

塔式集中熔化炉温差问题的研究

张笙辉¹, 冀 辉¹, 杨运堂¹, 李胜君², 张晓庆²

(1. 康硕(山西)智能制造有限公司, 山西高平 046700;

2. 营口经济技术开发区金达合金铸造有限公司, 辽宁营口 115007)

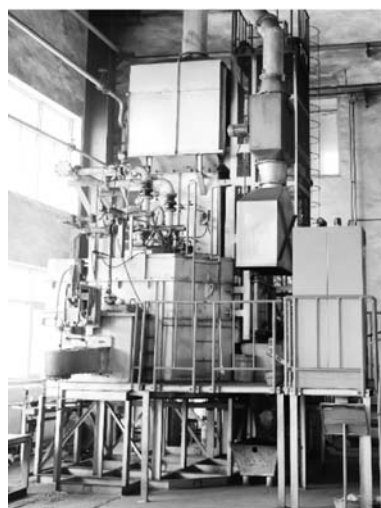
摘要: 塔式集中熔化炉作为铝合金集中熔化的专用设备, 在国内使用广泛, 部分型号的塔式集中熔化炉经长时间使用后, 易出现实际合金温度与设备显示温度相差较大的问题, 造成能源浪费的同时使合金质量下降。本文通过对炉膛结构改造、变更热电偶位置等, 解决了温差过大问题, 提高了合金质量的同时, 避免了能源浪费, 可以为使用该结构塔式集中熔化炉的生产厂家提供参考。

关键词: 铝合金熔炼; 塔式集中熔化炉; 温差; 节能

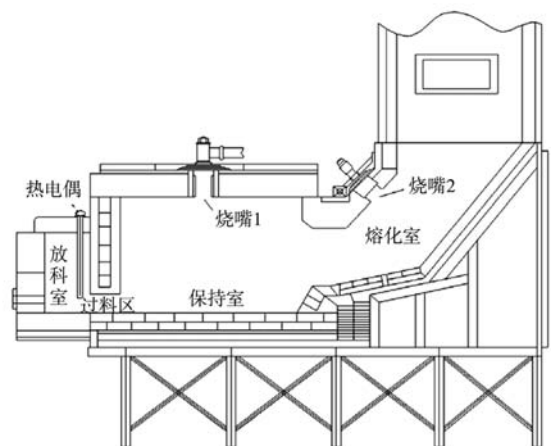
塔式集中熔化炉是铝合金集中熔化的专用设备, 因其使用寿命长、自动化程度高、出铝快、炉内含氧量低、集中熔化等特点, 适用于生产同牌号大批量铸件的厂家, 在国内使用广泛, 但因结构等原因, 塔式集中熔化炉经长时间的满负荷生产后, 存在合金实际温度与设备显示温度偏差过大的问题, 造成能源浪费的同时影响合金质量。

1 塔式熔铝炉结构

本文以某型号塔式集中熔化炉为例, 如图1所示, 塔式熔化炉为链条提升装料斗自动上料, 炉膛分为熔化室、保持室、放料室, 热电偶位置设置在放料室。



(a) 熔化炉



(b) 简图

图1 塔式集中熔化炉及简图

Fig. 1 Tower type centralized melting furnace and its diagram

作者简介:

张笙辉(1986-), 男, 助理工程师, 主要从事铝、镁合金铸造工作。E-mail: 285329470@qq.com

中图分类号: TG232

文献标识码: B

文章编号: 1001-4977(2023)

08-1063-04

收稿日期:

2022-10-17 收到初稿,

2022-12-20 收到修订稿。

2 问题提出

笔者单位有两台塔式集中熔化炉，规格分别为1.5 t/h和3 t/h（以下分别简称A炉及B炉），在满负荷生产一段时间后，发现炉膛铝液实际温度远高于设备显示的温度，且温差呈逐渐上升趋势，已严重影响生产节拍并对产品质量造成了一定影响。发现该问题后，更换炉内热电偶及热电偶陶瓷保温套，均未能改善该问题，同时使用手持测温表（型号：DT1310）分别对两台熔化炉的保持室铝液进行了温度监控并记录，数据如表1，检测过程中发现，熔化炉放料的间隔时间越长，则温差越大。

表1 铝液温度监控记录

Table 1 Aluminum liquid temperature monitoring record

设备	监测次数	设备显示温度/℃	实测温度/℃	温差/℃
A炉	1	723	746	23
A炉	2	746	774	28
A炉	3	743	768	25
B炉	1	704	726	22
B炉	2	723	741	18
B炉	3	741	775	34

3 温差过大的影响

通过对铝液温度的监控发现，温差过大主要体现在铝液实际温度高于设定温度，铝液温度过高，存在的影响主要体现在以下几点。

(1) 易造成铸件内部组织晶粒粗大，造成夹渣、针孔缺陷。当铝液温度超过770℃，合金明显开始氧化，夹杂物和氢含量大幅增加，如图2^[1]所示，凝固后组织晶粒也会粗大，铝液质量开始下降，材料力学性能降低，产品易产生针孔缺陷，因此，铝合金熔炼时温度不能超过770℃。另外有研究表明，与直接加热

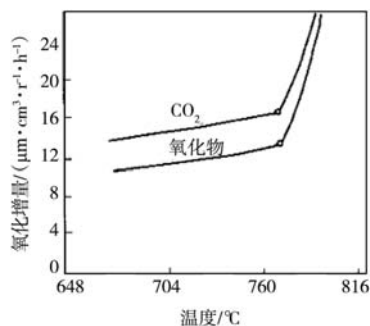


图2 温度对铝合金液氧化及的影响

Fig. 2 Effect of temperature on oxidation and hydrogen solubility of the aluminum alloy solution

到720℃进行合金净化处理时相比，过热后再进行炉冷至720℃进行净化处理的A356合金含杂量和含氢量都发生明显改变，其中含杂量提高了0.478%，含氢量提高了0.06 mL/(100gAl)，溶剂净化效果变差，最终影响了力学性能，其强度均受到较大幅度的降低，其中伸长率降低至0.69%^[2]。

(2) 造成硬质点。当铝液温度较高、停放时间较长时，所形成的氧化铝即由较软的 γ -Al₂O₃向坚硬的 α -Al₂O₃（刚玉）转变^[2]，该物质在浇注过程中进入铸件，即形成硬质点。当塔式集中熔化炉出现温度不可控，铝液长时间处于高温状态时，即产生该问题。

(3) 造成能源浪费。我们要求铝合金出炉温度不可高于750℃，以表1中B炉的数据3为例，设备显示温度达到741℃时，炉内实际铝液温度已达到775℃，温差高达34℃，考虑塔式集中熔化炉热效率，不计算重复升温过程，1.5 t的铝合金升高34℃，要浪费约6 m³燃气。

4 原因分析

经过对炉体结构及电气系统的研究，发现造成该问题的根本原因主要为以下几点：①过料区通道尺寸偏小，导致保持室与放料室的换热面积偏小；②砂型铸造的回炉料使用较多，铝液含渣量大；③回炉料过料区的过料口为直角设计，存在清理死角，扒渣时不能彻底清理，长时间反复挂渣，进一步缩小过料区面积，如图3所示，使问题①加剧。

当保持室与放料室不能达到热平衡，则放料室温度将一直低于保持室的铝液温度，而设备是否自动点火升温的指令，是根据设置在放料区的热电偶采集到的温度来自动判定并执行烧嘴点火命令，当放料室的温度达到设定温度时，保持室的实际温度已经远高于放料室温度。

5 调整方案

根据排查原因及分析结果，制定了如下改进措施：①将炉膛内过料区尺寸加大，高度由原来的280 mm增加到380 mm；②对炉膛过料区结构进行了优化，将过料区两侧直角位置变更为45°斜角，以解决清理死角的问题，如图4所示，方便清渣的同时，增大铝液热传递面积，使保持室与放料室更容易达到热平衡；③将热电偶由直立式改为倾斜式，使热电偶测温位置更接近保持室，如图4所示。

连续生产一个季度后，使用手持测温表（型号：DT1310）对两台熔化炉的保持室铝液进行抽检，抽检

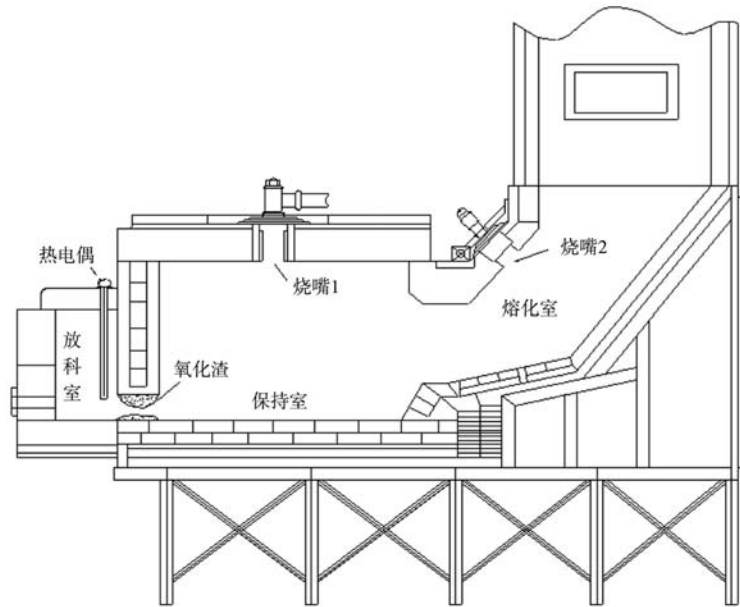


图3 过料区挂渣后示意图

Fig. 3 Schematic diagram after slag hanging in the material handling area

数据如表2，温差由原来的最高34℃降低到最高6℃，有效地解决了塔式熔化炉长时间使用后温差过大的问题，提高合金质量的同时避免了大量的能源浪费。

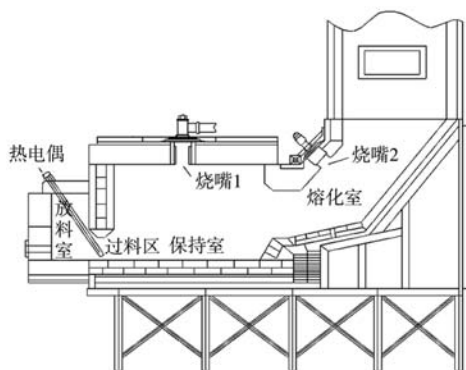
6 结语

(1) 铸造厂家在选用塔式集中熔化炉时，应避免选用有清理死角的熔炉，放料通道位置应该尤为注意。

(2) 对于塔式集中熔化炉出现温差过大的问题，通过排查过料区挂渣情况，调整过料区结构及热电偶插入方式，可以有效解决温差过大的问题。

表2 调整后铝液温度监控记录
Table 2 Adjusted aluminum liquid temperature monitoring record

设备	监测次数	设备显示温度/℃	实测温度/℃	温差/℃
A炉	1	733	736	3
A炉	2	738	743	5
A炉	3	743	746	3
B炉	1	714	720	6
B炉	2	723	727	4
B炉	3	741	744	3



(a) 炉膛示意图



(b) 过料区实况

图4 调整后炉膛示意图及过料区实况

Fig. 4 Schematic diagram of the furnace after adjustment and live shooting of the material passing area

参考文献:

- [1] 罗启全. 铝合金熔炼与铸造 [M]. 广州: 广东科技出版社, 2002: 46-52.
- [2] 颜文煨, 傅高升, 陈鸿玲. 熔炼温度与静置时间对A356铝合金净化效果的影响 [J]. 铸造技术, 2012 (10): 1179-1182.
- [3] 陆树荪, 戴国定, 乐书华, 等. 铝压铸件中的硬质点及非金属夹杂物 [J]. 特种铸造及有色合金, 2000 (5): 15-16.

Research on Temperature Difference of Tower Type Centralized Melting Furnace

ZHANG Sheng-hui¹, JI Hui¹, YANG Yun-tang¹, LI Sheng-jun², ZHANG Xiao-qing²

(1. Kangshuo (Shanxi) Intelligent Manufacturing Co., Ltd., Gaoping 046700, Shanxi, China; 2. Yingkou Economic and Technological Development Zone Jinda Alloy Casting Co., Ltd., Yingkou 115007, Liaoning, China)

Abstract:

Tower type centralized melting furnace, as a special equipment for centralized melting of aluminum alloy, is widely used in China. After a long time of use, some models of the tower type centralized melting furnace are prone to the problem of large difference between the actual alloy temperature and the displayed temperature of the equipment, leading to energy waste and lowering of the alloy quality. This paper solved the problem of excessive temperature difference by reforming the furnace structure and changing the thermocouple position. While improving the alloy quality, it avoids energy waste and can provide a reference for manufacturers who use the tower type centralized melting furnace with this structure.

Key words:

aluminum alloy melting; tower type centralized melting furnace; temperature difference; energy saving
