

短线匹配预制悬拼连续刚构桥线形监控分析

Analysis of Alignment Monitoring of Prefabricated Suspended Continuous Rigid Frame Bridge with Short-line Matching

万和安 吴耀辉 刘成勇 朱文凯

Hean Wan Yaohui Wu Chengyong Liu Wenkai Zhu

湖北交投智能检测股份有限公司 中国·湖北 武汉 430100

Hubei Communications Investment Intelligent Testing Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430100, China

摘要: 随着技术和施工工艺的不断发展,短线预制悬臂拼装施工技术在中国得到了广泛的应用,其施工快、外形美观等优势突出,但对施工精度要求很高,极易出现不可逆的偏差。因此,论文结合工程实例,对短线匹配施工工艺误差产生原因进行分析,给出预制节段及安装阶段的纠偏方法。

Abstract: With the continuous development of technology and construction techniques, the short line prefabricated cantilever assembly construction technology has been widely applied in China. Its advantages such as fast construction and beautiful appearance are prominent, but it requires high construction accuracy and is prone to irreversible deviations. Therefore, based on engineering examples, the paper analyzes the causes of errors in the short line matching construction process and provides correction methods for prefabricated segments and installation stages.

关键词: 短线匹配; 预制拼装; 误差分析; 纠偏方法

Keywords: short-line matching; prefabricated installation; error analysis; correction method

DOI: 10.12346/rb.v1i2.7737

1 引言

论文以金高速公路兰江特大桥施工监控为例,通过识别与分析已成结构实际状态与其预测状态间的误差,对线形进行预判,并根据判定结果对后续施工控制参数及时进行了调整,总结了悬臂拼装桥梁施工监控线形控制关键技术要点,最终保证了该桥的顺利合龙^[1]。

2 工程概况

长春至深圳高速公路(G25)浙江建德至金华段兰江特大桥主桥为连续刚构变截面箱梁桥,跨径为(75+130+75)m,主梁主体采用节段预制拼装,主墩附近主梁采用现浇施工,过渡墩顶梁段采用节段预制、横隔梁后浇形式,全桥共142个预制节段,悬拼预制节段采用桥面吊机施工,过渡墩顶附近梁段采用浮吊架设,主墩顶28m范围内采用支架现浇施工。全桥立面如图1所示。

3 理论计算

采用Midas/Civil建立施工监控计算模型,主梁及主墩均采用梁单元模拟,全桥共离散为114个单元、121个节点。为方便提取桥梁制造线形及安装线形,悬臂拼装的主梁单元采用一次性激活,节段重量在相应施工阶段以均布荷载形式输入,根据实际施工情况,全桥共划分61个施工阶段,如图2、图3所示。

4 预制阶段线形监控分析

4.1 坐标系统的设立

短线匹配法的主要作用是控制各预制线段的匹配空间位置,从而实现线段装配后的梁线形满足设计线形的要求。需建立两种参考数据体系:

①整体参考系统。整体参考系决定了整个桥梁的形状变化,桥梁跨径的每一段都有确定的三维坐标数据,称为桥梁整体坐标系。

【作者简介】万和安,工程师,从事桥梁施工监控研究。

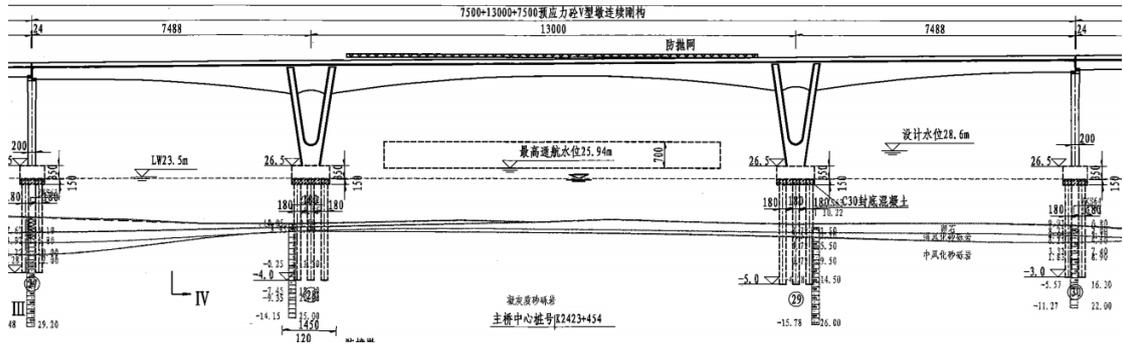


图 1 兰江特大桥桥型布置图

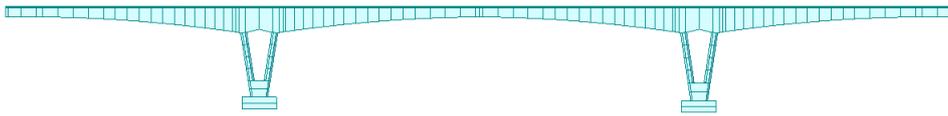


图 2 兰江特大桥主桥整体模型图

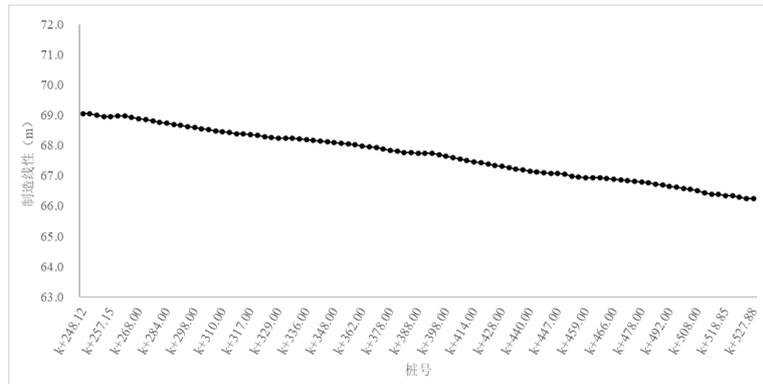


图 3 主梁制造线形

②局部单元参考系统。局部单元参考系统描述了从“浇筑段”到“匹配段”各段的三维数据变化，称为局部单元参考系统，是以固定端上部中心为坐标原点的参考系统^[2]。

4.2 控制点的布置及节段线形的确定

如图 4 所示，每段前后两端设置三个线性试点，即每个试段应设置中线和左右三个测试点。

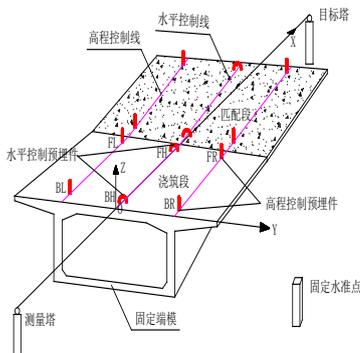


图 4 预制阶段控制点及控制线的布置

4.3 短线匹配施工误差产生原因

在分段预制安装阶段，产生误差的因素大约有以下几种：

- ①模板刚度不足，在浇筑过程中容易出现变形。
- ②模板初始状态定位不准，返岗过程中模板定位偏差过大。
- ③仪器精度不高，测钉放样精度低。
- ④浇筑过程中，模板出现滑移、错位等导致浇筑梁体变形。
- ⑤安装过程中定位偏差，导致后续节段累计误差。
- ⑥安装阶段，节段沉降量、张拉起拱量与仿真计算偏差导致误差。
- ⑦存梁期过短等原因。

以上因素都会导致误差的产生，如果不及时修正，将使节段空间位置偏离设计位置。

4.4 节段预制误差的修正

4.4.1 平曲线误差修正

假定 2 号块浇筑时，活动端模水平位置发生偏差，详见表 1。

表1 左幅17#墩中跨2#节段浇筑后坐标数据

测点编号	监控指令值 (m)			实测值 (m)			差值 (m)		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
L10	0	-4.0000	0.0800	-0.0042	-3.9992	0.0793	-0.0042	0.0008	-0.0007
I0	0	0	0	0.0004	0.0000	0.0000	0.0004	0	0
R10	0	4.0000	-0.0800	0.0002	4.0031	-0.0802	0.0002	0.0031	-0.0002
L11	2.6000	-4.0000	0.0800	2.6032	-3.9932	0.0987	0.0032	0.0068	0.0187
I1	2.6000	0	0	2.5957	0.0055	0.0191	-0.0043	0.0055	0.0191
R11	2.6000	4.0000	-0.0800	2.6013	4.0037	-0.0622	0.0013	0.0037	0.0178

由图5和图6可知,模板制造误差、安装误差或者浇筑过程中端模的滑移造成的累计误差将使轴线偏离设计位置^[3]。

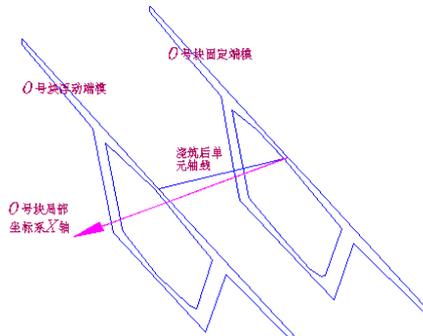


图5 平曲线误差整体示意图

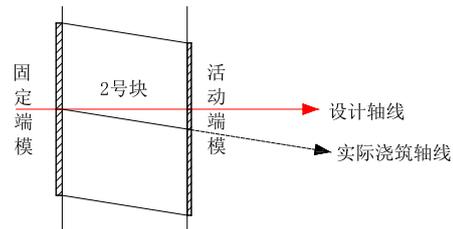


图6 平曲线误差平面示意图

通过表1可知,2#节段浇筑后轴线偏差5.5mm,如果后续预制节段不进行调整,最终主梁最大悬臂端轴线偏差将达到10.81cm,因此必须进行误差修正,在浇筑3号块时,应该保证3号块固定端模位于整体坐标系下的目标位置,修正数值见表2。

表2 左幅17#墩中跨2#节段匹配位置坐标数据

测点编号	调整前匹配位置 (m)			调整值 (m)			调整后匹配位置 (m)		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
L10	2.5873	-3.9992	0.0989	0.0085	0	-0.0005	2.5958	-3.9992	0.0984
I0	2.6004	0.0000	0.0196	0	0	-0.0005	2.6004	0.0000	0.0191
R10	2.6087	4.0031	-0.0606	-0.0085	0	-0.0005	2.6002	4.0031	-0.0611
L11	5.1947	-3.9987	0.1185	0.0085	0.0055	-0.0011	5.2032	-3.9932	0.1174
I1	5.1957	0.0000	0.0389	0	0.0055	-0.0011	5.1957	0.0055	0.0378
R11	5.2098	3.9982	-0.0424	-0.0085	0.0055	-0.0011	5.2013	4.0037	-0.0435

4.4.2 竖曲线误差修正

原理与平曲线一致,2号块浇筑时,前端高出理论值,出现“抬头浇筑”线形,因此浇筑3号块时应做如下修正,让3号块及以后节段回到理论设计高程。修正后坐标见表2。竖曲线误差调整如图7所示。

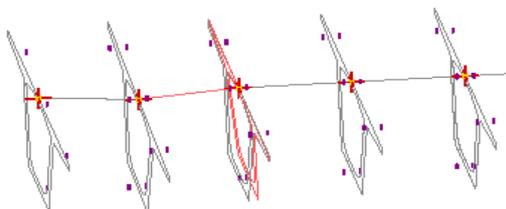


图7 竖曲线误差调整示意图

5 安装阶段误差调整方法简析

5.1 安装阶段线形分析

在节段梁预制阶段,误差可以通过下一节段进行调整和

纠偏。节段预制后按照规范要求,减小梁体收缩徐变的影响,需存梁三个月以上,因此在安装阶段,节段梁基本上预制完成。如果在此时出现轴线或者高程偏差,将很难调整。节段梁为“1+1”匹配预制,剪力键也是完全匹配,没有可调整空间,强行调整会导致梁体匹配不密实、剪力键断裂等。

在安装过程中,由于定位偏差,或者安装后沉降量、张拉起拱量与仿真计算偏差导致梁体空间位置偏离设计位置。

5.2 起始节段定位分析

所有节段预制完成后,需通过预制节段数据,对安装节段进行模拟拼装。根据模拟拼装结果,来预判轴线和高程的走势,在模拟拼装中,一般默认起始节段按照理想状态进行安装,以轴线为例,如图8、图9所示,假如起始节段预制及安装均无误差,在后续节段模拟拼装时,发现最大悬臂端轴线出现偏离 δ ,此时将调整起始节段安装的水平角度 θ ,使最大悬臂端的轴线在设计轴线附近,同时各节段轴线均不超出规范限值。如果轴线偏离较大,且偏离方向不统一,则调整可从起始节段开始分多次进行^[4]。

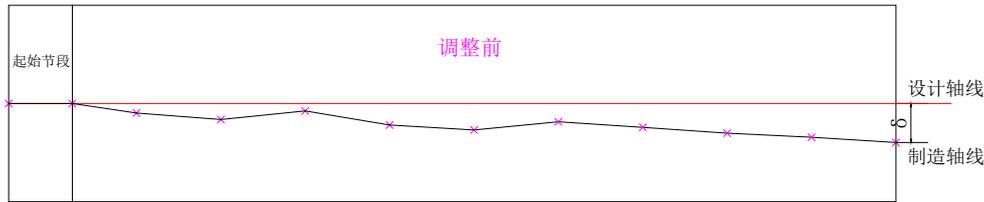
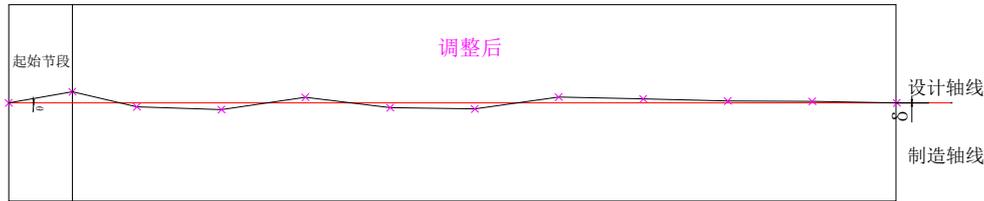
图 8 调整前最大悬臂端轴线偏离 δ 

图 9 调整后使最大悬臂端轴线偏离较小，能够顺利合龙

5.3 拼装过程调整措施

安装过程中可采取的调整措施有对梁体进行切割打磨、增加悬臂端配重、调整拼接缝涂胶层的厚度以及增加现浇缝等。

①对梁体进行切割打磨：根据计算及对梁体空间位置走势评估，在满足规范及安装要求的前提下，对已预制梁体进行打磨或者切割，使空间位置回到预定轨道。

②增加悬臂端配重：根据计算在悬臂端增加配重，通过施工设备吊点受力大小来调整悬臂段的空间姿态，从而实现悬臂位置的调整和对拼接线形的调整。

③调整拼接缝涂胶层厚度：在满足规范前提下，适当改变涂胶层厚度，使梁体空间位置转变，改变后续走势。由于张拉对涂胶层的影响，该方法可调整的范围不大。

6 结语

①短线匹配施工工艺线形控制是重中之重，精度要求较高，在预制阶段和安装阶段都需要严格控制。

②线形控制是通过调节两个匹配段的平面和立面角度来

达到的。预制过程中的轴线控制是施工过程控制的前提，决定了悬臂拼装施工中轴线定位的偏移程度。

③在安装阶段，需对所有预制节段梁进行模拟拼装，通过预制数据来判断安装轴线及高程的走势。在此基础上，重视第一个悬拼节段的空间姿态的准确性。

④每一次悬拼节段安装完成后，由于自重及张拉的影响，很难达到理想状态，需及时进行线形的预测，决定后续节段的调整措施。

⑤短线匹配施工方法，在安装阶段可调整余地较小。

参考文献

- [1] 袁武林.连续箱梁桥短线拼装施工控制方法及程序研发应用[D].长沙:长沙理工大学,2018.
- [2] 洪彩葵,张爱武,赵金鸽.乐清湾跨海大桥超高变截面节段预制箱梁施工技术[J].施工技术,2020,49(3):3.
- [3] 崔瑞田.香港节段梁预制施工技术[J].工程建设与设计,2020(1):226-228.
- [4] 方成武,杨康,井雪峰.跨海桥梁非通航孔桥节段梁预制场区建设研究[J].中国水运,2020,20(3):193-195.