

桥梁施工检测方法

姚连璧, 沈云中

(同济大学 测量与国土信息工程系, 上海 200092)

摘 要 在桥梁施工过程中经常需要对各施下部件的位置进行检测, 本文结合海瑞大桥安全性检测工作, 讨论了桥梁施工检测过程中控制网布设、GPS-RTK 桥桩放样和承台中心位置及高程测量、墩台中心及台顶高程的全站仪测量方法, 为 GPS-RTK 结合全站仪进行桥梁检测提供了有益的案例。

关键词 桥梁 施工测量 检测

中图分类号: TU198 文献标识码: B 文章编号: 1672-4097(2004)02-0022-04

1 引 言

海瑞大桥位于海口市自府城管区赵村至灵山镇新岛管区雅坡之间。东连琼山区, 西接海口市府城区, 对完善海口的交通网络具有重要意义, 是海口市重要的桥梁之一。该桥梁设计全长 1323.24m, 桥宽 29m, 桥孔布置(自海口岸(西)至灵山岸(东))依次为 $1 \times 16.62 + 6 \times 17 + 5 \times 20 + 45 + 3 \times 70 + 45 + 5 \times 40 + 26 \times 20 + 1 \times 19.62$, 其中前 5 孔为西引桥, 中 10 孔为主桥, 后 27 孔为东引桥, 除桥台桩径为 1.5m 外, 其余桩径均为 1.2m, 桩长西引桥为 45m, 东引桥 11 号至 24 号墩桩长 45m, 25 号至 37 号墩桩长为 48m。该桥梁于 1995 年 11 月动工, 施工到 1996 年因故停工, 现拟继续建设。为满足工程建设需要, 故需完成对原有结构物的检测工作, 通过现场进行踏勘、测量和内业处理, 主要完成了以下工作:

- (1) 控制测量, 包括平面和高程控制测量。
- (2) 0 号至 10 号承台的平面及高程的测定。
- (3) 11 号到 37 号墩台的平面及高程的测定。
- (4) 利用 RTK 技术进行 01 号至 015 号桩位的

放样测量。

2 控制测量

为提高测量和放样工作的精度, 首先布设了平面和高程控制网。

2.1 平面控制测量

平面控制测量采用了如图 1 所示的边角网进行布设。为表示点位之间的观测关系, 图中各点只是相互关系的示意图, 与实际点位不具有相似的比例关系。观测采用 SOKKIA SET230R 电子全站仪, 测角精度为 $2''$, 测距精度为 $2\text{mm} + 2\text{ppm}$; 观测了相应的边长和水平方向。边长观测时输入温度和气压等气象数据进行乘常数的改正。数据处理时固定 DQ5 和 DQ8 两个点的平面坐标, 采用最小二乘算法进行解算, 获得各点的平面坐标和点位误差。

2.2 高程控制测量

利用 DQ5 (QBM4)、DQ8 (QBM6) 两点为高程控制点, 布设成一附和高等路线, 如图 2 所示。

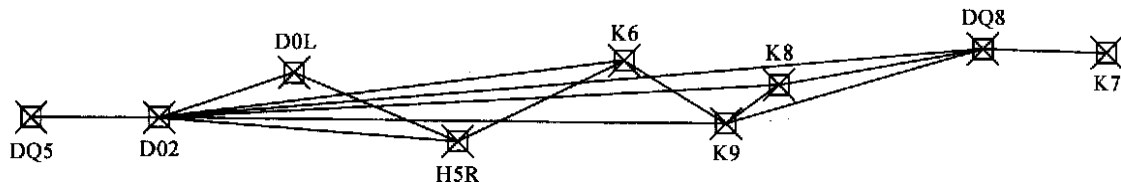


图 1 平面控制网示意图

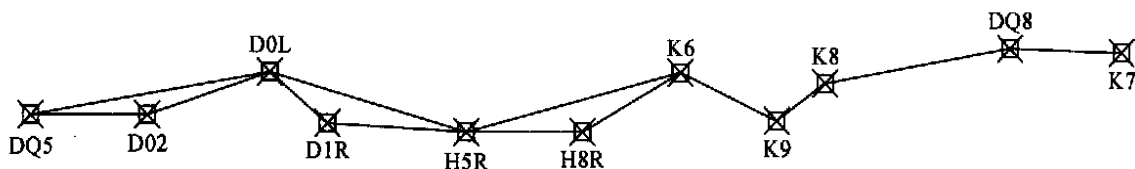


图 2 高程控制网示意图

整条线路采用近距离测距三角高程在两个高程控制点间进行了 2 次测量,线路长度为 1.2 Km,两次测量的高差之差为 6mm,达到 3 等水准测量闭合差的精度要求,经平差计算获得的各点的高程。利用加密后的控制点高程测定各承台和墩台的高程。

3 放样测量

放样测量主要集中在海口岸一侧,当时很多位置已打桩,但未建承台,现在需要找出已打的桩位并做桩基试验,因此放样的目的是恢复原施工桩的平面位置,进行开挖,以确定是否有桩。即将桩中心位置设计坐标放样到实地,打入小木桩(实际位置以木桩上铁钉为准)。

结合本工程的特点,放样测量采用 Trimble 实时动态 GPS 接收机,其中以 5700 接收机一台作为参考站,5800 接收机一台用于流动站,RTK 电子手簿一个;测量精度为 $1\text{cm} + 1\text{ppm}$ 。该方法能在满足精度要求的前提下,快速测定出每个桩的平面位置并获得各点的高程。具体实施步骤如下:

放样时首先选定一参考点架设参考站,选点安

置原则:(1)周围无高大的建筑物,以免遮挡卫星或多路径效应的影响;(2)尽量安置在高处,以增加信号传播的距离等。根据实际现场情况,参考站选择堤坝上。首先在该点进行单点定位,然后流动站在 DQ5、DQ8 上采集数据,利用给定的地方独立坐标系(施工坐标系)的两个已知点和 GPS 外业测得的 WGS84 坐标求得两套坐标系的转换参数(两个平移参数,一个尺度参数,一个旋转参数),然后根据该参数可实时将 GPS 测得的 WGS84 坐标转换为施工坐标系下的坐标,以此测定出设计桩的平面位置。

点的坐标放样主要集中在 01 至 015 号墩上,根据甲方及原有施工单位提供的资料看,部分桩位已经完工。

在现场放样了 01 至 015 号墩上所有桩的平面位置,并采集了相应的高程数据,在已放样的点位上均做了标志,以利于开挖工作。在以木桩为标志的放样点位上打了小钢钉并在木桩上进行了编号。编号的原则为墩号+桩号,比如 0101 代表设计图纸上的 01 号墩的第一个桩。

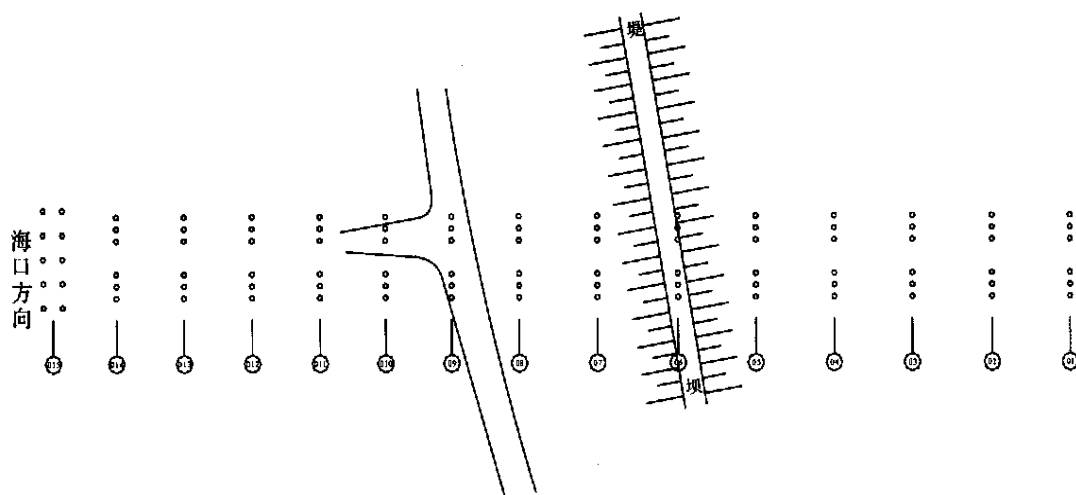


图 3 放样点位示意图

4 承台中心位置及高程测量

在南渡江中已建有若干承台,需要测量承台中心位置的平面坐标(施工坐标系)、高程和尺寸。

由于很难准确找到承台的中心,因此实测时采用 GPS-RTK 技术测定每个承台 4 个角的坐标然后各点坐标取平均获得承台中心的坐标。承台的长度和宽度直接用钢尺测量,对于能够量测到的承台厚度采用改造的 5m 水准尺进行,即将水准尺低部加

一铁制卡片来使水准尺的低部能够插入到水中直接钩住承台的下边缘,将在几个位置的测量数据取平均作为承台的厚度。承台的高程采用近距离测距三角高程在两个不同的测站上测量,其结果取平均作为该承台的高程。

对承台各点进行了编号,其编号原则如图 4 所示,1 号承台与其它承台形状不同,其各角的编号如图 5 所示。图 6 为各承台平面和立面图。

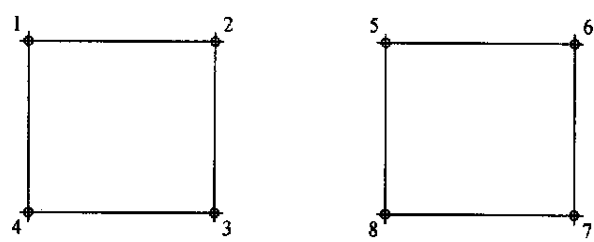


图 4 承台中心位置的测量

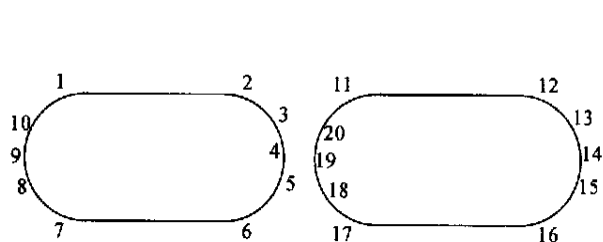


图 5 1 号承台点位示意图

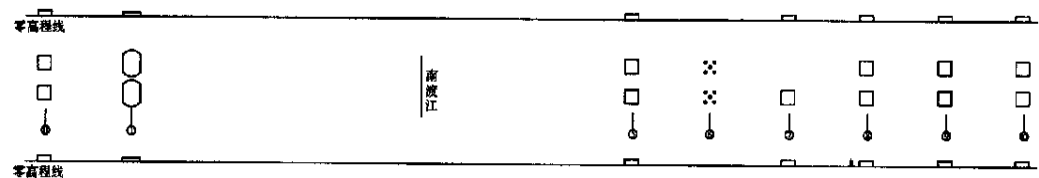


图 6 各承台平面和立面图

图 6 各承台平面和立面图

5 墩台中心位置及台顶高程测量

在琼山岸其墩台都已建好,需测量墩台中心位置的平面坐标(施工坐标系)、高程和尺寸。

如图 7 所示,利用反射片直接放置于墩台的棱角处,对于图中 3、8 两个角直接将反射片的中心与墩的棱角重合进行测量,对于 2、4、5、7 这样的点由于不能直接将反射片的中心与墩的棱角重合,因此测量时将反射片的一边与墩的棱角重合并保持反射片的面与仪器的视线相垂直。测量时仪器的视线直

接对准墩的棱角进行坐标测量。对于未直接测得的 1、6 点采用测量 1 - 2、1 - 4、5 - 6、6 - 8 间的边长进行边长交会获得。根据 4 个点的坐标取平均可获得中心点的坐标。

墩顶高程的测定采用测距三角高程方法。如图 8 所示,在任意位置处放置反射片测量水平距离,然后测量该点对应的墩顶点的垂直角,进而可以算得墩顶的高程。实测时一般选取了 2 个角对应的墩顶进行测量,然后取平均作为该墩的墩项高程。图 9 为墩台平面与立面图。

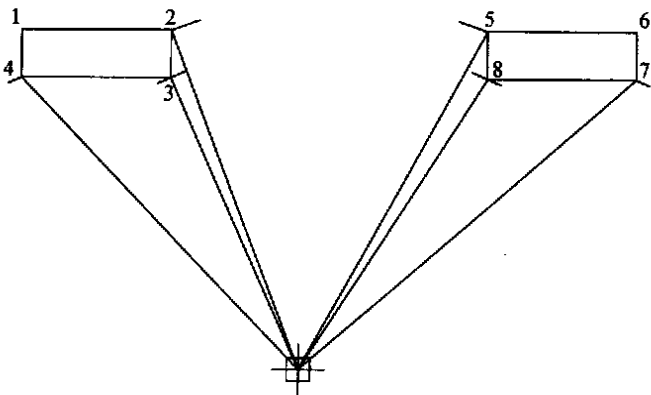


图 7 墩台中心的测量方法

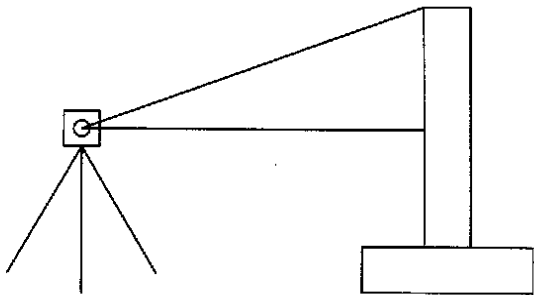


图 8 墩台顶部高程的测量方法

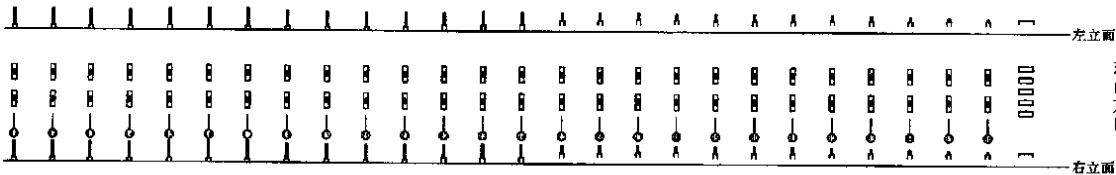


图 9 墩台平面与立面图

6 结 语

通过海口市海瑞大桥的检测测量工作有如下几

点体会：
6.1 RTK在点位放样及控制点的寻找上起到了很大的作用并且提高了工作效率。（下转第 27 页）

```
d(no,:) = [];  
end;  
  
根据误差方程系数阵、常数项和权阵,可以调用  
函数 szwendingfx(B,P,L);  
  
»B = [ - 1,1,0,0; - 1,0,1,0; - 1,0,0,1;0, - 1,1,0;0,0,  
- 1,1;0,1,0, - 1];  
»P = diag([2,2,2,1,2,1]);  
»L = [26.2,70.8,336.5,45.2,265.8, - 310.3;26.0,70.6,  
335.2,44.9,264.8, - 309.4]';  
»f = 3  
»[No] = szwendingfx(B,P,L,f);  
对两期单位权方差进行同一性检验的参数:
```

```
F0 = 2.6914  
请输入 F(3,3,0.05)的值 9.3  
检验整体检验有无动点参数:  
F = 17.2043  
请输入 F(3,6,0.05)的值 4.8  
被剔除的点是 4  
继续剔除  
判断是否需要继续进行点的剔除参数:1.222523e+000  
请输入 F(2,6,0.05)的值 5.1
```

剔除完毕.
不稳定的点是:4 点
稳定的点是:1 点、2 点和 3 点

4 结 语

- 4.1 MatLab 可以提供人机交互,可以方便的实现矩阵的各种计算,较其他高级语言计算有着简洁、可读性好的特点。
- 4.2 MatLab 的测量数据还可以在最短的时间内完成算法的设计和验证,以及一些特殊的矩阵计算,比如 Kalman 滤波,自滤波,小波变换等。
- 4.3 用 MatLab + 高级语言开发测量数据处理软件有着开发周期短、软件维护成本低的特点。

参考文献

1 李青岳,陈永奇.工程测量学.北京:测绘出版社.1995

2 马兴义,杨立群等. MatLab6 应用开发指南.北京:机械工业出版社.2002

3 陶本藻.自由网平差与变形分析.北京:测绘出版社.1984

4 龚剑,朱亮. MatLab 入门与提高[M].北京:清华大学出版社,2000

Analysis of the Benchmark Stability Based on Matlab

Yao Zhanpai , Gou Zhongcai
(Shenzhen Kincon(Group) Co. ,Ltd. Shenzhen Guangdong 518040)

Abstract Matlab is powerful mathematic software tool for data processing in surveying engineering. This paper tries to solve stability estimation of benchmarks in deformation monitoring by using Matlab , The computational example shows the feasibility and superiority of the approach.

Key Words Matlab , Benchmark , Stability , Mean spacing method

(上接第 24 页)

- 6.2 利用反射贴片测定柱角点坐标精度较高,通过与柱台实测边长的比较,其精度在 5mm 以内。
- 6.3 墩台顶部高程采用近距离测距三角高程方法具有方便且能满足精度需要的特点。
- 6.4 由于中间已有建好的承台,大大缩短了跨江高

程测量的难度。利用近距离测距往返三角高程测量可以达到三等或四等水准测量的精度。

参考文献

1 姚连璧、周小平. 线路与桥隧 GPS 测量. 上海:上海科技文献出版社,1999. 1

Examining Surveying Method in Bridge Construction

Yao Lianbi , Shen Yunzhong
(Surveying and Land Information Engineering Department of Tongji University , Shanghai 200092)

Abstract During bridge construction , it always needs to check the position and elevation of the bridge's components. Combined with the security survey of Hai-rui Bridge , this paper discusses the establishment of the bridge control network , the GPS RTK surveying of the central position and elevation of bridge stake's bedrock , and the total station surveying of bridge frusta. The method in this paper provides helpful case for the bridge examining surveying with GPS RTK and total station.

Key Words Bridge , Construction surveying , Examine