

春意桥沉降监测系统建立及观测方法研究

谢新

(天津海河建设发展投资有限公司,天津 300380)

摘要:以春意桥沉降监测为例,分析研究了大型桥梁沉降监测系统建立的方法,重点研究了中间设站式三角高程测量实施沉降监测的方法,对相应大型桥梁的沉降监测有一定的借鉴意义。

关键词:沉降监测;水准测量;中间设站式三角高程测量

中图分类号:TP274

文献标识码:A

Establishment of Chunyi Bridge subsidence monitoring system and its observation method

XIE Xin

(Tianjin Haihe Construction Development Company Limited, Tianjin 300380, China)

Abstract: Taking the subsidence monitoring in Chunyi Bridge for an example, the establishment method of large bridge subsidence monitoring system is studied. The method of the implementation of the intermediate station-type trigonometric leveling in subsidence monitoring is studied in detail in this paper. The results have certain significance for corresponding subsidence monitoring of large bridges.

Key words: subsidence monitoring; leveling; the intermediate station-type trigonometric leveling

桥梁的变形监测可以分为施工期监测和桥梁运营阶段的安全监测。施工期监测的目的是为了保证桥梁的施工质量和施工安全,随时观测因基础变位、混凝土收缩、徐变、温差、风力、振动等因素引起的偏移及变形摆动规律,为桥梁施工提供参考数据。当桥梁竣工后,因自身荷载和外界因素(如构成材料发生老化、温度变化、风力、日照、车流量、地震等)作用会产生变形,此时对桥梁实施监控,建立监测模型和实施有效的预报及预警,有利于规避运行中不利因素组合的出现,增强大桥的抵抗力,延长使用寿命^[1]。

近年来,我国特大桥梁的发展十分迅猛,与之相关的技术与规范还不够完善,安全事故也多次发生。在这种情况下,对桥梁变形监测的必要精度、大型桥梁变形观测方案研究以及对桥梁变形监测点的位移精密分析都具有重要的现实意义。

1 工程概况

海河春意桥全长 324.660 m,桥面宽 40 m。

其中主桥跨越海河,为三跨钢箱梁结构形式(57.5 m + 85 m + 57.5 m),桥跨总长 200 m,主跨 85 m。其中跨根部为 6.678 m,中跨合拢段高度为 1.745 m,边跨合拢段 1.773 m。

主桥由横向 7 个钢箱梁组成,横向对称布置,每个钢箱梁宽度 3.452 m,钢箱梁之间间距 1.644 m。通过对桥面观测点的监测,获得桥面钢箱的沉降量,反应由钢箱变形桥墩的徐变和沉降而引起的变化;通过对桥墩观测点的监测,获得桥墩的沉降量,反应由桥墩徐变、基础沉降而引起的变化。

2 沉降监测内容

本文研究内容包括桥面沉降观测和墩台沉降观测。需要建立沉降观测基准点,桥面观测点和桥墩观测点。由于春意桥跨过海河,其难点在于桥墩观测点的布置和观测方法的选择。具体沉降观测点的布置需结合图纸,根据《建筑变形测量规范》(JGJ8-2007)、《工程测量规范》(GB50026-2007)、《国家一、二等水准测量规范》(GB12897-

2006)、《天津市城市桥梁养护技术规程》(DB 29-62-2004)来实施。

2.1 基准点布置

首先调查收集测区地形图和控制点的成果资料,先在已有的地形图上拟定导线布设方案,后到现场核对、修改和落实点位。如果测区没有以前的地形资料,则要详细踏勘现场,根据地形条件及施工需要等具体情况,合理选定基准点的位置,并建立标志。选点时以下几点需要注意^[2]:

(1)相邻基准点要相互通视。(2)基准点应选在土质坚硬、稳定的地方,以便于安置仪器。(3)所选基准点必须满足观测视线超越障碍物1.3 m以上。(4)基准点应设在路线两边并距路线小于300 m。

为保证检测控制点稳定性,并有效剔除因路线过长、通行车辆较多震动影响而引起的累积误差。拟在该桥两端各自设置2个监测基准点,共设置4个基准点组成基准网。其布设方法如下图1所示。

2.2 桥面观测点

考虑到不影响桥面行车并保证观测点长期稳定等各种不利因素,需要在路中及两侧地袱上建立沉降观测点(10 m/个),伸缩缝位置处增设观测点。两侧地袱观测点数量为 $2 \times 21 = 42$ 个,路中观测点数为20个,共62个。

桥面观测点距桥面10 cm。桥面测点的安装建议采用 $\Phi 16$ mm直径,长度为8 cm(不含螺帽)的精制螺栓,采用环氧树脂植入,深度建议7 cm。观测点垂直植入,植入点的位置以不容易损坏为准。并对每个观测点进行编号,观测点的编号采用宋体,用记号笔标注在观测点旁边。

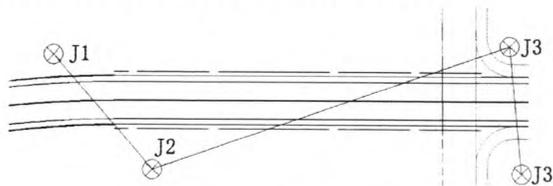


图1 基准点布设图

Fig.1 Layout diagram of benchmark point

2.3 墩台沉降观测点

在不影响桥梁美观的前提下在桥墩选择合适的位置布置永久性观测点。墩台观测点采用强制对中装置。水中墩柱沉降观测点采用棱镜(全站观测),每个墩柱左右两侧各布设一个监测点,每个监测点做好标记,便于进行沉降观测。墩台进行沉降观测,墩柱沉降观测点高出常水位150 cm。布置如图2所示。

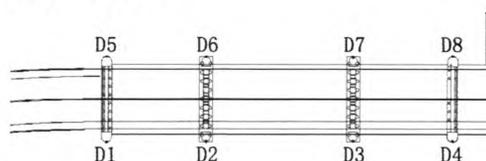


图2 桥墩观测点布置

Fig.2 Pier observation spot layout

3 观测方法研究

3.1 普通水准

依据《公路桥涵设计通用规范(JTGD60-2004)》、《工程测量规范(GB50026-2007)》,春意桥属于大型桥梁,其桥面沉降监测采用二等水准进行测量。应使用DS05级的电子水准仪,仪器及配套水准尺均应在有效检定期内。用电子水准仪提供水平视线,通过水准尺前、后视读数计算出桥面板上各观测点高程,与各测点原始高程值进行比较,以此判断桥面沉降与梁体挠度程度。二等水准观测主要的技术要求见表1。

观测时,对于有变换奇偶站功能的电子水准仪,每一测段必须为偶数测站结束。按以下顺序进行:

往测:奇数站为后-前-前-后。

偶数站为前-后-后-前。

返测:奇数站为前-后-后-前。

偶数站为后-前-前-后。

同一测段的往测(或返测)与返测(或往测)应分别在上午与下午进行。在日间气温变化不大的阴天和观测条件较好时,若干里程的往返测可在上午或下午进行。但这种里程的总站数,不应超过该区段总站数的30%。

表1 二等水准观测主要的技术要求

Tab.1 Main technical requirements of the second level observations

等级	水准仪等级	水准尺类型	视距/m	前后视距差/m	测段的前后视距累积差/m	视线高度/m	两次读数所测高差的差/mm	检测间歇点高差之差/mm
二等	DS05	钢瓦	≥ 3 且 ≤ 50	≤ 1.5	≤ 3.0	≤ 2.8 且 ≥ 0.55	0.7	1.0

3.2 中间设站式三角高程观测

大型桥梁的沉降观测采用不低于三等的测量方式,中间设站式三角高程测量可满足相应的精度,桥墩的沉降观测采用二等精度测量^[3]。

中间设站式三角高程实施沉降监测方法,就是将全站仪架设在监测点与基准点中间,分别测出基准点与测站点间高差、测站点与监测点间高差,计算出基准点与监测点间高差,得出监测点高程。

中间设站式三角高程测量原理如图3所示,将全站仪安置于A、B两点间的C点,则观测获得A、B点的高程为 H_A 和 H_B 。

$$H_A = H_C + a + i - l_a \quad (1)$$

$$H_B = H_C + a + i - l_b \quad (2)$$

式中 i —仪器高; S_a 和 S_b —观测A和B的棱镜斜距; a_a 和 a_b —竖直角; l_a 和 l_b —棱镜高; H_a —假定仪器在C点高程。

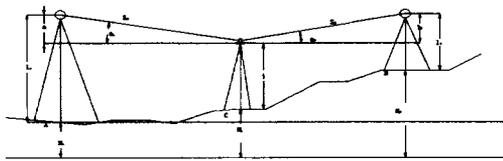


图3 中间设站式三角高程测量原理

Fig.3 Principle the intermediate station-type trigonometric leveling

后视垂距:

$$a = S_a \sin a_a + \frac{1-K}{2R} \cdot S_a^2 \cos^2 a_a \quad (3)$$

前视垂距:

$$b = S_b \sin a_b + \frac{1-K}{2R} \cdot S_b^2 \cos^2 a_b \quad (4)$$

若基点和观测点觇标高度相等,则有

$$h_{ab} = b - a = S_b \sin a_b + \frac{1-K}{2R} \cdot S_b^2 \cos^2 a_b - S_a \sin a_a + \frac{1-K}{2R} \cdot S_a^2 \cos^2 a_a \quad (5)$$

式(3)~式(5)中 K —大气折光系数; R —地球半径。

即高差=前视垂距-后视垂距。

桥墩沉降观测点采用全站仪三角高程法测量,仪器使用测角精度 $1''$,测距精度 $2+2 \text{ ppm XD}$ 的全站仪。中间设站法观测,不量仪器高,固定觇标高。为了减少对中误差的影响,仪器和棱镜都

架设于带有强制对中装置的观测墩上,其高度用游标卡尺在基座三个方向上分别量取,并在测前、测后各量一次^[4]。垂直角单向观测6测回,读数至 $0.1''$ 。两次照准目标读数较差 $\leq 4''$,垂直角指标较差 $\leq 5''$,垂直角各测回较差 $\leq 5''$ 。垂直角分组观测,每组观测方向数 ≤ 4 ,后视方向均为基准点。距离单向观测4测回,一测回照准目标1次,读数4次。测回读数间较差 $\leq 2 \text{ mm}$,各测回间较差 $\leq 3 \text{ mm}$ 。仪器加常数、乘常数和气象改正元素现场输入全站仪,直接显示平距。垂直角、距离分别取其平均值后计算高差^[5-6]。

桥墩沉降点选择大气稳定、成像清晰、微风等有利的观测条件,观测前采用与沉降观测点相同的观测方法对基准点进行检核,当高差较差 $\leq 1.4 \text{ mm}$ 时,认为基准点稳定,各项改正正确有效。观测前充分做好准备工作,如架设仪器、棱镜及渡船就位等辅助工作,尽量缩短观测时间。一般一个周期的桥墩沉降观测工作在 2.5 h 内完成。桥面沉降观测点与桥墩沉降观测点同期观测。

4 结语

应用水准测量的方法求得桥面观测点沉降量的精度较高,观测技术也比较成熟,该方法非常适用于地面障碍较少的区域;但是,河中桥墩的沉降观测应用水准测量难度较大,所以采用全站仪代替水准仪。高精度全站仪的出现,使得竖角和测距的精度显著提高,对桥墩的沉降观测采用三角高程测量方法变得可行,桥墩的沉降观测采用中间设站式三角高程测量将会有很好的应用前景。

参考文献:

- [1] 邬昱昆. 苏通大桥超高索塔监测技术与数据处理研究[D]. 南京: 河海大学, 2007.
- [2] JGJ8-2007, 建筑变形测量规范[S].
- [3] 建设部. 工程测量规范[S].
- [4] 孙景领. 精密三角高程测量在大坝外部垂直变形监测中的应用[J]. 水利与建筑工程学报, 2012, 10(4): 35-37.
- [5] 金国清. 全站仪三角高程法桥墩沉降观测的尝试[J]. 工程勘察, 2011, 12: 59-62.
- [6] 吴石军. 精密三角高程在跨河水准测量中的应用[J]. 勘察设计, 2012(4): 13-16.

(责任编辑 刘存英)