

(第三版)

# 金属切削手册

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

(第三版)

上海市金属切削技术协会 编

上海科学技术出版社

## 图书在版编目 ( C I P ) 数据

金属切削手册 / 上海市金属切削技术协会编. —3 版.  
上海: 上海科学技术出版社, 2008.1  
ISBN 978-7-5323-4660-8

I . 金… II . 上… III . 金属切削—技术手册 IV . TG5-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第206673号

上海世纪出版股份有限公司  
上海科学技术出版社 出版、发行

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

常熟市文化印刷有限公司印刷

开本 850×1156 1/32 印张 36.75

字数: 1342 千字

2008 年 1 月第 3 版第 17 次印刷

印数: 221701 - 224000

定价: 68.00 元



---

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题，  
请向承印厂联系调换

## 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,并对金属切削基本知识和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:金属切削基本知识,车削加工,螺纹加工,孔加工,拉削,铣削,刨削,齿轮加工,磨削,刀具刃磨。手册后的附录有:单位及其换算,公差配合及表面粗糙度,常用工具的定位、装夹及传动要素,常用金属材料及热处理,硬质合金刀片的规格尺寸。

本手册简明易懂。手册中有大量配置合理的图、表,查阅方便,既是一本实用工具书,也可作为参考书。可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。

责任编辑 史全富 汪 麟

# 前 言

本手册第一版是1974年出版的,第二版于1984年出版,随着金属切削技术的不断进步和一些标准的更新,原版内容已不敷使用,为此予以修订重版。

这次的新版本,调整了原来的章节,更新了内容,对近年来的革新成果和金属切削新技术及新材料等,都有一定程度的反映。此外,对我国新颁布的有关标准,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、定义和符号等,尽量向国际标准化组织(ISO)颁布的标准规定靠拢,但考虑到我国工矿企业的目前实际情况,也酌情留有某些习惯用法。

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、谢根兴、冯乾永、周德生、奚威、欧永昌、杨永福和梅志强。第二版的编写人员是: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。由冯乾永统稿,并由魏庆同审稿。

参加本版编写工作的是:第1章和第10章及附录张益方,第2、3章诸全兴,第4、5章傅根良,第6、7章侯慧人,第8章冯乾永,第9章李兆高,由冯乾永统稿。

本手册第一、二版编写全过程是由朱大先主持组织的。第三版编写期间由诸全兴负责组织联络工作。

本手册编写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

# 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 .....	1.2
3. 切削运动 .....	1.4
二、刀具的几何角度 .....	1.4
1. 确定刀具几何角度的参考系 .....	1.5
(1) 静态参考系 .....	1.5
(2) 工作参考系 .....	1.7
2. 刀具几何角度的定义 .....	1.8
(1) 刀具的静态几何角度 .....	1.8
(2) 刀具的工作几何角度 .....	1.12
3. 单刃刀具的几何角度标注方法 .....	1.13
(1) 按 $p_o - p_r - p_s$ 正交平面系标注 .....	1.13
(2) 按 $p_n - p_r - p_s$ 法平面系标注 .....	1.14
4. 刀具几何角度的换算 .....	1.14
(1) 同一参考系内的角度换算关系 .....	1.14
(2) 刀具的静态角度与工作角度的换算 .....	1.16
5. 刀具几何参数的选择 .....	1.25
(1) 刀具几何角度的作用及选择原则 .....	1.25
(2) 刀尖形状及其参数的选择 .....	1.28
(3) 切削刃形式及其参数的选择 .....	1.29
三、切削用量、切削层及材料切除率 .....	1.31
1. 切削用量三要素及其选择原则 .....	1.31
(1) 切削速度 .....	1.31
(2) 进给量 .....	1.31
(3) 背吃刀量 .....	1.32
2. 切削层的参数 .....	1.33
(1) 切削层公称厚度 .....	1.33
(2) 切削层公称宽度 .....	1.33



(3) 切削层公称横截面积 .....	1.33
3. 材料切除率 .....	1.33
四、刀具切削部分材料 .....	1.34
1. 各类刀具材料的基本性能 .....	1.34
2. 高速钢的分类、化学成分、性能及用途 .....	1.37
3. 硬质合金 .....	1.40
(1) 切削加工用硬质合金的分类、分组代号(GB2075-87) .....	1.40
(2) 常用硬质合金的分类、化学成分、力学性能 .....	1.42
(3) 新牌号硬质合金的使用性能及适用范围 .....	1.43
(4) 涂层硬质合金 .....	1.47
(5) 硬质合金刀片的型号规格 .....	1.48
4. 聚晶超硬刀具材料 .....	1.58
五、切削过程的基本概念 .....	1.58
1. 切屑的形成过程及切削力和切削热 .....	1.58
2. 积屑瘤 .....	1.59
3. 切削力及切削功率的估算 .....	1.60
(1) 材料切除率的切削功率 .....	1.60
(2) 计算实例 .....	1.62
4. 刀具的磨损及破损 .....	1.64
(1) 刀具磨损的形式 .....	1.64
(2) 刀具磨损的原因 .....	1.66
(3) 刀具的磨损限度 .....	1.67
(4) 刀具寿命 .....	1.68
(5) 解决硬质合金刀具崩刃打刀的措施 .....	1.68
六、已加工表面质量 .....	1.70
1. 衡量表面质量的指标 .....	1.70
2. 表面粗糙度 .....	1.70
(1) 各种加工方法所能达到的表面粗糙度 .....	1.70
(2) 减小表面粗糙度的措施 .....	1.72
3. 加工硬化及残留应力 .....	1.74
(1) 形成加工硬化及残留应力的原因 .....	1.74
(2) 加工钢材时工件表面的硬化情况 .....	1.74
(3) 减小加工硬化及残留应力的措施 .....	1.75
七、切削液 .....	1.76
1. 切削液的作用 .....	1.76
2. 切削液的种类 .....	1.77

(1) 各种切削液的性能特点 .....	1.77
(2) 常用切削液的性能及适用范围 .....	1.78
3. 切削液的使用方法 .....	1.80
八、切屑的控制 .....	1.82
1. 切屑形状的分类 .....	1.82
2. 切屑控制的基本要求 .....	1.83
3. 断屑方法及影响断屑的因素 .....	1.84
4. 断屑槽的设计 .....	1.85
(1) 断屑槽槽形及其参数的选择原则 .....	1.85
(2) 中等切深下切削低碳钢或中碳钢的断屑槽参数 .....	1.86
(3) 中等切深下切削合金结构钢或工具钢的断屑槽参数 .....	1.86
(4) 大切深下切削碳素钢或合金结构钢的断屑槽参数 .....	1.87
(5) 小切深下切削钢件的断屑槽参数 .....	1.87
(6) 小月牙洼断屑槽槽形参数及断屑范围 .....	1.88
九、工件材料的切削加工性 .....	1.89
1. 工件材料切削加工性的分级、影响因素及改善途径 .....	1.89
(1) 切削加工性的分级 .....	1.89
(2) 影响切削加工性的因素 .....	1.90
(3) 改善工件材料切削加工性的途径 .....	1.90
2. 不锈钢的切削加工 .....	1.91
(1) 不锈钢的分类 .....	1.91
(2) 各类不锈钢的相对加工性系数 .....	1.92
(3) 不锈钢难切削的原因 .....	1.92
(4) 切削不锈钢的具体措施 .....	1.93
3. 高温合金的切削加工 .....	1.94
(1) 高温合金的分类 .....	1.94
(2) 高温合金难切削的原因 .....	1.94
(3) 切削高温合金的具体措施 .....	1.95
4. 钛合金的切削加工 .....	1.95
(1) 钛合金的分类 .....	1.95
(2) 钛合金难切削的原因 .....	1.96
(3) 切削钛合金的具体措施 .....	1.96
5. 其他难切削材料的切削加工 .....	1.97
(1) 高硬度材料的切削加工 .....	1.97
(2) 高锰钢的切削加工 .....	1.98
十、可转位刀具的简介 .....	1.99



1. 可转位刀具的特点	1.99
2. 硬质合金可转位刀片的选择	1.99
(1) 可转位车刀刀片的形状及断屑槽选择	1.99
(2) 可转位铣刀刀片的选择	1.100
3. 刀片的夹持结构	1.100
(1) 对刀片夹持结构的要求	1.100
(2) 车刀刀片的夹持	1.101
(3) 铣刀刀片的夹持	1.108
4. 可转位刀具几何角度的计算	1.112
(1) 可转位车刀的角度计算	1.112
(2) 可转位面铣刀的角度计算	1.113

## 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	2.3
(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	2.4
1. 基本符号	2.4
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	2.5
2. 轴与套的倒角、倒圆角半径	2.6
3. 磨端面及内、外圆的砂轮越程槽	2.7
四、轴套类零件的磨削加工余量	2.7
1. 外圆的磨削加工余量	2.7
2. 内圆的磨削加工余量	2.8
五、车刀的选用	2.8
1. 概述	2.8
2. 外圆车刀几何参数的选择	2.8
(1) 选择车刀几何参数的参考意见	2.8

(2) 外圆车刀几何参数的参考数值 .....	2.13
六、车削外圆 .....	2.13
1. 不同精度外圆时在车床上的加工方法 .....	2.13
2. 轴类零件半精车、精车外圆的加工余量 .....	2.13
3. 车削外圆热轧圆钢直径的选择 .....	2.14
4. 中心架与跟刀架的使用 .....	2.14
(1) 中心架的使用 .....	2.14
(2) 跟刀架的使用 .....	2.15
(3) 跟刀架的改进 .....	2.17
5. 车削外圆产生废品的原因及预防措施 .....	2.18
七、车削圆柱孔 .....	2.20
1. 车床常用孔加工刀具及典型加工方法 .....	2.20
(1) 在车床上钻孔的方法 .....	2.20
(2) 常用镗孔刀的种类 .....	2.22
(3) 加工小孔内槽刀具及加工方法 .....	2.24
(4) 钻削小直径深孔装置及刀具 .....	2.24
2. 车床镗孔微量调节切深方法 .....	2.25
3. 圆柱孔的测量方法 .....	2.26
(1) 用内卡钳测量圆柱孔 .....	2.26
(2) 用极限塞规测量圆柱孔 .....	2.27
(3) 用自制量棒测量大孔 .....	2.28
(4) 用游标卡尺测量圆柱孔 .....	2.28
(5) 用内径百分尺测量圆柱孔 .....	2.28
(6) 用内径百分表测量圆柱孔 .....	2.29
4. 车床上加工圆柱孔产生废品的原因及预防措施 .....	2.30
八、切断与切槽 .....	2.31
1. 切断的特点 .....	2.31
2. 常用切断刀几何参数 .....	2.32
3. 常用切断刀的主切削刃形状 .....	2.33
4. 硬质合金切断刀的切削用量 .....	2.34
5. 反切刀切断法 .....	2.35
6. 外沟槽的车削 .....	2.35
(1) 直槽的车削方法 .....	2.35
(2) 45°外沟槽车刀和车削方法 .....	2.35
7. 切断存在的常见问题 .....	2.37
九、车削圆锥面 .....	2.38

1. 圆锥体各部分名称及其计算	2. 38
2. 标准锥度及其应用范围	2. 40
3. 长圆锥面的车削方法	2. 41
(1) 机床附设机构的原理	2. 41
(2) 滚筒直径计算	2. 42
4. 车削小工件圆锥面的靠模装置	2. 42
5. 圆锥的检验方法	2. 43
(1) 单项测量法	2. 43
(2) 综合测量法	2. 45
6. 车削圆锥时产生废品的原因及预防方法	2. 46
十、车削偏心	2. 47
1. 车削一般偏心	2. 47
2. 偏心工件的常用测量方法	2. 49
十一、车削特形面	2. 50
1. 用成形车刀车削特形面	2. 50
2. 用靠模车削特形面	2. 52
3. 旋风切削球面的方法	2. 54
4. 车削特形面产生废品的原因及预防方法	2. 55
(1) 车削后工件轮廓不正确	2. 55
(2) 特形面工件表面粗糙度不合格	2. 55
十二、表面滚压加工	2. 56
1. 滚压加工原理	2. 56
2. 滚压加工特点	2. 56
3. 硬质合金外圆滚压工具	2. 56
(1) 工具特点	2. 56
(2) 滚压用量	2. 57
(3) 注意事项	2. 57
4. 可调式浮动内圆滚压工具	2. 57
(1) 工具特点	2. 57
(2) 滚压用量	2. 57
(3) 注意事项	2. 58
5. 深孔滚压工具	2. 58
(1) 工具特点	2. 58
(2) 滚压用量	2. 59
(3) 注意事项	2. 59
6. 圆柱孔脉冲滚压工具	2. 59

(1) 工具特点 .....	2.59
(2) 滚压用量 .....	2.59
(3) 注意事项 .....	2.60
十三、典型零件的加工工艺分析 .....	2.61
1. 生产过程 .....	2.61
2. 生产纲领、批量和生产类型 .....	2.61
3. 工艺过程 .....	2.61
4. 拟定工艺过程时应注意事项 .....	2.63
(1) 工序的集中与分散 .....	2.63
(2) 划分加工阶段 .....	2.64
(3) 合理安排热处理工序 .....	2.64
5. 不同类型零件加工工艺分析 .....	2.68
(1) 概述 .....	2.68
(2) 轴类零件的加工实例分析 .....	2.68
(3) 套类零件的加工实例分析 .....	2.83
十四、特殊型面的加工工艺分析 .....	2.91
1. 内双曲面车削工艺方法 .....	2.91
(1) 双曲面形成原理 .....	2.91
(2) 转角 $\alpha$ 的计算 .....	2.92
(3) 注意事项 .....	2.93
2. 多边形零件车削工艺方法 .....	2.93
(1) 概述 .....	2.93
(2) 专用装置的结构 .....	2.94
(3) 刀具及其有关问题 .....	2.94
(4) 加工非正多边形工件的有关问题 .....	2.98
3. 在车床上加工 $\infty$ 字形油槽 .....	2.98
<b>第三章 螺纹加工 .....</b>	<b>3.1</b>
<b>一、螺纹的分类及其代号 .....</b>	<b>3.1</b>
1. 螺纹分类 .....	3.1
2. 标准螺纹代号 .....	3.1
<b>二、螺纹的结构要素 .....</b>	<b>3.3</b>
1. 普通外螺纹的收尾、肩距、退刀槽和倒角尺寸 .....	3.3
2. 普通内螺纹的收尾、肩距、退刀槽和倒角尺寸 .....	3.4
3. 米制锥螺纹的收尾、退刀槽和倒角尺寸 .....	3.5
<b>三、车削螺纹时挂轮的计算 .....</b>	<b>3.6</b>

1. 概述 .....	3.6
2. $\pi$ 的近似分数值 .....	3.6
3. 无进给箱车床的挂轮计算公式 .....	3.6
4. 车削特殊螺距螺纹时挂轮的计算 .....	3.9
(1) 车削非标螺距时挂轮的计算 .....	3.9
(2) 车削模数或径节蜗杆时挂轮的计算 .....	3.10
(3) 根据螺旋导程计算挂轮 .....	3.10
四、螺纹车刀的几何参数及螺纹切削图形 .....	3.11
1. $30^\circ$ 梯形螺纹车刀的顶刃宽度尺寸 .....	3.12
2. $40^\circ$ 模数蜗杆车刀的顶刃宽度尺寸 .....	3.12
3. $29^\circ$ 径节蜗杆车刀的顶刃宽度尺寸 .....	3.13
4. 螺纹车刀两侧刃后角的计算 .....	3.13
5. 螺纹中径升角 $\lambda$ 的计算 .....	3.13
6. 螺纹车刀前角对牙形角的影响 .....	3.15
7. 螺纹车削的方法与切削图形 .....	3.17
五、车削多头螺纹的分头方法 .....	3.18
1. 概述 .....	3.18
2. 利用百分表、块规和斜滑板分头 .....	3.18
3. 利用简易分度盘分头 .....	3.19
六、车削蜗杆方法 .....	3.19
1. 车削圆柱形模数蜗杆 .....	3.19
2. 车削不等距螺杆 .....	3.20
(1) 车削不等距螺杆装置的结构原理 .....	3.20
(2) 注意事项 .....	3.22
七、内螺纹加工方法 .....	3.22
1. 一般丝锥攻螺纹 .....	3.22
(1) 各种丝锥的特点及应用范围 .....	3.22
(2) 底孔钻头直径的选择 .....	3.25
(3) 机用丝锥攻螺纹的切削速度 .....	3.27
(4) 攻螺纹切削液的选用 .....	3.28
(5) 在车床上攻内螺纹的方法 .....	3.28
2. 挤压丝锥攻螺纹 .....	3.28
(1) 概述 .....	3.28
(2) 挤压丝锥的结构 .....	3.28
(3) 挤压用量和切削液 .....	3.29

3. 梯形内螺纹拉削丝锥 .....	3. 30
(1) 概述 .....	3. 30
(2) 拉削丝锥的几何参数 .....	3. 30
(3) 操作说明 .....	3. 30
八、几种高效率螺纹车刀 .....	3. 31
九、旋风切削螺纹 .....	3. 35
1. 旋风切削的概念 .....	3. 35
2. 旋风切削用量及有关问题 .....	3. 37
(1) 切削用量的选择 .....	3. 37
(2) 旋刀刀尖旋转直径与螺纹直径比的选择 .....	3. 37
(3) 旋风切削的切削功率 .....	3. 38
(4) 圆球螺杆的旋风切削 .....	3. 39
十、螺纹滚压加工 .....	3. 41
1. 概述 .....	3. 41
2. 滚压螺纹的主要方法及应用范围 .....	3. 42
3. 滚压不同材料、不同硬度螺纹的工艺直径 .....	3. 44
十一、典型螺纹零件的加工实例分析 .....	3. 46
1. 车床横滑板丝杠的加工实例分析 .....	3. 46
(1) 技术条件分析 .....	3. 46
(2) 工艺路线 .....	3. 46
(3) 车削步骤的选择 .....	3. 46
(4) 车削过程程序分析 .....	3. 46
2. 双头蜗杆的加工实例分析 .....	3. 46
(1) 技术条件分析 .....	3. 46
(2) 工艺路线 .....	3. 50
(3) 车削步骤的选择 .....	3. 50
(4) 车削过程程序分析 .....	3. 50
3. 精密丝杠的加工工艺分析 .....	3. 53
(1) 丝杠的工艺特点及材料选择 .....	3. 53
(2) 精密丝杠加工工艺 .....	3. 53
(3) 丝杠的螺纹加工 .....	3. 55
十二、螺纹的测量 .....	3. 55
1. 单项测量法 .....	3. 56
(1) 顶径的测量 .....	3. 56
(2) 螺距的测量 .....	3. 56
(3) 螺纹牙型的测量 .....	3. 56



(4) 中径的测量 .....	3. 57
2. 综合测量方法 .....	3. 63
3. 带镀层的螺纹镀前加工的测量 .....	3. 63
十三、车削螺纹时产生废品的原因及预防方法 .....	3. 65
十四、螺纹基本尺寸及螺纹公差 .....	3. 66
1. 普通螺纹基本牙型 .....	3. 66
2. 普通螺纹基本尺寸 .....	3. 68
3. 普通螺纹偏差 .....	3. 79
4. 关于普通螺纹公差等级及偏差表的说明 .....	3. 84
(1) 新国标公差配合简介 .....	3. 84
(2) 普通螺纹偏差表的应用 .....	3. 86
5. 梯形螺纹牙型 .....	3. 87
6. 梯形螺纹基本尺寸 .....	3. 88
7. 米制锥螺纹牙型及基本尺寸 .....	3. 91
8. 用螺纹密封的管螺纹牙型及基本尺寸 .....	3. 94
(1) 圆锥螺纹的基本牙型 .....	3. 94
(2) 圆柱内螺纹的基本牙型 .....	3. 94
(3) 基本尺寸 .....	3. 94
9. 非螺纹密封的管螺纹牙型和基本尺寸 .....	3. 95
(1) 圆柱管螺纹的基本牙型 .....	3. 95
(2) 基本尺寸 .....	3. 95

## 第四章 孔加工 .....

一、钻削 .....	4. 3
1. 标准麻花钻 .....	4. 3
(1) 标准麻花钻的组成 .....	4. 3
(2) 标准麻花钻切削部分的组成 .....	4. 5
(3) 标准麻花钻的三个辅助平面 .....	4. 6
(4) 标准麻花钻的几何参数 .....	4. 7
2. 钻削用量 .....	4. 9
(1) 钻削用量的计算 .....	4. 9
(2) 钻削用量推荐值 .....	4. 10
3. 标准麻花钻的优缺点及其改进措施 .....	4. 11
(1) 优点 .....	4. 11
(2) 缺点 .....	4. 11
(3) 标准麻花钻修磨措施 .....	4. 12

(4) 钻孔时产生缺陷原因及防止方法 .....	4. 13
4. 其他几种钻头 .....	4. 14
(1) 分屑槽钻头 .....	4. 14
(2) 硬质合金钻头 .....	4. 14
(3) 斜面钻 .....	4. 14
(4) 半孔钻 .....	4. 15
(5) 球形万向钻 .....	4. 15
(6) 几种精确扩孔钻 .....	4. 16
(7) 平底孔钻 .....	4. 18
(8) 多刃带阶梯钻 .....	4. 19
(9) 方孔钻 .....	4. 19
(10) 扁钻 .....	4. 20
(11) 群钻 .....	4. 23
二、 铤削 .....	4. 36
1. 铤钻的尺寸 .....	4. 36
2. 机夹硬质合金铤钻 .....	4. 42
三、 铰削 .....	4. 42
1. 铰削特点 .....	4. 42
2. 铰削用量推荐值 .....	4. 43
3. 铰刀的结构 .....	4. 44
4. 介绍几种铰刀 .....	4. 46
5. 夹持铰刀的浮动装置 .....	4. 65
6. 铰削用量推荐值 .....	4. 68
7. 铰孔中常见缺陷及解决措施 .....	4. 70
四、 深孔钻削 .....	4. 73
1. 深孔钻削特点和种类 .....	4. 73
2. 常用深孔刀具的结构 .....	4. 74
3. 介绍几种深孔钻 .....	4. 76
(1) 硬质合金单刃内排屑深孔钻 .....	4. 76
(2) 双刃外排屑深孔钻 .....	4. 76
(3) 麻花钻改制的双刃内排屑深孔钻 .....	4. 76
(4) 硬质合金双刃错齿内排屑深孔钻 .....	4. 79
(5) 可转位错齿内排屑深孔钻 .....	4. 84
(6) 喷吸钻 .....	4. 86
(7) 深孔套料钻 .....	4. 94
4. 推镗与拉铰 .....	4. 100

(1) 推镗 .....	4.103
(2) 拉铰 .....	4.103
(3) 高速拉铰与高速推镗切削用量推荐值 .....	4.103
(4) 注意事项 .....	4.103
五、镗削 .....	4.106
1. 镗床基本工作范围 .....	4.106
2. 镗刀种类 .....	4.107
3. 介绍几种镗刀 .....	4.107
(1) 装夹式可调单刃镗刀 .....	4.107
(2) 微调镗刀 .....	4.107
(3) 微型机夹式精镗刀 .....	4.108
(4) 刚性镗铰刀 .....	4.112
4. 镗头及镗排 .....	4.113
(1) 横向微动镗头 .....	4.113
(2) 差动镗刀排 .....	4.115
(3) 差动微调镗排 .....	4.116
(4) 精密微调镗排 .....	4.117
(5) 旋转封闭式可调镗排 .....	4.118
(6) 内球面自动进给镗排 .....	4.119
(7) 可调组合镗排 .....	4.121
(8) 内球面镗排 .....	4.122
(9) 镗削深锥孔镗排 .....	4.122

## 第五章 拉削 .....

一、拉削的加工范围与特点 .....	5.1
1. 加工范围 .....	5.1
2. 拉削特点 .....	5.2
二、拉刀的种类及组成 .....	5.3
1. 常用拉刀种类 .....	5.3
2. 拉刀的组成 .....	5.5
三、拉削方式及切削层几何参数 .....	5.6
1. 拉削方式 .....	5.6
2. 切削层几何参数 .....	5.7
四、拉刀各部分尺寸 .....	5.8
1. 拉刀切削部分的几何参数名称 .....	5.8
2. 拉刀齿升量 $f_z$ .....	5.9