

鹿山大桥移动模架施工测量技术

崔亦芳¹, 赵站杨²

(1. 黄河勘测规划设计有限公司测绘信息工程院, 河南 郑州 450006;

2. 中铁大桥局集团第一工程有限公司, 河南 郑州 450053)

[摘要] 鹿山大桥路线总长约 2.422km, 跨越约 900 m 宽的富春江, 水中和岸上引桥均采用预应力混凝土连续箱梁, 跨径为 31~50 m, 总长度为 1018.1m, 由两岸双幅 25 孔梁组成, 主要采用移动模架进行施工。结合本桥的工程概况及特点, 介绍了大桥的移动模架施工测量方法。

[关键词] 移动模架; 箱梁; 施工测量; 线型观测

[中图分类号] P258

[文献标识码] B

[文章编号] 1007-3000(2010)03-3

1 工程概况

鹿山大桥是跨越富春江的特大型双塔单索面预应力混凝土斜拉桥, 工程起点与富阳市鹿山分区内的 G320 国道相交, 自北向南跨越鹿山分区界内江滨西大道、北防洪大堤、富春江、南防洪大堤、春江分区界内滨江东大道后转向东南方, 终点与现状新中公路相接。路线总长约 2.422 公里, 其中桥梁长约 1.502 公里, 道路长约 0.92 公里。

鹿山大桥引桥均为预应力混凝土连续箱梁, 其中水中引桥为 (44m+5×50m) 和 5×50m 预应力混凝土连续箱梁; 岸上引桥采用 6×35m 和 (2×35m+4×31m+35m+31m) 预应力混凝土连续箱梁, 总长度为 1018.1m, 由两岸双幅 25 孔梁组成。

水中引桥采用等高度连续箱梁, 梁高 3m, 单箱单室斜腹板断面, 箱梁顶宽 15.25m, 设单向 2% 横坡, 两侧悬臂长 3.725m。岸上引桥也为等高度连续箱梁, 梁高 2.1m, 单箱单室斜腹板断面, 箱梁顶宽 15.25m, 设单向 2% 横坡, 两侧悬臂长 3.725m。主要采用移动模架进行施工。

2 施工测量坐标系

根据本工程的特点, 为了现场施工方便及内业计算简洁, 需建立施工坐标系。本桥引桥处于直线段, 建立一施工坐标系, 以桥轴线为 X 轴, 里程增加方向为正方向; Y 轴垂直于 X 轴, 正方向指向上游。桥轴线坐标系投影高程同控制网。规定某点的 X 坐标值等于该点的里程值。桥轴线坐标系与 54 坐标换算关系可以通过如下公式进行转换:

$$X = X' + X_0 \cdot \cos \alpha - Y_0 \cdot \sin \alpha$$

$$Y = Y' + X_0 \cdot \sin \alpha + Y_0 \cdot \cos \alpha$$

式中: X、Y 为 54 坐标系坐标; X₀、Y₀ 为桥轴坐标系坐标; X'、Y' 为独立坐标原点在 54 坐标系中的坐标。α 为独立坐标系北方向在 54 坐标系中的方位角。

3 控制网概况及施工布设

3.1 整体概况

富阳鹿山大桥是采用 GPS 技术建立的一级平面控制网, 高程控制网是四等水准网。为了施工方便, 对控制网进行了加密。

3.1.1 GPS 测量实施及其数据处理

WGS-84 基线网平差基准: 北岸控制点 GI09; 一级加密网控制网平差基准点采用成果: 首级控制网点 GI09、GIV04。

3.1.2 一级加密网观测基本技术指标

一级加密网观测采用双频 GPS 接收机, 施测采用六台美国 Trimble 公司的最新产品 5700 双频测量型 GPS 接收机, 仪器平面标称精度均为 5mm+0.5ppm, 6 台仪器应全部按规范要求进行了鉴定, 持有有效的鉴定证书, 各项指标均符合要求。外业施测采用静态相对定位作业模式。

具体作业方法和实施程序按《公路全球定位系统 (GPS) 测量规范》(JTJ/T 066-98) 一级 GPS 精度要求进行观测, 经平差相邻点点位中误差不超过 10mm。并且合理安排作业时间。

3.1.3 一级加密网施测实施

外业观测前对 GPS 仪器按规程进行了严格的检查和编号, 并进行了卫星可见性预报, 根据 GPS 实施规程要求, 作业具体指标如下:

3.1.4 基线处理

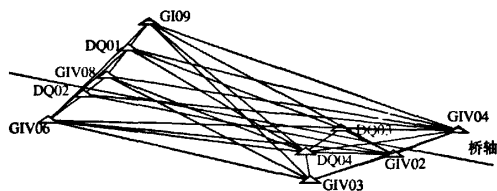
采用自动模式进行处理, 每时段进行单独基线处

[收稿日期] 2010-02-24

[作者简介] 崔亦芳 (1981—), 男, 汉族, 河南项城人, 助理工程师, 主要从事水利工程测绘工作。

项 目	设计规定指标	实施具体技术指标
卫星高度角	$\geq 15^\circ$	$\geq 15^\circ$
数据采样间隔	15sec	15sec
有效观测卫星个数	≥ 6	≥ 6
观测时段长度(分钟)	≥ 120	120
施测时段数	≥ 2	2
PDOP 值	≤ 6	≤ 6

理。基线解算时对存在的周跳、残差较大等质量较差的观测数据,进行修复、剔除,确保数据正确、可靠。GPS 观测数据的高度截止角采用 15 度。基线相对精度一般小于 10-5 量级,各分量相对精度一般小于等于 10-6 量级。



一级 GPS 网图形分布图

高程施测时采用 LeicaNA820 水准仪,按《工程测量规范》(GB50026-2007)四等水准的主要技术要求进行陆地高程控制点的复测,采用 LeicaTCA702 全站仪同时对向双测回三角高程观测法进行跨河三角高程测量,按《国家三、四等水准测量规范》(GB12898-91)四等跨河水准的主要技术要求进行跨河水准联测。

跨河三角高程单向高差采用以下公式计算:

$$h_{\text{往}} = S i_{\text{a}12} + (S^2/2R) * (1 - k_{12}) + i_1 - v_2$$

a_{12} 为竖直角 S 为两点之间的水平距离 i_1 为仪器高 v_2 为目标高

k_{12} 为测时的大气折光系数 R 为地球曲率半径

3.2 具体施工布设

3.2.1 将桥梁中心线及墩中里程线放样至已竣工的墩顶混凝土表面,弹上十字线,并在已竣工的墩顶立面处做上桥中线油漆三角标记,作为控制主梁中线时的后视点。同时应将桥梁中心线及墩中里程线及时的放样至已竣工的主梁混凝土表面,弹上十字线,以墩中心作为控制主梁中线时的置镜点进行。

3.2.2 将岸上水准控制点高程传递至墩顶,并做上标记,同时也应及时的将岸上水准控制点高程传递至已竣工的墩顶梁面上,用往返测的方法按四等要求施测,考虑到主梁的收缩变形,梁面水准点应定期与控制水准点进行联测平差,以减小误差的传递,近距离的(小于 300m)可用三角高程进行比对,在主梁施工

到一定阶段时,应对两岸控制水准点进行联测,及时的调整梁面水准点的标高,确保贯通高程的统一。

4 移动模架主梁施工测量主要内容

移动模架主梁施工测量控制主要包括两个方面:

4.1 主梁模板的安装定位及调整;

4.1.1 控制主梁模板轴线,其允许偏差为 $\pm 10\text{mm}$;

4.1.2 通过调整模板高程控制主梁竖向线型,其允许偏差为 $\pm 10\text{mm}$,确保主梁线型的连续性;

4.1.3 控制主梁模板各截面尺寸,使其在规范限差以内。

4.2 通过对主梁施工各工况底板、顶板高程变化的实时监测,得出其变形规律。

5 移动模架施工测量控制

5.1 底模定位调整

底模的安装定位是主梁模板调整中最关键的环节,只有保证底模定位的精确度,才能满足侧模、翼缘板及内模的安装精度,底模的安装定位包括中线控制和高程控制 2 个内容。

5.1.1 中线、里程控制

置全站仪于梁顶墩中心点(也可在梁端部增设置镜点),后视前端墩(至少超过 2 跨)中心线油漆标记,然后对底模中线和里程进行检查调整,直至其偏差在允许范围以内($\pm 10\text{mm}$),调整过程中应把握 2 个原则:中线偏差能控制在 5mm 以内的要尽量进行调整;相邻 2 块模板尽量避免异向偏差,有异向偏差的其偏差总值不宜超过 10mm。

5.1.2 高程控制

高程调整可采用三角高程进行,在短距离内既能满足精度要求,又可大大提高工作效率,在进行调整前,首先要根据技术部门提供的预拱度计算出各分块模板(含侧模、翼缘板、内模)的定位高程,每块梁的数据都经过 3 个人计算,确保计算数据万无一失。

在调整过程中需要把握的要点是:随时复核后视水准点高程;避免模板接缝出现错台或凸凹;能够控制在 5mm 以内的要尽量进行调整;如果因模板变形而造成偏差超限,应该通知技术部门对其进行必要的修整;单块底模全部调整完之后,要对底模进行一次整体检查,防止调整过程中相邻块模板互相影响而导致偏差超限。

5.2 侧模及翼缘板的安装定位

侧模和翼缘板安装定位的测量过程、控制精度与底模基本一样,需要强调得是:

(1)考虑到浇筑过程中会出现胀模,侧模分中宽度应尽量小于设计值 5mm 左右,应用长钢尺进行检查,长钢尺要拉紧拉直;

(2)考虑到翼缘板在浇筑过程中易下沉,其高程偏差尽量控制在正偏差范围内;

(3)侧模及翼缘板测量定位完成后,应要求现场人员拧紧连接螺栓、拉杆等模板连接部件,打好液压顶保险,防止模板跑位。

5.3 内模的安装定位。

中线控制:可用经纬仪或全站仪直接对顶板进行检查调整。

高程控制:用全站仪(或水准仪)检查高程,对照设计值进行调整。

5.4 主梁浇筑前整体检查。

(1)由于模板定位过程经历了钢筋绑扎、预应力布置等多道工序,同时随着荷载的增加,会使已经调整到位的模板发生局部变形,所以在主梁浇筑前有必要对翼板和内模(底板已无法测量)的中线和高程进行复测,发现偏差大的应进行及时调整。如果发现下沉较普遍,应对底板进行调整。

(2)检查顶板、底板、斜腹板厚度(不小于设计值),对超限的应进行调整。

6 线型监测

移动模架的预拱设置是保证箱梁竣工高程合格的关键,而预压荷载为模拟箱梁自重荷载,可能与实际有偏差,因此浇筑过程中应观测模板下沉量与预拱设置差值,作为下一跨预拱设置调整的依据。预应力张拉对翼板高程影响较大,因此应监测张拉前后梁顶各点的高程变化情况。

6.1 主梁线型监测的内容及目的

主梁线型在主梁施工过程中具有十分重要的意义,线型监测的内容包括:施工各工况下(底板安装完毕后、浇筑前、浇筑后、张拉后、脱模后)的顶板、底板高程及其变化值,由于底板、顶板的变化值并不一致,其底板应反映绝对标高及变化量,为主控值,顶板反映其相对变化量,为参考值。

主梁线型监测的目的是:①、评定底板竣工线型的质量。②、通过测定底板、顶板在各工况下的线型变化,为技术部门及时正确的调整底模预拱度提供测量

依据。

6.2 监测点的布置

主梁底板、顶板线型点采用预埋钢筋的方法进行,预埋钢筋底部应密切接触模板,钢筋露头2cm即可,监测点钢筋头要打磨平整,并事先做上油漆。

6.3 监测过程实施

工况一:底模安装完后线型测量

工况二:混凝土浇筑前线型测量

工况三:混凝土浇筑后线型测量

工况四:张拉后线型测量

工况五:脱模后线型测量

6.4 监测注意事项

(1)一定要保护好监测点,监测点一旦破坏,就失去了监测数据的连续性,从而不能正确反映其变形值;

(2)监测时主梁梁面尽可能清理干净,不能存在较大的集中荷载或动载(如通过车辆、风镐震动等),否则会影响观测成果的真实性;

(3)监测时箱内要保证充足的照明;

(4)尽量避开高温时段观测。

7 结束语

本方案可使用于各种桥梁箱梁的移动施工测量。也可供专业人士参考交流。

参考文献:

- [1] 富阳鹿山大桥施工组织与设计及相关图纸。
- [2] 刘绍堂. 建筑工程测量 [M]. 郑州: 郑州大学出版社. 2006.
- [3] 刘绍堂,赵站杨. 杭州湾跨海大桥 70 米箱梁施工期间的变形监测[J]. 世界桥梁, 2007(2): 58-60.
- [4] Herbert Landau, Ulrich Vollath, Xiao-Ming Chen, Virtual Reference Station Systems, Journal of Global Positioning Systems[J]. 2002
- [5] Zhang, G. Lachapelle, Precise estimation of residual tropospheric delays Using a regional GPS network for real-time kinematical applications, Journal of Geodesy [J]. 2003: 754.

Lushan Bridge Construction Moldbase Mobile Measurement Technology

CUI Yi-fang¹, ZHAO Zhan-yang²

(1. Investigation of the Yellow River Planning and Design Institute of Information Engineering of Surveying and Mapping Co., Ltd, Zhengzhou Henan 450006, China; 2. China Railway Bridge Bureau Group Co., Ltd. The First Project in Zhengzhou, Henan Zhengzhou 450053, China)

Abstract: lushan bridge a total length of some line of 2.422km, across approximately 900 m wide Fuchunjiang, water and land-based Approach for using prestressed concrete box girder, span for the 31 ~ 50 m, the total length of 1018.1m, increase from 25 pairs of cross-strait Beams with Large composed mainly mobile construction moldbase. Combination of the bridge profile and characteristics of the project on the movement of the bridge construction moldbase measurement method.

Key words: Mobile moldbase; box; construction survey; linear observation