



新世纪应用型高等教育
机械类课程规划教材

互换性与测量技术

新世纪应用型高等教育教材编审委员会 组编

主 编 朱定见 葛为民

主 审 谢铁邦

大连理工大学出版社



新世纪应用型高等教育
机械类课程规划教材

互换性与测量技术

新世纪应用型高等教育教材编审委员会 组编

主 编 朱定见 葛为民
副主编 曹丽娟 张学民
主 审 谢铁邦

大连理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

互换性与测量技术 / 朱定见, 葛为民主编. — 大连:
大连理工大学出版社, 2010. 1
新世纪应用型高等教育机械类课程规划教材
ISBN 978-7-5611-5260-7

I. ①互… II. ①朱… ②葛… III. ①零部件—互换
性—高等学校—教材②零部件—测量—技术—高等学校—
教材 IV. ①TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 239895 号

大连理工大学出版社出版

地址:大连市软件园路 80 号 邮政编码:116023
发行:0411-84708842 邮购:0411-84703636 传真:0411-84701466
E-mail:dutp@dutp.cn URL:http://www.dutp.cn
大连美跃彩色印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸:185mm×260mm 印张:16.5 字数:380 千字
印数:1~3000
2010 年 1 月第 1 版 2010 年 1 月第 1 次印刷

责任编辑:孔泳滔 责任校对:王 哲
封面设计:张 莹

ISBN 978-7-5611-5260-7

定 价:30.00 元

前 言

《互换性与测量技术》是新世纪应用型高等教育教材编审委员会组编的机械类课程规划教材之一。

“互换性与测量技术”是高等院校机械类各专业的重要专业基础课。它包含“极限与配合”和“测量技术”两大部分内容,把标准化和计量学两个学科有机地结合在一起,与机械设计、制造和质量控制等密切相关,是机械工程技术人员和管理人员必须掌握的基本知识和技能。

在本教材的建设过程中,注重突出以下特色:

1. 采用最新的国家标准

本教材采用最新的国家标准,重点介绍其规定及应用,克服了学生所学知识落后于生产实际的弊端。

2. 突出实用性

根据目前应用型本科教学的特点和市场对应用型人才的需求,本教材对传统教学内容进行了精简,突出了实用性,注重彰显“学生易学,教师易教”的宗旨。

3. 配套教学资源丰富

本教材配套出版了《互换性与测量技术实验指导书》,既对教和学以及实验进行了详细的指导,也对每一章课后的习题进行了详细的解答。

本教材配有电子教案,如有需要可登录我们的网站下载。

本教材共分12章:绪论,测量技术基础,孔与轴的极限与配合,几何公差及其检测,表面粗糙度及其检测,普通计量器具的选择和光滑极限量规,滚动轴承的公差与配合,键和花键的公差、配合与检测,螺纹公差及检测,渐开线圆柱齿轮传动精度及检测,圆锥结合的互换性,尺寸链。

本教材由襄樊学院朱定见和常州工学院葛为民任主编,由大连水产学院曹丽娟和中国人民解放军空军第一航空学院张学民任副主编。具体编写分工为:朱定见编写第



新世纪

1 章、第 3 章、第 6 章;葛为民编写第 4 章、第 8 章、第 12 章;曹丽娟编写第 7 章、第 10 章、第 11 章;张学民编写第 2 章、第 5 章、第 9 章。本教材由华中科技大学谢铁邦教授主审。

在编写本教材的过程中,我们吸取了各院校教师多年的教学经验,充分了解了机械类各专业课程对教材的要求,把教学重点放在专业课和生产一线的结合上,注重掌握标准标注方法与通用量具的测量。考虑到各院校对本课程教学内容改革情况的不同,本教材为扩大适用面,所编内容较全,各院校在使用时可根据具体情况进行取舍。本教材可作为高等院校机械类各专业的教材,也可供有关技术人员自学使用。

本教材在策划、编写及出版过程中,参考并引用了相关技术文献和资料,在此,对有关单位和专家一并表示衷心的感谢!恳请使用本教材的广大师生对其中的疏漏之处予以关注,并将意见和建议反馈给我们,以便及时修订完善。

所有意见和建议请发往:gzjckfb@163.com

欢迎访问我们的网站:<http://www.dutpgz.cn>

联系电话:0411-84707492 84706104

编 者

2010 年 1 月



第 1 章 绪 论	1
1.1 互换性概述	1
1.2 标准化和优先数系	3
1.3 加工误差和公差	5
1.4 课程任务及教学目标	6
习 题	7
第 2 章 测量技术基础	8
2.1 概 述	8
2.2 计量器具和测量方法	12
2.3 测量误差与数据处理	17
习 题	23
第 3 章 孔与轴的极限与配合	25
3.1 极限与配合的基本术语	25
3.2 标准公差系列	31
3.3 基本偏差系列	35
3.4 一般、常用和优先使用的公差带与配合的标准化	44
3.5 极限与配合的选用	46
3.6 一般公差 线性尺寸的未注公差	56
习 题	57
第 4 章 几何公差及其检测	59
4.1 概 述	59
4.2 几何公差的标注	61
4.3 形状误差及公差	67
4.4 方向误差及公差	72
4.5 位置误差及公差	78
4.6 跳动误差及公差	82
4.7 公差原则	85
4.8 几何公差的选择	96
4.9 几何误差的检测	106
习 题	114

第 5 章 表面粗糙度及其检测	118
5.1 表面粗糙度的基本概念	118
5.2 表面粗糙度的评定	119
5.3 表面粗糙度的选用	124
5.4 表面粗糙度的符号、代号及其注法.....	129
5.5 表面粗糙度的检测	138
习 题.....	141
第 6 章 普通计量器具的选择和光滑极限量规	143
6.1 普通计量器具的选择	143
6.2 光滑极限量规的相关知识	148
6.3 泰勒原则	150
6.4 量规公差带	151
6.5 工作量规的设计	153
习 题.....	155
第 7 章 滚动轴承的公差与配合	156
7.1 滚动轴承的公差等级	157
7.2 滚动轴承内径和外径的公差带及其特点	157
7.3 滚动轴承与轴和外壳孔的配合及其选择	159
7.4 配合表面的相关技术要求	163
7.5 应用示例	165
习 题.....	166
第 8 章 键和花键的公差、配合与检测	168
8.1 概 述	168
8.2 平键连接的公差配合与检测	169
8.3 花键连接的公差配合与检测	173
习 题.....	178
第 9 章 螺纹公差及检测	179
9.1 普通螺纹的基本牙型和主要几何参数	179
9.2 普通螺纹几何参数误差对互换性的影响	182
9.3 普通螺纹的公差与配合	185
9.4 普通螺纹的检测	192
习 题.....	195
第 10 章 渐开线圆柱齿轮传动精度及检测	196
10.1 概 述.....	196
10.2 齿轮的精度评定指标及检测.....	199

10.3 齿轮副和齿坯精度评定指标·····	208
10.4 渐开线圆柱齿轮精度标准及渐开线圆柱齿轮精度设计·····	213
习 题·····	222
第 11 章 圆锥结合的互换性 ·····	223
11.1 概 述·····	223
11.2 锥度、锥角系列与圆锥公差 ·····	225
11.3 圆锥配合·····	231
11.4 锥度与锥角的测量·····	233
习 题·····	236
第 12 章 尺寸链 ·····	237
12.1 概 述·····	237
12.3 概率法(大数法)计算尺寸链·····	247
习 题·····	251
附 录 ·····	253
参考文献 ·····	256

第 1 章

绪 论

● 学习目的及要求 ●

- ✦ 掌握互换性的概念、分类及互换性在设计、制造、使用和维修等方面的重要作用
- ✦ 掌握互换性与公差、检测的关系
- ✦ 理解标准化与标准的概念及其重要性
- ✦ 了解优先数系和优先数的概念及其特点

1.1 互换性概述

不论如何复杂的机械产品,都是由大量的通用与标准零部件和少数专用零部件所组成的,这些通用与标准零部件可以由不同的专业化厂家来制造,这样,产品生产厂家只需生产少量的专用零部件,其他零部件则由专门的标准件厂家制造及提供。产品生产厂家不仅可以大大减少生产费用,还可以缩短生产周期,及时满足市场与用户的需要。

现代化生产是按专业化、协作化组织生产的,这就提出了一个如何保证互换性的问题。在人们的日常生活中,有大量现象涉及互换性,例如机器或仪器上掉了一个螺钉,按相同的规格换一个就行了;灯泡坏了,同样换个新的就行了;汽车、拖拉机乃至自行车、缝纫机、手表中某个零件磨损了,也可以换上一个新的,便能满足使用要求。之所以这样方便,是因为这些产品都是按互换性原则组织生产的,产品零件都具有互换性。

1.1.1 互换性的基本概念

机械制造中的互换性是指在制成的同一规格的一批零部件中,任取其一,无须任何挑选或附加修配或再调整,就可装到机器(或部件)上,并能保证满足机械产品的使用性能要求的一种特性。具有上述要求的零部件称为具有互换性的零部件。

组成现代技术装置和日用机电产品的各种零件,如电灯、齿轮、轴承、一批规格为 M10-6H 的螺母与 M10-6g 螺栓的自由旋合等都是按照互换性原则生产的。

1.1.2 互换性的分类

1. 按互换程度分类

完全互换(绝对互换):是指在同一规格的一批零部件中,任取其一,无须任何选择、修

配或调整,就能装在机器上,并且满足产品的使用要求的互换性。

不完全互换(相对互换或有限互换):是指先扩大公差以便加工,然后将加工好的零件,根据实测尺寸的大小,把相配合的零件分为若干组,使每组内的尺寸差别比较小,然后再按相应组进行装配,使同一组内零件有互换性,而组与组之间不能互换,以满足其使用要求的互换性。简而言之,不完全互换就是因特殊原因,只允许零件在一定范围内互换。

当装配精度要求较高时,如果采用完全互换,将使零件的加工精度要求提高、使得加工困难、成本增高。这时可适当降低零件制造精度,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,使每组内的尺寸差别比较小。例如:

$\phi 50^{+0.039}_{0}$ mm:孔分为 $\phi 50 \sim \phi 50.013$ mm, $\phi 50.013 \sim \phi 50.026$ mm, $\phi 50.026 \sim \phi 50.039$ mm;
 $\phi 50^{-0.02}_{-0.05}$ mm:轴分为 $\phi 49.95 \sim \phi 49.96$ mm, $\phi 49.96 \sim \phi 49.97$ mm, $\phi 49.97 \sim \phi 49.98$ mm。

然后将大孔与大轴,小孔与小轴配合,即零件的互换范围限制在同一分组内。

此外,不完全互换还有修配法和调整法,主要适用于小批量和单件生产。

当使用要求与制造水平、经济效益没有矛盾时采用完全互换,反之采用不完全互换。

2. 标准部件或构件的分类

对标准部件或构件来说,互换性又分为外互换与内互换。

外互换是指部件或构件与其装配件之间的互换性,例如,滚动轴承内圈内径与轴的配合,外圈外径与孔的配合。

内互换是指部件或构件内部组成零件之间的互换性,例如,滚动轴承的外圈内滚道、内圈外滚道与滚动体的装配。

为方便起见,滚动轴承的外互换采用完全互换;而其内互换则因其组成零件的精度要求高,加工困难,故采用分组装配,为不完全互换。一般地说,不完全互换只用于部件或构件的制造厂内部的装配,至于厂外协作,即使产量不大,往往也要求完全互换。

1.1.3 互换性在机械制造业中的重要作用

互换性在机械制造中的重要作用主要有以下几个方面:

1. 设计方面

在设计方面,按互换性进行设计可充分利用前人的经验,有利于最大限度地采用通用件和标准件,大大减少了绘图和计算等工作量,缩短了设计周期;有利于产品多样化和便于计算机辅助设计 CAD,这对发展系列产品十分重要。

2. 制造方面

在制造方面,互换性原则是组织专业化协作生产的重要基础,它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;有利于计算机辅助制造(CAM);有利于实现加工、装配过程的机械化、自动化,减轻工人的劳动强度;有利于提高生产效率,保证产品质量,降低生产成本。装配时,可采用流水线作业乃至自动装配。

3. 使用、维修方面

在使用、维修方面,零部件具有互换性,零件坏了,可以以新换旧,可以及时更换已经

磨损、损坏了的零部件,方便维修,减少了机器的维修时间和费用,保证机器能够连续而持久地运转,从而提高机器的利用率 and 使用寿命。

总之,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,因此互换性是现代机械制造业中一个必须普遍遵守的原则。互换性生产对我国社会主义现代化建设具有十分重要的意义,互换性原则是组织现代化生产的极为重要的技术经济原则。

1.2 标准化和优先数系

现代化工业生产的特点是规模大,协作单位多,互换性要求高,为了正确协调各生产部门和准确衔接各生产环节,必须有一种协调手段,使分散、局部的生产部门和生产环节保持必要的技术统一,成为一个有机的整体,以实现互换性生产。标准与标准化正是联系这种关系的主要途径和手段,是实现互换性的基础。

1.2.1 标准化与国家标准

1. 标准

标准一般是指技术标准,它是指对产品和工程的技术质量、规格及其检验方法等方面所作的技术规定,是从事生产、建设工作的一种共同技术依据。

2. 标准分类

(1) 按范围分类

标准按范围分为基础标准、产品标准、方法标准、安全与环境保护标准。

标准中的基础标准是指生产技术活动中最基本的、具有广泛指导意义的标准。这类标准具有最一般的共性,因而是通用性最广的标准。例如,极限与配合标准、几何公差标准、表面粗糙度标准等。

(2) 按级别分类

我国标准按级别分为国家标准(GB, GB/T)、行业标准(如 JB, JB/T 是机械行业标准)、地方标准(DB, DB/T)和企业标准(QB)。

国家标准、行业标准和地方标准又分为强制性标准和推荐性标准,我国 80% 以上的标准属于推荐性标准。

3. 标准化

标准化是指在经济、技术、科学及管理等社会实践中,对重复性事物和概念通过制定、发布和实施标准来达到统一,以获得最佳秩序和社会效益的全部活动过程。简而言之,标准化是指制定、贯彻标准的全过程,它是实现互换性的前提。

1.2.2 优先数和优先数系

1. 优先数系的概念

国家标准(GB/T 321—2005/ISO 3:1973)规定的优先数系是由公比为 q_5, q_{10}, q_{20} ,

q_{40}, q_{80} , 且项值中含有 10 的整数幂的理论等比数列导出的一组近似等比的数列。

优先数系是一种十进制的几何级数, 其公比分别为:

R5 系列 $q_5 = \sqrt[5]{10} \approx 1.6$; R10 系列 $q_{10} = \sqrt[10]{10} \approx 1.25$; R20 系列 $q_{20} = \sqrt[20]{10} \approx 1.12$; R40 系列 $q_{40} = \sqrt[40]{10} \approx 1.06$; R80 系列 $q_{80} = \sqrt[80]{10} \approx 1.03$ 。

GB/T 321—2005 与国际标准 ISO 推荐各数列分别用符号 R5, R10, R20, R40, R80 表示, 分别称为 R5, R10, R20, R40, R80 系列。其中, R5, R10, R20, R40 四个系列是优先数系中的常用系列, 称为基本系列(Basic Series), 其数值见表 1-1; R80 为补充系列(Complementary Series)。

表 1-1 优先数系的基本系列

R5	R10	R20	R40	R5	R10	R20	R40	R5	R10	R20	R40
1.00	1.00	1.00	1.00			2.24	2.24		5.00	5.00	5.00
			1.06				2.36				5.30
		1.12	1.12	2.50	2.50	2.50	2.50			5.60	5.60
			1.18				2.65				6.00
	1.25	1.25	1.25			2.80	2.80	6.30	6.30	6.30	6.30
			1.32				3.00				6.70
		1.40	1.40		3.15	3.15	3.15			7.10	7.10
			1.50				3.35				7.50
1.60	1.60	1.60	1.60			3.55	3.55		8.00	8.00	8.00
			1.70				3.75				8.50
		1.80	1.80	4.00	4.00	4.00	4.00			9.00	9.00
			1.90				4.25	10.00	10.00	10.00	10.00
	2.00	2.00	2.00			4.50	4.50				
			2.12				4.75				

派生系列是从基本系列或补充系列中, 每 p 项取值导出的系列, 以 R_r/p 表示, 比值 r/p 是 1~10, 10~100 等各个十进制数内项值的分级数。

比值 r/p 相等的派生系列具有相同的公比, 但其项值是多义的。例如, 派生系列 R10/3 的公比约等于 2, 可导出三种不同项值的系列: 1.00, 2.00, 4.00, 8.00; 1.25, 2.50, 5.00, 10.0; 1.60, 3.15, 6.30, 12.5。

优先数系中的任意一个项值称为优先数(Preferred Numbers)。

2. 优先数系的特点

按照公式计算得到的优先数的理论值, 除 10 的整数幂外, 大多为无理数, 工程技术中不宜直接使用。而实际应用的数值都是经过圆整处理后的近似值, 根据取值的有效数字位数, 优先数的近似值可以分为: 计算值(取 5 位有效数字, 供精确计算用); 常用值(优先值, 取 3 位有效数字, 是经常使用的); 圆整值(是将常用值圆整处理后所得的数值, 一般取 2 位有效数字)。

优先数系主要具有以下特点:

(1)任意相邻两项间的相对差近似不变(按理论值则相对差为恒定值)。如 R5 系列约为 60%,R10 系列约为 25%,R20 系列约为 12%,R40 系列约为 6%,R80 系列约为 3%。由表 1-1 可以明显地看出这一点。

(2)任意两项的理论值经计算后仍为一个优先数的理论值。计算包括任意两项理论值的积或商,任意一项理论值的正、负整数乘方等。

(3)优先数系具有相关性。在上一系列优先数系中隔项取值,就得到下一系列的优先数系;反之,在下一系列中插入比例中项,就得到上一系列。如在 R40 系列中隔项取值,就得到 R20 系列,在 R10 系列中隔项取值,就得到 R5 系列;又如在 R5 系列中插入比例中项,就得 R10 系列,在 R20 系列中插入比例中项,就得 R40 系列。这种相关性也可以说成:R5 系列中的项值包含在 R10 系列中,R10 系列中的项值包含在 R20 系列中,R20 系列中的项值包含在 R40 系列中,R40 系列中的项值包含在 R80 系列中。

1.3 加工误差和公差

1.3.1 加工误差和公差的概念

1. 加工误差

加工误差是指加工过程中产生的尺寸、几何形状和相互位置误差。

2. 公差

公差是指由设计人员给定的允许零件的最大误差。

1.3.2 几何量的误差与公差标准

零件在加工过程中,由于机床的振动、刀具的逐渐磨损、进给运动的不准确、装夹及受热变形等因素的影响,使制得零件的几何参数不可避免地会产生误差。如尺寸不准、直线不直、平面不平等。

1. 误差

误差是指尺寸、形状、相互位置等对理想状态的偏离量。

零件的几何量误差过大,必然会影响零件的使用功能和互换性,但实践证明,只要将这些误差控制在一定的范围内,则零件的使用性能和互换性都能得到保证。因此研究零件几何量的误差及其控制范围——公差,是零件设计与制造的一个重要内容。

2. 公差标准

公差标准是指为零件的加工制造所制定的极限与配合等技术标准。

技术标准是工程技术上的法律文件,是对产品和工程建设的质量、规格及其检验等所做的技术规定,是从事设计、加工、检验的共同技术依据。

极限与配合等标准是重要的基础标准,它是随着工业生产的发展而产生和完善的。

1.3.3 公差与检测——实现互换性的条件

1. 关于公差

若要求把一批零件的实际尺寸全部制成理论(设计)尺寸,即这些零件完全相同,则它们虽然具有互换性,但是在生产上既不可能,也没有必要。因为零件在加工过程中不可避免地会产生各种误差,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。因此,只要把零件的实际参数控制在一定的变动范围内,使零件充分相近即可。这个实际参数允许的最大变动量就是公差。即零件几何参数误差的允许范围称为公差,包括尺寸公差、形状公差、位置公差等。要使零件具有互换性,就应按“公差”制造。

2. 关于检测

对每一个零件,我们都必须根据图纸上规定的公差要求来制造。在零件的制造过程中,不同的零件公差要求各不相同:有的要求精确到 $1\text{ }\mu\text{m}$,有的要求精确到 $0.1\text{ }\mu\text{m}$,怎样来确定所加工的零件是否符合图纸上规定的公差要求呢?这就必须借助于一定的测量工具和测试技术。

在机械制造中,检测是判别产品合格与否与质量优劣的基本方法。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,以便及时调整生产,监督工艺过程,预防废品产生。因此,检测是实现互换性生产的重要保证,也是进行质量管理、监督和控制的基本手段。加工好的零件是否满足公差要求,要通过检测来判断,检测是机械制造的“眼睛”。

产品质量的提高除了依赖于设计和加工精度的提高外,更有赖于检测精度的提高。因此,合理确定公差、正确进行检测,是保证产品质量和实现互换性生产的两个必不可少的手段和条件。

在检测技术方面,我国近年来研制了不少利用激光、光栅、计算机等先进技术的高精密量仪,不少已达到世界先进水平。

1.4 课程任务及教学目标

1.4.1 课程任务

互换性与测量技术是系统介绍精度设计的一门课程,是高等学校机械类和近机类专业一门重要的专业技术基础课,是教学计划中联系设计课程与工艺课程的纽带,是从基础课学习过渡到专业课学习的桥梁。本课程由公差配合与几何量检测两部分组成。前一部分的内容主要通过课堂教学和课外作业来完成。后一部分的内容主要通过实验课来完成。本课程的主要任务是从互换性的角度出发,围绕误差与公差这两个概念研究产品使用要求与制造要求之间的矛盾,培养学生正确应用国家标准和检测方法。

学生在学完本课程后应达到下列要求:

- (1) 掌握与标准化和互换性相关的基本概念、基本理论和原则。
- (2) 熟练掌握课程中涉及的几何量公差标准的主要内容、特点和应用原则。
- (3) 初步学会根据机器和零件的功能要求,选用几何量公差与配合。
- (4) 学会查阅工具书,如设计手册、标准等,能够熟练查、用本教材中介绍的公差表格,并能正确标注图样。
- (5) 熟悉各种典型几何量的检测方法,初步学会使用常用的计量器具。
- (6) 培养公差设计及精度检测的基本能力。

1.4.2 教学目标

本课程的教学目标是:从互换性角度出发,通过系统、简练地介绍公差的有关标准、选用方法和误差检测的基本知识,使学生掌握有关精度设计和几何量检测的基础理论知识和基本技能。

1. 知识教学目标

- (1) 系统、简练地宣传、贯彻国家颁布的公差的有关标准和选用方法。
- (2) 从保证机械零件的互换性和几何精度出发,介绍测量技术的基本理论和方法。

2. 能力培养目标

- (1) 掌握有关互换性、公差、检测及标准化的概念。
- (2) 掌握极限与配合、几何公差、表面粗糙度标准的规定并能正确选用及标注。
- (3) 基本掌握常用件的互换性规定及常用检测方法。
- (4) 掌握尺寸传递的概念,理解计量器具的分类、常用度量指标、测量方法并能正确应用。
- (5) 掌握尺寸链的计算方法。

· 习 题 ·

- 1-1 什么是互换性?它在机械制造中有何重要意义?
- 1-2 按互换程度不同,互换性可分为几种?它们有何区别?各适用于什么场合?
- 1-3 什么是公差、检测和标准化?它们与互换性有何关系?
- 1-4 代号“GB T/321—2005”“JB 179—1983”和“ISO”各表示什么含义?
- 1-5 下列四组数据分别属于优先数系中的哪种系列?公比 q 分别为多少?
 - (1) 电动机转速(r/min): 375, 750, 1 500, 3 000……
 - (2) 摇臂钻床的最大钻孔直径(mm): 25, 40, 80, 100, 125……
 - (3) 机床主轴转速(r/min): 200, 250, 315, 400, 500, 630……
 - (4) 表面粗糙度(μm): 0.012, 0.025, 0.050, 0.100, 0.200……

第 2 章

测量技术基础

● 学习目的及要求 ●

- ✦ 熟悉测量的基本概念
- ✦ 理解测量方法、计量器具的分类及常用的度量指标
- ✦ 掌握测量技术的基本理论和方法

2.1 概 述

2.1.1 测量与检验

在工业生产中,测量是进行质量管理的手段,是贯彻质量标准的技术保证。机器或仪器的零部件加工后是否符合设计图样的技术要求,需要经过测量或检验方能确定。

1. 测量(Measurement)

测量是指将被测量与具有确定计量单位的标准量进行比较,从而确定被测量的量值的实验过程。设在测量中, L 为被测量, E 为计量单位, q 为测量值,则

$$L=qE \quad (2-1)$$

一个完整的几何量测量过程应包括以下四个要素:

(1) 被测对象

本课程研究的被测对象是机械几何量,包括长度、角度、形状和位置误差、表面粗糙度以及螺纹、齿轮等典型零件的几何参数等。

(2) 计量单位

在我国规定的法定计量单位中,长度单位为米(m),角度单位为弧度(rad)及度(°)、分(')、秒(")。

在机械制造中,常用的长度单位是毫米(mm);精密测量时,多采用微米(μm),超精密测量时,多采用纳米(nm)。三者的换算关系为: $1\ \mu\text{m}=10^{-3}\ \text{mm}$, $1\ \text{nm}=10^{-6}\ \text{mm}$ 。

(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称为测量方法。

(4) 测量精度

测量精度是指测量结果与被测量真值的一致程度。由于在测量过程中不可避免地存

在测量误差,误差大说明测量结果精度低,误差小说明测量结果精度高,所以不给出测量精度,测量结果就没有意义。

2. 检验(Verification)

检验是指确定被测对象是否在规定的极限范围内,从而做出合格与否的判断。检验不需要(或不能)测得被测对象的具体量值,只能判断其合格性。

2.1.2 长度计量单位和量值传递

长度计量单位是进行长度测量的统一标准。在我国法定计量单位制中,基本的长度计量单位是米(m)。

从法国在18世纪中叶给出米的最初定义开始,随着科学技术的进步,人类对米的定义也在不断发展和完善。1983年,第十七届国际计量大会规定米的定义为:“光在真空中 $1/299\,792\,458$ 秒的时间间隔内行程的长度。”

以上是在理论上米的定义,使用时,需要对米的定义进行复现。我国采用碘吸收稳定的 $0.633\,\mu\text{m}$ 氦氖激光辐射波长来复现米。

在实际应用中,不便于也没必要用光波波长作为长度基准进行测量,而是采用各种计量器具进行测量。为了保证量值统一,必须把长度基准的量值准确地传递到计量器具和被测对象上。为此,需要从组织上和技术上建立一套严密而完整的系统,即长度量值传递系统。

在组织上,我国从国务院到地方,建立了各级计量管理机构,负责其管辖范围内的计量工作和量值传递工作。

在技术上,我国的波长基准通过两个平行的系统向下传递(图2-1),即端面量具(量块)系统和刻线量具(线纹尺)系统。因此,量块和线纹尺都是量值传递的媒介,其中尤以量块的应用更广。

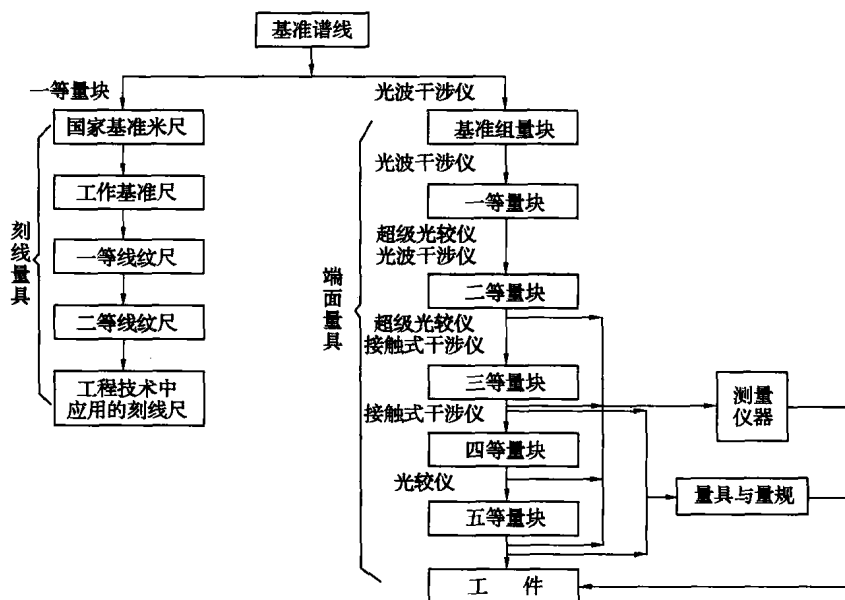


图 2-1 长度量值传递系统简图