



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

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有最佳的性能,必须同时具备高耐磨性和高韧性。

VANADIS 4 EXTRA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冷作模具钢。

模具制作方面

- 机械加工性
- 热处理
- 热处理时尺寸稳定性

高合金工具钢通常比低合金工具钢更难机械加工和热处理。因此高合金工具钢磨具的制作费用也较高。

VANADIS 4 EXTRA的合金成份十分均衡,并且由粉末冶金炼钢技术炼制而成,因此它具有比AISI D2好的机加工性能。

VANADIS 4 EXTRA最大的优点是淬硬与回火后的尺寸稳定性比目前所有已知的高性能冷作工具钢都好。这也意味着:VANADIS 4

简介

VANADIS 4 EXTRA是一种铬-钼-钒合金钢,其具有以下特性:

- 非常好的韧性
- 高耐磨粒-粘着磨损性能
- 高抗压强度
- 良好的热处理、服役过程中的尺寸稳定性
- 非常好的整体淬透性
- 良好的抗回火软化性
- 良好的加工切削性和磨削性

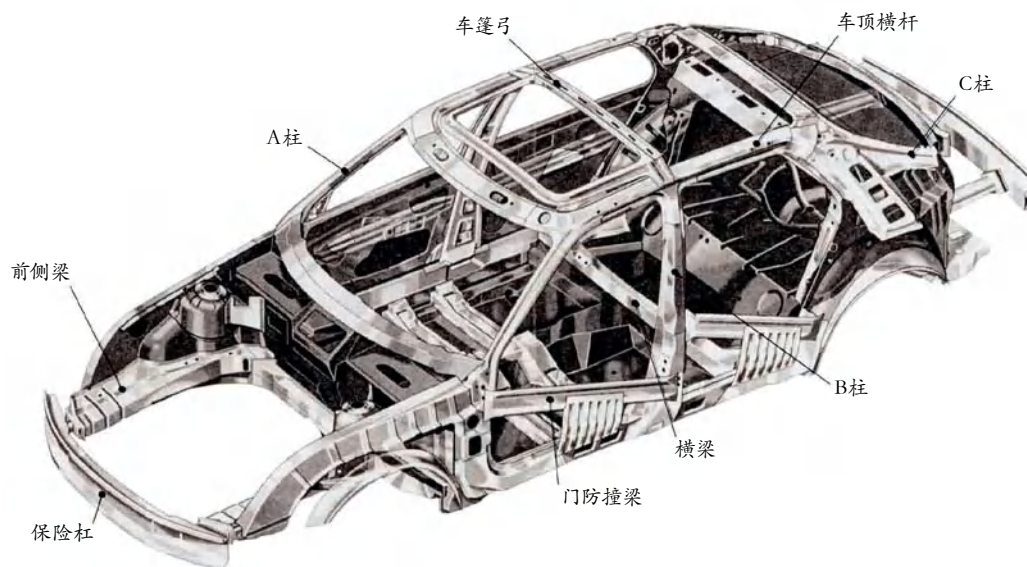
化学成分 %	C 1.4	Si 0.4	Mn 0.4	Cr 4.7	Mo 3.5	V 3.7
标准规范	无					
交货状态	软性退火至 230 HB					
色 标	绿 / 白,黑色线条贯穿					

应用

VANADIS 4 EXTRA特别适用于那些因粘着磨损和/或崩角引致失效的应用,即:

- 被加工材料软而粘,如奥氏体不锈钢、低碳钢、铜、铝等
- 较厚的被加工材料
- 高强度被加工材料

VANADIS 4 EXTRA也非常适合对工具钢的耐磨粒磨损性和韧性有较高要求的超高强度薄钢板的冲切和成型。



Vanadis 4 Extra 非常适合汽车用高强度钢板的冲切和成型

典型应用

- 冲切和成形
- 精冲
- 冷挤压
- 粉末压实
- 拉深
- 刀具
- 表面涂层的基体钢

性能

物理性能

淬火及回火至60 HRC.

温度	20° C	200° C	400° C
密度 kg/m ³	7 700	-	-
弹性模量 MPa	206 000	200 000	185 000
热膨胀系数由20° C起每° C	-	10.9 x 10 ⁻⁶	11.7 x 10 ⁻⁶
热传导系数 W/m ² ·° C	-	30	30
比热 J/kg·° C	460	-	-

冲击强度

下图是VANADIS 4 EXTRA室温冲击强度值与硬度的曲线。

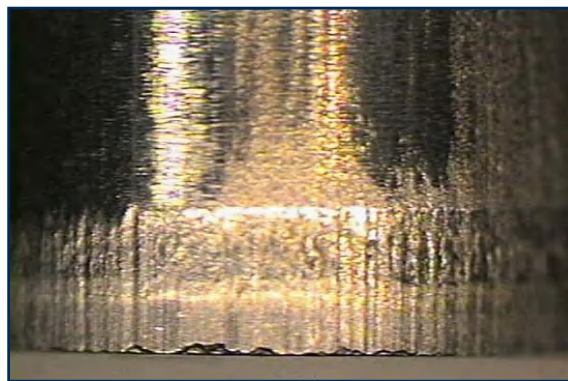
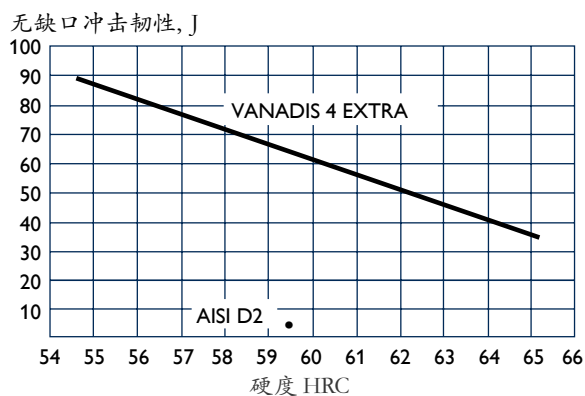
圆棒原始尺寸: φ105mm, 从中心取样, 横向测试;

试样尺寸: 7×10×55mm无缺口;

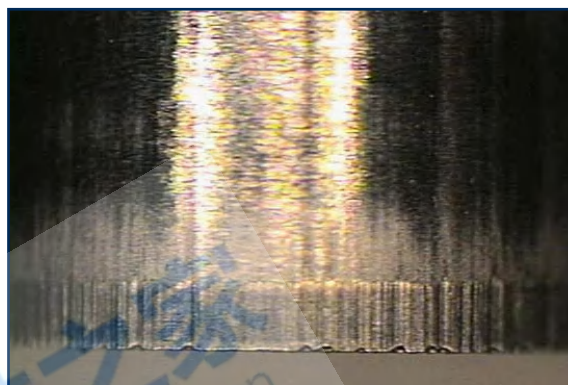
在940°C-1150°C之间淬火。不高于1100°C保温30分钟, 高于1100°C保温15分钟, 空冷, 回火: 525°C, 2小时+570°C, 2小时。

无缺口冲击强度 (延展性)

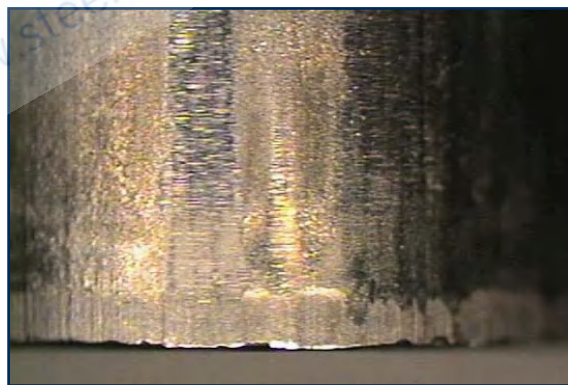
Vanadis 4 Extra与AISI D2 在不同硬度的延展性差异.



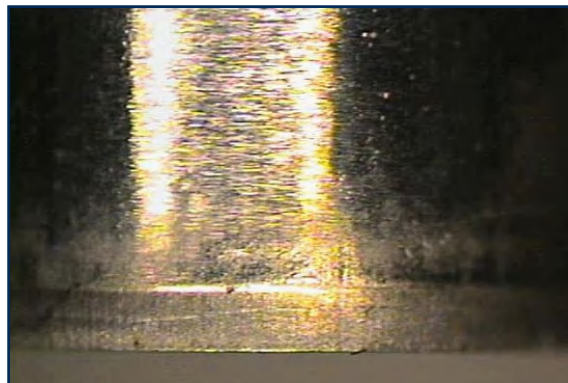
SKD11 / AISI D2 / WNr. 1.2379 (57 HRC)



ASSAB 88 (61 HRC)



VANADIS 4 (59 HRC)



VANADIS 4 EXTRA (62 HRC)

冲切1.8.8mm厚高强度钢板(1200 MPa)的冲头, 冲50,000 次以后的状况

热处理

软性退火

在保护气氛中加热至900°C均热后,于炉中以每小时10°C的速度,冷却至750°C,然后空冷。

消除应力

刚才经过粗加工后,应加热至650°C均热后,保温2小时,缓冷至500°C,然后于空气中冷却。

硬化(淬硬)处理

预热温度: 600-700°C。

奥氏体化温度: 940-1150°C。通常用1020°C。厚度>70mm的模具,用1060°C。

保持时间: 低于1100°C,采用30分钟。高于1100°C,采用15分钟。

保持时间=当钢材整体到淬硬温度后,所需要保持的时间。低于推荐的保持时间将导致硬度下降。

淬硬过程中保护模具避免出现脱碳和氧化

淬火介质

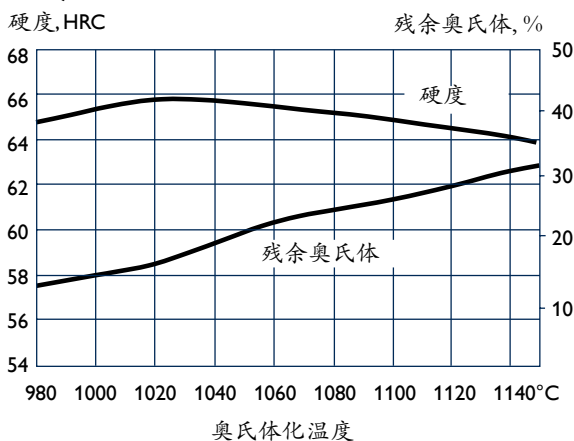
- 真空炉(以高速及足够正压的气体冷却)
- 在500-550°C的盐炉或流动粒子炉中,分级淬火
- 在200-350°C的盐炉或流动粒子炉中,分级淬火

注意1: 当钢材温度冷至50-70°C时,必须马上进行回火。

注意2: 为了使模具获得最适宜的性能,在可接受的变形范围内,冷却速率越快越好。

注意3: 当模具壁厚超过70mm时,应在分级淬火后再用高速气体冷却。

硬度和残余奥氏体与奥氏体化温度之间的关系曲线



回火

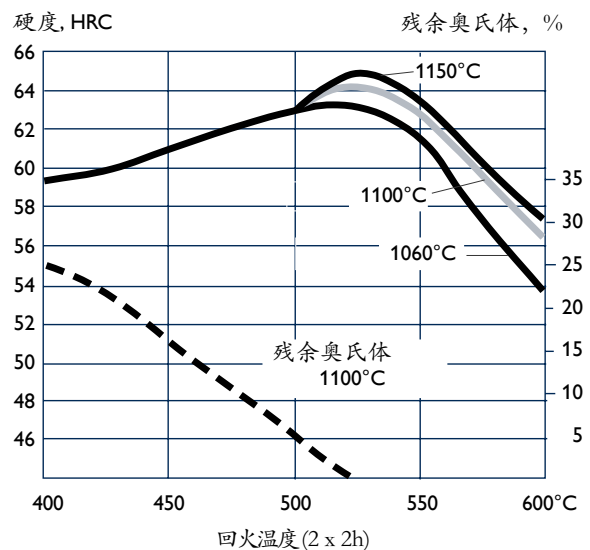
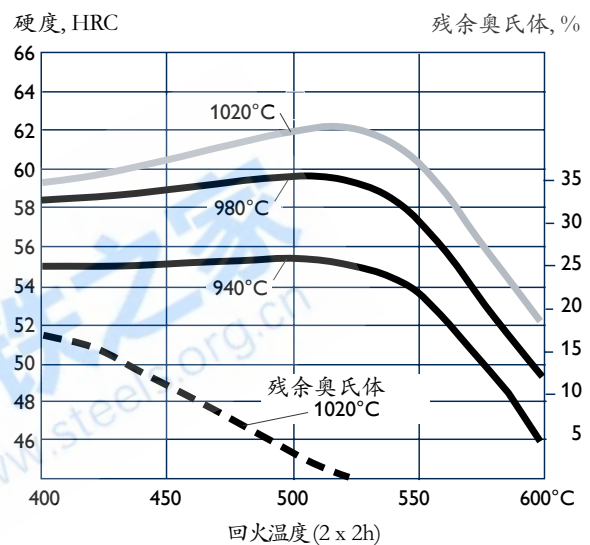
回火温度可以参照以下回火曲线图,根据要求的硬度进行选择。

应进行至少两次回火,每次回火后都必须冷却至室温。最低回火温度是525°C,保持时间最少2小时。

为避免韧性降低,不应低于525°C回火。

为了避免较高的残余奥氏体量,选择回火温度高于525°C。

回火曲线



尺寸变化

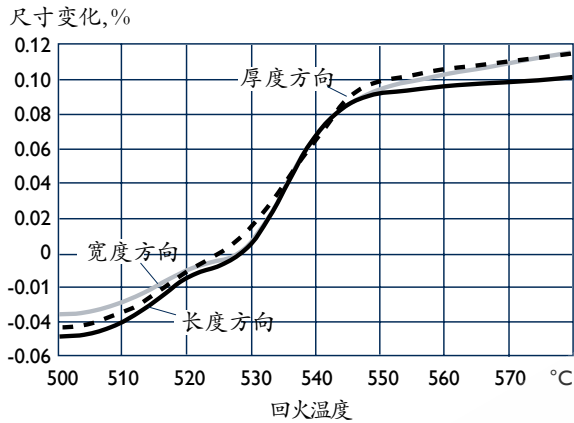
测量淬硬和回火后的尺寸变化

奥氏体化: 1020°C/30分钟, 800-500°C之间在真空炉中以1.1°C/秒的速度冷却。

回火: 各种温度2次×2小时

试样尺寸: 80×80×80mm

尺寸改变与回火温度的曲线关系



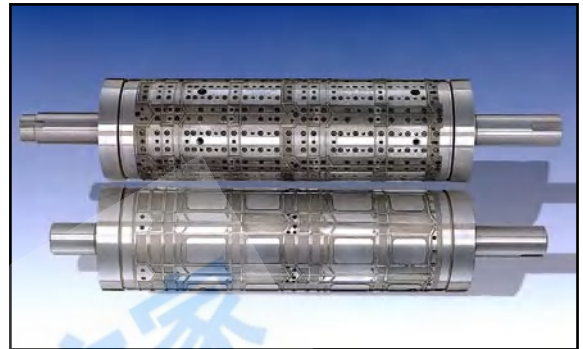
深冷处理

模具若需获得最稳定的尺寸, 可依下列方法做深冷处理:

淬冷后立即深冷至-120至-150°C之间, 保持3-4小时, 然后回火。

当进行高温回火时, 为了获得期望的硬度, 回火温度应降低25°C。

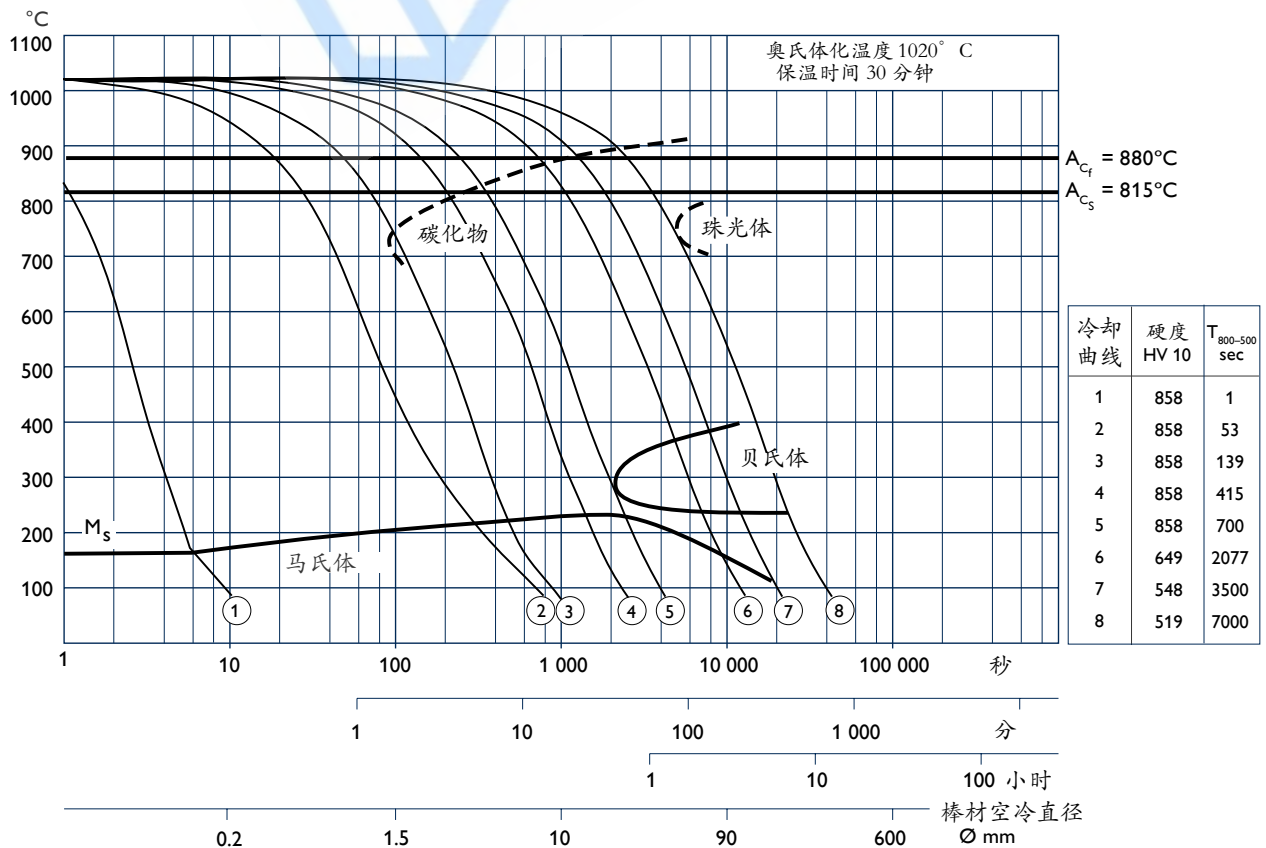
形状复杂的模具避免做深冷处理, 以免增加破裂危险。



分割的旋转压力切割模用来切饮料、香烟等纸质包装。Vanadis 4 Extra热处理后的高耐磨性和非常好的尺寸稳定性相结合使它成为制造严格公差要求达到最精确的模具切割能力的长寿命切割模的一个理想选择。

CCT曲线

奥氏体化温度1020°C, 保温时间30分钟。



机械加工

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: 软性退火至约230HB。

车床加工

车削参数	硬质合金车刀		高速钢车刀 [†]
	粗车	精车	精车
车削速度 (v) m/min	120 - 170	170 - 220	15 - 20
进给量 (f) mm/r	0.2 - 0.4	0.05 - 0.2	0.05 - 0.3
车削深度 (a _p) mm	2 - 4	0.5 - 2	0.5 - 3
ISO 标准 硬质合金牌号	K20*, P20*	K15*, P15*	-

[†] 高速钢

* 使用耐磨损CVD涂层的硬质合金刀具。

钻孔加工

高速钢麻花钻

钻头直径 mm	钻孔速度 (v) m/min	进给量 (f) mm/r
≤ 5	12 - 14*	0.05 - 0.15
5 - 10	12 - 14*	0.15 - 0.25
10 - 15	12 - 14*	0.25 - 0.30
15 - 20	12 - 14*	0.30 - 0.35

* 对涂覆的高速钢钻头 v_c ~ 22-24 m/min

硬质合金钻头

钻切参数	钻头类型		
	可替换刀片型	全硬质合金	钎焊硬质合金 ¹
切削速度 (V) m/min	140 - 160	80 - 100	50 - 60
进给量 (f) mm/r	0.05 - 0.15 ²	0.10 - 0.25 ²	0.15 - 0.25 ²

¹ 钻头内有冷却管道的钎焊硬质合金钻头。

² 根据钻头直径大小调整。

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
切削速度 (v) m/min	110 - 150	150 - 200
进给量 (f) mm/tooth	0.2 - 0.4	0.1 - 0.2
切削深度 (a _p) mm	2 - 4	≤ 2
ISO 标准 硬质合金牌号	K20*, P20* 涂覆硬质合金	K15*, P15* 涂覆硬质合金

* 使用耐磨损CVD涂层的硬质合金刀具

端铣

切削参数	端铣刀类型		
	整体硬质合金	可替换硬质合金刀片	高速钢
切削速度 (v) m/min	60 - 80	110 - 160	8 - 12
进给量 (f) mm/tooth	0.03 - 0.20 ²	0.08 - 0.20 ²	0.05 - 0.35 ²
ISO 标准 硬质合金牌号	-	K15 ³	-

¹ 涂覆的高速钢端铣刀具, 切削速度 V_c = 18-24 m/min

² 根据切削的径向厚度和刀具直径调整

³ 使用耐磨损CVD涂层的硬质合金刀具

研磨

砂轮推荐

研磨种类	退火状态	硬化状态
表面研磨直式砂轮	A 46 HV	B151 R50 B3 ¹ A 46 HV ²
表面研磨镶块式	A 24 GV	A 46 FV ²
外圆研磨	A 60 KV	B151 R75 B3 ¹ A 60 KV ²
内壁研磨	A 60 JV	B151 R75 B3 ¹ A 60 KV ²
成型研磨	A 100 LV	B126 R100 B6 ¹ A 80 JV ²

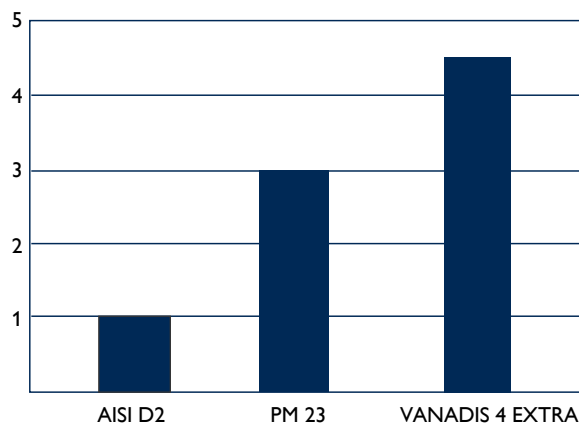
¹ 尽可能选用qCBN 砂轮

² 推荐包含陶瓷 Al₂O₃ 型的研磨砂轮

切削性能

AISI D2, PM23和VANADIS 4 EXTRA切削性和研磨性比较, 高的值表示好的切削性/研磨性。

相对机加工性能/磨加工性能 (1 = 差, 5 = 最好)



采用PVD涂层处理高强度钢模具用来制造汽车零件。

电火花加工

如果钢材在硬化及回火后需要进行EDM加工, 应采用“精细放电”, 即: 低电流, 高频率。为提高模具性能, 经电火花加工后的表面应进行研磨或抛光, 然后以比原先回火温度低25°C的温度再回火一次。

当大型尺寸或形状复杂的VANADIS 4 EXTRA进行电加工前, 应在500°C以上的温度进行高温回火。

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。高硬度结合高韧性以及良好的尺寸稳定性使得VANADIS 4 EXTRA非常适合进行各种表面涂层。

氮化

氮化处理可以形成高硬度的耐磨和耐侵蚀的表面硬化层。

VANADIS 4 EXTRA通常在525°C左右高温回火, 所以氮化温度不应超过500-525°C, 最好采用低于回火温度的离子氮化。氮化后的表面硬度约为1150HV0.2kg。

氮化层深度应根据实际应用而决定。

PVD

物理气相沉积PVD是用200-500°C之间的温度来提供一种耐磨涂层的方法。

CVD

化学气相沉积CVD是使用1000°C左右的温度来提供耐磨表面涂层, 推荐模具在表面处理应在真空炉里单独淬火和回火。