

# 三角形挂篮在悬臂浇筑中的应用

朱唯斌

(江西中昌工程咨询监理有限公司 广州 510165)

**摘 要：**本文介绍了三角形挂篮的结构特征、安装和使用方法，以及利用其对预应力混凝土桥梁进行悬臂浇筑的施工技术。

**关键词：**三角形挂篮；悬臂浇筑；施工

## Application of Triangle Balanced in Cantilever Construction

ZHU Weibing (Jiangxi Zhongchang Engineering Consultation Supervision Co.,Ltd. Guangzhou 510165)

**Abstract:** This paper introduced the structure character, setting and usage methods of triangle balanced. We make use of it to prestressed concrete bridge's cantilever construction.

**Key words:** triangle balanced; cantilever construction; construction

### 1 前言

悬臂浇筑法（简称悬浇）适用于大跨径的预应力混凝土悬臂梁桥、连续梁桥、T型刚构桥、连续刚构桥等结构。其施工特点是无须建立落地支架，无须大型起重与运输机具，主要设备是一对能行走的挂篮。挂篮可在已经张拉锚固并与墩身连成整体的梁段上移动，绑扎钢筋、立模、浇筑混凝土、预施应力都可在挂篮上进行。完成本段施工后，挂篮对称向前各移动一节段，进行下一对梁段施工，如此循序前进、直至悬臂梁段浇筑完成。

### 2 三角形挂篮结构形式及特点

三角形挂篮的主要特点是：结构受力明确，施工简便可靠。挂篮结构主要由主承重系统、锚固系统、行走系统、底模平台和悬吊系统五部分组成（见图1）。

（1）主承重系统（主纵桁梁）：主承重系统为钢箱梁全焊结构，单片自身有足够的稳定性，考虑到移动方便，两樯之间辅以连接形成整体。

（2）锚固系统：锚固系统分为主桁的锚固和底模平台的锚固两部分。单片主桁在后支点处共锚4

道Φ32mm精轧螺纹钢，通过YGL连接器与竖向预应力筋连接，底平台前后端由Φ32mm吊杆分别锚固于前上横梁及已浇块件前端。根据挂篮和最大悬浇梁段自重、施工荷载、材料机具自重等因素综合考虑，其锚固的安全系数控制在2.0以上。

（3）行走系统：行走系统由滑动小车和推进机构组成。在前、后支座下方铺设轨道，利用推进机构的液压顶升使后支座前移，主纵梁在滑动支小车的控制下滑移。

（4）底平台系统：底平台系统包括外侧模、内侧模及底模、底模平台。

箱梁外模框架由槽钢与角钢组焊而成，模板围带采用槽钢，板面为8mm厚钢板，模板设计为组装活动式，可根据梁段的高度和长度变化随时拉长（高）和拆卸。外模支承在外模走行梁上，后端通过吊杆悬吊在已灌好的箱梁顶板（在灌注顶板时设预留孔）上，后吊杆与走行梁与外模一起沿后吊环向前滑行。

内模由内模桁架、竖带、斜支撑以及组合钢模等组成。内模安置在由内模桁架、竖带和斜支撑组成的内模框架上，后端通过吊杆吊在已灌注好的箱梁顶板上（在灌注顶板时设预留孔），后吊



现浇施工。

### 3.2 B 梁段挂篮悬浇施工

主桥箱梁墩顶 0#、1# 块采用支架现浇筑施工完后，2#~11# 节段采用挂篮分段对称悬臂浇筑施工，施工时不对称重量不得大于该现浇段底板自重。本桥共投入两对挂篮进行悬浇施工。悬臂浇筑段共有 10 个，长度有 3.0 m、4.0 m、5.0 m 三种，其中最重块段重 198.1 t。

#### 3.2.1 挂篮的拼装准备

挂篮拼装前，用全站仪准确放出拼装位置。在墩顶 1# 块张拉、灌浆完成后，测量放出轨道位置线，并且用砂浆找平，吊车起吊轨道，并安放连接锚固梁、安装轨道锚固筋。

#### 3.2.2 挂篮的拼装

由于 0#、1# 块梁段受纵向顶宽所限，因此靠近 0#、1# 块梁段两侧的 2# 梁段施工时主纵桁梁联为一体，先安装 2# 墩的挂篮，采用 25 t 汽车吊进行挂篮安装。

吊装主梁就位并采取临时固定措施，保证两主梁稳定。安装主梁后支点处的锚杆及分配梁等。安装后上横梁、前上横梁。再按先上后下的顺序安装上、下横梁。安装工艺流程如下：

轨道安装锚固→主梁安装→后锚安装锚固→前后上横梁安装→立柱、前后斜拉杆安装→安装前后吊杆→调整纵桁梁和横桁梁位置→底模平台的安装→外模系统安装→内模系统安装→悬吊工作平台安装。

#### 3.2.3 挂篮的预压

##### 3.2.3.1 挂篮预压的目的

挂篮的预压是对挂篮设计强度、刚度和稳定性的一种验证，对挂篮适应性的检验，取得可靠的依据，同时也是对挂篮结构消除非弹性变形，并掌握弹性变形的直接方式，对理论计算的验证，为挂篮模板预拱度提供可行的依据。

##### 3.2.3.2 预压方式

由于挂篮后下横梁上面的荷载直接传递给箱梁，对挂篮主桁的挠度变形及挂篮的倾覆基本上没有影响。所以挂篮的预压荷载按作用在前下横梁上面的荷载的 1.1 倍进行预压。根据现场实际情况，挂篮预压采用主墩护筒作为水箱的方法进行

预压。

##### 3.2.3.3 预压荷载的选用

根据前下横梁承受箱梁、底模自重和施工荷载的受力计算，可知在支点①、②、③、④、⑤、⑥的最大反力分别为 20.95 t、8.01 t、14.3 t、14.3 t、8.01 t 及 20.95 t（见图 3）。

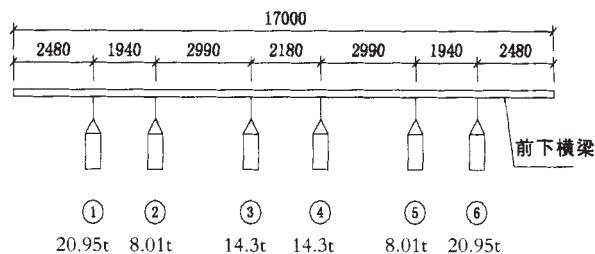


图 3 预压荷载分布图

##### 3.2.3.4 预压步骤

- (1) ②和⑤、③和④号护筒各加 6.41 t 和 11.46 t；
- (2) ①、⑥号护筒各加 16.76 t；
- (3) 观测主桁架的变形量；
- (4) ②和⑤、③和④号护筒加到 8.01 t 和 14.3 t；
- (5) ①、⑥号护筒加到 20.95 t；
- (6) 观测主桁架的变形量。

##### 3.2.3.5 预压要求

- (1) 每级加载完毕后停留 30 分钟后观测点的变化情况；
- (2) 前后两级观测值之差不超过 3 mm 时，继续加载下一级荷载，否则停止加载，分析原因；
- (3) 最后一级加载观测完毕后停留 30 分钟后开始卸载；
- (4) 每卸一级荷载，观测一次；
- (5) 观测时两台仪器同时观测，随时交换数据，防止出现视觉误差或错误；
- (6) 相邻两级变形值大于 3 mm 则停止加载，继续观测，每 15 分钟观测一次变形，直至前后两次读数差不大于 1 mm。

##### 3.2.3.6 数据处理

挂篮预压是为了消除加工安装的非弹性变形，并测出弹性变化的大小，为悬臂浇筑施工控制底模标高提供依据。根据观测的数值绘制变形值与荷载变形曲线，按图分析非弹性变形最大值和弹

性变形的最大值。

#### 3.2.4 B 段施工

当挂篮预压完成后, 根据预压所测量的数据来调整底模的标高, 固定挂篮, 复测各部位尺寸, 进行 B 梁段浇筑。

##### 3.2.4.1 浇筑 2# 梁段

2# 梁段的施工步骤为: 调整底篮高程→安装外侧顶模→调整模板尺寸及标高→绑扎钢筋, 架设预应力管道, 装端模及堵头模→浇筑混凝土。

##### 3.2.4.2 挂篮行走

挂篮完成联体浇筑段后, 应将桁梁一分为二, 并构成进行两侧独立对称平衡的工作系统。其步骤为: 放松吊杆和底篮→从后支座铺设滑道(钢轨)至前支座下方→解开主纵梁联结螺栓→在主纵梁两侧分别安装滑动小车并锚固于已浇梁上→布置导链葫芦与滑动小车连接, 使滑动小车保持稳定→分开后锚固点→利用推进机构的液压顶顶升后支座, 主纵梁后端通过滑动小车的滚轮压住带动挂篮往前移动→液压顶回程, 油顶支座前移并与钢轨固定→固定后支座锚固→解开滑动小车的锚固和导链葫芦→使滑动小车往前移动一段距离并锚固→重复以上循环过程, 通过后支座在轨道上的移动带动整个挂篮前进, 当到达规定的一节梁段长度后停止移动, 再把后锚固点固定, 即完成了挂篮的行走, 此时挂篮主纵梁后端受力由后锚固点和滑动小车共同承担。

##### 3.2.4.3 浇筑 3#~11# 梁段

挂篮前移到位后理顺前点和后锚点→调节底篮高度和位置→安装钢筋、预应力筋、浇筑混凝土和张拉, 完成 3#、4# 梁段浇筑工作。5#~11# 节段的施工方法与 3#、4# 节段的施工方法完全一样, 不同之处在于 5#~7#、8#~11# 节段的悬浇段长度分别为 4 m 和 5 m 长, 其梁体高度减小。分段悬浇的周期大约需 7 天左右。

##### 3.2.4.4 分段悬臂浇筑注意事项

主纵桁梁的分联和移动操作务必精心, 严防急剧的塌落和倾覆。对操作中可能引发和出现的问题作出有效的防范措施, 后锚和移架都应有保险锚、保险索或保险手拉葫芦。应控制挂篮就位后梁模板形体及标高的变化, 整体标高通过拉杆

支承处设置的压杆千斤顶调节, 局部通过垫块调节。

##### 3.2.4.5 浇筑混凝土时消除挂篮变形的措施

箱梁混凝土的浇筑采用一次浇筑, 并在底板混凝土凝固前全部浇筑完毕。也就是要求挂篮的变形全部发生在混凝土塑性状态之间, 避免裂纹的产生。斜拉式三角形挂篮因其总变形小, 在浇筑混凝土前预留准确的下沉量, 不必在浇筑过程中进行调整。

#### 3.3 现浇 C 段(边跨)及 D 段(中跨)施工

当悬浇至 11# 块时, 拆除一侧挂篮, 在边跨合拢段下方搭设支顶架, 安装外模, 进行边跨梁体浇筑。

待边跨砼达到设计强度后, 开始中跨施工。先拆除中跨合拢段一侧的挂篮, 将另一侧的挂篮前移至合拢段上方并调整就位, 再安装内模, 在梁体悬臂端压配重, 选择气温合适的时段浇筑砼, 并逐级解除配重。

中跨合拢完毕后, 按设计要求张拉预应力束, 解除临时支座, 拆除挂篮, 完成体系转换。即边跨合拢后, 结构由双悬臂状态变成单悬臂状态, 最后跨中合拢, 这时应尽快进行梁墩临时固结的放松, 以使梁体成为连续受力状态。在进行临时固结放松时应均衡对称进行, 确保固结应力均匀释放。

## 4 结语

三角形挂篮在施工前必须进行预压, 掌握其应预留的变形量, 在施工中调整好挂篮的方位, 确保梁体的线形尺寸, 在施工中须确保每一步工序到位。

三角形挂篮在三跨一联预应力混凝土连续梁悬臂浇筑施工中的成功应用表明, 运用三角形挂篮在悬臂浇筑中施工, 可做到快速、准确、施工方便且易于确保工程质量。同样, 三角形挂篮也可运用于更多跨预应力连续梁悬臂浇筑中。

#### 参考文献

- 1 JTJ041-89 公路桥涵施工技术规范
- 2 GB50205-2001 钢结构工程施工质量验收规范