

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2020.12.016

中川机场立交波形钢腹钢箱-混凝土组合箱梁桥总体设计

史爱红

(甘肃省交通规划勘察设计院股份有限公司, 甘肃 兰州 730030)

摘要: 兰州中川机场互通立交改造工程波形钢腹钢箱-混凝土组合箱梁是交通运输部首批钢结构桥梁示范工程和甘肃省公路建设“钢结构桥梁推广使用”的示范工程。为克服传统混凝土结构及钢结构箱梁在使用过程中存在的各类问题,合理利用现有桥梁架桥设备,现依托该工程提出一种崭新的结构-钢底板波形钢腹板组合梁桥,并对结构的设计、施工开展研究。其成果可供借鉴和参考。

关键词: 波形腹板;钢箱-混凝土;组合梁

中图分类号: U442.5

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2020)12-0055-03

0 引言

波形钢腹板预应力混凝土箱梁桥是一种钢与混凝土的组合结构^[1]。传统波形钢腹板箱梁桥一般采用波形钢腹板代替常规设置加劲肋的平钢腹板,可以显著提高钢腹板的剪切屈服强度,同时降低钢腹板的厚度,省去加劲肋的布置。上下混凝土翼板承担截面全部的弯矩,波形钢腹板几乎承担截面的全部剪力。传统波形钢腹板钢-混组合结构可充分发挥钢、混凝土两种材料的优势,但因混凝土收缩、徐变的特性及局部温差等产生的附加应力的影响,尤其是在连续结构上,使其优势有所削弱,预应力效果转移问题也很严重。利用施工方法、中间支点升降法,临时支点、预加顶力等都很难控制。

区别于传统波形钢腹板箱梁结构,波形腹板钢箱-混凝土组合结构梁桥将受拉为主的钢筋混凝土底板改进为平钢板结构,充分发挥了钢混两种材料的力学性能优点,提高了材料利用率。

1 工程概况

兰州中川机场进出口公路立交改造工程位于兰州新区境内,为甘肃省钢结构桥梁推广应用的试点工程,也是交通运输部第一批九个公路钢结构桥梁典型示范工程之一。改造工程路线起点位于原机场高速中川收费站管理所南600 m处,终点位于机场T2航站楼南约1.25 km处,终点顺接

机场迎宾大道,见图1所示。该立交将机场高速公路主线采用高架桥方式跨越单喇叭立交匝道、中川城际铁路隧道、迎宾大道,实现机场高速与中川机场T1、T2航站楼、兰州新区城市道路的交通快速转换,缓解机场高速的交通压力,改善了区域交通条件。互通区立交桥面积约为30 000 m²,用钢量约10 000 t(包括钢盖梁);钢梁全部采用波形钢腹板开口箱。由于立交桥较为复杂,根据结构受力,采用多种结构形式。

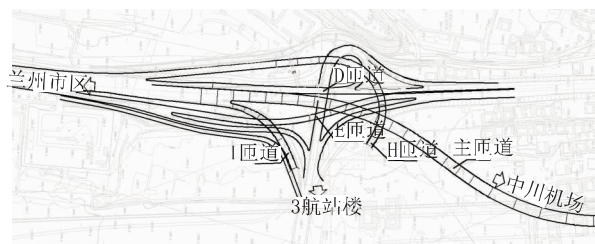


图1 立交总体线位图

2 桥梁总体设计

该立交位于兰州中川国际机场及兰州新区门户位置,是城市的窗口和现代综合交通体系的重要节点。立交区桥梁除了满足“安全、耐久、适用、环保、经济和美观”的要求外,还需考虑城市景观要求,桥梁上下部结构类型不宜过多,并应注重结构细节设计。

立交桥布设受中川国际机场既有T1、T2航站楼及规划T3航站楼、中川城际铁路隧道、迎宾大道及纬一路转盘等主要因素控制。结合立交方案、桥梁布孔控制因素、施工方法,经综合比选,匝道桥梁根据跨越要求,采用了30 m、40 m和50 m

收稿日期: 2020-06-24

作者简介: 史爱红(1979—),男,高级工程师,从事桥梁工程设计工作。

跨度的布置方案。

2.1 主匝道桥梁设计

桥跨布置自南向北依次为 $18 \times 30 \text{ m}$ 钢腹板组合简支箱梁 + $(42 \text{ m} + 4 \times 50 \text{ m}) + (5 \times 50 \text{ m})$ 钢腹板组合连续箱梁 + $(3 \times 30 \text{ m})$ 钢腹板组合简支箱梁, 桥梁长度 $1\,126.46 \text{ m}$ 。

主匝道桥梁宽度 20 m , 上部采用四箱式组合钢箱梁桥, 四片钢箱梁中心距 5 m , 钢箱底宽 3 m , 悬臂长 1.0 m , 桥面板宽度 20 m ; 桥墩根据位置控制条件, 分别采用柱式、双柱长悬臂式、钢筋混凝土门式墩和钢盖梁门式墩等形式, 墩柱均采用带圆角的矩形截面。标准双柱式桥墩由于受地面道路的限制, 墩柱间距采用 7.0 m ; 桥台采用一字型桥台, 以方便与路基挡墙衔接。

2.1.1 30 m 简支组合梁设计

除第 1~2 孔位于分合流口主梁桥面变宽外, 其余主梁宽度均为 20 m 等宽, 采用四箱单室截面, 由开口钢箱梁和混凝土桥面板通过抗剪连接件组成。主梁结构中心线处梁高 1.5 m , 钢腹板高 1.25 m , 混凝土桥面板厚 0.25 m ; 腹板采用 BCSW1200 型波形钢腹板, 波长 $1\,200 \text{ mm}$, 波高 200 mm , 厚度为 $10 \sim 12 \text{ mm}$; 底板上设 2 道高 180 mm 纵向加劲肋。钢箱内设横隔板, 横隔板纵向标准间距 4.8 m ; 两箱之间对应横隔板位置共设置 3 道箱间横联, 每跨端部设置一道端横梁。

钢梁的纵梁和箱间横梁上翼缘布置直径 19 mm , 高 150 mm 的剪力钉; 端横梁、中支点两侧腹板、底板等需要灌注混凝土的部位均布置剪力钉, 直径 16 mm , 高 100 mm 。

为充分发挥组合结构作用, 减小用钢量, 箱梁上方的混凝土桥面板在钢梁吊装前浇筑, 整孔吊装后, 再浇筑剩余的悬臂及箱间混凝土桥面板。

图 2 为 30 m 组合箱梁断面图。

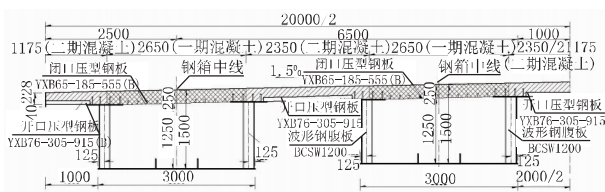


图 2 30 m 组合箱梁断面图(单位: mm)

2.1.2 50 m 连续组合箱梁

主梁截面采用四箱单室截面, 由开口钢箱梁和现浇预应力混凝土桥面板通过抗剪连接件组成, 四箱通过箱间钢横梁连接。主梁结构中心线处梁高 2.0 m ; 腹板采用 BCSW1600 型波形钢腹板, 波长 $1\,600 \text{ mm}$, 波高 220 mm , 厚度为 $14 \sim 16 \text{ mm}$; 底板上设 4 道高 200 mm 纵向加劲肋。钢箱内设横

隔板, 横隔板纵向标准间距 4.8 m ; 两箱之间对应横隔板位置按约 10 m 间距设置箱间横梁, 每联端部设置一道端横梁, 钢梁的纵梁和箱间横梁上翼缘布置直径 19 mm , 高 150 mm 的剪力钉。

预应力系统采用体内、体外索相结合的方法, 以改善结构的受力状况。体外索采用体外预应力系统定型产品, 体外预应力索体采用环氧涂覆无粘结成品索, 采用多根无粘结钢绞线扭绞并热挤 HDPE 护套而成, 索体采用集束式转向器实现整体换索。

图 3 为 50 m 组合箱梁断面图。

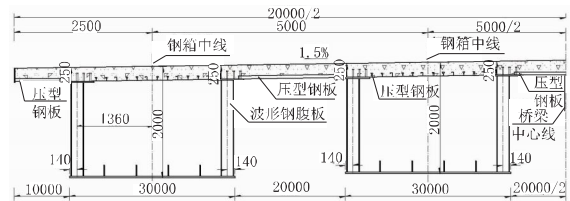


图 3 50 m 组合箱梁断面图(单位: mm)

2.2 D、E 匝道单跨简支跨线桥设计

D 匝道、E 匝道均上跨 A 匝道, D 匝道采用 $1 \times 30 \text{ m}$ 钢腹板钢混组合梁结构, E 匝道采用 $1 \times 40 \text{ m}$ 钢混组合简支箱梁结构, 桥台均采用扶壁式桥台、钻孔灌注桩基础。

主梁采用两箱单室截面, 由开口钢箱梁和现浇预应力混凝土桥面板通过抗剪连接件组成, 四箱通过箱间钢横梁连接, 主梁结构中心线处梁高 1.5 m 、 1.7 m , 箱梁架设采取整孔吊装法施工。

2.3 H、I 匝道小半径曲线桥设计

H、I 匝道为进出规划 T3 航站楼高架桥, H 匝道布置两联 $4 \times 40 \text{ m}$ 连续波形钢腹板组合梁桥, I 匝道布置 $28 \text{ m} + 25 \text{ m}$ 简支波形钢腹板组合梁桥, 其余采用 $4 \times 30 \text{ m}$ 连续波形钢腹板组合梁桥。该桥平面曲线半径较小, 为便于桥面横坡形成, 上部结构采用在临时支架上分段架设钢梁, 再整体现浇混凝土桥面板的方式。

主梁截面采用双箱单室截面, 由开口钢箱梁和预制预应力混凝土桥面板通过抗剪连接件组成, 两箱之间设置箱间钢横梁。钢箱中心线处梁高 1.8 m 、 1.5 m 。桥面横坡由横桥向腹板不等高调整, 在桥面横坡变化的段落, 腹板高度沿顺桥向线性变化, 桥面铺装等厚。为便于桥面横坡的形成, 混凝土桥面板均采用现浇施工, 板厚 25 cm 。

开口钢箱每侧上翼缘宽 0.6 m , 底板宽 3.0 m , 箱梁中心线间距 6.5 m ; 腹板采用 BCSW1200 型波形钢腹板, 波长 $1\,200 \text{ mm}$, 波高 200 mm , 厚度为 $16 \sim 18 \text{ mm}$ 。在底板上设 2 道高 200 mm 纵向加劲

