

中等职业教育规划教材

极限配合 与测量技术基础

JIXIAN PEIHE YU CELIANG JISHU JICHU

任玉珠 赵宏立 主编

赵世友 主审



化学工业出版社

中等职业教育规划教材

极限配合与测量技术基础

任玉珠 赵宏立 主编
赵世友 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

《极限配合与测量技术基础》是中等职业学校机械类及近机械类各专业的重要基础课教材。本书吸取了编者多年的教学经验和成果,采用了目前颁发的最新国家标准,内容包括绪论,极限与配合,技术测量基础,形状和位置公差及其误差的检测,表面粗糙度及其检测,普通螺纹结合的互换性,平键、花键、滚动轴承公差及其误差检测等。内容精炼、重点突出、简单易懂,符合中职“理论以必需、够用为度,重在应用”的教学要求,能够使学生具备初、中级专门人才所必备的极限与配合的基本知识和技能。

本教材可供中等职业学校机械类专业学生使用,亦可供机械制造的工程技术人员参考。

极限配合与测量技术基础

主编 任玉珠 赵宏立

副主编 孙凤英

图书在版编目(CIP)数据

极限配合与测量技术基础/任玉珠,赵宏立主编. —北京:化学工业出版社,2008.8
中等职业教育规划教材
ISBN 978-7-122-03381-9

I. 极… II. ①任…②赵… III. ①公差:配合-专业学校-教材②技术测量-专业学校-教材 IV. TG801

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第105116号

责任编辑:王金生 高钰 石磊
责任校对:郑捷

文字编辑:孙凤英
装帧设计:张辉

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张8 $\frac{3}{4}$ 字数214千字 2008年10月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:16.00元

版权所有 违者必究

前 言

极限配合理论知识与几何量的检测技术是中等职业技术学校机械类各专业学生必须掌握的基本理论知识和基本技能。本书包含极限配合理论知识和几何量检测技术两个方面的内容,与机械加工、机械设计、产品质量监控密切相关,是机械制造业技术人员和管理人员必须掌握的应用型技术基础课程教材。

本教材以中职教育“理论以必需、够用为度,以技能培养为主”的指导思想为原则,以机械制造业从业人员必备的基本理论、基本技能为主线展开讨论。力求从学生易学、易懂、能接受的角度出发,培养学生的基本动手能力。

本教材有以下几个特点。

1. 理论联系实际,突出学生基本技能的培养。

本书以理论实际结合培养学生动手能力为主线,突出学生基本应用能力的培养,增加感性认识,尽力缩短学校与社会的距离,缩短课堂教学与工作岗位之间的距离。充分体现工学结合的理念。

2. 主线突出,详略得当

本书各章都设有导读和知识点,由此可根据需要选择对教材详读或略读。在拓展知识和教学难点前加★号,教师对这一部分知识可进行有选择性的介绍。

3. 采用最新国家标准

采用新标准体现了本教材的先进性。本教材全部采用国家标准局1997年后陆续发布的第三套公差新标准。

本教材适用于中职院校机械类、近机类专业教学,也可作为相关专业技术人员的参考用书。

全书由任玉珠、赵宏立主编,赵世友主审。

本书在编写过程中得到了同行的热情帮助和支持,在此表示诚挚的感谢。由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

2008年6月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 互换性概述	1
1.1.1 互换性的基本概念	1
1.1.2 互换性生产的实现	2
1.2 课程的性质、任务 and 基本要求	4
习题	4
第2章 极限与配合	5
2.1 极限与配合的基本术语与定义	6
2.1.1 轴和孔	6
2.1.2 有关尺寸的术语与定义	6
2.1.3 有关偏差、公差的术语与定义	7
2.1.4 有关配合的术语与定义	9
2.2 极限与配合国家标准的基本内容	12
2.2.1 标准公差系列	12
2.2.2 基本偏差系列	13
2.2.3 公差带	20
2.2.4 配合代号及其标注	22
2.2.5 一般公差——线性尺寸的未注公差	23
2.3 极限与配合的选用	24
2.3.1 配合制的选用	25
2.3.2 公差等级的选用	26
2.3.3 配合的选用	28
习题	32
第3章 技术测量基础	33
3.1 技术测量的基础知识	33
3.1.1 技术测量的概念	33
3.1.2 计量器具的基本技术指标	34
3.1.3 测量方法	35
3.1.4 长度测量中常用计量器具的测微原理与基本结构	36
3.2 孔轴尺寸检测与量具和量仪的选择	43
3.2.1 光滑极限量规检验孔轴尺寸的合格性	43
3.2.2 用普通测量器具检测孔、轴尺寸	44
3.2.3 误收与误废	44
3.2.4 安全裕度与验收极限	45
3.2.5 计量器具的选择	47

3.2.6	计量器具选择实例	47
3.3	测量误差的基本知识	47
3.3.1	测量误差的基本概念	47
3.3.2	测量误差产生的原因	48
3.3.3	测量误差的基本类型及处理原则	48
3.4	计量器具的维护与保养	50
3.4.1	计量器具的检定	50
3.4.2	计量器具的维护与保养	50
	习题	51
第4章	形状和位置公差及其误差的检测	52
4.1	概述	52
4.1.1	零件的几何要素及其分类	52
4.1.2	形状和位置公差标准	53
4.2	形位误差和形位公差	57
4.2.1	形状误差和位置误差	57
4.2.2	形位公差及其检测原则	59
4.3	形状公差与形状误差的检测	62
4.3.1	直线度	62
4.3.2	平面度	66
4.3.3	圆度	68
4.3.4	圆柱度	70
4.4	位置公差与位置误差的检测	71
4.4.1	定向位置公差及误差的检验	71
4.4.2	定位公差及误差的检验	74
4.4.3	跳动公差	77
4.5	线轮廓度与面轮廓度	79
4.5.1	线轮廓度与面轮廓度	80
4.5.2	线轮廓度与面轮廓度的检测	81
4.6	公差原则简介	81
4.6.1	基本概念	81
4.6.2	公差原则	83
4.7	形位公差的选用	86
	习题	92
第5章	表面粗糙度及其检测	96
5.1	概述	96
5.1.1	表面粗糙度的概念	96
5.1.2	表面粗糙度对零件使用性能的影响	96
5.2	表面粗糙度的评定	97
5.2.1	基本术语和评定基准	97
5.2.2	表面粗糙度的评定参数	98
5.3	表面粗糙度的标注	99

5.3.1	表面粗糙度的标注符号	99
5.3.2	表面粗糙度的标注	99
5.4	表面粗糙度的检测	102
5.5	表面粗糙度的选择	103
	习题	106
第6章	普通螺纹结合的互换性	107
6.1	概述	107
6.1.1	螺纹的种类及螺纹结合的基本要求	107
6.1.2	普通螺纹的基本牙型和几何参数	108
6.2	螺纹几何参数误差对互换性的影响	109
6.2.1	螺距误差的影响	109
6.2.2	牙型半角误差的影响	109
6.2.3	螺纹的作用中径及保证螺纹互换性的条件	110
6.2.4	螺纹大、小径的影响	110
6.3	普通螺纹的公差与配合	111
6.3.1	普通螺纹的公差等级	111
6.3.2	螺纹公差带	113
6.3.3	普通螺纹的旋合长度与配合精度	114
6.3.4	普通螺纹在图样上的标记	116
6.3.5	螺纹表格应用示例	116
6.4	普通螺纹的检测	117
6.4.1	综合测量	117
6.4.2	单项测量	118
	习题	119
第7章	平键、花键、滚动轴承公差及其误差检测	120
7.1	普通平键的公差与配合	120
7.1.1	概述	120
7.1.2	平键连接的公差与配合	120
7.2	矩形花键连接的公差及其误差检测	122
7.2.1	概述	122
7.2.2	矩形花键连接	123
7.2.3	矩形花键的公差与配合	124
7.2.4	花键连接的标注	125
7.2.5	矩形花键的检测	126
7.3	滚动轴承的公差与配合	126
7.3.1	滚动轴承的类型	126
7.3.2	滚动轴承公差	126
7.3.3	滚动轴承与轴和外壳孔的配合及选择	127
	习题	133
	参考文献	134

第1章 绪 论

本章导读：绪论主要介绍互换性、误差、公差、检测、标准、标准化的概念。明确公差、测量及标准化是保证互换性生产得以实现的条件。了解本学科的性质、任务和教学模块。

本章知识点：互换性、误差与公差、标准与标准化。

1.1 互换性概述

1.1.1 互换性的基本概念

在生产水平低下时，社会的主要经济形态是自然经济。一家一户或一个小作坊就可以完成某些产品的整个生产过程。而今，现代化工业是按专业化大协作组织生产的，即用分散加工、集中装配的方法来保证产品质量、提高生产率和降低成本的。现代化生产的产品零（部）件应具有互换性。

在日常生活中，也经常会遇到零（部）件互换的情况，例如，机器、汽车、拖拉机、自行车、缝纫机上的零（部）件坏了，只要换上相同型号的零（部）件就能正常运转，不必要考虑生产厂家。之所以这样方便，就是因为这些零（部）件具有互相替换的性能。

（1）互换性的含义

在机械工业中，互换性是指相同规格的零（部）件在装配或更换时，不经挑选、调整或附加加工，就能进行装配，并且满足预定的使用性能。

零（部）件的互换性应包括其几何参数、力学性能和理化性能等方面的互换性。本课程主要研究几何参数的互换性。

（2）互换性的种类

互换性按互换的程度可分为完全互换性、不完全互换性和无互换性三种。

① 完全互换性 若零（部）件在装配或更换时不经挑选、调整或修配，装配后能够满足预定的使用性能，这样的零（部）件就具有完全互换性。

② 不完全互换性 若零（部）件在装配或更换时，允许有附加选择或附加调整，但不允许修配，装配后能够满足预定的使用性能，这样的零（部）件具有不完全互换性。例如，当装配精度要求很高时，采用完全互换性，将使零件的制造公差很小、加工难度加大、成本增高，甚至无法加工。为此，生产上常常采用降低零件的精度，也就是加大零件的公差，使零件加工容易。但是在装配前，增加了一道检测选择工序，即根据相配零件实际尺寸的大小分成若干对应组，使对应组内尺寸差别较小，在对应组零件进行装配时，遵循大孔配大轴、小孔配小轴的原则。这样，既解决了加工困难，又保证了装配精度。这种仅限于组内零（部）件的互换为不完全互换性。

③ 无互换性 应该指出，并不是在任何情况下，互换性都是有效的生产方式。例如，

为保证机器的装配精度要求,在装配过程中,有时采用钳工修配的方法来获得所需要的装配精度,此种装配方法称为修配法;有时采用移动或更换某些零件以改变其位置和尺寸的办法来达到所需的精度,这种装配方法称为调整法。这些没有互换性的装配方式通常应用在单件小批量生产中,特别在重型机器与高精度的仪器制造中应用较多。

(3) 互换性的作用

① 从设计上看,由于采用具有互换性的标准件、通用件,可使设计工作简化、设计周期缩短,并便于计算机辅助设计。

② 从制造上看,互换性是组织专业化协作生产的重要基础,整个生产过程可以采用分散加工、集中装配的方式进行。这样,有利于使用现代化的工艺装备,有利于组织流水线和自动线等先进的生产方式,有利于产品质量和生产效率的提高,有利于生产成本的降低。

③ 从装配上看,由于装配时不需附加加工和修配,减轻了工人的劳动强度,缩短了劳动周期,并且可以采用流水作业的装配方式,大幅度地提高了生产效率。

④ 从使用上看,由于零(部)件具有互换性,生产中各种设备的零(部)件及人们日常使用的拖拉机、自行车、汽车、机床等有关的零(部)件损坏后,在最短时间内用备件加以替换,能很快地恢复其使用功能,减少了修理时间及费用,从而提高了设备的利用率,延长了它们的使用性能。

综上所述,互换性是现代化生产基本的技术经济原则,在机器的制造与使用中具有重要的作用。因此要实现专业化生产必须采用互换性原则。

1.1.2 互换性生产的实现

(1) 几何参数误差

具有互换性的零(部)件,其几何参数一定要做得绝对精确吗?这可以从两个方面进行分析。

① 从零件的加工角度考虑 具有互换性的零(部)件,其几何参数一定要做得绝对准确是不可能的。因为在零件的加工过程中,无论设备的精度和操作者的技术水平有多高,几何参数绝对准确一致的零件是加工不出来的,加工误差是客观存在的。

② 从满足机器的使用要求角度考虑 具有互换性的零(部)件,其几何参数一定要做得绝对准确也是没有必要的。

几何参数误差是零件加工后的实际几何参数相对其理想几何参数的偏离量,包括尺寸误差、形状误差、位置误差及表面粗糙度。

(2) 几何参数公差

几何参数误差对零件的使用性能和互换性会有一定影响的。实践证明,只要把零件的几何参数误差控制在一定的范围之内,零件的使用性能和互换性就能得到保证。零件几何参数允许的变动量称为几何参数公差,简称公差。它包括尺寸公差、形状公差、位置公差等。公差是限制误差的,是误差的最大允许值,用以保证互换性的实现。因此,建立各种几何参数的公差标准是实现零件误差的控制和实现零(部)件互换性的基础。

(3) 标准化

标准化是指制定标准与贯彻标准的全过程。它是组织现代化生产的重要手段,是国家现代化水平的重要标志之一。本课程涉及的几何量公差与检测属于标准化和计量学的范畴,标准化是实现互换性的前提。

我国标准分为国家标准(GB)、部颁标准、地方标准和企业标准。标准即技术上的法规。标准经主管部门颁布生效后,具有一定的法制性,不得擅自修改或拒不执行。标准化水平的高低体现了一个国家现代化的程度。在现代化生产中,标准化是一项重要的技术措施。因为一种机械产品的制造过程往往涉及许多部门和企业,甚至还要进行国际间协作。为了适应生产上各部门与企业和技术上相互协调的要求,必须有一个共同的技术标准。公差的标准化有利于机器的设计、制造、使用和维修,有利于保证产品的互换性和质量,有利于刀具、量具、夹具、机床等工艺装备的标准化。

我国自1959年起,陆续制定了各种国家标准,如公差与配合、机械制图、螺纹、齿轮、表面粗糙度、形状与位置公差等,对国民经济发展起了重要的作用。1962年经过了一系列国际会议的讨论,正式发布了国际推荐标准(ISO标准),ISO标准发布后各国十分重视。随着四个现代化建设的发展,我国原有标准已不能适应和满足日益增长的生产建设需要。1978年我国正式参加国际标准化组织,于1979年也对原有的公差配合进行了更新。随着改革开放的继续,1994年开始,国际工作组遵循国家关于积极采用国际标准的方针,于1998年将标准“公差与配合”改为“极限与配合”,术语上、内容上尽量与国际标准一一对应,以尽快适应国际贸易、技术和经济的交流。

★(4) 优先数系

在制定公差标准及设计零件的结构参数时,都需要通过数值表示。

任一产品的技术参数不仅与自身的技术特性参数有关,而且还直接或间接地影响到与其配套的一系列产品的参数。例如,螺母直径数值影响并决定螺钉直径数值及丝锥、螺纹塞规、钻头等一系列产品的数值。为了避免产品数值的杂乱无章、品种规格过于繁多,减少给组织生产、管理与使用等带来的困难,必须把数值限制在较小范围内,并进行优选、协调、简化和统一。

实践证明,优先数系是一种科学的数值系列,不仅对数值的协调、简化起重要的作用,而且是制定有关标准的依据。

优先数系是一种十进制几何级数。所谓十进制,即几何级数的各项数值中包括1, 10, 100, ..., 10^n 和 0.1, 0.01, 0.001, ..., 10^{-n} 组成的级数(n 为正整数)。几何级数的特点是任意相邻两项之比为一常数(公比),优先数系中的任何一个数为优先数。

国家标准 GB 321—80 与 ISO 推荐了5个系列,分别为 R5、R10、R20、R40、R80 系列,各系列公比如下所示。

$$\text{R5 系列:} \quad q_5 = \sqrt[5]{10} \approx 1.6$$

$$\text{R10 系列:} \quad q_{10} = \sqrt[10]{10} \approx 1.26$$

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

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

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

按公比计算得到优先数的理论值经近似圆整后应用到实际工程技术中。

(5) 技术测量

在机械制造中加工与测量是相互依存的,有了先进的公差标准,还要有相应的技术测量措施,这样零件的使用功能和互换性才能得到保证。

在计量工作方面,1955年我国成立了国家计量局,1959年统一了全国计量制度,正式

确定在长度方面采用米制为计量单位,1977年颁布了计量管理条例,1984年颁布了法定计量单位,1985年颁布了计量法。

科学技术的迅猛发展为技术测量的现代化创造了条件,长度计量器具的精度已由0.01mm级提高到0.001mm级,甚至有的提高到0.0001mm级。测量空间已由二维空间发展到三维空间。测量的自动化程度已由人工读数测量发展到计算机数据处理、自动显示和打印结果。

技术测量的目的不仅仅是判断零件是否合格,还要根据测量的结果,分析产生废品的原因,以便设法减少废品。

1.2 课程的性质、任务 and 基本要求

“公差配合与技术测量”课程是机械类专业的一门必修课。

本课程的主要任务是使学生具备机械加工高素质操作者和技术人才所必要的机械零件的几何精度及公差与配合的基本知识,几何参数测量的基本理论,检测产品的基本技能。为学生毕业后胜任岗位工作、增强适应职业变化能力和继续学习打下一定的基础。

通过本课程的教学,学生应达到下列基本要求:

- 掌握标准化和互换性的基本概念及有关的基本术语和定义;
- 掌握本课程中几何量公差标准的主要内容;
- 学会根据机器和零件的功能要求,选用几何量公差与配合;
- 掌握技术测量的基本概念、基本规定;
- 掌握常用测量器具的种类、应用范围、检测方法;
- 了解与本课程有关的技术政策法规;
- 具有与本课程有关的识图、标注、执行国家标准、使用技术资料的能力;
- 具备正确选用现场计量器具检测产品的基本技能及分析零件质量的初步能力。

习 题

1-1 什么是互换性?并举例说明。

1-2 简述互换性在机械制造业中的重要意义。

1-3 分析标准化的意义。

第2章 极限与配合

本章导读：极限与配合是机械制造中重要的基础标准，是应用最广泛的结合形式。它不仅用于圆柱体内、外表面的结合，也用于其他结合中单一尺寸确定的部分。

为了零件具有互换性，必须保证零件的尺寸、几何形状和相互位置及表面粗糙度等的一致性。就尺寸而言，互换性要求尺寸的一致性是指要求尺寸在某一合理的范围之内。这个范围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，因此就形成了“极限与配合”的概念。“极限”用于协调机器零件使用要求与制造经济性之间的矛盾，而“配合”则反映零件结合时相互之间的关系。

“极限”与“配合”的标准化有利于机器的设计、制造、使用和维修，有利于保证机械零件的精度、使用性能和寿命等要求，也有利于刀具、量具、机床等工艺装备的标准化。

我国现行的有关尺寸极限与配合方面的标准有12项，它们构成了我国具有世界先进水平的极限与配合标准体系。本章介绍下列7项：

- GB/T 1800.1—1997《极限配合 基础 第一部分：词汇》；
- GB/T 1800.2—1998《极限配合 基础 第二部分：公差、偏差和配合的基本规定》；
- GB/T 1800.3—1998《极限配合 基础 第三部分：标准公差和基本偏差数值表》；
- GB/T 1800.4—1998《极限配合 标准公差等级和孔轴极限偏差表》；
- GB/T 1801—1999《极限配合 公差带和配合的选择》；
- GB/T 1804—2000《一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差》；
- GB/T 5371—2004《极限与配合 过盈配合的计算和选用》。

本章知识点

- 极限与配合的有关术语

术语1 孔、轴；

术语2 基本尺寸、实际尺寸、极限尺寸；

术语3 实际偏差、极限偏差、尺寸公差的概念、计算、公差带图；

术语4 配合、间隙与过盈、间隙配合、过渡配合、过盈配合、配合公差、配合公差带图及相关计算；

术语5 零件的合格判定。

- 极限与配合的国家标准的构成

- 尺寸公差带两要素

公差带大小——标准公差：概念、含义、查表方法；

公差带位置——基准偏差：概念、含义、查表方法。

- 极限与配合的选用

选择：基准制、配合类型、精度等级、极限偏差。

- 拓展知识

标准公差值的计算;

基本偏差值的计算;

孔的基本偏差由同名轴基本偏差换算的深入讨论。

2.1 极限与配合的基本术语与定义

2.1.1 轴和孔

(1) 轴 轴主要是指工件圆柱形的外表面,也包括其他由单一尺寸确定的非圆柱形的外表面部分。

(2) 孔 孔主要是指工件圆柱形的内表面,也包括其他由单一尺寸确定的非圆柱形的内表面部分。

标准中定义的轴、孔是广义的。从加工工艺上讲,随着刀具的逐渐切削,轴的尺寸不断减少,而孔的尺寸不断加大。从装配上来讲,轴是被包容面,孔是包容面。例如,圆柱的直径、键的宽度等都是轴,圆柱孔的直径、键槽的宽度都是孔,如图 2-1 所示。

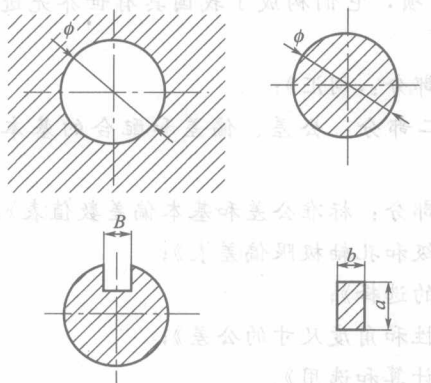


图 2-1 轴与孔

2.1.2 有关尺寸的术语与定义

(1) 尺寸

尺寸是指以特定单位表示线性尺寸值的数值。

尺寸表示长度的大小,由数字和长度单位组成,包括直径、长度、宽度、高度、厚度以及中心距等(不包括角度)。图样上标注尺寸时常以 mm 为单位,这时,只标数字,省去单位。当采用其他单位时,

必须标注单位。

(2) 基本尺寸 (D 、 d)

基本尺寸是设计给定的尺寸。它的数值一般应按标准长度、标准直径的数值进行圆整。基本尺寸标准化可减少刀具、量具、夹具的规格和数量。通常大写字母 D 表示孔的基本尺寸,小写字母 d 表示轴的基本尺寸。

(3) 实际尺寸 (D_a 、 d_a)

通过测量获得的某一孔、轴的尺寸称为实际尺寸。

实际尺寸用两点法测量。由于测量误差是客观存在的,所以实际尺寸不是尺寸真值。由于几何形状误差是客观存在的,工件的同一表面的不同部位的实际尺寸往往也是不等的。

(4) 极限尺寸 ($D_{\max}$ 、 $D_{\min}$ 、 $d_{\max}$ 、 $d_{\min}$)

极限尺寸是允许孔和轴尺寸变动的两个界限值。

允许孔或轴的最大尺寸称为最大极限尺寸 ($D_{\max}$ 、 $d_{\max}$); 允许孔或轴的最小尺寸称为最小极限尺寸 ($D_{\min}$ 、 $d_{\min}$)。

极限尺寸是根据设计要求以基本尺寸为基础给定的,是用来控制实际尺寸变动范围的,实际尺寸如果小于等于最大极限尺寸、大于等于最小极限尺寸,则零件合格。

2.1.3 有关偏差、公差的术语与定义

2.1.3.1 偏差

偏差是某一尺寸减其基本尺寸所得的代数差。偏差可能为正值、负值或零,书写或标注时正、负号或零都要写出并标注上。

(1) 实际偏差

实际偏差是实际尺寸减其基本尺寸所得的代数差。实际尺寸可能大于、小于或等于基本尺寸,因此,实际偏差可能是正值、负值或零。

(2) 极限偏差

极限偏差是极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差,如图 2-2 所示。

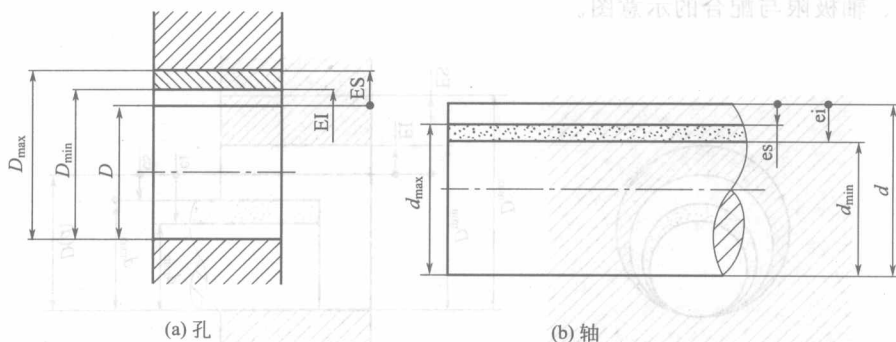


图 2-2 基本尺寸、极限尺寸与极限偏差

① 上偏差 (ES、es) 最大极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差。

$$ES = D_{\max} - D \quad es = d_{\max} - d$$

② 下偏差 (EI、ei) 最小极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差。

$$EI = D_{\min} - D \quad ei = d_{\min} - d$$

在图样上或技术文件中极限偏差的标注方法一般如 $\phi 30_{-0.041}^{+0.020}$ 这样的形式;为了标注保持严密性,即使上下偏差是零,也要进行标注,如 $\phi 30_{-0.021}^0$;如果上下偏差数值相等,正负相反时,标注可简化,如 $\phi 30 \pm 0.0065$ 。

极限偏差是用来控制实际偏差的,合格的零件实际偏差应位于极限偏差之内。在实际中,常用孔、轴的基本尺寸和极限偏差计算其极限尺寸,计算公式如下:

$$D_{\max} = D + ES \quad D_{\min} = D + EI$$

$$d_{\max} = d + es \quad d_{\min} = d + ei$$

【例 2-1】求标注为 $\phi 30_{-0.041}^{+0.020}$ 孔的最大、最小极限尺寸。

解: $D_{\max} = D + ES = [\phi 30 + (+0.020)] \text{mm} = \phi 29.980 \text{mm}$

$$D_{\min} = D + EI = [\phi 30 + (-0.041)] \text{mm} = \phi 29.959 \text{mm}$$

2.1.3.2 尺寸公差 (简称公差)

(1) 公差 (T_h 、 T_s)

公差是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,它是允许尺寸的变

动量。

公差是控制误差的,加工误差是不可避免的,显然公差应该大于零(负公差、零公差没有意义)。

$$\text{孔的公差: } T_h = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI$$

$$\text{轴的公差: } T_s = d_{\max} - d_{\min} = es - ei$$

从使用角度和加工的角度考虑,公差与偏差是两个不同的概念。公差表示制造精度的要求,反映加工难易程度。基本尺寸相同,公差值越大,工件精度越低,越容易加工;反之,工件精度高,难加工。而偏差表示与基本尺寸偏离的程度,它表示公差带的位置,影响配合的松紧,从工艺上看,一般不反映加工难易程度,只表示加工时机床的调整位置(如车削时进刀位置)。

(2) 公差带图

极限配合的主要术语及其相互关系可以用图示的方法来表示,如图 2-3 所示为一对相互结合的孔、轴极限与配合的示意图。

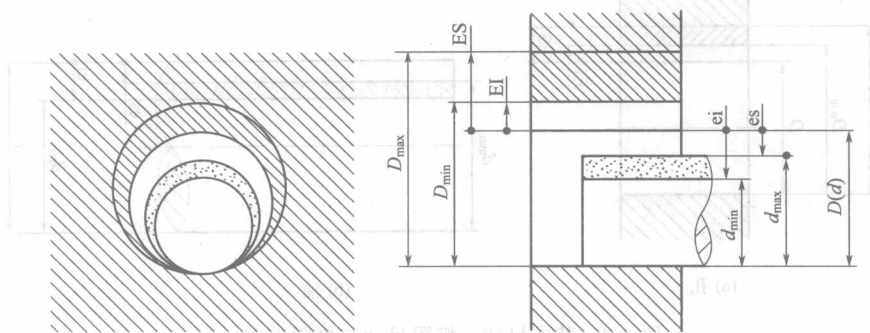


图 2-3 极限与配合示意图

在实用中为了简化起见,常不画出孔和轴的全部,而只画出孔、轴公差带来分析问题,这就是极限与配合的图解,简称公差带图,如图 2-4 所示。

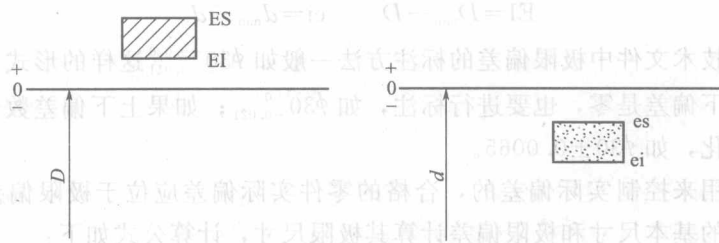


图 2-4 公差带图解

公差带图绘制方法是先画出一条水平的零线(零线是代表基本尺寸并确定偏差位置的一条直线,即零偏差线),在其左端标上“+”、“0”、“-”号,在零线的左下方画出带箭头的尺寸线,并标出基本尺寸。正偏差位于零线的上方,负偏差位于零线的下方,偏差为零时与零线重合。根据上偏差和下偏差的大小,按适当的比例画出平行于零线的两条直线,公差带沿零线方向的长度可适当选取。为了区分孔、轴公差带,孔的公差带打剖面线,轴的公差带涂黑,并标出其上下偏差。

其中公差带是指在公差带图解中,由代表上偏差和下偏差或最大极限尺寸和最小极限尺

寸两条直线所限定的一个区域,包括大小、位置两个因素。公差带的大小由公差值决定;位置由基本偏差决定。基本偏差通常是靠近零线的那个极限偏差。

2.1.4 有关配合的术语与定义

(1) 配合的术语

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。

定义说明相配合的孔和轴必须基本尺寸相同,而相互结合的孔和轴公差带之间的不同关系决定了孔和轴配合的松紧程度,也决定了孔和轴的配合性质。

② 间隙与过盈 孔的尺寸减去相配轴的尺寸之差为正,则表示间隙,之差为负,则表示过盈。

(2) 配合的种类

① 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。此时,孔的公差带在轴的公差带之上,如图 2-5 所示。

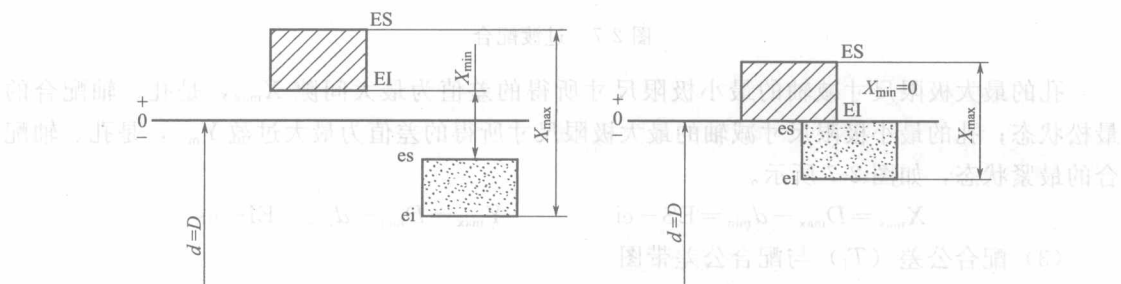


图 2-5 间隙配合

由于孔、轴的实际尺寸允许在各自的公差带内变动,所以孔、轴配合的间隙也是变动的。当孔为最大极限尺寸而轴为最小极限尺寸时,装配后的孔、轴为最松的配合状态,称为最大间隙 $X_{\max}$;当孔为最小极限尺寸而轴为最大极限尺寸时,装配后的孔、轴为最紧的配合状态,称为最小间隙 $X_{\min}$,如图 2-5 所示。

$$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$$

$$X_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$$

② 过盈配合 具有过盈(包括最小过盈等于零)的配合称为过盈配合。此时,孔的公差带在轴的公差带之下,如图 2-6 所示。

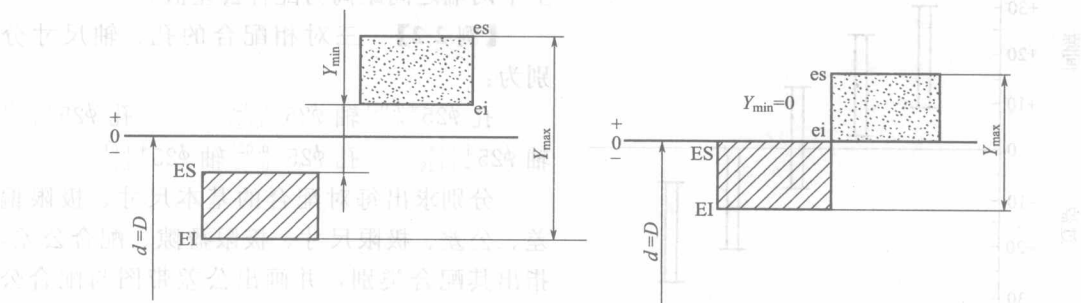


图 2-6 过盈配合

在过盈配合中,孔的最大极限尺寸减轴的最小极限尺寸所得的差值为最小过盈 $Y_{\min}$, 是孔、轴配合的最松状态; 孔的最小极限尺寸减轴的最大极限尺寸所得的差值为最大过盈 $Y_{\max}$, 是孔、轴配合的最紧状态, 如图 2-6 所示。

$$Y_{\min} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$$

$$Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$$

③ 过渡配合 可能具有间隙或过盈的配合称为过渡配合。此时, 孔的公差带与轴的公差带交叠, 如图 2-7 所示。

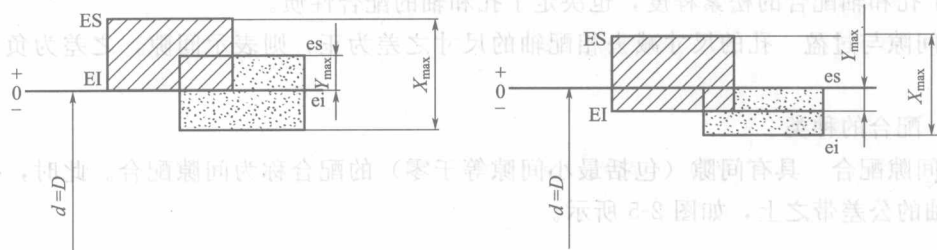


图 2-7 过渡配合

孔的最大极限尺寸减轴的最小极限尺寸所得的差值为最大间隙 $X_{\max}$, 是孔、轴配合的最松状态; 孔的最小极限尺寸减轴的最大极限尺寸所得的差值为最大过盈 $Y_{\max}$, 是孔、轴配合的最紧状态, 如图 2-7 所示。

$$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$$

$$Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$$

(3) 配合公差 (T_f) 与配合公差带图

组成配合的孔、轴公差之和称为配合公差。它是允许间隙或过盈的变动量。配合公差的大小反映了配合精度的高低, 对一具体的配合, 配合公差越大, 配合时形成的间隙或过盈的变化量就越大, 配合后松紧变化程度就越大, 配合精度就越低。反之, 配合精度高。因此要想提高配合精度, 就要减小孔、轴的尺寸公差。

在间隙配合中: $T_f = |X_{\max} - X_{\min}|$

在过盈配合中: $T_f = |Y_{\min} - Y_{\max}| = T_h + T_s$

在过渡配合中: $T_f = |X_{\max} - Y_{\max}|$

以上三类配合的配合公差带可以用图 2-8 表示。配合公差带完全在零线以上的为间隙配合; 配合公差带完全在零线以下的为过盈配合; 跨在零线上、下两侧为过渡配合。配合公差带两端的坐标值代表极限间隙或极限过盈, 上下两端之间距离为配合公差值。

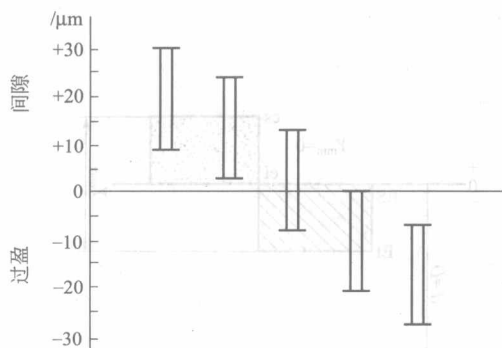


图 2-8 配合公差带图

【例 2-2】 三对相配合的孔、轴尺寸分别为:

$$\begin{array}{lll} \text{孔 } \phi 25^{+0.021}_0 & \text{轴 } \phi 25^{-0.020}_{-0.033} & \text{孔 } \phi 25^{+0.021}_0 \\ \text{轴 } \phi 25^{+0.041}_{+0.028} & \text{孔 } \phi 25^{+0.021}_0 & \text{轴 } \phi 25^{+0.015}_{+0.002} \end{array}$$

分别求出每对配合的基本尺寸、极限偏差、公差、极限尺寸、极限盈隙、配合公差, 指出其配合类别, 并画出公差带图与配合公差带图。

解: 作表 2-1 如下。