

民航机场场道水泥混凝土施工技术优化路径探究

翟兴睿

中国水利水电第十六工程局有限公司 福建 福州 350000

摘要：民航机场场道水泥混凝土施工质量直接影响机场运营安全与使用寿命。当前施工存在材料性能欠佳、工艺落后、质量监控薄弱及特殊气候干扰等问题。本文深入剖析这些挑战，针对性提出优化路径，包括选用高性能混凝土、优化配合比与添加外加剂以提升材料性能；改进双层连续摊铺等施工工艺；引入自动化摊铺机器人与智能化质量监控系统，实现施工智能化、机械化；制定高温、低温、风雨等特殊气候下的施工方案；强化质量监控与安全管理。这些优化措施为保障民航机场场道施工质量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；智能化；优化路径

引言：随着民航业快速发展，机场建设规模不断扩大，对场道水泥混凝土施工技术提出更高要求。机场场道作为飞机运行的基础载体，需长期承受复杂荷载与恶劣环境作用，其施工质量直接关系飞行安全与机场运营效率。然而，现阶段施工过程中，材料性能缺陷、传统工艺局限性、质量监控体系不完善，以及高温、低温、风雨等特殊气候影响，导致场道易出现开裂、破损等问题。因此，深入探究民航机场场道水泥混凝土施工技术的优化路径，对提升机场建设质量、推动民航业可持续发展具有重要的现实意义。

1 民航机场场道水泥混凝土施工技术的重要性

在飞行安全保障方面，机场场道作为飞机起降滑行的基础，承受着飞机轮胎带来的高冲击荷载与复杂应力。水泥混凝土施工技术的优劣直接影响道面质量，若施工中振捣不密实、强度不足，道面易出现开裂、剥落等问题，致使飞机轮胎磨损加剧，甚至在降落时因道面塌陷引发失控、爆胎等严重事故。优质的施工技术能确保道面平整、强度达标，为飞机安全起降筑牢根基。从机场使用寿命考量，合理的施工技术可显著提升混凝土耐久性。通过优化材料配合比，采用高性能混凝土与先进抗裂技术，能够有效增强混凝土抵御冻融循环、化学侵蚀和磨损的能力，减少道面裂缝产生，延缓结构老化。数据显示，高质量施工的场道使用寿命可达 20-30 年，维修投入较技术不佳的场道降低超 50%，极大节省了机场后期维护成本与频率。于机场运营效率而言，良好的场道施工质量可减少因道面维修导致的停航时间。平滑稳定的道面助力飞机快速起降与滑行，缩短航班周转周期，提升机场吞吐能力^[1]。

2 民航机场场道水泥混凝土施工技术挑战

2.1 材料性能不足

在民航机场场道建设中，部分水泥混凝土材料难以满足高标准要求。水泥质量参差不齐，强度等级不达标、凝结时间不稳定，导致混凝土早期强度增长缓慢，影响施工进度与道面早期承载能力。骨料粒径、级配不合理，含泥量过高，会削弱混凝土内部结构的密实度与粘结力，降低整体强度与耐久性。

2.2 施工工艺落后

部分施工单位仍采用传统落后的工艺，制约场道施工质量。混凝土摊铺过程中，人工操作难以保证均匀性与平整度，易产生离析现象，导致道面厚度与强度分布不均。振捣环节缺乏标准化操作，存在过振或漏振问题，过振使混凝土产生分层离析，漏振则造成内部孔洞、蜂窝麻面等缺陷，降低混凝土密实度与强度。接缝施工工艺不精细，接缝位置处理不当、填缝材料选择不佳，易引发接缝处开裂、渗水，加速道面损坏。

2.3 质量监控不到位

施工质量监控体系存在明显漏洞。现场质量检测手段滞后，多依赖人工抽样检查，难以覆盖施工全过程与所有关键环节，无法及时发现潜在质量隐患。检测频率不足，对混凝土坍落度、强度等关键指标的监测不够频繁，可能错过最佳调整时机。同时，质量监控责任划分不明确，缺乏有效的奖惩机制，施工人员质量意识淡薄，施工过程中违规操作行为时有发生，进一步加剧了质量失控风险。

2.4 特殊气候条件影响

特殊气候给场道水泥混凝土施工带来诸多难题。高温环境下，混凝土水分蒸发过快，易产生塑性收缩裂缝，且水泥水化速度加快，导致混凝土早期强度增长过快但后期强度发展不足。低温天气中，水泥水化反应缓慢甚至停滞，混凝土凝结时间大幅延长，强度增长困

难,还可能因冻胀作用造成内部结构破坏。降雨天气会稀释混凝土配合比中的水分,降低强度;强风则加速混凝土表面水分散失,影响施工质量,增加施工难度与质量控制风险^[2]。

3 民航机场场道水泥混凝土施工技术优化路径

3.1 材料选择与性能优化

3.1.1 采用高性能混凝土

高性能混凝土具备高强度、高耐久性与良好工作性,能有效应对机场场道复杂使用环境。其通过严格控制原材料质量,采用优质水泥、级配良好的骨料及高效减水剂,显著提升混凝土密实度与强度。在抗冻性能上,高性能混凝土的孔隙结构得到优化,可承受更多次冻融循环,减少因冻胀导致的道面开裂风险;在耐磨性方面,高强度与密实的结构能抵御飞机轮胎频繁摩擦,延长道面使用寿命。

3.1.2 优化混凝土配合比

科学优化混凝土配合比是提升其性能的关键。根据机场场道工程特点与设计要求,精准调整水泥、骨料、水及掺合料比例。合理降低水灰比,可减少混凝土内部孔隙率,增强密实度与强度;调整骨料级配,使粗、细骨料相互填充,形成更紧密的骨架结构,提升混凝土整体强度与稳定性。同时,适量添加粉煤灰、矿渣粉等矿物掺合料,不仅能节约水泥用量,降低成本,还能改善混凝土和易性,提高其后期强度与耐久性。

3.1.3 添加外加剂

外加剂的合理使用能显著改善混凝土性能。高效减水剂可在不减少用水量的前提下,大幅提高混凝土流动性,便于混凝土摊铺与振捣,减少离析现象;减水剂降低水灰比后,还能增强混凝土强度与耐久性。引气剂能引入微小、封闭且均匀分布的气泡,改善混凝土和易性,提高抗冻、抗渗性能,有效缓解冻融循环对混凝土的破坏。缓凝剂则适用于高温环境施工,可延缓水泥水化速度,延长混凝土凝结时间,避免因高温导致水分快速蒸发而产生的塑性收缩裂缝,为混凝土施工争取更充裕的操作时间,保障施工质量。

3.2 施工工艺流程改进

3.2.1 双层连续摊铺施工工艺

传统单层摊铺施工易出现道面厚度不均、强度不一致等问题,双层连续摊铺施工工艺可有效改善这一状况。该工艺采用双层摊铺机,上下两层混凝土同步连续摊铺,通过精确控制两层摊铺速度与厚度,使混凝土结构更加密实均匀。上层混凝土注重平整度与耐磨性,下层混凝土则强化承载能力,二者协同作用提升场道整体

性能。此外,双层连续摊铺减少了施工接缝数量,降低因接缝处理不当引发的质量隐患,同时提高施工效率,缩短工期,减少因施工对机场运营的影响。

3.2.2 改进接缝施工工艺

机场场道因温度变化、飞机荷载等因素易在接缝处产生损坏,传统接缝工艺难以满足需求。改进后的接缝施工工艺首先在接缝位置确定上,结合场道受力分析与温度变化规律,科学规划接缝间距与形式。施工时,采用高精度切割设备保证接缝顺直、宽度一致,对接缝两侧混凝土进行凿毛处理,增强新老混凝土粘结力。填缝材料选用高弹性、耐候性强的硅酮胶或聚氨酯胶,确保接缝密封良好,防止水分、杂物渗入,有效减少接缝处开裂、错台等病害,延长场道使用寿命。

3.2.3 优化混凝土浇筑与振捣工艺

传统浇筑振捣工艺存在过振、漏振等问题,导致混凝土密实度不足。优化后的混凝土浇筑工艺采用分层分段浇筑,根据混凝土初凝时间与施工能力,合理划分浇筑区域,避免出现冷缝。振捣环节引入智能振捣设备,通过传感器实时监测振捣力度、时间与频率,确保振捣均匀且不过振。对于钢筋密集区、边角部位等易出现振捣不密实的区域,采用小型振捣棒或振捣片辅助振捣,消除蜂窝、麻面等缺陷。优化后的浇筑与振捣工艺能显著提高混凝土密实度与强度,保障场道施工质量。

3.3 智能化与机械化施工技术的应用

3.3.1 自动化摊铺机器人

传统人工摊铺存在精度低、效率慢、受人为因素影响大等弊端,自动化摊铺机器人的应用为机场场道施工带来变革。该机器人配备高精度定位导航系统与智能传感器,能够依据预设程序自动规划摊铺路径,精准控制摊铺速度、厚度与平整度,误差可控制在极小范围内,避免因人工操作导致的道面厚度不均、表面不平整等问题;相比人工大幅提升施工效率,缩短工期。

3.3.2 智能化质量监控系统

传统质量监控依赖人工抽检,存在监测不全面、反馈滞后等问题,智能化质量监控系统有效弥补了这些缺陷。该系统通过在施工现场部署大量传感器,实时采集混凝土坍落度、温度、强度发展等关键数据,并借助物联网技术将数据传输至中央控制平台。利用大数据分析 with 人工智能算法,系统可对数据进行深度处理,及时发现质量隐患并预警,例如预测混凝土早期裂缝风险、判断振捣是否密实等。同时,系统还能生成可视化质量报告,为施工管理人员提供全面、准确的质量信息,便于及时调整施工参数与工艺,实现对机场场道施工质量的

全过程、动态化监控,大幅提升质量管控水平。

3.4 特殊气候条件下的施工技术优化

3.4.1 高温天气施工

高温环境下,混凝土水分蒸发迅速,易出现塑性收缩裂缝与强度降低等问题。优化施工技术需多管齐下:在材料上,选用水化热低的水泥,添加缓凝剂延缓水化速度,同时使用冰水搅拌混凝土,降低出机温度;施工工艺方面,避免在正午高温时段浇筑,选择清晨或傍晚作业,缩短混凝土运输与等待时间,减少水分散失;覆盖防晒网、喷洒养护剂等措施可延缓表面水分蒸发,浇筑后及时覆盖塑料薄膜与土工布,持续洒水养护,确保混凝土强度正常增长,防止因高温导致质量缺陷。

3.4.2 低温天气施工

低温使水泥水化反应迟缓,混凝土强度增长困难,甚至可能遭受冻害。低温施工优化要点在于保温与促凝:优先采用早强型水泥,添加防冻剂降低水的冰点,提高混凝土早期强度;施工前对原材料预热,加热水或砂石,保证混凝土入模温度不低于 5°C ;采用暖棚法、覆盖保温棉被等方式,对已浇筑混凝土进行全封闭保温,维持内部温度;延长养护时间,利用电热毯、暖风机等设备辅助加热,确保混凝土在低温环境下正常水化,避免因冻胀破坏内部结构,保障场道施工质量。

3.4.3 降雨和强风天气施工

降雨会稀释混凝土配合比,强风加速水分散失,均严重影响施工质量。应对降雨,需提前搭建防雨棚,做好施工现场排水,降雨时暂停露天浇筑作业,已浇筑未硬化混凝土及时覆盖防水布;调整混凝土配合比,适当降低坍落度,避免因雨水导致水灰比失衡。面对强风,采取防风围挡措施,减少风速对混凝土表面水分蒸发的影响;使用保湿性能好的养护材料,如保湿薄膜、养护毯,加强混凝土保湿养护;对模板、钢筋等进行加固,防止强风导致移位变形,确保降雨和强风天气下机场场道施工顺利进行。

3.5 质量监控与安全管理的强化

3.5.1 加强施工过程质量监控

施工过程中质量波动易引发隐患,需构建全面监控体系。通过部署智能传感器实时采集混凝土搅拌、运输、浇筑、振捣等环节的数据,如温度、坍落度、振捣时长等,实现施工全过程动态监测。同时,安排专业质检人员进行

现场巡查,对关键工序和薄弱环节重点把控,一旦发现参数异常或违规操作,立即叫停整改,确保施工过程质量可控,避免因过程疏漏导致场道质量缺陷。

3.5.2 严格质量检测标准

现行质量检测标准存在滞后性,需进一步细化与提升。结合民航机场场道高标准要求,明确混凝土强度、平整度、抗滑性能等指标的检测频率与精度标准,引入先进检测技术,如超声波探伤、雷达检测等,对混凝土内部缺陷、厚度等进行无损检测。严格执行验收规范,对未达标准的施工部位坚决返工处理,杜绝质量隐患留存,保障场道工程质量符合设计要求与使用安全。

3.5.3 加强安全管理

施工现场存在高空作业、机械操作等安全风险,必须强化安全管理。建立健全安全管理制度,明确各岗位安全职责,定期开展全员安全培训与应急演练,提升施工人员安全意识与应急能力。加强现场安全防护设施配置,如设置警示标识、防护栏,对起重机械、电气设备等进行定期检查与维护,消除安全隐患,营造安全的施工环境,防止安全事故发生,保障施工人员生命安全和工程顺利推进^[1]。

结束语

民航机场场道水泥混凝土施工技术的优化是保障机场安全运行、延长使用寿命的关键。通过材料性能提升、施工工艺改进、智能化与机械化应用、特殊气候应对及质量安全强化等多维度路径,可有效解决当前施工中的技术难题,提升场道建设质量。随着民航业快速发展与技术革新,施工技术仍需不断探索与创新。未来应持续关注新材料、新工艺、新技术的研发与应用,进一步结合BIM模型和智能数字化平台,持续优化施工工艺,加强跨学科协作,完善施工标准与管理体系,为我国民航机场建设高质量发展筑牢技术根基。

参考文献

- [1] 郑冠栋,张甲峰,刘威,谢志伟,王伟,李军世.机场场道软土地基处理工程的监测分析[J].低温建筑技术,2021,43(06):112-114+124.
- [2] 田世湖.降低机场飞行区场道工程不停航施工带来的风险[J].科技与创新,2021(11):133-134.
- [3] 袁捷,卢迺佳.机场水泥道面水泥稳定碎石基层应力状态分析[J].交通科技,2021(05):127-131.