

DOI: 10.7672/sgjs2026020073

# 短线匹配法节段梁拼装施工线形控制技术

蔡田,李小彤,纪登贵

(中交二公局第一工程有限公司,湖北 武汉 430056)

**[摘要]** 短线匹配法节段预制拼装梁施工线形控制贯穿整个桥梁施工过程,预制阶段线形控制为重点,但线形控制的依据是测量数据,测量数据难免产生人为误差,预制阶段的测量误差在拼装阶段才会反应出来,因此拼装阶段误差调整的措施也必不可少。以洞头峡跨海大桥引桥节段梁架设施工为依托,介绍短线匹配法节段梁拼装阶段线形控制的方法以及误差调整的措施。

**[关键词]** 桥梁;短线匹配法;节段梁;线形控制;误差调整

**[中图分类号]** U445

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 2097-0897(2026)02-0073-04

## Linear Control Technology for Segmental Beam Assembly Construction by Short Line Matching Method

CAI Tian, LI Xiaotong, JI Denggui

(CCCC-SHEC First Highway Engineering Co., Ltd., Wuhan, Hubei 430056, China)

**Abstract:** The linear control of segment prefabrication and assembly construction using the short line matching method runs through the entire construction process, with the focus on linear control during the prefabrication stage. However, the basis of linear control is measurement data, which inevitably leads to human errors. The measurement errors during the prefabrication stage will only be reflected in the assembly stage. Therefore, measures for adjusting errors during the assembly stage are also essential. This article takes the construction of the section beam erection of the Dongtouxia Cross Sea Bridge as a basis to introduce the method of linear control and error adjustment measures during the section beam assembly stage using short line matching method.

**Keywords:** bridges; short line matching method; segmental beam; linear control; error adjustment

### 0 引言

目前国内连续梁桥施工主要有支架现浇法、先简支后连续法、顶推法、挂篮悬臂浇筑法以及预制拼装法。预制拼装法包含长线匹配预制拼装法和短线匹配预制拼装法,其中短线匹配预制拼装法具有施工快捷、场地占用少、对环境污染小等优势,正不断被推广应用。

短线匹配法是将整跨连续梁分成若干小节段后在预制加工厂进行加工,再用架桥机逐片拼装的工法,对线形控制要求很高。预制阶段线形控制的好坏是成桥线形是否符合设计要求的关键,然而预制阶段线形控制过程中难免产生偏差,此偏差只能在架设阶段进行修正。本文以洞头峡跨海大桥引

桥节段梁架设施工为依托,探讨短线匹配法节段梁拼装阶段线形控制的方法。

### 1 工程概况

洞头峡跨海大桥引桥长3 354m,主跨将引桥分为东引桥、西引桥,其中东引桥长1 194m、西引桥长2 160m。引桥上部结构为单箱单室节段预制拼装预应力混凝土连续梁桥,标准跨径60m,每4~5跨设置为1联,每跨20片节段梁,单幅桥面有效宽度为12.05m,设2%单向横坡,采用短线匹配法施工,所有节段梁均在预制厂内预制完成。西引桥采用运梁车将梁段运至架桥机尾部,在架桥机尾部通过喂梁方式进行拼装。东引桥采用运梁船将梁段运至架桥机底部,在架桥机底部通过喂梁方式进行拼装。

节段预制拼装施工架设可采用逐跨拼装法、对称悬拼法。逐跨拼装法中,节段梁由一侧墩顶向另一侧墩顶逐片拼装,在每跨靠近两端墩顶处各设1

个湿接缝,整跨箱梁拼装完成后,通过浇筑梁段的2个湿接缝完成整跨合龙。对称悬拼法中,节段梁由墩顶向跨中拼装,在跨中预留合龙段及湿接缝,通过浇筑跨中合龙段两侧湿接缝完成整跨合龙,此工法与挂篮悬臂浇筑法类似,只是箱梁由现浇改为预制。

该项目采用对称悬拼法施工,2台架桥机左右幅同步架设,按照从大里程向小里程的方向,先架设东引桥,再架设西引桥,然后安装梁段。具体施工流程(见图1)如下:①步骤1,安装墩顶块级架桥机,利用架桥机拼装本联首个T构;②步骤2,将首个T构对称悬拼至最大悬臂状态,完成首个T构安装;③步骤3,将本联首边跨箱梁按照拼装顺序逐一悬挂上架桥机导梁上;④步骤4,按照从墩顶向跨中的顺序,将边跨悬挂梁段拼装成整体,完成首跨合龙;⑤步骤5,架桥机纵移1跨,完成第2个T构悬拼;⑥步骤6,将合龙梁段吊装至合龙口,完成2个T构间的跨中合龙;⑦步骤7,完成本联最后1个T构施工后,按照与首边跨相同的方法安装尾边跨箱梁,从而安装整联梁段。

## 2 架设阶段线形控制方法

### 2.1 测量控制

短线匹配法节段预制拼装施工监控一般采用6点坐标法进行线形控制,每片节段梁顶面设置6个测量控制点,其中轴线控制点1,2用于轴线路形控制,腹板4个控制点用于高程控制,如图2所示。

架设阶段梁段空间姿态由这6个控制点的坐标值进行定位,采用墩顶块或墩身顶为基础新建局部坐标系,也可直接采用设计给定的整体坐标系,坐标值由预制阶段的6点测量坐标值换算而来。

### 2.2 墩顶块定位

墩顶块的定位精度对整跨梁段拼装完成后的线形影响很大,定位不准确会造成合龙口两侧梁端面存在误差,出现轴线错位、高低错台等问题,影响线形平顺性。

采用逐跨拼装法施工,每个墩顶块两侧均为湿接缝,待跨中节段拼装完成后,现浇湿接缝完成整跨箱梁与墩顶块的合龙。墩顶块的定位误差可由与其相邻的两跨通过湿接缝消除,只需保证误差不超过设计要求即可。对称悬拼法施工对墩顶块定位精度要求极高,从墩顶块安装至整个T构拼装完成,整个过程梁段间未设置湿接缝,而整个T构梁段在预制场内预制完成时线形固定,因此整个T构在拼装过程中,墩顶块的定位误差会随拼装长度增加而线性增加。以轴线误差为例,偏差影响计算假

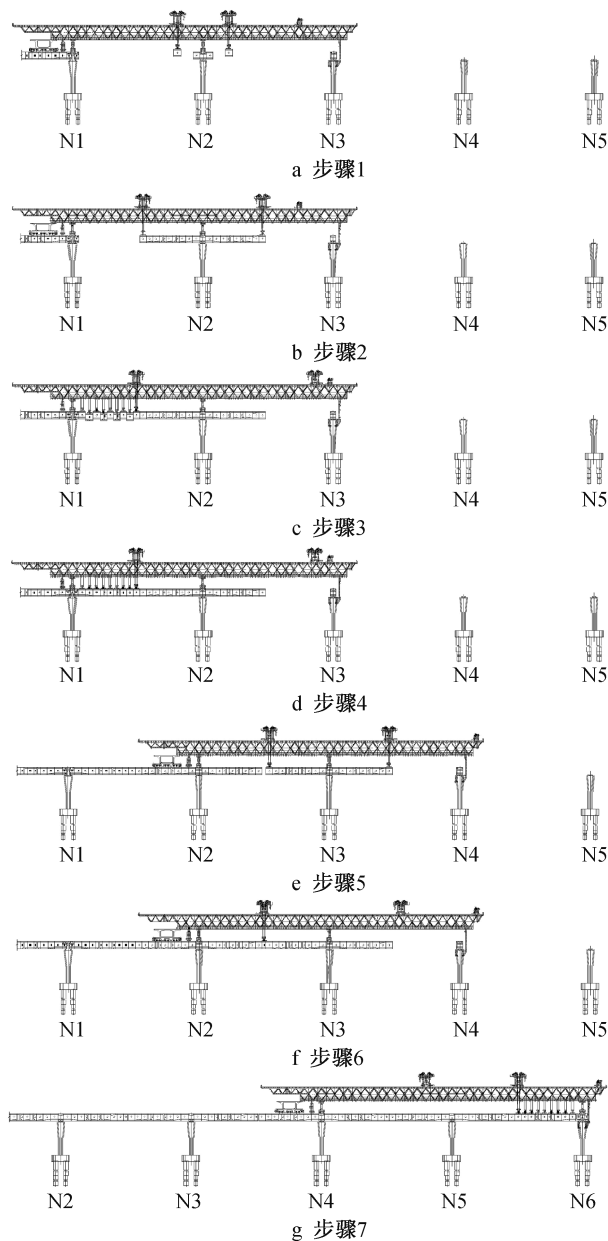


图1 节段梁架设施工流程

Fig. 1 Construction flow of segmental beam erection

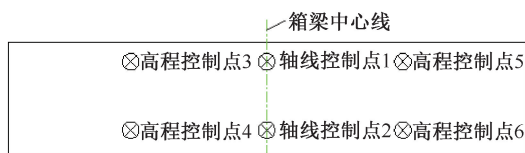


图2 箱梁测量控制点布置

Fig. 2 Measuring control points layout for box girder

定如下:①首节段轴线测量控制点里程方向间距  $L_s = 2\text{m}$ ;②整个T构箱梁拼装完成后总长  $L = 58\text{m}$ ;③首节段定位完成后,前后2个轴线测点的偏距偏差  $d = 3\text{mm}$ 。最后1片箱梁拼装完成后的轴线错位差  $D = Ld/2L_s = 43.5\text{mm}$ 。

高程误差影响计算方法与此相同,由此可见,

墩顶块轴线偏差仅 3mm,可造成最后 1 片与墩顶块间产生 43.5mm 的轴线错位,远超设计要求。

因此对称悬臂拼装过程中,墩顶块的定位精度尤为重要,施工过程中需对墩顶块设置足够的支撑锚固措施,防止 T 构悬拼时墩顶块空间位置改变。墩顶块安装定位过程中,应确保精度控制在  $\pm 1\text{mm}$  内,且要求同号误差,即轴线定位前后 2 个测点偏距误差均  $< 1\text{mm}$ ,同时确保同为正误差或同为负误差,通过实践发现,按此方法控制墩顶块的定位精度可有效控制拼装线形。

墩顶块定位过程中还需考虑预抬量,预抬量主要包含桥梁下部结构的压缩沉降量、支座压缩量以及墩顶块自身在整跨梁段荷载作用下的压缩变形量。预抬量通过有限元数值模拟分析确定近似值,首跨的首块墩顶块采用计算近似值进行预抬,首跨拼装完成后必须实测墩顶块与定位完成时的高程变化量  $\Delta Z$ (即后续墩顶块的预抬量)。

### 2.3 首节段定位

逐跨悬拼施工时,每跨靠近墩顶位置设置 2 道湿接缝,首节段即每跨拼装过程中的第 1 个节段,首节段定位完成后依次顺拼其他节段。逐跨拼装法中的首节段等同于对称悬拼的墩顶块,对定位精度要求高,6 个测量控制点的定位需与对称悬拼的墩顶块相同。首节段定位完成后,必须与墩顶块进行可靠连接,防止箱梁拼装过程中首节段的空間位置改变,因此预制阶段需做好墩顶块与首节段在湿接缝处的预埋件。

### 2.4 其余节段拼装定位

由于预制阶段受限于预制线形,故架设阶段的拼装线形调整幅度很小,架设线形基本按预制线形发展。然而预制过程和拼装过程均存在测量误差,且首节段不可能实现零误差定位,故剩余节段顺拼过程中的误差调整流程如下:节段箱梁无胶试拼→测量 6 测点数据→误差分析,若满足要求,则直接正式涂胶拼装节段箱梁,若不满足,则调整误差满足要求后,再进行涂胶拼装。

## 3 架设阶段误差调整方法

节段梁拼装过程中的线形调整措施如下:调整体内预应力束的张拉顺序及张拉力(适量超张拉),适量施加配重,调整临时预应力张拉顺序及张拉力,相邻节段拼接缝处增设环氧树脂垫片,改变环氧树脂胶的涂抹厚度,打磨梁端面等。采用对称悬拼法施工,以上措施均有效,但逐跨拼装法因其施工工艺限制,调整措施受限,且调整幅度不大。

### 3.1 调整体内预应力张拉顺序及张拉力

此方法仅适用于对称悬拼法,在悬臂拼装过程中,一般按左右对称、先上后下的顺序张拉,施工过程中若需进行线形纠偏,可适当调整预应力张拉顺序及张拉力,具体方法如下:①经过试拼装,若发现轴线偏差右偏,则先张拉左侧体内预应力,后张拉右侧体内预应力,体内预应力全部张拉完成后,适量超张拉左侧体内预应力,若向左偏反之;②经过试拼装,若发现高程偏高,则先张拉底板处体内预应力,后张拉顶板处体内预应力,张拉完全部体内预应力后,适量超张拉底板处的体内预应力,若高程偏低反之。

此方法进行线形调整过程中需改变预应力张拉顺序,并适量调整张拉力,应用前需经过理论分析确定其可用性。

### 3.2 调整临时预应力张拉顺序及张拉力

采用逐跨法施工时,主梁整跨合龙后才张拉体内、体外预应力,因此调整体内预应力张拉顺序及张拉力值对本工法无效。但实践发现,通过调整临时预应力张拉顺序及张拉力值也可调整线形,具体方式如下:①经过试拼装,若发现轴线偏差向右,则先张拉左侧临时预应力拉杆,后张拉右侧临时预应力拉杆,完成全部预应力拉杆张拉后,超张拉左侧临时预应力拉杆,超张拉力不大于临时拉杆允许拉力,若向左偏反之;②经过试拼装,若发现高程偏高,则先张拉底板处的临时预应力拉杆,后张拉顶板处临时预应力拉杆,完成全部预应力拉杆张拉后,超张拉底板处的临时预应力拉杆,超张拉力不大于临时拉杆允许拉力,若高程偏低反之。

经实践验证,通过调整临时预应力张拉顺序及张拉力值可微调拼装线形,最大微测量约 3mm。

### 3.3 相邻节段拼接缝处增设环氧树脂垫片

环氧树脂垫片材质与环氧胶相同,垫片平面尺寸  $15\text{cm} \times 15\text{cm}$ ,一般厚 3~4mm,每个断面设置 2 个垫片,垫设于箱梁腹板与顶板、底板交叉处(此处混凝土最厚),垫片应按左右对称或上下对称的原则布设,垫设过程中注意避让体内预应力预留管道,同时在垫片一侧混凝土面上增厚涂胶厚度,确保拼装后挤出的环氧胶密实。通过增设垫片方式调整拼装线形,具体方式如下:①经过试拼装,若发现轴线偏差向右,则在右侧设置 2 片上下对称布置的垫片,增厚右侧环氧胶涂抹厚度,若向左偏反之;②经过试拼装,若发现高程偏高,则在顶板设置 2 片左右对称布置的垫片,增厚顶板侧的环氧胶涂抹厚度,若高程偏低反之。且多数同类型桥梁施工过程中

均应用该方法,效果显著,且最大微调量约5mm。

### 3.4 改变环氧树脂胶的涂抹厚度

改变环氧胶涂抹厚度与增设环氧垫片方法类似,均通过改变胶缝厚度不均实现拼装线形误差调整,先在待拼梁匹配面上涂抹1层环氧胶,线形偏差方向一侧稍厚,反偏差方向一侧稍薄或不涂,待环氧胶初凝后,全断面均匀涂抹环氧胶并进行拼装。

由于环氧胶初凝时间 $\geq 2\text{h}$ ,冬季气温低时初凝时间更长,影响工期和施工连贯性,因此此方法一般应用于拼装线形误差较大的情况。

### 3.5 梁端面打磨

此方法通过改变箱梁厚度修正线形误差,需全断面打磨梁端面,进行准确计算后再确定打磨厚度,打磨面必须平整,因剪力键及剪力槽较多,操作困难,且架设阶段的拼接缝不易合龙。

### 3.6 适量施加配重

此方法仅适用于对称悬拼法中的高程偏差调整,即拼装过程中若T构一侧下沉、一侧上浮,可在完成T构施工后,在上浮一侧适当增设配重,修正高程偏差。通过配重调整高程误差的效果较明显,但在配重施加前,需系统性评估墩顶块的锚固体系及整个T构受力状态,以确保施工安全。

## 4 结语

1)墩顶块及首节段定位准确与否直接影响成桥线形,定位不准易出现轴线错位和高低错台,影响成桥线形及桥梁外观,因此墩顶块及首节段需准确定位,误差应控制在 $\pm 1\text{mm}$ 内,同时应确保为同号误差。

2)节段箱梁拼装过程中不可缺少试拼工况,通过试拼不仅可验证拼接缝的吻合情况,还可通过试拼预估误差,从而提出误差调整措施,偏差较小时应调整预应力张拉顺序及张拉力值,偏差较大时应

在相邻节段拼接缝处增设环氧树脂垫片。

3)若拼装过程中出现较大误差,可改变环氧树脂胶的涂抹厚度进行调整。

4)若预制阶段出现较大偏差,严重影响成桥线形,拼装阶段无法完成调整时,可采用梁端面打磨法进行补救,打磨面应平整,能够准确计算打磨厚度。

### 参考文献:

- [1] 祁向宇. 小半径桥梁预制悬拼施工中的线形纠偏措施[J]. 交通科技, 2017(3): 85-87.  
QI X Y. Geometry correction measures for prefabricated cantilever bridge in small radius curve [J]. Transportation science & technology, 2017(3): 85-87.
- [2] 何旭辉, 马广. 预应力混凝土箱梁短线法节段预制线形控制[J]. 桥梁建设, 2009, 39(5): 64-67.  
HE X H, MA G. Geometric shape control of precasting of PC box beam segments by short-line match method [J]. Bridge construction, 2009, 39(5): 64-67.
- [3] 李甲丁, 刘钊. 短线法节段预制拼装桥梁线形控制探讨[J]. 现代交通技术, 2009, 6(6): 48-51.  
LI J D, LIU Z. Alignment control for short-line precast segmental bridges [J]. Modern transportation technology, 2009, 6(6): 48-51.
- [4] 方蕾. 短线预制悬臂拼装连续梁桥施工线形控制研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2008.  
FANG L. Study on construction geometry control of prefabrication based on short-line method and cantilever erection continuous beam bridge [D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2008.
- [5] 刘岭, 陈喜凤, 黄腾. 短线匹配法预制箱梁线形控制方法[J]. 测绘工程, 2013, 22(4): 72-75, 79.  
LIU L, CHEN X F, HUANG T. Alignment control of prestressed box beams by short-line matching method [J]. Engineering of surveying and mapping, 2013, 22(4): 72-75, 79.
- [6] 黄跃, 王敏, 刘景红, 等. 跨海桥梁超高渐变段预制和安装控制技术[J]. 中国港湾建设, 2013, 33(1): 69-72.  
HUANG Y, WANG M, LIU J H, et al. Control technology of precasting and erection of high gradient section for a cross-sea bridge [J]. China harbour engineering, 2013, 33(1): 69-72.