

金属切削手册

第二版

上海市金属切削技术协会编

上海科学技术出版社

金属切削手册

(第二版)

上海市金属切削技术协会 编

上海科学技术出版社

内 容 提 要

本手册是综合性的金属切削工具书。内容以各工种的基本操作和常用计算为主，并对金属切削加工方面有代表性的技术革新成果作了介绍。内容包括：常用的基本资料、公差与配合及表面光洁度、金属材料及热处理、金属切削基本知识、车削、螺纹加工、孔加工、拉削、铣削、刨削、齿轮加工、磨削和刀具刃磨。

本手册简明易懂，查阅方便，既是一本实用工具书，也可作为参考书，供从事金属切削的工人、工艺人员及其他有关人员查阅和参考。

金 属 切 削 手 册

(第 二 版)

上海金属切削技术协会编

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 常熟文化印刷厂印刷

开本 850×1156 1/32 印张 55.25 插页 4 字数 1,988,000

1984年 4 月第 1 版 1994年 12 月第 6 次印刷

印数 166,201—181,200

ISBN 7-5323-1524-X/TG·55

定价：53.00元

(沪)新登字 108 号

前 言

本手册第一版是1974年出版的。随着金属切削技术的不断进步,原版内容已不敷使用,为此予以改版重写。

这次的新版本,调整了原来的章节,更新了内容,对近几年的革新成果和金切新技术等,都有一定程度的反映。此外,我国新颁布的有关标准,在这次编写中,或者将之替代老标准,或者列以新老标准对照。关于技术名词、定义和标注符号等,尽量向国际标准化组织(ISO)的规定靠拢,但考虑到我国工厂的目前实际情况,也酌情保留了某些习惯用法。

本手册第一版的编写人员(以章节顺序)是:傅根良、喻怀仁、方根棠、诸全兴、谢振兴、冯乾永、周德生、奚威、欧永昌、杨永福和梅志强同志。参加本版编写工作的是:第1、2、3章朱良云,第4章和第13章张益方,第5、6章诸全兴,第7、8章傅根良,第9、10章侯慧人,第11章冯乾永,第12章李高敬、李兆高;由冯乾永同志统稿,并承魏庆同同志审稿。

本手册的编写和改版全过程,是由朱大先同志主持组织的。

在第二版工作中,得到了上海和兄弟省市的劳动模范、金切工作者的热情帮助与支持,谨此表示感谢。

对本手册的缺点、错误和不足之处,热忱欢迎广大读者批评指正。

上海市金属切削技术协会

1982年5月

目 录

前 言

第 1 章 常用数据及资料	1.1
一、字母和代号	1.1
1. 拉丁字母	1.1
2. 希腊字母	1.1
3. 标准代号	1.2
4. 化学元素	1.3
5. 金属材料性能的代号	1.4
6. 数学运算符号	1.7
二、物理量单位及其换算	1.9
1. 国际单位制	1.9
2. 常用物理量单位换算	1.11
3. 英寸、毫米换算	1.16
4. 磅/英寸 ² 、公斤/厘米 ² 换算	1.20
5. 温度换算	1.21
6. 度、弧度换算	1.22
(1) 度与弧度换算	1.22
(2) 弧度与度换算	1.23
(3) 角度误差、线性误差换算	1.23
7. 硬度、强度对照	1.24
三、常用数学资料	1.35
1. 平方根、立方根、倒数和圆周长、圆面积	1.35
2. 几何图形的常用计算	1.58
(1) 三角形及四边形	1.58
(2) 圆及圆内接图形	1.59
(3) 圆内接正多边形	1.60
(4) 弓形	1.63
(5) 柱体	1.65
(6) 锥体	1.66
(7) 球体	1.68

3. 平面三角公式	1.70
(1) 三角函数定义和基本关系	1.70
(2) 常用三角公式	1.71
(3) 三角形元素间关系	1.72
4. 锥度(斜度)值与角度换算	1.74
5. 划线作图法	1.83
6. 质因数分解	1.86
7. 测量计算	1.90
四、机械加工的常用规范	1.93
1. 标准直径和标准长度	1.93
2. 标准锥度和专用锥度	1.96
3. 锥度和角度公差	1.97
4. 自由角度和自由锥度公差	1.98
5. 直柄工具扁尾的尺寸和偏差	1.99
6. 莫氏工具圆锥的尺寸和偏差	1.100
7. 莫氏短圆锥	1.104
8. 短衬套圆锥	1.105
9. 长衬套圆锥	1.106
10. 铣床主轴刀杆尾部圆锥	1.107

第 2 章 公差与配合及表面光洁度

一、公差与配合	2.1
1. 名词术语及定义	2.1
2. 公差与配合标准	2.3
(1) 公差、配合的分布及代号	2.3
(2) 配合偏差	2.6
(3) 基孔制配合及配合公差	2.57
(4) 基轴制配合及配合公差	2.73
(5) 未注公差尺寸的极限偏差	2.86
3. 零件形状和位置公差	2.87
(1) 形位公差的符号	2.87
(2) 一般规定	2.88
(3) 定义和标注示例	2.88
4. 形状和位置公差值及其选择	2.117
(1) 直线度、平面度	2.117
(2) 圆度、圆柱度	2.119

(3) 平行度、垂直度、倾斜度	2·121
(4) 同轴度、对称度、圆跳度和全跳度	2·123
(5) 位置度	2·125
(6) 公差值的选用原则	2·126
二、表面光洁度	2·127
1. 表面光洁度的分级	2·127
(1) 不平度的平均算术偏差值	2·127
(2) 不平度的平均高度	2·127
(3) 表面光洁度的分级	2·128
2. 零件表面光洁度的选择	2·129
3. 相应配合间隙或过盈的表面光洁度	2·130
4. 相应形位公差的最低表面光洁度	2·131

第 3 章 常用金属材料及热处理3·1

一、常用钢材	3·1
1. 钢的分类	3·1
2. 钢号的表示方法	3·2
3. 钢材的涂色标记	3·5
4. 结构钢性能及用途	3·7
(1) 普通碳素结构钢的性能及用途	3·7
(2) 优质碳素结构钢性能及用途	3·8
(3) 普通低合金结构钢性能及用途	3·10
(4) 合金结构钢性能及用途	3·11
(5) 弹簧钢性能及用途	3·15
(6) 轴承钢性能及用途	3·16
5. 耐蚀、耐热钢性能及用途	3·17
6. 常用高温合金性能及用途	3·19
7. 工具钢的硬度值及用途	3·21
(1) 碳素工具钢	3·21
(2) 合金工具钢	3·22
8. 碳素铸钢及合金铸钢性能及用途	3·23
9. 常用钢材的线胀系数和导热系数	3·25
二、铸铁	3·29
1. 灰口铸铁性能及用途	3·29
2. 可锻铸铁性能及用途	3·30
3. 球墨铸铁性能及用途	3·31

4. 耐热铸铁性能	3·33
5. 耐蚀铸铁性能	3·34
6. 耐磨铸铁性能	3·36
三、非铁金属材料	3·38
1. 常用非铁金属及其合金的代号	3·38
2. 常用非铁材料的状态及特性代号	3·38
3. 常用非铁金属及其合金的特性	3·39
4. 常用非铁合金与典型钢铁的机械性能比较	3·39
5. 铝及铝合金的性能	3·40
(1) 变形铝及其合金的性能(室温)	3·40
(2) 铸造铝合金的性能(室温)	3·42
6. 铜及铜合金的性能	3·44
(1) 变形铜及其合金的性能(室温)	3·44
(2) 铸造铜合金的性能	3·47
7. 镁及镁合金的性能	3·49
(1) 变形镁合金的性能(室温)	3·49
(2) 铸造镁合金的性能(室温)	3·50
8. 镍及镍合金的性能	3·51
(1) 纯镍及其合金的性能	3·51
(2) 蒙乃尔(NCu28-2.5-1.5)合金的性能	3·51
9. 钛及钛合金的性能	3·52
10. 其它非铁合金的性能	3·54
(1) 轴承(锡铍、铅铍)合金的性能	3·54
(2) 锌合金的性能	3·55
四、金属材料的热处理知识	3·56
1. 部分相组织的名称和特性	3·56
2. 钢的主要热处理方法	3·57
3. 非铁金属的热处理代号及目的	3·58
4. 常用钢的热处理工艺	3·59
5. 不同含碳量钢的最佳切削性能的基体组织	3·68
6. 铸铁的热处理工艺	3·68
(1) 灰铸铁的热处理工艺	3·68
(2) 球墨铸铁的热处理工艺	3·69
7. 非铁金属的热处理	3·70
(1) 铜合金的常用热处理	3·70
(2) 铝合金的常用热处理	3·71

(3) 镁合金的常用热处理	3·73
(4) 钛合金的热处理	3·74

第 4 章 金属切削基本知识

一、一般名称及术语	4·1
1. 工件上的表面	4·1
2. 刀具的组成要素	4·2
3. 切削运动	4·4
(1) 有关的名称及定义	4·4
(2) 典型加工方法的切削运动	4·6
二、刀具的几何角度	4·15
1. 确定刀具几何角度的参考系	4·15
(1) 静态参考系	4·15
(2) 工作参考系	4·17
2. 刀具几何角度的定义	4·19
(1) 刀具的静态几何角度	4·19
(2) 刀具的工作几何角度	4·22
3. 单刃刀具的几何角度标注方法	4·24
(1) 按 $P_0-P_r-P_s$ 正交平面系标注	4·24
(2) 按 $P_n-P_r-P_s$ 法平面系标注	4·25
4. 刀具几何角度的换算	4·25
(1) 同一参考系内的角度换算关系	4·25
(2) 刀具的静态角度与工作角度的换算	4·28
5. 刀具几何参数的选择	4·40
(1) 刀具几何角度的作用及选择原则	4·40
(2) 车刀几何角度的参考数值	4·43
(3) 刀尖形状及其参数的选择	4·47
(4) 切削刃形式及其参数的选择	4·48
三、切削用量、切削层及金属切除率	4·50
1. 切削用量的概念	4·50
(1) 切削速度	4·50
(2) 进给量	4·50
(3) 切削深度	4·51
2. 切削层的参数	4·51
3. 金属切除率	4·53
四、刀具材料	4·53

1. 刀具切削部分材料必须具备的性能	4·53
2. 高速钢的分类、化学成分、性能及用途	4·56
3. 硬质合金	4·58
(1) 常用硬质合金的分类、化学成分及机械物理性能	4·58
(2) 常用硬质合金的使用性能及用途	4·60
(3) 新牌号硬质合金的使用性能及用途	4·62
(4) 涂层硬质合金	4·65
(5) 国际标准化组织(ISO)规定的硬质合金分类、代号及其适用范围	4·66
(6) 硬质合金刀片的型号规格	4·67
五、切削过程的基本规律	4·112
1. 切削过程中金属材料的变形	4·112
(1) 各变形区的特点	4·112
(2) 切屑的形态	4·114
(3) 积屑瘤	4·115
(4) 衡量切屑变形程度的方法	4·116
(5) 影响切屑变形的因素	4·117
2. 切削力及切削功率	4·117
(1) 切削分力	4·118
(2) 影响切削力的因素	4·119
(3) 切削功率及单位切削功率	4·119
(4) 切削功率及主切削力的估算	4·120
3. 切削热及切削温度	4·123
(1) 切削温度在刀具上的分布特点	4·123
(2) 切削碳素钢或低合金钢时切屑颜色与平均切削温度的关系	4·123
(3) 切削温度对切削加工的影响	4·124
(4) 影响切削温度的因素	4·125
4. 刀具磨损及耐用度	4·125
(1) 刀具磨损的形式	4·126
(2) 刀具磨损的原因	4·127
(3) 刀具的磨损限度	4·127
(4) 刀具耐用度	4·130
(5) 解决硬质合金刀具崩刃打刀的措施	4·131
六、已加工表面质量	1·133
1. 表面质量的概念	4·133
(1) 衡量表面质量的指标	4·133
(2) 各种加工方法所能达到的表面光洁度	4·133
(3) 加工钢材时工件表面的硬化情况	4·137

2. 提高表面光洁度的措施	4·137
3. 加工硬化及残留应力	4·139
(1) 形成加工硬化及残留应力的原因	4·139
(2) 减小加工硬化及残留应力的措施	4·139
七、切削液	4·140
1. 切削液的作用	4·140
2. 切削液的种类及配方	4·141
(1) 各种切削液的性能特点	4·141
(2) 常用切削液的配方	4·142
3. 切削液的选用	4·145
4. 切削液的使用方法	4·146
八、切屑的控制	4·148
1. 切屑控制的概念	4·148
(1) 切屑形状的分类	4·148
(2) 切屑控制的基本要求	4·149
2. 断屑方法及影响断屑的因素	4·150
3. 卷屑槽的设计	4·151
(1) 卷屑槽槽形及其参数的选择原则	4·151
(2) 中等切深下切削低碳钢或中碳钢的卷屑槽参数	4·152
(3) 中等切深下切削合金结构钢或工具钢的卷屑槽参数	4·152
(4) 大切深下切削碳素钢或合金结构钢的卷屑槽参数	4·152
(5) 小切深下切削钢件的卷屑槽参数	4·153
(6) 小月牙洼卷屑槽槽形参数及断屑范围	4·154
九、工件材料的切削加工性	4·155
1. 切削加工性的概念	4·155
(1) 工件材料的切削加工性分级	4·155
(2) 影响切削加工性的因素	4·156
(3) 改善工件材料切削加工性的途径	4·156
2. 不锈钢的切削加工	4·157
(1) 不锈钢的分类	4·157
(2) 各类不锈钢的相对加工性系数	4·158
(3) 不锈钢难切削的原因	4·158
(4) 切削不锈钢的具体措施	4·159
(5) 车削不锈钢的切削用量参考值	4·160
3. 高温合金的切削加工	4·161
(1) 高温合金的分类	4·161
(2) 高温合金难切削的原因	4·161

(3) 切削高温合金的具体措施	4·162
(4) 车削高温合金的最佳切削速度	4·162
4. 钛合金的切削加工	4·163
(1) 钛合金的分类	4·163
(2) 钛合金难切削的原因	4·163
(3) 切削钛合金的具体措施	4·164
(4) 车削钛合金的最佳切削速度	4·165
5. 其它难切削材料的切削加工	4·166
(1) 高硬度材料的切削加工	4·166
(2) 高锰钢的切削加工	4·167
十、切削用量的选择	4·167
1. 概述	4·167
2. 切削用量各要素的选择原则	4·168
3. 硬质合金车刀车外圆时进给量及切削速度的参考数值	4·169
(1) 硬质合金车刀粗车外圆时进给量的参考数值	4·169
(2) 带修光刃($\alpha_r=0^\circ$)的硬质合金车刀粗车外圆时进给量的参考数值	4·170
(3) 高速车削时按表面光洁度选择进给量的参考数值	4·171
(4) 硬质合金外圆车刀的切削速度参考数值	4·172
十一、可转位刀具的简介	4·172
1. 可转位刀具的特点	4·172
2. 硬质合金可转位刀片的选择	4·173
(1) 可转位车刀刀片形状和卷屑槽的选择	4·173
(2) 可转位铣刀刀片的选择	4·176
3. 刀片的夹持结构	4·176
(1) 对刀片夹持结构的要求	4·176
(2) 车刀刀片的夹持	4·176
(3) 铣刀刀片的夹持	4·184
4. 可转位刀具几何角度的计算	4·188
(1) 可转位车刀的角度计算	4·188
(2) 可转位端铣刀的角度计算	4·189

第5章 车削5·1

一、车削设备常识5·1

1. 机床型号5·1

(1) 机床型号的书写形式5·1

(2) 机床的类别和特性代号5·1

2. 机床型号示例5·2

(1) 车床的列、组代号及基本参数	5.2
(2) 车床型号示例	5.3
3. 车床精度对加工质量的影响	5.4
4. 车床加工范围及其示意图	5.7
二、轴套类零件的结构要素	5.10
1. 中心孔	5.10
2. 轴与套的倒角、倒圆半径	5.11
3. 磨端面及内、外圆的砂轮越程槽	5.12
三、轴套类零件的磨削加工余量	5.12
1. 外圆的磨削加工余量	5.12
2. 内圆的磨削加工余量	5.13
四、车刀的选用	5.14
1. 概述	5.14
2. 外圆车刀几何参数的选择	5.14
(1) 选择车刀几何参数的参考意见	5.14
(2) 外圆车刀几何参数的参考数值	5.14
(3) 几种典型车刀	5.19
五、车削外圆	5.35
1. 工件常用的装夹方法	5.35
2. 不同精度外圆在车床上的加工方法	5.39
3. 车削外圆热轧圆钢直径的选择	5.39
4. 车削外圆产生废品的原因及预防措施	5.40
六、车削圆柱孔	5.42
1. 不同精度圆柱孔在车床上的加工方法	5.42
2. 实体材料 H7 级精度圆柱孔的加工过程	5.45
3. 实体材料 H9 级精度圆柱孔的加工过程	5.46
4. H7 级与 H9 级精度预铸出或热冲圆柱孔的加工过程	5.47
5. 车床常用孔加工刀具及加工方法	5.49
(1) 常用镗孔刀种类	5.49
(2) 硬质合金强力镗刀	5.51
(3) 加工小孔内槽刀具	5.51
(4) 钻削小直径深孔装置及刀具	5.51
6. 车床镗孔微量调节切深方法	5.53
7. 圆柱孔的测量方法	5.54
(1) 用内卡钳测量圆柱孔	5.54
(2) 用极限塞规测量圆柱孔	5.55

(3) 用自制量棒测量大孔	5.55
(4) 用游标卡尺测量圆柱孔	5.56
(5) 用内径百分尺测量圆柱孔	5.56
(6) 用内径百分表测量圆柱孔	5.57
8. 车床上加工圆柱孔产生废品的原因及预防措施	5.57
七、切断	5.59
1. 切断的特点	5.59
2. 常用切断刀几何参数	5.60
3. 常用切断刀的主切削刃形状	5.61
4. 几种典型切断刀	5.63
5. 常用材料切断的切削用量	5.69
6. 切断的常见缺陷产生原因及克服方法	5.69
八、车削圆锥面	5.71
1. 车削圆锥面的有关计算式	5.71
2. 一般圆锥面的车削方法	5.73
3. 长圆锥面的车削方法	5.77
(1) 机床附设机构的原理	5.77
(2) 滚筒直径计算	5.78
4. 车削小工件圆锥面的靠模装置	5.78
九、车削偏心	5.80
1. 车削一般偏心	5.80
2. 偏心工件的测量	5.82
3. 车削曲轴(偏心)	5.83
(1) 曲轴车削方法	5.83
(2) 曲轴车削变形的原因及克服方法	5.84
十、车削特形面	5.85
1. 用成形车刀车削特形面	5.85
2. 用靠模车削特形面	5.87
3. 车削内、外球面的几种刀具及方法	5.89
十一、滚压加工(无屑加工)	5.93
1. 滚压加工原理	5.93
2. 滚压加工形式、种类及效果	5.93
3. 硬质合金外圆滚压工具	5.97
(1) 工具特点	5.97
(2) 滚压用量	5.97

(3) 注意事项	5.97
4. 细长轴滚压工具	5.97
(1) 工具特点	5.98
(2) 滚压用量	5.99
(3) 注意事项	5.99
5. 可调式浮动内圆滚压工具	5.99
(1) 工具特点	5.99
(2) 滚压用量	5.99
(3) 注意事项	5.99
6. 深孔滚压工具	5.100
(1) 工具特点	5.100
(2) 滚压用量	5.101
(3) 注意事项	5.101
7. 圆柱孔脉冲滚压工具	5.101
(1) 工具特点	5.101
(2) 滚压用量	5.101
(3) 注意事项	5.101
十二、车削细长轴	5.103
1. 细长轴的加工特点	5.103
2. 工件装夹方法的改进	5.103
3. 跟刀架结构的改进	5.103
4. 细长轴的车削方法及车刀	5.104
(1) 细长轴车削方法	5.104
(2) 细长轴车刀	5.104
5. 切削用量及加工效果	5.106
十三、车削近似椭圆	5.106
1. 椭圆车削装置的结构原理	5.106
2. 切削用量	5.108
十四、车削内双曲面	5.108
1. 双曲面形成原理	5.108
2. 转角 α 的计算	5.109
3. 注意事项	5.110
十五、车床的扩大使用	5.110
1. 车削多边形	5.110
(1) 概述	5.111
(2) 专用装置的结构	5.111

(3) 刀具及其有关问题	5·111
(4) 加工非正多边形工件的有关问题	5·115
2. 在车床上加工 ∞ 字形油槽	5·115
3. 在车床上冷绕弹簧	5·116
(1) 螺旋弹簧的种类和各部分名称	5·116
(2) 绕簧心轴	5·117
(3) 绕簧的夹持钢丝工具	5·118
(4) 盘绕弹簧的方法	5·119
4. 在车床上磨削零件	5·119
(1) 概述	5·119
(2) 车床磨削辅助工具和加工形面	5·120
(3) 注意事项	5·123

第 6 章 螺纹加工6·1

一、螺纹的分类及其加工精度	6·1
1. 螺纹分类	6·1
2. 不同加工方法达到的螺纹精度	6·1
二、标准螺纹代号	6·2
三、螺纹结构要素	6·3
1. 普通外螺纹的螺尾、退刀槽、倒角尺寸	6·3
2. 普通内螺纹的螺尾、退刀槽、倒角尺寸	6·4
3. 单头梯形螺纹的退刀槽、倒角尺寸	6·5
四、车削螺纹时挂轮的计算	6·6
1. 无进给箱车床的挂轮计算	6·6
(1) 挂轮形式和备轮齿数	6·6
(2) 挂轮计算公式	6·7
(3) 公制车床(无进给箱)车公制螺纹挂轮表	6·9
(4) 公制车床(无进给箱)车英制螺纹挂轮表	6·9
2. π 的近似分数值	6·10
3. 有进给箱车床的挂轮计算	6·10
(1) 车削特殊螺距时挂轮的计算	6·10
(2) 车削模数或径节蜗杆时挂轮的计算	6·11
(3) 根据螺旋导程计算挂轮	6·12
(4) C620-1 车床进给箱铭牌	6·14
五、螺纹车刀的几何参数及螺纹切削图形	6·14
1. 30° 梯形螺纹车刀的顶刃宽度尺寸	6·14

2. 40° 模数蜗杆车刀的顶刃宽度尺寸	6·15
3. 29° 径节蜗杆车刀的顶刃宽度尺寸	6·16
4. 螺纹车刀两侧刃后角的计算	6·16
5. 螺纹中径升角 $\lambda_{中}$	3·17
6. 螺纹车刀前角对牙形角的影响	6·17
7. 螺纹车削的方法与切削图形	6·20
六、车削多头螺纹的分头方法	6·21
1. 利用百分表和小拖板分头	6·22
2. 利用简易分度盘分头	6·22
3. 利用简易分头器分头	6·22
七、车削蜗杆方法	6·25
1. 车削圆柱形模数蜗杆	6·25
2. 车削圆弧面蜗杆	6·27
3. 车削不等距螺杆	6·30
(1) 车削不等距螺杆装置的结构原理	6·30
(2) 注意事项	6·32
八、车削平面螺纹	6·32
1. 利用丝杠车削平面螺纹的装置	6·32
2. 利用中拖板丝杠车削平面螺纹的计算示例	6·33
3. 刀具要求	6·35
九、内螺纹加工方法	6·36
1. 一般丝锥攻丝	6·36
(1) 各种丝锥的特点及应用范围	6·36
(2) 底孔钻头直径的选择	6·36
(3) 机用丝锥攻丝的切削速度	6·40
(4) 攻螺纹切削液的选择	6·41
2. 挤压丝锥攻丝	6·41
(1) 概述	6·41
(2) 挤压丝锥的结构	6·41
(3) 挤压用量和冷却润滑液	6·42
3. 内螺纹拉削丝锥	6·42
(1) 概述	6·42
(2) 拉削丝锥的几何参数	6·42
(3) 操作说明	6·44
(4) 注意事项	6·45
4. 车削螺纹的几种自动退刀装置	6·45