



九江职业技术学院

国家示范性高职院校建设项目成果

计量检测技术专业

机械零件加工质量检测

郭连湘 黄小平 主 编
陈良政 审 阅



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

九江职业技术学院
国家示范性高职院校建设项目成果
计量检测技术专业

机械零件加工质量检测

Jixie Lingjian Jiagong Zhiliang Jiance

郭连湘	黄小平	主 编
辛卫兵	刘兆平	副主编
	陈良政	审 阅

湖北工业大学图书馆



01295410



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书按质量检验员岗位的职业能力要求,依据机械零件加工质量检测的工作过程,以企业典型、真实的工作任务为教学载体,按照学生的认知规律和职业成长规律,编写零件长度误差检测、零件角度误差检测、零件形位误差检测、零件表面粗糙度检测、螺纹误差检测、齿轮误差检测、零件的综合检测等基于工作过程的课程教学内容。每个部分的项目由简单测量到复杂测量,按照生产过程质量检测构建。同时对计量仪器的运用、几何量的基本测量、重要参数的测量方法以及测量数据处理也作了较详细的论述。

本书可作为高等职业院校机械类相关专业的教学用书,也可作为相关培训课程的教材。

图书在版编目(CIP)数据

机械零件加工质量检测 / 郭连湘, 黄小平主编. —

北京: 高等教育出版社, 2012. 1

ISBN 978 - 7 - 04 - 029909 - 0

I. ①机… II. ①郭… ②黄… III. ①机械元件-质量检验-高等职业教育-教材 IV. ①TH13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 273790 号

策划编辑 罗德春
插图绘制 尹 莉

责任编辑 查成东
责任校对 金 辉

封面设计 杨立新
责任印制 张泽业

版式设计 余 杨

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 北京丰源印刷厂
开 本 787mm × 1092mm 1/16
印 张 18
字 数 440 千字
购书热线 010 - 58581118

咨询电话 400 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landracom.com>
<http://www.landracom.com.cn>
版 次 2012 年 1 月第 1 版
印 次 2012 年 1 月第 1 次印刷
定 价 39.50 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物料号 29909 - 00

前 言

产品质量决定着当今市场竞争的成败和企业的兴衰。产品质量的管理离不开计量检测技术,特别是在生产第一线,急需一批既具有一定理论知识又具有实际检测能力的计量检测人员。在各种物理量的测量中,尤其是在机械制造、仪器仪表等产业部门,几何量检测占有十分重要的位置。

按质量检验员岗位的职业能力要求,依据机械零件加工质量检测的工作过程,以企业典型、真实的工作任务为教学载体,按照学生的认知规律和职业成长规律,本书编写了零件长度误差检测、零件角度误差检测、零件形位误差检测、零件表面粗糙度检测、螺纹误差检测、齿轮误差检测、零件的综合检测等7个学习情境,每个学习情境包含若干任务,由简单测量到复杂测量,按照生产过程质量检测,构建了基于工作过程的课程教学内容。同时对如何运用计量仪器、几何量各基本测量项目和重要参数的测量方法以及测量误差和数据处理作了较详细的论述。

目前,可供选择的计量类专业课程教材甚少,适合高职教学的该类教材尤其缺乏。为适应新形势下高职人才的培养目标,培养和造就适应生产、建设、管理、服务一线需要的高端应用型人才,本书的编写力求做到突出高职特色,本着强调基础、注重能力培养、突出应用、力求创新的总体思路,优化整合课程内容。突出了生产、科研中常用几何量计量仪器和检测技术的论述;加强了实际应用及工程实例的介绍,做到理论联系实际,学以致用;同时增加了新技术、新方法在计量仪器与检测中的应用知识。

本书由郭连湘教授和东华计量测试研究所黄小平研究员任主编,由东华计量测试研究所辛卫兵主任与九江职业技术学院刘兆平老师任副主编,其中学习情境一、三、五由辛卫兵和黄小平编写,学习情境二、四、六由郭连湘编写,学习情境七由刘兆平编写。本书由陈良政教授审阅。在本书的编写过程中,还得到了刘越、何频、李振、黄经元、李建芳、王晓伟、徐守品等同仁的大力支持。在此一并表示感谢!

由于本书涉及的内容和范围比较广泛,加之编者水平有限、编写时间仓促,书中缺点、错误在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2012年1月

目 录

学习情境一 零件长度误差检测

任务1 量块检测	1
1.1 知识点	1
1.2 任务分析	18
1.3 任务实施	18
1.3.1 量块测量面平面度检定方法	18
1.3.2 量块测量面研合性的检定方法	20
1.3.3 量块长度及长度变动量的检定	21
1.4 课后练习	29
任务2 零件轴径检测	31
2.1 知识点	31
2.2 任务分析	35
2.3 任务实施	36
2.3.1 立式光学计测量轴径	36
2.3.2 万能测长仪测量轴径	40
2.3.3 万能工具显微镜测量轴径	44
2.4 课后练习	49
任务3 零件孔径检测	51
3.1 知识点	51
3.2 任务分析	51
3.3 任务实施	51
3.3.1 内径百分表及内径千分尺测量孔径	51
3.3.2 测钩法测量孔径	53
3.3.3 电眼装置测量孔径	55
3.3.4 双像目镜测量孔的中心距	56
3.4 课后练习	59

学习情境二 零件角度误差检测

任务4 零件角度误差检测	60
4.1 知识点	60
4.2 任务分析	61
4.3 任务实施	61
4.3.1 零件样板角度的检测	61
4.3.2 零件角度的直接检测	63
4.3.3 零件角度的间接检测	65
4.4 课后练习	68
任务5 零件锥度误差检测	69
5.1 知识点	69
5.2 任务分析	74
5.3 任务实施	74
5.3.1 零件锥度的综合检测	74
5.3.2 零件锥度的间接检测	75
5.4 课后练习	77
任务6 零件圆分度误差检测	79
6.1 知识点	79
6.2 任务分析	82
6.3 任务实施	82
6.4 课后练习	88

学习情境三 零件形位误差检测

任务7 零件形状误差检测	89
7.1 知识点	89
7.2 任务分析	93
7.3 任务实施	94
7.3.1 直线度误差检测	94
7.3.2 平面度误差检测	98
7.3.3 圆度、圆柱度、轮廓度误差的检测	103
7.4 课后练习	113
任务8 零件位置误差检测	115
8.1 知识点	115
8.2 任务分析	122
8.3 任务实施	122

8.3.1 定向误差的检测	122
8.3.2 定位误差的检测	138
8.3.3 跳动误差的检测	146
8.3.4 箱体零件形位误差检测	150
8.4 课后练习	152

学习情境四 零件表面粗糙度检测

任务9 零件表面粗糙度检测	155
9.1 知识点	155
9.2 任务分析	160
9.3 任务实施	161
9.3.1 比较法测量表面粗糙度	161
9.3.2 光切法测量表面粗糙度	162
9.3.3 干涉法测量表面粗糙度	164
9.3.4 触针法测量表面粗糙度	167
9.4 课后练习	174

学习情境五 螺纹误差检测

任务10 螺纹误差检测	175
10.1 知识点	175
10.2 任务分析	186
10.3 任务实施	186
10.3.1 螺纹的单项测量	186
10.3.2 螺纹的综合测量	193
10.3.3 螺旋线误差的测量	196
10.4 课后练习	198

学习情境六 齿轮误差检测

任务11 齿轮误差的检测	199
11.1 知识点	199
11.2 任务分析	203
11.3 任务实施	203
11.3.1 影响齿轮传递运动准确性的偏差及检测	203
11.3.2 影响齿轮传递平稳性的偏差及检测	219
11.3.3 影响轮齿载荷分布均匀性的偏差及检测	230

11.3.4 影响齿轮侧隙的偏差及检测	232
11.4 课后练习	237

学习情境七 零件的综合检测

任务 12 复杂零件的三坐标检测	238
12.1 知识点	238
12.2 任务分析	251
12.3 任务实施	251
12.3.1 环体工件综合参数检测	251
12.3.2 液压马达壳体内部油槽的测量	258
12.4 课后练习	277
参考文献	278

1

学习情境一 零件长度误差检测

任务1 量块检测



教学目标

1. 了解长度测量基本规范;
2. 掌握量块的基本概念及其检测方法;
3. 掌握接触式干涉仪的原理、结构及操作使用;
4. 掌握接触式干涉仪检测量块的方法及步骤;
5. 掌握量块检测结果的处理方法。

1.1 知识点

一、长度测量的基本知识

1. 有关测量的基本概念

零件几何量需要通过测量或检验,才能判断其合格与否。

测量就是把被测量与具有计量单位的标准量进行比较,从而确定被测量量值的过程。可以用公式表示为

$$L = qE$$

式中: L ——被测值;

q ——比值;

E ——计量单位。

一个完整的几何量测量过程包括被测对象、计量单位、测量方法和测量精度这四个要素。

被测对象:在几何量测量中,被测对象是指长度、角度、表面粗糙度、形位误差等。

计量单位:用以度量同类量值的标准量。

测量方法:指测量原理、测量器具和测量条件的总和。

测量精度:指测量结果与真值一致的程度。

2. 长度单位、基准和尺寸传递

(1) 长度单位和基准

在我国法定计量单位中,长度单位是 m(米),与国际单位制一致。机械制造中常用的单位是 mm(毫米),测量技术中常用的单位是 μm (微米)。1 m = 1 000 mm, 1 mm = 1 000 μm 。

(2) 量值传递系统

在生产实践中,不便于直接利用光波波长进行长度尺寸的测量,通常要经过中间基准将长度基准逐级传递到生产中使用的各种计量器具上,这就是量值的传递系统。我国长度量值传递系统如图 1-1-1 所示,从最高基准谱线开始,通过两个平行的系统向下传递。

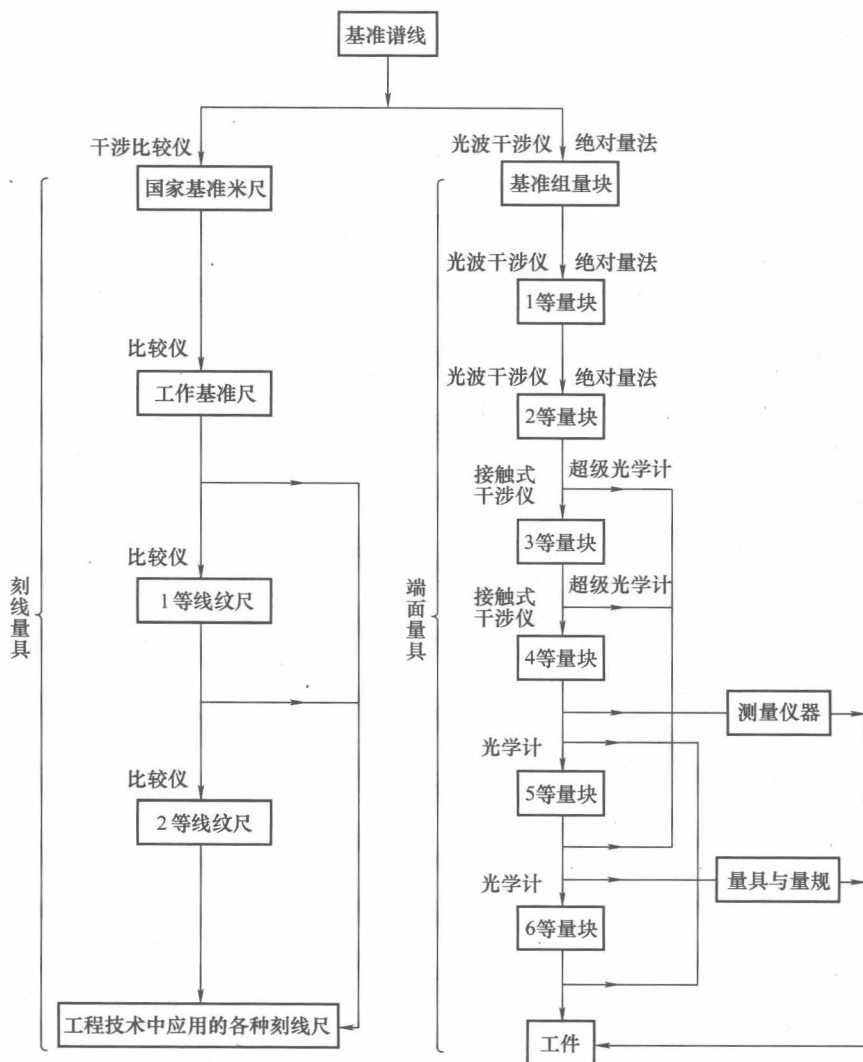


图 1-1-1 我国长度量值传递系统

二、常用的计量器具和测量方法

1. 计量器具的分类

计量器具(或称为测量器具)是指用于测量的量具、量规、量仪(测量仪器)和计量装置等四类。

(1) 量具

量具通常是指结构比较简单的测量工具,包括单值量具、多值量具和标准量具等。

单值量具是用来复现单一量值的量具,例如量块、角度块等,通常都是成套使用。

多值量具是一种能复现一定范围的一系列不同量值的量具,如线纹尺等。

标准量具是用做计量标准,供量值传递的量具,如量块、基准米尺等。

(2) 量规

量规是一种没有刻度,用以检验零件尺寸或形状、相互位置的专用检验工具。它只能判断零件是否合格,而不能测出具体尺寸,如光滑极限量规、螺纹量规等。

(3) 量仪

量仪即计量仪器,是指能将被测量的量值转换成可直接观察的指示值或等效信息的计量器具。按工作原理和结构特征,量仪可分为机械式、电动式、光学式、气动式以及它们的组合形式——光电一体化的现代量仪。

(4) 计量装置

计量装置是一种专用检验工具,可以迅速地检验更多或更复杂的参数,从而有助于实现自动测量和自动控制,如自动分选机、检验夹具、主动测量装置等。

2. 计量器具的基本技术指标

(1) 刻度间距

计量器具刻度标尺或刻度盘上两相邻刻线中心线间的距离。为了便于读数,刻度间距不宜太小,一般为1~2.5 mm。

(2) 分度值

计量器具标尺上每刻度间距所代表的被测量的量值。一般长度计量器具的分度值为0.1 mm、0.01 mm、0.001 mm、0.000 5 mm等。如图1-1-2所示,表盘上分度值为1 μm 。

(3) 测量范围

计量器具所能测量的最大与最小的范围。图1-1-2所示的测量范围为0~180 mm。

(4) 示值范围

计量器具标尺或刻度盘内全部刻度所代表的最大与最小值的范围。如图1-1-2所示的示值范围为 $\pm 20 \mu\text{m}$ 。

(5) 测量不确定度

表征合理地赋予被测量之值的分散性,是与测量结果相关联的参数。

(6) 回程误差

回程误差是在相同条件下,仪器正、反行程在同一点被测量示值之差的绝对值。产生回程误差的主要原因是仪器有关零件之间存在间隙和摩擦。

(7) 修正值

为消除系统误差,用代数法加到测量结果上的值叫做修正值。修正值的大小等于未修正测

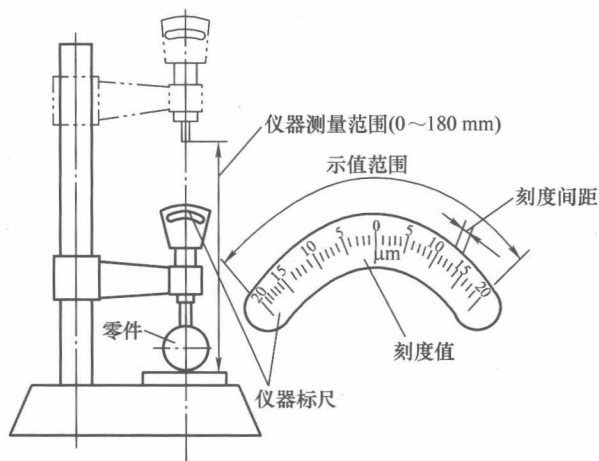


图 1-1-2 测量器具参数示意

量结果的绝对误差,但正、负号相反。

(8) 灵敏度和放大比

灵敏度是指仪器对被测量变化的反应能力,即被观测到的变量的增量与其相应的被测量的增量之比。

$$S = \frac{\Delta l}{\Delta x}$$

式中: S ——灵敏度;

Δl ——被观测到的变量的增量;

Δx ——被测量的增量。

在分子、分母是同一类量的情况下,灵敏度也称放大比或放大倍数。

(9) 测量力

在接触测量过程中发生在仪器测头和被测工件表面间的接触力。测量力过大时,会引起被测件或测头的弹性变形,造成测量误差;但测量力过小,测量时不能可靠接触,会造成示值不稳定。

(10) 仪器误差和测量误差

仪器误差是指仪器本身固有的误差,通常是用仪器精度分析的方法求得理论值,或通过实测绘定取得实际值。测量误差是指测量结果和被测量值之间的差异,包括仪器误差、测量方法误差、外界环境条件偏离标准状态和测量人员主客观因素等原因造成的误差。

3. 测量方法的分类

测量方法可从不同的角度进行分类。

(1) 按是否直接测量出所需的量值,可分为直接测量和间接测量

直接测量:从计量器具的读数装置上直接测得参数的量值或相对于基准量的偏差。

间接测量:测量有关量,并通过一定的函数关系求得被测量的量值。例如,用正弦规测量工件的角度。

(2) 按零件被测参数的多少,可分为单项测量和综合测量

单项测量:分别测量零件的各个参数,例如分别测量齿轮的齿形、齿距。

综合测量:同时测量零件几个相关参数的综合效应或综合参数,例如齿轮的综合测量。

(3) 按被测零件表面与测量头是否有机械接触,可分为接触测量和非接触测量

接触测量:被测零件表面与测量头有机械接触,并有机械作用的测量力存在。

非接触测量:被测零件表面与测量头没有机械接触。如光学投影测量、激光测量、气动测量等。

(4) 按测量技术在机械制造工艺过程中所起的作用,可分为主动测量和被动测量

主动测量:零件在加工过程中进行的测量。这种测量方法可直接控制零件的加工过程,能及时防止废品的产生。

被动测量:零件加工完毕后所进行的测量。这种测量方法仅能发现和剔除废品。

三、长度测量的原则

在长度测量中,为了实现正确、可靠的测量,必须遵守阿贝原则、最小变形原则、最短测量链原则、封闭原则和基准统一原则。

1. 阿贝原则

测量仪器设计时,为了简化结构有时采用近似设计,因而存在测量仪器的原理误差。例如:机械式比较仪中百分表的标尺刻度常常用内标尺的等分刻度代替,实际上应为不等分的刻度。再有,一般量仪设计时应符合阿贝原则。设计时如果不符合阿贝原则,也会造成量仪的原理误差。

阿贝原则:被测工件与基准件,在测量方向上应处在同一直线上。即测量的基准件应安置在被测长度的延长线上。这是量仪设计的一条基本原则。因为在测量过程中,测量装置由于量仪制造及装配不良(如导轨不直、导轨不平、滚珠不圆及滚道精度等)而产生倾斜。如果量仪设计时是符合阿贝原则的,那么由倾斜而引起的测量误差是以二次方误差出现的,因而可以忽略不计。图1-1-3为阿贝比长仪结构原理图。

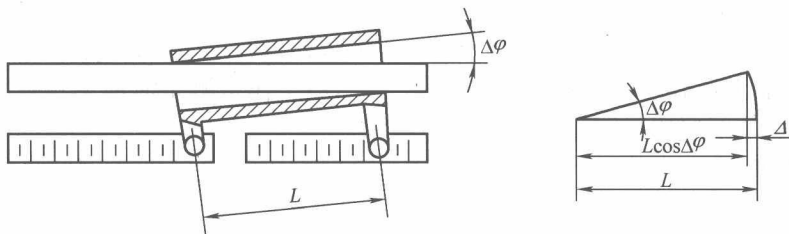


图1-1-3 阿贝比长仪结构原理图

$$\Delta = L - L\cos\Delta\varphi = L(1 - \cos\Delta\varphi)$$

把 $\cos\Delta\varphi$ 展开成多项式:

$$\cos\Delta\varphi \approx 1 - \frac{\Delta\varphi^2}{2!} + \frac{\Delta\varphi^4}{4!} - \dots$$

由于 $\Delta\varphi$ 角很小,略去高阶微量得

$$\cos\Delta\varphi = 1 - \frac{\Delta\varphi^2}{2!}$$

代入前式

$$\begin{aligned}\Delta &= L(1 - \cos\Delta\varphi) \\ &= L\left[1 - \left(1 - \frac{\Delta\varphi^2}{2!}\right)\right] = \frac{1}{2}L\Delta\varphi^2\end{aligned}$$

式中: Δ ——导轨倾斜引起的误差;

L ——两读数显微镜间的中心距;

$\Delta\varphi$ ——显微镜座与导轨间相对倾斜角。

由于 $\Delta\varphi$ 很小, $\Delta\varphi^2$ 更小,所以可以忽略不计。因此由于导轨倾斜而引起的误差 Δ 可以忽略不计。但是如果量仪设计时不符合阿贝原则,那么由于导轨倾斜而引起的测量误差以一次方的形式出现,误差比较大,不能忽略。

如用游标卡尺测量工件,由于尺框和主尺间的间隙而引起尺框倾斜,如图 1-1-4 所示,游标卡尺不符合阿贝原则,则产生阿贝误差。测量误差为

$$\Delta = \alpha \tan\Delta\varphi \approx \alpha \Delta\varphi$$

式中: Δ ——尺框引起的测量误差;

α ——标尺到工件的间距;

$\Delta\varphi$ ——尺框对工件的倾斜。

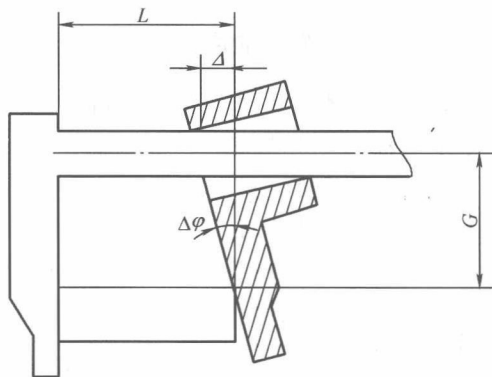


图 1-1-4 游标卡尺测量工件时倾斜

由此可以看出,当被测轴线与标准线不在同一直线上时,由于导向误差引起的测量误差 Δ 与倾斜角 $\Delta\varphi$ 的一次方成正比,称为一次误差。为了得到准确的测量结果,测量时必须使被测轴线与标准线重合或在其延长线上。这个原则最先由德国科学家艾利斯·阿贝提出,故称阿贝原则,而由于不符合阿贝原则而产生的误差称为阿贝误差。

减小阿贝误差的方法:在使用不符合阿贝原则的仪器进行测量时,应尽量使被测轴线与标准线接近。如在万能工具显微镜上进行纵向测量,使用平工作台测量时应尽量往里靠,并避免垫高;使用顶尖测量时,应在靠近立臂一侧压线读数等。

2. 最小变形原则

(1) 最小变形原则

在测量过程中,由于重力、内应力以及热膨胀等因素,会使被测工件和仪器的零部件产生变形,从而影响测量准确度。为了保证测量结果的准确可靠,应尽量使由于各种因素的影响而产生的误差为最小,这就是最小变形原则。

计量仪器在制造时,都已采取了相应的措施使其变形最小,测量人员只需按照计量仪器的操作规程进行操作即可。但由于工件自重而引起的弯曲、变形等将直接影响测量的准确度,计量人员应着重考虑,选择合适的支承点,使其变形为最小。

(2) 白塞尔点与艾利点

图 1-1-5 为长度为 L 的工件支承情况。由弹性力学理论可知:当 $a = 0.2203L$ (可简化为

$a = 2L/9$)时,工件中心轴线上的长度变形最小,该支承点称为白塞尔点,一般在使用线纹尺测量时采用此种支承。当 $a = 0.2113L$ (可简化为 $a = L/5$ 时,工件两端面平行度变形最小,该支承点称为艾利点,一般大量块测量时采取此种支承。 $a = 0.2232L$ 时,全长挠曲量最小; $a = 0.2386L$ 时,两支承点挠度为零。

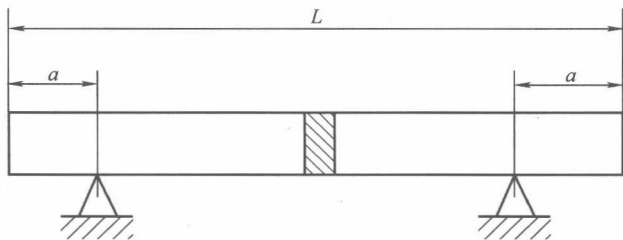


图 1-1-5 长度为 L 的工件支承情况

3. 最短测量链原则

(1) 测量系统的测量变换器和测量链

测量过程中,被测参数的微量变化需借助计量仪器变换为可观察的测量信号才能实现测量。测量系统中提供与输入量有给定关系的输出量的部件,称为测量变换器(或计量仪器的变换单元)。构成测量信号从输入到输出量值通道的一系列单元所组成的完整部分,称为测量链。测量信号的每一变换称为测量链的环节。

例如:在立式光学比较仪上测量工件,如图 1-1-6 所示,工件尺寸变化了 ΔL ,引起测量杆的移动,测量杆的上下移动转换成反射镜的转动,反射镜转角 $\Delta\alpha$ 转换成光线的偏转角 $2\Delta\alpha$,最后转换成刻度尺自准像的移动 S ,即可观测到的信号。

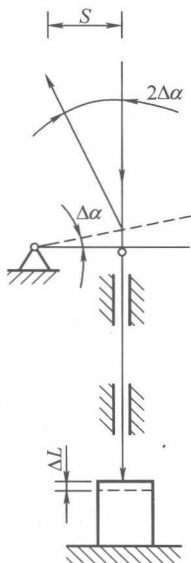


图 1-1-6 立式光学比较仪测量系统图

(2) 最短测量链原则

由于测量链的各环节不可避免地会引入误差,而且环节越多,误差因素就越多,这对提高测量精度很不利。因此,为保证一定的测量精度,测量链的各环节应减少到最少,即测量链应最短,这就是最短测量链原则。

4. 封闭原则

(1) 圆分度的封闭特性

在圆分度中,起始刻线(0°)与最末刻线(360°)总是重合的,即圆分度是封闭的,这就是圆分度的封闭特性。图 1-1-7 所示为将圆周分为 12 等份,在无分度误差的情况下,刻线每等份的间隔应为 30° ,但在实际中总是存在分度误差。

(2) 封闭原则

在测量中,如能满足封闭条件,则其间隔误差的总和为零,即是封闭原则。封闭原则给许多测量特别是角度测量带来了方便。例如,在检定多面棱体时,利用封闭原则,可不需更高等级的

标准即可实现自我检定;在万能测齿仪上测量齿轮齿距累积误差时,利用封闭原则,比绝对测量方便而简单。

如图 1-1-7 所示,将一圆周等分为 12 等份,在无分度误差的情况下,每一等份的间隔为 30° ,但实际上总是存在分度误差。

设分度间隔实际值为 $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{12}$, 各分度间隔的分度偏差为 $\Delta\alpha_1, \Delta\alpha_2, \dots, \Delta\alpha_{12}$, 则有

$$\alpha_1 + \Delta\alpha_1 = 30^\circ$$

$$\alpha_2 + \Delta\alpha_2 = 30^\circ$$

.....

$$\alpha_{12} + \Delta\alpha_{12} = 30^\circ$$

各式两边分别相加,得

$$\begin{aligned} & (\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_{12}) + (\Delta\alpha_1 + \Delta\alpha_2 + \dots + \Delta\alpha_{12}) \\ &= 30^\circ \times 12 \\ &= 360^\circ \end{aligned}$$

由圆分度的封闭性可知

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_{12} = 360^\circ$$

所以

$$\Delta\alpha_1 + \Delta\alpha_2 + \dots + \Delta\alpha_{12} = 0$$

写成一般式为

$$\sum_{i=1}^n \Delta\alpha_i = 0 \quad (1-1-1)$$

式中: n ——圆分度的间隔数。

由式(1-1-1)可知:在圆分度中,各分度间隔偏差的总和一定为零。由此可得出封闭原则:在测量中,如能满足封闭条件,则其间隔偏差的总和一定为零。

在圆周分度器件(如刻度盘、圆柱齿轮等)的测量中,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。

四、量块的基本知识

1. 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量具,它是通过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。量块的这一工作长度常被用做计量器具的长度标准。

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。我国与大多数国家一样,均采用如图 1-1-8 所示的长方体量块。

每个量块有两个测量面和 4 个侧面,对标称长度为 5.5 mm 及小于它的量块,代表其标称长度的数码字和制造者商标刻印在一个测量面上,称此面为上测量面,与此相对的面为下测

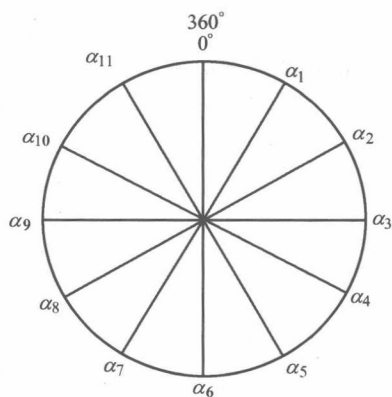


图 1-1-7

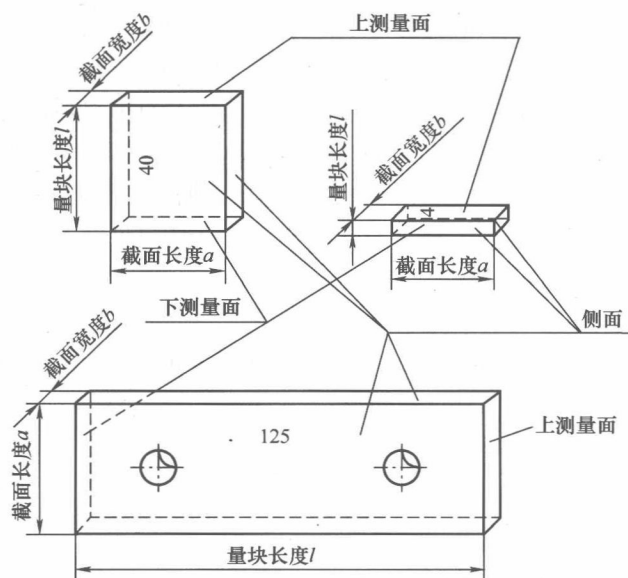


图 1-1-8 长方体量块

量面。标称长度大于 5.5 ~ 1 000 mm 的量块,代表其标称长度和数码字和制造者商标刻印在面积较大的一个侧面上,当此面顺向面对观测者放置时,它右边的那个面为上测量面,左边的那个面为下测量面。标称长度大于 100 mm 的量块带有两个连接孔,量块连接孔和支承定位线如图 1-1-9 所示。量块的截面尺寸列于表 1-1-1。

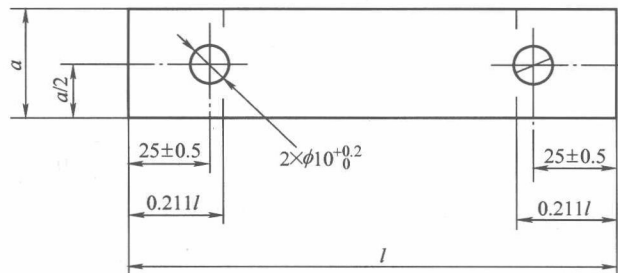
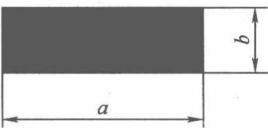


图 1-1-9 量块连接孔和支承定位线

表 1-1-1 量块的截面尺寸

矩形截面	标称长度 l_n	截面长度 a	截面宽度 b
	$0.5 \leq l_n \leq 10$	$30^{0}_{-0.3}$	$9^{0}_{-0.2}$
	$10 < l_n \leq 1\,000$	$35^{0}_{-0.3}$	$9^{0}_{-0.2}$