

# 桥梁主梁施工方法探讨

段立伟

(岳阳市公路桥梁基建总公司, 湖南 岳阳 414000)

**摘要:**以湖南某在建自锚式独塔悬索—斜拉协作体系桥梁为例,根据其工程地质条件,确定主梁施工方案和支架验算方法,利用桥梁通用软件验算桥梁各部位的结构是否满足规范及安全稳定性要求,并对主梁施工流程进行分析,为桥梁施工方法选择提供参考。

**关键词:**桥梁;自锚式独塔悬索—斜拉协作体系桥梁;主梁;施工方法

中图分类号:U445.4

文献标志码:A

文章编号:1671-2668(2019)02-0118-03

## 1 桥梁概况

湖南某跨江大桥主桥采用  $38\text{ m}+126\text{ m}+76\text{ m}$  自锚式独塔悬索—斜拉协作体系,全长  $240\text{ m}$ ,其中靠近立交的部分选用斜拉式结构,临近市区道路的区域选用悬索结构,结构布置见图 1。为使结构

受力合理,设计中主梁采用钢、砼混合材料,结构形式为  $58.5\text{ m}$  砼梁段+ $85\text{ m}$  钢箱梁+ $96.5\text{ m}$  砼梁段。钢箱梁采用工厂制作, $6\text{ m}$  一段在工地以先锚接后焊接的方式完成拼装,拼装时设置临时支架墩,节段重量为  $22.4\sim 47.598\text{ t}$ 。

该桥处于城市Ⅱ级主干道上,路线设计行车速

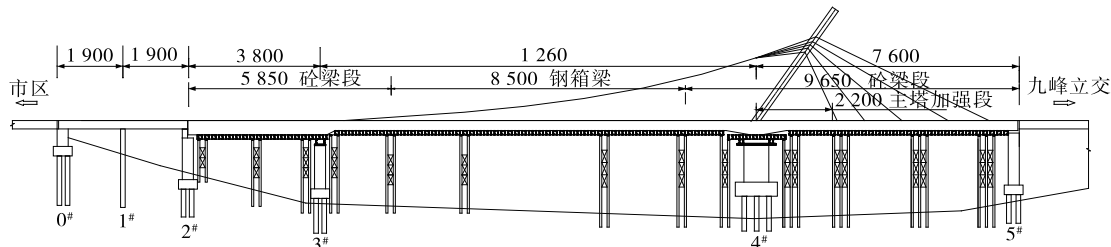


图 1 某跨江大桥结构布置示意图(单位:cm)

度  $40\text{ km/h}$ 。按照六车道布置,桥面宽度  $36\text{ m}$ ,设计荷载为城—A 级。主航道通航净空为  $86\text{ m}\times 8\text{ m}$ ,属于单孔双向航道。场区构造简单,无滑坡、坍塌、泥石流等不良地质现象,下覆基岩为燕山早期打鼓寨花岗岩,无岩溶洞穴。基岩裂隙水主要分布在岩石强风化带,但强风化岩层的裂隙易被泥质充填,透水性一般,基岩裂隙水水量匮乏。桥区位于冲积平原,两侧桥台均位于平原,地形平缓,地表多改造为旱田,地表植被较发育。地面高程  $230.5\sim 259.03\text{ m}$ 。交通便利,通视条件较好。

根据《中国地震动峰值加速度区划图》和《湖南省地震参数区划工作用图》,桥区段动峰值加速度小于  $0.05\text{ g}$ ,为地震烈度小于Ⅵ度区域,地壳稳定性较好。

## 2 主梁施工方案确定

中国桥梁施工方法主要有预制简支梁法、支架现浇法、悬拼法、挂篮施工法、顶推法、转体法、缆索

吊装法等,其中最常见有悬臂施工法及顶推法。悬臂施工法指砼梁由墩顶节段开始逐渐向两侧增加节段形成,已完成的节段承受下一个节段及施工机具重量,在每一节段达到设计强度时施加预应力使之与前一节段连成整体,然后施工下一个节段。顶推法是沿桥纵轴方向的台后开辟预制场地,分节段预制砼梁身,并用纵向预应力筋连成整体,然后通过水平液压千斤顶施力,借助由不锈钢板与聚四氟乙烯模压板特制的滑动装置将梁逐段向对岸顶进,就位后落架,更换正式支座完成桥梁施工。

根据地质勘察资料,该桥所在区域地形总体起伏不大,通视条件较好,上覆第四系全新统砾砂层等,下伏基岩为燕山早期打鼓寨花岗岩,基岩裂隙稍发育,中风化基岩面起伏不大,桥梁基础可采用嵌岩桩或摩擦桩,嵌岩桩尖嵌入完整稳定的中风化泥质粉砂岩中。场区地震烈度小于Ⅵ度,可考虑简易抗震设防。

## 2.1 支架的选择

结合桥梁形式、当地情况采用固定支架施工。支架形式一般包括梁柱式、梁式和支柱式。其中:支柱式构造简单,施工方便,常用于陆地或不通航的河道中,在城市立交中也被广泛采用;梁式支架可采用工字钢、钢板梁、钢桁梁等作为承重梁;梁柱式支架可在大跨径桥上使用,梁支承在临时墩上而成为多跨连续支架。该桥为大型桥梁,第四系覆盖层层厚较小,且承载力较低,不宜直接作为桥基开挖扩大基础的持力岩层;强风化层承载力相对较高,但层厚较小,不推荐作为桩基持力层;中风化燕山早期打鼓寨花岗岩强度高,可作为桩基持力岩层。该桥江面较宽,水位较深,其中常水位标高为 61.85 m,支架设计洪水标高为 73 m,设计最大流速 6 m/s。此外,施工期间需保证桥下通航净宽 40 m。综合考虑,采用支柱式支架最合适,可有效减少施工难度,加快施工工期。

## 2.2 下部构造施工方案

桥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,既可增加桥下使用空间,又能使桥下视野开阔。除满足所跨道路或铁路、河道等的净空要求外,还需根据相邻匝道的位位置尽量使相邻桥墩位布置在相应横断面上,以减少下部结构工程量,宜把墩位布置在上部结构的分岔处。变宽段异形桥采用现浇普通钢筋混凝土箱梁结构,通过调整箱梁底板宽度和腹板间距满足立交的线形要求。综上,该桥下部基础钢梁跨采用双排桩,主塔加强段跨采用 3 排钢管桩,以形成立体稳定结构,保持自身稳定性。在水中打双排直径为 800 mm 的钢管柱,嵌入岩层 3 m;钢管柱之间采用 I12 工字钢联系;每个桩顶均采用 3 根 I45b 工字钢作为分配梁;其上搭设双排单层加强型“321”军用贝雷梁作为承重梁,贝雷梁用反口装置锁定;在贝雷梁与型钢相接触的位置设置挡块,防止滑落。

## 3 结构计算

### 3.1 主跨上部构造验算贝雷梁承载能力

采用桥梁博士 V3.0.2 和 GQJS9.3,按规范要求对主桥主梁结构强度、刚度和应力进行验算。主桥上部结构施工阶段计算中,按照梁段划分施工顺序

及工艺,对每一梁段均考虑挂篮移动就位、浇筑砼、张拉预应力 3 个施工过程。设计中主桥按先边跨合龙、后次中跨合龙、最后中跨合龙的顺序考虑,合龙温度控制在 15~20℃。箱梁横向按框架和简支板考虑固端影响两种模式进行计算,按最不利工况进行控制。计算结果(其中主梁截面法向压应力验算结果见图 2)表明应力、强度和刚度等指标均满足规范要求。

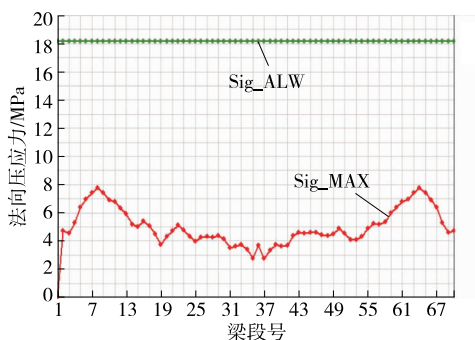


图2 施工阶段主梁截面法向压应力验算

桥墩上部结构为预应力砼先简支后连续 T 梁,计算中将桥梁结构划分为 123 个单元,将钢箱梁换算成荷载加载到贝雷梁上,计算结果见图 3。根据主梁结构和预应力钢筋设计图,按 JTG D62—2004《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》对结构持久状况截面极限承载能力、正常使用极限状态的截面抗裂、挠度及使用阶段构件应力等进行验算,得到最不利荷载组合下结构弯矩,计算得贝雷梁承载安全系数为 2.24,满足规范要求。

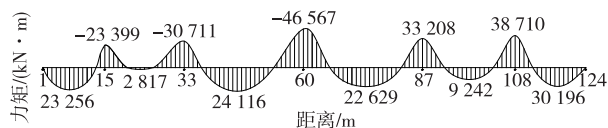


图3 桥梁上部构造计算示意图

### 3.2 钢管桩及联系梁结构验算

根据经验和规范,钢管桩横桥向间距以 4~6 m 为宜,贝雷梁横向布置为 1.35 m,使纵横梁传力较明确;顺桥向钢管桩间距取 3 m,桩群之间采用 I12 工字钢联系,从顶部以下 2 m 开始,每隔 5 m 设置一道水平联系;同时各排钢管之间设置 X 形横撑以抵抗水平向流水压力及分力等,钢管桩底部嵌入岩层 3 m。钢管桩横断面布置见图 4。

桩群承受的荷载主要有墩顶竖向力、上部结构自重、施工荷载等,经由纵横梁传递流水压力,因主桥与水流方向斜交 18°,既有横桥向和顺桥向的流

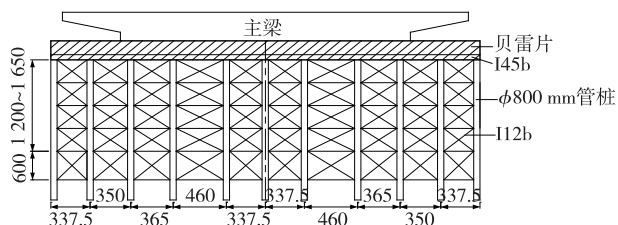


图4 钢管桩横断面布置(单位:cm)

水压力按照设计最大流速 6 m/s、水深 17 m 呈倒三角形近似线性荷载分布。

连续支架每个墩位处钢管桩桩群(钢管桩分布见图 5)共同工作,计算中将桩群作为一个整体进行空间受力分析,采用 MIDAS 结构分析软件对钢管

桩及联系梁结构内力进行验算。桥墩采用集成刚度分配法,两桥台刚度不计。桥台及 4# 桥墩采用 GJZF4 350×400×56 型四氟滑板式橡胶支座,1#、5# 桥墩采用 GJZ450×550×84 型板式橡胶支座。计算结果见表 1。

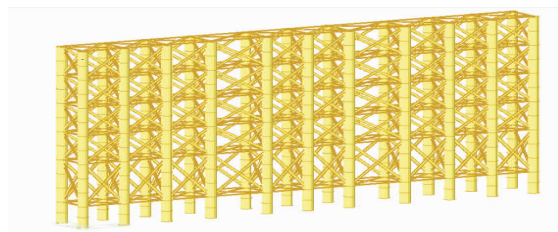


图5 钢管桩立体分布

表1 钢管桩及联系梁结构计算结果

墩台编号	支座形式	墩台高/ m	摩阻 系数	滑板摩 阻力/kN	支座刚度/ (kN·m <sup>-1</sup> )	墩台刚度/ (kN·m <sup>-1</sup> )	前进组合刚度/ (kN·m <sup>-1</sup> )	向后组合刚度/ (kN·m <sup>-1</sup> )
0# 桥台—联端	滑板	8.40	0.060	238.1	26 785.7	0.0	0.0	0.0
1# 桥墩	橡胶	16.35			26 785.7	4 000.0	3 480.3	3 480.3
2# 桥墩	橡胶	20.26			26 785.7	3 660.4	3 220.3	3 220.3
3# 桥墩	橡胶	22.20			26 785.7	2 229.8	2 058.4	2 058.4
4# 桥墩—联端	滑板	24.25	0.076	238.5	26 785.7	2 480.2	2 276.0	2 270.0
合计	—	—	—	—	—	—	11 030.0	11 029.0

如果墩台滑板支座摩阻力小于一联分配水平力,则只承担摩阻力,剩余水平力由其余墩台按刚度重分配。根据表 1,一联中所有墩台的组合刚度合计值,前进、向后方向分别为 11 030、11 029 kN/m,摩阻力始终大于一联的分配水平力,无水平力重分配,钢花管及联系梁结构承载力符合规范要求。

#### 4 结语

该桥施工中,主塔梁段、主梁及市区一侧施工支架建议采用分段搭设梁柱式连续支架,在水中打双排直径 800 mm 钢管桩作为临时支墩,每个桩顶采用 3 根 I45b 工字钢作为横梁;横梁上搭设双排单层加强型“321”军用贝雷梁作为承重梁;在不对地基进行处理的情况下,可通过加大桩底支撑面积增大单桩承载力。主桥上部结构挂篮悬臂施工周期长,施工工序多,施工工艺繁琐,尤其是平纵面线形、砼施工质量和结构安全等方面的控制要求严,给施工提出了较高要求,施工中需严格按工艺流程规范操作。

#### 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] 段文秀.桥梁施工中大跨径连续桥梁施工技术的应用[J].工程建设与设计,2013(12).
- [4] 祖小宁.基于桥梁施工中大跨径连续桥梁施工技术的研究[J].湖南城市学院学报:自然科学版,2015,24(1).
- [5] 付杰,张璟.泰和赣江特大桥主桥设计新理念[J].公路交通科技:应用技术版,2016(12).
- [6] 成扬.公路桥梁施工中预应力技术探讨[J].内蒙古公路与运输,2011(6).
- [7] 罗鹏.论公路桥梁施工技术的质量控制[J].工程技术研究,2017(2).
- [8] 罗分平.山区高速公路特大桥梁高墩柱施工技术[J].公路与汽运,2017(3).
- [9] 罗祖靠.采用 5M1E 分析法进行预应力桥梁施工质量管控[J].公路与汽运,2018(4).
- [10] 蒋超,许红胜,颜东煌,等.基于响应面法的斜拉桥施工过程参数识别[J].公路与汽运,2018(3).
- [11] 李竞,刘永健.自锚式钢箱梁悬索桥施工控制技术[A].钢结构工程研究(六):中国钢结构协会结构稳定与疲劳分会 2006 年学术交流会论文集[C].2006.

收稿日期:2018—06—13