

浦东运河地面桥主桥施工技术

杜传宝

(上海南汇汇集建设投资有限公司, 上海 201300)

摘要:结合上海浦东国际机场北通道浦东运河地面桥主桥施工工程实例,详述了利用老桥及新建贝雷桁架桥作为承重支架平台,采用移动支架法分节段浇筑预应力混凝土连续箱梁的施工技术,较好解决了挂篮一次性投入过大(地面桥需要新定制8套挂篮)、施工工期较长的问题,在一定的条件下,移动支架法代替悬臂灌注施工具有一定的技术可行性。

关键词:悬臂灌注;贝雷梁平台;移动支架;分段浇筑;浦东运河地面桥

中图分类号:U445.1 **文献标志码:**B **文章编号:**1006-7647(2013)S1-0111-04

浦东运河主桥分为主线高架和地面桥两部分,平面线形处于直线上。浦东运河高架主桥及地面主桥是浦东国际机场北通道(申江路—主进场路)新建项目的关键工程,均为长215m的三跨一联(跨径组合60m+95m+60m)变截面预应力钢筋混凝土连续箱梁,原设计方案采用分节段悬浇施工方法,悬浇节段14段。主线浦东运河高架桥箱梁采用单箱五室结构形式。地面主桥箱梁采用单箱三室斜腹板结构

变截面梁高布置,梁高均按二次抛物线变化,地面主桥梁高高度由2.8m渐变至5.5m。底板宽度由10.600m渐变至16.014m,底板厚度0.25~0.90mm,腹板厚度0.40m、0.50m、0.60m,顶板厚度0.25m。中支点墩顶设箱内横隔梁,边支点设端横梁,中跨合拢段设一道横隔板。主线高架桥、地面主桥与原华夏东路地面桥相对位置见图1。

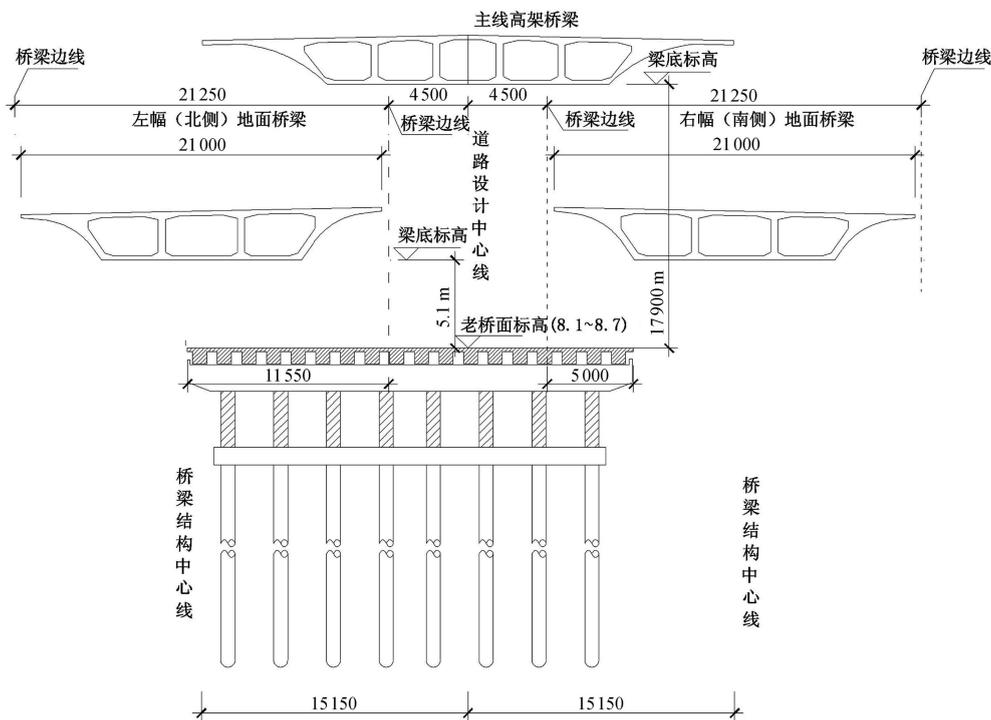


图1 桥梁跨中横断面相对位置(单位:高程m;尺寸mm)

沿原华夏东路跨浦东运河有一座三跨老桥,该老桥为拓宽结构,原由4片槽型梁组成,为3跨简支结构(跨径组合20 m+22 m+20 m),斜交9°,后在其两侧增加7片槽型梁,也为3跨简支结构(跨径组合14.25 m+22 m+14.25 m),拓宽后老桥桥面总宽25.76 m,老桥结构不保留。老桥桥面标高最高8.82 m(梁底标高7.28 m),浦东运河宽40~45 m,水面标高2.7~2.8 m,水深约4.0 m,为通航河道。

浦东国际机场北通道新建工程为2010上海世界博览会配套工程,工期十分紧张,主桥施工工期约1 a,如全部采用挂篮法,一次性投入很大,另外挂篮设计及工厂加工制作也需要2~3个月的时间。为确保工期,节约成本,结合现场情况,参考《桥梁悬臂施工与设计》^[1]中分段现浇桥梁的悬臂施工与设计,提出移动支架法分段现浇的施工方法,经参建各方共同协商,设计单位对原悬灌设计方案按节段移动支架工况进行了设计验算与调整。

1 地面主桥施工方法

地面主桥箱梁节段0号、1号总长8 m;2~9号节段每段长度为3 m;10~12号节段每段长度3.5 m;13号、14号节段每段长度4 m;边跨现浇段长度11.42 m;边跨与中跨合拢段为2 m。箱梁结构采用纵、横、竖三向预应力体系,纵、横预应力钢束采用高强度低松弛预应力钢绞线,竖向预应力筋采用高强度精扎螺纹钢。箱梁钢筋采用HPB235、HRB335普通钢筋,混凝土设计强度等级为C50。

1.1 贝雷桁架桥的设计与老桥承载能力检测

1.1.1 贝雷桁架桥设计

由图1可见,地面桥的施工工作面没有完全落在老桥桥面上,因此地面桥箱梁节段的现浇施工除了利用老桥桥面作为工作面外,还需在老桥南北两侧修建跨河贝雷桁架桥钢平台,以确保箱梁有足够的作业面。

贝雷桁架桥结构形式与老桥一致,采用3跨简支桥,桥跨分布17.5 m+21 m+17.5 m。水中墩基础采用钻孔桩基础,钻孔桩持力层选定在⑤32层,桩长38~40 m。经计算,在运河桥北侧,每个支墩采用2根直径为800 mm的钻孔灌注桩,在运河桥南侧,每个支墩采用3根。水中桥墩墩身为独立柱圆形。陆地桥台采用钢筋混凝土条形基础,桥台台身为直径609 mm钢管柱,台帽采用60号H型钢拼装而成;水中桥墩盖梁为1.0 m×1.0 m钢筋混凝土盖梁。全桥上部构造采用单层上下加强贝雷桁架组拼,贝雷桁架上按照钢管扣件施工支架立杆平面布置方式摆放双拼(30槽钢),即形成具有足够承载能力的水中施工钢平台。施工时,贝雷桥每跨最多允许搭设

3个节段的支架。

1.1.2 老桥及新建贝雷桁架桥试验方案

地面桥采用移动支架法施工,要充分利用现有老桥,故需要对老桥承载能力进行评估。调取原桥梁设计图纸,对老桥边跨和中跨最不利节段进行复核,按3个节段支架和1个节段混凝土浇筑的工况验算,老桥承载能力均满足要求。为确保安全,项目委托有专业资质的检测单位对老桥进行全面检测。检测采用静载试验,测量在上部施工荷载下老桥结构的变形、应力及开裂情况。

新建贝雷桁架桥要满足节段的承载能力,且贝雷桥刚度与老桥的刚度比不宜过大,为此决定同时检测新建贝雷桁架桥与老桥的边跨、中跨最不利荷载处,为新建主桥梁模板制定预抛高提供依据。

静载试验方案:①老桥测试边跨、中跨控制截面在试验荷载下的应变、挠度;②贝雷桁架桥及老桥边跨、中跨静载试验,测试在试验荷载下老桥控制截面的应变、挠度,贝雷桁架桥控制截面在试验荷载下的挠度。

加载采用堆砂袋的方法完成,边孔在跨中附近对应10号节段的位置按10号节段质量及支架等施工荷载之和加载,中孔在靠近跨中的14号节段位置按14号节段质量及支架等施工荷载之和加载。

经试验检测,老桥在试验荷载作用下,大多数主梁应力值小于计算值,校验系数(实测值/理论值)均在0.44~0.99之间,该桥边跨、中跨正截面抗弯承载力能满足荷载要求,对于14.25 m槽型梁安全储备不高;南侧贝雷梁与老桥中跨在试验荷载下校验系数均在0.45~0.92之间;北侧贝雷桥及老桥西边跨在试验荷载下校验系数均在0.65~1.02之间。检测报告也建议对老桥边跨6号梁、中跨7号梁加固处理,提高安全性。

1.1.3 老桥加固及贝雷桁架桥加强

地面桥主桥施工方案经专家评审,认为在相同荷载作用下贝雷桥挠度与老桥的挠度比过大,差异沉降易造成节段纵向裂缝,要求对贝雷桁架的刚度提高1倍以上。

根据老桥检测报告的建議,采用碳纤维布对老桥槽型梁开裂部位进行加固,在老桥中跨8~10号梁之间安装8根24 m长H700×300型钢,型钢两端支承在老桥盖梁上,H700×300型钢与老桥协同承载,以增大箱梁施工时老桥的承载能力。

加固后的承重平台及满堂支架搭设见图2。

1.2 移动支架施工方法

1.2.1 施工步骤

a. 完成基础和下部构造墩台的施工,钢管扣件

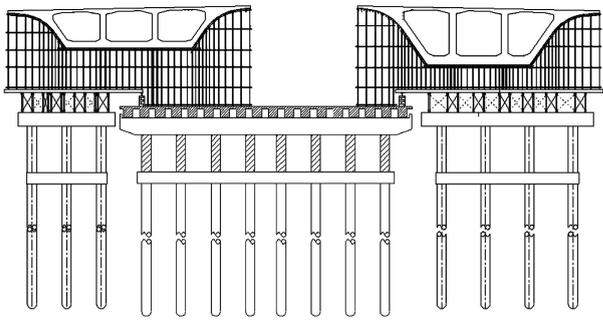


图2 利用贝雷桁架桥与老桥平台搭设承重支架

满堂施工支架下地基加固处理;施工中贝雷桁架桥,并在贝雷桁架上铺设型钢。

b. 搭设0、1号节段钢管扣件满堂施工支架;在0、1号节段混凝土养护期间搭设3号节段满堂施工支架。

c. 3号节段满堂施工支架搭设完成后,浇筑2号节段,养护期间内拆除0~1号节段下的施工支架,将支架材料进行周转,用于搭设5号节段的施工支架,为下一次的流水作业创造工作面。

d. 以相同的施工方法循环施工3~14号节段,T构单元两侧箱梁节段施工对称进行;T构箱梁节段施工至12号节段时开始搭设边跨现浇段箱梁的施工支架,确保边跨现浇段在14号节段之前完工。14号节段施工见图3。

e. 施工边跨合拢段;拆除墩顶0号块上的临时固结支座,使T构形成单悬臂结构,然后组织边跨合拢段的施工。

f. 边跨合拢段施工完成后,拆除边跨合拢段施工支架,组织中跨合拢段钢筋和模板施工,安装临时锁定劲性骨架,选择合适的时间和温度浇筑合拢段混凝土;跨中合拢段养生和预应力施工完成后,拆除跨中合拢段模板,及其与14号节段下满堂施工支架,完成体系转换,地面主桥变截面连续箱梁施工完成。

1.2.2 0号及1号节段施工

0、1号节段施工流程:地基处理→支架搭设与底模铺设(0、1节段必须进行预压)→底模修整与侧模安装→底、腹板钢筋绑扎与预应力钢束安装→内模安装(内模顶拱不安装)→底腹板混凝土浇筑→混凝土养护与内模顶拱安装→顶板钢筋绑扎与预应力钢束安装→二次浇筑箱梁混凝土→拆模、混凝土

养护→张拉、压浆。

在箱梁混凝土施工方面,0、1号节段和边跨现浇段箱梁混凝土采用二次浇筑成型的方法施工。

由于在进行箱梁节段对称现浇施工时,可能会产生不平衡弯矩,而发生绕支点的转动和水平向的位移,对主墩永久支座产生不利影响。由于永久支座不能承受施工中产生的不平衡弯矩,故在地面桥0号节段下设置4根立柱形成临时支墩,使箱梁和桥墩临时固结,以保证在节段施工过程中抵抗不平衡弯矩。

地面桥0号节段下临时立柱断面尺寸为0.6m×0.6m,临时立柱混凝土强度等级均为C40,主筋直径32mm精轧螺纹钢分别锚固于承台与箱梁底、腹板内,锚固长度取40d。

1.2.3 2~14号段施工

施工流程:承重支架搭设、铺底模→底腹板钢筋绑扎与预应力筋安装→内模安装→顶板钢筋绑扎与预应力筋安装→全断面一次性整体浇筑箱梁混凝土→拆模、混凝土养护→张拉、压浆。

2~14号节段钢管扣件施工支架分为陆地和跨浦东运河2个安装区段。陆地区段的施工支架施工前需要对原始地基进行加固处理,确保支架的稳定性;跨浦东运河安装区段的施工支架支撑在浦东运河老桥面及新建贝雷桁架桥支撑平台上,承载力足够。

2~14号节段和合拢段箱梁采用一次整体浇筑法施工。

1.2.4 边跨现浇段施工

边跨现浇段箱梁混凝土采用二次浇筑成型的方法施工。支架搭设采用钢管扣件式脚手支架,施工方法同一般现浇预应力连续箱梁。

1.2.5 合拢段施工

地面主桥箱梁以节段为施工单元,采用钢管扣件式移动支架逐节段按现浇工艺对称进行施工。0号节段在施工时临时固结支座,先安排边跨合拢段施工,解除临时固结后再施工跨中合拢段,最终形成三跨连续箱梁,完成全桥体系转换。可参照悬臂灌注合拢段施工要求实施。

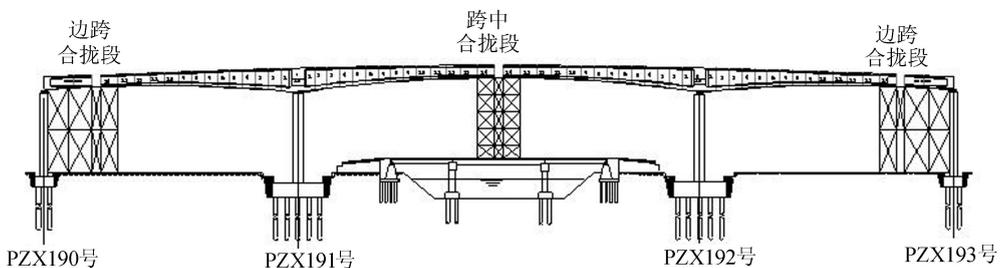


图3 移动支架节段施工示意图

2 移动支架法施工措施

2.1 防止承重平台超载措施

a. 在老桥及贝雷钢桁架平台上,应确保每跨搭设的支架不超过3个节段,节段预应力施工结束后即拆除承重支架。

b. 人员、机械设备等活荷载严格按照模拟老桥及贝雷桥静载试验时确定位置和数量的布置,控制超载,确保施工安全。

2.2 防纵向节段间错台

已浇梁段张拉后略微放松支架(如有顶紧时),使其达到自然挠曲状态,不再变化。再将接口处支架向上顶紧,浇筑段底模板伸入已浇筑段50 cm,顶紧梁底。最后合理确定浇筑段抛高值。

2.3 防横向错台(新老桥相邻处)

为减小新老桥沉降差,新桥采用了较深的桩长(38~40 m)和较多的加强型贝雷,将最大沉降差控制在1.5 cm以内,并在静载实验和支架预压时实测沉降差与理论值对比。采用以下措施避免横向错台:①新老桥连接处桥面横向全长铺设30号双拼槽钢,槽钢采用焊接加强。②减小横向水平钢管步距,增加横向水平钢管密度。③根据新、老桥静载实验和支架预压测得的新、老桥沉降差设置合理的支架预抛高值。④改善混凝土性能,延长现浇节段混凝土初凝时间。

2.4 变截面箱梁线形控制技术

为保证箱梁结构尺寸,满足设计要求,施工中的线形控制十分重要。箱梁的线型控制包括标高控制、中线控制、跨度、扭曲及断面尺寸控制。

2.4.1 线形测量控制网的建立

为了利于进行箱梁线形控制,事先建立全桥的平面控制网,闭合导线网作为桥梁测量控制网的首级控制^[2]。

2.4.2 线形测量时间选择

线形测量选择在气温变化小,温度较稳定,在每天相对固定时间里进行,持续的时间越短越好。这是因为阳光照射对主梁的高程和中线测量有一定的影响,桥墩较高,当阳光照射一侧时,会使桥墩和梁体向背阳一侧偏转,而桥梁高程也会随温度高低发生变化^[2]。

2.4.3 立模标高控制

测量控制分为3个阶段进行:混凝土浇筑前立模标高控制、混凝土浇筑后预应力施加前的挠度观测及校核、施加预应力后的挠度观测及校核。根据测量控制复核结果进行分析,以指导各节段标高控制有效调整。

为使变截面连续箱梁梁底线形流畅平滑,在每

一节段施工时,沿纵向立杆每间距(40~60 cm)计算该断面底板设计标高,并按照立杆纵向间距精确调整底模标高,使其接近设计抛物线形。

2.4.4 中线控制

在0、1号梁段施工完毕后的梁顶中部设中线控制点,并常与两端中线控制点联测。中线测量包括3个阶段:底模铺设中心控制、混凝土浇筑前控制和混凝土浇筑后复测。

2.4.5 节段长度及截面尺寸控制

每节段施工完毕后,用钢尺对梁体长度、断面底板厚度、腹板厚度、顶板厚度、两翼板宽度及顶板总宽度进行复核,有误差时在一个节段及时予以调整。

3 结 语

采用搭设贝雷钢桥平台并利用老桥进行分节段移动法施工,较好解决了挂篮一次性投入过大(地面桥需要新定制8套挂篮)、施工工期较短的问题,在一定的条件下,移动支架法施工代替悬臂灌注施工具有一定的技术可行性。遇到类似工程,只要解决好跨河平台部分承载力问题和新、老桥刚度的协调。采用移动支架法现浇连续梁(即利用常规的施工工艺)完成大跨度桥梁的施工可作为一个备选的技术方案,对工程设计、施工方案比选均有借鉴意义。

参考文献:

- [1] 雷俊卿. 桥梁悬臂施工与设计[M]. 北京:人民交通出版社,2000.
- [2] 罗建华,段东旭. 大跨径连续箱梁的线形控制[J]. 重庆科技学院学报:自然科学版,2008(4):85-88.

(收稿日期:2012-12-25 编辑:胡新宇)

