

职业院校数控技术应用专业系列教材

公差与测量技术

王红 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



职业院校数控技术应用专业系列教材

公差与测量技术

主编 王 红

参编 陈毕双



机械工业出版社

本书根据高职院校、高级技工学校教学计划和教学大纲编写,主要内容包
括:测量技术基础、极限配合及尺寸检测、几何公差及检测、公差原则、
表面粗糙度及检测、圆锥公差配合及检测和螺纹联接的公差及检测。

本书可作为高等职业院校、技师学院、高级技工学校的数控应用专业
及其他机械专业的基础课教材,也可作为相关人员的自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

公差与测量技术/王红主编. —北京:机械工业出版社, 2012. 4

职业院校数控技术应用专业系列教材

ISBN 978-7-111-37706-1

I. ①公… II. ①王… III. ①公差—配合—高等职业教育—教材
②技术测量—高等职业教育—教材 IV. ①TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 044394 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:王英杰 王晓洁 责任编辑:王英杰 王晓洁 宋亚东

版式设计:霍永明

责任校对:张玉琴 张 征

封面设计:路恩中

责任印制:杨 曦

北京市朝阳展望印刷厂印刷

2012 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 12.5 印张 · 309 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-37706-1

定价: 25.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

策划编辑 (010) 88379732

社服 务 中 心: (010) 88361066 网络服务

销 售 一 部: (010) 68326294 门户网: <http://www.cmpbook.com>

销 售 二 部: (010) 88379649 教材网: <http://www.cmpedu.com>

读者购书热线: (010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

随着我国经济实力的不断提高,国际合作日益增多,近几年我国职业教育快速发展。《公差与测量技术》是数控及机械相关专业的一门必修专业基础课,起着从基础课到专业课的过渡作用,在生产实际中有着很强的实用性。为了适应职业院校相关专业的不断发展,满足广大读者学习和贯彻公差标准的要求,正确理解和掌握最近的国家标准规定,我们结合多年教学经验,根据高职院校数控及机械相关专业学生的特点,特编写了此书。

本书中涉及的标准和名词术语全部采用国家和行业的最新标准,反映了本行业的最新动态和技术发展方向。本书编写中遵循少而精的原则,力求做到通俗易懂,便于掌握。在内容上以实用、够用为度;在形式上将理论知识和技能融合到各个章节中。各章节以教学目标引入基本知识,并配有具体的实训项目,通过大量实例分析,使学生更容易理解和掌握,满足了理论和实践一体化教学的需要。每章结尾附有本章小结和思考与练习题,便于学生掌握重点及对所学内容进行总结和自测。

本书在编写过程中,得到了相关教育部门、高等职业院校和相关企业的大力支持,教材的编审人员也做了大量的工作,在此一并表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,恳请广大读者能对书中的不足之处提出宝贵意见和建议。

编 者

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 互换性	1
第二节 误差、公差、标准化及检测	2
第三节 了解本课程	4
本章小结	4
思考与练习	4
第二章 测量技术基础	6
第一节 测量的基本知识	6
第二节 量块	8
第三节 计量器具和测量方法	11
第四节 测量误差和数据处理	17
第五节 计量器具的选择与维护保养	23
本章小结	25
思考与练习	25
第三章 极限配合及尺寸检测	27
第一节 孔、轴及尺寸	28
第二节 偏差和公差	30
第三节 配合	34
第四节 标准公差与基本偏差	37
第五节 极限与配合国家标准	46
第六节 选用极限与配合	52
第七节 使用游标卡尺测量零件	56
第八节 使用千分尺测量零件	60
本章小结	63
思考与练习	63
第四章 几何公差及检测	66
第一节 几何公差及标注	66
第二节 几何误差的评定与检测原则	74
第三节 直线度公差及检测	76
第四节 平面度公差及检测	82
第五节 圆度和圆柱度公差及检测	87
第六节 线轮廓度和面轮廓度公差及检测	91
第七节 平行度、垂直度和倾斜度公差及检测	94

第八节 同轴(心)度、对称度和位置度公差及检测	105
第九节 跳动公差及检测	112
第十节 选用几何公差	117
本章小结	119
思考与练习	119
第五章 公差原则	121
第一节 有关术语及定义	121
第二节 独立原则(IP)	125
第三节 包容要求(ER)	126
第四节 最大实体要求(MMR)	127
第五节 最小实体要求(LMR)	132
本章小结	134
思考与练习	134
第六章 表面粗糙度及检测	136
第一节 表面粗糙度及评定参数	136
第二节 标注表面粗糙度代号	140
第三节 选用表面粗糙度	143
第四节 检测表面粗糙度	146
本章小结	149
思考与练习	149
第七章 圆锥公差配合及检测	151
第一节 锥度与圆锥角	151
第二节 圆锥公差	154
第三节 圆锥配合	159
第四节 检测圆锥角或锥度	161
本章小结	165
思考与练习	166
第八章 螺纹联接的公差及检测	168
第一节 螺纹	168
第二节 普通螺纹公差标准	173
第三节 梯形螺纹	183
第四节 检测螺纹	187
本章小结	192
思考与练习	192
参考文献	195

第一章 绪 论

- 教学目标:**
1. 理解互换性的概念, 了解互换性在机械制造中的重要作用。
 2. 了解几何量误差和公差的概念及制定公差标准的目的。
 3. 明确本课程的性质和任务。

第一节 互 换 性

在现代化工业生产中常采用专业化协作生产, 也就是分散制造和集中装配, 这种方法可以提高劳动生产率, 较好地保证产品质量并降低成本。实行专业化协作生产的前提是采用互换性原则。

1. 互换性的定义

所谓互换性是指制成的同一规格的一批零件或部件, 不需作任何挑选、调整或辅助加工, 就能进行装配, 并能满足机械产品的使用性能要求的一种特性。用这种方法制造出的零部件称为具有完全互换性。在日常生活中, 经常可以看到机器上的螺钉、家里用的白炽灯、自行车及钟表上的零部件等坏了都可以拿新的进行替换, 说明这些零件具有互换性。

2. 互换性的分类

有些机器零件的精度要求较高, 按完全互换性进行生产会导致加工困难、成本提高, 甚至难以加工。在实际生产中, 经常先将零件的尺寸公差(允许尺寸的变动量)放宽, 在加工好装配前先进行尺寸测量, 再将测得的尺寸大小进行分组, 同组零件在尺寸精度范围内进行装配, 以此保证零件的使用要求。这种方法的互换就称为分组法。此外, 在实际生产中为保证零件精度和使用要求, 在装配时对零件进行一些补充机械加工或钳工修配来保证其具备互换性的, 称为修配法。对通过移动或更换某些零件来改变其位置和尺寸来达到所需精度的, 称为调整法。

因此, 互换性分为两大类, 即完全互换性和不完全互换性, 不完全互换性又可以分为分组法、修配法和调整法。无论哪一种互换性, 均是根据实际生产需要, 以产品精度、产品复杂程度、生产规模、设备条件以及技术水平等一系列因素决定的。完全互换多用于大量、成批生产的标准零件, 如齿轮、滚动轴承、普通紧固螺纹制件等。这种生产方式效率高, 也有利于各生产单位和部门之间的协作。不完全互换多用于生产批量小和要求精度高的零件, 如一些重型机器也常采用修配法或调整法生产。

3. 互换性的作用

互换性在日常生活及生产中都有着重要作用。

1) 在设计方面,可以最大限度地采用标准件、通用件和标准部件,大大简化了绘图和计算工作,缩短了设计周期,并有利于计算机辅助设计和产品的多样化。

2) 在制造方面,有利于组织专业化生产,便于采用先进工艺和高效率的专用设备,有利于计算机辅助制造,以及实现加工过程和装配过程机械化、自动化。

3) 在使用维修方面,可以减少机器使用和维修的时间并降低成本,提高机器的使用价值。

综上所述,互换性在提高产品质量、产品可靠性、产品竞争力及经济效益等诸多方面起着重大作用,也是现代化制造中普遍遵守的原则。

第二节 误差、公差、标准化及检测

1. 误差

工件加工时不可能做到工件的几何参数完全一致,总是存在着或多或少的差异,称这种差异称为误差。

零件的几何量误差是指零件在加工过程中,由于机床精度、计量器具精度、操作工人技术水平及生产环境等诸多因素的影响,使其加工后得到的实测几何参数与理想几何参数之间偏差的程度。几何量误差主要包含尺寸误差、形状误差、位置误差和表面微观形状误差(即表面粗糙度)等。研究加工误差的目的,就是要分析影响加工误差的各种因素及存在的规律,从而找出减小加工误差、提高加工精度的合理途径。

2. 公差

要使具有互换性的产品几何参数完全一致是不可能,也是不必要的。在此情况下,要使同种产品具有互换性,只能使其几何参数、功能参数充分近似。允许零件几何参数的变动量称为公差。它包括尺寸公差、形状公差、位置公差等。

只有将零件的误差控制在相应的公差内,才能成为合格件;否则为不合格件。只有合格的零件才能保证互换性的实现。可以看出,互换性要用公差来保证,而公差是为了控制误差。

3. 标准和标准化

现代化生产的特点是品种多、规模大、分工细和协作多。为使社会生产有序地进行,必须通过标准化使产品规格品种简化,使分散的、局部的生产环节相互协调和统一。

标准与标准化正是实施这种要求的主要途径和手段。

标准是对重复性事物和概念所作的统一规定,它是以科学、技术和实践经验的综合成果为基础,经有关方面协商一致,由主管机构批准,以特定形式发布,作为共同遵守的准则和依据。标准的范围极广,种类繁多,涉及人类生活的各个方面。本课程研究的公差标准、检

测器具和方法标准,大多属于国家基础标准。

标准化是指标准的制定、发布和贯彻实施的全部活动过程,包括从调查标准化对象开始,经试验、分析和综合归纳,进而制定和贯彻标准,以后还要修订标准等。标准化是以标准的形式体现的,也是一个不断循环、不断提高的过程。

标准化是组织现代化生产的重要手段,是实现互换性的必要前提,是国家现代化水平的重要标志之一。它对人类进步和科学技术发展起着巨大的推动作用。

我国的标准化是在新中国成立后发展起来的。

1955 年我国成立了国家计量局。

1959 年由国家科委正式颁布了公差与配合国家标准 GB 459 ~ 174—59,统一了全国计量制度,正式确定采用米制作为我国基本计量制度。

1977 年颁布了我国计量管理条例。

1978 年我国正式参加国际标准化组织(简称 ISO),承担 ISO 技术委员会秘书处和标准化草案起草工作。

1979 年成立了国家标准总局,颁布了第二套公差与配合国家标准(GB 1800 ~ 1804—79)。

1984 年颁布了我国法定计量单位。

1985 年颁布了我国计量法。

1997 年开始颁布第三套极限与配合标准和其他新国标。

2009 年相继颁布了最新的系列国家标准。

4. 几何量的检测

加工完的零件是否满足公差要求,要通过对零件的几何量进行检测加以判断。只有几何量合格,才能保证零部件在几何量方面的互换性。

检测包含检验与测量。检验是确定零件的几何参数是否在规定的极限范围内,并作出合格性判断,而不必得出被测量的具体数值;测量是将被测量与作为计量单位的标准量进行比较,以确定被测量的具体数值的过程。

检测的核心是测量技术。检测不仅用来评定产品质量,而且用于分析产生不合格品的原因,及时调整生产,监督工艺过程,预防废品产生。检测是机械制造的“眼睛”。产品质量的提高,除设计和加工精度的提高外,往往更依赖于检测精度的提高。所以,合理地确定公差与正确地检测,是保证产品质量、实现互换性生产的两个必不可少的条件和手段。

检测的一般步骤是:

(1) 确定被检测项目 认真审阅被测件图样及有关的技术资料,了解被测件的用途,熟悉各项技术要求,明确需要检测的项目。

(2) 设计检测方案 根据检测项目的性质、具体要求、结构特点、批量大小、检测设备状况、检测环境及检测人员的能力等多种因素,设计一个能满足检测精度要求,且具有低成本、高效率的检测预案。

(3) 选择检测器具 按照规范要求选择适当的检测器具,设计、制作专用的检测器具和辅助工具,并进行必要的误差分析。

(4) 检测前准备 清理检测环境并检查是否满足检测要求,清洗标准器、被测件及辅助工具,对检测器具进行调整使之处于正常的工作状态。

- (5) 采集数据 安装被测件,按照设计预案采集测量数据并规范地作好原始记录。
- (6) 数据处理 对检测数据进行计算和处理,获得检测结果。
- (7) 填报检测结果 将检测结果填写在检测报告单及有关的原始记录中,并根据技术要求作出合格性的判定。

第三节 了解本课程

一、课程的性质和内容

本课程是高职院校、高级技工院校机械类各专业的一门重要的技术基础课,是联系其他技术基础课和专业课的纽带,更是从基础课学习过渡到专业课学习的桥梁。

本课程的主要内容包括:测量技术基础、极限配合及尺寸检测、几何公差及检测、公差原则、检测表面粗糙度、圆锥的公差配合及检测和螺纹联接的公差及检测。

二、课程的课题和要求

通过本课程的学习,获得机械类高技能人才必须具备的公差与检测方面的基础知识和技能,为学习专业课及生产实习打好基础,同时也为以后进行技术设计提供必要的知识基础。

课程要求

- 1) 了解互换性相关知识。
- 2) 掌握极限与配合方面的基本计算方法、查表方法及代号的标注和识读。
- 3) 掌握测量技术的基本知识,会正确选择和使用常用计量器具及量仪检测工件尺寸、几何误差、表面粗糙度值等。
- 4) 熟悉常用零件的公差标注含义及检测方法。

本章小结

本课程是一门技术性和实践性较强的技术基础课。在实际生产中,加工误差是不可避免的。公差控制误差的大小,公差是互换性的基础,互换性是生产的重要原则。标准化是一项重要的技术措施。技术测量是决定产品是否合格的关键。

思考与练习

一、填空题(将正确的答案填在横线上)

1. 互换性是指制成的一批零件或部件,不需作任何____、____或____,就能进行装配,并能满足机械产品的____的一种特性。
2. 互换性可分为两大类,即____和____。
3. 零件的几何量误差主要包含____、____、____和____。
4. 制定和贯彻____是实现互换性的基础,对零件的____是保证互换性生产的重要

手段。

二、判断题（判断正误，并在括号内填“√”或“×”）

1. 互换性要求零件具有一定的加工精度。 ()
2. 零件在加工过程中的误差是不可避免的。 ()
3. 具有互换性的零件应该是形状和尺寸完全相同的零件。 ()
4. 测量只是为了判定加工后的零件是否合格。 ()

三、简答题

1. 互换性原则对机械制造有何意义？
2. 具有互换性的零件的几何参数是否必须加工成完全一致？为什么？

第二章 测量技术基础

教学目标: 1. 了解测量技术的基本概念, 理解测量方法的分类。
2. 了解计量器具的基本参数, 掌握量块的使用方法。
3. 了解误差产生的原因及基本的数据处理方法。

测量技术是一门具有自身专业体系、涵盖多种学科、理论性和实践性都非常强的前沿科学。熟知测量技术方面的基本知识, 则是掌握测量技能, 独立完成对机械产品几何参数测量的基础。

第一节 测量的基本知识

1. 测量与检验的概念

测量是指为了确定被测几何量的量值而进行的实验过程。其实质是将被测几何量与具有计量单位的标准量进行比较, 从而获得两者差异的过程。

任何一个测量过程都必须有明确的被测对象和确定的计量单位, 此外还要有如何进行比较和比较结果的精度问题, 即测量方法和测量精度的问题。所以, 一个完整的测量过程应包括被测对象、计量单位、测量方法和测量精度四个要素。

(1) 被测对象 本课程的被测对象主要是几何量, 即长度、角度、形状、相对位置、表面粗糙度以及螺纹等零件的几何参数等。

(2) 计量单位 计量单位 (简称单位) 是以定量表示同种量的量值而约定采用的特定量。我国规定采用以国际单位制 (SI) 为基础的“法定计量单位制”。它是由一组选定的基本单位和由定义公式与比例因数确定的导出单位所组成的。如“米 (m)”、“千克 (kg)”、“秒 (s)”、“安 (A)”等为基本单位。机械工程中常用的长度单位有“毫米 (mm)”、“微米 (μm)”和“纳米 (nm)”, 常用的角度单位是非国际单位制的单位“度 ($^{\circ}$)”、“分 ($'$)”、“秒 ($''$)”和国际单位制的辅助单位“弧度 (rad)”、“球面度 (sr)”。

我国采用的法定计量单位, 长度的计量单位为 m, 角度单位为 rad、($^{\circ}$)、($'$)、($''$)。

在机械制造的一般测量中, 常用的长度计量单位是 mm; 在精密测量中, 常用的长度单位是 μm ; 在超精密测量中, 常用的长度单位是 nm。 $1\text{mm} = 10^{-3}\text{m}$, $1\mu\text{m} = 10^{-3}\text{mm}$, $1\text{nm} = 10^{-3}\mu\text{m}$ 。常用的角度计量单位是 rad、 μrad 和 ($^{\circ}$)、($'$)、($''$)。 $1\mu\text{rad} = 10^{-6}\text{rad}$, $1^{\circ} = 60'$,

$1' = 60''$ 。

(3) 测量方法 测量方法是根据一定的测量原理, 在实施测量过程中对测量原理的运用及其实际操作。广义地说, 测量方法可以理解为测量原理、测量器具 (或称为计量器具) 和测量条件 (环境和操作者) 的总和。在实施测量过程中, 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订测量方案、选择计量器具和规定测量条件, 合理地获得可靠的测量结果。

(4) 测量精度 测量精度是指测量结果与测量对象真实值的一致程度。不考虑测量精度而得到的测量结果是没有任何意义的。真值的定义是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。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。

在测量过程中, 还可以进一步将测量分为测量、测试、检验及计量。测量的特点是测量结果为具体数值, 可以从数值上判断出测量对象是否合格。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。检验的特点是只能确定被测对象是否在规定的极限范围内, 即是否合格, 而不一定得出被测对象的具体数值, 因此检验也可理解为不要求知道具体值的测量。计量是指为实现测量单位的统一和量值准确可靠的测量的统称。

测量技术的基本要求是: 在测量过程中, 应保证计量单位的统一和量值的准确; 应将测量误差控制在允许的范围内, 以保证测量结果的精度; 应正确地、经济合理地选择计量器具和测量方法, 保证一定的测量条件。

2. 测量基准与尺寸传递

测量基准是复现和保存计量单位并具有规定计量单位特性的计量器具。

在几何量计量领域内, 测量基准可分为长度基准和角度基准两类。

(1) 长度基准与尺寸传递 为了进行长度的测量, 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。1983 年第十七届国际计量大会规定: “米” 是光在真空中在 $1/299792458\text{s}$ 的时间间隔内行进路程的长度。

根据米的定义建立的长度基准, 一般都不能在生产中直接用于对零件进行测量, 必须把长度基准的量值准确地传递到生产中应用的计量器具和工件上去。因此, 必须建立一套从长度的最高基准到被测工件的严密而完整的长度尺寸传递系统。以量块为媒介的长度量值传递系统应用较广, 如图 2-1 所示。

(2) 角度基准和角度量值传递系统 角度计量也属于长度计量范畴, 但角度基准和长度基准有着本质的区别。因为一个整圆所对应的圆心角是定值 ($2\pi\text{rad}$ 或 360°)。因此, 角度单位不必再建立一个自然基准。但在实际应用中, 为了稳定和测量的需要, 仍然采用多面棱体 (棱形块) 作为角度量值的基准, 如图 2-2 所示。利用高精度的自准直仪或测角仪对多面棱体进行测试, 依据多面棱体本身角度的封闭性能, 可以得到较高的测量精度。

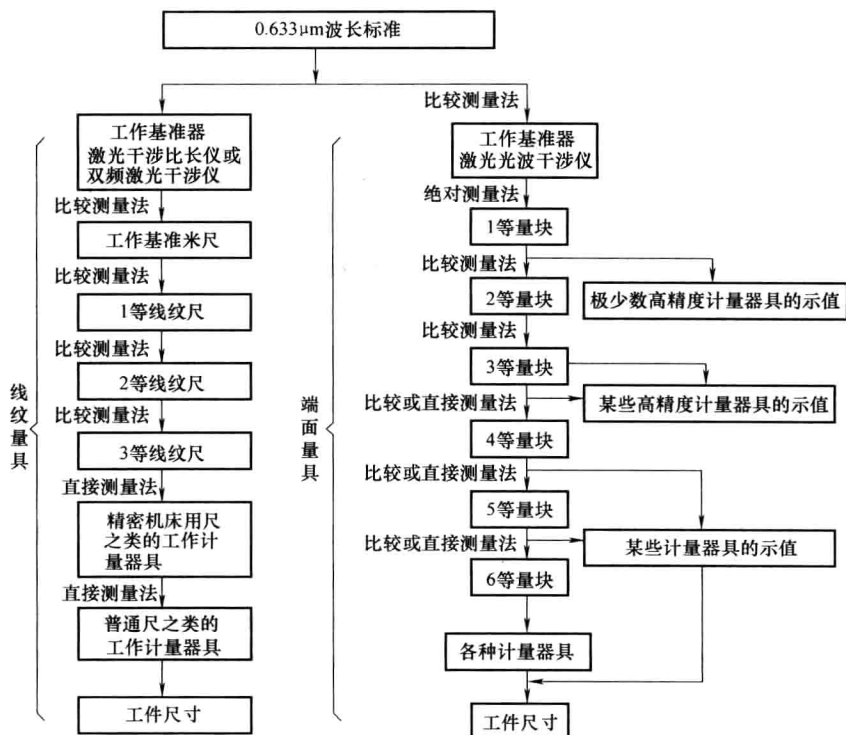


图 2-1 长度量值传递系统

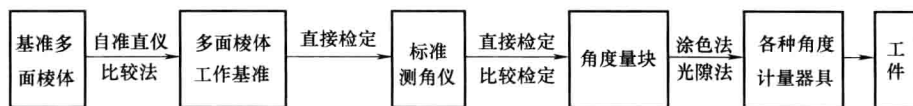


图 2-2 角度量值传递系统

第二节 量 块

量块是没有刻度的平面平行端面量具，横截面为矩形。量块可以作为长度基准的传递媒介，可以用来检定和调整、校准计量器具，还可以用于测量工件精度、精密划线和调整设备等。

一、量块的结构

1. 量块的材料

量块是用特殊合金钢材料制成的，这种材料具有线膨胀率小、不易变形、硬度高、耐磨性好、有极好的抛光性和研合性等特点。

2. 量块的形状和尺寸

量块的形状通常为正六面体，有两个互相平行的测量面和四个非测量面，如图 2-3 所示。两个测量面的表面非常光滑平整且测量面间具有精确的尺寸，其余四个非测量面可作为标记面。

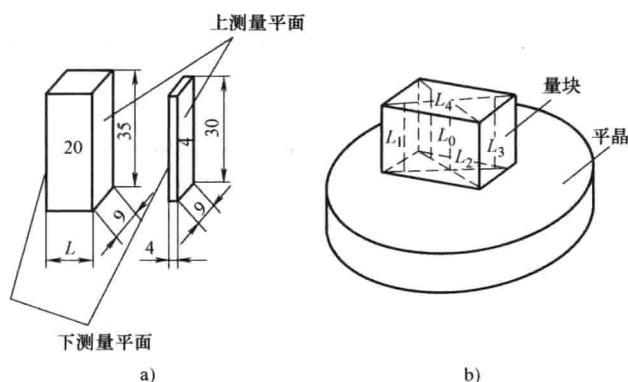


图 2-3 量块的形状及尺寸

二、量块的精度

根据量块长度的极限偏差和长度变动量允许值等精度指标，量块的制造精度分为 00、0、1、2、3 和 K 级 6 个级别，精度依次降低，其中 00 级的精度最高，3 级的精度最低，K 级为校准级。

根据量块中心长度的极限偏差和测量面的平面度公差等精度指标，量块的检定精度分为六等：1、2、3、4、5、6，精度依次降低，其中 1 等的精度最高，6 等的精度最低。

三、量块的应用

量块具有很好的研合性。研合性是指两量块的测量面互相接触，并在不大的压力下作一些切向相对滑动，就能够贴附在一起的性质。利用这一性质可以在一定范围内将多个尺寸不同的量块组合使用。为了能用较少的块数组合成所需要的尺寸，量块应按一定的尺寸系列成套生产供应。国家标准规定了 17 种系列的成套量块（见表 2-1）。

表 2-1 成套量块尺寸表

套 别	总 块 数	级 别	尺寸系列/mm	间隔/mm	块 数
1	91	00, 0, 1	0.5		1
			1		1
			1.001, 1.002, ..., 1.009	0.001	9
			1.01, 1.02, ..., 1.49	0.01	49
			1.5, 1.6, ..., 1.9	0.1	5
			2.0, 2.5, ..., 9.5	0.5	16
			10, 20, ..., 100	10	10
2	83	00, 0, 1 2, (3)	0.5		1
			1		1
			1.005		1
			1.01, 1.02, ..., 1.49	0.01	49
			1.5, 1.6, ..., 1.9	0.1	5
			2.0, 2.5, ..., 9.5	0.5	16
			10, 20, ..., 100	10	10

(续)

套 别	总 块 数	级 别	尺寸系列/mm	间隔/mm	块 数
3	46	0, 1, 2	1		1
			1.001, 1.002, ..., 1.009	0.001	9
			1.01, 1.02, ..., 1.09	0.01	9
			1.1, 1.2, ..., 1.9	0.1	9
			2, 3, ..., 9	1	8
			10, 20, ..., 100	10	10
4	38	0, 1, 2 (3)	1		1
			1.005		1
			1.01, 1.02, ..., 1.09	0.01	9
			1.1, 1.2, ..., 1.9	0.1	9
			2, 3, ..., 9	1	8
			10, 20, ..., 100	10	10

量块组合的原则：为了减少量块的组合误差，应尽量减少量块的组合块数，一般不超过四块；组合时，应根据所需尺寸的最后一位数值选第一块量块，每选一块量块，应至少减去尺寸的一位数。

例如，从 83 块一套的量块组中选取几块量块组成尺寸 38.985mm。选取步骤如下：

$$\begin{array}{rcl}
 & 38.985 & \\
 - & 1.005 & \text{第一块量块尺寸} \\
 \hline
 & 37.98 & \\
 - & 1.48 & \text{第二块量块尺寸} \\
 \hline
 & 36.5 & \\
 - & 6.5 & \text{第三块量块尺寸} \\
 \hline
 & 30 & \text{第四块量块尺寸}
 \end{array}$$

$$\text{即 } 38.985 = 1.005 + 1.48 + 6.5 + 30$$

四、量块的使用注意事项

量块在使用过程中应注意以下几点：

- 1) 量块必须在使用有效期内，否则应及时送专业部门检定。
- 2) 所选量块应先放入航空汽油中清洗，并用洁净绸布将其擦干，待量块温度与环境湿度相同后方可使用。
- 3) 使用环境良好，防止各种腐蚀性物质对量块的损伤及因工作面上的灰尘而划伤工作面，影响其研合性。
- 4) 轻拿、轻放量块，杜绝磕碰、跌落等情况的发生。
- 5) 不得用手直接接触量块，以免造成汗液对量块的腐蚀及手温对测量精确度的影响。

6) 使用完毕,应先用航空汽油清洗所用量块,并擦干后涂上防锈脂放入专用盒内妥善保管。

第三节 计量器具和测量方法

一、计量器具

(一) 计量器具的种类

计量器具是指能用以直接或间接测出被测对象量值的技术装置。计量器具(测量器具)是量具、测量仪器及测量装置的总称。

1. 按用途分类

(1) 标准计量器具 指测量时体现标准量的计量器具。通常用来校对和调整其他计量器具,或作为标准量与被测量进行比较。如量块、直角尺等。

(2) 通用计量器具 指通用性大、可用来测量某一范围内各种尺寸(或其他几何量),并能获得具体读数值计量器具。如游标卡尺、螺旋千分尺等。

(3) 专用计量器具 指用于专门测量某种或某个特定几何量的计量器具。如光滑极限量规、螺纹环规等。

2. 按结构和工作原理分类

(1) 机械式计量器具 指通过机械结构实现对被测量的感应、传递和放大的计量器具。如指示表、杠杆指示表及扭簧比较仪等。

(2) 光学式计量器具 指用光学方法实现对被测量的转换和放大的计量器具。如立式光学计、测长仪、投影仪、干涉仪等。

(3) 气动式计量器具 指靠压缩空气通过气动系统的状态(流量或压力)变化来实现对被测量的转换的计量器具。如水柱式气动量仪、浮标式气动量仪等。

(4) 电动式计量器具 指将被测量通过传感器转变为电量,再经变换而获得读数的计量器具。如电感测微仪、电动轮廓仪等。

(5) 光电式计量器具 指利用光学方法放大或瞄准,通过光电组件再转换为电量进行检测,以实现几何量的测量的计量器具。

(二) 常用计量器具介绍

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。常用的长度游标量具有游标卡尺、游标深度卡尺和游标高度卡尺等。

为了读数方便,有的游标卡尺上装有测微表头称为带表卡尺,有的装有电子数显系统,由液晶显示器显示测量值,称为数显卡尺,如图2-4所示。

2. 螺旋测微类量具

利用螺旋副的运动原理进行测量和读数的一种测微量具。

按用途可分为外径千分尺、内径千分尺、深度千分尺、螺纹千分尺、公法线千分尺等,图2-5所示为外径千分尺。

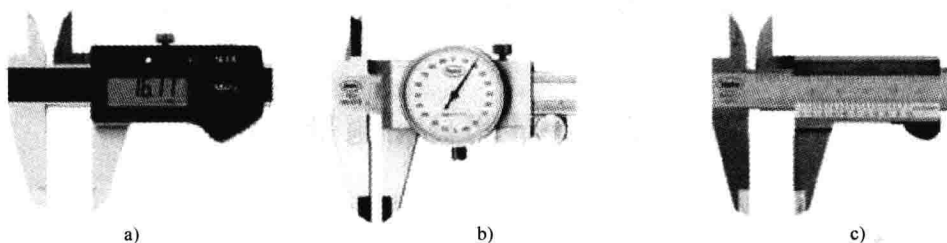


图 2-4 游标量具

a) 数显卡尺 b) 带表卡尺 c) 游标卡尺

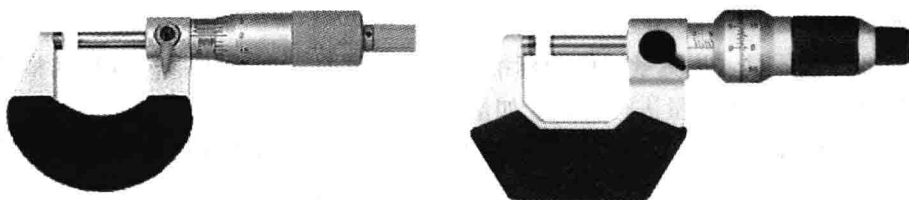


图 2-5 外径千分尺

3. 机械量仪

(1) 指示表 指示表是应用最广的机械量仪，如图 2-6 所示。

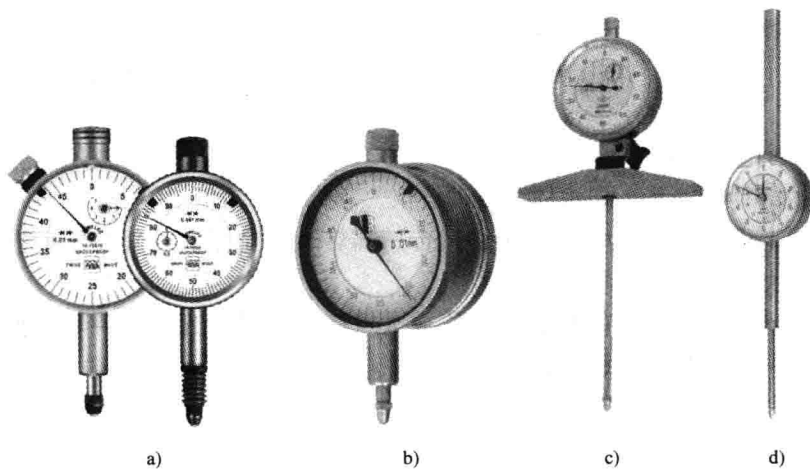


图 2-6 指示表

a) 指示表 b) 双面指示表 c) 深度指示表 d) 大量程指示表

(2) 内径指示表 内径指示表是一种用相对测量法测量孔径的常用量仪，特别适合于测量深孔的孔径，如图 2-7 所示。

(3) 杠杆指示表 (图 2-8)。

(4) 扭簧比较仪 扭簧比较仪是利用扭簧作为传动放大机构，将测杆的直线位移转变为指针的角位移，如图 2-9 所示。