

高合金钢的预处理方式

郝丰林¹, 刘小丹¹, 孔旭红¹, 蒋勇², 余国增²

1. 江苏双环齿轮有限公司 江苏淮安 223200

2. 苏州工业园区久禾工业炉有限公司 江苏苏州 215021

摘要: 通过对高合金钢等温退火的了解, 设计了网带式等温退火炉, 解决了后桥齿轮毛坯普通正火和等温正火的预处理极限要求。

关键词: 等温退火; 等温温度; 退火炉

1 序言

随着汽车工业的发展, 对汽车齿轮质量的要求越来越高, 齿轮服役条件极其苛刻, 对齿轮材料的性能要求是高的弯曲疲劳强度、接触疲劳强度和耐磨性, 较高的强度和韧性, 以及较好的热处理工艺性能。齿轮渗碳钢主要有CrMn系、CrMo系、CrMnTi系、CrNiMo系和CrNi系钢等, 对于汽车变速器齿轮、后桥齿轮, 根据其性能和失效分析得出, 普通的CrMo系、MnCr系、CrMnTi系钢达不到技术要求, 需采用性能更好的CrNiMo系钢。CrNiMo系钢合金元素含量略多, 如18CrNiMo7-6钢、17CrNiMo6钢、19CrNiMo7-6钢等, 加入了Mo、Ni等晶界强化合金元素, 以提高轮齿强度和韧性, 特别是渗碳层韧性, 从而增强齿轮的疲劳强度和过载能力。

齿轮材料的技术指标主要有: 化学成分、力学性能、淬透性、晶粒度和表面质量等。铬(Cr)是最常用的一种合金元素, 它能提高钢的淬透性并有二次硬化作用; 在渗碳钢中, 铬能形成含铬碳化物, 从而提高齿轮表面耐磨性。镍(Ni)也是一种常用的强化元素, 它在钢中强化铁素体并细化珠光体, 总的效果是提高强度, 对塑性的影响不显著;

传, 达到消除混晶及晶粒粗大的问题。

5) 为了加强锻件质量控制, 需对正火后的组织和晶粒度进行检测。

参考文献:

[1] 廖景娱. 金属构件失效分析[M]. 北京: 化学工业出版社

社, 2003: 18-19.

镍在提高钢的强度的同时, 对钢的韧性、塑性以及工艺性能的损害较其他合金元素影响小。钼(Mo)在渗碳钢中能提高淬透性和热强性, 防止回火脆性, 增加回火抗力, 同时还能在渗碳层中降低碳化物在晶界上形成连续网状的倾向, 减少渗碳层中的残留奥氏体, 相对增加了表面层的耐磨性。

2 19CrNiMo7-6钢常规热处理工艺

对于19CrNiMo7-6钢这类材料, 如采用常规正火, 由于正火后的冷却速度不可控, 金相组织为贝氏体+少量铁素体, 硬度在275HBW左右, 偏高, 再增加一遍高温回火, 硬度在190~230HBW。如采用普通的等温正火后, 易得到先共析铁素体+少量贝氏体组织, 硬度200~230HBW, 偏高, 不过后续的切削加工在这个硬度范围还可以加工。等温正火工艺的不易控制之处在于奥氏体化加热保温后, 要出炉空冷至等温温度附近, 再入等温炉进行等温, 此处空冷温度不易控制, 受季节、气温波动性影响很大。

我公司专业生产齿轮, 主要服务于世界上知名的企业, 不同的企业要求的材料不同, 采用的预处理方式也不尽相同。有两家企业对于后桥齿轮的毛坯组织要求很有代表性, 这两家的材料都是类似于19CrNiMo7-6钢。为了便于表达, 这两家企业分别

社, 2003: 18-19.

[2] 沈文耀. 浅析断齿失效与混晶的产生原因[J]. 电大理工, 2003, 217(4): 11-12.

[3] 夏立芳. 金属热处理工艺学[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2007: 25-32.

以甲企业和乙企业表示。对于甲企业我们提供的是制齿以后的齿坯，齿坯到该企业后进行真空渗碳、气淬；对于乙企业我们提供的是精车坯，客户负责制齿，采用推杆炉渗碳、淬火，然后再磨齿的热处理工艺。下面对甲乙两家的毛坯要求进行分析。

3 毛坯预处理技术要求

3.1 甲企业毛坯预处理技术要求

(1) 正火和回火 冷却速度必须足以产生珠光体和铁素体基体的贝氏体。参考的显微组织如图1所示，图1a为珠光体和铁素体，不接收；图1b为珠光体和铁素体+少量贝氏体，不接收；图1c中以贝氏体为主，部分珠光体和铁素体，这是交货的临界

状态；图1d中以贝氏体为主，少量细珠光体，可接收。硬度为180~220HBW，目标值为200HBW。

(2) 晶粒尺寸 6级或更细，无混晶。

3.2 乙企业毛坯预处理技术要求

(1) 等温退火 要求等温退火后在齿部外径20%范围内不得有贝氏体，其余位置有≤10%的贝氏体，硬度要求156~187HBW。等温退火后不可以二次热处理（高温回火降低硬度）。带状组织≤5级。对于轴承部位及齿部的硬度金相都要检测。

(2) 金相组织 参考的显微组织如图2所示。图2a中为铁素体+珠光体，可接收；图2b中为铁素体+珠光体，可接收；图2c中为铁素体+珠光体+贝氏体，拒收。

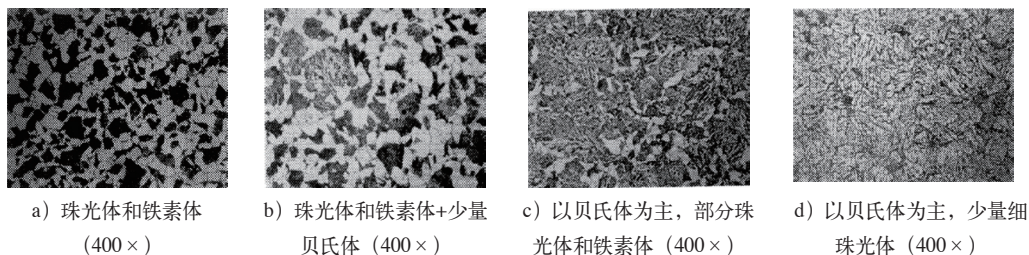


图1 甲企业参考的显微组织

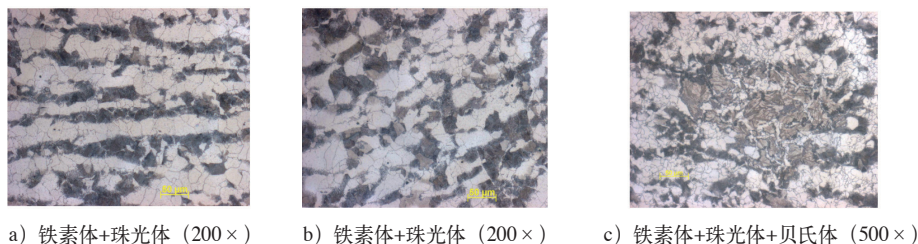


图2 乙企业参考的显微组织

4 选择合理的热处理工艺

甲企业、乙企业的预处理要求属于普通正火和等温退火的极限要求，对于甲企业来说，毛坯冷却时要足够快，冷却温度要可控^[1]；对于企业乙来说，毛坯冷却速度、冷却温度要可控^[1, 2]。根据这两家的技术要求，我们选用网带式等温退火炉，采用了不同的冷却方式达到了客户要求。

甲企业毛坯正火后显微组织如图3所示，硬度为205HBW。

乙企业毛坯等温退火后显微组织如图4所示，硬度为165HBW。

我们提供给甲企业的是制齿坯，在加工过程中，与毛坯是铁素体加珠光体组织的齿坯相比，刀

具消耗没有太大区别。由于我们提供给客户的是没有渗碳的产品，尤其是针对甲企业对毛坯的要求，按以前的思路分析，毛坯是贝氏体，所以刀具消耗会大。由于毛坯硬度高，加工应力也大，所以对于渗碳淬火后的心部组织可能有影响。为了验证，我们对精车坯进行渗碳淬火，检测心部金相组织。采用的渗碳工艺如图5所示，渗碳周期有7h，甲企业的毛坯渗碳后显微组织如图6所示，乙企业的毛坯渗碳后显微如图7所示。

对于此类材料毛坯预处理，无论组织是贝氏体还是铁素体+珠光体，渗碳后的金相都是合格的。但是对于甲企业来说，采用真空渗碳，在渗碳的前期增加一个去应力工序，渗碳后的金相组织会更好。

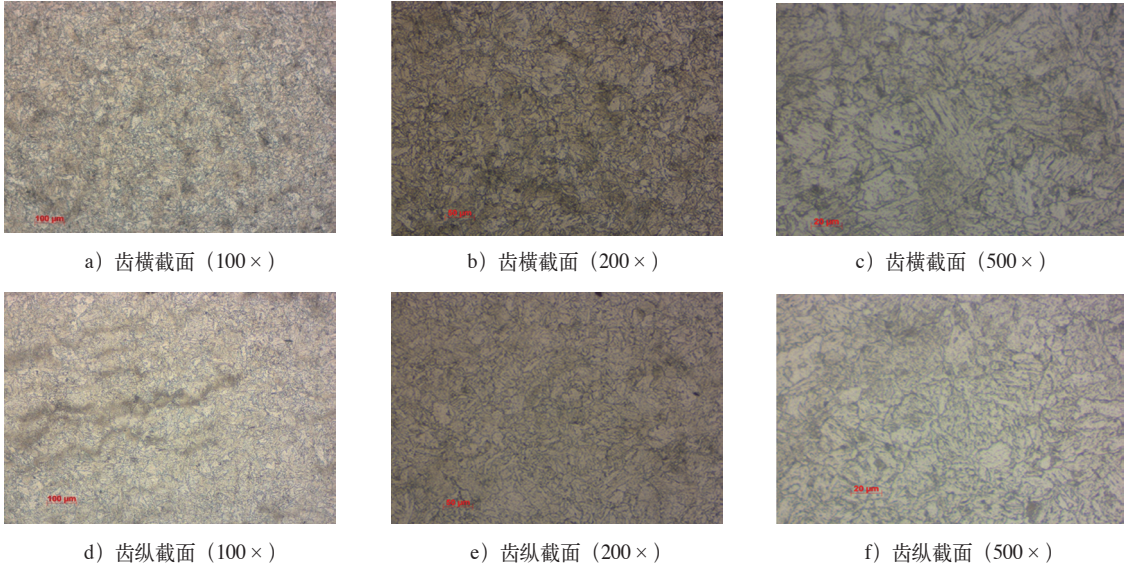


图3 甲企业毛坯正火后显微组织

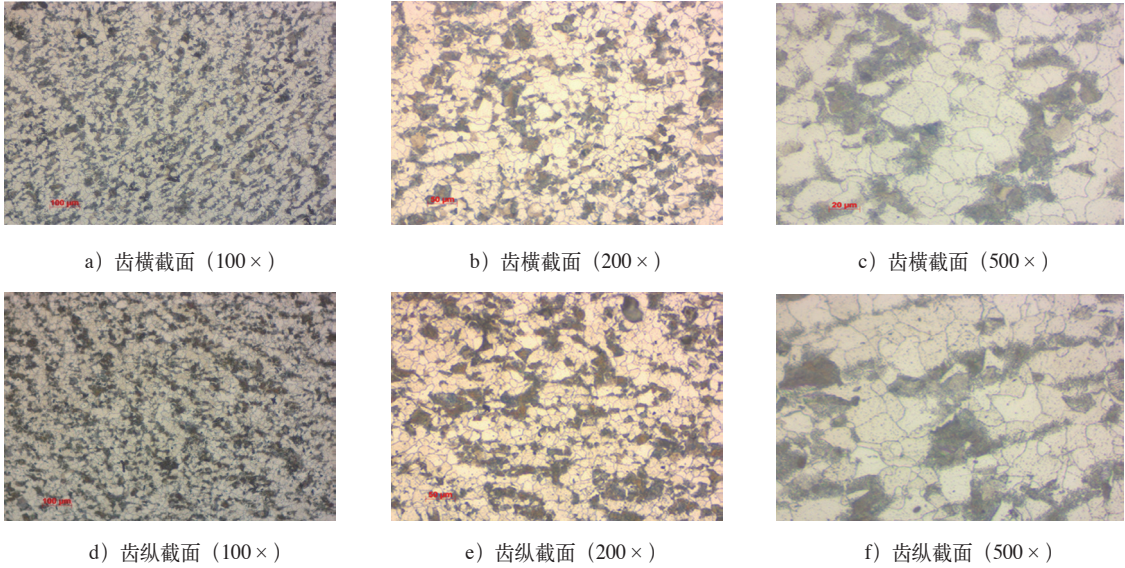


图4 乙企业毛坯等温退火后显微组织

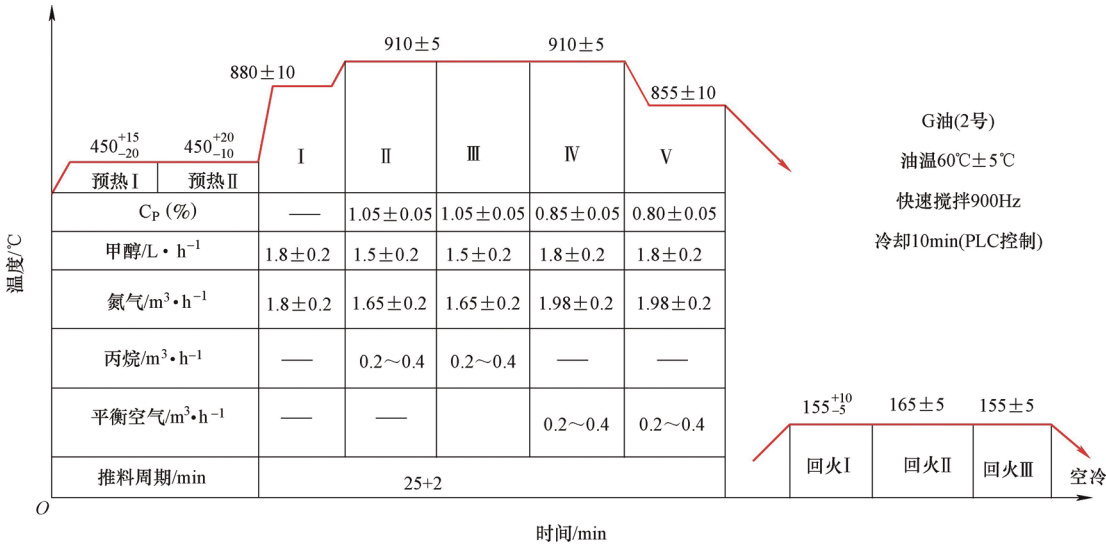


图5 渗碳工艺

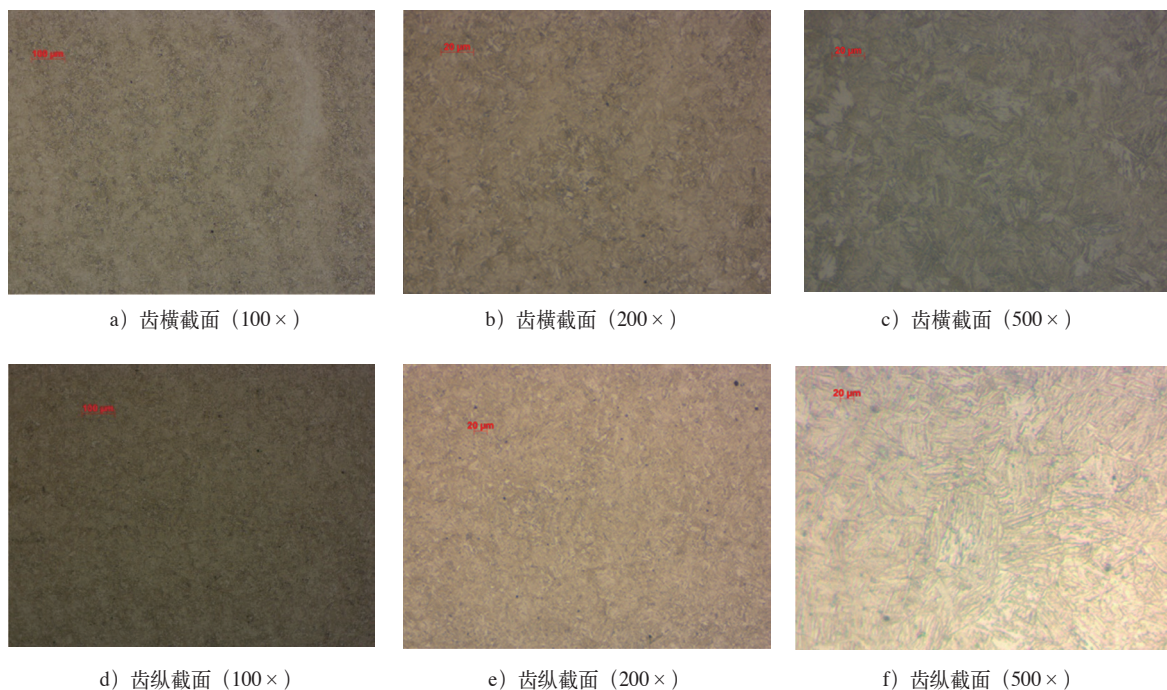


图6 甲企业毛坯渗碳后显微组织

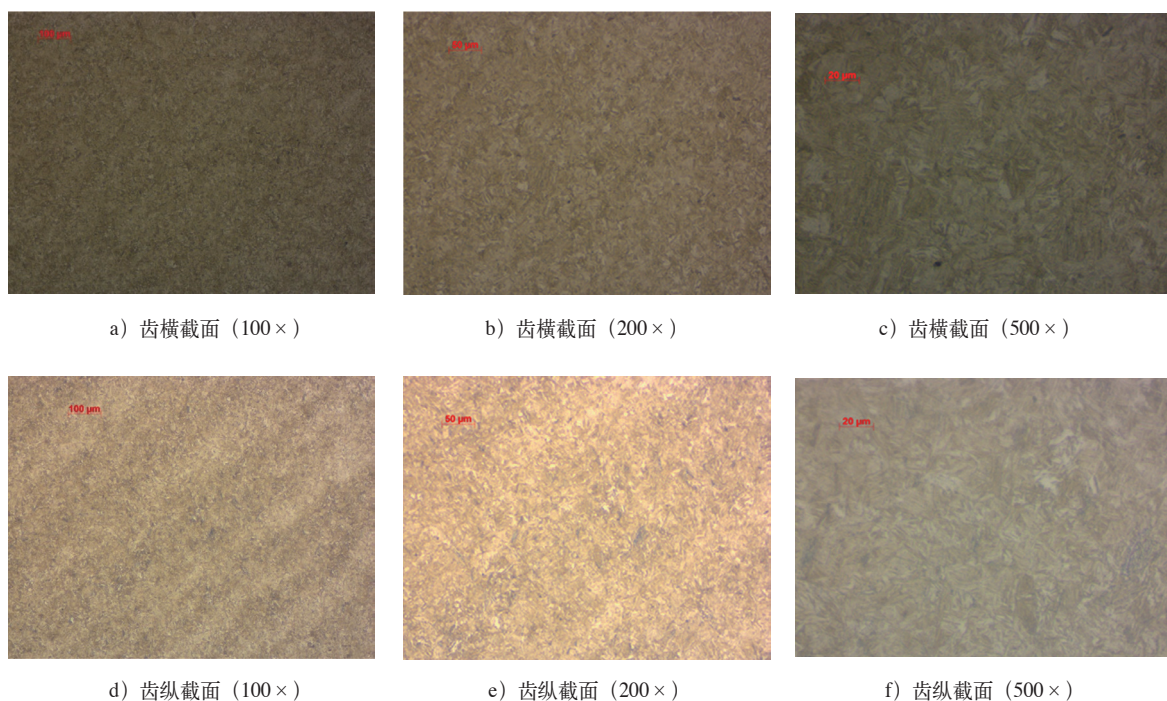


图7 乙企业毛坯渗碳后显微组织

参考文献:

- [1] 刘金鑫, 冯桂萍, 程丽杰, 等. 正火冷却速度对18CrNiMo7-6钢齿轮钢组织和硬度的影响[J]. 特殊钢, 2013, 33 (1): 66-68.
- [2] 黄洁雯, 葛艳明, 周凌云, 等. 第十二届全国高校金相与显微分析学术年会论文集[C]. 桂林: 桂林理工大学, 2009: 442-446.

MW 20201204