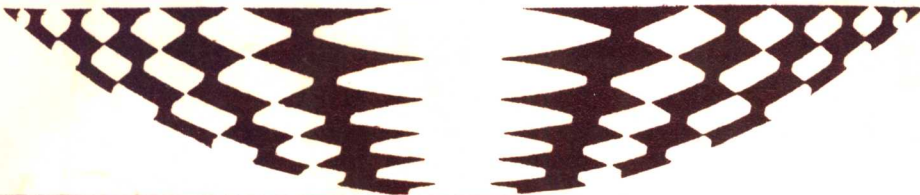




互换性和测量技术基础



魏东波 编著



北京航空航天大学出版社

互换性和测量技术基础

魏东波 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 提 要

本书从互换性生产要求角度介绍几何量精度设计与检测的基础知识。内容分为九章:绪论;尺寸公差与圆柱结合的互换性;测量技术基础;形状和位置公差与检测;表面粗糙度与检测;滚动轴承的互换性;螺纹结合的互换性与检测;渐开线圆柱齿轮的互换性与检测和尺寸链。并适当安排了各章习题和所需要的公差表格,以便于教学与参考。本书按学科特点精选并组织内容,注重理论与实际相结合,体系结构合理。书中贯彻了有关国际、国内最新标准的主要思想和原则。

本书供高等院校机械设计与制造类专业在教学中使用,亦可供从事相应工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

互换性和测量技术基础/魏东波编著. —北京:北京航空航天大学出版社,1996.9

ISBN 7-81012-651-2

I. 互… I. 魏… III. ①互换性-理论②技术测量-理论
N. TG8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 10626 号

- 书 名: 互换性和测量技术基础
HUHUANXINGHE CECUANG JISHU JICHU
- 编 著 者: 魏东波
- 责任编辑: 刘宝俊
- 责任校对: 李宝田
- 出 版 者: 北京航空航天大学出版社
- 印 刷 者: 蓟县新潮印刷厂印刷
- 发 行: 新华书店总店北京发行所
- 经 售: 全国各地书店
- 开 本: 16
- 印 张: 12.5
- 字 数: 315 千字
- 印 数: 4000 册
- 版 次: 1996 年 8 月第一版
- 印 次: 1996 年 8 月第一次印刷
- 书 号: ISBN 7-81012-651-2/TG·003
- 定 价: 12.30 元

前 言

《互换性与测量技术基础》是高等工科院校机械类各专业的一门重要的技术基础课。本书是根据全国高校互换性与测量技术教材编审组拟定的大纲要求,在我校 1992 年自编教材《互换性与测量技术基础》的基础上,结合近几年来本课程所涉及的有关国家标准的新变化,经过修改和充实重新编写而成的。

本书包括九章。在章节安排方面,考虑到本课程的教学与实验在一学期内完成,而实验课一般安排在期中进行,因此测量技术基础安排在第三章,以便于学生在实验前学习一些必要的基础知识。滚动轴承的互换性安排在第六章,结合变速箱部件的精度设计,作为前三章介绍的尺寸公差、形状和位置公差、表面粗糙度三项几何量公差的综合应用。

田英副教授曾经仔细地审阅了本书初稿,并提出了许多宝贵意见,北京理工大学刘巽尔教授为本书提供了许多支持和帮助,在此一并表示感谢。

限于编著者水平和教学经验,书中难免存在不足之处,欢迎读者批评指正。

编 著 者

1996 年 5 月

目 录

第一章 绪 论	(1)
§ 1-1 本课程的任务	(1)
§ 1-2 加工误差与公差	(2)
§ 1-3 互换性	(3)
§ 1-4 标准化简述	(4)
§ 1-5 优先数和优先数系简述	(5)
第二章 尺寸公差与圆柱结合的互换性	(8)
§ 2-1 圆柱结合的使用要求	(8)
§ 2-2 基本术语及定义	(8)
§ 2-3 尺寸公差与配合的标准化	(13)
§ 2-4 尺寸公差与配合的选用	(28)
§ 2-5 尺寸公差与配合新、旧国标的对照	(37)
第三章 测量技术基础	(42)
§ 3-1 测量的基本概念	(42)
§ 3-2 计量单位和量值传递	(42)
§ 3-3 计量器具和测量方法	(46)
§ 3-4 测量误差和数据处理	(48)
§ 3-5 光滑工件尺寸的检测	(59)
第四章 形状和位置公差与检测	(69)
§ 4-1 形位公差的研究对象、种类及其标注方法	(69)
§ 4-2 形状公差及其误差评定	(75)
§ 4-3 位置公差及其误差评定	(82)
§ 4-4 公差原则	(89)
§ 4-5 形位误差的检测原则	(95)
§ 4-6 形位公差的选用	(96)
第五章 表面粗糙度与检测	(101)
§ 5-1 表面粗糙度对零件功能的影响	(101)
§ 5-2 表面粗糙度评定参数及其数值	(102)
§ 5-3 表面粗糙度的符号及标注	(107)

§ 5-4 表面粗糙度参数值的选用	(109)
§ 5-5 表面粗糙度的检测	(111)
第六章 滚动轴承的互换性	(115)
§ 6-1 概述	(115)
§ 6-2 滚动轴承公差等级及其应用	(115)
§ 6-3 滚动轴承内径与外径的公差带及其特点	(118)
§ 6-4 滚动轴承与轴和壳体孔的配合及其选用	(119)
第七章 螺纹结合的互换性与检测	(126)
§ 7-1 螺纹结合的基本概念	(126)
§ 7-2 螺纹几何参数误差对互换性的影响	(128)
§ 7-3 普通螺纹的公差与配合	(133)
§ 7-4 螺纹的检测	(138)
第八章 渐开线圆柱齿轮的互换性与检测	(141)
§ 8-1 概述	(141)
§ 8-2 单个齿轮的误差及其公差项目	(144)
§ 8-3 齿轮副的误差及其公差项目	(152)
§ 8-4 渐开线圆柱齿轮精度标准及应用	(155)
§ 8-5 齿轮的检测	(166)
第九章 尺寸链	(171)
§ 9-1 尺寸链的基本概念	(171)
§ 9-2 尺寸链的计算	(175)
习 题	(184)
参考文献	(192)

第一章 绪 论

§ 1-1 本课程的任务

本课程是机械类各专业的一门技术基础课,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。本课程由几何量精度设计及其检测两部分组成。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。

任何一台机器的设计,除了运动分析、结构设计、强度计算和刚度计算等以外,还有精度设计。机器的精度直接影响到机器的工作性能、振动、噪声、寿命和可靠性等。影响机电产品质量的因素虽然很多,但其中几何精度尤为重要。说明这一问题典型而又常见的例子是电风扇。其部分结构如图 1-1 所示。图中,在风扇叶片定位面上,安装一个叶片,加上防护罩,电风扇就可工作了。我们都知道,电风扇的主要使用要求(质量)表现在两个方面:连续工作时间长和噪声小。这两项指标都与图中孔、轴配合处的间隙量有重要关系。对单台电风扇来说,当间隙量太大时,电风扇噪声大;当间隙量太小时,电风扇连续工作时间短,甚至不能正常工作。从一批电风扇来看,若孔、轴配合间隙的变化范围大,则一批产品的质量分散;若孔、轴配合间隙的变化范围小,则一批产品的质量集中。电风扇孔、轴配合处的间隙量是在几何精度设计时,根据其使用要求确定,并在零件加工后经检测得到保证的。由此不难看出机电产品的几何精度设计及其检测对保证产品质量的重要性。

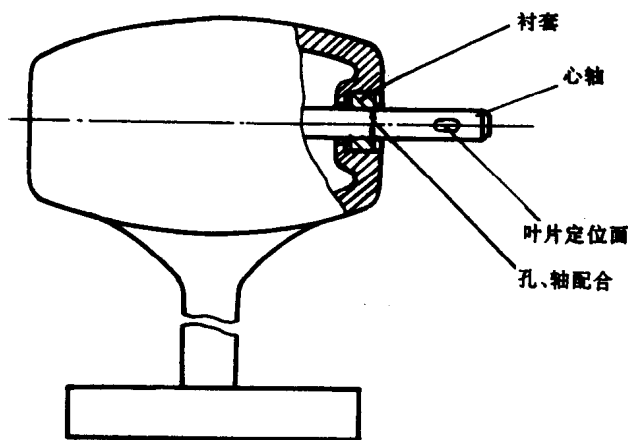


图 1-1 电风扇孔、轴配合结构示意图

研究机器的精度时,要处理好机器使用要求与制造工艺的矛盾,解决的方法是规定合理的

公差,并用检测手段保证其贯彻实施。学习本课程可以使学生了解机器的几何精度设计,合理确定几何量公差,以保证满足使用要求。学生在学习本课程时,应具有一定的理论知识和生产实践知识,即能够读图、懂得图样标注方法、了解机械加工的一般知识和常用机构的原理。学生在学完本课程后应达到下列要求:

- 一、掌握互换性和标准化的基本概念;
- 二、掌握本课程中几何量精度设计的基本理论和方法;
- 三、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;
- 四、能够查用本课程介绍的公差表格,正确标注图样;
- 五、了解各种典型几何量的检测方法并初步学会使用常用的计量器具。

总之,本课程的任务是:使学生获得机械工程师必须具备的几何量精度设计与检测方面的基本知识和技能。当然,后续课程的教学和毕业后的实际工作锻炼,会使学生进一步加深理解并逐渐熟练掌握本课程的内容。

§ 1-2 加工误差与公差

任一机器零件都是按一定的工艺过程、通过加工所得到的。由于加工设备与工艺方法的不完善,不可能做到使零件的尺寸和形状都绝对符合理想正确状态,设计参数与实际参数之间总是有误差的。为了保证零件的使用性能及制造的经济性,设计时必须合理地提出几何精度要求,即规定公差值,把加工误差限制在允许的范围內。

一、加工误差分类

为了便于限制加工误差,按照加工误差产生的原因及其对零件使用性能的影响,通常将加工误差分类如下。

- (1) 尺寸误差:指按同一规格加工的一批零件的尺寸变化范围。
- (2) 形状误差:指零件上几何要素的实际形状对其理想形状的偏离量。
- (3) 位置误差:指零件上几何要素的实际位置对其理想位置的偏离量。
- (4) 表面粗糙度:指零件表面存在的由较小间距和峰谷组成的微量高低不平的痕迹。这种痕迹也就是零件表面的微观几何形状误差。
- (5) 表面波度:指零件表面形成明显的周期性波形,但其峰、谷和间距比表面粗糙度要大得多。

上述各项误差,统称为几何参数误差。有时把形状误差、位置误差和表面波度合称为宏观几何形状误差,表面粗糙度称为微观几何形状误差。

二、公差

公差是指某个几何参数的允许的变化范围,用来限制相应参数的加工误差,以保证零件的使用性能。上述各项误差都有相应的公差标准。由于各项几何参数误差产生的原因及其对零件使用性能的影响不同,所以在精度设计时,规定公差的原则和方法也就各有差异。

§ 1-3 互换性

一、互换性的意义

互换性的实例在日常生活和工作中经常可能遇到。例如自行车、手表、汽车和拖拉机等零件坏了,都可以迅速换上一个新的,并且在更换与装配后,能很好地满足使用要求。其所以能这样方便,就因为这些零件都具有互换性。

要使零件具有互换性,不仅要求决定零件特性的那些技术参数的公称值相同,而且要求将其实际值的变动限制在一定范围内,以保证零件充分近似,即应按“公差”来制造。公差即允许的实际参数值的最大变动量。

由此,可将互换性的含义阐述如下:“机械制造中的互换性,是指按规定的几何、物理及其它质量参数的公差,来分别制造机器的各个组成部分,使其在装配与更换时,不需辅助加工及修配便能很好的满足使用和生产上的要求”。

当前,互换性原则已经成为组织现代化生产的一项重要技术经济原则。它已经在生产资料和生活资料的各部门被普遍地、广泛地采用。

二、互换性的种类

按参数特性或使用要求,互换性可分为几何互换性与功能互换性。

几何互换性是指规定几何参数的公差,以保证成品的几何参数充分近似所达到的互换性。此为狭义互换性,即通常所讲的互换性,有时也局限于指保证零件尺寸配合要求的互换性。

功能互换性是指规定功能参数的公差所达到的互换性。功能参数当然包括几何参数,但还包括其他一些参数,如材料机械性能参数以及化学、光学、电学和流体力学等参数。此为广义互换性,往往着重于保证除尺寸配合要求以外的其他功能要求。

互换性按其程度可分为完全互换(绝对互换)与不完全互换(有限互换)。

若零件(或部件)在装配或更换时,不仅不需辅助加工与修配,而且不需选择,则具有完全互换性。当装配精度要求很高时,采用完全互换将使零件尺寸公差很小,加工困难,成本很高,甚至无法加工。这时,对某些形状误差很小而生产批量较大的零件,可将其制造公差适当地放大,以便于加工,而在加工完毕后,再用测量器具将零件按实际尺寸大小分为若干组,使同组零件间的差别减小,按组进行装配。这样,既可保证装配精度与使用要求,又可解决加工困难,降低成本。此时,仅组内零件可以互换,组与组之间不可互换,故叫不完全互换。

对标准部件或机构来讲,其互换性可分为外互换与内互换。

外互换指部件或机构与其相配件间的互换性。例如,滚动轴承内圈内径与轴的配合,外圈外径与轴承座孔的配合。

内互换指部件或机构内部组成零件的互换性。例如,滚动轴承内、外圈滚道直径与滚珠(滚柱)直径的装配。

为使用方便起见,滚动轴承的外互换为完全互换;其内互换则因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。

一般而言,不完全互换只限于部件或机构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。

究竟采用完全互换、不完全互换或者修配,要由产品精度要求与复杂程度、产量大小、生产设备和技术水平等一系列因素决定。

三、互换性在机械制造中的作用

从使用来讲,若零件具有互换性,则在其磨损或损坏后,可用另一新的备件代替。例如,汽车、拖拉机的活塞、活塞销、活塞环等就应有这样的备件。由于备件具有互换性,不仅维修方便,而且使机器的维修时间和费用显著减少,可保证机器工作的连续性和持久性,从而显著提高机器的使用价值。在某些情况下,例如,在发电厂要迅速排除发电设备的故障,继续供电;又如,在战场上要立即排除武器装备的故障,继续战斗。在这些场合,保证零部件的互换性是绝对必要的,而且互换性所起作用也很难用价值来衡量。

从制造来讲,按互换性原则组织生产是提高生产水平和进行文明生产的有效途径。装配前,由于零(部)件具有互换性,不需辅助加工和修配,故能减轻装配工的劳动量,缩短装配周期,并且可以使装配工作按流水作业方式进行,以至进行自动装配,从而使装配生产率大大提高。在加工过程中,由于零件各几何参数都规定了公差,同一部机器上的各个零件可以同时分别加工。用得极多的标准件还可由专门车间或工厂单独生产。这些标准件由于产品单一、数量多、分工细,可采用高效率的专用设备,乃至采用计算机辅助加工。这样,产量和质量必然会得到提高,成本也会显著降低。

从设计来讲,由于采用按互换性原则设计和生产的标准零件和部件,故可简化绘图、计算等工作,缩短设计周期,并便于用计算机进行辅助设计。这对发展系列产品和促进产品结构、性能的不断改进,都有重大作用。

从根本上讲,按互换性原则组织生产,就是按分工协作的原则组织生产。在机械制造中,遵循互换性原则,不仅能显著提高劳动生产率,而且能有效保证产品质量并降低成本。所以,互换性是机械制造中的重要生产原则和有效技术措施。

四、互换性的实现

要实现互换性,则要求设计、制造、检验等工作按照统一的标准进行。现代工业生产的特点是规模大、分工细、协作单位多、互换性要求高。为了适应各部门的协调和各生产环节的衔接,必须有统一的标准,才能使分散的、局部的生产部门和生产环节保持必要的技术统一,使之成为一个有机的整体,以实现互换性生产。

§ 1-4 标准化简述

在机械制造中,标准化是广泛实现互换性的前提。

从概念上讲,标准化是指制订、贯彻技术标准,以促进经济发展的整个过程。技术标准(简称标准)是从事生产、建设以及商品流通等工作中共同遵循的一种技术依据,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,经一定程序批准后,在一定范围内具有约束力。

从内容上讲,标准化的范围极其广泛,几乎涉及人类生活的各个方面。因此,技术标准种类

繁多。按标准化对象的特征,技术标准大致可归纳为以下几类:

(1) 基础标准——以标准化共性要求为对象的标准。如计量单位、术语、符号、优先数系及机械制图等标准。

(2) 产品标准——以产品及其构成部分为对象的标准。如机电设备、仪器仪表、工艺装备、零部件、毛坯、半成品及原材料等基本产品或辅助产品的标准。产品标准包括产品品种系列标准和产品质量标准,前者规定产品的分类、形式、尺寸和参数等,后者规定产品的质量特征和使用性能等。

(3) 方法标准——以生产技术活动中的重要程序、规划及方法为对象的标准。如设计计算方法、工艺规程、测试方法、验收规则及包装运输方法等标准。

(4) 安全与环境保护标准——专门为了安全与环境保护目的而制订的标准。

标准可按不同的级别颁布。我国技术标准分为国家标准、部标准(专业标准)和企业标准三级。此外,从国际范围看,还有国际标准与区域性标准。

从学科属性讲,标准化是一个系统工程,其任务就是设计、组织和建立标准体系,以促进人类物质文明及生活水平的不断提高。标准化也是一门重要的综合性学科,它与许多学科交叉渗透,是技术与管理兼而有之的学科,是介于自然科学与社会科学之间的边缘学科。

从作用上讲,标准化的影响是多方面的。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。标准化同时是联系科研、设计、生产、流通和使用等方面的纽带,是使整个社会经济合理化的技术基础。标准化也是发展贸易、提高产品在国际市场上竞争能力的技术保证。搞好标准化,对于加速发展国民经济、提高产品和工程建设质量、提高劳动生产率、搞好环境保护和安全卫生以及改善人民生活等都有着重要作用。

§ 1-5 优先数和优先数系简述

一、数值传播

在生产中,当选定一个数值作为某种产品的参数指标时,这个数值就会按一定的规律向一切相关的制品、材料等的有关参数指标传播扩散。例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,而且必然会传播到其本身的轴、轴承、键、齿轮、联轴节等一整套零部件的尺寸和材料特性参数上,并将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践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。这种情况可称为数值的横向传播。

在商品生产中,为了满足用户各种各样的要求,同一品种的某个参数还要从大到小取不同的值,从而形成不同规格的产品系列。这个系列确定得是否合理,与所取的数值如何分档、分级直接有关。数值分级可称为数值的纵向传播。

工程技术中的参数数值,即使是很小的差别,经过反复传播,也会造成尺寸规格的繁多、复杂,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。此外,从方便设计、制造(包括协作配套)、管理、使用和维修等来考虑,对技

术参数的数值,也应该进行适当的简化和统一。

二、优先数和优先数系

用统一的数系协调各部门的生产,对各种技术参数分级,已成为现代工业生产的需要。经过探索和大量实践表明,采用等比数列作为统一的数系优点很多。其中有两个突出的优点:一是数列中两相邻数的相对差为常数(相对差是指后项减前项的差值与前项之比的百分数),采用这样的数系对产品分级较为合理;二是数列中各数经过乘、除、乘方等各种运算后还是数列中的数,这样的运算封闭性,能够实现更为广泛的数值统一。最能满足工业要求的等比数列是十进等比数列。所谓十进,就是数列的项值中包括:1,10,100,...,10ⁿ和1,0.1,0.01,...,10⁻ⁿ这些数(这里n为正整数)。数列中的项值可按十进法向两端无限延伸。因此,十进等比数列是一种理想的数系,可以作为优先数系。

优先数和优先数系是一种科学的数值制度,它适合于各种数值的分级,是国际上统一的数值分级制度。目前我国数值分级的国家标准GB 321-80也是采用这种制度。采用优先数系,能使工业生产部门以比较少的产品品种和规格,经济合理地满足用户各种各样的需要。它不仅适用于标准的制订,也适用于标准制订前的规划、设计,从而把产品品种的发展从一开始就引入科学的标准化轨道。

在国家标准GB 321-80《优先数和优先数系》中,规定十进等比数列为优先数系,并规定了五个系列。它们分别用系列符号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,仅用于分级很细的特殊场合。各系列的公比为:

$$R5 \text{ 的公比: } q_5 = \sqrt[5]{10} \approx 1.60$$

$$R10 \text{ 的公比: } q_{10} = \sqrt[10]{10} \approx 1.25$$

$$R20 \text{ 的公比: } q_{20} = \sqrt[20]{10} \approx 1.12$$

$$R40 \text{ 的公比: } q_{40} = \sqrt[40]{10} \approx 1.06$$

$$R80 \text{ 的公比: } q_{80} = \sqrt[80]{10} \approx 1.03$$

R5中的项值包含在R10中,R10中的项值包含在R20中,R20中的项值包含在R40中,R40中的项值包含在R80中。

优先数系的五个系列中任一项值均为优先数。按公比计算得到优先数的理论值,除10的整数幂外,都是无理数,应用时需加以圆整。优先数系的基本系列如表1-1所列。

为了使优先数系有更大的适应性,可以从基本系列中,每逢几项选取一个优先数,组成新的系列——派生系列。

例如,经常使用的派生系列R10/3,就是从基本系列R10中,自1以后,每逢三项取一个优先数组成的,即

$$1.00 \quad 2.00 \quad 4.00 \quad 8.00 \quad 16.0 \quad 32 \quad \dots$$

优先数系的应用很广。它适用于各种尺寸、参数的系列化和质量指标的分级,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。选用基本系列时,应遵守先疏后密的规则,即应当按照R5、R10、R20、R40的顺序,优先采用公比较大的基本系列,以免规格过多。当基本系列不能满足分级要求时,可选用派生系列。

表 1-1 优先数系的基本系列(摘自 GB 321—80)

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			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	10.0	10.0	10.0	10.0			
				2.12			4.75							

第二章 尺寸公差与圆柱结合的互换性

§ 2-1 圆柱结合的使用要求

公差用于限制加工误差,以保证机器的使用要求。在机械行业中,尺寸公差的重要应用就是光滑圆柱体零件的结合,即通常的孔与轴的结合,因此以下讨论都以孔、轴为尺寸公差为代表。这些圆柱结合的使用要求通常归纳为以下三个方面。

1. 相对运动副

机器工作时,若要求相互结合的孔、轴之间有相对运动,则孔、轴装配后应有一定的间隙。

2. 紧固连结

用于固定机器零、部件之间的相对位置。为了克服机器工作时扭矩或轴向力的影响,这种连结必须保证足够的过盈量。

3. 定心、可拆连结

这种连结要求在机器工作时,起到定位作用,因此要求有合适的过盈量;而考虑到机器维修时的拆卸方便,过盈量又不能太大。

上述三种使用要求,主要通过规定合适的尺寸公差来保证。我国关于尺寸公差与孔、轴配合的国家标准是 GB 1800~1804。为了实现生产的互换性,设计中应该遵循国标提出的原则与规定。

§ 2-2 基本术语及定义

为了保证生产的互换性,首先应该建立统一的概念体系,即必须对有关的术语作出统一的规定,并给出明确的定义。尺寸公差与孔、轴配合的基本术语和定义是研究几何量公差的基础,也是有关工程技术人员之间在技术上交流的共同语言。因此,必须深入理解这些术语的含义以及它们之间的区别和联系。

一、“孔与轴”的定义

孔通常是指工件的圆柱形内表面,也包括非圆柱形内表面(即由二平行平面或切面形成的包容面)。

轴通常是指工件的圆柱形外表面,也包括非圆柱形外表面(即由二平行平面或切面形成的被包容面)。

孔与轴的实例如图 2-1 所示。由此可见,孔与轴是按包容与被包容的关系定义的。在机器或仪器中,最基本的装配关系是一个零件的内表面包容另一个零件的外表面。这样的孔与轴的定义的使得尺寸公差与孔、轴配合的研究对象与应用范围更为广泛。例如,键联结的配合表面为由单一尺寸形成的内、外表面,即键宽表面为轴,孔槽和轴槽表面为孔。这样,键联结就可直

接应用尺寸公差与孔、轴配合的理论和方法。

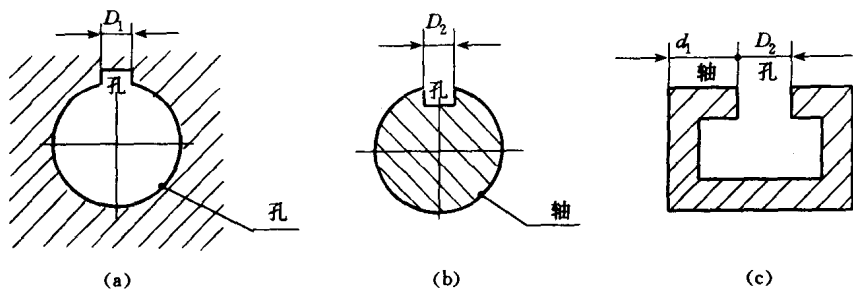


图 2-1 孔与轴的定义

二、有关“尺寸的术语及定义

尺寸是以特定单位表示线性尺寸值的数值。例如，零件上圆的直径为 30mm，两轴线间距离为 45mm，圆弧半径为 0.5mm 等都是尺寸。在技术图样中或在一定范围内，已注明共同的尺寸单位时，均可只写数值，不写单位。例如，在机械制图中，图样上的尺寸通常以 mm 为单位，标注时将单位省略。

在设计与生产的实践中，经常要采用以下不同的尺寸概念。

1. 基本尺寸

基本尺寸是指通过它应用上、下偏差可算出极限尺寸的尺寸。它是在设计时考虑零件的强度、刚度、工艺以及结构等方面的因素，通过计算或依据经验确定的。其数值一般应按国家标准 GB 2822《标准尺寸》选取。相互配合的孔与轴的基本尺寸相同，分别用代号 D 和 d 表示。

2. 极限尺寸

一个孔或轴允许的尺寸的两个极端称为极限尺寸。实际尺寸应位于其中，也可达到极限尺寸。允许的最大尺寸称为最大极限尺寸，孔和轴的最大极限尺寸分别用 $D_{\max}$ 和 $d_{\max}$ 表示；允许的的最小尺寸称为最小极限尺寸，孔和轴的最小极限尺寸分别用 $D_{\min}$ 和 $d_{\min}$ 表示。

极限尺寸是以基本尺寸为基数并按孔与轴配合松或紧的使用要求来确定的。因此，极限尺寸可以大于、等于或小于基本尺寸，如图 2-2 所示。

3. 实际尺寸

通过测量获得的某一孔、轴的尺寸称为实际尺寸。一个孔或轴的任意横截面中的任一距离，即任何两相对点之间测得的尺寸称为实际局部尺寸。如图 2-3 所示。由于存在测量误差，所以实际尺寸并非孔、轴尺寸的真值。同时，由于形状误差的影响，在孔或轴的不同位置上，其实际局部尺寸也往往是

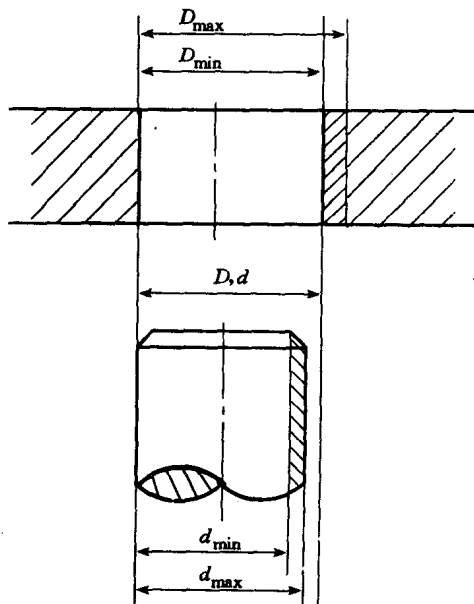


图 2-2 孔、轴基本尺寸与极限尺寸的关系

不同的。孔和轴的实际尺寸分别用 D_a 和 d_a 表示。

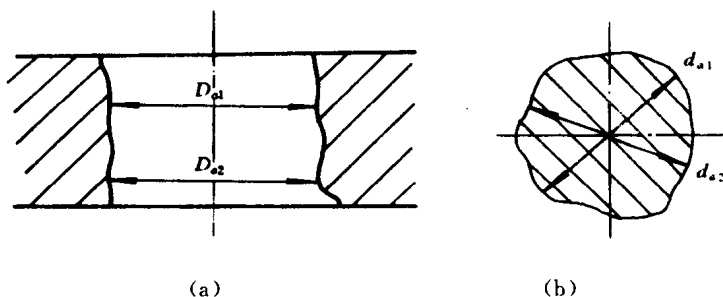


图 2-3 实际尺寸

三、有关“公差与偏差”的术语和定义

1. 尺寸偏差(简称偏差)

某一尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为偏差。

偏差包括实际偏差与极限偏差,而极限偏差又分为上偏差和下偏差。上偏差是最大极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差,孔和轴的上偏差分别用代号 ES ^① 和 es 表示;下偏差是最小极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差,孔和轴的下偏差分别用代号 EI 和 ei 表示。

极限偏差可用下列公式表示:

$$ES = D_{\max} - D$$

$$EI = D_{\min} - D$$

$$es = d_{\max} - d$$

$$ei = d_{\min} - d$$

实际偏差是实际尺寸减其基本尺寸所得的代数差。合格零件的实际偏差应在规定的极限偏差范围内。

2. 尺寸公差(简称公差)

尺寸公差是允许尺寸的变动量。它等于最大极限尺寸减最小极限尺寸,或等于上偏差减下偏差。孔和轴的尺寸公差分别用代号 T_D 和 T_d 表示。公差与极限尺寸和极限偏差之间的关系如下:

$$T_D = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI$$

$$T_d = d_{\max} - d_{\min} = es - ei$$

3. 公差带图与公差带

公差、偏差与基本尺寸相比要小得多,不便于同一比例尺表示。为了简化说明,常用公差带图表示它们之间的关系,如图 2-4 所示。在公差带图中,确定偏差的一条基准直线,称为零偏差线(零线),通常零线表示基本尺寸。正偏差位于零线的上方,负偏差位于零线的下方。代表上、下偏差的两条直线所限定的一个区域,称为公差带。公差带图中的极限偏差值常采用 μm 为单位表示。

^① 注:根据有关的国家技术标准,偏差代号 ES 和 EI 等采用英文正体表示。以后出现类似情况不再加注。

由图 2-4 可以看出,公差带由“公差带大小”和“公差带位置”两个要素组成。前者由标准公差确定,后者由基本偏差确定。

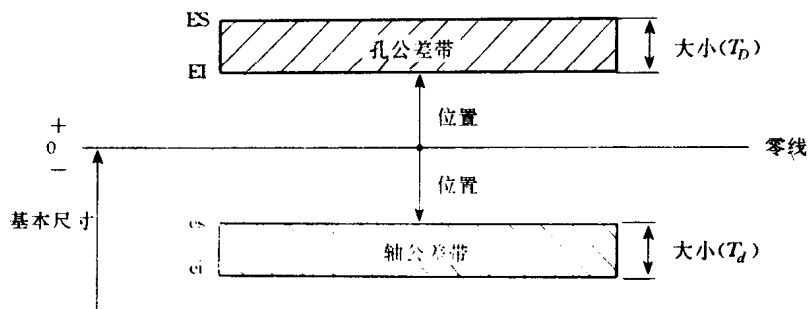


图 2-4 公差带图

4. 标准公差

国标表格中所列的用以确定公差带大小的任一公差值都是标准公差。

5. 基本偏差

基本偏差是用来确定公差带相对于零线位置的上偏差或下偏差,一般为靠近零线的那个偏差。例如,在图 2-4 中,当公差带位于零线上方时,其基本偏差为下偏差;当公差带位于零线下方时,其基本偏差为上偏差。

四、有关“配合”的术语及定义

1. 配合

配合是指基本尺寸相同的、相互结合的孔和轴公差带之间的关系。由于配合是指一批孔和轴的装配关系,而不是指单个孔和单个轴的装配关系,所以用公差带关系来反映配合比较确切。

2. 基孔制

基孔制是指基本偏差为一定的孔的公差带,与不同基本偏差的轴的公差带形成各种配合的一种制度。

基孔制的孔称为基准孔。在极限与配合制中,基准孔的下偏差为零,其基本偏差代号为“H”。

3. 基轴制

基轴制是指基本偏差为一定的轴的公差带,与不同基本偏差的孔的公差带形成各种配合的一种制度。

基轴制的轴称为基准轴。在极限与配合制中,基准轴的上偏差为零,其基本偏差代号为“h”。

4. 间隙或过盈

孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸所得的代数差,此差值为正时是间隙,为负时是过盈。

5. 间隙配合

具有间隙(包括最小间隙等于零)的配合,称为间隙配合。按此定义,孔的公差带应在轴的公差带之上。

由于孔和轴都是有公差的,所以实际间隙的大小将随着孔和轴的实际尺寸不同而变化。最大间隙 $X_{\max}$ 和最小间隙 $X_{\min}$ 由下式确定: