

ARCHITECTURE FOR SOUND AND VISION
SOUNDSPACE

建筑声效空间设计

— 原理 · 方法 · 实例 —

(德) 彼得·格鲁内森 (PETER GRUENELSEN) 著
毕锋 译



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

TU112.4

6

2007

建筑声效空间设计

——原理·方法·实例

(德)彼得·格鲁内森 (PETER GRUENEISEN) 著
毕锋 译



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

本书将声学与建筑设计相结合,系统、深入地介绍了建筑的声效空间,以及建筑设计中对声音效果的影响因素。尤其是媒体空间的设计方法与细节,例如录音棚、剧院、音乐厅的声学相关设计重点问题。书中包含作者精心选编的部分国外媒体工作室设计实例,以供读者欣赏和参考。

Peter Grueneisen

SOUNDSPACE

ARCHITECTURE FOR SOUND AND VISION

ISBN 3-7643-6975-2

©2004 Birkhäuser-Publishers for Architecture. P.O.Box 133,CH-4010 Basel, Switzerland

This work is subject to copyright. All rights are reserved, whether the whole or part of the material is concerned, specifically the rights of translation, reprinting, re-use of illustrations, recitation, broadcasting reproduction on microfilms or in other ways, and storage in data banks. For any kind of use, permission of the copyright owner must be obtained.

Simplified Chinese translation edition copyright ©2007 by China Electric Power Press.

本书中文简体字翻译版由中国电力出版社出版,未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

北京市版权局著作权合同登记号: 01-2006-2736

图书在版编目(CIP)数据

建筑声效空间设计: 原理·方法·实例 / (德) 格鲁

内森著; 毕锋译. —北京: 中国电力出版社, 2007

ISBN 978-7-5083-5313-5

I. 建… II. ①格…②毕… III. 建筑声学 — 声学设计

IV. TU112.4

中国版本图书馆CIP数据核字 (2007) 第020958号

中国电力出版社出版发行

北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>

责任编辑: 刘澍 责任印制: 陈焊彬 责任校对: 崔燕

北京佳信达艺术印刷有限公司印刷·各地新华书店经售

2007年5月第1版·第1次印刷

889mm×1194mm 1/16·14.75印张·593千字

定价: 198.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

本社购书热线电话 (010-88386685)

建筑声效空间设计 ——原理·方法·实例

鲍博·霍达斯, 児玉幸子, 竹野美奈子,
布兰登·拉贝尔, 托马斯·麦金塔, 埃曼纽·马登,
丹尼尔·奥特, 罗德里克·霍尼格, 彼得·尼古拉斯·威尔逊, 彼得·卒姆托,
沃尔夫·D.普瑞克斯, 杰弗·托尔曼 供稿

开发与设计: Studio Bau:ton, Whitenoise

CONTENT 目录

009 简介

019 建筑/艺术/技术

020 突出, 流动/毘玉幸子, 竹野美奈子

022 不稳定的声学空间/布兰登·拉贝尔

028 外观张力的极限/沃尔夫·普瑞克斯, 库珀·希梅尔布劳

030 Sound Box展台

/丹尼尔·奥特, 罗德里克·霍尼格, 彼得·尼古拉斯·威尔逊, 彼得·辛姆托

034 Silophone/托马斯·麦金塔, 埃曼纽·马登

038 高要求听音室中的声学问题 / 鲍博·霍达斯

040 荷兰教堂Oude Kerk/世贸中心1/共振^3 /杰弗·托尔曼

043 声学基础

044 声学、建筑和技术发展简史

046 声学基本常识

052 心理声学

055 环境声学

057 室内声学

066 隔声

070 机械与电气系统的声学处理

073 建筑与项目

074 项目竞标作品

087 音乐工作室

167 电影/电视/视频播放

195 教育设施

207 家庭工作室

215 新媒体

223 扩展实践

225 统一设计过程

228 TEC:ton 工程公司

231 桥联—AG 工程公司

232 产品设计

236 本书合作者与策划人

建筑是凝固的音乐。

—— 弗里德里希·冯·谢林

这样一座不朽的建筑看起来像持续不断却又静止的音乐。

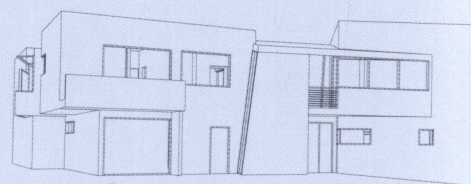
——安妮·露易丝·热尔曼娜·斯迪尔·霍斯汀

建筑可以称为凝固的音乐。

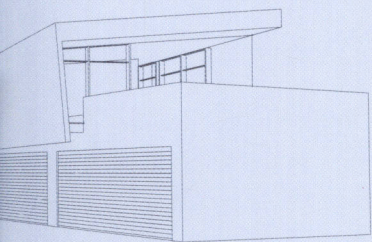
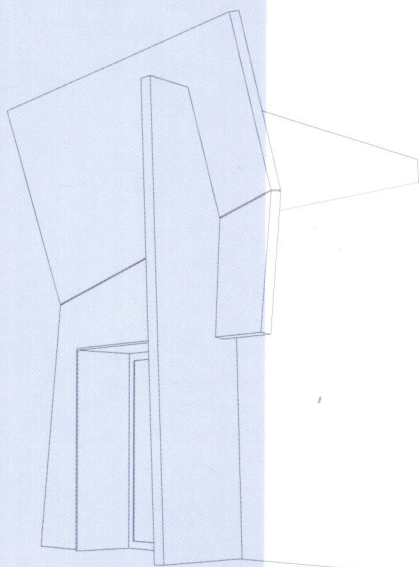
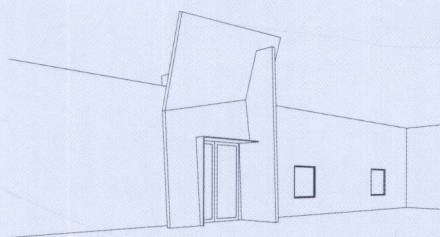
——(德)约翰·沃尔夫冈·歌德

人能够听见建筑吗？许多人也许会说：
因为建筑不发出声音，人是不能听到的；但
建筑虽然不发光，却可以看到。我们看见建
筑对光的反射，所以脑海里有了形状和建筑
材料的印象；同样，我们听到建筑反射的声
音，也就能产生对建筑的形状和建筑材料的
印象。不同形状的室内空间和不同的建筑材
料的回音也是不一样的。

——斯廷·埃勒·拉斯姆森



简介





声音与视觉建筑

建筑与音乐

建筑是凝固的音乐，音乐是融化的建筑。像这样简单又熟悉的描述能恰当地表达这一主题的复杂性吗？如何对这两种艺术加以比较或者对照？或者，真正重要的是，当建筑和艺术汇集、交织到一起时，二者如何共存并相互影响？这就是本书的中心主题，但为了方便起见，本书中扩展了音乐的定义，包括电影以及其他的现代音像媒体。

人们已经认识到建筑物和声音二者相互依存的关系，并且思索了数百年，或许从谈论二者其一就开始了。在概念和理论方面，能够发现一些相交的要素和共同的线索；创造性概念形成过程中，反复探究音乐和建筑之间构造的相似之处，或在以后加以确认和追溯分析。建筑师用术语谈论建筑物总是借用音乐词汇，音乐家则研究作品结构和建筑学。在一座建筑物和一件音乐作品之间，或者建筑史和音乐史整个发展变化和风格之间，能令人信服地建立一种联系和得出类似的结论。比较这两个学科是最平常，也是由来已久的一件事情，况且经常用意想不到的方法却能得到令人兴奋的结论和见解。

从主观的角度而言，人们通常能直观地懂得把一首音乐作品和一座独特的建筑联系起来或分离开来而带来的神韵和情感。从非理性的角度看，由建筑师弗兰克·盖瑞 (Frank Gehry) 设计，位于西雅图的音乐体验馆 (The Experience Music Project)，却似乎激起了摇滚歌手吉米·亨德里克斯 (Jimi Hendrix) 的热情 (该

建筑最初的设计灵感), 和一般摇滚音乐的精神。像摇滚名人殿堂 (Rock 'n' Roll Hall of Fame, 位于克里夫兰) 等其他一些类似的建筑, 却没能达到所声称的代表摇滚音乐和唤起摇滚音乐精神的目的。能列举出与此相似的、代表各种音乐及其风格的很多例子。看来, 如果对这两个学科的创造性实质没有一种直觉的认识, 无论理论的和历史的知识, 对掌握音乐或建筑具有的充满情感的潜质都是不够的。还有其他无数的建筑, 能让人一眼看到就产生一种与音乐的联系; 或者, 无论成功与否都做一个尝试, 通过设计把二者联系起来。

当建筑是为了表现所容纳的音乐和声音时, 建筑和音乐之间就建立起一种更加紧密的关系。音乐厅是高度重视声学特性的建筑, 也是在建筑和音乐之间建立一种非常清晰、明了的联系的最好实例。音乐演奏与建筑环境之间的关系达到了非常实用、富有音乐主题的境界。对于类似的音乐主题, 类似建筑的表现形式可能极其多样, 这给特定的建筑设计更多的个人诠释和艺术转化。随着时间变化而变化的不同设计方案反映了人对声音和建筑的认识和理解也都在改变; 还有为了表现各种声音, 或为视觉表现艺术而设计的各类建筑也有同样的现象。一般来讲, 为视觉表现艺术而设计的建筑有歌剧院、电影院、音乐会舞台和舞厅、爵士乐俱乐部和演奏台, 这类建筑将会愈来愈多。

制作音像媒体的建筑设施

为音像媒体提供更加专业服务的建筑类型近来已开始出现。同时, 许多的这类建筑不为公众所见, 也不为公众所认识, 但它们却无处不在; 毫无疑问它们为服务于大众娱乐媒体发挥着巨大的作用。一般而言, 这些建筑和设施受到科学技术的不断发展的推动和艺术文化的影响, 继续在发展变化着。

在许多方面, 这些建筑与大多数人熟悉的、可以现场感受文化作品的、开放的公众场所完全不同。这些地方是工作间和富有创造性的环境, 由专业人员组成的小团队使用, 不面向公众开放。公众对于制作现代音乐唱片、电影和电视节目需要的大量工具、设备和服务的基本设施知之甚少。但这些场所远离公众, 在那里是否有很多机会洞察重要问题就很难说了。

虽然公众很少见到创作音像媒体的场所, 但它们与普通表演场所有许多共同的特点。用一种仔细审视的态度看待这些建筑, 把现在对娱乐媒体的需求都同时汇聚到了一起。这些建筑需要真正把建筑、艺术和技术联系在一起的设计方案。

对于这类建筑来说, 肯定有许多要注意的技术和结构方面的问题。然而, 现有的建筑和它们存在的首要原因这二者之间的关系才是中心主题: 没有歌曲、音乐或电影, 也就没有建造这些设施的理由。

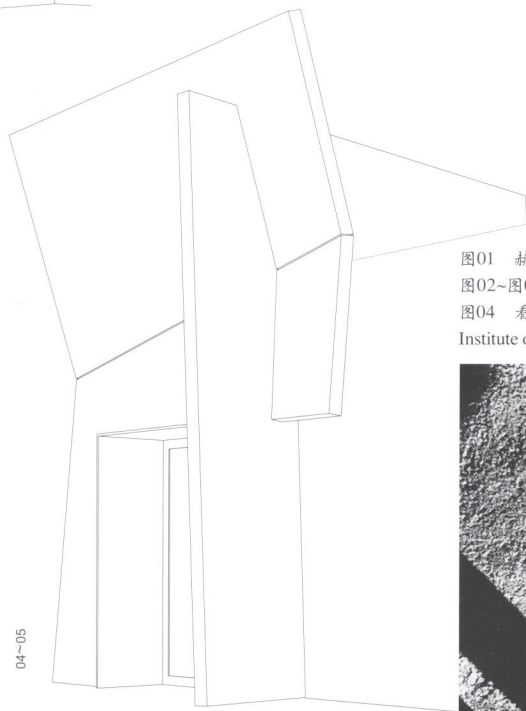
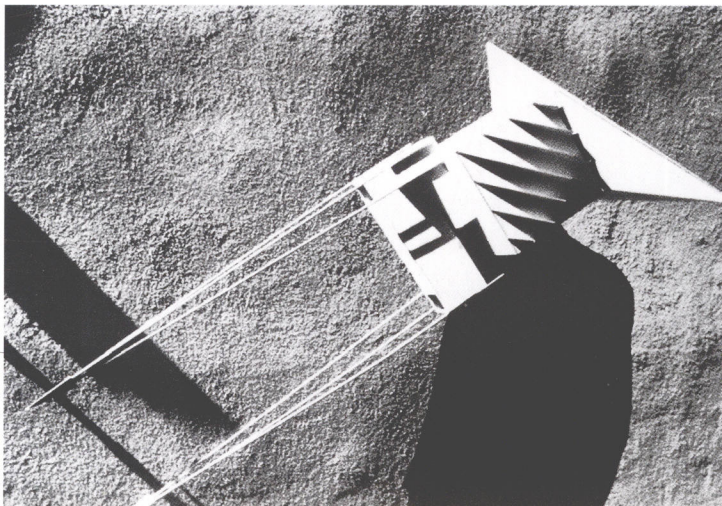


图01 赫尔辛基音乐中心, 参赛作品, 计算机设计模型

图02~图03 好莱坞Extasy Record唱片公司入口

图04 看上去在旋转的飞行器, SCI-Arc (南加利福尼亚建筑学院, Southern California Institute of Architecture), 洛杉矶



这类建筑专门为音乐家、电影制作人和其他媒体制作人而建造,在建筑艺术品中占有很大的比例。在评价实施方案,布局建筑规划和区域,选择建筑材料和确定其建筑表现主题的过程中,要考虑很多与该建筑有关的、难以捉摸的问题。

我们感兴趣的是制作音像媒体的空间该怎样设计,认为这些空间不仅仅是为一种有着不同又明确的目的、毫无联系的艺术形式服务的工具。对我们而言,这些建筑空间的存在本身就表明在其室内所能做出的音像媒体作品以及为之所做的努力是显而易见的。我们认为必须构思一个注重整体的设计方案,该方案包含着对最终音像媒体作品的文化和哲学的理解;确信建筑设计的基本原理仍然应用于这些建筑构造中,无需考虑其所关注的对象是不是一些外在的,如音乐和电影等促进因素。空间和结构清楚、自然光的导向、建筑实体和外观关系一致,仍然是重要的。

毫无疑问,我们认为这些空间和建筑的差别超出了其纯粹的技术功能;这种认识在物理空间及其使用之间的联系非常紧密,这点显然是正确的。这些建筑不再只是一种封闭的室内空间,在与短暂的音像媒体有密切的联系后,这些建筑开始担当乐器的角色,参与音像媒体作品的创作。

选用的乐器决定乐曲的声音,同样,创作音乐时所在的空间也影响最终的作品。就像建筑设计使用的方法会影响最终完工的建筑一样,在音像作品创作这一富有创造性的过程中,物理环境的影响也是重要因素。

有关本书的一些说明

本书纵览我们在设计和建造那些展示和制作音像作品的建筑过程中所遇到的各方面的问题,这些问题涵盖范围广,从纯粹的技术问题到建筑设计与建造,从声乐领域到人体工学范畴,再到教育,最终到哲学和艺术领域的问题。

本书所收集的资料代表一种非常主观的观点,主要来自我们公司的Bau:ton工作室及其附属机构的设计作品,这些附属机构隶属于公司已10多年。这些独特的建筑类型的多样性和复杂性不允许形成完整而又具体的文档。本书的许多内容必然受到我们在行业内经验和历史的限制。



作为实践者,而不是学者或研究人员,我们的专长来自日常的实践工作,因此我们的观点是有局限性的,有些未免偏颇。但是我们一直努力拓宽视野,尽力搜集能说明和详细阐述我们自己有限认识和观点的作品和理念。

建筑/艺术/技术

音像媒体渗入到现代生活的各个方面,因此,如要建造制作声音和图像的场所,对现代文化、艺术和技术有一个全面的了解是有必要的。

电影、电视、无线电、音乐、计算机与视频游戏和因特网内容都是现代文化重要又普遍存在的组成部分。在此,我们不关心这种媒体爆炸的现象是好事还是坏事,或者什么时候适可而止。但是,在设计一个用于制作所有这种节目内容的建筑时,必然会出现很多要研究其重要性的情形。现有的大多数牢固的建筑结构和大多数媒体短暂存在的本质之间固有的差别是值得研究的。

这里所列出的建筑项目中的许多实例都直接与具体的建筑结构和短暂的媒体二者之间的相互交织的关系(有时可能是相互冲突的关系)有关。然而,通过对那些研究同一主题不同方面的艺术家、建筑师和工程师的了解,就能对这些问题有更好的理解。我们幸运地收集并阅读到了这类优秀的素材,并对允许我们采用这些素材的作者表示感谢,这些素材是本书的核心部分,其观点也有助于我们更广泛地遴选其他资料,而不局限于可能预定的相关范围内。

布兰登·拉贝尔是一位艺术家,也是一家美术馆的馆长,他根据对从事声音和空间技术的艺术家的历史调查,以及自身作为一名艺术家和美术馆馆长在这一领域内的工作经历,发表了在艺术世界的理论领域里概括性的观点,让人非常感兴趣。景观建筑师(奥地利)沃尔夫·普瑞克斯在他的一篇有关库珀·希梅尔布劳的建筑和滚石音乐的文章中指出两种作品的实质是一致的,并且有着共同的渊源。现代作曲家丹尼尔·奥特,也是瑞士音乐展台(Swiss Sound Pavilion)的建筑师彼得·卒姆托的音乐合作者,因此他的艺术思想通过一件作品反映出来;与时装设计、食品制作和表演艺术一样,绝大多数这类充分理解了创作者思想的作品都把建筑和音乐这两种艺术形式联系起来。托马斯·麦金塔所描述的“Silophone”工程就是一个建筑、艺术和技术三者相互协作的真实而有说服力的例子。另外,声音工程师和室内声音设计师鲍博·霍达斯也阐述了他的观点,对于优化声音控制间的声音这一非常专业的工作有极强的针对性。总之,这些来自该领域不同背景、持有各种观点的作者共同创作了一幅观点多样、涉及主题广泛的研究画面。其研究成果和他们的作品一样是我们设计自己的建筑作品的灵感。

声学

声学是声音与空间这一主题中主要的科学学科, 与许多专题评论和科研项目有密切的联系。南加州建筑学院 (SCI-Arc, 位于洛杉矶) 和 Full Sail Real World Education (位于奥兰多, 一家从事艺术表演和音像媒体制作的教育集团) 的教学需要, 使我们对于建筑声学的基本概要作了思考。这两所学校有着不同的教学目标, 但它们对声音与空间这个主题有着相同的兴趣, 这已成为比较这两所学校的一项非常有价值的教学内容。Full Sail 开设了侧重于实践的有关音像媒体制作的短期培训课程, 可以看到对基础概念的基本解释和简单的操作说明的价值。对于许多这类学生来说, 涉足艺术和建筑这样有相互联系的领域是件既令人兴奋又新鲜的事情。在南加州建筑学院, 有一种对学术研究充满强烈好奇心的普遍的氛围; 教学安排计划 (包括课堂作业) 已取得了许多与建筑、声音和电影环境有关的非常新颖的研究成果。这些研究成果都是由许多学生做出的。

鉴于资料的选用以及组织和介绍有关声学的基本知识的需要, 本书中有一部分内容是专为总述声学问题而编排的, 这并不意味着是详尽和非常科学的, 但是可对补充本书所收录的其他部分内容做一个指导。



本书选择的项目实例

本书的大部分内容是专为 Bau:ton 工作室自 1990 年成立以来所完成的代表作品而设立的; 正如公司的名称所代表的意义, 建筑与声音这一课题从一开始就是非常重要的, “bau” (建筑) 和 “ton” (声音) 的字母组合不仅说明公司始建于瑞士, 也说明了公司最初的创建者所感兴趣的项目类型。乍一看, bau:ton 和 bauhaus 之间的相似不是完全有意倾向哪一个, 而是设计一种综合的方案; 只是隐含着一种有价值的理念, 这种理念是有创新意识的、现代流派及其发展趋势的核心。

我们在这部分介绍的设计作品及本书后面章节选取的

图01 Palos Verdes 艺术中心, 竞赛作品, 竞赛举办地: Palos Verdes, 加利福尼亚

图02~图06 Tomihiro Shi-Ga 博物馆, 竞赛作品, 竞赛举办地: 日本

图07 Swiss Abroad 协会设计的景观建筑, 竞赛作品, 竞赛举办地: 瑞士 Brunnen 酒店

设计作品之间能建立一种自由的共生关系；列举的建筑项目应该有助于说明和阐述本书其他部分所提出的观点，反之亦然。同时，很高兴有这样一个机会，将我们工作室的设计作品介绍和展示给更多的读者，不局限于那些以建筑为中心、大家可能都了解的行业。希望针对非常专业的问题的一些解决方案和答案将在其他领域和其他建筑类型中得以较广泛地应用。



专业化或一般化，还是兼而有之

这本书关注的是特殊的建筑类型，但必须了解有关特殊建筑类型的一般化的设计方案，这也是伟大观点的一部分。两千多年以前，古罗马维特鲁维厄斯（Marcus Vitruvius Pollio）提出了有关剧院和声学建筑非常专业的设计方案，但是他最伟大的观点在于建筑教育和思想的普遍性。维特鲁维厄斯在他的著作《建筑十书》的简介中指出了广泛的综合的教育和态度对建筑师的重要性；他要求建筑师具有历史、哲学、医学、法律、天文学和音乐的专业知识，并从这种多样化的背景中得出结论：建筑师的任務就是运用专业知识和推理方法，分析对每一个项目来说什么样的设计方案是合适的。

如果不考虑必要的智慧因素，自维特鲁维厄斯所在的时代以来，人类的知识总和已经大大地增加了，并仍然以指数速度增长。任何人都不可能了解任何一门学科的所有知识，因此大家只有联合起来。但在今天看来，基本前提依然是正确的：建筑学必须扎根于文化环境中，建筑师必须意识到更多相关因素。

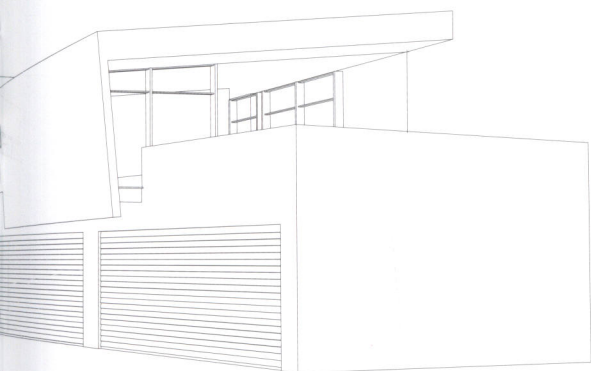
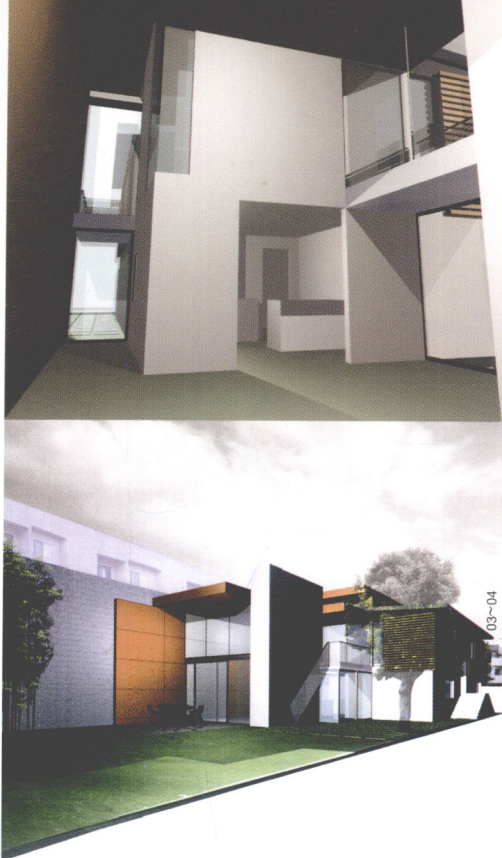
本书所描述的建筑项目类型或许适合那些涉及领域较少的专业化设计人员，他们只是为了做好相关工作。毫无疑问，设计人员详细地了解音乐录制工作室、电影编辑室或其他的音像媒体制作室中的技术设备的知识也是必要的，但是所有这些建筑项目跨越必要的学科也是建筑学上经常遇到的问题。

在实践中同时并重居民建筑、商业建筑和公共机构建筑，这对较广泛的设计问题的理解是势在必行的。简单地实现建筑项目的技术功能就将提出一个平常的设计方案，但是包含了更多难以理解的元素，少了一些实用要求却是实现更高建筑品质的先决条件。任何建筑的技术要求应该总是与人们使用该建筑的需要相平衡的。创建一个适于居住、让人兴奋并具备杰出的物理环境仍然是每个建筑项目的核心，也是建筑固有的责任。建筑工作

的绝大多数基本内容在各类不同的项目中得到了最好的完善，有许多内容超出了本书的范围。

我们从事的住宅设计工作就是探求人类居住环境的基本需要的最直接明了的方法。我们很幸运地生活和工作在这个环境中，激发了20世纪住宅设计的许多兴趣和有远见的概念。在洛杉矶，建筑师们（如R·M·辛德勒，理查德·努特拉和格雷戈里·安，查尔斯和雷·伊姆斯等）和其他一些案例研究的设计师重新发明了一种住宅规划和居住的方法；他们以及后来的其他建筑师为这个城市的现代住宅开创了一个伟大的先例。我们能够完成的几乎所有的住宅设计都是一些琐碎的工作，但却是一种探索住宅内部和外部本质的有价值的活动。当然，所有这些益处都只是完成这些住宅项目本身的巨大的满足感带来的。





让我们很感兴趣的另一类建筑是公共文化设施。在有关公共场所和博物馆的建筑竞赛作品中,我们发现这些建筑和音像媒体设施之间的差别正不断变得越来越模糊。我们认识到,在本书介绍的建筑设施中,展示艺术的传统方式和制作数字音像媒体类作品之间的差别正在缩小。各类音像媒体之间的差别受到了挑战,艺术在这个过程中发挥着主导作用,它永远与那些最初意图不确定的新技术相适应。在这一过程中,专门为艺术而建造的公共设施和建筑正在自觉地发生变化,变得更具有互动性和面向多媒体音像制作。在类似皇后艺术博物馆的项目竞标设计作品和本章提到的其他作品中,我们可研究的不仅仅是技术的可能性,而且还有艺术和音像媒体的重大意义。

只研究一座建筑或一类建筑是很狭隘的,容易忽视涉及范围更广的问题。录音室和类似的建筑设施对于城市规划和设计很少有重大的影响;它们的影响与住宅短缺、城市环境恶劣及郊区蔓延、公共交通不足和许多其他难以解决的问题而引发的难题相比是微不足道的。正像雷姆·库哈斯所说的那样,数百万人口的城市正在中国、非洲和其他一些地方出现,而我们研究的那些非常小、非常专的问题,对于大多数人来说是不重要的。但是这绝对不会妨碍我们把这些项目做到最好,也不会影响我们在大的设计作品中认识到它们相对有局限性的重要性。

值得更加关注的一个领域就是那些技术先进的项目的可持续性、节约能源和环境敏感性方面的问题。创作现代的音像媒体需要大量的能源和资源。在工程师、音像制作人和技术人员中,对于这些问题的普遍认识并没有达到足够的高度,并被其他更直接的与其工作有关的问题所掩盖。搞清楚在这些高技术含量的建筑使用过程中,运用现有的尖端技术,最大限度地提高能源效率。在这些能源密集的项目中,通过使用太阳能和其他可替代能源,从而降低对传统不可再生资源的依赖,有着广阔的前景。



图01~图02 住宅设计, Bell 峡谷

图03~图04 住宅设计, 南加州荷摩莎滩 (Hermosa Beach)

图05 理查德·努特拉的自由人别墅(Freeman House)的附属建筑, Pacific Palisades 艺术工作室

图06 R·M·辛德勒的 Elliot House 的附属建筑, 加拿大 Silver Lake

图07 两层住宅, 加州 Mar Vista 别墅区



在这样的项目环境中,使用可再生或可再利用、健康的建筑材料是应该引起重视的另一个问题。替换不太可取的声学材料如玻璃纤维或铅是可行的,且范畴将会更多更广。传统的设计和工程建设方面的许多问题已很平常,重点可转到与之有关的问题上来。

和设计的其他许多方面一样,音像媒体建筑设施的规划提出了一个有趣的看似矛盾的观点:一方面,日益增加的综合功能和专业化要求需要对使用者的行业内的节目规划和过程共性非常熟悉;另一方面,有能力理解涉及领域较广的设计作品,跳出特殊问题的狭窄范围来看问题,这一直都是建筑师能够具备的、最有价值的工作。从根本上来讲,专业化只能在一种综合的、有文化的认识氛围中发挥作用。

扩展实践

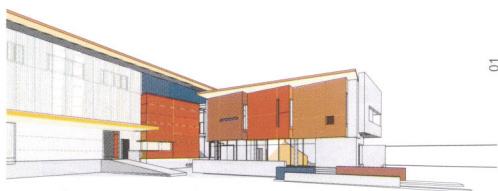
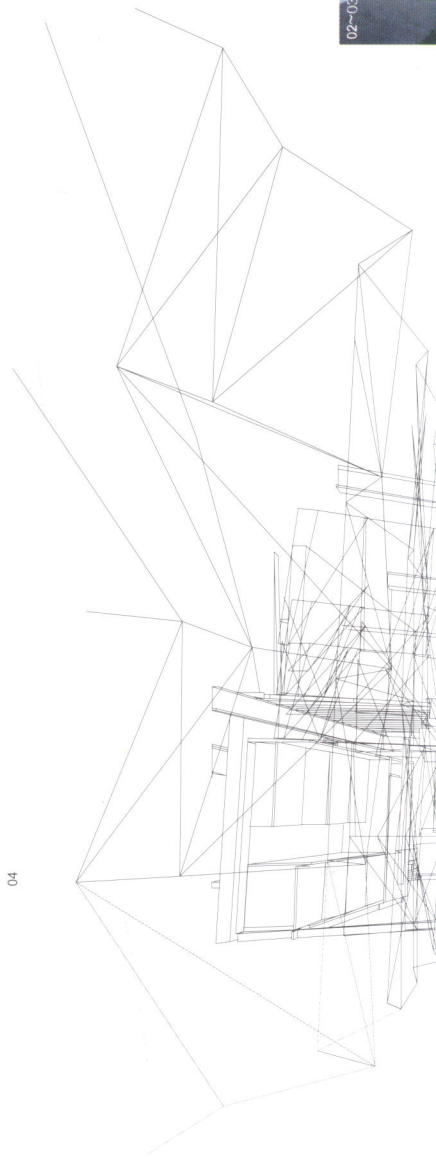
毫无疑问,对于制作音像媒体的建筑项目来说,设备、技术性的基本设施以及声音和建筑系统都需要特别注意和深入的考虑。通常这些要求由建筑师转达给咨询专家,专家们能轻松自如的处理这些专业的问题。当然,每个项目都要依靠许多不同背景和专长的团队和个人,是集体努力的结果。除了专家的结论以外,我们建议建筑师扩展自己对于一个综合规划过程的兴趣的一般认识和理解。

从一开始,我们的目标就是要将两个学科紧密地联系起来,找回一些很长时间以来已被建筑师们丢弃的责任。为了成功的处理我们手头的工作任务、业务组织结构的发展和项目的一般设计方案,不能总是沿袭传统的套路。我们认识到有必要打破一些空洞的专业界线。我们很清楚,着手规划一个小录音棚之初没有专业声学工程部分的预算;显然,我们不需要提供在这些条件下通常采用的设计类型,只是基于模糊认识和臆想。因而最终的设计方案是我们自学基本声学知识的扩展(这是全面的瑞士建筑科学教育的基础),从那时起,该设计方案及其建筑原理的应用都对我们有很大的帮助。当然,我们必须认识到这种方法带有的局限性,必要时将对我们有所帮助和支持。

类似的情形也会出现在我们的项目所要集成的技术方面。要求我们对规划方面的问题及时、不断地反馈,形成在项目中承担技术系统集成的公司(TEC:ton工程)相关的表格格式。除了紧密地专业技术的整合过程之外,及时技术支持和密切的合作也有其他的好处。快捷的沟通途径和已建立起来的合作方式提高了对不同学科的认识,并使得以后的设备集成和布线工作更容易。能

够提供扩展服务有时有助于我们发现素材,以完善和修改规划,使规划独具一格。

在整个技术集成过程中,接下来还要与一家杰出的工作室建筑商弗兰克·莱托福建筑公司合作。这给我们提供了项目在设计



建筑方面潜在的服务功能,为完成一个制作音乐媒体的建筑项目增加了必要的服务内容。

除了这些公司企业之外,与有才能的个人和团体保持联系对我们也是很有益的。非常重要的附属内容(涉及到制造、出版甚至微芯片设计等),将在稍后详细描述。最后,为了进一步扩展我们所看到的跨学科合作的、持续发展变化的过程,我们已开始创建一个组织结构,让我们每个人关注自己喜欢的或有专业特长的特殊领域,从而形成密切的合作关系。

总之,本书不是一本教科书,也不是介绍这些项目的设计、工程方法和解决方案,不仅仅是为了解答当前技术和工程提出的问