

北京市建筑设计研究院学术丛书

ACADEMIC SERIES OF BEIJING INSTITUTE OF ARCHITECTURAL DESIGN AND RESEARCH

音乐建筑

——音乐·声学·建筑

项端祈 著

Music Buildings — Music · Acoustics · Buildings



中国建筑工业出版社

CHINA ARCHITECTURE & BUILDING PRESS

(京)新登字035号

图书在版编目(CIP)数据

音乐建筑——音乐·声学·建筑/项端祈编著. —北京:
中国建筑工业出版社, 1999

(北京市建筑设计研究院学术丛书)

ISBN 7-112-03834-0

I. 音… II. 项… III. 建筑声学—声学设计 IV. TU112.4

中国版本图书馆CIP数据核字(1998)第08868号

北京市建筑设计研究院学术丛书

音乐建筑

——音乐·声学·建筑

项端祈 编著

中国建筑工业出版社 出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店 经销

精美彩色印刷有限公司制版印刷

开本: 889×1194毫米 1/16 印张: 21½ 字数: 660千字

1999年6月第一版 1999年6月第一次印刷

定价: 220.00元

ISBN 7-112-03834-0

TU·2969(9107)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码100037)

内 容 提 要

建筑、音乐与声学通过音乐建筑把三者有机地融为一体。厅堂作为乐器(发声器)的组成部分——共鸣箱，达到美化音色、满足音乐欣赏、音乐教学和音乐录音等的各种要求。本书侧重于音乐建筑设计的实践活动。主要阐述各类音乐建筑的声学设计原理，以及为获得良好音质所采取的建筑措施。全书共设 8 章：第1章为概论，简述建筑、音乐与声学三者的关系，以及发声器(乐器和演员)的声学特性；第2章为声学设计综述；3至第8章分别介绍各类音乐建筑的声学设计，并列举了60个工程设计实例，展示国内外音乐建筑实践活动的概况和未来的发展趋势；第8章为音乐建筑工程的施工、调试和验收。本书以建筑师为主要对象，但就其内容所及，它对室内装修设计、建筑施工、厅堂管理和有关领导部门，以及大专院校建筑系师生等均有参考价值。

责任编辑 王玉容
封面设计 杨春风 张树杰
版式设计 郑秋菊
英文翻译 刘河

北京市建筑设计研究院
学术丛书
编辑委员会名单

顾问：张 铸 张开济 赵冬日
熊 明 胡庆昌

编辑委员会主任：吴德绳

副主任：李铭陶 何玉如

编辑委员：吴德绳 李铭陶 何玉如
朱宝新 陈 杰 白俊琪
魏国龙 马国馨 刘 力
柴裴义 柯长华 曹 越
洪元颐 赵景昭 姚焕华
陈 绮 金 磊 吴竹涟

常务编辑委员：赵景昭 姚焕华 陈 绮
金 磊 吴竹涟



项端祈

北京市建筑设计研究院教授级高级工程师，江苏苏州人，1933年12月出生。1956年毕业于东北大学建筑系。1957~59年，在著名声学专家马大猷教授指导下接受建筑声学的启蒙教育，并在北京大学物理系进修声学基础课程。在至今的40多年里，从事建筑声学的研究和设计工作：曾参与人大会堂的声学设计、主持了佛山金马剧院、星海音乐厅、音乐院校、北京国际会议中心、北京电影厂、电台、电视台等百余项国内外大型工程的声学设计，获得了良好的音质而多次获奖，1988年获北京市有突出贡献的专家称号。专著有《实用建筑声学》等八部，在国内外刊物上发表论文180余篇。现任北京声学学会理事长，中国声学学会常务理事。

前 言

我院——北京市建筑设计研究院伴随共和国诞生、成长。永茂设计公司设计部是我院前身。1949年10月1日永茂同仁们兴高采烈地打着门旗参加在天安门广场举行的开国大典，标志着我院的成立。永茂当时是由市政府派副秘书长李公侠直接领导并参与筹建的，是北京市第一家国有建筑设计部门。隶属关系历经多次更迭，1953年改称北京市设计院，1989年更名为北京市建筑设计研究院。开始，永茂的技术干部不足10名，随着首都基本建设形势的发展，设计任务的增多，职工队伍不断壮大，人来人往，调进调出，直至现在，在我院工作过的已有近3700人。

北京作为世界历史文化名城又是共和国的首都，是党、政、军首脑机关的所在地，是各国驻华使馆和一些国家领事馆的集中地；国际、国内的政治、经济、文化、外交等各种会议和交流活动十分频繁，首都的特殊地位、特殊作用需要大规模、高水平、高质量的建筑。面对光荣而艰巨的任务，我院五十年来，历届领导和全体职工兢兢业业，艰苦创业，成就卓著。为文化古都、现代城市的建设，我院科技人员勤思奋笔，至今已设计各类建筑12000万平方米，相当于解放时北京市建筑总面积的6倍。

时势造英雄，首都大规模建设的客观要求，赋予我院得天独厚的发展机遇。尤其在八十年代以前，我院是北京市唯一一家以民用建筑为主的大型建筑设计院，承接设计任务的担子很重。为满足工期的紧迫要求，全院职工常常加班加点，整个设计大楼晚上灯火通亮犹如水晶宫；特别是改革开放以来，思想解放，观念更新，使我们在建筑创作和科学技术的发展上面对世界，大开眼界，更取得了突飞猛进的发展。五十年来，我院设计任务规模之大技术之复杂，使我们这支队伍学先进、钻技术、搞科研，在实践中经受锻炼，茁壮成长，造就了一批杰出人才，建立和完善了一整套管理机制。我们有一大批优秀作品屹立于北京、全国乃至世界各地，有一大批优秀科研成果应用于实践。

我院的五十年，是广大职工努力拼搏的五十年，是欣欣向荣、蓬勃发展的五十年，是为首都建设作出重大贡献的五十年，是为行业发展、设计技术进步取得重大成就的五十年，是各专业技术人才辈出的五十年。这一切成就都是在历届中央的许多领导同志的关心、爱护下，在市委、市政府的直接领导下和市各有关部门及社会各界的大力支持和帮助下所取得的。五十年的光辉历程将光荣地载入史册。

在建筑设计领域里，我院很多同志勤勤恳恳工作数十年，有些同志甚至奉献了一辈子。他们努力繁荣建筑创作，探索设计理论，发展专业技术，进行科学研究，在学术水平、专业理论和实践经验上不乏超常的提高和进步，他们中的不少人已成为这个行业的技术专家，学术权威。他们不愧为设计院的骄傲，设计院的栋梁，不愧为首都建设队伍中的中流砥柱。有些同志不仅在北京，以至在全国都不愧为技术上的排头兵，行业的带头人。几十年来，我院一贯有重视人才，重视科研，重视技术信息，重视技术装备，重视管理的优良传统。为了设计院的发展，一直注意为技术人员创造条件，帮助他们把学术上的独到创见，技术上的重大成就，工作实践中的丰富经验进行提炼总结，著书立说，传播社会，留给后人。我们把这些看作是我们这个院，我们这支队伍，我们这些同志奉献给社会的宝贵财富。

在建国五十周年大庆及我院五十华诞即将到来之际，我们以什么样的态度，以什么样的形式来纪念这个节日呢？

经过认真研究确定，投入必要的人力、物力、财力，集中出版一套学术丛书，包括一本院庆

五十周年纪念集和十本学术著作，请一部分专家学者把他们所取得的学术成就，重大的科学技术成果，编撰出版，奉献给社会。这种方式无疑是隆重、简朴和有意义的。因为这不仅是物质财富创造过程中的经验总结，可供借鉴；同时，也是在创造物质财富过程中进行精神财富创造的重要体现，是精神文明建设的一个组成部分；也是科教兴院方针落实的一个重要方面。据不完全统计，我院历年来正式出版的专著、图集数已过百，并编制出版了大量通用图、试用图及各种内部的技术资料。还有我院的学术期刊《建筑创作》，经常不断地发表一些同志的文章作品。近年来陆续出版了一些专著：如《我的建筑创作道路》（张 铸）、《建筑创作的时代精神》（熊明）、《医院建筑》（赵冬日、陈惠华）、《北京亚运建筑》、《丹下健三》（马国馨）、《伸出式舞台剧场设计》（魏大中等）、《剧场建筑声学设计实践》（项端祈）、《实用建筑声学》（项端祈）、《现代办公楼设计》（翁如璧）、《建筑实录》、《舞台表演建筑》、《国外建筑实例汇编》、《栋梁集》、《居住区规划与环境设计》（白德懋）、《恩济里——小区规划理论与实践》（白德懋）等，最近又出版了《赵冬日大师作品选》、《当代中国著名机构优秀建筑作品丛书——北京市建筑设计研究院专辑》、《城市设计学——理论框架·应用纲要》（熊明）、《城市灾害学原理》（金磊）等。现在，为纪念五十周年院庆，又出版11本书，有建筑创作理论的探讨，有个人作品的选编，有对某类建筑设计实践的总结，国际、国内资料的选编，还有近几年我院方案创作的选编，多年来优秀论文的汇编等等，尽量避免与过去已经出版过的内容有过多的交叉和重复。但由于人力、物力、财力所限，出这11本书已属不易，没能组织更多的同志编撰，尚待今后陆续进行。

这次出版的11本书的书目是：

1. 《北京市建筑设计研究院成立50周年纪念集》（1949—1999）
2. 《创作·理性·发展——北京市建筑设计研究院学术论文选集》
3. 《面向未来的建筑——设计方案精选》
4. 《空间与环境——室内设计作品选》
5. 《商业建筑》
6. 《住宅设计50年——北京市建筑设计研究院住宅作品选》
7. 《音乐建筑——音乐·声学·建筑》
8. 《日本建筑论稿》
9. 《传统与创新——何玉如作品选》
10. 《建筑结构抗震设计与研究》
11. 《魏大中建筑画选》

谨以这套丛书，献给伟大的中华人民共和国建国五十周年，献给建院五十周年。

由于编委会人力和水平所限，丛书的组织、编排等各方面肯定存在不少缺点，甚至还会有这样那样的差错，恳请读者批评指正。

北京市建筑设计研究院学术丛书编委会

一九九九年元月

作者的话

音乐建筑是指那些供音乐演奏、音乐欣赏、音乐教学和音乐录音使用的厅、堂。它在民用建筑中，对声学方面有特殊要求。因而在建筑设计中，除了与一般民用建筑有类同之处外，另有它的特殊性。不同类别的建筑均存在共性和个性的问题，这也是建筑分类的依据和原由。但这类建筑的特殊性仅反映在使用的功能和建筑技术方面。而音乐建筑所显现的特殊性不仅在使用功能和技术上，还在于它涉及建筑技术(艺术)以外的一些学科——音乐、物理、生理、电子、机械和计算机等。虽然这些学科对几乎所有的民用建筑都有相关之处，但从专业相关和深入的程度方面与音乐建筑相比差距甚大，这就是为什么音乐建筑设计必须有声学家和声学工程师协同建筑师参与设计的原因。

音乐建筑分为两大类：一类是人耳直接听闻(双耳)的建筑，如音乐厅、歌剧院等；另一类则是传声器接收(单耳)，然后加工合成后的音乐录音建筑(严格来讲，分析研究乐器和演唱的音色、鉴别乐器质量的声学实验室，也属音乐建筑之类，但专业性更强)。而每一类又可根据功能、形式、使用要求和工艺进行分类。

由于音乐建筑类别多，涉及的专业广，专业性强，有关的研究成果和信息，分散于各学科的专业书刊和信息网络内，在一般情况下，建筑师不可能在没有承接设计任务以前去全面掌握有关的资料和信息，何况一个建筑师一辈子都没有设计过音乐建筑的可能性是普遍存在的。但当接受设计任务后，急于想收集有关资料而无从着手，使方案和初步设计无所适从。

笔者有幸在国内最大的民用建筑设计院从事建筑声学设计和研究工作四十余年，有机会接触到国内外各类音乐建筑和有关信息，并参与设计、施工和调试工作。在长期的实践过程中，积累了一些经验，也吸取了不少教训，因而有责任，也有义务通过《音乐建筑》一书，汇集有关音乐建筑各专业的资料 and 个人的实践活动，简述音乐建筑的现状和今后的发展趋向等，供建筑师设计参考。并以此书作为建院五十周年庆典的一份薄礼。

由于建筑业的发展，当今有关各类建筑设计的专著、手册和画刊琳琅满目比比皆是，唯独缺少一本论述音乐建筑的书，因而它还起到填补国内建筑图书空白的的作用，希望能为我国的精神文明建设作出自己的贡献。

北京市建筑设计研究院

项端祈

1998年12月

目 录

第一章 概 论

1.1 建筑、音乐·声学	2
1.2 音乐建筑	2
1.3 乐队的规模和配置	3
1.3.1 交响乐队各管制的人员组成和配置	3
1.3.2 民族乐队的人员组成和配置	3
1.3.3 歌剧院乐队的规模和配置	4
1.3.4 交响乐队和民族乐队的乐位尺寸	5
1.4 乐器的类别与声学特性	5
1.4.1 乐器的类别和发声机理	5
1.4.2 乐器和演唱的频率范围	6
1.4.3 乐器发声的指向性	7
1.4.4 乐器和演唱的声级	7
1.5 人耳的听觉特性	9
1.5.1 听觉器官	9
1.5.2 频率、音调和音色	11
1.5.3 响度	11
1.5.4 人耳的听觉效应	12
1.5.5 最小可辨阈	13
1.6 室内声学	14
1.6.1 声反射	14
1.6.2 声扩散	14
1.6.3 房间共振	15
1.6.4 混响过程和混响时间	17
1.6.5 侧向早期反射声和声能比	17

第二章 音乐建筑的声学设计

2.1 音乐建筑的设计特点	20
2.1.1 声学在音乐建筑设计中所占的地位	20
2.1.2 声学与建筑设计的关系	20
2.1.3 声学实验是音乐建筑的设计依据	20
2.1.4 听闻效果作为音乐建筑优劣的主要指标	21
2.2 音乐建筑声学设计的实施和操作程序	21
2.2.1 设计阶段	21
2.2.2 施工阶段	21
2.2.3 试用和调试阶段	21
2.2.4 声学设计的操作程序	21
2.3 音乐建筑的声学设计指标	22
2.3.1 响度	23
2.3.2 混响时间	23
2.3.3 声扩散	24
2.3.4 声场分布	25
2.3.5 频率响应	25
2.3.6 早期反射声和声能比(明晰度)	26
2.3.7 允许噪声级	26
2.3.8 没有音质缺陷	27

目 录

2.3.9	声学设计指标的新进展	27
2.4	音乐建筑侧重考虑的声学设计指标	29
2.5	影响声学设计指标实现的因素	29
2.6	音质的主观评价	30
2.6.1	音质主观评价的研究概况	31
2.6.2	简便、实用的音质主观评价方法	31
第三章 音乐厅建筑		
3.1	音乐厅建筑的沿革	36
3.2	音乐厅的类别和规模	37
3.2.1	音乐厅的分类	37
3.2.2	音乐厅的规模	38
3.3	音乐厅的平面组成	39
3.3.1	听众活动部分	39
3.3.2	行政管理部分	39
3.3.3	机械设备部分	40
3.3.4	演奏厅部分	40
3.3.5	演出的准备部分	42
3.4	传统音乐厅建筑	42
3.4.1	传统音乐厅的代表作	42
3.4.2	传统音乐厅代表作的概况和音质评述	44
3.4.3	传统音乐厅的装修用材和陈设	46
3.4.4	传统音乐厅的音质分析	47
3.5	音乐厅的声学设计	48
3.5.1	音乐厅体形设计	48
3.5.2	混响时间的确定和控制	49
3.5.3	声扩散的设计	52
3.5.4	侧向早期反射声的设计	55
3.5.5	噪声和振动控制	56
3.6	音乐厅的建筑实践	57
3.6.1	我国的音乐厅建筑	57
3.6.2	我国音乐厅的设计实例	58
3.6.3	国外音乐厅建筑的概况	58
3.6.4	国外的音乐厅建筑	59
3.7	国内、外音乐厅建筑设计实例	59
[3-1]	星海音乐厅(广州)	59
[3-2]	香港文化中心音乐厅(香港)	70
[3-3]	台北文化中心音乐厅(台北)	74
[3-4]	北京音乐厅(北京)	79
[3-5]	柏林“爱乐”大厅(德国)	84
[3-6]	柏林室内乐厅(德国)	88
[3-7]	约瑟夫·梅耶霍夫音乐厅(美国)	90
[3-8]	麦克德莫特音乐厅(美国)	91
[3-9]	路易·汤姆森音乐厅(加拿大)	95
[3-10]	悉尼歌剧院音乐厅(澳大利亚)	97
[3-11]	克雷斯特彻奇音乐厅(新西兰)	99

目 录

[3-12]圣多利音乐厅(日本)	103
[3-13]东京大都会艺术中心音乐厅(日本)	105
[3-14]雾岛国际音乐厅(日本)	107
[3-15]国家音乐会堂音乐厅(西班牙)	111
[3-16]布鲁塞尔艺术馆音乐厅(比利时)	113
[3-17]德沃夏克音乐厅(捷克)	115
[3-18]伯明翰音乐厅(英国)	117
[3-19]奥斯陆音乐厅(挪威)	119
[3-20]德多伦音乐厅(荷兰)	121

第四章 歌剧院建筑

4.1 概 述	126
4.2 歌剧院的规模和形式	128
4.2.1 歌剧院的规模	128
4.2.2 歌剧院观众厅的形式	128
4.3 歌剧院与戏剧院建筑的差异	129
4.3.1 声学功能	129
4.3.2 规模	129
4.3.3 伴奏(唱)的位置	130
4.3.4 舞台机械和灯光	130
4.4 传统歌剧院建筑	130
4.4.1 传统歌剧院的代表作	130
4.4.2 传统歌剧院代表作的概况和音质评述	130
4.4.3 传统歌剧院的装修用材和陈设	134
4.4.4 传统歌剧院的音质分析	134
4.5 歌剧院的声学设计	135
4.5.1 体形设计	135
4.5.2 每座容积	136
4.5.3 混响时间	137
4.5.4 声扩散设计	137
4.5.5 早期反射声的设计	138
4.5.6 乐池和伴唱室的设计	139
4.5.7 舞台与舞美设计	140
4.5.8 噪声与振动控制	141
4.6 歌剧院的建筑实践	141
4.6.1 我国歌剧院建筑	141
4.6.2 国外歌剧院建筑	142
4.7 国内、外歌剧院建筑设计实例	143
[4-1]北京歌剧院(北京)	143
[4-2]上海大剧院(上海)	146
[4-3]香港演艺学院大剧院(香港)	150
[4-4]台北文化中心歌剧院(台北)	154
[4-5]巴士底歌剧院(法国)	156
[4-6]都灵歌剧院(意大利)	159
[4-7]悉尼歌剧院(澳大利亚)	163
[4-8]埃森歌剧院(德国)	165
[4-9]维也纳歌剧院(奥地利)	165

目录

[4-10]肯尼迪艺术中心歌剧院(美国)	170
[4-11]莫扎特剧院(捷克)	173
[4-12]新国立剧场(日本)	176
[4-13]新大都会歌剧院(美国)	177
[4-14]伦敦皇家歌剧院(英国)	183
第五章 多功能剧院	
5.1 概 述	186
5.2 国内、外多功能剧院声学设计概况	186
5.2.1 国内多功能剧院声学设计概况	186
5.2.2 国外多功能剧院声学设计概况	189
5.3 多功能剧院的规模和形式	189
5.3.1 多功能剧院的规模	189
5.3.2 多功能剧院的体形设计	190
5.4 多功能剧院可调混响的设计	191
5.4.1 可调混响时间幅度的确定	191
5.4.2 可调混响形式的选择	192
5.4.3 影响可调混响时间幅度的诸多因素	194
5.4.4 可调混响结构的调控方式	196
5.5 多功能剧院的舞台音乐罩	197
5.5.1 舞台活动音乐罩的声学功效	197
5.5.2 舞台音乐罩的类型	197
5.5.3 舞台音乐罩设计中几个问题的分析	199
5.5.4 舞台音乐罩的设计准则	210
5.6 多功能剧院的实践活动	211
5.7 多功能剧院设计实例	211
[5-1]北京剧院(北京)	211
[5-2]金马剧院(佛山)	218
[5-3]锦城剧院(成都)	225
[5-4]北京工人俱乐部(北京)	228
[5-5]哈尔滨工人文化宫剧院(哈尔滨)	231
[5-6]安徽剧院(合肥)	232
[5-7]奥拉夫沙伦音乐厅(挪威)	235
[5-8]奥兰治县西格斯特罗姆大厅(美国)	238
第六章 琴房、教室和排练厅	
6.1 概 述	244
6.2 琴房的分类和建筑特点	244
6.3 琴房的声学设计	245
6.3.1 琴房的室形与音质	245
6.3.2 琴房的“最佳”混响时间和混响频率特性	248
6.3.3 琴房的噪声控制	250
6.4 音乐教室	255
6.4.1 班级教室	255
6.4.2 公用教室	257
6.5 排练厅	259
6.5.1 排练厅的功能	259

目 录

6.5.2 排练厅的声学设计	259
6.6 琴房、排练厅的建筑实践	260
[6-1]中央音乐学院琴房楼(北京)	260
[6-2]中国音乐学院琴房楼(北京)	264
[6-3]中国电影乐团琴房楼(北京)	271
[6-4]云南省文艺学校琴房楼(昆明)	273
[6-5]中央音乐学院排练厅(北京)	276
[6-6]中央民族乐团排练厅(北京)	279
[6-7]中国交响乐团排练厅(北京)	280
[6-8]中央歌剧、芭蕾舞剧院排练厅(北京)	284
第七章 音乐录音建筑	
7.1 概 述	290
7.2 音乐录音棚的类别和规模	290
7.2.1 音乐录音棚的类别	290
7.2.2 音乐录音棚的规模	291
7.3 音乐录音棚的声学设计	292
7.3.1 自然混响音乐录音棚的设计	292
7.3.2 强吸声分声道录音棚的设计	293
7.3.3 自然混响、强吸声组合的录音棚设计	294
7.3.4 活跃—寂静渐变的录音棚设计	294
7.4 多功能音乐录音棚	294
7.4.1 可调混响时间幅度的确定	295
7.4.2 可调结构的形式	296
7.4.3 可调吸声构造的设计	296
7.4.4 可调容积的设计	297
7.4.5 音乐录音棚内的辅助设施	297
7.5 音乐录音棚的声学设计实践	297
7.6 音乐录音棚设计实例	297
[7-1]北京电影制片厂音乐录音棚(北京)	297
[7-2]北京农业电影制片厂音乐录音棚(北京)	301
[7-3]文化部音乐研究所音乐录音棚(北京)	306
[7-4]百花音响有限公司音乐录音棚(北京)	310
[7-5]中国音乐学院音乐录音棚(北京)	315
[7-6]中国京剧院音乐录音棚(北京)	318
第八章 音乐建筑的施工、调施和验收	
8.1 概 述	322
8.2 音乐建筑的施工	322
8.2.1 施工交底	323
8.2.2 施工监督和分段验收	323
8.3 声学调试	323
8.3.1 声学设计的中间(期)试验	324
8.3.2 竣工试用中的调试	324
8.4 音乐建筑声学设计的验收	325
8.4.1 音乐建筑声学设计验收的指标和内容	325
8.4.2 声学设计报告	325
主要参考文献	327
后 记	329

第一章 概 论



1.1 建筑、音乐·声学

建筑与声学是相互关联的，几乎所有的建筑都与声学有关：建筑规划设计中的环境噪声控制，住宅、公寓、旅馆和医院建筑围护结构的隔声，学校讲堂和会议厅建筑中的音质，体育馆和工厂车间内的吸声和减噪，以及建筑物内工程设备的消声与隔振……等，都说明建筑中普遍存在着各种声学问题，并作为建筑功能的重要方面而占有相当的地位。

对于供音乐演奏、欣赏和教学用的音乐建筑来说，不仅与声学，同时与音乐密切相关。音乐与厅堂建筑的关系类同乐器的“激声器”与“共鸣器”。厅堂作为乐器的组成部分，起着共鸣器的作用。比如小提琴的激声器是弓和弦，共鸣器则是琴身，它们起着放大器的作用（将弓和弦摩擦发出的声音放大并传向四周）。厅堂是音乐演奏的共鸣器，应起到放大和美化音色的作用。小提琴的音质关键在于琴身（共鸣箱）的制作，而音乐厅内音乐演奏的效果，除了演奏技巧以外，关键在于厅堂建筑自身的音质。

各类音乐或同类音乐的不同流派和作品，对厅堂和声学指标都各有自己的要求：例如交响乐演奏就要求有大的容积和较长的混响时间，但同为交响乐，莫扎特和其它古典作曲家的作品要求混响时间较短（1.5~1.7s），而勃拉姆斯，施特劳斯和马勒等浪漫流派的音乐作品则要求较长的混响时间（2.0~2.1s）。

由于交响乐演奏的声功率大，有可能容纳更多的听众，而近代音乐厅的容积和要求舒适的程度远大于传统的音乐厅。由此而引发出一系列的声学问题。反映在建筑设计中，提出了如何继承传统“鞋盒”式大厅的良好品质，又能适应现代生活要求的大厅形式的难题。

由此可见，建筑、音乐和声学三者融合于同一音乐建筑之中，在建筑设计中必须作为一个整体来考虑，才能达到预期的音质效果。

1.2 音乐建筑

音乐建筑定义为与音乐演奏、欣赏、排练、教学和录音有关的厅堂建筑，是演艺建筑的主要内容。它包括的范围广，同时涉及到很多学科中的有关专业，是其它各类民用建筑所无法比拟的。音乐建筑的类别很多，但可归纳为如下五大类：

音乐厅——交响乐大厅、室内乐厅、演唱厅、管风琴演奏厅和以音乐演奏为主的多功能大厅等。

歌剧院——歌剧院和京剧院（中国的歌剧）。

排练厅——音乐排练厅、歌剧和京剧的排练厅。

教学用房——音乐教室、琴房（个人和分声部琴房），用于教学、学术交流的演奏厅和音乐欣赏室（音像制品）。

音乐录音棚——自然混响音乐录音棚、强吸声分声道音乐录音棚、自然混响与强吸声组合的音乐录音棚以及电台、电视台的音乐录音和播音厅。

以上各类音乐建筑，根据演奏的内容、厅堂的规模和接收的对象以及所属的部分，均有各自的特点和要求，并以此作为各类音乐建筑设计的重要依据。

1.3 乐队的规模和配置

音乐建筑中演奏台的面积由乐队的规模来确定。交响乐队的组成目前习惯用双簧管或单簧管的数量(单管、双管、三管和四管)来确定,由此而构成不同规模的乐队。我国的民族乐队通常仅分大型、小型两类。

1.3.1 交响乐队各管制的人员组成和配置

交响乐队各管制的人员组成和所占的面积见表1-1,乐位的配置见图1-1。

小乐队(小于单管制乐队)的人员组成和占用面积见表1-2。

1.3.2 民族乐队的人员组成和配置

交响乐队各管制的人员组成和占用面积

表1-1

乐 组		单管乐队 (乐师)	双管乐队 (乐师)	三管乐队 (乐师)	四管乐队 (乐师)
弦乐	第一小提琴	8~10	12~14	18	20
	第二小提琴	6~8	10~12	16	18
	中提琴	4~6	8	10	14
	大提琴	4~6	8	10	12
	低音提琴	4	6	9	10
	竖 琴	1	1	2	2
木管	长 笛	2	3	3	4
	双簧管	1	2	3	4
	单簧管	1	2	3	4
	巴松管	1	2	3	4
铜管	小 号	2	3	4	4
	圆 号	2	4	6~7	6~7
	长 号	1	4	4	4
	大 号	—	—	1	1
打击乐	定音鼓	1	1	2	2
	其 它	1	1~2	2~3	3~4
乐队总人数(乐师)		39~47	67~72	90~98	112~114
乐队所占面积(m ²) ^①		>45	>70	>100	>120

① 每个乐位平均按1m²/乐师估算。

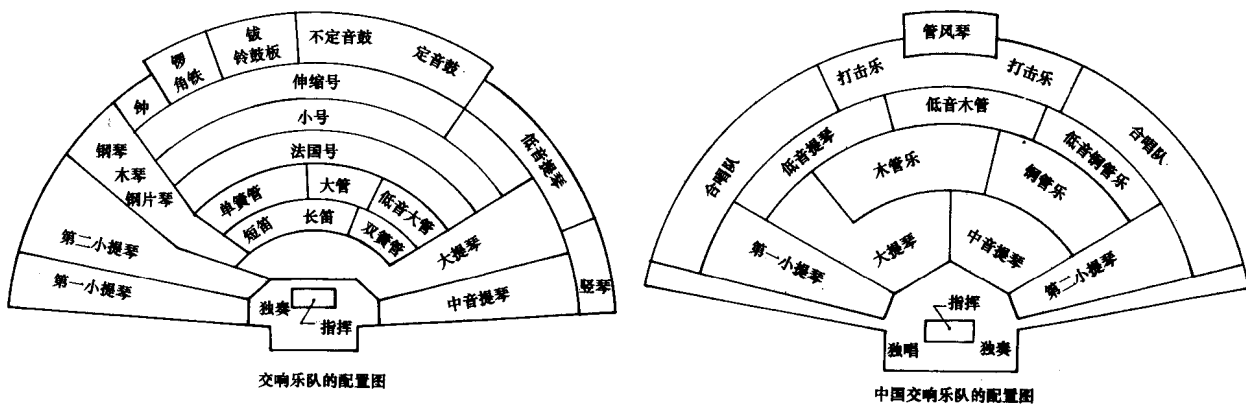


图1-1 交响乐队乐位的一般配置和中国交响乐团的乐位配置

小乐队的人员组成和占用面积

表1-2

乐 组		乐 队 人 数		
		30名乐师	20名乐师	16名乐师
弦乐	第一小提琴	6	4	3
	第二小提琴	5	3	3
	中音提琴	2	2	2
	大提琴	2	2	2
	低音提琴	2	1	1
木管	长笛、短笛	2	1	—
	双簧管	2	1	1
	单簧管	2	2	1
	巴松管	1	1	—
铜管	小 号	2	1	1
	圆 号	2	1	1
	长 号	1	1	1
打击乐	打击乐	1	—	—
乐队所占面积(m ²)		30	20	16

我国的民族乐队目前仅分大型、小型两种组成形式，其乐队的组成和乐位的配置分别见表1-3和图1-2。

民族乐队两种类型的人员组成和所占面积

表1-3

乐 组		大型	小型	乐 组		大型	小型
		(乐师)	(乐师)			(乐师)	(乐师)
弦乐	高 胡	8	4	管乐	唢 呐	2	1
	二 胡	6	4		笛	2	1
	中 胡	4~8	1		海 笛	2	1
	马头琴	3	2		新 笛	2	1
	板胡、椰胡	1~2			改良喉笛	4	1
弹拨乐	扬 琴	2	2		笙	3	1
	大扬琴	1			高音笙	1	1
	高音扬琴	1~2			低音笙	1	1
	琵 琶	4	2		倍低笙	1	
	大琵琶	1			打击乐	鼓	
	大 阮	2	1	锣		10	2
	中 阮	4~6	1	钹、铃			
	小 阮	1	1	乐队总人数(乐师)		70~78	29
	三 弦	2	2	乐队所占面积(m ²) ^①		>80	>30

① 乐队每个乐师所占面积>1.0m²。

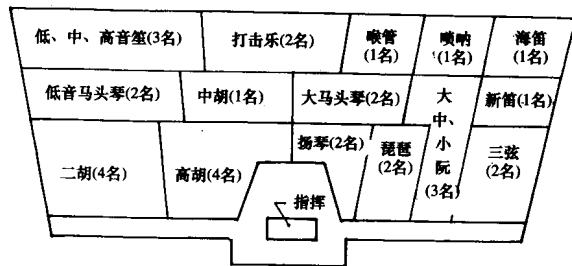


图1-2 民族乐队乐位的配置示意

1.3.3 歌剧院乐队的规模和配置

歌剧的乐队、合唱队在乐池中伴奏、伴唱。小型歌剧院乐池内配置单管制乐队(40名乐师左右)，也有用30名乐师的乐队。合唱队为30名，这时，乐池的面积约为40~50m²；大型歌剧采用双管制乐队，追加合唱伴唱，总计乐池面积70~80m²。对于特大型的歌剧院，也有采用三管制的乐队伴奏的。在这种情况下，乐池的面积须扩展至100~120m²。常用