

(第四版)

》》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，主要包括：金属切削基本知识、车削加工、螺纹加工、孔加工、拉削、刨削、铣削、齿轮加工、磨削、刀具的刃磨、数控切削加工。手册后面还有相关资料附录。

金属切削

JINSHU QIEXIAO SHOUCHE

手册

张益方 诸全兴 侯慧人 傅根良 顾泓刚 钱锐 编

上海科学技术出版社

金属切削手册

(第四版)

张益方 诸全兴 侯慧人
傅根良 顾泓刚 钱 锐 编

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

金属切削手册 / 张益芳等编. — 4 版. — 上海:
上海科学技术出版社, 2011. 5
ISBN 978 - 7 - 5478 - 0552 - 7

I. ①金… II. ①张… III. ①金属切削—技术手册
IV. ①TG - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 197655 号

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

上海江杨印刷厂印刷

开本 889 × 1194 1/32 印张 37.25 插页 4

字数:1300 千字

2011 年 5 月第 4 版 2011 年 5 月第 18 次印刷

印数:224 001—228 250

ISBN 978 - 7 - 5478 - 0552 - 7/TG · 21

定价:89.00 元

本书如有缺页、错装或损坏等严
重质量问题请向工厂联系调换

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,主要包括:金属切削基本知识,车削加工,螺纹加工,孔加工,拉削,刨削,铣削,齿轮加工,磨削,刀具刃磨,数控切削加工。手册后的附录有:单位及其换算,公差配合及表面粗糙度,国内外金属材料牌号对照,金属材料的热处理,硬质合金刀片的规格尺寸等。

本手册配有大量的图及表,阅读方便,是一本实用的工具书,可供从事金属切削的工人、工艺人员及有关专业的师生查阅和参考。

第四版前言

本手册于1974年初版以来,相继于1984年、2000年出版了第二、第三版,随着金属切削机床及金属切削技术的不断发展和一些技术标准的更新,原版内容已不敷使用,为此予以修订并推出最新内容的第四版。

这次的新版本,调整了原来的章节,更新了内容,对数控机床和加工中心设备操作使用有所表述。对近年来的革新成果和金属切削新技术及新材料如:聚晶人造金刚石、聚晶立方氮化硼刀具的应用技术,各种金属大型及非金属石英玻璃材料深孔加工技术的攻克成果等,都有一定程度的介绍。此外在内容上用我国新颁布的有关标准全部替代了老标准。而对于技术名词、定义和符号等,尽量向国际标准化组织(ISO)颁布的标准规定靠拢,又因考虑到我国工矿企业目前的实际情况,也酌情留有某些习惯用法。

参加本版编写工作的是:第一章、第九章、第十章及附录为张益方,第二章、第三章为诸全兴,第四章为顾泓刚,第五章、第六章为傅根良,第七章、第八章为侯慧人,第十一章为张益方、钱锐。本书由张益方统稿。

本版修订编写全过程是由诸全兴负责组织工作。

本手册编写修订过程中得到了上海和兄弟省市的科技工作者、劳动模范和金属切屑工作者的热情帮助和支持,谨此表示感谢。

鉴于编者水平所限,对本修订版手册难免存在的缺点、错误和不足之处,热忱欢迎广大读者批评、指正。

《金属切削手册》第四版修订编写组

目 录

第一章 金属切削基本知识	1. 1
一、一般名称及术语	1. 1
1. 工件上的表面	1. 1
2. 刀具的组成要素	1. 1
3. 切削运动	1. 3
二、刀具的几何角度	1. 4
1. 确定刀具几何角度的参考系	1. 4
(1) 静态参考系	1. 4
(2) 工作参考系	1. 6
2. 刀具几何角度的定义	1. 7
(1) 刀具的静态几何角度	1. 7
(2) 刀具的工作几何角度	1. 8
3. 单刃刀具的几何角度标注方法	1. 10
(1) 按 $\rho_o - \rho_r - \rho_s$ 正交平面系标注	1. 11
(2) 按 $\rho_o - \rho_r - \rho_s$ 法平面系标注	1. 11
4. 刀具几何角度的换算	1. 11
(1) 同一参考系内的角度换算关系	1. 11
(2) 刀具的静态角度与工作角度的关系	1. 13
5. 刀具几何参数的选择	1. 15
(1) 刀具几何角度的作用及选择原则	1. 15
(2) 刀尖形状及其参数的选择	1. 17
(3) 切削刃形式及其参数的选择	1. 17
三、切削用量、切削层及材料切除率	1. 19
1. 切削用量三要素及其选择原则	1. 19
(1) 切削速度	1. 19
(2) 进给量	1. 19
(3) 背吃刀量	1. 19
2. 切削层的参数	1. 21
(1) 切削层公称厚度	1. 21

(2) 切削层公称宽度	1. 21
(3) 切削层公称横截面积	1. 21
3. 材料切除率	1. 22
四、刀具切削部分材料	1. 22
1. 各类刀具材料的基本性能	1. 22
2. 高速钢的分类、钢号、性能及用途	1. 24
3. 硬质合金	1. 26
(1) 切削加工用硬质合金的分类、分组代号	1. 26
(2) 常用硬质合金的分类、化学成分、力学性能	1. 28
(3) 国内主要厂商生产的硬质合金牌号及其适用范围	1. 29
(4) 涂层硬质合金	1. 33
(5) 硬质合金刀片的型号规格	1. 35
4. 陶瓷刀具材料	1. 42
5. 超硬刀具材料	1. 43
五、切削过程的基本概念	1. 46
1. 切屑的形成过程及切削力和切削热	1. 46
2. 积屑瘤	1. 47
3. 切削力及切削功率的估算	1. 49
(1) 单位切削功率	1. 49
(2) 计算实例	1. 50
4. 刀具的磨损及破损	1. 51
(1) 刀具磨损的形式	1. 51
(2) 刀具磨损的原因	1. 52
(3) 刀具的磨损限度	1. 53
(4) 刀具寿命	1. 54
(5) 解决硬质合金刀具崩刃打刀的措施	1. 55
六、已加工表面质量	1. 57
1. 衡量表面质量的指标	1. 57
2. 表面粗糙度	1. 57
(1) 各种加工方法所能达到的表面粗糙度	1. 57
(2) 减小表面粗糙度的措施	1. 59
3. 加工硬化及残留应力	1. 60
(1) 形成加工硬化及残留应力的原因	1. 60
(2) 加工钢材时工件表面的硬化情况	1. 61
(3) 减小加工硬化及残留应力的措施	1. 61

七、切削液	1. 62
1. 切削液的作用	1. 62
2. 切削液的种类	1. 63
(1) 各种切削液的性能特点	1. 63
(2) 常用切削液的性能及适用范围	1. 64
3. 切削液的使用方法	1. 66
4. 减少切削液对环境影响的措施	1. 68
八、切屑的控制	1. 69
1. 切屑形状的分类	1. 69
2. 切屑控制的基本要求	1. 70
3. 断屑方法及影响断屑的因素	1. 70
4. 断屑槽的设计	1. 72
(1) 断屑槽槽形及其参数的选择原则	1. 72
(2) 中等切深下切削低碳钢或中碳钢的断屑槽参数	1. 73
(3) 中等切深下切削合金结构钢或工具钢的断屑槽参数	1. 73
(4) 大切深下切削碳素钢或合金结构钢的断屑槽参数	1. 73
(5) 小切深下切削钢件的断屑槽参数	1. 74
(6) 小月牙注断屑槽槽形参数及断屑范围	1. 74
九、工件材料的切削加工性	1. 75
1. 工件材料切削加工性的分级、影响因素及改善途径	1. 75
(1) 切削加工性的分级	1. 75
(2) 影响切削加工性的因素	1. 76
(3) 改善工件材料切削加工性的途径	1. 77
2. 不锈钢的切削加工	1. 77
(1) 不锈钢的分类	1. 77
(2) 各类不锈钢的相对加工性系数	1. 78
(3) 不锈钢难切削的原因	1. 78
(4) 切削不锈钢的具体措施	1. 79
3. 高温合金的切削加工	1. 79
(1) 高温合金的分类	1. 79
(2) 高温合金难切削的原因	1. 80
(3) 切削高温合金的具体措施	1. 80
4. 钛合金的切削加工	1. 81
(1) 钛合金的分类	1. 81
(2) 钛合金难切削的原因	1. 81

(3) 切削钛合金的具体措施	1.82
5. 其他难切削材料的加削加工	1.82
(1) 高硬度材料的切削加工	1.82
(2) 高锰钢的切削加工	1.83
十、可转位刀具的简介	1.84
1. 可转位刀具的特点	1.84
2. 硬质合金可转位刀片的选择	1.84
(1) 可转位车刀刀片的形状及断屑槽选择	1.84
(2) 可转位铣刀刀片的选择	1.86
3. 刀片的夹持结构	1.86
(1) 对刀片夹持结构的要求	1.86
(2) 车刀刀片的夹持	1.86
(3) 铣刀刀片的夹持	1.92
第二章 车削加工	2.1
一、不同形面加工工艺方案	2.1
1. 外圆加工工艺方案比较	2.1
2. 孔加工工艺方案比较	2.1
3. 平面加工工艺方案比较	2.2
(1) 粗加工	2.2
(2) 精加工	2.3
(3) 光整加工	2.3
二、机械加工中的定位与夹紧符号	2.3
1. 基本符号	2.3
2. 常用符号	2.4
3. 实例说明	2.5
三、轴、套类零件的结构要素	2.5
1. 中心孔的型式和尺寸	2.5
(1) 不带护锥的 A 型中心孔	2.5
(2) 带护锥的 B 型中心孔	2.6
(3) 带护锥及螺孔的 C 型中心孔	2.6
(4) R 形圆弧形中心孔	2.7
2. 轴与套的倒角、倒圆角半径	2.8
3. 端面及内、外圆的砂轮越程槽	2.8
四、轴、套类零件的磨削加工余量	2.9

1. 外圆的磨削加工余量	2. 9
2. 内圆的磨削加工余量	2. 9
五、车刀的选用	2. 10
1. 概述	2. 10
2. 外圆车刀几何参数的选择	2. 10
(1) 选择车刀几何参数的参考因素	2. 10
(2) 外圆车刀几何参数的参考数值	2. 11
六、车削外圆	2. 13
1. 不同精度外圆的车削加工方法和加工余量	2. 13
2. 常用外圆车刀介绍	2. 13
3. 车削外圆时工件常用的装夹方法	2. 18
4. 中心架、跟刀架的应用及细长轴加工特点	2. 20
(1) 中心架的使用	2. 20
(2) 跟刀架的使用	2. 21
(3) 跟刀架的改进	2. 22
(4) 细长轴的加工特点	2. 22
5. 车削外圆产生故障和缺陷的原因及预防措施	2. 25
七、车削圆柱孔	2. 27
1. 车床常用孔加工刀具及典型的加工方法	2. 27
(1) 车床上钻孔的方法	2. 27
(2) 常用镗孔刀的种类	2. 29
(3) 加工小孔内槽刀具及加工方法	2. 30
2. 车床镗孔微量调节切深方法	2. 31
3. 圆柱孔的测量方法	2. 32
(1) 用内卡钳测量圆柱孔	2. 32
(2) 用极限塞规测量圆柱孔	2. 33
(3) 用自制量棒测量大孔	2. 33
(4) 用游标卡尺测量圆柱孔	2. 33
(5) 用内径百分尺测量圆柱孔	2. 33
(6) 用内径百分表测量圆柱孔	2. 34
4. 车床上加工圆柱孔产生缺陷的原因及预防措施	2. 35
八、切断与切槽	2. 36
1. 切断的特点	2. 36
2. 常用切断刀的几何参数	2. 37
3. 常用切断刀的主切削刃形状	2. 38

4. 硬质合金切断刀的切削用量	2. 39
5. 反切刀切断法	2. 39
6. 外沟槽的车削	2. 40
(1) 直槽的车削方法	2. 40
(2) 45°外沟槽车刀和车削方法	2. 40
7. 在车床上加工∞字形油槽	2. 40
8. 切断存在的常见问题	2. 41
九、车削圆锥面	2. 42
1. 圆锥体各部分名称及计算	2. 42
2. 常用标准锥度及应用范围	2. 43
3. 标准圆锥	2. 45
(1) 莫氏圆锥	2. 45
(2) 公制圆锥	2. 45
4. 铣床主轴用刀杆尾部 7:24 圆锥	2. 47
5. ST 型手动换刀机床用 7:24 圆锥工具柄部	2. 47
6. 锥度和角度公差	2. 48
7. 自由角度和自由锥度公差	2. 48
8. 长圆锥面的车削方法	2. 49
(1) 机床附设机构的原理	2. 49
(2) 滚筒直径计算	2. 49
9. 车削小工件圆锥面的靠模装置	2. 50
10. 圆锥的检验方法	2. 51
(1) 单项测量法	2. 51
(2) 综合测量法	2. 52
11. 车削圆锥时产生缺陷的原因及预防方法	2. 53
十、车削偏心工件	2. 53
1. 偏心工件的划线步骤	2. 54
2. 偏心工件常用的车削方法	2. 54
3. 偏心工件的测量方法	2. 56
十一、车削特形面	2. 57
1. 用成形车刀车削特形面	2. 57
2. 用靠模车削特形面	2. 58
3. 车削内、外球面的几种刀具和方法	2. 60
4. 旋风切削球面的方法	2. 60
5. 特形面零件的检验方法	2. 61

6. 车削特形面产生缺陷的原因及预防方法	2. 61
(1) 车削后工件轮廓不正确	2. 61
(2) 特形面工件表面粗糙度不合格	2. 62
十二、表面修饰加工	2. 62
1. 表面滚花加工	2. 62
(1) 滚花刀	2. 62
(2) 滚花方法	2. 62
(3) 花纹种类的选择和应用	2. 63
2. 表面滚压加工	2. 63
(1) 滚压加工原理	2. 63
(2) 滚压加工特点	2. 63
(3) 不同滚压加工的效果	2. 65
(4) 外圆滚压加工工具	2. 65
(5) 可调式浮动内圆滚压工具	2. 66
(6) 深孔滚压工具	2. 68
(7) 圆柱孔脉冲滚压工具	2. 69
十三、典型零件加工工艺分析	2. 72
1. 生产过程	2. 72
2. 生产纲领、批量和生产类型	2. 72
3. 工艺过程	2. 72
4. 拟定工艺过程的注意事项	2. 74
(1) 工序的集中与分散	2. 74
(2) 划分加工阶段	2. 74
(3) 合理安排热处理工序	2. 75
5. 不同类型零件加工工艺分析	2. 76
(1) 概述	2. 76
(2) 轴类零件的加工实例分析	2. 76
十四、特殊型面加工工艺分析	2. 85
1. 内双曲面车削工艺方法	2. 85
(1) 双曲面形成原理	2. 85
(2) 转角 α 的计算	2. 86
(3) 注意事项	2. 86
2. 多边形零件车削工艺方法	2. 87
(1) 概述	2. 87
(2) 专用装置的结构	2. 87

(3) 刀具及有关问题	2.87
(4) 加工非正多边形工件的有关问题	2.90
3. 钻削小直径深孔装置及刀具	2.91
十五、超硬材料刀具	2.92
1. 超硬材料聚晶复合片	2.92
2. 超硬材料车刀的几何参数	2.93
(1) 聚晶金刚石车刀	2.93
(2) 立方氮化硼车刀	2.94
3. 超硬刀具的应用实例	2.94
(1) 聚晶金刚石(PCD)刀具	2.94
(2) 聚晶立方氮化硼(PCBN)车刀	2.98

第三章 螺纹加工 3.1

一、常用螺纹的种类、特征及其用途 3.1

二、螺纹的结构要素 3.9

1. 普通外螺纹收尾、肩距、退刀槽和倒角尺寸 3.9
2. 普通内螺纹收尾、肩距、退刀槽和倒角尺寸 3.10
3. 米制锥螺纹(内螺纹)收尾和退刀槽尺寸 3.11

三、车削螺纹时挂轮的计算 3.12

1. 挂轮形式和啮合要求 3.13
2. 挂轮计算公式及实例 3.13
3. 车削特殊螺距螺纹时挂轮的计算 3.14
 - (1) 车削非标准螺距时挂轮的计算 3.14
 - (2) 车削模数蜗杆或径节蜗杆时挂轮的计算 3.16
 - (3) 根据螺旋导程计算挂轮 3.16
4. π 的近似分数值 3.17

四、螺纹车刀的几何参数及螺纹切削图形 3.18

1. 螺纹车削的方法与切削图形 3.18
2. 螺纹车刀顶刃宽度的计算 3.19
 - (1) 30° 梯形螺纹车刀的顶刃宽度尺寸 3.19
 - (2) 40° 模数蜗杆车刀的顶刃宽度尺寸 3.20
 - (3) 29° 径节蜗杆车刀的顶刃宽度尺寸 3.20
3. 螺纹车刀两侧刃后角的计算 3.21
4. 螺纹车刀前角对牙型角的影响 3.22

五、车削多线螺纹的分线方法 3.23

1. 概述	3. 23
2. 轴向分线法	3. 23
3. 圆周分线法	3. 24
(1) 挂轮分线法	3. 25
(2) 利用简易分度盘分线	3. 25
六、车削蜗杆的方法	3. 25
1. 车削圆柱形模数蜗杆	3. 25
2. 公制蜗杆各部分尺寸计算	3. 27
七、车削不等距螺杆	3. 28
1. 不等距螺杆装置的结构原理	3. 28
2. 注意事项	3. 29
八、内螺纹的加工方法	3. 30
1. 采用丝锥攻螺纹	3. 30
(1) 丝锥的形状	3. 30
(2) 丝锥的种类	3. 30
(3) 底孔钻头直径的选择	3. 31
2. 用丝锥攻内螺纹的方法	3. 34
3. 采用梯形内螺纹拉削丝锥简介	3. 34
(1) 概述	3. 34
(2) 拉削丝锥的几何参数	3. 35
(3) 操作说明	3. 36
九、几种高效率螺纹车刀	3. 36
1. 可转位螺纹车刀	3. 36
2. 机夹式高效螺纹车刀	3. 37
3. 可转位精密螺纹车刀	3. 38
十、旋风切削螺纹	3. 39
1. 旋风切削的概念	3. 39
(1) 逆切法	3. 40
(2) 顺切法	3. 40
2. 旋风切削用量及有关问题	3. 41
(1) 切削用量的选择	3. 41
(2) 旋刀刀尖旋转直径与螺纹直径比的选择	3. 42
(3) 旋风切削的切削功率	3. 42
(4) 圆球螺杆的旋风切削	3. 43
十一、螺纹滚压加工	3. 45

1. 概述	3.45
2. 滚压螺纹的主要方法及应用范围	3.45
3. 滚压不同材料、不同硬度螺纹的工艺直径	3.47
十二、螺纹的常用测量方法	3.48
1. 单项测量法	3.48
(1) 顶径的测量	3.49
(2) 螺距的测量	3.49
(3) 螺纹牙型的测量	3.49
(4) 中径的测量	3.49
(5) 蜗杆齿厚的测量	3.49
2. 综合测量法	3.50
3. 带镀层的螺纹镀前加工的测量法	3.51
4. 三针测量螺纹中径法	3.51
(1) 计算公式	3.51
(2) 测量普通螺纹时的 M 值	3.53
(3) 测量梯形螺纹时的 M 值	3.56
十三、车削螺纹时产生缺陷与故障的原因及预防措施	3.57
十四、螺纹的基本尺寸及其公差	3.58
1. 普通螺纹	3.58
(1) 米制普通螺纹	3.58
(2) 统一标准螺纹	3.68
(3) 惠氏螺纹	3.71
2. 管螺纹	3.73
(1) 英制密封管螺纹	3.73
(2) 英制非密封管螺纹	3.75
(3) 米制管螺纹	3.77
3. 梯形螺纹	3.79
4. 锯齿形螺纹	3.89
第四章 孔加工	4.1
一、钻削	4.2
1. 标准麻花钻	4.2
(1) 标准麻花钻的组成	4.2
(2) 标准麻花钻切削部分的组成	4.3
(3) 标准麻花钻的三个辅助平面	4.4

(4) 标准麻花钻的几何参数	4.4
2. 钻削用量	4.6
(1) 钻削用量的计算	4.6
(2) 钻削用量的推荐值	4.8
3. 标准麻花钻的优缺点及改进措施	4.9
(1) 优点	4.9
(2) 缺点	4.9
(3) 标准麻花钻的修磨措施	4.10
(4) 钻孔时产生缺陷的原因及防止方法	4.11
4. 其他几种钻头	4.11
(1) 分屑槽钻头	4.11
(2) 硬质合金钻头	4.12
(3) 斜面钻	4.12
(4) 半孔钻	4.12
(5) 球形万向钻	4.13
(6) 几种精确扩孔钻	4.13
(7) 平底孔钻	4.15
(8) 多刃带阶梯钻	4.15
(9) 方孔钻	4.15
(10) 扁钻	4.17
(11) 群钻	4.19
二、 铤削	4.27
1. 铤钻的尺寸	4.27
2. 机夹硬质合金铤钻	4.31
三、 铰削	4.31
1. 铰削特点	4.31
2. 铰削用量的推荐值	4.32
3. 铰刀的结构	4.33
4. 介绍几种铰刀	4.35
(1) 可调节手动铰刀	4.35
(2) 斜齿套式机用铰刀	4.35
(3) 大刃倾角铰刀	4.36
(4) 小深孔双刃拉铰刀	4.36
(5) 月牙形铰刀	4.37
(6) 锥销孔校正铰刀	4.37

(7) 阶梯形铰刀	4.38
(8) 少齿数螺旋形铰刀	4.38
(9) 跳齿螺旋形铰刀	4.39
(10) 大螺旋角铰刀	4.39
(11) 硬质合金铰刀	4.40
(12) 硬质合金斜齿铰刀	4.41
(13) 套式硬质合金铰刀	4.41
(14) 小粗糙度可调节硬质合金铰刀	4.42
(15) 无刃铰刀	4.43
(16) 硬质合金机夹无刃铰刀	4.44
(17) 硬质合金盲孔无刃铰刀	4.44
5. 高速铰孔用旋转导套	4.45
(1) 滚珠式旋转导套	4.45
(2) 滚针式旋转导套	4.46
6. 夹持铰刀的浮动装置	4.46
7. 铰削用量的推荐值	4.48
8. 铰孔中常见缺陷及解决措施	4.49
四、镗削	4.51
1. 镗床基本工作范围	4.51
2. 镗刀种类	4.52
3. 介绍几种镗刀	4.52
(1) 装夹式可调单刃镗刀	4.52
(2) 微调镗刀	4.53
(3) 微型机夹式精镗刀	4.53
(4) 刚性镗铰刀	4.56
4. 镗头及镗排	4.57
(1) 横向微动镗头	4.57
(2) 差动镗刀排	4.59
(3) 差动微调镗排	4.59
(4) 精密微调镗排	4.60
(5) 旋转封闭式可调镗排	4.61
(6) 内球面自动进给镗排	4.61
(7) 可调组合镗排	4.62
(8) 内球面镗排	4.63
(9) 锥孔镗排	4.63