



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



国际材料与试验协会

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

DIN

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

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有最佳的性能,必须同时具备高耐磨性和高韧性。

ASP 23 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
- 研磨
- 热处理尺寸稳定性
- 表面处理

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

ASP 23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。

ASP 23热处理过程中的尺寸稳定性比已知晓的常规制造的高合金钢好,而且容易预测。结合它的高硬度、高韧性以及高温回火特性,意味着ASP 23非常适合表面涂层,特别适合PVD涂层处理。

简介

ASP 23 是一种铬-钼-钨-钒合金高速钢,其具有以下特性:

- 高耐磨性(抗磨粒磨损)
- 高抗压强度
- 非常好的整体淬硬性
- 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

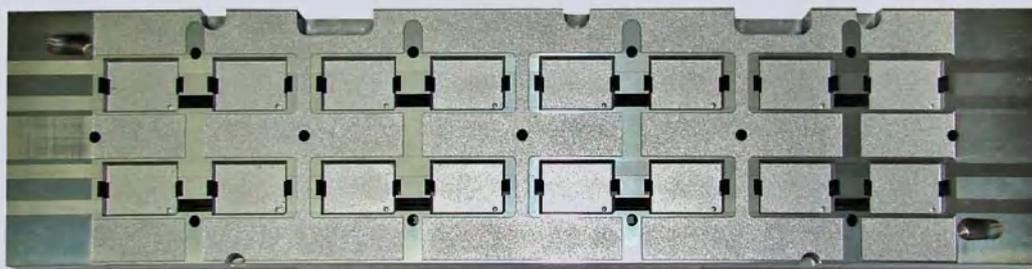
化学成分%	C 1.28	Cr 4.0	Mo 5.0	W 6.4	V 3.1
标准规范	AISI (M3:2), WNr. 1.3344, SKH 53				
交货状态	软性退火至约260 HB				
色标	紫色				

应用

ASP 23特别适合于薄的被加工材料的下料及成形,或模具失效是由于混合磨粒磨损及粘着磨损,或只是磨粒磨损,而且表面产生塑性变形的危险性也高者。

典型应用

- 中碳钢或高碳钢的下料
- 冲切已硬化钢板或冷轧钢带
- 切割工具,如齿轮加工工具、钻孔、攻丝
- 受到磨粒磨损的塑料模具
- 塑料成形机的零件,如:螺杆、料筒、喷嘴、注射头、非回收抑制环形阀、pellitiser blades、粉碎刀等
- 半导体IC模具,如:型腔、滑块等



由ASP 23制造的半导体IC模(如型腔) Courtesy: Amkor Technology Philippines, Inc.

性能

物理性能

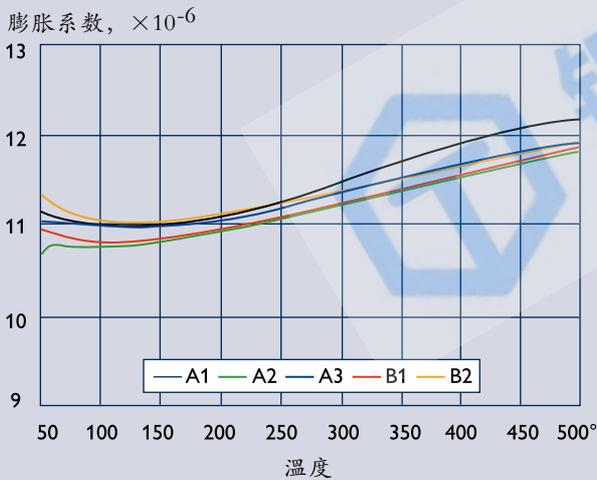
硬化及回火态下

温度	20° C	400° C	600° C
密度 kg/m ³	7 980	7 870	7 805
弹性系数 MPa	230 000	205 000	184 000
热膨胀系数 20° C起每° C	-	12.1 x 10 ⁻⁶	12.7 x 10 ⁻⁶
热传导系数 W/m ² ·C	24	28	27
比热 J/kg·C	420	510	600

热膨胀系数

CTE 图

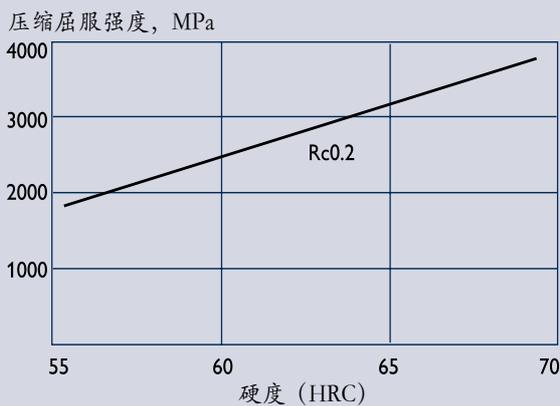
从2个不同热度采得样品值
(如: 样品A和B的热度)



压缩屈服强度

试样: 腰部 $\varnothing 10\text{mm}$ 的沙漏形

室温下与硬度相对应的近似压缩屈服强度



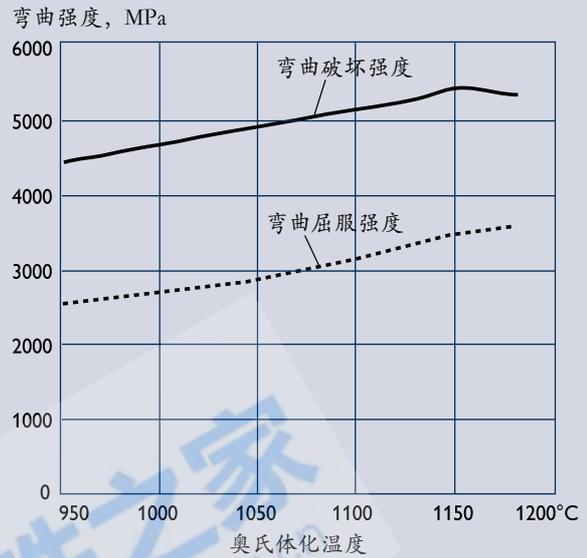
弯曲强度

四点弯曲测试方法

原始尺寸: $\varnothing 6\text{ mm}$

试样尺寸: $\varnothing 4.7\text{ mm}$

回火: 3 x 1 h at 560° C



冲击强度

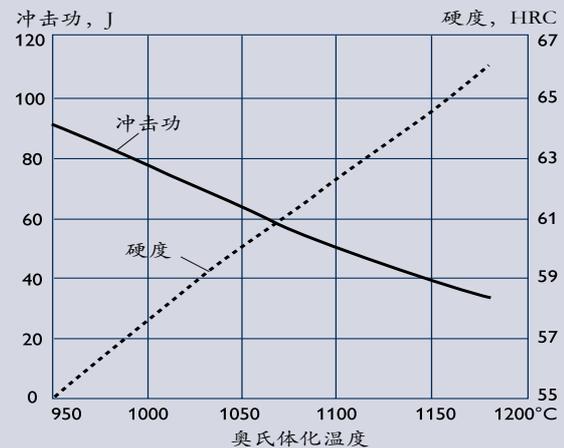
室温下不同硬度的近似冲击强度.

原始尺寸: 9 x 12 mm

试样尺寸: 7 x 10 x 55 mm

试样类型: 无缺口

回火: 3 x 1 h at 560° C



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。

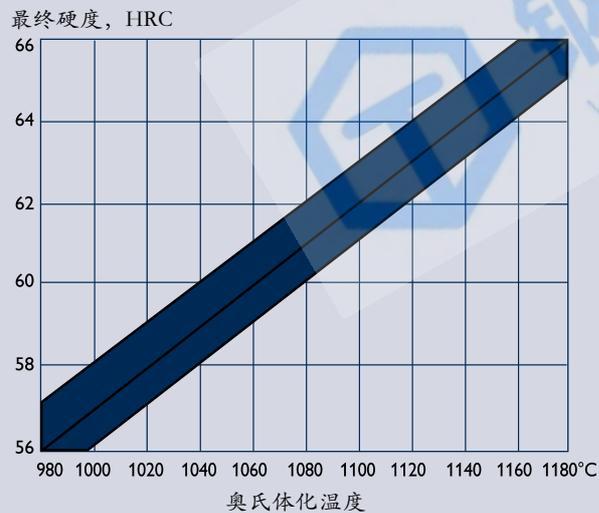
淬火处理

预热温度: 450 - 500 °C 及 850 - 900 °C

奥氏体化温度: 根据下图所需硬度选择 1050 - 1180 °C，保温时间: 1100 °C 以下 30 分钟，1100 °C 以上 15 分钟。

模具在淬火过程中，必须保护以免氧化或脱碳。

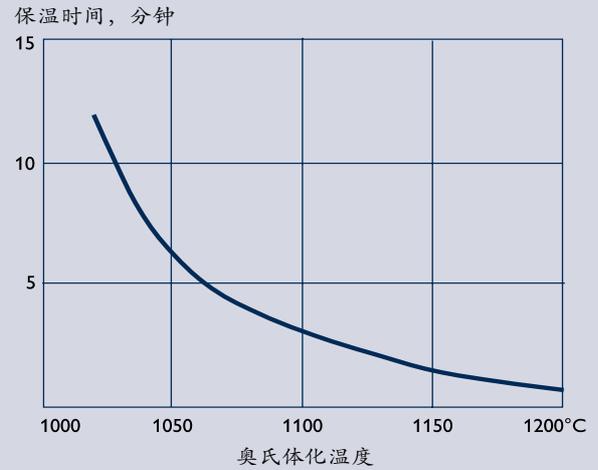
在 560 °C 经 3 次回火，每次保温 1 小时后的硬度



在不同奥氏体化温度淬火并在 560 °C 回火 3 次，每次保温 1 小时后获得的硬度

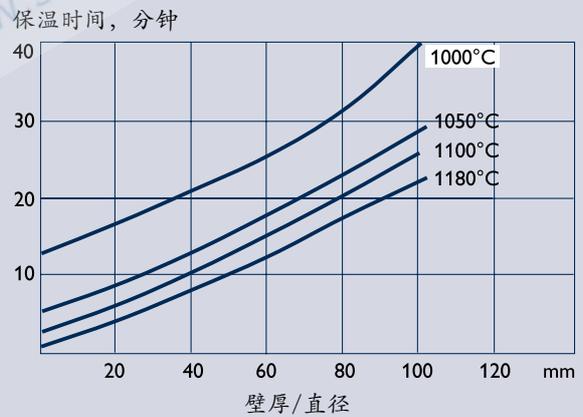
硬度 HRC	奥氏体化温度 °C
58	1020
60	1060
62	1100
64	1140
66	1180

建议保温时间



保温时间=模具在加热到奥氏体化温度热透后再需要的保温时间。保温时间低于上面建议的时间将导致硬度下跌。

下图为在盐浴炉中，经 450 °C 和 850 °C 两阶段预热后，在淬火槽内，所需要的总保温时间。

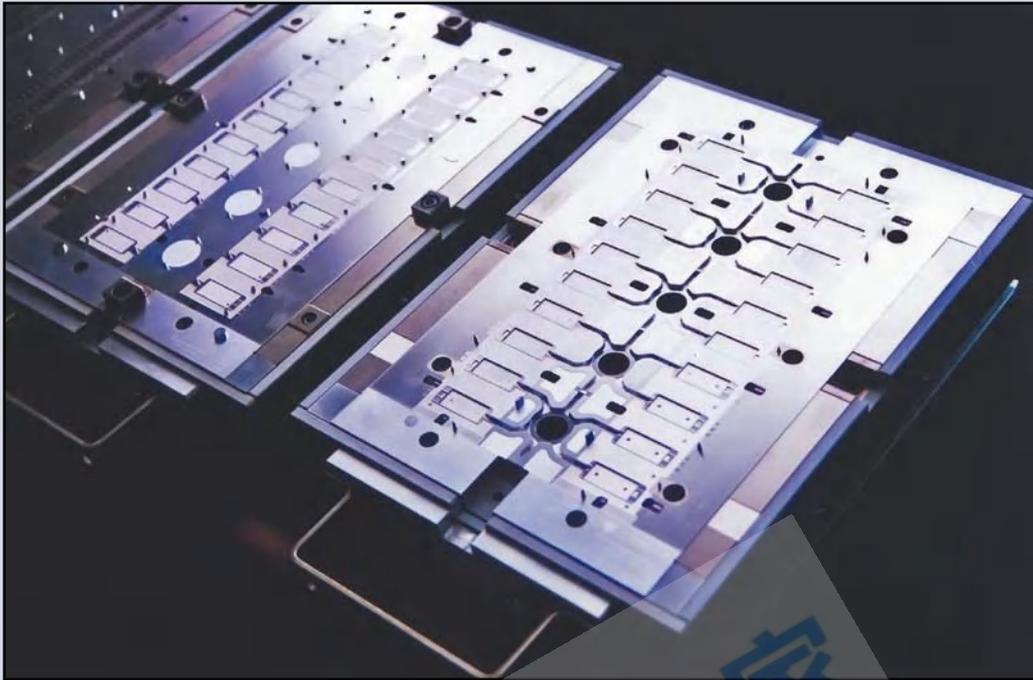


淬火介质

- 在真空炉中，以足够正压 (2 - 5 bar) 的气体冷却。
- 在盐浴炉或流动粒子炉中，550 °C 分级淬火。

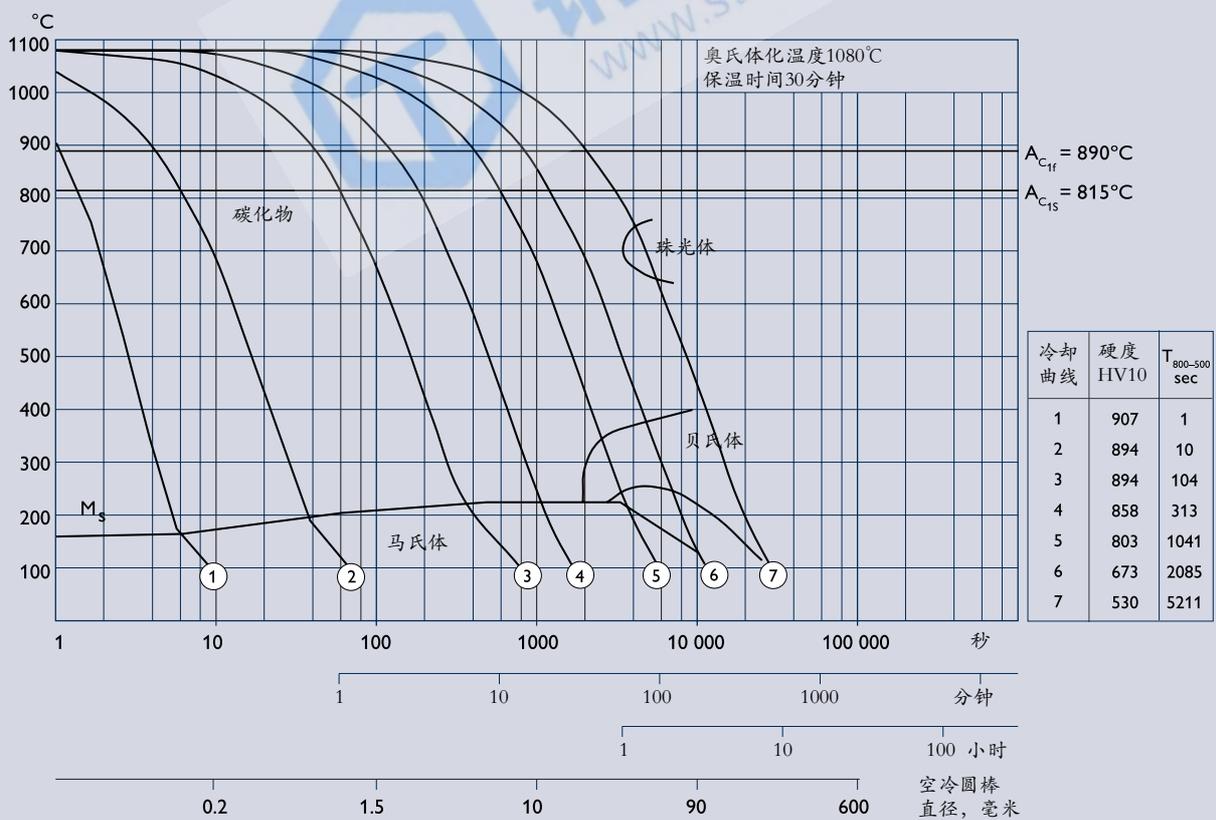
注意 1: 模具淬火必须连续冷却至约 50 °C，然后立即回火

注意 2: 当需要最佳韧性时，请使用分级淬火或高压气体冷却。



CCT 图

奥氏体化温度 1080° C, 保温时间30分钟。



回火

对于冷作用途，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，否则体积将增大。

淬火后零件应立即深冷处理，然后回火。虽然有时由于深冷介质和使用到的设备的局限性采用 -70° C或更低的温度(如-80° C)，但是 ASP 23通常在 -150° C 与 -196° C之间深冷处理。保温1~3小时深冷处理后，硬度将增加~1HRC。

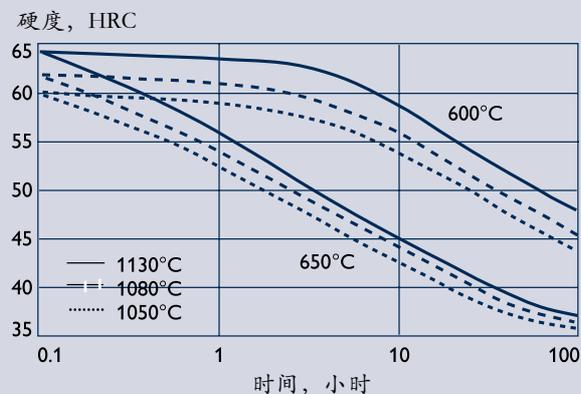
避免形状复杂模具，以免增加破裂危险。

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

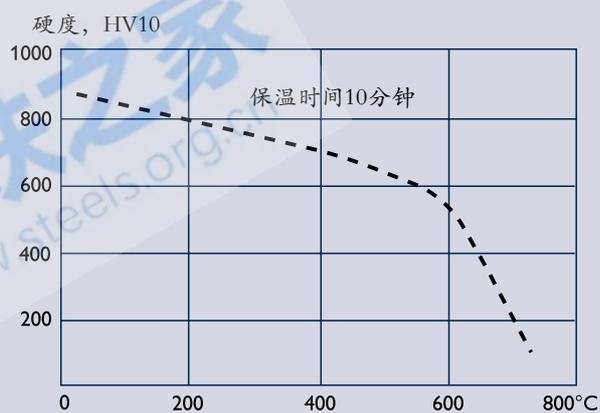
回火：560° C回火3次，每次保温1小时



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



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: 软化退火至约260 HB。

车床加工

车削参数	硬质合金刀具		高速钢车刀 [†]
	粗车	精车	精车
车削速度 (v _c) m/min	110 - 160	160 - 210	12 - 15
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	P10 - P20* 涂覆硬质合金	P10* 涂覆硬质合金或焊接	-

[†] 高速钢

* 使用耐磨损Al₂O₃涂层的硬质合金刀具

钻孔加工

高速钢麻花钻头

钻头直径 mm	钻孔速度 (v _c) m/min	进给量(f) mm/r
≤ 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 - 0.30

* 对TiCN涂覆的高速钢钻头, v_c = 16 - 18 m/min

硬质合金钻头

钻切参数	钻头类型		
	可替换刀片型	全硬质合金型	钎焊硬质合金 ¹
切削速度 (v _c) m/min	120 - 150	60 - 80	30 - 40
进给量(f) mm/r	0.05 - 0.15 ²	0.10 - 0.25 ²	0.15 - 0.25 ²

¹ 钻有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 _c) m/min	80 - 130	130 - 160
进给量 (f _z) 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* 涂覆硬质合金	K15* 涂覆硬质合金

* 使用耐磨损Al₂O₃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 _c) m/min	40 - 50	90 - 110	5 - 8 ¹
进给量(f _z) mm/tooth	0.01 - 0.2 ²	0.06 - 0.2 ²	0.01 - 0.3 ²
ISO标准硬质合金牌号	-	K15 ³	-

¹ 涂覆的高速钢端铣刀具, v_c = 14 - 18 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Al₂O₃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
表面研磨镶块式	A 36 GV	A 46 GV
外圆研磨	A 60 KV	B151 R75 B3 ¹ A 60 KV
内壁研磨	A 60 JV	B151 R75 B3 ¹ A 60 IV
成型研磨	A 100 IV	B126 R100 B6 ¹ A 100 JV

¹ 尽可能选用CBN砂轮

表面处理

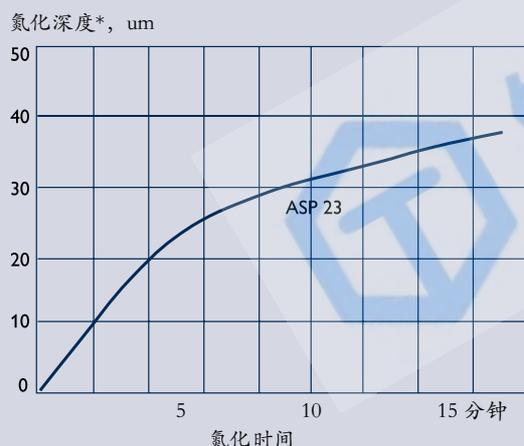
一些冷作工具钢为了降低摩擦和增加耐磨性，而进行表面处理。通常大部分采用氮化和通过PVD和CVD产生耐磨表面涂层。

ASP 23特别适合碳化钛、氮化钛表层镀膜。因为ASP 23的碳化物分布非常均匀，使镀膜的结合更好，并减少模具硬化过程中的尺寸改变。由于结合高强度及高韧性，使ASP 23成为理想的PVD和CVD 镀膜基材。

氮化处理

建议在特殊的盐浴炉种，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。

570° C氮碳共渗氮化层深度与氮化时间的关系



* 氮化深度指表面到比基体硬度高50HV处的距离

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。因为ASP 23是560° C高温回火，在PCD镀膜过程中没有尺寸改变的危险。

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。

电火花加工

如果钢材在淬火及回火后需要进行EDM加工，电加工表面为再次硬化未回火的重熔层(白层)，白层既非常脆又损害模具的性能。

当通过EDM加工轮廓时，推荐采用“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彻底去除白层，然后模具应以535° C再回火一次。

ASSAB冷作工具钢的对比

钢材特性和抵抗模具失效的比较

ASSAB 编 号	硬度/ 抗塑性变 形	机械加工 性	研磨性	尺寸稳定 性	抵抗		抗疲劳开裂	
					磨粒磨损	粘着磨损	延展性/ 抗崩角	韧性/ 整体开裂
DF-3	■■■■	■■■■	■■■■	■	■■	■■	■■	■■
635	■■■	■■■■	■■■■	■■■	■■	■■■	■■■■	■■■■
CALDIE (ESR)	■■■	■■■■	■■■■	■■■	■■■	■■■	■■■■	■■■■
XW-10	■■■	■■■■	■■■	■■■	■■■	■■■	■■	■■■
ASSAB 88	■■■■	■■■■	■■■	■■■	■■■	■■■	■■	■■■
XW-42	■■■	■■■	■■	■■■	■■■	■	■■	■■■
XW-5	■■■	■■	■	■■■	■■■■	■	■■	■■
VANADIS 4 EXTRA	■■■■	■■■■	■■■	■■■■	■■■	■■■	■■■■	■■■
VANADIS 10	■■■■	■	■	■■■■	■■■■	■■■	■■■	■■
VANCRON 40	■■■	■■■	■■■	■■■	■■■	■■■■	■■■	■■■
ASP 23	■■■■	■■■	■■■	■■■	■■■	■■■	■■■	■■■
ASP 30	■■■■	■■■	■■■	■■■	■■■	■■■	■■■	■■■
ASP 60	■■■■	■■■	■	■■■	■■■	■■■	■■■	■■■
AISI M2	■■■	■■■	■■■	■■■	■■■	■■■	■■■	■■■

