

Cr12MoV 钢不同热处理条件下的硬度和金相组织分析

摘要:研究了 Cr12MoV 钢在不同温度淬火和回火后的硬度变化,并对不同热处理条件下的金相组织进行了分析。

Cr12MoV 钢是广泛用于模具行业的冷作模具钢,具有高淬透性,截面为 300~400mm² 以下者可以完全淬透。在 300~400℃ 时仍可保持良好硬度和耐磨性,因此可用来制造断面较大、形状复杂、经受较大冲击负荷的各种模具和工具。由于该钢中存在大量碳化物,且偏析严重,因此不同的热处理工艺对钢的性能有很大的影响[1]。本文对 Cr12MoV 钢在不同热处理条件下的硬度和金相组织进行了分析,为业内人士提供参考。

1 实验条件

- (1)试样材料:Cr12MoV 钢,碳化物偏析较严重。
- (2)试样规格:试棒为<100mm×200mm,在试棒的 R/2 处截取金相试样 15mm×15mm×20mm。
- (3)淬火前进行等温退火,850±10℃ 保温 100~120min,740℃ 等温 4h。
- (4)淬火加热用盐浴炉,冷却介质为 20 号机油。
- (5)金相组织用 XJB-200 型在线金相仪。

2 试验结果与分析

2.1 硬度

Cr12MoV 钢经不同温度淬火和不同温度回火后的硬度实验数据见表 1 所示。

根据实验数据绘制其关系曲线如图 1 所示。

表 1 Cr12MoV 钢经不同温度淬火和不同温度回火后的硬度

HRC

淬火温度 / °C	淬后硬度 / HRC	回火温度 / °C																		
		520									550		580	610	650	700	750			
		100	220	250	300	350	400	450	500	一次	二次	三次						一次	二次	
800	50 50	51 51.5	50.5 50.5	50.5 51	50 50	48.5 49	48.5 48.5	44 45	43.5 44	42 43	45 45	44 44	39 39	-	40 41	32 32	28 28	23 23	20 22	
850	52.5 53.5	54 54.5	53.5 53.5	52.5 53	51.5 52	50.5 51.5	50.5 50.5	49.5 49.5	48 49	47 48	47 47	45 45.5	39 41	-	38 39	34 34.5	30 30	25 25	23 24	
950	61 61.5	63 63.5	58.5 59.5	58.5 58.5	56.5 57	56.5 56.5	55.5 55.5	53.5 53.5	52.5 53.5	50.5 51.5	49.5 50.5	49.5 50	46 46	-	43 43	41 41	31 32	27 27	24 25	
980	63 64	63.5 64	59.5 60.5	59.5 59.5	57.5 59	58 58.5	57.5 57.5	57.5 58	52 52.5	54.5 55.5	54.5 55.5	53 54.5	49 50	-	47 47	44 44.5	38.5 39	32 32	30 30	
1 010	63.5 63.5	64 64.5	59.5 59.5	59.5 59.5	58.5 58.5	58.5 58.5	57.5 58	57.5 58	52.5 52.5	55 55.5	55.5 56.5	55.5 56.5	50.5 51	-	48 48	43 44	40 40	33 33	30 30	
1 040	63 64.5	64 64	59.5 60.5	58.5 59.5	58.5 58.5	58 58.5	57.5 57.5	57.5 57.5	57.5 57.5	56.5 57.5	56.5 57.5	56 56	51 51	-	49 49	44.5 46	41 41	34 35	31.5 33	
1 100	54.5 55.5	-	-	50.5 50.5	50 50	49.5 50	49.5 50	49.5 50	48.5 50	57.5 58.5	61 61	60.5 60.5	53 53.5	-	45 45	45 46	42 43	37 37	34 34	
1 130	42.5 44	-	41 41.5	40 41.5	42 44	41 43	41 43	41 43	42 42	44 44	51.5 51.5	53.5 54	57.5 57.5	54 54	49.5 50.5	46.5 47.5	-	-	37 37.5	33 33
1 200	36.5 37	-	35 35	35 36	-	35 35.5	34.5 34.5	34.5 34.5	39 40	40 41	39.5 42	44 44	44 44	58.9 59.9	48 48	48.5 49	-	-	-	
1 280	34 35	-	36 37	36 36.5	-	37 37	36 36.5	36 36.5	38 38	38.5 39	39.5 40	40 41.5	48 49	59.5 60.5	55 55.5	49.5 50.5	-	-	-	

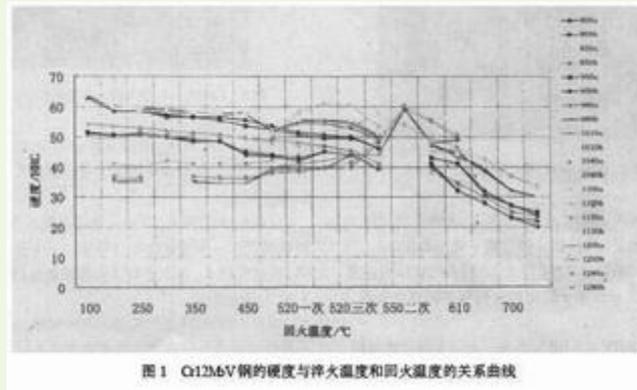


图1 Cr12MoV钢的硬度与淬火温度和回火温度的关系曲线

从表1和图1可以看出:

(1)Cr12MoV钢淬火后的硬度与淬火温度有极大关系,980~1040°C淬火获得的最高硬度为63~65HRC。

(2)Cr12MoV钢的回火稳定性高,980~1040°C淬火,200°C回火2次,每次2h,硬度为59.5~60.5HRC,250°C回火1h,硬度为58.5~59.5HRC。

(3)1100°C淬火,520°C回火2~3次,“二次硬化”硬度最高为60.5~61HRC。

(4)1130°C淬火,520°C回火3次,硬度仅提高到50HRC,在550°C回火1~2次,硬度提高到58HRC。1200°C淬火,520°C回火3次,硬度提高很少,经550°C2次回火,硬度提高到59HRC。

(5)Cr12MoV钢经1040°C淬火,500°C回火后硬度为57.5HRC,520°C回火2次,硬度为56~57.5HRC,看不出二次硬化现象。

2.2 金相组织

Cr12MoV钢热处理状态不同,显微组织变化很大,特别是1150°C以上温度淬火的组织比较特殊。

Cr12MoV钢不同热处理状态的金相组织图说明如下:

(1)800~880°C淬火,未回火的试样组织为:马氏体+屈氏体+碳化物。材料碳化物偏析比较严重,奥氏体成分不均匀,稳定性程度不同,硬度由低到高(见图2所示)。



图2 800~880°C淬火金相组织 ×400

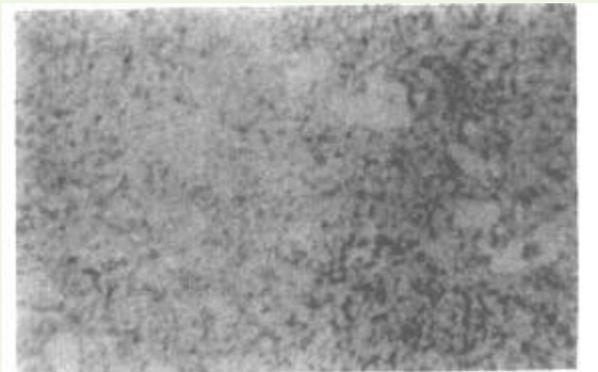


图3 1040°C、1070°C淬火金相组织 ×400

(2)950°C、980°C、1010°C淬火,未回火的试样为正常淬火组织:马氏体+碳化物+残留奥氏体。

(3)1040°C、1070°C淬火,未回火的试样为正常组织:回火马氏体+碳化物+残留奥氏体(见图3所示)。

(4)1100°C~1160°C淬火,未回火的试样为粗针状马氏体+碳化物+残留奥氏体(见图4、图5所示)。

图 4 1100℃~1160℃淬火金相组织 ×400 图 5 1100℃~1160℃淬火金相组织 ×400

(5)1200℃淬火,未回火的试样,组织为很粗的针状马氏体+少量碳化物+大量残留奥氏体(见图 6、图 7 所示)。

(6)1230℃淬火,未回火和低温回火的试样,为针状马氏体+少量碳化物(带状)+大量残留奥氏体,晶粒很粗大,晶界上有淬火显微裂纹(见图 8、图 9、图 10 所示)。

(7)1280℃淬火,低温回火的试样,为粗针状马氏体+极少量碳化物+大量残留奥氏体(见图 11 所示)。



图 6 1200℃淬火金相组织 ×400



图 7 1200℃淬火金相组织 ×400

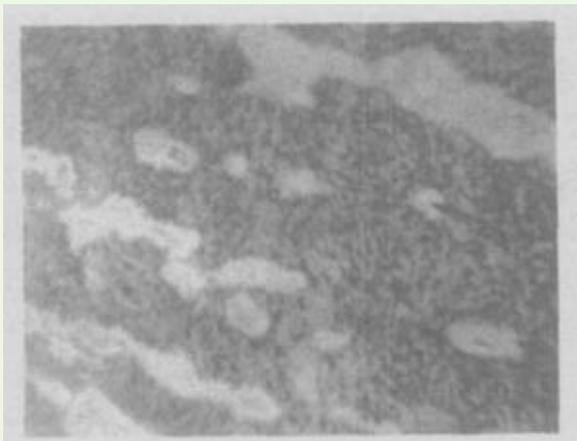


图 8 1230℃淬火金相组织 ×250

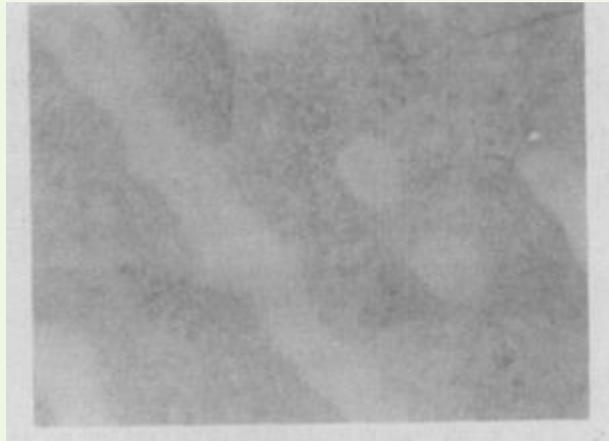


图 9 1230℃淬火金相组织 ×400

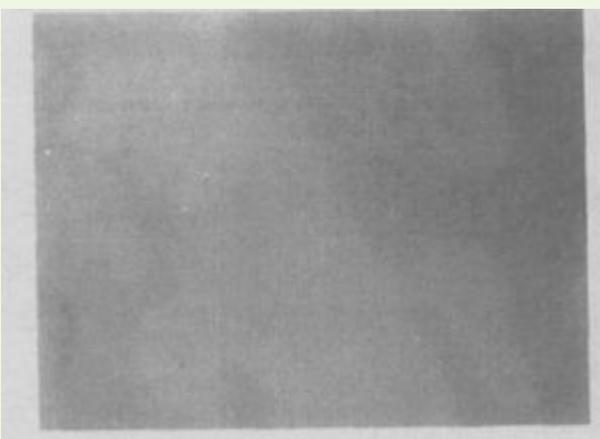


图 10 1230℃淬火金相组织 ×400



图 11 1280℃淬火金相组织 ×250

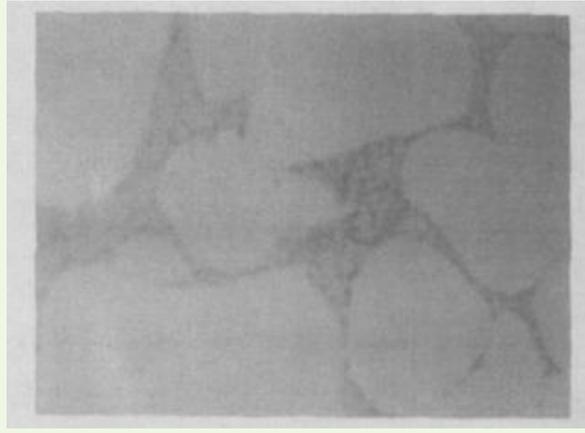


图 12 1310°C 淬火金相组织 ×250

(8)1310°C 淬火,未回火的试样为严重过烧组织,晶界上有网状共晶莱氏体(见图 12 所示)。

(9)1160°C 淬火,520°C、550°C 多次回火后的金相组织与图 6、图 7 相似。1230°C 淬火,多次回火的金相组织与图 8、图 9、图 10 相似,仅马氏体及析出的弥散碳化物量增多。带状碳化物周围的残留奥氏体,因合金化程度很高,十分稳定,仍未完全转变。

3 结束语

(1)Cr12MoV 钢的热处理工艺,有一次硬化法和二次硬化法 2 种。研究表明,一次硬化法淬火温度为 1010~1040°C 较好,回火温度一般为 200°C 回火两次。二次硬化法淬火温度为 1100~1120°C 较好,回火为 520°C,2~3 次较好。

(2)为了获得热硬性和高耐磨性,对 Cr12MoV 钢采用二次硬化处理法,因为含有较多合金元素和碳的残留奥氏体具有高的回火稳定性,只有经过多次回火才能使大部分残留奥氏体转变为马氏体。在提高淬火温度或回火温度偏低的情况下,要增多回火次数,实验表明,淬火温度提高到 1150°C 以上时,在 520°C 回火 4~5 次可能作用不显著,也不经济,不如提高回火温度效果好。

(3)采用冷处理可以减少回火次数。淬火后把工件冷却到-80°C 左右,能使大部分残留奥氏体转变为马氏体。冷处理的温度-80°C 足够,因为温度再低,残留奥氏体转变得非常缓慢,冷处理后还要进行一次 520°C 回火,以消除内应力和使冷处理后保留下来的大部分残留奥氏体发生转变。