

# 铝合金固溶处理炉的技术关键

吴光治(南京摄山电炉总厂,江苏 南京 210034)

## Technology Key of Aluminium Alloy Solution Treatment Furnace

WU Guang-zhi (Nanjing Sheshan Electric Furnace Factory, Nanjing Jiangsu 210034, China)

中图分类号: TG166.3 文献标识码: B 文章编号: 0254-6051(2003)12-0046-03

铝合金热处理的主要目的是提高强度和硬度,消除压力加工过程中所产生的内应力,使其获得均匀的成分、组织和性能。其基本方法有固溶处理、时效及退火等。为提高铝合金强度,通常采用固溶热处理。针对铝合金固溶处理工艺特点,介绍了我厂设计、制造铝合金固溶处理炉及其两个重要的技术关键问题。

### 1 铝合金固溶处理炉的技术关键

#### 1.1 严格的炉温均匀度

铝合金工件固溶处理时把要处理的工件置于温度比较均匀的加热炉内,加热到规定的温度后保持一定的时间,使合金元素溶入固溶体中,然后迅速将工件浸入水中冷却,使过饱和固溶体在室温稳定下来。

铝合金固溶处理的加热温度一般为 500 ~ 700 ,若固溶温度高于上限,铝合金中的共晶体(低熔点的机械混合物)会发生熔化(过烧)和导致晶粒粗化(过热);若加热温度低于下限,一些强化相不能溶解,影响铝合金的强度。所以在不产生过烧和过热的情况下,要尽可能采用较高的固溶温度,使强化相得到充分的固溶,以期在随后的时效过程中获得最大的沉淀强化效果,达到所要求的强度。固溶保温一定时间后,需以最快的速度冷却。由于铝合金的三元共晶点( + S)的温度和固溶处理温度十分

接近,因此控温精度要求很高(  $\pm 1$  ),并要求炉温均匀度在  $\pm 3$  之内。

$$t = Q / V \cdot C$$

式中,  $t$  ——炉膛有效工作空间任意两点之间的最大温差, ;

$Q$  ——沿炉膛长度方向的热损失,  $\text{kJ} \cdot \text{h}^{-1}$  ;

$V$  ——气流的体积流量,  $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  ;

$C$  ——气体的比热容,  $\text{kJ} \cdot (\text{cm}^3 \cdot )^{-1}$  ;

——气体密度,  $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$  。

一般  $t$  可以作为衡量炉温均匀度大小的参数。由上式可以看出,影响炉温均匀度有两个主要因素:

(1) 气体的体积流量  $V$  实践得知,气体的体积流量与炉内气体循环次数相对应,在要求炉温均匀度为  $\pm 3$  的铝合金固溶处理炉中,炉内气体循环次数可在 (0.8 ~ 1.0) 次/s 范围内选取。

(2) 热损失  $Q$  热损失大小取决于加热炉炉衬保温性能的好坏。

#### 1.2 极短的固溶处理延迟时间

铝合金工件固溶加热后的冷却时间必须很短,以避免在固溶处理前工件局部或整体温度下降。工件从出炉到进入固溶处理槽的间隔时间,要严格控制,延迟时间过长将导致工件温度下降,发生部分固溶体分解,析出粗大疏松相,产生组织偏析,从而降低时效强化效果。如工件温度下降 5 ,可导致强度降低 20% 。一般铝合金工件固溶处理延迟时间为 (7 ~ 25) s,具体的延迟时间视工件大小厚薄而定。

为保证铝合金固溶处理有最短的延迟时间,我厂的铝合金固溶处理炉的炉门设在炉体下方,工件可以迅速出炉并快速移入固溶处理水槽,从而满足铝合金固溶处理快速转移的要求。

作者简介:吴光治(1951 —),男,江苏常州人,高级工程师,硕士,南京摄山电炉总厂董事长、总经理,主要从事新型热处理设备的研究、开发,发表论文 30 多篇,专著 3 本。联系电话:025-5763838;5761318 传真:025-5761587 E-mail:info@chinafurnace.com

收稿日期:2003-02-25

(4) 通过提高炉窑控制精度,简单实用的自动化控制系统实现了高产低耗,提高了产品质量及炉子利用率。

总之,罩式热处理炉的设计在满足效率高,产品处理质量好的特点的同时,高效节能和减少环境污染也是设计者重要的追求目标。

#### 参考文献:

- [1] 王秉柱. 工业炉设计手册[M] (第2版). 北京:机械工业出版社, 1996.
- [2] 崔忠余. 机械行业工业炉现状与展望[J]. 工业炉, 2000, (4): 5-9.
- [3] 傅丽. 4.8m × 13m 台车加热炉技术改造[J]. 工业炉, 2001, (2): 41-43.

## 2 铝合金固溶处理炉的结构简介

固溶处理炉由炉壳、炉衬、加热元件、炉盖、炉门

及启闭机构、工件升降机构、工作平台、检修平台等组成,如下图所示。

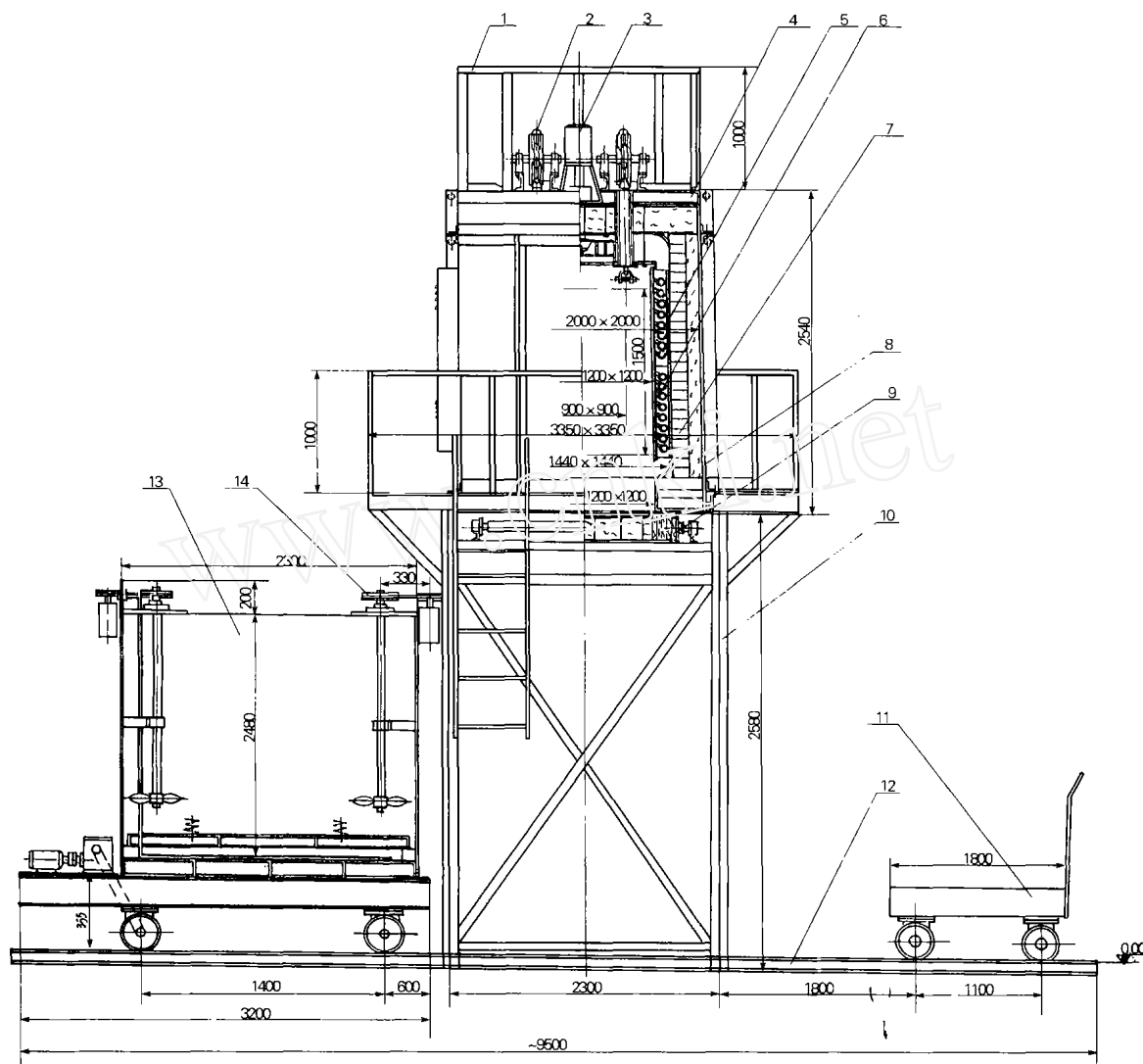


图1 立式铝合金固溶处理炉

1. 维修平台 2. 料筐升降机构 3. 风机 4. 炉顶 5. 加热元件 6. 导风套 7. 炉衬 8. 炉壳 9. 炉门 10. 支座及维修平台  
11. 装卸料小车 12. 导轨 13. 移动固溶处理槽 14. 搅拌风扇

Fig.1 The vertical aluminium -alloy solution treatment furnace

炉壳由型钢及钢板焊接而成,具有足够的强度和刚度。炉衬采用进口高强度轻质耐火砖、硅酸铝耐火纤维毡及橡胶石棉板组成节能炉衬,具有升温快、保温性能好、节能效果显著的特点。炉衬用不锈钢板衬托加固。

考虑到炉温均匀度及升温速度快的要求,电热元件用电热合金线材绕成螺旋状安置于高铝瓷管上,分布在炉膛四周的搁架上,分两个加热区,按加热功率相同、功率密度不同的布置方式进行设计。

炉盖采用型钢框架结构,耐火部分为进口硅酸铝耐火纤维折叠式组合块,用锚固件安装,组合块外

表面喷高温涂料,既减少热短路损失又耐气流冲刷。炉盖顶部安装1台水冷离心式风机。炉膛内安装用耐热钢制作的带导流板的导风套,当离心风机运转时,将炉膛的气体吸入导风套上端的风道口,再经离心式叶轮驱动气体均匀地流向加热区的电热体,加热后的气流返回炉膛后将热量传递给工件,然后上升到导风套的风道口,充分均匀地完成了气流循环的全过程。由于气体在炉内不停地大流量高速循环,使炉内温度更趋均匀、稳定,从而满足铝合金固溶处理对炉温均匀度的要求。

铝合金固溶处理炉的炉门设在炉体的下方,用

气动方式驱动,炉门与气缸相连,在料筐运行到炉口下方密封位置时,行程开关动作,炉门升起并接通电源主回路,炉子加热。在机构运行离开炉门密封位置时,炉门开启,并切断主回路电源,铝合金工件快速转移入固溶处理槽进行固溶处理。

工件升降机构由起重变频调速制动电机、减速机驱动卷扬筒上的锚链使吊装的钩具带动料筐升降运行。由于驱动电机可无级调速,可根据不同工件固溶处理延迟时间调整升降速度,和减速机联动的升降限位装置,可准确灵敏地对各工位自动定位调速及制动。

固溶处理炉分两个区单独控制,各设一个控制柜,固溶处理槽温度控制设在其中一个柜子上,每个区设有电流、电压表及电压切换显示及功率显示,从而具有过流、过载、断偶、超温保护及声光报警功能。

控温仪表用日本千野表,可以自行设定温度和时间,自动执行工艺曲线,控温精度为 0.10 级,带

RS422 标准串行通讯接口和超温上、下限报警。另外采用 XWJ 中圆图记录仪进行记录。功率控制采用晶闸管过零触发调节,具有无机械触点、无噪声、寿命长等优点。

操作台内安装辅助电路电气元件、所有的操作按钮,可以控制炉子加热和水槽加热的通断、风机和搅拌器的运转、固溶处理液循环泵的启动、料筐工件的升降、炉门的开启和关闭等。各工位的动作由 PLC 程序控制器控制操作。

操作台面上设有模拟显示屏,可显示设备的各工位。

#### 参考文献:

- [1] 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.
- [2] 陈志远. 铝合金热处理技术[M]. 上海:上海工程技术大学, 1998:18-38.
- [3] 张志良,等. 铝合金强化处理生产线的研制[D]. 长春:一汽集团公司,2000:1-3.

## 工 艺

## 35CrNi3MoV 钢的混晶及防止方法

杨 慧<sup>1</sup>,刘宗昌<sup>1</sup>,王玉峰<sup>1</sup>,胡永平<sup>2</sup>,王蓉梅<sup>2</sup>

(1. 内蒙古科技大学 材料学院,内蒙古 包头 014010;2. 北方重工集团特殊钢厂,内蒙古 包头 014030)  
摘要:35CrNi3MoV 钢大锻件在正火和调质处理后经常产生混晶,严重影响锻件的力学性能。研究表明,混晶是组织遗传造成的,调质处理前进行退火处理,可获得较为平衡的组织状态,从而抑制组织遗传,消除混晶和粗晶组织。

关键词:35CrNi3MoV 钢;组织遗传;混晶

中图分类号:TG142.41 文献标识码:A 文章编号:0254-6051(2003)12-0048-03

### Mixed Grain Structure of 35CrNi3MoV Steel and Its Countermeasure

YANG Hui<sup>1</sup>, LIU Zong-chang<sup>1</sup>, WANG Yu-feng<sup>1</sup>, HU Yong-ping<sup>2</sup>, WANG Rong-mei<sup>2</sup>

(1. Materials School, University of Science and Technology, Baotou Inner Mongolia 014010, China;

2. Special Steel Works, North Heavy Industry Group, Baotou Inner Mongolia 014030, China)

**Abstract:** Mixed grain often appears in big forgings of 35CrNi3MoV steel after annealing and quenching and tempering, and seriously affected mechanical properties of the forgings. The studies show that mixed grain is caused by structural inheritance. By annealing before quenching and tempering, a balanced microstructure is obtained to inhibit structural inheritance, and hence eliminate mixed grain and coarse grain microstructures.

**Keywords:** 35CrNi3MoV steel; structural inheritance; mixed grain

35CrNi3MoV 钢是一种合金结构钢,由于其具有良好的综合力学性能,可用来制造坦克炮管。但是在实际生产中,往往由于锻造以及热加工工艺不当

而造成混晶和晶粒粗大等问题,降低了钢的韧性,造成产品质量不合格。笔者研究了 35CrNi3MoV 钢大锻件在退火和调质处理后产生的混晶、粗晶现象,指出产生混晶原因,提出了防止混晶的工艺措施。

### 1 试验用钢的化学成分及工艺流程

试验用钢采用内蒙古北方重工集团特殊钢厂冶炼、锻造的 35CrNi3MoV 钢大锻件,其化学成分如表

作者简介:杨 慧(1971—),女,山东文登人,硕士,讲师,从事金属材料及热处理工艺的教学与科研工作,参加并完成多项内蒙古科技厅、包头市科技局科研攻关项目,其中两项已通过内蒙古科技厅组织的专家鉴定。联系电话:0472-5815966  
收稿日期:2003-09-23