

文章编号: 0451-0712(2005)07-0015-04

中图分类号: U448.23

文献标识码: B

三界怒江大桥非对称连续刚构桥的设计

潘文跃, 陈孔令

(云南省公路规划勘察设计院 昆明市 650011)

摘 要: 三界怒江大桥, 主桥跨径布置为 55 m+138 m+95 m, 为非对称连续刚构, 在国内尚属少见。本文重点介绍该桥设计与施工的关键技术。

关键词: 三界怒江大桥; 非对称连续刚构; 双薄壁墩; 设计

1 工程概况

三界怒江大桥位于云南省道 228 线金厂岭~六库二级公路上, 跨越怒江, 主桥跨径布置为 55 m+138 m+95 m, 为非对称连续刚构桥, 桥墩采用双薄壁实心墩, 是整条公路的控制性工程。

桥位处属于典型的高原河谷气候, 年平均气温为 15.8~17.8℃, 月最高气温 35.6℃, 最低气温 6℃, 年降雨量为 821.2~1 400 mm, 相对湿度 75% 左右。

本桥位于北西向怒江构造带, 断裂构造走向以北西向为主, 怒江大断裂使岩体破碎, 从而出现大量的碎裂岩和糜棱岩, 并构成了测区出露大面积基性火山岩, 玄武岩地层, 夹变质程度中等的砂质板岩的地质格局。

该区属中浅源地震区, 据《地震抗震设计规范》(GB5011-2002) 抗震设防烈度为 7 度, 设计基本地震加速度为 0.15 g, 设计地震分组为第一组。

2 技术标准

- (1) 公路等级: 二级公路;
- (2) 计算行车速度: 80 km/h;
- (3) 桥面净空: 1.5 m (人行道) + 9.0 m (车行道) + 1.5 m (人行道);
- (4) 荷载标准: 汽车—超 20 级, 挂车—120, 人群 3.5 kN/m²;
- (5) 设计洪水频率: 1/300, 设计水位: 780.000 m;
- (6) 地震设防烈度: 7 度, 按 8 度设防。

3 总体设计

根据桥位处地形、地质、地貌、水文条件, 主桥布置为 55 m+138 m+95 m 3 跨非对称预应力混凝土变截面连续刚构, 引桥为 2×30 m T 形连续梁桥。主桥箱梁采用单箱单室断面, 截面高度和底板厚度按半立方抛物线变化。三界怒江大桥总体布置见图 1 所示。

收稿日期: 2004-12-18

(3) 检修道。

检修道构造如图 21 所示。

本桥检修道如设于桥面, 则需加宽桥梁宽度, 用钢量增加较多, 因此采用风嘴处设挑臂的型式。

检修道的挑臂构造还有如下考虑:

①挑臂下缘采用 6 mm 厚的薄板封闭, 以将面板底面及加劲板与大气隔离, 减小维护工作量、提高结构耐久性, 该板不参与挑臂受力;

②挑臂沿桥轴线方向不连续, 每隔 18 m 设断缝 1 道, 这样挑臂就不参与加劲梁整体受力, 结构受力明确, 且避免挑臂尖端的应力集中。

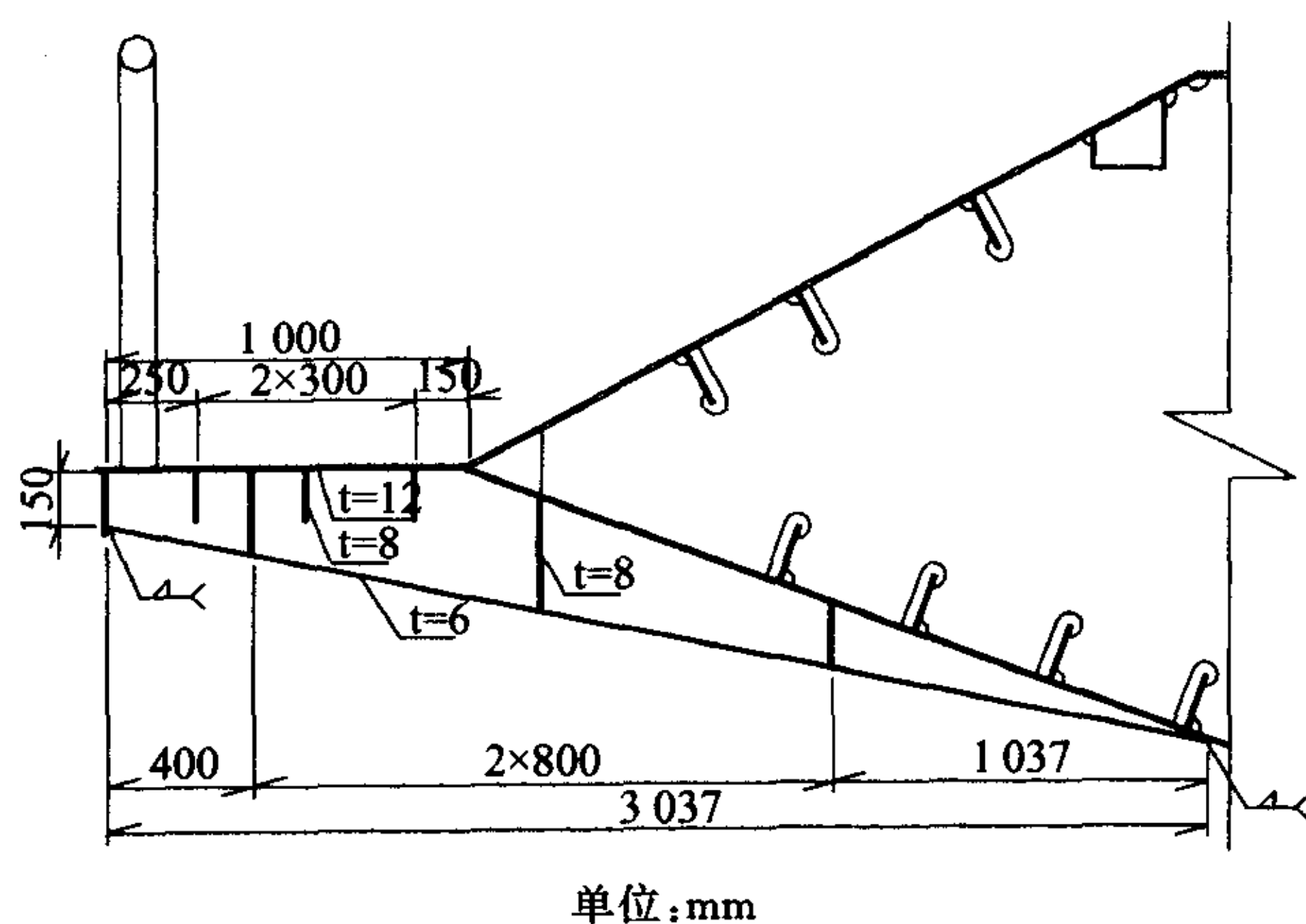


图 21 检修道构造

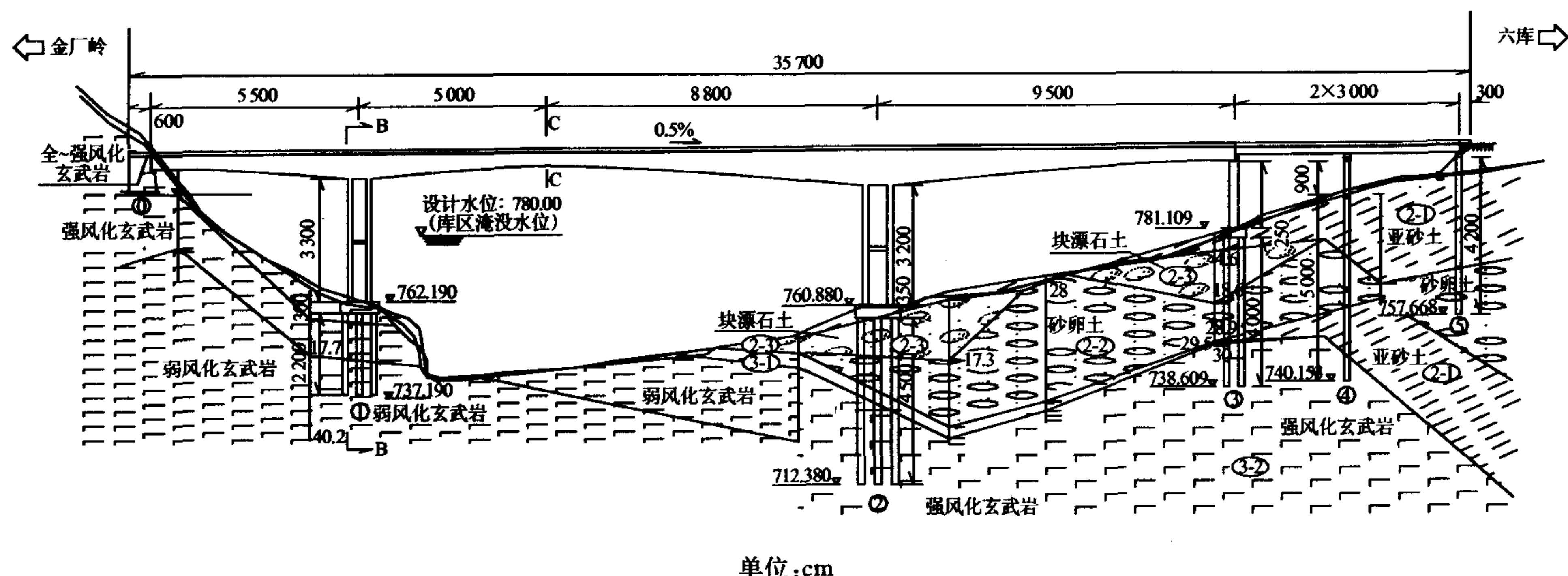


图1 三界怒江大桥总体布置

3.1 主桥上部

主桥由一个100 m T(1号T)和一个176 m T(2号T)组成不对称结构,主桥总长为288 m。主桥按双向2车道设计,箱梁顶宽为12.0 m,底宽为6.5 m。1号T、2号T均为单箱单室箱形断面。1号T箱梁根部梁高为6.5 m,跨中梁高为3.5 m,腹板厚度分别为0.6 m和0.4 m,底板厚度由端部的0.3 m按半立方抛物线变化至根部的0.8 m。2号T箱梁根部梁高为9.5 m,跨中梁高为3.5 m,腹板厚度分别为0.6 m和0.4 m,底板厚度由端部的0.3 m按半立方抛物线变化至根部的0.9 m。箱梁采用纵向、竖向双向预应力结构,纵向预应力采用大吨位群锚体系,竖向预应力采用精轧螺纹粗钢筋锚固体系。

3.2 主桥下部

主桥下部采用钢筋混凝土双薄壁实心墩。1号墩单壁平面尺寸为6.5 m×1.2 m,双壁外到外距离为6 m。2号墩单壁平面尺寸为6.5 m×1.5 m,双壁外到外距离为8 m。1号墩承台厚度为3.0 m,采用9根桩径为1.5 m的钻孔桩基础。2号墩承台厚度为3.5 m,采用9根桩径为1.8 m的钻孔桩基础。1号墩基础按嵌岩桩设计,基底应进入弱风化层不少于4 m,2号墩基础按摩擦桩设计,基底应进入风化玄武岩层不少于5 m。

4 结构计算

主桥总体计算采用桥梁结构通用计算程序《QJX》windows2002年3.0版进行纵向计算分析。结构整体分析中考虑了桩基础的刚度模拟。

4.1 全桥结构离散及施工流程

主桥按平面杆系进行结构分析,按实际施工流

程进行结构离散,全桥划分为151个单元,其中主梁单元95个,墩身单元30个,基础单元26个,其中1号T分12对块件,2号T分23对块件,结构离散见图2所示。

根据连续刚构悬臂施工特点,一个悬臂浇注节段分为以下4个施工工况:立模→绑扎钢筋、浇注节段混凝土→张拉预应力束→移动挂篮。

根据不对称连续刚构特点,设计考虑先施工大T,待大T施工到12号块时,再同时施工小T,这样大、小T就可以同时达到最大悬臂状态。一个梁段的施工期按10 d计算,设计按先边跨后中跨的合拢顺序。本桥施工流程如下:

- (1) 浇注基础及桥墩,安装96~151单元,上部与主墩形成临时固结;
- (2) 浇注大T 0号、1号块,安装60~67单元,上部与主墩形成固结,张拉预应力束;
- (3) 安装大T 2号块挂篮,浇注大T 2号块,张拉预应力束,移动挂篮;
- (4) 施工大T的3~11号块;
- (5) 施工大T 2号块,同时浇注小T的0号、1号块,安装17~24单元,上部与主墩形成固结,张拉预应力束;
- (6) 施工大T的13~23号块,同时施工小T的2~12号块;
- (7) 浇注边跨现浇段,安装1~3单元、92~95单元;
- (8) 浇注边跨合拢段,安装4~5单元、90~91单元,张拉预应力束;
- (9) 浇注中跨合拢段,安装36、37单元,张拉预应力束;

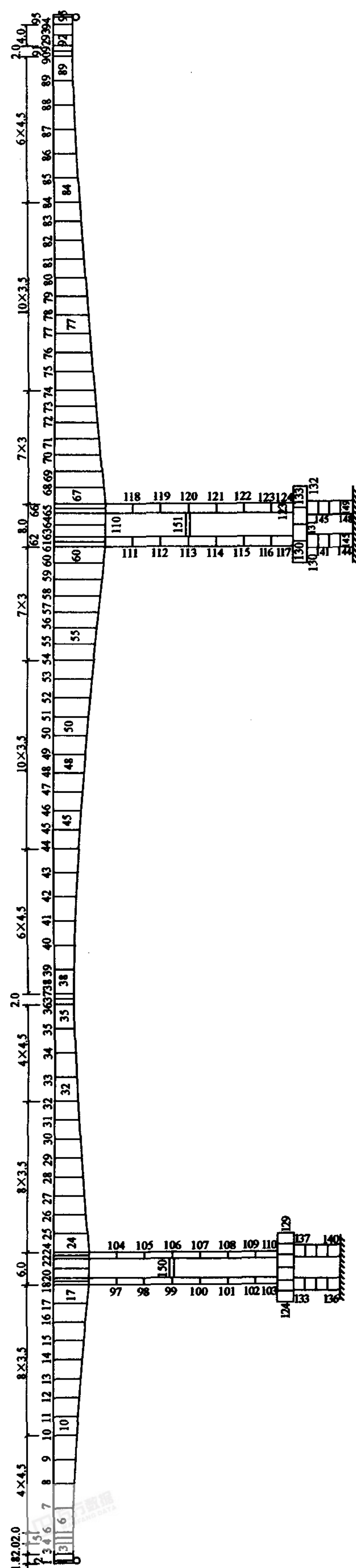


图 2 三界怒江大桥结构离散图

(10) 二期恒载施工,成桥。

4.2 主要材料力学性能及计算参数

混凝土材料力学性能按规范取值,预应力材料力学性能及计算参数见表1。

表 1 计算参数

项 目	钢绞线	预应力粗钢筋
弹性模量/MPa	195 000	200 000
抗拉标准强度/MPa	1 860	750
张拉控制应力/MPa	1 339.2	675
钢筋松弛率	0.03	0.05
孔道摩阻系数	0.14	0.4
孔道偏差系数	0.001 5	0.001 5
锚具变形及钢束回缩值/m	0.006	0.002

4.3 计算荷载及荷载组合

恒载:一期恒载包括主梁自重,二期恒载包括桥面铺装等桥面系构造。

活载:汽车—超 20 级,挂车—120,人群荷载 3.5 kN/m²。

温度荷载:体系整体升温(+20℃),体系整体降温(-20℃),梯度升降温按英国标准 BS5400 取值。

荷载组合:根据《公路桥涵设计通用规范》(JTJ 021—89)除对施工阶段进行控制计算外,使用阶段按以下 10 种情况进行组合:

- 组合 1,恒载;
- 组合 2,恒载+汽车;
- 组合 3,恒载+汽车+整体升温 20℃;
- 组合 4,恒载+汽车+整体升温 20℃+桥面板升温;
- 组合 5,恒载+汽车+整体降温 20℃+桥面板降温;
- 组合 6,恒载+挂车;
- 组合 7,恒载+满人;
- 组合 8,恒载+满人+整体升温 20℃;
- 组合 9,恒载+满人+整体升温 20℃+桥面板升温;
- 组合 10,恒载+满人+整体降温 20℃+桥面板降温。

5 施工要求

5.1 下部施工

5.1.1 桩基础施工

(1) 所有钢筋均采用焊接,焊缝长度单面焊不小于 10d,双面焊不小于 5d,同一截面钢筋接头不应

超过50%;桩、墩柱之间螺旋箍筋的接头必须采用焊接,且两端头必须焊接成闭合圈。

(2) 所有桩基均需埋设无缝钢管作为检测管,以备成桩后进行质量检测。桩基不得出现夹层,更不得出现断桩。

(3) 每一道施工工序,均应注意预埋下一道工序的所有预埋件。

5.1.2 墩身(墩柱)施工

(1) 墩身(柱)施工要求尺寸准确,混凝土颜色一致,表面光洁平整;

(2) 墩身(柱)垂直度偏差不得大于1/2 500,同时墩身(柱)各截面中心位置与设计位置偏差不得大于10 mm;

(3) 所有施工接缝应按规范进行凿毛处理,以保证墩身(柱)施工质量;

(4) 所有的主钢筋均采用挤压接头、焊接接头。主筋接头数量在同一断面不得超过50%。

5.2 箱梁的悬臂施工

施工中挂篮及全部施工荷载重量不应超过最大悬臂浇筑梁段重量的0.5倍,并保证挂篮具有足够的安全度。挂篮最大承载力不得小于2 000 kN,挂篮自重、模板等施工荷载应控制在1 000 kN以下。挂篮在0号梁段上安装完毕后,应进行预压测试,并记录预压时的弹性变形曲线,以尽可能消除非弹性变形,同时获得计算待浇梁段立模标高所必须的挂篮弹性变形参数。在主梁施工前,应根据挂篮及其他施工机具的总重量、施工环境、阶段施工周期等调整预拱度。

5.3 预应力施工控制

所有预应力束的张拉均要求张拉吨位与引伸量双控。即当钢束张拉达到设计张拉吨位时,实际引伸量与理论引伸量之间的允许误差应控制在-5%~10%之间。钢束实际引伸量应扣除钢束的非弹性变形影响,即按下式推算:

$$\Delta = \frac{\Delta_0 \times P}{P - P_0} - \delta$$

式中: Δ 为实际引伸量值; P 为设计张拉吨位; P_0 为初始张拉吨位(一般为15% P),具体视引伸量值是否呈线性变化而定; Δ_0 为由 $P_0 \rightarrow P$ 的实测引伸量值; δ 为夹片回缩值,由实测决定。

张拉时要求同一断面的断丝率不得大于1%,且不允许整根钢绞线拉断。

5.4 体系转换控制

结构体系转换主要要求如下。

(1) 合拢顺序为先边跨后中跨。

(2) 中跨合拢要求在当天温度不高于20℃的条件下,安装合拢段劲性骨架并浇筑合拢段混凝土。

(3) 边跨合拢要求在当天温度不高于20℃的条件下,浇筑合拢段混凝土。

(4) 每个合拢段的主要施工步骤是:

①后移和拆除悬臂施工挂篮;②上合拢吊架和在悬臂端加配重(水箱),合拢段两侧水箱的容水重量对箱梁产生的效应,应相当于合拢段所浇混凝土重量产生的效应,远端(未合拢端)还应增加50%吊架模板的重量;③立模、绑扎钢筋及预应力管道,选择最佳合拢温度(设计要求15℃~20℃)锁定(顶紧、焊死劲性骨架)合拢段,随即浇筑合拢段混凝土,同时水箱同步等效效应放水,以保持悬臂端的稳定;④混凝土达到设计强度的90%后,张拉合拢段及底板钢束。

5.5 施工线形控制

三界怒江大桥平面位于直线内,全桥纵坡为0.5%,施工线形控制主要为梁体竖向挠度的控制。竖向挠度的控制是保证顺利合拢和成桥线形符合设计要求的关键。影响竖向挠度的因素主要有:梁段自重、挂篮自重及施工机具荷载、预应力束张拉、混凝土的收缩徐变、温度影响、合拢顺序等。

5.5.1 立模标高的确定

立模标高的确定可按下列公式进行计算:

$$H_i = H_0 + \sum f_i + \sum (-f_{yi}) + f_{gi} + f_{si} + f_{pi}/2$$

式中: H_i 为立模标高; H_0 为设计标高; $\sum f_i$ 为各梁段在*i*节点产生的竖向位移变形总和; $\sum (-f_{yi})$ 为张拉预应力钢束在*i*节点产生的竖向位移变形总和; f_{gi} 为挂篮产生的竖向变形,包括弹性变形和非弹性变形; f_{si} 为混凝土的收缩徐变在*i*节点产生的竖向位移变形; f_{pi} 为汽车荷载在*i*节点产生的竖向位移变形。

在每一个梁段的施工过程中,为分析箱梁挠度的变形情况,并为下一节段箱梁立模提供依据,应分以下几个阶段进行挠度观测:梁段浇筑混凝土后、预应力束张拉前、预应力束张拉后、移动挂篮后、浇注下一节段混凝土前。

5.5.2 标高调整

由于前述各种因素的影响,各个梁段的实际桥面板标高值与按立模标高设置的施工标高不一致,产生标高差值。如果标高差值小于20 mm,可不进行标高调

文章编号: 0451-0712(2005)07-0019-05

中图分类号: U445.551

文献标识码: B

利用常规仪器完成 海上打桩定位的探索与实践

杨天宇, 陈 强, 刘成龙

(西南交通大学测量工程系 成都市 610031)

摘 要: 结合杭州湾跨海大桥北航道桥栈桥工程实践, 在打桩船未安装商用海上 GPS 打桩定位系统的条件下, 本文提出了一种新的利用常规仪器完成海上桩基钢管桩的插打测量定位方法, 并实现了快速准确地对钢管桩的插打测量定位。通过对沉桩进行的偏位检查表明, 该方法完全能够满足钢管桩测量定位的精度和配合施工作业

的进度。

关键词: 打桩船; 打桩; 钢管桩; 全站仪; 360°棱镜

1 工程概况

杭州湾为世界三大强潮海湾之一, 与美洲的亚马逊河河口、南亚的恒河河口并称为世界三大强潮海湾。这里常年受风、流、潮的影响, 潮流紊乱, 冲刷严重。在自然条件方面, 受风、流、潮、气的影响比

较大^[1]。

杭州湾跨海大桥全长 36 km, 超过了美国切萨皮克海湾桥和巴林道堤桥等世界名桥, 而成为目前世界上已建成或在建中的最长的跨海大桥^[1]。其中的北航道主桥为双塔双索面斜拉桥, 主桥全长 908 m,

收稿日期: 2005-01-25

整; 如果标高差值大于 20 mm, 调整值为 1/2 标高差值。通过梁段的标高调整, 可以有效保证合拢段的平顺对接, 合拢时, 中线标高合拢误差要求小于 15 mm。

6 结语

在我国大力发展交通基础设施的过程中, 连续

刚构桥这一桥型得到了迅猛发展, 对称型连续刚构桥的设计、施工经验均比较成熟, 非对称连续刚构桥的设计、施工目前国内还不多见。本文对云南三界怒江大桥的设计和关键施工技术做了介绍, 旨在对非对称连续刚构的设计、施工积累宝贵经验, 可供今后同类桥梁的设计、施工参考借鉴。

Sanjie Bridge over Nujiang River-Design of Asymmetric Continuous Rigid Frame Bridge

PAN Wen-yue, CHEN Kong-ling

(Yunnan Provincial Highway Planning Survey and Design Institute, Kunming 650011, China)

Abstract: The frame of Sanjie Bridge over Nujiang River is an asymmetric continue rigid frame which is unusual in China and its spans of the main bridge is 55+138+95 meters. In this paper, the key technology of this bridge in design and construction is emphatically introduced.

Key words: Sanjie Bridge over Nujiang River; asymmetric continuous rigid frame; double thin-walled pier; design