

技术资料

符合“ISO13399”的特性记号一览	R002
车削加工的故障分析与对策	R006
车削加工之切屑处理	R008
车削加工的切削条件的影响	R009
车削加工的刀具各部分的作用	R011
车削加工的计算式	R015
螺纹加工的故障分析与对策	R016
螺纹底孔直径	R017
螺纹加工方法	R018
平面铣削加工的故障分析与对策	R021
平面铣削加工的刀具各部分的作用	R022
平面铣削加工的计算式	R025
立铣加工的故障分析与对策	R027
立铣刀的各部分名称、刃数	R028
立铣刀的种类与形状	R029
周期进给的周期进给量选定表	R030
孔加工的故障分析与对策	R031
钻头的各部分名称、形状与切削特性	R032
钻头的磨损形态、切削刃损伤	R035
孔加工的计算式	R036
内六角头螺栓孔尺寸	R037
国际单位制	R037
金属材料代号对照表	R038
模具用钢一览表	R042
表面粗糙度	R044
硬度对照表	R045
配合尺寸公差表(孔)	R046
配合尺寸公差表(轴)	R048
锥度规格	R050
刀具的磨损与各类损伤	R051
切削刀具材料	R052
材料系列	R053
刀具材料对照表	R054
刀片断屑槽对应表	R060



符合“ISO13399”的特性记号一览

字母顺序

出典:ISO13399规格

URL : <https://www.iso.org/search/x/query/13399>

ISO13399 特性记号	部位・内容	英文名称
ADJLX	最大调整界限	adjustment limit maximum
ADJRG	调整范围	adjustment range
ALF	径向后角	clearance angle radial
ALP	轴向后角	clearance angle axial
AN	主切削刃后角	clearance angle major
ANN	副切削刃后角	clearance angle minor
APMX	最大切削深度	depth of cut maximum
AS	修光刃后角	clearance angle wiper edge
ASP	调整螺钉长度	adjusting screw protrusion
AZ	最大横向切削（内刃有效切削刃高度）	plunge depth maximum
B	刀柄宽	shank width
BBD	平衡设计	balanced by design
BCH	倒角宽度	corner chamfer length
BD	刀体直径	body diameter
BDX	最大刀体直径	body diameter maximum
BHCC	螺栓孔螺距数	bolt hole circle count
BHTA	刀体锥形半角	body half taper angle
BMC	刀体材料编码	body material code
BS	修光刃宽度	wiper edge length
BSR	修光刃 R	wiper edge radius
CASC	刀夹尺寸代码	cartridge size code
CB	断屑槽面数	chip breaker face count
CBDP	安装孔深度	connection bore depth
CBMD	断屑槽名称	chip breaker manufacturers designation
CBP	断屑槽特性	chip breaker property
CCMS	机械端连接代码	connection code machine side
CCWS	工件端连接代码	connection code workpiece side
CCP	倒角刃角特性	chamfer corner property
CDI	钻头刀片切削直径	insert cutting diameter
CDX	最大槽深度	cutting depth maximum
CEATC	主偏角类型代码	tool cutting edge angle type code
CECC	刃口修磨代码	cutting edge condition code
CEDC	切削刃数	cutting edge count
CF	点倒角	spot chamfer
CHW	刃角倒角宽度	corner chamfer width
CICT	刃数	cutting item count
CNC	刃角数	corner count
CND	冷却液入口直径	coolant entry diameter
CNSC	冷却液入口类型代码	coolant entry style code
CNT	冷却液入口螺纹尺寸	coolant entry thread size
CP	冷却液压力	coolant pressure
CRE	点 R	spot radius
CRKS	安装螺钉尺寸	connection retention knob thread size
CSP	提供冷却特性	coolant supply property
CTP	涂层特性	coating property
CTX	X 方向 CTX 尺寸	cutting point translation X-direction
CTY	Y 方向 CTY 尺寸	cutting point translation Y-direction
CUTDIA	最大切断外径	work piece parting diameter maximum
CUB	基本连接组件	connection unit basis
CW	切削宽度	cutting width
CWX	最大切削宽度	cutting width maximum
CXD	冷却液出口直径	coolant exit diameter

ISO13399 特性记号	部位・内容	英文名称
CXSC	冷却液出口类型代码	coolant exit style code
CZC	连接尺寸	connection size code
D1	刀片安装孔直径	fixing hole diameter
DAH	螺栓孔径	diameter access hole
DAXN	端面槽最小加工直径	axial groove outside diameter minimum
DAXX	端面槽最大加工直径	axial groove outside diameter maximum
DBC	螺栓孔螺距	diameter bolt circle
DC	切削直径	cutting diameter
DCB	安装孔直径	connection bore diameter
DCBN	最小安装孔径	connection bore diameter minimum
DCBX	最大安装孔径	connection bore diameter maximum
DCC	设计配置类型代码	design configuration style code
DCCB	安装螺母座直径	counterbore diameter connection bore
DCIN	切削内圆直径	cutting diameter internal
DCINN	切削最小内孔	cutting diameter internal minimum
DCINX	切削最大内孔	cutting diameter internal maximum
DCN	最小切削直径	cutting diameter minimum
DCON	连接直径	connection diameter
DCONMS	机床端连接直径	connection diameter machine side
DCONWS	工件端连接直径	connection diameter workpiece side
DCSC	切削直径尺寸代码	cutting diameter size code
DCSFMS	接触面直径、法兰盘直径	contact surface diameter machine side
DCX	最大切削直径	cutting diameter maximum
DF	法兰盘直径	flange diameter
DHUB	接触面直径	hub diameter
DMIN	最小加工直径	minimum bore diameter
DMM	刀杆直径	shank diameter
DN	颈径	neck diameter
DRVA	驱动角	drive angle
EPSR	刃口角（顶角）	insert included angle
FHA	刀刃螺旋角	flute helix angle
FHCSA	安装孔锥度	fixing hole countersunk angle
FHCSD	安装孔上部直径	fixing hole countersunk diameter
FLGT	法兰盘厚度	flange thickness
FMT	形状类型	form type
FXHLP	安装孔特性	fixing hole property
GAMF	径向前角	rake angle radial
GAMN	直角前角	rake angle normal
GAMO	垂直前角	rake angle orthogonal
GAMP	轴向前角	rake angle axial
GAN	断屑槽前角	insert rake angle
H	刀柄高度	shank height
HA	理论螺纹高度	thread height theoretical
HAND	切削方向	hand
HBH	下颚高度差	head bottom offset height
HBKL	背面长度差	head back offset length
HBKW	背面宽度差	head back offset width
HBL	下颚长度差	head bottom offset length
HC	实际螺纹高度	thread height actual
HF	刀尖高度	functional height
HHUB	接触面高度	hub height
HTB	刀体高度	body height
IC	内接圆	inscribed circle diameter
IFS	刀片安装类型代码	insert mounting style code
IIC	刀片接口代码	insert interface code
INSL	刀片长度	insert length
KAPR	主偏角	tool cutting edge angle
KCH	刃角倒角	corner chamfer angle

符合“ISO13399”的特性记号一览

ISO13399 特性记号	部位・内容	英文名称
KRINS	主偏角	cutting edge angle major
KWL	键槽长	keyway length
KWW	键槽宽	keyway width
KYP	键槽特性	keyway property
L	切削刃长度	cutting edge length
LAMS	切削刃倾角	inclination angle
LB	刀体长度	body length
LBB	断屑槽宽度	chip breaker width
LBX	最大刀体长度	body length maximum
LCCB	安装螺母座厚度	counterbore depth connection bore
LCF	槽长	length chip flute
LDRED	颈长	reduced body diameter length
LE	有效切削刃长度	cutting edge effective length
LF	标准全长	functional length
LFA	LFA 长度	a dimension on lf
LH	刀头长度颈长	head length
LPR	工具悬伸长度	protruding length
LS	刀柄长度	shank length
LSC	夹紧长度	clamping length
LSCN	最小夹紧长度	clamping length minimum
LSCX	最大夹紧长度	clamping length maximum
LTA	LTA 长度（从 MCS 到 CRP 的长度）	LTA length (length from MCS to CRP)
LU	可使用的长度	usable length
LUX	最大使用长度	usable length maximum
M	内接圆开始的刀尖位置	m-dimension
M2	M2 尺寸	distance between the nominal inscribed circle and the corner of an insert that has the secondary included angle
MHA	安装孔角度	mounting hole angle
MHD	安装孔距离	mounting hole distance
MHH	安装孔高度	mounting hole height
MIID	主刀片代码	master insert identification
MTP	夹紧型编码	clamping type code
NCE	底刃数	cutting end count
NOF	刀刃数	flute count
NOI	刀片目录数	insert index count
NT	螺纹加工刀片的牙数	tooth count
OAH	整体高度	overall height
OAL	全长	overall length
OAW	整体宽度	overall width
PDPT	刀片刀形深度	profile depth insert
PDX	ex 方向螺纹牙位置	profile distance ex
PDY	ey 方向螺纹牙位置	profile distance ey
PFS	轮廓代码	profile style code
PL	顶端与肩部的尺寸差	point length
PNA	螺纹牙角度	profile included angle
PSIR	余偏角、刃角、导程角	tool lead angle
PSIRL	左侧副偏角	cutting edge angle major left hand
PSIRR	右侧副偏角	cutting edge angle major right hand
RAL	左侧主后角	relief angle left hand
RAR	右侧主后角	relief angle right hand
RCP	圆刃角特性	rounded corner property
RE	球头立铣刀半径、刃角 R	corner radius
REL	左侧刃角 R	corner radius left hand
RER	右侧刃角 R	corner radius right hand
RMPX	最大斜面角度	ramping angle maximum
RPMX	最大容许旋转速度	rotational speed maximum
S	刀片厚度	insert thickness
S1	刀片总厚度	insert thickness total

ISO13399 特性记号	部位・内容	英文名称
SC	刀片形状代码	insert shape code
SDL	步进切削刃长	step diameter length
SIG	顶端角	point angle
SSC	刀片刀垫尺寸代码	insert seat size code
SX	刀柄剖面形状代码	shank cross section shape code
TC	刀片公差等级	tolerance class insert
TCE	刀片切削刃代码	tipped cutting edge code
TCTR	螺纹公差等级	thread tolerance class
TD	螺纹直径	thread diameter
THFT	螺纹形状类型	thread form type
THL	螺纹部位长度	threading length
THLGTH	螺纹长度	thread length
THSC	工具柄形状代码	tool holder shape code
THUB	接触面厚度	hub thickness
TP	螺纹螺距	thread pitch
TPI	螺纹牙数 / 英寸	threads per inch
TPIN	最小螺纹牙数 / 英寸	threads per inch minimum
TPIX	最大螺纹牙数 / 英寸	threads per inch maximum
TPN	最小螺纹牙周期	thread pitch minimum
TPT	螺纹仿形车刀	thread profile type
TPX	最大螺纹牙周期	thread pitch maximum
TQ	安装扭矩	torque
TSYC	工具形状代码	tool style code
TTP	螺纹类型	thread type
ULDR	可使用长度、切削直径比率	usable length diameter ratio
UST	组件系统	unit system
W1	刀片宽度	insert width
WEP	修光刃特性	wiper edge property
WF	刃宽	functional width
WF2	切削基准点和车削工具的前座面之间的距离	distance between the cutting reference point and the front seating surface of a turning tool
WFS	第二功能宽度	functional width secondary
WT	重量	weight of item
ZEFF	正面有效切削刃数	face effective cutting edge count
ZEFP	外周有效切削刃数	peripheral effective cutting edge count
ZNC	切削刃中心数	cutting edge center count
ZNF	正面安装刀片数	face mounted insert count
ZNP	外周安装刀片数	peripheral mounted insert count

符合“ISO13399”基准系列记号一览

ISO13399 基准系列记号	内容	英文名称
CIP	CIP 坐标系	Coordinate system In Process
CRP	CRP 点	Cutting Reference Point
CSW	CSW 坐标系	Coordinate System Workpiece side
MCS	MCS 坐标系	Mounting Coordinate System
PCS	PCS 坐标系	Primary Coordinate System

车削加工的故障分析与对策

故障内容 \ 主要原因 \ 对策			刀具材料选择				切削条件				刀具形状						机床装夹				
			硬度更高的材料	韧性好的材料	耐热冲击性好的材料	耐粘结性好的材料	切削速度	进给量	切削深度	切削液		改变刀片断屑槽	前角	圆弧半径	余偏角	切削刃强度·刃口修磨	提高刀片精度	提高刀柄刚性	提高工件、刀具的安装刚性	减小刀柄的悬伸量	减小动力、机床间隙
										非水溶性切削液	干式·湿式变更										
							提高 ↗	降低 ↘	增大 ↗												
寿命下降	刀片磨损快	刀具材料不合适	●																		
		切削刃形状不合适									●	↗	↗	↗	↘						
		切削速度不合适					● ↘	↗ ●			● 湿										
	切削刃破损、崩刃	刀具材料不合适		●																	
		切削条件不合适						● ↘	● ↘												
		切削刃强度不足									●		↗ ●		↗ ●						
		产生热龟裂			●		● ↘	● ↘	● ↘	●	● 干										
		产生积屑瘤				●	↗ ●	↗ ●		●	● 湿										
		刚性不足															●	●	●	●	
	尺寸精度差	加工中尺寸的波动	刀片精度差														●				
切削力大，刀尖位置偏移											●	●	↘	↘	↘		●	●	●	●	
加工中精度超标，需要随时调整		刀具材料不合适	●																		
		切削条件不合适					● ↘	↗ ●													
		表面精度恶化	表面粗糙度大	产生粘结					↗ ●			●	● 湿								
切削刃形状不合适											●		↗ ●								
产生颤振							● ↘	● ↘	● ↘								●	●	●	●	
发热	切削热大导致加工精度恶化、刀具寿命降低	切削条件不合适					● ↘	● ↘	● ↘												
		切削刃形状不合适									●	↗ ●			● ↘						

故障内容 \ 主要原因 \ 对策			刀具材料选择				切 削 条 件				刀 具 形 状						机床装夹						
			硬度更高的材料	韧性好的材料	耐热冲击性好的材料	耐粘结性好的材料	切削速度	进给量	切削深度	切削液		改变刀片断屑槽	前角	圆弧半径	余偏角	切削刃强度·刃口修磨	提高刀片精度	提高刀柄刚性	提高工件、刀具的安装刚性	减小刀柄的悬伸量	减小动力、机床间隙		
										非水溶性切削液	干式·湿式变更												
							提高 ↗ 降低 ↘		增大 ↗ 减小 ↘														
毛刺、崩碎、剥落、起毛	产生毛刺(钢、铝)	发生边界磨损	●																				
		切削条件不合适					● ↘	● ↗			● 湿												
		切削刃形状不合适										●	● ↗	● ↘	● ↘	● ↘							
	崩碎、剥落(铸铁)	切削条件不合适					● ↘	● ↘															
		切削刃形状不合适										●	● ↗	● ↗	● ↗	● ↘							
		发生振动															●	●	●	●			
	毛边(软钢)	刀具材料不合适				●																	
		切削条件不合适					● ↗			●	● 湿												
		切削刃形状不合适										●	● ↗			● ↘							
		发生振动															●	●	●	●			
切屑处理	切屑过长	切削条件不合适					● ↘	● ↗	● ↗		● 湿												
		断屑槽的切屑处理有效范围大										●											
		切削刃形状不合适												● ↘	● ↘								
	切屑细小,飞散	切削条件不合适						● ↘	● ↘		● 干												
		断屑槽的切屑处理有效范围小										●											
		切削刃形状不合适												● ↗	● ↗								

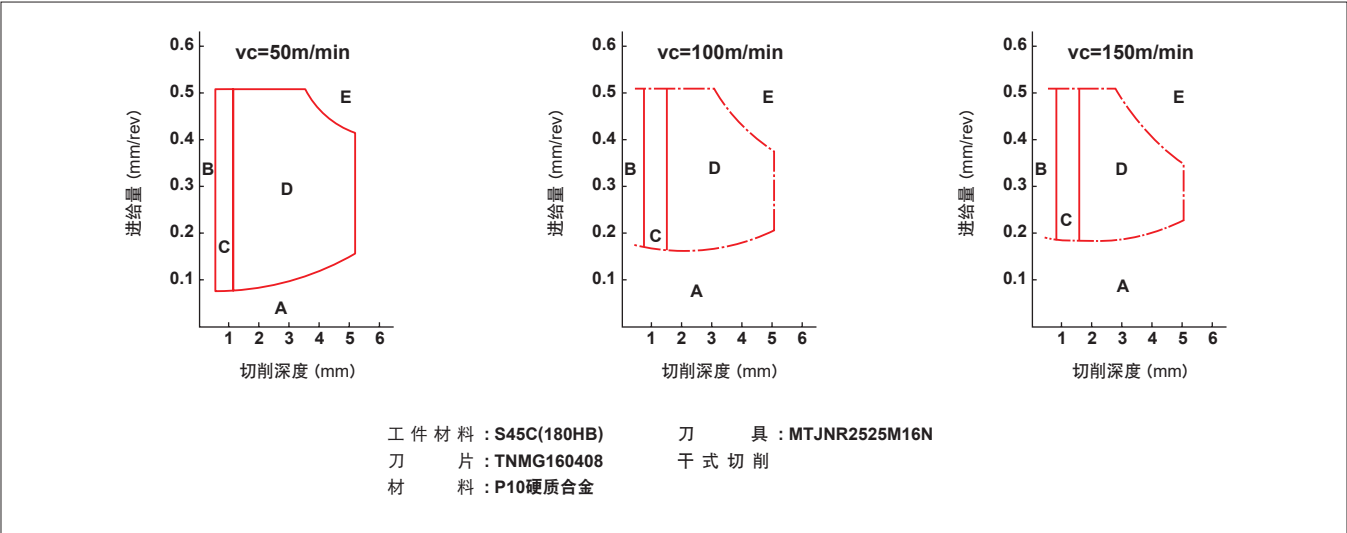
车削加工之切屑处理

■ 车削钢加工时的切屑形状

区分	A型	B型	C型	D型	E型
切削深度小 d<7mm					
切削深度大 d=7—15mm					
成卷长度 l	不成卷	l≥50mm	l≤50mm 1—5卷	1卷左右	1卷以下半卷
备 注	●不规则连续形状 ●缠绕在工件和 刀具上	●规则的连续形状 ●长切屑	良好	良好	●切屑飞散 ●发生振动 ●表面质量差 ●可达到刀具 负荷极限

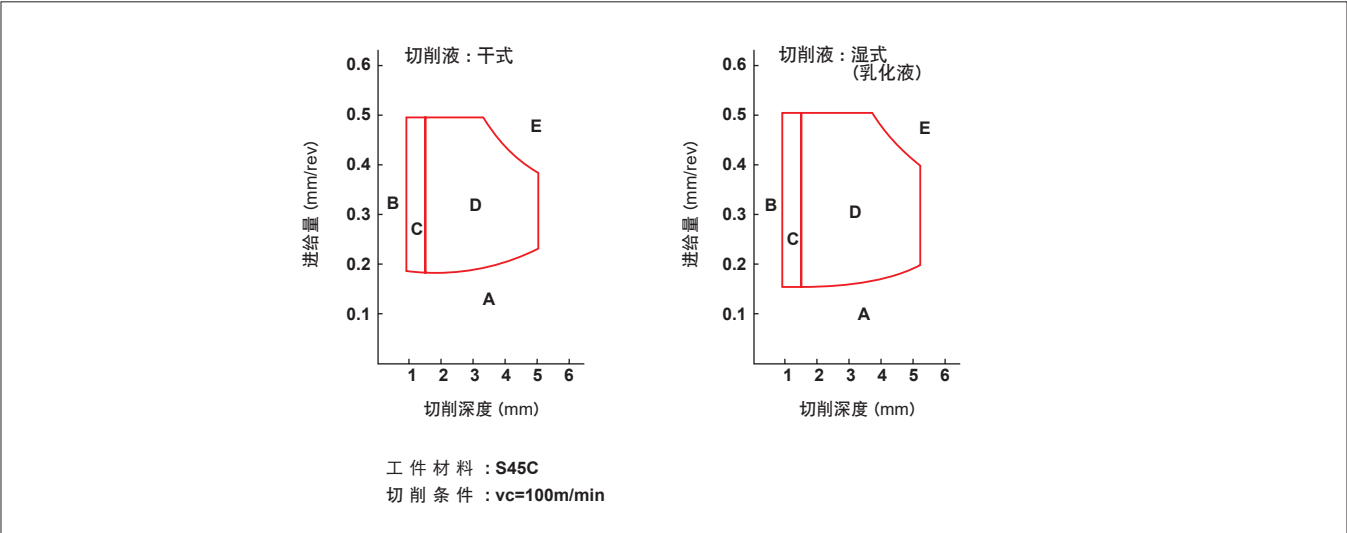
● 切削速度和刀片断屑槽的切屑处理有效范围

一般随着切削速度的增大，刀片断屑槽的切屑处理有效范围会有减小的倾向。



● 切削液的有无与刀片断屑槽的切屑处理有效范围

即使切削速度相同，刀片断屑槽的切屑处理有效范围也会因是否使用切削液而有所不同。



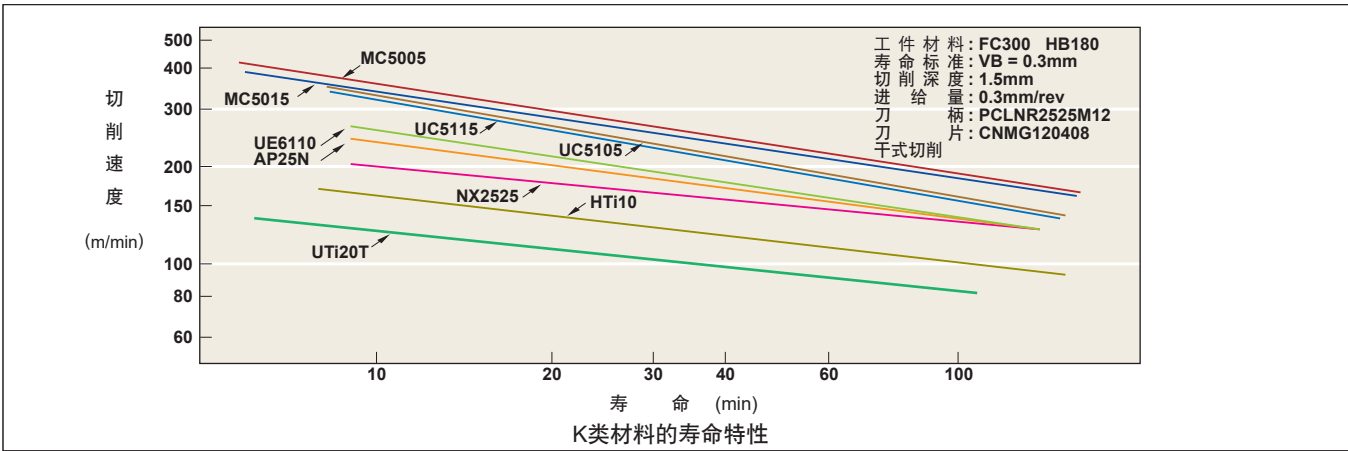
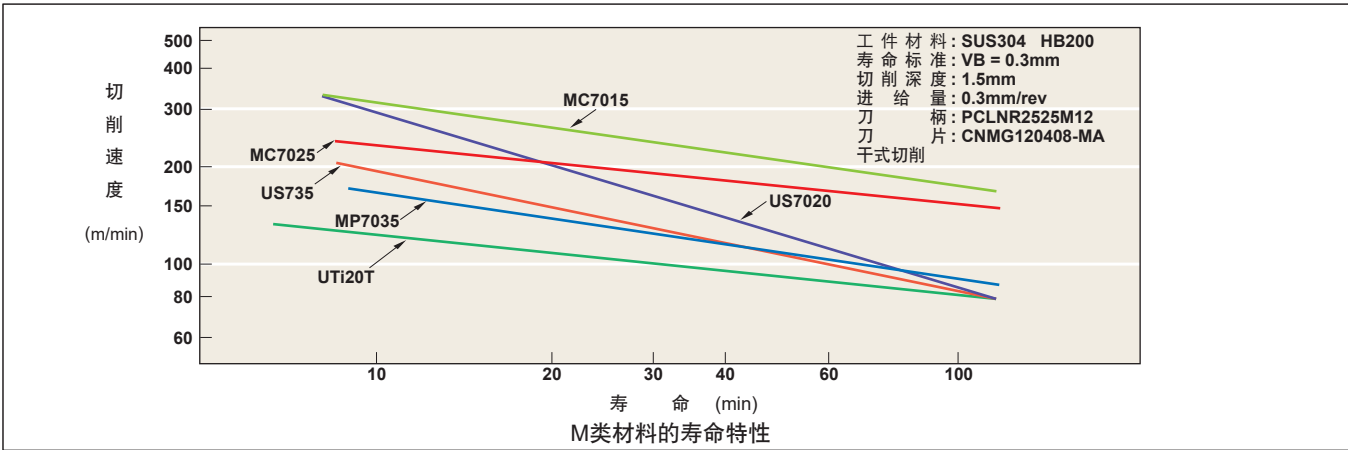
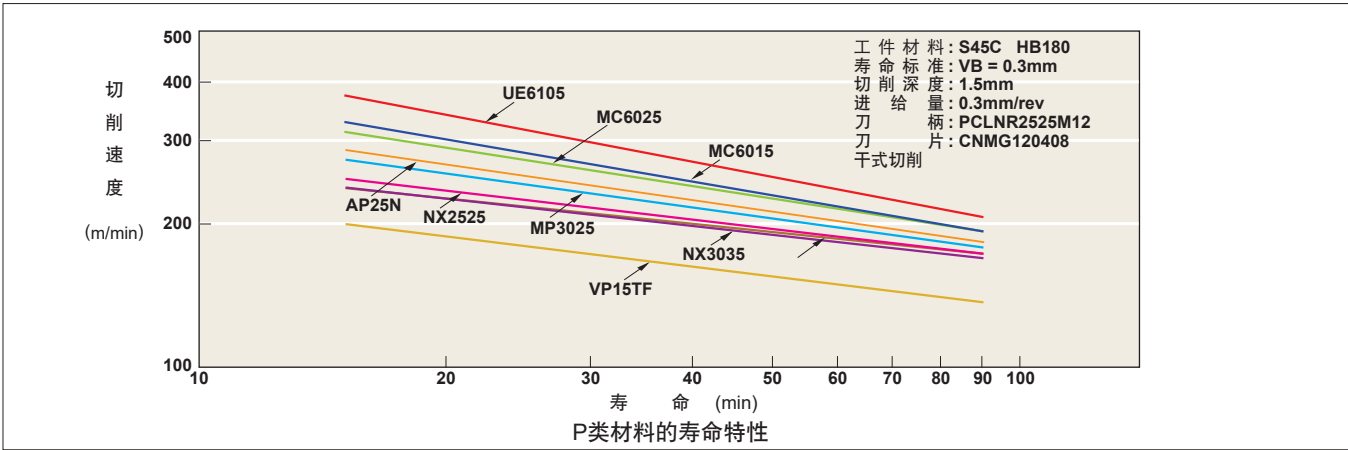
车削加工的切削条件的影响

■ 切削条件的影响

当切削加工时,最希望达到的是加工时间短,刀具寿命长,加工精度高。为此应很好地考虑工件材料的材质、硬度、形状、状态及机床的性能。由此选定刀具,选择高效率的切削条件。

■ 切削速度

切削速度对刀具寿命有很大的影响。提高切削速度时,切削温度就上升,而使刀具寿命大大缩短。加工不同种类、硬度的工件,切削速度会有相应的变化,而选择适合的刀具材料是非常必要的。



● 切削速度的影响

1. 切削速度提高 20%, 刀具耐用度降低 1/2; 切削速度提高 50%, 刀具耐用度将降至原来的 1/5。
2. 低速 (20—40m/min) 切削易产生振动, 刀具寿命缩短。

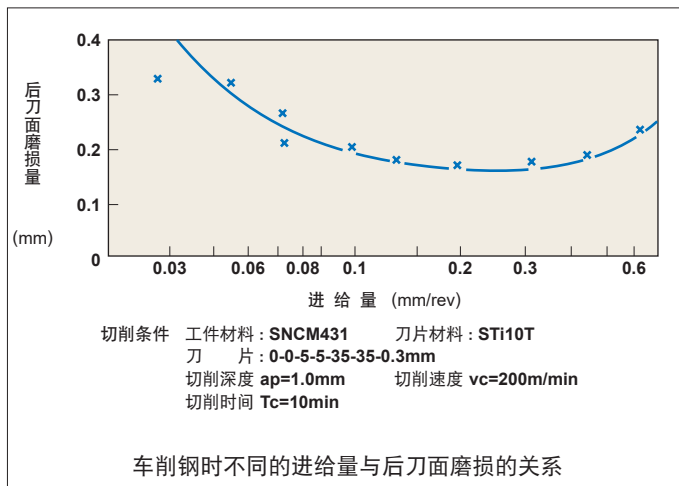
车削加工的切削条件的影响

■ 进给量

车削时,工件回转一转车刀向前的移动量即为进给量。铣削时指铣刀回转一圈机床工作台移动量除以刃数之值,即每刃进给量。加工表面粗糙度与进给量有很大关系。通常由表面粗糙度要求决定进给量。

● 进给量的影响

1. 进给量小,后刀面磨损大,刀具寿命大幅降低。
2. 进给量大,切削温度升高,后刀面磨损也增大,但较之切削速度对刀具寿命的影响要小。
3. 进给量大,加工效率高。

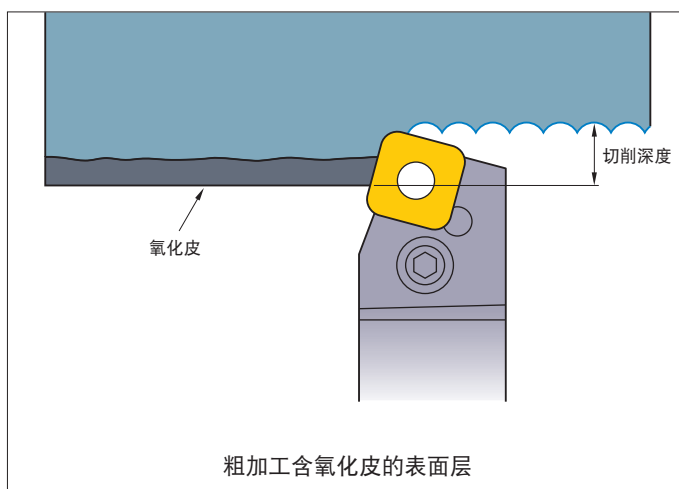
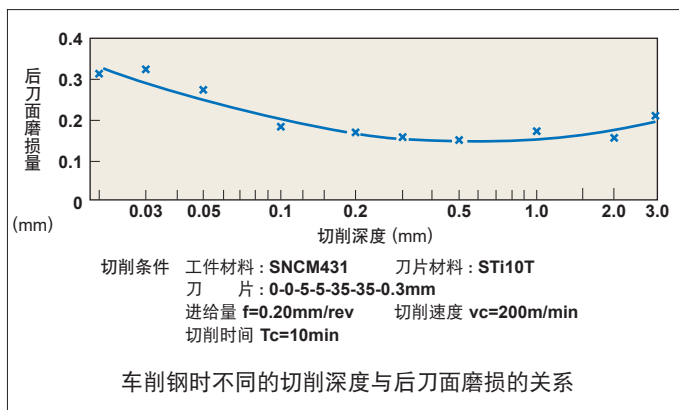


■ 切削深度

切削深度是由工件的加工余量、形状、机床功率、刚性及刀具的刚性而确定的。

● 切削深度的影响

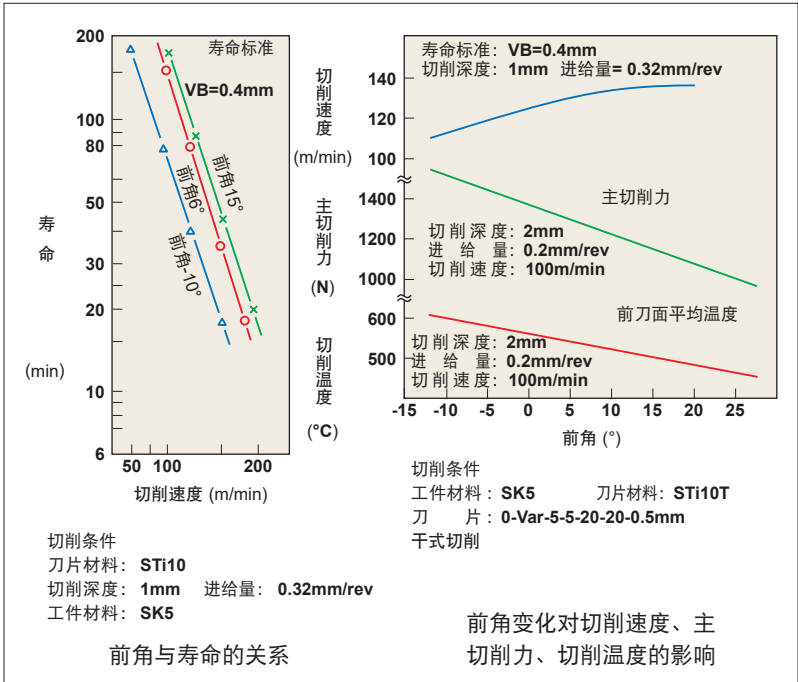
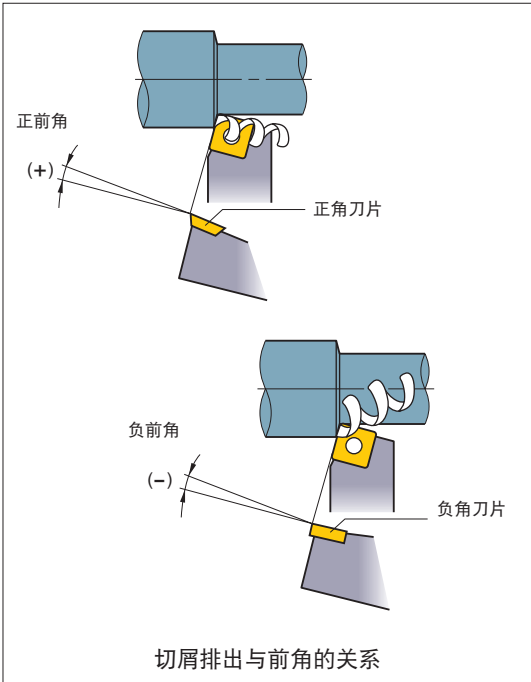
1. 切削深度变化对刀具寿命影响不大。
2. 切削深度较小或微小时,会造成刮擦、只切削到工件表面的硬化层,缩短刀具寿命。
3. 切削铸铁表面和氧化皮表面层时,应在机床功率极限范围内,尽量加大切削深度。否则刀刃尖端只切削工件表皮硬质层及杂物,会造成刀尖破损或产生异常磨损。



车削加工的刀具各部分的作用

■前角

前角对切削力、切屑排出、切削热、刀具寿命影响都很大。



●前角的影响

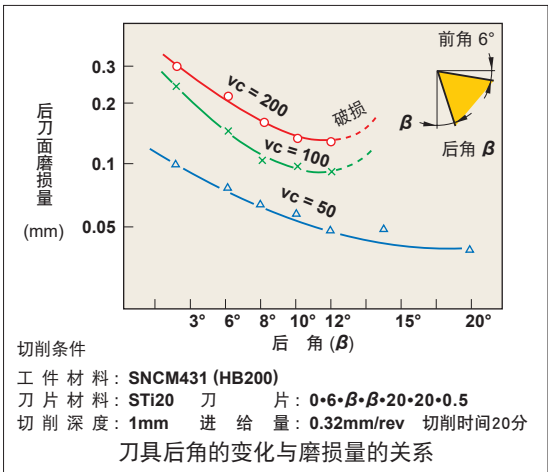
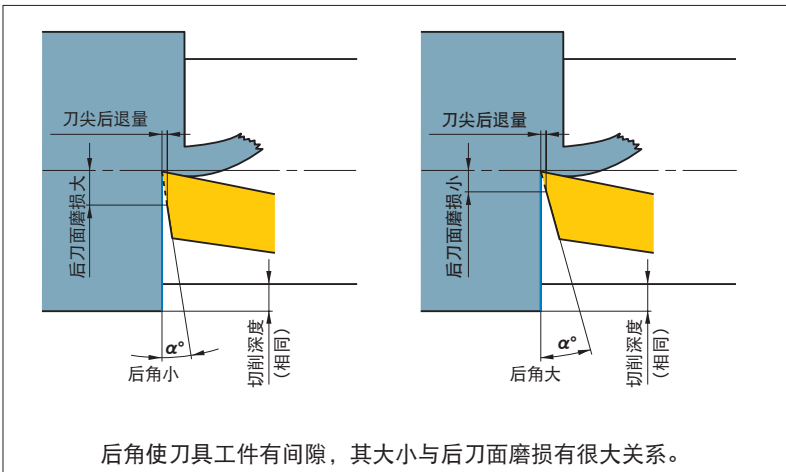
1. 正前角大, 切削刃锋利。
2. 正前角每增加1°, 切削功率减少1%。
3. 正前角大, 刀刃强度下降; 负前角过大, 切削力增加。

大负前角用于
○ 切削硬材料 ○ 黑皮、断续切削等需要刀尖强度高时

大正前角用于
○ 软材料加工时 ○ 易切削材料 ○ 工件及机床刚性差时

■后角

后角具有避免刀具后刀面与工件摩擦、使刀尖自由切入工件的功能。



●后角的影响

1. 后角大, 后刀面磨损小。
2. 后角大, 刀尖强度下降。

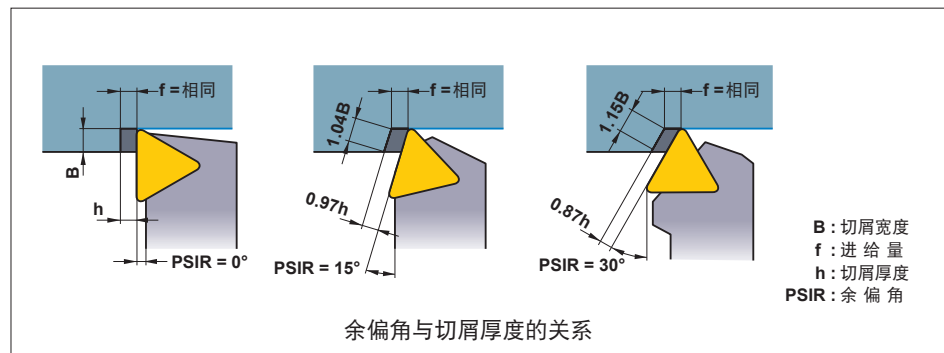
小后角用于
○ 切削硬材料 ○ 需切削刃强度高时

大后角用于
○ 切削软材料 ○ 切削易加工硬化的材料

车削加工的刀具各部分的作用

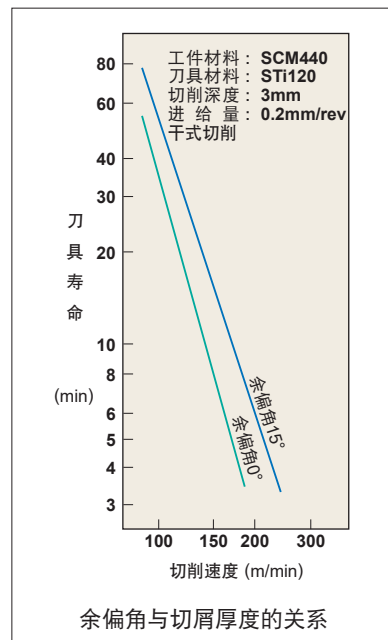
■ 余偏角

余偏角影响冲击力的缓和、进给力、背分力的大小及切屑厚度。



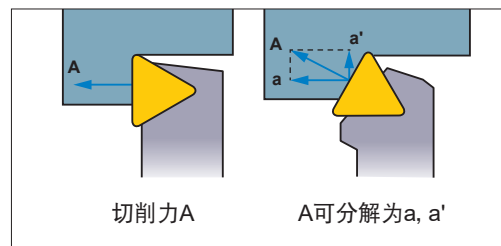
● 余偏角的影响

1. 进给量相同时,余偏角大,刀片与切屑接触的长度增加,切屑厚度变薄,使切削力分散作用在长的刀刃上,刀具寿命得以提高。
2. 余偏角大,分力 a' 也随之增加,加工细长工件时,易弯曲。
3. 余偏角大,切屑处理性能变差。
4. 余偏角大,切屑厚度变薄,切屑宽度增加,将使切屑难以碎断。



小余偏角用于
○ 切削深度小的精加工 ○ 切削细而长的工件 ○ 机床刚性差时

大余偏角用于
○ 工件硬度高, 切削温度大时 ○ 大直径零件的粗加工 ○ 机床刚性高时

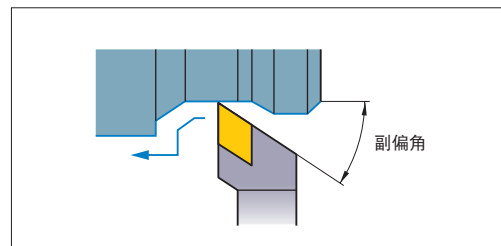


■ 副偏角

为了避免已加工表面与刀具(的副切削刃)发生干涉的角度。通常为5°~15°。

● 副偏角的影响

1. 副偏角小,切削刃强度增加,但刀尖易发热。
2. 副偏角小,背分力增加,切削时易产生振动。
3. 粗加工时副偏角宜小些; 而精加工时副偏角则宜大些。

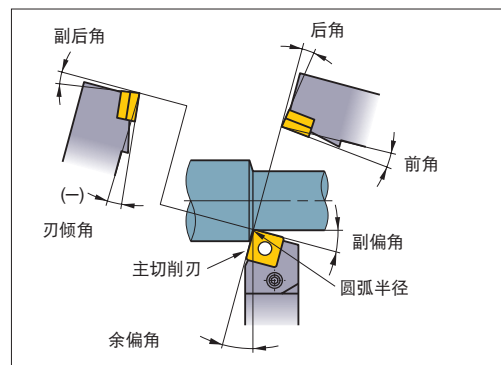


■ 刃倾角

刃倾角是前刀面倾斜的角度。重切削时, 切削开始点的刀尖上要承受很大的冲击力, 为防止刀尖受此力而发生脆性损伤, 故需有刃倾角。推荐车削时为3°~5°; 铣削时10°~15°。

● 刃倾角的影响

1. 刃倾角为负时,切屑流向工件;为正时,反向排出。
2. 刃倾角为负时,切削刃强度增大,但切削背分力也增加,易产生振动。



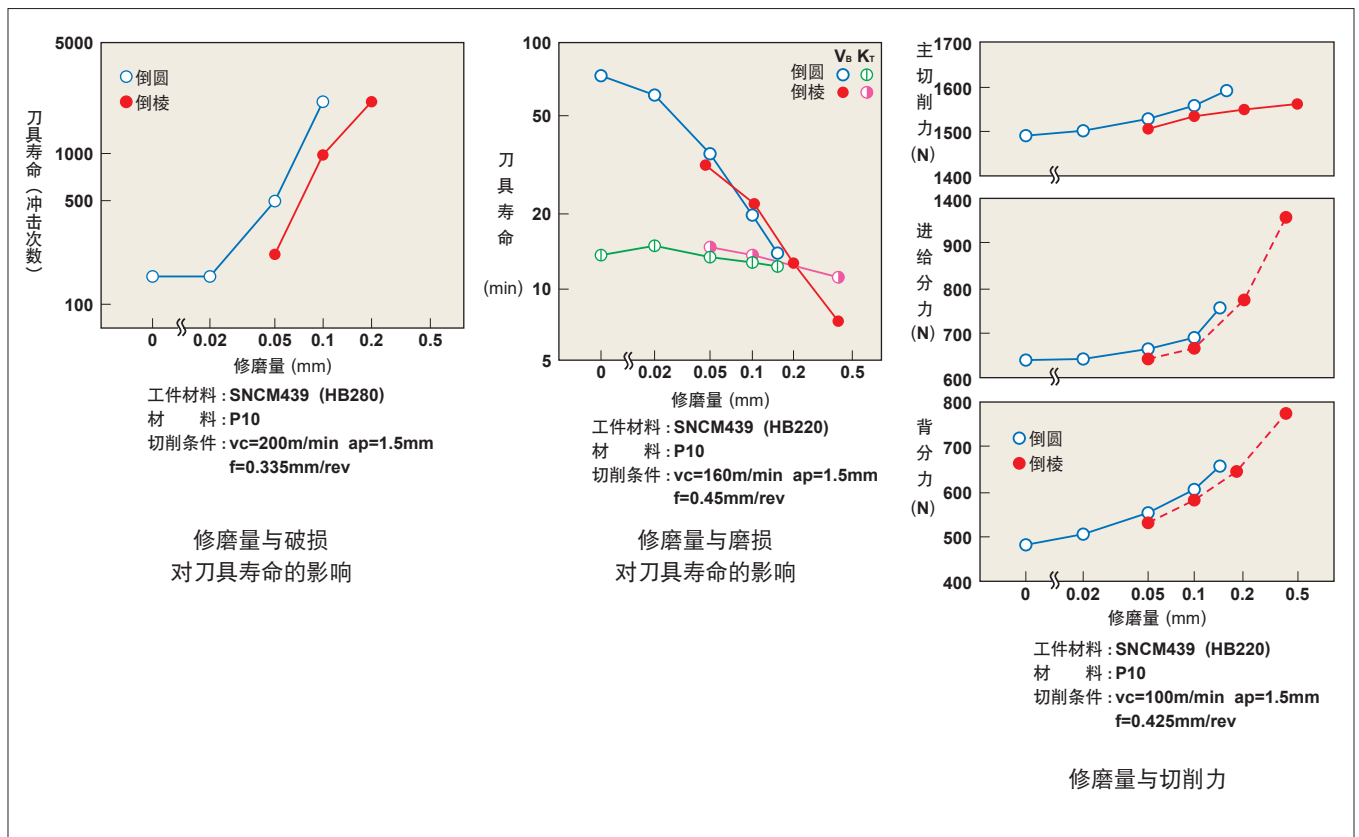
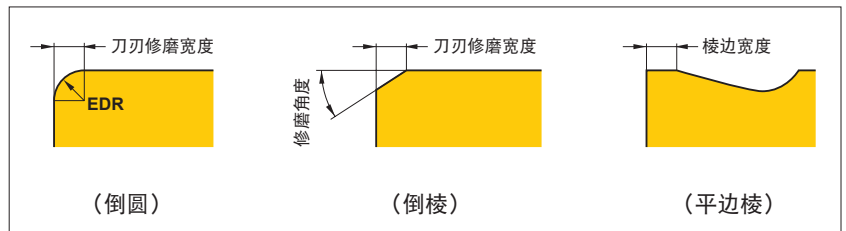
■ 刃口修磨与棱边

刃口修磨与棱边，都是为了保证切削刃强度而对刀刃进行的处理。

刃口修磨是将切削刃口倒圆或倒角。

棱边是沿着前刀面或后刀面设置的狭窄带状面。

最合适的修磨宽度是进给量的1/2。



● 刃口修磨量的影响

1. 修磨量大, 刀刃强度高, 破损率低, 刀具寿命提高。
2. 修磨量大, 后刀面磨损易扩展, 刀具寿命低。修磨量的大小, 对前刀面磨损量无影响。
3. 修磨量大, 振动增加, 易产生振动。

小修磨量用于
○ 切削深度、进给量小的精加工时
○ 软材料加工时
○ 工件及机床刚性差时

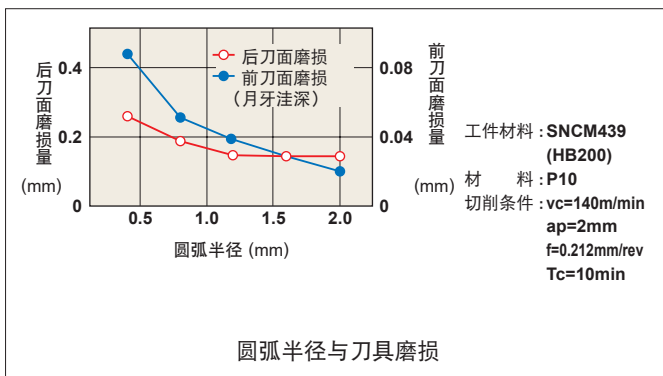
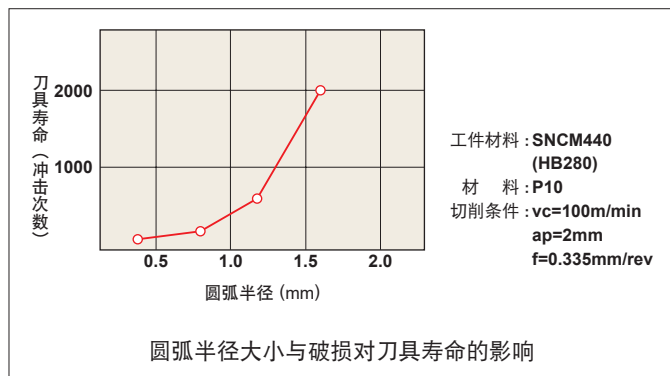
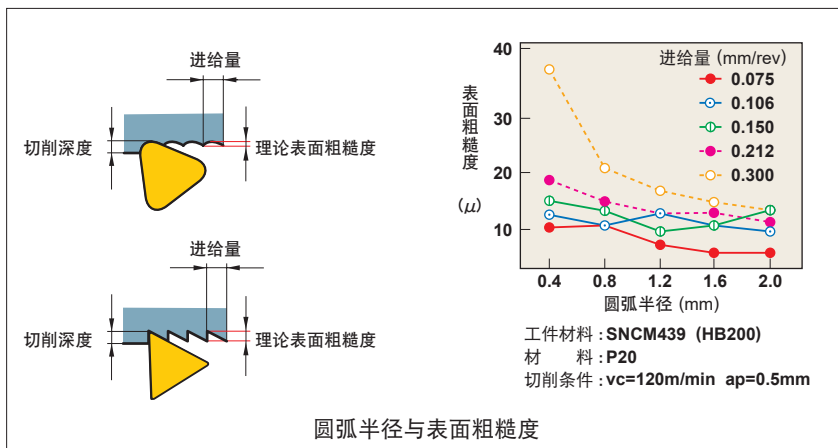
大修磨量用于
○ 切削硬材料
○ 黑皮、断续切削等需要刀尖强度高时
○ 机床刚性好时

注1) 硬质合金、涂层硬质合金、金属陶瓷的可转位刀片, 预先在刃口都修磨成倒圆(作为标准)。

车削加工的刀具各部分的作用

■ 圆弧半径

圆弧半径对刀尖的强度及加工表面粗糙度影响很大,一般适宜值选进给量的2-3倍。



● 圆弧半径的影响

1. 圆弧半径大, 表面精度提高。
2. 圆弧半径大, 刀刃强度增加。
3. 圆弧半径过大, 切削力增加, 易产生振动。
4. 圆弧半径大, 刀具前、后面磨损减少。
5. 圆弧半径过大, 切屑处理性能恶化。

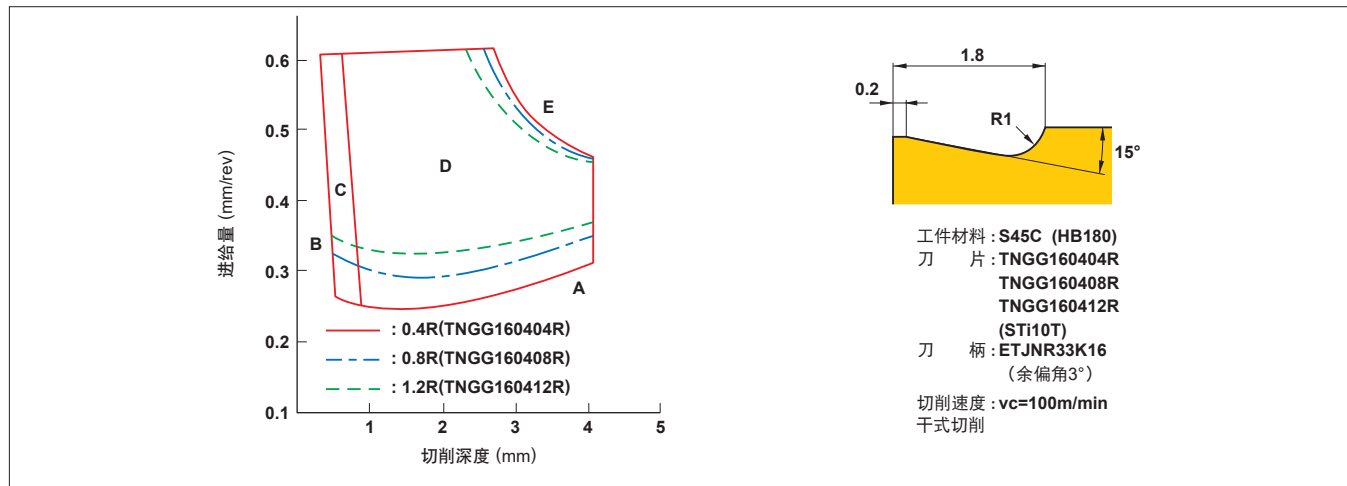
圆弧半径小用于

- 切削深度小的精加工
- 切削细而长的工件
- 机床刚性差时

圆弧半径大用于

- 黑皮、断续切削等需要刀尖强度高时
- 大直径工件的粗加工
- 机床刚性好时

● 圆弧半径与切屑处理范围



车削加工的计算式

■ 所需功率 (Pc)

$$P_c = \frac{a_p \cdot f \cdot v_c \cdot K_c}{60 \times 10^3 \times \eta} \quad (\text{kW})$$

P_c (kW) : 所需功率
 f (mm/rev) : 每转进给量
 K_c (MPa) : 比切削力

a_p (mm) : 切削深度
 v_c (m/min) : 切削速度
 η : (机床效率系数)

(例题) 以切削深度3mm, 切削速度120m/min, 进给量0.2mm/rev的切削条件, 加工软钢, 求所需功率。(机床效率系数为80%)

(答) 根据下表, 将切削软钢的比切削力 $K_c=3100\text{MPa}$ 代入公式得

$$P_c = \frac{3 \times 0.2 \times 120 \times 3100}{60 \times 10^3 \times 0.8} = 4.65 (\text{kW})$$

● Kc值

工件材料	抗拉强度(MPa) 或硬度	各种进给量的比切削力 K_c (MPa)				
		0.1 (mm/rev)	0.2 (mm/rev)	0.3 (mm/rev)	0.4 (mm/rev)	0.6 (mm/rev)
软钢	520	3610	3100	2720	2500	2280
中硬钢	620	3080	2700	2570	2450	2300
硬钢	720	4050	3600	3250	2950	2640
工具钢	670	3040	2800	2630	2500	2400
工具钢	770	3150	2850	2620	2450	2340
铬锰钢	770	3830	3250	2900	2650	2400
铬锰钢	630	4510	3900	3240	2900	2630
铬钼钢	730	4500	3900	3400	3150	2850
铬钼钢	600	3610	3200	2880	2700	2500
铬镍钼钢	900	3070	2650	2350	2200	1980
铬镍钼钢	352HB	3310	2900	2580	2400	2200
硬质铸铁	46HRC	3190	2800	2600	2450	2270
孕育铸铁	360	2300	1930	1730	1600	1450
灰铸铁	200HB	2110	1800	1600	1400	1330

■ 切削速度 (vc)

$$v_c = \frac{\pi \cdot D_m \cdot n}{1000} \quad (\text{m/min})$$

v_c (m/min) : 切削速度
 D_m (mm) : 工件材料直径
 π (3.14) : 圆周率
 n (min^{-1}) : 主轴转速

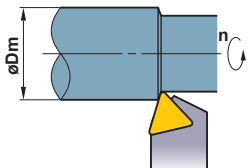
*用1000去除, 为将mm换算成m

(例题) 主轴转速700 min^{-1} 、工件直径 $\phi 50$, 求此时的切削速度

(答) $\pi=3.14$, $D_m=50$, $n=700$ 代入公式

$$v_c = \frac{\pi \cdot D_m \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \times 50 \times 700}{1000} = 110 \text{m/min}$$

切削速度为110m/min



■ 进给量 (f)

$$f = \frac{l}{n} \quad (\text{mm/rev})$$

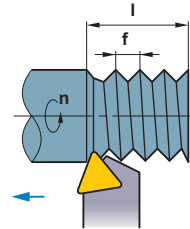
f (mm/rev) : 每转进给量
 l (mm/min) : 每分钟切削长度
 n (min^{-1}) : 主轴转速

(例题) 主轴转速500 min^{-1} 、每分钟切削长度120mm/min求此时的每转进给量

(答) $n=500$, $l=120$ 代入公式

$$f = \frac{l}{n} = \frac{120}{500} = 0.24 \text{mm/rev}$$

每转进给量为0.24mm/rev



■ 切削时间 (Tc)

$$T_c = \frac{l_m}{l} \quad (\text{min})$$

T_c (min) : 切削时间
 l_m (mm) : 工件长度
 l (mm/min) : 每分钟的切削长度

(例题) 长度100mm的工件, 主轴转速1000 min^{-1} 、进给量0.2mm/rev, 求此时的切削时间

(答) 首先根据进给量与主轴转速, 求出每分钟切削长度

$$l = f \cdot n = 0.2 \times 1000 = 200 \text{mm/min}$$

将 l 代入公式

$$T_c = \frac{l_m}{l} = \frac{100}{200} = 0.5 \text{min}$$

0.5×60=30 (秒)

■ 理论表面粗糙度 (h)

$$h = \frac{f^2}{8RE} \times 1000 (\mu\text{m})$$

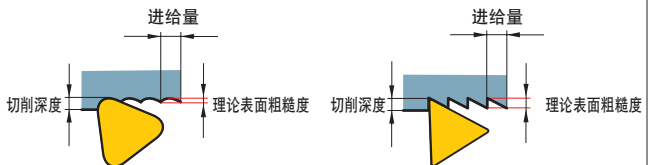
h (μm) : 表面粗糙度
 f (mm/rev) : 每转进给量
 RE (mm) : 刀尖圆弧半径

(例题) 刀尖圆弧半径0.8mm、进给量为0.2mm/rev求理论表面粗糙度

(答) 将 $f=0.2$ mm/rev, $R=0.8$ 代入公式

$$h = \frac{0.2^2}{8 \times 0.8} \times 1000 = 6.25 \mu\text{m}$$

理论表面粗糙度 6 μm



螺纹加工的故障分析与对策

故障内容	现 象	原 因	对 策
螺纹精度差	螺纹牙角度不对	刀具装夹不正确	将刀片的中心高度调整为0
			检查刀柄的倾斜度（横向）
	螺纹牙浅	切削深度设定不正确	修改切削深度
		刀片的耐磨损性或耐塑性变形性不足	请参照下面的“后刀面磨损快”以及“塑性变形大”栏
精加工面差	表面损伤	发生切屑卷入或接触	改为齿侧面横切，控制切屑排出方向
			变更为M级3维断屑槽刀片
		刀片的切削刃侧面发生干涉	检查导程角，选定合适的刀垫
	表面出现挤裂	产生积屑瘤（粘结）	提高切削速度
			提高切削液压力与浓度
		切削力过大	降低每步切削深度
	表面发生高频振动	切削速度过快	降低切削速度
		工件或刀具的夹紧不足	再次确认工件与刀具的夹紧状态（夹持压力、夹持量）
		刀具装夹不正确	将刀片的中心高度调整为0
刀具寿命短	后刀面磨损快	切削速度过快	降低切削速度
		步数多，发生摩擦磨损	减少步数，减小切削刃摩擦次数
		精加工步骤的切削深度小	以0.05mm以上作为标准，不进行0切削
	左右切削刃摩擦不均	工件的导程角与刀具的导程角不一致	确认工件的导程角，选择合适的刀垫
	崩刃、破损	切削速度过慢	提高切削速度
		切削力过大	增加步数，降低每步的切削力
		在不稳定夹紧状态下切削	检查工件是否有振摆
			缩小刀具悬伸量
			再次确认工件与刀具的夹紧状态（夹持压力、夹持量）
		咬入切屑	增加冷却液压力，吹散切屑
			变更刀具行进方式，稳妥处理切屑（增加每步的往复距离，用切削液彻底将切屑吹散）
			将内孔切削方式变更为提拉加工，避免切屑堵塞
		工件上没有倒角，咬入时切削力增大	对入口与出口进行倒角处理
	塑性变形大	切削速度快，发热量大	降低切削速度
		切削液供给不足	再次确认切削液的供给是否有问题
			提高切削液压力与浓度
		切削力过大	增加步数，降低每步的切削力

螺纹底孔直径

● 公制普通螺纹

螺纹代号	钻头直径	
	HSS	硬质合金
M1 ×0.25	0.75	0.75
M1.1×0.25	0.85	0.85
M1.2×0.25	0.95	0.95
M1.4×0.3	1.10	1.10
M1.6×0.35	1.25	1.30
M1.7×0.35	1.35	1.40
M1.8×0.35	1.45	1.50
M2 ×0.4	1.60	1.65
M2.2×0.45	1.75	1.80
M2.3×0.4	1.90	1.95
M2.5×0.45	2.10	2.15
M2.6×0.45	2.15	2.20
M3 ×0.5	2.50	2.55
M3.5×0.6	2.90	2.95
M4 ×0.7	3.3	3.4
M4.5×0.75	3.8	3.9
M5 ×0.8	4.2	4.3
M6 ×1.0	5.0	5.1
M7 ×1.0	6.0	6.1
M8 ×1.25	6.8	6.9
M9 ×1.25	7.8	7.9
M10 ×1.5	8.5	8.6
M11 ×1.5	9.5	9.7
M12 ×1.75	10.3	10.5
M14 ×2.0	12.0	12.2
M16 ×2.0	14.0	14.2
M18 ×2.5	15.5	15.7
M20 ×2.5	17.5	17.7
M22 ×2.5	19.5	19.7
M24 ×3.0	21.0	—
M27 ×3.0	24.0	—
M30 ×3.5	26.5	—
M33 ×3.5	29.5	—
M36 ×4.0	32.0	—
M39 ×4.0	35.0	—
M42 ×4.5	37.5	—
M45 ×4.5	40.5	—
M48 ×5.0	43.0	—

● 公制细牙螺纹

螺纹代号	钻头直径	
	HSS	硬质合金
M1 ×0.2	0.80	0.80
M1.1×0.2	0.90	0.90
M1.2×0.2	1.00	1.00
M1.4×0.2	1.20	1.20
M1.6×0.2	1.40	1.40
M1.8×0.2	1.60	1.60
M2 ×0.25	1.75	1.75
M2.2×0.25	1.95	2.00
M2.5×0.35	2.20	2.20
M3 ×0.35	2.70	2.70
M3.5×0.35	3.20	3.20
M4 ×0.5	3.50	3.55
M4.5×0.5	4.00	4.05
M5 ×0.5	4.50	4.55
M5.5×0.5	5.00	5.05
M6 ×0.75	5.30	5.35
M7 ×0.75	6.30	6.35
M8 ×1.0	7.00	7.10
M8 ×0.75	7.30	7.35
M9 ×1.0	8.00	8.10
M9 ×0.75	8.30	8.35
M10 ×1.25	8.80	8.90
M10 ×1.0	9.00	9.10
M10 ×0.75	9.30	9.35
M11 ×1.0	10.0	10.1
M11 ×0.75	10.3	10.3
M12 ×1.5	10.5	10.7
M12 ×1.25	10.8	10.9
M12 ×1.0	11.0	11.1
M14 ×1.5	12.5	12.7
M14 ×1.0	13.0	13.1
M15 ×1.5	13.5	13.7
M15 ×1.0	14.0	14.1
M16 ×1.5	14.5	14.7
M16 ×1.0	15.0	15.1
M17 ×1.5	15.5	15.7
M17 ×1.0	16.0	16.1
M18 ×2.0	16.0	16.3
M18 ×1.5	16.5	16.7
M18 ×1.0	17.0	17.1

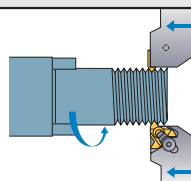
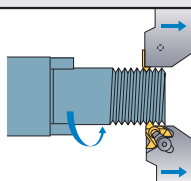
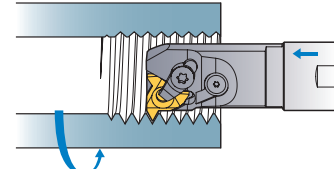
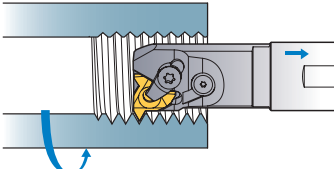
螺纹代号	钻头直径	
	HSS	硬质合金
M20 ×2.0	18.0	18.3
M20 ×1.5	18.5	18.7
M20 ×1.0	19.0	19.1
M22 ×2.0	20.0	—
M22 ×1.5	20.5	—
M22 ×1.0	21.0	—
M24 ×2.0	22.0	—
M24 ×1.5	22.5	—
M24 ×1.0	23.0	—
M25 ×2.0	23.0	—
M25 ×1.5	23.5	—
M25 ×1.0	24.0	—
M26 ×1.5	24.5	—
M27 ×2.0	25.0	—
M27 ×1.5	25.5	—
M27 ×1.0	26.0	—
M28 ×2.0	26.0	—
M28 ×1.5	26.5	—
M28 ×1.0	27.0	—
M30 ×3.0	27.0	—
M30 ×2.0	28.0	—
M30 ×1.5	28.5	—
M30 ×1.0	29.0	—
M32 ×2.0	30.0	—
M32 ×1.5	30.5	—
M33 ×3.0	30.0	—
M33 ×2.0	31.0	—
M33 ×1.5	31.5	—
M35 ×1.5	33.5	—
M36 ×3.0	33.0	—
M36 ×2.0	34.0	—
M36 ×1.5	34.5	—
M38 ×1.5	36.5	—
M39 ×3.0	36.0	—
M39 ×2.0	37.0	—
M39 ×1.5	37.5	—
M40 ×3.0	37.0	—
M40 ×2.0	38.0	—
M40 ×1.5	38.5	—
M42 ×4.0	38.0	—

螺纹代号	钻头直径	
	HSS	硬质合金
M42 ×3.0	39.0	—
M42 ×2.0	40.0	—
M42 ×1.5	40.5	—
M45 ×4.0	41.0	—
M45 ×3.0	42.0	—
M45 ×2.0	43.0	—
M45 ×1.5	43.5	—
M48 ×4.0	44.0	—
M48 ×3.0	45.0	—
M48 ×2.0	46.0	—
M48 ×1.5	46.5	—
M50 ×3.0	47.0	—
M50 ×2.0	48.0	—
M50 ×1.5	48.5	—

注1) 使用此表钻孔时,据加工条件不同,所钻孔的尺寸精度有所变化,可以测量实际加工后孔径尺寸与精度,若底孔不适合则需改变钻头直径。

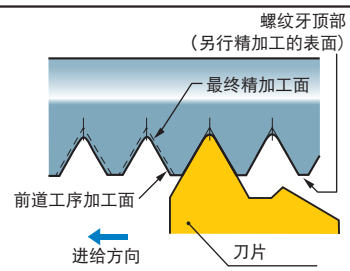
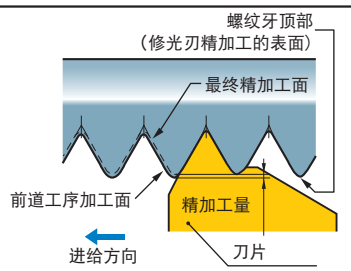
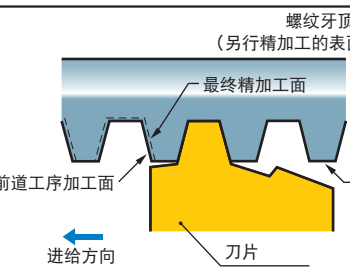
螺纹加工方法

螺纹加工方法

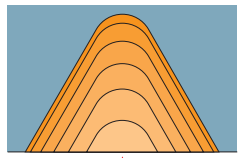
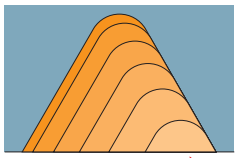
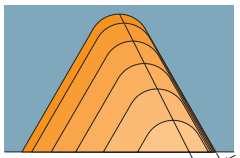
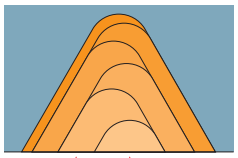
	右螺纹	左螺纹
外螺纹加工	 反装车刀	 反装车刀
内螺纹加工		

- 螺纹切削加工方法通常为面对夹盘加工。
- 左螺旋加工时为拉伸加工，夹紧刚性下降，请注意。
- 左螺旋加工时导程角为负值，请在更换刀垫时选择正确的导程角。

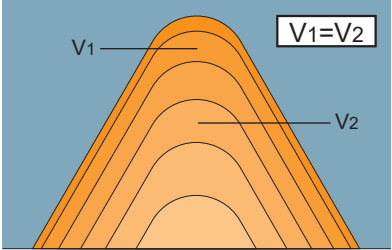
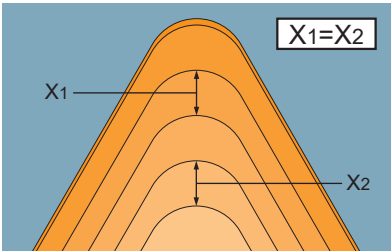
修光刃的有无

无修光刃	带修光刃	带半修光刃（仅限梯形螺纹）
● 一个刀片可实现不同螺距的加工 ● 圆弧半径R小于带修光刃刀片，工具寿命短 ● 需要另行精加工	● 螺纹牙部不会产生毛刺 ● 不同螺距、形状需用不同刀片	● 螺纹牙角部不会产生毛刺 ● 不同螺距、形状需用不同刀片 ● 需要另行精加工
 螺纹牙顶部 (另行精加工的表面) 最终精加工面 前道工序加工面 进给方向 刀片	 螺纹牙顶部 (修光刃精加工的表面) 最终精加工面 前道工序加工面 精加工量 进给方向 刀片	 螺纹牙顶部 (另行精加工的表面) 最终精加工面 前道工序加工面 进给方向 刀片

螺纹切削（横切）的加工方法

	 径向横切 (垂直进刀)	 齿侧面横切 (单向进刀)	 齿侧面修正横切 (单向修正进刀)	 交变横切 (交错进刀)
特点	● 使用最简单（螺纹加工标准程序） ● 通用性高（容易变更切削深度等条件） ● 左右切削刃后刀面磨损平均	● 使用比较简单（螺纹加工标准程序） ● 可以降低切削力 ● 用于大螺距或易挤裂材料效果显著 ● 切屑处理性能好（控制切屑排出方向）	● 可以抑制右侧的后刀面磨损 ● 可以降低切削力 ● 用于大螺距或易挤裂材料效果显著 ● 切屑处理性能好（控制切屑排出方向）	● 左右切削刃后刀面磨损平均（由于交错使用切削刃） ● 可以降低切削力 ● 用于大螺距或易挤裂材料效果显著
缺点	● 切屑处理困难 ● 加工后半期易发生振动（由于切削刃接触长度增加） ● 不适合大螺距加工 ● 圆弧半径R负荷大（由于左右两侧的切屑都会集中到顶端）	● 右侧后刀面磨损大（由于右侧的切削深度一直为0） ● 改变切削深度比较困难（需要编制 NC 程序）	● 编制加工程序难度大（有些机床也可直接使用标准方法） ● 改变切削深度困难（需要编制 NC 程序）	● 编制加工程序难度大（有些机床也可直接使用标准方法） ● 改变切削深度困难（需要编制 NC 程序） ● 切屑处理困难（从左右双向排出，有时会发生缠绕）

螺纹加工的切削深度

特 点		
	优 点	缺 点
 切削面积固定	● 使用简单 (螺纹加工标准程序) ● 耐振动性能好 (保持切削力稳定)	● 最后一步切屑不易折断 (由于切屑厚度变得非常薄) ● 加工步数变更时的切削深度计算略复杂
 切削深度固定	● 可以减少前半期圆弧半径R的负荷 ● 易于调整切屑处理性能 (可任意设定切屑厚度) ● 变更加工步数时的切削深度容易计算 ● 即使加工最后一步时也能保持切屑处理性能良好	● 后半期易产生振动 (切削力上升) ● 有时需要变更NC (标准为面积固定的较普遍)

注) 切削深度固定时, 最后一步切削深度请设定为0.05~0.025mm左右。
切削深度增大有时会产生振动, 影响加工表面。

■ 计算公式

● 切削面积固定时切削深度的计算方法

$\Delta ap_n = \frac{ap}{\sqrt{n_{ap}-1}} \times \sqrt{b}$ Δap_n: 第n步的切削深度 n: 步数 ap: 总切削深度 n_{ap}: 总步数 b: 第1步 0.3 第2步 2-1=1 第3步 3-1=2 . . 第n步 n-1	例) 外圆 ISO公制螺纹 螺距 : 1.0mm 总切削深度 (ap) : 0.6mm 总加工步数 (nap) : 5 第1步 $\Delta ap_1 = \frac{0.60}{\sqrt{5-1}} \times \sqrt{0.3} = 0.16 \rightarrow \mathbf{0.16} (\Delta ap_1)$ 第2步 $\Delta ap_2 = \frac{0.60}{\sqrt{5-1}} \times \sqrt{2-1} = 0.3 \rightarrow \mathbf{0.14} (\Delta ap_2 - \Delta ap_1)$ 第3步 $\Delta ap_3 = \frac{0.60}{\sqrt{5-1}} \times \sqrt{3-1} = 0.42 \rightarrow \mathbf{0.12} (\Delta ap_3 - \Delta ap_2)$ 第4步 $\Delta ap_4 = \frac{0.60}{\sqrt{5-1}} \times \sqrt{4-1} = 0.52 \rightarrow \mathbf{0.1} (\Delta ap_4 - \Delta ap_3)$ 第5步 $\Delta ap_5 = \frac{0.60}{\sqrt{5-1}} \times \sqrt{5-1} = 0.6 \rightarrow \mathbf{0.08} (\Delta ap_5 - \Delta ap_4)$
--	--

■ 齿侧面修正横切程序

● 例) M12×1.0 5步 修正角度5°

外 圆	内 孔
G00 Z= 5.0 X = 14.0 G92 U-4.34 Z-13.0 F1.0 G00 W-0.07 G92 U-4.64 Z-13.0 F1.0 G00 W-0.06 G92 U-4.88 Z-13.0 F1.0 G00 W-0.05 G92 U-5.08 Z-13.0 F1.0 G00 W-0.03 G92 U-5.20 Z-13.0 F1.0 G00	G00 Z= 5.0 X = 10.0 G92 U4.34 Z-13.0 F1.0 G00 W-0.07 G92 U4.64 Z-13.0 F1.0 G00 W-0.05 G92 U4.84 Z-13.0 F1.0 G00 W-0.04 G92 U5.02 Z-13.0 F1.0 G00 W-0.03 G92 U5.14 Z-13.0 F1.0 G00

螺纹加工方法

切削条件的选择

		优先项目					
		刀具寿命	切削力	加工表面质量	螺纹精度	切屑处理	生产效率（减少步数）
横切方法	径向横切	○		○	○		○
	齿侧面横切	(△：修正)	○	(△：修正)		○	
切削深度	切削深度固定					○	
	面积固定	○	○	○	○		○

注1) 由齿侧面横切变更为齿侧面修正横切,可以延长工具寿命并提高加工面精度。
在面积固定的情况下,后半期切削深度增大,可提高切屑处理性能。

切削深度与加工步数

● 螺纹加工中切削深度与加工步数的选择极为重要。

- 大部分螺纹加工时,使用机床上自带的“螺纹加工循环程序”,指定“总切削深度”与“第1步或最后一步切削深度”。
- 径向横切时的切削深度与步数变更简单,因此具备轻松通过试验寻找适合切削条件的优点。

为了有效地使用三菱产品

- 使用耐塑性变形、耐磨损性能优越的螺纹加工专用材料,可以实现高速加工、削减加工步数,从而提高生产效率(高效率切削)。



降低成本

加工改善点滴

● 希望延长刀具寿命

- 希望抑制圆弧的损伤 ➡ 齿侧面修正横切
- 希望左右两侧磨损平均 ➡ 径向横切
- 希望抑制前刀面磨损 ➡ 齿侧面横切

● 希望抑制切屑干扰

- 变更为齿侧面横切或齿侧面修正横切。
- 径向横切时使用反装车刀,将切削液喷射方向调整为向下。
- 径向横切时将最小切削深度设定为0.2mm左右,增加切屑厚度。

● 希望提高生产效率

- 提高切削速度(但受机床性能限制 ➡ 最大转数、机床刚性等)。
- 减少加工步数(请以减少30～40%为标准设定适当的条件)。
- 减少加工步数、增大切屑厚度也可使切屑处理变得容易。

● 希望抑制振动

- 变更为齿侧面横切或齿侧面修正横切。
- 径向横切时,降低后半期切削深度,降低切削速度。

● 希望提高加工表面精度

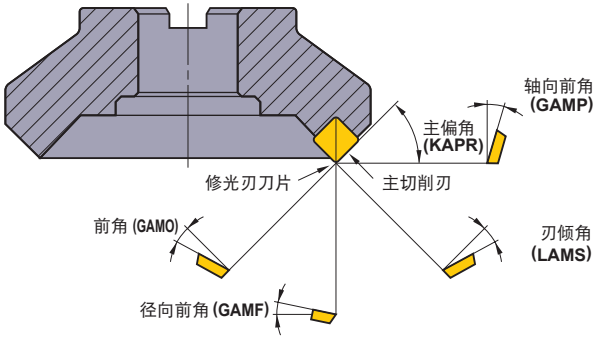
- 在最终精加工后进行零切削。
- 齿侧面横切时,只将最后一步改为径向横切。

平面铣削加工的故障分析与对策

对 策 故障内容 主要原因			刀具材料选择				切 削 条 件					刀 具 形 状								机床装夹				
			硬度更高的材料	韧性好的材料	耐热冲击性好的材料	耐粘结性好的材料	切削速度	进给量	切削深度	切入角	切削液		前角	余偏角	切削刃强度・修磨	铣刀直径	刃数	增大容屑槽空间	使用修光刃刀片	提高振摆精度	提高刀具刚性	提高工件、刀具的安装刚性	减小悬伸量	减小动力、机床间隙
											非水溶性切削液	干式・湿式变更												
							提高 ↗ 降低 ↘	↗ 增大	增大 ↗ 减小 ↘	多 ↗ 少 ↘														
寿命下降	刀片磨损快	刀具材料不合适	●																					
		切削刃形状不合适										↗	↗	↘					●					
		切削速度不合适					● ↘					● 湿												
	切削刃破损、崩刃	刀具材料不合适		●																				
		切削条件不合适						↘	↘						↗									
		切削刃强度不足													↗									
		产生热龟裂			●		↘	↘	↘		●	● 干												
产生积屑瘤				●	↗	↗	↗		●	● 湿														
刚性不足										● 湿									●	●	●	●		
表面精度恶化	表面粗糙度大	切削条件不合适	●				↘	↘	↘															
		产生粘结				●	↘				●	● 湿	↗		↘									
		振摆精度差																●	●					
		产生颤振					↘	↘	↘	↗			↗		↘		↘			●	●	●	●	
	平面度、平行度恶化	工件弯曲						↘	↘				↗	↘	↘	↘					●			
		刀具位置偏移												↘	↘					●	●	●	●	
		背分力大											↗	↘	↘	↘								
毛刺及崩碎、剥落	产生毛刺	切屑过厚					↗	↘	↘															
		刀具直径过大								↗				↘										
		切削锋利性差										↗		↘										
		余偏角大											↘											
	发生崩碎、剥落	切削条件不合适						↘	↘				↗		↘									
		切削锋利性差											↗		↘									
		余偏角小												↗										
产生颤振						↘	↘	↘	↗			↗		↘		↘			●	●	●	●		
切屑处理	切屑缠绕堵塞	产生粘结					↗																	
		切屑太薄					↗	↗																
		刀具直径过小													↘									
		切屑排出不畅									●	● 湿				↘	●							

平面铣削加工的刀具各部分的作用

■平面铣刀切削刃各角度的功能

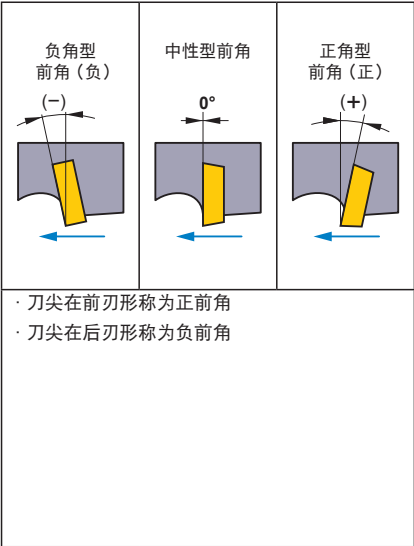


面铣刀各角

名称	符号	功能	效果
轴向前角	GAMP	决定切屑排出方向	正角时：切削性能良好
径向前角	GAMF	决定切削刃锋利程度	负角时：切屑排出性能良好
主偏角	KAPR	决定切屑厚度	小时：切屑由厚变薄，切削时冲击力小，但背分力大。
前角	GAMO	决定实际切削刃锋利的程度	正角大时：切削性能良好 切屑不易粘结 负角大时：切削性能差， 但切削刃强度高
刃倾角	LAMS	决定切屑排出方向	正角大时：排屑性能良好，但切削刃强度低

■基本刃形

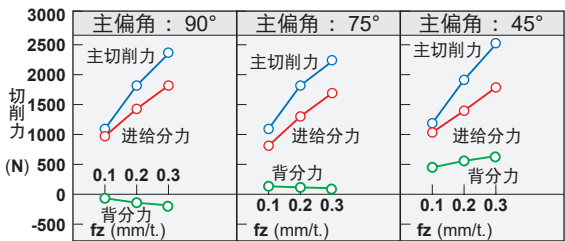
●前角的正负



●基本刃形

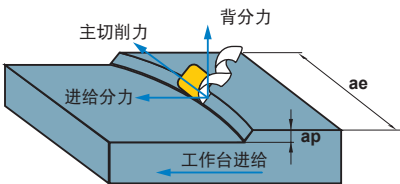
基本刃形的组合	(+) 轴向正前角	(-) 轴向负前角	(+) 轴向正前角
	径向正前角 (+)	径向负前角 (-)	径向负前角 (-)
	双重正角刃型 (DP刃型)	双重负角刃型 (DN刃型)	正负刃型 (NP刃型)
轴向前角 (GAMP)	正 (+)	负 (-)	正 (+)
径向前角 (GAMF)	正 (+)	负 (-)	负 (-)
刀片式样	正角型刀片 (单面使用)	负角型刀片 (双面使用)	正角型刀片 (单面使用)
工件材料	钢 用	—	●
	铸 铁 用	●	●
	轻合金用	—	—
	难加工材料	●	●

■主偏角 (KAPR) 与切削特性



工件材料: SCM440 (HB281)
工 具: $\phi 125\text{mm}$ 单刃
切削条件: $vc=125.6\text{m/min}$ $ap=4\text{mm}$ $ae=110\text{mm}$

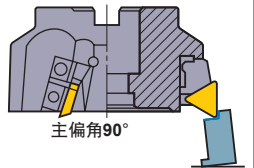
不同刃形切削力的比较



铣削加工切削力3个分力

主偏角
90°

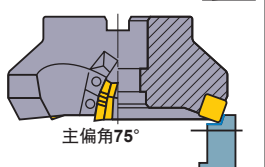
背分力是向负方向作用。工件夹紧刚性差时，背分力会使工件抬起。



主偏角90°

主偏角
75°

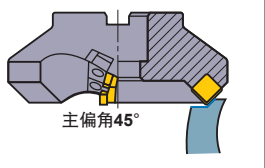
平面铣削薄壁工件等刚性差的工件时，推荐使用主偏角75°的面铣刀。



主偏角75°

主偏角
45°

背分力最大。加工薄壁零件时，工件会发生挠曲，导致加工精度下降。
*切削铸铁时，有利于防止工件边缘发生崩碎、剥落。



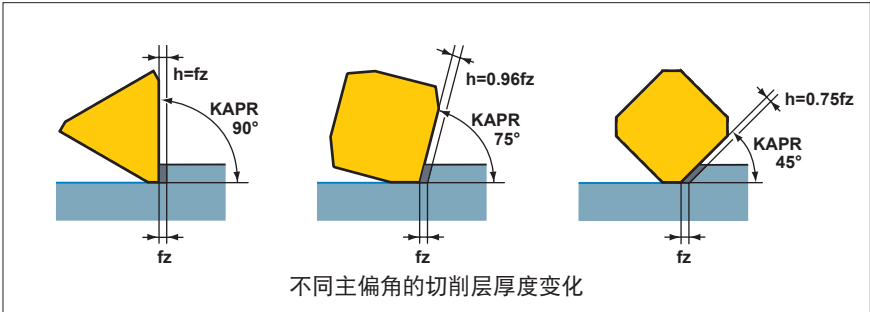
主偏角45°

*主切削力：与面铣刀回转方向相反的力
*背分力：在轴向反推面铣刀的力
*进给力：由于工作台进给产生的进给方向力

主偏角与刀具寿命

主偏角与切屑厚度

切削深度与每刃进给量 f_z 一定的情况下,如下图所示,KAPR越小,切削层厚度 h 越薄(45°时约为90°时的70%),则单位切削刃长度所承受的切削阻力减小,刀具寿命延长。但切削层厚度 h 过大时,进给力增加,易造成高频振颤,刀具寿命缩短。



主偏角与前刀面磨损

下表是不同主偏角的刀尖磨损形态。主偏角90°与45°的铣刀相比,90°铣刀的前刀面磨损大。

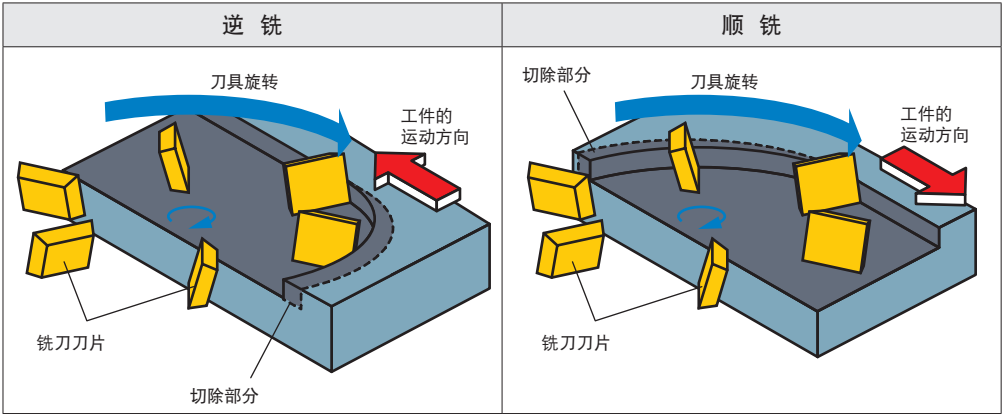
	主偏角 90°	主偏角 75°	主偏角 45°
vc=100m/min Tc=69min			
vc=125m/min Tc=55min			
vc=160m/min Tc=31min			

工件材料: SNCM439 287HB
刀 具: DC=125mm
刀 片: M20硬质合金
切削条件: ap=3.0mm
ae=110mm
fz=0.2mm/t.

干式切削

逆铣与顺铣

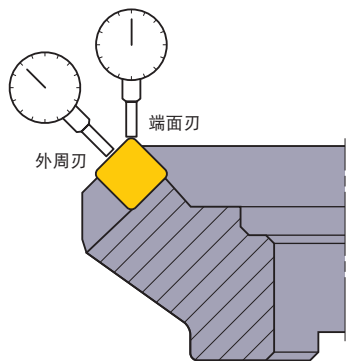
切削方式选择逆铣还是顺铣是由机床和面铣刀的各种条件来决定的。而从刀具寿命来看,一般使用顺铣的效果较好。



平面铣削加工的刀具各部分的作用

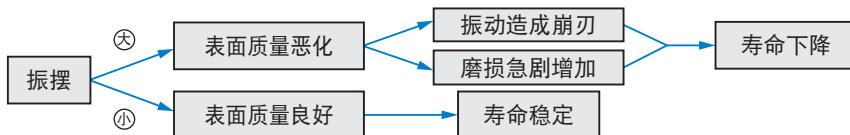
加工表面

切削刃振摆精度

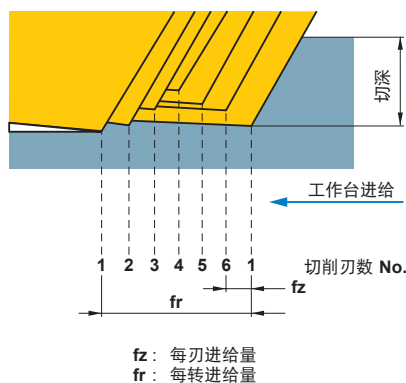


面铣刀切削刃振摆测定及振摆精度

刀片安装在铣刀刀体上的切削刃振摆精度,不仅影响加工表面精度,也影响刀具寿命。



表面粗糙度增大

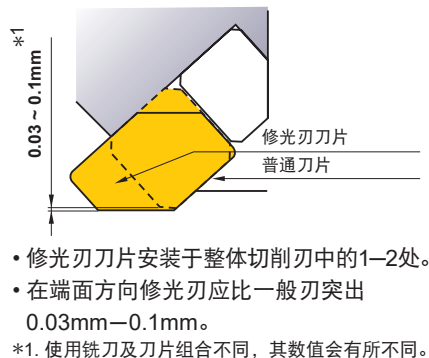


副切削刃的振摆与表面质量

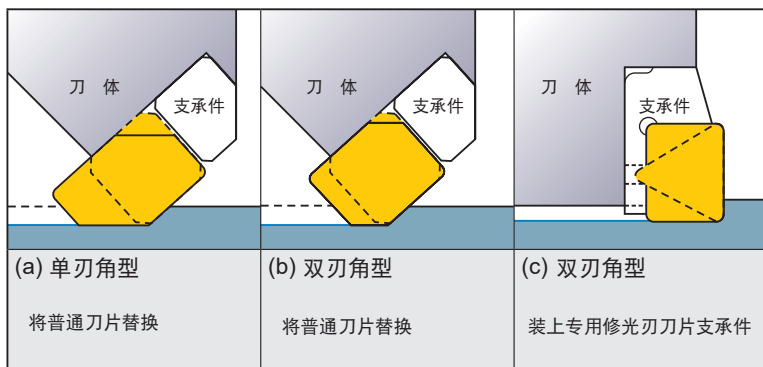
普通副切削刃宽,本公司以1.4mm为标准值,如果调整到与面铣刀端面完全平行,从理论上说,即使有少许振摆,也是能达到所要求的表面质量。

实际问题
• 切削刃振摆 • 副切削刃倾斜 • 铣刀本体精度 • 零件精度 • 粘结、振动、颤振

对策
修光刃刀片
* 再次切削普通刀片加工过的表面,实现光整加工。



修光刀刀片的安装



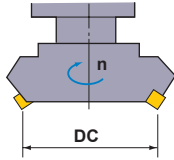
- 修光刃刀片副切削刃的长度必须大于每转进给量。
- * 但超过必要长度,又会诱发颤振。
- 铣刀直径大,当每转进给量大于修光刃长度时,装2—3片。
- 若装上2片以上时,请注意修光刃之间的振摆。
- 修光刃刀片必须用耐磨性好的高级材料。

平面铣削加工的计算式

■ 切削速度 (vc)

$$v_c = \frac{\pi \cdot DC \cdot n}{1000} \text{ (m/min)}$$

*用1000去除,为将mm换算成m



v_c (m/min): 切削速度
 π (3.14): 圆周率

DC (mm): 铣刀直径
 n (min^{-1}): 主轴转速

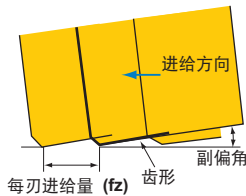
(例题) 主轴转速 350min^{-1} , 铣刀直径 $\phi 125$, 求此时的切削速度
(答) 将 $\pi 3.14$, $DC=125$, $n=350$ 代入公式

$$v_c = \frac{\pi \cdot DC \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \times 125 \times 350}{1000} = 137.4 \text{ m/min}$$

切削速度为 137.4m/min

■ 每刃进给量 (fz)

$$f_z = \frac{v_f}{z \cdot n} \text{ (mm/dente)}$$



f_z (mm/t.): 每刃进给量
 v_f (mm/min): 每分钟工作台进给速度
 n (min^{-1}): 主轴转速 (每转进给量 $f_r = z \cdot f_z$)
 z : 刃数

(例题) 主轴转速 500min^{-1} , 铣刀刃数10刃, 工作台进给速度 500mm/min , 求此时每刃进给量

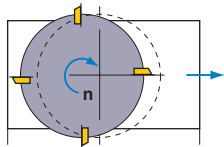
(答) 由公式

$$f_z = \frac{v_f}{z \cdot n} = \frac{500}{10 \times 500} = 0.1 \text{ mm/t.}$$

求出每刃进给量为 0.1mm/t.

■ 工作台进给速度 (vf)

$$v_f = f_z \cdot z \cdot n \text{ (mm/min)}$$



v_f (mm/min): 每分钟工作台进给速度
 f_z (mm/t.): 每刃进给量
 n (min^{-1}): 主轴转速
 z : 刃数

(例题) 每刃进给量 0.1mm/t. , 铣刀刃数10刃进给量、主轴转速 500min^{-1} , 求工作台进给速度

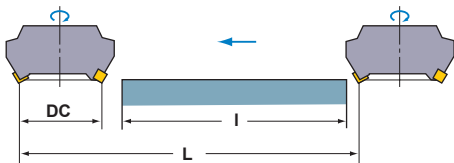
(答) 由公式

$$v_f = f_z \cdot z \cdot n = 0.1 \times 10 \times 500 = 500 \text{ mm/min}$$

求出每刃进给量进给量为 500mm/min

■ 加工时间 (Tc)

$$T_c = \frac{L}{v_f} \text{ (min)}$$



T_c (min): 加工时间
 v_f (mm/min): 每分钟工作台进给速度
 L (mm): 工作台总进给长度 (工件长度 l + 铣刀直径 DC)

(例题) 铸铁(FC200)平板宽 100mm 、长 300mm 。面铣刀直径 $\phi 200$ 、刃数16、切削速度 125m/min 、每刃进给量 0.25mm
求所需加工时间 (主轴转速 200min^{-1})

(答) 首先求出工作台每分钟进给速度、 $v_f = 0.25 \times 16 \times 200 = 800\text{mm/min}$ 再求出工作台总进给长度 $L = 300 + 200 = 500\text{mm}$ 代入公式

$$T_c = \frac{L}{v_f} = \frac{500}{800} = 0.625 \text{ (min)}$$

$0.625 \times 60 = 37.5 \text{ (sec)}$ 约需要 37.5秒

平面铣削加工的计算式

■所需功率 (Pc)

$P_c = \frac{a_p \cdot a_e \cdot v_f \cdot K_c}{60 \times 10^6 \times \eta}$	P_c (kW) : 所需功率 a_e (mm) : 切削宽度 K_c (MPa) : 比切削力	a_p (mm) : 切削深度 v_f (mm/min) : 每分钟工作台进给速度 η : (机床效率系数)
--	--	---

(例题) 工试求铣削工具钢时所消耗的功率。

(答) 首先,由每刃进给量求出主轴的转速。

切削深度2mm、切削宽度80mm、工作台
进给速度280mm/min、切削速度80m/min、
铣刀直径 $\phi 250$, 刃数12, 机床效率系数
80%。

$$n = \frac{1000 v_c}{\pi D C} = \frac{1000 \times 80}{3.14 \times 250} = 101.91 \text{ min}^{-1}$$

每刃进给量

$$f_z = \frac{v_f}{z \times n} = \frac{280}{12 \times 101.9} = 0.228 \text{ mm/t.}$$

代入公式得

$$P_c = \frac{2 \times 80 \times 280 \times 1800}{60 \times 10^6 \times 0.8} = 1.68 \text{ kW}$$

●Kc值

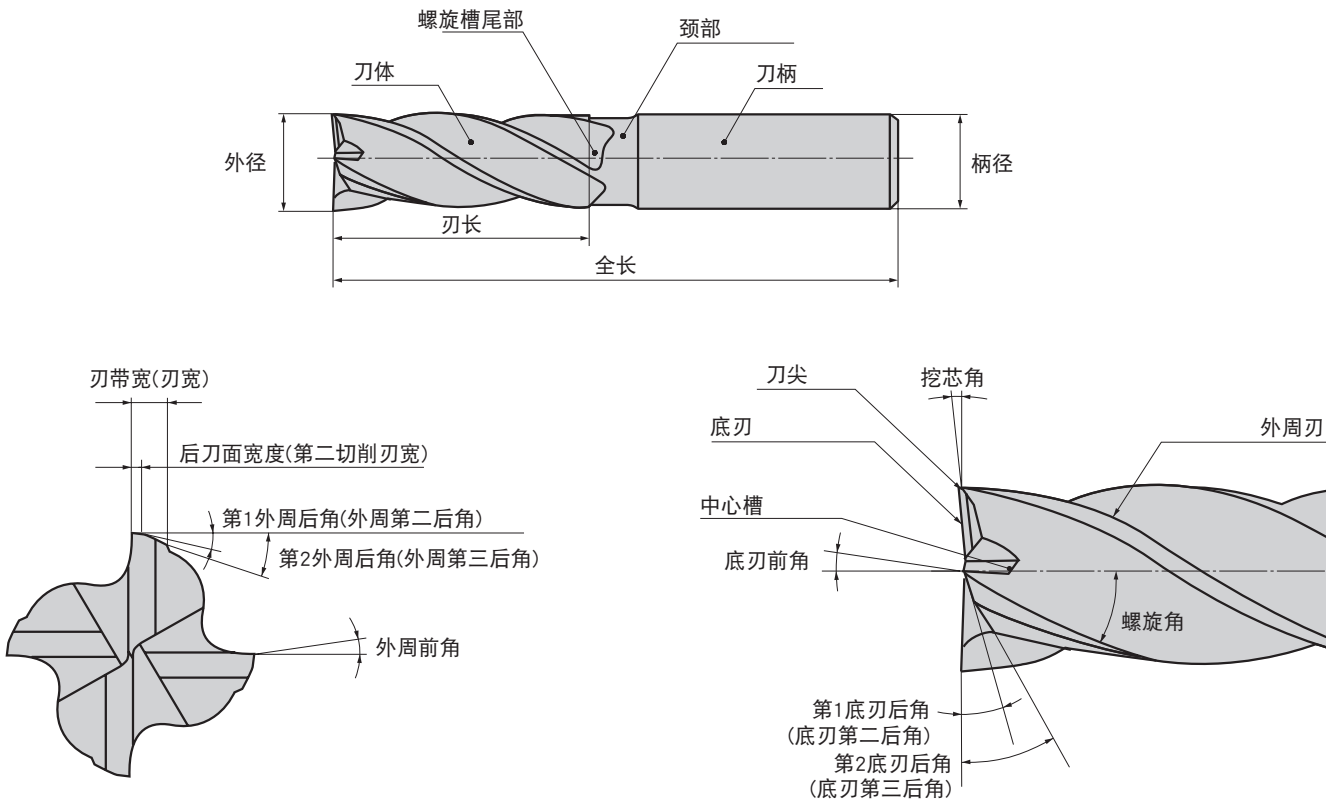
工件材料	抗拉强度(MPa) 或硬度	每刃进给量的比切削力 Kc (MPa)				
		0.1mm/t.	0.2mm/t.	0.3mm/t.	0.4mm/t.	0.6mm/t.
软钢	520	2200	1950	1820	1700	1580
中碳钢	620	1980	1800	1730	1600	1570
硬钢	720	2520	2200	2040	1850	1740
工具钢	670	1980	1800	1730	1700	1600
工具钢	770	2030	1800	1750	1700	1580
铬锰钢	770	2300	2000	1880	1750	1660
铬锰钢	630	2750	2300	2060	1800	1780
铬钼钢	730	2540	2250	2140	2000	1800
铬钼钢	600	2180	2000	1860	1800	1670
铬镍钼钢	940	2000	1800	1680	1600	1500
铬镍钼钢	352HB	2100	1900	1760	1700	1530
奥氏体类不锈钢	155HB	2030	1970	1900	1770	1710
铸钢	520	2800	2500	2320	2200	2040
硬质铸铁	46HRC	3000	2700	2500	2400	2200
孕育铸铁	360	2180	2000	1750	1600	1470
灰铸铁	200HB	1750	1400	1240	1050	970
黄铜	500	1150	950	800	700	630
轻合金 (Al-Mg)	160	580	480	400	350	320
轻合金 (Al-Si)	200	700	600	490	450	390
轻合金 (Al-Zn-Mg-Cu)	570	880	840	840	810	720

立铣加工的故障分析与对策

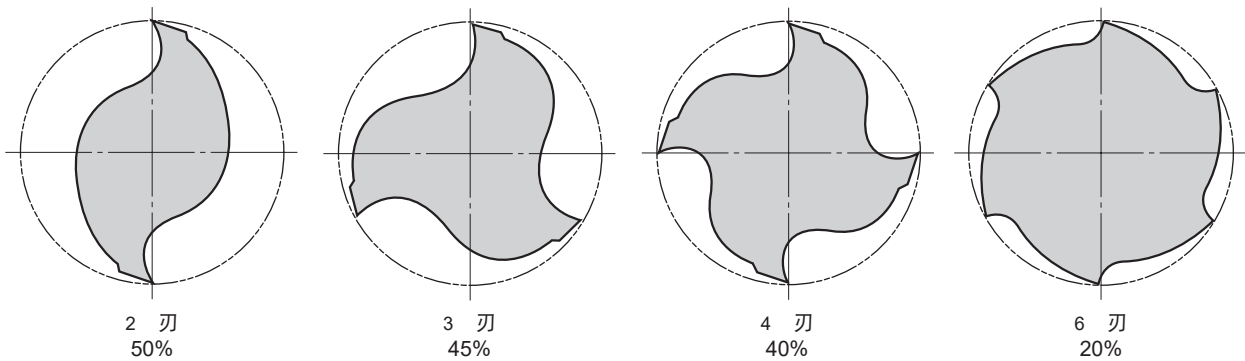
故障内容			对 策	主要 原因	刀具材料 选择	切 削 条 件										刀具形状						机 床 装 夹					
						选用有涂层立铣刀	切削速度	进给量	切削深度	周期进给量	切削方向	使用空气排屑	切 削 液			螺旋角	刃数	挖芯角	铣刀直径	提高刀具刚性	增大容屑槽空间	缩短刀具悬伸量	提高刀具安装精度	提高主轴弹簧套筒摆摆精度	简夹的维修与更换	提高夹紧保持力	提高工件安装刚性
													增大切削液量	非水溶性切削液	干式・湿式变更												
							提高 降低	↗ ↘	↖ ↙	减小	增大	↗多 ↘少															
寿命下降	外周刃磨损显著	使用无涂层产品	●																								
		刃数少											↗														
		切削条件不合适		●							●																
		使用逆铣切削						顺铣																			
	多发崩刃	切削条件不合适																●									
		刀尖强度差																									
		卡盘夹紧不充分																					●	●			
		安装刚性低																	●	●	●	●	●	●			
	切削过程中多发折断	切削条件不合适				●																					
		立铣刀刚性低														↗		●									
		大于必要的悬伸量																	●								
		切屑堵塞								●									●								
表面精度恶化	切削过程中发生高频振颤	切削条件不合适		●	↘										↗	↗		↗	●								
		立铣刀刚性低																			●	●	●	●	●	●	
		安装刚性低																		●	●	●	●	●	●		
	壁面的加工面粗糙度差	切削刃磨损大	●																								
		切削条件不合适		●		●																					
		咬入切屑							●	●		湿															
	底面的加工面粗糙度差	底刃无挖芯角			●	●									↗												
		周期进给量大					●																				
	侧面不平	切削刃磨损大	●																								
		切削条件不合适			●	●																					
		立铣刀刚性不足													↗	↗		↗	●								
	精加工尺寸精度差	切削条件不合适		●	●	●																					
安装刚性低																			●	●	●	●	●	●			
毛刺、崩碎、剥落、毛边	产生毛刺、崩碎、剥落	切削条件不合适			●	●																					
		螺旋角大											●														
	快速产生毛边	发生边界磨损	●																								
		切削条件不合适		●	↗																						
切屑处理	发生切屑堵塞	切削量太大			●	●																					
		容屑槽 不足												●				●									

立铣刀的各部分的名称、刃数

立铣刀各部分的名称



容屑槽截面积比

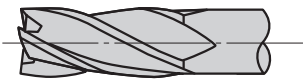
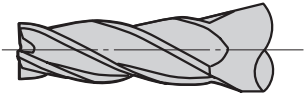
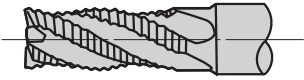
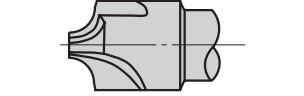


不同刃数的立铣刀的特征与用途

		2 刃	3 刃	4 刃	6 刃
特征	优点	切屑排出顺畅 纵向进给加工容易 切削力小	切屑排出顺畅 纵向进给加工容易	刚性高	刚性高 切削刃耐用性优异
	缺点	刚性低	外径测定困难	切屑排出不畅	切屑排出不畅
用途		用于切槽、侧面加工及孔加工等用途广泛	用于切槽、侧面加工及重切削、精加工	用于浅槽、侧面加工精加工	高硬度材加工 用于浅槽、侧面加工

立铣刀的种类与形状

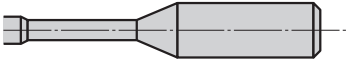
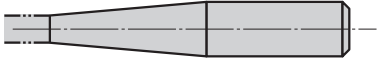
■ 外周刃的种类与形状例

种 类	形 状	特 征
普通刃		使用最广泛,应用在槽加工、侧面加工及台阶面加工等。另外在粗加工、半精加工及精加工所有场合均可使用。种类最多。
锥形刃		用于普通刃加工后的锥面加工。用于模具起模斜度加工与凹窝部分加工。
粗加工刃		刀刃呈波形,切屑细小,切削力小,适用于粗加工,不宜精加工。需要磨削前刀面。
成型刃		左图为加工圆角铣刀实例,成型刃即刃部加工成为与加工物相符形状的刃。多为特殊订货产品。

■ 底刃的种类与形状例

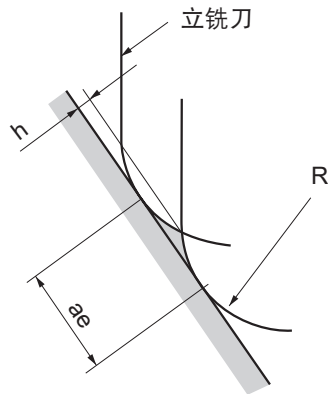
种 类	形 状	特 征
带有中心孔的直角刃		使用广泛、可用于槽加工、侧面加工及台阶面加工等。不能纵向进刀,但由于磨削时有2个中心支撑,故重磨精度高。
带中心刃的直角刃		使用广泛、可用于槽加工、侧面加工及台阶面加工等。可纵向进刀,刃数越少,纵向进刀性能越好。重磨时为单面夹持。
球头刃		是曲面加工不可缺的刀具,尖端部由于容屑槽小,故切屑排出性能差。
圆弧头刃		用于转角部R的加工与周期进给加工。在周期进给加工时,R即使再小,也能用于直径大的立铣刀,进行高效率的加工。

■ 柄部及颈部的种类与形状例

种 类	形 状	特 征
标准(直柄)		使用最广泛。
长柄		深挖加工用,由于刀柄长,可按使用目的调节悬伸量。
长颈		可作小直径立铣刀深挖加工用,也可用于镗削。
锥颈		能对模具斜角的壁面深挖加工发挥较大的作用。

周期进给的周期进给量选定表

■使用球头·圆弧头立铣刀进行周期进给加工(轮廓加工)



$$h = R \cdot \left[1 - \cos \left\{ \sin^{-1} \left(\frac{ae}{2R} \right) \right\} \right]$$

R : 球头半径(RE)、圆弧头型的圆弧半径(RE)
ae : 周期进给量
h : 理论加工表面粗糙度

■由立铣刀的球头半径(圆弧头型立铣刀的圆弧半径)与周期进给量形成理论加工表面粗糙度 单位: mm

R \ ae	周期进给量									
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
0.5	0.003	0.010	0.023	0.042	0.067	0.100	—	—	—	—
1	0.001	0.005	0.011	0.020	0.032	0.046	0.063	0.083	0.107	—
1.5	0.001	0.003	0.008	0.013	0.021	0.030	0.041	0.054	0.069	0.086
2	0.001	0.003	0.006	0.010	0.016	0.023	0.031	0.040	0.051	0.064
2.5	0.001	0.002	0.005	0.008	0.013	0.018	0.025	0.032	0.041	0.051
3		0.002	0.004	0.007	0.010	0.015	0.020	0.027	0.034	0.042
4		0.001	0.003	0.005	0.008	0.011	0.015	0.020	0.025	0.031
5		0.001	0.002	0.004	0.006	0.009	0.012	0.016	0.020	0.025
6		0.001	0.002	0.003	0.005	0.008	0.010	0.013	0.017	0.021
8			0.001	0.003	0.004	0.006	0.008	0.010	0.013	0.016
10			0.001	0.002	0.003	0.005	0.006	0.008	0.010	0.013
12.5			0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.008	0.010

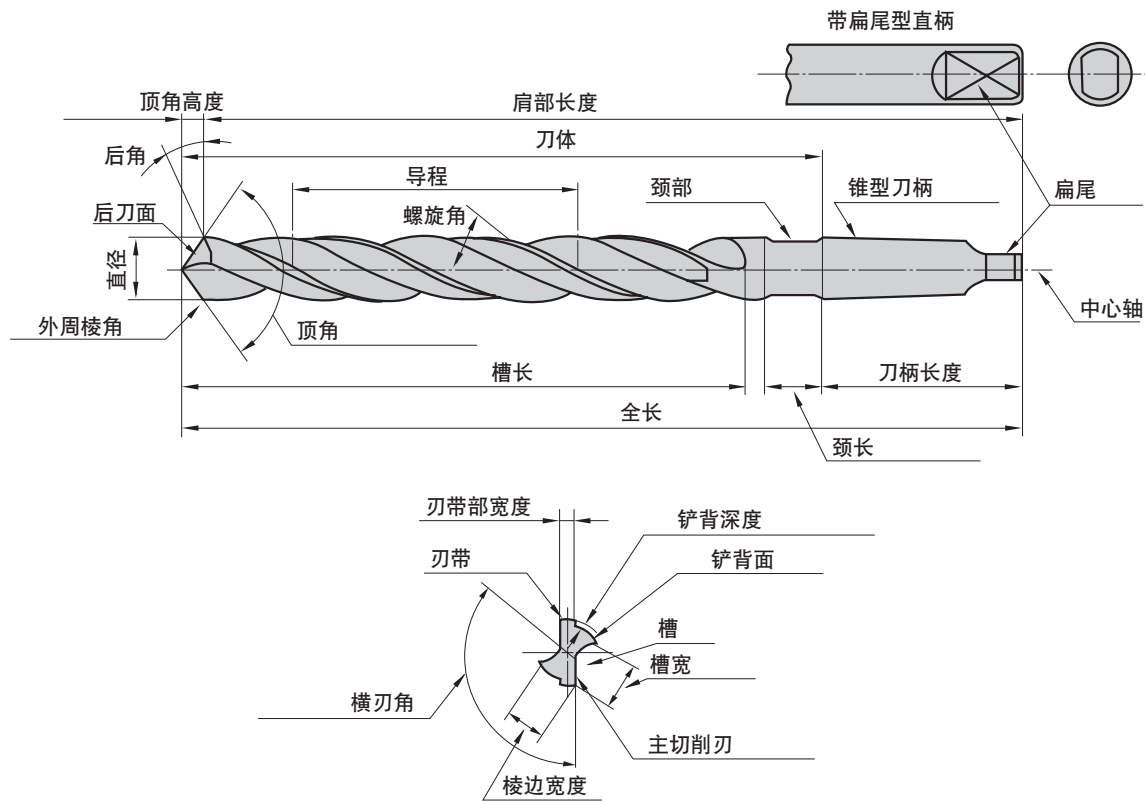
R \ ae	周期进给量									
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.5	0.104	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	0.077	0.092	0.109	—	—	—	—	—	—	—
2.5	0.061	0.073	0.086	0.100	—	—	—	—	—	—
3	0.051	0.061	0.071	0.083	0.095	0.109	—	—	—	—
4	0.038	0.045	0.053	0.062	0.071	0.081	0.091	0.103	—	—
5	0.030	0.036	0.042	0.049	0.057	0.064	0.073	0.082	0.091	0.101
6	0.025	0.030	0.035	0.041	0.047	0.054	0.061	0.068	0.076	0.084
8	0.019	0.023	0.026	0.031	0.035	0.040	0.045	0.051	0.057	0.063
10	0.015	0.018	0.021	0.025	0.028	0.032	0.036	0.041	0.045	0.050
12.5	0.012	0.014	0.017	0.020	0.023	0.026	0.029	0.032	0.036	0.040

孔加工的故障分析与对策

故障内容			对 策		主要		原因		切 削 条 件								刀 具 形 状							机 床 装 夹					
									切削速度	进给量	钻头切入时降低进给	钻通时降低进给	步进加工	底孔精度提高、深度增大	切削液			横刃宽度	刀刃修磨宽度	钻头直径	缩短槽长	减小切削刃高度	使用内部供液型钻头	选择X型横刃修磨	提高刀具安装精度	刀具悬伸长度缩短	切入工件的部位做出平面	提高工件安装刚性	抑制机床间隙、提高刚性
															减少稀释率	增加流量	提高供油压力												
			提高 ↗ 降低 ↘								增大 ↗ 减小 ↘																		
寿命下降	钻头折断	钻头刚性不足													↗	●													
		切削条件不合适		↘																									
		夹具的振摆大																	●					●					
		切入面倾斜																			●								
	外周刃、刃带部磨损大	切削条件不合适	●	↘														●											
		加工点产生高温							●	●								●											
		振摆精度差																	●										
	外周刃崩刃	切削条件不合适		↘			●																						
		夹具的振摆大																	●					●					
		振动、颤振												↘						●		●	●						
	横刃部分崩刃	横刃宽度大											●																
		咬入性差			●								↘																
振动、颤振													↘						●		●	●							
孔精度恶化	孔径扩大	钻头刚性不足												↗	●	●													
		钻头形状不合适															●												
	孔径缩小	加工点产生高温							●	●							●												
		切削条件不合适	●	↘																									
		钻头形状不合适																●											
	直线度差	钻头刚性不足												↗	●	●													
		夹具的振摆大																	●				●						
		导向性不足						●																					
	孔位置精度、圆度、粗糙度差	钻头刚性不足												↗	●	●													
		咬入性差																●											
		切削条件不合适			●																								
		夹具的振摆大																	●				●						
毛刺	切出时毛刺大	钻头形状不合适											↘																
		切削条件不合适				●																							
切屑处理	切屑长	切削条件不合适		↗			●																						
		切屑排出不畅							●	●				↘			●												
	切屑堵塞	切削条件不合适	●	↘			●																						
		切屑排出不畅							●	●				↘			●												

钻头的各部分名称、形状与切削特性

■ 钻头各部名称



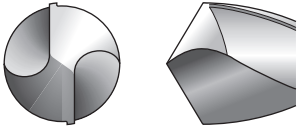
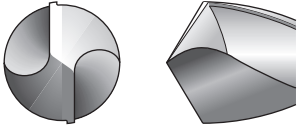
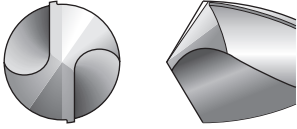
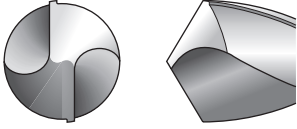
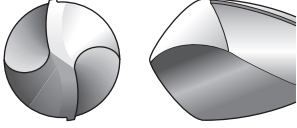
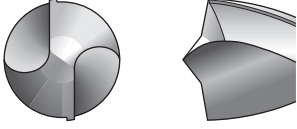
■ 结构组成与切削特性

螺旋角	是相对钻头轴方向上的槽的倾斜角,相当车刀前角。钻头前角,随切削刃位置不同而各异,外周部最大,越向中心部则越小。在横刃部,形成负前角,而挤压压溃工件材料。 高硬度材料 小 ◀ 前角 ▶ 大 软质材料 (铝等)
槽 长	可根据孔加工深度, 导套长度, 重磨量等决定。由于对钻头寿命影响大, 因此槽长度必须尽可能短。
顶 角	一般是118°, 可根据用途设定。 质软、易切的材料 小 ◀ 顶角 ▶ 大 切削硬质材料或高效率加工用
钻心直径	它是影响钻头刚性和切屑处理的重要因素。根据用途设定。 切削力小 刚性小 切屑排出顺畅 易于加工的材料 } 小 ◀ 钻心直径 ▶ 大 { 切削力大 刚性大 切屑排出不顺畅 用于高硬度材料、交叉孔加工等
刃 带	前端尺寸决定钻头直径, 在加工时, 对钻头起导向作用。决定刃带宽度需考虑它与孔之间的摩擦。 导向性差 小 ◀ 刃带部宽度 ▶ 大 导向性好
倒 锥	为了减少钻头与已加工孔壁的摩擦, 从前端至刀柄带微小锥度。通常与槽长100mm相比, 用直径减少量来表示, 一般在0.04—0.1mm之间。高效率加工用钻头与某些工件材料钻孔发生卡紧现象时, 倒锥可选得大些。

■顶端切削刃形状的变更与效果

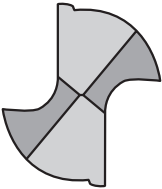
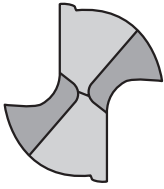
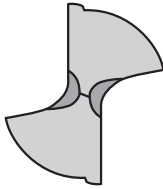
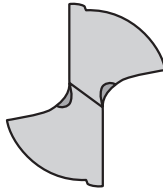
钻头顶端切削刃形状可以选择最适合的顶角,并根据下表所示的工件材料,要求的孔精度,重磨的难度变更顶端切削刃形状。

●具代表性的顶端切削刃形状

磨削名称	形 状	特点、效果	用 途
圆锥		• 将后刀面磨削成圆锥面, 因此从外周越靠近中心部分的后角越大	• 一般用
平面		• 将第二后刀面磨削成平面 • 容易磨削	• 主要用于小直径钻头
三面形状		• 无横刃部分, 因此定心度好, 孔的扩大量也少 • 需要特殊的磨床 • 三面平面磨削	• 用于孔精度、定位精度高的钻孔加工
螺旋面		• 为了增大钻头中心附近的后角, 在圆锥面磨削的基础上形成非常规螺旋 • 横刃为S型, 因此定心度与加工精度好	• 高精度钻孔加工用
圆弧切削刃		• 切削刃磨削成圆弧状, 以减小切削负荷 • 加工精度与加工面粗糙度好 • 进行通孔加工时, 底面变化小 • 需要专用的磨床	• 铸铁、轻合金用 • 铸铁板用 • 钢铁
蜡烛型		• 剖面呈蜡烛形状, 因此定心度好, 钻孔切出时冲击小	• 薄板钻孔加工用

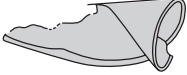
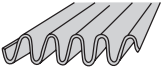
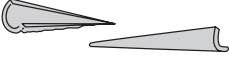
■横刃修磨

钻头切削刃的前角越靠近钻头中心部越小,在横刃部分呈负前角。切削时中心部分挤压材料,产生的切削抵抗占50—70%,而横刃修磨对于降低钻头的切削力、排出横刃部分产生的切屑以及提高切入性都非常有效。

形 状				
	X型	XR型	S型	N型
特 征	轴向负荷大幅降低, 切入性提高。钻头直径大时有效。	切入性比X型稍差, 但切削刃强度高, 工件材料适用范围广, 使用寿命长。	容易磨削, 一般用得较多。	钻头直径较大时有效。
主要用途	一般加工, 深孔加工	一般加工 不锈钢加工。	钢、铸铁及有色金属的一般加工。	深孔加工

钻头的各部分名称、形状与切削特性

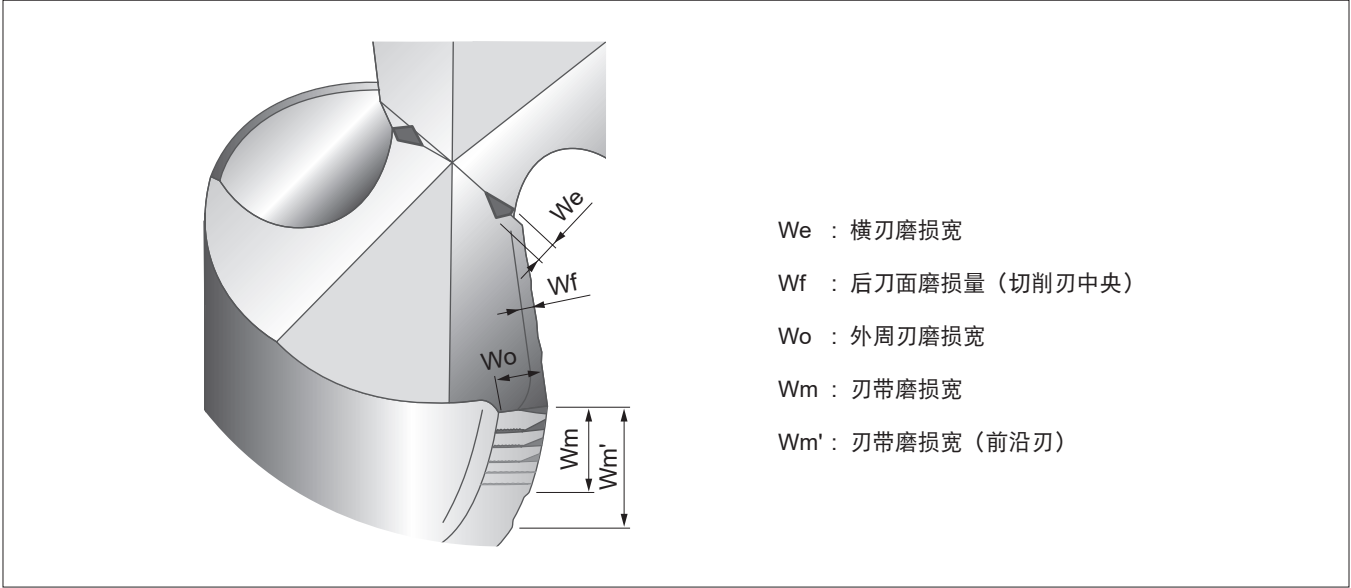
■ 钻头加工时的切屑

切屑种类	形 状	特征与排出性能
圆锥螺旋形		从切削刃部流出的扇形切屑经容屑槽卷曲形成。在低进给加工延展性材料时产生。数卷后即折断则切屑排出性能好。
长齿形		生成切屑不卷曲,照原样排出,排出时容易缠住钻头。
扇 形		切屑由容屑槽与加工孔壁控制分断,在高进给情况下产生。切屑处理性能好。
过渡折断形		圆锥螺旋形切屑,受加工孔壁的约束,在即将成为长节距前,由于材料塑性不足,切屑断裂。切屑排出顺畅,切屑处理性能良好。
Z字形		生成的切屑由于容屑槽形状、材料特性等被挤压、折叠,容易引起槽内阻塞。
针形		脆质材料或小卷切屑受振动分断产生。切屑排出顺畅,但有时会在槽内阻塞。

钻头的磨损形态 · 切削刃的损伤

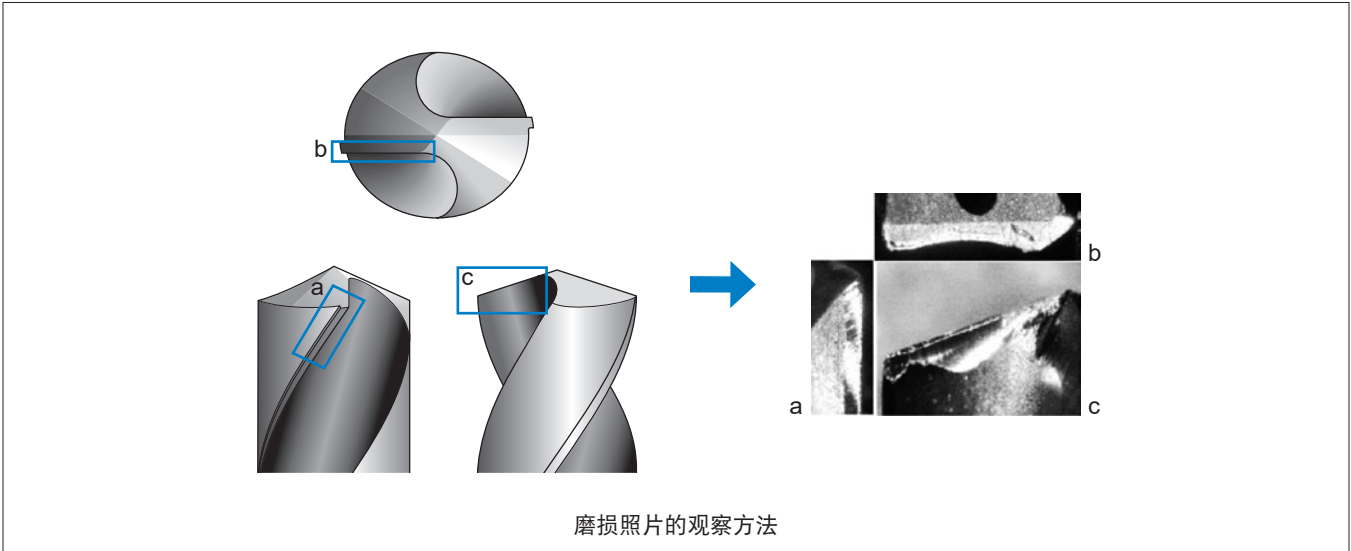
■ 钻头的磨损形态

钻头的刀尖磨损如下图所示。磨损的发生及程度，因工件与切削条件的不同而有所不同，但一般情况下外周磨损最大，这是决定钻头寿命的重要因素。重磨是将顶端后刀面磨损部分去除的过程，因此发生破损等较大损伤时，需要进行大量的重磨。



■ 切削刃的损伤

在进行钻削加工时，钻头的刀尖有可能会发生崩刃、破损、异常损伤。这种情况下，需要对钻头进行放大观察，发现原因找出对策。



孔加工的计算式

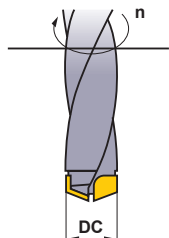
■ 切削速度(vc)

$$vc = \frac{\pi \cdot DC \cdot n}{1000} \text{ (m/min)}$$

vc (m/min): 切削速度
 π (3.14) : 圆周率

DC (mm) : 钻头直径
 n (min^{-1}): 主轴转速

*用1,000去除,为将mm换算成m



(例题) 主轴转速 1350min^{-1} 钻头直径 $\phi 12$ 。

求切削速度

(答) 将 $\pi=3.14$, $DC=12$, $n=1350$ 代入公式

$$vc = \frac{\pi \cdot DC \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \times 12 \times 1350}{1000} = 50.9 \text{ m/min}$$

据此, 得出切削速度为 50.9m/min 。

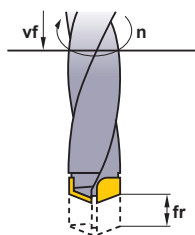
■ 主轴进给量(vf)

$$vf = fr \cdot n \text{ (mm/min)}$$

vf (mm/min): 主轴(Z轴)进给速度

fr (mm/rev): 每转进给量

n (min^{-1}) : 主轴转速



(例题) 每转进给量为 0.2mm/rev

转速为 1350min^{-1} 求主轴进给速度

(答) 代入公式

$$vf = fr \times n = 0.2 \times 1350 = 270 \text{ mm/min}$$

由此得出主轴每分钟进给量为 270mm/min 。

■ 孔加工时间(Tc)

$$Tc = \frac{ld \cdot i}{n \cdot fr}$$

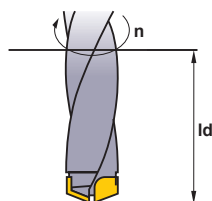
Tc (min) : 加工时间

n (min^{-1}) : 主轴转速

ld (mm) : 钻孔深

fr (mm/rev): 每转进给量

i : 孔数



(例题) 在SCM440钢上钻 $\phi 15$, 深 30mm 的孔。切削速度为 50m/min , 每转进给量为 0.15mm/rev , 求钻削时间

(答) 主轴转速 $n = \frac{50 \times 1000}{15 \times 3.14} = 1061.57 \text{ min}^{-1}$

$$Tc = \frac{30 \times 1}{1061.57 \times 0.15} = 0.188$$

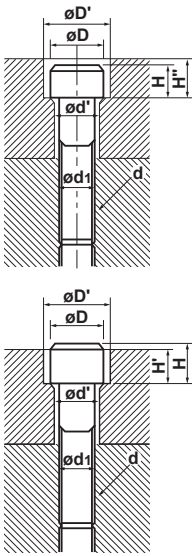
$= 0.188 \times 60 \approx 11.3 \text{ sec}$ 秒可钻削完毕。

内六角头螺栓孔尺寸

■内六角头螺栓的铰孔与螺栓孔尺寸表

单位: mm

螺纹规格(d)	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30
d ₁	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
d'	3.4	4.5	5.5	6.6	9	11	14	16	18	20	22	24	26	30	33
D	5.5	7	8.5	10	13	16	18	21	24	27	30	33	36	40	45
D'	6.5	8	9.5	11	14	17.5	20	23	26	29	32	35	39	43	48
H	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
H'	2.7	3.6	4.6	5.5	7.4	9.2	11	12.8	14.5	16.5	18.5	20.5	22.5	25	28
H''	3.3	4.4	5.4	6.5	8.6	10.8	13	15.2	17.5	19.5	21.5	23.5	25.5	29	32



国际单位制

■对国际单位换算率表(粗体字是国际单位)

●压力

Pa	kPa	MPa	bar	kgf/cm ²	atm	mmH ₂ O	mmHg或Torr
1	1×10 ⁻³	1×10 ⁻⁶	1×10 ⁻⁵	1.01972×10 ⁻⁵	9.86923×10 ⁻⁶	1.01972×10 ⁻¹	7.50062×10 ⁻³
1×10 ³	1	1×10 ⁻³	1×10 ⁻²	1.01972×10 ⁻²	9.86923×10 ⁻³	1.01972×10 ²	7.50062
1×10 ⁶	1×10 ³	1	1×10	1.01972×10	9.86923	1.01972×10 ⁵	7.50062×10 ³
1×10 ⁵	1×10 ²	1×10 ⁻¹	1	1.01972	9.86923×10 ⁻¹	1.01972×10 ⁴	7.50062×10 ²
9.80665×10 ⁴	9.80665×10	9.80665×10 ⁻²	9.80665×10 ⁻¹	1	9.67841×10 ⁻¹	1×10 ⁴	7.35559×10 ²
1.01325×10 ⁵	1.01325×10 ²	1.01325×10 ⁻¹	1.01325	1.03323	1	1.03323×10 ⁴	7.60000×10 ²
9.80665	9.80665×10 ⁻³	9.80665×10 ⁻⁶	9.80665×10 ⁻⁵	1×10 ⁻⁴	9.67841×10 ⁻⁵	1	7.35559×10 ⁻²
1.33322×10 ²	1.33322×10 ⁻¹	1.33322×10 ⁻⁴	1.33322×10 ⁻³	1.35951×10 ⁻³	1.31579×10 ⁻³	1.35951×10	1

注1) 1Pa=1N/m²

●力

N	dyn	kgf
1	1×10 ⁵	1.01972×10 ⁻¹
1×10 ⁻⁵	1	1.01972×10 ⁻⁶
9.80665	9.80665×10 ⁵	1

●应力

Pa	MPa或N/mm ²	kgf/mm ²	kgf/cm ²
1	1×10 ⁻⁶	1.01972×10 ⁻⁷	1.01972×10 ⁻⁵
1×10 ⁶	1	1.01972×10 ⁻¹	1.01972×10
9.80665×10 ⁶	9.80665	1	1×10 ²
9.80665×10 ⁴	9.80665×10 ⁻²	1×10 ⁻²	1

注1) 1Pa=1N/m²

●功、能量、热量

J	kW·h	kgf·m	kcal
1	2.77778×10 ⁻⁷	1.01972×10 ⁻¹	2.38889×10 ⁻⁴
3.600 ×10 ⁶	1	3.67098×10 ⁵	8.6000 ×10 ²
9.80665	2.72407×10 ⁻⁶	1	2.34270×10 ⁻³
4.18605×10 ³	1.16279×10 ⁻³	4.26858×10 ²	1

注1) 1J=1W·s, 1J=1N·m
1cal=4.18605J
(据计量法而定)

●功率(功率、动力)热流

W	kgf·m/s	PS	kcal/h
1	1.01972×10 ⁻¹	1.35962×10 ⁻³	8.6000 ×10 ⁻¹
9.80665	1	1.33333×10 ⁻²	8.43371
7.355 ×10 ²	7.5 ×10	1	6.32529×10 ²
1.16279	1.18572×10 ⁻¹	1.58095×10 ⁻³	1

注1) 1W=1J/s, PS:马力
1PS=0.7355kW
(据计量法和施工法而定)
1cal=4.18605J
(据计量法而定)

金属材料代号对照表

■ 碳钢

日本	德国		英制		法国	意大利	西班牙	瑞典	美国	中国
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
STKM 12A STKM 12C	1.0038	RSt.37-2	4360 40 C	—	E 24-2 Ne	—	—	1311	A570.36	15
—	1.0401	C15	080M15	—	CC12	C15, C16	F.111	1350	1015	15
—	1.0402	C22	050A20	2C	CC20	C20, C21	F.112	1450	1020	20
SUM22	1.0715	9SMn28	230M07	1A	S250	CF9SMn28	F.2111 11SMn28	1912	1213	Y15
SUM22L	1.0718	9SMnPb28	—	—	S250Pb	CF9SMnPb28	11SMnPb28	1914	12L13	—
—	1.0722	10SPb20	—	—	10PbF2	CF10Pb20	10SPb20	—	—	—
—	1.0736	9SMn36	240M07	1B	S300	CF9SMn36	12SMn35	—	1215	Y13
—	1.0737	9SMnPb36	—	—	S300Pb	CF9SMnPb36	12SMnP35	1926	12L14	—
S15C	1.1141	Ck15	080M15	32C	XC12	C16	C15K	1370	1015	15
S25C	1.1158	Ck25	—	—	—	—	—	—	1025	25
—	1.8900	StE380	4360 55 E	—	—	FeE390KG	—	2145	A572-60	—
—	1.0501	C35	060A35	—	CC35	C35	F.113	1550	1035	35
—	1.0503	C45	080M46	—	CC45	C45	F.114	1650	1045	45
—	1.0726	35S20	212M36	8M	35MF4	—	F210G	1957	1140	—
—	1.1157	40Mn4	150M36	15	35M5	—	—	—	1039	40Mn
SMn438(H)	1.1167	36Mn5	—	—	40M5	—	36Mn5	2120	1335	35Mn2
SCMn1	1.1170	28Mn6	150M28	14A	20M5	C28Mn	—	—	1330	30Mn
S35C	1.1183	Cf35	060A35	—	XC38TS	C36	—	1572	1035	35Mn
S45C	1.1191	Ck45	080M46	—	XC42	C45	C45K	1672	1045	Ck45
S50C	1.1213	Cf53	060A52	—	XC48TS	C53	—	1674	1050	50
—	1.0535	C55	070M55	9	—	C55	—	1655	1055	55
—	1.0601	C60	080A62	43D	CC55	C60	—	—	1060	60
S55C	1.1203	Ck55	070M55	—	XC55	C50	C55K	—	1055	55
S58C	1.1221	Ck60	080A62	43D	XC60	C60	—	1678	1060	60Mn
—	1.1274	Ck101	060A96	—	XC100	—	F.5117	1870	1095	—
SK3	1.1545	C105W1	BW1A	—	Y105	C36KU	F.5118	1880	W1	—
SUP4	1.1545	C105W1	BW2	—	Y120	C120KU	F.515	2900	W210	—

■ 合金钢

日本	德国		英制		法国	意大利	西班牙	瑞典	美国	中国
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
SM400A, SM400B SM400C	1.0144	St.44.2	4360 43 C	—	E28-3	—	—	1412	A573-81	—
SM490A, SM490B SM490C	1.0570	St52-3	4360 50 B	—	E36-3	Fe52BFN Fe52CFN	—	2132	—	—
—	1.0841	St52-3	150M19	—	20MC5	Fe52	F.431	2172	5120	—
—	1.0904	55Si7	250A53	45	55S7	55Si8	56Si7	2085	9255	55Si2Mn
—	1.0961	60SiCr7	—	—	60SC7	60SiCr8	60SiCr8	—	9262	—
SUJ2	1.3505	100Cr6	534A99	31	100C6	100Cr6	F.131	2258	ASTM 52100	GCr15
—	1.5415	15Mo3	1501-240	—	15D3	16Mo3KW	16Mo3	2912	ASTM A204Gr.A	—
—	1.5423	16Mo5	1503-245-420	—	—	16Mo5	16Mo5	—	4520	—
—	1.5622	14Ni6	—	—	16N6	14Ni6	15Ni6	—	ASTM A350LF5	—
—	1.5662	X8Ni9	1501-509-510	—	—	X10Ni9	XBNI09	—	ASTM A353	—
SNC236	1.5710	36NiCr6	640A35	111A	35NC6	—	—	—	3135	—
SNC415(H)	1.5732	14NiCr10	—	—	14NC11	16NiCr11	15NiCr11	—	3415	—
SNC815(H)	1.5752	14NiCr14	655M13	36A	12NC15	—	—	—	3415, 3310	—
SNCM220(H)	1.6523	21NiCrMo2	805M20	362	20NCD2	20NiCrMo2	20NiCrMo2	2506	8620	—
SNCM240	1.6546	40NiCrMo22	311-Type 7	—	—	40NiCrMo2(KB)	40NiCrMo2	—	8740	—
—	1.6587	17CrNiMo6	820A16	—	18NCD6	—	14NiCrMo13	—	—	—
SCr415(H)	1.7015	15Cr3	523M15	—	12C3	—	—	—	5015	15Cr

日本	德国		英制		法国	意大利	西班牙	瑞典	美国	中国
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
SCr440	1.7045	42Cr4	—	—	—	—	42Cr4	2245	5140	40Cr
SUP9(A)	1.7176	55Cr3	527A60	48	55C3	—	—	—	5155	20CrMn
SCM415(H)	1.7262	15CrMo5	—	—	12CD4	—	12CrMo4	2216	—	—
—	1.7335	13CrMo4 4	1501-620Gr27	—	15CD3.5 15CD4.5	14CrMo45	14CrMo45	—	ASTM A182 F11, F12	—
—	1.7380	10CrMo910	1501-622 Gr31, 45	—	12CD9 12CD10	12CrMo9 12CrMo10	TU.H	2218	ASTM A182 F.22	—
—	1.7715	14MoV63	1503-660-440	—	—	—	13MoCrV6	—	—	—
—	1.8523	39CrMoV13 9	897M39	40C	—	36CrMoV12	—	—	—	—
—	1.6511	36CrNiMo4	816M40	110	40NCD3	38NiCrMo4(KB)	35NiCrMo4	—	9840	—
—	1.6582	34CrNiMo6	817M40	24	35NCD6	35NiCrMo6(KB)	—	2541	4340	40CrNiMoA
SCr430(H)	1.7033	34Cr4	530A32	18B	32C4	34Cr4(KB)	35Cr4	—	5132	35Cr
SCr440(H)	1.7035	41Cr4	530M40	18	42C4	41Cr4	42Cr4	—	5140	40Cr
—	1.7131	16MnCr5	(527M20)	—	16MC5	16MnCr5	16MnCr5	2511	5115	18CrMn
SCM420 SCM430	1.7218	25CrMo4	1717CDS110 708M20	—	25CD4	25CrMo4(KB)	55Cr3	2225	4130	30CrMn
SCM432 SCCRM3	1.7220	34CrMo4	708A37	19B	35CD4	35CrMo4	34CrMo4	2234	4137 4135	35CrMo
SCM 440	1.7223	41CrMo4	708M40	19A	42CD4TS	41CrMo4	42CrMo4	2244	4140 4142	40CrMoA
SCM440(H)	1.7225	42CrMo4	708M40	19A	42CD4	42CrMo4	42CrMo4	2244	4140	42CrMo 42CrMnMo
—	1.7361	32CrMo12	722M24	40B	30CD12	32CrMo12	F.124.A	2240	—	—
SUP10	1.8159	50CrV4	735A50	47	50CV4	50CrV4	51CrV4	2230	6150	50CrVA
—	1.8509	41CrAlMo7	905M39	41B	40CAD6 40CAD2	41CrAlMo7	41CrAlMo7	2940	—	—
—	1.2067	100Cr6	BL3	—	Y100C6	—	100Cr6	—	L3	CrV, 9SiCr
SKS31 SKS2, SKS3	1.2419	105WCr6	—	—	105WC13	100WCr6 107WCr5KU	105WCr5	2140	—	CrWMo
SKT4	1.2713	55NiCrMoV6	BH224/5	—	55NCDV7	—	F.520.S	—	L6	5CrNiMo
—	1.5662	X8Ni9	1501-509	—	—	X10Ni9	XBNI09	—	ASTM A353	—
—	1.5680	12Ni19	—	—	Z18N5	—	—	—	2515	—
—	1.6657	14NiCrMo134	832M13	36C	—	15NiCrMo13	14NiCrMo131	—	—	—
SKD1	1.2080	X210Cr12	BD3	—	Z200C12	X210Cr13KU X250Cr12KU	X210Cr12	—	D3 ASTM D3	Cr12
SKD11	1.2601	X153CrMoV12	BD2	—	—	X160CrMoV12	—	—	D2	Cr12MoV
SKD12	1.2363	X100CrMoV5	BA2	—	Z100CDV5	X100CrMoV5	F.5227	2260	A2	Cr5Mo1V
SKD61	1.2344	X40CrMoV51 X40CrMoV51	BH13	—	Z40CDV5	X35CrMoV05KU X40CrMoV51KU	X40CrMoV5	2242	H13 ASTM H13	40CrMoV5
SKD2	1.2436	X210CrW12	—	—	—	X215CrW121KU	X210CrW12	2312	—	—
—	1.2542	45WCrV7	BS1	—	—	45WCrV8KU	45WCrSi8	2710	S1	—
SKD5	1.2581	X30WCrV93	BH21	—	Z30WCV9	X28W09KU	X30WCrV9	—	H21	30WCrV9
—	1.2601	X165CrMoV12	—	—	—	X165CrMoW12KU	X160CrMoV12	2310	—	—
SKS43	1.2833	100V1	BW2	—	Y1105V	—	—	—	W210	V
SKH3	1.3255	S 18-1-2-5	BT4	—	Z80WKCV	X78WCo1805KU	HS18-1-1-5	—	T4	W18Cr4VCo5
SKH2	1.3355	S 18-0-1	BT1	—	Z80WCV	X75W18KU	HS18-0-1	—	T1	—
SCMnH/1	1.3401	G-X120Mn12	Z120M12	—	Z120M12	XG120Mn12	X120MN12	—	—	—
SUH1	1.4718	X45CrSi93	401S45	52	Z45CS9	X45CrSi8	F.322	—	HW3	X45CrSi93
SUH3	1.3343	S6-5-2	4959BA2	—	Z40CSD10	15NiCrMo13	—	2715	D3	—
SKH9, SKH51	1.3343	S6/5/2	BM2	—	Z85WDCV	HS6-5-2-2	F.5603	2722	M2	—
—	1.3348	S 2-9-2	—	—	—	HS2-9-2	HS2-9-2	2782	M7	—
SKH55	1.3243	S6/5/2/5	BM35	—	6-5-2-5	HS6-5-2-5	F.5613	2723	M35	—

金属材料代号对照表

■ 不锈钢（铁素体类,马氏体类）

日本	德国		英制		法国	意大利	西班牙	瑞典	美国	中国
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
SUS403	1.4000	X7Cr13	403S17	—	Z6C13	X6Cr13	F.3110	2301	403	0Cr13 1Cr12
—	1.4001	X7Cr14	—	—	—	—	F.8401	—	—	—
SUS416	1.4005	X12CrS13	416S21	—	Z11CF13	X12CrS13	F.3411	2380	416	—
SUS410	1.4006	X10Cr13	410S21	56A	Z10C14	X12Cr13	F.3401	2302	410	1Cr13
SUS430	1.4016	X8Cr17	430S15	60	Z8C17	X8Cr17	F.3113	2320	430	1Cr17
SCS2	1.4027	G-X20Cr14	420C29	56B	Z20C13M	—	—	—	—	—
SUS420J2	1.4034	X46Cr13	420S45	56D	Z40CM Z38C13M	X40Cr14	F.3405	2304	—	4Cr13
—	1.4003	—	405S17	—	Z8CA12	X6CrAl13	—	—	405	—
—	1.4021	—	420S37	—	Z8CA12	X20Cr13	—	2303	420	—
SUS431	1.4057	X22CrNi17	431S29	57	Z15CNi6.02	X16CrNi16	F.3427	2321	431	1Cr17Ni2
SUS430F	1.4104	X12CrMoS17	—	—	Z10CF17	X10CrS17	F.3117	2383	430F	Y1Cr17
SUS434	1.4113	X6CrMo17	434S17	—	Z8CD17.01	X8CrMo17	—	2325	434	1Cr17Mo
SCS5	1.4313	X5CrNi134	425C11	—	Z4CND13.4M	(G)X6CrNi304	—	2385	CA6-NM	—
SUS405	1.4724	X10CrA113	403S17	—	Z10C13	X10CrA112	F.311	—	405	0Cr13Al
SUS430	1.4742	X10CrA118	430S15	60	Z10CAS18	X8Cr17	F.3113	—	430	Cr17
SUH4	1.4747	X80CrNiSi20	443S65	59	Z80CSN20.02	X80CrSiNi20	F.320B	—	HNv6	—
SUH446	1.4762	X10CrA124	—	—	Z10CAS24	X16Cr26	—	2322	446	2Cr25N
SUH35	1.4871	X53CrMnNiN219	349S54	—	Z52CMN21.09	X53CrMnNiN219	—	—	EV8	5Cr2Mn9Ni4N
—	1.4521	X1CrMoTi182	—	—	—	—	—	2326	S44400	—
—	1.4922	X20CrMoV12-1	—	—	—	X20CrMoNi1201	—	2317	—	—
—	1.4542	—	—	—	Z7CNU17-04	—	—	—	630	—

■ 不锈钢（奥氏体类）

日本	德国		英制		法国	意大利	西班牙	瑞典	美国	中国
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
SUS304L	1.4306	X2CrNi1911	304S11	—	Z2CN18.10	X2CrNi18.11	—	2352	304L	0Cr19Ni10
SUS304	1.4350	X5CrNi189	304S11	58E	Z6CN18.09	X5CrNi1810	F.3551 F.3541 F.3504	2332	304	0Cr18Ni9
SUS303	1.4305	X12CrNiS188	303S21	58M	Z10CNF18.09	X10CrNiS18.09	F.3508	2346	303	1Cr18Ni9MoZr
SUS304L	—	—	304C12	—	Z3CN19.10	—	—	2333	—	—
SCS19	1.4306	X2CrNi189	304S12	—	Z2CrNi1810	X2CrNi18.11	F.3503	2352	304L	—
SUS301	1.4310	X12CrNi177	—	—	Z12CN17.07	X12CrNi1707	F.3517	2331	301	Cr17Ni7
SUS304LN	1.4311	X2CrNiN1810	304S62	—	Z2CN18.10	—	—	2371	304LN	—
SUS316	1.4401	X5CrNiMo1810	316S16	58J	Z6CND17.11	X5CrNiMo1712	F.3543	2347	316	0Cr17Ni11Mo2
SCS13	1.4308	G-X6CrNi189	304C15	—	Z6CN18.10M	—	—	—	—	—
SCS14	1.4408	G-X6CrNiMo1810	316C16	—	—	—	F.8414	—	—	—
SCS22	1.4581	G-X5CrNiMoNb1810	318C17	—	Z4CNDNb1812M	XG8CrNiMo1811	—	—	—	—
SUS316LN	1.4429	X2CrNiMoN1813	—	—	Z2CND17.13	—	—	2375	316LN	0Cr17Ni13Mo
—	1.4404	—	316S13	—	Z2CND17.12	X2CrNiMo1712	—	2348	316L	—
SCS16	1.4435	X2CrNiMo1812	316S13	—	Z2CND17.12	X2CrNiMo1712	—	2353	316L	0Cr27Ni12Mo3
SUS316L	—	—	316S13	—	Z6CND18-12-03	X8CrNiMo1713	—	2343, 2347	316	—
SUS317L	1.4438	X2CrNiMo1816	317S12	—	Z2CND19.15	X2CrNiMo1816	—	2367	317L	00Cr19Ni13Mo
—	1.4539	X1NiCrMo	—	—	Z6CNT18.10	—	—	2562	UNS V 0890A	—
SUS321	1.4541	X10CrNiTi189	321S12	58B	Z6CNT18.10	X6CrNiTi1811	F.3553 F.3523	2337	321	1Cr18Ni9Ti
SUS347	1.4550	X10CrNiNb189	347S17	58F	Z6CNNb18.10	X6CrNiNb1811	F.3552 F.3524	2338	347	1Cr18Ni11Nb
—	1.4571	X10CrNiMoTi1810	320S17	58J	Z6CNDT17.12	X6CrNiMoTi1712	F.3535	2350	316Ti	Cr18Ni12Mo2T
—	1.4583	X10CrNiMoNb1812	—	—	Z6CNDNb1713B	X6CrNiMoNb1713	—	—	318	Cr17Ni12Mo3Nb

日本	德国		英制		法国	意大利	西班牙	瑞典	美国	中国
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
SUH309	1.4828	X15CrNiSi2012	309S24	—	Z15CNS20.12	X6CrNi2520	—	—	309	1Cr23Ni13
SUH310	1.4845	X12CrNi2521	310S24	—	Z12CN2520	X6CrNi2520	F.331	2361	310S	OCr25Ni20
SCS17	1.4406	X10CrNi18.08	—	58C	Z1NC DU25.20	—	F.8414	2370	308	—
—	1.4418	X4CrNiMo165	—	—	Z6CND16-04-01	—	—	—	—	—
—	1.4568 1.4504	—	316S111	—	Z8CNA17-07	X2CrNiMo1712	—	—	17-7PH	—
—	1.4563	—	—	—	Z1NC DU31-27-03 Z1CNDU20-18-06AZ	—	—	2584 2378	NO8028 S31254	—
SUS321	1.4878	X12CrNiTi189	321S32	58B, 58C	Z6CNT18.12B	X6CrNiTi18 11	F.3523	—	321	1Cr18Ni9Ti

■ 耐热钢

日本	德国		英制		法国	意大利	西班牙	瑞典	美国	中国
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
SUH330	1.4864	X12NiCrSi3616	—	—	Z12NCS35.16	—	—	—	330	—
SCH15	1.4865	G-X40NiCrSi3818	330C11	—	—	XG50NiCr3919	—	—	HT, HT 50	—

■ 灰铸铁

日本	德国		英制		法国	意大利	西班牙	瑞典	美国	中国
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
—	—	—	—	—	—	—	—	0100	—	—
FC100	—	GG 10	—	—	Ft 10 D	—	—	0110	No 20 B	—
FC150	0.6015	GG 15	Grade 150	—	Ft 15 D	G15	FG15	0115	No 25 B	HT150
FC200	0.6020	GG 20	Grade 220	—	Ft 20 D	G20	—	0120	No 30 B	HT200
FC250	0.6025	GG 25	Grade 260	—	Ft 25 D	G25	FG25	0125	No 35 B	HT250
—	—	—	—	—	—	—	—	—	No 40 B	—
FC300	0.6030	GG 30	Grade 300	—	Ft 30 D	G30	FG30	0130	No 45 B	HT300
FC350	0.6035	GG 35	Grade 350	—	Ft 35 D	G35	FG35	0135	No 50 B	HT350
—	0.6040	GG 40	Grade 400	—	Ft 40 D	—	—	0140	No 55 B	HT400
—	0.6660	GGL NiCr202	L-NiCuCr202	—	L-NC 202	—	—	0523	A436 Type 2	—

■ 球墨铸铁

日本	德国		英制		法国	意大利	西班牙	瑞典	美国	中国
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
FCD400	0.7040	GGG 40	SNG 420/12	—	FCS 400-12	GS 370-17	FGE 38-17	07 17-02	60-40-18	QT400-18
—	—	GGG 40.3	SNG 370/17	—	FGS 370-17	—	—	07 17-12	—	—
—	0.7033	GGG 35.3	—	—	—	—	—	07 17-15	—	—
FCD500	0.7050	GGG 50	SNG 500/7	—	FGS 500-7	GS 500	FGE 50-7	07 27-02	80-55-06	QT500-7
—	0.7660	GGG NiCr202	Grade S6	—	S-NC202	—	—	07 76	A43D2	—
—	—	GGG NiMn137	L-NiMn 137	—	L-MN 137	—	—	07 72	—	—
FCD600	—	GGG 60	SNG 600/3	—	FGS 600-3	—	—	07 32-03	—	QT600-3
FCD700	0.7070	GGG 70	SNG 700/2	—	FGS 700-2	GS 700-2	FGS 70-2	07 37-01	100-70-03	QT700-18

■ 可锻铸铁

日本	德国		英制		法国	意大利	西班牙	瑞典	美国	中国
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
FCMB310	—	—	8 290/6	—	MN 32-8	—	—	08 14	—	—
FCMW330	—	GTS-35	B 340/12	—	MN 35-10	—	—	08 15	32510	—
FCMW370	0.8145	GTS-45	P 440/7	—	Mn 450	GMN45	—	08 52	40010	—
FCMP490	0.8155	GTS-55	P 510/4	—	MP 50-5	GMN55	—	08 54	50005	—
FCMP540	—	GTS-65	P 570/3	—	MP 60-3	—	—	08 58	70003	—
FCMP590	0.8165	GTS-65-02	P 570/3	—	Mn 650-3	GMN 65	—	08 56	A220-70003	—
FCMP690	—	GTS-70-02	P 690/2	—	Mn 700-2	GMN 70	—	08 62	A220-80002	—

模具用钢一览表

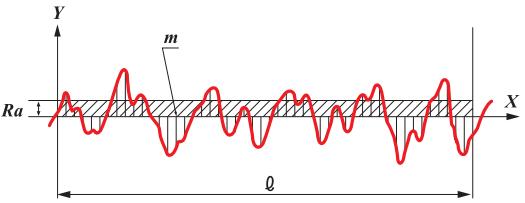
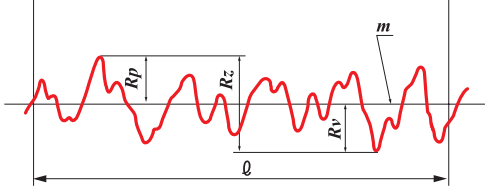
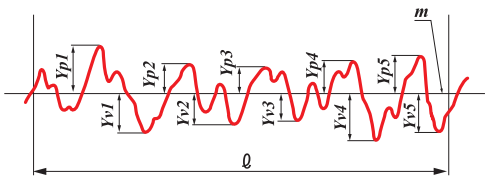
分 类	JIS（其他）	爱知制钢	乌德霍尔姆	神户制钢	住友金属	大同特殊钢	日本高频	日立金属	三菱制钢
机械结构用碳钢	S50C	AUK1		KTSM2A	SD10	PDS1	KPM1		MT50C
	I			KTSM21	SD17	PXZ			
	S55C			KTSM22	SD21				
机械结构用合金钢	SCM440	AUK11		KTSM3A	SD61	PDS3			
	I			KTSM31					
	SCM445		HOLDAX						
碳素工具钢	SK3	SK3				YK3	K3	YC3	
合金工具钢 （冷轧用）	SKS3	SKS3				GOA	KS3	SGT	
	SKS31					GO31	K31		
	SKS93	SK301				YK30	K3M	YCS3	
	SKD1						KD1	CRD	
	SKD11	SKD11		KAD181		DC11	KD11	SLD	
	SKD11	AUD11				DC3	KD11V	SLD2	
	SKD11						KDQ		
	SKD12		RIGOR			DC12	KD12	SCD	
		SX4							
		SX44							
		SX105V					FH5		
		TCD							
						DC53	KD21	SLD8	
						PD613			
						GO4		ACD37	
						GO5		HMD5	
						GO40F		HPM2T	
								YSM	
								HPM31	
								HMD1	
合金工具钢 （冷轧及其他）	(P20)		IMPAX	KTSM3M		PX5	KPM30	HPM2	MT24M
	(P20)							HPM7	
	(P21)			KTSM40EF		NAK55	KAP	HPM1	
				KTSM40E		NAK80	KAP2	HPM50	
合金工具钢 （热轧用）						GLD2		CENA1	
	SKD4					DH4	KD4	YDC	
	SKD5					DH5	KD5	HDC	
	SKD6					DH6	KD6		
	SKD61	SKD61	Over M Suprem			DHA1	KDA	DAC	
	SKD61						MFA		
	SKD62	SKD62				DH62	KDB	DBC	
	SKT4					GFA	KTV	DM	
	SKD7					DH72	KDH1	YEM	
	(H10)					DH73			
	SKD8					DH41	KDF	MDC	
			QRO80M						
								YHD40	
						DH71			
						DH42			
						DH21			
							KDW		
							KDHM		
							AE31		
								YEM4	
	SKT4	SKT4A						YHD50	
	6F4	MPH						YHD26	
	SKT4								
						DH31	KDA1	DAC3	
							KDA5	DAC10	
								DAC40	
						GF78		DAC45	
						DH76		DAC55	
							TD3		
						DH2F	KDAS	FDAC	
								YHD3	
								MDC-K	
								YEM-K	

分 类	JIS（其他）	爱知制钢	乌德霍尔姆	神户制钢	住友金属	大同特殊钢	日本高频	日立金属	三菱制钢
高速工具钢	SKH51					MH51	H51	YXM1	
	SKH55					MH55	HM35	YXM4	
	SKH57					MH57	MV10	XVC5	
						MH8	NK4	YXM60	
						MH24			
						MH7V1			
						MH64			
						VH54	HV2	XVC11	
							HM3	YXM7	
						MH85	KDMV	YXR3	
						MH88	HM9TL	YXR4	
								YXR7	
								YXR35	
粉末高速工具钢			ASP23	KHA32		DEX20		HAP10	
			ASP30	KHA30		DEX40		HAP40	
				KHA3VN		DEX60		HAP50	
				KHA30N		DEX70		HAP63	
				KHA33N		DEX80		HAP72	
				KHA50					
				KHA77					
不锈钢	SUS403					GLD1			
	SUS420		STAVAX			S—STAR	KSP1	HPM38	
	SUS440C		ELMAX(粉末)	KAS440(粉末)		SUS440C	KSP3		
	SUS420							SUS420	
	SUS630					NAK101	U630	PSL	
	(414)								
马氏体时效处理钢						MAS1C	KMS18—20	YAG	DMG300
超耐热合金								HRNC	

表面粗糙度

表面粗糙度

(根据 JIS B 0601-1994.)

种 类	代 号	计算方法	计算方法例(图)
轮廓算术平均偏差	Ra	在粗糙度曲线的中线方向, 取样长度为 l , 并设取样中线为X轴, 纵向倍率方向为Y轴, 用 $y=f(x)$ 表示粗糙度曲线, 此时用下式计算, 取值单位为(μm) $Ra = \frac{1}{l} \int_0^l f(x) dx$	
轮廓最大高度	Rz	在粗糙度曲线的中线方向, 取样长度为 l , 测定粗糙度曲线的峰顶线与谷底线之间的距离, 取值单位为(μm)。 注 计算 Rz 时应避开有伤痕的部位取基准长测量。 $Rz = R_p + R_v$	
微观不平度十点高度	RzJIS	在粗糙度曲线的中线方向, 取样长度为 l , 计算其中最高峰顶至第五峰高度(Y_p)绝对值的平均值与最低谷底至第五谷底高度(Y_v)绝对值的平均值之和。取值单位为(μm) $Rz_{JIS} = \frac{(Y_{p1} + Y_{p2} + Y_{p3} + Y_{p4} + Y_{p5}) + (Y_{v1} + Y_{v2} + Y_{v3} + Y_{v4} + Y_{v5})}{5}$	 $Y_{p1}, Y_{p2}, Y_{p3}, Y_{p4}, Y_{p5}$: 取样长度为l内, 最高峰顶至第五峰的高度。 $Y_{v1}, Y_{v2}, Y_{v3}, Y_{v4}, Y_{v5}$: 取样长度为l内, 最低谷底至第五谷底的高度。

■ 轮廓算术平均偏差(Ra)与原来表示方法的关系(参考数据)

轮廓算术平均偏差 Ra		轮廓最大高度 Rz		微观不平度十点高度 RzJis	Rz • RzJis的 取样长度 l (mm)	以往加工 表面粗糙度代号
标准数列	取样长度 λc (mm)	标准数列				
0.012 a	0.08	0.05s		0.05z	0.08	▽▽▽▽
0.025 a	0.25	0.1 s		0.1 z		
0.05 a		0.2 s		0.2 z		
0.1 a		0.8	0.4 s		0.4 z	
0.2 a	0.8 s			0.8 z		
0.4 a	1.6 s			1.6 z	0.8	
0.8 a	3.2 s			3.2 z		
1.6 a	6.3 s			6.3 z		
3.2 a	2.5	12.5 s		12.5 z		2.5
6.3 a		25 s		25 z		
12.5 a		8	50 s		50 z	8
25 a	100 s			100 z	▽	
50 a	200 s			200 z	—	
100 a	—	400 s		400 z	—	—

※三者之间的换算只是为了使用方便, 无严密性。

※Ra : Rz、RzJIS的评定长度是各自所测取样长度基准长度的5倍。

硬度对照表

钢的布氏硬度的近似换算值

布氏硬度(HB) 10 mm球•载荷3,000 kgf		维氏 硬 度	洛氏硬度				肖氏 硬 度	抗拉强度 (近似值) MPa	布氏硬度(HB) 10 mm球•载荷3,000 kgf		维氏 硬 度	洛氏硬度				肖氏 硬 度	抗拉强度 (近似值) MPa
标准 球	碳化钨球		A标度 载荷60kgf 金刚石 圆锥压印头	B标度 载荷100kgf 直径1.6mm (1/16in)球	C标度 载荷150kgf 金刚石 圆锥压印头	D标度 载荷100kgf 金刚石 圆锥压印头			标准 球	碳化钨球		A标度 载荷60kgf 金刚石 圆锥压印头	B标度 载荷100kgf 直径1.6mm (1/16in)球	C标度 载荷150kgf 金刚石 圆锥压印头	D标度 载荷100kgf 金刚石 圆锥压印头		
			(HRA)	(HRB)	(HRC)	(HRD)						(HRA)	(HRB)	(HRC)	(HRD)		
—	—	940	85.6	—	68.0	76.9	97	—	429	429	455	73.4	—	45.7	59.7	61	1510
—	—	920	85.3	—	67.5	76.5	96	—	415	415	440	72.8	—	44.5	58.8	59	1460
—	—	900	85.0	—	67.0	76.1	95	—	401	401	425	72.0	—	43.1	57.8	58	1390
—	(767)	880	84.7	—	66.4	75.7	93	—	388	388	410	71.4	—	41.8	56.8	56	1330
—	(757)	860	84.4	—	65.9	75.3	92	—	375	375	396	70.6	—	40.4	55.7	54	1270
—	(745)	840	84.1	—	65.3	74.8	91	—	363	363	383	70.0	—	39.1	54.6	52	1220
—	(733)	820	83.8	—	64.7	74.3	90	—	352	352	372	69.3	(110.0)	37.9	53.8	51	1180
—	(722)	800	83.4	—	64.0	73.8	88	—	341	341	360	68.7	(109.0)	36.6	52.8	50	1130
—	(712)	—	—	—	—	—	—	—	331	331	350	68.1	(108.5)	35.5	51.9	48	1095
—	(710)	780	83.0	—	63.3	73.3	87	—	321	321	339	67.5	(108.0)	34.3	51.0	47	1060
—	(698)	760	82.6	—	62.5	72.6	86	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	(684)	740	82.2	—	61.8	72.1	—	—	311	311	328	66.9	(107.5)	33.1	50.0	46	1025
—	(682)	737	82.2	—	61.7	72.0	84	—	302	302	319	66.3	(107.0)	32.1	49.3	45	1005
—	(670)	720	81.8	—	61.0	71.5	83	—	293	293	309	65.7	(106.0)	30.9	48.3	43	970
—	(656)	700	81.3	—	60.1	70.8	—	—	285	285	301	65.3	(105.5)	29.9	47.6	—	950
—	(653)	697	81.2	—	60.0	70.7	81	—	277	277	292	64.6	(104.5)	28.8	46.7	41	925
—	(647)	690	81.1	—	59.7	70.5	—	—	269	269	284	64.1	(104.0)	27.6	45.9	40	895
—	(638)	680	80.8	—	59.2	70.1	80	—	262	262	276	63.6	(103.0)	26.6	45.0	39	875
—	630	670	80.6	—	58.8	69.8	—	—	255	255	269	63.0	(102.0)	25.4	44.2	38	850
—	627	667	80.5	—	58.7	69.7	79	—	248	248	261	62.5	(101.0)	24.2	43.2	37	825
—	—	—	—	—	—	—	—	—	241	241	253	61.8	100	22.8	42.0	36	800
—	—	677	80.7	—	59.1	70.0	—	—	235	235	247	61.4	99.0	21.7	41.4	35	785
—	601	640	79.8	—	57.3	68.7	77	—	229	229	241	60.8	98.2	20.5	40.5	34	765
—	—	640	79.8	—	57.3	68.7	—	—	223	223	234	—	97.3	(18.8)	—	—	—
—	578	615	79.1	—	56.0	67.7	75	—	217	217	228	—	96.4	(17.5)	—	33	725
—	—	607	78.8	—	55.6	67.4	—	—	212	212	222	—	95.5	(16.0)	—	—	705
—	555	591	78.4	—	54.7	66.7	73	2055	207	207	218	—	94.6	(15.2)	—	32	690
—	—	579	78.0	—	54.0	66.1	—	2015	201	201	212	—	93.8	(13.8)	—	31	675
—	534	569	77.8	—	53.5	65.8	71	1985	197	197	207	—	92.8	(12.7)	—	30	655
—	—	533	77.1	—	52.5	65.0	—	1915	192	192	202	—	91.9	(11.5)	—	29	640
—	514	547	76.9	—	52.1	64.7	70	1890	187	187	196	—	90.7	(10.0)	—	—	620
(495)	—	539	76.7	—	51.6	64.3	—	1855	183	183	192	—	90.0	(9.0)	—	28	615
—	—	530	76.4	—	51.1	63.9	—	1825	179	179	188	—	89.0	(8.0)	—	27	600
—	495	528	76.3	—	51.0	63.8	68	1820	174	174	182	—	87.8	(6.4)	—	—	585
(477)	—	516	75.9	—	50.3	63.2	—	1780	170	170	178	—	86.8	(5.4)	—	26	570
—	—	508	75.6	—	49.6	62.7	—	1740	167	167	175	—	86.0	(4.4)	—	—	560
—	477	508	75.6	—	49.6	62.7	66	1740	149	149	156	—	80.8	—	—	23	505
(461)	—	495	75.1	—	48.8	61.9	—	1680	143	143	150	—	78.7	—	—	22	490
—	—	491	74.9	—	48.5	61.7	—	1670	137	137	143	—	76.4	—	—	21	460
—	461	491	74.9	—	48.5	61.7	65	1670	131	131	137	—	74.0	—	—	—	450
444	—	474	74.3	—	47.2	61.0	—	1595	126	126	132	—	72.0	—	—	20	435
—	—	472	74.2	—	47.1	60.8	—	1585	121	121	127	—	69.8	—	—	19	415
—	444	472	74.2	—	47.1	60.8	63	1585	116	116	122	—	67.6	—	—	18	400
—	—	—	—	—	—	—	—	—	111	111	117	—	65.7	—	—	15	385

注1) 此表与AMS Metals Hand book第8版第1卷对应,并为使用方便追加了等价于抗拉强度近似值的公制单位与布氏硬度值,并加以修正。

注2) 1MPa=1N/mm²

注3) 表中括号()内的数值不常用,仅供参考。此表摘自JIS铁钢手册1。

配合尺寸公差表(孔)

基本尺寸的 区分(mm)		孔的公差等级															
>	≤	B10	C9	C10	D8	D9	D10	E7	E8	E9	F6	F7	F8	G6	G7	H6	H7
—	3	+180 +140	+85 +60	+100 +60	+34 +20	+45 +20	+60 +20	+24 +14	+28 +14	+39 +14	+12 +6	+16 +6	+20 +6	+8 +2	+12 +2	+6 0	+10 0
3	6	+188 +140	+100 +70	+118 +70	+48 +30	+60 +30	+78 +30	+32 +20	+38 +20	+50 +20	+18 +10	+22 +10	+28 +10	+12 +4	+16 +4	+8 0	+12 0
6	10	+208 +150	+116 +80	+138 +80	+62 +40	+76 +40	+98 +40	+40 +25	+47 +25	+61 +25	+22 +13	+28 +13	+35 +13	+14 +5	+20 +5	+9 0	+15 0
10	14	+220 +150	+138 +95	+165 +95	+77 +50	+93 +50	+120 +50	+50 +32	+59 +32	+75 +32	+27 +16	+34 +16	+43 +16	+17 +6	+24 +6	+11 0	+18 0
14	18																
18	24	+244 +160	+162 +110	+194 +110	+98 +65	+117 +65	+149 +65	+61 +40	+73 +40	+92 +40	+33 +20	+41 +20	+53 +20	+20 +7	+28 +7	+13 0	+21 0
24	30																
30	40	+270 +170	+182 +120	+220 +120	+119 +80	+142 +80	+180 +80	+75 +50	+89 +50	+112 +50	+41 +25	+50 +25	+64 +25	+25 +9	+34 +9	+16 0	+25 0
40	50	+280 +180	+192 +130	+230 +130													
50	65	+310 +190	+214 +140	+260 +140	+146 +100	+174 +100	+220 +100	+90 +60	+106 +60	+134 +60	+49 +30	+60 +30	+76 +30	+29 +10	+40 +10	+19 0	+30 0
65	80	+320 +200	+224 +150	+270 +150													
80	100	+360 +220	+257 +170	+310 +170	+174 +120	+207 +120	+260 +120	+107 +72	+126 +72	+159 +72	+58 +36	+71 +36	+90 +36	+34 +12	+47 +12	+22 0	+35 0
100	120	+380 +240	+267 +180	+320 +180													
120	140	+420 +260	+300 +200	+360 +200													
140	160	+440 +280	+310 +210	+370 +210	+208 +145	+245 +145	+305 +145	+125 +85	+148 +85	+185 +85	+68 +43	+83 +43	+106 +43	+39 +14	+54 +14	+25 0	+40 0
160	180	+470 +310	+330 +230	+390 +230													
180	200	+525 +340	+355 +240	+425 +240													
200	225	+565 +380	+375 +260	+445 +260	+242 +170	+285 +170	+355 +170	+146 +100	+172 +100	+215 +100	+79 +50	+96 +50	+122 +50	+44 +15	+61 +15	+29 0	+46 0
225	250	+605 +420	+395 +280	+465 +280													
250	280	+690 +480	+430 +300	+510 +300	+271 +190	+320 +190	+400 +190	+162 +110	+191 +110	+240 +110	+88 +56	+108 +56	+137 +56	+49 +17	+69 +17	+32 0	+52 0
280	315	+750 +540	+460 +330	+540 +330													
315	355	+830 +600	+500 +360	+590 +360	+299 +210	+350 +210	+440 +210	+182 +125	+214 +125	+265 +125	+98 +62	+119 +62	+151 +62	+54 +18	+75 +18	+36 0	+57 0
355	400	+910 +680	+540 +400	+630 +400													
400	450	+1010 +760	+595 +440	+690 +440	+327 +230	+385 +230	+480 +230	+198 +135	+232 +135	+290 +135	+108 +68	+131 +68	+165 +68	+60 +20	+83 +20	+40 0	+63 0
450	500	+1090 +840	+635 +480	+730 +480													

备注) 表中各段中,上面值为尺寸允许差上限,下面值为尺寸允许差下限。

单位: μm

孔的公差等级																	
H8	H9	H10	JS6	JS7	K6	K7	M6	M7	N6	N7	P6	P7	R7	S7	T7	U7	X7
+14 0	+25 0	+40 0	± 3	± 5	0 -6	0 -10	-2 -8	-2 -12	-4 -10	-4 -14	-6 -12	-6 -16	-10 -20	-14 -24	—	-18 -28	-20 -30
+18 0	+30 0	+48 0	± 4	± 6	+2 -6	+3 -9	-1 -9	0 -12	-5 -13	-4 -16	-9 -17	-8 -20	-11 -23	-15 -27	—	-19 -31	-24 -36
+22 0	+36 0	+58 0	± 4.5	± 7	+2 -7	+5 -10	-3 -12	0 -15	-7 -16	-4 -19	-12 -21	-9 -24	-13 -28	-17 -32	—	-22 -37	-28 -43
+27 0	+43 0	+70 0	± 5.5	± 9	+2 -9	+6 -12	-4 -15	0 -18	-9 -20	-5 -23	-15 -26	-11 -29	-16 -34	-21 -39	—	-26 -44	-33 -51 -38 -56
+33 0	+52 0	+84 0	± 6.5	± 10	+2 -11	+6 -15	-4 -17	0 -21	-11 -24	-7 -28	-18 -31	-14 -35	-20 -41	-27 -48	— -33 -54	-33 -54 -61	-46 -67 -56 -77
+39 0	+62 0	+100 0	± 8	± 12	+3 -13	+7 -18	-4 -20	0 -25	-12 -28	-8 -33	-21 -37	-17 -42	-25 -50	-34 -59	-39 -64 -45 -70	-51 -76 -61 -86	—
+46 0	+74 0	+120 0	± 9.5	± 15	+4 -15	+9 -21	-5 -24	0 -30	-14 -33	-9 -39	-26 -45	-21 -51	-30 -60 -32 -62	-42 -72 -48 -78	-55 -85 -64 -94	-76 -106 -91 -121	—
+54 0	+87 0	+140 0	± 11	± 17	+4 -18	+10 -25	-6 -28	0 -35	-16 -38	-10 -45	-30 -52	-24 -59	-38 -73 -41 -76	-58 -93 -66 -101	-78 -113 -91 -126	-111 -146 -131 -166	—
+63 0	+100 0	+160 0	± 12.5	± 20	+4 -21	+12 -28	-8 -33	0 -40	-20 -45	-12 -52	-36 -61	-28 -68	-48 -88 -50 -90 -53 -93	-77 -117 -85 -125 -93 -133	-107 -147 -119 -159 -131 -171	—	—
+72 0	+115 0	+185 0	± 14.5	± 23	+5 -24	+13 -33	-8 -37	0 -46	-22 -51	-14 -60	-41 -70	-33 -79	-60 -106 -63 -109 -67 -113	-105 -151 -113 -159 -123 -169	—	—	—
+81 0	+130 0	+210 0	± 16	± 26	+5 -27	+16 -36	-9 -41	0 -52	-25 -57	-14 -66	-47 -79	-36 -88	-74 -126 -78 -130	—	—	—	—
+89 0	+140 0	+230 0	± 18	± 28	+7 -29	+17 -40	-10 -46	0 -57	-26 -62	-16 -73	-51 -87	-41 -98	-87 -144 -93 -150	—	—	—	—
+97 0	+155 0	+250 0	± 20	± 31	+8 -32	+18 -45	-10 -50	0 -63	-27 -67	-17 -80	-55 -95	-45 -108	-103 -166 -109 -172	—	—	—	—

配合尺寸公差表(轴)

基本尺寸的 区分(mm)		轴的公差等级														
>	≤	b9	c9	d8	d9	e7	e8	e9	f6	f7	f8	g5	g6	h5	h6	h7
—	3	-140 -165	-60 -85	-20 -34	-20 -45	-14 -24	-14 -28	-14 -39	-6 -12	-6 -16	-6 -20	-2 -6	-2 -8	0 -4	0 -6	0 -10
3	6	-140 -170	-70 -100	-30 -48	-30 -60	-20 -32	-20 -38	-20 -50	-10 -18	-10 -22	-10 -28	-4 -9	-4 -12	0 -5	0 -8	0 -12
6	10	-150 -186	-80 -116	-40 -62	-40 -76	-25 -40	-25 -47	-25 -61	-13 -22	-13 -28	-13 -35	-5 -11	-5 -14	0 -6	0 -9	0 -15
10	14	-150 -193	-95 -138	-50 -77	-50 -93	-32 -50	-32 -59	-32 -75	-16 -27	-16 -34	-16 -43	-6 -14	-6 -17	0 -8	0 -11	0 -18
14	18															
18	24	-160 -212	-110 -162	-65 -98	-65 -117	-40 -61	-40 -73	-40 -92	-20 -33	-20 -41	-20 -53	-7 -16	-7 -20	0 -9	0 -13	0 -21
24	30															
30	40	-170 -232	-120 -182	-80 -80	-80 -80	-50 -50	-50 -50	-50 -50	-25 -25	-25 -25	-25 -25	-9 -9	-9 -9	0 0	0 0	0 0
40	50	-180 -242	-130 -192	-119 -119	-142 -142	-75 -75	-89 -89	-112 -112	-41 -41	-50 -50	-64 -64	-20 -20	-25 -25	-11 -11	-16 -16	-25 -25
50	65	-190 -264	-140 -214	-100 -100	-100 -100	-60 -60	-60 -60	-60 -60	-30 -30	-30 -30	-30 -30	-10 -10	-10 -10	0 0	0 0	0 0
65	80	-200 -274	-150 -224	-146 -146	-174 -174	-90 -90	-106 -106	-134 -134	-49 -49	-60 -60	-76 -76	-23 -23	-29 -29	-13 -13	-19 -19	-30 -30
80	100	-220 -307	-170 -257	-120 -120	-120 -120	-72 -72	-72 -72	-72 -72	-36 -36	-36 -36	-36 -36	-12 -12	-12 -12	0 0	0 0	0 0
100	120	-240 -327	-180 -267	-174 -174	-207 -207	-107 -107	-126 -126	-159 -159	-58 -58	-71 -71	-90 -90	-27 -27	-34 -34	-15 -15	-22 -22	-35 -35
120	140	-260 -360	-200 -300													
140	160	-280 -380	-210 -310	-145 -208	-145 -245	-85 -125	-85 -148	-85 -185	-43 -68	-43 -83	-43 -106	-14 -32	-14 -39	0 -18	0 -25	0 -40
160	180	-310 -410	-230 -330													
180	200	-340 -455	-240 -355													
200	225	-380 -495	-260 -375	-170 -242	-170 -285	-100 -146	-100 -172	-100 -215	-50 -79	-50 -96	-50 -122	-15 -35	-15 -44	0 -20	0 -29	0 -46
225	250	-420 -535	-280 -395													
250	280	-480 -610	-300 -430	-190 -190	-190 -190	-110 -110	-110 -110	-110 -110	-56 -56	-56 -56	-56 -56	-17 -17	-17 -17	0 0	0 0	0 0
280	315	-540 -670	-330 -460	-271 -271	-320 -320	-162 -162	-191 -191	-240 -240	-88 -88	-108 -108	-137 -137	-40 -40	-49 -49	-23 -23	-32 -32	-52 -52
315	355	-600 -740	-360 -500	-210 -210	-210 -210	-125 -125	-125 -125	-125 -125	-62 -62	-62 -62	-62 -62	-18 -18	-18 -18	0 0	0 0	0 0
355	400	-680 -820	-400 -540	-299 -299	-350 -350	-182 -182	-214 -214	-265 -265	-98 -98	-119 -119	-151 -151	-43 -43	-54 -54	-25 -25	-36 -36	-57 -57
400	450	-760 -915	-440 -595	-230 -230	-230 -230	-135 -135	-135 -135	-135 -135	-68 -68	-68 -68	-68 -68	-20 -20	-20 -20	0 0	0 0	0 0
450	500	-840 -995	-480 -635	-327 -327	-385 -385	-198 -198	-232 -232	-290 -290	-108 -108	-131 -131	-165 -165	-47 -47	-60 -60	-27 -27	-40 -40	-63 -63

备注) 表中各段中,上面值为尺寸允许差上限,下面值为尺寸允许差下限。

单位: μm

轴的公差等级															
h8	h9	js5	js6	js7	k5	k6	m5	m6	n6	p6	r6	s6	t6	u6	x6
0 -14	0 -25	± 2	± 3	± 5	+4 0	+6 0	+6 +2	+8 +2	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+20 +14	—	+24 +18	+26 +20
0 -18	0 -30	± 2.5	± 4	± 6	+6 +1	+9 +1	+9 +4	+12 +4	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19	—	+31 +23	+36 +28
0 -22	0 -36	± 3	± 4.5	± 7	+7 +1	+10 +1	+12 +6	+15 +6	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	—	+37 +28	+43 +34
0 -27	0 -43	± 4	± 5.5	± 9	+9 +1	+12 +1	+15 +7	+18 +7	+23 +12	+29 +18	+34 +23	+39 +28	—	+44 +33	+51 +40 +56 +45
0 -33	0 -52	± 4.5	± 6.5	± 10	+11 +2	+15 +2	+17 +8	+21 +8	+28 +15	+35 +22	+41 +28	+48 +35	— +54 +41	+54 +41 +61 +48	+67 +54 +77 +64
0 -39	0 -62	± 5.5	± 8	± 12	+13 +2	+18 +2	+20 +9	+25 +9	+33 +17	+42 +26	+50 +34	+59 +43	+64 +48 +70 +54	+76 +60 +86 +70	—
0 -46	0 -74	± 6.5	± 9.5	± 15	+15 +2	+21 +2	+24 +11	+30 +11	+39 +20	+51 +32	+60 +41 +62 +43	+72 +53 +78 +59	+85 +66 +94 +75	+106 +87 +121 +102	—
0 -54	0 -87	± 7.5	± 11	± 17	+18 +3	+25 +3	+28 +13	+35 +13	+45 +23	+59 +37	+73 +51 +76 +54	+93 +71 +101 +79	+113 +91 +126 +104	+146 +124 +166 +144	—
0 -63	0 -100	± 9	± 12.5	± 20	+21 +3	+28 +3	+33 +15	+40 +15	+52 +27	+68 +43	+88 +63 +90 +65 +93 +68	+117 +92 +125 +100 +133 +108	+147 +122 +159 +134 +171 +146	—	—
0 -72	0 -115	± 10	± 14.5	± 23	+24 +4	+33 +4	+37 +17	+46 +17	+60 +31	+79 +50	+106 +77 +109 +80 +113 +84	+151 +122 +159 +130 +169 +140	—	—	—
0 -81	0 -130	± 11.5	± 16	± 26	+27 +4	+36 +4	+43 +20	+52 +20	+66 +34	+88 +56	+126 +94 +130 +98	—	—	—	—
0 -89	0 -140	± 12.5	± 18	± 28	+29 +4	+40 +4	+46 +21	+57 +21	+73 +37	+98 +62	+144 +108 +150 +114	—	—	—	—
0 -97	0 -155	± 13.5	± 20	± 31	+32 +5	+45 +5	+50 +23	+63 +23	+80 +40	+108 +68	+166 +126 +172 +132	—	—	—	—

锥度规格

图1
螺栓拉紧锥部

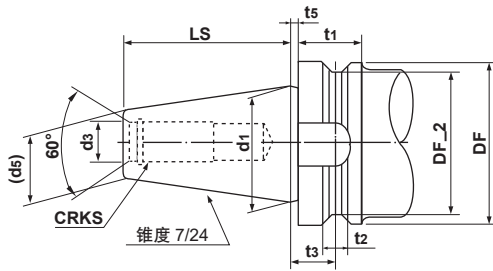
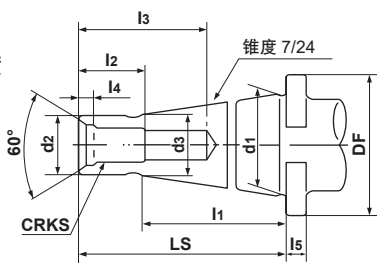


图2
日本国家标准锥度



●表1 螺栓拉紧锥部 (图1)

型号	DF	DF_2	t1	t2	t3	t5	d1	d3	LS	CRKS	d5
BT35	53	43	20	10	13.0	2	38.1	13	56.5	M12×1.75	21.62
BT40	63	53	25	10	16.6	2	44.45	17	65.4	M16×2	25.3
BT45	85	73	30	12	21.2	3	57.15	21	82.8	M20×25	33.1
BT50	100	85	35	15	23.2	3	69.85	25	101.8	M24×3	40.1
BT60	155	135	45	20	28.2	3	107.95	31	161.8	M30×3.5	60.7

●表2 日本国家标准锥度 (图2)

型号	d1	d2	LS	l1	CRKS		l2	l3	d3	l4	DF	l5
					公制螺纹	威氏螺纹						
NT30	31.75	17.4	70	50	M12	W 1/2	24	50	16.5	6	50	8
NT40	44.45	25.3	95	67	M16	W 5/8	30	70	24	7	63	10
NT50	69.85	39.6	130	105	M24	W 1	45	90	38	11	100	13
NT60	107.95	60.2	210	165	M30	W 1 1/4	56	110	58	12	170	15

图3
莫氏锥度
(带扁尾刀柄)

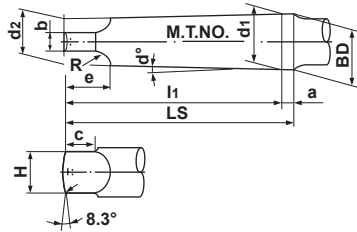
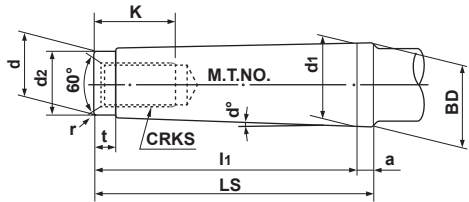


图4
莫氏锥度
(带螺纹刀柄)



●表3 带扁尾刀柄 (图3)

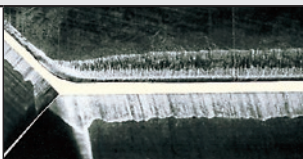
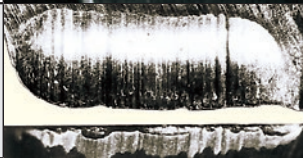
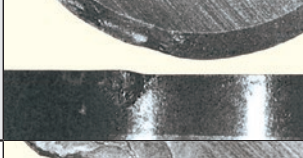
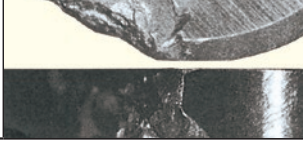
莫氏 锥度号	d1	a	BD	d2	H	l1	LS	d	c	e	R	r
0	9.045	3	9.201	6.104	6	56.5	59.5	3.9	6.5	10.5	4	1
1	12.065	3.5	12.240	8.972	8.7	62.0	65.5	5.2	8.5	13.5	5	1.2
2	17.780	5	18.030	14.034	13.5	75.0	80.0	6.3	10	16	6	1.6
3	23.825	5	24.076	19.107	18.5	94.0	99	7.9	13	20	7	2
4	31.267	6.5	31.605	25.164	24.5	117.5	124	11.9	16	24	8	2.5
5	44.399	6.5	44.741	36.531	35.7	149.5	156	15.9	19	29	10	3
6	63.348	8	63.765	52.399	51.0	210.0	218	19	27	40	13	4
7	83.058	10	83.578	68.185	66.8	286.0	296	28.6	35	54	19	5

●表4 带螺纹刀柄 (图4)

莫氏 锥度号	d1	a	BD	d	d2	l1	LS	t	r	CRKS	K
0	9.045	3	9.201	6.442	6	50	53	4	0.2	—	—
1	12.065	3.5	12.240	9.396	9	53.5	57	5	0.2	M6	16
2	17.780	5	18.030	14.583	14	64	69	5	0.2	M10	24
3	23.825	5	24.076	19.759	19	81	86	7	0.6	M12	28
4	31.267	6.5	31.605	25.943	25	102.5	109	9	1.0	M16	32
5	44.399	6.5	44.741	37.584	35.7	129.5	136	9	2.5	M20	40
6	63.348	8	63.765	53.859	51	182	190	12	4.0	M24	50
7	83.058	10	83.578	70.052	65	250	260	18.5	5.0	M33	80

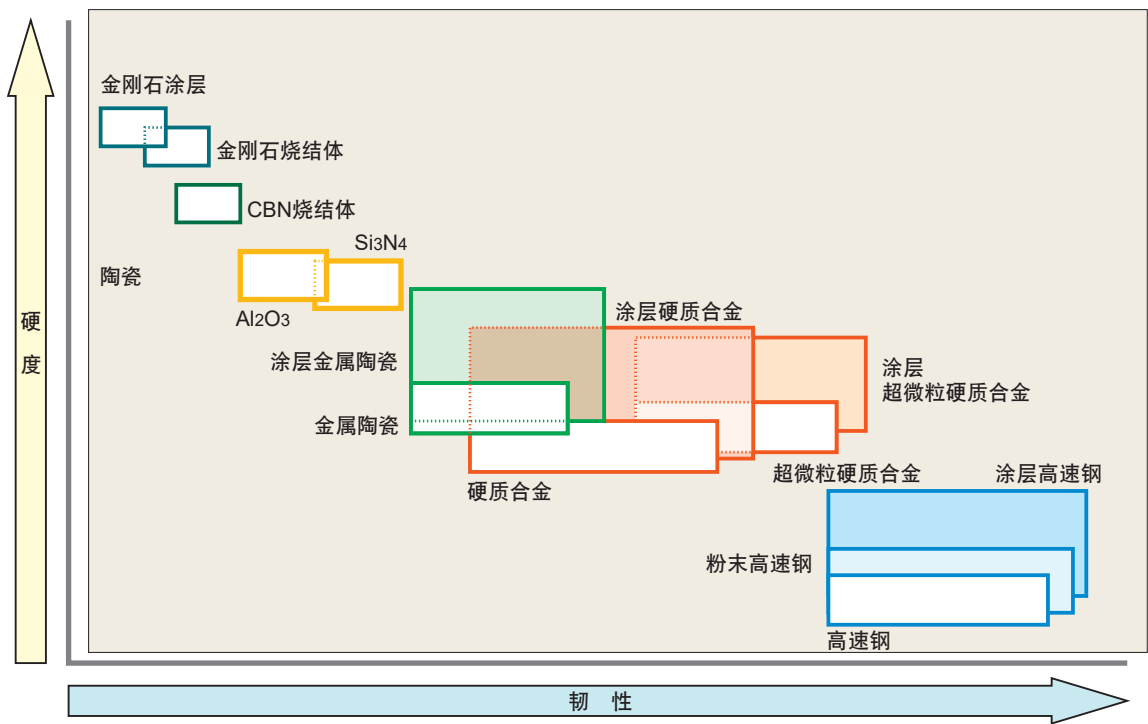
刀具的磨损与各类损伤

刀具的损伤与对策

刀具损伤形态		原因	对策
后刀面磨损		• 刀具材料过软 • 切削速度过高 • 后角过小 • 进给量太小	• 选用耐磨性高的刀具材料 • 降低切削速度 • 增大后角 • 加大进给量
前刀面磨损 (月牙洼磨损)		• 刀具材料过软 • 切削速度过高 • 进给量太大	• 选用耐磨性高的刀具材料 • 降低切削速度 • 降低进给量
崩刃		• 刀具材料过硬 • 进给量大 • 切削刃强度不足 • 刀杆、刀柄刚性不足	• 选用韧性好的刀具材料 • 降低进给量 • 加大刃口修磨量 (若是倒圆,将其改为倒棱) • 加大刀杆尺寸
破损		• 刀具材料过硬 • 进给量大 • 切削刃强度不足 • 刀杆、刀柄刚性不足	• 选用韧性好的刀具材料 • 降低进给量 • 加大刃口修磨量 (若是倒圆,将其改为倒棱) • 加大刀杆尺寸
塑性变形 (刀刃塌下)		• 刀具材料过软 • 切削速度过高 • 切削深度、进给量太大 • 切削刃温度过高	• 选用耐磨性高的刀具材料 • 降低切削速度 • 减小切削深度、进给量 • 选用导热系数高的刀具材料
积屑瘤 (粘结)		• 切削速度低 • 切削刃不锋利 • 刀具材料不适合	• 提高切削速度 (S45C为80m/min以上) • 增大前角 • 选用亲和力小的刀具材料 (涂层,金属陶瓷材料)
热龟裂		• 切削热引起的膨胀与收缩 • 刀具材料过硬 ※特别在铣削时	• 干式切削 (湿式切削时,必须有充足的冷却液) • 选用韧性好的刀具材料
边界磨损		• 黑皮部分和加工硬化层造成工件表面硬化 • 锯齿状切屑造成摩擦 (由微振产生)	• 选用耐磨性高的刀具材料 • 增大前角使切削刃锋利
剥落		• 切削刃上粘结 • 切屑排出不畅	• 增大前角使切削刃锋利 • 增大刀片容屑槽
后刀面磨损 破损 ※ 本损伤发生在超高压 烧结体		• 典型的切削刃强度不足所发生的破损	• 加大刃口修磨量 • 选用耐破损性好的材料
前刀面磨损 (月牙洼磨损) 破损 ※ 本损伤发生在超高压 烧结体		• 刀具材料过软 • 切削力大, 切削温度高	• 选用耐磨性高的材料 • 减小刃口修磨量

切削刀具材料

下图是以高温硬度为纵轴，韧性为横轴的各种刀具材料的图示。
现在，硬质合金、涂层硬质合金、TiC-TiN系金属陶瓷这三种材料因其同时具备了高温硬度与韧性，成为市场上的主流材料。

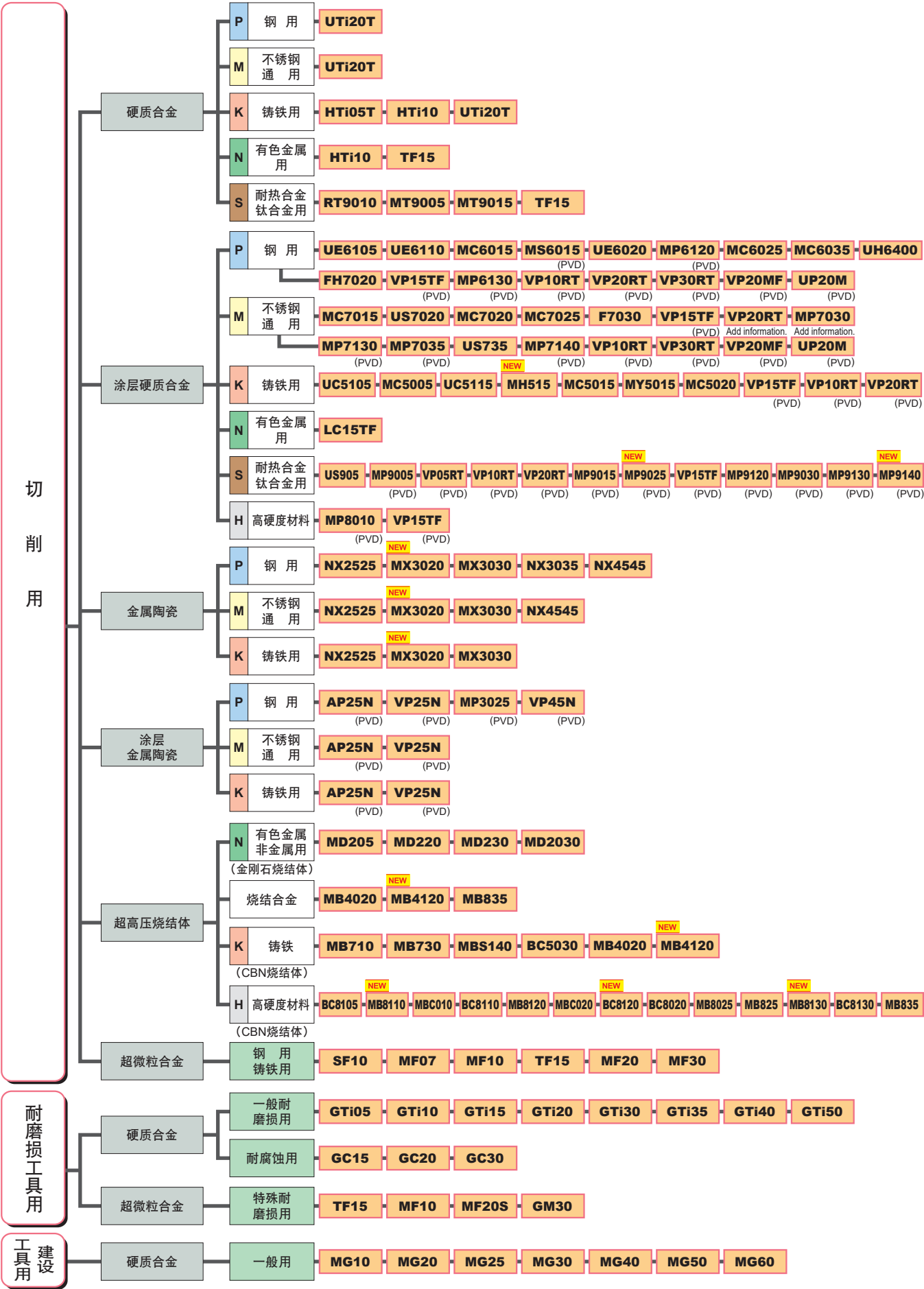


各种硬质材料的特性

硬质材料	硬度 (Hv)	自由能 (kcal/g・atom)	对铁的溶解量 (%.1250℃)	导热系数 (W/m・k)	热膨胀系数 (×10 ⁻⁶ /k) ※	适用刀具材料
金刚石(C)	>9000	—	易反应	2100	3.1	金刚石烧结体
立方氮化硼(CBN)	>4500	—	—	1300	4.7	CBN烧结体
氮化硅(Si ₃ N ₄)	1600	—	—	100	3.4	陶瓷
氧化铝(Al ₂ O ₃)	2100	-100	≒0	29	7.8	涂层陶瓷
碳化钛(TiC)	3200	-35	< 0.5	21	7.4	涂层 金属陶瓷 硬质合金
氮化钛(TiN)	2500	-50	—	29	9.4	涂层 金属陶瓷
碳化钽(TaC)	1800	-40	0.5	21	6.3	硬质合金
碳化钨(WC)	2100	-10	7	121	5.2	硬质合金

※1W/m・K=2.39×10⁻³cal/cm・sec・℃

材料系列



超微粒硬质合金材料

	使用分类代号		三菱 综合材料	住友电气	泰珂洛	京瓷	黛杰	三菱日立工具	山特维克	肯纳金属	山高工具
	分类	代号									
切削刀具	Z	Z01	SF10 MF07 MF10	F0	F MD05F MD1508		FZ05 FB05 FB10	NM08	PN90 6UF,H3F 8UF,H6F		
		Z10	HTi10 MF20	XF1 F1 AFU	MD10 MD0508 MD07F	FW30	FZ10 FZ15 FB15	NM10 NM12 NM15	H10F		890
		Z20	TF15 MF30	AF0 SF2 AF1	EM10 MD20 G1F		FZ15 FB15 FB20	BRM20 EF20N	H15F		890 883
		Z30		A1 CC			FZ20 FB20	NM25 NM40			883

金属陶瓷

	使用分类代号		三菱 综合材料	住友电气	泰珂洛	京瓷	黛杰	三菱日立工具	山特维克	肯纳金属	山高工具	伊斯卡
	分类	代号										
车削	P	P01	AP25N [※] VP25N [※]	T110A T1000A	NS520 AT520 [※] GT520 [※] GT720 [※]	TN30 TN610 PV710 [※] PV30 [※] TN6010 PV7010 [※]	LN10 CX50					IC20N IC520N [※]
		P10	NX2525 AP25N [※] VP25N [※]	T1200A T2000Z [※] T1500A T1500Z [※]	NS520 NS730 GT730 [※] NS9530 GT9530 [※] AT9530 [※]	TN60 TN610 PV710 [※] PV60 [※] TN6010 PV7010 [※]	CX50 CX75 PX75 [※]	CZ25 [※]	CT5015 GC1525 [※]	KT315 KT125	TP1020 TP1030 [※] CM CMP [※]	IC20N IC520N [※] IC530N [※]
		P20	NX2525 AP25N [※] VP25N [※] NX3035 MP3025 [※]	T1200A T2500A T2000Z [※] T3000Z [※] T1500A T1500Z [※]	NS530 NS730 GT730 [※] NS9530 GT9530 [※] AT9530 [※]	TN60 PV60 [※] TN620 PV720 [※] TN6020 PV7020 [※] PV7025 [※]	CX75 PX75 [※] PX90 [※]	CH550	GC1525 [※]	KT325 KT1120 KT5020 [※]	TP1020 TP1030 [※]	IC20N IC520N [※] IC30N IC530N [※] IC75T
		P30	MP3025 [※] VP45N [※]	T3000Z [※]		PV7025 [※] PV90 [※]	PX90 [※]					IC75T
	M	M10	NX2525 AP25N [※] VP25N [※]	T110A T1000A T2000Z [※] T1500Z [※]	NS520 AT530 [※] GT530 [※] GT720 [※]	TN60 PV60 [※] TN620 PV720 [※] TN6020 PV7020 [※]	LN10 CX50		GC1525 [※]	KT125	TP1020 TP1030 [※] CM CMP [※]	
		M20	NX2525 AP25N [※] VP25N [※]	T1200A T2000Z [※] T1500A T1500Z [※]	NS530 GT730 [※] NS730	TN90 TN6020 TN620 PV720 [※] PV90 [※] PV7020 [※] PV7025 [※]	CX50 CX75	CH550				
		M30										
	K	K01	NX2525 AP25N [※]	T110A T1000A T2000Z [※] T1500Z [※]	NS710 NS520 AT520 [※] GT520 [※] GT720 [※]	TN30 PV30 [※] PV7005 [※] TN610 PV710 [※] TN6010 PV7010 [※]	LN10					
		K10	NX2525 AP25N [※]	T1200A T2000Z [※] T1500A T1500Z [※]	NS520 GT730 [※] NS730	TN60 PV60 [※] TN6020 TN620 PV720 [※] PV7020 [※] PV7025 [※]	LN10		CT5015	KT325 KT125		
		K20	NX2525 AP25N [※]	T3000Z [※]			CX75					
	铣削	P10	NX2525			TN620M TN60	CX75	MZ1000 [※]			C15M	IC30N
		P20	MX3020 NX2525	T250A	NS530	TN100M TN620M TN60	CX75 CX90	CH550 CH7030 MZ1000 [※] MZ2000 [※]	CT530	KT530M HT7 KT605M	C15M MP1020	IC30N
		P30	MX3030 NX4545	T250A T4500A	NS530 NS540 NS740		CX90 CX99	MZ3000 [※] CH7035				IC30N
		M10	NX2525			TN60 TN620M						IC30N
		M20	MX3020 NX2525		NS530	TN100M TN620M	CX75	CH550 CH7030 MZ1000 [※] MZ2000 [※]	CT530	KT530M HT7 KT605M	C15M	IC30N
		M30	MX3030 NX4545	T250A	NS540 NS740		CX90 CX99	MZ3000 [※] CH7035				
		K01										
		K10	NX2525		NS530	TN60						
		K20	NX2525				CX75			KT530M HT7		

※涂层金属陶瓷

注1) 上表摘自各公司样本和公开刊物,没有取得各公司的认可。

刀具材料对照表

CVD涂层材料

	使用分类代号		三菱 综合材料	住友电气	泰珂洛	京瓷	黛杰	三菱日立工具	山特维克	肯纳金属	山高工具	伊斯卡
	分类	代号										
车削	P	P01	UE6105	AC810P AC700G	T9105 T9005	CA510 CA5505	JC110V	HG8010	GC4305 GC4205	KCP05B KCP05 KC9105	TP0501 TP0500 TP1501 TP1500	IC9150 IC8150 IC428
		P10	UE6105 MC6015 UE6110 MY5015	AC810P AC700G AC820P AC2000 AC8015P	T9105 T9005 T9115 T9215	CA510 CA5505 CA515 CA5515	JC110V JC215V	HG8010 HG8025 GM8020	GC4315 GC4215 GC4325	KCP10B KCP10 KCP25 KC9110	TP1501 TP1500 TP2501 TP2500	IC9150 IC8150 IC8250
		P20	MC6015 UE6110 MC6025 UE6020 MY5015	AC820P AC2000 AC8025P AC830P	T9115 T9125 T9215 T9225	CA025P CA515 CA5515 CA525 CA5525 CR9025	JC110V JC215V	HG8025 GM8020 GM25	GC4315 GC4215 GC4325 GC4225	KCP25B KCP30B KCP25 KC9125	TP2501 TP2500	IC8250 IC9250 IC8350
		P30	MC6025 UE6020 MC6035 UE6035 UH6400	AC8035P AC830P AC630M	T9125 T9135 T9035 T9225	CA025P CA525 CA5525 CA530 CA5535 CR9025	JC215V JC325V	GM25 GM8035	GC4325 GC4335 GC4225 GC4025 GC4235	KCP30B KCP30	TP3501 TP3500 TP3000	IC8350 IC9250 IC9350
		P40	MC6035 UE6035 UH6400	AC8035P AC630M	T9135 T9035	CA530 CA5535	JC325V	GM8035 GX30	GC4235 GC4335	KCP40 KCP40B KC9140 KC9240	TP3501 TP3500 TP3000	IC9350
	M	M10	MC7015 US7020	AC610M AC6020M	T6120 T9215	CA6515	JX605X JC110V		GC2015 GC2220	KCM15B KCM15	TM2000	IC6015 IC8250
		M20	MC7015 US7020 MC7025	AC6020M AC610M AC6030M AC630M	T6120 T9215	CA6515 CA6525	JC110V	HG8025 GM25	GC2015 GC2220	KCM15 KCM25B KCP40B	TM2000	IC6015
		M30	MC7025 US735	AC6030M AC630M	T6130	CA6525	JX525X	GM8035 GX30	GC2025	KCM25 KCM35B KCP40	TM4000	IC6025
		M40	US735	AC6030M AC630M			JX525X	GX30	GC2025	KCM35B KCM35	TM4000	IC6025
	K	K01	MC5005 UC5105	AC405K AC410K AC4010K	T515 T5105	CA4505 CA4010 CA310	JC050W JC105V	HX3505	GC3205 GC3210	KCK05B KCK05	TK0501 TH1500	IC5005
		K10	MC5015 MH515 UC5115 MY5015	AC405K AC4010K AC410K AC4015K AC415K	T515 T5115	CA315 CA4515 CA4010 CA4115	JC108W JC050W JC105V JC110V	HX3515 HG8010	GC3205 GC3210	KCK15B KCK15 KCK20 KC9315 KCK20B	TK0501 TK1501	IC5005 IC5010 IC428
		K20	MC5015 MH515 UC5115 UE6110 MY5015	AC4015K AC415K AC420K AC8025P	T5115 T5125	CA320 CA4515 CA4115 CA4120	JC108W JC110V JC215V	HG8025 GM8020	GC3225	KCK20B KCK20 KCPK05	TK1501	IC5010 IC8150
		K30	UE6110	AC8025P	T5125		JC215	HG8025 GM8020	GC3225	KCPK05		
	S	S01	US905			CA6515 CA6525 CA6535		HS9105 HS9115	S05F			
铣削	P	P10					JC730U				MP1500	IC9080 IC4100 IC9015
		P20	F7030 MC7020	ACP100	T3130 T3225		JC730U	GX2140	GC4220		MP1500 MP2500	IC5500 IC5100 IC520M
		P30	F7030 MC7020	ACP100	T3130 T3225			GX2140 GX2160	GC4330 GC4230	KCPK30 KC930M	MP2500	IC5500 IC4050
		P40						GX2030 GX30 GX2160	GC4340 GC4240	KC935M KC530M		
	M	M10										IC9250
		M20	F7030 MC7020	ACP100 ACM200	T3130 T3225	CA6535	JC730U	AX2040 GX2140		KC925M	MP2500 MM4500	IC520M IC9350
		M30	F7030 FC7020 MC7020	ACP100	T3130 T3225	CA6535		AX2040 GX2140 GX2160 GX30	GC2040	KC930M	MP2500 MM4500	IC9350 IC4050
		M40						GX2030 GX2160 GX30		KC930M KC935M		IC635
	K	K01					JC600					
		K10	MC5020	ACK100	T1215 T1115 T1015	CA420M	JC600					
		K20	MC5020	ACK200	T1115 T1015		JC610		GC3220 GC3330 K20W	KC915M	MK1500 MK2000	IC5100 IC9150
		K30					JC610	GX30	GC3330 GC3040	KC920M KC925M KCPK30 KC930M KC935M	MK2000 MK3000	IC4100 IC4050 IC520M

注1) 上表摘自各公司样本和公开刊物,没有取得各公司的认可。

PVD涂层材料

	使用分类代号		三菱 综合材料	住友电气	泰珂洛	京瓷	黛杰	三菱日立工具	山特维克	肯纳金属	山高工具	伊斯卡
	分类	代号										
车 削	P	P01				PR1005						
		P10	VP10MF MS6015		AH710 SH725	PR1005 PR930 PR1025 PR1115 PR1225 PR1425			GC1125	KCU10 KC5010 KC5510 KU10T	CP200 TS2000	IC250 IC507 IC570 IC807 IC907 IC908
		P20	VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF MS6015	AC520U	AH710 AH725 AH120 SH730 GH730 GH130 SH725	PR930 PR1025 PR1115 PR1225 PR1425 PR1535		IP2000	GC1125 GC15	KCU10 KC5025 KC5525 KU25T	TS2500	IC1007 IC250 IC308 IC507 IC807 IC808 IC907 IC908 IC1008 IC1028 IC3028
		P30	VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF	AC1030U AC530U	AH725 AH120 SH730 GH730 GH130 AH740 J740 SH725	PR1025 PR1225 PR1425 PR1535 PR1625		IP3000	GC1125	KCU25 KC5525 KU25T	CP500	IC228 IC250 IC328 IC330 IC354 IC528 IC1008 IC1028 IC3028
		P40			AH740 J740	PR1535					CP500 CP600	IC228 IC328 IC528 IC928 IC1008 IC1028 IC3028
		P40			AH740 J740	PR1535					CP500 CP600	IC228 IC328 IC528 IC928 IC1008 IC1028 IC3028
	M	M01										
		M10	VP10MF MS6015		AH710 SH725	PR1025 PR1225 PR1425	JC5003 JC8015	IP050S	GC1115 GC15 GC1105	KCU10 KC5010 KC5510	CP200 TS2000	IC354 IC507 IC520 IC807 IC907 IC1007 IC5080T
		M20	VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF	AC520U AC5015S	AH710 AH725 AH120 SH730 GH730 GH130 GH330 AH630 SH725	PR1025 PR1125 PR1225 PR1425 PR915 PR930 PR1535	JC5003 JC5015 JC8015 JC5118	IP100S	GC1115 GC15 GC1125	KCU10 KC5010 KC5510	TS2500 CP500	IC354 IC808 IC908 IC1008 IC1028 IC3028 IC5080T
		M30	VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF MP7035	AC520U AC530U AC1030U AC6040M AC5025S	GH330 AH725 AH120 SH730 GH730 GH130 J740 AH645 SH725	PR1125 PR1425 PR1535	JC5015 JC8015 JC5118		GC1125 GC2035	KCU25 KC5525	CP500 CP600 TTP2050	IC228 IC250 IC328 IC330 IC1008 IC1028 IC9080T
		M40	MP7035	AC530U AC6040M	J740	PR1535	JC5118		GC2035			IC328 IC928 IC1008 IC1028 IC3028 IC9080T
		M40	MP7035	AC530U AC6040M	J740	PR1535	JC5118		GC2035			IC328 IC928 IC1008 IC1028 IC3028 IC9080T
	K	K01										
		K10		AC510U	GH110 AH110 AH710				GC15	KCU10 KC5010 KC5510	CP200 TS2000	IC350 IC910 IC1008
		K20	VP10RT VP20RT VP15TF		GH110 AH110 AH710 AH725 AH120 GH730 GH130					KCU15 KCU25	CP200 TS2000 TS2500	IC228 IC350 IC808 IC830 IC908 IC1007 IC1008
		K30	VP10RT VP20RT VP15TF		AH725 AH120 GH730 GH130					KCU25 KC5525	CP500	IC228 IC350 IC808 IC830 IC908 IC928 IC1007 IC1008
	S	S01	MP9005 VP05RT		AH905 AH8005	PR005S PR1305	JC5003 JC8015	JP9105			TH1000	IC507 IC804 IC807 IC907 IC5080T
		S10	MP9005 MP9015 VP10RT	AC510U AC5015S	AH905 SH730 AH110 AH8005 AH120	PR005S PR015S PR1310	JC5003 JC5015 JC8015	JP9115	GC1105 GC15	KCU10 KC5010 KC5410 KC5510	CP200 CP250 TS2000 TS2050 TS2500 TH1000	IC507 IC806 IC807 IC903 IC5080T
		S20	MP9015 MT9015	AC510U AC520U AC5025S	AH120 AH725 AH8015	PR015S PR1125 PR1325	JC5015 JC8015 JC5118		GC1125	KCU10 KCU25 KC5025 KC5525	TS2500 CP500	IC228 IC300 IC328 IC808 IC908 IC928 IC3028 IC806 IC9080T
		S30	MP9025 VP15TF VP20RT	AC1030U	AH725	PR1125 PR1535	JC5118		GC1125	KC5525	CP600	IC928 IC830
铣 削	P	P01					JC8003	ATH80D ATH08M TH308 PN208 JP4105 PN15M				IC903
		P10		ACP200		PR830 PR1225	JC8003 JC8015 JC5015 JC5118	PN15M PN215 PCA12M JP4115	GC1010 GC1130	KC505M KC715M KC510M KC515M		IC250 IC350 IC808 IC810 IC900 IC903 IC908 IC910 IC950
		P20	MP6120 VP15TF	ACP200	AH725 AH120 GH330 AH330	PR830 PR1225 PR1230 PR1525	JC5015 JC5040 JC6235 JC8015 JC5118 JC6235 JC7560P JC8118P	CY9020 JP4120 CY150	GC1010 GC1030 GC1130 GC2030	KC522M KC525M KC527M KC610M KC620M KC635M KC715M KC720M KC730M KTPK20	F25M MP3000	IC250 IC300 IC328 IC330 IC350 IC808 IC810 IC830 IC900 IC908 IC910 IC928 IC950 IC1008

注1) 上表摘自各公司样本和公开刊物,没有取得各公司的认可。

刀具材料对照表

PVD涂层材料

	使用分类代号		三菱 综合材料	住友电气	泰珂洛	京瓷	黛杰	三菱日立工具	山特维克	肯纳金属	山高工具	伊斯卡
	分类	代号										
铣削	P	P30	MP6120 VP15TF MP6130 VP30RT	ACP200 ACP300	AH725 AH120 AH130 AH140 GH130 AH730 AH3035	PR1230 PR1525	JC6235 JC7560 JC8050 JC7560P JC5015 JC8118 JC5040 JC8118P JC8015 JC5118	JS4045 CY250 CY250V CY25 HC844	GC1010 GC1030 GC2030 GC1130	KC735M KC725M KC530M KC537M KCPM40	F25M MP3000 F30M MP2050	IC250 IC300 IC328 IC330 IC350 IC830 IC845 IC900 IC928 IC950 IC1008
	P40	VP30RT	ACP300	AH140 AH3035	PR1525	JC6235 JC7560 JC8050 JC7560P JC5040 JC8118 JC5118 JC8118P JC5118	JS4060 PTH30E PTH40H JX1060 JS4060	GC2030 GC1030 GC1130	KC735M KC537M KCPM40	F40M T60M	IC300 IC328 IC330 IC830 IC928 IC1008	
	M	M01						PN08M PN208				IC907
		M10		ACM100		PR1225		PN15M PN215	GC1025 GC1030 GC1010 GC1130	KC715M KC515M		IC903
		M20	VP15TF MP7130 MP7030 VP20RT	ACP200	AH725 AH120 GH330 AH330 GH110	PR1025 PR1225	JC5015 JC5118 JC8015	JP4120	GC1025 GC1030 GC1040 GC2030 S30T	KC610M KC635M KC730M KC720M KC522M KC525M KCPM40 KTPK20	F25M MP3000	IC250 IC300 IC808 IC830 IC900 IC908 IC928 IC1008
		M30	VP15TF MP7130 MP7030 VP20RT MP7140 VP30RT	ACP200 ACP300 ACM300	AH120 AH725 AH130 AH140 GH130 AH730 GH340 AH3135 AH4035	PR830 PR1225 PR1525 PR1535	JC5015 JC7560 JC8015 JC7560P JC8050 JC8118 JC5118 JC8118P	JS4045 CY250 HC844	S30T GC1040 GC2030	KC537M KC725M KC735M KCPM40 KC530M	F30M F40M MP3000 MP2050	IC250 IC300 IC328 IC330 IC380 IC830 IC882 IC928 IC1008
		M40	MP7140 VP30RT	ACP300 ACM300	AH140 AH3135 AH4035	PR1525 PR1535	JC5015 JC7560 JC5118 JC7560P JC8050 JC8118 JC8118P	PTH30E PTH40H JM4160			F40M MP2050	IC250 IC300 IC328 IC330 IC882 IC1008
	K	K01	MP8010		AH110 GH110 AH330		JC8003	ATH80D ATH08M TH308				
		K10	MP8010		AH110 GH110 AH725 AH120 GH130 AH330	PR1210 PR1510	JC8015	ATH10E TH315 CY100H	GC1010	KC514M KC515M KC527M KC635M	MK2050	IC350 IC810 IC830 IC900 IC910 IC928 IC950 IC380 IC1008
	K20	VP15TF VP20RT	ACK300	GH130	PR1210 PR1510	JC5015 JC8015 JC6235	CY150 JP4120 CY9020 PTH13S	GC1010 GC1020	KTPK20 KC514M KC610M KC520M KC620M KC524M	MK2000 MK2050	IC350 IC808 IC810 IC830 IC900 IC908 IC910 IC928 IC950 IC1008	
	K30	VP15TF VP20RT	ACK300			JC6235 JC5015 JC8015 JC8118 JC8118P	CY250 JS4045	GC1020	KC522M KC725M KC524M KC735M KC537M	MK2050	IC350 IC808 IC830 IC908 IC928 IC950 IC1008	
	S	S01			PR1210	JC8003 JC8015 JC5118	PN08M PN208					IC907 IC908 IC808 IC903
		S10	MP9120 VP15TF	EH520Z EH20Z ACM100	PR1210	JC8003 JC5015 JC8015 JC5118	JS1025 JP4120	GC1130 GC1010 GC1030 GC2030	KC510M	MS2050	IC903 IC907 IC908 IC840 IC910 IC808	
	S20	MP9120 VP15TF MP9130 MP9030	EH520Z EH20Z ACK300 ACP300		PR1535	JC8015 JC5015 JC8050 JC5118	PTH30H	S30T GC2030 GC1030 GC1130	KC522M KC525M KCSM30 KCPM40	MS2050 MP2050	IC300 IC908 IC808 IC900 IC830 IC928 IC328 IC330 IC840 IC882 IC380	
	H	S30	ACP300 ACM300	AH3135	PR1535	JC8050 JC7560 JC5118	JM4160	GC2030 GC1040	KC725M KCPM40	MS2050 F40M KCSM40	IC830 IC882 IC928	
		H01	MP8010 VP05HT			JC8003 DH103 JC8008 DH102						IC903
	H10	VP15TF VP10H				JC8003 JC8008 JC8015 JC5118 JC8118P	JP4105 TH303 TH308 PTH08M ATH08M ATH80D	GC1130 GC1010 GC1030	KC505M KC510M	MH1000 F15M	IC900 IC808 IC907 IC905	
	H20	VP15TF		AH3135		JC8015 JC5118 JC8118P	JP4115 TH315	GC1030 GC1130		F15M	IC900 IC808 IC908 IC380 IC1008	
	H30			AH3135			JP4120			MP3000 F30M	IC380 IC900 IC1008	

注1) 上表摘自各公司样本和公开刊物,没有取得各公司的认可。

CBN材料

使用分类代号		三菱 综合材料	住友电气	泰珂洛	京瓷	黛杰	山特维克	山高工具
分类	代号							
车 								

PCD材料

	使用分类代号		三菱 综合材料	住友电气	泰珂洛	京瓷	黛杰	山特维克	山高工具
	分类	代号							
车 削	N	N01	MD205	DA90	DX180 DX160	KPD230	JDA30 JDA735	CD05	PCD05
		N10	MD220	DA150	DX140	KPD010		CD10	PCD10
		N20	MD220	DA2200	DX120		JDA715		PCD20
		N30	MD230 MD2030	DA1000	DX110	KPD001	JDA10		PCD30 PCD30M

注1) 上表摘自各公司样本和公开刊物,没有取得各公司的认可。

刀片断屑槽对应表

负角刀片

ISO使用 分类代号	切削范围	三菱综合材料	住友电气	泰珂洛	京瓷	黛杰	三菱日立工具	山特维克	肯纳金属	山高工具	瓦尔特	特固克
P	精加工切削	PK※ FH, FP FY, FS	FA, FB FL	0†※ TF, 11 ZF	DP※ GP, PP, VF XP, XP-T, XF		FE	QF LC	FF	FF1, FF2	FP5	FA FX
	轻切削	LP C SA, SH	SU LU, FE SX, SE	NS, 27 TSF, AS, TQ	PQ HQ, CQ	PF UR, UA, UT	BE B, BH, CE	XF PF			MP3, FV5 NF3, NF4	FM FG
	轻切削 (软钢)	SY		17	XQ, XS							FC
	轻切削 (修光刃)	SW	LUW, SEW	FW, SW AFW, ASW	WF WP, WQ			WL, WF	FW	W-MF2	NF	WS
	中切削	MP MA MH	GU UG GE, UX	NM, ZM TM, AM DM, 33, 37, 38	PG, CJ, GS PS, HS PT	PG UB	CT, AB AH AY, AE	PM QM, XM	P MN	MF3 MF5, M3 M5	MP5, MV5	PC, MP, FT MT SM
	中切削 (修光刃)	MW	GUW		WE			WMX, WM	MW, RW	W-M6, W-M3 W-MF5	NM	WT
	准重切削	RP GH 无代号	MU, MX, ME UZ	TH 无代号	PH GT 无代号	UD GG	RE Y	PR, HM XMR 无代号	RN, RP	MR6, MR7 M5	RP5, RP7 PV5 NM6, NM9	RT 无代号
	重切削	HZ HL, HM, HX HV	MP HG, HP HU, HW, HF	TRS TU TUS	PX	UC	TE, UE, HX HE, H	QR, PR HR, MR	MR RM RH	R4, R5, R6 R57, RR6, R7 R8, RR9	NR6, NRF NRR	RX, RH HD, HY, HT HZ, EH
M	精加工 轻切削	SH, LM	SU, EF	SS	MQ, GU		MP, AB, BH	MF	FP LF※	MF1	NF4, FM5	SF
	中切削	MS, GM MM, MA ES	EX, EG, UP GU HM	SA, SF SM S	MS, MU SU, HU, TK ST	SF, SZ SG	PV, DE, SE AH	MM QM, XM K	MP	MF4	MM5, RM5 NM4	ML EM, MM VF
	重切削	GH, RM HL, HZ	EM, MU MP	TH, SH			AE	MR MR	UP, RP	M5, MR7 RR6	NR4, NR5	
K	精加工 轻切削	LK, MA		CF	KQ		VA, AH	KF	FN	MF2, MF5 M3, M4	MK5	
	中切削	MK, GK 无代号	UZ, GZ, UX	CM 无代号	KG, 无代号, C	PG	V, AE	KM	RP, UN	M5	RK5, NM5	MC
	准重切削	RK			KH, GC	GG	RE	KR, KRR			RK7	KT
	重切削	无断屑槽	无断屑槽	CH, 无断屑槽	ZS, 无断屑槽	无断屑槽	无断屑槽		无断屑槽	MR3, MR4, MR7 无断屑槽	无断屑槽	
S	精加工	FJ※	EF		MQ			SF	FS, LF※	MF1		
	轻切削	LS, MJ, MJ※	SU※	HRF				SGF※	MS	MF4, MF5	NF4, NFT MS3	EA
	中切削	MS	EG, EX, UP	HRM SA, HMM	SQ MS, MU, TK		VI	NGP※, SM	UP, P, NGP※	M1	NMS, NMT	
	重切削	RS, GJ	MU		SG, SX			SR, SMR	RP	MR3 MR4	NRS, NRT	ET

※外周磨削型

注1) 上表摘自各公司样本和公开刊物, 没有取得各公司的认可。

7°正角刀片

ISO使用 分类代号	切削范围	三菱综合材料	住友电气	泰珂洛	京瓷	黛杰	三菱日立工具	山特维克	肯纳金属	山高工具	瓦尔特	特固克
P	精加工	SMG※	FC※, SC※	JS※, 01※	CF※, CK※ GQ※, GF※ SK※			UM※	LF※			SA※
	精加工 轻切削	FP, FV LP, SV	FP, LU SU	PF, PSF PS, PSS	GP, PP, VF XP		JQ	PF, UF, XF	UF, 11 LF, FP	FF1 F1	PF4, FP4	FA, FX FG
	轻切削 (修光刃)	SW	LUW, SDW		WP			WF	FW	W-F1	PF2※, PF PF5※	
	中切削	MV MP, 无代号	MU	23 PM, 24	HQ, MF※ XQ, GK	FT	JE	XM, PM UM PR, XR	MF, MP	F2, MF2, M5	FP6, PS5 PM5	PC MT
	中切削 (修光刃)	MW						WM	MW	W-F2 W-M3	PM	WT
M	精加工 轻切削	FM LM	FC※, SI※ LU SU	PF, PSF PS, PSS	CF※, CK※ GQ※, GF※ MQ, SK		MP	MF	LF, UF FP	F1, F2	FM4	
	中切削	MM 无代号	MU	PM	HQ, GK			MM	MP		MM4, RM4	
K	中切削	MK, 无代号 无断屑槽	MU, 无断屑槽※	无断屑槽, CM	无断屑槽※			KF, KM, KR	无断屑槽	F1, M3, M5	FK6	
N	中切削	AZ※	AG※	AL※	AP※ AH※	ASF※, ALU※ ACB※		AL※	HP※	AL※	FM2※, PM2※ MN2※	FL※
S	精加工 轻切削	FS※, LS※ FS-P※, LS-P※ FJ※ LS, MS	SI※	无代号	MQ				LF※ HP※			

※外周磨削型

注1) 上表摘自各公司样本和公开刊物, 没有取得各公司的认可。

11°正角刀片

ISO使用 分类代号	切削范围	三菱综合材料	住友电气	泰珂洛	京瓷	黛杰	三菱日立工具	山特维克	肯纳金属	山高工具	瓦尔特	特固克
P	精加工 轻切削	FV, SMG※ SV	SI, FK, FB LU, LUW, LB SU, SF	01※ PF, PSF PS, PSS	PP, GP※ CF XP		JQ	PF	UF, FP FW, LF			FG PC
	中切削	MV	MU	PM 23 24	HQ XQ	BM	JE	PM, UM	MF MP, MW		MP4	
M	精加工 轻切削	SV	SU	SS※ PF, PS	GP, CF※		MP	MF	HP※ LF		MM4	
	中切削	MV	MU	PM	HQ			MM				

※外周磨削型

注1) 上表摘自各公司样本和公开刊物, 没有取得各公司的认可。