

斜拉桥拉索张拉施工过程中的支架反力分析

郝永明 潘啟洪 周茹义

中交路桥建设有限公司 215500

[摘要] 本文依托汧通河大桥工程建设,通过采用midas civil有限元数值计算的方法,结合其复杂受力特点,对主梁施工过程进行模拟计算,通过分别张拉斜拉桥中1-4组拉索研究对其支架反力的影响。可为以后相似斜拉桥施工过程中选择合适张拉拉索顺序提供有益借鉴和合理化建议。

[关键词] 斜拉桥; 拉索张拉; 支架反力

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.10.1300

0 引言

在进行拉索索力控制和主梁线形分析时,通常的重点为主梁及索力,一般不会重视支架的受力和变形。斜拉桥施工过程中,极少将主梁、拉索和支架三者同时考虑。巫金炜^[1]根据后湖斜拉桥施工的需要,充分利用支架分节段搭设的受力特性,提出斜拉索施工的“二次分步张拉法”。覃耀柳^[2]提出采用斜拉索二次张拉,通过合理调整两次拉索初张力、合理调整施工工序的措施加以解决。郭素城^[3]将调索预测归结为包含挠度、弯矩、支架反力等的线性方程组。给出一个可以预测计算调索过程的理论计算方法。辛建忠^[4]利用最小二乘法对支架施工过程中影响PC斜拉桥状态的结构状态参数(挠度与应力)误差进行分析。刘海宽^[5]等人通过有限元仿真软件模拟施工过程,在体系转换施工过程中重点对桥梁主塔和主梁关键截面受力,索力、主塔偏位和主梁线形等进行了施工监控。

斜拉索张拉过程对于主梁是一个动态体系转换过程,主梁在体系转换过程中在自重和索力作用下不断变形,从而使下方支架与主梁的接触关系在此动态过程中不断变化,一部分支架与主梁脱离,而另一部分支架所受荷载相应增加。因此,考虑拉索动态张拉过程中的主梁变形影响,并将该影响计入主梁支架力学行为分析及支架设计中具有十分重要的意义。

1. 工程概况

某斜拉桥拉索采用双索面扇形索布置,斜拉索采用环氧涂层高强低松弛平行钢丝成品索。全桥共设60根斜拉索,根据索力的不同分别采用PES7系列的127~163丝拉索设计寿命要求达到25年,并考虑其可更换性。

2. 有限元分析

斜拉索模拟主要采用Midas/Civil。斜拉索采用热机聚

乙烯高强平行钢丝斜拉索,采用桁架单元进行模拟,弹性模量 $E=1.95 \times 10^5 \text{MPa}$,泊松比0.3,线膨胀系数: $1.2 \times 10^{-5} / [C]$,容重 $\gamma=78.5 \text{kN/m}^3$,拉索节点120个,单元60个,计算模型如图1所示。

2.1 张拉拉索对支架反力的影响

对该桥的施工拉索再进一步编号,由两端向主塔分为东西向,西向拉索编号为W1-W15,东向拉索为E1-E15。每组拉索再按照其南北向编号,以桥梁西向W1组拉索为例,对于北侧拉索编号为NW1,南侧拉索编号为SW1。因施工中对称张拉拉索,拉索编号统一为C1-C15。

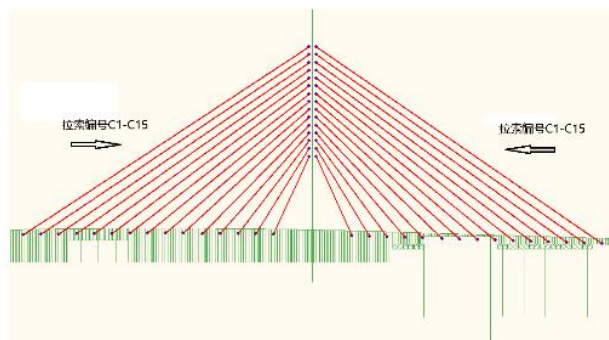


图2 Midas/Civil拉索整体布置图

2.1.1 张拉第四组拉索对支架反力影响

选择拉索区段C1-C4下方支架。通过Midas Civil/2019的计算,可得到拉索张拉前阶段以及第四组拉索张拉之后支架反力。将支架对应拉索位置下的C1-C15的反力最大值通过origin绘制成虚线,如图3所示:

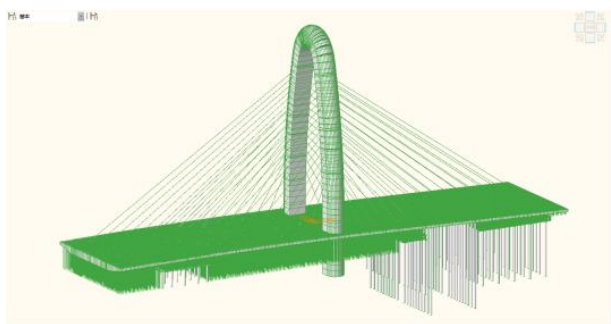
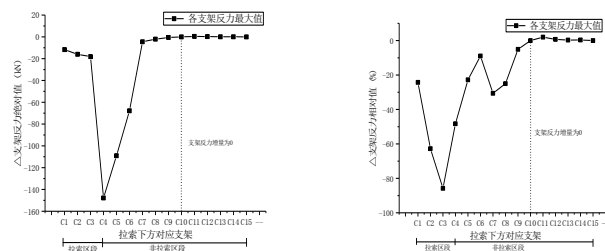


图1 斜拉桥计算模型图



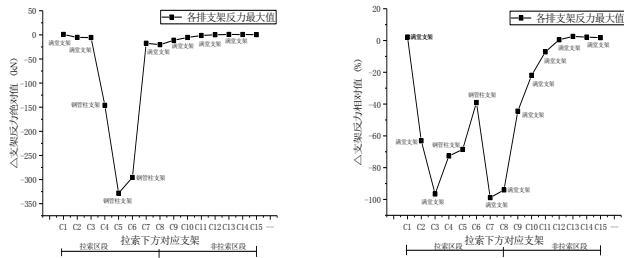
(a) 对应支架反力变化绝对值 (b) 对应支架反力变化相对值

图3 支架反力变化图

由图3可得,随着拉索的张拉的进行,拉索区段和剩余的非拉索区段存在支架反力减小的部分,也存在支架反力增大的部分。其中,以C10拉索对应的支架为分界。在C1-C10,满堂支架部分当中,以C3拉索对应支架减小最大为18.1kN,减小了85.78%;在C11-C15当中,以C11拉索对应支架反力增加了0.4kN,增长1.99%。

2.1.2张拉第三组拉索对支架反力影响

东第三组拉索张拉对应C5-C8,张拉之后,支架反力就会重分布,选择C5-C8下方对应支架。选择拉索区段C1-C8下方支架,通过Midas Civil/2019的计算,可得到第三组拉索张拉之后支架反力。支架对应拉索位置下的C1-C15的反力最大值通过origin绘制成虚线,如图4所示。



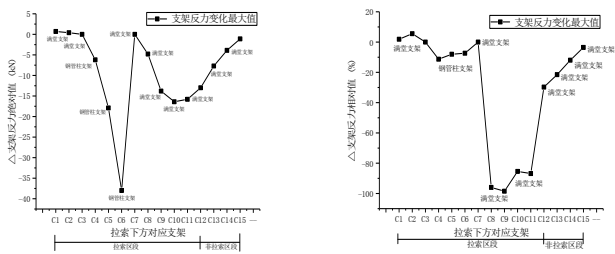
(a) 对应支架反力变化绝对值 (b) 对应支架反力变化相对值

图4 支架反力变化图

由图4可得,随着拉索的张拉的进行,拉索区段和剩余的非拉索区段存在支架反力减小的部分,也存在支架反力增大的部分。在拉索区段,C3满堂支架反力减小最大为5.6kN,减小了96.55%。C5钢管柱支架反力减小最大328.2kN,减小了68.56%。增加部分以C14拉索下方支架最大,0.8kN,增长2.55%。

2.1.3张拉第二组拉索对支架反力影响

东第二组拉索张拉对应C9-C12,张拉之后,支架反力就会重分布,选择C9-C12下方对应支架。选择拉索区段C1-C12下方支架,通过Midas Civil/2019的计算,得到第二组拉索张拉之后支架反力。将支架对应拉索位置下的C1-C12的反力最大值通过origin绘制成曲线,如图5所示。



(a) 对应支架反力变化绝对值 (b) 对应支架反力变化相对值

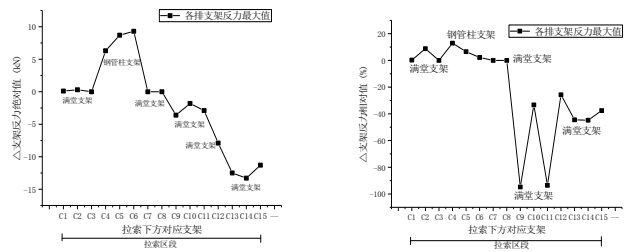
图5 支架反力变化图

由图5可知,随着拉索张拉的进行,拉索区段和剩余的非拉索区段存在支架反力减小的部分,也存在支架反力增大

的部分。在拉索区段,C1满堂支架反力增大为0.7kN,增长了1.86%;C6钢管柱支架反力减小了38kN,减少了7.36%。非拉索区段C13满堂支架反力减小最大7.7kN,减小了21.51%。

2.1.4张拉第一组拉索对支架反力影响

东第一组拉索张拉对应C13-C15,张拉之后,支架反力就会重分布,选择C13-C15下方对应支架。首先选择拉索区段C1-C15下方支架,通过Midas Civil/2019的计算,可得到第一组拉索张拉之后支架反力。将支架对应拉索位置下的C1-C15的反力最大值通过origin绘制成曲线,如图6所示。



(a) 对应支架反力变化绝对值 (b) 对应支架反力变化绝对值

图6 支架反力变化图

由图6可知,随着拉索的张拉的进行,拉索区段存在支架反力减小的部分,也存在支架反力增大的部分。C1-C15拉索下方支架,C6钢管柱支架反力增加9.3kN,增长2.18%;C14满堂支架反力减小13.3kN,减小44.78%。

3 结论

通过对某斜拉桥主桥部分进行数值模拟研究,考虑其拉索张拉过程中主梁变形对支架受力的影响,研究施工过程中拉索顺序对支架的受力发展过程,对以后研究其相似斜拉桥张拉拉索提供其合理化建议。

参考文献

[1] 巫金炜. 支架节段现浇法斜拉桥索力优化研究[D]. 武汉理工大学, 2008.
 [2] 覃耀柳. 大跨度支架现浇斜拉桥施工控制技术研究[D]. 西南交通大学, 2012.
 [3] 郭素城. 支架施工的预应力混凝土斜拉桥施工监控研究[D]. 广西大学, 2013.
 [4] 辛建忠. 支架施工预应力混凝土斜拉桥参数误差分析与调整方法[J]. 公路, 2018, 63(06): 155-160.
 [5] 刘海宽, 于品德, 程坤, 唐国斌. 支架施工斜拉桥体系转换方案的优选与施工控制[J]. 筑路机械与施工机械化, 2019, 36(05): 119-124.

作者简介:

1. 郝永明, 1985.12、男、汉族、内蒙古呼和浩特市、工程师、本科、中交路桥建设有限公司、路桥专业
2. 潘啟洪, 1996.03、男、苗族、贵州省黔东南州、助理工程师、本科、中交路桥建设有限公司、路桥专业
3. 周茹义, 1995.05、男、汉族、内蒙古呼和浩特市、工程师、本科、中交路桥建设有限公司、路桥专业