

# Micro-Melt® PD#1

Carpenter Power Products



---

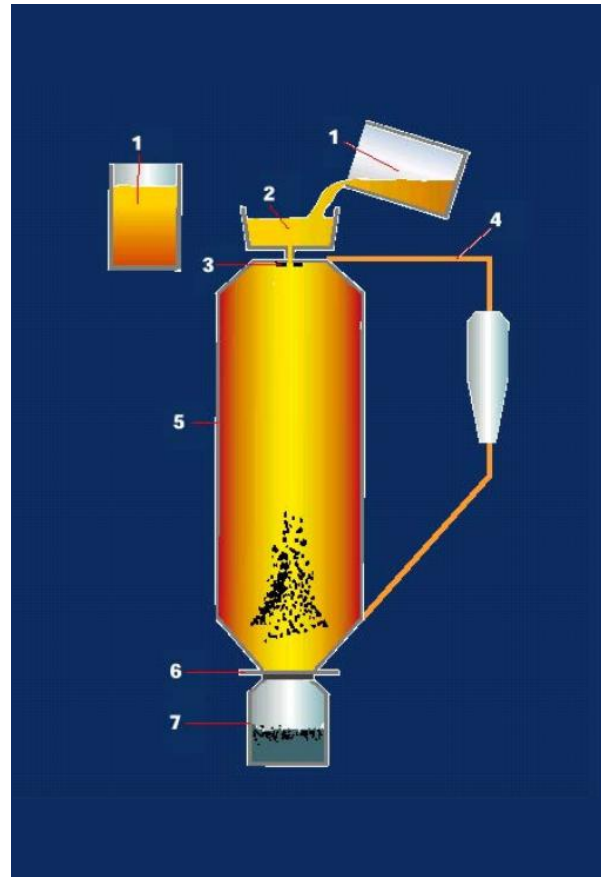
Tool steels from  
Carpenter Powder Products Sweden

## 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CO<sub>2</sub>
- 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

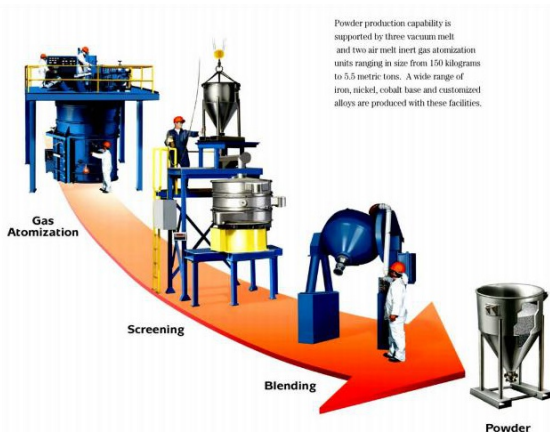
### Powder atomization 粉末雾化装置

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

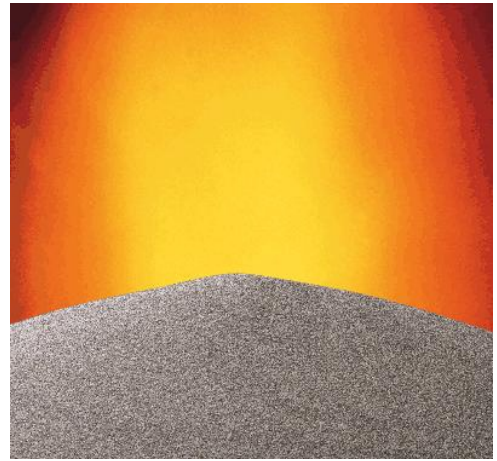
- 所有的粉末进行封样纯净度检测
- HIP工艺所需热能纯净度使用前进行检验确认
- 粉末在预筛选阶段后也需进行封样检测纯净度
- 样品粉末会被存入规定的焊封测试容器，检测合格后该批次粉末才会用于HIP工艺使用
- 测试容器的尺寸约为直径20mm，长50mm
- 样品测试前，会对装有样品的焊封容器进行软性退火
- 将容器一分为二，每边的面积都约为300mm<sup>2</sup>
- 选取总测试面积大于600mm<sup>2</sup>的样品进行测试
- 符合要求的样品将进行抛光并按照DIN 50602标准，检测最终非金属夹杂物的值，以K1为单位
- 符合要求的样品将进行酸蚀并按照DIN 50602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

### 特殊粉末冶金冷作工模具钢



## 化学成分

### Micro-Melt® PD#1

C	1.10 %	Mn	0.25 %
Si	1.20 %	Cr	7.75 %
Mo	1.60 %	V	2.35 %
W	1.10 %		

## 基本信息

### 描述

Micro-Melt® PD#1 为真空气淬硬化的粉末冶金冷作工模具钢，其耐磨性优于AISI D2、M2等常规牌号，同时仍保持良好的韧性。此外，它还具有在模具应用中抗变形所需的抗压强度。采用Carpenter微熔粉末特殊工艺，所以该合金具有细化而均匀的碳化物，细化碳化物的均匀分布使得该合金兼具优异的耐磨性和韧性。另外，与钒(V)系粉末钢相比，添加了1.10%的钨(W)，有效提高材料的抗疲劳性能和抗回火性能。

### 典型应用

Micro-Melt PD#1 兼具冲击韧性和耐磨性，细小且弥散分布的碳化物微观结构表现出杰出的边缘切割稳定性，且具有良好的抗疲劳性能和抗回火性能；Micro-Melt PD#1 有非常好的机加工性，且易于线切割以及电火花加工，抛光性极佳，表面涂层性能优异。所以，该材料推荐用于解决磨粒磨损、粘着模具以及混合磨损，同时解决崩角和开裂的应用，比如奥氏体不锈钢、铜/铝等有色金属、高强度/超高强度薄钢板以及碳钢厚料的冲切与成型等。

### 典型应用包括：

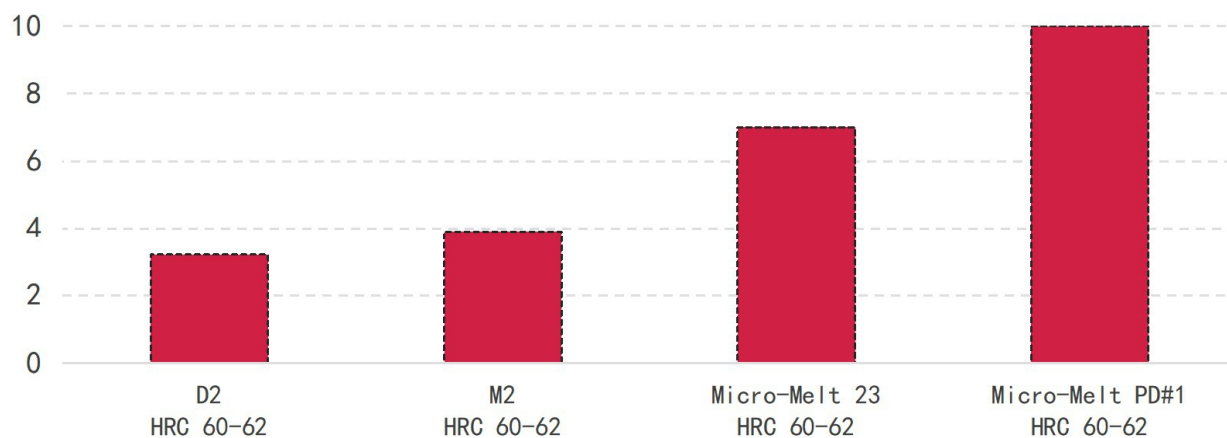
冲切、成型模具（上详）	涂层板冲切与成型	精冲模具
冷挤模具	热轧模具	粉末压实模具
注射成型模具 MIM	压印模具	滚刀/铣刀/拉刀等

## 特性

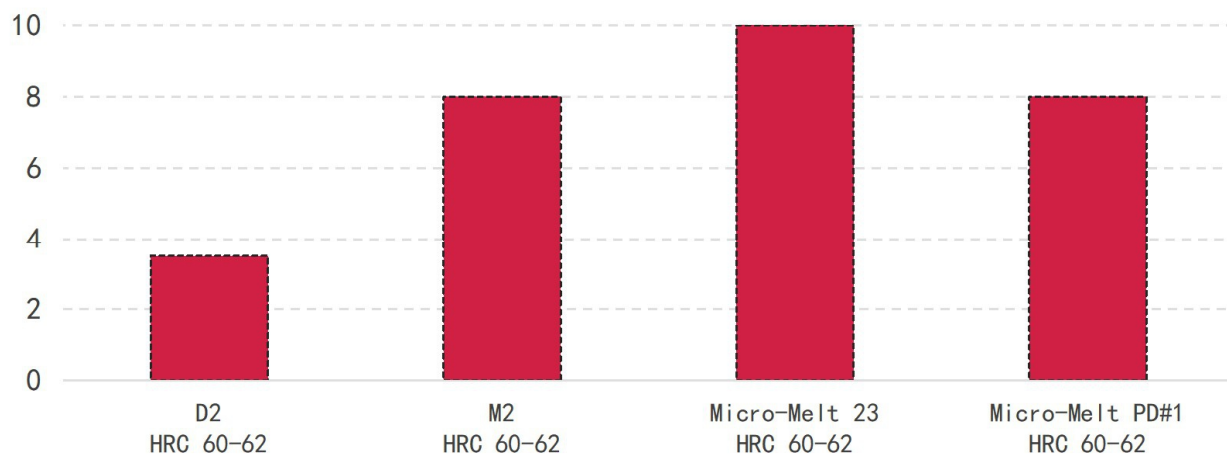
物理性能	
温度	20℃ 常温常压下
密度 (kg/m <sup>3</sup> )	7667
热导系数 [(W/m.K)]	23.5
比热 (kJ/kg K)	0.46
弹性模量 (MPa)	207 x 10 <sup>3</sup>

不同温度区间的热膨胀系数 (淬火/回火后状态)	
20 - 100℃	10.9 x 10 <sup>-6</sup> mm/mm/℃
20 - 200℃	11.1 x 10 <sup>-6</sup> mm/mm/℃
20 - 300℃	11.3 x 10 <sup>-6</sup> mm/mm/℃
20 - 400℃	11.5 x 10 <sup>-6</sup> mm/mm/℃
20 - 500℃	11.7 x 10 <sup>-6</sup> mm/mm/℃

### CCT-曲线图 (连续冷却)



### 耐磨性对比



# 热处理

## 脱碳

Micro-Melt PD#1 和其他含碳合金一样，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。缓慢加热至1550-1600 ℉(843-871 ℃)，并保温2小时以上或按最大厚度计算保温时间。在炉中以小于30 ℉/hr.(15 ℃/hr.) 速度缓慢冷却至1000 ℉(538 ℃)，达到此温度后，冷却速度可以按需增加，然后空冷。退火后硬度应小于241 BHN(-22 HRC)。

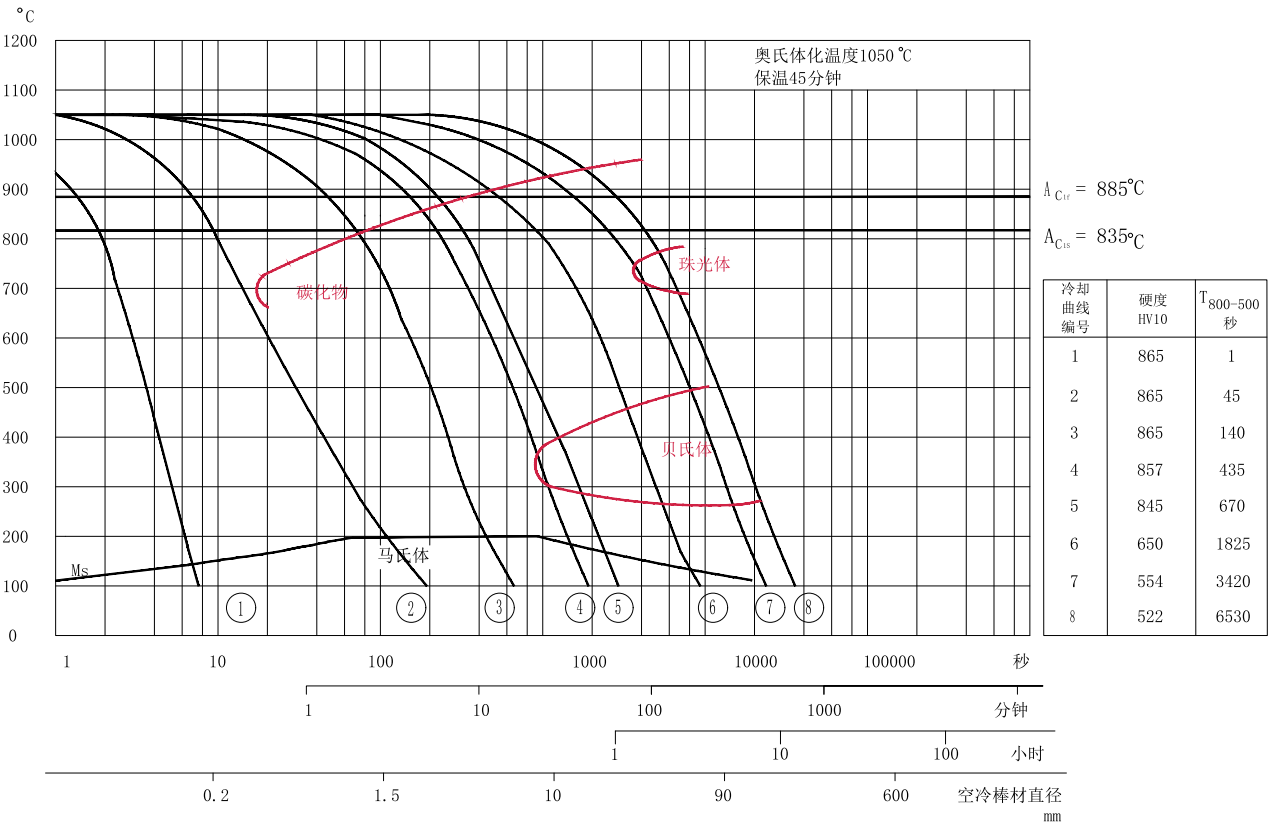
## 淬火硬化

Micro-Melt PD#1 需采用适当的预防措施进行热处理，以防止脱碳。首先，预热到1550-1600 ℉(843-871 ℃)，均温后转移到保持所需硬化温度的炉中。或把工件置于用于奥氏体化循环的真空炉中预热。根据使用的奥氏体化温度，在1850-2050 ℉(1010-1120 ℃)下奥氏体化45分钟。在奥氏体化之后，工件可以被空气冷却到室温。对于真空炉处理，需要用至少6bar的惰性气体回填进行淬火。

可以选择真空气淬、盐浴或油淬。为了获得最大的韧性，盐浴淬火温度建议采用550 ℃ 左右。(参考下方CCT-曲线图)

CCT-曲线图 (连续冷却)

奥氏体化温度1050 ℃，保温时间45分钟。



淬火介质

在真空淬火炉中，以足够的正压（6 bar以上）的气体快速冷却；

盐浴和流态炉中在510-550℃分级淬火；

注意点1: 工件温度降至40℃，应立即回火处理；

注意点2: 为获得最佳的韧性，工件应在允许范围内快速冷却；

注意点3: 截面厚度>50mm的工件，应在压力气体中淬火，若在空气中淬火将使硬度降低。（不推荐）

深冷

对于需要最大尺寸稳定性的工件，可按以下方式进行深冷处理：淬火后立即将工件进行深冷处理至-70和-80℃之间，液氮浸泡时间4-6个小时，然后进行回火。回火温度应降低25℃，以便在进行高温回火时获得所需的硬度。

另外，工件必须避免尖角/直角加工，避免薄壁，否则深冷将增加开裂风险。

消除应力

为了消除机加工的应力，开粗后，将工件缓慢加热到1200-1250°F（649-677℃），在此温度下保持至少1小时，缓慢均匀地冷却到800°F（427℃），然后在静止的空气中冷却。

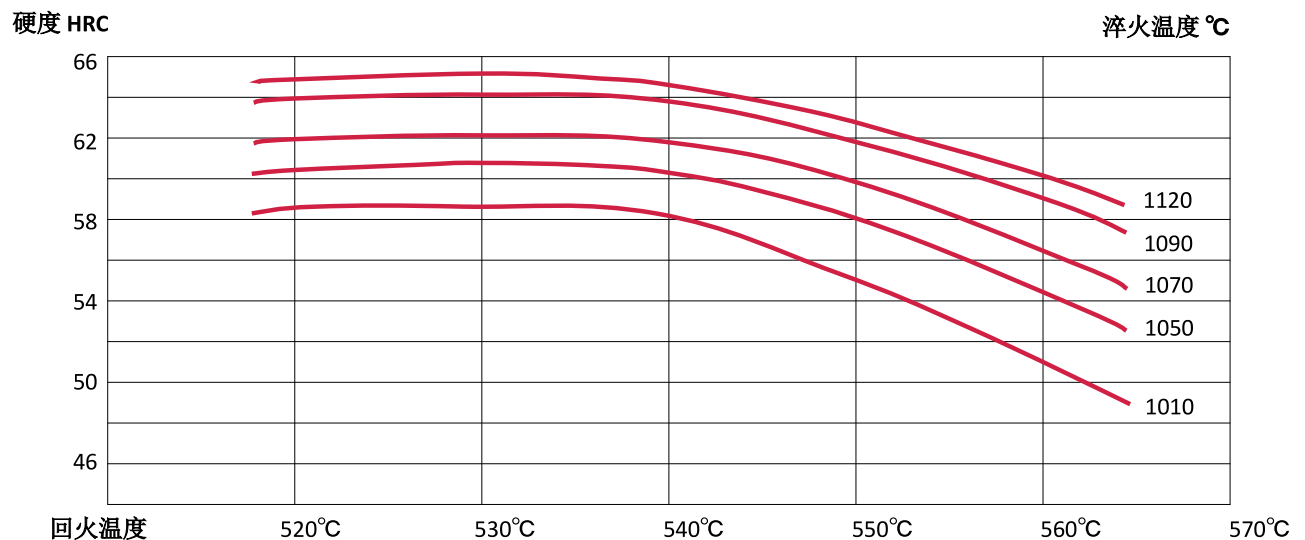
热处理过程中尺寸变化

Micro-Melt PD#1 在淬火和回火后尺寸将发生变化，试样尺寸：80 x 80 x 80mm，尺寸改变：长度、宽度和厚度增大+0.08% ~ +0.12%。

回火

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。Micro-Melt A11 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 HRC。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。

回火曲线图



注：1、淬火至温度低于 40℃时立即进行回火，3 X 2小时，每次回火材料需回火至室温；

2、淬火温度选择1010℃，材料得到最佳韧性，选择1120℃，材料硬度最高。

## 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 PD#1 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500℃再回火一次。

### PVD 涂层

Micro-Melt PD#1 通常的选择的回火温度高于520℃，而PVD涂层为物理气相沉积，炉温通常在200-500℃之间，所以Micro-Melt PD#1 在PVD 涂层过程中没有尺寸变化的风险。另外，Micro-Melt PD#1 碳化物分布非常均匀，基体硬度高，使涂层结合力非常好，所以Micro-Melt PD#1 非常适合PVD涂层。

### CVD 与 TD

由于非常好的合金稳定性和粉末冶金生产工艺，一个最大的优势就是Micro-Melt PD#1 淬火、回火后的尺寸稳定性远好于传统高性能冷作钢。所以，Micro-Melt PD#1 比较适合进行CVD与TD涂层处理。但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，但氮化炉温选择低于520℃，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。

## 其他信息

### 可锻造产品

棒材

圆钢

方钢

扁钢

钢坯

粉末合金

.....

## 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](http://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