

弯束预应力锚碇模拟施工试验研究

苏强¹ 赵干明² 曾诚² 汪桂升² 谢正元²

(1 广西大学 南宁 530004 2 柳州欧维姆机械股份有限公司 柳州 545005)

摘要:隧道锚因具有性价比高、环境扰动小的特点,成为山区中大型悬索桥理想的锚碇型式。隧道锚锚碇的预应力管道一般设有弯束转向部分。对于管道内灌注油脂的无粘结可换式锚碇,弯束转向部分设置了由分丝管组成的转向器。与直束管道相比,转向器的存在使得穿束、灌油、密封的困难增加了。本文针对湖南矮寨特大悬索桥,进行了弯束预应力锚碇模拟施工的试验研究:通过穿束试验检验穿束工艺的可行性,试验表明穿束顺利,钢绞线穿束过程中不会打绞;通过换索试验检验换索工艺的可行性,试验表明能顺利实现单根换索;通过灌油密封试验检验灌油工艺的可行性与密封效果,试验表明能顺利灌满孔道且系统无泄漏。通过模拟试验积累了经验,为实际工程及以后相似的工程提供借鉴。

关键词:隧道锚 预应力锚碇 转向器 模拟 试验

1 概述

湖南矮寨特大悬索桥为吉茶高速公路的控制性工程。吉首岸锚碇采用重力式锚碇,锚体长度25m,水平交角45°。茶洞岸锚碇为隧道式锚碇,水平交角38°,锚体长度43m。锚固系统在水平、竖向两个面内均辐射形布置,拉杆方向与其对应的索股方向一致,前后锚面均为大缆合力线垂直的平面,预应力钢束起初沿索股发散方向布置,再按一定半径收敛最后与大缆合力线平行锚固于后锚面^[1],如下图1。

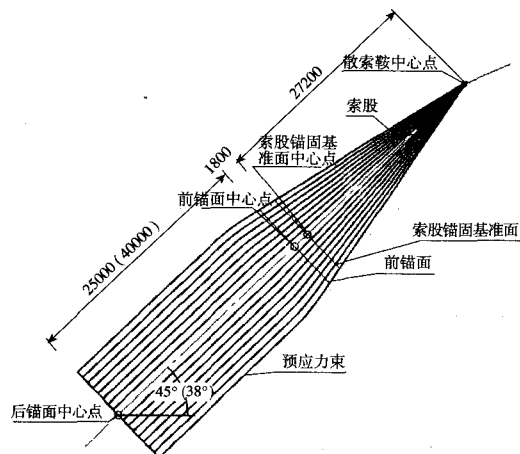


图1 预应力锚碇布置

本桥锚碇采用的是可换式预应力体系。单索股锚固单元采用15-16规格预应力钢束锚固,双索股锚固单元采用15-31规格预应力钢束锚固。预应力钢束锚固构造由管道、预应力钢绞线及其锚具、防腐油脂、锚头防护帽等组成。拉杆上端

与索股锚头的锚板相连接,另一端与被预应力钢束锚固于前锚面的连接器连接。湖南矮寨特大悬索桥的预应力束管道与常规可换式锚碇锚固体系不同之处主要在于其结构是弯曲的,在靠近前锚的管道设计了弯曲的分丝管结构(转向器),如图2所示。因转向器的存在,使得在穿束、灌油、密封等方面比常规直管的锚固体系增加了很大困难,为确保工程施工可靠,拟进行足尺模拟穿束、灌油密封及换索试验。通过试验,积累经验,为实际工程应用及以后相似的弯束预应力施工提供借鉴。

2 试验方案

2.1 试验目的

- (1) 通过穿束试验检验穿束工艺的可行性,检验能否顺利穿进钢绞线,穿束过程中是否会打绞;
- (2) 通过换索试验检验换索工艺的可行性,检验能否顺利实现单根换索;
- (3) 通过灌油密封试验检验灌油工艺的可行性,检验能否顺利灌满孔道,检验是否会漏油。

2.2 试验准备

我们选取实际工程中编号为B2的钢束为试验束,此钢束为15-31型预应力钢束,总长25米,其中转向器部分长6米,由31根 $\phi 34 \times 3$ 无缝钢管组焊弯曲而成。直管部分长19米,由 $\phi 230 \times 5$ 钢管接长组焊而成。为模拟实际安装情况,我们在一幢楼房旁搭建了试验用支架平台,把试验钢束

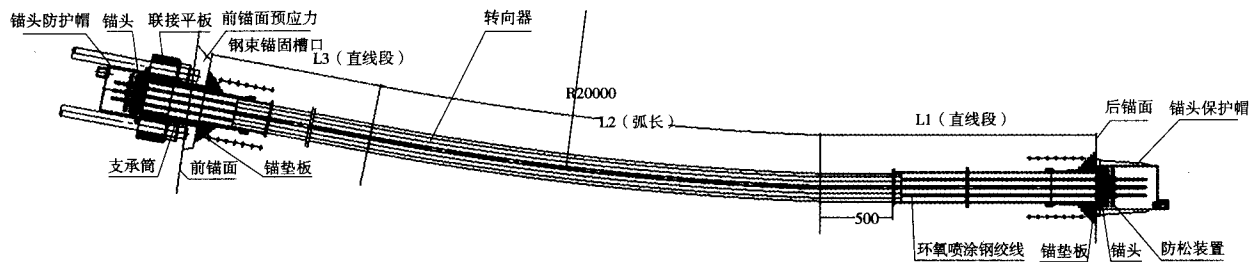


图2 弯束预应力锚碇结构

安装固定在支架平台上，保证试验钢束的倾斜角度与实际工程一致，如图3。

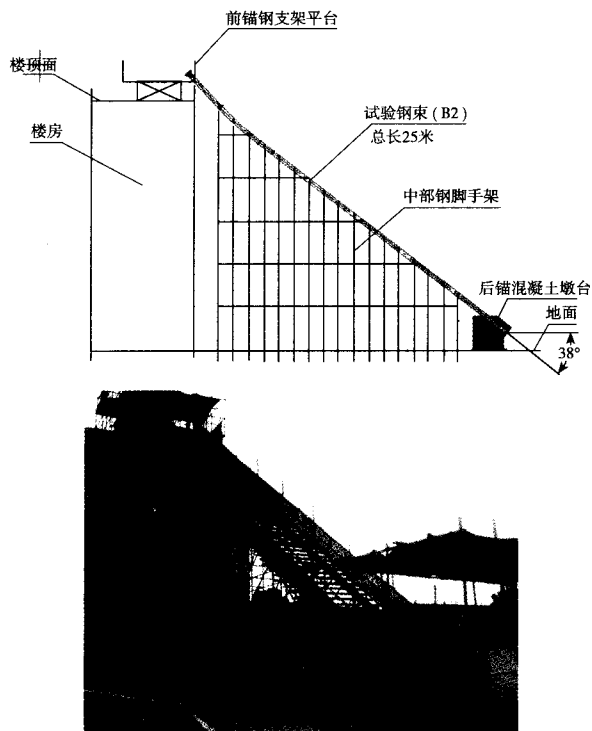


图3 试验钢束安装

2.3 试验过程

试验钢束安装好后按以下顺序进行各项试验：

密封测试—穿束张拉试验—单根更换试验—灌注油脂—观测

2.3.1 密封测试

可换式锚碇是一种无粘结体系，其管道内灌注油脂对钢绞线进行防腐，所以要求整束钢道无泄漏。为保证后续注油工作顺利进展，先进行了一次水密封测试：从后锚面的保护帽进行灌水，直至水到达前锚面充满整个预应力管道，在此过程中检查各焊缝处是否有水渗漏，如发现漏水点作好标记。检查完后将水放干。放完水后对漏水点进行补焊，焊好后再进行一次水密封测试，直至无渗漏。

2.3.2 穿束张拉试验

穿束前，检查锚垫板与连接器接触的平面，要清洁表面异物、杂质；连接筒与连接平板先组装，之后利用支架、手拉葫芦将连接器（含连接平板与连接筒）固定在前锚面支架上，使连接筒距锚垫板端面约30cm，以方便安装导向帽和钢绞线前端进分丝管，如图4。后锚面用手拉葫芦将工作锚板固定在锚垫板后约20cm处。



图4 连接器安装在支承架上

为避免在孔道内打绞，穿束前钢绞线先做钝头，并在钢绞线前端设置圆形钝头导向帽，导向帽尽量做成大直径，避免在穿索过程中钢绞线嵌入其他钢绞线之间或者其他特殊部位；之后按设定的顺序进行穿束：钢绞线从前锚面用人工单根先穿过前锚面锚板、连接器，穿过连接器后，在支承架处装上钝头导向帽，如图5，之后依次穿入前锚垫板、转向器、直钢管、后锚垫板；穿过后锚垫板后，拆下导向帽并把钢绞线穿入后锚面锚板；钢绞线穿到位后，前锚面每根钢绞线用夹片临时锚固，后锚面仅用3块夹片暂时将锚板固定。

全部31根钢绞线穿完后，先装好压板，防止夹片松动。利用手摇千斤顶顶起连接器，拆掉支承架，如图6。然后利用葫芦让连接筒缓慢进入前锚垫板止口内，如图7。

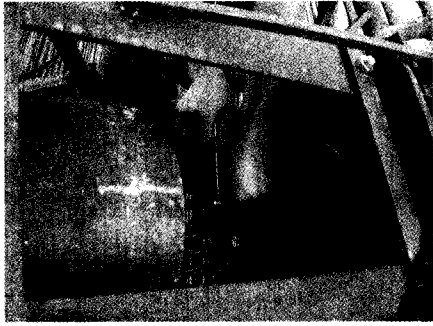


图5 安装钝头导向帽



图6 用手摇千斤顶拆支承架



图7 连接器就位

张拉前,在后锚面整理钢绞线预留约36cm长,全部安装好夹片,并逐一打紧;

因试验台搭建在楼顶,前锚端无法做砧台座,为保险起见,试验张拉力尽量降低,张拉力控制为绷紧钢绞线即可,约0.5T左右,采用单根张拉。张拉操作如下:

- 连千斤顶油管,接油表,接油泵电源;
- 开动油泵,将千斤顶活塞来回打出几次,以排出可能残存于千斤顶缸体中的空气;
- 张拉过程中,后锚面工作人员要注意夹片的跟进,如发现异常,马上通知停止张拉,处理好异常情况,方能继续;
- 完成全部31根钢绞线张拉。

2.3.3 单根更换试验

整索换索工艺流程如下

- 在后锚面利用锚垫板上螺栓孔固定放张张拉支座;
- 用单孔连接器接上后端钢绞线,用千斤顶放张;
- 换用单根穿索器与原钢绞线锚头连接,另一头接新钢绞线,如图8;
- 前锚面用葫芦配单孔锚将钢绞线拉松,再人工牵引出新钢绞线至满足工作长度,更换新夹片锚固;
- 单根张拉到设计控制力;
- 重复前面步骤,可以完成整束钢绞线的换索工作。

本试验这里由于张拉力不大,而且只试验换索工艺的可行性,实际任选了其中的2根进行更换。

换索试验后,按设计长度切除前锚钢绞线,并安装防松装置与前、后保护罩。



图8 新旧钢绞线对接

2.3.4 灌注油脂

油脂灌注宜在后锚端进行,此时前锚保护罩的观测管端盖需打开,灌油前应先先将灌油泵内的空气排空,待连接管出油后再将其接到保护罩的球阀上,打开球阀进行灌油。施工时前锚面需留一人观察情况,并保持与后锚面的操作人员通讯畅通。当油面到达上保护罩出口时,上端工作人员喊停,等油脂沉降静止约10分钟后,再补灌满油脂,观察各接触密封面与各焊缝是否漏油。

关闭油泵与球阀,拧上前锚端观测管及其端盖,如图9。拆下后锚注油连接管,用棉纱擦干净球阀内孔,将螺堵缠绕生胶料不少于8圈后装上螺堵并拧紧;用棉纱将保护罩及球阀外表所粘

结的油脂擦干净。并把防漏杯拧到接头管上,如图10,完成该束施工。

注意事项:为保证管道内油脂的密实性,对同一管道灌油连续灌注,灌油时缓慢均匀地进行,中途不间断,以使管道内排气通顺,无气泡残留。

2.3.5 观测

长期观测锚束是否有漏油现象及油脂的热胀冷缩情况。



图9 前锚保护罩装观测管

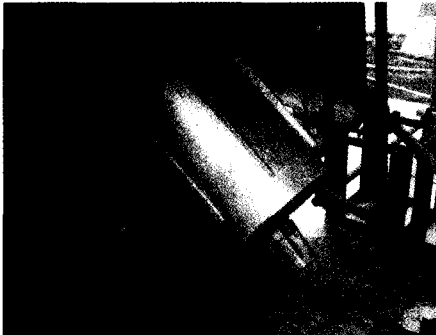


图10 后锚保护罩装防漏杯

3 试验结果与分析

(1) 通过水密封测试表明,所有的焊接管件,包括转向器与直管,必须严格按工艺进行焊

接,按设定的检验要求(如水压力试验)进行逐根检验,保证每件焊管不渗漏。对于在施工现场的焊接,如直管的接长焊接,必须确保所有焊缝光滑、平整、连续,不允许有气孔、夹渣、裂纹等缺陷。建议在焊接后在每条焊缝处涂刷环氧树脂作进一步密封。

(2) 通过穿束试验表明,采用支承架、钝头导向帽的方法能实现钢绞线不打绞。

(3) 通过换索试验表明,设定的换索工艺能满足单根换索需要。

(4) 通过灌注油脂试验表明,本试验的注油压力约0.4MPa,所使用的灌油设备满足灌注要求。

(5) 通过试验后长期观察发现,油脂的热胀冷缩现象明显:本试验是在夏天进行,当温差约20~30度时,管道内的油脂液面高度变化约10cm。所以在实际工程上,要求成桥后的锚室内安装抽湿设备,保持空气的干燥与温度的相对稳定。

(6) 为保证各接触面密封可靠,要严格按照设定的详细工艺进行安装操作。

(7) 通过本次模拟试验,达到试验目的:验证我们的施工工艺能满足施工要求,同时,从试验过程中总结了很多经验,为实际施工及以后相似的工程提供借鉴。

参考文献

- [1] 湖南省交通规划设计院.《矮寨桥特大悬索桥 第三册 锚碇》. 2006年
- [2] tendons in geotechnics[M]//Anchors in Theory and Practice[M]. [s.l.]: A. A. Balkema, 1995.
- [3] ISAO Sekine, MAKOTO Yuasa, TAKAOKA, QUYAGI Atsushi. Corrosion protective property of various covering materials of steels in soil: part 2, evaluation after embedding in soil for 15 years[J]. Nobuhiro Corrosion Engineering, 1997, 46(4): 251-255.
- [4] KINSTLER F L. Corrosion protection of dam prestressing cable[J]. Australian National Committee on Large Dams, 1981, 58(2): 20-25.
- [5] LITTLE JOHN G S. Ground anchorages. corrosion protection performance[C]//Proc Instn Civ Engrs, 1987(82): 645-662.
- [6] 高大水. 三峡船闸高边坡锚固及新型无黏结锚索开发[J]. 水力发电, 2003(1): 36-40. (GAO Da-shui. The anchorage of the high side slope of Three Gorges Ship Lock and the development of new non-bonded anchorage cable[J]. Waterpower, 2003(1): 36-40. (in Chinese))
- [7] SL212—98水工预应力锚固设计规范[S]. (SL212-98 Design code for hydraulic prestressed anchoring[S]. (in Chinese))
- [8] CES22: 90 土层锚杆设计与施工规范[S]. (CES22: 90 Design & construction code for earth anchor[S]. (in Chinese))
- [9] GB50086—2001锚杆喷射混凝土支护技术规范[S]. (GB50086—2001 Technique code for concrete support with anchor spray[S]. (in Chinese))
- [10] 梁炯. 锚固与注浆技术手册[M]. 北京:中国电力出版社, 1999. (LIANG Jiong-jun. Technical manual for anchoring and injection[M]. Beijing: China Electric Power Publishing House, 1999. (in Chinese))

(上接第23页)