

文章编号:0451-0712(2006)08-0243-03

中图分类号:U446.2

文献标识码:B

# 相对标高和绝对标高立模法在虎跳门大桥施工中的应用

曾田胜

(广东西部沿海高速公路珠海段有限公司 中山市 528467)

**摘 要:** 为消除温度效应对主梁挠度变化的复杂影响,在虎跳门大桥的施工过程中,针对结构不同的悬臂状态和温度情况,综合采用了绝对标高和相对标高立模法,在实施过程中取得了较好的效果。

**关键词:** 虎跳门大桥; 施工控制; 相对标高法; 绝对标高法

## 1 虎跳门大桥概况

虎跳门大桥是广东省西部沿海高速公路珠海～阳江段上的关键性工程,主桥跨径采用 67.5 m+2×110 m+67.5 m 的预应力混凝土连续刚构桥。上部结构按上下行线作两幅分离式桥型设计,每半幅为

单箱单室截面,箱梁下缘和底板厚均按 1.6 次方抛物线进行设计,梁高从跨中 2.6 m 逐步过渡到主墩的 6.2 m。箱梁结构采用单 T 悬臂施工,共划分为 13 个施工段,其中 0 号和 1 号块采用托架进行施工,其余节段采用挂篮悬臂施工。图 1 为施工节段划分示意。

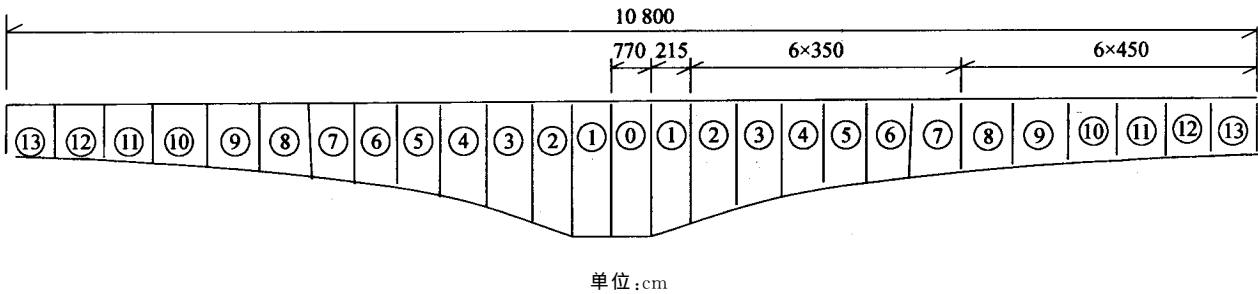


图 1 箱梁分块示意

## 2 相对标高和绝对标高立模法的联合运用

采用悬臂浇注施工的连续刚构桥梁,在大桥合拢之前,桥梁属于静定结构,结构的内力状态主要由梁段自重、各节段预应力大小以及施工设备的重量所确定,若施工设备重量确定,则在严格控制梁段重量和预应力束张拉力的前提下,结构内力只会在一个有限的范围内变化,因此对采用悬臂浇注施工的虎跳门大桥的施工控制选择主梁线形为第一级控制目标,而主梁的结构内力状态作为第二级控制目标。这样,对大桥线形控制的关键就变成了如何根据施工监测所得到的结构参数进行施工过程计算,以及施工过程中如何准确地将施工控制预测的数据贯彻

到现场立模的过程中。理论上,为了避免施工过程中环境温度对主梁标高的复杂影响,主梁标高的立模和测量通常选择在温度场接近设计温度且变化比较缓慢的时刻实施。但桥梁在施工过程中,由于种种因素的影响,有时很难有这样的时刻进行立模标高的调整和测量,这样就会严重影响施工进度。为此,在虎跳门大桥施工中,采用相对标高和绝对标高立模的综合方法指导现场施工,以避免温度对主梁标高的复杂影响。

### 2.1 相对标高立模法的基本原理

在虎跳门大桥的悬臂浇注施工中,由于 2~7 号块长度较短,温度效应对主梁挠度变化的影响并不

明显,因此该部分仍采用绝对标高立模法进行施工控制。而后续梁段逐步进入了较大的悬臂状态,在实际施工过程中大桥所处的温度场与理想状态差异较大,梁段的立模标高将受到温度效应的影响,此时则采用相对标高立模法进行施工,一般有:

$$\Delta H_{i+1} = Lh_{i+1} - Lh_i = (H_{i+1} - H_i) + (h_{i+1} - h_i) - \Delta'_i \quad (1)$$

式中:  $Lh_i$  表示  $i$  梁段的绝对立模标高;  $Lh_{i+1}$  表示  $i+1$  梁段的绝对立模标高;  $\Delta H_{i+1}$  则为第  $i+1$  段对第  $i$  段的相对立模标高;  $\Delta'_i$  则为单纯温度效应下第  $i+1$  梁段和  $i$  梁段挠度  $h'_{i+1}$  和  $h'_i$  的差值。

$$Lh_i = H_i + h_i - h'_i \quad (2)$$

$$Lh_{i+1} = H_{i+1} + h_{i+1} - h'_{i+1}$$

$$\Delta'_i = h'_{i+1} - h'_i$$

式中:  $H_i$ 、 $H_{i+1}$  为第  $i$ 、 $i+1$  梁段的设计标高;  $h_i$ 、 $h_{i+1}$  为第  $i$ 、 $i+1$  梁段理论标高预估值。

一般情况下,一旦梁段自重、各节段预应力大小以及施工设备(含挂篮)的重量确定,立模参数即确定。 $h'_i$ 、 $h'_{i+1}$  为单纯温度效应下第  $i$ 、 $i+1$  梁段挠度变化值,由于实际温度场的复杂性,一般较难确定。

一般情况,  $\Delta'_i$  很小,可忽略不计,式(1)可进一步写为:

$$\Delta H_{i+1} = (H_{i+1} - H_i) + (h_{i+1} - h_i) \quad (2)$$

式(2)即为可以忽略温度影响的相对标高立模法的基本原理。

以上分析可知,要使得相对标高立模法能够应用(在梁段立模过程中忽略温度的影响),则  $\Delta'_i$  必须在较小的范围内变化。

## 2.2 相对标高立模法的基础——温度效应下的主梁挠度变化预测

为了证明相对标高立模法的可行性,必须对温度效应下的主梁挠度变化进行分析预测。为此在虎

跳门大桥的施工过程中,对主梁的温度场进行了实测,并根据现场实测温度的分布情况,分析了主梁的挠度变化趋势。虎跳门大桥主梁截面温度测点布置如图 2 所示。温度效应的分析采用如下假定:

(1)沿桥轴线方向温度场分布是均匀的;

(2)在实测资料的基础上,温度场在梁厚度上的分布满足 D. A. Stephenson 提出的  $T(y) = A_0 e^{-c_1 y}$  指数分布规律;

(3)实测温度采用如下规定,即计算中以测点 1、2、3 温度的平均值作为箱梁顶板上缘的温度,测点 4、5、6、7 温度的平均值作为箱梁内部的温度,测点 8 温度作为左腹板外侧的温度,测点 9 的温度作为箱梁底板下缘的温度,测点 10 的温度作为右腹板外侧的温度,测点 11、12 的温度平均值作为箱梁顶板下缘的温度。

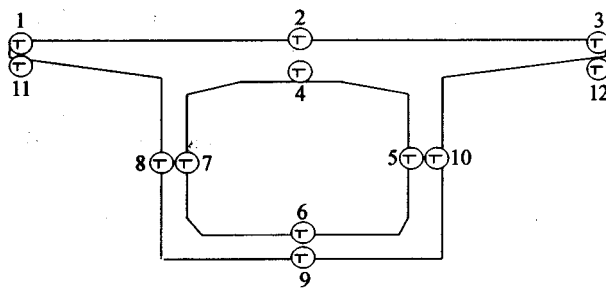


图 2 温度测点布置示意

根据虎跳门大桥所处环境,对大桥各测点温度进行了 24 h 监测,发现各测点的温度在早上 6:30 左右温度场最为稳定,变化幅度最小,以此时刻的温度作为计算的基准值。根据上述假定,采用桥梁专用软件 BRCAD 对虎跳门大桥在施工过程中温度效应下的主梁挠度变化  $\Delta h'_i$  ( $i$  表示梁段号)进行分析,结果见表 1。

表 1 主梁在不同温度下的理论挠度变化

时间	测点挠度/mm								大气温度/℃
	$\Delta h'_6$	$\Delta h'_7$	$\Delta h'_8$	$\Delta h'_9$	$\Delta h'_{10}$	$\Delta h'_{11}$	$\Delta h'_{12}$	$\Delta h'_{13}$	
6:30	0	0	0	0	0	0	0	0	22.0
9:30	-2.1	-2.5	-3.5	-3.5	-4.3	-5.5	-5.7	-6.1	26.5
11:30	-2.5	-3.7	-5.3	-5.4	-6.5	-7.6	-8.0	-8.4	29.7
14:00	-3.8	-4.0	-6.5	-6.8	-8.1	-9.1	-10.2	-11.3	35.9
17:00	-3.3	-3.8	-5.2	-5.2	-6.4	-7.3	-8.1	-8.6	34.8
20:00	-3.4	-3.0	-5.3	-4.3	-5.1	-5.4	-5.8	-6.2	28.6
22:00	-1.2	-2.4	-2.6	-2.9	-2.0	-2.5	-3.0	-3.4	26.0

从表 1 也可以看出,当虎跳门大桥的悬臂较短时,温度效应对主梁挠度的影响也并不特别明显,但当悬臂较长时,温度效应对主梁挠度的影响就比较明显了,最大时温度效应的影响达到了 1 cm 左右。同时从表 1 还可以看出,尽管在长悬臂状态下的温度效应对主梁的挠度影响较大,但温度效应对相邻梁段挠度变化的相对值  $\Delta_{i+1}'$  影响却很小,基本在 2~3 mm 以内,可以忽略不计,因此相对标高立模法从理论上是可行的。

3 相对标高和绝对标高立模法的实施及结果

前面已给出了相对标高立模法的基本原理和理论依据,为了进一步验证相对标高立模法在实施过程中的可靠性,大桥在施工过程中,对每一个采用相对标高立模法进行施工的梁段,事后我们在接近设计温度的条件下,对梁段的绝对标高进行了相关复测工作,基本情况见表 2。

表 2 部分实测梁段标高和理论标高的差值

梁段号	L7	L8	L9	L10	L11	L12
实测与理论标高差值/mm	-1	4	3	3	5	5

从表 2 可以看出,尽管采用相对标高立模法进行施工得到实际标高与理想的实际标高有一定差距,但与理论控制标高相比,误差一般不超过 5 mm。这在工程上是可以接受的,这说明相对标高法无论

在理论上还是在实际操作中,都是可行的。

4 结论

对采用悬臂法进行施工的大跨径连续刚构桥梁,当结构处于较大悬臂状态时,结构线形受温度效应的影响十分明显。为此,在虎跳门大桥的施工控制中,为了消除温度效应对结构线形的复杂影响,综合采用了绝对标高和相对标高立模法进行施工,取得较好的效果。

参考文献:

[1] 向中富. 桥梁施工控制技术[M]. 北京:人民交通出版社,2001.

[2] 顾安邦,常英,乐云祥. 大跨径预应力连续刚构桥施工控制的理论与方法[J]. 重庆交通学院学报,1999,18(4).

[3] 段明德. 预拱度计算设置的绝对挠度法[J]. 铁道工程学报,1996,51(3).

[4] 腾家俊. 混凝土桥梁温度分析计算方法(上)[J]. 东北公路,1983,(3).

[5] 项海帆. 预应力混凝土连续梁桥[M]. 北京:人民交通出版社,2001.

[6] 邵旭东,李立峰,鲍卫刚. 混凝土箱形梁横向温度应力计算分析[J]. 重庆交通学院学报,2000,19(4).

[7] 迟经斌,苏国明. PC 箱形连续刚构桥施工中的温度应力对施工应力监测的影响[J]. 铁道建筑技术,1998,(2).

[8] 刘刚亮,王中文. 虎门大桥辅航道 270 m 连续刚构桥悬臂施工控制[J]. 桥梁建设,2001,(5).

Application of Form Erected with Relative Elevation Method and Absolute Elevation Method to Hutiaomen Bridge Construction

ZENG Tian-sheng

(Zhuhai Section of Guangdong Western Coastal Expressway Co.,Ltd, Zhongshan 528467,China)

**Abstract:** To counter the different suspension state and temperate situation of structures, the relative elevation method and the absolute elevation method for erecting form are applied in the construction of Hutiaomen Bridge to removing the tempperature's effect on deflection change of main girder, and the satisfied result is received in the application of practical engineering.

**Key words:** Hutiaomen Bridge; construction control; method of relative elevation; method of absolute elevation