



教育部高职高专规划教材
Jiaoyubu Gaozhi Gaozhuan Guihua Jiaocai

互换性与测量技术

陈于萍 高晓康 编著

高等教育出版社



6-727E

教育部高职高专规划教材

互 换 性 与 测 量 技 术

陈于萍 高晓康 编著

高等教育出版社

内容提要

本书是教育部高职高专规划教材。

本书从互换性生产要求出发,简要、系统地介绍了几何量公差的选择和检测的基本知识。全书共分十三章,包括绪论、测量技术基础、光滑圆柱体结合的互换性及其检测、形状和位置公差及其检测、表面粗糙度及其检测、光滑极限量规设计、滚动轴承的互换性、键和花键结合的互换性及其检测、圆锥结合的互换性及其检测、螺纹结合的互换性及其检测、渐开线圆柱齿轮传动的互换性及其检测、尺寸链以及计算机在本课程中的应用等。

本书采用最新国家标准,侧重讲清概念和标准的应用。在测量部分,较系统地介绍了各种测量方法的原理;增加了计算机在本课程中的应用,并给出了程序清单,便于学生实际应用。全书内容力求削枝强干、深入浅出、重在应用。本书图、文、表格数据和习题有机结合,便于教学。

本书可作为高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校机械类各专业教学用书,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

互换性与测量技术/陈于萍,高晓康编著. —北京:
高等教育出版社,2002.7

教育部高职高专规划教材

ISBN 7-04-010655-8

I. 互… II. ①陈…②高… III. ①互换性—理论—高等学校:技术学校—教材②技术测量—高等学校:技术学校—教材 IV. TG8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 000687 号

互换性与测量技术

陈于萍 高晓康 编著

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

邮政编码 100009

传 真 010-64014048

购书热线 010-64054588

免费咨询 800-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

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

经 销 新华书店北京发行所

排 版 高等教育出版社照排中心

印 刷 北京市联华印刷厂

开 本 787×1092 1/16

印 张 16.5

字 数 390 000

版 次 2002 年 7 月第 1 版

印 次 2002 年 7 月第 1 次印刷

定 价 19.30 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

出版说明

教材建设工作是整个高职高专教育教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、学校和有关出版社的共同努力下,各地已出版了一批高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设仍落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育基础课程教学基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。出版后的教材将覆盖高职高专教育的基础课程和主干专业课程。计划先用2~3年的时间,在继承原有高职、高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验,解决好新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专教育教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

“教育部高职高专规划教材”是按照《基本要求》和《培养规格》的要求,充分汲取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的,适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校使用。

教育部高等教育司

2000年4月3日

前 言

“互换性与测量技术”是高等学校机械类各专业的重要技术基础课。它包含几何量公差选用和误差检测两方面的内容,与机械设计、机械制造及其质量控制密切相关,是机械工程技术人员和管理人员必须掌握的一门综合性应用技术基础课程。

本书吸取了许多兄弟学校多年的教学经验和成果,采用了目前颁布的最新国家标准,把几何量的误差、公差标准及其应用、检测方法密切地结合起来,并增加了计算机、三坐标测量机等新技术、新知识,力求内容精炼、重点突出、深入浅出、学用结合,符合高职高专“理论以必需够用为度,重在应用”的教学要求。

由于公差选用一方面受标准的制约,另一方面又有较大的灵活性,所以学完本课程后,还需要通过有关课程的教学和课程设计、毕业设计,以至以后的工作实践来加以巩固,才能更好地掌握公差选用的技能。检测技术有很强的实践性,在学习本课程中,除了课堂教学以外,还应通过实验、现场教学等方法来学习。

本书由上海应用技术学院高晓康(第二章、第三章、第五章、第六章、第八章、第十章)和南京工程学院陈于萍(第一章、第四章、第七章、第九章、第十一章、第十二章、第十三章)共同编写。上海同济大学过馨葆教授和哈尔滨理工大学司乃钧教授担任主审。

本书编写得到了有关人士的大力支持和帮助,在此表示衷心感谢!

由于编者水平有限,书中难免有缺点和错误,敬请广大读者批评指正。

编 者

2001年3月

目 录

第一章 绪论	1	第六节 GB/T 3505—2000 与 GB/T 3505— 1983 的对照	122
第一节 本课程的性质与主要内容	1	习题	124
第二节 机械制造中的互换性	1	第六章 光滑极限量规设计	125
第三节 标准化	2	第一节 概述	125
习题	5	第二节 量规公差带	126
第二章 测量技术基础	6	第三节 量规设计	128
第一节 概述	6	习题	132
第二节 长度基准与量值传递	6	第七章 滚动轴承的互换性	133
第三节 计量器具	10	第一节 滚动轴承的精度等级及其应用	133
第四节 测量方法	12	第二节 轴和外壳孔与滚动轴承的配合	135
第五节 测量误差和数据处理	14	习题	140
习题	28	第八章 键和花键的互换性及其检测	141
第三章 光滑圆柱体结合的互换性 及其检测	29	第一节 概述	141
第一节 概述	29	第二节 平键联接的互换性及其检测	141
第二节 极限与配合的基本术语及其定义	29	第三节 花键联接的互换性及其检测	145
第三节 极限与配合国家标准的构成	35	习题	150
第四节 极限与配合的选择	48	第九章 圆锥结合的互换性及其检测	151
第五节 尺寸的检测	58	第一节 概述	151
习题	69	第二节 圆锥几何参数误差对互换性 的影响	153
第四章 形状和位置公差及其检测	71	第三节 圆锥公差及其选用	154
第一节 概述	71	第四节 圆锥的检测	159
第二节 形状公差与误差	73	习题	160
第三节 位置公差与误差	77	第十章 普通螺纹结合的互换性 及其检测	162
第四节 形位公差与尺寸公差的关系	86	第一节 概述	162
第五节 形位公差的选择	95	第二节 螺纹几何参数对互换性的影响	165
第六节 形位误差的检测原则	102	第三节 螺纹的公差与配合及其选用	168
习题	106	第四节 螺纹的检测	175
第五章 表面粗糙度及其检测	109	习题	177
第一节 概述	109	第十一章 渐开线圆柱齿轮传动的 互换性及其检测	178
第二节 表面粗糙度的评定	109	第一节 概述	178
第三节 表面粗糙度在图样中的标注	115		
第四节 表面粗糙度的选择	117		
第五节 表面粗糙度的检测	121		

第二节	单个齿轮的误差项目及其检测	181	第四节	保证装配精度的其他措施	222
第三节	齿轮副的误差项目及其检测	192	习题		224
第四节	渐开线圆柱齿轮的精度标准及其 应用	194	第十三章 计算机在本课程中的应用		226
习题		208	第一节	概述	226
第十二章 尺寸链		209	第二节	直线度误差的计算机处理	226
第一节	概述	209	第三节	光滑极限量规的计算机辅助设计	233
第二节	用完全互换法解尺寸链	213	第四节	齿轮精度的计算机辅助设计	242
第三节	用不完全互换法解尺寸链	219	习题		256
			主要参考文献		257

第一章 绪 论

第一节 本课程的性质与主要内容

本课程是机械类各专业的一门技术基础课,它是联系机械设计课程与机械制造课程的纽带,是从基础课学习过渡到专业课学习的桥梁。

任何机械产品的设计,总是包括运动设计、结构设计、强度设计和精度设计。前三方面的设计是机械设计等课程的内容,精度设计是本课程研究的主要问题。

产品的精度是决定整台机器质量的重要因素。实践证明,相同结构、相同材料的机器,精度不同,它们的质量会有很大差异。所以在设计时,要根据使用要求和制造的经济性,恰如其分地给出零件的尺寸公差、形状公差、位置公差和表面粗糙度数值,以便将零件的制造误差限制在一定范围内,使机械产品装配后能正常工作,这就是精度设计。

零件加工后是否符合精度要求,只有通过检测才能知道,所以检测是精度要求的技术保证,是本课程要研究的另一个重要问题。

零件精度确定后,必须有相应的工艺措施来保证,所以本课程又是学习机械制造技术等专业课的必备基础。

总之,通过本课程学习,学生可学到有关精度设计和几何量检测的基础理论知识和基本技能。

第二节 机械制造中的互换性

一、互换性及其意义

在工厂的装配车间经常看到这样一种情况,装配工人任意从一批相同规格的零件中取出一个装到机器上,装配后机器就能正常工作。在日常生活中也有不少这样的例子,如自行车、手表的某个零件损坏后,买一个相同规格的零件,装上后就能照常使用,就是因为这些零件具有互换性。所谓互换性,就是指机器零件(或部件)相互之间可以代换且能保证使用要求的一种特性。

互换性给产品的设计、制造和使用维修都带来很大的方便。

从设计方面看,按互换性进行设计,就可以最大限度地采用标准件、通用件,大大减少绘图、计算等工作量,缩短设计周期,并有利于产品多样化和计算机辅助设计。

从制造方面看,互换性有利于组织大规模专业化生产,有利于采用先进工艺和高效率的专用设备,以至用计算机辅助制造,有利于实现加工和装配过程的机械化、自动化,从而减轻工人的劳

动强度,提高生产率,保证产品质量,降低生产成本。

从使用方面看,零部件具有互换性,可以及时更换那些已经磨损或损坏了的零部件,因此减少了机器的维修时间和费用,保证机器能连续而持久地运转。

综上所述,互换性对保证产品质量、提高生产率和增加经济效益具有重要意义,因此,互换性已成为现代机械制造业中一个普遍遵守的原则。

二、互换性的分类

按互换的范围,可分为功能互换和几何参数互换。功能互换是指零部件的几何参数、物理性能、化学性能及力学性能等方面都具有互换性,又称为广义互换;几何参数互换是指零部件的尺寸、形状、位置及表面粗糙度等参数具有互换性,又称为狭义互换。本课程只研究几何参数互换。

按互换程度,可分为完全互换和不完全互换。若一批零件或部件在装配时不需分组、挑选、调整和修配,装配后即能满足预定的要求,这叫完全互换。当装配精度要求较高时,采用完全互换将使零件制造精度要求提高,加工困难,成本增高。这时可适当降低零件的制造精度,使之便于加工,而在加工好后,通过测量将零件按实际尺寸的大小分为若干组,两相同组号的零件相装配,这样既可保证装配精度,又能解决加工难的问题,这叫分组装配。仅同一组内零件有互换性,组与组之间不能互换,属不完全互换。装配时需要调整的零部件也属于不完全互换。

一般地说,使用要求与制造水平、经济效益没有矛盾时,可采用完全互换;反之采用不完全互换。不完全互换通常用于部件或机构的制造厂内部的装配,而厂外协作往往要求完全互换。

凡装配时需要附加修配的,则该零件不具有互换性。

三、公差与检测——实现互换性的条件

零件在加工过程中,不可避免地会产生各种误差。想要把同一规格的一批零件的几何参数做得完全一致是不可能的,也是不必要的。实际上只要把几何参数的误差控制在一定范围内,就能满足互换性的要求。零件几何参数误差的允许范围叫公差。它包括尺寸公差、形状公差、位置公差等。

加工好的零件是否满足公差要求,要通过检测加以判断。检测不仅用于评定零件合格与否,而且用于分析不合格的原因,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”。无数事实证明,产品质量的提高,除设计和加工精度的提高外,往往更有赖于检测精度的提高。

综上所述,合理确定公差与正确进行检测,是保证产品质量、实现互换性生产的两个必不可少的手段和条件。

第三节 标 准 化

一、标准化和标准

现代生产的特点是品种多、规模大、分工细和协作多。为使社会生产有序进行,必须通过标

准化使分散的、局部的生产环节相互协调和统一。

标准化是指制定、贯彻标准的全过程。它是组织现代化生产的重要手段,是国家现代化水平的重要标志之一。本课程涉及的几何量公差与检测属于标准化和计量学的范畴,标准化是实现互换性的前提。

标准是从事生产、建设及商品流通等工作中共同遵守的一种技术依据,它以生产实践、科学试验和可靠经验为基础,由有关方面协调制定,经一定程序批准后,在一定范围内具有约束力。

标准的范围极广,涉及到人类生活的各个方面,按其针对的对象,标准大致可归纳为基础标准、产品标准、方法标准和安全与环境保护标准等。本课程所研究的公差标准属于基础标准。

标准可按不同的级别颁布。我国标准分为国家标准(GB)、行业标准、地方标准和企业标准。此外,从世界范围看,还有国际标准(如 ISO)和区域性标准。

我国的国家标准和行业标准又分为强制性标准和推荐性标准两大类。一些关系到人身安全、健康、卫生及环境保护等的标准属于强制性标准,国家将用法律、行政和经济等手段来维护强制性标准的实施。大量的标准(80%以上)属于推荐性标准。推荐性标准也应积极执行,因为标准是科学技术的结晶,是实践经验的总结,它代表了先进的生产方式。

近年来,我国陆续修订了自己的标准,修订的原则是在立足我国实际情况的基础上向 ISO 靠拢,以利于加强我国在国际上的技术交流和产品互换。

二、优先数和优先数系标准

优先数系是一种无量纲的分级数值,它是十进制等比数列,适用于各种量值的分级。数系中的每一个数都为优先数。

任何一种机械产品,总是有它自己的一系列技术参数。这些参数往往不是孤立的,同时还与相关的其他产品有关。例如,螺栓的尺寸一旦确定,将会影响螺母的尺寸、丝锥板牙的尺寸、螺栓孔的尺寸以及加工螺栓孔钻头的尺寸等。可见产品的各种技术参数不能随意确定,否则会出现产品、刀具、量具和夹具等的规格品种恶性膨胀的混乱局面,给生产组织、协调配套及使用维护带来极大的不便。

为了解决这一问题,人们在生产实践中总结出了一种科学的统一数值标准,使产品参数的选择一开始就纳入标准化轨道,这就是《优先数和优先数系》国家标准(GB 321—1980)。标准规定了 5 个等比数列,它们的公比分别为 $\sqrt[5]{10}$ 、 $\sqrt[10]{10}$ 、 $\sqrt[20]{10}$ 、 $\sqrt[40]{10}$ 、 $\sqrt[80]{10}$,分别用 R5、R10、R20、R40、R80 表示,其中前 4 个为基本系列,R80 为补充系列,仅用于分级很细的特殊场合。

按公比计算得到的优先数的理论值,除 10 的整数次幂外,都是无理数,工程技术上不便直接应用,实际应用的都是经过圆整后的近似值。根据圆整的精确程度,可分为:

(1) 计算值 取 5 位有效数字,供精确计算用。

(2) 常用值 即经常使用的通常所称的优先数,取 3 位有效数字。

表 1-1 中列出了 1~10 范围内基本系列的常用值和计算值。如将表中所列优先数乘以 10,100,⋯,或乘以 0.1,0.01,⋯,即可得到大于 10 或小于 1 的优先数。

表 1-1 优先数系的基本系列(摘自 GB 321—1980)

基本系列(常用值)				计 算 值
R5	R10	R20	R40	
1.00	1.00	1.00	1.00	1.000 0
			1.06	1.059 3
		1.12	1.12	1.122 0
			1.18	1.188 5
		1.25	1.25	1.258 9
			1.32	1.333 5
		1.40	1.40	1.412 5
			1.50	1.496 2
1.60	1.60	1.60	1.60	1.584 9
			1.70	1.678 8
		1.80	1.80	1.778 3
			1.90	1.883 6
	2.00	2.00	2.00	1.995 3
			2.12	2.113 5
		2.24	2.24	2.238 7
			2.36	2.371 4
2.50	2.50	2.50	2.50	2.511 9
			2.65	2.660 7
		2.80	2.80	2.818 4
			3.00	2.985 4
	3.15	3.15	3.15	3.162 3
			3.35	3.349 7
		3.55	3.55	3.548 1
			3.75	3.758 1
4.00	4.00	4.00	4.00	3.981 1
			4.25	4.217 0
		4.50	4.50	4.466 8
			4.75	4.731 5
	5.00	5.00	5.00	5.011 9
			5.30	5.308 8
		5.60	5.60	5.623 4
			6.00	5.956 6
6.30	6.30	6.30	6.30	6.309 6
			6.70	6.683 4
		7.10	7.10	7.079 5
			7.50	7.498 0
	8.00	8.00	8.00	7.943 3
			8.50	8.414 0
		9.00	9.00	8.912 5
			9.50	9.440 5
10.00	10.00	10.00	10.00	10.000 0

为了满足生产需要,标准还允许从基本系列和补充系列中隔项取值组成派生系列。例如在 R10 系列中,每 3 项取一值得到 R10/3 系列,即 1.00,2.00,4.00,8.00,⋯,它即是倍数系列。

国家标准规定的优先数系分档合理、疏密均匀、简单易记、便于使用。常见的量值,如长度、直径、转速及功率等分级,基本上都是按优先数系进行。本课程所涉及的有关标准中,诸如尺寸分段、公差分级及表面粗糙度的参数系列等,也采用优先数系。

习 题

- 1-1 试述互换性的含义及其作用,并列举互换性应用实例。
- 1-2 完全互换与不完全互换有何区别?各用于何种场合?
- 1-3 按标准颁布的级别分,我国标准有哪几种?
- 1-4 下面两列数据属于哪种系列?公比为多少?
 - (1) 某机床主轴转速为:50,63,80,100,125,⋯,单位为 r/min。
 - (2) 表面粗糙度 R_a 的基本系列为:0.012,0.025,0.050,0.100,0.20,⋯,单位为 μm 。
- 1-5 公差、检测、标准化与互换性有何关系?

第二章 测量技术基础

第一节 概 述

在机械制造中,为了保证机械零件的互换性和几何精度,应对其几何参数(尺寸、形位误差及表面粗糙度等)进行测量,以判断其是否符合设计要求。

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 L 与作为计量单位的标准量 E 进行比较,从而获得两者比值 q 的过程,即 $L/E = q$,或 $L = Eq$ 。

由测量的定义可知,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,还要有与被测对象相适应的测量方法,而且测量结果还要达到所要求的测量精度。因此,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等四个要素。

(1) 被测对象 本课程研究的被测对象是几何量,即长度、角度、形状、相对位置、表面粗糙度以及螺纹、齿轮等零件的几何参数等。

(2) 计量单位 采用我国的法定计量单位。长度的计量单位为 m (米),角度单位为弧度(rad)和度($^{\circ}$)、分($'$)、秒($''$)。

在机械制造中,常用的长度计量单位是毫米(mm), $1\text{ mm} = 10^{-3}\text{ m}$;在精密测量中,常用的长度计量单位是微米(μm), $1\text{ }\mu m = 10^{-6}\text{ m}$;在超精密测量中,常用的长度计量单位是纳米(nm), $1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$ 。常用的角度计量单位是弧度、微弧度(μrad)和度、分、秒。 $1\text{ }\mu rad = 10^{-6}\text{ rad}$, $1^{\circ} = 0.017\ 453\ 3\text{ rad}$, $1^{\circ} = 60'$, $1' = 60''$ 。

(3) 测量方法 测量时所采用的测量原理、计量器具和测量条件的总和。

(4) 测量精度 测量结果与被测量真值的一致程度。

测量是互换性生产过程中的重要组成部分,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准确;应将测量误差控制在允许范围内,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,以保证一定的测量条件。

第二节 长度基准与量值传递

一、长度基准

为了保证长度测量的精度,首先需要建立国际统一的、稳定可靠的长度基准。在1983年第17届国际计量大会上通过了作为长度基准的米的新定义为:“米是光在真空中在 $1/299\ 792\ 458\text{ s}$ 的时间间隔内所行进的路程”。由于激光稳频技术的发展,采用激光波长作为长度基准具有很好

的稳定性和复现性。我国采用碘吸收稳定的 $0.633\ \mu\text{m}$ 氦氖激光辐射作为波长标准来复现“米”定义。

二、量值传递

在实际应用中,不便于用光波作为长度基准进行测量,为了保证量值的准确和统一,必须把复现的长度基准的量值逐级准确地传递到生产中所应用的各种计量器具和被测工件上去,即建立长度量值传递系统,如图 2-1 所示。从图中可看出,长度量值分两个平行的系统向下传递,一个是端面量具(量块)系统,另一个是刻线量具(线纹尺)系统。其中以量块为量值传递媒介的系统应用较广。

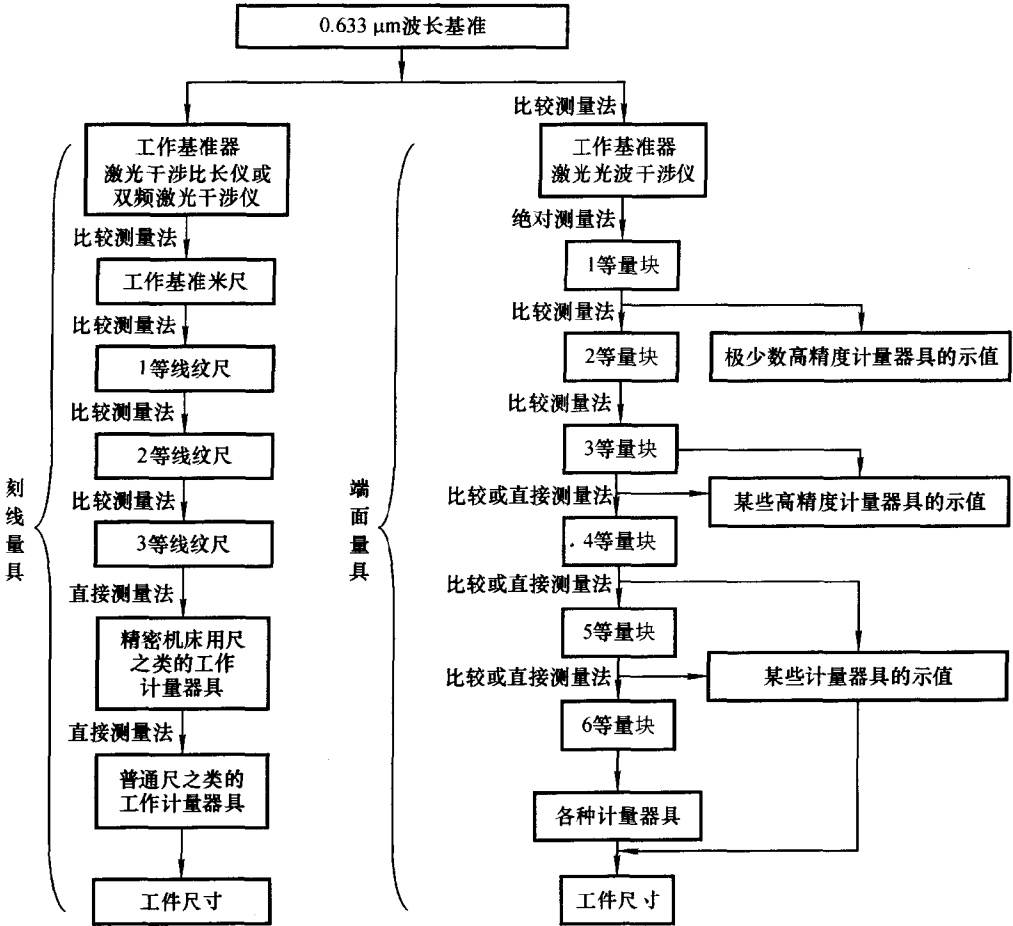


图 2-1 长度量值传递系统

三、量块

量块是没有刻度的截面为矩形的平面平行端面量具。作为长度尺寸传递的实物基准,量块

广泛用于计量器具的校准和鉴定,以及精密设备的调整、精密划线和精密工件的测量等。

1. 量块的材料、形状和尺寸

量块是用特殊合金钢制成的,具有线膨胀系数小,不易变形,硬度高,耐磨性好,工作面粗糙度值小以及研合性好等特点。

量块通常制成正六面体,它有 2 个相互平行的测量面和 4 个非测量面。如图 2-2 所示。测量面的表面非常光滑平整,两个测量面间具有精确的尺寸。从量块一个测量面上任意一点(距边缘 0.5 mm 区域除外)到与此量块另一个测量面相研合的面的垂直距离称为量块长度 L_i 。从量块一个测量面上的中心点到与此量块另一个测量面相研合的面的垂直距离称为量块的中心长度 L 。量块上标出的尺寸称为量块的标称长度。标称长度小于 6 mm 的量块可在上测量面上作长度标记;尺寸大于 6 mm 的量块,有数字的平面的右侧面为上测量面;尺寸小于 10 mm 的量块,其截面尺寸为 30 mm×9 mm;尺寸大于 10 mm 至 1 000 mm 的量块截面尺寸为 35 mm×9 mm。

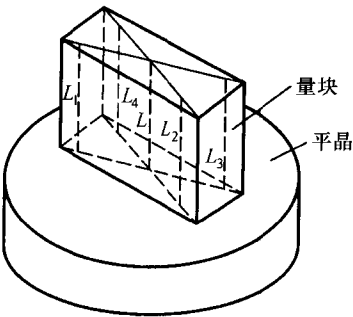


图 2-2 量块

2. 量块的精度

为了满足不同的使用场合,量块可做成不同的精度等级,标准对量块的精度规定了若干级和若干等。

GB 6093—1985 规定:量块的制造精度分为六级,即 00,0,1,2,3,K 级,其中 00 级最高,精度依此降低,3 级最低。K 级为校准级,主要用于校准 0,1,2 级量块。量块的“级”主要是根据量块长度极限偏差和量块长度变动量的允许值来划分的。量块长度变动量是指量块测量面上最大和最小长度之差。量块长度极限偏差和量块长度变动量的允许值见表 2-1。

表 2-1 各级量块的精度指标(摘自 GB 6093—1985) μm

标称长度 mm	00 级		0 级		1 级		2 级		3 级		校准级 K 级	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
~ 10	0.06	0.05	0.12	0.10	0.20	0.16	0.45	0.30	1.0	0.50	0.20	0.05
> 10~25	0.07	0.05	0.14	0.10	0.30	0.16	0.60	0.30	1.2	0.50	0.30	0.05
> 25~50	0.10	0.06	0.20	0.10	0.40	0.18	0.80	0.30	1.6	0.55	0.40	0.06
> 50~75	0.12	0.06	0.25	0.12	0.50	0.18	1.00	0.35	2.0	0.55	0.50	0.06
> 75~100	0.14	0.07	0.30	0.12	0.60	0.20	1.20	0.35	2.5	0.60	0.60	0.07
> 100~150	0.20	0.08	0.40	0.14	0.80	0.20	1.60	0.40	3.0	0.65	0.80	0.08

注:A——量块长度极限偏差(±); B——量块长度变动量允许值。

标准 JJG 100—1981 按检定精度将量块分为 1~6 等,其中 1 等最高,精度依此降低,6 等最低。

量块按“级”使用时,是以量块的标称长度作为工作尺寸。该尺寸包含了量块的制造误差,制造误差将被引入到测量结果中去,但因不需要加修正值,故使用较方便。

量块按“等”使用时,是以量块检定书列出的实测中心长度作为工作尺寸的,该尺寸排除了量块的制造误差,只包含检定时较小的测量误差。

虽然按“等”使用量块比按“级”使用量块在测量上要麻烦一些,但由于消除了量块尺寸制造误差的影响,因此可用制造精度较低的量块进行较精密的测量。量块按“等”使用比按“级”使用的测量精度高。

3. 量块的应用

由于量块有很好的研合性,所以将量块顺其测量面加压推合,就能研合在一起。利用这一特性可在一定范围内,根据需要多个尺寸不同的量块研合成量块组,从而扩大了量块的应用。因此,量块往往是成套刻成的,每套包括一定数量不同尺寸的量块。根据 GB 6093—1985 的规定,我国生产的成套量块共有 17 种套别,每套的块数为 91、83、46、38、12、10、8、6、5 等。表 2-2 列出了 83 块、46 块、38 块、10 块等套别量块的标称尺寸。

在使用量块组测量时,为了减少量块的组合误差,应尽量减少量块组的量块数目,一般不超过 4 块。组合时,根据所需尺寸的最后一位数字选第一块量块的尺寸的尾数,逐一选取,每选一块量块至少应减去所需尺寸的一位尾数。

表 2-2 成套量块尺寸表(摘自 GB 6093—1985)

总 块 数	级 别	尺 寸 系 列	间 隔/mm	块 数
83	00,0,1,2,(3)	0.5	—	1
		1	—	1
		1.005	—	1
		1.01~1.49	0.01	49
		1.5~1.9	0.1	5
		2.0~9.5	0.5	16
		10~100	10	10
46	0,1,2	1	—	1
		1.001~1.009	0.001	9
		1.01~1.09	0.01	9
		1.1~1.9	0.1	9
		2~9	1	8
		10~100	10	10
38	0,1,2,(3)	1	—	1
		1.005	—	1
		1.01~1.09	0.01	9
		1.1~1.9	0.1	9
		2~9	1	8
		10~100	10	10
10	00,0.1	1~1.009	0.001	10

例如,从 83 块一套的量块组中选取几块量块组成尺寸 57.385 mm。选择步骤如下:

57.385	所需尺寸
<u>- 1.005</u>	第一块量块的尺寸
56.380	
<u>- 1.380</u>	第二块量块的尺寸
55.000	
<u>- 5.000</u>	第三块量块的尺寸
50	第四块量块的尺寸

即 $57.385 = 1.005 + 1.38 + 5 + 50$

第三节 计量器具

计量器具是量具、量规、量仪和其他用于测量目的的测量装置的总称。

一、计量器具的分类

计量器具按结构特点可分为量具、量规、量仪和测量装置等 4 类。

1. 量具

量具是指以固定形式复现量值的计量器具。量具又可分为单值量具(如量块)和多值量具(如线纹尺)。量具的特点是一般没有放大装置。

2. 量规

量规是指没有刻度的专用计量器具,用来检验工件实际尺寸和形位误差的综合结果。量规只能判断工件是否合格,而不能获得被测几何量的具体数值,如光滑极限量规、螺纹量规等。

3. 量仪

量仪是指能将被测量转换成可直接观测的指示值或等效信息的计量器具。其特点是一般都有指示、放大系统。根据所测信号的转换原理和量仪本身的结构特点,量仪可分为以下几种:

(1) 卡尺类量仪:如数显卡尺、数显高度尺、数显量角器、游标卡尺等。

(2) 微动螺旋副类量仪:如数显千分尺、数显内径千分尺、普通千分尺等。

(3) 机械类量仪:如百分表、千分表、杠杆比较仪、扭簧比较仪等。

(4) 光学类量仪:如光学计、工具显微镜、光学分度头、测长仪、投影仪、干涉仪、激光准直仪、激光干涉仪等。

(5) 气动类量仪:如压力式气动量仪、流量计式气动量仪等。

(6) 电学类量仪:如电感比较仪、电动轮廓仪等。

(7) 机电光综合类量仪:如三坐标测量仪、齿轮测量中心等。

4. 测量装置

测量装置是指为确定被测量所必需的测量装置和辅助设备的总体。它能够测量较多的几何参数和较复杂的工件,如连杆和滚动轴承等工件可用测量装置进行测量。