



高职高专教材

机械设计基础

主编 周家泽



人民邮电出版社

POSTS & TELECOMMUNICATIONS PRESS

TH122
203

高 职 高 专 教 材

机 械 设 计 基 础

主编 周家泽

北方工业大学图书馆



00528252

人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础/周家泽主编. —北京: 人民邮电出版社, 2003.2

高职高专教材

ISBN 7-115-11075-1

I. 机... II. 周... III. 机械设计-高等学校: 技
术学校-教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 098820 号

内 容 提 要

本书是为适应我国迅猛发展的高等职业教育的改革而编写的。全书共分 10 章, 主要内容包括机械公差与配合、平面机构、轮系、带传动、齿轮传动、常用联接件、轴及轴承等。书中内容紧扣职业教育的特点, 注意取材的可用性与实用性, 注重培养学生理论知识的应用和解决实际问题的能力。

本书可作为高职、高专、成教等学校机械、机电及近机类专业机械设计基础课程的教材, 也可作为中职学校机械类专业相关课程的教材。

高职高专教材 机械设计基础

◆ 主 编 周家泽
责任编辑 姚予疆

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
读者热线 010-67129264
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 17 插页: 1
字数: 413 千字 2003 年 2 月第 1 版
印数: 1-6 000 册 2003 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-11075-1/TN · 2030

定价: 24.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

《机械设计基础》编委会

主 任 周家泽

编 委 苗志毅 李 旭 吴爱群
赵 曼 全沅生

审 校 李锡光

前 言

现代科学技术和社会经济的高速发展,对我国的高等职业技术教育提出了更高的要求,培养具有高等职业技术的高职人才成为当务之急。高职教育是培养直接在生产、管理、服务第一线从事技术应用、经营管理、高新技术设备的调试与应用的高级技术应用型人才。这类人才要求有较强的理论应用能力与实际动手能力,其知识的基本着重点应在理论的应用与现代设备操作技能的培养上,而不能偏重理论推导与计算,必须偏重实践。

我们现在所使用的教材都是过去专科培养学科型人才的传统课本,已经不能适应高职人才培养的需要。为适应这种形势发展的需求,我们编写了这本《机械设计基础》,它既适用于高职、高专人才的培养,也适用于中等职业技术教育。本《机械设计基础》教材有如下特点:

- 根据国家教材规划中对职业教育的少学时、“宽”内容的要求,全书总学时为 100 ~ 120。在内容的安排上,基本知识点的选取以“必须”与“够用”为度,一改过去教科书中知识博杂繁多、理论过强、内容较深的传统,使学生掌握“必须”的知识群,好教好学。

- 重组体系。该书对传统学科型教材中各章、节进行了分离与综合,把相似、相关的内容并在一起,章节既独立又紧密联系,便于教学中取舍。

- 注重应用。着重基本知识的理论应用与实践,对理论推导与计算部分进行了删减,列举的工程实例多。

- 更新内容。按照国家教育部职教司对高职生“宽、专、多、能”的要求,对基本知识点进行了扩充,加进了机械公差与配合一章,使之与带传动、轴设计等章节内容紧密配合使用,便于学习与应用。

- 实用性强。本书收编了较多的与机械设计有关的图表、标准以及实用图例,以便查找应用。使用的是新国家标准。

本书由武汉职业技术学院周家泽副教授主编,武汉理工大学李锡光副教授主审。参加编写的有:河南职业技术学院苗志毅老师(第 6 章、第 8 章),广西机电职业技术学院李旭老师(第 2 章、第 10 章),武汉职业技术学院吴爱群老师(第 4 章、第 9 章),河南中州大学赵曼老师(第 7 章),武汉职业技术学院全沅生老师(第 3 章)。武汉职业技术学院周家泽副教授编写了绪论、第 1 章及第 5 章的内容,并对全书进行了统稿和修改。

本书力图对教材改革作一些努力,但难免存在不足之处,欢迎同行及广大读者提出批评和改进意见。

编著者

目 录

绪论	1
第 1 章 机械公差与配合	3
1.1 公差的基本概念	3
1.2 配合的基本概念	7
1.3 形位公差与表面粗糙度简介	16
第 2 章 平面机构	23
2.1 运动副及机构运动简图	23
2.2 平面机构的自由度	28
2.3 平面连杆机构的基本型式—铰链四杆机构	32
2.4 其他型式的平面四杆机构	42
第 3 章 凸轮机构	49
3.1 概述	49
3.2 从动件的常用运动规律	50
3.3 凸轮轮廓曲线的设计	56
3.4 凸轮机构设计的几个问题	61
第 4 章 常用机构	69
4.1 齿轮机构	69
4.2 其他常用齿轮机构	85
4.3 间歇运动机构	96
第 5 章 轮系	101
5.1 轮系的分类	101
5.2 定轴轮系	102
5.3 行星轮系	104
5.4 复合轮系	106
第 6 章 带传动与链传动	111
6.1 带传动概述	111
6.2 带的工作情况分析	115
6.3 V 带传动设计	118
6.4 带传动的安装与维护	126
6.5 链传动简介	128
第 7 章 齿轮传动	133
7.1 齿轮传动的失效形式和设计准则	133
7.2 齿轮常用材料及热处理	135
7.3 标准直齿圆柱齿轮传动的强度计算	137
7.4 齿轮传动的精度	150

7.5	斜齿圆柱齿轮传动的强度计算	154
7.6	标准直齿圆锥齿轮传动的强度计算	160
7.7	齿轮的结构	163
7.8	齿轮传动的润滑	165
7.9	蜗杆传动	166
第 8 章	常用联接件	184
8.1	螺纹联接	184
8.2	键与花键联接	194
8.3	联轴器与离合器	199
8.4	弹簧	205
第 9 章	轴及减速器	209
9.1	轴的分类和轴的材料	209
9.2	轴的设计要求和一般设计步骤	212
9.3	轴的结构设计	212
9.4	轴的强度计算	215
9.5	减速器简介	221
第 10 章	轴承	226
10.1	滚动轴承的结构、类型及代号	226
10.2	滚动轴承的类型选择	233
10.3	滚动轴承的尺寸选择	234
10.4	滚动轴承的组合结构设计	244
10.5	滑动轴承	251
10.6	轴承的润滑与密封	256
参考文献		264

绪 论

一、《机械设计基础》课程的任务与性质

机械设计基础是一门应用学科，它涉及工程技术的各个领域，如加工机械、运输机械、水力机械及纺织机械等。研究这些机械类产品开发、设计、制造、维护及运行，可以为相关专业的学生学习专业课程提供必要的理论基础，使从事机械设计、工艺、现场管理的工程师及工程技术人员获得必要的专业基础知识。

本课程主要研究的是各类机械中的共性问题。一是常用机构的组成、运动和动力特性、设计方法。二是常用零件的工作原理、特点、选用、主要参数与计算方法。

学习本课程应了解与掌握机器和机构的组成形式、工作原理、选用原则、设计准则和相关标准，以及相关公差配合的选用。

二、《机械设计基础》课程的学习内容

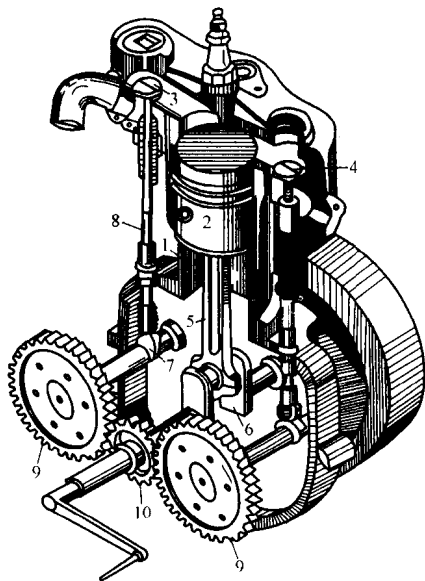
机械是机器和机构的总称。机器是执行机械运动的装置，它用来变换和转换能量与信息。机器具有如下特征：

- ① 机器是多种实体的组合。
- ② 各实体间具有确定的相对运动。
- ③ 机器能完成有效的机械功或能量与信息的转换。

机器与其他装置的本质区别是：机器一定要做机械运动，并通过机械运动来实现功、能量以及信息的变换。

图中所示为单缸四冲程内燃机，由汽缸 1、活塞 2、进气阀 3、排气阀 4、连杆 5、曲轴 6、凸轮 7、顶杆 8、齿轮 9 和 10 组成。燃气推动活塞作往复运动，经连杆转变为曲轴的连续转动。凸轮和顶杆启闭进气阀和排气阀。为了保证凸轮 7、顶杆 8 和齿轮 9 每转两周进、排气阀各启闭一次，在曲轴和凸轮之间安装了齿轮，齿数比为 1:2。这样，当燃气推动活塞运动时，进、排气阀有规律地启闭，把燃气的热能转换为曲轴转动的机械能。

又如，电动机是由转子和定子所组成，当定子输



单缸四冲程内燃机

入电流后，转子便作回转运动，使电能转换为机械能；电风扇是由电动机使叶轮回转进行工作的，它也是把电能转换为机械能；水轮机是将水的势能转换为机械能；而打字机、绘图仪属于信息转换设备。

机构具有机器的前两个特征：

- ① 机构是多种实体的组合。
- ② 各实体间具有确定的相对运动。

机器中常用的机构有带传动机构、连杆机构、凸轮机构、齿轮机构及间歇机构等。如上图中的单缸四冲程内燃机，由汽缸 1、活塞 2、连杆 5、曲轴 6 组成连杆机构，由凸轮 7、顶杆 8 和齿轮 9 组成凸轮机构，齿轮 9 和 10 组成齿轮机构。

由上述可知，机器所做的机械运动是由机器中的机构来完成的。机器由一个或若干个机构所组成。

构件是机器中运动的单元体，它由数个零件刚性地联在一起，是一个具有确定运动的整体。如凸轮 7 是用键与轴刚性地联在一起的，凸轮、键、轴之间无相对运动，而成为一个运动的整体，可称之为一个构件。这个构件由三个零件组成，所以零件是机器中加工的最小单元体。

一个构件可能是一个零件，也可能是由几个零件固联而成。组成一个构件的各个零件之间没有相对运动。

部件是为完成同一工作任务而协调工作的若干个机械零件的组合物，如联轴器、离合器和轴承等。

机械、机器、机构、构件、零件、部件是学习《机械设计基础》课程不可缺少的最基本的概念，弄清其概念及它们之间的相互关系与区别，是学习后续章节的基础。

三、《机械设计基础》课程的学习方法

本课程是一门综合性很强的技术基础课，它涉及内容广泛，而且问题的答案不是唯一的，往往有多种方案可供选择 and 判断，因此，初学此课程的学生往往难以适应这一变化。所以学习本课程时必须注意以下学习方法：着重基本概念的理解，不强调理论公式的推导；着重零部件的应用与选择，摒弃重理论、轻实用的学习方法。在学习过程中要注意密切联系实际，努力培养解决工程实际问题的能力。

第1章 机械公差与配合

提要：

本章介绍了在工程实际中，技术测量与配合的最基本内容和最常用公差标准的应用。它包括上偏差、下偏差、公差带等的尺寸公差的概念；工程中常见配合的选择及应用；形位公差的基本概念、符号表达及选用；表面粗糙度的应用等。

1.1 公差的基本概念

1.1.1 互换性及其标准化

互换性是指同一规格的零部件不需要作任何挑选、调整或修配，就能装配到机器上去，且符合使用要求的特性。例如，打印机、汽车、手表等的零部件坏了，买一个相同规格的新零件换上即可。互换性在产品的设计、制造和使用三大方面给日常生活带来很大的实际意义。

从设计方面看，按互换性进行设计，就可以最大限度地采用标准件、通用件，大大减少计算、绘图等工作量，缩短设计周期，并有利于产品品种的多样化和计算机辅助设计；从制造方面看，互换性有利于组织大规模专业化生产，有利于采用先进工艺和高效率的专用设备，以至用计算机辅助制造，有利于实现加工和装配过程的机械化、自动化，从而减轻工人的劳动强度，提高生产率，保证产品质量，降低生产成本；从使用方面看，零部件具有互换性，可以使那些已经磨损或损坏了的零部件得到及时更换，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，提高设备的利用率。

综上所述，互换性对保证产品质量、提高生产效率和增加经济效益具有重要的意义，它不仅适用于大批量生产，即便是单件小批量生产，也常常采用已标准化了的具有互换性的零部件。因此，互换性已成为现代机械制造业中一个普遍遵守的原则。

标准是对重复性事物和概念所作的统一的规定。即为达到产品的互换性，对产品的型号、规格(尺寸)、材料和质量等统一制定出强制性的规定和要求。标准是以科学、技术和实践经验的基础，经协商一致，由主管部门批准，以特定形式发布，作为共同遵守的准则和依据。标准代表了先进的生产力，对生产具有特别重要的意义。

现代化大生产的特点是大规模、多品种和多协作。为使社会生产有序地进行，必须通过标准化使产品规格、品种简单化，使分散的、局部的生产环节相互协调和统一。标准化是组织现代化大生产的重要手段，是实现互换性的必要条件。

标准有不同的级别。我国标准分为国家标准，代号为 GB；行业标准，如机械标准 JB；地方标准，代号为 DB；企业标准，代号为 QB。在国际上也有国际标准 ISO，以利于加强各

国在国际上的交流与合作。

与标准化密切相关的是通用化、系列化。通用化是指尽量减少和合并产品品种、形式及尺寸等，使同一零部件尽可能在不同的机械产品中通用。例如，螺钉、铆钉、弹簧、轴承以及联轴器等，是可以在各类机器中通用的零部件。

1.1.2 公差的基本术语和定义

1. 尺寸的基本术语和定义

(1) 尺寸

尺寸是用特定单位表示两点之间距离的数值。如轴的半径、直径以及零件的长、宽、高等。

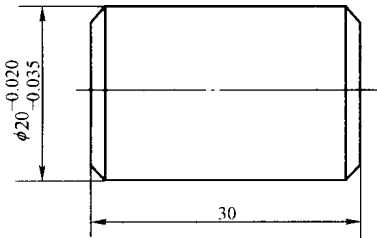


图 1-1 圆柱销

(2) 基本尺寸

基本尺寸是设计给定的尺寸。例如， D 表示孔的基本尺寸， d 表示轴的基本尺寸。基本尺寸的大小是根据使用要求，通过强度计算或类比的方法按标准尺寸圆整后得到的。如图 1-1 所示，20mm 及 30mm 为圆柱销直径和长度的基本尺寸。

(3) 实际尺寸

实际尺寸是通过测量所得到的尺寸。由于加工误差的存在，按同一图纸要求加工的零件，其实际尺寸往往不相同。即使是同一零件的不同位置、不同方向的实际尺寸也往往不相同。所以，实际尺寸是实际零件上某一位置的测量值，且测量时还存在误差，故实际尺寸并非真值。

(4) 极限尺寸

极限尺寸是指允许尺寸变化范围的两个界限值(以基本尺寸为基准点)。两个界限值中较大的一个称为最大极限尺寸($D_{\max}, d_{\max}$)，较小的一个称为最小极限尺寸($D_{\min}, d_{\min}$)，如图 1-2 所示。

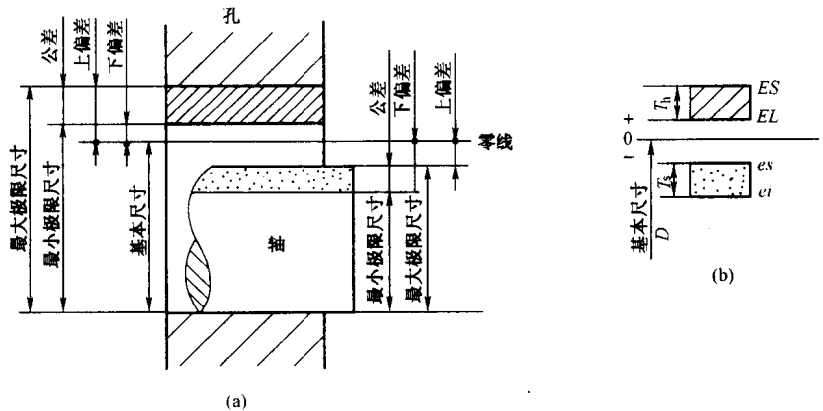


图 1-2 公差配合示意图

2. 公差与偏差的基本术语和定义

(1) 尺寸偏差(偏差)

尺寸偏差是指某一尺寸减其基本尺寸所得的代数差。其值可是正、负或零。偏差包括实际偏差和极限偏差。

实际偏差：实际尺寸减基本尺寸所得的代数差。

$$\text{实际偏差} = D_a - D \text{ (或 } d_a - d \text{)}$$

极限偏差：极限尺寸减基本尺寸所得的代数差。最大极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为上偏差。最小极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为下偏差。孔的上偏差用 ES 表示，下偏差用 EI 表示；轴的上偏差用 es 表示，下偏差用 ei 表示。

$$\begin{aligned} ES &= D_{\max} - D & EI &= D_{\min} - D \\ es &= d_{\max} - d & ei &= d_{\min} - d \end{aligned} \quad (1-1)$$

(2) 尺寸公差(公差)

尺寸公差是允许尺寸的变动量。用 T_h 、 T_s 表示。其值等于最大极限尺寸减最小极限尺寸所得的代数差的绝对值，也等于上偏差与下偏差的代数差的绝对值。公差值永远为正值。

$$\begin{aligned} \text{孔公差} \quad T_h &= D_{\max} - D_{\min} = ES - EI \\ \text{轴公差} \quad T_s &= d_{\max} - d_{\min} = es - ei \end{aligned} \quad (1-2)$$

例 1-1 已知轴基本尺寸为 $\phi 40\text{mm}$ ，最大极限尺寸为 $\phi 40.008\text{mm}$ ，最小极限尺寸为 $\phi 39.992\text{mm}$ ，求上、下偏差及公差。

解：上偏差 $es = d_{\max} - d = 40.008 - 40 = +0.008$

下偏差 $ei = d_{\min} - d = 39.992 - 40 = -0.008$

公差 $T_s = d_{\max} - d_{\min} = es - ei = +0.008 - (-0.008) = 0.016$

公差与偏差是两个不同的概念。公差是指允许尺寸的变动范围，偏差是指相对于基本尺寸的偏离量。公差恒为正值。

(3) 公差带图

上述有关尺寸、极限偏差及公差是利用图 1-2 (b) 进行讨论的。从图中可见，由于公差的数值比基本尺寸的数值小得多，不使用同一比例表示。因此，专门设置公差带图来表示尺寸、极限偏差及公差之间的关系。公差带图由零线和公差带两部分组成(见图 1-2(b))。

在公差带图中，确定偏差的一条基准直线称为零线。它是偏差的起始线。正偏差位于零线上方，负偏差位于零线下方。画公差带图时，分别注上相应的符号“0”、“+”和“-”号，在其下方画上带单箭头的尺寸线并注上基本尺寸值。

在公差带图中，由代表上、下偏差的两条直线所限定的区域称为公差带。公差带图中垂直零线方向的宽度代表公差值，尺寸单位为毫米，也可用微米表示，单位可省略不写。

在公差与配合中，公差带是一个很重要的概念，应用公差带图能直观地分析、计算和表达公差与配合的关系问题。

(4) 标准公差

标准公差是指国家标准 GB1800-79 所规定的已标准化的公差值，它规定了公差带的大小。

表 1-1

标准公差数值(GB1800-79)

基本尺寸		公差等级																				
mm		IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18	
大于	至	μm													mm							
—	3	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0.10	0.14	0.25	0.40	0.60	1.0	1.4	
3	6	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	0.12	0.18	0.30	0.48	0.75	1.2	1.8	
6	10	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	0.15	0.22	0.36	0.58	0.90	1.5	2.2	
10	18	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0.18	0.27	0.43	0.70	1.10	1.8	2.7	
18	30	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0.21	0.33	0.52	0.84	1.30	2.1	3.3	
30	50	0.6	1	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0.25	0.39	0.62	1.00	1.60	2.5	3.9	
50	80	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0.30	0.46	0.74	1.20	1.90	3.0	4.6	
80	120	1	1.5	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0.35	0.54	0.87	1.40	2.20	3.5	5.4	
120	180	1.2	2	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0.40	0.63	1.00	1.60	2.50	4.0	6.3	
180	250	2	3	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0.46	0.72	1.15	1.85	2.90	4.6	7.2	
250	315	2.5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0.52	0.81	1.30	2.10	3.20	5.2	8.1	
315	400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0.57	0.89	1.40	2.30	3.60	5.7	8.9	
400	500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0.63	0.97	1.55	2.50	4.00	6.3	9.7	

注：基本尺寸小于 1mm 时，无 IT14 ~ IT18。

表 1-1 列出的是国家标准制定出一系列标准公差数值，称为标准公差系列。标准公差系列包含三项内容：基本尺寸分段、公差等级和公差单位。下面主要介绍公差等级。

公差等级是指用来确定尺寸精确程度的等级。为满足各种机器零件的设计和制造所需的精确要求，并减少刀具和量具的规格，国家标准规定了 20 个公差等级，用 IT01、IT0、IT1、IT2……IT17 及 IT18 来表示。其公差等级由高到低，标准公差数值由小到大，加工由难到易。属同一公差等级的公差，其所有基本尺寸虽然数值不同，但被认为具有同等的精确程度。

(5) 基本偏差

基本偏差指用以确定公差带相对于零线位置的上偏差或下偏差(见图 1-3)。

标准规定，以靠近零线的那个极限偏差作为基本偏差。图 1-3 是孔的公差带图，当公差带在零线上方或正接近零线上方时，其下偏差 EI 为基本偏差；当公差带在零线下方或正接近零线下方时，其上偏差 ES 为基本偏差；当公差带对称地分布在零线上、下方时，其上、

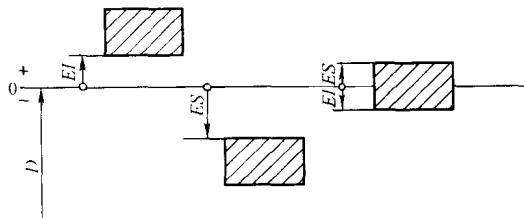


图 1-3 基本偏差

下偏差中的任何一个都能作为基本偏差。

1.2 配合的基本概念

1.2.1 配合的基本术语和定义

配合是指基本尺寸相同的、相互结合的孔和轴的公差带之间的关系。孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸所得的代数差，其值为正时称为间隙，其值为负时称为过盈。

1. 间隙配合

间隙配合是指孔的公差带位于轴的公差带之上，具有间隙(包括最小间隙为零)的配合(见图 1-4)。

由于孔、轴的实际尺寸是变动的，因此配合的间隙也是变动的。

最大间隙 $X_{\max}$ ：孔的最大极限尺寸减轴的最小极限尺寸所得的代数差，或孔的上偏差减轴的下偏差所得的代数差。

$$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei \quad (1-3)$$

最小间隙 $X_{\min}$ ：孔的最小极限尺寸减轴的最大极限尺寸所得的代数差，或孔的下偏差减轴的上偏差所得的代数差。

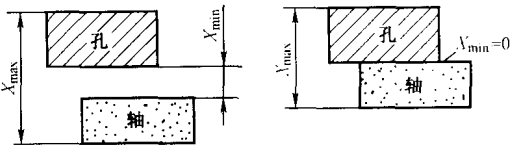


图 1-4 间隙配合

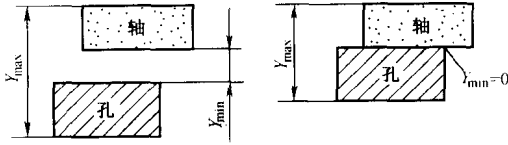


图 1-5 过盈配合

$$X_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es \quad (1-4)$$

平均间隙 X_{av} ：最大间隙与最小间隙的算术平均值。

$$X_{av} = (X_{\max} + X_{\min})/2 \quad (1-5)$$

2. 过盈配合

过盈配合是指孔的公差带位于轴的公差带之下，具有过盈(包括最小过盈为零)的配合(如图 1-5 所示)。

由于孔、轴的实际尺寸是变动的，因此配合的过盈也是变动的。

最小过盈 $Y_{\min}$ ：孔的最大极限尺寸减轴的最小极限尺寸所得的代数差，或孔的上偏差减轴的下偏差所得的代数差。

$$Y_{\min} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei \quad (1-6)$$

最大过盈 $Y_{\max}$ ：孔的最小极限尺寸减轴的最大极限尺寸所得的代数差，或孔的下偏差减轴的上偏差所得的代数差。

$$Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es \quad (1-7)$$

平均间隙 Y_{av} : 最大过盈与最小过盈的算术平均值。

$$Y_{av} = (Y_{\max} + Y_{\min})/2 \quad (1-8)$$

3. 过渡配合

过渡配合是指孔的公差带与轴的公差带相互交叠, 可能具有间隙或过盈的配合(如图1-6所示)。它是介于间隙配合与过盈配合之间的一类配合, 但其间隙或过盈都不大, 其孔的公差带与轴的公差带相互交叠。

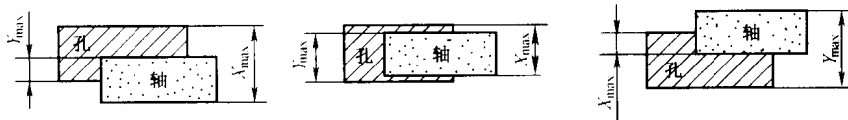


图 1-6 过渡配合

过渡配合的性质用最大间隙 $X_{\max}$ 、最大过盈 $Y_{\max}$ 和平均间隙 X_{av} 或平均过盈 Y_{av} 来表示。其计算式如下:

$$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei \quad (1-9)$$

$$Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es \quad (1-10)$$

$$X_{av} = (X_{\max} + X_{\min})/2 \quad (1-11)$$

$$Y_{av} = (Y_{\max} + Y_{\min})/2 \quad (1-12)$$

1.2.2 配合公差

配合公差是指允许间隙或过盈的变动量。它表示配合精度, 是评定配合质量的一个重要指标。其大小计算如下:

$$\begin{aligned} \text{对于间隙配合:} \quad T_f &= |X_{\max} - X_{\min}| \\ \text{对于过盈配合:} \quad T_f &= |Y_{\max} - Y_{\min}| \end{aligned} \quad (1-13)$$

$$\text{对于过渡配合:} \quad T_f = |X_{\max} - Y_{\max}|$$

配合公差另一表达式为孔公差与轴公差之和:

$$T_f = T_h + T_s \quad (1-14)$$

例 1-2 孔 $\phi 25_0^{+0.021} \text{ mm}$ 与轴 $\phi 25_{-0.033}^{-0.020} \text{ mm}$ 组成间隙配合, 求最大、最小间隙, 平均间隙及配合公差。

解: 间隙计算如下:

$$\text{最大间隙: } X_{\max} = ES - ei = +0.021 - (-0.033) = +0.054 \text{ (mm)}$$

$$\text{最小间隙: } X_{\min} = EI - es = 0 - (-0.020) = +0.020 \text{ (mm)}$$

$$\text{平均间隙: } X_{av} = \frac{1}{2} (X_{\max} + X_{\min}) = \frac{1}{2} (0.054 + 0.020) = +0.037 \text{ (mm)}$$

$$\text{配合公差: } T_f = X_{\max} - X_{\min} = (+0.054) - (+0.020) = +0.034 \text{ (mm)}$$

或

$$\begin{aligned} T_f &= T_h + T_s = (+0.021 - 0) + [(-0.020) - (-0.033)] \\ &= 0.021 + 0.013 = 0.034 \text{ (mm)} \end{aligned}$$

公差带图见图 1-7。

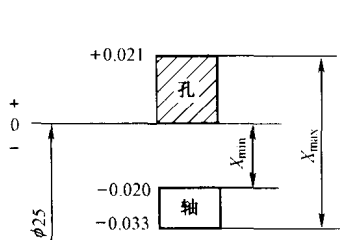


图 1-7 间隙配合

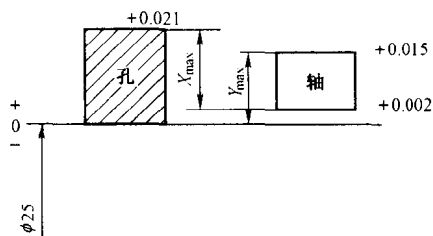


图 1-8 过渡配合

例 1-3 孔 $\phi 25_0^{+0.021}$ mm 与轴 $\phi 25_{+0.002}^{+0.015}$ mm 组成过渡配合，求其最大间隙、最大过盈、平均间隙(过盈)及配合公差。

解：计算如下：

$$\text{最大间隙: } X_{\max} = ES - ei = (+0.021) - (+0.002) = +0.019 \text{ (mm)}$$

$$\text{最大过盈: } Y_{\max} = EI - es = 0 - (+0.015) = -0.015 \text{ (mm)}$$

$$\therefore |X_{\max}| > |Y_{\max}|$$

$$\therefore \text{平均间隙: } X_{\text{av}} = \frac{1}{2}(X_{\max} + Y_{\max}) = \frac{1}{2}(+0.019 - 0.015) = +0.002 \text{ (mm)}$$

$$\text{配合公差: } T_f = X_{\max} - Y_{\max} = (+0.019) - (-0.015) = 0.034 \text{ (mm)}$$

或

$$\begin{aligned} T_f &= T_h + T_s = (+0.021 - 0) + [(+0.015) - (+0.002)] \\ &= 0.021 + 0.013 = 0.034 \text{ (mm)} \end{aligned}$$

公差带图见图 1-8。

1.2.3 孔与轴

孔是指圆柱形内表面，也包括其他形状内表面由单一尺寸确定的部分；轴是指圆柱形外表面，也包括其他形状外表面由单一尺寸确定的部分。

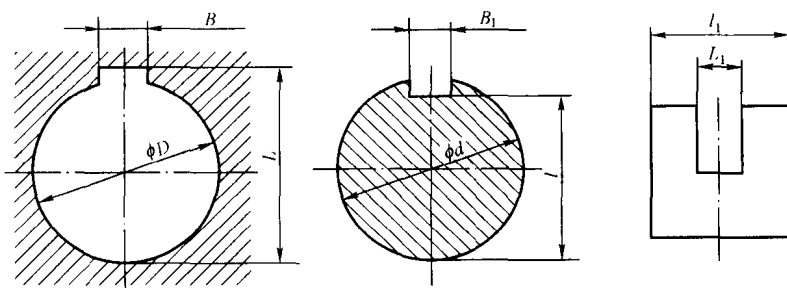


图 1-9 孔与轴

从定义可知，孔与轴的定义是广义的，孔与轴并不单指圆形，也包括方孔、凹槽等。如图 1-9 所示，内表面中由单一尺寸 B 、 ϕD 、 L 、 B_1 、 L_1 所确定的部分都称为孔；外表面中由单一尺寸 ϕd 、 l 、 l_1 所确定的部分都称为轴。

从配合角度看，孔是包容面，轴是被包容面；从加工过程看，孔的尺寸由小变大，轴的

尺寸由大变小；从尺寸标注来看，无材料的尺寸为孔，有材料的尺寸为轴。

1. 基准制

基准制是以两相配合的零件之一为基准，并选定标准公差带，而改变另一零件的(非标准)公差带位置形成各种配合的一种制度。

国家标准对配合规定了基孔制与基轴制两种基准制，并且优先采用基孔制。

(1) 基孔制

基本偏差为一定的孔，其公差带与各种不同基本偏差的轴的公差带形成各种配合的一种制度，称基孔制。即为了得到松紧程度不同的各种配合，将孔的公差带位置固定不变(基准件)，而变动轴的公差带位置。

基孔制的孔称为基准孔，标准规定基准孔的公差带位于零线之上，其下偏差为零。基准孔的代号为 H。实际工作中优先采用基孔制（见图 1-10(a)）。

(2) 基轴制

基本偏差为一定的轴，其公差带与各种不同基本偏差的孔的公差带形成各种配合的一种制度，称基轴制。即为了得到松紧程度不同的各种配合，将轴的公差带位置固定不变(基准件)，而变动孔的公差带位置。

基轴制的轴称为基准轴，标准规定基准轴的公差带位于零线之下，其上偏差为零。基准轴的代号为 h（见图 1-10(b)）。

由图 1-10 可知，随孔、轴公差带的位置不同，两种基准制都可以形成间隙、过盈和过渡三种不同性质的配合。在过渡配合或过盈配合的区域中，由于基准件公差带大不相同，所以与非基准件的公差带可能交叠，也可能不交叠。当两公差带交叠时，形成过渡配合；不交叠时，形成过盈配合。

由上可知，各种配合是由孔、轴公差带之间的关系决定的，而公差带的大小和位置则分别由标准公差和基本偏差所决定。

2. 基本偏差系列

基本偏差指用以确定公差带相对于零线位置的上偏差或下偏差，是公差带位置标准化的具体体现。基本偏差的数量决定配合种类的数量。国家标准对孔和轴分别规定了 28 种基本

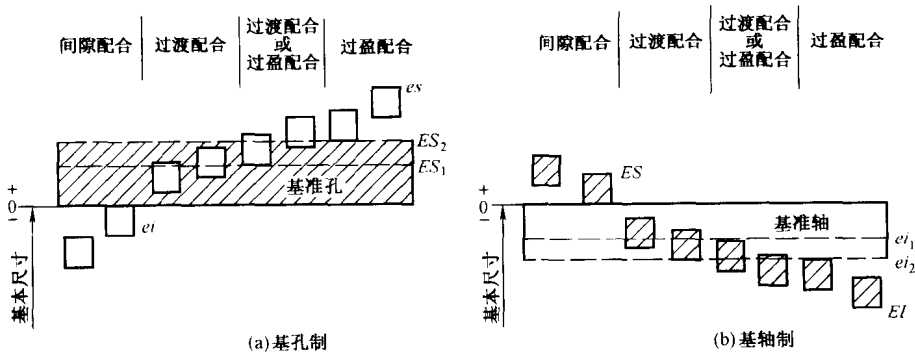


图 1-10 基准制