

深圳国际机场T3航站楼的参数化设计实践

Parametric Design of Shenzhen International Airport Terminal 3

撰文 马泷 北京市建筑设计研究院T3建筑工作室

参数化设计的潮流正在以始料未及的速度席卷整个建筑领域。我们聆听过参数化设计前传大师“弗兰克·盖里”精彩的设计回顾，感动于ZAHA事务所现任大师“帕特里克·舒马赫”关于现代建筑运动与参数化设计运动的比较，我们曾与伦敦AA School的毕业生反复交流思考，也曾学习于清华大学建筑学院的参数化设计教程。但是，精妙的理论在实践面前总是显得有些苍白无力，唯有真真实实的建筑才能让建筑师和整个社会感悟到它的存在与力量。

深圳国际机场T3航站楼正是这样一个充满了未知和梦想的建筑。无论从宏观起伏变幻的生态型建筑空间构成还是到微观转折开合的蜂巢型幕墙单元设计，T3航站楼都以超乎想象的难度，挑战着建筑设计的极限。单就建筑的屋面天窗数量是北京机场T3航站楼的220倍，幕墙接缝数量是国家大剧院的60倍，如此巨大、复杂且以幕墙形式完成屋面设计这一项在全球范围内都是举世无双的（图1）。

但为这一项目而集结的设计团队似乎又使这一设计的建造成为可能：建筑业主拥有雄厚的经济实力和创新精神，将深圳新机场定义为深圳这个国际设计之都的代言形象；建筑造型主创为国际知名的先锋建筑设计机构—意大利FUKSAS事务所；中方设计团队为拥有众多大型公共建筑特别是北京机场T3航站楼设计经验的BIAD_T3建筑工作室；钢结构与幕墙设计顾问为欧洲最著名的幕墙设计公司——德国HKING事务所；幕墙设计实施顾问为拥有丰富三维空间幕墙设计与施工企业——珠海晶艺幕墙公司；建筑绿色节能与消防性能化顾问为香港ARUP工程顾问公司；建筑照明设计顾问为英国SPEIRS照明设计公司；……。

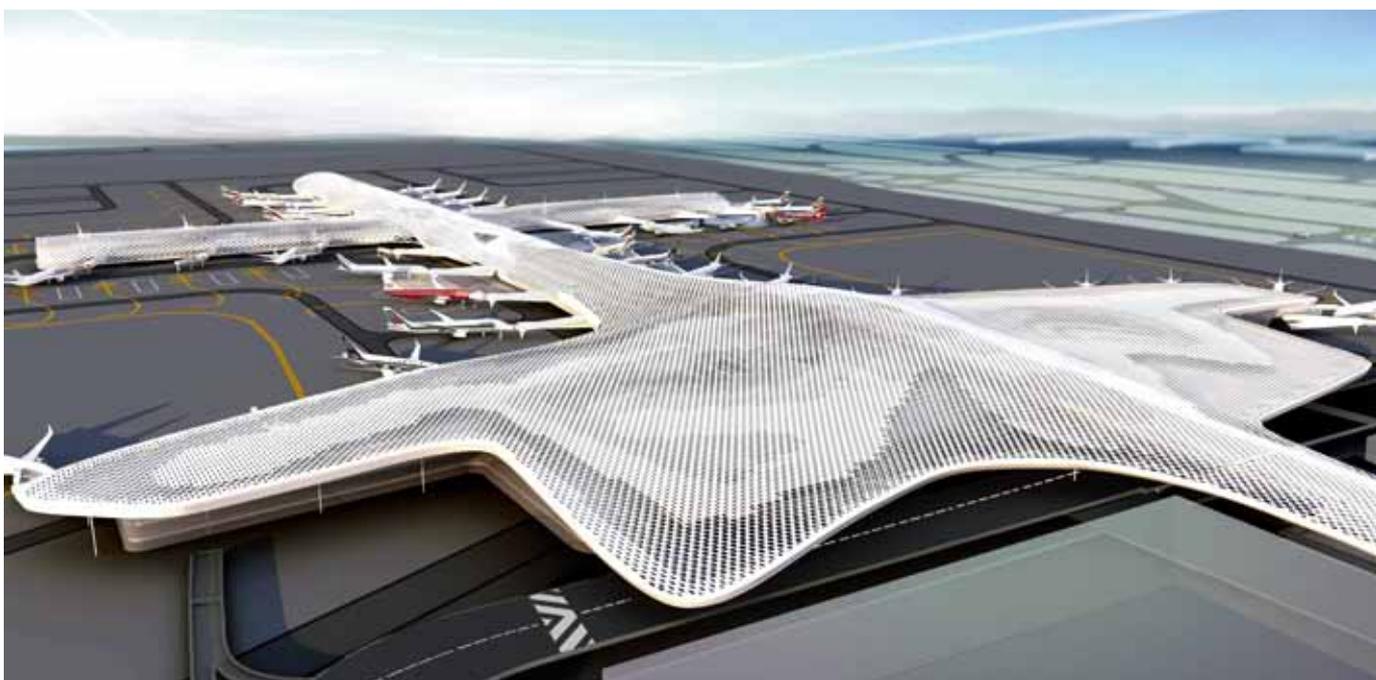


图1 深圳机场T3航站楼鸟瞰



图2 模型

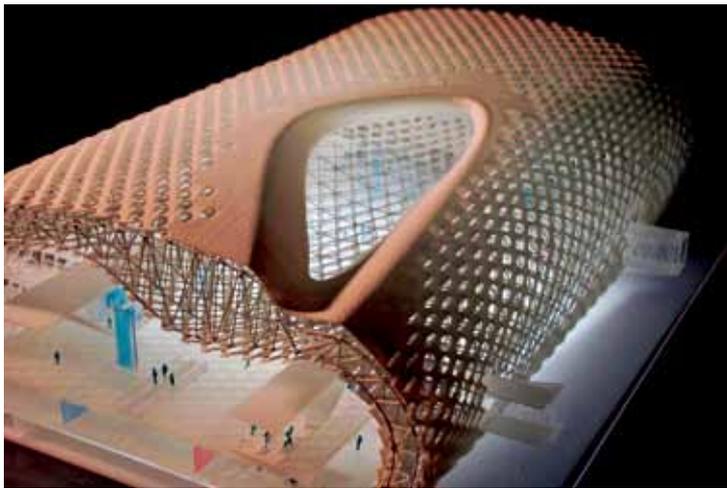


图3 外部屋面造型



图4 内部屋面造型

深圳国际机场T3航站楼总建筑面积50万 m^2 ，设计以流线型的动感元素与自然演变来的生态形式为城市带来新的想象力和冲击力。设计最初的灵感来自于海洋生物“鳐”自水中跃起的瞬间。建筑被设计为平缓光滑的形体，自然生物的流动曲线勾勒出的整体轮廓沿着大地向四个方向展开，使整个建筑显得柔软而富有动感（图2）。建筑前段舒展的体量伏于地面，如同从地下破土而出，后部轻盈的部分向上升起，悬浮于场坪上空，将凌空跃起的势态凝固于造型当中。建筑由双层表皮系统包裹覆盖，前部体量由玻璃幕墙围合，这两种元素组成了建筑主要的外部界面。表皮系统采用金属板与玻璃相间布置方式，所有玻璃部分形态统一，形成均匀点阵，由尺寸大小控制组成均匀过渡的纹理。大开大合的处理方法结合建筑庞大的体量形成极富震撼性的完整统一效果（图3，4）。

深圳国际机场地处珠江入海口，建筑基地由填海而成。从空中俯瞰，庞大的建筑体量在海陆相连的自然景观中很容易失去尺度，而经航站楼往来于此的旅客均处于强烈的自然环境中，因此建筑与自然的关系在设计中尤其重要。选择以生物体作为建筑造型的灵感来源，表明建筑在面对广袤的自然环境时对自身角色的认知。设计中，建筑以谦逊姿态融入海洋与大地，追求与自然环境的有机融合，如同生物一样成为自然界的组成部分。建筑整体色调上，以白色金属材质与花纹玻璃相间形成均匀的纹理，建筑庞大的体量如同由半透明的薄纱包覆，显得轻盈而迷幻，形成由建筑到环境的自然过渡。

丰富的气象变幻是滨海自然环境的重要特征。建筑银白色的外表皮每时每刻反映出天气变化。对于终年不断的海风和突如其来的台风，建筑符合流体力学的外形在降低风荷载的同时能够在视觉上带给人们安全感。当丰富的水汽凝聚于海面上空形成变化多姿的云景，航站楼轻盈的体量、流线型的外部曲线和悬浮



图5 楼室内透视

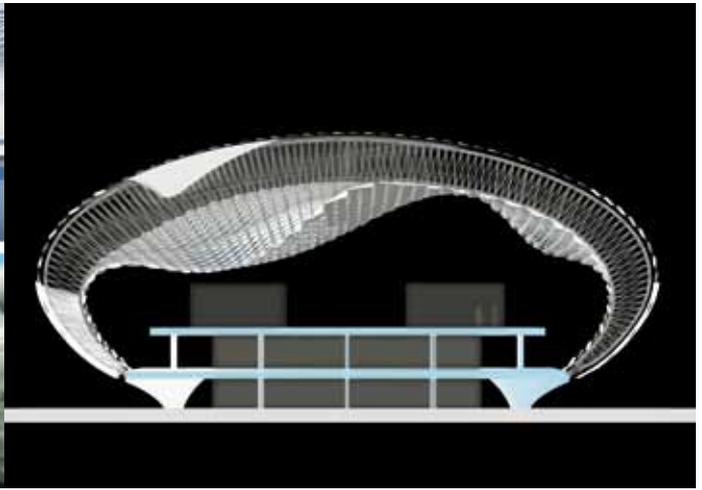


图6 指廊剖面



图7 指廊内部空间

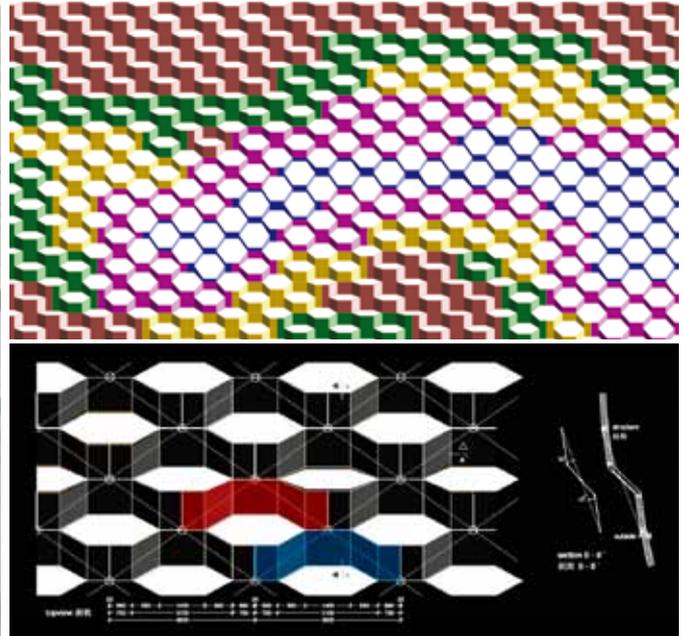


图8 六边形天窗网格系统

的造型均可以对云这一自然元素做出完美的呼应。在雨中，雨水随风力在建筑屋顶和幕墙上流动汇集，流线型的建筑形体自然收集。当天气晴朗时在炽热阳光的照射下，半透明的建筑体量如同浸满了海水，在水陆之间晶莹而不眩目。

深圳国际机场T3航站楼将室内空间与外部造型整体设计，营造城市空间到航站楼整个流程空间的连贯过渡。主楼部分的办票大厅、国内行李提取大厅等大公共空间均采用大跨度柱网，由中央的跃层空间上下贯穿。双层表皮系统将自然光由上部导入。指廊区出发层为数百米长的连贯无柱空间，双层表皮幕墙全方位包裹，每个方向都有自然光透过，结合上下起伏的开洞设计，形成令人兴奋的流动空间体验。两个方向的指廊交叉形成戏剧性的空间中心，环境小品点缀其中，通透的空间由上而下直达首层远机位候机大厅。整个建筑内部处于用光营造出的戏剧性环境中（图5~7）。

深圳机场的蜂巢表皮由三部分构成：外表皮的屋面、幕墙体系，中部的自由网壳结构，内部的空间吊顶体系。

屋面主要由双层表皮系统组成，其基本形式为六边形天窗单元组成网格系统，两层网格系统间以结构体系相连形成双层表皮，并通过控制天窗尺寸形成表皮的图案纹理变化（图8）。在主楼区和翼廊区，屋面结合玻璃幕墙组成建筑外围护结构；在指廊区，双层表皮系统向下弯曲包裹建筑，形成屋面幕墙一

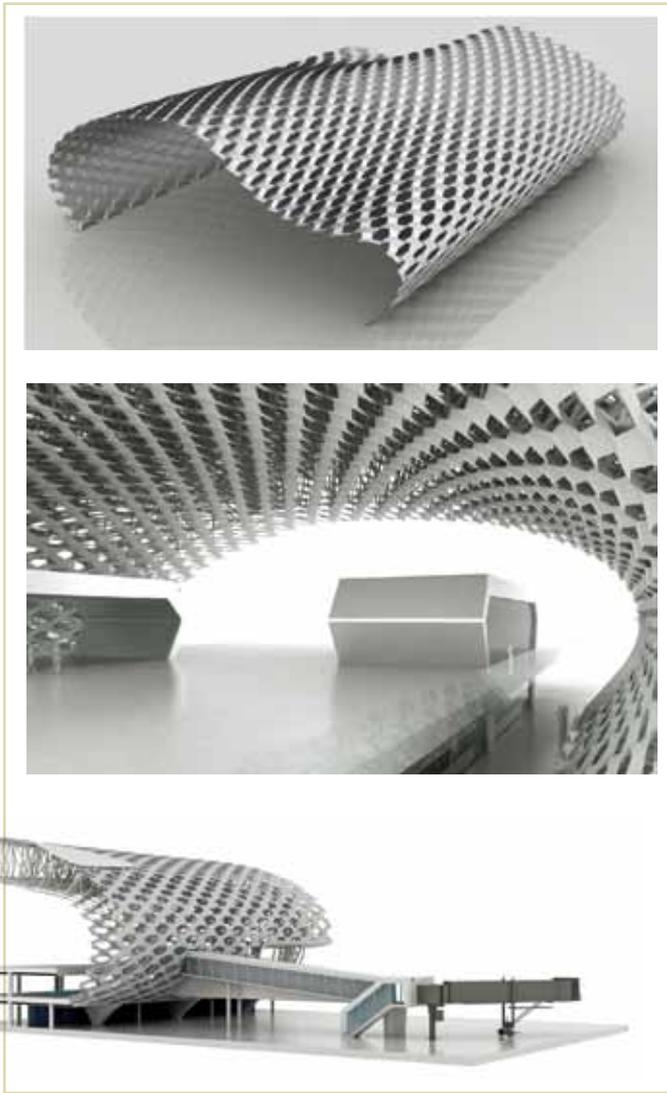


图9 幕墙形成外围护结构

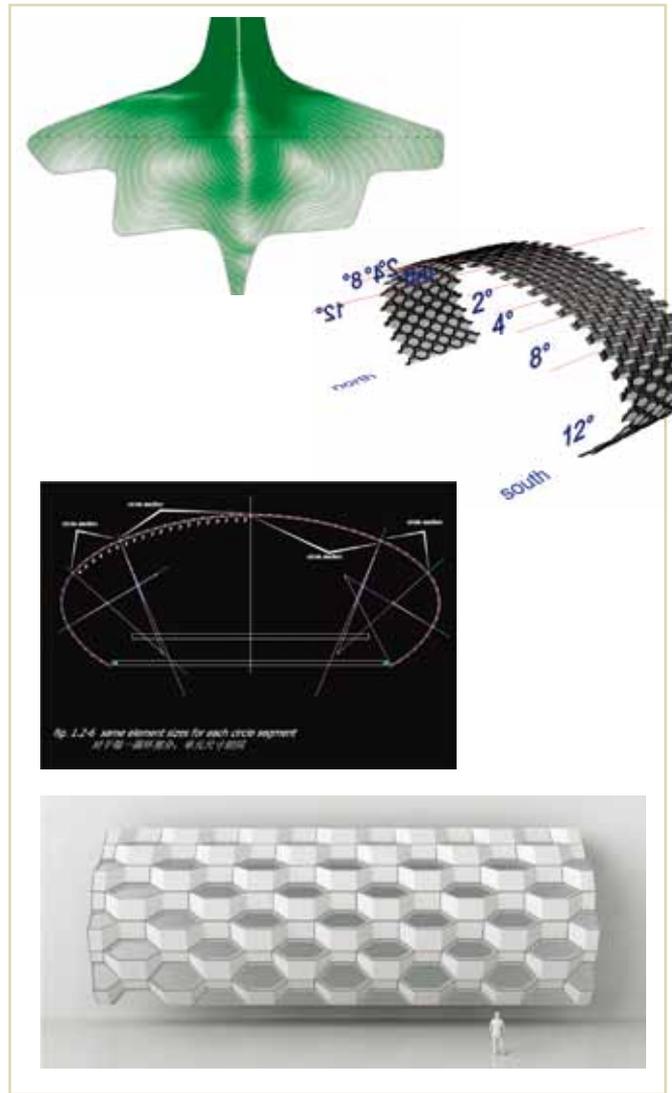


图10 幕墙单元构成模拟

体的外围护系统（图9）。外部表皮需要完成采光、遮阳、防水、排水、保温、隔噪、通风等众多功能需求，是本工程的核心难点所在。起初，德国幕墙顾问公司HKING坚持采用单元式幕墙构造，整个幕墙表皮采用5万多个六边形单元构成，单是Y型单元接缝就高达30万m，并且大量用于屋面体系，这对于一个建筑的安全系数、加工难度、施工工期、工程造价都是不可想象的。因此，最终的幕墙模式是通过参数化设计进行建筑成型和优化的，而连接构造必须寻找一种整体可靠并且造价可控的模式，这是一切工作得以实现的基础。

首先，造型建筑师利用RHINO软件根据Fukas先生的概念草图和BIAD提出的机场功能需求生成最初的三维概念模型，并根据建筑师和结构工程师的建议不断深化，最终形成光滑表皮的RHINO三维模型作为各方工作的基础表皮。此外，另一组造型建筑师根据初期确定的剪纸型单元形式，通过标准单元和标准段落形成基础的单元理念，比如单元为4.5m×3.0m模块造型，由“几”字形空间金属板和六边形玻璃窗共同构成。“几”字形金属板通过空间转折角度的变化与玻璃形成0°、2°、4°、8°、12°五种标准模式，而其间的玻璃窗也根据空间造型需要，窗高分为0.9、1.2、1.5、1.8、2.4m五种规格。此外，建筑的屋面部分需要以实板为主体渐变到立面以玻璃为主体，而根据日照分析玻璃的开窗模式将自东向西渐变开合，这一切控制性单元设计的思路确定后，转交幕墙设计公司将这些建筑理念系统化和参数化，并且扩展到全建筑（图10）。

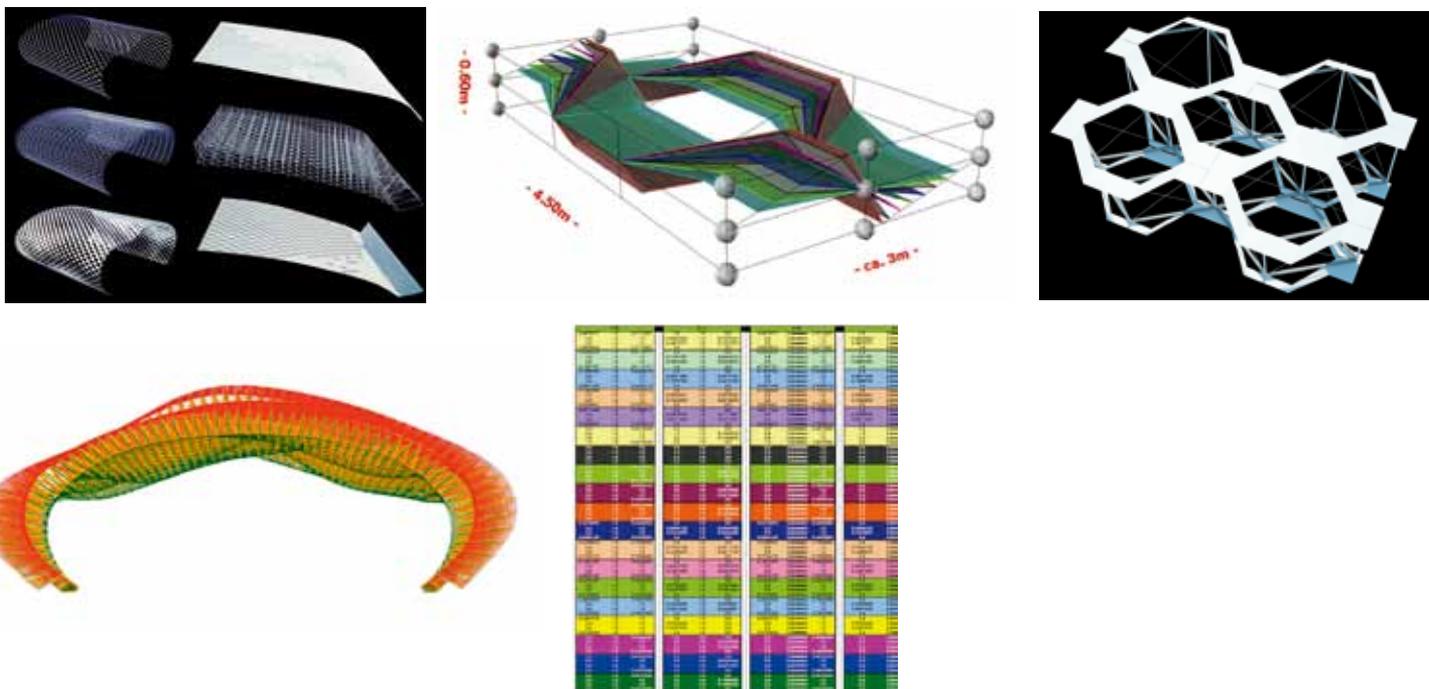


图11 屋面幕墙系统参数化设计

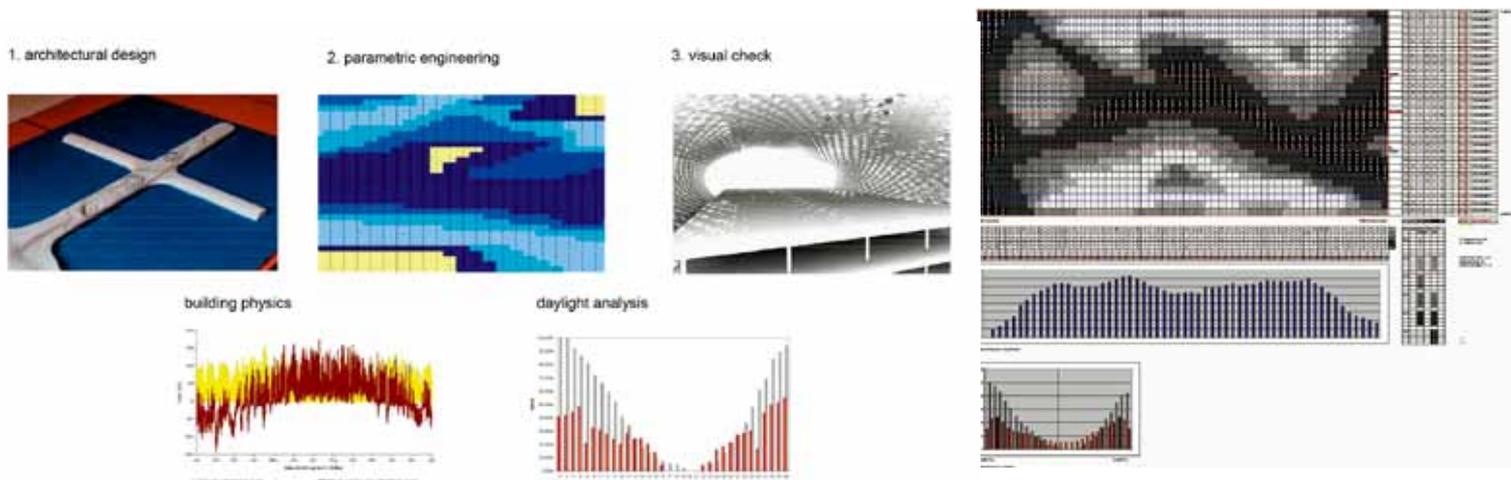


图12

在实际操作中，德国幕墙顾问公司HKING经过近半年的研究，在RHINO软件的基础上为本工程开发了一款专用的单元生成软件，通过高速计算机一个月的运算形成了T3航站楼蜂巢表皮，但由于建筑造型过于复杂，幕墙设计师对初步三维模型进行了6个月的“手动”模型调整，并在建筑过于复杂的区域改用折边实体面板替代蜂巢面板进行设计，最终完成了整个表皮模型（图11）。

此后，北京市建筑设计研究院（BIAD）在接手幕墙设计后，与外方建筑师、外方幕墙顾问、中方幕墙顾问以及幕墙厂家反复协商，最终确定将幕墙表皮与下部构造分离，形成独立的装饰面层；幕墙内层基础面板和幕墙钢结构采用单元式模式，而其上的表皮防水层必须为现场生成的整体防水层。此外，我们通过深化设计在复杂的屋面系统中增加了屋面排水系统，而中方幕墙顾问KGE又经过半年的深化设计终于将幕墙系统招标图纸深化为幕墙施工图纸，使这一复杂的屋面、幕墙系统最终从设计和造价上得以实现，创造出良好的室内外视觉感受，同时满足其在热工、光学、声学以及安全性能上的特点和要求（图12，13）。

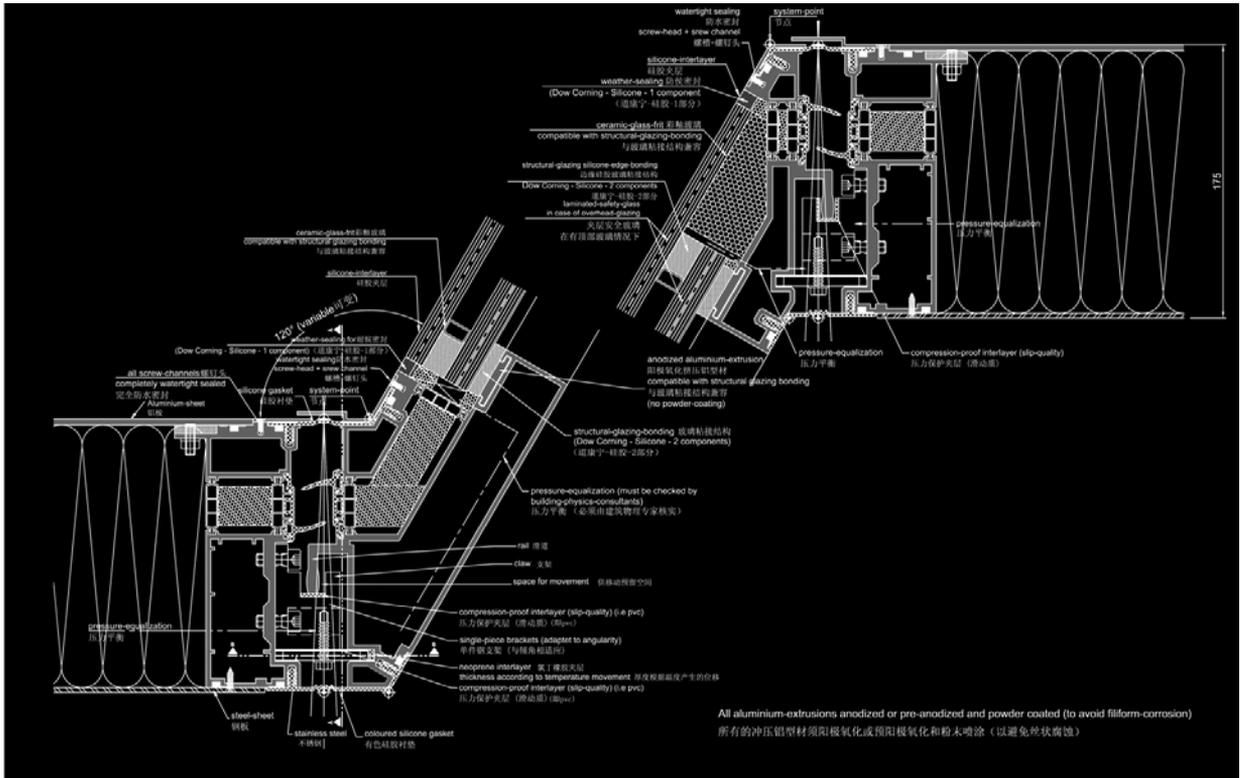
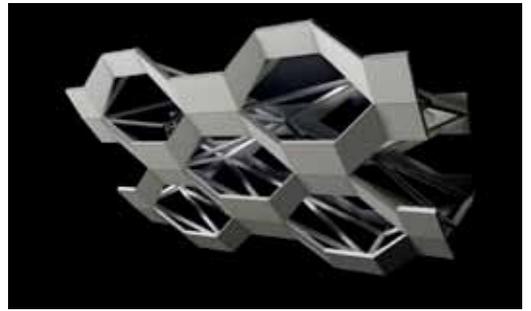


图13

深圳机场的参数化设计起源于建筑表皮理念与传统建筑的分道扬镳，相比于2005年设计完成的北京机场T3航站楼，经典的直立锁边配有造型天窗的整体屋面系统以及竖向通透的玻璃幕墙系统在这里已经完全交织在一起，光滑柔软的表皮和编织着无限光影变化的单元肌理，将把建筑的表皮设计带进全新的世界。在全球建筑正在多方探索，从必然形体走向自由形体的革命中，深圳机场T3航站楼项目无疑具有重要意义。目前，航站楼的钢结构施工正在紧张进行，我们有理由在2011年期待深圳机场T3航站楼屋面、幕墙的华丽呈现。



作者简介

马珑，北京市建筑设计研究院（BIAD）T3建筑工作室主任、总建筑师，教授级高级建筑师，国家一级注册建筑师，深圳国际机场T3航站楼中方设计总负责人。