

道路施工中沥青混凝土路面质量控制要点

吕 静

(徐州市恒达路桥工程有限公司, 江苏 徐州 221000)

摘 要 沥青混凝土路面的施工质量直接影响路面的使用性能和耐久性, 本文结合 G310 二级公路段的实际工程案例对当前道路施工中存在的摊铺温度、厚度、平整度控制难题, 从材料拌合、摊铺施工到碾压成型全过程讨论了沥青混凝土路面施工的质量控制要点, 重点分析了摊铺温度与速度匹配、拌合料均匀性控制、基层处理与防裂技术应用的技术路径, 对常见病害如车辙、裂缝等的处治技术进行了优化方案设计, 提出了基于施工质量检测指标的评定方法及改进措施, 针对施工中机械设备、材料性能与施工组织的协同优化, 提出了多项切实可行的工艺控制策略, 旨在对全面提升路面施工的技术水平和实际成效有所裨益。

关键词 沥青混凝土路面; 摊铺技术; 质量控制; 病害处治

中图分类号: U416

文献标志码: A

DOI:10.3969/j.issn.2097-3365.2025.09.014

0 引言

沥青混凝土路面的施工质量对路面的平整度、抗滑性能及耐久性具有决定性影响, 路面在长期服役过程中, 随着交通量和重载车辆比例的持续增长易出现裂缝、车辙和表面剥离等病害, 严重影响道路的使用性能和行车安全。传统施工中摊铺温度控制不精准、基层处理不彻底、拌合料均匀性不足等问题仍然突出, 需针对具体工程提出系统化的质量控制技术方案。本研究基于 G310 二级公路段的工程实践来分析路面施工过程中的摊铺技术特点, 结合现代化施工设备和材料特性优化施工工艺, 从摊铺厚度、温度匹配、材料性能控制到碾压压实度的提升, 建立全流程质量控制体系, 对常见病害的处治设计提出了施工过程中的改进策略, 以期为提升路面施工质量和使用寿命提供技术支撑。

1 沥青混凝土路面施工工艺概述

1.1 G310 二级公路段路面施工特点与要求

G310 二级公路段作为区域性交通干线承担着重载交通和区域客运双重功能, 路面施工特点主要集中于复杂路况适应性和长期服役性能的保障, 根据设计要求该段公路路基宽度为 15 米, 行车道宽度为 (3.75×2) 米, 硬路肩和土路肩分别为 (2.25×2) 米和 (1.5×2) 米, 设计速度为 80 千米/小时。现有路段因长期服役出现车辙、纵向裂缝和路面凹陷等多种病害, K213+900 至 K215+450 段纵向裂缝较为严重, 裂缝宽度超过 5 毫米并伴随凹陷现象对行车安全造成隐患。施工要求以全面恢复路面结构性能为目标, 对不同段落病害采取差异化处治方案。车辙严重的 K178+100 至 K181+600 段

使用铣刨处理后重新铺筑 7 厘米改性沥青混凝土; 对于裂缝密集的 K213+900 至 K215+450 段需挖除松散基层, 重新铺设 20 厘米石灰土底基层、18 厘米水稳基层并加铺抗裂贴以抑制裂缝扩展。

1.2 沥青摊铺设备与技术参数分析

G310 公路路面施工对摊铺设备和技术参数提出了精确要求来保证施工质量符合设计目标。摊铺设备选择使用先进的全自动摊铺机, 具备精确的厚度控制和温度传感功能, 可实现摊铺厚度 0 毫米至 250 毫米的精确调节, 温度控制误差不超过 2°C 。在摊铺过程中, 摊铺机运行速度控制在 2.5 米/分钟至 4.5 米/分钟, 以兼顾摊铺效率和材料平整度。摊铺机为保证摊铺质量配备了自动调平系统, 借助激光传感器和参考轨迹控制摊铺平整度偏差小于 3 毫米。摊铺层次设计中针对重载交通段选用高黏性改性沥青混凝土并借助调整摊铺机螺旋送料装置的转速, 保证拌合料沿全宽均匀分布来避免材料离析^[1]。摊铺机与碾压设备协同作业, 碾压使用钢轮振动压路机和橡胶轮压路机联合使用, 振动频率控制在 35 赫兹至 50 赫兹, 以优化压实度和表面平整度。温度控制方面, 摊铺过程中保持拌合料温度在 130°C 至 150°C , 碾压阶段保证不低于 80°C , 以防止低温碾压导致材料失稳。

2 沥青混凝土路面关键施工技术与质量控制要点

2.1 摊铺温度、速度与厚度的同步控制

摊铺温度、速度与厚度的协调控制直接影响路面结构的抗压能力、平整度和使用寿命。G310 公路施工中根据气候条件和材料特性, 改性沥青混合料的最佳

摊铺温度被设定为 135 ℃至 155 ℃, 范围内可以保持沥青的流动性与骨料的均匀分布。摊铺温度的控制主要依赖红外温度检测设备, 每隔 10 米进行一次表面温度扫描来保证摊铺温度误差控制在 ± 5 ℃以内。温度控制失误易导致材料早期降温, 会引发离析和压实度不足等问题。摊铺速度直接决定了材料的连续性与施工效率。G310 段摊铺机的运行速度设计为 3 米/分钟至 4.5 米/分钟, 结合现场条件实时调整以保证摊铺过程中料流均匀、连续。摊铺速度过快容易导致材料分布不均, 形成纵向条纹而过慢则增加材料温度损失, 影响后续碾压压实度^[2]。螺旋送料装置的转速被同步调节与摊铺速度保持一致, 保证拌合料在摊铺宽度范围内均匀分布。摊铺厚度需要考虑压实后的设计要求, 其实际铺设值通常借助压实系数计算得出:

$$h=H \times K$$

其中, h 为摊铺厚度; H 为设计厚度; K 为压实系数。G310 施工段中 SUP-20 中粒式混合料的设计厚度为 6 厘米则摊铺厚度需控制在 7.5 厘米至 8.1 厘米。现场使用多点激光控制摊铺厚度, 每 5 米采集一次数据来保证厚度误差小于 3 毫米。

2.2 沥青混凝土材料的均匀性与拌合质量控制

材料均匀性和拌合质量直接决定了路面的抗剪强度与耐久性。G310 公路段使用厂拌热拌技术, 所有拌合料均在工厂内集中生产并保证了混合料质量的一致性。拌合温度控制在 160 ℃至 170 ℃, 这一范围内可保证沥青与矿料充分包裹。拌合料在运输过程中为避免热损失, 覆盖隔热毡布并在到达施工现场后立即投入摊铺使用。矿料级配的设计需满足路面耐久性和抗车辙性能的要求。G310 施工中 SUP-25 和 SUP-20 混合料的级配经过多次试验优化, SUP-25 改性沥青混凝土矿料级配设计见表 1。

表 1 SUP-25 改性沥青混凝土矿料级配设计

粒径 (毫米)	借助率 (%)	设计范围 (%)
19	100	100
13.2	85	83 ~ 87
9.5	70	67 ~ 72
4.75	55	52 ~ 58
2.36	42	39 ~ 45
0.075	6.5	5.8 ~ 7.2

2.3 基层处理与防裂措施在实际施工中的应用

基层的强度和稳定性是路面结构性能的基础, G310 K213+900 至 K215+450 段由于裂缝病害严重, 施工前首先进行了基层强度检测, 利用弯沉仪检测其承载能力。对于承载力低于规定值的区域需挖除松散基层, 换填 20 厘米厚石灰土底基层并压实至 96% 以上的密实度标准。铺设基层后为防止裂缝上翻影响面层性能, 施工中应用抗裂贴和黏层油的组合技术。抗裂贴的施工要求严格控制铺设宽度和搭接长度, 每片抗裂贴的搭接部分需延伸至裂缝两侧至少 20 厘米以覆盖裂缝张开区域^[3]。为保证抗裂贴与基层的紧密结合, 使用压力辊进行二次压实并保证铺设面平整无气泡。黏层油的洒布量为 0.3 ~ 0.5 升/平方米, 洒布后需立即进行摊铺作业来避免表面污染。

3 沥青混凝土路面施工质量检测与问题处理

3.1 路面结构性能的核心检测指标

路面结构性能的评定中, 对 G310 二级公路段路面结构性能的检测依赖于以下核心指标: 路面损坏状况指数 (PCI)、路面行驶质量指数 (RQI) 和路面结构强度指数 (PSSI)。PCI (路面损坏状况指数) 借助对路面病害的分类、严重程度和分布进行量化来评定路面整体的损坏程度。G310 项目中 PCI 评定范围为 0 至 100, 100 表示无损坏, 0 表示完全损坏。根据现场检测数据, G310 路段的 PCI 值为 95.09 至 75.26 之间, 整体表现为“优”和“中”, 表明该段路面损坏状况较好但仍需注意裂缝的修复, K213+900 至 K215+450 段存在较为严重的纵向裂缝。

RQI (路面行驶质量指数) 则借助检测路面的平整度、车辙深度、跳车指数等来评估路面行驶的舒适性和安全性。G310 路段的 RQI 均值为 89.34, 整体平整度较好但仍有少部分区域存在车辙问题。项目中使用了国际平整度指数 (IRI) 来衡量平整度, 车道的 IRI 值普遍保持在 2.5 米/公里以下, 符合“良”及以上的标准。车辙深度和跳车现象的控制是 G310 路段提升行驶质量的主要目标之一, 预计借助养护及及时处理可以进一步优化该指数。PSSI (路面结构强度指数) 主要借助检测路面的承载能力与耐久性来评定路面的结构强度。PSSI 的计算依赖于弯沉值和设计标准的比值。在 G310 项目中, 使用弯沉仪对各段路面进行了结构强度评估, 整体 PSSI 值均在优良范围内, 表明路面结构稳定性较高。特别是在 K178+100 至 K181+600 段, PSSI 均值为 97.75, 远高于最低设计要求, 体现出良好的抗压能力和长期耐久性。

3.2 病害处治技术与施工改进措施

G310 二级公路段的施工过程中由于长期重载车流和气候影响,出现了不同程度的病害,主要表现为裂缝、车辙及局部路面沉陷。K213+900 至 K215+450 段裂缝宽度较大且深度较深,施工中采取了抗裂贴与黏层油的联合修复技术。抗裂贴作为防裂的重要手段,其施工过程中要求铺设宽度至少为裂缝宽度的 1.5 倍,且每片抗裂贴的搭接部分需延伸至裂缝两侧 20 厘米以上。黏层油的撒布量控制在 0.3 ~ 0.5 升 / 平方米来保证涂层均匀且不产生流淌。施工后利用振动压路机对抗裂贴进行再次压实来保证其与基层的紧密结合^[4]。

对于车辙问题, K178+100 至 K181+600 路段由于长时间的高车流量和重载交通,产生了严重的车辙。施工中针对这一问题使用了铣刨处理结合新铺设改性沥青混合料的技术,铣刨深度为 4 厘米,保证去除变形层后恢复基层稳定性。随后的新铺设层使用了 SUP-25 改性沥青混合料,局部路面沉陷的处理使用了碎石换填法和水稳层加固法。K213+900 至 K215+450 段出现的

局部沉陷区域进行路面铣刨,挖除松散土层后使用碎石换填,碎石层厚度为 30 厘米,使用机械碾压至 97% 的密实度^[5]。

3.3 质量问题成因分析与解决方案

G310 公路段在施工中出现了裂缝、车辙和沉陷等问题,裂缝主要是由于基层强度不足和温差引起的热胀冷缩效应,设计时未充分考虑原路面疲劳裂缝,导致新铺层与旧路面结合不紧密。为此,建议使用改性沥青材料并结合抗裂贴技术加强防治,同时合理处理基层,预防裂缝扩展。车辙问题源于摊铺温度控制不当和压实度不足^[6]。部分路段摊铺温度过低,混合料冷却过快,导致密实度不达标形成车辙。施工中需严格控制摊铺温度,使用温控仪器实时监测,避免温差过大。沉陷问题则是路基处理不当,未充分加固低承载力区域,应加强土壤检测,识别沉陷风险区域并借助石灰土或水泥稳定材料加固路基,增加基层厚度和强度,优化换填材料密实度来保证路面稳定。G310 路段病害类型及处治方案见表 2。

表 2 G310 路段病害类型及处治方案

病害类型	出现段落	成因分析	改进方案
裂缝	K213+900 ~ K215+450	基层强度不足,温差引起热胀冷缩效应	使用抗裂贴、加强基层强度处理、改性沥青材料
车辙	K178+100 ~ K181+600	摊铺温度不合适,压实不足	提高摊铺温度,严格控制施工温度,改进碾压工艺
沉陷	K213+900 ~ K215+450	路基承载力不足,基层未做充分加固	加强路基加固,使用碎石换填、水稳层加固,保证承载力达到标准

4 结束语

沥青混凝土路面施工的质量控制对于路面的平整度、耐久性及使用性能十分重要, G310 二级公路段在施工过程中借助优化摊铺技术和严格的质量控制措施,有效解决了摊铺温度、厚度和材料均匀性等方面的问题。对不同病害实施了抗裂贴和改性沥青材料的应用等差异化的处治方案成功抑制了裂缝和车辙的扩展。基于精确的材料选用和基层加固技术提高了路面结构的承载力和抗压能力。碾压过程中严格控制密实度和平整度,保证路面质量符合设计标准。PCI、RQI 和 PSSI 质量检测指标保证了路面的长期使用性能,该项目借助精准的施工工艺和细致的质量管理,全面提升了路面的施工质量。

参考文献:

[1] 高吉君. 沥青混凝土路面施工技术研究 [J]. 运输经理世界, 2024(23):55-57.
[2] 杨红兵. 公路工程中沥青混凝土摊铺技术分析 [J]. 科技资讯, 2024, 22(14):111-113.
[3] 何敏. 公路沥青混凝土路面摊铺技术 [J]. 黑龙江交通科技, 2022, 45(05):38-40.
[4] 邱小荣. 对公路工程沥青混凝土路面施工技术的分析 [J]. 运输经理世界, 2020(12):112-113.
[5] 王小艺. 公路沥青混凝土路面施工质量控制技术 [J]. 建材发展导向, 2025, 23(03):106-108.
[6] 袁钰. 沥青混凝土道路施工技术在市政道路施工中的应用 [J]. 城市建设理论研究: 电子版, 2025(03):192-194.