

BIM在机场航站楼建设中的应用

黄杨雁

重庆江北国际机场扩建指挥部 重庆 401120

摘要：BIM技术在机场航站楼建设中意义重大。其三维可视化等特征适配航站楼空间复杂等需求。在设计阶段，可实现三维协同与冲突预防；施工阶段能进行数字建造与创新技术融合；运维阶段利于智慧管理与状态监测。应用中成效显著，提升效率、节约成本、保障质量。但也面临技术门槛高、数据安全难保障、标准缺失、组织协作不畅等挑战，需各方共同应对以推动更好发展。

关键词：BIM技术；机场航站楼建设；应用

引言：在交通枢纽建设蓬勃发展的当下，机场航站楼作为城市门户与交通核心，其建设规模与复杂度与日俱增。传统建设模式在应对航站楼大跨度结构、多专业协同及长期运维等难题时，逐渐显露出局限性。BIM技术凭借三维可视化、数据集成、协同优化及全生命周期管理等核心优势，为机场航站楼建设带来全新思路与方法。深入研究BIM在其建设各阶段的具体应用，对提升建设质量、效率与效益具有重要的现实意义。

1 BIM技术核心特征与机场航站楼建设需求适配性

1.1 BIM技术核心特征

(1) 三维可视化：突破传统二维图纸局限，可精准呈现机场航站楼复杂空间形态。以重庆机场T3B航站楼多曲面金属屋盖为例，通过BIM三维建模能直观展示曲面弧度、节点连接方式及空间层次关系，帮助设计与施工团队提前把握结构细节，降低视觉误差导致的施工风险。

(2) 数据集成性：构建统一的信息管理平台，实现多专业数据的集中存储与共享。如中建八局BIM云智协同平台，有效整合机场航站楼建筑、结构、机电、消防等各专业信息，形成完整的项目数据库，为各阶段决策提供数据支撑。

(3) 协同优化性：借助专业软件工具提升多专业协作效率。通过Navisworks进行碰撞检测，可提前发现各专业管线、结构构件的冲突问题；利用Revit参数化设计，实现设计参数的实时调整与协同更新，保障机场航站楼多专业施工的有序推进。

(4) 全生命周期管理：打通项目设计、施工、运维全流程数据链路。从初期设计方案优化，到施工过程中的进度与质量管控，再到后期运维阶段的设备管理，实现数据的持续传递与复用，提升项目全周期管理水平。

1.2 机场航站楼建设特殊性需求

(1) 空间复杂性：机场航站楼常包含大跨度钢结构、曲面屋盖、地下管廊等复杂构造。以千岛湖通用机

场悬挑雨棚为例，其大跨度悬挑结构对力学性能要求极高，需通过精准的性能化分析保障结构安全与使用功能，这对技术的空间表达与分析能力提出了严苛要求。

(2) 专业协同性：涉及建筑、结构、机电、行李系统、标识系统等多个专业领域，各专业交叉密集。施工过程中需精准协调各专业的施工顺序与空间布局，避免专业冲突导致的工期延误与成本增加，对协同工作模式提出了更高的需求。

(3) 运维长期性：机场航站楼作为大型公共建筑，运维周期长且需求多样。需实现设备状态实时监测、空间利用率动态优化以及突发情况下的应急管理，通过BIM与物联网技术的集成应用，可有效提升运维效率与应急响应能力^[1]。

2 BIM在机场航站楼建设各阶段的具体应用

2.1 设计阶段：三维协同与冲突预防

(1) 参数化设计：针对机场航站楼复杂的屋面形态，借助Grasshopper参数化工具可实现屋面曲面的精准找形，通过算法驱动调整曲面曲率、节点分布等关键参数，确保屋面结构既满足建筑美学需求，又符合力学性能标准。以南京禄口机场航站楼为例，设计团队利用Rhino与Revit的协同工作模式，将Rhino中构建的曲面模型导入Revit，进一步优化屋面排水坡度，通过模拟不同降雨强度下的排水路径，避免积水隐患，同时减少屋面材料的浪费，提升设计方案的经济性与可行性。

(2) 多专业协同：机场航站楼设计涉及建筑、结构、MEP（机电、管道、暖通）等多个专业，各专业设计内容交叉密集，易出现管线碰撞、结构冲突等问题。设计阶段通过Revit软件分别构建各专业三维模型，再将所有模型导入Navisworks平台进行碰撞检测，可精准定位不同专业构件间的冲突点，如机电管线与钢结构梁的空间重叠、消防管道与空调风管的交叉干扰等。通过提前发现并解决此类问题，能有效减少施工阶段的设计变更，降低因变

更产生的额外成本，据统计，该模式可使设计变更成本减少15%以上^[2]。（3）正向设计模式：传统设计模式多以二维图纸为核心，后续需通过“翻模”将二维信息转化为三维模型，易出现数据丢失、信息偏差等“数据孤岛”问题。民航总院研发的BIM正向设计系统，实现了从方案设计到施工图出图的全流程三维正向设计，设计人员直接在三维模型中完成构件绘制、参数标注、工程量统计等工作，同时自动生成符合行业标准的二维施工图，确保二三维数据的一致性与关联性。该模式不仅提升了设计效率，还避免了“翻模”过程中的数据误差，为后续施工、运维阶段的数据传递奠定了基础。

2.2 施工阶段：数字建造与创新技术融合

（1）BIM 三维模型可深化各项目施工图，解决现场与图纸不一致问题，避免因施工与图纸混乱引发的工艺、质量问题及工期延误。以重庆机场 T3B 航站楼为例，钢结构深化实现工厂预制与现场施工一体化，提升安装准确率、减少浪费，还能生成零件图供切割使用，实现设计加工自动化，模型可作数据端口；幕墙深化借 GH 插件优化参数，完成后自动化加工；屋面网架深化通过设转换梁，解决管线碰撞问题并做固定处理。（2）材料精准管控：机场航站楼建设需消耗大量钢筋、玻璃幕墙、钢结构构件等材料，材料浪费是施工成本控制的重要难点。基于Revit构建的BIM模型，可自动导出详细的材料明细表，明确各构件的材料规格、数量、材质要求等信息，施工单位依据明细表制定精准的材料采购计划，避免因估算偏差导致的材料过量采购或短缺。以钢筋材料为例，通过BIM模型统计的钢筋用量误差可控制在5%以内，相比传统估算方法，能减少8%-10%的钢筋浪费；对于玻璃幕墙这类定制化材料，精准的用量统计可避免因尺寸偏差导致的材料报废，降低材料成本。

（3）智慧系统与智能设备融合是提升效率关键，重庆机场 T3B 航站楼施工中，BIM 与视频分析、安防平台等融合，查看设施状态，运维成本降 10%-15%。安防 + BIM+AI 可动态可视化人员轨迹，优化路径；竣工 BIM 与数字孪生结合能预测故障，运维成本降 25%。此外，BIM 模型经格式转换后制作 AR 模型，辅助消防并施工指导与验收，减少错误、降低返工成本。

此外，在钢结构焊接、混凝土浇筑等环节，通过BIM模型与智能监测设备的联动，可实时采集施工数据，如焊接温度、混凝土强度等，确保施工质量符合标准^[3]。

2.3 运维阶段：智慧管理与状态监测

（1）设施设备管理系统集成：机场航站楼运维阶段需管理大量设施设备，包括各类照明、空调、电梯、行

李系统等，传统运维模式依赖人工巡检，效率低且易遗漏故障隐患。通过将BIM模型与楼宇自动化系统（BAS）对接，构建一体化设施管理系统，可实现对设施设备的实时监测与智能管控。BIM模型中包含设备的安装位置、型号参数、维护周期等全生命周期信息，当楼宇自动化系统监测到设备异常时，如灯光故障、空调能耗异常，会自动在BIM模型中定位设备位置，并推送故障预警信息至运维人员，运维人员可依据模型中的设备信息快速制定维修方案，缩短故障处理时间，提升设施运维效率^[4]。

（2）空间优化：机场航站楼的空间利用效率直接影响旅客体验与运营收益，借助BIM技术可对航站楼空间进行多维度分析优化。通过在BIM模型中模拟旅客动线，分析不同时段、不同区域的旅客流量分布，识别旅客拥堵节点，优化安检口、登机口的布局及标识引导系统；同时，基于BIM模型对商业区域布局进行分析，结合旅客动线数据调整商铺位置、业态组合，提升旅客消费便利性，进而增加非航收入。例如，某机场通过BIM进行标识系统漫游优化，模拟旅客从入口到登机口的行走路径，调整标识牌的位置、高度及信息展示方式，使旅客平均寻路时间缩短17%，商业区域的客流量提升12%，非航收入同比增长10%。（3）应急管理：机场航站楼作为人员密集场所，应急管理至关重要。利用BIM技术可构建航站楼三维应急模型，结合火灾模拟软件进行火灾场景模拟，分析火灾蔓延路径、烟气扩散速度及温度分布，确定火灾危险区域与安全疏散通道；同时，通过人员疏散模拟，计算不同应急场景下的疏散时间、疏散瓶颈，优化疏散路线与应急出口设置。基于模拟结果制定针对性应急预案，明确应急救援人员的部署位置、救援设备的存放地点及疏散引导流程，在突发事件发生时，可通过BIM模型快速调取现场信息，辅助指挥人员制定决策，提升应急响应效率，最大限度减少人员伤亡与财产损失。

3 BIM 在机场航站楼建设中的应用成效与挑战分析

3.1 应用成效

（1）效率提升：BIM 可减少返工、优化流程，重庆机场 T3B 航站楼借此提升效率 30%，发现弱电重大问题 62 处，规划 200mm 以上预留孔洞 1480 个，解决重要问题 920 项，出深化图 1030 张。双控模式使设计误差率降 85%，减少 109 个标识标牌，提前解决机电管线与钢结构 120 余处管线冲突，缩短总工期 28 天。（2）成本节约：BIM 助力材料管控、减少变更，该项目弱电产生 1900 万余元效益，设计问题闭环率提升 40%，运维成本降 25%。材料明细表优化采购，钢筋浪费减 6%、玻璃幕墙报废率降 4%，单材料优化省约 1000 万元，还避免额外

人工机械投入。（3）质量可控：BIM可视化与数据化特性保障质量，某机场航站楼中，其模型联动智能监控设备，放样机器人定位安装，采集数据对比标准参数，构件安装精度合格率达99.2%，混凝土强度达标率100%。

3.2 关键挑战

（1）技术门槛：BIM技术的深度应用对人员专业能力提出较高要求，尤其是正向设计环节，需设计师熟练掌握Grasshopper、Dynamo等参数化设计工具，实现复杂曲面建模、参数化调整等操作。目前行业内具备此类技能的设计师占比不足30%，多数设计人员仍习惯传统二维设计模式，对BIM工具的操作熟练度不足，导致正向设计推进缓慢，影响BIM技术应用效果。（2）数据安全：机场航站楼BIM模型包含建筑结构、设备布局、疏散通道等敏感信息，若数据泄露可能引发安全风险。当前部分项目数据管理仍依赖本地存储或普通云端平台，缺乏完善的安全防护机制。虽可通过区块链技术实现数据加密存储，通过权限分级管理控制数据访问范围，但相关技术的应用成本较高，且行业内缺乏统一的数据安全标准，导致数据安全保障难度较大。（3）标准缺失：国内BIM技术应用尚未形成统一的交付标准，不同设计单位、施工企业使用的BIM软件（如Revit、Bentley）数据格式不兼容，模型交互时易出现数据丢失、信息偏差等问题。例如某机场航站楼项目中，设计单位使用Revit建模，施工单位使用Bentley进行施工模拟，模型导入时因格式差异导致10%的设备参数无法正常读取，需人工重新录入，

增加了工作成本，影响跨平台协作效率。（4）组织协作：BIM技术应用需设计、施工、运营多方协同配合，但目前多数项目仍采用传统的线性管理模式，各方沟通不畅、信息传递滞后。虽可通过搭建BIM云智协同平台实现数据共享，但部分参与方存在“信息壁垒”，不愿主动开放数据，且缺乏明确的协同责任划分机制，导致平台使用率不足50%，协同效果未达预期。

结束语

BIM技术在机场航站楼建设中的应用成效显著，从设计阶段的三维协同，到施工阶段的资源优化，再到运维阶段的智慧管理，全方位提升了建设水平，实现了效率、成本与质量的优化。然而，技术门槛、数据安全、标准缺失及组织协作等挑战仍待解决。未来，需行业各方携手，加强人才培养、完善安全标准、统一交付规范、打破信息壁垒，以推动BIM技术在航站楼建设中发挥更大价值。

参考文献

- [1]张怀战,刘泽宇,李鹏.BIM技术在青岛新机场航站楼中的实践[J].建设监理.2021,(07):75-76.
- [2]龚云亮.BIM在新机场航站楼机电设备安装与运营中的应用[J].通讯世界.2021,(11):114-115.
- [3]胡华锋.BIM在某国际机场航站楼项目中的应用[J].建材与装饰.2022,(21):155-156.
- [4]罗灿.BIM在民航机场航站楼行李系统项目管理中的应用[J].建筑经济.2022,(04):48-49.