

三维协同技术在泉州晋江机场改建工程新建航站楼设计中的应用

Application of 3D Collaborative Technology in the Architectural Engineering Design: Quanzhou Jinjiang Airport Renovation Project New Terminal Building

撰文 黄晓冬 张大镇 福建省建筑设计研究院

摘要 以参与方较多的实际项目为例,详细介绍三维协同技术在项目的不同阶段及不同参与对象中的应用,有效解决了因沟通障碍、文件交付不及时、图纸信息表达不到位或对图纸信息理解不到位而导致的设计失误、施工走样问题,并将设计院各工种及配套设计单位共同完成的BIM模型应用在建筑生命全周期,产生了极大的社会效益。

关键词 三维协同技术 可视化 3D漫游 管线综合

1 三维协同技术简介

三维协同技术分为协同设计和协同作业。协同设计是针对设计院专业内、专业间进行数据和文件交互、沟通交流等的协同工作,此为狭义的“协同技术”。协同作业是针对项目业主、设计方、施工方、监理方、材料供应商、运营商等与项目相关各方,进行文件交付、沟通交流等的协同工作,此为广义的“协同技术”。

协同设计是基于建筑专业的BIM模型,在建筑专业建立初步BIM模型后,就能得到工程的真实尺寸及相应的空间、功能关系。设计院各工种基于建筑模型建立本专业的相关模型,即可通过链接Revit模型的方式(类似于CAD的外部参照方式),在专业模型(或系统)间进行协同设计。这个工作可以在设计过程中的每个关键时间点进行,因此专业间三维协同设计和二维协同设计相似,都是文件级的阶段性协同设计模式。除上述两种模式外,不同BIM设计软件间的数据交互也属于协同设计的范畴。例如在Revit系列、

AutoCAD、Navisworks、3ds max、SketchUp、Rhino、Catia、Ecotect、IES、PKPM等工具间的数据交互,都可以通过专用的导入/导出工具,以dwg、dxf、fbx、sat、ifc等中间标准数据格式进行交互。在设计院形成完备的设计模型后,各参与方进行协同作业。三维协同技术的工作流程如图1所示。

2 协同设计实施

2.1 工程简介

工程位于福建省晋江市,是原晋江机场改建项目,分原来航站楼改建工程和新建航站楼工程。改造原有航站楼面积为15 000m²,并向空侧外扩788m²,作为国内航站楼使用,新建航站楼面积37 713m²,扩建后总面积约为53 501m²。本工程为福建省重点工程(大型复杂公共建筑),包含玻璃幕墙、金属幕墙、石材幕墙、钢结构、混凝土框架结构、轻质墙板、登机廊桥、金属屋面、复杂的设备工艺等。我院为本工程设计总包单位,含总体设计、土建设计、内装设计、景观设计等。

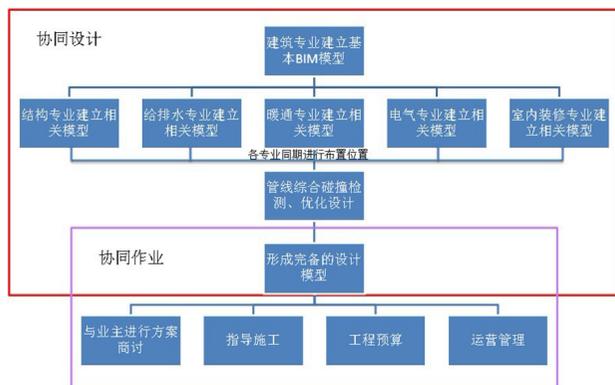


图1 三维协同技术工作流程



图2 建筑BIM模型鸟瞰图

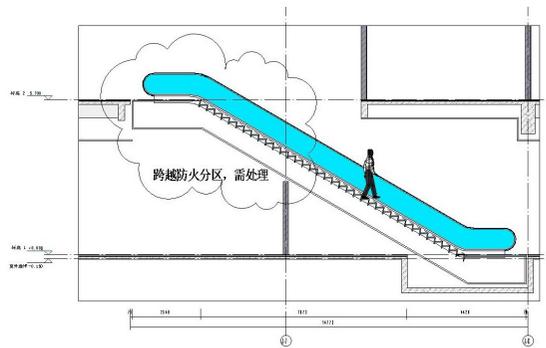


图3 手扶梯剖面视图

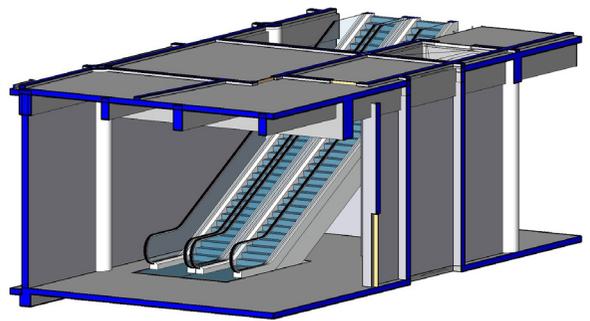


图4 手扶梯三维视图

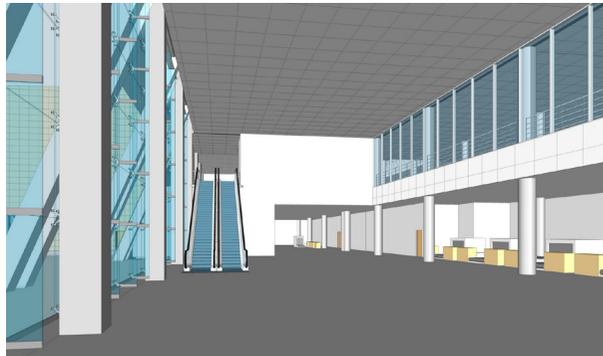


图5 国际售票大厅透视图



图6 国际售票大厅室内设计效果图

本工程施工队伍及配套设计单位较多（共8家），为避免各设计单位因沟通反馈不及时，施工人员对二维图纸信息理解不到位，导致竣工结果与设计初衷相违背，本工程应用三维协同技术，以信息化模型为主导，应用于协作设计及施工的全过程，起到主导设计、精确施工、无缝衔接的作用。

2.2 协同设计的建筑模型应用

新建航站楼在施工图阶段使用BIM技术进行三维协同设计，因BIM的使用，得以在施工图阶段能对航站楼内大量的大空间配合室内装修专业进行优化设计，并在配合设计单位多、工期较紧的情况下，最大限度地减少错误漏缺，控制施工图质量，保证精准施工。图2是整体建筑BIM模型鸟瞰图，以此BIM模型为母版，各参与设计单位及各设计工种进行三维协同设计。

(1) 利用建筑BIM模型进行专业内协同设计。本工程较为复杂，剖面变化较大，需推敲的剖面节点较多，通过Revit软件的“剖面”命令任意剖切BIM模型，方便、快捷、精准，结合三维可视化视图，检测设计错误，快速、直观地发现并解决问题。如图3、4，此手扶梯跨越防火分区。

(2) 利用建筑BIM模型进行专业间协同设计。本工程建筑空

间大面多，通过Revit软件的“相机”命令，为室内设计提供任意角度透视，通过多角度真实尺度模型，更易于理解空间与功能等，有利于方案确定及优化设计，并大大减少工作量。图5为国际售票大厅透视图，图6为其对应的室内设计效果图。

(3) 利用建筑BIM模型与幕墙设计单位协同设计，确定幕墙、采光顶形式等，直观表达设计效果，如图7入口三维视图。借助现代网络通讯技术，BIM能实现跨地区的协同设计，BIM模型中信息量全面、精确，避免因文件交付不到位、图纸信息表达不全面、远程沟通不明确而导致的设计失误，有效降低设计成本。

2.3 协同设计的结构模型应用

通过结构BIM模型，同时利用BIM可视化设计，代替传统二维结构施工图上的线条、数值信息，便于结构设计师直观地观察结构空间形式、结构布置的合理性及结构细部构造特征，很好地检测设计的准确性，避免施工时发现设计错误再返工。结构BIM模型为施工单位提供钢结构加工下料的精确尺寸，提供钢结构坐标应用于现场安装，极大地节约成本并缩短工期。图8、9为工程的整体结构模型和局部结构模型。



图7 入口三维视图



图8 整体结构模型

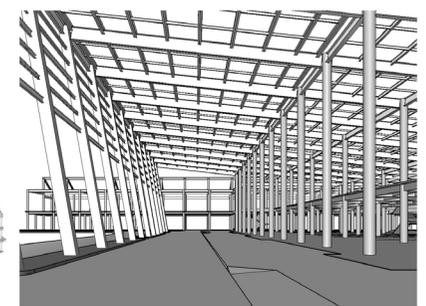


图9 局部结构模型

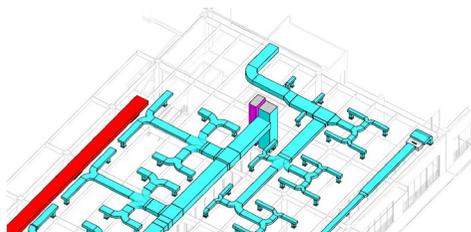


图10 局部暖通BIM模型

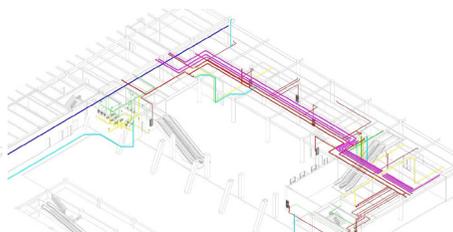


图11 局部给排水BIM模型

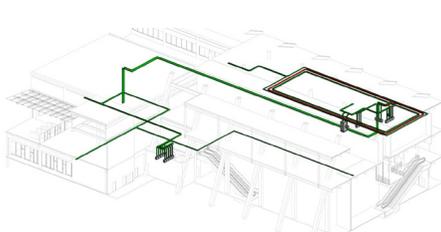


图12 局部电气BIM模型

2.4 协同设计的机电模型应用

建筑层高、空间功能确定后，结构BIM模型为机电设计师提供了精准、真实的结构梁柱、结构降板等信息，使得机电设计完全颠覆了传统的概念性、模糊性的设计模式，为精细化、确定化的设计模式奠定了扎实的基础。为增强模型的可读性，我们采用不同的颜色显示来区分不同的系统，如图10为局部暖通BIM模型，青色风管表示送风管；图11、12分别为局部给排水BIM模型、局部电气BIM模型。机电设计师在建模过程中，使用Revit软件自带的“碰撞检查”命令，实时进行碰撞检查并实时调整模型，解决绝大多数机电专业的管线碰撞问题。

协同设计的“碰撞检查”基本解决了机电专业与土建专业之间的管线硬碰撞问题以及绝大多数解决了管线之间的软碰撞问题，如图13、14所示，排烟风管与消防水管碰撞。将综合的BIM模型提供给业主及施工单位审阅，如图15管线综合模型所示，在业主确认管线布置美观、施工单位确认管线布局便于施工的前提下，施工方严格按照施工图结合模型进行施工，有效降低了施工方二次深化施工设计的工作量，避免了因“谁先进场，谁先施工”而导致的施工错误，大幅度减少了材料浪费，降低了施工成本。

3 协同作业实施

三维协同作业技术可实现建筑项目全生命周期的信息构建，增强项目相关方的信息共享。基于协同设计的成果，项目建设方、设计方、施工方、监理方、使用方等都能比较直观地掌握项目的全貌，降低了非专业人士对项目的理解难度，提升了不同专业间、不同参与方对项目的协同能力。

本项目全程使用Revit软件进行设计，完成后的信息化模型能提供幕墙分隔及节点大样图（应用于幕墙专项设计）、结构体系三维图（应用于钢结构专项设计）、节能计算模型（与PKPM节能计算软件接口）、整体漫游动画（应用于工程方案汇报、图纸交底等），应用三维模型通过设定不同颜色的区域来表示阶段工程进度（以颜色在实体模型上体现工程各阶段进度），同时提供整体建设过程的模拟漫游。

3.1 可视化设计与3D漫游

利用三维协同作业的可视化技术，对复杂节点设计一目了然。根据设计深度及施工要求对细部构造进行三维化大样设计，按照出图要求出1:20、1:10、1:5比例的大样图。对不同材料交接处、不同构造衔接进行深化设计，满足各深化设计单位及施工单位的要求。许多甲方未定的问题，我们可以通过BIM模型以直观的方式，现场

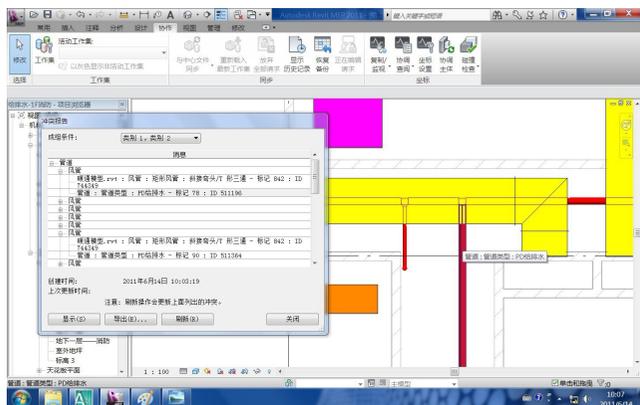


图13 管线综合平面视图

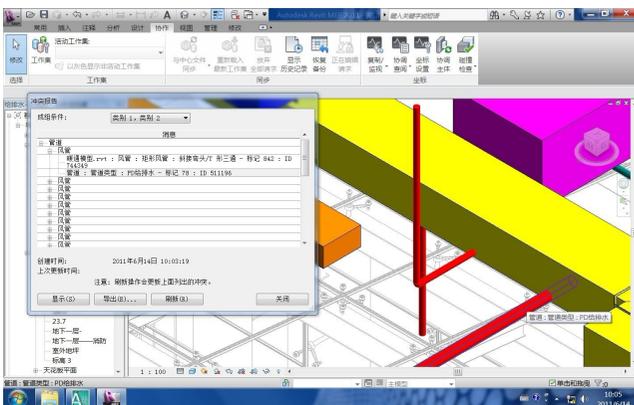


图14 管线综合三维视图



图15 管线综合模型

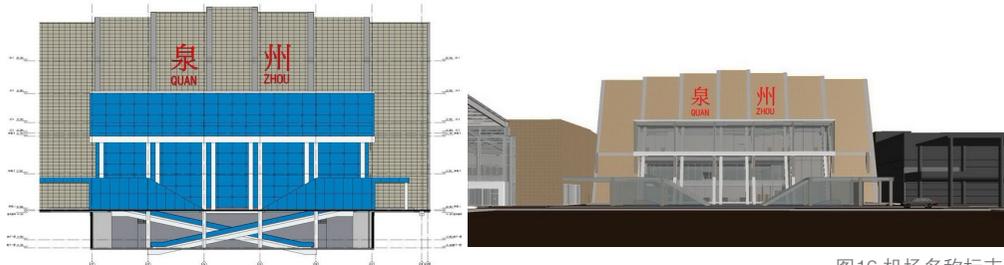


图16 机场名称标志

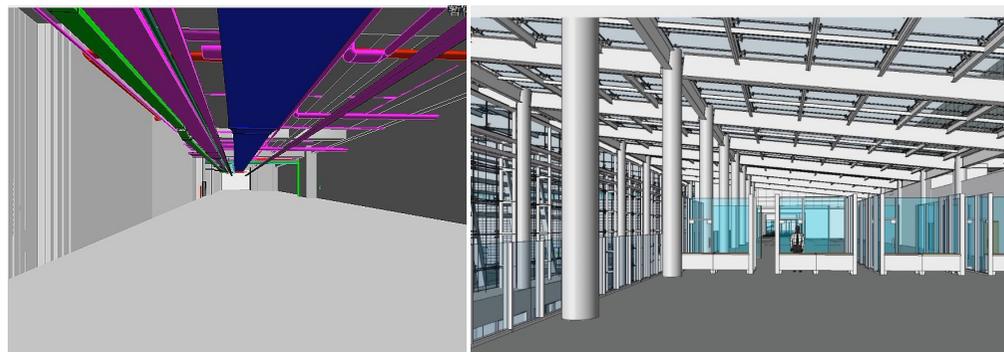


图17 管线综合漫游

图18 室内空间漫游

窗明细表								门明细表									
设计编号	洞口尺寸		参照图集	总数	层数	标高	备注	类型	设计编号	洞口尺寸		参照图集	总数	层数	标高	类型	备注
	高度	宽度								高度	宽度						
BC-1820	2000	1800		1	标高 2		zj自顶窗	DT-1221	1200	2100		1	地下一层		电梯门		
BC-1824	2400	1800		1	标高 2		zj自顶窗	DT-1221	1200	2100		1	地下一层		电梯门		
MQ-07	3500	825		1	标高 2	详门窗大样	可变扇上悬窗(下亮子) 2	DT-1221	1200	2100		4	标高 1		电梯门		
MQ-08	3500	6250		1	标高 2	详门窗大样	可变扇上悬窗(下亮子) 2	DT-1221	1200	2100		4	标高 2		电梯门		
MQ-09	3500	7250		26	标高 2	详门窗大样	可变扇上悬窗(下亮子) 2	FJM-3642	3550	4200		1	标高 2		特级防火卷帘		
MQ-10	3500	7000		1	标高 2	详门窗大样	可变扇上悬窗(下亮子) 2	FJM-3742	3700	4200		1	标高 2		特级防火卷帘		
MQ-11	3500	3750		6	标高 2	详门窗大样	可变扇上悬窗(下亮子) 2	FJM-3842	3850	4200		1	标高 2		特级防火卷帘		
MQ-12	3500	8150		1	标高 2	详门窗大样	可变扇上悬窗(下亮子) 2	FJM-4542	4550	4200		1	标高 2		特级防火卷帘		
MQ-13	3500	1950		1	标高 2	详门窗大样	可变扇上悬窗(下亮子) 2	FJM-4642	4600	4200		1	标高 2		特级防火卷帘		
MQ-14	3500	5450		1	标高 2	详门窗大样	可变扇上悬窗(下亮子) 2	FJM-4942	4850	4200		1	标高 2		特级防火卷帘		
MQ-15	3500	6050		1	标高 2	详门窗大样	可变扇上悬窗(下亮子) 2	FJM-5042	5000	4200		1	标高 2		特级防火卷帘		
MQ-16	3500	3150		1	标高 2	详门窗大样	可变扇上悬窗(下亮子) 2	FJM-6042	5980	4200		1	标高 2		特级防火卷帘		
MQ-17	3500	12529		1	标高 2	详门窗大样	可变扇上悬窗(下亮子) 2	FJM-7139	7100	3900		1	标高 1		特级防火卷帘		
MQ-18	3500	17000		1	标高 2	详门窗大样	可变扇上悬窗(下亮子) 2	FJM-7342	7350	4200		1	标高 2		特级防火卷帘		
MQ-22	2100	8300		14	12.2		可变扇上悬窗(下亮子) 2	FJM-7542	7550	4200		1	标高 2		特级防火卷帘		
MQ-23	1043	8300		14	12.2		可变扇上悬窗(下亮子) 2	FJM-7842	7800	4200		1	标高 2		特级防火卷帘		
MQ-24	2100	7100		1	13.9		可变扇上悬窗(下亮子) 2	FJM-8342	8300	4200		2	标高 1		特级防火卷帘		
MQ-25	1043	7100		1	13.9		可变扇上悬窗(下亮子) 2	FJM-8342	8300	4200		5	标高 2		特级防火卷帘		
MQ-26	2100	14300		1	13.9		可变扇上悬窗(下亮子) 2	FJM-8742	8700	4200		1	标高 2		特级防火卷帘		
MQ-27	2100	7300		12	12.2		可变扇上悬窗(下亮子) 2	FJM丙-0621	600	2100		6	标高 1		丙级防火门单		
MQ-27	2100	7300		1	13.9		可变扇上悬窗(下亮子) 2	FJM丙-0621	600	2100		2	标高 2		丙级防火门单		
MQ-27	2100	6400		2	12.2		可变扇上悬窗(下亮子) 2	FJM丙-1221	1200	2100		2	地下一层		丙级防火门双		
MQ-28	1043	15300		1	12.2		可变扇上悬窗(下亮子) 2	FJM乙-1021	1000	2100		5	标高 1		乙级防火门单		
MQ-28	1043	15300		1	13.9		可变扇上悬窗(下亮子) 2	FJM乙-1521	1500	2100		2	标高 1		乙级防火门双		
MQ-29	1043	7300		2	12.2		可变扇上悬窗(下亮子) 2	FJM乙-1821	1800	2100		5	地下一层		乙级防火门双		
PC-1212	1200	1200		1	标高 1		双扇平开窗(无亮子)	FJM乙-1821	1800	2100		5	标高 1		乙级防火门双		
PC-4839	3900	4800		4	标高 1	详门窗大样	可变扇上悬窗(下亮子) 2	FM乙-1821	1800	2100		10	标高 2		乙级防火门双		
PC-5424	2400	5400		4	标高 1	详门窗大样	可变扇上悬窗(下亮子) 2	FM甲-0921	900	2100		6	标高 2		甲级防火门单		
PC-5432	3200	5400		3	标高 1	详门窗大样	可变扇上悬窗(下亮子) 2	FM甲-1021	1000	2100		4	地下一层		甲级防火门单		

图19 门窗明细

帮助甲方确定得到满意的解决方案，例如使用BIM模型在项目汇报现场确定机场名称标志的大小、高度位置，如图16所示。

应用3D漫游技术，在不同的设计阶段设置不同的3D漫游路径，解决不同的协同作业问题。图17显示的是在管线复杂空间设置3D漫游，向业主及施工方演示管线布局走向，提出修改方案，优化设计。图18显示的是在成果汇报会上，向业主及各参与方展示建筑室内外空间概况及功能的3D漫游。

3.2 工程量统计与运营管理

应用信息化模型的各种统计表格，如门窗明细表（图19）、幕墙面积、工程量统计等可用于成本估算、工程量预算及工程量决算，合理控制造价，避免人工计算的潜在失误。BIM模型信息中还

包含各种设备的安装位置、型号、厂家等信息，用于后期运营管理系统中，结合智能化楼宇自控系统，便于设备维护。

4 应用总结

该项目是我院继晋江戏剧中心后再一次使用Revit软件进行三维施工图设计，我们在模型上实现了三维协同设计、三维协同工作、无纸化校审、节能设计、漫游动画制作等，将二维的图纸以三维实体的形式展示，提高了生产效率，节约了工程造价。通过进行复杂性质的建筑三维施工图设计，完善了院三维族库，并延伸丰富了图纸表达深度的内容，定制了出图规则，形成了一套紧凑、全面的三维施工图设计流程。该项目最终成果得到业主、审图单位及施工单位的好评。AT

作者简介

黄晓冬，福建省建筑设计研究院方案创作室副主任，BIM应用中心主任，高级建筑师。主要设计项目：晋江戏剧中心、福州金融街万达广场、龙岩会展中心、龙岩博物馆、泉州机场改建工程等。2001年毕业于华侨大学建筑系。

张大镇，福建省建筑设计研究院BIM应用中心技术应用主管。主要设计项目：福建中医药博物馆等。2011年硕士毕业于西安工程大学。