

# 道路工程中沥青路面 3D 智能摊铺施工技术

文 / 郑奕鹏 汕头市建安(集团)有限公司

**摘要:** 随着交通需求不断提升,现阶段城市中不同规模的道路工程大量兴建,以满足基础的交通出行需求与交通运输需求。为进一步提高道路建设质量,需要采取合理措施对关键的施工技术加强管理,其中沥青路面的摊铺是主要的施工技术,在信息化时代背景下,可引入先进的 3D 智能摊铺设备、系统,辅助优化摊铺施工效果。因此道路工程中沥青路面 3D 智能摊铺施工技术受到广泛关注,相关理论研究及实践探索大量涌现。基于此,简单概述技术,深入探讨技术应用流程与应用优化策略,以供参考。

**关键词:** 道路工程; 沥青路面; 3D 摊铺

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.21.059

## 引言

近年来沥青材料在我国各地道路工程的路面施工中广泛应用,相应的施工技术也在随之升级。但结合实际情况调研可以发现,部分工程项目施工单位仍存在一定程度上的沥青摊铺施工技术应用不合理问题,并且未能加强信息化建设,合理融入 3D 等信息化技术,实现自动化、智能化摊铺,影响摊铺效率与摊铺质量。为改变这一现状,本文围绕道路工程中沥青路面 3D 智能摊铺施工技术的应用,开展具体研究。

## 一、道路工程中沥青路面 3D 智能摊铺施工技术概述

### (一) 应用优势

3D 智能摊铺施工技术在沥青路面摊铺施工中的应用,具有保障施工安全、提高经济效益等应用优势。与传统沥青路面摊铺施工技术相比,能减少人力资源与物力资源消耗,降低施工成本投入。摊铺施工前可以在测量放样等准备工作中,合理规划设计施工线路,精准定位施工点,防止后续交叉施工作业出现安全隐患。

### (二) 应用原理

3D 智能摊铺是道路工程领域施工技术不断创新发展下兴起的新技术,应用时主要通过智能化、信息化技术,建立立体的三维数字模型,之后通过相应的空间处理技术,将道路沥青路面的厚度、高程、宽度等基础参数有效控制,在沥青路面摊铺施工时能获得理想的施工效果。而且可以和智能化系统、智能算法、激光控高、道路 BIM 建模、卫星定位、物联网、传感器等多种技术共同使用,通过各类技术与网络,将沥青路面摊铺厚度等施工数据,向智能系统的控制中心传输,实现自动化、智能化摊铺作业。例如,澄海区东里镇某地的道路及配套升级改造工程施工时,对现状破损水泥砼板块处理后,进行加铺沥青罩面与拆除并新建两侧路缘石、人行道,在此过程中将沥青罩面铺设宽度等数据,向 3D 智能摊铺系统传输,优化铺设效果,使沥青罩面与周边环境更加协调。

### (三) 主要构成

3D 智能摊铺系统是 3D 智能摊铺技术的主要应用载体,主要构成测量子系统与自动控制子系统,测量子系统通常由 GPS 流动站、基准站、激光发射器等部件组成,主要负责发射、输入、产出差分信号、高程信息。自动控制子系统主要由摊铺自动控制系统、激光高程基准站、GPS 基准站等组成,能传输沥青路面三维坐标数据与激光高程信息,针对性调整摊铺方向、沥青路面高程方向与坡度。

## 二、道路工程中沥青路面的主要 3D 智能摊铺施工流程

### (一) 施工准备

沥青路面 3D 智能摊铺前,需要从不同方面做好充分的施工准备,为后续摊铺作业的顺利进行奠定基础,施工前应充分做好数据、技术、资源等方面的准备。数据准备时应合理建立精度较高的施工控制网,采集不同的施工数据信息,确保后续施工时有效提高摊铺精度,将可能出现的施工误差控制在合理范围内。可实时采集对下承层厚度、标高、横坡等相关数据,分析是否存在异常,并在后续施工时根据实际需求灵活调整<sup>[1]</sup>。技术准备时道路工程项目施工监理单位、设计单位、施工人员、技术部门可以联动,共同商讨制定施工决策、施工方案,确保清晰明确 3D 智能摊铺施工技术要求,并按照施工设计规范,合理准备施工技术交底等各种技术文件。例如,澄海区东里镇某地的道路及配套升级改造工程施工时,根据道路现状为混凝土路面,道路断面由人行道、慢跑道、绿化设施带、车行道、人行道组成的具体情况,合理设计沥青路面的 3D 智能摊铺施工方案。资源准备时应关注人力资源准备与物力资源准备,注意选择经验丰富、摊铺施工能力强的施工人员参与施工作业,并选择合适的 3D 智能摊铺机、3D 智能系统等辅助施工设备、各类施工材料。

此外,施工准备阶段还需要测量放样处理,先利用技术、设备合理布设施工控制网,之后规划施工水准点。布设施工控制网时可采用参数转换方法或坐标采集方法,

利用卫星定位、导航等技术，在GPS建立控制网。设置施工水准点时，应充分考虑噪声振动影响。如为降低压路机振动干扰的影响，可将水准控制点适当远离施工现场布置；3D摊铺机与系统都包含激光装置，为避免水准点影响激光发射器信号发射，选择水准点位置时，可以将水准控制点远离车辆、建筑物无遮挡布置。

**(二) 摊铺机就位与试摊铺**

正式摊铺沥青路面前，应将3D智能摊铺机就位，调试技术参数，并开展试摊铺操作，及时识别后续摊铺时可能出现的问题。摊铺机就位后，应根据摊铺作业现场的环境条件和施工图纸设计要求、道路工程相关建设标准，仔细调试接收器，校准激光发射器，以保障施工数据采集、传输、实时监测的稳定性、精度。考虑施工场地地形地貌，还需要灵活调整3D智能摊铺机的不同参数，如在复杂场地地形环境条件下，可严格按照场地地形数据，设置摊铺机的初始参数，包括沥青路面摊铺宽度、厚度、均匀度、速度、方向等，并调整机器自动转弯与自动找平系统，提高机械操控的响应速度与灵敏度，使操控更加安全、稳定，以适应复杂场地地形的变化。

试摊铺时需合理规划路段，以先慢后快的形式试验摊铺沥青混合料，每隔一段距离设置一个校准点位，调整摊铺面高程与摊铺速度、厚度等参数，控制施工偏差，确保和设计要求保持一致。如校准点位需要比较实测摊铺面高程数据与设计高程数据，降低误差。例如，在龙湖区万吉工业区基础设施升级改造项项目施工时，使用3D智能摊铺机，对万吉工业区内内的20条市政道路，进行沥青罩面加铺的试操作，校准涉及的施工参数，在减少误差的同时，避免对路面的排水等造成不良影响。

**(三) 自动摊铺与碾压**

在3D智能摊铺技术的支持下，道路沥青路面可以实现自动摊铺。整体自动摊铺过程中，需要先有效调整3D

摊铺机标识，之后在指定区域内合理放置摊铺机，以人工操作的形式开始初步摊铺，持续摊铺一段时间后，转化操作模式，利用摊铺机逐步开始自动控制摊铺，实现人力摊铺与3D智能化摊铺充分结合。同时自动摊铺期间，还需要注意实时监测表面温度、高程、平整度、厚度、横坡等施工数据，如果出现异常及时调整，确保每项自动摊铺工序有效实施。在监测到沥青表面温度过高时，需及时采用洒水等方法降温处理。

在摊铺完成后，还需要及时对沥青混合料进行碾压处理，以避免混合料的温度出现损失。碾压沥青时需选择专门的压路机设备，3D摊铺机可作为辅助设备，在全部的碾压段中，控制碾压长度，采用由外向内的碾压顺序<sup>[2]</sup>。为提高碾压均匀性，应控制压路机履带，相邻履带之间可重叠1/2-1/3的碾压宽度。对于碾压速度，在初压、复压、终压的不同施工阶段，都需要注意保持压路机缓慢、连贯、均匀。

**(四) 施工参数检测**

沥青路面摊铺施工结束后，需全面检测不同的施工参数，确保施工质量达标。其中平整度检测时，需重点加强沥青路面下面层平整度的检查，在不同道路上分别测量最大平整度值与最小平整度值，计算平均值，分析平整度合格率和平均合格率，对比传统摊铺施工方法，汇总分析结果发现，3D智能摊铺技术在优化下面层平整度方面有显著的应用优势<sup>[3]</sup>。摊铺厚度检测时需钻芯取样，在不同的芯样桩号中，对沥青路面下面层摊铺厚度的实测值、设计值、二者高度差等参数全面检测，如表1所示<sup>[3]</sup>。沥青路面3D摊铺压实度检测时，可分析压实面横坡度，按照相关的道路质量检验评定标准要求，合理选择检测试验段，之后利用高精度的全站仪、水准仪等设备，测量试验段的沥青路面横断面，并控制间距，分析路面上面层、中面层、下面层的压实面坡度。

表1 沥青路面下面层3D智能摊铺厚度检测分析

芯样桩号	距中/m	实测值/mm	设计值/mm	高差/mm
K1+165	3.0	102.0	100	2
K1+270	13.0	105.0	100	5
K1+350	8.0	104.0	100	4
K1+450	10.0	95.0	100	-5

**三、道路工程中沥青路面3D智能摊铺施工技术应用优化策略**

**(一) 加强施工质量控制**

为确保3D智能沥青路面摊铺施工技术获得有效应用，施工期间可强化质量管理。通常摊铺人员作业水平、施工精度与3D摊铺机自身摊铺能力，会直接影响摊铺质量。摊铺人员管理时，施工管理人员可督促全部摊铺人员，规范、标准使用精度更高的测控技术代替手动操作，实现智能三维3D摊铺，避免产生过大的人为误差。而且

3D智能摊铺技术的施工质量，还会受到3D智能摊铺控制系统精度的影响。道路工程施工单位可通过定期培训等形式，促进摊铺人员的专业能力提高，对摊铺机进行专业的安装和校验，以提高系统精度。

施工精度管理时，通常情况下下层路基填筑质量会影响智能摊铺技术的施工效果，3D智能摊铺作业时，应保障下层路基的平整度与标高符合施工需求，使实际摊铺厚度和设计厚度一致，沥青路面能按照设计厚度智能摊铺。3D摊铺机自身摊铺能力管理时，可调整机

器的安装精度,避免内部自动控制系统等部件存在精度误差。而且沥青路面摊铺时,可以对施工指标进行更加精细化的调整,在一定程度上弥补摊铺机自身特性存在的不足。除此之外,还应加强对施工现场环境的监测与管理,确保温度、湿度等外部因素不会对3D智能摊铺技术的精度造成干扰。同时,合理安排施工时间,避免在极端天气条件下作业,以减少环境变化对摊铺效果的影响。通过多方面的精细化管理,能够进一步提升3D智能摊铺技术在沥青路面施工中的应用水平,确保工程质量稳定可靠。

## (二) 合理应用辅助摊铺设备

为有效控制摊铺效果,3D智能摊铺机使用时,还需要投入配套辅助摊铺机械,3D智能摊铺技术应用实施优化时,可加强辅助设备管理,以获得良好的应用效果。例如,可使用激光雷达等类型的激光发射器辅助设备,如图1所示(来源于网络),充分发挥其精确控制摊铺高程、灵活交替移动等应用优势,重新优化调整施工布局。先将一台激光发射器在3D智能摊铺机斜后方安放,沥青路面摊铺时,如果需要同时使用两台或多台3D智能摊铺机,都能及时接收激光发射器发出的激光信号,防止影响施工进度。之后再将一台激光发射器,选择摊铺机的前进方向布置,并合理控制摊铺机与该激光发射器、两台激光发射器之间的距离<sup>[4]</sup>。

为降低噪声干扰,调整激光发射器辅助设备布局时,还需要确保激光发射器周边,不存在可能影响摊铺机正常接收激光信号的噪声、电磁干扰源。在两台激光发射器中,还需要调整迁站,防止影响3D智能摊铺机正常接收激光信号,为摊铺机更好地适应复杂的摊铺场地环境条件与地形环境提供支持,优化提升道路沥青路面摊铺效果。对于工作距离,为减小干扰,可将激光发射器适当加密处理。

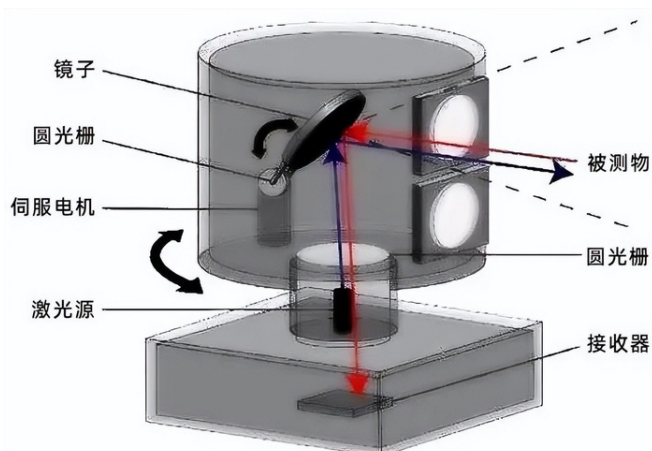


图1 激光雷达发射器结构示意图

## (三) 优化施工方案与改造3D摊铺机部件

施工方案起到施工导向作用,为获得良好的施工效果可优化方案。如某高速公路项目在施工前,选择试验

段分别使用传统摊铺工艺与3D智能摊铺技术摊铺沥青路面,试验施工结束后结合施工过程情况,对比分析机械操作人员、劳务人员、安全监督人员、测量人员、施工质量检测人员、摊铺人员的不同工时消耗量,及高速公路沥青路面摊铺、压实厚度、纵断面线形、平整度等数据,并明确两类施工技术在人力资源消耗、施工质量、施工精度、施工效率等方面存在的差异。最后根据对比结果和差异分析结果拟定施工方案,最终的施工结果表明施工质量获得极大程度的优化。优化施工方案时还需要考虑道路工程与其他工程的衔接情况,例如,澄海区东里镇某地的道路及配套升级改造,在优化古港西路路段的3D智能摊铺施工方案时,对人行道+慢跑道+绿化设施带+车行道+人行道的道路断面型式充分分析了解,确保道路工程与配套的照明工程、绿化工程、交通工程等相互协调。

3D智能摊铺机包含大量部件,可适当优化改造,进一步发挥部件应用优势,使摊铺施工效果提高<sup>[5]</sup>。对于桅杆部件,可选择基座位置安装振动、温度、湿度等不同类型的传感器,施工时密切关注桅杆状态,监测倾斜度,如果过于倾斜可使用智能算法予以倾斜补偿,使桅杆在不平整沥青路面上姿态也能保持稳定,提高摊铺场地地形的适应性。摊铺机主控制器部件改造时可调整位置,在更加便于操作的位置安装,施工时能将沥青路面纵横坡度、道路线形等测量数据,与设计数据比对,及时修正偏差。

## 结语

综上所述,3D智能摊铺施工技术的应用效果,会直接影响道路沥青路面结构的整体摊铺施工质量。必须聚焦应用优势、构成等方面3D智能摊铺施工技术的概述,把握测量放样、试摊铺、碾压、施工参数检测等关键的施工流程环节,并采取加强施工质量控制等策略,进一步优化施工技术应用效果,保障沥青路面的各项摊铺作业顺利、高效开展。

## 参考文献

- [1] 刘乘波. 基于3D智能摊铺技术的高速公路沥青路面施工应用研究[J]. 辽宁省交通高等专科学校学报, 2024, 26 (05): 24-27.
- [2] 廖波. 沥青路面3D智能摊铺施工技术探讨[J]. 交通科技与管理, 2023, 4 (01): 102-104.
- [3] 张梦源, 沈智宇, 沈理斌. 3D摊铺技术在沥青路面施工中的应用研究[J]. 科技资讯, 2024, 22 (18): 133-137.
- [4] 周玉. 沥青路面3D智能摊铺施工技术要点分析[J]. 江西建材, 2022, (09): 223-225.
- [5] 魏立鑫. 论沥青路面3D智能摊铺技术在复杂地形环境下的施工要点[J]. 全面腐蚀控制, 2025, (06): 241-243+258.