

公司名称

北京市建筑设计研究院有限公司

北京市建筑设计研究院有限公司第四建筑设计院/机场研究中心

项目地址

中国，北京新机场

应用软件

Autodesk® Dynamo studio

Autodesk® T-spline for Rhino

Autodesk® Revit® Architecture

Autodesk® Revit® Structure

Autodesk® Revit® MEP

Autodesk® Navisworks®

Autodesk® Stingray

Autodesk® Simulation CFD

Autodesk® 360

重任在肩 矢志超越

北京新机场旅客航站楼及综合换乘中心
设计阶段BIM应用

图1 北京新机场效果图

北京新机场是如此一个超级工程，在世界上也没有先例，在开始设计时，项目成员几乎没有太多现成的工程经验可以依循。BIM技术给了我们这样一个机会，不仅使我们能够以更高的效率，完成如此复杂项目的设计工作。而且通过虚拟的建造，建筑信息的分析，我们得以窥见这一超级建筑建成后的情况。从飞机的滑行、人流的组织，到结构的合理性、环境的舒适度，BIM技术都可以做出充分的模拟验证，为业主决策和设计优化提供依据，并最终能够为业主呈现更为出色的建筑成果。

—王亦知

BIM负责人

北京市建筑设计研究院有限公司第四建筑设计院

北京新机场旅客航站楼及综合换乘中心项目

北京市建筑设计研究院有限公司（BIAD）成立于1949年，是与中华人民共和国同龄的大型国有设计机构。机场建筑研究中心是依托第四建筑设计院形成的优秀设计团队。

BIAD的机场设计有着较长的历史，自首都国际机场始建以来至今，BIAD一直为首都机场的建设不间断地提供设计服务。从1958年机场初建时的最老的航站楼，到1980年建成的T1航站楼、之后再1999年建成的T2航站楼，都留下BIAD几代人辛勤的汗水。近十年来，在中国机场建设的高峰期，北京院机场建筑研究中心先后承担了首都机场T3航站楼、昆明新机场航站楼、深圳宝安机场T3航站楼、南宁吴圩机场新航站楼、桂林机场T2航站楼等5个大型、超大型机场航站楼的工程设计，并参加了十余个机场设计投标工作。多项工程获得国家级、省部级优秀设计，昆明新机场航站楼、深圳机场T3航站楼项目获得了亚洲建筑师协会金奖。通过不断积累设计经验、培养了一批具有专业水准的机场设计人员。在持续的设计实践过程中，不断总结积累经验，BIAD机场设计团队逐渐形成机场航站区规划、陆侧交通、航站楼建筑设

计等核心设计理念和方法，具备了与国际一流设计公司同台竞技的能力。

工程之外，BIAD机场建筑研究中心还承担着第三版《建筑设计资料集》民用机场部分的主编工作，参编《城市客运交通枢纽设计规范》，并承担着多项科研任务，在建筑核心期刊发表数十篇学术论文。理论和实践的结合，将进一步提升BIAD机场设计团队整体实力和影响力，BIAD努力在中国机场建设大潮中奉献更多的力量。

一、项目概况

北京新机场旅客航站楼及综合换乘中心工程是北京在21世纪面向未来发展的超级工程，总建筑面积143万平方米，满足本期4500万人次，2025年7200万人次年旅客吞吐量的设计容量。主体建筑航站楼由中央主楼和五条互呈60度夹角的放射状指廊构成，航站楼以北的综合服务楼平面形状与航站楼的指廊相同，与航站楼共同形成了外包直径1200米的总体构型。我们可以从航站楼与大型公共建筑的比较中感受其尺度：

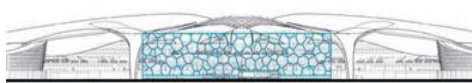


图2新机场无柱空间与水立方尺度比较

北京新机场中心区域的支撑间距达200米，所形成的无柱空间可以完整的放下一个水立方。

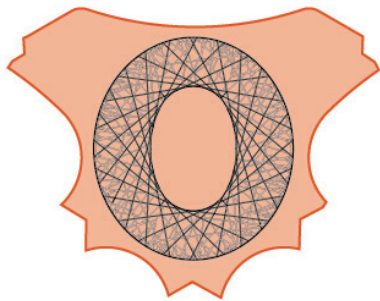


图3单块混凝土板与鸟巢体育场尺度比较

为保证中心区屋面及支撑结构体的完整以及功能区的完整，北京新机场航站楼中心区混凝土楼板513mX411m不设缝，是国内最大的单块混凝土楼板。这块完整的混凝土大板，可以将国家体育中心（鸟巢）置于其上。

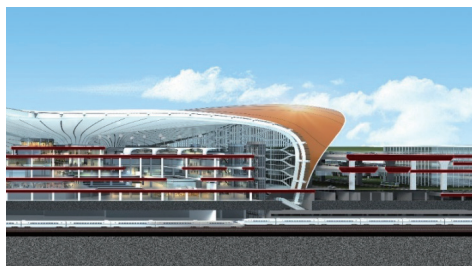


图4-1 航站楼中轴线剖透视

作为综合交通枢纽，航站楼主楼地上共四层，采用了上部双出发层-下部双到达层的基本楼层功能设置，并配置了双层出港高架桥，航站楼近机位共79个，地下一层设置轨道进出站的连接过厅和轨道站厅，连接地下二层的两条城际铁路线和三条城市地铁线，采用8台16线布局，与目前的北京火车站规模相当。

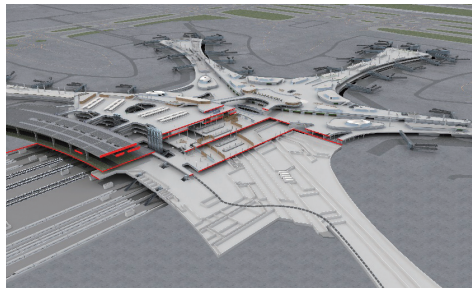


图4-2 航站楼中轴线剖透视

综上所述，北京新机场航站区工程具有项目规模巨大、建筑功能复合，专业系统众多、协调环节密集，质量标准严格等主要特点，对工程建设的规划、设计、施工、管理都提出了很高的要求，在紧迫的设计周期下，BIM的应用充满机遇与挑战，需要协调一致的BIM标准和具有针对性的BIM设计策略。

二、BIM标准与管理

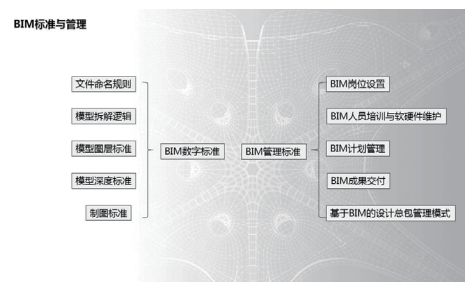


图5 BIM标准建立

在项目初始阶段，针对新机场项目特点同时设置了BIM数字标准与BIM管理标准，如图5所示。为实现这一庞大的BIM协同设计系统，设计团队做了充分的准备，并确立了严格的BIM数字标准，提出了明确的BIM文件接口标准，保证整体设计的协同推进。核心团队进行了专项BIM培训，并对电脑设备进行了升级；设置了各级BIM负责人；制定了BIM管理计划；从文件命名规则、图层标准，到模型拆解逻辑、深度标准，以及交付成果的表达和要求，都进行了详细规定。

三、BIM设计策略

在当前技术条件下，单一的BIM工具完全无法实现如此复杂项目的设计目标。对于大型项目来说，互提资料数量多、版本混乱、内容丢失等造成的责任不清以及替换底图增加的工作量都是不容小视的设计管理问题。

项目成员在策划阶段，就确定了多平台协同工作，以适用性为导向的BIM技术框架。如建筑外围护体系使用Autodesk T-spline同Rhino结合共同作为设计的核心平台处理自由曲面；大平面体系中，主平面系统使用传统的Autodesk AutoCAD平台，保证设计的时效性；对于专项系统中楼电梯、核心筒、卫生间、机房这样的独立标准组件，项目成员使用Autodesk Revit平台，利用建筑信息化的优势，确保这些复杂组件的三维准确性。通过成熟的协同设计工作，将这三个大的体系整合在大平面中，实时更新，协同工作。

同时，通过协同设计，业主方、设计方及施工方在统一的平台下共同工作，改动实时调整，对于提高设计效率有很大价值。

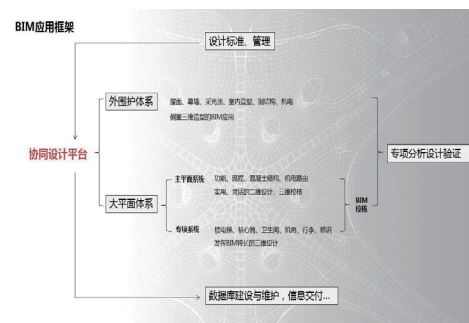


图6 BIM应用框架

通过这样适用、高效的BIM和协同设计策略，项目组得以整合上百人的设计团队，只用了一年的时间，就完成了新机场从方案调整深化、初步设计、施工图的全部设计过程，体现出了BIM技术对于设计效率的巨大提升。

四、外围护体系的BIM应用

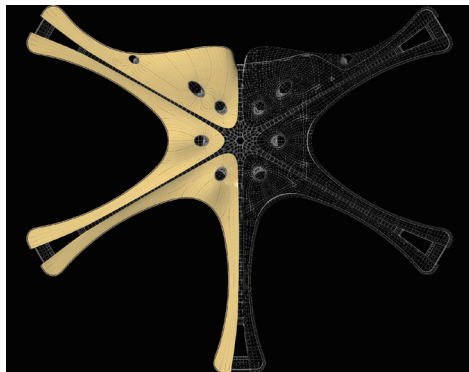


图7屋顶曲面与屋面主结构网格关系

航站楼的自由曲面造型是外围护工程的难点。项目组通过主动创新，在BIM平台上综合运用Autodesk T-spline曲面建模与编程工具，实现了对外围护系统的全参数化控制，大到屋面钢结构定位，小到吊顶板块划分，都在同一套屋面主网格系统的控制下展开。

屋面主网格是一套整合屋面，采光顶，幕墙，钢结构等多专业，多层级的空间定位系统，以受参数化程序控制的屋面钢结构中心线为基础，在满足建筑效果的同时符合结构逻辑。在主网格系统的基础上，项目组通过逐级深化的方式不断推进设计，接力主网格程序对屋面大吊顶进行分缝，分板参数化设计，对吊顶板块进行数据化分析，优化板块类型。



图8航站楼室内空间效果图

各屋面子系统，如虹吸雨水，马道等也采用三维方式定位设计

五、大平面体系的BIM应用

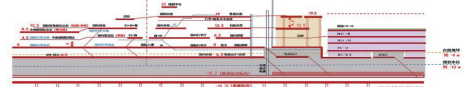
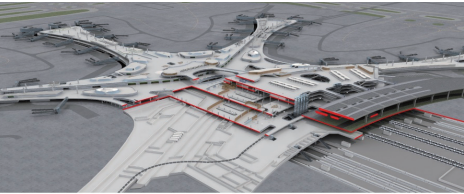


图9北京新机场大平面体系模型

北京新机场大平面体系的BIM架构分为主平面系统和专项系统两部分，在主平面系统中，项目成员运用Autodesk AutoCAD平台上成熟的协同设计模式快速推进设计，并随设计节点创建和更新建筑、结构、设备全专业的Autodesk Revit模型，同各专项系统，外围护系统模型一起在Autodesk Navisworks, Autodesk Stingray中进行三维校核及漫游演示。

在专项系统设计中，项目组发挥Autodesk Revit平台的优势，集中处理大量信息:全楼共计141个不同的卫生间，148部自动扶梯，42部玻璃电梯，98部混凝土电梯，设备专业的BIM设计中，项目组将全楼数百间机房作为专项系统进行全BIM设计，其中最大的单间空调机房

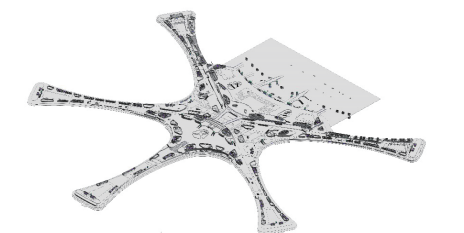


图10北京新机场建筑Revit模型



图11北京新机场结构Revit模型

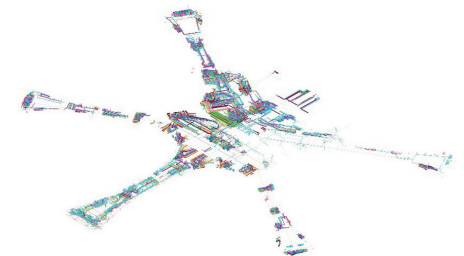


图12北京新机场Autodesk Revit MEP模型

内同时运行设备40多台，项目成员对BIM的应用不仅止于管线的几何表达，更看中其信息处理能力，如流量，压力，流速等，为更深入，高效的设计提供依据。

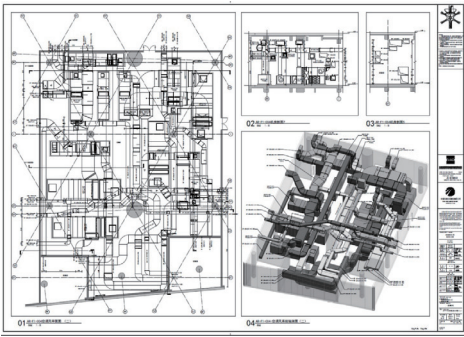


图13机房BIM图纸表达

北京新机场也将机场建筑特有的专项设计向前推进：标识系统是机场功能组织的重要环节，项目组利用基于Autodesk Revit平台的Dynamo编程对全航站楼共计3114块标识牌进行参数化设计与管理，包含每块标识牌的位置，类型，指向信息等；行李系统的几何信息与运行分析同样有赖于BIM专项设计。

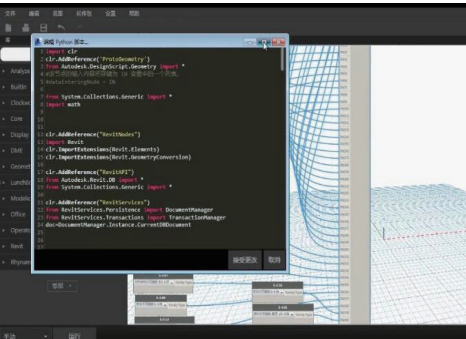


图14标识系统Dynamo程序

六、计算机智能设计

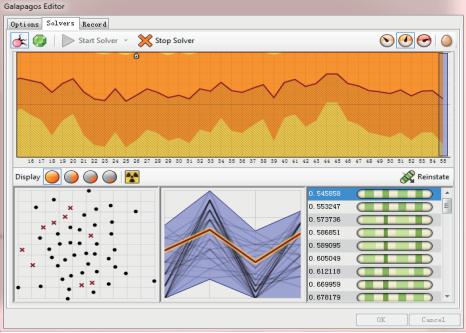
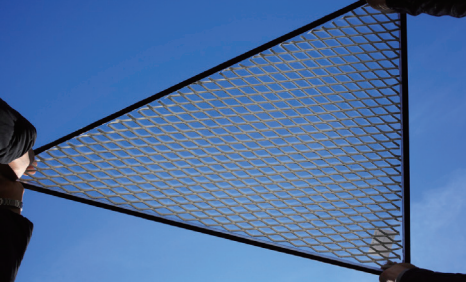


图15采光顶遮阳网片样本与遗传算法程序

遗传算法是人工智能领域的计算机技术，项目成员将其应用在遮阳网片计算和C形顶的结构划分这两部分工作中，计算机在项目成员通过程序设定的逻辑与条件下，找到了问题的最优解。这是以往无法凭人力得到的。为了降低航站楼能耗，项目成员将一层轻薄的遮阳网片置于采光顶玻璃片的中空层中，在保障室内采光的同时可以最大程度遮挡南向直射光。每个遮阳网片单元形式由4个参数控制，每个参数的不同取值会组合产生上万种形式。计算机根据采光顶所处的位置从中筛选出其中热工性能的最优解，使得透过采光顶获得约60%进光量的同时仅接收约40%的热能。

C形柱上方的采光顶是室内空间的视觉焦点。综合视觉与结构需求，项目组需要在结构网格划分上实现三个目标：1.边缘整齐2，玻璃分板均匀 3.分板结构梁程相近。为此，项目成员为

为实现这一庞大的BIM协同设计系统，设计团队做了充分的准备，并确立了严格的BIM数字标准，提出了明确的BIM文件接口标准，保证整体设计的协同推进。核心团队进行了专项BIM培训，并对电脑设备进行了升级；设置了各级BIM负责人；制定了BIM管理计划；从文件命名规则、图层标准，到模型拆解逻辑、深度标准，以及交付成果的表达和要求，都进行了详细规定。

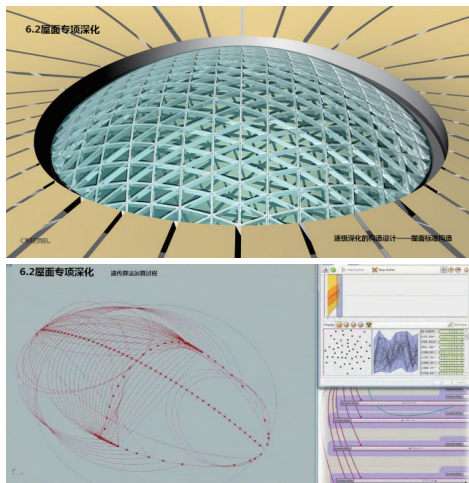


图16采光顶结构分格效果与遗传算法程序

主要划分线设置了88个控制点，通过遗传算法调整各个控制点的相对关系，最终得到分板均匀，具有张力的结构网格。

七、专项分析研究与设计验证

新机场的设计中，项目成员使用计算机技术对建筑光环境，CFD，热工等物理环境进行分析模拟，使航站楼更安全，节能，高效。包含如下主要内容：

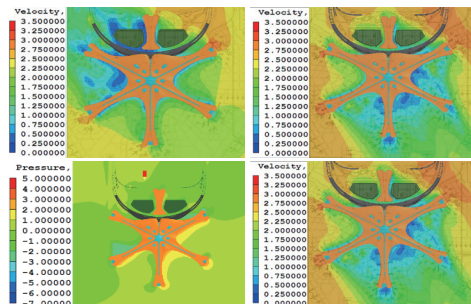
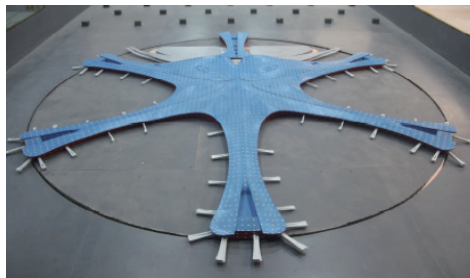


图17建筑室外风环境物理风洞模型与计算机模拟分析

1、室外光环境的模拟分析辅助采光与遮阳的设计；室内照明系统的分析计算。

2、物理风洞实验分析与计算机模拟分析；室内自然通风模拟。

3、基于建筑物理模型的围护结构热工参数优化分析

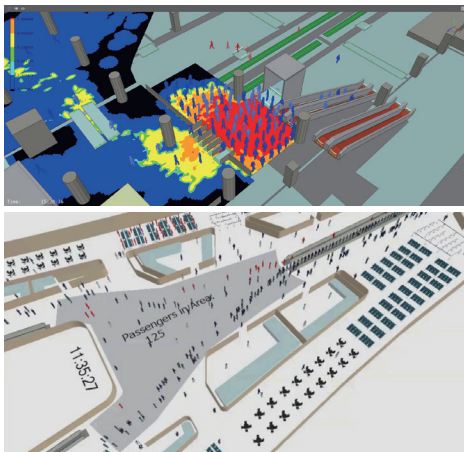


图18电梯等候时间与旅客流线模拟

计算机模拟技术不但用于模拟航站楼所处的物理环境，还应用与对机场未来运行的状况的仿真分析：在航站楼内，通过对机场室内人流的模拟，项目成员可以评估出等候每处电梯，安检排队的等候时间，进而优化流线设计，提高运行效率。在航站楼外，通过建立起场跑滑系统数学模型，优化调整登机口布局，获得最优的站坪运行效率；

八、BIM信息管理

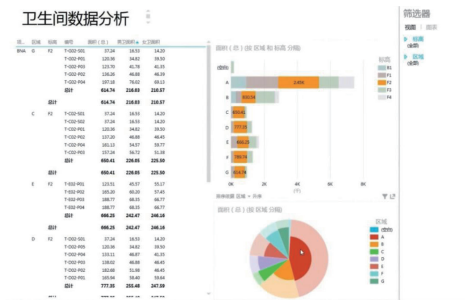


图19卫生间信息数据统计

项目组在新机场的项目中建立了完整的数据库。例如将卫生间系统的数据同机场运营经验统计数据相关联，可判断出各处卫生间洁具数量是否能应对高峰期的客流压力。通过数据的信息交付，新机场各系统海量信息将在未来持续服务于施工与运营。

九、项目总结

高效，稳定的软件平台是建筑设计的技术保障，BIAD长期使用欧特克产品保障大型航站楼项目的设计工作的顺利推进，面对北京新机场这一超级工程的新挑战，项目组结合项目和团队特点有针对性的协调和使用软件产品，拓展了对近年来欧特克新产品的应用广度与深度，为今后大型项目的BIM应用积累了宝贵的经验。BIAD也期待作为专业设计机构，同以欧特克为代表的软件服务商共同开拓建筑信息化设计的未来。