

桥梁 V 型墩简易平衡支架施工工法

肖文杰 董 凯 施 垚 虞来磊 李康鸿

1 前 言

桥梁 V 型墩结构主要由 V 肢与 0 号块组成倒三角形结构。V 型墩斜腿为板式混凝土结构，斜腿轴线与墩中心线交角一般在 45° 左右，上下分别与箱梁、墩座固结。

V 型墩结构减小了箱梁的跨度，使箱梁在同等荷载作用下产生的跨中弯矩和支座剪力都大为减少，因此箱梁结构的截面和配筋率也可适当减少，从而节约了工程施工成本。由于 V 型墩结构外形美观、施工成本低，因此常为设计和建设单位所采用。

在施工中，墩身由于倾斜，在自重的作用下会产生较大的水平分力，施工中要有相应的结构抵抗这个水平分力，从而保证整个结构在施工过程中的绝对安全。

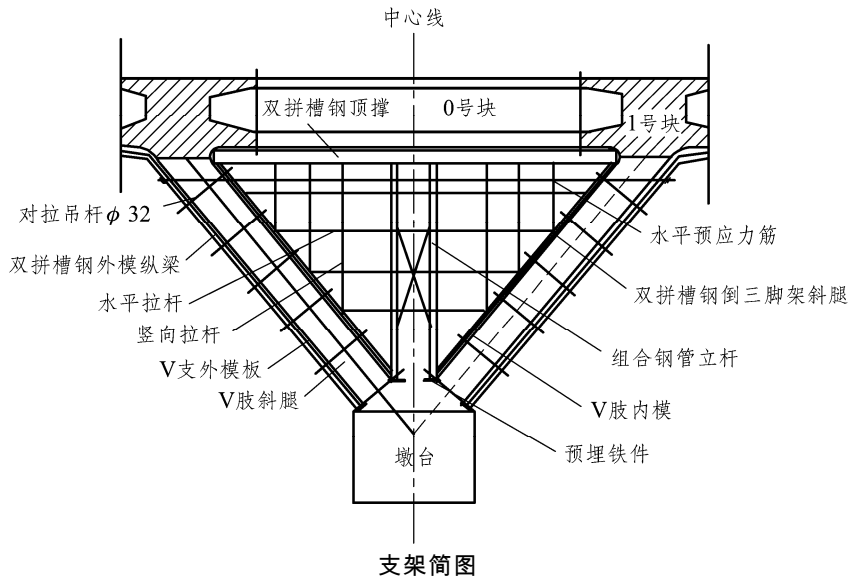
常规的施工方法为劲性骨架法，即在 V 肢内埋劲性骨架，V 型墩中央采用中心平衡塔架拉住劲性骨架及底模，0 号梁施工时，通过塔架将荷载直接传到 V 型墩角部。

在设计中没有劲性骨架，采用梁式支架外部支撑困难或不经济的情况下，借鉴劲性骨架中心平衡的施工方法，我们研发了“简易平衡支架法”施工技术。

“简易平衡支架法”采用四小钢管组合架作为 T 型结构的立柱，底部由墩座预埋螺栓固定；双拼槽钢作为 T 型结构的顶梁，同时又是 0 号块模板的支撑；三角平衡架的斜腿也采用双拼槽钢放在 V 肢的内部，下部和钢管连接，上部和双拼槽钢顶梁连接形成倒三角形平衡支架片。V 肢的外模支撑采用双拼槽钢，下部和墩台内预埋的螺栓连接，上部通过吊杆和平衡支架的斜腿

拉接。三脚架内设置水平拉杆和竖向拉杆，以抵抗斜腿产生的水平力和改善斜腿的受力条件。

多片三角形平衡支架片按一定的间距连接组成简易平衡支架。支架片简图见下图。



该支架由于受力明确，施工方便，操作简单等特点，在 V 墩的施工中得到广泛的应用。

近几年来，我们在富阳北江桥、宁波宁海跃龙上大桥的施工中运用了《简易平衡支架法》进行施工，获得了较好的经济效益和社会效益。在施工的过程中，我们不断总结完善，最终形成本工法，同时我集团公司对于此技术成功申报了国家专利，专利号：ZL 2011 2 05479457。

2 特点

2.0.1 本工法采用四根 $\phi 203$ 钢管组成矩形钢管架作为支架的中心平衡立柱，下边与墩台内预埋件连接；可根据墩座尺寸合理布置各钢管间距，尽量增大立柱的宽度，提高平衡架自身的稳定性。

2.0.2 本工法三角平衡支架的三边均采用双拼[槽钢，便于拉杆的布置。顶梁双拼[槽钢放置在钢管架上，用预埋在墩座的位于纵向钢管中心的预应力筋临时固结。它不仅是平衡架三

角的一边，还是 0 号块箱梁混凝土施工的支撑。

2.0.3 本工法倒三角形的斜边采用双拼[槽钢放到 V 肢的里面作为 V 肢模板的支撑，下边与钢管连接，上边和顶梁连接，采用水平和竖向预应力拉杆作为腰撑，保证支架的强度和稳定性。

2.0.4 本工法在 T 构立柱和顶梁的连接中采用本公司的专利技术临时支座进行连接，便于支架的拆除。

3 适用范围

本工法适用于 V 墩没有设计劲性骨架和无法采用梁式支架或不经济的情况下进行 V 墩施工。

4 工艺原理

4.1 简易平衡支架的平衡原理

4.1.1 水平分力和竖向力平衡原理：

V 肢斜腿在混凝土浇筑过程中，由于 V 肢为倾斜结构，混凝土和施工荷载必然要产生水平方向和竖向两个分力。通过设置水平和竖向拉杆，两边产生的水平分力通过拉杆进行平衡；产生的竖向力通过竖向拉杆传给顶梁，再由顶梁传给墩座。同时，拉杆把平衡架的斜腿变为多跨连续梁，减少了斜腿型钢的尺寸。

4.1.2 偏心矩平衡原理：

在 V 肢混凝土施工中应尽量保持两边数量的相等。但是，两边的混凝土数量不可能完全相等，因此要产生一定的不平衡弯矩。钢管中心立柱的特殊结构，可平衡一定的不平衡弯矩，

其原理和塔吊的平衡原理相同。钢管柱由 4 根小钢管组成，纵桥向之间有一定的距离，当混凝土施工过程中产生一定的不平衡力矩时，倒三角支架上的重力的合力作用在纵桥向两立柱的中心线上，合力对纵桥向钢管外缘支点产生反力矩进行平衡，只要不平衡力矩不大于合力对钢管外缘支点的力矩，支架就是稳定的。在 V 肢施工时，倒三角支架上的平衡重力为支架自重和支架上的预压载荷。支架上箱梁施工时，倒三角支架上的平衡重力为支架自重和 V 墩混凝土的重力。钢管柱两外缘距离越大，在相同平衡重量的情况下可能产生的反力矩也越大。

5 工艺流程及操作要点

5.1 施工工艺流程

5.1.1 本工法的施工工艺流程见图 5.1.1。

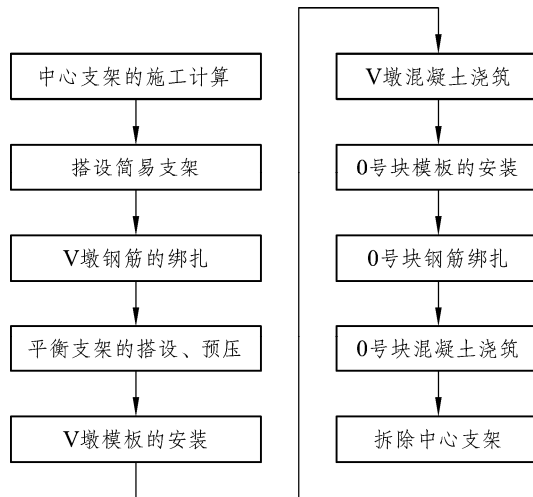


图 5.1.1 施工工艺流程图

5.2 操作要点

5.2.1 中心平衡支架的施工计算

施工前，应对中心平衡支架结构进行受力计算。计算内容应包括：

1 支架立柱稳定性计算。

计算公式采用： $\sigma \leq \sigma_{cr}/n_{st}$ (5.2.1-1)

$$\sigma_{cr} = \pi^2 E / \lambda^2 \quad (5.2.1-2)$$

式中： σ ——荷载作用下产生的应力；

σ_{cr} ——构件的临界应力；

n_{st} ——稳定安全系数；

π ——圆周率；

E ——构件的弹性模量；

λ ——压杆的柔度。

$$\sigma = F_N/A + M/W \quad (5.2.1-3)$$

式中： σ ——荷载作用下产生的应力；

F_N ——荷载作用下产生的轴向力；

A ——构件的受力面积；

M ——荷载作用下产生的弯矩；

W ——构件的抗弯截面系数。

2 中心平衡支架稳定性计算。

中心平衡支架稳定性计算公式采用：

$1.2M$

荷

<

$PL/2$

(5.2.1-4)

式中： $M_{\text{荷}}$ ——施工荷载产生的最大偏心矩；

P ——支架及压载重；

L ——两立柱外缘距离。

同时还要计算支架顶梁强度、刚度，支架斜梁强度、刚度，对拉预应力筋的强度、预拉力等方面。

5.2.2 搭设简易支架

为进行 V 墩钢筋的绑扎和中心支架的搭设，施工单位应根据施工现场的实际情况，采用临时墩、贝雷片、型钢等搭设施工临时简易支架。

5.2.3 V 墩钢筋的绑扎

钢筋绑扎前必须把 V 墩与墩台接触面浮浆和松动石子凿除，露出混凝土中粗骨料，用水冲洗干净，同时把承台预留筋刷干净。V 墩主筋与接头预埋钢筋连接时，同一截面连接接头不超过 50%，且错开 1 m 以上。为保证主筋顺直，主筋的连接采用挤压套筒连接的新工艺。墩台预埋钢筋见图 5.2.3。



图 5.2.3 墩台预埋钢筋

钢筋绑扎安装完成后，按设计和规范的要求进行验收，发现不符合要求的要及时整改，并填写自检单，经监理工程师现场验收合格后再进入下道工序。

5.2.4 平衡支架的搭设、预压

中心平衡支架的搭设，先进行立柱的施工。钢管架各钢管的位置和间距通过施工计算确定，在承台施工时预埋连接螺栓，连接钢管和承台内的预埋螺栓。钢管架各钢管之间用型钢焊接剪刀撑形成排架。

顶梁采用双拼[槽钢进行搭设，根据施工计算确定的型钢尺寸进行选料。型钢和立柱之间放置临时支座，临时支座采用我们公司取得发明专利技术的临时支座，便于支架的拆除。顶梁通过预埋在墩座的预应力筋进行临时固接。

中心平衡支架的斜边采用 2[槽钢，尺寸大小根据施工计算确定。斜边的下端点和钢管柱下端焊接，上端点和顶梁焊接。在三脚架中设置水平和竖向拉杆若干道，根据施工计算确定具体根数和位置。拉杆采用预应力钢筋，根据需要施加一定的预应力以保持 V 肢的线形支架的稳定。

各支架片的距离通过施工计算确定，各支架片钢管架与钢管架之间在钢管的外边用型钢焊接剪刀撑，增强支架的整体稳定性。

支架搭设完成后，进行支架的预压施工。预压采用袋装砂包，预压载荷采用 100%施工载荷，以消除支架的非弹性变形。对于 V 肢混凝土，支架的弹性变形采用在混凝土浇筑过程中根据混凝土浇筑进度同步卸载的办法进行消除。V 肢混凝土施工完成后，卸下全部预压载荷，并测出卸荷后支架的弹性变形，作为 0 号块施工时预留拱度的依据。

