

实用金属切削 加工工艺手册

陈家芳 等主编

上海科学技术出版社

TG 500-62
C 45

实用金属切削加工工艺手册

陈家芳 等主编

625.54

上海科学技术出版社

· 224090

实用金属切削加工工艺手册

陈家芳 等主编

上海科学技术出版社出版、发行

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所经销 常熟第四印刷厂印刷

开本 850×1156 1/32 印张 22 字数 582,000

1996年 4月第 1版 1996年 4月第 1次印刷

印数 1—5,000

ISBN7-5323-3822-3/TG·103

定价: 25.20元

前 言

在大力发展社会主义市场经济过程中，工厂企业需要有一批基本功扎实、知识面广、适应性强、一专多能的技术工人。而这些技术工人不仅要掌握一个工种的知识和技能，而且还要熟悉与本工种相关的其他工种知识，并应全面了解零件加工的全过程，即从毛坯开始到成品为止的全部加工过程，这对提高产品的质量和生产效率有很大好处。我们是本着上述要求来编写这本手册的，希望能在提高工人技术水平方面起到一定的作用。

本手册的作者虽是长期从事金属切削加工的技术人员和教师，他们把长期积累下来的经验和资料写到手册上去，供读者参考。由于时间仓促，因此定有不妥之处，敬请广大读者批评指正。

参加本手册编写的有陈家芳、文定国、周炳章、孙小波、倪凤英、杨军、周杰等，陈家芳任主编。

编者

1994年1月

内 容 提 要

本手册是按金属切削加工工人所必须懂得的知识(如机床、刀具、加工方法等)要求来编写的,内容包括:光滑圆柱体的尺寸公差与配合、形位公差与表面粗糙度、金属材料与热处理知识、金属切削知识、机床夹具、钻床工作、车床工作、刨床工作、铣床工作、镗床工作、磨床工作、齿轮机床工作和切削加工工艺流程等知识。

本手册可供金属切削加工工人和工艺人员使用,也可供技术学校教师教学参考和学生自学用书。

目 录

第一章 光滑圆柱体的尺寸公差与配合	1
第一节 名词术语及定义.....	1
第二节 标准公差与基本偏差.....	8
第三节 公差与配合的选择.....	18
第二章 形位公差与表面粗糙度	31
第一节 形位公差的符号和含意.....	31
第二节 形位公差的检测.....	34
第三节 表面粗糙度.....	106
第三章 金属材料与热处理	116
第一节 金属材料的主要性能.....	116
第二节 金属材料的分类和牌号.....	118
第三节 碳素钢.....	121
第四节 合金钢.....	125
第五节 铸铁.....	135
第六节 有色金属.....	138
第七节 钢的热处理.....	144
第四章 金属切削知识	150
第一节 切削运动、加工表面和切削用量.....	150
第二节 刀具切削部分材料.....	155
第三节 金属切削过程.....	160
第四节 刀具几何角度.....	165
第五节 刀具主要角度的作用和选择.....	174
第六节 切削用量的选择.....	179
第七节 典型刀具介绍.....	189
第八节 机夹刀具.....	200

第五章 机床夹具	210
第一节 夹具的基本概念.....	210
第二节 工件的定位.....	213
第三节 夹紧装置.....	240
第四节 组合夹具简介.....	247
第六章 钻床工作	249
第一节 钻床.....	249
第二节 钻削与钻头.....	253
第三节 钻削加工通用工艺守则.....	259
第四节 钻孔工作.....	260
第五节 扩孔、铰孔与铰端面.....	264
第六节 铰孔.....	266
第七节 攻螺纹.....	272
第七章 车床工作	276
第一节 车床.....	276
第二节 工件的典型装夹方法.....	291
第三节 车削加工通用工艺守则.....	291
第四节 零件表面的加工.....	293
第五节 零件的加工过程.....	350
第八章 刨床工作	366
第一节 刨床.....	366
第二节 刨刀、刨削用量及工件的夹紧.....	370
第三节 刨削、插削通用工艺守则.....	379
第四节 平面的刨削.....	380
第五节 槽的刨削.....	388
第六节 曲面的刨削.....	398
第九章 铣床工作	402
第一节 铣床.....	402
第二节 铣刀.....	413
第三节 铣削加工通用工艺守则.....	423

第四节	分度方法	425
第五节	平面及垂直面、平行面和斜面的加工	436
第六节	直角沟槽和键槽的加工	445
第七节	等速凸轮的加工	448
第八节	齿式离合器的加工	455
第九节	齿条的加工	468
第十节	直齿锥齿轮的加工	473
第十一节	成形面的加工	484
第十二节	球面的加工	491
第十三节	刀具齿槽的加工	495
第十四节	难加工工件的加工	500
第十章	镗床工作	507
第一节	镗床	507
第二节	镗刀	518
第三节	镗排与镗头	520
第四节	镗削加工通用工艺守则	522
第五节	镗床工作	523
第十一章	磨床工作	530
第一节	磨削用量	530
第二节	砂轮结构	531
第三节	磨床夹具	544
第四节	磨削加工通用工艺守则	551
第五节	磨床	552
第六节	外圆磨床工作	562
第七节	平面磨床工作	573
第十二章	齿轮机床工作	583
第一节	标准圆柱齿轮基本参数	583
第二节	齿轮加工通用工艺守则	595
第三节	滚齿机工作	603
第四节	插齿机工作	614

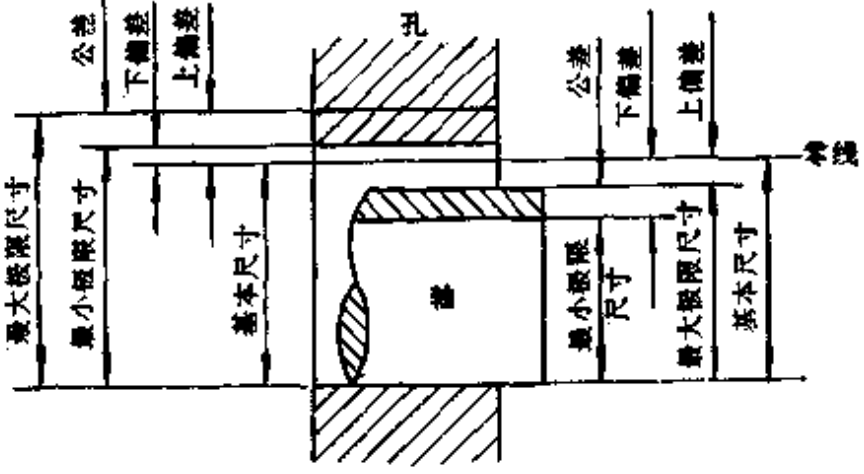
第五节	剃齿机工作.....	620
第六节	磨齿机工作.....	630
第十三章	切削加工工艺规程的基本知识.....	641
第一节	基本概念.....	641
第二节	拟定工艺规程的几个问题.....	652
第三节	工序余量的确定.....	665
第四节	典型零件的工艺卡.....	679

第一章 光滑圆柱体的尺寸公差与配合

第一节 名词术语及定义

一、尺寸的术语及定义

表 1-1 尺寸的术语及定义

术语	定义及说明
尺寸	用特定单位表示长度值的数字
基本尺寸	<p>基本尺寸是设计给定的尺寸</p> <p>基本尺寸是设计零件时,根据使用要求,通过刚度、强度计算或结构等方面的考虑,并按标准直径或标准长度圆整后所给定的尺寸。且是计算极限尺寸和极限偏差的起始尺寸。孔、轴配合的基本尺寸相同</p>
实际尺寸	<p>实际尺寸是通过测量获得的尺寸</p> <p>由于存在测量误差,所以实际尺寸并非尺寸的真值。同时,由于形状误差等影响,零件同一表面不同部位的实际尺寸往往是不等的</p>
极限尺寸	<div style="text-align: center;">  </div> <p>极限尺寸是指允许尺寸变化的两个极限值。两个极限尺寸中较大的一个称为最大极限尺寸;较小的一个称为最小极限尺寸</p>

(续表)

术语	定义及说明
最大实体状态和最大实体尺寸	<p>最大实体状态(简称MMC)系指孔或轴在尺寸公差范围内,具有材料量最多时的状态。在此状态下的尺寸称为最大实体尺寸,它是孔的最小极限尺寸和轴的最大极限尺寸的统称</p>
最小实体状态和最小实体尺寸	<p>最小实体状态(简称LMC)系指孔或轴在尺寸公差范围内,具有材料量最少时的状态。在此状态下的尺寸称为最小实体尺寸,它是孔的最大极限尺寸和轴的最小极限尺寸的统称</p> <p>〔例〕 孔为$\phi 50^{+0.039}_0$mm,轴为$\phi 50_{-0.025}^0$mm</p> <p>解:最大实体尺寸:孔为$\phi 50$mm,轴为$\phi 49.975$mm;</p> <p>最小实体尺寸:孔为$\phi 50.039$mm,轴为$\phi 49.950$mm</p>
作用尺寸	<div data-bbox="446 1375 1277 1869" style="text-align: center;"> </div> <p>在配合面的全长上,与实际孔内接的最大理想轴的尺寸,称为孔的作用尺寸。与实际轴外接的最小理想孔的尺寸,称为轴的作用尺寸</p>

二、公差与偏差的术语及定义

表 1-2 公差与偏差的术语及定义

术语	定义及说明
尺寸偏差 (简称偏差)	<p>尺寸偏差是指某一个尺寸减其基本尺寸所得的代数差。</p> <p>最大极限尺寸减其基本尺寸的代数差称为上偏差；最小极限尺寸减其基本尺寸的代数差称为下偏差；上偏差和下偏差统称为极限偏差。实际尺寸减其基本尺寸的代数差称实际偏差。偏差可以为正值、负值或零值。合格零件的实际偏差应在规定的极限偏差范围内。</p>
尺寸公差 (简称公差)	<p>尺寸公差是指允许尺寸的变动量。</p> <p>公差等于最大极限尺寸与最小极限尺寸之代数差的绝对值；也等于上偏差与下偏差的代数差的绝对值。</p> <p>〔例〕基本尺寸为$\phi 50\text{mm}$，最大极限尺寸为$\phi 50.008\text{mm}$，最小极限尺寸为$\phi 49.992\text{mm}$，试计算偏差和公差。</p> <p>解：</p> $\begin{aligned} \text{上偏差} &= \text{最大极限尺寸} - \text{基本尺寸} \\ &= 50.008 - 50 \\ &= 0.008\text{mm} \\ \text{下偏差} &= \text{最小极限尺寸} - \text{基本尺寸} \\ &= 49.992 - 50 \\ &= -0.008\text{mm} \\ \text{公差} &= \text{最大极限尺寸} - \text{最小极限尺寸} \\ &= 50.008 - 49.992 \\ &= 0.016\text{mm} \\ \text{公差} &= \text{上偏差} - \text{下偏差} \\ &= 0.008 - (-0.008) \\ &= 0.016\text{mm} \end{aligned}$
零线与公差带	<div style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;">孔公差带</p> <p style="text-align: center;">轴公差带</p> <p style="text-align: center;">尺寸公差带</p> </div> <p>图示表明了二个相互结合的孔、轴的基本尺寸、极限尺寸、极限偏差与公差的相互关系。在实用中，为简单起见，一般以公差与配合图解(简称公差带图)来表示。</p>

(续表)

术语	定义及说明
零线与公差带	<p>零线:在公差与配合图解中,确定偏差的一条基准直线,即零偏差线。通常零线表示基本尺寸。正偏差位于零线的上方,负偏差位于零线的下方。</p> <p>公差带:在公差带图中,由代表上、下偏差的两条直线所限定的一个区域。</p> <p>在国标中,公差带包括了“公差带大小”与“公差带位置”两个参数。前者由标准公差确定,后者由基本偏差确定</p>
基本偏差	<div data-bbox="564 1140 1121 1505" style="text-align: center;"> <p>The diagram shows a horizontal zero line. Above the zero line, there are two shaded rectangular regions representing tolerance zones. The upper one is labeled '孔' (hole) and has its upper deviation labeled EI and its lower deviation labeled ES. The lower one is labeled '轴' (shaft) and has its upper deviation labeled ci and its lower deviation labeled Ci. A vertical line on the left is labeled '基本尺寸' (basic size) with a '+' sign above and a '-' sign below the zero line. Text labels with arrows point to the EI and ci lines, stating '基本偏差为下偏差' (Basic deviation is lower deviation). Text labels with arrows point to the ES and Ci lines, stating '基本偏差为上偏差' (Basic deviation is upper deviation).</p> </div> <p>基本偏差是用来确定公差带相对于零线位置的上偏差或下偏差,一般指靠近零线的那个偏差。当公差带位于零线上方时,其基本偏差为下偏差;位于零线下方时,其基本偏差为上偏差</p>
标准公差	<p>国标规定的,用以确定公差带大小的任一公差</p>

三、配合及基准制的术语及定义

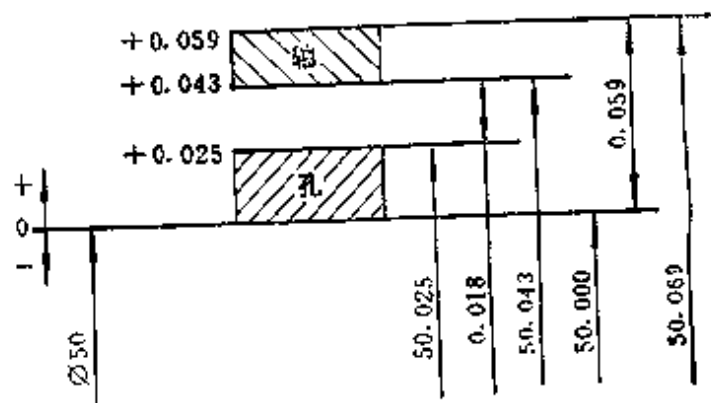
表 1-3 配合及基准制的术语及定义

术语	定义及说明
配合及配合的基准制	<p>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。国标对配合规定有两种基准制,即基孔制与基轴制。</p> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> <p>基孔制:是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。</p> <p>基孔制的孔为基准孔。标准规定基准孔的下偏差为零,基准孔的代号为“H”。</p> <p>基轴制:是基本偏差为一定的轴的公差带的公差带,与不同基本偏差的孔的公差带形成各种配合的一种制度。</p> <p>基轴制的轴为基准轴。标准规定基准轴的上偏差为零,基准轴的代号为“h”。</p> <p>按照孔、轴公差带相对位置的不同,两种基准制都可形成间隙配合、过渡配合以及过盈配合三类</p>
间隙配合	<p>在孔与轴配合中,孔的尺寸减去相配合轴的尺寸,其差值为正时是间隙。</p> <div style="text-align: center;"> </div>

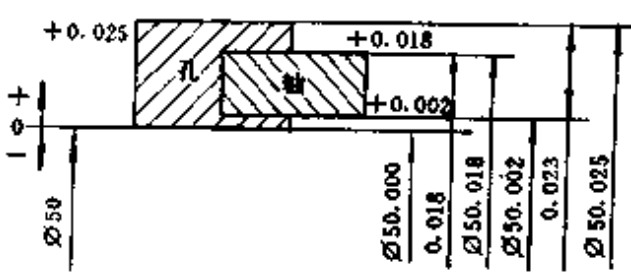
(续表)

术 语	定 义 及 说 明
间隙配合	<p>由于孔、轴是有公差的,所以实际间隙的大小将随着孔和轴的实际尺寸而变化。孔的最大极限尺寸减轴的最小极限尺寸所得的代数差,称为最大间隙(X_{max})。孔的最小极限尺寸减轴的最大极限尺寸所得的代数差,称为最小间隙(X_{min})。</p> <p>配合公差(或间隙公差):是允许间隙的变动量,它等于最大间隙与最小间隙之代数差的绝对值,也等于相互配合的孔公差与轴公差之和。</p> <p>间隙配合:孔的公差带完全在轴的公差带之上,即具有间隙的配合(包括最小间隙等于零的配合)。</p> <p>[例] 孔为 $\phi 50^{+0.039}_{0} \text{mm}$ 轴为 $\phi 50^{-0.025}_{-0.050} \text{mm}$</p> <p>解:</p> <p>孔 上偏差 = 0.039mm 下偏差 = 0 标准公差 = 0.039mm 最大极限尺寸 = 50.039mm 最小极限尺寸 = 50mm</p> <p>轴 上偏差 = -0.025mm 下偏差 = -0.050mm 标准公差 = 0.025mm 最大极限尺寸 = 49.975mm 最小极限尺寸 = 49.950mm</p> <p>最大间隙 = $50.039 - 49.950 = 0.089 \text{mm}$ 最小间隙 = $50 - 49.975 = 0.025 \text{mm}$ 配合公差 = $0.089 - 0.025 = 0.064 \text{mm}$</p>
过盈配合	<p>在孔与轴配合中,孔的尺寸减去相配合轴的尺寸,其差值为负时是过盈。</p> <p>实际过盈也随着孔和轴的实际尺寸而变化。孔的最小极限尺寸减轴的最大极限尺寸所得的代数差,称为最大过盈(Y_{max});孔的最大极限尺寸减轴的最小极限尺寸所得的代数差,称为最小过盈(Y_{min})。</p> <p>配合公差(或过盈公差):是允许过盈的变动量。它等于最小过盈与最大过盈之代数差的绝对值,也等于相互配合的孔公差与轴公差之和。</p> <p>过盈配合:孔的公差带完全在轴的公差带之下,即具有过盈的配合(包括最小过盈等于零的配合)。</p>

(续表)

术语	定义及说明
过盈配合	 <p>[例] 孔为 $\phi 50 \begin{smallmatrix} +0.025 \\ 0 \end{smallmatrix} \text{mm}$ 轴为 $\phi 50 \begin{smallmatrix} +0.059 \\ +0.043 \end{smallmatrix} \text{mm}$ 解: 孔 上偏差 = 0.025mm 下偏差 = 0 标准公差 = 0.025mm 最大极限尺寸 = 50.025mm 最小极限尺寸 = 50mm 轴 上偏差 = 0.059mm 下偏差 = 0.043mm 标准公差 = 0.016mm 最大极限尺寸 = 50.059mm 最小极限尺寸 = 50.043mm 最大过盈 = $50.059 - 50 = 0.059\text{mm}$ 最小过盈 = $50.043 - 50.025 = 0.018\text{mm}$ 配合公差 = $0.059 - 0.018 = 0.041\text{mm}$</p>
过渡配合	<p>在孔与轴配合中,孔与轴的公差带相互交叠,任取其中一对孔和轴相配,可能具有间隙,也可能具有过盈的配合。</p> <p>在过渡配合中,其配合的极限情况是最大间隙 (X_{\max}) 与最大过盈 (Y_{\max})。</p> <p>配合公差等于最大间隙与最大过盈之代数差的绝对值,也等于相互配合的孔与轴公差之和。</p>

(续表)

术语	定义及说明
过渡配合	<div style="text-align: center;">  </div> <p>[例] 孔为 $\phi 50^{+0.025}_0$ mm 轴为 $\phi 50^{+0.018}_{+0.002}$ mm</p> <p>解:</p> <p>孔 上偏差 = 0.025 mm 下偏差 = 0 最大极限尺寸 = 50.025 mm 最小极限尺寸 = 50 mm 标准公差 = 0.025 mm</p> <p>轴 上偏差 = 0.018 mm 下偏差 = 0.002 mm 最大极限尺寸 = 50.018 mm 最小极限尺寸 = 50.002 mm 标准公差 = 0.016 mm 最大间隙 = $50.025 - 50.002 = 0.023$ mm 最小间隙 = $50 - 50.018 = -0.018$ mm (即最大过盈) 配合公差 = $0.023 - (-0.018) = 0.041$ mm</p>

第二节 标准公差与基本偏差

一、标准公差

标准公差(表 1-4) 是国标规定的用以确定公差带大小的任一公差值。