

珠海淇澳大桥主梁悬拼施工高程控制方法简介

李 成

(交通部第二航务工程局 第二工程公司,广东 珠海 519080)

A Brief Introduction of Height Control Method of Girder
Suspended Join for Zhuhai Qi'ao Bridge

LI Cheng

摘要:介绍珠海淇澳大桥主梁悬拼施工高程控制方法。
关键词:高程控制;施工测量;淇澳大桥

一、工程概况及特点

珠海淇澳大桥为双塔独柱式单索面预应力混凝土斜拉桥,主孔为320 m,两侧边孔为176.5 m,正桥设置R=12 022.567 m的竖曲线,塔、梁、墩固结。主梁采用抗风性能很好的近似三角形断面,单箱三室,顶宽33.0 m,底宽4.0 m,梁高3.69 m。标准节段梁分别重约135.0 t/片和145.0 t/片。全桥共有192片预制梁节段,梁节段采用短线法预测。

该桥结构轻盈,设计对施工质量要求较高,监控非常严格。由于主梁采用短线法预制,且预制梁放置时间较长(最长已达5年有余),部分梁块变形较大,给施工测量带来了很大的困难。

二、高程控制测量

根据观测发现,影响悬拼梁块高程的主要因素有温度、梁块的重量及附加荷载的重量、梁块在里程方向的几何尺寸等。随着工程的进展,悬臂越长,各种外界因素对高程的影响也就越大。

由于各种外界因素对悬拼梁高程的影响千变万化,用传统的方法已经不能有效地控制高程。悬拼的高程控制比其他类型的控制难度大得多,而且一环紧扣一环,前面控制不好,必然影响到后面的测量工作,为了有效地控制高程,兼顾高程和线性,这里采用“高程和高差双控,以高差控制为主”控制方法。

1. 基准点的建立

在现浇桥梁和其他类型的施工测量中,可以从基准高程点引出一个高程点作为施工测量的后视点,如图1所示。也就是说,在这类施工测量中,由于基准点A距施工现场C较远,为了测量的方便,从A点引出一个高程点B到施工现场附近,作为测量C点高程的后视基准点。由于B、C 2点的高程成线性变化,因此两点间的高差不会发生变化,故B点高程可以由A点准确引出后,在一定的时间段内使用(应当在早晨或者夜间温度较低而且比较恒定的时间段精确测定B点高程)。

在悬拼桥中,可作如下的推算(图1)。其中A为基准高程点,B为引出到施工现场附近的高程点,C为要测定其高

程的未知点,并假设它们的高程分别为 h_A, h_B, h_C ,水准仪在立于B、C 2点的水准尺上的读数分别为 h_1, h_2 ,则有

$$h_B + h_1 = h_C + h_2$$

即

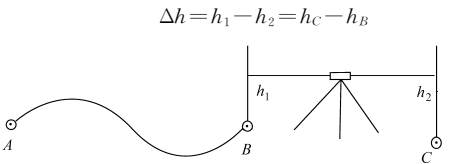


图 1

由于悬拼梁越到前端受外界的影响越大,也就是说,外界环境改变以后,Δh 会发生变化,而不是定值,即是说B、C 2点的高程不成线性变化,因此,B点只能作为瞬时转点。

我们在两塔柱侧的0#块上各建立一个后视基准点A、A',其A、A'的高程随外界环境的变化极小(2点的高程变化主要是由桥墩的沉降引起的,由于两桥墩已建成5年多,现在的沉降量极小,每月的沉降值小于2 mm),可以认为不变。此后视基准点高程在图2所示的水准网中严密平差得到,每3个月复核一次。图中QBM1、QBM2、QBM5、QBM6为已知的水准点,A、A'分别为位于2#、3#桥墩0#块上的后视基准点。

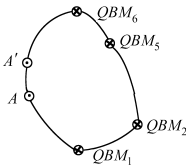


图 2

2. 高程及高差控制

在试拼下一块梁时,需测出待拼梁块前后端的上、中、下游6个点以及上一块已拼梁块前端的上、中、下游3个点共9个点的高程。9个高程点均位于梁块的边缘,以25号梁块试拼为例,如图3。

设在试拼25#梁块时,测得9个点的高程为 $h_i (i=1, 2, \dots, 9)$,并假设梁块标准(即其几何尺寸与设计值完全一致),则在试拼时应有

$$h_i = H_i$$

其中, H_i 为各点的设计高程, $i=1, 2, \dots, 6$; H_2, H_5 由设计时给出, 其余的由梁块的几何关系推算得到。显然, 在理论上还应有

$$h_4=h_7=h_6=h_9$$
$$h_5=h_8$$
$$h_1=h_3$$

但是, 由于梁块在预制的过程中存在一定的施工误差, 也就是说梁块的几何尺寸并不完全满足设计值, 那么在施工测量中就应当以梁块的底面高程来进行控制(梁块顶面的不平整可以在进行桥面铺装时调整), 如图4。

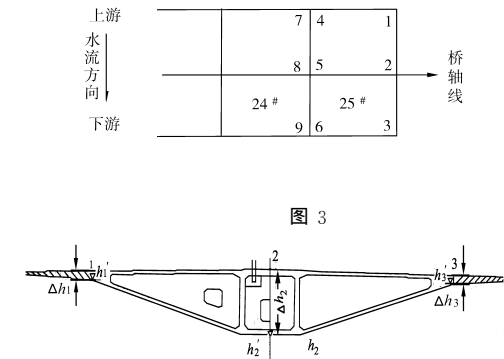


图 4

由图4可知:

$$h_1'=h_1-\Delta h_1$$
$$h_2'=h_2-\Delta h_2$$
$$h_3'=h_3-\Delta h_3$$

依次类推应当有

$$h_i'=h_i-\Delta h_i \quad (i=1, 2, \dots, 9)$$
$$H_i'=H_i-\Delta h_i \quad (i=1, 2, \dots, 9)$$

此时, 各点高程应当满足

$$h_1'=h_3'=H_1'$$
$$h_4'=h_6'=h_7'=h_9'=H_4'$$
$$h_2'=H_2'$$
$$h_5'=h_8'=H_5'$$

以上是在主梁悬拼时用高程来控制待拼梁块的高程。

从以上的过程不难看出, 上述情况必须在理想的状态(与设计时的各种条件一致)下才能达到。显然, 在实际的施工过程中是不可能的。表1是在2个不同的时间段测定的各主梁的底面高程, 由表1可看出, 由于外界环境(温度、气压、时间等)的改变, 主梁的高程将发生较大的变化, 而且悬臂愈长, 环境对其影响也就愈大。

在试拼主梁时, 我们更多的是用高差和高程共同来控制, 如图5所示。其中 $h_i (i=1, 2, \dots, 9)$ 为图5所示位置的梁块的底面高程, $H_i (i=1, 2, \dots, 9)$ 为相应位置的理论高程, 由高差原理有

$$\Delta h_{25}=\Delta H_{25},$$
$$\Delta h_{14}=\Delta H_{14},$$
$$\Delta h_{36}=\Delta H_{36}$$

其中

$$h_{ij}=h_i-h_j \quad (i=1, 2, 3; j=4, 5, 6)$$
$$h_{ij}=H_i-H_j \quad (i=1, 2, 3; j=4, 5, 6)$$

其他位置的高程应当满足

$$h_1=h_3$$
$$h_4=h_6=h_7=h_9$$
$$h_5=h_8$$

以上即为高程与高差双控原理。显然, 当外部的各种条件与设计一致时, 各点的高程应当满足设计值。

表1

测量时间	08:00~08:50	14:30~15:41	h_1-h_2/mm
温 度	20 C	23 C	
梁 块 号	高程 h_1/m	高程 h_2/m	
34	21.867	21.840	27
35	21.886	21.848	38
36	21.911	21.866	45
37	21.922	21.876	46
38	21.940	21.892	48
39	21.952	21.897	55
40	21.973	21.906	67
41	21.982	21.898	84
42	21.990	21.893	97
43	21.994	21.886	108

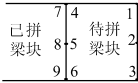


图 5

3. 调整高程及高差的方法

由于实际施工过程中的情况并不与设计一致, 所以在实际的施工过程中存在对悬拼梁块的高程及高差进行调整的问题。在调整的过程中, 应当主要以梁块轴线上的高程及高差为准(即考虑图5中的2、5、8点的高程及高差), 而其余点控制在限差范围内。

1. 当 $\Delta h_{25} \neq \Delta H_{25}$, 而 $h_5 = h_8$ 时, 应当调整梁块的高差, 方法是加垫片。

2. 当 $\Delta h_{25} = \Delta H_{25}$, 而 $h_5 \neq h_8$ 时, 应当调整整块梁的高程, 可以根据实际情况升高或降低待拼梁块。

3. 当 $\Delta h_{25} \neq \Delta H_{25}$ 且 $h_5 \neq h_8$ 时, 则应同时调整代庖梁块的高程及高差, 先升高或降低代庖梁块调整高程, 再根据实际情况加垫片调整高差。

4. 当 $h_1 \neq h_3$ 或 $h_4 \neq h_6$ 或 $h_1 \neq h_3$ 且 $h_4 \neq h_6$ 时, 则调整梁块两端的高差, 可以通过提升或降低梁块的某一端来调整, 亦可以在梁块的某一端加垫片, 而另一端不加垫片调整, 这要根据实际情况决定。

5. 当悬拼结果梁块高程不能满足设计要求(后期的张拉、拉索等工作可能达不到设计的要求)时, 可在下一块试拼时小量的调整待拼梁块的坡度, 也就是使 Δh_{ij} 与 ΔH_{ij} 有微小的差别($|\Delta h_{ij} - \Delta H_{ij}| \leq 10 \text{ mm}$), 加垫片予以调整。

4. 预制梁对高程控制的影响及对策措施

由于梁块在预制及放置过程中考虑不够严密, 或者采用的预防措施不得力, 往往会给施工测量带来一些难以消除的

误差。

预制梁块在预制时未作高程控制点,在量梁块的高度时测量位置不准确,带来量梁高度时的误差。为准确的测量预制梁块的高度,减小量梁误差,在预制梁块时,应在梁块上、中、下游紧靠梁块边缘注记高程控制点(可埋设钢板或钢筋,梁块的顶面及底面应对称埋设),减小量梁及立尺等的误差。

由于预制梁块长期放置,地基发生了不均匀的沉降、梁块承受不相等的荷载等,使梁块的部分部位发生变形,特别是预制梁块上、下游的四个角(如图6),对于1[#]位置,其梁块的底面高程应为 h'_1 ,但由于梁块发生了变形,其底面高程变为 h''_1 。显然, $h'_2 \neq h''_1$,如果此时我们不加分析就片面的认为梁块不平整而加以调整,显然是不行的,为确定梁块是否平整,可在预制梁块轴线两侧各2 m处测定一对点(图6中 a, b 两点)以检查梁块是否已经平整(梁块中间4 m为平面,而且不易发生变形),如果 $h'_a = h'_b$,则可以不考虑 h'_1 和 h'_2 ,而认为梁块平整。

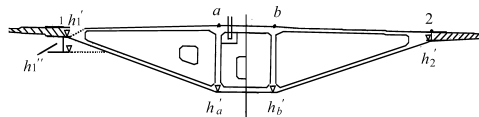


图 6

三、结束语

珠海淇澳大桥是我国目前最大的单索面悬拼桥,我们在悬拼施工中采用“高程与高差双控,以高差控制为主”的高程控制方法,克服了梁块在预制过程中施工不规范、梁块变形等内在因素,以及悬拼过程中温度、荷载等外在因素对高程控制的影响,使悬拼施工在任何外界环境下均可进行,保证了施工的进度。整座桥的线形满足设计要求,合拢段绝对高差(与设计值比较)小于25 mm,两悬臂相对高差仅为10 mm,均远远小于设计时的限差,梁块的上下游高差严格控制在20 mm以内。