

苏通大桥外部变形监测内容的确定

周家刚¹, 岳东杰²

(¹ 江苏苏通大桥有限责任公司, 江苏 常熟 215536; ² 河海大学, 江苏 南京 210098)

摘要 桥梁外部变形监测是运营期桥梁检查和检验的重要内容之一, 可以与结构监测相互补充、相互验证, 为确保桥梁的安全提供充足的技术支持。从讨论桥梁变形监测的重要性出发, 分析了苏通大桥运营期变形监测的必要性。在综述桥梁外部变形监测内容的基础上, 充分分析苏通大桥结构组成、桥型等现状, 确定了变形监测部位与项目, 以期为类似桥梁监测工程提供借鉴。

关键词 苏通大桥 外部变形监测 监测内容

中图分类号: TU196

文献标识码: A

文章编号: 1672- 4097(2011) 03- 0010- 03

1 引言

由于各种因素的影响, 在工程建筑物及其设备运营过程中, 都会产生变形。这种变形如果超过了规定的限度, 就会影响建筑物的正常使用, 严重时还会危及建筑物的安全。因此, 在工程建筑物的施工和运营期间, 必须对它们进行变形观测。一般来讲, 建筑物变形主要是由两个方面的原因引起的。一是自然条件及其变化, 即建筑物地基的工程地质、水文地质、土壤的物理性质、大气温度等; 另一种是与建筑物本身相联系的原因, 即建筑物本身的荷重、建筑物的结构、型式及动荷载(如风力、震动等)的作用。此外由于勘测、设计、施工以及运营管理工作做得不合理, 也会引起建筑物的变形。通过变形观测取得第一手的资料, 可以监视工程建筑物的状态变化和工作情况, 在发现不正常现象时, 应及时分析原因, 采取措施, 防止事故发生, 并改善运营方式, 以保证安全。所以说, 变形观测是工程管理工作的耳目。其次, 通过在施工和运营期间对工程建筑物原体进行观测, 分析研究, 可以验证地基与基础的计算方法、工程结构的设计方法, 对不同的地基与工程结构规定合理的允许沉降与变形数值, 为工程建筑物的设计、施工、管理和科学研究工作提供资料。

苏通大桥为世界一流的千米级斜拉桥。300 m 超高索塔、千米斜拉跨度、超大深水群桩基础、多种梁结构组合的复杂超静定结构。在设计、施工、桥型等方面创下众多世界之最。目前, 苏通大桥已正式安全运营了两年, 是最年轻的超大跨径斜拉桥。在原有健康监测系统的基础上, 增加外部变形监测体系, 二者相互补充, 相互验证, 从而可以进一步建立健全苏通大桥的出生与成长的健康状况档案。

另外, 对千米斜拉桥的结构状态认识尚不全面, 合理外部变形监测结合现有的苏通大桥桥梁结构健康监测监测系统, 对今后的设计、施工积累基础资料, 提升千米斜拉桥综合认知水平, 为形成千米斜拉桥综合养护管理体系提供基础依据。协调解决千米斜拉桥、预应力砼连续刚构桥、预应力砼桥全寿命周期养护管理问题, 降低项目全寿命期养护管理成本, 提高社会经济效益。通过长期的苏通大桥运营期外部监测工作, 可以建立一套切实可行的苏通大桥外部监测体系, 包括监测方案、实施、测点的优化布置、监测基准的保持与维护、变形分析方法、监测数据处理与评价方法、分析结果等。

2 桥梁外部变形监测内容的综述

根据我国最新颁发的“公路技术养护规范”中的有关规定和要求以及大跨度桥梁塔柱高、跨度大和主跨梁段为柔性梁的特点, 变形观测的主要内容包括桥梁墩台变形观测、桥面线形与挠度观测、主梁横向水平位移观测、高塔柱摆动观测。而对于大跨径预应力混凝土梁桥, 主要进行桥梁墩台沉降观测、桥面挠度观测。

2.1 桥梁墩台变形观测

主要包括两方面, 墩台的垂直位移观测: 主要包括墩台特征位置的垂直位移和沿桥轴线方向(或垂直于桥轴线方向)的倾斜观测; 墩台的水平位移观测; 其中各墩台在上、下游的水平位移观测称为横向位移观测; 各墩台沿桥轴线方向的水平位移观测纵向位移观测。两者中, 以横向位移观测更为重要。

2.2 塔柱变形监测

塔柱在外界荷载的作用下会发生变形, 及时准确地观测塔柱的变形对分析塔柱的受力状态和评

判桥梁的工作性态有十分重要的作用。塔柱变形监测主要包括塔柱顶部水平位移监测、塔柱整体倾斜观测、塔柱周日变形观测、塔柱体挠度观测、塔柱伸缩量观测。

2.3 桥面线形与挠度观测

记录、分析桥面线形的长期变化趋势,对梁的安全状况评估具有很重要的意义。

桥面挠度是指桥面沿轴线的垂直情况。桥面在外界荷载的作用下将发生变形,使桥梁的实际线性与设计线性产生差异,从而影响桥梁的内部应力状态。过大的桥面线形变化不但影响行车的安全,而且对桥梁的使用寿命有直接的影响。

2.4 桥面水平位移观测

桥面水平位移主要是指垂直于桥轴线方向的水平位移。桥梁水平位移主要由基础的位移、倾斜以及外界荷载(风、日照、车辆)等引起,对于大跨径的斜拉桥和悬索桥,风荷载可使桥面产生大幅度的摆动、这对桥梁的安全运营十分不利。

3 苏通大桥外部变形监测内容的确定

苏通大桥主桥设计采用双塔双索面钢箱梁斜拉桥,索塔为倒Y型结构;南侧辅桥为跨径140 m+268 m+140 m的预应力混凝土连续刚构桥。复杂的桥梁结构体系决定了外部变形监测体系的复杂性。为了监测桥梁整体的空间几何变化,必须分别对苏通大桥主桥面、主塔、基础以及连续刚构桥桥面进行全面的监测,各部分的空间几何位置变化是密切联系,相互作用。同时引起主要结构体变形的因素复杂,如,车辆的动荷载、结构温度荷载、风速与风向、日照荷载、结构自重荷载、结构材料弹模等参数的变化、地质环境的演变等。针对复杂结构体系采用关键部位的内部变形监测体系难以客观全面的反映桥梁体系整体性态。反之,采用合理的外部变形监测体系能够全面反映特大跨径桥梁整体和局部的变形,为后续的健康诊断提供直接可靠是基础数据和分析依据。对苏通大桥主要结构空间变形主要关系分析,见下表1。

表1 苏通大桥主要结构空间变形关系分析表

结构部位	几何变形主要特征	相关结构	影响因素	影响关系	几何监测	监测重要性
主桥桥面	线形 水平位移 挠度	斜拉索 索塔 箱梁	车辆荷载 温度荷载 风速与风向 自重荷载 材料参数变化	内部监测难以定量分析	能综合反映	重要
主塔	周日变形 竖向挠度 压缩形变 相对沉降 相对位移	主桥桥面 主墩基础 斜拉索	车辆荷载 温度荷载 风速与风向 材料参数变化 日照 自重荷载	内部监测难以定量分析	能综合反映	部分重要
主墩基础	绝对沉降 相对沉降 绝对位移 相对位移	索塔 斜拉索	自重荷载 地质环境的演变	内部监测难以定量分析	能综合反映	部分重要
连续刚构	挠度 线形	桥面 墩基础	车辆荷载 温度荷载 风速与风向 自重荷载 材料参数变化	内部监测难以定量分析	能综合反映	重要

由上表可以看出,构建苏通大桥外部变形监测体系十分复杂,外部变形监测具有整体监测和局部监测的双重作用,并为建立整体变形与局部变形关系提供良好的分析渠道。因此,在构建外部变形监测体系中,应从整体考虑,从相互关系分析、从关键部位监测着手,从而采取科学、有效、持续的监测

措施。

苏通大桥主要结构空间变形存在多样性,主要表现为长期变形和短期变形相结合;短期变形规律呈现复杂空间自平衡稳定曲线;瞬时短期变形量较长期变形量显著。监测体系建立过程中应充分考虑主体变形监测的体现,获得可提取的多类变形特

征的数据,为安全分析提供翔实的分析依据。

鉴于以上分析,建立苏通大桥外部变形监测体系,依据以下几个原则:

(1) 监测内容顾及整体,强化关键结构部位。

(2) 顾及相关结构,抓住主要影响因素引起的变形特征。

(3) 顾及长期变形和短期变形特点,采取有效分离措施监测。

(4) 重点监测与整体监测综合考虑,为监测系统科学发展提供有利过渡环境。

表 2 苏通大桥运营期外部变形监测内容

结构名称	部位	监测内容
主桥	桥面	线形
		挠度
		水平位移
	主塔	周日变形
		相对位移
		压缩变形
基础	绝对沉降	
	相对沉降	
	桥面	相对位移
50 m 跨连续梁	桥面	线形
75 m 跨连续梁	桥面	线形
连续刚构		线形
		挠度
		挠度
		绝对沉降
		相对沉降
	相对位移	
全桥	基准网	水平、高程

根据这一原则,考虑到苏通大桥不同的桥形,设计不同、施工工艺等,变形规律也不同,选择了主

桥、南引桥的 50 m 垮 250 m、75 m 跨 375 m、连续刚构四段结构进行监测。如表 2:

4 结 论

(1) 桥梁的安全和健康状态主要表症为结构的变形,运营期外部监测是对苏通大桥实际健康状态的监测,内部监测系统是寻找桥梁健康问题重要手段。因此,通过外部变形监测可以进一步地建立健全苏通大桥的出生与成长的健康状况档案,为大型桥梁工程建设管理积累经验、收集资料,总结出实用的技术成果。

(2) 苏通大桥为千米级斜拉桥,也是世界级的特大型桥梁,其结构复杂、多样,自然条件恶劣,该变形监测体系的成功设计具有代表性,可以为其他类似工程提供参考。

(3) 监测内容的确定充分考虑了苏通大桥的实际情况,顾及整体,强化关键结构部位,监测项目确定合理,可以反映桥梁整体与局部的变形状态。

参考文献

- 郭彤. 大跨桥梁结构状态评估方法研究进展[J]. 东南大学学报(自然科学版), 2004, 34(5): 137-142.
- 冯永华. 特大型桥梁定期检测及其关键部位的位移监测[J]. 城市道路与防洪, 2005(5): 110-112.
- 马真安. 浅谈桥梁施工和运营期的变形监测[J]. 城市道路与防洪, 2007(4): 122-125.
- 贺志勇, 申冠鹏. 基于变形的城市桥梁健康监测系统初探[J]. 工程勘察, 2009(3): 72-76.
- 贺志勇, 盛飞. 大跨度桥梁的变形监测及其精度分析[J]. 华南理工大学学报(自然科学版), 2001, 29(8): 86-89.

Establishment of Content of Deformation Monitoring for the Sutong Bridge

ZHOU Jia-gang¹, YUE Dong-jie²

(¹ Sutong Bridge Co., Ltd, Changshu Jiangsu 215536, China;

² Hohai university, Nanjing Jiangsu 210098, China)

Abstract The deformation monitoring is one of the important contents of inspection and testing in running period of bridge. It can be the complementarily and validation of structural monitoring, and to ensure the safety of the bridge to provide adequate technical support. Starting from the importance of deformation monitoring of the bridge, the necessary of Sutong Bridge Deformation Monitoring is analyzed. First, the content of deformation monitoring of bridge is summarized. Second, in the full analysis of the composition of Sutong bridge, the location and deformation monitoring projects is determined. The goal is to provide a reference for similar monitoring work.

Key words Sutong bridge; external deformation monitoring; monitoring content