

第 19 章

切削加工指南

19.1 切削加工的一般指导原则

1) 良好的切削加工要选用合适的切削速度、进给量、刀具材料、刀具角度和切削液。此外, 还要有牢固的定位安装。刚度本身虽然不一定能确保切削加工操作的成功, 但没有它, 刀具就会过早地损坏。

2) 机床必须能为所用的切削条件提供足够的刚度。如果机床的规格不合适, 或者运动部件如主轴轴承或镶条有松动, 将引起颤振, 并导致刀具寿命下降。当无法获得牢固的定位安装时, 必须相应地减少进给量或切深。

3) 刀具悬伸过大必然会降低刀具寿命和加工的表面粗糙度, 而且尺寸精度也很难保证。在孔的深度不是很深时, 应该用短杆钻头代替一般机用长钻头。只要工件允许, 铣刀应紧靠主轴安装。立铣刀的长度应尽量短些。如果机床和工件的安装定位具有足够的刚度, 且进给机构没有间隙, 则顺铣一般可比逆铣获得更好的刀具寿命和表面粗糙度。

4) 切削加工时刀具偏心和刀具振摆会引起一些其他问题, 例如铰孔时孔的尺寸过大和喇叭口; 攻丝和套扣时螺纹表面粗糙和划伤。

5) 良好的切削加工操作必须认真考虑刀具的维护。要及时更换刀具。不能仅把刀具损坏作为换刀的依据。因为这样会过分增加刀具的重磨时间。在使用铣刀的情况下, 其后果往往是要用新刀齿来替换已经破碎了的刀齿, 这样除了重磨时间外, 更换刀齿的时间也相当可观。

6) 在不要求尺寸精度和表面完整性时, 高速钢刀具的后面磨损宽度达 1.5mm 时必须更换。在使用硬质合金刀具时, 最大磨损宽度不允许超过 0.75mm, 否则刀具可能彻底损坏。在对尺寸精度和表面完整性有严格要求的部分, 更需小心控制刀具磨损。参见第 18.3 节。

7) 刀具上的磨损量不一定可以测量。但要求操作者在加工完预定数量的零件后立即换刀还是比较切合实际的。为使刀具不致损坏, 被加工的零件数应定得保守些。在采取这一步骤后, 往往在刀具没有被磨钝前即被换下。因此, 重磨时间可以缩短, 而重大事故得以避免。

8) 切削液系统为切屑形成区应提供流量充分的切削液。如果在切削加工时切削液与硬质合金刀具同时使用, 则连续浇注切削液是绝对必要的。中断或间断地浇注能引起热冲击, 并造成硬质合金刀具破裂。

9) 良好的切削加工操作应考虑到所有与切削加工有关的因素。必须十分注意每个细节, 包括零件、夹具、速度、进给、刀具材料、刀具角度、切削液以及机床本身, 保证在周密考虑之后, 使切削加工取得成功。

10) 必须确定工件材料的可切削性, 以便选择适当的切削条件。材料的可切削性可用三个重要的因素来定义: 表面完整性、刀具寿命和所需要的切削功率或切削力。

19.2.1 前言

钻头是广泛使用的刀具之一，但是却很少注意对它的选择、刃磨和应用。所钻的孔一般是作为攻丝、铰孔或镗孔用的预加工孔。使用标准的商品麻花钻通常就能满意地进行钻削。在有大量精密孔需要加工时，在实践中需要有下列几点改进：

- 1) 钻头必须经过磨削加工以提高其几何精度。
- 2) 钻头的角度、钻心厚度和刃口后角必须与被钻削的材料相适应。
- 3) 工件必须有适当的支承和夹紧。钻头必须在一个有适当配合间隙和长度的钻模中导向。
- 4) 机床必须有足够的功率和刚度。

19.2.2 钻头的种类

(1) 麻花钻

麻花钻是一种端刃切削刀具，有一条或几条切削刃面。具有供排屑和注入切削液用的螺旋形（有时为直线形）沟槽。麻花钻的形状和应用见图 19.2-1 和表 19.2-1。

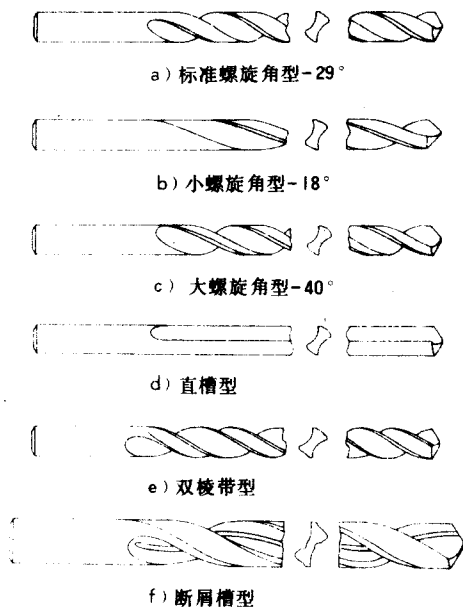


图 19.2-1 麻花钻

标准麻花钻有两条切削刃，两条螺旋槽以及一个圆柱形的直柄或圆锥形的锥柄。

直柄钻头具有圆柱形柄部，其直径可以和钻体的直径相等也可以不等。

锥柄钻头在钻削中等直径和大直径孔时优于直柄型。柄部的锥度符合美国国家标准协会 (ANSI) 标准系列中的锥度标准之一。锥柄钻头通常具有传动用扁尾，并直接安装在钻床主轴的锥孔或传动钻套中。

双棱带钻头在其刃带的后面还有第二对棱带，它能起稳定作用。双棱带钻头可加工比较准确的孔。它的尺寸是 3.2~50mm。

断屑槽钻头的特点是在钻头结构上能防止形成长带状的切屑，其直径是 9.5~50mm。

(2) 其它类型钻头

当操作中不能使用麻花钻时，可考虑用下列类型钻头。

阶梯钻， 图 19.2~2

锯齿阶梯钻，图 19.2~3

平钻， 图 19.2~4

扁钻， 图 19.2~5

扩孔钻， 图 19.2~6

油孔钻或强制内冷却钻，图 19.2~7

枪钻， 图 19.2-8

参见表 19.2-1~19.2-3 其他种类钻头的形状和应用。



图 19.2-2 阶梯钻



图 19.2-3 锯齿钻



图 19.2-4 平钻

19.2 钻削指南

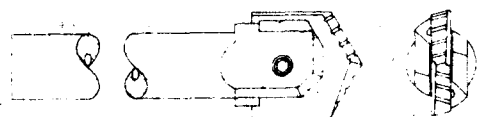
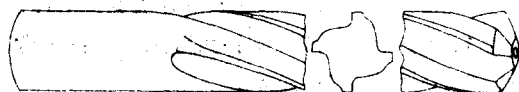


图 19.2-5 扁钻



a) 3个排屑槽



b) 4个排屑槽

图 19.2-6 扩孔钻

表 19.2-1 麻花钻、阶梯钻和锯齿阶梯钻的特性

类型	麻花钻	阶梯钻	锯齿阶梯钻
形状	最普通的钻头，绝大多数有两条供排屑和将切削液注到钻尖处的螺旋槽。见图 19.2-1	具有两个或多个台阶，在台阶上磨出不同的直径。该台阶（或不同的直径）是磨在同一个刀带上，见图 19.2-2	一种复合刀具，有两个或多个直径，在每个直径上有分离的刃带或棱边，它们延伸到排屑槽的全长。见图 19.2-3
应用	用于加工大多数供紧固件用的紧固孔和为铰孔或攻丝导向用的预制孔	可在钻头的一次进刀中，加工两个或多个直径。也可作为复合钻头，用以同时钻孔和铰孔，或铰孔和铰底孔，或钻孔和铰孔	可同时钻削两个或多个直径。通过磨出不同的刃带使之能钻出供扁平头螺钉用的锥孔口，或钻出供内六角螺钉用的沉头孔。在整个钻头的使用期内，即使重磨之后其两个或多个直径能保持不变
刀具材料	高速钢，整体硬质合金或供特殊使用的薄片硬质合金	高速钢	高速钢
尺寸范围	标准范围：3~35mm。 小尺寸范围：0.15~3mm。 大尺寸范围：38~150mm	标准范围：6~50mm	标准范围：4~18mm。 对于特殊尺寸，大端直径不能超过小端直径两倍，否则两者的切削速差异太大

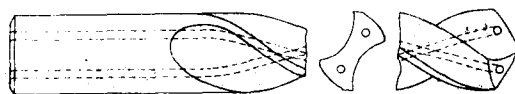


图 19.2-7 油孔钻或强制内冷却钻



图 19.2-8 枪钻

表 19.2-2 平钻、扁钻和扩孔钻的特性

类型	平 钻	扁 钻	扩孔钻
形状	其钻体的形状不是正常的圆形而是扁平形。这种钻头是通过在钻体上磨出倾斜的两相对平面而制成。通常这两平面并不平行，故形成一个向柄部逐渐加厚的钻心。在钻体上磨出的微量背锥为 0.075mm，或更小些。见图 19.2-4	有一可装卸的刀片或刀头，它们可夹固在钻柄上的一个特殊夹持装置中。见图 19.2-5。大多数夹紧装置有一个与柄部相通的轴向孔，以便加压的切削液通向钻尖处。更换刀片的费用大约为麻花钻的 1/6	多刃多沟槽刀具，没有钻尖，其结构与铰刀相似。见图 19.2-6
应用	生产率极低，但结构简单，成本低，因此有时用于钻削硬的锻件和铸件	小于 44mm 的扁钻仅用于钻削垂直深度不大于钻头直径，而水平深度不大于钻头直径两倍的浅孔。扁钻钻孔之前不要采用中心钻预孔，而要用具有相同钻尖角的短扁钻预孔	用于扩大型芯孔，锻造的孔或预先已钻出的孔。它不能在实体上钻孔。扩孔钻的刚性极好，且由于刀齿较多(3~6)，因而可以采用比麻花钻更高的进给速度
刀具材料	标准规格的用高速钢或硬质合金小规格的用高速钢	刀片：高速钢或硬质合金。夹持装置和刀柄：合金钢	高速钢或硬质合金
尺寸范围	标准范围：2.4~13mm。 小尺寸范围：0.025~2.4mm	标准范围：25~125mm 特殊范围：18~25mm 以及 125~380mm	标准范围：3 槽：6~18mm 4 槽：13~32mm

表 19.2-3 油孔钻或强制内冷却钻及枪钻的特性

	油孔钻或强制内冷却钻	枪 钻
形 状	油孔钻既可以是麻花钻也可以是直槽钻。它们具有一个或多个贯穿刀体和柄部的通孔,可供切削液在压力下通过。该通孔可以穿过钻头的刃带,也可穿过钻头的钻心。见图 19.2-7。有时在钻尖处磨出断屑槽,用以使切屑折断和卷曲以便于排出	一种专门加工深孔的直槽钻。它有一个带有槽的刀片安装在管状的柄部,直槽的凹度深达刀杆的轴心。刀片通常钎焊到柄部,但规格较大时,为了便于装卸和刃磨,可将刀片用键或销固定在柄部。无论刀片或柄部都可容许大量的高压冷却液喷至切削刃处并可把切屑冲洗掉。见图 19.2-8
应 用	用于加工深孔,因为在深孔中不能有效地大量使用切削液。在加工正常孔或深孔时,用油孔钻来代替大流量冷却可以提高金属切除率。油孔中的切削液可使用 345~2068kPa 的恒压或脉动压力	用于加工很深的、且直线性和孔径精度要求很高的孔
刀 具 材 料	高速钢或供特殊使用的硬质合金刀片	刀片常用硬质合金,柄部则为合金钢管
尺 寸 范 围	标准范围: 4~38mm	标准范围: 3~50mm

19.2.3 钻头的几何角度

(1) 钻尖

1) 顶角: 标准钻头的顶角为 118° 。钻削非常坚韧的材料时,顶角可增至 150° 。对于铝或铜合金等较软的材料时,顶角可取 $90^\circ \sim 100^\circ$ 。

2) 双重顶角: 当钻削非常硬或耐磨的材料时,常将钻尖磨成双重顶角以减少棱带转角处的剥落。为此首先磨出较大的刀尖角 ($118^\circ \sim 140^\circ$),然后再在转角处磨出较小的刀尖角 ($60^\circ \sim 90^\circ$),使转角处具有倒角的效果。

3) 修薄钻心: 钻头的钻心向柄部方向增厚。因此,当钻头重磨时必须修磨钻尖(修薄)以防止尖端受力过大。当钻心厚度超过钻头直径的五分之一时,通常就需要修磨。修薄钻心的方法包括沉割式修薄钻尖、切口式钻尖及曲拐形钻尖。

4) 弧形转角: 径向刃口麻花钻都有两条曲线形的外缘刃口,这些曲线能使整个切削区的应力分布均匀。这种结构可产生较光滑的内孔表面粗糙

度,并可减少钻透处的毛刺。这种钻尖的弧形转角可在专用机床上或万能工具磨床上加工出来。

5) 螺旋钻尖: 把钻尖从普通横刃转变成螺旋钻尖,可以使钻头产生良好的自动定心效果。螺旋钻尖必须在螺旋钻头磨床上磨得。

6) 复合钻尖及后角: 具有一个以上刀尖角和一个以上后角(后面)的钻头。它适用于钻削硬质材料,并能自动定心和断屑。

(2) 螺旋角

1) 标准螺旋角: 标准螺旋角(约 29°) 的高速钢麻花钻用于钻削大部分铸铁件和钢件。见图 19.2-1a)。

2) 小螺旋角: (约 180°) 由于减少了轴向前角,故更易钻入铜、塑料和其他较软的材料。见图 19.2-1b)。

3) 大螺旋角: 做成宽槽窄瓣刃口,用以在这的黑色或有色金属上钻深孔。大螺旋角(约 40°) 钻头的排屑较有效。见图 19.2-1c)。

4) 直槽: (0° 螺旋角) 特别适用于钻削铜和其他软或特软的材料。见图 19.2-1 d)。

(3) 切削刃后角

对于大部分钻头,根据其尺寸的不同,切削刃后角变动在 $7^\circ \sim 25^\circ$ 之间。小钻头需要较大的后角,大钻头则要求小些。一般在钻削硬材料时,后角应尽量小,以加强切削刃处的强度。

19.2.4 孔的尺寸

(1) 小孔钻削

平钻适用于直径为 $0.025 \sim 0.5\text{mm}$ 的尺寸范围。麻花钻适用于 0.15mm 以上的孔径。小孔钻削的速度必须比大直径钻头更低些,而进给量则要更大些,使切屑不致成为粉状而堵塞在沟槽中。

(2) 标准孔钻削

对于直径为 $0.35 \sim 75\text{mm}$ 的孔,通常使用标准麻花钻。

(3) 大孔

对于直径大于 75mm 的孔,需使用扁钻、枪钻或套料刀。

(4) 深孔

当用麻花钻钻深孔时,随着孔深的增加,应降低所推荐的速度和进给,如表 19.2-4 所示。钻头也

19.2 钻削指南

应周期性地退出以清除切屑并在钻尖处注以润滑油。

表 19.2-4 用麻花钻钻深孔时速度和进给量的降低

孔深: 孔径	速度降低	进给量降低
3	10%	10%
4	20%	10%
5	30%	20%
6	35%	20%
8	40%	20%

在深孔钻削中采用油孔钻是有效的。孔深有时可达直径的 30 倍以上。孔更深则进给量应该降低。如表 19.2-5 所示。

表 19.2-5 用油孔钻钻削深孔时, 进给量的降低

孔深: 孔径	进给量降低
5~7	10%
8~10	20%
超过 10	30%

19.2.5 钻孔精度

(1) 用麻花钻钻孔的精度

孔的精度有两个因素, 即位置精度和尺寸精

度。表 19.2-6 表示在有或没有中心孔和钻模的情况下, 用麻花钻钻孔的精度。钻孔而不用中心孔和钻模, 往往出现喇叭口。

(2) 钻尖的影响

钻尖角对位置精度和尺寸精度都有影响。顶角少于标准钻尖的顶角(刀尖角较小)时, 钻头有较好的自定心作用。顶角越大, 则越要小心和熟练地控制孔的位置和尺寸。把钻尖磨成特殊形状, 如螺旋钻尖也能改善钻头的定心作用。

(3) 钻尖的刃磨误差

切削刃的长度或角度不一致会造成孔的尺寸过大和过度的棱带磨损。后角太小会使轴向进给力很大, 从而造成工件和钻尖因过热而烧伤, 而后角太大则使切削刃口单薄, 导致切削刃口的破碎和剥落。

(4) 孔的定位精度

机床和装夹方法会影响孔的位置精度。根据定位的准确性, 三种常用加工方法的定位准确度大致如下:

坐标镗床	$\pm 0.005\text{mm}$
数控钻床	$\pm 0.064\text{mm}$
钻床(带有钻模)	$\pm 0.05\text{mm}$
钻床(不用钻模)	$\pm 0.08\text{mm}$

表 19.2-6 麻花钻钻孔的平均精度

条 件	直 径					
	3~6mm		6~18mm		18~35mm	
	尺寸超差	位置精度	尺寸超差	位置精度	尺寸超差	位置精度
无中心孔—无钻模	0.075	± 0.18	0.15	± 0.20	0.20	± 0.23
有中心孔—无钻模	0.075	± 0.10	0.075	± 0.10	0.10	± 0.13
有钻模	0.05	± 0.05	0.075	± 0.05	0.10	± 0.075

19.2.6 钻头用材料

(1) 高速钢

大部分钻孔工序都采用几种普通牌号的高速钢, 例如 M1、M7 和 M10[S2 和 S3]等。参见第 14.2 节高速钢成分一览表。

(2) 钴高速钢

含有高钴和高钨或高碳成分的牌号如 T15、19-6

M33 和 M41~M47[S9、S11 和 S12]等常用于钻削硬钢, 钛合金和镍基合金。与一般高速钢相比, 钴高速钢通常具有较高的刀具寿命和较高的生产率。钴高速钢价格比较昂贵, 而且在某些情况下比一般高速钢更难刃磨。

(3) 经表面处理的高速钢钻头

高速钢钻头的表面可以应用氰化和氮化等各种

方法处理,以提高材料表面层的硬度。用未经处理的高速钢钻头钻削硬而耐磨材料时,钻头的寿命往往很低,这时可以考虑用经过氮化和氮化的高速钢钻头。镀铬的钻头适用于钻削印刷线路板,碳和石墨以及某些有色金属材料上的小孔。其他处理方法如特殊抛光和发黑氧化则用于减少钻头与工件之间的摩擦,切屑在排屑槽中的粘结和钻刃上过量的切屑瘤。

(4) 硬质合金钻头

麻花钻和直槽钻上都可镶硬质合金刀片或做成整体的硬质合金钻头。

1) 镶片硬质合金钻头通常较受欢迎,因为它比整体硬质合金钻头便宜。标准镶片硬质合金钻头的直径范围通常为2.4~38mm。

2) 整体硬质合金钻头的直径范围为1.6~13mm(或者80号~13号)。

3) 使用硬质合金钻头注意事项:

a) 用于硬度大于HRG50的钢材以避免钢材表面损伤。

b) 高生产率钻削铸铁和铝。

c) 钻削增强塑料包括印刷电路板。

19.2.7 钻削用的冷却液系统

(1) 喷注

将冷却液浇到钻头上的最常用方法是从上面向孔中喷注。它把一股稳定的流束射向钻孔部位。

(2) 喷雾

在不宜或不可能采用循环冷却液系统的情况下,例如在大的薄板或飞机机架上钻孔时,把冷却液喷雾到钻头上是有很有效的。

(3) 油孔或强制内冷却钻孔系统

在螺纹车床和转塔车床上钻深孔时,经常采用这种方法。冷却液是在定压或脉动压力下用泵来输送的(见第3.3节)。

近来,由于可买到比较便宜的泵和旋转密封装置,使油孔钻几乎可用于所有新、旧钻床上,只要机床的状态较好即可。目前,无论是高速钢钻头还是镶硬质合金刀片的钻头,都可在很大的尺寸范围内应用油孔钻或内冷却高速钢钻头。在很多情况

下,使用油孔钻钻削标准深度孔和深孔都比喷注冷却液提高金属切除率。

19.2.8 薄板钻孔

钻削金属或非金属的薄板时,都应垫上一块木质的或软钢的垫板以防止易碎材料破裂、金属变形或孔径超差。钻削夹层薄板时无论是在钻头入口或出口处经常会发生毛刺,而在大进给量钻削时可能会使压制并烧结而成的合金发生分层。采用垫板可以使毛刺和分层减少。加强工艺管理以保证钻头在整个加工时间内始终处于锋利状态也是减少毛刺和分层的一种方法。

在航空工业中经常要对铝、钛或合金钢板料的大型构件进行钻孔。大尺寸的构件一般要求用可移动的钻孔设备,这类设备可以是电动的或气动的。钻削铝合金时,可以采用手动进给。钻削钛合金或钢时,则用机动进给。

19.2.9 非金属材料钻孔

(1) 塑料

采用经深度抛光、大圆弧槽的小螺旋角钻头以便排屑。顶角应取 60° ~ 90° 。在塑料薄板上钻孔则取 60° 。

有些塑料会产生孔缩。为了解决这个问题,可采用超差0.05~0.08mm的钻头。在应用切削液之前,就保证它不会与塑料产生有害反应。否则应采用喷空气冷却。

(2) 复合材料

含有玻璃、石墨、硼和凯夫拉(Kevlar)纤维的复合材料,在航天、汽车、船舶和工业制品中得到日益广泛的应用。这些材料基本上是由高强度的纤维掺入塑料基体复合而成的,质地非常坚硬而且耐磨。因此,使用普通的高速钢或硬质合金钻头均受到限制,因为刀具的寿命短而且在钻通时孔口往往引起材料的分层。

上述问题实际上已使高速钢钻头无法应用,从而研制了一系列使用硬质合金和金刚石的钻头新结构和新工艺。根据现有工艺,钻削直径小于4.75mm的小孔,宜用小螺旋角槽和比标准刀尖角小的整体硬质合金钻头。当使用这种钻头时加一块垫板能减少材料分层的倾向。

对较大直径的孔,工业上倾向于应用镶金刚石

19.2 钻削指南

的扩孔钻。这类钻头可使孔的质量、尺寸和钻头寿命获得很大提高。金刚石扩孔钻的钻削速度比普通钻削的高得多，材料中的硬纤维是被金刚石磨去的，从而消除了孔中的纤维晶。L33 钻方面的一项新发展是应用超声波振动以取得更高的钻进速度。但是在使用中，金刚石扩孔钻有使钻孔出口处产生分

层的倾向。所以，只要可能应在孔的底面一侧垫的木板、铝板或塑料板。

近来有一系列新的复合材料是在金属基体（例如铝）中加纤维构成的，这对钻削工艺提出了新的要求，例如应用旋转超声波扩孔钻削、电解金刚石钻削以及用激光加工合格孔等。

刀具寿命是评价可切削性的重要指标之一。要明确地知道切削速度、进给量及其他相应的切削参数和刀具寿命之间的关系。在生产中，刀具寿命通常是以刀具每刃磨一次的加工件数来表示的。在可切削性试验中，刀具寿命通常是以刀具在一定切削条件下达到给定的磨损限度的切削时间来表示的。该切削时间也可换成给定切深下的金属切除量(cm^3)。

通常可根据刀具寿命用车削试验来评价材料的可切削性。之所以用车削方法来试验是因为车刀比较简单。此外，所有切削条件如切削速度、进给量、刀具几何参数、刀具材料及切削液也便于控制。可以通过改变某一切削条件，而保持其他条件不变以确定它对刀具寿命的影响。用这种方法可以获得各种切削变量之间的关系式。

在车削试验中，当刀具后面磨损达到给定的数值后立即换刀。该磨损带对硬质合金一般定为 0.38mm 或 0.75mm，而对高速钢则为 1.5mm。在这类试验中常用的方法是频繁间断地停止切削并观测刀具上的磨损带。然后记下形成该磨损带所需的时间。图 19.3-1 所示为用于车削试验的典型数据表。这一试验程序不断继续下去直到该磨损带达到预定的宽度。在这些试验中该磨损带的预定宽度值为 0.38mm。必须注意，断续地测定刀具的磨损率不能完全反映连续切削的磨损率。因此，磨损试验必须两种方法都用。

开始，在保持其他变量为常数的条件下，以几种不同的速度取得刀具的寿命曲线。这样便可获得切削速度与刀具寿命之间的关系曲线。对于高速钢刀具，推荐的切削速度通常取刀具寿命为 60min 时的切削速度。对于硬质合金，尤其是可转位刀具寿命可取得更短些。在这种情况下取 30min 的刀具寿命较为合适。假如某一刀具寿命曲线可用于某一切削速度范围，则应选用能使刀具寿命和生产率之间获得最佳匹配的切削速度。不同进给量时切削速度对刀具寿命的影响曲线示于图 19.3-2 和 19.3-3。

图 19.3-2 表示用硬质合金刀具切削试验 8640 钢，在切速为 90m/min ，进给量为 0.25mm/r 时获得最长的刀具寿命。图 19.3-3 表示在同样试验条件下，以金属切除量来计算的刀具寿命。在这种情况下， 90m/min 的切速和 0.5mm/r 的进给量可获得最长的刀具寿命，虽然以分钟为单位的刀具寿命低于进给量为 0.25mm/r 时所得到的寿命。

表示切削速度影响的刀具寿命曲线一旦建立之后，可以进行另外一些试验以推导出其他切削变量与刀具寿命之间的关系。在保持切削速度不变时，进给量对刀具寿命影响的曲线示于图 19.3-4 和 19.3-5，给出了三种不同切削速度下，刀具寿命与进给量的关系曲线。图 19.3-4 中的曲线表示了以分钟为单位的刀具寿命。当采用进给量为 0.25mm/r 和切削速度为 90m/min 时，可获得最高的刀具寿命。图 19.3-5 表示了以金属切除量(cm^3)为单位的刀具寿命。在切削速度为 90m/min ，和进给量为 0.5mm/r 时，刀具寿命最高。作为一个完整的结论，需要有一张速度和进给量与刀具寿命之间的三维曲线图。

可以进行另外一些刀具寿命试验来评价其他切削变量，如硬质合金牌号、刀具角度和切削液。图 19.3-6 表示硬质合金牌号对刀具寿命影响的一组对比曲线。不同材料的刀具寿命曲线可按相同的曲线分组以便在相似的加工条件下比较每种材料的相对可切削性。图 19.3-7 表示车削不同材料的一组刀具寿命曲线。

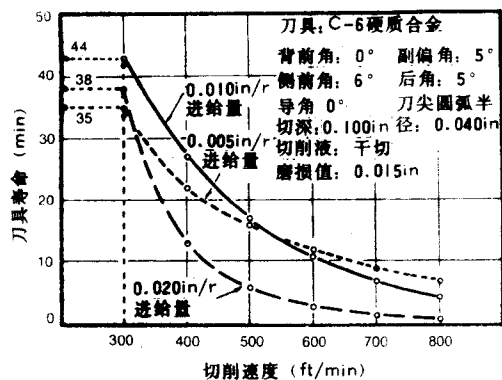
这里提供的刀具寿命曲线主要是关于车削试验的。在广泛采用车削试验的同时，在可能时采用特定的加工工序，如铣削、钻削、铰削、攻丝等去进行试验是更可取的。刀具寿命曲线是极有价值的切削加工原始资料，根据刀具寿命曲线，工艺、设计人员或计划人员可以为切削加工工序制定出最低成本下获得最大生产量的切削条件。关于成本的进一步讨论可见第 21 章。

19.3 刀具寿命

项目号		试验号		切削试验数据表										观察者		日期	
18C		//												HWH		5/15/59	
材料 8640		钢		刀具		硬质合金		材料 C-6						合成前角 — 刀尖圆弧半径 .040" 刃倾角 — 主后角 5° 副后角 5°			
热处理 正火		显微组织 75%珠光体 25%铁素体		背前角 0° 侧前角 6° 导角 0° 副偏角 5°													
硬度		190-192 (布氏)															
机床		AMERICAN PACEMAKER		切削液						干切							
试件号	切速 m/min	试件直径 in	转速 r/min	切深 in	进给量 in/r	刀具磨损 均勾 局部	时间 min	输入功率 kW	表面粗糙度 度 R _a μin	金属切除量 in/lin 刃长							
S-3 (192)	600	3.910	587	.100	.010	.003	2'40"										
		3.510	654			.009	7'42"										
		3.310	694			.013	9'55"										
		3.110	739			.015	11'										
S-3	300	3.110	370	.100	.010	.001	2'10"										
		2.510	458			.003	13'16"										
		2.110	545			.004	19'20"										
S-5 (190)	300	3.800	301			.006	24'38"										
		3.400	337			.010	34'24"										
		3.200	358			.012	38'50"										
		3.000	382			.013	41'										
		2.800	408			.0145	43'										
		2.800	408			.0155	44'										
S-5	400	2.800	527	.100	.010	.002	2'13"										
		2.200	694			.007	9'48"										
		2.000	763			.008	11'55"										
S-6 (190)		3.970	385			.010	16'										
		3.570	428			.013	23'44"										
		3.370	453			.0145	26'										
		3.370	453			.015	27'										

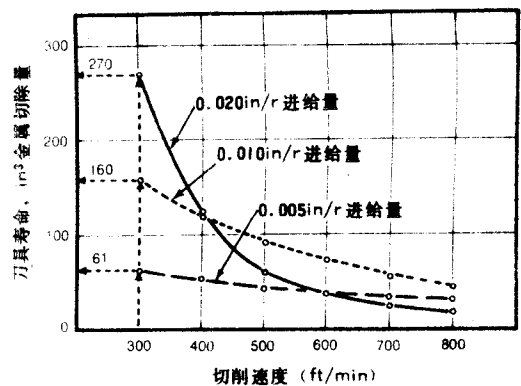
注: lin = 25.4mm

图 19-1-1 典型的车削试验数据表



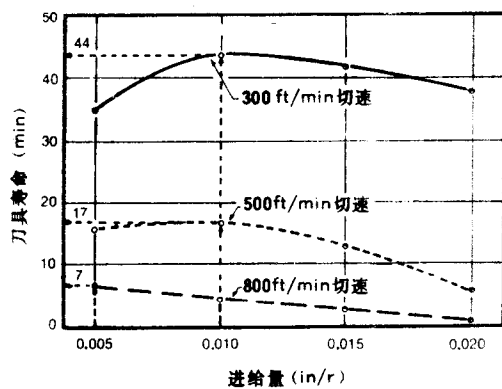
注: $1\text{in}=25.4\text{mm}$ $1\text{ft}=0.3\text{m}$

图 19.3-2 切削速度对刀具寿命的影响。车削 8640 钢, 硬度为 HB190



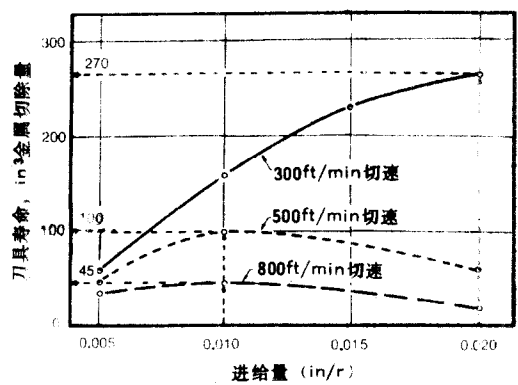
注: $1\text{in}=25.2\text{mm}$ $1\text{ft}=0.3\text{m}$

图 19.3-3 切削速度对刀具寿命的影响。车削 8640 钢, 硬度为 HB190, 试验条件见图 19.3-2



注: $1\text{in}=25.4\text{mm}$ $1\text{ft}=0.3\text{m}$

图 19.3-4 进给对刀具寿命的影响。车削 8640 钢, 硬度 HB190, 试验条件见图 19.3-2



注: $1\text{in}=25.4\text{mm}$ $1\text{ft}=0.3\text{m}$

图 19.3-5 进给对刀具寿命的影响。车削 8640 钢, 硬度 HB190, 试验条件见图 19.3-2

19.3 刀具寿命

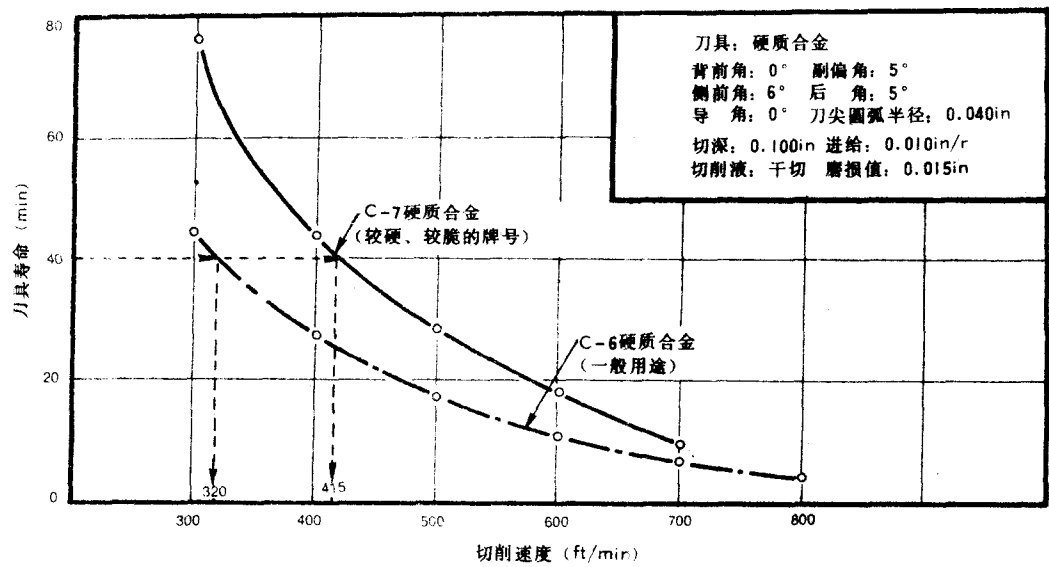


图19.3-6 硬质合金牌号对刀具寿命的影响，车削8640钢，硬度HB190。采用C-7牌号的刀具寿命最长。对40min刀具寿命来说：车削 AISI8640 钢，用 C-7 牌号的切速可达 415ft / min;而用 C-6 牌号则为 320ft / min

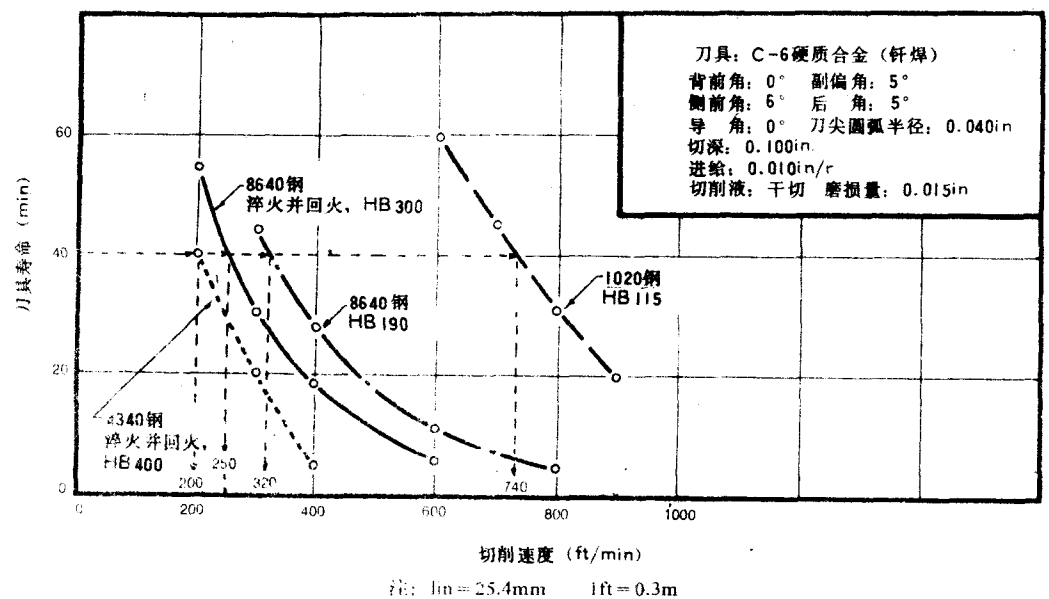


图19.3-7 车削不同材料时，切削速度对刀具寿命的影响。对40min刀具寿命来说：车削1020钢，硬度HB115的切削速度为 740ft / min；车削 8640 钢，HB190 为 320ft / min；车削 8640 钢，淬火并回火至硬度 HB300 时的切速为 250ft / min；车削 4340 钢，淬火并回火至硬度 HB400 时切速为 200ft / min

切削数据的种类 19.4

有若干种不同复杂程度的切削数据可供应用。

19.4.1 切削条件推荐表

本手册中载有大多数重要的工件材料和切削加工工序的实用起始条件。它提供了推荐的进给量、切削速度、刀具材料、刀具角度和切削液，并为不同切削加工工序决定所需功率的数据。它还包括供一般车间使用的最实际和最易于接受的数据。

19.4.2 切削数据的广泛范围

与刀具寿命有关的详细切削数据是从广泛范围的切削参数（例如速度、进给、刀具材料、刀具角度和切削液）中获得的。它对于选择一组较低成本或较高生产率的切削条件，是有用的。详细的切削参数可以从实验室或车间的研究中，改变相应的参数并观察它对刀具寿命影响来获得。表示这种广泛范围切削数据的格式示于第 21 章中。

19.4.3 成本和生产率的确定和分析

任何一种切削加工都需要计算总成本和生产率。第 21 章中提供了根据刀具寿命和切削参数的关系式进行这些计算的必要步骤。

19.4.4 切削参数与刀具寿命的数学关系以及成本和生产率的优化。

在刀具寿命与其他有关切削参数之间建立一种关系的方法是取得刀具寿命与速度、进给量、切深和切削宽度之间关系的经验数据。在某些情况下，这些数据可代入相当简单的方程式。

$$VT^n f^a d^b w^c = K$$

式中 V ——切削速度

——刀具寿命

f ——进给量

d ——切 深

w ——切削宽度

n a b c 和 K 为常数。

遗憾的是，许多工件材料在用不同的工序加工时，并不遵循这一简单关系式，除非限定切削速度和进给量的范围。尽管如此，遵循这一简单规律的

工件材料和加工工序的某些数据组合仍可使人们在刀具寿命与各种切削参数之间建立这种数学关系。在这些情况下就有可能计算出获得最低成本和最高生产率或最大利润的切削条件，当进行这种计算时，要通过车间试验来验证。

19.4.5 切削性能的评价

原始的切削性能评价指标是以高速钢刀具在 55m/min 的切速车削 B1112 钢的指数为 100% 作基础的。这一指数是多年前在切削液独立研究协会（Independent Research Committee On Cutting Fluids）的影响下制订的。

此后，在车削中高速钢刀具已让位于硬质合金刀具。这时，对于一种给定的工件材料的切削性能评价指数是随着所用工序的类型和所选择的刀具材料而改变的。表 19.4-1 给出了四种工件材料和三种工序——车削、铣削和钻削的切削性能评价指数。此外，在车削和铣削中还给出了用于高速钢和硬质合金的评价指数。在切削 4340 钢时，由于工序和刀具材料不同，评价指数可从 25 变到 88，是不稳定的。可见，难以再用一个简单的数值来表示某种材料可被切削的难易程度。

表 19.4-1 切削性能指数的不稳定性

工 序	工 件 材 料			
	4340 钢 HB 340	Ti-3Al- 12V-11Cr HB 285	17-7PH 钢 HB 170	250 马氏体时效钢 HB 330
车削				
高速钢	25	—	32	54
硬质合金	31	16	18	59
铣削				
高速钢	25	16	37	74
硬质合金	88	20	53	83
钻削				
高速钢	42	17	42	92

切削性能指数的应用必须限制在非常特殊的场合。在这种场合中评价指数应具有确切意义和前后一致的数值。应用切削性能评价系统的其他方法涉及采用相对切削时间，有关这方面的例子曾有介绍。要比较精确和合理地选择切削数据还是应用本手册中所包括的有关数据。