



GONGCHA YU PEIHE SUCHA SHOUCHE  
**公差与配合速查手册**

孙开元 冯晓梅 主编



化学工业出版社



GONGCHA YU PEIHE SUCHA SHOUCHE  
**公差与配合速查手册**

孙开元 冯晓梅 主编



化学工业出版社

·北京·

本手册是机械行业的实用工具书，内容翔实可靠，简明易查。主要包括极限与配合、形位公差及其检测、表面粗糙度、圆锥的公差与配合、键和花键的公差与配合、螺纹的公差与配合、齿轮的公差与配合、轴承的公差与配合、铸件和冲压件的公差等内容。

本手册可供工矿企业、科研院所从事机械设计、加工制造、检验测量工作的工程技术人员和工人使用，也可供相关专业的大专院校及中等职业学校师生参考，还可作为机械设计、加工检测人员的技术培训教材。

#### 图书在版编目 (CIP) 数据

公差与配合速查手册/孙开元, 冯晓梅主编. —北京:  
化学工业出版社, 2008. 11  
ISBN 978-7-122-03663-6

I. 公… II. ①孙…②冯… III. 公差-配合-技术手册  
IV. TG801-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 138997 号

---

责任编辑: 张兴辉  
责任校对: 徐贞珍

文字编辑: 张绪瑞  
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 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 16 $\frac{3}{4}$  字数 411 千字 2009 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: 39.00 元

版权所有 违者必究

## 欢迎订阅机械设计类图书

机械设计手册 (第五版, 第1~5卷)	2008年/16开/658元
机械绘图与识图 300例	2007年/16开/38元
机械标准图样 AutoCAD2006 精确画法及技巧	2007年/16开/29元
机械制图新标准解读及画法示例	2006年/16开/29元
三维机械制图及画法示例	2006年/16开/29元
机械制图画法范例	2006年/16开/42元
润滑设计手册	2007年/16开/116元
齿轮传动设计手册	2005年/16开/168元
现代机械设计方法实用手册	2004年/16开/80元
光机电一体化设计使用手册 (上、下册)	2003年/16开/216元
机械设计手册 (第四版, 共5卷)	2002年/16开/598元
机械设计手册 (单行本, 共15分册)	2002年/16开/798元
机械设计图册 (共6卷)	2000年/16开/666元
机械设计实用手册	2003年/16开/170元
离合器、制动器选用手册	2003年/16开/56元
电动滚筒设计与选用手册	2002年/16开/48元
机械无级变速器设计与选用指南	2002年/16开/38元
减速器选用手册	2002年/16开/120元
联轴器选用手册	2001年/16开/72元
现代机械优化设计方法	2005年/16开/39元
现代连杆机构设计	2006年/16开/18元

以上图书由化学工业出版社 机械·电气分社出版。如要以上图书的内容简介和详细目录, 或者更多的专业图书信息, 请登录 [www.cip.com.cn](http://www.cip.com.cn)。如要出版新著, 请与编辑联系。

地址: 北京市东城区青年湖南街13号 (100011)

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)

编辑: 010-64519270

Email: [zxh@cip.com.cn](mailto:zxh@cip.com.cn)



在机械设计中,设计者为了满足机械零部件的功能要求,实现机械零件的互换性,必须规定机械零件的尺寸、形状和位置、表面粗糙度等精度要求,并在设计图样上用规定的方法加以标明。而制造者在完成制造以后,必须采用适当的方法对成形的工件进行检测,并采用相应的误差值的评定方法,确定其合格性。这就要求相关的工程技术人员掌握基础互换性国家标准和机械零件的精度要求,在机械设计、制造、检测及科学研究方面加以应用并完善。

为了加深读者对基础性互换性内容的理解,方便工程技术人员查阅常用件、常见结构和常见加工方法的公差与配合,提高检验人员检测技能,我们将基础互换性内容、常见形位公差的检测方法、常用件公差与配合、螺纹公差与配合、常见加工方法的尺寸公差等内容整合在一起,编写了本手册。

## 本手册具有以下主要特点。

### (1) 内容翔实

内容完整齐全,努力做到尽读者之所需。

基础互换性部分,主要包括线性尺寸的极限与配合、形状和位置公差、尺寸公差与形位公差的关系(公差原则)、形状和位置公差的检测、圆锥的公差与配合以及表面粗糙度等基础性的有关国家标准。

常用件公差与配合部分,主要包括渐开线圆柱齿轮、圆弧圆柱齿轮、锥齿轮、普通圆柱蜗杆蜗轮的公差与配合,平键、半圆键、楔键、矩形花键、圆柱直齿渐开线花键、圆锥直齿渐开线花键的公差与配合,滚动轴承、滑动轴承的公差与配合。

螺纹公差与配合部分,主要包括常用普通螺纹的公差与配合、普通螺纹的过渡配合、普通螺纹的过盈配合,小螺纹、梯形螺纹、锯齿形螺纹及管螺纹的公差。

常见加工方法的尺寸公差部分,主要包括铸造件和冲压件的尺寸公差。

### (2) 实用可靠

主要是从工程常用和实用角度编写,内容实用可靠。

基础互换性内容是在机械零件的几何精度设计、制造和检测的实际工作中应用最为广泛的国家标准,也是机械零件及其结构要素精度标准的基础。

常用件、常见结构及常见加工方法的公差与配合,重点介绍公差与配合的概念和术语、参数数据、选择原则、检验项目、图样标注等内容,为在工程中正确选择和合理检测提供依据。

本手册数据和资料全部来自于国家最新标准、规范和其他权威机构,数据选取原则均经过长期实践检验。

### (3) 简明易查

为方便读者查阅,本手册在理论上,取其精华、言简意赅;在文字叙述上,尽量做到简明扼要,使之条文化;在内容整合上,尽可能将相关内容编排在一起。

本手册由孙开元、冯晓梅主编，张晴峰、李立华、李改灵副主编，参加本书编写工作的还有董宏国、邵汉强、袁一、廖苓萍、韩继富、蔺金泰、郑辉、冯叔忠、汤向东、白雪峰、张大鹏、田广才、张宇、刘文开、杨甫勤、孙爱丽、张丽杰等。本手册由李长娜主审。

限于编者的水平，书中难免存在缺点和不足，真诚地希望读者给予批评指正。

编者



<b>第 1 章 极限与配合</b> .....	1
1.1 基本术语 (GB/T 1800.1—1997、GB/T 1800.2—1998) .....	1
1.1.1 孔和轴 .....	1
1.1.2 尺寸 .....	1
1.1.3 偏差、公差及公差带 .....	2
1.1.4 配合 .....	4
1.2 极限与配合的标准化 .....	6
1.2.1 极限制和配合制 .....	6
1.2.2 标准公差系列 .....	6
1.2.3 基本偏差系列 .....	9
1.2.4 孔、轴的常用公差带 .....	17
1.2.5 基孔制优先、常用配合 .....	18
1.2.6 基轴制优先、常用配合 .....	19
1.3 极限与配合的选择 .....	20
1.3.1 极限与配合的选择方法 .....	20
1.3.2 极限与配合的选择步骤 .....	20
1.4 一般公差 线性尺寸的未注公差 (GB/T 1804—1992) .....	25
1.4.1 线性尺寸的一般公差 .....	25
1.4.2 一般公差的应用和有关说明 .....	26
<b>第 2 章 形位公差及其检测</b> .....	27
2.1 基本概念 .....	27
2.1.1 几何要素及分类 .....	27
2.1.2 形位公差特征项目及符号 .....	28
2.1.3 形位公差带 .....	28
2.2 形位公差的标注和公差原则 .....	36
2.2.1 被测要素的表示方法和标注 .....	36
2.2.2 基准要素的表示方法和标注 .....	37
2.2.3 公差原则 .....	40
2.2.4 形位公差的选择 .....	45
2.3 形位误差的评定及检测原则 .....	46
2.3.1 形位误差的评定 .....	46
2.3.2 形位误差的检测原则 .....	53
2.4 直线度误差的检测 .....	54
2.4.1 常用直线度误差的测量方法及适用场合 .....	54

2.4.2	比较法	55
2.4.3	节距法测量直线度误差	56
2.4.4	顶尖法测量任意方向的直线度误差	57
2.5	平面度误差的检测	58
2.5.1	平晶干涉法测量平面度误差	58
2.5.2	三点法测量平面度误差	58
2.5.3	四点法测量平面度误差	59
2.5.4	基面旋转逼近法评定平面度误差	60
2.6	圆度误差的检测	60
2.6.1	光学分度头检测轴的圆度误差	60
2.6.2	圆度仪检测圆度误差	61
2.6.3	两点法、三点法测量圆度误差	62
2.7	圆柱度误差的检测	63
2.7.1	圆度仪测量圆柱度误差	63
2.7.2	V形法测量圆柱度误差	64
2.8	平行度误差的检测	64
2.8.1	面对基准平面的平行度误差的检测	64
2.8.2	直线对基准平面的平行度误差的检测	65
2.8.3	面对基准直线的平行度误差的检测	65
2.8.4	直线对基准直线的平行度误差的检测	66
2.9	垂直度误差的检测	67
2.9.1	打表法测量面对面的垂直度误差	67
2.9.2	线对面垂直度误差的检测	67
2.9.3	打表法测量面对线的垂直度误差	68
2.9.4	芯轴打表法测量线对线的垂直度误差	69
2.10	同轴度误差的检测	69
2.10.1	顶尖法测量同轴度误差	69
2.10.2	V形架法测量同轴度误差	70
2.11	对称度误差的检测	70
2.11.1	差值法测量对称度误差	70
2.11.2	打表法测量对称度误差	71
2.12	直角坐标法测量位置度误差	71
2.13	跳动误差的检测	72
2.13.1	用跳动检查仪测量径向圆跳动	72
2.13.2	用双V形块测量径向圆跳动	72
2.13.3	用跳动检查仪测量端面圆跳动	73
2.13.4	打表法测量端面圆跳动	73
2.13.5	打表法测量斜向圆跳动	74
2.13.6	用跳动检查仪测量径向全跳动	74



2.13.7	打表法测量径向全跳动 .....	75
2.13.8	用跳动检查仪测量端面全跳动 .....	75
2.13.9	打表法测量端面全跳动 .....	76
<b>第3章</b>	<b>表面粗糙度参数及其标注 .....</b>	<b>77</b>
3.1	表面粗糙度对机械零件及设备功能的影响 .....	77
3.1.1	对零件功能的影响 .....	77
3.1.2	对机械设备功能的影响 .....	78
3.2	表面粗糙度参数及其数值 .....	78
3.2.1	表面粗糙度参数 .....	78
3.2.2	表面粗糙度参数数值 .....	79
3.3	表面粗糙度符号、代号及其标注 .....	80
3.3.1	标注的基本原则 .....	80
3.3.2	符号与代号 .....	80
3.3.3	各参数的表示方法 .....	81
3.3.4	加工方法、加工余量、镀(涂)覆层的符号及标注 .....	83
3.3.5	表面粗糙度代号在图样上的标注方法 (GB/T 131—1993) .....	83
<b>第4章</b>	<b>圆锥的公差与配合 .....</b>	<b>88</b>
4.1	圆锥结合的特点及基本参数 .....	88
4.1.1	圆锥的概念 .....	88
4.1.2	圆锥结合的特点 .....	88
4.1.3	基本参数 .....	88
4.1.4	锥度的标注 .....	89
4.2	圆锥的公差与配合 .....	89
4.2.1	圆锥公差的术语及定义 .....	89
4.2.2	圆锥配合的种类 .....	90
4.2.3	圆锥配合的形成 .....	90
4.2.4	圆锥公差项目 .....	91
4.2.5	圆锥公差的给定和标注 .....	92
4.3	锥度的检测 .....	92
4.3.1	正弦规测量 .....	92
4.3.2	钢球法测量 .....	93
4.3.3	圆锥量规检测 .....	94
<b>第5章</b>	<b>键和花键的公差与配合 .....</b>	<b>97</b>
5.1	键连接的尺寸系列、公差配合和表面粗糙度 .....	97
5.1.1	平键 .....	97
5.1.2	半圆键 .....	100



5.1.3	楔键	101
5.1.4	键和键槽的形位公差、配合及尺寸标注	104
5.1.5	切向键	105
5.2	花键连接	107
5.2.1	花键基本术语 (GB/T 15758—1995)	107
5.2.2	矩形花键连接	108
5.2.3	圆柱直齿渐开线花键连接	111
5.2.4	圆锥直齿渐开线花键 (GB/T 18842—2002)	120
<b>第6章</b>	<b>螺纹的公差与配合</b>	<b>126</b>
6.1	螺纹术语 (GB/T 14791—1993)	126
6.1.1	一般术语	126
6.1.2	几何要素及参数术语	126
6.1.3	公差与配合及其有关术语	128
6.2	常用普通螺纹的公差与配合	128
6.2.1	普通螺纹的标记和基本尺寸的计算	128
6.2.2	常用普通螺纹的公差 (GB/T 197—2003)	130
6.2.3	常用普通螺纹的配合	135
6.2.4	中径公差值、顶径公差值及基本偏差值计算公式	135
6.3	普通螺纹的过渡配合 (GB/T 1167—1996)	137
6.3.1	过渡配合的等级及其应用	137
6.3.2	螺纹副的材料	137
6.3.3	内、外螺纹公差带及其数值	137
6.3.4	优选的过渡配合	139
6.4	普通螺纹的过盈配合 (GB/T 1181—1998)	139
6.4.1	过盈配合的应用	139
6.4.2	过盈配合的内螺纹公差带及其数值	139
6.4.3	过盈配合的外螺纹公差带及其数值	139
6.4.4	优选的过盈配合	140
6.4.5	螺距累积误差和牙侧角误差	141
6.4.6	旋合长度	141
6.4.7	螺纹零件的其他技术要求	142
6.4.8	装配质量要求	142
6.5	小螺纹的公差 (GB/T 15054—1994)	143
6.5.1	小螺纹及其应用	143
6.5.2	小螺纹的直径与螺距系列	143
6.5.3	小螺纹的设计牙型	143
6.5.4	小螺纹的公差	143
6.5.5	小螺纹的标记	145

6.6 梯形螺纹公差 .....	146
6.6.1 梯形螺纹的应用 .....	146
6.6.2 梯形螺纹的牙型和基本尺寸计算公式 .....	146
6.6.3 梯形螺纹的公差 (GB/T 5796.4—1986) .....	147
6.6.4 梯形螺纹的标记 .....	153
6.6.5 梯形螺纹极限尺寸的计算 .....	153
6.7 锯齿形 (3°、30°) 螺纹公差 (GB/T 13576.4—1992) .....	154
6.7.1 公差带 .....	154
6.7.2 旋合长度 .....	159
6.7.3 多线螺纹 .....	160
6.7.4 螺纹标记 .....	160
6.7.5 螺纹精度与公差带的选用 .....	161
6.7.6 锯齿形螺纹的基本偏差与公差计算式 .....	161
6.7.7 大径定心的公差值 .....	162
6.8 管螺纹的公差 .....	162
6.8.1 米制锥螺纹的公差与检验 (GB/T 1415—1992) .....	162
6.8.2 55°密封管螺纹圆柱内螺纹与圆锥外螺纹的公差 (GB/T 7306.1—2000) .....	164
6.8.3 55°密封管螺纹圆锥内螺纹与圆锥外螺纹的公差 (GB/T 7306.2—2000) .....	165
6.8.4 55°非密封管螺纹的公差 (GB/T 7307—2001) .....	165
6.8.5 60°密封管螺纹的公差 (GB/T 12716—2002) .....	166
6.8.6 管螺纹的标记 .....	169
<b>第7章 齿轮的公差与配合 .....</b>	<b>171</b>
7.1 渐开线圆柱齿轮 .....	171
7.1.1 渐开线圆柱齿轮精度 (GB/T 10095—1988) .....	171
7.1.2 渐开线圆柱齿轮精度 (GB/T 10095—2001 及 GB/Z 18620—2002) .....	184
7.1.3 齿坯精度 .....	190
7.2 圆弧圆柱齿轮精度 (GB/T 15753—1995) .....	193
7.2.1 误差定义和代号 .....	193
7.2.2 精度等级及其选择 .....	194
7.2.3 侧隙 .....	195
7.2.4 推荐的检验项目 .....	195
7.2.5 图样标注 .....	196
7.2.6 圆弧齿轮精度数值 .....	196
7.2.7 极限偏差及公差的关系式 .....	200
7.3 锥齿轮精度 .....	201
7.3.1 锥齿轮、齿轮副误差与侧隙的定义及代号 .....	201
7.3.2 精度等级 .....	203
7.3.3 齿坯的要求 .....	204



7.3.4	锥齿轮的检验组与公差	205
7.3.5	齿轮副的检验与公差	212
7.3.6	齿轮副侧隙	216
7.3.7	锥齿轮极限偏差及公差与齿轮几何参数的关系式	219
7.3.8	图样标注	220
7.4	普通圆柱蜗杆、蜗轮精度	220
7.4.1	术语、定义和代号	220
7.4.2	精度等级及公差组	222
7.4.3	蜗杆、蜗轮的检验及公差	223
7.4.4	蜗杆副传动的检验及公差	227
7.4.5	蜗杆副传动的侧隙规定	229
7.4.6	齿坯精度	233
7.4.7	误差的关系式	233
7.4.8	图样标注	235
<b>第8章</b>	<b>轴承的公差与配合</b>	236
8.1	滚动轴承的精度选择	236
8.1.1	滚动轴承的精度等级	236
8.1.2	滚动轴承精度等级的选择	236
8.2	滚动轴承的公差与配合	237
8.2.1	滚动轴承公差带及其配合	237
8.2.2	滚动轴承公差与配合选择的基本原则	238
8.2.3	配合面的形状和位置公差	241
8.2.4	配合表面的粗糙度	241
8.3	滑动轴承精度	243
8.3.1	压力供油径向圆柱轴承制造公差和表面粗糙度	243
8.3.2	曲轴轴瓦及相关零件公差与表面粗糙度	244
<b>第9章</b>	<b>铸件、冲压件公差</b>	248
9.1	铸造公差	248
9.2	冲压件的公差	249
9.2.1	冲压件的尺寸公差 (GB/T 13914—2002)	249
9.2.2	冲压件的角度公差 (GB/T 13915—2002)	252
9.2.3	冲压件的形状和位置未注公差 (GB/T 13916—2002)	253
9.2.4	冲压件的未注公差尺寸的极限偏差 (GB/T 15055—2007)	254
	<b>参考文献</b>	256

# 第1章

## 极限与配合

### 1.1 基本术语 (GB/T 1800.1—1997、GB/T 1800.2—1998)

#### 1.1.1 孔和轴

(1) 孔的概念 孔通常是指圆柱形内表面,也包括非圆柱形内表面(由两平行平面或切面形成的包容面),如键槽或凹槽的宽度表面,如图1-1(a)所示。

(2) 轴的概念 轴通常是指圆柱形外表面,也包括非圆柱形外表面(由两平行平面或切面形成的被包容面),如平键的宽度表面,如图1-1(b)所示。

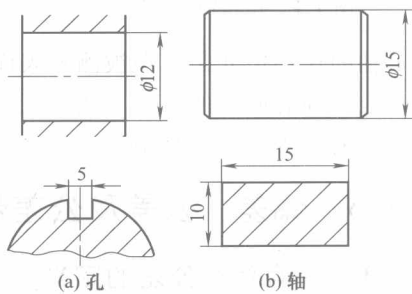


图 1-1 孔和轴

#### 1.1.2 尺寸

(1) 线性尺寸 线性尺寸简称尺寸,是指两点之间的距离。如直径、半径、宽度、高度、深度、厚度及中心距等。

根据 GB/T 4458.4—2003《机械制图 尺寸注法》的规定,图样上的尺寸以毫米(mm)为单位时,不需要标注计量单位的代号和名称。

(2) 基本尺寸 基本尺寸指设计确定的尺寸。孔用  $D$  表示,轴用  $d$  表示,如图1-2所示, $\phi 10$  为孔的基本尺寸, $\phi 15$  为轴的基本尺寸。基本尺寸在零件的图样上是可见的。

基本尺寸根据零件的强度、刚度等的计算和结构设计确定;基本尺寸是圆整的尺寸,并尽量采用标准尺寸,执行 GB/T 2822—1981《标准尺寸》的规定;基本尺寸是非理想尺寸,因为在多数情况下它是理想尺寸(理论计算值)的圆整值。

(3) 实际尺寸 实际尺寸指零件加工后通过测量获得的某一孔或轴的尺寸。孔用  $D_a$  表示,轴用  $d_a$  表示。实际尺寸在零件的图样上是不可见的,如图1-3所示。

由于测量误差的存在,实际尺寸并非真实尺寸,实际尺寸具有随机性。由于零件加工后

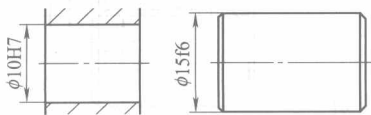


图 1-2 孔和轴的基本尺寸

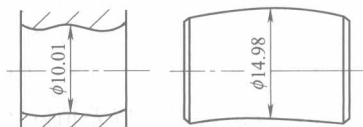


图 1-3 孔和轴的实际尺寸

存在的形状和位置误差以及无法避免的测量误差，同一表面不同部位的实际尺寸往往是不同的，同一部位多次测量的结果也往往不同。实际尺寸一般用两点法测量。

(4) 极限尺寸 指孔或轴允许的尺寸的两个极限值，如图 1-4 所示。其中，允许的最大尺寸称最大极限尺寸，孔用  $D_{\max}$ ，轴用  $d_{\max}$  表示。允许的最小尺寸称最小极限尺寸，孔用  $D_{\min}$  表示，轴用  $d_{\min}$  表示。

基本尺寸和极限尺寸都是设计时给定的，孔或轴实际尺寸合格的条件为

$$D_{\min} \leq D_a \leq D_{\max}$$

$$d_{\min} \leq d_a \leq d_{\max}$$

(5) 作用尺寸 孔的作用尺寸是指在被测内表面的给定长度上，与实际被测内表面体外相接的最大理想轴（最大理想面）的直径（或宽度），用  $D_{fe}$  表示，如图 1-5 (a) 所示。

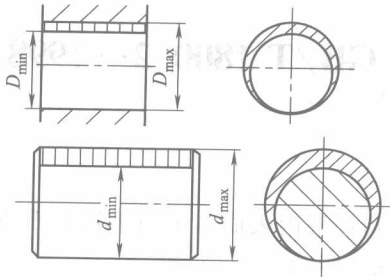


图 1-4 孔和轴的极限尺寸

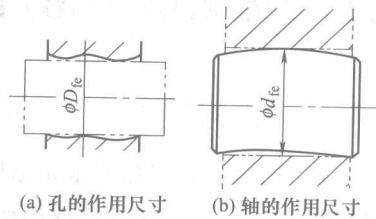


图 1-5 孔和轴的作用尺寸

轴的作用尺寸是指在被测外表面的给定长度上，与实际被测外表面体外相接的最小理想孔（最小理想面）的直径（或宽度），用  $d_{fe}$  表示，如图 1-5 (b) 所示。

孔的作用尺寸总是不大于该孔的实际尺寸；轴的作用尺寸总是不小于该轴的实际尺寸。

## 1.1.3 偏差、公差及公差带

### 1.1.3.1 偏差和公差的定义

(1) 尺寸偏差 简称偏差，是指某一尺寸（比如极限尺寸、实际尺寸）减其基本尺寸所得的代数差。孔用  $E$  表示，轴用  $e$  表示。

$$E = \text{某一尺寸} - D; e = \text{某一尺寸} - d.$$

(2) 实际尺寸 指实际尺寸减其基本尺寸所得的代数差。孔用  $E_a$  表示，轴用  $e_a$  表示。

$$E_a = D_a - D; e_a = d_a - d.$$

(3) 极限偏差 指极限尺寸减其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，孔用  $ES$  表示，轴用  $es$  表示。最小极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为下偏差，孔用  $EI$  表示，轴用  $ei$  表示，如图 1-6 所示。

$$ES = D_{\max} - D; EI = D_{\min} - D. es = d_{\max} - d; ei = d_{\min} - d.$$

(4) 尺寸公差 简称公差，是指允许尺寸的变动量。孔用  $T_h$  表示，轴用  $T_s$  表示。如图 1-6 所示。

$$T_h = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI; T_s = d_{\max} - d_{\min} = es - ei.$$

(5) 概念说明 偏差值除零外，其前面必须冠以正号或负号；在图样标注中，上、下偏差分别标注在基本尺寸的右上角

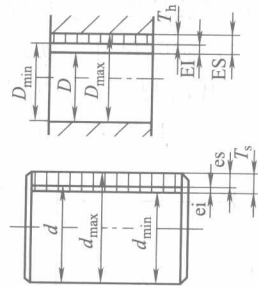


图 1-6 极限偏差和尺寸公差



和右下角；孔或轴实际偏差合格的条件： $EI \leq E_a \leq ES$ ； $ei \leq e_a \leq es$ 。

偏差和公差比较：从数值上来说，偏差可以为正值、负值或零，而公差永远为无符号的大于零的正值；极限偏差用于限制实际偏差，而公差用于限制误差；对于单个零件只能测出尺寸的实际偏差，而对数量足够的一批零件，才能确定尺寸误差；偏差取决于加工机床的调整，不反映加工难易，而公差表示制造精度，反映加工难易程度；极限偏差主要反映公差带位置，影响配合的松紧程度，而公差代表公差带大小，影响配合精度。

### 1.1.3.2 公差带及公差带示意图

(1) 公差带图的作用 清楚而直观地表示相互结合的孔和轴的基本尺寸、极限尺寸、极限偏差和尺寸公差之间的相互关系。

(2) 公差带图的作图步骤

① 画一条水平线代表零线。零线有两个作用：基本尺寸的终点和极限偏差的正负分界点。零线代表偏差为零，零线之上偏差为正，之下为负，基本尺寸的单位为 mm，极限偏差的单位可以为 mm，也可以为  $\mu\text{m}$ ，习惯上用后者。

② 按比例画两条平行于零线的线段分别代表上偏差和下偏差。并将两线段左右封口，这个区域就是公差带。

③ 将上偏差和下偏差的具体数值标注于相应公差带的右上角和右下角。

孔轴公差带示意图，如图 1-7 所示。

(3) 孔轴公差带画法举例

**【例 1-1】** 基本尺寸为 40mm 的相互结合的孔轴的极限尺寸分别为： $D_{\max} = 40.025\text{mm}$ ， $D_{\min} = 40\text{mm}$ ， $d_{\max} = 39.975\text{mm}$ ， $d_{\min} = 39.959\text{mm}$ 。测得加工后一孔和一轴的实际尺寸分别为： $D_a = 40.01\text{mm}$ ， $d_a = 39.97\text{mm}$ 。求孔和轴的极限偏差、尺寸公差和实际偏差，并画出该孔轴的公差带示意图。

**解：**计算孔和轴的极限偏差

$$ES = D_{\max} - D = 40.025 - 40 = +0.025\text{mm}; EI = D_{\min} - D = 40 - 40 = 0。$$

$$es = d_{\max} - d = 39.975 - 40 = -0.025\text{mm}; ei = d_{\min} - d = 39.959 - 40 = -0.041\text{mm}。$$

计算孔和轴的公差

$$T_h = ES - EI = +0.025 - 0 = 0.025\text{mm}; T_s = es - ei = -0.025 - (-0.041) = 0.016\text{mm}。$$

计算孔和轴的实际偏差

$$E_a = D_a - D = 40.01 - 40 = +0.01\text{mm}; e_a = d_a - d = 39.97 - 40 = -0.03\text{mm}。$$

孔轴的公差带示意图如图 1-8 所示。

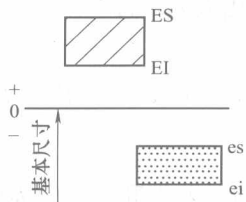


图 1-7 孔轴公差带示意图

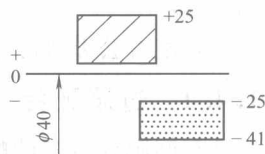


图 1-8 公差带示意图

## 1.1.4 配合

### 1.1.4.1 配合的概念

基本尺寸相同、相互结合的孔轴公差带之间的关系，称为配合。

孔的尺寸减去相互配合的轴的尺寸所得的代数差，当该代数差为正值时，称为间隙，用  $X$  表示；当该代数差为负值时，称为过盈，用  $Y$  表示。

### 1.1.4.2 间隙配合

具有间隙（包括最小间隙为零的情况）的配合称为间隙配合。在间隙配合中，孔的公差带在轴的公差带上方，如图 1-9 所示。

间隙配合中的四个特征参数如下。

(1) 最大间隙  $X_{\max}$ ：孔的最大极限尺寸减去轴的最小极限尺寸所得的代数差，即  $X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$ 。

(2) 最小间隙  $X_{\min}$ ：孔的最小极限尺寸减去轴的最大极限尺寸所得的代数差，即  $X_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$ 。

(3) 平均间隙  $X_{av}$ ：孔的平均尺寸减去轴的平均尺寸所得的代数差，即  $X_{av} = D_{av} - d_{av} = (X_{\max} + X_{\min})/2$ 。

(4) 配合公差  $T_f$ ：间隙配合中间隙的允许变动量，即  $T_f = X_{\max} - X_{\min} = T_h + T_s$ 。

### 1.1.4.3 过盈配合

具有过盈（包括最小过盈为零的情况）的配合称为过盈配合。在过盈配合中，孔的公差带在轴的公差带的下方，如图 1-10 所示。

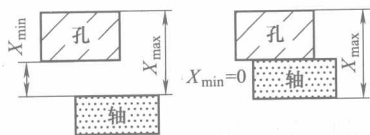


图 1-9 间隙配合的示意图

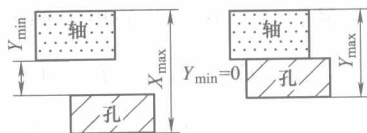


图 1-10 过盈配合的示意图

过盈配合中的四个特征参数如下。

(1) 最大过盈  $Y_{\max}$ ：孔的最小极限尺寸减去轴的最大极限尺寸所得的代数差，即  $Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$ 。

(2) 最小过盈  $Y_{\min}$ ：孔的最大极限尺寸减去轴的最小极限尺寸所得的代数差，即  $Y_{\min} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$ 。

(3) 平均过盈  $Y_{av}$ ：孔的平均尺寸减去轴的平均尺寸所得的代数差，即  $Y_{av} = D_{av} - d_{av} = (Y_{\max} + Y_{\min})/2$ 。

(4) 配合公差  $T_f$ ：过盈配合中过盈的允许变动量，即  $T_f = Y_{\min} - Y_{\max} = T_h + T_s$ 。

### 1.1.4.4 过渡配合

具有间隙或过盈的配合称为过渡配合。在过渡配合中，孔的公差带和轴的公差带相互交叠，如图 1-11 所示。

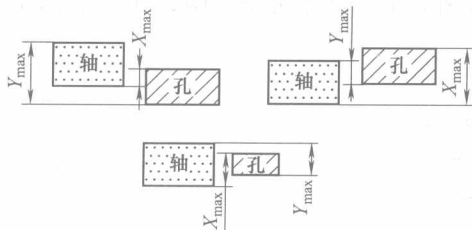


图 1-11 过渡配合的示意图

过渡配合中的四个特征参数如下。

(1) 最大间隙  $X_{\max}$ : 孔的最大极限尺寸减去轴的最小极限尺寸所得的代数差, 即  $X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$ 。

(2) 最大过盈  $Y_{\max}$ : 孔的最小极限尺寸减去轴的最大极限尺寸所得的代数差, 即  $Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$ 。

(3) 平均间隙  $X_{av}$  或平均过盈  $Y_{av}$ : 孔的平均尺寸减去轴的平均尺寸所得的代数差, 即  $X_{av} (Y_{av}) = D_{av} - d_{av} = (X_{\max} + Y_{\max}) / 2$ 。

(4) 配合公差  $T_f$ : 间隙配合中间隙的允许变动量, 即  $T_f = X_{\max} - Y_{\max} = T_h + T_s$ 。

#### 1.1.4.5 有关配合的说明

(1) 间隙数值的前面必须冠以正号。

(2) 过盈数值的前面必须冠以负号。

(3) 无论是间隙配合、过盈配合还是过渡配合, 配合公差均等于相互配合的孔轴尺寸公差之和。

#### 1.1.4.6 配合公差带图

(1) 配合公差带图的作用 直观地反映配合的性质和配合的精度。

(2) 作图步骤

① 画一条水平线表示零线, 代表间隙或过盈为零, 零线以上的纵坐标为正值, 代表间隙; 零线以下的纵坐标为负值, 代表过盈。

② 符号 II 代表配合公差带, 配合公差带上、下端线所对应的纵坐标值, 表示孔轴配合的极限间隙或极限过盈。当配合公差带 II 完全处在零线上方时, 是间隙配合; 当配合公差带 II 完全处在零线下方时, 是过盈配合; 当配合公差带 II 跨越零线时, 是过渡配合。

③ 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 II 的右上角和右下角, 单位为  $\mu\text{m}$ 。如图 1-12 所示。

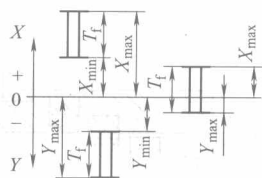


图 1-12 配合公差带图

**【例 1-2】** 组成配合的孔轴在零件图上标注的基本尺寸和极限偏差分别为  $\phi 40^{+0.025}_0 \text{ mm}$  和  $\phi 40^{-0.025}_{-0.041} \text{ mm}$ 。试计算该配合的最大间隙、最小间隙、平均间隙及配合公差, 并画出孔轴公差带示意图和配合公差带示意图。

**解:** 经计算分别可以得到

$$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei = +0.025 - (-0.041) = +0.066 \text{ mm}$$

$$X_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es = 0 - (-0.025) = +0.025 \text{ mm}$$

$$X_{av} = D_{av} - d_{av} = (X_{\max} + X_{\min}) / 2 = [+0.066 + (+0.025)] / 2 = +0.0455 \text{ mm}$$

$$T_f = X_{\max} - X_{\min} = T_h + T_s = +0.066 - (+0.025) = 0.041 \text{ mm}$$