

# 激光超声波摊铺机桥面铺装施工工法

杜恩华

新疆北新路桥集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]随着高速公路建设的不断发展,桥梁施工精细化增高以及国内劳动力市场日益吃紧,促使桥梁桥面整体化层施工向机械化、智能化、集成化发展是必然趋势。多年来,桥面铺装施工由最初的人工摊铺整平,到采用简单的自制振动梁施工,再到现今多采用的摊铺机,先后解决了劳动力消耗多、工期长、质量控制困难等问题,体现了机械化、智能化和集成化的优势。本工法名称为激光超声波摊铺机桥面铺装施工工法,适用于混凝土浇筑桥面整体化层施工,其关键技术是通过智能液压系统精确调节过的滚轴及振动搓平梁在砼面往返行走保证桥面整体化层平整度、密实度、纵横坡等。工法施工工艺简单,便于操作,较传统施工方法省时省力。

[关键词]激光超声波;摊铺机;桥面铺装;施工

DOI: 10.33142/aem.v4i4.5906

中图分类号: U443.33

文献标识码: A

## Construction Methods of Bridge Deck Pavement with Laser Ultrasonic Paver

DU Enhua

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

**Abstract:** With the continuous development of expressway construction, the increasing refinement of bridge construction and the increasingly tight domestic labor market, it is an inevitable trend to promote the construction of bridge deck integrated layer to mechanization, intelligence and integration. Over the years, the bridge deck pavement construction has successively solved the problems of high labor consumption, long construction period and difficult quality control from the initial manual paving and leveling to the simple self-made vibrating beam construction, and then to the paver commonly used today, reflecting the advantages of mechanization, intelligence and integration. The name of this construction method is the bridge deck pavement construction method of laser ultrasonic paver, which is applicable to the construction of concrete pouring bridge deck integrated layer. Its key technology is to ensure the flatness, compactness, longitudinal and transverse slopes of bridge deck integrated layer by walking back and forth on the concrete surface through the roller and vibration leveling beam accurately adjusted by the intelligent hydraulic system. The construction method has the advantages of simple construction process, convenient operation and time-saving and labor-saving compared with the traditional construction method.

**Keywords:** laser ultrasonic; paver; bridge deck pavement; construction

北新路桥集团股份有限公司根据以上施工工艺的优缺点,取长补短,充分比较各工艺的优点,通过采用新设备,改进工艺流程,充分发挥设备特点,严格控制了工程质量,提高了桥面铺装施工质量和效率,降低了用工及工期成本。

### 1 工法特点

(1)与传统摊铺机相比,激光超声波摊铺机针对竖曲线段砼铺装,采用了激光与超声波互换的技术对铺装顶面标高进行精确定位,解决了竖曲线桥面施工的难题。

(2)与传统振动梁施工相比,激光超声波摊铺机采用全自动智能液压系统,不受护栏或标高带平整度影响,有效保障了桥面铺装的平整度及施工效率。工艺智能化程度高,操作简单,节省了大量的人力资源。

### 2 适用范围

激光超声波摊铺机工艺广泛适用于不同宽度及上、下行施工条件的桥面整体化层施工,适用纵曲线段桥面铺装施工。

### 3 工艺原理

激光超声波摊铺机采用液压控制系统控制摊铺机高

低,并通过接触性超声波感应器准确调整设计标高位置,通过有轨行走系统进行行走。前端通过振动搓平梁进行初步整平并采用安装在振动搓平梁上的8个附着式振动器进行振捣。通过振动搓平梁振捣整平后,摊铺机后方采用两排非振动辊轴对砼面进行二次提浆整平,使之达到要求平整度。

## 4 施工工艺流程及操作要点

### 4.1 施工工艺流程



图 5.1 桥面铺装施工工艺流程图

## 4.2 操作要点

### 4.2.1 施工准备

对摊铺机操作手进行培训教育,通过考核通过并持证上岗。

现场保证三通一平,便道满足摊铺机运输至现场,铺装段护栏已施工完成并达到一定强度,满足摊铺机施工荷载,现场满足吊装就位条件。

激光超声波摊铺机由厂家指导在钢筋场进行组装,并通过了安装质量检查。保证各系统运行正常,各功能单位联合运行正常。

检查配备的导轨、电线及备用零件等材料满足现场施工要求及应急更换要求。

施工前应采用凿毛风镐对梁顶面进行人工凿毛,去除表面松散的混凝土、浮浆及油迹等杂物,人工清扫后采用空压机及高压水枪将梁顶面冲洗干净。对每孔梁顶面进行详细检查,做到无积尘、油污、浮浆、松散砼,保证桥面铺装与底层的粘结性。

### 4.2.2 测量放样

桥面铺装施工前坚持多布点精度高的原则,由现场技术员对梁顶标高进行测量,顺桥向间距不大于 5m,横桥向在每片梁翼缘板两边处,根据现场测量实际数据与桥面铺装设计高程比较,调整铺装顶面高程,确保铺装厚度。

### 4.2.3 铺设钢筋网片

根据测量放样确定的桥面铺装顶面标高,在已施工的护栏下方弹出墨线,进行控制钢筋网片铺设高度,对梁顶面预埋钢筋进行调直处理,铺设钢筋网片,搭接长度不小于 30cm,为保证钢筋网片在施工时不下沉,采用加密垫块或剪力筋电焊。

### 4.2.4 安装轨道及标高基线布设

摊铺机就位前先在护栏顶面铺设钢导轨,导轨铺设应平整、线形顺直、底部垫实,摊铺机就位应精确,行走辊轮位于导轨中央,利用护栏对拉孔固定标准立杆(间距 3m),按照测量调整数据进行立杆标高调整,布设完成后进行二次标高复测,确保标高控制的精确度,施工班组根据铺装标高及摊铺机结构尺寸进行定桩拉线,作为摊铺机行走调节基线。



图2 桥面铺装施工

### 4.2.5 摊铺机就位

摊铺机由 25T 汽车吊吊装就位,吊装过程采用风缆绳控制转向及位置调整,避免磕碰护栏导致摊铺机变形。摊铺机完成吊装就位后及时进行全面调试检查,重点检查液

压升降系统及标高智能调节系统,确定摊铺机运行正常方可进行桥面铺装砼施工。砼浇筑前应再次检查摊铺机等机械设备,确认无误后接通电源,先空运转 2-3 分钟,并在轨道上来回行走 1m 左右,确认机械各部分工作正常后方可进行施工作业。并在施工过程中随时检查电源电线、机械运转、砼标高、振捣质量等情况是否正常。

### 4.2.6 桥面铺装砼浇筑

(1) 混凝土浇筑采用混凝土泵车入模,由低的一端向高的一端进行连续浇筑,摊铺机进行整幅摊铺,由超声波控制系统感应采集数据,通过液压系统实现实时标高调整。不依赖于轨道的平整度的问题,解决了人为操作施工带来的不确定性,严禁在钢筋网上搁置重物或运料小车在钢筋网上推行,减少或控制施工人员在钢筋网片上行走,以免造成钢筋网变形,影响保护层厚度。

(2) 施工过程中应控制摊铺机的行驶速度与布料速度相匹配,泵送混凝土布料略高于设计标高 2cm-3cm,确保铺装面饱满、密实及表面平整。振动搓平梁前方应安排工人及时将多余混凝土向前转移,不允许采用振动搓平梁推移过多混凝土,防止出现涌波现象,导致平整度出现偏差。浇筑时开动摊铺机匀速、前后行走,进行碾压与振动,在每一节段上整平时间,以混凝土停止下沉并往上泛浆,或表面平整并均匀出浆为准,整平机行驶速度 3-4m/min 为宜,据现场整平效果而定,辊筒的转速在 1000 转/分左右。应进行不少于 3 遍整平振捣,而后使用收光机全面揉、搓、抹一次。

### 4.2.7 混凝土收面、拉毛

摊铺机作业后,作业人员在摊铺机上对铺装两侧进行抹面、找边。混凝土初凝后,先采用手扶式抹光机对砼表面进行首次收面、找平,砼终凝前,采用驾驶型抹光机二次或多次压实收面,防止 砼表面出现裂纹,保证施工质量。混凝土在抹面完成后,及时对混凝土面进行横向拉毛。

### 4.2.8 混凝土养生

使用土工布覆盖养生,但开始养生时不宜洒水过多,防止混凝土表面起皮,待混凝土终凝后,再浸水养生,养生期在 7d 以上,覆盖期 14d 以上。

### 4.2.9 交通管制

混凝土未达到足够强度前,两端头处设警示标志及路障,禁止任何车辆通过。

## 5 材料与设备

### 5.1 材料

本工法主要工程材料设备如下表:

表1 工法主要工程材料设备

序号	材料名称	规格型号	主要性能指标
1	钢筋网片	CLB550	《钢筋混凝土用钢第 2 部分: 热轧带肋钢筋》 《公路桥涵施工技术规范》 (JTG/T 3650-2020)
2	钢筋	HPB400	
3	混凝土	C50	反击破碎石

## 5.2 设备

本工法主要工程设备如下表:

表2 主要工程设备

序号	设备名称	规格型号	单位	数量	备注
1	激光超声波摊铺机	XD-JGHT219	套	1	
2	门式起重机	MH10	台	1	摊铺机组装
3	二氧化碳保护焊机	NEC350F	套	2	
4	平板运输车	13米	台	1	摊铺机运输
5	汽车吊	25T	台	1	
6	汽车泵	SY5631THB	台	1	
7	砼罐车	12m <sup>3</sup>	台	6	
8	自动抹光机	80型(力帆13马力)	台	2	
9	振捣棒	50	根	3	

## 6 质量控制

### 6.1 工程质量控制标准

桥面铺装整体化层施工质量执行《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650-2020)、《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80/1-2017)及设计文件要求施工。铺装施工技术要求如表 7.1.1 所列。

表3 桥面铺装技术要求表

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	混凝土强度(MPa)	在合格标准内	按附录 D 检查
2	厚度(mm)	+10, -5	尺量: 每 100 米检查 5 处
3	平整度(mm)	5	3m 直尺: 每 100m 测 3 处*3 尺
4	横坡	±0.15%	水准仪: 每 100m 检查 3 个断面

### 6.2 质量保证措施

(1) 推行全面质量管理, 开展全员、全过程的质量管理活动, 健全质量保证体系, 并在体系的运行过程中不断完善。

(2) 实行逐级技术交底制度。项目部主管桥面系施工的技术员全过程参与交底、检查、验收等质量工作, 尤其是桥面现浇层施工等关键工序施工中, 进行全程监督检查, 确保施工质量。同时在各关键隐蔽验收部位报请专业监理工程师验收, 严禁不合格产品进入下道工序, 对不合格产品要予以返工处理, 处理整改完毕验收合格后再进入下道工序。

(3) 做好生产班组的自检、互检和交接检以及专检工作, 施工前对工程所采用的原材料进行严格检验, 报请监理工程师审批后方可使用; 上道工序完成, 经过施工人员自检、互检合格后, 报请监理工程师进行验收, 检验合格后方进行下道工序的施工。未经现场监理工程师检查验收不得进行下道工序。

(4) 各主要技术工种工人, 施工管理层的工长、班组长、质检员、材料员均应实行严格岗位培训, 培训合格方可上岗。

(5) 钢筋加工前应取样试验, 原材及焊接试件经试验监理工程师共同检验合格后方可加工, 并严格按照设计图纸加工。

(6) 严格控制混凝土的配合比和坍落度, 浇筑砼前, 对每车运至现场的砼均进行坍落度检验, 检验合格后方可浇筑, 过程中并做好相关试块。混凝土浇筑完成后, 要及时采用覆盖养护, 养护期不少于 7 天, 桥面严禁交通通行。

## 7 安全措施

(1) 施工人员进入现场需戴必要的安全防护用具。

(2) 现场运输道路平整、畅通、排水设施良好; 特殊、危险地段设醒目的标志, 夜间施工时, 现场照明要完备。

(3) 在施工现场醒目位置摆设安全标示牌, 非施工人员未经许可不得进入施工现场。进入施工现场的人员一律遵守现场的各项规章制度。

(4) 实行三级配电两级保证制度, 总配电箱下设分配电柜, 再进入开关箱及用电设备, 并且配电柜设漏电保护器。

(5) 保证每台用电设备有专门配电箱, 确保一机一闸一漏保。

(6) 电器装置要安装牢固, 不得有歪斜松动。现场配电接线必须由电工进行。电工需持证上岗, 在作业时须穿戴必要的绝缘保护用品。

(7) 机械所用电缆均采取安全措施, 避免碾压, 防止人员触电。

(8) 电器设备要采取防雨、防水措施。现场照明必须按规定布线和装设灯具, 并符合安全规程。移动、检修电器设备必须先切断电源, 严禁带电操作。对现场用电线路、设施进行定期检查, 及时发现、清除事故隐患。

(9) 使用各种设备, 要严格执行操作程序, 严禁违章作业。现场所用机具设备要布局合理, 安装牢固、周正, 符合规范要求。

(10) 定期对使用设备维修保养, 保证设备不带病运转, 完好率达到规定标准。

(11) 施工便道在穿越现场区域的高压线等电力通讯地段设置交通标志, 大型施工机械及特种车辆通过时设有专人负责指挥。

(12) 工地内架设的电力及照明线路, 其悬吊高度及距工作地点的水平距离按当地电力部门的规定执行。

## 8 环保措施

(1) 建立、健全施工过程中环境管理体系和各项环境管理规章制度。

(2) 加强对施工人员进行环保知识教育, 提高全员

环保意识,自觉遵守各项规章制度。在施工区和生活区设置污水处理系统,生产及生活污水经过处理后排放。施工影响区域内的饮用水源、河流、沟渠等水源点,设保护措施,防止施工时造成污染。

(3)各种材料、机具堆放有序,设立标牌;容易造成环境污染的材料入库存放。

(4)施工、生活用水必须经过当地有关部门同意后,方可使用,不提倡随意取用,破坏水资源。

(5)机械废液用容器收集,不随意乱倒,防止对环境造成污染。

(6)严格控制施工噪声,按有关施工噪声的规定进行操作。

(7)严格控制车辆的扬尘和撒落,按车辆密封和道路洒水的有关规定进行。

(8)严格控制施工和生活污水的排放,按要求进行初步处理后在指定位置进行排放。

(9)严格控制施工垃圾和生活垃圾的倾倒,按环保部门指定位置堆放。

(10)严禁占用红线外土地,严禁损坏红线外树木、植被。

(11)对施工人员进行严格的环保要求教育,树立高度的环保意识,确保环保目标的实现。

## 9 资源节约

本工法的应用较常规桥面整体化层施工,激光超声波摊铺机可重复使用,一次性单幅成型,施工效率提高,节约了标高带人工模板安装、纵缝接缝处理产生的人工、材料资源。

## 10 效益分析

激光超声波摊铺机具有高度机械自动化的特点,很大程度上减少了施工人员配置,只需1人即可操作摊铺机施工作业,大大减少了辅助用工。与传统三辊轴摊铺机相比,省去了现浇标高带的工序,可整体一次性浇筑成型,节省了施工和工期成本。该工法进一步为桥面铺装施工的配套技术研发、集成和规模化奠定了可靠基础。

### 10.1 经济效益

本项目桥面铺装层共4473米,采用传统四辊轴摊铺机施工:桥面施工一名工人平均工资300元/天,标高带施工人数6人,施工工效约160m/天,全桥标高带(两侧)共4473m×2=8946m,共需8946m/160m=56天完成,总计人工费为:56×300元×6=100800元。按照半幅完成后进行正常桥面铺装施工,施工人数为12人,每天功效90m,共需4473/90m=50天完成。摊铺机周转时间为11天。总计人工费为61×300×12=219600元。四辊轴摊铺机及其他机械费用168000元,项目花费为:100800+219600+168000=488400元。总工期为:标高带与整体桥面施工总和56/2+61=89天。

采用激光超声波摊铺机进行桥面整体化层施工:不需要标高带施工;正常桥面铺装施工:施工人数为5人,每天施工工效120m,共需4473/120m=38天完成,摊铺机周转时间为11天。人工费为49×300×5=73500元。激光超声波摊铺机费用285000元,项目花费为:73500元+285000元=358500元,总工期为49天。

本项目桥面铺装共4473m,可节约费用为:(488400元-358500元)=129900元。

经济效益比对:358500/488400=73.4%,故采用激光超声波摊铺机进行桥面整体施工节约成本达73.4%,且总工期缩短40天,经济效益显著。

### 10.2 社会效益

桥面整体化层采用本工法施工,桥面混凝土强度、平整度、厚度等技术指标均得到有效保障,消除了桥面施工纵缝,顺利在工期节点内完成了本标段4473延米的桥面铺装任务,得到了业主和监理单位的肯定,为公司创造了良好的社会效益。

### 10.3 环保及节能效益

本工法的应用省去了标高带施工及接缝处理工序,节约了木模等材料、避免了施工缝凿毛引起的空气污染,在环保方面起了积极的作用。

激光超声波摊铺机采用轻型钢架架构,相较于其他摊铺机自重轻,工作时比其它摊铺机省电,创造了较好的节能效益。

## 11 应用实例

### 11.1 莆炎高速三明段YA5标项目

莆炎高速三明段YA5标项目位于福建省明溪县与宁化县境内,本标段含桥梁2300.8m/11座,桥面整体化层统一采用8cm厚C50砼结构,桥面宽度为11.75m-15.7m,开工日期为2018年10月1日,竣工日期未2020年12月16日,过程中通过激光超声波摊铺机工法的应用顺利在工期节点内完成了本标段4473延米的桥面铺装任务,得到了业主和监理单位的肯定,为公司创造了良好的经济效益和社会效益。

### 11.2 重庆巫大高速公路项目

本项目路线全长14.043公里,采用双向四车道高速公路标准,设计速度80公里/小时,路基宽度25.5米,桥隧比高达68.87%。主要工程为:大桥1158m/3座;隧道8510米/3座,单洞总长17028.56米,其中特长隧道4880米/1座、长隧道3630米/2座;设3座互通,其中枢纽式互通1处,落地互通2处;收费站2座。施工总承包合同金额为19.7亿。总承包部于2017年12月份进场做前期准备工作,2018年7月20日正式开工,建设工期为3年。过程中通过激光超声波摊铺机工法的应用顺利在工期节点内完成了本标段2316延米的桥面铺装任务,得到了业主和监理单位的肯定,为公司创造了良好的经济

效益和社会效益。

### 11.3 重庆渝长扩能项目 YCTJ1 合同段

重庆渝长高速公路扩能项目 YCTJ1 合同段路线全长 4.2 公里, 本合同段主要工程为: 龙盛互通 N、M、I 匝道桥、龙盛大桥、新房子特大桥、大青湾大桥。主要工程数量: 挖方 265 万方、填方 65.1 万方, 无隧道, 桥梁长 2280.42m/3 座, 其中龙盛枢纽互通为半定向的组合型立交, 全立交共设置 M、N、I、C、D、E 等 6 条匝道, 其中 M、N 匝道对接现状渝长高速, I 匝道为改造现状复盛立交匝道、C、D、E 匝道为下地接疏港大道。过程中通过激光超声波摊铺机工法的应用顺利在工期节点内完成了本标

段 4560.84m 延米的桥面铺装任务, 得到了业主和监理单位的肯定, 为公司创造了良好的经济效益和社会效益。

#### [参考文献]

- [1] 邱玉兴. 激光超声波双系统摊铺机在混凝土桥面铺装施工中的应用[J]. 工程建设与设计, 2021(3): 193-195.
  - [2] 王敬涛, 夏秀超. 激光超声波桁架摊铺机桥面铺装施工技术[J]. 云南水力发电, 2020, 36(7): 50-53.
- 作者简介: 杜恩华(1984.12-)男, 毕业院校: 长沙理工大学, 所学专业: 交通运输工程领域, 当前就职单位: 新疆北新路桥集团股份有限公司, 职务: 总经济师, 职称级别: 高级工程师。