



钢铁之家

www.steels.org.cn

# 全球钢号百科!

Global Steel Grade Encyclopedia



涵盖的行业或国家与地区类别



美国材料与试验协会

GJB

国家军用标准



动力机械工程师协会

EU

前欧洲标准化

AISI

美国钢铁学会



德国工业标准

AMS

航空航天材料规范



国际标准

JASO

日本汽车标准组织

EN

欧洲标准

JB

中国机械行业标准

UNS

统一编号系统

UNI

意大利标准



美国机械工程师协会

SS

瑞典标准



国家标准



日本工业标准

## 工模具钢的关键参数

### 模具性能方面

- 根据应用选择硬度
- 高耐磨性
- 高韧性以防止由于崩角/开裂导致的早期失效

通常，高耐磨性的模具的韧性都较低，反之亦然。然而，在许多情况下使模具具有最佳的性能，必须同时具备高耐磨性和高韧性。

ASSAB PM 23 SuperClean是经粉末冶金炼钢工艺生产的有极好的耐磨性和高韧性组合的模具钢。

### 模具制作方面

- 机械加工性
- 热处理
- 热处理尺寸稳定性
- 表面处理

高合金工模具钢通常比低合金工模具钢更难机加工和热处理。因此高合金工模具钢模具的制作费用也较高。

ASSAB PM 23 SuperClean由粉末冶金炼钢技术冶炼而成，它比一般传统工艺制造的一些高合金冷作工具钢具有更好的机加工性能。

ASSAB PM 23 SuperClean热处理过程中的尺寸稳定性和可预测性比传统制造的高合金钢好。结合它的高硬度、高韧性以及高温回火特性，意味着ASSAB PM 23 SuperClean非常适合表面涂层，特别适合PVD涂层处理。

使用ASSAB PM 23 SuperClean凹模和Vanadis 4 Extra SuperClean冲头加工的不锈钢的紧固件。

## 应用

ASSAB PM 23 SuperClean 特别适合于薄的被加工材料的冲切及成形，其失效形式主要是混合磨损或磨粒磨损且表面具有高的塑性变形风险，例如：

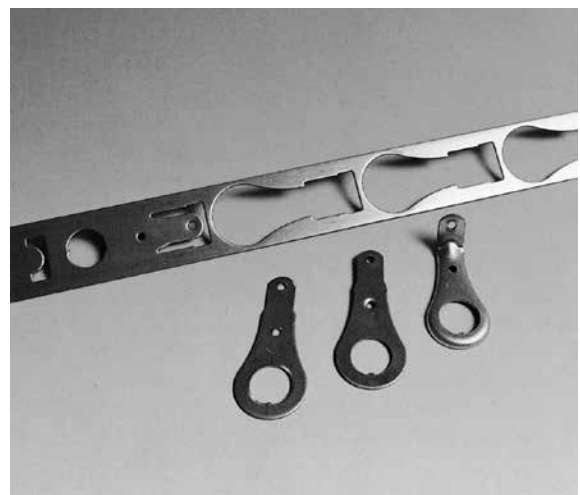
- 中碳钢或高碳钢的冲切
- 冲切已硬化钢板或冷轧钢板
- 在磨粒磨损环境中工作的塑胶模具
- 塑料成形机的零件，如：螺杆、料筒、喷嘴、注射头、止回挡圈、造粒机刀、粉碎刀等

## 简介

ASSAB PM 23 SuperClean是一种铬-钼-钨-钒合金高速钢，它具有以下特性：

- 高耐磨性 (抗磨粒磨损)
- 高抗压强度
- 非常好的整体淬透性
- 良好的韧性
- 非常好的热处理尺寸稳定性
- 非常好的抗回火软化性

化学成分 %	C 1.28	Cr 4.2	Mo 5.0	W 6.4	V 3.7
标准规范	AISI (M3:2), W.-Nr. 1.3395				
交货状态	软性退火至260 HB 拉拔态 最高 320 HB				



# 性能

## 物理性能

淬火及回火态下

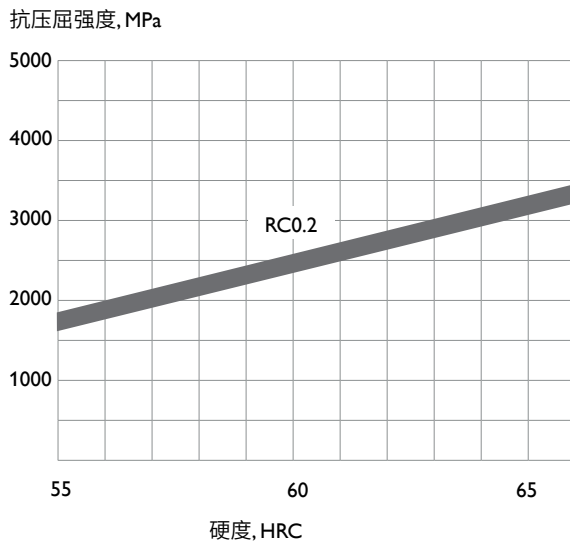
温度	20°C	400°C	600°C
密度 kg/m <sup>3</sup>	7 980	7 870	7 805
弹性模量 MPa	230 000	205 000	184 000
热传导系数 W/m°C	24	28	27
比热 J/kg°C	420	510	600

## 不同温度区间的热膨胀系数

温度范围 °C	热膨胀系数 20°C起/°C
20 - 100	10.8 × 10 <sup>-6</sup>
20 - 200	11.1 × 10 <sup>-6</sup>
20 - 300	11.4 × 10 <sup>-6</sup>
20 - 400	11.8 × 10 <sup>-6</sup>
20 - 500	12.1 × 10 <sup>-6</sup>
20 - 600	12.3 × 10 <sup>-6</sup>

## 抗压屈服强度

试样:沙漏形,腰部直径10mm



## 抗弯强度

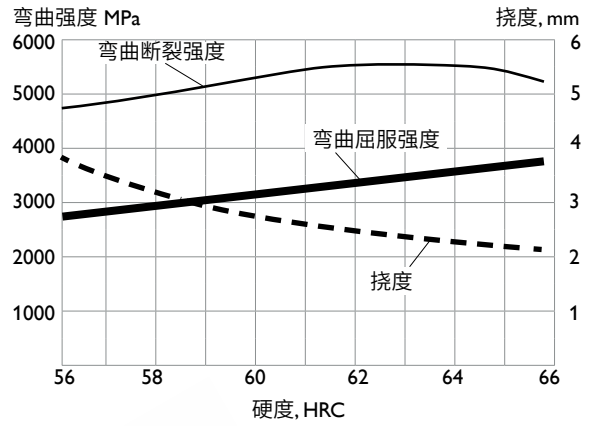
四点弯曲试验

试样尺寸: 5 mm

加载速度: 5 mm/min

奥氏体化温: 990 - 1180°C

回火: 560°C保温1小时, 3次回火



## 冲击强度

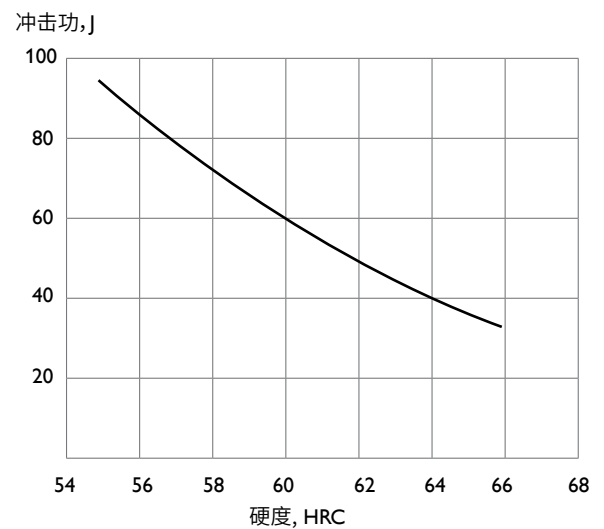
试样尺寸: 7 × 10 × 55 mm

试样类型: 无缺口

回火: 560°C保温1小时, 3次回火

纵向

## 室温下不同硬度的近似冲击强度



## 热处理

### 软性退火

在保护气氛下,加热至850 - 900°C,均热后,再以每小时10°C炉冷至700°C,然后置于空气中冷却。

### 消除应力

模具经过粗加工后,应加热至600 - 700°C,均热后,保温两小时,缓慢冷却到500°C,然后置于空气中冷却。

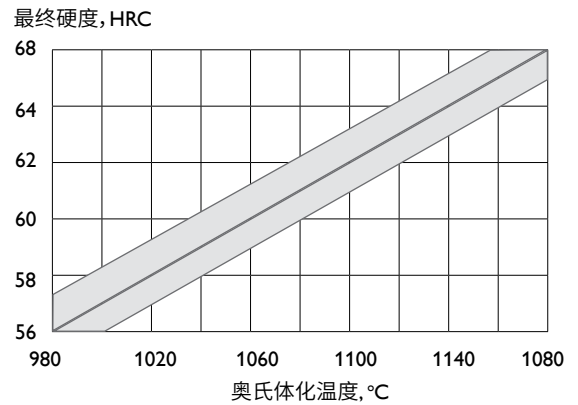
### 淬火处理

预热温度:450 - 500°C和850 - 900°C。

奥氏体化温度:参照下图,根据所需硬度选择1050 - 1180°C。

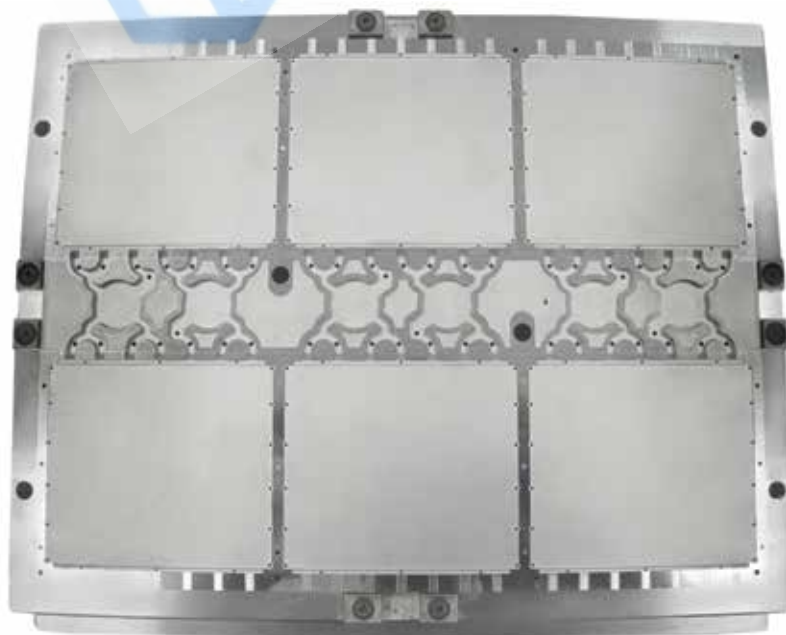
模具在淬火过程中,必须保护以免氧化或脱碳。

经 560°C 3次回火,每次保温1小时后的硬度



不同奥氏体化温度淬火并在560°C回火3次每次保温1小时获得的硬度

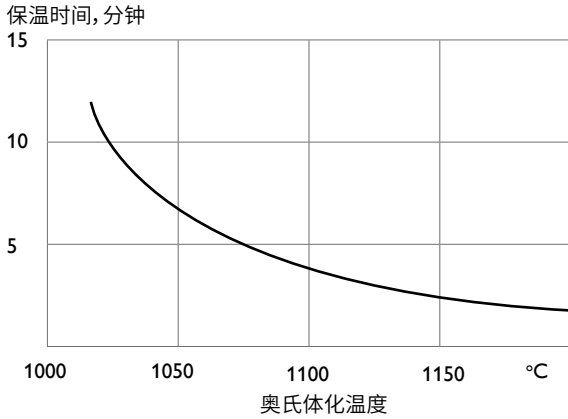
硬度 HRC	奥氏体化温度 °C
58	1020
60	1060
62	1100
64	1140
66	1180



六腔IC封装模具

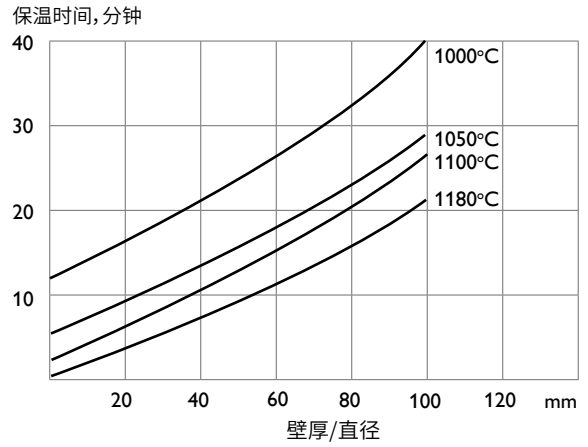


### 建议保温时间, 真空炉, 流化床炉可控气氛炉



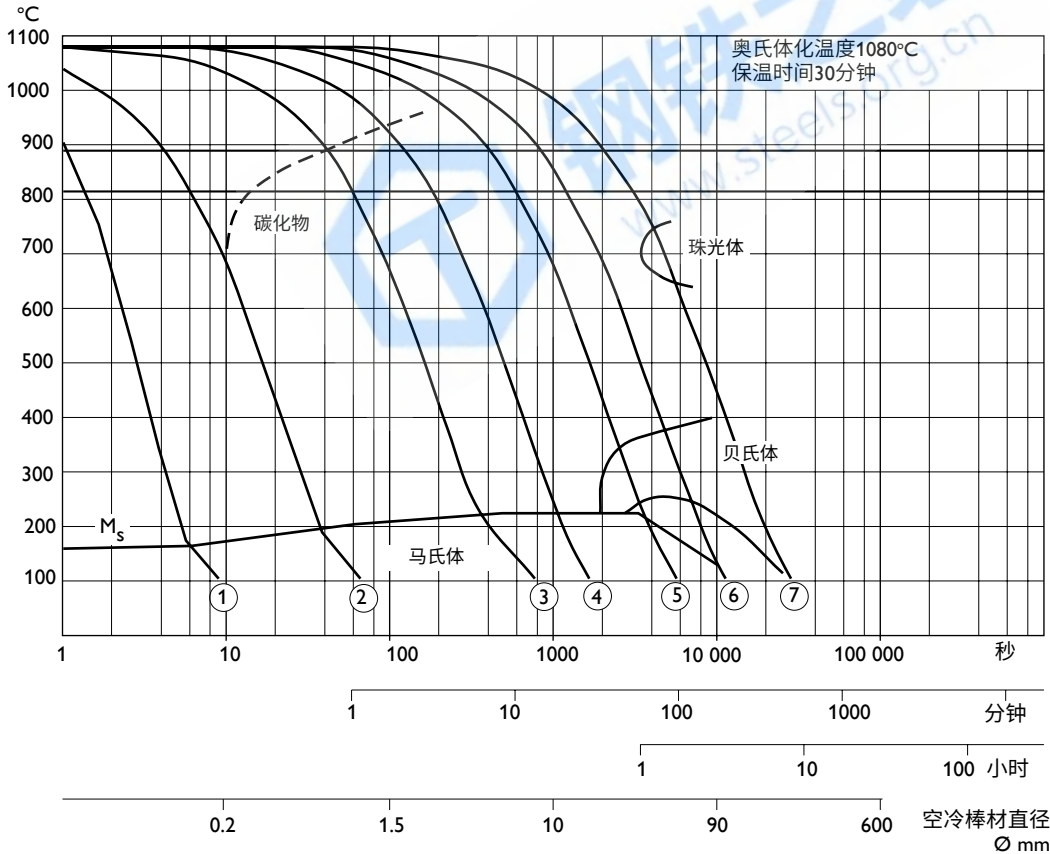
保温时间=模具在加热到奥氏体化温度并热透后再需要的保温时间。少于上述推荐的保温时间, 将导致硬度下降。

### 450°C和850°C两级预热后在盐浴炉中的保温时间



### CCT曲线图 (连续冷却)

奥氏体化温度 1080°C。保温时间 30 分钟。



$A_{c1f} = 890^{\circ}\text{C}$

$A_{c1s} = 815^{\circ}\text{C}$

冷却曲线编号	硬度 HV10	T <sub>800-500</sub> (秒)
1	907	1
2	894	10
3	894	104
4	858	313
5	803	1041
6	673	2085
7	530	5211

## 淬火介质

- 在真空炉中,以足够正压 (2-5 bar)的气体冷却。  
在等温淬火或流化床炉的温度约550°C。
- 空气或气体强制冷却。

注意 1: 模具淬火必须连续冷却至约50°C,然后立即回火。

注意 2: 当模具需要最佳韧性时,请使用等温淬火槽或高压气体冷却。

## 回火

对于冷作用钢,不论使用何种奥氏体化温度,均需以560°C回火3次,每次回火保温至少1小时,每次回火后必须冷却到室温,三次回火后的残余奥氏体量应低于1%。

## 尺寸改变

淬火和回火后的尺寸改变。

热处理:在1050 - 1130°C之间奥氏体化并在560°C回火3次,每次保温1小时。

试样尺寸: 80 x 80 x 80 mm 和 100 x 100 x 25 mm。

尺寸改变:长度、宽度和厚度增大 +0.03% - +0.13%。

## 深冷处理

零件如需保持最稳定的尺寸应进行深冷处理,如下:

淬火后零件应立即深冷处理,-70°C至-80°C。保温1~3小时,然后回火。

深冷处理后,硬度将增加~1HRC。

避免形状复杂模具,以免增加开裂风险。

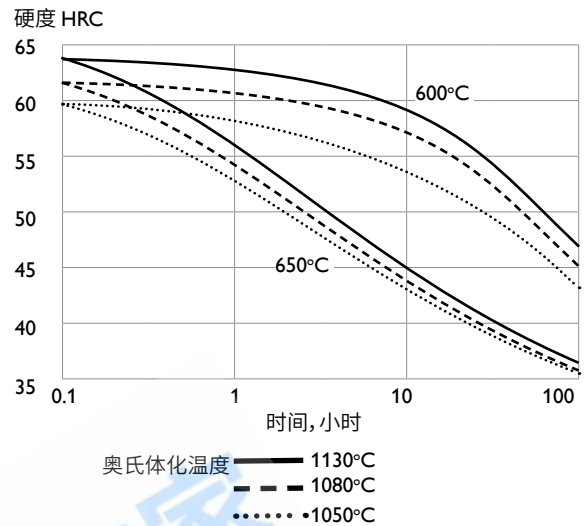
使用ASSAB PM 23 SuperClean 凹模和 Vanadis 4 Extra SuperClean 冲头加工的不锈钢的紧固件。

## 高温性能

### 硬度与不同工作温度下的保温时间的关系

奥氏体化温度:1050-1130°C

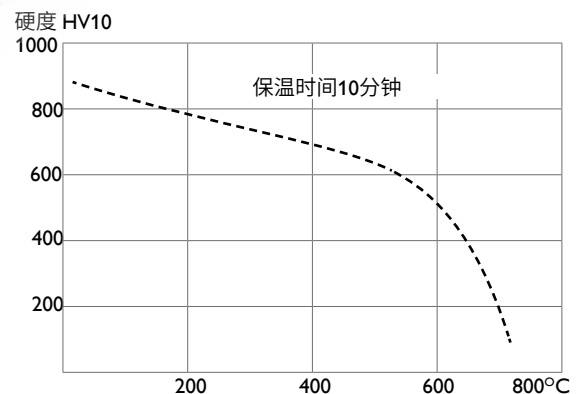
回火:560°C回火3次,每次保温1小时



### 红硬性

奥氏体化温度:1180°C

回火:560°C回火3次,每次保温1小时



## 表面处理

一些冷作工具钢为了降低摩擦和增加耐磨性，而进行表面处理。通常大部分采用氮化和通过PVD和CVD产生耐磨表面涂层。

ASSAB PM 23 SUPERCLEAN特别适合碳化钛、氮化钛表面涂层。

因为ASSAB PM 23 SUPERCLEAN的碳化物分布非常均匀，使涂层的结合更好，并减少模具硬化过程中的尺寸改变。并且由于结合高强度及高韧性，使ASSAB PM 23 SUPERCLEAN成为理想的高耐磨涂层基材。



用ASSAB PM 23 SuperClean制作的有表面PVD涂层的冷成型管件

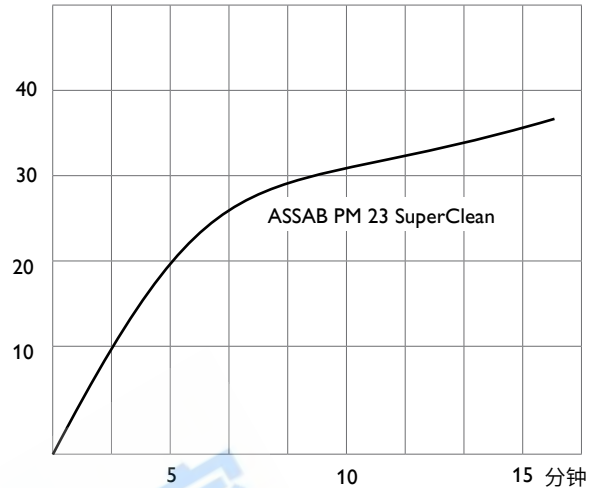


由瑞典的LN's Mekaniska Verkstads AB制造的冲头。对于此类应用，ASSAB PM 23 SuperClean 是最理想的钢材。

## 氮化处理

建议在特殊的盐浴炉中，做短时间的处理，以产生2-20um的扩散层，可以降低工具表面的摩擦和带来各种其它好处。

氮化深度,mm



在570°C下进行氮碳共渗后的氮化层深度

## PVD

物理气相沉积PVD是一种提供高耐磨涂层的方法，其镀层时的温度范围是200-500°C。因为ASSAB PM 23 SuperClean是560°C高温回火，在PVD镀膜过程中没有尺寸改变的危险。

## CVD

化学气相沉积CVD是在1000°C左右的温度下在表面生成耐磨涂层。推荐模具在表面处理后应在真空炉里重新淬火和回火。

## 机加工推荐

以下切削参数仅视作加工指南供参考, 应配合实际条件做出相应调整。

状态: 软化退火至约260 HB

### 车床加工

切削参数	硬质合金车刀		高速钢车刀
	粗车	精车	精车
车削速度 (V <sub>c</sub> ) m/min	110 – 160	160 – 210	12 – 15
进给量 (f) mm/rev	0.2 – 0.4	0.06 – 0.2	0.05 – 0.3
切深 (a <sub>p</sub> ) mm	2 – 4	0.5 – 2	0.5 – 3
硬质合金刀具 ISO 标号	K20, P10 – P20 涂覆硬质合金* 或金属陶瓷*	P10 涂覆硬质合金* 或金属陶瓷*	-

\* 使用CVD涂层

### 钻孔

#### 高速钢麻花钻头

钻头直径 mm	钻孔速度 (V <sub>c</sub> ) m/min	进给量 (f) mm/rev
≤ 5	10 – 12*	0.05 – 0.10
5–10	10 – 12*	0.10 – 0.20
10–15	10 – 12*	0.20 – 0.25
15–20	10 – 12*	0.25 – 0.35

\* TiCN 涂层的高速钢钻头 V<sub>c</sub> = 16–18 m/min.

#### 硬质合金钻头

加工参数	钻头类型		
	可转位钻头	整体硬质合金	钎焊硬质合金 <sup>1)</sup>
钻孔速度 (V <sub>c</sub> ), m/min	120 – 150	60 – 80	30 – 40
进给量 (f) mm/r	0.05 – 0.15 <sup>2)</sup>	0.10 – 0.25 <sup>3)</sup>	0.15 – 0.25 <sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> 可替换式或钎焊硬质合金钻头

<sup>2)</sup> 钻孔直径为20 – 40 mm 的进给速度

<sup>3)</sup> 钻孔直径为5 – 20 mm 的进给速度

<sup>4)</sup> 钻孔直径为10 – 20 mm 的进给速度

## 铣床加工

### 面铣和直角台阶铣

切削参数	硬质合金铣刀	
	粗铣	精铣
铣削速度 (V <sub>c</sub> ) m/min	80 – 130	130 – 160
进给量 (f) mm/tooth	0.2 – 0.4	0.1 – 0.2
切深 (a <sub>p</sub> ) mm	2 – 4	≤ 12
硬质合金刀具 ISO 标号	K20, P20 涂覆硬质合金*	K15, P15 涂覆硬质合金* 或金属陶瓷*

\* 使用CVD涂层

### 端铣

切削参数	端铣刀类型		
	整体硬质合金	可转位硬质合金	高速钢刀具 <sup>1)</sup>
铣削速度 (V <sub>c</sub> ) m/min	40 – 50	90 – 110	5 – 8 <sup>1)</sup>
进给量 (f <sub>z</sub> ) mm/tooth	0.01 – 0.2 <sup>2)</sup>	0.06 – 0.20 <sup>2)</sup>	0.01 – 0.3 <sup>2)</sup>
硬质合金刀具 ISO 标号	-	K15 P10–P20 涂覆硬质合金 <sup>3)</sup> 或金属陶瓷 <sup>3)</sup>	-

<sup>1)</sup> 涂覆的高速钢端铣刀具, V<sub>c</sub> = 14 – 18 m/min

<sup>2)</sup> 根据切削的径向深度和刀具直径调整

<sup>3)</sup> 使用CVD涂层

### 磨削加工

一般砂轮建议如下。更多详情可参见工模具钢的磨削手册。

磨削方式	退火状态	淬硬状态
平面砂轮平面磨削	A 46 HV	B151 R50 B3* A 46 HV
扇形砂轮平面磨削	A 36 GV	A 46 GV
外圆磨削	A 60 KV	B151 R50 B3* A60 KV
内圆磨削	A 60 JV	R151 R75 B3* A 60 IV
成形磨削	A 100 JV	B126 R100 B6* A 100 JV

\* 如果可能, 请使用CBN砂轮



## 电火花加工 — EDM

如果钢材在淬火及回火后进行电火花加工, 推荐最后采用“精细放电”, 即低电流, 高频率。为提高模具性能, 经电火花加工的表面应进行研磨或抛光以彻底去除白层, 然后模具应以535°C左右再回火一次。



## 一胜百冷作工模具钢的对比

### 材料性能及抵抗失效的能力

一胜百钢材种类	硬度/ 抗塑性变形	机加工性能	磨削性	尺寸稳定性	抗磨损性能		抗疲劳开裂	
					磨粒磨损	粘着磨损	延展性/ 抗崩角	韧性/ 抗整体开裂
常规冷作工模具钢								
ASSAB DF-3	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬
ASSAB XW-10	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬
ASSAB XW-42	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬
Calmax	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬
Caldie (ESR)	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬
ASSAB 88	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬
粉末冶金工模具钢								
Vanadis 4 Extra*	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬
Vanadis 8*	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬
Vancron*	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬
粉末冶金高速钢								
ASSAB PM 23*	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬
ASSAB PM 30*	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬
ASSAB PM 60*	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬
常规高速钢								
ASSAB M2	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬

\*