

民航机场场道水泥混凝土施工技术优化路径探究

金 晨

西安西北民航项目管理有限公司 陕西 西安 710075

摘要：民航机场场道作为飞机安全运行的核心载体，其水泥混凝土施工质量直接关系到飞行安全与场道使用寿命。本文分析民航机场场道水泥混凝土施工的核心特征与质量要求，梳理当前施工中原材料管控、工艺执行、质量检测等环节存在的问题及成因，重点从原材料选型与管控、施工工艺优化两大核心环节，提出针对性优化路径，并结合工程案例验证优化效果，为提升民航机场场道水泥混凝土施工质量、降低施工隐患提供理论与实践参考。

关键词：民航机场场道；水泥混凝土；施工技术；优化路径

引言：随着民航业快速发展，机场场道承受的飞机荷载不断增大，对水泥混凝土施工质量与技术水平提出更高要求。当前，民航机场场道水泥混凝土施工仍存在原材料管控不规范、工艺执行不到位、质量隐患突出等问题，影响场道使用性能与安全性。基于此，本文聚焦民航机场场道水泥混凝土施工技术优化，结合行业规范与实际工程经验，探究施工核心环节的优化路径，解决施工痛点，助力民航机场场道工程高质量建设，满足航空运输安全发展需求。

1 民航机场场道水泥混凝土施工特征与质量要求

1.1 民航机场场道工程核心特征

民航机场场道作为飞机起降、滑行的核心载体，其施工具有显著区别于普通道路的独特特征。首先，结构特殊性突出，场道需承受飞机起降时的巨大冲击荷载、动荷载及反复碾压，对水泥混凝土的强度、耐久性要求远高于普通市政道路。其次，施工环境复杂性高，机场场道施工面积大、作业区域集中，且需配合机场运营调度，避免影响航班正常起降，施工工期紧、交叉作业多，对施工组织协调性要求极高。此外，场道施工对平整度、抗滑性等外观及使用性能的精度控制严苛，直接关系到飞行安全，任何施工偏差都可能引发安全隐患，因此施工过程需全程严格管控。其施工质量不仅关乎场道使用寿命，更直接维系航空运行的整体安全与稳定。

1.2 民航机场场道水泥混凝土施工质量标准

民航机场场道水泥混凝土施工质量需严格遵循行业规范，核心标准集中在三个方面。（1）强度与耐久性要求，混凝土抗压强度、抗折强度需达到设计标准，同时具备良好的抗冻、抗渗、抗腐蚀性能，确保长期承受飞机荷载而不出现破损、开裂。（2）平整度与抗滑性要求，场道路面平整度偏差需控制在规范允许范围内，避免影响飞机滑行稳定性；表面抗滑性能需满足设计指

标，防止雨天或结冰天气出现打滑现象。（3）外观与尺寸偏差要求，路面需无裂缝、蜂窝、麻面等缺陷，表面色泽均匀，场道宽度、厚度、坡度等尺寸偏差需符合设计要求，保障场道整体施工质量与使用安全性，为飞机安全运行提供坚实保障^[1]。

2 民航机场场道水泥混凝土施工核心技术

民航机场场道水泥混凝土施工核心技术围绕“质量可控、性能达标、适配场道特性”展开，核心环节技术规范且针对性强，具体如下：（1）原材料制备技术，核心是精准把控原材料选型与配合比设计。水泥选用高强度、高耐久性品种，骨料需控制级配、含泥量及杂质含量，外加剂与掺合料合理搭配，通过试验确定最优配合比，确保混凝土强度、抗冻性等指标满足场道设计要求，从源头保障施工质量。（2）搅拌与运输技术，搅拌需严格控制搅拌时间、转速及投料顺序，确保混凝土搅拌均匀、和易性达标；运输采用专用搅拌运输车，全程保持低速搅拌，避免混凝土离析，同时合理规划运输路线，严控运输时间，确保混凝土到场后性能稳定。（3）摊铺与振捣技术，摊铺采用专用摊铺机，精准控制摊铺厚度、速度，确保路面平整；振捣采用插入式与平板式振捣器配合，振捣到位、无漏振、过振，保障混凝土密实度，避免出现蜂窝、麻面等缺陷。（4）养护与切缝技术，养护需在摊铺完成后及时覆盖保湿，控制养护温度与湿度，延长养护周期；切缝需把握最佳时机，控制切缝深度与间距，有效防止混凝土收缩开裂，保障场道路面完整性与耐久性。各技术环节紧密衔接、协同配合，需结合机场场道施工特性灵活调整，严格遵循行业规范，确保施工技术落地见效，为场道质量筑牢技术根基^[2]。

3 民航机场场道水泥混凝土施工现存问题及成因

3.1 民航机场场道水泥混凝土施工现存问题

民航机场场道水泥混凝土施工现存问题集中在施工

全流程,具体如下:(1)原材料管控不规范,部分施工单位未严格执行原材料进场检验制度,存在骨料级配不合格、含泥量超标,外加剂掺量不精准等问题,部分水泥存放受潮结块仍投入使用,直接影响混凝土核心性能。(2)施工工艺执行不到位,搅拌阶段存在投料顺序混乱、搅拌时间不足或过长的情况,导致混凝土和易性差;摊铺阶段速度不均、厚度控制偏差大,振捣存在漏振、过振现象,易产生蜂窝、麻面、裂缝等缺陷;养护阶段未及时保湿、养护周期不足,切缝时机把控不准,引发路面收缩开裂。(3)质量检测存在漏洞,检测方法单一,部分检测人员操作不规范,对混凝土强度、平整度等核心指标的检测精度不足,存在虚假检测、漏检情况,无法及时发现施工隐患。(4)交叉作业协调不畅,机场场道施工需与机电、安防等专业交叉作业,部分施工单位缺乏有效协调机制,导致工序衔接滞后,出现施工干扰、返工等问题,影响施工质量与进度。

3.2 民航机场场道水泥混凝土施工现存问题成因

上述问题的产生,根源在于管理、技术、人员等多方面,具体成因如下:(1)管理体系不完善,施工单位未建立健全全过程质量管控机制,岗位职责划分不清晰,对原材料、施工工艺、质量检测等环节的监管力度不足,缺乏有效的奖惩与追责机制。(2)技术管控不到位,施工前未结合机场场道特性优化施工方案,技术交底不细致;施工过程中缺乏专业技术指导,对复杂环境下的施工技术把控不足,未能及时解决施工中的技术难题。(3)人员专业素养不足,一线施工人员多为临时用工,缺乏系统的专业培训,对场道施工规范、技术要求不熟悉,操作不规范;技术管理人员专业能力不足,对施工质量的预判、管控能力欠缺。(4)设备与资源配置不合理,部分施工设备老化、精度不足,未及时检修维护,影响施工效率与质量;原材料采购、存储环节缺乏科学规划,资源调配不合理,导致施工质量波动^[1]。

4 民航机场场道水泥混凝土施工核心环节优化路径

4.1 民航机场场道水泥混凝土原材料优化路径

原材料是场道水泥混凝土施工质量的核心基础,直接决定道面结构的强度、耐久性及抗损伤能力,结合实际施工中原材料选型不精准、管控不严格等痛点,优化路径围绕选型精准化、管控规范化、适配场景化展开,具体如下:(1)原材料选型优化,结合场道长期承受飞机起降冲击荷载、反复碾压及不同地域抗冻抗渗、抗盐蚀的核心需求,优先选用强度等级不低于42.5级的高强度、低水化热硅酸盐水泥,严格控制水泥碱含量 $\leq 0.6\%$,有效避免碱-骨料反应引发的道面开裂、剥

落等病害;骨料选用级配连续、颗粒均匀的洁净砂石料,其中粗骨料采用玄武岩或花岗岩,粒径严格控制在5-31.5mm,压碎值 $\leq 12\%$,杂质含量 $\leq 1\%$,细骨料采用中砂,含泥量 $\leq 2\%$ 、泥块含量 $\leq 0.5\%$,确保骨料与水泥浆体粘结性良好;根据施工地域环境适配外加剂与掺合料,寒冷地区优先选用引气型高效减水剂,引气剂掺量控制在0.01%-0.03%,提高混凝土抗冻等级至F200以上,同时掺入I级粉煤灰(掺量15%-25%)或矿渣粉(掺量20%-30%),优化混凝土和易性与密实度,降低水化热。某机场二期改扩建飞行区场道工程中,施工单位联合科研机构通过上百次配合比正交试验,道面20%厚度采用C40高性能水泥混凝土,选用高品质石灰石骨料、I级粉煤灰等原材料,将混凝土水胶比控制在0.42以下,显著提升了混凝土抗渗等级至P8、抗冻性能,有效规避了原材料适配性不足引发的质量隐患,保障了场道施工质量。(2)原材料管控优化,建立“进场检验-存储管控-动态监测”三级闭环管控体系,所有原材料进场前需按规范要求抽样送检,水泥重点检测3d、28d抗压强度、安定性、凝结时间等指标,骨料检测级配、含泥量、压碎值等关键参数,外加剂检测减水率、凝结时间差等,不合格材料严禁进场入库;规范存储管理,水泥采用防雨防潮库房分区存放,堆放高度不超过10袋,保质期控制在3个月内,骨料按级配、品种分区堆放,设置隔离围挡避免混杂污染,细骨料采取覆盖措施防止含水率波动;建立原材料动态监测机制,每周检测一次骨料含水率、水泥强度变化,每月检测一次外加剂性能,根据检测结果及时调整配合比参数,某机场场道施工中,采用水泥定制模式,结合原材料动态监测数据实时优化配合比,将混凝土坍落度波动控制在 $\pm 10\text{mm}$ 内,有效降低了混凝土裂缝发生率,提升了道面施工均匀性^[4]。

4.2 民航机场场道水泥混凝土施工工艺优化路径

结合场道施工全流程中搅拌不均、摊铺偏差、养护不到位等痛点,聚焦搅拌、摊铺、振捣、养护、切缝等关键工序,优化工艺细节、明确参数标准、规范操作流程,提升施工精度与质量稳定性,具体如下:(1)搅拌与运输工艺优化,严格规范投料顺序,采用“砂-石-水泥-掺合料-外加剂-水”的精准投料方式,避免水泥与水直接接触产生假凝现象,控制搅拌转速180-200r/min,搅拌时间不少于90s、不超过120s,确保混凝土搅拌均匀、和易性达标(坍落度控制在120-140mm);采用全封闭专用搅拌运输车运输,全程保持低速搅拌(转速2-4r/min),车厢内壁涂刷隔离剂避免混凝土粘结,合理规划运输路线,避开机场运营繁忙区域,控制运输时间不

超过2h,到场后立即检测坍落度,偏差超出 $\pm 20\text{mm}$ 的混凝土严禁使用,需进行二次搅拌调整,若仍不达标则废弃处理。(2)摊铺与振捣工艺优化,采用高精度激光摊铺机作业,摊铺前校准摊铺机水平度与厚度传感器,精准控制摊铺厚度(误差 $\leq 5\text{mm}$)与速度,摊铺速度保持 $1\text{-}2\text{m}/\text{min}$,匀速推进避免摊铺不均、起拱等问题;采用插入式振捣器与平板式振捣器配合作业,插入式振捣器选用 $\Phi 50$ 型,插入深度至基层 $5\text{-}10\text{mm}$,振捣频率 $2000\text{-}2200\text{r}/\text{min}$,振捣间距控制在 $300\text{-}400\text{mm}$,逐点振捣、快插慢拔,杜绝漏振、过振,平板式振捣器后续进行表面整平,确保道面平整度偏差 $\leq 3\text{mm}/3\text{m}$,摊铺后及时采用拉毛机进行表面拉毛处理,拉毛深度控制在 $1\text{-}2\text{mm}$ 、间距 $5\text{-}8\text{mm}$,提升道面抗滑性能。某机场二期飞行区场道工程中,创新采用高性能水泥混凝土道面双层连续摊铺施工工艺,下层摊铺厚度 18cm 、上层摊铺厚度 12cm ,摊铺间隔控制在 30min 内,有效解决了传统分层摊铺存在的层间粘结不牢固、道面表层盐冻损伤、接缝失效等行业痛点,填补了国内民航场道双层连续摊铺技术空白。(3)养护与切缝工艺优化,摊铺完成后 $4\text{-}6\text{h}$ 内及时覆盖保湿膜与土工布,形成密闭保湿养护环境,高温天气(气温 $\geq 30^\circ\text{C}$)每 2h 洒水一次,保持土工布湿润,低温天气(气温 $\leq 5^\circ\text{C}$)采取保温棉被覆盖、升温养护措施,养护周期严格控制不少于 14d ,确保混凝土强度稳步增长;精准把握切缝时机,通过成熟度法检测混凝土强度,在强度达到 $25\%\text{-}30\%$ 时进行切缝,横向切缝间距 $4\text{-}6\text{m}$,深度为板厚的 $1/4\text{-}1/3$ (且不小于 60mm),纵向切缝间距不大于 10m ,采用金刚石锯片切缝设备作业,切缝速度控制

在 $2\text{-}3\text{m}/\text{min}$,切缝后及时清理缝内杂物,采用聚氨酯填缝料填缝,确保填缝饱满、密实。某机场场道施工中,采用混凝土结构裂缝控制成套技术,优化养护与切缝工艺,通过精准控制切缝时机与深度、规范养护流程,使道面断板率控制在万分之 0.26 ,大幅低于行业万分之 1 的标准,有效降低了裂缝隐患,提升了场道使用寿命^[5]。

结束语:本文围绕民航机场场道水泥混凝土施工技术优化路径展开深入探究,明确了施工特征与质量标准,剖析了现存问题及根源,从原材料与施工工艺两大核心环节提出了科学可行的优化措施,并通过工程实践验证了优化方案的有效性。优化后的技术路径可有效提升施工质量、降低裂缝等隐患。后续可结合智能化施工技术,进一步完善优化方案,推动民航机场场道水泥混凝土施工向精细化、高效化、绿色化发展,为民航机场工程建设提供更有力的技术支撑。

参考文献

- [1]韩家庭.民航机场场道工程水泥稳定碎石基层冬期施工技术[J].建材发展导向,2024,22(20):104-107.
- [2]张景龙,李大地.高温条件下水泥混凝土路面施工关键技术及质量控制措施[J].四川水泥,2026(2):211-212+215.
- [3]符浩浩.机场场道水泥稳定碎石基层的施工技术探析[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2026(3):080-083.
- [4]李红现,李占良,于新平等.大型机场承台基础施工技术[J].建材技术与应用,2023(1):45-49.
- [5]翟兴睿.民航机场场道水泥混凝土施工技术优化路径探究[J].现代交通与路桥建设,2025,4(14).