

铣削工艺手册

XIXUE GONGYI SHOUC

徐鸿本 姜全新 曹甜东 主编

铣削工艺

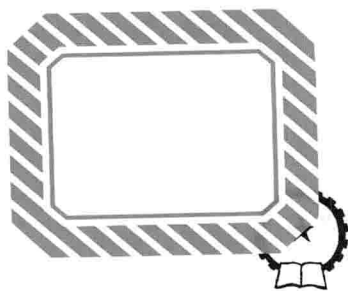
随用随查



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

铣削工艺手册

主编 徐鸿本 姜全新 曹甜东
参编 凌二虎 徐 浩 童兆丹



机械工业出版社

本手册精选了铣床、铣床常用刀具及辅具、铣床附件及夹具、常用量具与量仪、加工余量与切削用量、公差配合与表面粗糙度、零件铣削工艺、难切削材料的铣削加工等方面必备的技术资料。同时通过典型实例,介绍有关工艺方案、工艺装备、工艺参数选择以及工艺计算等内容,以便于读者借鉴和运用。附录收录了“切削加工用硬质合金的应用范围分类和用途分组”、“常用几何图形的面积计算”和“常用几何体的体积和表面积的计算”。

本手册的主要特色是选取适当内容,收录铣削加工所需的多方面资料;介绍具体方法,通过案例说明如何应用资料;采取恰当形式,通过大量图表使资料便于查询使用。

本手册是从事铣削加工技术操作、工艺和教学人员必备的工具书,亦可供相关工艺技术管理人员和大、中专及职业院校机械类专业学生在工程实训和技能培训中参考。

图书在版编目(CIP)数据

铣削工艺手册/徐鸿本,姜全新,曹甜东主编. —北京:机械工业出版社,2012.6

ISBN 978-7-111-38109-9

I. ①铣… II. ①徐…②姜…③曹… III. ①铣削—工艺—技术手册 IV. ①TG54—62

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第075123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:李万宇 责任编辑:王治东

版式设计:霍永明 责任校对:张晓蓉

封面设计:路恩中 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(三河市胜利装订厂装订)

2012年8月第1版第1次印刷

169mm×239mm·44.25印张·2插页·1273千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-38109-9

定价:99.00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)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

“工欲善其事，必先利其器”。工具书在人们的工作中，就是一件重要的利器。《铣削工艺手册》应是从事铣削加工工艺、技术操作和教学人员必备的工具书。

本手册除精选与铣削工艺相关的必备技术资料外，还列举了多种与生产实际紧密结合的典型案例。其中，特别是有关铣削工艺方案、工艺装备、工艺参数的选择以及工艺计算等内容，希望能有助于读者在铣削工艺方面知识的拓展与技能的提高。

本手册力求内容丰富、图文并茂和注重实用。但限于编者的水平，存在的不足、甚至谬误，恳请读者指正。在编写中参阅了多种书刊、文献，现谨向“参考文献”中所列作者、国家标准制定者及出版者表示衷心的感谢。

本手册的编写人员有徐鸿本(第4章)、姜全新(第2、3章)、曹甜东(第6、7章)、凌二虎(第1章)、徐浩(第5章)和童兆丹(第8章、附录)。全书由徐鸿本统稿、定稿。

编 者

目 录

前言

第 1 章 铣 床

1.1 铣床的型号及编制方法	1	度检验	21
1.1.1 通用机床型号表示方法	1	1.6.1 铣床加工的经济精度	21
1.1.2 机床的分类及类代号	1	1.6.2 铣床主要零部件的精度对工件 加工精度的影响	21
1.1.3 机床的特性代号	1	1.6.3 常用铣床的调整	24
1. 通用特性代号	1	1. 主轴轴承间隙的调整	24
2. 结构特性代号	2	2. 工作台传动丝杠间隙的调整	25
1.1.4 机床的组、系代号	2	3. 工作台导轨间隙的调整	26
1.1.5 机床的主参数	4	1.6.4 铣床的精度检验	26
1.1.6 机床重大改进顺序号	4	1. 常用铣床的几何精度检验	26
1.1.7 铣床型号示例	4	2. 常用铣床（卧式和立式升降台 铣床）的工作精度检验	35
1.2 常用铣床的型号与技术参数	4	1.7 铣床的空运转试验与维护保 养	35
1.3 卧式万能升降台铣床的结构 与传动系统	9	1.7.1 铣床的空运转试验	35
1.3.1 X6132 型卧式万能升降台铣床 主要组成部分的名称和用途	9	1.7.2 铣床的维护与保养	36
1.3.2 X6132 型卧式万能升降台铣床 的性能、特点与主要技术参数	9	1.8 常用铣床的故障排除与安全 操作	37
1.3.3 X6132 型卧式万能升降台铣床 的传动系统	10	1.8.1 常用铣床故障的原因及排除 方法	37
1.4 X6132 型卧式万能升降台铣 床变速系统的结构与操纵机 构	12	1. 铣削时振动大	37
1.4.1 X6132 型铣床主轴变速箱的传 动系统结构与操纵机构	12	2. 手摇工作台纵向移动过程中松 紧不均匀	37
1.4.2 X6132 型铣床进给变速箱与操 纵机构	14	3. 升降台低速升降时爬行	37
1.4.3 X6132 型铣床工作台的传动与 操纵机构	15	4. 工作台快速进给不能起动或脱 不开	37
1.5 其他铣床简介	18	5. 进给系统安全离合器失灵	37
1.5.1 X5032 型立式升降台铣床	18	6. 主轴转动不良或无法起动	37
1.5.2 X8126 型万能工具铣床	18	7. 变速齿轮不易啮合	37
1.5.3 四轴龙门铣床	20	8. 工作台横向和垂直方向进给操纵 手柄失灵或手动与机动联锁装置 失灵	38
1.6 铣床的加工精度、调整及精 度检验	21	1.8.2 铣床的安全操作	38

第2章 铣床常用刀具及辅具

2.1 铣刀	42	用途及规格尺寸	104
2.1.1 铣刀的类型	42	11. 套式铣刀	105
1. 按铣刀的用途分类	42	12. 立铣刀的用途及规格尺寸	106
2. 按铣刀的结构分类	43	2.1.7 可转位铣刀	111
3. 按铣刀刀齿的构造分类	43	1. 可转位立铣刀	111
2.1.2 铣刀切削部分的材料	44	2. 可转位三面刃铣刀	113
1. 高速钢	44	3. 可转位面铣刀	114
2. 硬质合金	44	4. 可转位硬质合金铣刀刀片	117
3. 陶瓷	52	5. 可转位硬质合金铣刀刀片的定	
4. 金刚石	53	位、夹紧与刀片位置的调整	130
5. 立方氮化硼	54	2.1.8 铣刀的安装	135
2.1.3 铣削运动、要素与铣削方式	54	2.1.9 铣刀辅具	137
1. 铣削运动	54	1. 铣刀杆	137
2. 铣削时工件上形成的三个表面	54	2. 中间套	148
3. 铣削要素	55	3. 铣夹头	151
4. 铣削方式	57	4. 铣床用钻夹头接杆	154
5. 铣削特点	58	2.1.10 铣刀的刃磨及检测	155
2.1.4 铣削过程的基本规律及物理		1. 铣刀刃磨的要求	155
现象	59	2. 刃磨铣刀的设备与工具	159
1. 铣削过程与切屑种类	59	3. 铣刀的刃磨方法及其调整	159
2. 积屑瘤	60	4. 铣刀的检测	163
3. 铣削力和铣削功率	61	2.2 钻头	165
4. 切削热与切削温度	64	2.2.1 粗直柄小麻花钻	165
5. 刀具磨损	65	2.2.2 直柄短麻花钻	165
6. 刀具的磨钝标准	67	2.2.3 直柄麻花钻	166
7. 刀具寿命与刀具总寿命	68	2.2.4 直柄长麻花钻	166
2.1.5 铣刀几何角度的选择	69	2.2.5 直柄超长麻花钻	166
2.1.6 常用铣刀的主要用途及规格		2.2.6 莫氏锥柄麻花钻	166
尺寸	74	2.2.7 莫氏锥柄长麻花钻	166
1. 圆柱形铣刀的用途及规格尺寸	74	2.2.8 莫氏锥柄加长麻花钻	166
2. 三面刃铣刀的用途及规格尺寸	74	2.2.9 莫氏锥柄超长麻花钻	178
3. 角度铣刀的用途及规格尺寸	83	2.2.10 硬质合金麻花钻	179
4. 螺钉槽铣刀的规格尺寸	83	2.2.11 群钻	180
5. 尖齿槽铣刀的规格尺寸	88	2.3 扩孔钻	184
6. 锯片铣刀、切口铣刀与硬质合		2.3.1 直柄扩孔钻	184
金锯片铣刀	89	2.3.2 莫氏锥柄扩孔钻	187
7. 铲背成形铣刀的用途及规格尺		2.3.3 套式扩孔钻	187
寸	92	2.3.4 硬质合金扩孔钻	187
8. 键槽铣刀的用途及规格尺寸	98	2.4 铰钻	190
9. T形槽铣刀的用途及规格尺寸	101	2.4.1 60°、90°、120°直柄锥面铰钻	190
10. 直柄燕尾槽、反燕尾槽铣刀的			

VI 目 录

2.4.2	60°、90°、120°莫氏锥柄锥面铤钻的结构和尺寸	190	2.5.1	直柄机用铰刀	196
2.4.3	带可换导柱锥柄平底铤钻的结构和尺寸	190	2.5.2	锥柄机用铰刀	196
2.4.4	带导柱直柄平底铤钻的结构和尺寸	190	2.5.3	莫氏锥柄长刃机用铰刀	196
2.4.5	带导柱直柄 90°锥面铤钻的结构和尺寸	190	2.5.4	硬质合金直柄机用铰刀	199
2.4.6	带可换导柱锥柄 90°锥面铤钻的结构和尺寸	190	2.5.5	硬质合金锥柄机用铰刀	199
2.4.7	高速钢莫氏短锥柄平底铤钻的结构和尺寸	190	2.5.6	直柄机用 1:50 锥度销子铰刀	199
2.4.8	硬质合金莫氏短锥柄平底铤钻的结构和尺寸	190	2.5.7	锥柄机用 1:50 锥度销子铰刀	199
2.4.9	片形端面铤钻的结构和尺寸	190	2.5.8	莫氏锥柄机用 1:8 锥度铰刀	200
2.4.10	大直径端面铤钻的结构和尺寸	190	2.5.9	莫氏圆锥铰刀及米制圆锥铰刀	200
2.4.11	小直径端面铤钻的结构和尺寸	190	2.5.10	机用带刃倾角铰刀	200
2.5	铰刀	196	2.5.11	机用套式铰刀	200
			2.5.12	硬质合金可调节浮动铰刀	200
			2.5.13	机用无刃铰刀	210
			2.6	镗刀	210
			2.6.1	镗刀的类型	210
			2.6.2	镗刀杆及镗刀架	212
			2.6.3	镗套	225

第 3 章 铣床附件及夹具

3.1	铣床附件	232	2.	夹紧力的确定	252
3.1.1	机用虎钳	232	3.2.6	常用的典型夹紧机构	254
3.1.2	回转工作台	233	1.	斜楔夹紧机构	254
3.1.3	万能分度头	236	2.	螺旋夹紧机构	254
3.1.4	万能立铣头	237	3.	偏心夹紧机构	256
3.2	铣床专用夹具	238	4.	铰链夹紧机构	256
3.2.1	夹具的作用	238	5.	定心、对中夹紧机构	256
3.2.2	夹具的组成	238	6.	联动夹紧机构	258
3.2.3	工件的定位	240	3.2.7	常用的对刀装置	258
1.	工件的定位原理	240	3.2.8	常用的铣床夹具	259
2.	常用定位元件所能限制的自由度	243	1.	直线进给式铣床夹具	259
3.2.4	常用的定位元件	245	2.	圆周进给式铣床夹具	263
1.	工件以平面定位	245	3.	靠模进给式铣床夹具	265
2.	工件以圆柱内表面定位	247	3.2.9	可调整夹具	267
3.	工件以圆柱外表面定位	249	1.	可换机用虎钳钳口	267
4.	工件以特殊表面定位	250	2.	其他可调整夹具	269
3.2.5	工件的夹紧	251	3.2.10	组合夹具	270
1.	夹紧装置的组成及基本要求	251	1.	槽系组合夹具的元件	271
			2.	铣削加工组合夹具应用实例	298

第4章 常用量具与量仪

4.1 游标类量具	301	4.4.4 游标万能角度尺	324
4.1.1 游标卡尺	301	4.4.5 刀口形直尺	325
4.1.2 高度卡尺	305	4.4.6 水平仪	325
4.1.3 深度卡尺	306	1. 条式水平仪	325
4.1.4 齿厚卡尺	306	2. 框式水平仪	326
4.2 螺旋测微量具	307	3. 合像水平仪	326
4.2.1 外径千分尺	307	4.4.7 角度量块	327
4.2.2 两点内径千分尺	309	1. 常用角度量块	327
4.2.3 内测千分尺	310	2. 特种角度量块	328
4.2.4 三爪内径千分尺	310	3. 测量角度的判定	328
4.2.5 板厚千分尺	311	4.5 量块、量针和量规	329
4.2.6 壁厚千分尺	311	4.5.1 量块	329
4.2.7 深度千分尺	312	4.5.2 量针	331
4.2.8 公法线千分尺	312	4.5.3 量规	332
4.2.9 螺纹千分尺	313	1. 光滑极限量规	332
4.3 机械式测微仪	314	2. 普通螺纹量规	335
4.3.1 指示表	314	3. 梯形螺纹量规	340
4.3.2 杠杆指示表	314	4.5.4 塞尺	344
4.3.3 内径指示表	314	4.5.5 半径样板	345
4.3.4 大量程指示表	314	4.5.6 螺纹样板	346
4.3.5 钢球式内径指示表	316	4.6 电动轮廓仪	347
4.3.6 胀簧式内径指示表	316	4.7 量具的选择	347
4.3.7 深度指示表	317	4.7.1 根据测量内容和零件状况	
4.3.8 指示表的结构原理与使用	317	选择量具	347
4.4 角度量具	319	4.7.2 根据零件的生产批量选择	
4.4.1 正弦规	319	量具	348
4.4.2 直角尺	321	4.7.3 根据零件的精度选择量具	348
4.4.3 方形角尺	324		

第5章 加工余量与切削用量

5.1 加工余量	353	2. 切削用量与加工生产率的关系	358
5.1.1 工序余量的确定方法	353	3. 切削用量对加工表面粗糙度的	
5.1.2 几种表面及其加工方法的		影响	359
加工余量	354	5.2.2 铣削用量的选择	359
1. 平面的加工余量	354	5.2.3 铣削用量	360
2. 孔的加工余量	354	1. 高速钢面铣刀、圆柱铣刀和圆	
3. 精铣花键的加工余量	357	盘铣刀铣削时的进给量	360
5.2 切削用量的选择	357	2. 高速钢立铣刀、角度铣刀、半	
5.2.1 切削用量的选择原则	357	圆铣刀、切槽铣刀和切断铣刀	
1. 切削用量对刀具寿命的影响	358	铣削钢的进给量	361

3. 硬质合金面铣刀、圆柱铣刀和圆盘铣刀铣削平面和凸台的进给量	362	的铣削速度及铣削功率	383
4. 硬质合金立铣刀铣削平面和凸台的进给量	363	13. YG8 硬质合金面铣刀铣削灰铸铁 (190HBW) 的铣削速度及铣削功率	384
5. 涂层硬质合金铣刀的铣削用量	363	14. YG8 硬质合金面铣刀铣削可锻铸铁 (150HBW) 的铣削速度及铣削功率	385
6. 硬质合金及高速钢立铣刀铣削难切削材料及铜、铝合金的切削用量	365	15. YG8 硬质合金面铣刀铣削耐热钢 (1Cr18Ni9Ti) 的铣削速度及铣削功率	386
5.2.4 铣削速度	368	5.2.5 钻孔切削用量	387
1. 一般情况下的铣削速度	368	1. 高速钢钻头钻削不同材料的切削用量	387
2. 高速钢圆柱铣刀铣削钢及灰铸铁的铣削速度及铣削功率	368	2. 硬质合金钻头钻削不同材料的切削用量	388
3. 高速钢三面刃圆盘铣刀铣削平面及凸台的铣削速度及铣削功率	369	3. 群钻加工钢件时的切削用量	390
4. 高速钢三面刃圆盘铣刀在结构碳钢 ($R_m = 650\text{MPa}$) 上铣槽的铣削速度及铣削功率	371	4. 群钻加工铸铁件时的切削用量	390
5. 高速钢三面刃圆盘铣刀在灰铸铁 (190HBW) 上铣槽的铣削速度及铣削功率	372	5.2.6 扩孔钻与铰钻的切削用量	391
6. 高速钢立铣刀铣削钢件平面及凸台的铣削速度及铣削功率	374	1. 高速钢及硬质合金扩孔钻的进给量	391
7. 高速钢立铣刀铣削灰铸铁、铜合金平面及凸台的铣削速度及铣削功率	376	2. 高速钢扩孔钻加工结构碳钢 ($R_m = 650\text{MPa}$) 时的切削速度	391
8. 高速钢立铣刀在结构碳钢 ($R_m = 650\text{MPa}$) 上铣槽的铣削速度及铣削功率	378	3. 高速钢扩孔钻加工灰铸铁 (190HBW) 时的切削速度	392
9. 高速钢立铣刀在灰铸铁 (190HBW) 上铣槽的铣削速度及铣削功率	379	4. 硬质合金扩孔钻的切削速度	393
10. 硬质合金圆柱铣刀铣削钢及灰铸铁的铣削速度及铣削功率	381	5. 铰钻的切削用量	395
11. YT15 硬质合金三面刃圆盘铣刀铣削结构碳钢、铬钢、镍铬钢 ($R_m = 650\text{MPa}$) 的铣削速度及铣削功率	382	5.2.7 铰孔的切削用量	395
12. YT15 硬质合金面铣刀铣削结构碳钢、铬钢、镍铬钢 ($R_m = 650\text{MPa}$)		1. 高速钢及硬质合金机用铰刀的进给量	395
		2. 高速钢铰刀加工不同材料的切削用量	395
		3. 硬质合金铰刀铰孔的切削用量	396
		5.2.8 镗孔的切削用量	397
		5.3 切削液	398
		5.3.1 切削液的作用	398
		5.3.2 切削液中的添加剂	398
		5.3.3 切削液的种类	399
		5.3.4 切削液的选择	399
		5.3.5 切削液的合理使用方法	399

第 6 章 公差配合与表面粗糙度

6.1 极限与配合	402	6.1.1 术语和定义	402
-----------------	-----	-------------------	-----

6.1.2 国家标准的基本规定	403	5. 定向误差的常用测量方法	443
6.1.3 孔、轴的极限偏差与配合	405	6. 定位误差的常用测量方法	443
6.1.4 一般公差 未注公差的线性 和角度尺寸的公差	434	7. 跳动量的常用测量方法	450
6.2 几何公差	437	6.3 表面粗糙度	452
6.2.1 几何公差符号	437	6.3.1 表面粗糙度的评定参数	452
6.2.2 几何公差的未注公差值	438	6.3.2 表面粗糙度的符号与代号	452
6.2.3 图样上注出几何公差的规定	439	6.3.3 各级表面粗糙度的表面特征、 加工方法与应用举例	454
6.2.4 几何误差的测量方法	443	6.3.4 各种加工方法所能达到的表面 粗糙度	454
1. 直线度误差的常用测量方法	443	6.3.5 表面粗糙度与加工精度和配合 之间的关系	457
2. 平面度误差的常用测量方法	443	6.3.6 表面粗糙度的检测	457
3. 圆度误差的常用测量方法	443		
4. 轮廓度误差的常用测量方法	443		
第7章 零件铣削工艺			
7.1 机械加工工艺过程	462	4. 平面的检验	497
7.1.1 机械加工工艺过程的组成	462	7.3.2 斜面铣削	498
7.1.2 生产纲领与生产类型	462	1. 单斜面铣削	498
7.1.3 制订机械加工工艺过程的原 则和内容	465	2. 复合斜面的铣削	500
7.1.4 零件加工工艺性分析	465	3. 斜面的检验与质量分析	502
7.1.5 机械加工工艺路线的制订	469	7.3.3 台阶工件的铣削	503
1. 表面加工方法的选择	469	1. 用三面刃铣刀铣削台阶	503
2. 加工阶段的划分	469	2. 用组合铣刀铣削台阶	504
3. 工序的集中与分散	471	3. 用立铣刀铣削台阶	504
4. 工序顺序的安排	472	4. 用面铣刀铣削台阶	504
5. 基准及其选择	473	5. 台阶的检测	505
6. 工艺尺寸链及工艺尺寸计算 示例	478	6. 台阶铣削的质量分析	505
7.2 改善零件铣削质量的途径与 方法	483	7.3.4 沟槽的铣削	505
7.2.1 加工尺寸精度及改善措施	484	1. 铣削直角沟槽	505
7.2.2 形状精度及改善措施	485	2. 铣削轴上键槽	508
7.2.3 位置精度及改善措施	485	3. 铣削 V 形槽	514
7.2.4 表面粗糙度及其改善措施	486	4. 铣削 T 形槽	518
7.2.5 铣削加工中常见问题的原因 及解决方法	488	5. 铣削燕尾槽	519
7.3 典型表面铣削工艺	491	6. 切断	520
7.3.1 平面铣削	491	7.3.5 分度头的工作原理与分度方 法	522
1. 垂直面的铣削	491	1. 分度头附件	523
2. 平行面的铣削	494	2. 分度头的传动与分度方法	529
3. 铣削矩形工件	495	7.3.6 铣削外花键	550
		1. 单刀铣削矩形外花键	550
		2. 用成形铣刀铣削矩形外花键	553
		3. 用组合铣刀铣削矩形外花键	554
		4. 外花键的检验	555

5. 外花键铣削时常见的质量问题及防止方法	555	7.3.16 牙嵌式离合器的铣削	614
7.3.7 直齿圆柱齿轮齿形的铣削	556	1. 工件的装夹	614
7.3.8 螺旋槽的铣削	565	2. 矩形齿离合器的铣削	614
1. 交换齿轮的计算与调整	565	3. 尖齿和锯齿形离合器的铣削	616
2. 工作台旋向的调整	566	4. 梯形齿离合器的铣削	623
3. 铣刀的选择	575	5. 螺旋齿离合器的铣削	624
4. 多头螺旋槽的铣削	575	6. 牙嵌式离合器铣削常见的质量问题及原因	625
5. 铣削圆柱螺旋槽常见的质量问题及原因分析	576	7.3.17 刀具齿槽的铣削	626
7.3.9 斜齿圆柱齿轮的铣削	576	1. 圆柱面直齿刀具齿槽的铣削	626
7.3.10 齿条的铣削	581	2. 圆柱螺旋齿刀具齿槽的铣削	628
1. 直齿条的铣削	581	3. 端面齿槽的铣削	631
2. 斜齿条的铣削	585	4. 锥面直齿刀具齿槽的铣削	633
7.3.11 直齿锥齿轮的铣削	586	5. 刀具齿槽铣削中常见的质量问题及原因	635
7.3.12 蜗杆、蜗轮的铣削	591	7.3.18 成形面、椭圆柱面和球面的铣削	636
1. 蜗杆的铣削	591	1. 成形面的铣削	636
2. 蜗轮的铣削	593	2. 椭圆柱面的铣削	639
7.3.13 链轮的铣削	600	3. 球面的铣削	640
1. 齿形链链轮的齿形及铣削	600	7.3.19 钻、扩、铰孔与镗孔	644
2. 滚子链和套筒链链轮的齿形及铣削	601	1. 钻孔	644
3. 链轮的测量	604	2. 扩孔	655
4. 链轮铣削常见的质量问题及原因	606	3. 铰孔	656
7.3.14 凸轮的铣削	606	4. 镗孔	662
1. 等速圆盘凸轮的铣削	607	7.4 提高铣削生产率的工艺途径	666
2. 等速圆柱凸轮的铣削	610	7.4.1 劳动生产率与时间定额	666
3. 凸轮铣削常见的质量问题及原因	611	7.4.2 提高铣削生产率的技术措施	668
7.3.15 铣床上刻线	611	1. 改善零件铣削加工的结构工艺性	668
1. 刻线刀具及其安装	612	2. 合理选择加工余量	668
2. 刻直尺的尺寸线	612	3. 合理采用先进夹具	668
3. 刻圆柱面、圆锥面上的等分线	613	4. 使辅助时间与机动时间重合	668
4. 刻直径较大工件圆周上的径向线条	613	5. 其他缩短辅助时间的方法	669
5. 刻线移距的方法	613	6. 缩短机动时间的方法	669
		7. 采用先进技术及设备	672

第 8 章 难切削材料的铣削

8.1 难切削材料的可切削性	674	8.3 高强度钢的铣削	676
8.2 难切削材料的性能与切削特点	675	8.4 高锰钢的铣削	678
		8.5 不锈钢的铣削	679

8.6 高温合金的铣削	681
8.7 钛合金的铣削	682
8.8 热喷涂层的铣削	685
1. 喷涂层切削加工的特点	685
2. 热喷涂层平面的铣削	685
8.9 冷硬铸铁的铣削	686
1. 刀具材料的选择	686
2. 刀具几何角度的选择	686
3. 切削用量的选择	686
8.10 纯铜的铣削	687
1. 纯铜的切削特点	687
2. 刀具材料的选择	687

3. 铣刀几何角度的选择	687
4. 铣削速度的选择	687
8.11 铝合金的铣削	687
1. 铝合金及其铣削特点	687
2. 铣刀材料及几何角度的选择	687
3. 铣削速度及切削液的选择	687
8.12 镁合金的铣削	687
1. 镁合金的铣削特点	687
2. 刀具材料的选择	688
3. 镁合金铣刀及其几何参数	688
4. 铣削用量的选择	688

附 录

附录 A 切削加工用硬质合金的 应用范围分类和用途分 组	689
附录 B 常用几何图形的面积计	

算	690
附录 C 常用几何体的体积和表面 积的计算	692
参考文献	696

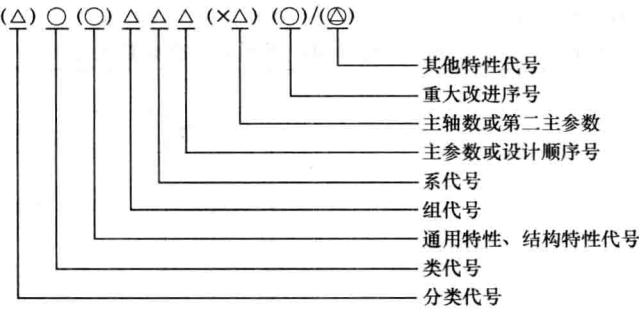
第 1 章 铣 床

1.1 铣床的型号及编制方法

铣床是广泛应用于机械制造业中的金属切削机床。金属切削机床的类别、型式很多，为了便于设计、制造、使用和管理，给每一种机床一个代号（即型号），用来简明地表示机床的类别、性能、主要技术参数和结构特征等。

1.1.1 通用机床型号表示方法

根据 GB/T 15375—2008《金属切削机床型号编制方法》规定，机床型号由汉语拼音字母和阿拉伯数字按一定规律排列组成，分为基本部分和辅助部分，中间用“/”隔开，读作“之”。机床型号的表示方法如下：



其中，①有“（）”的代号或数字，当无内容时则不表示，若有内容则不带括号。

②有“○”符号者，为大写的汉语拼音字母。

③有“Δ”符号者，为阿拉伯数字。

④有“⊕”符号者，为大写的汉语拼音字母或阿拉伯数字，或两者兼有之。

1.1.2 机床的分类及类代号

机床按其工作原理、结构性能特点及使用范围分类，包括车床、钻床、镗床、磨床、齿轮加工机床、螺纹加工机床、铣床、刨插床、

拉床、锯床和其他机床共 11 类。机床的类别代号用大写的汉语拼音字母表示。铣床的代号是“X”，读作“铣”。机床的类别和分类代号见表 1-1。

表 1-1 机床的类别和分类代号

类别	车床	钻床	镗床	磨床			齿轮加工机床	螺纹加工机床	铣床	刨插床	拉床	锯床	其他机床
代号	C	Z	T	M	2M	3M	Y	S	X	B	L	G	Q
读音	车	钻	镗	磨	二磨	三磨	牙	丝	铣	刨	拉	割	其

1.1.3 机床的特性代号

机床的特性代号包括通用特性代号和结构特性代号，用大写的汉语拼音字母表示，位于类别代号之后。

1. 通用特性代号

当某类型机床（普通型）还具有某种通用特性时，则在类别代号之后加上通用特性代号予以区别。机床的通用特性代号见表 1-2。

表 1-2 机床的通用特性代号

通用特性	高精度	精密	自动	半自动	数控	加工中心（自动换刀）	仿形	轻型	加重型	简式或经济型	柔性加工单元	数显	高速
代号	G	M	Z	B	K	H	F	Q	C	J	R	X	S
读音	高	密	自	半	控	换	仿	轻	重	简	柔	显	速

2. 结构特性代号

对主参数值相同而结构、性能不同的机床，用结构特性代号予以区别。结构特性代号与通用特性代号不同，它没有统一的含义，同一字母在不同机床的含义可能不一样。当型号中有通用特性代号时，结构特性代号应排在通用特性代号之后。通用特性代号已用的字母和

“I、O”两个字母均不能用于结构特性代号。

1.1.4 机床的组、系代号

每类机床划分为 10 个组，每组又划分为 10 个系，用阿拉伯数字表示，位于类代号或通用特性代号之后。铣床的统一名称和组、系划分及主参数表示方法见表 1-3。

表 1-3 铣床的统一名称和组、系划分及主参数表示方法

组		系		主 参 数	
代号	名称	代号	名 称	折算系数	名 称
0	仪表铣床	0	—	—	—
		1	台式工具铣床	1/10	工作台面宽度
		2	台式车铣床	1/10	工作台面宽度
		3	台式仿形铣床	1/10	工作台面宽度
		4	台式超精铣床	1/10	工作台面宽度
		5	立式台铣床	1/10	工作台面宽度
		6	卧式台铣床	1/10	工作台面宽度
		7	—	—	—
		8	—	—	—
		9	—	—	—
1	悬臂及滑枕铣床	0	悬臂铣床	1/100	工作台面宽度
		1	悬臂镗铣床	1/100	工作台面宽度
		2	悬臂磨铣床	1/100	工作台面宽度
		3	定臂铣床	1/100	工作台面宽度
		4	—	—	—
		5	—	—	—
		6	卧式滑枕铣床	1/100	工作台面宽度
		7	立式滑枕铣床	1/100	工作台面宽度
		8	—	—	—
		9	—	—	—
2	龙门铣床	0	龙门铣床	1/100	工作台面宽度
		1	龙门镗铣床	1/100	工作台面宽度
		2	龙门磨铣床	1/100	工作台面宽度
		3	定梁龙门铣床	1/100	工作台面宽度
		4	定梁龙门镗铣床	1/100	工作台面宽度
		5	—	—	—
		6	龙门移动铣床	1/100	工作台面宽度
		7	定梁龙门移动铣床	1/100	工作台面宽度
		8	落地龙门镗铣床	1/100	工作台面宽度
		9	—	—	—

(续)

组		系		主 参 数	
代号	名称	代号	名 称	折算系数	名 称
3	平面铣床	0	圆台铣床	1/100	工作台面直径
		1	立式平面铣床	1/100	工作台面宽度
		2	—	—	—
		3	单柱平面铣床	1/100	工作台面宽度
		4	双柱平面铣床	1/100	工作台面宽度
		5	端面铣床	1/100	工作台面宽度
		6	双端面铣床	1/100	工作台面宽度
		7	—	—	—
		8	落地端面铣床	1/100	最大铣轴垂直移动距离
		9	—	—	—
4	仿形铣床	0	—	—	—
		1	平面刻模铣床	1/10	缩放仪中心距
		2	立体刻模铣床	1/10	缩放仪中心距
		3	平面仿形铣床	1/10	最大铣削宽度
		4	立体仿形铣床	1/10	最大铣削宽度
		5	立式立体仿形铣床	1/10	最大铣削宽度
		6	叶片仿形铣床	1/10	最大铣削宽度
		7	立式叶片仿形铣床	1/10	最大铣削宽度
		8	—	—	—
		9	—	—	—
5	立式升降台铣床	0	立式升降台铣床	1/10	工作台面宽度
		1	立式升降台镗铣床	1/10	工作台面宽度
		2	摇臂铣床	1/10	工作台面宽度
		3	万能摇臂铣床	1/10	工作台面宽度
		4	摇臂镗铣床	1/10	工作台面宽度
		5	转塔升降台铣床	1/10	工作台面宽度
		6	立式滑枕升降台铣床	1/10	工作台面宽度
		7	万能滑枕升降台铣床	1/10	工作台面宽度
		8	圆弧铣床	—	—
		9	—	—	—
6	卧式升降台铣床	0	卧式升降台铣床	1/10	工作台面宽度
		1	万能升降台铣床	1/10	工作台面宽度
		2	万能回转头铣床	1/10	工作台面宽度
		3	万能摇臂铣床	1/10	工作台面宽度
		4	卧式回转头铣床	1/10	工作台面宽度
		5	广用万能铣床	1/10	工作台面宽度
		6	卧式滑枕升降台铣床	1/10	工作台面宽度
		7	—	—	—
		8	—	—	—
		9	—	—	—
7	床身铣床	0	—	—	—
		1	床身铣床	1/100	工作台面宽度
		2	转塔床身铣床	1/100	工作台面宽度
		3	立柱移动床身铣床	1/100	工作台面宽度
		4	立柱移动转塔床身铣床	1/100	工作台面宽度
		5	卧式床身铣床	1/100	工作台面宽度
		6	立柱移动卧式床身铣床	1/100	工作台面宽度
		7	滑枕床身铣床	1/100	工作台面宽度
		8	—	—	—
		9	立柱移动立卧式床身铣床	1/100	工作台面宽度

(续)

组		系		主 参 数	
代号	名称	代号	名 称	折算系数	名 称
8	工具铣床	0	—	—	—
		1	万能工具铣床	1/10	工作台面宽度
		2	—	—	—
		3	钻头铣床	1	最大钻头直径
		4	—	—	—
		5	立铣刀槽铣床	1	最大铣刀直径
		6	—	—	—
		7	—	—	—
		8	—	—	—
		9	—	—	—
9	其他铣床	0	六角螺母槽铣床	1	最大六角螺母对边宽度
		1	曲轴铣床	1/10	刀盘直径
		2	键槽铣床	1	最大键槽宽度
		3	—	—	—
		4	轧辊轴颈铣床	1/100	最大铣削直径
		5	—	—	—
		6	—	—	—
		7	转子槽铣床	1/100	最大转子本体直径
		8	螺旋桨铣床	1/100	最大工件直径
		9	—	—	—

1.1.5 机床的主参数

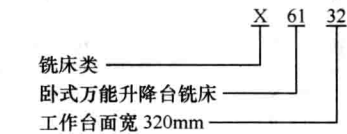
机床型号中的主参数代号一般采用主参数的实际数值或主参数的 1/10 和 1/100 折算值表示，位于系代号之后。当折算值大于 1 时，主参数代号取整数，在折算值之前均不加“0”；当折算值小于 1 时，则取小数后的第一位数，并在数字前加“0”。

1.1.6 机床重大改进顺序号

当对机床的结构、性能有更高的要求，并按新产品重新设计、试制和鉴定时，才按改进的先后顺序，即按 A、B、C、……字母顺序加在型号的尾部（但“I、O”两个字母不得选用），以区别于原机床型号。如 X6132A 是 X6132 型经过第一次重大改进的卧式万能升降台铣床。

1.1.7 铣床型号示例

(1) X6132:



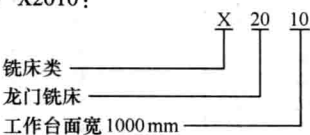
(2) X5032:



(3) X8126:



(4) X2010:



1.2 常用铣床的型号与技术参数

常用铣床的型号及技术参数见表 1-4 ~ 表 1-7。

表 1-4 卧式升降台铣床的型号与技术参数

名称	型 号	工作台 台面尺寸 (宽×长) /mm	技 术 参 数							电动机功率 /kW		重量/t	外形尺寸 (长×宽×高) /mm
			主 轴 轴 线至工 作台面 距离 /mm	工作 台 中心线 至垂直 导轨面 距离 /mm	工作台最大行程/mm			主 轴 转 速 /(r/min)					
					纵向 机/手	横向 机/手	垂向 机/手	级数	范 围	平 面 度 /mm	表面粗糙 度 Ra /μm		
卧 式 升 降 台 铣 床	X6012	125×500	0~250	110~210	250	100	125	9	120~1830	1.5	1.625	0.61	835×870 ×1633
	X083	140×400	0~130	—	160	185	130	1	2670	1.5	1.5	0.37	930×680 ×1235
	X6025A	250×1200	40~400	120~320	550/570	200	360	8	50~1250	2.2	2.79	—	1445×1560 ×1372
	X6025	250×1100	10~430	145~425	680/700	260/280	400/420	18	32~1600	4	5.14	2.57	1770×1670 ×1600
	X6030	300×1100	10~430	160~430	680/700	250/270	400/420	18	32~1600	4	5.14	2.6	1770×1670 ×1600
	XD6032	320×1325	30~420	215~470	680/700	240/255	370/390	18	30~1500	7.5	9.09	—	2282×1770 ×1700
	XA6040A	400×1700	30~470	255~570	900	315	125	18	30~1500	11	14.495	—	2570×2326 ×1925
	X755	500×2000	80~680	550	1400	500	600	18	25~1250	11	14.55	—	2830×2650 ×2650