

# 基于液压传感技术的智能型隔震橡胶支座的性能研究

熊高波 杨仁猛 邹清明

(柳州东方工程橡胶制品有限公司 广西柳州 545006)

**摘要:**目前隔震橡胶支座在桥梁、建筑等工程结构中得到了广泛地运用,并且能够起到显著的隔震作用,但是传统的隔震橡胶支座没有有效的测力装置来检测、读取支座的受力状况,不能监测和评估桥梁、建筑结构的运营状态。随着桥梁、建筑工程技术的发展,人们对桥梁、建筑的舒适性和安全性要求越来越高。从适应市场的发展前景和结构健康监测技术的要求方面考虑,智能型隔震橡胶支座成为了一种具有相当潜力的新产品。一种新型智能型隔震橡胶支座是在原隔震橡胶支座结构上布设液压测力传感器,利用压力传感技术来检测、读取支座的竖向承载力,很好地为工程结构健康状况的评估和分析收集了有力的数据。文章为验证其可行性和可靠性进行了测力试验,并对其效果进行了分析和总结。

**关键词:**智能型 隔震橡胶支座 液压测力传感器

**DOI:** 10.13211/j.cnki.pstech.2016.02.003

## 1 前言

地震是人类面临最严重的自然灾害之一,强烈的地震往往给桥梁、建筑等工程结构带来巨大的破坏,严重影响桥梁、建筑等工程结构的健康使用,造成生命和财产的损失。因此利用自动监测技术对工程结构进行健康监测变得极为重要。自动健康监测系统被要求能够测试、存储、分析并提供运营中桥梁及建筑结构状态的多种信息,对整个结构状态进行连续的、实时的、在线的健康状态监测和评估,对结构的安全性做出实时、准确的评价。极大地延拓传统人工检测内容,能够实现预测维修更换、提高养护维修的管理水平,更好地保障桥梁和建筑结构的可靠性、安全性和耐久性,避免潜在的灾难性事件发生。

目前,能够对受力状态进行监测的隔震橡胶支座普遍存在如下不足:

- (1) 隔震橡胶支座没有有效的测力结构,不能直接从支座检测到支座的竖向受力情况;
- (2) 在隔震橡胶支座的橡胶板内部设置油腔,通过油路在支座外部的油表上测读油压,从而计算出支座垂直载荷,这种结构加工复杂,难以实现。
- (3) 在隔震橡胶支座内连接钢板的盲孔内粘贴电阻应变片或光纤光栅应变计,可对橡胶支座受力情况进行监测,但是电阻应变片和光纤光

栅应变计是通过粘贴方式固定,无法实现长期、可靠的监测,且维护和更换困难。

针对上述隔震橡胶支座受力监测的不足,我们通过在隔震橡胶支座上布设液压测力传感器,得到了一种应用液压传感技术的智能型隔震橡胶支座,该支座主要由隔震橡胶支座本体、液压测力传感器以及外部的采集测试系统组成,能有效的检测、读取支座的竖向承载力。本文主要针对该智能型隔震橡胶支座的主要构成及测力性能进行分析试验研究,并对结果进行总结,为智能型隔震橡胶支座的设计和制作提供参考。

## 2 液压测力传感器

液压传感技术是一种很成熟的技术,已经在很多领域中得到应用,具有很大的优势。液压测力传感器是一种用特制的钢材制作成密闭的腔体并在腔体灌满液压油的装置,受到压应力时它能感知应力并通过压力变送器将压力信号转换成电流信号,便于信号的采集和传输。液压测力传感器具有以下明显的优点:

- (1) 可靠性高。输出的信号为标准的电流信号4mA~20mA,便于采集和传输<sup>[1]</sup>;
- (2) 准确性好。测量准确度等级为“4”,允许的误差为 $\pm 4\%FS$ <sup>[2]</sup>;
- (3) 使用环境广泛。使用环境温度为一25℃~100℃。

### 3 智能型隔震橡胶支座的主要结构

智能型隔震橡胶支座主要由支座的外连接钢板、内连接钢板、液压测力传感器和测试仪表组成,其结构如图1所示。

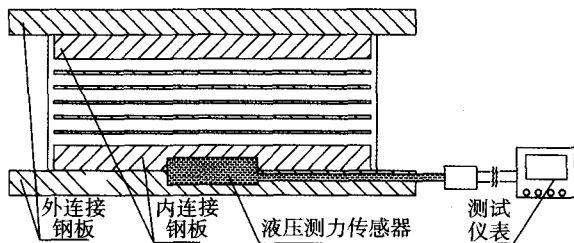


图1 智能型隔震橡胶支座的主要结构组成

### 4 工作原理

在隔震橡胶支座外连接钢板和内连接钢板的承压面开设盲孔,在盲孔内安装液压测力传感器,在外连接钢板开通管槽,液压测力传感器与支座外围的测试仪表通过管路连接。当隔震橡胶支座受到竖向压力时,竖向压力通过支座本体挤压液压测力传感器,液压测力传感器能准确感知压力输送到测试仪表显示出来。通过标定,测试仪表就能准确地检测到隔震橡胶支座所受的竖向力。

### 5 测力试验及分析

#### 5.1 试验条件

温度: 20℃

湿度: 65%

大气压力: 95kPa

#### 5.2 试件规格

本次试验用智能型隔震橡胶支座由柳州东方工程橡胶制品股份公司制作完成,共1个规格,代号为IJ4Q970×970×331,其中“I”表示智能,“J”表示矩形,“4Q”表示4个铅芯,“970×970×331”表示支座的长宽高。

#### 5.3 测力试验

规格为IJ4Q970×970×331的智能型隔震橡胶橡胶,设计的竖向承载力为10000kN,在支座上安装1个液压测力传感器。支座最大竖向承载力按照其承压应力15MPa来计算约为14000kN。这里把14000kN分成8级加载,每级荷载为2000kN。做测力实验时先预加载荷至设计值10000kN,然后再分级加载,重复3次<sup>[2][3]</sup>,测试结果见表1,测试结果的曲线图见图2。

表1 测试结果数据表

标准力值(kN)	第一次电流值(mA)	第一次电流值(mA)	第一次电流值(mA)	平均电流值(mA)	仪表测试力值(kN)	误差%FS
0	4.136	4.132	4.132	4.133	0.1	0
2000	4.732	4.74	4.735	4.735	1190	0.6
4000	6.415	6.44	6.43	6.428	4022	0.2
6000	7.366	7.39	7.393	7.383	6020	0.2
8000	8.357	8.37	8.365	8.364	8150	1.1
10000	9.74	9.746	9.738	9.741	10200	1.4
12000	11.225	11.273	11.285	11.261	12200	1.4
14000	12.813	12.785	12.79	12.796	14130	0.9

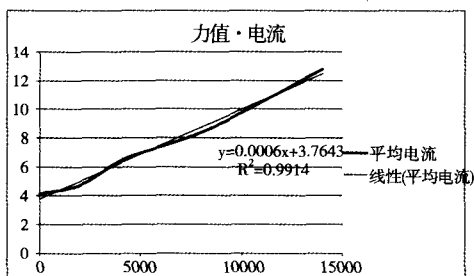


图2 竖向承载力-电流值曲线图

分析及结论:

(1) 在隔震橡胶支座上安装液压测力传感器,用来测试支座的承载力具有可行性。

(2) 智能型隔震橡胶支座IJ4Q970×970×331竖向承载力的力值与电流值之间的线性度和重复性很好,综合误差仅为1.4%FS,可靠性较高。

### 6 结语

本文在隔震橡胶支座上布设液压测力传感器制成智能型隔震橡胶支座,通过标准压力机对支座施加竖向承载力,读取对应的电流值,得出力值与电流值之间线性函数关系,实现对隔震橡胶支座竖向承载力的监测功能。该智能型隔震橡胶支座采用液压测力传感技术得到支座竖向承载力的测试数据,能够为桥梁和建筑工程结构的健康运营、安全评估和科学分析提供有效的科学依据。

#### 参考文献

- [1] 孙克军. 常用传感器应用技术问答[M]. 北京: 机械工业出版社. 2009.1
- [2] JJG860-94. 压力传感器(静态)检定规程[s].
- [3] GB/T15478-1995. 压力传感器性能试验方法[s].