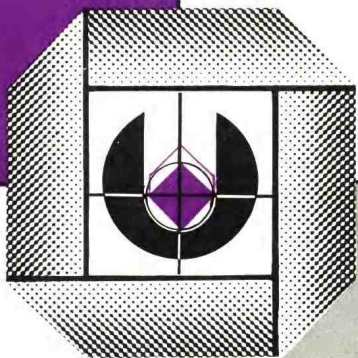


公差配合与 技术测量



成人中专试用教材



上海市教育局编
柳耕慧 主编
高等教育出版社

内 容 提 要

本书是由国家教育委员会成人教育司委托省市成人中专协作组组织编写的成人中等专业学校机械类专业系列教材之一。

本书根据成人中等专业学校机械制造专业教学大纲的要求,系统地阐述了互换性的基本概念、光滑圆柱体结合的公差与配合、形状和位置公差、表面粗糙度、光滑极限量规、圆锥体的公差、滚动轴承的公差与配合、普通螺纹的公差与配合、单键和花键的公差、圆柱齿轮传动公差以及技术测量的基本知识和相应的测量方法。每章配有教学要求、思考题和作业。

本书的公差标准采用最新的国家标准。

本书可供作为成人中等专业学校机械类的教材,也可供岗位培训、工程技术人员自学选用。

责任编辑 禹天安

成人中专试用教材

公差配合与技术测量

上海市教育局编

柳耕群 主编

高等教育出版社出版发行

新华书店北京发行所发行

文字六〇三厂印装

开本787×1092 1/16 印张12 字数290 000

1991年6月第1版 1991年6月第1次印刷

印数0 001—17 160

ISBN 7-04-003450-6/TH·275

定价 3.60元

出版说明

随着教育体制改革的深化,成人中专的教学质量在不断提高。为了保证成人中专的办学质量,满足各类成人中专(包括广播电视中专、干部中专、职工中专、函授中专等,对教材的要求,国家教委成人教育司委托省市成人中专协作组制定了成人中专部分专业的教学计划和教学大纲,组织编写了配套的教材,由高等教育出版社出版。

本次组织编写的专业教材是:机电专业、工业企业财务专业、商业企业财务专业、工业企业管理专业、商业企业经营管理专业等五个专业的部分教材,具体课程见下表:

机 电 专 业	工业(商业)企业财务专业	工业企业管理专业	商业企业经营管理专业
电工技术基础	实用统计	管理数学	商品知识与商品经营
电子技术基础	工业会计*	dBASE III 在经济管理中的应用	商业心理学
工程力学	商业会计*	工业企业经济活动分析*	商业法规常识
机械制图	经济法	工业技术基础	中国经济地理
公差配合与技术测量	审计学基础	会计原理与工业会计	市场学*
机械设计基础	会计原理*	统计原理与工业统计	商业财务与会计
工程材料及金属热加工	商业企业财务管理与分析	工业企业管理原理	商业计划与统计
	工业企业管理*	工业企业生产管理学	商业企业经营管理*
	商办工业会计	工业企业经营管理学	
	财政税务		
	建设单位会计		
	工业企业财务管理与分析		

* 已出版,待修订。

在编写教材时,力求突出成人教育的特点,教材内容以实例引路,深入浅出,应用为主,并注意必要的内容更新;在深浅度上,相当于全日制中等专业同类教材的水平,适合初中毕业程度的成人学习。在编排格式上考虑以便于自学的要求,每章的前面有本章学习指导或内容提要,每章末有本章小结,并附有思考题和练习题。

本批教材的编写工作是在部、省、市教育行政部门的直接组织和领导下进行的，每本教材在定稿前都按教学大纲的要求先后召开了编写提纲讨论会和审稿会，请各地的专家和有丰富的教学经验的教师参加审定。在此我们向为本批教材作出贡献的部门、学校和有关同志表示衷心地感谢。

本批教材自1991年秋季起陆续供应，并对主要教材陆续配套出版学习辅导书，欢迎广大读者选用并提出宝贵意见。

高等教育出版社
职业教育成人教育部

前 言

本书为国家教育委员会成人教育司和高等教育出版社共同组织编写的成人中等专业学校机械类专业系列教材之一,是根据国家教育委员会成人教育司于1989年10月在上海市组织有十二个省市代表审定的成人中等专业学校机械类《公差配合与技术测量教学大纲》(草案)编写的。

本书内容考虑到对成人中专学员的培养要求,贯彻了理论联系实际、少而精、学以致用原则。为使本书更好地体现应用性,截至全书定稿时为止,采用了与之相关的最新国家标准。故本书也可供有关工程技术人员参考使用。

本书由上海市教育局负责编写,参加编写的有上海市黄浦区业余大学柳耕慧(第一、八、十、十一章)、上海市杨浦区业余大学陆洛(第二、四、六、九章)和上海市汽拖公司职工大学许埤芳(第三、五、七章)并由柳耕慧任主编。全书由同济大学过馨葵和上海市教育局汤铭鼎参加审稿,过馨葵任主审。

参加本书教学大纲审定的有兰州石油机械厂职工大学严忠锦和太原钢铁公司技术培训部赵守善二位同志,谨致谢意。

由于编写者的水平所限,本书内容中难免有欠妥之处,祈请同行专家和使用本书的师生们批评指正。

编 者

1990年12月

目 录

第一章 绪论 1	§ 4-6 表面粗糙度的测量81
教学要求..... 1	思考题与作业.....83
§ 1-1 互换性的概念 1	第五章 光滑极限量规84
§ 1-2 加工误差和公差 2	教学要求.....84
§ 1-3 我国标准化与计量工作的概况 2	§ 5-1 极限尺寸判断原则84
思考题..... 3	§ 5-2 光滑极限量规的工作原理及其 分类84
第二章 光滑圆柱体结合的公差与配合 ... 4	§ 5-3 光滑极限量规的公差带及设计 要求86
教学要求..... 4	§ 5-4 量规设计示例90
§ 2-1 公差与配合的基本术语和 定义 4	思考题与作业.....92
§ 2-2 公差与配合国家标准的构成10	第六章 圆锥体的公差及测量93
§ 2-3 公差与配合的选用28	教学要求.....93
思考题与作业.....36	§ 6-1 圆锥体结合的概念93
第三章 形状和位置公差及测量38	§ 6-2 圆锥体结合中直线误差和素线 角误差对基面距的影响95
教学要求.....38	§ 6-3 锥度公差97
§ 3-1 几何要素及其分类38	§ 6-4 锥度的测量 100
§ 3-2 形状和位置公差的符号及其 基准39	思考题与作业..... 104
§ 3-3 形状误差及其评定42	第七章 技术测量的基本知识 105
§ 3-4 位置误差及其评定49	教学要求..... 105
§ 3-5 公差原则59	§ 7-1 测量概念和测量方法的分类 105
§ 3-6 形位公差的选择64	§ 7-2 量块 106
思考题与作业.....69	§ 7-3 测量误差 109
第四章 表面粗糙度及测量72	§ 7-4 测量器具分类 112
教学要求.....72	§ 7-5 验收极限和测量器具的选用 112
§ 4-1 表面粗糙度对零件使用性能的 影响72	思考题与作业..... 116
§ 4-2 基本术语及定义73	第八章 滚动轴承的公差与配合 117
§ 4-3 表面粗糙度的评定参数及其 数值75	教学要求..... 117
§ 4-4 表面粗糙度的标注78	§ 8-1 概述 117
§ 4-5 表面粗糙度与表面光洁度量值 对照80	§ 8-2 滚动轴承的精度等级及公差 项目 117
	§ 8-3 滚动轴承的公差带及其配合 120
	§ 8-4 滚动轴承配合的选择 123

思考题与作业	128	§ 11-1 对圆柱齿轮传动的要求及齿 轮加工误差	152
第九章 螺纹的公差及测量	129	§ 11-2 影响传递运动准确性的误差 项目及其测量	153
教学要求	129	§ 11-3 影响传动平稳性的误差及其 测量	156
§ 9-1 螺纹的种类及主要几何参数	129	§ 11-4 影响载荷分布均匀性误差及 其测量	159
§ 9-2 螺纹几何参数误差对螺纹互 换性的影响	130	§ 11-5 影响齿轮副侧隙的偏差及其 测量	162
§ 9-3 螺纹作用中径	132	§ 11-6 齿轮副的安装及传动误差	163
§ 9-4 普通螺纹的公差与配合	134	§ 11-7 GB10095—88渐开线圆柱齿 轮精度	165
§ 9-5 螺纹的测量	138	思考题与作业	179
思考题与作业	140	附录 公差与配合新旧国家标准的 对照	180
第十章 键和花键的公差及测量	142		
§ 10-1 单键联接的公差与配合	142		
§ 10-2 矩形花键联接的公差与配合	147		
思考题与作业	151		
第十一章 圆柱齿轮传动的公差及 测量	152		

第一章 绪 论

教 学 要 求

要求了解互换性的含义以及它在现代化生产中的重要技术意义和经济意义。重点掌握互换性与标准化的关系。

§ 1-1 互换性的概念

一、互换性的意义

在日常生活中,当人们发现自己使用的手表、自行车、缝纫机等零件损坏时,换上一个新的零件后便可恢复其原来的使用性能。之所以能这样方便,就是因为这些零件具有互换性。不仅手表、自行车、缝纫机等生活用工业品是如此,而且无论什么机器或仪器,组成它们的各种各样的零、部件尽量要求具有互换性。

所谓互换性,就是指同一规格的零、部件能够彼此互相替换的性能。在现代化的机械制造业中,要求在机器装配时,只要在相同规格的零、部件中任取其一,不管它们是由哪个工厂或哪个车间生产的,不经过选择和修配就可装入机器,并达到规定的性能要求。零、部件具有这样的性能就称为互换性。

二、互换性的分类

互换性按零件的几何参数和机械性能可分为几何参数互换和功能互换。几何参数互换是通过零件几何要素提出适当的要求保证零件在装配中的互换,这种互换性称为狭义互换性。功能互换除了对零件几何要素规定要求外,还对零件的物理、化学性能和机械性能等方面提出适当要求,这是在更广泛意义上的互换性。故功能互换又称广义互换性。而本课程的研究对象只是几何参数互换。

互换性按其程度又可分为完全互换和不完全互换。完全互换是指零、部件在装配或更换时,不需要选择、辅助加工或修配就能满足使用的性能。但是,有些机械产品当其装配精度要求很高时,采用完全互换会使零件加工困难,制造成本很高。于是可将零件按其实际尺寸大小分成若干组,使同组零件间的尺寸差别很小,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,为不完全互换。

三、互换性的作用

由于零、部件具有互换性,在装配过程中不需要选择、修配或辅助加工,故能减轻装配工作的劳动量,缩短装配周期,便于流水作业进行装配或实行自动装配,从而提高装配的劳动生产率,并能保证装配质量以及降低装配成本。

由于零、部件按互换性要求设计和制造,可为机械设计提供各种品种和规格的零、部件,便

于实现设计三化(即系列化、通用化、标准化),可简化制图、计算等工作,缩短设计周期,也有利于发展系列产品和促进产品结构、性能的不断改进。

由于零、部件具有互换性,在使用时,当机器的某一零、部件损坏后,只要更换一个新的同规格的备件,即可重新使用。这样,不仅维修方便,而且机器的修理时间和费用也显著减少,并可使机器的使用效率大为提高。

由上所述可见,在机械制造业中遵循互换性的原则,不仅能提高劳动生产率,而且可以保证产品质量和降低成本。所以,互换性是组织现代化生产的一项重要重要的技术经济原则。

§ 1-2 加工误差和公差

机器的零件一般是由毛坯经过机械加工等工序制成的,由于加工所使用的机床、工具、加工方法、加工者的技术熟练程度以及检测手段等方面因素的不同,使一批制成的零件的实际几何参数(尺寸大小、几何形状和相互位置)与图样上设计的理想的几何参数之间存在着一定的差别,这一差别就称为加工误差。

零件的加工误差按其几何特征不同可分为尺寸误差、几何形状误差和位置误差。

尺寸误差是指加工后零件的实际尺寸与理想尺寸之差。例如直径、长度尺寸的误差。

几何形状误差是指零件的实际形状与理想的几何形状之差别。几何形状误差又可分为宏观几何形状误差(简称形状误差)、中间几何形状误差(表面波度)和微观几何形状误差(表面粗糙度)。

位置误差是指零件上实际的点、线、面的位置与理想位置之差别。

由于加工误差的存在,将会影响零件的使用性能和使用寿命,误差愈大,影响也愈严重,甚至无法使用。如果要求零件的加工误差愈小,则加工愈困难,加工成本也就愈高。在实际使用中,对加工的每一个零件,没有必要也不能要求它绝对准确或完全一致。所以,在设计零件时,使其几何参数规定在一个允许的范围内,这个范围既能满足零件的使用要求又符合加工原则。我们将这个允许的范围即对零件的几何参数所允许的变动量称为公差。

公差可分为尺寸公差、形状公差和位置公差三种。

§ 1-3 我国标准化与计量工作的概况

在机械制造业中,标准化是广泛实现互换性生产的前提,而公差与配合等互换性标准都是重要的基础标准。

所谓标准化,就是指制订和贯彻技术标准的全过程。而技术标准即是从事生产、建设工作以及商品流通等的一种共同技术依据,它是以生产实践、科学实验及可靠的经验为基础,由有关方面协调制订,经主管机关批准,以特定形式发布,作为共同遵守的准则和依据,在一定范围内具有约束力。

标准化是组织现代化大生产的重要手段。在机械制造业中,标准化的目的是提高产品质量、发展产品品种、加强企业的科学管理、组织现代化生产、便利协作和使用维修、提高社会劳动生产率和经济效益等。当今世界上各工业发达国家都高度重视标准化工作。

解放前的旧中国,由于工业落后,加之帝国主义侵略,军阀割据,根本谈不上有统一的国家标准。那时所采用的标准非常混乱,有德国标准 DIN、日本标准 JIS、美国标准 ASA、英国标准 BS、以及国际标准 ISA。因此,严重地阻碍了我国民族工业的发展。解放后,国家十分重视标准化工作,于1955年由第一机械工业部颁布了第一个公差与配合的部颁标准,1959年由国家科委正式颁布了《公差与配合》国家标准(GB159~174—59)。此后,我国陆续颁布了圆柱齿轮公差、表面光洁度、普通螺纹公差、键与花键公差以及形状和位置公差等部颁标准和国家标准,这对国民经济的发展起到重要的作用。但随着我国建设事业的发展,原有的标准已不能适应和满足国民经济建设的需要。由于改革开放,扩大了国际间技术交流,也对我国标准化工作提出新的要求。为此,国家标准总局于1978年以中国标准化协会的名义正式参加了国际标准化组织(ISO)的活动,国内相应地加强了各级标准化的建设,并组织力量对原有的公差标准进行了全面的修订,使之适应我国工业发展的需要,在基础技术标准方面能赶上国际先进水平。

标准化为零、部件的互换性提供了可能性。为保证生产的零、部件为合格产品,必须通过对零、部件的检测。为了使测量结果统一和可靠,相应地要建立完善的检测手段和计量管理系统,并制订技术法规监督实施。所以,标准化与计量工作是采用互换性原则生产的共同保证。

我国在长度计量方面具有悠久的历史,在秦朝已统一了度量衡制。但是由于长期的封建统治,科学技术得不到发展,计量技术也停滞不前。新中国建立以后,随着生产建设的发展,党和国家重视计量工作,于1955年成立了国家计量局,1959年国务院颁布了统一计量制度的命令,正式确定采用国际米制作为我国的基本计量制度,同时逐步建立各种计量基准器和各级基准的传递系统。1977年国务院颁布了计量管理条例,1984年颁布了我国法定的计量单位,1985年颁布了我国计量法。此外,我国在计量科学研究工作以及计量专业人员培养方面都取得很大的成绩。我国自1962—1964年建立了 Kr^{86} 长度基准以来,又先后制成了激光光电波比长仪、激光二坐标测量仪、激光量块干涉仪,从而使我国线纹尺和量块的测量技术,达到世界先进水平。此外,我国研制成功并小批生产的激光丝杠动态检查仪、光栅式齿轮全误差测量仪等均进入世界先进行列,这标志着我国计量技术已进入一个新的发展阶段。

思 考 题

- 1-1 什么叫互换性?它有何优越性?
- 1-2 完全互换与不完全互换有何区别?
- 1-3 标准化与互换性之间有何关系?

第二章 光滑圆柱体结合的公差与配合

教学要求

要求学生掌握基础标准《公差与配合》的一般规律,为合理选用尺寸公差与配合,学习其他典型零件的公差与配合打下基础;熟悉《公差与配合》的基本术语和定义,以及公差配合图表,公差配合的选用原则及基本方法;重点讲清标准公差和基本偏差,使同学能熟练地应用标准公差数值表和孔、轴基本偏差数值表。

光滑圆柱体结合是机械中应用最广泛的结合型式。适用于光滑圆柱体结合的《公差与配合》国家标准也是一项最重要的基础标准。

公差与配合的标准化可以避免因随意给定公差而造成生产中的混乱,从而保证零、部件的互换性和工作质量,同时还有利于刀具、量具的标准化、系列化,也便于组织专业化协作生产和国际间的技术交流。

为适应我国科学技术发展,产品精度的不断提高以及国际间的技术交流,于1979年颁布了公差与配合国家标准(GB1800~1804-79),取代了1959年颁布的旧标准(GB159~174-59)。新国标是确定光滑圆柱体及其它一些由单一尺寸确定的表面或结构的尺寸公差以及由它们组成的配合的依据。

§ 2-1 公差与配合的基本术语和定义

为了研究零件几何要素的互换性,正确掌握公差与配合标准及其应用,统一设计、工艺、检验、管理人员对标准的理解,因此对公差与配合的基本概念、术语及定义作出统一的规定。并给以明确的定义。

一、孔和轴

孔——主要是指圆柱形的内表面,也包括其它内表面中由单一尺寸确定的部分。

轴——主要是指圆柱形外表面,也包括其它外表面中由单一尺寸所确定的部分。

定义中的孔、轴具有广泛的意义,不仅表示通常理解的概念,即圆柱形的内、外表面,而且也表示其它几何形状的内、外表面中由单一尺寸所确定的部分。

例如图2-1所示。两平行表面相对,其间没有材料形成包容状态,属于内表面,则它们中间由单一尺寸所确定的部分称为孔。如 D_1 、

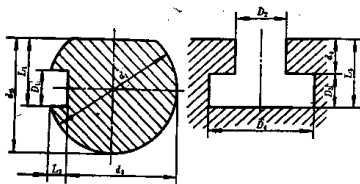


图 2-1 孔、轴的尺寸

D_2, D_3, D_4 是孔的尺寸。

两平行表面相背, 其外设有材料形成被包容状态, 属于外表面, 则它们中间由单一尺寸所确定的部分称为轴。如 d_1, d_2, d_3, d_4 是轴的尺寸。

如果两部分表面同向, 既不能形成包容状态, 也不能形成被包容状态, 既非内表面, 亦非外表面, 则它们中由单一尺寸所确定的部分即作为长度。如 L_1, L_2, L_3 是长度尺寸。

二、尺寸

1. 尺寸

用特定单位表示长度值的数字。在机械制图中, 图样上的尺寸都以 mm 为单位, 但在标注时, 将单位省略, 当以其它长度单位表示尺寸时, 应标明单位。

2. 基本尺寸(D, d)*

基本尺寸是设计给定的尺寸。它是设计人员根据产品使用性能的要求, 通过计算、试验或类比相似零件已有经验面确定的, 它的数值一般应按标准长度或标准直径的数值进行圆整。基本尺寸的标准化可减少定值刀具、量具及夹具的规格数量。

3. 实际尺寸

实际尺寸是通过测量所得的尺寸。孔的实际尺寸以 D 表示, 轴的实际尺寸以 d 表示。

由于测量误差的存在, 实际尺寸并非尺寸的真值。同时, 由于形状误差的影响, 在零件的同一表面的不同部位上, 其实际尺寸也往往是不等的。

4. 极限尺寸

极限尺寸是允许尺寸变化的两个界限值。两个界限值中较大的一个称为最大极限尺寸(孔用 D_{max} 表示, 轴用 d_{max} 表示), 较小的一个称为最小极限尺寸(孔用 D_{min} 表示, 轴用 d_{min} 表示)。

三、尺寸偏差和尺寸公差

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尺寸偏差。

(1) 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。

孔的实际偏差 $E_s = D_s - D$

轴的实际偏差 $e_s = d_s - d$ (2-1)

(2) 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。以公式表示如下:

孔的上偏差 $ES = D_{max} - D$

轴的上偏差 $es = d_{max} - d$ (2-2)

最小极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为下偏差。以公式表示如下:

孔的下偏差 $EI = D_{min} - D$

轴的下偏差 $ei = d_{min} - d$ (2-3)

由于极限尺寸可以大于、等于或小于基本尺寸, 所以极限偏差可以为正、负或零。但是, 由于最大极限尺寸总大于最小极限尺寸, 所以上偏差总大于下偏差。

* 标准规定, 大写字母表示孔的有关代号, 小写字母表示轴的有关代号。

2. 尺寸公差(简称公差)

允许尺寸的变动量称为尺寸公差。公差等于最大极限尺寸与最小极限尺寸之代数差的绝对值,也等于上偏差与下偏差之代数差的绝对值。以公式表示如下:

$$\text{孔的公差} \quad T_D = |D_{\max} - D_{\min}| = |ES - EI|$$

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

公差和偏差是两个概念不同的术语,前者是加工时尺寸允许变动的范围,是一个绝对值,不存在负值,也不允许为零。而后者是表示某尺寸与基本尺寸的代数差,它可以为正值、负值或者为零。如图 2-2 所示

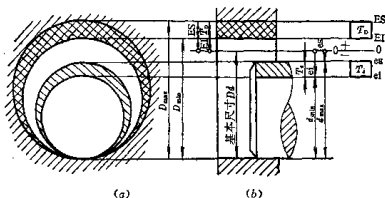


图 2-2 公差与配合示意图

四、零线与公差带

从图 2-2 可见,由于公差及偏差的数值比基本尺寸的数值小得多,在图中没有用同一比例画出,其中公差图示部分放大了。其实,仅仅为了表示公差与配合之间的关系,可以不画出其孔、轴尺寸,而采用公差与配合图解(简称公差带图解)。图解中,用“零线”表示基本尺寸,用不同方式区分孔、轴公差带,其相互位置及大小按协调比例绘出。

1. 零线

在公差带图中,确定偏差的一条基准直线,即零偏差线。通常以零线表示基本尺寸。零线以上的偏差为正偏差,零线以下的偏差为负偏差。如图 2-3 所示。

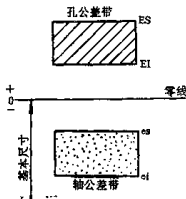


图 2-3 公差带图

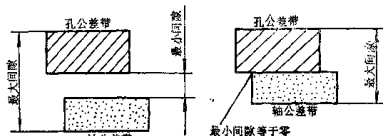


图 2-4 过盈配合

2. 尺寸公差带(简称公差带)

在公差带图解中,由代表上、下偏差的两条平行线段所限定的一个区域。

五、配合

1. 配合

基本尺寸相同的相互结合的孔和轴的公差带之间的关系称为配合。

2. 间隙或过盈

孔的尺寸减其相配合的轴的尺寸所得的代数差,该差值为正时,则为间隙,用 X 表示;该差值为负时,则为过盈,用 Y 表示。

3. 三类配合

(1) 间隙配合 具有间隙(包括最小间隙为零)的配合。此时,孔的公差带在轴的公差带之上,如图 2-4 所示。孔和轴之间实际间隙的大小是由孔和轴加工后的尺寸而决定的,极限间隙即为允许间隙变化的两个界限值。其中,最大间隙等于孔的最大极限尺寸减轴的最小极限尺寸所得的代数差。也等于孔的上偏差减轴的下偏差之代数差。用公式表示为:

$$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei \quad (2-5)$$

最小间隙等于孔的最小极限尺寸减轴的最大极限尺寸所得的代数差,也等于孔的下偏差减轴的上偏差之代数差。用公式表示为:

$$X_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es \quad (2-6)$$

(2) 过盈配合 具有过盈(包括最小过盈为零)的配合。此时,孔的公差带在轴的公差带之下,如图 2-5 所示。在过盈配合中,允许过盈变化的两个界限值称为极限过盈。极限过盈与极限尺寸及上、下偏差的关系可用公式表示为:

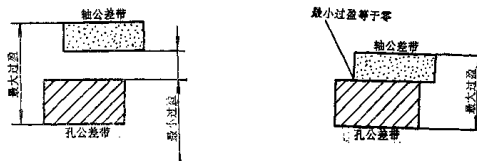


图 2-5 过盈配合

$$Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es \quad (2-7)$$

$$Y_{\min} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei \quad (2-8)$$

(3) 过渡配合 可能具有间隙或过盈的配合。此时,孔和轴的公差带相互重叠,如图 2-6 所示。在过渡配合中,允许间隙或过盈变化的界限值为最大间隙和最大过盈。用公式表示为:

$$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei \quad (2-9)$$

$$Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es \quad (2-10)$$

4. 配合公差与配合公差带图

配合公差即为允许间隙或过盈的变动量。它是设计人员根据机器配合部位使用性能的要

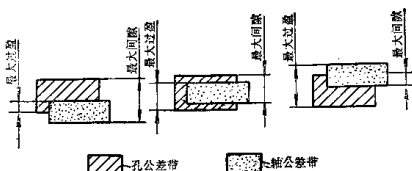


图 2-6 过渡配合

求, 对配合松紧变动程度给定的允许值。显然, 对某一配合来说, 其配合公差越大, 即配合时形成的间隙或过盈的变化范围越大; 则配合精度就越低; 反之, 配合公差越小, 即间隙或过盈的变化范围越小, 则配合精度就越高。

对于间隙配合, 其配合公差即间隙公差, 它等于最大间隙与最小间隙之代数差的绝对值。用公式表示为:

$$\begin{aligned}
 T_f &= |X_{\max} - X_{\min}| \\
 &= |(D_{\max} - d_{\min}) - (D_{\min} - d_{\max})| \\
 &= |(D_{\max} - D_{\min}) + (d_{\max} - d_{\min})| \\
 &= T_D + T_d
 \end{aligned} \quad (2-11)$$

对于过盈配合, 其配合公差即过盈公差, 它等于最小过盈与最大过盈之代数差的绝对值。用公式表示为:

$$T_f = |Y_{\min} - Y_{\max}| = T_D + T_d \quad (2-12)$$

对于过渡配合, 其配合公差等于最大间隙与最大过盈之代数差的绝对值。用公式表示为:

$$T_f = |X_{\max} - Y_{\min}| = T_D + T_d \quad (2-13)$$

综上所述, 无论何种配合, 其配合公差均等于孔公差与轴公差之和, 即 $T_f = T_D + T_d$ 。等式左边表示装配精度, 它表明了对使用与设计的要求; 等式右边 $T_D + T_d$ 表明了孔、轴加工精度, 即对工艺所提出的要求, 合理地满足此等式就能较好地协调设计与制造的矛盾。

以上三类配合的配合公差带可用图 2-7 表示。

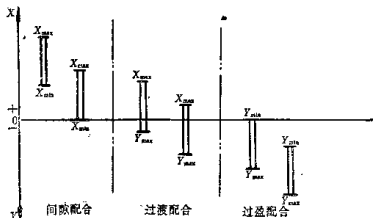


图 2-7 配合公差带图

在配合公差带图中, “零线”表示间隙或过盈等于零。零线以上的纵坐标为正值, 代表间

隙;零线以下的纵坐标为负值,代表过盈。符号Ⅱ代表配合公差带。当配合公差带完全处在零线上方时,是间隙配合;完全在零线下方时,是过盈配合;跨越零线时,则是过渡配合。配合公差带两端的坐标值代表极限间隙或极限过盈,上、下端之间的距离为配合公差值。

例 2-1 求基本尺寸为 $\phi 40\text{mm}$ 的孔与三组轴配合的上、下偏差,最大、最小极限尺寸,公差,极限间隙或过盈,属于何种配合,求出配合公差,并画出以上各种配合的孔、轴公差带图及配合公差带图。

(1) 孔 $\phi 40 \begin{smallmatrix} +0.025 \\ 0 \end{smallmatrix}$ 与轴 $\phi 40 \begin{smallmatrix} -0.050 \\ -0.066 \end{smallmatrix}$ 相配合。

(2) 孔 $\phi 40 \begin{smallmatrix} +0.025 \\ 0 \end{smallmatrix}$ 与轴 $\phi 40 \begin{smallmatrix} +0.059 \\ +0.043 \end{smallmatrix}$ 相配合。

(3) 孔 $\phi 40 \begin{smallmatrix} +0.025 \\ 0 \end{smallmatrix}$ 与轴 $\phi 40 \begin{smallmatrix} +0.018 \\ +0.002 \end{smallmatrix}$ 相配合。

解 三种配合的各个项目计算见表 2-1;三种配合的孔、轴公差带图见图 2-8;三种配合的配合公差带见图 2-9。

表 2-1 (mm)

项 目	孔轴序号	1		2		3	
		孔	轴	孔	轴	孔	轴
基本尺寸		40	40	40	40	40	40
上偏差ES(es)		+0.025	-0.050	+0.025	+0.059	+0.025	+0.018
下偏差EI(ei)		0	-0.066	0	+0.043	0	+0.002
最大极限尺寸 $D_{\max}(d_{\max})$		40.025	39.950	40.025	40.059	40.025	40.018
最小极限尺寸 $D_{\min}(d_{\min})$		40	39.934	40	40.043	40	40.002
公差 $T_D(T_d)$		0.025	0.016	0.025	0.016	0.025	0.016
最大间隙 $X_{\max}$		+0.091		—		+0.023	
最大过盈 $Y_{\max}$		+0.050		—		—	
最小过盈 $Y_{\min}$		—		-0.059		-0.018	
属于何种配合		间隙配合		过盈配合		过渡配合	
配合公差 T_f		0.041		0.041		0.041	

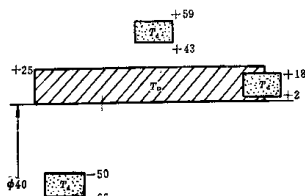


图 2-8 孔、轴公差带图

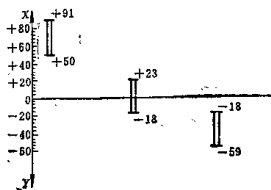


图 2-9 配合公差带图

§ 2-2 公差与配合国家标准的构成

为实现互换性和满足各种使用要求,公差带必须标准化,即公差带大小由标准公差确定,公差带相对于零线的位置由基本偏差确定,形成标准公差和基本偏差两个系列。

一、标准公差系列

标准公差是国家标准表列的,用以确定公差带大小的任一公差。国标规定的标准公差如表 2-2 所列。它是由以下原则制定的。

1. 公差等级

确定尺寸精确程度的等级称为公差等级。国标规定了 20 个公差等级,即 IT01、IT0、IT1、IT2……IT18。IT 表示标准公差,即国际公差 ISO Tolerance 的缩写代号,公差等级代号用阿拉伯数字表示。从 IT01—IT18,等级依次降低,而相应的标准公差值依次增大。由表 2-2 可知,属于同一公差等级的标准公差,对所有基本尺寸段,虽然数值不同,但被认为具有同等的精确程度。对基本尺寸相同的零件,可以按照公差的大小来评定它们精度的高低,但对于基本尺寸不同的零件,就不能仅仅以公差的大小来决定它们的精度高低。

2. 公差因子(i)

公差因子是计算标准公差的基本单位,它是基本尺寸的函数。

由生产实践可知,在相同的加工条件下,零件的制造误差是随基本尺寸变化的。通过专门试验和统计分析,可以找出一个规律,这个规律可用公差因子与基本尺寸的函数关系式表示,在基本尺寸 $\leq 500\text{mm}$,公差等级为 IT5—IT18 时,公差因子的计算公式:

$$i = 0.45\sqrt{D} + 0.001D \quad (2-14)$$

式中:

i ——公差因子, μm ;

D ——基本尺寸, mm 。

上述等式右边的第一项 $0.45\sqrt{D}$ 主要反映加工误差,它与基本尺寸呈立方根的抛物线关系,如图 2-10 所示。第二项 $0.001D$ 主要用于补偿测量时温度不稳定或偏离标准温度以及量规变形等引起的测量误差,它与基本尺寸呈线性函数关系。实际上当基本尺寸很小时,第二项所占比例很小。

3. 公差等级系数 α

国标规定在基本尺寸 $\leq 500\text{mm}$,公差等级在 IT5—IT18 范围内,各公差等级的标准公差是用公差等级系数和公差因子的乘积值来确定的,即

$$IT = \alpha \cdot i (\mu\text{m}) \quad (2-15)$$

在基本尺寸一定的情况下,公差等级系数 α 是决定标准公差大小的唯一参数,它表示了在标准公差 IT 中包含公差因子的数目。 α 的大小在一定程度上反映加工方法的难易程度。尺寸 $\leq 500\text{mm}$ 的标准公差计算公式见表 2-3。

从表 2-3 可知,从 IT6—IT18 级,公差等级系数 α 值每隔 5 个等级数值增加 10 倍。在

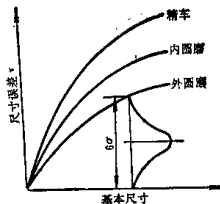


图 2-10 加工误差与基本尺寸关系