

# 满堂支架现浇箱梁施工方法与技术

周翔

保利长大工程有限公司

**摘要：**满堂支架现浇箱梁具有施工方便，节约工期，质量可靠等优点，在桥梁建设中被广泛应用。随着工程的不断发展，对其稳定性和安全性也提出了更高要求。近年来，随着科学技术的不断进步以及施工工艺水平的提高，采用满堂支架现浇箱梁已经普及到实际工程施工当中。本文结合富翅门大桥现浇箱梁施工对满堂支架现浇箱梁施工的方法与技术进行分析，以供相关人员借鉴。

**关键词：**满堂支架；现浇箱梁；施工方法；施工技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.20.026

**引言：**满堂支架现浇箱梁是预应力混凝土连续梁桥的主要施工方法之一，在现浇箱梁施工中发挥着重要的作用。但其地基处理、承载力、稳定性是否满足要求，支架预压监控数据是否符合实际，直接影响到作业安全、工程质量、施工进度，因此对满堂支架现浇箱梁施工进行总结和归纳具有广泛的参考作用。

## 一、满堂支架现浇箱梁工艺概述

现浇箱梁施工工艺是桥梁工程中应用最为广泛的一种施工方法，它具有很多优点。其主要特点有：梁体整体性好、能充分利用现有材料、施工工期短等优点。满堂支架工艺作为现浇箱梁最常用的施工工艺，在桥梁建设过程中起着至关重要的作用，尤其是对现浇连续桥梁而言，该技术更是必不可少的一个重要手段，因此对满堂支架的设计与计算就显得尤为重要，如何使这一工序合理地进行并保证工程安全，同时又能确保整个工程质量及进度，成了众多施工单位所关注的问题<sup>[1]</sup>。

## 二、总体施工工艺

舟山市富翅门大桥岑港侧引桥及互通箱梁共39联112孔，除2孔为结合梁外，其余均为单箱双室预应力混凝土现浇箱梁，梁高分为1.5m、2.0m、2.2m、2.6m四种，均采用碗扣式满堂落地支架施工。满堂支架采用 $\phi 48 \times \delta 3.0$ mm的钢管，最大高度19.3m，高宽比 $< 3$ ，钢管间距以计算荷载布置，间距有30、60、90、120cm等尺寸，支架钢管上托顶部纵桥向以3根 $\phi 48 \times \delta 3.0$ 钢管或2[10作为承重梁，横桥向均布方木作为分配梁，上铺1.5cm竹胶板作为底板。混凝土施工按底腹板至翼板脚、顶板两层浇筑。

## 三、施工准备工作

施工准备工作中应进行场地策划包含施工便道设置、地基排水、与原有村道如何顺接、辅材及废料堆放区域设置、施工爬梯设置等。最重要的是施工便道的设置以及现场排水设置。施工前应组织人员熟悉图纸，及

时发现施工中可能存在的重、难点问题并解决，制定标准化施工要求及方法，对相关人员进行技术交底、质量交底、安全交底、环保交底以及标准化交底。同时，还应对施工区域进行全面了解，把控施工的各个环节，重点把控支架地基处理、支架材料验收、搭设顺序、支架预压、沉降观测等环节。

## 四、施工方法及技术措施

### （一）材料验收

碗扣支架相对于盘扣支架有材料成本低、支架形式灵活的特点，但由于支架原材料质量难以控制，重复使用过程杆件损伤率高，所以对支架进场材料检测及支架搭设需重点控制。首先，钢管脚手架及主要构、配应有质量合格证、产品性能检验报告等相关证明。其次，构、配进场后应对锈蚀情况、变形情况、表面裂纹及孔洞、底托钢板变形，调节螺母损坏等外观缺陷进行检查。再次，在外观质量满足要求的情况下进行取样送检。最后，在钢管构、配件进场及每使用一个安、拆周期后，应及时检查、分类、维护、保养，对不合格品及时报废并标识，合格构、配件应分类堆放整齐。

### （二）地基的处理

满堂支架地基的处理是施工中需重点关注和解决的问题，直接影响着桥梁工程质量。为保证箱梁的施工质量，针对不同地基情况，需制定不同的施工处理措施，在满足施工要求的前提下做到经济合理。地基处理的流程一般为原地清理→测量放样→整平轻压→铺设宕渣→整形、碾压→接缝处理→混凝土垫层浇筑→养护

#### 1. 换填

清除施工区域内的表土、杂物并对原地整平、压实，铺设约50cm宕渣并碾压。如局部出现反弹应重新换填。对于承台侧基坑应采用含石量 $> 70\%$ 的清宕渣回填并分层压实。碾压时压路机横向重叠0.3~0.5m，碾压区段间纵向重叠2.0m以上，对于墩柱周围压路机无法压实的部位用挖掘机或小型振动夯夯实。基础换填碾压完毕进行检测承载力。

#### 2. 地基硬化

基础满足承载力要求后，根据桥面垂直投影每侧加宽0.5m处支护模板，浇筑15cm厚C20混凝土面层作为支架基础。浇筑前需对墩身进行保护，采用塑料薄膜、模板等进行隔离，利于后期场地凿除复绿。浇筑过程采用振动棒振捣密实，并在初凝前进行二次收面，收面后表面平整度应 $< 20$ mm。混凝土浇筑完成且终凝后，在混凝土表面洒水养生。

#### 3. 排水设置

为保证地基的稳定，混凝土面通常应设置1%排水横坡并沿支架开设纵向30cm宽的排水沟，排水沟边缘距离支架基础边缘0.5m，以保证现浇箱梁施工过程基础不被雨水浸泡。

#### 4. 地基的预压

地基基础是决定支架使用安全的决定性因素，特别是对于满堂支架，地基承载力及是否存在不均匀沉降直接影响现浇箱梁施工安全。施工过程需选取有特征的支架基础进行预压验证，一般可选取箱梁跨中横隔板及承台边基坑回填位置基础进行预压，验证基础承载力是否满足要求，是否会产生不均匀沉降。同时进行沉降观测，沉降观测主要包含两项，第一是间隔24h测点的沉降差，第二是地基总沉降量。对于满堂支架，地基是否发生不均匀沉降是支架稳定性的决定性因素。地基预压由测量工程师进行全程跟踪，并由现场技术人员进行数据复核，若发现地基不均匀沉降超限，则应立即对地基进行处理。

#### (三) 支架搭设

满堂支架现浇箱梁的支架搭设是一个复杂而系统的工作，其施工方法有多种，但无论采用何种应考虑施工便利性，尽可能统一尺寸，支架搭设密度应根据箱梁梁高和底腹板位置荷载大小不同而设置<sup>[2]</sup>。

支架体系自下而上组成分别是：处理好的地基→可调底托→立杆钢管→可调顶托→纵向承重梁→横向方木→竹胶板底板。

测量人员根据投影线定出箱梁纵横向中心线，在纵横向中心线两侧按立杆间距弹墨线，并根据墨线交点放置底托。支架搭设须从底部向顶部依次安装底托、立杆、水平杆。当支架高度大于4.8m时，其顶部和底部应设置水平剪刀撑，中间水平剪刀撑的设置间距应不大于4.8m，竖向剪刀撑斜向钢管与地面的倾角应在45°~60°之间，间距不大于4.5m，剪刀撑杆件应每步与交叉处立杆或水平杆扣接，杆件接长应采用搭接，搭接长度不应小于1m，并应采用不少于2个旋转扣件扣紧，且杆端距端部扣件盖板边缘的距离不应小于100mm。

模板支撑架搭设高度不宜超过30m，每根立杆的顶部应设置可调托撑。当被支撑的结构底面存在坡度时，应随坡度调整架体高度，可利用立杆节点差增设水平杆，并应配合可调托撑进行调整。立杆顶端可调托撑伸出顶层水平杆的悬臂长度不应超过650mm。可调托撑和可调底座螺杆插入立杆的长度不得小于150mm，伸出立杆的长度不宜大于300mm，安装时其螺杆应与立杆钢管上下同心，且螺杆外径与立杆钢管内径的间隙不应大于3mm。可调托撑上承重梁应居中设置，接头设置在U形托板上，同一断面上承重梁接头数量不应超过50%。为防止底腹板浇筑时腹板模板由于刚度问题发生偏移在翼板位置设置反拉杆，采用左右侧翼板自锁为整体的形式。

当支架靠近墩身时，模板支架应与墩身可靠连接，

并应符合①连接点应与水平杆同层设置；②连接点水平向间距不宜大于8m；③连接点至架体主节点的距离不宜大于300mm；④当遇墩柱时，宜采用“井”字形抱箍式连接措施。独立的模板支撑架高宽比不宜大于2，且应采取下列加强措施：①将架体超出顶部加载区投影范围向外延伸布置2跨~3跨，将下部架体尺寸扩大；②将架体与既有墩柱进行可靠连接；③当无墩柱进行可靠连接时，宜在架体上对称设置缆风绳或采取其他防倾覆的措施。考虑到后续施工便捷，在模板支撑架顶部四周应设置辅助作业平台，作业层宽度应<900mm。

为方便施工过程的检查，根据管件的功能对立杆、剪刀撑、反拉杆进行颜色区分，同时对立杆最外侧一排进行编号，编号可采取定制防水胶贴。

#### (四) 支架预压

为保证箱梁混凝土结构的质量，支架搭设完毕铺设底面模板后必须进行预压处理，以消除支架、支撑方木和模板的非弹性变形和地基的压缩沉降影响，同时取得支架弹性变形的实际数值，作为梁体立模的抛高预拱值数据设置的参考。

预压荷载为支架承受的混凝土结构恒载、各类临时荷载之和的1.05倍。预压方法依据箱梁混凝土重量分布情况，在搭设好的支架上的模拟箱梁两次浇筑的情形，并模拟箱梁梁体结构形式布置堆放与梁跨荷载相应重量的荷载，预压荷载可考虑砂袋、水袋，预制混凝土块等。

预压前，应在支架的顶部和底部布置沉降监测点。在加载前、加载中，要对模板、支架的沉降变形、地基变形进行观测，卸载后还要对支架模板及地基的变形恢复情况进行观测。

##### 1. 观测点布置

观测点布置在模板底的方木上以及相对应的支架底，测量点沿混凝土结构纵向每隔1/4跨径布置一个监测断面，横向沿翼板、腹板、底板均设5个点位。

##### 2. 加载卸载顺序

为加快施工进度，保证预压效果，可不考虑进行整联等载预压，实行分跨预压。预压荷载分级加载卸载顺序为：按预压荷载总重的0→80%→100%→0进行分级加载、一次性卸载，并测得各级荷载下的测点的变形值，并进行记录。

##### 3. 沉降观测数据处理

支架基础预压和支架预压的监测数据应包括①加载之前监测点标高；②每级加载后监测点标高；③加载至100%后每间隔12h监测点标高；④卸载6h后监测点标高。

当各监测点最初24h的沉降量平均值小于1mm或各监测点最初36h的沉降值平均值小于5mm，可判定支架预压合格。卸载后应根据地基及支架的弹性变形确定预拱度。

#### (五) 钢筋施工

钢筋安装分两层进行，第一层安装底板及腹板钢筋，待第一层混凝土浇筑完成并完成凿毛后再安装剩余腹板钢筋及顶板钢筋。

钢筋在安装前应先在底板上根据设计图放样并做好标记，然后再根据底板上的标记分类安装各种钢筋。梁的箍筋应与主筋垂直，弯钩的叠合位置位于梁的断面上方，并交错布置，并保证箱梁箍筋处于梁体的最外面，当钢筋与预应力管道相干扰时，可适当挪动相应钢筋位置。

### （六）模板施工

模板施工前，在横纵两侧将支架接高作为防护栏立杆，再采用管扣加设横杆作为临边防护栏杆。模板采用竹胶板+方木结构，施工时先安装底模，支架底模铺设后进行支架预压，卸载后测放箱梁底模中心及底模边角位置进行梁体横断面定位，计算底模标高后再通过调整顶托来控制底模立模（底模标高=设计梁底+支架的变位±前期施工误差的调整量）。底模标高和线形调整结束后立侧模和翼板底模，测量翼板的平面位置和模底标高。

钢筋绑扎完成后安装箱梁内模侧模，沿顺桥向采用方木加劲，最外侧腹板模通过对拉螺杆与内侧模进行固定，中间腹板视梁高情况采取对拉螺杆固定及型钢或钢管对撑，防止浇筑时模板移动。为保证底板倒角密实及减少底板倒角的气泡，应考虑在倒角反压板位置按一定间距设置振捣孔。第一层混凝土浇筑完成后进行内顶模安装，在内顶模安装过程注意预留顶板人洞，人洞一般设置在箱梁箱跨1/3左右的位置。

### （七）混凝土施工

混凝土浇筑必须严格按试验室试配的配合比控制，并且在首盘混凝土和混凝土浇筑过程中检测塌落度、初凝时间等各项指标的测试，并做好记录。浇筑过程中，对于钢筋密集的部位，可适当增大塌落度，对于钢筋较疏或将近浇筑结束时，可适当减小塌落度，以免混凝土顶面浮浆过厚。

箱梁混凝土由纵坡低点向高点分层浇筑，横断面对称布料，按先底板后腹板的顺序，腹板纵向分段、水平分层浇向另一端。每层浇筑厚度≤30cm，两侧腹板均衡下料，避免内模偏心受压引起位移导致腹板混凝土厚度不均。浇筑过程中，安排专人敲击模板，通过敲击声音判断混凝土密实情况。

混凝土振捣以50mm振捣棒为主，钢筋密集区域顶部下浆困难（如齿块），应考虑侧面下浆，同时采用30mm振捣棒辅助振捣。

顶板混凝土振捣后采用整平梁进行表面粗平。布料时整平梁前进方向混凝土应略高于整平梁底部，整平过程应及时清除整平梁前多余的混凝土并对低洼部位进行人工补浆。整平后如出现局部低洼或过高时应采用人工补浆或清除并人工抹平。

混凝土初凝后采用磨光机配合人工进行二次收面，

确保平整度及减少收缩裂纹产生。

混凝土接近终凝，采用钢丝刷进行拉毛，确保梁面粗糙度及减少裂纹产生。拉毛时特别注意控制拉毛时间，防止拉毛过早产生沟槽及过晚无法拉毛。混凝土终凝后及时覆盖土工布淋水养生，条件下建议采用覆盖土工布配合自动喷淋养生，无论采用哪种形式养生都必须保证养生期内混凝土表面始终处于湿润状态。同时应根据气候情况采取冬期或热期养生措施。

## 五、存在问题及对策

### （一）梁底及翼板底黑点

箱梁施工过程无法避免焊接作业，焊接过程产生的高温焊渣掉落在模板上灼伤模板会导致混凝土底面留下黑点。

针对此问题采取①在焊接位置底部垫设石棉布，防止焊渣灼伤模板。②如模板局部有焊渣灼伤情况，应擦净灼伤位置尘灰，局部贴透明胶封闭处理。

### （二）梁面局部纵向波浪形

根据波浪形走向及梁面中间位置高程偏低结合施工工艺分析，主要是标高带支撑不足、整平梁刚度不足，整平梁行走过程标带下挠，且行走振动时容易使标带松动造成移位，导致平整度不佳。

针对该问题采取①加密标高带支撑，设置H形支撑架焊接于腹板钢筋上，支撑架顶面低于混凝土面标高1cm。②加劲框架式整平梁，整平梁顶部与尾部各加装一条方钢，保障整平梁行走过程中不发生弹性变形。

### （三）腹板外侧下倒角烂根

倒角烂根主要为浇筑过程底板存在沉降，导致底板与腹板接触位置产生缝隙。可采取在侧模外侧底板设置5\*10cm的方木压条与底板进行连接固定，压条不与外模固定，浇筑过程腹板与底板接触处细小缝隙漏出的水泥浆被木方压条所限制，能有效解决该问题。

结语：总而言之，满堂支架现浇箱梁的施工工艺的合理应用，能够减少工程成本，加快施工进度，降低资源浪费。随着我国城市化进程的不断推进，对交通需求越来越大，因此公路桥梁工程建设数量也随之增多，满堂支架现浇箱梁在路桥建设工程中得到了广泛应用。加强满堂支架现浇箱梁桥结构分析及设计方法的深入研究，能够更好地指导实际工程施工，为人民群众提供更优质的服务。

## 参考文献

[1] 刘海阔. 满堂支架现浇上承式钢筋混凝土空腹式箱形拱桥落架分析[J]. 施工技术. 2017, (052): 836-840.

[2] 张剑. 高速公路桥梁满堂支架现浇箱梁施工技术[J]. 江西建材, 2021(12): 182-184.

作者简介：周翔（1982.9.21-），男，籍贯：湖南省长沙市，汉族，本科，路桥工程师，研究方向：公路与桥梁。