

高强度焊管去毛刺硬质合金刀具的研制

吴月天* 刘世贵

(北京硬质合金厂, 北京 100055)

摘要 去毛刺刀是清除焊管内外焊缝毛刺的专用硬质合金刀具, 其几何精度、合金的内在质量和性能指标均有较高的要求。本文介绍了为引进焊管机组生产线配套而研制的硬质合金去毛刺刀具, 该合金通过采用强化球磨、添加组元等有效的工艺控制手段, 使所研制的合金具有细晶粒组织和良好的高温使用性能, 取代了进口产品, 具有显著的经济效益和社会效益。

主题词 硬质合金刀具

1 前言

1987 年北京硬质合金厂承接试制宁远钢厂清除焊管内外焊缝毛刺的专用硬质合金刀具的任务。经过近两年的研制试验, 产品达到工况条件下的使用要求和预期的刀具寿命水平。取代了 3 种牌号、7 种规格的德国进口去毛刺刀具(见图 1)。

宁远钢厂引进的德国 Mannesman 公司焊管机组, 是具有 80 年代技术水平的大型连续作业机组。由于机械化程度高, 对去毛刺刀具的几何精度、合金的内在质量和性能指标均有较高的要求。要在焊管 40~80m/min 的速度、900~1250℃高温状态下, 将焊缝毛刺一次切除干净(一般切除深度 3~5mm), 并



图 1 本厂研制的焊管专用去毛刺硬质合金刀具

Fig. 1 deburring cemented carbide cutter developed by our plant for welded tube

* 吴月天, 主要从事硬质合金新材料、新产品开发工作。

收稿日期: 1993. 1. 30

使焊管内外加工表面达到一定精度,因而刀具材料不仅需要具有较高的硬度、耐磨性和冲击韧性,而且还应具备良好的高温切削性能。

2 工艺方案的确定

我们通过电镜扫描分析了原德国 VS50 合金刀片刃口磨损后的形貌,发现刃口表面摩擦条痕较为明显,边界呈不规则状,属于正常热磨损,这说明该合金韧性较好,但耐磨性

能较差。在刃口磨损区周围有环形溶焊扩散磨损区,类似于一般切削刀具的月牙洼磨损形貌。同时在刃口周围发现有一些不规则的热裂纹产生,裂纹断口多呈塑性变形特征的“韧窝”存在,表明在长时间高温作业条件下,合金由于受力和局部热塑变形产生了裂纹(见图 2)。

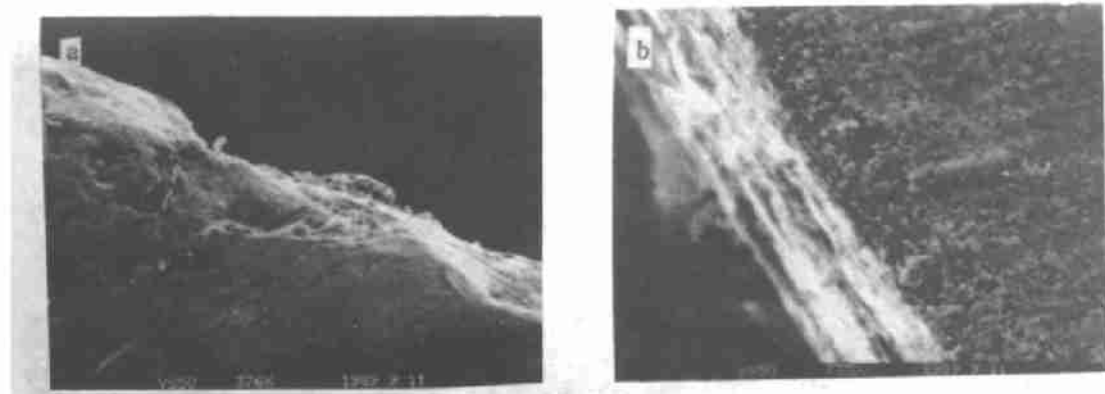


图 2 德国 VS50 合金刀片刃口 SEM 形貌

a. $\times 376$ b. $\times 735$

Fig. 2 SEM photo of German VS50 alloy cutter edge

针对上述焊管生产工艺条件以及德国刀片刃口的磨损状况,提出如下研制方案:

(1) 对原材料的纯度和粒度进行严格控制,通过强化球磨、添加抑制合金晶粒长大的组元,使合金具有细晶粒组织,以保证刀具有较锋利的圆滑刃口。

(2) 为使合金刀具具备良好的高温性能和抗磨损性能,在合金的成分中加入一定比例的 TiC-TaC。

(3) 严格控制碳含量和真空烧结工艺参数,使合金获得较理想的组织结构,即较少的孔隙,不渗碳也不脱碳,合金中各相组织均匀分布。

3 合金制取工艺及性能

根据上述研制方案,采用不同粒度的 WC 和不同成分配比的 TiC-WC、TiC-WC-TaC 固溶体,添加微量 Cr_3C_2 ,按照一定比例

配制成牌号为 QP01、QP02、QP03 三种成分的合金,并与西德 Rochling-Burbach Weiterverarbeitung GmbH 生产的 VS25、VS30、VS50 牌号合金进行性能和组织结构分析比较。

3.1 制取工艺

按传统方法配制合金混合料,在不锈钢球磨桶中湿磨,采用 $\phi 10\text{mm}$ 硬质合金球,球料比为 3~4:1,球磨介质为酒精,球磨时间 96~120h,料浆经 320 目铜筛网过滤,成形剂为石蜡,在碳管真空电阻炉中进行烧结,真空度为 13.3Pa,烧结温度 1450~1550℃。

3.2 合金性能和组织结构

对所研制的 QP01、QP02、QP03 合金以及德国 VS25、VS30、VS50 合金测定了密度、硬度、抗弯强度、高温硬度,见表 1、表 2、表 3。并通过 MeF-1 大型金相显微镜观察合金的组织结构,见图 3、图 4。

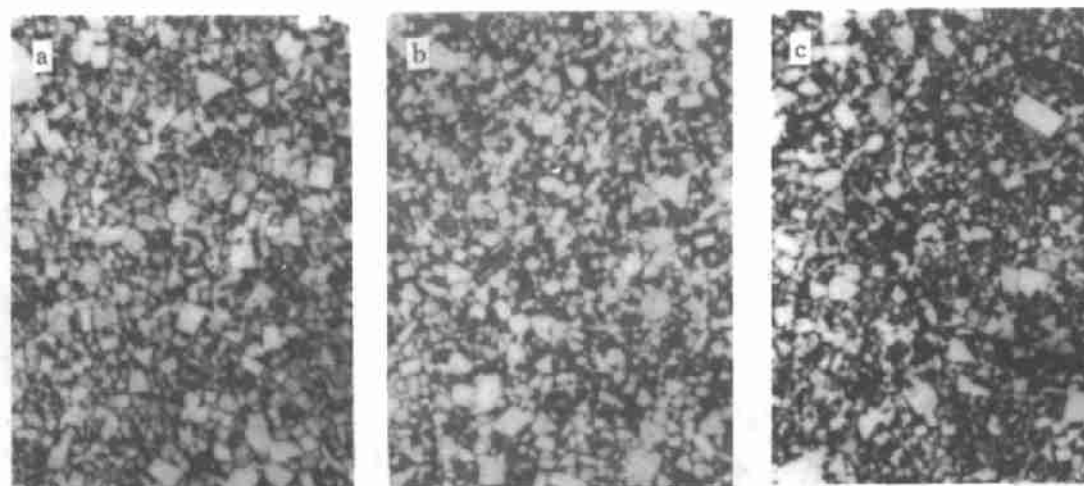


图3 德国合金相组织 ×1500

a. VS25 b. VS30 c. VS50

Fig. 3 Metallographic structure of German alloy

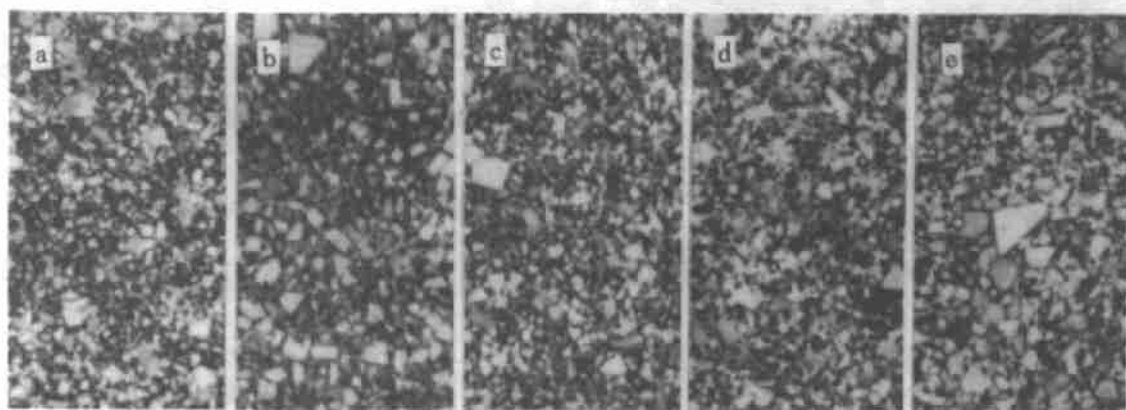


图4 本厂合金相组织 ×1500

a. QP02(B) b. QP03(A) c. QP03(B) d. QP03(C) e. QP03(N)

Fig. 4 Metallographic structure of alloy developed by our plant

表1 德国合金物理-力学性能和组织结构

Table 1 Physical-mechanical properties and structures of German alloy

合金牌号	物理-力学性能				金相组织结构						
	密度 g/cm ³	硬度 HRA	高温硬度 900℃, HV	抗弯强度 MPa	孔隙度 %	石墨 %	n相	WC平均 粒度, μ	晶粒均匀度	相结构	
VS25	12.7	91.0	319	1670	微量小孔	无	无	1.4	有粗大 WC 晶粒	(Ti WTa)C+ WC+γ	
VS30	12.6	90.5	—	1720	微量小孔	无	无	1.4	有粗大 WC 晶粒	(Ti WTa)C+ WC+γ	
VS50	12.4	88.0	—	1960	微量小孔	无	无	1.4	有粗大 WC 晶粒	(Ti WTa)C+ WC+γ	

* 见《世界硬质合金指南手册》第290页

表 2 本厂研制合金的物理-力学性能

Table 2 Physical-mechanical properties of alloy developed by our plant

合金牌号	密度, g/cm ³	硬度, HRA	高温硬度, 900℃, HV	抗弯强度, MPa
QP01(A)	11.1	91.5~92.0	345	1180
QP01(B)	11.3	91.0	—	1270
QP02(A)	12.4	91.0	—	1590
QP02(B)	12.6	91.5~92.0	—	1450
QP03(A)	12.4	90.0	—	1520
QP03(B)	12.5	90.5~91.0	380	1590
QP03(C)	12.4	90.5~91.0	—	1540
QO03(N)	12.3	91.0	—	1490

表 3 本厂研制合金的金相组织结构*

Table 3 Structure of alloy developed by our plant

合金牌号	WC 平均粒度, μ	晶粒均匀度	相组成
QP03(A)	1.4	有粗大 WC 晶粒	(TiWTa)C + WC + γ
QP03(B)	0.8~1.0	晶粒均匀	(TiWTa)C + WC + γ
QP03(C)	0.8~1.0	晶粒均匀	(TiWTa)C + WC + γ
QP03(N)	1.4	有粗大 WC 晶粒	(TiWTa/Nb)C + WC + γ

* 四种合金均无 η 相, 孔隙度及石墨含量均小于 0.2%。

4 结果分析

通过对上述合金进行物理-力学性能测试及金相组织观察, 得出如下几点结果:

(1) 添加 TaC、Cr₃C₂ 及采用强化球磨的方法, 成功地研制出结构均匀的细晶粒合金, 在所分析的德国三种牌号合金组织中, WC 平均晶粒为 1.4 μ m, 且分布有较大 WC 颗粒, 而我厂研制的合金 WC 平均晶粒小于 1 μ m, 且各相晶粒组织分布均匀, (见图 3、4)。

(2) 添加微量 Cr₃C₂ 与不添加 Cr₃C₂ 的合金比较, 组织结构更趋于均匀, WC 及 TiC-WC 晶粒明显细化。这可由表 3 中 QP03(A)、QP03(B) 与 QP03(N) 合金组织结构的比较看出。

(3) TaC 的加入有效地提高了合金的高温性能。例如 QP01 合金尽管室温硬度高于 QP03 合金, 但由于合金成分中不含 TaC, 在 900℃ 测定高温硬度时 HV 值明显偏低, 本试验中采用了不同的 TaC 加入方式, 当 TaC 以单一组元加入时, 合金断口有均匀分布的巢

状斑点, 而以固溶体形式加入时, 合金断口未发现上述情况。在金相结构上, 后者虽未添加 Cr₃C₂, 但晶粒更趋于细化 (见图 4d)。

(4) 硬质合金的力学性能对合金结构是敏感的。当合金成分中 Co、Ti 含量一定时, 硬度和强度的提高主要取决于 WC 的晶粒度。本试验采用了两种粒度的 WC, 在工艺条件相同的情况下, 粒度细的 WC 粉末制取的合金晶粒更趋于细化, 且硬度提高, 而强度未有降低, 例如 PQ03(A)、PQ03(B)。这说明尽管 Cr₃C₂、TaC 对合金硬质相的粗化具有抑制作用, 但制备细晶粒合金的关键仍在于对原材料 WC 的粒度控制。

(5) 从合金低倍组织分析看, 孔隙度和石墨夹杂较高, 较之德国三种牌号合金还有一定距离。

参加本试验工作的还有刘连香、李桐曾、秦芳畦、郝素英等。

在本试验的研究工作中得到了冶金部钢铁研究总院四室段石田高级工程师的热情帮助, 深表谢意。

INVESTIGATION ON DEBURRING CUTTER FOR HIGH STRENGTH WELDED TUBE

Wu Yuetian, Liu Shigui

(Beijing Cemented Carbide Plant, Beijing 100055)

Abstract Deburring cutter, which is a special purpose cemented carbide tool for cutting off burr from welded seam on inner and outer surface of welded tube, has been strictly required for its geometric accuracy, inherent quality of alloy and property targets. The present paper has outlined the cemented carbide deburring cutter developed for completing the whole set of tube welding production line imported by our country. By strengthening ball grinding, adding elements etc. the alloy developed has fine grain structure and superior high temperature performance, thus and so has been used for replacing imported products and exhibited obvious economic and social efficiency.

key words cemented carbide cutter.

· 资料 ·

金属粉末压坯磨损性能指标的规定及其测定方法

日本的一些铁粉生产厂家,在检查铁粉的物理性能时,对铁粉的成形性采用磨损减量法进行测定,并在铁粉的物理性能指标中明确列项定出磨损减量率指标数值。例如日本东邦亚铅株式会社(TAK)生产的电解铁粉把磨损指标规定为2.5%~8.0%(见表1数据)。关于这种试验方法,请参阅《钢铁粉末生产》(韩凤麟、葛昌纯编,冶金工业出版社1981.P341~343),此处不另作介绍。

表1 粉末冶金电解铁粉(经退火)的物理性能(日本 TAK 公司)

牌号	松装密度 g/cm ³	流动性 s/50g	压坯密度, g/cm ³			拉托拉 减量 %	粒度分布, %				备注
			400 MPa	500 MPa	600 MPa		+100 目	-100~ 200 目	-200~ 325 目	-325 目	
PM-250	2.50~2.70	<30	>6.65	>6.90	>7.10	<3.0	<1.0	45~60	25~40	10~20	
PM-280	2.65~2.55	30	6.70	6.95	7.15	5.0	1.0	45~60	25~40	10~20	
PM-320	3.00~3.20	25	6.70	6.95	7.15	8.0	1.0	45~60	25~40	15~25	出口
PM-282	2.60~2.50	30	6.65	6.90	7.10	4.0	4.0	45~55	25~40	15~30	
PM-330	3.20~3.40	25	6.65	6.90	7.10	10.0	4.0	40~55	25~40	15~30	

(中国长城工业公司大连分公司 赵增任供稿)