

# 大跨径连续铁路桥梁满堂支架施工技术应用研究

董海

湖北汉十城际铁路有限责任公司

**摘要：**根据汉江铁路特大桥施工案例，该桥梁244#~247#墩为3跨连续箱梁，穿越鱼塘、省级道路，周边环境条件复杂。结合工程具体条件，制定了科学、合理的桥梁满堂支架施工组织方案，对桥梁满堂支架施工工艺、技术进行了研究分析，顺利完成连续桥梁的现浇施工，施工质量良好。

**关键词：**连续桥梁；满堂支架；施工；预压

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.11.055

随着桥梁技术的发展，大跨径连续桥梁在铁路桥梁建设中占据重要位置，该类桥梁主要多为预应力混凝土梁式桥或T型刚构桥；大跨径连续桥梁最佳内力状态与桥梁本身几何线型密切相关，科学合理的施工方法是实现桥梁几何线型的重要保障。由于大跨径桥梁多跨越河流、市政道路，受外部环境条件限制，采用现浇工艺

进行桥梁施工实施难度较大。选择科学、合理的现浇施工方案，是连续桥梁安全、高效施工的保障，也是当前大跨度桥梁施工中的重要难题。本文根据某大跨径连续铁路桥梁上跨鱼塘、省道工程案例，分析了大跨径桥梁满堂支架施工工艺、技术要点，为类似工程施工提供指导。

## 一、工程概况

### (一) 桥梁设计概况

宜城汉江铁路特大桥244#~247#墩为3跨连续桥梁，桥梁两端部跨度40m，中间跨度60m，桥梁全长145.5m；该3跨连续桥梁位于曲线线路上，桥梁曲线半径为8000m，因曲线半径影响，增大了桥梁现浇施工难度。桥梁中间跨上跨S217省道，桥梁下方最大净空为8.354m，满足省道最小净空5.5m的要求。桥梁立面布置图详图1。



图1 桥梁立面布置图

245#、246#支座截面中心线处梁高6.035m，跨中10m直线段及边跨13.75m直线段截面中心线处梁高3.035m，梁底下缘为二次抛物线曲线。244#、247#边支座中心线至梁端0.75m，梁缝分界线至梁端0.10m。边支座横桥向中心距5.30m，中支座横桥向中心距5.80m。连续桥梁墩顶范围梁段采用纵、横二向预应力体系，其余部分梁段采用纵向预应力体系。

### (二) 地质概况

桥址区上覆地层为素填土、种植土、淤泥，下层为粉质黏土、细圆砾土。其中244#~245#边跨下方为鱼塘，其表层为淤泥；245#~246#主跨下方为S217省道，表层为沥青路面，省道之外为素填土；246#~247#边跨下方为耕地，表层为种植土。

## 二、支架施工

### (一) 总体施工方案

根据现场实际情况，综合比选现浇施工及吊篮施工方案，本工程采用满堂支架现浇桥梁施工具有施工速度快、施工成本低、施工质量好等优点。汉江特大桥244#~245#边跨上跨鱼塘，采用现浇支架形式，基础采用打入式钢管桩，桩顶架设贝雷梁，贝雷梁上部设盘扣支架；245#~246#中间跨横跨S217省道，跨省道部分下

部采用扩大独立基础，上部设钢管柱+工字钢纵、横梁钢框架体系，钢框架上部设盘扣支架，其余位置采用盘扣支架；246#~247#边跨现浇支架基础+盘扣支架。模板系统采用竹胶板+方木；支架验收合格后采用砂袋进行预压，预压分为两次进行先中跨后边跨；预压完成后主梁分三次施工，施工顺序分别为A、B、C节段。钢筋在钢筋加工车间进行加工、现场绑扎，混凝土采用泵送入模，一次浇筑成型，混凝土强度满足要求后进行张拉压浆作业，施工过程中做好箱梁的养护工作。

### (二) 地基处理

#### 1. 满堂支架地基处理

对满堂支架搭设范围进行测量定位，支架基础垫层边界按照不小于支架平面投影边界1m确定。清除基础垫层范围内地表附着物及表层浮土，然后对场地进行分层、分块回填，逐层进行压实，压实系数不小于0.94。基础垫层浇筑前应进行承载力检测，回填后的地基承载力不应小于180kPa。承载力检验合格后浇筑200mm厚C20混凝土基础垫层，基础浇筑施工应重点控制面层的平整度。

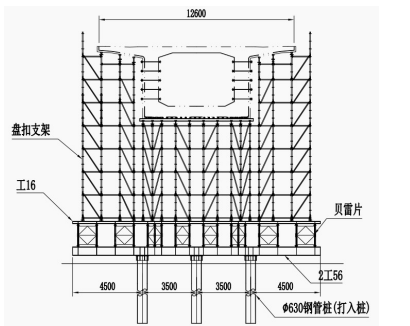
#### 2. 扩大基础及沉入桩基础

横跨省道双跨钢框架边立柱下部采用1.5m×1.5m

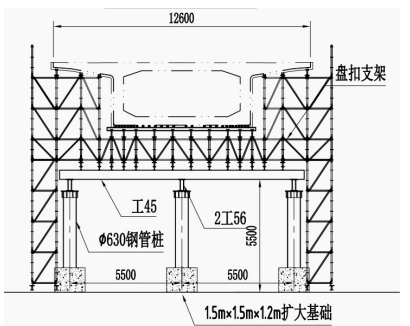
×1.2m立方体扩大基础，中间立柱下部采用1.5m×1.2m条形基础；扩大基础采用现场浇筑，基础顶部预埋柱脚连接钢板，与上部Φ630mm×8mm钢立柱焊接。基础四周应布设反光条，现浇支架进出口端头设防撞墩。244#~245#边跨位于鱼塘范围，采用打入式钢管桩基础，钢管桩尺寸为Φ630mm×8mm，单桩承载力1350kN，采用振动式沉桩，钢管桩平面偏差不大于5cm，垂直度偏差小于1%。

(三) 模板支架设计

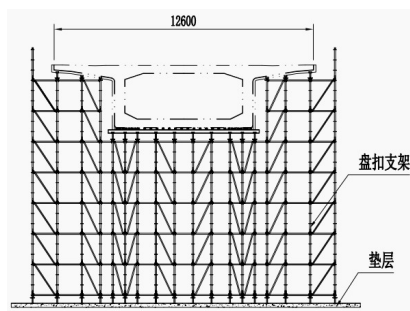
244#~245#边跨采用现浇支架形式，下部基础为打入钢管桩，横向桩间距3.5m，纵向桩间距8m，桩顶横向采用双拼工56c工字钢连接，工字钢上部纵向设贝雷梁+盘扣支架。245#~246#中间跨跨省道部分采用双跨钢框架体系，每排采用3根Φ630mm×8mm钢管立柱，立柱间距5.5m，沿桥梁方向钢立柱顶采用双拼工56c工字钢连接，56c工字钢上部设工45b横梁+盘扣支架；其余非道路位置采用盘扣支架。246#~247#边跨现浇基础垫层上部直接搭设盘扣支架。支架各断面典型布置图详见图2。



a) 244# ~ 245# 边跨支架横断面布置图



b) 245# ~ 246# 中间跨局部支架横断面布置图



c) 245# ~ 246# 边跨支架横断面布置图

图2 支架各断面典型布置图

(四) 支架安装

1. 盘扣式支架架设

盘扣式支架由立杆、水平杆、斜杆、剪刀撑、可调底座组成，立杆尺寸为Φ60mm×3.2mm、Φ48mm×3.2mm两种，其他杆件尺寸均为Φ48mm×3.2mm，施工应选用表面平整、防腐涂层均匀的杆件。支架施工应按照同一方向或中间向两端的顺序实施，施工时应严格控制立杆的垂直度、各杆件间距，保证支架的整体稳定性满足要求。每层支架安装时应严格控制立杆间距、垂直度，水平杆的平直度，及时复测校正，避免出现累计误差造成支架施工质量问题。

2. 中间跨支架安装

钢管立柱安装前应复核预埋件的数量、平面位置等是否与设计相符，立柱支架从下至上的顺序依次安装，钢管立柱采用吊机逐根吊装。钢管立柱可根据支架高度、运输及起重能力分节，可使用法兰连接，也可使用焊接。使用吊机将钢管立柱吊至安装位置后，缓慢下放，使钢管立柱与预埋件贴紧，使用全站仪、靠尺和铅锤等测量工具调整钢管桩垂直度。安装过程中利用钢板抄垫调整垂直度，待垂直度达到要求后，采用加劲板将钢管立柱与预埋件加固牢固。立柱与基础预埋钢板采用焊接的方式连在一起，安装前清理预埋钢板表面杂物，钢管立柱与预埋钢板焊接时保证焊缝质量，焊缝高度不小于8mm。两立柱之间采用剪刀式双拼16a槽钢连接，连接点位于柱头往下1m处，槽钢与钢管间采用连接板焊接。立柱施工完成后，采用汽车吊逐根吊装双拼工56c纵梁以及工45b横梁，横梁上方布置工16小横梁，搭设盘扣架进行梁底模标高调整。

3. 边跨支架安装

鱼塘上部边跨支架系统为沉入式钢管桩+贝雷梁+工16小横梁+盘扣支架。钢管桩按照设计要求打入到位，进行桩顶标高及桩位的复测，检查合格后，进行双拼工56c横梁安装，然后进行贝雷片安装；横桥向两排或三排贝雷片先在地面采用支撑架连接成整体后，整体进行吊装，再完成所有支撑架的连接，将贝雷片连接成整体。贝雷片安装前需提前在横梁上进行划线，保证贝雷梁排距准确，最后进行贝雷梁上方工16小横梁以及盘扣支架施工。

三、支架预压

(一) 支架承载力检验

支架预压的目的是为了检验支架基础承载力是否满足要求，防止因支架基础沉降导致现浇混凝土桥梁结构开裂。检验支架的安全性和收集沉降数据，减少和消除支架的非弹性变形、分配梁与模板之间的间隙、地基沉降等，并进一步能获取支架预压沉降观测值来确定模板的预抬值。

(二) 预压施工

支架预压采用砂袋预压，填充砂的堆积干容重为1.61t/m³，每个砂袋重量为1.8t。连续梁三跨现浇支架形式各不相同需对每一跨进行预压，其预压分为2次进行，每次分3级加载。第一次预压区段为64m中跨、第二次预压区段为2个40m边跨。中跨预压完毕卸载的同时

表 1 桥梁自身及施工荷载分布表

区段	长度 m	施工荷载 kN/m <sup>2</sup>	翼缘板区自重 t	箱室区自重 t	区段总自重 t	备注
A 区段	36	2.5	277.7	980.1	1257.8	中间跨跨中 36m 范围
B 区段	25.5	2.5	216.0	1157.9	1239.4	中间支座 28m 范围
C 区段	26.75	2.5	206.4	715.9	922.2	边支座 26.75m 范围

将砂袋转运至边跨进行加载。支架预压荷载按照三级进行，分别为最大施工荷载的0.6、1.0、1.1倍，支架每个部分预加荷载值与实际施工荷载分布相同，每级加载荷载与实际施工荷载偏差不应超过5%，桥梁自身及施工荷载分布详见表1。砂袋加载顺序原则：先中跨后边跨，先箱室、墩顶区、后翼缘区。加载顺序为纵桥向由跨中往支点对称进行，横桥向由中心对称往两侧进行。

### (三) 预压监测

为观测预压荷载作用下支架的整体变形，确定预压结束时机，需对支架位移变形进行观测。桥梁底板布置3个测点，两端翼缘端部各布置1个测点；支架横梁跨中布置1个监测点，钢立柱底布置1个观测点，监测点布置示意图详图3。监测内容为基础沉降、支架竖向及水平变形。

预压施工前测量获取各监测点初始值，每级荷载加载2h后测量各监测点变形值，之后每6h测量一次各测点位移变化，当连续两次测量的位移变化平均值小于2mm时，开始下一级荷载施加，直至全部预压荷载施加完成。之后每12h测量一次各测点位移变化，当连续两次测量位移变化平均值小于2mm后进行预压卸荷。

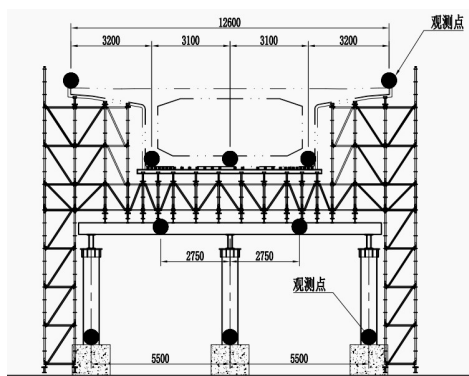


图 3 支架观测点断面布置示意图 (mm)

### (四) 预压卸载

支架预压结果判定合格后，报请监理工程师同意即实施卸载。卸载过程与加载过程基本一致，对称、均衡、同步进行，先整体卸载至100%，完成后再整体卸载至60%，最后完成卸载，严禁采用一次性卸载到位的方式进行卸载作业。卸载6h后，对监测点进行全面测量，最后计算出支架的弹性变形和非弹性变形、地基的弹性变形和非弹性变形。

## 四、支架拆除

### (一) 盘扣支架拆除

支架拆除按照从每跨桥梁跨中向梁端的顺序进行，拆除时沿桥梁纵向对称均匀进行，沿桥梁横向基本同步，确保支架拆除不引起桥梁受力体系的改变。

盘扣支架拆除前移除存放物品，清空盘扣架上的物品，保证工人的安全，同时准备好合适的空间存放拆卸下来的盘扣架部件。拆除顺序遵循先上后下、先中间后两边的原则，逐步拆除盘扣架。零件拆卸按照安装顺序相反的顺序进行拆除，确保拆除工作不会对其他部分造成影响。卸料时每件配件须由操作人员逐个递送至地面，严禁抛掷。

### (二) 钢立柱、管桩支架拆除

盘扣支架拆除后进行小横梁、贝雷片、大横梁、钢立柱、打入钢管桩拆除，边跨打入钢管桩由于桥下净空过小，采用边拔出、边割方式进行。中跨立柱支架起着主梁现浇承重和省道安全防护通行的双重功能，支架拆除时两端设置专人指挥交通，拆除时下方车辆严禁通行。

## 五、结论

通过大跨径连续桥梁满堂脚手架施工方案分析，根据连续铁路桥梁所处的环境条件，采用科学、合理支架搭设方案，是保证桥梁现浇施工质量的关键所在。因此在实际工程案例中结合项目的具体特点、周边环境、地质条件等因素，制定合理、可行、安全的支架施工搭设方案，鱼塘范围采用沉入式钢管桩+贝雷梁+工16小横梁+盘扣支架体系，跨省道采用双跨钢框架+盘扣支架体系，地面部分采用20cm基础垫层+盘扣支架体系；最后对支架进行合理的预压施工，全面保证了支架的施工质量。采用该支架施工方案，现浇桥梁施工顺利完成，施工中支架承载力、结构变型均满足要求，取得显著效果。

## 参考文献

- [1] 丁振亚, 王守佳, 粟学平等. 满堂式支架和贝雷梁复合支撑的现浇箱梁施工技术研究[J]. 建筑技术, 2023, 54(20): 2458-2462.
- [2] 罗愉. 公路桥梁工程中满堂支架现浇箱梁施工技术探讨[J]. 交通科技与管理, 2023, 4(15): 78-80.
- [3] 苗海松. 桥梁工程现浇箱梁满堂支架施工技术[J]. 交通世界, 2022(29): 164-166.
- [4] 郑铭棋. 满堂支架现浇箱梁施工技术在市政桥梁工程中的应用[J]. 工程建设与设计, 2023(05): 164-166.
- [5] 郑涛. 满堂支架现浇箱梁施工技术在市政桥梁工程中的应用[J]. 建材与装饰, 2020(12): 277-278.