

# Research on Safety Risk Classification Control and Prevention Technology of Airport Runway Construction

Weilong Wu

Western Airport Group Construction Engineering (Xi'an) Co., Ltd., Xi'an, Shanxi, 712000, China

## Abstract

The study on the safety risk grading and control as well as preventive technology for uninterrupted airport runway construction aims to ensure that airport operations are not affected during construction while effectively reducing safety risks. With the increase in airport construction and maintenance tasks, runway construction has become an unavoidable part of airport operations. The complexity of the construction environment and the high density of aviation activities make safety risk management particularly critical. This study explores various safety risks that may arise during construction, including the interaction risks between aircraft and construction areas, equipment failures, and personnel safety, focusing on how graded control and preventive technologies can be used to reduce construction risks and maintain a balance between construction and normal flight operations. By reviewing the existing risk management systems and preventive technologies, a safety control model and technical measures suitable for uninterrupted airport runway construction are proposed.

## Keywords

airport runway; uninterrupted construction; safety risk; graded control; preventive technology

# 机场场道不停航施工安全风险分级管控与防控技术研究

邬伟龙

西部机场集团建设工程(西安)有限公司, 中国·山西 西安 712000

## 摘要

机场场道不停航施工安全风险分级管控与防控技术的研究旨在确保施工过程中机场运营不受影响,同时有效降低安全风险。随着机场建设和维修任务的增多,场道施工成为不可避免的环节,而施工环境的复杂性和高度密集的航空活动,使得其安全管理尤为重要。本研究探讨了施工过程中可能出现的各类安全风险,包括飞行器与施工区域的交互风险、设备故障、人员安全等方面的威胁,重点分析了如何通过分级管控与防控技术,降低施工风险,保障施工与航班正常运行的平衡。通过对现有风险管理体系和防控技术的梳理,提出了适应机场场道不停航施工的安全管控模型与技术措施。

## 关键词

机场场道; 不停航施工; 安全风险; 分级管控; 防控技术

## 1 引言

机场场道不停航施工是指在机场运营期间进行的场道维修、改建等施工活动。由于施工通常在航班起降和地面运输活动繁忙的时段进行,施工安全对航班正常运营和人员安全至关重要。随着航空交通的增加和机场建设任务的不断推进,场道施工的频次和复杂性也随之增加。然而,由于施工环境特殊,如何在确保施工安全的前提下,避免对航班运行产生不利影响,成为目前机场建设领域的一个难题。为了应对这一挑战,本研究从安全风险分级管控与防控技术的角度出发,提出了相应的技术手段和管理措施。这些措施通过有效的风险识别与评估、合理的防控策略、以及先进的监测和

应急响应技术,旨在保障施工安全,并确保机场的正常运行。

## 2 机场场道不停航施工的安全风险分析

### 2.1 施工环境及其安全风险特点

机场场道不停航施工面临的环境复杂多变,施工区与航班起降区通常存在较近的距离。施工过程中,频繁的航空器起降、地面车辆的通行以及施工人员的活动都增加了安全风险。由于施工区往往处于飞行器飞行路线附近,施工过程中的任何设备故障或人员失误都可能造成飞机与施工区域之间的意外碰撞或干扰。施工设备的重量和操作复杂度,以及施工人员在高风险环境中的操作,都增加了潜在的危险性。此外,天气变化和突发事件也可能对施工安全产生影响<sup>[1]</sup>。

### 2.2 机场场道不停航施工中的主要风险因素

机场场道不停航施工的主要风险因素涉及多个方面。首先,施工区与飞机活动区域相接,施工设备与飞行器的

【作者简介】邬伟龙(1989-),男,中国陕西眉县人,工程师,从事机场场道施工研究。

接触风险较大。施工设备可能出现在飞行器的起降路径内，增加了飞行器与设备发生碰撞的概率。其次，施工过程中的人员安全也是一个突出问题，尤其是在夜间或恶劣天气条件下，施工人员的操作可能由于能见度低、疲劳等因素导致失误。此外，机场场道的土壤结构和地形可能影响施工进度及安全，特殊地质条件可能导致施工过程中发生沉降或滑坡等情况。最后，施工材料和设备的管理不足也可能带来事故风险，如高空作业中的工具掉落等。

### 3 机场场道不停航施工安全风险分级管控技术分析

#### 3.1 安全风险识别与分类方法

安全风险识别是机场场道不停航施工中安全管理的首要步骤。首先，需对施工现场进行全面调查，识别所有潜在的安全风险源。通过技术手段如无人机巡检、传感器监控系统等进行现场数据采集，结合实时监控系统进行数据分析，识别高风险区域。安全风险分类通常采用定性与定量相结合的方式，基于风险源的性质、影响范围及可能性进行分类。定性分析通过专家评审、历史事故数据、现场勘察等手段，初步识别风险类别；定量分析则通过采用风险矩阵、FMEA（故障模式及影响分析）等方法，评估每个风险源的发生概率与潜在影响，以确定风险等级。技术应用方面，结合大数据与AI算法可以对历史事故进行数据挖掘，从中识别可能的潜在风险，提升风险识别的准确性。

#### 3.2 风险分级管控体系的构建与实施

风险分级管控体系的构建是确保施工安全的关键技术手段。首先，根据风险识别结果，将施工现场的风险按等级分为高、中、低三级，制定不同的管控措施。高风险区域要求进行全天候监控，并采取严格的物理防护措施，确保施工设备和人员远离飞行器活动区域；中风险区域则通过常规安全检查与实时监测，保持风险在可控范围内；低风险区域则可采取定期巡检与预警系统监控。管控体系的实施需要依托信息化平台，整合各类传感器和监控设备，实时采集施工现场的动态数据。应用BIM（建筑信息模型）技术，可以在三维建模的基础上进行施工模拟，提前发现可能的安全隐患，并及时调整施工计划。此外，采用GIS技术对施工区域的地理信息进行分析，配合安全预警系统，增强风险管控的精准性与实时性<sup>[2]</sup>。

#### 3.3 不同风险等级的管控措施与技术应用

根据不同风险等级的管控需求，采取针对性的技术手段。对于高风险等级的区域，应采用全方位的监控和防护技术，如安装高清监控摄像头、红外探测器、入侵报警系统等，确保在任何时刻都能发现施工中可能出现的安全隐患，并迅速启动应急响应机制。同时，应配备自动化应急处理设备，如自动灭火系统、防护网等，以减少突发事故对施工和航空安全的影响。中风险区域则可采用无线传感器网络进行实时数据传输，对关键设备进行远程监控，确保在出现问题时能

及时采取措施。对于低风险区域，主要通过人工巡查与定期检查的方式进行管控，结合风险预警系统进行辅助监控，确保风险可控。在实际应用中，可以通过集成AI技术对监控数据进行智能分析，从而进一步优化管控措施，提升安全管理效率。

### 4 机场场道不停航施工安全防控技术的实践应用

#### 4.1 施工安全监测技术的有效运用

在上海虹桥国际机场东跑道第5轮沥青摊铺不停航施工项目中，通过施工安全监测技术实现了对施工现场与飞行区的实时风险控制。该工程施工面积达26.6万平方米，日均起降架次达470架次，施工期间依托埋入式传感器、数字化监测系统等技术对道面污染物、水膜厚度及地下水位等关键参数进行全天候实时采集，并将这些数据传输至中央控制平台进行分析处理，构建了施工动态数据库和风险预判模型。通过实时监测运行状况，控制系统成功辨识出施工区域与活跃运行区之间出现的15次微小变形趋势，调度施工计划并优化施工方案，从而避免了施工设备与运行航班之间的潜在冲突<sup>[1]</sup>。智能监测技术与施工组织紧密结合，使得该不停航施工全过程未出现安全事故，实现了高密度航班与复杂施工环境的协同运行，进一步提升了东跑道施工的安全保障能力。

#### 4.2 应急预警与响应技术的优化

在虹桥机场东跑道不停航施工期间，应急预警与响应技术系统被完善用于保障施工安全。通过建立施工现场实时数据联动预警平台，将传感器采集的温度、沉降、设备状态等数据与机场运行状态数据库对接，风险预警系统对动态变化参数进行多指标联动分析，从而判定施工风险等级。预警平台在施工期间共触发超过20次预警事件，系统将预警信息以秒级响应速度推送至施工指挥中心与机场运行调度终端，并自动启动预设响应程序。应急响应系统对接机场运行调度指挥，实现了预警信息在2分钟内的传达和风险隔离措施的执行，使得施工现场风险干预与航班运营协调联动，大幅度提高了突发风险处置效率。施工期间航班放行正常率高达88.86%，反映出应急预警与响应技术在不停航施工高强度环境下能够有效支撑机场运行安全与施工风险管控的双重要求。

#### 4.3 施工人员安全防护技术的创新应用

虹桥机场东跑道不停航施工项目在施工人员安全防护方面引入了智能化防护技术体系，以提升人员安全保障能力。该项目现场采用了智能穿戴设备与定位系统，通过安装在施工人员的智能手环与安全帽中的传感器采集其健康状态和位置数据，并通过无线网络实时上传至施工安全管理平台。智能防护系统对施工人员的心率、体温、位置等参数进行实时监控，当监测到个别施工人员长时间处于高风险区域或出现身体指标异常时，系统能够在秒级内发出警报并同步

发送至现场安全指挥中心,指挥中心在3分钟内启动人员撤离与健康检查流程,从而显著降低了因疲劳或误入高风险区域而导致的安全隐患出现概率<sup>[4]</sup>。该创新应用有效保障了项目现场约500名施工人员的安全,施工期间未出现因人员作业导致的安全事故,为机场不停航施工中的人员安全技术提供了新的实践经验。

## 5 机场场道不停航施工防控技术的优化与改进

### 5.1 现有防控技术的不足与挑战

尽管当前机场场道不停航施工中已广泛应用了监控、预警和防护技术,但这些技术在实际应用中仍面临一些不足与挑战。首先,现有的监控系统多依赖于固定设备,无法实时全面地覆盖所有高风险区域。尤其在施工环境复杂、飞机起降频繁的情况下,部分监控设备存在盲区或不稳定的情况,导致无法及时发现潜在的安全隐患。其次,现有的应急响应系统通常依赖人工干预,处理速度较慢。尽管预警系统能够在一定程度上提供安全提示,但响应流程的滞后性可能会延误最佳处置时机。最后,施工人员的安全防护设备和技术尚未完全实现智能化,尤其在恶劣天气或复杂环境下,传统的防护设备可能无法为施工人员提供足够的安全保障,易造成误操作或遗漏。因此,当前防控技术仍存在一定的局限性,需要进一步的优化与改进。

### 5.2 技术创新对防控效果的提升

近年来,技术创新显著提升了机场场道不停航施工的防控效果。随着传感器技术、物联网、大数据分析等技术的应用,监控系统的实时性和准确性得到了大幅提高。例如,基于物联网的智能监测系统能够通过分布式传感器实时监控施工现场的各类变化数据,确保无死角覆盖,有效防止了设备失误和事故发生的风险。此外,借助人工智能技术,施工中的实时数据可以被智能分析系统处理,自动识别出潜在的风险点并提供实时反馈,帮助施工方快速响应。随着智能穿戴设备和可穿戴安全技术的应用,施工人员的健康状况得到了全程监控,一旦检测到异常情况,系统能够立刻进行警报并采取应急措施<sup>[5]</sup>。这些技术创新大幅提升了防控系统的反应速度和精确度,有效降低了安全事故发生的概率。

### 5.3 未来防控技术的优化方向与需求

未来,机场场道不停航施工的防控技术将朝着更加智

能化、自动化的方向发展。首先,基于5G和人工智能的深度融合,将进一步提升施工现场监控系统的数据传输速度和分析能力。5G技术的高速传输能够保证施工现场各类传感器实时反馈信息的传输,无论是天气变化、飞行器状态还是施工设备的运行情况,都能第一时间被监测并处理。其次,未来防控技术将更加注重施工与航班调度的协调,通过智能调度系统,实现对施工计划与航班运营的实时匹配,确保施工与航空活动的无缝衔接。此外,随着无人机技术的应用,施工现场的空中监控将更加全面,能够及时发现潜在风险并作出相应的预警。最后,防控技术的持续创新还需要进一步推动施工人员智能防护装备的普及与升级,确保施工人员的安全在各类极端环境下也能得到充分保障。

## 6 结语

机场场道不停航施工的安全风险管控与防控技术研究,在保障机场正常运营与施工安全之间找到了有效的平衡。通过对现有防控技术的分析与实践案例的研究,本文展示了智能监测、应急响应和人员安全防护技术的创新应用及其对施工安全的积极影响。尽管现有技术取得了一定的成果,但在实际应用中仍面临一些挑战,如设备覆盖不足、反应速度滞后等问题,亟待进一步优化。未来,随着智能化技术的不断发展,机场施工防控技术将朝着更加自动化、精准化的方向发展,尤其是在大数据、人工智能、物联网等技术的助力下,将实现更加高效、全面的施工安全管理。这不仅能够有效降低施工风险,还将为机场建设项目的顺利实施提供强有力的技术支持。

### 参考文献

- [1] 何云垒.民用机场新增联络道不停航施工安全管理研究[D].导师:夏毓超.重庆交通大学,2024.
- [2] 吴旭朝.Z机场场道工程项目不停航施工安全风险研究[D].导师:李俊亭.西安石油大学,2024.
- [3] 王富丽.民用机场不停航施工安全管理措施探究[J].大众标准化,2024,(11):79-80+83.
- [4] 王辉.民航机场场道工程不停航施工组织与安全管理[J].科技创新与应用,2023,13(01):143-146.
- [5] 李坤龙.FY机场场道工程不停航施工风险管理研究[D].导师:陈志强.安徽理工大学,2021.