

公路工程施工中沥青混凝土路面施工技术研究

李飞

山东华辰路桥有限公司

摘要：在现代公路工程施工中，沥青混凝土路面的施工技术是确保道路质量与延长道路使用寿命的关键因素。本文深入探讨了沥青混凝土路面施工的各个环节，包括材料选择、混合料搅拌、运输、摊铺以及碾压过程中的技术细节。文中分析了这些环节中出现的问題，如车辙、裂缝和泛油，并讨论了这些问題对道路性能的影响。本文旨在提供一种系统的方法，通过精确的工程实践和技术应用，提高公路的施工质量和性能。

关键词：公路工程施工；沥青混凝土；路面施工技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.19.058

引言

沥青混凝土路面是现代道路建设中最常用的一种类型，其施工质量直接影响道路的使用寿命和安全性。有效的施工技术不仅可以提高路面的承载能力，还能减少日后的维护需求，从而降低长期运营成本。随着交通量的增加和车辆重量的上升，对沥青混凝土路面的施工质量要求更为严格，因此，掌握正确的施工技术对于确保道路结构的完整性和功能性至关重要。

一、沥青混凝土路面施工技术概述

沥青混凝土，作为道路铺设的主要材料，其施工技术的核心在于精确控制混合物的质量和铺设工艺。该材料由矿物骨料和沥青黏结剂组成，通过严格的比例混合，确保高稳定性和持久耐用性。施工过程包括多个关键步骤：首先是材料选择，优选骨料和沥青类型以适应特定的环境条件和交通负荷；其次是混合料的搅拌，必须在高温下进行以保证沥青的流动性和骨料的均匀涂覆；然后是混合料的运输和摊铺，运输过程中需保持一定温度避免沥青初凝，摊铺则需控制机械铺设的速度和厚度，确保路面平整；最后是碾压，分为初碾、复碾和终碾，每一步都需调整压实机械的参数，以达到设计的压实度和平整性。这些技术的合理应用直接关系到路面的使用性能和寿命，因此施工单位需严格按照工程规范执行，以确保路面质量和安全性^[1]。

二、公路工程施工过程中存在的问題分析

（一）车辙

车辙是沥青混凝土路面施工中常见的问題，主要由重载交通造成的持续压力导致路面材料变形和压实。当车辆反复沿相同轨迹行驶时，路面材料在重复的载荷作用下会逐渐发生塑性变形，导致车辙的形成。这种变形不仅会改变路面的厚度，也会直接影响到沥青混凝土的结构强度和完整性。路面一旦形成车辙，其结构受到破

坏，不仅会减少路面的使用寿命，而且会因为不平整而影响到行车的安全性。此外，车辙的存在还会影响路面的排水效能，特别是在雨季，车辙处积水会导致进一步的水损伤和沥青层的剥落。

对于路面施工而言，车辙的出现意味着需要进行返工或修补，这将显著增加工程成本和延长施工周期。在路面竣工的质量检查中，车辙是一项关键的检查指标，存在车辙的路面通常需要进行局部或全面的重铺作业。此外，车辙的存在不仅影响司机和乘客的舒适度，还会增加交通事故的风险。驾驶在车辙频发的路面，尤其是在湿滑的环境中，车辆更容易失控。冬季，车辙区域积水冻结成冰，对行人和车辆构成更大的安全威胁。因此，控制和预防车辙的形成，不仅是提高路面性能的需求，更是确保道路安全和降低维护成本的重要措施。

（二）裂缝

裂缝的出现在沥青混凝土路面施工中是一大问題，通常源于多种因素，其中材料质量不达标是主要原因之一。施工前，材料选择应符合严格的质量标准，但实际操作中往往因为成本或供应问題，使用了不符合规定的材料。这些低质量材料在承受交通载荷和环境变化时容易出现性能不稳定，进而导致路面裂缝。例如，劣质的沥青混凝土在承受车辆重压时会出现细小裂纹，这些裂纹随着时间的推移和车辆的重复行驶，逐渐扩大形成显著的裂缝。此外，施工过程中对材料的储存和处理不当也会加剧裂缝的形成，如沥青在过高或过低的温度下储存，会影响其黏结性能。

环境因素也是导致沥青混凝土路面出现裂缝的重要因素。施工区域的温差特别在季节变换时期显著，沥青混凝土对温度的敏感性高，容易在热胀冷缩的过程中产生应力，进而导致裂缝。尤其是在冬季，温度骤降使得已铺设的沥青混凝土迅速收缩，而未能有效适应这种变化的材料就会出现裂缝。这些裂缝不仅仅是表面问題，会逐渐渗透到路面更深的层次，破坏路面结构的完整性。裂缝的存在会大幅降低路面的整体性能和使用寿命，影响道路的承载能力，且对公路的日常维护工作带来额外负担。裂缝的形成不仅损害路面的美观和平整性，更严重的是，允许水和其他有害物质渗透，会加速路面的损坏过程^[2]。

（三）泛油

泛油是沥青公路施工中常见的一种问題，主要是由于沥青含量过高或施工过程中的不当操作导致沥青向路面表层渗出。这一现象不仅影响道路的外观，更重要的

是会导致行车安全问题。泛油严重的路面会降低车轮与路面的摩擦系数，特别是在雨天或者冰冻条件下，滑移和车辆失控的风险显著增加。由于沥青层面的滑腻，车辆特别是重载车辆在刹车时更容易发生滑移，这直接威胁到行车安全，会增加交通事故的发生概率。此外，泛油还会导致路面标线的覆盖，使得交通标志不明显，进一步增加了行车的危险性。

泛油的形成还与材料选择及施工技术密切相关。在沥青的选择和配比中，如果沥青的质量不符合标准或者添加剂使用不当，都会导致沥青在日后使用过程中泛出路面。这种情况通常在路面承受连续高温环境或重压的区域更为显著。长时间的泛油不仅会减少路面的抗破坏能力，还会逐渐破坏沥青混凝土的结构，减少路面的整体使用寿命。沥青的过多渗出还会影响路面下层结构的稳定性，长此以往，会导致路面整体结构发生变形，需要频繁维护和修复，增加公路的养护成本。

三、沥青混凝土路面施工技术

(一) 工程概述

某路段自1996年通车以来，全长35km，采用复合结构路面设计，由下至上分别是15cm的灰土碎石层、32cm的水泥灰土碎石层、6cm的粗粒式沥青混凝土层、5cm的中粒式沥青混凝土层及4cm的细粒式沥青混凝土层组成。这种多层复合结构旨在提高路面的承载能力和延长使用寿命，初期由于该路段较短且为高速断头路，车流量较小，路面病害发展较慢。然而，随着临近路段的全线通车，该路段的交通流量显著增加，这对路面结构造成了额外压力，导致病害的出现和发展速度明显加快。增加的交通流量带来更频繁的载重压力和机械磨损，尤其是在沥青混凝土层，这些层面需承受不断增加的动态载荷，从而加速了路面结构的磨损和劣化，尤其是在接缝和连接处的应力集中区域，最终影响了路面的整体性能和安全性^[3]。

(二) 路面材料的选择

在选择该路段的路面材料时，优先采用具有较低孔隙率和较粗糙表面的非亲水性碱性骨料，以此来提升路面的整体性能。在路面结构中，上层和下层主要采用石灰岩。这种材料因其结构紧密能够减少水分的渗透，同时也因其良好的耐磨性和抗压强度而被广泛应用于承受高负荷的道路。石灰岩的这些特性使得路面更加坚固耐用，有效防止由水分引起的损害和变形。对于道路表层，选用了玄武岩作为石碎料面层(SMA)的材料。玄武岩的粗糙表面有助于增加摩擦系数，从而显著提高道路的抗滑性能。此外，玄武岩还因其良好的化学稳定性和高耐磨性，在提高路面耐用性方面表现优异，尤其适用于承受较高交通流量和动态载荷的路段。

沥青的选择方面，特别优选了SBS改性沥青，这种沥青在提高路面的黏合性和延展性方面表现突出。SBS

(苯乙烯-丁二烯-苯乙烯)改性沥青因含有较高活性成分，能有效增强沥青与骨料间的黏接力。其高黏性特性也能显著提升沥青混合料的抗变形能力，确保在面对频繁的交通载荷和环境变化时路面的稳定性。使用这种改性沥青，能够有效防止路面裂缝和车辙的形成，同时在延长路面使用寿命方面发挥至关重要的作用。这些材料的综合应用能确保路面结构的优化，同时也能提高道路的安全性和耐用性。沥青材料碱性值如表1所示。

表1 石料的碱性值

石料种类	石灰岩	安山岩	玄武岩	片麻岩	黑色花岗岩	红色花岗岩	砂岩
碱性	0.96	0.70	0.65	0.62	0.57	0.54	0.55

(三) 混合材料的搅拌

在该路段项目中，混合料的搅拌采用间歇式搅拌机，这种设备适用于处理黏度较大的SBS改性沥青混合料。SBS改性沥青的高黏性特性要求搅拌过程中必须仔细控制，以确保沥青和骨料之间可以充分且均匀地混合。为达到这一效果，搅拌时间通常比常规沥青混合料搅拌时间延长5~10s，此举是为优化沥青与骨料的黏合效果，避免因混合不充分导致的路面性能不均匀问题。搅拌机的操作需要严格监控，确保每一批次的混合料都达到了设计的搅拌标准，这对提高最终路面的整体质量和性能至关重要。

此外，控制混合料搅拌过程中的温度也极为关键，必须保持在推荐的温度范围内。温度的稳定性对于保证SBS改性沥青的性能发挥至关重要，因此在搅拌站设置专职的温度检测人员，以监控和调整搅拌过程中的温度条件，确保其不会因为温度过高而导致沥青老化，或因温度过低而影响沥青与骨料的黏合效果。维持适宜的搅拌温度不仅有助于提高混合料的工作性，更是确保路面施工质量和延长道路使用寿命的重要措施。通过这些精细的操作和控制，可以显著提升沥青路面的施工质量，确保道路在未来的使用中展现出优良的性能^[4]。

(四) 混合料的运输工作

在该路段中，混合料的运输操作是确保施工质量的一个关键环节。从沥青混凝土拌合厂到施工现场的运输过程中，必须采取多项措施以保证混合料在运输过程中的稳定性和质量。首先，根据拌合厂的实际生产能力和施工现场的具体需求，制定合理的装车计划，确保混合料不因等待装车或运输时间过长而过度冷却。为维持混合料在运输过程中的温度和质量，施工现场应随时准备至少6辆运输车辆待命卸料，以保证材料的连续供应和施工进度效率。此外，运输车辆在装车前必须彻底清洁车厢内外，排除任何污染混合料的杂物或赃物。车厢内部应涂刷隔离液，防止高温沥青混合料在运输过程中与车厢表面发生黏结，从而确保混合料的完整性和使用效果。

针对混合料在运输过程中容易出现离析的问题，应将装载过程细分为三个阶段进行，有效减少材料的分层和成团风险。首先，装载初期应均匀快速填充底层，避免大块物料堆积；其次，在中间阶段要适度调整料斗的倾斜角度，确保混合料能均匀分布；最后阶段则缓慢填充顶层，以压实已装载的料层。装载完成后，立即使用帆布或其他保温材料紧密覆盖混合料，这一步骤至关重要，有助于保持混合料的温度，防止在运输途中温度过度损失，从而保证其在摊铺时的性能。如果在摊铺前发现混合料的温度低于160℃，或者出现离析或成团现象，必须对混合料进行重新配置，确保其质量满足施工标准。卸料后，必须及时清理运输车，去除车厢内残留的混合料，防止其硬化后与车厢永久黏结。

（五）混合料的摊铺

在该路段项目中，采用双摊铺并机施工方式，这一策略旨在提高施工效率并确保摊铺质量。为确保两台摊铺机的高度协同作业，首先必须确保两机的整体性能与规格完全相同，从而实现两幅摊铺的重叠宽度稳定维持在5~6cm之间。此外，上下层的搭接错开距离需控制不小于20cm，以保障层间的结合质量。同时，两台摊铺机之间的前后距离也应严格控制，这有助于确保摊铺操作的连续性和均匀性。为进一步提升摊铺质量，摊铺前还需对熨平板进行细致的调整，这包括熨平板的拱度和高度，确保其能够精准适应特定的道路形态和设计要求。此外，熨平板的预热处理不可忽视，必须确保其表面温度能够达到或超过130℃。这是因为高温熨平板能够有效保证沥青混合料在摊铺过程中的良好黏合，避免因温度不足造成的摊铺不均或黏结不牢固。

在道路施工的进一步操作中，进行下承层的质量检查是必不可少的步骤。只有当确认下承层完全符合质量标准之后，才能开始上层的摊铺工作。这一阶段中，混合料的温度必须保持在160℃以上，以确保其良好的流动性和最终路面的结构质量。同时，摊铺机的速度控制也显得尤为关键，需要精确地设定在每分钟2~3m之间，这样的速度既可以确保与供料车和碾压机之间速度的协调一致，又可以避免因速度不匹配而引起的供料间断或过量问题。整个摊铺过程中，还必须确保摊铺机操作的连续性，避免不必要的掉头、加速或减速行为，这有助于维护摊铺的均匀性。此外，确保摊铺机与运输车之间保持大约20cm的安全距离，以防止任何碰撞事件发生。所有这些细节的精细管理，不仅能提高施工效率，还对保障道路摊铺的均匀性和整体施工质量有着直接和积极的影响。

（六）混合料的碾压

在开始混合料的碾压工作之前，工程团队必须依据

建筑材料的质量标准，对已摊铺的沥青混合料进行严格的厚度和质量检查。这包括测量沥青层的均匀性和厚度是否符合设计要求。若发现任何部分的沥青混合料未能达到预定的规格，必须立即采用人工修补方法进行调整，以确保每一部分的施工都符合质量标准。此外，通过在指定的试验段执行碾压操作，工程团队可以评估不同的压实参数和方法，以确定最佳的压实方法。这一步骤至关重要，直接影响到碾压效果的优劣和最终的道路使用寿命。在实际碾压过程中，压路机需要在完成一定行驶距离后进行折回操作，这样做的目的是确保每次折回的终止点不在同一断面上，避免在同一区域重复压实，从而防止因重复作业引起的压实非均匀问题。

在碾压施工中对操作细节的管理需高度重视。为防止压路机轮胎黏附沥青混合料，必须使用无杂质的清洁饮用水作为隔离剂，并结合胶轮压路机在施工时喷洒肥皂水，以进一步防止粘轮问题。碾压压路机的速度控制也极为重要，应保持缓慢且一致的速度行驶，以确保沥青混合料得到均匀有效的压实。严禁在碾压过程中急加速或掉头，这些行为会破坏已经形成的压实层，并影响路面的整体质量。此外，应定期对碾压设备进行维护和检验，确保其良好的工作状态，并始终保持驱动轮朝向摊铺机的操作原则，从而优化压实效果，提升路面使用寿命和安全性。

四、结语

总而言之，公路工程中沥青混凝土路面的施工技术是确保道路质量和延长使用寿命的关键。从材料的选择到混合料的搅拌，再到运输和摊铺，每一步都需精确执行以避免常见问题如车辙、裂缝和泛油。特别是在碾压阶段，控制施工细节对于实现均匀且持久的路面结构尤为重要。通过这些技术的应用，可以显著提高公路的性能，同时降低维护成本，确保道路安全与经济效益的双重优势。因此，持续优化这些施工技术是提升公路工程质量的有效途径。

参考文献

- [1] 张丽君. 沥青混凝土施工技术在高速公路路面施工中的应用[J]. 交通世界, 2023, (17): 70-72.
- [2] 傅华卿. 公路SBS改性沥青混凝土面层施工技术研究[J]. 广东建材, 2023, 39(06): 84-86.
- [3] 马孝朋. 公路工程施工中沥青混凝土路面施工技术[J]. 工程建设与设计, 2023, (13): 232-234.
- [4] 罗晓生. 公路工程施工中沥青混凝土路面施工技术研讨[J]. 工程建设与设计, 2023, (11): 161-163.
- [5] 吕小艳, 周刚. 公路工程施工中沥青混凝土路面施工技术[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023, (12): 98-100.