

文章编号:0494-0911(2005)01-0044-03

中图分类号:P258

文献标识码:B

润扬长江公路大桥北汉斜拉桥施工测量

顾碧峰¹, 蔡少云², 蒋 波¹

(1. 江苏省长江公路大桥建设指挥部, 江苏 镇江 212002;

2. 中港二航局润扬大桥 C1 标项目部, 江苏 扬州 225000)

Construction Survey in the Cable-stayed Bridge of Runyang Yangtze River Road Bridge's North Branch

GU Bi-feng¹, CAI Shao-yun², JIANG Bo¹

摘要:结合润扬大桥北汉斜拉桥施工特点,介绍大桥施工测量的原则和方法,提出索塔测量的步骤和要求,论证箱梁线形控制的精度和方案。

关键词:斜拉桥;施工测量;线形控制

润扬长江公路大桥位于江苏省镇江市与扬州市之间,是江苏省“四纵四横”公路主骨架和跨长江通道的重要组成部分,北联同江至三亚国道主干线,南接上海至成都国道主干线,由北接线、北汉斜拉桥、世业洲高架桥、南汉悬索桥、南接线等 5 个部分组成,项目全长 23.56 km,其中北汉桥为 176 + 406 + 176 m 的双塔双索面三跨连续钢箱梁斜拉桥,双向 6 车道,设计行车速度为 100 km/h,桥面宽度 32.5 m,设计车辆荷载采用汽车超 20 级,挂车 120 级,桥下通航净高 18 m,通航净宽不小于 210 m。C1 标工程为北汉斜拉桥下部结构和上部安装工程,于 2001 年 2 月 1 日开工建设。做好施工测量工作是保证大桥质量的一个重要环节^[1,2]。

一、施工控制网的维护、检测和加密

北汉斜拉桥的施工控制网采用桥轴坐标系,高程采用黄海独立高程系。其首级控制网按二等边角网方案施测,高程网按二等水准精度要求施测。由于不同施工阶段对控制网的要求不同,加之个别控制点受施工影响会发生变位,所以必须加强施工控制网的维护和检测工作。当测量控制点数量不足时,亦应采用加密控制点,以满足施工需要^[3]。

北汉斜拉桥施工测量控制网自建立以来,不断演变的过程见图 1。

为保护施工控制网点,我们在观测墩四周打上钢管,设置护桩,并绘制点位平面图,提供给工程部门,供其在规划临时设施时充分考虑点与点之间的

通视等问题。

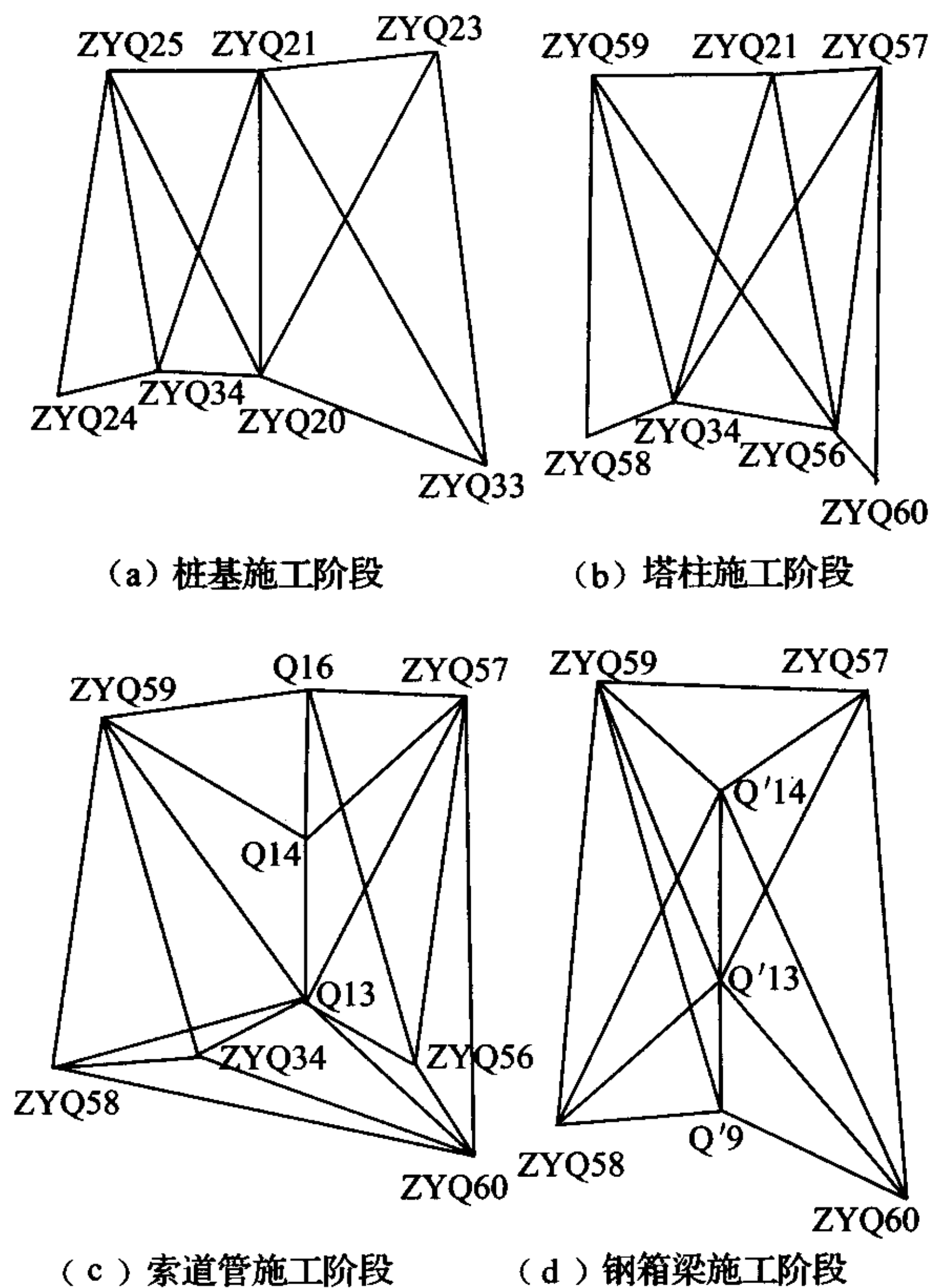


图 1 施工控制网演变过程

平面控制网检测和加密,使用 TCA2003 全站仪,按二等测边网的要求施测,前后 7 次测量的点位中误差均小于 ± 2 mm。高程控制网检测和加密,使用 NA2 + GPM3 水准仪按二等水准的要求施测,跨

收稿日期: 2003-08-07

作者简介: 顾碧峰(1978-),男,江苏南京人,工程师,主要从事桥梁工程研究工作。

江部分用 EDM 三角高程法进行。为提高 EDM 三角高程法的精度,采用零梯度状态观测法。所谓零梯度状态观测法,就是寻找大气逆转点相应时间进行观测,我们的做法是:在下横梁(高程 + 30.888 m)和钢吊箱(+5.0 m)上分别放置两个干湿温度计,测定其温度,当两者温度接近一致时进行观测,一般零梯度状态发生在日落和日出前后。该法经本工程的数次运用,得到了满意的结果。

二、索塔基础施工测量

北汉斜拉桥两主墩采用双壁有底钢吊箱作为挡水结构,进行承台施工,同时钢吊箱兼作承台模板。由于钢吊箱尺寸大(平面尺寸 39.1 m × 26.5 m,壁厚 1.5 m,高度 14.408 m),所以双壁钢吊箱正确定位,是索塔基础施工测量重点。其施工测量的主要任务是:水下地形的测量;护筒偏位的测定;钢吊箱底板开孔;现场沉放。

1. 水下地形测量

为防止钢吊箱在下沉的过程中遇到障碍物,需开展水下地形测量。由于桩密水浑,加之流速较急,测深仪无法进行可靠的测量。为此,我们专门制做了一个 25 kg 的铅制测砣,用 5 mm 的钢绞线连接,由施工塔吊配合来测量水深。

2. 护筒位置的测定

在 13[#], 14[#] 墩钻孔桩基础施工完毕后,清除每根钢护筒内的水和浮浆,并解除护筒与平台之间的约束后进行护筒位置的测定。护筒顶口位置利用 3 维坐标法测量,共测 8 个点的坐标和高程。护筒底口位置的测定,采用特制的十字架,由 8 个方向找出护筒的中心,用吊垂线法引出护筒顶口,全站仪测出中心坐标,并用钢尺配合测出其高程值。

3. 钢吊箱底板开孔

利用测定的护筒顶口位置和底口位置,推算出底板处的护筒位置,然后在钢吊箱底板上放线画圆开孔。根据本工程的实际情况,开孔半径应比护筒半径大 10 cm。

4. 现场沉放

在钢吊箱沉放前标出纵横轴线,在沉放过程中需进行监测,以便指导沉放。在钢吊箱基本沉放到位时,再用手拉葫芦进行校位,直至满足规范要求。高程先利用水位进行粗控,使钢吊箱比设计高程多下沉 10 cm,然后抽出钢吊箱壁体内的水使之自动上浮,达到设计高程。

三、索塔施工测量

北汉桥南、北索塔采用空间索面花瓶型混凝土

索塔,索塔由中下横梁分成上、中、下塔柱 3 部分,塔柱高度为 143 m。在索塔的施工中,施工测量的主要任务有:各节段劲性骨架的安装定位、各节段模板安装定位及其验收、各节段混凝土竣工测量、索道管定位、索塔的变形观测。

1. 劲性骨架的定位安装

塔柱劲性骨架是用来定位钢筋、支撑模板。在无较大风力影响情况下,采用重锤球法定位劲性骨架,以靠尺法作校核。如果受风力影响锤球摆动幅度较大,则采用全站仪 3 维坐标法定位劲性骨架。

2. 模板的定位与验收

根据施工图纸事先算出每一节段模板顶口四角点的理论坐标,现场用极坐标法进行放样。在每一节段竣工以后,须实测其位置和外形尺寸,测量方法用 3 维极坐标法配合钢尺丈量法进行。

3. 索道管定位

13[#], 14[#] 墩索道管共计 104 根,分布于上塔柱,呈空间分布状,设计允许平面位置偏差 ± 5 mm,允许高程偏差 ± 10 mm。由于索道管定位工作是一项精密测量工作,必须考虑受外界因素而引起的塔柱自身变位。定位方法为 TCA2003 全站仪 3 维坐标法。通常定位时间安排在 8 时前,且在无风的条件下进行。一般情况下,观测两测回。若外界因素变化使测量结果差异较大时,增加测回数(可达 4 ~ 8 测回),确保定位准确。

4. 索塔变形观测

本次变形观测采用了 TCA2003 全站仪实现了自动化变形观测。该仪器由马达带动,在望远镜中安有同轴的自动目标识别(ATR1)装置,可以对普通棱镜进行自动识别。同时,该仪器的 TPS1000 系统装有许多应用程序,其中 Monitoring 是一个自动监测程序,可以实现自动观测和自动存储数据。

为使监测工作实现自动化,我们采用具有良好稳定性的基准网信息,在无须测量气象元素的情况下,实现距离和方向的差分改正。

实践证明,这种观测方案是一种快捷、有效的观测手段。

四、塔墩质量评定

塔柱质量评定,主要是评定塔柱位置精度及塔柱的中心轴线偏差。

1. 塔柱位置的精度评定

北汉斜拉桥 13[#], 14[#] 墩主跨设计长度为 406 m(设计基准面为零高程面),实测两塔柱下横梁几何中心的水平距离为 406.001 m(30 m 高程面)。归

算至零高程面的距离为 405.999 m,差值为 1 mm。可见塔墩位置放样符合设计要求。

2. 塔柱中心线轴线偏差

塔柱中心线轴线的质量评定,使用频数比较法。13#、(14#)墩塔柱共分 36(37)个节段施工,测量数据表明,北汊斜拉桥的塔柱施工质量是优良的(见表 1)。

表 1 塔柱中心线轴线的质量频数比较表

组距	理论频数		实际频数		备注
	出现个数	百分比	出现个数	百分比	
0~5 mm	60	68	67	76	以 5 mm 为组距对偏差分组取 $\xi=0$, $\sigma=\pm 5$ mm 以 $\mu=(x-\xi)/\sigma=x/\sigma$ 为引数查表,计算出理论频数
5~10 mm	24	28	20	23	
10~15 mm	4	4	1	1	
15~20 mm	0	0	0	0	

五、钢箱梁施工测量

北汊桥桥面采用钢箱梁,为确保主桥线形在成桥后的标高及轴线符合设计要求,在施工过程中必须进行严格的施工控制。

1. 标准梁段安装

1. 平面位置的控制。由主梁设计图(如图 2)可知,施工控制点至标准梁段的最大距离约 200 m。为保证测量精度,采用正、倒镜投影方法测定标准梁段的轴线偏差。因桥面吊机遮挡了桥梁中心线方向,须先在上下游两侧的 Q'13(或 Q'14)、Q''13(或 Q''14)控制点上设测站,间接地测定安装梁段的轴线偏差。当上、下游两侧实测的轴线互差小于允许值时,取它们的中数,当轴线互差超出允许值时则应重测。

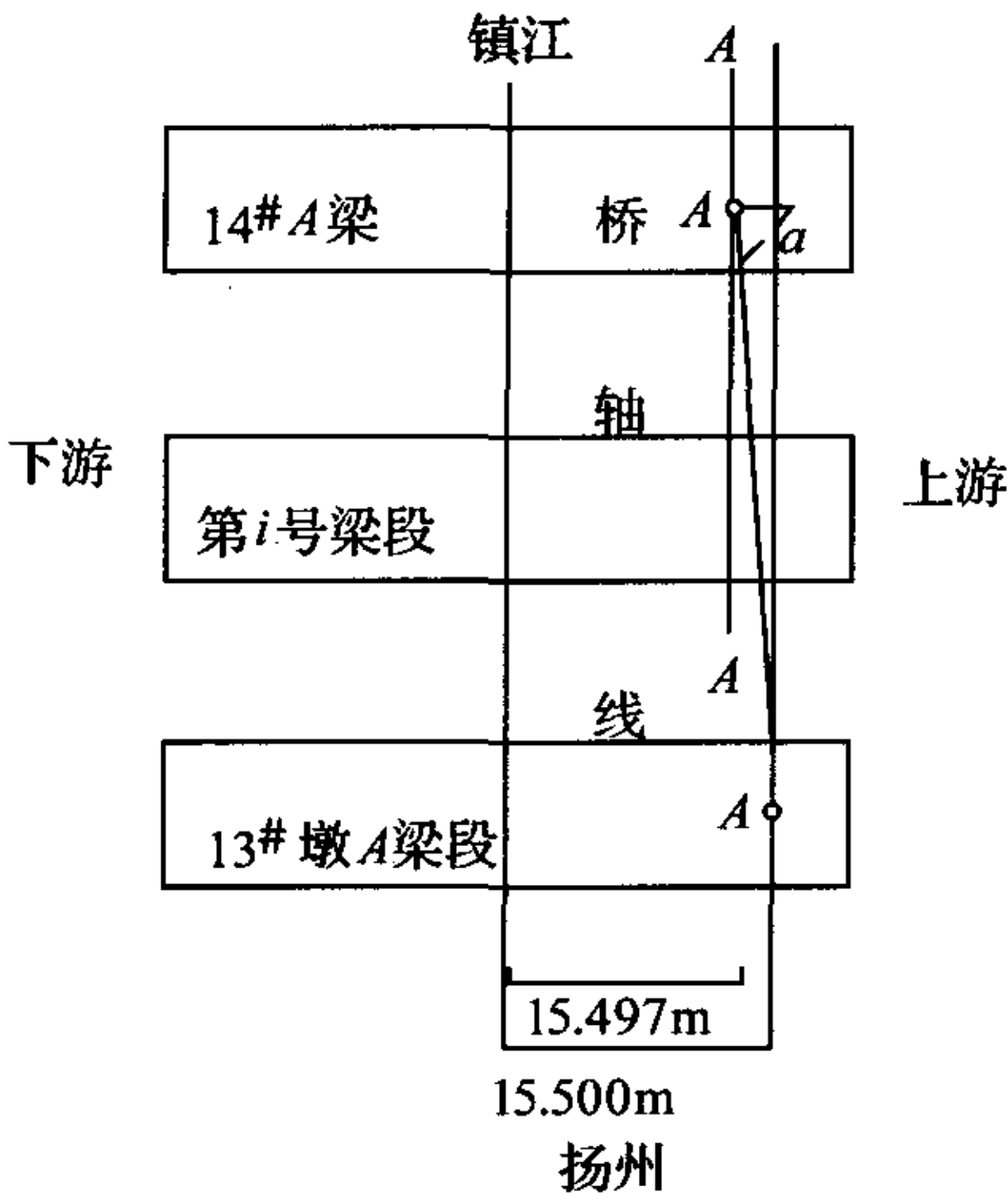


图 2 钢箱梁施工测量

2. 线形测量的高程控制。桥面线形的高程控制,采用水准测量的方法。为了减小仪器误差影响,在标准梁段安装施工期间,水准仪每天检校 i 角一次,i 角不大于 6"。在标准梁段安装过程中,定位好的当前安装梁段,完成拼装接头焊接后,该梁段的高程将下降 10~15 mm。所以,在当前梁段安装时,应预先提高 +10 mm。

2. 合龙段安装

1. 边跨合龙段的控制。边跨主梁安装的特点是:主塔墩受临时锚固约束,过渡墩处于自由状态。其中位于支架上的梁段,先向岸侧推移 30 cm 后焊成整体,待安装边跨合龙梁段时,再使其复位到设计位置。为了限制相邻梁段焊缝的系统误差,力求合龙时的边跨长度与设计长度相符,安装边跨各梁段时,使用检定过的钢卷尺确定里程,根据里程偏差量大小,适当调整和控制焊缝的宽度。

2. 中跨合龙的控制。中跨主梁安装的特点,是中跨主梁的两端,在塔墩处均受到临时锚固约束。因为钢箱梁的胀缩受气温影响十分显著,在不同天气和气温环境下,对合龙口需进行动态监控,并根据测量结果选择合宜的合龙时间,确定合龙梁段切割的尺寸和体形,使其在合龙时与合龙口相吻合。这是中跨合龙梁段顺利安装到位的关键。

为了全面反映出合龙口的状态,监控测量的项目包括箱梁悬臂端上缘之间和下缘之间的水平距离,箱梁悬臂端上、下缘铅垂线之间的水平偏差,箱梁悬臂端受日照影响产生的旁向弯曲,合龙口两端的高差。

根据设计要求,测点布置在箱梁顶、底板的两端,箱梁中线处和与箱梁中线成对称的纵隔板处,见图 3(a),它们在 NJ13, SJ13 梁段顶板上相应的位置,见图 3(b)。

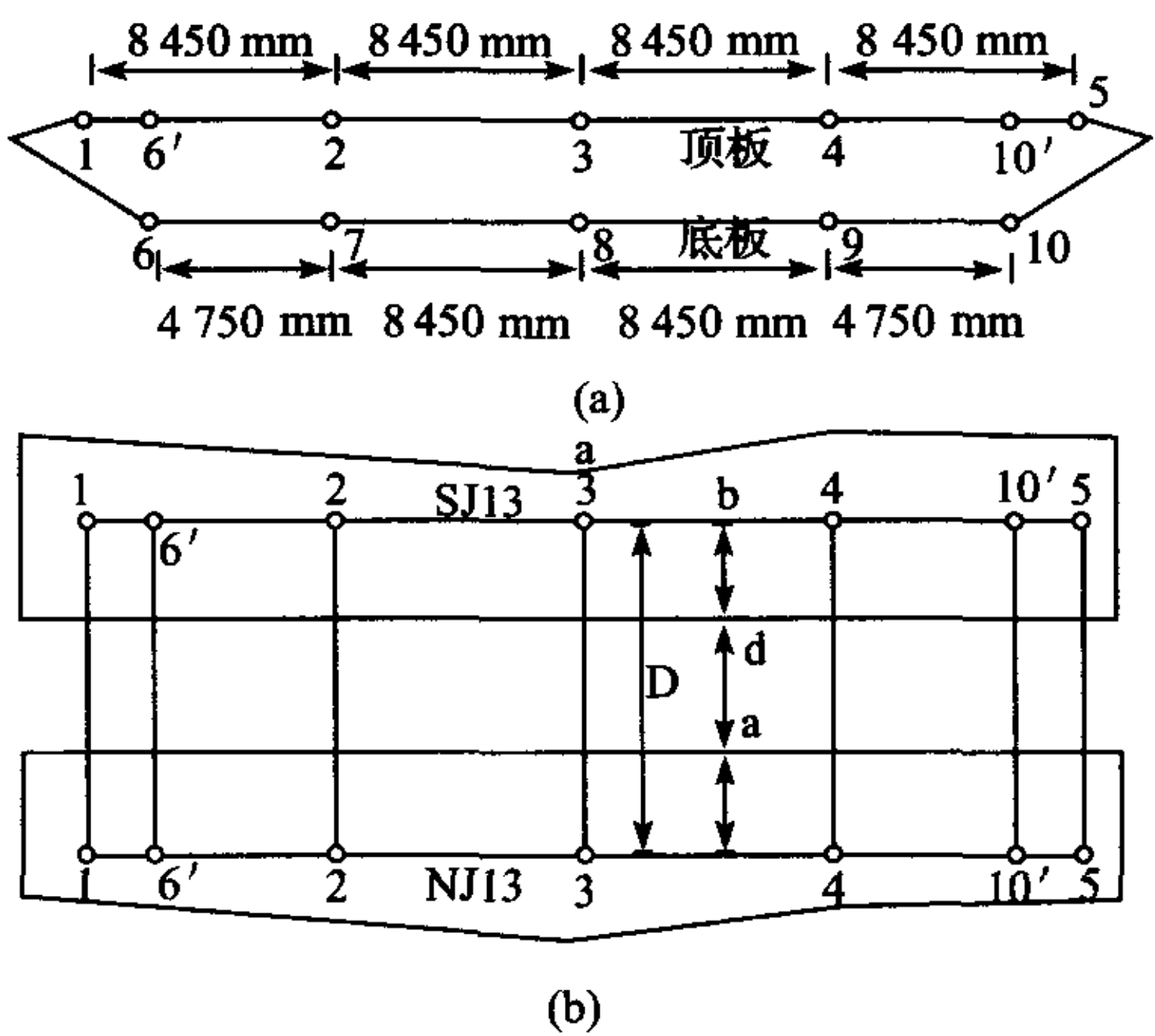


图 3 合龙口控制之布置

(下转第 60 页)

单元,记录了对应的时间序列发病人数资料,能够基于地图查询逐日发病人数和历史累计发病人数情况,并用分层设色图表达非典发病强度的地域分布。基于疫情分布图能够进行各省市每日疫情增量走势统计折线图和累计疫情发展统计柱状图的图形查询和统计分析工作。

4. 实现多途径疫情上报接口技术。除采用 GIS 技术外,系统还可以扩展集成 GPS 功能、固定和移动通信功能、警务移动双向查录系统以及车辆监控指挥控制系统等一系列最新成果,具有良好的兼容性,可与各级政府在建的信息化系统互通互联。

5. 系统建设速度快,成本低。本系统主要依托现有的信息化基础设施以及移动通讯网等,省、地(市)、县 3 级的信息控制中心,利用现有的设备安装上该系统的软件即可。

五、结束语

正如国务院发展研究中心宏观经济研究部魏加宁博士接受记者专访时所说:不能好了伤疤忘了痛,

(上接第 46 页)

合龙口短距离测量,采用钢卷尺丈量法,量距时钢卷尺拉力为 10 kg。轴线偏差使用 TCA2003 全站仪测量,采用正、倒镜投影法。合龙口两侧的高差,使用 NA2 水准仪按三等水准测量方法测定。距离和高差每隔 2 小时测量一次,每次测量始、末读记温度。

根据测量资料配切的合龙梁段,在中跨合龙时实测的轴线偏差为 1 mm;焊缝处相邻梁段的高差小于 3 mm;上游和下游侧的梁段两端高差观测值与设计值之差为 5 mm 和 6 mm。由此可见,中跨合龙的控制测量取得了满意的精度。

盲目乐观,越是形势好,越要警惕风险隐患^[2]。基于 GIS 技术的 SARS 疫情管理和预警决策指挥系统为疾病预防控制中心、卫生部门、各级政府迅速了解非典型肺炎的疫情传播态势,进行疫情分析和决策指挥控制提供了高效的操作平台。目前,全国各地都相继开展了防控 SARS 大演练,因此,在今后一段时期内,如何充分利用现有的科技手段,结合目前各级政府的电子政务建设,探索 SARS 或类似突发性公共医疗卫生事件的预防和防治是一项艰巨而十分有意义的工作。

参考文献:

- [1] 王家耀. 空间信息系统原理[M]. 北京:科学出版社, 2001.
- [2] 魏加宁. 后 SARS 时代不能好了伤疤忘了疼[EB/OL]. <http://www.cas.ac.cn/html/Dir/2003/06/19/5680.htm>, 2003-06-19.
- [3] 陈俊, 宫鹏. 实用地理信息系统[M]. 北京:科学出版社, 1998.

六、结束语

实践证明,我们采取的施工测量的方法是可行的,北汉斜拉桥的各项施工测量工作均满足设计要求。

参考文献:

- [1] 林元培. 斜拉桥[M]. 北京:人民交通出版社, 1994.
- [2] 秦 锐, 李裕忠. 桥梁工程测量[M]. 北京:测绘出版社, 1991.
- [3] 吴栋材, 谢建纲. 大型斜拉桥施工测量[M]. 北京:测绘出版社, 1996.

欢迎订阅《地图》杂志

本刊为海内外公开发行全彩色双月刊,单月 15 日出版,每期定价 12.00 元,全年定价 72.00 元。全国各地邮局均可订阅,邮发代号:2-912。直接向编辑部办理订阅手续,可享受地图世界读者俱乐部会员优惠价 50 元(平寄),60 元(挂号)。

地址:北京复外三里河路 50 号

邮编:100045

电话:010-68531244, 68531324