

# 苏通长江大桥 TP75m/1200t 架桥机结构总体设计

黄耀怡

(北戴河通联路桥机械有限公司 河北秦皇岛 066100)

**摘 要** 介绍已投入使用并已通过国家验收的苏通长江大桥 TP75m/1200t 架桥机的工程背景、总体组成、技术条件、作业程序和结构总体设计。重点介绍结构构造特点和所进行的结构空间分析、振动分析和总稳定性计算,因为它们在保证这台属亚太地区最大型的一种新型的对称悬拼悬挂双向式架桥机正确设计与安全使用的最基本要素。

**关键词** 架桥机 悬挂悬拼 结构设计

**中图分类号** U445.36 **文献标识码** A **文章编号** 1009-4539(2006)01-0012-07

## Overall Structure Design of Bridge Girder Erection Machine TP75m/1200t Used for the Suzhou-Nantong Yangtze River Bridge

Huang Yaoyi

(Beidaihe Tolian Road and Bridge Machinery Co., LTD., Qinhuangdao 066100, China)

**Abstract** The paper introduces the engineering background, general assembly, technical conditions, operating procedures and overall design of the structure of the Bridge Girder Erection Machine TP75m/1200t which has been used in construction of the Suzhou-Nantong Yangtze River Bridge. The bridge has been put into operation and passed the acceptance of governmental institutions. The paper lays emphasis on introductions of the features of structure construction, structural space analysis and vibration analysis and on calculation of the general stability. These are the primary elements to ensure the correct design and safe operation of such a new symmetrical dual-direction cantilever-assembly bridge-girder erection machine, the largest bridge girder erection machine in the Asian and Pacific region.

**Key words** bridge girder erection machine; cantilever assembly; structural design

## 1 绪论

### 1.1 任务来源

TP75m/1200t 架桥机(共2台)设计、制造、安装、试验和试运转总承包的交钥匙工程,系由北戴河通联路桥机械有限公司参加国际投标竞争而获得。发包单位为中港第二航务工程局,参加竞标单位有日本、新加坡、法国、意大利、挪威及国内十多家公司。通联公司这次能够在强手如林的国际市场上获胜,证明了我国的民族制造业正在崛起和强大。其实,在1998~2002年秦沈铁路客运专线建设实践已经证明,我国大型大吨位桥梁铺架装备和技术已经达到国际先进水平,并且几乎全部靠国产机型来完成该线桥梁的铺架施工任务。只有个别公司以高出国产2倍的价格进口了外国机型,且并非好用。这种情况及态势,值得铁路、交通工程界的朋友认真考量。

### 1.2 苏通长江大桥工程概况及对架桥机的需求

正在修建中的苏通长江大桥,系苏州至南通公路横跨长江的一座高速公路现代化桥梁。它位于长江下游,临近长江入海口,水面宽阔(约6km),从江边望去,水流澎湃,浩浩荡荡,一望无际,疑临东海,蔚为壮观。

大桥的主桥(主航道区)为世界第一大跨度双塔双索面斜拉桥,主跨度1088m,塔高306m,亦属世界第一高桥塔,大桥的南北引桥(副航道区)为平行双幅预应力混凝土箱形连续梁桥,跨度75m,桥面净宽33.8m(单幅箱形梁面宽16.8m),桥墩高度(承台顶至墩顶)40.59~60.84m,曲线半径 $\geq 2500$ m。

图1所示为苏通长江大桥效果图。图中“B2”箭头所指为北引桥,“D1”箭头所指为南引桥,均是采用预制节段悬挂拼装工艺架设的箱形连续梁。南北引桥需要对称悬拼悬挂式架桥机各一台,先由岸边孔向江心孔单幅拼架靠下游侧箱梁,然后横移架桥机至第二幅孔位,由江心孔向岸边孔往回拼架上

收稿日期:2005-12-06

游侧箱梁。图2所示为平行双幅引桥断面图。

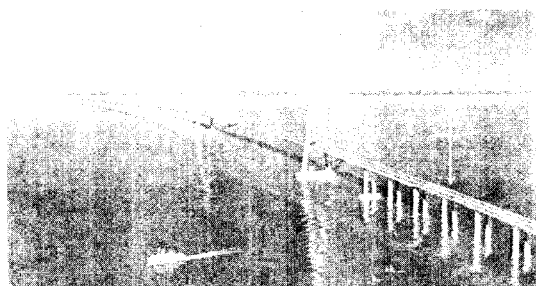


图1 苏通长江大桥效果图

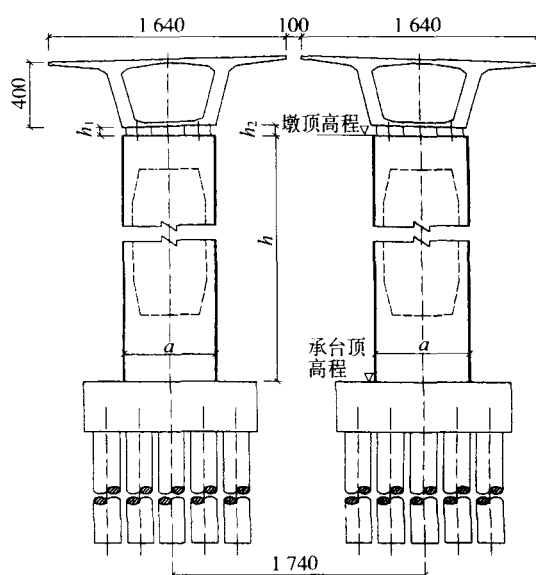


图2 苏通长江大桥平行双幅引桥断面(单位:cm)

为苏通长江大桥建设所提供的架桥机必须具有下列超常的功能:

(1) 架设跨度 75 m;

(2) 起升高度 70 m;

(3) 抗风等级 7级风可以过孔,9级风可以架梁,非工作状态时11级风无须采取防御措施。

### 1.3 由设计审查的内容和程序认识结构在架桥机系统中的地位与作用

架桥机是一种超大型起重、吊装、悬空迈步移动式施工装备,它的每一个动作几乎都会引起自身结构受力的重大变化,即是说,架桥机的结构受力状况是复杂多变的。而这种变化,大部分是可以从架桥机的总体功能设计和施工程序设计中预先准确判断和计算的;而有一部分是必须通过丰富的经验来加以判断和计算的;还有一部分是一般设计人员难以预先判断和计算的,因为它们具有很大的随机性。正是对这一随机部分的掌控是否得当,才能够反映

设计者的真正水平。反过来,当受力状况明确时,又如何采用正确的结构构造(包括总体的尤其是细节的)来适应将会发生的反力和内力,则更是一门极具挑战性的学问。简而言之,结构的成败,就注定了架桥机的成败,结构构造决定着架桥机的命运。而结构失败,就可能发生机毁人亡的重大事故及由此带来的更严重的连锁后果。

正是从以上理念出发,苏通长江大桥的建设单位江苏省交通厅和施工单位中港二航局联合下达通知,对TP75m/1200t架桥机,必须专门对其结构设计进行严格的审查,并聘请国内外三家单位进行独立审查,须被一致确认正确无误、安全可靠之后,才准予加工制造。结构设计审查单位有:同济大学,新加坡YWL公司,法国VSL公司。本设计既符合中国规范,也符合欧洲规范,是严谨的、合理的和安全的。这一专门的审查程序,客观上证明了结构在架桥机系统中是具有绝对重要的地位的。只有明确这一点,对架桥机设计才有可能真正做到万无一失。

### 1.4 TP75m/1200t架桥机现场使用概况

TP75m/1200t架桥机自2005年8月中旬投入苏通长江大桥施工以来,已顺利完成第一联10孔75m箱梁的拼架任务,并于11月下旬通过了国家起重运输机械质检中心的型式试验和检验。图3所示为施工实况。

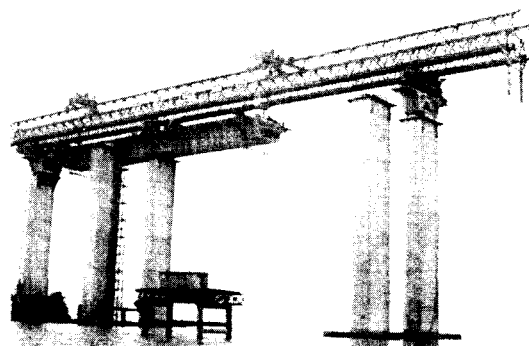


图3 TP75m/1200t架桥机在施工中

### 1.5 架桥机结构设计的前提

在进行架桥机结构设计之前,必须确立架桥机的总体组成与布局,必须明确架桥机的主要技术条件和架桥机架梁作业程序。

## 2 TP75m/1200t架桥机的总体组成

TP75m/1200t架桥机主要组成部分有:主桁架体系,前后支腿和两个中支腿结构,起重天车及吊

## · 桥 梁 ·

具,悬挂系统,辅助天车,纵移液压顶推设备,预应力张拉作业车及电气系统等,见图1。

其中,吊具具有全旋转和三维调位功能;分别在两个中支腿内设有整机纵移和横移油缸;起重天车上亦设有油缸以实现吊重横移动作。

### 3 架桥机主要技术条件

(1) 架设跨度 50 ~ 75 m

(2) 架设梁型 箱形连续梁,高 $\leq 4.0$  m,宽 $\leq 16.4$  m

(3) 架梁工艺 预制节段半孔悬挂拼装/T 构对称悬拼;整机无须调头即可双向作业

(4) 额定载荷 额定半孔悬挂总重 1 200 t/额定单块吊重 180 t

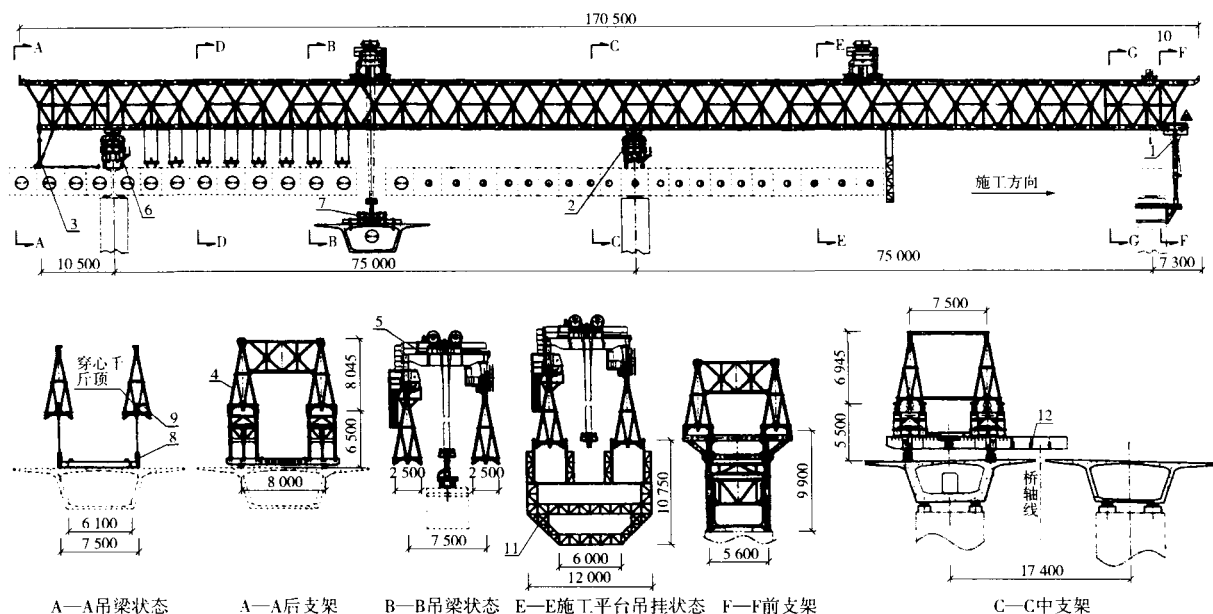
(5) 适应曲线半径  $R \geq 2\,500$  m

(6) 适应桥面纵坡  $i \leq 3\%$

(7) 起升高度  $H \leq 70$  m

(8) 工作风力 过孔时 $\leq 7$  级,悬挂悬拼时 $\leq 9$  级

(9) 成梁速度 150 m/月



1—前支腿; 2—中支腿; 3—后支腿; 4—主桁框架; 5—起重天车; 6—安全装置; 7—前吊具; 8—悬挂系; 9—后吊具; 10—辅助天车; 11—张拉作业车; 12—横移垫梁

图4 TP75m/1200t 架桥机总图(单位:mm)

### 4 苏通长江大桥架桥机作业程序

本节所述之架桥机作业程序,系依据苏通长江大桥施工单位中港二航局所给定的大桥架梁施工工艺而作出。实际上这是国际上的通用工法,见图5。

使用 TP75m/1200t 架桥机架设苏通长江大桥,对应图5所示顺序,简述如下。

(1) 浮吊吊装墩顶0号块;

(2) 在驳船甲板上拼装架桥机主桁框架及支腿、起重天车等,再用浮吊分片吊装架桥机就位;

(3) 船运 T 构块体,用架桥机 2 台起重天车对称进行悬拼作业,直至 T 构完成悬拼作业并张拉悬拼钢束;

(4) 将预制梁节用架桥机起重天车从船上吊起,并逐一靠左悬挂于主桁框架上,直至左半孔全部梁节悬挂完毕,调整梁节方位和线形,拼接,张拉,浇筑合龙节,张拉合龙钢束;

(5) 架桥机自行(液压顶推纵移)至下一孔,就位;

(6) 完成中墩 T 构对称悬拼作业并张拉悬拼钢束;完成与左墩 T 构的合龙节浇筑并张拉合龙钢束;

(7) 架桥机自行至下一孔就位,完成又一个中墩 T 构悬拼作业和张拉悬拼钢束,再与前一个 T 构合龙并张拉合龙钢束;重复以上步骤,直至到连续梁一联中之最后一孔;

(8) 进行一联中之最后一孔右半跨的梁块悬挂

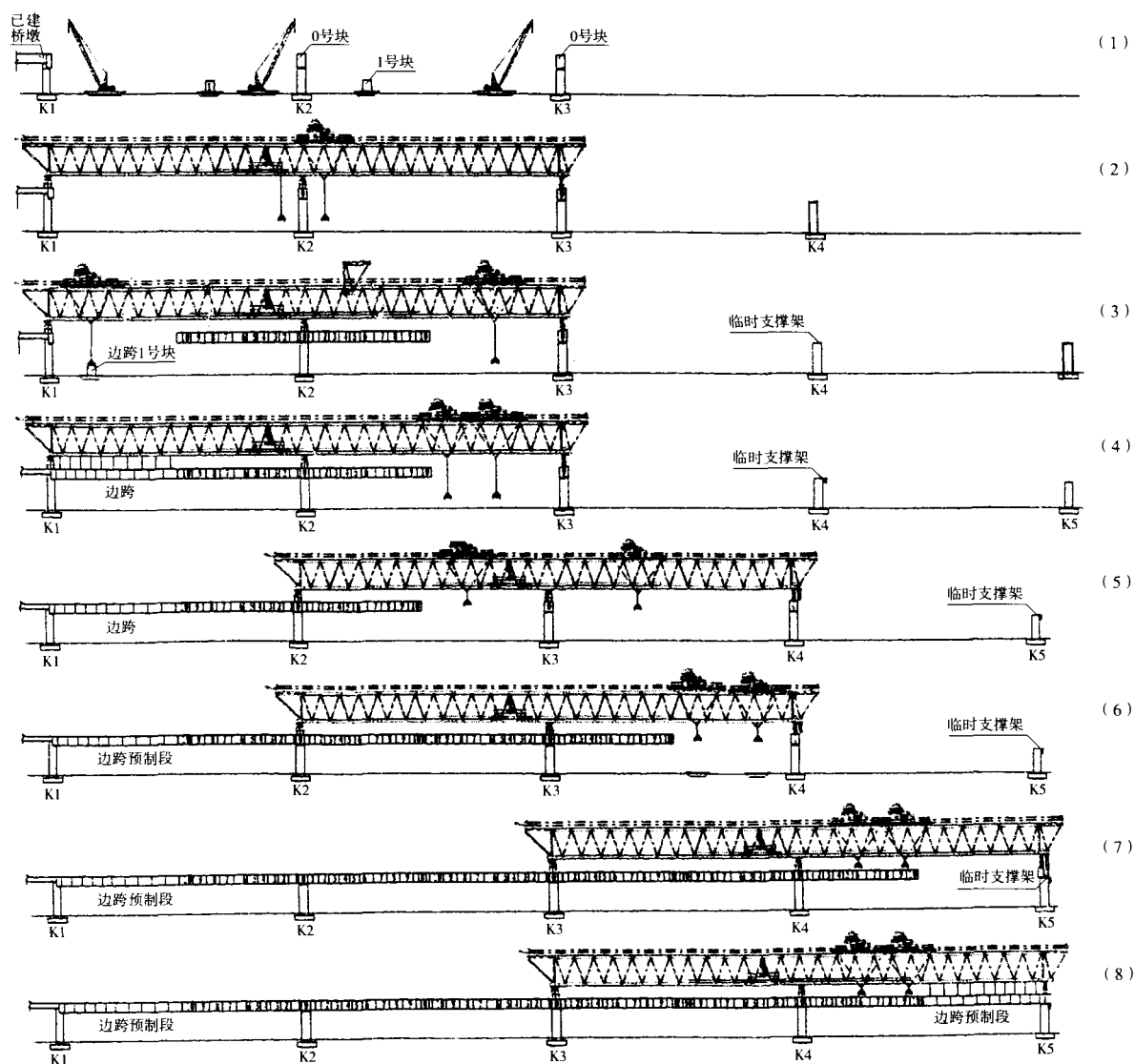


图5 苏通长江大桥架桥机作业流程

作业,操作方法(7),但这次是从右到左逐块悬挂;完成最后一孔作业,架桥机自行到下一联首孔,开始新的循环。

## 5 架桥机结构设计

### 5.1 结构总体组成

由图4可见,TP75 m/1 200 t架桥机的总体结构系由主桁框架,前、后支腿和2个中支腿组成。而主桁框架系由2个平行并置的三弦桁架梁(主桁梁)通过前后横联架联接而成。主桁框架全长168 m,上下弦中心距6.3 m,两个三弦桁架中心距7.5 m,上弦杆顶面至中支腿底面12.4 m,因而使框架范围内有足够的无遮挡空间,供2台起重天车吊装混

凝土梁节之用。

### 5.2 结构形式与特点

#### 5.2.1 主桁梁

由于架桥机在悬挂梁块和悬臂过孔时,产生的巨大弯矩超过 $2 \times 10^5 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ,支反力 $1.2 \times 10^4 \text{ kN}$ ,再加上起重天车产生的上弦杆局部弯矩,悬臂过孔产生的下弦杆局部弯矩,以及综合考虑抗风特性、主梁的侧向总稳定性、部件长途汽运性能和主梁的拆装方便性等等,决定主桁梁采用劲性三弦杆与多腹杆组成的、断面成等腰三角形的桁架梁体系。因为它是本架桥机的主结构和主骨架,故需对照图4,进一步说明如下。

(1)主桁梁沿长度方向分成14节,分节办法是

在上、下弦杆处齐头断开,每节等长 12 m。节与节之间的连接采用新型法兰箱接头,见图 6。

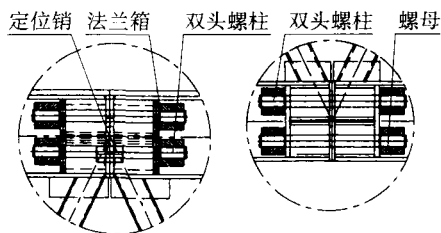


图 6 主桁上下弦杆法兰箱接头

接头两侧法兰箱系通过一组多根长 1 m 的 M64 双头螺柱连接起来;它们主要承担拉力,亦须与接头内的定位销共同承担剪力。这种接头在国内属首次采用,其设计计算方法需另行专题介绍。

(2) 主桁梁沿高度方向又分成 2 层,亦即每个节段又分为上下层。分层办法是在每个斜腹杆交叉点断开,上下层之间用水平的法兰板及螺栓连接,而并非使用通常的节点板。法兰螺栓主要承受纵向水平剪力,也同时承受不大的横向水平剪力和竖向拉力。从断面看,上层为等腰三角形,下层为等腰梯形。这样分层是为了长途汽运和现场拼组的需要。

(3) 注意主桁梁断面下层的等腰梯形还增设了 2 根斜杆,它们的下端与主桁梁的顶推纵梁相交,这根顶推纵梁位于 2 根下弦杆中间并相互平行。顶推纵梁同时又是悬挂梁,为悬挂梁块之用;上述 2 根斜杆实际上是悬挂梁的斜置吊杆。

(4) 主桁梁的上弦杆为箱形梁,下弦杆为焊接工字梁,腹杆为小箱形杆件。除上述法兰箱和法兰板用螺柱和螺栓连接外,其余均为焊接连接,几乎是一个全焊接三弦桁架结构。

这种形式的主桁梁结构,世界上尚属首次使用。正如设计审查意见书上所述:“主桁框架设计,构思新颖、大胆、合理,设计逻辑严密,受力明确可靠,力流传递流畅清晰。其所确立的模块化结构,可使现场拼装变得简便易行、省时省力和可提高安装施工的安全性。”

### 5.2.2 支腿

(1) 前、后支腿为普通套柱式排架结构,设有顶升油缸,可以上下升降。

(2) 中支腿 2 根,结构构造相同。中支腿的构造属于垫梁 + 支墩形式,其最大的特点是顶部设有一对铰销连接的均衡梁,作为主桁梁下弦杆的承托梁和下滑道。支腿内设有顶推油缸,油缸生根在支腿垫梁上(垫梁与桥面锚固),另一端与顶推滑车连接,而顶推滑车与顶推纵梁用销轴连接。当顶推油缸行程走到头了,拔出销轴,油缸带着滑车回缩到零位,再用销轴把滑车与纵梁销接起来。如此反复,从而实现整机的跟进式顶推纵移动作。这对均衡梁能够非常有效地将作用在下弦杆的巨大集中支反力沿下弦杆 2 m 长度(与下弦杆节间距相等)范围内均匀分布,并保证了整机纵移平顺平稳。此外,中支腿内还设有横移油缸,当第一幅连续梁架设完毕,通过油缸作用可使整机沿横垫梁平移到第二幅桥墩的 0 号块上,开始往回架设施工。

## 5.3 总体结构空间分析

### 5.3.1 架桥机控制结构设计的工况

#### (1) 控制工况一

当架桥机正在悬挂连续梁一联中的首孔左半跨,或末孔右半跨时,主梁结构系以两跨连续梁的形式承受施工的最大载荷;当梁块满挂左(或右)半跨时,即为控制工况一,见图 7。

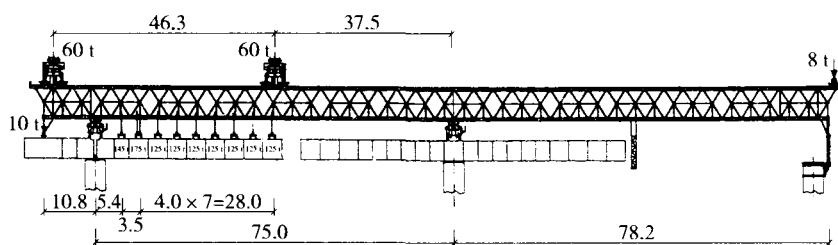


图 7 架桥机结构设计控制工况一:满负荷,9 级风(单位:m)

#### (2) 控制工况二

当架桥机纵移过孔至最大悬臂状态时,即为控制工况二,见图 8。

### 5.3.2 结构空间分析方法与结果

对 TP75m/1200t 架桥机总体结构空间分析,分别采用了由三维梁杆元组成的空间桁架,亦即空间刚架模型;以及对劲性弦杆采用板壳元组成的箱形及工形构件、腹杆采用三维桁杆元组成的桁梁混合结构,亦即空间桁构梁模型进行分析。前者采用 SAP2000 程序,后者采用 ANSYS8.1 程序进行计算。分别采用的单元模型和不同的计算机程序进行计算,是为了相互校核和印证计算结果的正确性。同

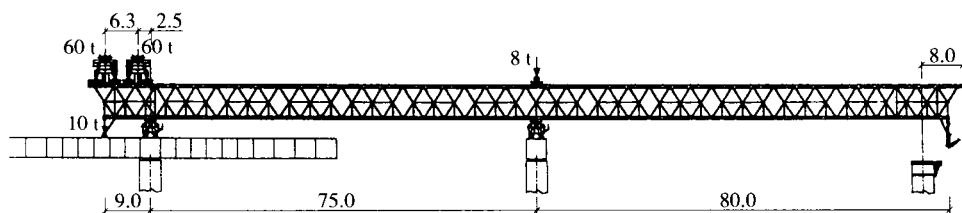


图8 架桥机结构设计控制工况二:大悬臂,7级风(单位:m)

时,还进行了二维梁杆元组成的平面桁架,亦即平面刚架计算;以及采用求解超静定桁架的经典手算方法,同时考虑粗大弦杆刚性节点引起的次弯矩。

以上所述四种方法均按上节所示两种控制工况图形进行计算。其中风荷载的加载方法有必要在此加以说明,因为此前已述,在苏通长江大桥上使用的架桥机必须特别强调其抗风能力。

参照文献[2]第2.2.10款的规定和计算方法,先依次确定下列各值:

风速  $V$ , 风力系数  $C$ , 风压沿高度变化系数  $K_h$ , 计算风压  $q$ , 结构充实率  $\psi$ , 相邻桁架挡风系数  $n$ , 迎风面积  $A$ ; 最终求得风荷载  $P_w$ 。

计算所得之  $P_w$  是一个风的总载荷。我们假定  $P_w$  仅作用在上、下弦杆而不作用在腹杆上, 于是将  $P_w$  的值除以各片桁架上下弦杆长度之和, 则得到一个横向水平匀布线荷载  $p_w$  (N/m); 再将  $p_w$  作为单元载荷作用在上下弦杆的所谓梁杆元上或板壳上即可, 显然其作用方向系与梁杆元或板壳元平面垂直。计算时, 计算机程序会自动地将  $p_w$  转化为单元节点集中载荷。

(1) 三维梁杆元组成的空间桁架模型计算结果

仅将其有代表性的计算结果输出图形示于图9和图10。



图9 控制工况一变形图(双三弦桁架模型)

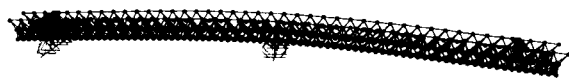


图10 控制工况二变形图(双三弦桁架模型)

(2) 板壳元及桁杆元组成的空间桁构梁模型计算结果

仅将有代表性的计算结果输出图形示于图11

和图12。

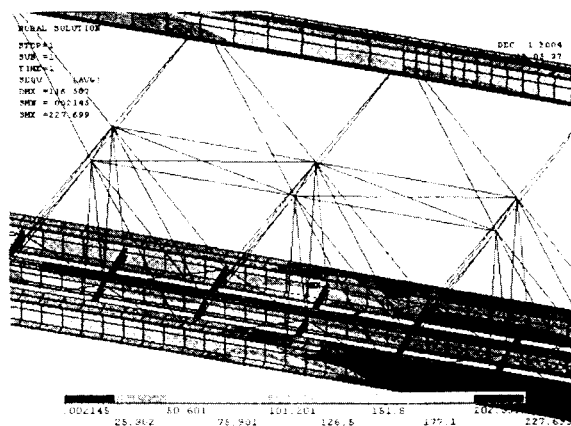


图11 控制工况一应力最大区段云图(单三弦桁架模型)

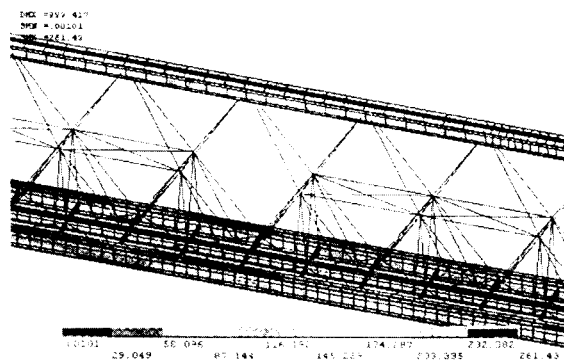


图12 控制工况二应力最大区段云图(单三弦桁架模型)

注意在控制工况二应力云图中可以看出, 最大应力发生在下弦杆 ( $\sigma = 261.43$  MPa), 该处位于大悬臂根部支承约束处。由于计算模型中此处为单点集中约束, 而实际支承为长2 m的平衡梁承托, 所以必须将该点集中反力, 用手算方法将其变成按2 m长度范围均匀分布的线荷载向上作用于下弦杆, 再按多跨连续梁方法(腹板交汇处视为劲性下弦杆的支承)重新计算弦杆的局部挠曲应力, 与主轴向压应力叠加后, 得该处应力为210.5 MPa, 小于容许应力244 MPa, 这才是真实的应力状态。

(3) 关于以上计算结果的几点说明

①采用三维梁杆元组成的空间桁架模型与板壳元及桁杆元组成的空间桁架梁模型,计算所得杆力或板件应力均小于容许值。所得最大挠度也符合相关标准要求。

②双三弦空间桁架模型与单三弦桁架模型的计算结果差别不大。原因是,前者仅是将两个相同的三弦桁架,通过前、后横联架联结起来,且是平行并置的,因此相互约束作用不大,若将它们沿纵向对称轴切开,即成为单三弦空间桁架模型,加载即按对称原则办理,故所得结果差别自然不大。

③采用三维梁杆元组成的双三弦空间桁架模型的计算结果,比采用二维梁杆元组成的平面桁架模型的计算结果偏小,其差值在 10% 以内。这说明杆件的空间相互制约作用明显,并偏于安全。平面桁架模型的取法:将一个独立的单三弦桁架沿竖向对称轴切开即成。

④采用梁杆元组成的空间桁架模型计算所得之弦杆杆端弯矩,实质上系由节点刚性所造成,故被称为次弯矩。其电算结果与下述简化公式的手算结果相近:

$$M_{\text{次}} = \frac{M_x I_s}{I_s + 0.8 \frac{A_1 A_2}{A_1 + A_2} h^2}$$

式中:  $M_x$ —一次弯矩  $M_{\text{次}}$  所在截面桁架梁的总弯矩;

$I_s$ —上/下弦杆毛截面惯性矩;

$A_1$ 、 $A_2$ —上、下弦杆毛截面面积;

$h$ —上弦与下弦的中线距,即桁架的计算高度。

因此,以上公式可作为初步设计的实用算式。之所以要在本文推荐以上公式,系考虑到近年来有关杂志曾对桁架的次应力问题作过多次讨论,均未见作者提出类似以上简单、实用而又比较准确的计算方法。本计算式是根据刚度比例分配原则加经验统计(例如式中桁架总惯性矩的折减系数 0.8)总结得来。

#### (4) 结构振动模态分析

作结构振动模态分析的目的是为了校验 TP75m/1200t 架桥机结构的动态刚度。仍然按以上控制工况一和控制工况二的支承条件,即分别按主桁梁三点支承连续梁和两支点伸臂梁的模式进行计算,结构形式采用单根三弦桁构梁,如图 13 所示。

对三支点连续梁和两支点伸臂梁分别进行了 10 阶模态计算,仅将前三阶自振频率列于表 1。



图 13 作振动模态分析的单根三弦桁构梁结构(支承条件未示)

表 1 主桁梁自振频率 Hz

状态	模态	1	2	3
连续梁		3.34	3.49	3.75
伸臂梁		2.43	2.98	3.12

起重机设计规范要求简支梁自振频率不小于 2 Hz,伸臂梁自振频率不小于 1 Hz。可见 TP75m/1200t 架桥机的动态刚度足够。

### 5.4 三弦桁架主梁总稳定性设计计算

#### 5.4.1 基本概念

此前已述,本架桥机的主桁框架系由 2 根平行并置的三弦桁架梁在前后两端用横联架联结而成,前后横联架距离 168 m,其中间不允许有任何横向支撑存在。所以,在架桥机架梁作业过程中,每根独立的三弦桁架梁的侧向弯扭稳定性如何,须进行专门的设计计算。

#### 5.4.2 计算依据与方法

可参照文献[4]第 5.1.2 条的方法进行计算。该方法的要点是,对于无顶面联结系的半穿式钢桁梁,只要保证受压上弦杆不发生侧向失稳,则整根桁架梁就不会失稳。其设计计算方法如下:

(1) 求出架桥机在悬挂左(或右)半跨梁块工况中的弯矩零点,见图 14。

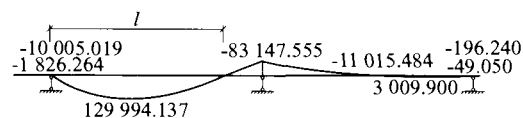


图 14 悬挂左(或右)半跨梁块时主梁弯矩(单位:kN·m)

由图 14 可见,由左支座至弯矩零点之间为主桁梁上弦杆的受压区段长度  $l$ 。因这个区段为主桁梁悬挂梁块区段,若上弦杆在这个区段范围内不失稳,则整个主桁框架都不会失稳。

(2) 计算三弦桁架断面三角架的顶点,在单位水平力( $P=1$ )作用下的位移。其概念见图 15。

计算图 15 三角架顶点在单位力作用下的位移  $\delta$ ,无论用手算或电算,都很容易实现,恕不赘述。

(下转第 30 页)

### 3.2 自然养护

梁体拆模后立即涂刷养护剂进行自然养护,涂刷 JB-1 型混凝土养护剂,增加混凝土表面的相对湿度,防止混凝土表面收缩干裂。

### 3.3 检测要求

每 1 h 测定一次养护罩内的蒸汽养护温度,保证梁体养护过程静停-升温-恒温-降温-拆模温度在规定的蒸汽养护条件下进行。

## 4 张拉压浆

由于先张桥梁与后张桥梁施工工艺的不同,张拉压浆工序也有所不同。

### 4.1 先张梁的张拉

先将预应力筋初调,按 0.5 倍极限张拉应力进行张拉。安装模板后,再将预应力筋张拉到设计吨位。在混凝土强度达到设计强度的 85% 以上,弹模达到相应值,龄期不少于 3 d 的情况下,整体进行放松预应力筋。

### 4.2 后张梁的张拉压浆

在混凝土强度达到设计强度,弹模达到相应值时,按设计先后顺序对预应力筋进行张拉,张拉完毕 48 h 内对梁体进行压浆,压浆时梁体的温度控制在 5 ℃ 以上。试验室配合比中应适当掺入 7% 防冻剂。压浆时环境温度不得低于 5 ℃。如环境温度低于 5 ℃,对搅拌用水和梁体应进行加温处理,且水温不宜

超过 35 ℃,管道温度和浆体温度不得低于 8 ℃。压浆结束后,应采取保温措施对管道浆体进行养护,养护温度不应低于 10 ℃。压浆 6 d 后或浆体强度高于 25 MPa 时,方可拆除保温设施。

### 4.3 封锚混凝土低温施工控制措施

封锚混凝土配制及原材料加温同梁体混凝土一致。封锚前用蒸汽或碘钨灯等其它热源进行加热,保持梁端混凝土温度在施工过程中达 5 ℃ 以上。后续保温工作应持续至封锚强度达到 20 MPa。

## 5 后期养护

因桥梁预制基地气候条件恶劣,为保证梁体养护温度和湿度,在桥梁由制梁台座移至存梁台位后应进行后期养护。后期养护采用内覆篷布,中间覆盖棉被,外覆篷布,内通蒸汽和生火炉的方法进行养护。

## 6 结束语

铁道部质量监督检验中心对我集团公司安多桥梁生产基地进行了检测,从检测和实际情况看,预制的 895 孔桥梁的 28 d 强度及弹模、实测挠度值均满足设计要求,桥梁混凝土无一处受到冻害,且桥梁结构物表面无明显裂纹,达到了设计和建设单位的要求。

(上接第 18 页)

(3)有了以上受压弦杆长度  $l$  及三角架顶点位移  $\delta$ ,即可进入文献 4 第 5.1.2 条所规定的计算公式与步骤,进行验算上弦杆的侧向稳定性。如稳定性不足,宜减小上弦杆的节间距或加大如图 15 所示三角架的整体刚度,以降低  $\delta$  的值。若简单

采用加大上弦杆截面的方法,有可能会适得其反或劳而无功。设计者应牢记这一点。

## 6 结束语

TP75m/1200t 架桥机,是一种对预制混凝土箱

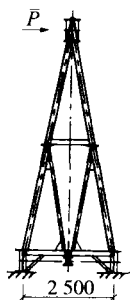


图 15 求三角架顶点位移图式(单位:mm)

形梁节段进行悬挂与拼装施工的大跨度、大吨位架桥装备。由于其架设跨度、起升高度及抗风等级均居亚太地区同类产品首位,并且是在江面宽阔的长江入海口附近安装使用,因而自然地在结构构造上造就了许多新特点。现场型式试验证明,应力和变形的测试值与设计值基本吻合。

本文所述内容与经验,体现了理论与实践的统一性,也体现了大力发展我国民族制造业的时代精神。

### 参考文献

- 1 黄耀怡. 铁路客运专线桥梁铺架技术与成套设备研制. 铁道标准设计, 2005(5)
- 2 GB/T 3811-1983 起重机设计规范
- 3 GB 50017-2003 钢结构设计规范
- 4 TB 10002.2-99 铁路桥梁钢结构设计规范