

高速公路路面摊铺施工工艺与质量控制研究

丁 胜

江苏现代路桥有限责任公司, 江苏 南京 210000

[摘要]高速公路路面摊铺施工属于公路工程建设的重要环节,施工质量好坏直接影响到路面的服役性能及使用寿命。文中对高速公路沥青路面摊铺施工中路面平整度和温度控制、摊铺厚度和压实度、材料离析和接缝处理、施工过程综合控制等常见问题及成因进行了系统的分析,从而提出相应的质量控制措施。从研究结果可知,路面质量问题的出现是由多种因素共同作用所造成的,它牵涉到材料性能、设备参数、工艺执行以及过程监控等诸多方面。加强材料质量控制、改善设备参数、严格工艺执行、加强温度监控、建立全过程检测体系等方法可以提高路面摊铺施工质量,可以为高速公路沥青路面施工质量控制提供一定的参考。

[关键词]高速公路; 沥青路面; 摊铺施工; 质量控制; 离析; 压实度

DOI: 10.33142/ect.v4i9.20479

中图分类号: U416.2

文献标识码: A

Research on Construction Technology and Quality Control of Highway Pavement Paving

DING Sheng

Jiangsu Xiandai Road and Bridge Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract: The paving construction of highway pavement is an important part of highway engineering construction, and the quality of construction directly affects the service performance and service life of the pavement. The article systematically analyzes common quality problems and their causes in the construction of asphalt pavement on highways, such as pavement smoothness and temperature control, pavement thickness and compaction, material segregation and joint treatment, and comprehensive control of the construction process. Corresponding quality control measures are proposed accordingly. From the research results, it can be seen that the occurrence of pavement quality problems is caused by a combination of multiple factors, which involve many aspects such as material properties, equipment parameters, process execution, and process monitoring. Strengthening material quality control, improving equipment parameters, strictly implementing processes, enhancing temperature monitoring, and establishing a full process detection system can improve the quality of road paving construction, which can provide some reference for the quality control of asphalt pavement construction on highways.

Keywords: highway; asphalt pavement; paving construction; quality control; segregation; compaction degree

引言

高速公路沥青路面是用级配集料、矿粉和沥青热拌和后摊铺压实而成的路面面层,沥青路面比水泥混凝土路面平整、密实、少尘、耐久性好、耐磨、温度稳定性好、抗车辙性能好,广泛应用于公路工程中。但是由于沥青混合料多为热拌热铺,路面摊铺连续性、温度控制要求高,施工工序衔接不到位、摊铺施工管理不当等容易造成路面施工质量问题,易出现混合料离析、路面波浪、裂缝、拖痕等问题,严重影响道路工程路面平整度、压实度,对行车安全造成不利影响。近些年来,我国高速公路建设规模不

断加大,部分路段通车不久就出现了平整度衰减、坑槽、车辙等早期病害,在摊铺施工质量控制方面存在薄弱环节。因此,对高速公路路面摊铺施工工艺及质量控制措施进行系统的研究,对提高路面工程耐久性、服务水平具有重大的理论价值和工程应用价值。

1 高速公路路面结构及摊铺特点

高速公路沥青路面一般由上面层、中面层、下面层、基层、底基层和垫层组成,自上而下依次为上面层、中面层、下面层、基层、底基层和垫层。沥青面层是由许多层沥青混合料分层铺筑而成的。各个结构层有不同的受力作

用,面层直接承受行车荷载和自然环境的综合影响,平整度、抗滑性、密水性要好;基层主要起承载、扩散荷载的作用;底基层和垫层主要起到传递荷载、给上部结构提供稳定支撑的作用。路面结构层厚度及沥青混合料种类是否匹配,直接影响到路面压实情况及使用寿命,有研究认为沥青路面结构层厚度不应小于集料最大公称尺寸的3倍。

高速公路路面摊铺施工有明显的工艺特点。其一,摊铺作业必须在高温条件下连续进行,沥青混合料从拌和出料到碾压成型要在有效温度窗口内完成全部工序,温度衰减对施工质量造成刚性限制。其二,摊铺宽度大、一次摊铺面积广,一般用多台摊铺机梯队作业来完成全幅摊铺。其三,高速公路对路面平整度、压实度、耐久性等要求比一般公路高得多,JTG F40公路沥青路面施工技术规范中对于各个工序的技术参数及质量标准都有明确的规定。其四,摊铺施工受气象条件影响较大,高温、大风、降雨等不利天气都会造成温度离析或者压实困难。这些特点就决定了高速公路路面摊铺施工要建立严格的质量控制体系。

2 高速公路路面摊铺施工质量问题分析

2.1 路面平整度与温度控制问题

路面平整度是评价高速公路行驶舒适性、安全性的重要指标,也是摊铺施工中经常出现的质量问题。平整度不够的主要原因有底层平整度不好、摊铺方法不正确、温度控制不到位等。由于各种沥青混合料都有一定的压实系数,摊铺后表面虽然经过搂平,但是底层高低不平、虚铺厚度有薄有厚,碾压后薄处沉降少则较高,厚处沉降多则较低,表面平整度自然较差。摊铺过程中如果用铁锹高抛,或者运输卸料时的冲击力将沥青混合料砸实,或者人、车在虚铺混合料上乱踩乱轧后又重新搂平,都会造成平整度缺陷。温度控制方面,沥青混合料摊铺温度直接影响可铺性及初始密实度,温度太低流动性差,难以摊铺均匀,温度太高会造成沥青老化。热拌沥青混合料正常施工条件下摊铺温度不低于135℃,开始碾压时内部温度正常施工不低于130℃。实际施工时,由于运输距离太远、保温措施不充分或者等待时间过长,使混合料到达现场的温度低于规范要求,造成摊铺后不能压实成型,最终导致路面平整度不好。

2.2 摊铺厚度与压实度不足问题

摊铺厚度不均、压实度不够都会造成路面结构承载力的关联性质量问题。厚度不均指的是同一断面上各个点的厚度相差很大或者与设计值不符,影响因素有松铺系数、

下承层平整度和摊铺方式等。松铺系数没有经过试验段的准确确定,摊铺机振捣效果不稳定,摊铺速度忽快忽慢都会造成厚度波动。厚度不够容易造成结构性破坏,过厚会造成材料浪费和压实困难^[1]。压实度不够的原因有多个方面,混合料温度过低时沥青粘度增大,集料间的摩擦力增大,不能达到设计密度,碾压设备组合不合理、遍数不够或者速度过快都会影响压实效果,碾压时压路机重叠1/2轮宽,碾压速度第1~2遍控制在1.6km/h,之后各遍控制在2.0km/h;混合料级配不良或者油石比不当也会造成压实困难。压实度不够时路面空隙率较大,水分容易渗入到结构层里面,在行车荷载的反复作用下形成动水压力,加快路面水损害的产生。

2.3 材料离析与接缝质量问题

材料离析是沥青路面施工中不可避免的,但是必须努力控制的材料质量。沥青面层离析是指混合料中粗细集料、沥青含量分布不均,粗集料集中的部位空隙率大、沥青含量少,在运营过程中容易造成水损害、坑槽、松散等现象;而细集料集中的部位沥青含量多。离析产生于混合料拌和、运输、摊铺的全过程。拌和时若拌和时间不够、拌和温度不均,集料与沥青不能充分包裹;运输时混合料在车中受自重影响而产生竖向离析;摊铺时摊铺机螺旋布料器应与摊铺速度一致,保持一个稳定的速度均衡地转动,两侧应留有送料器2/3高度的混合料,以减少摊铺过程中混合料的离析。离析如果不能及时处理,就会造成路面局部强度不够、耐久性变差。接缝质量属于沥青路面摊铺施工中的一个技术难题。高速公路全幅摊铺一般用多台摊铺机梯队作业,两幅之间不可避免地会产生纵向接缝;每天施工结束与次日开工之间也存在横向施工缝。采用梯队作业的纵缝应采用热接缝,将已铺部分留下100~200mm宽暂不碾压,作为后续部分的基准面,再进行跨缝碾压以消除缝迹。如果接缝处理不好,接缝处混合料的压实度一般会比正常摊铺区低,是路面结构的薄弱环节,在交通荷载和温度应力的共同作用下容易先出现裂缝,进而引起水的渗入和进一步的结构破坏。

2.4 施工过程综合质量控制缺陷

以上各类质量问题虽然表现形式不一样,但是深层次的原因都是施工过程综合质量控制的系统性问题。这些缺陷主要表现在三个方面。第一,工序衔接不紧。沥青路面施工包含拌和、运输、摊铺、碾压、检测等诸多环节,各个环节之间存在着严格的时间先后以及温度约束的关系,

任何一个环节出现延误或者失控都会引发连锁反应。沥青混合料大多为热拌热铺,对路面摊铺的连续性要求很高,但是施工现场常常由于机械故障、交通堵塞或者组织调度不当而造成工序脱节^[2]。第二,质量检测的实时性、覆盖面不够。传统的检测方式以事后抽检为主,检测频率低、检测点少,不能全面反映整幅路面的质量情况,很多质量缺陷在检测发现的时候已经无法进行补救。第三,缺少质量责任体系。施工、监理、检测等各方主体责任边界不清,质量问题的追责、整改没有相应的制度支撑。由于综合性的管理问题,各种具体的质量控制措施很难真正执行下去,成为影响路面施工质量提高的主要因素。

3 高速公路路面摊铺施工质量控制措施

3.1 路面平整度与温度控制措施

对于平整度不够的问题,首先要严格控制下承层的平整度和高程精度。每一个结构层的平整度都会影响上一层,因此必须按质量检验评定标准对各层进行严格要求,在保证密实度和纵横断面高程的基础上,把平整度作为重点控制指标。摊铺作业时应用摊铺机摊铺,放准每幅两侧高程基准线,操作手控制好熨平板的预留高度及稳定性。摊铺机必须缓慢、均匀、连续地摊铺,不得随意变换速度或中途停止,以保证平整度和减少混合料离析。熨平板要提前预热到 110℃ 以上,以减小混合料接触熨平板时的温度损失。温度控制是保证平整度基本条件,应建立拌和出料到碾压成型的全过程温度监测体系。沥青混合料施工温度用带有金属探测针的插入式数显温度计测得,表面温度用表面接触式温度计测得。运输车辆必须装有严密的保温覆盖物,以减少运输过程中温度的降低。摊铺时要实时检测混合料温度,保证混合料摊铺温度在 150℃~160℃ 之间。温度低于规范要求的混合料应全部废弃,不能用于摊铺作业。

3.2 摊铺厚度与压实度控制措施

厚度控制的关键是正确地确定松铺系数。应在正式施工前铺设试验段,通过试验确定合理的松铺系数和摊铺机施工参数,试验路段质量检查频率应是正常施工时的 2 倍。摊铺过程中应随时检查摊铺层厚度、路拱、横坡,不符合要求时立即调整。一台摊铺机的铺筑宽度应小于最大拼宽宽度为宜,呈梯队方式同步摊铺,两幅之间应有 10mm~15mm 左右的宽度搭接,躲开车道轮迹带。同时要对摊铺机自动找平系统、厚度传感器进行定期校准,保

证设备工作正常。压实度控制的关键就是碾压工艺的精细化执行。压路机数量按摊铺宽度确定:≤6m 时至少配初压钢轮、复压胶轮、终压钢轮各 1 台; >6m 时相应增加配置^[3]。碾压应遵循紧跟、慢压、高频、低幅的原则,按照初压、复压、终压的工艺流程进行科学碾压作业,严格控制各个环节的温度和遍数,保证压实度符合规范要求。初压应在混合料摊铺后紧跟进行,此时混合料温度最高、可塑性最好;复压用重型压路机振压,使混合料达到设计密实度;终压用以消除轮迹、平整表面。碾压速度应均匀缓慢,不得在未碾压成型的路段上急转弯、急刹车。

3.3 材料离析与接缝质量控制措施

离析控制要从源头开始。材料方面要严格控制集料级配的稳定性,保证不同规格集料掺配比例准确,沥青混合料配合比根据试验确定,施工时严格按配合比设计投料,保证施工配合比与设计配合比一致。运输时控制装料方式,用先装后卸、分层装料的方法减少运输离析。摊铺时螺旋布料器要匀速转动,两侧料位高度不低于送料器高度的 2/3。对局部离析现象要及时进行跟踪消除,铲除局部粗集料“窝”,用新拌和的混合料填补,严重部位按方补原则进行换填。接缝质量控制的关键是接缝位置的选择以及碾压工艺。纵向接缝采用热接缝,两台摊铺机前后 5~10m 梯队同步摊铺。上下层搭接位置应错开 200mm 以上。碾压时要跨缝碾压,保证接缝两侧混合料的充分融合。横向施工缝应采用切割法处理,端部不符合要求的混合料清除后涂刷粘层沥青再继续摊铺,接缝处加强碾压保证密实度。

3.4 施工过程综合质量控制措施

施工过程综合质量控制就是将前面提到的各项措施加以整合和提高,它的主要目的就是创建起覆盖施工全过程的系统化管理体系。应建立原材料检验、混合料拌和、现场摊铺、碾压成型等各个环节质量标准,实施全过程跟踪控制^[4]。从组织上来说要形成质量责任体系,明确施工、监理、检测等各方面的责任,建立质量问题的追溯机制。从技术上讲应该积极采用智能化检测手段,利用温度预警技术建立智能监测系统,对拌和、运输、摊铺、碾压全过程进行实时监控,使温度波动范围保持在±3℃ 之内。从制度上来说,必须严格执行首件验收制、试验段先行制度,通过试验段验证施工方案的可行性再进行大面积施工。各个工序的质量控制要点见表 1。

表 1 高速公路沥青路面摊铺施工全过程质量控制要点

施工工序	控制要点	检测项目	控制标准
沥青材料检验	针入度、延度、软化点、老化试验；按来源、标号分批检测，每车必检	针入度、延度、软化点、蜡含量、闪点、动力粘度	符合 JTG F40 规范中相应标号（70 号或 90 号）技术要求
集料检验	粗集料：压碎值、磨耗损失、表观密度、吸水率、黏附性、针片状；细集料：表观密度、含泥量、砂当量、棱角性。按料源、规格及层位分批检验	粗集料各项指标；细集料各项指标	上面层压碎值 $\leq 26\%$ ，磨耗损失 $\leq 28\%$ ；中下面层压碎值 $\leq 28\%$ ，磨耗损失 $\leq 30\%$ ；细集料含泥量 $\leq 3\%$ ，砂当量 $\geq 60\%$ （各指标按 JTG F40 及设计文件执行）
混合料拌和	配合比精度、拌和温度、拌和时间	沥青用量、矿料级配、出料温度	出料温度 145~165℃
混合料运输	保温覆盖、运输时间、装卸方式	到场温度	到场温度不低于 165℃
摊铺作业	摊铺速度、熨平板温度、厚度控制	摊铺温度、摊铺厚度、平整度	速度 2~3m/min（不大于 3m/min）；温度 150~160℃
碾压成型	碾压组合、碾压遍数、碾压速度	压实度、表面温度	速度 3~4Km/h；温度 150~160℃
接缝处理	接缝位置、搭接宽度、跨缝碾压	接缝压实度、平整度	纵缝热接，搭接 30~60mm
成品检测	全面检测路面使用性能；上面层增设抗滑性能检测	平整度、厚度、压实度、渗水系数、构造深度；上面层检测摩擦系数：横向力系数 SFC、摆式摩擦系数 BPN	各项指标符合 JTG F80/1 评定标准；上面层 SFC ≥ 54 （高速公路）、BPN ≥ 45

4 结语

高速公路路面摊铺施工质量是由多种因素共同作用所形成的。从本文的分析可知，路面平整度不够、摊铺厚度不均匀、材料离析、压实度不够、接缝质量差等常见问题，其产生的原因常常牵涉到材料、设备、工艺、管理等诸多方面，单靠某一个环节的控制很难从根本上保证整体质量。因此必须树立系统的质量控制思想，把材料质量控制、设备参数优化、工艺执行加强、温度监测完善和全过程检测机制建设结合起来，形成施工全过程的闭环质量管理体系。随着智能化检测技术、信息化管理手段的发展，未来高速公路路面摊铺施工质量控制会越来越精确、实时、高效，为提高路面工程耐久性、服务水平提供更坚实的科技支撑。

[参考文献]

- [1]韩鹏辉.高速公路路面施工工艺与质量控制措施研究[J].工程技术研究,2021,6(15):177-178.
 - [2]张亮.高速公路路面施工工艺及质量控制研究[J].科技创新,2018(22):125-126.
 - [3]王强.高速公路沥青路面施工工艺与质量控制措施[J].交通世界,2023(35):116-118.
 - [4]乔颖.研究高速公路路面施工工艺及质量控制[J].智能城市,2020,6(1):181-182.
- 作者简介：丁胜（1986—），男，江苏沛县人，助理工程师，函授：厦门大学，土木工程专业毕业，现就职江苏现代路桥有限责任公司，从事路面施工工作。