

21世纪全国高职高专机电系列实用规划教材



21st CENTURY
实用规划教材

公差配合与测量技术

主 编 南秀蓉 马素玲



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

中国林业出版社
China Forestry Publishing House

21 世纪全国高职高专机电系列实用规划教材

公差配合与测量技术

主 编	南秀蓉	马素玲
副主编	宗存元	梁胜龙
参 编	杨丽娟	朱航科
	潘淑微	宋 晶



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

中国林业出版社
China Forestry Publishing House

内 容 简 介

本书概括了公差配合与测量技术课程的主要内容,采用我国公差与配合的最新标准,讲清基本概念和标准的应用,突出技术应用性,注重实训和新技术在长度测量中的应用。本书可供高职高专院校机械类各专业教材,并可供其他行业的工程技术人员及计量、检验人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

公差配合与测量技术/南秀蓉,马素玲主编. —北京:中国林业出版社;北京大学出版社,2007.8
(21世纪全国高职高专机电系列实用规划教材)

ISBN 978-7-5038-4861-2

I. 公… II. ①南…②马… 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(2007)第 123743 号

书 名:公差配合与测量技术

著作责任者:南秀蓉 马素玲 主编

策划编辑:徐 凡

责任编辑:孙哲伟 杜 娟

标准书号:ISBN 978-7-5038-4861-2

出 版 者:中国林业出版社(地址:北京市西城区德内大街刘海胡同 7 号 邮编:100009)

<http://www.cfph.com.cn> E-mail: cfphz@public.bta.net.cn

电话:编辑部 66170109 营销中心 66187711

北京大学出版社(地址:北京市海淀区成府路 205 号 邮编:100871)

<http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com> E-mail: pup_6@163.com

电话:邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

印 刷 者:北京中科印刷有限公司

发 行 者:北京大学出版社 中国林业出版社

经 销 者:新华书店

787mm×1092mm 16 开本 14.75 印张 336 千字

2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷

定 价:23.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话:010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

《21 世纪全国高取高专机电系列实用规划教材》

专家编审委员会

主 任 傅水根

副主任 (按拼音顺序排名)

陈铁牛	李 辉	刘 涛	祁翠琴
钱东东	盛 键	王世震	吴宗保
张吉国	郑晓峰		

委 员 (按拼音顺序排名)

蔡兴旺	曹建东	柴增田	程 艳
丁学恭	傅维亚	高 原	何 伟
胡 勇	李国兴	李源生	梁南丁
刘靖岩	刘瑞己	刘 铁	卢菊洪
马立克	南秀蓉	欧阳全会	钱泉森
邱士安	宋德明	王世辉	王用伦
王欲进	吴百中	吴水萍	武昭辉
肖 珑	徐 萍	喻宗泉	袁 广
张 勤	张西振	张 莹	周 征

丛书总序

高等职业技术教育是我国高等教育的重要组成部分。从 20 世纪 90 年代末开始,伴随我国高等教育的快速发展,高等职业技术教育也进入了快速发展时期。在短短的几年时间内,我国高等职业技术教育的规模,无论是在校生数量还是院校的数量,都已接近高等教育总规模的半壁江山。因此,高等职业技术教育承担着为我国走新型工业化道路、调整经济结构和转变增长方式提供高素质技能型人才的重任。随着我国经济建设步伐的加快,特别是随着我国由制造大国向制造强国的转变,现代制造业急需高素质高技能的专业人才。

为了使高职高专机电类专业毕业生满足市场需求,具备企业所需的知识能力和专业素质,高职高专院校的机电类专业根据市场和社会需要,努力建立培养企业生产第一线所需的高等职业技术应用型人才的教学体系和教材资源环境,不断更新教学内容,改进教学方法,积极探讨机电类专业创新人才的培养模式,大力推进精品专业、精品课程和教材建设。因此,组织编写符合高等职业教育特色的机电类专业规划教材是高等职业技术教育发展的需要。

教材建设是高等学校建设的一项基本内容,高质量的教材是培养合格人才的基本保证。大力发展高等职业教育,培养和造就适应生产、建设、管理、服务第一线需要的高素质技能型人才,要求我们必须重视高等职业教育教材改革与建设,编写和出版具有高等职业教育自身特色的教材。近年来,高职教材建设取得了一定成绩,出版的教材种类有所增加,但与高职发展需求相比,还存在较大的差距。其中部分教材还没有真正过渡到以培养技术应用能力为主的体系中来,高职特色反映也不够,极少数教材内容过于肤浅,这些都对高职人才培养十分不利。因此,做好高职教材改革与建设工作刻不容缓。

北京大学出版社抓住这一时机,组织全国长期从事高职高专教学工作并具有丰富实践经验的骨干教师,编写了高职高专机电系列实用规划教材,对传统的课程体系进行了有效的整合,注意了课程体系结构的调整,反映系列教材各门课程之间的渗透与衔接,内容合理分配;努力拓宽知识面,在培养学生的创新能力方面进行了初步的探索,加强理论联系实际,突出技能培养和理论知识的应用能力培养,精简了理论内容,既满足大类专业对理论、技能及其基础素质的要求,同时提供选择和创新的空間,以满足学有余力的学生进修或探究学习的需求;对专业技术内容进行了及时的更新,反映了技术的最新发展,同时结合行业的特色,缩短了学生专业技术技能与生产一线要求的距离,具有鲜明的高等职业技术人才培养特色。

最后,我们感谢参加本系列教材编著和审稿的各位老师所付出的大量卓有成效的辛勤劳动,也感谢北京大学出版社和中国林业出版社的领导和编辑们对本系列教材的支持和编审工作。由于编写的时间紧、相互协调难度大等原因,本系列教材还存在一些不足和错漏。我们相信,在使用本系列教材的教师和学生的关心和帮助下,不断改进和完善这套教材,使之成为我国高等职业技术教育的教学改革、课程体系建设和教材建设中的优秀教材。

《21 世纪全国高职高专机电系列实用规划教材》

专家编审委员会

2007 年 7 月

前 言

“公差配合与测量技术”是高职高专学校机械类和机电类各专业的重要职业基础课。本课程内容以几何量公差和测量技术为主线，以培养具有较高技术水平的生产第一线实用型和技术应用型专业技术人员为目标。全书力求讲清概念、强化应用。公差配合部分理论联系生产实际；测量技术单独为一章，着重阐明轴类、箱体类及典型零件几何量的测量原理和方法，以培养学生具有正确检测的能力。

本书分上下篇，上篇为公差与配合，主要介绍公差基本知识(以光滑圆柱为例)、形位公差、表面粗糙度、常见结合件(如圆锥、键、螺纹等)及典型零件(轴承、齿轮等)的公差配合。下篇为“测量技术”，它是本书的重点也是创新所在，以学生实训为主，介绍国家计量标准体系的基本知识、新技术在长度计量中的应用(三坐标测量仪、光栅、激光技术等)、工程实用的典型零件的检测。

参加本书编写的有温州职业技术学院南秀蓉(第4章、第11章)，潘淑微(第2章、第10章)，辽宁信息职业技术学院马素玲(第5章、第7章)，济宁职业技术学院宗存元(第1章)，苏州工业职业技术学院梁胜龙(第9章)，南山学院杨丽娟(第6章)，陕西工业职业技术学院朱航科(第8章)，武汉工业职业技术学院宋晶(第3章)。在此，对他们的辛勤付出，表示忠心感谢。

限于编者的水平，书中难免存在不足和错误，恳请广大读者批评指正。

编者

2007.7

目 录

第1章 绪论	1	第3章 形状和位置公差	35
1.1 本课程的性质和要求	1	3.1 概述	35
1.2 互换性的概念与类别	1	3.1.1 零件的几何要素及分类 ...	35
1.3 互换性在机械制造的作用	2	3.1.2 形位公差的特征项目和 符号	36
1.4 标准化与互换性	2	3.1.3 形位公差的标注	36
1.4.1 标准与标准化	2	3.2 形状公差	38
1.4.2 优先数和优先数系	3	3.2.1 形状公差及形状误差	38
1.4.3 互换性生产发展简介	4	3.2.2 形状公差与公差带	39
1.5 零件的加工误差与公差	4	3.3 位置公差	42
1.5.1 加工误差	4	3.3.1 基准及分类	42
1.5.2 公差	5	3.3.2 定向公差与公差带	44
思考题与习题	5	3.3.3 定位公差与公差带	46
第2章 光滑圆柱的公差与配合	6	3.3.4 跳动公差与公差带	47
2.1 概述	6	3.4 公差原则	49
2.2 公差与配合的常用词汇	6	3.4.1 常用术语	49
2.2.1 尺寸术语	6	3.4.2 独立原则	51
2.2.2 偏差术语	7	3.4.3 相关要求	51
2.2.3 公差术语	8	3.5 形位公差的选择	53
2.2.4 配合术语	9	3.5.1 形位公差项目的选择	53
2.3 孔、轴的公差与配合	12	3.5.2 基准要素的选择	54
2.3.1 标准公差系列	12	3.5.3 形位公差值的选择	54
2.3.2 基本偏差系列	13	思考题与习题	57
2.3.3 公差与配合在图样上的 标注	22	第4章 表面粗糙度	60
2.3.4 配合制	22	4.1 概述	60
2.4 线性尺寸的一般公差	23	4.1.1 表面粗糙度的概念	60
2.5 公差与配合的选用	24	4.1.2 表面粗糙度对零件使用 性能的影响	60
2.5.1 基准制的选用	24	4.2 表面粗糙度的评定	61
2.5.2 公差等级的选用	25	4.2.1 主要术语及定义	61
2.5.3 配合的选择	28	4.2.2 表面粗糙度的评定参数 ...	62
2.5.4 公差配合选择综合示例 ...	31	4.2.3 一般规定	64
思考题与习题	33	4.3 表面粗糙度符号及标注	64

4.3.1 表面粗糙度符号和代号	64	带及特点	107
4.3.2 表面粗糙度的标注	65	7.1.4 滚动轴承与轴和外壳孔的配合及选用	107
4.3.3 表面粗糙度在图样上的标注方法	66	7.2 渐开线圆柱齿轮传动的公差	113
4.4 表面粗糙度数值的选择	67	7.2.1 圆柱齿轮传动的要求	113
思考题与习题	69	7.2.2 圆柱齿轮加工误差及评定参数	114
第5章 常见结合件的公差	70	7.2.3 渐开线圆柱齿轮精度标准及其应用	122
5.1 圆锥结合的公差配合	70	思考题与习题	133
5.1.1 概述	70	第8章 尺寸链	135
5.1.2 圆锥公差及应用	73	8.1 尺寸链的基本概念	135
5.1.3 圆锥配合	76	8.1.1 尺寸链的基本术语及其定义	135
5.1.4 未注圆锥公差角度的极限偏差	78	8.1.2 尺寸链的分类	136
5.2 螺纹的公差与配合	78	8.2 装配尺寸链的解算	137
5.2.1 概述	78	8.2.1 尺寸链的确定与分析	137
5.2.2 普通螺纹的公差与配合	80	8.2.2 完全互换法计算尺寸链	139
5.3 键连接的公差与检测	86	思考题与习题	143
5.3.1 平键连接	86	第9章 计量标准	145
5.3.2 花键连接	90	9.1 国家计量法	145
5.3.3 平键与花键的检测	95	9.1.1 计量标准器具	145
思考题与习题	96	9.1.2 计量检定	147
第6章 光滑极限量规	98	9.1.3 计量器具的管理	148
6.1 概述	98	9.1.4 计量监督与法律责任	148
6.2 量规设计	99	9.2 测量技术基础	149
6.2.1 极限尺寸判断原则(泰勒原则)	99	9.2.1 长度测量的基础知识	149
6.2.2 量规公差带设计	99	9.2.2 常用量具和测量方法	150
6.2.3 量规结构	101	9.2.3 测量误差与量具选择	152
6.2.4 量规其他技术要求	103	思考题与习题	156
6.2.5 工作量规设计举例	103	第10章 新技术在长度计量中的应用	157
思考题与习题	105	10.1 光栅技术	157
第7章 典型零件的公差配合	106	10.1.1 计量光栅	157
7.1 滚动轴承的公差与配合	106	10.1.2 光栅条纹的产生	157
7.1.1 概述	106	10.1.3 光栅传感器的工作	
7.1.2 滚动轴承的精度等级及其应用	106		
7.1.3 滚动轴承内、外径的公差			

原理	159	11.3.1 实训目的	172
10.2 激光技术	160	11.3.2 测量器具	172
10.2.1 常用激光传感器的 种类	160	11.3.3 检测原则	172
10.2.2 激光测长仪工作 原理	161	11.3.4 测量说明及方法	174
10.3 三坐标测量机	162	11.3.5 测量步骤	174
10.3.1 三坐标测量机的结构 类型	162	11.4 表面粗糙度测量	176
10.3.2 三坐标测量机的测量 系统	164	11.4.1 实训目的	176
10.3.3 三坐标测量机的测 量头	166	11.4.2 实训仪器设备	177
思考题与习题	168	11.4.3 测量方法	177
第 11 章 典型零件的测量实训	169	11.4.4 仪器说明及测量 原理	178
11.1 工件外圆和长度检测	169	11.4.5 测量步骤	178
11.1.1 实训目的	169	11.5 角度和圆锥角测量	180
11.1.2 测量器具	169	11.5.1 实训目的	180
11.1.3 测量器具说明及测量 原理	169	11.5.2 实训仪器	180
11.1.4 使用外径千分尺注意 事项	170	11.5.3 仪器说明和测量 原理	180
11.1.5 测量步骤	170	11.5.4 测量步骤	181
11.2 内孔及中心高测量	170	11.6 螺纹检测	182
11.2.1 实训目的	170	11.6.1 实训目的	182
11.2.2 测量器具	170	11.6.2 实训设备	182
11.2.3 仪器说明及测量 原理	171	11.6.3 测量说明及原理	182
11.2.4 测量步骤	171	11.6.4 测量步骤	183
11.3 形位误差检测	172	11.7 齿轮测量	184
		11.7.1 实训目的	184
		11.7.2 实训设备	184
		11.7.3 测量原理及仪器 说明	184
		11.7.4 测量步骤	188
		参考文献	223

第 1 章 绪 论

1.1 本课程的性质和要求

本课程是机械类各专业的一门重要职业基础课,是联系机械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。

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。公差配合与测量技术这门课程研究的主要问题是机械零件的精度设计。

机械零件的精度设计,就是要根据使用要求和制造的经济性,正确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的范围内,使机械产品装配后能按预期的要求正常工作。

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,是本课程研究的另一重要问题。

本课程是从互换性角度出发,围绕公差与配合这两个基本概念,研究如何解决使用要求与制造要求的矛盾。

学生在具有一定的理论知识和初步的生产实践知识,能读图并在懂得图样画法的基础上,完成本课程的学习任务后,初步达到:

- (1) 建立几何参数互换性与标准化的概念。
- (2) 认识各种几何参数有关公差标准的基本内容和主要规定。
- (3) 会初步选用公差与配合;对常用的公差要求会正确标注、解释和查用有关表格。
- (4) 会正确选择、使用生产现场的常用量具和仪器,能对一般几何量进行综合检测和数据处理。

总之,本课程的任务是使学生获得有关精度设计和几何量检测的基础理论知识和实际操作技能。

1.2 互换性的概念与类别

任何一台机器的设计,除了运动分析、结构设计、强度与刚度计算外,还要进行精度设计。研究机器的精度时,要处理好机器的使用要求与制造工艺的矛盾。解决的方法是确定合理的公差,并用检测手段保证其质量。由此可见,“公差”在生产中是非常重要的。

1. 互换性的概念

所谓互换性是指机械产品中同一规格的一批零件或部件,任取其中一件,不需要作任何挑选、调整或附加加工(如钳工修配)就能装于机器(或部件)上,并且达到预定使用性能

要求的一种特性。

组成现代技术装置和日用机电产品的各种零件(如电灯泡、自行车、手表、缝纫机上的零件、一批规格为 M10 - 6H 的螺母与 M10 - 6g 螺栓的自由旋合), 在现代化生产中, 一般应遵守互换性原则。

2. 互换性的种类

按互换性的程度可分为完全互换性(绝对互换)与不完全互换性(有限互换)。若零件在装配或更换时, 不限定互换范围, 以零部件装配或更换时不需要任何挑选或修配为条件, 则其互换性为完全互换性。如日常生活中所用电灯泡。仅组内零件可以互换, 组与组之间不能互换的互换性, 则称之为不完全互换性。如机器上某部位精度愈高, 相配零件精度要求就愈高, 加工困难, 制造成本高, 为此, 生产中往往把零件的精度适当降低, 以便于制造, 然后再根据实测尺寸的大小, 将制成的相配零件分成若干组, 使每组内的尺寸差别比较小, 再把相应的零件进行装配。除此分组互换法外, 还有修配法、调整法, 主要适用于小批量和单件生产。

1.3 互换性在机械制造的作用

按互换性原则组织生产, 是现代生产的重要技术经济原则之一。

从设计方面看, 有利于最大限度采用标准件和通用件, 可以大大简化绘图和计算工作, 缩短设计周期, 并便于计算机 CAD 辅助设计, 这对发展系列产品十分重要。例如, 手表在发展新品种时, 采用了具有互换性的机芯, 不同品种只需要进行外观的造型设计, 使设计与生产周期大大缩短。

从制造方面看, 有利于组织专业化生产, 采用先进工艺和高效率的专用设备, 提高生产效率, 提高产品质量, 降低生产成本。

从使用、维修方面看, 可以减少机器的维修时间和费用, 保证机器能连续持久的运转, 提高了机器的使用寿命。

1.4 标准化与互换性

1.4.1 标准与标准化

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, 使分散的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。

标准的定义是: 为在一定的范围内获得最佳秩序, 经协商一致制定并由公认机构批准, 共同使用的和重复使用的一种规范性文件。

标准是从事生产、建设和商品流通等工作中共同遵守的一种技术依据, 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。

技术标准是对产品和工程建设质量、规格及检验等方面所作的技术规定, 按不同的级别颁布, 我国的技术标准分三级: 国家标准(GB)、行业(团体)标准、地方标准或企业标准。标准按适用领域、有效作用范围和发布权力不同, 一般分为: 国际标准, 如 ISO、IEC 分别为国际标准化组织和国际电工委员会制定的标准; 区域标准如 EN、ANST、DIN 分别为欧共体、美国和德国制定的标准; 国家标准; 行业标准; 地方标准或企业标准。

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。机械制造中的几何量测量公差与检测是建立在标准化基础上的, 标准化是实现互换性的前提。

1.4.2 优先数和优先数系

1. 优先数

制定公差标准以及设计零件的结构参数时, 都需要通过数值表示。任何产品的参数值不仅与自身的技术特性有关, 还直接或间接地影响与其配套系列产品的参数值。如: 螺母直径数值, 影响并决定螺钉直径数值以及丝锥、螺纹量规、钻头等系列产品的直径数值。由于参数值间的关联产生的扩散称为“数值扩散”。为满足不同的需求, 产品必然出现不同的规格, 形成系列产品。产品数值的杂乱无章会给组织生产、协作配套、使用维修带来困难。故需对数值进行标准化, 即为优先数。

2. 优先数系

优先数系是一种以公比为 $\sqrt[10]{10}$ 的近似等比数列。国家标准 GB/T 321—1980 与国际标准 ISO 推荐 R5、R10、R20、R40、R80 系列, 前四项为基本系列, R80 为补充系列。 $r=5、10、20、40$ 和 80。优先数系基本系列常用值见表 1-1。

表 1-1 优先数系基本系列常用值

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				9.50
	2.00	2.00	2.00			4.50	4.50	10.00	10.00	10.00	10.00
			2.12				4.75				

1.4.3 互换性生产发展简介

互换性标准的建立和发展是随着制造业的发展而逐步完善的。图 1.1 反映出了互换性的百年发展历史。

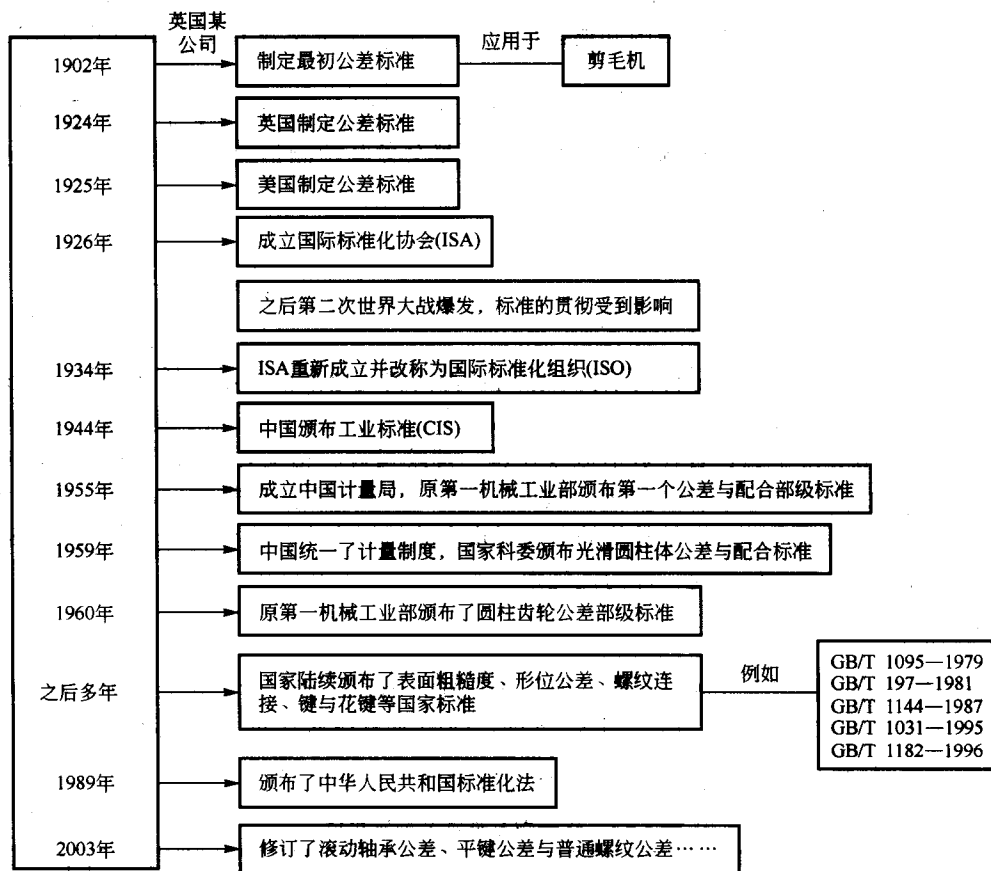


图 1.1 互换性生产的发展史

1.5 零件的加工误差与公差

1.5.1 加工误差

零件加工时，任何一种加工方法都不可能把工件加工得绝对准确，一批成品工件总存不同程度的差异。通常，称一批工件的尺寸变动为尺寸误差。随着制造技术水平的提高，可以减小尺寸误差，但永远不能消除尺寸误差。

加工误差分为以下几种：

1. 尺寸误差

指一批工件的尺寸变动量，即加工后零件的实际尺寸和理想尺寸之差，如直径误差、

孔距误差等。

2. 形状误差

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

指加工后零件的表面、轴线或对称平面之间的相互位置对其理想位置的差异或偏离程度，如同轴度、位置度等。

4. 表面粗糙度

指零件加工表面上具有的较小间距和峰谷所形成的微观几何形状误差。

1.5.2 公差

公差是指允许尺寸、几何形状和相互位置误差变动的范围，用以限制加工误差。它是由设计人员根据产品使用性能要求给定的。它反映了一批工件对制造精度的要求和经济性要求，并体现了加工难易程度。公差越小，加工越困难，生产成本越高。

思考题与习题

- 1.1 什么是互换性？互换性有什么作用？并列举互换性应用实例。
- 1.2 完全互换性与不完全互换性有何区别？各用于什么场合？
- 1.3 何谓标准化？标准化有何意义？
- 1.4 为何采用优先数系？
- 1.5 本课程的主要任务是什么？

第 2 章 光滑圆柱的公差与配合

2.1 概 述

公差与配合是机械工程方面重要的基础标准，它不仅用于圆柱体内、外表面的结合，也用于其他结合中由单一尺寸确定的部分。

公差与配合的标准化有利于机器的设计、制造、使用和维修。它不仅是机械工业各部门进行产品设计、工艺设计和制订其他标准的基础，而且是广泛组织协作和专业化生产的重要依据。公差与配合标准几乎涉及国民经济的各个部门，因此，国际上公认它是特别重要的基础标准之一。

为了适应科学技术的高速发展和互换性生产的需要，同时作为国际贸易、技术和经济交流已采用国际标准的需要，经国家技术监督局批准，颁布了国家标准 GB/T 1800.1—1997、GB/T 1800.2—1998、GB/T 1800.3—1998、GB/T 1800.4—1999《极限与配合》，代替了 1979 年颁布的旧国家标准 GB 1800—1979 中的相应部分。这些新国家标准依据的是国际标准(ISO)，以尽可能地使我国的国家标准与国际标准等同或等效。

本章在讲述标准的内容上，凡是有代替旧国家标准的国家新标准，均以新国家标准为主。

2.2 公差与配合的常用词汇

2.2.1 尺寸术语

1. 孔与轴

孔通常指工件的圆柱形内表面，也包括非圆柱形的内表面(由两个平行平面或切面而形成的包容面)，如图 2.1 中的 B 、 ϕD 、 L 、 B_1 、 L_1 。轴是指工件的圆柱外表面，也包括

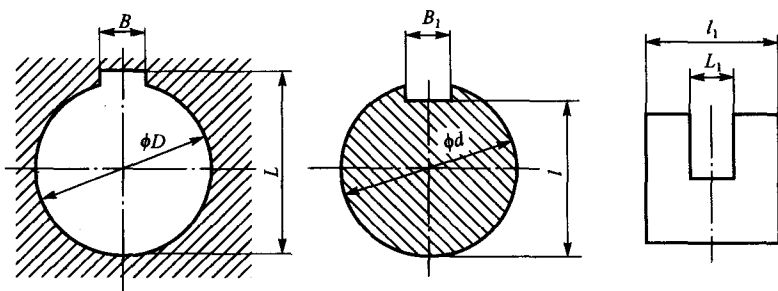


图 2.1 孔与轴

非圆柱形的外表面(由两个平行平面或切面而形成的被包容面),如图2.1中 ϕd 、 l 、 l_1 。

所谓孔(或轴)的含义是广义的。通常孔是指圆柱形内表面,也包括非圆柱形内表面,即包容面(尺寸之间无材料),在加工过程中,尺寸越加工越大;而轴是圆柱形外表面,也包括非圆柱形外表面,即被包容面(尺寸之间有材料),尺寸越加工越小。

2. 尺寸

尺寸是指用特定单位表示长度值的数字。

长度值包括直径、半径、宽度、深度、高度和中心距等。在机械制图中,图样上的尺寸通常以mm为单位,在标注时常将单位省略,仅标注数值。当以其他单位表示尺寸时,则应注明相应的长度单位。

3. 基本尺寸

基本尺寸是设计给定的尺寸。设计时,根据使用要求,一般通过强度和刚度计算或由机械结构等方面的考虑来给定尺寸。基本尺寸一般按照标准尺寸系列选取。常用 D 表示孔的基本尺寸,用 d 表示轴的基本尺寸。

4. 实际尺寸

实际尺寸是指通过测量所得的尺寸。由于加工误差的存在,按同一图样要求所加工的各个零件,其实际尺寸往往各不相同。即使是同一工件的不同位置、不同方向的实际尺寸也不一定相同,如图2.2所示。故实际尺寸是零件上某一位置的测量值,并非零件尺寸的真值。常用 D_a 表示孔的实际尺寸,用 d_a 表示轴的实际尺寸。

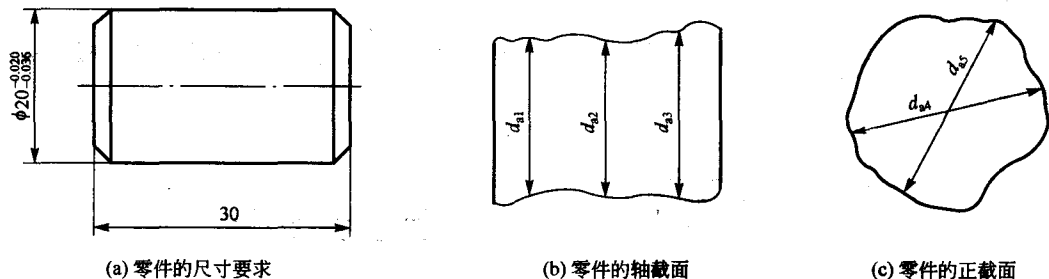


图 2.2 几何形状误差

5. 极限尺寸

极限尺寸是指允许尺寸变化的两个界限值。孔或轴允许最大的尺寸称为最大极限尺寸,孔或轴允许最小的尺寸称为最小极限尺寸。孔的最大和最小极限尺寸用 $D_{\max}$ 和 $D_{\min}$ 表示,轴的最大和最小极限尺寸用 $d_{\max}$ 和 $d_{\min}$ 表示。

极限尺寸是根据设计要求而确定的,其目的是为了限制加工零件的尺寸变动范围。若完工的零件,任一位置的实际尺寸都在此范围内,即实际尺寸小于或等于最大极限尺寸,大于或等于最小极限尺寸的零件则为合格。否则,为不合格。

2.2.2 偏差术语

1. 尺寸偏差

某一尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为尺寸偏差(简称偏差)。孔用 E 表示,轴用 e 表示。

偏差可能为正或负，亦可为零。

2. 实际偏差

实际尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为实际偏差。孔用 E_a 表示，轴用 e_a 表示。

由于实际尺寸可能大于、小于或等于基本尺寸，因此实际偏差也可能为正、负或零值，不论书写或计算时必须带上正或负号。

3. 极限偏差

极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为极限偏差。

最大极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为上偏差(ES、es)；最小极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为下偏差(EI、ei)，用公式表示如下：

$$\text{孔的极限偏差:} \quad ES = D_{\max} - D, EI = D_{\min} - D \quad (2-1)$$

$$\text{轴的极限偏差:} \quad es = d_{\max} - d, ei = d_{\min} - d \quad (2-2)$$

上、下偏差皆可能为正、负或零。因为最大极限尺寸总是大于最小极限尺寸，所以，上偏差总是大于下偏差。由于在零件图上采用基本尺寸加上、下偏差的标注，可以直观地表示出公差和极限尺寸的大小，加之对基本尺寸相同的孔和轴，使用上下偏差来计算它们之间相互关系比用极限尺寸更为简便，因此在实际生产中极限偏差应用较广泛。

注意：标注和计算偏差时极限偏差前面必须加注“+”或“-”号(零除外)。

2.2.3 公差术语

1. 尺寸公差

尺寸公差是指允许的尺寸变动量，简称公差，见图 2.3。公差、极限尺寸、极限偏差的关系如下所述。

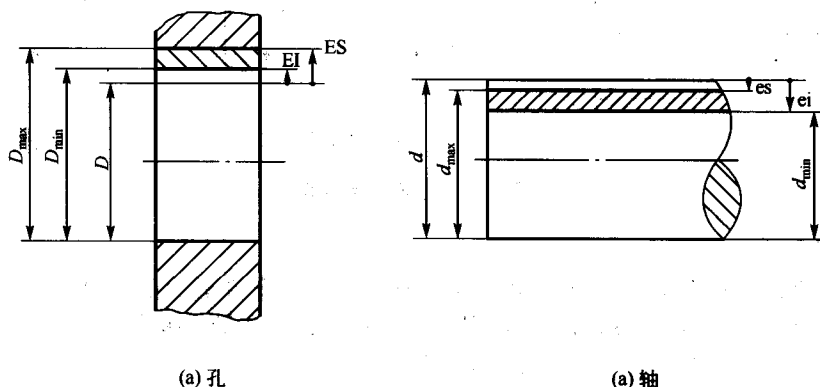


图 2.3 基本尺寸、极限尺寸与极限偏差

$$\text{孔的公差:} \quad T_h = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI \quad (2-3)$$

$$\text{轴的公差:} \quad T_s = d_{\max} - d_{\min} = es - ei \quad (2-4)$$

注意：公差与偏差是两个不同的概念。公差表示制造精度的要求，反映加工的难易程度；而偏差表示与基本尺寸的远离程度，它表示公差带的位置，影响配合的松紧程度。