

石家庄华北工程技术专业学校 组编

铣工

XIGONG
JISHU SHOUC

技术手册



金盾出版社
JINDUN CHUBANSHE

铣工技术手册

石家庄华北工程技术专业学校 组编

主 编 何建民

副主编 张荣芝

编 者 陈金金 王 洋 陈 鹏

刘军强 张 慧 焦俊艳

周 翠 王红稳 何明飞

主 审 张 灏

金 盾 出 版 社

内 容 提 要

本手册由3部分组成。第1部分为资料篇,包括常用资料,互换性与机械基础标准,常用材料和钢的热处理;第2部分为铣工基础篇,包括常用金属切削机床,铣床刀具,工件的安装和铣床夹具,分度头和分度计算,铣削加工基础;第3部分为实用铣工工艺篇,包括平面和连接面铣削技术,沟槽铣削技术,螺旋线(槽)铣削技术,齿轮铣削技术,圆孔、成形面和凸轮铣削技术,齿槽铣削技术,数控铣削技术。

本手册主要读者对象是初、中级铣工和相关技术人员。

图书在版编目(CIP)数据

铣工技术手册/石家庄华北工程技术专业学校组编. —北京:金盾出版社,2007.10

ISBN 978-7-5082-4649-9

I. 铣… II. 石… III. 铣削—技术手册 IV. TG54—62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 091940 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路5号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

封面印刷:北京精彩雅恒印刷有限公司

正文印刷:北京金盾印刷厂

装订:明珠装订厂

各地新华书店经销

开本:850×1168 1/32 印张:19.5 字数:600千字

2007年10月第1版第1次印刷

印数:1—8000册 定价:35.00元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

在机械制造业中,铣削是应用最广泛的加工方法之一,而铣工是技术性、工艺性很强的工种。2002年国家劳动和社会保障部制定和颁布了《铣工国家职业标准》,它以客观反映现阶段本职业水平和对从业人员的要求为目标,对本职业的活动范围、工作内容、技能要求和知识水平都作了明确规定。

本手册以《铣工国家职业标准》中对初级工、中级工的基本要求和工作要求为依据,分3个部分收录了铣工常用的技术资料。第1部分为资料篇,收录了铣工所必须的常用计算公式、数表和基础标准;第2部分为铣工基础篇,收录了铣工工艺基础和基本技能方面的知识;第3部分为实用铣工工艺篇,收录了各类工件的铣削工艺技术以及现代数控铣削技术。

本手册可作为初、中级铣工的学习导师、工作帮手和应试指导。

鉴于作者水平的局限,书中出现某些不足或错误在所难免,诚请读者不吝赐教。

作 者

目 录

第 1 部分 资料篇

1 常用资料	1
1.1 一般资料	1
1.1.1 常用字符	1
1.1.1.1 汉语拼音字母及英语字母	1
1.1.1.2 希腊字母	1
1.1.1.3 罗马数字与阿拉伯数字	2
1.1.2 标准代号	2
1.1.2.1 部分国内标准代号	2
1.1.2.2 部分国际标准、外国标准代号	3
1.2 法定计量单位制	3
1.2.1 我国法定计量单位的构成	3
1.2.2 国际单位制(SI)的基本单位	3
1.2.3 国际单位制(SI)的辅助单位	4
1.2.4 国际单位制(SI)中具有专门名称的导出单位	4
1.2.5 国家选定的非国际单位制单位	4
1.2.6 国际单位制(SI)十进制词头	5
1.3 常用计量单位及其换算	5
1.3.1 常用长度单位换算	5
1.3.1.1 法定长度单位及其换算	5
1.3.1.2 英寸与毫米对照表	5
1.3.2 常用面积单位换算	6
1.3.3 常用质量单位换算	7
1.3.4 常用力的单位换算	7

1.3.5 常用功率单位换算	7
1.4 常用数学资料	7
1.4.1 常用数学用表	7
1.4.1.1 π 的近似分数表	7
1.4.1.2 数的常用计算数值表	8
1.4.1.3 π 的常用计算数值表	16
1.4.2 直角三角形的计算	16
1.4.2.1 解直角三角形常用计算公式	16
1.4.2.2 30° 、 45° 、 60° 角的三角函数值	17
1.4.3 常用几何形体的计算公式	18
1.5 铣削常用计算资料	23
1.5.1 三角函数表	23
1.5.2 等分圆周计算	46
1.5.2.1 等分圆周计算公式	46
1.5.2.2 圆周等分系数表	47
1.5.3 工件结构要素的计算	48
2 互换性与机械基础标准	56
2.1 极限与配合	56
2.1.1 基本术语及定义	56
2.1.1.1 孔和轴	56
2.1.1.2 尺寸、偏差、公差	57
2.1.2 极限制	59
2.1.2.1 定义	59
2.1.2.2 标准公差	59
2.1.2.3 标准公差等级	59
2.1.2.4 孔和轴的基本偏差	60
2.1.2.5 标准公差数值	61
2.1.2.6 一般公差	64
2.1.3 配合制	65
2.1.3.1 配合的术语及定义	65

2.1.3.2 公差带与配合的表示方法	66
2.1.3.3 配合分类	66
2.1.3.4 标准公差和基本偏差数值表及其查表方法	67
2.1.3.5 配合的选择	67
2.2 形状公差和位置公差	70
2.2.1 形位公差的术语及定义	70
2.2.1.1 零件的要素及分类	70
2.2.1.2 形位公差的分类和符号	72
2.2.2 形位公差带	72
2.2.2.1 形位公差带的含义	72
2.2.2.2 形位公差带的组成	72
2.2.3 形位公差表示法	74
2.2.3.1 形位公差的标注符号	74
2.2.3.2 形位公差值后的限制符号	75
2.2.3.3 形位公差框格标注法	75
2.2.3.4 基准要素和被测要素的标注	75
2.2.4 铣削加工常用的形位公差项目	76
2.3 表面粗糙度	79
2.3.1 表面粗糙度的评定及表示方法	79
2.3.1.1 表面粗糙度的评定参数	79
2.3.1.2 表面粗糙度的表示方法	80
2.3.1.3 铣削加工工件可获得表面粗糙度 R_a 值	81
2.3.2 表面粗糙度的常用测量方法	82
2.3.2.1 样板比较法	82
2.3.2.2 光切法	82
2.3.2.3 针描法	84
3 常用材料和钢的热处理	85
3.1 金属材料的性能	85
3.1.1 金属材料的物理性能	85
3.1.2 金属材料的化学性能	87

3.1.3 金属材料的力学性能	87
3.1.3.1 金属材料力学性能名词简介	87
3.1.3.2 常用钢的力学性能及热处理规范	88
3.1.4 金属材料的工艺性能	90
3.2 黑色金属材料	91
3.2.1 常见黑色金属材料的牌号表示法	91
3.2.1.1 碳素钢	91
3.2.1.2 常见合金钢牌号表示法	92
3.2.1.3 常见铸铁牌号表示法	94
3.2.2 金属材料的化学成分对切削加工的影响	94
3.2.3 钢铁材料鉴别方法	96
3.2.3.1 断面鉴别法	96
3.2.3.2 硬度鉴别法	96
3.2.3.3 火花鉴别法	98
3.2.4 钢材的涂色标记	102
3.3 钢的热处理	104
3.3.1 钢的普通热处理	104
3.3.2 钢的表面热处理	105
3.3.2.1 表面淬火	105
3.3.2.2 化学热处理	105
3.4 非铁金属材料	106
3.4.1 非铁金属及其合金	106
3.4.1.1 铜及其合金	106
3.4.1.2 铝及铝合金	106
3.4.2 常用非铁金属牌号的表示方法	107
3.5 常用非金属材料	107
3.5.1 工程塑料	107
3.5.2 工业橡胶	108
3.5.3 润滑油和润滑脂	108

第2部分 铣工基础篇

4 常用金属切削机床	111
4.1 铣床	111
4.1.1 常见铣床及其特点	111
4.1.2 升降台铣床的传动系统	117
4.1.2.1 X6132 型卧式万能升降台铣床传动系统	117
4.1.2.2 X5032 型立式升降台铣床传动系统	119
4.1.3 常用铣床主要尺寸	119
4.1.4 铣床常用附件	119
4.1.5 铣床的使用和维护	119
4.1.5.1 新铣床试车	119
4.1.5.2 铣床的日常维护	127
4.2 车床	128
4.2.1 车床的种类	129
4.2.1.1 卧式车床	129
4.2.1.2 立式车床	129
4.2.1.3 转塔车床	130
4.2.1.4 落地车床	130
4.2.2 车床的传动系统	130
4.2.3 车刀的种类和应用图例	132
4.2.4 车床常用附件	134
4.3 其他机床	137
4.3.1 刨床	137
4.3.1.1 牛头刨床和龙门刨床	137
4.3.1.2 牛头刨床传动机构的特点	138
4.3.1.3 刨刀的种类	140
4.3.2 磨床	141
4.3.3 镗床	141
4.3.4 齿轮加工机床	141

4.3.4.1	滚齿机	146
4.3.4.2	插齿机	147
5	铣床刀具	150
5.1	铣刀的种类	150
5.1.1	刀具材料的种类	150
5.1.1.1	常用刀具材料	150
5.1.1.2	推广使用的刀具材料	154
5.1.2	常用铣刀的种类及用途	155
5.1.3	常用铣刀规格和标记方法	158
5.2	铣刀的几何参数	167
5.2.1	铣刀的结构要素	167
5.2.1.1	铣刀的组成	167
5.2.1.2	确定铣刀角度的辅助平面	169
5.2.2	铣刀的主要几何角度	170
5.3	铣刀角度对切削性能的作用和选择	172
5.3.1	刀具主要角度的合理选择	172
5.3.2	刀具积屑瘤的防治	172
5.3.2.1	积屑瘤的形成和影响因素	174
5.3.2.2	积屑瘤对加工的影响	175
5.3.2.3	防止产生积屑瘤的措施	175
5.4	提高刀具耐用度的方法	175
5.4.1	刀具磨损的形式和过程	175
5.4.1.1	刀具磨损形式	175
5.4.1.2	刀具磨损过程	177
5.4.2	提高刀具耐用度的方法	178
5.4.2.1	防止硬质合金刀具产生裂纹的方法	178
5.4.2.2	切削液的合理使用	180
5.5	铣刀的合理使用	181
5.5.1	铣刀切削过程	181
5.5.1.1	切屑的形成过程	181
5.5.1.2	铣刀切削的特点	183
5.5.1.3	已加工表面的冷硬现象	183

5.5.1.4 铣削力的作用	183
5.5.2 铣刀的安装	186
5.5.2.1 安装铣刀的基本形式和辅具	186
5.5.2.2 铣刀安装要点	192
5.5.2.3 常见铣刀故障及原因分析	200
5.5.3 铣刀的刃磨	201
5.5.3.1 尖齿铣刀的刃磨	201
5.5.3.2 铲齿铣刀的刃磨	202
5.5.3.3 铣刀刃磨后的检查	203
6 工件的安装和铣床夹具	205
6.1 工件定位原理和基准选择原则	205
6.1.1 工件定位原理和实例	205
6.1.1.1 定位原理(六点定位规则)	205
6.1.1.2 典型工件定位示例	205
6.1.1.3 工件表面粗糙度对定位稳定性的影响	207
6.1.2 常用定位元件	208
6.1.3 定位基准面的选择	212
6.1.3.1 基准的重合	212
6.1.3.2 粗基准面的选择	213
6.1.3.3 精基准面的选择	214
6.2 工件的安装	214
6.2.1 铣床上安装工件的基本方式	214
6.2.2 组合夹具主要元件	222
6.2.3 压板和支承垫铁的特殊结构形式和特点	224
6.2.3.1 特殊结构压板形式及特点	224
6.2.3.2 特殊结构垫铁形式及特点	227
6.2.4 工件安装要点	229
6.2.4.1 用台虎钳(或其他夹具)安装工件要点	229
6.2.4.2 用压板安装工件要点	232
6.2.4.3 安装注意事项	234
6.2.5 工件的安装找正	236
6.3 专用夹具夹紧机构	239

6.3.1 夹紧机构的技术要求	239
6.3.2 典型夹紧机构	239
6.3.2.1 楔夹紧机构	239
6.3.2.2 螺旋夹紧机构	240
6.3.2.3 偏心夹紧机构	240
6.3.2.4 自动定心夹紧机构	242
6.3.2.5 多位及多件夹紧机构	244
7 分度头和分度计算	246
7.1 万能分度头结构及其使用	247
7.1.1 万能分度头的结构	247
7.1.2 万能分度头型号和技术规格	249
7.1.3 万能分度头的使用	249
7.1.3.1 用万能分度头装夹工件的方法	249
7.1.3.2 万能分度头的使用与维护	253
7.2 分度计算方法	254
7.2.1 分度原理及简单等分数分度计算方法	254
7.2.2 角度等分数分度计算方法	256
7.2.3 质数等分数分度计算方法	259
7.2.3.1 差动分度计算方法	259
7.2.3.2 单动间隔分度计算方法	264
7.2.4 直线移距等分数分度计算方法	269
7.2.4.1 分度头主轴挂轮分度移距计算方法	269
7.2.4.2 分度头侧轴挂轮分度移距计算方法	270
8 铣削加工基础	273
8.1 钳工操作基础	273
8.1.1 钳工划线	273
8.1.1.1 通用划线工具	274
8.1.1.2 钳工划线涂料	279
8.1.1.3 划线基准的选择	280
8.1.1.4 划线找正和借料	281
8.1.1.5 基本划线方法	281

8.1.2 钳工基本操作	289
8.1.3 钳工钻孔	297
8.1.3.1 常用钻孔设备	297
8.1.3.2 麻花钻头的结构特点	297
8.1.3.3 安装钻头的工具	300
8.1.3.4 钻头的刃磨	301
8.1.3.5 钻孔方法及注意事项	302
8.2 铣削用量及其选择	304
8.2.1 铣削用量的计算	304
8.2.2 铣削用量速查表	305
8.2.3 普通铣削用量的选择	309
8.2.3.1 普通铣削用量的确定顺序	309
8.2.3.2 铣削用量的选择原则	309
8.2.4 高速铣削用量的选择	309
8.2.4.1 高速铣削的特点	310
8.2.4.2 硬质合金端面铣刀切削用量推荐值	311
8.2.4.3 高速大走刀铣削切削用量的选择	312

第3部分 实用铣工工艺篇

9 平面和连接面铣削技术	314
9.1 平面的铣削	314
9.1.1 顺铣方式与逆铣方式	314
9.1.1.1 铣床工作台丝杠螺母间隙	315
9.1.1.2 两种铣削方式的比较	315
9.1.1.3 合理选择铣削方式	315
9.1.1.4 立式铣床上端铣刀铣削特点	318
9.1.2 平面铣削方法	319
9.1.2.1 卧式铣床上铣削平面	319
9.1.2.2 立式铣床上铣削平面	321
9.1.2.3 铣削平面操作要点	321
9.2 斜面的铣削	324

9.2.1 斜度的计算	324
9.2.1.1 斜度的定义	324
9.2.1.2 斜度系数	324
9.2.2 斜面铣削方法	327
9.2.2.1 转动工件至所需角度铣削斜面	327
9.2.2.2 转动铣刀至所需角度铣削斜面	331
9.2.2.3 角度铣刀铣削斜面	334
9.2.2.4 大尺寸斜面铣削	335
9.3 垂直面的铣削	336
9.3.1 垂直面的铣削方法	336
9.3.1.1 较小尺寸垂直面的铣削	337
9.3.1.2 较大尺寸垂直面的铣削	340
9.3.2 垂直台阶面的铣削方法	341
9.3.2.1 台阶结构类型	341
9.3.2.2 垂直台阶面的铣削方法	342
9.3.2.3 铣刀对台阶铣削精度的影响	344
9.4 正多边形的铣削	347
9.4.1 正多边形各部尺寸的计算	347
9.4.2 正多边形的铣削方法	350
10 沟槽铣削技术	355
10.1 直角槽和键槽的铣削	355
10.1.1 直角槽的铣削方法	355
10.1.2 键槽的铣削方法	357
10.1.2.1 普通平键键和键槽的规格和尺寸公差	357
10.1.2.2 键槽基本铣削方法	360
10.1.2.3 铣削键槽对中心方法	363
10.1.2.4 几种工件装夹方式的误差分析	369
10.1.2.5 键槽铣削的有关计算	370
10.1.2.6 键槽的检测方法	376
10.1.3 铣床或附件零位误差对沟槽铣削质量的影响	380
10.2 铣 V 形槽、燕尾槽和 T 形槽	382
10.2.1 V 形槽的铣削方法	382

10.2.2 燕尾槽的铣削方法	389
10.2.3 T形槽的铣削方法	389
10.3 矩形外花键的铣削	393
10.3.1 矩形花键的规格尺寸	394
10.3.2 外花键的铣削方法	395
10.3.3 三面刃铣刀在铣削外花键时的扩大使用	397
10.3.4 外花键的检验	399
10.4 刻线铣削和切断	400
10.4.1 刻线方法	400
10.4.2 切断方法	402
10.4.2.1 铣床上工件的切断方法	403
10.4.2.2 切断工件的废次品原因分析	405
11 螺旋线(槽)铣削技术	407
11.1 普通螺旋线(槽)的铣削	407
11.1.1 螺旋线的形成及有关计算	407
11.1.2 铣螺旋线(槽)的机床传动原理及有关计算	411
11.1.2.1 传动原理及交换齿轮计算	411
11.1.2.2 交换齿轮齿数确定方法	414
11.1.2.3 交换齿轮的检验	428
11.1.3 普通螺旋线(槽)铣削方法	429
11.2 特殊螺旋线(槽)的铣削	430
11.2.1 小导程螺旋线(槽)铣削计算	430
11.2.2 特大导程螺旋线(槽)铣削计算	432
11.2.2.1 增加交换齿轮对数法	433
11.2.2.2 两个分度头组合传动法	434
11.3 大螺旋角螺旋线(槽)的铣削	436
11.3.1 立式铣床上用指状成形铣刀的铣削方法	436
11.3.2 立式铣床上用变换铣刀切削位置的铣削方法	436
12 齿轮铣削技术	437
12.1 渐开线齿廓和齿轮参数	437
12.1.1 渐开线齿廓	437

12.1.2 渐开线圆柱齿轮精度等级	437
12.1.3 渐开线齿轮的原始齿廓和参数	437
12.2 齿轮各部尺寸计算	439
12.2.1 直齿圆柱齿轮各部尺寸计算	439
12.2.2 斜齿圆柱齿轮各部尺寸计算	439
12.2.3 齿条各部尺寸计算	442
12.2.4 直齿锥齿轮各部尺寸计算	444
12.3 齿轮和齿条的铣削	447
12.3.1 直齿圆柱齿轮的加工方法	447
12.3.1.1 直齿圆柱齿轮铣刀	448
12.3.1.2 直齿圆柱齿轮的铣削方法	452
12.3.2 斜齿圆柱齿轮的铣削方法	456
12.3.2.1 斜齿圆柱齿轮铣刀	456
12.3.2.2 斜齿圆柱齿轮的铣削方法	458
12.3.3 齿条的铣削方法	459
12.3.3.1 齿条铣刀	459
12.3.3.2 短齿条的铣削方法	460
12.3.3.3 长齿条的铣削方法	463
12.3.3.4 斜齿条的铣削方法	466
12.3.3.5 齿条的特殊铣削方法	466
12.3.4 锥齿轮的铣削方法	468
12.3.4.1 锥齿轮铣刀	468
12.3.4.2 锥齿轮的铣削方法	471
12.3.5 齿轮铣削质量分析	475
12.4 齿轮的检测	475
12.4.1 齿轮齿厚的检测	475
12.4.1.1 齿轮公法线长度的测量及有关计算	476
12.4.1.2 齿轮固定弦齿厚的测量及有关计算	483
12.4.1.3 齿条齿厚和齿距的测量及有关计算	487
12.4.2 斜齿圆柱齿轮导程的检测	488
13 圆孔、成形面和凸轮铣削技术	489
13.1 圆孔的镗削	489

13.1.1 铣床上圆孔的镗削方法	489
13.1.1.1 圆孔镗削方法	489
13.1.1.2 镗刀具结构形式	492
13.1.2 孔系的镗削	494
13.1.2.1 平行孔系的镗削方法	494
13.1.2.2 同轴孔系的镗削方法	497
13.1.2.3 垂直孔系的镗削方法	497
13.1.2.4 圆周等分孔系的镗削方法	498
13.1.3 孔系的检测方法	499
13.2 成形面的铣削	504
13.2.1 曲面成形铣削方法	505
13.2.2 圆弧面的铣削方法	510
13.3 椭圆孔的铣削	514
13.3.1 椭圆孔的形成	514
13.3.2 椭圆孔的铣削方法	514
13.4 等速凸轮的铣削	516
13.4.1 等速凸轮基本要素的计算	516
13.4.2 等速圆盘凸轮的铣削方法	518
13.4.2.1 用分度头和立铣头主轴垂直工作台铣削法	519
13.4.2.2 用分度头和立铣头主轴转动角度铣削法	521
13.4.3 等速圆柱凸轮的铣削方法	523
13.4.4 靠模法铣削凸轮	525
14 齿槽铣削技术	528
14.1 圆柱面直齿刀具齿槽的铣削	528
14.1.1 刀齿前面齿槽的铣削方法	528
14.1.1.1 前角 $\gamma=0^\circ$ 的齿槽的铣削方法	528
14.1.1.2 前角 $\gamma>0^\circ$ 的齿槽的铣削方法	532
14.1.2 齿背的铣削方法	534
14.2 牙嵌式离合器的铣削	535
14.2.1 矩形齿型离合器的铣削方法	536
14.2.2 尖形齿型离合器的铣削方法	540
14.2.3 锯齿形齿型离合器的铣削方法	542