

市政道路工程中新型材料的选用与技术研究

邹仪岚

甘肃大禹节水集团水利水电工程有限公司枞阳分公司 安徽铜陵 244100

【摘要】市政道路工程对材料性能要求不断提升,开展新型材料选用标准和应用技术研究具有重要意义。针对改性沥青混合料、大掺量矿渣混凝土、纳米改性材料等新型道路材料,通过室内试验和现场验证,系统研究了材料力学性能、耐久性及施工工艺特点。研究表明,不同新型材料具有各自适用条件和技术特性,建立了基于性能指标的材料选用方法,形成了相应的施工技术要求和质量控制标准。研究成果可为市政道路工程新型材料的科学选用和规范应用提供技术支撑。

【关键词】市政道路工程;新型材料;材料选用;施工技术;性能评价

引言:

市政道路工程面临交通荷载增大、气候条件复杂、环保要求提高等多重挑战,传统道路材料性能单一、施工工艺落后,难以满足工程建设需求。近年来,国内外道路工程领域开发了多种新型材料,但由于缺乏系统的选用标准和应用技术指南,工程应用中存在材料选择不当、施工质量控制不足等问题。因此,开展新型道路材料的选用与技术研究,对于提升市政道路工程质量具有重要的现实意义。

1 市政道路工程新型材料分析

1.1 新型材料类型及特点

市政道路工程中应用的新型材料主要包括改性沥青材料、特种混凝土材料和功能性路面材料三大类。改性沥青材料以SBS改性沥青为代表,通过高分子材料改性提升了沥青混合料的高温稳定性和低温抗裂性。实验研究表明,SBS改性沥青具有较高的软化点和较低的延度,其动态稳定度可达5000次/mm以上。高模量沥青混合料采用硬质沥青和矿料骨架嵌挤结构,显著提升了路面抗变形能力和使用寿命。特种混凝土材料方面,透水性混凝土采用单一粒径集料配制,孔隙率可达15%-25%,具有良好的排水和降噪功能^[1]。大掺量矿渣混凝土通过优化配合比设计,实现了废弃物资源化利用,28天抗压强度可达45MPa以上。功能性路面材料包括彩色防滑材料、降噪材料等,彩色防滑材料采用环氧树脂基体和高强骨料,摩擦系数可达0.65以上,有效提升了路面行车安全性。

1.2 材料性能要求与适用性评价

新型道路材料性能要求主要涉及力学性能、耐久性能和功能性能三个方面。力学性能方面,路面材料需具备足够的强度和稳定性,以承受车辆荷载作用。实验研究表明,改性沥青混合料的马歇尔稳定度应达到8kN以上,动态稳定

度不低于3000次/mm。特种混凝土抗压强度等级应满足设计要求,且抗折强度不低于5MPa。耐久性能涉及材料的抗老化性、抗疲劳性和抗温度开裂性能,改性沥青材料残留稳定度应大于85%,特种混凝土的抗冻融性能应达到设计等级要求。通过建立完整的性能指标体系,为材料选用提供科学依据。功能性路面材料性能评价还需关注使用寿命和耐候性指标。抗紫外线性能通过xenon老化试验评价,1000h后材料性能衰减应低于10%。粘结强度应不小于2.0MPa,确保与基层结合牢固。在寒冷地区使用时,尚需考虑除冰盐侵蚀影响,材料48h浸泡除冰盐溶液后,粘结强度保持率应不低于85%。通过建立完整的性能评价指标体系,为材料选用提供更全面的技术支持。工程适用性评价需综合考虑气候环境条件、交通荷载特征和施工工艺要求等因素^[2]。气候环境方面,改性沥青材料在高温地区应重点考察高温稳定性,严寒地区应关注低温抗裂性能。实验数据显示,SBS改性沥青在-10℃下的延度应大于30cm,软化点应高于70℃。交通荷载特征决定了材料的强度要求,重载交通路段应选用高模量材料,抗压强度和动态稳定度指标要求更高。施工工艺评价包括材料的工作性、施工温度要求和养护要求等,改性沥青混合料的施工温度应控制在155-165℃范围内,特种混凝土需采取合理的养护措施确保性能发挥。通过建立多维度的评价指标体系,实现材料选用的科学化和规范化。

2 新型材料选用方法研究

2.1 材料选用影响因素

市政道路工程新型材料的选用受多重因素影响。区域气候条件对材料性能提出差异化要求,北方严寒地区冬季温度可达-30℃,路面材料需具备良好的低温抗裂性能;南方高温多雨地区夏季路表温度超过60℃,材料必须满足高温稳定性和防水性要求。交通荷载特征直接影响材料的力学性能要

求，重载交通路段年等效轴载次数超过106次，需选用高模量改性沥青或抗压强度达C40级别的特种混凝土。工程条件中的路基状况、排水条件和周边环境制约着材料选择，软土地基路段宜选用轻质材料，城市重要景观道路需考虑美观性要求。施工条件限制包括施工季节、工期要求和机械设备条件，冬季施工需选用适应低温的材料品种，快速路施工要求材料早期强度发展快。经济因素涵盖材料成本、运输距离和养护维修费用，材料选用需进行全寿命周期成本分析。

2.2 性能指标评价体系

新型道路材料性能指标评价体系基于材料类型和使用要求建立。改性沥青材料评价指标包含高温性能指标、低温性能指标和水稳定性指标三个层次。高温性能采用软化点和动态稳定度评价，软化点要求不低于75℃，动态稳定度按路面等级分级控制在3000-5000次/mm；低温性能通过延度和低温弯曲试验评价，-10℃延度大于30cm，-10℃弯曲应变大于2000 $\mu\epsilon$ ；水稳定性采用浸水马歇尔残留稳定度评价，残留稳定度应大于85%。特种混凝土材料评价指标涵盖强度指标、耐久性指标和功能性指标，强度指标包括抗压强度、抗折强度和抗弯拉强度，耐久性指标包括抗冻融性能和抗渗性能，功能性指标因材料类型而异，透水混凝土重点评价渗透系数和孔隙率^[3]。各项指标需结合工程实际确定合理的控制值，建立分级控制标准。

2.3 选用决策方法

如图1所示，新型道路材料选用决策采用层次分析法和模糊综合评价方法。层次分析法建立由目标层、准则层和方案层构成的决策模型，目标层为最优材料方案，准则层包括技术指标、经济性、施工性和环保性四个方面，方案层为待选材料类型。通过专家打分确定各层次指标权重，技术指标权重为0.4，经济性权重为0.3，施工性权重为0.2

，环保性权重为0.1。模糊综合评价建立评价指标体系，将定性指标量化为评分值。评价过程采用两级模糊评价模型，准则层各项指标得分采用百分制，通过隶属度函数转化为模糊评价矩阵。对各方案进行综合得分计算，得分最高者为最优选择方案。决策过程需考虑指标间的相关性，采用灵敏度分析验证决策结果的可靠性。决策方法的应用使材料选用过程更加科学化、规范化。（见图1）

3 新型材料应用技术研究

3.1 材料配合比设计

新型道路材料配合比设计采用性能优化方法。改性沥青混合料配合比设计以马歇尔试验法为基础，通过正交试验确定最佳油石比和矿料级配。试验结果表明，SBS改性沥青混合料最佳油石比为4.8%-5.2%，矿料级配曲线宜位于级配上限附近。高模量沥青混合料采用体积配合比法，确定沥青用量时需考虑温度敏感性，通过车辙试验和低温弯曲试验验证配合比的合理性。特种混凝土配合比设计重点关注水胶比和掺合料用量，透水混凝土采用单一粒径骨料，水泥用量控制在350-400kg/m³，水胶比宜为0.28-0.32。大掺量矿渣混凝土中矿渣粉取代率可达50%，通过活性激发剂提高早期强度，28天抗压强度满足设计要求。配合比设计过程中应进行多组平行试验，建立性能指标与配合比参数的关系曲线。

3.2 施工工艺研究

新型道路材料施工工艺研究围绕材料特性开展。改性沥青混合料施工重点控制温度和压实度，拌合温度控制在170-180℃，摊铺温度不低于165℃，初压温度应高于150℃。压实采用双钢轮和胶轮压路机组合压实，确保压实度达到98%以上。特种混凝土施工工艺针对不同材料类型制定，透水混凝土采用振动成型工艺，振动时间控制在15-20秒，养护采

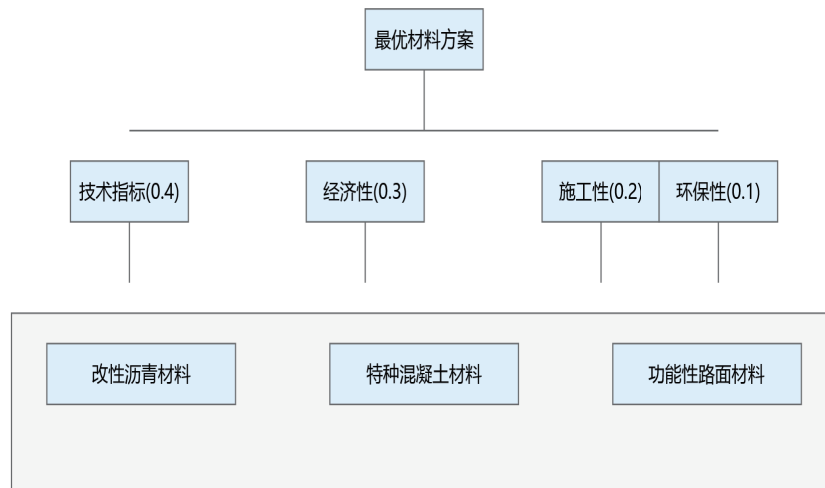


图1 新型道路材料层次分析结构图

用覆膜养护方式。大掺量矿渣混凝土施工需控制浇筑连续性,振捣应充分均匀,采用复合养护措施确保强度发展。功能性路面材料施工工艺因材料类型而异,彩色防滑材料需进行表面处理,确保与基层粘结牢固。彩色防滑材料施工工艺对基层处理要求较高,基层含水率应控制在4%以下,表面平整度偏差不大于3mm。材料施工采用专用摊铺设备,摊铺厚度一般为3-5mm,多道摊铺时需确保层间粘结。在气温低于5℃或基层表面有结露时,不宜进行施工。养护期间需采取防尘措施,确保表面质量。针对不同材料特性,建立施工工艺数据库,实现工艺参数的精细化管理。

3.3 质量控制措施

新型道路材料质量控制贯穿原材料、生产过程和成品检验各环节。原材料控制重点为改性剂性能指标、集料级配和掺合料活性,改性沥青需进行软化点、延度和韧性检测,集料需进行压碎值和磨耗值测定。生产过程控制采用在线监测系统,改性沥青混合料生产监测温度、计量和拌合均匀度,特种混凝土生产监测配料精度和搅拌时间。现场施工质量控制采用多参数检测方法,压实度采用核密度仪检测,平整度采用三米直尺检测,渗透系数采用现场渗水试验检测。质量控制数据采用统计分析方法,建立质量控制图,实现施工质量的动态监控。检测频率按规范要求确定,关键工序加密检测,确保施工质量符合设计要求。建立质量追溯体系,记录各环节质量控制数据,便于后期维护管理。

4 工程应用验证

4.1 试验段设置方案

工程试验段设置采用对比验证方法。改性沥青路面试验段长度设置为500米,分为三个小区段,分别采用SBS改性沥青混合料、高模量沥青混合料和传统沥青混合料。特种混凝土路面试验段设置300米,按配合比参数设置三组平行试验,每组设置观测断面5个。试验路段选择具有代表性的路段,路基条件一致,交通荷载特征相同。监测设备布设严格执行规范要求,应力监测采用土压力盒,应变监测采用应变片,温度监测采用温度传感器。监测断面间距20米,埋设深度包括路表、结构层和路基层。试验段两端设置过渡段,长度50米,确保试验数据准确性。现场试验过程中,记录气象条件、交通量等环境因素,为数据分析提供支撑。监测数据采集频率因监测项目不同而异,结构应力应变采用动态采集方式,采样频率不低于200Hz;温度监测间隔不大于2h;路面损坏调查每月进行1次。

4.2 施工过程控制

试验段施工过程控制采用精细化管理方式。材料运输

环节,改性沥青混合料采用保温运输车,测量并记录到场温度;特种混凝土采用搅拌运输车,控制运输时间在90分钟内。摊铺工序,采用综合摊铺机,控制摊铺速度2-3米/分,确保摊铺厚度均匀。压实工序采用双钢轮压路机和胶轮压路机联合作业,记录压实遍数及温度,通过核密度仪实时检测压实度。现场质量检测频率加密,改性沥青混合料每100米测压实度、厚度和平整度;特种混凝土每50米测强度、厚度和平整度。施工环境条件记录包括气温、湿度、风速等参数,出现不利天气时及时采取防护措施。施工过程全程录像,建立施工记录台账,为后期验证分析提供数据支持。

4.3 应用效果评价

试验段应用效果评价采用定期监测方法。路面性能监测周期为施工后3个月、6个月、12个月、24个月,监测指标包括路面损坏类型、损坏程度和发展速度。改性沥青路面重点监测车辙深度、裂缝和抗滑性能,实测数据显示SBS改性沥青混合料车辙深度比传统沥青混合料降低35%,抗滑系数提高20%。特种混凝土路面监测强度发展、耐久性指标和功能特性,透水混凝土渗透系数12个月后保持在0.3cm/s以上,降噪效果达4.5分贝。结构响应监测数据表明,新型材料路面结构层应力分布更加合理,应变值比传统材料降低25%-30%。路面使用性能评价采用路面状况指数(PCI),建立性能衰变曲线,预测路面使用寿命。经济效益分析显示,新型材料路面全寿命周期成本较传统材料降低15%-20%。通过系统的效果评价,验证了新型材料在市政道路工程中的适用性和优越性。

结语

通过开展市政道路工程新型材料的选用与技术研究,建立了适用于不同工程条件的材料选用方法,形成了配套的施工技术要求和质量控制体系。研究成果在多个工程中得到实践验证,对于指导新型道路材料的规范化应用具有重要参考价值。未来研究中应进一步完善材料性能评价指标体系,优化施工工艺参数,为市政道路工程高质量发展提供技术保障。

参考文献:

- [1]葛颖洁.关于市政道路工程中试验检测质量控制的探讨[J].居舍,2021,(14):125-126.
- [2]温泽.市政道路施工中新材料应用分析[J].建筑技术开发,2021,48(06):49-50.
- [3]王福贵,汪太龙.道路工程的新材料——改性沥青[J].特种油气藏,2004,(02):88-90+103.