

广州大剧院建筑声学深化设计及室内结构之美

Guangzhou Opera House: Deepening Design of Building Acoustics and Aesthetics of Indoor Structure

撰文 刘伟平 谭泽斌 深圳市中孚泰文化建筑建设股份有限公司

1 造型之美

广州大剧院的原创建筑师扎哈以“圆润双砾”的概念赋予广州大剧院浪漫、变幻的建筑个性，富于流动的建筑空间和体形、极富魅力的多边异形构成的雕塑般的造型，而正是这种不规则和动态的形态特征形成了张力关系，对室内设计 and 声学设计提出了巨大的挑战。

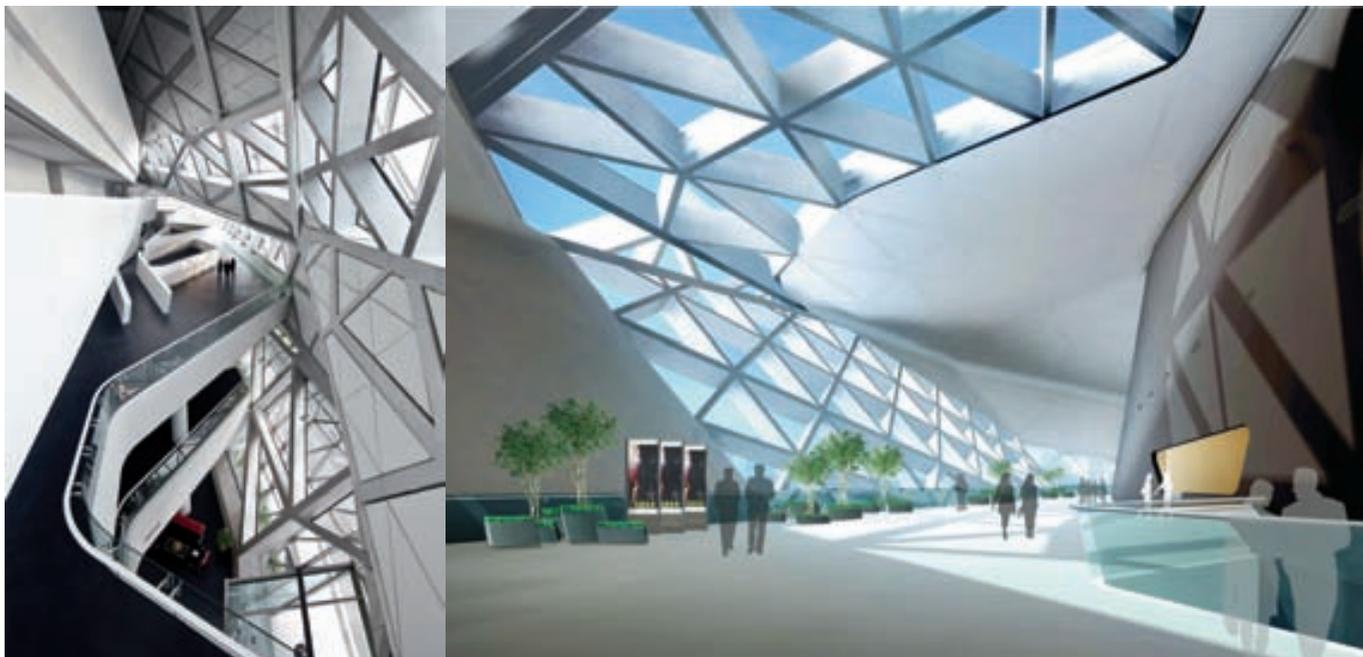
室内设计中观演空间的各界面造型、节点构造所表现的部位都必须符合声学要求。广州大剧院室内设计的特色在于以点、线、面、体、光、色六个基本元素构成室内空间形式的相互结合和呼应关系。完美的结构体形所具有的充实感、空间感和体量感是面的平移或线的旋转轨迹所形成的，体形不仅是由一个角度的外轮廓线所表现的，而且是对从不同角度看到的视觉印象的综合叠加。合理的线、面组合形成了虚实变化。建筑三角形体块元素的组合给人以动感和稳定、坚实的印象，从建筑外观一直延续到室内公共空间及观众厅。三角形与流动曲线的对比，三角形与大面积的对比，点线面的有机结合，精美的比例、角度、尺寸、畸正、扭曲等结构造型形

成了特有的结构语言。新奇的建筑和室内的造型巧妙地借助了光的设计效果，在简约的空间中随着光照的变化塑造出了多种投影图形，丰富了室内结构造型的内容，强调了黑白灰的关系；窗外的天空冷蓝色调与室内的灯光暖黄色调及陈设中的暖色形成互补，有意味的曲线与张扬的凹凸有机结合，形成了符合力学的间架结构，有围有合，有收有放，内在美寓于精巧的整体构造中，雕塑般的室内结构其疏密、虚实、层次、错落、骨感美、折叠美……既自然和谐，又将独立个性带入到每个功能空间中，充分表达了空间物境、情境、意境的统一。

2 声学之美

大剧院设计是一个系统工程，要经过三个重要阶段，分别是建筑设计、建声设计和室内设计。由于功能的需要，大剧院的声学设计在工程建设中占主导地位。而声学设计成败的关键在于建筑师、室内设计师的合作。合作的基础正如马大猷院士所说的：“建筑师要懂得一些声学并尊重声学家，声学家要懂得一些建筑并尊重建筑师”。建筑室内设计师通常有非凡的想象力，当他们一旦掌握了一





些声学原理，在声学家的协助下就能把声学功能融入建筑装饰的创作中，创造出既有美的造型又有良好音质的作品。

观众厅是大剧院建筑声学及其演艺功能集中体现的重要空间。观众厅的声学设计包含平面、剖面等形体设计以及表面声学材料的选择、声学构造设计等。大剧院观众厅室内设计着重考虑厅堂内的空间形体以及与形体有关的容积、混响时间、响度、圆润度、饱满度、声场公布、声扩散、早期反射声的强度和覆盖面。在满足以上诸多方面要求的同时又要保持扎哈的风格。扎哈作为一个以“解构主义”标新立异风格闻名于世的建筑师，赋予广州大剧院浪漫、变幻的建筑个性，利用一系列以双曲面、双曲线构成的主柱、顶棚、坡道、栏杆等建筑构件形成流动、变幻的空间，具有极强的亲和力和环境艺术表现力。我们在室内设计中顺势而为，利用这些异形双曲面构造，形成良好的声学构造，达到声学之美的目的。用分解的观念强调打碎、叠加、重组，重视形态、动感、节奏、韵律、独特、情境、多元化来表现室内空间的设计。以GRG材料的“融力”突出自然主题。材料自身的美感和质感充分流露，又结合了形式感强烈的现代雕塑语言，充满气势与张力，实现了其“双手环抱形”看

台这种不规则室内体型以及“倒八字形”乐池等设想，有利于声场的扩散和创造音质的空间感，保证了世界上仅有的两个非对称设计观众厅之一的优良音质效果。最终经过对内墙、楼座、挑台的形状、角度等细节的严格分析计算，十分巧妙地解决了音质设计这一剧院设计中至关重要的核心问题。

3 工艺之美

我们在广州大剧院项目的室内深化设计及施工实践中，为了达到扎哈的双曲面造型和马歇尔对室内声学的音质要求，做了大量的技术创新。主要体现在以下几方面：声学效果、艺术效果、投资成本控制、工程施工技术及工艺。在新材料应用上，创造性地解决实体面材首次大面积在工程中使用的技术问题，尤其是利用犀牛软件建模、建网格解决了双曲面造型难题。观众厅空间放线 $50\text{mm} \times 1000\text{mm}$ ，定位节点达到14600个。经过严格分析、计算，反复加工试验，并进行声学测试，我们把观众厅GRG厚度由原设计80mm更改为20mm+20mm。尽管大幅度增加了施工难度，但在不改变声学装饰效果的前提下，有效控制了投资成本。

广州大剧院使用GRG达到 18000m^2 ，实体面材 6200m^2 ，



西餐厅



大剧场二层公共休息区



大剧场三层酒吧



演职员入口

为了使造型达到建筑声学要求和突出装饰结构之美，双曲面结构占总面积 70% 左右，尤其是 3 700m² 观众厅空间为双曲面组成的造型结构，完整表达了扎哈的巨型雕塑艺术品的设计理念。为了达到这一目的，我们大胆推出了 1:1 的大空间结构造型塑造，按三维控制网定位节点分模翻制，开了 7 300 块等大模具，全部模型没有一块能重复使用，模型对接复位技术难度之大令人难以想象。而整体复位组装施工误差不能超过 20mm，否则会因造型的错位误差影响声学效果，同时会造成双曲面材料（GRG 和实体面材）安装时无法闭合，影响结构外观美感。

要完美地表达出设计师的设计意图，在完善建筑声学要求的结构与造型的设计外，还要考虑如何在硕大的建筑空间里进行固定安装。如果将 GRG 材料内部一体化的室内表面壳固定在建筑上，

一旦建筑因各种因素变形将会使室内 GRG 内壳破碎。

最后我们在观众厅采用 5 个层次的结构连接：1) 建筑外钢架结构；2) 观众厅内钢架结构；3) GRG 材料与预埋结构；4) GRG 内部层状结构的连接；5) GRG 与实体面材及其他材料之间的连接。最终项目在结构力学、建筑学、美学、声学等方面得到了完美的结合。

4 结语

剧场设计是一个系统工程，其中建声占主导地位，建声是通过声学构造和空间形体实现，声学构造形体是通过建筑结构与材料实现的。总之，剧场室内设计是整合声学构造与艺术、材料、灯光的系统工程，在剧场设计中占有十分重要的统筹地位。AT



作者简介

刘伟平，深圳市中孚泰文化建筑建设股份有限公司设计研究院教授、院长，牛津大学访问学者，“五一”劳动奖章获得者，广州大剧院室内深化设计与施工总指挥。

谭泽斌，深圳市中孚泰文化建筑建设股份有限公司董事长。