

简明金属机械 加工工艺手册

彭林中 张宏 主编



**JIANMING JINSHU JIXIE
JIAGONG GONGYI SHOUCHE**



化学工业出版社

简明金属机械 加工工艺手册



JIANMING JINSHU JIXIE
JIAGONG GONGYI SHOUCE

ISBN 978-7-122-11638-3



9 787122 116383 >



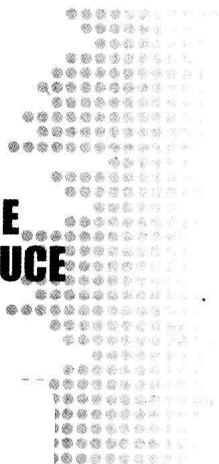
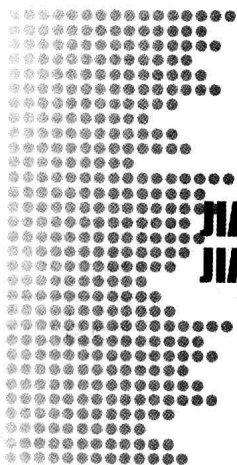
www.cip.com.cn
读科技图书 上化工社网

销售分类建议: 机械 / 机械加工

定价: 58.00元

简明金属机械 加工工艺手册

彭林中 张宏 主编



JIANMING JINSHU JIXIE
JIAGONG GONGYI SHOUCHE



化学工业出版社

· 北京 ·

本手册紧密结合机械制造工艺的需要，收集和选编了机械制造现场常用的必备资料和数据，具体内容包括：金属切削基本知识、毛坯及余量、机械加工质量和精度检验、机械加工工艺规程、机床夹具、车削加工、铣削加工、刨削和插削加工、圆柱齿轮加工、磨削加工、钻孔、铰孔加工等。对各种机械加工方法还提供了一些加工技能、典型实例等。本手册的特点是以工艺为基础，以各种机械加工方法为主线，工艺数据和工艺方法紧密结合。内容简明、实用，编排合理，方便查阅。

本手册可供机械加工的工艺人员、广大技术工人及相关专业的院校师生查阅和参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

简明金属机械加工工艺手册/彭林中，张宏主编。

北京：化学工业出版社，2011.8

ISBN 978-7-122-11638-3

I. 简… II. ①彭…②张… III. 金属切削-技术手册 IV. TG506-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 123535 号

责任编辑：张兴辉

文字编辑：张绪瑞

责任校对：王素芹

装帧设计：王晓宇

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）

印 装：北京白帆印务有限公司

850mm×1168mm 1/32 印张 20¼ 字数 566 千字

2012 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：58.00 元

版权所有 违者必究

前言

简明金属机械加工工艺手册

► FOREWORD

机械制造工艺，即采用机械加工，直接改变毛坯（或半成品）的形状、尺寸和表面质量等，使其成为零件的方法与过程。同样的设计可以通过不同的工艺方法来实现，工艺不同，所用的设备、工艺装备就不同。其质量和生产率也会有差别，因此，工艺是生产中最活跃的因素。《简明金属机械加工工艺手册》就是为帮助从事机械加工的工艺人员、广大技术工人及相关专业的院校师生而编写的。

本手册紧密结合机械制造工艺的需要，收集和选编了机械制造现场常用的必备资料和数据，具体内容包括：金属切削基本知识、毛坯及余量、机械加工质量和精度检验、机械加工工艺规程、机床夹具、车削加工、铣削加工、刨削和插削加工、圆柱齿轮加工、磨削加工、钻孔、铰孔加工等。

本手册的特点是以工艺为基础，以各种机械加工方法为主线，工艺数据和工艺方法紧密结合，对各种机械加工方法还提供一些加工技能、典型实例，编写内容突出实用性、简明性。

本手册由彭林中、张宏主编。参加编写的人员还有郭军、苗童玲、申世忠、武孝平、司成俊、张建军、郜军等。

由于编者水平有限，书中难免有不妥之处，恳切希望广大读者批评指正。

主 编

第 1 章 金属切削基本知识

- | | |
|---------------------|------|
| 1.1 切削运动与切削用量 | / 1 |
| 1.1.1 切削运动和工件表面 | / 1 |
| 1.1.2 切削用量 | / 2 |
| 1.1.3 切削用量的选择原则 | / 4 |
| 1.2 刀具几何参数 | / 5 |
| 1.2.1 刀具切削部分的组成 | / 5 |
| 1.2.2 确定刀具几何角度的参考系 | / 6 |
| 1.2.3 刀具几何角度的定义 | / 7 |
| 1.2.4 刀具合理几何参数的选择 | / 7 |
| 1.3 刀具材料 | / 12 |
| 1.3.1 刀具材料应具备的性能 | / 12 |
| 1.3.2 各类刀具材料的主要性能比较 | / 13 |
| 1.3.3 高速钢的分类、性能及用途 | / 14 |
| 1.3.4 硬质合金 | / 16 |
| 1.4 金属切削过程及其物理现象 | / 20 |
| 1.4.1 切削过程及切屑种类 | / 20 |
| 1.4.2 积屑瘤 | / 22 |
| 1.4.3 切削力与切削功率 | / 23 |
| 1.4.4 切削热与切削温度 | / 25 |
| 1.4.5 刀具磨损及刀具寿命 | / 27 |
| 1.4.6 切削液 | / 30 |
| 1.4.7 工件材料的切削加工性 | / 34 |
| 1.5 金属切削机床型号编制方法 | / 36 |
| 1.5.1 通用机床的型号 | / 37 |
| 1.5.2 专用机床的型号 | / 44 |
| 1.5.3 机床自动线的型号 | / 45 |

第 2 章 毛坯及余量

- | | |
|-----------------|------|
| 2.1 毛坯的加工余量 | / 46 |
| 2.1.1 加工余量的基本概念 | / 46 |
| 2.1.2 毛坯的表面层厚度 | / 48 |
| 2.2 轧制件 | / 48 |

2.2.1	轴类零件采用精轧圆棒料时毛坯直径	/48
2.2.2	轧制圆棒料切断和端面加工余量	/50
2.2.3	易切削钢轴类外圆的选用(车后不磨)	/50
2.2.4	易切削钢轴类外圆的选用(车后需淬火及磨)	/51
2.3	铸件	/52
2.3.1	铸件的尺寸公差	/52
2.3.2	铸件尺寸公差等级的选用	/54
2.3.3	铸件的机械加工余量	/54
2.4	锻件	/56
2.4.1	自由锻件的机械加工余量	/56
2.4.2	模锻件的机械加工余量	/58
2.5	工序间加工余量	/59
2.5.1	影响工序间加工余量的因素	/59
2.5.2	轴的加工余量	/60
2.5.3	孔的加工余量	/65
2.5.4	平面加工余量	/70
2.5.5	切除渗碳层的加工余量	/73
2.5.6	齿轮精加工余量	/74
2.5.7	花键精加工余量	/76
2.5.8	有色金属及其合金的加工余量	/77
第3章 机械加工质量和精度检验		
3.1	机械加工精度	/82
3.1.1	机械加工精度的概念	/82
3.1.2	影响加工精度的因素及改善措施	/84
3.1.3	经济加工精度	/89
3.2	机械加工表面质量	/97
3.2.1	已加工表面质量的概念	/97
3.2.2	表面粗糙度	/98
3.2.3	工件表面层的加工硬化	/106
3.2.4	表面层金相组织的变化与磨削烧伤	/107
3.2.5	表面层残余应力	/109
3.3	常用检测方法	/110

3.3.1	圆弧的测量计算	/ 110
3.3.2	锥度的常用测量方法	/ 110
3.3.3	V形块的常用测量方法	/ 114
3.3.4	燕尾与燕尾槽的常用测量方法	/ 114
3.3.5	直线度误差的常用测量方法	/ 115
3.3.6	平面度误差的常用测量方法	/ 120
3.3.7	圆度误差的常用测量方法	/ 125
3.3.8	圆柱度误差的常用测量方法	/ 127
3.3.9	轮廓度误差的常用测量方法	/ 129
3.3.10	定向误差的常用测量方法	/ 132
3.3.11	定位误差的常用测量方法	/ 141
3.3.12	跳动误差的常用测量方法	/ 150
第4章 机械加工工艺规程		
4.1	基本概念	/ 153
4.1.1	常用的机械制造工艺基本术语	/ 153
4.1.2	工艺过程及其组成	/ 156
4.1.3	生产纲领、生产类型及其工艺特征	/ 159
4.1.4	机械加工工艺规程的作用	/ 162
4.1.5	制订工艺规程的基本要求、主要依据和制订步骤	/ 162
4.2	工艺过程设计中应考虑的主要因素	/ 163
4.2.1	定位基准的选择	/ 163
4.2.2	零件表面加工方法的选择	/ 164
4.2.3	加工顺序的合理安排	/ 167
4.3	工艺文件格式及填写规则	/ 169
4.3.1	机械加工工艺过程卡片格式及填写规则	/ 169
4.3.2	机械加工工序卡片填写及格式规则	/ 171
4.3.3	标准零件(或典型零件)工艺过程卡片格式	/ 173
4.4	典型零件加工工艺过程	/ 174
4.4.1	轴类零件加工工艺过程分析	/ 174
4.4.2	圆柱齿轮加工工艺过程分析	/ 184
4.4.3	套筒类零件加工工艺过程分析	/ 190

4.4.4 箱体类零件加工工艺过程分析	/ 193
第5章 机床夹具	
5.1 夹具概述	/ 201
5.1.1 机床夹具的概念	/ 201
5.1.2 机床夹具的分类	/ 201
5.1.3 机床夹具的组成	/ 202
5.1.4 机床夹具的作用	/ 203
5.2 工件定位原理	/ 204
5.2.1 六点定位	/ 204
5.2.2 限制工件自由度与加工要求的关系	/ 205
5.2.3 正确处理重复定位	/ 206
5.2.4 常见定位元件所限制的自由度	/ 209
5.3 夹紧装置简介	/ 211
5.3.1 夹紧装置的组成及基本要求	/ 211
5.3.2 夹紧力的确定	/ 212
5.3.3 几种基本夹紧机构	/ 215
5.4 夹具的对定	/ 227
5.4.1 夹具与机床的连接方式	/ 227
5.4.2 对刀和导引装置	/ 229
5.4.3 分度装置	/ 239
5.5 机床夹具常用标准零件	/ 242
5.5.1 定位件	/ 242
5.5.2 导向件	/ 255
5.5.3 支承件	/ 265
5.5.4 夹紧件	/ 269
第6章 车削加工	
6.1 车刀	/ 281
6.1.1 车刀几何角度的参考值	/ 281
6.1.2 硬质合金焊接车刀	/ 283
6.1.3 可转位车刀	/ 291
6.2 车外圆	/ 313
6.2.1 车削用量的选择	/ 313

6.2.2	车外圆时产生废品的原因及预防措施	/ 316
6.3	车内孔	/ 317
6.3.1	不同精度内孔在车床上的加工方法	/ 317
6.3.2	内孔车刀	/ 317
6.3.3	车削用量的选择	/ 318
6.3.4	车内孔时产生废品的原因及预防措施	/ 319
6.4	切槽与切断	/ 320
6.4.1	常用切断刀的种类	/ 320
6.4.2	常用切断刀的几何参数	/ 323
6.4.3	切断及切槽的切削用量	/ 324
6.4.4	常用车槽方法和工具	/ 326
6.4.5	切槽及切断常见工件缺陷及预防措施	/ 328
6.5	车圆锥面	/ 328
6.5.1	圆锥面的车削方法	/ 328
6.5.2	车圆锥面时产生废品的原因及预防措施	/ 332
6.6	车球面	/ 333
6.6.1	车削外球面	/ 333
6.6.2	车削内球面	/ 333
6.7	车偏心	/ 333
6.7.1	用四爪卡盘车偏心工件	/ 333
6.7.2	用三爪卡盘车偏心工件	/ 334
6.7.3	用花盘车偏心工件	/ 334
6.7.4	用两顶尖车偏心工件	/ 335
6.7.5	用偏心卡盘车偏心工件	/ 335
6.7.6	用专用夹具车偏心工件	/ 336
6.8	车螺纹	/ 337
6.8.1	螺纹车刀角度及修正	/ 337
6.8.2	螺纹车刀的刀尖宽度尺寸	/ 339
6.8.3	螺纹车刀的对刀及安装	/ 340
6.8.4	螺纹车削方法	/ 342
6.8.5	螺纹车削用量	/ 344
6.8.6	车削多头螺纹的分度方法	/ 346

6.8.7	车削螺纹时挂轮的计算	/ 348
6.8.8	常用螺纹车刀	/ 364
6.8.9	螺纹车削实例	/ 364
6.8.10	攻螺纹前钻孔用钻头直径的确定	/ 374
6.8.11	螺纹的测量	/ 378
6.9	车细长轴工艺参数	/ 387
6.9.1	细长轴的加工特点	/ 387
6.9.2	车削细长轴常用装夹方法	/ 388
6.9.3	车削细长轴车刀的几何参数	/ 390
6.9.4	车削细长轴常用的切削用量和能达到的加工质量	/ 392
6.9.5	车细长轴实例	/ 392
6.10	车削薄壁工件的工艺参数	/ 395
6.10.1	薄壁工件的车削特点	/ 395
6.10.2	防止和减少薄壁工件变形的的方法	/ 395
6.10.3	正确选择工件的装夹方法	/ 396
6.10.4	车削薄壁工件实例	/ 398

第 7 章 铣削加工

7.1	铣刀	/ 400
7.1.1	铣刀主要几何角度的代号和选择	/ 400
7.1.2	铣刀主要结构参数的选择	/ 404
7.1.3	常用标准铣刀的类型及规格	/ 405
7.2	铣削用量	/ 419
7.2.1	铣削用量的定义	/ 419
7.2.2	铣削用量的选择	/ 421
7.3	分度头	/ 426
7.3.1	分度头简介	/ 426
7.3.2	分度方法及计算	/ 427
7.4	铣离合器	/ 438
7.4.1	铣矩形齿离合器	/ 438
7.4.2	铣尖齿离合器	/ 440
7.4.3	铣锯齿形离合器	/ 442

7.4.4	铣梯形齿离合器	/ 444
7.5	铣球面	/ 444
7.5.1	铣整球	/ 444
7.5.2	铣带柄球面	/ 445
7.5.3	铣内球面	/ 445
7.6	铣花键轴	/ 445
7.6.1	用单刀铣削矩形齿花键轴	/ 446
7.6.2	用组合铣刀铣削矩形齿花键轴	/ 448
7.6.3	铣削花键轴时产生误差的原因及解决方法	/ 449
7.7	刀具开齿	/ 450
7.7.1	对前角 $\gamma_0 = 0^\circ$ 的铣刀开齿	/ 450
7.7.2	对前角 $\gamma_0 > 0^\circ$ 的铣刀开齿	/ 451
7.7.3	圆柱螺旋齿铣刀的开齿	/ 452
7.7.4	麻花钻的铣削	/ 454
7.7.5	端面齿的铣削	/ 455
7.7.6	锥面齿的铣削	/ 455
7.7.7	铰刀的开齿	/ 456
7.8	铣齿轮	/ 458
7.8.1	铣直齿圆柱齿轮	/ 458
7.8.2	铣齿条	/ 459
7.8.3	铣斜齿圆柱齿轮	/ 460
7.8.4	铣直齿锥齿轮	/ 462
7.9	铣凸轮	/ 464
7.9.1	凸轮传动的三要素	/ 464
7.9.2	等速圆盘凸轮的铣削	/ 465
7.9.3	等速圆柱凸轮的铣削	/ 467
7.10	精铣平面	/ 467
7.10.1	精铣平面对铣刀的要求	/ 467
7.10.2	精铣对工艺系统的要求	/ 468
7.10.3	精铣对铣床的要求	/ 469
7.10.4	精铣平面的铣削用量	/ 469
7.10.5	铝合金的精铣	/ 470

第 8 章	刨削和插削加工	
8.1	刨刀	/ 472
8.1.1	常用刨刀的种类和用途	/ 472
8.1.2	刨刀几何参数的选择	/ 474
8.1.3	几种先进的刨刀	/ 474
8.2	装夹方法与刨削工具	/ 479
8.2.1	刨削时工件的常用装夹方法	/ 479
8.2.2	刨削工具	/ 480
8.3	典型零件的刨削	/ 481
8.3.1	刨削薄板工件	/ 481
8.3.2	槽类工件的刨削	/ 483
8.3.3	镶条的刨削	/ 485
8.3.4	精刨	/ 486
8.4	刨削加工中常见问题产生的原因及解决方法	/ 488
8.4.1	刨平面常见问题产生的原因及解决方法	/ 488
8.4.2	刨垂直面和台阶常见问题产生的原因及解决方法	/ 489
8.4.3	刨斜面、V形槽及镶条常见问题产生的原因及解决方法	/ 490
8.4.4	切断、刨直槽及 T 形槽常见问题产生的原因及解决方法	/ 491
8.5	插削加工	/ 492
8.5.1	插刀的类型与用途	/ 492
8.5.2	插刀主要几何角度的选择	/ 493
8.5.3	典型表面的插削	/ 493
8.5.4	插削时产生废品的原因及解决方法	/ 497
第 9 章	圆柱齿轮加工	
9.1	滚齿加工	/ 498
9.1.1	滚刀的类型及精度选择	/ 498
9.1.2	滚齿加工工艺参数的选择	/ 500
9.1.3	挂轮的调整计算 (以 Y3150E 型滚齿机为例)	/ 500
9.1.4	滚刀的对中	/ 502

9.1.5	滚刀芯轴及滚刀的安装要求	/ 503
9.1.6	滚刀安装角度的调整	/ 504
9.1.7	齿坯的安装	/ 506
9.1.8	滚切深度的调整	/ 507
9.1.9	滚切大质数齿轮 (以 Y3150E 为例)	/ 508
9.1.10	滚齿加工常见缺陷及消除方法	/ 512
9.2	齿轮的测量	/ 515
9.2.1	分度圆弦齿厚的测量	/ 515
9.2.2	固定弦齿厚的测量	/ 517
9.2.3	公法线长度的测量	/ 518
9.3	插齿加工	/ 523
9.3.1	插齿刀具及安装	/ 523
9.3.2	常用插齿机挂轮计算	/ 525
9.3.3	插齿用夹具及调整	/ 526
9.3.4	插直齿圆柱外齿轮 (以 Y54 为例)	/ 528
9.3.5	插直齿圆柱内齿轮	/ 529
9.3.6	插齿加工常见缺陷及其产生原因	/ 529

第 10 章 磨削加工

10.1	普通磨料磨具	/ 531
10.1.1	普通磨料的类型、代号、特性和应用	/ 531
10.1.2	普通磨料粒度号及其选择	/ 532
10.1.3	普通磨具的硬度及其选择	/ 533
10.1.4	普通磨具的结合剂及其选择	/ 534
10.1.5	普通磨具的组织及其选择	/ 535
10.1.6	普通磨具的强度及其选择	/ 535
10.1.7	普通磨具的形状和尺寸的选择	/ 536
10.1.8	普通磨具的标志 (GB/T 2428—1994)	/ 542
10.2	超硬磨料磨具	/ 542
10.2.1	磨料的类型、代号及应用范围	/ 542
10.2.2	超硬磨料的粒度及其选择	/ 543
10.2.3	超硬磨料结合剂及其代号、性能和应用范围	/ 544
10.2.4	浓度代号及选择	/ 545

10.2.5	砂轮、磨石及磨头的尺寸代号及术语	/ 546
10.2.6	砂轮、磨石及磨头形状代号、主要用途	/ 546
10.2.7	超硬磨具的标记方法	/ 548
10.3	磨削液及磨削工艺	/ 549
10.3.1	磨削液	/ 549
10.3.2	砂轮的平衡与修整	/ 551
10.3.3	磨削用量的选择	/ 553
10.4	外圆磨削	/ 554
10.4.1	外圆磨削用量	/ 554
10.4.2	细长轴的磨削	/ 557
10.4.3	外圆磨削常见的工件缺陷及防止措施	/ 564
10.5	内圆磨削	/ 566
10.5.1	内圆磨削用量	/ 566
10.5.2	内圆磨削时砂轮直径选择	/ 571
10.5.3	薄壁工件的磨削	/ 571
10.5.4	内圆磨削常见的工件缺陷及防止措施	/ 574
10.6	平面磨削	/ 575
10.6.1	平面磨削用量	/ 575
10.6.2	薄片零件的平面磨削	/ 582
10.6.3	平面磨削中常见的工件缺陷及防止措施	/ 584
10.7	刀具刃磨	/ 585
10.7.1	刀具刃磨时砂轮的选择	/ 585
10.7.2	铣刀和拉刀的刃磨	/ 587
10.7.3	铰刀的刃磨	/ 589
第 11 章 钻孔、铰孔加工		
11.1	钻孔	/ 594
11.1.1	麻花钻	/ 594
11.1.2	硬质合金麻花钻	/ 598
11.1.3	几种改进的钻头	/ 601
11.1.4	切削液的选择	/ 607
11.1.5	钻削不同孔距精度所用的加工方法	/ 608
11.1.6	几种特殊孔的钻削方法	/ 608

11.1.7	钻削切削用量的选择	/ 610
11.1.8	麻花钻钻孔中常见工件缺陷产生原因和 解决办法	/ 615
11.2	铰削	/ 618
11.2.1	铰刀的结构要素和几何参数	/ 618
11.2.2	铰刀主要几何参数的选择	/ 618
11.2.3	常用铰刀类型、规格范围及标准代号	/ 621
11.2.4	铰孔切削用量及切削液的选择	/ 623
11.2.5	多刃铰刀铰孔中常见工件缺陷及解决方法	/ 625
	参考文献	/ 629

1.1 切削运动与切削用量

1.1.1 切削运动和工件表面

(1) 切削运动

切削运动是指切削过程中刀具与工件之间的相对运动。切削运动可分为主运动和进给运动，如图 1-1 所示。

① 主运动 主运动是切下切屑所需要的最基本的运动。它的速度最高，消耗功率最多。

② 进给运动 使主运动能够继续切除工件上多余的金属，以便形成工件表面所需的运动。

各种切削加工机床都是为了加工某些表面而发展起来的，因此都有特定的切削运动。在切削加工时，主运动只有一个，进给运动可以有一个或几个。

(2) 工件表面

切削加工过程中，工件上有三个依次变化着的表面，它们分别是待加工表面、切削表面和已加工表面，如图 1-1 所示。

① 待加工表面 工件上即将被切除的金属层表面。

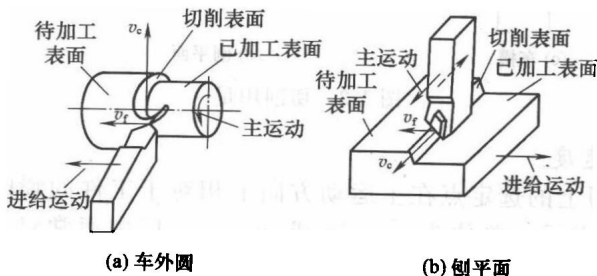


图 1-1 切削运动和工件表面