

文章编号:1674-2869(2009)05-0044-04

桥梁高墩施工线形控制技术

贾康田

(中铁十二局集团有限公司,山西 太原 030024)

摘要:宜万铁路龙王庙特大桥,最大墩高达106.5 m. 针对龙王庙特大桥墩高、风大的特点,研究采用了高墩施工综合法线形控制技术,即采用布设立体控制网,用竖向激光铅直仪与全站仪配合使用的方案,该技术精度完全满足规范要求,形成了高墩施工独特的线形控制技术,可适用于各类复杂地质条件下高墩施工线形控制。

关键词:高桥墩;线形;控制

中图分类号:U448

文献标识码:A

0 引言

随着高速铁路、高速公路的快速发展,我国桥梁建造技术的进步极快,桥梁跨径、墩身高度不断提高,结构形式不断创新. 宜万铁路龙王庙特大桥,最大墩高达106.5 m,在全国同类型桥梁中排名第二. 加上当地天气变化大,雨天、雾天、强光照天气频繁变化,给测量工作带来诸多不便,常规的控制测量方法很难保证测量精度. 承建该工程的中铁十二局集团在施工过程中通过科技攻关,精确计算,采用高墩施工综合法线形控制技术,即布设立体控制网、竖向激光铅直仪与全站仪配合使用的方案,形成了高墩施工独特的线形控制技术。

1 工程概况

宜万铁路龙王庙特大桥位于鄂、川交界处,全长922.69 m,共23个墩台,桥跨布置为 $2(10 \times 32)$ m 预应力砼简支梁+ $(60+2 \times 100+60)$ m 预应力砼连续梁+ $2(8 \times 32)$ m 预应力砼简支梁,其中11#~13#墩为控制工期的主墩,11#墩高86 m,12#墩高106.5 m,13#墩高67 m,主墩均为圆端形空心墩. 收坡坡度外侧为35:1,内侧为65:1. 该桥正处于低谷的风口处,最大风速达6级,每年的一、三季度为风季,极端风速为24 m/s. 在强风、光照、雨天、雾天等环境下,进行高桥墩施工,许多技术问题是以前没有遇到过的,也没有现成技术可以套用,施工过程中精确的控制测量难度尤为突出。

2 线形控制方案选择

根据桥址地形特点,为了保证控制网精度,保证控制网被破坏后可立即恢复且不影响施工,我们对导线网、三角网和双层立体四边形控制网进行了比较。

导线网,由于其结构简单,被破坏后、不易恢复,而且精度偏低。

三角网虽可满足精度要求,但是由于现场地形绝对高差有100多米,仰角过大,导致误差加大,而且破坏后不易恢复。

双层立体四边形控制网,既可减少仪器因仰角过大造成的误差,也可保证控制网被破坏后可立即恢复,故采用双层立体四边形作为控制网。

在保证桥中线精度基础上,根据3000型液压平台翻模的特点,利用全站仪与激光铅直仪配合使用的方法进行高墩线形控制。

3 测量控制技术

3.1 桥中线定测

墩台定位之前首先确定桥中线精度,其精度按该桥的桥中线长度、桥梁跨数计算后取值,桥中线中误差33.17 mm,桥中线相对中误差 $\frac{1}{27814}$ 。

该桥跨过一深沟,两台处到河床底面相对高差达127.25 m,其中河床底面至12号墩地面俯仰角达 $45^{\circ}03'$,考虑到坡陡俯仰角大,桥中线定位时在中间设置4个临时转点,并把桥中线引向两台置高点,设立方向控制如图1。

收稿日期:2009-03-17

作者简介:贾康田(1966-),男,山西太原人,高级工程师,硕士,研究方向:建筑工程施工技术管理。

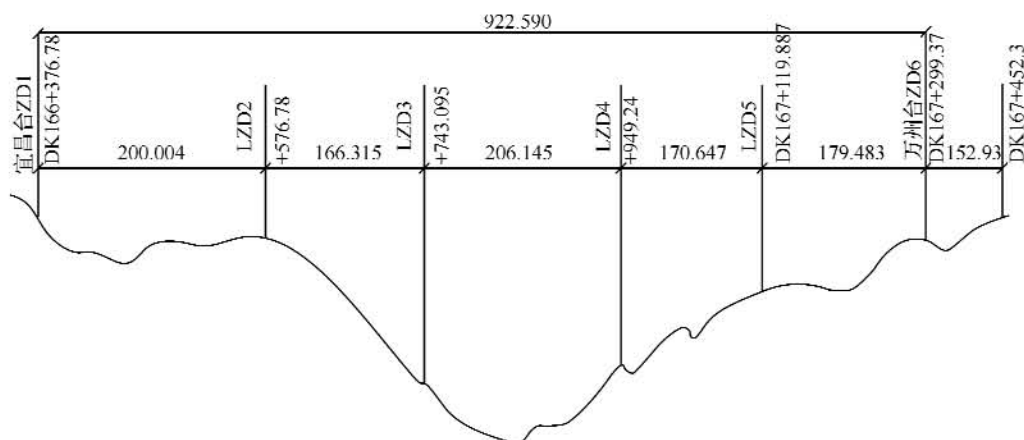


图1 桥中线转点布置图

Fig. 1 Turning point disposal of bridge midline

定位时,其距离、方向从宜昌端控制点闭合到万州端控制点。

闭合差: $922.59 - (200.004 + 166.315 + 206.145 + 170.647 + 179.483) = -4 \text{ mm}$

相对误差: $\frac{0.004}{922.59} = \frac{1}{230\ 648}$ (符合《工程测量

规范》^[1] 桥中线相对中误差 $\frac{1}{75\ 000}$ 的要求)。

3.2 高墩控制网设计

3.2.1 选择布置控制网

高墩控制网布置中,设置有共同边的双层立体四边形控制网见图2,设计等级为三级。文献[1]规定:交角选在 $30^\circ \sim 150^\circ$ 之间,基线长为桥中线长度的 $0.6 \sim 0.7$ 倍,仰角在 $3^\circ \sim 15^\circ$ 之间最佳。根据上述要求在远离11#墩滑坡体且不易被破坏的地方选点,埋设混凝土包铁桩(埋深 80 cm)。

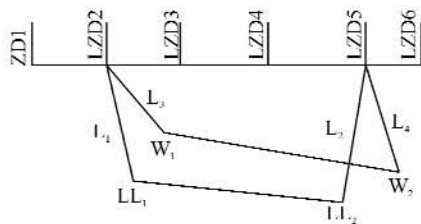


图2 双层立体四边形控制网

Fig. 2 Control net of double tridimensional quadrangle

3.2.2 控制网测设

测设控制网时,使用瑞士莱卡 TC1800 全站仪和美国天宝动态 GPS5800 进行校核控制测量,以提高控制网的精度。

3.2.3 控制网内业计算及平差

控制网内业计算及平差(全站仪测设数据)见图3。

控制网内业计算内容包括:进行角度闭合差计算及分配;根据连接角及导线转折角计算导线各边的方位角;根据已知点坐标,已知边长及导线

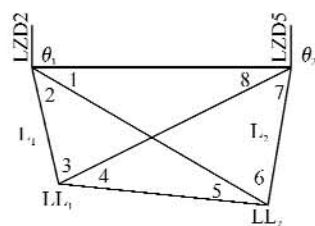


图3 测网内业计算及平差图

Fig. 3 Office work calculation and error compensation of surveying net

各边的坐标方位角计算未知点的坐标;进行坐标增量闭合差计算及分配;计算导线点最终坐标。

控制网的平差原理:观测各个内角,丈量基线的边长和基线的方位角;三角形内角和经过调整后应等于 180° ;中心点水平角之和经过调整后应等于 360° ;由某基线经过推算各边边长后,推回到该基线时应相等^[2-3]。

① 闭合差(以 LL 网为例)。

已知 $\theta_1, \theta_2, LL_1, LL_2$ 角度观测值,确定允许闭合差。经计算,允许闭合差 $= 0.679'' > 0.48''$ 。

根据菲列罗公式,算得 LL 网测角中误差为 $0.187 < 1.8$ (满足三级网控制要求)。

② 基线评定(以基线 L_2 为例,如表1所示)。

表1 基线 L_2 观测表

Table 1 Observation data of base line 2

| 编号 | 正测 | w | ww | 反测 | w | ww |
|----|----------|-----|------|---------|-----|------|
| 1 | 296.668 | 0 | 0 | 296.668 | 0 | 0 |
| 2 | 296.667 | 0.5 | 0.25 | 296.667 | 1 | 1 |
| 3 | 296.667 | 0.5 | 0.25 | 296.668 | 0 | 0 |
| 4 | 296.668 | 0 | 0 | 296.669 | 1 | 1 |
| 平均 | 296.6675 | | | 296.668 | | |

注: w 为基线长度改正数, ww 为改正数平方。

L_2 的改正数的平方 $[ww]$ 为 2.5,根据白塞尔公式,其中误差为 $m = \pm \sqrt{\frac{[ww]}{n-1}} = 0.598 \text{ mm}$ 。

相对误差为: $\frac{m}{L} = \frac{1}{196\ 420}$ (符合文献[1]基线相对

中误差 $\frac{1}{20\ 000}$ 的要求)。

③ 闭合差的分配(以 LL 网为例):

$$\sum \beta = \theta_3 + \theta_4 + K_c + K_B = \angle 1 + \angle 2 + \angle 3 + \angle 4 + \angle 5 + \angle 6 + \angle 7 + \angle 8 - 360^\circ = -0.46''$$

由于各角观测精度相同,将 $\sum \beta$ 平均分配到各个角度中,具体计算结果,见表 2。

表 2 控制网闭合差调整及边长计算

Table 2 Misclosure adjustment of control net and calculation of side length

| 角号 | 角度观测值 | 第一次改正 | 第一次改正后的角值 | 正弦对数 | 正弦对数 1 秒之差 | 第二次改正 | 第二次改正后的角值 |
|-----------------|-----------------|--------|---------------|----------|------------|-------|---------------|
| θ | 1 65°52' 35.03" | +0.22" | 65°52' 35.25" | 9.960312 | 0.94 | -0.45 | 65°52' 34.8" |
| | 2 63°14' 25.02" | +0.27" | 63°14' 25.29" | 9.950804 | 1.06 | +0.45 | 63°14' 25.74" |
| LL ₁ | 3 23°28' 50.06" | +1.15" | 23°28' 51.21" | 9.600366 | 4.85 | -0.45 | 23°28' 50.76" |
| | 4 23°31' 29.31" | +0.69" | 23°31' 28.62" | 9.601128 | 4.84 | +0.45 | 23°31' 29.07" |
| LL ₂ | 5 69°45' 14.74" | +0.14" | 69°45' 14.88" | 9.972303 | 0.78 | 0.45 | 69°45' 14.43" |
| | 6 61°40' 57.38" | -0.48" | 61°40' 56.90" | 9.944647 | 1.13 | +0.45 | 61°40' 57.35" |
| θ_2 | 7 25°02' 19.23" | +0.37" | 25°02' 19.60" | 9.626578 | 4.51 | -0.45 | 25°02' 19.15" |
| | 8 27°24' 08.77" | -0.52" | 27°24' 08.25" | 9.662980 | 4.06 | +0.45 | 27°24' 08.7" |
| \sum | 359°59' 59.62" | 0.46" | 360°0' 00" | | 22.17 | | |

4 线形控制技术

4.1 激光铅直仪的使用技术

使用激光铅直仪前要对其进行检验,最简单的方法是利用已立 68 m 高塔吊上搭设平台进行,在平台顶上用仪器自带接收靶作为接收靶,整平仪器,打开开关,水平转动仪器,以 90 为间隔依次旋转一周,每次将光斑中心标记在接收靶上,如果四个点重合,即表明仪器光束竖直,否则取四个标记点的中央位置再标记一次,作为校正仪器的照准点。

桥墩实体段施工完工后,在桥墩两圆心位置设置底端 50 cm×50 cm×50 cm 顶端 20 cm×20 cm×20 cm 的砼桩,预埋钢筋头,利用控制网和护桩精确定出两圆心点位,然后用钢板制作一个铁箱,保证圆心点在施工时不被坠物破坏,施工控制时将铅直仪安置在两圆心上,对铅锤仪进行严格的整平和对中,激光铅直仪发射出的光束即为桥墩的圆心点。

4.2 收坡技术

根据墩身的坡比加工相对应的液压自爬式翻模,每施工一节抽取或调换相对应的可调模板来控制墩身的线性。

4.3 全站仪和激光铅直仪的配合使用技术

墩身施工时,每升高 9 m,用全站仪对铅直仪进行一次校核,具体步骤为:

① 先由控网定出墩身的纵横方向点 1、2、3、4、5、6;桥墩截面测点布置如图 4 所示。

② 由激光铅直仪定出两圆心,检查圆心到以上 6 个点的尺寸。

④ 边长闭合差调整(第二次角度改正),计算结果见表 2。

⑤ 绘制控制标。

根据平差后的控制网和各墩台在控制网中位置,利用坐标法,可计算出各墩台的坐标,进行放样控制。

③ 比较由两种方法定出的圆心,如误差在 ±3 mm 之内,以全站仪为准,调整铅直仪后施工,如果误差超过 ±3 mm 检查原因,直到误差允许后再进行施工。

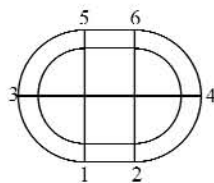


图 4 桥墩截面测点布置图

Fig. 4 Surveying point disposal of bridge pier section

5 高墩线形控制成果

龙王庙特大桥墩身线形控制效果良好,墩身线形笔直,墩顶贯通误差均小于文献[1]允许值,见表 3。

表 3 龙王庙特大桥 11 号~13 号墩贯通误差表

Table 3 Through error from No. 11 to No. 13 pier of longwangmiao super major

| 墩号 | 横向误差/mm | | 纵向误差 | | 误差/mm | 备注 |
|----|---------|---|------|---------|-------|------------|
| | 左 | 右 | 设计/m | 实测/m | | |
| 11 | 2 | 1 | 100 | 100.002 | 2 | 墩高 86 m |
| 12 | 0 | 2 | 100 | 100.003 | 3 | 墩高 106.5 m |
| 13 | 3 | 1 | 100 | 99.998 | 2 | 墩高 67 m |

6 结 语

布设双层控制网,运用全站仪与激光铅直仪配合使用进行高墩施工控制,该技术不仅可以满足规范精度要求,还可以在夜间进行放样作业,减

少测量放样工作量,方法简单,工作效率高,完全能保证墩身线形。

参考文献:

[1] 中国有色金属协会. GB50026-2007 工程测量规范

[S]. 北京:中国计划出版社,2008.

[2] 孔祥元,梅是义. 控制测量学[M]. 武汉:武汉大学出版社,2002.

[3] 王凤艳,陶渊洲. 测区垂直大气折光系数的变化及因地选择大气折光系数的意义[J]. 测绘通报,2005, (4):14-17.

Control technique of linear form in high bridge piers construction

JIA Kang-tian

(China Railway 12th Bureau Group CO., LTD, Taiyuan 030024, China)

Abstract: Longwang temple (Longwangmiao) bridge of Yi-wan railway has the 106.5 m maximum pier height. Based on the characteristics of High-pier and big-wind of this bridge, comprehensive linear control techniques for high-pier were investigated to form a set of special linear control technique of high pier. Because three dimensional control net was adopted and vertical Laser Plumb Aligner was used together with Total Station, this linear control technique of high-pier can completely meet with the precision requirements of specification and is suitable for linear control of high piers construction under various complicated geologic conditions.

Key words: high pier; linear; control

本文编辑:萧 宁



(上接第43页)

Spatial finite element analysis of reinforced concrete continuous rigid-frame curved slab bridges

SUN Qing-xin¹, CHEN Xu-yong², YANG Dong-bo¹

(1. Henan Provincial Communications Planning Survey&Design Institute CO., LTD, Zhengzhou 450052, China;

2. School of Civil Engineering & Mechanics, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: Plane curved bridges are proposed with the high-grade highway construction and further development of urban construction, and reinforced concrete continuous rigid frame curved slab bridges turn into one of the powerful competition bridges. In order to study the reinforced concrete continuous rigid-frame for the bending properties of space force, a reinforced concrete continuous rigid-frame curved slab bridge is introduced. Because curved bridges couldn't be analyzed commendably by plane software, finite element analysis of the bridge is established for spatial finite element software ANSYS, and ordinary steel modeling was not considered. On this basis, the checking of section is carried out by the plane software DR bridge. From the actual operating situation, the result is reasonable.

Key words: continuous rigid-frame; curved slab bridges; ANSYS; finite element

本文编辑:萧 宁