



QIEXIAO JIAGONG
JIANMING SHIYONG SHOUCHE

切削加工 简明实用手册

第二版

- 黄如林 主编
- 刘新佳 汪群 副主编



化学工业出版社



QIEXIAO JIAGONG
JIANMING SHIYONG SHOUCHE

切削加工 简明实用手册

第二版



化学工业出版社

· 北京 ·

本手册以切削加工为主,收集和选编了机械制造现场常用的必备资料和数据,其内容涉及公差、材料及热处理、常用切削工具及通用夹具等相关基础知识,车、铣、刨、钳等切削加工方法,加工余量和切削用量的选择、难切削材料的加工、难加工零件的加工、机械加工质量的检测与分析等实用知识。对于难切削材料的加工,提供了各种实用刀具举例。对于难加工零件的加工,提供了若干实例。为了更好地适应现代制造业的发展,把理论上并不属于切削加工范畴的特种加工、快速原型制造等也选编进来,同时还介绍了数控机床与加工中心、三坐标测量机等先进设备。为适应经济全球化的需要,选编了国内外金属材料的标准对照。

全书采用新的国家技术标准,也编入了新旧标准的对照。

本手册内容简明,结构合理,层次清楚,语言简练,技术难度适当,便于查找使用。

本手册可供从事机械制造的技术人员、技术工人使用,也可供从事机械设计的有关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

切削加工简明实用手册/黄如林主编. —2版. —北京:
化学工业出版社, 2009.10
ISBN 978-7-122-06378-6

I. 切… II. 黄… III. 金属切削-加工工艺-技术
手册 IV. TG506-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第127717号

责任编辑:陈丽 刘砚哲
责任校对:宋夏

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:北京白帆印务有限公司
850mm×1168mm 1/32 印张25½ 字数768千字
2010年1月北京第2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

《切削加工简明实用手册》自 2004 年出版发行以来，受到广大读者的厚爱和支持。随着机械工业的不断发展、科学技术的不断进步、新工艺新技术的不断出现、国家技术标准的不断修订和完善，手册中的一些内容已经不能适应发展的需要。为了使广大读者在工作中，更快地掌握和应用修改后的现行国家标准，从手册中获取更实用的金属切削加工方面的知识，我们在化学工业出版社有关领导和工作人员的支持下，对该手册进行了比较全面的修订。

这次修订工作保留了原书的总体结构和基本内容，力求“简明、实用、现代、可靠”，重新编写了“数控加工”部分；按照现行国家标准，重新编写了“零件的表面结构（原有国家标准规定为表面粗糙度）”、“齿轮的测量”等内容；对原书中涉及的国家标准，逐一进行了查对，按现行国家标准进行了修改。

本手册由黄如林主编，汪群、刘新佳为副主编，参加编写工作的还有袁艳玲、邵建萍、杨惠萍、张献、李稳、王海彦、俞哲等。

由于我们的水平有限，手册内容很可能还会存在不少疏漏和不足之处，恳请广大读者批评指正。

编者
2009. 8

第一版前言

机械制造业是国民经济的基础工业，切削加工则是机械制造业最重要的组成部分之一。我国工业化进程的加快为机械制造业的发展提供了前所未有的机遇。对工作在机械制造现场的人们来说，一本简明实用的切削加工手册无疑是一位良师益友。

本手册以切削加工为主，收集和选编了机械制造现场常用的必备资料和数据，其内容涉及公差、材料及热处理、零件结构要素、常用切削工具及通用夹具等相关基础知识，车、铣、刨、钳等切削加工方法，加工余量和切削用量的选择、难切削材料的加工、难加工零件的加工、机械加工质量的检测与分析等实用知识。对于难切削材料的加工，提供了各种实用刀具举例。读者可以在此基础上，根据具体情况，修磨出合适的刀具。对于难加工零件的加工，以最常用的车削加工为代表，提供了若干实例，供读者参考，希望以此来启迪读者的思维。此外，为了更好地适应现代制造业的发展，把理论上并不属于切削加工范畴的特种加工、快速原型制造等也选编进来，同时还介绍了数控机床与加工中心、三坐标测量机等先进设备。

为适应经济全球化的需要，我们选编了国内外金属材料的标准对照。

全书采用新的国家技术标准，考虑到在新旧标准交替过渡中便于读者应用，也编入了新旧标准的对照。本手册中仍保留了一部分老设备型号。这是考虑到国家标准中机床设备有了新型号，但是有些机床设备虽已改型，仍在工厂普遍使用。

本手册力求内容简明，结构合理，层次清楚，语言简练，技术难度适当，便于查找使用。

为节省篇幅，我们没有把用计算器可以很方便地求出的数的平方、立方、开方，以及三角函数等内容编入本手册。

本手册可供从事机械制造的技术人员、技术工人使用，也可供从事机械设计的有关人员参考。

在本手册编写过程中，我们参考和选用了参考文献中的部分资料。在此，谨向这些参考文献的作者致以衷心的感谢！

本手册由黄如林主编，刘新佳、汪群为副主编，参加编写的人员还有张念龙、沈坚、陆利峰。在本手册编写过程中，许菊若、张秋菊、邵振国等同志都给予热忱的支持和帮助。在此，谨向他们表示真诚的感谢！

由于我们水平有限，手册中难免有不妥和错误之处，恳请广大读者批评指正。

编者

2004. 4

目录

第 1 章 公差配合与表面粗糙度	1
1.1 极限与配合	1
1.1.1 术语和定义	1
1.1.2 基本规定	4
1.1.3 孔、轴的极限偏差与配合	37
1.1.4 一般公差、未注公差的线性和角度尺寸的公差	40
1.2 几何公差	40
1.2.1 几何公差符号	42
1.2.2 形状和位置公差的未注公差值	42
1.2.3 图样上注出公差的规定	44
1.2.4 公差值表	44
1.3 表面结构（表面粗糙度）	47
1.3.1 标注表面结构的图形符号	48
1.3.2 表面结构要求在图样和其他技术产品文件中的 注法	50
1.3.3 GB/T 131—1993 和 GB/T 131—2006 在表面结构 要求的图形标注方面比较	52
1.3.4 各级表面结构（表面粗糙度）的表面特征、经济 加工方法及应用举例	53
第 2 章 常用材料	55
2.1 常用材料的性能	55
2.1.1 常用材料的密度	55
2.1.2 常用材料的熔点	55
2.1.3 常用材料的滑动摩擦系数	56
2.1.4 常用材料的滚动摩擦系数	56
2.1.5 材料的力学性能及其名词解释	57
2.1.6 各种硬度值对照表	59
2.2 钢材	60
2.2.1 常用钢材的牌号表示方法	60
2.2.2 钢铁产品牌号统一数字代号体系	61

2.2.3	常用钢材的牌号、性能和用途	68
2.2.4	国内外常用钢材牌号对照表	88
2.2.5	钢材的涂色标记	95
2.2.6	钢材的火花鉴别法	96
2.3	铸铁和铸钢	99
2.3.1	常见铸铁、铸钢的牌号表示方法	99
2.3.2	常见铸铁的牌号、性能及用途	100
2.3.3	常见铸钢的牌号、性能及用途	102
2.3.4	国内外常用铸铁牌号对照表	105
2.4	有色金属及其合金	106
2.4.1	有色金属及合金的牌号表示方法	106
2.4.2	铜及铜合金	109
2.4.3	铝及铝合金	113
2.4.4	钛及钛合金	117
2.4.5	国内外常用有色金属及其合金牌号对照表	117
2.5	粉末冶金材料	119
2.6	其他材料	122
2.7	金属材料热处理	125
2.7.1	热处理名词解释	125
2.7.2	常用钢材的热处理规范	129
第3章 常用零件结构要素		133
3.1	中心孔	133
3.2	零件倒圆和倒角	136
3.3	滚花	137
3.4	各类槽	137
3.4.1	退刀槽	137
3.4.2	砂轮越程槽	142
3.4.3	润滑槽	143
3.4.4	T形槽	145
3.4.5	燕尾槽	148
3.5	螺纹及螺纹连接件的结构要素	148
3.5.1	普通螺纹的代号和标记	148
3.5.2	梯形螺纹	149
3.5.3	管螺纹	159

3.5.4	锯齿形螺纹	173
3.5.5	矩形螺纹	182
3.5.6	英制螺纹	182
3.5.7	普通螺纹的收尾、肩距、退刀槽和倒角尺寸	185
3.5.8	紧固件用通孔和沉孔	189
3.6	锥度、锥角和工具圆锥	192
3.6.1	锥度、锥角及其公差	192
3.6.2	机床和工具柄用自夹圆锥	197
第4章 机械加工		202
4.1	切削刀具和磨具	202
4.1.1	车刀	202
4.1.2	铣刀	256
4.1.3	孔加工刀具	271
4.1.4	齿轮加工刀具	296
4.1.5	刨刀	297
4.1.6	磨料磨具	304
4.2	通用夹具	327
4.2.1	顶尖	327
4.2.2	夹头	334
4.2.3	卡盘	336
4.2.4	花盘	345
4.2.5	吸盘	346
4.2.6	机用平口钳	348
4.2.7	机械分度头	350
4.3	机械零件的常用加工方法	352
4.3.1	车削加工	352
4.3.2	铣削加工	365
4.3.3	刨削	419
4.3.4	典型表面的加工方案	425
4.4	机械零件的特种加工方法	429
4.4.1	特种加工综述	429
4.4.2	电火花成型加工 (EDM)	431
4.4.3	电火花线切割加工	433
4.4.4	电化学加工	435

4.4.5	激光加工 (LBM)	436
4.4.6	超声加工	438
4.4.7	电子束加工	441
4.4.8	离子束加工	442
4.4.9	液力加工	443
4.4.10	磨料流加工	444
4.4.11	磨料喷射加工	444
4.4.12	激光快速造型技术	445
4.5	数控加工	448
4.5.1	数控机床	448
4.5.2	数控加工特点与应用	458
4.5.3	数控工艺及其在编程中的处理	459
4.5.4	数控加工程序编制	466
4.6	机械加工中常见的质量问题及其产生的原因	483
4.6.1	外圆加工常见的质量问题及其产生的原因	483
4.6.2	平面加工常见的质量问题及其产生的原因	486
4.6.3	孔加工常见的质量问题及其产生的原因	490
4.6.4	齿轮加工常见的质量问题及其产生的原因	493
4.6.5	螺纹加工常见的质量问题及其产生的原因	496
4.7	切削液	497
4.7.1	切削液的种类	497
4.7.2	切削液的选用原则	499
4.7.3	使用切削液的注意事项	502

第5章 钳工 503

5.1	钳工工具	503
5.1.1	划线工具	503
5.1.2	锉刀	505
5.1.3	锯割工具	507
5.1.4	刮削工具	508
5.1.5	丝锥和板牙	510
5.1.6	研磨工具	519
5.2	钳工工作方法	523
5.2.1	划线方法	523
5.2.2	锉削方法	534

5.2.3	锯削方法	536
5.2.4	刮削方法	536
5.2.5	攻螺纹和套螺纹	541
5.2.6	研磨方法	544
5.2.7	管材的弯曲	550
第6章 难切削材料的加工		552
6.1	切削淬火钢	552
6.1.1	淬火钢的特点	552
6.1.2	切削淬火钢刀具的举例	553
6.2	切削不锈钢	560
6.2.1	不锈钢的特点	560
6.2.2	切削不锈钢的刀具举例	562
6.3	切削钛合金	566
6.3.1	钛合金的特点	566
6.3.2	切削钛合金刀具举例	567
6.4	切削高锰钢	567
6.4.1	高锰钢的特点	567
6.4.2	切削高锰钢的刀具举例	568
6.5	切削高温合金	571
6.5.1	高温合金的特点	571
6.5.2	切削高温合金的刀具举例	572
6.6	切削工程塑料	574
6.6.1	工程塑料的特点	574
6.6.2	切削工程塑料的刀具举例	576
6.7	切削橡胶	577
6.7.1	橡胶的特点	577
6.7.2	切削橡胶刀具举例	577
第7章 难加工零件的加工		578
7.1	车削大行程圆锥孔	578
7.2	车削椭圆轴(孔)	578
7.3	车削抛物线型面	579
7.4	车削成型面	580
7.5	车削圆球面	582

7.6	绕制特形弹簧	584
7.7	偏心零件装夹	584
第8章 加工余量和切削用量		586
8.1	加工余量	586
8.1.1	加工总余量(毛坯余量)	586
8.1.2	工序间加工余量	600
8.2	切削用量	629
8.2.1	切削用量的选用原则	629
8.2.2	车削用量	630
8.2.3	孔加工切削用量	639
8.2.4	镗削用量	661
8.2.5	铣削用量	666
8.2.6	齿轮加工切削用量	677
8.2.7	磨削用量	685
8.2.8	刨削、插削及拉削用量	703
8.2.9	锯削用量	722
第9章 机械零件测量方法及量具		726
9.1	螺纹测量	726
9.1.1	三针测量法	726
9.1.2	单针测量法	730
9.2	齿轮的测量	731
9.2.1	标准直齿圆柱齿轮公法线长度测量	731
9.2.2	分度圆弦齿厚的测量	735
9.2.3	固定弦齿厚的测量	737
9.3	形位误差的检测	738
9.3.1	直线度误差的常用测量方法	738
9.3.2	平面度误差的常用测量方法	739
9.3.3	圆度误差的常用测量方法	740
9.3.4	轮廓度误差的常用测量方法	741
9.3.5	定向误差的常用测量方法	742
9.3.6	定位误差的常用测量方法	745
9.3.7	跳动量的常用测量方法	747
9.4	表面粗糙度的检测	748

9.4.1	表面粗糙度的测量方法、特点及应用	748
9.4.2	表面粗糙度标准器具	749
9.5	常用量具和量仪	751
9.5.1	游标类量具	751
9.5.2	螺旋测微量具	753
9.5.3	测微仪	757
9.5.4	角度量具	759
9.5.5	量块和量规	768
9.6	三坐标测量机	776
9.6.1	概述	776
9.6.2	机械结构及测量系统	777
9.6.3	测量数据处理	784
9.6.4	数控机床的三坐标测量	786
附录	常用资料和计算公式	788
附录 1	国内部分标准代号	788
附录 2	国外部分标准代号	788
附录 3	国际单位制 (SI) 的基本单位和辅助单位	789
附录 4	国际单位制中具有专门名称的导出单位	789
附录 5	国际单位制词头	790
附录 6	我国选定的非国际单位制单位	790
附录 7	常用法定计量单位与非法定计量单位的换算	791
附录 8	常用三角函数	793
附录 9	常见几何图形的面积计算	794
附录 10	常见几何体的体积和表面积计算	796
附录 11	常用测量计算	799
参考文献		802



1.1 极限与配合

国标《极限与配合》是决定机器零、部件相互配合的条件和状况，直接影响产品的精度、性能和使用寿命的一项涉及面很广的基础标准。同时，也是保证零、部件具有互换性的技术保障。在机械制造业中，它不仅是产品设计、工艺设计和制定有关标准的基础，而且也直接影响到刀、夹、量具的品种和规格，是生产和检验等各环节的重要依据。

1.1.1 术语和定义 (GB/T 1800.1—1997)

(1) 基本尺寸

根据设计要求确定的尺寸(见图 1-1)，基本尺寸可以是一个整数或小数。

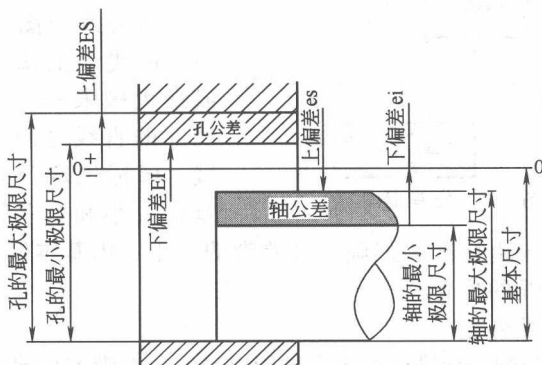


图 1-1 极限与偏差示意

(2) 实际尺寸

通过测量所得的尺寸。由于存在测量误差，实际尺寸并非是物体的真实尺寸。

(3) 极限尺寸

允许尺寸变化的两个界限值。它以基本尺寸为基数来确定；两个界限值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。

(4) 尺寸偏差

某一尺寸减其基本尺寸所得的代数差。最大极限尺寸减基本尺寸所得的代数差称为上偏差，孔的上偏差用代号 ES 表示，轴的上偏差用代号 es 表示。最小极限尺寸减基本尺寸所得的代数差称为下偏差，孔的下偏差用代号 EI 表示，轴的下偏差用代号 ei 表示。上偏差和下偏差都称为极限偏差，实际尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为实际偏差，偏差可以为正、负和零。

(5) 尺寸公差

允许零件尺寸的变动量称为尺寸公差，简称公差。公差 = 最大极限尺寸 - 最小极限尺寸 = 上偏差 - 下偏差。由于零件的最大极限尺寸总大于最小极限尺寸，所以，尺寸公差总是大于零。

(6) 零线（零偏差线）

如图 1-2 所示，零线是基本尺寸界线，也是确定偏差和公差的基准线。当零线画为水平位置时，正偏差位于零线的上方，负偏差位于零线的下方。

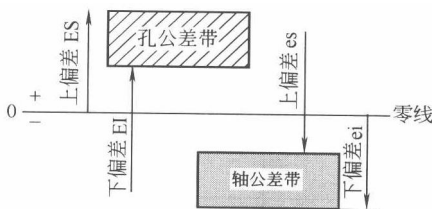


图 1-2 公差带图

(7) 公差带

在公差带图（见图 1-2）中，由代表上偏差和下偏差或最大极限尺寸和最小极限尺寸的直线之间所限定的区域。国标规定公差带包括公差带大小和公差带位置两个

参数，并规定由标准公差确定公差带的大小，由基本偏差确定公差带相对于零线的位置。

(8) 标准公差

在极限与配合标准中所规定的用以确定公差带大小的任意公差。

(9) 基本偏差

由极限与配合标准规定的用来确定公差带相对于零线位置的上偏差或下偏差，一般指靠近零线的偏差。公差带位于零线的上方时，其基本偏差为下偏差；公差带位于零线的下方时，其基本偏差为上偏差。

(10) 配合

基本尺寸相同且相互结合的孔和轴的公差带之间的关系，称为配合。孔和轴的公差带之间的关系，实际就构成了孔和轴结合的间隙或过盈，按孔和轴结合的松紧程度，将配合分为间隙配合、过盈配合和过渡配合三类。

(11) 间隙或过盈

孔的尺寸减去与其配合的轴的尺寸为正时，称为间隙；孔的尺寸减去与其配合的轴的尺寸为负时，称为过盈。

(12) 间隙配合

孔和轴配合时具有间隙，孔的公差带完全在轴的公差带之上，称为间隙配合。在间隙配合中，孔的最大极限尺寸减轴的最小极限尺寸为最大间隙；孔的最小极限尺寸减轴的最大极限尺寸为最小间隙。间隙配合包括最小间隙为零的情况。间隙配合公差带如图 1-3 所示。

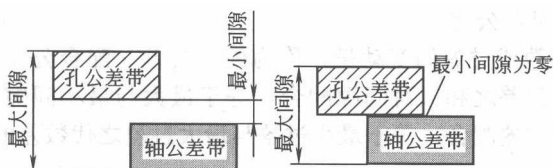


图 1-3 间隙配合

(13) 过盈配合

孔和轴配合时具有过盈，孔的公差带完全在轴的公差带之下，称为过盈配合。在过盈配合中，孔的最大极限尺寸减轴的最小极限尺寸为最小过盈；孔的最小极限尺寸减轴的最大极限尺寸为最大过盈。过盈配合包括最小过盈为零的情况。过盈配合公差带如图 1-4 所示。

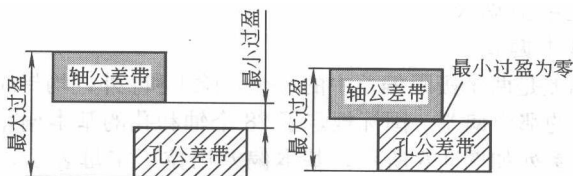


图 1-4 过盈配合

(14) 过渡配合

孔和轴配合时，可能具有间隙，可能具有过盈，孔的公差带和轴的公差带有重叠，此种配合称为过渡配合。孔的最大极限尺寸减

轴的最小极限尺寸为最大间隙，孔的最小极限尺寸减轴的最大极限尺寸为最大过盈。过渡配合公差带如图 1-5 所示。

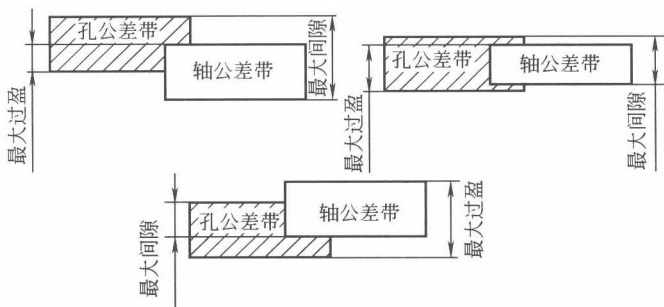


图 1-5 过渡配合

(15) 配合公差

允许间隙或过盈的变动量，称为配合公差。配合公差等于相配合的孔和轴的公差之和。对间隙配合，等于最大与最小间隙之代数差的绝对值；对过盈配合，等于最小过盈与最大过盈之代数差的绝对值。

1.1.2 基本规定 (GB/T 1800.2—1998、GB/T 1800.3—1998、GB/T 1800.4—1999)

尺寸公差带由标准公差和基本偏差两个要素构成。标准公差确定公差带的大小，基本偏差确定公差带相对于零线的位置。

(1) 标准公差

极限与配合 (GB/T 1800.3—1998) 规定基本尺寸至 500mm 的标准公差数值见表 1-1。

(2) 基本偏差

基本偏差是两个极限偏差中的一个，除 J 和 j 外，均指靠近零线即绝对值较小的那个偏差。国标规定了 28 个轴和孔的基本偏差，轴和孔的基本偏差系列如图 1-6 所示。基本偏差用拉丁字母表示，大写字母代表孔，小写字母代表轴。轴的基本偏差从 a 至 h 为上偏差 es，从 j 至 zc 为下偏差 ei，js 为上偏差或下偏差。孔的基本偏差从 A 至 H 为下偏差 EI，从 J 至 ZC 为上偏差 ES，JS 为上偏差或下偏差。

由标准公差和基本偏差可组成各种公差带，公差带代号用基本偏差代号与公差等级数字组成，例如 H8、F7、R7 为孔的公差带