

GONGCHA PEIHE
XINBIAOZHUN
JIEDU JI YINGYONG SHILI

公差配合新标准

解读及应用示例

极限与配合 /

几何公差 /

表面结构 /

滚动轴承的公差与配合 /

螺纹的公差与配合 /

平键和花键的公差与配合 /

齿轮传动的精度 /

圆锥的公差与配合 /

铸件和冲压件 /

薛岩 刘永田 等编著



化学工业出版社

公差配合新标准解读及 应用示例

薛 岩 刘永田 等编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书是针对新的公差与配合国家标准而编写的一本实用的应用型工具书,它将对新标准的实施具有一定的指导意义。主要包括:极限与配合、几何公差、表面结构、滚动轴承的公差与配合、螺纹的公差与配合、平键和花键的公差与配合、齿轮传动的精度、圆锥的公差与配合、铸件和冲压件的公差等内容。全书利用表格形式对标准内容进行整合并合理编排,注重系统性、实用性,特别给出新标准的更新并解读。

本书可供机械制造业中广大工程技术人员和工人使用,也可供高等工科院校机械类和近机械类师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

公差配合新标准解读及应用示例/薛岩,刘永田等编
著. —北京:化学工业出版社,2013.9

ISBN 978-7-122-17833-6

I. ①公… II. ①薛… ②刘… III. ①公差标准
IV. ①TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 147592 号

责任编辑:张兴辉

文字编辑:陈 喆

责任校对:顾淑云

装帧设计:王晓宇

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:三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 16 字数 396 千字 2014 年 1 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:58.00 元

版权所有 违者必究



前 言

公差与配合是实现互换性生产的重要因素，与机械设计、机械制造、质量控制、生产组织管理等许多领域密切相关，是机械工程技术人员和管理人员必备的基本知识和技能。

为使相关的工程技术人员能够掌握基础互换性标准和典型零件的精度要求，我们以贯彻新颁布的国家标准为主，同时进行新旧标准的对照，尽可能多地结合生产中典型实例，利用表格形式对内容进行整合，简明扼要、突出重点，编写了本书。

本书内容主要包括：

基础互换性部分，主要介绍了极限与配合、几何公差、表面结构、圆锥公差与配合的有关国家标准、应用和标注示例等内容。

标准件和常用件公差与配合部分，主要包括滚动轴承、普通螺纹、传动螺纹、管螺纹、平键和花键的公差与配合，渐开线圆柱齿轮、圆锥齿轮以及圆柱蜗杆、蜗轮传动的精度，铸件和冲压件的公差，重点介绍有关的术语定义、结构参数选择、精度检验项目、图样标记与标注示例等内容。使读者便于对照查用和正确、合理地进行设计。

本书由山东建筑大学薛岩、刘永田、徐楠、金乐、刘新莉，济南军区锅炉环境检测站于明等编写；由山东大学刘春贵教授主审。本书在编写过程中，全体编写人员付出了大量心血和时间，同时也得到了参编单位的领导和老师的大力支持，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在不足之处，恳请广大读者批评指正。

编者

目 录

第1章 极限与配合	1	2.6 几何公差的选择及未注几何公差的规定 ..	60
1.1 极限与配合新旧国标对照说明	1	2.6.1 几何特征的选择	60
1.2 基本术语 (GB/T 1800.1—2009)	1	2.6.2 基准的选择	60
1.2.1 孔与轴	1	2.6.3 公差原则的选择	61
1.2.2 要素	2	2.6.4 几何公差的公差等级的选择	61
1.2.3 尺寸	2	2.6.5 几何公差的选择方法及步骤与举例 ..	65
1.2.4 偏差与公差及公差带	4	2.6.6 未注几何公差的规定	66
1.2.5 配合	6	第3章 表面结构	67
1.3 极限与配合国家标准 (GB/T 1800.2—2009)	10	3.1 表面结构新旧国家标准对照说明	67
1.3.1 标准公差系列	10	3.2 表面结构的术语、定义及参数 (GB/T 3505—2009)	69
1.3.2 基本偏差系列	13	3.2.1 基本概念	69
1.4 极限与配合的选择及标注	20	3.2.2 有关的术语、评定参数及参数值 (GB/T 3505—2009)	69
1.4.1 配合制的选择	21	3.2.3 表面粗糙度评定参数及数值的选择 (GB/T 1031—2009)	72
1.4.2 公差等级的选择	22	3.3 表面结构的表示法 (GB/T 131—2006)	74
1.4.3 公差带和配合的选择	23	3.3.1 有关表面结构要求的代号、符号及含义	74
1.4.4 极限与配合在图样上的标注	29	3.3.2 表面结构要求在图样上的标注	77
1.5 线性尺寸的未注公差	30	第4章 滚动轴承的公差与配合	81
第2章 几何公差	31	4.1 滚动轴承公差新旧国家标准的对照说明	81
2.1 几何公差新旧国标的对照说明	31	4.2 滚动轴承的公差	82
2.2 基本概念	31	4.2.1 滚动轴承的公差术语及定义 (GB/T 4199—2003)	82
2.2.1 几何公差的有关术语	31	4.2.2 向心轴承的公差 (GB/T 307.1—2005)	86
2.2.2 几何公差的几何特征及符号 (GB/T 1182—2008)	32	4.2.3 推力轴承的公差 (GB/T 307.4—2012)	97
2.2.3 几何公差代号	33	4.3 滚动轴承的配合 (GB/T 275—1993) ..	99
2.3 几何公差的标注	34	4.3.1 滚动轴承各精度等级的应用	99
2.3.1 被测要素的标注	34	4.3.2 滚动轴承与轴颈、外壳孔的配合特点	100
2.3.2 基准要素的标注	35	4.3.3 影响滚动轴承与轴颈、外壳孔的配合的主要因素	101
2.3.3 几何公差的标注示例	36		
2.4 几何公差的公差带	37		
2.4.1 形状公差及公差带	37		
2.4.2 方向公差及公差带	39		
2.4.3 位置公差及公差带	46		
2.4.4 跳动公差及公差带	50		
2.5 公差原则及应用	53		
2.5.1 有关术语及定义	53		
2.5.2 公差原则及应用	55		

4.4 滚动轴承公差与配合的选用	102	6.1.1 平键公差新旧国家标准的 对照说明	155
4.4.1 滚动轴承公差与配合的选用	102	6.1.2 普通型平键连接的公差与配合选用及 示例 (GB/T 1095、1096—2003)	157
4.4.2 滚动轴承公差与配合的选用示例	105	6.1.3 导向型平键的公差与配合选用及示 例 (GB/T 1097—2003)	161
第 5 章 螺纹的公差与配合	106	6.1.4 薄型平键的公差与配合选用 (GB/T 1566、1567—2003)	162
5.1 螺纹的有关术语	106	6.1.5 平键的标记示例	163
5.1.1 螺纹的通用术语及其定义 (GB/T 14791—1993)	106	6.2 花键的公差与配合	163
5.1.2 螺纹几何参数误差对互换性的 影响	112	6.2.1 花键公差新旧国家标准的对照 说明	164
5.2 普通螺纹的公差与配合	113	6.2.2 矩形花键的公差与配合选用及示例 (GB/T 1144—2001)	164
5.2.1 普通螺纹公差新旧国家标准的 对照说明	113	6.2.3 圆柱直齿渐开线花键的公差与配合 选用 (GB/T 3478.1~9—2008)	167
5.2.2 普通螺纹的基本牙型 (GB/T 192—2003)	114	6.2.4 花键的标记及标注示例 (GB/T 1144— 2001、GB/T 3478.1—2008)	170
5.2.3 普通螺纹的直径和螺距系列 (GB/T 193—2003)	115	第 7 章 齿轮传动的精度	172
5.2.4 普通螺纹的基本尺寸 (GB/T 196—2003)	118	7.1 齿轮传动精度新旧国家标准的 对照说明	172
5.2.5 普通螺纹的公差与配合 (GB/T 197—2003)	124	7.2 渐开线圆柱齿轮传动的精度	173
5.2.6 普通螺纹的标记及标注示例 (GB/T 197—2003)	129	7.2.1 概述	173
5.3 传动螺纹的公差与配合	130	7.2.2 渐开线圆柱齿轮的精度制 (GB/T 10095.1、2—2008)	175
5.3.1 传动螺纹公差新旧国家标准的 对照说明	131	7.2.3 齿轮的精度标准及选用	178
5.3.2 梯形螺纹的公差与配合 (GB/T 5796—2005)	132	7.2.4 齿轮坯精度及齿轮副误差的检验 项目	186
5.3.3 锯齿形 (3°、30°) 螺纹的公差与配 合 (GB/T 13567—2008)	139	7.2.5 齿轮的精度设计	192
5.4 管螺纹的公差与配合	145	7.3 圆锥齿轮传动的精度 (GB 11365—1989)	194
5.4.1 管螺纹公差新旧国家标准的 对照说明	145	7.3.1 有关术语及定义	194
5.4.2 55°密封管螺纹 (GB/T 7306.1、 2—2000)	146	7.3.2 锥齿轮的精度等级与齿坯要求	197
5.4.3 55°非密封管螺纹 (GB/T 7307—2001)	147	7.3.3 锥齿轮的检验与公差	198
5.4.4 60°密封管螺纹 (GB/T 12716—2011)	149	7.3.4 齿轮副的检验与公差	201
5.4.5 米制密封螺纹 (GB/T 1415—2008)	150	7.3.5 齿轮副侧隙	202
5.4.6 管螺纹的标记及标注示例	152	7.3.6 锥齿轮标注及应用示例	203
第 6 章 平键和花键的公差与配合	154	7.4 圆柱蜗杆、蜗轮传动的精度 (GB 10089—1988)	204
6.1 平键的公差与配合	155	7.4.1 有关术语定义及代号	205
		7.4.2 蜗杆、蜗轮的精度等级与齿坯 要求	209

7.4.3 蜗杆、蜗轮的检验与公差	211
7.4.4 蜗杆传动的检验与公差	215
7.4.5 图样标注及应用示例	221
第 8 章 圆锥的公差与配合	223
8.1 圆锥公差新旧国家标准的对照说明	223
8.2 圆锥的锥度与锥角系列 (GB/T 157—2001)	224
8.2.1 常用术语及定义	224
8.2.2 锥度与锥角系列	224
8.3 圆锥公差 (GB/T 11334—2005)	226
8.3.1 圆锥公差的有关术语及定义	226
8.3.2 圆锥公差的项目及数值	227
8.3.3 圆锥公差的给定方法	229
8.4 圆锥配合 (GB/T 12360—2005)	229
8.4.1 圆锥配合的分类	229
8.4.2 圆锥配合的选用及示例	230
8.5 圆锥的尺寸和公差注法 (GB/T 15754—1995)	231
8.5.1 圆锥的尺寸注法	231
8.5.2 圆锥的公差注法	232

第 9 章 铸件、冲压件的公差	236
9.1 铸件的公差 (GB/T 6414—1999)	236
9.1.1 铸件新旧国家标准对照说明	236
9.1.2 有关术语与定义	236
9.1.3 铸件尺寸公差	237
9.1.4 铸件的加工余量	239
9.1.5 铸造公差及机械加工余量在图样 上的标注	241
9.2 冲压件的公差	241
9.2.1 冲压件新旧国家标准对照说明	241
9.2.2 冲压件的尺寸公差 (GB/T 13914—2002)	242
9.2.3 冲压件的角度公差 (GB/T 13915—2002)	245
9.2.4 冲压件的未注公差尺寸极限偏差 (GB/T 15055—2007)	245
9.2.5 冲压件的形状和位置未注公差 (GB/T 13916—2002)	247
参考文献	249

第 1 章 极限与配合

1.1 极限与配合新旧国标对照说明

GB/T 1800《产品几何技术规范（GPS）极限与配合》国家标准分为两部分。将 GB/T1800.1—1997、GB/T1800.2—1998 和 GB/T1800.3—1998 合并为第 1 部分，GB/T1800.4—1999 修改为第 2 部分，并取而代之：

GB/T 1800.1—2009《产品几何技术规范（GPS）极限与配合 第 1 部分：公差、偏差和配合的基础》；

GB/T 1800.2—2009《产品几何技术规范（GPS）极限与配合 第 2 部分：标准公差等级和孔、轴极限偏差表》。

主要变化如表 1-1 所示。

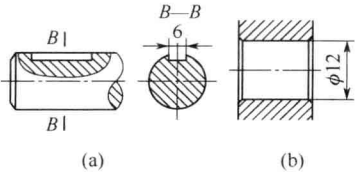
表 1-1 新、旧国家标准的主要变化

内容	旧 标 准	新 标 准
术 语	基本尺寸	公称尺寸
	最大极限尺寸	上极限尺寸
	最小极限尺寸	下极限尺寸
	上偏差	上极限偏差
	下偏差	下极限偏差
	实际尺寸	实际（组成）要素的尺寸
	局部实际尺寸	提取组成要素的局部尺寸
增加和删除	① 删除了注公差尺寸的解释和“最大实体极限”、“最小实体极限”的术语 ② 增加了“尺寸要素”、“实际（组成）要素”、“提取组成要素”、“拟合组成要素”、“提取圆柱面的局部尺寸”和“两平行提取表面的局部尺寸”的术语和定义	

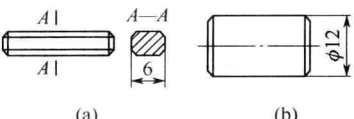
1.2 基本术语（GB/T 1800.1—2009）

1.2.1 孔与轴

表 1-2 孔与轴的定义

名 称	定 义	示 意 图	说明及解释
孔	孔通常是指工件的圆柱形或非圆柱形（由两平行平面或切面形成的包容面），如图 1-1 所示的键槽等的内表面尺寸要素	 图 1-1 孔	孔和轴的区分： ① 从装配后的包容面与被包容面之间关系看，被包容面属于轴，包容面属于孔 ② 从工件的加工过程来看，随着加工余量的切除，轴的尺寸是由大变小，而孔的尺寸是由小变大

续表

名 称	定 义	示 意 图	说明及解释
轴	轴通常是指工件的圆柱形或非圆柱形（由两平行平面或切面形成的被包容面），如图 1-2 所示的键等的外表面尺寸要素	 图 1-2 轴	

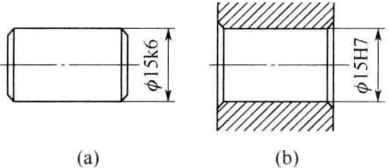
1.2.2 要素

表 1-3 要素的定义

名 称	定 义	说明及解释
尺寸要素	由一定大小的线性尺寸或角度尺寸确定的几何形状称为尺寸的要素	国家标准 GB/T18780.1—2002 中的 2.2
实际（组成）要素	由接近实际（组成）要素所限定的工件实际表面的组成要素部分	国家标准 GB/T18780.1—2002 中的 2.4.1
提取组成要素	按规定方法，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	国家标准 GB/T18780.1—2002 中的 2.5
拟合组成要素	按规定方法，由提取组成要素形成的并具有理想形状的组成要素	国家标准 GB/T18780.1—2002 中的 2.6

1.2.3 尺寸

表 1-4 有关尺寸的定义

名 称	定义及示意图	说明及解释
尺寸	尺寸是指以特定单位表示线性尺寸值的数值。线性尺寸包括直径、半径、长度、高度、宽度、深度、厚度和中心距等	① 尺寸由数字和单位组成，用于表示零件几何形状的大小 ② 根据国家标准 GB/T4458.4—2003 中规定：在图样中（包括技术要求和其他说明）的尺寸以 mm 为单位时，不需要标注其计量单位的代号或名称，若采用其他单位时必须注明相应的单位符号
公称尺寸	公称尺寸是由图样规范确定的理想形状要素的尺寸，如图 1-3 所示。孔的公称尺寸代号用 D 来表示；轴的公称尺寸代号用 d 来表示  图 1-3 孔与轴的公称尺寸	① 公称尺寸是根据零件的强度计算、结构和工艺上的需要设计给定的，是圆整的尺寸，它标注在零件图上 ② 公称尺寸需选用标准尺寸按表 1-5 所示定出，可以是整数或小数，如 32、15、8、75、0.5…… ③ 选用标准尺寸可以压缩尺寸的规格数，从而减少标准刀具、量具、夹具的规格数量，以获得最佳经济效益 ④ 通过公称尺寸应用极限偏差可算出极限尺寸 ⑤ 孔与轴配合的公称尺寸是相同的
实际（组成）要素的尺寸	由接近实际（组成）要素所限定的工件实际表面的组成要素部分的尺寸	① 在测量过程中，不可避免地存在测量误差（测量误差的产生是受测量仪器的精度、环境条件及操作水平等因素的影响） ② 同一零件的相同部位用同一量具重复测量多次，其测量的实际（组成）要素的尺寸也不完全相同。因此实际（组成）要素的尺寸并非尺寸的真值

续表

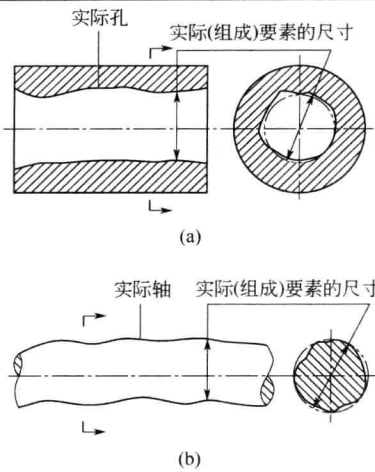
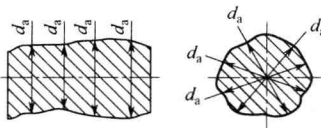
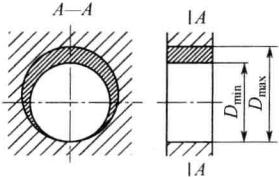
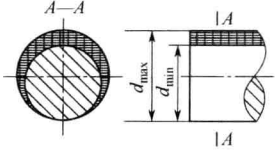
名 称	定义及示意图	说明及解释
实际（组成）要素的尺寸	 图 1-4 实际（组成）要素的尺寸	③ 由于零件形状误差的影响，同一截面内不同部位的实际（组成）要素的尺寸也不一定相同，在同一截面不同方向上的实际（组成）要素的尺寸也可能不相同，如图 1-4 所示
提取组成要素的局部尺寸	一切提取组成要素上两相对点之间的距离称为提取组成要素的局部尺寸  图 1-5 提取组成要素的局部尺寸	① 对于一个孔或轴的任意横截面中的任一距离 ② 用两点法（如用卡尺或千分尺测量）所得到的尺寸为提取组成要素的局部尺寸，如图 1-5 所示 ③ 提取组成要素的局部尺寸可简称为提取要素的局部尺寸
提取圆柱面的局部尺寸	要素上两对应点之间的距离。其中：两对应点之间的连线通过拟合圆圆心；横截面垂直于由提取表面得到的拟合圆柱面的轴线	国家标准 GB/T18780.21—2003 中的 3.5
两平行提取表面的局部尺寸	两平行对应表面上两对应点之间的距离。其中：所有对应点的连线均垂直于拟合中心平面；拟合中心平面是由两平行提取表面得到的两拟合平行平面的中心平面（两拟合平行平面之间的距离可能与公称距离不同）	国家标准 GB/T18780.21—2003 中的 3.6
极限尺寸	尺寸要素允许的尺寸的两个极端称为极限尺寸。尺寸要素允许的最大尺寸，称为上极限尺寸，孔、轴分别用 $D_{\max}$ 和 $d_{\max}$ 来表示；而尺寸要素允许的最小尺寸，称为下极限尺寸，孔、轴分别用 $D_{\min}$ 和 $d_{\min}$ 来表示。见图 1-6 和图 1-7  图 1-6 孔的极限尺寸  图 1-7 轴的极限尺寸	① 提取组成要素的局部尺寸应位于极限尺寸之中，也可达到极限尺寸 ② 极限尺寸是以公称尺寸为基数来确定的 ③ 完工的零件测量时，任一位置的实际（组成）要素的尺寸都在此范围内，即实际（组成）要素的尺寸小于或等于上极限尺寸，大于或等于下极限尺寸的零件为合格

表 1-5 标准尺寸（摘自 GB2822—2005）（部分）mm

R			Ra			R			Ra		
R10	R20	R40	Ra10	Ra20	Ra40	R10	R20	R40	Ra10	Ra20	Ra40
10.0	10.0		10	10			35.5	35.5		36	36
	11.2			11				37.5			38
12.5	12.5	12.5	12	12	12	40.0	40.0	40.0	40	40	40
		13.2			13			42.5			42
	14.0	14.0		14	14		45.0	45.0		45	45
		15.0			15			47.5			48
16.0	16.0	16.0	16	16	16	50.0	50.0	50.0	50	50	50
		17.0			17			53.0			53
	18.0	18.0		18	18		56.0	56.0		56	56
		19.0			19			60.0			60
20.0	20.0	20.0	20	20	20	63.0	63.0	63.0	63	63	63
		21.2			21			67.0			67
	22.4	22.4		22	22		71.0	71.0		71	71
		23.6			24			75.0			75
25.0	25.0	25.0	25	25	25	80.0	80.0	80.0	80	80	80
		26.5			26			85.0			85
	28.0	28.0		28	28		90.0	90.0		90	90
		30.0			30			95.0			95
31.5	31.5	31.5	32	32	32	100.0	100.0	100.0	100	100	100
		33.5			34						

注：Ra 系列中的黑体字为 R 系列相应各项优先数的化整值。

1.2.4 偏差与公差及公差带

表 1-6 有关偏差和公差的定义

名 称	定义及示意图	计算公式及解释
偏差	偏差是指某一尺寸[实际（组成）要素的尺寸、极限尺寸等]减其公称尺寸所得的代数差	实际偏差是指实际（组成）要素的尺寸减去公称尺寸所得的代数差
极限偏差	极限偏差包括上极限偏差和下极限偏差 上极限偏差为上极限尺寸减其公称尺寸所得的代数差（孔用 ES 表示，轴用 es 表示），如公式（1-1）和公式（1-2）所示 下极限偏差为下极限尺寸减其公称尺寸所得的代数差（孔用 EI 表示，轴用 ei 表示），如公式（1-3）和公式（1-4）所示	$ES = D_{\max} - D \quad (1-1)$ $es = d_{\min} - d \quad (1-2)$ $EI = D_{\min} - D \quad (1-3)$ $ei = d_{\min} - d \quad (1-4)$ ① 由于实际（组成）要素的尺寸和极限尺寸可能大于、小于或等于公称尺寸，故尺寸偏差可以是正数、负数或零 ② 实际偏差应大于或等于下极限偏差、小于或等于上极限偏差 ③ 在图样中上、下极限偏差分别标注在公称尺寸的右上角和右下角
基本偏差	基本偏差是在国家标准极限与配合制中，确定公差带相对零线位置的那个极限偏差	基本偏差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，如图 1-9 所示的孔的基本偏差为下极限偏差，而轴的基本偏差为上极限偏差
尺寸公差	尺寸公差是允许尺寸的变动量。孔用 T_h 表示，轴用 T_s 表示	① 尺寸公差等于上极限尺寸与下极限尺寸之差，或上极限偏差与下极限偏差之差。它是一个没有符号的绝对值，即： $T_h = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI \quad (1-5)$ $T_s = d_{\max} - d_{\min} = es - ei \quad (1-6)$ ② 公差大小是确定了允许尺寸变动范围的大小，若公差值大则允许尺寸变动的范围就大，因而要求加工精度低；反之，公差值小则允许尺寸变动的范围就小，因而要求加工精度高
标准公差	标准公差是在国家标准极限与配合制中，所规定的任一公差，用 IT 来表示	字母“IT”为“国际公差”的英文缩略语

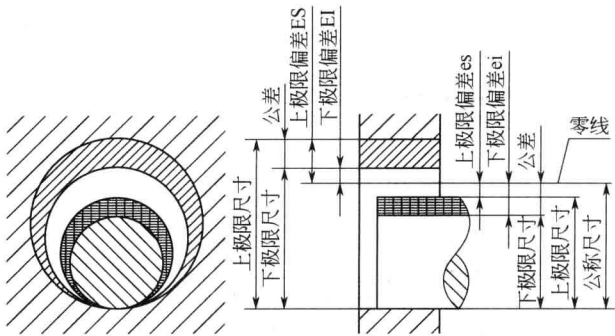
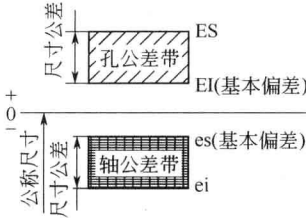
续表

名 称	定义及示意图	计算公式及解释
偏差与公差的区别	① 从概念上讲, 极限偏差是相对于公称尺寸偏离大小的数值, 即是确定了极限尺寸相对公称尺寸的位置, 它是限制实际偏差的变动范围。而公差仅表示极限尺寸变动范围的一个数值, 是限制误差 ② 从数值上讲, 偏差可以为正值、负值或零, 而公差总是正值 ③ 从作用上讲, 极限偏差表示了公差带的确切位置, 可反映零件配合的松紧程度。而公差只表示公差带的大小, 反映了零件的配合精度 ④ 对于一个零件只能测出尺寸的实际偏差, 而对于一批零件才可确定尺寸的误差 ⑤ 偏差取决于加工机床的调整等因素, 不反映加工的难易, 而公差则表示了制造精度, 反映了加工的难易程度	

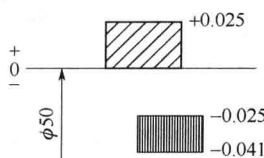
表 1-7 零线、公差带的定义

名 称	定义及示意图	说明及解释
零线	在极限与配合图解中, 如图 1-8 所示, 零线是表示公称尺寸的一条直线, 以其为基准来确定偏差和公差	极限偏差位于零线的上方, 则表示偏差为正; 位于零线的下方, 则表示偏差为负; 当与零线重合时, 表示偏差为零
公差带	在公差带图解中 (见图 1-9), 公差带是由代表上极限偏差和下极限偏差或上极限尺寸和下极限尺寸的两条直线所限定的一个区域。它是由公差大小 (由标准公差等级来确定) 和其相对零线的位置, 即基本偏差来确定	① 公差带是表示零件的尺寸相对其公称尺寸所允许变动的范围 ② 用图所表示的公差带, 称为公差带图

表 1-8 公差带的作用、作图及举例

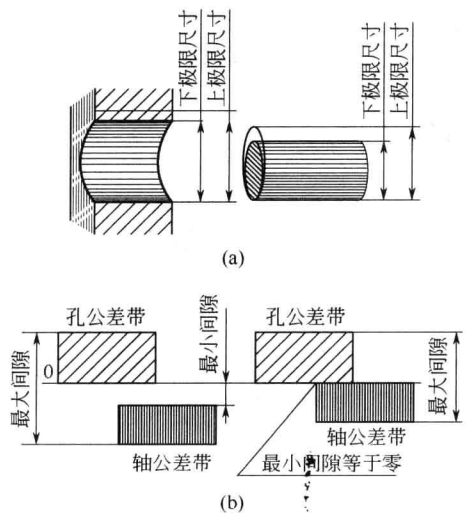
公差带图的作用	在公差带图中, 能清楚直观地表示出相互结合的孔与轴的公称尺寸、极限尺寸、极限偏差和公差之间的关系, 如图 1-8 所示  图 1-8 孔与轴配合的示意图
公差带图的作图步骤	① 画一条水平线作为零线。零线表示了公称尺寸的终点和极限偏差的正负分界点, 其零线之上偏差为正、之下为负, 以 mm 为单位 ② 在零线的左端标注上 “+”、“0” 和 “-”, 在其下方左边画一条垂直于零线的单箭头尺寸线, 并标注上公称尺寸 ③ 按比例画一个矩形框, 两条平行于零线的对边分别表示上、下极限偏差, 这个区域则为公差带。 ④ 将上、下极限偏差分别标注在公差带 (矩形框) 的右上角和右下角由以上步骤画出的孔轴公差带示意图, 如图 1-9 所示  图 1-9 孔轴公差带图解

续表

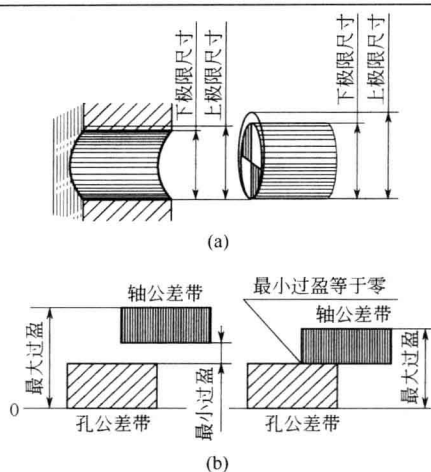
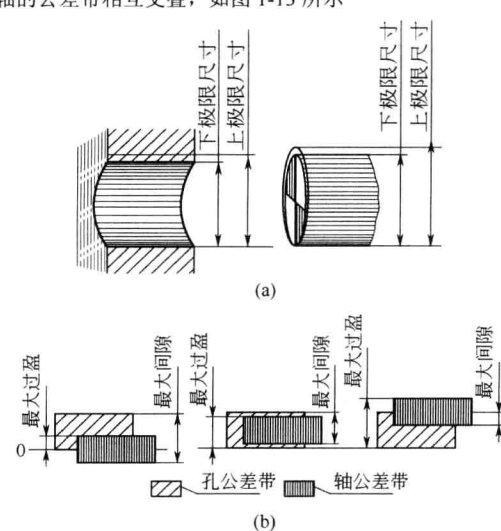
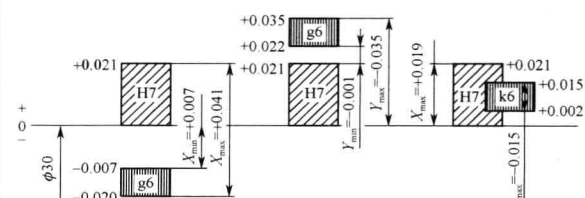
例题 1	公称尺寸为 50mm 的相互配合的孔与轴的极限尺寸分别为 $D_{\max} = 50.025\text{mm}$, $D_{\min} = 50\text{mm}$, $d_{\max} = 49.975\text{mm}$, $d_{\min} = 49.959\text{mm}$。求孔与轴的极限偏差、尺寸公差, 并画出其公差带图 解: 根据公式 (1-1) ~ 公式 (1-4) 得: $ES = D_{\max} - D = 50.025 - 50 = +0.025\text{mm}$ $EI = D_{\min} - D = 50 - 50 = 0$ $es = d_{\max} - d = 49.975 - 50 = -0.025\text{mm}$ $ei = d_{\min} - d = 49.959 - 50 = -0.041\text{mm}$ 根据公式 (1-5) 得: $T_h = D_{\max} - D_{\min} = 50.025 - 50 = 0.025\text{mm}$ $T_s = d_{\max} - d_{\min} = 49.975 - 49.959 = 0.016\text{mm}$ 孔与轴的公差带图如图 1-10 所示 
------	---

1.2.5 配合

表 1-9 有关配合的术语、定义及举例

名称	定义及示意图	说明、解释及计算公式
配合	配合是指公称尺寸相同, 相互结合的孔与轴公差带之间的关系	在孔、轴的配合时, 究竟属于哪一种配合取决于孔、轴公差带的相互关系
间隙或过盈	孔的尺寸减去相配合轴的尺寸所得的代数之差	此差值为正时是间隙, 用大写字母 X 表示; 为负时是过盈, 用大写字母 Y 表示
间隙配合	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 1-11 (b) 所示  图 1-11 孔与轴的间隙配合	由于孔和轴在各自的公差带内变动, 因此装配后每对孔、轴间的间隙也是变动的。当孔制成上极限尺寸、轴制成下极限尺寸时, 装配后得到最大间隙, 用 $X_{\max}$ 表示; 当孔制成下极限尺寸、轴制成上极限尺寸时, 装配后得到最小间隙, 用 $X_{\min}$ 表示。即: $X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei \quad (1-7)$ $X_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es \quad (1-8)$
过盈配合	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 1-12 (b) 所示	同样孔和轴装配后每对孔、轴间的过盈也是变化的。当孔上极限尺寸减去轴下极限尺寸时, 装配后得到最小过盈, 其值为负, 用 $Y_{\min}$ 表示; 当孔制成下极限尺寸、轴制成上极限尺寸时, 装配后得到最大过

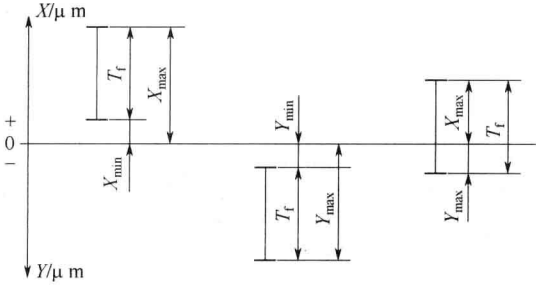
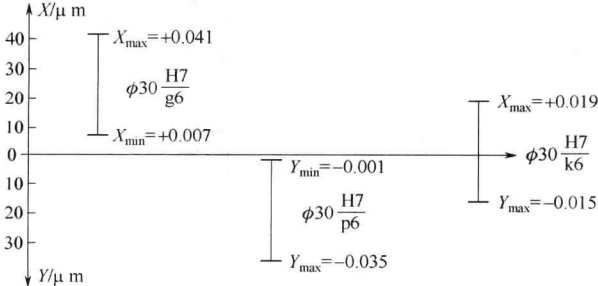
续表

名称	定义及示意图	说明、解释及计算公式
过盈配合	 图 1-12 孔与轴的过盈配合	盈, 其值为负, 用 $Y_{\max}$ 表示。即: $Y_{\min} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei \quad (1-9)$ $Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es \quad (1-10)$
过渡配合	过渡配合是可能具有间隙或过盈的配合。此时, 孔的公差带与轴的公差带相互交叠, 如图 1-13 所示  图 1-13 孔与轴的过渡配合	在过渡配合中, 孔和轴装配后每对孔、轴间的间隙或过盈也是变化的。当孔上极限尺寸减去轴下极限尺寸时, 装配后得到最大间隙, 按公式 (1-7) 计算; 当孔制成下极限尺寸、轴制成上极限尺寸时, 装配后得到最大过盈, 按公式 (1-10) 计算
例题 2	以上三种配合的孔与轴公差带关系的实例如图 1-14 所示 孔公差带在轴公差带之上 $\phi 30 \begin{matrix} H7(+0.021/0) \\ g6(-0.007/-0.020) \end{matrix}$ 孔公差带在轴公差带之下 $\phi 30 \begin{matrix} H7(+0.021/0) \\ p6(+0.035/+0.022) \end{matrix}$ 孔、轴公差带交错重叠 $\phi 30 \begin{matrix} H7(+0.021/0) \\ k6(+0.015/+0.002) \end{matrix}$  图 1-14 孔与轴公差带关系的实例	① 最大和最小间隙及过盈按公式 (1-7) ~ 公式 (1-10) 计算而得 ② “间隙、过盈、过渡”是对一批孔、轴而言, 具体到一对孔和轴装配后, 只能是间隙或过盈, 包括间隙或过盈为零, 而不会出现“过渡”

续表

名称	定义及示意图	说明、解释及计算公式
配合公差	配合公差是指组成配合的孔与轴的公差之和, 用 T_f 表示。它是允许间隙或过盈的变动量 几点说明: ① 配合公差是一个没有符号的绝对值 ② 配合公差表明了配合松紧程度的变化范围 ③ 在间隙配合中, 最大间隙与最小间隙之差的绝对值为配合公差; 在过盈配合中, 最小过盈与最大过盈之差的绝对值为配合公差; 在过渡配合中, 配合公差等于最大间隙与最大过盈之差的绝对值, 即: $T_f = X_{\max} - X_{\min} \quad (1-11)$ $T_f = Y_{\min} - Y_{\max} \quad (1-12)$ $T_f = X_{\max} - Y_{\max} \quad (1-13)$ 上述三种配合的配合公差亦为孔公差与轴公差之和, 即: $T_f = T_h + T_s \quad (1-14)$ 由此可见, 配合零件的装配精度与零件的加工精度有关, 若要提高零件的装配精度, 使得配合后间隙或过盈的变化范围减少, 则应减少零件的公差, 也就是提高零件的加工精度	

表 1-10 配合公差带图的定义、作用、作图及举例

定义	用直角坐标表示出相配合的孔与轴其间隙或过盈的变化范围的图形称为配合公差带图
作用	在配合公差带图中, 能清楚直观地表示出相互结合的孔与轴的配合性质和配合精度
作图步骤	① 画一条水平线作为零线。零线表示了间隙和过盈为零, 其零线之上的纵坐标为正, 表示间隙; 零线之下的纵坐标为负, 表示过盈以 μm 为单位 ② 在零线的左端标注上 “+”、“0” 和 “-” ③ 用符号 “I” 表示配合公差带, 配合公差带的上、下端横线所对应的纵坐标值, 表示孔与轴配合的极限间隙和极限过盈。当配合公差带全部在零线的上方时, 为间隙配合; 当配合公差带全部在零线的下方时, 为过盈配合; 当配合公差带跨越零线时, 为过渡配合 ④ 将极限间隙或极限过盈的具体数值分别标注在配合公差带 “I” 的右上角和右下角, 以 mm 为单位, 且不注写单位 由以上步骤画出的孔轴配合的公差带示意图如图 1-15 所示  图 1-15 孔轴配合的公差带示意图
例题 3	如图 1-16 所示为例题 2 图 1-14 中三种配合的孔与轴的配合公差带图。图中上左侧为 $\phi 30\text{H7/g6}$ 间隙配合的配合公差带, 右侧为 $\phi 30\text{H7/k6}$ 过渡配合的配合公差带, 中间下方为 $\phi 30\text{H7/p6}$ 过盈配合的配合公差带。下面以 $\phi 30\text{H7}(\begin{smallmatrix} +0.021 \\ 0 \end{smallmatrix})/\text{g6}(\begin{smallmatrix} -0.007 \\ -0.020 \end{smallmatrix})$ 为例来说明最大间隙、最小间隙、最大过盈和最小过盈及配合公差计算  图 1-16 孔与轴配合公差带图的实例

续表

例题 3

解: 根据公式 (1-7) 和公式 (1-8) 得:

$$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei = +0.021 - (-0.020) = +0.041 \text{ mm}$$

$$X_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es = 0 - (-0.007) = +0.007 \text{ mm}$$

根据公式 (1-11) 得:

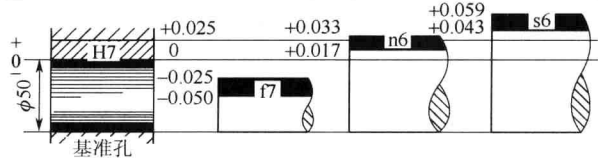
$$T_f = |X_{\max} - X_{\min}| = |+0.041 - (+0.007)| = 0.034 \text{ mm}$$

同理: 根据公式 (1-9)、公式 (1-10) 和公式 (1-12) 等可计算出图 1-14 中的最大过盈、最小过盈以及配合公差

表 1-11 配合制

名 称	定义及示意图	说明及解释
配合制	配合制是指同一极限制的孔和轴组成的一种配合制度。从前述三种配合的公差带图可知, 变更孔、轴公差带的相对位置, 可以组成不同性质、不同松紧的配合, 但为了简化起见, 无需将孔、轴公差带同时变动, 只要固定一个, 变更另一个即可满足不同使用性能要求的配合。因此, 极限与配合国家标准 GB/T 1800.1 中规定了两种配合制度: 基孔制和基轴制配合	① 在一般情况下, 优先选用基孔制配合 ② 如无特殊需要, 允许将任一孔、轴公差带组成配合 ③ 在孔、轴的配合时, 究竟属于哪一种配合取决于孔、轴公差带的相互关系。在基孔制和基轴制配合中, 基本偏差为 A~H(a~h) 用于间隙配合; 基本偏差为 J~ZC(j~zc) 用于过渡配合和过盈配合
基孔制	基孔制是指基本偏差为一定的孔的公差带与不同基本偏差的轴的公差带形成各种配合的一种制度 图 1-17 基孔制 图 1-18 基孔制的几种配合示意图	① 在基孔制配合中, 孔的下极限尺寸等于公称尺寸, 孔的下极限偏差为零的一种配合制度 ② 在基孔制配合中选用基准的孔为基准孔, 代号为 H, 基准孔的下极限偏差为基本偏差, 且数值为零, 上极限偏差为正值, 其公差带偏置在零线上方, 如图 1-17 所示 ③ 在图 1-17 中, 水平实线代表孔或轴的基本偏差, 虚线代表另一个极限偏差, 表示孔与轴之间可能的不同组合与其公差等级有关 图 1-18 为基孔制的几种配合示意图
基轴制	基轴制是指基本偏差为一定的轴的公差带与不同基本偏差的孔的公差带形成各种配合的一种制度 图 1-19 基轴制	① 基轴制配合中, 轴的上极限尺寸等于公称尺寸, 轴的上极限偏差为零的一种配合制度, 如图 1-19 所示 ② 在基轴制配合中选用基准的轴为基准轴, 代号为 h, 基准轴的上极限偏差为基本偏差, 且数值为零, 下极限偏差为负值, 其公差带偏置在零线下方 ③ 在图 1-19 中, 水平实线代表孔或轴的基本偏差, 虚线代表另一个极限偏差, 表示孔与轴之间可能的不同组合与其公差等级有关

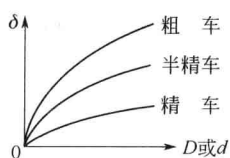
续表

名 称	定义及示意图	说明及解释
基轴制	 图 1-20 基轴制的几种配合示意图	图 1-20 表示基轴制的几种配合示意图

1.3 极限与配合国家标准（GB/T 1800.2—2009）

1.3.1 标准公差系列

表 1-12 孔与轴的标准公差系列

名 称	定义及示意图	说明、解释及计算公式
标准公差等级	标准公差等级是指在极限与配合制中，同一公差等级（如 IT7）对所有公称尺寸的一组公差被认为具有同等精确程度	标准公差是国家标准规定的用以确定公差带大小的任一公差值，而公差等级是指确定尺寸精确程度的等级
标准公差等级的代号	标准公差等级代号用符号 IT 和数字组成，如 IT7 国家标准 GB/T1800.1 中对公称尺寸至 3150mm 内规定了 20 个标准公差等级。其代号分别为 IT01、IT0、IT1~IT18	IT01 级精度最高，其余依次降低，IT18 级精度最低。其相应的标准公差值在公称尺寸相同的条件下，是随着公差等级的降低而依次增大
标准公差因子	在极限与配合制中，用以确定标准公差的基本单位，称为标准公差因子，用 i 或 I 表示。该因子是公称尺寸的函数	① 标准公差因子 i 用于公称尺寸至 500mm ② 标准公差因子 I 用于公称尺寸大于 500mm
标准公差因子的计算式	由大量的试验数据和统计分析得知，在一定工艺条件的情况下加工，其加工误差和测量误差按一定规律随公称尺寸的增大而增大，如图 1-21 所示。由于公差是用来控制误差的，因此公差和公称尺寸之间也应符合这个规律  图 1-21 加工误差 δ 与公称尺寸 D （或 d ）的关系	① 对于公称尺寸不大于 500mm 的常用尺寸段，标准公差因子计算公式表示为： $i = 0.45 \sqrt[3]{D(\text{或 } d)} + 0.001D (\text{或 } d) \quad (1-15)$ 式中， D （或 d ）为孔或轴的公称尺寸的几何平均值，mm； i 为标准公差因子， μm 公式（1-15）中，等号右边第一项反映了加工误差与公称尺寸之间成立方抛物线关系，第二项反映了由温度影响而引起的测量误差，此项与公称尺寸成线性关系 ② 对于公称尺寸大于 500~3150mm 的大尺寸段，其标准公差因子计算公式表示为： $I = 0.004 D(\text{或 } d) + 2.1(\mu\text{m}) \quad (1-16)$ 式中， D （或 d ）为孔或轴的公称尺寸的几何平均值，mm； I 为标准公差因子， μm ③ 在公式（1-15）和公式（1-16）中，系数和常数都采用优先数系的派生系列 R10/2 ④ 由于大尺寸，其测量误差是主要因素，特别是温度变化对测量结果的影响比较大，因此，标准公差因子与公称尺寸成线性关系
标准公差数值的计算	标准公差数值的大小与加工精度的高低和公称尺寸的大小两个因素有关。对于 IT5~IT18 的标准公差等级，其数值可按下列公式确定，即： $IT = ai (\text{或 } I)$ 其中， a 为标准公差等级系数，表示了加工精度的高低	① 对于常用尺寸段（公称尺寸至 500mm），如表 1-13 所示 ② 对于公称尺寸 500~3150mm 的标准公差计算公式，如表 1-14 所示