

机场场道不停航施工环境下道面工程施工技术及管理

刘遵俭

西部机场集团建设工程(西安)有限公司 陕西 西安 710300

摘要: 机场不停航施工是保障机场持续通航、修复场道病害的关键作业模式,具有作业窗口期短、安全标准高、施工约束多的特点。本文针对机场道面常见结构性与功能性病害,明确不停航施工处置基本原则,系统梳理旧结构破除、基层加固、道面快速铺筑等核心施工技术。同时从质量、安全、进度、验收多维度搭建全过程管控体系,形成适配夜间短时作业的施工与管理方案,可为机场场道不停航维修改造工程提供实践参考。

关键词: 机场场道;不停航施工;道面工程;施工技术;管控措施

引言: 机场场道长期受飞机荷载、温湿度变化及雨水侵蚀影响,易出现断板、坑槽、沉降等各类病害,直接威胁飞行运行安全。为避免停航施工带来的运力损失与经济损失,不停航施工已成为机场道面运维改造的主流方式。该施工模式受限条件多、作业难度大,对施工工艺和现场管理要求极高。基于此,本文结合机场不停航施工特性,探究适配场道病害修复的施工技术与管控措施,助力平衡施工质量、作业安全与通航效率。

1 机场场道不停航施工核心特性

不停航施工是指在运输机场不关闭或仅部分区域、部分时段关闭,并按照航班计划正常接收和放行航空器的情况下,于飞行区内开展的工程施工活动。场道道面工程不停航施工涵盖跑道、滑行道、停机坪等场道设施的维修、新建、改造与升级作业,主要适用于机场日常运维、局部病害修复、场道提质改造等无需全域停航的场景。相较于常规土建施工,该模式具有显著特殊性,作业全程受航班运营的限制极大。不停航道面施工的核心特点体现为作业窗口期短、安全标准严苛、施工干扰性强,大多只能利用夜间航班间隙进行短时作业,需在限定时间内完成施工、清理、检测全流程,确保次日通航不受影响;且施工区域与飞行区紧邻,易受飞机起降气流、通行荷载干扰,对施工精度与现场防护的要求远高于普通道路工程^[1]。

2 机场道面常见病害与不停航施工处置原则

2.1 机场道面典型病害及成因

机场跑道、滑行道及停机坪道面常见病害主要分为以下两类:(1)结构性病害。以道面断板、沉陷、板块错台、基层脱空为主,多由地基沉降、基层压实度不足、道面结构层老化导致。飞机重载反复作用下,结构层应力集中,会逐步出现开裂、破损,持续发展会破坏道面整体稳定性。(2)功能性病害。沥青道面常见坑

槽、拥包、裂缝、松散,水泥道面多见表面剥落、接缝破损、渗水病害。主要源于温差变形、雨水渗入侵蚀结构层、日常磨损损伤,易造成道面平整度、防滑性能下降,影响飞机起降平稳性^[2]。

2.2 不停航施工处置核心原则

不停航施工区别于常规大修工程,作业需遵循以下专项管控原则。(1)安全优先、最小干扰原则。所有病害处置作业以不影响航班正常运行为底线,严控施工范围、作业时长及机械活动区域,规避施工与飞行活动交叉冲突风险。(2)快速施工、即时达标原则。依托夜间通航间隙开展短时作业,采用快速修复工艺,施工完成后及时清理现场、检测道面指标,确保平整度、强度、防滑参数达标,满足次日通航条件。(3)分区分段、循序渐进原则。针对大面积病害采取分段处置模式,严禁全域大范围开挖施工,分批次完成病害修复,保障场道始终具备安全通行条件。

3 不停航环境下道面工程核心施工技术

3.1 道面旧结构快速破除与清理技术

旧道面破除与清理作业应杜绝未施工区域道面结构、地基土层造成损伤,同时规避碎石扬尘影响次日通航。施工前需依据病害范围精准划定破除边界,采用标线定位、分区围挡的方式锁定作业区域,严格控制施工范围,杜绝超范围破除作业。(1)精准破除施工。针对水泥混凝土道面断板、破损板块,优先选用液压破碎锤进行静态破碎作业,摒弃大冲击力破碎工艺,有效降低振动荷载对周边完好道面及基层的扰动。针对沥青道面坑槽、松散病害,采用小型铣刨机定点铣刨,严格控制铣刨深度与平整度,保证槽壁规整、槽底密实。(2)快速清理作业。破除作业完成后,采用小型清扫设备搭配人工精细化清理的方式,快速清运混凝土碎块、沥青废料及浮土杂物。清理全程实行分区同步作业,机械清运

与人工查漏补缺协同开展，同时配备高压吹风设备清理缝隙、槽底浮尘，确保施工基面无杂物、无松散颗粒，为后续结构施工提供合格作业面，整体清理工序需在短时期窗口期内高效完成。

3.2 地基基层快速处理与加固施工技术

道面病害深层诱因多为基层松散、地基脱空、压实度不足，不停航施工中基层与地基处理无需大面积开挖重构，以快速加固、缺陷修复为核心，兼顾施工效率与结构稳定性，杜绝后期二次病害产生。施工前需通过探测设备排查基层脱空、沉降区域，精准确定缺陷处理范围。（1）脱空基层注浆加固技术。针对道面板块基层脱空问题，采用低压静压注浆工艺，在破损板块周边布设注浆孔，控制注浆压力与注浆速度，避免高压注浆造成道面板块抬升、开裂。注浆材料选用早强、高流动性水泥基浆液，确保浆液快速填充基层空隙，凝结后形成密实整体，提升基层承载能力，且浆液初凝时间适配夜间短时施工工期要求。（2）松散基层换填压实技术。对于局部基层松散、压实度不达标的区域，采用局部开挖换填工艺，清除松散破损基层材料后，铺设级配碎石、水稳混合料等高强度、高稳定性填料。采用小型振动压路机分层碾压，严格控制分层厚度与碾压遍数，全程检测压实度、平整度指标，确保基层密实度符合民航场道施工标准，压实完成后及时做好基面防护。

3.3 水泥、沥青道面快速铺筑与成型技术

不停航道面铺筑的核心要求为快速成型、早强达标及短时开放通航，需选用适配快速施工的材料与工艺，区别于常规道路的长效养护模式，全面适配夜间间断式作业场景。（1）水泥混凝土快速铺筑技术。道面修补采用早强型快硬混凝土材料，通过优化配合比设计，在保障混凝土强度、抗冻及耐磨性能的前提下，缩短凝结与养护周期。铺筑前对基层基面进行湿润与找平处理，采用模板支护定型，人工配合小型摊铺机匀速铺筑，通过插入式振捣器与平板振捣器联合振捣消除内部气泡。振捣完成后及时进行抹面、拉毛处理，严格控制道面平整度与纹理深度，满足飞机起降防滑要求。（2）沥青道面快速修补技术。沥青道面病害修复采用热拌快速修补沥青混合料，该混合料具有粘结性强、降温固化快的特点。槽面清理完成后，均匀涂刷粘层油，分层摊铺沥青混合料，摊铺厚度与原道面结构厚度保持一致。采用小型压路机高频次、轻碾压方式作业，避免过度碾压导致混合料拥包、开裂，碾压完成后快速降温成型，缩短封闭养护时间^[3]。

3.4 道面接缝、防水、防滑专项施工技术

道面接缝失效、渗水、防滑性能不足是机场高频功能性病害，不停航施工中专项修复作业无需大面积返工，以局部精细化修复为主，保障道面防水、防渗、防滑的使用功能。（1）接缝修复施工。针对水泥道面接缝老化、填料脱落、接缝渗水问题，先采用清缝设备清理接缝内杂物、老化填料，保证接缝内壁干净干燥。选用高弹性、耐老化、适配机场荷载的密封胶进行填充灌注，灌注饱满密实，表面平整顺滑，杜绝气泡、空隙问题，适应道面温度变形，防止雨水沿接缝渗入基层。

（2）防水与防滑处理。道面局部修补区域成型后，在新旧结构衔接处涂刷专用场道防水涂料，形成连续防水保护层，阻断渗水通道。针对道面磨损导致的防滑性能下降问题，采用人工拉毛、喷砂处理工艺，优化道面表面纹理结构，严格把控纹理深度指标，确保符合民航飞机起降防滑标准，提升道面摩擦性能。

3.5 夜间短时施工、快速开放通航施工技术

夜间短时施工是机场不停航施工的核心作业模式，所有施工工序、流程、收尾工作均需适配短时窗口期作业要求，通过标准化流程管控，实现施工、检测、通航开放一体化作业。（1）标准化时序施工管控。提前梳理各施工工序衔接流程，优化施工组织，破除、清理、加固、铺筑、收尾各工序无缝衔接，杜绝工序空档延误。依据机场夜间封闭时长精准分配各工序作业时间，优先处置核心病害区域，合理调配人员、机械、材料，提升短时作业效率。（2）通航前快速检测验收。施工全部完成后，摒弃传统长效检测流程，采用便携式检测设备，快速检测道面平整度、强度、摩擦系数、高程等核心指标，核对施工区域无杂物、无施工遗留隐患。检测达标后，拆除施工围挡、警示设施，清理作业现场，确认场地完全满足通航条件，保障次日航班正常起降^[4]。

4 不停航施工质量、安全与进度管控措施

4.1 道面工程施工全过程质量管控要点

不停航道面施工质量直接决定机场通航安全性与道面使用寿命，需建立全流程闭环质量管控机制，聚焦施工关键工序，杜绝质量隐患。（1）施工前置质量管控。正式作业前，对施工基面、进场材料、设备状态进行全面核查。检测基层压实度、平整度，清理基面松散杂物；核对早强混凝土、密封胶、沥青混合料等主材参数，杜绝不合格材料进场；调试振捣、铣刨、碾压设备，确保设备工况稳定，满足精准施工要求。同时严格按照设计方案复核施工边界，杜绝超范围、违规施工。

（2）施工过程动态管控。针对道面破除、基层加固、铺筑成型等核心工序落实旁站管控。破除作业严控振动幅

度,避免损伤周边完好道面;注浆施工精准控制压力与注浆量,防止基层脱空修复不彻底或道面抬升变形;道面铺筑严格把控厚度、振捣密度、拉毛纹理深度,全程对标民航场道施工标准,及时纠正施工偏差。

4.2 不停航施工安全风险辨识与防控措施

不停航施工存在施工与飞行活动交叉、夜间作业视线受限、机械人员交叉作业等安全隐患,需精准辨识风险点,落实针对性防控措施,筑牢通航与施工双重安全防线。(1)现场隔离风险防控。严格按照民航规范划分作业区、缓冲区、警戒区,采用硬质围挡、反光标识、警示灯进行封闭式隔离,杜绝围挡缺口、移位等问题。施工全程安排专人值守,禁止人员、设备擅自跨界,规避飞行区入侵风险。(2)夜间作业风险防控。夜间施工配备充足防爆照明设备,均匀布置光源,消除作业盲区,严禁出现强光直射机场跑道、助航灯光系统的情况。作业人员统一穿戴反光工装,机械设备粘贴反光标识,提升夜间辨识度。(3)施工环境风险防控。实时监测天气变化,大风、降雨、低能见度等恶劣天气立即停止施工,快速清理现场、封闭作业区域。

4.3 施工进度动态管控与工期优化策略

不停航施工受航班窗口期严格限制,有效作业时长有限,需通过动态进度管控与工序优化,在限定时间内完成全部施工内容,保障机场次日正常通航。(1)工序精细化排布。结合机场夜间停运时长,提前细化每日施工计划,将破除、清理、加固、铺筑、检测等工序精准分配时段,明确各环节作业时限与责任人。优化工序衔接流程,实行多班组同步作业,减少工序间隔等待时间。(2)现场资源动态调配。根据施工进度实时调整人员、机械设备配置,高峰期增派作业班组与小型施工设备,避免设备闲置、人员窝工。施工材料提前完成进场、分拣、堆放,杜绝现场临时调配材料延误工期。(3)进度偏差动态调整。每晚施工前召开班前交底会,明确当日施工任务;作业过程中实时跟进进度,出现工序滞后问题时,及时优化作业方式、调整施工节奏,确保每日施工任务按期完成,杜绝工期累积延误^[5]。

4.4 施工验收、检测与通航前复核流程

通航前复核验收需简化冗余流程、聚焦核心指标,实现快速检测、合规验收、即时通航。(1)分项工序自检。各工序施工完成后,作业班组先行自检,排查施工质量、现场隐患,确认无问题后上报现场管理人员复核,完成分项工序闭环验收。(2)专项指标检测。采用便携式检测设备,快速检测道面平整度、结构强度、摩擦系数、接缝密封性等核心指标,所有指标必须符合民用机场场道通航标准,留存完整检测数据台账。(3)通航前全面复核。检测合格后,清理全部施工废料、设备、围挡及警示设施,恢复场道原有布局。由施工单位联合机场运维、安全管理部门开展现场联合核查,确认施工现场无安全隐患、道面状态达标后,签署通航许可,保障航班正常运行。

结束语:不停航道面施工的核心是在保障机场正常通航的前提下,高效、高质量完成道面病害修复工作。本文总结的快速施工工艺与全流程管理措施,可有效解决夜间短时施工、施工与飞行作业交叉等难题,规避施工质量与安全隐患。后续可结合不同机场场道工况与病害类型,持续优化施工工艺与管控模式,进一步提升机场场道不停航施工的标准化、精细化水平。

参考文献

- [1]黄国超,陈杰锋,范冰辉,杨帆,陈黄兴,李晓明.基于云模型的民航机场道面不停航施工安全风险治理研究[J].工程管理学报,2026,40(2):68-73.
- [2]许连强.机场道面干硬性混凝土质量通病及防治措施[J].中国建筑装饰装修,2021(6):142-143.
- [3]聂政飞.民用机场飞行区道面混凝土施工技术[J].中国新技术新产品,2021(20):105-107.
- [4]王鸿军.探讨民航机场场道工程水泥稳定碎石基层冬期施工[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2022(9):267-270.
- [5]刘胜.不停航工况下飞行区道面翻新施工协同管理策略[J].中国建筑,2026,9(10):11-13.