

大型齿轮渗碳时网状碳化物形成的原因及消除的方法

孙广平^{1,2}, 杜之明², 刘长江¹, 康达昌²

(1 哈尔滨汽轮机厂有限责任公司, 哈尔滨 150046; 2 哈尔滨工业大学, 哈尔滨 150001)

摘要: 对 17Cr2Ni2MoA 钢渗碳网状碳化物形成的原因及控制方法进行了研究, 结果表明, 用特殊的方法消除网状碳化物是行之有效的, 同时, 根据碳化物状况可选择淬火温度。

关键词: 网状碳化物; 渗碳; 大型齿轮

分类号: TK265

文献标识码: A

文章编号: 1001-5884(2004)03-0230-02

Reasons and Removal Method for Network Carbide Forming During Carburization of Large Gear

SUN Guang-ping^{1,2}, DU Zhi-ming¹, LIU Chang-jiang¹, KANG Da-cang²

(1 Harbin Turbine Company Limited, Harbin 150046, China; 2 Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China)

Abstract: A research is conducted on the reasons and removal method for the network carbide forming during carburization of 17Cr2Ni2MoA steel and the result shows it is practical and effective to take a special method to remove such carbide, meanwhile the quenching temperature can be selected according to the conditions of carbide.

Key words network carbide; carburization; large gear

0 前 言

在大型齿轮渗碳过程中,一方面要使碳尽量均匀地扩散到齿轮表面,避免形成网状碳化物,另一方面对已形成的网状碳化物进行消除。其目的是防止淬火时因齿轮表面存在网状碳化物而开裂,影响齿轮的耐磨性。为解决这些难题,应对大型齿轮用材料(17Cr2Ni2MoA)的网状碳化物形成的原因和控制方法进行研究。得出了消除网状碳化物的特殊方法,并根据碳化物状况选择淬火温度。

1 网状碳化物形成的原因

17Cr2Ni2MoA 钢在渗碳过程中,极易形成网状碳化物。大量试验表明,在渗碳强渗期的第 2 阶段,碳势应控制在 0.7%~0.8%,扩散期应在 0.6%~0.7% 的范围内,如图 1 所示。当碳势较高时(即煤油滴量大时),则形成了较严重的网状碳化物,这种网状碳化物在正常淬火温度下(800~820)是不能消除的。

2 网状碳化物消除的方法

细网和断续网状碳化物(如图 2 所示),经 810 淬火,165 回火,可以消除,淬火后的碳化物为 1 级~2 级,如图 3 所示,细网和断续网状碳化物变成粒状碳化物。粗大网状碳化物(如图 4 所示),同样经 810 淬火,165 回火,不可以消

除,淬火后的碳化物仍为 4 级~5 级,如图 5 所示。



注:要求碳化物 2 级(按 JB/ZQ 4039-88 标准)

图 1 17Cr2Ni2MoA 渗碳工艺

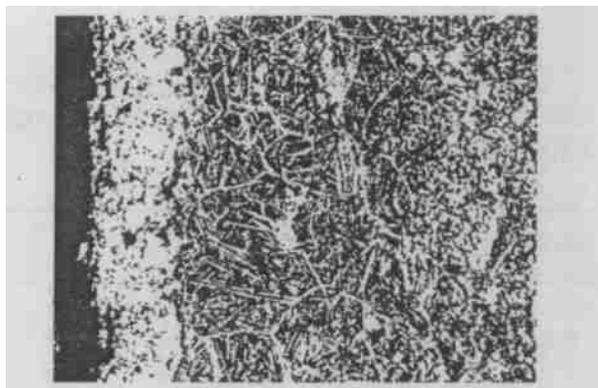


图 2 渗碳炉后高温回火细网+半连续稍粗网 100x

在渗碳过程中形成了粗大网状碳化物(如图 4 所示),可提高炉温 3~5 (即提高到 935~938),保温 1.5h,即可消除粗大网状碳化物。这是根据扩散第二定律 $D = D_0 e^{-E_D/RT}$, 扩散系数 D 与温度 T 成指数关系的原理,晶

收稿日期:2004-02-20

作者简介:孙广平(1962-),男,黑龙江人,工学硕士,高级工程师。

界的粗大碳化物,向晶内、向表层深处和向表面外进行强烈扩散,使碳的分布趋于均匀,从而消除粗大网状碳化物。这种方法减少了齿轮重新正火而产生的氧化脱碳和变形,尤其大型齿轮(φ850),如果再经一次正火,其变形加大致零件报废。这样的炉次经淬火后,碳化物为 1 级,如图 6 所示。

3 根据网状的碳化物状况选择淬火温度

17Cr2Ni2MoA 钢渗碳淬火回火后,表层应为粒状碳化物 + 回火隐晶马氏体(即高碳、细针状回火马氏体) + 少量残余奥氏体,如图 7 所示。使齿轮表面具有高耐磨性和抗疲劳性能。

经过大量试验表明,渗碳后表面碳化物的状况,决定了选择淬火温度的原则。如表 1 所列。

17Cr2Ni2Mo 钢淬火后的第 1 次回火(工艺规定为 160 ~ 170)的目的是使淬火马氏体变成回火马氏体,残余奥氏体转变为马氏体、降低淬火应力、提高韧性。回火温度高,也会降低表面硬度和减少硬化层深度。第 2 次回火(工艺规定为 130 ~ 140)的目的是进一步降低应力,稳定组织,避免

后续的磨削裂纹。

17Cr2Ni2Mo 钢渗碳后不能直接淬火。因为 17Cr2Ni2Mo 钢在渗碳时形成大量的残余奥氏体,直接淬火就形成如图 8 的淬火组织,这种组织表面硬度低,且金相组织不合格,须经高温回火,消除大量的残余奥氏体后,再行淬火、回火。

表 1 选择淬火温度的原则

	渗碳后 (炉后样) 碳化物状况	淬火温度 (炉内监测偶)	备 注
第 1 档	无网状碳化物	800 ~ 805	淬回火后碳化物可达 1 级。当碳浓度较低时也可采用 790 ~ 800
第 2 档	细网 + 半连续稍粗碳化物	810 ~ 820	淬回火后碳化物可达 1 ~ 2 级
第 3 档	细网 + 少量较粗断续碳化物	820 ~ 827	淬回火后碳化物可达 1 级 ~ 2 级,个别 3 级,但要考虑到硬化层深度要比 800 淬火少 0.1mm ~ 0.2mm,回火温度应为 155 ~ 160。

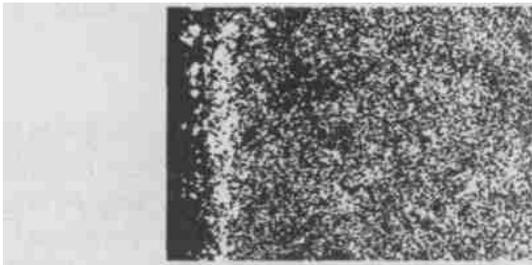


图 3 片试样经淬火(810)回火(165)碳化物网已消除 100 ×



图 4 渗碳后高温回火细网 + 粗网 100 ×



图 5 片试样经(810)回火(165)碳化物网 4 级 ~ 5 级,不合格 100 ×

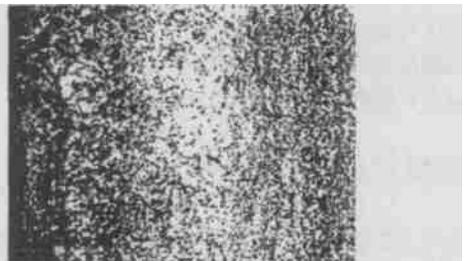


图 6 片试样经提高温度 4 扩散 1.5h 后淬火回火后碳化物网 1 级,合格 400 ×

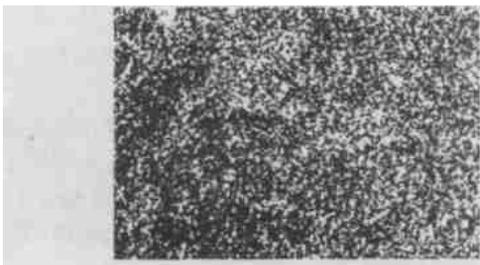


图 7 表层过共析淬火回火典型组织 ×400
粒状碳化物 + 回火马氏体 + 少量 A 残,
碳化物级别为 1 级 ~ 2 级, M + A 残为 1 级 ~ 2 级

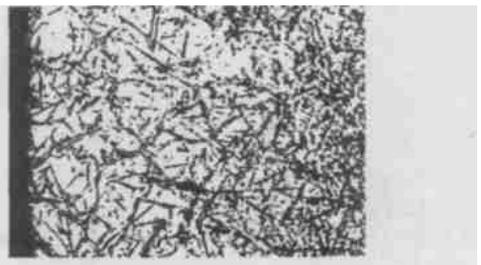


图 8 渗碳后直接淬火 ×400
大量 A 残 + 碳化物 + M

4 结 论

(1) 细网和断续网状碳化物,淬火时可消除。粗大网状碳化物,淬火时不能完全消除;

(2) 在扩散期出现粗大网状碳化物时,可提高炉温 3 ~ 5 保温 1.5h 即可消除;

(3) 根据网状碳化物状况,选择淬火温度;

(4) 17Cr2Ni2Mo 钢渗碳后不能直接淬火。