

等螺距螺杆真空泵内气体流动的数值模拟研究*

何天一¹, 岳向吉¹, 张志军¹, 巴德纯¹, 冯晓荣¹, 杨帆²

(1. 东北大学机械工程与自动化学院, 辽宁 沈阳 110819; 2. 广东美芝制冷设备有限公司, 广东 佛山 528000)

摘 要:应用计算流体力学(CFD)方法对螺杆干式真空泵进行数值模拟计算,建立了针对螺杆干式真空泵流场的分析方法。对泵腔中流动区域进行三维建模,采用 SCORG 和 ANSYS-ICEM 软件对转动域和固定域分别进行了网格划分,利用瞬态模拟方法得到了泵内压力场、速度场和温度场的分布情况,并计算出抽气速率等参数。网格无关性分析结果与理论数据对比表明数值模拟结果可靠,符合预期。

关 键 词:螺杆真空泵; CFD; 动网格; 数值模拟

中图分类号: TB752

文献标识码: A

文章编号: 1002-0322(2024)01-0052-06

doi: 10.13385/j.cnki.vacuum.2024.01.08

Numerical Simulation of Gas Flow in a Fixed Pitch Screw Vacuum Pump

HE Tian-yi¹, YUE Xiang-ji¹, ZHANG Zhi-jun¹, BA De-chun¹, FENG Xiao-rong¹, YANG Fan²

(1. School of Mechanical Engineering and Automation, Northeastern University, Shenyang 110819, China;

2. Guangdong Meizhi Compressor Co., Ltd., Foshan 528000, China)

Abstract: The computational fluid dynamics (CFD) method was used to simulate the screw dry vacuum pump by numerical simulation and calculation, and the analysis method for the flow field of screw dry vacuum pump was established. The flow area in the pump chamber was modeled in 3D, and the rotating and fixed domains were meshed separately with SCORG and ANSYS-ICEM softwares. The transient simulation method was used to obtain the distribution of pressure field, speed field and temperature field in the pump, and the parameters such as pumping rate were calculated. Perform mesh agnostic analysis was carried out, and the comparison between analysis results and the theoretical data shows that the numerical simulation results are reliable and in line with expectations.

Key words: screw vacuum pump; CFD; dynamic grid; numerical simulation

近年来,我国半导体、化工、制药等行业迅速发展,对真空获得设备的需求不断增加,很多领域对无油真空的需求也日益扩大。由于具有环保性优异、耐腐蚀性强等优点,目前无油真空系统逐渐占据了大部分的真空市场,干式真空泵的需求量正在不断地上升^[1,2,3]。

干式真空泵一般是指泵从大气压力下开始抽气,在抽气过程中泵腔中无油无水并且能直接排向大气。干式真空泵可用于抽取腐蚀性气体和研磨微粒,适用于清洁无油真空获得^[4,5]。

本文以双摆线型螺杆真空泵为研究对象,建立了螺杆干式真空泵全三维 CFD 数值模拟的计

算模型,使用动网格方法分析了等螺距螺杆真空泵内部流动过程,得到了泵内压力场、速度场和温度场分布情况,探明了螺杆真空泵的具体工作过程,以期为螺杆真空泵的研究和设计提供方法和参考。

1 端面型线

螺杆真空泵端面型线种类较多,如四段长幅外摆线的螺杆转子端面型线、渐开线的螺杆转子端面型线、三段长幅外摆线的螺杆转子端面型线等。本文选用四段长幅外摆线型螺杆端面型线,其由两段圆弧、四条摆线组成,型线啮合产生的

收稿日期: 2023-04-06

作者简介: 何天一(1997-),男,黑龙江省牡丹江市人,博士生。

通讯作者: 岳向吉,副教授;巴德纯,教授。

* 基金项目: 国家自然科学基金(31371873)。