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 国空航天材料规范	ISO 国际标准	JASO 日本汽车标准组织
EN 欧洲标准	JB 国机械行业标准	UNS 统一编号系统	UNI 意大利标准	ASME 美国机械工程师协会	SS 瑞典标准	GB 国家标准	JIS 日本工业标准	

简介

Formvar 是一种高性能的热作工模具钢，具有良好的抗高温磨损和抗变形能力，其特点如下：

- 良好的回火抗力
- 良好的高温强度
- 优异的淬透性
- 热处理、表面涂层处理后良好的尺寸稳定性

典型成分%	C 0.35	Si 0.2	Mn 0.5	Cr 5.0	Mo 2.3	V 0.6
标准规格	无					
交货状态	软化退火，硬度不大于 229HB.					

应用

热挤压

产品	铜合金 HRC	铝/镁合金 HRC
模具	-	46 – 52
衬套/垫块/推杆	46 – 52	44 - 52

热锻

产品	钢/铝合金
镶件	44 – 52

特性

物理性能

室温和高温下的数据

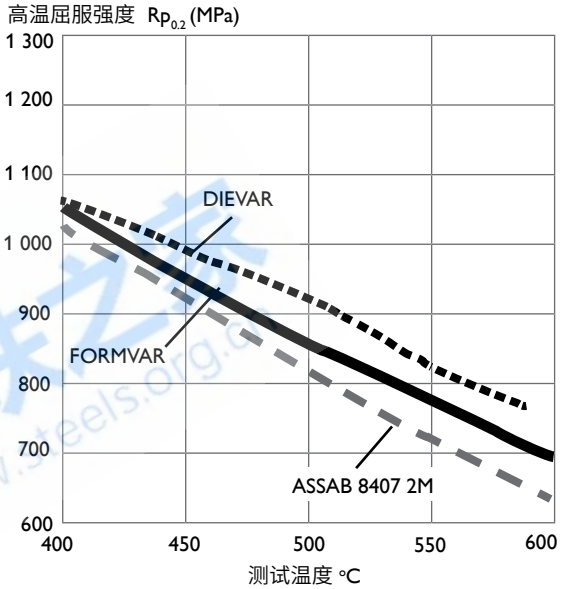
温度	20 °C	400 °C	600 °C
热传导系数 * W/m °C	-	31	32

机械性能

室温抗拉强度(S-T)厚度方向

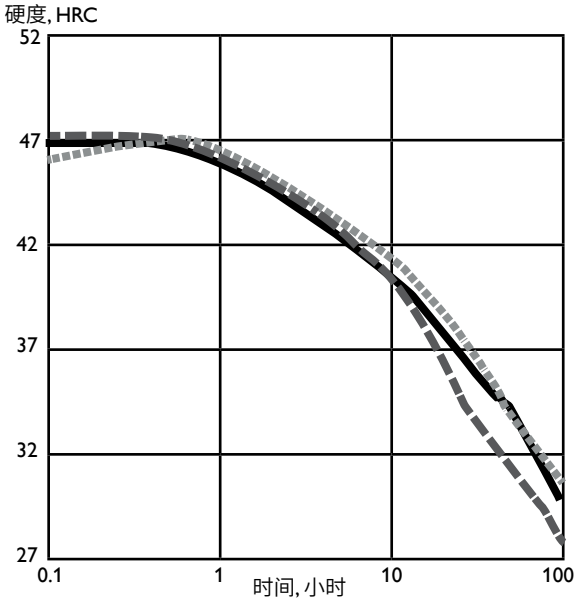
硬度	44 HRC	48 HRC	52 HRC
抗拉强度, R_m MPa	1 480	1 640	1 900
屈服强度 Rp0.2 MPa	1 210	1 380	1 560

高温屈服强度



600°C 时的回火抗力

奥氏体化：1020 °C/30 min
回火：616 °C / 2 x 2h.



www.steels.org.cn

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600°C后空冷。

去应力回火

在粗加工后，应该热透至 650°C，保温 2 小时，随炉冷却至 500°C，然后空冷。

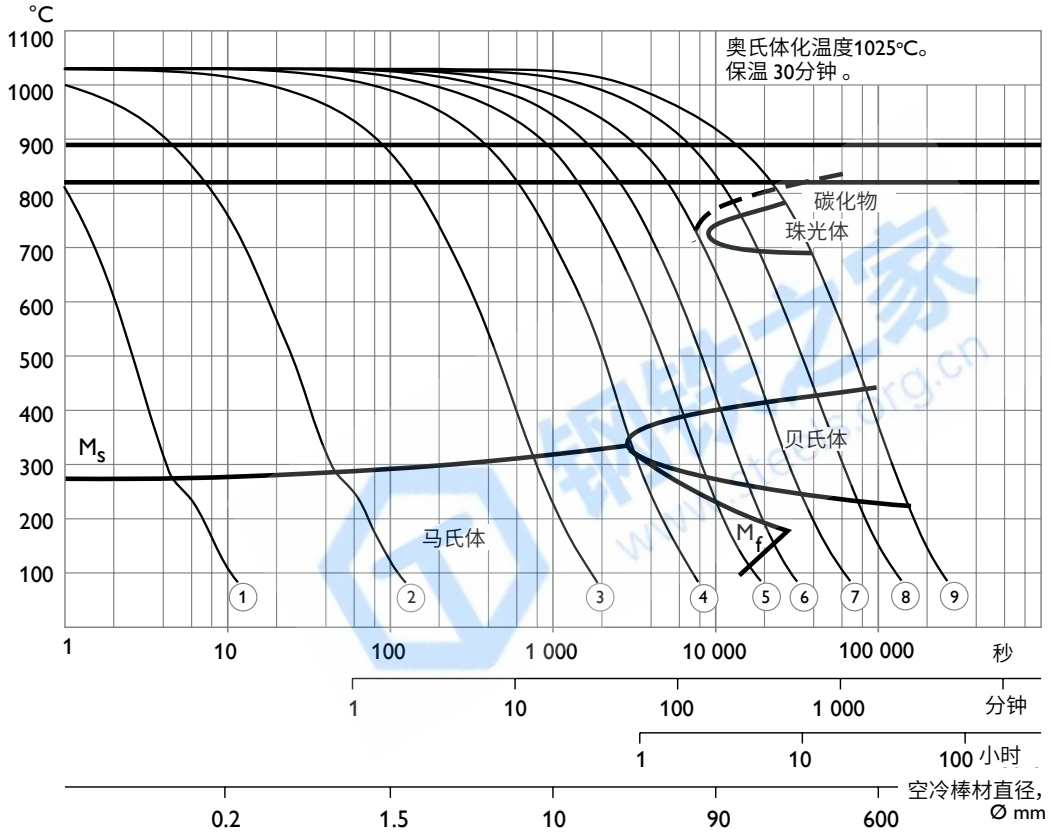
淬火

预热温度：600 – 900°C。通常至少分两阶段预热。第一阶段在 600 – 650°C，第二阶段在820 – 850°C。如分三阶段则第二阶段采用820°C，第三阶段采用900°C 。

奥氏体化温度：1000 – 1030°C。

CCT-曲线图

奥氏体化温度1025°C。保温 30 分钟。



A_{C1f} = 890 °C

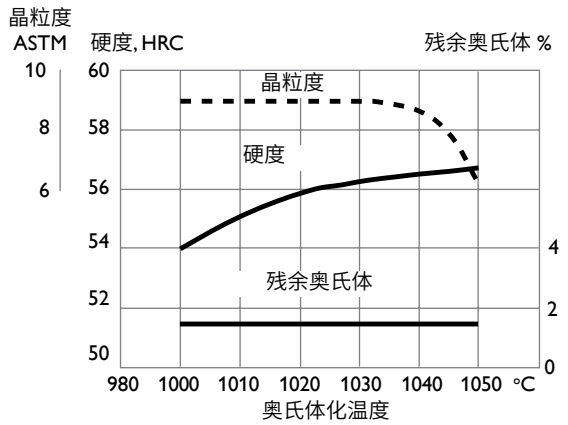
A_{C1s} = 820 °C

冷却曲线编号	硬度 HV 10	$T_{800-500}$ 秒
1	681	1.5
2	627	15
3	620	280
4	592	1 248
5	566	3 205
6	488	5 200
7	468	10 400
8	464	20 800
9	405	41 600

曲轴和连杆。
瑞典插图，图形

www.steels.org.cn

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

淬火介质

- 高速气体/循环气氛
- 真空淬火(具有足够正压力的高速气体),若要控制淬火变形和预防开裂,建议在320-450°C 进行分级淬火 。
- 在450-550°C盐浴炉或流化床炉中等温淬火。
- 在 180-200°C 盐浴炉或流化床炉中等温淬火 。
- 油淬,油温约 80°C

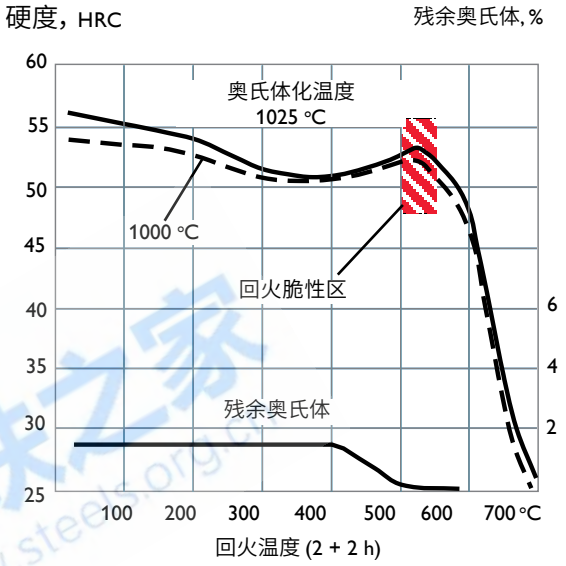
注意: 淬冷至 50 - 70°C时应立刻回火。

回火

根据所需硬度参考回火曲线选择回火温度。对压铸模具至少回火三次,热锻模具和挤压模具回火两次。两次回火中间,模具要冷却至室温,每次 在回火温度至少要保温两小时。

在500-550°C温度范围内回火会导致较低的韧性。

回火曲线



上述回火曲线的测试试样尺寸为 15 x 15 x 40 mm,冷却介质为高压空气。由于实际尺寸及热处理参数的原因,实际模具或者工件的回火硬度可能低于上述测试值。

www.steels.org.cn

氮化处理及氮碳共渗

氮化及碳氮共渗在模具表面形成硬化层，提高了模具对于磨损、粘着和早期热龟裂的抵抗能力。

Formvar 可以通过离子炉、气氛炉、流动离子炉和盐浴炉进行氮化及碳氮共渗。氮化及碳氮共渗温度应低于先前最高回火温度至少 25 - 50°C 否则会造成模具硬度、强度降低，尺寸公差也会产生发生改变。

在氮化及碳氮共渗中可能会产生脆性化合物层，即氮化白层。氮化白层因其很脆，在受到高的机械载荷或热冲击载荷时会产生开裂或破碎。作为基本的原则，要尽量避免产生白层。

Formvar 经 510°C 氨气氮化或480°C离子氮化后都能得到约1100 $HV_{0.2}$的表面硬度。通常离子氮化因其氮势浓度更易控制而被推 荐，当然，严格控制的气体氮化也能得到同样的效果。

Formvar经 580°C 气体炉或盐浴炉碳氮共渗后硬度达到约 1100 $HV_{0.2}$。

氮化深度

工艺步骤	时间	深度*	表面硬度 $HV_{0.2}$
510 °C 气体氮化	10 h	0.16 mm	1 100
	30 h	0.22 mm	1 100
480 °C 离子氮化	10 h	0.15 mm	1 100
氮碳共渗 - 580 °C 气体	2 h	0.13 mm	1 100
- 580 °C 盐浴	1 h	0.08 mm	1 100

* 氮化深度 = 表面至比基体硬度高 50 $HV_{0.2}$ 处的距离

连杆生产工模具

www.steels.org.cn

机加工参数推荐

以下加工参数可作为加工参考，但实际加工时需根据设备、选择的刀具等具体情况来调整。
下表中的建议对于退火软态下的Formvar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	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 涂覆硬质合金	P10 涂覆硬质合或金属陶瓷	-

铣床加工

面铣和直角台阶铣

切削参数	硬质合金刀具	
	粗铣	精铣
铣削速度 (v_C) m/min	130 – 180	180 – 220
进给量 (f_z) mm/tooth	0.2 – 0.4	0.1 – 0.2
切深(a_p) mm	2 – 4	< 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	130 – 170	120 – 160	25 – 30 [1]
进给量 (f_z) mm/tooth	0.03 – 0.20 [2]	0.08 – 0.20 [2]	0.05 – 0.35 [2]
硬质合金刀具 ISO 标号	–	P20 – P30	–

[1] 涂层高速钢端铣刀, vc ~ 45 – 50 m/min
[2] 取决于端铣切削半径及铣刀直径

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 – 0.15
5 – 10	15 – 20 *	0.15 – 0.20
10 – 15	15 – 20 *	0.20 – 0.25
15 – 20	15 – 20 *	0.25 – 0.35

* 涂层高速钢端铣刀, 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 (Vc), m/min	180 – 220	120 – 150	60 – 90
进给量 (f) mm/r	0.05 – 0.25 [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

磨削加工

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
成形磨削	A 100 LV	A 120 JV

钢铁之家 www.steels.org.cn
www.steels.org.cn

机加工参数推荐

以下加工参数可作为加工参考，但实际加工时需根据设备、选择的刀具等具体情况来调整。

下表中的建议适用于淬回火至44-46HRC的Formvar。

车床加工

切削参数	硬质合金车刀	
	粗车	精车
车削速度 (v_c), m/min	40 – 60	70 – 90
进给量 (f) mm/rev	0.2 – 0.4	0.05 – 0.2
切深 (a_p) mm	1 – 2	0.5 – 1
硬质合金刀具 ISO	P20 - P30 涂覆硬质合金	P10 涂覆硬质合金或金属陶瓷

钻孔加工

高速钢麻花钻 (涂覆TiCn)

钻头直径 mm	钻孔速度 (v_c) m/min	进给量(f) mm/r
≤ 5	13 – 20	0.05 – 0.10
5 – 10	13 – 20	0.10 – 0.15
10 – 15	13 – 20	0.15 – 0.20
15 – 20	13 – 20	0.20 – 0.30

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	60 – 80	60 – 80	40 – 50
进给量((f_z) mm/tooth	0.05 – 0.25 [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

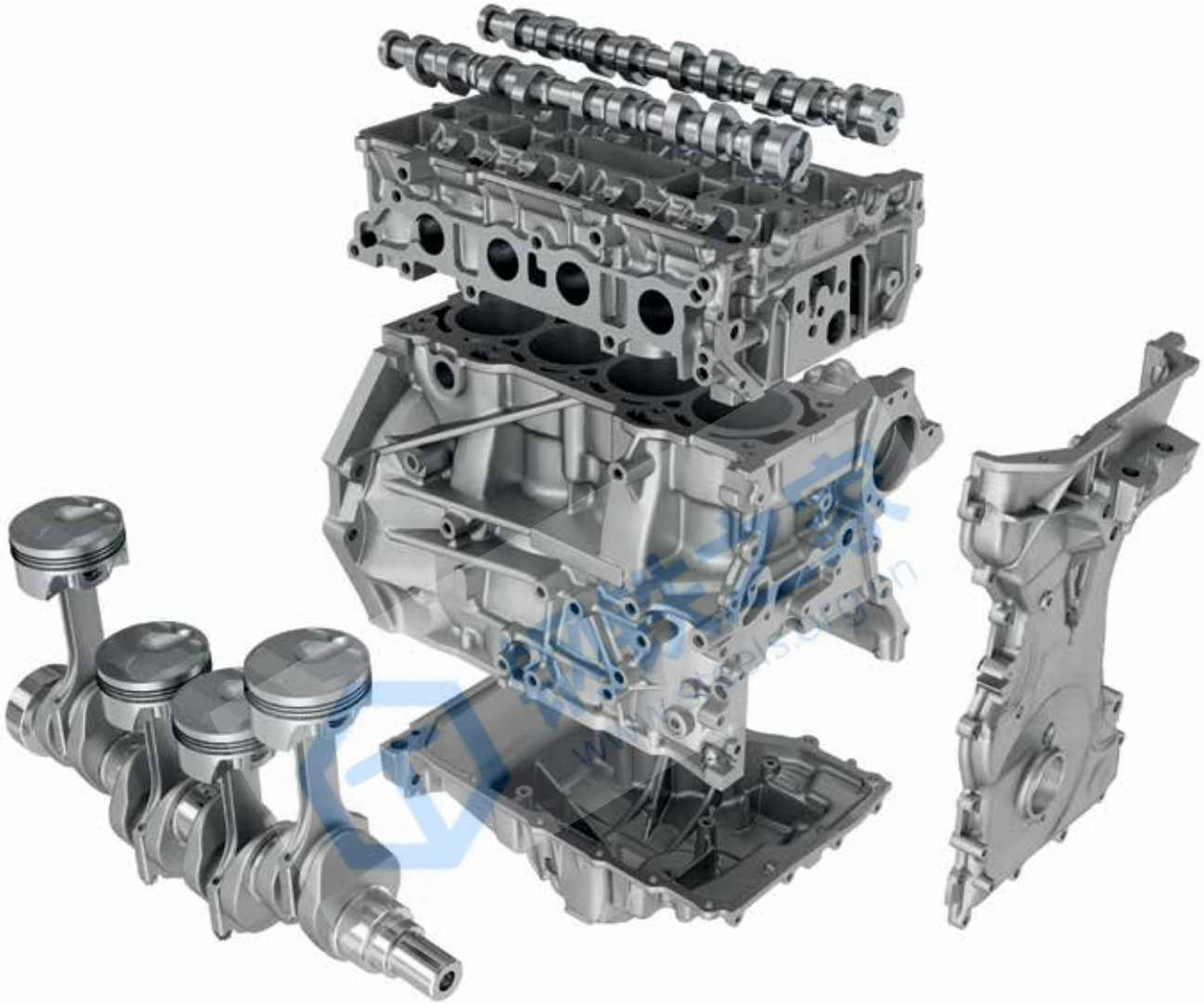
切削参数	硬质合金铣刀	
	粗铣	精铣
铣削速度 (v_c) m/min	50 – 90	90 – 130
进给量 (f_z) mm/tooth	0.2 – 0.4	0.1 – 0.2
切深 (a_p) mm	2 – 4	< 2
硬质合金刀具 ISO标号	P20 - P40 涂覆硬质合金	P10 涂覆硬质合金或金属陶瓷

端铣

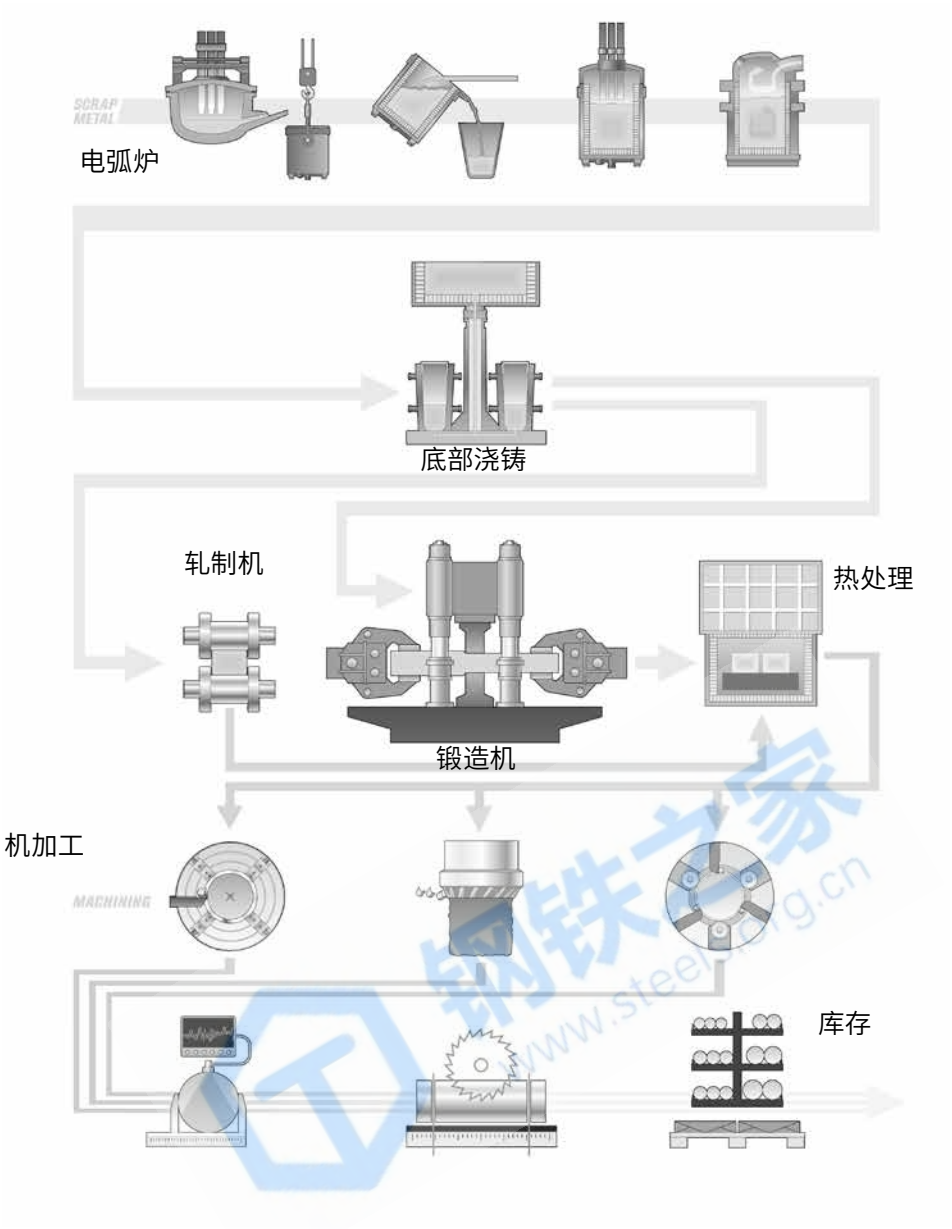
切削参数	端铣刀类型		
	整体硬质合金	可转位硬质合金	高速钢刀具
铣削速度 (v_c) m/min	60 – 80	70 – 90	5 – 10
进给量 (f_z) mm/tooth	0.03 – 0.20 [1]	0.08 – 0.20 [1]	0.05 – 0.35 [1]
切深 (a_p) mm	–	P10 – P20	–

[1] 取决于端铣切削半径及铣刀直径

www.steels.org.cn



www.steels.org.cn



传统工模具钢工艺

我们工模具钢的原材料是从高品质的可回收钢中精心挑选出来的。与铁合金和熔渣成型剂一起，回收钢材在电弧炉中熔化。然后将熔化的钢水倒入钢包中。

脱渣装置除去富氧炉渣，在脱氧后，在钢包炉中进行钢水的合金化和加热。真空脱气可去除氢，氮和硫等元素。

在底部浇铸中，钢包中的钢水在可控条件下注入预制好的模具中。由此，钢直接进入我们的轧机或锻造压力机，形成圆棒或扁棒。

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精确的公差，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。

www.steels.org.cn