计量基准是指以现代科学技术所能达到的最高准确度,保存和复现“米”的整套装备。长度计量基准是各国之间和一个国家内部统一长度单位的基准,也是保证量值准确和实现互换性的基础。“米”是长度计量的基本单位。

18世纪以前,世界各国各自规定长度单位,很不统一。18世纪末,法国科学院受法国国民议会委托,提出“米制”概念。它将通过巴黎天文台的地球子午线长度的四千万分之一定义为“米”。

1792~1798年,在西班牙的巴塞罗那和法国的敦刻尔克间进行三角测量,得出通过巴黎天文台的地球子午线从赤道到地极点的距离,并以它的千万分之一(相当于地球子午线的四千万分之一)作为一米的长度,于1799年用铂金制成横截面积为 25.3×4.05 毫米²的矩形端面基准米尺,米尺两端面间的距离即为一米。它保存在法兰西共和国档案局,所以称为“档案米尺”,又称“阿希夫米尺”。

由于阿希夫米尺的本身和复现精确度都不高,1875年有20个国家参加的国际米制会议上决定,成立国际计量局并制造基准米尺。1888年,国际计量局从30根用铂铱合金制成的尺子中选出与阿希夫米尺长度最接近的第六号米尺作为国际基准,此即“国际基准米尺”。其复现精确度可以达到千万分之一。

1889年,第一届国际计量大会正式承认并重新把“米”定义为:“在零摄氏度时,保存在国际计量局中的铂铱米尺的两中间刻线间的距离。”从此,“米”的定义由端面距离转为刻线间距离。

但用刻线间距离来定义米的方法也有缺点,如刻线质量和材质稳定性等都会影响其尺寸稳定性和复现精确度的提高,而且一旦毁坏,就再也无法复现。

1893年,美国物理学家迈克耳逊等用镉红线光波波长与铂铱基准米尺对比,从而提供了用光波波长作为长度基准的可能性。1895年,第二届国际计量大会确认镉红线光波波长为“米”定义的旁证。在1927年第七届国际计量大会上,决定将镉红线在温度为15℃,大气压力为101325帕和二氧化碳含量为0.03%的干燥空气中的波长0.64384696微米,作为米的旁证基准,即1米=1553164.13个旁证基准,而以国际基准米尺复现“米”的定义仍继续保持不变。

1950年以后,由于同位素光谱光源的发展,出现了一些复现精确度高、单色性好的光源。这导致1960年的第十一届国际计量大会通过以“氪-86的辐射光波长”定义“米”的决定。这个“米”的定义是:“长度米等于氪-86原子在2P₁₀和5D₅能级之间跃迁时,其辐射光在真空中的波长的1650763.73倍。”同时宣布废除1889年确定的米定义和国际基准米尺。这样“米”在规定的物理条件下在任何地点都可以复现,所以也称之为自然基准,其复现精确度可达二亿五千万分之一。

1960年出现了激光,由于它具有良好的单色性和复现精确度,导致1983年通过新的米定义,和宣布废除以氪-86辐射光波长定义“米”的决定。

在1983年10月召开的第十七届国际计量大会上,通过了现行“米”的定义:米是“光在真空中1/299792458秒的时间间隔内所行进路程的长度”。

现行“米”定义的特点是,定义本身与复现方法分开,长度基准不再是某一种规定的长度或辐射波长,但它可以通过一些辐射波长或频率来复现。因此“米”的复现精确度不再受米定义的限制,它将随着科学技术的发展而相应地提高。

在机械制造中,应用较多的基准辐射是碘、甲烷分子饱和吸收稳频的氦氖激光。它们的复现精确度,可高达一百亿分之一。但这类辐射光源的频稳系统很复杂,在实际应用中是把它们的波长通过光波波长干涉仪等,传递给以兰姆下陷法稳频的氦氖激光,再利用以此为基础构成的激光量块干涉仪和激光干涉比长仪,分别检定一等量块和基准线纹尺。

在中国,由上述基准辐射光源、光波波长干涉仪、激光量块干涉仪和一等量块等,组成的长度计量基准称为端面长度国家基准;由基准辐射光源、激光干涉比长仪和基准线纹尺等组成的长度计量基准称为线纹长度国家基准。国家基准复现的“米”的准确长度,按照国家规定的检定系统通过检定逐级或直接传递给工作中使用的、不同精度等级的长度测量工具。

2. 量块——生产单位的长度基准

量块是由两个平行的测量面之间的距离来确定其工作长度的高精度量具,其长度为计量器具的长度标准。

按JJG2056—1990《长度计量器具(量块部分)检定系统》的规定,量块分为00、0、K、1、2、3六级。我国对各类量块的检定按JJG146—1994进行。

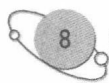
为了使用上的需要常将各级精度的量块进行检定,得到量块的实际长度,将检定量块长度实际值的测量极限误差作为误差处理。

四、计量器具的分类

计量器具是测量仪器和测量工具的通称,通常按结构特点及原理分为:量具、量规、计量仪器和计量装置。

1. 量具

量具是指以固定形式复现量值的计量器具,包括单值量具(量块、直角尺)和多值量具(钢板尺、多面棱体)。



量具一般没有可动的结构,不具有放大功能。但我国习惯上将千分尺、游标卡尺等简单的测量仪器也称为“通用量具”。

2. 量规

量规是指没有刻度的专用计量器具。其特点是只能判定被检验工件是否合格,不能得到工件的具体数值,如光滑极限量规、螺纹量规、位置量规等检验量规。

3. 计量仪器

计量仪器是指能将被测几何量的量值转换成可直接观测的示值或等效信息的计量器具。

4. 计量装置

计量装置是指为确定被测几何量量值所必需的计量器具和辅助设备的总体。

五、拟定测量方法时应考虑的问题

一个完善的测量方法,是根据被测对象和被测量的特性和精度要求采用相应的标准量,通过一套具体的结构系统来实现两者的比较,并能使测量结果的测量误差不超过一定的范围。因此,测量方法是整个测量过程的综合体现。在拟定测量方法时应考虑以下问题。

1. 两个重要的测量原则

(1) 阿贝测长原则。阿贝测长原则,指将被测物与标准尺沿测量轴线成直线排列(即一条线原则),主要适用于长度测量。

(2) 圆周封闭原则。利用在同一圆周上所有分度夹角之和等于 360° ,亦即所有夹角误差之和等于零的这一自然封闭特性,在没有更高精度的圆周分度基准器件的情况下,采用“自检法”也能达到高精度测量的目的(即一个圆的原则)。主要适用于圆周分度器件的测量中,如刻度盘、圆柱齿轮等凡能形成圆周封闭条件的场合。

2. 被测对象和被测量的特性

被测对象的特性包括工件尺寸、形状、重量、材料、批量、精度要求等等,应根据对被测对象特性的分析来拟定测量方法。

3. 测量力的影响

(1) 表面的接触变形。测量力是指测量时工件表面承受的测量压力,各种材料受力后都会产生压缩变形,这种变形量看起来不大,但在精密测量中,尤其对小尺寸零件就必须予以考虑。

在检验标准中,规定了测量过程中应视测量力为零。如果测量力不为零,则应考虑由此而引起的误差,必要时应予以修正。

测量力的大小、两接触表面的形状、材料、表面粗糙度等因素都可影响压缩变形量的大小。

可以通过以下两种方法减小测量力的影响:

① 采用相对测量法,即利用条件相同的两次读数法。先用标准件对准读数,再对被测件对准读数。

② 减小测量力和改善对测量力有影响的因素。如加大测头直径、选用平测头或采用辅助装置等。

一般情况下,可根据被测工件的标准公差来规定测力的大小,其关系如下:

工件公差 $IT < 2\mu\text{m}$ 时, $p < 2.5\text{N}$;

$IT = 2 \sim 10\mu\text{m}$ 时, $p < 4\text{N}$;

$IT > 10\mu\text{m}$ 时, $p < 10\text{N}$;

(2) 纵向变形及弯曲变形。

① 纵向变形。一根长杆或一个大量块垂直放置时,出于自身重力的影响,也会使其长度变短。

② 弯曲变形。水平安放时,如果承放表面绝对平整,则可避免弯曲,否则只好采用水平支承的方法(见图 1-1-2)。不同的支承方法,重力的影响也不同。

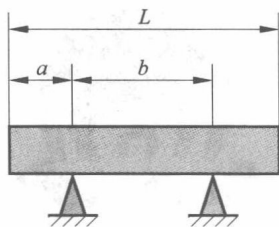


图 1-1-2 水平安放时的弯曲变形

4. 测量环境的影响

测量环境指在测量时的外界条件,包括温度、湿度、气压、振动、气流、灰尘、腐蚀气体等。

(1) 温度误差。温度误差在环境影响中占据首要地位,由于物体本身具有热胀冷缩的物理特性,因此在不同的温度条件下,被测工件的尺寸也会不同。我国规定的标准温度为 20°C ,即测量时的工件和量仪的温度均以 20°C 为准。

产生温度差的原因主要是由对流、传导和辐射而引起的。

① 由对流而引起的环境温度变化,如开门窗、人员进出、空调装置所供应的气流不均匀等。

② 由传导而引起的误差,最典型的是测量者用手拿工件和量具,身体靠着仪器等。

③ 辐射热的影响,是指外界的热源或者比周围介质温度高的物体。例如光学仪器的照明灯源,其至阳光、采暖设备以及测量者的呵气等。

(2) 其他环境因素的影响。

① 室内的相对湿度应控制在 $50\% \sim 60\%$ 范围以内。

② 应避免外界振动产生的影响,例如计量室应有防振措施,使仪器远离振源(如大功率电动机等),仪器下面垫以厚橡皮等。

③ 为了保持仪器的工作精度,还应注意防尘和防腐蚀气体等。

任务实施

1. 图 1-1-3 所示为常见的计量器具。

结合计量器具的分类方法,钢直尺属于量具;量块、环规、塞规、螺纹量规属于量规;游标卡尺、螺旋测微仪属于计量仪器;粗糙度测试仪、影像测量仪、三坐标测量机属于计量装置。



图 1-1-3 常见计量器具

任务评价

完成图 1-1-1 常见计量器具的识别, 根据操作评价表中的内容进行自我评价和同学互评。

序号	评价内容	😊	😐	😞
1	正确识别常见计量器具			
2	分析环境因素的影响			

归纳梳理

- ◆ 本任务中学习了计量器具的基本知识;

- ◆ 通过这个任务认识常见计量器具；
- ◆ 初步具有简单零件测量仪器的选用能力。

巩固练习

分析如图 1-1-4 所示零件,拟定该零件的测量方案并选用合适的计量器具进行测量。

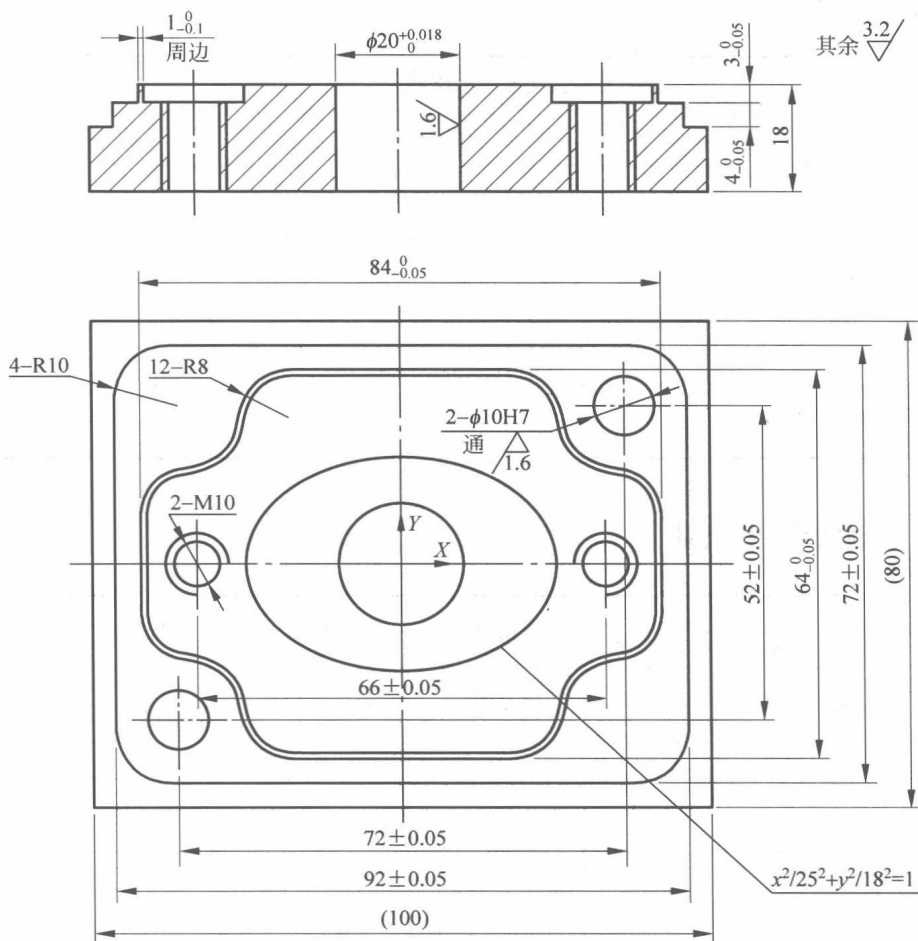


图 1-1-4 测量练习零件



量具参考选择范围

- (1) 钢直尺: 100mm、150mm、300mm。
- (2) 游标卡尺: 0~150mm、0~200mm。
- (3) 外径千分尺: 0~25mm、25~50mm、50~75mm、75~100mm、100~125mm、125~150mm。
- (4) 深度尺: 0~200mm。
- (5) 高度尺: 0~200mm、0~300mm。
- (6) 内测千分尺: 5~30mm、25~50mm。
- (7) 深度千分尺: 0~100mm。
- (8) 内径百分表: 10~18mm、18~35mm。