

第2版

简明铣工手册

JIANMING XIGONG SHOUC

贾凤桐 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



简 明 铣 工 手 册

第 2 版

贾凤桐 主编

张道东 党顺友 梁桂芝 参编

机械工业出版社

本书是根据《国家职业技能标准》铣工（中级）要求编写的。内容包括：基础资料，铣床，铣削原理与铣刀，铣削常用量具，铣床夹具、附件及使用，典型工件铣削方法，数控铣床及其铣削简介和难切削材料的铣削加工。书中的技术标准均取自最新国家标准，技术数据准确可靠，内容简明实用。

本书可作为机械制造企业铣工的必备工具书，也可供机械制造企业工程技术人员、机械类技工学校和职业学校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

简明铣工手册/贾凤桐主编 —2 版.—北京：机械工业出版社，2011 6

ISBN 978 - 7 - 111 - 33920 - 5

I. ①简… II. ①贾… III. ①铣削 - 技术手册 IV. ①TG54 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 052487 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑：崔世荣 责任编辑：宋亚东 责任校对：张 薇

封面设计：鞠 杨 责任印制：杨 曦

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2011 年 7 月第 2 版第 1 次印刷

130mm × 184mm · 21 印张 · 1 插页 · 452 千字

标准书号：ISBN 978 - 7 - 111 - 33920 - 5

定价：48.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务 网络服务

社服务中心：(010)88361966 门户网：<http://www.cmpbook.com>

销售一部：(010)68326294 教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售二部：(010)88379649 封面无防伪标均为盗版

读者购书热线：(010)88379203

第2版前言

《简明铣工手册》第2版是依据《国家职业技能标准》铣工规定的知识要求和技能要求，并结合企业生产实际编写的。《简明铣工手册》第2版对本手册第1版进行了修改和补充。

本手册共八章，内容包括：基础资料；XA6132型和XA5032型铣床的结构、操作、维护保养和精度；铣削原理、常用铣刀的形式和尺寸、铣刀材料和铣削用量、铣刀的安裝及辅具；测量的基础知识和常用量具；铣床夹具、附件及使用；典型工件铣削方法；数控铣床及其铣削简介；难切削材料的铣削加工。手册中所引用的技术标准均取自最新国家标准。

本手册对某些仍沿用旧的几何公差和表面粗糙度标准的插图，也一并进行了修改。

在这次修订过程中，仍坚持以实用为主的原则，尽量采用图表和使操作步骤条文化，方便读者的查阅和参考。本手册适用于中级铣工和高级铣工，也可供职业学校师生参考。

本手册由贾凤桐主编，张道东、党顺友、梁桂芝参加编写，欧阳文周审阅。

限于编者的水平，书中难免有错误和疏漏之处，恳请读者批评指正。

编 者

第1版前言

在机械制造企业中，铣工是技术性较强的一个工种。为了帮助铣工提高理论水平和操作技能，我们受机械工业出版社的委托，组织编写了这本《简明铣工手册》，供广大铣工和技术人员在工作中查阅。

本手册是以《工人技术等级标准》中铣工技术等级要求为依据，结合企业生产实际编写的。书中所引用的技术标准，均取自最新的国家标准。在编写过程中，坚持以实用为主，尽量做到图表化，条文化，减少通用资料的篇幅，突出铣工需要的专业内容。鉴于数控机床的应用越来越普及，我们在手册中编写了“数控铣床及其铣削简介”一章。

本手册由贾凤桐高级工程师、王洪讲师、李士瑾高级工程师、梁桂芝工程师编写，贾凤桐任主编。梁枕石和顾培蒂两位教授级高级工程师审阅了全书。

在编写过程中，曾得到北京第一机床厂铣床研究所标准化组各位同志的大力支持和热情帮助，在此表示谢意。由于编者水平所限，手册中难免存在缺点和错误，恳切希望读者批评指正。

编 者

1995年12月于北京

目 录

第 2 版前言

第 1 版前言

第一章 基础资料	1
一、常用资料	1
1. 英文字母	1
2. 希腊字母	1
3. 钢铁材料硬度与强度数值对照表	2
4. 英寸与毫米数值换算表	3
5. 角度与弧度数值换算表	4
6. 弧度与角度数值换算表	4
二、常用数学计算	5
1. 常用三角函数计算	5
2. π 换算值	7
3. 正多边形边长及圆周等分计算	8
三、极限与配合	10
1. 公差、偏差和配合的基础	10
2. 轴的极限偏差	20
3. 孔的极限偏差	20
4. 未注公差尺寸的极限偏差	20
四、几何公差	59
1. 形状、方向、位置和跳动公差标注	59
2. 常用的形状和位置公差值	64
3. 形状和位置公差的未注公差值	68
五、表面粗糙度	70

1. 表面粗糙度参数及其数值	70
2. 表面粗糙度的符号及含义	71
3. 表面粗糙度与表面光洁度的对照	75
六、常用金属材料	77
1. 金属材料的力学性能指标	77
2. 铸铁牌号、性能及用途	80
3. 一般用钢牌号、性能及用途	82
4. 非铁金属牌号、性能及用途	90
七、润滑油及切削液	95
1. 常用的润滑油牌号、性能及用途	95
2. 常用的润滑脂牌号、性能及用途	96
3. 铣削用切削液的选用	98
第二章 铣床	100
一、机床型号编制方法	102
1. 型号的表示方法	102
2. 机床的类和分类代号	102
3. 通用特性代号	102
4. 铣床的组和系	103
5. 铣床主参数的表示方法	103
6. 铣床类 (X) 的组、系划分	104
二、部分国产铣床产品的技术参数	107
1. 龙门铣床的技术参数	107
2. 平面铣床的技术参数	107
3. 立式升降台铣床的技术参数	107
4. 卧式升降台铣床的技术参数	107
5. 床身铣床的技术参数	107
6. 工具铣床的技术参数	107
三、XA6132 型卧式万能升降台铣床简介	121
1. 机床主要规格	121

2. 主轴传动系统	122
3. 主轴变速操纵部分	124
4. 进给系统部分	124
5. 进给变速部分	127
6. 升降台部分	131
7. 工作台部分	137
8. 机床电气控制部分	139
9. 机床允许的最大切削范围	143
四、XA5032 型立式升降台铣床简介	144
1. 机床主要规格	144
2. 主轴传动系统	145
3. 立铣头部分	147
4. 机床允许的最大切削范围	149
五、XA6132、XA5032 型铣床电气控制系统常见 故障及排除方法	150
六、XA6132、XA5032 型铣床的操作规程	151
1. 操作前准备工作	151
2. 按操作规程操作	151
3. 操作后现场整理	152
七、铣床的保养	152
1. 保养的分类	152
2. XA6132、XA5032 型铣床的一级保养	153
八、升降台铣床精度	153
第三章 铣削原理与铣刀	199
一、切削原理和铣刀角度	199
1. 切削变形	199
2. 切削热与切削温度	201
3. 铣削方式	203
4. 铣刀角度	204

5. 刀具的磨损与使用寿命	211
二、铣削力的分析与计算	213
1. 切削力的计算公式	216
2. 扭矩的计算公式	216
三、铣削功率的计算	219
四、各种铣刀的形式和尺寸	220
1. 圆柱形铣刀的形式和尺寸	220
2. 直柄立铣刀、莫氏锥柄立铣刀、7:24 锥柄立铣刀、可 转位立铣刀的形式和尺寸	220
3. 直柄键槽铣刀、莫氏锥柄键槽铣刀及半圆键槽铣刀的 形式和尺寸	229
4. T 形槽铣刀及锯片铣刀的形式和尺寸	236
5. 三面刃铣刀、硬质合金错齿三面刃铣刀及硬质合金机 夹三面刃铣刀的形式和尺寸	243
6. 凸凹半圆铣刀、单角和不对称双角铣刀、对称双角铣刀 的形式和尺寸	248
7. 盘形齿轮铣刀的形式和尺寸	257
8. 可转位套式面铣刀、可转位莫氏锥柄面铣刀、可转位模 块式面铣刀、交错齿式可转位面铣刀、可转位重磨面 铣刀的形式和尺寸	261
五、铣刀材料的选用	273
六、在铣床上加工球面、椭圆的方法及刀具计算	280
1. 加工球面	280
2. 加工椭圆	286
七、铣削用量的一般推荐值	288
1. 每齿进给量 f_z 的推荐值	288
2. 切削速度 v_c 及进给速度 v_f 的推荐值	293
3. 涂层硬质合金铣刀的铣削用量	307
八、铣刀的安装及辅具	308

1. 安装直柄铣刀的辅具	308
2. 安装锥柄铣刀的辅具	316
3. 安装带孔铣刀的辅具	328
第四章 铣削常用量具	351
一、测量的一般概念	351
1. 测量器具的分类	351
2. 测量的分类	352
3. 测量器具的主要度量指标	353
4. 测量误差	353
二、铣工常用的测量器具	354
1. 游标量具	354
2. 千分尺	354
3. 机械式测微仪	354
4. 角度测量量具	363
5. 其他量具、量仪	367
三、量具的选择	377
第五章 铣床夹具、附件及使用	379
一、夹具的构成及定位原理	379
1. 定位原理和定位元件	379
2. 夹紧装置	380
3. 对刀装置	393
4. 导向件	395
5. 分度装置	395
6. 夹具体	401
二、机床附件种类及选用	402
三、分度头的应用与计算	423
1. 简单分度法（单式分度法）	424
2. 角度分度法	426
3. 差动分度法	445

4. 近似分度法	451
四、典型专用夹具介绍	455
1. 对中夹具	455
2. 多工位铣削夹具	456
3. 大圆弧面铣削专用夹具	456
4. 靠模仿形装置	457
5. 多点联动夹具	459
6. 液压增力夹具	460
第六章 典型工件铣削方法	462
一、平面和斜面的铣削	462
1. 平面和斜面的铣削实例	462
2. 铣削平面的质量分析	469
二、台阶和沟槽的铣削	470
1. 台阶和沟槽的铣削实例	470
2. 铣削台阶和直角沟槽的质量分析	474
三、键槽的铣削	476
1. 键槽的铣削实例	476
2. 铣削键槽的质量分析	482
四、成形槽的铣削	483
五、外花键的铣削	486
1. 外花键的铣削实例	486
2. 铣削外花键的质量分析	490
六、离合器的铣削	491
1. 各种离合器的铣削实例	491
2. 铣削牙嵌离合器的质量分析	508
七、凸轮的铣削	509
1. 采用垂直铣削法铣削等速圆盘凸轮实例	509
2. 采用倾斜铣削法铣削等速圆盘凸轮实例	511
八、标准直齿圆柱齿轮的铣削	524

九、斜齿圆柱齿轮的铣削	532
十、直齿锥齿轮的铣削	537
十一、蜗轮的铣削	540
十二、刀具齿槽的铣削	549
1. 圆柱面直齿刀具齿槽的铣削实例	549
2. 圆柱面螺旋齿刀具齿槽的铣削实例	552
3. 直齿刀具端面齿槽的铣削实例	554
4. 螺旋齿刀具端面齿槽的铣削实例	556
5. 单角铣刀锥面直齿槽的铣削实例	558
6. 铣削圆周不等分齿铰刀的分度方法	566
第七章 数控铣床及其铣削简介	568
一、数控机床的基本概念	568
1. 机床数控技术的组成	568
2. 数控机床及其加工特点	568
3. 数控机床的分类	571
4. 数控铣床的分类及用途	573
5. 数控装置的性能	573
6. 数控系统的操作	576
7. 常用数控术语	584
二、数控编程基础	591
1. 数控编程的定义	591
2. 数控编程的分类	591
3. 手工编程的步骤及内容	591
4. 数控机床的坐标系	591
5. 数控机床的功能指令	597
6. 数控程序的组成	602
7. 程序段的组成	602
8. 数控铣床编程实例	603
三、典型数控铣床性能简介	609

1. 数控立式升降台铣床	609
2. 数控滑枕式铣床	609
3. 数控龙门镗铣床	615
四、常用 G 代码知识	618
1. 快速定位 (G00)	618
2. 直线插补 (G01)	619
3. 圆弧切削 (G02/G03 G17/G18/G19)	619
4. 返回参考点 (G28/G30)	621
5. 刀具半径补偿 (G40/G41/G42)	623
6. 刀具长度补偿 (G43/G44/G49)	624
7. 选择机床坐标系 (G53)	625
8. 选择工件坐标系 (G54 ~ G59)	626
9. 深孔钻孔循环 (G73)	627
10. 攻左螺纹循环 (G74)	628
11. 精镗孔循环 (G76)	629
12. 取消固定循环进程 (G80)	631
13. 定点钻孔循环 (G81)	631
14. 钻孔循环 (G82)	632
15. 深孔循环 (G83)	633
16. 攻右旋螺纹循环 (G84)	634
17. 镗孔循环 (G85/G86/G88/G89)	636
18. 背镗孔循环 (G87)	636
第八章 难切削材料的铣削加工	639
一、难切削金属材料的分级	639
二、铣削难切削金属材料的改善措施	640
三、不锈钢的铣削加工	642
1. 不锈钢的铣削特点	642
2. 铣刀刀具材料、结构和几何参数	642
3. 铣削用量	642

四、高温合金的铣削加工	646
1. 高温合金的分类	646
2. 铣刀刀具材料、结构和几何参数	646
3. 铣削用量	647
五、钛合金的铣削加工	649
1. 钛合金的分类	649
2. 铣刀材料的选择	649
3. 铣刀结构及几何参数	649
4. 铣削用量的选择	649
六、高锰钢的铣削加工	652
1. 铣刀材料的选择	652
2. 铣刀主要角度参考值	652
3. 铣削用量	652
七、高强度钢的铣削加工	653
1. 铣刀材料的选择	653
2. 铣刀主要角度参考值	653
3. 铣削用量的选择	653
八、纯铜的铣削	655
九、淬火钢的铣削	655
参考文献	656

大写	小写	读音	大写	小写	读音	大写	小写	读音	大写	小写	读音
A	α	啊耳发	Z	ζ	截塔	Λ	λ	兰姆达	Π	π	派
B	β	贝塔	H	η	衣塔	M	μ	谬	P	ρ	洛
Γ	γ	嘎马	Θ	θ	西塔	N	ν	纽	Σ	σ	西格马
Δ	δ	得耳塔	I	ι	约塔	Ξ	ξ	克西	T	τ	滔
E	ε	艾普西龙	K	κ	卡帕	O	ο	奥密克戎	Υ	υ	依普西龙

3. 钢铁材料硬度与强度数值对照表 (表 1-3)

表 1-3 钢铁材料硬度与强度数值对照表 (摘自 GB/T 1172—1999)

洛氏 硬度 HRC	维氏 硬度 HV	布氏 硬度 HBW	抗拉强度 /MPa		洛氏 硬度 HRC	维氏 硬度 HV	布氏 硬度 HBW	抗拉强度 /MPa	
			碳钢	铬钢				碳钢	铬钢
20.0	226		774	742	37.5	355		1192	1146
20.5	228		784	751	38.0	360		1207	1161
21.0	230		793	760	38.5	365		1222	1176
21.5	233		803	769	39.0	371		1238	1192
22.0	235		813	779	39.5	376		1254	1208
22.5	238		823	788	40.0	381	370	1271	1225
23.0	241		833	798	40.5	387	375	1288	1242
23.5	244		843	808	41.0	393	381	1305	1260
24.0	247		854	818	41.5	398	386	1322	1278
24.5	250		864	828	42.0	404	392	1340	1296
25.0	253		875	838	42.5	410	397	1359	1315
25.5	256		886	848	43.0	416	403	1378	1335
26.0	259		897	859	43.5	422	409	1397	1355
26.5	262		908	870	44.0	428	415	1417	1376
27.0	266		919	880	44.5	435	422	1438	1398
27.5	269		930	891	45.0	441	428	1459	1420
28.0	273		942	902	45.5	448	435	1481	1444
28.5	276		954	914	46.0	454	441	1503	1468
29.0	280		965	925	46.5	461	448	1526	1493
29.5	284		977	937	47.0	468	455	1550	1519
30.0	288		989	948	47.5	475	463	1575	1546
30.5	292		1002	960	48.0	482	470	1600	1574
31.0	296		1014	972	48.5	489	478	1626	1603
31.5	300		1027	984	49.0	497	486	1653	1633
32.0	304		1039	996	49.5	504	494	1681	1665
32.5	308		1052	1009	50.0	512	502	1710	1698
33.0	313		1065	1022	50.5	520	510		1732
33.5	317		1078	1034	51.0	527	518		1768
34.0	321		1092	1048	51.5	535	527		1806
34.5	326		1105	1061	52.0	544	535		1845
35.0	331		1119	1074	52.5	552	544		
35.5	335		1133	1088	53.0	561	552		
36.0	340		1147	1102	53.5	569	561		
36.5	345		1162	1116	54.0	578	569		
37.0	350		1177	1131	54.5	587	577		

注：1. 布氏硬度：主要用于测定铸件、非铁金属制件、热轧坯件以及退火件的硬度，测定范围小于 578HBW。布氏硬度符号是 HBW，不宜与以前使用钢球压头时的符号 HB 或 HBS 混淆。

2. 洛氏硬度 HRC：主要用于测定碳钢、工具钢、合金钢淬火或回火后硬度，测定范围为 20~67HRC。

3. 维氏硬度：用于测定薄件和钢板制件的硬度，也用于测定渗碳、碳氮共渗、渗氮等化学热处理工件的硬度。

4. $1\text{MPa} \approx 0.1\text{kgf/mm}^2$ 。

4. 英寸与毫米数值换算表 (表 1-4)

表 1-4 英寸与毫米数值换算表

毫米 /mm	英寸 /in	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
英寸/in	—	—	25.400	50.800	76.200	101.60	127.00	152.40	177.80	203.20	228.60	254.00
0	1/16	1.588	26.988	52.388	77.788	103.19	128.59	153.99	179.39	204.79	230.19	255.59
1/8	3/16	3.175	28.575	53.975	79.375	104.78	130.18	155.58	180.98	206.38	231.78	257.18
3/16	1/4	4.763	30.163	55.563	80.963	106.36	131.76	157.16	182.56	207.96	233.36	258.76
1/4	5/16	6.350	31.750	57.150	82.550	107.95	133.35	158.75	184.15	209.55	234.95	260.35
5/16	3/8	7.938	33.338	58.738	84.138	109.54	134.94	160.34	185.74	211.14	236.54	261.94
3/8	7/16	9.525	34.925	60.325	85.725	111.13	136.53	161.93	187.33	212.73	238.13	263.53
7/16	1/2	11.113	36.513	61.913	87.313	112.71	138.11	163.51	188.91	214.31	239.71	265.11
1/2	9/16	12.700	38.100	63.500	88.900	114.30	139.70	165.10	190.50	215.90	241.30	266.70
9/16	5/8	14.288	39.688	65.088	90.488	115.89	141.29	166.69	192.09	217.49	242.89	268.29
5/8	11/16	15.875	41.275	66.675	92.075	117.48	142.88	168.28	193.68	219.08	244.48	269.85
11/16	3/4	17.463	42.863	68.263	93.663	119.06	144.46	169.86	195.26	220.66	246.06	271.46
3/4	13/16	19.050	44.450	69.850	95.250	120.65	146.05	171.45	196.85	222.25	247.65	273.05
13/16	7/8	20.638	46.038	71.438	96.838	122.24	147.64	173.04	198.44	223.84	249.24	274.65
7/8	15/16	22.225	47.625	73.025	98.425	123.83	149.23	174.63	200.03	225.43	250.83	276.23
15/16		23.813	49.213	74.613	100.013	125.41	150.81	176.21	201.61	227.01	252.41	277.81

注: 1. 查表举例: $1\frac{1}{4}$ 英寸 (in) = 44.45毫米 (mm)。2. 英寸数 = $\frac{\text{毫米数}}{25.4}$ 。毫米数 = 英寸数 $\times 25.4$ 。