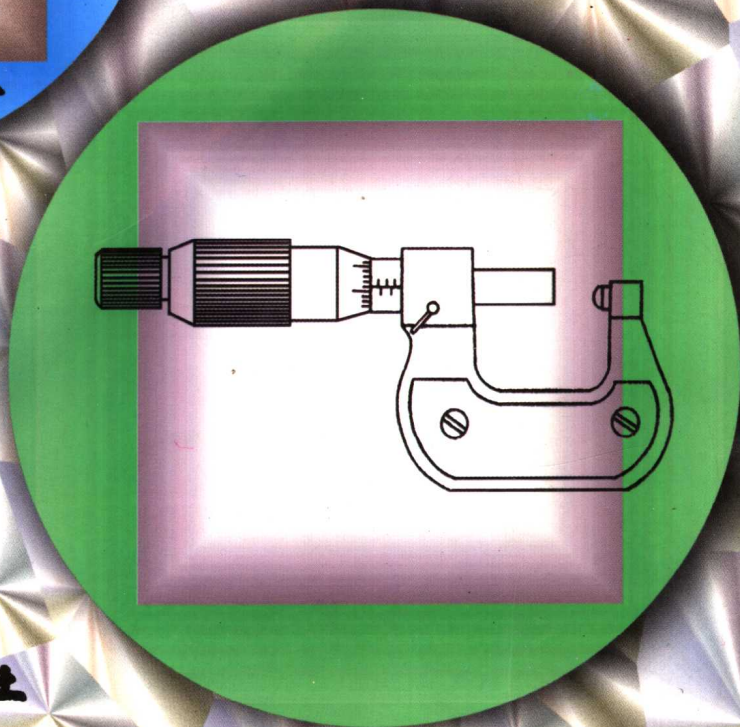
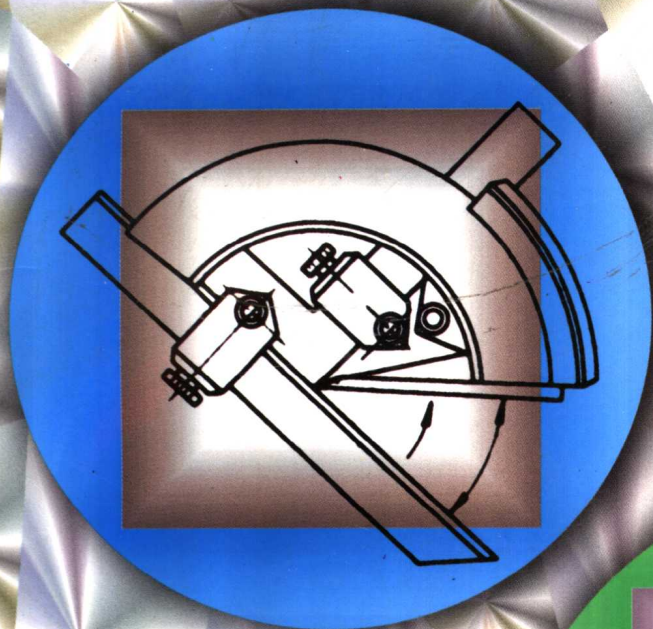


常用量具手册

何 贡 主编



中国计量出版社

常用量具手册

何 贡 主编

中国计量出版社

图书在版编目(CIP)数据

常用量具手册/何贡主编. - 北京:中国计量出版社,1998

ISBN 7-5026-1124-X

I. 常… II. 何… III. 量具-手册 IV. TG8-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 24047 号

内 容 提 要

本手册分为两篇。第一篇对工业生产和检测中广泛使用的 50 多种测量尺寸、角度以及形位误差等几何量的常用量具,系统、全面地介绍了其工作原理、结构、特点、使用、检定以及误差分析等;第二篇介绍了量具修理的基本知识,量具检修的具体步骤、操作方法、要领、注意事项等。

本手册适合于从事机械制造,几何量计量测试,量具的制造、使用、检定、维修工作的技术人员和工人阅读使用。

中国计量出版社出版

北京和平里内高甲 2 号

邮政编码 10001

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

*

787mm×1092mm 16 开本 印张 34.5 字数 838 千字

1999 年 5 月第 1 版 1999 年 5 月第 1 次印刷

*

印数 1—3 000 定价:50.00 元

前 言

本书介绍的量具,主要是用于机械制造生产第一线检测尺寸、角度以及形位误差等几何量的常用量具。顾名思义,常用量具是生产及其他领域大量拥有并经常使用的那些量具。

常用量具有其特点:(1)与精密量仪相比,大多数常用量具虽只具有中、低精度,但生产中大部分几何量的检测工作,是用这些量具来完成的,使用极为广泛。(2)这些量具的结构比较简单,且多为机械组件,看得见,摸得着,其原理、使用、检定乃至基本的调修技术,都易于掌握。(3)这些量具的绝大多数,体积较小,重量较轻,便于携带,使用方便,价格亦较低廉。

由于常用量具在生产等许多领域使用的普遍性和重要性,工作在基层和生产第一线的检测人员,特别是年轻的检测人员,迫切需要有比较全面、系统地介绍常用量具的新读物。这本手册就是适应这一需要而编写的。

本手册分为两篇。第一篇涉及 50 多种常用量具,详细介绍了其工作原理、结构、特点、使用和检定的要求和方法,以及误差分析等。第一篇共分 10 章(第一章至第十章),即基础知识、量块、线纹尺、游标量具、千分尺类量具、指示表类量具、角度量具、平直量具、极限量规和其它量具。所引用的检定规程,都是最新的现行规程,并对规程中有些检测方法作了补充和说明。第二篇着重介绍几种典型量具的修理方法,主要取材于本手册的两位作者此前编写的“万能量具的修理”^[3]一书,并作了一些修改。第二篇共分 4 章,(第十一章至第十四章),即量具修理的基本知识(其中包括量块和平板的修理)、游标卡尺的修理、千分尺的修理、百分表的修理。读者通过对典型量具修理的了解和掌握,可举一反三地了解 and 掌握其它大多数常用量具的基本修理知识和技能。

本书由何贡、刘瑞清、王永立、贾三泰、胡鹏程、刘新福、冉多刚、曹文杰等同志执笔编写,并由何贡、刘瑞清同志负责统稿。由于我们水平所限,书中的缺点和不妥之处在所难免,尚望读者批评指正。

编者
1998 暮春

目 录

第一篇 常用量具及其检定

第一章 基础知识	(3)
一、长度计量的基准、标准与量值传递	(3)
(一)长度量的基准与标准	(3)
(二)长度量值的传递——尺寸传递	(3)
二、测量、测量方法与测量器具	(4)
(一)测量	(4)
(二)测量方法	(5)
(三)测量器具	(7)
三、与常用量具有关的基本术语	(7)
四、测量误差及其处理	(9)
(一)测量误差及其分类和表示方法	(9)
(二)随机误差的统计规律与估算	(11)
(三)系统误差的发现与消除	(16)
(四)粗大误差的判别与剔除	(19)
五、测量误差的来源	(21)
六、误差的合成	(26)
(一)定值系统误差的合成	(27)
(二)随机误差的合成	(28)
(三)误差合成的其他应用	(29)
七、测量结果的表达	(31)
(一)测量不确定度	(31)
(二)测量结果的最终表达	(32)
(三)数据修约	(33)
八、计量器具的选用	(33)
九、量具检定中常用的两种光学方法	(36)
(一)光隙法	(37)
(二)光干涉法	(38)
第二章 量块	(41)
一、量块及其应用	(41)
(一)量块的形状和尺寸	(41)
(二)量块的级和等	(43)

(三)量块的正确使用	(45)
二、量块的检定	(48)
(一)(0.5~1000)mm 钢质量块的检定	(48)
(二)(0.05~1)mm 钢质薄量块的检定	(56)
(三)量块检定的误差分析	(59)
第三章 线纹尺	(62)
一、概述	(62)
二、三等标准金属线纹尺	(62)
(一)三等标准线纹尺的结构和使用	(62)
(二)三等标准线纹尺的检定	(63)
三、钢直尺	(68)
(一)钢直尺及其使用	(68)
(二)钢直尺的检定	(68)
四、钢卷尺	(72)
(一)钢卷尺的结构及使用	(72)
(二)钢卷尺的检定	(73)
五、木直尺	(77)
(一)木直尺的特点	(77)
(二)木直尺的检定	(77)
六、布卷尺	(80)
(一)布卷尺的特点	(80)
(二)布卷尺的检定	(80)
第四章 游标量具	(84)
一、游标量具的读数原理和方法	(84)
(一)分度值为 0.1mm 的读数	(84)
(二)分度值为 0.05mm 的读数	(85)
(三)分度值为 0.02mm 的读数	(85)
二、游标卡尺	(86)
(一)游标卡尺的结构	(86)
(二)游标卡尺的正确使用	(88)
(三)游标卡尺的检定	(90)
三、高度游标卡尺	(95)
(一)高度游标卡尺的结构和使用	(95)
(二)高度游标卡尺的检定	(96)
四、深度游标卡尺	(99)
(一)深度游标卡尺的结构和使用	(99)
(二)深度游标卡尺的检定	(100)
五、齿厚游标卡尺	(102)
(一)齿厚游标卡尺的结构、测量原理与使用	(102)
(二)齿厚游标卡尺的检定	(105)

六、光学测齿卡尺	(108)
(一)光学测齿卡尺的结构与使用	(108)
(二)光学测齿卡尺的检定	(109)
七、带表卡尺	(112)
(一)带表卡尺的结构与使用	(112)
(二)带表卡尺的检定	(112)
八、数显卡尺	(116)
(一)概述	(116)
(二)数显卡尺的结构、测量原理和使用	(116)
(三)数显卡尺的检定	(117)
第五章 千分尺类量具	(122)
一、概述	(122)
二、千分尺	(122)
(一)千分尺的结构和正确使用	(122)
(二)千分尺的检定	(128)
(三)千分尺的精度分析	(137)
三、内径千分尺	(139)
(一)内径千分尺的结构和使用	(139)
(二)内径千分尺的检定	(141)
四、内测千分尺	(146)
(一)内测千分尺的结构和使用	(146)
(二)内测千分尺的检定	(146)
五、深度千分尺	(149)
(一)深度千分尺的结构和使用	(149)
(二)深度千分尺的检定	(149)
六、杠杆千分尺	(153)
(一)杠杆千分尺的结构和使用	(153)
(二)杠杆千分尺的检定	(154)
七、公法线千分尺	(159)
(一)公法线千分尺及齿轮公法线测量原理	(159)
(二)公法线千分尺的检定	(161)
八、公法线杠杆千分尺	(164)
(一)公法线杠杆千分尺及其使用	(164)
(二)公法线杠杆千分尺的检定	(165)
九、螺纹千分尺	(169)
(一)螺纹千分尺及其使用	(169)
(二)螺纹千分尺的检定	(171)
十、大尺寸千分尺	(177)
(一)大尺寸千分尺及其使用	(177)
(二)大尺寸千分尺的检定	(179)

十一、V形砧千分尺	(183)
(一)V形砧千分尺的结构、原理及使用	(183)
(二)V形砧千分尺的检定	(184)
十二、电子数显千分尺	(187)
第六章 指示表类量具	(189)
一、百分表和千分表	(189)
(一)百分表的结构和测量原理	(189)
(二)千分表的结构和测量原理	(190)
(三)百分表和千分表的正确使用	(191)
(四)百分表的测量误差分析	(193)
(五)百分表和千分表的检定	(195)
二、杠杆百分表和杠杆千分表	(201)
(一)杠杆表的结构、工作原理和正确使用	(201)
(二)杠杆表的检定	(204)
三、内径百分表和内径千分表	(208)
(一)内径表的结构和正确使用	(208)
(二)内径表的检定	(211)
四、深度百分表	(218)
(一)深度百分表的特点与应用	(218)
(二)深度百分表的检定	(218)
五、大量程百分表	(221)
(一)大量程百分表的特点与应用	(221)
(二)大量程百分表的检定	(222)
六、机械式比较仪	(225)
(一)机械式比较仪的结构和使用	(225)
(二)机械式比较仪的检定	(229)
七、扭簧比较仪	(236)
(一)扭簧比较仪的工作原理、结构和使用	(236)
(二)扭簧比较仪的检定	(238)
八、指示表示值误差的检定工具	(242)
(一)百分表示值专用检具	(242)
(二)机械式百分表检定器	(242)
(三)机械式千分表检定仪	(243)
(四)指示表检定数据处理器	(244)
(五)光栅式指示表检定仪	(247)
九、电子数显指示表	(247)
第七章 角度量具	(249)
一、角度单位及其换算	(249)
二、角度块	(252)
(一)角度块的精度、结构和使用	(252)

(二)角度块的检定	(254)
三、直角尺	(259)
(一)直角尺的结构和使用	(259)
(二)直角尺的检定	(261)
(三)直角尺检定的精度分析	(273)
四、方箱	(275)
(一)方箱及其使用	(275)
(二)方箱的检定	(276)
五、正弦尺	(280)
(一)正弦尺的结构和使用	(280)
(二)正弦尺的检定	(282)
(三)正弦尺的测量误差分析	(286)
六、角度规	(287)
(一)角度规的结构和使用	(287)
(二)角度规的检定	(292)
七、组合式角度规	(294)
(一)组合式角度规的结构和使用	(294)
(二)组合式角度规的检定	(295)
八、光学倾斜仪	(298)
(一)光学倾斜仪的结构、工作原理和用途	(298)
(二)光学倾斜仪的正确使用	(299)
(三)光学倾斜仪的检定	(300)
第八章 平直量具	(306)
一、平面平晶	(306)
(一)平面平晶的特点和使用	(306)
(二)平面平晶的检定	(307)
二、平行平晶	(312)
(一)平行平晶的特点和使用	(312)
(二)平行平晶的检定	(313)
三、刀口形直尺	(315)
(一)刀口形直尺及其使用	(315)
(二)刀口形直尺的检定	(315)
四、平尺	(318)
(一)平尺的结构和使用	(318)
(二)平尺的检定	(318)
(三)平尺工作面直线度的检定示例及精度分析	(321)
五、平板	(323)
(一)平板及其应用	(323)
(二)平板的检定	(324)
(三)平板平面度检测及数据处理示例	(330)

六、框式和条式水平仪	(334)
(一)框式和条式水平仪的结构和使用	(334)
(二)框式和条式水平仪的检定	(336)
第九章 极限量规	(341)
一、光滑极限量规	(341)
(一)工作原理、公差和正确使用	(341)
(二)光滑极限量规的检定	(347)
二、圆柱螺纹量规	(352)
(一)工作原理、公差和正确使用	(352)
(二)圆柱螺纹量规的检定	(374)
(三)三针法检测塞规单一中径及精度分析	(381)
三、其它量规简介	(387)
第十章 其它量具	(390)
一、表面粗糙度比较样块	(390)
(一)表面粗糙度比较样块的特点及使用	(390)
(二)表面粗糙度比较样块的检定	(391)
二、三针	(395)
(一)三针的结构和应用	(395)
(二)三针的检定	(398)
三、塞尺	(402)
(一)塞尺的结构和使用	(402)
(二)塞尺的检定	(402)
四、螺纹样板	(404)
(一)螺纹样板的结构和使用	(404)
(二)螺纹样板的检定	(405)
五、半径样板	(408)
(一)半径样板的结构和使用	(408)
(二)半径样板的检定	(408)

第二篇 典型量具的修理

第十一章 量具修理的基本知识	(415)
一、量具检修在生产中的作用	(415)
二、量具失准的原因和检修要点	(415)
三、量具修理的顺序	(416)
四、量具修理的重要工序——研磨	(416)
(一)研磨粉	(416)
(二)润滑剂和研磨液	(418)
(三)研磨膏的配制	(418)
(四)研磨器	(419)
(五)研磨方法	(420)

(六)平板和量块的研磨修理	(422)
五、量具检修用的设备和材料	(427)
第十二章 游标卡尺的修理	(430)
一、游标卡尺的修理顺序	(430)
二、游标卡尺外观修整和明显损坏部分的修理	(430)
(一)外观修整	(430)
(二)量爪折断的修理	(431)
(三)其它明显损坏部分的修理	(432)
三、游标卡尺各部分相互作用的修理	(432)
(一)主尺的修理	(433)
(二)游框的修理	(435)
(三)微动装置的修理	(437)
(四)紧固装置的修理	(437)
(五)卡尺弹簧的修理和配制	(438)
四、获得游标卡尺测量面修磨余量的方法	(439)
五、游标卡尺测量面平面度和平行度的修理	(445)
六、游标卡尺示值误差的分析和修理	(450)
七、游标卡尺内测量爪的修理	(453)
八、游标卡尺测深部分的修理	(457)
第十三章 千分尺的修理	(458)
一、千分尺的修理顺序	(458)
二、千分尺外观修整和明显损坏部分的修理	(458)
三、千分尺测力装置的修理	(461)
四、千分尺压线和离线的修理	(463)
五、千分尺套筒摩擦的修理	(468)
六、千分尺止动器的修理	(469)
七、千分尺轴向窜动的修理	(472)
八、千分尺径向摆动的修理	(473)
九、千分尺测量面平行度的修理	(477)
十、千分尺示值误差的分析和修理	(491)
(一)示值误差的分析	(491)
(二)示值误差的修理	(498)
十一、千分尺校对量杆的修理	(500)
第十四章 百分表的修理	(504)
一、百分表拆装和修理顺序	(504)
二、百分表的外观修理	(505)
三、百分表各部分相互作用的修理	(508)
四、百分表测力装置的修理	(518)
五、百分表灵敏限的修理	(519)

六、百分表示值变动性的修理	(520)
七、百分表示值误差的分析和调整	(526)
(一)产生示值误差的原因	(526)
(二)示值误差的分析和调整	(527)
附录 常用量具检定规程一览表	(535)
主要参考文献	(537)

第一篇

常用量具及其检定

第一章 基础知识

几何量的基本形式是长度和角度,由于角度量可以用长度量的比值来表示,所以几何量计量也习称长度计量。

一、长度计量的基准、标准与量值传递

(一)长度量的基准与标准

国际单位制规定的7个基本单位中,第一个就是长度的基本单位——米。米的定义经过多次变革:1960年第11届国际计量大会决定用氪-86辐射波长(自然基准)来定义米,以替代1889年第1届大会建立的国际铂铱米原器(实物基准)。为了进一步提高复现米定义的精度,1983年第17届国际计量大会又将米的定义改为:

米等于光在真空中于 $1/299\,792\,458$ 秒时间间隔内所经过路径的长度。

米定义的变革,是建立在科学技术进步基础之上的。在精确测量光速的基础上来定义米,使长度量与当前测量准确度最高的物理量——时间频率联系起来,是计量学的一大突破。

长度单位量值可以按米的定义用国际计量委员会推荐的方法(有时间法、频率法、辐射波长法等)来建立基准,当前,主要是以能辐射稳定波长的激光为基准。在国际计量委员会推荐的5种激光辐射中,以甲烷吸收稳频的He-Ne激光波长($\sim 3.39\mu\text{m}$)复现的精度最高。早在1980年我国即循此建立了长度国家基准,经国际比对,标准偏差达到了 1×10^{-11} 的高精度,属国际先进水平。

国家基准又称国家计量基准,它是经国家决定承认的测量标准,在一个国家内作为对有关量的其他测量标准定值的依据。

国家基准又称主基准,还有副基准,副基准是通过与国家基准比对或校准来确定其量值,并经国家鉴定、批准的计量器具。它在全国作为复现计量单位的地位,仅次于国家基准。

为了不使国家基准和副基准由于使用频繁而丧失其应有的准确度或遭受破坏,还设立有工作基准。工作基准是通过与国家基准或副基准校准或比对,用以检定计量标准的计量器具。其在全国作为复现计量单位的地位,仅在国家基准和副基准之下。

计量标准是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,使用比较广泛。长度计量标准器具主要是1~6等量块(见第二章)及1~3等标准线纹尺(见第三章),角度另有规定。

(二)长度量值的传递——尺寸传递

为了使生产、科研、商贸、国防等涉及全社会各方面的活动能正常运作必须在全国范围内(乃至世界范围内)统一量值,量值的统一是通过量值传递来实现的。所谓量值传递,就是通过

对计量器具的检定或校准,将国家基准所复现的计量单位量值通过各等级计量标准传递到工作计量器具,以保证对被测对象量值的准确和一致。

量值的每一次传递,都是将高一等级计量基准器或标准器的量值,与具有同名量值的低一级的计量标准器相比较,以确定低一级计量标准器的实际量值,并用同样方法,将量值传递给各种计量器具。

为了保证量值的正确传递,国家颁布有各种量值的传递系统(或各种计量器具的检定系统),我国长度量值的传递系统,主要是通过端面量块和线纹尺两个实物系统体现的,概略的传递系统,如图 1—1 所示。详细的传递图请参看《计量测试技术手册》(中国计量出版社 1997 年出版)第 2 卷(几何量)^[5]第 250 页和 274 页。

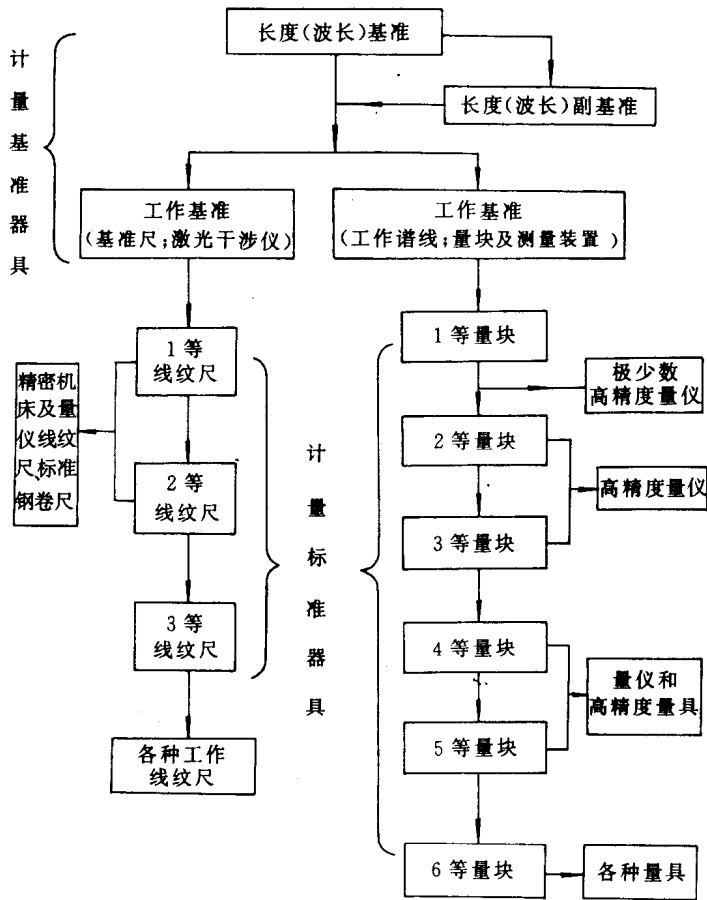


图 1—1

二、测量、测量方法与测量器具

(一) 测量

测量是以确定量值为目的的一组操作。它是将作为计量单位的量 u (如 1m、1kg、1s 等

等)与被测的量 Q 按一定方法进行比较,从而得出其比值 q ,即测量结果。用简式表示为

$$Q = q \cdot u \quad (1-1)$$

将具有试验研究性质的测量称为“测试”。在生产中,常用某种方法来判断被测量是否合格,而不能得出其具体量值,这种方法称为“检验”,如用光滑极限量规检验孔和轴的直径。测量与检验可统称“检测”。

进行测量,要根据被测对象的特点和要求,采用一定的测量方法(包括测量器具),以保证所要求的测量精度,不考虑精度的测量是没有意义的。人们常把测量对象、测量方法、测量单位(计量单位)和测量精度,称为测量的4个基本因素。

(二)测量方法

不同的测量任务,要求采用不同的测量方法,测量方法有如下分类。

1. 直接测量与间接测量

(1)直接测量

不必测量与被测量有函数关系的其他量,而能直接得到被测量值的测量,称为直接测量。例如用游标卡尺、千分尺直接测量尺寸。

(2)间接测量

通过测量与被测量有函数关系的其他量,才能得到被测量值的测量,称为间接测量。例如对非整圆工件的直径,无法直接测量,但可用“弓高弦长法”先测出弦长 L 和相应的弓高 H (图1-2),再由公式求出直径 D 。由 $\triangle ABO$ 有:

$$R^2 = (R - H)^2 + (L/2)^2$$

于是可得:

$$D = 2R = H + L^2/4H$$

间接测量比直接测量复杂,且易引入多种误差因素,故一般是在直接测量很困难或根本无法测量(如上例)时才采用。

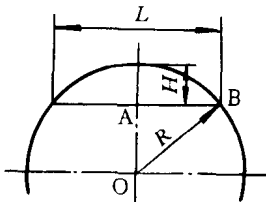


图 1-2

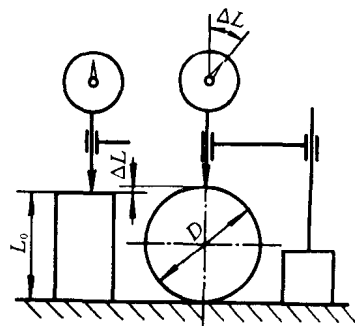


图 1-3

2. 直接比较测量(习称绝对测量)与微差比较测量(习称相对测量、比较测量)*

(1)直接比较测量

将被测量直接与已知其值的同种量相比较的测量方法,叫作直接比较测量。一般是从测

* 绝对与相对测量,含义欠确切;所有的测量都是比较的过程,故“比较测量”一词亦欠妥。