

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2023.03.015

梅州市广州大桥主桥设计

王 鹏

(广州市市政工程设计研究总院有限公司, 广东 广州 510060)

摘 要: 作为一类(139+106)m独塔单索面不对称斜拉桥,广州大桥主桥采用塔墩梁固结体系。主梁采用宽幅大挑臂近似三角形斜腹板整体预应力混凝土箱梁;桥塔采用带椭圆端头的矩形截面“一”字形预应力混凝土结构;主墩为混凝土双薄壁墩。选择应用Midas/Civil有限元分析软件进行全桥静力计算,结果表明该桥强度、刚度均满足规范要求。

关键词: 独塔;单索面;斜拉桥;预应力混凝土箱梁;有限元分析

中图分类号: U442.5

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2023)03-0065-03

1 工程概况

梅州市广州大桥项目坐落于梅州市东南部,南北向横跨梅江,是梅州市重要的交通性主干道,实现了主城区与芹黄规划区的有效连接。其南端连接中环东路(站前东路),与金燕大道(梅湖公路)相交后,往北经过马鞍山西侧,越过梅江,在芹黄区对主干道进行规划。

梅州市广州大桥工程道路全长1.285 km。其中桥梁全长876 m,主桥为双向6车道,主桥宽33.5 m(含两侧各2.5 m的人行道);引桥、引道为双向6车道,宽26.5 m。主桥在梅江两岸分别布置楼梯与主线人行道相连接。

梅州市广州大桥建成后的实景图见图1。



图1 梅州市广州大桥实景图

2 总体设计

梅州市广州大桥跨越梅江,对于主桥跨径来说,所具有的控制因素可总结为梅江的航道位置、航道等级以及南北岸堤岸道路这几点。

对于跨越河流斜拉桥主塔墩位的选择,所考虑

的因素较多,除了基础设计方面之外,还需要充分考虑到斜拉桥总体设计。许多实践结果显示,合理选择墩位至关重要,这牵涉到具体的主跨跨径、边孔与主孔之间的分配,也就是说,墩位的选择是否合理,将会对工程造价、项目工期以及施工质量等产生直接影响。在具有经济、技术可行性的条件下,可以适当扩大主跨跨径,尽量在浅水区域或岸上放置主墩。

综合考虑上述因素,广州大桥主桥采用跨径组合为139 m+106 m=245 m的独塔不对称斜拉桥,主墩布置在距离北岸40 m的浅水区。

梅州市广州大桥桥梁立面图见图2。

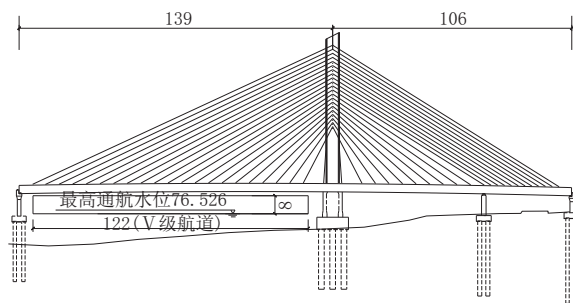


图2 桥梁立面图(单位:m)

由于主桥采用独塔单索面,则要求主梁对于箱形截面的选择,必须具有较大的抗扭刚度。

常用的箱梁有直腹板箱梁、斜腹板箱梁。直腹板箱梁外形简洁,较为普遍,施工工艺成熟。斜腹板箱梁,在视觉上会觉得桥梁结构较为轻、薄,景观效果较好;与此同时,在具有相同底板宽度的状态下,选用斜腹板进行操作,能够适当缩短桥面板悬臂长度,产生更加合理的桥面板横向受力,从而极大程度地降低横向钢束用量,施工工艺较成熟。

因此,该项目选用斜腹板箱梁断面。结合道路和

收稿日期: 2022-06-15

作者简介: 王鹏(1976—),男,硕士,高级工程师,从事桥梁设计工作。

交通功能及过桥管线进行布置,针对主桥宽度,桥面横断面布置为 2.5 m(人行道)+12.0 m(车行道)+4.5 m(拉索区)+12.0 m(车行道)+2.5 m(人行道)=33.5 m。

桥梁横断面图见图 3。

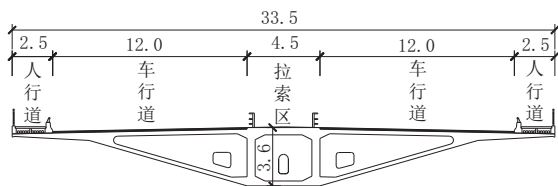


图 3 桥梁横断面图(单位:m)

3 主要技术标准

- (1)道路等级:城市主干道。
- (2)主线计算行车速度:50 km/h。
- (3)设计汽车荷载等级:城-A 级。
- (4)设计洪水频率:大桥按 1/100 洪水频率设计,水位 80.436 m(1956 黄海高程)。
- (5)地震基本烈度:地震基本烈度为Ⅵ度,设计基本地震加速度值为 0.05g。
- (6)通航标准:内河 V 级航道。
- (7)设计使用年限:100 a。
- (8)设计安全等级:一级。

4 结构设计

4.1 主梁设计

关于主梁的设计要求,以全预应力构件为依据,选用 C50 混凝土。采用近似三角形断面,主梁顶板全宽 33.5 m,底宽 4.5 m,悬臂长 4.75 m,梁高 3.5 m。鉴于采用单索面体系,针对箱梁主要截面变形而言,并不满足平截面假定的要求,与边腹板相比,中腹板支点剪力相对较大,因此厚度为 0.5 m,边腹板厚度取 0.25 m;边箱顶板厚度取值为 0.27 m,采用拉索锚固箱作为中箱,顶板厚度取值为 0.4 m,底板的厚度取值为 0.3 m;悬臂板厚 0.2~0.5 m。拉索间距分为 2 类,分别是 6 m 与 3 m,在每一拉索处,均会设置相应的隔板,边箱隔板厚 25 cm,中箱隔板厚 60 cm。

主梁 0# 段长 13 m,与索塔、主墩固结,采用支架现浇。0#~1# 段长 8 m,可采用简易挂篮或利用长挂篮进行悬浇。其余标准段长度为 6 m,主跨梁端支架现浇段长度为 4.5 m,边跨现浇段长度为 41.5 m,边跨设置 2.0 m 的合拢段。

主梁设计时,其纵向预应力由以下几个部分组成:0 号块预应力束和主、边跨合拢的顶板束以及底板束。纵向预应力材料选用预应力精轧螺纹钢筋,联合

预应力钢绞线共同应用,预应力钢束分批间隔张拉。

主梁横向在 0# 段范围顶、底板均设置预应力钢束,其余位置只在顶板设置。吊杆横梁位置,在人孔上方附近也设置 1 道预应力钢束。

主梁竖向采用单端张拉预应力钢束,采用二次张拉技术。首次按照夹片式锚具通用张拉施工的方式;进行第二次操作时,采用 H 型支承角支承千斤顶。

4.2 索塔设计

索塔设计时,选用 C55 预应力混凝土。在桥面上,塔高可达到 66.7 m,塔高与跨度之间的比值为 1:4.2。在主塔方面,选用近似矩形空心断面,拉索区以上断面尺寸为 3.5 m×6.5 m,塔根部断面尺寸为 3.5 m×8.5 m,矩形断面两端设椭圆曲线,使整个桥塔外观更加修长、挺拔^[1]。对于塔冠区来说,短边壁厚取值 1.5 m,长边壁厚取值 0.95 m。

索塔构造图见图 4。

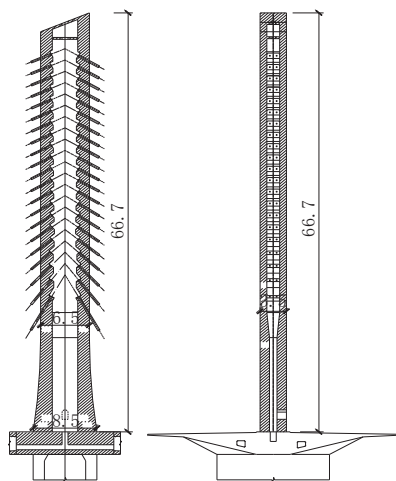


图 4 索塔构造图(单位:m)

对塔冠拉索锚固区进行分析后,选用“一”字形与环向预应力钢绞线加劲,应用二次张拉技术对钢绞线进行处理,如图 5 所示。

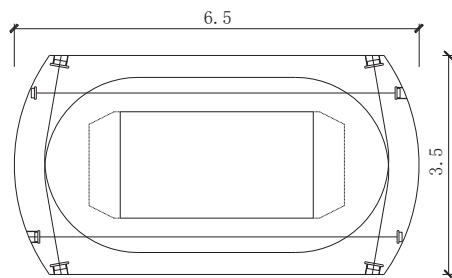


图 5 索塔预应力布置图(单位:m)

4.3 桥墩设计

主墩采用双薄壁矩形截面,单肢截面尺寸为 15 m(横向)×2 m(纵向)。由于主梁会对横向变形产生约束作用^[2],在横桥向会产生较大的拉应力,故墩顶段在横向配置了预应力钢束。

在辅助墩设计时,选用厚度为2 m、横向宽为10 m的柔性薄壁空心墩。辅助墩在施工及运营期间会出现拉力,因此需设置双向受力支座。具体为在辅助墩内锚固2根PES(FD)7-199拉索,每根拉索施加的预压力为4 000 kN。另为抵消拉索产生的拉应力,在墩身内配置80根精轧螺纹钢筋。

边墩设计时,选用双柱式桥墩配双悬臂式盖梁。墩身采用矩形截面,断面尺寸为1.6 m(纵向)×2.5 m(横桥向)。

4.4 斜拉索设计

全桥设置42对共84根斜拉索。拉索为单索面(双排索)扇形布置,桥面处拉索间距分别为6 m和3 m,塔上拉索间距1.8 m。在本次设计中,选用扭绞形平行钢丝斜拉索,由 $\phi 7$ mm高强平行钢丝组成。

拉索两端锚具选用张拉端冷铸锚锚具,采用塔上单端张拉。

5 结构计算

5.1 计算模型

基于空间有限元分析软件Midas/Civil,采用静力计算分析方式,对桥塔、桥墩以及主梁选用梁单元模拟,斜拉索则采用只受拉桁架单元模拟^[3],桥塔和主梁以及桥墩之间采用刚性连接。全桥共划分为267个单元和403个节点,其中梁单元有183个,而只受拉桁架单元有84个。全桥有限元计算模型见图6。

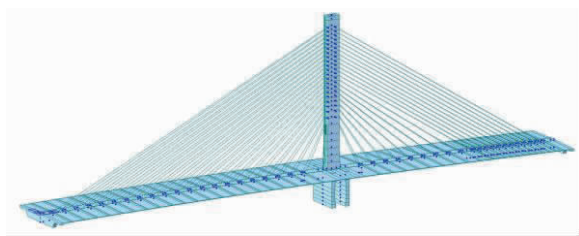


图6 全桥有限元计算模型

(上接第47页)

程,以“强基、稳堤、固坡、疏水”为原则,提出了湿陷性黄土地区高填方路基动态设计方法。

目前,晋中市环城东路北延工程已经正常通车运行两年多,路基路面状况良好,边坡稳定,排水设施功能完备。本项目周边存在大量类似场地,本文期望通过该案例为相似工程设计提供参考和借鉴。

参考文献:

[1]《工程地质手册》编写委员会.工程地质手册-5[M].北京:中国建筑

5.2 静力计算结果

(1)施工阶段,主梁截面所产生的最大压应力为11.2 MPa,满足规范^[4]要求。

(2)长期效应组合截面下缘最大正应力为13.2 MPa,最小正应力为1.3 MPa;截面上缘最大正应力为10.0 MPa,最小正应力为0.5 MPa。各截面未出现正拉应力。短期效应组合截面下缘最大正应力为14.8 MPa,最小正应力为0.8 MPa;截面上缘最大正应力为14.4 MPa,最小正应力为0.5 MPa。各截面未出现拉应力。

(3)按荷载标准值组合,主梁截面最大正应力为15.6 MPa,主梁截面最大主压应力为15.6 MPa,满足规范^[4]要求。

(4)主梁活载所产生的最大挠度值为49.6 mm,索塔活载最大位移值为0.5 mm,不大于计算跨径的 $1/600 \times L = 232$ mm,满足规范^[4]要求。

6 结语

梅州市广州大桥结合桥位处地形、地貌,根据梅江的通航要求,主桥采用了139 m+106 m的独塔单索面不对称斜拉桥。主塔采用“一”字形桥塔,简洁实用。主梁采用宽幅大挑臂近似三角形斜腹板整体预应力混凝土箱梁,使得结构外观轻盈优美,富于动感,张力十足。大桥于2015年建成后,不仅有利于缓解梅州市交通压力,同时对落实梅州市整体城市规划、完善区域中心城市建设,推动梅州市区扩容提质,提升城市品位作出了应有贡献。

参考文献:

- [1]莫增模,王卫锋,王步高,等.混凝土斜拉桥主塔温度效应及风速影响因素分析[J].科学技术与工程,2013,13(25):7591-7595.
- [2]郭文华.高赞大桥主梁挂篮设计分析[D].广州:华南理工大学,2006.
- [3]王瀚.板桁结合斜拉桥钢桥面板支撑体系受力分析及构造优化研究[D].长沙:长沙理工大学,2015.
- [4]JTG D62—2004,公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].

工业出版社,2018.

- [2]GB 50025—2018,湿陷性黄土地区建筑标准[S].
- [3]GB 51254—2017,高填方地基技术规范[S].
- [4]谢健生,刘浪涛.灰土挤密桩在处理高速公路湿陷性黄土中的应用[J].公路交通科技(应用技术版),2018,14(9):24-26.
- [5]侯振斌,陈虎.高填方路堤强夯加固模式及有效加固范围初探[J].西南公路,2017(1):14-20.
- [6]陈星.黄土地方边坡界面效应及稳定性研究[D].西安:长安大学,2019.
- [7]CJJ 194—2013,城市道路路基设计规范[S].