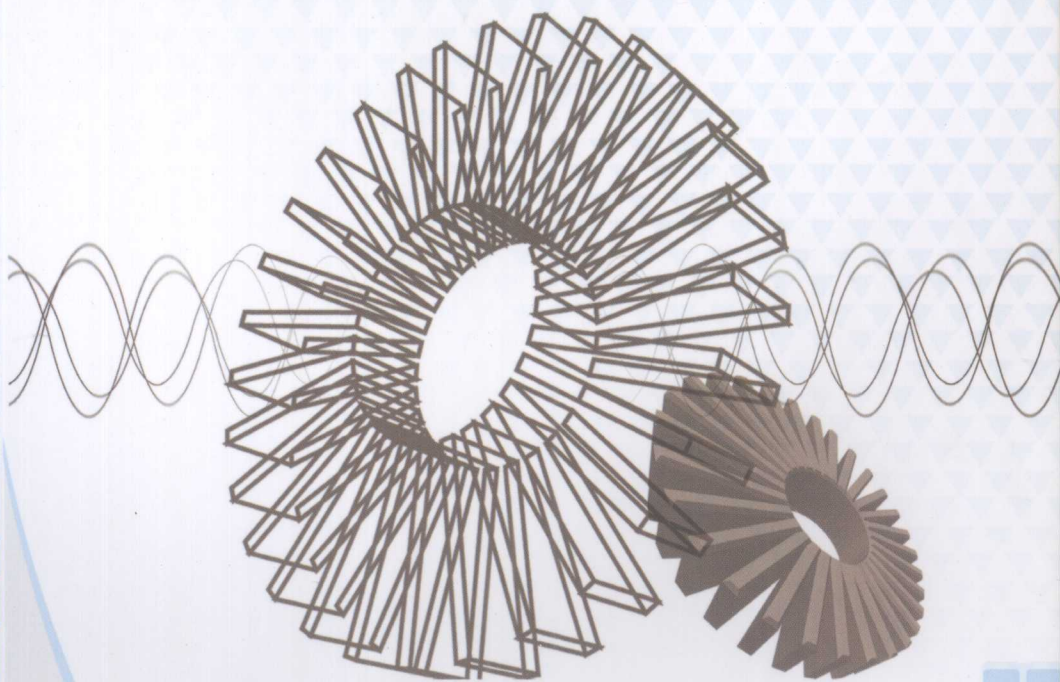




高职高专“十一五”机电一体化专业规划教材

公差配合 与技术测量

朱超 主编



高职高专“十一五”机电一体化专业规划教材

公差配合与技术测量

主 编 朱 超
副主编 屈 波
参 编 张守英 王月琴
主 审 陈洪涛

江苏工业学院图书馆
藏书章



机械工业出版社

本书主要内容包括：绪论、技术测量基础、光滑圆柱的极限与配合、形状和位置公差及其误差的检测、表面粗糙度及其检测、圆锥结合的互换性及其检测、普通螺纹的互换性及其检测、渐开线圆柱齿轮传动的互换性及其检测。

本书采用最新国家标准，侧重于基本概念的讲解和标准的应用，重点突出了尺寸、形位误差、表面粗糙度、圆锥、螺纹、齿轮的测量方法，并列举了大量的测量实例。本书可作为高职院校机械类专业教学用书，也可供机械行业工程技术人员及计量、检验人员参考。

本书配有电子教案，可供教师授课时参考。

主编 朱超
副主编 王海峰
参编 王德艳
审校 邓博

图书在版编目 (CIP) 数据

公差配合与技术测量/朱超主编. —北京: 机械工业出版社, 2008. 2

高职高专“十一五”机电一体化专业规划教材
ISBN 978-7-111-23325-1

I. 公… II. 朱… III. ①公差-配合-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. TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 006350 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: 王海峰 责任编辑: 王德艳 责任校对: 魏俊云
封面设计: 马精明 责任印制: 邓博
北京京丰印刷厂印刷
2008 年 3 月第 1 版 · 第 1 次印刷
184mm × 260mm · 12.75 印张 · 315 千字
0 001—4 000 册
标准书号: ISBN 978-7-111-23325-1
定价: 21.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
销售服务热线电话: (010) 68326294
购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643
编辑热线电话: (010) 68354423
封面防伪标均为盗版

前 言

《公差配合与技术测量》是高职高专机械类及近机械类各专业的一门重要的技术基础课程，主要包括几何量公差和误差检测两方面内容，是学习机械设计与机械制造知识的基础，是机械工程技术人员和管理人员必备的基本知识和技能。

本书是按照高等职业教学要求，结合高职教育的培养目标，吸收了部分兄弟院校的教学经验，由从事高等职业教育教学工作多年、具有丰富教学经验的教师编写而成。在编写过程中，采用了最新国家标准，力求做到基本概念和术语准确、清楚、易懂，叙述详略得当，并着重突出各种公差标准的实际应用和动手能力的培养；比较全面地介绍了尺寸、形位误差、表面粗糙度、圆锥、螺纹、齿轮的检测原理和方法。由于各院校实验条件的差异，对于一些不便在课堂上讲授的仪器的结构和使用方法在本书中没有涉及。

本书共分8章，内容包括绪论、技术测量基础、光滑圆柱的极限与配合、形状和位置公差及其误差的检测、表面粗糙度及其检测、圆锥结合的互换性及其检测、普通螺纹的互换性及其检测、渐开线圆柱齿轮传动的互换性及其检测。

本书由朱超任主编，屈波任副主编，四川工程职业技术学院陈洪涛任主审。参加本书编写的有：四川工程职业技术学院朱超（第1章、第4章、第7章）、山西机电职业技术学院王月琴（第2章、第5章）、重庆工业职业技术学院屈波（第3章、第6章）、北京工业职业技术学院张守英（第8章）。

由于编者水平有限，书中难免存在缺点和错误，敬请广大读者批评指正。

编者

目 录

前言		第5章 表面粗糙度及其检测	120
第1章 绪论	1	5.1 概述	120
1.1 本课程的内容和任务	1	5.2 表面粗糙度的评定	121
1.2 互换性概述	1	5.3 表面粗糙度的选择及其标注	126
1.3 零件的机械加工误差和几何量公差	3	5.4 表面粗糙度的检测	132
1.4 标准化与标准	3	习题与思考题	134
习题与思考题	6	第6章 圆锥结合的互换性及其检测	135
第2章 技术测量基础	7	6.1 概述	135
2.1 技术测量的基础知识	7	6.2 圆锥几何参数偏差对圆锥互换性的影响	138
2.2 长度基准与长度量值传递系统	7	6.3 圆锥公差	139
2.3 计量器具与测量方法	13	6.4 锥度与锥角的测量	144
2.4 测量误差及数据处理	19	习题与思考题	146
2.5 计量器具检定与维护	27	第7章 普通螺纹的互换性及其检测	147
习题与思考题	27	7.1 概述	147
第3章 光滑圆柱的极限与配合	29	7.2 螺纹几何参数对互换性的影响	150
3.1 概述	29	7.3 普通螺纹的公差与配合	153
3.2 极限与配合的基本术语和定义	29	7.4 螺纹的测量	160
3.3 极限与配合国家标准	35	习题与思考题	169
3.4 国标规定的公差带与配合和未注公差	45	第8章 渐开线圆柱齿轮传动的互换性及其检测	170
3.5 极限与配合的选用	48	8.1 概述	170
3.6 车间条件下孔轴尺寸的检测	56	8.2 渐开线圆柱齿轮精度的评定参数及其检测	172
习题与思考题	63	8.3 渐开线圆柱齿轮的精度结构	181
第4章 形状和位置公差及其误差的检测	64	8.4 齿轮坯的精度	190
4.1 概述	64	8.5 渐开线圆柱齿轮副的精度	193
4.2 形位公差	70	习题与思考题	199
4.3 形位误差的检测	82	参考文献	200
4.4 公差原则	104		
4.5 形状和位置公差的选用	109		
习题与思考题	116		

第1章 绪论

1.1 本课程的内容和任务

本课程是机械类各专业的一门技术基础课，主要从保证产品的质量和如何实现互换性的角度出发，围绕公差（或极限偏差）、误差（或偏差）、检测方法与计量器具这条主线，重点介绍了机械零件的尺寸公差、形位公差、表面粗糙度以及圆锥、螺纹、齿轮等典型零件的特殊公差知识，并介绍了相关误差（偏差）的检测方法与计量器具的知识。学生在学习本课程之前，应具有一定的理论知识和初步的生产知识，能识读一般的机械图样。学生学完本课程后，应初步达到：

- 1) 初步建立互换性的基本概念，熟悉有关公差配合的基本术语和定义。
- 2) 了解各种几何参数和典型零件的有关公差标准的基本内容和主要规定。
- 3) 能正确识读、标注常用的公差配合要求和典型零件的公差要求，并能准确查用有关表格。
- 4) 掌握技术测量的基本知识，会正确选择和使用生产现场的常用计量器具，能对一般几何量和典型零件进行检测。

1.2 互换性概述

1.2.1 互换性的含义

在日常生活中，人们经常会遇到使用可以相互替换的零部件的情况，如自行车上某个零件坏了，需要到维修店更换一个同样规格的零件，这里就体现了一个在产品的设计、制造、维修中广泛使用的原则——互换性。

零件的互换性是指在同一规格的一批零、部件中，可以不经选择、调整或修配，任取一件都能装配在机器上，并能达到规定的使用性能要求，零部件具有的这种性质称为互换性。

互换性是广泛用于产品设计、制造、维修的重要原则。能够保证产品具有互换性的生产，称为遵守互换性原则的生产。

1.2.2 互换性的分类

互换性按其互换程度可分为完全互换与不完全互换。

1. 完全互换

完全互换是指一批零、部件在装配前不需要选择，装配时也不需修配和调整，装配后即可满足预定的使用要求。

2. 不完全互换

当装配精度要求很高时,若采用完全互换将使零件的尺寸公差很小,加工困难,成本高,甚至无法加工,这时则可采用不完全互换法进行生产,将其制造公差适当放大,以便于加工。在完工后,再对零件进行测量并按实际尺寸大小分组,按组进行装配。这种仅是组内零件可以互换,组与组之间不可互换,叫分组互换法。分组互换既可保证装配精度与使用要求,又可降低成本。

在机器装配时,允许用补充机械加工或钳工修刮办法来获得所需的精度,称为修配法。如普通车床尾座部件中的垫板,其厚度需在装配时再进行修磨,以满足头尾座顶尖等高的要求。

在装配时,用调整的方法,改变某零件在机器中的尺寸和位置,以满足其功能要求,称为调整法。如机床导轨中的镶条,装配时可沿导轨移动方向调整其位置,以满足间隙要求。

分组互换法、修配法和调整法都属于不完全互换。不完全互换只限于部件或机构在制造厂内装配时使用。对厂际协作,往往要求完全互换。究竟采用哪种方式为宜,要由产品精度、产品复杂程度、生产规模、设备条件及技术水平等一系列因素决定。

一般大量生产和成批生产,如汽车、拖拉机厂大都采用完全互换法生产。精度要求很高,如轴承工业,常采用分组装配,即不完全互换法生产。而小批和单件生产,如矿山、冶金等重型机器业,则常采用修配法或调整法生产。

1.2.3 互换性的技术经济意义

互换性原则被广泛采用,它不仅对生产过程产生影响,对产品的设计、使用、维修等各个方面都能带来很大的方便。

1) 对设计而言,由于采用具有互换性的标准件、通用件,可使设计工作简化,缩短设计周期,并便于用计算机辅助设计。

2) 对制造而言,当零件具有互换性,可以采用分散加工、集中装配,这样有利于组织专业化协作生产,有利于使用现代化的工艺装备,组织流水线和自动线等先进的生产方式。装配时,不需辅助加工和修配,既减轻工人的劳动强度,又缩短装配周期,从而既保证了产品质量,又可以提高劳动生产率和降低成本。

3) 对使用、维修而言,当机器的零件突然损坏或按计划需要定期更换时,便可在最短时间内用备件加以替换,从而提高机器的利用率和延长机器的使用寿命。

综上所述,互换性对保证产品质量,缩短设计周期,提高制造和维修的效率具有重要的技术经济意义。互换性不仅在大批量生产中广为采用,而且随着现代生产逐步向多品种,小批量的综合生产系统方向转变,互换性也为小批生产、甚至单件生产所采用。但是应当指出,互换性原则不是在任何情况下都适用,有时零件只能采用单配才能制成或才符合经济原则,例如,模具常用修配法制造。然而,即使在这种情况下,不可避免地还要采用具有互换性的刀具、量具等工艺装备,因此,互换性仍是必须遵循的基本的技术经济原则。

1.3 零件的机械加工误差和几何量公差

1.3.1 机械加工误差

加工精度是指机械加工后，零件几何参数（尺寸、几何要素的形状和相互间的位置、轮廓的微观不平度等）的实际值与设计的理想值相一致的程度。

加工误差是指实际几何参数对其设计理想值的偏离程度，加工误差越小，加工精度越高。

机械加工误差主要有以下几类：

1) 尺寸误差：是指零件加工后的实际尺寸对理想尺寸的偏离程度。理想尺寸一般指图样上标注的最大、最小两极限尺寸的平均值。

2) 形状误差：是指加工后零件的实际表面形状对于其理想形状的差异（或偏离程度），如圆度、直线度等。

3) 位置误差：是指加工后零件的表面、轴线或对称平面之间的相互位置对于其理想位置的差异（或偏离程度），如同轴度、位置度等。

4) 表面微观不平度：是指加工后的零件表面上由较小间距和峰谷所组成的微观几何形状误差。零件表面微观不平度用表面粗糙度的评定参数值来表示。

加工误差是由工艺系统的诸多误差因素所造成的，如：加工方法的原理误差，工件装夹定位误差，夹具、刀具的制造误差与磨损，机床的制造、安装误差与磨损，切削过程中的受力、受热变形和摩擦振动，还有毛坯的几何误差及加工中的测量误差等等。

1.3.2 几何量公差

为了控制加工误差，满足零件功能要求，设计者通过零件图样，提出相应的加工精度要求，这些要求是用几何量公差的标注形式给出的。几何量公差就是实际几何参数值所允许的变动量。

相对于各类加工误差，几何量公差分为尺寸公差、形状公差、位置公差和表面粗糙度允许值及典型零件特殊几何参数的公差等。

1.4 标准化与标准

1.4.1 标准化和标准的含义

在实行互换性生产过程中，要求各分散的工厂、车间等局部生产部门和生产环节之间必须在技术上保持一定的统一性，而标准化正是实现这一要求的一项重要技术保证。

1. 标准化的含义

国家标准《标准化和有关领域的通用术语第1部分：基本术语》（GB/T 3935.1—1996）中规定，标准化的定义为：“为在一定的范围内获得最佳秩序，对实际的或潜在的问题制定共同的和重复的使用规则的活动。”实际上，标准化就是指在经济、技术、科学以及管理等

社会实践中,对重复性的事物(如产品、零件、部件)和概念(如术语、规则、方法、代号、量值),在一定范围内通过简化、优选和协调,作出统一的规定,经审批后颁布、实施,以获得最佳秩序和社会效益的全部活动过程。

2. 标准的含义

标准化的主要体现形式是标准,国家标准 GB/T 3935.1—1996 中规定,标准的定义为:“为在一定的范围内获得最佳秩序,对活动或结果规定的共同的和重复使用的规则、导则或特性文件。”标准是以科学、技术和经验的综合成果为基础,以促进最佳社会效益为目的,经有关方面协商一致而制定,由主管机构批准,以特定的形式发布,作为共同遵守的准则和依据。

1.4.2 标准的分类和分级

1. 标准的分类

标准的范围广泛,种类繁多,涉及人类生活的方方面面。

按性质不同,标准分为技术标准、生产组织标准和经济管理标准三类。按适用程度不同,标准分为基础标准和一般标准两类。本课程研究的公差与配合、表面粗糙度、术语、公差与配合、表面粗糙度、术语、计量单位、优先数系等标准属于基础标准。

涉及人身安全、健康、卫生及环境保护等的标准属于强制性标准,其代号为“GB”,强制性标准颁布后,必须严格执行;其余标准属于推荐性标准,其代号为“GB/T”。

2. 标准的分级

按制定的范围不同,标准分为国际标准、国家标准、地方标准、行业标准和企业标准五个级别。在国际范围内制定的标准称为国际标准,用“ISO”、“IEC”等表示。在全国范围内统一制定的标准称为国家标准,用“GB”表示。对于没有国家标准而又需要在某个行业范围内统一的技术要求,可制定行业标准,如机械标准(JB)等;对于既没有国家标准又没有行业标准而又需要在某个范围内统一的技术要求,可制定地方标准或企业标准,分别用“DB”、“QB”表示。

世界各国的经济发展过程表明,标准化是实现现代化的一个重要手段,标准化也是联系科研、设计、生产和使用的纽带,是发展贸易、提高产品在国际市场上竞争力的技术保证。加入“WTO”以后,为加强和扩大我国与国际先进工业国家的技术交流和国际贸易,我国对标准化工作也更加重视,不断以国际标准为基础,制定新的标准,并逐步向国际标准靠拢。

1.4.3 优先数和优先数系

在产品的设计或生产中,各种参数的简化、协调和统一,是标准化的一项重要工作内容。

在进行机械产品设计时,需要确定许多技术参数,当选定一个数值作为某产品的参数指标后,这个数值就会按照一定的规律向一切相关的制品、材料等的有关参数指标传播扩散。

例如螺栓的尺寸确定后,就将影响螺母、丝锥、板牙等的尺寸,进一步还会传递给加工螺栓孔的钻头的尺寸,这种技术参数的传播,在实际生产中非常普遍,并且跨越行业和部门的界限。如果没有一个统一的标准,必然导致各种参数的规格繁多杂乱,给组织生产、协作配套及使用、维修等带来很大的困难,因此,对各种技术参数,必须从全局出发,协调一致。

优先数系是国际上统一的数值分级制度，是一种无量纲的分级数系，适用于各种量值的分级，就是对各种技术参数的数值进行协调、简化和统一的一种科学的数值标准。GB/T 321—2005《优先数和优先数系》就是其中的一个重要标准。在确定机械产品的技术参数时，应尽可能地选用该标准中的数值。

国家标准 GB/T 321—2005 规定了五个不同公比的十进制近似等比数列，作为优先数系。各数列分别用 R5、R10、R20、R40 和 R80 表示，依次称为 R5 系列、R10 系列、R20 系列、R40 系列和 R80 系列，前 4 个系列是基本系列，是常用的系列；R80 系列为补充系列，仅在参数分级很细或者基本系列中的优先数不能适应实际情况时才可采用。它们的公比分别是：

R5 系列 公比为 $q_5 = \sqrt[5]{10} \approx 1.6$

R10 系列 公比为 $q_{10} = \sqrt[10]{10} \approx 1.25$

R20 系列 公比为 $q_{20} = \sqrt[20]{10} \approx 1.12$

R40 系列 公比为 $q_{40} = \sqrt[40]{10} \approx 1.06$

R80 系列 公比为 $q_{80} = \sqrt[80]{10} \approx 1.03$

可见，优先数系的 5 个数列的公比都是无理数，不便于应用在实际工程中，实际工程中均采用理论公比经圆整后的近似值。根据圆整的精确程度，可分为计算值和常用值，计算值是对理论值取 5 位有效数字的近似值，在作参数系列的精确计算时可以代替理论值；常用值是经常使用的通常所称的优先数，取 3 位有效数字。优先数基本系列见表 1-1。

表 1-1 基本系列

基本系列(常用值)				序号	理论值		基本系列和计算值间的相对误差/%
R5	R10	R20	R40		对数尾数	计算值	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1.00	1.00	1.00	1.00	0	000	1.0000	0
			1.06	1	025	1.0593	-0.07
			1.12	2	050	1.1220	-0.18
			1.18	3	075	1.1885	-0.71
1.60	1.25	1.25	1.25	4	100	1.2589	-0.71
			1.32	5	125	1.3335	-1.01
			1.40	6	150	1.4125	-0.88
			1.50	7	175	1.4962	-0.25
			1.60	8	200	1.5849	+0.95
			1.70	9	225	1.6788	+1.26
			1.80	10	250	1.7783	+1.22
2.50	2.00	2.00	1.90	11	275	1.8836	-0.87
			2.00	12	300	1.9953	+0.24
			2.12	13	325	2.1135	+0.31
			2.24	14	350	2.2387	+0.06
			2.36	15	375	2.3714	-0.48
			2.50	16	400	2.5119	-0.47
2.50	2.50	2.50	2.65	17	425	2.6607	-0.40
			2.80	18	450	2.8184	-0.65

(续)

基本系列(常用值)				序号	理论值		基本系列和计算值 间的相对误差/%
R5	R10	R20	R40		对数尾数	计算值	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
			3.00	19	475	2.9854	-0.49
	3.15	3.15	3.15	20	500	3.1623	-0.39
			3.35	21	525	3.3497	-0.01
		3.55	3.55	22	550	3.5481	-0.05
			3.75	23	575	3.7584	-0.22
4.00	4.00	4.00	4.00	24	600	3.9811	+0.47
			4.25	25	625	4.2170	+0.78
		4.50	4.50	26	650	4.4668	+0.74
			4.75	27	675	4.7315	-0.39
	5.00	5.00	5.00	28	700	5.0119	-0.24
			5.30	29	725	5.3088	-0.17
		5.60	5.60	30	750	5.6234	-0.42
			6.00	31	775	5.9566	+0.73
6.30	6.30	6.30	6.30	32	800	6.3096	-0.15
			6.70	33	825	6.6834	+0.25
		7.10	7.10	34	850	7.0795	-0.29
			7.50	35	875	7.4989	-0.01
	8.00	8.00	8.00	36	900	7.9433	-0.71
			8.50	37	925	8.4140	-1.02
		9.00	9.00	38	950	8.9125	-0.98
			9.50	39	975	9.4406	-0.63
10.00	10.00	10.00	10.00	40	000	10.0000	0

习题与思考题

- 1-1 简述完全互换与不完全互换的区别,二者各应用于何种场合?
- 1-2 什么是优先数和优先数系?主要优点是什么?R10, R20系列各表示什么意义?
- 1-3 简述加工精度、加工误差、公差的概念。
- 1-4 简述加工误差、公差、互换性三者的关系是什么?

第2章 技术测量基础

2.1 技术测量的基础知识

在工业生产中,规定公差是为了实现互换性,而要保证互换性的实现还需要在加工过程中对所加工的零件进行正确的测量或检验。

测量是指为确定被测几何量的量值而进行的实验过程,其实质就是将被测几何量与作为计量单位的标准量进行比较,从而确定两者比值的过程。

测量过程中除被测量对象和测量单位外,还需采用一定的测量方法(包括测量器具),而且还要对测量结果作出精确程度的判断,因为不知道测量结果可靠程度的测量值是没有意义的,所以任何一个测量过程都包含四个基本要素:测量对象、测量单位、测量方法和测量精确度。

检验是指为确定零件的实际几何参数是否在规定的极限范围内,从而作出合格与否的判断,不一定得出具体的量值。如用光滑极限量规检验零件,检验的特点是不能测得被测量对象的实际量值,只能确定被测量对象的量值是否在两极限尺寸之间。显然,检验是具有测量(或计量)和验收的双重意义。

检定是由于测量器具(或称计量器具)和标准件存在误差,因而需要对它们用高精度的计量器具按照国家规定的检定规程定期进行检验并给出校正值的一种方法。例如:检定长度仪、量块和标准件等,给出它们的校正值。

测量技术包括测量和检验。对测量技术的基本要求是:合理地选用计量器具与测量方法,保证一定的测量精度,具有高的测量效率、低的测量成本,通过测量分析零件的加工工艺,积极采取预防措施,避免废品的产生。

2.2 长度基准与长度量值传递系统

2.2.1 长度基准及其演变

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。在我国法定计量单位制中长度的基本单位是米(m)。机械图样上是以毫米(mm)为计量单位,精密计量中常用微米(μm)为计量单位。

基准米(m)的建立,经历了多次变迁。最初,米的含义是1889年第1届国际计量大会决定以经过巴黎附近的地球子午线的 4×10^{-8} 的长度定义的,并且用尺寸稳定、耐磨性好的铂铱合金,制成了刚性好、结构稳定的基准米尺,也叫米原器。为了保证国际米尺互换,以保存在巴黎的国际基准米尺作为基准,世界各主要工业国按米原器复制了副尺,定期地与基准米原器核对,作为本国的长度基准。

由于金属内部的不稳定性等原因,国际基准米尺也非绝对可靠。此外,各国周期性的校对米原尺,往返也很麻烦,于是,1960年第11届国际计量大会通过了采用波长稳定的氪86(Kr^{86})原子波长 λ 作基准,即

$$1\text{m} = 1650763.73\lambda$$

随着科学技术的不断发展,认为用氪86原子波长作为长度基准,其精度仍受到一定的限制,1983年第17届国际计量大会审议并批准了米的新定义:“1米是光在真空中在 $1/299792458$ 秒的时间间隔内所行程的长度”,同时还废除氪86原子波长作为长度基准的米定义。

米的定义主要是采用稳频激光来复现。以稳频激光的波长作为长度基准有极好的稳定性和复现性,因此,不仅可以保证计量单位稳定、可靠和统一,而且使用方便,并且提高了测量精度。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。

从实物基准到光波基准是测量技术的重大发展,把长度基准建立在真空中光速的基础上,又是一个很大的进步。

2.2.2 长度量值传递系统

用光波波长作为长度基准,不便于在生产中直接应用,为了保证长度量值的准确、统一,就必须把复现的长度基准量值逐级准确地传递到生产中所应用的计量器具和工件上去。我国量值传递系统的最高管理机构是国家计量局,它管理着全国的计量工作、制定检定规程、检定标准量值等。省、市、地和县也分别设有标准计量管理机构,负责本地区量值的传递。

我国长度量值传递系统,如图2-1所示。长度量值的传递是从国家基准波长开始,分两个平行的系统向下传递,一个是端面量具(量块)系统,另一个是线纹量具(线纹尺)系统。因此,量块和线纹尺都是量值的传递媒介,因线纹尺一般安装在各种精密仪器内部,在生产的实际应用中,量块的应用更加广泛。

2.2.3 量块的基本知识

量块又叫块规,是长度尺寸传递的实物标准之一,是无刻度的端面量具,广泛用于量具、量仪的校准与检定以及精密机床及设备的调整和精密工件的测量。

1. 量块的材料、形状、尺寸

量块是用铬锰合金钢制成的,线膨胀系数小,性能稳定,不易变形且耐磨性好。

量块的形状为长方形正六面体结构,如图2-2所示。六个平面中有两个相互平行的测量面四个非测量面,测量面极为光滑平整,两测量面之间具有精确的尺寸。

有关量块的尺寸术语,参看图2-2。件1为量块,件2为与量块相研合的辅助体(平晶,平台等),所标各种符号为与量块有关的长度和偏差。有关术语如下:

- 1) 量块(测量面上任意点)的长度:是指自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,用符号 L_i 表示。
- 2) 量块的中心长度:是指量块一个测量面的中心到与其相对的另一测量面之间的垂直距离,用符号 L 表示。
- 3) 量块的标称长度:是指两相互平行的测量面之间的距离,即量块的工作长度,用符

号 l 表示。标称尺寸小于 10mm 的量块，其截面尺寸为 30mm × 9mm；标称尺寸大于 10mm 至 1000mm 的量块，其截面尺寸为 35mm × 9mm。

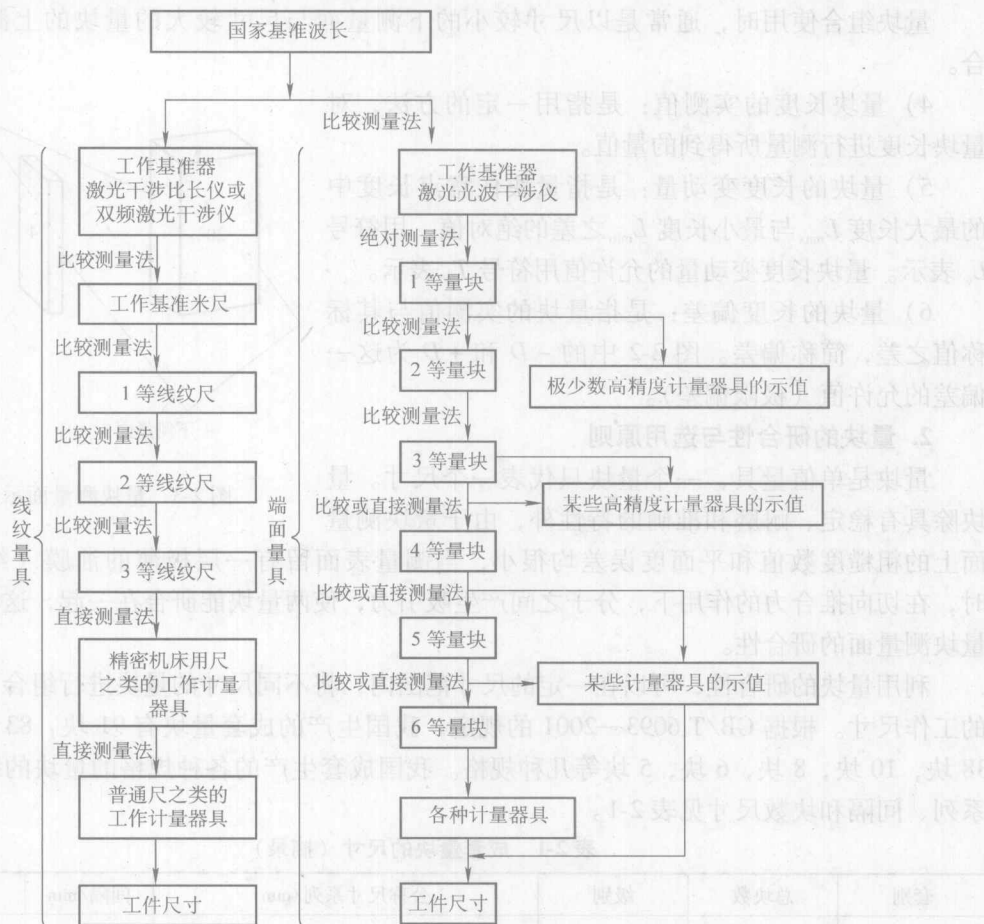


图 2-1 长度量值传递系统

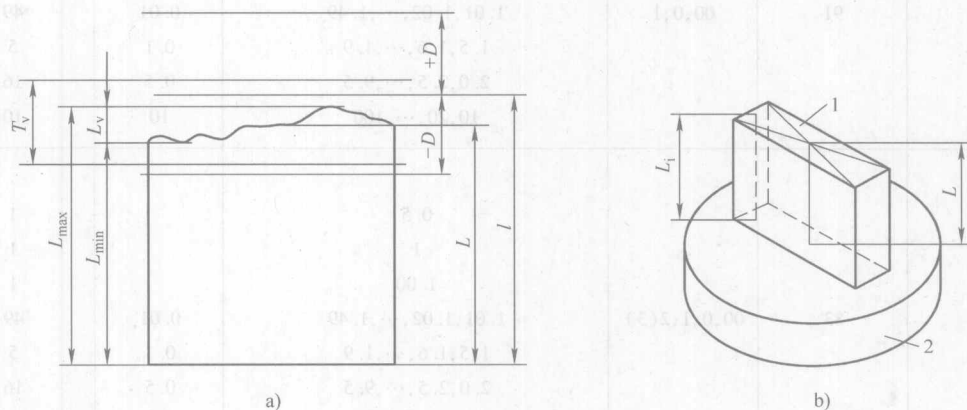


图 2-2 量块及有关量块长度和偏差

当量块的标称尺寸 $l < 6\text{mm}$ 时, 刻有数字的表面为上测量面; 当量块尺寸 $l \geq 6\text{mm}$ 时, 刻有数字的表面的右侧面为上测量面, 相对的另一面为下测量面, 如图 2-3 所示。

量块组合使用时, 通常是以尺寸较小的下测量面与尺寸较大的量块的上测量面相研合。

4) 量块长度的实测值: 是指用一定的方法, 对量块长度进行测量所得到的量值。

5) 量块的长度变动量: 是指量块任意点长度中的最大长度 L_{\max} 与最小长度 L_{\min} 之差的绝对值, 用符号 L_v 表示。量块长度变动量的允许值用符号 T_v 表示。

6) 量块的长度偏差: 是指量块的实测值与其标称值之差, 简称偏差。图 2-2 中的 $-D$ 和 $+D$ 为这一偏差的允许值 (极限偏差)。

2. 量块的研合性与选用原则

量块是单值量具, 一个量块只代表一个尺寸。量块除具有稳定、耐磨和准确的特性外, 由于量块测量面上的粗糙度数值和平面度误差均很小, 当测量表面留有一层极薄的油膜 (约 $0.02\mu\text{m}$) 时, 在切向推合力的作用下, 分子之间产生吸引力, 使两量块能研合在一起, 这种现象称为量块测量面的研合性。

利用量块的研合性, 可以在一定的尺寸范围内, 将不同尺寸的量块进行组合而形成所需的工作尺寸。根据 GB/T 6093—2001 的规定, 我国生产的成套量块有 91 块, 83 块, 46 块, 38 块, 10 块, 8 块, 6 块, 5 块等几种规格。我国成套生产的各种规格的量块的级别、尺寸系列、间隔和块数尺寸见表 2-1。

表 2-1 成套量块的尺寸 (摘录)

套别	总块数	级别	公称尺寸系列/mm	间隔/mm	块数
1	91	00,0,1	0.5	0.001 0.01 0.1 0.5 10	1
			1		1
			0.001, 1.002, ..., 1.009		9
			1.01, 1.02, ..., 1.49		49
			1.5, 1.6, ..., 1.9		5
			2.0, 2.5, ..., 9.5		16
			10, 20, ..., 100		10
2	83	00,0,1,2(3)	0.5	0.01 0.1 0.5 10	1
			1		1
			1.00		1
			1.01, 1.02, ..., 1.49		49
			1.5, 1.6, ..., 1.9		5
			2.0, 2.5, ..., 9.5		16
			10, 20, ..., 100		10

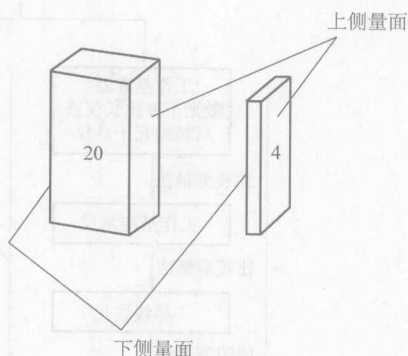


图 2-3 量块测量面示意图

(续)

套别	总块数	级别	公称尺寸系列/mm	间隔/mm	块数
			1		1
			1.005		1
3	38	0,1,2(3)	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	10	00, 0, 1	1, 1.001, ..., 1.009	0.001	10
5	10	00, 0, 1	0.991, 0.992, ..., 1	0.001	10

量块在组合尺寸时，为减少量块的累积误差，应力求用最少的块数，通常不应多于4~5块。为了迅速选择量块，应从所给尺寸的最后一位数字开始考虑，每选取一块应使尺寸的倍数减少一位，逐一选取。例如，从91块一套的量块中选取组成38.935mm的尺寸，其结果为1.005mm、1.43mm、6.5mm、30mm等四块量块。

为了扩大量块的应用范围，可采用量块附件，量块附件中主要有夹持器和各种量爪。量块及附件装配后，可用于测量外径、内径或精密切线，如图2-4所示。

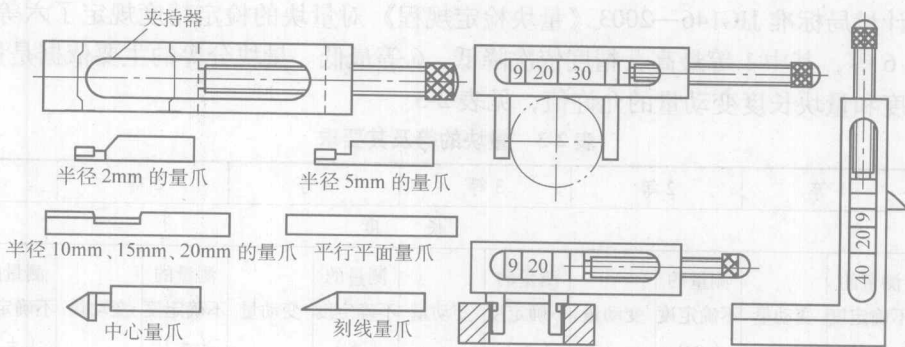


图2-4 量块附件

3. 量块的精度等级

为了满足不同应用场合的需要，我国的标准对量块规定了若干精度等级。

标准 GB/T6093—2001 对量块的制造精度规定了五级即：00级、0级、1级、2级、(3)级，其中00级的精度最高，依次降低，(3)级最低。(3)级根据定货提供，此外还规定了校准级——K级。量块分“级”的主要依据是量块长度的制造极限偏差和长度变动量允许值，见表2-2。

表 2-2 量块的级及其要求

标称长度 /mm		00 级		0 级		1 级		2 级		3 级		校准级 K	
		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	至	允许值/ μm											
—	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
150	200	0.25	0.09	0.50	0.16	1.00	0.25	2.00	0.40	4.0	0.70	1.00	0.09
200	250	0.30	0.10	0.60	0.16	1.20	0.25	2.40	0.45	5.0	0.75	1.20	0.10
250	300	0.35	0.10	0.70	0.18	1.40	0.25	2.80	0.50	6.0	0.80	1.40	0.10
300	400	0.45	0.12	0.90	0.20	1.80	0.30	3.60	0.50	7.0	0.90	1.80	0.12
400	500	0.50	0.14	1.10	0.25	2.20	0.35	4.40	0.60	9.0	1.0	2.20	0.14
500	600	0.60	0.16	1.30	0.25	2.60	0.40	5.00	0.70	11.0	1.1	2.60	0.16
600	700	0.70	0.18	1.50	0.25	3.00	0.45	6.00	0.70	12.0	1.2	3.00	0.18
700	800	0.80	0.20	1.70	0.30	3.40	0.50	6.50	0.80	14.0	1.3	3.40	0.20
800	900	0.90	0.20	1.90	0.35	3.80	0.50	7.50	0.90	15.0	1.4	3.80	0.20
900	1000	1.00	0.25	2.00	0.40	4.20	0.60	8.00	1.00	17.0	1.5	4.20	0.25

国家计量局标准 JJG146—2003《量块检定规程》对量块的检定精度规定了六等：1、2、3、4、5、6等，其中1等最高，精度依次降低，6等最低。量块分等的主要依据是量块测量的不确定度和量块长度变动量的允许值，见表 2-3。

表 2-3 量块的等及其要求

标称长度 /mm		1 等		2 等		3 等		4 等		5 等		6 等	
		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	10	0.02	0.05	0.06	0.10	0.11	0.16	0.22	0.30	0.6	0.5	2.1	0.5
10	25	0.02	0.05	0.07	0.10	0.12	0.16	0.25	0.30	0.6	0.5	2.3	0.5
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	0.04	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	0.6	3.2	0.6
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	0.7	4.4	0.7
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