

摆轴式散索鞍的施工难点研究

冯新宽 黄子能 彭春阳 黄家珍

(柳州欧维姆机械股份有限公司 广西柳州 545006)

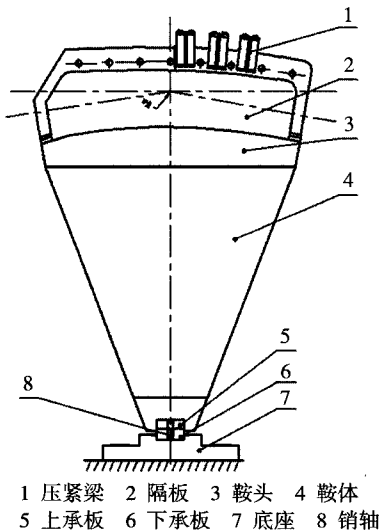
摘要:散索鞍按不同的移动摩擦副分为摆轴式、滚轴及滑动式。结合良庆大桥摆轴式散索鞍的安装过程,针对重量重、体积大、结构精密等施工难点进行探讨,提供解决方案。同时通过对摆轴式散索鞍的偏摆试验进行研究,提供一种测量散索鞍偏摆角度的方法。为类似工程提供参考。

关键词:摆轴式散索鞍 施工设计偏摆试验

DOI: 10.13211/j.cnki.pstech.2017.02.009

1 序言

目前国内散索鞍按不同的移动摩擦副分为摆轴式、滚轴及滑动式。摆轴式散索鞍由鞍体、底座、上承板、下承板等部件组成,如图1所示。其工作原理为:依靠鞍体和底座之间的上、下承板的摆动来调整主缆锚跨束股的长度,从而协调边跨和锚跨主缆在各种荷载作用下的变形,进而使之达到新的平衡。同时散索鞍在主缆受力或温度变化时要随主缆变形而摆动。



1 压紧梁 2 隔板 3 鞍头 4 鞍体
5 上承板 6 下承板 7 底座 8 销轴

图1 摆轴式散索鞍示意图

由于摆轴式散索鞍受力大且结构复杂,使得各零部件之间结构精密、配合精度高、重量重、体积大给摆轴式散索鞍施工带来一定难度;同时,施工安装后,如何验证摆轴式散索鞍的偏摆角度,并无统一的标准及规范参考,需要探索研究;针对这些问题,结合南宁良庆大桥的实际情况,探寻解决方案。

2 工程概况

良庆大桥位于南宁市青秀山风景区东南角,是连接凤岭片区与五象新区之间的跨江通道。该桥主桥桥型为单跨420m的地锚式叠合梁悬索桥,矢跨比1/9,一跨跨过67m水位,标准桥宽38m,近桥塔处桥面宽度加宽至46m,设置双向6车道及人行道、非机动车道,如图2所示。因主缆在散索处存在转角,则需采用散索鞍,良庆大桥采用的是摆轴式散索鞍。

3 摆轴式散索鞍的施工设计

3.1 施工流程

根据散索鞍的结构特点以及施工要求,拟定施工流程图。如图3所示。

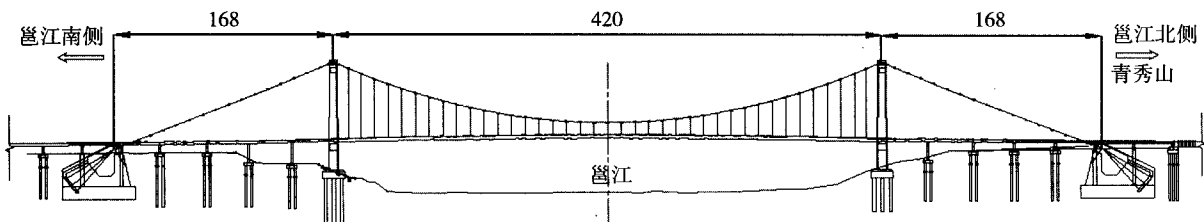


图2 桥型立面图(单位:m)

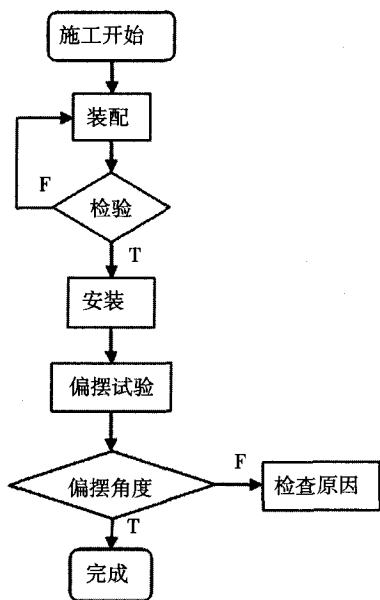


图3 摆轴式散索鞍施工流程图

3.2 施工难点

(1) 零部件的装配

上承板尺寸为 $2704\text{mm} \times 246\text{mm} \times 80\text{mm}$ ，下承板尺寸为 $2700\text{mm} \times 240\text{mm} \times 100\text{mm}$ 。其装配关系见图4，上、下承板上各有10个销轴孔，通过销轴连接。装配过程中，既要保证上、下承板在鞍体与底座的位置公差，又要保证上、下承板销轴孔的同轴度、垂直度等要求，采用普通的安装施工方法，难以实现。

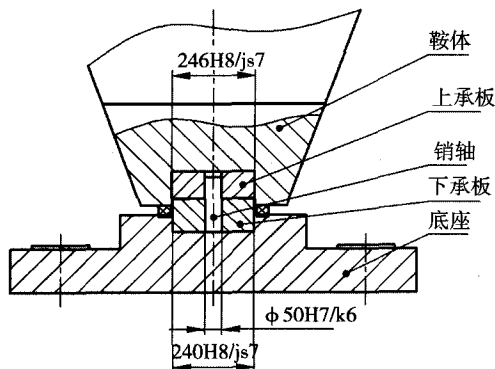


图4 散索鞍主要配合公差(单位: mm)

(2) 散索鞍的吊装

大跨度悬索桥散索鞍吊装一般采用专用门架与卷扬机结合的方案。良庆大桥散索鞍最大单件重 34t ，若采用门架方案，设计成本较高，施工工期长，而仅凭塔吊又无法进行吊装。同时鞍体与底座倾斜安装，其连接的10个销轴的对中困难。

(3) 偏摆角度的检验

摆轴式散索鞍安装到位后，需检验偏摆角度，以验证散索鞍的功能，如何测量偏转角度，以及如何让笨重的散索鞍偏摆，是施工设计的一大难题。

3.3 解决方案

(1) 针对装配困难问题，其主要解决方法有：人工锤击法、压力机压入法、冷装法及热装法。各方法适用范围见表1：

表1 各装配方法适用范围

方法	人工锤击法	压力机压入法	冷装法	热装法
适用范围	过渡配合的小件装配	过盈小、方便的零部件	孔件较大或形状不规则，压入的零件较小	孔件规则，压入的零件复杂

通过研究散索鞍零部件结构特点、材料性能等，选用冷装法装配。

(2) 针对吊装问题，主要解决方案有两个，方案一是：设计门架，采用卷扬机提升、平移到位。方案二是采用汽吊安装。两种方案对比见表2：

表2 吊装方案对比

方案	方案一	方案二
特点	1. 专门设计门架，校核强度，工期长； 2. 吊装高度不限； 3. 操作复杂； 4. 价格便宜。	1. 需场地开阔； 2. 吊装高度一定； 3. 操作方便； 4. 价格较高。

综合考虑两种方案的经济性、便捷性及作业空间等因素，采用了方案二。

(3) 针对安装后的检验问题，需设计试验方案，最终确定采用全站仪测量法进行测量，采用手拉葫芦拉动散索鞍偏摆的方法。

4 施工方案的实施

4.1 零部件装配施工

考虑到散索鞍各零部件装配精度要求高，而施工现场条件简陋，各零部件的装配在工厂内完成。

(1) 底座与下承板的装配。下承板冷却后，迅速、准确装入底座凹槽内。用木锤纠正装入产生的歪斜，保证安装精度。达到室温后，检查尺寸及形位公差，结果满足设计要求。

(2) 销轴与下承板的装配。销与下承板是过渡配合，同样采用冷装法，确保销轴的装配质

量,如图5所示。装好销轴后,可将上承板叠在下承板上摆动,确保上、下承板销轴孔位置正确。

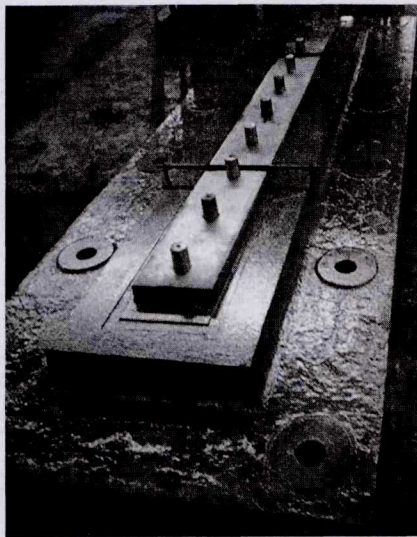


图5 装配后的底板部件

(3) 上承板与鞍体的装配。同样采用冷装法装配。达到室温后,检查尺寸及形位公差,结果满足设计要求。

(4) 试装配。利用地脚螺栓固定底座部件,龙门吊车吊装鞍体,进行散索鞍的试装配,以检验安装精度,验证散索鞍功能。

(5) 压紧梁和拉杆的装配,检查并保证位置的正确性。

散索鞍在是试装配时,对鞍体TP点、鞍槽出口处中心线进行了标识,预埋底板及底座的主塔中心线及主缆中心线处均进行了标识;并将配对制造的底板和底座、底座和鞍体构件进行说明,做好配对标识。以方便施工。

4.2 散索鞍的吊装施工

散索鞍装配后主要分为三大部件:预埋部件、底座部件与散索鞍体部件,检验合格即可运输至现场安装。

运用大型平板拖车将散索鞍各部件运输到锚碇附近后。先将预埋格栅吊至散索鞍支墩顶部的混凝土预留槽口内,通过手拉葫芦配合,精确调整格栅预埋位置,慢慢将预埋螺栓穿入格栅上的螺栓孔内,保证预埋螺栓与格栅的垂直度要求。焊接固定格栅与预埋螺栓后检查其标高和坐标是否符合设计要求。检验合格后浇注混凝土,待混凝土达到设计强度的85%后,吊装底座部件至设

计位置。混凝土强度达到设计强度后,吊装散索鞍体部件。

散索鞍体部件采用四个吊点吊装,两个主吊点,两个副吊点,主副吊点各在一边,主吊点通过钢丝绳与汽吊吊钩连接,副吊点通过100kN手拉葫芦与汽吊吊钩连接。当提升到离底座部件高30cm~50cm时,用手拉葫芦调节吊点,使散索鞍体底面与底座部件平行,对准10个销轴孔,慢慢下放到位。如图6所示。

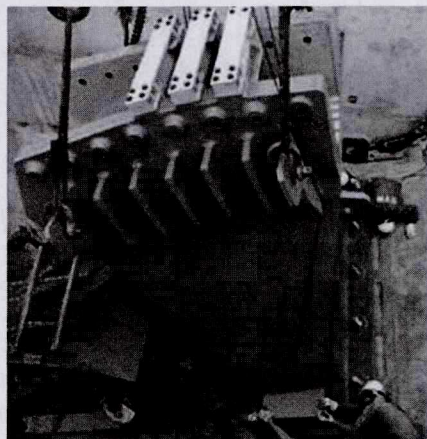


图6 安装中的散索鞍

5 摆轴式散索鞍的偏摆试验

散索鞍安装到位时设有一定预偏角度,偏向锚后方向,随着钢箱梁的吊装、桥面铺装和索鞍顶推的完成,散索鞍逐渐摆动至成桥设计位置。根据规范要求,需验证散索鞍的偏摆角度,以达到以下目的:

- (1) 验证摆轴式散索鞍的结构和功能
- (2) 验证施工设计方案的实施效果

5.1 试验方案及实施

散索鞍理论设计的偏摆角度为顺桥方向 $\pm 1.5^\circ$,该角度范围非常小,而零件笨重,需要先使散索鞍偏摆,再来测量角度。故试验方案设计分两步进行。

(1) 散索鞍偏摆设计,建立如图7所示力学模型,散索鞍体部件与底座部件为转动副连接,可采用顶推或者牵引的方法驱动散索鞍偏摆,通过计算驱动力的大小,本文采用牵引法。具体做法是:在散索鞍体部件设计作用点,锚碇设计反作用点,两作用点之间采用手拉葫芦连接,提供驱动力。如图8所示。在设计作用点时,两作用点的连线尽可能与偏摆圆周相切。

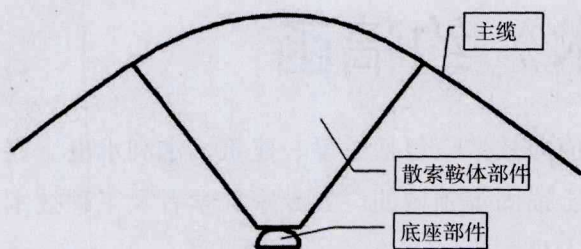


图7 散索鞍力学模型

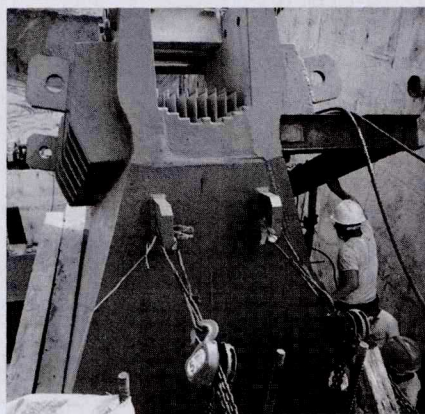


图8 散索鞍偏摆试验方案

(2) 角度测量方案设计，偏摆角度较小，给直接测量带来不便，需借助先进仪器间接测量。这里采用全站仪来间接测量偏摆角度，主要步骤为：

- 1) 选定参考坐标系及参考点；
- 2) 测量偏摆过程的绝对坐标；
- 3) 将数据换算成偏摆角度。

5.2 试验结果

(1) 选定作用点与反作用点后，可以通过手拉葫芦牵引散索鞍进行偏摆；

(2) 测得散索鞍的最大偏摆角度为 $\pm 1.5^\circ$ 符合设计要求。

(3) 全站仪法测量偏摆角度是可行的。

6 结论

散索鞍是悬索桥主要受力部件之一，对桥梁安全的重要性不言而喻。依据良庆大桥散索鞍结构、功能等特点而设计的施工技术及试验在应用上取得了满意的效果，不仅安装精度、稳定性等要求均达到了设计要求，而且缩短了工期、节约了成本。同时，通过试验，验证了全站仪法可以有效测量散索鞍偏摆角度，可为类似桥梁的施工提供参考。

参考文献

- [1] 孟凡超. 悬索桥[M]. 北京: 人民交通出版社, 2011年6月
- [2] 郑宪政. 悬索桥架设过程的结构分析[J]. 铁道工程学报, 1998(3)

(上接第33页)

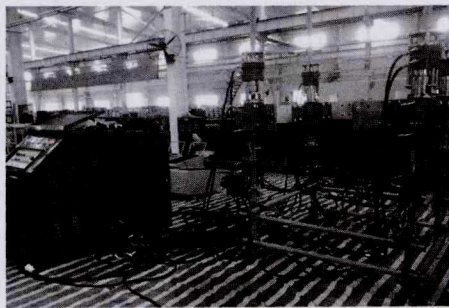


图4 模板系统的同步精度试验

3.3 工程应用效果

采用多单元泵同步控制的模板系统已成功应用于柳梧高速富悦一号大桥，以及遵贵高速扩容工程新田坡大桥的高墩施工中。模板系统在工作过程中，操作简便，各个爬升机主顶平稳运行，同步性很好，同步精度在5mm/150mm以内，没有出现因同步超差而造成的问题。

4 结论

多单元泵同步控制技术具有同步精度高，油路简单，结构紧凑，造价相对较低，对电气系统的要求也较低等特点。经工程应用证明，多单元

泵同步控制技术满足模板系统的使用需求，为模板系统的同步控制提供了更合理的解决方案。同时也为其它桥梁装备的同步控制提供了借鉴。

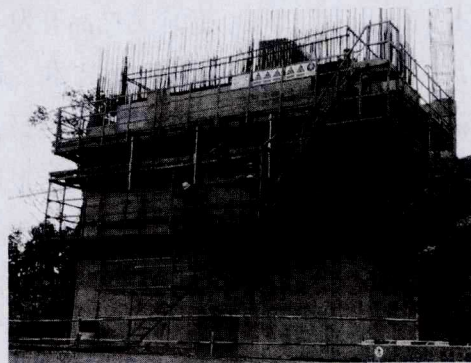


图5 模板系统的工程应用

参考文献

- [1] 李壮云. 液压元件与系统[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005
- [2] 梁利文, 郭世滔等. 应用于桥梁支座更换的超高精度液压同步顶升系统[J]. 液压气动与密封, 2016(12): 57-60
- [3] 梁利文, 李兴奎, 严李荣等. 智能分控式液压同步顶升系统: 中国, ZL2014 2 0846351.X[P]. 2015-7-1.
- [4] 张绍九等. 液压同步系统[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010