

公路工程路面平整度控制与施工优化研究

胡凯文

新疆北新路桥集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]路面平整度是公路工程质量的重要指标之一,它对行车安全、舒适度有着直接的影响,而且还会对路面的耐久性造成影响。文中从路面平整度控制的意义入手,对目前公路工程路面平整度控制中出现的路基和基层控制不到位、混合料和摊铺质量不稳定、碾压和接缝处理不到位、施工过程检测和管理不完善等问题进行了系统的分析,并从路基和基层施工控制、混合料和摊铺施工控制、碾压工艺和接缝处理优化、平整度检测和动态控制四个方面提出了相应的优化措施。研究表明路面平整度的形成是路基、基层、面层施工过程中的一个连续的过程,建立从下承层到面层的逐层控制体系以及动态检测反馈机制,是保证平整度有效控制的重要途径。

[关键词]路面平整度;施工优化;摊铺;碾压;检测控制

DOI: 10.33142/ec.v9i10.20526

中图分类号: U416.042

文献标识码: A

Research on the Control and Construction Optimization of Road Surface Flatness in Highway Engineering

HU Kaiwen

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

Abstract: Road surface smoothness is one of the important indicators of highway engineering quality, which has a direct impact on driving safety and comfort, and also affects the durability of the road surface. Starting from the significance of road surface smoothness control, this article systematically analyzes the problems that currently exist in road surface smoothness control in highway engineering, such as inadequate control of roadbed and base layer, unstable quality of mixture and paving, inadequate compaction and joint treatment, and incomplete construction process detection and management. Corresponding optimization measures are proposed from four aspects: roadbed and base layer construction control, mixture and paving construction control, optimization of compaction process and joint treatment, flatness detection and dynamic control. Research has shown that the formation of road surface smoothness is a continuous process during the construction of roadbed, base layer, and surface layer. Establishing a layer by layer control system and dynamic detection feedback mechanism from the lower layer to the surface layer is an important way to ensure effective control of smoothness.

Keywords: road surface smoothness; construction optimization; paving; rolling; detection control

引言

路面平整度是评价公路使用性能最直接的一个指标,良好的平整度可以保证行车安全和舒适,也可以使路面结构寿命得到延长,养护成本降低。路面平整度的形成不是单一工序所能决定的,它是由路基填筑、基层铺设、面层摊铺碾压全过程的各种因素共同作用而形成的。任何一个环节出现的控制失误都会沿着结构层向上传递,最终造成路表不可逆的不平整。目前公路工程中由于路基不均匀沉降、摊铺工艺不稳定、碾压参数不合理、检测管理不到位等原因造成的平整度缺陷还比较普遍。本文从平整度控制

的意义出发,分析施工过程中存在的典型问题及成因,提出包含路基基层控制、摊铺碾压优化、检测动态反馈的系统优化措施,为公路工程路面平整度施工控制提供参考。

1 路面平整度控制的意义

路面平整度属于反映公路工程质量和服务水平的重要指标。对于公路工程项目来说,沥青混凝土路面平整度是影响公路工程质量的关键因素,而且它和公路交付使用的运营质量有着极大的关系。路面平整度不合格会增大驾驶人员的行驶难度、降低行驶的安全性和舒适性,严重时还会引发行车安全风险。平整度是反映高级路面质量好坏

的一个重要指标。路面不平顺会增大行车阻力,造成车辆附加振动,影响行车安全、舒适性,还会加重汽车零部件和轮胎的磨损,增加油料消耗;附加振动和不平整路面中滞留的雨水也会加快路面破坏。平整度不够的路面,在车辆荷载反复的作用下容易产生冲击应力集中,加快面层疲劳开裂和基层损坏,造成病害的恶性循环。从经济角度看,路面越不平,车辆受到的冲击力越大,对道路造成的损害就越严重,道路工程建设投资效益也就越低。路面平整度控制不但关系到行车安全、舒适,而且决定着路面结构在设计使用年限内是否能保持稳定的服役状态,是公路工程施工质量控制的重要环节。

2 公路路面平整度控制存在的问题

2.1 路基与基层平整度控制不足

路基、基层属于路面结构的承重层,它们的平整度状况经由结构层一层层传到上面去,对最终的表面平整度有着决定性的影响力。造成沥青路面不平整的因素有很多,但是主要与路基施工质量、桥头涵洞两段及桥梁伸缩缝的处理、路面底基层及基层的施工、路面施工机械的选择和路面材料的质量有关。路基施工时填筑压实度不够或者压实不均会造成工后沉降不均,使路面在运营后期出现波浪形起伏。桥头、涵洞台背等结构物与路基填土衔接处,由于填筑空间小、压实机具无法到达,极易造成差异沉降,是平整度缺陷的高发部位。在基层施工方面,影响山区沥青路面平整度的因素有很多,主要有路基不均匀沉降、基层顶面平整度不好、施工工艺水平低等。基层顶面平整度对于上一层的平整度来说至关重要,基层表面出现局部凹陷或者凸起的地方,摊铺机虽然具备自动找平功能,但是底层的坑洼不平还是会反作用于路面上。半刚性基层在养生期间产生的干缩裂缝、温缩裂缝,在面层施工之后会向上反射,形成规则间距的横向裂缝和不平整。

2.2 混合料与摊铺质量控制不稳定

混合料质量波动、摊铺工艺不稳是造成路面平整度偏差的主要因素。在混合料层面,级配设计不合理或者拌和过程中级配偏离设计值时,混合料的压实系数发生变化,摊铺后同一厚度的虚铺层在碾压后会产生不同的沉降量,造成表面高低不平。混合料级配设计是一项细致严谨的工作,级配偏粗时混合料高温稳定性好但是和易性差,摊铺过程中容易出现离析和拖痕;级配偏细时虽然易于摊铺但是高温稳定性差,在碾压过程中容易出现推移和拥包。摊铺方法不当,在等厚的虚铺层中,由于摊铺时用铁锹高抛,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,然后又搂,造成虚实不一致。

虚处低,实处高,平整度差。摊铺速度不稳定、频繁停机再启动在路面上会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^[1]。施工时操作人员要严格按照规程操作,随时注意观察和检测,消除人为因素及机械因素造成的表面波浪。

2.3 碾压与接缝处理控制不到位

碾压工艺不合理、接缝处理不规范都会造成路面局部不平整。碾压过程中,压路机类型组合不合理、碾压速度过快或者碾压遍数不够,都会造成压实度不均匀,而压实度的差异又直接影响到路表沉降的不一致。压路机在高温区急转弯、急刹车或者在同一位置长时间振动,在路面上都会留下无法恢复的凹痕或者隆起。碾压过程中温度控制也很重要,初压开始温度不小于 150℃,复压最低温度不小于 130℃,碾压终了表面温度不小于 100℃,低于规定温度时沥青粘度增大,压实效果明显下降,路面密实度、平整度难以达到要求。接缝处纵向接缝处的搭接宽度不合适或者热接缝温度不够,就会在接缝处出现纵向条带状不平整。沥青砼路面接缝不好,造成接缝两侧标高不同、路面倾斜,在行车作用下产生跳车。横向接缝大多采用冷接缝,接缝处切割不平齐、粘层油涂刷不均匀或者碾压顺序不当,在接缝处都会出现明显的台阶或者凹陷。纵向接缝处理时上下层面的接缝错开 1m 以上;用直尺测出不平整的横断面位置,每断面不少于 4 处,搭接时清扫干净,涂粘层油并预热;接缝后先横向碾压。

2.4 施工过程检测与管理不完善

施工过程检测和管理不完善是平整度控制中比较薄弱的环节,主要问题就是检测的及时性以及反馈机制的有效性欠缺。传统的平整度检测大多是在工序完成后才进行,检测结果对于已经完成的施工过程没有指导作用。本项目施工过程中用连续式平整度仪和 3m 直尺相结合进行检测,除施工接缝用 3m 直尺检测外,其余路面每车道 100m 连续检测,但部分项目检测频率不够、检测点代表性差,不能全面反映路面平整度情况。从管理上讲,施工过程中出现的材料质量不稳定、工艺不规范、监管不到位等情形,都是造成平整度控制效果不好的主要原因^[2]。部分项目质量责任划分不清,路基施工、基层施工和面层施工由不同的单位承担时,界面处的平整度控制责任容易推卸,质保资料的记录和管理不规范又造成问题难以追溯、责任无法认定。施工计划的安排有时会忽略工序之间的合理间隔,基层养生期不够就直接进行面层施工,基层收缩变形还没有稳定下来就被面层覆盖,给后续平整度缺陷留下隐患。

3 公路工程路面平整度施工优化措施

3.1 加强路基与基层施工控制

路基、基层平整度控制要从填筑工艺标准化、工序验收严格化两方面着手。路基填筑要严格控制分层厚度和压实度,土基压实度 $\geq 95\%$ (环刀法检测,每1000m检测1点),平整度偏差 $\leq 5\text{mm}/2\text{m}$ (2m靠尺检测),标高偏差 $\pm 2\text{cm}$,保证符合路基施工技术规范要求。对桥头、涵洞台背等压实困难处所,用小型振动压路机或冲击夯进行补压,必要时可采用换填透水性材料或者注浆加固等方式减小工后沉降。基层施工要严格控制混合料的拌和均匀性及摊铺厚度,采用摊铺机摊铺基层,摊铺厚度为15cm(松铺系数1.25),摊铺速度控制在 $2\sim 3\text{m}/\text{min}$,保证连续摊铺。基层碾压后应及时覆盖洒水养护,养护期不小于7天,养护期间不得通车。基层顶面平整度逐段检测,局部超限处用精铣刨或薄层找平处理,测量平整度后用精铣刨机对局部超限处进行精铣刨,为面层摊铺提供良好的下承层条件。

3.2 优化混合料与摊铺施工控制

混合料及摊铺环节的改进要集中于削减离析并维持摊铺的连续性。采用体积设计法优化材料配比,建立准确的温控系统,严格控制沥青加热温度、矿料加热温度和混合料出厂温度,保证到场混合料温度在摊铺要求的范围内。运输环节要加强保温措施,运料车盖上篷布逐车检测温度,低于规定温度的混合料废弃。拌和机向运料车放料时,汽车应前后移动,分几堆装料,以减少粗集料的分离现象,从源头上减少混合料离析。摊铺过程中,摊铺机应装设整平板自控装置,传感器通过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。摊铺机应连续不间断地摊铺,摊铺速度控制在 $8\text{m}/\text{min}\sim 15\text{m}/\text{min}$ 之间,不得随意改变速度或者中途停止,保证平整度,减少混合料离析。机向前移动时,保证刮板运输器和螺旋推动器连续输送混合料的时间不小于90%,最好连续工作^[3]。摊铺过程中要安排专人到摊铺机后方进行跟踪检查,发现粗细集料离析现象及时铲除局部粗集料窝,用新混合料补平,对局部缺陷及时修补,防止缺陷在碾压后被固化。

3.3 优化碾压工艺与接缝处理

碾压工艺的改进要从压实程序的规范性、参数匹配的精确性两方面入手。碾压程序及碾压遍数应通过试验路段来确定。碾压要按照试验段确定的程序和工艺进行。压路机应紧跟摊铺机后,在全幅范围内碾压,压实时应按初压、复压、终压的程序进行,应遵循紧跟慢压、先静后振的原则,压至无轮迹为止。碾压时压路机的驱动轮应该朝向摊

铺机。碾压顺序由下往上按规定的碾压速度进行。相邻碾压重叠宽度大于30cm,用雾状喷水法,保证沥青混合料不粘轮。接缝处理上,纵向接缝应采用热接缝,摊铺机摊铺完成后立即用压路机在接缝处静压;碾压第一层摊铺带时预留30cm不压,待相邻带碾压时一起碾压。横向接缝应使用切割机切齐,涂刷粘层油后再摊铺新料,碾压时先横向后纵向,保证接缝处的压实度与相邻路段一致。

表1 路面平整度控制碾压与接缝施工参数表

施工环节	工艺要求	温度要求	碾压速度/搭接要求	平整度控制要点
初压	钢轮压路机静压或低幅振动	不低于 150°C	$2\sim 3\text{km}/\text{h}$	紧跟摊铺机,不得等候
复压	振动压路机+轮胎压路机	不低于 130°C	$3\sim 5\text{km}/\text{h}$	振动频率与层厚匹配
终压	钢轮压路机静压	不低于 100°C	$3\sim 6\text{km}/\text{h}$	碾压至无轮迹为止
纵向接缝	热接缝,预留30cm待邻带同压	接缝处温度高于其他部位	上下层错开200mm以上	接缝紧密,无离析
横向接缝	切齐、涂粘层油、先横向后纵向碾压	高于摊铺温度下限	每断面测不少于4处	标高一致,无台阶

3.4 完善平整度检测与动态控制

平整度检测及动态控制机制的改善要从检测手段系统化、信息反馈及时化两方面着手。在检测手段上要建立分层检测体系,根据工程实践提出“分层检测、动态优化”的管控流程,即施工期用3m直尺法对工序进行验收,验收阶段用车载式激光平整度仪法对全路段平整度进行评价。3m直尺法操作简便、反馈及时,适合路基及基层顶面等工序的即时检测;车载式激光平整度仪法检测速度快、覆盖面大,适合于面层完工后全路段的评价。在信息反馈上,检测数据要立即录入施工管理平台,对检测出的平整度偏差马上找到具体的施工段落和工序环节,并追查到相应的摊铺参数、碾压参数及接缝处理记录,从而达成提升沥青路面平整度的变量铣刨和超薄磨耗层回铺施工工法等精确化的处治办法^[4]。同时应将平整度控制指标作为各工序交接验收的条件,路基交验时平整度不达标的段落不得进入基层施工,基层顶面平整度不合格的区域必须经过处理后才能摊铺面层,形成逐层把关、逐级反馈的动态控制闭环。

4 结语

路面平整度控制属于路基、基层、面层施工全过程的一项系统工程,其质量好坏由每一个结构层施工精度以及层间衔接是否协调决定。本文从路基与基层控制、混合料

与摊铺质量、碾压与接缝处理、检测与管理四个方面对平整度控制存在的问题进行分析,并提出相应的优化措施。这些措施共同指向的是建立逐层控制、动态反馈、责任到工序的平整度管理体系,把平整度从末端检验指标变成施工过程中可以监控、可以调整的过程参数。在实践上,平整度控制的有效性还要依靠施工人员严格按照工艺参数操作以及管理人员及时作出反应,两者都要在制度和手段两方面不断改进。

[参考文献]

[1]卜志颖.公路工程施工中路面平整度控制策略研究[J].

城市建筑空间,2023,30(1):369-370.

[2]许景.关于公路路面平整度检测和控制的研究[J].黑龙江交通科技,2021,44(8):208-210.

[3]张洪涛.公路路面平整度的影响因素及控制措施[J].交通世界,2023(11):98-100.

[4]续竞台.提高公路路面摊铺平整度的策略[J].交通世界(建养.机械),2015(8):138-139.

作者简介:胡凯文(1994—),毕业于四川大学工程造价管理专业,现就职于新疆北新路桥集团股份有限公司,中级工程师。