

桥梁精细化设计在城市道路快速化改造的运用

孙建中

[上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092]

摘要: 环城南路东段(河清路~东外环路)快速路是宁波市中心城区快速路网的重要组成部分,构成中心城区“快速环路”,主要承担城市中长距离的交通功能,沟通城市各功能片区。该工程西接东苑立交预留的高架“跳水台”,向东接现状跨铁路桥(落地段抬升改建),跨越规划盛梅路后与东外环路-环城南路立交衔接,新建改建桥梁约3.5 km。工程建设用地紧张,条件苛刻,地下管线复杂,周边建构筑物多,施工期间交通压力大。通过深入研究和精细化设计,结合现场实际和施工方案,合理选用桥型结构,充分利用现状结构物,使桥梁设计做到安全、合理、经济、适用。

关键词: 高架桥梁;快速化改造;精细化设计

中图分类号: U442.5

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)07-0107-04

0 引言

随着国家经济快速发展,城市建设日新月异,人们对于快速、高效、便捷的出行要求也越来越高。高架桥梁在城市中被称为快速路,承担着中心城区对外快速集散功能和沿线地区交通服务功能,促进其与各片区、重要交通枢纽和高速公路在时间和空间上的高效衔接,在各大中城市交通路网中发挥着重要作用。但是在城市道路快速化改造过程中往往会遇到建设用地紧张,边界条件苛刻,地下管线复杂,周边建构筑物多,施工期间交通压力大等难题。加之现代生活和工作节奏快,交通流量大,环保要求高,对于交通组织和施工作业提出了更高的要求,进而在设计阶段需要开展更深入的研究和精细化设计,结合现场实际和施工方案,合理选用桥型结构,充分利用现状结构物,做到造价经济,施工便捷,可以尽快发挥工程效益,尽量减少施工对道路交通及周边环境的影响。本文以宁波市环城南路东段(河清路-东外环路)快速化改造工程为例,详细阐述精细化设计在工程建设中的实际应用和体现,为同类工程设计提供借鉴。

1 工程概况

环城南路东段(河清路~东外环路)快速路采用“高架快速路+地面辅道”建设形式。主线为城市快

速路,采用双向6~8车道,设计速度80 km/h,是宁波市中心城区东西向中长距离的快速通道,作为快速路网的重要组成部分,构成中心城区“快速环路”,以客运为主,局部路段兼顾货运;地面辅道为城市主干路,采用双向4~6车道,设计速度50 km/h,主要服务于沿线地块居民出行、货物运输,以及快速路主线的集散通道。工程总体平面见图1。

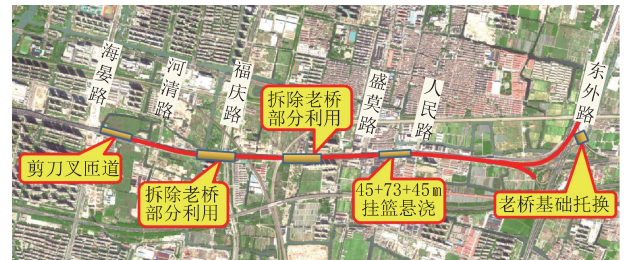


图1 工程总体平面图

环城南路东段(河清路~东外环路)快速化改造工程西接东苑立交预留的高架跳水台,自海晏路以高架快速路形式向东,接现状跨铁路桥(落地段抬升改建),跨越盛莫路、盛梅路后落地,与东外环立交衔接,新建改建桥梁约3.5 km。其中K11+805.46~K12+835.46区段为既有铁路跨线桥改建区段,其余为新建高架区段(标准桥宽25.5 m);工程范围区段共设置3对平行匝道(标准桥宽8.5 m)。沿线跨越河道六处,河道上现状地面桥两侧均须拼宽,以满足地面辅道设计要求。环城南路-东外环立交区域新建两座辅道跨河桥梁(FA辅道桥、FB辅道桥)。原环城南路-东外环立交EN匝道部分梁段位于新建地道上方,对其2个中墩托换基础以避免新建地道。

收稿日期: 2021-03-18

作者简介: 孙建中(1988—),男,本科,工程师,从事桥梁设计工作。

2 标准段设计

城市快速路建设要求施工快速、便捷和安全,对道路交通及周边环境的影响小,经济合理并能尽快发挥工程效益。因此标准段桥梁设计原则是工厂化制造,机械化施工。

2.1 常规标准段设计

预制吊装是城市高架桥梁广泛采用的一种快速施工方法。受尺寸及起吊重量限制,城市高架一般采用小箱梁预制吊装,预制小箱梁结构简单,设计和施工经验成熟,经济指标较低,结构刚度较大,抗扭性能较好,梁高适中,适应跨径较大(约25~40 m)。上下部结构可以同步施工,所以能在保证桥梁施工质量的前提下,最大限度地缩短现场占用周期。施工方式比较环保,对现场交通的影响小,是最经济、施工速度最快的桥型之一。工厂化预制的小箱梁质量可控,采用的斜腹板线形美观,符合城市高架的现代感要求。

考虑吊重及运输对沿线道路、既有桥梁的影响,以及与西侧相接的东苑立交快速化改造工程的相互协调性,经技术经济和快速化施工方案综合比选,环城南路东段(河清路~东外环路)快速化改造工程主要采用30 m左右跨径小箱梁预制吊装工艺。双向六车道25.5 m标准桥宽由8片小箱梁组成,标准断面见图2。双向八车道32.5 m标准桥宽由10片小箱梁组成。

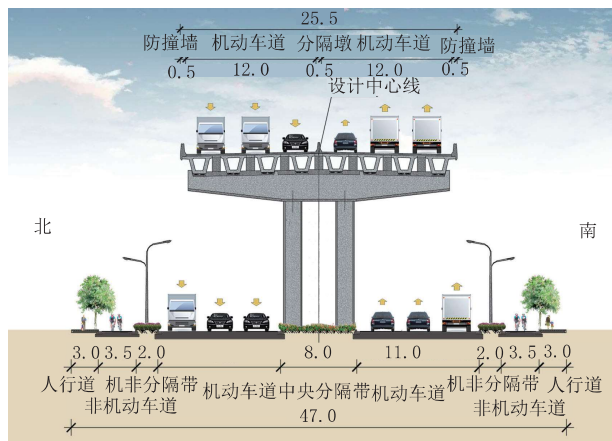


图2 标准断面布置图(单位:m)

采用预制小箱梁可以利用环城南路地面道路作为运梁通道,沿线运输条件较好,还可有效利用西侧东苑立交快速化改造工程的预制场地和机具设备。采用架桥机或汽车吊架设,充分发挥其施工快速、便捷和安全的特点,最大限度地降低施工费用。

2.2 跨横向路标准段设计

主线高架跨越既有横向道路或河道区段,布跨

40~55 m,已超出小箱梁适用跨径范围。设计采用简支叠合梁一跨跨越,钢主梁可在工厂制造好后运输到现场吊装,混凝土面板可以利用架设好的钢主梁作为浇筑平台和模板。一则减少了对现状道路及河道的影响,再者钢主梁制造可以与下部基础平行作业,大大缩短施工工期。

叠合梁标准桥宽25.5 m,采用多箱多室横断面设计,共有6片箱梁组成,外侧面与小箱梁对齐。结合工程实际情况,控制每个钢结构小箱梁重量在100 t以下,首选双汽车台吊安装施工。汽车吊站位灵活,场地进出空间要求较小,可适应交通拥挤、对施工环境要求较高的城市狭长道路。大规模采用这种工法后,能有效降低施工成本,体现其综合效益和竞争力。

2.3 标准段最大化设计

总体布置的重点是满足道路交通功能的同时,尽量扩大高架桥标准段的范围:

(1) 成对布设上下匝道

上下匝道受渐变段、加减速车道长度的影响,每一个进口(或出口)必然造成高架主线一定长度的渐变段,成对布设出入口可把高架桥两侧的变宽段集中布置,在保证上下出入口数量的前提下,尽量减少主线高架的变宽段长度,提高预制小箱梁的实施比例。

(2) 合理调整出入口的位置

以平行匝道为例,进口道变宽段=渐变段+加速车道,出口道变宽段=渐变段+减速车道,根据车道规模的不同,加速车道长度一般比减速车道长80~110 m,即进口道的变宽段一般较出口道的长80~110 m。同时,考虑到地面道路交织的影响,上匝道(即进口道)接地点至平面交叉口距离宜大于80 m,下匝道(即出口道)接地点至平面交叉口距离宜大于150 m。因此,设计时应结合上下匝道交织距离、加减速车道、桥梁布跨等因素,出口变宽段宜布设于进口变宽段范围内,提高预制小箱梁的实施比例。

(3) 主线高架布置尽量减少跨径种类,提高工厂化预制效率。

3 关键节点设计

3.1 跨铁路改建段节点

为满足高架道路平纵横设计的要求,既有铁路跨线桥部分区段需进行抬升或拓宽抬升,以与两侧新建主线高架衔接。考虑到尽量减少废弃工程量、降

低工程改建费用、加快施工进度、减小对周边环境影、和施工便捷安全等各方面因素,既有铁路跨线桥改建方案最大程度地利用老桥结构。

部分区段桥宽与改建道路宽度一致,只需抬升以满足改建后的纵断面线形要求。原老桥结构为结构简支桥面连续预制空心板梁,主梁刚度小,连续缝易损坏,整体性较差,考虑到改建后该区段快速路通行重载车辆,对结构的整体性能和耐久性要求较高,将上部空心板拆除,更换为先简支后连续的小箱梁结构。为了减少废弃工程量,跨径布置与老桥空心板一致,以利用老桥桩基及墩柱。此段桥梁改建施工顺序为:拆除上部空心板及盖梁,接高墩柱,新建盖梁,再架设小箱梁,最后施工后浇带及桥面系,其构造见图3。其中老桥西侧1号桥墩及0号桥台处需进行补桩,补钻的桩基采用桩端注浆。

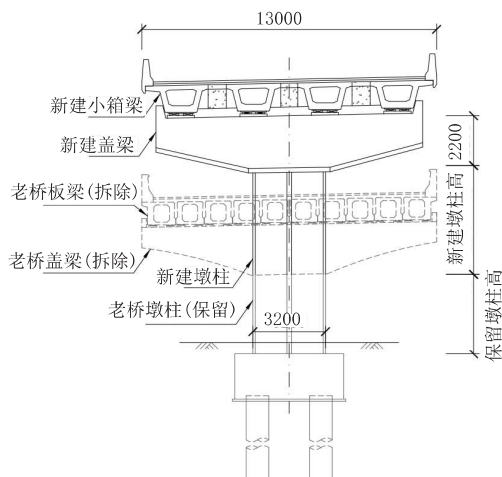


图3 老桥改建断面图(单位:mm)

有的区段桥宽及标高均与改建后道路不一致。该段改建需拆除上部结构及墩柱、盖梁,新建预应力混凝土大箱梁结构。其中Pmz26及Pmz29号墩与老桥墩位重合,利用原老桥4根直径1.0m桩基,再补钻4根直径1.0m桩基,补钻的桩基采用桩端注浆。

为减少工程废弃量,设计结合工程实际,最大限度利用老桥桩基:Pmz25-2~Pmz25-13z/Pmz25-14y、Pmz26号墩、Pmz29号墩完全利用老桥桩基,Pmz25号墩利用2根老桥桩基,Pmz25-1号墩利用6根老桥桩基。对于老桥桩基利用与处理遵循原则如下:

(1)对于侵入河道五范围内的老桥基础,将老桥承台及桩头凿除至规划河床底以下0.5m,以满足后期河道改造需要。

(2)对于不予利用且侵入地面道路内的老桥基础,将老桥桩头凿除至设计路面以下4m,以降低老桥基础对地面道路不均匀沉降的影响。

(3)对于保留利用的老桥桩基,在承台凿除时需加强保护,避免对桩身造成破坏。仔细凿除老桩顶部部分,直至露出密实的混凝土表面,保证凿除后的桩顶面嵌入新建承台底部150mm。割除部分露出的桩钢筋,保证割除后的桩钢筋伸入新建承台底部的长度不小于1000mm,并且掰成喇叭型。保证桩与新建承台稳固连接。

(4)对于利用老桥桩基并进行补桩的基础,在小箱梁架设完毕后应搁置一段时间再进行体系转换施工,以降低新老桩基不均匀沉降影响。

3.2 老桥基础托换节点

原环城南路-东外环立交EN11~EN15为4×30m单箱单室整体现浇连续箱梁,桥宽8.0m,下部为Y型独柱式桥墩,钻孔灌注桩群桩基础。部分梁段位于需新建的地道上方,其EN13、EN14两个中墩须拆除以避免让地道,设计采用托换基础的改建方式,即在不影响上部结构的情况下拆除现状独柱式中墩,改用门墩型式(横向跨越地道)支撑上部结构,见图4。

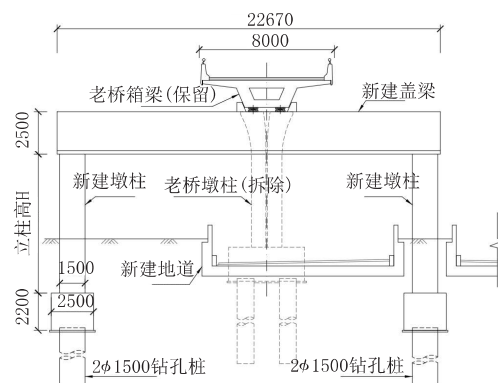


图4 基础托换断面图(单位:mm)

施工的重点与难点在于整个基础托换过程中,原老桥标高的监测与控制。设计要求梁体变形控制值为3mm,报警值为2mm,老桥桥面标高控制目标值为比原桥面高3mm。基础托换主要控制工序如下:

(1)施工新建桩基、承台和立柱。

(2)利用原桥墩承台搭设顶升支架。对顶升支架进行预压,消除支架间塑性变形。

(3)在顶升支架上,箱梁腹板下安装千斤顶,进行第一次梁体顶升,原结构支座脱离,拆除原支座和挡块等。

(4)在顶升支架上,箱梁腹板下设置临时支座,千斤顶回油卸载,梁体回落后支撑于顶升支架的临时支座上,要求墩顶处桥面控制点标高与原桥面标高一致。

(5)拆除原桥墩立柱。

(6)施工新建门墩盖梁和支座垫石。

(7)新建盖梁强度达到100%后张拉盖梁第一批钢束。

(8)在新建盖梁上设置千斤顶,进行第二次梁体顶升,顶升支架上临时支座脱离。

(9)在新建盖梁上安装永久支座,支座进行临时固定。千斤顶回油,梁体回落支撑于新建盖梁的永久支座上。

(10)张拉盖梁第二批钢束。

(11)新建盖梁上千斤顶再次顶升,调整墩顶桥面控制点标高(控制目标值比原桥面高3 mm),并最终固定永久支座。

(12)拆除原桥墩承台及桩基,新建地道。

3.3 跨河道悬浇梁节点

主线高架跨越河道常规采用简支叠合梁,由于河道七河口宽度超60 m,且现有一座地面桥梁,一跨跨越河道和地面桥的跨径超70 m,采用单跨简支叠合梁已不适用。综合考虑本工程桥梁总体布置、施工和造价等因素,设计采用45 m+73 m+45 m变截面预应力混凝土连续箱梁结构,梁高1.8~4.0 m,按二次抛物线变化,结构外形轻盈,线条优美。采用挂篮悬臂现浇、对称逐段施工,先边跨合龙,再中跨合龙,最终形成连续体系。该方案施工工艺成熟,可避免在河道中搭设支架,对河道以及地面道路影响小。

3.4 分合流剪刀叉节点

为兼顾高架道路与地面道路两者交通要求,在海晏路与河清路之间设置“剪刀叉”两对平行匝道,其断面见图5。在平面上并列布置,上下匝道错开布

置,避免高架道路车流的短距离交织运行,同时也使地面交叉口最多只面对两根匝道,减轻了地面交叉口的交通负荷,改善了运行情况及服务水平。

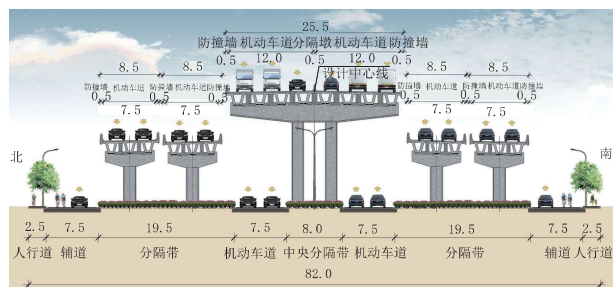


图5 分合流点剪刀叉断面图(单位:m)

4 结 语

城市道路快速化改造是当下城市交通建设的核心内容之一,其中桥梁的设计优化逐渐成为实际建设中的重要环节。桥梁设计是一项系统性工程,所涉及的专业知识极为广泛,需要从全局出发,统筹考虑,精细化设计。除了桥梁自身的结构与性能要求外,还要综合考虑总体布置、桥型选择、施工工艺技术与要求,综合管线设计及迁改、施工期间交通组织,与周边绿化及建筑物的协调融合等多方面因素,根据规划和现状条件,因地制宜,对设计方案进行不断的优化,使桥梁结构不仅安全可靠而且经济美观,满足社会发展的需要,取得良好的经济、社会和环境效益。

参考文献:

- [1] 上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司.环城南路东段(河清路-东外环路)快速化改造工程施工图设计文件[Z].上海:上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司,2015.

(上接第77页)

越大的趋势。宽幅单索面斜拉桥能够满足越来越大交通量需求的优点也不断得到凸显,其视野相对开阔,造型更为简洁美观,因此在现有大跨桥梁的建设中占有越来越高的比例。宽幅单索面钢箱梁斜拉桥的抗倾覆问题、墩梁结合部位的受力、桥面板疲劳问题等是影响该类型桥梁耐久性设计的关键因素。洲心大桥在设计过程中重点提出的结构设计和关键创新技术,为同类型桥梁设计提供参考价值。本工程于2015年12月开始动工建设,于2018年12月建成

通车。洲心大桥已成为清远市一道亮丽的风景线,成为清远市的新中轴线和地标建筑。

参考文献:

- [1] 广州市市政工程设计研究总院有限公司.清远市北江四桥工程施工图设计[Z].2015.
- [2] 唐明裴.北江四桥桥梁造型设计及关键技术研究[J].中国建设信息化,2016,8(15):72-73.
- [3] 欧键灵,唐明裴,宁平华.广东清远北江四桥总体方案技术研究[J].城市道桥与防洪,2016(6):69-72.