

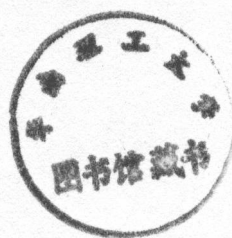


中华人民共和国国家标准

GB/T 16460—1996
idt ISO 8688-2:1989

立铣刀寿命试验

Tool life testing in end milling



1996-07-05 发布

1997-02-01 实施

国家技术监督局 发布

立铣刀寿命试验

前 言

本标准等同采用国际标准 ISO 8688-2:1989《铣刀寿命试验——第二部分：立铣刀》。

本标准于 1996 年 7 月 5 日首次发布。

本标准从 1997 年 2 月 1 日起实施。

本标准附录 A、附录 B 和附录 C 都是标准的附录。

本标准附录 D 是提示的附录。

本标准由全国刀具标准化技术委员会提出并归口。

本标准主要起草单位：成都工具研究所。

本标准主要起草人：谢萍、许祖德、沈士昌。

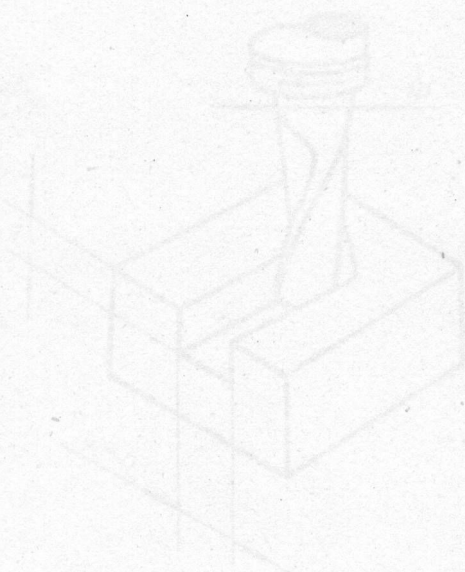


图 1 试验示意图

ISO 前 言

ISO(国际标准化组织)是一个世界性的国家标准团体(ISO 成员体)的联盟。国际标准的制定一般由 ISO 的技术委员会进行。每个成员体如对某个为此已建立技术委员会的题目感兴趣,均有权派代表参加该技术委员会工作。与 ISO 有联络的政府性和非政府性的国际组织也可参加国际标准工作。ISO 与 IEC (国际电工委员会)在所有电工标准化事务方面紧密合作。

由技术委员会采纳的国际标准草案,在由 ISO 理事会接收为国际标准之前,均提交给成员体批准。按 ISO 章程,至少需 75% 的投票成员体的批准才能通过。

国际标准 ISO 8688-2 是由 ISO/T29 工具技术委员会制定。

使用者应注意所有国际标准从一个时期到另一时期的修订。这里任何参考的其他国际标准均指其最新版本,除非特别说明。

目 次

前言	Ⅲ
ISO 前言	Ⅳ
0 引言	1
1 范围	3
2 引用标准	3
3 工件	3
4 刀具:铣刀	4
5 切削液	7
6 切削条件	7
7 刀具失效和刀具寿命的判据	8
8 设备	16
9 试验步骤	17
10 数据评估	19
附录 A(标准的附录) 参考工件材料	24
附录 B(标准的附录) 数据表示例	25
附录 C(标准的附录) 统计计算	26
附录 D(提示的附录) 参考文献	29

中华人民共和国国家标准

立铣刀寿命试验

GB/T 16460—1996
idt ISO 8688-2:1989

Tool life testing in end milling

0 引言

单刃车削刀具寿命试验的步骤和条件是国际标准 ISO 3685 的主题。由于该标准的应用卓有成效，故要求制定其他通用切削方法的类似文件。

在国际生产工程研究学会(CIRP)的倡议下拟定的本国际标准，适用于用高速钢立铣刀进行立铣加工，它是一种主要的机械加工方式，如图1～图3所示。

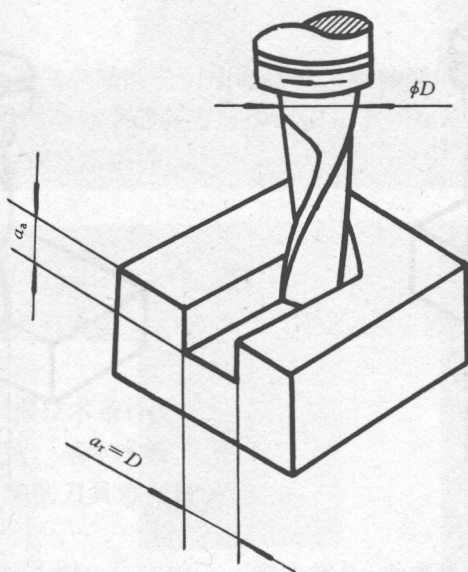


图1 槽铣试验

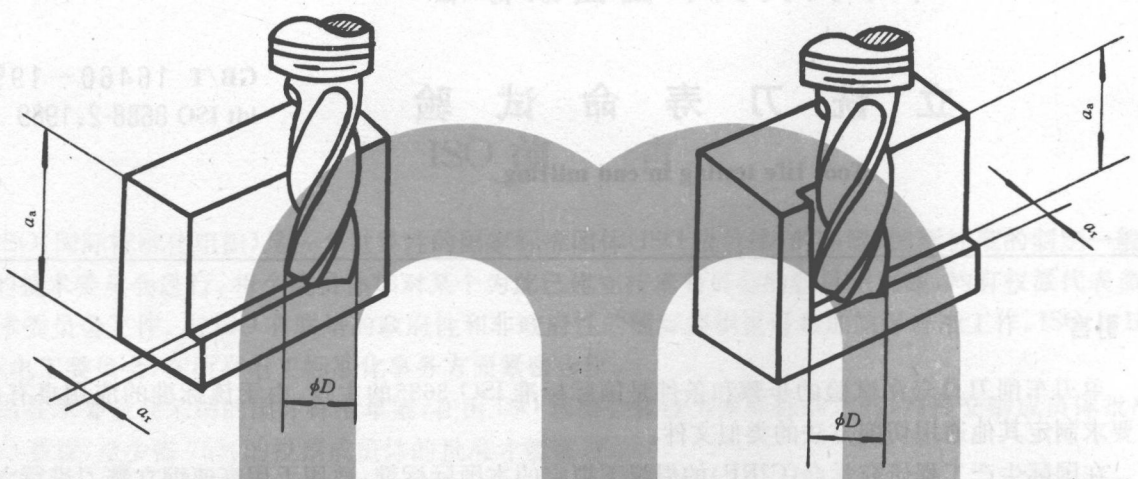


图 2 立铣试验($a_s > a_r$)

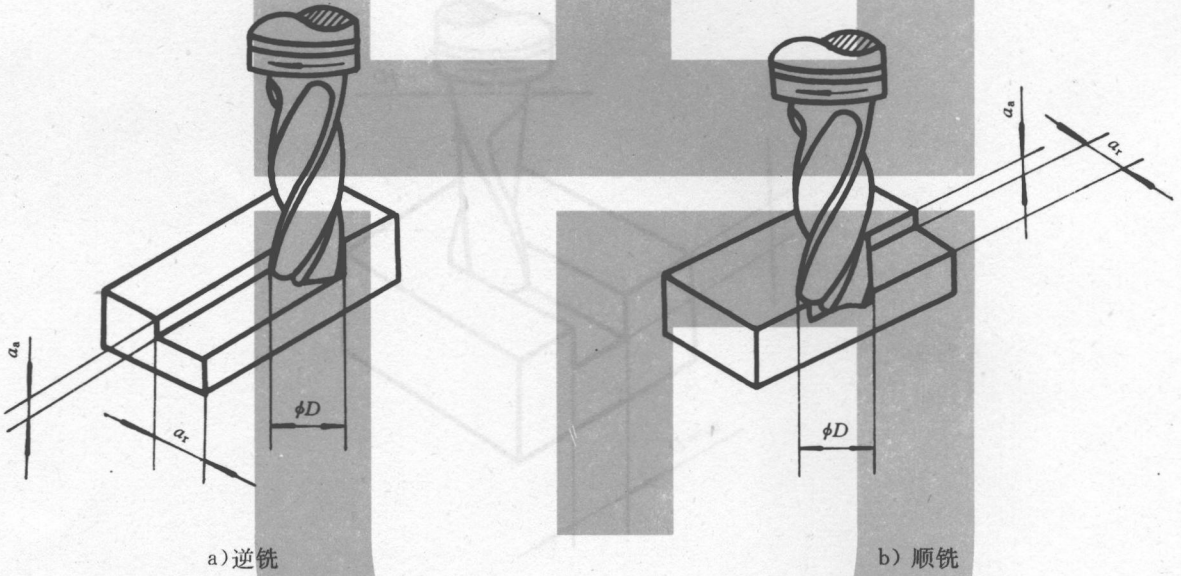


图 3 立铣试验($a_s < a_r$)

本标准所推荐的方法既适合实验室也适合工厂应用,其目的是统一步骤,当对切削刀具、工件材料、切削参数和切削液作比较时,能提高试验结果的可靠性和可比性。为了尽可能达到这个目的,本标准中包括的推荐的参考材料和条件,应尽实际所能地采用。

此外,标准中的推荐值可用来帮助确定推荐的切削数据,或确定限制因素和一些加工特性值,如切削力、已加工表面的特性值和切屑形状等。尤其是为了上述目的,即使本来已给出推荐数值的某些参数,都可能必须作为变量使用。

本标准推荐的试验条件适用于对具有正常金相组织的钢和铸铁件作立铣试验。但是,若作适当的修改,本国际标准也可适用于其他材料或为特殊用途而研制的刀具的立铣试验。

规定的推荐值的精度应认为是最低要求。与推荐值的任何偏离都应在试验报告中详细说明。

注: 本标准未规定验收试验,也不作此种使用。

1 范围

本标准规定了用高速钢立铣刀铣削钢和铸铁件进行刀具寿命试验时的推荐程序,它适用于实验室和生产实际。

本标准规定了下列三种类型立铣试验的规范:

- a) 铣槽(见图1);
- b) 以周齿切削为主的立铣——侧铣(见图2);
- c) 以端齿切削为主的立铣——端铣(见图3)。

立铣时可按以下两种类型来考虑切削条件:

- a) 刀具主要由于磨损而失效的条件;
- b) 刀具主要由于其他现象,如切削刃破裂或塑性变形而失效的条件。

本标准只考虑以刀具磨损为主的试验的推荐值。

上述第二种类型条件的试验正在研究之中。

对于每种类型的试验,规定了有关下列因素的推荐值:工件、刀具、切削液、切削条件、设备、刀具的失效和刀具寿命的评定、试验步骤以及结果的记录、评估和报告。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 699—88 优质碳素结构钢技术条件

GB 1110—85 直柄立铣刀

GB 1112—81 直柄键槽铣刀

GB 3933—83 升降台铣床 精度

GB 6133—85 削平型直柄刀具夹头

GB 9439—88 灰铸铁件

GB 9943—88 高速工具钢棒技术条件

GB/T 12204—90 金属切削 基本术语

GB/T 16461—1996 单刃车削刀具寿命试验

ISO/R 185 灰铸铁的分类

ISO/R 683-3 热处理钢、合金钢和易切钢——第三部分:含硫量受控制经淬火和回火的非合金锻钢

ISO 2854 数据的统计解释——有关均值和方差的估算和检验方法

3 工件

3.1 工件材料

原则上,各试验者可按其需要任选工件材料。但是,为了提高各试验者所得试验结果间的可比性,建议选用下列材料之一作为参考材料,即按 GB 699 的 45 钢或按 GB 9439 的 HT250 铸铁。参考材料更加详细的规范列在附录 A(标准的附录)中。

材料在规范以内的变化会对其可加工性产生影响,若要求供应规范较严格的工件材料以减少此类影响,应与供方协商。

有关工件材料的信息,例如:牌号、化学成分、物理性能、显微组织、工件材料的生产工艺过程(如热轧、锻造、铸造或冷拉)以及各种热处理的全部细节都应在试验报告中作出报告(见 9.3.1 和附录 A)。

检测所制备工件材料的硬度时,应在每个试件一端横截面的试验区上测定,对推荐的工件截面,其

硬度压痕应分布在试验区的平行于长边的中心线上,至少应测定 5 点,中心一点,两侧靠近边缘各一点,在中心点和边缘点之间各一点(见图4)。

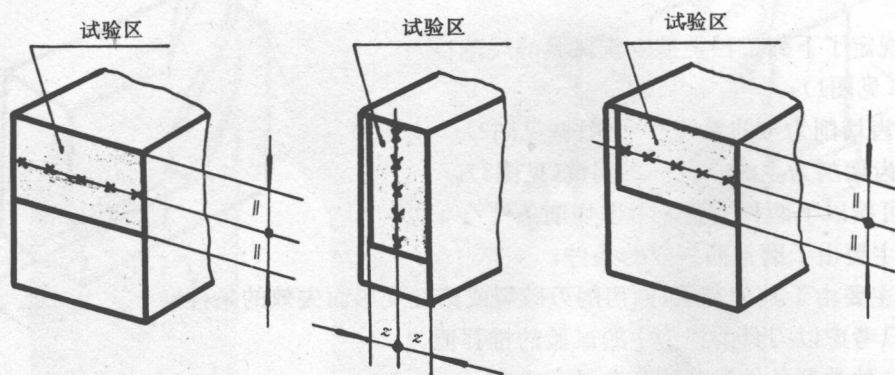


图 4 硬度检测

对从较大坯料上切下来的工件或预计硬度变化较显著的工件,应补充硬度测量,以便确知硬度值是否在规定的范围内。对这些测定点的位置及测定方法都应在试验报告中作出报告。

同一批材料的硬度偏差应尽可能的小,参考材料的实际值列于附录 A。而类似材料的硬度偏差是算术平均值的 $\pm 5\%$ 。

为了在相当长的时间内都能比较试验结果,建议各试验者购备足够数量的参考材料以满足其需求。

3.2 尺寸

3.2.1 建议用于立铣(见9.3.1)的工件应为棒料或方料,其最小宽度为2倍铣刀直径(如用 $D=25\text{mm}$ 时,最小宽度为50mm),最小长度为10倍铣刀直径(如 $D=25\text{mm}$ 时,最小长度为250mm),但是建议优先采用20倍铣刀直径的长度。工件的宽度和高度的最大值与最小值由所需试验的次数及对材料均匀性的要求来决定,其限制条件是必须确保在加工中有足够的稳定性。对实际选用的尺寸应作出报告。

3.2.2 对于铸铁材料,在所选择的方料尺寸内,必须达到要求的金相组织。

4 刀具:铣刀

原则上,各试验者可按其需要任选铣刀。但是,为了提高各试验者所得试验结果间的可比性,推荐用直径为25mm 的键槽铣刀作铣槽试验(见图1),推荐用直径为25mm 的四槽立铣刀作立铣试验(见图2和图3)。

与所推荐铣刀条件的任何差别,都应作出报告。

4.1 尺寸和公差

所推荐铣刀的尺寸应按 GB 1110 和 GB 1112 的规定,其基本尺寸列于图5和图6。在同一试验中,所使用各铣刀间的偏差应最小(见4.2和9.3)。

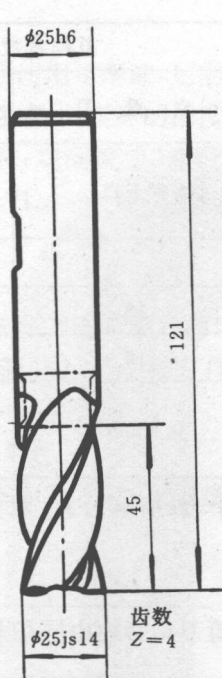


图 5 立铣刀(GB 1110)

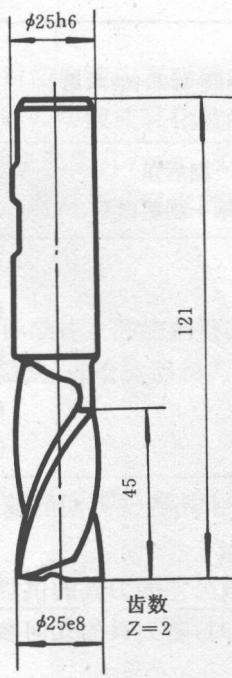


图 6 键槽铣刀(GB 1110)

4.2 刀具几何参数

4.2.1 建议在刀具的几何参数不是试验变量的所有切削试验中,统一使用表1所列的几何参数。
刀具几何角度的代号按 GB/T 12204(图7)。

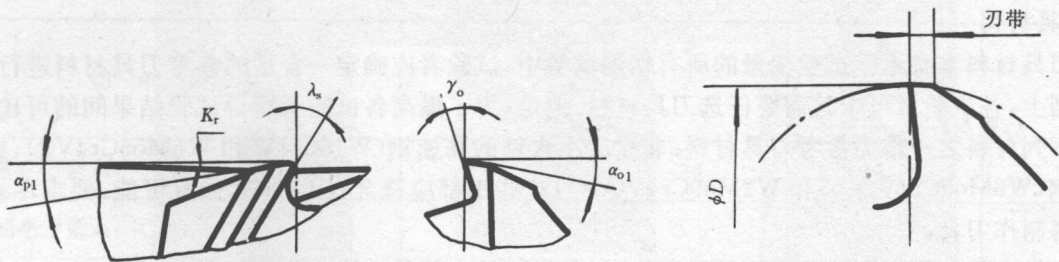


图 7 刀具的几何参数

表 1 立铣刀和键槽铣刀的几何参数和公差

符 号	按 GB/T 12204 的术语	通 用 术 语	几何参数和公差	
			立 铣 刀	键槽铣刀
λ_s	刃倾角	螺旋角	$30^\circ \pm 2^\circ$	$30^\circ \pm 2^\circ$
K_r	副偏角	副偏角	$1^\circ \pm 0.5^\circ$	$1^\circ \pm 0.5^\circ$
γ_o	正交前角	径向前角	$12^\circ \pm 3^\circ$	$12^\circ \pm 3^\circ$
α_{o1}	正交后角 (第一后面)	主后角 (圆周面切削刃)	$8^\circ \pm 2^\circ$	$8^\circ \pm 2^\circ$

表 1(完)

符 号	按 GB/T 12204 的术语	通 用 术 语	几何参数和公差	
			立 铣 刀	键槽铣刀
α_{p1}	副后角 (第一副后面)	主后角 (端切削刃)	$7^{\circ}\pm 1^{\circ}$	$7^{\circ}\pm 1^{\circ}$
		刃带, mm	—	0.2 最大
		径向圆跳动量, μm	18	8
		轴向圆跳动量, μm	18	18
		倒角(45°)或 倒圆半径, mm	0.3 ± 0.1	0.12 ± 0.03

同一试验中,所用各铣刀间的偏差应最小,即实际偏差应小于表1所列公差。对主后角 α_{o1} 特别要注意这点。

加严几何参数公差的刀具的供货条件,应与供方协商。

4.2.2 切削试验时,若刀具的几何参数是试验变量,则所有的试验刀具必须由同炉号的一批钢制造,并经同样的热处理。

同一试验中,所用各铣刀间的偏差应最小。

要求供应满足这一要求的刀具时,应与供方协商。

4.3 刀具条件

为了避免重磨的影响,推荐只使用新刀具作试验。但是,如果要研究刀具重磨的影响时,则铣刀重磨后的直径不得小于铣刀初始直径的90%。应报告试验时铣刀的实际直径。

铣刀前面的表面粗糙度 R_a 不得超过 $1.25\mu\text{m}$,后面的表面粗糙度 R_a 不得超过 $0.8\mu\text{m}$ 。

4.4 刀具材料

在刀具材料本身不是试验变量的所有切削试验中,试验者应确定一合适的参考刀具材料进行研究。

原则上,各试验者可按其需要任选刀具材料。但是,为了提高各试验者所得试验结果间的可比性,推荐选用下列材料之一作为参考刀具材料:非涂层不含钴的高速钢(W18Cr4V 和 W6Mo5Cr4V2);或者含钴高速钢(W6Mo5Cr4V2Co5和 W2Mo9Cr4VCo8),这些钢都应符合 GB 9943。如有可能,要求尽量用同一批材料制作刀具。

要求供应规范较严格的参考刀具材料作切削试验时,应与供方协商,以尽可能地保证刀具材料具有较好的均匀性。这些参考的刀具材料不应经涂层和表面处理。

如果刀具材料是试验变量时,应报告材料的类别及尽可能多的特性。

对任何涂层或表面处理的情况,应作出详细报告。

4.5 刀具的安装

立铣刀和键槽铣刀应装夹在符合 GB 6133的夹头内,夹紧要可靠。铣刀安装后,应仔细检查其切削刃的跳动量(在已安装的刀具上)。切削刃上任一点的最大圆跳动量不得超过下列值:

径向圆跳动 = $50\mu\text{m}$

轴向圆跳动 = $30\mu\text{m}$

使用标准的刀具和夹头,装在一般的机床上,就能达到上面规定的圆跳动量。

对于使用表2和表3中较低的每齿进给量的试验条件,应对刀具和夹头多加挑选,以减少圆跳动量的实际值。试验时要测量和记录实际的圆跳动量。

5 切削液

切削钢件时应使用切削液,切削铸铁时,不推荐使用切削液。对切削液应有明确的规定,即这种规定应包括:商标、溶液成分、实际的浓度、水的硬度(当用水作稀释剂时)、溶液或乳化液的 pH 值。

使用切削液时,切削液应“淹没”刀具的切削部分,其流速不应低于3L/min,或按金属切削率计每cm³/min 不低于0.1L/min,应选用较高流速。对喷嘴的直径、流速和蓄液箱的温度都应作出报告。

6 切削条件

按表2和表3选择和组合推荐的切削数据时,要适应和突出本标准述及的铣削型式(见图1~图3),同时还要考虑是逆铣(进给运动和刀具的圆周运动方向相反)还是顺铣(进给运动和刀具的圆周运动方向相同)。

6.1 推荐的切削条件

对所有每齿进给量 f_z 、背吃刀量¹⁾ a_a 或侧吃刀量¹⁾ a_r 不是主要试验变量的试验,其切削条件应按表2和表3选取。

表 2 键槽铣刀的推荐切削条件

切 削 条 件		I	II
背吃刀量 a_a ,	mm	12.5	20
侧吃刀量 a_r ,	mm	25 ^{*)}	25 ^{*)}
进给量 f_z ,	mm/齿	0.08	0.125
*) 键槽铣刀的直径。			

表 3 立铣刀的推荐切削条件

切 削 条 件		I	II	III	IV
		$a_a > a_r$ (见图2)		$a_a < a_r$ (见图3)	
背吃刀量 a_a ,	mm	20	20	12.5	12.5
侧吃刀量 a_r ,	mm	2.5	2.5	20	20
进给量 f_z ,	mm/齿	0.08	0.125	0.08	0.125

背吃刀量和侧吃刀量的公差为±5%。

6.2 其他切削条件

当进给量、背吃刀量或侧吃刀量作为试验变量的情况下,所有的数据都应明确地规定。但是,应该注意,切削条件应在刀具、机床、夹具等性能条件合适的范围内选择,以便获得可靠的试验结果。

在表2或表3中指定的切削条件不能达到的情况下,应尽可能选择相近值,其最小切削用量应符合表4中列出的值。

立铣刀的最大侧吃刀量 a_r ,不得大于0.8D¹⁾。

1) D 为铣刀的直径(对直径为25mm 的标准铣刀,其最大侧吃刀量 a_r 为20mm)。

采用说明:

1) 国际标准原文为“轴向切削深度”和“径向切削深度”;本标准按 GB/T 12204改为“背吃刀量”和“侧吃刀量”。

表 4 切削条件的最小限制值

切 削 条 件		键 槽 铣 刀	立 铣 刀
最小每齿进给量 f_z ,	mm	0.05	0.05
最小背吃刀量 a_a ,	mm	2	2*
最小侧吃刀量 a_r ,	mm	—	2**
* 对于 a_a 低于 $0.25D$, a_r 至少应为 $0.25D$ 。			
* * 对于 a_r 低于 $0.25D$, a_a 至少应为 $0.25D$ 。			

6.3 切削速度

切削速度是由铣刀公称直径所确定的圆周速度(见图5和图6)。应在代表试验条件且具有负载的条件下测量平均速度,表明试验条件已考虑到由于切削作用产生的速度损失。

建议通过预试验来确定所需的切削速度,也可以从切削数据手册中查到合适的切削速度,对于参考工件材料和参考刀具例如 W18Cr4V 和 W6Mo5Cr4V2 的高速钢刀具,该速度为 30m/min 左右, W6Mo5Cr4V2Co5 和 W2Mo9Cr4VCo8 的高速钢刀具为 35m/min 左右。

切削速度稍有变动将显著地影响刀具寿命,例如速度改变±5%,几乎可使刀具寿命减半或加倍。

7 刀具失效和刀具寿命的判据

7.1 前言

在车间的实际生产情况下,刀具不能再加工出符合要求的尺寸和表面质量的工件的时刻通常决定了有效刀具寿命的终止点。而刀具从开始直至不能继续切削的瞬间的一段时间可认为是有效刀具寿命。但是,由于切削条件等的不同,认为刀具已达到有效刀具寿命的终点的原因在各种场合下可各不相同。

为了提高试验结果的可靠性和可比性,重要的是要把刀具寿命定义为:刀具达到刀具寿命判据的某一规定值前的总切削时间。

要使得出的试验数据可靠,并能同各种来源的试验数据作比较,必须对刀具的失效现象(见7.3)加以识别和分类,再推荐一些判据及其限制值,并用它们来确定刀具有效寿命的终点(见7.4)。

根据切削刃上发生失效的部位不同,可取不同的限制值。

本标准推荐用磨损形式的刀具失效来决定刀具的寿命。因为还有其他形式的刀具失效可决定刀具有效寿命的终点,故在7.2条定义中考虑了裂纹、崩刃和变形。

根据切削条件的不同,每种刀具失效的产生或发展,其方式各异。当可测量的刀具失效形式不止一个时,对每个失效形式都需作记录,只要其中有一个失效现象先达到限制值,即判定刀具的寿命到了。

用来决定刀具寿命的刀具失效判据值同试验所需材料的数量及试验成本有关。

如果限制值太高,所获得试验结果的成本会超过这些试验结果的价值;如果限制值太低,所获得的试验结果可能因为是由该试验条件下失效过程的初始阶段所决定而不可靠。

本条中列举了许多刀具失效现象,其中有一些现象在本标准推荐的试验条件下可能只偶然地产生。

7.2 定义

本标准中应用下列定义。

7.2.1 刀具失效:由切削过程引起的刀具切削部分的所有变化。

刀具失效分为两大类:刀具磨损和崩刃。

7.2.1.1 刀具磨损:在切削过程中,由于刀具材料的逐渐损耗,使刀具切削部分改变了原有的形状。

7.2.1.2 脆性破裂(崩刃):在切削过程中,由于裂纹源而使刀具的切削部分出现裂纹,使刀具材料以小碎块形式崩落。

7.2.2 刀具失效的量度:用数值来表示刀具某种失效尺度的一个量。

例如：后面磨损带宽度 $VB1$ (见 7.3.1.1)。

7.2.3 刀具寿命判据：规定的刀具失效量度的一个预定值或规定现象的出现。

例如：后面磨损带宽度 $VB1=0.3\text{mm}$ (见 7.4.1)。

7.2.4 刀具寿命 T_c ：切削部分达到规定的刀具寿命判据所需总的切削时间 (见 7.5)。

7.3 刀具失效现象

立铣刀和键槽铣刀的磨损如图 8 所示。

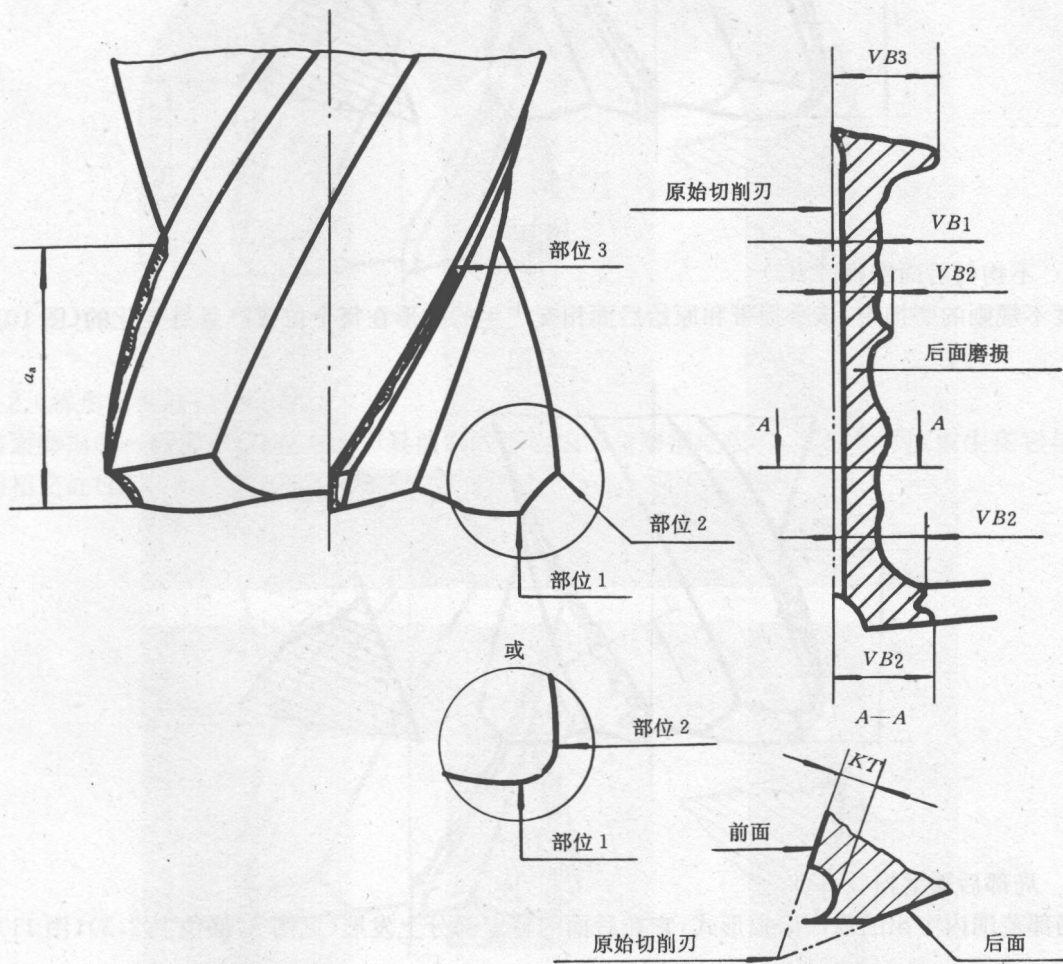


图 8 立铣刀和键槽铣刀的磨损

7.3.1 后面磨损 (VB)

在切削过程中，刀具后面上的材料损耗，造成后面磨损带逐渐发展。

7.3.1.1 均匀后面磨损 ($VB1$)

通常为一条等宽度的磨损带，并在与整个作用切削刃相毗邻的后面上扩展 (图 9)。

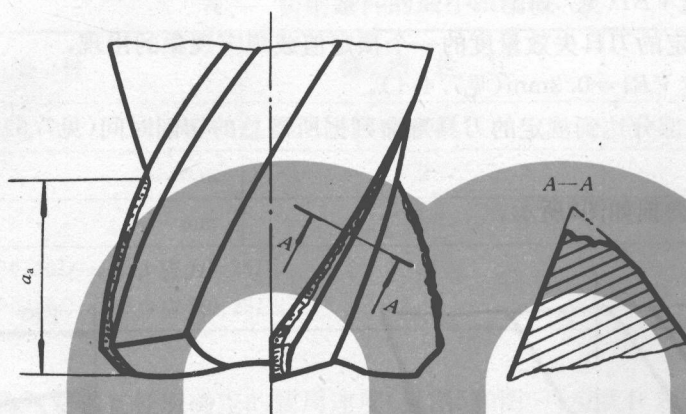


图 9

7.3.1.2 不均匀后面磨损(VB2)

宽度不规则的磨损带,该磨损带和原始后面相交产生的廓形在每个位置测量是变化的(图 10)。

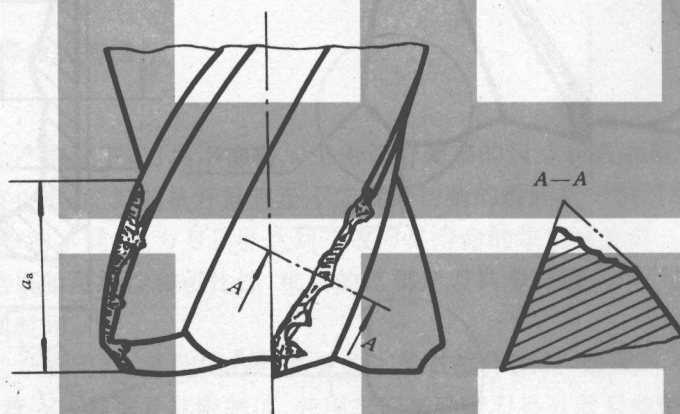


图 10

7.3.1.3 局部后面磨损(VB3)

指局部范围内突出的后面磨损形式,它在后面的特定部分上发展(见图 8,部位 1,2,3)(图 11)。

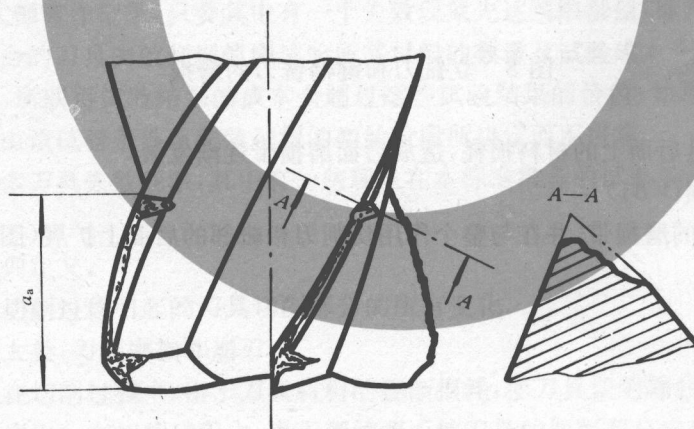


图 11

7.3.2 前面磨损(KT)

在切削过程中,刀具材料从刀具前面上的逐渐损耗。

7.3.2.1 月牙洼磨损(KT1)

逐步发展的磨损,其方向几乎与主切削刃平行,并在离主切削刃的某一距离上有最大深度(图 12)。

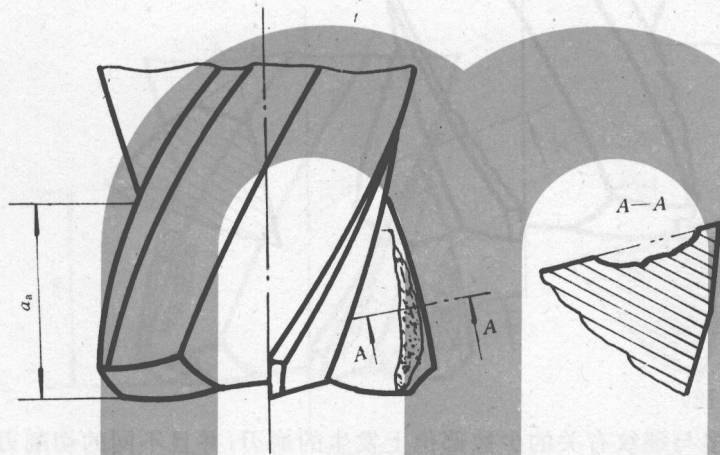


图 12

7.3.2.2 梯形前面磨损(KT2)

前面磨损的一种形式。在垂直于刀具前面的平面内测量磨损疤痕时,其最大深度发生在它与刀具主后面的相交处(图 13)。

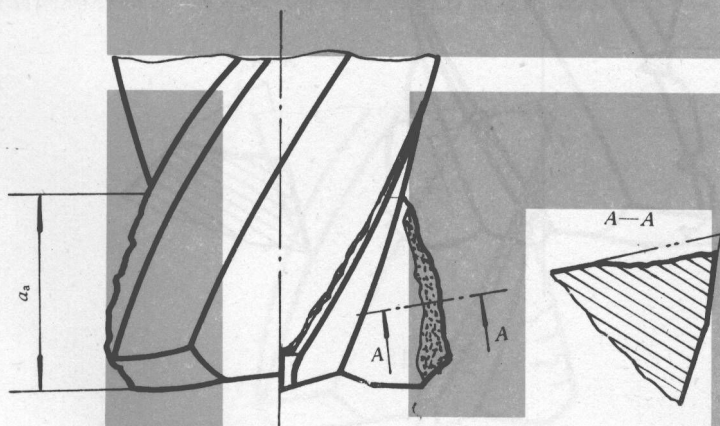


图 13

7.3.3 崩刃(CH)

崩刃是部分刃口崩裂的刀刃失效。

7.3.3.1 均匀崩刃(CH1)

在切削刃上,大小几乎相等的小块崩落,它显著地影响后面磨损带宽度的一致性(图 14)。

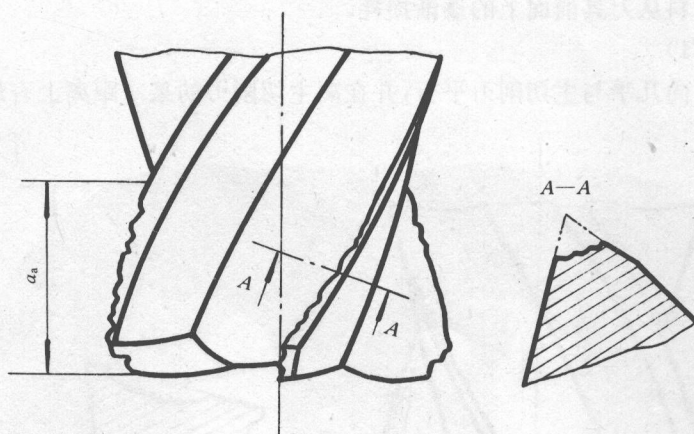


图 14

7.3.3.2 不均匀崩刃(CH2)

在作用切削刃上,大多与裂纹有关的少数部位上发生的崩刃,并且不同的切削刃的崩刃也不一致(图 15)。

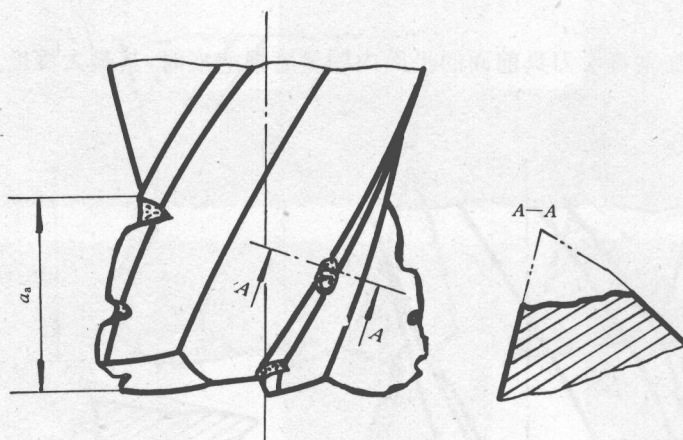


图 15

7.3.3.3 局部崩刃(CH3)

总是在作用切削刃某个部位上发生的崩刃(图 16)。

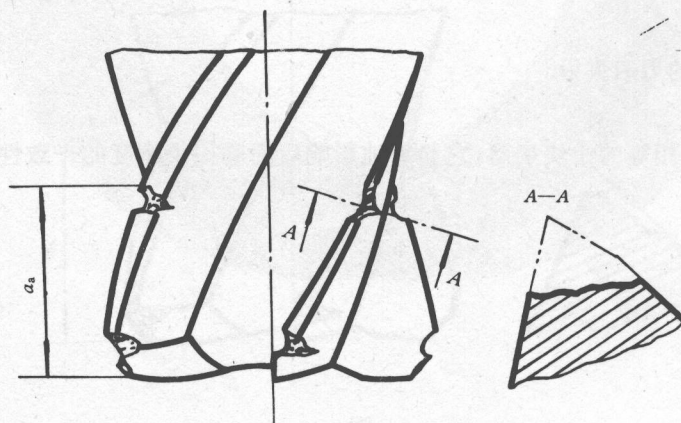


图 16

7.3.4 脱层(FL)

刀具碎片以薄层的形式从刀具表面上剥落。当使用涂层刀具时,这种现象最常见,但是在使用非涂层刀具时也能见到(图 17)。

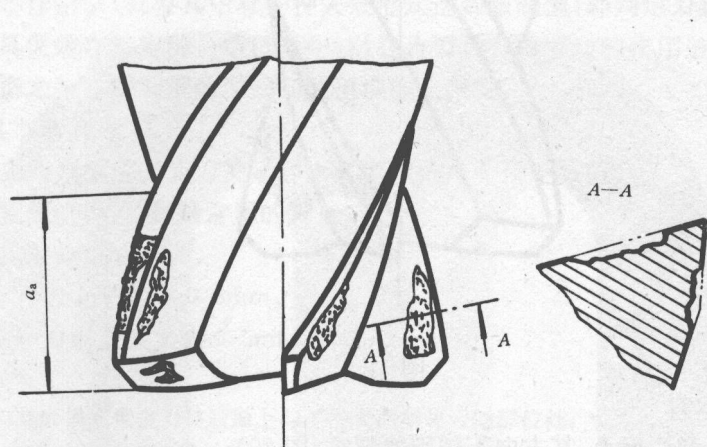


图 17

7.3.5 裂纹(CR)

刀具上不立即引起刀具材料损耗的破裂现象。

7.3.5.1 梳状裂纹(CR1)

出现在刀具前面和后面,其方向几乎与主切削刃垂直的裂纹(图 18)。

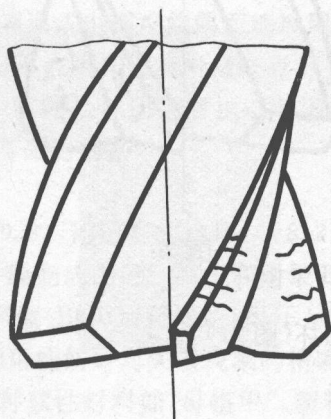


图 18

7.3.5.2 平行裂纹(CR2)

出现在刀具前面和后面,其方向几乎与主切削刃平行的裂纹(图 19)。