

高速公路改扩建工程中跨线桥群的快速拆建技术应用

李善洲*

广东冠粤路桥有限公司 广东 广东 511450

摘要: 沈阳至海口国家高速公路水口至白沙段改扩建工程, 作为国内首个运用SPMT桥梁快速拆建技术同步拆建跨线天桥群的高速公路改扩建项目, 全线共计拆除旧的跨线天桥13座、新建跨线天桥10座, 分5个批次累计耗时20小时拆建施工, 高速公路累计封闭25小时, 不但明显缩短了工程工期, 而且减小了对现有交通的影响, 还有效降低灰尘、噪音等环境污染, 取得了显著的社会及经济效益和节能环保效果, 为以后的高速公路改扩建工程提供了参考, 具有广阔的应用前景和推广价值。

关键词: 高速公路改扩建; SPMT; 桥梁整体置换; 快速拆建

DOI: <https://doi.org/10.37155/2717-5189-0307-31>

引言

随着我国道路桥梁建设的快速发展, 各等级公路相互交错, 线路间的交叉点也越来越多, 对于这些交叉点, 通常都是以跨线桥梁的结构形式进行处理。随着近年来经济的快速发展和交通量的与日俱增, 原有线路已经难以满足现有交通通行能力要求, 部分高级公路及地方道路的升级改造迫需求变得日益突显。

随着原有道路的改扩建, 特别是高速公路改扩建工程, 车道数增加较多, 改扩建拓宽宽度大, 线路上的跨线桥梁也需要随之拆除改建。由于跨线桥梁一般会比较分散, 结构形式多样, 采用传统施工工法进行拆建, 不仅工作量非常庞大, 也容易产生粉尘、噪音等环境污染, 而且需要较长时间中断交通, 对现有交通影响较大, 还存在诸多安全隐患。而采用SPMT桥梁整体置换技术, 不仅施工速度快, 而且安全、环保, 对现有交通影响时间也断, 经济效益和社会效益显著^[1-2]。

1 SPMT 桥梁整体置换工法简介

SPMT (Self-propelled modular transporter) 中文名称: 自行式模块运输车, 从欧洲流行开来, 具有载重量大、装卸方便、运动灵活的优势, 主要应用于重型和超大结构物的驮运, 可多模块车机械组装或自由组合, 最大运载能力可达50000吨以上。广泛应用于装备制造、船舶、航空航天、核电、化工、海洋平台、桥梁建造等工程领域^[3-4]。

SPMT模块有2、3、4和6轴线等规格, 实际应用中常以4、6轴线为主, 并配置了动力头PPU、电器系统、控制系统、液压系统等^[5]。为了运载宽体或超长货物, 可以将SPMT横向拼接组成4、6、8等纵列, 或纵向拼接成不同数量的轴线模块, SPMT模块拼接得越多, 运载重量也越大。其主要特点有以下几个方面。

(1) 多模块组合具备超大、超重物体的运输能力。

(2) 行走适应能力强, 遇到坡道或不平路面, 可分别自动调节轮轴的液压油缸高度, 从而保持模块车平衡, 纵向爬坡率可达6%, 横向通过率可达2%, 重载行驶速度1~5km/h。

(3) 各独立SPMT间可以通过连接各车控制系统实现联动操作。

(4) 具有整体同步抬升和下降功能, 具备自伺服升降功能 $\pm 200\text{mm}$ 。

(5) 可实现整体直行、斜行、横行、八字转向、中心回转、摆转等转向模式。

(6) 接地比压较小, 以减少重物运输对所通过道路、桥梁的损坏。

2 工程概况

沈阳至海口国家高速公路水口至白沙段(简称“开阳高速公路”)于2003年9月建成通车, 全长125.2公里, 起点接佛开高速, 终点接阳茂高速, 途经江门市的鹤山市、开平市、恩平市, 阳江市的阳东区和江城区, 由双向四车道扩

*通讯作者: 李善洲, 男, 汉族, 1979年10月, 湖北武汉, 本科, 工程师, 研究方向: 公路工程施工与管理。

建成双向八车道，设计速度120km/h，整体式路基由28m拓宽至42米，主要采取沿旧路两侧拼接拓宽，保持旧路平纵断面不变的扩建方案，同时对旧桥路进行维修加固及上跨天桥的拆除重建。

T3标段改扩建工程起点桩号K3246+600（国家高速公路网桩号），终点桩号K3282+341.85，路线全长35.742km。T3标段高速上有5座跨线分离式立交桥，因改扩建公路跨度要求需要拆除重建。

开阳高速T3标拆除与新建跨线天桥如下表1、2所示。

表1 开阳高速T3标拆桥梁一览表

序号	国高网桩号	桥跨数	孔径组合 (m)	上构形式	桥宽 (m)	截面形式
T3-1	K3252+549	3	16.4+34.4+16.4	钢筋砼连续箱梁	8	变截面箱梁
T3-2	K3254+987	1	1-43	中承式悬链线拱桥	8	等截面箱梁
T3-3	K3255+697	3	13.7+29.1+13.7	二铰斜腿刚构桥	8	—
T3-4	K3257+009	1	1-39.6	钢筋混凝土拱桥	8	—
T3-5	K3257+819	3	21+34+21	预应力连续箱梁	8	等截面箱梁

表2 开阳高速T3标新桥跨线天桥一览表

序号	国高网桩号	桥跨数	主跨组合形式 (m)	桥宽 (m)	备注
T3-1	K3252+517	4	40+40m钢混组合梁	23	双幅
T3-2	K3255+029	4	30+30m钢混组合梁	23	双幅
T3-3	K3255+947	4	30+30m钢混组合梁	23	双幅
T3-4	K3256+804	4	30+30m钢混组合梁	23	双幅
T3-5	K3257+780	2	40+40m钢混组合梁	12	单幅

本文主要以T3-1桥为例进行探讨，采用SPMT模块车智能移运拆除技术，快速移除T3-1#主跨（跨高速公路），非跨路跨采取隔离保护措施后切割吊装或就地破碎凿除。

T3-1#旧桥为变截面钢筋混凝土连续箱桥梁，桥梁跨度为16.4+34.4+16.4m，桥面宽度为8m，主桥梁高1m~2m，桥位于沈海高速里程桩号K3252+549。梁底净空5.3m。主桥与高速公路立交。旧桥梁结构形式如图1所示。

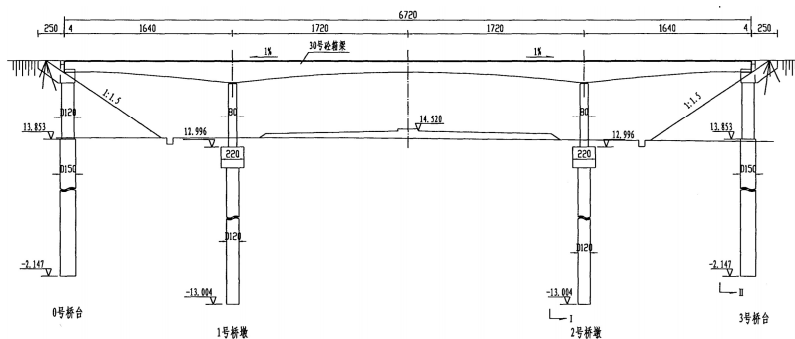


图1 T3-1旧天桥结构形式图

3 SPMT/ 模块车配置与组拼

3.1 旧桥拆除SPMT配置与组拼

T3-1旧桥整体拆除段箱梁长36.5m，车梁总重 $564+59+(2*8+24*4.5)=747t$ ，选用24轴线模块车进行驮运。24轴线模块车总额定载重960t，满足承载力要求。模块车布置见图2。

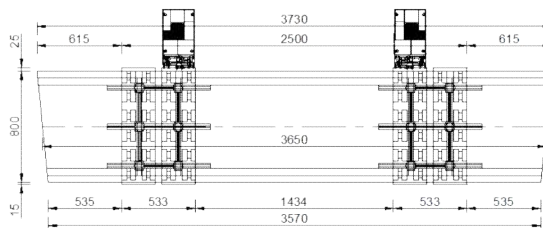


图2 旧桥拆运模块车布置图

模块车组拼方案由1台动力PPU与1个6轴线模块车纵向连接，然后将另外一个6轴线模块车与上述6轴线模块车通过硬联接块横向连接；另一个模块车按照相同方式组合布置，模块车组拼完成后在拼装场地进行空载及性能试验。

3.2 新桥安装SPMT配置与组拼

T3-1新桥移运梁体长40m，梁重688t，车梁总重约940t，选用32轴线（8台4轴线模块车）模块车进行驮运，根据托运路径设计，模块车与梁体平行布置。32轴线模块车总额定载重1280t，满足承载力要求。模块车布置见图3。

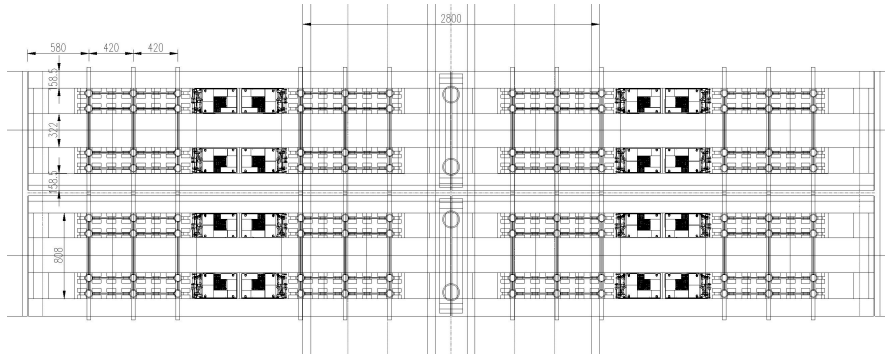


图3 T3-1新桥安装模块车布置图

模块车组拼方案由1台动力PPU与1个4轴线模块车纵向连接，然后将另外1个4轴线模块车与上述4轴线模块车通过硬联接块纵向连接，拼接成第一个模块车组合；然后按照相同方式组拼另外7台模块车，模块车组拼完成后在拼装场地进行空载及性能试验。

4 工程重难点分析及对策

鉴于开阳高速交通量大，施工环境复杂，为了确保旧桥拆除和新梁架设施工安全及降低对周边环境、交通量的影响，施工重难点分析及对策^[6]如表3。

表3 工程的重难点分析

序号	重难点分析	相应对策
1	施工过程中施工安全、结构安全、交通安全、环境安全	(1) 系统设计桥梁快速移运系统，使得保证各工况、各工序下桥梁结构、支撑体系、SPMT模块车、地基基础的结构处于安全可控状态； (2) 系统调查施工条件，采取措施保证支撑系统的稳定性和安全性； (3) 对模块车进行全面的检测维修保养、形式试验，确保顶升移动过程安全可靠； (4) 建立可视化信息采集及反馈系统，并与智能监控对接，实时监控现场的操作、施工、车流、人员等各种状态，及时预警、纠偏； (5) 引进独立的监控单位进行全面全方位实时监控； (6) 制定全面的应急预案，对可能出现的设备故障、突发事件第一时间进行有效处置及控制； (7) 由业主牵头，设计、施工、监控、监理、咨询共同组成的安全控制领导小组高要求推进桥梁拆除工作。
2	施工工期要求高	(1) 选择国际先进的SPMT运输车，优化施工方案，科学组织实施； (2) 预测并论证每一项施工工序时间，细化到分钟管理，确保每项工作的可行性、合理性； (3) 强化施工准备期工作，加大资源投入，备用关键物质和设备。
3	拆除过程要求低交通影响	(1) 选用有经验的工程师进行方案设计，聘请国内相关权威专家学者进行过程指导，充分论证交通影响，保证交通影响最低； (2) 以分钟为单位，对各工序进行时间规划，做好充分准备，严格执行，确保时间有效利用； (3) 选用熟练操作人员作业，做好技术交底、培训及预演； (4) 提前在场外拼装SPMT快速拆除驮运系统，驮运系统先预演，就位后按预定计划快速驮运箱梁，将占道影响作为核心控制点； (5) 提前完成临时占道审批与公示，做好交通组织设计及交通疏导。

5 桥梁整体置换施工

SPMT桥梁整体置换技术的核心就是整体快速拆建，同步进行，对于沿线跨线桥梁较多，间隔距离较远且相对分散的情况，多点同步拆建，更能发挥该技术优点，新旧桥桩号相邻，可分别进行拆装前期施工，然后同步进行快速拆装，不仅节约工期，而且减小了对现有交通的影响时间。现场拆装如图4所示。



图4 SPMT快速拆建现场

5.1 旧桥的快速拆除

5.1.1 施工准备

(1) 待拆桥梁现状调查，结构尺寸，位置标高，判断梁体重量；(2) 施工场地五通一平建设；(3) 桥梁拆除方案设计、咨询与论证；(4) 施工方案交底。

5.1.2 存梁场地平整硬化，加工驮运支架

旧桥拆除平面布置图如5所示。

- (1) 为满足模块车行走需要，对存梁场地进行平整压实及硬化处理，拆除移运路径上的中央分隔带；
- (2) 在存梁场地设置扩大基础，扩大基础顶面与场地面平齐；
- (3) 按设计图纸加工驮运支架。

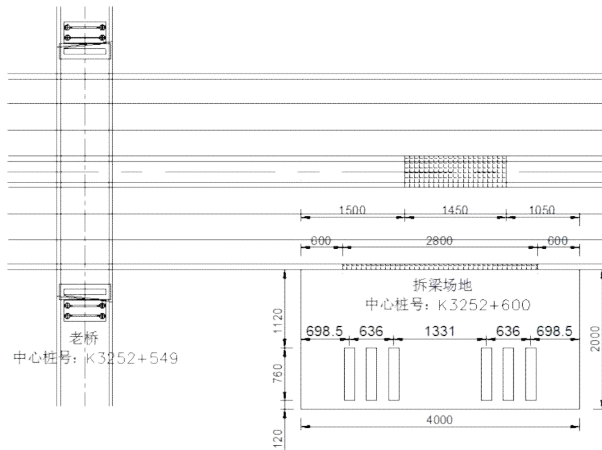


图5 旧桥拆除平面布置图

5.1.3 搭设边跨、中跨支架

支架搭设示意图如6所示。T3-1连续梁桥扩大基础为支撑点搭设边跨钢管支架，钢管通过植螺栓与基础固定，钢管顶塞垫楔形块及钢板。

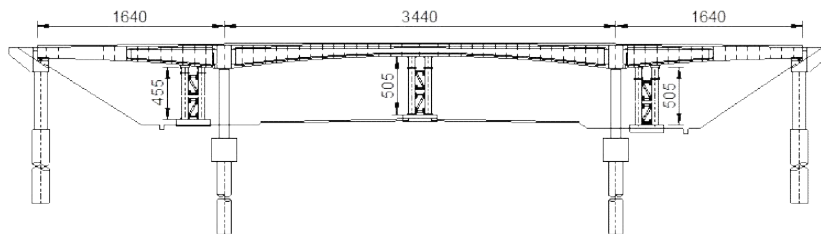


图6 支架搭设示意图

5.1.4 梁体预切

采用金刚石链锯进行切割，封闭交通前对T3-1连续箱梁桥沿设计切割线对梁体进行切割，切割断面需保障梁体能顺利移出。

5.1.5 驮运系统组拼

连接模块车油管，形成4点支撑；模块车组行驶至驮梁支架底部，加载驮梁支架。

5.1.6 封闭交通

全封闭各桥跨所在互通区间交通10小时，交通通过325国道导行。

5.1.7 驮运系统就位预顶

(1) 拆除移运路径上边护栏及中央分隔带，护栏立柱桩头采用2cm钢板铺设过渡，清除路径上的其他障碍；

(2) 驮运系统沿移运轨迹行驶至旧桥梁底，精确定位；逐步调整模块车高度，使驮运支架贴近梁底，保证支架与梁底全部接触后，按100%梁段自重荷载分级加载预顶。

5.1.8 梁体移除

同步顶升梁体20cm，然后按移运路径行驶至存梁场完成落梁；移运过程进行路径控制、速度控制、油压控制、道路自适应控制、梁体姿态及应力控制、全过程安全控制，加强施工监控。

5.1.9 梁体破碎凿除

沿存梁场边缘搭设防护支架，利用挖机就地破碎移运梁体；沿边护栏搭设防护支架，封闭应急车道，就地破碎桥台及非跨路跨梁体。

5.2 旧桥的快速拆除

5.2.1 存梁场地施工

通过现场调查，选择合适的位置作为存梁场地，并按照设计方案进行存梁场地开挖平整硬化，依据图纸要求对场区进行测量、定位、浇筑扩大基础。

5.2.2 支撑系统施工

驮梁支架与拼装支架采用标准杆件拼装，由钢管支腿、钢管立柱、连系杆、车顶分配梁及顶层分配梁、调高垫块组成。在厂内精加工后分批运至现场，在存梁场地利用螺栓按设计图纸拼装并进行堆载预压。

5.2.3 钢梁加工与存梁场地内组拼

在工厂内分节段加工钢箱梁完成试拼装，然后运输至存梁场内，在拼装支架上组拼。

5.2.4 钢混组合梁桥面系施工

在拼装好的钢箱梁上施工桥面板、防撞护栏、桥面铺装。

5.2.5 驮运系统组拼与调试

模块车组拼，进入梁底，顶升钢混组合梁。

5.2.6 梁体移运架设

新桥架设平面布置图如7所示。

临时封闭高速公路，梁体按移运路径移运至桥址处精确定位，精准落梁。

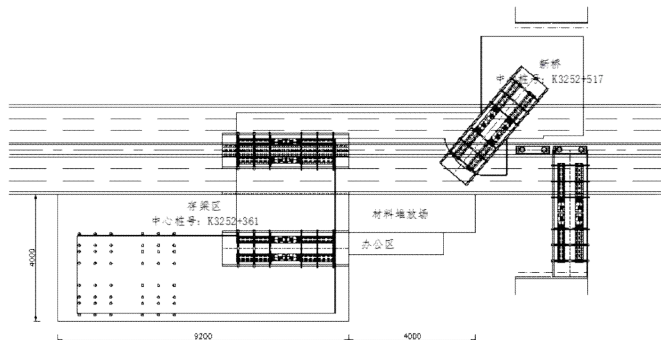


图7 新桥架设平面布置图

5.2.7 桥面施工及伸缩缝安装
完成桥面连续, 安装伸缩缝。

6 结语

基于SPMT桥梁整体置换施工技术, 实现在规定时间内拆、运、架一体快速施工, 相比于传统工法, 具有快速、安全、交通影响小、环保等特点, 大大缩短封闭交通施工时间, 并且在作业过程中, 噪音低、粉尘污染小, 附近居民生活基本不受影响, 践行了封路时间短, 对现有交通干扰度低的建设初心。

作为全国首个采用SPMT技术同步拆建天桥的高速公路改扩建项目, 项目按照既定目标顺利实施, 为开阳高速公路改扩建工程节省近1个半月工期, 取得极好的经济效益和社会效益, 也为以后类似的高速公路改扩建工程提供了参考, 未来的应用前景极为广阔。

参考文献:

- [1]卢九章.桥梁整体置换技术在西关环岛桥梁改造工程的应用[C].2014年中国城市工程建设管理协会行业技术交流会,2014,10.
- [2]朱世峰,朱慈祥.城市高架桥快速移除与处置技术[J].世界桥梁,2019,47(3):71-75.
- [3]顾海东.陆地上的超级大力士—SPMT模型赏析及实车揭秘[J].SPMT专用汽车,2015,(1):72-76.
- [4]勘立军等.基于SPMT技术的桥梁驮运架一体机[J].施工技术,2013,6(42):450-453.
- [5]樊巍巍,李荣遵.SPMT液压平板车在大件称重中的应用研究[J].起重运输机械,2015,(5):107-110.
- [6]焦佳振.城市高架桥的快速拆除法研究[J].上海公路,2018,(S1):59-62.