



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

Dievar是一种高性能的铬-钼-钒合金热作工模具钢,具有良好的抗热龟裂、开裂、热磨损和塑性变形性能。交付前需依据NADCA标准测试并合格。

Dievar具有以下特点:

- 在各个方向上都有出色的延展性
- 卓越的纯净度
- 超水平的韧性 $\geq 25\text{ J}$
- 优异的抗回火性能
- 优异的高温强度
- 优异的淬透性
- 适合氮化
- 热处理和表面涂层后良好的尺寸稳定性

典型成分 %	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
	0.35	0.2	0.5	5.0	2.3	0.6
标准规范	无					
供货状态	软性退火至约160 HB					

改进的工具性能

Dievar是高性能热作工模具钢。如同ASSAB其他钢材,在整个生产过程中,Dievar的工艺水平不断获得改进。在改进熔炼车间的工艺后,Dievar采用最新的重熔技术,进一步提高了匀质性和纯洁度。此外,随着热处理和热加工工艺的改进,热作工模具钢的韧性也提高到新的水平。

根据新的NADCA标准,现如今Dievar以 $\geq 25\text{ J}$ 的测试韧性交货。结合其独特的化学成分,使Dievar具有极佳的抗热龟裂、整体开裂,热磨损和塑性变形的能力。Dievar的独特性能使其成为压铸、热锻和热挤压模具的最佳选择。

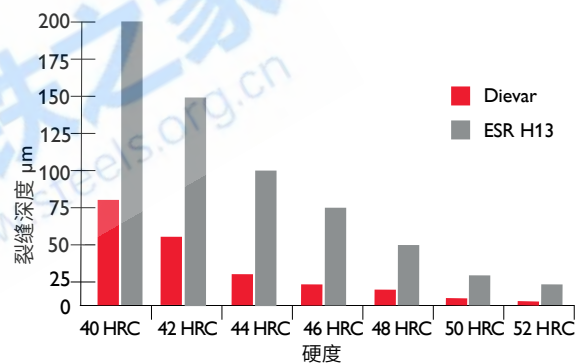
热作应用

在压铸和现今的热锻应用中,热龟裂是最为常见的失效机理之一。Dievar的优异性能带来了最高的抗热龟裂能力。众所周知,提高硬度有助于增强抗热龟裂能力,Dievar凭借其卓越的韧性和淬透性能优势,在整体开裂不是主要的考量因素的情况下,通过把硬度提高2HRC可进一步提高抗热龟裂性能。Dievar有能力应对热龟裂、热裂纹、热磨损或塑性变形等主要失效机理,因此能显著延长模具寿命,获得更好的模具经济效益。

Dievar是高要求的压铸、锻造和挤压行业的首选材料。

DIEVAR VS H13 - 抗热龟裂

20-700°C/空气/ 800次循环,热疲劳试验,裂缝深度



DIEVAR在大型模具中的应用

汽车行业的变革推动了对更大型更复杂零件的需求。结构件、电池箱和电机外壳显示了行业对超大型模具镶件以及整体模具的需求。

Dievar可由标准的顶锻铸锭制造成不同规格的大尺寸钢块。对于超出了标准铸锭范围的尺寸,请向当地销售团队咨询您所要求的非标尺寸是否符合Dievar-25J质量标准。下表可以看到两个非标尺寸钢材的韧性超过25J的例子。

非标准尺寸示例

尺寸 mm	Charpy-V, J	晶粒尺寸	微观组织
1300 x 600	28	7	B3
1550 x 550	26	7	B3

根据NADCA标准

压铸模具

产品	铝、镁合金 HRC
模具	44 - 50

挤压模具

产品	铜、铜合金 HRC	铝、镁合金 HRC
模具	-	46 - 52
挤压筒内衬, 挤压垫, 挤压杆	46 - 52	44 - 52

热锻模具

产品	钢/ 铝 HRC
镶块	44 - 52

特性

取自610x203mm的扁钢心部样品的报道性能具有代表性。除非有特别说明, 所有样品在1025°C采用油淬, 615°C回火两次, 每次2小时, 硬度为44-46HRC。

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 ³	7 800	7 700	7 600
弹性模量 MPa	210 000	180 000	145 000
热膨胀系数 20°C起/°C	-	12.7 x 10 ⁻⁶	13.3 x 10 ⁻⁶
热传导系数W/m°C	-	31	32

机械性能

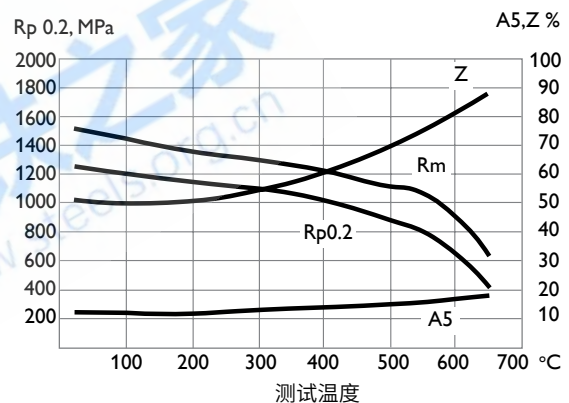
室温抗拉强度

短横方向

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
延伸率, A ₅ , %	13	13	12.5
断面收缩率, Z, %	55	55	52

高温下的拉伸性能

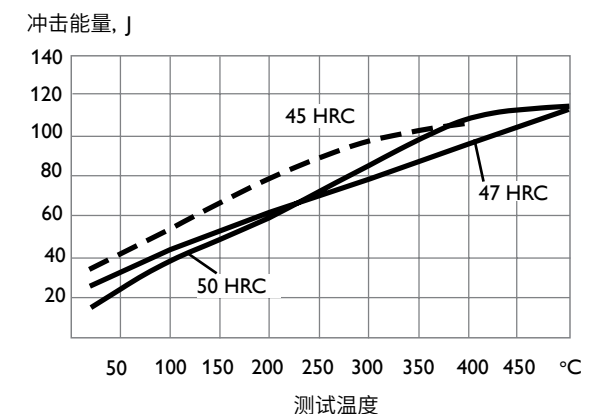
短横方向



在44-46 HRC硬度范围内, 短横向无缺口冲击韧性最小平均值为300J。

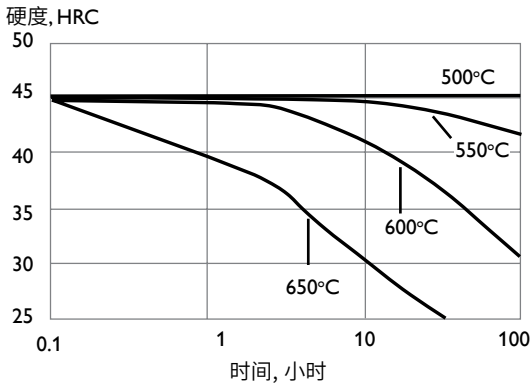
高温时短横方向CHARPY V缺口冲击韧性

短横方向



抗回火能力

样品硬化至 45 HRC 并在不同温度下保温1至100小时。



去应力回火

在粗加工后应该进行去应力处理:加热至650°C,保温2小时,随炉冷却至500°C,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。如分三个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:1000–1025°C。

对于厚度>250 mm的较大模具的一般准则,建议最高奥氏体化温度为1010°C。

热处理

软性退火

保护气氛下加热至850°C,热透后,随炉以10°C/h的速度冷却至600°C,然后空冷。

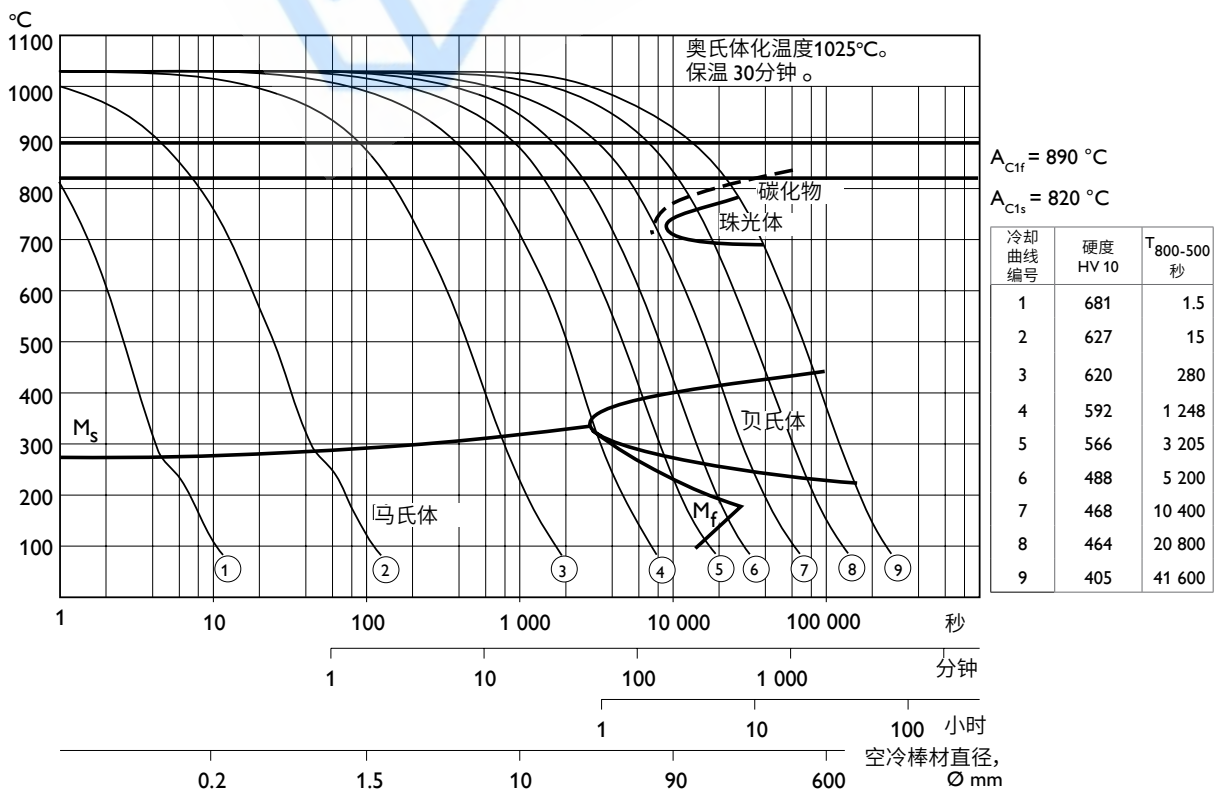
温度°C	保温时间*分	回火前硬度 HRC
1000	30	52±2
1025	30	55±2

* 保温时间 = 钢材热透后在淬火温度的保持时间。

钢材在淬火过程中必须加以保护避免氧化及脱碳。

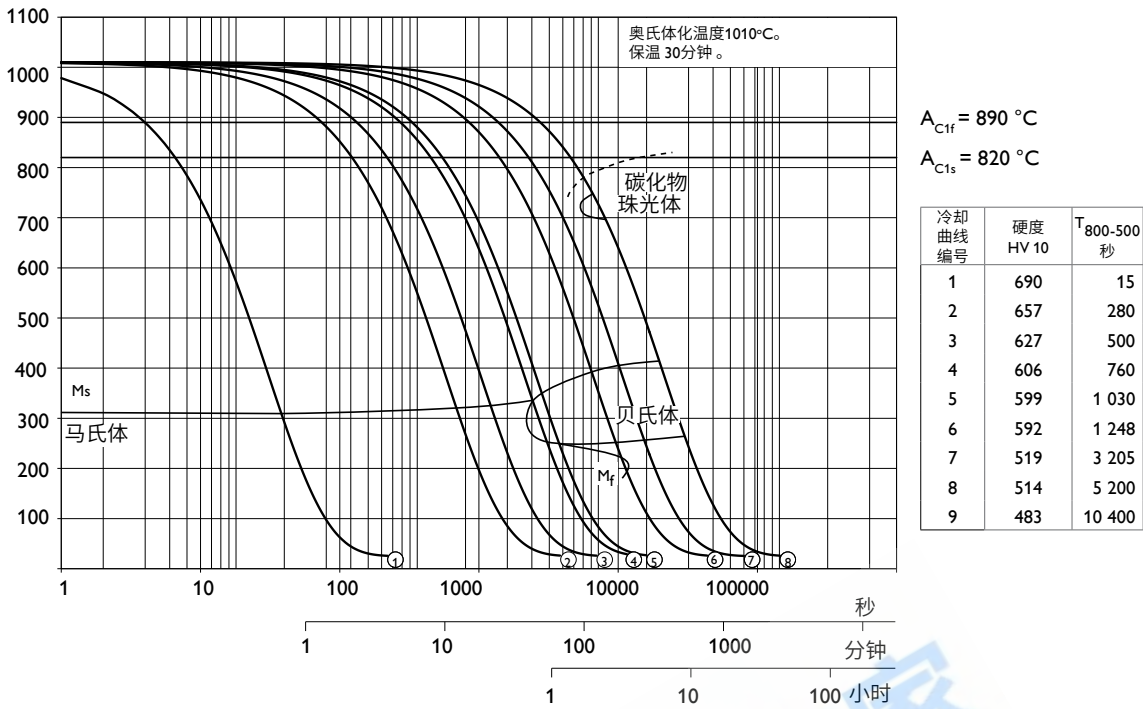
CCT-曲线

奥氏体化温度1025°C。保温 30 分钟。



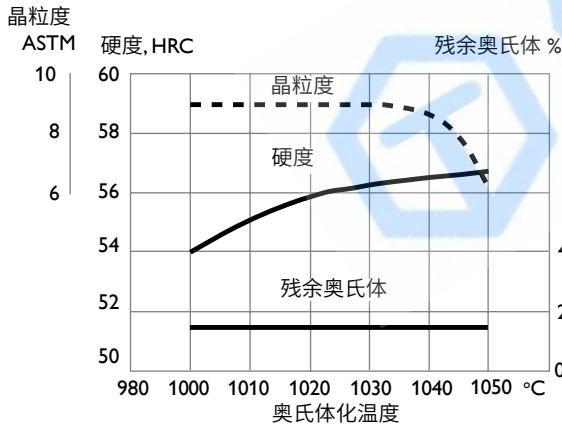
CCT-曲线

奥氏体化温度1010°C。保温 30 分钟。



淬火介质推荐

硬度、晶粒度、残余奥氏体和奥氏体化温度的关系



- 高速气体/循环空气
- 真空淬火(高速及足够正压的气体), 若需要控制淬火变形和防止淬火开裂, 建议在425–450°C 做分级淬火。
- 在450–550°C的盐浴炉或流动粒子炉中分级淬火。
- 在180–200°C的盐浴炉或流动粒子炉中分级淬火。
- 约80°C的温油。

注意: 淬冷至50–70°C时应立刻回火。

淬火

通常, 淬火速度应该越快越好, 加快淬火速度有利于提高模具性能, 尤其在提高韧性和抗热裂纹能力方面。当然, 由此引起的过度变形和开裂的风险要考虑到。

淬火介质

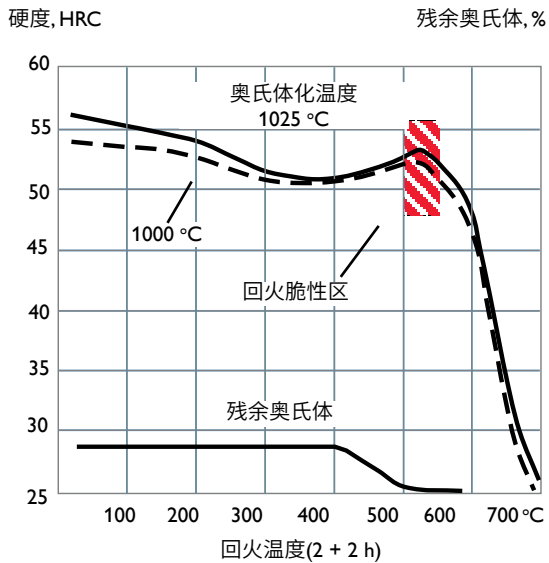
淬火介质应该能使材料得到完全硬化的显微组织。参考CCT-曲线图以取得 Dievar的不同冷速。

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至少回火两次。两次回火中间, 模具要冷却至室温, 在回火温度至少要保温两小时。

通常不建议在500–550°C回火获得所需要的最终硬度, 以避免回火脆性。

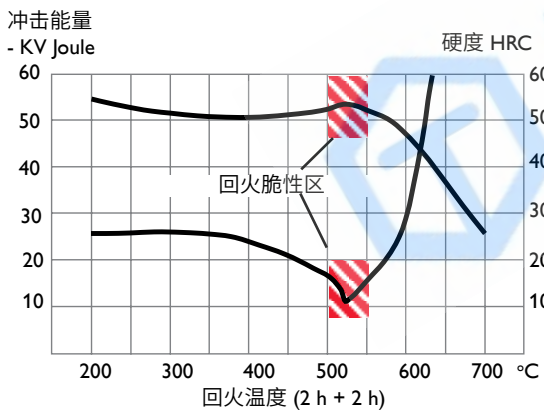
回火曲线图



以上回火曲线是在对15×15×40mm大小的样品进行热处理后,在强制气冷后获得的。由于诸如实际工模具尺寸和热处理参数等因素的影响,工模具在热处理后可能会得到更低的硬度。

回火温度对室温时CHARPY V缺口试样冲击韧性的影响

短横方向



淬火、回火时尺寸改变

在淬火和回火过程中,模具会受到热应力及组织转变应力影响,这些应力会导致尺寸改变。不充分的机加工余量会导致不得不选择比建议正常淬火速度慢的淬火速度。为减少变形程度,通常建议在粗加工和半精加工之间,淬火前进行去应力处理。应力消除后的Dievar模具建议至少预留0.3%的加工余量以满足模具在快速淬冷时有足够的变形余量。

氮化及氮碳共渗

氮化及氮碳共渗在模具表面形成硬化层,提高了模具对于磨损、侵蚀和早期热龟裂的抵抗能力。Dievar可通过离子氮化炉、可控气氛炉、流动粒子炉和盐浴炉进行氮化和氮碳共渗。氮化及氮碳共渗温度应低于先前最高回火温度至少25-50°C(具体降低的温度要依据先前采取的回火温度和时间)。否则会导致永久失去心部硬度、强度和尺寸变形。

在氮化及氮碳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,在受到机械过载或热冲击载荷时会产生开裂或破碎。通常必须避免白层。

Dievar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。

Dievar经580°C气体炉或盐浴炉氮碳共渗后硬度约为1100 HV_{0.2}。

氮化深度

氮化工艺	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
580 °C 气体氮碳共渗	2 h	0.13 mm	1 100
580 °C 盐浴炉氮碳共渗	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

机加工参数推荐

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Dievar仅在约160HB的软退火态硬度下适用。

车床加工

切削参数	硬质合金车刀		高速钢车刀 精车
	粗车	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 涂覆硬质合金 或金属陶瓷	-

铣床加工

面铣和直角台阶铣

切削参数	硬质合金铣刀	
	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	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	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⁾
切深 (a_p) mm	-	P20 – P30	-

¹⁾ 涂层高速钢端铣刀, $v_c \sim 45 - 50$ 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 – 220	120 – 150	60 – 90
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



电动系统 — 图片展示了电动汽车上的电池箱、电机外壳和结构件的典型例子

机加工参数推荐

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。

以下机加工参数建议对于Dievar仅在淬火和回火至 44 - 46HRC的硬度时适用。

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 (钛氧化物涂层)

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) 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

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

焊接

如注意焊接坡口准备、焊材选择、模具预热、模具冷却速度控制以及焊后及时热处理, Dievar焊后能得到满意的结果。下表列举了最重要的焊接参数。

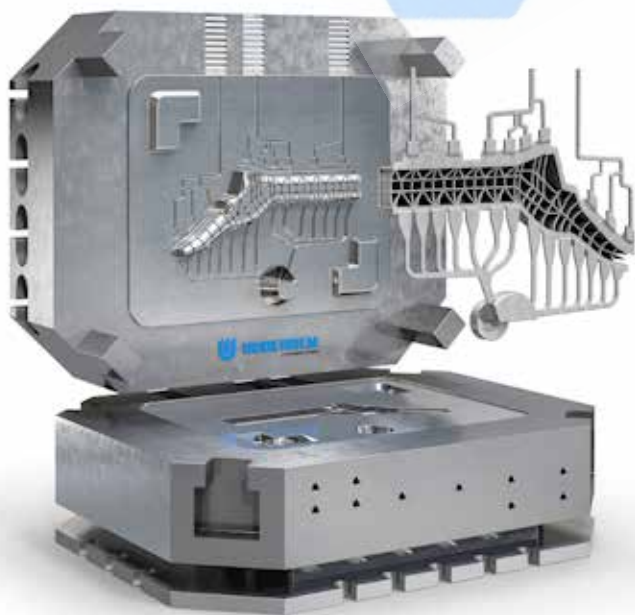
焊接方法	TIG	MMA
预热温度*	325 - 375 °C	325 - 375 °C
焊材	DIEVAR TIG Weld QRO 90 TIG Weld	QRO 90 Weld
最大层间温度	475 °C	475 °C
焊后冷速	最初2-3小时以20 - 40°C/h 冷却, 随即空冷。	
焊后硬度	48 - 53 HRC	48 - 53 HRC
焊后热处理		
淬硬态	低于原回火温度10-20°C回火	
退火态	在保护气氛中850°C软化退火, 以10°C/小时炉冷至600°C, 然后空冷。	

* 预热时必须热透模具并在焊接时保持温度以避免焊接开裂。

电火花加工 — EDM

模具经电火花加工后, 表面覆有熔化再凝固层(电加工白层)和未回火的再淬火层, 两者都很脆, 不利于模具寿命的提高。

模具经电火花加工后, 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。



应用于结构件压铸模的典型例子