

文章编号: 1009-6825(2018)28-0140-02

某特大钢管混凝土拱桥吊装施工监控关键参数探讨

颜炳玲 张晓鹏 张文华 王春健

(内蒙古交通职业技术学院, 内蒙古 赤峰 024005)

摘要: 以某特大钢管混凝土拱桥吊装施工过程为背景, 系统阐述了钢管混凝土拱桥扣挂体系吊装施工技术全过程监控的关键控制参数及相关要求, 并经实践检验, 该施工监控方案安全可靠, 参数设置合理, 对其他类似结构的施工工艺的桥梁监控有一定的借鉴意义。

关键词: 钢管混凝土 施工监控 吊装

中图分类号: U445

DOI: 10.13719/j.cnki.cn14-1279/tu.2018.28.074

1 桥梁施工监控的意义

施工监控是对施工过程中的各项结构参数进行严格的监测和调控, 确保系统处于可知可控状态, 并保证施工安全并按预期进行。根据有限元软件计算, 通过一定的技术监测方法对各关键截面在各个施工阶段的位移变化和受力情况进行分析对比修正计算, 准确设置预拱度值, 避免积累误差, 得出各施工状态的结构内力控制及线形控制数据, 从而指导下工序、节段施工, 保障桥梁在整个施工过程中及成桥状态的内力和线形, 从而有效的控制桥梁结构的状态。

目前常用的钢管混凝土拱桥的施工方法可分为如下几种: 支架施工法、转体施工法、千斤顶斜拉扣挂悬拼架设法、缆索吊装施工法。缆索吊装由于具有跨越能力大, 水平和垂直运输机动灵活, 适应性广, 施工比较稳妥方便等优点, 在拱桥施工中被广泛应用。这种施工方法需在施工时对主缆受力和垂度进行精确控制, 一般在施工控制计算时采用前进法确定主缆最终的受力状态, 以及各段拱肋吊点位置的坐标, 然后再用倒退分析法确定各段拱肋在吊装时的吊点抬高量, 目的是使最后一段拱肋吊装到位时, 其他各拱肋段均在设计坐标值的位置附近, 以便使拱肋合龙时, 调整各段坐标值的工作量最小, 并使成桥后的拱轴线与设计拱轴线相吻合。

2 工程概况及吊装方案设计

某特大桥桥梁全长 545.54 m, 主桥为 1-430 m 钢管混凝土拱桥, 横跨峡谷, 该峡谷两岸悬崖陡立, 相对高差 755 m, 谷底宽 30 m, 地形复杂, 施工条件极为困难。主桥拱跨 430 m, 主拱圈断面采用钢管混凝土与钢管组成的桁架式断面, 拱肋宽度为 4.0 m。主拱圈钢管外径 1 200 mm, 拱肋钢管内泵送填充 C50 高强混凝土, 拱上立柱盖梁采用加劲钢箱结构。

文献标识码: A

主拱肋吊装利用无支架缆索起重机起吊, 采用无塔架扣挂体系双肋整体起吊的组拼方式, 主拱线形较易控制, 两岸引桥桥面作为拼装平台。利用交界墩盖梁顶现浇块作为扣索锚梁, 利用两岸桥台作为锚索锚梁。

吊装系统主要由缆索、扣墩、扣锚索和锚碇组成。缆索根据现场施工地形条件, 本方案设计时考虑不用吊塔, 主缆索直接锚固在岩锚上。这样就可以减少吊塔用万能杆件、塔顶型钢分配梁等钢材数量, 又可以不用索鞍, 从而节约施工成本。

扣墩及锚梁利用交界墩作为扣塔, 用交界墩盖梁顶现浇块作为扣索锚梁, 布设扣、锚索。交界墩采用双柱钢筋混凝土薄壁空心墩, 墩身采用 30 号混凝土。扣、锚索因施工场地不允许布设卷扬机, 扣、锚索不可能采用钢丝绳, 因而均采用钢绞线。锚索的锚碇采用岩锚并利用两岸桥台台身作为锚梁, 台前和台后两面分别锚固岩锚锚杆和锚索, 大大方便了施工。

主拱肋构件均采用节点板高强螺栓连接, 在工厂加工并进行预拼, 以散件运抵桥梁现场, 在拼装平台上复拼为大节段后吊装就位, 大段接头及杆件节点均采用“先栓后焊, 栓焊结合”的原则连接, 即管内端部设法兰盘, 采用高强螺栓连接, 管外沿接缝围焊一周。在拱顶设 60 cm 的合龙段。拱上立柱和立柱盖梁采用加劲钢箱结构, 全桥拱上立柱共计 40 组, 在工厂加工为整体梁, 运至现场吊装。

3 施工监控的工作要求

本桥属于大跨径钢管混凝土拱桥, 在施工过程中的每一环节中, 需严格保证各个构件的内力、截面应力均不得超出规范规定值。大跨度上承式钢管混凝土拱桥的施工监控就是在满足结构稳定性的要求下, 对桥梁施工各个环节主要控制参数进行计算, 形成参考数据, 指导下阶段施工, 对结构几何变形、应力进行双

Numerical analysis of the global stability of a suspension bridge under free-air blast

Peng Pei Peng Yulin

(State Key Laboratory of Disaster Prevention and Mitigation of Explosion and Impact, Army Engineering University, Nanjing 210007, China)

Abstract: Based on the finite element model of the suspension bridge built by the SAP2000 software. By transforming scaled distance, the blast load is equivalent to impulse linearly decreasing with time, the global stable capability of the bridge is discussed under four blast cases. The calculation results show that, in those four blast cases, the maximum cable tension, the maximum suspender tension, the maximum beam's shear force and bending moment are less than the maximum capacity of the Runyang Yangtze River bridge, and the suspension bridge doesn't appear global instability or failure. Furthermore, the general steps of performance-based anti explosion design for suspension bridges are given, which provides some experience and methods for the design and prediction of blast resistance.

Key words: suspension bridge, free-air burst, SAP2000, blast load

收稿日期: 2018-07-25

作者简介: 颜炳玲(1983-), 女, 硕士, 副教授; 张晓鹏(1983-), 男, 讲师; 张文华(1981-), 男, 讲师; 王春建(1986-), 男, 讲师

控,使成桥线形和内力符合设计要求。

3.1 受力要求

主要进行应力监控。钢管混凝土拱桥主拱圈截面的应力和吊杆张拉力的监测来了解实际应力状态。通过吊杆张拉力制定张拉方案(主要包括张拉顺序和张拉次数)结构应力失控的状况不易暴露,出现问题,将会严重破坏结构,这不但关系到了桥梁成桥使用阶段的安全和使用,同时也密切关系到施工过程的安全。

3.2 线形要求

拱桥在施工过程中存在各种不可控因素,如混凝土收缩、徐变特性、施工荷载的变化、温度的变化等会造成桥面线形出现起伏,导致拱肋对中合龙出现困难,并且造成结构的局部内力出现异常。线形控制主要是监测主拱圈轴线的线形误差和控制点标高,并随时进行调整,使桥梁的成桥线形符合设计要求。

3.3 指导纠偏

利用监测数据,指导纠偏、调整。大跨桥梁的施工控制需要在施工阶段不断的进行误差识别和参数修正,实测每个施工阶段钢管拱肋的标高及轴线位置以反映结构的真实状态,并更好的指导后续阶段的施工,必须采用适应现代控制理论的要求的优化计算。可通过张拉扣索、风缆、修正管内混凝土灌注方案和顺序进行调整。

4 施工过程仿真计算及施工监控流程

4.1 施工过程仿真计算

采用有限元分析软件建立空间有限元模型,选定合理的计算方法确定结构受力和变形的理想状态,进行主拱圈吊装阶段数值仿真分析,确保施工过程中结构的受力状态和变形始终处在安全范围内,合龙后结构受力处于最优状态,成桥后的拱肋线形符合设计期望,实现大跨度钢管混凝土拱桥拱肋吊装预测和施工模拟。

施工过程计算包括以下内容:

- 1) 空钢管安装各阶段(吊扣、合龙、松扣等阶段)内力、应力、挠度及安装标高计算;
- 2) 灌注钢管混凝土过程各阶段内力、应力、挠度计算;
- 3) 安装拱上立柱、盖梁、桥面系等各阶段,钢管混凝土拱肋的内力、应力、位移计算;
- 4) 各阶段扣、锚梁受力分析;
- 5) 根据施工过程随时进行的控制计算;
- 6) 其他必要的计算。

4.2 施工监控流程

钢管混凝土拱桥施工过程的影响因素较多,而且要经历阶段施工和体系转换等工序,由于混凝土的收缩徐变、拱段的重量、轴线偏位、施工荷载和扣索张拉力等因素,会导致线形偏离。对不同的桥梁结构、具体监控对象和施工方法,应采用不同的施工监控方法。目前通行的桥梁施工监控方法有:开环控制法、闭环控

制法、自适应控制法、最大宽容度法等。本桥梁的施工控制流程图见图1。

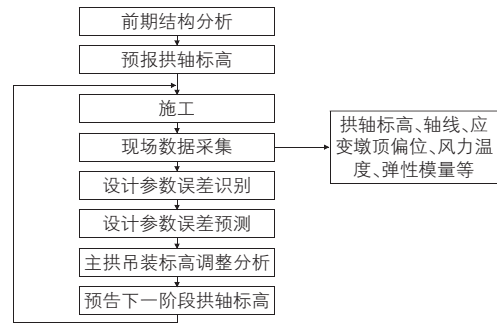


图1 钢管混凝土拱桥施工控制流程图

桥梁结构在各阶段施工时,由于实际的施工各种条件与设计阶段的理论条件有偏差,会导致线形和内力偏差,运用适当的误差分析理论,对设计参数进行修正。对识别参数进行理论计算,为桥梁施工中准确的提供预测参数,进行施工控制过程的预测。

5 施工控制中应该引起注意的问题

1) 立柱预偏量设置。在主拱圈合龙完成后,随着立柱及桥面荷载的不断增长,主拱圈标高发生变化,这时导致立柱会随之发生一定的倾斜。这就要求立柱安装时必须设置一定的预偏量,预偏量根据立柱安装前到施加桥面荷载后,立柱位置处所发生的转角来确定。达到成桥后立柱处于竖直的位置。

2) 根据计算拱肋吊装过程中的稳定状态,设置足够数量的缆风绳,保证吊装过程的稳定性。

3) 风荷载测试。在大风来到时,测试钢管的应力情况,保证施工安全。

参考文献:

- [1] 李传夫. 大跨度上承式钢管混凝土拱桥施工过程线形控制及稳定分析[D]. 济南: 山东大学硕士学位论文, 2008: 25.
- [2] 陈友杰, 陈宝春. 钢管混凝土拱肋面内受力全过程有限元分析[J]. 工程力学, 2000(S1): 753-758.
- [3] 陈宝春. 钢管混凝土拱桥设计与施工[M]. 北京: 人民交通出版社, 1999.
- [4] 陈剑, 邕宁邕江大桥设计与施工[J]. 广西交通科技, 1996(2): 1-2.
- [5] 黄金文, 林峰, 覃晓凤, 等. 四川合江长江一桥整体钢桥面格子梁安装施工技术[J]. 公路, 2013(5): 28-33.
- [6] 王道斌, 李华, 武兰河. 钢管混凝土拱桥施工技术综述[J]. 国外桥梁, 2001(1): 71-73.
- [7] 向中富. 桥梁施工控制技术[M]. 北京: 人民交通出版社, 2001.
- [8] 刘菁华. 大跨径桥梁施工控制技术研究[D]. 西安: 长安大学, 2002.

On exploration for key parameter of some super-large steel pipe arch bridge hoisting construction monitor

Yan Bingling Zhang Xiaopeng Zhang Wenhua Wang Chunjian

(Inner Mongolia Vocational and Technical College of Communications, Chifeng 024005, China)

Abstract: Taking the construction of some super-large steel pipe hoisting construction as the background, the paper illustrates the key controlling parameter and related requirements for the whole-process monitoring for the steel pipe concrete arch bridges and hanging body's hoisting construction techniques, indicates the safe and reliable construction monitoring scheme with the practical check with reasonable parameter allocation, so as to provide some reference for the bridge monitoring for the construction craft with similar structures.

Key words: steel pipe concrete, construction monitoring, hoisting