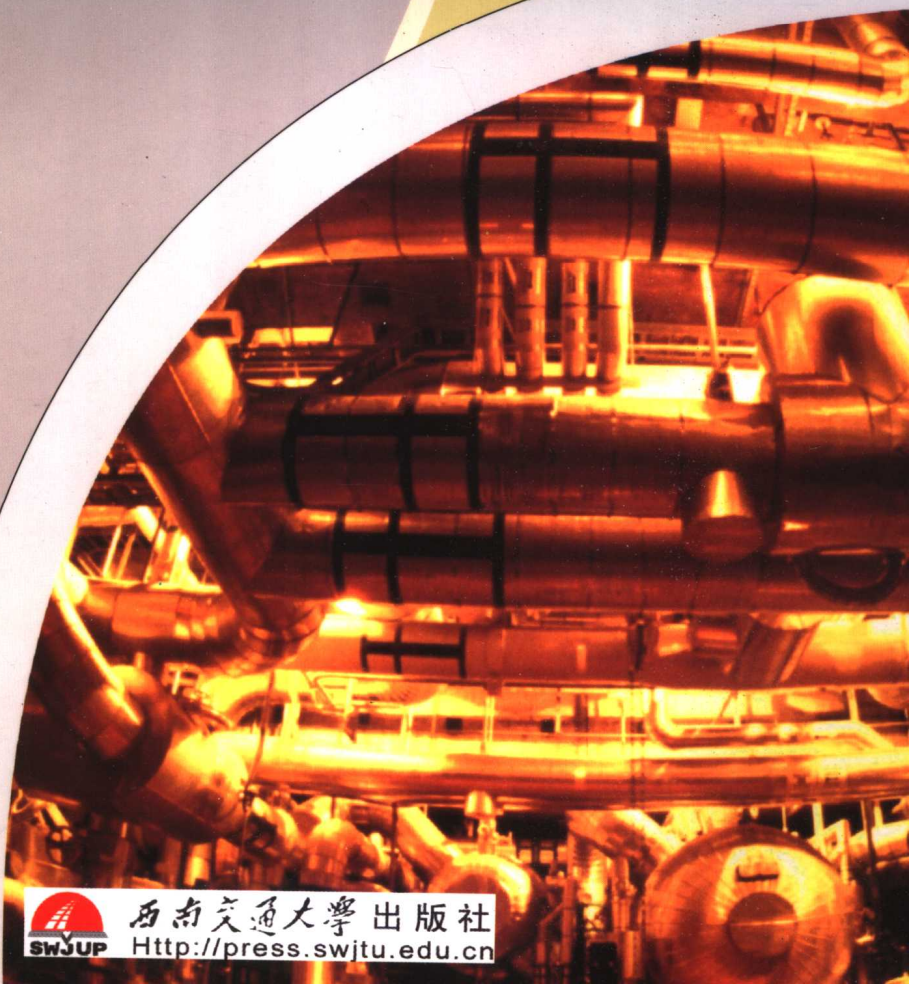


21世纪高等教育系列教材

公差配合 与技术测量

魏祥武 主编



西南交通大学出版社

[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

21 世纪高等教育系列教材

公差配合与技术测量

魏祥武 主编

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内 容 提 要

本书是高职院校机械类和仪器类专业的技术基础课教材,内容包括绪论、孔轴结合的公差与配合、几何量测量基础、形状和位置公差及其误差测量、表面粗糙度的选择及其测量、光滑极限量规与光滑工件尺寸的检验、滚动轴承的公差与配合、螺纹的公差配合及检测、圆锥和角度的公差与检测、键和花键的公差与检测、圆柱齿轮传动的公差与检测和尺寸链等。

本书全部采用我国公差、配合和检测新标准,系统地介绍了各种标准的基本概念、基本原理及其应用,概念阐述清楚,内容由浅入深,难点分析透彻。各章节均配置了适量的思考题和习题,以加深对所学内容的理解,从而满足了教学的需要。

本书可供高职院校机械类和仪器类各专业教学使用,也可供电大、职大和夜大同类专业教学使用,以及供机械设计、制造等工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

公差配合与技术测量 / 魏祥武主编. — 成都: 西南交通大学出版社, 2006. 7

(21 世纪高等教育系列教材)

ISBN 7-81104-350-5

I. 公... II. 魏... III. ①公差—配合—高等学校教材②技术测量—高等学校—教材 IV. TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 063797 号

Gongca Peihe Yu Jishu Celiang

公差配合与技术测量

魏祥武 主编

*

责任编辑 张华敏 张晓燕

封面设计 水木时代

西南交通大学出版社出版发行

(成都市二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

E-mail: cbsxx@swjtu.edu.cn

安徽蚌埠广达印务有限公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm×260 mm 印张: 15.75

字数: 392 千字

2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 7-81104-350-5

定价: 27.00 元

图书如有印装问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

“公差配合与技术测量”课程即“互换性与测量技术基础”课程,是高职院校机械类及仪器仪表类专业的一门重要的技术基础课。

机械设计时的精度要求,以及机械加工过程中和加工后的测量及检验是保证机械产品质量的两个重要的技术环节。本课程的任务是传授机械零部件精度设计的原则和方法,以及作为机械产品质量技术的测量和检验技术。

为了使学生学到最新的知识,本书全部采用了最新的国家标准。

由于本课程的教学实验备有实验指导书,因此本书中不再涉及典型计量器具的原理、结构和使用等内容。

为巩固课堂教学效果,配合教学的需要,本书酌量编写了各章习题。为方便阅读,将解题所需要的各个公差表格附在了各章节的相关内容之后。

本书由魏祥武主编,陶猛、于仁才、许光君担任副主编。编写人员分工如下:魏祥武(第1、2、3、4章),陶猛(第5、6、7章),于仁才(第8、9、10章),许光君(第11、12章)。

东北大学关醒权教授审阅了本书并提出了宝贵的意见,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有不足和错误之处,敬请读者批评指正。

编 者

2006年7月

目 录

第1章 绪 论	(1)
1.1 互换性概述	(1)
1.2 标准化与测量技术简介	(2)
1.3 优先数和优先数系	(3)
1.4 本课程的性质、任务和学习方法	(5)
思考题与习题	(7)
第2章 孔、轴结合的公差与配合	(8)
2.1 公差与配合的基本术语和定义	(8)
2.2 极限与配合国家标准	(19)
2.3 公差与配合的选用	(36)
思考题与习题	(47)
第3章 几何量测量基础	(50)
3.1 概 述	(50)
3.2 长度及长度量值传递	(51)
3.3 计量器具和测量方法	(54)
3.4 测量误差和数据处理	(57)
思考题与习题	(65)
第4章 形状和位置公差	(67)
4.1 基本概念	(67)
4.2 形、位公差的标注方法	(69)
4.3 形、位公差及公差带	(73)
4.4 公差原则	(85)
4.5 形、位公差的选择	(95)
4.6 形、位误差及其评定	(102)
思考题与习题	(106)
第5章 表面粗糙度	(110)
5.1 概 述	(110)
5.2 表面粗糙度的评定	(112)
5.3 表面粗糙度的参数值及其选用	(115)
5.4 表面粗糙度的符号、代号及其标注	(119)
5.5 表面粗糙度的检测	(123)
思考题与习题	(124)
第6章 光滑极限量规与光滑工件尺寸的检验	(126)
6.1 概 述	(126)
6.2 光滑极限量规	(126)

6.3 光滑工件尺寸的检验	(134)
思考题与习题	(143)
第7章 滚动轴承的公差与配合	(145)
7.1 概 述	(145)
7.2 滚动轴承的公差与配合	(146)
7.3 滚动轴承配合的选择	(148)
思考题与习题	(155)
第8章 螺纹的公差与检测	(156)
8.1 概 述	(156)
8.2 普通螺纹的互换性特点	(158)
8.3 普通螺纹的公差与配合	(162)
8.4 机床梯形螺纹丝杠和螺母的公差	(167)
8.5 普通螺纹的检测	(171)
思考题与习题	(172)
第9章 圆锥和角度的公差与检测	(173)
9.1 概 述	(173)
9.2 角度、斜度系列和角度公差	(184)
9.3 角度和锥度的检测	(187)
思考题与习题	(189)
第10章 键和花键的公差与检测	(191)
10.1 平键结合的互换性、标准及检测	(191)
10.2 矩形花键结合的互换性、标准及检测	(195)
思考题与习题	(199)
第11章 圆柱齿轮传动的公差与检测	(200)
11.1 概 述	(200)
11.2 齿轮加工误差的主要来源及其特性	(201)
11.3 齿轮的精度指标、侧隙指标及检测	(205)
11.4 齿轮副的精度指标和侧隙指标	(215)
11.5 渐开线圆柱齿轮精度标准及应用	(217)
思考题与习题	(231)
第12章 尺寸链	(233)
12.1 概 述	(233)
12.2 尺寸链的概念及其代号	(233)
12.3 尺寸链的计算方法	(238)
思考题与习题	(244)
参考文献	(245)

第1章 绪 论

【本章要点】 了解互换性的含义及种类,掌握优先数和优先数系的分布规律及其应用。

1.1 互换性概述

1.1.1 互换性的含义及作用

1. 互换性的含义

日常生活中涉及互换性的事例很多。如灯泡坏了,买一个新的换上,就可以继续照明;自行车、手表的某个零件损坏了,买一个相同规格的新件替换后,又可以正常使用。

机械制造中的互换性,是指按规定的几何、物理和机械性能等参数的公差,分别制造零部件,在装配成机器或更换损坏的零件时,不经选择和修配,就能满足使用要求,零部件的这种性能称为互换性。

零部件的互换性,既包括几何参数的互换性,也包括物理、机械性能参数的互换性。

零件的尺寸、形状和位置以及表面粗糙度等统称为几何参数;而强度、刚度和硬度等则属于物理、机械性能参数。

本课程仅研究几何参数的互换性。

对于具有互换性的零件,从彼此能够互相替换出发,首先应该在尺寸、形状等几何参数方面要完全一致。但是,由于零件制造过程中存在误差,因此不可能将零件制造得绝对准确;另外,从满足各个零件互换性要求和使用性能出发,也不要求将零件制造得绝对准确,只要将零件的几何参数控制在一定的变动范围内就可以了,这一允许变动的范围即是公差。

生产实践证明,只要把公差控制在一定的范围内也就完全能满足零部件使用功能的要求。所以,要使零件具有互换性,就必须合理地确定零件的公差。

几何量公差是指零件几何参数允许变动量的大小。

零件的几何参数误差,对机器和仪器的性能有很大的影响,且零件的制造误差与零件的制造成本密切相关:制造误差越小,制造成本越高。因此,在设计机械产品过程中,应按照经济地满足产品使用性能要求的原则,对机械产品中的各个零件进行几何精度设计,即对每个零件规定适宜的几何量公差。

2. 互换性在机器制造业中的作用

在设计方面,零部件具有互换性,就可以最大限度地采用标准件、通用性和标准部件,大大简化绘图和计算等工作,缩短设计周期,有利于计算机辅助设计和产品的多样化设计。

在制造方面,互换性有利于组织专业化生产,有利于采用先进工艺和高效率的专用设备,以至采用计算机辅助制造,有利于实现加工过程和装配过程机械化、自动化,从而可以提高劳动生产率,提高产品质量,降低生产成本。

在使用和维修方面,零部件具有互换性,可以及时更换那些已经磨损或损坏了的零部件,因此可以减少机器的维修时间和费用,保证机器能连续而持久地运转,从而提高机器的使用价值。

总之,互换性在提高产品质量和可靠性、提高经济效益等方面均具有重大意义。互换性原则已成为现代机器制造业中一个普遍遵守的原则。

1.1.2 互换性的分类

在生产中,由于零件精度要求及生产水平的不同,常常采用以下两种互换性。

1. 完全互换(绝对互换)

具有这种互换性的零件,制造时按一定的公差要求加工,在装配或修配时不经任何选择、调整和修配,任取一件即能装上,而装配后又完全满足功能要求。按现代生产加工水平,对一般零件是可以做到的,所以应用广泛。

2. 不完全互换(有限互换)

具有这种互换性的零件,制造时可按一定公差要求加工,但在装配时要经过适当的选择、调整才能装上,而装配后也能满足功能的要求。例如,某机器部件要求装配精度较高,采用完全互换性将使零件公差很小,加工很难,成本也高,甚至无法加工,这时,可将零件的制造公差适当地放大,使之便于加工,而在零件完工后,再用测量器具将零件按实际尺寸大小分为若干组,此时每组之内零件尺寸差别减少,装配时按相应的组进行装配(大孔装大轴、小孔装小轴),这样既保证了装配精度要求,又使加工容易,成本降低,实际上这也是一种提高装配精度的措施。这种仅组内零件可以互换,而组与组之间的零件不能进行的互换,称为不完全互换。例如,滚动轴承,轴承内、外圈与轴、孔的配合是完全互换;轴承内、外圈滚道直径与滚动体之间的配合,通常采用分组装配,故为不完全互换。

这种不完全互换还可以采用调整垫片或调整螺母的方法来达到较高装配精度的要求。

在生产实践中,尤其是新产品试制中,究竟采用何种互换性,应从产品精度要求、设备条件、生产规模以及技术水平等因素来综合分析。

1.2 标准化与测量技术简介

1.2.1 标准化

标准化是指在经济、技术、科学和管理等实践中,对重复性事物和概念,通过制定发布和实施标准达到统一,以获得最佳秩序和社会效益的做法。标准化不是一个孤立的概念,而是包括制定、发布和贯彻实施的全部活动过程,其中贯彻实施标准是标准化的核心;同时,标准化也是一个不断发展、不断完善和不断提高的活动过程。

标准化是组织现代化生产的重要手段之一,是实现专业化协调生产的前提,是科学管理的重要组成部分;标准化也是联系科研、设计、生产、流通和使用等环节的纽带,是整个社会经济活动合理化的技术基础;标准化又是发展对外贸易,进行国际技术交流,使产品步入国际并具有竞争力的技术保证。

标准化的应用领域十分广泛。目前世界标准化的重点是工业生产领域。标准化主要是以技术

标准的形式来体现的。技术标准种类繁多,大体可分为基础标准、零部件标准、产品标准、原材料及毛坯标准、工艺及工艺装备标准、方法标准、安全和环境保护标准等。基础标准是指在一定范围内作为其他标准的基础,被广泛使用且具有指导意义的标准,如计量单位、优先数系、机械制图、公差与配合、形位公差和表面粗糙度等。

我国在标准化的制定上,有国家标准、部颁标准和行业标准等。近年来,在标准化的制定上,我国逐渐向国际标准化组织(ISO)和国际电工委员会(IEO)所制定的国际标准靠近,来制定国家标准,有些则完全采用国际标准。

为了保证机械零件的互换性,就必须认真贯彻执行统一的互换性标准,其中包括计量单位、优先数系、机械制图、公差与配合、形位公差和表面粗糙度等,通过保证零件的制造公差来保证零部件的互换性。

1.2.2 测量技术

正确的设计精度,仅仅为生产出满足一定使用性能要求的机器和仪器提供了可靠性。完成设计工作后,还必须采用适当的加工设备、刀具、工艺方法进行制造和装配,产品质量的好坏与设计、制造及装配的优劣密切相关。但是,零部件是否达到设计要求,还必须通过测量来检验。只有通过测量和检验后合格的零部件才具有互换性,才能装配成满足设计要求的產品。所以,测量技术是现代化工业生产中必不可少的技术手段,是实现互换性生产的技术保证。

测量技术包括测量和检验,是一个广泛的概念。本课程主要研究零件几何参数的测量和检验,其中包括长度、角度、几何形状、相互位置和表面粗糙度等的测量和检验,以及测量原理、测量方法和测量数据的处理,同时学习计量器具和计量仪器的结构原理和使用方法。

通过测量技术,不但可以测量和检验零部件是否达到设计要求,是否具有互换性,还可以寻找产生误差的原因,以便采取有针对性的工艺措施,消除废品,进一步提高产品质量。在科学技术迅猛发展和生产水平迅速提高的今天,测量技术已是不可缺少的重要技术手段。测量技术已发展成为多学科综合、知识密集的高新技术,并以其显著的社会效益和经济效益,在工农业生产、国防建设和科学技术的各个领域起着十分重要的作用。

在机械制造业中,机械加工,特别是精密机械加工和超精密机械加工,要求精密测量技术与之相适应。生产和科学技术与测量技术之间是相互依赖、相互促进又相互制约的,因此,在某种意义上,测量技术水平标志着一个国家的科学技术和生产水平,所以测量技术的研究和发展受到世界各国的普遍重视。

1.3 优先数和优先数系

为全面保证零部件的互换性,不仅要求合理的确定零件制造公差,还必须对形成产品质量的各个环节、各个阶段及有关问题实现标准化,诸如:

- (1)技术参数及数值系列的标准化(优先数系);
- (2)工艺装备及工艺流程的标准化;
- (3)形状与位置公差及表面质量的标准化;
- (4)原材料及热处理方法的标准化;

(5) 计量单位及检测规定等的标准化。

上述内容是通过不同的生产环节来完成的,本课程及有关课程都贯穿着保证互换性的相关内容。为后续课程所需,本节先介绍数值系列的标准化问题,即优先数系和优先数。

1.3.1 工业生产对系数的要求

在工业产品的设计和制造中,常常要用到很多数。当选定一个数值作为某产品的参数指标时,这个数就会按一定的规律向一切有关制品和材料的相应指标传播。例如,当螺纹的尺寸一定时,其相应的丝锥尺寸、检验该螺纹的塞规尺寸甚至攻丝前的钻孔尺寸和钻头直径也随之而定,这种情况就是数值的传播。在现代化生产中,由于专业化生产水平愈来愈高,各有关产品的参数数值必须密切配合,协调一致,才能节省材料、简化工艺、降低成本、保证零(部)件的互换性。因此,现代工业生产对数系的要求是:

- (1) 数系中的各个数应彼此相关,疏密适当,前后衔接不间断;
- (2) 能向两端延伸和中间插入,满足生产不断发展的要求;
- (3) 数系中的数要有一定的“级距”,相邻两数的相对差为定值;
- (4) 数系中的几个数的积、商,应为数系中的数;
- (5) 简单易记,运算方便,且具有十进位制。

1.3.2 优先数系的形成

根据工业生产对数系的要求,数系中能满足的是十进几何级数,其公比恒定,为一常数,并且具有十进制的特点。

- (1) 当使数系中的数每隔 5 项增加 10 倍时,第一个数为 a ,公比为 q ,系列为

$$a, aq, aq^2, aq^3, aq^4, aq^5, \dots$$

由于要求 $aq^5 = 10a$,则公比为

$$q = \sqrt[5]{10} \approx 1.6$$

- (2) 当使数系中的数每隔 10 项增加 10 倍时,则公比为

$$aq^{10} = 10a, \quad q = \sqrt[10]{10} \approx 1.25$$

- (3) 当使数系中的数每隔 20 项增加 10 倍时,则公比为

$$aq^{20} = 10a, \quad q = \sqrt[20]{10} \approx 1.12$$

- (4) 当使数系中的数每隔 40 项增加 10 倍时,则公比为

$$aq^{40} = 10a, \quad q = \sqrt[40]{10} \approx 1.06$$

对具有上述公比,且使数系中具有 10^n (n 为正、负整数或零)的几何级数便称为优先数系。优先数系中的每个数称为优先数。

1. 基本系列

优先数系中的 R5、R10、R20、R40 系列为基本系列,由于其公比是一无理数,故取 3 位数的近似值为常用值。各种数系的优先数见表 1-1。R80 作为补充系列。

从表 1-1 中可以看出,各系列的项值有一种包含关系。

表 1-1 优先数的基本系列

R5	1.00															1.60
R10	1.00					1.25					1.60				2.00	
R20	1.00		1.12		1.25		1.40			1.60		1.80		2.00		2.24
R40	1.00	1.06	1.12	1.18	1.25	1.32	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.12	2.24	2.36
R5	2.50															4.00
R10	2.50					3.15					4.00				5.00	
R20	2.50		2.80		3.15		3.55			4.00		4.50		5.00		5.60
R40	2.50	2.65	2.80	3.00	3.15	3.35	3.55	3.75	4.00	4.25	4.50	4.75	5.00	5.30	5.60	6.00
R5	6.30															10.0
R10	6.30					8.0					10.0					
R20	6.30		7.10		8.00		9.00			10.0						
R40	6.30	6.70	7.10	7.50	8.00	8.50	9.00	9.50	10.0							

2. 变形系列

变形系列有派生系列和复合系列,它们与基本系列只是公比不同,优先选择的条件不同,这里不再介绍。

1.3.3 优先数的应用

1. 适用范围

- (1) 凡是工程上使用的各种参数值,具有一定规律的,可用优先数作为主参数。
- (2) 当从事产品系列化设计时,可用优先数,保证产品更新换代,延伸发展。
- (3) 各种标准中数值的制定应多用优先数。

2. 合理选择

- (1) 采用基本系列满足不了时,可采用补充系列或派生系列。
- (2) 在选用时,要本着先疏后密的原则,即先用 R5 系列,再用 R10、R20 和 R40 系列。

优先数具有广泛的适应性,且简单易记、使用方便,是技术参数系列标准化的重要基础,应用优先数是保证互换性的一个必要条件。

1.4 本课程的性质、任务和学习方法

1.4.1 本课程的性质和任务

《公差配合与技术测量》是高职高专工程专科机械类各专业的一门重要的技术基础课。在教学

计划中,本课程是从基础课及其他技术基础课向专业课过渡的桥梁和纽带。

设计机器和仪器,除了总体方案设计、运动设计、结构设计、强度和刚度设计外,还必须进行精度设计。对加工后的零件需要进行精度的检验;对组成机器和仪器的零部件的几何参数误差规定合理的变动范围(即确定公差),才能使机器和仪器具有设计时所规定的使用性能。因此,精度设计以及测量和检验是保证产品质量的两个重要环节。本课程的重点是研究如何合理地确定零件公差的原则和方法,以满足精度设计的要求。

随着科学技术的迅速发展和生产水平的不断提高,人们对产品质量提出了越来越高的要求,与之相对应的新的国家标准已相继颁布实施,这使公差的测量水平和对公差精度等级的要求有了更大的提高。这就要求我们不断了解和掌握这方面的最新成果,以适应生产实践的要求。

对于高职高专工程专科学子来说,学习本课程后应掌握以下基本内容:

(1)对互换性和标准化的概念和作用有比较清晰的了解。

(2)熟悉本课程所讲授的各个公差标准的基本内容,确切了解各个基本术语,能看懂并能正确绘制公差带图解和公差与配合图。

(3)知道各级公差的应用情况和各类配合的特点及应用范围,初步掌握选择公差与配合的原则和方法,能熟练地查阅公差表,并能将公差、配合正确地标注在图样上。

1.4.2 本课程的特点和学习方法

本课程主要介绍了有关的公差标准,这些公差标准属于标准化范畴。由于术语定义多、符号代号多、具体规定多、叙述性内容多以及经验总结和应用实例多,因此,对学生来说,往往感到内容多,难记忆,容易听懂,不会应用。这就要求学生在先对本课程的内容、特点和要求有清晰的了解,有充分的心理准备。

公差标准作为技术上的法规,很注重其严密性,因此标准中的许多规定,原则性很强;而机械类产品种类繁多,性能各异,对构成不同机械产品的零件的性能要求差别很大。因此,在进行精度设计时,必须根据零件的功能要求对零件规定不同的公差等级,以满足经济性要求。一方面是标准的原则性,另一方面是使用要求的灵活性,这就决定了掌握公差与配合的选择不是一件容易的事情。

尽管本课程涉及的公差标准、基本概念、基本术语多,但都是以解决机械产品中零部件的几何精度为主线。因此,在学习过程中,应注意理解每个概念、术语的实质,同时还应该及时归纳总结、分析比较,掌握众多概念、术语之间的区别与联系。要认真独立完成作业,巩固、加深对所学内容的认识和理解,学习选择公差、配合的原则与方法,掌握正确标注的方法。

要认真作好机械零件的精度设计,对设计者来说,只掌握公差的性质、特点和应用还不够,必须对所设计的机械产品的使用要求,零(部)件的地位、作用有透彻的了解,掌握足够的成功的精度设计的图样、资料,了解制造与装配零件所应采用的工艺装备、工艺方法及公差的检验方法和检验手段。所以,经济合理的精度设计过程是设计者综合知识的体现。

仅仅学完本课程就要求学生能正确地进行零件的精度设计是不切合实际的,学生还需继续学习设计类和工艺类课程,并在后续课程的学习过程中,加深对本课程所学内容的认识与理解,并在实践中不断总结和探索,进而达到熟练地进行零件精度设计。

思考题与习题

一、思考题

1. 什么叫互换性？它在机械制造业中有什么作用？
2. 生产中互换性有几种？它们之间有什么区别？
3. 加工误差主要有几种？它们各有什么特点？给定公差主要控制的是哪几种误差？
4. 何谓优先数系？基本系列有哪些？公比如何？
5. 何谓标准化？标准化的作用是什么？
6. 本课程的基本内容是什么？简述学习本课程的方法。

二、习 题

1. 第一个数为10,按R5、R20系列确定后五项优先数。
2. 说明10,12.5,16,20,25,31.5,40系列的公比,并指出该系列的符号。

第2章 孔、轴结合的公差与配合

【本章要点】 在了解孔、轴及各种尺寸、偏差、公差、配合等基本概念的基础上,掌握基孔制度、基轴制度以及标准公差、基本偏差的含义。根据给定的基本尺寸、间隙、过盈等条件,确定孔、轴的公差等级、公差、基本偏差等。

现代化的机械工业,要求机器零件具有互换性,从而有利于广泛地组织生产,进行高效率的专业化生产。为了使零件具有互换性,必须保证零件的尺寸、几何形状、相互位置和表面粗糙度等技术要求的一致性。就尺寸而言,互换性要求尺寸的一致性,并不是要求零件都准确地制成一个指定的尺寸,而要求它们在一个合理的范围内变动。对于互相结合的零件,这个范围既要保证相互结合的尺寸之间形成一定的关系,以满足不同的使用要求;又要在制造上是经济合理的,这样就形成了公差与配合的概念。

孔、轴类零件是机器中应用最广泛的零件。为满足它们的使用要求,保证互换性,与孔、轴尺寸精度有机联系的公差与配合应标准化,国家为此制定了一系列相应的标准。

下面就上述标准的基本概念和应用,以及孔、轴尺寸精度的设计进行阐述。

2.1 公差与配合的基本术语和定义

2.1.1 孔和轴的定义

(1)孔 主要指圆柱形内表面,也包括其他由单一尺寸确定的内表面。

(2)轴 主要指圆柱形外表面,也包括其他由单一尺寸确定的外表面。

从装配关系讲,孔是包容面,在它之内没有材料;轴是被包容面,在它之外没有材料。

在图 2-1 中,由单一尺寸 ϕD 确定的圆柱形内表面以及由单一尺寸 D_1 、 D_2 、 b 所确定的非圆柱形内表面均为孔;由单一尺寸 ϕd 确定的圆柱形外表面以及由单一尺寸 d_1 、 d_2 确定的非圆柱形外表面均为轴。

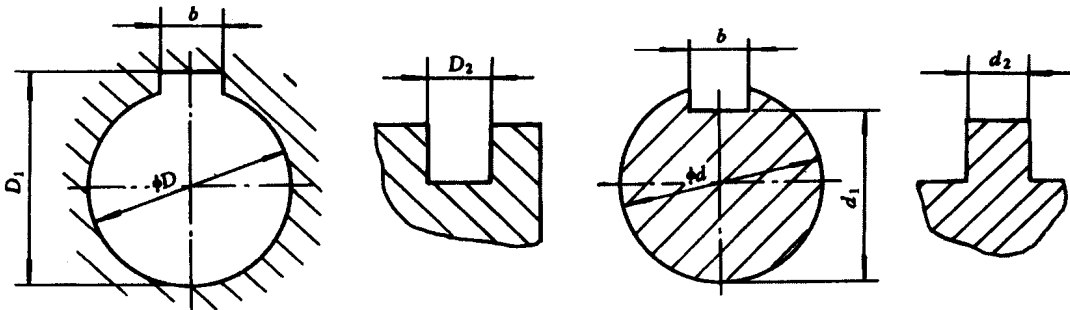


图 2-1 孔、轴定义图例

孔和轴的定义明确了公差与配合国家标准的应用范围。例如，键连接的配合表面是由单一尺寸确定的内、外表面，即键宽表面为轴；轮毂键槽宽表面皆为孔。这样，键连接的公差与配合可直接应用公差与配合国家标准。

2.1.2 尺寸的术语和定义

1. 尺寸

尺寸是用特定单位表示线性尺寸值的数字。它包括直径、长度、宽度、高度、厚度及中心距等。在机械制造中常用毫米(mm)来表示。

2. 基本尺寸

基本尺寸是设计给定的尺寸，用 D 表示。它是根据零件的使用要求，通过刚度、强度的计算及结构设计，经取整后确定的。为减少定值刀具、量具的规格，基本尺寸应尽量采用标准尺寸。表 2-1 列出了部分标准尺寸。

表 2-1 标准尺寸(10~100)(摘自 GB 2822—81) 单位: mm

R			Ra			R			Ra		
R ₁₀	R ₂₀	R ₄₀	Ra 10	Ra ₂₀	Ra ₄₀	R ₁₀	R ₂₀	R ₄₀	Ra ₁₀	Ra ₂₀	Ra ₄₀
10.0	10.0		10	10			33.5	35.5		36	36
	11.2			11				37.5			38
12.5	12.5	12.5	12	12	12	40.0	40.0	40.0	40	40	40
		13.2			13			42.5			42
	14.0	14.0		14	14			45.0		45	45
16.0		15.0			15		45.0	47.5			48
	16.0	16.0	16	16	16	50.0	50.0	50.0	50	50	50
		17.0			17			53.0			53
	18.0	18.0		18	18			56.0		56	56
20.0		19.0			19		56.0	60.0			60
	20.0	20.0	20	20	20	63.0	63.0	63.0	63	63	63
		21.0			21			67.0			67
	22.4	22.4		22	22			71.0		71	71
25.0		23.6			24		71.0	75.0			75
	25.0	25.0	25	25	25	80.0	80.0	80.0	80	80	80
		26.5			26			85.0			85
	28.0	28.0		28	28			90.0		90	90
		30.0			30			95.0			95
31.5	31.5	31.5	32	32	32	100.0	100.0	100.0	100	100	100
		33.5			34						

注: Ra 系列中的黑体字为 R 系列响应各项优先数的化整值。

3. 实际尺寸

实际尺寸是指通过两点法测量获得的尺寸。孔和轴的实际尺寸分别用符号 D_s 和 d_s 来表示。

由于存在测量误差,实际尺寸并不是被测尺寸的真实值。又由于零件表面总是存在形状误差,在同一表面的不同部位的实际尺寸往往是不相等的,如图 2-2 所示。

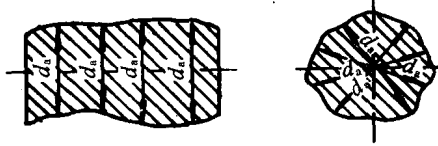


图 2-2 局部实际尺寸

4. 局部实际尺寸

一个孔或轴的任意截面中的任一距离,即任何两相对点之间测得的尺寸称为局部实际尺寸。如图 2-2 中任一实际尺寸均为局部实际尺寸。

5. 极限尺寸

极限尺寸是允许尺寸变动的两个界线值。孔或轴允许的最大尺寸称为最大极限尺寸,分别用 $D_{\max}$ 和 $d_{\max}$ 来表示;孔或轴允许的最小尺寸称为最小极限尺寸,分别用 $D_{\min}$ 和 $d_{\min}$ 来表示,如图 2-3 所示。

极限尺寸是以基本尺寸为基数确定的,它用于控制实际尺寸。实际尺寸应位于其中,也可达到极限尺寸。

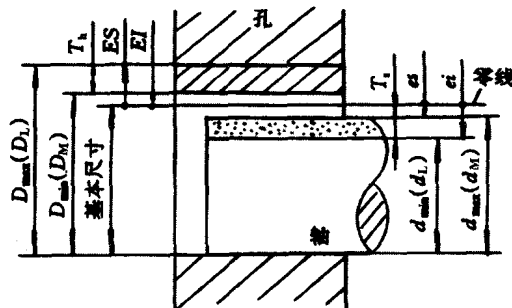


图 2-3 极限与配合示意图

6. 最大实体状态、最大实体尺寸

孔或轴具有允许的材料量为最多时的状态,称为最大实体状态(代号 MMC),在此状态下的尺寸称为最大实体尺寸(孔代号 D_{MMC} ,轴代号 d_{MMC}),亦即为孔的最小极限尺寸 $D_{\min}$ 或轴的最大极限尺寸 $d_{\max}$ ($D_{\text{MMC}} = D_{\min}$, $d_{\text{MMC}} = d_{\max}$)。

7. 最小实体状态、最小实体尺寸

孔或轴具有允许的材料量为最少时的状态,称为最小实体状态(代号 LMC),在此状态下的尺寸称为最小实体尺寸(孔代号 D_{LMC} ,轴代号 d_{LMC}),亦即为孔的最大极限尺寸 $D_{\max}$ 或轴的最小极限

尺寸 $d_{\min}$ ($D_{\text{LMC}} = D_{\max}$, $d_{\text{LMC}} = d_{\min}$)。

8. 作用尺寸

(1) 孔的(体外)作用尺寸 在给定长度上,与实际孔体外相接的最大理想轴的尺寸,称为孔的(体外)作用尺寸,用符号 D_{fe} 来表示,如图 2-4(a)所示。

(2) 轴的(体外)作用尺寸 在给定长度上,与实际轴体外相接的最小理想孔的尺寸,称为轴的(体外)作用尺寸,用符号 d_{fe} 来表示,如图 2-4(b)所示。

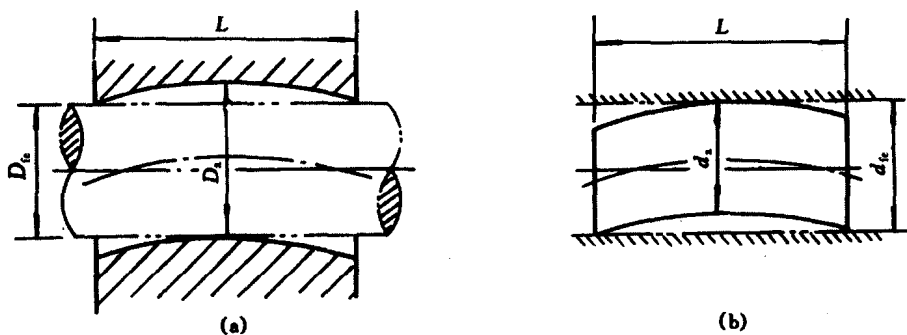


图 2-4 孔和轴的作用尺寸

作用尺寸是零件的实际尺寸和形状误差综合作用的结果,它是零件在装配时真正起作用的尺寸。同一批零件加工后由于实际尺寸各不相同,所以作用尺寸也各不相同,但对某一零件而言,其作用尺寸是确定的。由于孔的作用尺寸比实际尺寸小,而轴的作用尺寸比实际尺寸大,因此作用尺寸将影响孔和轴装配后的松紧程度。一般情况下,作用尺寸是无法计算的,但若孔、轴中心要素形状误差较大,而其他形状误差很小可以忽略时,孔和轴的作用尺寸可用下列公式计算:

$$D_{fe} = D_a - f$$

$$d_{fe} = d_a + f$$

式中 f ——中心要素的形状误差。

由于作用尺寸影响配合性质,因此对有配合要求的孔和轴,不仅应控制它们的实际尺寸,还应控制它们的作用尺寸。

8. 极限尺寸判断原则(泰勒原则)

实际尺寸和作用尺寸表达了实际零件的大小,而极限尺寸和最大、最小实体尺寸则表达了设计上要求控制的尺寸。为了能够根据极限尺寸来判断孔、轴零件的合格性,国家标准规定了一条原则,称为极限尺寸判断原则——泰勒原则,其内容是:

(1) 孔或轴的作用尺寸不允许超过最大实体尺寸。对于孔,其作用尺寸应不小于最小极限尺寸;对于轴,其作用尺寸则应不大于最大极限尺寸。

(2) 在任何位置上的实际尺寸不允许超过最小实体尺寸。对于孔,其实际尺寸应不大于最大极限尺寸;对于轴,其实际尺寸则应不小于最小极限尺寸。

用公式表示为

$$\text{对于孔} \quad D_{fe} \geq D_{\text{MMC}}(D_{\min}) \quad D_a \leq D_{\text{LMC}}(D_{\max})$$

$$\text{对于轴} \quad d_{fe} \leq d_{\text{MMC}}(d_{\max}) \quad d_a \geq d_{\text{LMC}}(d_{\min})$$