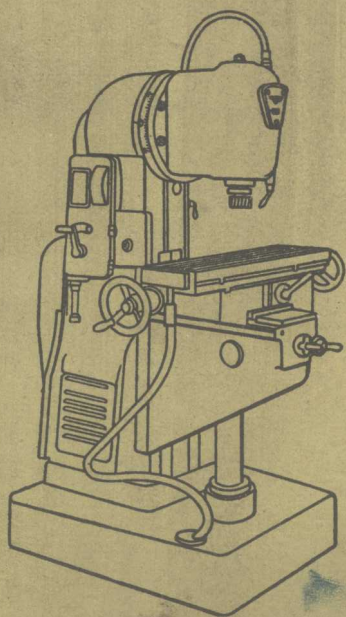


铣工基础知识

XIGONG JICHU ZHISHI



銑工基礎知識

徐均康編寫

江苏工业学院图书馆
藏书章

河北人民出版社

一九五九年·保定

銑工基礎知識

徐均康編寫

河北人民出版社出版（保定市裕華東路） 河北省書刊出版業營業許可證第三號

河北人民出版社印刷廠印刷 河北省新華書店發行

850×1168 1/32 · 3 $\frac{5}{8}$ 印張 · 79,000字 印數：1——3,600冊 1960年1月第一版
1960年1月第一次印刷 統一書號：T15086·111 定價：(7)0.37元

序

我国正在以持續大跃进的态态进行着各項建設。在这飞跃的年代里，在各个机械制造厂中原有的技术工人數已远远不能滿足需要。为了培养新的技术工人，各个机械制造厂都招收了成批的新學員，或开办了工人技术学校。本书的編写，就是希望能对这些學員中学习銑工的同志們有所帮助。

本书的編写，主要取材于苏联 С. В. АВРУТИН 所写的“Фрезерное Делo”、“Рациональная Рабста Фрезеро Вщика”及“銑床作业基础”三本书，內容适合于具有初中文化程度的學員学习。希望这本书能配合學員所进行的生产劳动教育，使他們得到所需要的技术知識。

本书共分十一章，主要是論述有关銑削方面的基本知識和一些常用的加工方法。有关安全技术的那章放在最后，主要是考虑到在最后总的学习一下，体会可能更深刻些。这并不是意味着在开始学习銑工及进行实际操作时可以不注意它。事实上，对于教員来讲，他應該在一开始就对學員們注意进行技术安全教育，帮助他們掌握这方面的規則，指出他們违反技术安全的地方，并帮助他們糾正。对于學員来讲，也應該在一开始就主动注意、体会及遵守这方面的規則，并在实际生产劳动中与其它學員一起貫徹实行，以保証安全。

由于編者的水平所限，時間又比較仓促，因而本书可能会有不少錯誤和不足之处，希望讀者給予批評和指正。

編 者

1959年8月

目 录

第一章 什么叫做铣削工作	1
第二章 铣削的切削原理	3
1. 切屑的形成	3
2. 铣刀的工作情况	4
3. 顺铣和逆铣	6
4. 端齿铣刀的铣削	7
5. 铣削的切削用量	8
6. 铣削时的冷却	10
7. 高速铣削	12
第三章 铣削所用的刀具	13
1. 铣刀的分类	13
2. 铣刀的材料	17
3. 铣刀的夹固	19
4. 铣刀的刃磨	24
第四章 铣床的构造、使用和維護	25
1. 铣床的种类	25
2. 铣床的构造举例	31
3. 铣床的操纵	36
4. 铣床的使用和維護	39
第五章 铣床上安装工件用的夹具	43
1. 夹具的用途	43
2. 铣床上安装工件用的夹具	43
第六章 公差与配合	51
1. 公差	51
2. 配合	51
3. 公差制度	53
第七章 常用的量具	54

1. 直尺、外卡鉗及內卡鉗	54
2. 游標尺	55
3. 千分尺	57
4. 角度量具	58
5. 水平尺	60
6. 划針盤	60
7. 卡規等專用量具	62
8. 塞尺	63
第八章 一般的銑削操作	63
1. 平面銑削工作	64
2. 凹體及槽的銑削	70
3. 曲面及特形面的銑削	80
第九章 複雜的銑削操作	84
1. 萬能分度頭的構造及使用	84
2. 分度頭上夾緊工件所常用的夾具	90
3. 在分度頭上加工的舉例	92
4. 正齒輪的銑削	97
第十章 如何提高銑削加工的生產率	101
1. 加工所需要的時間是由哪些部分組成的?	101
2. 縮短加工時間的方法	103
第十一章 銑削中的安全技術及一般應注意事項	110
1. 銑削中的安全技術	110
2. 一般應注意事項	111

第一章 什么叫做銑削工作

机器中大部分的零件在从鑄工、鍛工等車間出来后，还需要經過金工車間的切削加工，使它达到規定的尺寸和光洁程度，然后才能送到装配車間去装配成产品。例如，煤气机中的机身、机头、活塞、連杆、曲軸、漲圈等大部分零件，在鑄工車間鑄出或在鍛工車間鍛出后，还須到金工車間按一定的工艺进行切削加工后，才能送到装配車間装配成煤气机。

零件在从鑄工、鍛工等車間出来时，它的尺寸是要比圖紙上所要求的尺寸大，这时候的零件，我們一般称之为毛胚。

毛胚尺寸比圖紙上尺寸大的部分，也就是說，为了要得到規定的零件尺寸和形状所需切除的那部分，我們称之为零件的机械加工余量。

从毛胚表面上去掉机械加工余量所采用的切削方法及形式有很多种，但其中最基本的形式是車削和刨削；其它的切削方法和形式，实际上都是根据車削、刨削的原理，用改变切刃数量、切刀截面或主要几何角度等而形成的。在切削工作原理上，它們基本上是相同的。

銑削在实际上就相当于几把切刀（切刃）分布在一个圓柱体上，随着圓柱刀体的轉动以及被加工零件的走刀运动，使各刀依次进行切削，从被加工零件表面上切下机械加工余量（見图 1、2）。

由于銑削时有好几个切刃进行切削，因此可以得到較高的生产率。

一般我們称銑刀的旋轉运动为主要运动，常以它外圓周上一点每分钟所走的距离来表示，称之为切削速度；而被加工零件的走刀运动为輔助运动，常以固定它的銑床工作台每分钟相对于銑刀的送进量来表示，称之为走刀量。

銑刀以一定的切削速度和走刀量从毛胚表面上切去机械加工

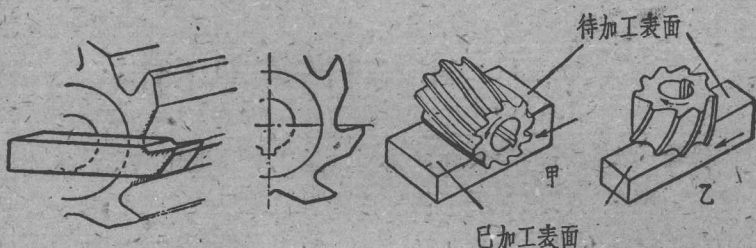
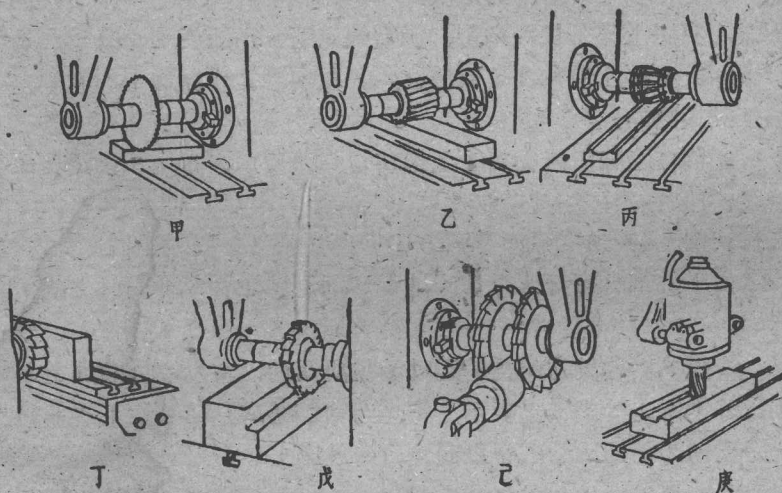


图1 铣刀上每一个刀齿相当于一把最简单的切刀

图2 铣刀的铣削
甲—圆柱形铣刀；乙—端铣刀

余量的工作，称之为铣削工作。

铣削工作由于具有较高的生产率，以及由于铣刀可随需要设计成所需的形状，因而它已经广泛地应用在今日的机械制造业中。它的加工种类是多种多样的，例如可以用它来进行铣平面、铣特形表面、铣回槽台阶、铣直槽、铣螺旋槽、铣正齿轮及铣螺旋齿轮等工作（见图3）。



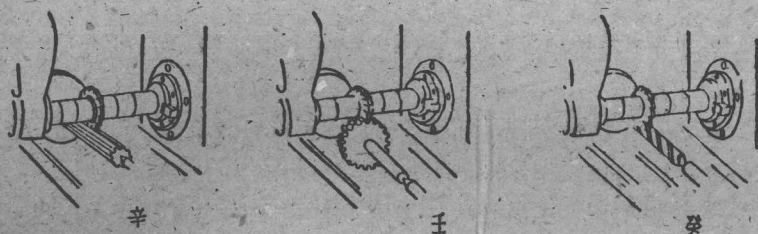


图3 常在铣床上进行的工作种类

甲—切断；乙—用圆柱铣刀铣平面；丙—用成形铣刀铣特形表面；丁—用端铣刀铣平面；戊—用三面刃铣刀铣凹槽；己—用二把三面刃铣刀的組合铣削；庚—用尾铣刀铣槽；辛—用槽铣刀铣槽；壬—铣齿轮；癸—铣螺旋槽。

复习問題

1. 什么叫做毛胚？它与图紙上所要求的零件有什么不一样？
2. 铣削是如何进行的？
3. 铣削时的主要运动是什么？
4. 铣削时的輔助运动是什么？
5. 一般常用的铣削加工有哪几种？

第二章 铣削的切削原理

1. 切屑的形成

铣削时，铣刀的刀齿在铣刀旋轉时依次輪流切入送进着的毛胚，从它上面把机械加工余量切下来，完成铣削。切下来的金属的每一个最小的单位，我們称之为切屑。

在铣削时所形成的切屑具有各种不同的形状，它主要是随着被加工金属的硬度、刀具的几何形状、切削速度、切削深度和走刀量等的不同而有所不同。

2. 銑刀的工作情况

在了解銑削的原理前，我們应先对一般最简单的刀具工作情况有所了解。

任何一种切削金属的工具，它的切刃部分都是呈尖劈的形式。在机床的力的作用下，尖劈劈开金属，并将它切下而成为切屑。

可以想象到，尖劈愈尖，劈开金属所需的力也就愈小，也就是说，刀具愈锋利。一般我們將尖劈的角度称之为刀尖角。

刀尖角的大小是要根据刀具材料及工件的材料而定。刀具材料愈脆或工件材料愈硬时，为了使切削时刀齿不易折断，因而刀尖角应用得较大；反之，在刀具材料不脆或工件材料較軟时，为了使切削容易，可以将刀尖角做得較小。

讓我們来看一下最简单的切刀切削金属时的情况及它的各个組成部分：

图4所示为一把最简单的切刀的切削过程图。图4甲是表示

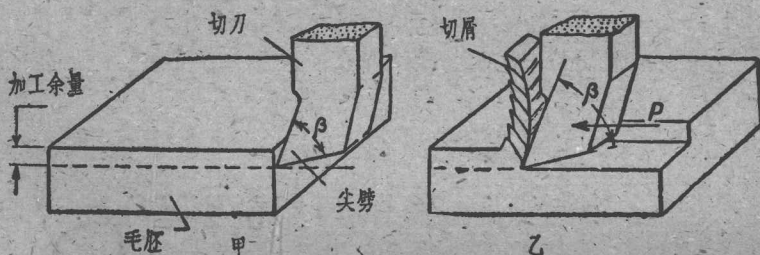


图4 切削过程图

甲—切刀开始切入；乙—切屑的形成

切刀开始切入的情况；图4乙是表示切刀在机床力 P 的作用下进行切削，形成切屑。刀具的刀尖角在图中以 β 来表示。

图5是表示切刀的各个組成部分。切屑2在上面滑动的那个面6称之为切刀的前面；切刀上与零件已加工的表面8紧挨着的那个面7称之为切刀的后面；切刀的前面6和后面7相交的那根线称之为切刀的切刃；而前面6和后面7之间的夹角即刀尖角；

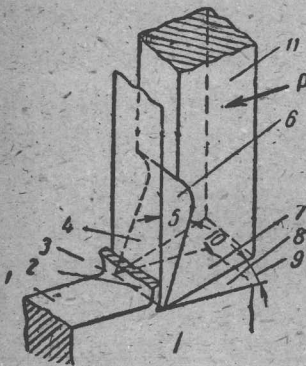


图5 最简单的切刀的各个组成部分

前面6和假想的与工件被加工面相垂直的面4之间的夹角5称之为前角，常以字母 γ 来表示；而后面7与工件上已加工面8之间的夹角9称之为后角，常以字母 α 来表示。

显然，前角愈大，刀具愈锋利，因而切削所需的力就愈小，但刀齿切刃的坚固性就较差；后角愈大，刀具也愈锋利，且刀具后面的磨损会减少，刀具寿命会增加，但刀齿切刃的坚固性也就较差。所以，前角、后角必须根据刀具及工件材料来适

当地加以选择。有时，在用硬质合金刀片切削时，由于它很硬很脆，为了使刀片在切削时不致断裂，常将前角采用为负的，即前角小于 0° 。

至于铣刀，我们在前面已经说过，它只不过是一种多刃刀具，而它上面的每一个刀齿和上面所说的一般切刀没有什么很大的不同。这可从图6及图7中看出。图6是表示铣刀的各个组成部分，图中用数字表示的各个部分完全相当于图5中用同样数字表

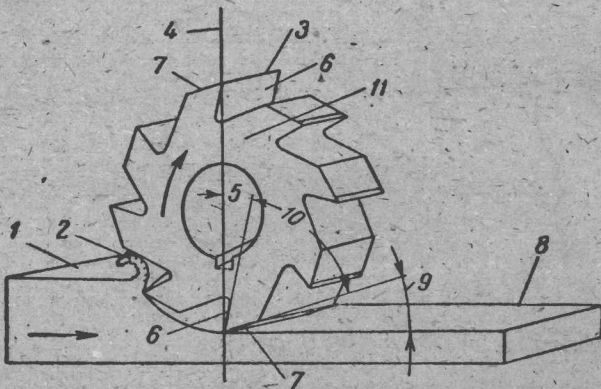


图6 铣刀的各个组成部分

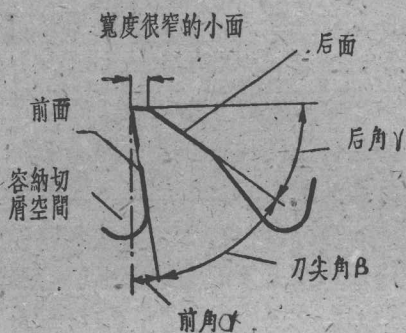


图7 銑刀的刀齿

示的部分，二者基本上相同；图7表示銑刀刀齿上的前面、后面、前角、后角及刀尖角。从这个图中可以看到，銑刀的刀刃实际上是一个宽度很窄（約0.1毫米）的小面，这个小面是正确磨銳銑刀所必需的。

3. 順銑和逆銑

用刀齿分布在圓周上的銑刀銑削时，根据銑刀和被加工零件相对运动的方向，銑削可以在如下的两种情况下完成：

(1) 逆銑：如图8甲所示那样，逆銑时被加工零件走刀

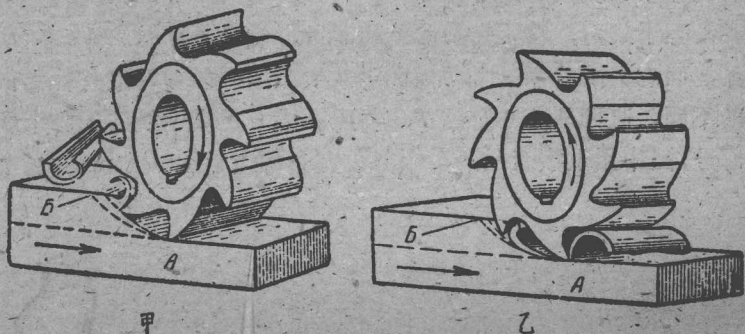


图8 圓柱銑刀的銑削

甲—逆銑；乙—順銑

(送进)的方向和銑刀的轉动方向相反。

(2) 順銑：如图8乙所示那样，順銑时被加工零件走刀(送进)的方向和銑刀的轉动方向相同。

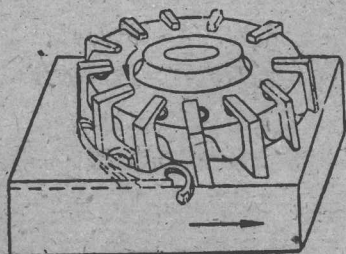
从图8中也可以看到，逆銑和順銑銑下的切屑形状都是一端薄一端厚的，所不同的是逆銑时切屑的切下为先薄后厚(图8甲中

自A到B)，而順銑時為先厚後薄（圖8乙中自B到A）。由於銑削時切削的厚度是不固定的，因而相應的銑刀刀齒所受的切削力也是在變動的。在逆銑時，力是由零增到最大；而在順銑時，力是由最大減到零。這種力的變化，常會在銑削時引起振動。

逆銑時，刀齒切削的進行為先薄後厚，在刀齒剛與工件表面接觸時，由於此时的切屑很薄，因而刀齒往往不是去切削工件表面，而是在“啃”工件的表面，直到切削到一定深度後，才真的開始進行切削。由於“啃”的結果，發生了很大的熱量，這樣刀齒與工件表面相接觸的面，即後面，便會很快磨損。所以在這種情況下必須加入大量的冷卻潤滑液，用以將熱量帶走和減少摩擦。

順銑時，刀齒切削的進行為先厚後薄，因而不象逆銑那樣，在刀齒開始切削時會發生“啃”的現象，所以產生的熱量及刀齒後面的磨損就較小。但由於順銑時銑削力推動工件的方向與工件走刀的方向相同，因而在工作台走刀機構有間隙時，便會發生工作台來回振動的現象。因此，一般只有在工作台走刀機構沒有間隙或者銑床具有消除間隙的裝置時，才採用順銑加工方法。另外，在工件被加工表面有硬皮時（如鑄件表面），用順銑的方法也會使銑刀刀齒很快變鈍，在這種情況下也不適宜用順銑加工的方法。

4. 端齒銑刀的銑削



端齒銑刀就是刀齒分布在圓柱形刀體端面上的銑刀。用這種銑刀進行銑削時，切屑的厚度是不變的，因而銑削時也就比較均勻平穩，這是端齒銑刀銑削的一個很大的優點。圖9就是表示這種端齒銑刀銑削時的的情況。

圖9 端齒銑刀的銑削

5. 銑削的切削用量

銑削过程的切削要素有銑削宽度、切削深度、切削速度及走刀量等，这些要素我們总的称为切削用量。

切削用量各部分的定义如下：（见图10）

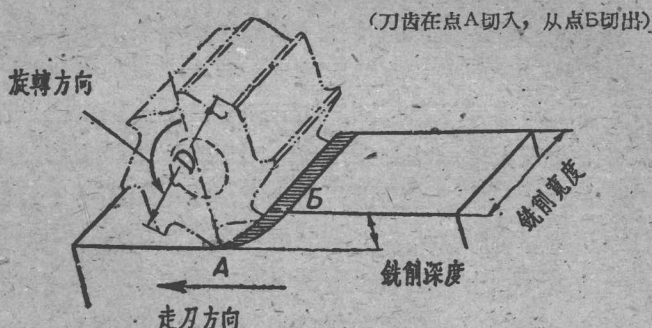


图10 切削用量各部分的定义

(1) 銑削宽度：是指被加工零件表面的宽度。

(2) 切削深度：是指銑刀在工件一次走刀后所切削下的金属厚度，这个厚度可能是机械加工余量的一部分，也可能是机械加工余量的全部。

(3) 切削速度：是指銑刀刀齿切削刃上距銑刀中心最远一点在切削时在一分钟内所走过的距离。

一般切削刃上距銑刀中心的最远点即为銑刀外圆的直径。銑刀每轉一周时，它的切削刃外圆所走过的距离为： $\pi \times$ 銑刀直径。所以，每分钟所走过的距离就等于： $\pi \times$ 銑刀直径 $\times$ 銑刀每分钟轉数。这也就是切削速度。

一般切削速度的单位是用每分钟多少米来表示，因而一般我們所用的切削速度計算公式如下：

$$\text{切削速度} = \frac{\pi \times \text{銑刀直径} \times \text{銑刀每分钟轉数}}{1000} \text{ 米/分}$$

其中：銑刀直径以毫米为单位。

由上面的公式可知，在銑刀直径不变时，銑刀的轉速愈高，則切削速度也愈高；在銑刀轉速不变时，銑刀的直径愈大，則切削速度也愈高。

(4) 走刀量：是指銑削时工件在纵向、横向和垂直方向的送进速度，一般有三种表示方法：

①每分钟走刀量——就是工作台每分钟对銑刀送进的距离，以每分钟多少毫米来表示。

②每轉走刀量——就是工作台在銑刀每轉一周的時間內对銑刀送进的距离，以每轉多少毫米来表示。

③每齿走刀量——就是工作台在銑刀每轉过一齿的時間內对銑刀送进的距离，以每齿多少毫米来表示。

上面三种走刀量表示方法之間的关系如下：

每轉走刀量 = 每齿走刀量 $\times$ 銑刀刀齿数

每分钟走刀量 = 每轉走刀量 $\times$ 銑刀每分钟轉数

= 每齿走刀量 $\times$ 銑刀刀齿数 $\times$ 銑刀每分钟轉数

每齿走刀量 = $\frac{\text{每轉走刀量}}{\text{銑刀刀齿数}} = \frac{\text{每分钟走刀量}}{\text{銑刀刀齿数} \times \text{銑刀每分钟轉数}}$

銑削寬度、切削深度、切削速度及走刀量的选择并不是随意的。因为这些要素若选择得不正确，常会使銑削的情况不正常。例如可能会使銑刀很快变鈍；可能会发生銑床带不动銑刀或加工表面粗糙等現象。

切削用量各要素一般的影响如下：銑削寬度增加会使切削力增加，也就是說要求較大的机床功率；切削深度和走刀量的增加，也都会使切削力和功率增加，以及会使被加工表面光洁度降低，太大时，甚而会使銑刀刀齿崩坏；銑削速度的增加，也会使功率的要求数增加，同时会很大地影响到銑刀的耐用度。

切削用量的选择与銑刀材料、工件材料、毛坯种类、加工要求的准确度、光洁度以及銑刀种类和它的几何角度等因素有很大的关系。例如，采用硬质合金銑刀就可比用高速鋼或碳鋼銑刀选用較高的切削用量；銑輕金属时就可比銑鋼及鑄鉄时选用較高的

切削用量；銑已加工过的表面或无硬皮的表面就可比銑帶有硬皮的鑄件表面選用較高的切削用量；工件準確度及光潔度要求較高時，就應選用比較小的走刀量及切削深度；有些銑刀，例如成形銑刀，要求使用壽命高，就應選用較小的切削用量。總的來說，切削用量的決定是比較複雜的，在選擇時應該對各種因素考慮周到。

在金屬切削的科學中，對用不同的刀具在各種情況下加工不同的金属材料時的切削速度、走刀量及切削深度等都已有了規定，因此我們可以在這個科學基礎上，按照現有的資料來選擇銑削用量。

切削用量根據資料選擇的步驟如下：

- (1) 根據加工方法選擇銑刀的形式、材料及尺寸。
- (2) 根據機械加工余量及加工要求（粗加工或精加工）決定切削深度。
- (3) 根據被加工表面的光潔度要求及刀具材料、工件材料等因素選用走刀量。
- (4) 根據銑刀材料、形式、尺寸及工件的尺寸（銑削寬度）、材料以及所選的冷卻液種類、銑刀耐用度、切削深度和走刀量等來決定切削速度。

現有的金屬切削用量資料，一般都是各個工業部門及企業根據有關切削用量的科學基礎及實際生產經驗制定出來的，常把它編成手冊的形式。對於這些切削用量資料，我們應把它看成是一種推薦性質的，而不是法定的。在實際生產中，我們應該根據個人的生產實際經驗，積極鑽研，採取措施，努力突破這方面的指標，以爭取達到更加先進的切削用量。這樣，對於生產率的提高將會起很大的作用。

6. 銑削時的冷卻

在銑削過程中，由於金屬變成切屑時的變形，會產生很多熱量。切削速度愈高，走刀量和切削深度等愈大，則產生的熱量就

愈多。

銑削时产生的热量分布在銑刀、工件及切屑上，因而它們的溫度便会升高。

銑刀刀齿上溫度的升高常会使它的硬度丧失，因而很快就会变鈍。例如高速鋼刀具在 600°C 时就会失去它的切削性能；硬质合金刀具在 $800-1000^{\circ}\text{C}$ 时也会失去它的切削性能；而高碳鋼刀具甚至在 250°C 时就会失去切削性能。由于这个原因，就限制了銑削时切削用量的提高。

为了减少銑削时銑刀溫度的升高，以便有可能采用較高的切削用量，就必须要在銑削时采用一定的冷却方法。

常用的方法是在銑削时，在刀齿工作的部分加冷却液。用冷却液有时还可以同时达到潤滑的效能，可以减少刀具后面和已加工面之間以及切屑和刀具前面之間的摩擦，从而可以提高銑刀的耐用度及改善被加工表面的光洁度。

根据被加工工件的材料，在銑削时所常用的冷却液种类如表1所示。

表 1

被加工零件的材料	銑 削 种 类	
	粗 銑	精 銑
鋼	乳化剂	乳化剂，或矿物油和脂肪酸的混合剂
鑄 鉄	一般不用，或用乳化剂，或用压缩空气	不用，或用压缩空气
銅	乳化剂	乳化剂，或矿物油和脂肪酸的混合剂
鋁	用未加清理的菜子油和已清理过的矿物油的混合剂	

注：乳化剂——是肥皂在矿物油內的溶液，再加水混合而成，具有較好的冷却和潤滑性能。为了防止机床、刀具或工件生銹腐蚀，还需在其中加入苏打或亚硝酸鈉。

鑄鉄銑削时，一般常不用冷却液，因为鑄鉄的切屑会和冷却液在一起形成发粘的物质，不易清除。此外，在用硬质合金銑刀銑削时，一般也不用冷却液，因为硬质合金性脆，在用于高速