

二十一世纪高等学校机械基础系列教材

互换性与质量控制基础

林景凡 王世刚 主编

哈尔滨工程大学出版社

301
1

21 世纪高等学校机械基础系列教材

总主编 王世刚 杨超君
总主审 顾 玲

互换性与质量控制基础

主 编 林景凡 王世刚
主 审 李世恒

哈尔滨工程大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

互换性与质量控制基础/林景凡,王世刚主编. —哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2004.3

ISBN 7-81073-556-X

I.互… II.①林… ②王… III.①零、部件-互换性-理论-高等学校-教材②零、部件-测量-质量控制-高等学校-教材 IV.TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 003248 号

内 容 简 介

本书为高等学校机械类和近机类各专业技术基础课教材。内容包括:互换性、标准化的基本概念,测量技术基础,尺寸公差与配合,形状与位置公差,表面粗糙度,典型零件结合的互换性,光滑工件尺寸的检验及量规设计,尺寸链基础,质量控制基础,共九章。

本书内容全部按最新的国家标准编写,力求遵循教学规律,便于学生掌握和自学,同时书中附有作业及思考题。

本书供高等工科院校和职工大学等同类专业师生使用,也可供从事机械设计、机械制造、标准化、计量测试等工程技术人员参考。

哈尔滨工程大学出版社出版发行
哈尔滨市南通大街145号 哈工程大学11号楼
发行部电话:(0451)82519328 邮编:150001
新华书店经销
黑龙江省地质测绘印制中心印刷厂印刷

*

开本 787mm×1 092mm 1/16 印张 15.75 字数 384 千字

2004年2月第1版 2004年2月第1次印刷

印数:1—2 000册

定价:20.00元

前 言

“互换性与质量控制基础”是高等工科院校机械类和近机类各专业的一门重要技术基础课程,是和机械工业紧密联系的一门基础学科。随着科学技术的发展,更加广泛地应用于生产实际。

本书全面系统地阐述了公差与测量的基本知识,各种典型零件精度设计的基本原理和方法,以及测试原理、方法。

本书在编写过程中,紧密结合教学大纲,全部采用最新的国家标准,参考了现已出版的同类教材,融入了编者多年的教学经验,力求做到理论教学部分和计量测试实践部分有机结合,加强学生能力和素质的培养。每章配有作业及思考题,使读者能够独立分析问题,解决问题,增强了本书的实用性。

参加本书编写的有:辽宁工程技术大学马和(第5章、第8章);新疆石河子大学张南乔(第6章);齐齐哈尔大学林景凡(第1章、第3章、第7章);齐齐哈尔大学王世刚(第2章、第4章、第9章)。

本书由林景凡、王世刚主编。石家庄军械工程学院李世恒主审。

限于编写者的水平,书中不足之处在所难免,请读者批评指正。

编 者

2004年1月

序

21 世纪高等学校机械基础系列教材是机械基础教材编审委员会组织国内部分高校专家学者共同编写的一套系列教学丛书。该丛书是《21 世纪机械工程基础教学综合改革的研究》重点立项课题主要建设内容之一。编写本套丛书的基本指导思想是:与时俱进,开拓创新,面向 21 世纪,以优化教材链为宗旨,以培养创新人才为目标确定编写大纲、书目及主干内容。为了确保图书品位、体现国家水平,编审委员会全体成员对国内外同类教材进行了长期细致的调查研究,广泛征求各参编院校第一线任课教师的意见,认真分析高等工科大学机械基础教学基本要求及根据国家教育部“面向 21 世纪教学内容和体系改革计划”的基本精神编写的。

在本套丛书的编写过程中,注意突出了以下几方面特色:

1. 根据近几年全国机械设计教学研讨会的精神和我国高等教育发展的最新动态,坚持了加强基础、拓宽专业面、更新教材内容的基本原则。

2. 注重优化课程体系,探索教材新结构。

3. 反映当代科学技术的新概念、新知识、新理论、新技术、新工艺,突出反映教材内容的现代化。

4. 坚持体现教材内容深广度适中,够用为原则,增强适用性。

5. 在系列教材编写过程中,进行了国内外同类教材对比研究,吸取了国内外同类教材的精华,重点反映新教材体系结构特色,把握教材的科学性、系统性和适用性。

参加本套丛书编审工作的有石家庄军械工程学院、辽宁工程技术大学、新疆石河子大学、哈尔滨工业大学、哈尔滨工程大学、燕山大学、哈尔滨理工大学、齐齐哈尔大学、江苏理工大学、扬州大学、南昌航空工业学院、山东建筑工程学院、太原理工大学、黑龙江工程学院、湖北汽车工业学院、南方冶金学院、黑龙江农业高等职业学院、河南机电高等专科学校等 18 所院校百余名专家学者,他们为本套系列教材编审付出了大量的心血。在此,编审委员会对这些同志无私的奉献致以崇高的敬意。

限于编审者的水平,疏漏和不妥之处在所难免,欢迎同行和读者指正。

机械基础教材编审委员会

2004 年 1 月

目 录

1	互换性、标准化的基本概念	1
1.1	互换性的基本概念	1
1.2	标准与标准化的基本概念	2
1.3	优先数和优先数系	4
	作业及思考题	5
2	测量技术基础	6
2.1	测量技术概述	6
2.2	测量方法与计量器具	11
2.3	测量误差的基本概念	13
2.4	测量误差的来源	15
2.5	随机误差	20
2.6	不等精度测量	27
2.7	系统误差	30
2.8	粗大误差	34
2.9	误差合成	37
2.10	测量不确定度概述	41
	作业及思考题	42
3	尺寸公差与配合	43
3.1	概述	43
3.2	基本术语及定义	43
3.3	公差与配合的国家标准	51
3.4	公差与配合的选用	61
3.5	公差与配合的图样标注	74
	作业及思考题	75
4	形状与位置公差	76
4.1	基本概念	76
4.2	形位公差图样标注基本规定	77
4.3	形位误差的评定	90
4.4	公差原则与公差要求	95
4.5	形位公差的选用	100
	作业及思考题	105
5	表面粗糙度	108
5.1	表面粗糙度的定义及研究意义	108
5.2	表面粗糙度的评定参数及其数值	109

5.3	表面粗糙度的选用及标注	111
5.4	表面粗糙度的测量方法	117
	作业及思考题	120
6	典型零件结合的互换性	121
6.1	键与花键联结的互换性	121
6.2	滚动轴承与轴和外壳孔结合的互换性	126
6.3	圆柱螺纹结合的互换性	133
*6.4	圆锥结合的互换性	146
6.5	渐开线圆柱齿轮传动的互换性	152
*6.6	锥齿轮传动的互换性	170
*6.7	蜗杆、蜗轮传动的互换性	174
	作业及思考题	177
7	光滑工件尺寸的检验及量规设计	179
7.1	光滑工件尺寸的检验	179
7.2	光滑极限量规设计	182
7.3	位置量规	187
	作业及思考题	191
8	尺寸链基础	192
8.1	尺寸链的基本概念	192
8.2	用极值法解尺寸链	198
8.3	概率法解尺寸链	202
8.4	满足封闭环公差要求的其它计算方法	206
	作业及思考题	209
9	质量控制基础	210
9.1	质量控制概述	210
9.2	工序质量控制	223
9.3	抽样检查	232
	作业及思考题	236
附 录	公差表格	238
主要参考文献		246

1 互换性、标准化的基本概念

1.1 互换性的基本概念

1.1.1 互换性的含义

日常生活中,经常遇到这样的事情,灯泡坏了,去商店里买一个同样规格的灯泡安装上,电灯又可以亮了;手表上的某一零件坏了,去修表店换上一个同样规格的零件,手表又能正常工作了。之所以这样方便,是因为灯泡、手表中的某一零件具有互换性。

互换性的含义是为达到产品设计、制造的最佳经济效益,对产品零件、部件及构件的几何参数、物理参数、规定公差,使同类零、部件在几何量的形状和位置上、尺寸和功能上具有相互替换的性能。

灯泡或手表中的某一零件以旧换新,是按着相同规格来替换的。事实上,相同规格的产品,其实际尺寸不一定完全相同,这是因为在加工过程中不可避免地存在着加工误差和测量误差,绝对准确的尺寸是无法达到的,即使是高精度的加工设备和加工方法,仍然会存在着加工误差。所以,具有互换性的零件,其实际尺寸允许有一定的变动范围(公差)。公差就是允许尺寸的变动量。公差的数值越大,加工容易,成本低,但精度差;反之,数值越小,加工难,成本高,但精度好。因此,公差在选择上,应从产品质量和加工经济性综合考虑。

综上所述,互换性的定义是:当按照规定的几何尺寸要求加工后的一批零件,在装配或更换时,不需要辅助加工和挑选,便能装配得上,并且达到预定的功能作用,则称这批零件具有互换性。

1.1.2 互换性的分类

互换性按其程度不同,分为完全互换和不完全互换。

完全互换:零、部件不需任何辅助加工与修配,可不加挑选地进行装配或更换,就可以满足使用要求的性质。一般地,标准件采用完全互换,便于专业化生产和装配。

不完全互换:在装配前,将零件按尺寸分组,按组装配,或采用更换零件或调整位置的办法来达到装配的精度要求。前者又称分组互换,后者又称为调整互换。

对部件和机构而言,互换性又称为内互换与外互换。

内互换:指部件或机构内部组成零件间的互换性。如:滚动轴承内部组成零件之间配合为内互换,在使用过程中不再更换内部零件,所以可采用不完全互换。

外互换:指部件或机构与其外部配件之间的互换性。如:上述滚动轴承中的内圈与轴,外圈与壳体孔之间的配合为外互换。其特点是常用于厂与厂之间,部门与部门之间协作件的配合和在使用过程中需要更换的零件,以及与标准件相配合的零件,所以采用完全互换。

1.1.3 互换性指导生产的意义

其可以从设计、制造、装配、使用等方面进行分析。

1. 设计

设计时,尽量采用具有互换性的通用件、标准件,从而简化计算、绘图等工作,缩短设计时间。这样有利于设计工程师抽出更多时间从事新产品的研究与开发,有利于计算机辅助设计。

2. 制造

制造时,遵循互换性原则,将同一机器上的不同零、部件分散制造,由于产品单一,分工精细,可以采用专用设备,乃至采用计算机辅助制造(CAM)。这不仅大大提高了劳动生产率,而且,产品的产量、质量都会显著提高。

3. 装配

装配时,将各专业厂分散制造的零、部件集中组装,可以不加挑选、随机装配,就能满足使用要求。这样,显著减轻装配劳动量,节省了装配工时,并且可以实现装配流水自动线,使装配生产率大大提高。

4. 使用

使用时,具有互换性的零件,在损坏或磨损后,可用同规格的备件取代,这样减少了维修时间与费用,提高了设备的完好率。

1.2 标准与标准化的基本概念

标准化的影响是多方面的。它影响生产和管理的现代化,影响国际贸易和技术交流,影响环境保护和安全卫生等方面。标准化的深度和广度反映了一个国家的生产水平。

1.2.1 标准基本概念

标准是指为了获得国家经济最佳效果,依据科学技术和实践经验综合成果,在充分协商的基础上,对经济技术活动中具有多样性、相关性特征的重复事物,由公认机构批准,以特定形式发布的统一规定。

制定标准的目的是获得国民经济最佳效果;依据是科学技术和生产实践经验综合成果;标准的对象是在经济技术活动中具多样性、相关特征的重复事物;制定标准的方法是通过充分协商,并由公认机构批准发布的统一规定。

1.2.2 标准化基本概念

标准化是指制定标准、修订标准和贯彻标准为主要内容的全部活动过程。

标准化主要特征是“活动过程”,制定标准的目的在于贯彻标准,当标准在国民经济技术活动中得到贯彻,才能表现出标准化效果。通过这一活动过程,提高了科学技术与生产水平。随着科学技术的发展,原来的标准水平落后于生产技术发展,此时要在新的基础上,修订原来标准,修订后的标准在深度、广度和水平方面皆比原来标准有所提高。如此重复循环,使标准水平不断提高,呈螺旋式上升。

标准化活动的中心是标准。

1.2.3 标准种类

按照标准性质,将标准分为技术标准、生产组织标准和经济管理标准三大类,我们仅介绍技术标准。

技术标准是指为科研、设计、工艺、检验等技术,为产品和工程技术质量特征,为各种设备和工装、工具等制定的标准。技术标准面广,种类繁多,概括有以下几种。

1. 基础标准

基础标准是生产技术活动中最基本、最具有广泛指导意义的标准。它是具有最一般的共性、通用性的标准。例如通用的名词术语、机械制图、优先数系、计量单位和本书所介绍的标准等皆为基础标准。

2. 产品标准

为某一类产品的形式、尺寸、主要性能参数、质量指标、试验方法、验收规则,以及包装、储存、运输、使用、维修等方面内容所制定的标准。

3. 方法标准

方法标准指以试验、检验、分析、抽样统计等各种方法为对象制定的标准。

4. 安全卫生与环境保护标准

安全卫生与环境保护标准是指一切属于设备和人身安全、卫生以及有关保护环境污染的标准。

1.2.4 我国标准管理体制

我国标准分为国家标准、部标准(专业标准)和企业标准三级管理体制。

1. 国家标准

国家标准是对全国经济技术发展有重大意义而必须制定的全国范围内统一标准。例如原材料标准,有关人民安全健康和环境保护标准,公差与配合标准,通用的零、部件等标准。

2. 部标准(专业标准)

部标准主要指全国性的各专业范围内统一的标准。部标准是为适应按行政系统划分而制定的标准。虽然部标准在当时起过积极作用,但有些缺陷。例如,各部门行政系统不同,具有同一类型的专业,就全国来说应按同一专业制定同一标准,但由于各部门之间意见不一致,各自成其系统,协调困难,影响了标准的统一。因此,从统一角度考虑,部标准应逐步过渡为专业标准。

3. 企业标准

企业标准是指专业标准以下的各种标准的统称。即在一个地区范围内、一个企业或几个企业范围内需要统一的标准。没有制定国家标准和部标准的产品,都要制定企业标准。为了提高产品质量,企业可制定比国家标准和部标准更高质量的企业标准。

国家标准代号,采用汉语拼音字母表示,并用阿拉伯数字表示标准的编号和批准年代号,两者之间用横线分隔开。如国家标准代号“GB”(guo biao)读作“国标”,例如 GB1801 - 79,编号为 1801,1979 年批准。

专业标准(部标准)的代号,用部名或专业名称的汉语拼音的第一个字母表示。例如机械工业部的标准代号为 JB1021 - 68。

企业标准代号,为避免与国家标准、部标准混淆,规定用 Q(qi) 为分子,其分母按中央直属企业和地方企业不同,分别由各有关部门或地方主管部门规定。地方企业在 Q 前加上各省、市和自治区的简称汉字。例如“京 Q”、“沪 Q”、“冀 Q”、“皖 Q”等表示北京市、上海市、河北省、安徽省的企业标准。

1.3 优先数和优先数系

1.3.1 建立优先数系的意义

众所周知,产品的规格是多种多样的,用户可以根据自己的需要来选择,生产厂家就是依据优先数系来制定这一数值系列的。

1.3.2 优先数系

数值系列可以是下面的数列

125	160	200	250	315	400	500	630
	160		250		400		630

前行的公比是 1.25;后行的公比为 1.60。两者的项数虽然不同,它们的公比也不相同,但是后行的数都可以从前行中找到。

通过数学可以证明:凡是公比为 $\sqrt[10]{10}$ 的数列都具有上述的性质。现取 $r = 10$,则公比为 $\sqrt[10]{10}$,其 11 项数列如下

$$(\sqrt[10]{10})^0, (\sqrt[10]{10})^1, (\sqrt[10]{10})^2, (\sqrt[10]{10})^3, (\sqrt[10]{10})^4, (\sqrt[10]{10})^5, \\ (\sqrt[10]{10})^6, (\sqrt[10]{10})^7, (\sqrt[10]{10})^8, (\sqrt[10]{10})^9, (\sqrt[10]{10})^{10}$$

对应的计算值为:1, 1.25, 1.60, 2.00, 2.50, 3.15, 4.00, 5.00, 6.30, 8.00, 10.00。这个数系称为 R10 数系。

国标 GB321 - 80 与国际标准 ISO3 - 73 采用的优先数系相同,规定的 r 值有 5、10、20、40、80 五种。分别用符号 R5、R10、R20、R40、R80 表示,称为 R5 系列、R10 系列、……、R80 系列。各系列公比如下

$$\begin{aligned} \text{R5 系列: } q_5 &= (\sqrt[5]{10}) \approx 1.5849 \approx 1.60 & \text{R10 系列: } q_{10} &= ((\sqrt[10]{10})) \approx 1.2585 \approx 1.25 \\ \text{R20 系列: } q_{20} &= ((\sqrt[20]{10})) \approx 1.2200 \approx 1.12 & \text{R40 系列: } q_{40} &= ((\sqrt[40]{10})) \approx 1.0593 \approx 1.06 \\ \text{R80 系列: } q_{80} &= (\sqrt[80]{10}) \approx 1.092 \approx 1.03 \end{aligned}$$

前四个系列是优先数系中的常用系列,称为基本系列。R80 系列称为补充系列,它的分级很细。

1.3.3 优先数系的应用

(1) R_r 系列中的项值可按十进法向两端无限延伸,以满足工程上的需要。如: R5 系列:

… , 0.25, 0.40, 0.63, ← 1, 1.6, 2.5, 4.0, 6.3 → 10, 16, 25, 40, 63, …

小数点向左移动

基本系列

小数点向右移动

(2) 又因为较疏的优先数系的项值, 包容在较密的优先数系的两项之中, 应用时, 可采用内插法得到所需要的值。如

1	1.6	2.5	4.0	6.3...
1.25	2	3.15	5...	

(3) 为扩大数系的范围, 在 R5, R10, R20, R40 的基础上找出公比更多的新系列即派生系列。如:

R10/3 表示从基本系列 R10 中以 1 为下限项, 每经三项选取优先数值, 组成派生系列, 其值如下

1, 2, 4, 8, 16, 31.5, ...

同理, 有派生系列 R5/3, R10/6, R20/8, R40/7, 等等。选择派生系列时, 同样应优先选用 R5 派生系列, 然后是 R10, R20, R40, 的派生系列。

四、优先数系的应用实例

(1) 用于产品几何参数系列化。如立式车床主轴直径采用 R10 系列: 630, 800, 1 000, 1 250, 2 000 mm。

(2) 用于产品性能参数系列化。如锻压机床吨位采用 R5 系列: 630, 1 000, 1 600, 2 500, 4 000, 6 000T。

(3) 用于产品质量指标分极。如表面粗糙度评定参数 R_a 采用 R10/3 派生系列。

(4) 国外把优先数系应用于经济领域。如税率、工资级别、投资时间等。选用优先数系应遵循“先疏后密”的原则, 即由 R5 → R10 → R20 → R40 逐步选取。既可达到最佳经济效益, 又可满足社会的需求。

作业及思考题

1. 什么是互换性? 互换性在机械制造中有何作用?
2. 互换性的种类有哪些? 各应用于何种场合?
3. 什么是标准和标准化?
4. 什么是优先数系, 优先数?
5. 举出一个采用优先数系的例子。

2 测量技术基础

2.1 测量技术概述

2.1.1 测量

测量是指为确定被测对象量值而进行的一组操作。

测量由来已久,无处不在。从人类最初认识物质世界时就有了测量,如远古时代人们丈量土地,盖造房屋,量布称物。那时的测量工具和测量手段受到时代的限制,是比较落后的,测量的精度也是很粗糙的。随着时代的不断进步,测量工具和方法在不断的改进和提高。如今测量技术已发展成为一门多学科的综合技术,许多现代化的测量仪器融光机电高新技术于一体。特别是激光技术的发展可使用光波波长作为基准进行测量,精度可达 $0.01\mu\text{m}$ 。迅猛发展的计算机技术在测量领域得到广泛应用,使得许多繁难的数据处理变得轻而易举,并可控制测量程序实现动态在线测量。

在这些众多种类的测量过程中,人们所进行的操作实际上是将被测量与一个作为计量单位的标准量进行比较而得出其比值的过程。这个过程可用下述式子表示

$$Q = L/E \quad (2-1)$$

式中 L ——被测量(作为测量对象的特定量。可以是测得的量,也可以是待测的量。);
 E ——计量单位,用以度量同类量大小的一个标准量(计量单位的选取要具有可复现性,具备现代科学技术所能达到的最高准确度和稳定性。通常它是一个固定的量,数值为1。);
 Q ——测得值(测量过程的定量结果)。

在实施测量的过程中,所涉及到的被测量、计量单位、测量方法(指测量时采用的方法、使用的计量单位、测量环境等)和测量精度等四个方面,习惯上将它们称为测量的四要素。

有时还会遇到“测试”和“检验”等名词术语。所谓“测试”是测量的扩展和外延,它具有试验和研究的性质。而“检验”则是仅仅判断几何参数是否在规定的极限范围内,而不能得出被测量的具体数值。例如用极限量规检验零件。本书主要研究的是几何量测量技术。

2.1.2 长度基准

对被测量进行测量时,为了保证测量的准确性和可靠性,必须在世界范围内建立一个统一可靠、共同遵守的计量单位。在我国将实现单位统一和量值准确可靠的测量称之为计量。

我国于1984年颁布了《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》,规定在我国一律采用《中华人民共和国法定计量单位》。其中长度采用了国际单位制,以米(m)作为长度的基本单位。同时采用米的十进倍数和分数的单位。机械工业和仪器仪表专业常使用毫米(mm,

$1\text{ mm} = 10^{-3}\text{ m}$), 精密测量中常采用微米(μm , $1\text{ }\mu\text{m} = 10^{-3}\text{ mm}$)。

如何确定一米的长度?

最初,法国国民议会在 1791 年通过了把通过巴黎的地球子午线的四千万分之一的长度作为一米长度的决议,并用铂铱合金制成实物基准,即米原器。1875 年有关国家在此基础上缔结了米制公约。1889 年第一届国际计量大会批准米原器作为国际基准米尺。规定米的定义为:一米是在标准大气压和 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时国际基准米尺两端刻线间的距离。为了使各国的计量单位具有相同的长度,依据国际基准米尺制作了若干复制品(称之为副尺),分发给各签约国作为该国的国家基准。习惯上将国际基准和国家基准称之为主基准。

实物基准的缺点是受环境和时效的影响会使量值不稳定,长期使用会因磨损而变形,其复现不确定度只能达到 1.1×10^{-7} 。经过多年研究,人们发现原子结构中,两固定能级间的能量差是一常数,光的辐射频率和光速一定时由此产生的光波波长也一定。因此可用光波波长作长度量值的基准。1960 年第十一届国际计量大会重新规定了米的定义:一米的长度等于 ^{86}Kr 原子的 $2p_{10}$ 和 $5d_5$ 能级之间跃迁时所对应的辐射在真空中的波长的 1 650 763.73 倍。

采用光波波长作为长度的自然基准,稳定性比实物基准米原器要提高许多,且复现不确定度能达到 4×10^{-9} 。随着科学技术的进步,人们对激光技术深入研究发现,它具有方向性好、单色性强、干涉能力强等诸多优点。激光的稳定性和复现性比 ^{86}Kr 高 100 倍以上。其复现不确定度能达到 1×10^{-9} 。因此,1983 年第十七届国际计量大会重新规定了米的定义:一米是光在真空中在 $1/299\,792\,458\text{ s}$ 时间间隔内所行进的路程的长度。这一定义建立在真空中光速值这一基本物理常数基础上,使得复现米的不确定度不受基准物质的性能限制。从自然基准发展到用基本物理常数来定义,这是计量学发展史上的一个里程碑。

米的复现方式可以有以下几种。

(1) 平面电磁波在时间间隔 t 内,在真空中所行进的路径长度 $s = ct$,其中 $c = 299\,792\,458\text{ m/s}$ 为光速,是一个无误差的精确值。这种复现方法只有在被测长度很大时才能实现,如测量地球和月球之间的距离。

(2) 测量出某一平面电磁波的频率,则可由公式 $\lambda = c/f$ 得出其波长值。这是在实验室内复现米的基本方法。如测量激光的频率,并由此导出激光的波长。

(3) 采用国际计量委员会推荐使用的辐射表。表中给出了相应的频率值,真空波长值及不确定度。国际上大多数国家均采用这种方法来复现米的定义。在所推荐的稳频激光辐射中,以碘稳定 633 nm He-Ne 激光器使用最为普遍,世界各国均将它作为经常保持运转状态的长度基准,它也是我国法定的长度国家基准。

2.1.3 量值传递系统

用光波波长作为长度的基准,其精度是相当高的。但在工程实践和日常生活中不可能用这种基准直接测量工件,必须通过一定的组织措施和技术保证,将长度基准逐级传递到各种计量器具,以适应不同测量任务的需要。

量值传递就是通过对计量器具的检定或校准,将国家基准(标准器)所复现的计量单位量值,通过各等级计量标准逐级传递到工作用计量器具,以保证被测对象所得量值的准确和一致。

目前量值传递方式有:采用实物标准逐级传递;发放标准物质;发布标准数据;发播标准信号,以及计量质量保证方案(或称 MAP 方案)。图 2-1 是全国量值传递体系示意图,图

2-2是量块传递系统示意图。

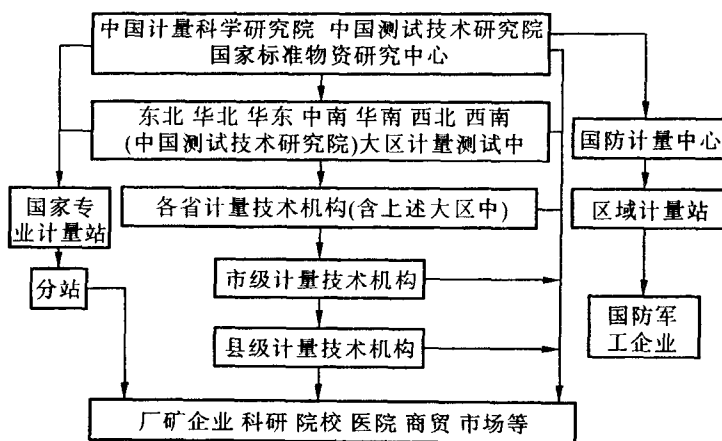


图 2-1 全国量值传递体系示意图

在国际范围内,量值传递工作由国际计量局组织进行,对各国的国家计量基准进行检定,以保证在国际范围内量值的准确统一。

2.1.4 量块

量块是一种高精度量具,其形状是长方形六面体,如图 2-3(a)。工作时用两个相互平行的测量面之间的距离进行尺寸测量,因而又叫端面量具。量块是用不易变形、硬度高、耐磨性好的材料,经过时效、热处理等复杂工艺制成。

量块六个面中只有两个面是工作面,称之为测量面,其余四个侧面为非工作面。标称长度 ≤ 5.5 mm 的量块数码所在的一面为上测量面,相背的一面为下测量面。标称长度 > 5.5 mm 的量块,其上下测量面的规定如图 2-3(a) 所示。

自量块一个测量面上任意点到与其相对的另一测量面之间的垂直距离叫做量块(测量面上任意点)的长度,见图 2-3(b)。

自量块一个测量面上的中心点到与其相对的另一测量面之间的垂直距离叫做量块的中心长度。

刻印在量块上用以表明其与主单位(m) 之间比值的量值叫做量块长度的标称值,也称为量块的示值。

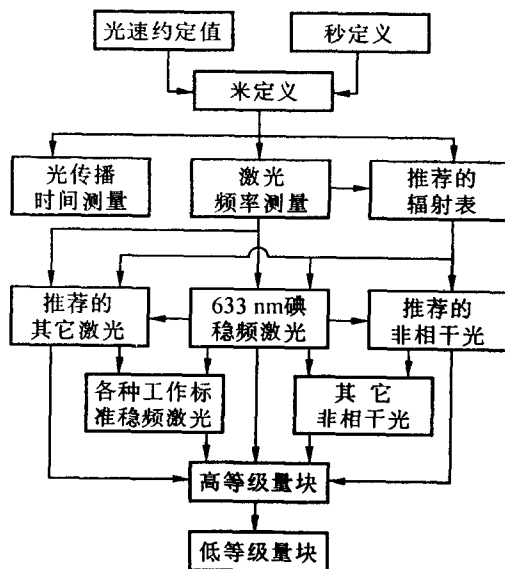


图 2-2 量块传递系统示意图

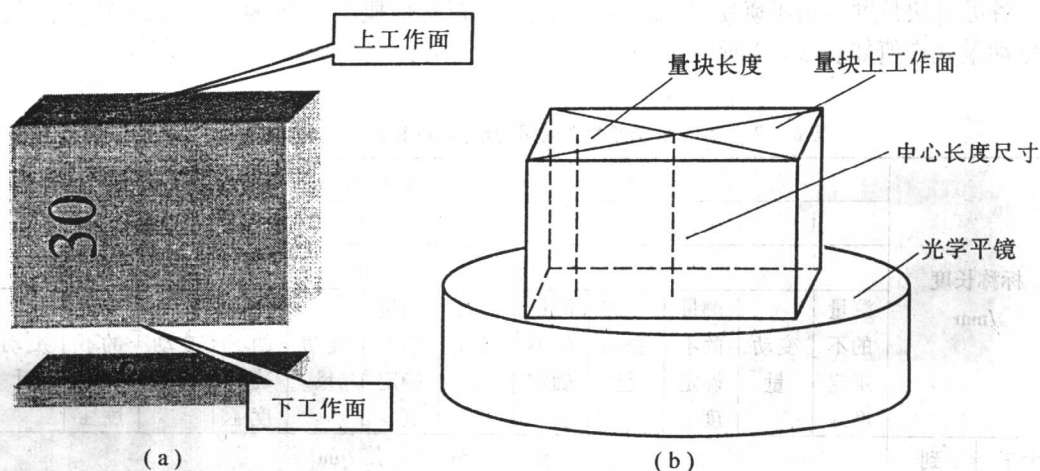


图 2-3

(a) 量块; (b) 量块长度尺寸

量块任意点中最大长度与最小长度之差叫做量块长度变动量。

量块长度的实测值与其标称值之差叫做量块的长度偏差,或简称偏差。

包容量块测量面而且距离为最小的两个平行平面之间的距离叫做量块测量面的平面度。

两个量块测量面之间,或一个量块测量面与一个玻璃(或石英)平晶的测量面之间相互能够研合的能力叫做量块的研合性。

量块的精度,按《JJG2056-90》的规定,量块按制造精度可分为00,0,k,1,2,3级。量块按检定精度可分为1,2,3,4,5,6等。按级使用时用其标称尺寸。按等使用时用其实际尺寸。

各级量块对标称长度的偏差和长度变动量允许值如表2-1所示。

表 2-1 各级量块对标称长度的偏差和长度变动量允许值

标称长度 /mm		级 的 要 求											
		00		0		k		1		2		3	
		长 度											
		偏差 ±	变动 量	偏差 ±	变动 量	偏差 ±	变动 量	偏差 ±	变动 量	偏差 ±	变动 量	偏差 ±	变动 量
大于	到	允 许 值 /μm											
0.50		0.06	0.05	0.12	0.10	0.20	0.05	0.20	0.16	0.45	0.30	1.0	0.5
0.5	10												
10	25	0.07	0.05	0.14	0.10	0.30	0.05	0.30	0.16	0.60	0.30	1.2	0.5
25	50	0.10	0.06	0.20	0.10	0.40	0.06	0.40	0.18	0.80	0.30	1.6	0.55
50	75	0.12	0.06	0.25	0.12	0.50	0.06	0.50	0.18	1.00	0.35	2.0	0.55
75	100	0.14	0.07	0.30	0.12	0.60	0.07	0.60	0.20	1.20	0.35	2.5	0.60
100	150	0.20	0.08	0.40	0.14	0.80	0.08	0.80	0.20	1.60	0.40	3.0	0.65
150	200	0.25	0.09	0.50	0.16	1.00	0.09	1.00	0.25	2.00	0.40	4.0	0.70
200	250	0.30	0.10	0.60	0.16	1.20	0.10	1.20	0.25	2.40	0.45	5.0	0.75

各等量块长度测量不确定度(如无特殊说明均指置信概率为 0.99 的总不确定度)及长度变动量允许值如表 2-2 所示。

表 2-2 各等量块长度测量不确定度及长度变动量允许值

标称长度 /mm		等 的 要 求											
		1		2		3		4		5		6	
		长 度											
		测量的不 确定度 ±	变动 量	测量的不 确定度 ±	变动 量	测量的不 确定度 ±	变动 量	测量的不 确定度 ±	变动 量	测量的不 确定度 ±	变动 量	测量的不 确定度 ±	变动 量
大于	到	允 许 值 /μm											
0.5		0.02	0.05	0.06	0.10	0.11	0.16	0.22	0.30	0.6	0.50	2.1	0.5
0.5	10												
10	25	0.02	0.05	0.07	0.10	0.12	0.16	0.25	0.30	0.6	0.50	2.3	0.50
25	50	0.03	0.06	0.08	0.10	0.15	0.18	0.30	0.30	0.8	0.55	2.6	0.55
50	75	0.03	0.06	0.09	0.12	0.18	0.18	0.35	0.35	0.9	0.55	2.9	0.55
75	100	0.04	0.07	0.10	0.12	0.20	0.20	0.40	0.35	1.0	0.60	3.2	0.60
100	150	0.05	0.08	0.12	0.14	0.25	0.20	0.50	0.40	1.2	0.65	3.8	0.65
150	200	0.06	0.09	0.15	0.16	0.30	0.25	0.60	0.40	1.5	0.70	4.4	0.70
200	250	0.07	0.10	0.18	0.16	0.35	0.25	0.70	0.45	1.8	0.75	5.0	0.75

利用量块的研合性,可以将不同尺寸的几个量块研合到一起组成需要的尺寸使用。为了满足各种尺寸测量的需要,量块是成套生产,各套量块的块数及标称见有关文献。例如可在 91 块组中选择 1.005, 1.42, 6.5, 40 四块量块研合到一起组成 48.925 的尺寸供测量使用。组合时不要超过四块。

2.1.5 溯源性

“计量”的特征之一是其所测得的量值具有溯源性。所谓溯源性是指通过具有给定不确定度的连续的比较链(连续的比较链称为溯源链)使测量结果,或标准的量值能够与有关的测量标准,通常是国家标准乃至国际测量标准联系起来的特征。

由量块传递系统示意图 2-2 中可以看出,低等级量块的量值由高等级的量块进行量值传递,因此低等级量块量值可以依次溯源到最高等级量块上。而高等级的量块(通常指 1 等和 2 等量块)是用光波波长作为标准,通过干涉仪直接测量,即高等级量块的量值可以溯源到干涉测量所用的光波波长。

量值传递是自上而下逐级传递。传递网络是政府建立的,有一种强制性的含义。强调的是对计量器具的检定或校准。体现了“器具”管理的特点。而量值溯源是自下而上的自发行为,由于比较链的存在可以越级,也可以逐级,强调的是“数据”的溯源,体现了“数据”管理的特点。