



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

# 工模具钢的关键性能

## 与模具优良性能有关的性能

- 根据应用选择硬度
- 极高的耐磨性
- 充足的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。

Vanadis 8 SuperClean是经粉末冶金炼钢工艺生产的、兼具极好的耐磨性和高韧性的模具钢。

## 与模具制作有关的性能

- 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钢更难机加工和热处理。因此高合金钢模具的制作费用也较高。

由于谨慎并均衡地采用合金化与粉末冶金工艺流程, Vanadis 8 SuperClean在热处理方面,与AISI D2钢类似。而Vanadis 8 SuperClean淬火和回火后的尺寸稳定性远优于常规制造的高性能冷作钢,这是其巨大优势之一。这也意味着Vanadis 8 SuperClean是一款非常适合表面涂层的工模具钢。

# 应用

Vanadis 8 SuperClean常适用于超长时间运作的工具,其中磨粒磨损是主要问题。由于硬质合金或高速钢等材料所制造的工具易崩裂或产生开裂,因此结合了极高耐磨性与良好韧性的Vanadis 8 SuperClean成为适合这类作业的理想替代品。

例如:

- 冲裁与成型
- 精冲
- 电气板材冲裁
- 冲压垫片
- 拉深
- 冷锻
- 切刀(纸和铝箔)
- 粉末压制
- 制粒机刀
- 挤出机螺杆等

# 简介

Vanadis 8 SuperClean 是铬钼钒合金钢,具有以下特性:

- 极高的耐磨粒磨损和耐粘着磨损性能
- 高抗压强度, 64 HRC
- 非常好的淬透性
- 良好的延展性
- 淬火时展现的高稳定性
- 良好的抗回火性
- 良好的加工和磨削性能

典型成分%	碳 2.3	硅 0.4	锰 0.4	铬 4.8	钼 3.6	钒 8.0
交货状态	软化退火至 ≤ 270 HB					

## 特性

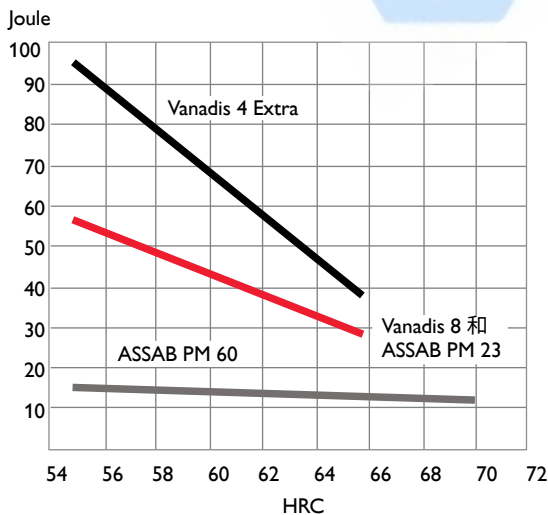
### 物理性能

淬火和回火至 62 HRC

温度	20°C	200°C	400°C
密度 kg/m <sup>3</sup>	7,460	-	-
弹性模量 MPa	230,000	210,000	200,000
热膨胀系数 20°C起/°C	-	10.8 × 10 <sup>-6</sup>	11.6 × 10 <sup>-6</sup>
热传导系数 W/m°C	-	25	28
比热 J/kg°C	470	-	-

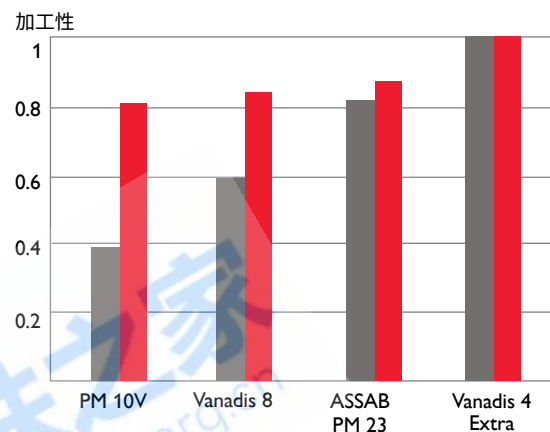
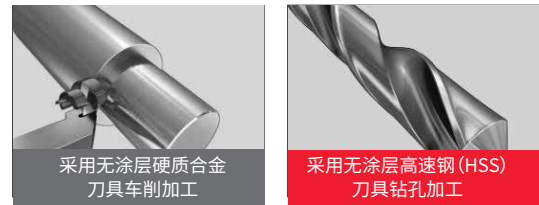
### 延展性

无缺口冲击试验, CR2 (厚度方向)。显示的冲击强度为平均值。Vanadis 8 SuperClean 与ASSAB PM 23 SuperClean具备类似的抗冲击强度。



## 机械加工性

与另一厂商的10%钒钢PM10V相比, ASSAB PM SuperClean粉末钢、Vanadis 8 SuperClean、ASSAB PM 23 SuperClean 及 Vanadis 4 Extra SuperClean的机械加工性能。



## 热处理

### 去应力回火

粗加工后的模具应整体加热至650°C, 保温2小时。缓慢冷却至500°C, 然后空冷。

### 淬火

预热温度: 首先600–650°C, 再 850–900°C

奥氏体化温度: 1020–1180°C

保温时间: 淬火温度高达1100°C时, 30分钟; 温度超过1100°C时, 15分钟。

注意: 保温时间 = 在淬火温度下, 工具热透后的时间。少于建议的保温时间会导致硬度降低。在淬火过程中, 应避免工具脱碳与氧化。

## 淬火介质

- 在真空炉中, 以足够正压(不少于2bar)的气体冷却
- 200–550°C 的热浴或流态床炉中进行马氏体分级淬火
- 空气或气体强制冷却

注意: 一旦温度达到50–70°C, 立刻进行回火。

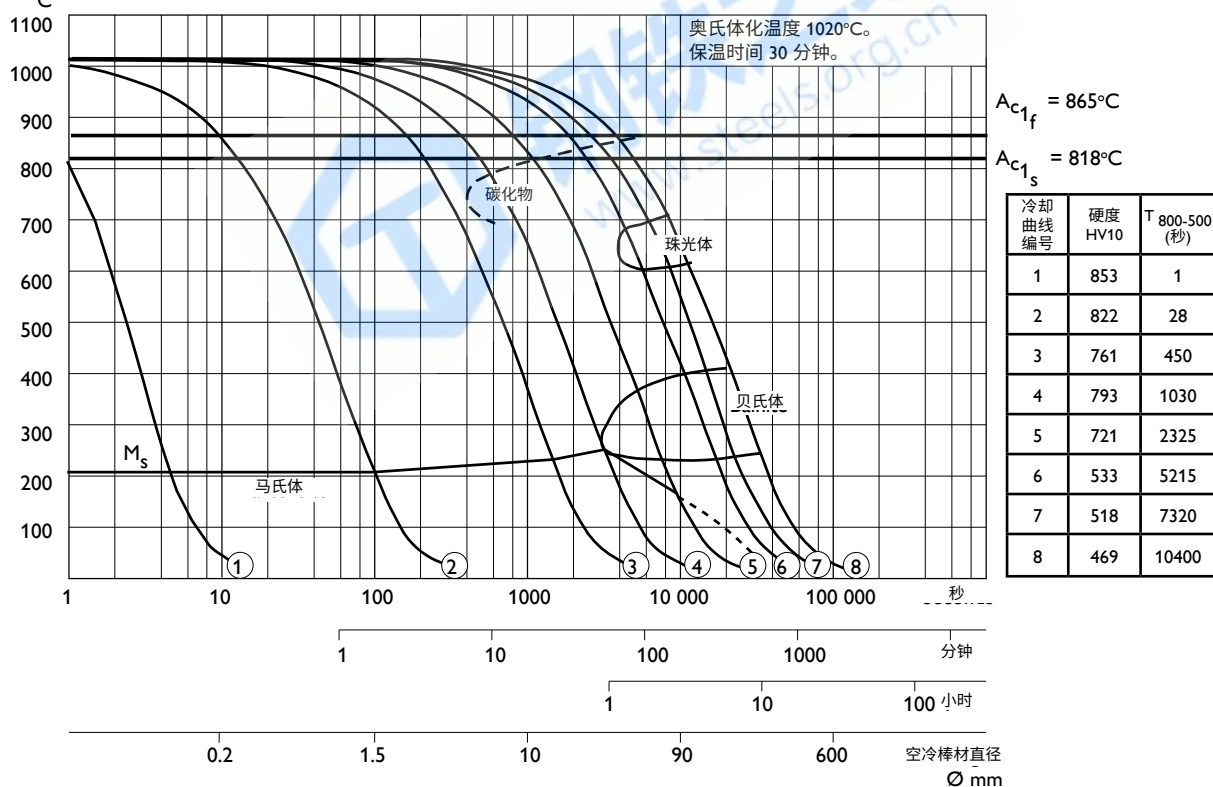
为获得该工具的最佳性能, 在可接受的变形范围内, 应尽可能加快冷却速度。

与给定的回火曲线相比, 淬火速度太慢会损失硬度。

如壁厚超过50mm, 分级淬火之后应强制风冷。

## CCT-曲线图

奥氏体化温度 1020°C。保温时间 30 分钟。



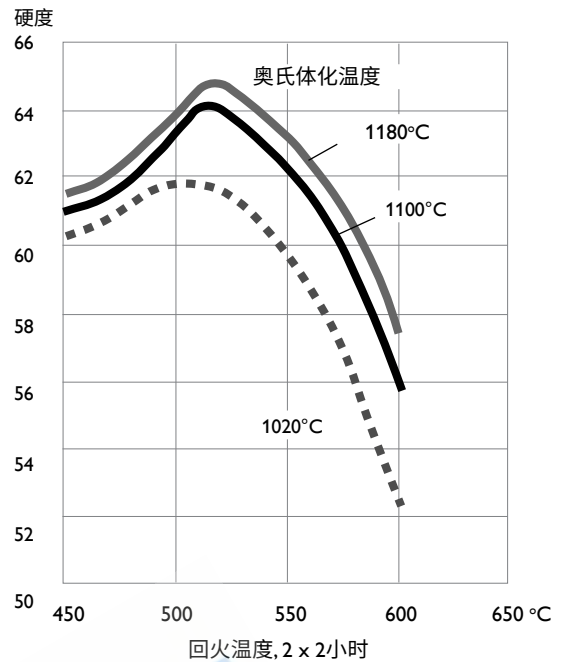
## 回火

根据所需硬度,参考回火曲线图,选择回火温度:至少回火两次,每次回火时必须冷却至室温。若对尺寸稳定性和韧性有极高的要求,强烈建议回火三次,且温度不低于540°C。

回火温度若低于540°C时,虽然可在一定程度上提高硬度和抗压强度,但也会损害耐开裂性及尺寸稳定性。而且,如果选择降低回火温度,也不要低于520°C。

二次回火时,应保温至少两小时。三次回火时,保温时间至少为1小时。

### 回火曲线图



回火曲线基于15 x 15 x 40 mm的样品热处理并强制气冷后的数据。由于实际工具尺寸及热处理参数等差异经热处理后,工模具的硬度可能会下降。



## 切削参数推荐

以下的切削数据仅供参考, 应根据实际条件进行调整。

交货条件: 软化退火至  $\leq 270$  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 ( $V_c$ ) m/min	70-100	100-120	8-10
进给量 ( $f$ ) mm/rev	0.2-0.4	0.05-0.2	0.05-0.3
切深 ( $a_p$ ) mm	2-4	0.5-2	0.5-3
硬质合金刀具ISO 标号	* K20, P10-P20 C2, C7-C6	* K15, P10 C3-C7	-

\* 使用耐磨的  $Al_2O_3$  - 涂层硬质合金钢种

### 钻孔加工

#### 高速钢麻花钻

钻头直径 mm	切削速度 ( $V_c$ ) m/min	进给量 ( $f$ ) mm/rev
$\leq 5$	8-10 *	0.05 - 0.15
5 - 10	8-10 *	0.15 - 0.20
10 - 15	8-10 *	0.20 - 0.25
15 - 20	8-10 *	0.25 - 0.35

\* 涂层高速钢钻头  $v_c = 14-16$  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 ( $V_c$ ) m/min	90-120	50-70	25-35
进给量 ( $f$ ) mm/rev	0.05-0.25 <sup>2)</sup>	0.08-0.20 <sup>3)</sup>	0.15-0.25 <sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> 可替换式或钎焊硬质合金刀具

<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 ( $V_c$ ) m/min	40-70	70-100
进给量 ( $f$ ) mm/tooth	0.2-0.4	0.1-0.2
切深 ( $a_p$ ) mm	2-4	1-2
硬质合金刀具ISO 标号	* K20, P10-P20 C3, C7-C6	* K15, P10 C3, C7

\* 使用耐磨的  $Al_2O_3$  - 涂层硬质合金钢种

### 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
铣削速度 ( $V_c$ ) m/min	35-45	70-90	5-8 <sup>1)</sup>
进给量 ( $f$ ) 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	-	<sup>3)</sup> K15 P10-P20 C3, C7-C6	-

<sup>1)</sup> 涂层高速钢端铣刀  $v_c = 12-16$  m/min.

<sup>2)</sup> 取决于端铣径向深度及铣刀直径

<sup>3)</sup> 使用耐磨的  $Al_2O_3$  - 涂层硬质合金钢种

## 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 GV
扇形砂轮平面磨削	A 36 GV	A 46 GV
外圆磨削	A 60 KV	B151 R50 B3* A 60 KV
内圆磨削	A 60 JV	R151 R75 B3* A 60 JV
成型磨削	A 100 IV	B126 R100 B6* A 100 JV

\* 如果可能, 请使用CBN砂轮

## 电火花加工 — EDM

如在淬火及回火状态下进行电火花加工, 最后一道工序应采用电火花精加工, 即低电流、高频率。

为了获得最佳性能, 电火花加工过的表面需再研磨/抛光, 工具须在比原先回火温度约低 25°C 的条件下再次回火。

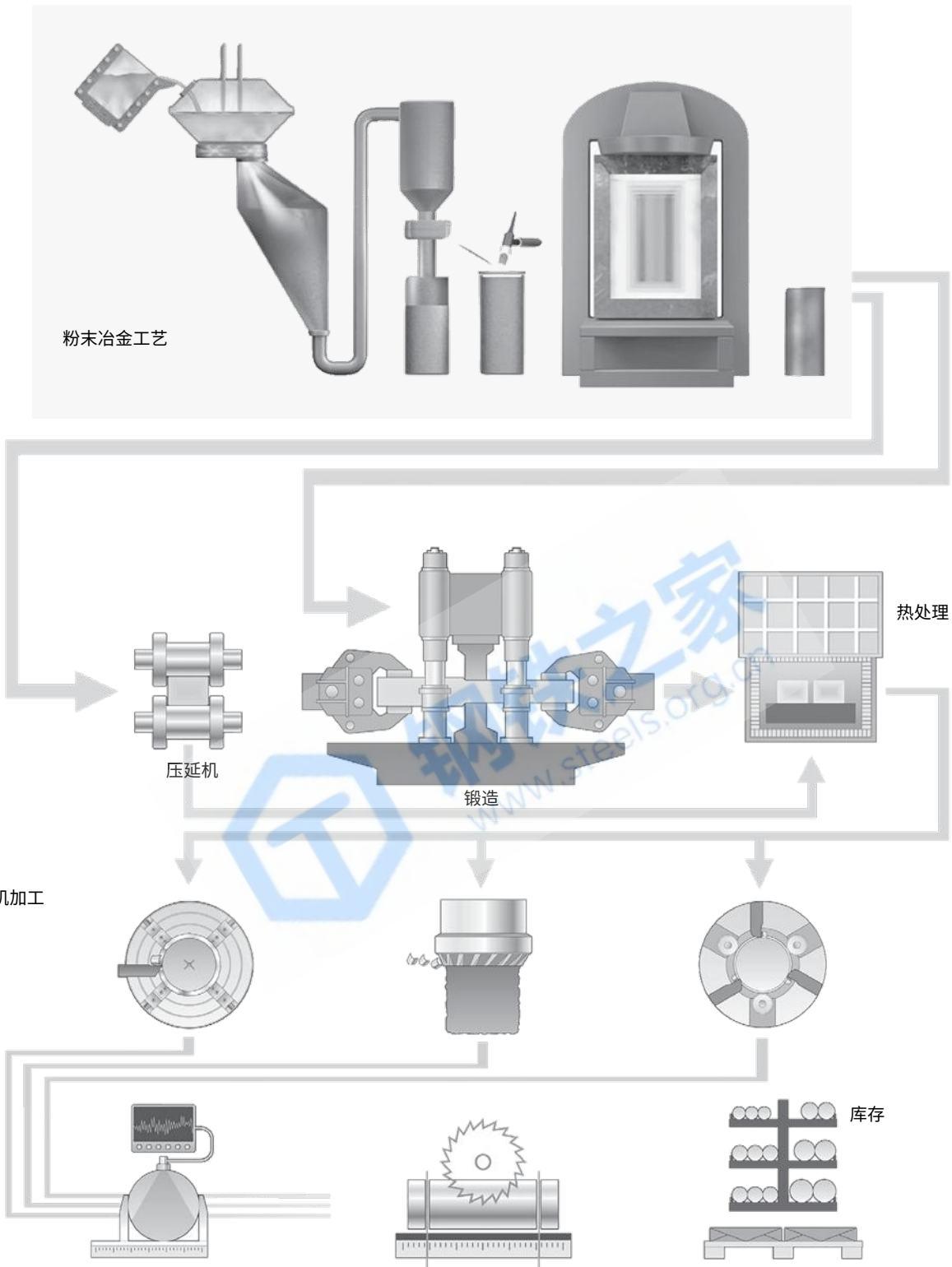
当电火花加工大尺寸或形状复杂的工模具时, 应在不低于540°C的高温下再次回火。

## 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								

\* 一胜百超纯净粉末冶金工模具钢





## 粉末冶金工艺

粉末冶金工艺中,使用氮气将熔融钢雾化成小液滴或颗粒。每个小颗粒会迅速凝固,碳化物短时间内几乎无法产生。然后,在高温及高压下,通过热等静压(HIP)将这些粉末颗粒压缩成钢锭,再用常规方法把钢锭轧制或压制成材。

最终钢结构完全均匀,其中含有随机分布的微型碳化物,对裂纹萌生无害,但仍将保护工具免受磨损。大夹杂物可导致裂纹萌生。因此,粉末冶金工艺进一步发展,提高了钢的纯净度。时至今日,一胜百粉末钢已经发展到第三代,是市场上最洁净的粉末冶金工模具钢产品。

### 热处理

在交货之前,所有各种棒材需经热处理,包括软化退火、淬回火。这些作业令钢材兼具适当的硬度和韧性。

### 机加工

材料完工入库前,我们会根据所需的尺寸和确切的公差,对棒型材进行粗加工。对大尺寸棒材进行车床加工时,钢棒材围绕固定的刀具旋转。切削较小尺寸时,切割工具围绕棒材旋转

为确保产品质量及工模具钢的完整性,所有棒材都须经表面外观及超声波检测。然后,我们会去除棒材的两端,以及所有发现缺陷的部分。

