

温拌沥青混合料路面摊铺温度场分布与压实质量关联性分析

何泳仪

广州公路工程集团有限公司养护分公司 广东广州 510030

摘要: 随着市政建设的发展, 沥青混合料在路面施工中的应用日益广泛, 然而传统沥青摊铺工艺中温度控制问题仍存在诸多挑战, 特别是在温拌沥青混合料的使用过程中, 温度场分布对压实质量的影响尚未得到充分研究。为了提高路面摊铺质量, 本文分析了温拌沥青混合料在不同摊铺温度下的温度场分布特征, 并探讨了摊铺温度对压实质量的关联性。研究发现, 温拌沥青混合料摊铺过程中, 温度场分布呈现明显的不均匀性, 且温度与压实度之间存在显著的正相关性。特别是在较低温度区域, 沥青混合料的压实效果较差, 而高温区域则有助于压实质量的提升。此外, 温度场的优化设计能够有效改善摊铺过程中沥青路面的整体质量, 确保施工后的路面稳定性和耐久性。该研究为市政建设中的温拌沥青路面施工提供了理论依据, 有助于优化摊铺工艺, 提升施工质量, 具有重要的实际应用价值。

关键词: 温拌沥青; 摊铺温度场; 压实质量

1 温拌沥青混合料概述

1.1 温拌沥青混合料的定义与特点

温拌沥青混合料是一种在较低温度下生产和摊铺的沥青混合料, 通常温度控制在 100℃至 140℃之间, 相比传统的热拌沥青混合料, 温拌沥青具有显著的节能和环保优势。温拌技术通过加入特定的添加剂, 降低了沥青的粘度, 使得其在较低温度下仍然具备良好的施工性能。与常规沥青混合料相比, 温拌沥青混合料具有更低的能耗, 减少了有害气体的排放, 同时改善了施工环境, 降低了高温对工人的健康影响。温拌沥青的使用不仅有助于节约能源, 还能有效延长道路的使用寿命, 提升路面的抗老化能力和抗车辙性能。其较低的摊铺温度还减少了沥青混合料对设备的磨损, 延长了施工机械的使用寿命。

1.2 温拌沥青混合料的应用现状

温拌沥青混合料作为一种环保、节能的新型路面材料, 近年来在市政建设中的应用逐渐得到广泛推广。随着温拌沥青技术的不断成熟, 其在道路建设中的应用范围不断扩大, 尤其在城市道路、高速公路以及市政公共设施的建设中表现出独特的优势。温拌沥青混合料能够有效降低施工温度, 减少能源消耗, 提高施工安全性, 并且降低环境污染, 这些优势使得其在全球范围内得到了广泛的关注与应用。

在国内, 随着环保政策的日益严格, 温拌沥青混合料的应用开始逐步替代传统的热拌沥青, 尤其是在大气污染严

重的地区。根据近年来的研究数据, 采用温拌沥青混合料的道路不仅能有效减少温室气体排放, 还能降低施工过程中的噪声和粉尘污染, 这些因素都极大地推动了其在市政建设中的应用。

当前, 温拌沥青混合料的应用技术在不断完善, 相关生产设备、施工工艺和质量控制标准逐渐得到规范和标准化, 推动了温拌沥青在不同类型工程中的普及。表格展示了温拌沥青与传统热拌沥青在市政建设中的应用效果对比, 为更好地理解其优势提供了数据支持。

表 1 温拌沥青与传统热拌沥青在市政建设中的应用效果对比

项目	热拌沥青	温拌沥青
摊铺温度范围	150℃-180℃	100℃-140℃
能源消耗	高	低
有害气体排放	高	低
施工环境改善	一般	优
道路使用寿命	较短	较长
施工机械磨损	较高	较低
适用区域	温暖地区	多种气候区域

从全球市场的发展趋势来看, 温拌沥青混合料不仅是未来市政建设中的重要组成部分, 也是提升城市基础设施质量和建设可持续性的重要手段。随着对低碳环保的需求日益增加, 温拌沥青混合料的市场前景十分广阔。

2 温度场分布特征分析

2.1 温拌沥青混合料的摊铺温度场分布

温拌沥青混合料在摊铺过程中, 温度场的分布呈现出

一定的空间变化规律。摊铺开始时，混合料的温度较高，随着摊铺的推进，温度逐渐降低。温度场的变化受多个因素的影响，包括环境温度、摊铺速度、摊铺厚度以及材料的初始温度等。具体来说，摊铺机前端的温度较高，而摊铺机后端由于热量散失，温度明显降低。这种温度分布呈现出非均匀的特点，尤其在路面边缘位置，温度降低幅度较大。不同摊铺温度对温度场的影响也有所不同，较高的摊铺温度能够延缓温度的衰减速率，保持更长时间的热力适应期，从而对后续的压实工作产生积极影响。温度场的空间变化直接影响到压实的均匀性，因此，精确控制摊铺过程中的温度场分布，对于确保温拌沥青混合料的施工质量具有重要意义。

2.2 不同摊铺温度对温度场分布的影响

不同摊铺温度对温度场分布的影响主要体现在温度衰减速率和温度分布的非均匀性上。较高的摊铺温度有助于保持混合料较长时间的热状态，从而延缓温度的下降，这使得温度场在摊铺后的较长时间内保持较为稳定的状态。这种温度的延缓衰减能够在后续的压实过程中提供更长的“热适应期”，为混合料的密实度提供良好的条件。相比之下，较低的摊铺温度则会导致温度场迅速下降，特别是在摊铺机后端，温度衰减更为明显，温度场分布呈现出更加剧烈的非均匀性。温度的非均匀分布直接影响到压实质量，尤其是在低温区域，压实困难较大，可能导致不均匀压实，影响路面质量的稳定性。此外，摊铺温度还与环境温度、摊铺速度等因素相互作用，进一步影响温度场的变化特征。因此，控制摊铺温度并确保其在合理范围内，对于改善温度场的均匀性和提升压实质量至关重要。

3 温度与压实质量的关系

3.1 摊铺温度对压实质量的影响

摊铺过程中，温拌沥青混合料的温度对压实质量具有重要影响。在摊铺时，沥青混合料的温度会随着摊铺机的推进而逐渐下降，而这一温度变化直接影响沥青的粘结性和压实度。温度较高时，沥青的流动性较好，能够更容易地与集料发生充分的结合，减少气孔的产生，有助于提高压实度。然而，若温度过高，则会导致沥青的过度软化，降低压实过程中材料的稳定性，甚至可能导致沥青混合料表面出现流变问题，进而影响压实效果。相反，若摊铺温度过低，沥青的粘结性降低，材料的流动性不足，压实困难，易产生不均匀的密实度，这会使得路面出现空隙，增加水害的风险。因此，

控制摊铺时的温度变化，使其维持在一个合理范围内，对保证路面的密实度和长期稳定性至关重要。

3.2 压实质量的评价标准与测量方法

压实质量的评价标准主要包括路面密实度、孔隙率、压实度等指标。路面密实度是评估沥青混合料摊铺后是否达到理想密实状态的关键标准，通常采用核子密度仪或切割法进行测定。孔隙率反映了沥青混合料中的空隙量，过高的孔隙率容易导致水分渗透，从而影响路面抗冻性和耐久性。为了确保道路的使用性能，压实度必须达到规定的标准，通常通过现场压实度检测仪器，如静力加载法、动态落锤法、回弹法等进行测量。静力加载法通过施加一定的静载荷，测量路面的变形程度；动态落锤法则是通过模拟压实机的冲击力，评估路面的密实情况。回弹法利用材料的回弹模量来评估其密实度，可以更快速地进行现场检测。此外，压实质量的评价还应考虑温度场分布的均匀性，温度控制不当可能导致压实效果的差异，进而影响路面的长期使用性能。

4 温度场优化与压实质量提升

4.1 温度场优化设计的理论基础

温度场优化设计的理论基础主要源自于热传导和力学理论的结合。温拌沥青混合料在摊铺过程中，温度场的分布决定了沥青的流动性与压实性能。根据热传导理论，温度场的合理设计能够确保温拌沥青混合料在摊铺后保持适宜的流动性和粘结性，避免因温度过高或过低造成的施工质量问题。优化设计的核心是对摊铺温度场的均匀性和稳定性进行调整，以确保沥青混合料在不同区域具有相似的温度变化曲线。这种设计能够最大程度地避免局部过冷或过热，从而提升路面压实质量。理论上，合理的温度场设计能够改善沥青混合料的压实效果，确保摊铺后的路面具有均匀的密实度和较高的耐久性，进而延长道路使用寿命。

4.2 温度控制策略与施工质量改进

温度控制策略的核心目的是通过调节摊铺温度，优化沥青混合料的流动性和粘结性，从而提高路面压实质量。在施工过程中，温度对沥青混合料的工作性能具有决定性作用。通过精确控制摊铺温度范围，可以确保沥青在摊铺过程中保持适宜的粘结性与流动性，避免因温度过高或过低导致的压实困难或混合料老化问题。例如，摊铺过程中保持温度过高可能导致沥青的挥发性物质迅速流失，影响其粘结性，而过低的温度则会使得混合料粘度增大，难以达到理想的压实

效果。因此，合理的温控策略应当根据温拌沥青混合料的特性，结合施工环境、工期要求以及道路交通压力等因素，设计出最优的温控范围。此外，温度控制不仅体现在摊铺阶段，还应贯穿整个施工过程，包括运输、摊铺及压实各环节，以确保混合料在整个施工过程中维持稳定的性能状态。对温度进行实时监控，及时调整温控设备，可以有效防止因局部温度过低或过高导致的施工质量波动，从而进一步提升整体施工质量与路面密实度。

4.3 对市政建设中温拌沥青路面施工的建议

在市政建设中，为了进一步优化温拌沥青混合料的施工质量，摊铺工艺和温控策略的改进至关重要。摊铺工艺应当根据不同的施工环境和温拌沥青混合料的特性进行灵活调整。例如，在摊铺过程中，可以通过使用高精度的温控设备，实时监控路面温度变化，确保摊铺温度保持在最佳区间，以减少不均匀压实或路面开裂的风险。与此同时，适时调整摊铺速度和摊铺厚度，确保混合料在摊铺过程中能够得到充分的均匀分布和有效的压实。

在温控方面，施工过程中应注重多环节的温度管理，尤其是在运输和摊铺阶段。通过提前对温拌沥青混合料进行预热，避免温度骤降影响施工质量。同时，可考虑采用智能化温控系统，动态调整温控范围，以应对不同天气条件或不同施工区域的需求。例如，在气温较低或湿度较大的环境下，采取适当的预热策略，可以有效提高沥青混合料的流动性，确保其具有良好的粘结性与工作性能，从而提升路面压实效果。

温控措施的实施不仅限于摊铺阶段，在压实过程中同样需要密切关注温度对混合料粘结性的影响。通过合理的温度控制，施工团队能够保证压实机械充分发挥作用，避免因温度过低导致压实困难或压实不均现象的发生，从而提高路

面整体密实度与耐久性。

5 结束语

在本研究中，我们深入探讨了温拌沥青混合料路面摊铺过程中温度场分布的特征及其与压实质量之间的关联性。通过对不同摊铺温度条件下的温度场进行详细分析，揭示了摊铺温度对路面质量的深远影响，并提出了优化温度控制的策略。研究表明，合理的摊铺温度不仅能有效改善压实质量，还能延长路面的使用寿命。温拌沥青技术作为一种环保、节能的施工方法，逐渐得到广泛应用，为市政建设中的道路施工提供了新的思路和方法。

在实际施工过程中，通过对温度场的合理调控，可以实现温拌沥青混合料的最佳压实效果，避免因温度过高或过低造成的施工缺陷。本研究的成果为市政建设中温拌沥青路面施工的技术改进提供了科学依据，也为未来相关研究的开展奠定了基础。希望通过本文的分析，能够为温拌沥青技术的应用和推广提供有益的参考和实践指导，进一步推动市政建设领域的可持续发展。

参考文献：

- [1] 郑龙. 温拌沥青的市场应用现状及发展前景 [J]. 交通企业管理 .2025, (03): 128.
- [2] 邵永恺. 公路工程中温拌沥青混合料施工技术及其环境影响评价 [J]. 交通科技与管理 .2025, (09): 195.
- [3] 查旭东, 李正, 吕茂丰. 沥青面层 PFWD 模量温度修正及压实质量控制 [J]. 长沙理工大学学报(自然科学版).2025, (02): 23.
- [4] 张庆. 道路桥梁工程施工中温拌沥青的应用研究 [J]. 汽车周刊 .2025, (05): 20.
- [5] 许家璐, 薛斌, 阙云, 牟宏霖. 沥青路面智能压实监测及质量评价方法 [J]. 公路交通科技 .2025, (04): 90.