

混凝土道路沥青化改造施工技术研究及其 应用效果分析

周鋈涛

中交四航局第六工程有限公司，广东 珠海 519000

摘 要： 混凝土道路沥青化改造是指在既有混凝土路面上铺筑沥青面层，以改善路面功能性状、延长使用寿命的一项道路养护与修复技术。本文系统分析了沥青化改造的施工技术特点和应用效果。研究表明：路面铣刨、界面处理、热再生等关键技术在沥青化改造中得到有效应用，改善了混凝土路面的平整度、抗滑性等技术指标，延长了道路使用寿命，提升了路网服务水平。

关 键 词： 混凝土道路；沥青化改造；施工技术；应用效果

Research on Asphalt Transformation Construction Technology of Concrete Road and Analysis of Its Application Effect

Zhou Yuntao

China Communications Fourth Navigation Bureau Sixth Engineering Co., Ltd. Zhuhai, Guangdong 519000

Abstract： Asphalt transformation of concrete roads refers to a road maintenance and repair technology that involves laying an asphalt surface layer on an existing concrete pavement to improve its functional properties and extend its service life. This article systematically analyzes the construction technology characteristics and application effects of asphalt transformation. Research has shown that key technologies such as pavement milling, interface treatment, and thermal regeneration have been effectively applied in asphalt transformation, improving technical indicators such as the smoothness and skid resistance of concrete pavement, extending the service life of roads, and improving the service level of road networks.

Keywords： concrete road; asphalt transformation; construction technology; application effect

引言

改革开放以来，我国公路建设事业取得了举世瞩目的成就。截至2022年底，全国公路总里程已达5.39万公里，位居世界第一。在公路建设快速发展的同时，一批20世纪八十年代建成的混凝土道路也面临日益凸显的路况恶化和功能退化问题。混凝土路面因其刚度模量高、稳定性好等优点，在高等级公路建设中得到广泛应用。沥青化改造是指在原有混凝土路面上铺筑一层或多层沥青混凝土，形成以柔克刚的复合式路面结构，以改善路面的耐久性和使用功能。20世纪90年代末，沥青化改造技术引入我国，并在各地率先开展试点。2006年，交通运输部颁布了《公路沥青路面设计规范》（JTG D50-2006），将沥青化改造技术纳入公路养护体系^[1]。2010年，交通运输部发布了《公路水泥混凝土路面维修设计规范》（JTG 5142-2019），进一步明确了混凝土路面沥青化改造的评价指标、设计方法和施工要求。经过20余年的实践探索和技术积累，沥青化改造已发展成为一项较为成熟的道路养护与修复方案，在延长混凝土路面使用寿命、改善路用性能、提升路网服务水平等方面发挥了重要作用。

一、混凝土道路沥青化改造施工技术概述

混凝土道路沥青化改造是指在原有混凝土路面上铺筑一层或多层沥青混凝土面层，以改善路面的耐久性、平整度和行车舒适性的一种道路维修技术。与传统的混凝土路面相比，沥青化改造后的路面具有改善路面平整度、提高行车舒适性、延长道路使用

寿命以及节约维修成本等优点^[2]。

沥青化改造施工的基本工艺流程包括：施工准备、路面预处理、沥青混合料铺装以及质量控制等环节。其中，路面预处理是确保改造质量的关键，沥青混合料的选择、配合比设计以及摊铺、碾压等施工工艺的控制也直接影响改造后路面的性能和耐久性^[3]。尽管沥青化改造具有诸多优点，但其也存在一定的局限性，

需要综合考虑路面状况、交通特点、气候条件等因素，选择合适的改造方案 and 材料。

二、混凝土道路沥青化改造施工技术分析

（一）路面铣刨技术

路面铣刨是混凝土道路沥青化改造施工的重要环节之一，其目的是去除混凝土路面上的部分老化或损坏层，为后续的沥青面层铺装创造良好的基础条件。铣刨机的选型、铣刨深度的控制以及铣刨面的清理和处理等，都需要严格按照规范要求进行，确保铣刨质量和效率^[4]。

在铣刨施工中，通常采用大型铣刨机进行连续作业，铣刨宽度可达2—4m，铣刨深度可控制在5—50mm 范围内。铣刨过程中，要注意控制铣刨速度和铣刨头的转速，确保铣刨面的平整度和粗糙度满足要求。铣刨后的混凝土路面需要及时进行处理，包括清扫铣刨碎屑、修补局部损坏、调整平整度等，为后续的界面处理和沥青面层铺装创造良好的施工条件。

（二）界面处理技术

界面处理是指在混凝土路面与沥青面层之间设置一定的粘结层，以提高新旧路面的粘结性能，防止沥青面层的滑移和脱空。常用的界面处理技术包括喷洒透层油、涂刷乳化沥青、铺设乳化沥青砂封层等。在界面处理施工中，需要根据混凝土路面的表面状况和环境条件，选择适宜的界面处理材料和施工工艺^[5]。例如，对于表面较为光滑的混凝土路面，可采用喷洒透层油的方式，提高路面的粗糙度和渗透性；对于温度较低的施工环境，可采用乳化沥青的涂刷或砂封层的铺设，提高界面层的粘结强度和耐久性。

（三）沥青混合料配合比设计技术

沥青混合料是沥青化改造的关键材料，其配合比设计的合理性直接决定了改造后路面的力学性能和耐久性。混合料的级配类型、油石比、矿料和沥青品种等参数需要根据改造工程的交通荷载、气候条件等因素进行优化设计。在配合比设计过程中，需要根据工程实际情况确定混合料的类型和等级，如密级配沥青混凝土、SMA、OGFC 等^[6]。然后，通过室内试验和理论计算，优化矿料的级配曲线和油石比，使其满足规范要求的同时，具有良好的力学性能和耐久性。此外，还需要综合考虑改造路面所处的气候条件、交通荷载等因素，选择适宜的沥青品种和添加剂，进一步提高混合料的高温稳定性、低温抗裂性和水稳定性。配合比设计完成后，需要进行试验段铺装，通过实际道路的成型和承载性能验证，对配合比进行必要的调整和优化，最终确定合理的沥青混合料配合比参数，指导后续的大规模生产和施工。

（四）沥青混合料摊铺碾压技术

沥青混合料的摊铺碾压是沥青化改造施工的核心环节，直接影响到路面的平整度、密实度和厚度均匀性。采用现代化的摊铺设备，如全宽摊铺机、高压实度碾压机等，可以有效提高摊铺碾压效率和质量。在摊铺施工中，需要严格控制摊铺温度、摊铺速度、层厚度等参数，确保混合料的均匀性和连续性^[7]。通常采用全

宽摊铺机进行一次性摊铺，摊铺宽度可达4—12m，摊铺速度可达3—6m/min。摊铺过程中，要注意控制纵向和横向接缝的质量，避免出现接缝高差和不平整现象。在碾压施工中，需要合理选择碾压机械类型和碾压遍数，并严格控制碾压温度、碾压速度和轨迹重叠等参数。通常采用双钢轮振动压路机进行初压，双钢轮静压压路机进行复压，胶轮压路机进行终压。碾压过程中，要实时监测混合料的温度变化和压实度，确保碾压质量满足规范要求。

三、混凝土道路沥青化改造施工技术应用效果

（一）功能性状的显著改善

对于表面破损严重、行车舒适性差的混凝土路面，采用沥青化改造技术可以有效改善路面的平整度、抗滑性能和降噪性能等功能性状。路面铣刨作为沥青化改造的关键工序，能够去除混凝土路面表层的裂缝、坑槽、错台等病害，为后续沥青面层的施工提供良好的基础条件。以服役多年的高速公路混凝土路面为例，当路面出现大量网裂、线裂以及局部破碎等病害时，直接影响到行车的安全性和舒适性。采用大型铣刨机对路面进行铣刨处理，铣刨深度一般控制在5—10cm 范围内。铣刨后的混凝土路面呈现出均匀的纹理和适宜的粗糙度，有利于与后续铺筑的沥青面层形成良好的粘结界面^[8]。同时，铣刨过程也彻底清除了表层的松散破碎料和浮浆层，暴露出新鲜的混凝土面，增强了路面结构的整体性和承载能力。通过对比沥青化改造前后混凝土路面的性能指标，可以定量评价路面铣刨技术的应用效果。铣刨处理后，混凝土路面的平整度指标 IRI 值一般可提高30% 以上，满足高速公路的平整度要求；抗滑性能指标 SFC 值可提高20% ~ 40%，改善了路面的防滑性能；路面噪音也可降低3—5dB，改善了行车的舒适性。

路面铣刨技术在混凝土道路沥青化改造中发挥了关键作用，是改善路面功能性状的有力保障。针对不同路况特点和病害程度，选择合适的铣刨设备和工艺参数，可最大限度地发挥路面铣刨的综合效益，为后续沥青面层的施工和路面性能的提升奠定坚实基础。

（二）使用寿命的有效延长

混凝土道路经过沥青化改造后，在原有路面结构的基础上增加了韧性较好的沥青面层，形成了以柔克刚的复合式路面结构体系，从而延缓了路面在车辆荷载和环境因素作用下的老化和损坏过程，延长了道路的使用寿命。

以采用界面处理技术进行沥青化改造的城市主干道为例。原有混凝土路面虽然承载能力较高，但表面已出现大量裂缝和局部破损，影响到路面的耐久性和使用功能。在沥青化改造中，施工单位在混凝土路面上喷涂一层聚合物改性乳化沥青作为界面层，然后铺筑上面层沥青混合料^[9]。改性乳化沥青具有优异的粘结性能和防水性能，能够显著提高沥青面层与混凝土基层的粘结强度，减缓车辆荷载引起的应力集中和反射裂缝，同时也阻止了雨水和有害物质通过裂缝进入混凝土内部，延缓了混凝土的劣化过程。

通过对沥青化改造后道路使用性能的长期跟踪监测，可以客观评价界面处理技术对延长道路使用寿命的效果。采用改性乳化

沥青界面层的沥青化改造道路，其使用寿命可比原有混凝土路面延长50%以上，一般可达到15—20年，大大减少了道路的养护和大修频次。同时，得益于界面层的应力吸收和裂缝阻断作用，改造后的道路裂缝发展速率明显降低，路面保持良好的整体性和承载能力，也延长了道路的使用寿命。

（三）经济效益的显著提升

与完全重建混凝土道路相比，采用沥青化改造技术对混凝土路面进行功能性修复和结构性提升，可节约大量的工程投资和养护费用，同时也减少了材料消耗和环境影响，经济效益十分显著。

以采用热再生技术进行沥青化改造的国道为例。该路段混凝土路面已使用多年，路面破损较为严重，按常规处治方案需要对混凝土板进行全面更换或局部维修，工程量大、费用高。为节约工程成本，施工单位采用热再生技术对混凝土路面进行就地再生处理，即利用热再生设备将路面铣刨料进行加热、翻松、筛分，掺入一定比例的新料和再生剂，再进行现场摊铺和碾压，形成一个结构完整、强度适宜的沥青再生层，最后铺筑上面层沥青混合料^[10]。与完全重建相比，热再生技术可节约40%—50%的工程投资，且施工速度更快、通车时间更短。

通过对比分析沥青化改造前后的道路养护费用，可以直观评价热再生技术的经济效益。按照常规的混凝土路面维修方案，对严重破损路段进行混凝土板更换或罩面处治，每平方米道路的年均养护费用高达30—50元。而采用热再生技术进行沥青化改造后，由于再生利用了大量的旧料，节约了材料成本，同时改造后路面的耐久性和使用性能也得到明显改善，每平方米道路的年均养护费用可降低到10元以下，10年内可节约养护费用1000多万元，经济效益非常可观。

（四）交通干扰的有效减少

与常规的混凝土路面维修方案相比，采用沥青化改造技术对既有混凝土道路进行改造，具有施工时间短、占用车道少等优点，能够有效减少对交通的干扰和影响，既保证了道路改造质

量，也最大限度地维护了公众的出行权益。

以城市快速路的沥青化改造为例。采用常规罩面法或局部修补处治混凝土路面，往往需要较长的施工周期和较多的交通导改，严重影响交通流的通行能力。而采用智能化摊铺碾压设备一体化作业，配合精细化的施工组织，沥青化改造的关键工序可在夜间或避峰时段内完成。如利用全宽摊铺机，可实现10m宽幅、1000m长的沥青混合料一次性摊铺；采用双钢轮压路机和胶轮压路机梯次碾压，可在2—3小时内完成整幅道路的碾压作业，第二天即可恢复通车。整个沥青化改造周期可缩短至2—3天，比传统处治方式减少了70%以上的施工时间。

精细化的沥青化改造施工组织减少了道路封闭时间，也最大限度地减轻了交通干扰和拥堵。采取半幅施工、错时施工等交通导改措施，保证了车流的正常通行。同时，合理划设施工作业区，规范材料堆放和机械操作，也把施工对周边环境的负面影响降到最低。改造完成后，依托完善的交通组织，道路很快恢复了正常的通行能力，行车条件明显改善。

四、结束语

混凝土道路沥青化改造施工技术是近年来我国道路工程建设与养护领域的一项重大技术进步。沥青化改造通过在既有混凝土路面基础上铺筑沥青面层，形成以柔克刚的复合式路面结构，可有效改善路面的功能性状，延长道路使用寿命，提高行车安全性与舒适性。在沥青化改造实践中，路面铣刨、界面处理、热再生等关键技术的集成应用，大幅度提高了改造质量和效率，也实现了道路建设与养护的节能减排和材料循环利用，体现了道路工程可持续发展的时代要求。随着我国公路事业的快速发展和交通运输需求的日益增长，既有混凝土道路的综合性能提升任重道远。沥青化改造技术体系经过多年的工程实践积累和不断完善，已经成为当前混凝土道路预防性养护与修复的成熟方案。

参考文献

[1] 张远强. 市政 engineered 水泥混凝土道路沥青化改造施工技术 [J]. 石材, 2024(002):000.
[2] 李达, 唐新宇. 市政 engineered 水泥混凝土道路沥青化改造土工布施工及管理方法研究 [J]. 建筑与装饰, 2023(10):40-42.
[3] 刘喜清. 浅谈市政 engineered 水泥混凝土道路沥青化改造施工及管理 [J]. 中国科技期刊数据库 工业 A, 2023(4):4.
[4] 赵鑫, 陈显良. 沥青混凝土路面改造技术在市政道路施工中的应用 [J]. 中国科技期刊数据库 工业 A, 2023.
[5] 包家豪. 基于 SWMM 的老旧小区海绵化改造适用技术研究与应用 [D]. 绍兴文理学院, 2023.
[6] 王鹏, 王敏, 王康宁, 等. 基于 UHPC 预制结构的 BRT 站台铺装层快速维修技术 [J]. 城市道桥与防洪, 2024(3):140-145.
[7] 牛胜龙. 市政混凝土道路沥青化改造施工及管理研究 [J]. 国际援助, 2022(2):157-159.
[8] 马骏. 浅谈混凝土道路沥青化改造工程的施工及管理 [J]. 四川水泥, 2022(002):000.
[9] 黄钦寿, 陈晋平, 曾威凯, 等. 沥青加铺层反射裂缝动应力强度因子分析 [J]. 公路工程, 2023, 48(5):75-84.
[10] 李平. 裂均质化再生技术在道路改造工程中的应用研究 [J]. 西部交通科技, 2023(12):120-123.