

城市高架桥结构健康监测系统智能化浅析

□ 陈 锋

[摘要] 近几年,城市高架桥安全事故偶有发生,为保证城市公共交通安全,桥梁结构健康监测系统亟待普遍应用于在役的城市高架桥。讨论城市高架桥结构健康监测系统应用的意义及其构成,并详细分析检测内容及测点布置等,提出监测系统应具备实时性、连续性 & 全面性等要求,以现有的5G、物联网等技术提高系统的智慧化程度。

[关键词] 城市高架桥; 检测; 桥梁结构健康监测; 智慧化

传统的桥梁结构健康监测主要以人工巡查为主,并辅之以相应的检测设备,但难以做到对桥梁实时、连续不间断的监测,监测方法非智能化。随着物联网及智慧城市建设的不断深入开发,桥梁结构健康监测、重要结构部位的维护,都已离不开对传感器的运用。一般情况下,利用较为先进的传感器对桥梁在外部受到的刺激进行系统监测,对实际监测得到的各项数据进行记录整理,再将它传输到监控中心,利用人工智能技术,对于所传输的各项数据做出识别,利用智能技术进行判断,及时发出警报信息。

1 桥梁结构健康监测系统应用的意义

桥梁结构健康监测系统在具体应用期间,采用无损传感技术分析桥梁结构情况,科学监测桥梁工程结构。通过对该监测系统进行应用,不仅可以使工作人员对大型桥梁工程整体结构有一个全面了解,还能依据了解到的情况,完成对桥梁工程结构的维修,从而降低安全事故发生的概率。

交通运输部发布《关于进一步提升公路桥梁安全耐久水平的意见》指出,要加强桥梁结构健康监测,2025年底前实现跨江跨海跨峡谷等特殊桥梁结构健康监测系统全面覆盖。到2035年,公路桥梁建设养护管理水平进入世界前列,公路桥梁结构健康监测系统全面建立,安全风险防控体系基本完善,创新发展水平明显提高,标准化、智能化水平全面提升,平均服役寿命明显延长,基本实现并不断完善管理体系和管理能力现代化的工作目标。因此,在大型桥梁工程建设中,相关工作人员要不断研究监测系统。近几年我国交通行业快速发展,为了满足交通需求,建设了大量的大型桥梁工程,但由于每天有大量车辆通行于桥梁上,车辆的荷载

会对桥梁工程造成一定破坏,因此,若无法确保大型桥梁工程结构质量,在实际使用期间可能会引发严重交通事故,不仅会造成巨大的经济损失,而且还会造成人员伤亡^[1]。可见,在交通行业快速发展的今天,对监测系统进行合理应用意义重大。

2 桥梁结构健康监测系统的构成

桥梁结构健康监测系统是一种可实现自动采集桥梁结构不同形式的物理量(如位移、应变、温度、振动加速度等),对测量结果进行预处理(如数据换算、主应变计算等)后通过无线传输至监控中心,利用人工智能技术监测桥梁的系统工作站。

在整个桥梁的监测系统当中,基本的功能模块分为传感器系统、桥梁结构分析系统、数据管理系统等。在数据的采集和传输过程当中,会利用视频或者图像结合接触式的传感器,将桥梁实际运营的数据储存入数据库中,之后将所有的数据和相关信号全部传送给监控中心^[2]。然而桥梁分析是利用三维的数据,将实际的工作状态和健康状况进行演绎。将可能存在结构损伤的地方或损伤程度做出智能化的分析,在此基础上保障让整个桥梁的安全评估。整个过程需要非常多的时间,甚至会耗费几天时间都在对结构做出分析。然而人工智能可以通过网络技术进行学习,能够更加快速地对整个桥梁的结构问题做出判断,当桥梁结构受到破坏,就会及时发出警报^[3]。

3 监测内容和测点布置

3.1 主梁应变测点布置

因为有的高架桥相对比较特殊,它的实际检测部位主要在主梁的跨中截面和墩顶界面。若对整体桥梁结构的应变力状况做出检测,就需要对它进行良好的受力分

[作者简介] 陈 锋,广西交科集团有限公司,工程师。

析,保证实际应变不会存在超限的状况,或者将其所受应力状况和以往检测出的结果做出比较,确定是否有其他问题产生。

3.2 桥墩沉降测点布置

因建设工期的需要,很多政府工程常在同期同步施工,主要包括在基坑上的开挖工作、桩基托换工作,等等。这些工作都会使得整个桥墩发生沉降现象,导致整个桥梁的结构受力受到影响,所以对桥墩沉降的布置要在承台之上的25cm处。

3.3 索力监测

在索结构当中,最重要的受力构件就是拉索。它所具备的稳定性,对于整个结构的安全性能有着非常重要的影响。正是因为索结构非常先进,所以其实际监测的结果对结构安全的控制就非常的有必要。当前,最常用的索力监测方式分为直接法和间接法。直接法主要分为压力表定法、传感器测定法、三点弯曲法3种类型;而间接法则分为频率测定法和磁场效应测定法2种类型。最常用的监测仪器是振弦式的锚索压力传感器以及索力动测仪,等等^[4]。

3.4 结构损伤识别

(1)对静力损伤进行识别。它所采集到的数据是对结构的应力和应变进行识别。通常会得到一条精准度相对较高且符合整个结构受力变化的曲线。(2)对动力进行损伤识别。在当前阶段,它的识别主要是利用两个方式。一个方式是基于当前状态,做出损伤识别。主要通过整个结构的振动模式以及实际的改变状况进行结构分析^[5],比如固有的频率损伤识别法、实际能量变化的损伤识别法、实际柔度变化的损伤识别方式,等等。主要优点是能够对结构所损伤的空间信息做出真实的反应,然而大多数的研究都是针对低阶振动模式来进行损伤识别。另一个方式是对所有的信号进行处理的损伤识别。在整个频率当中它有着非常好的局部化能力,特别是频率成分相对比较简单,能够确定信号。其拥有一些小波分析的方式较为普遍,能够对整个结构的监测损伤识别进行充分的应用。在土木工程当中这种方式的运用,发展得较为快速^[6]。

3.5 严格车辆超限超载治理

深入推进交通运输和公安部门治理车辆超限超载联合执法,规范完善公路桥梁限载标志设置。加强重点线路、桥梁超限检测站点布置,有条件的地区可在重要节点位置设置具备不停车称重检测、视频监控和自动抓拍等功能的技术监控设施(备),强化路面管控。推动重

点货物装载源头单位落实合法装载主体责任,在地方政府统一领导下,强化对货物装载源头的行业监管^[7]。

3.6 支座、阻尼器和主塔位移监测

支座和阻尼器是上部结构梁体与下部结构桥墩相连接的组件,它们的活动数值体现出梁体的伸缩量和整体位移量,当每个支座和阻尼器位移监测数据不符合梁体的正常伸缩和位移范围时,则需要依次检查支座和阻尼器、梁体及两端伸缩缝、桥墩等结构查找原因。主塔位移的监测传感器安装在塔顶,监测塔的位置坐标和塔顶沉降,结合其他监测数据、主塔倾角及塔身混凝土收缩量计算出主塔顶部的允许摆动范围,若超出允许摆动范围就须对监测传感器好坏,主塔承台的倾斜、沉降和位移,塔身整体结构的稳定和塔柱两侧的索力值等方面依次进行排查。

3.7 实现智能化重点技术突破

研发基于深度学习的病害识别技术,通过计算机视觉自动提取病害的特征,实现病害高精度识别;研发基于磁致伸缩导波的无损性拉吊索断丝检测技术,对于断丝截面损失情况进行精准化评估;研发准静态快速荷载试验技术,缩短荷载试验时间并降低试验成本,同时精准评价桥梁的承载力状况;研发同步压缩变换瞬时频率算法,有效提取重车通过时索承桥的索力极值,为超载报警和突发事件的安全评估做出及时预判;研发更高精度、高频率的位移测量技术,如长标距的光纤传感、微波干涉雷达等技术。

此外,在数据处理与状态评估方面,充分利用云计算、人工智能技术推进数据处理自动化与智能化;并研发时空数据融合计算,推进检测监测一体化大数据分析,建立桥梁健康状态时空演化模型。新型数字温度传感器测温系统,运用无源摆幅速率控制和瞬时强上拉技术,提升监测效率且成本较低,具有作为长监测手段的可能。基于长标距光纤光栅技术,通过推算结构挠度转角、动力特征、交通荷载等关键数据,实现应变处理、变形解析、模态解析、全桥荷载识别、损伤识别及异常分析。基于分布式传感导电涂料对裂缝具有电阻强敏感性,对桥梁混凝土裂缝的宽度计算、发展阈值报警,实现了实时监测裂缝进展的方法。对于监测过程中采集的海量数据,采用深度神经网络的异常数据自动探测,在数据缺失时补充数据,利用实测和预测的差异进行探测异常。综合发展传感设备与监测系统管理制度,并面向自动化、智能化发展桥梁数据分析技术,从而实现现有桥梁健康监测技术发展问题的突破。

4 结语

依托监测系统开展日常管理,健全完善长期运行机制,不断拓展系统功能,持续建设具有覆盖重要公路桥梁的技术先进、经济适用、精准预警的监测体系,进一步提升监测系统的实效性、可靠性和耐久性。

建立健康监测系统加强城市高架桥的监测,可以为桥梁管理部门准确科学的管理提供参考。

[参考文献]

[1]安徽小家科技有限公司.一种高架桥匝道拥堵路况监测系统:CN201820352694.9[P].2018-09-25.

[2]何琪琪.盾构隧道穿越武广高铁高架桥对其桩基础影响分析[D].绵阳:西南科技大学,2018.

[3]山东读墨通信技术有限公司,济南爱我本克网络科技有限公司.一种用于城市高架桥的智能监控设备及系统:CN201810026681.7[P].2018-05-18.

[4]边浩.盾构施工对高架桥托换桩变形的影响分析[D].北京:中国地质大学,2018.

[5]龙佩恒,于文法,王少钦,等.城市轨道交通高架桥动力响应分析与监测[J].铁道标准设计,2017,61(12):54-58.

[6]武汉科技大学.一种城市内高架桥扬尘监测与智能喷雾降尘系统:CN201710510015.6[P].2017-09-08.

[7]夏鹏.桥梁结构健康无线智能监测系统[D].广州:华南理工大学,2019.

(上接第85页)

体情况来判定取芯是否要做出具体的调整,实现损伤后修复的高效化。

4.6 混凝土使用的严格控制

混凝土作为整个工程当中重要的材料支撑,对于导管的通畅有着一定影响。要严格控制混凝土的质量,确保工程当中使用的混凝土严格符合标准,能够满足整个工程的基础建设需要。同时,在混凝土的运输方面也要严格控制运输车的数量和连续性,保证不间断浇灌,避免出现施工中断的情况。在实际操作中,还要注意导管的埋深,确保导管基本的埋深程度在2m~7m,避免出现在同一位置导管不间断下放的情况,以此降低声测管和导管碰撞的可能性,实现对于声测管的有力保障。

5 结论

尽管声测管的施工不会对桩基实体质量产生较大影响,但会对后续下部结构顺利实施带来麻烦。如果在前

期没有对声测管各环节的质量给予足够的重视,一旦问题显现,往往较难处理,造成项目部较大的被动。通过确保管节材料质量、提高接头施工质量、缓解施工过程中的损伤、减少成桩后外露声测管道的损伤等4个方面,可大幅度提高成桩后声测管的畅通率。

[参考文献]

[1]俞洁.钻孔灌注桩的声测管施工质量控制及防治措施[J].装饰装修天地,2017(8):179.

[2]周涌泉.桩基声测管堵管原因及预防与处理对策[J].交通建设与管理,2014(6):28-29.

[3]侯国亮.浅谈钻孔桩灌注混凝土声测管堵管原因及控制措施[J].工程技术(全文版),2016(12):134.

[4]苏德利.悬臂式基坑支护结构选型与整体稳定性分析[J].河南城建学院学报,2010,19(5):20-23+52.

[5]黄宗瑜.基坑支护设计概论(上)[J].四川建筑,2000(1):51-55.