

# 试述连续刚构桥梁 0#块施工技术

房瑞霞

宁波市斯正项目管理咨询有限公司, 浙江 宁波 315100

**[摘要]** 本桥连续箱梁采用三向预应力体系, 0#块预应力体系由纵、横、竖向预应力组成, 采用钢管柱支架法施工, 使用千斤顶反力座张拉法, 在支架上设置横梁, 使用千斤顶进行张拉, 达到加载的目的, 也就是支架预压采用张拉预应力筋施加压力, 消除其非弹性变形, 测出弹性变形, 并检验支架的安全性能, 通过 0#块支架构件计算, 按荷载的传递顺序, 分别计算各杆件的强度、刚度、稳定性, 计算结果符合设计规范要求。挂篮在悬浇完一段箱梁, 预应力筋张拉完毕后开始前移。

**[关键词]** 连续箱梁; 0#块; 钢管支架; 支架预压; 挂篮

DOI: 10.33142/sca.v3i8.3154

中图分类号: TU74

文献标识码: A

## Construction Technology of Continuous Rigid Frame Bridge

FANG Ruixia

Ningbo Sizheng Project Management Consulting Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315100, China

**Abstract:** The continuous box girder bridge adopts three-dimensional prestressed system, and the 0 # block prestressed system is composed of longitudinal, transverse and vertical prestress. The steel pipe column support method is adopted for construction, the jack reaction seat tension method is used, the cross beam is set on the support and the jack is used for tension, so as to achieve the purpose of loading. That is to say, the support is preloaded by tensioning prestressed tendons to eliminate its inelastic deformation, measure the elastic deformation, and check the safety performance of the support. The strength, stiffness and stability of each member are calculated according to the load transfer sequence through the calculation of 0 # block support component and the calculation results meet the requirements of the design code. The basket starts to move forward after a section of box girder is suspended and poured and prestressed reinforcement is tensioned.

**Keywords:** continuous box girder; 0 # block; steel pipe support; support preloading; basket

### 1 工程概况

宁波市轨道交通 2 号线二期 TJ2212 标, 高架桥主梁采用 48+80+48m 预应力混凝土连续刚构, 采用单箱单室直腹板断面, 顶板宽度 9.6m, 底板宽 5.2m, 腹板厚度为 50cm 及 80cm, 中横梁及端横梁设置 80×80cm 的人孔。

桥梁共分 10 个节段, 其中 0 号段为支架现浇节段, 1~9 号节段为悬浇节段, 10 号节段为合龙段。0 号段长 10m, 1~4 号节段长 3.5m, 5~9 号节段长 4m, 10 号节段长 2m 最重节段 1 号段, 重量为 134.2t, 详细梁段划分如下图所示:

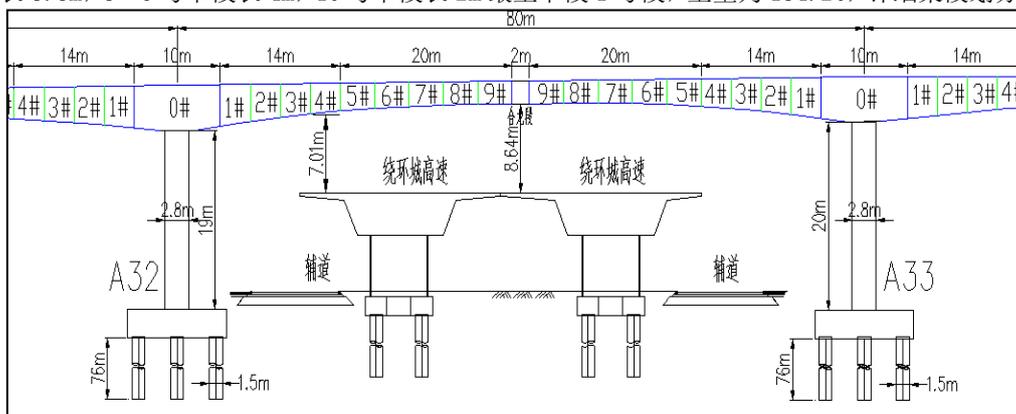


图 1 梁段划分图

### 2 连续钢构总体设计概述

跨度布置为 48+80+48m 的预应力混凝土连续刚构, 箱梁位于直线上。箱梁为等宽箱梁, 桥宽 9.6m。刚构连续梁 0#块及边跨现浇段施工应用支架现浇法, 剩余箱梁部分使用挂篮对称浇筑至各单“T”最大悬臂, 然后依次进行边跨和中跨合龙<sup>[1-2]</sup>。

### 3 0#块施工内容

#### 3.1 施工控制内容

本工程桥梁为预应力混凝土连续刚构悬臂浇筑法施工。

(1) 首先动态监控主梁及各梁段施工中线位置及节点标高，并依据各梁段节点挠度计算值与实际偏差值大小和方向采取相应施工控制措施，同步调整待浇梁段的模板标高；(2) 为满足成桥后桥面理论标高值，现根据监控单位监测数据计算箱梁预拱度，位移量包括恒载和施工荷载、1/2 活载、成桥后的收缩徐变和附加预抛高位移量，根据施工时的具体情况计算各梁段节点的抛高值；(3) 关注气象部门发布的气象报告，做好台风防控应急管理措施，均匀施加箱梁荷载和卸载，并提高长悬臂状态主梁变形情况的日常检查频次；(4) 根据箱梁结构受力分析，防止施工过程中出现悬臂施工不平衡荷载情况，在混凝土浇筑过程中及时采取措施控制好悬臂浇筑两端的混凝土容重差。

#### 3.2 0#段施工技术概述

0#块箱梁混凝土浇筑方量最大，为严防桥梁成型后出现收缩裂缝，严重影响桥梁的外观质量，严格按照规范程序进行施工。

(1) 为保障 0#块施工托架的刚度，该块件必须进行一次浇筑，施工托架按 $\geq$ 施工总重量 120%进行充分预压，同时进行混凝土配合比试验，减少水灰比并降低水泥用量符合设计标号要求，采用的骨料粒径和配合比满足设计规范要求。适当掺加减少收缩量的添加剂。(2) 为控制由水化热及混凝土收缩等不良因素引起的裂缝，大体积 0#块混凝土及时采取散热措施，确保混凝土养生时间，并严格按照设计规范要求控制混凝土出厂温度及浇筑时的内外温差；(3) 箱梁 0#块与桥墩整体浇筑，整体浇筑墩身的断缝位置位于梁底下方 0.5~1m 的位置处，为避免 0#块开裂，0#块混凝土中应添加聚丙烯纤维网，掺量为  $0.9\text{kg}/\text{m}^3$ ，其性能符合《水泥混凝土和砂浆用合成纤维》GB/T21120-2007 相关要求<sup>[3-4]</sup>。

表 1 33 号墩 0 号块应力监测点

| 位置  | 位置编号 | 仪器编号   | 0 号块初始值 | 1 号块浇筑 | 实测应力值 | 理论值  | 差值   |
|-----|------|--------|---------|--------|-------|------|------|
| 墩梁  | 0-1  | 102100 | 2438.2  | 2470.2 | -0.7  | -0.6 | -0.1 |
| 交接处 | 0-2  | 102077 | 2445.2  | 2450.3 | -0.5  | -0.6 | 0.1  |
|     | 0-3  | 102135 | 2349.7  | 2413.1 | -0.6  | -0.6 | 0    |
|     | 0-4  | 102073 | 2454.5  | 2488.2 | -0.7  | -0.6 | -0.1 |
|     | 0-5  | 102122 | 2772.3  | 2786.1 | -0.6  | -0.6 | 0    |
|     | 0-6  | 102127 | 2458.4  | 2455.9 | -0.6  | -0.6 | 0    |
| 0#块 | 0-7  | 102154 | 2118.2  | 2170.2 | -1.6  | -1.7 | 0.1  |
| 悬臂  | 0-8  | 102138 | 2456.6  | 2473.5 | -1.6  | -1.7 | 0.1  |
| 端顶板 | 0-9  | 102086 | 2498.3  | 2554.1 | -1.7  | -1.7 | 0    |
| 0#块 | 0-10 | 102076 | 2357.1  | 2397.6 | -0.5  | -0.5 | 0    |
| 悬臂  | 0-11 | 102072 | 2564.2  | 2577.2 | -0.4  | -0.5 | 0.1  |
| 端底板 | 0-12 | 102096 | 2345.6  | 2376.2 | -0.4  | -0.5 | 0.1  |
| 0#块 | 0-13 | 102091 | 2220.6  | 2232.5 | -1.8  | -1.7 | -0.1 |
| 悬臂  | 0-14 | 102136 | 2503.4  | 2543.4 | -1.8  | -1.7 | -0.1 |
| 端顶板 | 0-15 | 102146 | 2453.6  | 2476.4 | -1.8  | -1.7 | -0.1 |
| 0#块 | 0-16 | 102101 | 2575.1  | 2568.7 | -0.4  | -0.5 | 0.1  |
| 悬臂  | 0-17 | 102152 | 2334.5  | 2334.2 | -0.4  | -0.5 | 0.1  |
| 端底板 | 0-18 | 102102 | 2376.8  | 2356.9 | -0.6  | -0.5 | -0.1 |

(4) 应力要求：为保证大桥施工安全，并为今后运营阶段的长期监测提供基础资料。主要控制主梁的截面内力（应力）及主梁的上下缘正应力值。无论是在桥梁成型还是在施工过程中，都要确保各截面应力的最大值  $18\text{N}/\text{mm}^2$  满足设计规范要求；(5) 应力分析：从监测数据看出，0#块及墩柱应力传感器数值呈对称状态分布，主梁控制截面实测应力值与理论计算值基本吻合。挂篮悬臂浇筑混凝土期间，箱梁根部截面混凝土应力增量与理论计算值接近，最大值  $18\text{N}/\text{mm}^2$  在允许范围之内，满足监控要求。

#### 3.3 0#块支架预压

(1) 为消除支架的非弹性变形量并测量弹性变形值，须遵照设计规范要求预压 0#块托架和边跨现浇段的支架，根据梁段重量的 120%逐级加载预压，预压可采用钢筋原材料加载法进行。

(2) 预压支架的稳定标准为连续 24h 沉降变形量小于 2mm, 支架在确定施工预拱度值时, 应考虑下列因素:

- ① 支架承受全部荷载时的基础的沉降量和弹性变形值; ② 由于构件结构加载后挤压而产生的非弹性变形(塑性)挤压值; ③ 由梁段自身结构重力引起箱梁的弹性挠度; ④ 由于混凝土的收缩、徐变及温度变化而引起的梁段超静定结构挠度。

### 3.4 挂篮施工

主桁架结构拼装:

(1) 为控制好挂篮行走时的轴线位置, 首先在箱梁 0#块顶板面轨道位置处砂浆找平, 然后测量放样并用墨线弹出箱梁的中线、轨道中线和轨道端头的位置线, 用垂线和经纬仪校核主桁架拼装方位; (2) 采用箱梁 0#块工作面平台配合使用汽车吊起吊安装主桁片就位, 并采取临时固定措施, 在轨道后结点处临时设置支撑垫块, 顶部安装前支点滑船, 水平拼装主桁架为菱形并保证两主桁片稳定; 利用吊装设备起吊轨道连接锚固梁对中安放。(3) 在箱梁 0#块顶面组拼形成后横梁左右桁片, 并安装主桁后节点处的分配梁、千斤顶及后锚杆等并分段起吊后横梁桁片, 通过锚固筋与顶板预留孔锚固将主桁后节点与分配梁连接; 采用同样方式组拼前横梁桁片, 整体起吊安装就位; (4) 拆除后锚临时支撑垫块, 照图设置前后横梁桁片与吊带的销接处限位钢管, 安装吊带、分配梁、吊杆以及液压提升装置等, 并按先下后上的顺序安装上下平联杆件<sup>[5-7]</sup>。

## 4 悬臂施工高程监测及中线控制

### 4.1 高程监测

为观察各点的高程(挠度)变化以及箱梁曲线变化过程, 监测组测量已浇各梁段的控制点高程, 因此在每个箱梁节段上布设二个对称的高程控制点, 既可监测各梁段施工挠度及整个箱梁施工过程中的扭转变形值, 各箱梁段在立完模板浇筑混凝土前, 在箱梁腹板外侧对应的箱顶部距端模 10cm 处预埋  $\phi 16$  的钢筋, 并露出箱梁混凝土, 及时在每梁段立完模浇筑混凝土前后、预应力筋张拉前后进行监测。

使用 S1 水准仪进行日常高程监测, 每次观测须形成闭合水准路线, 保证检验观测成果的准确性。

### 4.2 悬臂施工中的中线监控

采用全站仪联测 0#块上放置的箱梁中心点与首级控制点, 确保各箱梁中心点测量精度, 方准进行箱梁的下一步施工测量。采用三维坐标法放样并联测各个 0#块的中心点, 以联测后的 0#块中心点为边跨或 1/2 中跨为控制基准, 同时以本桥独立控制点为定位方向, 以完成箱梁中心线测量, 并保证桥梁全线精度<sup>[8-9]</sup>。

## 5 结论

在 0#块其顶位置布控几个测量控制点(0#块中心点)作为施工测量的基准点, 从控制整个悬浇箱梁段的起始部位来监控整个桥的施工过程。挂篮前移时, 主桁架后走行轮扣在轨道上行走, 挂篮的底模系统、侧模系统、内模系统、前提升系统随主桁架走行, 挂篮的前吊点的荷载主要为走行时外模滑道前吊杆传递荷载、走行时内模滑道前吊杆传递和在前上横梁荷载及主桁架杆件自重。

### [参考文献]

- [1] 中华人民共和国行业标准. 公路桥涵设计通用规范(JTG D60-2004) [S]. 北京: 人民交通出版社, 2004.
- [2] 中华人民共和国行业标准. 公路钢筋混凝土和预应力混凝土桥涵设计规范(JTGD62-2016) [S]. 北京: 人民交通出版社, 2012.
- [3] 中华人民共和国行业标准. 铁路桥涵设计基本规范(TB10002-2017) [S]. 北京: 中国铁道出版社, 2005.
- [4] 中华人民共和国行业标准. 铁路混凝土结构耐久性设计规范(TB10005-2010) [S]. 北京: 中华人民共和国铁道部, 2016.
- [5] 中华人民共和国国家标准. 混凝土结构耐久性设计规范(GB/T50476-2008) [S]. 北京: 中华人民共和国住房和城乡建设部、中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 2009.
- [6] 铁路工程施工技术指南. 客货共线线路桥涵工程施工技术指南(TZ203-2008) [S]. 北京: 中华人民共和国铁道部, 2008. 2.
- [7] 铁路工程施工技术指南. 铁路预应力混凝土连续梁(刚构)悬臂浇筑施工技术指南(TZ324-2010) [S]. 北京: 铁道部经济规划研究院, 2010. 3. 31.
- [8] 中华人民共和国铁道行业标准. 铁路后张法预应力混凝土梁管道压浆技术条件(TB/T3192-2008) [S]. 北京: 2008. 7. 1.
- [9] 中华人民共和国国家标准. 城市轨道交通工程监测技术规范(GB50911-2013) [S]. 北京: 中华人民共和国住房和城乡建设部、中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 2014. 5. 1.

作者简介: 房瑞霞(1984.9-)女, 学历: 2008年毕业于河南大学民生学院, 土木工程专业, 工学士学位。