

文章编号: 0451-0712(2006)07-0090-03

中图分类号: U445.466

文献标识码: B

# 西江大桥合拢施工技术

李大为

(广州市公路管理局 广州市 510075)

**摘 要:** 分析了大跨径桥梁合拢的影响因素后,对西江大桥合拢技术措施做了介绍。

**关键词:** 大跨径桥梁; 预应力混凝土结构; 合拢

## 1 工程概况

西江大桥是广东省中(山)~江(门)高速公路跨越西江水道的关键控制性工程,全长 1 760 m。主桥为预应力混凝土刚构—连续混合结构,长 620 m,跨径组合为 70 m+4×120 m+70 m,见图 1 所示。上部构造按上、下行分离式设计,主梁为单箱单室预应力混凝土箱梁,顶宽 13.5 m,底宽 7.0 m,箱梁底板下缘线形按二次抛物线变化。箱梁中心线 0 号块高 6.5 m,跨中合拢段及边跨现浇段梁高均为 2.8 m。

主桥共有 5 个主墩,其中 33 号、37 号主墩为矩形空心墩,施工过程中墩梁结合处需体系转换,先采用临时固结成为 T 构,后放松约束成为连续梁结构,34 号、35 号、36 号主墩为双薄壁墩,与主梁构成连续刚构体系。主桥各单 T 的 0 号、1 号块箱梁在墩顶托架上现浇,2~13 号块采用三角架斜拉式挂篮分段对称悬臂浇注,边跨合拢段在钢管桩落地支架上浇注,次边跨、中跨合拢段在吊架上浇注。

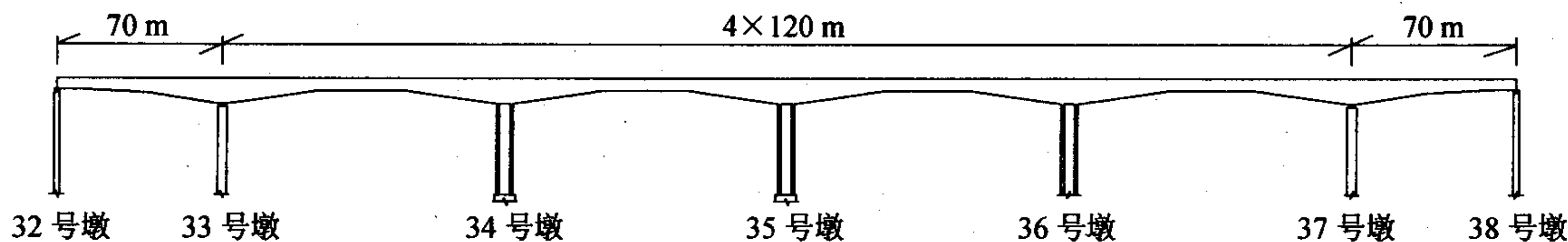


图 1 西江大桥主桥立面

## 2 影响桥梁合拢因素分析

在大跨径预应力混凝土桥梁合拢施工过程中,影响桥梁合拢的不利因素有很多,诸如温度变化、混凝土收缩徐变、混凝土自重、前期施工偏差、结构体系转换、施工荷载、风荷载、外力的冲击等,均会对合拢带来不利影响。在桥梁合拢前必须分析各因素对桥梁带来的不利影响以及影响程度,以便采取有效措施,确保合拢质量。

### 2.1 温度场变化影响

在预应力混凝土桥梁合拢时,根据理论计算和实测数据表明,梁体对温度场变化的反应非常敏感。一方面昼夜温差会使悬臂 T 构端部产生明显的挠曲变形,西江大桥在一次 24 h 温度观测发现,主梁箱梁顶面最大温差达到 15.5℃,而悬臂端点最大挠度

达到 4.3 cm。这说明在 24 h 内结构温度变化对主梁悬臂端点挠度影响是非常明显的;另一方面在大跨径预应力混凝土箱形截面梁桥中,特别是超静定结构体系,温度应力可以达到甚至超过活载应力,这常常是预应力混凝土梁桥产生裂缝的主要原因。合拢温度的选择很重要。若合拢温度较高,则合拢段新浇注的混凝土在硬化过程中随温度降低会产生收缩,同时合拢口两端已浇梁体也将会随着温度的下降产生收缩,这样合拢段与两端已浇梁体容易产生裂缝,就不能确保合拢段与两端已浇梁体的整体连接性能;若合拢时温度较低,则随着温度的上升,两端已浇注的梁体将伸长,使得合拢段过早参与受压,而新浇的合拢段混凝土在短时间内未具备一定的强度,过早承压则会破坏混凝土的内部构造,影响桥梁结



构的强度。因此,为保证桥梁合拢段的施工质量以及合拢后结构体系能达到设计的受力状态,必须尽量选择合适的合拢温度。所谓合适的合拢温度就是与设计温度场相吻合或接近的环境温度。但是,在桥梁施工过程中,桥梁施工现场实际温度场与设计温度场往往难以吻合,这时就要针对以上问题采取措施,使得桥梁合拢后各T构成为有效的整体。

2.2 混凝土收缩徐变影响

预应力混凝土桥梁在悬臂施工过程中,每段混凝土的龄期、荷载、几何特征都在不断变化,而主梁的结构内力和标高也处于不断变化中,混凝土因收缩、徐变所引起的各施工阶段的挠度变化、应力损失等是不容忽视的。因此,在桥梁合拢时,需要考虑混凝土收缩、徐变因素的影响。西江大桥在施工过程中,对收缩、徐变效应的计算分析结果见表1和图2。

表1 西江大桥主梁总变形与收缩徐变变形 mm

工况	最大双悬臂阶段		合拢后		张拉底板预应力束后		桥面铺装后		三年后
	总变形	收缩徐变变形	总变形	收缩徐变变形	总变形	收缩徐变变形	总变形	收缩徐变变形	恒载下收缩徐变变形
梁端号	1	4	2	5	3	4	3	5	6
	2	4	2	4	2	3	2	4	6
	3	5	2	6	2	3	2	4	7
	4	8	2	8	3	3	2	5	7
	5	12	3	12	4	4	2	8	9
	6	19	4	19	6	6	3	11	11
	7	28	7	28	8	10	5	17	14
	8	43	11	42	13	17	9	27	20
	9	54	15	54	18	21	12	32	26
	10	65	18	63	22	22	14	36	31
	11	72	20	70	26	20	16	37	35
	12	73	20	69	26	13	16	31	36
	13	58	15	51	22	7	10	11	32

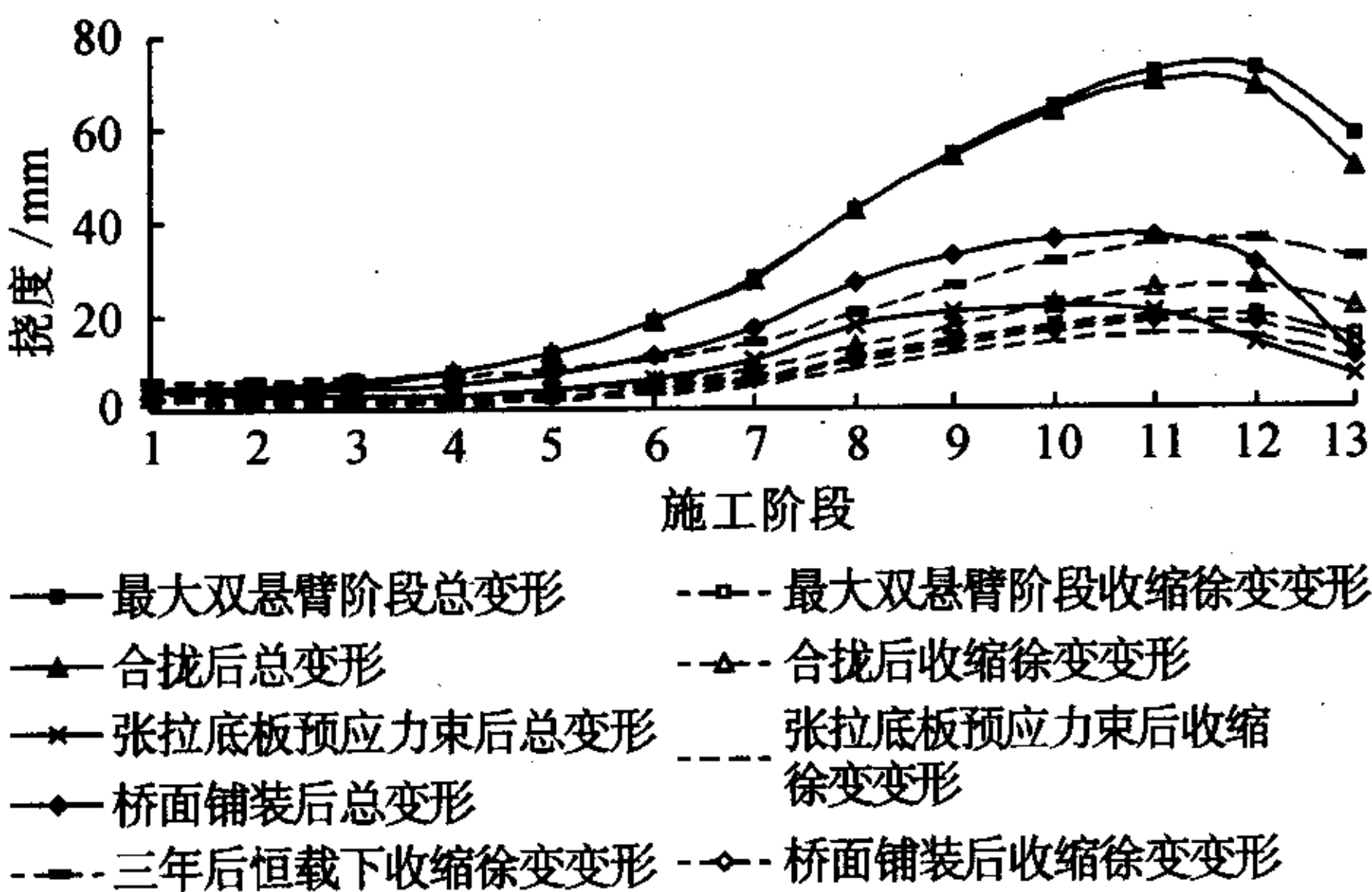


图2 西江大桥主梁总变形与收缩徐变变形

从表1、图2的数据分析,收缩、徐变对桥梁结构中长悬臂阶段的影响是很明显的:(1)随着施工阶段的增加,收缩、徐变引起的结构变形越明显;(2)收缩徐变引起的变形量是结构弹性变形量的一半;(3)无论是在桥梁施工还是在建成后的应用阶段,收缩徐

变都会对结构变形产生一定影响。因此,在桥梁合拢时,应考虑混凝土收缩、徐变的影响,特别是合拢段两侧T构的施工工期相差较大时,先完成的T构混凝土收缩徐变会大些,这在合拢施工时应该认真分析,采取有效措施来解决。

2.3 其他影响因素

大跨径桥梁在施工过程中,影响桥梁合拢的因素还有前期施工偏差、结构体系转换、施工荷载、风荷载、外力的冲击作用等。这些影响因素均会导致桥梁结构的变位和内力变化,从而会影响合拢精度。

3 合拢技术措施

在西江大桥合拢施工过程中,针对不同影响因素及影响程度,分别采取了一些相应措施。

3.1 合拢前充分做好准备工作

在桥梁合拢之前,需要收集该地区有关天气资料,关注近期天气变化情况,对桥梁合拢段标高及轴



线进行连续测量,并连续观测环境气温变化和梁体相对标高的变化,目的是寻找梁体合拢段标高随环境温度场变化的规律,以确定合拢口最佳锁定时间、合拢段混凝土浇注时间等,为精确合拢提供依据。观测内容主要包括:合拢跨梁体不同时刻的温度场和环境温度的变化规律、对应时刻梁体标高、梁体纵向伸缩量与温度场之间的变化关系。连续观测时间一般不少于 48 h。

### 3.2 设置配重

桥梁在合拢之前为双悬臂结构,合拢后转化为连续结构,这就是一种体系转化过程。为保持体系转化过程中整个梁体受力变形协调一致,减少不利因素对合拢段混凝土强度的影响,一般在合拢段施工时增加配重。设置配重的主要作用有:(1)在浇注混凝土过程中,保持合拢段两端不发生相对变位;(2)调整合拢段两端的标高;(3)调整成桥后期混凝土的徐变效应。配重的原则是挠度等效,也就是说合拢段施工前配重对结构所产生的挠度等于合拢段混凝土重量对结构所产生的挠度。配重按作用可分为基本配重和附加配重两种。基本配重是指等量代换合拢段混凝土重量的配重。基本配重可采用水箱加水或砂袋,并随混凝土的浇注同步卸载,卸载重量与混凝土的浇注重量相等,以保证合拢施工过程中荷载平衡。附加配重是根据需要用适当调节梁体变形、标高及应力等因素的配重。附加配重需等到合拢段混凝土达到规定强度后才能卸除。

### 3.3 采用顶推施工方法

对于大跨径预应力混凝土结构梁桥而言,当温度变化时,结构将要产生变形和内力。因此,当我们在非设计合拢温度下完成桥梁合拢进行体系转换时,可以通过调整结构的变形来调整合拢时结构的内力。设想结构是在正常情况下,按主梁设计合拢温度进行合拢完成体系转换的,当主梁结构整体温度升高时,主梁将会伸长;相反,当主梁结构的整体温度下降时,主梁将会缩短。现在,如果主梁需要在非设计合拢温度的情况下合拢,那么,我们就可利用外力先使主梁产生一个由设计合拢温度偏离值而产生的变形后,再进行合拢,完成体系转换。在这种情况下完成体系转换后的内力和变形与在设计合拢温度下完成体系转换后的内力与变形基本相同,同时使得施工不受外界气候条件的影响,顺利进行。西江大桥在某段合拢中就采取了顶推方法。顶推是解决合拢后,混凝土的收缩徐变效应的措施之一。

### 3.4 选择较低的合拢温度

由于浇注合拢段混凝土以后,新浇注的混凝土在硬化过程中产生收缩徐变,且硬化初期的收缩量远比后期的大,再者,气温越低,对梁体的影响越小。为了消除这些影响,最好是选择在日温差较小的一天,且梁体内温度最低时进行合拢段施工,一般选择阴天或小雨天气合拢。在凌晨 1 点左右开始浇注合拢段混凝土,合拢后利用缓慢的温升使梁伸长,以缓解合拢段混凝土因硬化收缩而产生的收缩变形。选择在较低气温下合拢,可以保证合拢段混凝土与梁体连接良好。

### 3.5 架设劲性钢骨架支顶

合拢口采用劲性钢骨架支顶,以适应在墩梁固结的前提下,当合拢段混凝土刚刚浇注后温度上升时,劲性骨架支顶能够暂时代替合拢段新浇注混凝土结构承担桥梁伸长所产生的压力;再者,一般桥梁合拢后,马上就会搭设跨越结构,通行施工荷载,致使合拢段早龄期混凝土承受着周而复始的挠曲和拉压。因此在合拢口采用的劲性骨架支顶,就是为了避免合拢段混凝土在未达到设计强度之前过早受压而破坏,也是减少温度变化对合拢段影响的措施。劲性骨架可以设在混凝土体内也可以设在混凝土体外。西江大桥合拢时劲性钢骨架是设在体内的。

### 3.6 合拢后及时张拉临时预应力束

如果合拢后梁体温度下降,合拢段会产生收缩。当温度下降较大时,可能导致合拢段钢构件内已有的压应力释放而出现开裂。为了维持钢构件已具有的压应力,对合拢段混凝土可以采取张拉临时预应力束的办法来解决。

### 3.7 其他措施

为了提高合拢段混凝土强度,合拢段混凝土要比原主梁段混凝土提高一个等级,为了避免混凝土产生受拉裂缝,宜采用膨胀混凝土。同时混凝土配料应精确,保证和易性好、可泵性好、不泌水、初凝时间短。合拢段混凝土浇注后,应及时养护,麻袋覆盖,防止日晒,适时浇水养护。由于混凝土中加入了膨胀剂,养护时间应保证在 7 d 以上。如果桥梁在合拢前由于某些原因产生施工误差而不能正常合拢时,需要采取强迫合拢的方法进行合拢。

## 4 结语

由于西江大桥在各合拢段施工中,综合采用了上述措施,提高了合拢精度,取得了良好的效果。