

公司名称  
江河创建集团股份有限公司

项目地址  
阿联酋，阿布扎比

应用软件  
Autodesk® Revit® Architecture  
Autodesk® Navisworks® Manage

# 阿布扎比国际机场

## 江河幕墙采用BIM技术优化玻璃幕墙的设计，加工与安装

“BIM对于现代设计的意义重大，并且正在改变着设计领域的格局，将来在更加广泛的领域内，BIM也能够发挥出不可估量的巨大作用。随着BIM的发展，不仅能推动现有技术的进步和创新，也将促进项目生产组织方式和管理模式的转型，并将长远影响人们对于项目管理乃至对整个行业规范的思维模式。

通过BIM技术的应用和推广，建设项目的信息均实现了数字化。完美诠释“设计-协同-模拟施工-施工-运维”全周期一体化，为建筑设计的创新、项目信息化、工业生产等提供更完善的技术支持。

一胡元星  
CEO  
江河幕墙集团中东公司

”



### 公司简介

江河创建集团股份有限公司是于上海证券交易所A股主板上市的大型跨国企业集团(简称“江河集团”，股票代码：601886)，总部位于北京。公司前身为北京江河幕墙股份有限公司，成立于1999年。江河集团以“为了人类的生存环境和健康福祉”为企业愿景，积极在建筑装饰、医疗健康两大领域开展业务，旗下拥有江河（Jangho）、承达（Sundart）、港源（GANGYUAN）、梁志天（SLD）、Vision等知名品牌，业务遍布全球二十多个国家和地区，在建筑幕墙、室内装饰、眼科医疗等方面居世界领先水平。江河集团为国家高新技术企业、全国首批国家级知识产权优势企业，拥有国家级企业技术中心、国家认定博士后科研工作站，位居中国上市公司500强、中国民营企业500强。



江河幕墙是全球高端幕墙第一品牌，是集产品研发、工程设计、精密制造、安装施工、咨询服务、成品出口于一体的幕墙系统整体解决方案提供商，是幕墙行业技术实力最为雄厚、产品性能最为优异、市场口碑顶尖的全球幕墙行业领导者，是国家高新技术企业，在北京、上海、广州、武汉、成都等地建有一流的幕墙研发设计中心及生产基地，并在全球十多个国家和地区设立了50多家分支机构，独揽各大地标，屹立世界幕墙潮头。

近年来，江河幕墙在全球各地承建了数百项难度大、规模大、影响大的地标建筑，成为幕墙行业典范、城市建筑传奇，其中江河幕墙承建200米以上的摩天大楼项目逾140个，包括“世界第一高楼”（1007米）沙特王国塔、“中国第一高楼”（636米）武汉绿地中心、“北京第一高楼”（528米）中国尊、天津周大福金融中心、上海中心大厦、广州周大福金融中心、迪拜无限塔、阿布扎比天空塔、加拿大One Bloor、菲律宾Shangri-La at The Fort等著名建筑；承建大型文化、娱乐、商业综合体项目逾240个，包括“全球十大最强悍工程”之一的中央电视台新址、新加坡金沙综合娱乐城、阿布扎比金融中心、卡塔尔巴瓦金融中心等等；承建大型机场、火车站、交通枢纽项目逾40个，包括中国四大



直辖市五大机场、阿布扎比机场、北上广三大枢纽火车站等标志性建筑，成为名副其实的幕墙行业领导者。

光荣与梦想同在，责任与使命同行。江河集团将积极变革，持续创新，为改善人居环境、增进人类健康而不懈努力，持续为客户、为股东、为员工创造价值，缔造成功。

### 项目简介

阿布扎比国际机场项目是现有阿布扎比机场的扩建项目，新建的航站楼定位为阿布扎比的门户项目，从道路地平线上拔地而起，如同矗立于高原之上。在这种环境中，建筑物的轮廓映衬在天空之中，成为地平线上最为宏伟壮观的建筑。夜间建筑室内空间灯火通明，打造了通透的结构形象，1500米以外清晰可见。通往航站楼的路网系统和景观工程共同打造了一系列活动空间，最终以航站楼内宏伟的市民空间结束。室内出发大厅尺度宏大，高达50米的空间采用大跨斜拱结构，实现了大部分区域的无立柱设计，使得建筑物如同户外开放空间般宽敞通透；拱形支撑结构视觉上与屋面分离，提升了轻盈感。X形的平面设计最大化功能布置的利用率，使得扩建后的航站楼能够覆盖49个登机口，在任何时间都可容纳59架飞机。

如何保证这一建筑与艺术完美结合的作品的结构安全、高效控制和施工精度等一系列的超级难题，从一开始就摆在了工程建造者们的前面。

采用传统实施手段解决这些问题是非常困难的，不仅花费高、周期长，而且风险是巨大的，所以必须在风险可控的基础上进行适度创新。

BIM技术的引入为系统性地，合理地解决这些难题提供了可行性。

阿布扎比国际机场项目室内的建筑面积为32.5万平方米，建筑高度为50m，幕墙面积为17.36万平方米。由4个Pier，49个登机Gatehouses、Garden Facade、2个Car Park Link Bridge、Central Pier和Main Processor组成。

由于项目地处中东，质量要求高、造型复杂，而且单元板块为尺寸各异的异形板块，共约22000块，因此施工图、加工图和安装难度非常大。

计划完工时间是2017年07月。

### BIM技术在幕墙实施阶段的应用

随着BIM技术的不断发展，在建筑行业的应用也越来越深入和广泛。在幕墙中的应用及要求

也越来越高；建筑幕墙从简单化、规整化向多元化、复杂化的发展。传统的二维图已经无法满足这些复杂建筑幕墙的方案设计，放线定位，材料下单等的要求，需要借助BIM来实现。BIM的信息是透明化，共享化和有根据可寻化的，贯穿整个生命周期，使之成为一个智能化的管理平台。BIM的用途决定了模型的精细化程度，同时模型的精细程度也决定了BIM应用的深度。

根据阿布扎比国际机场项目的BIM实施要求，每个分包都需要成立专业的BIM团队，完成BIM模型并且有责任与其他分包沟通协调。BIM技术在阿布扎比国际机场项目中的成功运用，是保证该项目顺利实施至今的重要原因之一。同时也让参与在其中的江河创建公司在该项目中真正的体会到了BIM技术的优势，更加坚定了BIM技术的发展趋势和必然性。

在阿布扎比国际机场项目中，BIM技术成功应用于：精确定位；深化设计；碰撞检查，在设计阶段解决潜在问题；三维模型直接出图辅助加工；配合现场施工，提供定位；工程进度的管理和最终的竣工模型交付。在这里，会详细介绍BIM的精确定位、深化设计和施工配合等方面的详细应用。

### 一、幕墙精确定位及深化设计

在阿布扎比国际机场项目中，为了打造建筑本身整体的流线造型，设计师使用独特的设计原理，创建各种双曲面造型，所有基准控制点都来源于样条曲线组合的双曲切割曲面之上，以至于外幕墙的面板尺寸和形状渐变化，多样化，如何精确定位成为了整个项目的第一大难题。

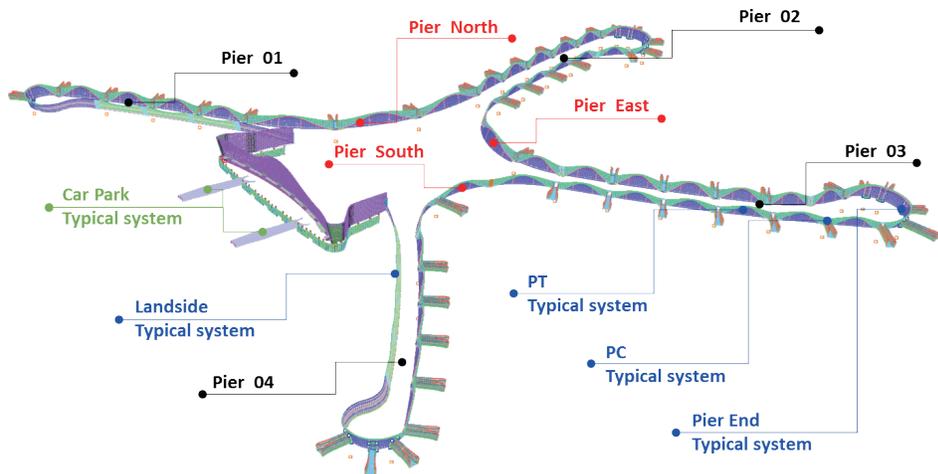


图01 阿布扎比国际机场整体的理论定位模型

**【解决方案】**

由于阿布扎比国际机场项目的放样原理极其复杂，为了能够得到最精确的基准定位模型，首先根据IFC图纸所提供的放样原理和函数公式信息，独立创建理论模型，然后与建筑师提供的参照模型进行比对和分析，逐一确认定位细节，修改和调整有差异的几何位置，由建筑师最终确认完整模型。经过这样“验证-分析-调整-确认”的过程后便可以更加准确的理解和呈现设计师的设计原理和理念，如图01。

我们将通过以下几个典型的位置逐一说明：

**a. PT & PC系统**

阿布扎比国际机场项目的外饰面主要部分是由4个Pier和中央区（Central Pier）的标准PT, PC 系统组成，而单位PT、PC系统是在圆锥体的曲面之上，由不同的sin函数曲线切割而成，所得几何定位面为双曲面造型。水平和垂直划分幕墙分割得到的理论单元板块大小和形状都不相同，如图02。

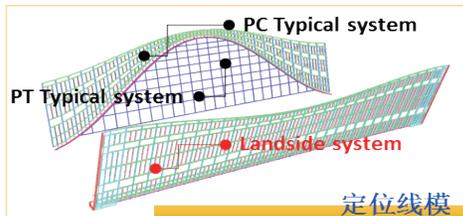


图02 PT&PC 幕墙定位线模

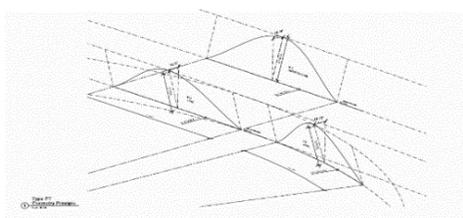


图02 PT&PC 幕墙放样曲线

**【解决方案】**

经过工程师的多次研究和尝试，根据项目特征和不同软件的优势特点，最终选用Revit 创建实体模型相结合的方法，准确且高效的完成了阿布扎比国际机场项目的 BIM 建模工作。如图03。

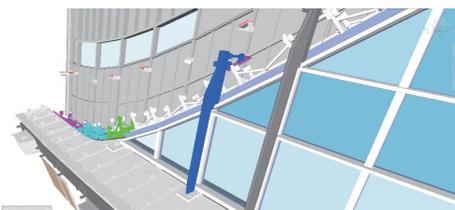


图03 幕墙模型室内视图

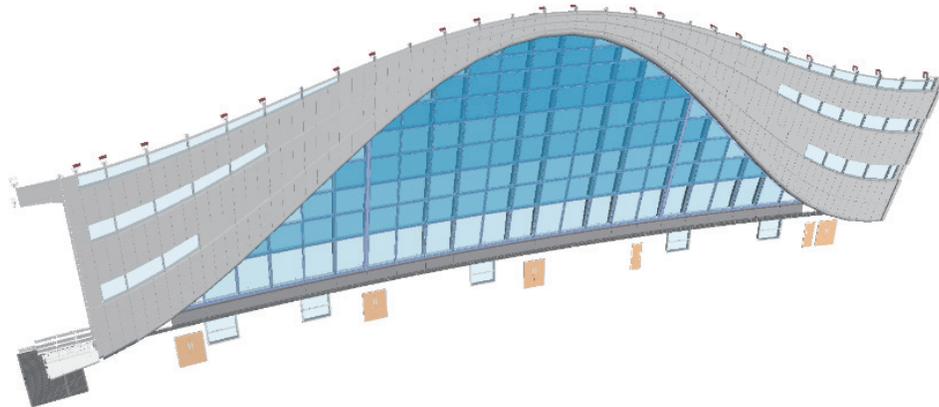


图03幕墙模型室外视图

以线模为基础，按照Revit建模方式要求，导出关键控制点的族定位点模型，然后输入到Revit做定位参考。图04为标准系统现场安装完成后的效果。

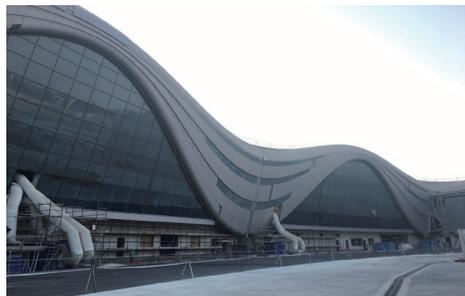


图04 PT&PC现场侧视图

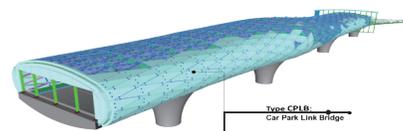


图05 Car Park Link Bridge 幕墙模型

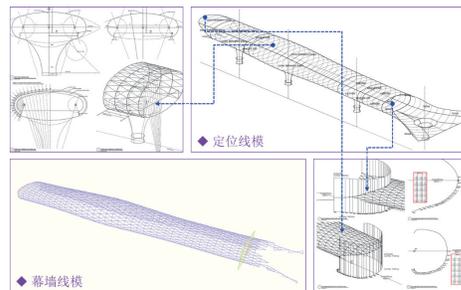


图05 Car Park Link Bridge幕墙定位原理

**b. Car Park Link Bridge**

Car Park Link Bridge部分的造型是由逐渐变化的椭圆截面组合而成，整个的几何形体都是曲面的造型，然后在椭圆界面线之上取等分点一一相连，形成三角形的平面幕墙板块，意味着每个三角形的单元板块大小和拼合角度都不相同，并且在每个关键控制点处同时有六个板块相交，每个板块的倾斜角度和方向也各不相同，所以无论是定位还是创建实体模型难度系数都非常高，如图05。

**【解决方案】**

在阿布扎比国际机场项目中，由于复杂的建筑几何造型导致幕墙板块的特殊性，大量使用了自适应族类型来创建各种异型的幕墙板块，以最高效的方式完成了相关的建模任务，如图06。（Revit作为新兴的BIM平台软件，紧跟主流建筑设计步伐，在创建异性建筑上展现出明显的优势。Revit中，自适应族类型可以通过捕捉控制点绘制几何图形并产生自适应的构件，灵活适应许多独特概念条件的构件。它的存在让曲面和异性模型的创建更加便捷和智能。）

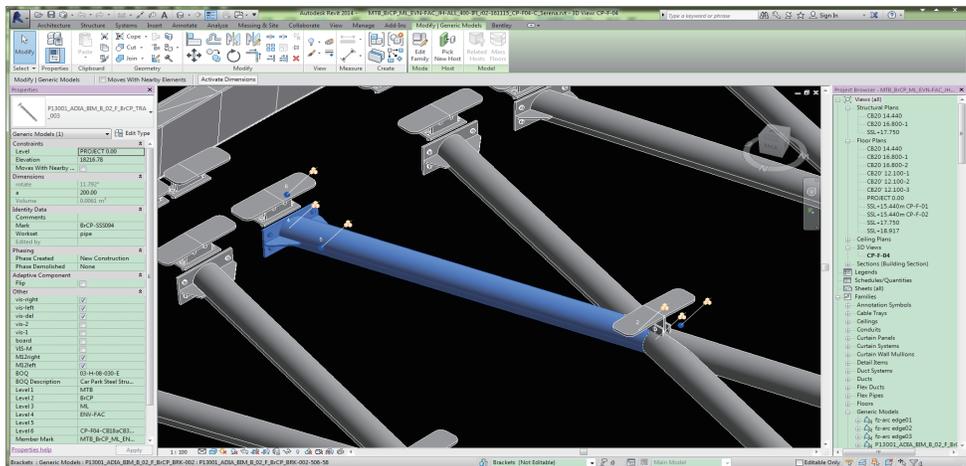


图06 Car Park Link Bridge 标准横梁自适应族

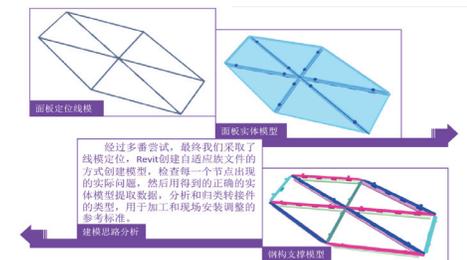


图06 Car Park Link Bridge 几何造型

### c. Main Processor

Main Processor部分的PRD 系统中，转角位置的造型很特殊，也很有难度。首先它是由倾斜的75.25°幕墙转变为90°的垂直幕墙的过渡阶段；其次是成面方式：先定位了顶部和底部的两条不同半径的空间圆弧线，然后由这两条曲线创建成面；分隔的划分在规范中明确说明：将两条基准曲线9等分，然后一一对应连接，水平方向延续大面的水平分割线。

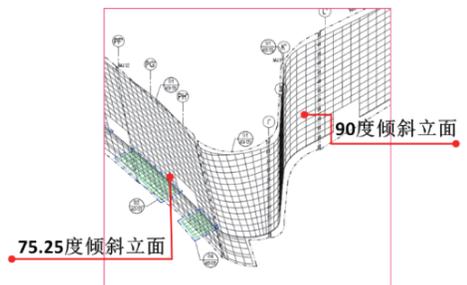


图07 PRD转角位置线框

由此便可知，转角位置的所有单元体板块的形状尺寸都不相同，不仅每层半径均不一致，每块玻璃单元体顶部与底部半径也不一致，由于角度变换，横梁也并非标准的状态，如图07&08。

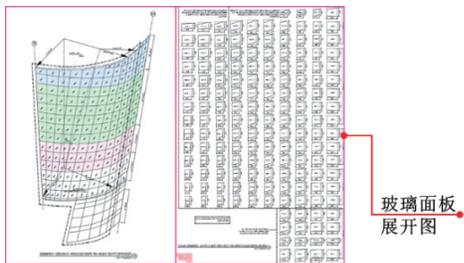


图08 PRD玻璃面展开图

### 【解决方案】

由于单元体板块尺寸和结构不同，形成了多种单元体类型，因此对 Revit 的族文件的可适应性提出了很高的要求。经过 BIM 工程师的仔细斟酌和测试，创建了多个多参数共同控制的高适应性的族文件，可以同时适应于不同位置的单元体结构。并且添加足够详细的节点细节，以达到模型的精细程度要求，如图09&10&11。

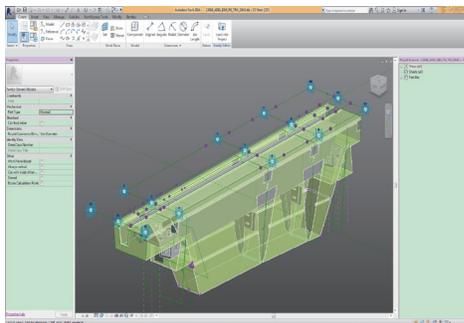


图09 横梁自适应族

在阿布扎比国际机场项目中，将BIM全面应用到技术领域与项目管理理念的有机结合，从无数的实践中证明BIM为我们提供了一个基于信息技术的协同平台和信息管理系统，使得设计流程中的沟通和管理更加高效，有效节省成本，在各分包的配合与合作中减少错误和纠偏，使得工期和时效得到保障。BIM是一项革命性的技术，毫无疑问，是未来建筑领域不可或缺的信息平台和管理手段。

江河幕墙将坚持精细化管理、技术领先的战略，把BIM更多的运用在幕墙设计技术及管理平台，深入钻研专业设计技术与BIM的有机结合，更好的为全球高端项目服务。

一侯富中  
项目经理  
江河幕墙集团

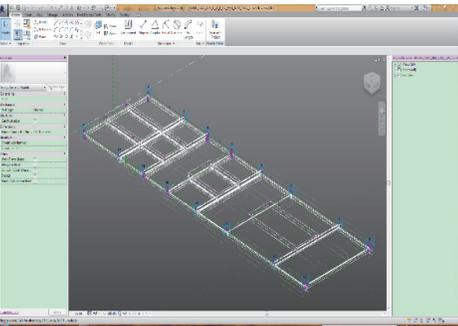


图10嵌板自适应族

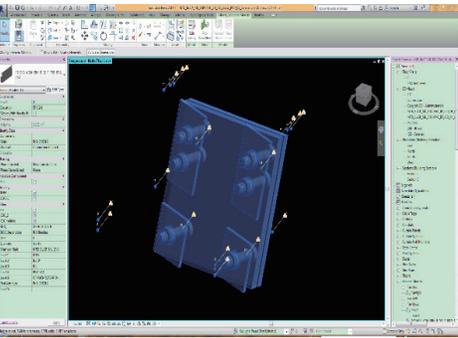


图11 连接件自适应族



住建部在《2016-2020年建筑业信息化发展纲要》中明确指出：建筑企业应积极探索“互联网+”形势下管理、生产的新模式，深入研究BIM、物联网等技术的创新应用，创新商业模式，增强核心竞争力，实现跨越式发展。

我司在阿布扎比国际机场项目中成功运用BIM技术，实践中探索BIM的优势，证明了BIM的价值，获得了宝贵的经验的同时，更积累了丰富的BIM数据库。

随着互联网技术的快速发展，大数据时代的到来，BIM技术必将代表建筑业先进生产力的关键技术，我们充分认识到BIM的重要性，并将不断的开展BIM的研究和应用，实现BIM“信息共享、协同工作”的核心理念，更加有效促进BIM技术的健康发展。

—陶伟  
BIM总监  
江河创建集团



以确认好的定位模型为基础进行进一步的深化，添加相应的节点和构件形成初版的BIM深化设计模型，深化设计模型是指为外幕墙面划分基础的单元构件，例如立柱、横梁和面板，确认外观效果。此模型可以被用来创建较详细的工程量清单，也可以被共享给相关分包商，用于交接和协调的初步检查，但仅作参考。

Revit为每个族创建了相对应的族参数，创建的参数设定不仅为前期模型的创建和修改提供了方便，而且在后期可以通过 Revit 的明细表提取各个单元板块的不同数据，真正的实现参数化建模。大量Revit族按照特性、参数等属性分类归档形成族的数据库。在以后的工作中，可直接调用族库数据，并根据实际情况修改参数，便可提高工作效率，如图12。

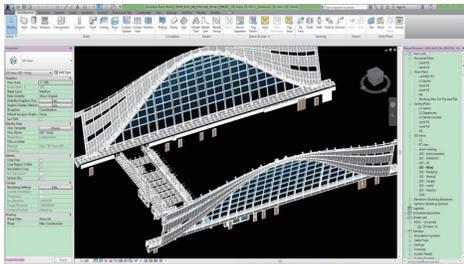


图12 族参数设置

Revit族库已经被公认为一种无形的知识生产力。相关行业企业或组织随着项目的开展和深入，都会积累到一套自己独有的族库。族库的质量，是相关行业、企业或组织的核心竞争力的一种体现，在未来的行业竞争中也将起到决定性的作用。图13&14为阿布扎比国际机场项目中创建的一些自适应族的细节展示。

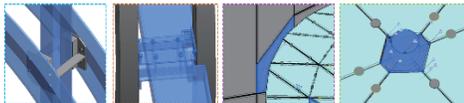
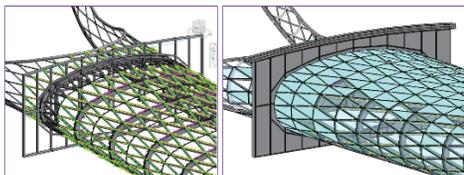


图13 Car Park族

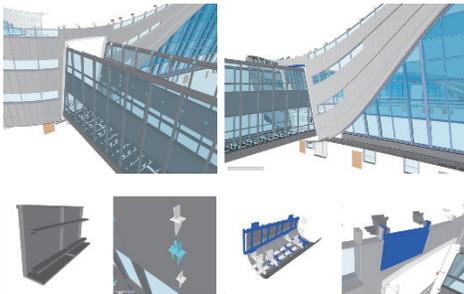


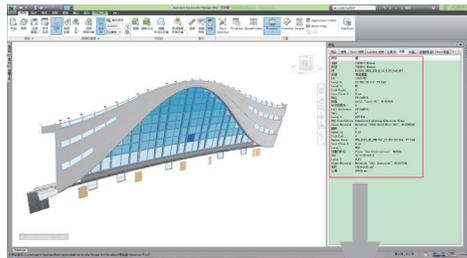
图14 Piers 族

## 二、添加BIM模型信息、辅助出图及施工配合

### 添加BIM模型信息

阿布扎比国际机场项目的模型如果只有三维实体，没有相关的BIM建筑信息的模型不能称之为BIM模型，有了BIM信息的模型可以被作为加工参照模型，也可以直接用来统计数量、提取重量、提料、输出施工图、输出加工图、提供给其他分包定义开孔或者焊接位置等。Revit作为专业的BIM软件，可以很方便的为每一个构件添加特征性建筑信息参数，其中包括：唯一的编号，位置信息，工程量数据，构

件描述，施工计划时间，现场完成时间，构件的变更记录，相关的图纸信息等，如图15。



特性	值
名称	TYPE001-Normal
类型	TYPE001-Normal
族	P13001_ADIA_BIM_B_02_FT_PAN_4PT
类别	常规模型
Id	11031758
Level 6	F3-F02-S9'S14'-PT-PAN
Level 3	ML
Disk-Right	0
Door Clear H...	0 mm
标记	PT-FANO34
标高	Level "Level 00", #1662028
与邻近图元...	0
Part Attribute	PT-FANO34
Unit	m²
Level 4	ENV-FAC
EQQ Description	Panellired glazing Aluminium frame
Glass Material	Material "1500 GL-12 (Frit 30)", #11055230
翻转	0
Quantity	5.52
Disk-Left	0
Member Mark	MTB_BuF3_ML_ENV-FAC_F3-F02-S9'S14'-PT-PAN
Door Clear W...	0 mm
Level 1	MTB
创建的阶段	Phase "New Construction", #86961
EQQ	03-H-08-024-B
Level 2	BuF3
Frame Material	Material "3001 Aluminium", #11037086
体积	202441420 mm³
立面	27520 mm

图15 包含建筑信息的模型

运用Revit自带的明细表功能创建指定参数信息内容的清单，并且可以便捷的导出为Excel表格，不仅方便于数据的统计，也为后期的4D和5D管理提供了基础依据，如图16。

图16 建筑信息数据表

计划部门的时间信息也是不断的定时更新的，准确显示现场的安装情况。模型提取的工程量清单数据与原始工程量清单数据相互链接，提供给商务部核算实际用量数据，同时也提供给总包相关部门审批，用于实际的工程请款事宜，如图17。



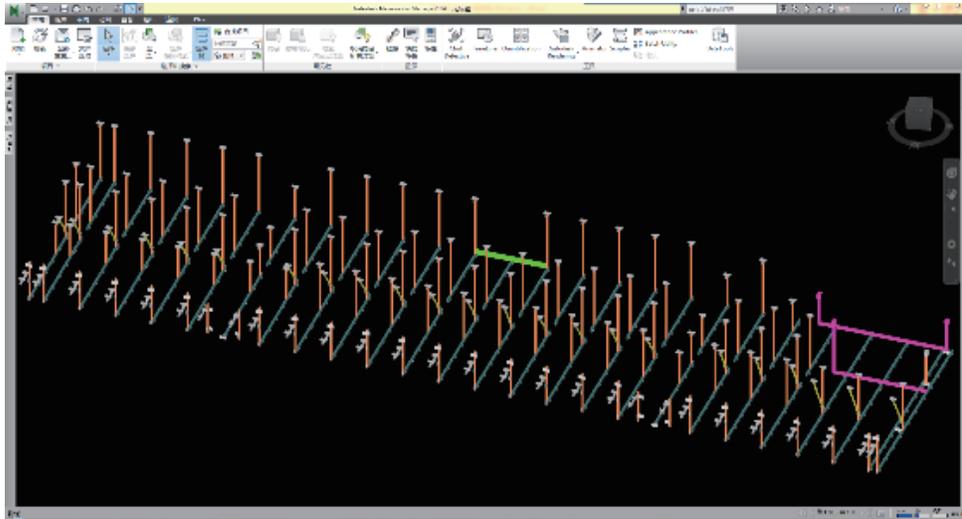


图23 Short crossing加工模型

所以最终short crossing位置的吊顶和龙骨的模型直接用于加工，如图23，在阿布扎比国际机场项目中很多类似这样复杂的位置都采用了“模型协调沟通-辅助提料加工”的运营模式，不仅加快了沟通协调、修改优化、确认最终可行方案的速度，还有效的避免了人工的误差，从而也有效的减少了材料的浪费与缺失情况。

阿布扎比国际机场项目中，图纸提交时要求，必须有相对应的BIM模型同时提交，而且模型必须是与相关分包协调之后的无碰撞模型，同时具备模型和图纸才可以进入到图纸的审批过程。这一要求大大的提高了图纸审批的效率，不仅因为三维模型的配合加快了看图、审图的速度，而且经过模型协调后提交的图纸中的错误和问题更少，所以审批过程的反复次数也就越少，通过率也越高。

**施工配合**

BIM模型也可以用于复核现场偏差和指导现场安装。

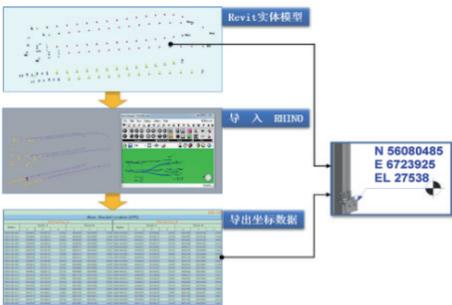


图24 坐标数据报告

阿布扎比国际机场项目中，通常会从模型中提取所有构件的定位坐标数据给现场测量人员复核主体结构偏差，为准确安装提供基础保障，如图24。

以Gatehouse为例，协调后最终确认的Revit实体模型提供给钢结构分包，用于定义钢件焊接位置，以便于钢件可以在工厂完成焊接。当带有钢件的钢结构在现场完成安装后，项目测量人员会根据BIM提供的坐标信息复查所用钢件的现场坐标点信息，以此来判断主体结构的偏差值并分析对幕墙面板的安装影响。

对比理论坐标数据和现场实际测量数据表便可以得到偏差值报告，以此确认安装的调节方案，以保证幕墙始终安装在精确的理论位置，如图25。



图25 偏差值报告

同样以Gatehouse为例，由于主体结构分包的加工误差和现场安装偏差，导致整体的钢结构定位侧偏20mm。因此根据偏差报告分析，不得通过调整挂接方案，加大调节范围，来保证了幕墙实际安装位置不变，达到精确安装的效果。

“随着人们对生活品质要求的提高，对建筑物的外观和审美的要求的提高，同时伴随着科技的进步，建筑造型越来越复杂，按照传统的二位的图纸表达的方式已经无法解决目前的工程的要求，BIM 因此而生，他给我们对目前的这些造型复杂的建筑设计施工提供一个较好的解决方法。

在阿布扎比国际机场项目中，由于项目地处中东，规范要求全部采用的欧美标准，造型复杂，要求高。整个工程全部外形是由三维曲面组成，所有单元板块的控制点全部在建筑双曲面上，板块尺寸各异。在工程设计过程中，无法用传统的二维方式和思维来定义和表达，通过使用BIM，不仅直观的展现了复杂结构造型，而且还解决了前期图纸设计过程中的定位及各个专业之间的碰撞检查，避免后期安装的问题。不仅极大的提高了设计施工的效率，缩短了整个的设计安装时间，为项目的按时竣工提供了一个有效的支撑，而且产生了较为可观的经济效益。

—李碧军  
设计经理  
江河幕墙集团



施工过程中应用了Autodesk Navisworks Manage 的三维可视化动画模拟功能提前确定安装方案，创建安装动画，与现场管理人员进行施工交底，并用于指导现场人员安装。这种将施工方案模型化，动漫画的工作方式让安装过程更加清晰明了，无形中加快了施工进度。

**工程进度管理**

工程进度管理是在BIM的三维模型的基础上添加时间信息，用来安排施工计划、优化同级任务及确认下级分包商的工作顺序，实时地掌握

BIM在各阶段中都有助于减少人员的投入，加快了约10%的工程进度，从而提高了20%的工程质量。在保证施工质量和进度的同时，减少约30%人力和物力的消耗，提高了整个工程的经济效益。

现场的施工安装情况，从而控制整个工程的时间维度。

阿布扎比国际机场项目中，所有的BIM模型构件都被赋予了相应的建筑信息，如前图中的图16&图17为直接从模型中导出的数据表，Table C的便是时间信息，包括计划时间和实际安装时间，用于工程进度管理。

将时间数据与模型一起导入工程管理软件Autodesk Navisworks Manage便可以实现工程进度的可视化效果，也就是4D化模拟，如图26。不仅直观地展现项目的安装情况，同时可以评测设计、施工时间安排的合理性。

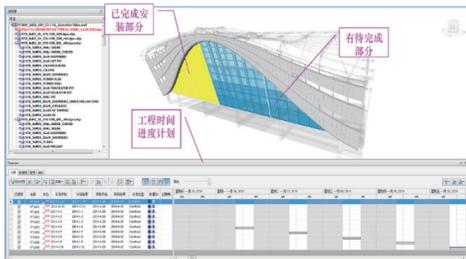


图26 PT系统4D管理

Autodesk Navisworks Manage还可以根据工程进度的时间数据，运用BIM三维可视化功能创建漫游动画虚拟施工进度，让管理人员、甚至非工程行业出身的业主领导都对施工进度的各种问题和情况进行了如指掌。

在虚拟建筑中解决所有需要现场才能解决的问题，避免现场返工；提前协调好，合理安排工作顺序，没有停顿和等待，完全把控工程进度。因此，业界评价4D管理的价值为“做没有意外的施工”。

### 项目总结

BIM全生命周期在阿布扎比国际机场项目中的成功应用体现为以下几点：

- 在设计阶段辅助设计师理解复杂的建筑结构，加快了图纸的提交速度，从而保证了工程进度；
- 在协调阶段通过提前进行碰撞检查，发现并解决潜在的碰撞冲突，减少现场返工情况，从而节约了大量的人力和物力消耗；

- 在加工阶段，协调完成的模型直接用于加工建模或者创建加工图工作，节省大量时间；
- 在施工阶段，通过模型提取精确数据，指导现场安装，提高现场安装的工作效率，节省施工成本的同时还保证了施工精度和质量。

综合以上BIM在不同阶段的成功应用可见，BIM在各阶段中都有助于减少人员的投入，加快了约10%的工程进度，从而提高了20%的工程质量。在保证施工质量和进度的同时，减少约30%人力和物力的消耗，提高了整个工程的经济效益。

### 总结与展望

在阿布扎比国际机场项目BIM在幕墙中的应用实践中，BIM团队遇到了很多问题，比如多种不同弧度的曲线怎样拟合；碰撞检查怎样形成更明确的报告反馈予设计；项目信息怎么样在模型中体现才能合理提供给后期管理使用等。但是随着问题的逐一解决，使整个阿布扎比国际机场项目团队人员更深刻的体会到了BIM的价值和优势，更深刻的体会到了BIM的未来发展趋势。同时在BIM技术的支撑下，各个阶段工作的数据信息不断完善、经验与教训不断积累，都将为后续的项目提供了宝贵的经验。

现阶段的BIM是在不断的发展和完善中的，BIM模型中信息资料的保存与传递的完整性决定后期BIM运维系统的深入程度。BIM绝不仅仅用于模型查看阶段，BIM作为在建筑信息管理平台最重要的新型工具，将会越来越多的应用到不同的项目和更加广泛的领域中。比如阿布扎比国际机场项目在后期管理中计划实现自动识别以实现休息室是否有空余位置；根据客流量的分析可以节省照明设备，电梯的使用情况；遇到突发情况时可以根据位置可以快速的找到最近的疏散通道等。这些都将在未来的BIM发展中被实践和实现。

BIM将是未来的一种必然的趋势，也会在这场革命中发挥最大的价值。

“对于建筑施工企业，BIM可以模拟实际施工，便于在早期能够发现后期施工阶段可能出现的各种问题，以便提前处理，指导后期实际施工；也可作为可行性指导，优化施工组织设计和方案，合理配置项目生产要素，从而最大范围内实现资源合理利用，对建造阶段的全过程管理发挥巨大作用。

阿布扎比国际机场项目结构造型复杂、系统较多，BIM技术的成功运用在前期协助项目深入理解幕墙系统之间的内部配合，且规避了幕墙系统与主体结构、屋顶、地面等其他分包之间的冲突，有利于项目前期的施工组织设计及和各分包之间的协调，为后期的工程施工及施工组织方案提供了强有力的帮助，能让项目人员从三维宏观上对楼体，边口等有更清晰，更透彻的理解，促进工程项目实现精细化管理、提高工程质量、降低成本和安全风险，提升工程项目的效益和效率。

BIM建筑信息模型的应用是项目精细化管理最有力的技术支撑手段。必将为建设工程领域带来二维图纸到三维设计和建造的革命。

— 胡元星  
CEO  
江河幕墙集团中东公司

