

斜拉桥索导管施工测量控制

郭建富

(中交路桥北方工程有限公司,北京 101100)

摘要:文章针对青岛丹山斜拉桥施工测量工作,结合国内目前斜拉桥施工测量技术和方法,主要完成如下研究工作:根据全桥测量的高精度要求,确定施工控制网方案;进行斜拉桥索导管测量方案比选,采用三维坐标放样法进行测设,尽可能减少环境因素(温度、风力、索力)对测设精度的影响,确保有效的测设精度,通过在施工中的应用,上述施工测量控制网及施工测量方法能有效保证全桥的测设精度,达到了预期研究的目的。

关键词:斜拉桥;索导管;施工测量控制;测量方案;测量控制网

中图分类号:U448

文献标识码:A

文章编号:1009-2374(2010)10-0133-02

一、工程研究的背景及意义

通过测量控制网和测设方案比选,确定一套切实可行、有可靠保障的测量控制网和测量控制方法,以尽可能减少或消除环境和内力因素的影响,有效保证斜拉桥索导管的测设精度,最终保证整个斜拉桥的成桥线形。

(一)工程简介

丹山斜拉桥位于青岛——银川高速公路青岛至即墨段四合同,横跨丹山水库。主桥为双排列独塔四斜索面预应力混凝土斜拉桥,跨径组合43m+96m+136m,索塔立面呈宝石型,在下横梁固结形成双塔联体四索面结构,在国内同类桥梁工程设计中属首创,塔柱由承台顶面算起高度为85.252米,塔肢断面为H型,塔柱内设型钢焊接而成的劲性骨架,斜拉索在塔上交叉锚固,主桥梁板为半悬浮体系。

(二)研究的意义

斜拉桥作为一种新型结构形式的桥梁,属高次超静定结构。作为传力载体的索塔和锚箱(索导管),对斜拉桥的成桥线型起着决定性控制作用,同时由于施工过程中受气温、日照、风力和结构挠曲的影响显著。施工测量控制工作,在整个工程施工中占有极其重要的作用,通过研究对提高测量控制水平有着极其重要的意义。

二、测量控制网的确定

(一)目前国内特大型桥梁测量控制网的形式

第一种控制网:以路线控制导线网作为基线建立附合导

线网,或者以路线控制导线网作为基线附设大地四边形。

(二)测量控制网的确定

综合上述两种控制网,本方案分别以原设计导线网中的导线点QY37、QY37、QY39、QY40为基站,采用GPS定位方法,确定主桥起、终中线固定桩QZ1、QZ2,再以轴线点的连线为基线,建立了大地四边形控制网,作为主桥施工测量的独立平面控制网。

三、测设方案的确定

(一)目前国内索导管定位采用的测量技术

目前国内斜拉桥索塔施工普遍采用轴线控制的方法,即首先根据控制断面高程计算出索塔断面特征点(角点)距离桥梁中线的水平距离L,在钢尺的中间点L/2处做记号,利用在轴线点上设站的经纬仪,瞄准桥梁轴线方向,左右移动钢尺,直到钢尺上的记号正好处于桥梁轴线上(即经纬仪准确瞄准记号时),则钢尺上刻度为0的点刻度为L的点正好为索塔特征点的位置,据此来调整劲性骨架、模板、索导管,直到符合为止,然后再复测高程,重新计算该高程位置索塔各特征点距离桥梁中线的水平距离L/2,重复以上工作进行二次调整,直到高程和水平距离全部符合为止;高程测量方法普遍采用倒挂钢尺配合水准仪读数法。

(二)测设方案的确定

1. 索导管测量定位的精度要求。为了确保斜拉桥成桥后斜拉索和主梁的线型接近设计线型,根据工程测量规范的要求,索导管空间位置测量定位的精度要求高达 $\pm 5\text{mm}$,即

都会遭到一定水的破坏,因此应尽可能采用新型防水材料在沥青面层表面涂上一层防水材料,形成不透水的薄膜封层,减少路面水在路面的滞留时间,使路面水尽快排到路基边沟,从而大大减少路面水的侵入,减少水对路面的破坏。

(五)加强道路养护管理

道路建成后,养护是关键。要延长沥青路面的使用寿命,必须加强路面的养护管理。雨后要及时补洞,补洞要规范、整齐,严格按照《沥青道路养护技术规范》要求及操作规程进行养护,把沥青路面的病害消灭在萌芽状态,避免雨水从病害处

渗入,造成路基弹簧路面大面积破坏。

三、结语

沥青路面发生的早期损害主要是水的破坏造成的,应着重从设计、施工、管理的角度出发,采取切实有效的措施,减少沥青路面水的渗透,尽量降低水的破坏。

作者简介:胡阳(1964-),男,辽宁义县人,锦州市市政管理处工程师,研究方向:道桥。

相对于原始控制网而言,索导管锚固端中心和出口中心的施工定位与设计位置偏差在 X, Y, Z 三个方向均不得大于 $\pm 5\text{mm}$ 。

2. 索导管测设坐标计算。丹山斜拉桥在设计图纸上仅用以下参数确定每一根索导管的空间位置:(1)索塔锚固区锚垫板中心点 A 的空间相对坐标 A (X_a, Y_a, Z_a);(2)斜拉索的纵向倾角(即斜拉索的竖直角在顺桥向竖平面上的投影角);(3)斜拉索水平投影的横向偏角(即斜拉索与顺桥向轴线所成的水平角);

以上斜拉索导管空间设计位置的设计参数,仅可确定每一根导管的空间设计位置,还不能直接用于施工放样。因此,要由上述设计参数推算出一套可确定每一根索导管空间设计位置的测量放样数据,即由索导管的设计参数计算所示的索导管的测量放样点 E 和 F 的高程、B 点、C 点、H 点的空间三维坐标。下面以左半幅桥路侧塔肢 1# 索导管为例,介绍其测量放样点设计坐标的推算过程。

由斜拉索的纵向倾角和横向偏角推算其竖直角:

$$ALFV' = \arctg(\tg(ALFV)\cos(ALFH))$$

锚固端最低点 B (X_b, Y_b, Z_b) 相对坐标的推算:

$$X_b = X_a - R(\sin(ALFV')\sin(ALFH))$$

$$Y_b = Y_a + R(\sin(ALFV')\cos(ALFH))$$

$$Z_b = Z_a - R(\cos(ALFV'))$$

锚固端最高点 C (X_c, Y_c, Z_c) 相对坐标的推算:

$$X_c = X_a + R(\sin(ALFV')\sin(ALFH))$$

$$Y_c = Y_a - R(\sin(ALFV')\cos(ALFH))$$

$$Z_c = Z_a + R(\cos(ALFV'))$$

索导管出口最高点 H (X_h, Y_h, Z_h) 相对坐标的推算:

索导管出口中心点 O (X_o, Y_o, Z_o) 的相对坐标

$$X_o = X_a + (L+t)(\cos(ALFV')\sin(ALFH))$$

$$Y_o = Y_a - (L+t)(\cos(ALFV')\cos(ALFH))$$

$$Z_o = Z_a - (L+t)(\sin(ALFV'))$$

导管出口最高点 H 的相对坐标为: $R' = R + 0.01$

$$X_h = X_o - R'(\sin(ALFV')\sin(ALFH))$$

$$Y_h = Y_o - R'(\sin(ALFV')\cos(ALFH))$$

$$Z_h = Z_o + R'(\cos(ALFV'))$$

索导管下缘与劲性骨架相切点 E 点高程 H_e 的推算:

$$H_e = Z_b - (Y_b - 436.21)(\tg(ALFV'))$$

锚箱底面高程 H_f 的推算:

$$H_f = Z_a - 0.25(\cos(ALFV'))$$

注: X_i 为到桥轴线的距离, Y_i 为桩号, Z_i 为绝对高程。

由以上相对坐标不难推出其大地坐标。

3. 索塔索导管测量定位的原理与方法。对于任一索导管,只要定出索导管下边缘与劲性骨架相切点 E 和锚向底面 F 点的高程,则该导管在高度方向上的位置也就确定了,此时索导管只能沿其轴线方向和横桥向移动,再控制索导管出口下缘(外侧)G 点到 E 点的距离及索导管与劲性骨架相切点到劲性骨架顺桥向两个侧面的距离,则索导管的位置也就唯一确定了。

上述索导管定位过程中,由于受风力的影响和施工荷载的增加,致使劲性骨架发生轻微的挠曲,其空间位置与设计位置仍存在偏差,应设法检查其偏差值,以确保导管定位的必要精度,检查时,在控制网中的任意控制点上设置全站仪,同样测定其三维坐标,以检查偏位情况,并精确调整,同时用水准

仪测定其高程,这样就测得了各个放样点的三维实测坐标,与理论推算坐标比较,如果在 X、Y、Z 三个方向上的误差均在 $\pm 5\text{mm}$ 以内,至此索导管定位完毕。

4. 索导管的定位精度分析。导管定位点 Z 坐标测量的精度分析。

横梁上局部水准点的高程中误差 M 为:

$$M = \pm \sqrt{m_c^2 + m_1^2 + m_2^2 + m_3^2}$$

式中: m_c 、承台水准点高程中误差。

m_1 、 m_2 分别为 G2 水准仪在水准尺和钢尺上读数的高程中误差,取 $m_1 = m_2 = \pm 1\text{mm}$;

m_3 钢尺本身的长度误差,可取 $m_3 = 5000 / (10000 * 2) = \pm 2.5\text{mm}$;

代入上式算得 $M = 3.5\text{mm}$,

导管测量定位点的高程中误差 M_h

$$M_h = \pm \sqrt{M^2 + m_1^2 + m_2^2 + m_3^2} = \pm 4.53\text{mm}$$

索导管测量定位点 X、Y 坐标的精度分析:

点的点位误差可达到 $\pm 2\text{mm}$

全站仪的对点误差可取 $\pm 1\text{mm}$

全站仪的测角精度可达到 $\pm 2''$, 距离索塔按 200 米计算,其测角影响误差为 $\pm 1.94\text{mm}$

全站瞄准误差可取 $\pm 2\text{mm}$

在索导管上用水平尺找点误差可取 $\pm 2\text{mm}$

由以上数据可知局部控制点的点位误差为:

$$n = \sqrt{m_1^2 + m_2^2} = \pm 2.237\text{mm}$$

索导管定位点的测量误差 M 为:

$$M = \pm \sqrt{n^2 + m_3^2 + m_4^2 + m_5^2} = \pm 4.094\text{mm}$$

由此可见,由上述方法测量的索导管定位点的 X、Y、Z 的坐标误差,均可满足 $\pm 5\text{mm}$ 的定位精度要求。

四、结语

本人在青岛丹山斜拉桥施工中采用桥梁轴线控制桩为基线的四边形控制网。同时在测设中采用三维坐标测量方法进行索塔索导管测量定位,通过在工程施工中的运用,有效保证了斜拉桥索导管的测设精度,实现了主桥与引桥的近乎零误差合拢,确保了整个斜拉桥施工的质量,证实了是一种较理想的、切实可行的测量控制技术,在未来大型桥梁工程施工具有广阔的应用空间。由于本人水平有限,仅以此文与广大同仁共同研究、探讨,共同推动我国复杂环境、技术条件下桥梁建设中测控技术的发展。文中如有错误或不妥之处,望广大同仁给予批评指正。

参考文献

- [1] 交通部公路一局. 公路施工手册·桥涵(上)[M]. 北京: 人民交通出版社, 1989.
- [2] 交通部公路一局. 公路施工手册·桥涵(下)[M]. 北京: 人民交通出版社, 1989.
- [3] 交通部第一公路工程总公司. 公路桥涵施工技术规范(JTJ041-89)[S]. 北京: 人民交通出版社, 1989.
- [4] 杨文渊. 实用土木工程手册(第2版)[M]. 北京: 人民交通出版社, 1989.

作者简介: 郭建富(1979-), 男, 北京人, 中交路桥北方工程有限公司工程师, 研究方向: 公路桥梁施工技术。