



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

简介

Unimax为经过电渣重熔的铬钼钒合金工具钢, 具备以下的特性:

- 良好的耐磨性
- 良好的热处理尺寸稳定性
- 优良的淬透性
- 良好的抗回火软化性能
- 良好的高温强度
- 良好的抗热疲劳性
- 极佳的抛光性

典型成分%	C 0.5	Si 0.2	Mn 0.5	Cr 5.0	Mo 2.3	V 0.5
标准规格	无					
交货状态	软性退火至 185HB					

应用

Unimax适合用做长寿命模具, 适用于增强性塑料和压塑模具;

Unimax也可于工况非常苛刻的冷作模具, 例如, 高负荷冲切模具, 非常易于崩角的冷锻和搓丝模具等;

对于需要高硬度和高韧性的热作模具及工程用钢, Unimax也是一种很好的选择。

特性

以下性能测试试样取自 $\varnothing 125$ mm和 $\varnothing 220$ mm棒材和 396×136 mm板材心部。除非另有说明, 所有试样均为 1025°C 真空炉气淬, 525°C 回火两次, 每次两小时, 工作硬度为 56-58HRC。

物理性能

淬火回火至 56-58 HRC

温度	20 °C	200 °C	400 °C
密度 kg/m ³	7 790		-
弹性模量 MPa	213 000	192 000	180 000
热膨胀系数 20°C起/°C	-	11.5×10^{-6}	12.3×10^{-6}
热传导系数 W/m°C	-	25	28
比热 J/kg°C	460	-	-

机械性能

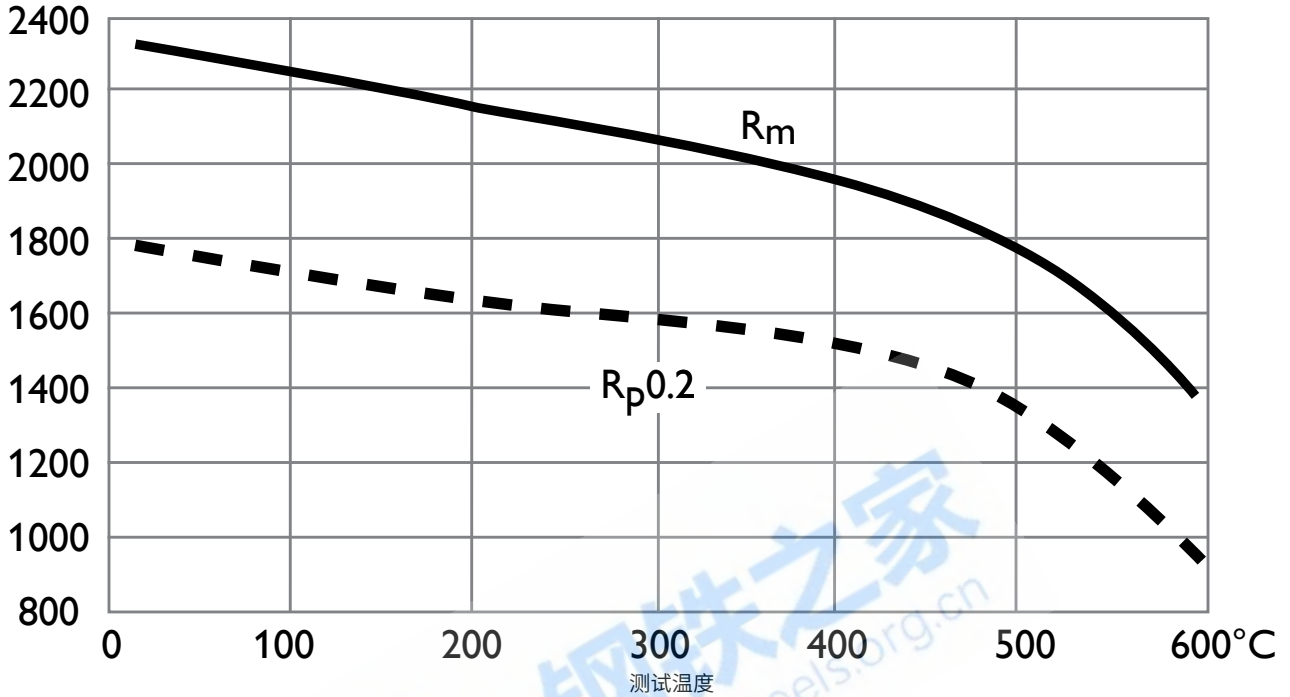
强度和延展性近似值, 通过室温下拉伸实验获得。

硬度	54 HRC	56 HRC	58 HRC
屈服强度, $R_{p0.2}$ MPa	1 720	1 780	1 800
抗拉强度, R_m MPa	2 050	2 150	2 280
延长率, A_5 %	9	8	8
面积收缩比, Z %	40	32	28

高温强度

纵向, 试样1025°C淬火, 525°C回火两次到58HRC.

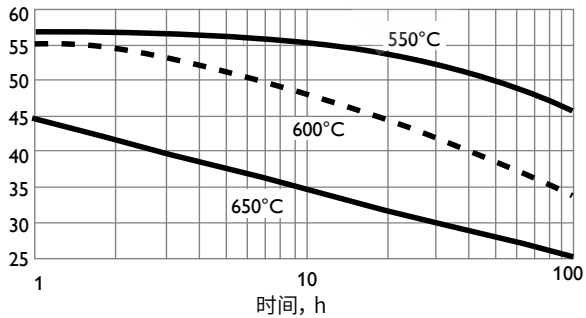
应力, MPa



测试温度对冲击能量的影响

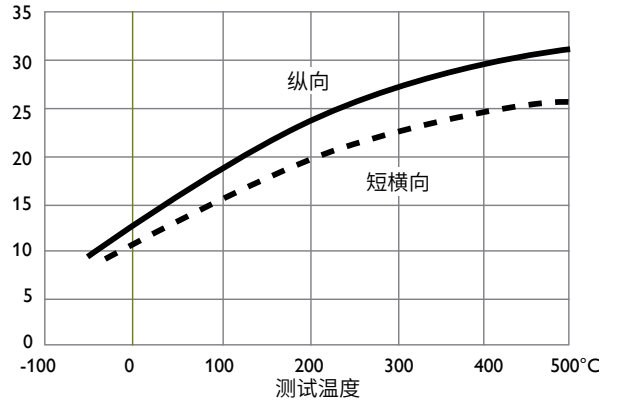
原始硬度为57HRC试样的高温硬度随时间的变化曲线

硬度, HRC



Charpy-V 样品, 纵向和短横向方向。试样取自 Ø125mm的圆棒。

冲击能量, KVJ



热处理

软性退火

将钢材于保护气氛中加热至850°C,均热后,于炉中以每小时10°C的速度,冷却至650°C后空冷。

消除应力

模具经粗加工后,加热到650°C,保温2小时,缓慢冷却至500°C,然后空冷。

淬火

预热温度: 600-650°C和850-900°C。

奥氏体化温度: 1000-1025°C, 通常1025°C。

保温时间: 30 分钟

温度°C	保温时间* 分钟	回火前硬度 HRC
1 000	30	61

* 保温时间 = 钢材热透后在淬火温度的保持时间

在奥氏体化过程中要加以保护避免脱碳及氧化发生。

淬火介质

- 高速气体/循环气氛
- 真空炉淬火(足够正压力的高速气体)
- 在500-550°C的盐浴炉或流化床炉中,分级淬火
- 200-350°C分级淬火

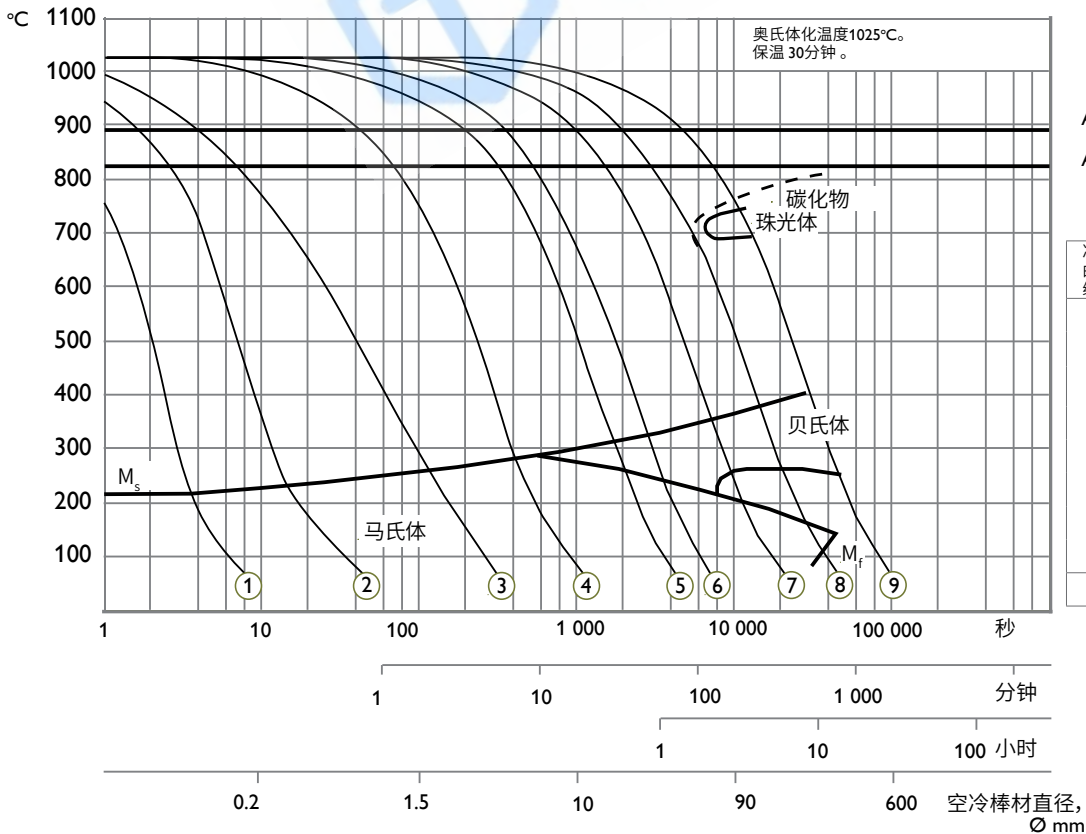
注意: 当温度冷至50-70°C时,应立即回火。

为使模具达到最佳的特性,在模具的变形程度可接受条件下,冷速越快越好。

与给定的回火曲线相比,缓慢的淬火速率将导致硬度损失。如果壁厚超过50mm,则应进行强制空气冷却。

CCT 曲线图

奥氏体化温度1025°C。保温 30 分钟。



$A_{C1f} = 890\text{ }^{\circ}\text{C}$

$A_{C1s} = 820\text{ }^{\circ}\text{C}$

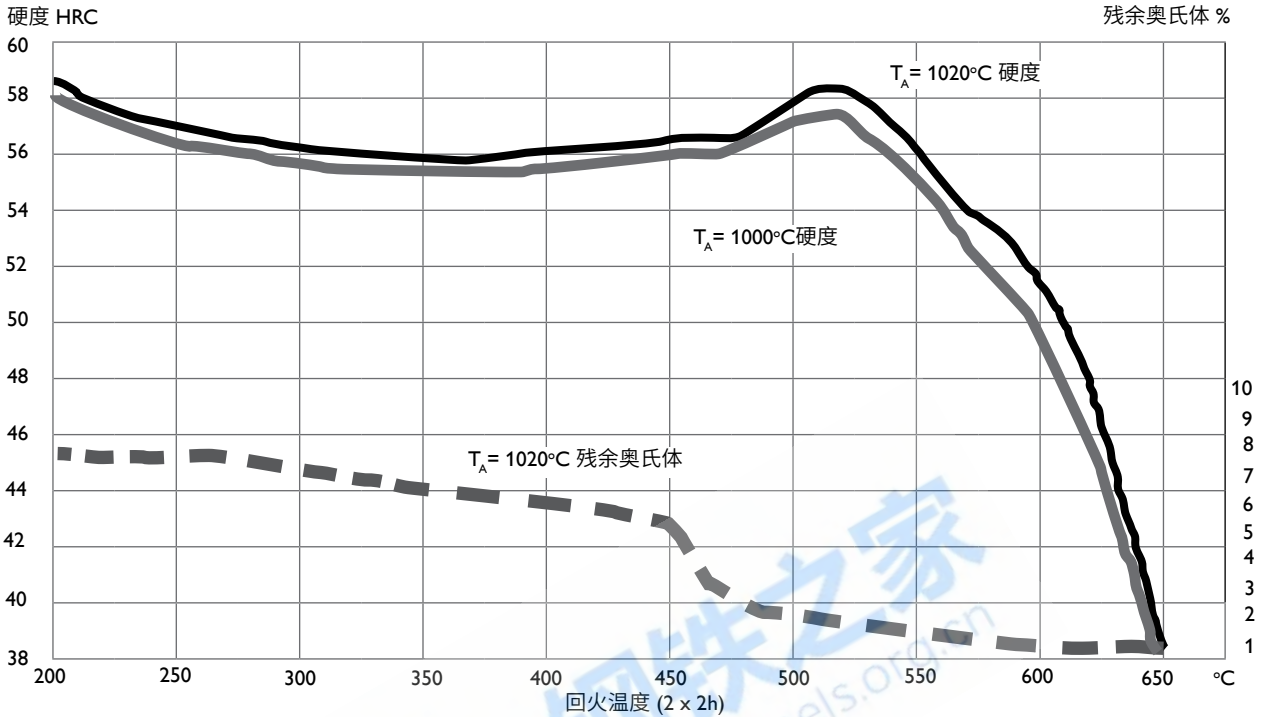
冷却 曲线 编号	硬度 HV 10	T ₈₀₀₋₅₀₀ 秒
1	835	1
2	819	5
3	798	140
4	724	630
5	712	1 064
6	674	2 900
7	525	6 250
8	476	13 850

回火

根据所要求的硬度, 参考回火曲线图, 选择适当的回火温度。

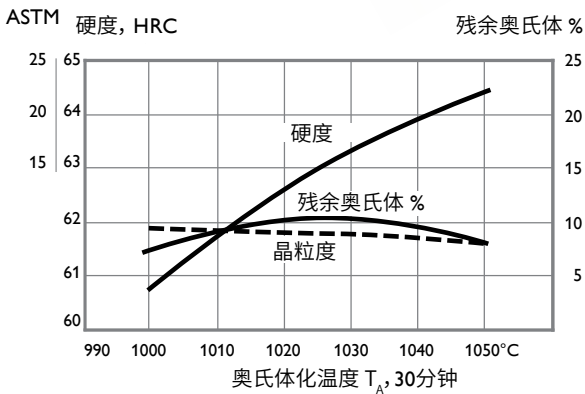
回火两次后必须立即冷却至室温。最低回火温度为525 °C。

回火图



回火曲线是在对15×15×40mm大小的样品进行热处理后, 在高速循环气体中冷却后获得的。由于诸如实际模具尺寸和热处理参数等因素, 刀具和模具热处理后可能会出现较低的硬度。

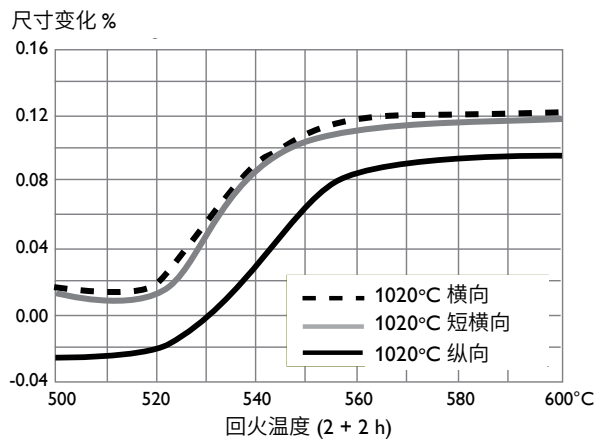
硬度、残余奥氏体及晶粒尺寸与奥氏体化温度关系曲线图



淬火和回火过程尺寸变化

测量条件是1020°C淬火, 保温30分钟, 在真空炉中 N₂ 淬火冷却, 在800—500°C温度范围内, 冷却速度是1.1°C/每秒。

试样尺寸: 100 × 100 × 100 mm



表面处理

为了减小摩擦和提高耐磨性, 模具钢材可以进行一些表面处理, 最常用的处理方式是氮化处理或表面PVD、CVD耐磨涂层。

由于具有高的硬度和韧性, 并且具有较好的尺寸稳定性, Unimax非常适合做各种表面涂层的基体钢材。

氮化及软氮化处理

渗氮和氮碳共渗形成高硬度的表面, 可以有效提高抵抗磨损和粘着的能力。

渗氮后的表面硬度约为1000-1200HV_{0.2kg}, 渗氮层厚度应按照使用要求进行选择。

氮化深度

氮化层的深度选择应与实际的应用相匹配。在下表中列出了在不同类型的氮化操作之后可以实现的深度和硬度的示例。

工艺步骤	时间 小时	深度 * 毫米	硬度 HV _{0.2}
气体氮化510°C	10	0.15	1180
	30	0.25	1180
离子氮化480°C	10	0.15	1180
氮碳共渗			
- 气体氮 580°C	1.5	0.12	1130
- 盐浴炉 580°C	1	0.089	1160

* 氮化深度 = 表面至比基体硬度高50 HV_{0.2} 处的距离

PVD

物理气相沉积(PVD)是一种在200-500°C处理温度下, 在基体表面沉积一层耐磨损表面涂层的工艺。

CVD

化学气相沉积(CVD)是一种在1000°C左右在基体表面沉积一层耐磨损表面涂层的工艺。

机加工推荐

下列机加工建议仅作参考,需根据实际加工条件做调整。

以下的切削数据,对于软性退火至 ~185 HB

车削加工

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	150 - 200	200 - 250	15 - 20
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 - 2
硬质合金刀具 ISO 标号	P20 - P30	P10 涂覆硬质合金	涂覆硬质合金或金属陶瓷

钻孔加工

高速钢麻花钻

钻头直径 mm	钻孔速度 (v_c) m/min	进给量(f) mm/r
< 5	15 - 20 *	0.05 - 0.10
5-10	15 - 20 *	0.10 - 0.20
10-15	15 - 20 *	0.20 - 0.30
15-20	15 - 20 *	0.30 - 0.35

* 高速钢涂覆钻头 $v_c = 35 - 40$ 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 ¹⁾
钻孔速度(v_c), m/min	180 - 200	120 - 150	60 - 90
进给量(f) mm/r	0.03 - 0.10 ²⁾	0.10 - 0.25 ³⁾	0.15 - 0.25 ⁴⁾

¹⁾ 可替换式或钎焊硬质合金刀具

²⁾ 钻孔直径为 20-40 mm 的进给速度

³⁾ 钻孔直径为 5-20 mm 的进给速度

⁴⁾ 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	120 - 170	170 - 210
进给量(f_z) mm/tooth	0.2 - 0.4	0.1 - 0.2
切深(a_p) mm	2 - 5	0.5 - 2
硬质合金刀具 ISO 标号	P20 - P40 涂覆硬质合金	P10 涂覆硬质合金或金属陶瓷

端铣

切削参数	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	120 - 150	110 - 150	20 - 25 ¹⁾
进给量(f_z) mm/tooth	0.01 - 0.20 ²⁾	0.06 - 0.20 ²⁾	0.01 - 0.30 ²⁾
硬质合金刀具 ISO 标号	-	P20 - P30	-

¹⁾ 对高速钢涂覆端铣刀 $v_c = 35 - 40$ m/min.

²⁾ 依据径向车削深度及铣刀直径而定

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。

砂轮推荐

磨削方式	退火状态	淬硬状态
平面砂轮平面磨削	A 46 HV	A 46 HV
扇形砂轮平面磨削	A 24 GV	A 36 GV
外圆磨削	A 46 LV	A 60 KV
内圆磨削	A 46 JV	A 60 IV
成型磨削	A 100 LV	A 120 KV

电火花加工 — EDM

淬硬的模具经电火花加工后,表面覆有重熔再凝固层(电加工白层)和未回火的再淬火层,必须采用研磨或油石抛光的方式完全去除电加工白层。

精加工后,应选用低于先前最高回火温度约 25°C 的温度再回火一次。

焊接

正确的坡口处理、焊条的选择、实施焊接工艺、焊前预热及焊后热处理 能够使工具钢的焊接得到很好的效果。

为了得到好的抛光及光刻效果,推荐使用下表的焊材。

焊接方法	TIG	MMA
预热温度	200 - 250°C	200 - 250°C
焊材	Unimax TIG-Weld UTP ADUR600 UTP A73G2	UTP 67S UTP 73G2
最高层间温度	350°C	350°C
冷却速度	空冷	
焊后冷却	开始2小时以20 - 40°C每小时冷却, 然后空冷	
焊后硬度	54 - 60 HRC	55 - 58 HRC
焊后热处理		
淬硬态	510°C 回火两小时	
软退火态	根据“热处理”手册进行软性退火性	

光蚀刻花

Unimax 的组织特别适合光蚀刻花。其组织均匀、细小及含硫量低,确保其经过光蚀刻花处理后能产生优异的纹理效果。

抛光

Unimax 具有非常均匀的结构。这与其低含量的非金属夹杂物(由于制造过程中的真空脱气)相结合,确保了抛光后的良好表面光洁度。

每个钢种具有最佳抛光时间,在很大程度上取决于硬度和抛光技术。过抛会导致一个糟糕的表面(如:橘皮纹)