

# 日本汽车配件表面热处理进展

兵器工业部第五九研究所 喻奇  
重庆大学 张津

**[摘要]** 在过去几十年里,日本汽车工业在质量、价格和消费者满意方面都取得了较好的声誉,排在世界前列。表面热处理技术除了在汽车生产率和节能方面起了支撑作用之外,还提高了汽车产品的运行性及可靠性。本文概括了为满足汽车工业及市场需求在节能、保质方面涉及的炉体设计、气氛控制、钢材及淬火剂等热处理技术近几十年的进展。

**关键词:** 汽车配件 热处理 炉体 钢 气氛 淬火剂 混合表面改性

## 1 引言

日本汽车制造迅速发展,其国内汽车保有量现已超过 5700 万辆。日本为了改进和提高设计、制造和质量控制等相关技术,作了长期不断地努力,使其产品在质量、节油、排气和驾驶舒适性等方面,均获得世界范围内的最佳评价。生产一辆汽车从炼钢到最后部件组装,整个过程将消耗大量的能量,为汽车行驶期间所耗能量的四分之一。在节能方面,除了对汽车行驶单位里程的耗油量作改进外,减少汽车生产耗能将是一个长期的、十分重要的任务。

汽车配件热处理过程耗能极大,因此需要致力于降低每一处理阶段所耗能量,这就包括炉改进、渗碳工艺控制、淬火介质、冷却速度等。但这些过程的操作运行直接与处理不同成分的钢材特性及淬硬性有关。为了满足先进热处理技术要求,从冶炼着手研究各种不同类型的钢,这些钢及相关工艺技术的提高,大大提高了汽车配件的性能和加工生产率。

## 2 汽车配件在热处理过程中的能量消耗

下列表 1 显示了引起汽车配件热处理过程耗能的各种条目。

### 2.1 材料选择

钢的化学成分和淬硬性是使汽车配件获得最佳热处理效果的关键因素。为了获得汽车产品中高质量的小模数齿轮,必须小心谨慎控制齿轮表面与心部硬度。直接热处理钢的发展,以及氧气炼钢炉技术,连铸和轧制技术之类的制钢技术的发展,提高了精确控制化学

成分再生产的水平,这将减少汽车钢表面及心部淬硬性分散度,大大改进汽车配件的质量及可靠性。

表 1 汽车配件热处理耗能条目

条 目	目 的	关键点
材料的选择和研制	有效能量热处理强度,可靠性,减少渗碳时间	化学成分(B、Nb、V) 微观结构控制,应用,尺寸大小,淬硬性,碳势,淬火介质
混合热处理炉设计	较高的性能,能量经济有效,多种产品的生产	复合热处理,热源和负载量,绝缘材料,炉体中产生气体,炉体大小,线性机构
气氛控制	渗碳时间减少,最大残余应力,基本气氛	炉体,碳源,碳势,钢中的碳,碳梯度,最佳淬火氮气、真空、等离子体
淬火技术	最小变形,最大残余应力,有效淬火	淬火槽、夹具结构,淬火介质,冷却速度和碳梯度,夹具,温度和淬火速度
混合技术	热能的使用,防锈	热化学反应,表面薄膜形成

### 2.1.1 表面淬硬性

钢的每种元素对汽车配件淬透深度的影响是不同

的,对于小汽车齿轮所要求的淬硬性,是能达到顶端淬火试验透深度的1/8或1/4。日本研究出了一系列含碳量为0.2左右、含少量硫的低Cr、Mo合金钢,这些钢适合作小传动比的差动齿轮,能实现其最佳表层淬硬性,事实上,自1970年以来已成功用于生产中。

#### 2.1.2 热加工、直接热处理

自60年代以来,日本在热锻、淬火或控制冷却方法等节能工艺方面作了大量研究,拓宽了一系列钢种及工艺,并用于直接正火、淬火和回火处理,微合金元素的加入及对其精确控制,使钢的化学成分、微观结构和淬硬性有了很大改进,使得能大批量地生产跟传统淬火和回火部件相同强度的联轴节、曲轴和许多其它配件。

#### 2.2 炉体结构

炉体结构对降低能耗是非常重要的,因此在生产线上可作许多改进。有效的热源依赖于绝缘体、热源、炉体结构和尺寸所决定的热容。它将大大影响产品的质量、生产率和经济性。进一步的研究将依赖高能有效热源的应用,如激光、远红外线等以及先进的真空技术。

##### 2.2.1 炉的结构特点

为了使热处理操作更灵活,日本使用了许多小的或单个的新炉子,许多新炉子使用了陶瓷纤维绝缘材料,具有较少的热容量,因炉内产生气氛和低压或真空,使得耗气量较低,这些炉子是为了满足节能及灵活生产而设计制造的。

##### 2.2.2 线性热处理

日本低负荷生产系统也应用于热处理,为了退火、淬火,安装了许多小型、柔性排列成行的设备和炉子。

### 3 汽车热处理过程中的气氛控制

汽车配件热处理气氛的控制,特别是渗碳工艺中碳势的控制是很重要的。日本已发明一种钢丝取样法和测量计,用于进行碳势的精确测量及控制,使丁烧得以实用,减少了渗碳时间,并可得到理想的含碳量和残余应力分布,对优化汽车配件热处理质量和提高经济效益作出了很大贡献。

### 4 热能的有效使用

钢经过热锻后直接淬火或冷却,既减少了热处理步骤,又节约了热处理过程所耗热能,使贮存的能量可用于烧水和清洗,也可作为如表2所示的冷却过程中的表面改性的反应能源。

表2 根据新概念研制的淬火油

油的类型	研制目的
衬套淬火油	为防止因漏油而变质所研制的水基油
冷淬火油	通过特殊的添加剂形成有固定表面摩擦系数的表面薄膜
中等热油	通过特殊添加剂形成含防锈氧化膜的固体润滑薄膜

### 5 结论

下列事例表明,近几十年所开发的节能热处理技术能有效地节约能量。

(1) 为节能所研制的钢种已提高了热处理技术的水平,提高了生产效率和经济效益。

(2) 小型热处理炉设备操作灵活,能有效地满足生产需要。随着先进技术的不断涌现和市场需要,似乎还可扩大这种小炉子的应用范围。

(3) 将其它工序与混合处理技术相结合,开发设备和冷却介质,将使热处理过程中热能的应用范围更大更有效。

(4) 气氛来源及对气氛的控制直接关系到热处理质量和经济效益,今后发展趋势是有效使用真空热处理和高能热源。

(5) 淬火介质的开发将在热化学研究方面开辟新领域,以扩大其对表面化学、机械、摩擦特性的作用。

(6) 利用混合表面改性技术的优点,不仅可改变汽车配件性能,且对节能有很大贡献。

随着将来对节约能源、保护资源技术的研究,要求基础科学与工程相结合,以满足环保、工业和市场的不断需求。

(编译)

(收稿日期: 1995-12-20)