

道路桥梁施工中桥面铺装技术的优化方法

文 / 樊 瑞 安徽省高等级公路工程监理有限公司

摘要：为提升道路桥梁的整体性能与使用寿命，针对桥面铺装技术展开深入研究。对优化材料选择、改进施工工艺以及强化施工质量控制等方面进行了详细探究。研究过程中，分析了新型铺装材料的应用、施工顺序的科学规划、先进设备的引入以及监控检测技术的运用等关键点。结果表明，通过这些优化措施，能有效提高桥面铺装质量，延长桥梁使用寿命，降低维修养护成本，提升行车安全性，充分满足现代化施工要求，为道路桥梁建设提供了有力的技术支持与实践指导。

关键词：道路桥梁；桥面铺装；技术优化；施工工艺

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.13.054

引言

道路桥梁作为交通基础设施的关键构成，其建设质量直接关乎交通运输的顺畅与安全。在道路桥梁的诸多结构中，桥面铺装起着连接车辆荷载与桥梁主体的重要作用，不仅影响行车的舒适性，还对桥梁的耐久性有深远影响。然而，当前在道路桥梁施工中，桥面铺装技术存在一些亟待解决的问题。部分传统铺装材料性能欠佳，难以适应复杂多变的交通状况与环境条件；施工工艺不够先进，导致铺装质量参差不齐，容易出现裂缝、坑洼等病害。这些问题不仅缩短了桥梁的使用寿命，增加了维修养护成本，还对行车安全构成威胁。因此，优化道路桥梁施工中的桥面铺装技术具有极为重要的现实意义。

一、道路桥梁施工中桥面铺装技术优化的必要性

（一）提高桥梁使用寿命

桥面作为桥梁直接承受车辆荷载的部分，长期经受车轮的反复碾压、冲击以及环境因素的侵蚀。传统的铺装材料和工艺，在面对日益繁重的交通流量和复杂的气候条件时，往往显得力不从心。例如，普通的沥青混凝土在高温环境下易软化，低温时又会变脆，导致其抗疲劳性能下降，容易出现裂缝。这些裂缝一旦形成，雨水便会顺着缝隙渗入桥梁结构内部，腐蚀钢筋，降低混凝土的强度，进而严重影响桥梁的整体使用寿命。而通过优化桥面铺装技术，选用高性能、耐久性好的材料，如纤维增强沥青混凝土，其内部的纤维可以有效增强材料的韧性和抗裂性能，减少裂缝的产生。同时，改进施工工艺，确保铺装层的厚度均匀、压实度达标，能够使桥面更好地分散车辆荷载，降低桥梁主体结构所承受的应力，从而显著提高桥梁的使用寿命，减少桥梁因过早损坏而需要进行大规模重建的情况，充分发挥桥梁的长期使用价值。

（二）降低维修与养护成本

养护费用是公路桥梁生命周期中的重要组成部分。桥面铺装工程一旦发生病害，其养护工作往往比较复杂，费用也比较高。当桥面出现坑洼、松散等病害时（见图一），不仅要交通进行封闭维修，还会影响交通的正常通行，

造成间接的经济损失，并且在养护过程中还需要投入大量的人力、物力和财力。频繁地维护不仅消耗了大量的沥青、砂石等建材，而且对施工设备及技术人员的要求也很高。例如，修补桥面上一大块坑，可能要动用铺路机、压路机等设备，还得有几个技术娴熟的工人，维护费用可能高达上万元^[1]。如果得不到及时地修复，病害将进一步扩展，使养护费用成倍增加。通过对桥面铺装工艺进行优化，提高铺装质量，可以有效降低桥面板病害的发生率。高品质铺装材料及先进的施工工艺可提高桥面稳定性及抗损性，降低养护维修频率及费用，为公路桥梁长期运营节约大量资金。



图一：桥面病害

（三）提升桥梁行车安全性

桥面铺装状况直接关系到车辆行驶的安全性。当桥面存在裂缝、坑洼、不平整等问题时，车辆行驶过程中会产生颠簸、跳动，甚至出现跑偏现象。这不仅会影响驾乘人员的舒适性，更重要的是增加了交通事故发生的风险。在高速行驶的情况下，车辆突然遇到桥面的坑洼，可能会导致车辆失控，引发追尾、碰撞等严重事故。对于大型货车等重载车辆，桥面的不平整还可能导致货物掉落，危及其他道路使用者的安全。优化桥面铺装技术，打造平整、防滑的桥面铺装层，能够有效提高车辆轮胎与桥面之间的摩擦力，确保车辆在行驶过程中的稳定性

和操控性。例如,采用具有良好抗滑性能的微表处技术进行桥面铺装,其粗糙的表面能够显著增强轮胎与桥面的附着力,即使在雨天等恶劣天气条件下,也能有效降低车辆打滑的风险,为桥梁行车安全提供坚实保障。

(四) 顺应现代化施工要求

随着建筑行业的不断发展,现代化施工对道路桥梁建设提出了更高的要求。一方面,现代化施工注重节能环保,传统的桥面铺装技术可能存在材料浪费、能源消耗大等问题。例如,一些老旧的施工工艺在搅拌沥青混凝土时,会产生大量的粉尘和废气,对环境造成污染,同时能源利用率较低^[2]。而优化后的桥面铺装技术可以采用新型的环保材料和节能型施工设备,如水性沥青涂料、智能化的摊铺机等,既能减少对环境的污染,又能降低能源消耗。另一方面,现代化施工强调高效、精准。先进的施工工艺和质量控制手段能够实现对桥面铺装施工过程的精细化管理,确保施工进度和质量。通过引入先进的测量技术和自动化施工设备,可以精确控制铺装层的厚度、平整度等参数,提高施工效率,缩短施工周期,更好地满足现代化道路桥梁建设的需求。

二、优化道路桥梁施工中桥面铺装技术的方法

(一) 优化材料选择

1. 新型铺装材料的应用

在路桥桥面板铺装领域,新型铺装材料为提高工程质量和耐久性提供了新的机遇。其中,环氧沥青混凝土因其优异的性能而被广泛应用于大跨径桥梁的铺装中。环氧沥青是一种具有较高强度和良好抗疲劳性能的热固性材料^[3]。相对于传统的沥青混凝土,环氧沥青混凝土具有更好的高温稳定性,能够有效抵抗高温下车辆荷载引起的变形,降低车辙。该材料在低温环境下同样具有显著的抗裂性能,可以有效降低因低温而产生的开裂风险,延长桥梁的使用寿命。同时,超高性能混凝土(UHPC)在桥面铺装中的应用也日益增多。超高性能混凝土具有超高强度、高耐久和抗渗性能。其内部致密微结构可有效阻隔水和有害离子的入侵,增强钢筋防护能力,提高桥梁整体安全性能。UHPC在某些对桥面承载力和耐久性有极高要求的特殊桥梁工程中具有显著优势,可满足长时间重载交通的使用要求。

2. 材料性能提升的途径

提升材料性能可从多方面着手。一方面,优化材料配合比是关键。以水泥混凝土为例,合理调整水泥、骨料、外加剂和水的比例,能显著改善其工作性能与力学性能。增加优质水泥用量,可提高混凝土强度;选用级配良好的骨料,能增强混凝土的密实度与耐久性。外加剂的合理使用同样重要,如减水剂可在不改变混凝土工作性能的前提下,减少用水量,降低水灰比,提高混凝土的强度与抗渗性^[4]。另一方面,材料预处理也是提升性能的

有效手段。对于沥青材料,加热改性或添加抗剥落剂可增强其与集料的粘附性。在石料加工过程中,对石料进行清洗、干燥处理,去除表面杂质与水分,能提高石料与沥青的结合效果。此外,通过对材料进行复合改性,如将聚合物与沥青复合,制备聚合物改性沥青,可综合多种材料的优势,提升铺装材料的柔韧性、粘附性与抗老化性能,为桥面铺装提供更可靠的材料基础,全方位提升桥面铺装质量与使用寿命。

(二) 改进施工工艺

1. 科学规划施工顺序

科学、合理地规划施工工序,是保证桥面铺装质量达标的基础,贯穿全过程。基层处理是施工准备阶段的重要环节。桥面板表面的杂物、灰尘和松散颗粒要认真清理,不平整的地方要及时修补,保证基层坚实平整,为以后的施工打下坚实的基础。接下来就是防水层的施工,选择合适的防水卷材或者防水涂料,严格按照施工工艺来进行,确保防水层完好无损,没有缝隙,没有气泡,能够有效地阻止雨水渗入到桥梁内部,从而延长桥梁的使用寿命。防水层施工完毕后,立即施以粘层油。根据桥面面积和设计要求,精确控制粘层油用量和喷洒量,保证覆盖均匀,加强上、下结构层之间的黏结,实现层间协同工作,提高桥面铺装层整体稳定。接下来就是沥青混凝土的摊铺,这个阶段需要对摊铺路线进行详细的规划。一般是从桥的一端开始,由低到高,以均匀的速度推进,以最小的间隔和接缝。在施工过程中,通过对路面厚度和平整度的实时监控,并借助先进的检测手段,保证施工过程中的偏差不超过允许的范围,从而保证了行车的舒适度^[5]。沥青混凝土摊铺结束后,要尽快进行碾压。按照预先确定的初压、复压和终压顺序,对碾压温度、碾压速度和碾压遍数进行合理控制。采用钢轮压路机进行初压、稳压成型;为了提高压实效果,选择轮胎压路机或振动压路机;最后压实采用钢轮压路机压实,使路面平整、平整。通过科学规划各工序的先后次序和衔接时间,使各施工环节协调一致、有序,为打造优质桥面铺装工程打下坚实的基础。

2. 先进施工设备的引入

在道路桥梁桥面铺装施工中,先进施工设备的引入堪称提升作业水平的关键要素。沥青混凝土摊铺环节,自动化摊铺机发挥着无可比拟的优势。这类摊铺机配备高精度传感器与智能控制系统,可精准调控摊铺厚度,误差控制在极小范围,确保桥面平整度满足高标准。其内置的高效振捣装置,能在摊铺时对沥青混凝土充分振捣,大幅提升压实度,增强铺装层稳固性。同时,自动化摊铺机作业速度快,工作效率远超传统设备,能在短时间内完成大面积摊铺任务,有效缩短施工周期,减少

对交通的影响时长。混凝土搅拌与运输同样依赖先进设备保障质量。强制式搅拌机凭借独特搅拌结构,能使水泥、骨料、外加剂等物料充分混合,确保混凝土搅拌均匀性。搭配混凝土搅拌运输车,其罐体持续转动,可防止运输途中混凝土离析,维持混凝土良好工作性能,为后续浇筑作业提供稳定、高质量的材料。此外,先进测量设备如全站仪、激光测距仪等在施工中不可或缺。它们能实时、精准测量桥面高程、平整度等关键参数,为施工人员提供可靠数据支撑。一旦施工出现偏差,可依据测量数据及时调整,保障桥面铺装施工各环节严格符合设计要求,全方位提升桥面铺装整体施工质量。

3. 施工技术的创新

施工技术创新是提升桥面铺装工艺的核心驱动力。以微表处技术为例,其将聚合物改性乳化沥青、集料、填料、水及添加剂按特定比例混合,借助专用设备在桥面上快速摊铺形成磨耗层。该技术施工速度快,对交通影响小,能显著增强桥面抗滑性能与防水性能,有效延长桥面使用寿命。薄层罩面技术同样是创新亮点。它在不显著增加桥梁恒载的情况下,铺设一层高性能沥青混凝土,可有效修复桥面轻微病害,提升桥面平整度与行车舒适性,尤其适用于对桥梁承载能力要求较高的场景。在钢筋连接方面,套筒挤压连接、直螺纹连接等机械连接方式取代传统焊接,优势明显。这些方式能有效规避焊接过程中可能出现的气孔、夹渣等缺陷,极大提高钢筋连接的可靠性,进而增强桥梁结构的稳定性。上述创新施工技术从不同维度发力,显著提升了桥面铺装施工水平,为道路桥梁建设提供了更优质、高效的技术支撑,有力推动行业技术不断进步。

(三) 强化施工质量控制

1. 施工过程中的质量管理

施工过程中的质量管理是确保桥面铺装质量的核心环节。在材料入场阶段,严格执行材料检验制度,对每一批次的水泥、沥青、骨料等原材料进行全面检测,核对其规格、性能是否符合设计要求,杜绝不合格材料进入施工现场。例如,对于沥青材料,检测其针入度、软化点、延度等指标,确保其在不同温度条件下的性能稳定。在施工操作层面,对各工序制定详细的质量标准和操作规程,并要求施工人员严格执行。以混凝土浇筑为例,控制好混凝土的坍落度,使其保持在合适范围,保证混凝土的和易性与施工性能。同时,监督振捣作业,确保振捣棒的插入深度、振捣时间符合要求,避免出现蜂窝、麻面等质量缺陷。施工过程中,还需注重各工种之间的协调与配合。如钢筋工在铺设钢筋网后,混凝土工应及时跟进浇筑作业,避免钢筋长时间暴露生锈影响结构性能。此外,建立质量追溯机制,对每一道工序的施工人员、施工时间、施工参数等信息进行详细记录,一旦出现质

量问题,能够迅速追溯根源,采取有效整改措施,保障桥面铺装施工过程的质量可控。

2. 施工监控与检测技术的应用

施工监控与检测技术为桥面铺装质量提供了有力保障。在施工过程中,利用先进的监控系统实时监测桥梁结构的变形、应力等参数。例如,通过在桥梁关键部位安装应变片、位移传感器等设备,将采集到的数据实时传输至监控中心。一旦发现结构变形或应力超出预警值,立即暂停施工,分析原因并采取相应的加固或调整措施,防止因施工不当对桥梁结构造成损伤。在质量检测方面,运用无损检测技术对桥面铺装质量进行全面评估。如采用雷达检测技术,可快速、准确地检测出桥面铺装层的厚度、内部缺陷以及钢筋的分布情况。通过对检测数据的分析,能及时发现铺装层中存在的脱空、裂缝等隐患,为后续的修复处理提供依据。此外,定期对桥面的平整度、抗滑性能等进行检测。平整度检测可采用连续式平整度仪,精确测量桥面的不平整度指标,确保车辆行驶的舒适性;抗滑性能检测则通过摆式仪等设备,检测桥面的摩擦系数,保证在不同天气条件下车辆行驶的安全性。施工监控与检测技术的应用,实现了对桥面铺装施工质量的动态、精准管理,有效提升了工程质量。

结语

综上所述,道路桥梁施工中桥面铺装技术的优化至关重要。通过优化材料选择,应用新型铺装材料并提升材料性能,为高质量铺装奠定基础;改进施工工艺,科学规划顺序、引入先进设备与创新技术,提高施工效率与质量;强化施工质量控制,加强施工过程管理并运用监控检测技术,保障工程质量。这些优化方法有效提高了桥梁使用寿命,降低了维修养护成本,提升了行车安全性,顺应了现代化施工要求。因此,持续推进桥面铺装技术优化,对促进道路桥梁建设行业的发展具有深远意义。

参考文献

- [1] 梁海霞. 道路桥梁施工中钢纤维混凝土技术的应用分析[J]. 运输经理世界, 2022, (11): 103-105.
- [2] 吴丽萍. 道路桥梁施工中钢纤维混凝土施工技术[J]. 科技经济市场, 2020, (01): 3-4.
- [3] 史长存. 钢纤维混凝土技术在道路桥梁施工中的应用[J]. 智能城市, 2019, 5(20): 186-187.
- [4] 毛勇锐. 道路桥梁施工中钢纤维混凝土技术的应用分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2019, (22): 36.
- [5] 庄剑. 钢纤维混凝土技术在道路桥梁施工中的应用[J]. 运输经理世界, 2021, (05): 103-104.

作者简介: 樊瑞(1988年9月-), 男, 汉族, 安徽长丰人, 本科, 工程师, 主要从事工程项目监理工作。