

真空高温热处理炉石墨炉胆结构优化

王 颖, 明 悦, 代玉博, 车恩林, 王 标

(沈阳真空技术研究所有限公司, 辽宁 沈阳 110042)

摘 要: 本文建立了真空高温热处理加热炉石墨炉胆流体区域的数值模拟模型, 并基于 CFD 建立了石墨炉胆内部流体的仿真模型, 对其内部流场进行分析, 通过不同结构的分析, 得出流场结构的最优解, 为设计提供理论依据。

关 键 词: 真空高温热处理炉; 石墨炉胆; 计算流体力学; 结构优化

中图分类号: TB756; TG156.95

文献标识码: A

文章编号: 1002-0322(2020)06-0027-04

doi: 10.13385/j.cnki.vacuum.2020.06.06

Structure Optimization of Graphite Furnace for Vacuum High Temperature Heat Treatment Furnace

WANG Ying, MING Yue, DAI Yu-bo, CHE En-lin, WANG Biao

(Shenyang Vacuum Technology Institute Co., Ltd., Shenyang 110042, China)

Abstract: In this work, the numerical calculation model for the graphite furnace fluid area of the vacuum high temperature heat treatment furnace is established. The numerical calculation model of the graphite furnace inside fluid was performed based on the CFD, the inner fluid field was analyzed, and the optimal solution of flow field structure is obtained by the analysis of different structure. This work may provide a theoretical basis for design.

Key words: vacuum high temperature heat treatment furnace; graphite furnace; CFD; structure optimization

真空高温热处理炉热效率高, 可实现快速升温 and 降温, 可实现无氧化、无脱碳、无渗碳, 可去掉工件表面的鳞屑, 并有脱脂脱气等作用, 从而达到表面光亮净化的效果^[1-2]。真空高温热处理炉里的石墨炉胆的作用是保证样件在真空系统下能够被充分的加热。在实际工况下, 石墨炉胆的出口位置及孔板层数能直接影响到炉腔内样件是否能始终被氮气所充满, 因此, 进一步的研究石墨炉胆内的流体力学特征十分必要。

计算流体力学^[3](CFD, Computational Fluid Dynamics) 发展迅速并被应用于流体机械内部流场的研究^[4]。在高温热处理炉领域不断有 CFD 成功应用的报道, 刘宇佳^[5]等研究了辊底式热处理炉的数值分析; 王跃飞^[6]等对真空炉的温度场进行了分析; 梅焱^[7]等对阳极焙烧炉燃烧室进行了温度场的分析; 章杰对台车式热处理炉炉膛内流场和温度场进行了分析^[8]; 史煜宏等对连续式钢管热处理炉热工过程进行了数值模拟^[9]。

在真空高温热处理炉工作时, 石墨炉胆内部的气体流动状态无法观测, 无法得知其内部真实的气体流动状态, 因此采用 CFD 方法能够模拟出石墨炉胆在不同的结构下气体的分布状态, 从而实现石墨炉胆结构的优化。

1 数值模型的建立

1.1 控制方程

描述石墨炉胆内流场遵循质量守恒定律、动量平衡定律、能量守恒定律^[11]。要对真空高温热处理炉石墨炉胆内的流体流动进行数值模拟, 首先要对其做出数学描述^[12-13]。故上述几个定律转换为偏微分方程组得到以下方程^[14-15]。

依据质量守恒定律可将流体连续性方程描述为:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div}(\rho \mathbf{v}) = 0 \quad (1)$$

动量守恒定律可用偏微分描述为:

收稿日期: 2020-03-05

作者简介: 王颖(1981-), 女, 辽宁省沈阳市人, 硕士, 高级工程师。