

# 《轻质板壳结构设计的振动和声学基础》

## 图书基本信息

书名：《轻质板壳结构设计的振动和声学基础》

13位ISBN编号：9787030304285

10位ISBN编号：7030304284

出版时间：2012-1

出版社：科学出版社

页数：229

版权说明：本站所提供下载的PDF图书仅提供预览和简介以及在线试读，请支持正版图书。

更多资源请访问：[www.tushu111.com](http://www.tushu111.com)

# 《轻质板壳结构设计的振动和声学基础》

## 内容概要

《轻质板壳结构设计的振动和声学基础》内容简介：轻质板壳结构被广泛地用作汽车、高速机车、舰船/潜艇及航空航天飞行器等外壳及内部隔舱结构，其声振耦合特性的研究对降低交通工具舱内外噪声至关重要。在民用及国防工业领域减振降噪应用需求的牵引下，《轻质板壳结构设计的振动和声学基础》通过理论分析、实验验证和数值计算研究了汽车、高速机车、舰船/潜艇及航空航天飞行器中常用典型结构的声振耦合特性，建立了相对完善可靠的结构声振耦合特性理论表征体系，分析了关键结构参数对结构声振耦合特性的影响，揭示了弯曲波在结构中的传播规律及结构的声辐射/传声特性，提出了轻质、高强度、声辐射小及隔声性能优良的复杂板壳结构的创新优化设计概念，建立了综合结构质量、力学刚度和声振耦合特性的优化设计理论和判据，并结合该领域最新的国内外科研进展进行了系统的概括总结，为典型板壳/板腔结构在我国民用工业及国防工业中的应用奠定了理论基础、提供了实验依据及技术支撑。

## 书籍目录

- 前言
- 第1章 绪论
  - 1.1 研究背景和依据
  - 1.2 研究思路及研究内容
    - 1.2.1 研究目标及研究思路
    - 1.2.2 研究内容及结构安排
- 第2章 轻质夹层板壳结构的制备工艺
  - 2.1 蜂窝结构层芯轻质结构
  - 2.2 波纹加筋板层芯轻质结构
  - 2.3 PMI泡沫层芯轻质结构
  - 2.4 复合结构层芯轻质结构
  - 2.5 三维点阵结构层芯轻质结构
- 第3章 轻质板壳结构振动和声学性能的研究概况
  - 3.1 声辐射及传声损失定义
  - 3.2 国内外研究进展
    - 3.2.1 单层加筋板壳结构
    - 3.2.2 中间为空腔的双层板壳结构
    - 3.2.3 层芯为各向同性/异性/黏弹性材料的三明治夹层板
    - 3.2.4 层芯为加筋板的三明治夹层板壳
    - 3.2.5 层芯为多孔泡沫材料或蜂巢结构的三明治夹层板
    - 3.2.6 外部流场作用下板壳结构的声振耦合性能
    - 3.2.7 轻质板壳结构优化设计及主被动控制
  - 3.3 总结评论
- 第4章 有限大双板空腔结构声振耦合特性的理论与实验研究
  - 4.1 引言
  - 4.2 简支双板空腔结构的声振耦合特性
    - 4.2.1 简支声振耦合理论模型及求解
    - 4.2.2 能量描述
    - 4.2.3 数值结果收敛性检验
    - 4.2.4 简支理论模型验证
    - 4.2.5 空气腔厚度的影响
    - 4.2.6 板平面结构尺寸的影响
    - 4.2.7 声波入射俯仰角及方位角的影响
  - 4.3 固支双板空腔结构的声振耦合特性
    - 4.3.1 固支声振耦合理论模型及求解
    - 4.3.2 传声损失定义
    - 4.3.3 固支理论模型验证
    - 4.3.4 有限大结构与无限大结构的对比
    - 4.3.5 板的厚度对结构传声损失的影响
    - 4.3.6 空腔厚度对结构传声损失的影响
    - 4.3.7 声波入射角对结构传声损失的影响
  - 4.4 实验测量研究
    - 4.4.1 传声损失实验测量研究
    - 4.4.2 实验测量结果与理论模型验证
    - 4.4.3 简支和固支边界条件的关系
  - 4.5 本章小结
- 第5章 外部流场作用下板壳结构声振耦合特性的理论研究

## 5.1 引言

### 5.2 外部平均流作用下简支单板的传声特性

#### 5.2.1 气动弹性薄板在外部流体作用下的振动

#### 5.2.2 流固界面上的位移连续性条件

#### 5.2.3 传声损失定义

#### 5.2.4 入射声场中平均流的影响

#### 5.2.5 透射声场中平均流的影响

#### 5.2.6 入射声场和透射声场都存在平均流情况下声波入射角的影响

### 5.3 外部平均流作用下无限大双板结构的传声特性

#### 5.3.1 板振动方程

#### 5.3.2 流固耦合条件

#### 5.3.3 传声损失定义

#### 5.3.4 无限大板的特征阻抗

#### 5.3.5 传声损失曲线上波峰波谷的物理解释

#### 5.3.6 马赫数的影响

#### 5.3.7 声波入射俯仰角的影响

#### 5.3.8 声波入射方位角的影响

#### 5.3.9 板曲率及舱内压力的影响

## 5.4 本章小结

## 第6章 波纹层芯夹层板结构声振耦合特性的理论研究

### 6.1 引言

### 6.2 波纹层芯夹层板结构的声振耦合特性

#### 6.2.1 结构振动及传声理论模型

#### 6.2.2 理论模型验证

#### 6.2.3 声波入射角对夹层板结构声振耦合特性的影响

#### 6.2.4 层芯结构对夹层板结构隔声性能的影响

#### 6.2.5 传声损失曲线存在波峰波谷的物理机制

#### 6.2.6 综合力学和声学性能的结构优化设计

## 6.3 本章小结

## 第7章 正交加筋夹层板结构声振耦合特性的理论研究

### 7.1 引言

### 7.2 正交加筋夹层板结构的声辐射理论

#### 7.2.1 结构振动理论模型

#### 7.2.2 控制方程求解

#### 7.2.3 结构远场声辐射

#### 7.2.4 理论模型验证

#### 7.2.5 加筋板惯性效应的影响

#### 7.2.6 点激振位置的影响

#### 7.2.7 加筋板周期间距的影响

### 7.3 正交加筋夹层板结构的传声理论

#### 7.3.1 结构振动及传声的解析公式

#### 7.3.2 声压方程和速度连续性条件

#### 7.3.3 虚功原理的应用

#### 7.3.4 总体控制方程

#### 7.3.5 传声损失定义

#### 7.3.6 空间谐波级数解收敛性检验

#### 7.3.7 理论模型验证

#### 7.3.8 声波入射角的影响

#### 7.3.9 加筋板惯性效应的影响

7.3.10 加筋板周期间距的影响

7.3.11 空气传声和结构传声的对比

7.4 本章小结

第8章 填充吸声材料夹层板结构声振耦合特性的理论研究

8.1 引言

8.2 填充吸声材料夹层板结构的声辐射理论

8.2.1 简谐点力激励下的结构振动响应

8.2.2 声压方程与流固耦合条件

8.2.3 结构远场声辐射

8.2.4 数值结果收敛性检验

8.2.5 结构流固耦合效应的影响

8.2.6 多孔纤维吸声材料的影响

8.3 填充吸声材料夹层板结构的传声理论

8.3.1 结构振动和传声理论模型

8.3.2 结构周期特性的应用

8.3.3 虚功原理的应用

8.3.4 总体控制方程

8.3.5 理论模型验证

8.3.6 流固耦合效应对结构传声的影响

8.3.7 综合结构质量、力学刚度和传声损失的结构优化设计

8.4 本章小结

第9章 结论与展望

9.1 本书的主要工作与创新

9.2 研究展望

参考文献

附录A 方程式(4.69)的具体表达式

附录B 四种声学共振模态

附录C 波纹层芯的等效刚度

附录D 方程式(7.57)的具体表达式

附录E 方程式(7.118)的具体表达式

附录F 方程式(8.25)的具体表达式

附录G 方程式(8.71)的具体表达式

版权页:第1章绪论1. 1研究背景和依据复杂板壳结构通常是具有质量轻、刚度大、优良的抗冲击性能及散热性能等多功能特性的轻质结构,其被广泛地用作汽车、高速机车、舰船/潜艇及航空航天飞行器的外壳结构等[1~5]。一个典型的例子即为蜂窝三明治夹层板结构在美国F/A18大黄蜂舰载机和F117战斗轰炸机中的应用[6]:铝制的蜂窝夹芯通过高温黏合剂粘接在复合材料(石墨环氧)表皮上被用作飞机的蒙皮,其主要原因在于这种三明治夹层结构的蒙皮具有很高的比刚度和良好的形状加工性能,可同时满足轻质和机体强度寿命要求及复杂机身形状的成型工艺要求。鉴于复杂板壳结构在多个领域有着极为广泛和重要的应用,其结构振动和声场耦合问题日益受到人们的重视,其中一个重要方面就是结构声场的传入传出问题,如汽车、高速机车、航空航天飞行器等舱外噪声透过三明治夹层板外壳结构传入舱内及潜艇内部发动机噪声透过三明治夹层板外壳结构传出舱外[7]。高速飞行器(包括导弹、战斗机及民用运输机)在飞行过程中,机身与空气剧烈摩擦形成的湍流边界层会对机身产生非常强的随机声学激励,而喷气引擎也会产生巨大的噪声。这些噪声透过机身的金属壳体传入舱内,如果结构设计不当或没有采取适当的降噪处理,轻者可使飞行员、客舱服务员迅速感到疲劳,降低注意力,减少乘客的舒适感;重者噪声足以大到让飞行器的电子仪表和机械传动装置彻底失灵[8]。随着我国大飞机项目的实行,相关的声学流固耦合问题的动力学研究显得非常重要,如果解决不好机身外强噪声的传入问题,飞机的安全性和舒适性就得不到保证。另外,随着我国国民经济的快速发展,铁路系统迎来了第六次大提速,运行速度在200~350km/h的动车组已被广泛应用于载人运输。与高速飞行器相类似,由于动车组在运行时贴近地面且速度很快,同样会在车体外产生强烈的湍流边界层声学激励;当机车高速通过隧道时,对气流的剧烈扰动会产生很强的噪声,同时有强大的气流冲击车身。因此,车体的隔声性能和抗振性能都非常值得关注与研究。目前,动车组的车体主要采用进口的、层芯为蜂窝结构或波纹结构的三明治夹层板(铝合金或不锈钢),其结构振动及声学性能的理论研究和实验研究并不充分。掌握该种三明治夹层板的制备工艺,同时在保证其轻质、高强度、低振动和高隔声性能的前提下选取合理的结构参数,是实现动车组车体国产化、性能优化及降低成本的重要环节。除了高速飞行器和动车组所涉及的空气声学,在水声领域,潜艇作为动力机械、圆柱壳结构、武器装备和导航通信等多个复杂系统集成水下作战平台,其区别于一般舰艇的显著特征就是具有高度的隐蔽性,能够完成一般舰艇所不能完成的特殊作战。因此,潜艇的应用和发展受到各国海军的高度关注和重视[9,10]。随着水声对抗技术的不断发展,声呐对水下目标的识别和跟踪能力大大增强。尤其是我国的海上邻国日本,作为岛国其海军一贯重视反潜,具有世界一流的反潜能力。如何有效降低潜艇自身声源的目标强度以提高隐蔽性,已成为我国海军装备技术所急需解决的关键课题之一。潜艇在水下潜航,其壳体必须具有足够高的刚度和强度,因此在壳体的轴向和周向布置排列了很多加强筋、肋板,还有很多其他内部结构(如加筋强化的板架、基座等)。相应地,对潜艇的振动和声学性能的研究实际上主要是针对加筋圆柱壳进行研究。随着潜艇制造技术的发展,潜艇的外壳已由简单的单层壳发展为双层壳(或三明治夹层结构)及多隔舱结构,大大提高了壳体的强度和安全性,但也随之带来了结构动力学和声学性能的变化。如何合理地设计潜艇的外壳,使其具备更好的声学隐蔽性,是力学和结构声学领域非常值得关注的课题之一。此外,在日常生活中,邻近公路和建筑施工工地的居民楼的室内噪声严重影响人们的生活环境,已成为社会广泛关注的环境污染。如何提高建筑物的隔声能力是建筑声学的核心命题。现代建筑上广泛采用的轻质隔墙板由钢架连接的石膏板或水泥板构成[11],该种隔墙板就是典型的三明治夹层板结构,其隔声性能的研究有助于对其进行结构声学方面的优化设计。综上所述,复杂板壳结构的结构振动及声辐射/传声问题是一个非常重要的前沿研究课题,它不仅涉及国防安全(如飞机、潜艇的隐蔽性),同时也与人们的日常生活息息相关,关系到人类生存环境和居住舒适度,因而受到力学界、声学界等众多学者的广泛关注。在理论和实验上对这一挑战性的课题进行持续深入的研究,在不同应用背景下对汽车、高速机车、舰船/潜艇及航空航天飞行器工程中常用的板壳结构的材料选择和设计提供必要的理论和技术支持,都是极其重要和迫切的。结合本课题组近年来围绕“超轻多孔结构创新构型的多功能化基础研究”国家基础研究计划项目所开展的一系列工作,本书将介绍各类轻质板壳结构的振动和声学特性的国内外研究进展、现状及相关的研究成果。最后,针对目前存在的问题,讨论并展望有关轻质材料和结构的结构振动及声学性能的研究发展趋势。

1. 2研究思路及研究内容1. 2. 1研究目标及研究思路复杂板壳/板腔结构的声振耦合研究对降低汽车、高速机车、舰船/潜艇及航空航天飞行器等舱内外噪声至关重要。以往研究集中于简单

## 《轻质板壳结构设计的振动和声学基础》

板壳结构的振动响应问题，而对复杂板腔结构及二维周期加筋夹层板结构声振耦合特性方面的研究很少，尤其是对考虑外部流场及声场共同作用下复杂结构声振耦合的研究更是鲜见。因此，研究目标如下：在国家民用工业及国防工业减振降噪重大应用需求的牵引下，针对汽车、高速机车、舰艇/潜艇及航天航空飞行器中常用的复杂板壳/板腔结构的振动与声学耦合问题开展研究；结合实验验证研究建立相对完善的典型板壳/板腔结构的声振耦合理论表征体系；继而通过数值计算研究关键系统参数对结构声振耦合特性的影响；并进一步提出综合结构质量、力学刚度和声振耦合特性的创新优化设计概念及准则，以关键结构参数为优化设计变量对板壳结构进行综合力学和声学性能的结构优化设计；为典型板壳/板腔结构在民用工业及国防工业中的应用奠定理论基础、提供实验依据及技术支持。针对这一研究目标，研究内容将采取如图1.1所示的研究思路展开，具体如下：（1）首先开展理论研究，从基本的物理本质出发建立发展相应系统的声振耦合特性理论模型：双板空腔结构声振耦合特性理论模型；外部流场作用下板壳结构声振耦合特性理论模型；波纹层芯夹层板结构声振耦合特性理论模型；正交加筋夹层板结构声振耦合特性理论模型；填充吸声材料夹层板结构声振耦合特性理论模型。通过以上理论研究工作构建相对完善的结构声振耦合特性理论表征体系，为后续的机理分析和优化设计奠定理论基础。（2）对以上建立的理论模型开展实验验证研究，以证实理论模型的准确性和合理性：实际开展简支边界和固支边界条件下双板空腔结构传声特性的实验测量研究；将简化波纹层芯夹层板结构声振耦合特性理论模型与现有理论及实验结果进行对比验证；将简化正交加筋夹层板结构声振耦合特性理论模型与现有理论及实验结果进行对比验证。通过以上典型的实验验证研究，论证所建声振耦合理论体系的可靠性和适用性。（3）在理论研究及实验验证研究的基础上，通过数值计算分析揭示结构频散特性及声振耦合特性的物理机理，表征关键系统参数对结构声振耦合特性的影响，探究影响结构声辐射/传声性能的关键因素，基于基本的物理原理推导预测相关声学现象的闭合计算公式，并有针对性地探索相学问题，为后续的结构优化设计奠定机理分析基础。（4）对板壳结构提出综合考量结构质量、力学刚度和声振耦合特性的创新优化设计概念及准则，以关键结构参数为优化设计变量对板壳结构进行综合力学和声学性能优化设计方面的探索。通过以上工作来达到为板壳结构在减振降噪工程中的应用奠定理论基础、提供实验依据及技术支持的目标。

# 《轻质板壳结构设计的振动和声学基础》

## 编辑推荐

《轻质板壳结构设计的振动和声学基础》：国家科学技术学术著作出版基金。《轻质板壳结构设计的振动和声学基础》既可作为高年级大学生和研究生的教材，也可作为相关研究人员和工程师的参考书。

# 《轻质板壳结构设计的振动和声学基础》

## 精彩短评

- 1、不过比较专业，还没有细看
- 2、有前沿性的书，易懂。
- 3、恩，很难懂啊，我就觉得这类的专著对口面太窄了，。没有声学基础的人看这个会很吃力。
- 4、书的质量很高，不愧为名家之作。。不过比较专业，没有背景知识不容易看懂。

# 《轻质板壳结构设计的振动和声学基础》

## 版权说明

本站所提供下载的PDF图书仅提供预览和简介，请支持正版图书。

更多资源请访问:[www.tushu111.com](http://www.tushu111.com)