

公司名称

中建八局钢结构工程公司

项目地址

中国，广西桂林

应用软件

Autodesk® Advance Steel

Autodesk® Revit®

Autodesk® Navisworks®

Autodesk® Dynamo

Autodesk® 3ds Max®

AutoCAD®

BIM 技术为中国的建筑行业信息化建设提供了一个全新的方式。BIM 在复杂形体的模型创建与构件加工中的优势为建筑行业带来了更多的可能性。我们期待中国的BIM最终能达到，设计方用BIM来进行设计，施工方用BIM来进行施工，业主方用BIM来进行管理的终极BIM应用模式。

—梁建军
总经理
中建八局钢结构工程公司

Advance Steel 在复杂钢构项目中的深化应用

中建八局钢结构工程公司打造桂林两江国际机场“桂冠”



图1 T2航站楼效果图

中建八局钢结构工程公司

中国建筑第八工程局有限公司（简称中建八局）是隶属于世界500强企业“中国建筑工程总公司”的国有大型建筑地产综合企业，具有房屋建筑工程施工总承包特级、钢结构工程专业承包壹级、建筑行业（建筑工程）甲级设计等资质。主要经营业务包括房建总承包、基础设施、工业安装、投资开发和工程设计等，下设20多个分支机构，经营区域国内遍及长三角、珠三角、京津环渤海湾、中部、西北、西南等区域，海外经营区域主要在非洲、中东、中亚、东南亚等地。近年来主要经济指标实现快速增长，综合实力位居国内同级次建筑企业前列，是国内最具竞争力和成长性的建筑企业之一。



中建八局钢结构工程公司

CHINA CONSTRUCTION EIGHTH ENGINEERING DIVISION STEEL STRUCTURE ENGINEERING COMPANY

图2 中建八局钢结构工程公司

中建八局钢结构工程公司是隶属于中建八局的专业公司，拥有钢结构设计院、钢结构制造厂（制造特级）、检测中心、自有劳务公司、吊装公司，集设计、科研、咨询、施工、制造于一体的国有大型钢结构公司。公司是中国钢结构协会、中国建筑金属结构行业协会、上海市金属结构行业协会、中国建筑防水协会金属屋面技术分会理事单位，是《钢结构》、《施工技术》、《建筑施工》、《中国建筑金属结构》杂志社理事单位，上海市高新技术企业。公司总部设于上海浦东。

中建八局钢结构工程公司坚持创新、创优，打造“科技钢构”、“优质钢构”、“安全钢构”，先后获得“中国安装协会科技进步奖”、“华夏建设科学技术奖”、“国家优质工程中国钢结构金奖”、“建设工程金属结构金奖——特等奖”、“全国优秀焊接工程奖”、“上海市职工职业道德建设先进单位”、“上海市建交委文明单位”、“上海市五一劳动奖状”等荣誉。

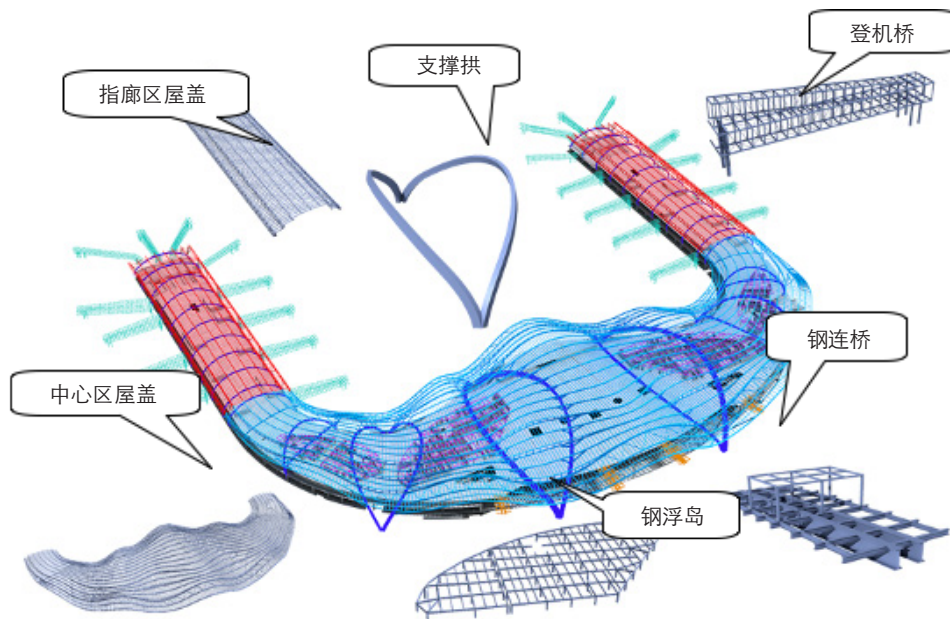


图3 钢结构工程分布

桂林两江国际机场项目“山水桂冠”的建筑造型诠释了桂林丰富的自然精华和深厚的人文底蕴，建成后将成为桂林市对外宣传的重要窗口和一道亮丽的风景线。项目位于广西桂林市，属于华南经济圈、西南经济圈与东盟经济圈的结合部，作为西南乃至西北地区最便捷的出海通道，也是连接粤港澳与西部地区的重要通道。机场现有主进场公路从场东北侧的机场高速公路接入，距离桂林市区28公里，交通联系条件良好。

桂林两江国际机场T2航站楼及站坪配套设施扩建工程航站楼主体工程地上3层，局部地下1层，建筑高度39.80m。航站楼采用“两层式”旅客流程，出发、到达旅客上下分层，出发层在上，到达层在下。

T2航站楼呈“U”字构型，由主楼和两条垂直指廊构成，与T1航站楼相距约180m，中间有连廊衔接，共设有登机桥固顶端24套，南北向总宽约372m，东西向总长约为320m，指廊宽度为39m。中间港湾南北向宽度为294m，东西向深度为198m，建筑总面积约105000m²。基础形式为冲（钻）孔灌注桩，地基与基础设计等级为甲级；结构形式以主要为框架结构，钢筋混凝土以圆柱为主，屋面为大跨度双向双曲拱壳钢结构；建筑结构安全等级为一级，结构重要系数为1.1，结构设计使用年限为50年，建筑耐火等级为一级，地下工程防水等级为一级，抗震设防烈度为6度。

本项目的的设计方为北京市建筑设计研究院有限公司，在建筑设计和结构设计中均采用Autodesk Revit作为BIM设计工具。施工方为中国建筑第八工程局有限公司。

钢结构概述及项目难点

桂林两江国际机场扩建工程—T2航站楼长377m，宽355m，呈U型结构。钢结构是由中心区屋盖钢结构、指廊区屋盖钢结构、支撑拱钢结构、登机桥钢结构、钢连桥钢结构和钢浮岛钢结构六部分组成，总用钢量约1.1万吨，钢结构分布如图3所示。

这个结构本身构件种类多、空间关系复杂，复杂空间结构深化难度大，由于前期图纸完善程度不够等因素，深化设计时间紧，任务重，难度大。比如中心区屋盖钢结构：屋面壳体外形为空间波浪形状，杆件定位困难，构件数量多，截面规格多，壳体建模深化阶段要充分考虑金属屋面的构造；而支撑拱为平面及空间双曲支撑拱，其截面为梯形箱体，截面由大到小呈渐变形式，内部劲板数量多建模难度大。

空间双曲拱的加工精度控制必定也是难点之一，如何合理的组织装配顺序和焊接顺序，以保证焊接的可达性及熔透要求；还要避免由于熔透焊接引起的收缩变形从而保证整体构件的外形尺寸等等都是本项目的难点。



图4 空间双曲拱加工精度难

本工程空间支撑拱截面尺寸大，并且是主要受力构件，支撑拱的分段及安装方法是施工重点。单层壳体屋盖投影面积大，对接节点多，对分段及安装精度要求高。

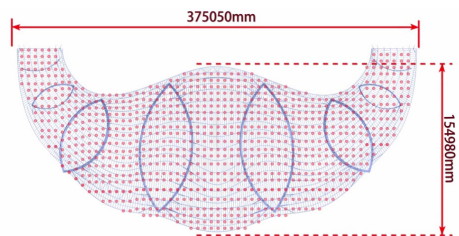


图5 屋盖投影面积大，对接节点多

解决方案

由于本项目的结构特点，在深化建模时，为避免目前常用的深化软件应用在双向双曲的建造功能上的缺陷，同时考虑到钢结构的构件信息以IFC格式周转有信息丢失的先例，项目成员考虑了很多种深化的方案，经过多次的尝试和比较，最终选择并使用Advance Steel软件进行桂林两江国际机场项目的深化，基于Advance Steel在异型构件建模上的优势，以及欧特克软件公司在BIM领域的极大优势和超高市场占有率。

在以下采用钢结构构件的深化设计中采用了Advance Steel：

1. 中心区屋盖钢结构

中心区屋盖钢结构采用由横梁与环梁围成的矩形网格，环梁为矩形钢管，截面高度自中部的900mm向两端的500mm依次变化。横梁为圆形钢管，钢管最大直径351mm。单层壳体通过自拱身斜向伸出的与壳体环梁曲线近似相切的撑杆与支撑拱连接。中心区屋盖钢结构总重约4600t。屋盖壳体杆件之间的节点均为刚接。如图6。

2. 支撑拱

本工程支撑拱共有36个，其中南、北指廊区各10个，中心区有16个。中心区支撑拱为空间曲

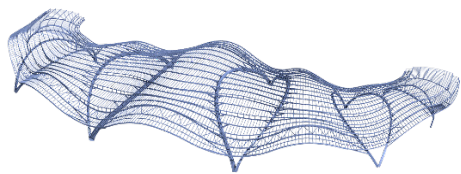


图6 中心区屋盖钢结构

线实腹钢结构拱，整个中心区由7对相对朝向的弧形拱及端部两片平面拱组成，跨度分别为118m、75m、45m、39m。支撑拱横截面为梯形截面，截面高度自支座向跨中逐渐变小。指廊实腹拱跨度为38m，拱横截面为梯形截面，截面高度自支座向跨中逐渐变小，除中心区中部的四对拱支撑拱拱脚落地外，其余拱在三层楼面处与混凝土结构采用拉杆拉接。支撑拱总用钢量约3800t。如图7。

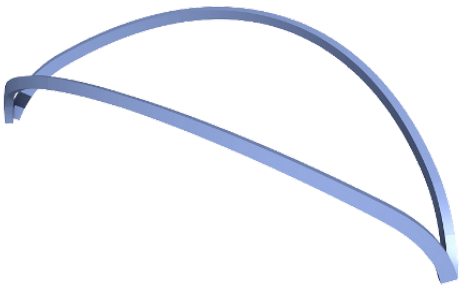


图7 支撑拱结构

Advance Steel较之其他同类钢结构深化软件的优点

a. 创建自定义板，节省建模时间

对于自定义板的创建，Advance Steel提供了多种方法满足深化建模的需求，可以绘制或者使用导入的CAD闭合多段线直接生成所需要的板，或者只需捕捉到板的中点、对角点、和任意三个点也可以直接生成矩形板，对于生成的多边形板可以直接拆分。而在同类其他软件中，这些都不能直接做到，相较Advance Steel而言显得繁琐和受限制。

该项目的拱脚是自定义板拼式构件，在深化拱脚过焊孔或者焊缝坡角等部位时，Advance Steel提供了多种灵活的切割方式，例如过焊孔的深化，只需要选择工具，直接点击钢板，就会出现，然后可以更改过焊孔的各项参数，而后创建的过焊孔，无需逐个更改参数，焊缝坡脚也同样如此，可节省大量时间。

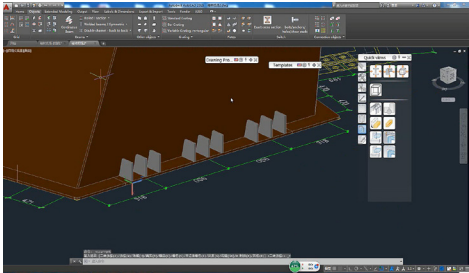


图8-1 自定义板、切割、UCS坐标的灵活性

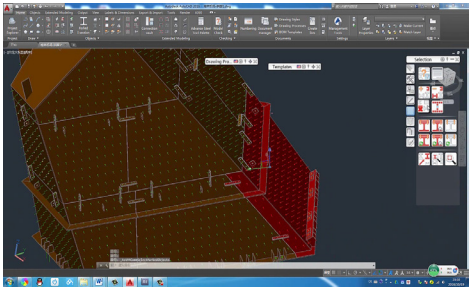


图8-2 自定义板、切割、UCS坐标的灵活性

b. 与Dynamo 结合应用，加强异型构件建模优势
拱的空间双向曲线建模是桂林机场项目深化建模中最为复杂的部分，既需要保证精度，又需要节省时间。项目成员采用Advance Steel和Dynamo相结合的方式深化这部分结构。在dynamo中拾取拱的中轴线，为满足精度要求将中轴线等分成250等份，然后找出每个点的法平面，将等分点在法平面上平移，将偏移后的点连成线，在dynamo中生成后即在Revit中同步更新，最后把生成的空间双曲控制线从Revit中导出，在Advance Steel中利用控制线，采用自定义板工具中的创建扭转折叠板的工具来创建拱。操作非常方便快捷，大大加快了进程，节省了时间。当创建出这样的空间双向拱之后，还可以把这种空间双向的板自动展开出图，模型的精确加上展开的功能，大大提高了图纸精确度。

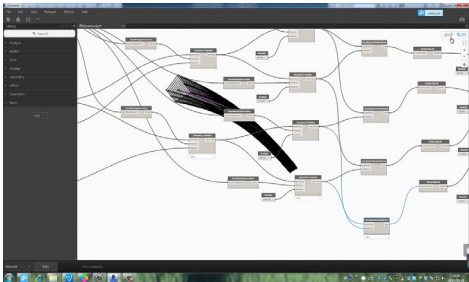


图9 Dynamo建三维空间控制线

钢结构BIM三维实体建模进行深化设计并出图的过程，本质上就是进行数字预拼装，实现“所见即所得”的过程，深化设计应用，减少了设计错误，提高设计质量和效率，通过模型，获取需要的信息（材料信息，构件几何信息等），准确高效，同时三维激光扫描、物联网等创新BIM应用更为传统的建筑业带来了新活力。

—冯国军
总工程师
中建八局钢结构工程公司

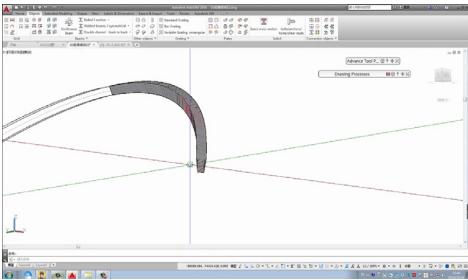


图10 Advance Steel创建拱

c. 自定义清单模板，算量快捷方便

Advance Steel在出构建图时可以方便的置入材料表，并根据实际需求，提取所需构件的清单。Advance Steel提供了多种清单模版，使模版的创建更简单，并且在构件清单中自动加入构件截面形状，工程师看起来直观清晰，很好地满足了基于BIM模型算量的需要。

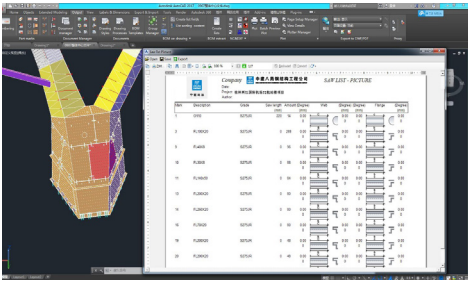


图11 Advance Steel 构件切割清单

在BIM应用的实践中，不拘泥于固有软件、固有模式，多加探讨研究，开拓新视野，接触新技术是BIM人应具备的素质。Advance Steel为我们提供了新思路，解决了项目重难点。

— 蒋绮琛
BIM中心主任
中建八局钢结构工程公司

d. 强大的出图功能

Advance Steel具备了全面的出图功能，布置图、构建图、零件图出图流畅，出图时会自动布置剖面图，针对标准型构件可以自动标注满足要求的尺寸和标记符号等。

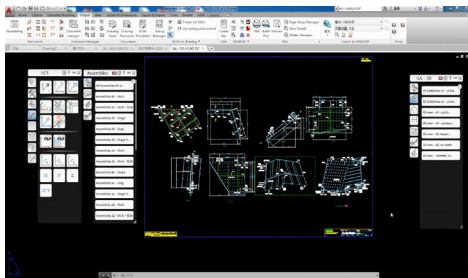


图12 Advance Steel出图

e. Advance Steel与Navisworks数据互通

在项目实施过程中，项目成员将Advance Steel里建立的所有构件转入了Navisworks中，进行施工模拟，并作为交底沟通的依据。将Advance Steel模型导入Navisworks时，数据对接完整，构件根据AS图层里的分类，在Naviswork选择树窗口里也已分类，无需花费大量的时间重新选择对象，组成选择集。此外，Advance Steel模型也可导入Autodesk

3d Max中创建的施工总体流程模拟，针对施工重难点做了相关施工工艺的模拟演示，帮助项目进行更清晰直观的交底讨论。

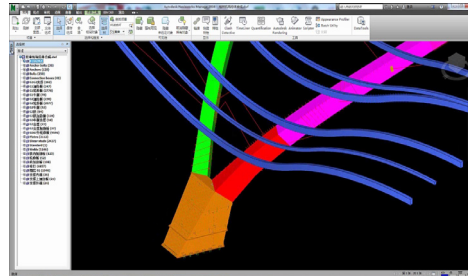


图13 Advance Steel与Navisworks数据互通

f. 多用户功能更具灵活性、安全性

允许深化工程师在不同用户创建的构件间创建节点，同时当一个构件被一个用户使用，禁止其他用户使用，这一设置顾全了建模的灵活和安全两方面，避免了多个用户修改了同一个模型对象的错误现象，节省了整体模型的校核的时间，提高了效率。

g. 基于AutoCAD操作界面，操作简单上手快
Advance Steel在安软件的界面即是基于AutoCAD，支持所有AutoCAD的功能，对导入的AutoCAD图纸和建好的模型能够进行快捷方便的图层编辑管理，从而加快了深化建模的速度，例如在使用梁板柱等工具建模时，模型会自动保存在相应的梁板柱图层中。

综上，在桂林两江国际机场T2航站楼复杂钢结构项目中，项目成员大胆试用Advance Steel，解决了该项目时间紧，任务重的难题。与采用其他钢结构软件相比，采用Advance Steel 帮助项目团队节省了约20%的人力，在5个月之内完成了原来预估需要6个月完成的项目。项目成员一致认为，Advance Steel易学易用，功能全面，建模效率高，特别针对异型构件大大提高了深化建模的速度和精确度，其与欧特克软件BIM整体解决方案的无缝衔接，有利于进一步拓展钢结构领域的BIM应用。

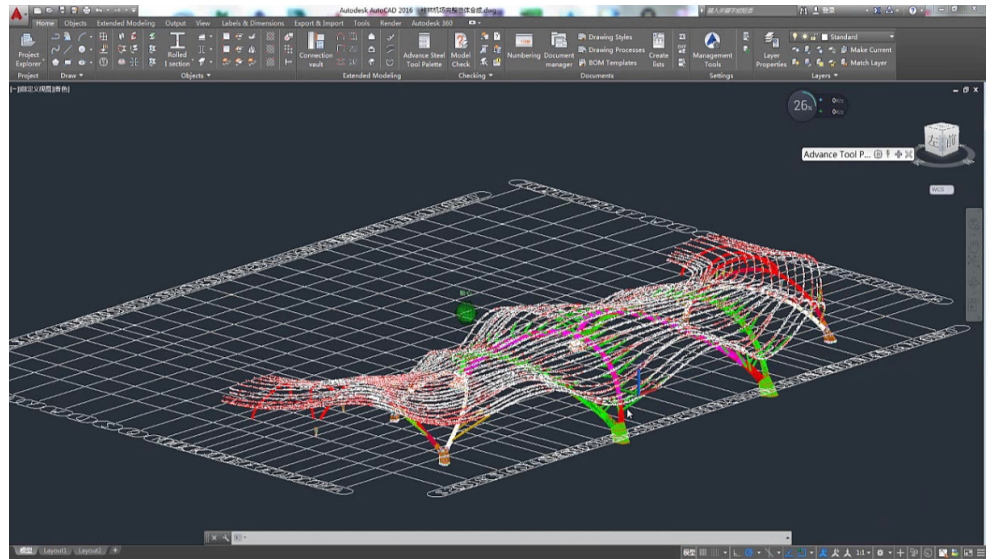


图14 基于AutoCAD 的软件界面