

市政跨河桥梁与地铁地下车站合建的设计研究

李召兵

(广州市城建规划设计院有限公司, 广东 广州 510230)

摘 要: 随着城市建设用地日趋紧张, 规划市政桥梁与地铁线路(车站)空间叠加利用的情况越来越多, 因此市政桥梁与地铁线路(车站)合建的设计研究也越来越重要。通过某市政跨河桥梁与地铁地下车站合建实际工程设计案例, 对该类合建结构方案选择的影响因素、总体设计及细部设计进行探讨研究, 结合该合建结构成功的建设运营情况, 总结出市政跨河桥梁与地铁地下车站合建结构的设计经验, 以期今后类似工程提供有益的设计思路和经验借鉴。

关键词: 桥梁; 地铁地下车站; 合建结构; 设计

中图分类号: U442.5

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)12-0051-03

0 引言

随着我国国土空间开发思路和开发模式的重大转变, 对经济比较发达、人口比较密集、开发强度较高、资源环境问题突出的城市化区域要求进行优化开发, 其中对土地利用方面遵循“保护自然、集约开发、协调开发”的原则。故在城市建设中, 出现越来越多的规划市政桥梁与规划地铁线路(车站)空间叠加利用的情况。为解决这种空间叠加利用的技术问题, 目前国内已有部分相关研究, 并有相关成功案例。

目前对规划市政桥梁与规划地铁线路(车站)空间叠加利用主要是采用站桥合建的方式。而站桥合建结构的研究多关注于方案比选、结构施工且大多侧重于地铁结构, 而对合建结构中桥梁总体设计及细部设计的研究相对偏少。本文依托某跨河涌市政桥梁与广州地铁 18 号线某明挖车站的跨河桥梁的设计和建设经验总结, 重点研究合建结构方案选择的影响因素及桥梁方案的设计重点, 以期今后类似工程提供有益的设计思路和经验借鉴。

1 工程概况

某市政道路项目位于广州市琶洲片区, 城市次干道, 设计速度 40 km/h, 因跨越现状河涌的需要, 需设置桥梁 6 座。同时本市政道路项目设计范围涉及 3 条地铁路线, 分别为在建地铁 18 号线(目前已

运营)、规划地铁 28 号线和规划地铁 19 号线, 本项目与地铁关系平面图详见图 1。

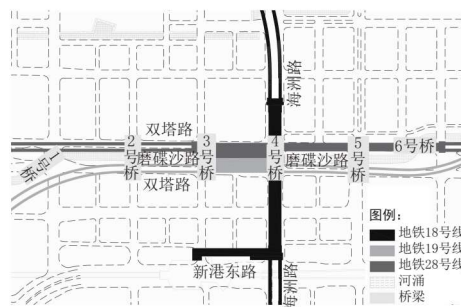


图 1 本项目与地铁关系平面图

其中, 图中 4 号桥为市政跨河桥梁与地铁地下车站合建结构, 是本文技术探讨与总结依托的案例。

4 号桥所在位置正好位于 3 条地铁交汇处, 该处为一地铁换乘车站。受设计时存在正在建设的地铁 18 号线及规划预留的 19 号线、28 号线续建条件的制约, 4 号桥的建设只能与该换乘地铁车站进行合建。且 4 号桥需跨越现状河涌。现状河涌上口宽 22.5 m, 根据防洪要求确定跨径为 1×25 m, 桥梁中心线与河道正交。

4 号桥标准横断面: 5.00 m(人行道)+13.75 m(机动车道)+2.50 m(隔离带)+13.75 m(机动车道)+5.00 m(人行道)=40.00 m。

2 合建方案的影响因素

根据本工程特点及实际情况, 影响 4 号桥与地铁地下车站合建方案的主要因素有以下几点:

(1) 该地铁车站为 3 条地铁线换乘站, 而 4 号桥位于该换乘站中心位置, 桥梁基础形式选择空间受

收稿日期: 2023-03-17

作者简介: 李召兵(1977—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事桥梁设计工作。

限,独立的深基础形式无法实施,仅可利用地下车站结构来承担桥梁基础的功能。

(2)4号桥与地铁车站建设时序无法合理衔接。跨河桥梁设计时,地铁车站已处于施工阶段,故对地铁车站结构进行大幅改动的可能性很小,且跨河桥梁实际建设时地铁车站可能已开通运营。为最大限度降低跨河桥梁建设对地铁站台的影响,合理的方式是采用站桥分离式建设方式,且桥梁宜采用轻型结构。

(3)4号桥下方、地铁车站上方为一防洪排涝的河涌,故对地铁车站的防水要求很高。加之桥梁建设在地铁车站防水层完成之后,桥梁施工过程很容易破坏原有防水层,故施工管理控制也至关重要。

(4)4号桥与地铁车站两者的建设、管理、设计、施工等主体均不同,各自责权也不对等,对设计、施工的整体性及连续性影响很大。故加强各单位在设计、施工过程中的协调工作极为重要。

3 合建方案总体设计

根据目前国内已建成的站桥合建调查分析,市政桥梁与地铁地下车站的合建形式可分为托梁结合式、上下分离式、门架跨越式和承台跨越式4种类型^[1]。在工程设计中,应根据实际情况因地制宜选用合适的合建形式。

(1)门架跨越式和承台跨越式结构适用于覆土较厚的地下车站。其最大优点是桥梁与地下车站各自分离,独立承受各自的作用^[2],互不影响;缺点是地下空间占用大,建设成本较高。

(2)托梁结合式结构适用于桥梁与地下车站同步建设的情况。其优势主要体现在地下空间占用少且经济性好。由于该结构站桥一体共同受力^[3],受力极其复杂,设计验算需细致周全,站桥主体结构界限划分不明确,存在投资主体、施工、设计及后期运营管理各自责权不明确的情况。

(3)上下分离式结构因其浅基础直接置于地下车站顶板上,站桥主体结构界限划分相对明确,可采用分期建设方式,地下空间占用也较少,经济性也较好。该结构虽然站桥未固结一体,但桥梁对地下车站变形敏感^[4],需要地下车站有较好的刚度和地基稳定性,同时对后期运营管理同样需要理清不同权属的责权。

根据合建方案的影响因素分析及合建形式特点分析,考虑本工程位于3条地铁交汇位置,无法布置

桥墩的实际情况,4号桥与地铁车站合建的方式只能选择托梁结合式或上下分离式方案。同时结合跨河4号桥的建设滞后于地铁18号线该车站的现实性,经与地铁设计单位充分讨论,合建方案总体设计最终选用上下分离式方案(三维剖面图见图2)。

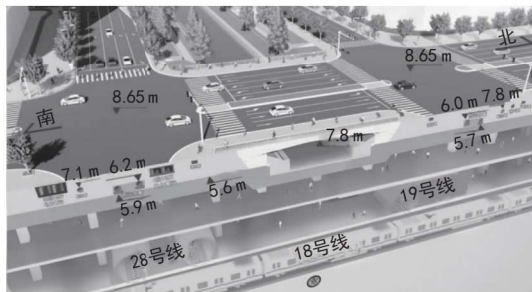


图2 合建方案三维剖面图

同时,为最大限度减少4号桥对该车站的影响,桥梁主体结构采用重量较轻的预制钢板梁结构,钢板梁纵梁采用工字梁结构。桥台采用座板式桥台,台帽宽3.2m,台帽置于18号线站台顶板上。

为确保4号桥总体方案的可行性,对桥梁上部结构进行计算,并得出最大和最小支反力组合,结合不同支反力组合对台帽中心的偏心作用及台帽自重,最终计算得到台帽底传递给地铁车站顶板的最大压应力 $p_{\max}=250\text{ kPa}$,最小应力 $p_{\min}=21\text{ kPa}$,平均压应力 $p=150\text{ kPa}$ 。将上述计算过程及结果提供给地铁车站设计单位,并由地铁车站设计单位对车站结构及基础进行验算复核,最终经其验算认为,原设计地铁结构仅需局部修改即可满足要求,不涉及重大变更,综合确定该总体方案合理可行。

4 合建方案细部设计

本工程合建总体方案确定后,为进一步降低建设运营风险,经沟通协商进行了多项精心的细部设计。

(1)为进一步减少传递至车站顶板的荷载,钢桥面铺装层采用了5cm超高韧性混凝土STC^[5]+5cm SMA磨耗层,其重量较常规钢桥面铺装做法减重超50%(见图3)。

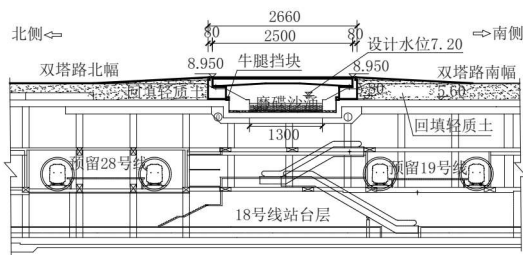


图3 合建方案立面图(单位:cm)

(2)由于所涉地铁车站位于河涌下方,对防水要求相对较高。为避免后期桥梁施工破坏站台原有防

水层，经研究讨论确定于站台顶板上方铺设 20 cm 细砂(见图 4)。

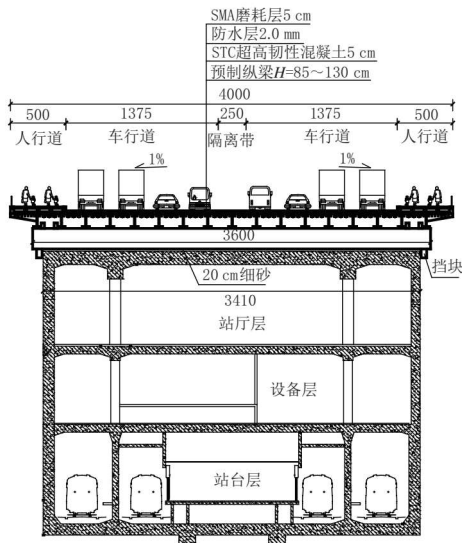


图 4 合建方案横断面图(单位:cm)

(3)为防止座板式桥台产生纵向滑移,地铁结构设计于桥台前缘增设挡块,同时于桥台后方采用气泡混合轻质土(W6,容重为 6 kN/m³)回填,以减少站台顶板的纵向水平土压力荷载和竖向压力荷载,从而达到减轻站台整体受力的效果(见图 3)。

(4)为防止座板式桥台产生横向滑移,于桥台横向向侧面向下设置抗震挡块,以满足抗震要求(见图 4)。

5 运营情况

本工程所涉地铁 18 号线于 2021 年 9 月开通运营,4 号桥于 2021 年 12 月开始建设至 2022 年 3 月建成通车至今,合建结构在建设及运营期间均未发生任何不良影响,跨河桥梁及地铁地下车站运营状况均良好(合建建设照片见图 5)。

6 结 语

通过对该工程设计案例的研究和分析,在市政跨河桥梁与地铁地下车站合建的桥梁设计过程中,



图 5 桥梁与地铁站台合建建设照片

首先应加强两者之间各参建单位在设计、施工过程中的协调工作。其次需要尽可能地减少对地铁结构的影响,以有效减少合建方案产生的经济负担和协调难度,如采用轻质桥梁上部结构和附属结构。另外,在实际设计中还应重视合建结构的细节设计,如对地铁结构原有防水构造的保护措施、防止桥体滑移的措施等。

综上所述,本工程采用的市政跨河桥梁与地铁地下车站合建形式,受益于各参建单位的充分协商和相互协同,以及精心合理的设计方案和技术措施,获得了良好的社会效益和经济效益。本次实施的站桥合建结构体系既能满足车站建筑功能需求,又能简化合建结构之间的计算,还能综合解决地铁工程、桥梁工程、建筑工程之间管理、设计、施工等相关建设冲突的问题,为今后类似工程项目提供了良好的借鉴作用。

参考文献:

[1] 王小花,陈宜言,何晓晖,等.地铁车站盖上墩台结构设计案例分析[J].广东土木与建筑,2018,25(4):65-68.
[2] 陶哲.站桥合体桥梁静动力计算分析研究[D].成都:西南交通大学,2020.
[3] 汪乐,王涛,宋磊.地铁明挖车站-市政桥梁合建结构的关键技术研究[J].隧道建设(中英文),2018,38(12):2006-2012.
[4] 胡显鹏.地铁站与高架桥同期同位分离式合建方案设计研究[J].城市轨道交通研究,2018,21(12):92-96.
[5] GDJTG/T A01—2015,超高性能轻型组合桥面结构技术规程[S].

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱: cdq@smedi.com