

南阁大桥临时索锚箱设计及斜拉索更换施工

孙剑飞 韦福堂 谭俊冬

(柳州欧维姆工程有限公司 柳州 545005)

摘 要:南阁大桥为钢筋混凝土装配式斜拉桥,斜拉索更换过程中采用临时索支承体系辅助斜拉索更换施工,由于主桥结构特殊,临时索与主桥结构联接采用摩擦传递力的原理而设计的摩擦型锚箱,锚箱系统采用全焊结构的箍抱结构形式,斜拉索更换时采用分级多次体系转换完成,要求高程和位移基本不变的原则进行控制。

关键词:斜拉索 摩擦 抱箍 加固 更换

1 概况

南阁大桥位于东莞市道滘镇,主桥为双塔双索面稀索斜拉桥,中间设置挂梁,挂梁为预应力混凝土工字梁。主桥跨度组合为35米+108米+35米,其中吊梁36米。主梁采用先简支后连续的组合式部分预应力混凝土连续梁,恒载的绝大部分为预制预应力工字梁承受。活载由组合式部分预应力联系梁承受,横桥向设四片工字梁,工字梁间距3.2米。主桥索塔为H型,不设上横梁,塔柱为矩形变截面的钢筋混凝土结构,塔中横梁采用矩形截面。斜拉索为双索面稀索体系,每塔设置

10根拉索,分两种类型,分别为145 ϕ 7和211 ϕ 7平行钢丝绳。主桥纵梁河跨中横梁为A类预应力混凝土结构,它们和索塔及拉索构成空间悬索结构,给主梁提供弹性支承,纵梁承受斜拉索水平分力。该桥1994年建成通车。

由于该桥拉索内部钢丝已有锈蚀现象,理论研究表明,锈蚀的拉索在高应力下锈蚀率会加快,抗疲劳强度迅速降低;锚箱遭受船只撞击,导致锚头长期外露、锈蚀,受损比较严重;且该桥拉索使用已经接近15年,拉索防腐体系属于早期形式。根据以上原因,结合专家会议精神,对本桥的拉索进行更换。主桥斜拉索更换示意图见图1。

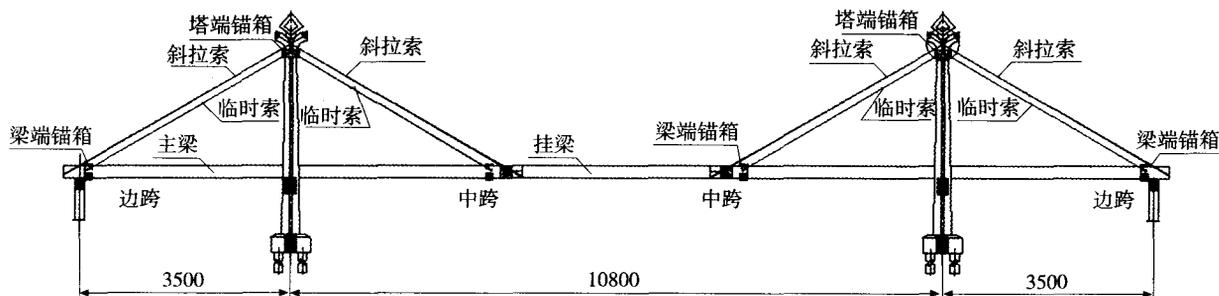


图1 主桥斜拉索更换示意图

2 换索原则

(1) 换索设计按照尽可能保持原桥主体结构的应力状态,尽可能减少由于换索引起的原桥内力和线形偏差,同时满足相应规范的要求。如果现有状态已偏离设计值,通过换索和调索,使主梁的标高和内力尽可能的符合设计理论值。

(2) 更换斜拉索时必须保证桥梁结构安全,不能因为更换斜拉索而损坏桥梁其他构件,

更换后桥梁仍能满足设计要求和今后运营要求。

(3) 换索施工控制原则,是以索力控制为主,位移控制为辅,二者兼顾,要采取措施促使尽量避免和减少日照温差变化对换索控制的影响。

3 斜拉索更换施工总体思路

桥面系的荷载通过斜拉索传递到主塔,因此斜拉索是传力构件。主桥原设计中,中跨每个锚点设两根拉索,边跨每个锚点设3根斜拉索,从

强度设计上每个锚点卸任何一根斜拉索对结构均不会造成太大影响,也就是原设计已经考虑了更换斜拉索的安全储备,虽然自检测发现锚具及索体均受到不同程度的腐蚀,但腐蚀的程度难以评估,再就是该桥在结构承载范围之外长期超负荷运营,损伤严重程度难以确定,所以不采取其它临时支承措施就执行更换斜拉索存在较大的安全风险。

所以更换前需在索体支承点设置临时的支承措施,根据主河道通航要求,在主梁底设置支架支撑是难以实现的。总体思路是设置临时拉索,通过张拉及放张的方法把旧索索力分级传递到临时索构件上,达到放张旧索索力;然后通过临时索索力分级传递到新索构件上,完成新索安装张拉。

4 施工临时索锚箱设计

4.1 临时索与主体结构联接

临时索作为主桥结构的临时支承体系,它与主体结构联接是施工控制的难点。在原结构无预留联接体系的前提下,欲在主体结构上布置预埋件是不容易做到的,而且更不允许对主体结构有施工损伤存在,所以通过钻孔形成连接点也是不可行的。这里采用特殊箍抱结构,通过摩擦传递原理把斜拉索索力传递到主塔(或主梁)等主体结构上。斜拉索与主梁或主塔的锚固联接采用锚箱式结构,即在主塔或主梁箱型截面上顺桥向的两侧面布置法向承压板,承压板上设置纵桥向工字加劲梁,在加劲梁面上设置外伸板式支承面,该支承面形成了斜拉索锚固承压面,此结构受力非常明确,斜拉索索力以剪力的形式传递到加劲梁,加劲梁传递到主体结构的承压板,再以摩擦力形式传递到主体结构。其中主梁端斜拉索索力水平分量通过摩擦传递给主梁,主塔端斜拉索索力垂直分量通过摩擦传递给主塔。

4.2 临时锚箱的结构形式

临时锚箱由主拉板、横向拉杆、承压板和橡胶板组成,见图2、图3。主拉板采用H400×400,每侧布置三道,用10mm厚钢板连成整体,主拉板外侧与拉索承压板连接。两侧的主拉板通

过横向拉杆连接,横向拉杆采用 $\phi 70$ 钢拉棒,空载下张拉到70t,锚拉板与砣之间设10mm的优质橡胶板。锚箱设计要求:

- 1) 锚箱各板件连接需可靠;
- 2) 锚固区域的承载能力需有大于1.7倍以上安全储备;
- 3) 锚箱锚固结构设计的合理性、安全性。

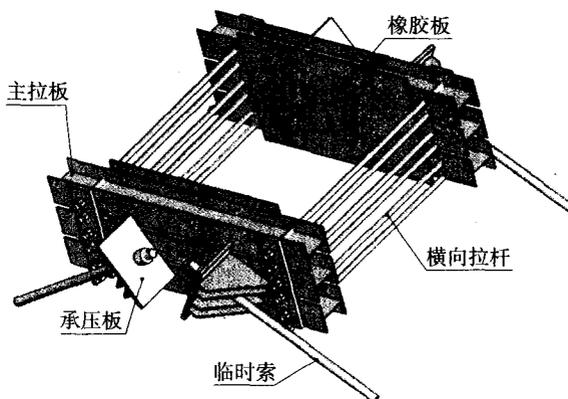


图2 塔端临时锚箱

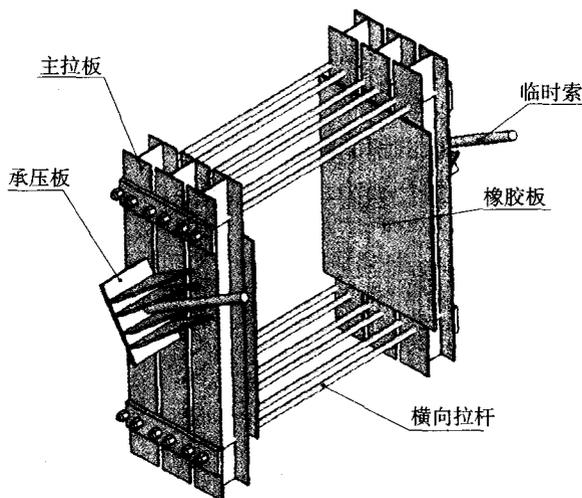


图3 梁端临时锚箱

4.3 临时锚箱的结构计算

4.3.1 临时锚箱主要进行以下几种工况计算

工况一:中边跨平衡状态下锚箱的强度、稳定性验算;

工况二:中跨和边跨不对称荷载(但同侧索加载同步)的前提下(最不利情况)锚箱强度、稳定性验算;

工况三:同侧临时索不同步(荷载相差10%)的前提下锚箱的强度、稳定性验算;

4.3.2 锚箱摩擦传递计算

锚箱与砧体之间垫有10mm优质橡胶板,通过钢拉棒将型钢拉紧形成抱箍结构,借助橡胶与钢板间的摩擦力抵消临时索拉力。橡胶与钢材之间的摩擦系数取0.3摩擦系数。由于接触面平整度及锚箱的加工精度,在计算式采取了0.7折减系数,所以计算按0.2摩擦系数选取,经过计算,锚箱满足使用要求。

5 斜拉索更换施工要点

换索施工最主要是体系转换,包括旧索索力体系转换到临时索索力体系和临时索索力体系转换到新索索力体系。斜拉桥为高次超静定结构,在换索施工过程中,结构应变、线形变化复杂,很难同时满足应力和线形控制的要求,在换索过程中,以索力控制为主,高程控制为辅。考虑施工难度,张拉和放张按10%交叉同步进行。

5.1 旧索放张

先采用张拉拔松的方法和频谱分析方法对旧索在该工况下的实际索力,然后采用千斤顶对临时索进行按照实测索力的20%进行张拉,再按照实测索力的20%进行对旧索力进行放张,完成后对控制点高程、位移进行测量;再次对临时索张拉到实测索力的40%和对旧索进行放张到实测索力的40%,再次进行控制点高程、位移的测量;按照上述程序进行体系转换,直到实测索力的100%转移到临时索上,此时可以完全松弛旧拉索以及拆除,清理索导管、锚箱以及对承压部位的局部检测和局部加强。

5.2 安装新索

南阁桥线形受温度影响较大,换索施工在温度变化不大的条件下进行,新索张拉应避开高温,新索张拉基本选择在下午5点以后进行。先用千斤顶对新索张拉到实测索力的20%,临时索按照实测索力的20%进行放张,完成后对控制点高程、位移进行测量校核,变化是否与旧索放张过程相当;再次对新索张拉到实测索力的40%和对临时索放张到实测索力的40%;按照上述程序进行体系转换,直到实测索力的100%转移到新索上,此时可以完全松弛临时索以及拆除。同时

对控制点的高程、位移进行测量并根据结构计算进行位移、应力、高程进行调整,使桥梁线型满足设计要求。

5.3 临时锚箱的变形

换索施工过程中锚箱的安全性和效果直接影响到斜拉索更换的成败。在施工过程中严格检测锚箱的变形,其中包括锚箱的相对位移,主焊缝的变形。在最大索力180t时,锚箱往塔根方向移动了10mm,临时索放张后,该位移值恢复为0,说明整个构件处于弹性变形内,分析得知,主要是锚箱组装结构的变形与橡胶板剪切变形的累积,其中橡胶的剪切变形量占主要部分。

6 结束语

对于旧桥斜拉索更换施工,临时支承体系设计和施工均较复杂,不同的结构设计,必须按照相应的施工程序进行施工,而且设计的临时索体系一方面满足承力功能,而又不削弱旧桥结构的使用性能,必须达到克服诸多困难和不足,才能保证桥梁更换施工的安全,延长该桥的历史寿命。研究新结构与旧结构的衔接的方法和工艺将成为旧桥斜拉索更换施工设计与施工实施的关键之一,而本桥采用的抱箍锚固结构刚好满足上述的新旧结构的结合问题。新旧斜拉索更换又是保证结构体系在施工中的又一关键问题,本桥斜拉索更换过程中严格加强监测和采用分级张拉、放张实现支承体系的多次转换,确保应力和位移不产生大的改变,从而避免旧结构局部开裂,保证力系平稳、安全过渡,保证施工安全。实践证明该工艺是方便可行、经济可靠、安全有效地施工辅助措施,为今后同类型桥型加固施工提供了借鉴经验和实践依据。

参考文献

- [1] 交通部标准. 公路桥涵设计规范[S]. 人民交通出版社, 1995.
- [2] 顾安邦等. 公路桥涵设计手册[S]. 人民交通出版社, 1997.
- [3] 交通部标准. 公路桥涵施工技术规范[S]. 人民交通出版社, 2000.
- [4] 尼尔斯J. 吉姆辛著. 金增洪译. 缆索支承桥梁: 概念设计. 人民交通出版社. 2002