

民用机场水泥混凝土道面快速修复技术探讨

王凡

南宁吴圩国际机场有限公司

摘要：机场是城市形象的窗口，也是人们日常出行的重要场所，机场道路结构在长期地荷载与环境作用下，道面本身将出现损坏现象，影响道面的使用安全性，降低服务性能，威胁到飞机的飞行安全，需要认真做好破损路面修复工作，为人们的出行安全提供可靠保障。基于此，本文将民用机场为背景，围绕水泥混凝土道面快速修复展开研究，先阐述了民用机场水泥混凝土道面的主要破损类型，然后分析了目前常见的道面破损修复技术，最后从几个方面出发，提出关于做好民用机场水泥混凝土道面快速修复的技术策略，如有不足之处，还望相关同仁不吝赐教。

关键词：民用机场；水泥混凝土；道面修复；破损类型；技术探讨

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.02.025

引言

民用机场是供民用飞机起飞、滑行、降落、停放等航空服务的划定区域，其中涉及及附属的建筑物、设施与装置，是人们日常出行中不可缺少的重要场所。在我国民用机场修建过程中，95%以上机场道面均为水泥混凝土道面，自身的耐久性、荷载能力良好，满足机场内经营活动的实际需要。然而，水泥混凝土道面在长时间的运转后，往往会受到长期磨损、使用不当、气候环境侵蚀、质量缺陷等问题因素，导致道面局部出现一些破损问题，严重影响水泥混凝土道面的整体稳定性，使得飞机起飞、降落等环节面临一定的风险。因此，各地区应准确掌握水泥混凝土道面修复技术要点，结合道面破损类型及原因，采取针对性的技术措施进行有效修复，提高水泥混凝土道面强度与荷载力，更好为人们提供出行服务。

一、民用机场水泥混凝土道面破损类型

（一）浅层裂缝

浅层裂缝是指混凝土结构在天气、配比等作用下，凝固后所产生的裂缝现象，裂缝深度最高不超出板厚的三分之一。在水泥混凝土道面中，浅层裂缝的混凝土水灰比高，粗细集料的吸水率高，若施工过程中所应用的水泥、水温度较高时，那么在高温大风天气下，混凝土内部水分将会快速流失，导致塑性收缩逐步增大，伴随着塑性收缩抵抗力的弱化，导致收缩裂缝的形成^[1]。民用机场不同于普通服务场所，为防止裂缝在长期昼夜温差、日晒雨淋等环境下越来越严重，需要有关部门根据浅层裂缝类型与成因，及时进行修复处理。

（二）脱皮起砂

混凝土表面脱皮起砂是水泥混凝土路面的常见破损现象，施工期间偶尔会遇到混凝土起砂、起粉、起皮等问题，影响混凝土浇筑质量。针对此类破损现象，具体的形成原因包括：混凝土自身强度不足，运行荷载力不达标；混凝土在浇筑后、初凝前，若受到极端天气影响受到雨水冲刷，导致水泥浆大量流失，未能得到有效处理；水泥浆处理不当导致凝结硬化，通过洒水强行进行抹压；冬季寒冷天气下，混凝土浇筑期间没有采取保温措施，使得局部混凝土出现冻害情况，增加道面损坏概率。总的来说，脱皮起砂在混凝土道面破损中比较常见，需要在民用机场水泥混凝土道面施工中给予高度重视，采取有效措施进行修复处理，以保证使用品质与飞行安全。

（三）板角及接缝破损

在民用机场的道面施工过程中，拆模切缝期间若出现操作不规范、硬撬、硬砸等情况，或者混凝土本身强度不足，都将诱发板角及接缝破损问题的发生。并且，在水泥混凝土的后期使用期间，一些大型笨重的设备行走在道面板上，或者作业期间没有采取相应的保护措施，又或者灌缝前便已经开放交通，那么板缝中一旦掉进石子，板块将在膨胀挤压的作用下，使得道面出现不同程度的损坏问题。在民用机场的水泥混凝土道路施工中，板角与接缝是比较重要的部位，与道路整体运行稳定性有着密切的关联，若施工操作不当，或者后续使用期间存在不规范行为，都将加剧道面破损问题，提高道面危险系数，需要因地制宜选择适宜的修复技术来进行改进。

（四）施工不当导致道面损坏

民用机场工程与普通施工项目有着明显的差异，对于道面结构强度要求比较严格，因此施工操作不当，也是道面损坏问题的主要发生原因^[2]。例如：在混凝土浇筑环节，在受到外界压力时，板条荷载、车轮荷载将会快速增加，振动时混凝土大量聚焦，且混凝土内部存在气体时，都将对进气质量产生极大影响。同时，部分引气剂在混凝土中往往会出现大气泡，一旦振动不当，使得大气泡不能完全去除，此时混凝土表面将快速硬化，损坏问题也就随之而来。此外，若混凝土的黏度过高、配合比不当，振捣期间气泡问题不易去除，使得其形成蜂窝状，进而对混凝土表面造成划伤，降低混凝土结构稳定性。值得注意的是，如果水泥混凝土不能具有良好的防水性与抗冻性，那么雨水的吸水速度将明显加快，在恶劣寒冷天气下，混凝土将产生冻结循环现象，造成的影响不容小觑。

二、水泥混凝土道面破损主要修复技术

(一) 预制板修复

预制板修复亦称铺装板修复技术,适用于多种类型的道路工程中,包括机场跑道、高速公路、城市道路、隧道与桥梁等方面,适用于需要快速修复的区域。从预制板修复的技术原理来看,该技术通常指在原有道路基础上,通过预制混凝土板安装的方式,对老化、破损道面进行修复,有效解决道面的质量问题,起到良好的修复与加固作用^[3]。就目前来看,应用预制板修复技术,能够根据水泥混凝土道面实际情况,灵活应用多种形状、尺寸与厚度,使不同类型的道路设计与运行要求得到更好满足。

(二) 微波积土修复

微波积土修复技术主要指借助微波热量,在道路表面掺入粉状材料,使二者形成高强度、高坚固的道路表面,既能满足道路修建与通行需要,又能减少病害问题的发生概率。在该修复技术中,具有速度快、效率高、操作便捷等明显优势,对周围环境的污染较少,在相应的修复工艺配合下来应用,能够进一步提升混凝土道路强度,及时修复道面破损问题,避免因道路强度、质量不达标所导致的弊端问题,整体修复效果比较明显。

(三) 灌浆修复

灌浆修复的应用比较广泛,其技术原理就是以高强度膨胀水泥、环氧树脂等高性能技术为切入点,在脆化、损坏等道面中灌入,以此来填补道面孔隙,使路面基础得到有效强化,以此来提升道路自身的防水性、耐久性以及承载能力^[4]。在灌浆修复技术的应用期间,施工人员要及时清理道面裂缝,借助小型工业吸尘器吸出缝中粉尘等堵塞泥土的杂质,且保证缝中不得进水;在完成粘贴注浆咀和封闭裂缝操作后的第二天,认真做好注浆液配制工作,根据道面破损程度安排注浆操作,注意胶液要现配现用,杜绝凝胶现象,同时安排专人负责对补缝阶段的监督管控。值得注意的是,灌浆修复对操作人员的技术水平有着严格要求,需要在修复作业完成后做好检查工作,应用小型空心钻机进行跨缝取芯操作,确保道面修复质量达标。

三、民用机场水泥混凝土道面快速修复技术探讨

(一) 浅层裂缝破损修复

浅层裂缝在民用机场水泥混凝土施工期间占据重要地位,施工单位应根据浅层裂缝的类型、成因与影响程度,确定针对性的修复工艺,及时修复裂缝问题,减少对道面造成的损失。在具体的修复期间,施工人员应在最外侧裂缝边缘进行拓展处理,一般标准为10cm即可,然后应用墨斗弹出切割线,注意不得存在锐角,然后通过手工锯、混凝土锯等,沿着切割线明确区分出需要修补的区域,期间要注意切合深度要控制在5cm以上,然后借助风镐对砼道面破损区域进行破损凿除,凿除深度应超出5cm,直至裂缝破损完全凿除后,做好相应的清

理与冲洗工作,保证施工区域的整洁度。在清理完成后,应用鼓风机快速干燥道面,通过界面剂的喷涂,提升材料与道路的粘接度,然后拌制修补剂,修补时间应控制在2~3min,有序落实浇筑、振捣等作业,全过程要在5~10min内完成,若情况特殊可以适量掺入缓凝剂。针对面积>1m,深度超出15cm的裂缝,应结合实际情况加设钢筋网片,然后进行收面与拉毛作业,适当喷洒养护液,清扫道面。

(二) 脱皮起砂破损修复

针对水泥混凝土脱皮起砂破损问题的修复处理,施工人员应提前做好现场调查工作,找准需要修复的道面板块,在铣刨机的辅助应用下铣刨原道面,根据破损情况确定铣刨深度,一般情况下>2mm,具体可酌情做出相应调整,并在完成铣刨后及时清理道面杂质,将胶带粘贴在四周,启动鼓风机迅速干燥道面,同时在道面喷涂界面剂,以此保证道面与材料二者能够牢固粘接,然后进行修补料拌制操作,搅拌时间不宜过长,搅拌完成后及时在处理好的道面上摊铺材料,整个搅拌、摊铺施工过程要保证迅速计划书,整个过程要控制在5~8min^[5]。在完成以上步骤后,施工人员要及时快速地抹平操作道面,按照收面一拉面一养护液喷洒一胶带去一道面清扫等步骤,完成脱皮起砂接下来的修复操作,保证道面破损问题得到有效处理,进一步提升水泥混凝土强度,满足机场内部日常运行需要。

(三) 板角及接缝破损修复

对于板角及接缝破损问题的修复,与浅层裂缝所采用的修复工艺基本一致,需要在进入养护液喷洒工序后,全新增加切割、清缝等施工工序,并在缝隙完全干燥后进行嵌缝操作,然后根据板角及接缝的破损面积,在最外侧破损线向外拓展5cm处弹修复切割线,为接下来的修复操作提供参考。为保证道面破损修复效果,板角修补期间应根据板角开裂面积确定切开范围并做好放样工作,若原有路面板接缝处有缩缝现象存在,应涂上沥青或隔上塑料薄膜,防止新、旧混凝土相互粘接,适当设置接缝板处理涨缝问题。同时,在浇筑混凝土完全硬化后,操作切割机切出深度、宽度为4cm、3cm的接缝槽,借助压缩空气进行清风处理,及时灌入填缝材料,在确认混凝土达到相应强度需求后,方可敞开交通,减少对机场内部交通的影响。

(四) 道面板浅层坑洞修复

当表层混凝土集料中混入杂质,那么在昼夜温差较大的情况下,浅层坑洞将出现松动现象,松散颗粒就此产生,严重威胁到飞行安全,这就需要根据民用机场水泥混凝土破损实际情况,及时进行修复处理,具体可按照浅层结合式,优选磷酸盐水泥砂浆进行修复处理。从修复工艺来看,施工人员应利用钢钎来判断附近混凝土有无低沉声音范围,在无发声处的50mm处标出长、正方形区域,然后沿着区域轮廓凿出轮廓槽,对没有形成

完整面的混凝土进行清除处理，局部松动混凝土要技术刷掉，灰尘要彻底清除，做好道面板边缘固定，适量洒水保持湿润，然后排出修复区域内的多余水分，均匀涂刷水泥净浆后立即修复^[6]。在具体的修复过程中，应在修复区边角密实程度的基础上，有序安排振实作业，保证黏结性达标，加强对修复区、相邻道路平齐差的控制，最佳标准为±3mm，待表面砂浆不粘手时，方可安排刷毛作业，此时要保证修复区域表面纹理与周围纹理保持相当。

（五）整体换板修复

考虑到民用机场水泥混凝土结构的特殊性，修复作业时若存在较多的纵横裂缝时，建议采用整体换板修复方法，优选快硬硫铝酸盐水泥混凝土，为道面修复做好准备。在实际修复作业中，应在板体横峰线外向300~1000mm处确定修复区，然后对道面板进行垂直、完整的锯切，及时清理破损修复区域混凝土，布设传力杆与拉杆，将缝槽模板条贴在道面板上，然后适当开展混凝土浇筑作业，借助相应设备进行振实处理，要保证修复区域边角密实度达标，不得与周围表面出现3m以上的误差，用钢丝刷出修复区表面纹理，及时取出缝槽模板，完成缝槽清洁后进行填缝作业，以此来降低道面损坏程度，优化道面修复效果。

（六）错台修复

错台现象的存在使得道面拉杆、传力杆不能有效传递荷载，直接影响到道面的平整度，不利于飞机的正常飞行，需要合理应用补平法、凿削法进行修复处理。针对错台高差<20m的道面破损问题，建议使用凿削法来修复，利用有扁头镐杆的风镐均匀的凿出高出部分，或者应用小型刨削机刨出高处部位。当错台高差超出20mm时，施工人员应在磷酸盐水泥岩浆的应用下，有序开展顺坡修补作业。具体的操作方法为：沿着维修边缘，切割出20~30cm的缝隙，对修复区域内进行凿毛处理，修补深度要保证超出30cm，将缝槽模板条贴在修复四周表面，做好相应的清洁工作，定期洒水使修复区域及周围环境保持一定的湿润度，多余水分要及时清除，均匀涂刷水泥净浆，有序开展振捣实作业，保证密实程度达标，且修复区域周边道面误差应控制在3mm范围内，将道面破损造成的影响降到最低。

（七）拱起板体修复

胀缝设计不合理、气温过高等，都将导致道面板的胀起，需要合理应用全厚式或锯缝放平操作方式，认真做好道面破损问题的修复处理。具体来讲，当道面存在拱起现象，并且接缝处出现严重碎裂时，建议应用全厚式修复方法，应用快硬硫铝酸盐水泥混凝土，以深层剥落全厚式操作流程为标准开展修复作业；若道面拱起中板边碎裂相对较少，那么可适当切除板缝两端的拱起位置，然后对磷酸盐水泥进行浇筑处理，将填缝料灌注在胀缝处，合理控制道面胀缝问题，提高道面结构强度与

稳定性^[7]。

（八）道面修复验收检测

民用机场水泥混凝土道面修复是一项较为繁杂的任务，牵扯到多个技术领域，需要在修复作业完成后及时做好修复验收检测工作，客观反映道面修复效果，及时排除不安全、不稳定因素，最大限度保证水泥混凝土结构稳定性。在修复验收检测过程中，我们需要按照以下步骤来进行：课题研究设计与方案—现场原位测试—小规模修复施工验证—质量检验评价—优化和调整—大规模修复施工—工程质量评定及验收—交付使用。考虑到道面修复在国内外均属于个案工程，出于慎重的考虑，在整体性、大规模的修复工程开展前期，结合机场实际情况开展小规模修复施工试验，以此对道面修复效果进行验证，以此来快速实现等强修复。在小规模修复施工试验前期，应合理应用到专业施工设备，要求施工单位根据修复方案合理选择道面切割、混凝土拌制、搬运等相关设备设施，根据修复工程类别与面积，确定修复控制指标与测试方法，切实保障道面修复质量。

四、结束语

综上所述，水泥混凝土是目前民用机场的常见道路类型，具有良好的耐久性，但长期暴露在露天环境下，受到车辆荷载及自然环境影响后，道面破损问题随之而来。针对此类情况，有关部门要给予高度重视，正确意识到道面破损的危害程度，结合水泥混凝土道面破损类型与具体成因，合理选择多种破损修复技术手段，保证道面破损问题得到及时有效的处理，为飞机起飞、落地及机场运行提供保障。

参考文献

- [1]周帅. 机场水泥混凝土道面维修技术研究[J]. 城市建筑空间, 2022, 29(S2): 462-463.
- [2]李正. 机场水泥混凝土跑道道面整板更换快速修复技术研究[J]. 工程与建设, 2022, 36(03): 791-794.
- [3]王后裕, 方新宇, 刘海涛等. 纳米材料修复混凝土道面微裂缝的研究[J]. 混凝土与水泥制品, 2022(07): 20-24.
- [4]李靖. 机场水泥混凝土道面破损原因及其修复方法应用与研究——以哈尔滨国际机场飞行区道面修补工程为例[J]. 价值工程, 2022, 41(17): 124-126.
- [5]金敏. 机场水泥混凝土道面板快速整体破除施工技术[J]. 住宅与房地产, 2021(16): 210-212.
- [6]朱万红. 机场水泥混凝土道面预防性养护维修策略与施工注意事项简述[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2020(15): 72.
- [7]谌偲翔. 机场道面沥青加铺层受力特性与裂缝修复研究[D]. 东南大学, 2019.