

超大型可控气氛箱式多用炉

易普森工业炉(上海)有限公司 (上海 200240) 刘晔东

可控气氛箱式多用炉(简称多用炉)因其工件是在密封的条件下淬火,所以也称之为密封淬火炉。多用炉与常规的井式炉相比,有很多无法比拟的优点,诸如:

(1)在密封条件下淬火,整个处理过程中不与空气接触,工件表面质量好。

(2)工件从加热室到淬火槽的整个过程自动进行,无人干预,也就是说炉处理的过程一样,所以处理的工件质量重复性好。

(3)操作环境好,安全。

(4)自动化程度高,甚至可实现无人化操作

基于此,半个世纪以来,箱式多用炉在各行各业得到广泛的应用,并日益普及。尤其对多品种、中小批量的产品,更显示其优越性。但是目前市场上可见到的多用炉的装炉量一般都不超过2t。市场对大型及超大型多用炉的需求日益强烈,以期增加产能、降低成本;同时也期望这种先进产品的应用领域更加广泛,尤其对大型的零件,如工业齿轮等。

针对这一市场需求,Ipsen公司开发出了超大型系列的箱式多用炉,装炉量可达3t、5t,以填补箱式多用炉在大型零件应用领域的空白。下面将对5t装炉量的箱式多用炉作一详细介绍。

1. 主要技术参数

有效区尺寸(长×宽×高): 1800mm×1500mm×1200mm; 装炉量(毛重): 5000kg; 工作温度: 750~1000℃; 油槽容积: 25m³; 地坑深度: 1550mm; 加热功率: 352kW。

2. 结构特点

(1)采用贯通式设计(见图1),生产效率高,维修方便,物流顺畅。

(2)炉内装有碳化硅马弗(见图2),加强对流作用,改善温度、气氛均匀性,减少工件变形。

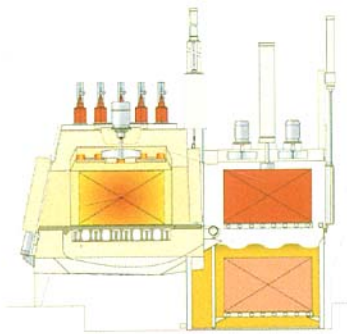


图 1

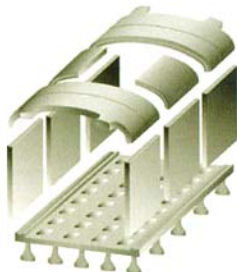


图2 SiC马弗及炉底

(3)采用平碳化硅炉底,受力均匀,传送平稳,炉底及工装寿命长。

(4)特殊的碳化硅材料能有效地防止清洗剂残留物或防渗涂料在炉底表面形成玻璃化物质。

(5)冷链驱动。工件从加热室到冷却室由炉底的两根闭合链条将工件推送至冷却室,传动平稳、可靠,且料盘不承受拉应力,寿命长(见图3)。

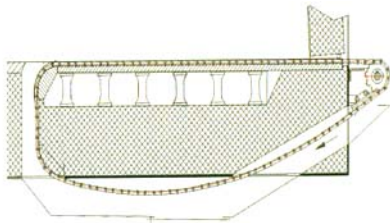


图3 冷链传送系统



(6) 考虑运输问题, 加热室和冷却室分体制造, 现场对接。

(7) 出料门采用 4 个气缸将炉门拉紧, 安全可靠, 而且提高了炉门密封的寿命 (见图 4)。

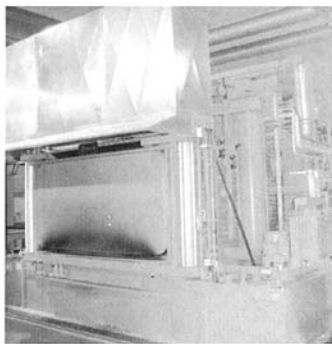


图 4

(8) 炉门、淬火提篮采用气动驱动, 传动平稳可靠、故障率低。

3. 独特的淬火槽设计

加热和冷却是保证热处理质量的两大环节。冷却过程是保证达到所期望的热处理性能及控制淬火变形的重要环节。

众所周知, 在淬火过程中, 当工件入油的瞬间, 在其表面形成气膜, 气膜的形成起到了隔热作用, 将大大影响工件的冷却, 从而导致达不到所期望的淬火效果。为适应不同材料、不同零件的需求, 淬火槽在设计上应能在一定范围内对冷速进行调节。由于淬火油又不便于经常更换, 淬火油温度也不可能随意调整, 所以对冷速的调节仅限于调节淬火油穿过工件的流量及淬火油流过所有工件的均匀性。为此, 淬火槽采用了如下独特设计:

(1) 采用 4 个强力搅拌器, 每个 5.5kW, 以期用高流速将工件入油初期形成的气膜冲毁, 从而实现快速冷却; 淬火油穿过工件的流速实测值是普通多用炉淬火系统的 4 倍。

(2) 每个搅拌器配有相应的导流系统 (见图 5), 以保证淬火油能均匀、高速地穿过所有工件, 从而保证达到所期望的淬火性能。

(3) 搅拌电机采用变频驱动, 这样可随意调节所期望的流速, 以优化冷却过程。

4. 应用实例

(1) 风力发电设备齿轮 (见图 6) 材料: 18CrNiMo6—7; 单件重量: 300kg; 渗碳层深度: 3.2mm; 装炉量: 12 件, 3600kg; 渗碳温度: 935℃; 处理周期: 72h。

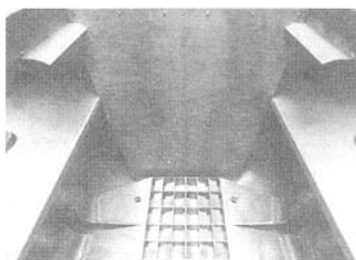


图 5 淬火槽导流系统



图 6

(2) 柴油机齿轮 (见图 7) 材料: 18CrNiMo7—6; 渗碳层深度: 2.8mm; 装炉量: 4600kg; 渗碳温度: 935℃; 处理周期: 54h。

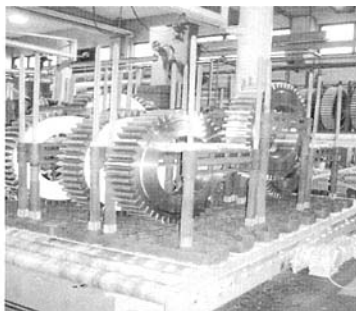


图 7

(3) 机车齿轮 (见图 8) 材料: 20CrMnMo; 渗碳层深度: 1.5~2.0mm; 装炉量: 3700kg; 渗碳温度: 930℃; 处理周期: 16h。

(下转第 38 页)

第一,齿面硬度及层深。由图7可以看出,渗层的最高硬度位于距齿面0.2mm处,硬度为580HV(53.5HRC),有效硬化层深度为1.1mm(以550HV为限)。齿面硬度和有效硬化层深与表4中的下限要求(57HRC和2.6/550HV)差距较大。

第二,齿根硬度及层深。由图7可以看出,渗层的最高硬度位于距齿面0.2mm处,硬度为610HV(55.5HRC),有效硬化层深度为1.1mm(以550HV为限)。未经磨削齿根的表面硬度不能满足表4中的下限要求(57HRC)。

第三,心部硬度。本文对轮齿的心部(图5中位置3)进行了测试,硬度为120HBW左右,远低于表4中25HRC的要求。

四、分析讨论

一般来说,齿轮副在啮合运转时,当距表面某一深度的剪切应力超过剪切强度时,容易发生剥落。如果渗层某一部位存在非金属夹杂或裂纹等缺陷,将导致该处强度降低,可能产生剥落。此外,由于齿轮表面硬化层的硬度梯度与强度分布有一定的比例关系,因此,对渗碳淬火齿轮而言,硬度梯度不合理、硬化层深不足以及渗层硬度和心部硬度不足都有可能产生剥落。

(1) 原材料因素 本文中发生剥落的齿轮,非金属

夹杂和加工过程探伤结果均符合要求,因此可以排除非金属夹杂或裂纹缺陷因素。

(2) 热处理因素 轮齿渗层出现了大量的非马氏体组织和不良碳化物,心部主要组织为铁素体,这导致了轮齿的渗层最高硬度值(53.5HRC)、有效硬化层深和心部硬度值(120HBW)均远低于实际要求,进而导致渗层出现剥落现象。造成渗碳淬火不良组织的可能原因包括:处理该齿轮的设备碳势控制精度低(工件实物层深严重偏浅、有连续网状碳化物产生),淬火实际保温温度严重偏低或时间严重偏短,油冷速度不足等。

五、结语

通过对渗碳淬火齿轮原材料和热处理因素的分析讨论,可以得到以下结论:

(1) 轮齿硬度梯度不合理。渗层最高硬度53.5HRC,心部硬度值严重偏低(120HBW),以及有效硬化层深严重偏浅,不足设计要求50%,这些是渗层出现的剥落现象的直接原因。

(2) 由于渗碳淬火设备控制精度低、过程失控导致了渗层和心部均产生了大量的非渗碳淬火组织,导致了渗层和心部硬度值严重偏低、有效硬化层深严重偏浅。

(3) 深层渗碳淬火齿轮不宜在自动化程度较差的设备系统中处理。热 (20070728)

(上接第25页)



图8

(4) 工业齿轮(见图9) 材料:18CrNiMo7-6; 渗碳层深度:1.5~3.5mm;装炉量:2500~5000kg; 渗碳温度:935℃;处理周期:15~72h。

5. 结语

(1) 经过几年的生产运行,实践证明超大型可控气氛多用炉设计先进、可靠、运行稳定。

(2) 大型可控气氛箱式多用炉的问世,大大扩大了

其应用领域,尤其是用于在工业齿轮的渗碳,提高了工业齿轮的质量,大大改善了操作环境,提高了自动化程度,减少了人为因素对产品质量的影响。

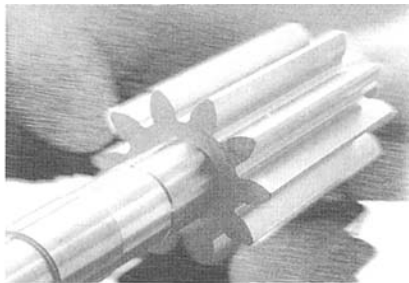


图9

(3) 特殊的淬火槽设计及油搅拌器的变频驱动,为优化冷却工艺、控制淬火变形提供了有效的工具。

(4) 超大型可控气氛多用炉是一个值得广泛推广的高科技产品。热 (20070725)