

建国以来,我国的桥梁建设得到了很快的发展,数以万计的桥梁让天堑成了通途。然而,在众多已建成的桥梁当中,有不少桥梁出现承载力不足的现象。造成这种状况的原因很多,如:老旧桥原设计标准低,不能适应现时的交通流量及车型变化;公路改造时桥梁未能同步改造,以致于“路新桥旧”;建桥材料、施工质量;缺乏对桥梁维护的重视……等等。但不管怎样,这些出现问题的桥梁如不及时维护、补强、加固,必将影响我国的交通状况,造成交通隐患,甚而造成人民生命财产的损失。《OVM通讯》本期发表了柳州市建筑机械总厂在旧桥加固方面的两篇文章,以期能带给同类工程提供一些借鉴。

佛陈大桥加固系杆体系转换施工要点

姚进年 谢永红 唐建国 韦勇生

U 448.225

【关键词】系杆拱桥、预应力、加固、体系转换、监控、卸载、成品索、三控、同步加载

一、工程概况

佛陈大桥主桥是一座下承式钢管混凝土系杆拱桥,主桥净跨110.3m,矢高23.3875m,桥面宽26m(3.5+1.0+17+1.0+3.5)。该桥设计荷载为汽车-20、挂-100,人群-3.5KN/m²,设计车速:80-100km/h,于1994年建成。此桥由广州市市政设计院设计,佛山市公路局一队施工,天津港湾工程研究所负责施工监测。佛陈大桥经过4年多的运营,近来发现大桥主桥中的系杆已有锈蚀。业主佛山市交通发展总公司委托佛山市公路桥梁工程监测站对主桥进行了检测和试验。根据检测和试验结果以及多次加固方案专家评审会议评审意见,决定对大桥进行加固处理。主要加固措施是对拱肋进行压浆及拱肋外表防锈处理;系杆换索;三跨钢筋砼连续箱梁采用体内预应力加固。

该桥原有系杆放置于两侧防撞栏杆之间,锚固于拱脚外侧,每侧系杆采用10束12 ϕ 15.24mm的高强度低松弛预应力钢绞线。其中6束张拉控制力为1850KN,另外4束张拉控制力为1530KN。新系杆共8根,采用SNS/S-139 \times 7镀锌钢丝挤包高密度聚乙烯护层扭绞型成品拉索,新系杆加强了防护措施,第一层是镀锌层,第二层

姚进年,谢永红:柳州欧维姆工程有限公司工程师

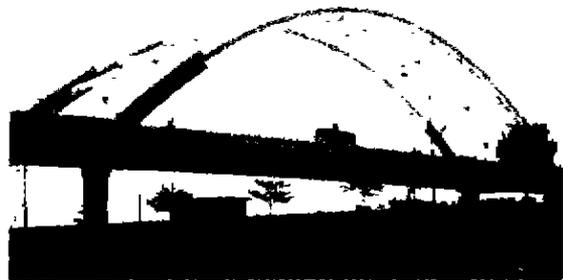


图1 佛陈大桥主桥外观图

是防腐润滑脂,第三层是HDPE,第四层即在成品索外面设一层不锈钢保护盒,充分确保大桥的生命线的寿命。拉索两端均采用LZM139L-7型冷铸墩头锚,新系杆锚固于拱脚内侧的钢锚箱内。镀锌钢丝标准强度1670MPa,每束钢束破断荷载为8933KN,张拉控制力为4000KN。

二、施工方案编制

- 1.广州市政工程设计研究院《佛陈大桥加固维修工程》设计图。
- 2.《公路桥涵施工技术规范》(JTJ041);
- 3.《预应力混凝土结构规范》;
- 4.《预应力用锚具、夹具和连接器应用技术规范》(GB/T14370-1993)

三、新系杆施工工艺流程

旧桥加固

工艺流程图见图2

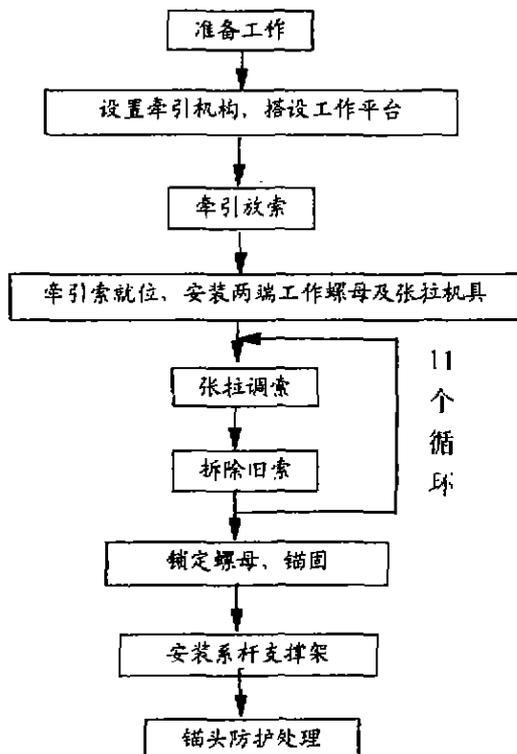


图2 新系杆施工工艺流程图

四、施工工艺要点

1. 施工准备工作

为满足体系转换的工艺需要, 要充分做好施工前准备工作。

a. 施工需要配备16吨汽吊一部, 桥面上佛山侧放置放线支架, 顺德侧布置3吨牵引卷扬机1台, 在桥面上铺设一定数量的(每隔2米1根)的圆木滚筒, 在锚箱预埋管孔道入口处铺垫橡胶垫板。

b. 凿除高于新水平系杆的防撞墙, 避免防撞墙影响系杆的水平线型, 也避免新系杆张拉时产生次应力。

c. 进行施工机具施工前的检查保养, 严格检查用电设备的安全性能, 确保设备性能良好; 各种常用工具齐备。

d. 施工用千斤顶、油泵、压力表进行配套标定效验, 并有标定报告书。本工程所用千斤顶分

别由柳州市建筑机械总厂试验室和华南国家计量测试中心标定, 便于张拉数据互相比对校核。另外, 固定端设置大连基康土木工程仪器有限公司生产的长效传感器一台, 能够较准确地反映新索索力。

e. 检查索体及锚具是否有破损和锈蚀, 出厂合格证是否齐全。

f. 施工前对施工人员进行技术交底, 做到各岗位各司其职, 各施工人员对自己的工作内容心中有数。

g. 成立体系转换指挥系统, 各系统人员服从统一指挥。

2. 系杆索体牵引安装

用汽吊将索吊到放索盘支撑架上, 拆下拉索锚头工作螺母, 擦干净并对应编号备用。将卷扬机的钢丝绳用连接器连接好拉索锚头。各岗位人员就位后, 由指挥员统一发号, 启动卷扬机, 缓慢索引放索, 索体临近锚箱预埋管时停下卷扬机, 拆下牵引钢丝绳, 改以手动葫芦将索牵引到位指挥系统工作流程图如图3。

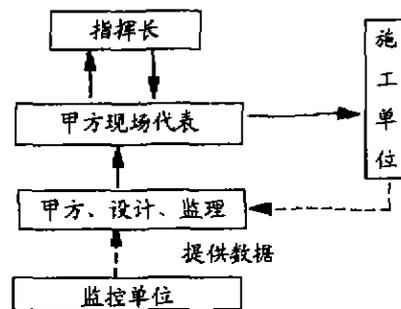


图3 指挥系统工作流程图

本工序注意事项: a. 选用转速较慢卷扬机。b. 要有留盘措施, 以控制索盘转一圈便刹车为宜。c. 放索过程要随时注意圆木滚筒和铺垫材料的位置, 确保索体PE不被刮伤。

3. 张拉调索

a. 由于体系转换风险较大, 要求每根索均布置一台YCW400-200千斤顶, 同一个钢锚箱内的

旧桥加固

两台千斤顶用1台ZB10/300-4/800高压油泵控制。每根索采用单端张拉方式,固定端设置一个压力传感器,以便随时准确反映出新水平拉索张拉力。

考虑到张拉第一个行程时锚头没有露出锚垫板,工作螺母不能锁定、特别设计一个安全螺母,安全螺母拧在张拉杆上,以应付各种意外情况(如千斤顶漏油或需卸部分索力等)、事实证明安全螺母张拉是非常有用的。在确定张拉杆长度时要考虑锚箱内张拉施工的操作空间,即在操作空间容许的范围内确保张拉杆的螺纹调节长度有足够富余量。

张拉千斤顶安装示意图见图4。

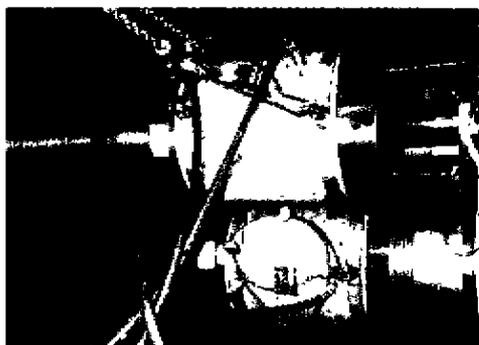


图4 千斤顶安装示意图

b. 监控

为确保体系转换安全、顺利进行,张拉过程中要对结构实行三控,即变位、应力、张拉力的控制,以便核查加固计算与实际情况的吻合程度。

首先在主桥周围建立观测控制网,以便对主桥拱肋、主墩的变位进行初始定位测量和换索过程的控制测量。要求主墩墩顶必须设置观测点,用于随时监控两主墩间位移变化。对于拱肋1/4点及拱顶上冒及下沉情况观测可以允许用对应的桥面点来监控。变位的监控是整个体系转换的最关键控制。

其次张拉力的控制,每束均采用单端张拉方式,全桥要求有八台千斤顶,每束钢束锚头位置

设置压力传感器,以便随时准确反映出新索张拉力。新旧系杆替换过程中单肋下系杆合力超张与欠张有效的控制在1000KN以内。

最后利用应变(应力)监控来校核拱肋、柱身以及锚箱各控制部位的应力变化幅值是否在设计控制的合理范围内。

c.设计、监理、甲方、监控、施工、质检等各单位联合对加固结构进行全面检查验收,确认后,方可进行正式换索工艺。换索前,监控单位首先对各测点进行挂索前的测量,并以此测量数据作为本次加固的基准数据。基准数据取用时采集时间应在早上9点钟以前完成,并记录好气温与拱肋表面温度,以便替换张拉时考虑温度修正,由于变位有滞后情形,亦要求完成张拉后第二天早上要复测变位,整个张拉过程变位要全过程跟踪测量。

d.八台千斤顶同步起力对水平拉索进行初张拉,初张拉按每根系杆500KN考虑(即单肋2000KN),索力到250KN时持荷检查全桥关键部位变化情况,无异常后再张拉至500KN,相应进行相关测量。

e.完成初张拉后,将跨中及1/4系杆位置防撞栏凿开0.5~1m范围,尽可能将原系杆分束编号,并用红油漆作记号,然后采用分束分次锯断方式来对旧系杆进行卸载,锯断工具用手提砂轮切割机。为避免钢绞线弹开伤人,砂轮机应用1m长的木把接长。旧系杆原则上每束均按二次锯断考虑,对应原10束水平系杆的二十次卸载,新系杆拉索相应按二十次起力配合转换。旧系杆的锯断采用从上至下逐束进行,新系杆每次起力则采用四束同步起力配合。由于旧系杆呈水平放置状态,钢绞线相互间摩擦力较小,钢绞线锯断后立刻往两岸迅速收缩,钢绞线端头弹开少许,由于防撞栏的包裹,钢绞线不能到处乱飞,没有对周围施工人员、设备及材料造成危害。

旧桥加固

f.每级张拉至要求吨位后,千斤顶保压不卸载,同时锁上工作螺母和张拉安全螺母,各岗位原地休息,随时听命于指挥部的最新指令。

g.最后一级张拉油压值换算的索力为3400KN,以此作为本次换索的终值力。在张拉到设定油压值后,监控单位最后一次测量有关部位的变位、应力和张拉力,拧紧各系杆索工作螺母。设计、监理、质检、甲方、监控、施工等各单位在张拉控制单上签字确认张拉索力;千斤顶回油,新系杆锚固。

h.本次系杆体系转换恰逢阴雨天气,气温基本上保持在20℃上下,所以基本上不存在因温差引起的应力变化,最终索力调整时没有考虑温度影响。本桥钢管拱在35℃气温时表面温度可达70℃,相应引起的温度应力水平分力接近400t。

五、结束语

预应力技术在我国是随着改革开放的春风在全国广泛使用起来。由于我们国家的工业水平所限,建筑材料和施工工艺都略显滞后,现在国内很多各种类型的桥梁包括系杆拱桥都发现这样或那样的毛病,旧桥加固对预应力技术提出了挑

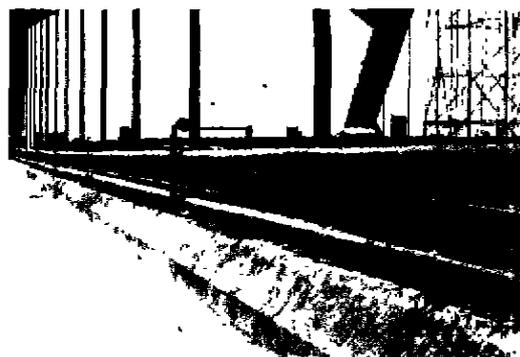


图5 体系转换后的新系杆外观图

表1 换索施工数据一览表

序号	时间	新索力 (KN)	已切除旧索根数	跨距变化上游/下游 (mm)	拱顶应力增量累计上缘/下缘 (MPa)	桥墩墩顶应力增量累计河/岸侧 (MPa)	上/下游拱肋跨中对应桥面系标高变化累计 (mm)	备注
1	2000.10.19	500×4	0	-10/-10	3.8/-5.0	0.34/-0.25	10/5	
2	2000.10.20	800×4	1×12	-10/-10	2.8/-5.2	0.27/-0.33	11/7	
3	2000.10.20	1100×4	2×12	-10/-12	3.4/-4.6	0.09/0.16	11/6	
4	2000.10.21	1400×4	3×12	-10/(未测)	4.6/-5.4	-0.24/0.25	11/7	
5	2000.10.21	1700×4	4×12	-6/(未测)	5.2/-6.0	-0.24/0.25	10/6	
6	2000.10.21	2000×4	5×12	-6/(未测)	6.4/-7.0	-0.43/0.27	10/8	
7	2000.10.21	2300×4	6×12	-6/(未测)	7.4/-8.2	-0.34/0.36	10/9	
8	2000.10.21	2600×4	7×12	-8/(未测)	8/-9	-0.45/0.36	10/9	
9	2000.10.21	2900×4	8×12	-9/(未测)	8.6/-9.8	-0.42/0.39	10/10	
10	2000.10.21	3100×4	9×12	-10/(未测)	9.6/-11	未测	12/9	
11	2000.10.21	3300×4	10×12	-9/(未测)	9.8/-11.4	-0.33/0.39	12/10	
12	2000.10.23	3400×4	10×12	-6/-8	未测	-0.22/0.16	12/9	

注: 1.跨距变化“-”表示跨距变小;

2.应力增量“+”表示增加的为拉应力;

3.桥面标高变化“+”表示桥面升高;

4.张拉调索全部完成并经验收确认后,拆除并运走旧索,安装新系杆支撑架和减振块,对锚头和预埋管进行防护处理。

旧桥加固

战。通过佛陈大桥系杆的实践，得到了大量宝贵的数据和经验，为以后的类似工程提供借鉴。毕竟，这么大跨径拱桥换索施工，国内还是第一座。

1.OVM品牌锚具和成品索，设计新颖，受力合理，防护性能良好，方便施工。

2.OVM系列张拉机具系列产品配套齐全，结构轻巧，且能根据工程实际情况特别设计加工特殊机具。张拉机具可长时间连续作业，安全度高。

3.OVM工程公司有着非常丰富的桥梁施工经验，尤其是预应力桥梁施工方面的经验；通过换

索施工，本公司的预应力桥梁施工技术得到进一步的巩固和丰富。

4.本工程由于加固了大桥主墩和拱脚，结构刚度大大加强；由于结构复杂，计算很难真实模拟实际情况，实际施工的变位应力与设计计算有较大出入。从刚度上进行加固，这又是桥梁加固的一个方向。

总之，OVM系列产品，不管从系杆生产和张拉调索机具生产上，还是操作上都拥有着非常成熟的工艺，这使得旧桥危桥加固处于可控制范围内，大大提高了成功率。

第十四届全国土木工程协会 桥梁及结构工程年会在南京召开

第十四届全国土木工程协会、桥梁及结构工程年会于2000年5日至7日，在南京市玄武饭店召开。这是我国桥梁工程界在本世纪末召开的一次盛会。

两院院士、我国桥梁专家李国豪，院士项海帆、南京第二长江大桥建设指挥部的领导，还有来自各科研院所、大专院校、设计、施工、生产厂家的专家代表260多人参加了会议。

李国豪院士在大会上作了重要讲话，中国桥梁界在短短的10年时间里，做出了举世辉煌的业绩，建成了多座现代化大跨度悬索桥，在世界建桥跨径记录上，分别占据了前十位中的第四位与第五位；在近30年左右的时间里，建成了众多的大跨径斜拉桥，在世界跨径记录上，前十位中，占了第三、第四、第五、第六、第八位。事实说

明，我国桥梁的发展已不能用前进、直线上升来形容了，中国桥梁建设可以说是质的飞跃。会上专家们多纷纷踊跃发言。

会议期间，专家们参观了正在建设中的南京长江二桥，雄伟挺拔的大桥、塔柱直指蓝天，大桥跨度目前在同类桥梁中居国内第一，世界第三。OVM锚具在南京长江二桥上得到应用，作为建机人应该感到自豪与骄傲。

会上会后，我厂代表与广大到会专家学者进行了广泛深入的交流与探讨，专家们一再表示，在今后的设计建设中，广泛应用OVM产品，广用国货，支持中国品牌，并鼓励建机人要奋力拼搏、勇于开拓、不断创新，继续保持和发展与世界预应力强势企业抗争的能力。

(丁冬)