



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

Tyrax ESR 是一种优质高硬度和耐腐蚀的塑料模具钢, 具有以下特性:

- 良好的耐腐蚀性
- 优异的抛光性
- 良好的耐磨性
- 良好的机加工性能
- 高硬度55-58 HRC, 以抵抗压痕
- 优异的延展性和韧性
- 在热处理和服役过程中有良好的尺寸稳定性
- 均匀的微观组织和细小的晶粒
- 良好的淬透性

Tyrax ESR以硬度约190HB的软退火状态交货。Tyrax ESR采用电渣重熔 (ESR) 技术来生产, 杂质含量极低。

典型成分 %	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	N
	0.4	0.2	0.5	12.0	2.3	0.5	+
供货状态	软性退火至 约190HB						

## 应用

Tyrax ESR适用于从事长期生产的模具、增强塑料模具和压缩成型模具, 也适用于塑化螺杆等工程应用。Tyrax ESR适合在腐蚀性条件下使用, 比如在潮湿条件下工作/储存的模具, 或适用于腐蚀性塑料生产的模具。Tyrax ESR的高韧性/延展性使其适用于复杂的模具。Tyrax ESR也适用于有高镜面需求的应用。

- 含有玻纤填充剂与腐蚀性添加剂的高性能塑料
- PVC等腐蚀性塑料
- 高表面光洁度, 比如用于生产光学部件

## 性能

### 物理性能

室温和高温下的数据。

温度	20 °C	200 °C	400 °C
密度 kg/m <sup>3</sup>	7 750	-	-
热膨胀系数 20°C起/°C	-	11.3 × 10 <sup>-6</sup>	12.0 × 10 <sup>-6</sup>
热传导系数 * W/m°C	-	23.5	24.6
比热 J/kg °C	460	-	-

\* 热传导系数测量十分困难, 离散度 (误差) 高达 ±15%

### 在室温下的抗拉强度

拉伸强度为近似估值。测试试样在1050°C~1080°C进行淬火, 真空炉气淬, 然后在530°C温度下回火两次, 每次两小时, 获得要求的硬度。所有样品取自尺寸为254x102 mm的原材料。

硬度	56 HRC	58 HRC
抗拉强度 N/mm <sup>2</sup>	2 060	2 260
屈服强度 Rp0.2 N/mm <sup>2</sup>	1 460	1 610

### 抗压强度

压缩强度估值如下表所示。在1050°C温度下对试样进行淬火, 再经真空炉气淬, 然后在525°C温度下回火两次, 每次两小时, 获得所要求的硬度。

硬度 HRC	抗压屈服强度 Rc0.2 (MPa)
56	1820

## 冲击韧性

与其他W.-Nr.1.2083 / AISI 420型不锈工模具钢相比  
Tyrax ESR具备更高的韧性/延展性。

从锻件中心选取试样, 室温条件下在试样的短横  
(S-T)方向进行冲击强度实验, 测试结果如下:

原材料尺寸: 250x80 mm

冲击样品尺寸: 7 x 10 x 55 mm 无缺口

分别在1050°C和1080°C温度下淬火30分钟。

在真空炉中淬火, 回火两次, 每次两小时。

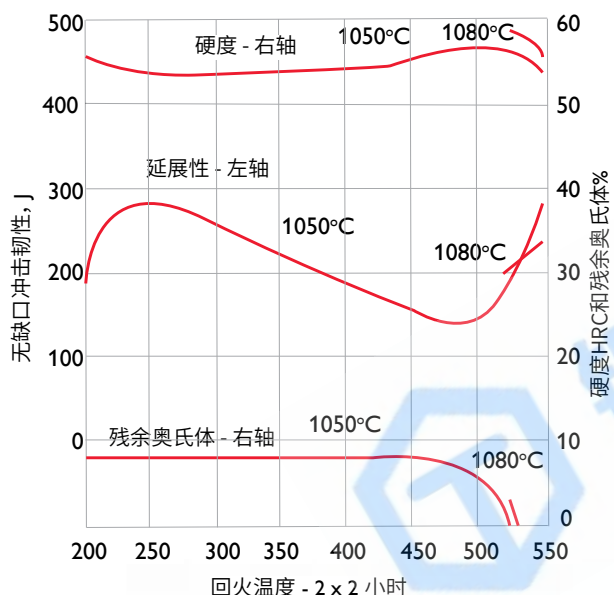
## 耐腐蚀性

在低温回火并进行镜面抛光条件下, Tyrax ESR表现出最佳的耐腐蚀性。Tyrax ESR可抵抗来自水、水蒸气、弱有机酸、硝酸盐、碳酸盐和其他盐类稀溶液的腐蚀。

在潮湿的工作和储存条件下, 以及正常生产条件下模塑腐蚀性塑料时, Tyrax ESR制成的模具均展现出良好的抗锈蚀和抗污染性。

## 回火温度对无切口冲击韧性的影响

所有测试均在室温下进行



## 热处理

### 软化退火

在保护状态下, 加热至860°C均温后, 于炉中以10°C/小时的速度冷却至650°C, 然后置于空气中冷却。

### 去应力回火

粗加工后, 必须加热至650°C均温2小时, 随炉缓慢冷却至500°C, 然后置于空气中冷却。





## 淬火和淬透性

预热温度600–850°C。

推荐的奥氏体化温度：1050-1080°C，保温30分钟。

## 淬火介质

- 足够正压的真空气冷
- 在250-550°C下的流化床或盐浴炉中淬火，然后再鼓风冷却
- 高速气体/循环气氛

为使模具获得最佳性能，在模具的变形程度可接受的条件下，冷速越快越好。

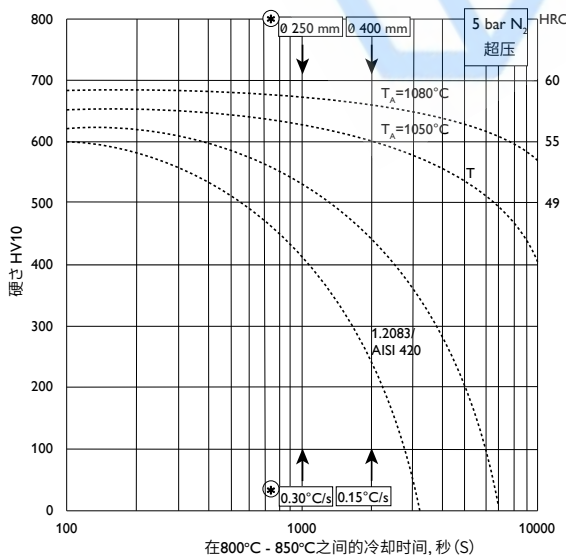
在真空炉中热处理时推荐淬火气压不低于4-5bar。

模具冷却至50-70°C应立即回火。

Tyrax ESR具有比W.-Nr. 1.2083 / AISI 420类型材料更好的淬透性，即使在大尺寸模具的中心也能获得高硬度。非常好的淬透性也会对其他性能产生决定性影响，如韧性和耐腐蚀性。

## 淬火冷却速度对硬度的影响

分别在1050°C-1080°C淬火。

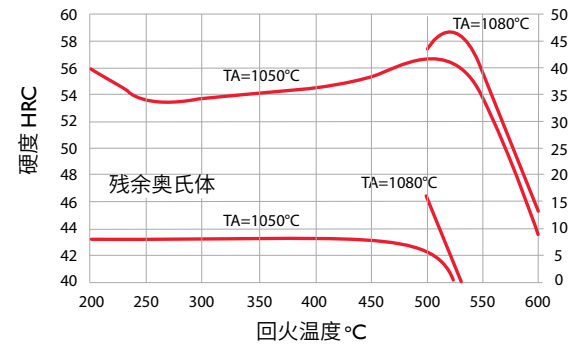


\* 指出了两种尺寸样品中心的淬火冷却速度。

## 回火

根据下图所示的回火曲线，回火温度应根据目标硬度选择合适的回火温度。

两次回火，每次回火后冷却至室温，最低回火温度为200°C，每次回火保温时间2小时。



回火曲线是在对15x15x40mm大小的样品进行真空气淬热处理后获得的。

注意：

在200°C-250°C回火可获得韧性、硬度及耐腐蚀性的最佳组合。然而，对于复杂的模具设计，建议采用高温回火（不低于525°C），以将残余应力和残余奥氏体降至最低。

在1080°C淬火和530°C回火可获得达58HRC的硬度，仍然具有良好的延展性。

特殊情况下，可以采用1100°C的淬火温度，回火温度为525-530°C时硬度可提高至60HRC，仅在韧性次要时才采用1100°C淬火。

Tyrax ESR也可以在 AISI 420 的常用硬度 52 HRC 下使用，采用1020°C作为淬火温度并在250°C两次回火，每次回火保温2小时，残余奥氏体量<2%。

## 尺寸变化

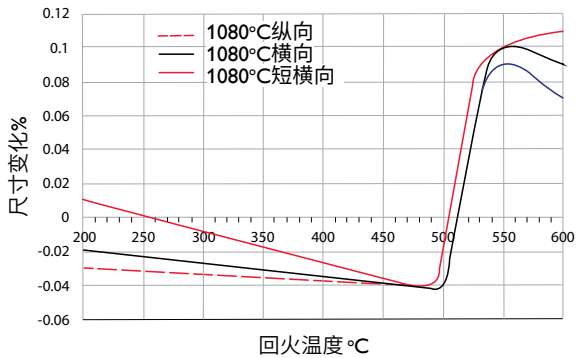
材料在淬火和回火后尺寸变化如下图所示。

奥氏体化: 1080°C/30分钟, 在800°C-500°C之间以0.64°C/秒的速度在真空炉中冷却。

回火: 在各个回火温度回火两次, 每次保温2小时。

样品尺寸: 100 x 40 x 20 mm

对于Tyrax ESR, 建议加工余量为0.15%



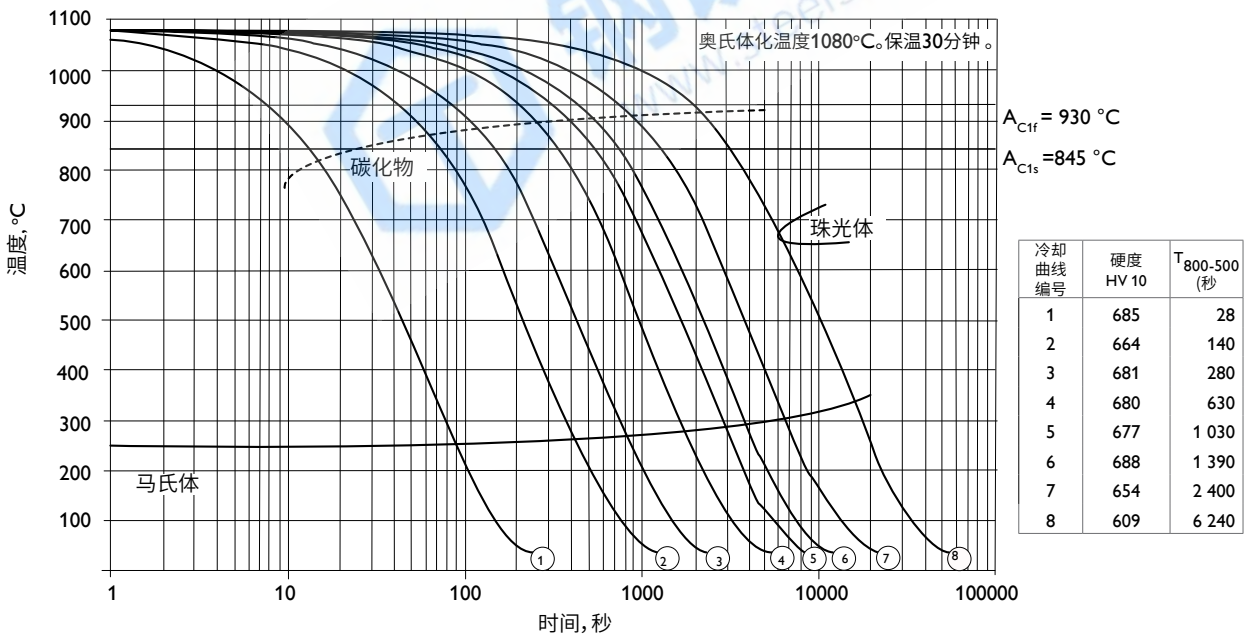
## 深冷处理

对于在热处理后对尺寸稳定性有高要求的模具, 可在温度为(-120°C-196°C)的液氮中进行深冷处理, 深冷处理应在回火前进行。但是, 复杂形状的模具存在开裂风险, 应避免深冷处理。因为深冷处理使残余奥氏体得到消除或含量极低, 硬度和耐磨损性能相应增加, 所以低温回火前的深冷处理尤其有意义。与在525°C或更高温度下进行回火相比, 200°C至480°C低温回火可进一步增强耐腐蚀性。

淬火 1080°C / 30分钟 / 在-196°C 进行低温处理	回火 200°C/2x2h
硬度	58.5 HRC
残余奥氏体	<2%

## CCT - 曲线

奥氏体化温度1080°C。保温 30 分钟。



## 机加工推荐

以下机加工参数仅作为加工指南，必须随实际加工条件做相应调整。

下表中的机加工参数对于Tyrax ESR仅在约190HB的软退火态硬度下有效。

### 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	140 – 190	190 – 240	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 - 3
硬质合金刀具 ISO标号	P20 - P30 涂覆硬质合金	P10 涂覆硬质合金或 金属陶瓷	-

## 钻孔

### 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/rev
≤ 5	12 – 16 *	0.05 – 0.15
5 – 10	12 – 16 *	0.15 – 0.20
10 – 15	12 – 16 *	0.20 – 0.25
15 – 20	12 – 16 *	0.25 – 0.35

\* 涂层高速钢钻头  $v_c = 22 - 24$  m/min.

### 硬质合金钻头

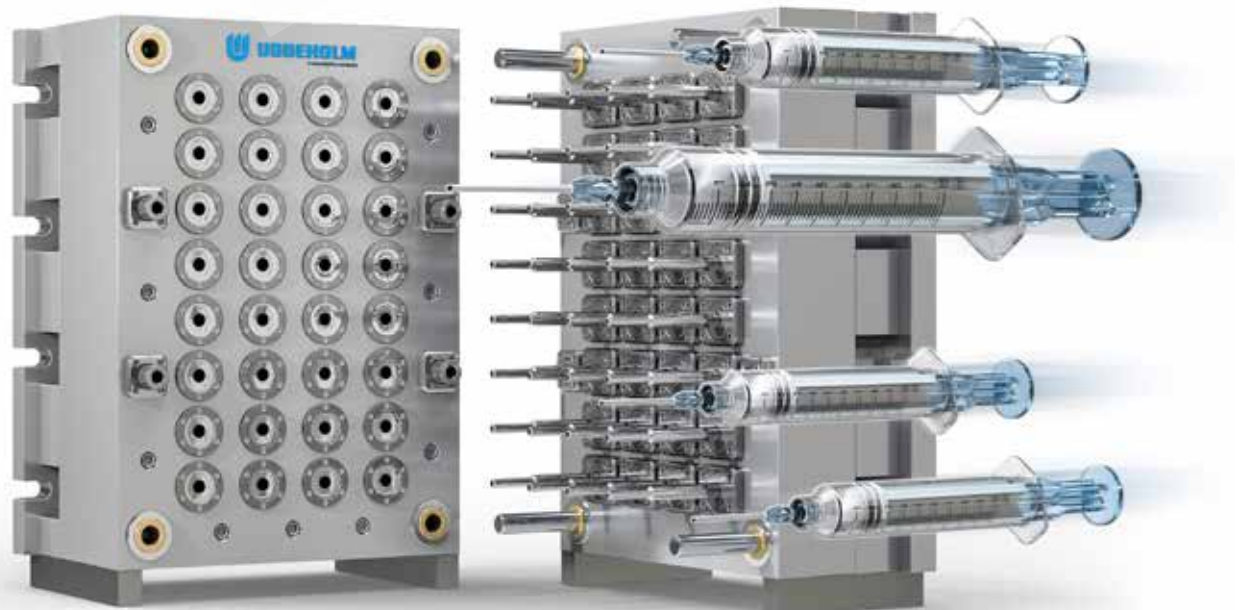
加工参数	钻头类型		
	可转位 钻头	整体硬质 合金	钎焊硬质 合金 <sup>1)</sup>
钻孔速度 ( $V_c$ ), m/min	160 – 200	80 – 100	60 – 90
进给量(f) mm/r	0.03 – 0.10 <sup>2)</sup>	0.10 – 0.25 <sup>3)</sup>	0.15 – 0.25 <sup>4)</sup>

<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	120 – 170	170 – 210
进给量 (f) mm/tooth	0.2 – 0.4	0.1 – 0.2
切深 (a <sub>p</sub> ) mm	2 – 4	0.5 – 2
硬质合金刀具 ISO 标号	P30 – P40 涂覆硬质合金	P20 涂覆硬质合金 或金属陶瓷

### 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 <sub>c</sub> ) m/min	120 – 150	110 – 150	20 – 25 <sup>1)</sup>
进给量 (f <sub>z</sub> ) mm/tooth	0.01 – 0.20 <sup>2)</sup>	0.06 – 0.20 <sup>2)</sup>	0.01 – 0.30 <sup>2)</sup>
硬质合金刀具 ISO 标号	–	P30 – P40	–

<sup>1)</sup> 涂覆的高速钢端铣刀 v<sub>c</sub> 35-40 m/min

<sup>2)</sup> 根据切削的径向厚度和刀具直径调整

## 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	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
成形磨削	A 100 LV	A 120 JV

## 抛光

Tyrax ESR 在淬火和回火条件下具有出色的抛光性。它可以在很短的步骤内抛光到最高水平的表面光洁度。

有关抛光的更多详细信息，请参阅“工模具钢抛光”手册。

## 焊接

模具钢焊接后一般容易发生开裂。但是如能注意一些细节,在焊前、焊接过程中和焊后采取正确的预防措施,为了获得好的焊接效果,正确的坡口处理、焊前预热、焊接层间温度、焊后热处理及焊条的选择都是非常关键的因素。

为了获得最佳的抛光机及皮纹效果,推荐使用与模具钢具有相同成分的焊材。

焊接方法	TIG
预热温度*	330 °C ± 25 °C
填充材料	TYRAX TIG Weld
最高层间温度	480 °C
焊后冷速	前2个小时以20-40°C/小时的速度冷却,然后空冷
焊后硬度	56 - 58 HRC
焊后热处理	
淬硬态	低于原先的回火温度25°C回火
软态	在860°C的保护气氛下进行软化退火。随后以10°C/小时的速度随炉冷却至650°C,然后空冷。

