

碳钢热处理过程抗氧化研究进展

Research Progress of Oxidation Resistance of Carbon Steel during Heat Treatment

刘飞颺¹ 华艳会² 张武¹ 贾诗涵¹ 李玉海¹

Feiyang Liu¹ Yanhui Hua² Wu Zhang¹ Shihan Jia¹ Yuhai Li¹

1. 沈阳理工大学材料科学与工程学院 中国·辽宁 沈阳 110159

2. 沈阳理工大学工程实践中心 中国·辽宁 沈阳 110159

1.College of Materials Science and Engineering, Shenyang Ligong University, Shenyang, Liaoning, 110159, China

2.Engineering Practice Center, Shenyang Ligong University, Shenyang, Liaoning, 110159, China

摘要: 随着经济的不断发展, 工业化进程的不断加快, 碳钢在工业领域发挥着越来越重要的作用, 随之而来的是碳钢热处理过程中抗氧化是目前热处理领域面临的重要技术难题。论文通过对碳钢热处理过程中抗氧化常用的真空法、保护气氛法、涂层法这3种方法的描述与总结, 并对每种方法的优点和缺点进行分析, 研究出使用领域广、操作难度小、成本最小化的方法, 为碳钢热处理过程中抗氧化技术提出了发展方向。

Abstract: With the continuous development of the economy and the acceleration of the industrialization process, carbon steel is playing an increasingly important role in the industrial field. What follows is that oxidation resistance during the heat treatment of carbon steel is an important technical problem facing the field of heat treatment. This paper describes and summarizes the vacuum method, protective atmosphere method, and coating method commonly used in the process of carbon steel heat treatment, and analyzes the advantages and disadvantages of each method, researched out a wide range of applications, low operating difficulty, and cost minimization methods, and proposed the development direction for anti-oxidation technology in the heat treatment process of carbon steel.

关键词: 碳钢; 热处理; 抗氧化技术; 技术难题; 发展方向

Keywords: carbon steel; heat treatment; anti-oxidation technology; technical problems; direction of development

DOI: 10.12346/etr.v3i11.4612

1 引言

碳钢是指碳的质量分数小于 2.11% 且在生产过程中无其他特意加入元素的钢。按含碳量多少划分, 可以分为低碳钢 (碳的质量分数 < 0.25%), 中碳钢 (碳的质量分数介于 0.25%~0.60% 之间) 和高碳钢 (碳的质量分数 > 0.60%)。低碳钢又被称为软钢, 易于加工, 常用于制造链条, 螺栓, 铆钉, 轴等。中碳钢经热处理后综合力学性能大大加强, 可用于建筑材料等。高碳钢的主要热处理方式有正火、淬火、回火、退火。以上几个过程最高温度可达 1000℃ 左右。高温条件下防止碳钢氧化一直是钢铁工业中人们一直关心的

技术问题。目前, 碳钢热处理过程抗氧化的方法主要有真空法、保护气氛法和涂层法^[1]。下面分别对几种方法一一进行介绍和分析。

2 真空法

碳钢若在空气气氛中进行热处理, 由于氧气、水蒸气、二氧化碳等氧化性气体作用, 上述气体会与碳钢表面发生作用, 形成氧化膜 (钝化膜), 使碳钢表面失去原有的金属光泽。真空法是指采用高温真空炉对碳钢进行热处理, 以防止碳钢表面氧化。真空热处理炉热效率高, 在碳钢热处理过程中可

【作者简介】刘飞颺 (2000-), 男, 中国江苏泰兴人, 在读本科, 从事金属材料表面改性研究。

实现快速升温 and 降温, 可实现无氧化、无脱碳、无渗碳, 可去掉钢材表面的杂质, 从而有效防止碳钢的高温氧化。典型真空热处理炉往往采用低电压大电流, 大部分部件, 如炉壳、炉盖、电热元件导别处置(水冷电极)、中间真空隔热门等部件, 均在真空、受热状态下工作^[1]。其中, 真空炉的大部分加热与隔热材料只能在真空状态下使用。真空炉采用严格的真空密封, 获得和维持炉子原定的真空度, 在热处理过程中保证真空炉的工作真空度, 对确保碳钢热处理的质量有着非常重要的意义。真空炉结构复杂, 需要高度密封, 且在较高温度下工作, 因而综合热处理成本较高。此外, 需要热处理的碳钢工件尺寸也受到炉膛尺寸的严格限制, 导致不能全方位地使用。

3 保护气氛法

保护气氛法是将碳钢工件置于保护气氛炉中进行热处理的过程。保护气氛炉的基本结构来源于马弗炉, 常常用于特殊热处理过程中, 或者用于防止热处理工件的氧化, 可以采用的保护气体有氢气、氩气、氮气、氧气、一氧化碳、氨气等气体^[3]。目前, 市场上大部分气氛炉的用途以防氧化为主。根据其内部结构的不同, 有管式和箱式两种结构。管式气氛炉由于其内部狭窄, 不适合处理大尺寸工件。箱式炉更加适合对碳钢工件的热处理过程^[4]。与真空炉相比, 保护气氛炉对炉体的密封性要求较低。

4 涂层法

涂层法是将碳钢表面进行涂覆的方法来防止碳钢表面氧化的方法。相较真空法和保护气氛法等碳钢氧化防护手段, 涂层保护法具有投资少、操作简单、适用性广等特点。无机物基涂料是碳钢防渗碳涂料中常见的涂料之一。在碳钢热处理过程中, 涂料经历了从固态到融化的过程, 最后形成致密的保护膜。由于融化后具有较强的流动性, 因而最终形成的氧化膜往往保护力不足。因此, 在无机物基涂层方面, 近年来的主要研究方向为如何形成形貌均匀、保护性好的涂层。在无机物基涂层中, 玻璃珐琅涂料是制备过程最简单的一种^[5]。常见的氧化物, 如 SiO_2 、 B_2O_3 等, 是玻璃珐琅涂料中最常见的一种。这些氧化物可以在碳钢热处理过程中有效防止热量的侵蚀。碱金属氧化物常常作为添加剂加入到这种涂料中, 可以起到调节涂层黏度, 软化度的作用。然而, 碱金属对金属器件具有非常明显的腐蚀作用, 造成工件表面腐蚀,

因而加入量需严格控制^[6]。

5 结论

通过对以上3种碳钢热处理抗氧化方法的描述和优缺点的对比得出以下结论。近年来, 新型抗氧化涂料配方不断和发展, 例如, 有工程技术人员以硅酸钠为分散介质, 金属铝粉为添加剂, 制备抗氧化图层, 这种图层被称为玻璃金属涂层。这种涂料可以采用人工刷涂的方式涂于工件表面, 从而起到抗氧化的作用^[7]。此外, 这种涂料对工件腐蚀性较小, 可以有效防止工件损伤。在复合涂层方面, 难熔化合物涂层目前已经得到应用, 这种膜层附着力强, 膜层损坏的概率较低。由于膜层较为致密, 腐蚀性物质在膜层中的扩散系数较低, 可以对工件起到很好的保护作用。在化学稳定性方面, 这种涂层中的金属成分一般与氧具有很高的亲和力, 很容易氧化。在高温条件下的涂层工作过程中, 金属添加物会发生一定程度的烧损, 生成原涂料成分中没有的氧化物组分。在不久的将来, 涂料法将成为碳钢抗氧化的主要方法。

6 结语

通过对真空法、保护气氛法、涂层法这3种碳钢热处理抗氧化方法的描述和优缺点的对比下, 涂料法是目前最受关注的方法。在未来, 随着新型涂料技术和涂料配方的不断涌现和发展, 这种方法将会得到比较广泛的应用, 也为碳钢热处理过程抗氧化技术奠定基础。

参考文献

- [1] 侯景宸. 渗碳淬火齿轮残余应力的有限元分析[D]. 西安: 长安大学, 2002.
- [2] 李勇. 中国钢铁工业现状与提高武钢产品竞争力的研究[D]. 武汉: 武汉科技大学, 2005.
- [3] 单丽云, 倪振尧, 王继水, 等. 20CrMnTi钢齿轮的碳硼复合渗[J]. 金属热处理, 1991, 20(7): 14-18.
- [4] 孟凡博. 热处理对20CrMnTi钢组织与扭转强度的影响[D]. 阜新: 辽宁工程技术大学, 2013.
- [5] 覃莉莉. 渗碳工艺在汽车车身齿轮中的应用[J]. 铸造技术, 2013, 34(7): 827-829.
- [6] [苏]C. 索采夫, A. T. 图曼诺夫. 金属加热用保护涂层[M]. 乐而伯, 译. 北京: 机械工业出版社, 1979.
- [7] 陈任悟. 气体渗碳过程中几个问题的研究[J]. 金属热处理, 1989, 6(5): 30-31.