

高支模系统少支架法施工技术

谢圣浩

宏润建设集团股份有限公司, 浙江 宁波 315000

[摘要]现浇箱梁施工, 支架结构安全可靠是保证施工顺利进行的前提。目前宁波地区市政桥梁施工大部分采用满堂支架法。近几年市政桥梁建设规模日益增大, 城市桥梁施工环境越来越复杂, 跨河、跨路、跨现状桥梁施工已成常态, 且高架越来越高, 满堂支架法已无法适应跨径大、高度高、地形复杂的现浇桥梁施工要求, 而大管径钢管柱和大梁组合支架施工法(即少支架法)更好地能适应复杂条件下桥梁支架的施工要求。文中以机场路(青林湾大桥—江北大道)快速化改造工程II标段为研究对象, 根据工程特点和施工实际情况, 对高支模系统少支架法基础、下部结构、上部结构、支模架调节段设计及施工技术进行了详细的分析, 并总结了相关技术措施。

[关键词]现浇箱梁; 高支模系统; 少支架

DOI: 10.33142/sca.v7i2.11261

中图分类号: TU755.2

文献标识码: A

Construction Technology of High Formwork System with Few Supports Method

XIE Shenghao

Hongrun Construction Group Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315000, China

Abstract: In the construction of cast-in-place box girders, the safety and reliability of the support structure is a prerequisite to ensure the smooth progress of the construction. At present, the majority of municipal bridge construction in Ningbo area adopts the full hall support method. In recent years, the scale of municipal bridge construction has been increasing, and the construction environment of urban bridges has become increasingly complex. Bridge construction across rivers, roads, and the current situation has become the norm, and the elevated structures are getting higher. The full span support method can no longer meet the construction requirements of cast-in-place bridges with large spans, high heights, and complex terrain. However, the combination support construction method of large-diameter steel pipe columns and large beams (i.e., the few support method) can better adapt to the construction requirements of bridge supports under complex conditions. The second section of the rapid renovation project of Airport Road (Qinglinwan Bridge Jiangbei Avenue) is taken as the research object in the article. Based on the characteristics of the project and the actual construction situation, a detailed analysis is conducted on the design and construction technology of the low support method foundation, lower structure, upper structure, and support frame adjustment section of the high formwork system, and relevant technical measures are summarized.

Keywords: cast in place box girder; high support formwork system; few supports

1 工程概况

1.1 工程概况

机场路(青林湾大桥—江北大道)快速化改造工程II标段南起北环高架接机场路南侧现状匝道位置, 往北跨北环高架, 直至北环高架接机场路北侧现状匝道位置, 工程范围内共有5条匝道。匝道箱梁采用单箱单室结构, 标准段匝道箱梁顶板宽8.2m, 匝道平曲线半径 $R \leq 250\text{m}$ 时, 箱梁顶板两侧均匀拓宽至8.9m, 两侧悬臂长度为1.85m。箱梁顶板厚度0.25m, 跨中底板厚度0.22m, 支点处底板厚度加大至0.4m。预应力混凝土箱梁支点范围腹板厚度为0.7m, 钢筋混凝土箱梁支点范围腹板厚度为0.6m, 跨中范围腹板厚度均为0.4m。与预制小箱梁过渡处, 箱梁端横梁突出与小箱梁边腹板平齐, 确保接顺。8.2m宽匝道箱梁横断面如图1所示:

SE匝道6—9联、WS匝道1—3联、SW匝道1—3联、ES匝道4—10联箱梁的支架因搭设高度均超过15m, 最高

将近27m, 支架长细比最大将近3:1, 且其又在平曲线上。

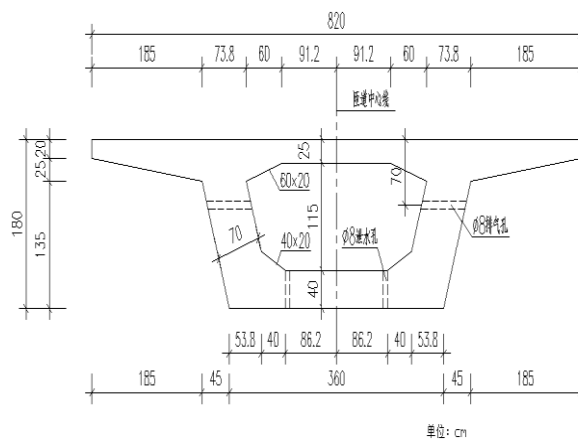


图1 8.2m宽匝道箱梁横断面图

1.2 工程地质情况

拟建场地主要的土层分述如下: 第(T)层: 素填土

(m1Q43)，主要由块石、碎石、砾石混少量黏性土组成，新近回填，硬质含量超过 80%以上，均匀性差。

第(1)层：黏土(1·hQ42)，灰黄色，可塑为主，饱和，底部软塑，含有铁锰质氧化物，干剪强度高，高压压缩性，高韧性，摇振反应无，切面光滑，层厚 0.00~2.30m，层顶埋深 0.00~4.20m，底层标高-1.57~4.32m。

第(2)层：淤泥质粉质粘土(mQ41)，灰色，流塑，饱和，高压压缩性，稍有光泽，稍有臭味，局部夹团块状粉土粉砂，含腐植物和贝壳碎片，层厚 0.50~12.50m，层顶埋深 0.00~5.90m，底层标高-12.57~2.02m。

第(3-1)层：粉土夹粉砂(a1·mQ41)，青灰色，稍密，饱和，中等压缩性，低韧性，层厚 1.80~12.00m，层顶埋深 2.10~8.50m，底层标高-11.84~-3.32m。

第(3-2)层：黏质粉土夹粉质粘土(a1·mQ41)，灰色，松散~稍密，饱和，干剪强度低，中等~高压压缩性，低韧性，层厚 0.80~11.20m，层顶埋深 3.10~15.40m，底层标高-21.54~-1.95m。

支架基础作用在前几个结构层，处理前地基承载力为 70~80kN/m²。

2 施工难点分析

2.1 桥梁施工的沉降变形控制

本工程坐落在软土地基上，箱梁支架地基基础不均匀沉降、支架变形是引起现浇箱梁变形的重要原因。另桥梁施工中各类模板的强度、刚度满足不了设计施工要求，也会由其的塑性变形引起桥梁变形。为此支架地基处理、支架及模板系统的设计是控制桥梁施工沉降变形的关键。

2.2 桥梁跨现状道路和河道的支架设计

本工程跨河支架有 3 跨，跨机场北路支架有 4 跨，跨匝道支架有 11 跨，施工期间需要保证地面道路通畅，尽量减少施工对交通的影响，合理的门洞支架设计是本工程施工的一大重点。

2.3 高支模系统的安全控制

SE 匝道 6—9 联、WS 匝道 1—3 联、SW 匝道 1—3 联、ES 匝道 4—10 联箱梁的支架因搭设高度均超过 15m，最高将近 27m，标准段箱梁宽度较窄，支架长细比最大将近 3:1，且其又在平曲线上，施工中容易产生支架失稳，存在一定安全隐患，防止支架失稳是本工程施工的一大重点。

3 高支模系统少支架方案设计

3.1 支架设计方案

本论文以宽 8.2m、墩间距 30m 连续箱梁为例，支架设计自上而下布置为模板、碗扣支架、工字钢、贝雷桁片、桩顶分配梁、钢管桩、扶臂、连接系、桩底座梁或塘渣垫层基础等。支架设计立面如图 2 所示，支架平面如图 3 所示，支架断面设计如图 4 所示。

3.2 模板

模板分两种：侧模、底模和内模采用方木和竹胶板作模板，由现场根据实际情况自行设置。

3.3 碗扣支架

碗扣支架顶托上横梁部位放置 I10#工字钢，其他部位放置双钢管，碗扣下底托采用底托放置在横放[28b 槽钢上。

3.4 贝雷桁片

支架梁部采用标准贝雷桁片，个别孔位贝雷梁组拼后距离两端墩顶各有 1m 左右距离，故需新加工 1m 的非标准节；桁片间还设置有水平支撑架、竖向支撑架、水平通常连接钢管等，以增强整体稳定性。

3.5 桩顶分配梁

分配梁设计为 2 根 I40b 工字钢，钢管柱对应贝雷桁片下传集中力作用部位需加焊加劲板；为防止贝雷桁片侧移，分配梁上缘相应位置焊接限位角钢。

3.6 钢管柱

钢管柱采用 $\phi 500 \times 8\text{mm}$ 管柱，按设计分段加工，根据墩高进行组合；为便于钢管柱倒用，桩底与座梁采用栓接方式。

3.7 扶臂

在墩身设扶臂装置，通过扶臂对管桩进行纵桥向约束。其中扶臂装置为型钢梁通过精轧螺纹钢对拉与墩身抱紧。

3.8 连接系

连接系弦杆采用 2[20b 型钢对扣焊接，腹杆采用 2[16b 型钢对扣焊接，通过牛腿与管柱连接。现场可根据以强代弱原则，利用现有材料进行替换。

连接系和扶臂设置应符合下列要求：当 $15\text{m} \leq H < 28\text{m}$ 时，设三道；并且任何两道的间距不得大于 10m。其中 H 为墩身高度。限位角钢与分配梁通过螺栓连接。

3.9 桩底座梁

桩底座梁采用[30b 型钢进行组合焊接，座梁顶面设置有法兰盘，与钢管桩栓接。座梁与墩身之间要求用硬木抄死。

3.10 地基基础

跨中支墩基础采用换填垫层法施工，垫层材料塘渣，垫层底承载力取值 70kPa。当地基承载力不满足时，采取素填土压实后打入松木桩。

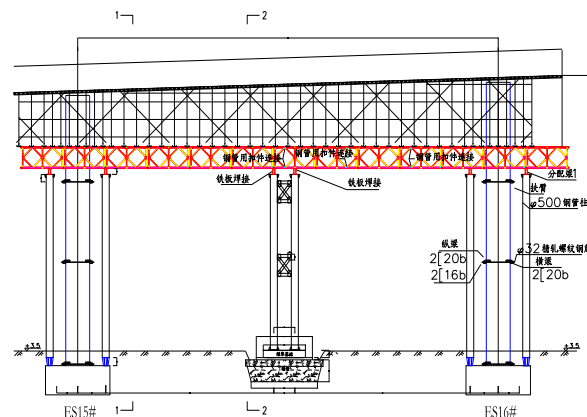


图 2 支架立面面图

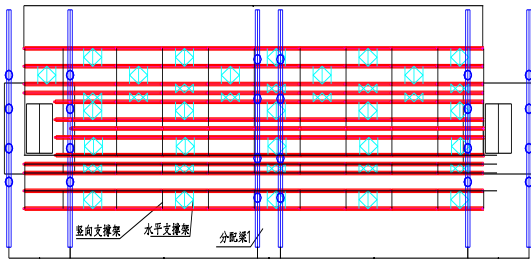


图3 支架平面图

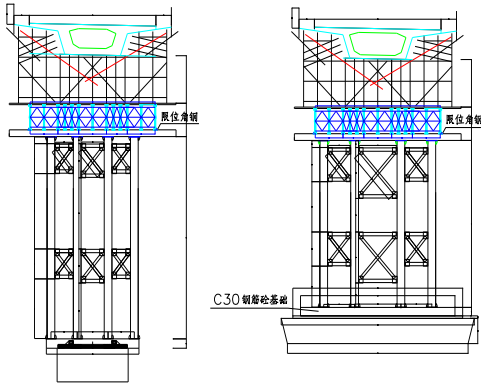


图4 支架剖面图

4 少支架法施工技术措施

4.1 少支架法施工工艺流程

施工工艺流程见图5所示。

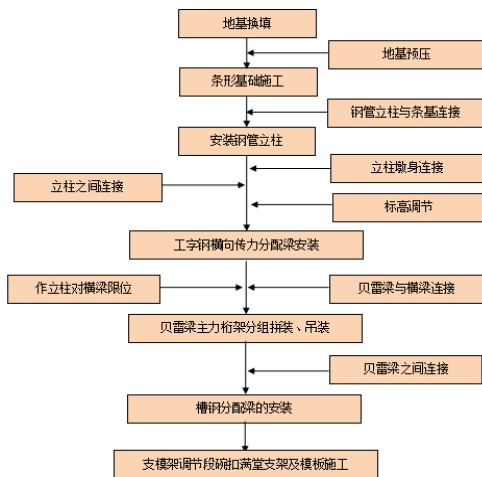


图5 施工工艺流程

4.2 支墩地基基础施工

边跨支墩利用结构承台基础，中跨支墩采用预制钢筋砼条形扩大基础，基础下部采用150cm厚塘渣换填，基础四周设置排水沟，首个支墩塘渣垫层完成之后进行承载力试验，承载力须满足上部荷载计算要求，再浇筑15cm厚C30垫层找平层。基础上部采用C30钢筋砼条形扩大基础，经计算钢筋采用 $\Phi 14@200$ 双层双向。条形支墩分为4块，每块长5m、宽1.5m、高0.5m。每块支墩预埋两块 $80*80*1\text{cm}$

铁板，另支墩上部设置吊环，便于支墩重复利用，降低了施工成本。

4.3 钢管立柱安装施工

4.3.1 钢管立柱安装

在砼基础上已预埋螺栓（或铁板），由汽车吊吊装就位，并用螺栓固定（或焊接），待一个断面的 $\Phi 500$ 钢管柱全部就位后，安装 $\Phi 500$ 钢管柱的柱间支撑，并对钢管的垂直度进行校正，垂直度校正采用挂线锤法，柱间连接系弦杆采用1[20b槽钢，腹杆采用[16b槽钢，立柱钢管上焊接 $25*40*1.6\text{cm}$ 铁板，铁板上设置4个螺栓孔，连接系与立柱钢管采用螺杆紧固。

4.3.2 法兰盘连接

$\Phi 500$ 钢管外径500mm，壁厚8.0mm，节长主要分9米和12米，另有2m、3m、4m、4.5m、6m等节段，分节到顶，上下两节钢管用法兰盘螺栓连接，法兰盘尺寸 $70*70*2\text{cm}$ ，螺栓直径24mm。法兰盘钢板打12孔，孔直径28mm。本工程钢管立柱之间连接除底座焊接外其他均采用法兰盘螺栓连接形式，定尺、定型化，方便装拆，大大提高了安装进度及准确性。分配梁与钢管立柱同样采用螺栓连接。

4.3.3 工字钢安装施工

I40b工字钢采用长度12m，用一台吊机分2次吊入铁板面，放置准确后工字钢底部两侧与钢管顶铁板焊接。正常部位采用2根I40b工字钢。

4.3.4 贝雷片安装施工

跨中设支墩采用单层普通贝雷片，跨中不设支墩采用单层加强型贝雷片。贝雷片顶部与槽钢分配梁采用U型卡紧固。贝雷片顶部设置防坠落安全网和钢筋网片，双层防护，降低高空坠物风险。

(1) 安装。跨中设支墩采用单层普通型贝雷片，跨中不设支墩采用单层加强型贝雷片。由于墩柱之间长度的限制，需要用到1m、1.5m、2m长的贝雷片。在底部先拼装，然后用两台吊机吊装安装到位。贝雷片安装到位后，贝雷片之间设置水平支撑架、竖向支撑架、水平通长钢管，贝雷片两侧在I40b工字钢上设置限位角钢。

水平支撑架每隔6m设置一块，相邻组之间贝雷片同样用水平支撑架连接，同样每隔6m设置一块。竖向支撑架在贝雷片组与组之间满足尺寸要求的，全部连接，每隔3m一道。为了防止贝雷梁横向位移，在分配梁1面设置限位角钢。

在原有连接的基础上另外增设通长钢管，横向每隔6m设置一道，上下各1根，竖向用钢管连接，中间加设若干剪刀撑；纵向同时用钢管通长连接，上下各1根。

(2) 贝雷片加固措施。贝雷片虽为高强度桁架结构，但在节点与支撑点错位且梁体自重荷载值又较大时，贝雷片下弦杆局部将会出现过大应力而导致结构破坏。

贝雷梁节点错位在施工现场中较为常见,为了不影响贝雷片的结构性能,在错位部分对结构进行补强,补强措施,在工字钢顶范围贝雷片上下弦杆采用[10 槽钢对撑,双拼槽钢背对背间距与腹杆宽度保持一致,保证槽钢与腹杆紧密接触;如果荷载值较大引起贝雷片上下弦杆局部应力超过容许应力,则在弦杆与加强槽钢之间补加横向[10 槽钢,槽钢接触处应进行满焊焊接。对加强结构数量,可根据实际荷载值进行调整,对加强构件本身须采取相应的稳定性措施,以保证整体结构的稳定性以及真正实现加强效果。

(3) 贝雷片布置

本工程箱梁平曲线较多,造成统一布置贝雷片时与箱梁中心线位置有偏差,一般跨中偏差 20~50cm,大的偏差有 1.2m。为了能保证贝雷片布置与碗扣支架立杆相对应,大部分是一侧增加一排贝雷片,最大部分偏差位置采用跨中断开贝雷片,以简支梁的形式布置贝雷片。

4.3.5 [28b 槽钢安装施工

[28b 槽钢采用吊机吊装到贝雷片上,槽钢横向放置在贝雷片上,位置放置准确后,槽钢两侧采用 U 型卡与贝雷片固紧。

4.3.6 支模架调节段施工

因本工程匝道纵坡大、宽度窄等原因,采用少量碗扣式支架调整段,同时为拆吊贝雷梁提供一定的吊装空间。采取在[28b 槽钢上放置底托,再进行碗扣支架搭设。成型高支模系统少支架见图 6 所示。



图 6 成型高支模系统少支架图

5 施工注意事项

高支模系统少支架法在工程实施过程中,我们发现以下几点问题,需要特别注意。

(1) 箱梁两侧利用原有承台作为支墩,如何更有效的保证中间支墩地基承载力,减少地基沉降量,是本工法是否成功的关键。为此需要根据计算荷载进行堆在试验。

(2) 在方案设计时,尽量统一大钢管及支撑的规格、长度,以方便周转利用。

(3) 本工法构件较大,机械作业较多,施工情况较复杂,各类构件吊装有难度,拆除不易,对现场安全管理要求高。

(4) 前期投入多,若后续工程不能连续会造成材料、设备库存浪费。

(5) 现浇支架在投入使用之前,应进行同类型支架首跨预压,以确定支架预拱值。

(6) 桁片在吊装过程中需挂设缆风绳,以防止正在吊装的桁片与已吊装好的桁片之间发生碰撞导致倾覆。

(7) 跨机场路等地面道路采用四层隔离保护措施,从上至下依次由模板、密目式安全网、钢筋网片、密目式安全网,同时在通车门洞两侧设置独立防坠棚(18m×5.4m×6.9m),组合支架拆除后仍保留独立防坠棚,在防撞墙施工过程中仍起到保护作用,实现通车路段施工全过程防护。

6 结束语

论文以机场路(青林湾大桥—江北大道)快速化改造工程 II 标段宽 8.2m、墩间距 30m 连续箱梁(ES15-16#)为研究对象,根据工程特点和施工实际情况,对高支模系统少支架法通过计算后进行了支架设计、施工工艺流程及施工技术措施总结。为类似现浇箱梁高支模系统支架的施工提供了可靠有效的技术支持。运用少支架方法,在经济效益、功效效益、安全保障等方面可取得以下实际效果:

6.1 经济效益

立柱墩支架基础利用原有结构承台;中间墩采用预制钢筋混凝土块拼装(可重复利用),大大节约了地基处理的费用,当箱梁施工高度大于 15m 后,少支架施工成本就能体现,箱梁高度越高成本越低。箱梁施工高度超过 20m 时,能节约 20%左右的成本。

6.2 功效效益

钢管立柱之间及钢管立柱与分配梁采用法兰盘螺栓连接,分段分节制作,避免焊接质量缺陷,缩减劳动力,对人员要求降低,同时大大缩短了钢管立柱安装时间,加快了立柱安装拆卸进度。高支模系统少支架法易于进行标准化施工和标准化管理,提高施工管理水平。

6.3 安全保障

可以避免普通箱梁支架地基基础不均匀沉降、支架变形引起的现浇箱梁变形。同时有效的解决了长细比偏大的高窄匝道箱梁支架失稳安全隐患。

[参考文献]

- [1] 吴耀兴,陈政辉.高支模架施工安全性的模糊综合评价[J].四川建筑科学研究,2011,11(21):22-23.
 - [2] 周松国.大跨径支架的设计与施工[J].城市道桥与防洪,2003,12(22):49-50.
 - [3] 杜荣军.扣件式钢管模板高支撑架的设计和使用安全[J].施工技术,2002,11(22):11-12.
 - [4] 谢建民,王建宏.模板支架倒塌事故分析与对策[J].施工技术,2004,12(12):22-23.
 - [5] 林璋璋,杨俊杰.多层模板支撑体系的实测分析[J].施工技术,2005,12(22):15-16.
 - [6] 王曙光.竖向荷载作用下梁板式筏形基础基底反力及变形特征研究[D].北京:中国建筑科学研究院,2002.
- 作者简介:谢圣浩(1980.6—),毕业院校:宁波大学,所学专业:建筑工程,当前就职单位:宏润建设集团股份有限公司,职务:项目经理,职称级别:高级工程师。