

复杂刀具的使用、 重磨与检验

四川省机械工业局 编

机械工业出版社

复杂刀具的使用、重磨与检验

四川省机械工业局 编



机械工业出版社

本书简要地阐述了拉削刀具、滚削刀具、插齿刀、剃齿刀以及螺旋锥齿轮铣刀盘等复杂刀具的特点、结构和用途，较深入地论述了它们的工作原理，着重介绍了其合理使用、正确重磨和检验的方法，并提出了解决生产实际问题的办法。

此外，本书还就滚齿切削区域、滚刀的对中、滚刀及插齿刀的磨损问题进行了探讨和分析；对插齿刀和剃齿刀使用时的验算作了详细的叙述，并提出了插齿刀的作图验算法；提供了用正切齿厚仪测量剃齿刀齿厚的计算调整方法。此外，对螺旋锥齿轮铣刀盘比较灵活地用近似球面渐开线曲面的对偶加工求得局部具轨，以及拉削加工中切屑的形成、积屑瘤和鳞刺现象等，亦作了较详细的论述。

本书供使用复杂刀具的工程技术人员、工人参考使用，也可供大专院校有关专业师生参考。

复杂刀具的使用、重磨与检验

四川省机械工业局 编

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ · 印张 21 · 字数 509 千字

1983年6月北京第一版·1983年6月北京第一次印刷

印数 00,001—11,000 · 定价 2.50 元

*

统一书号：15033·5464

前 言

复杂刀具，通常系指拉削刀具和齿轮刀具。由于其造型及切削运动的关系复杂，在使用中，因其各方面因素的影响，往往会出现一些弊病。同时，因重磨和检验不当，不仅会造成工件质量的低劣，严重者会导致刀具的损坏或报废。

为了减少和尽可能地避免上述弊病，除了正确地设计和制造刀具外，还必须合理地使用刀具。为此，我局继组织编写《复杂刀具设计手册》、《齿轮刀具设计理论基础》之后，再次组织部分具有一定理论知识和实践经验的技术人员，编写了这本《复杂刀具的使用、重磨与检验》，为使用复杂刀具的技术人员和具有一定专业知识的有关工人同志，提供一本普及性的技术书籍。

本书简明扼要地阐述了常用的拉削刀具、滚齿刀具、插齿刀、剃齿刀和圆弧齿锥齿轮刀盘的特点、结构和用途，着重介绍其合理使用，以及正确重磨和检验的方法，较全面深入地论述其工作原理，使读者更明确地认识加工过程的实质，以提高分析和解决生产现场实际问题的能力。

除上述一般内容外，本书还着重论述了：对滚齿切削区域、滚刀磨损状态及滚齿时滚刀对中的分析；对插齿刀作图校验和磨损状况的分析；用“切线式测齿仪”对剃齿刀齿厚的测量，以及控制和测量剃齿刀重磨后齿形有效高度的图表法用局部共轭对偶加工的理论，求得圆弧齿锥齿轮铣刀盘各参数选择的机动灵活性。提示了刀盘参数与轮坯设计、机床微调试切、轮齿接触区调整的相互变换方式及其辩证关系；以及拉削加工中的切屑形成、切屑瘤和鳞刺现象等。

本书的编写工作，是在重庆大学、重庆工具厂、四川工具厂成都刀具服务站、四川齿轮厂、长征机床厂、四川化工学院的积极支持下进行的，由肖诗纲、周惠久二同志负责主编，朱钦泽、王秉善、向音、罗金恒、陈承祉同志参加编写。

本书在编写过程中，承蒙汉江工具厂靳耀斌、成都科学技术大学毛华仪、重庆大学陈远志、四川齿轮厂杨顺栋、重庆长江机床厂田培棠、宁江机床厂高永林、长江起重机厂王宜林、长江挖掘机厂祝庆元、綦江齿轮厂赵泽民、岷江齿轮厂李大鹏、江油矿山机器厂段启修、四川省建筑机械制造厂刘文峨、重庆起重机厂张启馨、成都电焊机厂朱植庭、成都电力修造厂兰慧清、成都汽车厂田文顺、重庆矿山机器厂刘大秀、内江机床厂彭淑洁等同志详细审阅了初稿，提出了许多宝贵意见，对保证本书质量起了积极的作用；刘文峨、张启馨、朱植庭、阳公懋四同志还为本书做了不少工作，在此一并致以衷心的感谢。

本书虽然试图结合生产实践对复杂刀具的使用、重磨与检验作较深入的讨论，然而，由于时间仓促，水平所限，书中难免存在不少缺点和错误，希望广大读者批评指正。

四川省机械工业局

常用符号

第一章 常用符号

A ——面积, 容屑槽有效截面积
 A' ——被切削层轴截面面积
 a_f ——拉刀齿升量
 ΣB ——切削宽度
 B ——键槽宽度, 切削刃宽度
 d ——直径
 d_0 ——拉刀直径
 d_m ——砂轮直径
 F ——切削力
 F_x ——轴向切削力
 F_r ——径向切削力
 F'_x ——单位长度切削刃上的轴向切削力
 h ——容屑槽深度
 K ——容屑槽容屑系数, 系数
 K' ——加工所要求的容屑系数
 L ——工件长度, 长度
 l_w ——工件上被拉削表面长度
 n ——花键键数
 T ——拉刀两次重磨间的耐用度
 T_0 ——拉刀机动时间
 v ——切削速度
 v' ——拉刀回程速度
 γ ——拉刀前角
 α ——拉刀后角
 β ——砂轮主轴回转角

第二、三、四章 常用符号

a_{12} ——被加工齿轮与共轭齿轮的中心距
 a_{01} ——被加工齿轮与刀具的中心距
 a_{02} ——内齿轮与插齿刀的中心距
 b_0 ——插齿刀原始截面至前刀面间的距离
 C ——径向间隙
 C^* ——径向间隙系数
 C_0^* ——刀具齿顶增量系数
 d ——直径, 分圆直径
 d_a ——齿顶圆直径 (渐开线齿轮)

d_f ——齿根圆直径 (渐开线齿轮)
 d_e ——外径
 f ——进给量, 圆周进给量
 f_r ——径向进给量
 f_t ——切向进给量
 f_x ——轴向进给量
 h ——齿高, 齿全高, 花键键齿高
 h_a ——齿顶高
 h_f ——齿根高
 h_{a0} ——刀具齿顶高
 h_a^* ——齿顶高系数
 H ——容屑槽深度
 i ——传动比
 K ——铲背量
 L ——滚刀长度, 螺旋齿轮啮合线长度
 m ——模数
 m_n ——法向模数
 m_t ——端面模数
 m_x ——轴向模数
 n ——头数
 P ——周节, 节距, 齿距, 分度圆齿距
 P_n ——法向周节 (齿距)
 P_x ——轴向周节 (齿距)
 P_z ——滚刀容屑槽导程
 r ——半径, 分度圆半径
 r_a ——齿顶圆半径
 r_f ——齿根圆半径
 r_i ——内圆半径
 r_b ——基圆半径
 r_{b0} ——刀具基圆半径
 S ——弧长, 齿厚, 分度圆齿厚
 T ——耐用度
 T_0 ——刀具切削时间
 W_K ——公法线长度
 ΔW_K ——公法线长度变动量
 X ——径向变位系数
 X_0 ——刀具径向变位系数
 z ——齿数, 花键键数, 滚刀圆周齿数
 α ——压力角, 齿形角, 分度圆压力角, 后角

α' — 啮合角, 工作压力角, 节圆压力角
 α_n — 分度圆法向压力角
 α_t — 分度圆端面压力角
 α_{t0} — 刀具分度圆端面压力角
 α'_t — 端面啮合角
 α'_{t0} — 刀具加工齿轮时的端面啮合角
 α_s — 齿顶圆压力角
 α_f — 齿根圆压力角
 α_0 — 刀具分度圆压力角, 刀具齿形角
 α'_{01} — 被加工齿轮与刀具啮合角
 α'_{t0} — 齿轮与齿轮啮合角
 α_R — 侧刃后角
 α_r — 顶刃后角
 α_m — 磨齿机工作台安装角
 β — 螺旋角, 分度圆螺旋角
 β_b — 基圆柱螺旋角
 β_{b0} — 刀具基圆柱螺旋角
 γ — 前角
 γ_s — 螺纹升角, 分度圆螺纹升角, 导角
 δ — 滚刀安装角
 η — 齿槽宽半角
 λ — 中心距变动系数
 λ_f — 中心距变动模数
 ξ_s — 变位模数
 ρ — 曲率半径
 ρ_{tmax} — 端面齿形最大曲率半径
 ρ_{tmin} — 端面齿形最小曲率半径
 σ — 反变位系数 (齿顶高减低系数)
 σ_0 — 反变位模数 (齿顶高减低模数)
 Σ — 螺旋齿轮轴交角
 ψ — 齿厚半角
 下角标 (标注在主要符号右下角)
 a — 齿顶的, 啮出的
 e — 外侧的, 外部的, 大头的
 f — 齿根的, 啮入的
 i — 内侧的, 内部的, 小头的
 L — 左的, 左旋的, 左侧的
 n — 法面的, 法向的
 R — 右的, 右旋的, 右侧的, 侧刃的
 t — 切向的, 端面的
 x — 轴向的
 0 — 刀具上的

1 — 小轮上的
 2 — 大轮上的
 Σ — 代数和
 r — 径向的
 max — 最大
 min — 最小

第五章 常用符号

b — 齿圈宽度
 b_n — 平垫片厚度
 b_e — 外刀刀片基距
 b_i — 内刀刀片基距
 b_m — 中刀刀片基距
 b_0 — 刀柄厚度
 ΔC — 大轮安装距变动量
 D_0 — 刀盘公称直径
 D_e — 外刀刀尖直径
 D_i — 内刀刀尖直径
 D_{0e} — 节锥计算点处外刀形成直径
 D_{0i} — 节锥计算点处内刀形成直径
 ΔD_0 — 刀盘直径补偿修正量
 e_n — 齿槽端截面法向弧齿宽
 e_{fm} — 节锥计算点处周向节圆弧槽宽
 ΔE — 偏置距, 切齿机床垂直轮位
 H — 水平刀位
 ΔH — 小轮安装距变动量
 h — 齿深, 齿全高
 h_a — 齿圈计算点 (中点) 齿顶高
 h_f — 齿圈计算点 (中点) 齿根高
 I — 刀倾角
 i_0 — 滚比
 Δi_0 — 滚比变动量
 K — 机床常数
 K_0 — 刀盘刀体基距
 K_e — 外刀刀体基距
 K_i — 内刀刀体基距
 k — 刀号差引起的滚比修正系数
 L — 产形齿轮对应工件计算点旋转半径
 m_{nm} — 齿圈计算点 (中点) 法向模数
 m_{te} — 齿圈外端周向模数
 N — 实际采用刀号, 标准刀号
 N_0 — 理论刀号, 计算刀号

- ΔN —— $N - N_0$ 之差, 刀号差
 q —— 刀位极角
 R —— 被切齿轮计算点(中点)当量节圆半径
 R_m —— 计算点(中点)节锥母线长, 中锥距
 R_e —— 外锥距
 R_i —— 内锥距
 R_y —— 任意点节锥母线长
 r —— 被切齿轮对应设计点(中点)的旋转半径, 刀尖圆角半径
 r_0 —— 刀盘公称半径
 r_{0e} —— 节锥计算点处外刀形成半径
 r_{0i} —— 节锥计算点处内刀形成半径
 r_e —— 外刀刀尖半径
 r_i —— 内刀刀尖半径
 R_2 —— 大轮外圆半径
 Δr —— 刀尖半径变动量
 S_n —— 端截面法向弧齿厚
 S_{tm} —— 节锥计算点(中点)处分圆弧齿厚
 S_f —— 齿轮外端齿顶宽
 S_{b0} —— 刀片刀顶宽
 S_e —— 齿轮外端分圆周向弧齿厚
 U —— 刀位
 V —— 垂直刀位
 ΔV —— 大轮中心高变动量
 W —— 刀错距
 ΔW —— 精切齿余量
 X —— 被切齿轮计算点(中点)安装距
 ΔX —— 被切齿轮水平轮位变动量
 ΔX_d —— 被切齿轮床位变动量
 z —— 齿轮齿数
 z_0 —— 产形齿轮齿数
 Δz_0 —— 产形齿轮齿数变动量
 α_0 —— 刀具齿形角
 α —— 工件压力角
 α_s —— 刀片顶刃后角
 α_d —— 刀片侧刃后角
 α_{pn} —— 刀片切削刃垂直截面法向侧刃后角
 α_{pi} —— 刀片切削刃端截面侧刃后角
 β_m —— 齿圈计算点(中点)螺旋角
 β_e —— 齿圈外端节圆螺旋角
 β_i —— 齿圈内端节圆螺旋角
 β_y —— 齿线上任意点节圆螺旋角
 γ —— 刀片前角(端面的)
 γ_n —— 刀片法向前角
 δ —— 分锥角
 δ' —— 节锥角
 δ_a —— 顶锥角
 δ_f —— 根锥角, 被切齿轮安装角
 ε —— 偏心角
 θ_f —— 齿根角
 θ_{fn} —— 法向齿根角
 θ_{fi} —— 端面齿根角
 θ_{fm} —— 平均齿根角
 ω —— 工件旋转角速度
 ω_0 —— 摇台旋转角速度
 下角标(标注在主要符号右下角)
 a —— 齿顶的
 b —— 齿宽的
 e —— 外侧的, 凹面的, 大头的, 外刀的
 f —— 齿根的
 i —— 内侧的, 凸面的, 小头的, 内刀的
 L —— 左的, 左旋的
 m —— 中点的, 计算点的, 平均的
 n —— 法向的
 R —— 右的, 右旋的
 t —— 端面的, 周向的, 切向的
 y —— 任意圆锥面上的
 0 —— 刀具上的, 摇台中心的
 1 —— 小轮上的
 2 —— 大轮上的
 $\max$ —— 最大的
 $\min$ —— 最小的

目 录

常用符号

第一章 拉刀的使用、重磨与检验 1

第一节 概述 1

一、拉刀的种类及其应用范围 1

二、拉刀的工作方式及其特点 4

三、拉刀的结构与切削要素 8

四、拉削方式 12

第二节 拉削过程的特征 13

一、拉削时切屑的形成与卷曲 13

二、积屑瘤及其在拉削中的作用 14

三、拉刀的磨损 16

四、切削力及其计算 19

第三节 拉刀的合理使用 22

一、对拉削前工件的工艺要求 22

二、拉刀使用前的校验与试拉 24

三、拉刀的正确使用 26

四、常用拉刀夹头及拉削夹具 29

五、拉削速度和切削液的选择 34

六、拉削中缺陷产生的原因及消除方法 37

第四节 拉刀的重磨与检验 45

一、拉刀的重磨 45

二、拉刀重磨后的检验 52

第二章 滚刀的使用、重磨与检验 57

第一节 概述 57

一、齿轮滚刀的加工特点 57

二、齿轮滚刀的构造和规格 58

三、齿轮滚刀的精度 63

第二节 齿轮滚刀的工作原理 63

一、滚刀加工齿轮时的啮合关系 63

二、滚齿的切削过程及特征 65

三、滚齿加工的棱度和波度 67

四、滚刀刀齿的负荷及磨损 68

第三节 滚刀的使用 73

一、齿轮滚刀的工作方式 73

二、滚刀和工件的安装 77

三、滚刀的磨钝标准及耐用度 81

四、滚齿时切削用量和切削液的选择 82

五、滚齿中常见的缺陷及其消除方法 84

第四节 滚刀的重磨与检验 87

一、滚刀重磨时的技术要求 87

二、滚刀重磨的工艺装备及重磨方法 89

三、砂轮的选择及重磨工艺规范 92

四、滚刀重磨后的检验 93

第五节 其他滚刀的使用特点 100

一、蜗轮滚刀 100

二、矩形花键滚刀 104

三、圆弧齿轮滚刀 106

第三章 插齿刀的使用、重磨与检验 110

第一节 概述 110

一、插齿刀的构造特点 111

二、插齿刀的类型及规格 112

三、插齿刀的精度及技术要求 113

第二节 插齿刀的工作原理 114

一、插齿过程及其特点 114

二、插齿刀的切削角度 115

三、插齿时的齿高变动量 116

四、插齿刀刀齿的负荷与磨损 128

第三节 插齿刀使用时的验算 130

一、齿轮在切削与啮合中的干涉 130

二、插齿刀使用时的验算 135

第四节 插齿刀的使用 147

一、插齿刀和工件在机床上的安装 147

二、插齿刀的磨钝标准、耐用度和

重磨极限 149

三、切削用量及切削液的选择 151

四、插齿中常见的缺陷及产生原因 153

第五节 插齿刀的重磨与检验 155

一、插齿刀的重磨 155

二、插齿刀重磨后的检验 158

附录 插齿刀的型式和基本尺寸 159

第四章 剃齿刀的使用、重磨与检验 165

第一节 概述 165

一、剃齿刀的构造和类型 165

二、剃齿刀的工作原理 167

三、剃齿刀的工作方法	170	四、铣刀片的切削角度	244
第二节 剃齿刀的使用	170	第二节 铣刀盘的选择及应用	245
一、对剃前齿轮的要求	170	一、一般切齿方法及刀盘数量的确定	246
二、剃齿刀的选择及其装夹调整	172	二、刀盘公称直径的选取	250
三、剃齿时切削用量和切削液的选择	176	三、刀盘旋向的选取	256
四、鼓形齿轮的加工	178	四、刀盘刀片数量的确定	256
五、剃齿刀磨钝的判断和使用注意事项	179	五、刀盘刀号的选取及应用	257
六、剃齿产生误差的因素	180	六、刀盘刀错距的计算	259
七、剃齿刀使用时的验算	180	七、刀顶宽及刀尖圆角半径	261
第三节 剃齿刀的重磨	189	八、单面刀盘刀尖直径的确定	263
一、磨齿原理及机床的调整	190	九、切削用量及冷却液	263
二、磨齿加工的缺陷及消除方法	196	十、合理使用刀盘,提高刀片寿命	265
三、剃齿刀齿形的修正	204	第三节 铣刀盘参量与接触区调整	265
四、剃齿刀齿顶的重磨	208	一、刀盘参量变换与接触区调整	266
第四节 剃齿刀重磨后的检验	209	二、机床调整与刀盘参量的实际效应	
一、齿形的测量	209	转换	269
二、周节和周节累积误差的测量	216	三、现场调整应用举例	277
三、齿圈径向跳动的测量	223	四、接触区的调整	281
四、齿向的测量	224	第四节 铣刀盘的重磨	293
五、齿厚的测量	225	一、前角的选择	293
附录一 中华人民共和国第一机械工业部部		二、在专用机床上重磨前角	294
标准 JB 2497-78 盘形剃齿刀	231	三、在其他机床上重磨前角	297
附录二 常见剃齿机、珩齿机的规格、性能		四、铣刀盘重磨注意事项	299
一览表	235	第五节 铣刀盘的调整与检验	360
第五章 弧齿锥齿轮铣刀盘的使用、		一、检验项目和要求	301
重磨与检验	238	二、铣刀盘的检验工具	301
第一节 概述	238	三、检验与调整	301
一、弧齿锥齿轮的加工原理	238	附录一 各种铣刀盘及其主要组件一览	362
二、铣刀盘的类型	239	附录二 铣刀盘的主要公差和技术条件	319
三、铣刀盘的结构及组成	241	主要参考资料	324

第一章 拉刀的使用、重磨与检验

第一节 概 述

拉刀是由许多尺寸逐渐增大的刀齿所组成的一种切削刀具。当它在拉力或推力作用下沿其轴线作直线运动时，其刀齿便一个接一个地在被加工工件上切下一层薄薄的金属，从而使工件获得一定形状、尺寸、精度和光洁度的内孔或外表面。

拉刀的这种加工方式，通常叫做拉削（图 1-1）。拉削的加工过程与其他刀具不同，它没有进给运动，其切削过程的连续进行，是利用拉刀后一刀齿比前一刀齿增加一定的齿宽或齿高（即齿升量）来实现的。拉刀的这种特殊加工方式，使之具有如下的突出优点：

（1）生产率高 拉刀在切削时，同时工作齿数一般有

3~8 齿，所以拉刀同时参加切削的切削刃长度比其他任何刀具都长；拉刀还能在一次拉削中完成粗、精加工工序，因此拉削的生产率比其他加工方法高得多。对于用其他方法难于加工的特型孔、花键孔及其他特殊截形工件来说，生产率的提高则更为显著。

（2）能稳定获得较高的加工精度和表面光洁度 拉削时，加工的精度及光洁度主要由拉刀的尺寸及几何形状来保证。而拉刀尺寸和几何形状的稳定性和精度很高。因此，在大量生产中，操作者无需有较高的技术水平，便能获得 2~5 级精度和 $\nabla 5 \sim 7$ 级光洁度，并能较好地保证工件的一致性。在采用特殊的拉刀结构和特殊的使用条件时，光洁度还可达到 $\nabla 9 \sim 10$ 级。对花键孔、特形孔来说，拉刀几乎是唯一能保证其加工精度的刀具。

（3）两次重磨间的耐用度及总的使用寿命高 一把质量良好的拉刀，在两次重磨间可以拉削上千件工件。而一把拉刀可以重磨数次。因而一把拉刀在报废前，可以加工多达数千件工件。

由于拉刀具有上述优点，尽管它的制造工艺复杂，价格较贵，但在大量生产中分摊到每一工件上的加工费用却是很低的。因此，在大量生产中，拉刀是一种很经济的刀具，得到了广泛使用。另外，由于某些特型孔或花键孔只有用拉刀加工最方便和最易保证加工精度，因此在加工这类工件时，即使是单件小批生产，也往往采用拉刀加工。

一、拉刀的种类及其应用范围

根据机床对刀具施力方式的不同，拉刀可以分为两种类型：当力是施于刀具的柄部来使

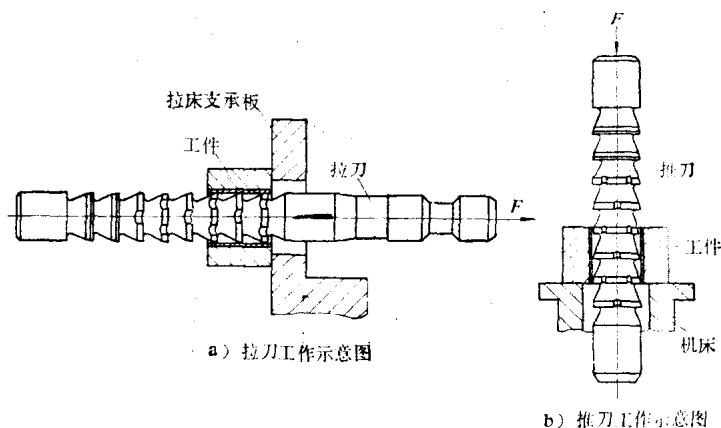


图1-1 拉削加工示意图

引刀具进行加工时,这时刀具叫做拉刀(图 1-1 a);当力是施于刀具的尾端来推压刀具进行加工时,这种刀具叫做推刀(图 1-1 b)。推刀与拉刀的加工原理相同而结构相似,因此通常统称为拉刀。推刀在切削中承受着弯曲应力,容易弯曲和折断,故一般都做得很短,而且多用于校正热处理后的已拉削孔,使用不如拉刀广泛。

按照加工表面的不同,拉刀又可分为内拉刀和外拉刀。内拉刀用于加工各种截形的内孔(封闭表面),如圆形、正方形、多边形和各种花键孔以及工件内孔中的键槽和其他特型槽等(图 1-2 a)。拉削的孔径通常为 10~120 毫米;在特殊情况下,可加工到 5~400 毫米。拉削的槽宽一般为 3~100 毫米。孔的长度一般不超过其直径的 3 倍;特殊情况下可达 2 米。

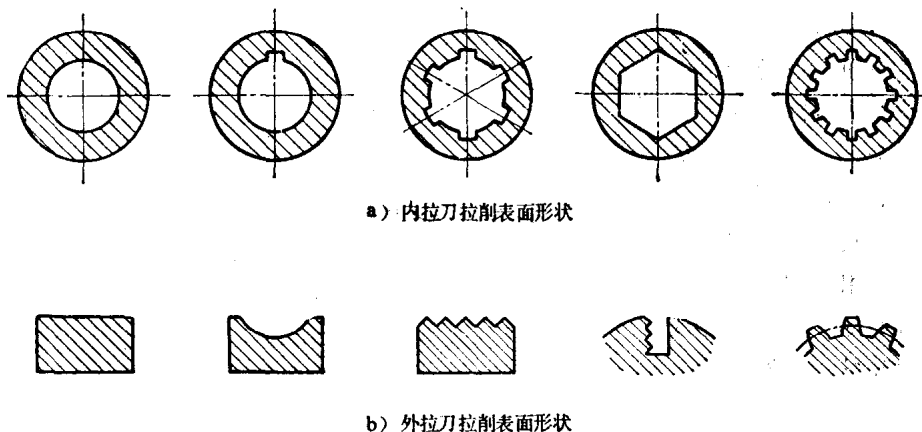


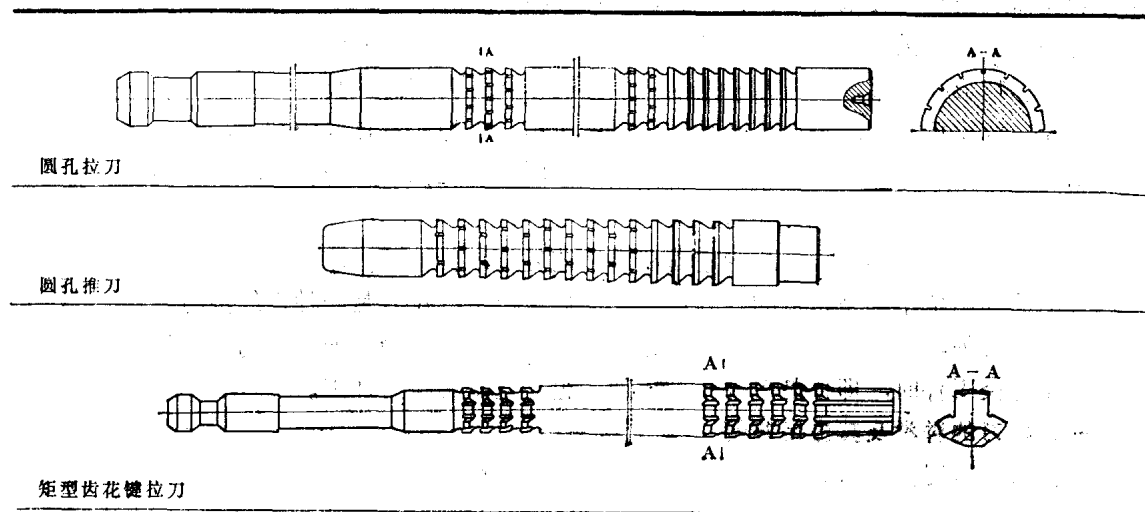
图1-2 拉刀拉削表面的形状

外拉刀用于加工各种开放的外表面,如平面、成形表面、槽纹、轮齿、汽轮机叶片的叶根槽等(图 1-2 b),以代替这些工件的铣、刨、磨等加工。

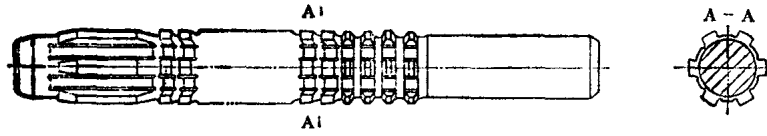
与内拉刀相比,外拉刀在生产中使用得较少,因此本章着重介绍内拉刀的使用、重磨和检验。

内拉刀的种类和规格很多,其中常用内拉刀的种类和结构形式如表 1-1 所示。

表1-1 常用内拉刀的种类及结构形式



(续)



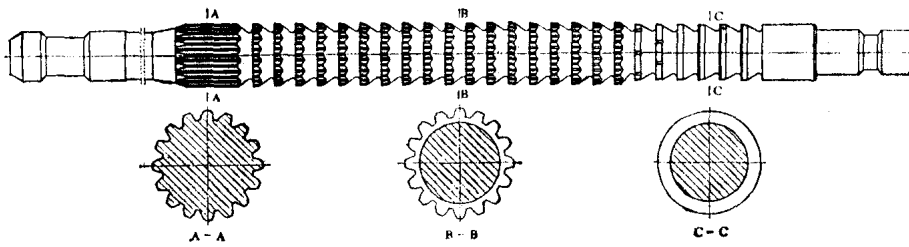
矩型齿花键推刀



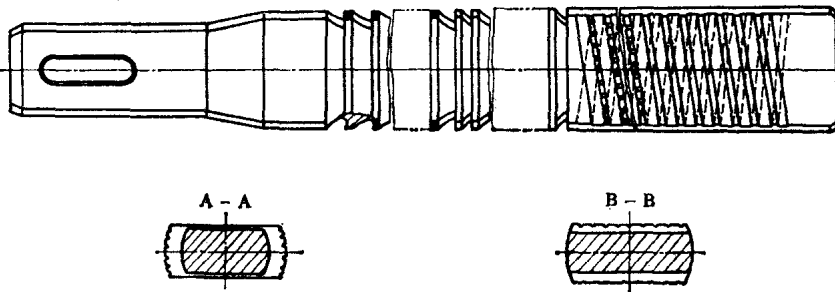
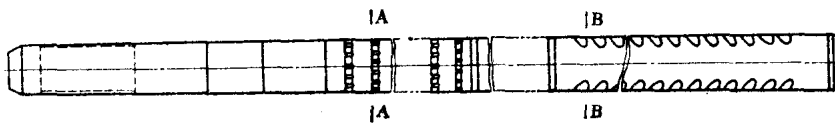
键槽拉刀



方孔拉刀



渐开线花键拉刀

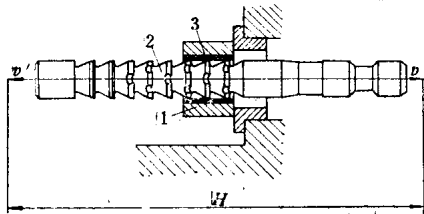
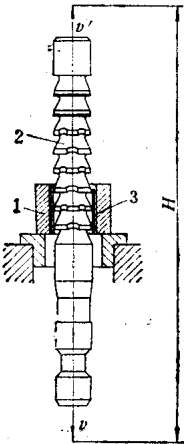
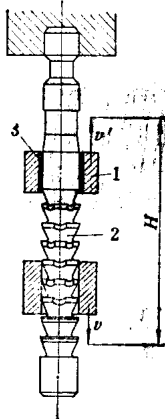


成形孔拉刀

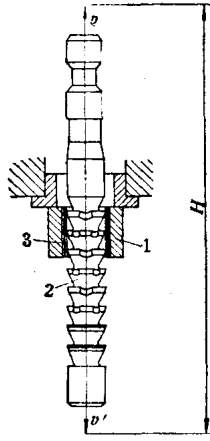
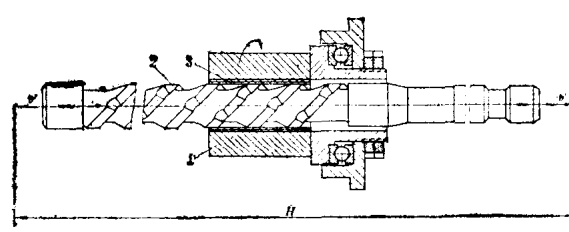
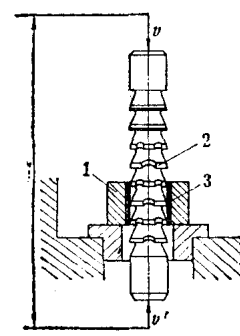
二、拉刀的工作方式及其特点

根据拉床类型, 拉刀结构, 被拉削工件的形状、尺寸和技术要求, 以及生产规模的不同, 拉刀具有各种不同的工作方式。这些工作方式的特点如表 1-2 所示。

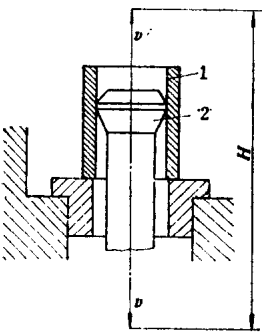
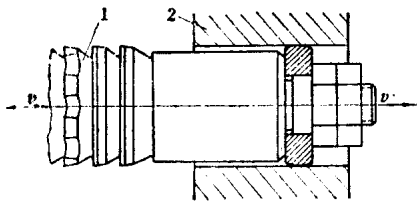
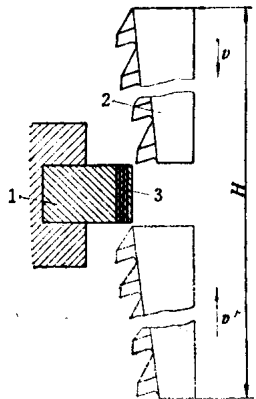
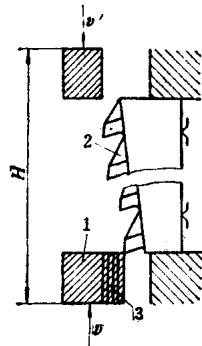
表1-2 拉刀各种工作方式的特点

拉刀工作方式略图	特 点	拉床类型及传动方式	该工作方式优点	该工作方式缺点	适用生产规模
圆 孔 和 成 形 孔 的 拉 削					
	拉刀通过不动的工件在水平方向拉削	机械或液压传动的卧式拉床	通用性强, 适于加工工件不断变更的场合; 拉床价格较立式拉床低	占地面积大; 需用手将拉刀插入工件预制孔中和夹固于拉床夹头上, 难于自动化	成批和大量生产
	拉刀从上到下通过不动的工件进行拉削	用于内拉削的立式拉床或可调整作内拉削及外拉削的拉床, 液压传动	可自动化; 占地面积小; 冷却效果好 (切削液注入方向与拉削方向相同); 拉刀切削刃磨钝均匀; 消除了拉刀重量对被拉削孔的形状和尺寸的影响, 便于装夹拉刀和工件	机床高度大, 高度低的车间里往往难于安装	大量生产
	拉刀从下向上通过不动的工件进行拉削	液压传动的立式拉床	容易自动化; 有更好的冷却性能; 因为切削液会保留在向上的前刀面内, 在拉刀下降时 (工作行程后), 能用专门的微振装置自动清除拉刀上的切屑	机床高度大, 高度低的车间里往往难于安装	大量生产

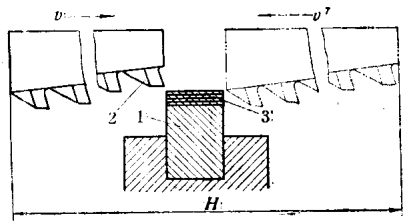
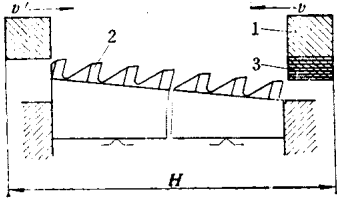
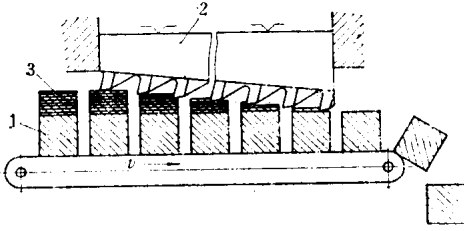
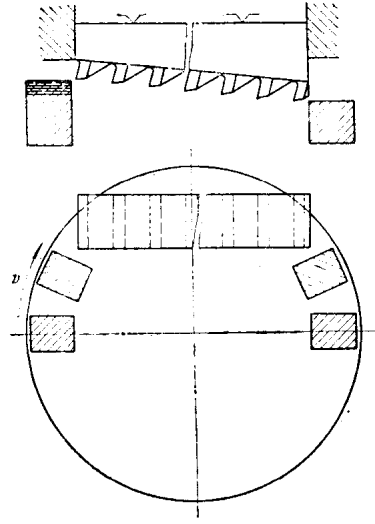
(续)

拉刀工作方式略图	特 点	拉床类型及传动方式	该工作方式优点	该工作方式缺点	适用生产规模
	拉刀保持不动，工件作从上向下的垂直运动	工作台能够移动的立式拉床，液压传动	易于装取工件和实现自动化；占地面积小，冷却效果好（切削液注入方向与拉削方向相同）	存在工作台和工件惯性力的不良影响，在加工重量大的工件时难于应用	小尺寸工件的大量生产
	拉刀除有直线运动（水平的或垂直的）外，拉刀或工件还同时作与被拉削螺旋导程相应的强制旋转（由各种机构或由拉削力引起的自转）	能进行内拉制的卧式或立式拉床；拉床应具有能使拉刀（或工件）旋转的螺旋靠模或其他机构，或者具有能使拉刀（或工件）自转的滚珠支承夹具，机械或液压传动	能拉削各种导程的螺旋槽、螺旋内齿轮以及能用具有螺旋刀齿的拉刀拉削圆柱孔	拉削中会在拉刀上产生圆周方向的力，在强制拉刀（或工件）旋转时，机床的调整（或拉床螺旋靠模板导程）与拉刀刀齿螺旋导程可能产生差异	具有螺旋槽工件的大量、成批和小批生产
用 推 刀 推 削 内 孔					
	推刀从上向下被推过工件预制孔	手动、脚踏或机械传动压力机、液压传动冲床	工序的实施工和调整简单，由于刀具较短，并任与机床无何联结，故操作简单，刀具长度小，并垂直运动，消除了重量的影响，故刀具偏移较小，占地面积小，价格低，能实现自动化，通用性好	推刀的行程一般不大于孔径的15倍，因而限制了一个行程内推刀能切除的余量	大量、大批和成批生产

(续)

拉刀工作方式略图	特点	机床类型及传动方式	该工作方式优点	该工作方式缺点	适用生产规模
孔 的 挤 压 加 工					
	刀具(压光拉刀或压光轴)从上向下被推过工件预制孔,或者在水平或垂直方向拉过工件预制孔	手动的、带有机械传动的脚动压力机,液压传动冲床,液压传动的立式或卧式拉床	能得到很高的表面光洁度(可达▽12);刀具、设备及工序简单,操作简单;生产率高;生产场地小;通用性好	预制孔表面必须有较高的精度和光洁度;使用范围有一定限制;孔的几何精度取决于预制孔的精度和工件的外形形状	大批、大量生产
用 挤 压 环 挤 压 加 工					
	与拉刀的区别,仅在于其切削齿后面还带有硬质合金挤压环	与前述拉刀相同	能可靠地获得▽8~10级表面光洁度;可以通过选择挤压环的直径来调节所获得的孔的尺寸	由于弹性恢复,可能使被拉削孔的几何形状发生改变	对表面质量要求较高的大批、大量生产
外 拉 削					
	拉刀的工作行程为从上向下的运动,工件固定不动	单向或双向工作行程的立式拉床,液压传动冲床	机床占地面积不大;工序可实现自动化;在整个工作过程中均可充分冷却;生产率高	机床高度大	成批、大批和大量生产
	拉刀固定不动,工件从下向上作垂直运动,以进行拉削加工	工作台能运动的特殊立式拉床,其工作台上紧固工件,拉刀固定不动;液压传动	容易实现包括装夹工件在内的工序自动化;更容易操作管理	存在工作台和工件惯性力的不良影响;工件和夹具的重量有一定限制	大批大量生产

(续)

拉刀工作方式略图	特 点	拉床类型及传动方式	该工作方式优点	该工作方式缺点	适用生产规模
	拉刀水平运动, 工件固定不动	具有液压传动的卧式拉床; 在大量生产中, 则可采用由电动机带动滑座进行拉削的专用拉床	易于安装工件, 夹具简单; 易于采用自动送料和装夹工件的装置	仅适于大批大量生产	大批大量生产
	拉刀固定不动, 工件作水平运动进行拉削	用于外拉削或用于内外拉削的卧式拉床, 以及双向工作的拉床; 液压传动	传送装置可遮蔽起来, 易于安装工件	存在工件惯性力的不良影响	汽车、发动机等的大量生产
	拉刀固定不动, 工件固定在不断作直线运动的传动链上	不停运转的机械传动输送机	拉削过程是连续的, 与垂直送进拉刀的加工方式相比, 生产率可提高6~10倍; 可实现整个工序的自动化	设备造价高, 只适于在大规模的生产中采用	大量生产
	固定在回转工作台上的工件作连续的圆周运动, 拉刀固定不动	特殊回转拉床, 机械传动	由于拉削过程是连续的, 因此, 与拉刀作往复运动的加工方式相比, 生产率可提高6~10倍	设备造价高, 只适于在大规模的生产中采用	大量生产

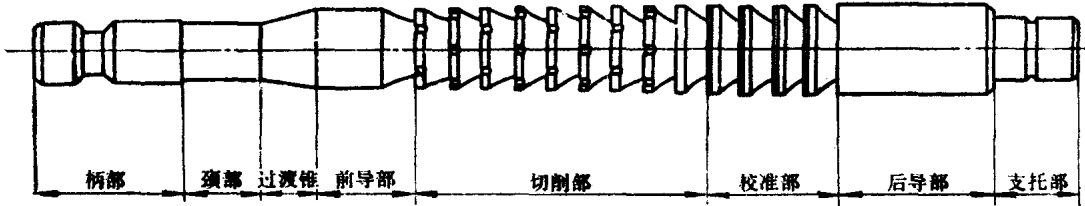
注: 拉刀工作方式略图中1—工件; 2—拉刀; 3—被切金属层; H —刀具(或工件)行程长度; v —工作行程; v' —回程。

三、拉刀的结构与切削要素

1. 拉刀的结构

拉刀的各部分结构如表 1-3 所示。

表1-3 拉刀的各部分结构

	
名 称	说 明
柄 部	夹持拉刀、传递动力的部分
颈 部	柄部与其后各部分的连接部分，其直径与柄部直径相同或略小。拉刀的材料、尺寸、规格等标记，一般都打在颈部
过 渡 锥	颈部与前导部之间的过渡部分，起对准中心的作用
前 导 部	切削部进入工件前，起引导作用，防止拉刀歪斜，并可检查拉前孔径是否太小，以免拉刀第一个刀齿因负担太重而遭致破坏
切 削 部	担负切削工作，包括粗切齿、过渡齿及精切齿，切去全部加工余量
校 准 部	起刮光、校准作用，提高工件表面光洁度及精度，并为切削部的后备部
后 导 部	保持拉刀最后的正确位置，防止拉刀在即将离开工件时因工件下垂而损坏已加工表面及刀齿
支 托 部	支持拉刀不使其下垂。一般在拉刀较长、较重时采用

2. 主要切削要素

如图 1-3 所示。拉刀在工作中的主要切削要素有以下各项：

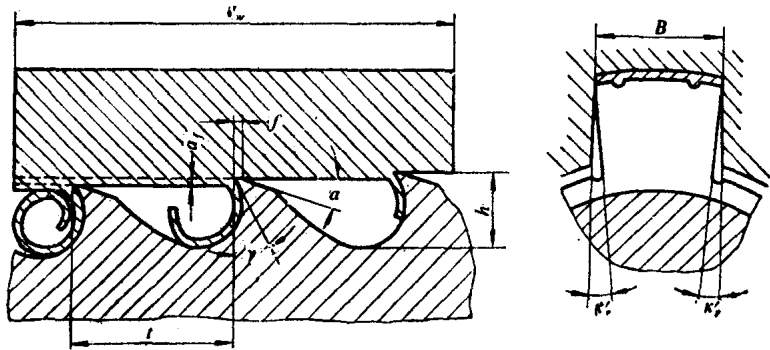


图1-3 拉刀的主要切削要素

(1) 前角 γ 拉刀的前角主要根据被拉削材料的性质选取。当拉削韧性金属时，应选用较大的前角；拉削脆性材料时，应选用较小的前角。拉削不同材料时 前角 的 推 荐 值 如 表