

Micro-Melt[®] 60

Carpenter Power Products



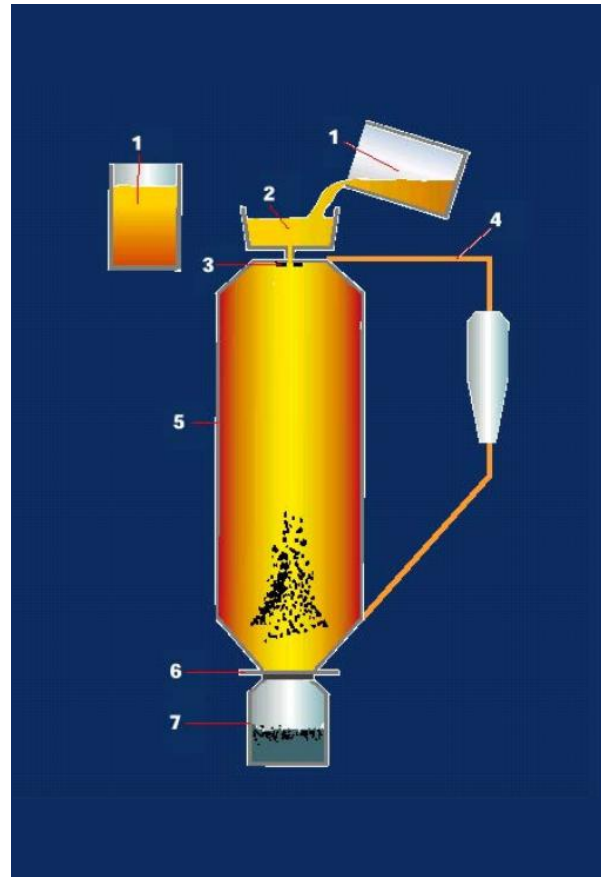
Tool steels from
Carpenter Powder Products Sweden

CARPENTER卡彭特独特的等离子加热中间罐提纯工艺优势

- 运用热力学原理的等离子加热中间罐提纯工艺
- 将夹杂物通过表面的超热等离子进行去除（或焚烧），如MnO加热后形成Mn和O，Mn会熔解于基材中，O则会和C形成CO₂
- 可以去除各种形式的非金属夹杂物
- 清洗步骤时间的精准把控
- 不会产生新的夹杂物再次掉入提纯钢材中的风险
- 在生产全过程中可以高效地去除夹杂物可锻造产品

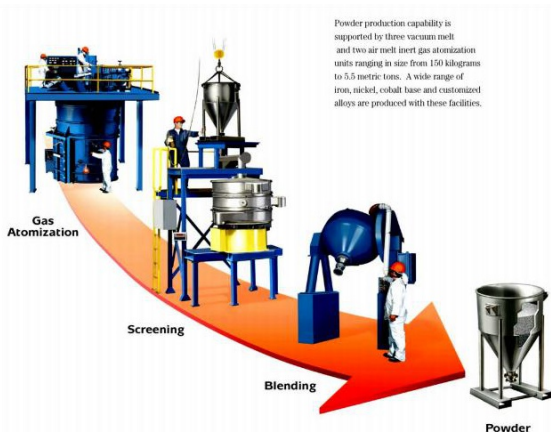
Powder atomization 粉末雾化装置

1. 5,5 ton furnaces 5.5吨熔炉
2. Tundish 中间罐
3. Atomization nozzle 雾化喷嘴
4. Gas system 气化系统
5. Atomization tower 雾化塔
6. Sealing mechanism 密封机构
7. Collecting container 成品收集



CARPENTER卡彭特粉末钢纯净度管控优势

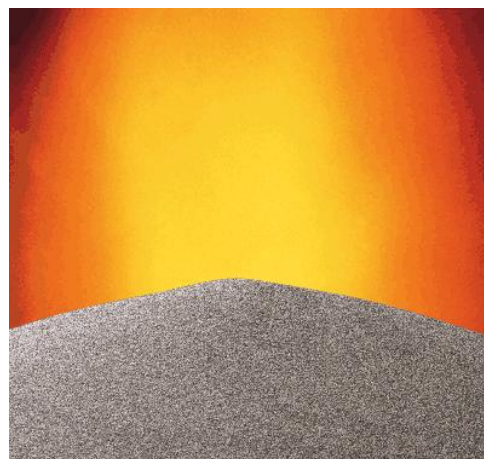
- 所有的粉末进行封样纯净度检测
- HIP工艺所需热能纯净度使用前进行检验确认
- 粉末在预筛选阶段后也需进行封样检测纯净度
- 样品粉末会被存入规定的焊封测试容器，检测合格后该批次粉末才会用于HIP工艺使用
- 测试容器的尺寸约为直径20mm，长50mm
- 样品测试前，会对装有样品的焊封容器进行软性退火
- 将容器一分为二，每边的面积都约为300mm²
- 选取总测试面积大于600mm²的样品进行测试
- 符合要求的样品将进行抛光并按照DIN 50602标准，检测最终非金属夹杂物的值，以K1为单位
- 符合要求的样品将进行酸蚀并按照DIN 50602标准，检测最终非金属夹杂物的值，以K1为单位
- 卡彭特工厂标准为K1 ≤ 1
- 其他竞品标准为K1 < 3





技术数据表

粉末冶金高速工具钢



化学成分

Micro-Melt® 60 Alloy

C	2.30 %	Mn	0.40 %
P (Max)	0.05 %	S (Max)	0.07 %
Si	0.50 %	Cr	4.20 %
Mo	7.00 %	Co (Max)	10.5 %
V	6.50 %	W	6.50 %

注：对于特定使用场景，可通过添加适量的S提高加工性能，此条件下S含量应少于0.3%。

基本信息

描述

Micro-Melt® 60 是一种高合金粉末高速钢，其硬度可达69.5HRC，具有极高的耐磨性、极高的抗压强度、非常好的抗回火性和红硬性以及良好的热处理尺寸稳定性、良好的整体淬透性和韧性。

Micro-Melt 60 经过热处理可以得到非常高的硬度和抗压强度，且热处理尺寸稳定性好。虽然是高合金钢，但它的韧性优异（比如与硬质合金比较）。

典型应用

Micro-Melt 60 是一种含钴高性能粉末冶金高速钢。10.5%的含钴量大大提升了材料的红硬性和抗回火性，以及抗压强度和弹性模量。Micro-Melt 60 含大量细化与高硬度且分布均匀的碳化物，大大提高了材料的耐磨损性能，且不易萌生裂纹。Micro-Melt 60 尤其适用于需要同时满足极高耐磨损性与抗压强度的冷作模具，例如冲切薄的、具有高磨损性的材料（如电子封装材料）。

典型应用包括：

冲压模具	精冲模具	滚刀
铣刀	冲具	螺纹丝锥
钻头	立铣刀	拉刀等

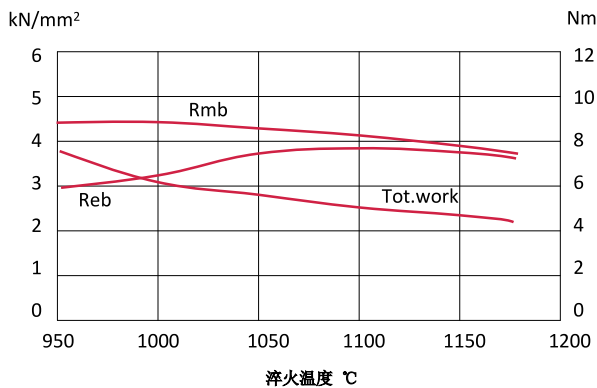
特性

物理性能			
温度	20℃	400℃	600℃
密度 (kg/m ³)	7960	7860	7810
弹性模数 (kN/mm ²)	250	222	200
热膨胀率 (/°C)	-	10.6x10 ⁻⁶	11.1x10 ⁻⁶
导热系数 (W/m°C)	24	28	27
比热 (J/kg°C)	420	510	600

注：密度为软退火状态，其他参数为1180℃淬火+560℃三次回火后状态。

不同温度区间的热膨胀系数 (1180℃淬火+560℃三次回火后状态)	
20 - 100℃	9.7 x 10 ⁻⁶ mm/mm/°C
20 - 200℃	9.9 x 10 ⁻⁶ mm/mm/°C
20 - 300℃	10.2 x 10 ⁻⁶ mm/mm/°C
20 - 400℃	10.6 x 10 ⁻⁶ mm/mm/°C
20 - 500℃	10.9 x 10 ⁻⁶ mm/mm/°C
20 - 600℃	11.1 x 10 ⁻⁶ mm/mm/°C

四点弯曲强度



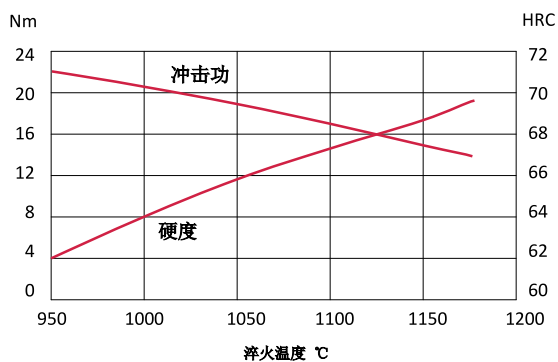
注：初始尺寸Φ6mm，560℃回火3 X 1小时，试样尺寸Φ4.7mm。

Rmb = 极限抗弯强度 (kN/mm²)

Reb = 抗弯屈服强度 (kN/mm²)

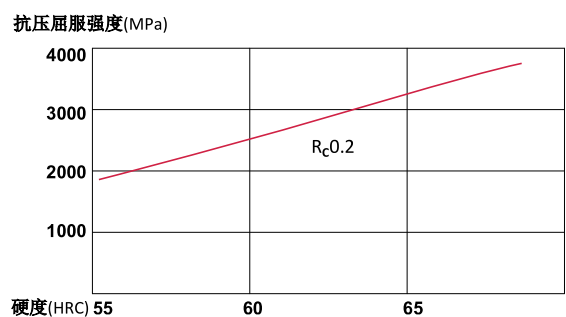
Tot.work = 总功 (Nm)

冲击韧性与硬度



注：室温下检测，初始尺寸9 X 12mm，560℃回火3 X 1小时，无缺口冲击试样7 X 10 X 55mm

抗压屈服强度



试样：腰部Φ10mm的沙漏形，室温下抗压屈服强度与硬度的关系。

红硬性比较

Micro-Melt 60 红硬性优于AISI M2、Micro-Melt 23、M4、30等。

抗压屈服强度

Micro-Melt 60 在高硬度的条件下呈现出较好的韧性。其韧性比传统钢种AISI Type M42有明显优势，比Micro-Melt 23、M4低一些，较Micro-Melt 30低30%左右。

热处理

脱碳

Micro-Melt 60 是一种含钼高速钢，在淬火硬化过程中都有脱碳的风险，盐浴或真空炉处理可以确保在热处理过程中不会造成脱碳。

软态退火

按要求进行处理，防止过度脱碳或渗碳。将整个工作均匀加热至温度为1156/1165 ℉ (850/900 ℃)；然后缓慢冷却(每小时 不超过20 ℉ [10 ℃])至约1290 ℉ (700 ℃)，然后空冷。退火后硬度应小于340 BHN(37 HRC)。

淬火硬化

Micro-Melt 60合金含量极高，淬火通常使用两到三个预热步骤840/930 ℉ (450/500 ℃) - 1560/1650 ℉ (850/900 ℃)。

奥氏体化温度在2010/2160 ℉ (1099/1182 ℃)2-5分钟。然后油、真空、或盐淬火。对于油淬火，建议进行中断淬火。工件应油淬至约1000 ℉ (538 ℃)，从油槽中取出，并进行空冷。同理，工件可在1000 ℉ (538 ℃)的盐浴中淬火，均热后进行空冷。当然也可以使用具有正压淬火能力的真空气淬炉。在回火之前，工件需冷却到770 ℉ (25 ℃)以下。

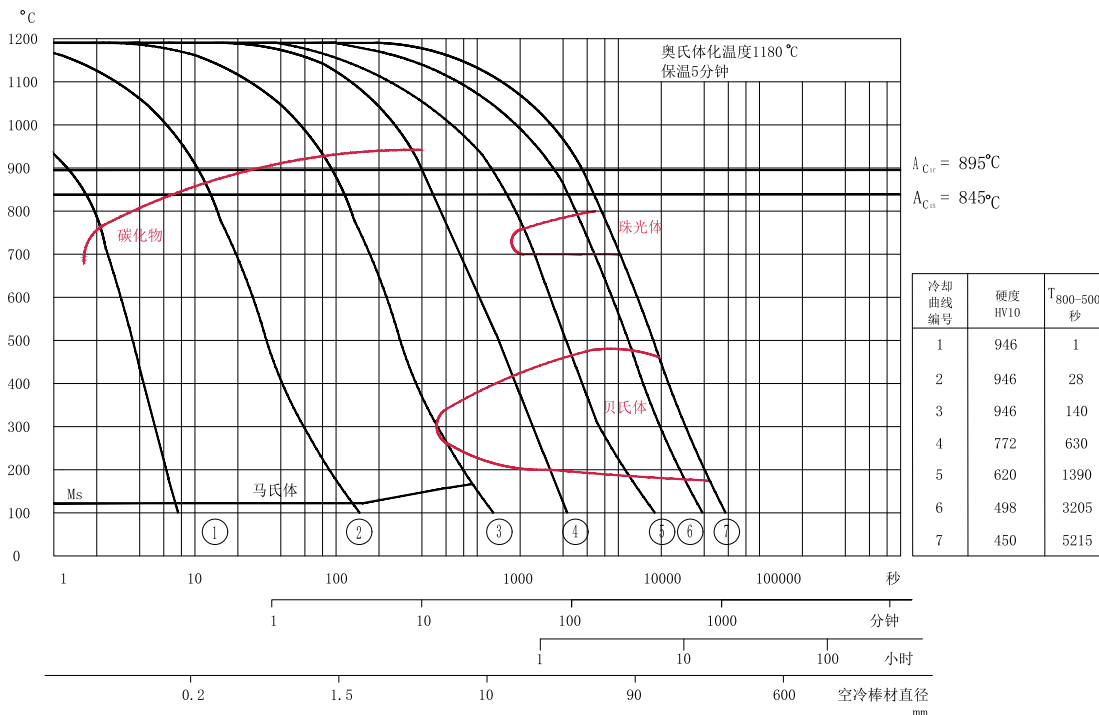
在油或盐浴中淬火，建议在1000/1100 ℉ (538/593 ℃)下进行。

当使用油淬时，建议使用中断淬火，特别是对于横截面较大或设计较为复杂的工件。工件应该使用油淬，淬火温度达到到约1000/1100 ℉ (538/593 ℃)(工件呈暗红色)后，从油中取出，使工件空冷到150 ℉ (66 ℃)以下。

当使用盐浴时，建议工件在盐浴中并保持足够长的时间以冷却到盐浴温度后，将其从浴缸中取出，使工件空冷到150 ℉ (66 ℃)以下。对于横截面较大的工件，盐浴淬火通常比间断油淬火硬度略低。(参考下方CCT-曲线图)

CCT-曲线图 (连续冷却)

奥氏体化温度1180 ℃，保温时间5分钟。



淬火介质

在真空淬火炉中，以足够的正压（2 - 5bar）的气体快速冷却；
 推荐540℃分级淬火；
 注意点1：材料淬火，必须连续冷却至 50℃左右，随后立即回火处理；
 注意点2：若需要获得材料最佳的韧性，应使用分级淬火或高压气体快速冷却。

消除应力

工件在粗加工后，加热至1110/1290°F（600/700℃）。保温2小时，随炉冷却到大约 930°F（500℃），然后空冷。

整形

任何必要的整形，工件都应该在温度低于800°F（427℃）后进行。

回火

工件应在淬火完成后立即回火或在淬火完成的深冷处理之后进行。回火温度可以根据应用和所需的硬度而变化。需要三次回火。典型的回火是在1040°F（560℃）下进行的，保温两个小时，然后空气冷却到室温。此循环重复两次，保证三次回火。（参考下方硬度曲线图）

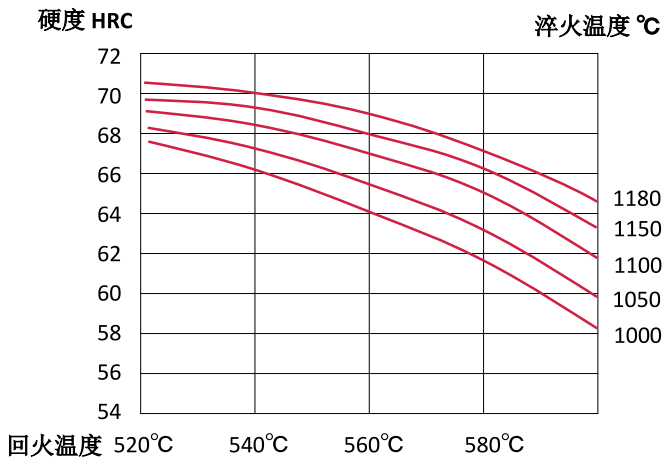
热处理过程中尺寸变化

Micro-Melt 60 在淬火和回火后尺寸将发生变化，热处理：在1050 - 1180℃之间奥氏体化并在560℃回火3 X 1小时，试样尺寸：80 x 80 x 80mm 和 100 x 100 x 25mm，尺寸改变：长度、宽度和厚度增大 +0.03% ~ +0.15%。

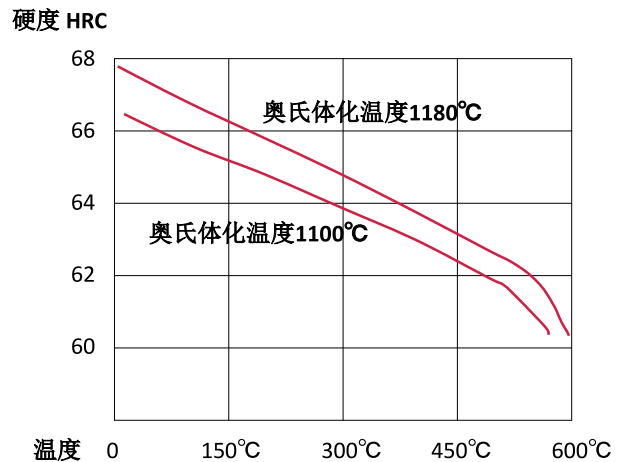
深冷处理

零件在工作过程中如需更好的尺寸稳定性，应进行深冷处理，进一步去除残余奥氏体，否则零件会随着残余奥氏体转变为马氏体过程中发生尺寸涨大和变形。淬火后零件需立即进行深冷处理，然后三次回火。Micro-Melt 60 推荐在-150℃ ~ -196℃之间深冷处理，保温1~3小时。深冷处理后，硬度会增加 1-3HRC。注意，零件需避免形状复杂设计（如直角、尖角和薄壁等），否则深冷处理将大大增加零件开裂的风险。

硬度曲线图（不同淬火温度与回火温度下）



红硬性曲线图



注：回火3 X 1小时。

I 加工与表面处理

机械加工

由于热处理前后的材料硬度有很大的差异，需根据设备供应商以及刀具供应商的建议，设置设备参数、切削参数和刀具刀片的选择，Micro-Melt 60 可进行车加工、铣加工、钻孔攻丝、磨削、电火花加工和线切割等。

注意事项：

- 1、在磨削过程中，表面的局部高温可能会改变硬度，必须予以避免；
- 2、如果钢材在热处理后需要进行电火花加工或线切割加工，加工表面为再次硬化未回火的重熔层（白层）。电火花加工轮廓时，推荐采用“精细放电”，即低电流，高频率。为提高模具性能，经电火花加工或线切割的表面应进行研磨或抛光彻底去除白层，因为白层非常脆，表面布满微裂纹，极易导致零件或模具产生崩角或开裂！另外，建议零件或模具以535℃再回火一次。

PVD 涂层

Micro-Melt 60 通常的回火温度为560℃，PVD涂层为物理气相沉积，炉温通常在200-500℃之间，所以Micro-Melt 60 在PVD 涂层过程中没有尺寸变化的风险。另外，Micro-Melt 60 碳化物分布非常均匀，基体硬度非常高，使涂层结合力极其的好，所以Micro-Melt 60非常适合PVD涂层。

CVD 与 TD

由于CVD与TD炉温较高，均远远超过了Micro-Melt 60 回火温度甚至奥氏体转化的温度，所以模具容易出现尺寸变化，且推荐模具在表面处理，再一次在真空炉里进行淬火和回火处理。

氮化

建议在特殊的盐浴炉中，做短时间的氮化处理，以产生2-20um的扩散层，可以降低工具表面的摩擦和带来其它的好处。

另外，PVD表面涂层，可以在基体与涂层之间增加0.02-0.05mm的离子氮化层，可以有效提高涂层的结合力。

I 其他信息

耐磨性

Micro-Melt 60 的耐磨性大大优于AISI D2、M2和以及其他Micro-Melt 系列的粉末钢。

可锻造产品

棒材

圆钢

方钢

扁钢

钢坯

粉末合金

.....

I 声明

本技术数据表中的数据以及其他数据表中的信息，其仅用于介绍本公司产品及说明的平均数据，不具备法律约束力。其并不构成质量数据，也不可作为对质量和耐久性的任何保证。

本文内容不可取代有关产品选择以及产品特定应用性的全方位咨询。本手册不以变更内容为准。请与当地销售公司联系，以获取更多有关钢材选择、热处理、应用等信息。



www.carpentertechnology.com

North and South America:

Carpenter Powder Products Inc
600 Mayer Street, Bridgeville PA 15017, USA
Phone: (412) 257-5102 Fax: (412) 257-5154
E-mail: CPPBVL@cartech.com

Carpenter Powder Products RI
500 Park East Drive, Woonsocket RI 02895, USA
Phone (401) 769-5601 Fax: (401) 769-5908
E-mail: CPPRI@cartech.com

Europe:

Carpenter Powder Products AB
P O Box 45, SE-644 21 Torshälla, Sweden
Phone: +46 16 150100 Fax: +46 16 35 76 20
E-mail: CPPAB@cartech.com

Carpenter Powder Products GmbH
Düsseldorfer Str 9, DE-40211 Düsseldorf, GERMANY
Phone: +49 (0)211/175 20 83-0 Fax: +49 (0)211/175 20 83-3
E-mail: CPPGmbH@cartech.com

Carpenter Technology (Europe) S.A.
Rue Edouard Belin, 11
1435 Mont-Saint-Guibert, Belgium
Phone: 32-10-686-010 Fax: 32-10-686-020

China:

PMT平进模具科技有限公司 (苏州.无锡)
Pingjin Mould Technology Co.,Ltd. (Suzhou.Wuxi)
No.89, Aigehao Road, Weitang town, Xiangcheng Disirict, Suzhou, P.R.China
Tel : +86 512 6683 4870
Fax: +86 512 6683 4871
E-mail :support@pj-ms-group.com tech@pj-ms-group.com