

匈牙利 M43 公路蒂萨河桥的设计

张建勋¹, 赵谔笛² 编译

(1. 郑州市交通规划勘察设计院, 河南 郑州 450006; 2. 新疆建设职业技术学院, 新疆 乌鲁木齐 830000)

摘要:连接赛格德(Szeged)和毛科(Makó)的 M43 公路为匈牙利南北向 M5 高速公路的一个分支,新建的蒂萨河桥不仅是 M43 公路上的一个关键控制点,也是一处景观工程;在欧洲跨河桥梁中,这是一座首次采用波形钢腹板矮塔斜拉桥结构形式的桥梁。该文对蒂萨河桥的总体设计、施工及附属设施进行介绍。

关键词:矮塔斜拉桥; 波形钢腹板; 钢横梁; 悬臂施工

1 概述

M43 公路在蒂萨河 182.970 km 处与桥梁交叉,桥梁设计方案除了受蒂萨河斜角角度(85°)和洪泛区的影响外,还受到油井运输的限制。桥梁跨河段位于半径 15 000 m 的平曲线,其余部分均处于公路平曲线的直线

段内。蒂萨河大桥设计时速为 110 km/h,每侧设两个 3.75 m 行车道和一个紧急停车道,为了给斜拉索预留一定的安全距离,分隔带采取加宽设计。因此,左右车道间距有所增加。蒂萨河桥全长 661.20 m,由跨河和两个洪泛区三部分组成。其中,跨河部分采用单幅设计,而左右两侧洪泛区则为双幅设计。桥梁跨河段跨径布置为:(96+180+96) m,桥梁立面布置见图 1。

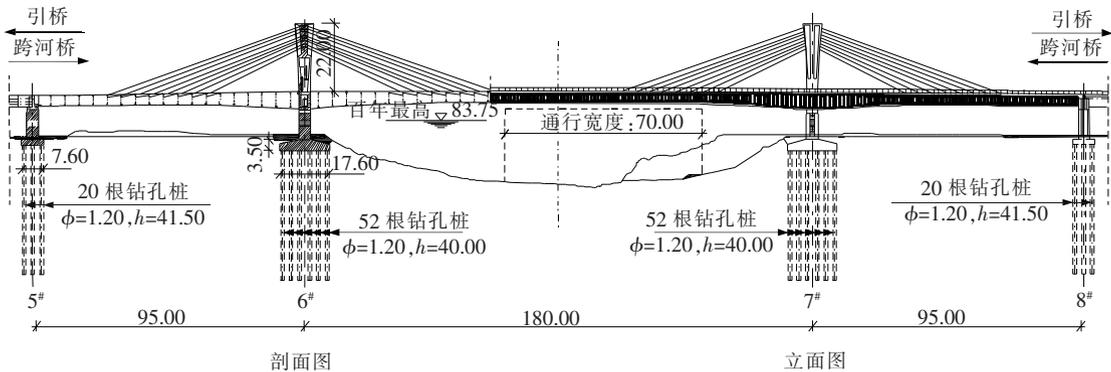


图 1 桥梁立面布置图(单位:m)

矮塔斜拉桥与常规箱梁桥相比有几个优点:梁的高度和自重大大低于梁桥,此外混凝土和钢束的用量也比梁桥少。因矮塔斜拉桥桥塔比较低,活载引起的应力要比一般斜拉桥小,预应力钢束允许拉力可以减小到梁式桥的范围(以这种方式,可以减小 30% 的目标)。由于采用波形钢腹板结构形式,大部分的预应力主要作用于顶底板,波形钢腹板只承受剪切力;因主梁的自重降低,可节约成本,同时增大节段,节段数量的减少将大大缩短施工工期。

该桥投资商为黑德彼建设公司,承建方为国家基

础设施建设开发有限公司。主桥方案由邦德设计公司设计,洪水区桥梁部分由乌瓦公司负责,斜拉索和上部索鞍由威胜利拉索制造公司提供。波形钢腹板疲劳试验由布达佩斯技术与经济大学结构工程学院完成、风洞试验由流体力学研究所完成。

2 主桥总体设计

2.1 下部结构

跨河桥梁采用塔梁固结体系,桥墩处放置支座,为

适应支座的布置数量及方式主墩采用实心薄壁形式,平面造型为柳叶形,支座连线与桥墩中心呈 15° 夹角;主墩承台总高 3.5 m,采用 $30.9\text{ m} \times 17.6\text{ m}$ 的矩形截面;由于地质条件非常不利,主塔基础每个承台下 52 根直径 1.2 m 长 40 m 的群桩基;跨河部分桥下桩基总长约 6 000 m。靠近岸边的边墩桩基与河岸平行,为嵌于花岗岩上的嵌岩桩;连接墩位于凸形竖曲线上,主墩基础立面及平面见图 2。

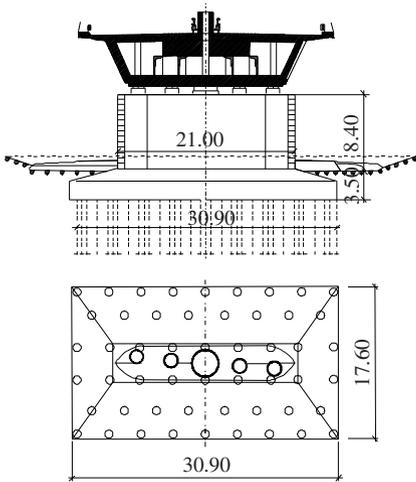


图 2 主墩基础立面及平面图(单位:m)

2.2 主梁结构

桥梁上部结构采用单箱三室,箱梁全宽 29.94 m (图 3);顶板和底板均采用预应力混凝土板,预应力钢束采用 12 和 15 束的狄伟达预应力体系(DSI Dywidag Systems International);斜拉索锚固于中箱室的顶板部位。为了提高预应力效应,增加承载能力,设计采用矮塔部分斜拉桥。斜拉索锚固在位于桥梁中线 22.0 m 高的塔上。箱梁的 4 个腹板均采用波形钢腹板,为增加箱梁的整体刚度,每 5 m 设置一道加劲钢横梁。箱梁横截面采用变高度,桥面板在腹板位置加腋,箱梁高度由跨中梁高 4.0 m 变化至墩顶截面高 6.0 m。桥梁共计 18 个臂段节段,每个节段中间处设置加劲钢横梁。7~14 号节段通过斜拉索锚固于主塔上。

2.3 斜拉索及散索鞍

斜拉索采用扇形单索面布置,每索面布置 8 对斜拉索,主梁上索距为 5 m。从经济性和施工条件等综合考虑,该桥斜拉索采用 37 束 VSL SSI 2000 型钢绞线体系。散索鞍采用 VSL 斜拉索配套形式(图 4),主塔为钢筋混凝土结构,钢索鞍锚固于塔顶扩大段,主塔上部加宽采用空心结构,混凝土壁厚 0.5~0.8 m。

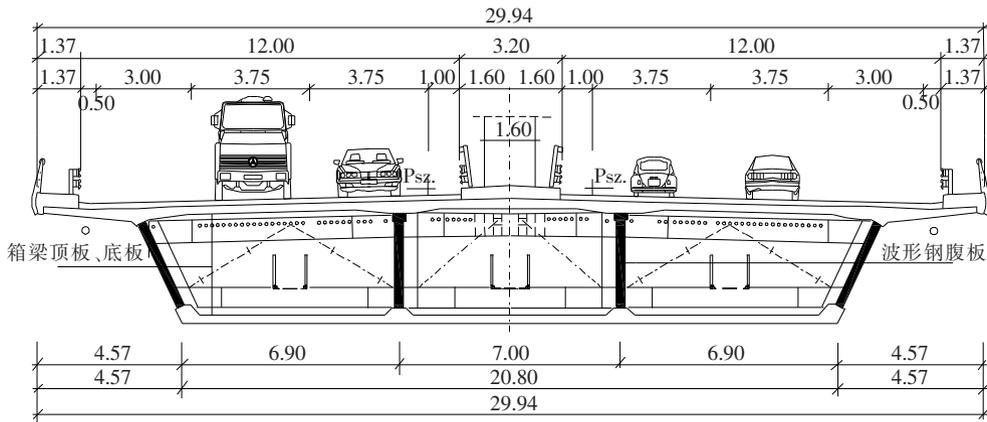


图 3 箱梁标准横断面(单位:m)



图 4 散索鞍

3 洪泛区桥梁

右岸桥梁跨径布置为 $(52 + 2 \times 64 + 52)\text{ m}$,左岸跨径为一孔 52.0 m;两岸 234 m 和 54 m 桥梁下部均采用大体积实心混凝土桥墩和桩基础。洪泛区桥梁均采用平行腹板组合箱梁桥,因左右方向车道分幅设计,桥梁断面采用两个分离式单箱单室断面,梁高 4 m。

4 桥梁施工

承台和上部结构所用混凝土性能独特,承台最大混凝土用量约 $1\,600\text{ m}^3$,其顶部为三角形,两边与水平面分别呈 12° 和 16° 倾角。承台平面混凝土所需面积约 500 m^2 ,要求 $120\sim 130\text{ m}^3/\text{h}$ 的浇筑速度才能达到工期进度要求,为满足如此大的浇筑工作量,设计决定选用 3 家混凝土厂同时供应的方案。桥梁混凝土施工过程中,水灰比是关键参数之一。通常情况下,0.4 的水灰比几乎可适用于桥梁所有结构的混凝土施工,但为保证该桥所用混凝土的和易性,需掺加高塑性外加剂。但如果混凝土硬化过快,混凝土各层将难以振捣充分;加上其他综合因素的影响,混凝土早期硬化速度难以降低,不利于大体积混凝土的密实成型。经过多次试验和协商,最终定出水灰比的取值:桩、承台为 0.45;墩为 0.42;主桥上部结构为 0.4。

为保证混凝土的浇筑质量,在混凝土配合试验时,不仅测试了混凝土在室内环境下的性能,同时也建立了上部结构底板模型,试图模拟混凝土的实际工作环境。模板尺寸为 $3.0\text{ m}\times 2.0\text{ m}$,体积为 3 m^3 。模板上部即钢板的连接固定部位用树脂板制作,以观察混凝土的填筑状况;剪力钉使用圆柱形木楔;为确保混凝土浇筑模型符合实际,还在模板内布设了钢筋网架。通过试验观测,混凝土连续振捣有助于混凝土加速扩散。当混凝土浆开始起泡,部分振捣点开始产生裂缝应立即停止振捣,这样振捣后的结构内部有孔隙,但外表面无裂缝。

跨河段桥梁采用现浇平衡悬臂法施工,两侧同时悬臂施工。桥梁上部施工由桥塔处 0[#] 块开始以每 5 m 一个悬臂节段施工,直至两侧悬臂段最终合龙。悬臂施工过程中需采用临时支撑以保证结构的稳定性。

洪泛区桥梁组合箱梁通过公路运输至施工现场,并在临时支架上固定位置进行组装,施工节段连接采用焊接接头,桥面板采用现浇形式。

5 桥梁附属

整个桥梁外侧栏杆采用外形一致螺栓连接,行车道由护栏隔开,其安全性已通过冲击试验验证,桥梁外侧的检修通道由定制的高为 1.1 m 的护栏封闭。

跨河桥梁采用球形支座,洪泛区桥梁采用氯丁橡胶支座。跨河桥梁的固定支座安置在桥梁轴线方向的 6[#] 墩处,洪泛区桥梁的固定支座置于 3[#] 和 8[#] 桥墩的梁内侧较高处。

雨水由桥梁外侧抬高部分内侧的集水沟收集后排入竖向集水管。因雨水不能直接排入河内和洪泛区,需要先沿纵向布置的玻璃纤维聚酯集水管汇集后排至桥台后侧。箱梁和塔的内部需设置人行通道,以方便桥梁内部各部件的检查。桥梁检修车道设置在洪泛区,利用检修车上的吊臂可以检查各桥墩和支座的内部情况。主梁和桥塔的灯光照明使整个桥梁的造型显得更加突出。

6 结语

匈牙利 M43 高速公路蒂萨河跨河大桥采用了特殊的结构形式:主梁斜拉索锚固于主塔顶端以改善斜拉索的预应力效应,单箱三室箱梁的顶、底板采用预应力混凝土结构,主梁腹板采用波形钢腹板。波形钢腹板不仅减轻了桥梁的自重,也提高了后张预应力效应。从结构体系而言,该跨河桥梁是一座三跨波形钢腹板矮塔斜拉桥,其显著优点是结构自重小、材料经济和外观轻盈。

参考文献:

- [1] László Mátyássy. Construction of the Tisza - Bridge Spanning the River on the Motor Road M43[J]. Concrete Structures, 2010(11):29-31.
- [2] Zsuzsanna Török. Concrete Technology of Extradosed Tisza Bridge of M43 Motorway in Hungary[J]. Concrete Structures, 2011(12):32-37.