

文章编号: 0451-0712(2006)03-0167-05

中图分类号: U445.466

文献标识码:

重庆云阳长江大桥悬浇主梁施工

闫王虎, 田连民, 凌 四

(路桥集团国际建设股份有限公司北京工程处 北京市 100025)

摘 要: 主要介绍重庆云阳长江公路大桥悬浇主梁施工工艺和方法, 特别是挂篮施工步骤、主梁混凝土和预应力施工、斜拉索的挂设要点、合拢段施工顺序及工艺要求。

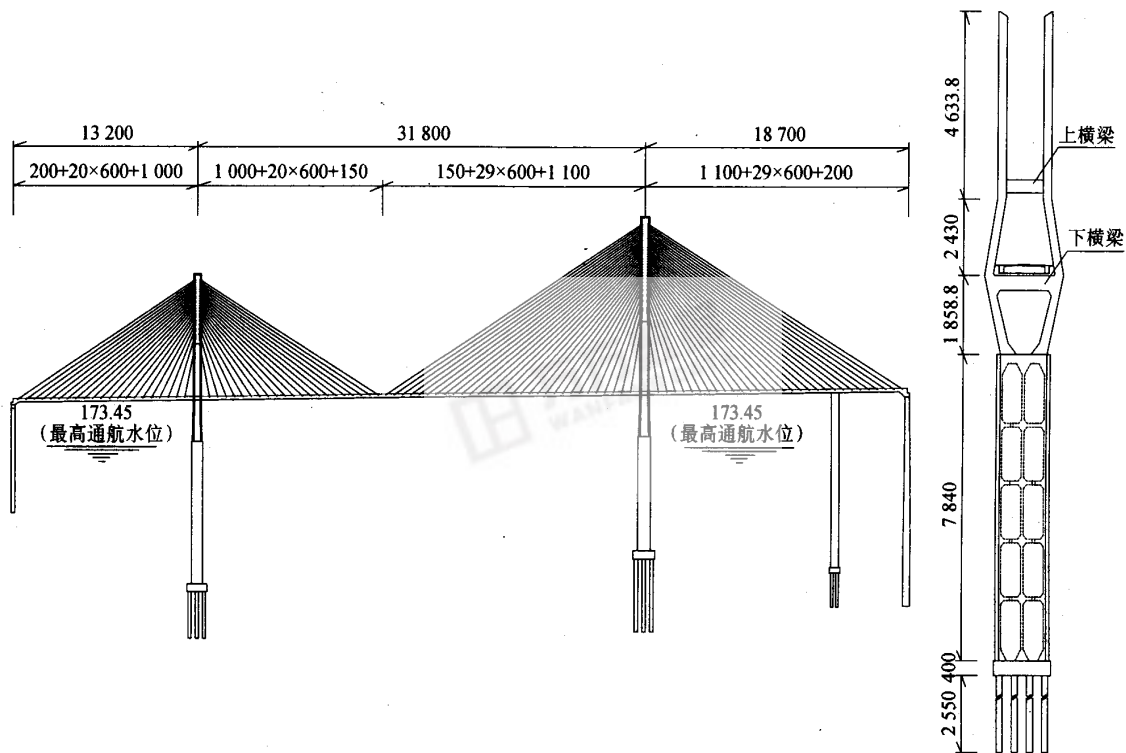
关键词: 重庆云阳长江大桥; 主梁; 挂篮; 悬浇

1 重庆云阳长江大桥概况

重庆云阳长江大桥是云阳县境内跨越长江的一座大型公路桥梁。主桥桥跨组合为 $132\text{ m}+318\text{ m}+187\text{ m}$, 主桥全长 637 m 。主桥结构型式为高低塔、双索面、密索、对称扇形布置、塔梁分离的支承体系斜拉桥。

主梁为预应力混凝土双纵肋, 肋高为 230 cm , 肋

腹宽为 160 cm , 肋底宽 260 cm , 顶板厚为 25 cm , 桥面设 1.5% 的双向横坡和 1.0% 的单向纵坡, 桥面全宽 20.5 m 。主梁标准块件每节段长 6 m , 节段内设一道 25 cm 厚的横隔板, 低塔 0 号块长为 8 m , 高塔 0 号块长为 10 m 。主梁施工采用长为 13 m 的后支点挂篮悬浇。主桥桥型布置见图 1 所示。



单位: cm

图 1 主桥型布置

斜拉索采用 $\phi 7$ 低松弛高强镀锌钢丝,钢丝标准强度为1 670 MPa;护套采用高密黑色和彩色双层聚乙烯;锚具采用与斜拉索型号相匹配的冷铸墩头锚,塔端为张拉端,梁端为固定端;主梁拉索索距为6.0 m。

2 0号块施工

低塔0号块节段长度8.0 m。0号节段设3道横隔板,主梁混凝土强度等级为C60,0号节段混凝土体积为200 m³。主梁0号块构造见图2、图3所示。

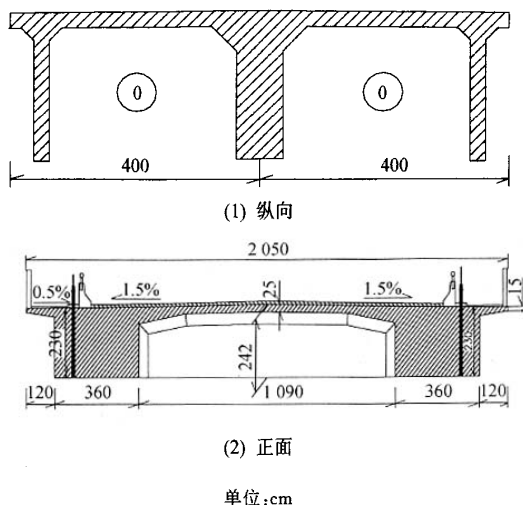


图2 主梁0号块构造

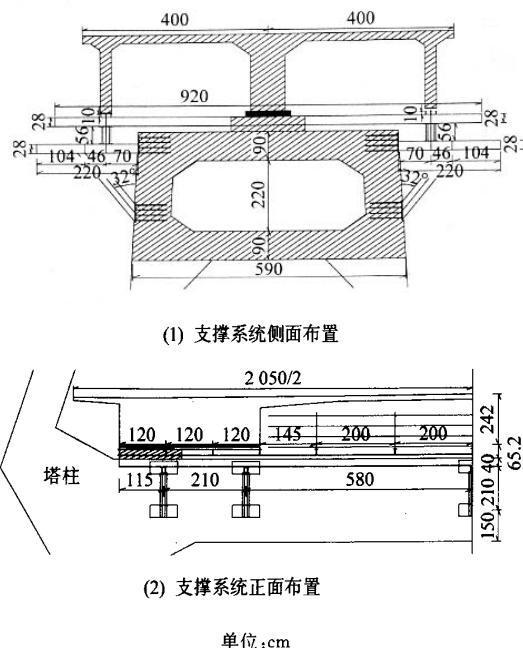


图3 0号块支撑系统

2.1 0号块节段支架施工

0号节段采用支架现浇法施工。支撑采用在下横梁预埋钢板,焊接三角架,其上搁置I56工字钢。再在工字钢上铺设分配梁,其构造见图3所示。

在浇注0号节段时,为克服较大变形及防止裂缝产生,采取了以下措施:

(1)采用SPA程序,较为详细地计算了加载后的弹性变形;

(2)在0号节段的支撑上进行预压,消除其非弹性变形;

(3)浇注顺序从两端向中间方向浇注。

施工结果表明,采取措施到位,0号支架下沉量仅为5 mm,完全在计算结果之内。

2.2 0号节段主梁施工期间的塔、梁临时固结

主梁在双悬臂施工过程中,塔梁间予以临时固结,并设置纵向、横向限位块,以承受风力及两侧悬臂由于重量不平衡引起的作用力。

竖向的临时固结块由2个GPZ12.5GD的限位支座及每个支座58根 $\phi 32$ 钢筋组成。 $\phi 32$ 钢筋下端锚固于下横梁内约0.8 m,上端浇注在主梁边主肋内,其作用是限制主梁绕桥纵轴线转动和水平移动。

纵向限位块和横向限位块均采用矩形橡胶支座,以限制纵向及横向位移。

在主梁施工期间,上述支座群的设置,固结了主梁相对于塔墩间的转动和移动,确保了主梁在悬浇施工期间的安全。该支座群均在0号节段施工时安装。

2.3 0号块主梁混凝土浇注及预应力体系施工

0号块节段混凝土采用一次浇注,浇注顺序按照对称、均衡的原则,由两端向中间,上下游、南北侧同时推进。内模采用组合钢模和木模,底模和外模采用标准段用的大块钢模。

待主梁混凝土强度达到90%时,即可进行预应力束张拉。主梁、横隔板均采用两端同时张拉,张拉顺序是先纵向、后横向。同一断面上,张拉顺序为上、下、左、右对称进行。预应力束张拉时,采用张拉控制力与伸长量双控制。

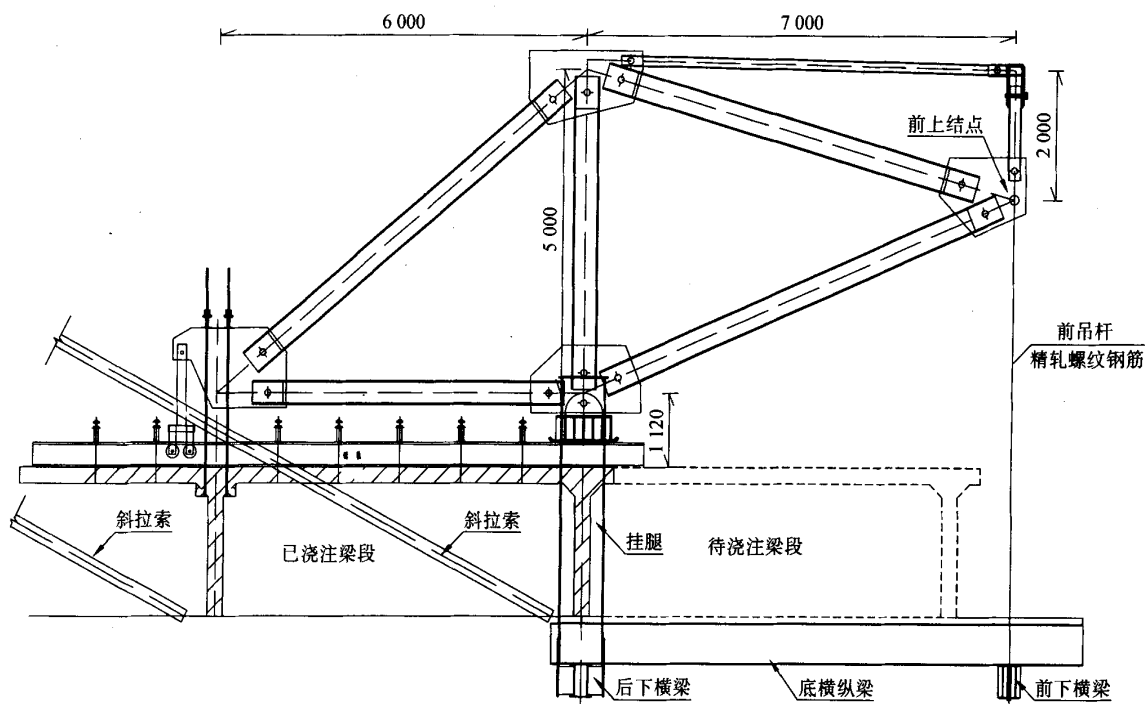
张拉程序:0 \rightarrow 20% σ_k \rightarrow 1.03 σ_k (锚固)。

3 后支点挂篮施工

根据设计要求,主梁悬浇采用后支点挂篮,挂篮自重约为115 t。

3.1 挂篮构造

挂篮标准节段浇注长度为 6.0 m, 节段重约 2 320 kN。挂篮结构如图 4 所示。



单位:mm

图4 挂篮结构

3.2 挂篮施工

在主梁各节段中,挂篮施工均存在两个状态:即行走状态和浇注状态。

3.2.1 行走状态

挂篮行走状态的施工步骤为:

脱模→下放挂篮,拆除后下横梁锚杆,底篮 1/2 荷载由挂腿承受→前移轨道,接长钢板滑道→前移挂篮→提升挂篮→锚固挂篮。

3.2.2 浇注状态

挂篮在浇注状态的施工步骤为:

检查挂篮锚固情况→测量标高,使挂篮精确定位,并满足于变形设置要求→按主梁施工控制要求分次浇注混凝土→混凝土浇注完成后,测试挂篮变形。

本挂篮设计结构简洁、受力明确、承载力大、施工速度快,在悬浇施工中实现了 7 d 一个节段的施工速度。

4 斜拉索挂设与张拉

4.1 斜拉索挂索方案的选择

斜拉索挂设的关键是如何将斜拉索两端锚头牵引出锚垫板外。随着索的增长,挂索时牵引力也随之增大。施工方案的选择取决于挂索时的最大牵引力。根据计算的挂索牵引力,选定了硬牵引施工方案。塔上选择了长约 30 cm 的多节 40Cr 调质张拉杆作为导杆,设计牵引力为 5 000 kN。根据塔吊吊重,对于重量小于 8 t 的斜拉索均直接采用塔吊吊至桥面,再利用塔吊放索。对于重量大于 8 t 的斜拉索,则采用主梁上设置的卷扬机滑车组配合塔吊起吊放索。先将索头提吊头与塔吊的钢丝绳连接,利用塔吊将斜拉索向上牵引,在斜拉索索头通过桥面后,将索头放在牵索小车上,在小车后设置放索滚轮,同时改用卷扬机配合 5 t 吊车牵引索头端向梁端移动。斜拉索索头牵引 50 m 左右时,利用塔吊吊索夹具将斜拉索向塔上提升,完成放索工作。

4.2 牵引挂索步骤

(1)在梁面上将连接杆连接好,按施工设计要求,在塔腔内安装好 YCW500 型千斤顶,将塔顶索头牵引卷扬机的绳头从千斤顶及索道管内放出。

塔顶卷扬机用扁担吊将拉索张拉端吊至索导管

下口附近。人坐塔吊吊笼在索导管下口配合卷扬机将挂索引进索导管,穿过承脚和张拉千斤顶,用螺帽将张拉杆固定,解除牵引钢丝绳。

(2)梁端压索采用倒链和滑轮组配合进行。压索到位后,按设计要求上紧锚固端螺帽。

在挂索过程中,由于牵引速度慢,高空作业繁杂,应特别加强施工组织和施工安全。

4.3 斜拉索的塔部安装

拉索上桥面后,从索塔内通过索导管放下牵引绳,连接斜拉索的前端与锚头旋接的特制提吊头,通过塔吊将斜拉索锚头提升到索孔位置,采用牵引绳与吊绳相互调节,使锚头对准索导管,直接用塔顶 5 t 卷扬机将其牵引至索导管内就位,待锚头拉出索导管锚固面 3~5 扣螺纹时,安装冷铸锚头锚固螺母临时固定。值得注意的是斜拉索塔部安装时,要尽量利用塔吊将斜拉索远离主塔根部,这样拉索起吊安装时才不会在索管底部形成折弯,损伤斜拉索。在索管底部拉索折弯直径最好大于 3.0 m。

4.4 梁部斜拉索的安装

在斜拉索塔端临时固定好后,先用 QFZ125 塔吊将梁端锚头拉到待浇主梁前端,利用卷扬机将索头牵引就位。施工操作时应特别注意保护斜拉索 PE 层,建议在主梁上搁置 4 m 一道的泵管滚轮,斜拉索在上面滚动,待浇主梁前端,再利用卷扬机将索头牵引就位。

斜拉索梁段安装完毕后,塔端张拉杆通过千斤顶反复运动将塔端斜拉索锚头拉出索导管锚固面(根据监控提供的数据进行张拉),安装塔端冷铸锚头锚固螺母,完成挂索、张拉。

4.5 挂索张拉施工

斜拉索张拉之前,首先检查梁端索导管锚头板中心及倾角是否达到设计要求,锚头在垫板内是否居中,防止张拉时擦伤 PE 保护套。确认本次张拉的张拉力。检查 YCW500 千斤顶及撑脚位置是否居中并调整固定。检查千斤顶配套设备的编号,以便确认千斤顶标定后的拟定方程。检查张拉杆和锚头丝扣在挂设中是否有碰伤。待以上工作检查准备到位后,启动 YCW500 型千斤顶电动油泵送油,并配合监控及测量等进行索力张拉。为保证塔柱均衡受力,斜拉索张拉对称、分级进行。每级张拉力为 500 kN,直至达到设计要求的吨位。斜拉索为塔端单端张拉,在施工塔柱时预留斜拉索张拉所需的吊耳等预埋件。斜拉索张拉操作平台利用主塔内壁爬梯临时搭设。

斜拉索张拉要求均匀、对称、分次、循环施工。纵向对称可防止塔柱偏移,横向对称可防止主梁扭转。

在张拉之前,应先将张拉工具、设备准备到位,将千斤顶撑架用手拉葫芦固定在斜拉索锚固面上,然后将千斤顶连接在支撑撑架上,将张拉杆穿过千斤顶和撑架,旋接在斜拉索锚头端,再将张拉杆上的后螺母从张拉杆尾端旋转穿进,接好电源和油管,开动油泵,按预定张拉力张拉斜拉索。

斜拉索在张拉过程中,每塔 4 台千斤顶需同步进行,严格控制 4 台千斤顶的张拉力差值,一般以油表读数相差控制在 1 MPa 以内,张拉油表应进行经常标定,以防油表失灵,同时在使用过程中严禁震动或碰伤油表。

斜拉索张拉至设计索力后,通过大桥监控部门对索力和桥面标高测量,再决定是否进行索力调整,索力终值误差应控制在 $\pm 2\%$ (符合设计及监控要求),并用传感测索仪监测校准,然后将锚固螺母旋紧至紧贴锚固板,千斤顶回油,锚固螺母受力后,解除千斤顶与接长拉杆的连接,转换成永久索,完成该索的张拉锚固。

5 合拢段施工

由于边跨合拢段浇注采用预压重法,即先在合拢段两端加水箱,按合拢段混凝土重量注水压重,待浇混凝土时边浇注边放水,以保证浇注时的线型平顺,防止混凝土产生裂纹。因此,合拢段刚性连接在压重水注水后再施焊,以减少受力。在混凝土浇注及养护过程中,刚性连接为承力构件。其稳定和可靠性及与主梁端预埋件的焊接质量必须得到保证。

合拢刚性连接完成后,立即尽快解决 0 号墩的临时固结,使主梁在桥轴线上处于自由状态。为减少温度的影响,要求刚性连接、支座体系转换均在夜间气温变化较小的时段内进行,并尽快浇注合拢段混凝土。

5.1 边跨合拢段施工

边跨合拢段设计为 1 m 宽,根据设计要求,边跨合拢采用在交接墩搭设空中支架进行,悬浇主梁部分不承受施工荷载。

5.2 边跨合拢段施工步骤

21 号节段施工完毕→挂篮行走至合拢段位置,按设计要求将挂篮重量分配到主梁 21 号节段及尾部梁段上→连续 48 h 观测主梁挠度变化及边跨与尾部主梁间距的变化情况→劲性骨架焊接合拢→合拢段模板、钢筋、管道安装→浇注合拢段混凝土→混

投 稿 须 知

《公路》月刊于1956年创刊,由中华人民共和国交通部主管,是中国公路行业出版最早的中央级技术类科学技术期刊,是公路运输类中文核心期刊,是交通部和全国优秀科技期刊。

1. 本刊刊登的内容以实用科学、实用技术为主,兼顾理论研究、科学实验与标准规范,还包括方针、政策、管理等内容,对技术水平领先、有创造性、适用推广价值较高的文章优先刊登。

2. 投寄本刊的稿件,可以是原稿,也可以是打印稿或E-mail文稿(作者必须与原稿核对无误),具体格式请参照本刊近期出版的《公路》杂志。稿件请作、译者自留备份,本刊概不退稿。若文章被采用,本刊即行寄样刊和稿酬,不再另发“用稿通知”。

3. 文稿应有“摘要”和“关键词”。“摘要”为全文的浓缩,以提供文章内容梗概为目的,不加评论和补充解释,简明、确切地记述文章重要内容。“关键词”为“摘要”的浓缩,可选3~8个。

4. 文章中科技术语和名词,请用规定的通用词语。文章内容应符合国家标准和各种行业标准要求,应使用法定计量单位。公式、图表应清晰准确,符合国家标准要求。各级标题应明确、清晰。

5. 文章中摘编、引用他人作品,请遵守《著作权法》规定在参考文献中写出。

6. 文章著作权,除《著作权法》另有规定外,属于作者。署名作者的人数和顺序由作者自定。

7. 文章题目、摘要及关键词、作者的姓名和工作单位名称,要求作者翻译成英文。

8. 来稿请注明作者的真实姓名、作者本人的详细信息、工作单位和详细地址、电话。作者本人的详细信息,包括:学历、简历、身份证号码。请作、译者注意:来稿作者信息不详者,稿件一律不采用。

9. 所有来稿文责自负。

10. 投稿方式:

您可直接将稿件寄给本刊,地址见本刊“目次”页;您还可通过E-mail:paper@chn-highway.com投稿。通过E-mail投稿的作者请注意留下详细联系地址及电话,否则本刊不接受投稿。

《公路》杂志社

凝土强度达90%后,按设计要求张拉所有施工预应力束→再张拉J21斜拉索,边跨合拢段施工完成。

5.3 边跨合拢的施工要求

按设计及监控要求,制定切实可行的边跨合拢方案,并在合拢前、后进行有关数据的测量。

(1)合拢段混凝土必须采用微膨胀混凝土。在合拢段施工前,必须作好试配工作,保证合拢段混凝土的强度要求;

(2)合拢段劲性骨架焊接时,必须组织强有力的焊接班组及配套工种人员,进行合理安排,做到在设计要求的合拢温度下,快速完成合拢段劲性骨架的焊接,保证合拢段施工质量;

(3)合拢段混凝土浇注宜选择在温度最低,温度变化较小的夜间0:00~2:00点进行,并以较快的速度完成浇注;

(4)加强合拢段混凝土的养护,防止混凝土开裂;

(5)按设计要求的张拉程序张拉预应力束。

5.4 合拢段混凝土浇注

(1)合拢段混凝土浇注采用沙袋换重法。混凝土浇注完毕,移走全部压载沙袋。

(2)在混凝土浇注过程中,应密切监测合拢段两端高程的变化。

(3)混凝土浇注完成后,应加强混凝土养护,严防混凝土开裂。

边跨合拢段在实测前,由于进行了充分准备,从支架搭设到完成混凝土浇注,仅用7d时间就快速、圆满地完成了合拢施工,其线型和内力状态均达到了设计要求。

6 结语

重庆云阳长江大桥上部结构已优质安全地完成了主梁施工任务,并高精度地保证了成桥后线形合乎设计要求,结构恒载受力状态达到设计期望值。大桥于2005年9月28日建成通车,在滚滚长江上又增添一道彩虹。