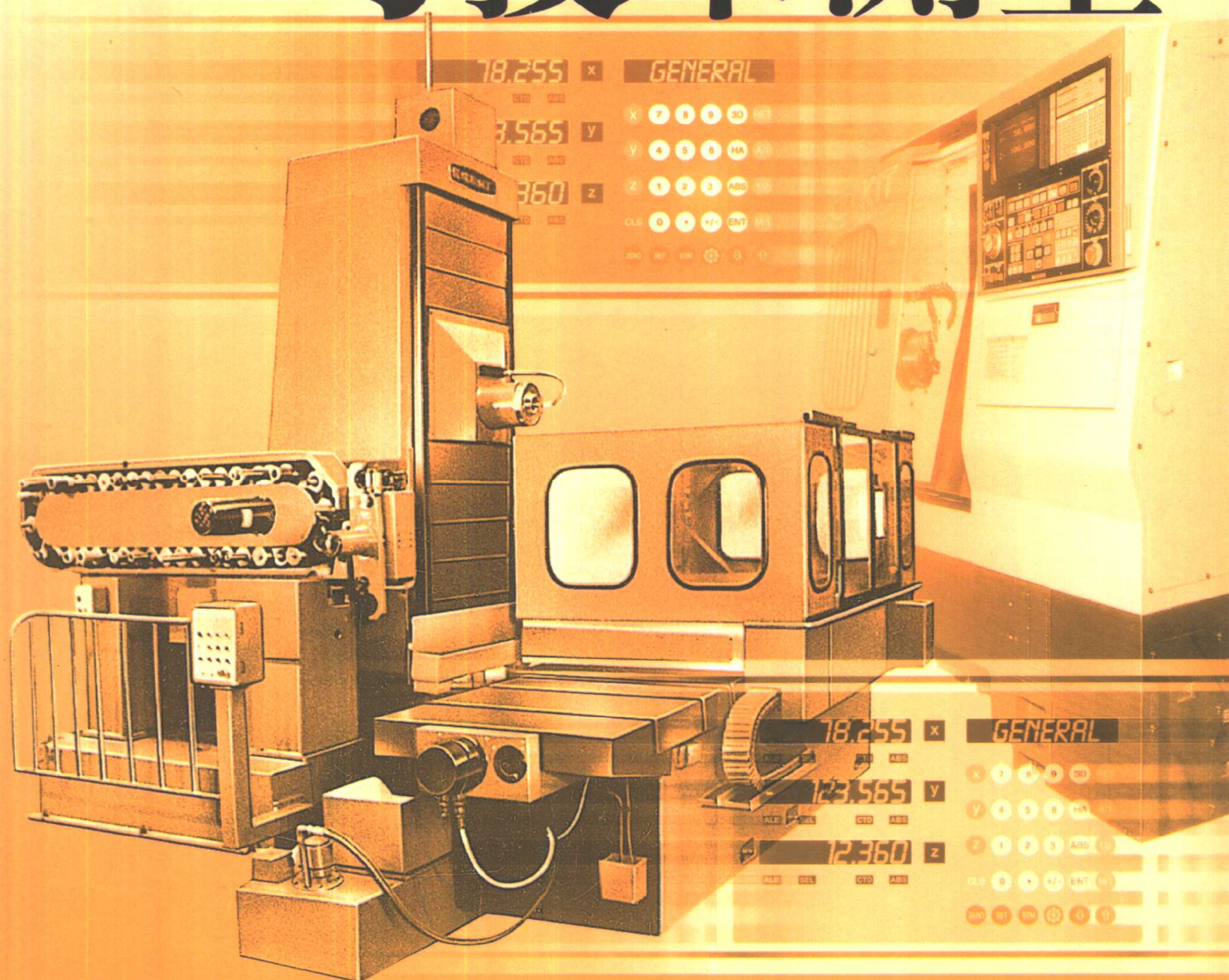


职业技术教育教材

机电一体化——数控机床加工技术专业

公差配合 与技术测量



机械工业出版社
China Machine Press

职业技术教育教材

机电一体化——数控机床加工技术专业

公差配合与技术测量

上海市职业技术教育课程改革与教材建设委员会 组编



机械工业出版社

本书共8章, 主要内容包括: 绪论、光滑圆柱的公差与配合、测量技术基础、形状和位置公差与测量、表面粗糙度与测量、圆锥公差与测量、螺纹结合、圆柱齿轮公差与测量, 每章后均附有复习思考题, 全书后附有公差配合标准的主要参数表。本书内容简明扼要, 理论联系实际, 采用最新国家技术标准和法定计量单位。既可作为职业技术教育教材, 又可作为企业技术人员和工人的自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

公差配合与技术测量/上海市职业技术教育课程改革
与教材建设委员会组编. —北京: 机械工业出版社,
2001.9

职业技术教育教材. 机电一体化——数控机床加工技
术专业

ISBN 7-111-09212-0

I. 公... II. 上... III. ①公差—专业学校—教材
②配合—专业学校—教材③技术测量—专业学校—教材
IV. TG8-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 051749 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 崔世荣 版式设计: 冉晓华 责任校对: 刘志文

封面设计: 姚毅 责任印制: 郭景龙

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2001 年 10 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·12 印张·1 插页·300 千字

0 001—5 000 册

定价: 19.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68993821、68326677-2527

上海市职业技术教育机械专业 教材编审委员会名单

主 任 夏毓灼

副 主 任 徐韵发 吴志清

委 员 (按姓氏笔画排列)

吉广镜 刘际远 金瑞樑

徐孝远 高奇玲 谢卫华

秘 书 相雅蓉

本书主编 吕永智

本书参编 程学珍 柏 青 潘弥德

本书主审 薛源顺

序

我国的现代化建设不但需要高级科学技术专家，而且迫切需要职业技术人才、管理人员和技术工人，而这类人才的培养主要是通过职业技术教育来实现的，所以党和国家非常重视职业技术教育的改革和发展。努力培养出各行各业所需的职业人才，是社会、经济发展对职业技术教育提出的迫切要求。我国的职业技术教育长期实行的是“学科本位”的教学模式，这种模式重理论轻实践，重知识轻技能，培养出的学生不适应社会、经济发展的要求。因此，职业技术教育要深化改革，办出特色，为社会培养出既有理论又有技能，德、智、体全面发展的一代新人。

职业技术教育要办出自己的特色，关键在于课程改革与教材建设。为此，1996年上海市教委启动了职业技术教育课程改革与教材建设工程(简称“10181”工程)，即用5年左右的时间，完成10门普通文化课程的改革及示范教材的编写工作；完成18个典型专业(工种)的课程改革以及同步编写出部分典型示范性教材；经过10年左右的改革实践，基本形成一个具有职教特色的课程结构和教材体系。

这次课程改革与教材建设是以社会和经济发展的需要为出发点，以职业(岗位)需求为直接依据，以现行职业技术教育课程、教材的弊端为突破口，积极学习并借鉴国外职业技术教育课程、教材改革的有益经验，以实现办出职教特色的根本目的。在充分研究和广泛征求意见的基础上，确立了“能力为本位”的改革指导思想。目的是为了克服职教长期存在的重理论轻实践、重知识轻技能的倾向，真正培养出经济和社会发展所需要的职业技术人才。

在各方面的共同努力下，新的教材终于与广大师生见面了。这些新的教材并不是职业技术教育课程改革与教材建设的全部，它只是典型的示范性教材，因为职业技术教育的专业门类繁多，不可能在较短的时间内，依靠少数编写人员解决职教中全部的课程、教材问题。职业技术教育的课程改革和教材建设是一项系统的长期的工作，只有充分发挥广大教师的改革积极性，在教学过程中不断用“能力本位”的教育思想，主动进行课程与教材的改革，我们的课程、教材改革才能全面、持续而深入，才可能真正全面提高教学质量和效益，以不断适应社会、经济发展的需要。

新的教材代表新的思想、新的教法和学法。希望通过这些教材给大家一些启迪，同时也希望大家对新教材提出宝贵的意见。

在课程改革与教材建设过程中，得到了各方面的大力支持，特别是广大编审人员为此付出了辛勤的劳动。在此，向他们表示衷心的感谢！

上海市教育委员会副主任

上海市职业技术教育课程改革与教材建设委员会主任

薛喜民

前 言

“机电一体化——数控机床加工技术专业”教材，全套共 14 本，经过 5 年的努力，终于付梓出版了。这套教材是上海市教委组织的“10181”课程改革和教材建设工程的重要组成部分，也是机械专业课程改革和教材建设的可喜成果。

随着科学技术的高速发展，传统的机械工业呈现出了新的技术发展趋势，进入了智能化领域。机电一体化的迅猛发展和数控机床加工技术在企业的普遍应用，对生产一线操作人员的知识和能力要求越来越高，客观上要求一线操作人员应由经验型向智能型转变。这套新教材正是为顺应这一发展趋势而组织编写的。

近 5 年来，我们机械专业教材编审委员会为此付出了辛勤的劳动。首先组织了长达半年的调查研究，并且参照加拿大 CBE 经验，制作了 DACOM 表，就数控机床加工技术专业职业技术人才的知识、能力要求，在五大行业、72 个企业中问卷调查了 780 人次，从而明确了该专业的知识和能力结构。其次，认真进行了课程改革方案的讨论和研究，确定了机电结合，“以机为主，以电为辅”；在课程安排中“以机为主，突出工艺”、“以电为辅，够用为度”的原则。然后对传统的课程体系进行重组优化，如对陈旧老化的知识予以删除，对烦琐的内容予以简化，对某些课程进行重新组合，针对新知识，特别是新的能力需求，设置了新课程。最后，我们按照教材的编写要求，组织了 14 个编写组，实施主编负责制。所聘的编写人员都是具有改革创新精神、有丰富教学经验、熟悉专业技术的专业人才；同时聘请了有较高造诣的高校教授任主审。为了确保教材质量，对每本教材的编写提纲都组织有关专家进行了逐一论证，从而确保了这套教材的科学性、针对性、实用性。

在这里，我觉得有必要对本专业的设计作一概要介绍。

专业学习期限：4 年。

培养目标是德、智、体、美全面发展，具有相当于高中的文化基础知识，掌握数控机床加工技术的理论和职业技能，面向生产第一线的工艺实施和智能型操作人员。

本专业强调实务能力，学生通过本专业的学习后，可具有中级水平的数控机床操作能力；具有编制中等复杂程度零件数控加工程序的能力；具有数控机床的刀具选用、调整、工件装夹等技能；具有数控机床维护、保养，并能排除简单故障的能力；具有正确解决零件在数控机床加工过程中质量问题的能力。

这套教材能得以顺利出版，无疑是集体智慧的结晶，是团队合作的成果。在此，我要感谢上海市职业技术教育课程改革与教材建设委员会的正确领导和指导；要感谢上海工业系统各行业、企业的支持和通力合作；要感谢为此呕心沥血、伏案疾书的近百名编审人员；最后还要感谢机械工业出版社的同志们。

当今，我们正处在改革的年代，正是这个年代催生了这套具有改革精神、时代特色和专业个性的新教材。愿随着这套教材的教学实施，能造就一批又一批新的职业技术人才，以服务于国家、造福于企业。

上海市职业技术教育机械专业教材编审委员会副主任 徐韵发

编 者 的 话

本书是根据 1998 年 9 月由上海市职业技术教育机械专业编审委员会审定的《公差配合与技术测量课程标准》和职业技术教育“数控机床专业”的教学计划,以及“公差配合与技术测量”课程的教学大纲组织编写的。

本书突出以能力为本,以少而精和理论联系实际为原则,介绍常用公差标准、公差在机械设计中的应用和测量基础知识。

全书共分为 8 章:绪论、光滑圆柱的公差与配合、测量技术基础、形状和位置公差与测量、表面粗糙度与测量、圆锥公差与测量、螺纹结合、圆柱齿轮公差与测量。每章后附有复习思考题,全书最后摘录了公差配合标准的主要参数表。

本书可作为职业技术教育机械类专业的教材,也可作为企业技术人员的参考用书。

本书绪论、第三章由上海信息技术学校吕永智高级讲师编写;第一、第四章由上海信息技术学校程学珍讲师编写;第二、第七章由中华新侨中等专业学校柏青讲师编写;第五、第六章由上海信息技术学校潘弥德讲师编写。全书由吕永智主编,上海机电工业学校薛源顺高级讲师主审。

由于编者水平有限,书中难免有缺点和错误,恳请使用本书的师生和其他读者批评指正。

目 录

序	
前言	
编者的话	
绪论	1
第一节 互换性与标准化概念	1
第二节 优先数与优先数系	2
第三节 本课程的性质与要求	4
复习思考题	5
第一章 光滑圆柱的公差与配合	6
第一节 概述	6
第二节 基本术语及定义	6
第三节 常用尺寸孔、轴的公差与配合	12
第四节 线性尺寸的一般公差	17
第五节 公差配合的选用	18
第六节 滚动轴承的公差与配合	30
复习思考题	32
第二章 测量技术基础	35
第一节 长度计量单位和基准量值的传递	35
第二节 测量器具和测量方法	37
第三节 测量误差的基本知识	54
第四节 测量器具的选择	57
复习思考题	60
第三章 形状和位置公差与测量	61
第一节 概述	61
第二节 形状和位置公差的标注方法	66
第三节 形状和位置公差带	74
第四节 公差原则	95
第五节 形位公差的等级与公差值	103
第六节 形位误差的检测	107
第七节 形位公差的选用	114
复习思考题	117
第四章 表面粗糙度与测量	122
第一节 概述	122
第二节 表面粗糙度的评定标准	123
第三节 表面粗糙度的标注	128
第四节 表面粗糙度的选择	131
第五节 表面粗糙度的测量	133
复习思考题	137
第五章 圆锥公差与测量	138
第一节 概述	138
第二节 圆锥几何参数偏差对圆锥互换性的影响	139
第三节 圆锥公差	140
第四节 角度和锥度的检测	144
复习思考题	145
第六章 螺纹结合	146
第一节 概述	146
第二节 螺纹几何参数误差对互换性的影响	147
第三节 普通螺纹的公差与配合	149
第四节 螺纹的测量	153
复习思考题	155
第七章 圆柱齿轮公差与测量	156
第一节 概述	156
第二节 齿轮误差的评定指标和测量	157
第三节 齿轮精度、侧隙的规定及检测	165
复习思考题	168
附录	170
附录 A 标准公差数值	170
附录 B 孔与轴的偏差	171
附录 C 轴的基本偏差数值	172
附录 D 孔的基本偏差数值	(见插页)
附录 E 优先、常用配合极限间隙或极限过盈	174

附录 F 直线度、平面度公差值	179	附录 I 同轴度、对称度、圆跳动和	
附录 G 圆度、圆柱度公差值	180	全跳动公差值	181
附录 H 平行度、垂直度、倾斜度公差值	180	参考文献	184

绪 论

第一节 互换性与标准化概念

一、互换性的基本概念

在工厂的装配车间经常看到这样一种情况，装配工人任意从一批相同规格的零件中取出一个装到机器上，装配后机器就能正常工作。在日常生活中也有不少这样的例子，如自行车、缝纫机的某个零件损坏后，买一个相同规格的零件，装好后就能照常使用。这是什么道理呢？原因就是这些零件具有互换性。互换性就是指机器零件(部件)相互之间可以代换，且能保证使用要求的一种特性。

在机械中，互换性可分为广义互换性和狭义互换性。广义互换性是指机器的零件在各种性能方面都达到了使用要求，如性能参数中的精度、强度、刚度、硬度、使用寿命、抗腐蚀性、热变形、电导性等，都能满足机器的功能要求。狭义互换性是指机器的零部件只能满足几何参数方面的要求，如尺寸、形状、位置和表面粗糙度的要求。本课程只研究几何参数方面的互换性。

按互换性的程度又可将互换性分为完全互换和有限互换。所谓完全互换，是指对同一规格的零件，不加挑选和修配就能满足使用要求的互换性。有时虽然是同一规格的零件，但在装配时需要进行挑选或修配才能满足使用要求，这种互换称为有限互换。

完全互换多用于成批大量生产的标准零部件，如普通紧固螺纹制件、滚动轴承等。这种生产方式效率高，同时也有利于各生产单位和部门之间的协作。

有限互换多用于生产批量小和装配精度要求高的情况。当装配精度要求很高时，每个零件的精度也势必要求很高，这样会给零件的制造带来一定的困难。为了解决这一矛盾，在生产中经常采用分组装配法和修配法。分组装配法的具体作法是，将零件的制造公差适当扩大到方便加工的程度，完工后按实际尺寸把被装配的零件分成若干组，两组同组号的零件相装配。分组越细，装配精度就越高，但应以满足装配精度要求为依据。分组太细将会降低装配效率，提高制造成本；分组太粗将不能保证装配精度要求。

对于单件小批量生产的高精度产品，在装配时往往采用修配法或调整法。这种生产方式效率低，但能获得高精度的产品。因此，在精密仪器和精密机床的生产中被广泛采用。

在生产实际中不可避免会产生加工误差，为了达到预定的互换性要求，就要把零、部件的几何参数控制在一定的变动范围内。这个允许零件几何参数的变动范围就称为“公差”。因此，为了使零部件具有互换性，首先必须对几何要素提出公差要求，只有在公差要求范围内的合格零件才能实现互换。为了实现互换性的生产，对各种各样的公差要求还必须具有统一的术语、协调的数据及合适的标注方式，以使从事机械设计或加工人员具有共同的技术语言和技术依据，并使设计生产过程较为方便、合理和经济，这就必须制订公差标准。公差标准是对零件的公差和相互配合所制订的技术标准。在制订和贯彻公差标准时，要相应采用必

要的技术测量措施,它是实现互换性的必要条件。

二、标准化概念

标准化是社会生产的产物,反过来它又能推动社会生产的发展。标准是指对重复性事物和概念所做的统一规定。标准化包含了标准制订、贯彻和修改标准的全部过程。

在机械制造中,标准化是实现互换性的必要前提。

技术标准(简称标准),即技术法规,是从事生产、建设工作以及商品流通等的一种共同技术依据,它以生产实践、科学试验及可靠经验为基础,由有关方面协调制订,标准经一定程序批准后,在一定范围内具有约束力,不得擅自修改或拒不执行。

标准可以按不同级别颁布。我国技术标准分为国家标准、部标准(专业标准)、地方标准和企业标准四级。此外,从世界范围看,还有国际标准与区域性标准。

标准化是组织现代化大生产的重要手段,是实现专业化协作生产的必要前提,是科学管理的重要组成部分,是使整个社会经济合理化的技术基础,也是发展贸易、提高产品在国际市场上竞争能力的技术保证。搞好标准化,对于高速度发展国民经济、提高产品和工程建设质量、提高劳动生产率、改善人民生活等,都有着重要的作用。

三、公差标准发展概况

公差配合的标准化是标准化的一个重要组成部分,公差与配合等互换性标准是重要的基础标准,它是随着机械制造业的发展而产生和完善起来的。

早在1902年,生产剪羊毛机的一家英国公司就开始制订了最初的公差标准。1924年和1925年英国和美国分别发布了各自的公差标准。1926年成立了国际标准化协会(ISA)。二次世界大战后,于1947年国际标准化协会重新建立并改称为国际标准化组织(ISO)。其后由它陆续制订了一些国际公差标准。现在世界上发达的国家都有各自的公差标准。

我国公差标准的建立和发展也是随着我国机械制造业的发展而逐步完善的。1944年,我国曾颁布过中国工业标准(CIS),但实际上并未执行。1955年由第一机械工业部颁布了第一个公差与配合的部标准。1959年由国家科委正式颁布了公差与配合国家标准。1960年由第一机械工业部颁布了圆柱齿轮公差部标准。以后又陆续颁布了表面粗糙度(GB/T1031—1995)、形状和位置公差(GB/T1182—1996)、普通螺纹公差与配合(GB/T197—1981)、键与花键公差(GB/T1095~1099—1979、GB/T1144—1987)等国家标准。

目前,我国即将加入关贸总协定,更要特别重视加强我国标准化工作,尽量使我国标准与国际标准融为一体,以发展国际贸易,参与国际市场的竞争。

第二节 优先数与优先数系

工程上各种技术参数的协调、简化和统一,是标准化的重要内容。

优先数和优先数系是一种无量纲的分级数值,它是十进几何级数,适合于各种量值的分级。任何一种机械产品,总是有它自己的一系列技术参数。这些参数不仅与该产品的自身品质有关,同时与相关的其它产品有关。当选定一个数值作为某种产品的参数指标时,这个数值就会按照一定的规律向一切相关的制品、材料等有关参数指标传播扩散。如动力机械的功率和转速的数值确定后,不仅会传播到有关机器的相应参数上,而且必然传播到其本身的轴、轴承、键、齿轮、联轴器等一整套零部件的尺寸和材料特性参数上,而且必然会传播到

加工和检验这些零部件的刀具、量具、夹具及专用机床等的相应参数上。这种技术参数的传播在生产实际中是极为普遍的现象，既发生在相同量值之间，也发生在不同量值之间，并且跨越行业和部门的界限。工程技术中的参数，即使是有很小的差别，经过反复传播，也会造成尺寸规格的繁多杂乱，给组织生产、协作配套以及使用维修等带来很大的困难。因此，对于各种技术参数，必须从全局出发加以协调。

为了解决这一问题，人们在生产实践中总结了一种符合科学的统一数值标准，这就是优先数和优先数系。GB/T321—1980《优先数和优先数系》规定：优先数系是由公比为 $\sqrt[5]{10}$ 、 $\sqrt[10]{10}$ 、 $\sqrt[20]{10}$ 、 $\sqrt[40]{10}$ 、 $\sqrt[80]{10}$ ，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。各数列分别用符号R5、R10、R20、R40、R80表示，分别称为R5系列、R10系列、R20系列、R40系列、R80系列，即

R5系列 以 $\sqrt[5]{10} \approx 1.60$ 为公比形成的数系；

R10系列 以 $\sqrt[10]{10} \approx 1.25$ 为公比形成的数系；

R20系列 以 $\sqrt[20]{10} \approx 1.12$ 为公比形成的数系；

R40系列 以 $\sqrt[40]{10} \approx 1.06$ 为公比形成的数系；

R80系列 以 $\sqrt[80]{10} \approx 1.03$ 为公比形成的数系。

前4个数在优先数系中为基本系列，R80为补充系列。当参数要求分级很细或基本系列不能满足需要时才采用补充系列。

在标准中所列的每个数系的数值都已进行了圆整，在选择数值系列时应优先按标准确定。优先数系的基本系列见表0-1。

表 0-1 优先数基本系列(摘自 GB/T321—1980)

基 本 系 列 (常用值)				计 算 值
R5	R10	R20	R40	
1.00	1.00	1.00	1.00	1.0000
			1.06	1.0593
			1.12	1.1220
			1.18	1.1885
		1.25	1.25	1.2589
			1.32	1.3335
			1.40	1.4125
			1.50	1.4962
1.60	1.60	1.60	1.60	1.5849
			1.70	1.6788
			1.80	1.7783
			1.90	1.8863
		2.00	2.00	1.9953
			2.12	2.1135
			2.24	2.2837
			2.36	2.3714
2.50	2.50	2.50	2.50	2.5119
			2.65	2.6607
			2.80	2.8184

(续)

基 本 系 列 (常用值)				计 算 值
R5	R10	R20	R40	
4.00	3.15	3.15	3.00	2.9854
			3.15	3.1623
			3.35	3.3497
			3.55	3.5481
			3.75	3.7584
	4.00	4.00	4.00	3.9811
			4.25	4.2170
			4.50	4.4668
			5.00	5.0119
			5.30	5.3088
6.30	5.00	5.00	5.60	5.6234
			6.00	5.9566
			6.30	6.3096
			6.70	6.6834
			7.10	7.0795
	6.30	6.30	7.50	7.4989
			8.00	7.9433
			8.50	8.4140
			9.00	8.9125
			9.50	9.4406
10.00	10.00	10.00	10.00	10.0000

表 0-1 中只给出 1~10 区间的优先数, 对大于 10 和小于 1 的优先数, 均可用 10 的整数幂(10、100、1000、……或 0.1、0.01、0.001、……)乘以表 1 中的优先数求得。

为了满足生产的需要, 有时需要采用派生系列, 以 Rr/p 表示, r 代 5、10、20、40、80。如, $R10/3$ 系列中, r 为 10, p 为 3, 其含意为从 $R10$ 系列中的某一项开始, 每隔 3 项取一数值, 若从 1 开始, 就可以得到 1、2、4、8、……, 若从 1.25 开始, 就可得到 1.25、2.5、5、10、……数系。

在制订各项公差标准中, 优先数系列得到了广泛的应用, 公差标准的许多数值, 都是按照优先数系列确定的。例如, 国家标准《公差与配合》中的公差等级系数就是按 $R5$ 优先数系列确定的, 而尺寸分段则采用了 $R10$ 优先数系列确定的。

第三节 本课程的性质与要求

一、本课程的性质

本课程是机械类和近机械类专业的一门重要的技术基础课, 它与机械设计、机械制造等专业课有着密切的联系。它能使学生学到有关精度理论和测量的基本知识与技能。

本课程的内容在生产实践应用广泛、实践性强, 它由“公差配合”与“技术测量”两部

分组成。本课程的基本理论是精度理论，研究的对象是零、部件几何参数的互换性。本课程的特点是术语定义、符号、代号、图形、表格多；公式推导少，经验数据、定性解释多；内容涉及面广，章节之间系统性、连贯性不强。

二、本课程的要求与学习方法

1. 本课程的要求

- (1) 掌握本课程中有关国家标准的内容和原则。
- (2) 初步学会和掌握零件的精度设计内容和方法。
- (3) 能够查用公差表格，并能正确标注图样。
- (4) 了解各种典型的测量方法，学会常用计量器具的使用。

2. 本课程的学习方法

(1) 在学习中注意及时总结、归纳，找出各要领、各规定之间的区别和联系，并多做习题。

(2) 注意实践环节的训练，尽可能独立操作、独立思考，做到理论与实践相结合。

(3) 尽可能与相关课程的知识联系，使学到的公差配合理论得以举一反三，能达到实际应用的目的。

复习思考题

1. 试述互换性在机械制造业中的重要意义？并举出互换性应用实例。
2. 试述完全互换与有限互换的区别，并指出它们主要用于什么场合？
3. 何谓公差？如果没有公差标准，也能按互换性原则进行生产吗？为什么？
4. 何为优先数系？为什么要采用优先数系？我国标准采用了哪些优先数系？各优先数系有什么不同？

第一章 光滑圆柱的公差与配合

第一节 概 述

在进行机械设计时，首先要进行原理设计和零件设计。前者通过运动分析，以确定正确的运动机构；而后者要通过强度、刚度的计算，确定零件的尺寸大小。在此基础上，还要进行几何精度的设计，以满足产品使用性能的要求。

精度设计包括：零件的精度、零件与零件之间、部件与部件之间的相互位置精度。零件的精度分为尺寸精度、形状(宏观和微观)精度以及同一零件上各要素之间的位置精度，这三者往往又是相互关联的。本章主要介绍孔、轴的公差与配合。为了保证零件的互换性和便于设计、制造、检测与维修，需要对零件的精度与它们之间的配合实行标准化。

本章仅就国家标准的主要内容作一介绍。

第二节 基本术语及定义

一、有关尺寸的定义

1. 尺寸(size) 以特定单位表示线性尺寸值的数值。

2. 基本尺寸(basic size) 通过它应用上、下偏差可算出极限尺寸的尺寸。

基本尺寸是设计零件时，根据使用要求，通过强度、刚度计算及结构等方面的考虑，并按标准直径或标准长度圆整后所给定的尺寸。

3. 极限尺寸(limits of size) 一个孔或轴允许的尺寸的两个极端。

极限尺寸是允许变动范围的两个界限尺寸，即最大极限尺寸和最小极限尺寸 $D_{\max}$ 与 $D_{\min}$ 和 $d_{\max}$ 与 $d_{\min}$ 。

4. 实际尺寸(actual size) 通过测量获得的某一孔、轴的尺寸。由于零件存在着形状误差，所以不同部位的实际尺寸不尽相同，故往往把它称为局部实际尺寸。用两点法测量的目的在于排除形状误差对测量结果的影响。因为测量误差的存在，实际尺寸不可能等于真实尺寸，它只是接近真实尺寸的一个随机尺寸。实际尺寸的大小由加工所决定，而极限尺寸是设计时给定的确定尺寸，不随加工而变化。

二、有关孔和轴的定义

1. 孔(hole) 通常，指工件的圆柱形内表面，也包括非圆柱形内表面(由二平行平面或切面形成的包容面)，如图 1-1a 所示。

2. 轴 shaft) 通常，指工件的圆柱形外表面，也包括非圆柱形外表面(由二平行平面或切面形成的被包容面)，如图 1-1b 所示。

有时由单一尺寸确定的既不是孔，又不是轴的那部分，则称为长度，如图 1-1c 所示。

三、有关偏差、公差和公差带的定义

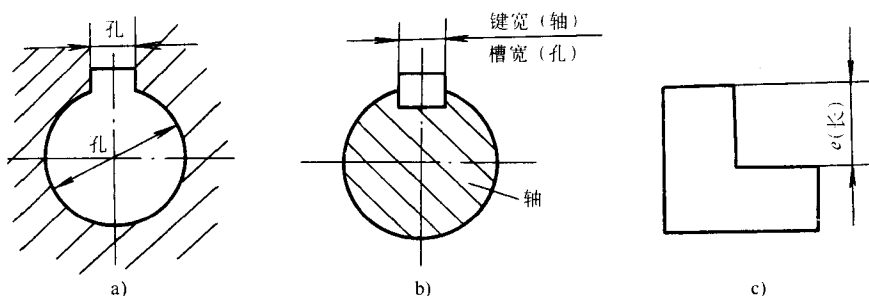


图 1-1 孔、轴和长度示意图

1. 偏差(deviation) 某一尺寸(实际尺寸、极限尺寸,等等)减其基本尺寸所得的代数差。它分为极限偏差和实际偏差。最大极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为上偏差,孔和轴的上偏差分别用 ES 和 es 表示;最小极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为下偏差,孔和轴的下偏差分别用 EI 和 ei 表示。上偏差和下偏差统称为极限偏差。实际尺寸与基本尺寸的代数差称为实际偏差,孔和轴的实际偏差分别用 Δ_a 和 δ_a 表示。各种偏差可用下列关系式表示

$$\begin{aligned} ES &= D_{\max} - D; & EI &= D_{\min} - D \\ Es &= d_{\max} - d & ei &= d_{\min} - d \\ \Delta_a &= D_a - D; & \delta_a &= d_a - d \end{aligned}$$

式中 D 和 d ——孔和轴的基本尺寸;

D_a 和 d_a ——孔和轴的实际尺寸。

各种偏差可以为正、负或零值。偏差值除零外,前面必须冠以正、负号。尺寸的实际偏差必须介于上偏差与下偏差之间,该尺寸才算合格。极限偏差用于控制实际偏差。

2. 尺寸公差[○](简称公差)(size tolerance) 最大极限尺寸减最小极限尺寸之差,或上偏差减下偏差之差。孔和轴的公差分别用 T_h 和 T_s 表示。它是允许尺寸的变动量。公差与极限尺寸和极限偏差的关系如下:

$$\begin{aligned} T_h &= D_{\max} - D_{\min} = ES - EI \\ T_s &= d_{\max} - d_{\min} = es - ei \end{aligned}$$

公差值永远大于零。

3. 公差带(tolerance zone) 在公差带图解中,由代表上偏差和下偏差或最大极限尺寸和最小极限尺寸的两条直线所限定的一个区域。为了说明基本尺寸、极限偏差和公差三者关系,需要画出公差带图。如图 1-2 所示,基本尺寸是公差带的零线,即衡量公差带位置的起始点。图中 EI 和 es 是决定孔、轴公差带位置的极限偏差。 EI 和 es 的绝对值越大,孔、轴公差带离零线越远;绝对值越小,则孔、轴公差带离零线就越近。国家标准把用以确定公差带相对于零线位置的上偏差和下偏差称为基本偏差,它往往是离零线近的或位于零线的那个偏差,图 1-2 中 EI 或 es 则分别为孔和轴的基本偏差。

○ 尺寸公差是一个没符号的绝对值。

公差带的大小,即公差值的大小,它是指沿垂直于零线方向计量的公差带宽度。沿零线方向的宽度,画图时任意确定,不具有特定的含义。

在画公差带图时,基本尺寸以毫米(mm)为单位标出,公差带的上、下偏差用微米(μm)为单位标出,也可用毫米(mm)。上、下偏差的数值前冠以“+”或“-”号,零线以上为正,以下为负。与零线重合的偏差,其数值为零,不必再标出,见图 1-3。

四、有关配合的定义

1. 配合(fit) 基本尺寸相同的,相互结合的孔和轴公差之间的关系。按同一种配合生产的一批孔和一批轴装配后,其配合松紧各不相同。

2. 间隙(clearance) 孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸之差为正。用 X 表示。

3. 过盈(interference) 孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸之差为负。用 Y 表示。

4. 配合类别

(1) 间隙配合(clearance fit) 具有间隙(包括最小间隙等于零)的配合。对于这类配合,孔的公差带在轴的公差带之上,如图 1-4 所示。

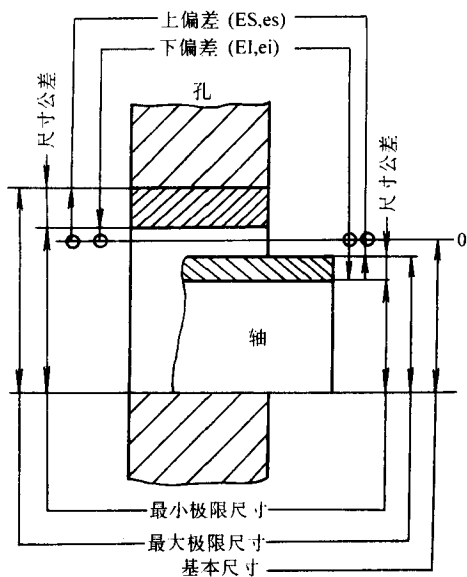


图 1-2 术语图解

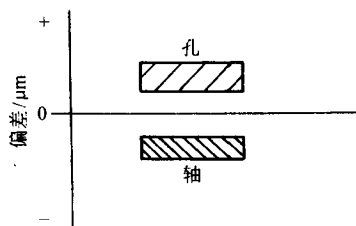


图 1-3 孔、轴公差带图

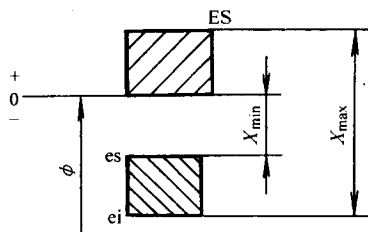


图 1-4 间隙配合图

这类配合的最大极限间隙 $X_{\max}$ 、最小极限间隙 $X_{\min}$ 和平均间隙 X_{av} , 按下式计算

$$\left. \begin{aligned} X_{\max} &= D_{\max} - d_{\min} = ES - ei \\ X_{\min} &= D_{\min} - d_{\max} = ES - ei \\ X_{\text{av}} &= D_{\text{av}} - d_{\text{av}} = \frac{X_{\max} + X_{\min}}{2} \end{aligned} \right\} \quad (1-1)$$

式中, D_{av} 和 d_{av} 分别为孔和轴的平均尺寸。

(2) 过盈配合(interference fit) 具有过盈(包括最小间隙等于零)的配合。对于这类配合,孔的公差带是在轴的公差带之下,如图 1-5 所示。

这类配合的最大过盈 $Y_{\max}$ 、最小过盈 $Y_{\min}$ 和平均过盈 Y_{av} , 按下式计算