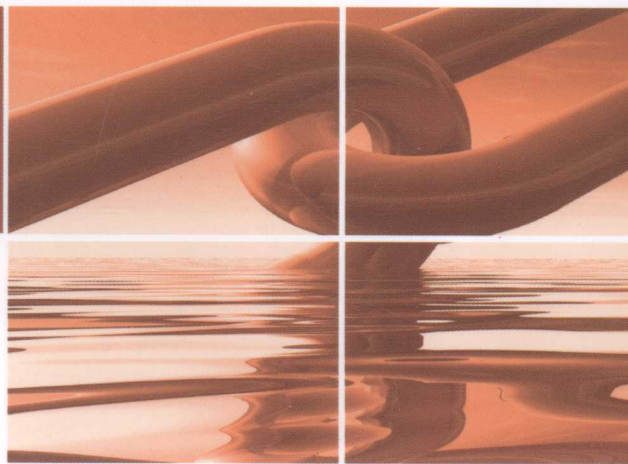


普通高等教育“十二五”规划教材
普通高等教育机电类实用型规划教材



互换性与技术测量

于雪梅 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育“十二五”规划教材
普通高等教育机电类实用型规划教材

互换性与技术测量

主 编 于雪梅

副主编 卢 龙 杜玉玲

参 编 冯立超 张淑兰 方 政

主 审 张南乔



机械工业出版社



北航

C1667872

TG801-43
54

282130810

本书是编者参考国内同类教材,结合自身教学实践,并借鉴其他院校的教学经验与成果编写而成的。

本书考虑到课程学时压缩,在内容编排上尽量做到既完整全面,又简洁实用,突出应用。全书共分七章,在讲解测量技术基础,尺寸公差与配合,几何公差与检测,表面粗糙度与检测,孔、轴检测与量规设计基础的基础上,结合常用结合件将课程所涉及的知识进行综合应用,使读者能够更好地理解、掌握和应用教材知识。

本书适用于一般高等院校机械类、近机类专业的互换性与测量技术课程,也可作为工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

互换性与技术测量/于雪梅主编:—北京:机械工业出版社,2013.8
普通高等教育“十二五”规划教材 普通高等教育机电类实用型规划教材
ISBN 978-7-111-42728-5

I. ①互… II. ①于… 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(2013)第 115430 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:余 皞 责任编辑:余 皞 陈建平 邓海平

版式设计:常天培 责任校对:卢惠英 肖 琳

封面设计:张 静 责任印制:杨 曦

北京双青印刷厂印刷

2013 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·13 印张·318 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-42728-5

定价:26.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

普通高等教育机电类实用型规划教材

编 委 会

顾 问：黄鹤汀

主 任：舒小平

副主任：吴建华 周骥平 邓海平

委 员：乔 斌 左晓明 李纪明 唐国兴

赵占西 高成冲 郭兰中 周金字

朱龙英 李 华 饶华球 韩继光

秘 书：刘小慧

序

林建政 顾坚 田实 类 申 陈育 陈 等 高 教 普

长期以来,高等教育质量观集中表现为对不同类别、不同层次的学校采取同样的标准,对不同能力趋向、不同类型的学生采取同一规格的静态评价标准。

《国家中长期教育改革和发展规划纲要》明确要求:到2020年,我国的高等教育结构应更加合理,应建立高校分类体系,实行分类管理。要引导高校合理定位,克服同质化倾向,重点扩大技能型、应用型、复合型人才培养规模。普通高等学校完全学分制的教学改革,就是在这样的背景下应对科学技术的发展和人才需求结构变化,对于本科培养模式和新的教育教学框架的积极探索。

我国从2002年进入高等教育大众化阶段,多年来,专业规划与培养目标、人才培养模式与教学手段、教育教学体系和教学大纲、理论教学与实践教学的关系无不发生着根本的改变。但是教材建设仍然保持着传统高等教育的惯性,习惯于从学科的角度和专业的高度进行教材规划与建设,追求理论体系的详细与完整,体现出体系丰满、推导详尽、内容繁多的特点;出现了随着教学大纲中计划学时的减少、教材的内容却不能明显减少的背离现象;缺少对于不同培养目标的针对性,难以与高等教育改革同步;形成目前无论是研究型、应用型,还是实用型的教育模式,往往采用的都是研究型教材的局面。

在普通高等学校实行完全学分制的教学改革中,普通高等教育机电类实用型人才培养框架没有重复形式化、表面化的模式,打破机电类本科教育的“批量生产原则”,将素质教育作为贯穿于教育全过程的根本原则,规划出基础教育课程体系、专业核心课程体系和综合素质课程体系三级教学平台和完全学分制的必修与选修课程模块,形成以个人知识结构、文化价值观、理解和解决问题能力等方面为基础的相同专业方向不同素质能力的人才培养机制。力求改变高等教育培养的人才仅被教育体制鉴定为合格的现状,实现培养的人才具有适应社会与岗位需求变化的能力,使其被工作实践认定为合格。

“普通高等教育机电类实用型规划教材”是在江苏省一般工科院校机械专业教学指导委员会指导下,基于2009年江苏省高等教育教改立项研究课题“应用型本科院校完全学分制改革的全面探索与研究”,由扬州大学机械工程学院、淮海工学院机械工程学院、淮阴工学院机械工程学院等12所江苏省属高校机械类学院共同成立“普通高等教育机电类实用型规划教材”编委会所组织编写的。首批启动了10门隶属于专业核心平台课程的教材,准备第二批启动13门隶属于综合素质平台课程的教材,基本构成了针对机电类实用型人才培养的教材体系与完全学分制下同一专业不同方向的必修与选修课程网络,反映出以人的全面发展为目标的教育思想。

普通高等教育机电类实用型规划教材,强调多门学科交融,拓宽专业视野,注重课程体系的实践性、综合性及实用性。基于专业知识体系的分析,建立的由不同结构和功

能模块组成的课程教学体系,使整个教育内容变得具有可分解、可操作和可组合性。一方面,不同层次的课程内容可以根据专业发展和学生的主体特性灵活配置;另一方面,整体结构上不同模块之间的密切相关性也保证了专业素质培养的系统性,结合不同的实践环节与综合训练,突出培养学生在工作中知识更新能力与动手解决问题的能力。

在教材编写上,突破机电类本科教材体系全、起点高、期望大和内容宽的限制,遵循教育部《国家中长期教育改革和发展规划纲要》的精神,配合实用型机电类人才培养教育教学改革,从培养目标的角度,总结完全学分制教学体制改革的经验,结合机电类不同类型人才需求的比例和知识结构,重新整理规划了培养实用型机电类人才的基本知识框架。

教材力求简明实用,面向实际,突出应用性和适用性、易读易懂、便于自学的风格,有利于培养学生掌握基本理论和应用工程方法解决实际问题的能力。

删繁就简三秋树,领异标新二月花。冲破多少年来机电类高等教育和教材的传统是有压力的。这些压力会来自于从各个不同学科体系角度审视本科教育的惯性思维和希望把每一个接受本科教育者培养成为领域专家的精英式教育方式的延续。真诚地希望随着《国家中长期教育改革和发展规划纲要》的逐步实施,普通高等教育机电类实用型人才培养的完全学分制和与之配套的规划教材在高等教育教学改革中起到应有的作用。

“普通高等教育机电类实用型规划教材”编委会主任

舒小平

书 号

11 11 11 11

前 言

随着机械制造业的发展,机械的精度设计与运动设计、强度设计一样,已经成为机械设计过程中不可缺少的、保证机械产品质量好、成本低的重要环节之一。因此,互换性与技术测量相关课程成为高等院校机电类和近机械类专业的一门极其重要的技术基础课程。它是联系机械设计课程与机械制造类课程的纽带,是从基础课学习过渡到专业学习的桥梁,是技术应用型人才、机械工程技术人员和管理人员必须掌握的基本知识与技能。

本书主要面向应用型高等院校,在保证知识体系完整的基础上不过度强调理论的深度和难度,突出应用型本科专业教育特色,切合高等院校教材建设目标,适应高等院校应用型人才培养迅速发展的趋势,着力提高大学生的学习能力、实践能力和创新能力,培养以就业市场为导向的高级应用型人才。本书内容紧凑、层次分明、条理清晰、注重基础、突出应用、脉络清晰,既便于教师授课,也便于学生自学。本书采用最新的国家标准,并对其规定和应用进行了重点介绍。同时借助于比较熟悉的典型零件,按照由浅入深、循序渐进的原则,对尺寸公差与配合、几何公差与检测、表面粗糙度与检测等教学内容进行系统讲解,实现理论与实践相互融合,使学生的综合能力得到有效提高。

本书是编者参考国内同类教材,结合自身教学实践,并借鉴其他院校的教学经验与成果编写而成的。本书适用于一般高等院校机电类、近机类专业的互换性与测量技术课程,也可作为工程技术人员的参考用书。

本书考虑到课程学时压缩,在内容编排上尽量做到既完整全面,又简洁实用,突出应用。全书共分七章,在讲解测量技术基础,尺寸公差与配合,几何公差与检测,表面粗糙度与检测,孔、轴检测与量规设计基础(第二、三、四、五、六章)的基础上,结合常用结合件将课程所涉及的知识进行综合应用(第七章),使读者能够更好地理解、掌握和应用教材知识。本书由于雪梅主编并统稿,由卢龙、杜玉玲任副主编,由冯立超、张淑兰和无锡市产品质量监督检验所的方政参与编写。本书由张南乔教授主审。

本书在编写过程中,参考并引用了相关技术文献和资料,在本书出版之际,向有关专家和单位表示由衷的谢意!

由于编者水平有限,书中的缺点、错误和不当之处在所难免,敬请读者批评指正,并提出宝贵意见。

编 者

2012年12月

目 录

序

前言

第一章 绪论	1
第一节 互换性概述	1
一、互换性的含义	1
二、互换性的分类	1
三、互换性的技术经济意义	1
第二节 零件的加工误差和公差	2
一、机械加工误差	2
二、几何量公差	3
三、测量、检验与检测	3
第三节 标准化和优先数系	3
一、标准化	3
二、优先数系	4
第四节 本课程的作用和任务	5
习题	5
第二章 测量技术基础	6
第一节 概述	6
第二节 长度基准与量值传递	7
一、长度基准	7
二、长度量值传递系统	7
三、量块	7
第三节 测量方法与计量器具	10
一、测量方法的分类	10
二、计量器具的分类	11
三、计量器具的度量指标	12
第四节 测量误差	13
一、测量误差的基本概念	13
二、测量误差产生的原因	14
三、测量误差的分类	14
四、测量精度的分类	15
第五节 各类测量误差的处理	16
一、测量列中随机误差的处理	16
二、测量列中系统误差的处理	19
三、测量列中粗大误差的处理	20
第六节 等精度测量列的数据处理	20
一、直接测量列的数据处理	20
二、间接测量列的数据处理	21

习题	23
第三章 尺寸公差与配合	24
第一节 基本术语及定义	24
一、孔和轴的定义	24
二、有关尺寸的定义	25
三、有关尺寸偏差的定义	25
四、有关尺寸公差和公差带的定义	26
五、有关配合的定义	27
第二节 尺寸公差带与配合的标准化	30
一、标准公差系列	30
二、基本偏差系列	31
三、公差与配合的标注	36
四、公差带与配合的国家标准	36
第三节 尺寸公差与配合的选择	39
一、配合制的选择	39
二、标准公差等级的选择	40
三、配合种类的选择	41
第四节 大尺寸公差带与配合	44
第五节 线性尺寸的一般公差	46
习题	46
第四章 几何公差与检测	48
第一节 几何公差的研究对象及其分类	48
第二节 几何公差的符号及标注	49
一、几何公差的几何特征项目、符号和附加符号	49
二、几何公差的标注	50
第三节 几何公差带的定义、标注及解释	55
一、几何公差带	55
二、形状公差带	55
三、基准的种类及体现	59
四、方向公差带	61
五、位置公差带	66
六、跳动公差带	69
第四节 公差原则	71
一、有关术语及定义	71
二、独立原则	73

三、包容要求	73	三、光滑极限量规的定形尺寸公差带和各项公差	112
四、最大实体要求	74	四、光滑极限量规工作部分极限尺寸的计算和各项公差确定示例	113
五、最小实体要求	77	第三节 功能量规	116
六、可逆要求	79	一、功能量规的作用和种类	116
第五节 几何公差的选择	80	二、功能量规的设计原理	116
一、几何公差特征项目的选择	81	三、功能量规工作部分的定形尺寸公差带和各项公差	118
二、几何公差值的选择	81	四、功能量规设计计算示例	120
三、公差原则的选择	83	习题	122
四、基准的选择	83	第七章 常用结合件的公差与检测	123
第六节 几何误差的评定	85	第一节 单键、花键的公差与检测	123
一、几何误差的检测原则	85	一、单键结合的公差与配合	123
二、几何误差的评定方法	85	二、单键的检测	125
习题	87	三、花键的公差与配合	126
第五章 表面粗糙度与检测	90	四、花键的检测	129
第一节 表面粗糙度的基本概念	90	第二节 普通螺纹联接的公差与检测	131
一、表面粗糙度的定义	90	一、概念	131
二、机械零件的表面粗糙度对其使用性能的影响	91	二、螺纹几何参数误差对螺纹互换性的影响	133
第二节 表面粗糙度的评定	91	三、普通螺纹的公差与配合	137
一、评定基准	92	四、螺纹的检测	141
二、评定参数	93	第三节 滚动轴承的公差与配合	144
第三节 表面粗糙度的选用	95	一、滚动轴承的精度等级	145
一、表面粗糙度参数的选用	95	二、滚动轴承内径与外径的公差带及其特点	145
二、表面粗糙度值的选用	95	三、滚动轴承与轴颈和外壳孔的配合	146
第四节 表面粗糙度的标注	97	四、滚动轴承与轴颈和外壳孔的精度设计实例	148
一、表面粗糙度的符号	97	第四节 渐开线圆柱齿轮传动精度及检测	149
二、表面粗糙度的代号及其注法	98	一、对齿轮传动的基本要求	150
三、表面粗糙度在零件图上的标注	100	二、齿轮精度评定指标及检测	151
第五节 表面粗糙度的检测	102	三、齿轮副和齿坯的精度	159
一、比较法	102	四、渐开线圆柱齿轮精度标准及其应用	163
二、光切法	102	五、应用实例	166
三、干涉法	103	习题	168
四、针描法	103	附录	171
习题	104	本教材涉及的国家标准	196
第六章 孔、轴检测与量规设计基础	105	参考文献	199
第一节 孔、轴实际尺寸的验收	105		
一、孔、轴实际尺寸的验收极限	105		
二、计量器具的选择	106		
三、验收极限方式和计量器具的选择示例	107		
第二节 光滑极限量规	109		
一、光滑极限量规的功用和种类	109		
二、光滑极限量规的设计原理	110		

第一章 绪 论

第一节 互换性概述

一、互换性的含义

在日常生活和工业生产中,互换性的例子不胜枚举。人们常用的自行车,它的零件都是按照互换性生产的。如果自行车的某个零件坏了,可以在五金商店买到相同规格的零件更换,恢复自行车的功能。这些自行车零件,在同一规格内都可以互相替换使用,它们都是具有互换性的零部件。

在机械和仪器制造业中,零部件的互换性是指在同一规格的一批零部件中,任取其一,不需进行任何挑选或修配,就能装到机器上,并能达到规定的使用要求的特性。

机械和仪器制造业中的互换性,通常包括几何参数的互换性和性能参数的互换性。几何参数一般包括尺寸的大小、几何形状(宏观、微观)及相互位置关系等。机械产品的性能包括硬度、强度、刚度、传热性还有其他物理、化学参数等。本书只讨论几何参数的互换性。

二、互换性的分类

互换性按其互换程度可分为完全互换性与不完全互换性。

1. 完全互换性

完全互换性(简称互换性)是指一批零部件装配前不经选择,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。例如螺栓、圆柱销等标准件的装配大都属于此类情况。

2. 不完全互换性

不完全互换性是指在零部件装配时允许有附加的选择或调整。当装配精度要求很高时,若采用完全互换性将使零件的尺寸公差很小,加工困难,成本很高,甚至无法加工,可采用不完全互换性进行生产。

三、互换性的技术经济意义

互换性原则被广泛采用,因为它不仅仅对生产过程产生影响,而且还涉及产品的设计、制造、使用、维修等方面。

1. 在设计方面

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,便于使用计算机辅助设计。

2. 在制造方面

当零件具有互换性时,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,有利于组织流水线和自动化等先进的生产方式。装配时,不需辅助加工或修配,既减轻工人的劳动强度,又缩短装配周期,还可以使装配工作按流水作业的方式进行。从而保证产品质量,提高劳动生产率和经济效益。

3. 在使用、维修方面

互换性在产品使用、维修方面也有其重要意义。当机器的零部件突然损坏或按计划定期更换时,便可在最短时间内用备用件加以替换,从而提高了机器的利用率和延长机器的使用寿命。

4. 在其他方面

例如,战场上使用的武器,保证零部件的互换性是绝对必要的。在这些场合,互换性所起的作用很难用价值来衡量。

综上所述,在机械工业中,遵循互换性原则,对产品的设计、制造、使用、维修等具有重要的技术经济意义。

互换性不仅在大量生产中广为应用,而且随着现代生产逐步向多品种、小批量的生产方式转变,互换性也为小批量生产,甚至单件生产所要求。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符合经济原则,例如模具常用修配法来制造。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。

第二节 零件的加工误差和公差

一、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位置、轮廓的微观不平程度等)的实际值与设计理想值相符合的程度。

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

尺寸误差是指加工后零件的实际尺寸对理想尺寸的偏离程度。理想尺寸通常用图样上标注的最大、最小两极限尺寸的平均值来表示。

2. 形状误差

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

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),如平行度、同轴度等。

4. 表面粗糙度

加工后零件的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值表示。

加工误差是由工艺系统的诸多误差因素造成的。如加工方法的原理误差,工件装卡定位误差,夹具、刀具的制造误差与磨损,机床的制造、安装误差与磨损,机床、刀具的误差,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。

二、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允许的变动范围。

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值及典型零件特殊几何参数的公差等,它是由设计人员根据产品使用性能要求给定的。因此,建立各种几何参数的公差标准是实现零件误差的控制和保证互换性的基础。

三、测量、检验与检测

1. 测量

测量是指将被测量(未知量)与已知量的标准量进行比较,并获得被测量具体数值的过程,也是对被测量定量认识的过程。

2. 检验

检验是判断被测物理量是否合格,即是否在规定范围内的过程,通常不一定要求测出具体值,也可理解为不要求知道具体数值的测量。

3. 检测

检测是检验和测量的统称。它不仅用来评定产品质量,而且用于分析产品不合格的原因,通过监督工艺过程,及时调整生产,预防废品产生。

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条件和手段。

第三节 标准化和优先数系

一、标准化

标准是指对需要协调统一的重复性事物(如产品、零部件等)和概念(如术语、规则、方法、代号、量值等)所作的统一规定。它是以科学技术和实践经验的综合成果为基础,经协商一致,制定并由公认机构批准,以特定形式发布,共同使用的和重复使用的一种规范性文件。

标准体现了科技与生产的先进性及相关方的协调一致性,目的在于促进共同效益。我国的标准分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准四级。

标准化是为了在一定的范围内获得最佳秩序,对现实问题或潜在的问题制定共同使用和重复使用的条款的活动。该定义中的活动包括编制、发布和实施标准的过程。

标准化的主要作用在于它是现代化大生产的必要条件,是科学及现代化管理的基础,是提高产品质量、调整产品结构、保障安全性的依据。标准化是一个动态及相对性的概念,要

求不断地修订完善,提高优化程度。

标准化是组织现代化大生产的重要手段,是实行科学管理的基础,也是对产品设计的基要求之一。实施标准化的目的是获得最佳的社会经济效益。

标准化是以制定标准和贯彻标准为主要内容的全部活动过程,是我国很重要的一项技术政策。标准化程度的高低是评定产品的指标之一。

二、优先数系

在产品设计或生产中,为了满足不同的要求,同一品种的某一参数,从大到小取不同值时(形成不同规格的产品系列),应该采用一种科学的数值分级制度,人们由此总结了一种科学的、统一的数值标准,即为优先数和优先数系。如机床主轴转速的分级间距、钻头直径尺寸的分类均符合某一优先数系。优先数系中的任一数值均称为优先数。

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。在确定产品的参数或参数系列时,应最大限度地采用优先数和优先数系。

产品(或零件)的主要参数(或主要尺寸)按优先数形成系列,可使产品(或零件)走上系列化,便于分析参数间的关系,可减轻设计计算的工作量。

优先数的主要优点是:相邻两项的相对差均匀,疏密适中,运算方便,简单易记。在同系列中,优先数的积、商、整数乘方仍为优先数。因此,优先数系得到广泛应用。

优先数系是在几何级数基础上形成的,但其公比值仍可以是各种各样的,如何确定公比值呢?由生产实践可知十进制和二进制的几何级数最能满足工程需要。所谓十进制就是1, 10, 100, ..., 10^n 或 1, 0.1, 0.01, ..., $1/10^n$ 组成的级数,其中 n 为正整数。1~10, 10~100, ... 和 1~0.1, 0.1~0.01, ... 称为十进段。十进段级数的规律就是每经 m 项就使数值增大10倍;设 a 为首项值,公比为 q , 则 $aq^m = 10a$, 故 $q = 10^{1/m}$ 。二进制级数具有倍增性质(如1, 2, 4, ...), 在工程中同样应用十分广泛,如电动机转速为375r/min、750r/min、1500r/min 和 3000r/min, 即按二进制的规律而变化。如何把二进制和十进制相结合呢?可设在十进制几何级数中每经 x 项构成倍数系列, 则 $q^x = 10^{x/m} = 2$, 上式取对数后得 $x/m = \lg 2 = 0.301\ 03 \approx 0.3 = 3/10$, 由此得到优先数列的 x 和 m 值的组合(x 与 m 为正整数时即能同时满足十进制和二进制)。 x/m 可取 3/10、6/20、9/30、12/40、15/50..., 以 $x/m = 3/10$ 为例:当首项为1时,公比 $q = 10^{1/10} \approx 1.25$, 即构成1.00、1.25、1.60、2.00、2.50、3.15、4.00、5.00、6.30、8.00、10.00等一系列数值,该系列每经3项构成倍数系列,每经10项构成十倍系列。

优先数系的基本系列(常用值)见附表1。

为了满足我国工业生产的需要,国家标准 GB/T 321—2005《优先数和优先数系》规定十进制等比数列为优先数,并规定了五个系列,分别用系列符号 R5、R10、R20、R40 和 R80 表示。其中前四个系列是常用的基本系列,而 R80 则作为补充系列。系列用国家标准通用符号 R 表示:

R5 系列 公比为 $q_5 = 10^{1/5} \approx 1.6$

R10 系列 公比为 $q_{10} = 10^{1/10} \approx 1.25$

R20 系列 公比为 $q_{20} = 10^{1/20} \approx 1.12$

R40 系列 公比为 $q_{40} = 10^{1/40} \approx 1.06$

R80 系列 公比为 $q_{80} = 10^{1/80} \approx 1.03$

优先数系应用很广,适用于各种尺寸、参数的系列化和质量指标等的分级,对保证各种工业产品品种、规格的合理简化分档和协调配套具有重大的意义。

第四节 本课程的作用和任务

本课程是机械类各专业的一门技术基础课,起着连接基础课及其他技术基础课和专业课的桥梁作用,同时也起着联系设计类课程和制造工艺类课程的纽带作用。

本课程的任务是:研究机械设计中是怎样正确合理地确定各种零部件的几何精度及相互间的配合关系,着重研究测量工具和仪器的测量原理及正确使用方法,掌握一定的测量技术。具体要求如下:

- 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) 了解多种公差标准,重点是圆柱体公差与配合,几何公差以及表面粗糙度值。
- 3) 基本掌握公差与配合的选择原则和方法,学会正确使用各种公差表格,并能完成重点公差的图样标注。
- 4) 建立技术测量的基本概念,具备一定的技术测量知识,能合理、正确地选择量具、量仪并掌握其调试、测量方法。

习 题

1-1 什么是互换性?实现互换性的条件是什么?

1-2 为什么说技术测量是实现互换性的重要手段?

1-3 绘制零件图时,用什么保证几何量的互换性?其特点是什么?

第二章 测量技术基础

第一节 概 述

在机械制造中,为了满足机械产品的功能要求,保证机械零件的互换性和几何精度,对其几何参数(包括尺寸、形状和位置误差、表面粗糙度等)进行测量是特别重要的环节。测量技术主要研究如何对零件几何参数进行测量和检验的问题。

所谓测量,就是把被测量的量与具有计量单位的标准量进行比较,从而得到比值(即被测量值)的实验过程。若被测量为 L ,计量单位为 u ,确定比值为 q ,则测量可表示为 $q = L/u$ 。

机械中的测量技术属于度量学的一个部分,由测量的定义可知,任何一个完整的测量过程应包含被测对象、计量单位、测量方法(含计量器具)和测量精度等四个要素,这又称为测量四要素。

1. 被测对象

指长度、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。

2. 计量单位

我国规定采用国际单位制为基础的“法定计量单位制”。机械工程中的长度单位为米,还有“毫米”、“微米”和“纳米”等单位。常用的角度单位是非国际单位制的“度”、“分”、“秒”和“弧度”等单位。

3. 测量方法

测量方法是根据一定的测量原理,运用计量器具和测量条件的实际操作의总称。在实施测量过程中,应该根据被测对象的特点(如材料的硬度、外形尺寸、生产批量、制造精度、测量目的等)和被测参数的定义来拟定测量方案,选择合适的计量器具和测量条件进行测量,这样才能获得可靠的测量结果。

4. 测量精度

表征测量结果与被测量理论值(又叫做真值)的一致程度。不考虑测量精度而得到的测量结果是没有任何意义的。

真值的定义为:当某量能被完善地确定并能排除所有测量上的缺陷时,通过测量所得到的量值。

由于测量会受到许多因素的影响,其过程总是不完善的,即任何测量都不可能没有误差。对于每一个测量值都应给出相应的测量误差范围,说明其置信概率。

测量的一般步骤包括确定测量项目、设计测量方案、选择计量器具、采集数据、数据处理和填报检测结果等。

第二节 长度基准与量值传递

一、长度基准

要保证测量的统一性、权威性、准确性，必须建立国际长度基准。在国际单位制及我国法定计量单位中，长度的基本单位名称是“米”，其单位符号为“m”。1983年第17届国际计量大会对米进行了定义，规定1米是光在真空中在 $1/299\,792\,458$ 秒的时间间隔内的行程长度。

二、长度量值传递系统

使用光波长度基准，虽然可以得到足够的准确性，但却不便直接应用于生产中的量值测量。为了保证长度基准的量值能够准确地传递到工业生产中去，就必须建立从光波基准到生产中使用的各种计量器具和工件的尺寸传递系统（图2-1）。目前，量块和线纹尺仍是实际工作中使用的两种实体基准，是实现光波长度基准到测量实践之间的量值传递媒介。

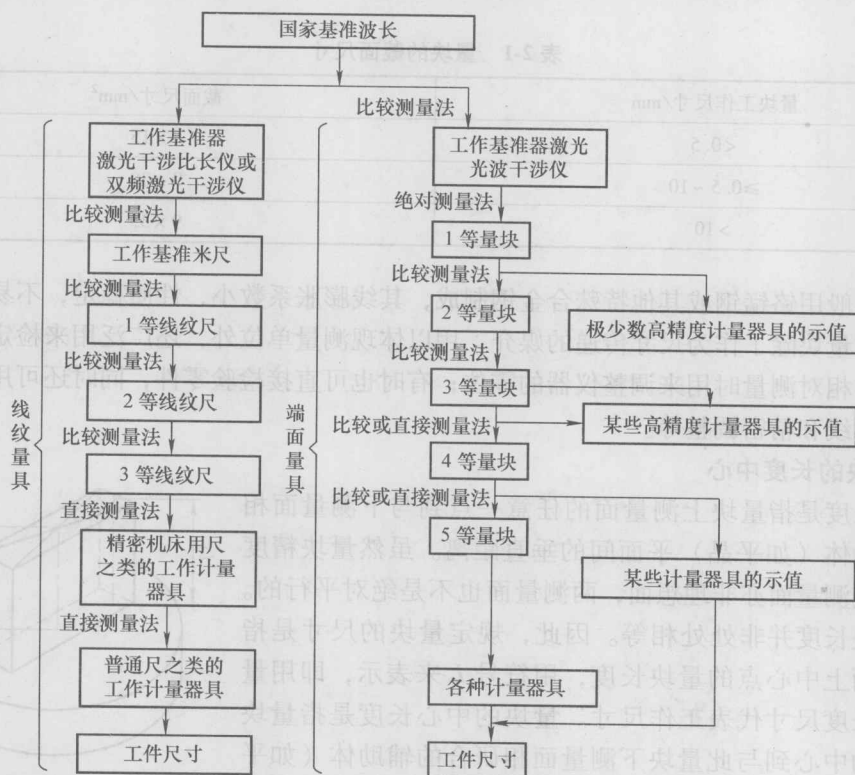


图 2-1 长度量值传递系统

三、量块

由图2-1所示的长度量值传递系统可知，量块是机械制造中精密长度计量应用最广泛的

一种实体标准,它是没有刻度的平面平行端面量块,是以两相互平行的测量面之间的距离来决定其长度的一种高精度的单值量具。量块的形状一般为矩形截面的长方体和圆形截面的圆柱体(主要应用于千分尺的校对棒)两种,常用的为长方体(图2-2)。量块有两个平行的测量面和四个非测量面,测量面极为光滑平整,非测量面较为粗糙。两测量面之间的距离 L 为量块的工作尺寸。量块的截面尺寸见表2-1。

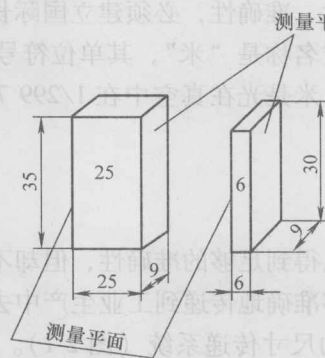


图2-2 量块

表2-1 量块的截面尺寸

量块工作尺寸/mm	截面尺寸/mm ²
<0.5	5×15
≥0.5~10	9×30
>10	9×35

量块一般用铬锰钢或其他特殊合金钢制成,其线膨胀系数小,性质稳定,不易变形,且耐磨性好。量块除了作为尺寸传递的媒介,用以体现测量单位外,还广泛用来检定和校准量块、量仪;相对测量时用来调整仪器的零位;有时也可直接检验零件,同时还可用于机械行业的精密划线和精密调整等。

1. 量块的长度中心

量块长度是指量块上测量面的任意一点到与下测量面相研合的辅助体(如平晶)平面间的垂直距离。虽然量块精度很高,但其测量面亦非理想面,两测量面也不是绝对平行的。可见,量块长度并非处处相等。因此,规定量块的尺寸是指量块测量面上中心点的量块长度,用符号 L 来表示,即用量块的中心长度尺寸代表工作尺寸。量块的中心长度是指量块上测量面的中心到与此量块下测量面相研合的辅助体(如平晶)表面之间的距离,如图2-3所示。量块上标出的尺寸为名义上的中心长度,称为名义尺寸(或称为标称长度),如图2-2所示。尺寸小于6mm的量块,名义尺寸刻在上测量面上;尺寸大于等于6mm的量块,名义尺寸刻在一个非测量面上,而且该表面的左右侧面分别为上测量面和下测量面。

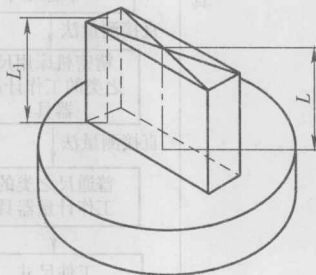


图2-3 量块的中心长度

尺寸小于6mm的量块,名义尺寸刻在上测量面上;尺寸大于等于6mm的量块,名义尺寸刻在一个非测量面上,而且该表面的左右侧面分别为上测量面和下测量面。