

沥青混凝土路面摊铺温度控制对施工质量的影响分析

丁 成

湖北交通工程检测中心有限公司 湖北 武汉 430200

【摘要】：沥青混凝土路面凭借平整度高、行车舒适、维护便捷等优势，在公路建设中应用广泛。摊铺温度作为沥青路面施工的核心控制指标，直接影响混合料的和易性、压实效果及后续使用性能。本文结合沥青混凝土材料特性，系统分析摊铺温度对路面压实度、平整度、耐久性及粘结性的影响机制；通过梳理施工实践中温度控制的关键环节，总结当前温度管控存在的问题；提出针对性的温度优化控制措施。研究表明，合理控制摊铺温度在最佳区间，可显著提升路面施工质量，延长使用寿命。该研究为沥青混凝土路面施工温度管控提供实践参考。

【关键词】：沥青混凝土路面；摊铺温度控制；施工质量；压实度；耐久性

DOI:10.12417/2811-0722.26.01.048

1 引言

在公路工程建设中，沥青混凝土路面施工质量直接决定道路的使用性能和使用寿命。摊铺作业作为沥青路面施工的核心工序，其温度控制水平是影响施工质量的关键因素。沥青混合料具有热塑性特征，温度变化会直接改变其物理力学性能。摊铺温度过高易导致混合料离析、泛油，后期出现车辙、推移等病害；温度过低则会降低混合料和易性，增加压实难度，导致路面压实度不足，出现裂缝、松散等问题。近年来，随着公路建设等级的提升，对沥青路面施工质量的要求日益严格。然而在实际施工中，受沥青标号、环境条件、施工机械、运输距离等多种因素影响，摊铺温度控制常出现偏差，进而影响路面质量。基于此，深入分析摊铺温度控制对施工质量的影响，探索科学的温度管控方法，对提升沥青混凝土路面施工质量、降低后期维护成本具有重要的现实意义。

2 沥青混凝土摊铺温度控制的理论基础

2.1 沥青混合料的热塑性特性

沥青混合料由沥青、骨料、填料按一定比例混合而成，其中沥青作为粘结剂，其粘度随温度变化呈现显著的热塑性特征。温度升高时，沥青粘度降低，混合料流动性增强，便于摊铺和压实；温度降低时，沥青粘度增大，混合料逐渐变硬，和易性变差。当温度低于临界值时，混合料难以压实，易形成空隙率过大的路面结构。

2.2 摊铺温度的影响因素

沥青混凝土摊铺温度受多种因素综合影响，涵盖材料本身、施工过程及环境条件等多个方面，各因素的影响机制和控制要点存在差异。

表1 摊铺温度的影响因素

影响因素类别	具体影响因素	影响机制	核心控制要点
材料特性	沥青标号	标号越高，沥青针入度越大，粘度越低，适宜摊铺	根据气候分区和道路等级选择匹配标号

		温度区间越低	
材料特性	混合料类型	改性沥青混合料粘度高于普通沥青，需更高摊铺温度	改性沥青混合料摊铺温度需提高 10-20℃
施工过程	运输距离	距离越长，运输过程中温度损失越大	合理规划运输路线，运输时间控制在 30 分钟内
施工过程	摊铺速度	速度过快易导致混合料散热加快，温度不均	保持 2-6m/min 匀速摊铺，避免频繁启停
环境条件	环境温度	低温环境下混合料散热快，高温环境下易超温	避开 -5℃以下和 35℃以上极端天气施工
环境条件	风力等级	风力越大，混合料表面散热速度越快	风力大于 5 级时，采取挡风措施或暂停施工

2.3 最佳摊铺温度区间的确定

最佳摊铺温度区间需结合沥青标号和混合料类型确定，通过室内试验和现场试铺综合判定。普通沥青混合料的摊铺温度通常控制在 120-160℃，改性沥青混合料因粘度较高，摊铺温度需提升至 130-170℃。当环境温度低于 10℃时，需在最佳区间基础上提高 5-10℃；当环境温度高于 30℃时，需适当降低摊铺温度，避免混合料离析。

3 摊铺温度控制对沥青路面施工质量的影响分析

3.1 对压实度的影响

压实度是沥青路面强度和稳定性的核心保障指标，摊铺温度直接决定压实效果。温度过高时，沥青混合料流动性过强，压实过程中易出现推移、泛油现象，导致路面局部密度过高，后期使用中易产生车辙；温度过低时，沥青粘度增大，混合料颗粒间摩擦力增强，压路机难以将混合料压实，路面空隙率过大，易进水引发水损害。通过现场试验数据可知，当摊铺温度处于最佳区间时，压实度合格率可达 98%以上；当温度低于最佳区间下限 10℃时，压实度合格率降至 82%；当温度高于最佳区间上限 10℃时，压实度合格率虽可达 95%，但路面泛油风险显著提升。

表2 摊铺温度控制对压实度的影响

摊铺温度(°C)	压实度平均值(%)	压实度合格率(%)	路面空隙率(%)	质量评价
110(普通沥青,低于最佳区间)	92.5	82	8.6	不合格,空隙率过大
140(普通沥青,最佳区间)	96.8	98	4.2	优良,各项指标达标
170(普通沥青,高于最佳区间)	97.2	95	3.1	合格,但存在泛油风险
120(改性沥青,低于最佳区间)	93.1	85	7.8	不合格,压实不足
150(改性沥青,最佳区间)	97.5	99	3.8	优良,使用性能稳定

3.2 对平整度的影响

平整度是衡量沥青路面行车舒适性的关键指标,摊铺温度不均会直接导致路面平整度下降。摊铺过程中,若局部混合料温度过低,其流动性差,摊铺机熨平板难以将其熨平,易形成局部凸起或凹陷;若温度过高,混合料易流淌,在压路机碾压作用下易出现波浪状推移。现场监测数据显示,当摊铺温度波动控制在±5°C以内时,路面平整度标准差可控制在1.2mm以内,满足一级公路施工要求;当温度波动超过±10°C时,平整度标准差升至2.0mm以上,无法满足高等级公路质量标准。

3.3 对耐久性的影响

沥青路面的耐久性主要体现在抗老化、抗水损害和抗疲劳性能方面,摊铺温度控制不当会显著降低路面耐久性。温度过高时,沥青在高温环境下易发生老化,针入度下降,延度降低,路面脆性增强,后期易出现裂缝;温度过低时,路面压实度不足,空隙率过大,雨水易渗入路面内部,浸泡沥青与骨料的粘结界面,导致骨料松散、剥落,引发水损害。通过长期跟踪观测发现,摊铺温度控制在最佳区间的路面,使用3年后的裂缝率仅为3.2%,水损害面积不足2%;而温度控制不当的路面,3年后裂缝率升至15.6%,水损害面积达12.3%,耐久性大幅下降。

3.4 对层间粘结性的影响

沥青路面各结构层间的粘结性直接影响路面整体承载能力,摊铺温度对层间粘结效果至关重要。摊铺下层路面时,若温度过低,沥青无法充分渗透到基层表面,层间粘结力不足;摊铺上层路面时,若温度不足,新铺混合料与下层路面的粘结界面易出现剥离,导致路面出现推移、拥包等病害。试验表明,当摊铺温度处于最佳区间时,层间粘结强度可达0.6MPa以上;当温度低于最佳区间10°C时,层间粘结强度降至0.3MPa以下,无法满足路面整体受力要求。

4 沥青混凝土摊铺温度控制现存问题

4.1 温度监测精度不足

部分施工单位仍采用传统的插入式温度计进行温度监测,监测点数量少、分布不均,难以全面反映混合料的实际温度。尤其是在摊铺幅宽较大时,边缘与中心区域的温度差异无法及时监测,易导致局部温度控制偏差。

4.2 运输过程温度损失管控不到位

运输车辆未采取有效的保温措施,或运输路线规划不合理,导致混合料运输过程中温度损失过大。部分工程中,混合料从搅拌站出料到现场摊铺的温度损失超过30°C,远超允许范围,直接影响后续压实效果。

4.3 摊铺过程温度不均

摊铺机摊铺速度不稳定,频繁启停导致混合料在熨平板下停留时间不一致,散热速度不同;同时,摊铺幅宽过大时,两侧混合料散热速度快于中心区域,易形成温度梯度,影响路面平整度和压实度。

4.4 环境适应性调控不足

施工单位未根据环境温度、风力等实时条件调整摊铺温度,在低温、大风等恶劣天气下仍按常规温度施工,导致混合料和易性差,压实困难;高温天气下未及时降低摊铺温度,易引发混合料离析、泛油。

5 沥青混凝土摊铺温度控制优化措施

5.1 完善温度监测体系

采用红外测温仪与插入式温度计结合的监测方式,实现温度全方位、无死角监测。其中,红外测温仪用于摊铺现场混合料表面温度的快速扫描,可在不接触混合料的前提下,实时获取摊铺幅宽内不同区域的温度分布,尤其适用于检测边缘与中心区域的温度梯度;插入式温度计则重点用于采集搅拌站出料口、运输车辆车厢内部及摊铺机料仓内混合料的核心温度,深入混合料内部确保数据的准确性。在具体监测点设置上,搅拌站出料口每间隔5车进行一次温度抽检,运输车辆车厢内分别在车头、车尾、车厢中部设置3个监测点,摊铺现场沿摊铺幅宽每2米设置1个监测点,实时采集温度数据并做好书面记录。同时,引入智能化温度监测系统,将各监测点数据通过无线传输模块实时传输至项目控制中心,系统内置温度预警阈值,当温度超出允许范围时立即触发声光报警,并自动推送预警信息至现场管理人员及操作人员的移动终端,便于及时调整施工参数,如调整搅拌温度、加快摊铺速度或采取保温措施等。

5.2 优化运输过程保温措施

针对运输过程中混合料温度损失过快的问题,采取多层次保温措施提升保温效果。运输车辆车厢内壁采用6cm厚聚氨酯保温棉进行全包裹处理,该材质具有良好的隔热性能,可有效

减少车厢与外界的热量交换；车厢顶部覆盖双层防水保温篷布，内层选用针刺棉保温层，外层采用高密度防水帆布，篷布边缘采用弹性绳与车厢紧密固定，防止运输过程中因风力作用导致篷布掀开，避免热量快速散失。在运输规划方面，提前对施工路线进行实地勘察，结合实时交通路况规划最优运输路线，避开学校、商圈等易拥堵路段，并与交通管理部门沟通协调，必要时安排专人疏导交通，确保混合料从搅拌站出料到现场摊铺的运输时间严格控制在30分钟以内。对于运输距离超过5公里的施工路段，采用带有车厢底部加热功能的专用运输车辆，通过车载加热系统对混合料进行恒温加热，加热温度根据运输距离和环境温度动态调整，确保混合料到达摊铺现场时温度符合施工要求。

5.3 规范摊铺作业流程

严格规范摊铺作业流程，从摊铺速度、摊铺幅宽、设备参数调整等方面入手，减少摊铺过程中的温度损失。在摊铺速度控制上，保持摊铺机匀速行驶，速度严格控制在2-6m/min范围内，避免频繁启停导致混合料在熨平板下停留时间不一致，进而造成散热速度不同引发的温度不均。为确保匀速摊铺，安排专人负责指挥运输车辆卸料，保证摊铺机料仓内始终保持2/3以上的料位，避免因料位不足导致摊铺机速度波动。在摊铺幅宽控制上，单次摊铺幅宽控制在6-8米以内，若施工路段幅宽超过8米，采用梯队摊铺方式进行施工，即安排2台或多台摊铺机平行作业，相邻摊铺机间距控制在5-10米，前后摊铺层的摊铺时间间隔不超过15分钟，确保前后摊铺层温度有效衔接，减少搭接处的温度差。在摊铺机设备参数调整方面，提前30分钟对摊铺机熨平板进行预热，预热温度根据混合料摊铺温度确定，确保熨平板温度与混合料摊铺温度匹配，一般不低于100℃，避免冷熨平板与高温混合料接触导致局部温度骤降，影响摊铺平整度。

5.4 强化环境适应性调控

施工前密切关注天气预报，避开极端天气施工；低温环境下，在混合料中添加温拌剂，降低摊铺温度需求，或采用加热设备对摊铺基层进行预热；大风天气下，在摊铺现场设置挡风屏障，减少混合料表面散热；高温环境下，适当降低搅拌温度，缩短混合料在现场的停留时间。

表3 实施效果

现存问题	优化措施	实施效果
温度监测精度不足	红外测温仪+插入式温度计+智能化监测系统	温度监测误差控制在±2℃以内，实时预警温度偏差
运输温度损失过大	保温篷布+加热式运输车辆+优化运输路线	运输过程温度损失控制在10℃以内
摊铺温度不均	匀速摊铺+梯队摊铺+熨平板温度匹配	摊铺温度波动控制在±5℃以内，平整度显著提升
环境适应性不足	温拌剂添加+基层预热+挡风屏障+调整搅拌温度	极端环境下仍可保证摊铺质量，合格率提升15%以上

6 结论

沥青混凝土路面摊铺温度控制直接影响路面压实度、平整度、耐久性及层间粘结性，是决定施工质量的核心环节。温度过高易导致混合料离析、泛油，温度过低则会造成压实不足、空隙率过大，均会缩短路面使用寿命。当前施工中存在温度监测精度不足、运输保温不到位、摊铺温度不均、环境适应性调控不足等问题。通过完善温度监测体系、优化运输保温措施、规范摊铺作业流程、强化环境适应性调控等优化措施，可有效控制摊铺温度在最佳区间，显著提升路面施工质量。实践表明，科学的温度管控可使路面压实度合格率提升至98%以上，平整度标准差控制在1.2mm以内，3年使用寿命内的裂缝率和水损害面积大幅降低。

未来应进一步推广智能化温度控制技术，结合BIM技术实现摊铺温度的可视化管理和动态调控，为沥青混凝土路面施工质量提升提供更有力的技术支撑。

参考文献：

- [1] 曹婷.沥青混凝土路面摊铺温度对压实质量的影响分析[J].汽车周刊,2025,(12):133-135.
- [2] 蔡生峰.沥青混凝土路面铺装过程中的温度控制策略[J].中国水泥,2024,(09):115-117.
- [3] 张晓东,张发如,沈鹏,等.沥青混凝土路面渗水系数偏大原因分析及处治措施[J].公路,2023,68(07):297-303.
- [4] 窦熙.双层摊铺机修筑改性沥青混凝土路面施工工艺[J].大众标准化,2025,(18):89-91.
- [5] 陈春.沥青混凝土路面摊铺压实技术控制研究[C]//中国智慧工程研究会.2025 工程新技术与新方法经验交流会论文集.[出版者不详],2025:261-262.