

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,辅助消防井施工指导与验收,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.