

国际著名振动和声软件系列介绍之一 LMS 声学软件 SYSNOISE

华宏星 沈荣瀛

(上海交通大学, 振动、冲击、噪声国家重点实验室)

LEUVEN MEASUREMENT SYSTEM INTERNATIONAL, 简称 LMS, 是比利时的
一家著名的振动和声学方面的测试分析软件公
司, LMS 先进的数值计算技术使 LMS 公司的
振动和声的计算机辅助软件在世界上起到了领
头作用。SYSNOISE 是该公司的一个核心的大
型的声学计算分析商品软件, 在声学计算分析
领域中, 国际上占据领先地位。它为噪声控制专
业工程技术人员提供了在产品设计开始阶段,
预报和解决声学问题, 受到一致好评。美国的
NASA(航空航天中心)、FORT 汽车公司、MO-
TOROLA 通讯公司和 BOSE 音箱公司, 国内
著名的大学、研究所和一些著名的大公司, 如上
海交通大学, 西北工业大学, 哈尔滨工程学院,
中船总公司第 701 研究所、第 719 研究所, 上海
大众汽车工业公司等都购买了该软件。为帮
助国内对该软件有兴趣的用户了解该软件, 正
确恰当选用声学计算分析软件, 我们对它作一
比较详细的介绍。

1 SYSNOISE 的主要功能

1.1 声辐射计算

这是最基本的功能。结构振动时会产生声
辐射。结构振动可以是实际测得的速度响应数
据, 或者是由有限元或其他方法计算得到的速
度响应数据。SYSNOISE 本身具有振动响应的
有限元方法计算功能, 也可以从测得的模态数
据和给定的激励计算速度响应。SYSNOISE 进
一步可以利用这些数据计算结构表面的声压和
结构周围的声场分析。譬如, 汽车发动机, 空
压机, 扬声器的声场计算分析。图 1 是一个扬声器

的声场计算实例。

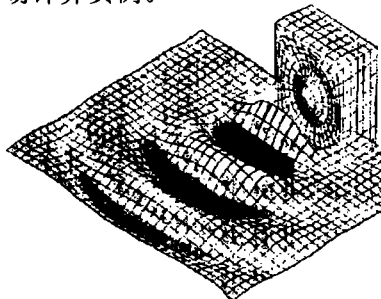


图 1 扬声器的声辐射

1.2 声散射计算

声波在传播过程中碰到结构物会产生反射
和绕射。根据声的反射和绕射原理, 人们在高速
公路两旁设置声屏障用来隔声, 在潜艇的表面
粘贴消声瓦减少声散射等等。SYSNOISE 具有
声波在传播过程中碰到结构物后的声场计算功
能。图 2 是一个潜艇的声散射计算分析实例。

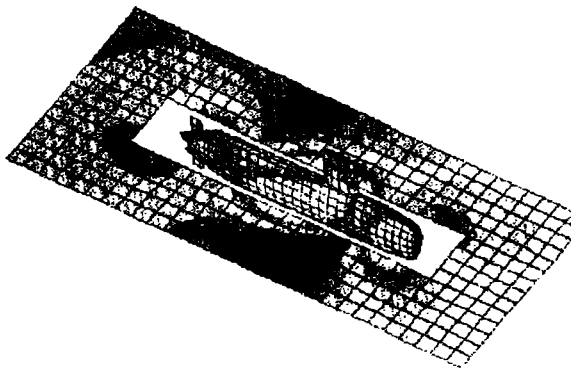
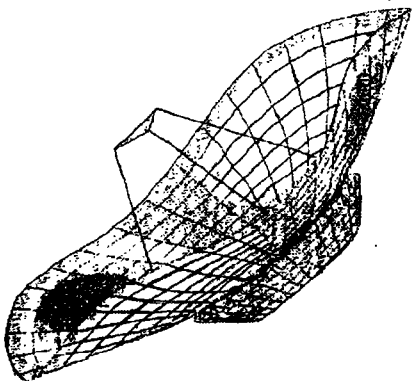


图 2 潜艇声散射计算实例

1.3 空气噪声传递计算

声源发出的声能, 例如压气机或风机的进
气排气噪声, 卫星升空时周围空气动力噪声, 锯

切机工作时锯齿附近的空气噪声等,这些噪声遇到结构物时将被反射、吸收和传递,同时激励结构物导致振动加剧。SYSNOISE 具有声的传递损失特性计算功能,也提供在空气动力噪声激励下的结构振动特性计算功能。图 3 是卫星部件在发动机噪声激励下的振动响应。



3 卫星部件在发动机噪声激励下的振动响应

1.4 结构声辐射

SYSNOISE 可以计算结构强迫振动响应和由此产生的声场分析。譬如,发动机隔振设计、船舶浮筏系统设计和转子动平衡计算等。



图 4 发动机的声辐射

1.5 结构-声场耦合系统的响应灵敏度分析

结构-声场耦合系统的响应灵敏度分析的作用是指出结构哪些部位,哪些参数对声辐射功率影响最大。哪些材料吸声特性最佳。灵敏度分析中的参数可以是声学设计变量,如声压,速度等,也可以是结构变量,如板的厚度。图 5 是一个汽车壳体在一定激励下的声辐射功率灵敏度分布图。

敏度分布图。

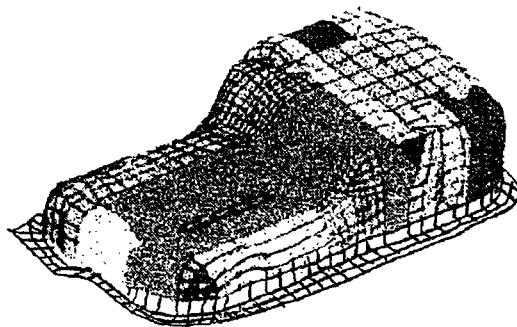


图 5 汽车壳体声辐射功率灵敏度分布

1.6 声学测试和计算结构之间的相关分析

结构-声场耦合系统的优化设计首先需要一个比较可信的计算模型,因此就要进行二者的相关分析。SYSNOISE 提供了这样的相关分析功能。

1.7 声学设计

SYSNOISE 可用于各种低噪声产品的声学设计。图 6 给出一个大型工业风机的声学设计实例,(a)图表示改进前,(b)表示经 SYSNOISE 计算、改进后的设计,噪声可降低 7dB。

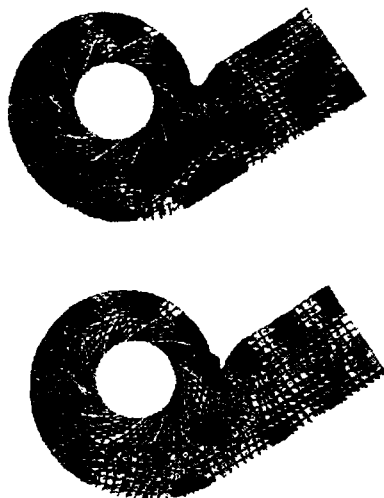


图 6 某大型工业风机的声学设计

2 SYSNOISE 软件系统中的几个特殊模块

2.1 VIOLINS 模块

该模块主要用于多层复合板的吸声特性计算。譬如汽车车厢内的阻尼吸声材料、飞机内衬吸声材料、潜艇外壳的消声瓦等材料的吸声效果分析等等。

2.2 RAYNOISE 模块

该模块运用几何光线跟踪原理,主要应用于建筑声学,如计算音乐厅和会议厅等建筑的声学特性,也可以用于环境和工业噪声的控制。

2.3 MOSART 模块

该模块运用先进的光线跟踪原理计算分析高频时的室内声学舒适性,譬如,汽车,飞机的室内声学舒适性。

3 SYSNOISE 运用的计算方法

SYSNOISE 所运用的计算方法主要是声学有限元方法,声学无限元方法,直接边界元方法和间接边界元方法。

有限元方法适用于室内噪声分析计算。可以运用有限元模拟各种声学介质,譬如,流体,穿孔板等,计算固有频率,声模态,在频域或时域中计算空腔的声模态和声振耦合响应。并且考虑流体效应。

无限元方法主要用于外声场计算。能够考虑流固耦合。

边界元方法适用于内声场和外声场计算。譬如,结构物表面或声场中任意点在频域或时域中的响应;声传播时的声散射物体;声学辐射模式;声传播途径分析和噪声声源分析等。

上述各个方法均可以进行声学灵敏度分析。

4 前、后处理

SYSNOISE 本身暂不具备完整的前处理功能,但是它与其他几乎所有的有名的有限元软件有界面程序连接,读取有限元模型数据,如果需要,可以将它们转换为无限元或边界元模型。这些软件包括:MSC/NASTRAN, MSC/PATRAN, LMS - CADA - X, ANSYS, I - DEARS, ABAQUS 等,不仅可以从这些软件读

取模型数据,并且可以从这些软件读取模态、表面振动速度等计算结构。SYSNOISE 能够自动将有限元模型转换为边界元模型,提高了建模效率。

在前处理中,SYSNOISE 能够自动检测所建立的模型是否和所选择的计算方法相匹配,并且能够自动检测并产生模型的声辐射表面。一般而言,测试点远远少于声学模型的网格点,SYSNOISE 能够将测试数据扩展到所有网格点上。

SYSNOISE 后处理功能尤其强大。三维模型图,彩色等高图,动态变形图,可以和任何一个有限元软件的后处理功能相媲美,能够提供几乎所有的工具让用户进行后处理,譬如,声压、声强、声功率,灵敏度等图象的绘制,窄频段和三分之一倍频程图形的绘制,极坐标图绘制声学指向性计算结果等等。

5 小 结

整个 SYSNOISE 程序可以用下图表示:

建 模	有限元分析		测试结果
前处理	模型检验,模型粗化 加载,加边界条件		
声辐射	耦合振动,模态分析		
声源分析	声指向性分析		
灵敏度分析	吸声效果分析		
结构有限元	声学有限元 内声场		直接 BEM
	声学无限元 外声场		间接 BEM 内外声场
后处理	动画	彩色等高图	声重现

从上到下,表示 SYSNOISE 的处理数据过程,从左到右,表示 SYSNOISE 的所有功能。

目前,SYSNOISE 具有多种版本,微机版,WIN95 或 WINDOWS - NT。工作站板,包括 SGI, SUN, HP, IBM, DEC 工作站。巨型机版,包括 CRAY, IBM SP - 2, HITACHI, FUJITSU, UNIX 等。用户可以根据需要选择适当版本。