

沥青路面施工过程中温度控制技术应用研究

戚士强

安徽建工公路桥梁建设集团有限公司 安徽 合肥 230031

【摘要】：沥青路面由于行车舒适度高、降噪效果好、养护方便等特点，在公路工程建设中得到了广泛的应用。温度是决定沥青混合料性能、路面成型质量以及后期使用寿命的主要因素，施工全过程的温度控制不善，容易造成路面松散、裂缝、车辙、渗水等质量病害。本文以公路工程施工实践为基础，对沥青混合料拌和、运输、摊铺、碾压各个环节的温度控制核心技术进行系统的分析，并结合实际工程数据检验温度控制的应用效果，找出目前施工温度控制中存在的问题并提出相应的优化技术措施，为提高沥青路面施工质量、延长道路服役年限提供技术上的支持。

【关键词】：沥青路面；施工全过程；温度控制；施工技术；质量管控

DOI:10.12417/2705-0998.26.11.071

引言

道路交通基础设施建设当中，沥青路面属于主要的路面结构形式，施工质量的好坏直接影响到道路通行的安全以及运营寿命。沥青混合料是温度敏感的材料，它的粘结性、和易性、压实性都会随着温度的变化而发生较大的波动。施工温度过高会使沥青材料老化、轻质组分挥发，降低混合料的粘结强度，后期容易造成路面脆裂病害。施工温度过低，混合料流动性变差，摊铺均匀度不够，碾压压实度达不到要求，容易造成空隙率过大、渗水、松散等问题。

大量工程实践表明，沥青路面大部分早期质量病害都是由于施工温度控制不严所造成的。相比传统的单个环节温度控制，全过程精细化温度控制技术可以很好地适应各种气候和各种材料工况的施工要求，从而大大提高路面的整体施工质量。因此本文以实际工程为依托，从沥青路面施工全流程温度控制技术入手，对它的应用要点及改进途径进行研究。

1 沥青路面施工温度控制的核心作用与标准依据

1.1 温度控制对施工质量的核心影响

沥青混合料成型质量依靠合理的温度区间来支撑，各个施工阶段所对应的温度参数都会直接影响到路面的各项性能指标。拌和阶段温度稳定可以保证沥青均匀裹覆骨料，防止混合料出现花白、离析现象，从源头上保证混合料的基础性能。运输阶段温度可以控制，对混合料温度稳定有较好的作用，防止表层结皮、内温不均。摊铺阶段温度达标可以保证混合料的平整性、连续性，降低摊铺离析的概率。碾压阶段温度的精确控制，对提高路面压实度、减少空隙率、提高结构整体性有着重要的作用。

温度影响着路面后期的耐久性。温度控制合理时的沥青路面结构密实、渗水率低，可以抵御雨水侵蚀、温度应力和车辆荷载反复作用，减少早期病害的发生，大大降低道路养护成本。

1.2 施工温度控制标准

按照现行的公路沥青路面施工技术规范以及各种沥青材

料的特性，普通基质沥青和改性沥青混合料各个施工环节的温度控制基准区间不一样，还要根据施工环境温度、风速等参数来动态微调。常规施工工况下各个环节的控制温度标准见表 1。

表 1 各个环节的控制温度标准

施工环节	普通基质沥青混合料温度/℃	改性沥青混合料温度/℃
混合料拌和出料	155~165	175~185
施工现场到场	≥140	≥160
路面摊铺	≥130	≥150
初始碾压	≥125	≥145
终碾完成	≥90	≥110

低温、大风、高温极端天气施工时，要调节温度参数。低温大风时出料温度要提高，运输摊铺间隔缩短，温度损耗小。高温时应严格控制拌和上限温度，防止沥青过热老化。

2 沥青路面施工全流程温度控制技术应用要点

2.1 拌和阶段温度控制技术

拌和是沥青混合料成型的第一道工序，温度均匀、稳定才能保证混合料基础的质量。本阶段温度控制的主要任务就是准确控制骨料烘干温度、沥青加热温度和拌和恒温时间，使混合料均匀拌合。

施工时要用到自动化间歇式拌和设备，依靠设备温控系统来实现准确的温度控制。骨料烘干温度应比沥青加热温度高一些，使沥青能充分浸润到骨料的表面。普通沥青加热温度控制在 155~165℃之间，改性沥青加热温度控制在 175~185℃之间，严禁超温加热，防止沥青高温老化失效。拌和过程中要保持恒温搅拌，干拌时间控制在 5~8 秒，湿拌时间控制在 30~45 秒，保证每一批次混合料温度一致、无温差分层。

同时建立批次测温制度，每一批次的混合料出料时立即检测温度并记录下来，及时调整设备加热参数，防止出现批量温度偏差的情况，避免超温、低温混合料进场施工。

2.2 运输阶段温度控制技术

运输阶段是拌和与摊铺之间的中间环节，也是温度损耗的主要阶段，温度衰减过快、温差过大是该阶段的主要问题。运输温度控制主要目的就是减少热量散失，防止混合料局部降温结皮。

运输车辆应使用密闭式保温运输车，车厢内壁设加厚保温隔热层，装车后立即用双层保温篷布覆盖严密。装车时采用分层装车、前后移动卸料的方式，减小混合料离析和温度不均。运输途中匀速行驶，防止急停急驶，缩短运输时间。

对长距离运输工况建立动态温度监测系统，车辆装有无线路测温装置，可以实时上传混合料内部温度。施工现场设专人测温，严格控制到场温度，低于规范要求的混合料全部退回，不得用于路面摊铺。合理安排运输路线，避开拥堵路段，保证混合料连续到场，防止摊铺施工间断造成温度断层。

2.3 摊铺阶段温度控制技术

摊铺阶段温度影响路面平整度和初始密实度，温度不够会造成摊铺纹理不均、混合料粘结性差，碾压后很难成型。摊铺温度控制的核心就是恒温连续摊铺，减少摊铺过程中温度的损耗。

施工前提前预热摊铺机熨平板，预热温度不低于 100℃，防止低温熨平板与混合料直接接触造成局部降温、粘结起毛。摊铺过程中保持匀速、连续、不间断施工，摊铺速度控制在 2~4 米/分钟，严禁随意停顿、变速，防止摊铺层温度不均。

施工现场使用红外测温设备对摊铺温度进行实时监测，每隔 50 米设一个测温点位，纵向多点检测，保证摊铺断面温度均匀。低温天气施工时适当提高混合料到场温度，缩短卸料、摊铺间隔时间。高温天气施工时避开正午极端高温时段，减少沥青挥发老化，做好摊铺面防晒隔热防护。

2.4 碾压阶段温度控制技术

碾压是沥青路面成型的最后一道工序，温度参数对压实度、空隙率等主要质量指标有直接的影响，也是温度控制最难的环节。碾压温度过高会造成混合料推移、开裂、泛油，温度过低会造成压实度不足、空隙率超标。

施工时严格按照紧跟碾压、高温快压的原则进行，摊铺成型后立即进行初碾，防止混合料自然降温过多。合理分阶段安排初压、复压和终压，选择恰当的碾压温度、工艺参数。初压快速稳定路面结构，复压主要提高密实度，终压消除碾压轮迹，改善路面平整度。

碾压时全程观测温度，依照路面的实际温度来调节碾压速

度以及碾压遍数。大风、低温环境下先加快碾压速度，提高碾压效率，弥补温度快速下降造成的施工缺陷。规范碾压作业，防止碾压机械长时间停在一个地方，造成局部温度骤降或者过度压实而产生病害。

3 工程案例应用与效果分析

3.1 工程概况

某县二级公路改建工程主线长 8.2 公里，路面结构为 AC-20 中粒式沥青混凝土面层，基层为水稳碎石基层。项目施工期为春秋多风季节，昼夜温差大，温度控制难度大。为了保证施工质量，项目使用了全过程精细化温度控制技术，建立了拌和、运输、摊铺、碾压全流程测温控制体系，并且对施工温度以及路面质量检测数据进行记录。

3.2 温度控制实施方案

项目根据现场气候情况，对各个环节的温度控制参数进行调整，创建起三级温度监测体系，拌和站实时监测出料温度，运输车动态传送运输温度，施工现场逐段检测摊铺、碾压温度。根据多风、温差大的工况，适当提高混合料出料温度 5~10℃，加强运输保温，减少摊铺碾压间隔，保证施工温度在合理的范围内。

3.3 施工质量效果对比分析

选择本项目精细化温度控制施工路段，与同区域未做系统温控的同类路段进行质量指标对比，主要检测数据如下表所示。

表 2 主要检测数据

检测指标	精细化温控路段	常规施工路段	规范允许范围
路面压实度/%	98.2	95.1	≥96
空隙率/%	3.8	5.7	3~6
渗水系数/(mL/min)	62	118	≤80
平整度标准差/mm	0.65	0.92	≤0.8

从检测数据可以看出，使用全过程精细化温度控制技术的路段各项核心质量指标都比规范标准和常规施工路段好。路面压实度提高，空隙率处在最佳区间，渗水性能、平整度明显改善，有效地避免了渗水、松散、不平整等早期病害的发生，路面整体施工质量得到明显提高。经过一年的通车运营，精细化温控路段没有出现明显的车辙、裂缝、渗水病害，路面稳定性好、耐久性好。

4 当前温度控制施工存在的主要问题

4.1 温控体系不够完善

部分施工现场只对摊铺、碾压环节进行温度控制,忽略了拌和、运输环节的精细化温控,造成温控断层。温度监测大多采用人工单点检测的方式进行,监测频率低、覆盖范围小,不能全面反映混合料的总体温度情况,隐蔽性的温度偏差也难以被及时发现。

4.2 极端天气温控适配性不足

大部分施工队伍使用常规的工况温控参数,没有按照低温、大风、高温等恶劣天气的变化来改变温控方案。低温大风天气温度衰减过快,没有及时提高出料温度、缩短施工间隔。高温天不严格控制拌和上限温度,会造成沥青老化,从而影响路面的长期性能。

4.3 施工操作规范性不足

施工人员的温控意识薄弱,随意改变拌和温度、运输保温不到位、摊铺碾压延误施工等。部分机械操作人员没有按照温度节点来开展碾压工作,高温超压、低温欠压现象时有发生,对路面成型质量造成影响。同时温控数据记录不全、不规范,不能进行施工质量追溯控制。

5 沥青施工温度控制技术优化措施

5.1 构建全流程智能化温控体系

搭建拌和、运输、摊铺、碾压一体化智能温控系统,在拌和设备、运输车辆、摊铺机、碾压机上安装智能测温装置,对施工全过程进行温度实时监测、自动记录、异常报警。抛弃传统的手工检测方式,采用连续测温的方式进行全方位的检测,可以准确地找到局部的温度偏差。建立温控数据台账,使施工温度数据可以被查询、溯源,给质量验收和工艺改进提供数据支持。

5.2 优化极端天气温控施工方案

根据不同的气候条件制定专门的温控施工方案。低温大风施工时,提高混合料拌和出料温度,加厚运输保温防护层,缩短卸料、摊铺、碾压各环节间隔,实行随铺随压,最大限度减少温度损耗。高温施工时控制沥青加热上限温度,改变施工时间,避开正午高温作业,加强摊铺面防护,防止沥青过快老化。雨天、大风、强降温天气停止施工,防止低温劣质施工。

参考文献:

- [1] 李彬.路面施工过程中的温度标准化控制与质量保障[J].大众标准化,2026,(13):84-86.
- [2] 余等勤.公路沥青混凝土路面施工温度控制技术研究与应用[J].科技创新与生产力,2026,47(7):107-109+113.
- [3] 何朝辉,彭西波,刘卡迪.沥青路面摊铺温度对混合料路用性能的影响[J].工程技术研究,2026,11(7):116-119.
- [4] 王恭东.沥青路面温度对抗滑性能的影响分析[J].科技创新与应用,2026,16(10):61-64.
- [5] 吴乾坤.沥青路面摊铺温度控制与压实工艺优化研究[J].中国建材,2026,(3):123-125.

5.3 规范施工操作与人员管控

加强施工人员的技术培训,确定各个环节的温度控制标准、施工程序、违章操作的危害,提高全体人员温控质量意识。定期进行专项技术交底和实操培训,对一线操作人员、现场管理人员进行分层教学,主要讲授不同沥青材料、不同施工环境的温控差异要求,杜绝经验施工。制定标准的施工操作规程,严格控制拌和参数调整、运输保温、摊铺碾压等工序的操作。建立岗位责任制度,把温度控制的责任落实到人,形成层层负责、全程监督的管理模式。安排专职质量人员全过程旁站监督,随时检查施工温度及操作是否符合要求,及时制止违规施工行为,保证温控技术落实到位,从人员上杜绝温度控制的漏洞。

5.4 完善质量验收管控机制

将施工温度参数纳入路面质量验收的核心指标,根据温度数据和压实度、平整度、渗水系数等实体质量指标进行综合验收,改变以往重实体检测、轻过程温控的验收模式。建立全过程温度追溯制度,对施工各个阶段的温度数据进行存档备案,施工结束时结合温控台账和实体检测结果综合评价施工质量,对于温度控制不达标、施工流程违规的路段坚决返工整改,从制度上杜绝温控流于形式。定期进行施工工艺复盘,根据温控数据和病害情况不断改进温控参数和施工工艺。建立考核奖惩制度,把温控施工质量纳入班组和人员的绩效考核范围之内,正向激励规范施工行为,提高整个项目的施工管控水平。

6 结论

温度控制是沥青路面施工质量控制的主要内容,贯穿于混合料拌和、运输、摊铺、碾压全过程,各个环节的温度参数互相联系、互相影响,直接影响到路面成型质量及使用寿命。常规单一环节温控模式存在着明显的不足,全流程精细化、智能化温度控制技术可以很好地解决混合料温度不均、损耗过快、施工成型质量差等难题,从而大幅度提高路面压实度、平整度、防渗性能,减少早期病害的发生概率。经过工程实践的检验,科学合理地控制温度,可以大大提高沥青路面施工质量以及耐久性。后续施工过程中要不断改进全流程温控体系,适应不同的工况、不同的气候条件来调整温控方案,规范施工操作,依靠智能化技术提高温控的准确性,推进沥青路面施工质量管控标准化、精细化的发展,为道路交通工程高质量建设提供保障。