

中等职业教育国家规划教材

内容简介

全国中等职业教育教材审定委员会审定

极限配合与技术测量

修订版

主 编 沈学勤

责任主审 罗圣国

图在版编(CIP)目

①技术测量-专业学校-教材 IV. T801

中国图书馆书号(CIP)数据(2008)第093896号

本书为中等职业教育机械类专业教材，也可供从事机械加工的工程技术人员参考。本书可作为中等职业院校机械类专业教材，也可供从事机械加工的工程技术人员参考。

本书为中等职业教育机械类专业教材，也可供从事机械加工的工程技术人员参考。本书可作为中等职业院校机械类专业教材，也可供从事机械加工的工程技术人员参考。

高等教育出版社

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010)58581897/58581896/58581879

传 真：(010)82086060

E - mail: dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100120

购书请拨打电话：(010)58581118

短信防伪说明：

本图书采用出版物短信防伪系统，用户购书后刮开封底防伪密码涂层，将16位防伪密码发送短信至106695881280，免费查询所购图书真伪，同时您将有机会参加鼓励使用正版图书的抽奖活动，赢取各类奖项，详情请查询中国扫黄打非网(<http://www.shdf.gov.cn>)。

反盗版短信举报：编辑短信“JB，图书名称，出版社，购买地点”发送至10669588128

短信防伪客服电话：(010)58582300/58582301

学习卡账号使用说明：

本书学习卡账号附在高等教育出版社出版的相关中职教材封底防伪码中赠送。

请使用本书封底标签上防伪明码作为登录账号，防伪密码作为登录密码，登录“<http://sve.hep.com.cn>”或“<http://sve.hep.edu.cn>”，可获得累计20小时中职课程的多项增值服务，进行网上学习、下载资源和答疑等服务。

中职教师通过收集10个有效学习卡账号和密码，登录网站，注册获得会员账号，可获得累计100小时教师网上资源，包括电子教案、演示文稿、教学素材及教学资料等。

学习卡账号自登录之日起一年内有效，过期作废。会员账号自注册之日起一年内有效。

使用本学习卡账号如有任何问题，请发邮件至：4A_admin_zz@hep.edu.cn

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向21世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》(教职成[2001]1号)的精神，教育部组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从2001年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教学大纲编写而成的，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定通过。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为学校选用教材提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的学校的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2001年5月

修 订 说 明

为贯彻落实《国务院关于大力发展职业教育的决定》(国发[2005]35号)、《河南省人民政府贯彻国务院关于大力发展职业教育的决定的实施意见》(豫政[2006]20号)精神,在深入调研、充分论证的基础上,组织我省骨干教师根据当地的教学需求和最新国家标准对中等职业教育国家规划教材《机械制图》、《极限配合与技术测量》、《机械加工技术》、《机械设备控制技术》进行了修订,与河南省教育厅新开发编写的精品教材《机械基础》一起,形成了一套适合我省各类中等职业学校实用的机械类专业骨干课程教材。

这套教材的主要特点为:

1. 坚持“以服务为宗旨,以就业为导向”的职业教育办学方针,坚持“以素质教育为基础,以提高能力为本位,促进学生全面发展”的教学指导思想。内容先进,突出操作,教学适用性强。修订版教材基本保持原教材先进的体例结构。
2. 以满足社会需求和学生实际需要为目标,降低教材难度,简化内容,与学生实际水平相衔接。
3. 调整习题结构,突出练习,以提高教学质量为重点。

参加本书修订工作的人员有:田泽兴(河南农业经济学校)、徐海勤(河南省经济管理学校)和湛章俊(信阳技工学校)。

课程教材建设是一个不断修订和完善的过程,希望各中等职业学校在使用过程中,注意总结经验,及时提出修改意见和建议,使之不断完善和提高。

编 者

2008年3月

第一版前言

本书是根据教育部 2001 年颁发的《中等职业学校机械加工技术专业教学指导方案》中主干课程《极限配合与技术测量教学基本要求》，并参照有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准编写的中等职业教育国家规划教材。

“极限配合与技术测量”是一门实践性强、应用广、技术知识含量较高的专业基础课。在编写中遵循理论教学以应用为主的原则，实训内容着眼于实践。全书采用了最新的国家标准，内容尽可能做到少而精，表述上力求通俗易懂。

本书共六章，建议课时分配如下，供参考使用。

章 序	课 程 内 容	讲 课	实 训	机 动	合 计
第一章	概述	2			2
第二章	孔、轴尺寸的极限与配合	8			8
第三章	技术测量基础	6			6
第四章	形状和位置公差	10	4		14
第五章	表面粗糙度	2	2		4
第六章	技术测量	12			12
	实验		8		8
	机动			6	6
	综合实践		1 周		1 周
合计		40	14 + 1 周	6	60 + 1 周

综合实践周应根据各校的具体条件安排教学内容和教学时间，目的应以培养学生综合运用知识的能力和解决现场问题的能力为主。

本书的第一、二、三、四章由沈学勤编写，第五、六章和实验由苏慧编写，主编沈学勤、李世维。

本书经全国中等职业教育教材审定委员会审定通过，由北京科技大学罗圣国教授担任责任主审，北京科技大学王吉生、刘兆英副教授审稿。他们对书稿提出了很多宝贵意见，在此表示衷心感谢。

在本书的编写过程中得到了石家庄市职教中心林瑞振的大力支持，在此深表谢意。

由于编者水平有限，错误之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者
2002 年 5 月

目 录

第一章 概述	1
复习与思考题	3
第二章 孔、轴尺寸的极限与配合	4
第一节 极限与配合的术语及定义	4
第二节 标准公差系列	17
第三节 基本偏差系列	20
第四节 公差带代号	31
第五节 基准制	33
第六节 极限与配合代号的识别和应用	34
第七节 未注公差的线性 and 角度尺寸的公差	41
复习与思考题	42
第三章 形状和位置公差	44
第一节 形位公差的符号	44
第二节 形位公差的标注方法	47
第三节 形位公差的基本概念	51
第四节 形位公差带的定义与标注	55
第五节 形位公差的检测原则	73
第六节 公差原则与实例分析	74
复习与思考题	82
第四章 表面粗糙度	84
第一节 表面粗糙度概述	84
第二节 表面粗糙度的标注	87
第三节 粗糙度轮廓的加工与测量	90
复习与思考题	91
第五章 技术测量的常用工具与实训	92
第一节 常用长度量具	92
第二节 角度测量	106
第三节 技术测量实训	108
课题一 轴类零件的测量	108
课题二 盘套类零件的测量	113
课题三 外螺纹中径的测量	116
课题四 渐开线圆柱齿轮加工误差的测量	119
课题五 平面零件误差的测量	121
课题六 样板零件的测量	127
复习与思考题	129
参考文献	131

第一章 概述

“极限配合与技术测量”是中等职业学校机械加工专业的主干课程，是技术性和实践性都比较强的一门技术基础课。主要内容包括：极限与配合，形位公差，表面粗糙度和技术测量。

一、加工误差

由于在加工过程中会受到各种因素的影响，不可能把零件加工成理论上准确的尺寸。即使是同一个工人，在同一台机器上对同一批规格相同的零件进行加工，也很难得到完全一样的尺寸，即形成加工误差。

零件的实际尺寸和理论上的绝对准确尺寸之差称为加工误差。加工误差的分类如下：

- (1) 尺寸误差：指加工后零件某处的实际尺寸对理想尺寸的偏差量。
- (2) 形状误差：指加工后零件上实际的线或面对理想形状的偏差量。理想形状是指几何意义上绝对正确的直线、曲线、平面、圆柱面、球面和其他设计上要求的曲面等。
- (3) 位置误差：指实际零件形体上的点、线、面对各自要求的理想方向和理想位置的偏差量。理想方向和理想位置指几何意义上的绝对平行、垂直、同轴及绝对准确的角度和位置关系。
- (4) 表面轮廓误差：指零件加工表面上的较小间距和峰谷所组成的微观几何形状对理想轮廓的偏差量。

加工误差的存在将影响零件的互换性。为满足零件的互换性要求，加工误差必须控制在公差范围内才为合格品，反之为不合格品。

二、公差

零件的精度是由公差来体现的，合格件的误差大小由公差控制。公差值的大小已经标准化。公差由设计者给定。

所谓的公差，就是指零件的尺寸、几何形状、几何位置关系及表面轮廓参数值允许变动的范围。公差被用来限制误差。

公差主要分以下几种：

- (1) 尺寸公差；
- (2) 形状公差；
- (3) 位置公差；
- (4) 表面轮廓公差。

对同一尺寸来说，公差值大就是允许的加工误差大，加工较容易，零件的制造成本低；公差值小就是允许的加工误差小，精度高，加工较困难，零件的制造成本高。所以零件的公差值

大小，与零件的加工难易程度密切相关，直接影响产品成本的高低。

三、互换性

互换性是指在制成同一规格的零件中，不需要作任何挑选或附加加工就可以直接使用，组装成部件或整机，并能达到设计要求。例如手表、自行车、汽车等的很多零件都是按互换性技术要求生产的，使用中如有零件损坏，可换上同样规格的零件，即可恢复设备的使用性能。这样的零件具有互换性。互换性可分为完全互换和不完全互换两种。完全互换性是指零、部件在装配时，不需要作任何选择或附加加工。其通用性强，装配方便，可减少修理时间，利于专门化生产，在制造业中被广泛采用。而不完全互换性是指零部件在装配时允许进行附加加工、选择和调整，以提高装配的精度和解决加工的困难。装配时通常按零件实际尺寸大小分成若干组，使同组零件的相配尺寸相差值很小，再与相对应组内零件进行装配，这种方法称为分组装配法。

遵循互换性原则生产，不仅能提高生产率，而且能有效地保证产品质量，降低生产成本，所以互换性是机器和仪器制造中的重要生产原则。互换性不仅适用于大批量生产，也适用于柔性生产系统和计算机集成生产系统，可以在生产线上迅速改变产品的规格和品种，满足高效率小批量的多品种生产。从设计角度看，可以采用标准化的计算方法和程序，利用计算机辅助设计系统进行优化设计，大幅度减少设计工作量，促进产品性能的改进，缩短开发新产品的周期。

四、标准化

标准化是指以制定、发布标准和贯彻执行技术标准为主要内容的全部活动过程。

所谓的标准就是指技术标准，是指为产品和工程上的规格、技术要求及其检测方法等所作的技术规定。标准是从事设计、制造和检测工作的技术依据。

在现代化生产中，标准化和标准是一项重要的技术措施。

标准化的作用是多方面的，它是组织现代化大生产的重要手段，是实现互换性，进行专业化协作生产的必要前提，是科学管理的重要组成部分，同时是联系科研、设计、生产、流通和使用等方面的技术纽带，是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。

标准化的范围极其广泛，涉及生产和生活的各个方面。按标准化对象的特征，技术标准可分为以下四类：

1. 基础标准

针对最一般的共性要求，依据普遍的规律性而判定的标准，它通用性强，具有广泛的指导意义。如计量单位、标准长度等。

2. 产品的标准

对产品的结构、规格、性能和质量等方面所作的统一规定。它分为产品系列标准和产品质量标准两部分。如机电设备、钢材、零部件标准等等。

3. 方法标准

对设计、生产、验收过程中的重要程序、规划和方法等所作的规定。如设计计算方法、工

艺规程、验收规则等。

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定的标准。

根据生产中的实际需要,现行标准又分为:国家标准、行业标准、地方标准和企业标准四级,其中,凡是与国家标准的规定有矛盾时,应以国家标准为准。许多优秀的企业为了提高产品自身的市场竞争力,制定企业标准时,将技术指标调整成高于国家标准中的相关指标,所以有的企业标准高于国家标准。

五、技术测量

所谓技术测量,就是把测出的量值与图样的要求进行比较,进而判断被测零件是否合格。测量结果凡在公差要求范围内的均为合格零件;凡超出公差要求范围的均为不合格零件。正确的测量和检验,是保证互换性生产的基本措施之一,测量是标准化生产的技术保证,而标准化是测量的依据。

技术测量对象主要是指:长度、角度、表面粗糙度和形位误差。

根据被测量的对象不同,采用的测量方法、选择量具精度和规格、计量单位都有一定的差异。

复习与思考题

1-1 极限配合与技术测量课程的性质是什么?

1-2 互换性原则是什么?

1-3 什么是完全互换性?什么是不完全互换性?

1-4 什么是分组装配法?其有什么特点?

1-5 什么是加工误差?加工误差分几类?

1-6 什么是公差?公差分几种?

1-7 简述加工误差和公差的特征。

1-8 为什么说标准化和标准不是一回事?

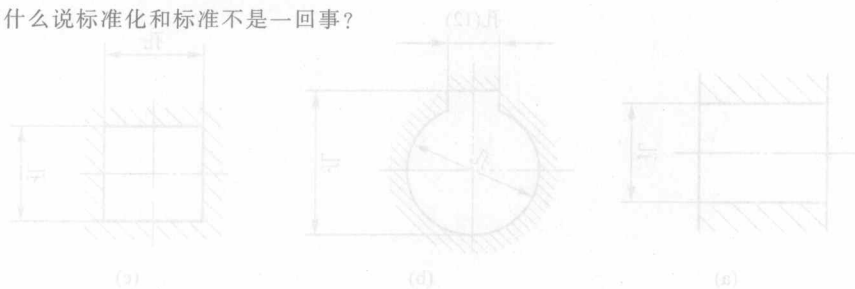


图 1-1 图

第二章 孔、轴尺寸的极限与配合

圆柱体结合通常指孔与轴的结合，是机器中最广泛采用的一种结合形式。为了使加工后的孔与轴能满足互换性要求，必须在设计时采用极限与配合标准。圆柱体结合的“极限与配合”是基本标准，是机器制造中的基础标准。

“极限与配合”的标准化不仅可防止任意规定公差与配合的混乱现象，保证零、部件互换性及配合质量，而且还有利于刀具、量具的标准化，有利于组织专业化协作生产和技术交流。

本章介绍的有关术语和定义都源于 GB/T 1800.1—1997。

第一节 极限与配合的术语及定义

一、孔和轴的定义及其特点

在国家标准(以下简称国标)《极限与配合》中，主要是规范孔、轴的尺寸公差，以及由孔和轴组成配合的规定。而孔、轴在国标《极限与配合》中还有其特定的含义，关系到极限与配合制度的应用范围。

1. 孔

通常指工件的圆柱形内表面，也包括非圆柱形内表面(由两个平行平面或切面形成的包容面)，如图 2-1 所示。

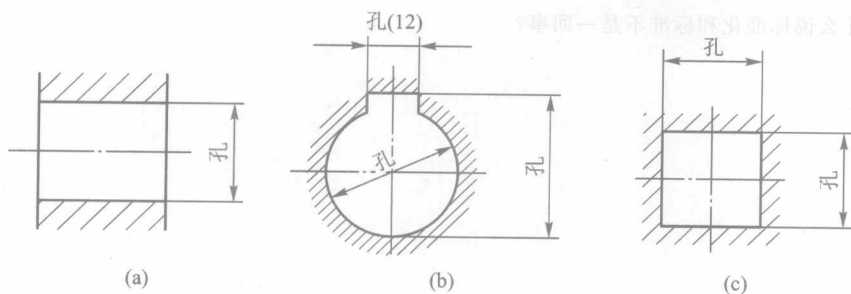


图 2-1 孔

图 2-1 中方形孔和键槽两个非圆柱形内表面都视为孔。因为方形孔是由两个单一尺寸(长度和宽度)确定的；键槽是由两个平行平面所构成的内表面，也是孔，它是由单一尺寸 12 确定的。

孔的特点是：

(1) 装配后孔是包容面。

(2) 加工过程中, 零件实体材料变小, 而孔的尺寸由小变大。

2. 轴

通常指工件的圆柱形外表面, 也包括非圆柱形外表面(由两个平行平面或切面形成的被包容面), 如图 2-2 所示。

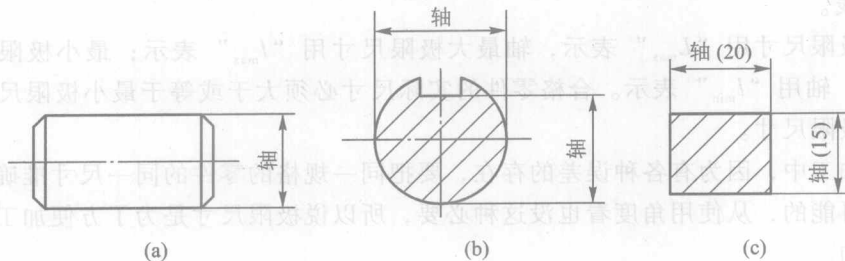


图 2-2 轴

图 2-2 中横截面为长方形的轴是非圆柱形外表面, 它是由两个单一尺寸(20 和 15)确定的, 也视为是轴。

轴的特点是:

(1) 装配后轴是被包容面。

(2) 加工过程中, 零件的实体材料变少, 而轴的尺寸由大变小。

二、尺寸的术语及其定义

1. 尺寸

以特定单位表示线性尺寸的数值, 称为尺寸。

国标中规定: 在机械工程中, 一般均采用毫米(mm)作为尺寸的特定单位。如: 一个孔的直径是 50 mm, 深为 200 mm, 则 50 和 200 都是尺寸。图样上标注的尺寸, 凡是采用特定计量单位的均不用标出单位, 只标注数值。除孔、轴的直径外, 像半径、长、宽、高和中心距等都叫尺寸。

2. 基本尺寸

零件的基本尺寸是设计时给定的, 是根据零件的使用要求, 通过计算、试验或经验确定的基本尺寸可以是一个整数或一个小数, 如 32、15、8.75、0.5 等等。设计时应尽量把基本尺寸圆整成标准直径或标准尺寸。

孔的基本尺寸用“ L ”表示; 轴的基本尺寸用“ l ”表示。

3. 实际尺寸

通过测量获得的某一孔、轴的尺寸。

孔的实际尺寸用“ L_a ”; 轴的实际尺寸用“ l_a ”表示。

4. 局部实际尺寸

一个孔或轴的任意横截面中的任一距离, 即在任何两相对点之间测得的尺寸。

由于零件表面有形位误差的影响, 因此同一表面不同位置、不同部位的实际尺寸也不一

定相同。

5. 极限尺寸

一个孔或轴允许的尺寸的两个界限值，可在基本尺寸的基础上，加、减上、下偏差获得。实际尺寸应位于其中，也可达到极限尺寸。两个极限尺寸中，较大的一个称为最大极限尺寸；较小的一个称为最小极限尺寸。最大极限尺寸和最小极限尺寸是控制加工尺寸的两个尺寸界线。

孔最大极限尺寸用“ $L_{\max}$ ”表示，轴最大极限尺寸用“ $l_{\max}$ ”表示；最小极限尺寸，孔用“ $L_{\min}$ ”表示，轴用“ $l_{\min}$ ”表示。合格零件的实际尺寸必须大于或等于最小极限尺寸，且小于或等于最大极限尺寸。

在机械加工中，因为有各种误差的存在，要把同一规格的零件的同一尺寸准确地加工成同一数值是不可能的，从使用角度看也没这种必要，所以说极限尺寸是为了方便加工和满足使用要求而确定的。

三、偏差的术语及其定义

1. 尺寸偏差

某一尺寸(实际尺寸、极限尺寸)减去其基本尺寸所得的代数差称为尺寸偏差(简称偏差)。

2. 上偏差

最大极限尺寸减去其基本尺寸所得的代数差。

孔的上偏差用“ES”表示；轴的上偏差用“es”表示，如图2-3所示。

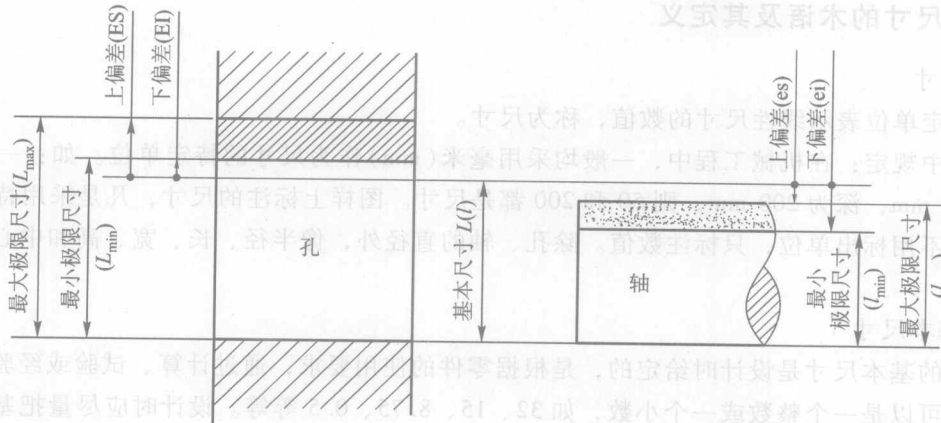


图2-3 尺寸与偏差

计算公式为

$$ES = L_{\max} - L$$

$$es = l_{\max} - l$$

3. 下偏差

最小极限尺寸减去其基本尺寸所得的代数差。

孔的下偏差用“EI”表示；轴的下偏差用“ei”表示，如图2-3所示。

计算公式为

$$EI = L_{\min} - L$$

$$ei = l_{\min} - l$$

4. 极限偏差

上偏差、下偏差称为极限偏差。

5. 实际偏差

实际尺寸减去其基本尺寸所得的代数差。

由于极限尺寸和实际尺寸有可能大于、小于或等于基本尺寸，所以极限偏差和实际偏差可以为正值、负值或零。显然，合格零件的实际偏差应控制在极限偏差范围以内。

在实际生产中，一般在图样上只标注基本尺寸和极限偏差。标注形式为：

基本尺寸^{上偏差}_{下偏差}，如 $\phi 50 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.062 \end{smallmatrix}$

例 1 某孔、轴尺寸分别为 $\phi 50 \begin{smallmatrix} +0.025 \\ 0 \end{smallmatrix}$ 和 $\phi 50 \begin{smallmatrix} -0.009 \\ -0.025 \end{smallmatrix}$ ，指出孔和轴的基本尺寸、极限偏差，并求出极限尺寸。

解

$\phi 50 \begin{smallmatrix} +0.025 \\ 0 \end{smallmatrix}$ 的孔： $\phi 50 \begin{smallmatrix} -0.009 \\ -0.025 \end{smallmatrix}$ 的轴：

$$L = 50 \quad l = 50$$

$$ES = +0.025 \quad es = -0.009$$

$$EI = 0 \quad ei = -0.025$$

$$L_{\max} = L + ES \quad l_{\max} = l + es$$

$$= 50 + 0.025 \quad = 50 + (-0.009)$$

$$= 50.025 \quad = 49.991$$

$$L_{\min} = L + EI \quad l_{\min} = l + ei$$

$$= 50 + 0 \quad = 50 + (-0.025)$$

$$= 50 \quad = 49.975$$

四、公差的术语及其定义

1. 尺寸公差

零件在制造过程中，不容易加工成基本尺寸，实际尺寸与基本尺寸总有一个差值，但差值应在允许的范围内。这个允许范围就是允许尺寸的变动量，它的大小应等于最大极限尺寸与最小极限尺寸之差，或上偏差与下偏差之差，称为尺寸公差(简称公差)。它是允许尺寸的变动量。

孔的公差用“ T_h ”表示；轴的公差用“ T_s ”表示，如图 2-4 所示。

上述定义可以写成下列计算公式，即

$$T_h = L_{\max} - L_{\min} = ES - EI$$

$$T_s = l_{\max} - l_{\min} = es - ei$$

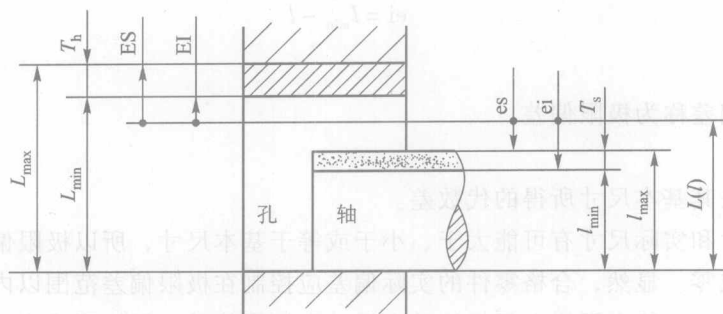


图 2-4 尺寸的偏差与公差

例 2 有一孔的尺寸为 $\phi 50^{+0.048}_{+0.009}$ ，求孔的直径尺寸公差 T_h 。

解 根据公式得

$$L_{\max} = L + ES = 50 + 0.048 = 50.048$$

$$L_{\min} = L + EI = 50 + 0.009 = 50.009$$

$$T_h = L_{\max} - L_{\min} = 50.048 - 50.009 = 0.039$$

或

$$T_h = ES - EI = 0.048 - 0.009 = 0.039$$

由上述可知，公差和极限偏差是两种不同的概念。公差大小是决定允许尺寸的变动范围，公差值是绝对值。极限偏差决定极限尺寸相对其基本尺寸的位置（在公差带图中），极限偏差值可以是正值、负值或零。

2. 尺寸公差带

表示零件的尺寸相对其基本尺寸所允许的变动范围，称为公差带。用图表示的公差带，称为公差带图。

在公差带图中，零线是确定基本偏差的一条基准线，极限偏差位于零线上方，表示偏差为正；位于零线下方，表示偏差为负；当与零线重合时，表示偏差为零。

上、下偏差之间的宽度表示公差带的大小，即公差值。

公差带如图 2-5 所示。公差带包括公差带的大小和公差带位置两个部分。公差带的大小是由标准公差确定的，公差带的位置是由基本偏差①确定的。

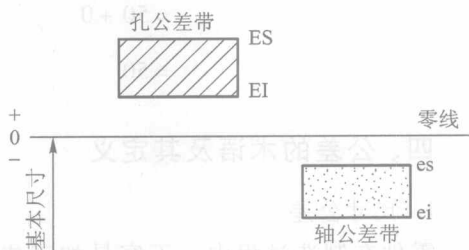


图 2-5 公差带图

① 基本偏差是用于确定公差带相对于零线位置的极限偏差，它可以是上偏差或下偏差，一般为靠近零线的那个偏差。基本偏差是使公差带位置标准化的唯一指标，原则上与公差等级无关。

3. 零线

在极限与配合图解中,表示基本尺寸的一条直线称为零线,以其为基准确定偏差和公差。画公差带图时,先画出零线,然后根据上、下偏差的大小分别画出孔、轴的公差带。正偏差位于零线的上方,负偏差位于零线的下方。因为公差数值与零件尺寸的数值相差很大,难以用相同比例画出,为了简化和分析方便,通常只将公差部分按比例放大画出来,而不必画出孔和轴的全部。这对研究零件尺寸公差带和分析零件配合性质是十分方便和清晰的。

五、配合的术语及其定义

配合是指基本尺寸相同、相互结合的孔和轴公差带之间的位置关系。零件在组装时,常使用配合这一概念来反映零件组装后的松紧程度。根据孔和轴公差带相对位置的不同,配合可分为间隙配合、过盈配合和过渡配合三大类。

1. 间隙配合

孔的尺寸减去相配合轴的尺寸之差为正值,即具有间隙(包括最小间隙等于零的配合),称为间隙配合。此时孔的公差带在轴的公差带上方,如图2-6所示。

在间隙配合中,孔与轴之间的配合总是存在间隙的,但间隙的大小是随孔、轴实际尺寸不同而变化的。其变化只能在最大和最小极限尺寸之间,也就是配合间隙只能在最大间隙和最小间隙之间。

(1) 最大间隙 是指在间隙配合或过渡配合中,孔的最大极限尺寸与轴的最小极限尺寸之差;也等于孔的上偏差减轴的下偏差,用 $X_{\max}$ 表示。

上述定义可用计算公式表达,即

$$X_{\max} = L_{\max} - l_{\min} = ES - ei$$

(2) 最小间隙 是指在间隙配合中,孔的最小极限尺寸与轴的最大极限尺寸之差;也等于孔的下偏差减去轴的上偏差,用 $X_{\min}$ 表示。

上述定义可以用计算公式表达,即

$$X_{\min} = L_{\min} - l_{\max} = EI - es$$

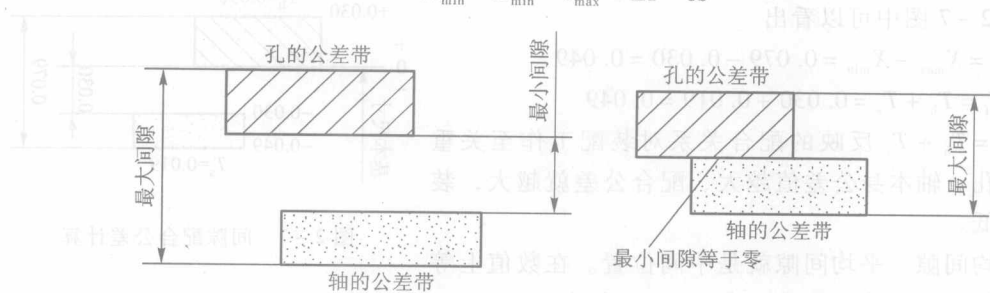


图2-6 间隙配合

例3 相配合的孔、轴零件,孔的尺寸为 $\phi 80^{+0.030}_0$, 轴的尺寸为 $\phi 80^{-0.030}_{-0.049}$, 求最大间隙和最小间隙各是多少?

解 按极限尺寸计算

$$L_{\max} = 80 + 0.030 = 80.030$$

$$L_{\min} = 80 + 0 = 80$$

$$l_{\max} = 80 + (-0.030) = 79.97$$

$$l_{\min} = 80 + (-0.049) = 79.951$$

$$X_{\max} = L_{\max} - l_{\min} = 80.030 - 79.951 = +0.079$$

$$X_{\min} = L_{\min} - l_{\max} = 80 - 79.97 = +0.030$$

按偏差计算, 则

$$X_{\max} = ES - ei = 0.030 - (-0.049) = +0.079$$

$$X_{\min} = EI - es = 0 - (-0.030) = +0.030$$

上述两种方法计算出的结果是相同的, 在使用时可以任选其中一种。相对而言还是用偏差进行计算比较简单, 但必须注意偏差数值是连同其正、负号一起使用的。

(3) 间隙配合公差 它是配合公差的一种, 即为允许间隙变动的范围。就其数值而言, 等于最大间隙与最小间隙的代数差, 用 T_f 表示, 即

$$T_f = X_{\max} - X_{\min}$$

由上式可得

$$\begin{aligned} T_f &= X_{\max} - X_{\min} \\ &= (L_{\max} - l_{\min}) - (L_{\min} - l_{\max}) \\ &= (L_{\max} - L_{\min}) + (l_{\max} - l_{\min}) \\ &= T_h + T_s \end{aligned}$$

所以, 间隙配合公差也等于相互配合的孔公差与轴公差的代数和。

例4 求图2-7所示的间隙配合公差 T_f 。

解 从2-7图中可以看出

$$T_f = X_{\max} - X_{\min} = 0.079 - 0.030 = 0.049$$

或

$$T_f = T_h + T_s = 0.030 + 0.019 = 0.049$$

公式 $T_f = T_h + T_s$ 反映的配合关系对装配工作至关重要, 它说明孔、轴本身公差值越大、配合公差就越大, 装配精度就越低。

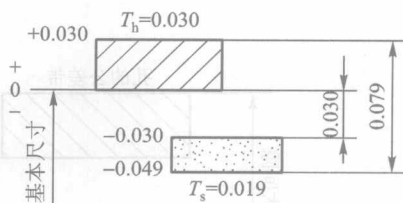


图2-7 间隙配合公差计算

(4) 平均间隙 平均间隙就是中间位置。在数值上等于最大间隙与最小间隙之和的一半, 用 X_a 表示。

上述定义可以用计算公式表达, 即

$$X_a = \frac{X_{\max} + X_{\min}}{2}$$

图2-7中的平均间隙为

$$X_a = \frac{0.079 + 0.030}{2} = 0.0545$$

实践经验证明,通过测量孔和轴的实际尺寸,可计算出配合的实际间隙值。最佳的实际间隙值应是平均间隙值,这样才能保证配合松紧适度。

2. 过盈配合

孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸之差为负值,即具有过盈(包括最小过盈量等于零)的配合称为过盈配合。这时孔的公差带在轴的公差带下方,如图2-8所示。

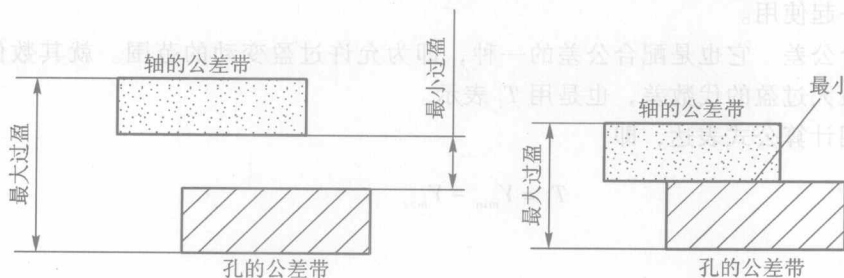


图2-8 过盈配合

同理过盈配合与间隙配合一样,过盈配合中过盈量的大小是在最大过盈和最小过盈之间变化的。实际的过盈量也随着孔和轴的实际尺寸的变化而变化。

(1) 最大过盈 是指在过盈配合或过渡配合中,孔的最小极限尺寸与轴的最大极限尺寸之差;也等于孔的下偏差与轴的上偏差的代数差,并用 $Y_{\max}$ 表示。

上述定义可用计算公式表达,即

$$Y_{\max} = L_{\min} - l_{\max} = EI - es$$

(2) 最小过盈 是指在过盈配合中,孔的最大极限尺寸减轴的最小极限尺寸之差;也等于孔的上偏差与轴的下偏差的代数差,并用 $Y_{\min}$ 表示。

上述定义可用计算公式表达,即

$$Y_{\min} = L_{\max} - l_{\min} = ES - ei$$

例5 相配合的孔、轴零件,孔的尺寸为 $\phi 100_{-0.093}^{-0.058}$, 轴的尺寸为 $\phi 100_{-0.022}^{-0.000}$, 求最大过盈和最小过盈各是多少?

解 按极限尺寸计算

$$L_{\max} = 100 + (-0.058) = 99.942$$

$$L_{\min} = 100 + (-0.093) = 99.907$$

$$l_{\max} = 100 + 0 = 100$$

$$l_{\min} = 100 + (-0.022) = 99.978$$

$$Y_{\max} = L_{\min} - l_{\max}$$

$$= 99.907 - 100 = -0.093$$

$$Y_{\min} = L_{\max} - l_{\min}$$

$$= 99.942 - 99.978 = -0.036$$