

文章编号: 1673-9469(2015)01-0027-03

doi: 10.3969/j.issn.1673-9469.2015.01.008

# 白浪河大桥钢桁架结构可行性分析研究

马建宁<sup>1</sup>, 余沛<sup>2,3</sup>, 孙旭平<sup>2</sup>, 袁银书<sup>2</sup>

(1. 潍坊滨海经济技术开发区交通运输局, 山东 潍坊 262737; 2. 中建六局土木工程有限公司, 天津 300345; 3. 商丘工学院 土木工程学院, 河南 商丘 476000)

**摘要:** 采用 Midas2013 软件对潍坊白浪河大桥主桥钢桁架结构进行总体分析研究, 假定钢桁架全部单元采用梁单元结构形式, 所有杆件之间用固结形式模拟, 材料在线弹性范围内工作, 利用小变形、叠加原理分析研究, 研究结果表明: 该桁架桥结构稳定系数为 30, 具有较高的安全可靠。

**关键词:** 钢桁架; 白浪河大桥; Midas2013; 反力计算

中图分类号: TU528

文献标识码: A

## A feasibility study of Bailanghe river bridge steel truss structure

MA Jian-ning<sup>1</sup>, YU Pei<sup>2,3</sup>, SHUN Xu-ping<sup>2</sup>, YUAN Yin-shu<sup>2</sup>

(1. Weifang Binhai Economic and technological Development Zone of Traffic Transport, Shandong Weifang 262737, China; 2. China Construction Sixth Engineering Bureau Civil Engineering Co. Ltd 430071, Tianjin 300451, China 3. School of Architecture and Construction, Shangqiu Institute of Technology, He'nan Shangqiu 476000;)

**Abstract:** The overall structure of main bridge of steel truss of Weifang Bailang River Bridge was analyzed by using the Midas2013 software. It is assumed that all unit adopts steel truss beam element structure form, all bar is consolidation form, work materials is among the linear elastic range, the principle of small deformation and the superposition principle is used. The research results show that the stability coefficient of truss bridge structure is 30 and this structure has high reliability.

**Key words:** steel truss; Bai-Lang-He of bridge; Midas2013; reaction computation

随着经济的快速发展,基础设施建设越来越受到重视,特别是桥梁的建设,逐渐成为一个地方经济发展的见证,成为地方的代表性建筑<sup>[1]</sup>。2009年建设的“天津之眼”慈海桥把桥和摩天轮结合起来,是新型钢桁架与摩天轮复合结构体系桥梁的代表<sup>[2]</sup>。王小盾等<sup>[3]</sup>对新型斜拉桥和摩天轮组合结构动力性能分析进行研究,建立了新型桥梁与摩天轮组合的模型;陈偕民等<sup>[4]</sup>通过考虑非线性效应,对桥梁静力与自振特性进行了分析研究。这些研究都为建设新型桥梁提供了一些有益的参考,但对无轴式摩天轮与桥梁的研究很少,潍坊白浪河大桥作为世界上第一个最大的无轴式编制网格摩天轮与桥梁的组合,是桥梁建设的又一进步,所以对桥梁钢桁架的安全与稳定性分析非常重要。

## 1 工程概况

白浪河大桥跨径布置为(5×35)+(45+50+50+45)+(5×35),总长540m。其中主桥为45m+50m+50m+45m的双层钢桁架桥,全长190m,主桥上部结构连续钢桁架结构,位于摩天轮中心处,桥梁总宽47.7m,5-9#墩为主桥。

桁架桥由上下两层组成,上层为机动车道,桥面为混凝土桥面;下层为非机动车和人群以及摩天轮活动区,采用4片主桁,各片主桁尺寸完全一致,主桁中心距为10.6m+10.9m+10.6m,下层桥面为钢桥面;主桁之间通过上、下的纵横梁连接,上纵梁和上横梁上设置混凝土叠合层传递汽车活载,主桁采用不带竖杆的三角形腹杆体系,底面水平,顶面随纵坡变化,主桁上下弦杆中心高差

收稿日期: 2014-10-19

基金项目: 中国建筑工程总公司科技示范工程(20140725)

作者简介: 马建宁(1978-),男,山东潍坊人,工程师,从事道路、桥梁及水利方面的研究。

4.484 ~ 5.38 m, 钢桁架梁全高 5.379 ~ 6.28 m。

## 2 模型建立及荷载取值

### 2.1 平面、立面及断面模型

采用 Midas2013 按照图纸尺寸建立模型, 见图 1。

### 2.2 各作用的取值

结构自重: 二期恒载, 18 cm 铺装, 防撞护栏, 人行道栏杆等; 活载等级, 城市 - A 级, 双向 6 车道, 纵横向折减系数按规范取值; 人群荷载, 3.0 kN/m<sup>2</sup>; 体系温差, 按升降温 30℃ 考虑; 梯度温差, 桥面板上下缘温差按新规范考虑; 不均匀沉降, 10 mm; 风荷载, 考虑横桥向风荷载, 基准风压  $W_0 = 0.45 \text{ kN/m}^2$ , 按 A 类地表粗糙度,  $K_0 = 1, K_1$

$= 1.11, K_2 = 1.19, K_3 = 1, K_5 = 1.38$ , 风压标准值  $W_h = 1.35 \text{ kN/m}^2$ ; 收缩许变, 桥面板收缩许变按 3 650 天考虑。

## 3 分析结果

### 3.1 反力计算及结构变形分析

根据取值结果, 利用 Midas2013 软件对钢桁架桥梁进行分析, 反力计算结果如表 1 所示, 结构变形验算, 如图 2 所示。全桥钢结构用量 5 344 t, 5# 与 9# 桥墩沉降一致, 6# 与 8# 桥墩沉降一致, 主桥中间 7# 桥墩沉降最大; 6# 与 8# 桥墩由于是摩天轮的主要承载结构, 恒载较其他桥墩大, 活载次之; 钢桁架桥梁的恒载挠度最大值为 28 mm, 活载最大挠度 31 mm, 符合规范及安全性要求。

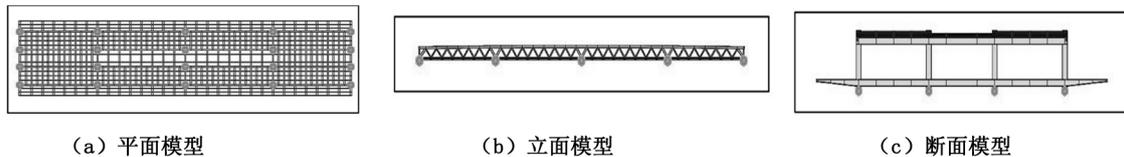


图1 钢桁架桥梁模型

Fig.1 The model of Steel truss bridge

表1 反力计算结果总表

Tab. 1 The calculation results of counterforce

墩号	支座编号	恒载/kN	汽车/kN	人群/kN	升降温/kN	不均匀沉降/kN	风荷载(横向)/kN
5	1	2 860	1 020	800	0	110	20
	2	3 540	1 090	560	0	110	20
	3	3 540	1 090	560	0	110	20
	4	2 860	1 020	800	0	110	20
6	1	8 320	1 650	2 660	0	320	50
	2	8 680	1 550	1 450	0	320	50
	3	8 680	1 550	1 450	0	320	50
	4	8 320	1 650	2 660	0	320	50
7	1	7 900	1 680	2 810	0	410	50
	2	6 950	1 490	1 100	0	410	50
	3	6 950	1 490	1 100	0	410	50
	4	7 900	1 680	2 810	0	410	50
8	1	8 320	1 650	2 660	0	320	50
	2	8 680	1 550	1 450	0	320	50
	3	8 680	1 550	1 450	0	320	50
	4	8 320	1 650	2 660	0	320	50
9	1	2 860	1 020	800	0	110	50
	2	3 540	1 090	560	0	110	50
	3	3 540	1 090	560	0	110	50
	4	2 860	1 020	800	0	110	50

恒载挠度 (单位: mm),  $f_{恒}=28 \text{ mm}$   $f/L=1/1600$

活载挠度 (单位: mm),  $f_{活}=31 \text{ mm}$   $f/L=1/1450$



图2 结构变形验算分析图

Fig. 2 Deformation calculation analysis diagram

上横梁 (单位: Mpa), 最大组合应力171 Mpa

下横梁 (单位: Mpa), 最大组合应力78 Mpa



图3 包络图

Fig. 3 Envelope diagram

### 3.2 静力计算分析

通过对钢桁架主桥各项荷载组合,荷载分项系数 1.0,全桥最大包络组合应力为上横梁 171 Mpa,最小包络组合应力为下横梁 78 Mpa,见图 3。

### 3.3 主桥稳定验算分析

通过将自重和荷载质量转化到  $x$ 、 $y$ 、 $z$  三向,共计算 20 种模态,第一阶段为横向振动,横向自振频率为 2.6 Hz,竖向振动出现在第 6 模态,竖向自振频率为 4.2 Hz,模型图如图 3 所示。稳定系数定义为  $N$ (恒载 + 活载 + 风荷载) = 结构稳定极限状态,通过计算 20 种模态,计算出的稳定系数  $N = 30$ ,故结构整体稳定安全。

## 4 结论

通过建模分析,潍坊白浪河大桥主桥钢桁架

桥具有可实施性,按照拟定尺寸,计算其稳定系数为 30,结构能够满足规范的各项变形、应力、稳定性等要求,结构具有较高的安全可靠。

### 参考文献:

- [1] 项海帆. 高等桥梁结构理论 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2001.
- [2] 冯伟, 宋平安. 慈海桥的新型钢桁架桥和摩天轮复合结构体系 [J]. 土工基础, 2008(1): 80-82.
- [3] 王小盾, 石永久, 王元清. 新型斜拉桥和摩天轮组合结构动力性能分析 [J]. 工程抗震与加固改造, 2006(1): 25-30.
- [4] 陈偕民, 刘青. 考虑非线性效应的斜拉桥静力分析和自振特性分析 [J]. 工程力学, 1996(增刊): 276-280.

(责任编辑 王利君)