

行业动态 ·

第三代粉末冶金高速钢

中图分类号:TF125.1 文献标识码:D

粉末冶金高速钢(以下简称为 PMHSS)是高速钢中的上品。多数工具厂对它只有一个模糊的概念,只知道它是性能优良的高级高速钢,而不知目前在我国市场上同时存在化学成分相同而质量、性能不同的第一代,第二代和 21 世纪初才开发呈现于市场的第三代 PMHSS。

1 第一代,第二代和第三代 PMHSS 的差异

20 世纪 70 年代 PMHSS 由美国 Crucible 厂和瑞典 Stora 厂(现属法国 Erasteel 公司)相继投入工业性生产,此为第一代 PMHSS,其钢材夹杂物含量相当电弧炉 + LF 钢包精炼钢的水平。

1991 年瑞典 Soedertors 厂采用了 ESH 电渣加热法技术*,使钢更为纯净;与第一代 PMHSS 相比,夹杂物含量可减少 90%,钢材抗弯强度约可提高 20%。采用 ESH 技术生产的 PMHSS 称为第二代,Erasteel 公司产品商标也改为 ASP2000 系列,如钢种 ASP2030,而其第一代产品称 ASP30,二者的化学成分是相同的。

2000 年奥 Bohler 伯乐钢厂的 PMHSS 全线制造设备投产,其生产设备是全世界最先进的,产品质量比第二代 PMHSS 又有所提高,称为第三代 PMHSS。特点是钢粉颗粒更细,过筛累积百分数为 50% 所对应的颗粒尺寸为 60 μm ,最大钢粉尺寸为 500 μm ,二次枝晶臂距约为 1 μm ;夹杂物数量减少,其最大尺寸减小;使钢的抗弯强度约比第二代的相应值提高 20%。该厂第三代 PMHSS 以 MICROCLEAN(微小纯净)为商标,以替代第一和第二代的商标 ISOMATRIX(各向均匀)。如以前的 PMHSS S390Isomatrix,现改称 S390Microcleon,二者化学成分相同,但夹杂物含量、大小和强度不同。

法国 Erasteel 公司从 2002 年起对其第二代 PMHSS 的生产全过程进行了研究,并作了改进形成 Dvalin 工艺。自 2004 年起其商标称 DvalinTM,标志生产的第三代 PMHSS。第三代 DvalinTM PMHSS 比第二代的夹杂物又减少 90%。若以每 1 cm^3 钢中尺寸为 50 μm 的夹杂物数目计,则传统或第一代 PMHSS 约含 0.6 个,第二代的含 0.03 个,而第三代 DvalinTM 的则仅含 0.002 个。夹杂物的大量减少,使 PMHSS 的抗弯强度逐代增加;以从 $\phi 100$ mm 材上取样测定的横向抗弯强度为例,通常的 M42 钢(S1.5 - 9.5 - 1.2 - 8)为 1.3 GPa,第一代 PMHSS ASP30(S6.4 - 5 - 3.1 - 8)为 3.0 GPa,第二代 PMHSS ESH ASP2030 为 3.5 GPa,而第三代 PMHSS DvalinTM ASP2030 为 4.2 GPa,第三代 PMHSS 的抗弯强度比第二代的抗弯强度又提高 20%。

2 PMHSS 的强度决定于其夹杂含量及尺寸大小

对普通熔炼铸锭高速钢来说,淬回火后基体中残余碳化物数量远大于夹杂物数量。以 M2 钢为例,淬回火后残余碳化物总量不少于 13% (质量百分数),大颗粒碳化物尺寸近 12.5 μm ,但其夹杂物量不会超过 1%,故中国高速钢标准中只规定碳化物不均匀度而未对夹杂物规定检验条款。普通高速钢的强度决定于其碳化物网、带和堆聚的程度。PMHSS 是烧结制品,不分尺寸大小,在整个断面上其碳化物细小(1~3 μm) 均匀分布,无碳化物不均匀性这个不利因素,最大碳化物尺寸不超过 6 μm 。由于钢的抗弯强度与极限缺陷直径的平方根成反比,消除大的夹杂物是提高 PMHSS 钢材强度和质量的根本途径之一。为此第二代和第三代 PMHSS 都强调从工艺上大幅度减少夹杂物数量,特别是大夹杂物(25 μm),目的在于提高 PMHSS 的韧性、抗弯强度和疲劳极限。

3 目前国内市场上几家 PMHSS 的质量评估

(1) 产品属第一代 PMHSS 水平的其生产厂有美国 Crucible 厂,乌克兰 DSS 厂,日本日立金属和台湾荣

*注:ESH 技术请阅 邓玉昆等主编,《高速工具钢》[M]. 北京:冶金工业出版社,2002.441

钢(用 DSS 厂钢粉生产 PMHSS)。在上述厂的技术资料中均未提及及已换用 ESH 技术。

(2) 产品属第二代 PMHSS 水平的在我国个别工具厂还有少量库存。它们为 2004 年以前法 Erasteel 公司生产的 ESH PMHSS 及奥伯乐钢厂 2002 年以前生产的 Isomatrix PMHSS。

(3) 产品属第三代 PMHSS 水平的其生产厂有奥伯乐钢厂 2002 年以后生产的 Microclean PMHSS, 及法 Erasteel 公司 2004 年以后生产的 Dvalin™ PMHSS。

使用者可根据用途需要,按质选用论价。

4 近市场上 PMHSS 的价格

(1) Erasteel 公司 2005 年 6 月份对第三代 Dvalin™ PMHSS 棒材及普通熔炼钢 M42 和 M2 棒材的报价见表 1。从表 1 - No. 2 可看到在国外市场 Dvalin™ ASP2023(S6 - 5 - 3) 和 ASP 2030(含 8 %Co) 的价格分别约为通用高速钢 M2 的 1.8 倍和 2.2 倍。

表 1 Erasteel 公司的几种钢材价格 - US \$/kg/ FOB

NO	Dvalin™ PMHSS		普通熔炼 HSS		说明
	ASP 2023	ASP 2030	EM42	EM2	
1	22	26 - 27	18 - 19	12	US \$/kg, FOB 价
2	180 %	220 %	150 %	100 %	对比值百分数。以 M2 或 M42 为基数 - 100 % 时,
3	122 %	145 %	100 %		其他钢种的价格对比值百分数

注:起订点 300kg。

Dvalin™ ASP2030 在加关税、增值税等费用进口后关抵国内使用厂的价格约在人民币 260 - 270 元/kg, 与目前国内价 180 - 190 元/kg 的进口 M42 钢相比为 145 %, 与国内价 85 - 90 元/kg 的国产 M2 相比约为 3 倍(2005 年 6 月价)。这是近 20 年来的最低比值,有利于 PMHSS 在国内的推广和应用。

(2) 乌克兰 DSS 厂 2004 年 12 月 15 日对其第一代 PMHSS 棒材的平均报价见表 2、总体说来此价格要比 Erasteel 公司第三代 PMHSS 的单价要低。

表 2 DSS 厂几种 PMHSS 钢材价格 - US \$/ FOB

钢种	ASP30	T15 PM	M4PM	M35 PM	M42 PM	D2 PM(冷作模具钢)
US \$/ kg	19.5	13.2	9.45	14.0	22.7	3.4

注:1. 起订点为 1.2t,最好为 4t。

2. T15 - S12 - 1 - 5 - 5, M4 - S6 - 5 - 4, M35 - S6 - 5 - 2 - 5, D2 - Gr12Mo1V1 均为美标钢种。

3. 同期国内 M2 价为人民币 50 元/kg。

5 第三代 PMHSS 带动了高合金高硬度新钢种的发展

第三代 PMHSS 因夹杂物减少而钢的强度和韧性提高,可克服高速钢合金含量愈高,韧性愈低的问题。现将近年新开发的高合金、高硬度 PMHSS 钢种列于表 3。

表 3 新开发的高合金、高硬度 PMHSS

钢种	C	W	Mo	Cr	V	Co	淬回火硬度 HRC	热处理规范
Dvalin™ ASP2080	2.45	11.0	5.0	4.0	6.3	16.0	71	1180 x560 x1h x3
S290 Microclean	2.0	14.3	2.5	3.8	5.1	11.0	70	1180 x540 x1h x3

6 结语

国外 PMHSS 生产厂不间断地对其生产设备和工艺的研究改进导致开发出第三代 PMHSS,其在静态及周期性负荷下的高强度和韧性,增加了其对机械冲击的阻抗力,使制成的刀具性能稳定性好。国内要求高性能刀具的航天部门可采用它。

由于国内劳工成本低而刀具材料费用占刀具成本很大比例,在使用通用高速钢 M2 材料成本已达 40 % 的情况下,乌克兰 DSS 厂的第一代 PMHSS 是目前刀具和模具行业用量最多的 PMHSS、据某工具厂厂长宣称(2005 年 6 月),该厂一次就订购了人民币为 150 万元的 DSS 厂 M4PM 及 T15PM 钢。在我国具体情况下,使用者可根据用途需要,按质选用,按质论价”。目前 M2 钢狂涨 3 倍,使用 PMHSS 是 20 年来最好的时机。(2005 年 9 月国产 M2 钢价格已回落到 70 元/kg)。(吴元昌)