

文章编号: 0451-0712(2005)07-0054-03

中图分类号: U443.2

文献标识码: B

# 千岛湖大桥 V 形墩支架的设计与施工

张爱花, 贾卫中

(中铁大桥局集团第一工程有限公司 郑州市 450053)

**摘要:** 介绍了千岛湖大桥主桥夹角为  $90^\circ$  的 V 形墩支架的设计与施工。

**关键词:** V 形墩; T 形支架; 外侧支架; 设计; 施工

## 1 工程概况

千岛湖大桥主桥为  $70\text{ m} + 7 \times 105\text{ m} + 70\text{ m} + 40\text{ m}$  的 V 形墩连续刚构, 长  $915\text{ m}$ 。1~8 号墩为 V 形墩, 墩梁固结。V 形墩斜腿为板式钢筋混凝土结构, 斜腿轴线与墩中心线交角  $45^\circ$ , 即两斜腿轴线的夹角为  $90^\circ$ , 上下固结, 斜腿长为  $13.8 \sim 16.5\text{ m}$ , 横向与固结处箱梁底同宽, 均为  $7.5\text{ m}$ 。斜腿根部厚  $2.0\text{ m}$ , 与梁固结处厚为  $1.03 \sim 1.21\text{ m}$ 。1~8 号墩斜腿混凝土为  $315.5 \sim 360.3\text{ m}^3$ 。V 形墩顶部主梁总长  $29\text{ m}$ , 0 号块长  $18\text{ m}$ , 1 号块长  $5.5\text{ m}$ 。V 形墩斜腿内设置劲性骨架。

在水深为  $54\text{ m}$  的高桩小承台上, 采用夹角  $90^\circ$  的 V 形支腿在国内还是第一次, 其施工难度很大。V 形墩的施工支架解决了施工难题, 本文主要介绍了施工支架的设计和施工。

## 2 V 形墩施工支架简介

在 V 形墩内侧, 设置由 T 形万能杆件支架和斜腿内侧型钢大梁组成的倒三角形支架, 斜腿内侧型钢大梁两端与 T 形支架栓连, 中间也用角钢与 T 形支架栓连。两斜腿外侧为焊接钢构架。斜腿模板靠于内型钢梁和钢构架上, 内外梁设直径为  $32\text{ mm}$  的精轧螺纹钢对拉, 对拉筋一端拉在内侧型钢梁上, 一端拉在外侧钢构架上, 通过这些拉杆将模板夹紧。两斜腿新浇注混凝土重量, 通过对拉筋传至型钢梁上, 再由型钢梁转移至内侧三角形支架上。T 形万能杆件平衡架顶设分配梁, 摆放 0 号、1 号块模板施工主梁, 其结构见图 1 所示。

外侧钢架的作用: (1) 因 1 号块悬臂  $2\text{ m}$ , 外侧支架可作为受力支架; (2) 斜腿模板刚度增大, 可保

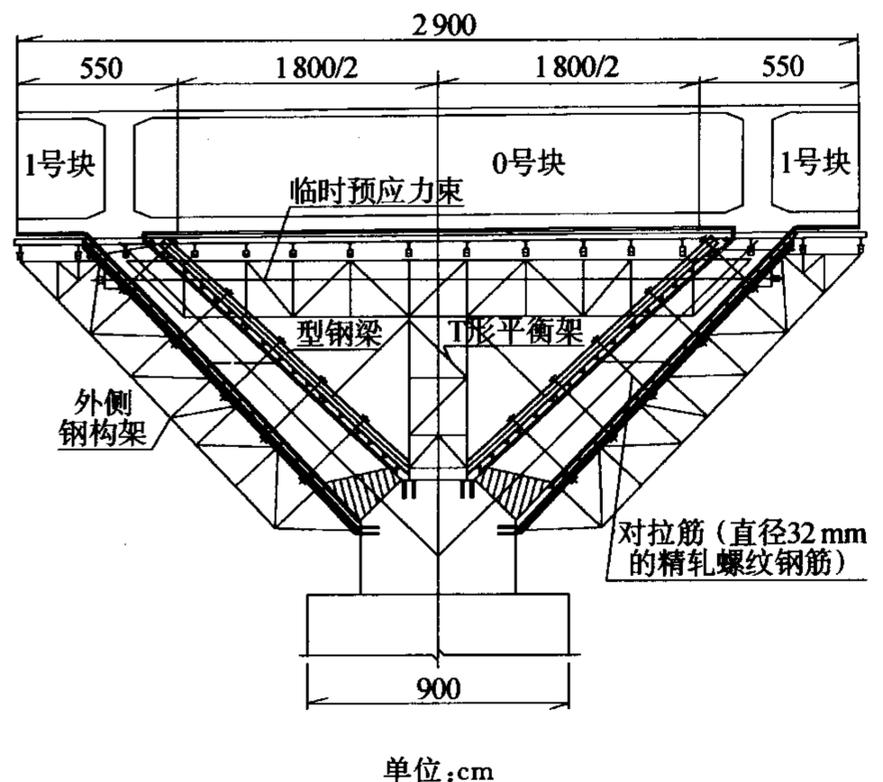


图 1 V 形墩施工总布置

证斜腿线形; (3) 可作为施工时上下脚手。

此形式的 V 形墩施工支架, 在国内尚属首次, 该支架有如下特点: (1) 构架一次拼装完成, 既节约时间, 又方便施工, 以往的 V 形墩现浇支架分 2 次拼装, 先拼装部分支架以施工斜腿, 然后第二次拼接支架以施工主梁; (2) 不受承台大小和水位的影响。

## 3 总体施工步骤

V 形墩结构分 4 次灌注混凝土。其中, 斜腿分 2 次灌注, 第 1 次灌至斜腿标高  $106.6\text{ m}$  处, 第 2 次灌至斜腿顶, 第 3 次灌注 0 号块, 第 4 次灌注两合拢块, 即主梁 1 号块。施工 1 号块时, 为了不使斜腿有变形, 将两斜腿劲性骨架在斜腿顶部通过型钢连为整体, 详见图 2 所示。

在上述施工步骤中, 斜腿第 1 节、第 2 节施工

<p>(1)</p>	<p>在承台上搭建施工鹰架,安装劲性骨架底节,立模板浇注V形墩墩座及斜腿底部混凝土。</p>
<p>(2)</p>	<p>拼装V形墩内T形万能杆件平衡架、斜腿外侧钢构架及第1节斜腿内劲性骨架,设置部分拉杆,安装第1节斜腿模板及第1节内剩余拉杆,调整模板,凿毛混凝土接头并清理干净,对称灌注第1节斜腿混凝土。</p>
<p>(3)</p>	<p>安装第2节斜腿内劲性骨架、模板及第2节内所有拉杆,调整模板,凿毛混凝土接头并清理干净,对称灌注第2节斜腿混凝土。</p>
<p>(4)</p>	<p>在距梁底1.65 m处,安装临时预应力束,将两斜腿对拉,先拉至100 t,待所有直径为32 mm的精轧螺纹粗钢筋拉杆放松后,再补拉至200 t。</p>
<p>(5)</p>	<p>在T形万能杆件平衡架顶,摆放分配梁并进行预压,立模板,浇注混凝土,待混凝土达到设计强度后,张拉底板索B39。0号块施工完后,为减少灌注1号块时两斜腿的变位,将斜腿与0号块固结。</p>
<p>(6)</p>	<p>立模板,对称浇注1号块段混凝土,待混凝土达到设计强度后,张拉主梁节段的腹板索W<sub>1</sub>、顶板索T<sub>1</sub>和底板索B<sub>40</sub>,拆除斜腿预应力钢绞线。</p>
<p>(7)</p>	<p>拆除所有支架,形成主体结构倒三角V形墩。</p>

图2 施工步骤

时,混凝土重量由T形万能杆件平衡架和外侧钢构架、劲性骨架承受。两斜腿间主梁0号块的施工是在V形墩内侧的倒三角构架上进行的,0号块施工荷

载及自重全部由T形万能杆件平衡架及斜腿外侧钢构架组成的倒三角形承受。1号块施工时,2/3重量由斜腿及外侧钢构架承受,其余由T形万能杆件平衡架、外侧钢构架联合承受。在施工0号块前,两斜腿进行对拉,对拉采用的是钢绞线束。对拉目的是:减少1号块荷载对斜腿底部截面形成的弯曲应力,且保证在浇注1号块时,使斜腿轴线达到理论位置。

#### 4 V形墩支架设计计算

根据施工步骤,按6种最不利工况,利用程序ALGOR12进行空间模拟计算。在计算过程中,要考虑混凝土偏载和体积偏差的影响,同时考虑风荷载作用,工况如下。

工况1:V形墩斜腿第1次灌注混凝土。

V形墩斜腿第1次灌注混凝土至标高106.6 m处,共计178.5 m<sup>3</sup>混凝土。

工况2:V形墩斜腿第2次灌注混凝土。

V形墩斜腿第2次灌注混凝土,共计138 m<sup>3</sup>。本工况中考虑了第1次浇注的混凝土对本工况的约束影响,也进行了第1次灌注的混凝土的受力计算。

工况3:V形墩斜腿对拉。

为了保证V形墩施工过程中,斜腿不出现较大的拉应力,在斜腿顶部(110.5 m标高处)施加了200 t临时预应力。

工况4:0号块灌注混凝土。

0号块施工时,0号块支架与V形墩斜腿已脱离,按0号块支架完全承受0号块混凝土重量进行计算,计算荷载为梁体自重、支架及模板重,计算模型为立体构架模型。

工况5:1号块灌注混凝土。

1号块施工时,0号块支架上已有0号块混凝土梁体重量,再在其上承受1号块内侧悬臂部分混凝土重量进行构架计算,斜腿顶混凝土重量由斜腿和临时的预应力束承担,前一部分计算模型为立体构架模型,后一部分计算模型为混凝土实体模型。

工况6:松张临时预应力束。

松张临时预应力束采用二维有限元模型进行计算。此计算是检验松张临时预应力束对斜腿产生的影响,检验斜腿混凝土应力及是否出现裂缝。

经过以上各种工况的计算,T形万能杆件支架和斜腿内侧型钢大梁组成的倒三角形支架,均满足受力要求。

## 5 V形墩的施工

V形墩施工分以下3个部分:V形墩墩座及斜腿施工、0号块施工、1号块施工。

### 5.1 V形墩墩座及斜腿施工

承台施工完毕后,即可进行V形墩施工。其施工顺序如下:

墩座接茬混凝土凿毛→测量放线→搭设支架→安装斜腿内劲性骨架,立模浇注V形墩座及斜腿根部混凝土→安装V形墩内T形万能杆件支架→安装第一节斜腿劲性骨架→安装斜腿内侧型钢大梁及外侧钢构架,安装第一节段部分对拉杆→绑扎钢筋→安装调整第一节斜腿模板→对称浇注第1节段斜腿混凝土→安装斜腿内第2节劲性骨架,绑扎钢筋→安装调整第2节斜腿模板及对拉筋→对称浇注第2节段斜腿混凝土,在斜腿顶安装临时预应力束并张拉。

### 5.2 0号块施工

0号块长18 m,重606 t,结构复杂,混凝土体积大,普通钢筋、预应力钢束及其孔道密集交错,必须精心组织、精心施工,一次浇注成型。

其施工顺序为:T形平衡架顶摆放钢楔块及分配梁→预压重,安装底模→调整底模位置及标高→安装外侧模→绑扎底板和腹板钢筋,布置波纹管、锚下螺旋筋,固定锚下垫板→安装端模板→安装内模及内模支架→绑扎顶板钢筋,布置波纹管→检查验收→浇注混凝土、养护→对称张拉底板束 $B_{39}$ →预应力管道压浆。

### 5.3 1号块施工

1号节段长5.5 m,为形成倒三角V形墩的合拢段,正对V形斜腿处的箱梁内设有横隔墙。斜腿顶端钢筋 $N_1$ 、 $N_2$ 、 $N_7 \sim N_{10}$ 伸入1号块底板及横隔墙内,使斜腿与梁体固结到一起。因普通钢筋、预应力束

密集,结构复杂,是施工中的重点和难点。其施工顺序为:

凿毛0号块及V形斜腿顶端接茬混凝土,并冲洗干净→在平衡架顶摆放钢楔块、分配梁→安装外模并调整其位置及标高→绑扎斜腿 $N_1$ 、 $N_2$ 、 $N_7 \sim N_{10}$ 钢筋及底板和腹板钢筋,布置波纹管,锚下螺旋筋,固定锚下垫板、腹板竖向预应力筋→安装端模板→安装箱梁内模及内模支架,安装顶板钢筋、顶板波纹管及锚下螺旋筋和锚垫板→检查验收→混凝土接头充分润湿→浇注混凝土→养护→对称张拉底板索 $B_{40}$ 、顶板索 $T_1$ 及腹板索 $W_1$ →松张临时预应力束,拆除所有支架,形成倒三角V形墩。

在V形斜腿施工过程中,因斜腿内钢筋密集,且有劲性骨架分布,为保证斜腿混凝土的质量,防止漏振,施工中对模板进行了合理分块。可采用按对拉杆的布置将斜腿内侧模板纵、横向分块,为保证振捣质量,纵向即高度方向按1 m分块。拉杆之间的模板安装,可在下节混凝土灌注振捣后,再放上一节模板,这样边浇注边盖模,直至斜腿顶端。

在0号块浇注前,将对拉墩顶预应力束(12-7 $\phi$ 5钢绞线),张拉至200 t。根据结构计算,斜腿根部混凝土拉应力最大为2.1 MPa,满足规范要求。从实际施工情况看,斜腿混凝土外观完好,没有出现裂纹。

在1号块混凝土浇注过程中,对水平对拉钢绞线的拉力及斜腿水平变位进行了实测,钢绞线最大拉力为240 t,计算为200 t。斜腿顶端最大水平位移12 mm,满足施工工艺及设计要求。

## 6 结语

以上介绍的深水、小承台V形墩施工支架及施工方法,在国内虽为首次,但施工是成功的,满足了V形墩的设计要求,可供类似条件大夹角V形墩施工参考。

## 沪瑞国道主干线云南安楚高速公路通车

2005年6月27日上午,云南安(宁)楚(雄)高速公路建成通车。

安楚高速公路是上海至瑞丽国道主干线云南境内的一段,也是云南通边出省公路主骨架和国际大通道的重点建设项目,2002年12月19日开工。公路主线全长129.93 km,其中101.93 km沿原安楚汽车专用二级公路布线建设,与原线相比缩短里程7.82 km。安楚高速公路路基宽26 m,为双向六车道。经云南省交通厅组织检测,项目达到了优质工程标准。

随着安楚高速公路通车,云南高速公路里程突破1400 km,滇西大通道道路等级上了一个档次。安楚高速公路与楚(雄)大(理)高速公路、大(理)保(山)高速公路相连,使上海至瑞丽国道主干线从安宁至保山之间470多km全部成为高速公路。公路建成后,使昆明及滇西8个州(市)的1460多万群众受益。