

# 连续式热处理炉在铸造铝合金轮毂热处理中的应用

李珍芳

(金华职业技术学院, 浙江 金华 321017)

摘要: 描述了热处理炉的现状, 并指出高效节能是热处理炉的关键, 是实现现代热处理炉的追求目标。同时介绍了今飞集团连续式热处理炉的应用情况。

关键词: 热处理炉; 铝合金轮毂; 高效节能

中图分类号: TG155.1

文献标识码: B

文章编号: 1002-1639(2007)03-0065-02

Application of Continuous Heat Treatment Furnace to Heat Treatment of Casting Aluminum Alloy Hub

LI Zhen-fang

与钢制汽车轮毂相比, 铝合金汽车轮毂具有如下优点: 重量轻, 可比钢制车轮重量减轻 30% ~ 40%, 而据有关资料介绍<sup>[1~2]</sup>, 汽车的质量每减少 1%, 其耗油量将降低 0.6% ~ 1%; 减震性能好, 吸收冲击能量强, 振动程度可减轻 12%, 从而可以改善车辆的行驶性能, 提高安全性; 导热性好, 热导率约为钢的 3 倍, 可以降低轮胎的工作温度, 提高轮胎的使用寿命; 外形美观, 采用不同工艺生产铝合金轮毂的结构可以多样化, 可以很好地满足各类使用者的审美要求。铝合金轮毂的成型方法有很多<sup>[3]</sup>, 主要可分为铸造法和锻造法。轿车轮毂目前多用低压铸造工艺成型, 为了提高其性能, 现在有向挤压铸造(液态模锻)成形、半固态模锻成形方向发展的趋势、花色品种多样、生产成本较低等优点, 铸造法仍是生产铝轮毂最普遍的方法, 在目前全世界生产的铝轮毂中, 铸造的占 80% 以上。铸造铝合金在铸态下的机械性能往往不能满足使用要求, 通过热处理的方法可进一步提高铸件的机械性能和使用性能, 热处理是保证铝轮毂机械性能的关键工序。

## 1 铸造铝合金轮毂热处理工艺参数

我国生产铸造铝合金轮毂选用的材料一般为 ZL01 或 ZL01A, 其化学成分见表 1。从表 1 中看出, 其化学成分与美国牌号 A 356 合金相近, 都属于 AlSi7Mg0.3 系铸造合金, 在制造中必须经过 T6 热处理, 才能达到轮毂所要求的各项机械性能<sup>[4]</sup>。热处理工艺规范为: 加热、保温和冷却三个阶段所组成, 如表 2。

表 1 制造轮毂用铸造铝合金的化学成分 %

合金牌号	Si	Cu	Mg	Zn	Mn	Fe
A356	7.0	0.2	0.3	0.3	0.3	0.5
ZL101	6.5 ~ 7.5	0.2	0.25 ~ 0.4	0.3	0.3	0.9
ZL101A	6.5 ~ 7.5	0.2	0.25 ~ 0.4	0.1	0.1	0.2

表 2 铸造铝合金 T6 热处理工艺规范

项目		参数
合金牌号		ZL101、ZL101A
固溶	温度/	540±3
	保温时间/h	6
热处理	冷却介质	水 (60 ~ 80 )
	淬火转移时间/s	10 ~ 20
	自然时效时间/h	6 ~ 10 (室温)
人工	温度/	180±5
	保温时间/h	6
时效	冷却介质	空气 (室温)

## 2 热处理炉的概况

众所周知, 热处理是提高钢材工件质量的重要工序。各种不同热处理工艺的基本要求是尽量使炉内温度分布均匀, 炉子升温及冷却制度准确, 工件不变形或少变形, 表面不氧化脱碳或少脱碳。因此热处理炉是工业炉中对设备性能要求最高的一类炉子。除了以高性能来满足热处理工艺的要求外, 高效节能更是重要的追求目标。目前, 经常使用的铸造铝合金轮毂铸件固溶热处理设备有立式固溶热处理炉和通道式固溶热处理炉两类<sup>[5, 6]</sup>。前者适用于小批量生产, 后者适用于大批量连续生产。在国内, 传统的铝合金轮毂热处理工艺是采用电加热的立式固溶热处理炉, 采用风机产生的对流对炉内温度进行调节。其缺陷有: (1) 由于炉体空间大, 风机产生的热风对流循环的不均匀而产生炉内死角, 对流传热不佳导致炉内温度不匀, 容易产生温差, 引起工件变形或表面氧化脱碳, 从而产品性能不稳定。(2) 间歇式生产工艺, 每炉产品从进炉加热到工艺温度后保持 6 h 才能出炉, 到重复处理时炉温明显下降, 中间过程浪费了大量能量, 蓄散热损失占总供热的 30% 左右, 浪费了能源, 并且不能连续生产, 影响产量。(3) 电加热的箱式炉以电能为能源, 功率大, 用电成本很高。在目前用电紧张、拉限电频繁的情况下, 用电也得不到保证, 从而影响生产。通道式铝合金固溶、时效连续性炉生产线具有以下几个优点: (1) 生

产效率高。以汽车轮毂为例,根据不同规格、型号,以及不同用户生产能力可达 100 万件/a 左右。(2) 生产面积小。一条生产线所占用的生产面积是同等生产量周期炉所占面积的 1/2 ~ 1/3。(3) 能耗低。一条生产线的能源消耗是同等生产量周期炉能耗的 3/4 ~ 1/2。(4) 自动化程度高。生产线完全实现机械化、自动化和智能化,可人机对话,联网控制,具备现代化大工业生产的条件。(5) 产品质量稳定性好。不同批次、不同炉次的产品质量的一致性非常高,产品合格率可达 100%。(6) 实现绿色生产。生产过程无污染排放,完全达到环保指标。(7) 故障率低。生产线的设计、制造充分考虑连续炉不停生产的特点,关键部件的选用配置都具有很高的可靠性。(8) 劳动强度小。与周期式炉型相比较,减少了固溶淬火到时效处理的中间转动。

### 3 连续热处理窑的应用

由于受资金的限制,今飞集团一直使用电加热的立式固溶热处理炉,2004,2005 年相继改造和新建了 4 台热处理炉,热处理水平上了一个新台阶。

#### 3.1 设备结构

通道式铝合金固溶、时效连续性炉由两台炉子(一台是通道式固溶淬火炉,一台是通道式时效炉)和联接输送装置组成,以实现连续式生产。通道式固溶淬火炉分为加热区、保温区和待淬区,各区之间用炉门隔开,各炉门两侧设有快进电机,快进电机与炉门开启机构连锁。在炉内各区段内设有慢速移动电机由计算机控制。炉壳为金属整体密封结构,窑体金属部分由窑体框架、管道部分组成,窑体分 14 节,每节是一个独立的单元体,其中管道部分由排烟管道、助燃管道、煤气管道组成,各种管道由不同颜色进行区分。本窑体采用全隔焰烧抽方式,产品受热更均匀。砌体全部在金属框架内砌筑,窑体由窑顶、窑墙、窑底构成,各段根据温度区段选用不同材质砌筑,隔焰板采用砌板,下面由陶瓷支撑,全窑总共设有多个测温孔,按控制单元布置。每个烧嘴的对面窑墙上都设有一个看火孔,其作用是观察对面烧嘴燃烧情况。为了减少各温度单元间互相干扰,挖掘窑内气体流动,保证有合理的烧成温度,各下层单元均设有挡火墙。通道式时效炉的主要结构及监控形式与固溶淬火炉相似。

#### 3.2 高速调温燃烧系统

燃烧装置是热处理的心脏,应该具有高效、节能和高性能的特点。本窑每节设有 3 ~ 6 个高速调温烧嘴,高速的热气流强化了炉内气体循环和炉内对流传热,有效地提高了炉温的均匀性,烧嘴配有自动点火、火焰保护和自动调节装置,可实现自动控制,控制上采用国外先进的大小火脉冲燃烧技术,根据热处理工艺在各温度控制范围内供热需求量,控制各个烧嘴大、小火交替变化频率,既保持了高速气流强制循环效果,又保证了控温精度,炉膛顶部按温度控制区域装有循环风机,保证本区域温度均匀一致。

### 3.3 温度自动控制系统

炉温自动控制系统可以根据预先设计的温度曲线对各区烧嘴的点火及大、小火开闭过程进行 PID 调节,提高了炉温的控制精度。每个温度单元主要有温控仪、电动执行器及阀门、热电偶组成。每支热电偶对应一块温度表,通过仪表可以进行自动控制,仪表主要是通过实测值与给定值比较通过的流量,从而控制温度,当温度控制曲线在主控制柜的控制电脑内设定后,可在仪表中设定各温度点设定值,温控仪将定值转换后传递给电动执行器,执行器通过开、关来调节煤气流量,当该调节单元的热电偶反馈回的值与设定值相同时,温控仪及电动执行器停止动作,该调节过程完毕。当热电偶实测温度与设定温度不符时,温控仪就自动调节执行器,直至达到设定温度。当实测温度大于设定温度时,其过程与此类似,只是电动执行器带动阀门向开度小的方向变化。

### 3.4 传动控制系统

本窑体主传动采用 45°斜齿轮分段传动,主动边由减速电动通过单排链条直接带动大斜齿轮,大斜齿轮均浸于润滑油中,再由大斜齿轮带动小斜齿轮,从而驱动辊棒运转,主传动采用变频器控制,可用仪表来调节变频器的频率而控制电机的速度来改变传动周期。

### 3.5 安全报警系统

全窑设有温度超限报警,煤气压力超限报警,风机过载报警及传动变频故障、过载报警。当出现报警故障时除显示报警内容外,还有声光报警装置。

## 4 结语

热处理炉采用了高速调温燃烧系统、全密封结构、燃烧自动控制系统及炉温、炉压自动控制系统等先进的技术措施,大大降低了炉子的能源消耗,与传统炉子相比,综合节能在 42% 以上,这从根本上降低了产品的热处理成本,同时也全面提高了热处理产品的质量。随着我国汽车工业的发展,铝合金轮毂需求增大,大型铝合金轮毂厂的兴建,对这种炉子的需求会增多,同时随着热处理炉技术的不断发展,大量高科技仪器仪表应用到热处理炉的自动控制系统中,现代热处理炉已成为机电一体化的设备。

#### 参考文献:

- [1] 王祝堂. 铝合金轮毂工业的发展 [J]. 轻合金加工技术, 1991, (12): 17-21
- [2] 王祝堂. 试论我国汽车铝合金轮毂工业的发展 [J]. 铝合金加工技术, 1994, (1): 7-13.
- [3] 赖华清, 范宏训. 汽车铝合金轮毂的成形工艺 [J]. 金属成形工艺, 2002, (6): 38-40.
- [4] 李友川. 铸造铝合金轮毂热处理参数选择及其设备 [J]. 轻合金加工技术, 1997, (10): 33-39.
- [5] 易光. 铝合金热处理设备的发展与关键技术 [J]. 工业加热, 1999, 28 (1): 20-24.
- [6] 李旌海. 先进的热处理炉技术以及热处理炉的改造 [J]. 大型铸锻件, 2004, (1): 50-52.