

机场水泥混凝土道面表层脱皮病害原因分析及防控修补措施

吴鹏飞

西部机场集团建设工程(西安)有限公司 陕西 西安 710061

摘要: 机场水泥混凝土道面表层脱皮是常见病害,表现为表层混凝土剥落、起砂等,严重影响道面平整度与结构强度,威胁飞行安全。本文从原材料质量、施工工艺、环境及使用维护四方面分析病害成因,指出水泥强度不足、施工振捣不匀、冻融循环及重载冲击等是主要诱因。针对成因,提出优化原材料选择、改进施工工艺、加强环境防护及规范维护管理等防控措施,并探讨相应修补技术,为机场道面病害治理提供理论与实践参考,以延长道面使用寿命,保障航空运行安全。

关键词: 机场水泥混凝土;道面表层脱皮;病害原因分析;防控修补措施

引言:机场水泥混凝土道面作为航空运输的关键基础设施,其性能直接关系到航班起降安全与运行效率。表层脱皮病害在运营过程中频发,初期表现为局部表层疏松、起粉,随病害发展逐渐形成片状剥落,不仅增加道面粗糙度,还可能导致骨料暴露,加剧结构损伤。此类病害若未及时处理,会引发连锁反应,增加维护成本,甚至影响航班正常调度。因此,深入分析表层脱皮的成因,制定科学的防控与修补措施,对提升机场道面耐久性、保障航空运输安全具有重要现实意义。

1 机场水泥混凝土道面表层脱皮病害概述

1.1 病害表现形式

机场水泥混凝土道面表层脱皮病害的表现形式具有阶段性特征。初期多为表层混凝土局部出现疏松、起粉,用硬物轻刮可见粉末脱落,纹理逐渐模糊。随着病害发展,表层呈现不规则片状剥落,剥落区域深度通常为2-10mm,边缘翘起,底部露出骨料或砂浆层,部分区域伴随网状裂纹。严重时,脱皮面积扩大并相互连接,形成大面积露骨现象,道面表面平整度下降,出现明显凹坑或麻面。

1.2 病害危害

机场水泥混凝土道面表层脱皮病害的危害具有多维度影响。对道面结构而言,脱皮导致表层防护功能失效,基层混凝土直接暴露于环境中,易受雨水、冻融等侵蚀,加速内部钢筋锈蚀与结构风化,降低道面整体承载能力。对飞行安全来说,脱皮形成的松散碎屑可能被吸入飞机发动机,造成机械故障;不平整的表面会影响飞机滑行稳定性,增加起降颠簸风险^[1]。

2 机场水泥混凝土道面表层脱皮病害原因分析

2.1 原材料质量因素

2.1.1 水泥质量不稳定

水泥质量不稳定体现在多方面。水泥强度等级未达设计标准,会使表层混凝土早期强度不足。安定性不合格,易导致混凝土硬化后产生不均匀体积变化,引发表层开裂。含碱量超标时,会与骨料中的活性成分反应,产生膨胀应力,破坏表层结构。

2.1.2 骨料级配不合理

骨料级配不合理主要表现为粗骨料粒径过大,超出设计范围,导致混凝土振捣时难以密实,表层易出现空隙。级配间断会使骨料间搭接不紧密,形成薄弱区域。细骨料含量不足,无法有效填充粗骨料间隙,降低混凝土整体密实度,使得表层在外界作用下易发生剥离。

2.1.3 细集料技术要求不符合规范

细集料技术要求不符合规范时,砂的含泥量、泥块含量超标,会削弱水泥与骨料的黏结力,降低表层强度。云母、轻物质等杂质过多,会使混凝土结构中出现软弱夹层,影响表层整体性。这些问题都会导致表层混凝土抗磨性和耐久性下降,易产生脱皮病害。

2.2 施工工艺因素

2.2.1 混凝土水灰比偏高

混凝土水灰比偏高会降低表层强度与密实度。多余水分蒸发后形成孔隙,使表层结构疏松,抗磨性和抗渗性下降。同时,水分过多会导致混凝土凝结时间延长,表层易受外力扰动出现起砂,为后期脱皮埋下隐患,尤其在干燥环境下,表层收缩裂纹更易产生。

2.2.2 运输、卸料过程中混凝土离析

运输或卸料时混凝土离析,会使骨料与砂浆分离。表层砂浆富集或骨料集中,导致局部强度不均。砂浆过

多区域易起粉,骨料集中处黏结力不足,在荷载作用下,表层易出现剥落,影响道面整体性。

2.2.3 混凝土振捣过度或不足

振捣过度会使骨料下沉、砂浆上浮,表层砂浆过厚且强度低,易脱皮;振捣不足则混凝土密实度差,存在蜂窝、麻面,表层与基层黏结不牢,受外力作用时表层易剥离,两种情况均会破坏道面表层结构完整性。

2.2.4 基层存有积水或洒水过度

基层积水或洒水过度,会使混凝土底部含水率过高,与表层形成湿度差,导致收缩不均。表层易产生拉应力出现裂纹,同时水分阻碍水泥水化,降低表层与基层黏结力,加速表层脱皮。

2.2.5 表面砂浆厚度不均

表面砂浆厚度不均会造成表层强度差异。砂浆过厚处强度低、易起砂,过薄处骨料暴露、抗磨性差。在荷载和环境作用下,薄弱区域先出现破损,逐渐发展为脱皮,影响道面平整度。

2.2.6 未按要求进行混凝土道面的养护

未按要求养护会导致混凝土表层失水过快。水泥水化不充分,表层强度低、干缩裂纹多,抗风化和抗磨性能下降。同时,养护不当会使表层与基层结合不紧密,易受外界因素影响出现脱皮。

2.3 环境因素

2.3.1 冻融循环破坏

在温度交替变化地区,道面表层混凝土孔隙中的水分反复冻融。结冰时体积膨胀产生压力,融化后压力释放,长期循环使表层结构逐渐疏松,骨料与砂浆黏结力减弱,最终导致表层片状剥落,形成脱皮病害。

2.3.2 化学腐蚀

机场道面常接触除冰盐、燃油等化学物质。除冰盐中的氯离子会渗透到表层混凝土,破坏水泥水化产物;燃油泄漏会溶解表层砂浆成分,降低表层强度,使混凝土表层逐渐粉化、剥落,加剧脱皮病害。

2.3.3 紫外线辐射

长期紫外线照射会使道面表层混凝土中的水分蒸发加快,水泥浆体发生干缩。同时,紫外线会破坏水泥水化产物的化学键,导致表层材料老化、脆性增加,在车辆荷载作用下易出现开裂和脱皮。

2.4 使用维护因素

2.4.1 施工车辆、设备过早碾压

混凝土道面未达到设计强度时,施工车辆、设备过早碾压会对表层造成损伤。此时表层强度不足,无法承受荷载冲击,易导致表层与基层产生相对位移,破坏两

者黏结力,使表层出现龟裂、起砂,进而发展为脱皮病害,影响道面整体结构稳定性。

2.4.2 除雪作业不当

除雪过程中若使用锋利铲雪设备或操作粗暴,会直接刮擦道面表层,破坏混凝土表层结构。此外,除雪不彻底导致残雪冻结,与道面表层黏结,融化时带走表层砂浆,反复作用会加剧表层磨损、剥落,引发脱皮病害^[2]。

3 机场水泥混凝土道面表层脱皮病害防控措施

3.1 优化原材料选择与质量控制

3.1.1 严格把控水泥质量

选择强度等级符合设计要求、安定性合格的水泥,优先选用低碱水泥,控制含碱量在规范范围内。进场前需按批次检测水泥的强度、凝结时间、细度等指标,不合格产品严禁使用。同时,根据施工环境温度合理选择水泥品种,避免因水化热过高引发表层收缩开裂,从源头保障水泥质量稳定性。

3.1.2 合理选择骨料级配

选用级配连续、颗粒均匀的骨料,控制粗骨料最大粒径不超过设计限值,确保骨料间空隙能被砂浆充分填充。通过试验确定最优砂率,保证细骨料用量充足,使混凝土拌和物具有良好的和易性与密实性,减少因骨料级配不合理导致的表层脱皮隐患。

3.1.3 控制细集料质量

严格检测细集料的含泥量、泥块含量,确保其符合规范要求,含泥量应不超过3%,泥块含量不超过1%。清除细集料中的云母、轻物质等有害杂质,选用质地坚硬、洁净的天然砂或机制砂,提升细集料与水泥浆体的黏结力,增强表层混凝土的强度和耐久性。

3.2 改进施工工艺

3.2.1 严格控制混凝土水灰比

根据设计强度与施工环境,通过试验确定最优水灰比,通常控制在0.4-0.5之间。搅拌时采用自动计量系统精准控制水量,避免人工加水导致水灰比波动。同时,根据砂石含水率实时调整用水量,确保混凝土拌和物稠度适宜,减少表层因水分过多产生的疏松、起砂问题。

3.2.2 防止混凝土离析

运输过程中控制搅拌车转速,避免急停急转;卸料时采用溜槽或泵车布料,高度不超过2米,且卸料点分散布置。混凝土浇筑时分层布料,每层厚度不超过30厘米,布料后及时摊铺,防止骨料堆积。若出现离析,需重新搅拌均匀后再使用,严禁直接浇筑。

3.2.3 合理振捣混凝土

采用插入式振捣器与平板振捣器配合作业,插入式

振捣器振捣间距不大于作用半径1.5倍,振捣至表面泛浆无气泡为止,避免漏振或过振。平板振捣器沿纵向匀速推进,确保表层密实。振捣完成后及时刮平,减少表层砂浆过厚或过薄现象。

3.2.4 加强基层处理与洒水控制

基层施工前清理杂物、积水,采用压力水冲洗干净,干燥基层提前洒水湿润,但确保无积水。洒水后检测基层含水率,控制在5%-8%范围内,避免因基层过干吸收混凝土水分或过湿影响黏结力,保障表层与基层结合紧密。

3.2.5 量化提浆厚度

采用机械提浆设备,通过调整刀片高度控制提浆厚度,一般提浆厚度为3-5毫米。提浆后使用直尺检查平整度,确保全断面提浆均匀。提浆完成后及时进行抹面,抹面次数不少于2次,消除表面气泡与划痕,形成密实的表层结构。

3.2.6 注重后期养护

浇筑完成后12小时内覆盖保湿膜或洒水养护,保持表层湿润不少于14天。高温天气增加洒水频次,低温时采取保温措施,避免温度骤变。养护期间设置警示标识,严禁车辆、人员碾压,确保混凝土强度稳步增长,减少表层干缩裂纹。

3.3 加强环境保护

3.3.1 采取防冻融措施

在寒冷及严寒地区,道面混凝土配置时需严格控制水胶比,掺加优质引气剂与防冻剂,引气量按3%-5%精准调控,确保混凝土内部形成稳定气孔结构以缓冲冻胀压力。冬季前全面排查道面排水系统,疏通排水沟、修补裂缝,防止积水渗入表层孔隙。对已出现微小冻融损伤的区域,及时采用渗透型硅烷浸渍剂处理,提升表层抗渗性与抗冻性,延长道面抗冻融循环寿命,从根本上降低表层因冻融导致的脱皮风险。

3.3.2 防止化学腐蚀

建立道面化学污染监测体系,每周对跑道、滑行道等关键区域进行除冰盐残留量与燃油泄漏检测,发现超标立即处理。选用环保型除冰剂如醋酸钾类产品,替代传统氯盐类除冰剂,减少对混凝土表层的侵蚀。除冰作业后4小时内,采用高压清水冲洗道面,降低化学物质残留浓度。针对飞机停靠区等易发生燃油泄漏的区域,定期涂刷耐油型环氧树脂涂层,形成物理隔离层,阻止燃油渗透破坏表层结构,同时建立泄漏应急处理预案,确保污染物在2小时内清除。

3.3.3 减少紫外线辐射影响

道面竣工验收后,及时涂刷专用抗紫外线防护涂

层,选用含纳米二氧化钛的丙烯酸酯类材料,该涂层可反射70%以上紫外线,且具有良好的耐磨性与附着力。涂层施工前需对道面表层进行喷砂处理,去除浮浆与杂质,确保涂层与基层黏结强度不低于2.5MPa。制定涂层维护计划,每年检测涂层厚度与完整性,当厚度低于0.3mm时及时补涂,一般每3-4年进行一次全断面重新涂刷,通过持续的防护层更新,延缓表层水泥浆体的老化进程,减少因紫外线辐射导致的表层开裂与脱皮。

3.4 规范使用维护管理

3.4.1 严格控制施工车辆、设备通行时间

根据混凝土强度增长规律,明确施工车辆、设备允许通行的时间标准。在道面浇筑完成后,设置明显禁行标识,养护期内严禁任何车辆、设备碾压。当混凝土抗压强度未达到设计强度的80%时,禁止重型施工车辆通行;达到80%但未完全达到设计强度时,仅允许轻型设备在指定区域缓慢通行,且需铺设钢板分散荷载。同时,建立通行审批制度,确需提前通行的车辆、设备需经技术部门评估,采取加固保护措施后,在专人监督下按限定路线和时间通行,避免因过早碾压导致道面表层损伤。

3.4.2 规范除雪作业流程

制定详细的除雪作业操作规程,明确设备选用与操作要求。除雪优先采用橡胶刮板等柔性设备,避免使用金属铲刀等锋利工具直接接触道面。作业时控制设备行进速度不超过5km/h,刮板与道面保持3-5mm间隙,防止刮擦表层。大雪天气分阶段除雪,先清除表层浮雪,再处理压实雪层,避免硬冰与道面黏结。除雪后及时检查道面状况,发现表层刮痕或损伤立即标记并安排修补^[3]。

结束语:综上所述,机场水泥混凝土道面表层脱皮病害的发生是原材料、施工、环境及使用维护多因素共同作用的结果。通过优化原材料选择、改进施工工艺、加强环境保护及规范使用维护等综合措施,可有效防控该病害。及时采取科学修补技术处理已出现的脱皮区域,能显著延长道面使用寿命。这不仅关乎机场运行效率,更直接影响飞行安全。

参考文献

- [1]马奕超.浅析机场水泥混凝土道面施工质量问题及防治措施[J].绿色环保建材,2022(1):99,101.
- [2]王圣程,姜慧,马晴晴,等.机场复合道面劣化原因分析与长寿命化对策[J].徐州工程学院学报(自然科学版),2021,33(4):80-83.
- [3]刘海伦,李萌,杜浩.机场水泥道面动态弯沉的温度影响分析[J].中国民航大学学报,2021,36(3):18-21,30.