

# 悬索桥主缆索股用定型捆扎带 断裂处治方案研究

刘杰章

(柳州欧维姆机械股份有限公司缆索公司 柳州 545005)

**摘要:**为分析研究悬索桥主缆索股用定型捆扎带断裂的产生原因及寻求解决措施,以南宁良庆大桥主缆为背景,采用现场生产验证对比方法,对定型捆扎带断裂关键因素进行研究。结果表明:主缆索股生产过程定型捆扎带预置缠包张力,索股上盘收线速度,索股存放时间间距、温度是定型捆扎断裂而造成索股散丝、变形、松弛等问题的关键因素,本文将针对上述原因,简述解决方案。

**关键词:**悬索桥 主缆索股 定型捆扎带 断裂

**DOI:** 10.13211/j.cnki.pstech.2016.01.006

## 1 项目概况

南宁良庆大桥主桥桥型为单跨420m的地锚式叠合梁悬索桥,矢跨比为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4m。主塔采用硅门式塔81m,塔顶横向中心距25.4m(主缆中心距25m),塔柱顶设置主索鞍罩,主索鞍罩采用钢结构,通过塔柱顶预埋件与塔柱固定;钢梁结构由2道钢箱形主梁、工字形小纵梁和钢筋混凝土桥面板组成。钢构件之间相互焊接连接,硅桥面板通过焊钉和钢构件连接,最终形成稳定的框架受力体系。全桥共分41个节段(含合拢段),现场组拼安装成桥,最大节段单件吊装重量291t。

全桥共两根主缆,每根主缆由68股预制平行丝主缆索股PPWS5.2-127组成,主缆中心间距25m。主缆钢丝采用锌-5%铝-混合稀土合金镀层钢丝,钢丝极限拉抗强度为1770MPa。索股两端设热铸锚RM5.2-127;索股锚头通过连接器与锚碇系统相连,主缆顶面设有主缆检查走道。主缆单根索股长约835m,重约18.2t,采用PPWS法施工,工厂预制平行钢丝索股,即将127根 $\phi$ 5.2mm的镀锌铝高强钢丝通过工厂生产线编制成束,盘绕在大直径的钢盘上,脱盘成卷再运抵工地现场在猫道上逐股进行安装架设。主缆索股生产过程因定型捆扎带预置缠包张力,索股上盘收线速

度,索股存放时间间距、温度等原因,造成定型捆扎带断裂以致于出现索股散丝、变形、松弛等现象,如不及时处理,将会严重影响主缆在工地的施工和生产进度。本文以南宁良庆大桥为例研究悬索桥主缆索股用定型捆扎带断裂的处治方案。

## 2 主缆索股用定型捆扎带断裂及原因分析

### 2.1 定型捆扎带断裂

在对南宁良庆大桥主缆索股的全面检测中发现定型捆扎带存在下述问题:

(1)索股制作与索股架设时间间距较长,存放在室外,日光暴晒温度高达60℃,会造成定型捆扎带老化、降低定型捆扎带抗拉力,在索股盘卷产生弯曲应力的影响下造成定型捆扎带断裂而出现散丝、变形等现象。

(2)索股牵引通过支承托滚和锚、塔时,因索股自重及径向力作用下,磨损定型捆扎带,造成断带散丝、变形。

### 2.2 原因分析

根据上文所述结合南宁良庆桥的特点,分析其主缆索股用定型捆扎带断裂的主要原因如下:

(1)生产过程中索股定型捆扎带预置缠包张力的影响。索股通过定型捆扎带进行定型绑扎,该桥定型捆扎带粘合剂采用人工合成橡胶制成,其特性是延伸率最大不超过3%,在前期索

股缠包试验中发现,无预置缠包张力或预置缠包张力小于10kg时,由于上盘索股弯曲应力的影响,缠绕不紧易造成索股变形,窜丝;而预置缠包张力过大,由于上盘索股弯曲应力的影响,缠绕过紧易造成定型捆扎带在上盘时断裂而散丝。

(2)生产过程中索股上盘收线速度的影响。成盘机主要由排线装置和收线装置组成,索股从索引成型机出来到成盘机上时,由于收线速度与牵引速度不协调,收线速度过大会引起索股在成盘机上松弛下垂,盘内卷好的索股向拉紧的方向滑动,导致定型捆扎带被切断或擦伤而散丝;收线速度过大会引起索股在成盘机上内外层间的摩擦导致定型捆扎带部分断带散丝。

(3)索股存放时间间距、温度对定型捆扎带的影响。定型捆扎带粘合剂采用人工合成橡胶制成,特性是在常温下胶体不易流失,粘合力好,定型捆扎带各合成层结构稳定,定型捆扎带抗拉力下降缓慢。缺点是不耐高温,索股生产制作完成后,由于存放位置一般是在室外,存放时间间距、温度不同,会造成定型捆扎带老化,从而降低定型捆扎带抗拉力,在索股盘卷产生弯曲应力的影响下会导致定型捆扎带断裂而散丝。因而在索股架设时,还需对索股重新定型,这必将额外增加材料和人工成本。

### 3 处治方案

(1)对生产过程中索股定型捆扎带预置缠包张力影响采取的措施。通过前期索股缠包试验数据,在每1.5m索股缠绕6层定型捆扎带,改进了缠包机预置张力系统,采用数显可控式系统使定型捆扎带预置缠包张力能保证在20kg~25kg范围,有效的解决索股变形、散丝等问题。

(2)对生产过程中索股上盘收线速度影响采取的措施。改进成盘机动力系统,采用力矩电机动力系统,收线速度快于或慢于牵引速度

时会自动降速或提速,控制适当的收线速度,使之与牵引机牵引速度匹配,保证索股不接触地面,也不能张得太紧,避免索股变形造成定型捆扎带断裂。

(3)对索股存放时间间距、温度对定型捆扎带影响采取的措施。根据主缆相关技术要求,定型捆扎带抗拉力应在1000N以上,寻求索股最佳的生产存放周期,确保足够的定型捆扎带抗拉力在索股架设施工时能保证定型捆扎带不断裂,以降低制作成本;通过主缆索股用定型捆扎带抗拉力试验可以寻求索股在不同的温度的最佳生产存放周期。

### 4 处治方案试验

索股存放时间间距、温度对定型捆扎带抗拉力影响的试验验证。

(1)样品采用与主缆用的定型捆扎带,带宽50mm。

(2)试验条件分室内与室外两组:室内组样品温度为30℃-35℃,定型捆扎带不受外力,处于自然状态;室外组样品温度为60℃-65℃,定型捆扎带缠绕在索股上受股盘卷产生弯曲应力,试验周期60天,每隔10天检测一次定型捆扎带抗拉力。

(3)每组每次检测5个试样断裂时抗拉力的算术平均值见表1,第10天室外组样品试验检测数据见图1。

(4)室内组样品与室外组样品60天的检测结果见图2:

表1 试样断裂抗拉力算术平均值

检测项目	试样宽度		抗拉力
	6mm	25mm	
根数	断裂伸长率	换算50mm的抗拉强度	N
第1根	19.85	33105	397.3
第2根	17.69	31875	382.5
第3根	22.91	33515	402.2
第4根	19.98	32755	393.0
第5根	13.71	34405	412.9
平均值	18.8	33130	397.6

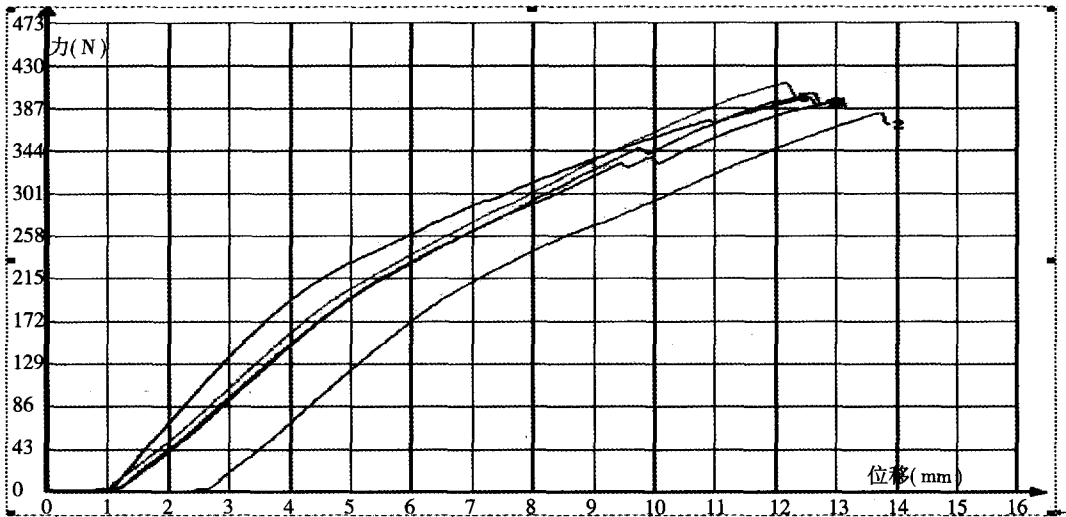


图1 第10天室外组样品试验检测数据

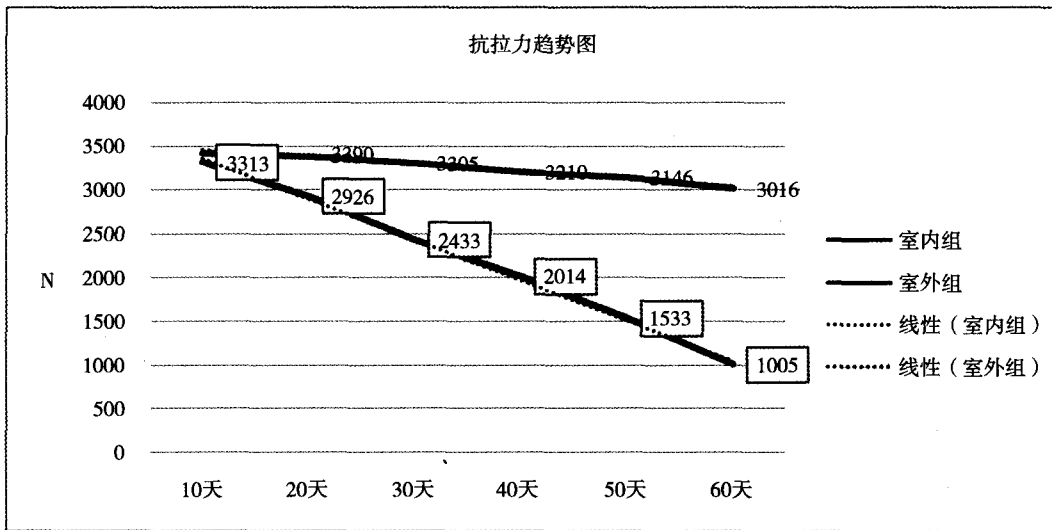


图2 60天抗拉力趋势图

(5) 在试验过程中观测到, 室外组样品在室外温度 $60^{\circ}\text{C}$ – $65^{\circ}\text{C}$ 时, 由于钢丝导热, 定型捆扎带与钢丝接触部位出现胶水融化塑料膜层脆化, 造成粘结力下降, 导致定型捆扎带分层, 在索股盘卷产生弯曲应力的影响下, 纤维丝会慢慢断裂, 时间越长, 这一现象越明显。

(6) 从数据可以判断, 室内组样品温度在 $30^{\circ}\text{C}$ – $35^{\circ}\text{C}$ 时, 定型捆扎带不受外力, 自然状态下最佳存放时间间距可大于60天, 而室外组样品温度 $60^{\circ}\text{C}$ – $65^{\circ}\text{C}$ , 定型捆扎带缠绕在索股上受股盘卷产生弯曲应力下最佳存放间距为不大于60天; 因此, 通过试验, 给主缆制作生产单位提供

了可靠生产周期数据, 有利于合理安排生产, 使索股生产至在工地进行架设施工, 将能确保定型捆扎带有足够的抗拉力使定型捆扎带不断裂。

## 5 结语

通过深入分析南宁良庆大桥主缆索股生产过程定型捆扎带预置缠包张力, 索股上盘收线速度, 索股存放时间间距、温度对定型捆扎带断裂的影响, 通过采取切实可行的措施, 降低了索股制作成本, 缩短了索股架设施工周期, 大大提高了桥梁主缆索股中后期在工地架设施的施工质量和生产进度。