

多股成品索锚碇锚固系统 试验和防腐工艺研究

苏强¹ 吴东明¹ 陈占力²¹

(1 柳州欧维姆机械股份有限公司 广西柳州 545006 2 中交公路规划设计院有限公司 北京 100000)

摘要:多股成品索锚碇锚固系统具有锚固可靠、防腐好、施工方便、全生命周期成本低等优点而将得到越来越多的认可。本文介绍这种新型预应力锚碇锚固系统的试验研究和防腐工艺的研究情况。

关键词:悬索桥锚碇 锚固系统 多股成品索 试验 工艺 防腐

DOI: 10.13211/j.cnki.pstech.2017.01.005

1 引言

我国大型悬索桥锚碇预应力锚固系统经历了灌浆粘结式、灌油无粘结式、成品索式的发展历程,当前各种形式的锚碇预应力锚固系统都有设计、应用。其中最新研发的多股成品索式锚碇锚固系统具有锚固可靠、防腐好、施工方便、全生命周期成本低等优点而将得到越来越多的认可。

为确保多股成品索锚碇锚固系统满足设计和相关规范要求,研究单位对锚固系统进行了全方位的试验研究。同时为了确保产品具有良好的防腐性能和满足产品的产业化要求,对锚固系统的关键防腐工艺也进行了深入研究。试验研究表明该锚固系统满足设计要求,新的表面防腐工艺研究确保了产品具有良好的防腐性能和满足了产品的产业化要求。

2 锚固系统试验研究

多股成品索锚碇锚固系统总体构造如图1所示。锚固系统由索股锚固连接构造和预应力锚固

构造组成。索股锚固连接构造由拉杆及其组件、连接平板及连接筒组成;预应力锚固构造由管道、多股环氧钢绞线成品索及锚具、锚头防护帽等组成。

为检验新型锚固系统的各项性能,进行了拉索疲劳试验、拉索静载试验、拉杆组件疲劳试验、连接器拉杆组合静载试验、锚下构件传力试验,同时也进行了成品索穿束、张拉、换索试验,索力检测试验等,所有试验都满足相关标准,规范或设计要求。

2.1 拉索疲劳试验

拉索疲劳试验如图2所示。因锚固系统设计采用挤压锚固钢绞线作为预应力索, JT/T 850-2013《挤压锚固钢绞线拉索》标准适用于斜拉桥的拉索和拱桥吊杆,岩锚拉索和建筑用拉索可参照使用。该标准的疲劳性能要求为:应满足上限应力 $45\% f_{pk}$ 、应力幅度200MPa、循环次数200万次疲劳性能试验,拉索钢绞线断丝率不大于

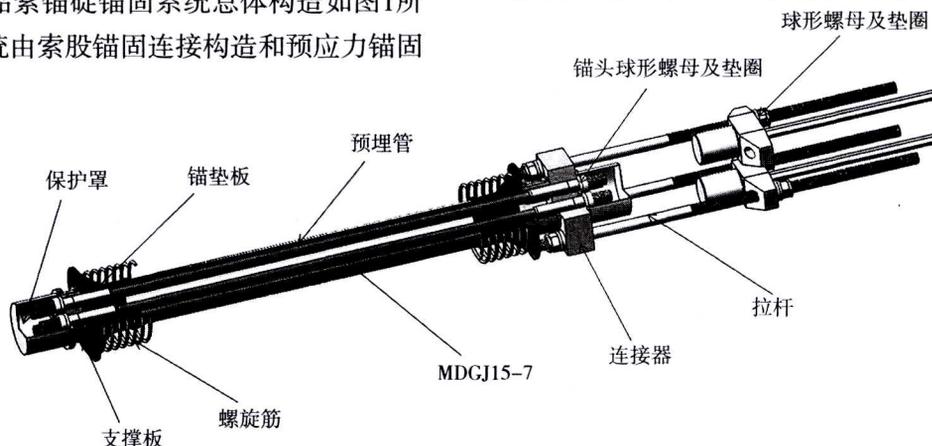


图1 多股成品索锚固系统之双股锚构造图

2%。试验完成后,外层HDPE护套、锚具或其它构件不损坏。疲劳试验后进行静载试验,其最小张拉应力不低于 $92\% f_{pm}$ 或 $95\% f_{ptk}$ (取两者中的较大值)。在锚碇体中应用这种拉索,受力状况不同于斜拉桥的拉索和拱桥吊杆,而是更类似于体内拉索,因此根据成品索的受力工况,按GB/T14370《预应力筋用锚具、夹具和连接器》要求进行疲劳试验更为合理。成品索疲劳试验要求为:上限应力 $65\% f_{ptk}$ 、应力幅度80MPa、循环次数200万次,拉索钢绞线断丝率不大于5%。

选取单索股锚用GJ15EB-3挤压拉索和双索股锚用GJ15EB-7挤压拉索各三根试样,按上限应力 $65\% f_{ptk}$ 、应力幅度80MPa、循环次数200万次进行了疲劳试验,试验后样品完好,没有发生断丝,满足了标准要求。



图2 挤压拉索疲劳试验

2.2 拉索静载试验

拉索静载试验如图3所示。JT/T 850-2013《挤压锚固钢绞线拉索》标准中要求拉索静载性能应按GB/T14370的规定进行,要求成品索的锚具效率系数不小于0.95,总应变不小于2%。

选取单索股锚用GJ15EB-3挤压拉索和双索股锚用GJ15EB-7挤压拉索各三根试样按标准要求进行了静载试验,试验结果满足标准要求。

2.3 拉杆组件疲劳试验

拉杆组件疲劳试验如图4所示。应根据主缆

索股的最大、最小设计荷载确定试验的上限荷载与下限荷载,加载作用频率不大于250次/min;经200万次循环荷载后,六角螺母、球面无松动,组件无裂缝。

根据依托工程中的设计要求,选用MJ85X4的拉杆共两根,通过连接头连接在一起进行疲劳试验,试验结果满足设计要求。

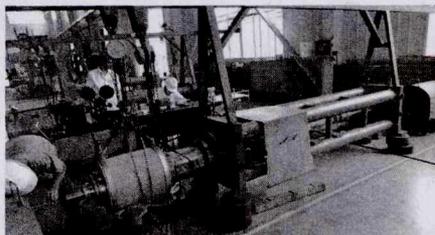


图3 挤压拉索静载试验

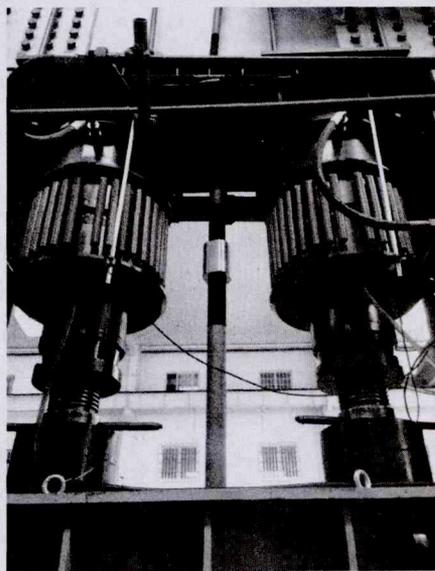


图4 拉杆组件疲劳试验

2.4 连接器拉杆组合静载试验

连接器拉杆组合静载试验如图5所示。根据设计要求,连接器拉杆组件的安全系数不小于2.5,也就是在索股设计荷载的250%作用下连接器拉杆组件不应产生破坏,试验后螺母组件旋合正常;另根据设计经验,要求在索股设计荷载的120%作用下,连接器的最大变形量 $\leq 0.5\text{mm}$ 。

根据依托工程的设计,选取了单股锚连接器拉杆组件和双股锚连接器拉杆组件各3组进行试验,试验模拟实际工况用千斤顶同步对各根拉杆分级加载,同时测量连接器平板四边角的最大变形量。试验结果满足设计要求。



图5 连接器拉杆组合静载试验

2.5 锚下构件传力试验

构件传力试验如图6所示。多股成品索锚固系统与常规灌注式锚固系统相比,因预埋管道尺寸较大导致锚下结构尺寸、锚下砼强度等发生变化。除进行理论验算外,还进行了锚下传力试验。



图6 双索股锚下构件传力试验

试验按JGJ85-2010《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》中附录A“锚固区传力性能试验和检验要求”进行,选取了受力工况较差的双索股锚下结构进行试验,试验结果表明锚下结构的承载力满足设计要求。

2.6 成品索穿束、张拉、换索试验

成品索穿束、张拉、换索试验如图7所示。为验证新型锚碇锚固系统关键施工工艺的可行

性,进行了模拟实际施工工况的穿束、张拉和换索试验。试验过程及结果表明整个施工工艺过程可行、顺利,无异常情况,试验过程中各样件完好。同时试验也表明采用一些特殊工法和专用工装设备对试验的顺利进行起到关键作用。

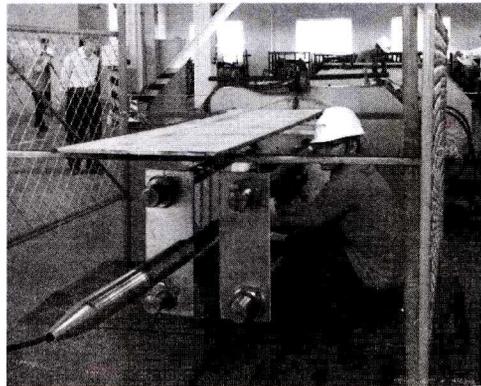


图7 成品索穿束、张拉、换索试验

2.7 索力检测试验

索力检测试验如图8所示。因多股成品索每根索在施工中须按设定顺序单根张拉锚固,后面张拉或卸荷的锚索对前面已张拉的锚索的索力有一定的影响,为确定影响的程度和趋势,进行了索力检测试验。试验结果表明:在其它索卸载和加载过程中,测力索索力变化量不大,都在允许范围内。

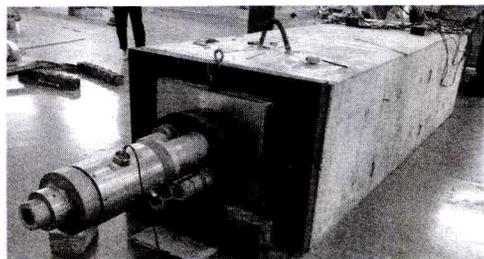


图8 索力检测试验

3 锚固系统关键防腐工艺研究

为了确保产品具有良好的防腐性能和满足产品的产业化要求,对锚固系统的关键防腐工艺也进行了深入研究。因多股成品索锚碇锚固系统的各部件都是常规设计(系统为组合创新),各零部件已有较成熟的生产工艺,但为了提高系统的防腐性能,对一些关键零部件设计采用了防腐性能更好的表面防腐技术。

(1) 拉杆组件表面粉末渗锌工艺

锚碇锚固系统的拉杆一直以来多采用表面发蓝(发黑)工艺,发蓝工艺防腐等级低,易生锈。工程中拉杆表面一般还需涂抹防腐油脂或涂

覆厚漆来进一步保护。为解决和提高拉杆组件的防腐等级,设计采用了粉末渗锌工艺。粉末渗锌工艺主要工艺流程有:前处理—装炉渗锌—封闭—涂覆。前处理是用喷砂或化学方法进行除油防锈处理,装炉渗锌是使锌、铁原子相互热扩散作用形成一种锌-铁合金层,封闭是对渗层进行封闭,以增强防腐性,涂覆是根据工程需要,对渗锌封闭件再进行表面涂覆。这种表面处理工艺能有效解决了拉杆组件的长效防腐问题,防腐能力大大提高,NSS防腐试验达到1000h。

(2) 挤压拉索锚头表面高铝锌基涂层工艺

现在挤压拉索一般采用工人冷喷锌漆的方法对锚头进行防护。这种方法因是人工操作,质量不好保证(如涂层粘附不牢,涂层厚度不均等),环境影响也大。为此,设计采用了防腐性能更好的高铝锌基涂层工艺并进行了产业化研

究。高铝锌基涂层的防腐性是物理屏蔽和电化学保护共同作用的结果,因此高铝锌基合金涂层具有高防腐性能,且该工艺不含重金属离子,属环境友好型。高铝锌基涂层工艺流程有:前处理—干燥—涂覆—固化。前处理采用高压水射流方法去除锚头表面浮锈、油渍,表面质量达Sa3要求;干燥是对清洗后的锚头去水分;涂覆是对锚头喷上涂料;固化是对喷上的涂料固化处理。整个工艺过程在全自动生产线上完成,更好保证了涂层质量。经NSS试验表明,耐蚀时间不低于热镀锌及电镀锌,附着力试验也优于现有的冷喷锌漆工艺。

4 结论

通过对多股成品索式锚碇预应力锚固系统进行系统的试验研究和关键防腐工艺研究,验证了该锚固系统具有可靠的锚固性能、良好的施工性能和优异的防腐性能,关键防腐工艺能实现产业化生产。研究成果具有实用意义和推广价值。

信息视窗

《预应力技术》约稿函

《预应力技术》前身为《OVM通讯》和《海威姆预应力技术》。《OVM通讯》创办于1997年,《海威姆预应力技术》创办于2000年。2004年,合并为《预应力技术》。由中国科学技术发展基金会欧维姆预应力技术发展基金和柳州欧维姆机械股份有限公司联合主办,双月发行,截止至2016年12月已发行119期。《预应力技术》由我国著名桥梁专家、两院资深院士李国豪题写。目前,《预应力技术》在业内已具有较大的影响,被CNKI中国期刊全文数据库、SWIC中文科技期刊数据库和Airiti Library(台湾华艺线上图书馆)等数据库全文收录。

一、宗旨:为预应力技术行业提供一个学术讨论的园地,以便利于交流预应力技术经验,活跃预应力学术气氛,推广预应力技术的应用,促进预应力技术的发展。

二、栏目设置:《预应力技术》开辟预应力技术工程设计与施工、预应力产品开发与应用、预应力技术研讨与交流,新技术、新材料、新结构、新产品的介绍与信息等栏目,刊登国内外有关预应力方面的技术文章与报道。它的发送对象为我国高等院校、科研部门、设计施工单位及有关专家、学者、工程技术人员。

三、征稿对象:凡工作或研究方向涉及预应

力技术,包括桥梁、建筑、水利水电、岩土锚固等领域的广大专家、学者及工程技术人员。

四、来稿须知:

1、为了提高《预应力技术》质量,现长期向国内外的专家、学者、工程技术人员等征集稿件。来稿一经发表,编辑部按规定支付稿酬,并赠送样刊,欢迎您投稿并来函来电。

2、来稿不涉及保密、署名无争议等,文责自负。编辑部有权对文稿进行删改,如不同意删改,请投稿时注明,因工作量大,请作者自留底稿,恕不退稿。

3、来稿请附作者简介,内容包括出生年月、性别、职称、职务、学历、主要荣誉及联系方式(通讯地址/邮编/电话/电子邮箱)。投稿2个月后如无接到采用通知,可另行处理。

《预应力技术》编辑部

稿件寄送及联系地址:广西柳州市阳和工业园阳惠路1号《预应力技术》编辑部

邮编:545006

电话:0772-3116594

传真:0772-3116594

电子信箱:yyljs@ovm.cn

联系人:王英 陆劭红