

中等职业教育机械加工技术专业系列规划教材

公差配合 与测量技术

GONGCHA PEIHE YU CELIANG JISHU

主 编 王 英
副主编 唐文钢
主 审 赵 勇



重庆大学出版社

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

公差配合与测量技术

主 编 王 英
副主编 唐文钢
主 审 赵 勇

重庆大学出版社

内容提要

本书将极限配合和计量内容有机地结合在一起,共有5个项目,内容包括测量技术、零件尺寸公差配合及检测、零件形状公差和位置公差及检测、表面粗糙度、零件特殊表面的公差及检测。本书作为机械类、机电类专业的专业基础课程,为学生学习后续课程奠定基础。本书在内容上突出了循序渐进、由易到难,体现“以必需、够用为度”的原则,采用了最新的国家标准,并借鉴国外先进的职业教育理念,采用项目教学、任务驱动编写方式,结合目前中职学生的个性特点,突出技能培养,从而提高教育教学水平和技能水平。

本书可作为机械相关从业人员及在校学生用书,也可作为相关工程技术人员的自学参考用书,还可作为相关专业成人教育或培训班的教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

公差配合与测量技术/王英主编.—重庆:重庆大学出版社,2014.3

中等职业教育机械加工技术专业系列规划教材
ISBN 978-7-5624-7989-5

I.①公… II.①王… III.①公差—配合—中等专业学校—教材②技术测量—中等专业学校—教材 IV.

①TG801

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第022720号

公差配合与测量技术

主 编 王 英

副主编 唐文钢

主 审 赵 勇

策划编辑:周立

责任编辑:李定群 高鸿宽 版式设计:周 立
责任校对:陈 力 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路21号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

万州日报印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:9.5 字数:237千

2014年3月第1版 2014年3月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-7989-5 定价:19.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换
版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

前 言

为贯彻国务院《关于大力发展职业教育的决定》精神,落实文件中提出的中等职业学校实行“工学结合、校企结合”的新教学模式,满足中等职业学校、技工学校和职业高中技能型人才培养的要求,更好地适应企业的需要,我们组织了部分富有教学经验的教师编写了《公差配合与测量技术》一书。本教材编写贯彻了“以学生为根本,以就业为导向,以标准为尺度、以技能为核心”的理念,以及“实用、够用、好用”的原则,本教材具有以下特色:

1.在内容体系上,从培养目标出发,以机械职业岗位能力需要为基点,并参考有关部委颁发工人技术等级标准和职业能力鉴定规范,打破传统学科界限,力图将有关知识进行有机整合。

2.在内容的选择上,贴近职业实践、贴近生产实际。降低教学的起点和难点,拓宽知识面,减少理论推导,删除不必要的理论,突出实用性。

3.努力贯彻国家关于职业资格证书与学历证书并重、职业资格证书制度与国家就业制度相衔接的政策精神,力求使教材内容涵盖有关国家职业标准(中级)的知识和技能要求。

4.教材编写模式方面采用了项目教学法,编排的结构是项目—任务(问题引入—知识点)—实训—学习评价表—实践与训练。在知识点的编写过程中,尽可能使用图片、实物照片或表格等形式,将各个知识点生动地展示出来,力求给学生营造一个更加直观的认知环境。

5.贯彻了“实用、够用、好用”的原则,突出“实用”,满足“够用”,一切为了“好用”。每一个项目后面都有一个学习评价表,可检测学生对知识点的掌握程度。

各项目教学课时数建议如下:

项目	内 容	学时数
项目 1	测量技术	10
项目 2	零件尺寸公差配合及检测	12
项目 3	零件形状公差和位置公差及检测	12
项目 4	表面粗糙度	10
项目 5	零件特殊表面的公差及检测	8
合 计		52

本书共分为 5 部分,内容包括测量技术、零件尺寸公差配合及检测、零件形状公差和位



置公差及检测、表面粗糙度、零件特殊表面的公差及检测。

本书编写成员有钟建平(项目1),赖明燕(项目2),尹琛(项目3),王英、唐文钢(项目4),王英、何梅(项目5)。

由于编写时间仓促,水平有限,本书还存在很多不足,恳请行业人士和读者批评指正。

编 者

2014 年 1 月

目 录

项目 1 测量技术	(1)
任务 1.1 测量基础	(2)
任务 1.2 测量误差	(4)
任务 1.3 常用量具	(6)
任务 1.4 零件检测	(15)
实践与训练	(22)
项目 2 零件尺寸公差配合及检测	(24)
任务 2.1 基本术语及定义	(25)
任务 2.2 公差带的标准化	(33)
任务 2.3 尺寸公差等级与配合制配合种类的选择	(47)
任务 2.4 线性尺寸的一般公差	(50)
实践与训练	(52)
项目 3 零件形状公差和位置公差及检测	(55)
任务 3.1 概述	(56)
任务 3.2 形位公差的标注方法	(58)
任务 3.3 形位误差及形位公差带	(69)
任务 3.4 形位公差标注示例、读法及常用检测方法	(72)
任务 3.5 公差原则	(84)
实践与训练	(91)
项目 4 表面粗糙度	(94)
任务 4.1 表面粗糙度的基本概念	(95)
任务 4.2 表面粗糙度代号及选用	(100)
任务 4.3 表面粗糙度的检测	(104)
实践与训练	(106)



项目 5 零件特殊表面的公差及检测	(108)
任务 5.1 平键的公差与配合	(109)
任务 5.2 矩形花键的公差与配合	(111)
任务 5.3 键和花键的检测	(114)
任务 5.4 螺纹基本知识概述	(116)
任务 5.5 普通螺纹的公差与配合	(118)
任务 5.6 螺纹的检测	(123)
实践与训练	(125)
附录	(128)
附录 A 轴的极限偏差	(129)
附录 B 孔的极限偏差	(138)
参考文献	(146)

项目 1

测量技术



●项目概述

本项目主要研究零件几何量的测量和检验方面的知识。本项目讲解了测量基础知识,测量误差的概念及来源,各种常用量具的介绍及识读方法。要求学生掌握简单量具的识读方法及普通零件的检测。



●项目内容

测量基础、测量误差、常用量具、零件检测。



●项目目标

了解技术测量的基本概念、计量器具的分类及其性能指标。理解测量长度尺寸的常用计量器具如量块、游标卡尺、千分尺等的测量原理,掌握其测量方法。理解测量角度的常用计量器具,如万能角度尺的测量原理,掌握其测量方法。典型轴类零件的检测掌握。掌握渐开线圆柱齿轮加工误差的检测。



任务 1.1 测量基础



●任务要求

- 1.理解技术测量的基本概念。
- 2.理解计量器具的分类、基本度量指标及测量方法的分类。



●任务实施

1.1.1 技术测量的基本概念

在机械制造业中,要实现零部件的互换性,除了合理地规定公差,还需要在加工的过程中进行正确的测量,机器零件经过加工后是否合格,这就需要通过测量才能判定。通过测量,如果符合图样上的技术要求,则为合格;否则为不合格。那什么是测量呢?

测量是将被测的几何量与具有计量单位的标准量进行比较的实验过程。它包括以下四要素:

- ①测量对象(长度、角度、表面粗糙度等)。
- ②计量单位[米(m)、毫米(mm)、微米(μm)]。
- ③测量方法(计量器具和测量条件的综合)。
- ④测量精度(是指测量结果与真值的符合程度)。

1.1.2 计量器具的分类

计量器具是量具和计量仪器的总称。按结构特点,可分为以下4类:

(1)量具

量具是以固定形式复现量值的计量器具,结构比较简单,没有传动放大系统。常用的量具有量块、游标卡尺、千分尺、百分表和万能角度尺等。

(2)量规

量规是没有刻度的专用计量器具,用于检验零件要素的尺寸、形状及位置的实际情况所



形成的综合结果是否在规定的范围内,从而判断零件被测几何量是否合格。常用的量规有光滑极限量规和螺纹量规等。

(3) 量仪

量仪是能将被测几何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。常用的量仪有指示表和立式光学计等。

(4) 计量装置

计量装置是为确定被测几何量值所必需的计量器具和辅助设备的总称。

1.1.3 计量器具的基本度量指标

计量器具的度量指标是用来说明计量器具的性能和功用的。它是选择和使用计量器具、研究和判别测量方法的主要依据。基本度量指标主要有以下 7 项:

(1) 刻度间距

刻度间距又称刻线间距,是指计量器具的刻度尺或刻度盘上相邻两刻线中心之间的距离。

(2) 示值误差

示值误差是指计量器具的指示值与被测尺寸真值之差。它由仪器设计原理误差、分度误差和传动机构的失真等因素产生。

(3) 分度值

分度值又称刻度值或读数值,是指在测量器具的标尺或刻度盘上每一刻度间距所代表的量值。

(4) 校正值

为了消除示值误差所引起的测量误差,在测量结果中所加的与示值误差大小相等符号相反的一个修正值。

(5) 示值稳定性

示值稳定性是指在工作条件一定的情况下,对同一参数进行多次测量所得示值的最大变化范围。

(6) 测量力

测量力是指测量过程中测头与被测表面的接触力。

(7) 计量器具的不确定度

计量器具的不确定度是指由计量器具内在误差引起的对测量结果不能肯定的误差范围。

1.1.4 测量方法的分类

①根据所测的几何量是否为要求被测的几何量,测量方法可作以下分类:



a.直接测量。是指直接用量具或量仪测量零件被测几何量值的方法。例如,用外径千分尺直接测量轴的直径。

b.间接测量。是指测量与被测量间有一定函数关系的其他量,再通过计算获得被测量值的方法。例如,用游标卡尺测量两孔的中心距。

为减少测量误差,一般都采用直接测量,必要时才采用间接测量。

②根据被测量值是直接由计量器具的计数装置获得,或是通过对某个标准值的偏差值计算得到,测量方法可作以下分类:

a.绝对测量。是指被测的量可以直接从计量器具的读数装置上读出数值。例如,用游标卡尺测量孔的深度、千分尺测量零件的直径。

b.相对测量。又称比较测量或微差测量,是指将被测量与同它只有微小差别的已知同种量相比较,通过测量这两个量值间的差值以确定被测量值。通常,相对测量的精度较高。

③根据零件上同时被测几何量的多少,测量方法可作以下分类:

a.单项测量。是指单个的、彼此没有联系的测量零件的单个几何量的方法。例如,用工具显微镜分别测量螺纹单一中径、螺距和牙侧角单项测量,分别判断它们是否合格,便于分析误差产生的原因。

b.综合测量。是指同时测量零件的几个相关参数,例如,用完整牙型的螺纹量规检验螺纹轮廓是否合格。综合测量的效率高,一般属于检验。

学习评价表

考核项目	考核要求	分值	得分
1.测量包括哪几个要素	答对 1 个得 5 分	20 分	
2.计量器具分为哪几类	答对 1 个得 5 分	20 分	
3.计量器具包括哪几个度量指标	答对 1 个得 5 分	35 分	
4.测量方法分为哪几类	答对 1 个得 4 分	25 分	
总 计			

任务 1.2 测量误差



●任务要求

- 1.理解测量误差的概念及产生原因。
- 2.理解测量精度的概念及测量误差的评定指标。



● 任务实施

1.2.1 测量误差的概念

任何测量过程中,由于计量器具和测量条件的限制等因素的影响,使测量总是存在误差,这种测量结果与真值之间的差值称为测量误差。

1.2.2 测量误差的来源

测量误差产生的原因来源于主观和客观因素,主要有以下 4 种:

- ①人员误差。由测量人员主观因素和操作技术水平所引起的误差。
- ②环境误差。测量时,实际环境不符合标准状态而引起的测量误差。
- ③方法误差。测量方法不完善所引起的误差。
- ④计量器具误差。由计量器具本身在设计、制造、装配和使用调整上的不准确而引起的误差。

1.2.3 测量精度的概念

测量精度是指测量结果与真值的一致程度。测量结果有效值的准确性是由测量精度确定的。精度和误差是两个相对的概念,误差大,精度低;误差小,精度高。由于测量总是存在测量误差,因此,任何测量结果都只能是测量对象真值的近似值。

1.2.4 测量误差的评定指标

绝对误差 δ 是测量结果(x)与被测量真值(x_0)之差,即

$$\delta = x - x_0$$

因测量结果可能大于或小于真值,故 δ 可能为正值,也可能为负值。绝对误差的大小可以评定同一尺寸的不同测量的精确度。 δ 越小,测量结果越接近真值,其测量的精确越高;反之,测量的精确度越低。

相对误差 f 是测量的绝对误差与被测量真值之比,即

$$f = \frac{\delta}{x_0}$$



由于被测量的真值不可知,故实际中以被测量测得的值代替其真值,即

$$f = \frac{\delta}{x}$$

学习评价表

考核项目	考核要求	配分	得分
1.测量误差的概念	答对得 20 分	20 分	
2.测量误差的来源	答对 1 个得 5 分	20 分	
3.测量精度的概念,它和误差有什么联系	答对 1 个得 15 分	30 分	
4.测量误差有哪几个评定指标	答对 1 个得 15 分	30 分	
总 计			

任务 1.3 常用量具



●任务要求

- 1.熟悉量块、游标卡尺、千分尺、百分表、角度尺的结构、种类、使用方法。
- 2.掌握其读数方法,能合理选择计量器具。



●任务实施

常用测量长度尺寸的计量器具有钢直尺、游标卡尺、千分尺、量块等。

1.3.1 钢直尺

钢直尺主要用来测量工件的长度、宽度等,如图 1.1 所示。

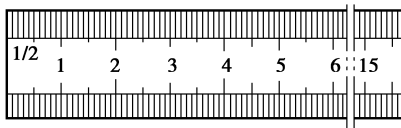


图 1.1 钢直尺



1.3.2 量块

量块是没有刻度的比较测量工具。可以用不同尺寸的量块组合成所需要的各种尺寸，与测量要素进行比较，从而得出被测要素的具体数值与合格性。

在实际生产中，量块是成套使用的，每套量块由一定数量不同尺寸的量块组成。使用时，可根据需要组合成不同的尺寸。常用成套量块的级别、尺寸、块数，见表 1.1。

表 1.1 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	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	0,1,2	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
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	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



为了减少量块组合的累积误差,使用量块时,就尽量减少块数,一般不超过 5 块。选用量块时,根据所需组合的尺寸,从最后一位数字开始选择,每选一块,使尺寸数字的位数减少一位,以此类推,直至组合成完整的尺寸。

例 1.1 要组成 38.935 mm 的尺寸,试选择组合的量块。

解 最后一位数字为 0.005,因而可采用 83 块一套或 38 块一套的量块。

若采用 83 块一套的量块,则有

$$\begin{array}{r}
 38.935 \\
 - 1.005 \\
 \hline
 37.93 \\
 - 1.43 \\
 \hline
 36.5 \\
 - 6.5 \\
 \hline
 30
 \end{array}$$

从上式可知,一共用了 4 块量块组合成完整的尺寸。

若采用 38 块一套的量块,则有

$$\begin{array}{r}
 38.935 \\
 - 1.005 \\
 \hline
 37.93 \\
 - 1.03 \\
 \hline
 36.9 \\
 - 1.9 \\
 \hline
 35 \\
 - 5 \\
 \hline
 30
 \end{array}$$

从上式可知,一共用了 5 块量块组合成完整的尺寸。因此,采用 83 块一套的量块要好些。

1.3.3 游标量具(游标卡尺)

利用游标和尺身相互配合进行测量和读数的量具,称为游标卡尺。它结构简单、使用方便,在机械加工中应用广泛。

(1) 游标卡尺的结构

游标卡尺的结构如图 1.2 所示。其他游标卡尺如图 1.3 所示。

游标卡尺的读数部分由尺身和游标组成。从图 1.2 中可知,游标卡尺的主体是一个刻度的尺身,其上有固定量爪,沿着尺身可移动的部分称为尺框,尺框上有活动量爪,并装有游标和紧固螺钉。有的游标卡尺上为调节方便还装有微动装置。在尺身上滑动尺框,可使两

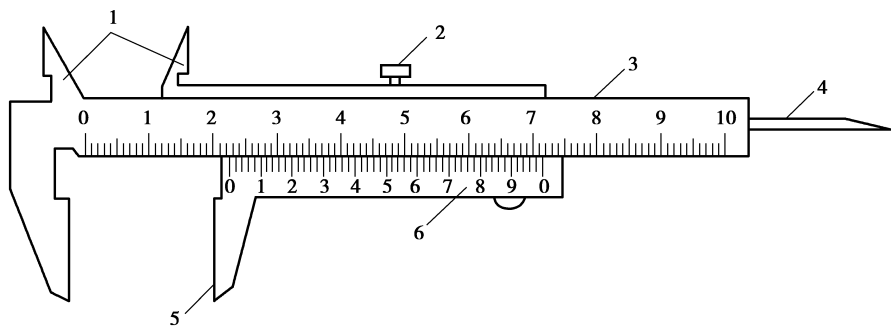
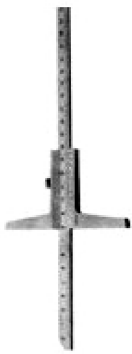


图 1.2 游标卡尺的结构

1—内测量爪;2—紧固螺钉;3—尺身;4—深度尺;5—外测量爪;6—游标



(a) 数显游标卡尺



(b) 深度游标卡尺



(c) 高度游标卡尺

图 1.3 其他游标卡尺

量爪的距离改变,以完成不同尺寸的测量工作。它常用的游标读数值为 0.02,0.05 mm。

(2) 游标卡尺的用途

游标卡尺通常用来测量内外径尺寸、孔距、壁厚、沟槽及深度等。

(3) 游标卡尺的读数方法

①读整数部分。游标零刻线所指示的尺身上左边刻线的数值为测量结果的整数部分。

②读小数部分。判断游标零刻线右边是与哪一条刻线与尺身刻线重合,将该线的序号乘以游标读数值后所得的积,便为测量结果的小数部分。

③求和。将读数的整数部分和小数部分相加,即得测量结果。

例 1.2 读出如图 1.4 所示游标卡尺的读数。

解 图 1.4(a)为读数值 $i=0.05\text{ mm}$ 的游标卡尺,游标的零线落在尺身的 10~11,因而读数的整数部分为 10 mm。游标的第 18 格的刻线与尺身的一条刻线对齐,因而小数部分值为 $0.05\times 18=0.90\text{ mm}$ 。因此,被测量尺寸为 $10\text{ mm}+0.90\text{ mm}=10.90\text{ mm}$ 。

图 1.4(b)为读数值 $i=0.02\text{ mm}$ 的游标卡尺,游标的零线落在尺身的 19~20,因而整数部分为 19 mm,游标的第 19 格刻线与尺身的一条刻线对齐,因而小数部分值为 $0.02\times 19=0.38\text{ mm}$ 。因此,被测尺寸为 $19\text{ mm}+0.38\text{ mm}=19.38\text{ mm}$ 。

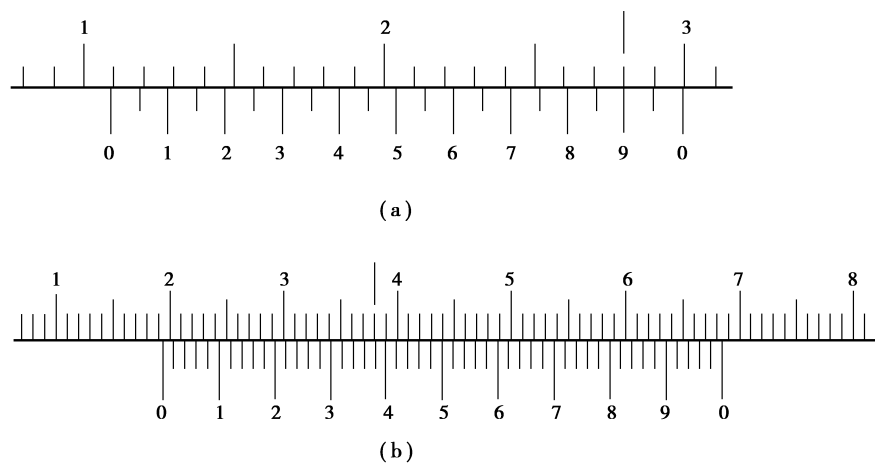


图 1.4 游标卡尺的读数

(4) 游标卡尺的使用方法

游标卡尺的使用方法如图 1.5 所示。

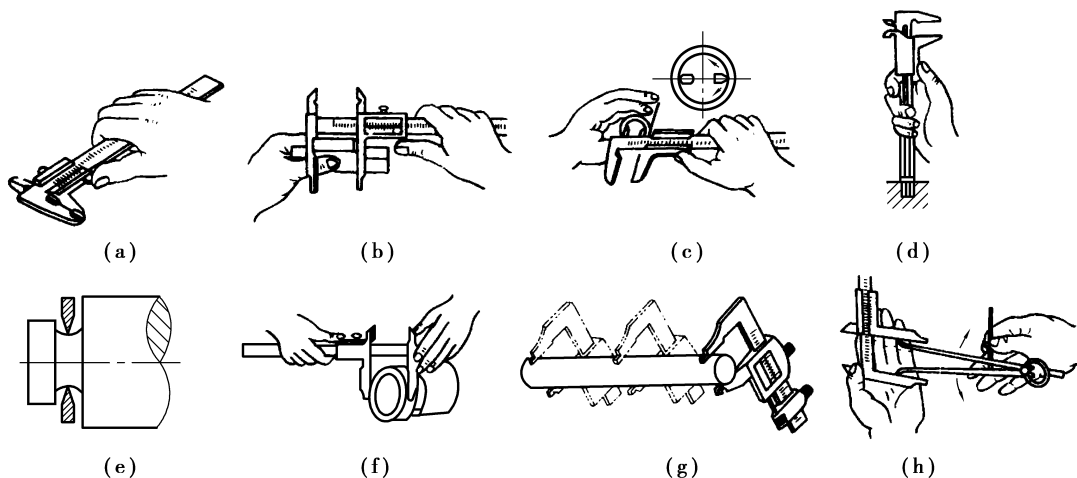


图 1.5 游标卡尺的使用方法

- (a) 使用前,检查零线是否对齐 (b) 测量外部尺寸的方法 (c) 测量内孔的方法
(d) 测量深度的方法 (e) 测量沟槽的方法 (f) 测量较大外径的方法
(g) 测量较长件的方法 (h) 用游标卡尺校准卡钳读数的方法

(5) 游标卡尺的使用注意事项

- ① 测量前,用软布将卡脚和被测零件擦干净。
- ② 检查两零线是否对齐。
- ③ 测量时,卡脚接触面要与被测零件表面贴合。
- ④ 测量时,应使量爪轻轻接触零件的被测表面,保持合适的测量力。
- ⑤ 读数时视线要与刻度线垂直,避免产生视觉误差。
- ⑥ 游标卡尺测量完毕时,将两尺零线对齐,小心平放在卡尺专用盒内。