

# 斜拉桥拉索损伤的检测与监测

赵雪帆

辽宁省交通规划设计院有限责任公司 辽宁 沈阳 110000;

辽宁大通公路工程有限公司 辽宁 沈阳 110000

**[摘要]**斜拉桥作为组合体系桥梁结构在桥梁建设中受到广泛应用,主体构成部分斜拉索为其主要承力构件,对桥梁的正常使用与安全性能具有较大影响,因拉索损伤或断裂所引起的桥梁垮塌事故引起了桥梁工程界高度重视,如何有效检测和监测斜拉桥拉索的安全性能已成为工程技术人员不断探究的问题。

**[关键词]**斜拉桥;拉索;损伤;检测;监测

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.08.1502

## 1 斜拉索损伤的原因

### 1.1 斜拉索设计不足

拉索是斜拉桥的重要受力构件,在设计过程中应予以重点考虑,但是有时候会因为一些原因导致设计不足。比如有些拉索设计时选用一些低强度、低性能、防腐蚀能力较低的劣质钢筋;设计时,索管内加设的减震器不符合要求或者性能偏低导致拉索振动过大。因为斜拉索振动会导致索端接头部位疲劳,在索锚结合处易产生疲劳裂纹,破坏索的防腐系统,严重的甚至会导致拉索失效。通常斜拉索在风、雨作用下,或在桥面、桥塔振动作用下,也会发生不同机制的振动作用。有的振动发生的概率比较大,但危险性小;而有些则相反。

### 1.2 拉索长期损伤

拉索的长期损伤一般包含腐蚀损伤和疲劳损伤两种。理论上讲,在设计过程中各根拉索的应力分配是合理的,但是在实际中由于施工、材料优劣等原因造成每根拉索承载的索力不可能与理论值完全相同。往往会出现应力集中、某一根或者某几根拉索承载的索力特别大的情况。进而导致应力集中的拉索疲劳断裂,而且拉索如果发生断裂,剩余的拉索将会发生内力重分配现象,这将导致或加速其余拉索的破坏。拉索腐蚀通常分为氢化断裂损伤、内部钢筋锈蚀和应力腐蚀损伤三种。其中氢化断裂损伤和应力腐蚀损伤都属于电化学腐蚀,由于空气中的氧气、水、离子相结合,长期作用于应力集中的拉索上造成腐蚀现象。

## 2 斜拉桥拉索损伤检测以及监测方法

### 2.1 模态测试法

模态属于结构固有的特性,而结构模态参数主要包含固有频率、阻尼以及振型。模态参数属于结构刚度以及质量等相关物理参量相应的函数,在结构出现损伤的时候,结构相应的物理参量将会呈现出一定的变化,这时结构模态参数也将会随之发生改变。所以,能够通过结构模态参数进行分析能够实现结构损伤的识别。

### 2.2 布拉格光纤光栅传感器法

拉索当中有损伤出现将会导致拉索应力呈现出变化,通过对光栅布拉格波长变化进行监测,可以实现对拉索状态的评定。而布拉格光纤光栅类型的传感器具备测量线性度较高、传感精度高、抗电磁干扰能力较强、体积较小以及耐高温等多种优势,非常适合用在斜拉桥拉索监测的工作当中。

### 2.3 射线检测法

射线检测的方法已经在人们的日常生活当中得到了十分广泛的应用,例如焊接锻造质量检测、厚度检测、车站和机场物品检测等。而射线检测法也可以被用在斜拉索内部缺陷以及损伤加以检测的工作中,工程检测过程中所应用的射线通常分为两种: X射线和 $\gamma$ 射线。其中X射线主要的检测原理为:在射线穿过拉索的时候,要是拉索的局部区域有缺陷存在,将会在一定程度上改变对射线的衰减,从而导致透射线在强度方面的变化,继而通过对头透射线强度的检测,确定拉索当中存在损伤与否,以及损伤的具体位置和大小。对这种检测方法的应用,虽然可以检测出拉索锚固区当中所有的缺陷,不过因为在图像解释方面显得比较困难,而且检测效率较低、造价较高,还会出现辐射污染之类的问题,所以并没有在拉索损伤检测工作中得到大规模的应用。

### 2.4 磁漏检测法

磁漏检测法是无损检测方法中的一种,斜拉索表面由于凹坑、裂纹、杂质等因素引起拉索表面磁场分布突变,通过检测损伤区的漏磁场来检测拉索损伤。拉索在磁化器的作用下被磁化至饱和状态,如果拉索没有出现损伤或断丝等问题,就不会出现漏磁现象,相反,如果磁敏感元件在拉索上检测到漏磁现象,则说明该拉索存在损伤。虽然磁漏检测技术比较方便,但拉索内部钢丝之间存在间隙,外部包裹防护套,因此要准确检测出拉索损伤,就必须增强磁化器的磁化能力;另外,目前的检测技术中,对漏磁信号没有较全面的解释,使得检测结果的准确性和可靠性也有待商榷。

### 2.5 磁致伸缩导波法

磁致伸缩效应指的主要是铁磁性材料在受到了外部磁场的力作用之下,其形状以及大小将会呈现出变化。抑或是铁磁体受到了恒定磁场的作用,在形状以及尺寸出现变化的时候,一瞬间会导致内部磁场呈现出变化的情况。利用该种检测法,传感器跟被测拉索之间不用直接接触,而且能够呈现一定的脱离距离,所以能够实现带有护套的拉索实施损伤检测工作。

### 2.6 索力监测法

当斜拉桥被若干拉索固定处于平衡状态时,各个拉索所受到的拉力将保持为一定值或者在收到一定载荷情况下,将处于某一安全变化范围之内。当斜拉桥某拉索发生损伤会引起本身以及其他拉索索力的变化,以平衡整个系统的受力状态,因此可以通过检测索力来进行拉索的检测。工程中常用的索力测试法有千斤顶液压法、压力传感器测定法、频率法等。千斤顶液压法测试直观、实用,但是无法测试已挂锁的拉索索力;传感器法测试结果精确,但存在成本高,测试范围有限等缺陷;频率法因操作简单方便,造价低,结果精确度高等优点,得以广泛应用,但在用频率法测试索力时需要考虑到环境及外界参数的影响。

### 2.7 声发射检测法

声发射是指伴随固体材料在断裂时释放储存的能量产生弹性波的现象。声发射检测技术就是利用接收声发射信号研究材料、动态评价结构的完整性,其中应用较多的是乐音准则法,通过对比结构损伤前后的频率分布规律变化,来判断结构的损伤。声发射技术具有高灵敏性和实时性的特点。

## 3 结束语

拉索作为斜拉桥和悬索桥最重要的组成部分,对斜拉桥在整个服役阶段的安全性起到至关重要的作用。在对斜拉桥拉索损伤进行检测和监测的过程当中,需要结合实际情况,选择更为适宜的检测方法,从而全面的将损伤情况找出,做出具有针对性的维护处理,让斜拉桥整体呈现出更好的应用状态以及使用寿命,为人们的出行提供更大的方便,为国家经济建设注入源源不断的活力。

### 参考文献

- [1] 杨立国,郭迅,刘必灯,朱鸿雯,骆承慧.基于乐音准则法的斜拉桥拉索损伤诊断研究[J].防灾科技学院学报,2016,18(1):57-65.
- [2] 王玉娇,韩阿慧.浅谈桥梁拉吊索的认识[J].河南建材,2021(5):28-29.
- [3] 杨圣洁,邓年春,王晓琳,姜维.拱桥吊索检测技术研究与应用[J].西部交通科技,2021(9):81-85.