

# 用于等轴晶铸造的真空感应精密铸造炉主流结构及未来发展

宋静思<sup>1</sup>, 王春钢<sup>2</sup>, 黄瀚川<sup>3</sup>, 左野<sup>1</sup>, 滕龙<sup>1</sup>, 陈久强<sup>1</sup>, 李秀章<sup>1</sup>

(1. 沈阳真空技术研究所有限公司, 辽宁 沈阳 110042; 2. 中国航发沈阳黎明航空发动机有限责任公司, 辽宁 沈阳 110043; 3. 贵阳航发精密铸造有限公司, 贵州 贵阳 550000)

**摘 要:** 首先介绍了三室立式真空感应精密铸造炉的结构特点, 然后阐述了其他主要类型精密铸造炉的概况, 最后通过对技术与市场情况的对比, 分析了当前市场情况与精密铸造炉未来的发展方向。

**关 键 词:** 真空感应炉; 等轴晶; 精密铸造

中图分类号: TF341.7

文献标识码: A

文章编号: 1002-0322(2023)05-0092-06

doi: 10.13385/j.cnki.vacuum.2023.05.15

## The Mainstream Structure and Future Development of Vacuum Induction Precision Casting Furnace for Equiaxed Crystal Casting

SONG Jing-si<sup>1</sup>, WANG Chun-gang<sup>2</sup>, HUANG Han-chuan<sup>3</sup>, ZUO Ye<sup>1</sup>, TENG Long<sup>1</sup>,

CHEN Jiu-qiang<sup>1</sup>, LI Xiu-zhang<sup>1</sup>

(1. Shenyang Vacuum Technology Institute Co., Ltd., Shenyang 110042, China; 2. AECC Shenyang Liming Aero-engine Co., Ltd., Shenyang 110043, China; 3. Guiyang AECC Power Precision Casting Co., Ltd., Guiyang 550000, China)

**Abstract:** The structural characteristics of a three chamber vertical vacuum induction precision casting furnace is introduced first. Then the overview of other major types of precision casting furnaces are described. Finally, through the comparison of technology and market situation, the current market situation and the future development direction of precision casting furnace are analyzed.

**Key words:** vacuum induction furnace; equiaxed grain; precision casting

镍基等轴晶铸造高温合金工作温度高、组织稳定、有害相少、抗氧化腐蚀性能好, 是目前航空发动机使用牌号最多、应用最广的高温合金<sup>[1]</sup>。在高温合金铸造方法中, 等轴晶铸造是使用最广泛且产量最大的一种。20 世纪 50 年代后期, 用于航空发动机 / 燃气轮机的铸造件迅速转向真空感应重熔 - 铸造工艺<sup>[2-3]</sup>, 经过近 70 年的技术迭代, 用于高温合金等轴晶铸造的真空感应精密铸造炉 (以下简称“精密铸造炉”) 已经得到了充分的发展。下面将介绍精密铸造炉的几种结构形式, 并分析其未来发展方向。

## 1 三室立式型精密铸造炉

### 1.1 三室立式型精密铸造炉简介

三室立式型精密铸造炉是当下最常用的一种类型<sup>[4]</sup>, 如图 1 所示, 该型炉从上而下分别为测

温 / 加料室、熔炼室、铸型室。此类设备可实现连续生产, 在连续生产时熔炼室始终保持真空状态, 测温 / 加料室通过阀门实现与熔炼室的真空通断, 从而可以在不破坏熔炼室真空环境的情况下反复测温 / 加料作业。铸型室通过下方的真空隔离阀实现与熔炼室的真空通断, 从而可以在不破坏熔炼室真空环境的情况下反复装载或卸载铸型 (型壳)。综上, 通过各腔室的相互配合, 可实现设备在不破熔炼室真空环境的情况下连续生产。三室立式炉的容量在 25~200kg 较为常见<sup>[5-6]</sup>, 这个规格可以覆盖大部分航空精密铸造的需求。

### 1.2 内置加热器的三室立式精密铸造炉

三室立式精密铸造炉还可以配套内置加热器。如图 2 所示, 这种精密铸造炉的结构类型与常规三室立式真空感应定向凝固 / 单晶炉极为相似, 不同点仅在于其内置加热器通常并非多区加