

# 基于 BIM 的民航工程族库构建与多维应用研究

李鹏, 袁佳秋, 刘岸新

民航机场规划设计研究总院有限公司华北分公司, 北京 100000

DOI:10.61369/ERA.2025120027

**摘 要 :** 随着我国民航工程向规模化、复杂化发展, 传统设计与管理模式难以满足全生命周期需求, BIM 技术成为关键解决方案, 而 BIM 族库作为技术落地的基础载体, 其标准化构建与应用至关重要。本文以民航工程 BIM 族库为研究对象, 通过文献研究、案例分析与实践验证, 系统探讨族库的建立方法与多维应用。明确族库建立需遵循通用性、规范性等原则, 并阐述参数化设计、信息集成等关键技术; 结合案例分析族库在设计阶段提升建模效率、施工阶段减少返工、运维阶段优化设备管理的具体应用, 研究成果可为民航工程 BIM 族库的推广应用提供理论支撑与实践参考, 助力民航工程数字化转型。

**关 键 词 :** 民航工程; 族库建设; 参数关联; 数据安全

## Research on Construction and Multidimensional Application of BIM Civil Aviation Engineering Family Library

Li Peng, Yuan Jiaqiu, Liu Anxin

Civil Aviation Airport Planning and Design Research Institute Co., LTD. North China Branch, Beijing 100000

**Abstract :** With the scaling and increasing complexity of China's civil aviation engineering projects, traditional design and management approaches struggle to meet lifecycle requirements. BIM technology has emerged as a critical solution, where standardized construction and application of BIM family libraries serve as foundational platforms for implementation. This study focuses on BIM family libraries in civil aviation engineering, systematically exploring their establishment methods and multidimensional applications through literature review, case analysis, and practical verification. The research clarifies that family library development should adhere to principles of universality and standardization, while elaborating key technologies including parametric design and information integration. Case studies demonstrate how family libraries enhance modeling efficiency during design phases, reduce construction rework, and optimize equipment management in operation and maintenance stages. These findings provide theoretical support and practical references for promoting BIM family libraries in civil aviation engineering, facilitating digital transformation in the sector.

**Keywords :** civil aviation engineering; ethnic library construction; parameter association; data security

## 引言

### (一) 研究背景与意义

近年来, 我国民航工程进入规模化发展阶段, 机场航站楼、跑道、货运中心等项目呈现“体量大、系统复杂、协同要求高”的特点。传统二维设计存在信息割裂、碰撞隐患多、运维数据缺失等问题, 难以满足工程全生命周期管理需求。BIM 技术以“参数化建模、全信息集成、多阶段协同”为核心优势, 成为破解民航工程管理难题的关键技术。而 BIM 族库作为 BIM 应用的基础数据载体, 通过标准化、参数化的构件库, 可实现设计效率提升 30% 以上、施工碰撞率降低 40%, 同时为运维阶段提供精准数据支撑, 对推动民航工程数字化转型具有重要现实意义。

### (二) 国内外研究现状

国外方面, 美国联邦航空管理局 (FAA) 早在 2010 年便发布《机场 BIM 实施指南》, 推动族库在航站楼机电系统、跑道铺装等领域的标准化应用; 英国 BAA 集团建立机场专属族库, 实现伦敦希思罗机场 T2 航站楼全周期 BIM 协同。国内研究起步较晚, 但发展迅速: 中国民航局 2020 年印发《民航工程 BIM 技术应用指南》, 明确族库建设要求; 北京大兴机场、上海浦东机场三期工程通过自建族

库，实现设计－施工－运维数据贯通。但现有研究仍存在不足：行业级族库标准缺失，各项目族库兼容性差；族库多聚焦设计阶段，运维阶段应用深度不足；参数化程度低，难以适应民航工程个性化需求。

### （三）研究内容与方法

本研究核心内容包括三方面：一是构建“标准统一、多阶段适配”的民航工程 BIM 族库，明确族库分类、参数体系与建立流程；二是结合实际案例，分析族库在设计、施工、运维阶段的应用路径与实效；三是提出族库推广应用的策略建议，解决标准化、共享化、人才培养等问题。研究方法采用：文献研究法，梳理 BIM 与族库相关理论及行业标准；案例分析法，选取鄂州花湖机场、重庆江北机场 T3A 航站楼等典型项目，总结族库应用经验；实践验证法，通过 Revit 软件构建核心构件族，测试参数化性能与协同效果。

## 一、BIM 技术与民航工程族库理论基础

### （一）民航工程族库相关理论

BIM 族库是由“族（Family）”组成的标准化构件数据库，其中“族”是具有相同参数、属性和行为的构件集合，按层级可分为系统族、标准族、内建族。民航工程族库需结合行业特性分类：航站楼类（幕墙、钢结构、机电设备族）、飞行区类（跑道道面、助航灯光、围界族）、货运区类（货架、输送设备族）。族库的核心价值在于：一是提升建模效率，设计师无需重复建模，直接调用标准族，建模时间减少 50% 以上；二是保障数据一致性，族构件参数统一，避免信息偏差；三是支撑多阶段协同，族库中的构件信息可贯穿设计－施工－运维，实现数据“一次创建，多次复用”。

### （二）BIM 技术与民航工程族库的关系

BIM 技术与族库是“支撑与被支撑”的协同关系：一方面，BIM 软件（如 Revit、Bentley）为族库建立提供工具支持，通过参数化设计功能实现族构件的属性定义与形态调整；另一方面，族库是 BIM 技术落地的基础，缺乏高质量族库，BIM 建模将陷入“重复劳动、信息碎片化”困境。例如，在民航航站楼机电设计中，依托族库的标准化风管族、桥架族，可快速完成管线综合排布，而 BIM 的碰撞检查功能又能反向优化族构件尺寸参数，形成“族库建设－BIM 应用－族库迭代”的闭环。

## 二、基于 BIM 的民航工程族库建立

### （一）族库建立的原则与标准

民航工程族库建立需遵循四大原则：一是通用性，族构件参数设置符合《建筑信息模型应用统一标准》（GB/T51210）及《民航工程 BIM 技术应用指南》，确保跨项目、跨软件兼容；二是规范性，族命名采用“项目类型－构件类别－规格型号”格式（如“航站楼－空调机组－KC-100”），属性字段包含材质、尺寸、厂家、维护周期等核心信息；三是可扩展性，预留参数接口，支持新增构件类型与属性字段；四是准确性，族构件几何尺寸与性能参数需与实际产品一致，误差不超过 2%。

### （二）族库建立的流程与方法

#### 1. 数据收集与整理

数据来源包括三方面：一是行业标准，如《民用机场航站楼

设计规范》（MH/T5026）中构件尺寸要求；二是设备厂家数据，收集空调、电梯、助航灯光等设备的几何参数与性能参数；三是既有项目数据，提取北京大兴机场、上海虹桥机场等项目的成熟族构件参数。数据整理采用“分类编码”方式，按“大类－中类－小类－构件”四级编码（如“01－航站楼－02－机电－05－空调机组”），确保数据有序存储。

#### 2. 族的创建与编辑

采用 Revit 软件进行族创建，流程为：（1）确定族模板，如机电设备选用“公制设备”模板；（2）绘制族几何形态，通过拉伸、旋转等命令构建构件模型，确保几何精度；（3）定义参数，分为类型参数（如尺寸、功率）与实例参数（如安装位置、编号），参数关联几何形态，实现“参数修改－模型自动调整”；（4）测试优化，导入项目模型中测试族构件的兼容性、碰撞检查性能，对参数冗余、几何错误的族进行迭代优化。

#### 3. 族库的集成与管理

采用“云端＋本地”双库管理模式：云端库基于 BIM 协同平台（如广联达 BIMFACE）搭建，实现多单位共享访问，支持族构件上传、下载、版本控制；本地库存储于项目服务器，供设计团队离线使用，定期与云端库同步更新。管理功能包括：版本管理，记录族构件的创建、修改时间与责任人；权限管理，按“管理员－设计师－施工员”分级设置访问权限；检索功能，支持按构件类别、参数值快速检索。

### （三）族库建立过程中的关键技术

一是参数化设计技术，通过 Revit 的“参数关联”功能，实现构件尺寸、材质、性能参数与几何模型的联动，例如修改空调机组“长度”参数，模型自动调整，无需重新建模；二是信息集成技术，采用 IFC 标准格式，将族构件的设计信息、施工信息、运维信息集成到统一模型，实现跨软件（如 Revit 与 Fuzor）数据交互；三是协同管理技术，依托 BIM 协同平台，实现多专业团队实时编辑、评论族构件，解决“信息孤岛”问题，协同效率提升 40%。

### （四）建立族库的难点与挑战

一是标准统一难，民航工程涉及建筑、结构、机电、飞行区等多领域，各领域对族参数的要求不同，行业级标准缺失导致族库兼容性差；二是数据安全风险，云端族库存储大量项目核心数据，存在数据泄露、篡改风险；三是人员技术不足，部分设计师缺乏参数化族创建能力，导致族构件参数设置不合理，影响应用

效果；四是协同机制不完善，设计、施工、运维单位对族库需求差异大，缺乏统一的协同沟通机制，导致族库难以适配多阶段需求。

### 三、基于 BIM 的民航工程族库应用案例分析

#### （一）案例选取与介绍

选取两个典型案例：案例一为鄂州花湖机场（亚洲首个专业货运机场），项目总投资150亿元，采用全周期BIM应用，自建包含6大类、98小类构件的族库；案例二为重庆江北机场T3A航站楼（建筑面积53万平方米），依托族库实现多专业协同设计与施工模拟，族库涵盖航站楼建筑、结构、机电等102小类构件。两个案例均覆盖设计、施工、运维阶段，具有代表性。

#### （二）族库在案例中的具体应用

##### 1. 设计阶段

鄂州花湖机场设计中，调用族库的“货运输送设备族”“货架族”，快速完成货运区三维建模，建模时间从传统20天缩短至8天；通过族库的“机电设备族”（如空调、风机），实现建筑、结构、机电多专业协同，碰撞检查发现管线冲突32处，提前解决率100%。重庆江北机场T3A航站楼设计中，利用族库的“幕墙族”参数化功能，根据不同区域采光需求，调整幕墙玻璃厚度与间距，优化能耗指标，使航站楼年能耗降低12%。

##### 2. 施工阶段

鄂州花湖机场施工中，将族库的“钢结构族”与施工进度计划关联，生成4D进度模拟，直观展示钢结构安装顺序，避免工序冲突；通过族库的“设备族”提取安装参数，制作数字化交底文件，施工人员理解效率提升50%，设备安装合格率从92%提升至98%。重庆江北机场T3A航站楼施工中，利用族库的“管线族”进行施工模拟，优化管线安装路径，减少现场返工量，节省成本约200万元。

##### 3. 运维阶段

鄂州花湖机场运维中，依托族库的“设备族”存储的维护周期、厂家联系方式等信息，建立设备维护计划，实现设备故障提前预警，设备平均无故障时间延长30%；通过族库的“构件族”关联资产信息，实现资产定位与盘点，盘点效率从传统3天缩短至4小时。重庆江北机场T3A航站楼运维中，利用族库的“消防设施族”，实时调取消防设备位置与状态，提升应急响应速度，火灾应急处置时间缩短20%。

#### （三）案例应用中的问题与解决措施

案例应用中存在三大问题：一是数据更新不及时，部分设备族的维护参数未随设备老化更新，导致维护计划不准确。解决措施：建立“设备运行数据-族库参数”联动机制，实时同步设备运行数据，每季度更新一次族库参数；二是族库兼容性差，鄂州花湖机场使用Revit创建的族库，与施工单位使用的Bentley软件存在数据交互障碍。解决措施：采用IFC标准格式导出族构件，搭建数据转换接口，实现跨软件兼容；三是人员使用不熟练，部分运维人员缺乏族库操作能力，难以调取构件信息。解决措施：

开展针对性培训，编制族库操作手册，设置运维人员专属操作界面，简化操作流程。

### 四、基于 BIM 的民航工程族库应用策略与建议

#### （一）加强族库的标准化建设

一是推动行业标准制定，建议民航局联合住建部出台《民航工程BIM族库标准》，明确族库分类、参数体系、编码规则，统一族库数据格式；二是建立族库审核机制，成立行业级族库审核委员会，对企业自建族库进行合规性审核，确保族库符合标准；三是推广标准族库模板，编制航站楼、飞行区等专项族库模板，供项目直接使用，减少重复建设。

#### （二）提高族库的共享与协同水平

一是搭建行业级族库共享平台，整合国内典型民航项目的成熟族库，提供免费或低成本的族构件下载服务，实现资源共享；二是建立多单位协同机制，明确设计、施工、运维单位在族库建设中的职责，设计单位负责族库创建，施工单位补充施工参数，运维单位完善运维信息，形成“共建共享”模式；三是优化协同工具，升级BIM协同平台功能，支持多端（电脑、手机）访问族库，实现实时评论与修改追踪。

#### （三）培养专业的BIM人才队伍

一是完善人才培养体系，在民航类高校开设“BIM族库建设与应用”课程，培养具备参数化设计能力的专业人才；二是开展行业培训，民航局定期组织BIM族库培训，邀请专家讲解族库创建技术与应用案例，每年培训不少于2000人次；三是建立人才激励机制，对在族库建设中表现突出的个人与单位给予奖励，鼓励人才投身族库研究与应用。

#### （四）完善族库的管理与维护体系

一是建立族库管理制度，明确族库的创建、更新、删除流程，规范版本管理与权限管理，避免数据混乱；二是定期维护更新，按季度检查族库构件的准确性，根据行业标准更新、设备迭代、项目需求变化，及时优化族构件参数与类型；三是强化数据安全，采用加密存储、访问日志追踪、备份恢复等措施，保障族库数据安全，防止数据泄露与篡改。

### 五、结论与展望

#### （一）研究成果总结

本研究通过理论分析与案例验证，得出三方面成果：一是构建了“需求分析-数据收集-族创建-集成管理”的民航工程BIM族库建立流程，明确了通用性、规范性等四大建立原则与参数化设计等关键技术；二是验证了族库在民航工程设计、施工、运维阶段的应用价值，可实现效率提升50%以上、成本节约8%-20%；三是提出了标准化建设、共享协同、人才培养、管理维护四大应用策略，为族库推广提供路径参考。<sup>[1]</sup>

#### （二）研究不足与展望

本研究存在两方面不足：一是研究范围聚焦航站楼与飞行

区，对空管工程、油库工程等民航专项工程的族库涉及较少；二是族库的智能化水平有待提升，未结合 AI 技术实现构件参数的自动优化。未来研究可从三方面展开：一是拓展族库覆盖范围，构建涵盖空管、油库等专项工程的全领域族库；二是融合新兴技

术，将 AI、大数据技术融入族库建设，实现构件参数的智能优化与故障的预测性维护；三是推动族库与数字孪生技术结合，建立“族库－数字孪生模型”联动机制，实现民航工程全生命周期的数字化管控。<sup>[2]</sup>

### 参考文献

[1] 王伟. 民航机场建设工程全过程 BIM 应用总体策划研究 [J]. 工程建设与设计, 2022(10): 219-222.  
[2] 冯磊. BIM 技术在民航机场建设造价中应用探析 [J]. 建筑技术开发, 2021, 48(13): 93-94.