

文章编号:1673-9981(2011)03-0225-04

锻后退火态 H13 钢的显微组织分析

郭加林¹, 项胜前¹, 周春荣¹, 黄继武²

1. 广东豪美铝业有限公司, 广东 清远 511540;
2. 中南大学材料科学与工程学院, 湖南 长沙 410083

摘 要:以 R、T、G 三种锻后退火态 H13 钢为实验材料, 采用金相、XRD 和 SEM 等分析方法, 对其显微组织进行了研究。结果表明:从晶粒度、非金属夹杂、疏松、成分分布均匀性、偏析等方面评析, R 钢的显微组织最佳, T 钢和 G 钢次之; R 钢是用于挤压热作模具比较理想的材料。

关键词:H13 钢; 晶粒度; 非金属夹杂; 疏松; 偏析

中图分类号:TG142.1

文献标识码:A

H13(4Cr5MoSiV1)钢具有高淬透性、优良的抗热裂能力、中等耐磨损性能及热处理变形小等特点, 是目前国内外使用最广泛和最具代表性的热作模具钢种^[1]。该钢在中温(600℃)时具有高的耐磨性、较好的耐冷热疲劳性能。由于这种钢具有良好的综合机械性能, 越来越广泛地被用于制造模锻锤的锻模、热挤压模具与芯棒、锻造压力机模具、精锻机用模具、镶块以及铝、铜及其合金的压铸模等。

目前, 我国用 H13 钢制造的铝型材挤压模具, 普遍存在使用寿命低、挤压出的型材表面光洁度差等缺点。因此, 要提高模具寿命, 就要求模具材料具有高强度、高硬度、高韧性和优良的抗划伤性等综合性能。由于模具材料的问题, 在经过热处理(气体软氮化)后的挤压过程中, 模具脆裂严重, 整炉脆裂报废的情况时有发生。选用 H13 钢作模具材料对实际生产具有相当重要的意义。为此, 选用三种国内外锻

后退火态 H13 钢作为实验材料, 分析其显微组织, 为实际生产提供指导。

1 实验部分

1.1 试 料

试验材料为 R、T、G 三种锻后退火态 H13 钢, 其化学成分列于表 1。

1.2 测试方法

金相样品的腐蚀剂为 4% 硝酸酒精溶液, 用 POLYVER-MET 金相显微镜观察样品的金相显微组织; 采用 Sirion200 场发射扫描电子显微镜分析合金的第二相和成分偏析; 用日本理学 D/max-2500/PC 型 X 射线衍射仪进行物相分析, 操作条件: Cu-K_α 辐射、电压 40 kV、电流 250 mA。

表 1 H13 钢的化学成分

Table 1 The chemical composition of H13 steel

元素	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	P	S
含量 w/%	0.32~0.45	0.80~1.20	0.20~0.50	4.75~5.50	1.10~1.75	0.80~1.20	≤0.03	≤0.03

收稿日期: 2010-11-06

作者简介: 郭加林(1982—), 男, 安徽桐城人, 工程师, 硕士。

2 实验结果与分析

2.1 合金的金相显微组织

2.1.1 合金基体内部组织

三种合金的金相显微组织如图 1 所示. 由图 1 可知, R 钢和 G 钢的晶粒较细, T 钢的晶粒较粗. 这

一结果在 XRD 分析中得到验证. R 钢的偏析不太明显, T 钢次之, 而 G 钢的偏析最严重. 三种钢锻后退火态的组织均为珠光体+碳化物. 在 R 钢和 T 钢中未看到共晶碳化物, 二次碳化物的颗粒细小且均匀分布在基体上, 而 G 钢中部分二次碳化物呈链状沿晶分布.

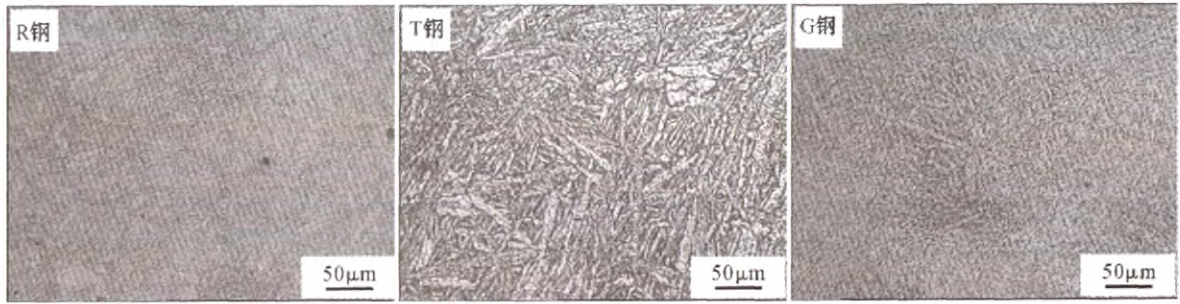


图 1 三种合金的金相显微组织

Fig. 1 Metallographic microstructure of the three steels

2.1.2 合金基体中的非金属夹杂物

三种合金基体中的非金属夹杂物分布如图 2 所示. 由图 2 可知, R 钢中的非金属夹杂(黑点和中间

白点)较少, G 钢和 T 钢中的非金属夹杂(黑点和中间白点)较多.

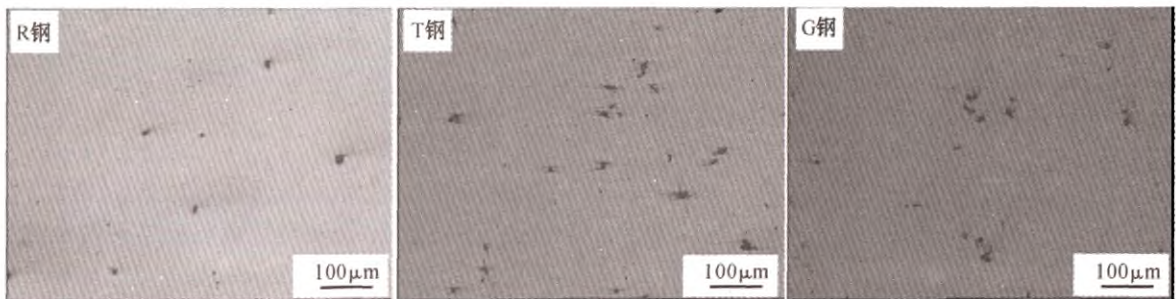


图 2 三种合金基体的非金属夹杂物分布

Fig. 2 The distribution of nonmetallic impurity in the three steels matrix

2.2 合金成分分布的均匀性

合金成分 Mo, Cr, V, Si 分布的均匀性见图 3. 由图 3 可知, R 钢合金成分的分布基本均匀; T 钢存在明显的粒子, 且粒子相对较粗, 成分分布有明显的点状析出; G 钢的成分分布极不均匀且有粗大粒子. G 钢组织中有块状的共晶碳化物镶嵌在基体中, 这些富钒的共晶碳化物质硬而脆, 破坏了材料基体的连续性. 共晶碳化物及碳化物沿晶分布会降低 H13

钢的热疲劳性能, 共晶碳化物促使疲劳裂纹萌生^[2]. 模具原材料的碳化物偏析会造成材料局部化学成分偏析, 导致模具的热疲劳强度大幅度降低.

2.3 合金基体的 SEM 形貌分析

合金基体的 SEM 形貌如图 4 所示. 从图 4 可看出, R 钢的疏松孔洞较小, 分布较均匀; T 钢的孔洞较大; G 钢的孔洞大小、形状都不一致, 不但存在较小的孔洞, 同时也存在大的孔洞.

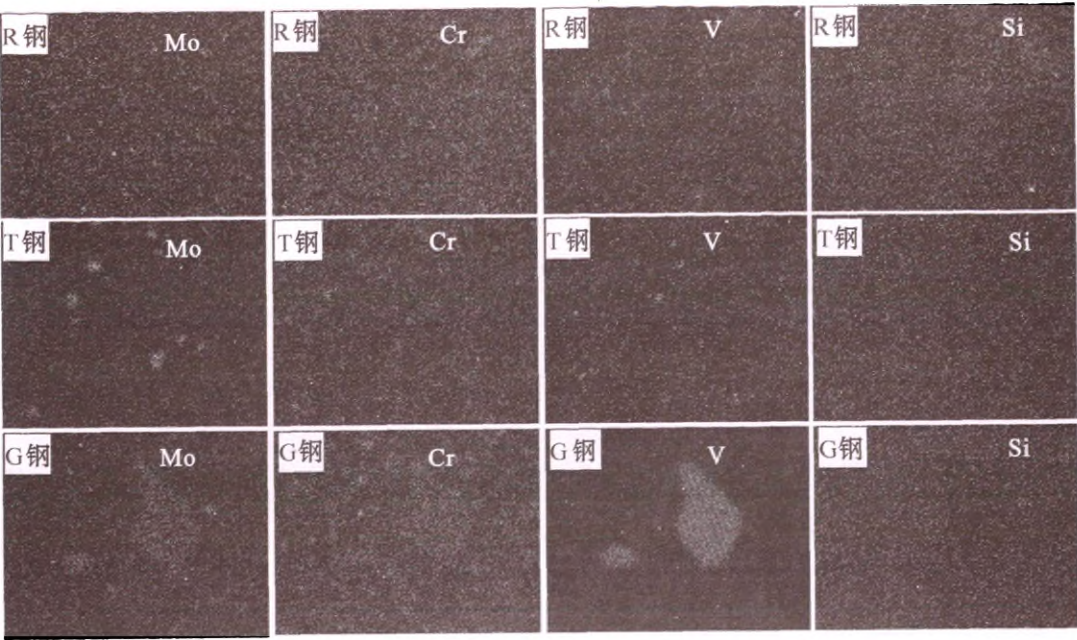


图 3 合金成分 Mo, Cr,V,Si 分布的均匀性
Fig.3 The uniformity of Mo,Cr,V and Si composition distribution

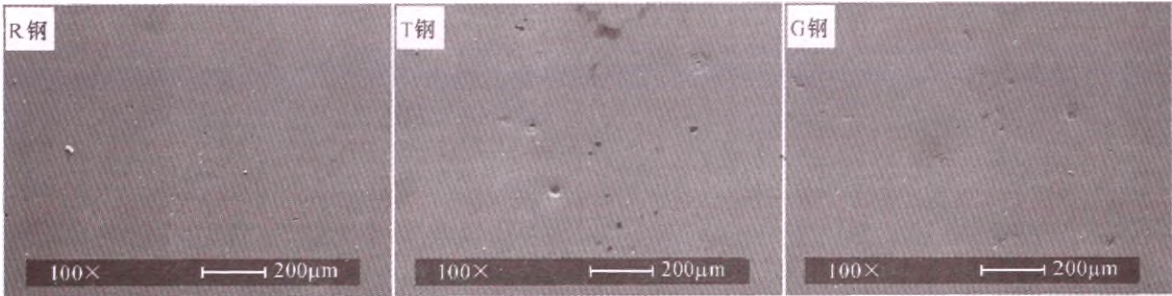


图 4 三种合金基体的 SEM 形貌
Fig.4 The SEM microstructures of the three steels

2.4 基体第二相

三种合金基体的第二相分析结果见图 5。从图 5 可以看出,基体上分布着白色、灰色和黑色三种颜色的粒子。其中 R 钢的粒子最细而且均匀,T 钢中的粒子相对较粗,而 G 钢中的粒子大小不一,最粗的和最小的粒子相比,大小相差有 10 倍左右。图 5 中的白色粒子为 Mo_2C ,形状为圆形,其中以 R 钢的粒子最细,T 钢和 R 钢中的粒子尺寸相当,都较粗大。灰色粒子中除含有少量 Mo 外,主体为 VC 和 Si,这种粒子较小且均匀,三种钢中此种粒子没有太大的区别。黑色粒子与灰色粒子的组成基本相同。

三种钢材的物相构成基本相同,R 钢的碳化物主要为 Mo_2C ,T 钢和 G 钢的碳化物主要为 Fe_7C_3 。三种钢的共同特点是边缘晶粒较细,中心部位的晶粒较粗。

3 结 论

从晶粒度、非金属夹杂、疏松、成分分布均匀性、偏析等方面综合评析,R 钢显微组织最佳,T 钢和 G 钢次之。R 钢是用于挤压热作模具比较理想的材料。

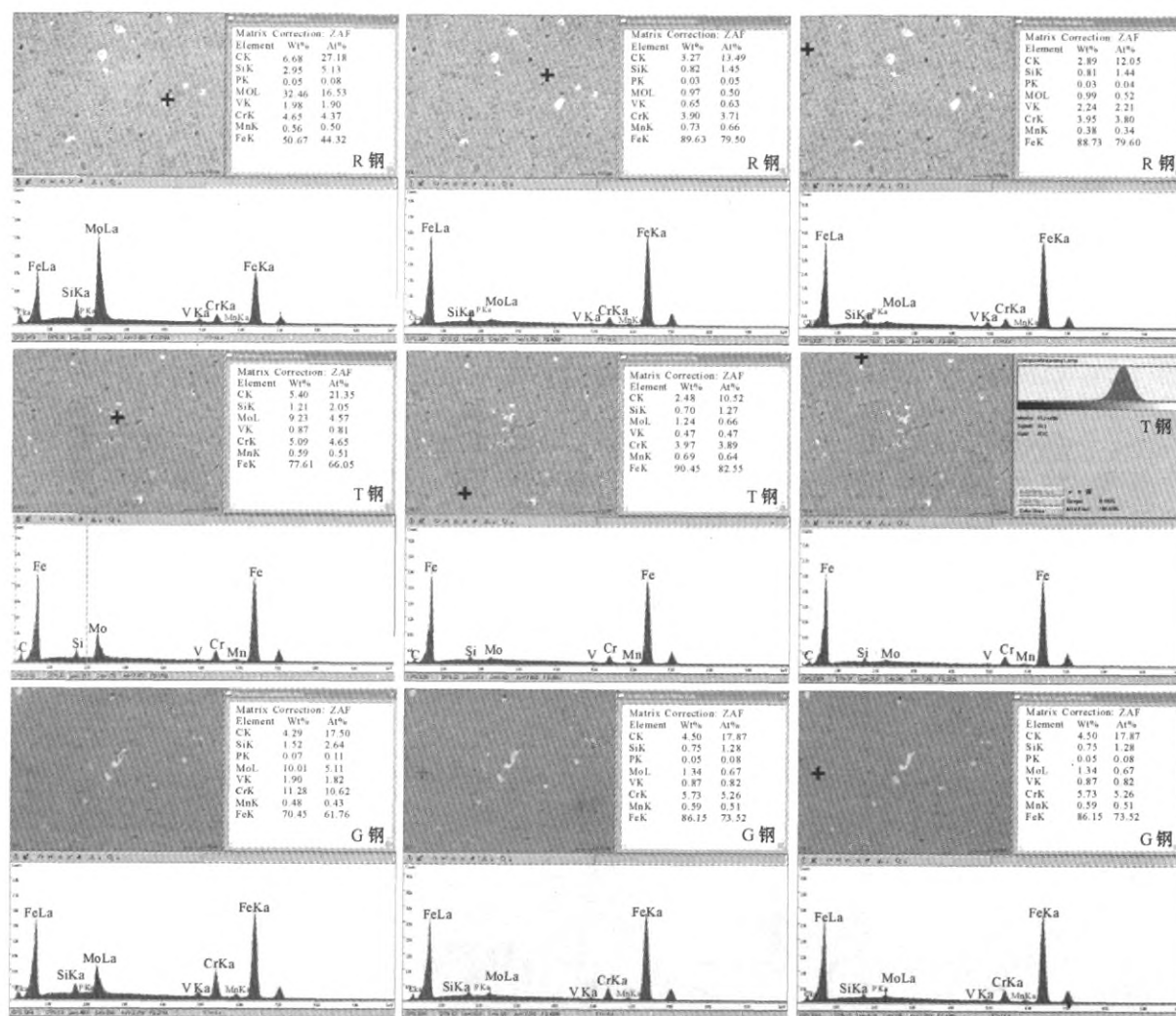


图5 三种合金基体的第二相

Fig.5 The second-phase of the three steels

参考文献:

- [1] UNTERWEISER P M, BOYER H E, KUBBS J J. Heat Treater's Guide, Standar Practices and Procedures for

Steel [M]. Ohio: ASM Metals Park, 1982.

- [2] 唐文军, 吴晓春. 4Cr5MoSiV1 钢中碳化物对热疲劳性能影响[J]. 热处理, 2003, 18(1): 32-35.

Microstructure analysis of H13 steel under forged annealed state

GUO Jialin¹, XIANG Shengqian², ZHOU Chunrong¹, HUANG Jiwu²

1. Guangdong Haomei Aluminum Co. Ltd., Qingyuan 511540, China; 2. School of Materials Science and Engineering, Central South University, Changsha 410083, China

Abstract: The microstructures of three kinds of H13 steel under forged annealed state are investigated by OM, XRD and SEM. The three kinds of H13 steel under forged annealed state are R, T, G steel respectively. The results show that analyzing from grain crystal size, nonmetallic impurity, porosity, uniformity of composition distribution, segregation and so on, the microstructure of R steel is optimum, then followed by T steel and G steel. It seems that R steel is a good material for extrusion hot die.

Key words: H13 steel; crystal grain size; non-metallic inclusion; porosity; segregation