

复杂刀具设计手册

上册

四川省机械工业局编

机械工业出版社

复杂刀具设计手册

四川省机械工业局 编



机械工业出版社

复杂刀具,主要指拉削刀具和齿轮刀具而言。本书共分三篇二十二章,分别介绍拉削刀具、加工渐开线齿形的刀具以及加工非渐开线齿形的刀具的设计方法,其中着重介绍非标准刀具的设计方法,而对标准刀具的设计,则作为特例来予以解决,对在一般参考资料中叙述较少或没有介绍的某些刀具(例如圆弧齿蜗轮滚刀、双导程蜗轮滚刀、球面蜗轮滚刀、齿轮齿端倒角滚刀、行星摆线齿轮滚刀、摆线螺杆铣刀、直齿锥齿轮铣刀盘等),本书也比较详细地介绍了它们的设计方法。书中除附有大量线图、数表外,对每种刀具都列有详细的设计计算步骤和主要技术条件,并就各种刀具,附以设计举例和按该例所绘出的工作图。同时,书末还附有刀具装夹部分尺寸及七位三角函数、渐开线函数表,以便读者查阅。

本书供从事刀具设计的工程技术人员及有关从事刀具专业教学的师生参考。

复杂刀具设计手册

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)

天津市第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 787×1092 1/16·印张 62·字数 1,520 千字

1979年9月天津第一版·1979年9月天津第一次印刷

印数: 00,001—60,000·上、下册定价: 5.00元

统一书号: 15033·4558

前 言

复杂刀具,主要指拉削刀具和齿轮刀具,它们在机械工业生产中占有重要地位。可以说,任何一种使用复杂刀具的机床,其性能的提高和结构的改进,都是与复杂刀具构形理论的发展和结构的革新紧密联系的。同时,复杂刀具的正确设计、制造和使用,能大大地提高生产效率,保证产品质量,降低制造成本。

为了给从事复杂刀具设计的同志们提供一本参考资料,在中共四川省机械工业局党组的领导下,我们集中了一些具有一定理论基础和实践经验的同志编写了本书。

本书共分三篇二十二章,分别介绍了拉削刀具、加工渐开线齿形的刀具以及加工非渐开线齿形的刀具的设计方法,其中着重介绍了非标准刀具的设计方法,而对标准刀具的设计,则作为特例予以解决,对在一般参考资料中叙述较少或没有介绍的某些刀具(例如圆弧齿蜗轮滚刀、双导程蜗轮滚刀、球面蜗轮滚刀、齿轮齿端倒角滚刀、行星摆线齿轮滚刀、摆线螺杆铣刀、直齿锥齿轮铣刀盘等),本书也比较详细地介绍了它们的设计方法。书中除附有大量线图、数表外,对每种刀具都列有详细的设计计算步骤和主要技术条件,并就各种刀具,附以设计举例和按该例所绘出的工作图。同时,书末还附有刀具装夹部分尺寸和七位三角函数、渐开线函数表,以便读者查阅。

本书主编单位有:重庆工具厂、綦江齿轮厂、重庆长江机床厂、自贡红旗运输机械厂、广东韶关工具厂、成都工具研究所、重庆大学。

参加编写单位有:第二重型机器厂、东方电工机械厂、成都工程机械厂、重庆矿山机器厂、自贡高压阀门厂、长征机床厂、宁江机床厂、内江机床厂、东方汽轮机厂、江油矿山机器厂、四川空气分离设备厂、四川齿轮厂、四川手扶拖拉机厂、四川省建工机械厂。

本书编写过程中,还得到广东省机械工业局、四川省国防工业办公室、四川省交通局的大力支持和协助。成都华明晒图厂、泸州长江起重机厂、四川省精密机床修理站、东方锅炉厂、成都电焊机厂、成都第一机械工业学校、重庆五一机床厂、重庆起重机厂、重庆机床维修厂、重庆第二机床厂、沱江工具厂、广汉阀门厂等单位积极派员参加本书的制图、描图、计算和校对等工作,长春第一汽车制造厂、北京齿轮厂、洛阳拖拉机制造厂、武汉重型机床厂、南京汽车制造厂齿轮分厂、重庆机床厂和太原工学院、成都工学院、四川省机械工业局设计研究院等单位,为本书提供了宝贵资料。本书尚承国营双溪机械厂、哈尔滨第一工具厂、上海工具厂、汉江工具厂、哈尔滨工业大学等单位认真审阅,并提出了宝贵意见,在此一并致谢。

因时间仓促,原打算编入本书的诸如拉铣刀盘、奥林康刀盘等刀具的设计,未及编入,拟在以后有机会再版时加以补充,对此表示歉意。由于我们政治思想和业务水平不高,加之调查研究工作做得不够,书中缺点和错误在所难免,恳请同志们批评指正。

四川省机械工业局

常用符号

第一篇部分常用符号

D ——孔径;	z ——拉刀齿数、花键数;
D_0 ——预制孔直径;	z_d ——切削齿齿数;
D_1 ——柄部直径;	z_z ——校准齿齿数;
D_2 ——颈部直径;	z_1 ——粗切齿齿数;
D_3 ——前导部直径;	z_2 ——过渡齿齿数;
D_4 ——后导部直径;	z_3 ——精切齿齿数;
D_5 ——支托部直径;	z_4 ——同时工作齿数;
D_g ——拉刀直径;	z_o ——每组刀齿齿数;
d ——切削齿直径;	t ——切削齿齿距;
D_z ——校准齿直径;	t_z ——校准齿齿距;
D_e ——工件花键孔外径;	t_1 ——粗切齿齿距;
D_i ——工件花键孔内径;	t_2 ——过渡齿齿距;
L ——零件长度;	t_3 ——精切齿齿距;
L_g ——拉刀总长度;	S_z ——齿升量;
L_d ——切削部分长度;	S_{z1} ——粗切齿齿升量;
L_z ——校准部分长度;	S_{z2} ——过渡齿齿升量;
L_1 ——粗切齿部分长度;	S_{z3} ——精切齿齿升量;
L_2 ——过渡齿部分长度;	S_{zp} ——拉削力限制的齿升量;
L_3 ——精切齿部分长度;	S_{zh} ——容屑条件限制的齿升量;
L'_1 ——柄部前端到第一齿长度;	S_{zR} ——分屑槽限制的齿升量;
L_j ——倒角齿部分长度;	γ ——前角;
L_y ——圆孔齿部分长度;	α ——切削齿后角;
L_h ——花键齿部分长度;	α_z ——校准齿后角;
l_0 ——拉削长度;	f ——切削齿刀带宽度;
l_1 ——柄部长度;	f_z ——校准齿刀带宽度;
l_2 ——颈部长度;	φ_1 ——副偏角;
l_3 ——前导部长度;	P_{max} ——最大拉削力;
l_4 ——后导部长度;	p ——单位长度刀刃上的拉削力;
l_5 ——支托部长度;	$[P]$ ——拉刀柄部许用拉力;
l_3 ——过渡锥长度;	$[P']$ ——拉刀第一齿槽处许用拉力;
A_0 ——直径余量;	$[Q_{max}]$ ——机床允许最大拉力;
A ——单边余量;	$[Q]$ ——机床实际允许拉力;
A_1 ——粗切齿加工余量;	F_{min} ——拉刀危险断面面积;
A_2 ——过渡齿加工余量;	F ——拉刀容屑槽有效面积;
A_3 ——精切齿加工余量;	F_s ——拉刀容屑槽全部面积;

σ ——最大拉应力;
 $[\sigma]$ ——拉刀材料允许拉应力;
 h ——容屑槽深度;
 K ——容屑系数;
 B ——切削刃宽度;
 b ——键槽宽度;
 i ——齿组数;
 i_1 ——粗切齿组数;
 i_2 ——过渡齿组数;
 i_3 ——精切齿组数;
 b' ——机床壁厚;
 b'' ——法兰盘厚度;
 n_1 ——分屑槽槽数;
 h_1 ——分屑槽深度;

b_1 ——分屑槽宽度;
 n_2 ——弧形槽槽数;
 b_2 ——弧形槽宽度;
 R_2 ——弧形槽半径。

常用注脚说明

g ——刀具;
 q ——切削部分;
 z ——校准部分;
 j ——倒角齿;
 y ——圆形齿;
 h ——花键齿;
 $\max$ ——最大;
 $\min$ ——最小。

第二篇、第三篇部分常用符号

A ——中心距、行星摆线齿轮的偏心距;
 A_{12} ——被切齿轮与共轭齿轮的中心距;
 A_{g1} ——被切齿轮与刀具的中心距;
 A_{ig} ——内齿轮与插齿刀的中心距;
 α ——剃齿刀齿顶与齿轮齿底的径向间隙、花键键齿的形圆半径;
 B ——铣刀宽度、插齿刀厚度、齿宽(直齿锥齿轮刀具);
 b ——键宽、顶刃宽度(直齿锥齿轮刀具);
 b_c ——计算键宽;
 b_0 ——插齿刀原始剖面至前面间的距离;
 C ——径向间隙、刀齿的齿根宽度、倒角宽度;
 C' ——径向间隙系数;
 C'_1 ——被切齿轮径向间隙系数;
 C'_2 ——共轭齿轮径向间隙系数;
 C'_3 ——齿顶间隙系数;
 D ——直径;
 D_1 ——滚刀轴台直径;
 D_e ——齿顶圆直径、外径(花键轴);
 D_{eo} ——计算外径;
 D_i ——齿根圆直径、内径(花键轴);
 D_{io} ——计算内径;
 D_m ——铲磨砂轮直径;
 D_{sg} ——铣刀前刀中点直径;
 D_{s1} ——矩形齿锥底花键键底小端沉切沟底直径;

D_s ——针齿分布圆直径;
 d_f ——分圆直径;
 d_j ——节圆直径;
 d_s ——形圆直径;
 d_0 ——基圆直径;
 d'_{og} ——插齿刀修正后的基圆直径;
 d_{os} ——斜齿插齿刀钝侧基圆直径;
 d_{or} ——斜齿插齿刀锐侧基圆直径;
 d_{om} ——磨齿机渐开线基圆直径;
 d ——孔径;
 d_1 ——内孔空刀直径;
 e ——前刀面偏位值;
 f ——齿高系数;
 f_n ——法面齿高系数;
 f_s ——端面齿高系数;
 f_v ——齿顶高系数;
 f_{v1} ——被切齿轮齿顶高系数;
 f_{v2} ——共轭齿轮齿顶高系数;
 g ——过渡曲线高度;
 H ——容屑槽深度;
 h ——齿全高、刀具测量齿高;
 h_1 ——被切齿轮齿全高;
 h_2 ——共轭齿轮齿全高;
 h', h_s ——齿顶高;
 h'', h_r ——齿根高;
 h_{og} ——插齿刀原始截面齿顶高;

- h_{eg} ——刀具齿顶高;
 $\bar{h}_{eg}$ ——刀具测量弦齿高;
 i ——传动比;
 J ——侧隙;
 K ——铲背量、收缩比(直齿锥齿轮刀具);
 L ——啮合线长度、齿轮和剃齿刀的啮合线长度、滚刀长度、锥距;
 l ——齿长、滚刀轴台长度;
 l_1 ——内孔磨光部分长度;
 m ——模数、铣刀壁厚;
 m_n ——法向模数;
 m_s ——端面模数;
 m_x ——轴向模数;
 n ——花键齿数、头数;
 P ——螺旋槽螺旋面参数;
 p ——螺纹螺旋面参数、斜齿轮螺旋面参数;
 q ——蜗轮滚刀的节模比;
 R ——半径;
 R_e ——齿顶圆半径、外圆半径;
 R_{ab} ——行星摆线齿轮外圆半径;
 R_{e1} ——被切齿轮齿顶圆半径;
 R_{e2} ——共轭齿轮齿顶圆半径;
 R_i ——齿根圆半径;
 R_{i1} ——被切齿轮齿根圆半径;
 R_{i2} ——共轭齿轮齿根圆半径;
 r_f ——分圆半径;
 r_{f1} ——被切齿轮分圆半径;
 r_{f2} ——共轭齿轮分圆半径;
 r_j ——节圆半径;
 r_{j1} ——被切齿轮节圆半径;
 r_{j2} ——共轭齿轮节圆半径;
 r_0 ——基圆半径;
 r_{01} ——被切齿轮基圆半径;
 r_{02} ——共轭齿轮基圆半径;
 r_{0g} ——刀具基圆半径;
 r'_{0g} ——插齿刀修正后的基圆半径;
 r_s ——针齿套半径、准圆柱半径;
 S ——弧齿厚;
 S_f ——分圆弧齿厚;
 S_{f0g} ——插齿刀原始截面分圆弧齿厚;
 S_{fg} ——刀具分圆弧齿厚;
 S_{fn} ——刀具分圆法向齿厚;
 S_{fso} ——刀具分圆轴向齿厚;
 S_{fn} ——分圆法向齿厚;
 S_{0n} ——法向基圆弧齿厚;
 $\bar{S}_g$ ——刀具测量弦齿厚;
 S_j ——节圆弧齿厚;
 S_{jng} ——刀具法向节圆齿厚;
 S'_{jng} ——旧刀具法向节圆齿厚;
 S_{eg} ——刀具齿顶宽;
 $[S_e]$ ——插齿刀许用齿顶宽;
 S_{ig} ——刀具根圆齿厚;
 T ——螺旋槽导程、球面蜗轮飞刀刀间距;
 t ——周节、节距、齿距;
 t_j ——节圆周节;
 t_{jn} ——节圆上法向周节;
 t_n ——法向周节;
 t_s ——端面周节;
 t_x ——轴向周节;
 t_0 ——基节;
 t_{0n} ——法向基节;
 W ——齿间宽度;
 W_f ——分圆上齿间宽度;
 W_{ing} ——刀具齿根圆上法向齿根厚;
 z ——齿数、槽数、铣刀作螺旋运动时, 转过 $\Delta\varphi$ 角所移动的轴向距离;
 z_g ——刀具齿数、槽数;
 z_1 ——被切齿轮齿数;
 z_2 ——共轭齿轮齿数;
 z_s ——当量齿数;
 α ——后角、压力角、啮合角、齿形角;
 α_n ——法向齿形角;
 α_s ——轴向齿形角;
 α_s ——顶圆上压力角;
 α_i ——根圆上压力角;
 α_{ig} ——刀具齿根圆上端面压力角;
 α_f ——分圆上压力角;
 α_{fg} ——刀具分圆压力角;
 α'_{fg} ——插齿刀修正后的齿形角;
 α_{fn} ——分圆法向压力角;
 α_{fs} ——分圆端面压力角;
 α_{fnd} ——端面分圆上钝侧齿形角;
 α_{fnd} ——端面分圆上锐侧齿形角;
 α_{fng} ——刀具分圆上端面压力角;
 α_j ——节圆上压力角;
 α_{je} ——节圆上端面压力角;

α_{jn} ——节圆上法向压力角;
 α_0 ——基齿条齿形角;
 α_{0n} ——基齿条法向齿形角;
 α_{0s} ——基齿条端面齿形角;
 α_z ——轴向齿顶后角;
 α_c ——侧刃后角;
 α_d ——齿顶后角;
 α_{12} ——齿轮与齿轮的啮合角;
 α_{g1} ——被切齿轮与刀具的啮合角;
 β ——螺旋角、工件滚动角;
 β_f ——分圆上螺旋角;
 β_{fd} ——钝侧分圆螺旋角;
 β_{fr} ——锐侧分圆螺旋角;
 β_e ——齿顶圆螺旋角;
 β_j ——节圆螺旋角;
 β_0 ——基圆螺旋角;
 β_{0d} ——钝侧基圆螺旋角;
 β_{0r} ——锐侧基圆螺旋角;
 β_{t0} ——刀具根圆螺旋角;
 γ ——前角;
 γ' ——齿顶角;
 γ'' ——齿根角;
 λ ——螺纹升角;
 λ_f ——分圆螺旋升角;
 λ_0 ——基圆螺旋升角;
 ξ ——变位系数;
 ξ_s ——端面变位系数;
 ξ_n ——法向变位系数;
 ξ_1 ——被切齿轮变位系数;
 ξ_2 ——共轭齿轮变位系数;
 φ ——展开角、三角花键槽形半角、齿顶斜角、节锥角;
 φ_e ——齿顶圆上的展开角、面锥角;
 φ_{ed} ——钝侧顶圆的展开角;
 φ_{er} ——锐侧顶圆的展开角;
 φ_i ——根锥角;
 φ_v ——齿形有效部分起始点展开角;

φ_{vd} ——钝侧齿形有效部分起始点展开角;
 φ_{vr} ——锐侧齿形有效部分起始点展开角;
 φ_a ——有效部分展开角;
 φ_{ad} ——钝侧有效部分展开角;
 φ_{ar} ——锐侧有效部分展开角;
 $\Delta\varphi$ ——铣刀齿形对称轴的转角;
 ω_f ——分圆齿间中心半角;
 ω_0 ——基圆齿间中心半角;
 τ ——齿中心角;
 ε ——齿厚中心半角;
 ε' ——齿槽中心半角;
 ρ ——曲率半径、参变量;
 $\rho_{\max}$ ——端面齿形最大曲率半径;
 $\rho_{\min}$ ——端面齿形最小曲率半径;
 θ ——渐开角、刀具槽形角;
 ψ_L ——齿宽系数。

常用注脚说明

g ——刀具(工具)。凡被加工零件与刀具均用同一符号时,加注脚 g 说明是代表刀具的符号,否则代表刀具的符号可不加 g ;
 z ——左;
 y ——右、有效;
 e ——齿顶;
 i ——齿根;
 f ——分圆;
 0 ——基圆、原始截面、中平面;
 j ——节圆;
 s ——端面;
 n ——法面;
 x ——轴向;
 q ——前刃面;
 c ——计算;
 1 ——被加工齿轮、小齿轮;
 2 ——共轭齿轮、大齿轮、内齿轮。

第二篇第七章部分符号说明

B ——侧隙、槽宽;
 b ——齿面宽;
 b_e ——外刀片基距;
 b_i ——内刀片基距;

b_m ——中刀片基距;
 b_n ——垫片厚度;
 C ——切齿机床偏心鼓轮直径、端隙;
 D_o ——外直径;

D_i ——内直径;
 d ——直径;
 E ——双曲线齿轮传动偏置距、切齿机床垂直轮位;
 H ——水平刀位;
 h ——齿全高;
 h' ——齿顶高;
 h'' ——齿根高;
 L ——锥距;
 m ——模数;
 N ——刀号;
 ΔN ——刀号差;
 Q ——摇台角;
 q ——刀位极角;
 R ——半径;
 r ——半径;
 S ——齿厚;
 S_g ——刀位向径;
 S_b ——刀顶宽;
 V ——垂直刀位;
 W ——刀错距;
 ΔW ——精加工余量;
 ΔX ——水平轮位修正量;
 ΔX_B ——床位修正量;
 z ——齿数;

α ——压力角;
 β ——螺旋角;
 γ' ——齿顶角;
 γ'' ——齿根角;
 ϕ ——节锥角;
 ϕ_s ——面锥角;
 ϕ_r ——根锥角;
 θ ——滚角。

常用注脚说明

0 ——被设值;
 1 ——小轮、第一次算值;
 2 ——大轮;
 e ——外;
 i ——内、速比;
 f ——分齿;
 F ——发生;
 g ——刀具、工作、滚动;
 G ——根线;
 j ——节点;
 m ——中点、平均、公称;
 x ——弦;
 yx ——右旋;
 zx ——左旋。

目 录

常用符号

第一篇 拉 削 刀 具

第一章 拉刀的结构参数	1	第一节 普通式圆孔拉刀	43
第一节 概述	1	一、设计特点	43
一、拉削特点	1	二、设计步骤及计算举例	43
二、拉刀类型	1	第二节 综合轮切式圆孔拉刀	43
三、拉刀的构造和切削部分的几何参 数	1	一、设计特点	43
第二节 拉刀切削部分的设计	7	二、设计步骤及计算举例	47
一、拉削方式	7	第三节 轮切式圆孔拉刀	51
二、拉削余量的确定	9	一、设计特点	51
三、前角及后角的选择	11	1. 轮切式圆孔拉刀齿组中齿数的选 择	51
四、齿升量的选择	12	2. 轮切式拉刀粗切齿齿升量的确定	52
五、齿距及同时工作齿数	14	3. 轮切式拉刀粗切齿部分设计方案 的选择——最佳方案的确定	52
六、容屑槽的形状及尺寸	14	二、设计步骤及计算举例	53
七、拉刀的分屑	19	第四节 圆孔推刀	58
八、切削部分的长度	22	一、推刀的结构尺寸	58
第三节 拉刀校准部分的设计	25	二、推刀工作部分的设计	59
一、前角及后角	25	第五节 压光圆孔拉刀	59
二、齿距及齿形	25	一、设计特点	60
三、齿数	26	1. 压光刀齿的最大直径	60
四、校准部分的直径及长度	26	2. 加工余量	60
第四节 拉刀光滑部分的设计	26	3. 齿升量	60
一、柄部	26	4. 齿数	60
二、颈部及过渡锥	27	5. 齿距及齿形	61
三、前导部	27	二、设计步骤及计算举例	61
四、后导部	27	第三章 矩形花键拉刀	63
五、支托部及压光环尾部	32	第一节 普通式矩形花键拉刀	66
第五节 拉刀的总长度及成套拉刀	33	一、设计特点	66
第六节 拉削力的计算及拉刀强度校核	36	1. 花键齿截形尺寸的确定	66
一、拉削力的计算	36	2. 倒角齿的计算	67
二、拉刀强度校核	38	3. 圆形刀齿的设计特点	68
三、拉床拉力验算	38	二、设计步骤及计算举例	69
第七节 拉刀主要技术条件	39	第二节 轮切式矩形花键拉刀	76
第二章 圆孔拉刀	43		

一、设计特点	76	第三节 设计步骤及计算举例	99
1. 轮切式花键拉刀中花键齿的设计特点	76	第五章 渐开线花键拉刀	104
2. 轮切式花键拉刀中倒角齿的设计特点	77	第一节 概述	104
3. 轮切式花键拉刀中圆形刀齿的设计特点	77	第二节 设计特点	104
4. 成套花键拉刀的设计特点	78	一、齿形尺寸的确定	104
二、设计步骤及计算举例	78	二、齿形的测量	106
第三节 矩形花键推刀	86	三、成套拉刀中粗拉刀的计算	108
一、矩形花键推刀结构尺寸的确定	86	第三节 设计步骤及计算举例	112
二、校正用矩形花键推刀切削部分的设计	87	第六章 三角花键拉刀	128
三、主要技术条件	87	第一节 设计特点	128
第四章 键槽拉刀	89	一、齿形尺寸的确定	128
第一节 概述	89	二、齿形的测量	129
第二节 设计特点	91	三、拉刀齿形的修正计算	130
一、拉削余量的计算	91	第二节 设计步骤及计算举例	133
二、拉刀横截面尺寸	94	第七章 成形孔拉刀	138
三、校准部分	96	第一节 设计特点	138
四、倒角齿的计算	96	一、刀齿形状	138
五、键槽拉刀光滑部分的选择	97	二、切削刃宽度计算	140
		三、齿升量的选择	140
		四、拉刀各段刃齿的直径和齿数	142
		第二节 方拉刀的设计步骤及计算举例	143
		第三节 矩形拉刀的结构特点	148

第二篇 加工渐开线齿形的刀具

第一章 圆柱齿轮铣刀	151	二、直齿圆柱齿轮铣刀齿形的确定	171
第一节 盘形齿轮铣刀	151	1. 铣刀齿形的渐开线部分	171
一、概述	151	2. 铣刀齿形的过渡曲线部分	206
二、直齿圆柱齿轮铣刀齿形的确定	153	三、斜齿圆柱齿轮铣刀齿形的确定	208
1. 计算法	153	1. 计算法	208
2. 查表法	155	2. 近似法	209
3. 代圆弧法	158	四、指状铣刀的结构	212
三、斜齿圆柱齿轮铣刀齿形的确定	159	1. 直槽指状铣刀	212
四、盘形齿轮铣刀的结构	160	2. 螺旋槽指状铣刀	219
1. 标准盘形齿轮铣刀的结构	160	五、设计步骤及计算举例	220
2. 粗加工用盘形齿轮铣刀的结构特点	162	六、指状铣刀的主要技术条件	221
3. 镶齿盘形齿轮铣刀的结构	164	第二章 齿轮滚刀	223
五、盘形齿轮铣刀设计步骤及计算举例	164	第一节 概述	223
六、盘形齿轮铣刀的主要技术条件	164	第二节 整体齿轮滚刀	224
第二节 指状齿轮铣刀	168	一、滚刀的结构参数	225
一、指状铣刀的主要类型	168	1. 滚刀的外径	225
		2. 滚刀的长度	225
		3. 滚刀的容屑槽	225

4. 滚刀的切削角度	225	1. 滚刀齿形计算	275
5. 滚刀的分圆直径与螺纹升角	227	2. 齿面切伤的校验	279
二、滚刀的齿形	227	3. 设计步骤及计算举例	281
1. 阿基米德滚刀的齿形角	227	第三章 蜗轮滚刀	286
2. 法向直廓滚刀的齿形角	228	第一节 普通蜗轮滚刀	286
3. 滚刀的齿厚和齿高	228	一、蜗轮滚刀基本蜗杆的类型	286
三、设计步骤及计算举例	229	1. 阿基米德蜗杆	286
四、 $m1\sim10$ 整体齿轮滚刀的计算尺寸	236	2. 法向直廓蜗杆	286
五、 $m1\sim10$ 齿轮滚刀主要技术条件	236	3. 渐开线蜗杆	288
第三节 镶片齿轮滚刀	241	二、蜗轮滚刀工作时的走刀方式	289
一、两种常用的镶片滚刀结构	241	三、蜗轮滚刀的设计计算	290
二、不铲磨滚刀	241	1. 蜗轮滚刀的结构	290
第四节 其他几种滚刀	243	2. 蜗轮滚刀的齿形尺寸	297
一、高精度齿轮滚刀	243	四、蜗轮滚刀的设计步骤及计算举例	299
二、小压力角滚刀	244	五、蜗轮滚刀的主要技术条件	305
三、大齿顶圆弧的齿轮滚刀	244	第二节 蜗轮飞刀	310
四、齿高不等的齿轮滚刀	247	一、飞刀的工作原理	310
五、硬质合金滚刀	247	二、飞刀的齿形	310
六、大直径多头滚刀	248	1. 法向直廓飞刀	311
七、尖齿滚刀	248	2. 阿基米德飞刀	311
八、渐开线花键轴滚刀	248	三、飞刀的刀头与刀杆结构	314
第五节 小模数齿轮滚刀	250	1. 飞刀刀头	314
一、小模数齿轮滚刀齿形	250	2. 飞刀刀杆	316
二、 $m0.1\sim1.0$ 小模数齿轮滚刀的结构及其尺寸	251	四、阿基米德法向飞刀齿形曲线设计步骤及计算举例	316
三、设计步骤及计算举例	253	第三节 双导程蜗轮滚刀	316
四、小模数齿轮滚刀主要技术条件	254	一、双导程蜗轮滚刀的设计特点	316
第六节 剃前滚刀和挤前滚刀	260	二、双导程蜗轮滚刀的设计步骤及计算举例	320
一、留剃余量的形式	260	第四节 蜗轮滚剃刀与蜗轮剃齿刀	324
二、剃前滚刀齿形的计算	261	一、蜗轮滚剃刀	324
1. 带触角及倒缘剃前滚刀齿形的计算	262	二、蜗轮剃齿刀	324
2. 双齿形角剃前滚刀齿形的计算	267	第五节 加工多头蜗轮的单头蜗轮滚刀	327
三、挤前滚刀简述	269	一、概述	327
第七节 齿轮齿端倒角滚刀	270	二、滚刀基本参数的确定	329
一、直齿圆柱齿轮齿端倒角滚刀	270	三、设计步骤及计算举例	329
1. 滚刀外圆半径与滚刀中心位置的确定	270	第六节 圆弧齿蜗轮滚刀	333
2. 滚刀齿形	271	一、圆弧齿蜗轮滚刀的设计特点	333
3. 滚刀齿顶宽度的验算	272	二、滚刀齿形的检验	334
4. 设计步骤及计算举例	272	三、滚刀法向齿形的计算	335
二、斜齿圆柱齿轮齿端倒角滚刀	275	1. 滚刀刀口曲线的方程式	335
		2. 法向齿形的计算公式	336

3. 法向齿形计算公式的应用	336	1. 设计步骤及计算举例	404
4. 滚刀法向齿形样板参数的计算	337	2. 内啮合直齿插齿刀的通用性验算	414
四、圆弧齿蜗轮滚刀的设计步骤及计 算举例	343	第四节 斜齿插齿刀	416
第七节 加工球面蜗轮副刀具	347	一、设计特点	416
一、概述	347	二、斜齿插齿刀的结构参数	418
二、加工球面蜗杆的刀具	347	三、设计步骤及计算举例	421
1. 加工蜗杆的切刀	347	第五节 剃前插齿刀	429
2. 切刀盘的设计	351	一、设计特点	429
三、加工球面蜗轮的刀具	357	二、设计步骤及计算举例	429
1. 双飞刀的设计	357	三、凸角沉割	437
2. 四飞刀的设计	363	四、齿形检验	437
3. 飞刀主要技术条件	369	第六节 其他几种插齿刀	437
4. 球面蜗轮滚刀的设计	369	一、渐开线花键孔插齿刀	437
5. 球面蜗轮滚刀主要技术条件	377	1. 设计特点	437
第四章 插齿刀	379	2. 渐开线花键孔插齿刀的结构参数	439
第一节 概述	379	二、小模数插齿刀	443
第二节 外啮合直齿插齿刀	380	1. 设计特点	443
一、外啮合直齿插齿刀变位系数的确 定	380	2. 小模数插齿刀的主要结构参数	445
1. 最大变位系数的确定	380	三、谐波齿轮插齿刀	448
2. 最小变位系数的确定	384	1. 设计特点	449
二、标准外啮合直齿插齿刀的结构参 数	384	2. 谐波齿轮插齿刀的主要结构参数	449
1. 盘形直齿插齿刀	384	第七节 插齿刀的主要技术条件	451
2. 碗形直齿插齿刀	387	一、直齿插齿刀的技术条件	451
三、外啮合直齿插齿刀的设计及通用 性验算	388	二、渐开线花键孔插齿刀技术条件	453
1. 设计步骤及计算举例	389	三、小模数插齿刀主要技术条件	454
2. 外啮合直齿插齿刀的通用性验算	394	附录 I	455
第三节 内啮合直齿插齿刀	394	附录 II	455
一、内啮合直齿插齿刀变位系数的确 定	394	第五章 剃齿刀	456
1. 最大变位系数的确定	394	第一节 概述	456
2. 最小变位系数的确定	396	一、剃齿刀设计原理	456
二、标准内啮合直齿插齿刀的结构参 数	400	二、剃齿方法	458
1. 盘形直齿插齿刀	400	第二节 剃齿刀设计步骤及计算举例	459
2. 碗形直齿插齿刀	401	第三节 剃齿刀的通用性验算	471
3. 锥柄直齿插齿刀	403	第四节 剃齿刀的结构	474
三、内啮合直齿插齿刀的设计及通用 性验算	404	一、法向模数为 0.2~1.5 毫米的 盘形剃齿刀	474
		二、法向模数为 2~8 毫米的 盘形剃齿刀	477
		第五节 剃齿刀的主要技术条件	479
		一、剃齿刀精度等级	479
		二、剃齿刀表面光洁度	479
		三、剃齿刀内孔直径的偏差	479

四、剃齿刀各项要素的制造和 刀磨公差	480	2. 刀体的结构	512
附录	480	3. 铣刀片的结构	512
一、几种常用剃齿机的中心距	480	三、双铣刀盘的设计特点	512
二、剃双联齿轮的小齿轮时, 最 小让刀槽宽度 B 与交叉角 γ 的 关系	481	1. 铣刀盘的直径	512
三、剃齿刀的齿形修正	481	2. 主切削刀的凹入角	512
第六章 直齿锥齿轮刀具	483	3. 名义凹入角和测量凹入角	516
第一节 概述	483	4. 压力角	516
一、直齿锥齿轮的特点	483	5. 顶刃宽度	516
二、直齿锥齿轮刀具的类型	485	四、铣刀片设计步骤及计算举例	516
第二节 直齿锥齿轮铣刀	486	五、铣刀片的主要技术条件	519
一、铣切方法	486	第五节 直齿锥齿轮定装滚刀	519
1. 绕垂直铣床工作台轴线转动分度 头的调整方法	486	一、概述	519
2. 绕直齿锥齿轮轴线转动分度头的 调整方法	486	二、齿形计算	520
二、直齿锥齿轮铣刀齿形的确定	486	1. 算法	521
1. 图解算法	486	2. 代圆弧法	521
2. 查表法	491	三、齿距和齿厚计算	523
3. 变位直齿锥齿轮铣刀的齿形	493	1. 滚刀的齿距计算	523
三、设计步骤及计算举例	494	2. 滚刀的齿厚计算	525
四、直齿锥齿轮铣刀的主要技术条件	495	四、结构尺寸及齿形尺寸	525
五、粗加工用直齿锥齿轮铣刀的特点	495	五、设计步骤及计算举例	528
第三节 直齿锥齿轮刨刀	498	六、直齿锥齿轮定装滚刀的主要技术 条件	531
一、刨削原理	498	七、定装滚刀的对刀	532
1. 平面齿轮原理	498	第七章 弧齿锥齿轮铣刀盘(展成法)	533
2. 平顶齿轮原理	498	第一节 概述	533
二、精刨刀的结构参数	499	一、切齿原理	534
1. 刨刀的类型和应用范围	499	二、切齿方法	534
2. 精刨刀主要结构参数的确定	499	第二节 铣刀盘的种类及结构	535
3. 刨刀的切削角度	505	一、铣刀盘的种类和用途	535
三、粗刨的加工方法及粗刨刀的结构 特点	506	二、铣刀盘的结构和各部名称	536
1. 粗刨的加工方法	506	三、铣刀盘的结构要素	538
2. 粗刨刀的结构特点	506	1. 铣刀盘的公称直径	538
四、精刨刀的主要技术条件	509	2. 刀片数量	542
第四节 直齿锥齿轮双铣刀盘	510	3. 切削方向	543
一、铣削原理	511	4. 刀槽距、刀顶宽及刀尖圆角半径	544
二、刀盘的结构	511	5. 刀尖直径	545
1. 刀盘的组成	511	6. 刀片压力角及刀号	547
		7. 刀体基距	550
		8. 刀片基距	550
		9. 刀片的切削角度	550
		10. 垫片	551
		11. 楔片	551

四、铣刀盘组套的简化	551
五、铣刀盘的基本参数及组件一览	554
1. 小直径刀盘的尺寸	554
2. 大直径精切刀盘的尺寸及基本参数	556
3. 大直径粗切刀盘的尺寸及基本参数	560
4. 刀盘组件一览	562
六、铣刀盘其他结构形式简介	576
第三节 刀盘参数及机床调整数据的计算	577

一、普通弧齿锥齿轮	577
(一) 双面切削法	578
(二) 单面切削法	590
二、准双曲线齿轮	600
第四节 铣刀盘的设计步骤及计算举例	622
一、已知条件	622
二、设计步骤及计算举例	622
第五节 铣刀盘的主要技术条件	633
一、整体铣刀盘	633
二、镶片铣刀盘	633

第三篇 加工非渐开线齿形的刀具

第一章 成形铣刀

第一节 加工直纹曲面的铣刀齿形计算

第二节 加工螺旋面的铣刀齿形计算

一、原始参数

1. 工件螺旋面原始参数及端面齿形

2. 铣刀安装位置和直径

二、铣刀回转面轴向截形的确定

1. 图解法

2. 计算法

第三节 盘形铣刀的齿形修正及样板坐标计算

一、 $\gamma > 0^\circ$ 的直齿铣刀

二、 $\gamma > 0^\circ$ 的交错齿铣刀

第四节 整体盘形成形铣刀设计

一、结构参数

二、设计步骤及计算举例

第五节 成形铣刀的主要技术条件

一、光洁度(按 GB1031-68)

二、尺寸偏差(按 GB159-59)

三、形状位置偏差

四、齿形误差

五、材料及热处理

附录

第二章 摆线螺杆铣刀

第一节 螺杆端面齿形

一、端面齿形的形成原理

二、端面齿形参数

第二节 铣刀直径和轴线夹角的确定

一、铣刀前刃中点直径

二、轴线夹角

第三节 铣刀齿形的计算

一、主动螺杆铣刀齿形

二、从动螺杆铣刀齿形

第四节 摆线螺杆铣刀的设计

一、设计特点

二、摆线螺杆铣刀的设计步骤及计算举例

第三章 花键轴滚刀

第一节 概述

一、滚刀齿形形成原理

二、滚刀的类型及用途

第二节 矩形花键滚刀

一、花键轴节圆半径的选取

二、滚刀齿形的求法

1. 辅助计算

2. 确定滚刀齿形

三、滚刀结构参数

四、设计步骤及计算举例

五、矩形花键滚刀的主要技术条件

第三节 矩形齿锥底花键轴滚刀

一、设计特点

二、设计步骤及计算举例

第四节 三角花键滚刀

一、设计特点

二、滚刀齿形的计算

三、滚刀结构参数

四、设计步骤及计算举例

五、三角花键滚刀的主要技术条件

第四章 套筒滚子传动链链轮铣刀及滚刀

第一节 套筒滚子传动链链轮的端面齿形	767	四、单圆弧齿轮滚刀的设计步骤及计算举例	831
第二节 盘形链轮铣刀	768	五、圆弧齿轮滚刀的主要技术条件	832
一、链轮铣刀的齿形计算	768	第二节 双圆弧齿轮滚刀	837
二、盘形链轮铣刀的结构参数	770	一、双圆弧齿轮滚刀的法向齿形	837
三、链轮铣刀设计步骤及计算举例	773	二、双圆弧齿轮滚刀的结构参数	840
四、盘形链轮铣刀的主要技术条件	773	三、设计步骤及计算举例	840
第三节 链轮滚刀	774	四、双圆弧齿轮滚刀的主要技术条件	844
一、链轮滚刀的法向齿形	774	第八章 矩形花键插齿刀	846
二、链轮滚刀的结构参数	775	第一节 矩形花键轴插齿刀	846
三、链轮滚刀设计步骤及计算举例	776	一、设计特点	846
四、链轮滚刀的主要技术条件	780	1. 插齿刀齿形曲线方程	846
第五章 行星摆线齿轮铣刀和滚刀	781	2. 插齿刀节圆上的弦齿厚及弦齿高	847
第一节 行星摆线齿轮盘形铣刀	781	3. 过渡曲线干涉的校验	847
一、齿形计算	781	4. 插齿刀的切削角度	848
二、结构尺寸	784	5. 花键轴插齿刀的结构及技术条件	848
三、设计步骤及计算举例	785	二、设计步骤及计算举例	849
四、行星摆线齿轮铣刀的主要技术条件	785	三、加工标准花键轴的插齿刀规格及齿形坐标	855
第二节 行星摆线齿轮滚刀	787	第二节 矩形花键孔插齿刀	855
一、齿形的确定	787	一、概述	855
1. 算法	787	二、齿形的确定	856
2. 查表法	793	1. 算法	856
二、结构参数	793	2. 作图法	857
三、设计步骤及计算举例	810	三、设计步骤及计算举例	858
四、行星摆线齿轮滚刀的主要技术条件	810	四、加工标准花键孔的插齿刀规格及齿形坐标	862
第六章 钟表齿轮滚刀	815	总附录	867
第一节 钟表齿轮的齿形尺寸	815	一、直槽正前角滚刀的齿形计算简介	867
一、钟表齿轮齿形尺寸的确定	815	二、常用数表	876
二、钟表齿轮齿形尺寸的计算举例	817	表 I 中心孔	876
第二节 钟表齿轮滚刀的设计	819	表 II (一)不带扁尾的外圆锥 (GR2-60)	876
一、钟表齿轮滚刀齿形尺寸的确定	819	(二)不带扁尾锥柄端部推荐形状 (GR2-60)	877
1. 滚动节圆半径的选取	819	表 III 圆柱形孔用键槽	878
2. 用计算作图法求滚刀齿形	819	表 IV 在心轴上固定刀具用的端键尺寸	879
3. 计算作图法举例	821	表 V 空刀、倒角尺寸	881
4. 用算法求滚刀齿形	823	表 VI 刀具材料	883
二、钟表齿轮滚刀的结构尺寸及技术 要求	825	表 VII 重要常数表	883
第七章 圆弧齿轮滚刀	826	表 VIII 十进位的三角函数和渐开 线函数表	884
第一节 单圆弧齿轮滚刀	827		
一、圆弧齿轮滚刀法向齿形的标准	827		
二、铲背量及分度圆的计算	828		
三、结构参数	828		

第一篇 拉 削 刀 具

第一章 拉刀的结构参数

第一节 概 述

一、拉削特点

拉削是利用拉刀切削金属的高生产率加工方法。

拉刀可用来加工各种形状的通孔、槽以及简单或复杂形状的外表面。用拉刀可以加工的一些内孔形状如表 1.1-1 所示。

拉削加工与其他切削方法相比,有如下一些优点

1. 生产率高

拉刀的切削速度虽然很低,但因同时工作的刀刃很长,且在一次行程中即可完成粗、精加工工序,故生产率较铣削高得多。

2. 加工精度和表面光洁度高

拉削孔的精度可达 2~4 级,加工表面光洁度一般可达 $\nabla 5 \sim \nabla 7$,高的可达 $\nabla 8 \sim \nabla 9$ 。

3. 成本低

拉刀制造成本虽很高,但其两次重磨之间的耐用度及总的刀具寿命都很高,因而分摊到每个零件上的刀具费用不大。

4. 机床结构简单

拉削过程只有主运动,没有走刀运动,故拉床结构简单。

5. 操作简单

拉削加工无须较高技术水平的操作工人。

由于拉削方法具有很多优点,因此在大量和成批生产中获得了广泛的应用。近年来,随着对产品质量要求的不断提高,特别是加工那些形状较复杂的孔时,小批生产中也常用拉刀来加工。

二、拉刀类型

拉刀的类型很多。按照加工表面的不同,可分为内拉刀和外拉刀;按照刀具受力方式的不同,可分为拉刀和推刀。

加工不同形状内孔用拉刀和推刀的结构形式见表 1.1-2。

三、拉刀的构造和切削部分的几何参数

拉刀由下列几部分所组成:柄部、颈部、过渡锥、前导部、切削部、校准部、后导部及支托部。各部分的作用列于表 1.1-3。

一般情况下,拉刀的柄部是与工作部分一起用整体高速钢(也有用合金钢 CrWMn)制成的。为了节约高速钢,直径较大的拉刀柄部可用 40Cr 钢,然后与高速钢做的工作部分在过渡