

# 三跨简支桥空心板梁吊装方案探索

章有明

上海地江集团有限公司

DOI:10.32629/btr.v3i5.3140

**[摘要]** 随着我国基础建设步伐的加大,越来越多的三跨简支空心板梁桥应用于道路工程中去。如何采取技术预控措施确保空心板梁吊装安全、不出现安全质量事故、使在建桥梁成为道路交通中一道美丽的风景线,具有现实意义。本文将窑桥中心河桥空心板梁吊装采用的技术措施做一介绍。并且也介绍了浦卫公路窑桥中心河桥空心板梁吊装方案与安全技术保证措施。

**[关键词]** 三跨简支桥; 300吨汽车吊; 吊机不上桥面; 16m预应力空心板梁吊装; 吊机选型工况验算

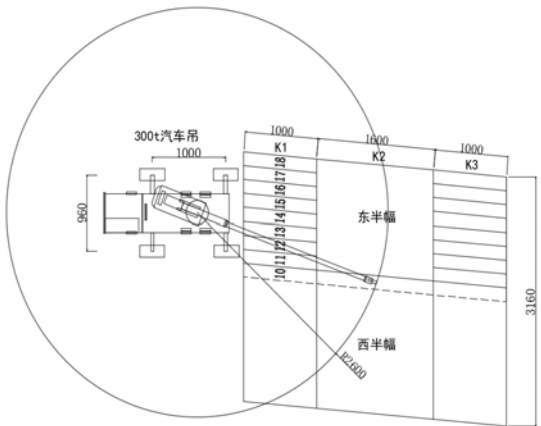
## 1 工程概况

浦卫公路窑桥中心河桥位于半径R=2500m的圆曲线上,中心桩号为K22+355.196,顺交15°布置。该桥为南北走向,三跨型桥梁,跨径组合为10+16+10m。分为东西两幅,东幅每跨9片桥梁(7中2边);西幅每跨9片桥梁(7中2边)。每跨桥梁由西向东依次编号为1~9号(西幅)、10~18号(东幅)。

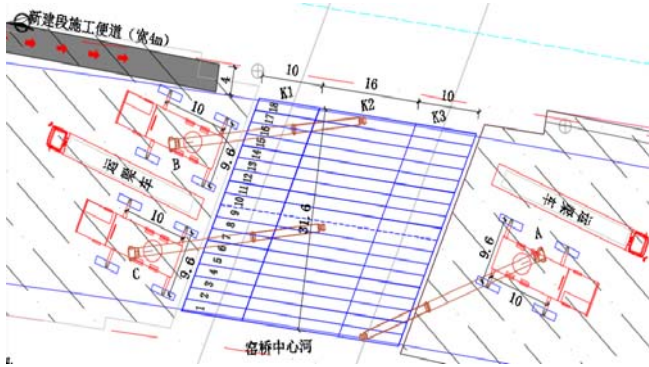
长度	数量	每片重量(T)	每片方量(m³)	备注
10m中梁	28	11.2	4.5	
10m边梁	8	12	4.81	
16m中梁	14	22.8	9.14	
16m边梁	4	25	10.03	

## 2 空心板梁吊装顺序

吊机就位位于3#桥台后方路基中部→吊装K3跨18片梁(整跨)→移机→吊机就位位于0#桥台东半幅后方路基中部→吊装K1跨9片梁(10#~18#)→吊装K2跨9片梁(10#~18#)→移机→吊机就位位于0#桥台西半幅后方路基中部→吊装K1跨9片梁(1#~9#)→吊装K2跨9片梁(1#~9#)。



K2跨16m板梁吊装立面工况图



三跨简支桥空心板梁吊装顺序示意图

## 3 吊机设备选型

窑桥中心河桥为三跨型桥梁,跨径组合为10+16+10m。K2跨16m边梁最重,为10.03m³\*2.5t/m³=25.075t;吊装该边梁时为最不利工况,JQAY300t汽车吊工作半径为24m,采用臂长35.9m。

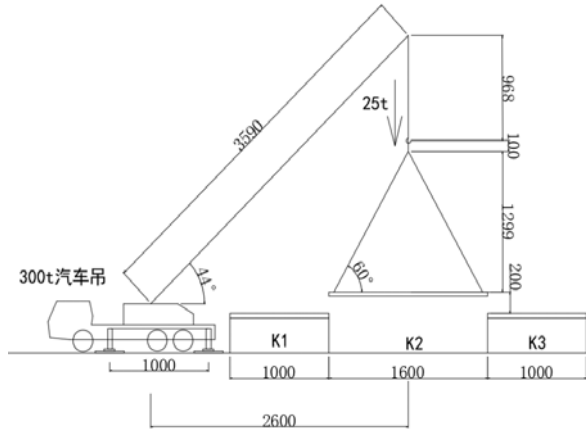
### 4 地基承载力、JQAY300t汽车吊、钢丝绳验算

#### 4.1 吊装最不利工况验算

1台300吨汽吊站位于1#桥台后背处,车头向北,作业面向南,汽吊中心点位于第14号空心板梁位置。此时汽吊中心点距离中跨10号边梁为24米,为最不利吊装工况,架设中跨10号边梁的最大工作半径约为24米。

查300吨汽吊在工作半径为24米,臂长为35.9米情况下,能吊起31.0\*0.85=26.35t的重量;实际最重起重量为26t(边梁重量约为25t+吊钩、索具1t)≤26.35t,因此停此位置,能将边梁从梁车上吊起并架设到位。

架设中跨10号边梁的最大工作半径约为24米。



K2跨16m板梁吊装平面工况图

#### 4.2 吊点及钢丝绳选用验算

10m、16m空心板梁采用预埋吊环钢筋的形式起吊施工,每端设有2个吊环,对称布置。

吊装时吊钩通过钢丝绳与吊环连接,钢丝绳通过穿卸扣系挂于吊环,单机吊装钢丝绳与梁面夹角不小于60°。

吊点验算: 均截面板梁吊点支座反力分析。

总重 N	总长 L	每米重 P	点 C 距点 A	点 B 距点 D	点 C 距点 D(L3)
25	16	1.56	0.5	0.5	15

令MD=0,

$$NC = (0.5 * P * L1^2 - 0.5 * P * L2^2) / L3$$

则:  $1.56 \times (16 - 0.5) \times (16 - 0.5) \times 0.5 - 1.56 \times 0.5 \times 0.5 \times 0.5 = NC \times 15$

NC=12.5吨

ND=12-6=12.5吨

钢丝绳选用:

(1) 钢丝绳拉力计算

已知实际最重起重量为13吨(边梁一半重量约为12.5吨+吊钩、索具0.5吨)。

每根钢丝绳双股对折使用

$$S = \frac{Q}{n} \cdot \frac{1}{\sin \alpha} = \frac{13 \times 10}{2 \times \sin 60 \times 2} = 37.5KN$$

式中: Q—所吊构件重量 n—吊索的根数

α—吊索与水平面的夹角

(2) 钢丝绳规格选择

钢丝绳参照标准为6×37-8918国标,端梁每头采用2根直径32.5mm的交互捻钢丝绳同时使用。破断拉力为54.65吨(详见钢丝绳参数表)。

钢丝绳参数表:

钢丝绳种类	直径 (mm)	钢丝绳总面积 (mm <sup>2</sup> )	参考重量 KG/100m	钢丝绳公称抗拉强度 (KG/mm <sup>2</sup> )	钢丝绳破断拉力 (T)
6*37	32.5	392.11	368.8	170	54.65

钢丝绳安全系数K1取8,6\*37钢丝绳之间荷载不均匀系数取0.82,钢丝绳容许拉力验算如下:

$$P = \frac{\alpha S_0}{K} = \frac{0.82 \times 54.65 \times 10}{8} = 56KN > 37.5KN, \text{故能满足吊装要求。}$$

4.3地基处理及验算

空心板梁安装时汽车吊站位位于该桥桥台后,桥头50m范围内采用二次轻质路堤+钉型与双向水泥搅拌桩的处理方式,路基处理段实测地基极限承载力不小于260KPa,过渡段地基极限承载力不小于220KPa。

79.6t(汽车吊自重)+98.2t(配重)+25t(一片梁自重)=202.8t

(1) 计算工况

工况一、起重臂沿车身方向(α=0°)

工况二、起重臂垂直车身方向(α=90°)

工况三、起重臂沿支腿对角线方向(α=45°)

(2) 支腿荷载计算公式:

$$N = \Sigma P / 4 \pm [M \times (\cos \alpha / 2a + \sin \alpha / 2b)]$$

式中: ΣP——吊车自重及吊重=79.6+98.2+25=202.8t;

M——起重力矩;

$$M = 25 \times 24 = 600t \cdot m$$

α——起重臂与车身夹角;

a——支腿纵向距离=10m, 2a=20;

b——支腿横向距离=9.6m, 2b=19.2。

(3) 计算结果

A、工况一、起重臂沿车身方向(α=0°)

$$N1 = N2 = \Sigma P / 4 + [M \times (\cos \alpha / 2a + \sin \alpha / 2b)]$$

$$= 202.8 / 4 + 600 \times (1 / 20) = 80.7t$$

$$N3 = N4 = \Sigma P / 4 - [M \times (\cos \alpha / 2a + \sin \alpha / 2b)]$$

$$= 202.8 / 4 - 600 \times (1 / 20) = 20.7t$$

B、工况二、起重臂垂直车身方向(α=90°)

$$N1 = N3 = \Sigma P / 4 + [M \times (\cos \alpha / 2a + \sin \alpha / 2b)]$$

$$= 202.8 / 4 + 600 \times (1 / 19.2) = 81.95t$$

$$N2 = N4 = \Sigma P / 4 - [M \times (\cos \alpha / 2a + \sin \alpha / 2b)]$$

$$= 202.8 / 4 - 600 \times (1 / 19.2) = 19.45t$$

C、工况三、起重臂沿支腿对角线方向(α=45°)

$$N1 = \Sigma P / 4 + [M \times (\cos \alpha / 2a + \sin \alpha / 2b)]$$

$$= 202.8 / 4 + 600 \times (\cos 45^\circ / 20 + \sin 45^\circ / 19.2) = 103.7t$$

$$N2 = \Sigma P / 4 + [M \times (\cos \alpha / 2a - \sin \alpha / 2b)]$$

$$= 202.8 / 4 + 600 \times (\cos 45^\circ / 20 - \sin 45^\circ / 19.2) = 49.6t$$

$$N3 = \Sigma P / 4 - [M \times (\cos \alpha / 2a + \sin \alpha / 2b)]$$

$$= 202.8 / 4 - 600 \times (\cos 45^\circ / 20 + \sin 45^\circ / 19.2) = -2.34t$$

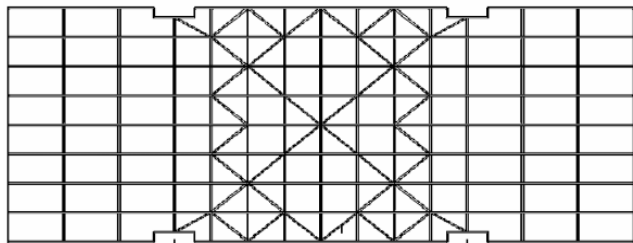
$$N4 = \Sigma P / 4 - [M \times (\cos \alpha / 2a - \sin \alpha / 2b)]$$

$$= 202.8 / 4 - 600 \times (\cos 45^\circ / 20 - \sin 45^\circ / 19.2) = 51.7t$$

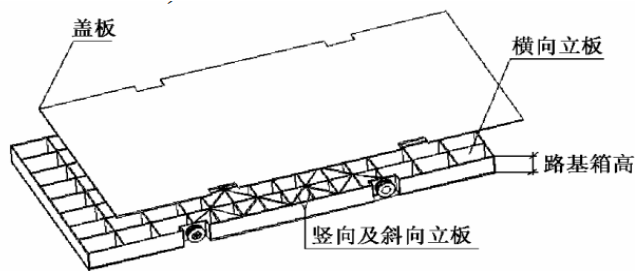
得出最不利工况下N1支腿受到最大力为103.7t。

103.7/11(路基箱面积5.5×2=11m<sup>2</sup>)×10=94.3KPa < 实测地基极限承载力220KPa

平整台后基础,并进行碾压密实,检查地基的承载力,碾压密实,并在汽车吊支撑位置铺设路基箱板(5.5m×2m×0.14m)。



路基箱板构造图



路基箱板内部构造图

吊机作业均位于桥台后,经复核计算,桥台抗滑移、抗倾覆能力均满足规范要求。

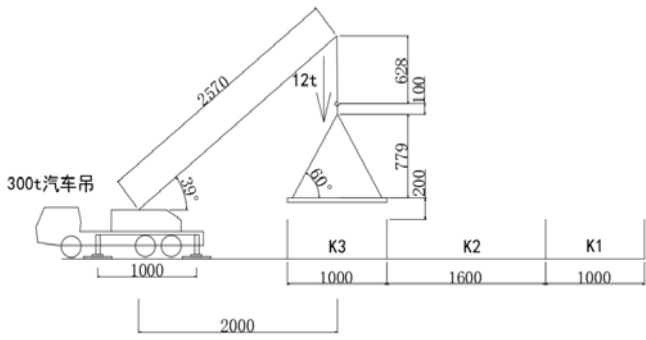
### 5 具体的吊机站位措施

➤ 第一次移机(A停机位)架设南跨全幅1—18号梁

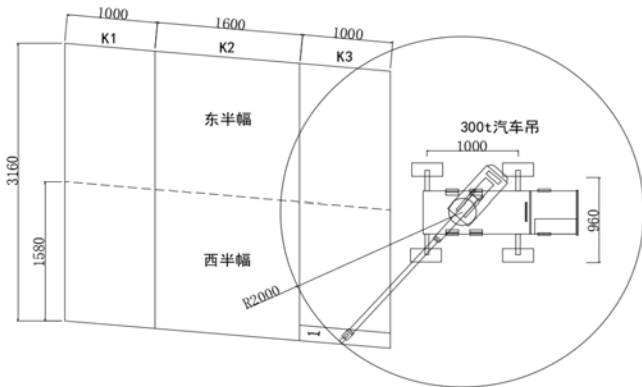
架设K3跨10m板梁:

1台JQAY 300t汽车吊站位位于南侧桥台后,车头向南,作业面向北,汽吊中心点位于第9、10号桥梁位置(A停机位)。此时汽吊中心点距离边跨1号边梁为20米,为最不利吊装工况,因此架设边跨1号边梁的最大工作半径约为20米。300吨汽吊在工作半径为20米,臂长为25.7米情况下,能吊起38吨的重量;实际最重起重量为12.5吨(边梁重量约为12吨+吊钩、索具0.5吨),因此停此位置,能将边梁从梁车上吊起并架设到位。

运梁车将梁送至汽吊旁,然后由汽吊将梁吊起,慢慢回转头,将梁架设到位(见工程示意图),依次完成南跨K3桥梁的架设。



K3跨10m板梁吊装平面工况图



K3跨10m板梁吊装立面工况图

➤ 第二次移机(B停机位)架设北跨、中跨东半幅10—18号梁

架设K1跨10m板梁：架设工况同K3跨10m板梁

1台300吨汽吊站位于北侧桥台后背处，车头向北，作业面向南，汽吊中心点位于第14号桥梁位置(B停机位)。此时汽吊中心点距离边跨10号边梁为14米，为最不利吊装工况，因此架设边跨10号边梁的最大工作半径约为14米。300吨汽吊在工作半径为14米，臂长为20.5米情况下，能吊起66吨的重量；实际最重起重量为12.5吨（边梁重量约为12吨+吊钩、索具0.5吨），因此停此位置，能将边梁从梁车上吊起并架设到位。

运梁车将梁送至汽吊旁，然后由汽吊将梁吊起，慢慢回转后，将梁架设到位（见工程示意图），依次完成北跨K1东半幅桥梁的架设。

架设K2跨16m板梁：同吊机选型验算工况。

➤ 第三次移机(C停机位)架设北跨、中跨西半幅1—9号梁：架梁方法、架梁工况均与架设东幅桥梁相同。

6 吊装施工重点安全措施

(1) 吊装作业范围无障碍物，高空无高压线，方能安全进行吊装。

(2) 汽车吊就位后，正式开始起吊，由架梁指挥指挥汽吊开始起吊，收紧钢丝绳，待梁离开车体时（10cm~20cm），停一下保证梁的稳定，然后缓缓将梁慢慢提升，提升的高度应超过墩的顶部。然后把杆进行旋转，板梁到位后缓缓放下就位。架梁人员登上桥台后，应配备安全绳，以防发生坠落事故。

7 实施效果

在建设单位的大力支持、监理单位的严格监理热情服务和施工单位精心组织科学施工下，该座3跨桥梁54片空心板梁经汽车吊3次移位，于1天内吊装完成。

施工期间，300t汽车吊不上新建桥梁作业，确保了新建桥梁质量。施工前对相关环节进行了分项验算，提前进行机械设备、人员、现场准备，做到工序施工有条不紊。提前对吊装作业人员进行安全技术交底，操作人员清楚知道做什么、如何做，满足了规范验收标准。

该桥吊装完成后，相邻板平整度、相邻跨间缝隙、顺直度等方面在建设单位组织的安全质量评比中，获得了单项奖的荣誉。

8 体会

(1) 三跨简支桥空心板梁吊装，为确保新建桥梁质量，做到吊机不上桥面作业。

(2) 根据不同跨径，通过最不利工况验算，选择安全、经济、可行的吊装机械。

(3) 吊装作业前对吊机支腿位置铺设路基箱板处理。

[参考文献]

[1]张善稳.后张法预应力空心板梁施工技术和试验研究[D].安徽理工大学,2009.  
 [2]冯贵明.浅谈后张法预应力空心板梁施工技术[J].江西建材,2014(08):116.  
 [3]刘冰,刘莹.后张法预应力空心板梁施工技术[J].交通世界(运输.车辆),2015(12):30-31.