

动圈式扬声器驱动力的数值分析研究

陆晓¹, 温周斌^{1,2}, 徐楚林¹, 孙勤明¹

(1. 浙江中科电声研发中心, 浙江 314115; 2. 中国科学院声学研究所东海研究站, 上海 200032)

摘要: 采用有限元静态磁路数值分析方法, 分析动圈式扬声器单元的驱动力特性, 并将分析结果与 Klippel R&D 系统的测试结果作比较, 验证了该方法的正确性。该方法不仅可替代有经验的电声工程师预估扬声器磁路特性, 还可发现和验证产品设计与实际生产制造可能存在的差异。

关键字: 磁路; 驱动力; 数值分析; 有限元

中图分类号: TB54

文献标识码: A

Research on a numerical simulation method of force factor in moving-coil loudspeaker

LU Xiao¹, WEN Zhoubin^{1,2}, XU Chulin¹, SUN Qingming¹

(1. Zhejiang Electro-Acoustic R&D Center, Zhejiang 314115, China;

2. Shanghai Acoustics Lab., Institute of Acoustics, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200032, China)

Abstract: This paper presents one numerical method based on finite element(FEM), which can calculate force factor in moving-coil loudspeaker through static magnet analysis. In order to verify this numerical method, two models are analyzed and the results $Bl(x)$ are compared with the results from Klippel R&D. The paper shows that this numerical method is as accurate as estimated by experienced electro-acoustic engineers, and can find the difference between design and manufacture further more.

Key words: magnet curcirt; force factor; numerical simulation; finite elements

1 引言¹

动圈式扬声器从 1925 年出现至今已有近百年历史, 随着其应用越来越广泛, 对其性能的要求也越来越高。磁路结构是动圈式扬声器 (以下简称扬声器) 实现电-力换能的部件, 是扬声器完成整个电-力-声换能过程中不可或缺的一环^[1], 磁路结构设计的好坏直接影响到扬声器最终声压频率响应、谐波失真、额定功率以及电-声能量转化效率^[2]等诸多特性, 所以磁路结构设计又是扬声器设计中非常重要的一个环节。

目前电声企业的产品开发主要是基于以前的类似产品, 或者仿造市场上的热门产品, 设计人员结合经验反复修改、试制, 使之符合客户的指标要

求^[3]。随着计算机技术的快速提升和数值计算领域研究的不断进步, 国内外先锋企业开始使用数值计算方法在设计阶段预测扬声器的性能, 以达到高效、高质量地设计扬声器的目的。Beyma 声学^[4]利用有限元模型深入研究扬声器振动系统的动态特性; Knowles 公司^[5]通过广泛的建模和有限元分析与精确测量结合, 支持从产品构思到进入市场的快速运转。然而, 国内仅有常州 AAC 利用有限元方法设计双磁体-双音圈的磁路结构^[6]等个别报道, 鲜见有更全面和深入的研究工作介绍。

本文作者几年前开始针对动圈式扬声器的磁路、振动和声场的数值分析研究并发文介绍了相关方法^[7], 本文就静态磁路的数值分析方法再展开进一步深入研究, 重点放在驱动力的仿真分析和实验研究。基于有限元的静态磁路数值分析方法可计算得到气隙中的磁通密度、磁场强度和驱动力的非线性特性 $Bl(x)$ ^[8], 并将仿真分析结果与使用德国 Klippel R&D 系统的测量结果进行比较, 修正并验证仿真分析方法的准确性。该方法通过调整磁路尺寸

收稿日期: xxxx-xx-xx; 修回日期: xxxx-xx-xx

作者简介: 陆晓(1986), 女, 浙江, 工程师, 研究方向为电声换能器的数值分析技术。

通讯作者: 陆晓, E-mail: luxiao@mail.ioa.ac.cn