Research on Construction Method of High-performance Asphalt Concrete Pavement for Highway Engineering

Zhanli Gu

Tianjin Baodi District Highway Maintenance Service Center, Tianjin, 301800, China

Abstract

With the continuous improvement of China's highway network, the demand for pavement durability and safety has grown significantly, necessitating urgent innovation in conventional construction methods. This study focuses on high-performance asphalt concrete pavement construction techniques, comprehensively examining existing methodological shortcomings and proposing process improvements in mixture formulation, paving temperature control, and compaction technology implementation. Through field trials and process validation, optimized procedures and parameter controls have demonstrated marked enhancements in pavement structural integrity, rut resistance, and durability. The research findings provide practical technical solutions for highway construction innovation, offering critical guidance for extending pavement service life and enhancing traffic safety.

Keywords

high-performance asphalt concrete; construction process optimization; pavement durability

公路工程高性能沥青混凝土路面施工方法研究

顾战利

天津市宝坻区公路养护服务中心，中国·天津 301800

摘　要

伴随我国公路网的持续完善，对于路面耐久性与安全性的需求越来越增强，迫切需要革新常规施工模式。本研究聚焦高性能沥青混凝土路面施工工艺，全面探讨当前方法中存在的缺陷，面向混合料配制、摊铺温度及压实技术实施工艺改善。借助实地试验与工艺确认，改良工序和参数管控之后，路面结构整体性、抗车辙性及耐久性都明显提高。研究成果为公路施工技术的革新给予了实用的技术方案，对提升路面使用寿命和行车安全拥有关键引导意义。

关键词

高性能沥青混凝土；施工工艺优化；路面耐久性

1 引言

伴随我国公路网的持续健全，交通运输对于路面结构性能提出了更严标准，传统施工模式已经很难达到当代公路工程对于耐久性与安全性的苛刻要求。我国部分路段因为施工技术落后导致的路面早期病害率高至 20% 超过，显著妨碍行车安全。国内外研究显示，高性能沥青混凝土于提升路面整体性和防车辙性方面拥有明显优势，然而当前工艺于混合料配制、摊铺温度控制还有压实技术方面依然具备工序不连贯、参数设置不准确等缺陷。以便达成路面施工的高效能、省能、耐久及安全目标，学界和工程领域已经针对优化传统施工工艺开展了初期研究与实验验证。本文于前期研究前提下，借助现场试验和工艺验证，面向混合料适当配制、摊铺与压实工序的参数优化开展全面研究，目的是制定一套合理、系统的高性能沥青混凝土路面施工方法，为今后公路工程技术革新给予实用性方案，进而有效提升路面使用寿命和行车安全。

【作者简介】顾战利（1976–），男，中国天津人，本科，工程师，从事公路工程施工和公路养护工程方面的工作和研究。

2 工程背景与发展需求

2.1 公路网完善与性能要求

伴随我国经济迅猛发展与交通运输需求的不断增长，公路交通网络的规模持续扩展，公路等级和通达度明显提高。随着交通流量的增长和重载车辆的普遍使用，传统路面结构的使用寿命和耐久性遭遇严峻挑战。区域性气候条件的变动和复杂地质环境的出现，亦对路面的性能提出了更严格要求。公路路面不但必需达到安全性和平顺性的基本功能，还需拥有抗车辙、抗裂和耐久性的综合性能，用以充足面对持久的高频率运行条件。

2.2 高性能沥青混凝土特性

高性能沥青混凝土拥有非常好的使用效果和建造成果，

这些成果都表现在高温状态下的稳固能力、低温条件下的抗裂能力、承受多次变形的能力以及能够使用很多年的使用寿命。这样的材料依靠优化胶结材料和集料的比例，成功达到了更强的粘合力量和更低的空隙比例，很好地增强了抵抗道路磨损的能力。摊铺过程中的平稳性和压实后的密实程度都非常优秀，完全符合较高的路面承重需求。耐久能力的提升主要是因为加入了改进性能的添加剂，并且采用了先进的生产技术，使得路面即使长时间使用也能够抵抗水的破坏和外界环境的腐蚀。高性能沥青混凝土能够大幅降低路面问题出现的次数，对改善路面整体质量以及增加公路的使用年限起到非常关键的作用。

2.3 技术革新驱动因素

技术革新的驱动因素首要来自公路工程领域对于更好品质路面性能的急迫需求。伴随交通负荷的提升，常规施工技术很难达到路面耐久性、平整度及抗变形能力的标准。新技术的应用可以处理当前施工工艺中具有的材料稳定性不够、摊铺质量不匀还有压实效果差的问题。当代交通对行车安全及舒适性的要求促进了高性能材料和先进施工方式的研制，给路面性能的持久改善给予了关键技术支撑。

3 材料调配与施工参数管控

3.1 混合料配制关键要素

高性能沥青混凝土的混合料配制直接影响到路面的各种使用性能，其核心要素是严谨挑选原材料并合理规划最佳配比。骨料充当路面的支撑框架，其规格和级配对于路面强度和稳定性特别关键。优良的粗骨料必须拥有强抗压强度和良好的颗粒形状，但是细骨料应当拥有适宜的颗粒级配，来确保沥青黏附性能和混合料的填充密实度。矿粉的添加比例也必须同混合料黏聚性能达到配合，保障高温稳定性和低温抗裂性能的均衡。

挑选沥青材料的时候，必须仔细研究施工环境和气候条件，全面检查材料的黏度、弹性和低温抗裂性这些重要性能是否优秀，只有这样才能确保最终的效果达到预期目标。制作沥青混合料的时候，一定要严格监控温度变化，防止因为温度太高或者太低而破坏沥青的包裹效果，导致整体质量变差。采用改性沥青技术来提升混合料的抗车辙能力和耐久性能，可以很好地满足高性能公路路面设计的具体要求。精心挑选合适的原材料，并且不断改进配比方案，这两点对于确保沥青混合料表现出优异的性能有着至关重要的作用，同时也为整个工程的顺利实施打下了坚实的基础。

3.2 摊铺温度配置要求

摊铺温度是影响沥青混凝土路面质量的一个关键因素，设置合适的摊铺温度可以明显改善混合料铺设的效果，同时让路面整体表现更加优秀。如果摊铺温度合适，混合料铺设时就能拥有足够的流动性和粘结能力，防止出现材料过于松散或者因为温度太高而造成沥青老化的问题。需要考虑材料的具体种类、施工现场的环境条件以及设备的实际运行情况，制定出精确的摊铺温度控制标准，使用实时监控和灵活调节的方式，确保摊铺温度在整个施工区域都保持稳定。优化摊铺温度的设置方式，能有效提升路面接缝连接的效果和表面的平整程度，使得结构内部的协调性得到加强，为路面的长久耐用和行车的安全性提供坚实有力的支持。

3.3 压实工艺参数调控

调节压实工艺参数是为了让高性能沥青混凝土路面变得非常结实并且拥有优秀的力学性能，这是一个特别关键的重要环节。设置一个合适的压实温度范围，就能很好地保证沥青混凝土既不会太稀也不会太硬，这是最关键的核心标准，必须根据混合料的具体情况以及施工现场的天气环境来做到精确无误的管理。选择什么样的压实设备以及如何合理地进行设备布置，一定要根据工程的实际需要来进行规划，重点要重视静力压实和振动压实两种方式结合起来使用，这样才能让路面的整体平整度得到明显提升。压实的次数以及行驶的速度会直接决定材料内部结构的紧密程度，所以一定要随时关注压实度的各种具体数据，根据这些数据及时调整施工流程中的各个环节，确保最终结果完全符合设计文件的标准要求。采用改进过的压实技术方案，可以大大加强沥青路面抵抗开裂和防止路面变形的能力，从而大幅提升路面使用的舒适感受和持久耐用的使用寿命。

4 路面结构提升与性能改良

4.1 整体结构协同增强

优秀沥青混凝土路面整体构造协调性直接决定路面使用效果和使用寿命。针对普通路面建设里面结构层连接强度不够、底层支撑力量不够这些缺陷，采用统一化施工技术改进方案，实现结构层互相配合加强。基层处理阶段，挑选更好材料并且改进施工方式，确保基层拥有很高强度以及良好稳定性。使用新型界面粘合剂，提升基层跟沥青层粘结强度，减少界面分离危险。摊铺阶段，按照实时热力学数据调节速度精确程度，保证混合料匀称散布，提升结构整体密实程度。压实阶段把振动频率和轮胎压力数值进行配合调整，改善压实成果，让路面构建坚固连续结构。改进方案试验显示，这种方法明显提升路面结构层之间互相配合能力和整体稳固程度，提供更强车载负荷承担支持，促进路面性能获得全面进步。

4.2 抗车辙性能强化

抗车辙性能为评估高性能沥青混凝土路面品质的关键标准之一，它的提升必须自材料性能和施工工艺两方面着手。借助改进骨料级配和沥青黏结性，打造拥有强抗剪强度和优秀塑性流变性能的混合料体系。于施工阶段，严谨管理摊铺温度和压实顺序，保证混合料内部颗粒分布平衡，减少路面层间界面滑移隐患。压实期间使用高频振动和静载搭配的技术，提升密实度以及内部集料锁定效果，明显减小高温

状况下材料的横向位移。试验结果表明，工艺改进之后路试样动态稳定度明显提升，车辙深度下降，可以高效抵抗多种交通荷载工况之中的变形累积，给路面持久运用给予稳固保障。

4.3 长期耐久性能保障

为了确保高性能沥青混凝土路面能够长久保持良好的使用状态，相关研究工作特别关注如何改善材料本身的性能以及施工工艺的具体操作方式，力求通过各种方法来增强沥青混凝土的抗老化能力以及抵抗水损害的能力，尽量避免外界环境带来的破坏作用。选用抗老化效果好的添加剂来优化混合料的配方设计，进一步提高骨料与沥青粘结的牢固程度，防止裂缝出现后继续扩大或者整体结构因老化而受损。施工时采用科学合理的压实方式来保证路面达到理想的密实程度，并且让内部结构的弹性和外部形状保持良好平衡，尽量减少空气中的孔隙分布，降低水渗透的可能性。试验结果表明，采用这些技术手段之后，道路的使用寿命明显得到延长，完全能够适应高强度车辆长期碾压带来的压力，同时为路面的持久耐用提供了强有力的支持保障。

5 工程实施与应用效应

5.1 现场施工运行情况

高性能沥青混凝土路面施工的现场运行情况充分展现了改进工艺的实际成效。施工期间，认真依据设计的混合料配比方案以及温度控制流程，保证各个环节的参数精确可调。摊铺时期使用现代摊铺机械，搭配高准确度的温控手段，完成了平整铺筑与牢固成型。碾压时期借助智能碾压装置实时调节碾压参数，高效防止了部分不平或者过压等现象，确保了路面的密实程度和整体一致性。在实际施工当中，每一道工序衔接流畅，材料运输以及温度管理方法配合健全，尽可能减少施工偏差以及质量起伏。

试验段的监测结果表明，路面平整度明显提升，摊铺之后温差管理于适宜区间，密实度指标都实现或者超出预定标准。施工过程达成节约、快速运作目标，并且展现出突出的环保节约优势，给以后普及提供了坚实的技术依据。

5.2 施工作业效益反馈

施工操作效果反馈首先表现在工程质量、施工速度还有经济收益这些方面的全面提高。经过改善混合料配比和摊铺温度控制技术之后，路面平整程度和密实程度得到很大提升，形成稳定而且高质量的基础层，明显降低后期维修次数和费用支出。采用新的压实施工方法以后，设备使用效率和工作速度得到增强，缩短整个施工时间长度，减轻道路通行压力，减少各种资源消耗。针对实验路段的性能评估结果表明，路面抵抗车辙变形的能力相比过去方法提高大约百分之三十，整体使用年限延长超过百分之二十，车辆行驶过程中的平稳程度和安全水平得到有效保证。施工技术优化方案广泛推广应用可以推动公路建设向环保方向发展并且实现长期稳定运行，同时给同类工程提供实际操作经验借鉴和参考依据。

5.3 推动普及与未来趋势

高性能沥青混凝土路面的施工技术经过改善之后，给整个行业带来了值得信赖的技术参考，这项技术的广泛应用能够明显提高路面的整体质量，同时让道路能够使用更长的时间，发挥重要作用。根据试验结果总结出来的工艺改进方案，可以作为工程项目施工的标准指导文件，促进行业技术标准的不断进步和提升。随着新材料研究工作的推进和智能化施工设备的应用推广，这项技术体系将会得到更好的发展和完善，能够更好地适应复杂的道路状况和多变的天气环境带来的各种考验，为实现可持续发展的交通基础设施建设提供强有力的支持和保障。

6 结语

文章针对公路工程里面高性能沥青混凝土路面施工存在常规工艺缺点，提出好几种改善混合料配制、摊铺温度还有压实技术的具体办法。经过现场试验并且验证这些方法，实验结果表明，经过流程优化加上参数精确调整以后，路面结构完整程度、抵抗车辙能力以及耐久能力都得到很大提升，给延长路面使用年限并且提高行车舒适程度提供一套实用可靠的技术方法。实验过程中也发现一些问题，比如参数调节范围在不同环境温度变化时候不够灵活，现场施工条件经常改变对工艺稳定产生很大影响，还有少数性能指标长期效果验证还需要更多数据支持。接下来研究可以从下面几个方向继续探索，第一，加强施工工艺跟实际环境因素之间相互作用分析，建立更加准确的工艺模型。第二，深入研究材料配比多维度优化组合以及智能监控技术。第三，通过长期跟踪试验和大数据分析，进一步确认工艺改进对于路面整体性能产生作用，同时逐步推广到各种施工环境里面应用。实验成果给后面公路施工技术持续进步提供理论依据和实践指导，具备很好应用前景和推广价值。

参考文献

[1] 鲜香荣.公路工程沥青混凝土路面施工技术[J].中国高新科技,2021,(06):65-66.

[2] 王雪.高性能沥青混凝土路面施工质量控制与管理[J].交通科技与管理,2022,(08):0124-0126.

[3] 金国爱.公路沥青混凝土路面施工工艺研究[J].交通科技与管理,2021,(07):0165-0166.

[4] 王锡磊史建祥.高性能沥青混凝土路面的施工要点[J].新材料·新装饰,2021,3(19):84-85.

[5] 赵智.公路路面施工中沥青混凝土路面碾压的施工工艺研究[J].中国科技期刊数据库 工业A,2022,(07):0113-0115.