

商业遥感卫星系统项目进度延误风险识别研究

杜兴强¹, 郭明珠¹, 杜立强²

1. 中国四维测绘技术有限公司, 北京 100091

2. 北京空间机电研究所, 北京 100094

DOI:10.61369/ME.2026020019

摘 要 : 商业遥感卫星系统项目具有技术复杂、周期长及多主体协同等特点, 进度延误问题频发且影响显著。围绕项目全生命周期, 梳理进度延误的主要风险来源, 从技术研发、供应链管理、任务集成与外部环境等维度进行系统分析, 构建风险识别框架与指标体系。结合典型项目案例, 对关键风险因素进行归纳与验证, 揭示各类风险对进度的作用机制与耦合关系。研究表明, 系统化风险识别能够有效提升项目进度管控的前瞻性与精准性, 为商业航天项目管理提供理论支持与实践参考。

关 键 词 : 商业遥感卫星; 进度延误; 风险识别; 项目管理; 系统工程

Research on Schedule Delay Risk Identification of Commercial Remote Sensing Satellite System Project

Du Xingqiang¹, Guo Mingzhu¹, Du Liqiang²

1.China Siwei Surveying and Mapping Technology Co., Ltd. Beijing 100091

2.Beijing Institute of Space Mechanics & Electricity, Beijing 100094

Abstract : the commercial remote sensing satellite system project has the characteristics of complex technology, long cycle and multi-agent cooperation, and the schedule delay problem occurs frequently and has a significant impact. Around the whole life cycle of the project, the main risk sources of schedule delay are sorted out, and the system analysis is carried out from the dimensions of technology research and development, supply chain management, task integration and external environment to build a risk identification framework and index system. Combined with typical project cases, the key risk factors are summarized and verified, and the mechanism and coupling relationship of various risks on schedule are revealed. The results show that systematic risk identification can effectively improve the foresight and accuracy of project schedule control, and provide theoretical support and practical reference for commercial aerospace project management.

Keywords : commercial remote sensing satellite; progress delay; risk identification; project management; systems engineering

商业航天产业快速发展推动遥感卫星系统项目数量持续增长, 项目组织模式与实施环境日趋复杂, 进度管理面临更高不确定性。延误不仅影响经济收益, 还可能削弱企业市场竞争力与行业信誉。传统进度管理方法在多源风险交织的背景下难以有效识别关键影响因素, 有必要从系统视角对延误风险进行深入研究。围绕商业遥感卫星系统项目的特点, 探讨进度延误风险的识别路径与分析方法, 为提升项目执行效率与风险控制能力提供依据。

一、商业遥感卫星系统项目进度延误风险的形成机理与关键影响因素分析

(一) 复杂技术体系与研发不确定性对项目进度的影响机制研究

商业遥感卫星系统项目涉及众多技术领域和多个子系统的集成, 项目本身具备高度的技术复杂性。研发过程中的技术难题、

创新性要求和技术间的协同整合, 使得进度管理面临较大的不确定性。特别是在卫星系统的设计与制造阶段, 由于新技术的研发可能存在未知的技术瓶颈, 研发人员对新型技术的掌握进度和外部环境的适应性都会直接影响到项目的时间安排。技术难题的解决往往需要较长时间进行实验验证、测试和改进, 这些环节无法预见的延误会直接拖延整体进度^[1]。研发过程中的人员流动、技术难度加大和系统集成的复杂性都增加了项目进度的风险。这些

技术不确定性使得项目进度的规划和控制更加困难，因此需要建立有效的风险识别机制，对技术层面的潜在问题进行提前预判，以降低因技术难题带来的进度风险。

（二）供应链协同失衡与外部环境变化引发的进度风险识别

商业遥感卫星系统的研制不仅依赖于自身技术的进展，还涉及供应链中各类资源的协调与配合。供应链管理的失衡可能成为项目进度延误的重要风险源。具体来说，关键部件和原材料的供应不及时、零部件的质量问题以及供应商的生产能力波动都可能直接导致项目的中断或延误，尤其是当供应链环节过于依赖少数供应商时，这种风险愈加显著。与此同时，外部环境的变化，如政策调整、市场需求波动、自然灾害等因素，也会影响供应链的稳定性。这些外部环境因素的不可控性使得项目管理者难以提前做出准确的预测，进而影响进度安排。为了有效识别此类风险，需要对供应链的每个环节进行细致分析，并采取动态监控措施，确保供应链各环节的稳定性与高效性，以避免外部环境的突发变化对项目进度造成不可预测的影响。

二、面向全生命周期的进度延误风险识别框架构建与指标体系设计

（一）基于系统工程视角的进度延误风险识别模型构建路径

商业遥感卫星系统项目贯穿需求论证、方案设计、研制生产、在轨测试及运营应用等多个阶段，各阶段之间存在紧密的耦合关系与信息传递链条。基于系统工程视角构建进度延误风险识别模型，需要从整体性与层次性出发，对项目结构进行功能分解与过程映射，将复杂系统划分为若干相互关联的子系统与关键节点。在此基础上，围绕任务分解结构与工作分解结构，梳理各环节的输入输出关系与时间依赖特征，将潜在风险嵌入系统运行流程中进行识别^[2]。模型构建过程中需引入动态反馈机制，对关键路径上的不确定因素进行持续跟踪，同时结合系统耦合强度分析，识别可能引发连锁延误的关键节点。通过建立覆盖全生命周期的风险识别逻辑框架，使技术风险、管理风险与外部风险能够在统一模型中实现协同分析，从而提升风险识别的系统性与完整性。

（二）多维度风险指标筛选与分层分类识别方法研究

进度延误风险的有效识别依赖于科学合理的指标体系构建，需从多维度对风险要素进行系统梳理与筛选。结合商业遥感卫星项目特点，可从技术成熟度、资源保障程度、任务复杂度、组织协同水平及外部环境稳定性等方面提取关键指标，并通过专家评估与历史数据分析相结合的方式，对指标进行筛选与优化^[3]。在指标体系构建过程中，需按照风险来源与作用路径进行分层分类，将风险划分为战略层、管理层与执行层等不同层级，并进一步细化为可量化与可监测的具体指标。针对不同层级风险，建立相应的识别方法，如基于概率分析的定量评估方法与基于经验判断的定性识别方法相结合，以增强识别的准确性。同时，通过构建指标之间的关联关系网络，分析各类风险之间的传导路径与影响程度，使复杂风险结构能够在多维空间中得到清晰表达，从而

为后续进度控制提供数据支撑^[4]。

三、商业遥感卫星项目进度延误风险的关键因素分析与作用机制验证

（一）典型项目案例驱动的关键风险因素识别与特征提取

在分析商业遥感卫星项目进度延误风险时，典型项目案例提供了宝贵的经验与风险暴露信息。通过对历史案例的深入剖析，可识别出技术实现难度、资金保障不足、供应链不稳定、人员流动及外部政策变化等共性及个性化风险因素。结合风险发生时间节点、频率及对进度的量化影响，可提取不同风险因素的特征模式。例如，技术瓶颈与原材料供应滞后常为延误的直接原因，而政策调整与环境突发事件则主要引发间接影响。借助案例可建立风险因果关系模型，为预测进度延误提供基础数据，并通过成功与失败因素的对比分析，提炼有效的风险应对策略。上述分析揭示了关键风险因素的存在，而实际项目中的进度延误往往由多类风险在特定条件下相互作用、叠加放大所致，因此需进一步分析多源风险耦合作用下的延误形成机制^[5]。

（二）多源风险耦合作用下进度延误形成机制分析

在商业遥感卫星项目中，风险的形成往往不是单一因素造成的，而是多个风险源相互作用的结果。多源风险耦合作用的分析揭示了进度延误的复杂性和多维性。技术风险、管理风险、外部环境风险及供应链风险等因素常常在项目生命周期中交织在一起，彼此影响并叠加放大。例如，技术研发阶段的延迟可能导致关键组件未能按时供应，而供应链的不稳定又进一步加剧了项目延误的可能性。此外，项目中的各个阶段可能会因管理上的滞后或协调不当而导致时间节点的拖延，这种跨部门的管理风险与技术风险的耦合作用通常形成了恶性循环。通过建立系统性分析框架，利用多元数据挖掘与模型仿真技术，可以量化各类风险因素的相互作用及其对进度的集体影响^[6]。

四、提升商业遥感卫星系统项目进度管控能力的风险应对策略研究

（一）基于风险识别结果的进度优化控制方法与管理策略设计

在商业遥感卫星系统项目中，风险识别成果可以为进度管理和控制提供参考。基于识别的风险因素，可以提出一些进度优化和控制的办法来解决进度延误的问题。首先，利用风险评价的方法对项目的各个时期存在的各种风险进行量化的评价，确定每一个风险点的风险大小以及发生的可能性，在此基础上采取一些措施来规避这些风险；其次，在技术开发方面如果存在技术上的困难，可以通过增加技术人员的技术水平或者不同部门之间的合作，合理配置资源，加快技术的研发进度；再者，在供应链方面如果存在问题，可以从改进采购方式入手，寻找多家供应商并且制定应急方案来减少由于物料不能按时到位所带来的影响^[7]。最后，在管理上项目经理要根据实际情况及时调整项目计划，做好

沟通协调工作使项目能够顺利进行下去。

（二）构建动态监测与预警机制以强化项目进度风险防控能力

为了有效应对商业遥感卫星系统项目中的进度延误风险，构建动态监测与预警机制是关键。通过引入实时数据监控与风险预警技术，能够及时发现项目进度中的异常情况，并迅速采取应对措施。在项目执行过程中，采用智能化信息系统对项目的每个环节进行全程追踪，包括任务执行进度、关键设备的交付、供应链的稳定性以及技术研发的进展等^[8]。一旦监测系统发现与预设的时间节点存在偏差或风险因子触发阈值时，便自动启动预警机制，向相关管理人员发出风险警报，并提供相应的处理建议。这种动态监测系统能够显著提升对突发风险的反应速度，为项目管理者提供实时的决策支持。结合大数据分析 with 机器学习技术，预警机制不仅能基于历史数据预测潜在的风险趋势，还能够根据项目实际进展进行动态调整，确保项目进度始终保持在可控范围内。

（三）面向多源风险耦合的协同干预与韧性提升策略

商业遥感卫星项目进度延误常由技术、供应链、管理及外部环境等多源风险耦合所致，单一应对措施难以阻断风险的链式传导。为此，需构建面向风险耦合的协同干预机制。首先建立跨部

门、跨主体的风险协同应对平台，围绕关键风险因素制定联合预案，明确各方职责、资源调配路径与信息共享流程，打破组织壁垒。其次识别全生命周期中的高风险耦合节点，针对性引入冗余设计与弹性资源储备，如在研发阶段预留系统集成时间缓冲，在供应链上对关键部件构建“主备双源”模式，化解技术延迟与供应失衡叠加引发的连锁延误^[9]。再次，引入进度韧性管理理念，通过多源风险情景模拟与压力测试，动态优化资源调度与进度计划，确保项目在多重风险冲击下仍能保持核心路径稳定推进^[10]。

五、结语

商业遥感卫星系统项目进度延误风险源于技术研发、供应链协同、多主体管理与外部环境的复杂交织，风险间耦合效应显著。通过构建全生命周期风险识别框架与指标体系，结合典型案例分析，能够系统揭示关键风险因素及其作用机制。在此基础上，综合运用进度优化控制、动态监测预警及多源风险协同干预等策略，可有效提升项目进度的稳健性与抗扰动能力。未来需进一步探索智能化风险识别方法与动态韧性管理机制，以应对商业航天领域日益复杂的项目管理挑战。

参考文献

[1]王立科,雷朝阳,杨坤.航天技术应用产业孵化项目管理风险控制与策略探究[J].军民两用技术与产品,2025,(06):24-29.
[2]路轶晨.北京大力促进商业卫星遥感数据资源开发利用[N].中国电子报,2026-01-30(005).
[3]第三届商业航天遥感卫星应用大会暨首届空天信息与遥感卫星技术设备展览会在即[J].遥感信息,2025,40(04):92.
[4]韦树波,王钰昭.基于PEST模型的商业遥感卫星公司科研管理体系建设研究[J].中小企业管理与科技,2024,(22):66-69.
[5]万林涛,张连翀,李栋,等.星环号商业红外遥感卫星及其应用[J].卫星应用,2026,(01):58-60.
[6]汤秀,张兰庆,苏浩.浅析国外三大遥感卫星公司商业模式[J].卫星应用,2025,(11):59-64.
[7]崔少伟,张晓磊,张宜坤.中国商业卫星产业发展分析[J].中国航天,2025,(10):46-53.
[8]李德仁,王珈樱,王密.我国商业遥感卫星系统发展建议[J].卫星应用,2024,(05):6-10.
[9]李双宇,朱继东,贺博,等.中国四维商业遥感卫星系统建设及创新应用场景[J].卫星应用,2023,(10):20-27.
[10]戴阳利,龚燃.国外商业航天发展情况分析[J].卫星应用,2017,(10):22-27.