

高速公路沥青路面施工技术与质量控制研究

邵 啸

江苏现代路桥有限责任公司, 江苏 南京 210000

[摘要]高速公路沥青路面的工程质量直接影响着道路的使用年限以及行车的安全性和平顺性等。本论文以抓好高速公路沥青路面工程质量为基础, 全面解析了沥青混合料质量、拌和运输、摊铺碾压、后期养护四个方面的影响因素, 针对目前施工中容易出现集料分布不均匀、压实不足等问题及原因进行了解释说明, 最后提出了提高施工人员素质、加强材料及机械设管理、合理采取养护措施、严格开展质量检验验收程序和应用智能化信息系统监控技术五条具体对策建议, 证明只有把传统的施工经验和现代化的信息管理系统结合起来才是完善高速公路沥青路面工程质量的好办法。

[关键词]高速公路; 沥青路面; 施工技术; 质量控制; 信息化监控

DOI: 10.33142/sca.v9i5.19746

中图分类号: U416.217

文献标识码: A

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

SHAO Xiao

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

Abstract: The engineering quality of asphalt pavement on highways directly affects the service life of the road, as well as the safety and smoothness of driving. This paper is based on improving the quality of asphalt pavement engineering on highways, comprehensively analyzing the influencing factors of asphalt mixture quality, mixing and transportation, paving and rolling, and later maintenance. It explains and explains the problems and reasons that are prone to occur in current construction, such as uneven distribution of aggregates and insufficient compaction. Finally, five specific countermeasures and suggestions are proposed to improve the quality of construction personnel, strengthen material and mechanical equipment management, adopt reasonable maintenance measures, strictly carry out quality inspection and acceptance procedures, and apply intelligent information system monitoring technology, which proves that only by combining traditional construction experience with modern information management systems can the quality of asphalt pavement engineering on highways be improved.

Keywords: highway; asphalt pavement; construction technology; quality control; information monitoring

引言

高速公路是国家交通基础设施中非常重要的一类, 路面对交通安全及运输效率有着直接的影响, 而沥青路面由于具有行驶平顺、噪声小以及易于维护等特点, 在我国高等级公路中应用很广, 成为目前道路表面构造的选择。在交通流量不断增多和重载车辆不断增加的情况下, 沥青路面早期破坏的问题一直困扰着建设行业。我国高速公路路面大多数都是铺设了半刚性基层沥青路面, 而这类沥青路面出现早期破坏的情况比较多, 主要有裂缝、车辙、坑洞、松散等现象, 严重干扰着沿线交通运营及管理。研究表明, 高速公路上面层损伤的主要原因之一就是由于路面透水而导致的, 天气降雨渗透到沥青面层里面不能排出, 在车辆荷载与环境温度影响下导致沥青面层破坏等问题的发

生均与施工质量管理不到位有很大关系。沥青面层施工属于一种综合性很强的工作, 包括材料、机械设备、方法以及环境等多种方面都会影响到路面的质量, 其中任何一个方面出现问题都会使公路表面不平整、压实度不够或是层厚不一致等质量问题出现。近年来, 交通运输部倡导开展“平安百年品质工程”, 对路面施工质量的要求也在提升。在这样的条件下, 对沥青路面工程施工中关键技术点、质量管理方法进行研究分析, 在此基础上探索传统工艺同现代化管控方式相结合的方法, 对促进高速公路工程建设高质量发展有着积极的理论意义及实际应用价值。

1 公路沥青路面施工质量控制的重要性

公路沥青路面施工质量管控的重要性首当其冲在于安全角度。路表的平顺性影响着汽车行驶时的平稳程度以

及驾驶者的感受;压实度与厚度合格是路面承载力的基础条件,在此基础上不合格的话,路面上就会产生车辙、坑槽或者裂缝等问题,在一定程度上会造成公路使用年限的减少并且存在安全隐患。从经济效益的角度来看,高速公路工程建设费用高昂,其中沥青路面占很大一部分,把好每一道工序的质量关可以极大地节省后期运营维护的成本支出。从产业发展的角度来看,一个地区的沥青路面质量水平代表了当地的道路修建水平,在某种程度上反映了一个地区公路建设能力和水平^[1]。另外,在“双碳”目标的大背景下,高质量的道路就代表了更长的维护时间、更低的资源消耗,也是与绿色发展的理念相契合的。

2 高速公路沥青路面的施工控制要点

2.1 严格控制沥青混合料

沥青混合料是工程质量的基础保证,其原材料性质决定着后期使用效果的好坏。沥青混合料生产过程中都会或多或少地产生混合料离析问题,混合料离析的程度对沥青路面的施工质量有着重大影响。沥青混合料结构形式为沥青混合料本性的内在因素,集料最大粒径越大,离析的可能性也越大;集料的级配曲线越偏离单位体积质量最大值线,发生离析的几率也就越大;间断级配比连续级配容易离析,在原材料进场的时候,一定要按批次检测沥青的针入度、软化点、延度等三大指标,符合标准以后才能使用,对于粗集料的压碎值、磨耗值、针片状含量还有细集料的砂当量这些指标也要严格把控。在混合料配合设计上,要采用马歇尔实验来找到最佳的油石比,还要符合路用试验的要求。原材料堆放管理也很重要,各粒径规格的集料都要分开堆放,做到不混仓、不串料。

2.2 严格控制混合料制作过程

混合料的生产和制作是控制质量的关键部分,拌和楼操作的好坏直接影响着混合料的均匀度以及稳定性能,在拌合过程中,搅拌的时间长短将直接影响混合料的均匀程度,搅拌时间太短的话将会造成沥青粘结不好,而搅拌过

长的时间又会加快沥青的老化速度。基于马歇尔试验,探索了拌合时间、拌合温度以及沥青混合料搅拌时间和击实温度等四个因素对于沥青混合料质量的影响并提出高模量沥青混凝土马歇尔试验参数优化建议,即参加剂及细集料干拌时间为 15s 左右、拌合温度约为 170℃~175℃,沥青与粗集料的搅拌时间约为 150~210s,击实温度保持在 160℃~165℃之间;拌和楼计量设备的周期性检查也应予以重视,骨料、矿粉、沥青各称重装置误差须处在合理范围内;对于出料温度也要实时监测,过高会使沥青发生老化现象,过低会影响后面的摊铺压实进度。运输车辆的包覆保冷措施也要到位,尽可能地降低在运输过程中产生的热量损耗。

2.3 严格控制沥青路面施工质量

沥青路面的现场施工质量表现在摊铺和碾压两方面。依照有关国标及行业标准的要求,沥青混凝土层的压实密度不小于 96%,平整度不大于 1.5mm,厚度允许误差为 +10mm 到 -5mm 之间,弯沉值不应高于设计值;摊铺之前要对下层进行认真检查,使下面层清洁干燥并且表面比较平坦,摊铺时要保证摊铺机的速度恒定,螺旋分配器的速度要与摊铺速度相协调,防止出现料斗高低起伏导致的分层现象,摊铺机振动棒以及熨平板的参数应当依据所用材料种类及其环境温度来进行选择确定。压实工序采用初压、复压、终压三步骤进行,在每步中压路机品种、台数、速度、遍数与振动频率、振幅等都必须有相应技术措施。碾压过程中要按顺序执行“紧跟、慢压、高频、低幅”步骤,使混合料处于合适的温度范围内完成压实^[2]。接茬处置也是容易发生问题的地方,无论是纵缝还是横缝都要严格按照规定做到热接缝或者冷接缝并保证接缝两边密度均匀、平整。表 1 列出了沥青面层施工质量的主要检查项目及其合格率。

2.4 沥青路面的维护

沥青路面的养护不仅是营运期的任务,更应该体现在

表 1 沥青路面施工质量控制主要指标及允许偏差

检查项目	允许偏差	检验频率	检验方法
压实度	≥96% (最大理论密度的%)	每 1000m ² 测 1 点	环刀法、灌砂法或钻芯法
平整度	≤1.5mm (IRI)	全线每车道连续测定, 按每 100m 输出结果	连续式平整度仪或 3m 直尺
厚度	+10mm/-5mm	每 1000m ² 测 1 点	钻芯取样或刨挖尺量
宽度	不小于设计值	每 40m 测 1 处	钢尺量测
横坡度	±0.3% 且不反坡	每 20m 测 4 个断面	水准仪测量
弯沉值	不大于设计规定值	每车道每 20m 测 1 点	贝克曼梁或自动弯沉仪

施工期内。目前国内外普遍使用在沥青混凝土路面结构预防性养护方面的施工技术主要有封缝、稀浆封层、微表处理、雾封层和碎石封层等,而稀浆封层就是指采用一定规格的石料与乳化沥青、水、填料混合搅拌制成的流动性的混合料,经稀浆封层机摊铺到路面上,可以使沥青路面的路用性能得到提升,避免路面出现麻面现象。施工过程中,要及时做好已施工完成的部分路段的防护措施,禁止施工车辆和机械碾压新铺筑的还未完全干燥的部分,一旦出现局部离析、松散等情况,也要趁路面还热的时候尽快对局部进行修补。营运期间的预防性保养也很有必要,微表处工艺使用改性乳化沥青做粘结剂,采用玄武岩石和石灰岩石混合而成的矿料,在合理的比例下进行拌和,然后用稀浆罩面车均匀撒铺到旧路面上,施工完毕后 1~2 个小时就可以通车,可以迅速恢复路面防滑防水的功能。

3 工程施工及质量控制优化措施

3.1 提升施工队伍专业水平

施工队伍的技术水平是工程质量的基础保障。施工一线操作人员需熟知混合料性质、机械设备运行特性以及相关施工参数,熟悉如何解决离析、温度不等的常见现象。项目经理部应当经常性开展技术教学和技术交底,使相关规定和技术规程落实为基层人员可理解并能践行的操作指令,对摊铺机机械手、压路机司机、试验检测等重要岗位要实行持证上岗制度。现场各工班之间要做好有效的信息交流工作,做到混合料由拌合到碾压完毕之间各环节环环相扣,防止由于信息不通畅而造成的质量问题。

3.2 做好施工原材料及设备设施的管理工作

原材料均质化管理是工程质量的第一道防线,标准化规定提出了高速公路沥青路面原材料均质化管理的基本要求,以及施工准备工作、原材料均质化管理、施工过程均质化管理、均质化检验、施工管理信息化等内容。材料堆场应当做好排洪、防潮、分区等措施,不同的粒径集料需要设立足够的高度间隔墙进行隔离,避免混料现象发生。装载机取料时要从下部均匀挖掘,不得刮地取料或者随意卸料等方式,降低粗集料二次离析。拌和楼冷料仓应当安装破拱装置及计量校核装置,拌和过程中每天都要对冷料流量进行校核。压路机、摊铺机等一系列重要机械设备要建立维修保养记录表,按时检查测量振动频率、振幅、行驶速度等主要指标,使设备保持在优良的技术状况当中运行。

3.3 按照实际情况选择相应的养护方式

养护方法的选择需要兼顾水泥混凝土面层状态、交通荷载情况、气候变化及养护目的。对轻微裂缝可以进行灌

缝或者封闭裂缝防止水汽进入水泥混凝土路面结构层内部,而对于表面磨损严重、防滑性能衰减的路段可以进行微表处与稀浆封层以达到预防的效果。高速公路使用的是沥青材料,能够使行车质量达到期望值的要求,在施工中要注重预防性养护沥青路面的技术应用,针对不同的季节采取相应的预防措施并提高对养护工作的重视程度;如果存在结构性破坏的地方则不适宜进行预防性的修复工作,而是要依据损坏的程度采取铣刨重铺或者加铺罩面的方法来进行恢复性修理^[3]。养护时间的选择也很重要,在路面质量还没有严重恶化的时候进行预防性保养可以取得最大的全生命周期成本收益。

3.4 质量检测及竣工验收

工程质量检测是对工程施工质量进行检验、发现存在问题的主要方法,应该贯穿施工始终,在实际施工过程中要做的日常检测主要有对混合料进行的马歇尔稳定度、流值、沥青含量、矿料级配等试验;对路面层面温度、松铺厚度、压实遍数等进行检查;压实度检测常用的方法有环刀法、灌砂法或钻芯法等,钻芯法可以直接得到面层厚度及芯样密度。通过对路面取出的芯样可以查看沥青结构层厚度,通过骨料切割面情况来了解其是否达到规定级配,同时可以判断压实施工状况、级配及沥青温度、空隙率等问题。根据规范规定,路基工程施工中要求以折算后的下置信界限来确定压实度代表值合格的标准,各层面基层和底基层的压实度平均值及其最大值均不能超过规范限值。交工检验时要严格按照规范规定对路面的平整度、厚度、宽度、横坡以及弯沉等进行全项测定评价,各项指标都达到了标准才可以投入使用。

3.5 应用信息化系统实现实时监控

信息技术全面融入也颠覆着道路工程质量管理的模式,在 2025 年的交通运输行业标准《沥青路面智能摊铺与压实系统技术条件》(JT/T1541-2025)被交通运输部批准公布,从 2025 年 5 月 1 日起生效施行,该标准以省科研重点课题成果为基础,针对公路沥青路面无人机械化施工作业中标准化体系构建、统一各性能指标的要求,对沥青路面智能摊铺与压实系统的机构设计、作用以及各项技术指标、检测手段等做出明确规定,指出各子系统的准确程度及参数值范围,适用沥青路面智能摊铺与压实系统的产品研发及生产。东交智控项目组研制出基于探地雷达+北斗+BDS 双目视觉的“沥青路面摊铺厚度-离析双模式实时诊断系统”。将探地雷达技术、北斗定位技术和双目视觉技术相结合,利用智能计算完成对厚度及离析情况双维度监测,通过对可视化界面及声光报警装置实现施工过

程中的质量监测并实时提醒施工人员,实现了“监测-预警-整改”的全闭环流程^[4]。传统的路面施工中对沥青混合料运输温度监测主要是依靠人工随机抽样,很难做到全面地实时跟踪测量,而如果在运输车辆料斗位置增加温度传感器就可以实时检测沥青混合料在运输过程中温度的变化情况并及时上传到管理系统当中。同时,拌和站信息化采集系统可以进行对沥青混合料生产实时监控、超限提醒以及统计保存等功能,在系统中进行对其油石比、出料温度以及 4.75mm 筛分通过量、拌和时间等一系列重要指标的监测,建立一级二级三级预警体系,从 2023 年开始,部分地方已经在所有的养护项目里面推广了拌和站信息化采集系统,在此基础上又增加了路表面层施工数字化管理平台,通过信息化管理平台观察车辆行驶轨迹、出场时间和到场温度等多项参数达到“能管可控”。信息化管理方式的应用正在把沥青路面施工由传统的“事后验工”向“事中管理”进行彻底变革。

4 结语

公路沥青路面工程施工质量管理是一项综合性的工作,涉及施工原材料选择、配合比设计、现场拌合摊铺以及后续维护检测等多个方面,本文通过对工程质量的必要性、控制点以及改进措施进行整理归纳,重点介绍了针对

离析、温度控制、压实度保证、信息化监理等方面技术要点的发展情况。随着越来越多的车辆上路行驶以及人们对出行质量需求的提高,仅靠以往的经验和管理模式已经无法适应当前高速公路工程的发展趋势,在今后的沥青路面施工中应逐步实现机械化施工、全阶段信息化监管和精细化管理相结合的新型管理模式。而只有依靠创新和技术以及管理这两股力量的共同作用,才能够做到真正高质量的道路工程。

[参考文献]

- [1]陈涛.高速公路沥青路面施工质量控制技术要点[J].城市建设理论研究(电子版),2025(33):89-91.
- [2]熊子森,徐海彬,管振业.高速公路沥青路面施工关键技术与质量评价方法研究[J].工程技术研究,2025,10(8):159-161.
- [3]杨泽来.高速公路沥青路面施工及质量控制要点研究[J].运输经理世界,2023(4):34-36.
- [4]陈国敏.公路沥青路面施工技术及其质量控制研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024(13):137-139.

作者简介:邵啸(1998—),男,毕业于扬州大学土木工程专业,江苏现代路桥有限责任公司,技术员,助理工程师。