沥青路面就地冷再生基层配合比设计及路用性能评价

罗 曼

湖北长江路桥有限公司 湖北 武汉 430077

【摘 要】：为优化干线公路大修工程就地冷再生基层施工质量与服役性能，文章从原材料特性、配合比设计、路用性能三个层面开展专项研究。对旧路面回收材料、新集料、水泥稳定剂三类核心原料开展性能检测与指标管控，规避物料参数偏差引发的施工隐患。通过优化颗粒级配、水泥掺量试验与击实试验，确定适配工程的最优配合比与施工含水率。结合力学强度、抗收缩性能及现场施工情况，评测冷再生基层整体路用表现。原料管控与配合比合理设计，可协调再生基层结构强度与抗裂能力，降低路面开裂、沉降等病害问题，契合公路大修工程实际使用要求，为同类冷再生施工技术应用提供技术参考。

【关键词】：就地冷再生；基层；原材料；配合比设计；路用性能

DOI:10.12417/2811-0536.26.10.015

引言

公路长期服役中，行车荷载与自然环境作用会引发路面网裂、沉陷、坑槽等病害，传统大修工艺存在物料损耗、工期冗长、造价偏高的问题。就地冷再生技术可利用原有路面材料，节能环保且施工高效，适用于公路基层大修改造。旧料性能波动较大，施工工况繁杂，配比把控难度较高，易出现再生基层强度不足、收缩开裂等质量问题。本文围绕就地冷再生基层原料性能、配比优化、路用表现展开研究，结合室内试验与现场工程验证，梳理质量管控要点，调整施工参数，提升再生基层施工品质与服役稳定性，保障公路大修工程建设质量。

1 就地冷再生基层原材料性能分析

（1）旧路面回收材料性能检测：旧路面回收材料为就地冷再生混合料核心原料，原有道路建设条件与长期服役病害会导致材料参数存在变异，路面破损会损伤旧料颗粒完整性。配比设计前可结合道路工程资料，分路段取样检测材料基础性能[1]。颗粒筛分能够明确旧路面面层、旧水泥及二灰稳定基层混合料颗粒组成，排查骨料缺失、细料占比异常等问题。通过液塑限试验检测旧料超细颗粒塑性指标，管控细料特性可规避基层开裂隐患。旧料性能的全面摸排，可降低材料变异引发的施工风险，为后续级配优化、新料掺配提供可靠试验数据。

（2）新集料技术指标控制：新集料能够弥补旧料级配缺陷，集料各项指标需符合基层施工规范。碎石压碎值、针片状含量需满足集料限值，压碎值超标会降低基层承载能力，针片状颗粒过多会阻碍混合料压实。0.075mm 以下颗粒需检测液限与塑性指数，参数需符合基层用料标准。工程优先采用二级破碎碎石，料场设置隔墙分类堆放集料，规避不同规格物料混杂。施工产生的除尘废料及时清理，杜绝混入细集料。集料堆放不规范会造成级配偏差，原材料源头管控可减少混合料离析、强度波动等问题，保障再生基层整体性能稳定。

（3）水泥稳定剂性能筛选：不同硅酸盐水泥展现差异化性能，普通硅酸盐水泥早期强度增长快，凝结硬化速度快，干缩表现稳定，耐腐蚀性偏弱。矿渣与火山灰质硅酸盐水泥早期强度提升平缓，后期强度持续上升，耐腐蚀表现更好。就地冷再生施工受作业时间约束，干线公路大修多采用半幅作业，维持道路通行，铣刨拌和整平碾压整套工序要在水泥初凝时段内完成。混合料超出初凝时间就难以压实成型，需要整体铲除重做。现场工序时间要求下选用早强特性明显的普通硅酸盐水泥，适配现场作业节奏，管控各工序衔接时长，再生层可在初凝时段完成压实成型，基层成型状态达到设计规定。

2 就地冷再生基层配合比设计研究

（1）旧料级配优化调整：旧路面回收材料筛分试验数据可作为判定冷再生基层集料级配缺陷的核心依据，常年车辆荷载的碾压损耗会造成路面粗骨料破损流失，大粒径骨料占比不足会弱化基层骨架嵌挤效果。结合再生层施工面积测算碎石补充用量，结合材料损耗系数核算现场摊铺距离，通过定量掺加新集料修正原始级配，让混合料颗粒组成处于合理区间，形成稳定性更强的骨架密实结构[2]。材料自身变异带来的施工负面影响可得到有效削弱，室内试验得出的配比参数无法直接应用于施工现场，所有配比方案需经监理审核批准后方可落地实施，实现再生混合料级配质量的全程管控。

（2）水泥掺量确定试验：多梯度水泥掺量试验以浸水无侧限抗压强度为控制标准，水泥用量变化会直接影响混合料收缩特性。偏低的水泥掺量会降低基层强度与整体性，无法承受车辆反复荷载作用。过高的水泥掺量会加剧混合料干缩形变，提升结构开裂风险。试验平衡结构强度与抗形变能力，筛选适配工程的最优水泥掺量。合理的水泥用量可使再生基层达标承载性能，满足道路强度与耐久标准。可控的水泥剂量能减轻基层收缩开裂，减少后期路面反射裂缝问题。结合现场工况比对试验数据，确定水泥稳定剂实际掺量，实现再生基层强度与抗裂性能的双向平衡。

（3）击实试验确定最佳含水率：室内标准击实试验可测定再生混合料最大干密度与最佳含水率，含水率偏离标准区间会影响现场压实质量。混合料含水率过低不利于压实作业，过高则会加重基层成型后的干缩变形。施工拌和含水率需控制在规范允许浮动区间。施工前检测各路段旧料天然含水率，降雨与地下水渗透会造成路段含水率存在差异。结合实测数据调整设备供水参数，依托冷再生机控制系统精准调控出水量。结合现场天气变化复核含水率指标，保持混合料含水率符合设计标准，为后续碾压成型提供良好施工条件。

3 就地冷再生基层路用性能评价

（1）力学抗压强度性能评价：浸水无侧限抗压强度用作力学性能评价依据，压实度标准依照道路等级确定。二级及以下公路冷再生基层压实度不低于 97%，压实度不足削弱基层刚度，长期运营诱发沉降形变。室内成型试件开展强度试验，复刻现场养护条件，观测不同水泥掺量与改良级配下混合料强度变化[3]。试件浸水后的强度衰减反映水稳特性，检验力学参数符合基层承载设计标准。水泥稳定旧料复合材料承载能力得到评定，基层改造带来的承载力提升效果得以体现，验证该配合比适配公路大修荷载工况。

（2）抗收缩变形性能评价：就地冷再生混合料为多相复合体系，水泥水化硬化产生的收缩特性，是水泥稳定基层开裂的主要诱因。破碎旧料颗粒弥散于混合料基体中，能够缓冲结构收缩形变，降低基层开裂及路面反射裂缝的产生概率。试验研究聚焦水泥掺量与收缩形变的关联规律，通过干缩试验观测不同配比试件形变特征，规避高水泥剂量带来的收缩加剧问题。混合料评价不局限于抗压强度，兼顾结构强度与抗裂能力，通过配比优化抑制开裂病害，提升基层长期服役稳定性。

（3）现场实体工程性能评价：依托干线公路大修实体工程铺筑试验段，标定冷再生机转子转速、行走速度等核心施工参数，将室内试验成果转化为现场可执行的施工控制标准。施工过程中加密现场检测频次，对压实度、纵断高程、平整度、结构层厚度等关键指标全程跟踪监测，及时纠偏拌和、整平、碾压各工序的施工质量偏差。再生基层碾压完成后，开展不少于 7d 的覆盖保湿养生作业，养生期内封闭交通，杜绝车辆扰动未成型结构。养生完成后对实体路段开展长期观测，核查基层整体成型状态、表面密实度及裂缝发展情况，对比室内试验与现场实测数据，精准评价就地冷再生基层的实际服役性能。

4 结语

本文针对公路就地冷再生基层核心施工技术开展研究，系统完成原材料性能分析、配合比优化及路用性能评价。研究明确新旧集料与水泥稳定剂的管控指标，通过级配调整、水泥梯度掺量试验及含水率精准控制，确定最优配合比与施工参数。精细化设计可有效平衡基层强度与抗裂性能，减少开裂、沉降等病害问题。结合实体试验段检测与长期观测，证实该技术方案适配公路半幅通车施工工况，施工质量稳定可靠。研究成果可为就地冷再生施工质控与工艺优化提供参考，提升公路大修工程的经济性与耐久性。

参考文献：

[1] 马光.公路基层全深式就地冷再生施工技术[J].交通世界,2025,(33):32-34.

[2] 郭锐.水稳半刚性基层全厚式就地冷再生技术应用探析[J].交通世界,2025,(17):98-100.

[3] 谢科.基于就地冷再生技术的公路水泥基层养护工艺[J].水泥,2025,(2):102-104.