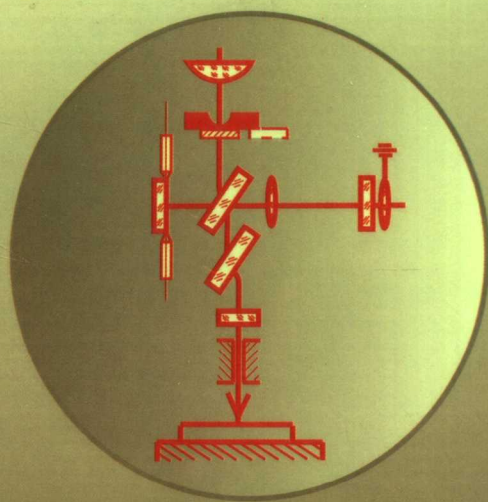


质量技术监督中专试用教材

几何量计量

李小亭 等编



中国计量出版社

质量技术监督中专试用教材

几何量计量

李小亭 等编

中国计量出版社

图书在版编目(CIP)数据

几何量计量/李小亭等编. —北京:中国计量出版社, 1998

质量技术监督中专试用教材

ISBN 7-5026-1112-6

I. 几… II. 李… III. 几何量-计量-专业学校-教材 IV. TB92

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 21113 号

内 容 提 要

本书是根据国家质量技术监督局政法宣教司组织审定的中专几何量专业“几何量计量”课程教学大纲编写的。主要内容包括量块、线纹尺、长度尺寸、角度和锥度、形状和位置误差、表面粗糙度、螺纹以及圆柱齿轮等测量的原理、方法、误差分析等。

本书可作为质量技术监督中专几何量专业的“几何量计量”课程教材或机械制造等相关专业的培训、函授教材,也可供从事几何量测试的技术人员和工人阅读参考。

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

北京市迪鑫印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

787×1092 毫米 16 开本 印张 16.25 字数 393 千字

1998 年 9 月第 1 版 1998 年 9 月第 1 次印刷

*

印数 1—5000 定价: 26.00 元

出 版 前 言

国家质量技术监督局是国务院管理标准化、计量、质量工作并行使执法监督职能的直属机构。

随着社会主义市场经济和质量技术监督事业的迅速发展,当前迫切需要大量的质量技术监督专业人才。中等专业教育是国民教育系列的重要组成部分。同样,质量技术监督中等专业教育在质量技术监督教育事业中占有重要的地位,对提高在职人员的素质、改善队伍结构、培养新生力量具有重要的意义。大力发展质量技术监督中等专业教育,将对质量技术监督事业产生深远的影响。

近几年来,全国各地质量技术监督中等专业学校办学条件不断改善、招生规模不断扩大、教学质量不断提高。为了适应质量技术监督事业对计量中等专业教育的迫切需要,国家质量技术监督局组织编写了计量中等专业教材,其中包括:几何量、热工、力学、电磁学计量四个专业的部分专业基础课和专业课试用教材。

本书是我司委托河北质量工程学校组织编写的几何量计量专业的专业课教材。

这套教材主要是根据四年制普通中等专业教育的需要编写的。在目前情况下,存在多种形式的计量中等专业教育,因此,在编写过程中考虑了适用的多样性。其他形式的计量中等专业教育可参考本套教材的基本内容,适当调整使用。

这套教材的编写工作是在时间紧、难度大的情况下进行的,虽然经过多方面的努力,但仍可能存在很多不足之处,甚至于错误,我们拟在试用过程中听取各方面意见,于适当时机再次组织修订。

教材的编写审定等工作,得到了中国计量出版社,河北工业大学,河北省技术监督局等单位的大力支持,在此谨表示衷心感谢!

国家质量技术监督局政策法规宣传教育司

1998年7月

编 者 的 话

本教材是根据国家质量技术监督局政法宣教司组织审定的中专几何量计量专业“几何量计量”课程教学大纲编写的。主要内容包括量块、线纹尺、长度尺寸、角度和锥度、形状和位置误差、表面粗糙度、螺纹以及圆柱齿轮等测量的原理、方法、误差分析等。

几何量测量技术在现代生产和科学研究中应用十分广泛,在机械制造业中,各种精密机械零件的加工,都必须经过精密测试方知其合格与否。因此,除几何量计量专业外,在机械制造等相关专业中都已开设“几何量计量”课程。

本课程作为几何量计量专业的一门专业课,其主要任务是使学生掌握几何量精密测试技术,既懂测量原理,又能进行实际操作,而且掌握相应的测量误差分析方法。考虑到企业和计量测试部门实际工作的需要,教材中对几何量各基本测量项目和重要参数的测量作了较详细的论述,同时也简要地介绍了一些较先进的测量方法。本课程的课程教学约需 80 课时,并需安排约 40 课时的实验,以使学生基本掌握操作技能,再通过毕业前的实习,学生可达到上岗操作水平。

由于本教材具有较好的实用性,因此也可作为相应层次的培训、函授教材和从事几何量精密测试科技管理人员的自学参考书籍。

本书由河北省质量工程学校李小亭等编写,具体分工如下:第一、二章由李小亭编写;第三、七章由林世曾编写;第五、六章由秦志强编写;第四、八章由王岳林编写;绪论由曹锁胜编写。全书由王岳林统稿。

本教材由河北工业大学何贡教授主审;河北省技术监督局王树彩高级工程师副主审。参加本书审定的还有吉林省技术监督学校齐欣平讲师以及中国计量出版社李素琴编辑。

在教材编写和出版过程中,得到国家质量技术监督局政法宣教司和中国计量出版社何伟仁副总编的多方指导和帮助,同时也得到河北省质量工程学校的领导和同志们的重视和大力支持,对以上单位和个人在此一并表示诚挚的谢意。

限于编者的水平和编写时间仓促,书中错误和不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

1998 年 6 月

目 录

绪论	(1)
第一章 量块	(8)
第一节 量块的基本知识	(8)
一、量块的用途及构造	(8)
二、量块的基本特性	(10)
三、量块的名词定义	(11)
四、量块的等和级	(13)
第二节 量块的量值传递系统及量块的检定	(16)
一、量块的量值传递系统	(16)
二、量块检定	(17)
第三节 量块检定结果的处理	(26)
一、量块等的确定	(26)
二、量块级的确定	(26)
三、量块实测尺寸有效小数位数的确定	(27)
四、检定周期	(28)
五、检定证书	(28)
六、历史记录	(28)
第四节 量块中心长度测量误差的分析	(29)
一、主要误差来源	(29)
二、误差计算实例	(31)
复习题	(32)
第二章 线纹尺	(33)
第一节 概述	(33)
一、线纹尺的分类	(33)
二、线纹尺的结构和技术要求	(33)
第二节 线纹尺的传递系统	(38)
第三节 线纹尺的检定	(38)
一、一、二等标准线纹尺	(38)
二、I、II级钢卷尺的检定	(40)
三、钢直尺的检定	(43)
复习题	(45)
第三章 长度尺寸测量	(46)
第一节 外尺寸测量	(46)
一、立式光学计测量外尺寸	(46)

二、万能测长仪测量外尺寸	(49)
三、万能工具显微镜测量外尺寸	(52)
第二节 内尺寸测量	(57)
一、万能工具显微镜测量孔径	(57)
二、万能测长仪测量孔径	(58)
三、孔径测量仪测孔径	(60)
四、气动量仪测量内尺寸	(61)
复习题	(62)
第四章 角度和锥度的检测	(63)
第一节 角度、锥度和角度单位	(63)
一、角度和锥度的概念	(63)
二、角度单位	(63)
第二节 角度和锥度的检验	(64)
第三节 角度和锥度的测量	(66)
一、角度的微差比较测量(相对测量)	(66)
二、角度的直接比较测量(绝对测量)	(67)
三、角度和锥度的间接测量	(71)
第四节 小角度的测量	(73)
一、自准直仪法	(73)
二、小角度检定仪法	(74)
三、激光小角度测量仪法	(75)
第五节 圆分度误差测量	(76)
一、圆分度误差表示法	(76)
二、圆分度误差测量	(79)
复习题	(83)
第五章 形状和位置误差测量	(85)
第一节 形状误差测量	(85)
一、直线度误差测量	(86)
二、平面度误差测量	(98)
三、圆度误差测量	(108)
第二节 位置误差测量	(117)
一、平行度误差的测量	(117)
二、垂直度误差的测量	(122)
三、倾斜度误差测量	(126)
四、同轴度误差的测量	(127)
五、对称度误差测量	(131)
六、位置度误差的测量	(137)
七、跳动误差的测量	(141)
第三节 轮廓度误差测量	(145)

一、轮廓度误差评定	(145)
二、轮廓度误差测量	(146)
复习题	(150)
第六章 表面粗糙度测量	(153)
第一节 基本知识	(153)
一、表面粗糙度的评定基准和参数	(153)
二、表面粗糙度的测量方法和测量注意事项	(159)
三、表面粗糙度参数值的量值传递	(160)
第二节 光切法测量表面粗糙度	(161)
一、光切法的基本原理	(162)
二、光切显微镜的外形结构	(163)
三、光切显微镜的调整	(163)
四、光切显微镜千分尺的定度和修正系数	(164)
第三节 干涉法测量表面粗糙度	(167)
一、仪器分类及其特点	(167)
二、双光束干涉显微镜的外形结构和工作原理	(168)
三、仪器的调整	(169)
四、测量与计算	(170)
第四节 针描法测量表面粗糙度	(171)
一、概述	(171)
二、电感式轮廓仪的外形结构与工作原理	(172)
三、仪器调整与测量	(174)
四、仪器示值校验	(175)
五、在记录图上测算各参数的方法	(175)
六、其他形式的轮廓仪	(176)
第五节 表面粗糙度的其他检测方法	(177)
一、用比较样块检测	(177)
二、用印模法测量表面粗糙度	(180)
复习题	(181)
第七章 螺纹测量	(183)
第一节 概述	(183)
一、螺纹分类	(183)
二、普通螺纹的基本牙型及主要几何参数	(184)
三、中径、螺距和牙型半角对互换性的影响	(185)
四、螺纹公差	(188)
五、螺纹的两种测量方式	(189)
第二节 圆柱螺纹的综合检验	(190)
一、螺纹量规	(190)
二、圆柱普通螺纹的综合检验	(191)

第三节 螺距和半角的测量	(192)
一、螺距的测量	(193)
二、牙型半角测量	(200)
第四节 螺纹中径测量	(202)
一、外螺纹中径量针测量法	(202)
二、万能测长仪测量内螺纹中径	(211)
三、工具显微镜测量螺纹中径	(214)
四、螺纹千分尺测量螺纹中径	(216)
第五节 丝杠测量	(217)
一、概述	(217)
二、梯形螺纹丝杠测量	(218)
三、丝杠测量中应注意的几个问题	(225)
复习题	(225)
第八章 圆柱齿轮测量	(227)
第一节 齿轮传动的基本知识	(227)
一、渐开线及其特性	(227)
二、渐开线齿轮的基本参数	(228)
三、齿轮的性能要求及测量方法分类	(228)
第二节 圆柱齿轮的单项测量	(229)
一、齿圈径向跳动 ΔF_r	(229)
二、齿距偏差和齿距累积误差的测量	(230)
三、基节偏差的测量	(236)
四、齿形误差的测量	(237)
五、齿向误差的测量	(240)
六、齿厚误差的测量	(241)
七、公法线长度测量	(242)
第三节 圆柱齿轮综合测量简介	(245)
一、双面啮合综合测量	(245)
二、单面啮合综合测量	(246)
第四节 圆柱齿轮整体误差测量简介	(247)
一、齿轮整体误差的测量原理	(248)
二、单面啮合测量法	(249)
三、逐齿坐标点测量法——无标准渐开线元件测量方法	(250)
复习题	(250)
主要参考文献	(252)

绪 论

一、常用计量名词术语

1984年国际计量局(BIPM)、国际标准化组织(ISO)、国际电工委员会(IEC)和国际法制计量组织(OLML)联合制定的《国际通用计量学基本名词》，确定了计量学中一些常用的基本术语及其涵义。我国依据《国际通用计量学基本名词》，制定了《通用计量学名词及定义》(JJG1001—91)。现就其中有关的一些主要术语介绍如下。

(一)量与量值

1. 量

量，一般又称可测的量。“现象、物体或物质的可以定性区别和定量确定的一种属性”。

量有广义的量和特定的量之分，广义的量如长度、时间、质量、温度、电阻等；特定的量如一根竹杆的长度，一根导线的电阻等。

2. 量 值

量值是“数值和计量单位的乘积”。

“用以定量表示同种量量值而约定采用的特定量”叫计量单位。量的大小和量值不同，量的大小是客观存在，不取决于知道与否，也不取决于所采用的计量单位。也就是说，量的大小与所选择的计量单位无关；而量值则因计量单位的不同而异，即由于计量单位选取不同，同一量便会体现出不同的量值。例如，一根木棒的长度是1m，也可以写成1000mm。

(二)测量、测试与计量

1. 测 量

“以确定被测对象量值为目的的全部操作”称为测量。

测量可用一个基本公式来表示，即

$$L = qE \quad (0-1)$$

式中：L——被测的量(如几何量)；

E——计量单位；

q——比值。

式(0-1)称为基本测量公式，它说明被测量的量值等于所采用的计量单位与比值的乘积。

由上可知，任何一个测量过程必须有被测的对象和所采用的计量单位。此外还有二者是怎样进行比较和比较准确程度如何的问题，即测量的方法和测量的准确度问题。这样，测量过程就包括：测量对象、计量单位、测量方法以及测量精确度等四个要素。

测量对象：就几何量而言，测量对象包括长度、角度、表面粗糙度、几何形状和相互位置误差等。

计量单位:我国长度的法定计量单位为米(m),其分数单位有毫米(mm)和微米(μm),在米和毫米中间的分数单位有分米(dm)、厘米(cm)。

在角度中采用 60 进制的度、分、秒。

测量方法:是指在测量时所采用的测量原理、测量器具和测量条件各组成因素的总和。

测量准确度:是指测量结果与真值的一致程度。由于任何测量过程都不可避免地会出现测量误差,误差大说明测量结果离真值远,准确度低,反之则准确度高。

2. 测 试

“具有试验性质的测量”称为测试。

测试的本质特征也是测量,属于测量范畴。一般认为它与测量的不同含义主要是它具有探索、分析、研究和试验特征。

3. 计 量

“实现单位统一和量值准确可靠的测量”称为计量。这就是说,计量是为了保证计量单位统一和量值准确可靠这一特定目的的测量,它虽然只是测量中的一种特定形式,却是具有重大现实意义的测量,它是以公认的计量基准、标准为基础,依据计量法规和法定的计量检定系统(表)进行量值传递来保证测量准确的。在几何量方面,其具体任务是:

- (1)研究和确定长度单位的定义;
- (2)研究建立和保存几何量计量基准、标准;
- (3)制定几何量各项计量检定系统,组织量值传递;
- (4)开展计量检定和修理,以保证量值的准确一致;
- (5)研究新的几何量计量测试方法和手段;
- (6)应用新的科学技术理论,开拓几何量计量的新领域。

(三)计量基准、标准与工作计量器具

1. 计量基准

“能够复现、保存和传递量值,并经国家鉴定,作为统一全国量值依据的计量器具”称为计量基准。计量基准又分为国家基准、副基准和工作基准。对于几何量来说,国家基准是碘饱和吸收的 He-Ne 激光谱线。

2. 计量标准

“按国家计量检定系统表规定的准确度等级,用于检定较低等级计量标准或工作计量器具的计量器具”称为计量标准。计量标准的作用是将计量基准所复现的量值通过检定逐级传递到工作用计量器具,从而确保工作用计量器具量值准确一致。如量块、线纹尺等。

3. 工作计量器具

“用于现场测量而不是用于检定工作的计量器具”称为工作计量器具。例如,千分尺、百分表、卡尺、工具显微镜等。

(四)检定、比对与校准

1. 检 定

“为评定计量器具的计量特性,确定其是否符合法定要求(即合格)所进行的全部工作”称为计量器具检定,简称检定。例如,用二等量块检定三等量块的精度。

2. 比 对

“在规定条件下,对相同准确度等级的同种计量基准、标准或工作计量器具之间的量值进行比较”称为比对。例如,我们国家的最高计量基准器定期送到国际计量局和国际基准相互比较,就是比对。

3. 校 准

“在规定条件下,为确定计量器具示值误差的一组操作”称为校准。例如,在工业企业中,用五等量块检查百分表、千分尺的示值误差就是校准。

二、测量方法分类

在测量过程中,不同的量或者是不同量值的同一量,都应该根据其特点和准确度的要求选用不同的测量方法。但从实际工作的角度出发,按获得测量结果的方式来分,测量方法可分类如下。

(1)直接比较测量与微差比较测量

直接比较测量就是从计量器具的读数装置上直接得到被测量值的测量方法。例如用游标卡尺、千分尺,在工具显微镜上测螺纹中径等都是直接测量。

微差比较测量就是在计量器具的读数装置上读得的是被测量对于标准量的偏差值。例如用立式光学计、接触干涉仪进行测量。

(2)直接测量与间接测量

直接测量是不必测量与被测的量有函数关系的其它量,而能直接得到被测量值的测量方法。

间接测量是指通过对被测量有已知函数关系的其它量进行的测量,而导出被测量值的测量方法。例如弓高弦长法测直径、用三针法测螺纹中径等。

直接测量和间接测量都可以采用直接比较测量和微差比较测量两种方法。

(3)接触测量与非接触测量

接触测量是测量装置的传感元件(测头)与被测工件表面发生机械接触并存在测力的测量。例如:利用千分尺、百分表、机械式测微仪、游标卡尺等计量器具进行测量时,都属于接触测量。

非接触测量是指测量装置的传感元件与被测工件表面不直接接触,而是利用光、气、电、磁等物理学原理使测量装置的传感元件与被测工件表面间发生联系而完成测量工作。例如,在工具显微镜上用影象法测量,用投影仪、磁力测厚仪、气动量仪进行的测量都是非接触测量。

(4)单项测量和综合测量

单项测量是指对被测工件的多个相关参数分别进行的测量。如对螺纹量规的中径、半角、螺距分别进行单项测量。

综合测量是指对被测工件的几个相关参数的综合效应或综合参数进行的测量。如:用螺纹量规综合检验螺纹和齿轮综合误差的测量等。

(5)被动测量与主动测量

被动测量是对加工后的零件进行测量,根据测量结果判定合格或不合格。

主动测量是在加工过程中测量零件尺寸的变化,根据测量结果随时调整加工参数或控制

加工过程。这种测量可以预防废品。

(6)静态测量与动态测量

静态测量是在测量过程中,被测的量可认为是恒定的不随时间变化的量,一般被测量与计量器具的传感元件处于相对静止状态。

动态测量是为确定量的瞬时值或对随时间而变化的量所进行的测量。一般被测量与计量器具的传感元件处于相对运动状态。

(7)等精度测量与不等精度测量

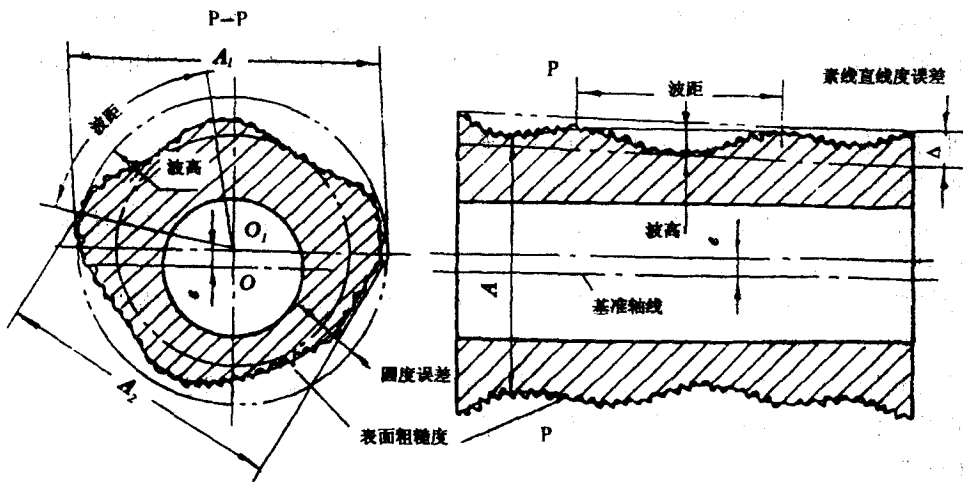
等精度测量是指在测量过程中,决定测量精度的全部因素或条件不变。例如,由同一个人,同一台仪器,在同样的条件下,以同样的方法,同样仔细地测量同一个量,求测量结果平均值时所依据的测量次数也相同,因而可以认为每一测量结果的可靠性和精确程度都是相同的。在一般情况下,为了简化测量结果的处理,都视为等精度测量。实际上,绝对的等精度测量是做不到的,只是条件变化对测量精度的影响很微小,可以忽略不计而已。

不等精度测量是在测量过程中,决定测量的全部因素或条件可能完全改变或部分改变。例如,用不同的测量方法,不同的计量器具,在不同的条件下,由不同的人员,对同一个被测的量,进行不同次数的测量。显然,其测量结果的可靠性与精确程度各不相同。不等精度测量的数据处理比较复杂,只是在非常重要的高精度测量对比中才偶尔用到。

三、几何量误差的形式

几何量测量的目的,是确定各种几何量的大小及其误差。任何几何形体包括加工制作的各种零部件的几何实体,都是由若干个实际表面所构成的。因此其几何量的误差不仅有单一表面尺寸大小的误差和表面的形状误差,还有表面之间的相互位置误差和相互关联的尺寸误差等(如两孔之间的中心距误差等等)。即有尺寸误差、形状误差和相互位置误差。

几何量检测的主要服务对象是机械制造业。在现代制造业中,表面形状误差按产生的原因、表现形式和影响产品使用质量的不同,又分为下面的几种(参看图 0—1)。



(图 0—1) 制件的几何量误差

A 、 A_1 、 A_2 —实际尺寸; e —偏心

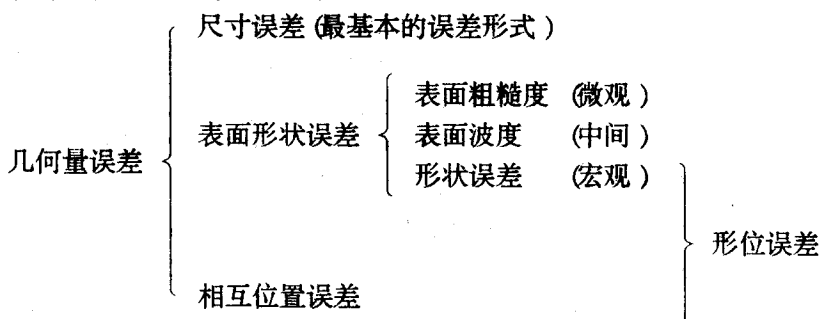
(1)微观形状误差:应用中称表面粗糙度(过去称为表面光洁度)。它是在加工过程中,因切削刀痕、表面撕裂、振动和摩擦等因素,在被加工表面上留下的间距很小的微观起伏不平。它影响零件的配合性质、疲劳强度、耐磨性、密封性和抗腐蚀性以及美观等性能要求。

(2)中间形状误差:一般称表面波度,它在表面上有较明显的周期性的波距和波高,但一般很少见到,只是在高速切削加工的条件下才出现,如滚动轴承套圈上常有波度要求。表面波度的波距有人提出是1~10 mm,小于此值为表面粗糙度,大于此值属宏观形状误差。

(3)宏观形状误差:一般简称形状误差。它产生的主要原因是加工装备(如机床、工夹具等)本身就有形状和位置误差,还有加工中的力变形和热变形等因素。如直线不直,平面不平,圆截面不圆,都属此类误差。

宏观形状误差和相互位置误差有许多相近之处,故通常合称形位误差。它们明显影响零件的配合性质及密封性,加剧磨损,降低联接强度和接触刚度。

综上所述,几何量误差可归纳如下:



任何制件,包括螺纹、齿轮、箱体、电子元器件等等,虽因有各自的特征而提出不同的几何量检测参数,但究其实质,仍不外以上归纳的几种误差形式。

四、几何量计量的作用与发展概况

1. 几何量计量的作用

几何量计量是一项历史悠久、基础性强的计量类别。几何形状是客观世界上最广泛的物质形态,而绝大部分物理量都是以几何量的信息形式来进行定量描述的。因此,几何量计量与国民经济的各部门,科学技术的各个领域都有着十分密切的联系。随着科技的进步、生产力的发展,几何量计量的作用及其重要性也日趋明显。

众所周知,科学技术是人类生存和发展的一个重要基础。没有科学技术就不可能有人类的今天,而许多科学研究与实验,又往往是通过观测几何量的变化来获得实验结果的。例如,哥白尼关于天体运动的学说,只是在伽利略发明了望远镜,进行了实际观测之后才得以确立。科学技术的进步,也使得几何量计量得到了进一步的发展。为了测量地球运动的相对速度,迈克尔逊等人利用物理学的成就,研制出了迈克尔逊干涉仪,从而为几何量计量提供了一个重要的计量方法。1892年迈克尔逊用镉光(单色红光)作为干涉仪的光源,测量了保存于巴黎的铂铱合金标准米尺的长度,获得了相当精确的结果(等于1 553 163.5个红光波长),直到百年后的今天,利用各种干涉仪精密测量长度,仍是几何量计量的一个重要方法。

在工业生产中,机械产品的质量,与零件的加工精度和装配精度有关,而精度的保证只有

通过几何量计量检测才能得以实现。特别是现在,社会化的大生产,各种零部件在异地加工,然后再到一起进行装配,因此所有的零件都要具有高度的互换性及功能的一致性。比如,一辆载重汽车有 9 000 多个零件,由上百家工厂生产,如果没有统一的几何量计量作保证,要想顺利装配成功,那简直是无法想象的。在新兴的高科技产品计算机的生产研制中,大量的使用大规模集成电路和超大规模集成电路。这些集成电路的生产精度已达到纳米级,这就需要相应精度的计量仪器进行测量。

在日常生活中,人们的许多活动都与几何量计量密切有关,诸如量体裁衣,造房种地等等,处处都离不开几何量计量。

2. 几何量计量的发展和动态

早在人类文明发展初期,人们就知道得用人体四肢及其大小作为长度单位进行简单的测量。随着科学技术的发展,尤其是机械制造业的发展,几何量计量技术也相应得到发展。在 19 世纪中期之前,机械制造业中所用的测量工具主要是线纹尺。只有在某些部门,例如军工生产中,才使用标准量规。几何量测量技术迅速发展是在 19 世纪后半期才开始的,标准量规和极限量规得到广泛应用。1850 年开始了游标卡尺的生产,1867 年出现了千分尺,1895 年开始生产量块。由于采用量块作为长度标准后,大大地促进了微差比较测量的发展,于是在 1907 年出现了米尼表,以后又相继出现了百分表,测微仪等。1928 年出现第一台气动量仪,这样,人们又在几何量技术的领域内,开辟了一条新的途径。1930 年以来,各种不同的电气(电接触式、电感式、电容式)量仪相继出现,为机械加工过程的自动检验提供了新的装置。

早在 30 年代人们就运用光学杠杆原理设计了几何量计量仪器,以后又应用了光学显微镜、光学投影等方面的技术。到 20 世纪 50 年代,光学计量仪器已形成系列,得到很大发展。

由于电子工业和光栅技术的迅速发展,实现了机、光、电相结合的计量仪器。20 世纪 60 年代以后,数字式计量光学仪器有了很快发展,如分度值为 $0.2\mu\text{m}$ 的光栅数字式测长仪和分度值为 $0.1\mu\text{m}$ 的数字式工具显微镜都相继研制成功。

随着激光、光栅、磁栅、感应同步器新技术的出现和应用,出现了高分辨率、测量范围大,可以把测量信息送入计算机进行计算处理的新式仪器,其测量精度可达到 nm 级。

我国的几何量计量,近年来有了较大的进展。主要基、标准均已建立,计量测试技术亦不断改进和完善,形成了全国统一的量值传递系统,研制成功了一系列先进的用于几何量计量的光学和电学仪器。量块和线纹尺经过国际比对证明,已经达到了国际一般的水平,有的项目已跨入了先进行列,如量块激光干涉仪、光电光波比长仪、两坐标测量机等。

在米定义的复现工作方面,我国的进展亦较快。1963 年用氪-86 灯管、Fabro-Perot 干涉仪和摄谱仪组成的基准装置,复现精度为 $\pm 1 \times 10^{-8}$,达到了国际上的一般水平。关于米的新定义的研究工作,早在 1979 年我国已完成了碘饱和吸收的氦氖激光器,并于 1980 年赴巴黎国际计量局进行了比对。比对结果表明,该项目已达到了国际先进水平。

今后,我国在几何量计量技术方面的主要发展方向是:

- (1) 新原理、新技术的综合应用。如光电、激光技术、光学纤维等;
- (2) 电子计算机在计量中的广泛应用,以提高测量速度、精度和扩大测量范围;
- (3) 用新技术改进现有典型仪器及测量方法。如用光栅、感应同步仪、耦合电荷器件 (CCD)、光电、磁光、声光等技术改进瞄准、读数及定位系统的精度等;
- (4) 加强在线测量、动态测量、控制生产工艺流程,以提高效率、减少废品、降低成本等。

五、本课程的任务

本课程是研究关于几何量计量的科学。简单归纳,有下述几项基本任务;

(1)掌握法定计量单位在长度中的应用,了解量值传递系统及检定方法,以保证量值准确一致;

(2)熟悉和掌握各种几何量参数的基本测量方法,在此基础上,可进而探索新的测量方法和应用新的技术;

(3)分析与计算测量数据,进行测量误差分析,研究减小测量误差的途径,以提高测量精度。

本课程是理论联系实际,实践性很强的一门课程,要求学生在学本课程时要加强测量实践环节的训练,这是因为本课程的理论是实践经验的总结。正确、完善的测量方法设计来源于实践,只有在具有一定的测试知识的基础上,再加上相应的理论,才可以设计出较好的测量方法。因此,从实践中总结经验,提高到理论高度,并用理论去指导实践,解决实际测试问题并研究新的测量方法,这些都是本课程所期望达到的目的。

第一章 量 块

第一节 量块的基本知识

一、量块的用途及构造

量块是长度计量中应用最广泛的一种实物计量标准具。它是由两个相互平行的测量面之间的距离来确定工作长度的一种高准确度单值量具。量块的这一长度常被用作计量器具的长度标准。通过它对长度仪器、量具、量规等示值误差的检定,对精密机械零件尺寸的测量和对精密机床、夹具在加工中的定位尺寸的调整等方式,把机械加工中各种制成品的尺寸,与国家的以至国际的复现米定义的基准器的长度联系起来。以达到长度量值在国内和国际间的统一,并使零、配件都能具备良好的互换性。

量块的形状有:矩形截面的长方体量块;圆形截面的圆柱体量块;带有圆孔方形截面的长方管体量块和圆环形截面的圆管体量块。我国与大多数的国家一样,均采用如图 1—1 所示的长方体量块。

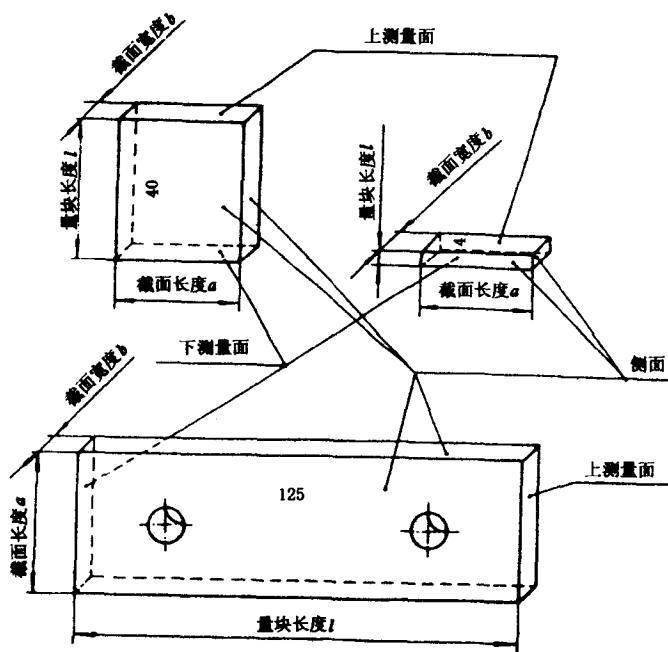


图 1—1 长方体形钢质量块

每个量块都有两个测量面和 4 个侧面,对标称长度为 5.5mm 及小于它的量块,代表其标