

枢纽互通桥梁的桥型方案设计探讨

段立伟

(岳阳市公路桥梁基建总公司, 湖南 岳阳 414000)

摘要: 结合某高速公路枢纽式互通立交的桥型方案设计, 阐明了桥梁设计原则, 提出了先按平、立、纵面的顺序进行单座桥的桥型设计布置, 再对多座桥梁共同组成的整体进行系统设计和功能美学设计的设计方法; 针对互通立交桥在使用中出现的常见病害, 提出了构造上的预防措施。

关键词: 桥梁; 枢纽式互通立交; 桥型结构设计; 功能美学设计

中图分类号: U442.5

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2019)01-0130-03

枢纽式互通立交主线和匝道上的桥梁有的平行、有的交叉, 加上匝道数量多, 主线匝道桥梁在平、立面布置上显得十分零乱, 没有规律, 使互通桥梁设计非常复杂, 既要对各条匝道桥分别进行单独的桥型设计, 又要对整座互通桥梁进行整体效果设计。互通式立体交叉可分为一般互通式和枢纽互通式两种, 一般互通式立体交叉主要用于高速公路等干线公路与地方公路的交叉, 主要服务于地方交通流的接入与集散; 枢纽互通式立体交叉主要用于高速公路等干线公路之间的交叉, 担负干线公路之间交通流转换的功能。该文结合某高速公路枢纽互通桥梁设计, 研究互通桥梁的桥型设计。

1 工程概况

某枢纽互通立交为两条路基宽度为 26 m 的双幅高速公路斜向相交的两层立体交叉(见图 1), 由主线跨线桥、被交线跨线桥及 A、B、C、D 匝道桥组成。匝道桥桥面宽度分别为 12、26 m, 设计荷载为公路—Ⅰ级, 平曲线半径最大 1 500 m, 最小 160 m。

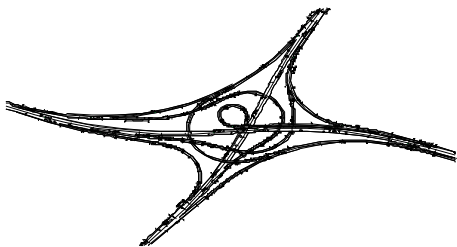


图 1 某高速公路枢纽互通立交平面布置示意图

2 主线及各匝道桥的桥型设计原则

2.1 总的设计原则

桥型结构设计应考虑适用、经济、安全、美观及

施工难易程度等因素。根据枢纽互通立交桥的特点, 按照 JTJ D20-2017《公路路线设计规范》, 桥型设计中应遵循以下原则:

(1) 尽量采用等高度连续箱梁结构。对于弯、坡、斜桥居多的立交桥, 箱形结构的抗弯扭能力较好, 且施工控制非常方便, 不易出现质量事故。连续等高箱梁桥整体性好, 梁高一致, 桥梁外型简洁优美、线条流畅。

(2) 互通桥梁绝大多数为弯、坡、斜桥, 宜采用中小跨径钢筋砼结构, 线形较好时可采用大跨桥梁结构, 以减少桥墩数量, 使下部结构简洁明快。

(3) 桥幅宽度较小时, 宜采用独柱墩, 使下部构造简洁轻巧, 增强其通透度和韵律感。设独柱墩桥跨连续长度达 100 m 时, 为增强抗震稳定性, 应加设双柱墩。

(4) 桥台不宜压缩高速公路视线。主线上跨时, 桥下净空应考虑远景发展时增加机动车道。桥上纵坡若超过 2.5%, 墩梁宜采用固结形式。

(5) 为双幅桥和匝道斜交时, 左右幅桥跨可采用反对称布置的结构。同时为施工方便, 尽可能采用相同跨径, 减少桥跨结构种类, 尽量使左右幅桥跨的桥墩对齐, 减轻桥墩布置的零乱感。

2.2 桥型方案的确定

分跨布置遵循桥梁结构合理、轻盈美观、无盖梁、行车舒适及造价经济的原则, 结合地形地貌和工程地质特点, 尽可能采用多跨组合的等高度连续箱梁结构形式。桥孔的高跨比控制在 1:2~1:4 或更大一些, 桥墩立柱的长细比控制在 1:4~1:7, 以增加桥下使用空间, 并使桥下视野开阔。除满足所跨道路或铁路、河道等净空要求外, 还需根据相邻匝道的位

上,以减少下部结构的工程量,宜将墩位布置在上部结构的分岔处。变宽段异型桥采用现浇普通钢筋砼箱梁结构,通过调整箱梁底板宽度和腹板间距满足立交的线形要求。

该互通中的桥梁主要为跨越匝道路线,从适用、经济考虑,结合桥位地质条件,选用跨径为20~28 m的箱梁结构。直线桥及半径较大的曲线桥采用大跨径,一联的连续长度为150 m左右;小半径匝道桥采用小跨径,一联的连续长度在100 m左右。

2.3 横截面设计

互通26 m路基宽桥梁采用双箱双室截面,12 m路基宽桥梁采用单箱双室截面。

2.4 下部结构设计

对于跨越性构造物桥梁,地质、水文、地形情况决定下部结构类型和基础形式。首先根据地质、水文、地形情况确定墩台形式,细部设计中需注意:1)跨越的障碍物不同,则采用的桥台、墩也不同,设计中需考虑是跨路还是跨河沟,跨越物能否在平、立面完整地表达,交角为正交还是斜交及其角度等。2)桩顶或承台顶的位置,跨越河流时根据水文资料依据规范确定;对于下方有被交路的结构,则需置于被交路底基层以下,并注意该位置是否有光缆等。3)基础是否处于统一持力层上,其承载力是否满足。4)尽量使施工方便,减少施工难度。如桥梁的墩身、桩基形式和尺寸尽量一致,以减少模板、钻机套数,使其能周转使用。5)台后填土控制3 m左右,均采用U形重力式桥台,台后设桥头搭板。

该互通桥墩柱采用圆形,墩柱的直径由桥墩与上部结构的受力协调及所需支座的平面尺寸决定,圆柱墩直径1.3 m。双柱墩基础采用2根钻孔桩,桩径1.5 m;独柱墩柱径1.5~1.6 m,桩径1.8 m。以每联的中间墩作为制动墩,承受水平制动力。采用柱式、肋式桥台。

3 各桥型方案的单独设计

在枢纽互通桥型设计中,首先需解决的问题是桥梁必须跨过主线或匝道,满足桥梁净空、净高、行车视距等要求。布孔时需注意:1)为防止车辆碰撞,确保安全,墩台位置不设在路基范围内。当避免不了时,加设防撞岛,以减少车辆对桥梁墩台的碰撞。2)互通中的桥梁多为弯、斜、坡桥,布孔时需注意保证行车视距和侧向净空要求。

该枢纽互通设计时,先分别找到各主线匝道的

交叉点,如果没有特殊的地形地物,一般以这些交叉点为桥梁的中心桩号,在地形平面图上进行桥梁初步分跨和桥梁长度计算。从结构受力角度,大跨径宜布在桥梁中间,小跨径宜布在桥梁两侧。平面分跨完成后,根据立面资料对桥梁长度进行核对、反复调整,然后根据立面设计资料确定桥梁墩台位置、基础形式和标高位置。按照平、立、纵面的顺序,依次进行主线和匝道上的桥梁桥型设计。

4 各桥型方案的系统设计

枢纽互通中主线桥梁和匝道桥梁并存,相隔距离很小,有时会出现主线桥和匝道桥平行或交叉的情况,桥墩和桥台相互布置,视觉上显得零乱、没有规律,对交通参与者不会产生积极的影响。因此,不能对互通中的各座桥梁进行孤立设计,应考虑各桥的空间位置关系进行整体的系统设计。

设计时,可将各座桥梁按跨径大小在互通平面线位和地形图中按比例绘制出来,根据各主线匝道桥的平面布设情况,从各种视线角度进行桥梁、墩台造型效果观察,如不适当,则考虑进行桥梁合并、墩台移位和桥跨分孔重新组合。最后确定的桥梁造型应是桥墩纵横交错有规律,观察者能很快找到墩台的布置规律,产生舒适的感觉。

互通桥型整体系统设计时需注意:1)桥梁长度能满足规范所要求的各项经济及排水指标时,可不再增设其他桥涵构造物排水以免增加造价。2)桥梁选型美观,使桥梁成为线路或互通立交的一个景点而不是负担。桥梁结构在互通立交中是一种硬景观,其外形应轻巧简洁、线条平滑顺畅,和自然界的软景观相协调。3)互通中各座桥梁在各观点上观看相互呼应,融为一体,上下部结构尺寸和谐。

4.1 桥型设计中的美观考虑

互通桥梁除考虑功能满足设计要求外,还应考虑结构的形式美。桥梁的上下部结构应尺寸协调、均衡稳定、韵律优美,如桥梁高度和跨径的比例、多层桥梁交叉时桥墩平面布置形式的和谐。各座桥梁之间、桥梁和互通自然环境的协调是系统设计中不能忽视的方面。桥梁作为人工建筑物,是由砼构成的方方正正的梁体,给人一种生硬的感觉,而互通中的自然景物经过风化作用,外形多为曲线形,如互通中的山丘、沟壑、树木、土壤高高低低,颜色、形状没有规律,将栏杆柱设计为圆形或将墩柱设计为曲线形状,可将梁体的直线状感觉和自然界的无规律形

状连在一起,使桥梁的人工美和互通中的自然美结合在一起,达到整体和谐、相互融合的境界。

4.2 互通桥梁的视觉设计

互通桥梁中的桥梁景物分为静态和动态,要对交通参与者产生积极的影响,需进行这两个视觉方面的设计。桥梁作为承载结构的传力途径形式,首先是作为静止景物呈现给观察者,其结构尺寸比例应和谐。如等截面连续梁的上部结构由上下平行的2条线组成,给人以轻巧简洁的感受;桥梁栏杆的线条也应采用简洁的形式;尽量减少桥墩数量,多采用独柱形式,以免桥墩的力线过于分散,让观察者找不到规律而产生零乱感。另外,观察者是从各个角度、各种视线来审视桥梁,相对于观察者,桥梁的景物又具有动态性,如果在某个角度的视觉设计不精细,都会给桥型设计带来缺憾。若桥梁比例在动态上效果不理想,应调整路线或匝道的平、纵、横设计,使结构的动静景观达到最佳效果。

5 常见问题及预防措施

匝道桥极大多数位于圆曲线或缓和曲线上,由于曲线梁在使用中会发生扭转,径向产生明显的水平位移,会导致弯桥内侧支座脱空、外侧支座损坏、伸缩缝断裂及盖梁开裂等病害。在构造上可采取下列预防措施:

(1) 调整单支座的径向预偏量。

(2) 每联曲线梁的切向对称中心点处设置固定支座,其在曲线梁中心的切线方向可以滑移,径向位移小。

(3) 调整双支座径向间距,减小扭转跨径。

(4) 合理设置径向限位措施和选用支座,曲线梁两端头支座采用纵向滑动支座、径向限位措施,对伸缩缝布置有利。

(5) 在温度等作用下外侧支座反力增加、内侧支反力减小,梁向外侧转的趋势变大,桥两端内外支座受力不均匀,常造成支座破坏,设双支座的抗扭支座可在计算的基础上适当加大吨位。

6 结语

互通立交桥设计首先要有一个清晰的设计思路和明确的设计原则,排除设计中的干扰因素,减少设计中反复推敲的时间,提高设计效率。从简单的思路考虑,先设计好路线,搭建一座结构尺寸、比例匀称的桥梁,将其放到互通中使其和自然景物协调;从繁杂的角度检查设计效果,设计的桥型怎样满足功能目标,互通的跨径、结构尺寸比例能否适应地形地物的无规律,各座桥梁的墩台布置是否有规律、与环境协调,达到美观目标;最后适当小范围修改路线设计。这样循环反复调整,直到达到预期设计目标。

互通桥梁设计时,在找到一个既经济适用,又安全美观的设计方案之前,要进行单座桥梁的功能(布孔)设计和多座桥梁的整体系统(美观造型)设计。当功能和美观出现矛盾时,保证桥型设计满足美观目标,小范围调整路线平、纵、横设计,即使路线在桥跨中穿线,使桥型设计满足功能目标。另外,应针对因桥型问题导致的病害采取适当的预防措施。

参考文献:

- [1] JTG D60—2004,公路桥涵设计通用规范[S].
- [2] JTG D62—2004,公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].
- [3] 杜炎德.高速公路拓宽设计方法初探[J].公路,2004(3).
- [4] 杜炎德,徐立新.沪杭甬高速公路拓宽设计方法[J].华东公路,2001(7).

收稿日期:2018-07-17

(上接第129页)

- [2] 李淑琴,陈建兵,万水,等.我国几座波形钢腹板PC组合箱梁桥的设计与建造[J].工程力学,2009,26(增刊).
- [3] 陈宜言,王用中.波形钢腹板预应力混凝土桥设计与施工[M].北京:人民交通出版社,2010.
- [4] 阿帕尔,阿布都内苏里.体外预应力束施工工艺研究[J].黑龙江交通科技,2011(9).
- [5] 向中富.桥梁施工控制技术[M].北京:人民交通出版社,2007.
- [6] Yi Qiang Wang, Bing Bing Fan, Liang Li. Analysis on seismic performance of corrugated steel web continu-

ous rigid frame bridge[J]. Applied Mechanics and Materials, 2014, 501.

- [7] 魏俊龙.波形钢腹板体外预应力箱梁在新密溱水路大桥中的应用[J].铁道建筑技术,2014(增刊).
- [8] 王健.波纹钢腹板预应力混凝土组合箱梁桥静力性能研究[D].西安:长安大学,2014.
- [9] 杨林杰.浅谈波形钢腹板预应力混凝土箱梁的施工[J].中国水运,2010,10(11).
- [10] 张伟华,邹启勇.波形钢腹板箱梁桥的设计[J].贵州工业大学学报:自然科学版,2008,37(2).

收稿日期:2018-06-22