

电子工业 生产技术手册

9

通用工艺卷

切削加工·特种加工

内 容 简 介

本书系统地总结了我国电子工业切削加工和特种加工的实践经验,并列出许多有用的数据、公式及图表。内容包括:

切削加工篇共有 15 章,包括切削加工理论基础,切削加工质量,冷却与润滑,毛坯选择和加工余量,基准,车削加工,铣削加工,钻削、镗削加工,刨削,插削与拉削加工,磨削加工,表面精加工,齿形加工,钳工,切削加工自动化及精密测量。

特种加工篇共有 6 章,包括电火花成形加工,电火花线切割加工,其他电火花加工,电化学加工,超声加工及激光加工。

本书可供从事切削加工、特种加工的工程技术人员、管理人员及具有中专文化水平的生产工人使用,也可供大专院校师生使用及参考。

电子工业生产技术手册

(9)

通用工艺卷

《电子工业生产技术手册》编委会 编

*

国防工业出版社出版发行

(北京市车公庄西路老虎庙七号)

新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092 1/16 印张60³/₄ 插页2 1412千字

1989年3月第一版 1989年3月第一次印刷 印数: 0,001—5,000册

ISBN 7-118-00046-9/TN9 定价: 27.40元

科技新书目 182-026

目 录

第1篇 切削加工

第1章 切削加工理论基础	3	1.8.1 刀具磨损的形态	24
1.1 切削加工	3	1.8.2 刀具磨损对切削加工的影响	25
1.1.1 切削加工的优缺点	3	1.8.3 刀具磨钝标准	25
1.1.2 切削加工类型	3	1.8.4 刀具磨损的原因及减少磨	
1.1.3 评价切削加工状况的基准	4	损的措施	26
1.2 刀具的几何形状及选择		1.8.5 刀具耐用度、影响因素及	
原则	4	提高耐用度的方法	28
1.2.1 切削运动	4	第2章 切削加工质量	30
1.2.2 刀具切削部分的几何角度	5	2.1 影响加工精度的因素	30
1.2.3 刀具切削角度的选择原则	7	2.2 提高加工精度的措施	33
1.3 切屑	9	2.3 经济加工精度	34
1.3.1 切屑的形成过程及种类	9	2.4 表面粗糙度的评定指标	43
1.3.2 切削比、剪切角和剪切应变	10	2.4.1 基本概念	43
1.3.3 影响切屑形态的因素和断屑	12	2.4.2 评定表面粗糙度的参数及	
1.4 积屑瘤及其类似物	15	其数值系列	45
1.4.1 积屑瘤及其类似物的种类	15	2.5 表面粗糙度的分级	46
1.4.2 积屑瘤对切削加工的影响		2.5.1 规定表面粗糙度要求的一	
及防止方法	15	般规则	47
1.5 切削力	16	2.5.2 附加的评定表面粗糙度的	
1.5.1 车削的三个分力	16	参数和数值	47
1.5.2 主切削力的理论公式	16	2.5.3 关于取样长度和评定长度	
1.5.3 影响切削力的因素	18	的选用	48
1.6 切削热与切削温度	19	2.6 各种加工方法所能得到的	
1.6.1 切削热的产生与传出	19	表面粗糙度	49
1.6.2 影响前刀面平均温度的因素	19	2.7 表面粗糙度与加工精度和	
1.6.3 温升对切削性能的影响	19	配合之间的关系	54
1.6.4 切削温度的测定方法	19	第3章 冷却与润滑	58
1.6.5 计算切削温度的实用公式	20	3.1 冷却润滑剂的作用	58
1.7 切削加工中的振动	20	3.2 冷却润滑剂的种类、配	
1.7.1 引起受迫振动的原因及消		方和使用	59
减措施	21	3.3 冷却润滑剂的添加剂	64
1.7.2 产生自激振动的原因及消		3.4 冷却润滑剂的选用	65
除措施	21	第4章 毛坯选择和加工余量	68
1.8 刀具磨损与耐用度	24	4.1 毛坯的选择	68

4.1.1 选择毛坯时应考虑的问题	68	7.1.3 铣刀直径及齿数的选择	182
4.1.2 毛坯种类及其制取方法 选择	68	7.1.4 铣刀的几何角度及其选择	183
4.2 加工余量	69	7.2 铣床	186
4.2.1 毛坯的切削加工余量	70	7.2.1 铣床的类型	186
4.2.2 切削加工的工序间余量	80	7.2.2 常用铣床的技术规格	187
第5章 基准	89	7.3 铣削工艺	191
5.1 基准概述	89	7.3.1 铣削方式	191
5.2 基准选择	90	7.3.2 铣削要素和切削层参数	193
5.3 基准间尺寸换算	93	7.3.3 铣削力和铣削功率	199
5.4 尺寸链计算实例	93	7.3.4 铣刀的磨损极限及耐用度	203
5.5 基准不同产生的误差分析	101	7.3.5 提高铣削效率和质量的措施	207
5.6 基准不同实例	107	7.3.6 型面铣削	217
第6章 车削加工	110	7.3.7 分度头的使用	227
6.1 车刀	110	7.4 精密机械刻划	232
6.1.1 刀具材料	110	7.4.1 精密刻划刀具	232
6.1.2 车刀几何角度及其选择	113	7.4.2 刻划设备	238
6.1.3 可转位机夹车刀	117	7.4.3 刻划工艺	245
6.1.4 金刚石车刀	120	7.4.4 刻度检验	248
6.2 普通车床加工	123	第8章 钻削、镗削加工	256
6.2.1 普通车床类型及工作精度	123	8.1 钻头、铰刀与镗刀	256
6.2.2 精密车床技术性能	124	8.1.1 麻花钻	256
6.2.3 普通车床的切削用量	126	8.1.2 扩孔钻	266
6.2.4 车床装夹方法及装夹精度	133	8.1.3 铰刀	267
6.2.5 细长轴车削	135	8.1.4 深孔钻	272
6.2.6 螺纹车削	137	8.1.5 镗刀	276
6.2.7 薄壁件车削	143	8.2 钻床与镗床	280
6.3 精密车削	146	8.2.1 钻床	280
6.3.1 缸面和镜面车削	146	8.2.2 镗床	284
6.3.2 磁盘车削	148	8.3 钻削、镗削	287
6.3.3 磁鼓加工	150	8.3.1 钻孔	287
6.4 常用的自动车床加工	150	8.3.2 铰削	301
6.4.1 单轴纵切自动车床的调整 设计	152	8.3.3 镗削	307
6.4.2 单轴六角自动车床的调整 设计	166	8.3.4 电子工业常用材料的钻削、 铰削和镗削	316
6.4.3 在自动车床上进行成组加工	173	第9章 刨削、插削与拉削加工	324
6.4.4 特殊用途的车床	175	9.1 刨削加工	324
第7章 铣削加工	178	9.1.1 加工范围与特点	324
7.1 铣刀	178	9.1.2 刨刀几何参数与刨削用量	324
7.1.1 铣刀的类型	178	9.1.3 刨床	333
7.1.2 铣刀切削部分材料的选用	181	9.1.4 工件的装夹	333
		9.1.5 精刨	335
		9.1.6 常用高效率刨刀	337

9.2 插削加工	337	11.1.2 研磨剂与研具	402
9.2.1 插刀几何参数与插削用量	337	11.1.3 研磨余量	408
9.2.2 插床	442	11.1.4 研磨方法	409
9.2.3 工件的装夹	343	11.2 抛光	411
9.2.4 矩形花键孔插刀	343	11.2.1 机械抛光	411
9.3 拉削加工	345	11.2.2 液体抛光	412
9.3.1 拉削特点与拉刀	345	11.2.3 化学抛光	413
9.3.2 拉削余量与拉削方式	346	11.2.4 电解抛光	414
9.3.3 拉刀切削部分的几何参数	348	11.3 滚压	415
9.3.4 拉床	352	11.3.1 滚压概述	415
9.3.5 拉削装置	353	11.3.2 表面滚压工具和滚压工艺	420
9.3.6 拉削工艺因素	353	11.4 挤光	420
9.3.7 高速拉削	356	11.4.1 挤光加工的精度与表面粗糙度	420
第10章 磨削加工	358	11.4.2 挤光工具	421
10.1 外圆磨削	358	11.5 珩磨	424
10.1.1 外圆磨削方法	358	11.5.1 珩磨的工作原理和特点	424
10.1.2 磨削工艺参数	359	11.5.2 珩磨机床与珩磨头	425
10.1.3 外圆磨削实例	362	11.5.3 珩磨油石	426
10.2 内圆磨削	364	11.5.4 珩磨工艺参数	428
10.2.1 内圆磨削方法	365	11.6 超精加工	433
10.2.2 内圆磨削工艺参数	366	11.6.1 超精加工的特点和应用	433
10.2.3 内圆磨削实例	366	11.6.2 超精加工工艺参数	434
10.3 平面磨削	367	11.6.3 超精加工用油石的选择	435
10.3.1 平面磨削方法	368	11.6.4 冷却润滑液	435
10.3.2 平面磨削工艺参数	369	第12章 齿形加工	437
10.3.3 平面磨削实例	370	12.1 常用齿形加工方法的分类及比较	437
10.4 无心磨削	370	12.2 成形刀铣齿	438
10.4.1 无心磨削方法	371	12.3 滚齿	438
10.4.2 无心磨削工艺参数	371	12.4 插齿	443
10.4.3 无心磨削实例	374	12.5 剃齿	449
10.5 螺纹磨削	375	12.6 磨齿	454
10.5.1 螺纹磨削方法	375	12.7 刨齿	457
10.5.2 螺纹磨削工艺参数	377	12.8 螺旋锥齿轮加工	461
10.5.3 精密丝杠和滚珠丝杠的加工	378	12.9 珩齿、研齿和抛齿	464
10.6 磨具、磨料与磨床	383	第13章 钳工	469
10.7 常用难加工材料的磨削	395	13.1 划线	469
10.7.1 难加工材料的分类	395	13.2 錾切	471
10.7.2 难加工材料磨削工艺特点	396	13.3 锯割	471
第11章 表面精加工	401	13.4 锉削	472
11.1 研磨	401		
11.1.1 研磨概述	401		

13.5 弯曲	473
13.5.1 毛坯长度的计算	473
13.5.2 最小弯曲半径	476
13.6 铆接	480
13.6.1 铆钉和冲头	480
13.6.2 铆钉直径、长度和钻孔 直径	484
13.6.3 铆接方法及工艺要求	485
13.7 攻丝和套丝	486
13.7.1 螺纹	486
13.7.2 丝锥和绞杠	497
13.7.3 攻丝方法	501
13.7.4 板牙和板牙架	504
13.7.5 套丝方法	504
13.8 刮削	505
13.8.1 刮削的作用及刮削余量	505
13.8.2 刮刀	506
13.8.3 显示剂和接触精度要求	508
13.8.4 刮削方法	510
13.8.5 刮削精度补偿	510
13.9 装配工艺	511
13.9.1 装配方法及组织形式	511
13.9.2 装配过程中的钳工修配 工作	512
13.9.3 清洗	513
13.9.4 平衡	518
13.9.5 校正	521
13.9.6 螺纹连接	526
13.9.7 过盈连接	529
13.9.8 典型部件的装配	531
第14章 切削加工自动化	544
14.1 概述	544
14.2 上料安装自动化	544
14.2.1 上料装置的种类	545
14.2.2 单件上料装置的组成	545
14.2.3 料仓式上料装置	546
14.2.4 自动定向料斗式上料装置	560
14.3 单机自动化	565
14.3.1 机床基本动作的机械化和 自动化	565
14.3.2 机床工作循环自动化	565
14.4 切削加工的数控控制系统	570

14.4.1 机床数字控制的通用标准	570
14.4.2 数控装置	581
14.4.3 数控机床的伺服系统	596
14.5 计算机数字控制	599
14.5.1 计算机数控系统	599
14.5.2 微型单板计算机数控	601
14.6 程序编制	606
14.6.1 手工编程	606
14.6.2 自动编程	610
14.6.3 其他编程方法	623
第15章 精密测量	625
15.1 概述	625
15.1.1 测量的基本概念	625
15.1.2 长度基准及尺寸传递系统	625
15.1.3 测量方法分类与基本度量 指标	626
15.1.4 测量误差及数据处理	626
15.2 通用量具量仪简介	628
15.2.1 游标量具及其主要指标	628
15.2.2 螺旋副量具及其主要指标	629
15.2.3 通用机械式测微仪及其 主要指标	631
15.2.4 通用光学量仪	632
15.2.5 三坐标测量机	635
15.3 圆柱体测量	635
15.3.1 圆柱体综合测量——量规法	635
15.3.2 轴径的测量	638
15.3.3 孔径的测量	639
15.4 角度和锥度的测量	642
15.4.1 角度的通用基准——多面 棱体及刻度盘	642
15.4.2 角度和锥度的直接测量	642
15.4.3 角度或锥度的间接测量	644
15.5 表面形状和位置误差的 测量	646
15.5.1 表面形状误差的测量	647
15.5.2 表面位置误差的测量	653
15.6 表面粗糙度的测量	656
15.6.1 比较法	656
15.6.2 光切法	657
15.6.3 光波干涉法	657
15.6.4 针描法	658

15.7 螺纹测量	659	15.8.5 公法线长度测量	674
15.7.1 螺纹量规	660	15.8.6 基节测量	674
15.7.2 外螺纹几何参数的测量	660	15.8.7 齿形测量	675
15.7.3 内螺纹中径的测量	665	15.8.8 齿厚偏差的测量	676
15.7.4 丝杠的测量	666	15.9 新技术在精密测量中的	
15.8 齿轮测量	667	应用	677
15.8.1 单面啮合综合测量	668	15.9.1 光栅技术的应用	677
15.8.2 双面啮合综合测量	669	15.9.2 激光技术的应用	679
15.8.3 周节误差的测量	670	15.9.3 微机技术的应用	680
15.8.4 齿圈径向跳动误差的测量	673	常用符号	683

第2篇 特种加工

概述	39
----------	----

第1章 电火花成形加工

1.1 电火花加工的原理、特点	
及分类	691
1.1.1 电火花加工原理	691
1.1.2 影响电蚀量的主要因素	692
1.1.3 加工特点、应用范围及分类	694
1.2 电火花成形加工机床	694
1.2.1 电火花成形加工机床型号	
系列表示方法	694
1.2.2 电火花成形加工机床的组成	696
1.2.3 脉冲电源	679
1.3 电火花成形加工的基本工	
艺规律	700
1.3.1 电火花成形加工的加工速度	700
1.3.2 电火花成形加工的电极相	
对损耗	702
1.3.3 影响电火花成形加工精度	
的主要因素	706
1.3.4 电火花加工的表面质量	709
1.4 电火花穿孔加工工艺及	
应用	713
1.4.1 电火花穿孔加工工艺	713
1.4.2 电火花穿孔加工用工具电极	715
1.4.3 电火花穿孔加工电规准的	
选择与转换	719
1.4.4 排屑	720
1.4.5 加工实例	720
1.5 电火花型腔加工工艺及	

应用	722
----------	-----

1.5.1 电火花型腔加工工艺	723
1.5.2 电火花型腔加工用工具	
电极	725
1.5.3 加工规准的选择、转换与	
平动量的分配	731
1.5.4 排屑	734
1.5.5 加工实例	734

第2章 电火花线切割加工

2.1 电火花线切割加工的原理	
和特点	744
2.2 电火花线切割加工机床	744
2.2.1 电火花线切割加工机床的	
分类	744
2.2.2 电火花线切割加工机床型	
号系列表示方法	745
2.2.3 电火花线切割加工机床的	
主要部件	745
2.2.4 机床本体	745
2.2.5 工作液循环系统	755
2.2.6 脉冲电源	756
2.2.7 控制系统	761
2.2.8 电火花线切割机床的使用	
条件	769
2.3 电火花线切割加工的基本	
工艺规律	770
2.3.1 电火花线切割加工工艺指	
标的评定	770
2.3.2 工件材料与电极丝材料的基	
本特性	771

2.3.3 工作液的种类及加工性能	773
2.3.4 影响工艺指标的因素	773
2.4 电火花线切割加工工艺及	
应用	783
2.4.1 对工件图纸进行分析	783
2.4.2 加工前的工艺准备	785
2.4.3 工件的装夹与调整	785
2.4.4 确定切割原则	789
2.4.5 切割加工	790
2.4.6 电火花线切割加工的工艺	
技巧	790
2.4.7 电火花线切割加工的应用	
实例	796
2.5 线切割机床数控程序编制	801
2.5.1 编程基本知识	801
2.5.2 CL六边形法	803
2.5.3 PCPT线切割编程软件应用	812
2.5.4 微型计算机在数控线切割	
编程中的应用	819
第3章 其他电火花加工	821
3.1 电火花精密微细加工	821
3.1.1 小孔电火花加工	821
3.1.2 精密微细加工实例	837
3.2 共轭回转式电火花加工	839
3.2.1 共轭回转式电火花加工原	
理及应用范围	839
3.2.2 共轭回转式电火花加工分类	840
3.3 电火花磨削与电火花铰磨	
小孔	842
3.4 电火花强化	845
3.4.1 电火花强化原理、作用及	
常用工具电极材料	845
3.4.2 电火花强化的物理化学过程	845
3.4.3 电火花强化层特性及应用	846
3.4.4 电火花强化的一般规律	847
3.4.5 电火花强化设备及常用规范	849
3.5 电火花刻字	851
3.6 半导体材料及非导体材料	
的电火花加工	852
3.6.1 半导体材料的电火花加工	852
3.6.2 非导体材料的电火花加工	854
第4章 电化学加工	856
4.1 电化学加工的原理、特点	
及分类	856
4.1.1 电化学加工的基本原理	856
4.1.2 加工特点、应用范围及分类	861
4.2 电化学抛光	862
4.2.1 电化学抛光设备	862
4.2.2 电化学抛光的基本工艺规律	868
4.2.3 电化学抛光工艺及应用	873
4.3 电解加工	884
4.3.1 电解加工设备	884
4.3.2 电解加工的基本工艺规律	889
4.3.3 电解加工工艺及应用	892
4.4 电解磨削	906
4.4.1 电解磨削设备	906
4.4.2 电解磨削的基本工艺规律	907
4.4.3 电解磨削工艺及应用	909
第5章 超声加工	913
5.1 超声加工的原理、特点及	
分类	913
5.1.1 加工原理、特点及应用范围	913
5.1.2 超声加工的分类	914
5.2 超声加工设备	914
5.2.1 超声发生器	914
5.2.2 声学部件	914
5.2.3 设备本体	922
5.3 超声加工的基本工艺规律	923
5.3.1 超声加工的加工速度	923
5.3.2 超声加工的加工精度	926
5.3.3 超声加工的表面粗糙度	928
5.4 超声加工的应用	928
5.4.1 孔的超声加工	928
5.4.2 超声切断	929
5.4.3 超声抛光	929
5.4.4 超声清洗	930
第6章 激光加工	932
6.1 激光加工的原理和特点	932
6.1.1 加工原理	932
6.1.2 加工特点和应用范围	932
6.2 激光加工设备	933
6.2.1 激光器	933
6.2.2 光学系统	939

6.2.3 电气系统	940
6.2.4 机械系统	942
6.3 激光加工工艺及应用	942

6.3.1 激光在材料加工上的应用	942
6.3.2 激光在电子工业 中的应用	951

切 削 加 工

主 编

陈在礼 赵光宇 傅展堂 吴天林

主 审

王克颖 贾昌晔

第 1 章 切削加工理论基础

傅展堂

1.1 切削加工

切削加工是靠刀具和工件之间作相对运动完成的。可定义为：“首先刀具接触工件，然后刀具工件作相对运动，工件由于受力的作用内部或局部发生较大的应力而引起断裂，把不需要的部分作为切屑而剥离下来，加工出所需几何形状、尺寸精度和表面粗糙度的崭新表面的零件”。

1.1.1 切削加工的优缺点

1. 优点

- (1) 大部分材料都可以切削加工；
- (2) 大多数形状都可以切削加工；
- (3) 从粗加工到精加工范围内都可以加工；
- (4) 从使用通用机床的单件生产到使用自动机床的大量生产，切削加工富有通融性；
- (5) 与其他加工方法比较，切削加工所需的能量小。

2. 缺点

- (1) 有切屑；
- (2) 切削时产生切削力，影响加工精度；
- (3) 产生切削热，使温度上升而带来热膨胀、结晶组织变化和促进磨损等现象；
- (4) 形成与材料内部性质不同的加工变质层。

1.1.2 切削加工类型

切削加工可分为直角切削（图 1-1）、倾斜切削（图 1-2）和普通切削（图 1-3）等



图1-1 直角切削（车削）

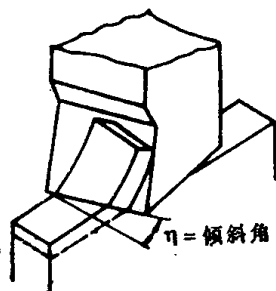


图1-2 倾斜切削

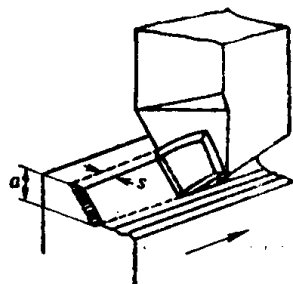


图1-3 普通切削

类型；还可根据切削的主运动分为直线运动切削和回转运动切削；根据切削部分断面形状的变化分为切削部分断面不变的切削和切削部分断面变化的切削等。

1.1.3 评价切削加工状况的基准

- 1) 产品的几何质量，即尺寸精度、形位精度和表面粗糙度是否在要求的范围内；
- 2) 切削表面层材料质量，即加工变质层，残余应力和裂纹等是否在允许范围；
- 3) 加工时间短；
- 4) 加工费用低。

1.2 刀具的几何形状及选择原则

1.2.1 切削运动

在切削加工过程中，刀具与工件之间作相对的切削运动，它等于主运动速度 v 与进给运动速度 v_f 的向量和。

主运动——直接切除工件上的被切削层，使之变为切屑的主要运动。主运动速度称为切削速度 v 。通常 v 值较高，它所消耗的功率较大。

进给运动——不断把被切削层投入切削，以逐渐切出整个工件表面的运动。它分为：

吃刀运动 它是控制刀刃切入深度的运动，在多数情况下（如车削、铣削、刨削）吃刀运动是间歇性的；如果在切削过程中同时吃刀，则变为走刀运动。吃刀的大小称为切削深度，它是工件上已加工表面到待加工表面之间的垂直距离。

走刀运动 它是沿着所要形成的工件表面的进给运动，用进给速度 v_f (mm/min) 或进给量 f (mm) 表示。

几种主要切削加工中，刀具与工件的主运动和进给运动见图 1-4。切削加工过程中，工件形成的三个面，以车削为例，如图 1-5 所示。工件上已经切去切屑的表面，称为已加工表面；即将切去切屑的表面，称为待加工表面；由刀刃正在切削着的表面，称为切削表面。

切削深度、进给量和切削速度，是切削用量的三要素。

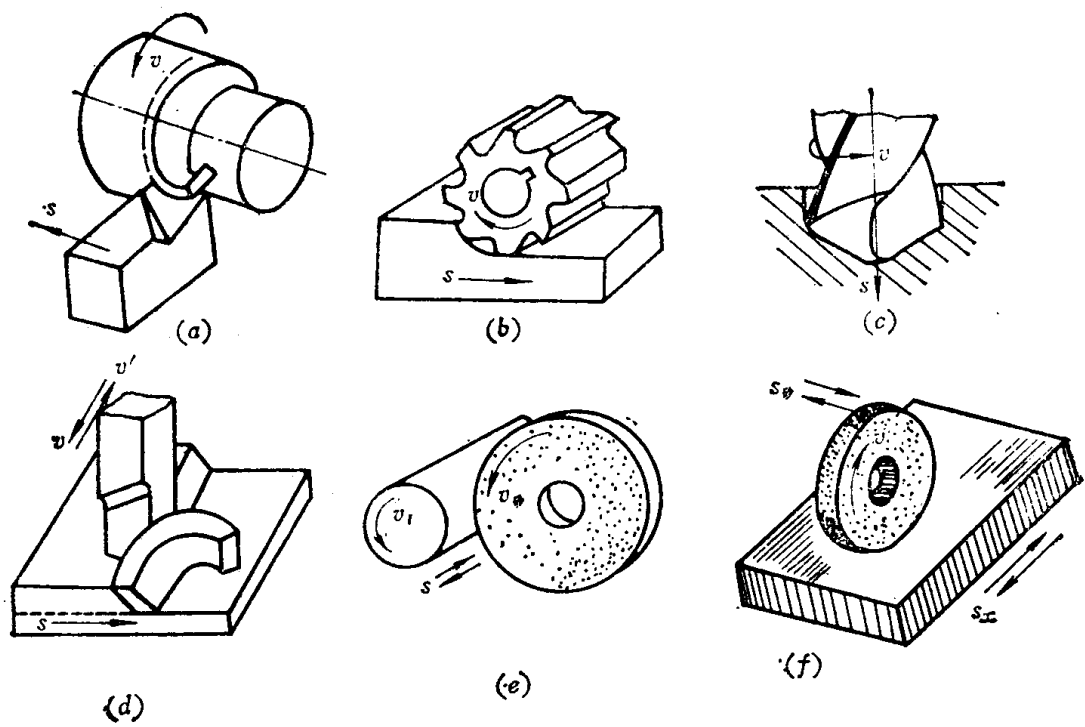


图1-4 几种主要切削加工运动简图
(a) 车削; (b) 铣削; (c) 钻削; (d) 刨削; (e)、(f) 磨削。
 v —切削速度 (主运动);
 s —进给量 (进给运动)。

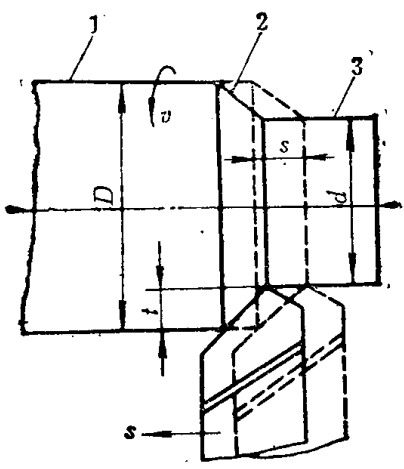


图1-5 切削加工中工件形成的三个面
1—待加工表面; 2—切削表面; 3—已加工表面。

1.2.2 刀具切削部分的几何角度

以外圆车刀为例说明刀具切削部分的几何角度。

1. 车刀的组成

如图 1-6 所示, 车刀由刀头和刀杆组成。刀头即切削部分, 由下列几部分组成: 、
前刀面 直接切入和挤压被切削层并控制切屑沿其排出的刀面。
主后刀面 与工件加工表面相互作用和相互对着的刀面。

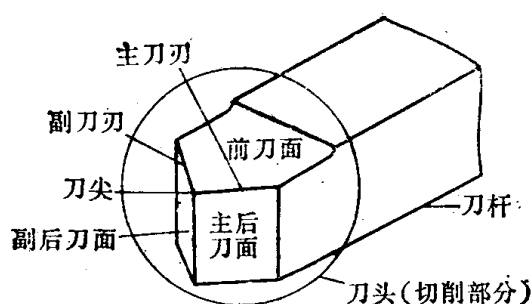


图1-6 车刀的组成

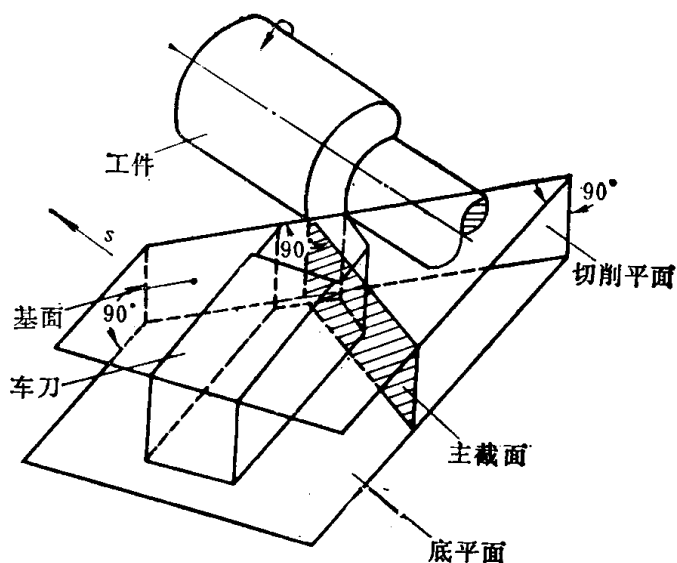


图1-7 车刀的辅助平面

副后刀面 与工件已加工表面相互作用和相互对着的刀面。

主刀刃 前刀面与主后刀面的相交部位。

副刀刃 前刀面与副后刀面的相交部位。

刀尖 主刀刃和副刀刃的交点。一般为一定半径的圆弧。

2. 辅助平面

刀头上刃与刃之间、刃与面之间、面与面之间所夹的角度以及刀面、刀刃、刀尖的形状，统称刀具的几何参数。为确定车刀上各刃和面在空间的位置，规定了辅助平面，如图 1-7 所示。

(1) 切削平面 通过切削刃上任意点，并和工件加工表面相切的一个平面。

(2) 基面 通过切削刃上任意点，并和切削平面相垂直的一个平面。

(3) 主截面 垂直于主刀刃在基面上投影的一个平面 (图 1-8 中的 $N-N$ 截面)。

(4) 副截面 垂直于副刀刃在基面上投影的一个平面 (图 1-8 中 N_1-N_1 截面)。

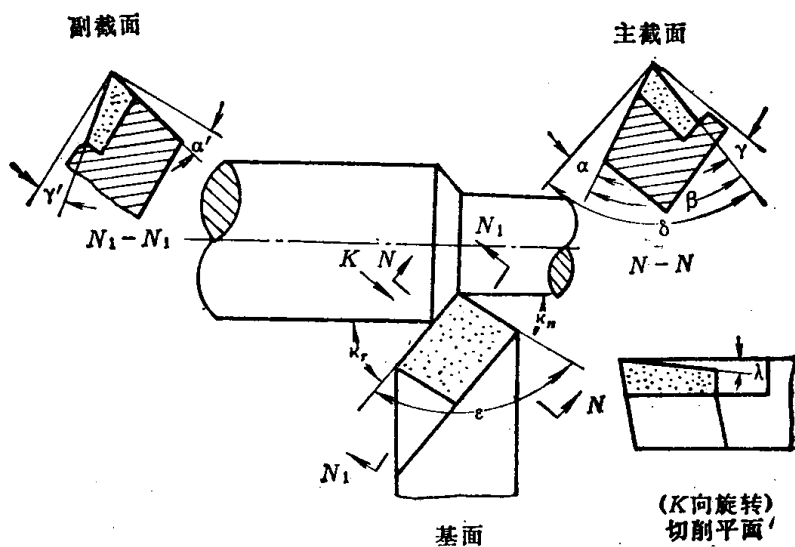


图1-8 车刀的几何角度

3. 车刀切削部分几何角度 (图 1-8)

(1) 在主截面内测量的角

前角 (γ) 前刀面与基面之间的夹角。

后角 (α) 主后刀面与切削平面之间的夹角。

楔角 (β) 前刀面与主后刀面之间的夹角。

切削角 (δ) 前刀面与切削平面之间的夹角。

(2) 在基面内测量的角

主偏角 (κ_r) 主切削刃在基面上的投影与走刀方向的夹角, 又称导角。

副偏角 (κ') 副切削刃在基面上的投影与走刀方向的相反方向的夹角, 又称离角。

刀尖角 (ε) 主切削刃与副切削刃在基面上投影的夹角。

(3) 在切削平面上测量的角

刃倾角 (λ_r) 主切削刃与基面之间的夹角。

(4) 在副截面内测量的角

副前角 (γ') 前刀面与副刀刃上的基面之间的夹角。

副后角 (α') 副后刀面与副刀刃的切削平面之间的夹角。

1.2.3 刀具切削角度的选择原则

选择刀具合理角度的一般原则为:

1) 从工件的材质、物理机械性能、毛坯表层状况以及工件形状、尺寸、精度和表面质量要求出发, 针对具体加工对象选择合理的刀具角度;

2) 找出影响刀具合理几何形状的主要因素, 据以选定刀具角度的合理数值。一般粗加工刀具应着重考虑其切除能力, 精加工刀具主要考虑刀刃成形工作和保证加工质量要求, 自动化生产用刀具则需考虑工作的稳定性;

3) 刀具角度之间, 刀具角度同刀刃形状、刃口型式和刀面型式都是相互联系、相互影响的。选择刀具合理角度时, 要综合考虑各方面因素。

刀具切削角度的功用和具体选择原则列于表 1-1。

表1-1 刀具切削角度的功用和选择原则

名称	功 用	选 择 原 则
前 角	合理地增大前角, 可减小刀具前面被挤压的切削层的塑性变形; 缩短切屑与前面的接触长度, 减小切屑流动时的摩擦阻力; 且可减小刀刃圆弧半径 r_n , 使刀刃锋利, 从而减小切削力、热和功率, 提高切削加工生产率及刀具耐用度。但前角太大, 将削弱刃口和刀头强度, 且减少散热体积, 降低刀具耐用度, 甚至造成崩刃	主要根据工件材料, 其次考虑刀具材料和加工条件进行选择: 1. 工件材料的强度、硬度较低, 可以选取较大的甚至很大的前角; 加工特别硬的工件 (如淬火钢), 前角很小, 甚至取负值; 2. 加工塑性材料, 尤其是冷加工硬化严重的塑性材料, 应选取较大的前角; 加工脆性材料, 可取较小的前角; 3. 粗加工, 特别是断续切削或有外皮的铸锻件粗切时, 应适当减小前角。但在采取若干强化刃口及刀尖的措施 (如磨出负倒棱、过渡刃、较大的$-\lambda_r$角) 之

(续)

名称	功 用	选 择 原 则
前 角		后, 也可增大前角至合理的数值; 4. 成形刀具及展成法刀具 (如螺纹车刀、齿轮滚刀) 为防止加工截形畸变, 常取较小的前角, 甚至取 $\gamma = 0$; 但为了改善切削条件, 可以在增大前角的同时修整刃形, 以保证成形精度; 5. 刀具材料抗弯强度较低, 抗冲击韧性较差, 应取较小的前角; 高速钢刀具比硬质合金刀具允许采用较大的前角 (约可增大 5°); 6. 工艺系统刚度差或机床功率不足时, 应取较大的前角; 7. 数控机床和自动机、自动线用刀具, 应根据刀具的尺寸耐用度及工作的稳定性选择合理前角
后 角	后角 (α、α_1、α') 的主要功用是减少刃口及刀具后面同工件加工表面之间的摩擦。在保证刃口和刀头具有一定的强度和散热体积的条件下, 有一个使耐用度最大的合理后角值, 后角过大, 将削弱刃口和刀头, 降低刀具耐用度, 甚至造成崩刃	1. 粗加工强力切削及承受冲击载荷的刀具, 要求刃口强固, 应取较小的后角; 粗加工刀具磨损主要在刃口和后面上, 增大后角可提高刀具耐用度和加工表面质量; 2. 工件材料强度、硬度较高时, 为保证刃口强度, 宜取较小的后角; 工件材料较软、粘或加工硬化大时, 刀具后面的摩擦对加工表面质量和刀具磨损影响较大; 加工脆性材料, 切削力集中在刃口处, 宜取较小的后角; 但加工特别脆硬的材料时, 必须适当加大后角, 才能改善刃口切入的条件; 3. 工艺系统刚度差容易出现振动时, 应采用消振棱, 或适当减小后角, 但不宜小于 $1^\circ \sim 2^\circ$, 否则将引起明显的振动; 4. 各种有尺寸精度要求的刀具, 为了限制重磨后刀具尺寸的变化, 宜取较小的后角; 5. 高速钢刀具的后角比硬质合金刀具后角可增大 $2^\circ \sim 3^\circ$; 6. 成形车刀或铲齿铣刀等刃形复杂, 各处法向后角常不相等, 最小后角尽量不小于 $2^\circ 30'$
主 偏 角	1. 主偏角 κ 影响同时参与切削的刀刃长度和单位刀刃长度上的切削负荷。在 a_p、f 一定的情况下, κ 角减小, 单位刃长上的切削负荷就减小。同时由于 κ 值小, 刀尖角 ϵ 大, 刀尖处的强度和散热条件改善, 可使刀具耐用度提高; 2. 偏角 (κ 或 κ_n) 对吃刀抗力 F_p 和走刀抗力 F_f 影响很大。主偏角 κ 增大, F_p 力下降, 有利于减小工艺系统的弹性变形和振动; 3. 主偏角 κ (和过渡刃偏角 κ_1) 影响断屑效果和排屑方向; 增大 κ 角可使切屑变得窄而厚, 容易断屑; 对于孔加工刀具, 增大 κ 角有利于排出切屑	1. 精加工和半精加工, 一般选用较大的主偏角 κ 以利于减少振动、断屑和便于采用较大的切削深度; 2. 加工很硬的材料, 如冷硬生铁和淬火钢, 为减轻单位刀刃上的负荷, 改善刀头散热条件, 提高刀具耐用度, 宜取较小的 κ 和 κ_n; 3. 工艺系统刚度较好时, 可减小 κ 角以提高刀具耐用度; 刚度不足或车细长轴时, 应取大的 κ 角, 甚至 $\kappa > 90^\circ$; 4. 需从中间切入或者仿形加工的车刀, 应同时增大 κ 和 κ_n; 5. 单件小批生产中, 希望一两把刀具加工出工件上所有的表面, 则可选取通用性较好的 45° 车刀或 90° 偏刀