

新型沥青混凝土在高速公路路面施工中的应用效果分析

龙召锡¹ 丁苏威¹ 戚芙苗^{1,2}

1.浙江交工集团股份有限公司 浙江 杭州 310000

2.浙江浙东捷通路桥建设有限公司 浙江 宁波 315100

【摘要】：随着高速公路建设规模的不断扩大和交通荷载的日益加重，传统沥青混凝土路面存在着抗车辙、抗水损害、耐久性不足等许多问题，严重地影响了道路的使用寿命以及通行质量。新型沥青混凝土利用材料组分改善、改性技术升级等途径，在性能上实现了对传统材料的超越。本文以新型沥青混凝土为研究对象，系统分析其材料特性与技术优势，结合实际工程案例探讨其应用效果，并提出针对性的质量控制措施，旨在为新型沥青混凝土在高速公路建设中的推广应用提供理论参考和实践指导。

【关键词】：新型沥青混凝土；高速公路；路面施工；应用效果；质量控制

DOI:10.12417/2811-0528.26.06.068

1 引言

高速公路是交通运输体系中不可缺少的重要组成，担负着区域间人员、物资快速流通的功能，路面质量直接影响通行效率、行车安全和运输成本^[1]。近些年来，伴随着我国经济的迅猛发展，高速公路的交通流量不断攀升，重载、超载车辆所占比例持续增大，而且极端气候事件频发，传统沥青混凝土路面在长期使用中容易产生车辙、开裂、水损害、剥落等早期病害，这既加大了道路养护的成本，又给行车安全带来了极大的隐患^[2]。

2 新型沥青混凝土的应用优势

2.1 核心技术特性

(1) 高温稳定性：高温稳定性是沥青混凝土路面抵抗车辙病害的重要性能指标，新型沥青混凝土由于材料组成上的改善，在高温稳定性方面具有明显的优势^[3]。室内试验结果表明，新型沥青混凝土的动态稳定度(DS)普遍大于3000次/mm，部分高性能新型沥青混凝土的动态稳定度可以达到5000次/mm以上，传统沥青混凝土的动态稳定度一般在1000~2000次/mm之间。性能提高主要是由于改性沥青软化点高、骨架密实型级配良好的承载能力，可以有效地抵抗高温下车辆荷载产生的塑性变形，减少车辙病害的发生。

(2) 低温抗裂性：低温抗裂性是沥青混凝土路面适应寒冷地区气候条件的重要性能，新型沥青混凝土通过改善沥青的低温柔韧性、混合料的黏结性，大大提高了低温抗裂性。试验结果表明，新型沥青混凝土在-10℃时的低温弯曲应变可以大于3000 $\mu\epsilon$ ，传统沥青混凝土的低温弯曲应变一般在2000 $\mu\epsilon$ 左右。新型沥青混凝土路面在冬季低温环境下不容易产生横向裂缝、纵向裂缝，可以较好地适应温度变化所引起的收缩应

力，从而延长路面的使用寿命。

(3) 水稳定性：水稳定性是沥青混凝土路面抵抗水损害的重要性能，新型沥青混凝土掺入抗剥落剂，改善沥青与骨料的粘结性，提高了水稳定性。用冻融劈裂试验来评价混合料的水稳定性，新型沥青混凝土的冻融劈裂强度比(TSR)可以达到85%以上，远大于规范要求的70%，传统沥青混凝土的冻融劈裂强度比一般在70%~80%之间。因此新型沥青混凝土路面在雨天或者潮湿环境下不容易产生剥落、松散等水损害病害，结构完整性及承载能力较好。

(4) 耐久性：耐久性是评价沥青混凝土路面使用寿命好坏的重要指标，新型沥青混凝土由于材料组成优化和外加剂掺加，在抗老化、抗疲劳等方面有较好的性能。经过老化试验之后，新型沥青混凝土的质量损失率控制在1%以内，劈裂强度损失率小于10%，而传统沥青混凝土的质量损失率和劈裂强度损失率分别可以达到2%和15%。新型沥青混凝土的疲劳寿命(10^6 次)对应的劈裂应力比可达0.7以上，可以很好地抵抗车辆荷载的反复作用，减少疲劳裂缝的产生，提高路面的服役年限。

2.2 与传统沥青混凝土的性能对比

新型沥青混凝土与传统沥青混凝土的核心性能指标对比见表1。从表中可以看出新型沥青混凝土的高温稳定性、低温抗裂性、水稳定性、耐久性等各项主要性能指标都比传统沥青混凝土要好。其中动态稳定度提高1~2倍，低温弯曲应变提高50%以上，冻融劈裂强度比提高10%~20%，疲劳寿命延长1.5~2倍。因此新型沥青混凝土在承受重载、应对多变气候条件方面具有更好的性能，能够减少早期病害的发生，降低养护成本。

表1 新型沥青混凝土与传统沥青混凝土性能对比

性能指标	新型沥青混凝土	传统沥青混凝土	提升幅度
动态稳定度(次/mm)	≥3000	1000~2000	1~2倍
低温弯曲应变(-10℃, $\mu\epsilon$)	≥3000	≈2000	≥50%
冻融劈裂强度比(%)	≥85	70~80	10%~20%
疲劳寿命(10 ⁶ 次)	≥1.5	≈1.0	50%~100%
使用寿命(年)	15~20	8~12	75%~150%

3 新型沥青混凝土在高速公路路面施工中的应用效果分析

3.1 工程概况

本文以某高速公路改扩建工程为研究对象,该工程全长80km,设计时速120km/h,路面结构为4cm 新型沥青混凝土上面层+6cm 中粒式沥青混凝土中面层+8cm 粗粒式沥青混凝土下面层+36cm 水泥稳定碎石基层+20cm 水泥稳定土底基层。其中新型沥青混凝土上面层用 SBS 改性沥青混凝土,配合比为:沥青含量 5.2%,骨料级配为 AC-13C,外加剂为聚酯纤维(掺量 0.3%)和抗车辙剂(掺量 3%)。该工程于 2020 年 6 月开工,2020 年 10 月竣工通车,通车后对路面进行了 3 年长期性能监测,监测指标有路面平整度、压实度、抗滑性能、车辙深度、裂缝状况等。

3.2 施工质量检测结果

(1) 压实度检测:采用钻芯取样法对新型沥青混凝土上面层的压实度进行检测,共检测 200 个点位,检测结果表明,压实度平均值为 97.5%,标准差为 0.8%,压实度合格率为 100%,均满足规范要求的压实度不小于 96%的标准。新型沥青混凝土路面压实度比传统沥青混凝土路面更均匀,波动范围更小,主要是由于其良好的工作性、压实性。

(2) 平整度检测:用连续式平整度仪检测路面平整度,检测速度为 50km/h,检测长度为 80km,检测结果路面国际平整度指数(IRI)平均值为 1.2m/km,标准差为 0.15m/km,平整度合格率为 100%,IRI≤1.0m/km 路段占比达到 85%以上。由此可以看出新型沥青混凝土路面平整度好,可以给车辆行驶提供良好的舒适性。

(3) 抗滑性能检测:用摆式仪和铺砂法检测路面抗滑性

能,路面摆值(BPN)平均值为 58,构造深度(TD)平均值为 0.85mm,均满足规范要求的摆值≥45、构造深度≥0.55mm 的标准。新型沥青混凝土路面抗滑性能好,雨天行车安全有保障,水漂、侧滑事故少。

3.3 长期性能监测结果

(1) 车辙深度监测:通车后每年监测路面车辙深度,从通车 1 年到通车 3 年,路面车辙深度平均值分别为 2.1mm、2.8mm、3.5mm,均小于规范规定的车辙深度限值(10mm)。新型沥青混凝土路面车辙发展速度比传统沥青混凝土路面慢很多,3 年车辙深度只有传统路面的 1/3 左右,说明新型沥青混凝土路面高温稳定性好,能有效抵抗车辆荷载产生的塑性变形。

(2) 裂缝状况监测:通过目视检查和裂缝宽度尺监测路面裂缝情况,通车三年后路面只出现少量细小横向裂缝,裂缝总长度 8.2km,占总里程的 10.25%,裂缝宽度均小于 0.5mm,没有纵向裂缝和网状裂缝。传统沥青混凝土路面通车 3 年后裂缝总长度一般超过 20km,裂缝宽度大于 1mm 的占到 30%以上,说明新型沥青混凝土路面低温抗裂性好、耐久性好,可以较好地适应温度变化和车辆荷载的反复作用。

(3) 抗水损害性能监测:用路面有无剥落、松散等水损害病害及渗水系数检测结果评价路面的抗水损害能力。监测结果表明,通车三年后路面无明显剥落、松散现象,路面渗水系数平均值为 85ml/min,远小于规范允许的渗水系数限值(300ml/min),说明新型沥青混凝土路面具有良好的水稳定性,能有效抵御水损害。

3.4 应用效果综合评价

根据施工质量检测、长期性能监测的结果,对新型沥青混凝土在该高速公路路面施工中的应用效果做综合评价。从技术性能上来说,新型沥青混凝土路面压实度、平整度、抗滑性能等施工质量指标都符合规范要求,并且长期性能表现良好,车辙深度、裂缝状况等指标比传统沥青混凝土路面好很多,可以有效地减少早期病害的发生,延长路面的使用寿命。

从经济性能上看,新型沥青混凝土的原材料费用和施工费用比传统沥青混凝土要高出 20%到 30%,但是其使用寿命可以延长 5 年到 8 年,并且养护费用也大大降低,所以综合经济效益显著。经计算,采用新型沥青混凝土路面后,该工程年均综合成本(建设成本+养护成本)比传统沥青混凝土路面降低 15%~20%,具有较好的经济价值。

社会效益上,新型沥青混凝土路面平整度、抗滑性能好,可以提高车辆行驶的舒适性、安全性,减少交通事故的发生;

耐久性提高,路面大修、改造的次数减少,施工对交通通行的影响降低,养护过程中产生的废弃物、环境污染减少,具有明显社会效益。

4 新型沥青混凝土路面施工的质量控制措施

4.1 原材料质量控制

原材料质量是保证新型沥青混凝土路面质量的基础,应该建立严格的原材料质量控制体系。首先要选择信誉好、质量稳定的原材料供应商,对供应商的资质进行审核,实地考察,保证原材料供应能力及质量水平。其次要制定详细的原材料检验标准和检验程序,对每一批进场的原材料进行严格检验,检验合格后才能进场使用。对沥青混合料主要检测针入度、软化点、延度、闪点、溶解度等指标,对骨料主要检测压碎值、磨耗率、洛杉矶磨耗损失、含泥量、针片状颗粒含量等指标,对外加剂主要检测相容性、改性效果等指标,保证原材料质量符合设计要求。

4.2 施工过程质量控制

施工过程质量控制是保证新型沥青混凝土路面施工质量的重要环节,要建立全过程、全方位的质量控制体系。施工前应对施工人员进行技术培训和安全教育,使施工人员熟悉新型沥青混凝土的施工工艺、技术要求、质量标准,掌握关键工序的操作要点。同时要制定详细的施工组织设计和施工方案,确定施工流程、施工方法、质量控制要点和安全保障措施,报监理单位审批后实施。

参考文献:

- [1] 罗成.公路工程施工中的沥青混凝土公路施工技术[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(16):175-177.
- [2] 黄夏南.沥青混凝土公路路面裂缝修复施工技术研究[J].散装水泥,2025,(01):127-129.
- [3] 王晓,殷庆军.高性能沥青混凝土在交通公路施工中的应用与质量控制[J].智慧中国,2025,(02):28-29.

施工过程中要加强对关键工序的质量控制,设置质量控制点,安排专人进行现场监督、检查。拌和工序要实时监测拌和温度、拌和时间、混合料状态,定期对混合料进行抽样检验;运输工序要检查运输车辆保温措施、运输时间、混合料温度,防止混合料离析、温度下降过快;摊铺工序要控制摊铺温度、摊铺速度、摊铺厚度和平整度,及时处理摊铺过程中出现的问题;压实工序要控制压实机械组合、压实顺序、压实遍数和压实温度,保证压实度满足要求。

4.3 施工后质量验收与养护

施工后质量验收是对新型沥青混凝土路面施工质量最后检验,必须严格按照规范要求进行。验收内容包括路面压实度、平整度、抗滑性能、厚度、高程、横坡等外观和内在质量指标,验收方法采用现场检测和实验室检验相结合的方式。现场检测项目应按照规范要求的检测频率、检测方法进行检测,检测结果应符合规范要求;实验室检验项目应对抽取的样品做马歇尔试验、抽提试验、筛分试验等,检验混合料的质量指标。

5 结论

因此新型沥青混凝土在高温稳定性、低温抗裂性、水稳定性、耐久性等各方面都表现出优异的性能,动态稳定度、低温弯曲应变、冻融劈裂强度比、疲劳寿命等关键指标均明显优于传统沥青混凝土,可以更好地适应高速公路繁重的交通荷载和复杂的气候条件。