

# 民航改扩建工程施工与运营协同管控难点及对策

陆 轵

广西机场管理集团南宁吴圩国际机场有限公司 广西 壮族自治区 南宁 530227

**【摘要】**：民航改扩建工程施工与运营并行，协同管控关联工程建设质量、进度及机场运行安全与效率。上海虹桥、重庆江北等机场改扩建实践中，协同管控呈现关联性与复杂性、双重约束性、动态性与时效性特征，施工与运营在进度、安全、主体衔接上存在明显难点，根源在于管控体系缺失、协同机制薄弱、技术支撑不足，完善管控体系、健全协同机制、强化技术支撑可破解这一困境，为建设与运营协同共赢提供理论与实践参考。

**【关键词】**：民航改扩建工程；施工与运营；协同管控；不停航施工；安全管控

DOI:10.12417/2811-0722.26.07.018

## 引言

民航业快速发展背景下，既有机场改扩建成为提升航空运输保障能力的重要途径。新建机场无运营压力，民航改扩建工程需在保障正常运营的前提下推进，施工与运营深度交织、相互制约，协同管控难度显著提升。多数机场改扩建项目存在进度与效率冲突、安全管控压力大、多方主体衔接不畅等问题，易引发安全隐患、进度滞后、运营效率下降。本文聚焦协同管控核心特征、主要难点及成因，探索科学有效破解对策，对提升管控水平、保障机场安全高效运行具有重要现实意义。

## 1 民航改扩建工程施工与运营协同管控的核心特征

### 1.1 协同管控的关联性与复杂性

民航改扩建工程施工与运营协同管控，强关联性与高复杂性相互交织<sup>[1]</sup>。工程建设与航班运行在空间、流程、主体上深度嵌套，飞行区跑道延长、滑行道新建、航站楼扩容、助航灯光升级等施工环节，均与航空器起降、旅客服务、空管指挥、地面保障等运营活动直接关联，任一施工动作都可能传导至运行端引发连锁反应。上海虹桥机场D滑整治工程中，施工区域与运行区域相邻，跑滑施工、灯光工程、道面修复多工序并行，涉及机场管理机构、建设指挥部、EPC总承包、施工、监理、空管、航空公司等十余个主体，人员、设备、物料、工序交叉叠加，风险点多源耦合，单一环节管控疏漏就可能引发FOD隐患、航空器误滑、电磁干扰等问题，凸显协同管控对象多元、界面交错、风险叠加的复杂属性。

### 1.2 施工与运营的双重约束性

施工与运营的双重约束性是协同管控的核心底色，工程推进需同时满足建设标准与运行安全的刚性要求，形成双向制约的管控逻辑。不停航是施工核心约束，飞行区核心作业需在航班间隙、夜间停航窗口期开展，有效施工时间压缩至3-5小时，施工车辆、人员、设备需严格遵循飞行区管控规则，严禁侵入跑道保护区、干扰导航信号、产生漂浮物。重庆江北国际机场T3B行李系统改造项目中，施工区与运营区最短距离不足5米，施工振动控制在0.5mm/s以下，噪音低于55分贝，严苛运行

约束直接限制施工工艺、进度与资源配置。运营同样受施工扰动影响，航站楼改造、站坪扩建、管线迁改会压缩机位、通道、保障资源，需动态调整航班计划、旅客流线、保障流程。双重约束下，需平衡建设进度、成本、质量与运行安全、效率、服务，不可偏废其一。

### 1.3 协同管控的动态性与时效性

协同管控具备极强的动态性与时效性，管控节奏需紧跟航班动态、施工进度、环境变化实时调整，呈现“短周期、高频率、快响应”特点。航班时刻、天气条件、专机保障、应急处置等突发因素会随时改变施工窗口期，雷雨天气导致航班延误时，夜间有效施工时间会进一步压缩，施工计划需即时调整。施工工序转换、风险等级变化、设备进场退场也需同步更新管控措施，西宁曹家堡国际机场三期扩建工程采用“先难后易、分区分批”动态施工模式，根据运行需求调整封闭区域，避免重复施工干扰运营。管控指令传递、隐患处置、现场恢复必须高效即时，施工结束后需在短时间内完成道面修复、标志线恢复、FOD清理、适航检查，确保次日航班正常运行，时效性直接决定协同管控成败（见图1）。

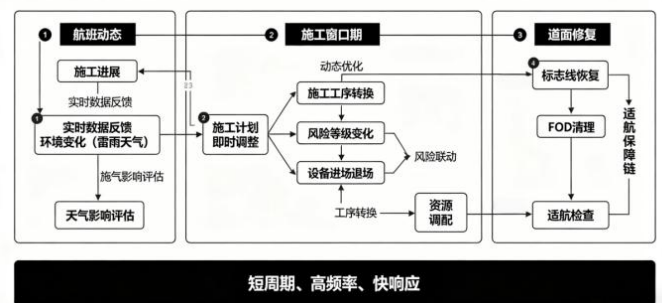


图1 协同管控的动态性与时效性

## 2 民航改扩建工程施工与运营协同管控的主要难点

### 2.1 施工进度与运营效率的协同冲突难点

施工进度与运营效率的协同冲突是最直观的管控难点，二者在时间、空间、资源上存在天然矛盾，难以同步最优。时间维度上，施工追求连续作业、缩短工期，运营需保障航班正点，

飞行区核心施工只能在夜间窗口期进行，有效作业时间不足。Y 机场二期改扩建中跑道延长段施工，需保障日间航班运行，夜间施工后需立即完成道面覆盖与压实，工序紧凑导致进度滞后<sup>[2]</sup>。空间维度上，施工占用机坪、滑行道、航站楼区域，压缩运行空间，造成机位紧张、旅客流线迂回、保障效率下降。资源维度上，人力、设备、能源在施工与运营间分配失衡，施工高峰期占用大量保障车辆、电力资源，影响航班地面保障效率。台州机场改扩建中，建设与运营进度协同不足，航食配餐场地改造滞后，投运后仍需沿用老旧场地，直接降低运营服务效率，凸显进度与效率的协同失衡难题。

## 2.2 安全管控与运营保障的双重压力难点

安全管控与运营保障形成双重高压，施工安全与运行安全交织叠加，风险防控难度呈几何级增长。施工端存在人员违规作业、设备故障、物料遗撒、管线破损等风险，Y 机场改扩建中曾有施工人员误入导航敏感区，引发信号干扰，虽及时处置仍埋下安全隐患。运营端需应对施工带来的 FOD 风险、净空超标、鸟害增多、应急通道受阻等衍生风险，南宁机场不停航施工中，加装防抛网、对破碎锤做缓冲处理防控 FOD，仍需 24 小时巡查防控，安全管控负荷极大。双重安全标准叠加，施工需满足工程安全规范，运行需遵循民航安全规章，应急处置需兼顾施工险情与航班保障。施工中突发暴雨导致围界坍塌，需同步启动施工抢险与运行管控，双重压力下极易出现管控漏洞。

## 2.3 多方主体协同衔接的衔接不畅难点

多方主体协同衔接不畅是核心痛点，建设、施工、运营、监管、空管等主体权责交叉、界面模糊，沟通协同效率低下。建设指挥部聚焦工程推进，EPC 总承包侧重设计施工一体化，运营部门专注航班保障，各方目标导向差异造成协同脱节。Y 机场改扩建中，EPC 总承包不熟悉民航运行规则，施工方案未充分对接运营需求，出现多次返工。信息传递存在壁垒，施工进度、风险预警、航班调整等信息无法实时共享，部分机场机坪扩建中，施工单位未及时通报进度延误，导致航空公司航班计划安排失误，引发旅客投诉。流程衔接存在断层，不停航施工方案审批、人员证件办理、设备进场核验、现场适航检查等环节，多部门串联办理耗时较长。上海虹桥机场 D 滑整治采用“三方联动”机制破解衔接难题，反向印证多数项目存在协同衔接短板。

## 2.4 资源配置与运营需求的匹配失衡难点

资源配置与运营需求长期匹配失衡，人力、设备、技术、应急资源未能动态优化，难以适配施工与运营的双重需求。人力资源方面，施工人员缺乏民航运行安全培训，违规操作频发，运营人员不熟悉施工工艺，协同监管缺位。设备资源上，施工设备与运营保障设备混用挤占，施工大型机械进场受运行限

制，应急救援设备无法兼顾施工险情与航班应急处置。技术资源支撑不足，传统管控手段滞后，缺乏 BIM 模拟、智能监控、信息化管控平台支撑。重庆江北国际机场通过 BIM4D 模拟推演工序，实现资源精准配置，对比可见多数项目技术资源支撑存在短板<sup>[3]</sup>。物资资源上，施工材料堆放、领用与运营物资保障冲突，飞行区材料管理混乱易引发 FOD 风险，资源配置失衡直接制约协同管控效能。

## 3 民航改扩建工程施工与运营协同管控难点的成因分析

### 3.1 管控体系不完善，责任划分不清晰

管控体系不完善、责任边界模糊是根源性成因，现有体系多采用“建管分离”模式，缺乏统一协同管控架构与责任闭环。多数机场改扩建项目由临时改扩建指挥部牵头，与运营部门分属不同管理体系，未建立覆盖全周期的协同管控体系。Y 机场改扩建指挥部为职能型结构，人员从机场、财投、国资委抽调，权责交叉且专业能力不足，对不停航施工管控缺乏系统性部署。责任划分未实现精细化，建设方、施工方、运营方在安全管控、进度协调、隐患整改、应急处置等环节的责任未明确界定。台州机场改扩建中，建设方与运营方在航食配套、信息系统建设上相互推诿，导致功能缺陷影响运营。考核问责机制缺失，协同管控成效未与各方绩效挂钩，责任落实流于形式，最终形成管控真空。

### 3.2 协同机制不健全，沟通衔接不顺畅

协同机制缺失是直接成因，缺乏常态化沟通、信息共享、流程联动机制，导致多方衔接断裂。未建立常态化会商机制，施工与运营部门仅在问题出现后被动沟通，缺少事前规划、事中管控、事后复盘的全流程协同。Y 机场改扩建中，运营方未提前介入规划设计，施工方案多次调整，造成成本增加、进度滞后。信息共享机制缺位，未搭建统一信息化平台，施工计划、航班动态、风险预警、整改情况等信息分散在各主体，传递滞后且易失真。部分机场因信息不畅通，出现施工挖断供电线缆、干扰导航设备等问题。不停航施工方案编制、审批、执行、检查未形成闭环，施工前未联合运营方开展风险评估，施工中无实时联动管控流程，施工后未执行三级适航检查机制，衔接漏洞引发多重问题。

### 3.3 技术支撑不足，管控手段较滞后

技术支撑薄弱是重要成因，传统人工管控手段无法适配复杂协同管控需求，智能化、精细化技术应用不足。数字化模拟技术支撑缺失，未采用 BIM、4D 仿真等技术对施工工序、运行流线、资源配置进行提前推演。重庆江北国际机场通过 BIM 模拟实现工序精准预判，多数项目仍依赖经验规划，导致施工与运行冲突频发。现场智能监控缺位，未部署视频监控、人员定位、FOD 检测、电磁监测等智能设备，无法对施工人员违规

侵入、设备超限、物料遗撒等问题实时预警<sup>[4]</sup>。信息化管控平台空白，未整合施工管理、运行指挥、安全监管、应急处置功能，无法实现数据互通、指令快传、闭环管控。南宁机场通过专用通信频道、周报制度实现基础协同，仍未达到智能化管控水平，技术滞后直接降低管控效率。

## 4 破解民航改扩建工程施工与运营协同管控难点的对策

### 4.1 完善协同管控体系，明确各方责任边界

构建“建设运营一体化”协同管控体系，以统一架构、清晰责任、闭环考核破解管控真空。由机场公司统一牵头成立改扩建协同管控指挥部，整合建设、运营、施工、监理、空管等主体，打破“建管分离”壁垒，参照Y机场优化后的管控模式，设立专项管控组，明确建设方统筹推进、运营方负责运行保障与需求前置、施工方落实现场执行、监管方开展监督核查的核心职责。制定精细化责任清单，划分施工安全、运行保障、进度协同、隐患整改、应急处置等环节的责任边界，签订协同管控责任状，落实“施工单位—建设单位—机场”三级检查机制。上海虹桥机场D滑整治通过明确三方责任，实现“零事故、零侵入”管控目标。建立协同管控考核机制，将进度协同、安全管控、运行保障成效纳入各方绩效考核，强化问责追责，形成责任闭环（见图2）。

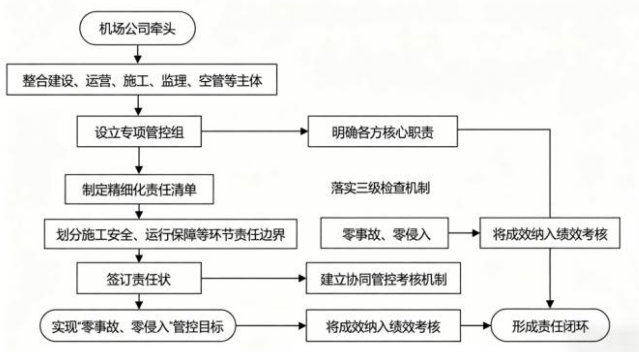


图2 完善协同管控体系，明确各方责任边界

### 参考文献:

- [1] 黎敦超,夏沧,黄兆明,等.多方协同保畅乍嘉苏高速改扩建边通车施工模式研究[J].运输经理世界,2025,(22):28-30.
- [2] 冯冲,王文雅.民航机场改扩建工程区间高架桥工程总体设计及关键设计要点研究[J].交通与港航,2025,12(01):71-78.
- [3] 高志斌,赵炜,王君权.人工智能赋能大型机场改扩建工程项目管理的应用分析——以天津机场三期改扩建工程为例[J].民航管理,2024,(10):63-66.
- [4] 崔恒,杜棚.乌鲁木齐国际机场改扩建工程建设指挥部航站区工程部:“小”部门做好“大”工程[J].建筑,2024,(08):89-91.
- [5] 蒿培培.民航机场飞行区改扩建工程不停航施工实例分析[J].民航学报,2022,6(02):14-17+80.

### 4.2 健全协同运行机制，强化多方沟通衔接

搭建全流程协同运行机制，以常态化沟通、信息化共享、流程化联动破解衔接不畅问题。建立每日会商、每周调度、每月复盘的常态化会商机制，施工、运营、空管等主体同步对接施工计划、航班动态、风险隐患，提前化解冲突。西宁曹家堡机场通过每日协调会动态调整施工方案，最大限度降低运行干扰。搭建一体化信息共享平台，整合施工管理、运行指挥、安全监管、航班信息等数据，实现施工进度、风险预警、适航检查、整改情况实时共享。

### 4.3 强化技术支撑保障，提升管控智能化水平

加大技术投入与应用，以数字化、智能化、精细化技术赋能协同管控<sup>[5]</sup>。推广BIM+4D仿真技术，对施工工序、运行流线、资源配置进行模拟推演，重庆江北国际机场通过BIM模拟优化52项工序，实现时空资源精准整合，避免施工与运行冲突。部署现场智能监控系统，安装人员定位、视频智能分析、FOD自动检测、电磁环境监测设备，实时预警违规侵入、设备超限、物料遗撒等风险，南宁机场通过加装防抛网、智能监测设备，有效防控FOD隐患。搭建智慧协同管控平台，整合施工进度管理、运行指挥调度、安全风险管控、应急处置联动功能，实现数据互通、指令快传、闭环管控。

## 5 结语

民航改扩建工程施工与运营协同管控是一项系统性、复杂性工程，需兼顾建设进度、质量、成本与运行安全、效率、服务的双重目标。研究表明，协同管控核心特征体现为关联性、约束性、动态性，进度与效率冲突、安全双重压力、主体衔接不畅是主要管控难点，根源在于管控体系、协同机制与技术支撑的不足。完善一体化管控体系、健全全流程协同机制、强化智能化技术支撑，可有效破解管控困境。