室内设计中的数字化设计技术探索
——以世界顶尖科学家论坛永久会址室内设计为例

张 颖
上海现代建筑装饰环境设计研究院有限公司，上海 200030

[摘要]随着数字化设计技术的不断发展，其在实践应用中的广度、深度都在不断的延伸，与设计的结合也越来越密切。参数化设计、BIM 系统等数字化设计技术在室内设计领域广泛地被运用，为设计工作打开了全新的思路。在室内设计中如何更有效地融合数字化设计技术是一个重要的行业研究和发展方向。作者以参与设计工作的世界顶尖科学家论坛永久会址室内设计项目为对象。首先对数字化设计技术的原则进行了研究归纳。接着针对项目中的几个重点设计部位展开分析总结。最后基于分析对数字设计技术在室内设计中的运用进行了总结。本文是融合了数字设计技术的一次室内设计实践，也是一次工程实际探索。

[关键词]数字化设计；参数化设计；室内设计；国际会议中心
DOI：10.33142/ec.v7i3.11391　　中图分类号：TU2　　文献标识码：A

Exploration on Digital Design Technology in Interior Design
——Taking the Interior Design of the Permanent Site of the World's Top Scientists Forum as an Example

ZHANG Ying
Shanghai Xiandai Architectural Decoration Environmental Design and Research Institute Co., Ltd., Shanghai, 200030, China

Abstract: With the continuous development of digital design technology, its breadth and depth in practical applications are constantly expanding, and its integration with design is becoming increasingly close. Digital design technologies such as parametric design and BIM systems are widely used in the field of interior design, opening up new ideas for design work. How to more effectively integrate digital design technology in interior design is an important industry research and development direction. The author focuses on the interior design project of the permanent venue of the World's Top Scientists Forum, which participated in the design work. Firstly, the principles of digital design technology were studied and summarized. Next, analyze and summarize several key design areas in the project. Finally, based on the analysis, the application of digital design technology in interior design was summarized. This article is an interior design practice that integrates digital design technology, as well as an engineering exploration.

Keywords: digital design; parameterized design; interior design; international conference center

1 项目概况

世界顶尖科学家论坛永久会址位于中国（上海）自由贸易试验区临港新片区。项目坐落于临港新区滴水湖畔，整体建筑化身为一只“白鹭”，面朝滴水湖展开双翼，蓄势翩飞。该项目是国内首个“科学家社区”城市单元、上海市重大工程、临港新片区一号工程。伴随着第五届论坛的成功举行，世界顶尖科学家论坛永久会址也从蓝图变为现实。

项目由裙楼和塔楼组成，裙楼为会议中心，塔楼为酒店和酒店式公寓，总建筑面积约 22 万平方米，集会议会展馆、数字图书馆、酒店宴会、商业演出等功能于一体。项目建成后将聚焦重大科学问题和前瞻性基础研究，打造现代化、高品质的科创中心，为上海建设成为具有全球影响力的科技创新中心注入全新动力。

室内设计团队以“天光云影共徘徊” 为理念，设计呼应了临港新城地域特征和项目内涵，对海洋元素和天空元素进行解构重组，用简洁、连贯的设计语言，树立了共享、自由、富有活力的空间性格。造型舒展、富有韵律，自然光线巧妙地引入室内，整体营造出了开阔、通透的空间感受，展现开放包容的形象。用原创设计打造出一个富有地标性、艺术性、技术性、文化性、时代性的室内空间。

2 项目中的数字化设计技术原则

设计过程中以数字化设计技术作为突破口，从设计概念方案到落地施工方的全过程中，不断寻找新的突破和创新。结合项目特点和数字化设计技术的调研归纳，我们对该项目中的数字化设计技术运用主要从以下原则展开：

2.1 数字化工作流原则

数字化设计技术为原创设计插上想象的翅膀。在方案初期通过参数化模型快速推进造型，开拓新的设计思路。在方案模型相对稳定后，通过参数化生成的手段，对复杂

曲面进行分解、简化，有效过渡到加工模型阶段，让形态快速落地实现。在模型稳定后，利用 3D 打印技术，对重点效果进行实物模拟。由于参数化设计是由参数的改变来控制设计结果的，因此在一个参数化设计系统中改变一个或多个参数就能使设计方案完成修改工作。[1]全数字化、参数化的工作流程大大拓展了设计思路，有效地保证了方案的可行性。

2.2 精细化设计控制原则

通过数字化、参数化技术对材料板面进行精细化控制。针对加工模型进行排版优化，归纳模数、提升效率。在优化排版的过程中同步考虑加工工艺限制条件、安装结构条件、材料特性、原材料尺寸等条件。实现了从设计到加工到安装的三维模型无缝连接。精细化设计控制大大提升材料的运用效率，有效控制损耗减少误差，提升加工品质和生产效率，提升现场的施工精度和速度，真正地响应、实践绿色节能的深刻内涵。

2.3 一体化数字整合原则

通过数字化 BIM 整合，将复杂的建筑系统进行设计整合。我国建筑行业目前应用 BIM 技术的领域为方案设计、扩初设计、施工图设计、设计协同、设计工作前移这几个阶段。[2]

因为会议中心内部包含有大量的设备点位、隔声构造、吸音构造等等。依托 BIM 建筑信息系统，我们在设计阶段便实现了对造型、构造、设备等要素的一体化整合。进而减少了现场拆改的可能性，减少了施工过程中的浪费。设计团队依托三维模型的数据来实现了对项目的一体化控制，在满足复杂的会议功能的同时，也实现了精美的设计效果。

3 项目重点空间中的数字化设计技术手段

3.1 主会场中的运用

主会场作为论坛、开幕空间，是整个会议中心的核心空间。主会场面积约 3360 ㎡，可容纳 1800 座。我们以大鹏展翅为理念，描述翱翔天际，舒展的翅膀形态。利用数字化设计辅助，实现了以往项目难以实现的复杂三维造型。

顶面造型模拟出翅膀展开的形态，造型通过渐变发散的空间立体菱形来实现，其中每个单元的空间立体菱形都具有复杂的三维扭曲流线型的造型。我们通过参数化电池的设定对菱形各尺寸进行约束。主要控制的变量有弧形半径、短边倒角、底边宽度等。直观的效果模拟使整体的设计效果一目了然，我们在很短的时间内进行了大量的版本推进。

基于数字化设计基础，我们针对极其复杂的主会场顶面进行了版面优化。整个主会场的顶面板块是复杂的空间立体菱形，这便需要我们在三维空间内来优化排版系统。也正是在数字化设计技术的加持下，我们才具备了对空间立体菱形进行版面重组的能力。在初步顶面板块排版阶段，为了体现发散的形态，因此而生成的单元达 500 多个不同的单元，加工难度高，生产周期长，误差累积大，现场安装费时费工，质量难以把控。通过不断的演进、优化，在保证造型满足要求的前提下，通过数字化模拟不断推演出简化造型，在经过数十轮计算后，由最初的 500 多个不同单元，归纳成 19 组一样的单元，大大减少了开模数量，缩短了生产周期，提升现场安装速度。

通过数字化设计技术的辅助，我们扩展了材料运用的范围。传统材料（例如 GRG、木饰面板）存在污染大、精度低等缺点。本次项目依托于数字化的设计和加工生产的模型接口，使金属材质的运用成为可能。我们在本次项目中也尝试以铝板作为基础材质。其加工精度更高，后期不需要修补，总体实施速度快，环保性能也更佳，现场施工工序也更为简单。

在主会场的系统整合中，最复杂化的便是舞台吊点。因为会场空间的舞台表演需求，便会产生大量的舞台设备，其中舞台音响、舞台灯光需要考虑到舞台的角度和设备的朝向角度，便限定了其布置范围。同时这些吊点还需挂载重量巨大的舞台设备，导致其连接结构需避开管线连接至主体结构，这又给我们增加了多道限制条件。也正是依托于数字设计技术，我们在多重限制条件的复杂情况下能迅速推导出了相对最优解。在避免碰撞的同时也做到了点位的整齐美观。

3.2 在圆桌会议厅中的数字化设计技术运用

圆桌会议厅空间呈正方形向心汇聚，我们的设计理念来源于航空发动机的造型，表达科技动力，助力腾飞的含义。

整个空间设计最大的特点是其墙面与顶面一体的造型。设计打破了常规室内空间墙面、顶面脱离的常态。通过一片扭转板块的造型实现了从墙面到顶面的整体连接。特别是在空间转角的地方，扭板实现了墙面与墙面间、墙面与顶面两个维度上的交接。我们通过控制关键参数“分板数量”“扭曲角度”“汇聚圆心”等几个关键指标实现了曲面最优推导，达到了预设的螺旋向心的空间效果。

为了实现设计构想，追求极致效果，我们在本次项目中创新性地使用了三维钎焊铝板工艺。我们创新性尝试了长达 20 米左右的三维扭转序列排布的铝板，并尝试了整体不留缝处理。针对 20 多米的超长板块，考虑到其受到加工、运输限制，我们选用了分段现场焊接技术路线。针对这种技术路线，常规的双组份环氧胶复合铝板，遇高温胶层会脱落，焊缝处会有隐患，容易起拱，无法表达连贯整体的效果。本次项目为了达到上述技术指标，我们借鉴工业产品加工工艺，我们尝试将钎焊蜂窝复合板运用进室内工程。有效地实现了室内的超大形三维曲面。主要工艺流程为：装饰面层铝板穿孔 → 面层、背层处理 → 钎焊复合 → 雕刻 → 焊接打磨组装成型 → 表面喷涂。通过将新材料、新工艺引入室内工程，与数字化设计的相辅相成，完美实现了设计成果。在最终竣工后也是实现了浑然一体的空间氛围。无拼缝的处理也是最大化地展示了空间的张力和韵律。

我们利用 3D 打印，迅速推进了圆桌会议厅中大门把手的细化优化工作。最初，该门把手的打样工作采用了传

统工艺，在设计师提出的修改建议后，很难快速响应。设计团队迅速改进了推进方式，采用 1∶1 的 3D 打印实物。3D 打印的样品大大节约了时间和成本，样品本身非常轻巧，也便于反复多角度地研究和推敲。

3.3 在宴会厅中的数字化设计技术运用

宴会厅面积约 3000 多平方米，我们以群雁归“潮”为理念，营造一个生动而起伏的天花造型。雁群在中国传统文化中便是一个极具代表性的符号。首先它是“信用”的代表，雁群每年定期往返，时间固定。其次它是“团结”的代表，雁群排成阵列，相辅相成共同奔赴相同的目标。而这些也正是设计团队对于项目的美好期许。

整体天花我们通过起伏的单元模拟出群雁飞翔的形态。顶面共由 6000 多个单元排列，通过不同的高低和角度形成一个流动起伏的形态。同样，整体顶面造型依托于参数化的设计来生成三维模型。顶面流动的曲率、起伏大小、扭转角度等几个重要参数调节即时可见。我们通过造型柔和程度、流动动感、照明指标等几个维度对大量生成的模型进行筛选，最终生成了最合理、美观的造型。

在数字设计技术的辅助下，我们对顶面的构造细节进行了创新重组。室内顶面共有 6000 多个单元，有效地控制每个单元模块是我们重点考虑的实施问题。我们对挂片单元进行工艺创新。我们利用一个机械转轴机构，将其拆分为转轴机构与装饰挂片两个部分。机械转轴设定了 6 个档位的旋转，利用每片单元的旋转实现了整体造型的流动。档位的设置也让整个变化相对有序可控。每片单元为模块化生产，现场组合安装，提高了生产和安装的速度和精度。通过数字化的设计与控制过程，设计团队实现了复杂设计造型到现场施工落实的完美落地。在工程角度实现了模块化安装，机械化安装。在效果角度，三维起伏的天花形态，结合动态的灯光模式，实现了多样化的空间效果，生动而富有韵律。在功能上也有效地回应了各种活动场景的需求。

4 数字化设计技术在项目运用中的总结

数字技术将建筑的物理维度与数字技术逐步融合，建筑空间成为一个虚实交互的新型空间。[3]通过数字化设计技术的探索，设计团队对室内空间的整个设计、建设、运营的全生命周期进行提升，助力传统建设模式到智慧建设模式的转型。在精美造型下是高度复杂的整合系统。我们围绕着“数字化工作流”“精细化设计控制”“一体化数字整合”等原则开展实践。项目中数字化设计技术几个主要运用总结如下：

（1）数字化技术辅助设计，为原创设计开拓思路。在初步的概念设计阶段，通过参数化设计实现了大量传统设计手段难以实现的空间复杂造型。同时，通过关键参数的条件，进行模型的快速方案迭代，提升设计效率。在概念设计阶段即对设计进行了快速、多轮推敲，大量减少了机械绘图的时间，腾出大量时间对方案进行综合推进。

（2）利用 3D 打印技术，对设计造型进行快速实物打样模拟。3D 打印技术与参数化设计相辅相成。利用现有的 3D 打印技术能够快速、廉价地对设计造型进行实物打印。一些大型、复杂构造可以通过等比缩放的 3D 打印快速论证其可行性。一些小型的关键构造可以 1:1 进行实物模拟，现场比对。这样打印样品大大减少了现场拆改、试错的可能性，真正地实践了绿色建设的内核。

（3）利用数字化技术进行优化排版。通过对加工模型的板块重组，对板块进行归纳整理。特别是在施工图纸深化阶段、现场的深化阶段，通过数字化软件对大量的装饰面板块进行重新划分。通过优化排版、归纳模数，在保证设计效果的情况下，大大减少了特殊板块，提高了加工效率，减少了加工时间，节约了加工成本。在现场的施工过程中，也减少施工误差，提升了现场施工效率，在施工阶段也能践行绿色建设的内核。

（4）利用数字化 BIM 整合，为设计落地提供保障。现代大型会议场馆内部往往集合了大量复杂的系统。这些系统之间存在大量交错、叠合、错乱。设计团队通过贯穿全设计阶段的 BIM 技术，对装饰造型、设备管线、末端点位等要素进行追踪、整合。运用 BIM 技术通过施工模拟和示范项目，可以在施工前进行设计，消除设计缺陷、改变位置。[4]实现了全专业、全过程的 BIM 整合控制。

（5）数字化设计技术拓展了新材料、新工艺的运用领域。传统的材料在施工的过程中仍然存在大量手工工序、现场工序，存在不可控性、不精细、污染大等问题。而依托于数字化设计技术，我们有能力将一些新材料、新工艺引入室内设计领域。在本次项目中，我们联合专业厂家针对多样材料进行研发创新。例如“三维大型钎焊铝板”“立体灯膜”等构造，创新性利用金属、金属复合材料，通过数字模型直接导入加工模型，减少现场加工的步骤，提升效率和品质。

我们在本次项目中通过以上这些数字化技术为设计注入了全新的活力。随着人工智能等领域的发展，相信数字化设计技术更会不断进化。而设计师将作为“媒介”，将在利用这些不断更新的数字化设计技术为我们打造出更美好的未来空间。

[参考文献]

[1]白迪,张玲.参数化设计在室内界面装饰中的应用[J].工业设计,2023(8):87-90.

[2]李乔.BIM 技术在室内设计施工图应用中的探索研究[J].艺术科技,2017(8):35-36.

[3]程泽西,陈页.数字化时代背景下"智慧"会展建筑设计研究[J].城市建筑,2022,19(7):15-16.

[4]蔡静,陈茸.BIM 技术在室内装修中的应用研究[J].现代装饰(理论),2013(8):20-21.

作者简介：张颖（1991.3-），毕业院校：同济大学，所学专业：工业设计工程，当前就职单位：上海现代建筑装饰环境设计研究院有限公司，职称级别：中级工程师。

