

## 沥青路面施工技术与质量控制研究

戴林荫

新疆北新路桥集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要] 沥青路面由于具有行车舒适、养护方便等特点, 在高等级公路以及城市道路上得到了广泛的应用。但是施工过程中质量控制水平直接影响到路面的服役性能和使用寿命。文中从沥青路面结构及施工特点入手, 对混合料离析、压实度不够、平整度偏差、裂缝与松散病害、施工温度控制不合理这五类常见质量问题及其原因进行系统的分析, 从原材料质量控制、混合料拌和与运输控制、摊铺施工质量控制、碾压工艺改进、接缝及温度控制等几个方面给出相应的措施。研究表明沥青路面施工质量是由材料、拌和、运输、摊铺、碾压等各个环节所决定的, 只有各个环节之间互相配合才能保证路面施工质量。

[关键词] 沥青路面; 施工技术; 质量控制; 离析; 压实度

DOI: 10.33142/ec.v9i10.20528

中图分类号: U41

文献标识码: A

## Research on Construction Technology and Quality Control of Asphalt Pavement

DAI Linyin

Xinjiang Beixin Road and Bridge Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

**Abstract:** Asphalt pavement has been widely used on high-grade highways and urban roads due to its characteristics of comfortable driving and convenient maintenance. However, the level of quality control during the construction process directly affects the service performance and service life of the road surface. Starting from the structure and construction characteristics of asphalt pavement, this article systematically analyzes five common quality problems and their causes: mixture segregation, insufficient compaction, flatness deviation, cracks and loose diseases, and unreasonable construction temperature control. Corresponding measures are provided from the aspects of raw material quality control, mixture mixing and transportation control, paving construction quality control, rolling process improvement, joint and temperature control, etc. Research has shown that the quality of asphalt pavement construction is determined by various stages such as materials, mixing, transportation, paving, and rolling. Only by coordinating with each other can the quality of pavement construction be guaranteed.

**Keywords:** asphalt pavement; construction technology; quality control; segregation; compaction degree

### 引言

沥青路面具有良好的行车平顺性、低噪声、容易分期修建等特点, 是我国公路路面的主要结构形式。但是沥青路面施工质量对温度、时间、工艺参数等非常敏感, 任何一个环节的控制误差都会导致路面出现早期病害, 缩短使用寿命, 增加养护费用。目前, 混合料离析、压实度不够、平整度偏差等现象依然比较普遍, 这些成因既有材料本身性能变化的影响, 也有施工工艺参数控制不当造成的后果。本文以沥青路面施工全过程为主线, 对各种质量问题的出现及原因进行梳理, 从原材料、接缝处理等各个方面的质量控制措施出发, 为沥青路面施工质量的控制提供一定的参考。

### 1 沥青路面结构及施工特点

沥青路面一般由面层、基层和垫层组成, 面层直接承

受车辆荷载及自然环境的作用, 施工质量的好坏直接影响到路面的整体性能。从施工工艺上讲, 沥青路面属于热态施工, 混合料从拌和厂出料到摊铺碾压完成, 必须在限定的温度窗口内完成全部工序, 温度过低压实困难, 温度过高沥青老化加剧, 时间-温度约束成为施工的主要难题。施工过程具有很强的连续性特点, 拌和、运输、摊铺、碾压等各个环节之间不能有间断, 任何一个环节出现停顿或者脱节都会导致混合料温度损失以及摊铺不均。同时沥青路面施工机械化程度要求高, 摊铺机作业状态、压路机种类组合及碾压遍数都要按照混合料类型和层厚来匹配设计。施工期间应进行全过程质量控制, 即对原材料检验、混合料质量检验、施工过程温度控制、压实度检测等进行全面的质量控制, 不能只控制某一个工序, 而应该贯穿于

材料进场到路面成型的全部过程。热拌普通沥青混合料施工环境温度不得小于 5℃, 热拌改性沥青混合料施工环境温度不得小于 10℃, 环境条件的限制又加大了施工组织和质量控制的难度。

## 2 沥青路面施工质量问题及成因

### 2.1 混合料离析问题

混合料离析属于沥青路面施工中普遍存在的一种质量通病, 表现为路面局部出现粗集料集中或者细集料过多的现象, 造成力学性能及空隙率存在较大差别。离析出现在混合料生产、施工的全过程之中, 拌和环节中冷料仓供料比例失衡或者热料仓筛分不足就会引起级配偏离设计值, 运输环节中装料时混合料从高处自由落下形成锥体, 粗集料因为粒径大而滚落到锥体底部, 造成车厢内混合料空间不均分布, 摊铺环节中螺旋布料器转速和摊铺速度不匹配时, 粗集料在螺旋端部堆积形成带状离析。采用控制集料最大粒径、合理选择油石比、合理选择碎石加工和料场管理、控制集料计量、使用混合料转运车和活底运输车等技术措施, 可有效地防止离析的发生。

### 2.2 路面压实度不足

压实度是评价沥青路面施工质量的重要指标, 压实度不够会造成混合料内部空隙率偏大, 路面承载能力、耐久性都会受到影响。压实度不够的原因是混合料级配、碾压温度、碾压工艺这三个方面。当路面压实度检测不合格的时候, 一般会归因于碾压工艺, 为了达到合适的压实度, 会增大压实功, 但是影响路面压实度的根本原因是矿料级配。级配偏粗时, 粗集料骨架间隙不能被细集料完全填充, 即使增加碾压遍数也不能使空隙率明显降低; 级配偏细时, 混合料高温稳定性差, 碾压过程中容易产生推移、拥包<sup>[1]</sup>。碾压温度是另一个重要的因素, 初压开始温度不得低于 150℃, 复压最低温度不得低于 130℃, 碾压终了表面温度不得低于 100℃, 否则沥青粘度增大, 集料间的润滑作用降低, 压实效果明显下降。

### 2.3 路面平整度偏差

平整度属于反映路面行车舒适性的一般指标, 它所出现的偏差不是由面层施工造成, 而是由下承层到面层诸多环节累积而成。路基顶面不均匀沉降、基层施工标高偏差、接缝不平整等都会通过结构层传到面层表面。摊铺环节中摊铺机应装设整平板自控装置, 传感器可利用基准线发出信号控制熨平板, 使摊铺机能铺筑出理想的纵横坡度和平整度。摊铺速度稳定对平整度影响较大, 摊铺机必须连续不间断地摊铺, 摊铺速度应控制在 8m/min~15m/min 之间, 不得随意改变速度或中途停止, 以提高平整度, 减少

混合料的离析。摊铺过程中频繁停机再起步会在路面上产生波浪状的纵向起伏, 熨平板预热不够或者混合料温度不均匀都会造成摊铺厚度的动态变化。压路机在高温区急转弯、急刹车或者同一位置长时间振动时, 在路面上就会留下无法恢复的凹痕或者隆起。

### 2.4 裂缝与松散病害

裂缝、松散属于沥青路面施工阶段的隐患, 运营阶段才显现出来。目前我国沥青混凝土路面常见的早期病害主要有裂缝、水破坏、松散、泛油、推移等, 这些病害基本上都是公路工程质量的通病。裂缝的施工原因主要有基层裂缝的反射作用、半刚性基层在温缩、干缩作用下横向裂缝向上扩展到面层、施工接缝处理不当、冷接缝处结合强度不够、混合料碾压温度过低时路面压实不足造成面层在温度应力作用下开裂<sup>[2]</sup>。松散的施工原因主要是离析、压实不足造成的: 离析区粗集料集中处沥青含量低, 集料间粘结力小, 不能承受车辆荷载的剪切力而慢慢脱落; 压实不均处空隙率大, 水分渗入后加快了沥青与集料的剥离过程, 在冻融循环或者行车荷载的作用下发展成坑槽。裂缝和松散之间存在着互相加剧的关系, 裂缝给水分进入路面结构提供通道, 水损害使松散扩大, 松散的碎屑被车辆带走后形成的坑槽又成了水分积聚的地方。

### 2.5 施工温度控制不合理

温度是贯穿于沥青路面施工全过程的控制性变量, 温度控制不合理的因素会成为其他质量通病的共同原因。沥青混合料温度控制包括沥青加热温度、矿料加热温度、混合料出厂温度、运输到场温度、摊铺温度、碾压温度等各个环节, 每一个环节都有相应的温度范围。沥青的加热温度、矿料加热温度、沥青混合料出厂温度, 保证运到施工现场的温度均应符合《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40-2004) 的相关要求。温度过低时, 混合料粘度增大, 摊铺过程中容易产生拖痕、拉裂, 碾压时很难达到设计压实度; 温度过高时, 沥青老化加快, 混合料的柔韧性下降, 路面在运营阶段更容易产生脆性开裂。运输过程中温度衰减是温度控制中比较薄弱的环节, 运距长、保温措施不到位或者等候卸料时间过长都会造成混合料到场温度低于摊铺要求。不同种类的沥青混合料最佳施工温度区间以及适应性分析, 运输环节温度衰减控制措施和实时监测技术, 摊铺温度控制工艺及设备选型要求, 碾压温度窗口和压实流程控制节点, 都是温度控制需要系统管理的重要环节。

## 3 沥青路面施工质量控制措施

### 3.1 加强原材料质量控制

原材料质量是沥青路面质量的基础, 应从集料、沥青、

矿粉三个方面同时控制。粗集料应选用与沥青粘附性好的碱性石料,其级配、针片状含量、压碎值、含泥量等指标必须逐批检验合格后才能使用。粗集料宜用棱角清楚、表面粗糙的碱性石料,例如玄武岩、石灰岩等,洛杉矶磨耗值应严格控制在 28%以下,以保证与沥青的粘结性。针片状颗粒含量不大于 12%,防止施工碾压时颗粒破碎造成级配变差。细集料应选用洁净的机制砂,含泥量过高会大大降低沥青和集料之间的粘结力。沥青材料应按工程所在气候分区选用合适标号,进场时应核对针入度、软化点、延度等主要指标,改性沥青还要检测弹性恢复和离析试验指标。矿粉应干燥清洁,比表面积、塑性指数符合规范要求。制造改性沥青的基质沥青应为 A 级 70 号道路石油沥青,不同批次的沥青使用部位、用量等均应有详细的追溯记录,以方便出现质量问题时可以查到具体的料源。

### 3.2 强化混合料拌和与运输控制

拌和环节质量控制的核心就是配合比的准确执行和拌和均匀性。沥青混合料应做配合比设计,分为目标配合比设计、生产配合比设计和生产配合比验证三个阶段。目标配合比确定矿料级配及最佳沥青用量,生产配合比根据拌和楼热料仓实际筛分结果调整,生产配合比验证阶段通过试拌、试验段铺筑来验证配合比的施工适应性。拌和时间应使混合料中所有的集料颗粒被沥青完全包裹,拌和温度应符合规范要求。运输环节的重点在于温度保持和离析防治。拌和机向运料车放料时,汽车应前后移动,分堆装料,减少粗集料的分离现象<sup>[3]</sup>。运料车装料前要清理车厢,涂刷防粘剂,装料后盖上保温篷布。沥青混合料运输车的运量要大于拌和能力与摊铺速度之和,保证摊铺机能连续作业而不必等待来料。

### 3.3 加强摊铺施工质量控制

摊铺质量控制的目标是保证平整度的同时,使混合料均匀分布并初步压实。摊铺前下承层表面应清扫干净并喷洒粘层油,改性乳化沥青用量严格控制在  $0.6\text{L}/\text{m}^2$  以内,利用智能喷洒系统进行横向误差 $\leq 5\text{cm}$ 、纵向搭接宽度 $\geq 10\text{cm}$ 的控制,喷洒后静置 30min 待破乳。摊铺机起步前应充分预热熨平板,摊铺机熨平板预热采用液化气加热装置,温度控制在  $100\sim 120^\circ\text{C}$ ,预热时间大于 40min,保证与混合料接触面温度均匀。摊铺时应保持连续、匀速进行,螺旋布料器高度要保证混合料料位在螺旋器直径的  $2/3$  以上,防止横向离析。摊铺速度的选择要与拌和能力、运料车数量、压路机压实能力相适应,防止由于摊铺速度过快造成预压实不够或者过慢造成压路机等待。对桥头、匝道等特殊地段,可使用小型摊铺机或人工配合摊铺,保证这

些容易产生不平整的地方得到细致处理。

### 3.4 优化碾压工艺与压实控制

碾压是决定沥青路面最后密实度的重要工序,碾压工艺参数要根据混合料种类、层厚、气候状况进行系统的规划。压实分为初压、复压和终压(成型),每阶段的碾压速度应符合《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40-2004)中规定的各项规定。初压应在混合料摊铺后较高的温度下尽快进行,以保证混合料的初始状态;复压为压实的主要过程,应采用振动压路机和轮胎压路机组合碾压,达到设计压实度;终压以消除轮迹和表面缺陷为目的,用钢轮压路机静压<sup>[4]</sup>。碾压时压路机的行进速度、振动频率、振幅的选择要与铺层厚度相适应,碾压轮在碾压过程中要保持清洁,有混合料沾轮的要及时清除。压实度检测应采用钻芯取样法和无核密度仪相结合的方法,无核密度仪等无破损检测在碾压成型后热态测定,取 13 个测点的平均值为一组数据,一个试验段不得少于 3 组。检测结果应及时反馈到碾压作业环节,使碾压工艺参数可以得到动态的调整。

表 1 沥青路面碾压工艺参数控制表

| 碾压阶段 | 压路机类型            | 碾压速度 (km/h) | 碾压温度要求                  | 主要作用       | 注意事项       |
|------|------------------|-------------|-------------------------|------------|------------|
| 初压   | 双钢轮压路机 (静压或低幅振动) | 2~3         | 不低于 $150^\circ\text{C}$ | 稳定混合料、初步压实 | 紧跟摊铺机,不得等候 |
| 复压   | 振动压路机+轮胎压路机      | 3~5         | 不低于 $130^\circ\text{C}$ | 达到设计压实度    | 振动频率与层厚匹配  |
| 终压   | 双钢轮压路机 (静压)      | 3~6         | 不低于 $100^\circ\text{C}$ | 消除轮迹、表面面   | 碾压至无明显轮迹为止 |

### 3.5 强化接缝及温度控制

接缝是沥青路面施工中容易出现缺陷的地方,接缝质量好坏直接影响到路面平整度和耐久性。纵向接缝应采用热接缝,两台摊铺机梯队作业时,相邻两幅搭接宽度应控制合理,保证接缝紧密、连接平顺,防止接缝离析。上下层接缝应错开 150mm (热接缝) 或 300~400mm (冷接缝) 以上。横向接缝多为冷接缝,接缝处用切割机将接缝切齐,涂刷粘层油后再摊铺新料,碾压时先横向后纵向,保证压实度与相邻路段一致。温度控制贯穿接缝施工全过程,接缝处混合料温度应高于其他部位,以保证新旧混合料有效粘结。纵向接缝施工前要检查原沥青混凝土接缝界面,及时处理掉在原路面下的麻面、松散和下层脱落的部分,对接缝进行加热,保证粘接强度。同时还要建立从拌

和厂到摊铺现场的全过程温度监测记录,用红外测温仪或者智能芯片实时采集关键节点温度,形成温控数据台账,出现异常立即响应并追查原因。

#### 4 结语

沥青路面施工质量控制的主要难题就是,路面最终质量是由材料、温度、时间、工艺参数在连续施工过程中综合影响而产生的,任何一个环节的控制偏差都会在后面工序中被放大并固化成无法逆转的质量缺陷。本文从原材料、混合料拌和与运输、摊铺、碾压、接缝及温度控制等几个方面分析了质量问题产生的原因,并提出相应的解决措施,其共同点就是建立施工全过程质量控制体系。该体系的运转要依靠严格的材料检验制度、工艺参数标准来保证,还需要有实时检测手段和信息化管理工具来配合。施工质量控制的有效性还要看现场管理人员对温度一时间窗口的

判断力以及对工艺参数的调整能力,这是后面研究需要继续探究的内容。

#### [参考文献]

- [1]连天.公路工程沥青路面施工技术与质量控制方法分析[J].城市建设理论研究(电子版),2026(21):115-117.
- [2]桑晓,王钰权.沥青路面常见病害的公路养护技术及施工质量控制[J].城市建设,2026(18):118-120.
- [3]周良杰,刘平,王凯,等.市政道路沥青路面施工技术与质量控制[J].中国建筑金属结构,2026,25(10):112-114.
- [4]赵海均.沥青路面施工技术要点及质量控制措施研究[J].交通科技与管理,2025,6(17):52-54.

作者简介:戴林荫(1995—),毕业于长沙理工大学城南学院工程管理专业,现就职于新疆北新路桥集团股份有限公司,中级工程师。