

铣 工 基 础

湘潭电机厂编

铣工基础

湘潭电机厂编

*

湖南人民出版社出版
湖南省新华书店发行
湖南省新华印刷一厂印刷

*

1975年5月第1版第1次印刷

印数：1——15,000册

统一书号：15109·105 定价：0.75元

前 言

随着社会主义革命和社会主义建设事业的飞速发展，机械制造行业新工人不断增加，在对这批新生力量进行思想政治路线方面教育的同时，切实加强基础技术知识教育，是不断提高生产效率和产品质量的一项重要措施。

在伟大的批林批孔运动中，我们狠批了林彪、孔老二鼓吹的“上智下愚”等反动谬论，遵照毛主席关于“**卑贱者最聪明！高贵者最愚蠢**”的伟大教导，组织以工人为主体的编写小组，编写了《钳工基础》、《铣工基础》、《刨插工基础》三本基础技术读物。其中《钳工基础》由李振欧同志执笔，《铣工基础》由李爱民同志执笔，《刨插工基础》由陶长权、张声华、张耀祖同志执笔。在编写过程中，我们多方面征求了意见，得到了有关单位领导和工人、技术员同志的大力支持，并将初稿在我厂技术训练班进行了试教，先后作了多次修改和补充。由于我们水平有限，书中难免存在缺点和错误，深望读者批评指正。

湘潭电机厂

一九七五年一月

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 铣削的应用	(1)
第二节 铣削时的运动和产生的表面	(2)
第三节 铣削规范的基本知识	(4)
第二章 机械传动的基本原理和计算	(13)
第一节 主要机械传动的符号	(13)
第二节 皮带传动	(16)
第三节 齿轮传动	(19)
第四节 蜗杆蜗轮传动、齿条传动及丝杆传动	(23)
第五节 离合器	(25)
第三章 铣床	(28)
第一节 铣床的类型和编号	(28)
第二节 X62W卧式万能铣床	(33)
第三节 铣床的维护及安全生产	(47)
第四章 铣刀	(49)
第一节 铣刀的类型和应用	(49)

第二节	车刀的几何角度	(55)
第三节	铣刀切削部分的角度	(59)
第四节	铣刀切削部分角度的合理选择	(60)
第五节	铣刀材料	(64)

第五章 公差配合与精密量具 (68)

第一节	零件的互换性和标准化	(68)
第二节	尺寸和公差方面的术语	(68)
第三节	配合方面的术语	(71)
第四节	圆柱形零件公差与配合的国家标准	(76)
第五节	公差表	(83)
第六节	表面形状精度	(85)
第七节	表面位置精度	(91)
第八节	表面光洁度	(103)
第九节	游标卡尺	(108)
第十节	万能角度尺	(113)
第十一节	外径百分尺	(117)
第十二节	百分表	(126)

第六章 分度头 (129)

第一节	万能分度头的构造	(130)
第二节	分度原理及计算	(131)
第三节	差动分度	(137)
第四节	角度分度	(146)

第七章 平面的铣削(158)

- 第一节 基准的概念(158)
- 第二节 顺铣与逆铣(161)
- 第三节 用圆柱铣刀铣平面(163)
- 第四节 用端铣刀铣平面(167)
- 第五节 斜面的铣削(171)
- 第六节 连接面的铣削(176)
- 第七节 阶台的铣削(178)
- 第八节 质量分析(182)

第八章 槽的铣削(184)

- 第一节 铣直角槽(184)
- 第二节 铣月牙槽(189)
- 第三节 铣T形槽(191)
- 第四节 铣燕尾槽(193)
- 第五节 花键轴的铣削(195)
- 第六节 离合器的铣削(201)
- 第七节 切断(205)

第九章 正齿轮及直齿条的铣削(209)

- 第一节 正齿轮各部名称及基本尺寸(209)
- 第二节 正齿轮的铣削(215)
- 第三节 正齿轮的测量(219)
- 第四节 直齿条的铣削(232)

第十章 螺旋槽及斜齿圆柱齿轮的铣削(236)

- 第一节 螺旋线的基本概念(236)
- 第二节 螺旋槽的铣削(237)
- 第三节 斜齿圆柱齿轮概述(242)
- 第四节 斜齿圆柱齿轮的铣削(245)
- 第五节 铣螺旋槽质量分析(254)

第十一章 刀具的开齿(255)

- 第一节 圆柱直齿铣刀的开齿(255)
- 第二节 盘铣刀端面的开齿(261)
- 第三节 角铣刀的开齿(264)
- 第四节 锥度铰刀的开齿(273)
- 第五节 圆柱螺旋铣刀的开齿(277)

附 表(282)

- 1. 基准件公差
- 2. 基孔制静配合偏差(尺寸1~500mm)
- 3. 基孔制动配合偏差(尺寸1~500mm)
- 4. 基孔制过渡配合偏差(尺寸1~500mm)
- 5. 基轴制静配合偏差(尺寸1~500mm)
- 6. 基轴制动配合偏差(尺寸1~500mm)
- 7. 基轴制过渡配合偏差(1~500mm)
- 8. 锥度公差(JB—59)
- 9. 自由角度公差(JB7—59)
- 10. 导程挂轮表
- 11. 斜齿圆柱齿轮, 变位直齿圆柱齿轮公法线长度计算系数 K_1
- 12. 斜齿圆柱齿轮公法线长度计算系数 K_2

第一章 概 述

第一节 铣削的应用

在铣床上用铣刀进行切削加工，称为铣削。

在机器制造业中，铣削是生产率较高的机械加工，应用很广泛，从精密仪表的制造直到重型机器零件的加工，都离不开铣削。它可以加工各种形式的表面(如平面)，各种形式的沟槽，曲线外形，甚至还可以加工回转体，如图1—1所示。

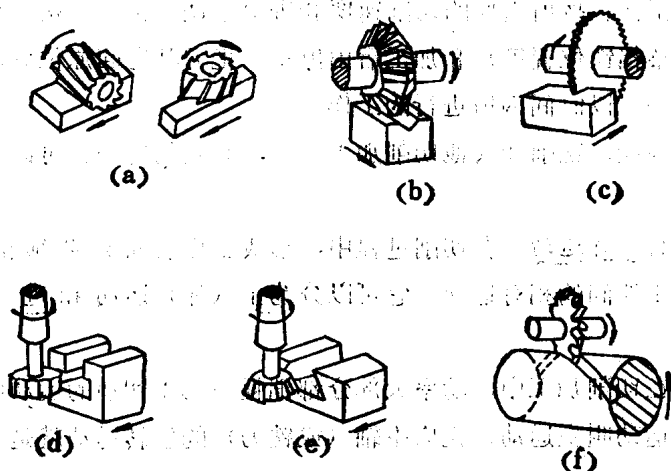


图1—1 各种铣削方法示意图

- a—铣平面，b—铣斜面，c—切断，d—铣T型槽，
e—铣燕尾槽，f—铣螺旋槽。

铣削的特点是使用旋转的多刃刀具—铣刀，断续地从工件上切下厚度变化的切屑。切削力周期地改变，容易引起振动。因此，在设计铣床及其夹具以及铣削工件时，都要考虑机床—夹具—工件系统的刚性，合理地选取各个参数，采取措施，防止产生振动。

第二节 铣削时的运动和产生的表面

铣削工件这一工作可以分为切削工作和辅助工作两部分。切削工作就是工件与刀具在形成加工表面而进行的相对运动中所完成的工作；辅助工作就是在加工前的准备工作（如安装刀具与工件、按所需要的切削速度和进给量调整机床，按行程大小调整挡铁位置等）和加工后由停车、把刀具退回原位到取下成品的一段时间内所进行的工作。

因此，铣削和其他切削加工一样，必须的运动也可以分为两类：

1. 工作运动 在切削过程中，形成工作表面所必须的刀具与工件间的相对运动。它可以分为主（体）运动和进给运动。

在切削加工中，功率大部分都消耗在切下切屑的运动中，这种运动叫主运动，铣床主轴（或铣刀）的旋转运动就是主运动，用每分钟的转数来表示。钻床上钻头的转动、磨床砂轮的转动，以及车床上工件的转动，都是主运动。也有些机床，其主运动是往复运动，如牛头刨床、插床等。

使新的金属层不断地投入切削的运动，叫做进给运动。铣削时工件台的移动便是进给运动，其他象车削时溜板箱的移动，钻削时主轴的移动以及牛头刨床工作台的移动等均属这种运动。

2. 辅助运动 为了实现机床的辅助工作而必须进行的机床运动，统称为辅助运动。例如铣削前工作台快速接近工件，切削完毕后又快速退回的运动、铣齿轮时的分度运动等，均属这种运动。

铣刀与工件相对运动的结果，产生如下三种表面(图1—2)

- 1) 待加工表面—工件上即将切去切屑的表面。
- 2) 已加工表面—工件上已经切去切屑的表面。
- 3) 切削表面—已加工表面与待加工表面之间的过渡表面。

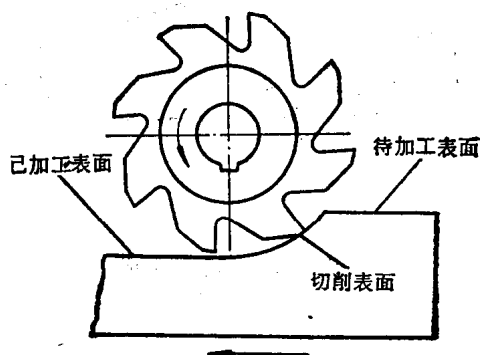


图1—2 切削时产生的表面

第三节 铣削规范的基本知识

在铣削过程中，旋转着的铣刀刀齿一个接着一个地切入移动着的工件，切下切屑，如图1—3所示，刀齿从A点开始切入，在B点离开，在这种铣削过程中所包含的因素：铣（切）削速度、走刀量、铣削深度和铣削宽度，统称为切（铣）削用量。

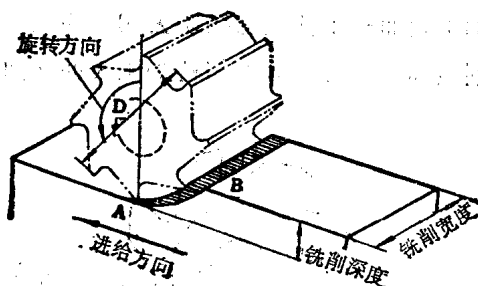


图1—3 切屑的形成

一、切削用量

1. 铣削速度 铣刀刀刃上离中心最远的一点在一分钟内所走过的距离，叫做铣削速度。用V来表示，单位为米/分。

$$V = \pi D n \text{ (毫米/分)}$$

式中 D —铣刀直径(毫米),

n —铣刀每分钟转数(转/分)。

V 换算为米/分:

$$V = \frac{\pi D n}{1000} \text{ (米/分) (1-1)}$$

由公式(1-1)知道, 当转速一定时, 若铣刀直径增大, 铣削速度就随之增高; 当铣刀直径一定时, 若主轴转速愈高, 切削速度也就愈大。

在生产中, 经常是在已知切削速度的情况下, 要我们选取铣刀的直径或转速, 这时我们将(1-1)式移项得:

$$\begin{aligned} n &= \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000}{\pi} \cdot \frac{V}{D} \\ &\approx 318 \cdot \frac{V}{D} \text{ (转/分) (1-2)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D &= \frac{1000V}{\pi n} = \frac{1000}{\pi} \cdot \frac{V}{n} \\ &\approx 318 \frac{V}{n} \text{ (毫米) (1-3)} \end{aligned}$$

例1 已知铣刀直径是100毫米, 每分钟转140转, 求铣削速度。

解: 已知 $D = 100$, $n = 140$

$$\begin{aligned} \text{根据公式(1-1), } V &= \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3.14 \times 100 \times 140}{1000} \\ &= 44 \text{ 米/分} \end{aligned}$$

例2 用直径为100毫米的铣刀以33米/分的铣削速度铣削，问铣刀的转速是多少？

解：已知 $D = 100$ ， $V = 33$

根据公式(1-2)，
$$n = 318 \cdot \frac{V}{D} = 318 \times \frac{33}{100} = 105 \text{转/分}$$

应当指出，按照公式计算出来的主轴转速(或铣刀直径)不一定与实际上使用的转速(或直径)恰好相符。这时，为了安全起见，选取的铣床实际转速(或铣刀直径)应当小于并尽可能接近计算出来的数值。

2. 走刀量(进给量) 铣削走刀量的表示方法有三种：即每齿走刀量，每转走刀量和每分钟走刀量。

铣刀的刀齿从一个位置转到相邻的另一个刀齿位置(即转过一个齿距)的时间内，工作台移动的距离，叫做每齿走刀量。用 $S_{\text{齿}}$ 来表示，单位是毫米/齿。

所谓每转走刀量，就是当铣刀每转过一整转的时间内，工作台移动的距离。用 $S_{\text{转}}$ 来表示，单位是毫米/转；而每分钟走刀量则是铣刀在一分钟时间内，工作台移动的距离。用 S 表示，单位是毫米/分。

一般在铣床及其说明书上记载的数值均为每分钟走刀量。

三者之间的关系如下：

$$S_{\text{转}} = S_{\text{齿}} Z \quad (\text{毫米/转}) \quad (1-4)$$

$$S = S_{\text{转}} n = S_{\text{齿}} Z n \quad (\text{毫米/分}) \quad (1-5)$$

$$S_{\text{齿}} = \frac{S_{\text{转}}}{Z} = \frac{S}{nZ} \quad (\text{毫米/齿}) \quad (1-6)$$

例：有一10齿铣刀，转速200转/分，走刀量300毫米/分，求铣刀每转走刀量及每齿的走刀量。

解：已知 $Z = 10$ ， $n = 200$ ， $S = 300$

根据公式(1—6)求得：

$$S_{\text{齿}} = \frac{S}{nZ} = \frac{300}{200 \times 10} = 0.15 \text{毫米/齿}$$

根据公式(1—4)求得：

$$S_{\text{转}} = S_{\text{齿}}Z = 0.15 \times 10 = 1.5 \text{毫米/转}$$

3. 铣削深度 铣削深度是垂直于铣刀轴心线测量出的被切削金属层的尺寸，用 t 表示。如图1—4所示。

4. 铣削宽度 铣削宽度是沿铣刀刀杆轴心线测量出的被切削层的尺寸用 B 表示。如图1—4。

如何按照加工的实际情况合理地选择切削用量，这是铣工在学习和实践中必须解决的实际问题。

“一切真知都是从直接经验发源的。”我们从实践中知道，只有根据加工时的具体情况，才能合理地确定切削用量。所谓具体情况，就是工件、刀具的材料，刀具的几何形状和角度，加工的性质(粗或精)，机床的动力，机床—刀具—夹具—工件系统的刚性，工件的精度及表面光洁度的要求等。所谓合理，就是在机床、刀具允许的情况下，最大限度地提高生产效率，同时保证产品质量。

一般来说，粗铣时，若余量不大，可一次走刀(t 等于加工余量)；若余量较多，首先应考虑把刀吃深一些，减少走刀次数，从而提高生产率，这就解决了粗加工的主要矛盾。其次是走刀

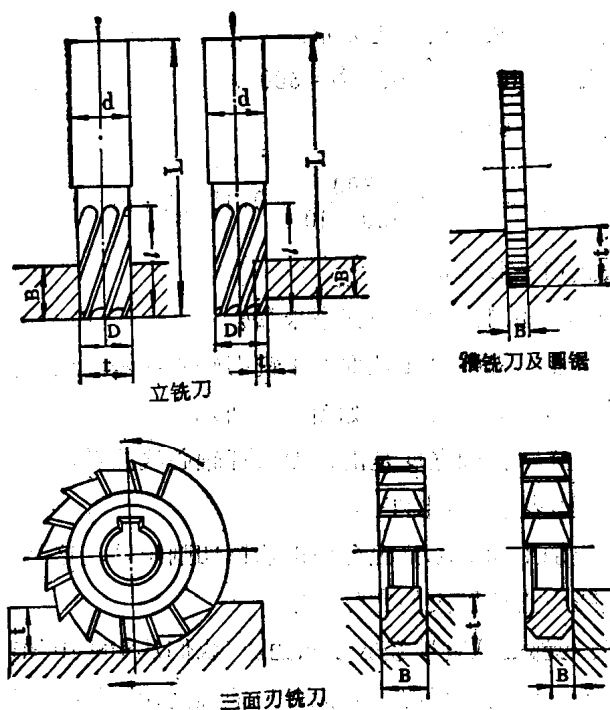


图1—4 铣削深度和铣削宽度

量可取大一些，而最后考虑的就是切削速度，这时因为 t 和 S 都较大，所以切削速度不宜太高。否则，刀具磨损快，增加磨刀次数，生产效率反而会降低。

精铣时，保证产品质量是主要矛盾，可以适当地增加切削速度和减少走刀量。

铣削铸铁时，由于有气孔和杂质的缺陷，表面层硬度较高，

因而粗铣时，为保护刀尖，使其尽量不直接碰着表面，铣削深度可以考虑取大些。加工锻造的钢件亦如此。

铣削铝合金、黄铜一类有色金属时，因它们的强度低，切削力小，产生的热量少，同时切屑会带出大部分热量，因此可以取用较大的切削用量。

铣削紫铜和不锈钢一类粘性较大的材料时，为了避免切屑塞满刀具齿槽，切削用量应适当取小一些。

为避免冲击，铣断续表面工件时，应取较小的切削用量。

表1—1为常用铣削用量。

表 1-1 常用铣削用量

铣刀种类	铣刀直径	铣削深度	铣削宽度	加工材料				中	碳	钢
				铸	铁	有 色 金 属				
						n (转/分)	s (毫米/分)			
立 铣 刀	4~6	0.3~0.6	3~4	600~350	30~60	750~1180	47.5~75	475~750	30~47.5	
	8~10	1~2	5~6	600~750	37.5~75	600~950	60~95	375~475	37.5~60	
	12~16	2~3	8~10	375~600	37.5~60	475~750	47.5~60	300~375	30~47.5	
	18~22	4~5	20~25	235~375	47.5~75	375~475	60~95	235~300	37.5~60	
	24~28	5~6	30~35	190~300	37.5~47.5	235~375	37.5~60	190~300	30~37.5	
	30~35	6~8	35~40	150~235	23.5~37.5	190~300	30~47.5	150~235	23.5~30	
	40	10~12	45~50	118~190	23.5~30	150~235	30~37.5	118~190	19~23.5	
镗圆 齿盘 三铣 面刀 刃	63	1~1.5	6~12	118~150	37.5~75	118~190	60~95	95~118	37.5~60	
	80	2~3	8~16	95~118	37.5~60	118~190	60~95	75~118	37.5~47.5	
	100	4~6	10~20	75~118	37.5~47.5	118~150	47.5~75	75~95	30~37.5	
	125	6~8	4~6	60~95	47.5~75	75~118	60~118	60~75	47.5~60	
	160	8~10	5~8	47.5~75	47.5~60	60~95	60~95	47.5~60	37.5~60	
	200	12~14	6~10	37.5~60	37.5~47.5	47.5~75	47.5~75	30~60	19~30	