

公司名称
天津市建筑设计院

项目地址
中国，呼和浩特

应用软件
Autodesk® Revit®
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® Dynamo
AutoCAD®
Autodesk®Simulation CFD

数字提升设计、科技建造未来 呼和浩特市赛罕区全民健身中心BIM技术应用



图1 全民健身中心

BIM技术的应用，使得各设计师共享同一数据源，实现复杂空间三维协同设计，解决专业间因信息壁垒而产生的错误，新兴的各种以数据为支撑的分析模拟不断帮助设计进行优化完善，使决策更加理性清晰，数据的传递更是在给整个行业带来多元的变化，这将为这个行业带来新的价值和希望。

——张津奕
副院长
天津市建筑设计院

天津市建筑设计院

天津市建筑设计院（简称TADI）创立于1952年，现已发展成为技术实力雄厚、人才济济的天津地区最大的综合性建筑设计单位。TADI现有职工1600余人，拥有国家工程设计大师3人、国务院批准享受政府特殊津贴专家11人、天津市勘察设计大师5人，国家一级注册建筑师、一级注册结构工程师、注册城市规划师、注册电气工程师和公用设备工程师、国家级注册监理工程师、注册造价工程师、注册岩土工程师、注册咨询（投资）工程师等各类注册人员300余人，中高级以上专业技术人员900余人。

TADI设有8个职能管理部门、3个综合建筑设计院、1个医疗专项设计院、6个专项设计所（装修、景观、岩土、规划、经济、陈设工作室）、1个总承包事业部、4个技术研发中心（机电、结构、智能、BIM）、4个分院（广州、厦门、海南、滨海）、近50家全资、控股、参股公司。企业资质TADI是国际建筑工程咨询协会（菲迪克）会员单位，具有国家住房和城乡建设部颁发的建筑工程设计、城乡规划编制、风景园林专项工程设计、房屋建筑工程

监理、工程招标代理、工程造价咨询等多项甲级资质；施工图设计文件一类审查机构资质；人防工程设计乙级资质。同时拥有国家发改委颁发的工程咨询甲级资质，具备承接工程建设全过程服务能力。

TADI工程技术人员积极进取、锐意创新，先后有12项工程设计获国家级优秀设计奖，拥有国家技术专利23项、国际技术专利6项，300余项工程设计、科研和标准设计、规范编制获市级优秀设计奖及科研成果奖等奖项，其中天津奥体中心、津湾广场、梅江会展中心、万丽天津宾馆、天津第二南开中学、东亚运动会场馆、数字电视大厦、天津市人民医院、天津文化中心美术馆和银河购物中心等，已经成为天津的城市名片，哈尔滨十四中、中国水利博物馆、邯郸市行政许可中心、无锡体育中心、海南豪生酒店、河北迁安人民医院等，也成为了当地的标志性建筑。主持或参与完成了中新天津生态城、解放南路地区开发建设、市重点地区规划编制、海河两岸改造天际线提升以及城市主干道等一大批区域性规划设计。先后承担完成了规划信息中心综合楼、渤海银行总部大楼、

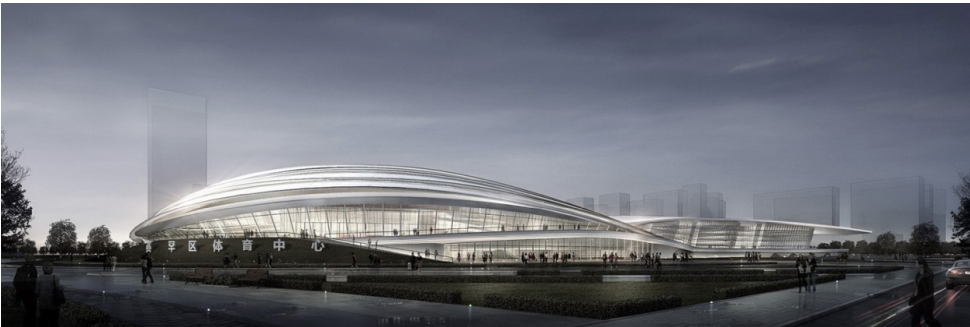


图2 全民健身中心

百利机电研究院研发楼等多项工程管理项目，和天津市测绘院办公大楼、高速公路培训中心、泰达城展示中心、中新生态城服务中心、天津医科大学总医院外科大楼干部保健部改扩建工程等多项工程总承包项目，以及120余项工程监理业务。

一、项目概况

该项目位于中国内蒙古自治区呼和浩特市赛罕区，是响应国家全民健身计划项目的重要组成部分。规划可用地面积91437㎡，地上总建筑面积33000㎡。建筑分为两大功能区：A区为5000座的多功能体育馆，在休闲健身的基础上需满足赛事要求；B区为包含游泳馆、篮球、网球馆等功能的全民健身中心，并设置300座的剧场供公益演出使用。项目的公益目标是：号召全民参与健身，提供市民生活的展示舞台，为城市区域发展做出贡献，实现体育事业与体育产业的良性互动，形成生态和谐可持续的人文环境。全民健身中心项目荣获2017年中勘协“创新杯”BIM设计大赛·最佳文化体育BIM应用奖等奖项。

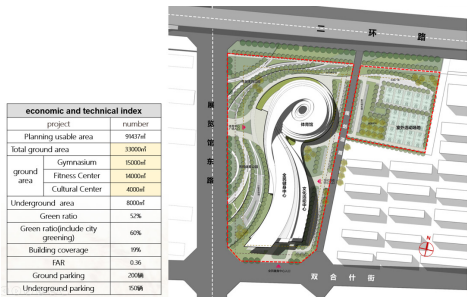


图3 全民健身中心总平面图

二、项目亮点

这个项目建筑形体复杂，对于如何完成与建筑空间相契合结构体系，如何在复杂的空间里协调各专业，如何更加全面完整地表达施工图设计等等，都给设计带来了挑战。

所以项目全程采用BIM技术进行设计，利用参数化手段进行非线性形体设计及优化，通过建立中心文件的方式，使得各设计师共享同一数据源，实现复杂空间三维协同设计，解决专业间因信息壁垒而产生的错误，同时，三维的可视化模型也帮助我们更好地对复杂空间进行详细推敲，发现并解决问题。BIM帮助实现复杂建筑形体的三维设计、全专业协同设计、重要节点构造的精细化设计，打造符合体育建筑个性的高品质地标建筑。其亮点可以综述为：

- 1、建筑形体通过参数化设计，使形体与使用功能完美平衡
- 2、参数化设计辅助分析模拟，进行结构体系计算，为多变化形体的结构定位提供支持
- 3、BIM技术实现复杂空间协同设计，有效利用消极空间
- 4、参数化手段进行表皮优化，减少屋顶嵌板规格，控制成本
- 5、参数化助力构件信息表达，便捷对接数字加工及现场装配

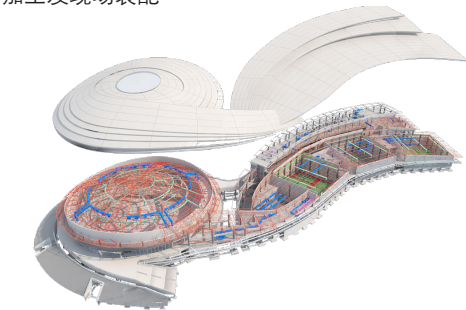


图4 项目全专业模型

三、BIM技术创新点

1、项目创新性地解决了造型软件与Autodesk Revit之间的数据对接问题，以概念体量族为媒介，将参数化成果融合到设计的每个阶段。从形体生成阶段就采用了参数化的设计手法，并逐步延伸到扩初设计和施工图设计，将造型软件的参数化结果与Autodesk Revit实现了对接，并在Autodesk Revit中完成了全专业的三

维协同设计工作。
2、以Autodesk dynamo等参数化手段进行结构构件空间定位，结合计算软件完成结构的空
间设计，并适时与各专业互动。
3、应用API编程填补Autodesk Revit功能的不足，将构件信息完整输出，解决了Autodesk Revit数据在施工图出图阶段的读取障碍，将参数化信息完整展现。

四、BIM技术各阶段应用点

(一) 方案确定

建筑方案取材中国传统文化如意祥云的立意，结合蒙古的传统乐器、蒙古包、蒙古服饰等文化印记，将建筑形体舒展柔化，形成一种灵动蜿蜒的趋势，飘逸流畅。为了实现设计立意，同时使形体满足功能需求，用参数化手段将造型创意有理化。在建筑形体的生成过程中，结合建筑功能及形体需求确定控制参数，充分利用参数进行调整控制，通过参数变化生成多种形体并进行筛选对比，通过叠加形成屋面层次，最终生成屋顶形态。在此基础上，在Autodesk Revit里完善各功能空间。

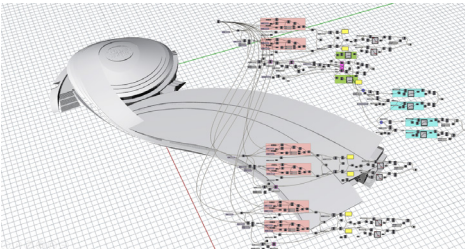


图5 屋顶参数化模型

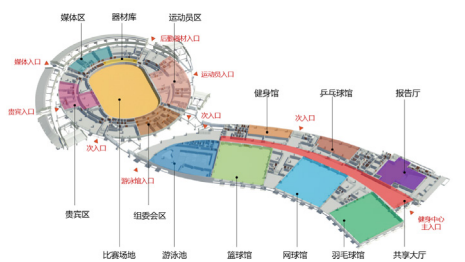


图6 首层平面图

(二) 扩初阶段

建筑设计方面，兼顾体育馆多功能使用性质确定场地尺寸及看台区域。在体育馆座椅设计中，利用Autodesk dynamo进行快速排布，并根据不同使用功能，进行座椅分级。首先是根据看台分区轮廓拾取座位控制线，运用Autodesk dynamo以单个座位宽度为单位将看台均分为合理数量的座位点，并通过加载外建族，在点上生成座位模型。同时利用Autodesk dynamo通过设置座位点到场地中心点距离等

可变参数，可将座椅进行等级划分，并以颜色区分，通过不同使用功能，可划分不同座椅分区。

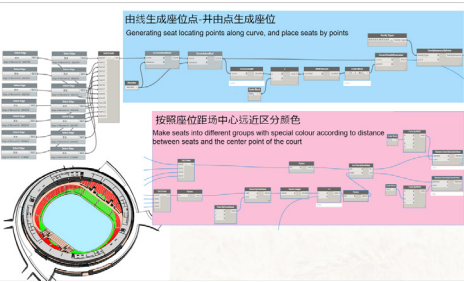


图7 Autodesk Dynamo座椅排布

结构设计方面，有效利用BIM技术进行下部混凝土结构与屋面钢结构设计，并与各专业实时协同。混凝土框架部分，通过关联接口，实现了Autodesk Revit模型与结构计算模型的信息双向互导、实时更新。

屋面钢结构部分，采用参数化手段紧密贴合建筑完成面，生成结构构件定位线，导入计算软件，完成钢结构设计，并导回Autodesk Revit，实现后续深化。首先是结合建筑完成面，根据屋面构造生成结构控制面，利用Autodesk Dynamo拾取需生成结构桁架的平面轴线，投影至空间控制面，得到主桁架上弦杆三维定位线，通过DWG格式导入至结构计算软件进行桁架设计工作。再次，拾取空间定位线布置结构桁架、系杆、支撑等结构构件，初步完成钢屋架结构杆件布置，定义地震参数信息、添加荷载并进行结构内力计算，依据计算结果结合杆件内力以及各工况下地震信息修改并优化杆件截面，最终得到合理钢屋架，通过IFC文件导回REVIT中，杆件信息被完整传递，完成钢屋架结构模型，利用后续工作开展。

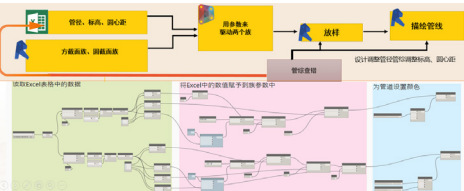


图8 Autodesk Dynamo预排布管线

机电设计方面，结合空间进行管线路由预排布。如一层环状走廊，管道均使用了成品22.5度弯头形成16边形，与环行空间契合。同时因空间狭窄、内部管线密集，应用Autodesk Dynamo进行管道位置预排步，指导机电设计优化。通过拾取Excel中关于管线的截面尺寸、

圆心距、标高等参数，驱动Autodesk Revit生成体量，直观进行路由排布，通过修改参数便捷调整，获得最佳方案进行管线设计。

(三) 施工图阶段

在施工图设计阶段，对设计模型持续完善，利用参数化手段结合加工及施工进行构件优化，同时实现全专业出图，将施工图模型信息完整表达，便捷对接数字加工及现场装配。

本项目采用铝镁锰防水构造上覆蜂窝铝板装饰面层的构造形式，利用参数化的手段对屋顶构造进行深化设计，对装饰面层进行嵌板划分，通过完善构造、曲面判断、嵌板划分等步骤实现建筑表皮设计合理，屋顶嵌板划分经济。并生成图纸，输出数据信息，指导后续加工与建造。

屋面排水构造的具体设计流程是：通过参数化手段结合构造厚度生成铝镁锰控制面，并对曲面进行排水坡度判定，通过微修改曲面，实现排水坡度均大于3%的要求，按照排水方向，进一步进行铝镁锰板的排布设计，檐沟位置设计，并进行上部装饰面层的主龙骨布置。

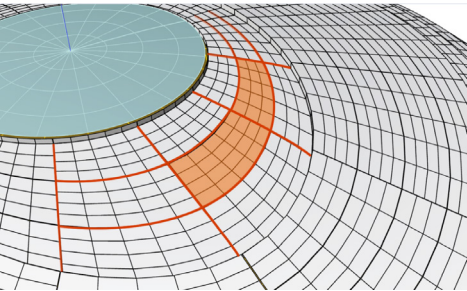


图9 Autodesk Dynamo嵌板块数渐变

而针对装饰面层嵌板划分，首先利用造型软件来检验模型曲面的光滑度，确保达到良好的光滑度，完成嵌板划分的第一步。其二，曲面的不同性质将影响后续的优化方向与方法，利用造型软件的可检测曲面性质，通过判定UV 两个方向所有点的曲率，区分平板、可被展开的单曲面，同时在造型软件中使用了脚本编程判断项目中的曲面是否为不能无误差展开的双曲面，这样对曲面的展开可行性及误差度进行预判，通过对嵌板划分尺度进行控制，来减小误差度。在嵌板划分方式上，先后尝试了统一规格、同心圆式、遗传因子计算的方式，结合美观要求、为保证嵌板规格完整，最终选择遗传因子计算的方式。结合材料规格进行的嵌板划分过密，影响美观。本工程采用宽缝和密缝的结合，将小板成组，呈现大板效果的划分。在参数化设计中，我们选取相应参数进行UV分

格。将各个曲面根据尺度需求进行UV分格确定大板尺寸，小板宽度需小于1.5米、长度小于6米，因大板宽度方向尺寸变化较大，通过提取大板宽度尺寸除以1.5米，向上取整作为小板宽度方向块数，使小板宽度控制在合理范围内。最终完成嵌板划分，达到既经济又美观的效果。

利用参数化手段将嵌板进行平板化，并在误差允许范围内进行规格统一。首先统计分析嵌板的边长、角度变化程度，验证减少嵌板规格的可行性，并分区进行规格统一，预用统一规格的嵌板替换原有嵌板，将其三个边长和两个角度设置成可变参数，利用遗传因子算法，计算出替换前后角点偏移最小情况下的嵌板规格，以此减少规格种类，因规格控制合理，嵌板均优化为平板。

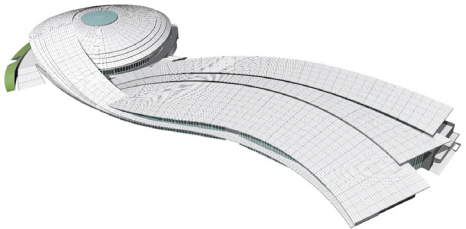


图10 嵌板最终效果

利用参数化手段，将嵌板信息进行图纸表达。通过对所有嵌板进行分区编号，按照施工图的坐标系给出四角点的空间坐标值。根据板编号，将数值输出Excel表格。最终完成嵌板图纸，包含板位置及编号和角点空间坐标值列表。

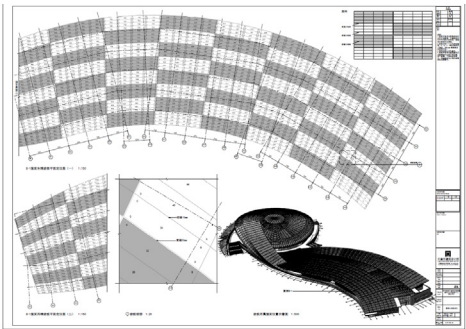


图11 嵌板出图

在结构图中，通过Autodesk Revit API，高效准确的使构件信息通过图纸完整表达，对接现场施工。/在桁架空间定位图中，节点编号的标注是通过Autodesk Revit API完成。

机电深化部分，利用BIM，推敲风道系统对空间的影响，配合结构桁架进行路由设计，达到视觉与系统性能的协调。

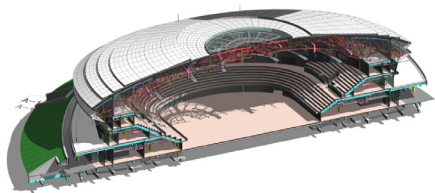


图12 三维协同模型

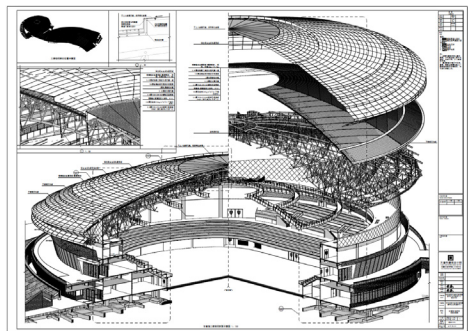


图13 建筑专业出图

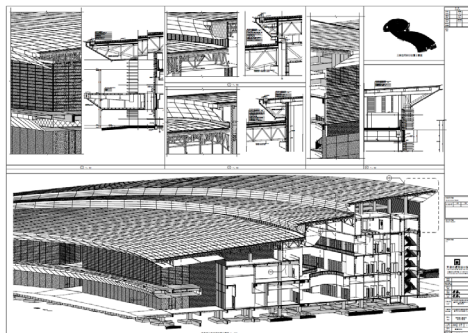


图14 建筑专业出图

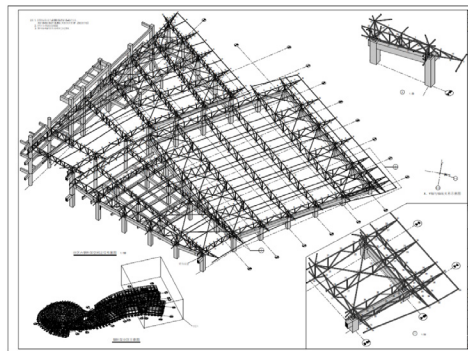


图15 结构专业出图

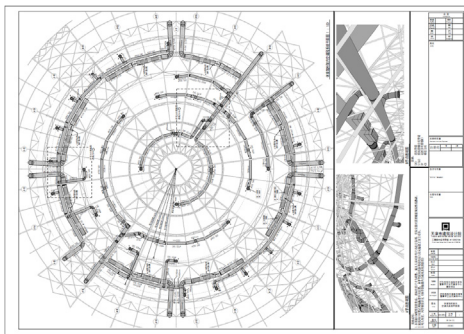


图16 机电专业出图

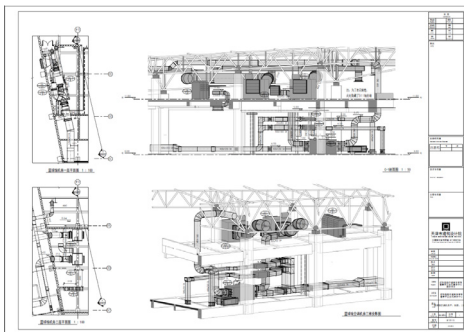


图17 机电专业出图

五、结语

本项目全专业采用BIM技术结合参数化手段进行协同，共同实现复杂建筑空间设计，体现BIM三维设计的优势与价值。随着项目进展，将不断创新应用BIM技术，挖掘BIM的应用价值。此项目是我们对于参数化结合Autodesk Revit三维设计的典型案例，经过不断的探索与实践，形成了参数化设计模式与方法，对于以后的参数化项目有指导借鉴意义。

本项目从形体生成阶段就利用参数化手段进行设计，并将参数化应用逐步延伸到扩初设计和施工图设计，实现复杂形体精细化设计，并通过对幕墙嵌板的优化，有效减少规格，在满足建筑设计效果的前提下，缩短施工工期，减小成本投入，将嵌板信息进行信息化表达，便捷对接数字加工及现场装配。同时，全专业运用Autodesk Revit进行设计，三维的可视化模型帮助我们更好地对复杂空间进行详细推敲，发现并解决问题。在参数化和三维设计并进的工作流中，不断挖掘数字信息给设计带来的变化。

—卢琬玫

BIM设计中心 部门主任
天津市建筑设计院