

# 演 艺 建 筑 声 学 装 修 设 计

项端祈摇王摇峥摇著  
陈金京摇项摇昆

摇摇摇摇摇摇摇摇摇摇摇



摇机 械 工 业 出 版 社

摇摇本书是以内装修设计满足声学要求,使声学功能与装修艺术融为一体为基点,简要阐述内装修设计必须具备的声学基础知识、业务范围、装修艺术与声学功能结合的实践活动以及各类演艺建筑声学装修设计的概况。

摇摇全书共分 愿章:第 员章,装修设计的声学基础;第 圆章,演艺建筑观演厅的声学装修设计综述;第 猿章,缘章分别为演艺建筑观演厅围护结构的隔声、界面吸声材料(或结构)和声扩散设计的原理及构造;第 远章,可调混响的装修和调控装置,系统地介绍了可调混响在厅堂设计中的作用、多种可调方式和计算机调控技术,以及国内外可调混响工程设计的现状和今后的发展前景;第 苑章,各类演艺建筑的声学装修设计概要,该章对八类演艺建筑的声学装修设计作概况介绍,并列举了相关的设计示例;第 愿章,声学装修设计的操作程序,主要叙述装修设计和施工不同阶段应开展的声学工作,使之实现声学设计指标和最终获得良好音质的目标。附录摘选了国内外演艺建筑声学装修设计的相关资料。

摇摇本书以装修设计师、建筑师、建筑施工和文化艺术管理部门的领导人员为主要读者对象。对声学工程师和大专院校相关专业的师生也有参考价值。

## 摇摇图书在版编目(CIP)数据

摇摇演艺建筑声学装修设计 / 赖端祈,王峥等著. —北京:机械工业出版社, 圆园园 员 月.

摇摇 缘 员 页.

摇摇 I. ①演… II. ①赖… ②王… III. ①文娱活动—公共建筑—工程装修—声学设计. ②建筑设计. 摇摇 IV. ①TU242.4②TU242.5

摇摇中国版本图书馆 CIP 数据核字( 圆园园 员 )第 员 员 员 员 号

摇摇机械工业出版社(北京市百万庄大街 圆园号 摇摇邮政编码 缘园园 园 园)

摇摇 策划编辑:赵摇摇 摇摇 版式设计:张世琴 摇摇 责任校对:刘志文

摇摇 责任编辑:何摇摇 摇摇 封面设计:张摇摇 摇摇 责任印制:施摇摇

摇摇 北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

摇摇 圆园园 员 年 员 月第 员 版·第 员 次印刷

摇摇 缘 员 页 员 员 印张·员 员 插页·源 源 千字

摇摇 圆园园 员 年 猿 月第 员 版

摇摇 定价:缘 员 元

摇摇 凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

摇摇 本社购书热线电话( 圆园园 员 ) 愿 愿 愿 愿 愿 愿 愿 愿 愿 愿

摇摇 封面无防伪标均为盗版

# 前 摇 言

摇摇演艺建筑最终获得的音质效果是与装修设计密切相关的。把声学功能与装修艺术融为一体的设计，常称之为声学装修设计。

摇摇演艺建筑与声学有关的内装修，主要是指有声学要求的厅、室，如音乐厅、歌剧院、戏剧院和多功能厅堂的观演厅和舞台，以及排练场、琴房、录音室、声控室和演播厅等用房。所有这些厅、室的声学设计指标，除了与体形相关的参量以外，主要决定于内装修设计是否正确。在某种情况下，内装修设计还肩负着改变体形和界面形式，适应声学要求的任务。由此可见，演艺建筑的内装修在声学设计中起到至关重要的作用。

摇摇当今的演艺建筑、特别是音质和装修要求较高的城市标志性建筑，通常分土建设计与装修设计两个阶段。土建设计阶段，声学设计的主要工作是配合建筑师作体形设计，达到声场的均匀分布，有足够的响度，较强和覆盖面大的早期反射声和消除音质缺陷，并利用计算机模拟试验作为辅助设计手段，有时还要借助于实体缩尺模型试验；装修设计阶段，主要是确定界面用材和构造，控制混响时间和消除音质缺陷。此外，通过模拟试验发现有不利的声反射或声场不均和早期声能利用不当时，就要求通过内装修设计加以弥补或修正，并承担实现最终声学效果的责任。

摇摇土建设计和装修设计有一家承接的，但绝大多数情况是由不同单位设计，分别招标组织施工。而声学设计将贯穿由工程设计招、投标开始，经方案深化和初步设计，施工图和装修设计，直至竣工调试的全过程，因此，声学工程师必须熟悉工程设计的操作程序和各阶段应配合的工作。为了充分贯彻声学设计的意图并能付诸实施，就必须与有关专业的设计和施工人员密切协作。特别是要与装修设计和施工人员合作，合作的基础是使参与设计和施工的人员了解声学，懂得各类材料和构造的声学特性，以便充分发挥他们的才智，共同承担实现完美音质效果的重任。这就是编写本书的宗旨。

摇摇本书以装修设计的工程实践为基点，简要阐述声学基础知识，然后，按装修设计与声学专业配合工作的程序展开介绍相关内容，并以大量声学装修构造和所获得的艺术效果作为示例，供设计参考。试图做到理论联系实际，功能与效果相结合，图文并茂，使之成为一本实用的声学装修设计图书，以填补声学

装修设计图书的空白。

摇摇本书由北京市建筑设计研究院和北京自动化系统工程设计院两个单位的四位工程师合作编写，其分工如下：

摇摇项端祈：第 员 圆章和第 苑 愿章；

摇摇陈金京：第 猿章和附录；

摇摇王摇峥：第 源 缘章；

摇摇项摇昆：第 远章和附录。

摇摇本书是在演艺建筑工程设计极为繁忙的情况下写作的，虽经多次审核和协调，但不当之处在所难免，望读者见谅并指正。

项端祈

于北京市建筑设计研究院

圆园零年 员园月

# 目 录

前言	
第 1 章 装修设计的声学基础	1
1.1 概述	1
1.2 声音的产生、传播和人耳的听觉特性	1
1.3 声音的产生和传播	1
1.4 声速、频率和波长	1
1.5 声波的反射、衍射和散射	1
1.6 人耳的听觉特性	1
1.7 声音的计量	1
1.8 声压、声强和声功率	1
1.9 声级和分贝	1
1.10 声强级、声压级、声功率级	1
1.11 声压级的叠加	1
1.12 语言和音乐	1
1.13 语言	1
1.14 音乐	1
1.15 室内声学	1
1.16 声反射	1
1.17 室内声场与声压级计算	1
1.18 混响过程和混响时间	1
1.19 房间共振	1
1.20 内装修与音质	1
第 2 章 演艺建筑观演厅的声学装修设计综述	2
2.1 概述	2
2.2 观演厅体形设计中的装修任务	2
2.3 内装修改变体形和界面形式	2
2.4 细部处理	2
2.5 内装修设计中,声学功能与艺术效果的结合	2
2.6 吊顶的装修设计	2
2.7 墙面的装修设计	2
2.8 观演厅声学辅助设施的设计和配置	2
2.9 舞台和演奏台声学装修设计	2
2.10 舞台声学装修设计	2
2.11 舞台活动音乐罩	2
2.12 演奏台的声学装修设计	2
2.13 演奏台上乐队和合唱台阶设计	2
2.14 座椅的选择和配置	2
2.15 座椅的选择	2
2.16 座椅的配置	2
第 3 章 演艺建筑观演厅围护结构的隔声与减振	3
3.1 概述	3
3.2 围护结构空气声的隔绝	3
3.3 构件的隔声量	3
3.4 单层匀质墙的“质量定律”	3
3.5 双层墙(构件)的隔声	3
3.6 空气声隔声的单值评价量	3

——平均隔声量和计权	
隔声量 .....	愿
摇摇猿摇影响墙体(构件)隔声量的	
因素 .....	愿
摇摇猿摇吻合效应 .....	愿
摇摇猿摇孔洞和缝隙对隔声的	
影响 .....	愿
摇摇猿摇施工因素 .....	愿
摇摇猿摇演艺建筑观演厅围护结构隔声	
量的确定和选择 .....	愿
摇摇猿摇外墙和屋顶结构 .....	愿
摇摇猿摇内隔墙 .....	愿
摇摇猿摇门和“声闸” .....	愿
摇摇猿摇窗和放映孔 .....	愿
摇摇猿摇构件的综合隔声量 .....	愿
摇摇猿摇固体声的隔离 .....	愿
摇摇猿摇楼板的撞击隔声 .....	愿
摇摇猿摇改善楼板撞击声的途径 .....	愿
摇摇猿摇屋顶板的撞击隔声 .....	愿
摇摇猿摇浮筑构造的设计 .....	愿
摇摇猿摇整体浮筑即“屋中屋”	
结构 .....	愿
摇摇猿摇浮筑地面结构 .....	愿
摇摇猿摇浮筑结构的施工程序 .....	愿
摇摇猿摇浮筑轻质墙体构造及其隔	
声量 .....	愿

## 第 源章 摇摇演艺建筑观演厅的吸声材料 (或结构) .....

摇摇猿摇概述 .....	愿
摇摇猿摇吸声材料的类别和声学特性 .....	愿
摇摇猿摇多孔性吸声材料 .....	愿
摇摇猿摇共振吸声材料(或	
结构) .....	愿
摇摇猿摇空间吸声体——特殊吸声	
结构 .....	愿
摇摇猿摇新型吸声材料的构造和装修	
效果 .....	愿

摇摇猿摇装饰吸声板 .....	愿
摇摇猿摇晕说卡罗姆金属吸	
声板 .....	愿
摇摇猿摇有机环保吸声棉板 .....	愿
摇摇猿摇喜来吸声木丝板 .....	愿
摇摇猿摇赛丝纶吸声装饰板 .....	愿
摇摇猿摇座椅吸声和听众的吸声增量 .....	愿
摇摇猿摇使用吸声材料和结构的常见	
错误 .....	愿

## 第 缘章 摇摇演艺建筑的声扩散 设计 .....

摇摇猿摇概述 .....	愿
摇摇猿摇不规则空间(形体)的构成 .....	愿
摇摇猿摇建筑围护结构构成的不	
规则空间 .....	愿
摇摇猿摇利用厅堂内的座席和包厢	
构筑不规则空间 .....	愿
摇摇猿摇借助空间分割破坏规则的	
空间 .....	愿
摇摇猿摇通过内装修实现空间的不	
规则 .....	愿
摇摇猿摇几何形体的扩散结构 .....	愿
摇摇猿摇分散式布置吸声材料 .....	愿
摇摇猿摇特殊扩散结构 .....	愿
摇摇猿摇扩散设计与内装修的结合 .....	愿

## 第 远章 摇摇可调混响的装修和调控 装置 .....

摇摇猿摇概述 .....	愿
摇摇猿摇演艺建筑观演厅可调混响设计	
的基本形式 .....	愿
摇摇猿摇改变厅内吸声量的方法 .....	愿
摇摇猿摇改变厅内容积的方法 .....	愿
摇摇猿摇配置混响室的方法 .....	愿
摇摇猿摇观演厅可调装修构造的设计 .....	愿
摇摇猿摇观演厅可调混响幅度的	

确定 .....	员园	摇摇苑园园摇摇现代歌剧院观演厅和舞台的 装修用材选择 .....	园园
摇摇源园园摇摇影响可调混响时间的诸 多因素 .....	员员	摇摇苑园园摇摇现代歌剧院的声学装修 设计 .....	园缘
摇摇源园园摇摇厅堂内可调混响幅度的 频率特性 .....	员源	摇摇苑园园摇摇话剧院和地方戏剧院 .....	园园
摇摇源园园摇摇可调吸声结构形式的选择和 装修效果 .....	员缘	摇摇苑园园摇摇话剧院 .....	园园
摇摇源园园摇摇帘幕式可调结构 .....	员缘	摇摇苑园园摇摇京剧院和地方戏剧院 .....	园园
摇摇源园园摇摇翻板可调结构 .....	员缘	摇摇苑园园摇摇话剧院和地方戏剧院的声学 装修设计 .....	园员
摇摇源园园摇摇百页式可调结构 .....	员远	摇摇源园园摇摇音乐、戏剧和舞蹈排练厅 .....	园源
摇摇源园园摇摇旋转可调结构 .....	员远	摇摇苑园园摇摇音乐排练厅 .....	园远
摇摇源园园摇摇升降式可调结构 .....	员远	摇摇苑园园摇摇戏剧排练厅 .....	园园
摇摇源园园摇摇空腔式可调结构 .....	员远	摇摇苑园园摇摇舞蹈排练厅 .....	园园
摇摇源园园摇摇可调吸声结构的调控设施 .....	员园	摇摇苑园园摇摇琴房 .....	园猿
摇摇源园园摇摇国内外观演厅可调吸声结 构的调控设施 .....	员园	摇摇苑园园摇摇琴房的噪声控制 .....	园猿
摇摇源园园摇摇我国观演厅可调吸声结构 计算机调控的新进展 .....	员猿	摇摇苑园园摇摇琴房的室形和混响时间 .....	园源
摇摇源园园摇摇观演厅可调混响的工程设计 实践 .....	员缘	摇摇苑园园摇摇琴房的声学装修设计 .....	园缘
摇摇源园园摇摇佛山金马剧院 .....	员远	摇摇苑园园摇摇录音棚 .....	园园
摇摇源园园摇摇广州星海音乐厅室内 乐厅 .....	员员	摇摇苑园园摇摇对白录音棚 .....	园园
摇摇源园园摇摇汕头广播剧院 .....	员园	摇摇苑园园摇摇音乐录音棚 .....	园员
摇摇源园园摇摇北京保利剧院 .....	员猿	摇摇苑园园摇摇音乐录音棚的声学装修 设计 .....	园园
第 苑章摇摇各类演艺建筑的声学装 设计概要 .....	员园	摇摇苑园园摇摇电影院和标准放映室——还 音室 .....	园缘
摇摇苑园园摇摇音乐厅建筑 .....	园员	摇摇苑园园摇摇电影院 .....	园缘
摇摇苑园园摇摇传统音乐厅的装修和 陈设 .....	园员	摇摇苑园园摇摇标准放映室 .....	园远
摇摇苑园园摇摇现代音乐厅声学内装修用材 选择的准则 .....	园园	摇摇苑园园摇摇电影院和标准放映室的声学 装修设计 .....	园远
摇摇苑园园摇摇现代音乐厅的声学装修 设计 .....	园园	摇摇苑园园摇摇演播室和广播剧院 .....	园园
摇摇苑园园摇摇歌剧院建筑 .....	园园	摇摇苑园园摇摇演播室 .....	园园
摇摇苑园园摇摇传统歌剧院的装修和 陈设 .....	园园	摇摇苑园园摇摇广播剧院 .....	园园
		摇摇苑园园摇摇演播室和广播剧院的声学 装修设计 .....	园猿
		第 愿章摇摇声学装修设计的操作 程序 .....	园缘
		摇摇园园园摇摇概述 .....	园园
		摇摇园园园摇摇内装修用材的选择——声学	

计算 .....	猿苑	吸声系数 .....	猿猿
摇摇摇摇实体缩尺声学模型试验——配 合装修施工图设计 .....	猿怨	摇摇摇摇座椅和观众的吸声量 .....	猿园
摇摇摇摇摇摇实体模型缩尺比的确定 .....	猿怨	摇摇摇摇北京市建筑设计研究院声学 实验室(混响室)测定值 .....	猿园
摇摇摇摇摇摇缩尺声学模型试验 .....	猿怨	摇摇摇摇摇摇座椅和观众的实测吸 声量 .....	猿园
摇摇摇摇摇摇缩尺声学模型试验测定 结果的修正 .....	猿怨	摇摇摇摇摇摇观众的吸声增量 .....	猿园
摇摇摇摇摇摇缩尺声学模型试验实例——上 海东方艺术中心音乐厅 .....	猿员	摇摇摇摇摇摇澳大利亚墨尔本皇家技术研 究所混响室测定值 .....	猿猿
摇摇摇摇现场中间(中期)试验——调整 内装修用材和构造 .....	猿远	摇摇摇摇摇摇西贝(塞普)公司生产的塑 料架软座吸声量测定 .....	猿猿
摇摇摇摇竣工、试用时的声学调试 .....	猿愿	摇摇摇摇摇摇同一座椅在不同季节 测得的观众吸声量 .....	猿猿
摇摇摇摇试用和初步主观评价 .....	猿愿	摇摇摇摇摇摇日本武藏工业大学混响室的 测定值 .....	猿猿
摇摇摇摇摇摇评价方法 .....	猿怨	摇摇摇摇摇摇几种座椅和观众的吸 声量 .....	猿猿
摇摇摇摇摇摇评价节目源 .....	猿园	摇摇摇摇摇摇观众的吸声增量 .....	猿源
摇摇摇摇摇摇放声系统和评价人的 条件 .....	猿员	摇摇摇摇摇摇国外有关座椅和观众吸声增 量的测定值 .....	猿源
摇摇摇摇摇摇计算方法(评价结果) .....	猿员	摇摇摇摇摇摇国外有关观演厅座椅吸声 量的实验室测定值 .....	猿源
附录 .....	猿猿	摇摇摇摇摇摇国外有关观众坐在软椅上的 吸声量测定值 .....	猿源
摇摇附录 粤摇传统与现代音乐厅概况 资料 .....	猿缘	摇摇摇摇摇摇国外有关观众坐在软椅上的 吸声增量 .....	猿缘
摇摇摇摇粤摇传统音乐厅 .....	猿缘	摇摇附录 云摇织物帘幕和胶合板共振结 构的吸声性能 .....	猿缘
摇摇摇摇粤摇圆一圆世纪音乐厅 .....	猿缘	摇摇摇摇云摇织物帘幕的吸声性能 .....	猿缘
摇摇附录 月摇传统与现代歌剧院概况 资料 .....	猿苑	摇摇摇摇云摇胶合板共振结构的吸声 性能 .....	猿远
摇摇摇摇月摇传统歌剧院 .....	猿苑	参考文献 .....	猿愿
摇摇摇摇月摇圆一圆世纪现代歌剧院 .....	猿愿		
摇摇附录 悦摇国内剧院和地方戏剧院 概况资料 .....	猿怨		
摇摇摇摇悦摇剧院和多功能剧院 .....	猿怨		
摇摇摇摇悦摇地方戏剧院 .....	猿员		
摇摇附录 阅摇观演厅内装修常用材料的			

## 第 缘 章

# 演艺建筑的声扩散设计

---

缘 缘 概述

缘 缘 不规则空间(形体)的构成

缘 缘 几何形体的扩散结构

缘 缘 分散式布置吸声材料

缘 缘 特殊扩散结构

缘 缘 扩散设计与内装修的结合



佛山金马剧院

## 缘圆瑶概述

摇摇扩散具有双重意义。第一是指界面反射的扩散，当一个声波入射到一个平整的表面时，根据几何声学的原理，它将按照入射角等于反射角的原理产生镜向反射，而且一个入射声只能产生一个反射声，但当一个声音入射到相对于波长来说一个凹凸不平的表面时，就会使声音的反射打破镜向反射的规律，而是无规律地向不同的方向散射，这就是我们所说的界面反射的扩散。第二是指声场的扩散，在声场中的一点，如果声音来自于各个方向，而且来自各方向的声音能量相等，则认为在该点声场是完全扩散的，反之，在声场中的一点的声音仅来自于一个方向，则认为该点的声场是完全不扩散的。采用扩散界面的目的是为了获得扩散的声场。扩散主要有以下几个作用：

摇摇• 可以使我们欣赏音乐时有一种沉浸在音乐中的感觉，这对以自然声演出的音乐厅来说尤为重要。因为一个声场扩散效果好，表明声音来自各个不同的方向，欣赏者被包围在音乐之中，声音听起来比较优美和柔和，有较好的空间感。

摇摇• 可以消除由于厅堂体形的原因而产生的声学缺陷，如一些圆形或凹弧形的房间，如果声音在界面上按照镜向反射原理反射的话，就有可能出现声聚焦等声学缺陷。但如果将房间的界面做成扩散面，则声音在界面上将无规则地向各方向散射，因此也就消除了声学缺陷。

摇摇• 可以消除小房间的简正振动的影响。因为在规则的小房间内，如琴房、录音室等，由于简正振动的影响，会产生驻波，导致室内的声场不均匀。如果将房间设计成不规则的形状，或将房间的界面设计成扩散面，以增加声场的扩散程度，就可以消除室内的驻波，使声场变得均匀。

摇摇在演艺建设的声学设计中，声扩散是一项重要的设计指标。但根据不同的类别和使用功能，对声扩散的要求也不尽相同。在音乐厅、歌剧院和自然混响音乐录音棚建筑中，对声扩散的要求较高；对地方戏剧院、多功能厅等建筑，相对地要低一些。而对于强吸声界面的电影院、录像厅，分声道录音棚来说，特别是立体声影院，声扩散就失去其功能了。

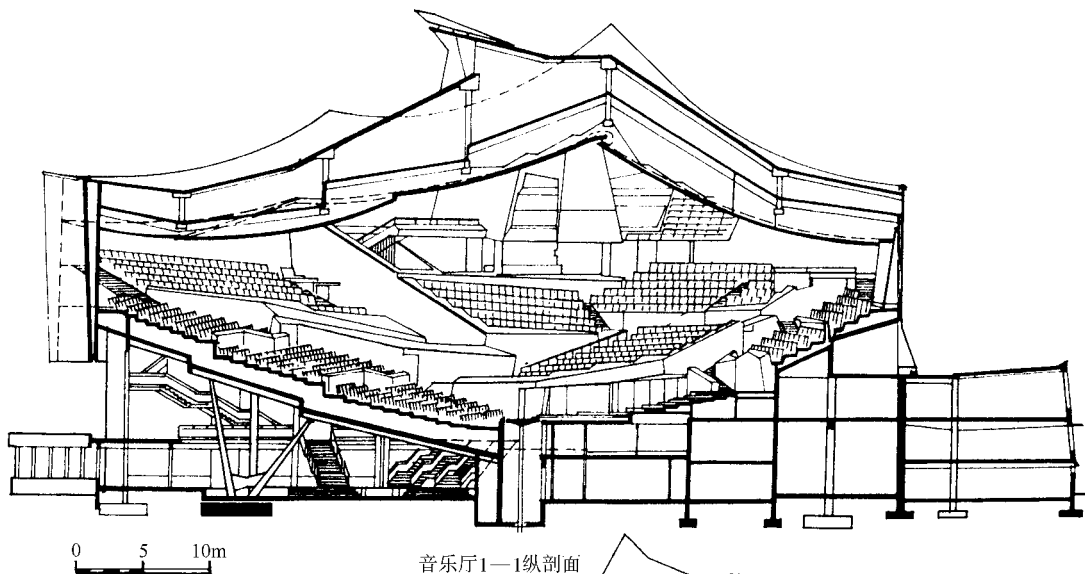
摇摇建立不规则的空间形体，在大型厅堂内，通常是在土建筑设计阶段完成。对小容量的厅、室，特别是录音播音建筑，则多数是在装修设计阶段根据土建的概念设计，进行深化设计后完成的。

## 缘圆瑶不规则空间(形体)的构成

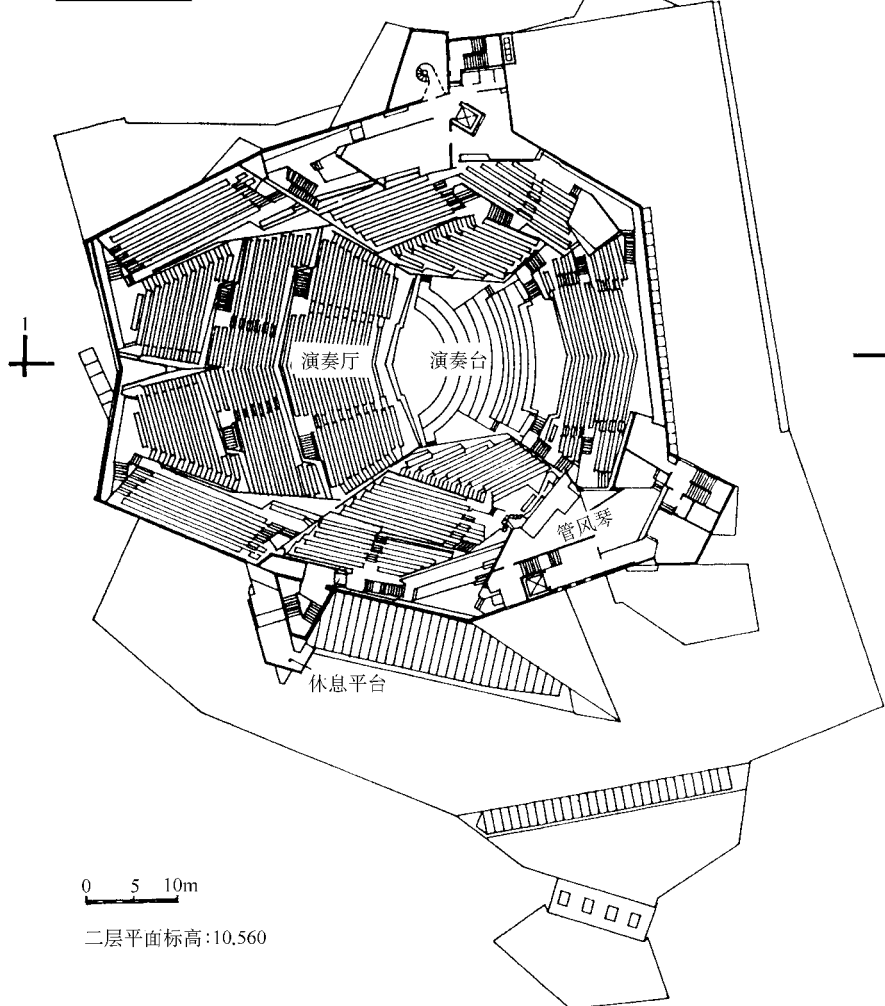
摇摇演艺建筑的厅、室，采用不规则的空间(形体)，有利于声音的扩散。构成不规则的空间有多种方式：在大容量的观演厅内，可采用不规则的平面、剖面形式，或在对称的厅室内，不规则地分割空间，以及利用楼座、跌落包厢等设施来实现；在小容量的厅、室内则常用内装修或双层结构(满足隔声、减振要求)的内层，构筑不规则空间。采用的方式虽各不相同，但目的是一致的。

### 缘圆瑶建筑围护结构构成的不规则空间

摇摇在音乐厅和音乐录音棚建筑中，为了获得良好的声扩散，常用建筑的围护结构，即从建筑的平面、剖面设计，建立完全不规则的空间。最典型的示例是德国柏林于 20 世纪 50 年代初建成的“爱乐”交响乐大厅。它是一个中心式演奏台的完全不规则空间的音乐厅。图 缘圆瑶



音乐厅1—1纵剖面



二层平面标高:10.560

图 续 德国柏林“爱乐”交响乐大厅平面、剖面

和图 缘圆分别为该厅的平面、剖面和内景。实践表明,大厅具有良好的声扩散,但给建筑设计和施工却带来不少困难。建筑师必须按平面图纸每隔 缘皂皂绘制一个剖面图,但仍不能满足施工人员的要求,还需亲临现场指导。由此,在之后的厅堂建设中,不规则的程度略有约束,但用围护结构构成不规则的空间形式,一直延续不断。特别是在德国、芬兰等国仍相当流行。如德国的斯图加特音乐厅、贝多芬音乐厅、加斯特许音乐厅、布莱梅音乐厅和芬兰的赫尔辛基音乐厅、音乐会堂音乐厅,以及北美、欧洲的其他许多音乐厅等均有采用不规则空间的。图 缘缘即为几个不规则空间的音乐厅。



图 缘缘 德国柏林“爱乐”交响乐大厅内景

摇摇在音乐录音棚建筑中声扩散的要求很高,常采用不规则空间,但由于容积较小,故通过围护结构直接建立不规则空间的不多。在国内,文化部音乐研究所音乐录音棚即为一例。图 缘原为其平面布置,图 缘缘为其内景。

### 缘圆 摇摇利用厅堂内的座席和包厢构筑不规则空间

摇摇在观演厅内利用楼座、跌落包厢和不同标高座席的矮墙构筑不规则空间,不仅能获得良好的声扩散,同时,如设计得当,还有能给观众提供早期反射声和良好的视觉效果,以及消除音质缺陷等功能。例如美国加州的奥兰治演艺中心多功能剧院的观众厅,把 猿园园名观众分布在四个不同标高(升起)的座席上,通过不规则的配置构成了良好的声扩散空间。同时,还改善了宽大型厅堂内缺乏早期侧向反射声的状况。图 缘苑和图 缘苑分别为该厅的平面和内部空间照片。

摇摇西班牙的贝尼多姆剧院,则是通过不同高度和形状的包厢和挑台建立不规则空间的,起到丰富空间、改善视线和获得良好的声扩散等多重作用。图 缘愿为贝尼多姆剧院观演厅内景。

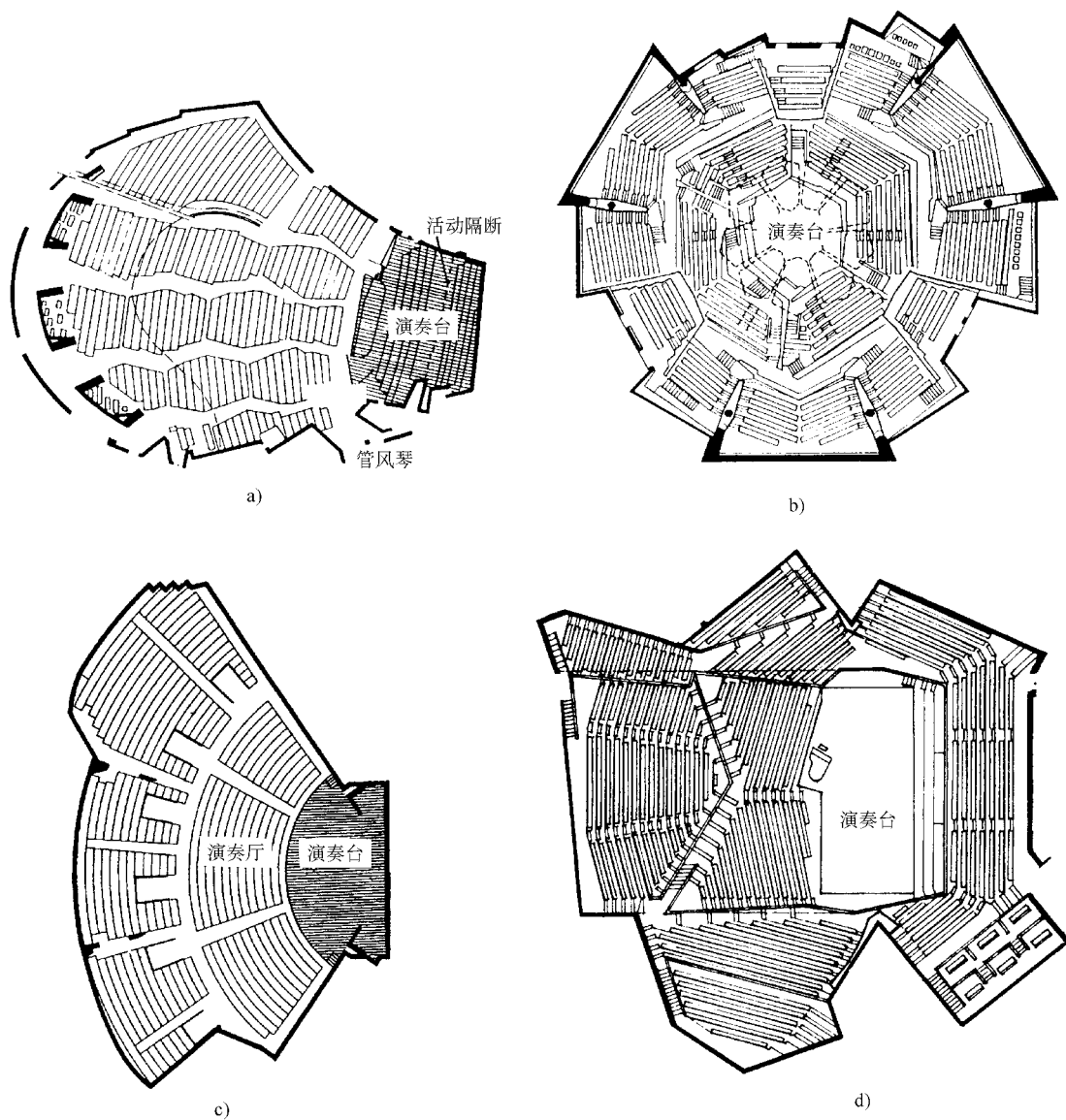


图 缘 缘 缘 缘 几个不规则空间的德国和芬兰的音乐厅

缘 缘 缘 缘 斯图加特音乐厅(德国)缘 缘 柏林室内乐厅(德国)缘 缘 赫尔辛基音乐厅(芬兰)缘 缘 布莱梅音乐厅(德国)

摇摇广东佛山金马剧院的观演厅采用圆形平面，利用楼座 愿个凸弧形包厢栏板来实现防止凹弧形墙面的声聚集、改善大厅的声扩散的目的。图 缘 缘 即为该厅的内景。

摇摇有关利用堂厅内的楼座、包厢构筑不规则室间空间的实例不胜枚举，这里不一一介绍了。

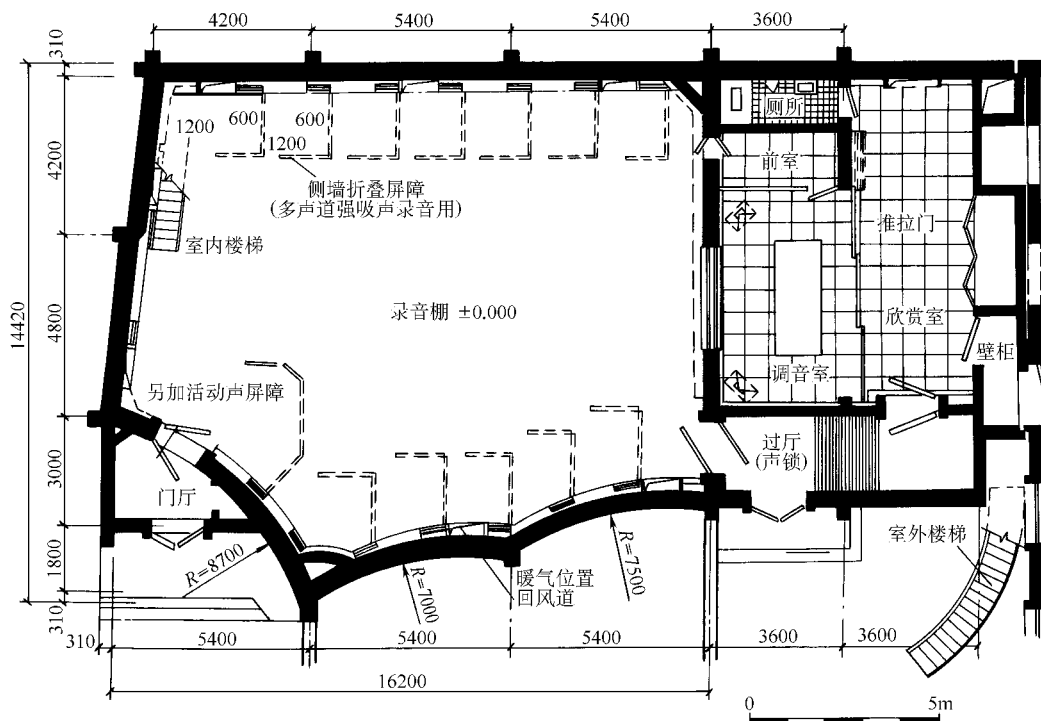


图 缘缘 北京文化部音乐研究所音乐录音棚平面

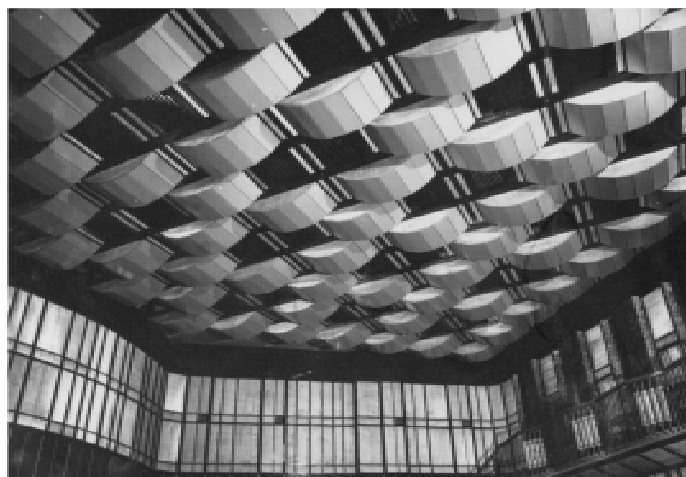


图 缘缘 北京文化部音乐研究所音乐录音棚内景

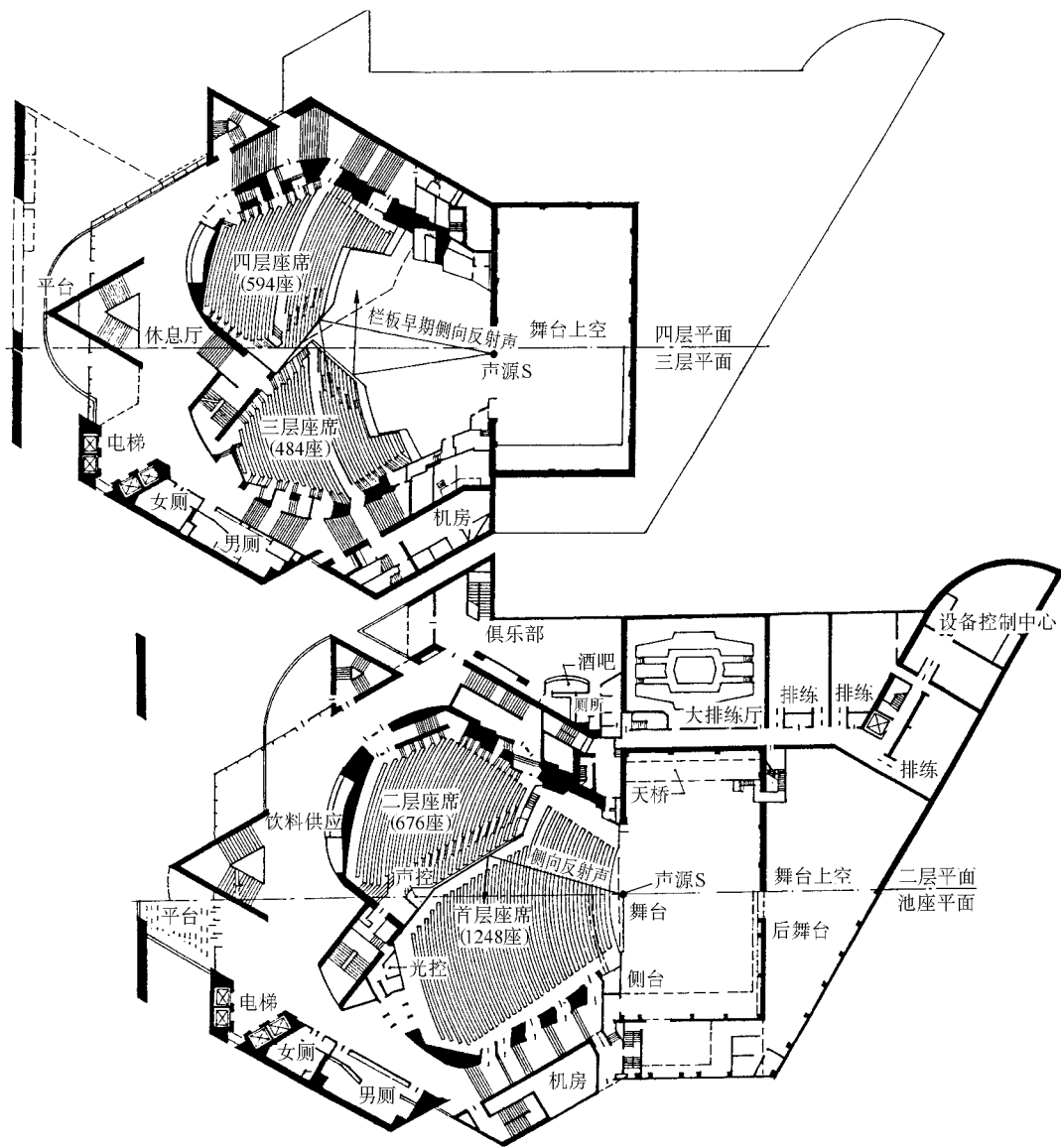


图 缘圆瑶美国加州奥兰治演艺中心多功能剧院平面

### 缘圆瑶借助空间分割破坏规则的空间

摇摇在厅堂内分割空间通常是出于某种功能上的特殊需要。例如为了改变使用功能，适应多功能剧目的要求：美国阿克伦大学的托马斯艺术厅为适应交响乐、独奏(唱)、歌剧、话剧、舞蹈和音乐剧的多功能演出要求，通过可升降的吊顶分割空间，并利用悬吊反射板的凸弧形结构，建立多种不规则空间，除了实现改变容积的要求以外，还可获得均匀的声场分布和良好声扩散的多重目标。图 缘圆为该厅的剖面 and 三种典型分割的形式。

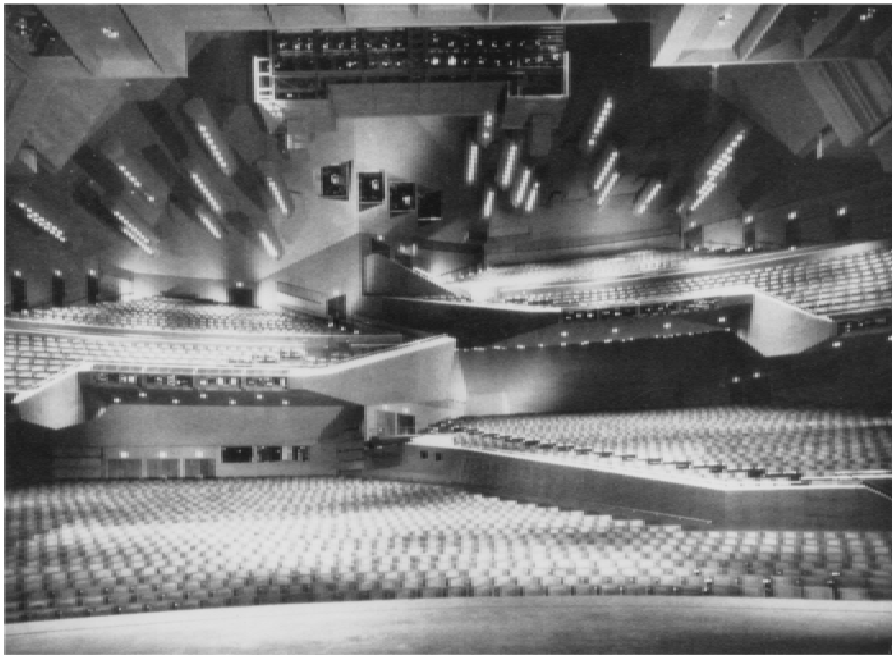


图 缘



图 缘

图 缘 美国加州奥兰治演艺中心多功能剧院观众厅不规则空间内景



图



图

图 缘瑶西班牙贝尼多姆剧院观演厅内景