

# 金海路 121m 主跨变宽钢箱市政梁桥施工安装关键技术研究

徐晓放

上海城建市政工程(集团)有限公司 上海 200032

**摘要:** 金海路改建工程是上海市浦东新区重点交通基础设施项目,创新采用“高架主路+地面辅路”的立体交通体系,有效缓解了区域交通压力。工程标段全长1.722公里,其核心难点在于121米大跨径连续钢箱梁结构的施工。面临复杂施工环境下的运输、吊装及拼接等技术挑战,通过有限空间作业工法、计算机控制液压同步提升等关键技术实现了大跨径钢箱梁的拼装施工。

**关键词:** 大跨径连续钢箱梁;有限空间作业工法;液压同步提升技术;

引言:该论文是本人基于现场实践,对各项技术的选型依据、实施过程及效果评估进行了深入分析。该工程的成功实施为大跨径桥梁建设提供了重要技术参考,推动了城市交通基础设施的智能化与可持续发展,以期为类似工程提供借鉴。

## 1 工程概况

金海路改建工程作为上海市浦东新区重点交通基础设施建设项目,在区域路网优化、交通效能提升及沿线区域发展等方面具有重要意义。本工程全线划分为4个标段,其中2标段施工范围为金京路东侧至金穗路东侧,全长1.722公里。工程采用“高架主路+地面辅路”的复合式立体交通体系,通过将原有主干道升级为城市快速路,显著缩短杨高中路至华东路路段的通行时长,有效缓解区域交通拥堵状况。

高架桥主梁采用连续钢箱梁结构,跨径组合为61m+121m+121m+87m,由南北两幅主梁及附属匝道和变宽段组成,并通过横梁连接实现了钢箱梁的整体协同受力。工程面临的主要技术难点在于跨越金吉路地铁站的大跨径钢箱梁施工,其最大跨径达121米,为市政道路桥梁中的最大跨径,施工条件复杂,技术要求极高,如图1所示:



图1 大跨径连续钢箱梁示意图

## 2 大跨变宽钢箱梁施工方案

钢箱梁作为大跨度桥梁工程中的关键承重构件,其运输与安装质量对整体结构的安全性至关重要。为确保

施工质量,对运输路线进行了实地勘察,重点分析了道路限宽、限高要求及运输车辆载重等关键参数。此外,结合施工现场的起重配置及现场施工场地环境等因素,在方案设计阶段,本人参与团队对运输路线进行了实地勘察,通过多种方案的比选与综合论证,最终采用分段运输、现场吊装拼接的施工方式。以下就方案选择过程中的分析思路和实施效果进行阐述。

### 2.1 大跨变宽钢箱梁运输方案

在钢箱梁分段运输过程中,最大构件的外形尺寸为3.8米(高)×4.88米(宽)×37.25米(长),重量约为166.8t。钢结构加工厂与施工现场之间的运输距离约为135公里,在方案比选阶段,本人重点考虑了水路与公路两种运输方式:水路运输虽成本较低,但需多次转运且受潮汐影响较大,工期不可控;公路运输虽成本略高,但可实现“点对点”直达,便于过程监控。综合考虑施工进度要求和运输安全性,最终采用公路运输方式。为确保钢构件在运输过程中的安全性与完好性,运输车辆严格遵循预定的装载、加固与捆绑方案。对于部分异形构件或重心偏移较大的构件,本人考虑到运输过程中可能引发钢构件倾覆等安全风险,本人提出在运输车辆上设置支架对结构进行加固。构件与平板车之间的捆绑采用高强度的紧绳器,并在捆绑转角处使用橡胶衬垫,以防止构件表面油漆的磨损,从而确保构件能够安全、高效地运输至施工现场。经现场验收,所有构件运抵现场时均无损伤,为后续吊装施工奠定了良好基础<sup>[1]</sup>。

### 2.2 大跨变宽钢箱梁吊装方案

针对钢箱梁的吊装施工,本人参与吊装方案的编制与论证工作,并提出了一套系统的吊装技术方案。施工现场配置了多类型起重设备,包括500t汽车吊2台、450汽

车吊2台、宽轨道200t龙门吊2台和25t汽车吊一台，形成了一套完整的吊装设备体系。钢箱梁吊装过程中墩顶横梁使用200t龙门吊或汽车吊安装，纵梁使用200t龙门吊单机或双机抬吊安装，其中变宽段南侧5根纵梁采用提升设备安装<sup>[2]</sup>。吊耳的位置设计也是本人重点关注的对象，经过受力分析，本人确定将吊耳设置在横隔板与腹板相交位置，确保吊装时吊耳受力良好、重心位置准确，有效防止了钢构件过度变形和侧翻。经现场验证，这一设计方案使吊装就位精度控制在 $\pm 5\text{mm}$ 以内，满足了设计要求。

### 2.3 大跨变宽钢箱梁拼接方案

钢箱梁采用分阶段安装工艺，其施工顺序遵循“横梁→纵梁→嵌补段→挑臂段”的流程设计。为优化结构受力性能并实现内力合理分布，施工过程中实施了关键性技术控制措施，包括对横梁两侧纵梁进行对称同步吊装作业，以及严格遵循“先边跨后中跨”的合龙顺序原则。钢箱梁施工中底部采用支架体系进行支撑，共设置43个临时支架和88处支架基础，在支架方案设计阶段，本人对地基承载力进行了详细勘察，针对部分承载力不足区域，本人提出采用碎石或宕渣回填处理，使处理后地基承载力达到150kPa。针对变宽段特殊工况，采取先安装支座最南端单榀纵梁、待结构稳定后再进行合龙的施工策略，有效降低了结构内力，保证了支座受力均匀和施工安全。钢箱梁拼装过程中对全桥段主梁应力实时监测，以确保拼装施工安全<sup>[3]</sup>。在拼装过程中，本人对主梁应力实时监测数据进行整理、分析、汇总，为拼装施工安全提供了数据保障。

## 3 施工重难点介绍

本工程上跨9号线金吉路地铁站，与在建的地铁崇明线换乘通道重叠，沿线地下布有多条管线，南侧还有220kV高压线，两侧有多家大型企业，区域交通繁忙、场地条件复杂、施工难度极高。

### 3.1 交通组织难度较大，协调挑战显著

本项目位于浦东新区的交通主干道，所处区域路网复杂，交通流量较大。项目周边厂区、写字楼、办公楼及工业园区密集，尤其在上下班高峰时段，人口密集、车流量剧增，给交通组织带来较大挑战。项目所在区域地面附属构筑物较多，且沿线工厂集中，集装箱车及大货车数量众多，转弯半径较大，红线范围内可用于施工的区域有限。通过与各部门讨论提出“分阶段封路+临时便道”方案，经与交警、企业协调，实施夜间错峰和周末集中作业。

3.2 桩基与承台距离地铁盾构线较近，对地铁结构保护要求高

本工程位于三条轨道交通线路交汇处，其中主线桥梁全线与9号线共线，金吉路地铁站正下方为新建桥梁的基础施工区域。因此，桩基及承台距离地铁盾构线较近，必须严格控制施工对地铁结构的影响。根据以往施工经验，提出“长钢护筒”保护方案，配合地铁监护办实时监测地铁变形<sup>[4]</sup>。施工期间变形控制在允许范围，确保运营安全，如图2所示：



图2 桩基与地铁分布简图

### 3.3 钢箱梁安装施工工序复杂，施工风险较高

本工程涉及的跨金吉路地铁站连续钢箱梁全长603米，最大跨径为121米，钢箱梁最宽处达54米，最高为5.5米，三联钢结构总重量高达12281t。钢箱梁吊装体积大，施工周期长，吊装任务繁重，施工工序复杂且施工过程中需要保证地铁盾构、地面站台及附属构筑物的安全，确保其不受影响。通过对比分析临时支撑位置与地铁结构物平面图，与钢结构单位共同优化了临时钢支撑布设，该优化方案既确保地铁结构物安全，减少交通干扰，同时节省工期约15天。

## 4 大跨变宽钢箱梁节段拼接关键技术

本工程大跨变宽钢箱梁位于金吉路地铁站正上方，施工过程中需保证地铁正常运行且确保不对周边交通产生影响。施工场地周围建筑密集、地下管线复杂，施工条件极为受限。如何保证施工安全、提高施工效率、以及如何合理管理施工过程中的环境与人员，成为了项目管理的关键问题。为应对钢箱梁拼接施工中所遇到的复杂环境和技术难题，本工程采用了一系列创新的施工技术<sup>[5]</sup>。

### 4.1 有限空间作业工法

本工程钢箱梁总重约2.3万t，在安装过程中面临焊接点位繁多、焊接工作量庞大以及工期紧张等一系列挑战。特别是对钢箱梁箱体内部进行焊接时，作业环境较为复杂，且箱体为密闭空间，夏季作业时箱体内温度最高可达70℃，对焊接作业人员的安全健康构成了严重威胁。为保障焊接作业人员的安全并改善施工环境条件，项目部采取了移动式空调系统向钢箱梁箱体内部输送冷风，持续降低箱体内温度，从而有效改善了夏季高温下的焊接作

业环境,本人将此方案形成“微提案”推广至其他项目。

#### 4.2 SPMT短驳模块车运输技术

本工程中部分分段钢箱梁的重量超过500t,远超普通运输车辆的承载能力。此外,地铁监理单位对附加荷载的要求严格限制在 $10\text{kPa}/\text{m}^2$ ,运输条件极为苛刻。为了提高施工效率并确保地铁运行的安全,项目团队选用了国内先进的SPMT短驳模块车组。

通过精确的受力计算,采用了3轴18组共144个轮胎的配置,以实现各轴线的受力均衡。在运输过程中,团队可通过现场遥控系统对车辆进行万向转向,成功完成了钢箱梁在狭窄道路条件下的运输作业。

#### 4.3 计算机控制液压同步提升技术

计算机控制液压同步提升技术创新性的实现了大吨位、大跨度、超大型构件的同步提升。提升装置由H型钢、钢绞线、液压系统和精轧螺纹钢锚固系统组成,通过对多个油缸的精确协调和控制,实现了超高空、超大构件的安全高效安装。钢箱梁提升过程中,最长的纵梁长度为79m,重量达513t。首先在地面完成构件的拼接,再利用该技术将构件整体提升至预定位置进行精确安装,该技术显著提高了施工效率。

#### 结束语

本文基于金海路工程实践,系统阐述了大跨径变宽钢箱梁施工安装的关键技术。过程中通过运输方案优化、吊装工艺创新、有限空间作业案例推广,本人形成了以下结论:

(1) SPMT模块车配合精细化荷载控制,是解决地铁保护区超重构件的理想运输方式。

(2) 计算机控制液压同步提升技术可实现大吨位构件的精确安装,显著提高施工效率。

(3) 移动式空调系统有效改善箱内高温环境,保障作业人员健康与焊接质量。

本工程的成功实施,为城市密集区大跨径桥梁建设积累了宝贵经验。未来,本人将继续探索桥梁施工智能化、绿色化技术,推动行业技术进步。

#### 参考文献:

[1]孟勇,梁汝鸣,张峰,等.超高钢梁安装全过程施工模拟分析[J].建筑结构,2023,53(S1):2216-2221.

[2]田黎敏,郝际平,李存良等.大跨度钢屋盖结构整体提升施工过程力学模拟分析[J].建筑结构学报,2013,34(11):33-39.

[3]唐阳明,李咏安.大跨度钢屋盖整体提升施工数值分析及控制研究[J].钢结构,2018,33(09):105-110.

[4]苏杭,王静峰,丁仕洪,等.基于云监测的大跨度空间异形曲面钢桁架结构多点不对称整体提升技术研究[J].工业建筑,2020,50(08):105-115.

[5]崔晓强,郭彦林,叶可明.大跨度钢结构施工过程的结构分析方法研究[J].工程力学,2006,(05):83-88.

[6]常海东,张小东,苏铠,等.大跨度钢梁提升结合滑移安装技术[J].施工技术,2018,47(S4):1661-1664.

[7]郑江,郝际平,王宏,等.大跨屋盖多点整体提升过程的力学形体研究[J].建筑结构,2009,39(01):83-87.

[8]北京城建集团.钢结构工程施工工艺标准[M].中国计划出版社:200711.445.