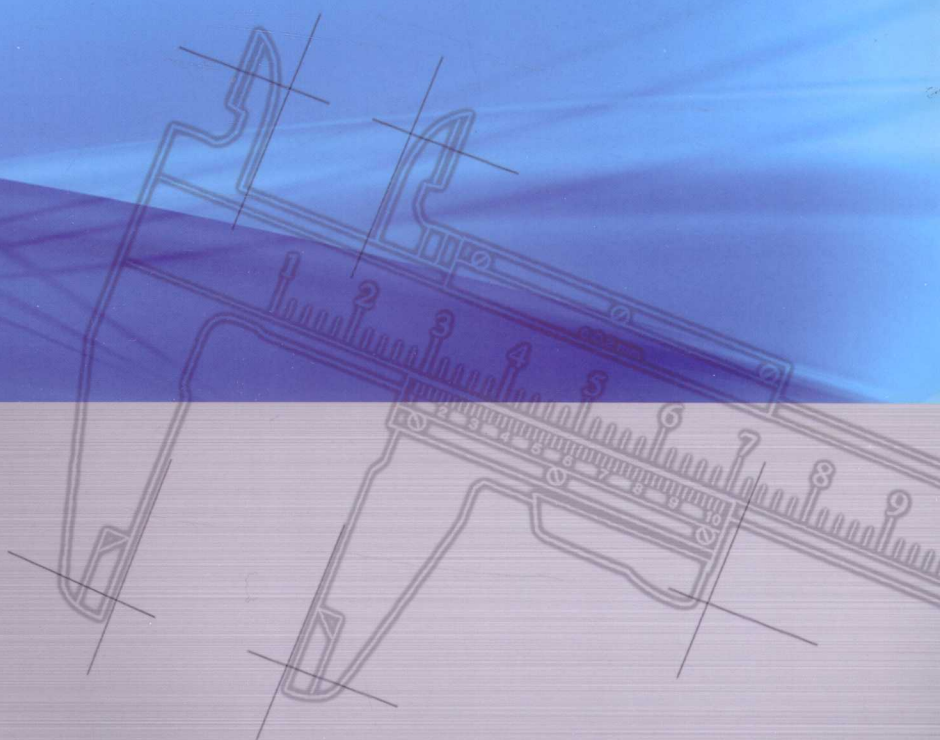


公差配合与技术测量

甄雯 邵枫 王庆 主编



科学技术文献出版社
SCIENTIFIC AND TECHNICAL DOCUMENTATION PRESS

公差配合与技术测量

甄 雯 邵 枫 王 庆 主 编

王 京 苟维杰 马 麟 副主编



科学技术文献出版社
SCIENTIFIC AND TECHNICAL DOCUMENTATION PRESS

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

公差配合与技术测量 / 甄雯, 邵枫, 王庆主编. —北京: 科学技术文献出版社, 2015. 7

ISBN 978-7-5189-0291-0

I. ①公… II. ①甄… ②邵… ③王… III. ①公差—配合 ②技术测量
IV. ①TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 136240 号

公差配合与技术测量

策划编辑: 周国臻 责任编辑: 周国臻 赵 斌 责任校对: 赵 媛 责任出版: 张志平

出 版 者 科学技术文献出版社
地 址 北京市复兴路15号 邮编 100038
编 务 部 (010) 58882938, 58882087 (传真)
发 行 部 (010) 58882868, 58882874 (传真)
邮 购 部 (010) 58882873
官 方 网 址 www.stdp.com.cn
发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销
印 刷 者 北京金其乐彩色印刷有限公司
版 次 2015 年 7 月第 1 版 2015 年 7 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
字 数 256千
印 张 11.75
书 号 ISBN 978-7-5189-0291-0
定 价 35.00元



版权所有 违法必究

购买本社图书, 凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换

前 言

“公差配合与技术测量”是机械类专业的一门基础课程，多年教学实践表明，在高职高专院校，使用传统教学体系下的教材，进行“灌输式”教学的效果往往不够理想。

本教材在编写过程中突出强调了学生在学习中的主体地位，注重理论与实践的紧密联系，既保证了必要、足够的理论知识内容，又增强了理论知识的应用性、实用性；既突出了常见几何参数及典型表面公差要求的解释、设计及标注，又适当地讲述了对几何量的常见检测方法和数据处理的内容。本教材分为7个项目，内容力求贴近生产实践和我国高职高专学生实际学习需求。学生在学习时通过若干项目，如查表、读图、标注、设计、检测、练习等完成对有关内容的学习。教材各部分相对独立，既可采用多课时、以学生为中心的教学模式展开教学，又可采用少学时、以教师讲授为主的教学模式展开教学。

本教材内容采用国家最新标准，符合设计规范；突出机械现代设计的新方法；内容简洁、实用，侧重应用，并突出实用性和针对性，培养工程的实践能力。本教材适用于高等职业院校机械类、近机械类各专业教学，可供高等院校机械类各专业师生使用，也可作为继续教育院校机械类各专业的教材，以及供从事机械设计、机械制造、标准化、计量测试等工作的工程技术人员参考。

参与本教材编写的有北京电子科技职业学院的甄雯、王京、苟维杰、田耘、李延红、孟冬菊、赵海军、马峻、王晗璐，北京工业大学的郜枫、马麟，公安部第一研究所的王庆，河南省新乡职业技术学院的张雪，天津市公用技师学院的胡岚，天津市机电工艺学院的张虹等，全书由甄雯、郜枫、王庆担任主编，负责全书统筹编校工作。

本教材在编写过程中参考了一些同类教材，在此对相关单位和作者表示衷心的感谢。由于编者水平有限，书中难免出现疏忽错误之处，敬请各位读者批评指正。

目 录

项目一 机械零件的尺寸公差及配合	1
知识点 1 互换性	1
知识点 2 标准化和优先数系	2
知识点 3 尺寸的相关术语	4
知识点 4 尺寸偏差与公差的相关术语	6
知识点 5 配合的相关术语	8
知识点 6 标准公差系列	10
知识点 7 基本偏差系列	12
知识点 8 基准制	14
知识点 9 常用和优先的尺寸公差带与配合	15
知识点 10 公差与配合的选用	18
知识点 11 尺寸公差与配合代号的标注	25
知识点 12 零件长度与角度尺寸的测量	27
项目任务	44
项目二 机械零件的几何量公差及选用	51
知识点 1 几何公差概述	51
知识点 2 几何公差带的特点分析	60
知识点 3 公差原则	70
知识点 4 几何公差的选用	73
项目任务	78
项目三 表面粗糙度参数选用与检测	82
知识点 1 表面粗糙度的概念	82
知识点 2 表面粗糙度的评定参数	84
知识点 3 表面粗糙度的标注	87
知识点 4 表面粗糙度的选择	96
知识点 5 表面粗糙度的检测	99
项目任务	102

项目四 键与花键连接的公差与检测	105
知识点 1 键连接的类型	105
知识点 2 平键的公差	107
知识点 3 矩形花键的公差	111
知识点 4 平键连接的检测	114
知识点 5 花键的检测	116
项目任务	117
项目五 普通螺纹连接的公差与检测	120
知识点 1 螺纹的种类	120
知识点 2 螺纹的几何误差对螺纹互换性的影响	122
知识点 3 普通螺纹的公差	123
知识点 4 螺纹的标注	127
知识点 5 螺纹的检测	129
项目任务	132
项目六 滚动轴承的公差配合及选用	135
知识点 1 滚动轴承的公差	135
知识点 2 滚动轴承的尺寸公差带	136
知识点 3 滚动轴承的配合及其选用	138
项目任务	145
项目七 圆柱齿轮的公差配合与检测	149
知识点 1 齿轮传动的基本要求及误差来源	149
知识点 2 齿轮精度评定指标	150
知识点 3 渐开线齿轮的精度及应用	154
知识点 4 齿轮副的公差	158
知识点 5 齿轮检测	159
项目任务	164
附录 A	169
附录 B	182

项目一 机械零件的尺寸公差及配合

【项目内容】

- ◆ 机械零件尺寸公差、极限配合相关知识；
- ◆ 查表学习尺寸公差、极限配合相关国家标准；
- ◆ 读图、识图、学习机械零件公差配合与选用；
- ◆ 测量的相关概念，测量器具机械零件长度与角度尺寸。

【知识点与技能点】

- ◆ 尺寸、偏差、公差的基本概念，公差带图的画法；
- ◆ 间隙配合、过度配合、过盈配合的特点，配合公差的含义；
- ◆ 标准公差系列和基本偏差系列的构成；
- ◆ 基孔制和基轴制的含义、配合选择的基本原则和一般方法；
- ◆ 标准公差数值表和孔、轴的基本偏差数值表查表方法；
- ◆ 图样上标注的尺寸公差配合的含义；
- ◆ 常用长度与角度测量器具的使用方法；
- ◆ 正确选用合适的测量器具进行长度与角度尺寸的检测；
- ◆ 使用游标类、螺旋测微类、机械类等测量器具进行长度尺寸的检测。



知识点 1 互换性

现代化机械制造，企业为提高生产效率，往往采用流水线作业进行生产装配，随着传送带的运动，产品各部位的零部件被瓶装，而不需工人对零部件进行选择。那么，如何保证每个零件都能被装上？

我们都知道，无论如何复杂的机械产品，都是由大量的通用标准零件和少数专用零件组成，这些通用标准零件可以由不同厂家制造。这样，产品生产商只需生产关键的专用零件，不仅可以大大减少生产成本，还可以缩短生产周期，及时满足市场需求。同样的疑问，不同厂家生产的零件，如何解决之间的装配问题？

零部件之所以能实现组合装配，因为这些产品零件都具有互换性。在日常生活中，有许

多现象涉及互换性,例如:汽车、自行车、手表、电脑中的部件损坏,通过更换新部件便能重新使用;灯泡坏了,只要换个新的就行;仪器设备掉了螺钉,按相同规格更换就可以。

1. 互换性概念

互换性是指机械产品中同一规格的一批零件(或部件),任取其中一件,不需作任何挑选、调整或辅助加工就能进行装配,必能保证满足机械产品的使用性能要求的一种特性。

互换性的分类方法很多,按互换性程度,可分为完全互换和不完全互换。

若零件在装配或更换时,不需选择、调整或辅助加工,则其互换性为完全互换;当装配精度要求较高时,采用完全互换将使零件制作公差很小,加工困难,成本增加。这时将零件加工精度适当降低,使之便于加工,加工完成后,通过测量将零件按实际尺寸的大小分为若干组,两个相同组号的零件相装配,这样既可保证装配精度和使用要求,又能解决加工困难、降低成本。仅同一组内零件有互换性,组与组之间不能互换的特性,称为不完全互换性。

2. 互换性的意义

互换性给产品的设计、制造和使用维修带来了很大的方便。设计方面,由于大量零部件都已标准化、通用化,只要根据需要选用即可,从而大大简化设计过程,缩短设计周期,同样有利于产品多样化和计算机辅助设计。制造方面,互换性有利于组织大规模专业化协作生产,专业化生产有利于采用高科技和高生产率的先进工艺和装备,实现生产过程机械化、自动化,从而提高生产率、提高产品质量、降低生产成本。使用维修方面,零部件具有互换性,可以及时更换损坏的零部件,减少机器的维修时间和费用,延长机器使用寿命,提高使用价值。

3. 互换性的实现条件

既然现代化的生产是按专业化、协作化组织的,必须面临保证互换性的问题。其实,生产时,只需将产品按相互的公差配合原则组织,遵循了国家公差标准,将零件加工后各几何参数(尺寸、形状、位置)所产生的误差控制在一定的范围内,就可以保证零件的使用功能,实现互换性。

公差是零件在设计时规定的尺寸变动范围,在加工时只要控制零件的误差在公差范围内,就能保证零件具有互换性。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保证互换性的基础。而对零件尺寸误差的控制则必须通过机械检测来实现,通过对产品尺寸、性能的检测,判断产品是否合格。合理确定公差与正确检测,是保证产品质量、实现互换性生产的两个必不可少的条件。



知识点 2 标准化和优先数系

1. 标准化及其作用

标准化是以科学、技术和经验的综合成果为基础,对重复性事物和概念通过制定、发

布和实施标准，达到统一，在一定的范围内获得最佳秩序和社会效益的活动。

标准分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准。

各标准中的基础标准则是生产技术活动中最基本的、具有广泛指导意义的标准。这类标准具有最一般的共性，因而其通用性最广。例如：极限与配合标准、几何公差标准、表面粗糙度标准等。

在机械制造中，标准化是实现互换性生产、组织专业化生产的前提条件；是提高产品质量、降低产品成本和提高产品竞争能力的重要保证；是消除贸易障碍，促进国际技术交流和贸易发展，使产品打进国际市场的必要条件。随着经济建设和科学技术的发展及国际贸易的扩大，标准化的作用和重要性越来越受到各个国家特别是工业发达国家的高度重视。总之，标准化在实现经济全球化、信息社会化方面有其深远的意义。

2. 优先数和优先数系

机械产品总有自己一系列技术参数，在设计中常会遇到数据的选取问题，几何量公差最终也是数据的选取问题，如：产品分类、分级的系列参数的规定，公差数值的规定等。对各种技术参数值协调、简化和统一是标准化的重要内容。优先数系就是对各种技术参数的数值进行协调、简化和统一的科学数值制度。优先数和优先数系标准是重要的基础标准。

国家标准《GB/T 321—2005 优先数和优先数系》给出了制定标准的数值制度，也是国际上通用的科学数值制度。优先数系是公比为 $\sqrt[5]{10}$ 、 $\sqrt[10]{10}$ 、 $\sqrt[20]{10}$ 、 $\sqrt[40]{10}$ 、 $\sqrt[80]{10}$ ，分别用R5、R10、R20、R40、R80表示，其中前4个为基本系列，R80为补充系列，仅用于分级很细的特殊场合。

表1-1中列出了1~10范围内基本系列的常用值和计算值，补充系列见表1-2。可将表中所列优先数乘以10，100，…或乘以0.1，0.01，…即可得到所需的优先数，例如：R5系列从10开始取数，依次为10，16，25，40，…

表 1-1 优先数系的基本系列 (GB 321—2005)

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	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	10.00	10.00	10.00	10.00

表 1-2 补充系列 R80 的优先数

1. 00	1. 60	2. 50	4. 00	6. 30
1. 03	1. 65	2. 58	4. 12	6. 50
1. 06	1. 70	2. 65	4. 25	6. 70
1. 09	1. 75	2. 72	4. 37	6. 90
1. 12	1. 80	2. 80	4. 50	7. 10
1. 15	1. 85	2. 90	4. 62	7. 30
1. 18	1. 90	3. 00	4. 75	7. 50
1. 22	1. 95	3. 07	4. 87	7. 75
1. 25	2. 00	3. 15	5. 00	8. 00
1. 28	2. 06	3. 25	5. 15	8. 25
1. 32	2. 12	3. 35	5. 30	8. 50
1. 36	2. 18	3. 45	5. 45	8. 75
1. 40	2. 24	3. 55	5. 60	9. 00
1. 45	2. 30	3. 65	5. 80	9. 25
1. 50	2. 36	3. 75	6. 00	9. 50
1. 55	2. 43	3. 85	6. 15	9. 75

优先数系中的所有数都为优先数，即都为符合 R5、R10、R20、R40 和 R80 系列的圆整值。在生产中，为满足用户各种需要，同一种产品的同一参数从大到小取不同的值，从而形成不同规格的产品系列。公差数值的标准化，也是以优先数系来选数值。



知识点 3 尺寸的相关术语

圆柱结合是机械制造中应用最广泛的一种结合，由孔和轴构成。这种结合由结合直径与结合长度两个参数确定。圆柱结合的公差制是机械公差方面重要的基础标准，包括极限制、配合制及量规制等。这些公差制不仅用于圆柱形内、外表面的结合，也适用于其他结合中由单一尺寸确定的部分。项目一结合最新的国家标准，主要介绍极限与配合相关知识内容。

1. 孔和轴

(1) 孔 (Hole)

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

(2) 轴 (Shaft)

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

孔与轴的显著区别主要在于：从加工方面看，孔是越做越大，轴是越做越小；从装配关系看，孔是包容面，轴是被包容面。在国家标准中，孔与轴不仅包括通常理解的圆柱形

内、外表面,还包括其他几何形状的内、外表面中由单一尺寸确定的部分。在图 1-1 中, D_1 、 D_2 、 D_3 和 D_4 均可称为孔,而 d_1 、 d_2 、 d_3 和 d_4 均可称为轴。

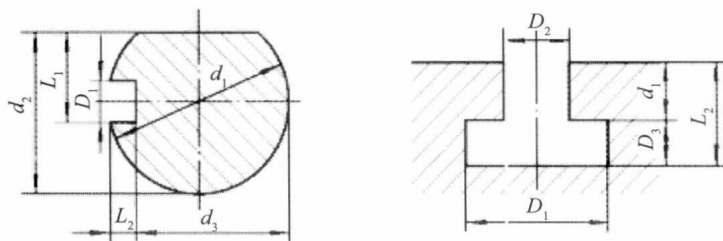


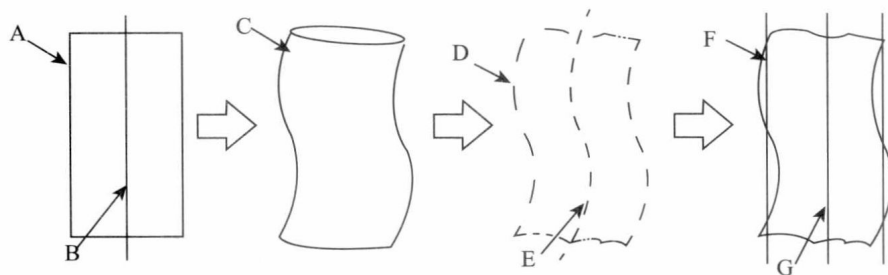
图 1-1 孔与轴

2. 尺寸的基本术语及定义

在国家标准 GB/T 1800.1—2009 “术语及定义”中,规定了有关要素、尺寸、偏差、公差和配合的基本术语和定义。

(1) 要素

各要素的含义如图 1-2 所示,其中:A 为公称组成要素,是由设计图样确定的,对应尺寸为公称尺寸;C 为实际(组成)要素,由接近实际(组成)要素(Real (Integral) Feature)所限定的工件实际表面的组成要素部分,由加工得到;D 为提取组成要素(Extracted Integral Feature),由实际(组成)要素提取有限数目的点所形成的实际(组成)要素的近似替代;F 为拟合组成要素(Associated Integral Feature),是由提取组成要素形成并具有理想形状的组成要素。



A—公称组成要素; B—公称导出要素; C—实际要素; D—提取组成要素;
E—提取导出要素; F—拟合组成要素; G—拟合导出要素

图 1-2 各要素的含义

(2) 尺寸 (Size)

以特定单位表示线性尺寸值的数值。如长度、高度、直径、半径等都是尺寸。在工程图样上,尺寸通常以“mm”为单位,标注时可将单位“mm”省略。

1) 公称尺寸 (Nominal Size): 由图样规范确定的理想形状要素的尺寸,也称为基本尺寸。公称尺寸通常是设计者经过强度、刚度计算,或根据经验对结构进行考虑,并参照标准尺寸数值系列确定的。相配合的孔和轴的基本尺寸应相同,并分别用 D 和 d 表示。

2) 提取组成要素的局部尺寸 (Local Size of an Extracted Integral Feature): 一切提取

组成要素上两对应点之间距离的统称，简称为提取要素的局部尺寸，以前的标准称为实际尺寸。由于存在测量误差，实际尺寸不一定是被测尺寸的真值。加上测量误差具有随机性，所以多次测量同一处尺寸所得的结果可能是不相同的。同时，由于形状误差的影响，零件的同一表面上的不同部位，其实际尺寸往往并不相等。通常用 D_a 和 d_a 表示孔与轴的实际尺寸。

3) 极限尺寸 (Limits of Size): 尺寸要素允许 (孔或轴允许) 的尺寸有两个极端。提取组成要素的局部尺寸应位于其中，也可达到极限尺寸。尺寸要素允许的最大尺寸，称为上极限尺寸，也称为最大极限尺寸，孔用 $D_{\max}$ 表示，轴用 $d_{\max}$ 表示；尺寸要素允许的最小尺寸，称为下极限尺寸，也称为最小极限尺寸，孔用 $D_{\min}$ 表示，轴用 $d_{\min}$ 表示。如图 1-3 所示。

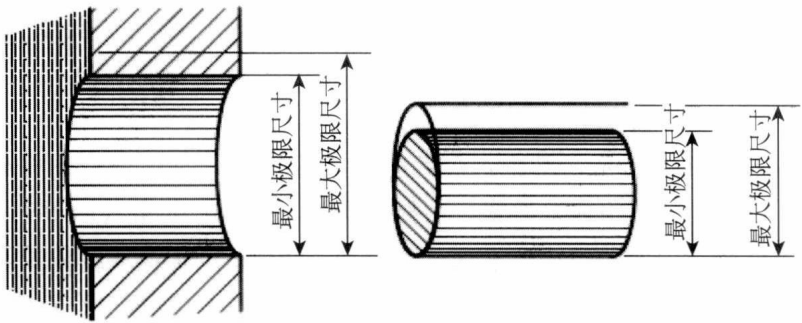


图 1-3 极限尺寸

合格零件的实际尺寸应位于两个极限尺寸之间，也可达到极限尺寸，可表示为：

$$\begin{aligned} D_{\max} &\geq D_a \geq D_{\min} \quad (\text{孔}) \\ d_{\max} &\geq d_a \geq d_{\min} \quad (\text{轴}) \end{aligned}$$



知识点 4 尺寸偏差与公差的相关术语

1. 偏差 (Deviation)

某一尺寸 (实际尺寸、极限尺寸等) 减去基本尺寸所得的代数差。

最大极限尺寸减去其基本尺寸所得的代数差称上极限偏差，用代号 ES (孔) 和 es (轴) 表示；最小极限尺寸减去其基本尺寸所得的代数差称下极限偏差，用代号 EI (孔) 和 ei (轴) 表示。上偏差和下偏差统称为极限偏差。实际尺寸减去其基本尺寸所得的代数差称实际偏差。偏差可以为正值、负值和零。合格零件的实际偏差应在规定的极限偏差范围内。

$$\begin{aligned} \text{孔的上极限偏差} \quad ES &= D_{\max} - D \\ \text{孔的下极限偏差} \quad EI &= D_{\min} - D \end{aligned}$$

轴的上极限偏差 $ei = d_{\max} - d$

轴的下极限偏差 $es = d_{\min} - d$

2. 尺寸公差 (简称公差) (Size Tolerance)

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。孔公差用 Th 表示, 轴公差用 Ts 表示。用公式可表示为:

$$Th = | D_{\max} - D_{\min} | \text{ 或 } Th = | ES - EI |$$

$$Ts = | d_{\max} - d_{\min} | \text{ 或 } Ts = | es - ei |$$

公差是用以限制误差的, 工件的误差在公差范围内即为合格。也就是说, 公差代表制造精度的要求, 反映加工的难易程度。这一点必须与偏差区别开来, 因为偏差仅仅表示与基本尺寸偏离的程度, 与加工难易程度无关。

3. 零线 (Zero Line)

在极限与配合图解中, 标准基本尺寸的是一条直线, 以其为基准确定偏差和公差。通常, 零线沿水平方向绘制, 正偏差位于其上, 负偏差位于其下, 如图 1-4 所示。

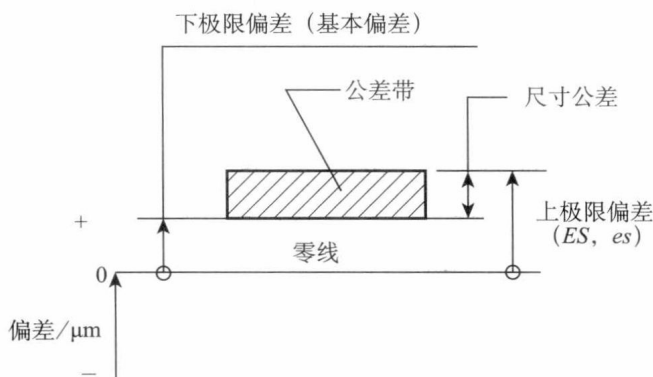


图 1-4 公差带图解

4. 公差带 (Tolerance Zone)

在公差带图解中, 由代表上极限偏差和下极限偏差或最大极限尺寸和最小极限尺寸的两条直线所限定的一个区域。它是由公差带大小和其相对零线的位置来确定的。如图 1-4 所示。

5. 标准公差 (IT) (Standard Tolerance)

国家标准极限与配合制中, 所规定的任一公差, 称为标准公差。其中, 字母 IT 是“国标公差符号”, 设计时公差带的大小应尽量选择标准公差, 公差带的大小已由国家标准化。

6. 基本偏差 (Fundamental Deviation)

国家标准极限与配合制中, 确定公差相对零线位置的那个极限偏差, 称为基本偏差。

它可以是上极限偏差或下极限偏差，一般为靠近零线的那个偏差。当公差带位于零线的上方时，其下极限偏差为基本偏差；当公差带位于零线的下方时，其上极限偏差为基本偏差。轴与孔的基本偏差数值已标准化，具体见附表 A-1 和附表 A-2。

★试一试★

已知孔、轴的基本尺寸为 $\phi 45\text{mm}$ ，孔的最大极限尺寸为 $\phi 45.030\text{mm}$ ，最小极限尺寸为 $\phi 45\text{mm}$ ；轴的最大极限尺寸为 $\phi 44.990\text{mm}$ ，最小极限尺寸为 $\phi 44.970\text{mm}$ 。试求孔、轴的极限偏差和公差。

$$\text{孔的上极限偏差 } ES = D_{\max} - D = 45.030 - 45 = +0.030 \text{ (mm)}$$

$$\text{孔的下极限偏差 } EI = D_{\min} - D = 45 - 45 = 0$$

$$\text{轴的上极限偏差 } es = d_{\max} - d = 44.990 - 45 = -0.010 \text{ (mm)}$$

$$\text{轴的下极限偏差 } ei = d_{\min} - d = 44.970 - 45 = -0.030 \text{ (mm)}$$

$$\text{孔的公差 } TD = |D_{\max} - D_{\min}| = |45.030 - 45| = 0.030 \text{ (mm)}$$

$$\text{轴的公差 } Td = |d_{\max} - d_{\min}| = |44.990 - 44.970| = 0.020 \text{ (mm)}$$

知识点 5 配合的相关术语

1. 配合 (Fit)

公称尺寸相同，相互结合的孔与轴公差之间的关系，称为配合。所以配合的前提必须是基本尺寸相同，二者公差带之间的关系确定了孔、轴装配后的配合性质。

在机器中，由于零件的作用和工作情况不同，故相结合两零件装配后的松紧程度要求也不一样。如图 1-5 所示 3 个滑动轴承，图 1-5 (a) 所示，轴直接装入孔座中，要求自由转动且不打晃；图 1-5 (c) 所示，衬套装在座孔中要紧固，不得松动；图 1-5 (b) 所示，衬套装在座孔中，虽也要紧固，但要求容易装入，且要求比图 1-5 (c) 的配合要松一些。国家标准根据零件配合松紧程度的不同要求，将配合分为 3 类。

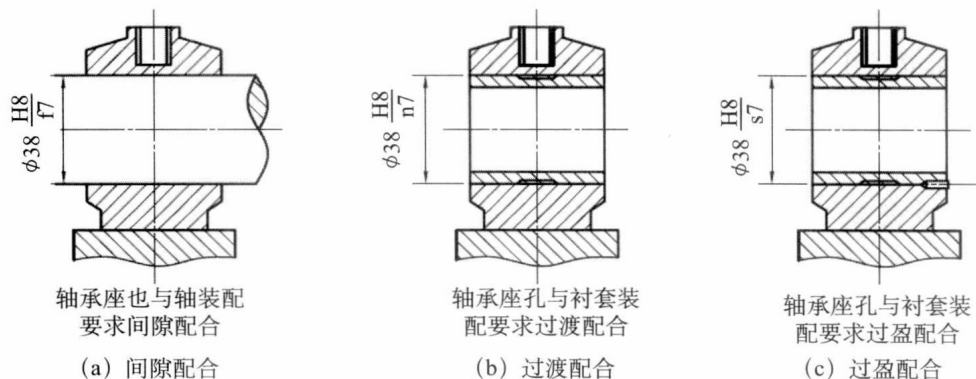


图 1-5 配合种类

(1) 间隙配合 (Clearance Fit)

间隙是指孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸之差为正。此时，孔的公差带在轴的公差带之上。间隙配合是指具有间隙（包括最小间隙等于零）的配合。此时，孔的公差带在轴的公差带之上（如图 1-6 所示）。配合是指一批孔、轴的装配关系，而不是单个孔和轴的相配关系，所以用公差带图解反映配合关系更确切。当孔为最大极限尺寸而轴为最小极限尺寸时，两者之差最大，装配后便产生最大间隙；当孔为最小极限尺寸而轴为最大极限尺寸时，两者之差最小，装配后产生最小间隙。

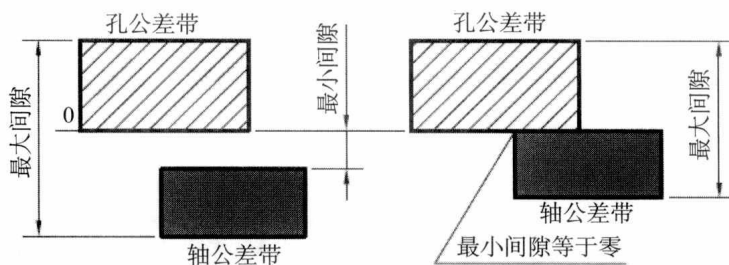


图 1-6 轴承座孔与轴间隙配合

(2) 过盈配合 (Interference Fit)

过盈是指孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸之差为负。此时，轴的公差带在孔的公差带上。过盈配合是指具有过盈（包括最小过盈等于零）的配合。此时孔的公差带在轴的公差带之下（如图 1-7 所示）。

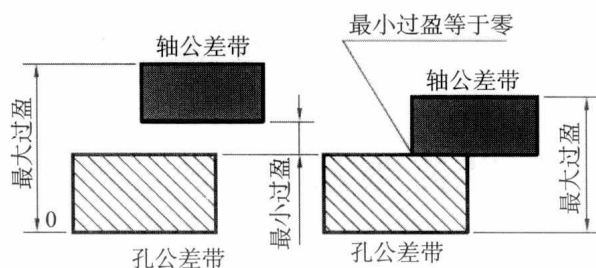


图 1-7 轴承座孔与衬套过盈配合

当孔为最小极限尺寸而轴为最大极限尺寸时，两者之差最大，装配后便产生最大过盈；当孔为最大极限尺寸而轴为最小极限尺寸时，两者之差最小，装配后产生最小过盈。

(3) 过渡配合 (Transition Fit)

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相互交叠（如图 1-8 所示）。由于孔、轴的公差带相互交叠，因此既有可能出现间隙，又有可能出现过盈。

2. 配合公差 (Variation of Fit)

组成配合的孔、轴公差之和。它是允许间隙或过盈的变动量。

对于间隙配合，配合公差等于最大间隙与最小间隙之代数差的绝对值；对于过盈配合，

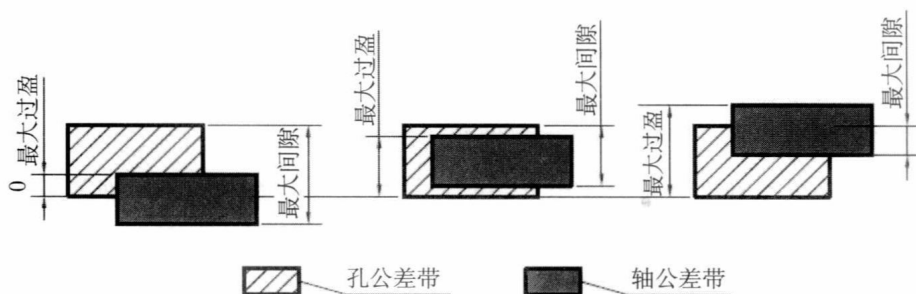


图 1-8 孔与轴的公差带关系图

其值等于最大过盈与最小过盈之代数差的绝对值；对于过渡配合，其值等于最大间隙与最大过盈之代数差的绝对值。

★试一试★

已知 $\phi 50^{+0.025}_0$ 的孔与 $\phi 50^{+0.018}_{-0.002}$ 的轴形成配合。试求极限间隙和极限过盈及配合公差。

孔的上极限偏差	$ES = +0.025$	最大极限尺寸	$D_{\max} = 50.025$
孔的下极限偏差	$EI = 0$	最小极限尺寸	$D_{\min} = 50$
轴的上极限偏差	$es = +0.018$	最大极限尺寸	$d_{\max} = 50.018$
轴的下极限偏差	$ei = +0.002$	最小极限尺寸	$d_{\min} = 50.002$
最大间隙	$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei = +0.023$		
最大过盈	$Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es = -0.018$		
配合公差	$T_f = X_{\max} - Y_{\max} = +0.023 + 0.018 = 0.041$		

知识点 6 标准公差系列

1. 标准公差因子

在实际生产中，对基本尺寸相同的零件，可按公差大小评定其制造精度的高低，对基本尺寸不同的零件，评定其制造精度时就不能仅看公差大小。实际上，在相同的加工条件下，基本尺寸不同的零件加工后产生的加工误差也不同。要比较基本尺寸不同的零件的加工精度就必须有一个单位，这个单位叫作标准公差因子（或公差单位）。标准公差因子是在标准极限与配合制中用以确定标准公差的基本单位，该因子是基本尺寸的函数，是制定标准公差数值的基础。它不是简单的长度单位 mm 或 μm ，而是一个能反映尺寸误差规律的算术表达式。

当基本尺寸 $\leq 500\text{mm}$ 时，标准公差因子以 i 表示；当基本尺寸 > 500 时，标准公差因子以 I 表示，见表 1-3。

表 1-3 标准公差因子计算公式

公称尺寸 (mm)	标准公差因子	适用范围	计算公式	作用
≤ 500	i	IT5~IT18	$i=0.45+0.001D$	反映加工误差、测量误差的影响
500~3150	I	IT1~IT18	$I=0.004D+2.1$	反映误差出现的规律
>3150	I		$I=0.004D+2.1$	不能完全反映误差出现的规律

2. 公差等级及数值

根据公差系数等级的不同，GB/T 1800.1—2009 把公差等级分为 20 个等级，用 IT/（ISO Tolerance）加阿拉伯数字表示，例如：IT01、IT0、IT1、…、IT17。其中，IT01 最高，等级依此降低，IT18 最低。当其与代表基本偏差的字母一起组成公差带时，省略 IT 字母，如 h7。

极限与配合在公称尺寸至 500mm 内规定了 IT01、IT0、IT1 至 IT18 共 20 级，在公称尺寸 500~3150mm 内规定了 IT1 至 IT18 共 18 个标准公差等级。公差等级越高，零件的精度也越高，但加工难度大，生产成本高；反之公差等级越低，零件的精度也越低，但加工难度小，生产成本降低。

3. 尺寸分段

根据标准公差计算公式，每一基本尺寸都对应一个公差值。但在实际生产中基本尺寸很多，因而会形成一个庞大的公差数值表，给生产带来不便，同时也不利于公差值的标准化和系列化。为了减少标准公差的数量，统一公差值，简化公差表格以便于实际应用，国家标准对基本尺寸进行了分段。对于同一尺寸段内的所有公称尺寸，在相同公差等级情况下，规定相同的标准公差。对于同一公差等级，不同公称尺寸分段，表示具有同等精度的要求，公差数值随尺寸增大而增大，这是从实践中总结出来的零件加工误差与其尺寸大小的相互关系。在这种情况下，对于同是孔或同是轴的零件尺寸来说，可采用同样工艺加工，加工的难易程度相当，即工艺上是等价的。

标准公差是由公差等级系数和公差单位的乘积决定的。当公称尺寸 $\leq 500\text{mm}$ 的常用尺寸范围内，各公差等级的标准公差数值计算公式见表 1-4。当公称尺寸为 500~3150mm 时的各级标准公差数值计算公式见表 1-5。标准公差数值见附表 A-1。

表 1-4 公称尺寸 $\leq 500\text{mm}$ 的标准公差数值计算公式（摘自 GB/T 1800.1—2009）

标准公差等级	计算公式	标准公差等级	计算公式	标准公差等级	计算公式
IT01	$0.3+0.008D$	IT6	$10 i$	IT13	$250 i$
IT0	$0.5+0.012D$	IT7	$16 i$	IT14	$400 i$
IT1	$0.8+0.02D$	IT8	$25 i$	IT15	$640 i$
IT2	$(IT1) (IT5/IT1)^{1/4}$	IT9	$40 i$	IT16	$1000 i$
IT3	$(IT1) (IT5/IT1)^{1/2}$	IT10	$64 i$	IT17	$1600 i$
IT4	$(IT1) (IT5/IT1)^{3/4}$	IT11	$100 i$	IT18	$2500 i$
IT5	$7 i$	IT12	$160 i$		