

刀具设计手册

杨黎明 主 编 王敏之 郝佳杰 杨志勤 副主编



刀具设计手册

主 编	杨黎明
副主编	王敏之
	郝佳杰
	杨志勤
参 编	王敏之
	刘楠嶠
	李 华
	杨志勤
	杨黎明
	郝佳杰
	彭伯平

江苏工业学院图书馆
藏书章

兵器工业出版社

内 容 简 介

本手册系统介绍了刀具的材料、结构、参数、标准、技术要求、设计原理和设计步骤。书中提供一定数量的设计示例及部分刀具计算机辅助设计软件,供读者参考和使用。

本手册共分 15 章,包括常用资料、车刀、孔加工刀具、螺纹刀具、铣刀、拉刀、成形刀具、齿轮刀具理论基础、小模数齿轮刀具、齿轮刀具、其他异形复杂刀具、磨削工具、研磨工具、数控机床和加工中心用刀具及工具系统、刀具的计算机辅助设计等。书后还附有计算机辅助刀具设计演示软件。

本手册是生产部门的专业工具书和工科院校有关专业师生的教学参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

刀具设计手册/杨黎明等编著. —北京:兵器工业出版社, 1998

ISBN 7-80132-477-3

I. 刀… II. 杨… III. 刀具(金属切削)-设计-手册 IV. TG710.2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 21377 号

刀 具 设 计 手 册

杨黎明等编著

兵器工业出版社 出版发行

中国人民警官大学印刷厂印刷

787×1092 毫米 16 开本 76.25 印张 1900 千字

1999 年 1 月第 1 版 1999 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 7-80132-477-3/TG·61 定价: 220.00 元

前 言

本手册是生产部门的专业工具书和工科院校有关专业的教学参考书。

本手册系统介绍了刀具的材料、结构、参数、标准、技术要求、设计原理和设计步骤等。与同类手册比较，具有以下特点：

(1) 较全面介绍了刀具材料的牌号、化学成分、物理和力学性能及热处理规范等基本知识。

(2) 较全面介绍了渐开线齿轮啮合理论，为齿轮刀具设计提供了必需的理论基础。

(3) 适当加强和补充了磨削工具及研磨工具有关内容。

(4) 系统介绍了数控机床和加工中心用刀具及工具系统。

(5) 提供了一定数量的刀具设计实例。

(6) 提供了计算机辅助刀具设计演示软件。

(7) 在编写方式上，尽量使设计资料表格化或线图化，便于读者使用。

参加本手册编写的人员有：王敏之（第1、5、9、14章）、刘楠嶓（第12、13章）、李华（第7、11章）、杨志勤（第2章、第6和8章部分）、杨黎明（第8章、第6章部分）、郝佳杰（第3、4、10章）、彭伯平、郝佳杰（第15章及计算机辅助刀具设计演示软件）。杨黎明任主编，并负责全书统稿。王敏之、郝佳杰、杨志勤任副主编。

由于编者水平有限，遗漏与错误在所难免，恳切希望读者批评指正。

编 者

1998年9月

目 录

第1章 常用资料

1 刀具材料及其选用	1
1.1 概述	1
1.2 常用刀具材料	2
1.2.1 碳素工具钢	2
1.2.2 合金工具钢	2
1.2.3 高速钢	3
1.2.4 硬质合金	10
1.2.5 涂层刀具材料	17
1.2.6 陶瓷	20
1.2.7 超硬刀具材料	24
1.3 各种切削刀具荐用材料	27
1.3.1 切削普通钢铁的刀具材料	27
1.3.2 切削难加工材料用的刀具材料	32
2 刀具的紧固形式及刀体上相应的结构尺寸	36
2.1 刀具用中心孔	36
2.2 刀具刀体上倒角和内空刀尺寸	37
2.3 套式铰刀、扩孔钻用心轴及切削工具用前后导柱的直径	38
2.4 刀具尾柄形式和装夹	41
2.5 铣刀紧固形式及尺寸	58

第2章 车 刀

1 车刀的分类及应用	79
1.1 按结构形式分类	79
1.2 按用途分类	79
2 车刀切削部分的几何参数	80
2.1 切削部分的几何参数	81
2.2 断屑槽形和尺寸	84
3 焊接式车刀	85
3.1 刀杆	85
3.2 刀片	86
3.3 刀槽	97

3.4	焊接	98
4	机夹重磨式车刀	99
5	可转位车刀	100
5.1	典型结构	100
5.2	偏心式硬质合金可转位车刀的设计与计算	102
5.3	硬质合金可转位刀片	102
5.4	可转位车刀的夹紧元件	138
5.5	可转位车刀的型式和尺寸	142
6	其他几种机夹车刀的型式和尺寸	157

第3章 孔加工刀具

1	钻头	170
1.1	高速钢麻花钻	170
1.1.1	高速钢麻花钻的类型和用途	170
1.1.2	高速钢麻花钻结构要素	170
1.1.3	麻花钻的修磨与群钻	178
1.1.4	麻花钻技术要求	189
1.1.5	麻花钻标准尺寸	190
1.2	硬质合金麻花钻的结构及几何参数	196
2	深孔钻头	198
2.1	单刀外排屑深孔钻（枪钻）	198
2.2	锯齿内排屑深孔钻（BTA 深孔钻）	199
2.3	喷吸钻	200
2.4	双加油器深孔钻（DF 深孔钻）	203
3	中心钻与铤钻	204
3.1	中心钻的型式和尺寸	204
3.2	中心钻技术要求	206
3.3	铤 钻	206
3.4	铤 钻技术要求	216
4	扩孔钻	216
4.1	高速钢扩孔钻	216
4.2	扩孔钻技术要求	218
4.3	硬质合金扩孔钻	218
5	铰刀	222
5.1	铰刀的类型和用途	222
5.2	铰刀几何参数选择	222
5.3	铰刀技术要求	246
6	镗刀	247
6.1	单刃镗刀	247
6.2	双刃镗刀	247

6.3	微调镗刀	250
6.4	镗刀切削几何参数的确定	253
7	复合孔加工刀具	253
7.1	复合孔加工刀具的分类	254
7.2	几种常用复合孔加工刀具	256
8	孔加工刀具设计举例	260

第4章 螺纹刀具

1	螺纹刀具的分类和用途	263
2	螺纹车刀和螺纹梳刀	263
3	丝锥	265
3.1	丝锥类型与应用范围	265
3.2	丝锥的结构	267
3.3	丝锥的几何参数	267
3.4	丝锥的技术要求	272
3.5	丝锥螺纹公差	274
3.6	锥形螺纹丝锥	274
4	板牙	277
4.1	板牙的类型	277
4.2	板牙的结构要素	278
4.3	圆板牙的技术要求	278
5	螺纹铣刀	279
5.1	盘形螺纹铣刀	279
5.2	梳形螺纹铣刀	281
5.3	铣刀盘	281
6	螺纹切头	282
6.1	圆梳刀外螺纹切头	282
6.2	径向平梳刀内螺纹切头	283
7	螺纹滚压工具	284
7.1	滚丝轮	284
7.2	搓丝板	287
7.3	滚压螺纹坯件直径的计算	291

第5章 铣 刀

1	铣刀的类型和用途	292
2	高速钢尖齿铣刀	294
2.1	常用高速钢铣刀主要参数及偏差种类	294

2.2	高速钢尖齿铣刀结构要素的确定	318
2.2.1	铣刀直径和齿数的选择	318
2.2.2	铣刀刀齿和沟槽形状	318
2.2.3	常用尖齿铣刀几何角度	321
2.2.4	高速钢尖齿铣刀技术要求	321
2.3	模具铣刀主要参数及偏差类型	324
2.3.1	结构尺寸	324
2.3.2	模具铣刀的技术要求	334
3	硬质合金铣刀	334
3.1	焊接式硬质合金铣刀	334
3.2	机械夹固式面铣刀设计	339
3.2.1	铣刀直径 d_0 和铣刀厚度 B	339
3.2.2	齿数 Z	339
3.2.3	刀头的尺寸 $H_{\text{头}} \times B_{\text{头}}$ 及其伸出长度 h	339
3.2.4	面铣刀的几何角度	340
3.2.5	铣刀体刀槽位置参数的计算	340
3.2.6	刀头的夹固方式	341
3.2.7	机夹式面铣刀的技术要求	343
3.2.8	机夹硬质合金面铣刀设计举例	343
3.3	硬质合金可转位铣刀	349
3.3.1	硬质合金可转位铣刀的种类和规格	349
3.3.2	硬质合金可转位铣刀刀片	354
3.3.3	可转位铣刀刀片的选择	359
3.3.4	可转位铣刀刀片的定位	359
3.3.5	刀片轴向及径向位置的调整结构	360
3.3.6	可转位铣刀典型的夹紧方法	361
3.3.7	可转位铣刀的技术要求	363
3.3.8	可转位面铣刀设计及举例	364

第6章 拉 刀

1	拉削原理、特点和应用	372
1.1	拉削原理	372
1.2	拉削特点	372
1.3	拉削应用	373
2	拉削种类	373
3	拉削结构	374
4	拉削方式	374
5	拉削余量	376
5.1	圆孔拉削余量	376
5.2	内花键拉削余量	377

5.3	键槽拉削余量	378
5.4	正方形孔拉削余量	379
6	切削部分设计	380
6.1	拉刀切削刃的主要参数	380
6.2	齿升量	381
6.3	齿距及同时工作齿数	383
6.4	容屑槽	384
6.5	分屑槽	388
6.6	切削部分长度	390
7	校正部分设计	390
7.1	齿距	390
7.2	齿形与刃带	391
7.3	前角与后角	391
7.4	齿数	391
7.5	横截面尺寸与孔的变形量	391
7.6	校正部分长度	392
8	拉刀柄部型式和基本尺寸	392
8.1	拉刀矩形柄部型式和基本尺寸	392
8.2	拉刀圆柱形前柄部型式和基本尺寸	394
8.3	拉刀圆柱形后柄部型式和基本尺寸	398
8.4	快速装夹拉刀头部的结构和基本尺寸	400
9	拉刀颈部、过渡锥部和后导部尺寸计算	400
10	拉刀总长度	402
11	拉削力和拉刀强度验算	402
12	拉刀材料	405
13	拉刀的技术要求	405
13.1	圆孔拉刀的技术要求	405
13.2	矩形花键拉刀的技术要求	407
13.3	渐开线花键拉刀的技术要求	410
13.4	键槽拉刀的技术要求	413
14	圆孔拉刀的设计与计算	416
14.1	普通圆柱孔拉刀设计特点	416
14.2	普通圆柱孔拉刀设计实例	419
15	矩形花键拉刀的设计与计算	423
15.1	花键拉刀的分类及拉削方式	423
15.1.1	花键拉刀的分类	423
15.1.2	花键拉刀的拉削方式	423
15.2	花键拉刀的切削齿	425
15.3	矩形花键拉刀设计实例	427
15.4	矩形花键基本尺寸与公差配合	433
15.4.1	基本尺寸	433
15.4.2	键槽剖面形状和尺寸	434

15.4.3	矩形花键的公差配合	435
15.4.4	矩形花键的标记	435
16	键槽拉刀的设计与计算	436
17	渐开线花键拉刀的设计与计算	465
17.1	渐开线花键拉刀的结构特点	465
17.2	渐成式(齿形未经修正)渐开线花键拉刀设计实例	466
17.3	渐开线花键(齿侧配合)的基本参数	471
17.4	尺寸系列	472
17.5	标准压力角 $\alpha=30^\circ$ 、 $\alpha=45^\circ$ 的渐开线花键棒间距的计算	480

第7章 成形刀具

1	概述	492
2	成形车刀	492
2.1	成形车刀的分类和应用	492
2.2	成形车刀的装夹方法和结构尺寸	496
2.2.1	成形车刀的装夹方法	496
2.2.2	成形车刀的结构尺寸	498
2.3	径向成形车刀廓形设计	504
2.3.1	成形车刀的前角和后角的确定	504
2.3.2	成形车刀的廓形设计	506
2.3.3	成形车刀的简化廓形设计	525
2.4	成形车刀的技术要求	526
2.4.1	刀具材料、热处理和硬度	526
2.4.2	成形车刀表面质量	526
2.4.3	成形车刀的廓形尺寸公差	527
2.4.4	其余部分尺寸公差及形位公差	527
2.4.5	标记、检验与包装	527
2.5	成形车刀样板	527
2.6	成形车刀设计举例	529
2.6.1	棱体成形车刀设计	529
2.6.2	圆体成形车刀设计	533
3	成形铣刀	536
3.1	成形铣刀的结构尺寸	536
3.1.1	铣刀齿形高度 h 和宽度 B	536
3.1.2	铣刀孔径的确定	537
3.1.3	铣刀外径的确定	538
3.1.4	齿数 Z 的确定	539
3.1.5	前角、后角和铲背量	539
3.1.6	容屑槽结构尺寸	541
3.1.7	分屑槽尺寸	544

3.1.8 铣刀基本结构尺寸核算	545
3.1.9 刀齿和刀体强度校验和铲磨干涉校验	545
3.1.10 改善铣刀侧刃后角过小的方法	546
3.1.11 铲齿成形铣刀结构尺寸系列	547
3.2 加工直纹曲面的成形铣刀廓形设计	549
3.2.1 $\gamma_f=0^\circ$ 的成形铣刀	549
3.2.2 $\gamma_f>0^\circ$ 的面形铣刀	550
3.2.3 $\gamma_f>0^\circ$ 的光锯齿成形铣刀	550
3.2.4 成形铣刀廓形设计的查表算法	551
3.3 加工螺旋面的成形铣刀	567
3.3.1 工件端面廓形的确定	568
3.3.2 铣刀轴向廓形设计	569
3.3.3 成形铣刀的主要技术要求	571
3.3.4 成形铣刀设计举例	572
3.4 摆线螺杆铣刀设计	574
3.4.1 摆线螺 杆端面齿形计算	574
3.4.2 摆线螺杆铣刀设计	578
3.4.3 摆线螺杆铣刀设计举例	604
3.5 链轮铣刀设计	605
3.5.1 滚子链传动的链界限端面齿形	605
3.5.2 链轮铣刀廓形设计	608
3.5.3 链轮铣刀结构设计	609
3.5.4 铣刀的主要技术要求	609
3.6 盘形齿轮铣刀设计	612
3.6.1 盘形齿轮刀具类型及分号	612
3.6.2 盘形齿轮铣刀的廓形设计	614
3.6.3 盘形齿轮铣刀结构	619
3.6.4 盘形齿轮铣刀的主要技术要求	621
3.6.5 盘形齿轮铣刀设计举例	622
3.7 指状齿轮铣刀设计	623
3.7.1 指状齿轮铣刀主要类型	623
3.7.2 直齿圆柱齿轮铣刀齿形设计	623
3.7.3 斜齿圆柱齿轮指状齿轮铣刀齿形设计	627
3.7.4 指状铣刀结构设计	627
3.7.5 指状铣刀的主要技术要求	636
3.8 行星摆线齿轮铣刀设计	636
3.8.1 行星摆线齿轮齿形	636
3.8.2 摆线齿轮铣刀设计	638
3.8.3 行星摆线齿轮铣刀的主要技术要求	639
3.8.4 行星摆线齿轮铣刀设计举例	639

第 8 章 齿轮刀具理论基础

1 齿廓啮合基本定律	642
1.1 齿廓啮合基本定律	642
1.2 瞬心、瞬心线	643
1.3 节点、节圆、共轭齿形	643
2 渐开线及其性质	643
2.1 渐开线的形成	643
2.2 渐开线的几何性质	643
2.3 渐开线齿廓的压力角	645
2.4 渐开线的数学方程式	645
3 渐开线标准直齿圆柱齿轮的基本参数及几何尺寸计算	647
3.1 齿轮的基本参数	647
3.2 外啮合标准直齿圆柱齿轮几何尺寸计算	648
4 一对渐开线圆柱齿轮的啮合	657
4.1 啮合特性	657
4.2 正确啮合条件	658
4.3 连续传动条件	659
5 齿条与齿轮啮合	660
5.1 齿条的特点	660
5.2 标准齿条几何尺寸计算	661
5.3 齿轮刀具的基本齿条和工艺齿条	662
5.4 齿条与齿轮啮合	663
6 齿条形刀具切齿时的根切现象	665
6.1 齿条形刀具齿廓	665
6.2 齿根过渡曲线	665
6.3 根切现象	671
7 外啮合渐开线直齿圆柱齿轮变位计算	672
7.1 变位齿轮的基本概念	672
7.2 避免根切的最小变位系数	672
7.3 一对变位直齿圆柱齿轮的啮合传动	674
8 直齿内齿轮传动的几何尺寸计算	679
8.1 标准直齿内齿轮	679
8.2 内啮合齿轮传动的特点	679
8.3 内齿轮的几何尺寸计算	680
8.4 内齿轮传动的校验	690
8.4.1 加工内齿轮的顶切现象	690
8.4.2 内齿轮传动的干涉	691
8.4.3 内齿轮传动的负啮合现象 ($\alpha' < 0$)	695
9 渐开线斜齿圆柱齿轮传动	695
9.1 斜齿轮齿廓曲面的形成原理与啮合特点	695

9.2	主要参数	697
9.3	正确啮合条件	698
9.4	当量齿轮与当量齿数	699
9.5	重合度	699
9.6	几何尺寸计算	700
10	交错轴斜齿轮传动	703
11	蜗杆传动	705
11.1	蜗杆蜗轮的形成原理	705
11.2	蜗杆的类型	706
11.3	普通圆柱蜗杆传动的加工原理和特点	707
11.4	三种直纹螺旋面蜗杆	710
11.4.1	渐开线蜗杆	710
11.4.2	阿基米德蜗杆	712
11.4.3	法向直廓蜗杆	712
11.4.4	法向直廓蜗杆的参数	713
11.4.5	法向直廓蜗杆螺旋面、端面截形和轴向截形方程式	714
11.5	普通圆柱蜗杆传动几何计算 ($\Sigma=90^\circ$)	716
11.5.1	普通圆柱蜗杆传动基准齿廓	716
11.5.2	圆柱蜗杆的基本尺寸和参数	716
11.5.3	蜗杆与蜗轮参数的匹配	719
11.5.4	蜗轮变位系数	723
11.5.5	蜗杆头数 Z_1 和蜗轮齿数 Z_2	723
11.5.6	普通圆柱蜗杆传动的几何尺寸计算	723
12	圆锥齿轮传动	725
12.1	圆锥齿轮传动的分类、特点和应用	725
12.2	直齿圆锥齿轮齿廓的形成原理	727
12.3	背锥和当量齿数	727
12.4	圆锥齿轮的正确啮合条件	728
12.5	圆锥齿轮传动的传动比	729
12.6	直齿圆锥齿轮传动和几何尺寸计算	730
12.7	基准齿制	732
12.8	直齿锥齿轮的变位	732

第9章 小模数齿轮刀具

1	小模数齿轮滚刀	736
1.1	小模数齿轮滚刀的结构要素和特点	736
1.2	小模数齿轮滚刀的技术要求	739
1.3	小模数齿轮滚刀的设计举例	743
2	小模数蜗轮滚刀	745
2.1	小模数蜗轮滚刀的设计计算	745

2.2	小模数蜗轮滚刀的技术要求	748
2.3	小模数蜗轮滚刀的设计举例	750
3	小模数外啮合直齿插齿刀	753
3.1	小模数直齿插齿刀的结构特点	753
3.2	小模数外啮合直齿插齿刀的设计计算	757
3.3	小模数直齿插齿刀的技术要求	758
3.4	小模数外啮合直齿插齿刀的设计举例	760
4	小模数内啮合直齿插齿刀	763
4.1	小模数内啮合直齿插齿刀的各种干涉现象	763
4.2	小模数内啮合直齿插齿刀的设计计算	765
4.3	小模数内啮合直齿插齿刀的设计举例	767
5	小模数齿轮剃齿刀	770
5.1	小模数齿轮剃齿刀的设计计算	770
5.2	标准小模数齿轮剃齿刀的结构尺寸	772
5.3	小模数剃齿刀的技术要求	773
5.4	小模数齿轮剃齿刀的设计举例	774

第10章 齿轮刀具

1	齿轮滚刀	776
1.1	概述	776
1.2	整体齿轮滚刀	776
1.2.1	滚刀的结构参数	778
1.2.2	滚刀的齿形尺寸	782
1.2.3	滚刀的其它结构尺寸	783
1.2.4	滚刀的设计举例	784
1.2.5	齿轮滚刀的通用技术要求	788
1.3	镶片齿轮滚刀	791
1.3.1	直槽正前角镶片滚刀	791
1.3.2	标准镶片齿轮滚刀	791
1.3.3	圆磨法装配式滚刀	794
1.4	硬质合金滚刀	795
1.5	硬齿面加工用硬质合金刮削滚刀	797
1.5.1	硬质合金刮削滚刀的结构型式	797
1.5.2	硬质合金刮削滚刀的齿形尺寸	798
1.5.3	硬质合金刮削滚刀的技术要求	799
1.6	高精度齿轮滚刀	799
1.7	小压力角滚刀	801
1.8	多头齿轮滚刀	802
1.9	剃前滚刀	805
1.9.1	留刹量及其分布形式	805

1.9.2	剃前滚刀的齿形设计	807
1.9.3	剃前滚刀的技术要求	813
1.9.4	剃前滚刀设计举例	814
1.10	磨前和刮前滚刀	818
2	蜗轮刀具	821
2.1	普通蜗轮滚刀	821
2.1.1	蜗轮滚刀的进刀方向	821
2.1.2	蜗轮滚刀的结构参数	822
2.1.3	蜗轮滚刀的齿形参数	826
2.1.4	蜗轮滚刀的设计举例	828
2.1.5	蜗轮滚刀的技术要求	834
2.2	双导程蜗轮滚刀	838
2.2.1	双导程蜗轮滚刀的设计特点	838
2.2.2	双导程蜗轮滚刀的设计举例	839
2.3	蜗轮飞刀	843
2.3.1	蜗轮飞刀的工作原理	843
2.3.2	蜗轮飞刀的齿形	844
2.3.3	蜗轮飞刀的结构	846
2.3.4	飞刀的主要技术要求	850
2.4	蜗轮剃齿刀	851
2.5	圆弧齿蜗轮滚刀	852
2.5.1	圆弧齿蜗轮滚刀的设计特点	852
2.5.2	圆弧齿蜗轮滚刀的齿形设计	853
2.5.3	圆弧齿蜗轮滚刀的设计举例	854
3	插齿刀	858
3.1	插齿刀的类型和用途	858
3.2	插齿刀的几何形状和切削角度	859
3.2.1	几何特性和齿形角的修正	859
3.2.2	切削角度	860
3.3	外啮合直齿插齿刀的设计计算	861
3.3.1	变位系数的确定	861
3.3.2	通用外啮合直齿插齿刀的结构尺寸	865
3.3.3	专用内啮合直齿插齿刀的设计举例	872
3.3.4	外啮合直齿插齿刀的选用校验	876
3.4	内啮合直齿插齿刀的设计计算	877
3.4.1	内啮合直齿插齿刀的设计特点	877
3.4.2	内啮合直齿插齿刀齿数和分度圆直径	878
3.4.3	内啮合直齿插齿刀的变位系数	878
3.4.4	通用内啮合直齿插齿刀的结构尺寸	885
3.4.5	专用内啮合直齿插齿刀的设计举例	885
3.5	直齿插齿刀的通用技术要求	889
3.6	直齿剃前插齿刀	893
3.7	斜齿插齿刀	895

3.7.1	斜齿插齿刀的设计特点	896
3.7.2	斜齿插齿刀的结构参数与齿形参数	898
3.7.3	通用斜齿插齿刀的结构尺寸	901
4	剃齿刀	905
4.1	剃齿刀的类型和用途	905
4.2	盘形剃齿刀的主要结构参数	905
4.3	通用盘形剃齿刀的结构尺寸	910
4.4	专用剃齿刀的设计举例	912
4.5	使用通用剃齿刀的校验	919
4.6	盘形剃齿刀的技术要求	921
4.7	剃齿刀的齿形修正	922

第 11 章 其他异形复杂刀具

1	花键滚刀	924
1.1	花键滚刀的类型及用途	924
1.2	矩形花键滚刀	925
1.2.1	花键滚刀齿形设计	925
1.2.2	滚刀结构参数设计	929
1.2.3	常用矩形花键滚刀参数	932
1.2.4	矩形花键滚刀的主要技术要求	932
1.2.5	设计举例	933
1.3	渐开线花键滚刀	936
1.3.1	30°压力角渐开线花键滚刀	936
1.3.2	45°压力角渐开线花键滚刀	937
1.3.3	渐开线花键滚刀的主要技术要求	938
2	链轮滚刀	939
2.1	链轮滚刀的法向齿形设计	939
2.2	链轮滚刀结构参数设计	941
2.3	链轮滚刀的主要技术要求	943
2.4	设计举例	943
3	行星摆线齿轮滚刀	945
3.1	摆线齿轮滚刀齿形设计	945
3.2	摆线齿轮滚刀的主要技术要求	959
3.3	设计举例	960
4	钟表齿轮滚刀设计	963
4.1	钟表齿轮齿形	963
4.2	钟表齿轮滚刀齿形设计	965
4.2.1	计算作图法	965
4.2.2	算法	966
4.3	结构尺寸及技术要求	967

5 圆弧齿轮滚刀设计 967

5.1 单圆弧齿轮滚刀设计 968

5.1.1 单圆弧齿轮滚刀的法向齿形 968

5.1.2 单圆弧齿轮滚刀的结构设计 969

5.1.3 单圆弧齿轮滚刀的主要技术要求 971

5.1.4 设计举例 973

5.2 双圆弧齿轮滚刀设计 975

5.2.1 双圆弧齿轮滚刀的基准齿形及参数 975

5.2.2 双圆弧齿轮滚刀的齿形 976

5.2.3 双圆弧齿轮滚刀的结构尺寸 1003

5.2.4 双圆弧齿轮滚刀的主要技术要求 1004

6 矩形花键插齿刀 1006

6.1 矩形花键插齿刀 1006

6.1.1 矩形花键插齿刀的齿形设计 1006

6.1.2 齿形结构参数 1007

6.1.3 结构参数和技术要求 1007

6.1.4 设计举例 1008

6.2 矩形花键孔插齿刀 1010

6.2.1 齿形设计 1010

6.2.2 设计举例 1011

第 12 章 磨削工具

1 磨削工具的结构和标志 1014

2 磨削工具的分类及用途 1015

2.1 砂轮的类别及用途 1015

2.2 磨头砂瓦的类别及用途 1020

2.3 金刚石或立方氮化硼磨具的类别和用途 1022

2.4 砂带（布）的类别和用途 1029

2.5 油石的类别和用途 1029

3 砂轮 1030

3.1 砂轮的特性与选择 1030

3.1.1 磨料的种类与选择 1030

3.1.2 粒度的选择 1033

3.1.3 结合剂的种类及选择 1034

3.1.4 砂轮硬度及选择 1035

3.1.5 砂轮组织及其选择 1036

3.1.6 砂轮形状尺寸的选择 1037

3.2 砂轮的钝化及修正 1043

3.2.1 砂轮的钝化机理 1043

3.2.2 砂轮的修整 1043