

三峡升船机横梁贝雷架支撑系统荷载试验

汪文亮,肖传勇,张俊霞

(中国葛洲坝集团股份有限公司三峡分公司,湖北宜昌 443002)

[摘要] 在三峡升船机续建工程中,针对塔柱横梁施工支撑体系复杂的特点,在横梁混凝土浇筑前进行荷载试验。试验选取轴1、轴2横梁及其相应的基础梁贝雷架作为模型,按照1:1进行荷载原型试验,通过布置监测点以及采用合理的检测频率,完成试验数据的采集与分析。本次试验取得以下成果:得出了各类型杆件在加载过程中的最大应力值;随着加载量的增加,横梁、基础梁贝雷架的挠度变化量慢慢增大,模板及排架立杆高程在下降;随着加载量的增加,横梁、基础梁贝雷架都发生了较小的侧向位移,轴2横梁模板左右方向变化量和排架立杆垂直度左右方向变化量均很小;试验监测数据表明,经加强后的贝雷架杆件加载后的各项参数满足安全要求,技术方案可应用于塔柱横梁施工,保证升船机塔柱横梁施工安全。

[关键词] 横梁;贝雷架;试验;三峡升船机

[中图分类号] U642 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2013)09-0050-05

1 前言

三峡升船机船厢室段塔柱结构每侧由“墙-筒体-墙-筒体-墙”通过沿高程布置的纵向联系梁形成纵向119 m长,16 m宽的组合结构,中间布置升船机室的承船厢,承船厢宽度为25.8 m。在塔柱顶部由两个平台和7根横梁形成塔柱的横向联系,其中两个平台部位各有两根横梁和两根纵梁,两根横梁之间布置了5根次梁。在横梁两端沿流向各布置了1根基础梁将11根横梁连成整体。

本次试验选择轴1、轴2横梁及其相应的基础梁贝雷架进行三峡升船机横梁贝雷架支撑系统荷载试验。贝雷架2和贝雷架1均由9节(8节3 m+1节1.5 m)桁架,12排(横向间距225 mm)贝雷架组成,连接长度为25.5 m,连接宽度为2.475 m。基础梁贝雷架架设长度为15 m(5节3 m),桁架共6排(两排一组间距为900 mm,组与组间间距为450 mm),连接宽度为3.6 m。

2 试验目的

1)检测升船机塔柱横梁施工支撑体系贝雷架

梁的承载能力,同时验证设计,保证三峡升船机塔柱横梁施工安全。

2)验证贝雷架上部排架系统变形和贝雷架变形是否一致,以及变形是否在允许范围以内;验证贝雷架的应力(应变)和变形情况。

3)通过试验,对贝雷架的应力(应变)、挠度值、自振频率、排架位移、排架垂直度变化、模板位移变化数据进行采集。对采集到的数据分析得出试验结论以指导后续横梁施工。

3 检测项目及依据

3.1 检测项目

- 1)轴1、轴2横梁贝雷架的自振频率检测;
- 2)轴1、轴2横梁及基础梁贝雷架腹杆、弦杆应力(应变)检测;
- 3)轴1、轴2横梁贝雷架跨中横截面挠度及侧弯检测;
- 4)左、右基础梁贝雷架挠度及侧弯检测;
- 5)轴2横梁模板平面和高程变形检测;
- 6)排架支柱垂直度检测。

[收稿日期] 2013-07-18

[作者简介] 汪文亮(1974—),男,湖北浠水县人,工程师,主要从事水利水电工程施工技术研究;E-mail:WangwenL73@163.com

3.2 检测依据

- 1)《钢结构设计规范》(GB 50017-2003);
- 2)《公路桥涵钢结构及木结构设计规范》(JTJ 025-86);
- 3)《大跨径混凝土桥梁的试验方法》(1982年10月);
- 4)相关文件、设计图纸。

4 试验方案

4.1 试验模型

本次试验选择轴1、轴2横梁及其相应的基础梁贝雷架进行荷载试验。图1为荷载试验贝雷架布置图。

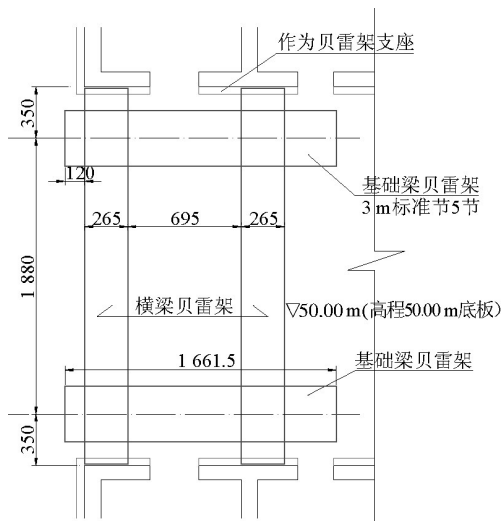


图1 荷载试验贝雷架布置图(单位:cm)

Fig.1 Layout of Bailey rack in the load test (unit: cm)

4.2 试验荷载

按照1:1进行荷载原型试验,在贝雷架上部支撑排架及模板安装完成后,在模板内采用C35二级配、坍落度为18~20 cm的混凝土进行加载,C35混凝土容重为 $2.3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$,小于横梁钢筋混凝土的容重($2.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$),因此根据加载C35混凝土达到设计横梁钢筋混凝土重确定模板高度为3.1 m;试验加载到110%,模板安装高度为3.4 m。基础梁混凝土设计重量为74.9 t,横梁为127.27 t(不含横梁牛腿)。因轴2横梁贝雷架承担了一半轴2到轴3之间基础梁混凝土及排架、贝雷架荷载,该处为集中荷载,因此在轴2横梁与基础梁贝雷架搭接处设配重块,配重块重量为轴2到轴3之间基础梁荷载的一半约45 t,100%加载为45 t,110%加载为50 t,如图2所示。

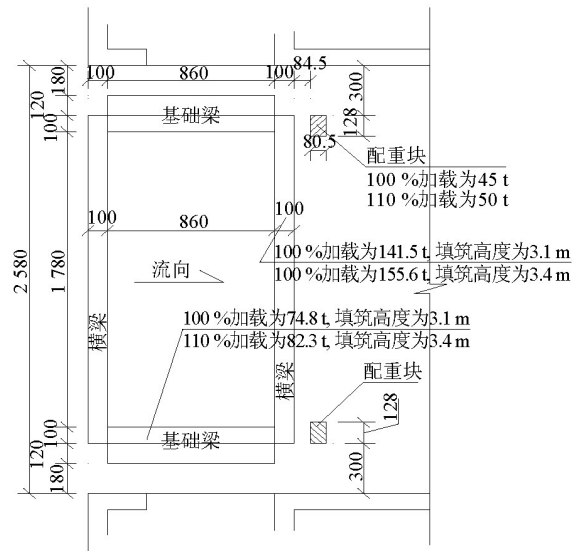


图2 荷载试验横梁结构平面布置图(单位:cm)

Fig.2 Structure floorplan of the beam in the load test (unit: cm)

4.3 试验监测点

本次原型荷载试验在轴1横梁贝雷架布置34个应力(应变)测点、4个挠度测点、1个频率测点;轴2横梁贝雷架布置36个应力(应变)测点、4个挠度测点、1个频率测点;在左、右基础梁贝雷架各布置16个应力(应变)测点。共计布置102个应力(应变)测点,8个挠度测点和两个频率测点。测点布置详见图3和图4。

为了准确地反映贝雷架、模板及排架立杆的变形监测情况,监测点的位置布设如下所述。

1) 轴1、轴2横梁贝雷架挠度及侧弯监测点分别布设在贝雷架上游侧面底部,每根横梁贝雷架布置3个监测点,分布在第1节、第5节、第9节,编号为HZ1-1~HZ1-3、HZ2-1~HZ2-3。

2) 左、右基础梁贝雷架挠度及侧弯点分别布设在第3排贝雷架侧面底部,每根基础梁贝雷架布置3个监测点,分布在第3节、第4节、第5节,编号为JZ1-1~JZ1-3、JY2-1~JY2-3。

3) 轴2横梁模板平面和高程变形监测点布设在下游面模板侧面底部,共布置3个监测点,分布在模板的左侧、中侧、右侧,编号为HM2-1~HM2-3。

4) 排架立杆垂直度是在轴2横梁排架支柱的左、中、右方向各选择1根支柱作为排架立杆垂直度监测,其监测点布设在每根立杆的上部、中部、下部,编号为PL1-1~PL1-3、PL2-1~PL2-3、PL2-1~PL2-3。

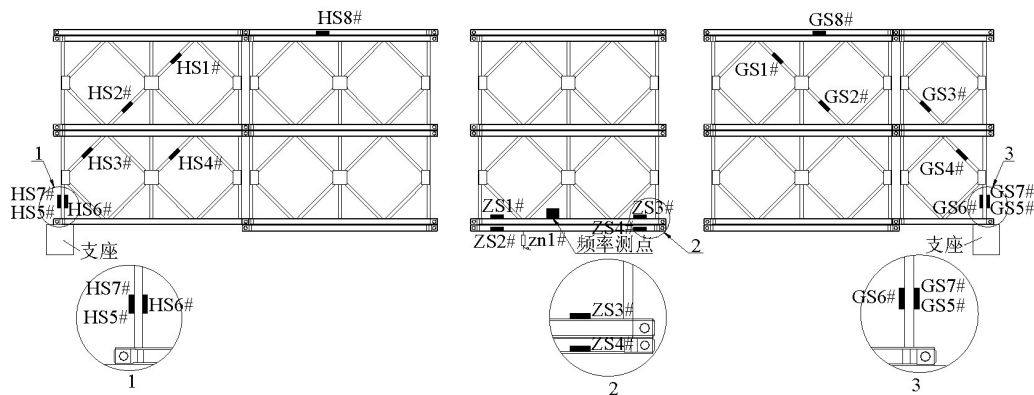


图3 横梁贝雷架应力(应变)、挠度和频率测点布置示意图

Fig.3 Schematic of measuring points of Bailey beam frame stress (strain), deflection and frequency

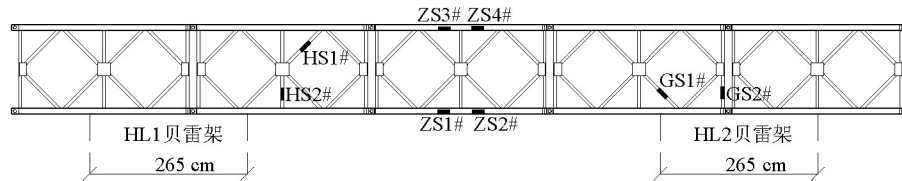


图4 基础梁贝雷架应力(应变)测点布置示意图

Fig.4 Schematic layout of measuring points Bailey foundation beam frame stress (strain)

4.4 试验监测频率

1) 试验梁自振频率检测: 加载 50%、加载 80%、加载 100%、加载 110% 各 1 次。

2) 贝雷架应力应变监测频次: 混凝土浇筑前、加载 50%、加载 80%、加载 100%、加载 110% 各 1 次。

3) 贝雷架跨中挠度、跨中侧向位移监测频次: 混凝土浇筑前、加载 50%、加载 80%、加载 100%、加载 110% 各 1 次。

4) 排架立杆垂直度检测: 混凝土浇筑前、加载 50%、加载 80%、加载 100%、加载 110% 各 1 次。

测值出现异常时, 进行加密监测。

5 试验过程

荷载试验于 2012 年 5 月 9 日 16 时开始, 至 2012 年 5 月 10 日 13 时结束, 历时约 21 h。混凝土采用搅

拌车运输, 混凝土泵车和建塔配 2 方 (1 方=1 m³) 罐两种入仓方式浇筑, 混凝土浇筑前在轴 2 横梁部位左右侧各加载 8 t×2=16 t 配重, 混凝土开仓浇筑后, 每浇筑 2 坏层 (50 cm×2=1 m) 加载 8 t。配重块全部采用 50 t 吊车起吊就位, 就位后立即利用周围排架加固, 防止倾倒。数据采集时停止仓内一切作业, 配重块在数据采集完成后吊装。

2012 年 5 月 10 日 00:20 完成加载 50% 进行数据采集, 2012 年 5 月 10 日 05:24 完成加载 80% 进行数据采集, 2012 年 5 月 10 日 10:15 完成加载 100% 进行数据采集, 2012 年 5 月 10 日 12:50 完成加载 110% 进行数据采集。

6 试验成果及分析

1) 各类型杆件最大应力值详见表 1~表 4。

表 1 轴 1 横梁贝雷架典型应力值表

Table 1 Typical stress value table of Bailey truss of axis 1 beam

项目	测点位置	测值 / MPa			
		50%荷载	80%荷载	100%荷载	110%荷载
斜腹杆最大压应力	AHS2-1	-28.9	-44.5	-63.8	-74.7
竖腹杆最大压应力	AHS7-3	-18.3	-30.3	-47.4	-57.7
下弦杆最大拉应力	AZS3-1	10.5	22.6	39.7	59.3
上弦杆最大压应力	AHS8-12	-14.2	-19.5	-26.8	-34.3

表2 轴2横梁贝雷架最大应力值表

Table 2 Maximum stress value table of Bailey truss of axis 2 beam

项目	测点位置	测值 / MPa			
		50 %荷载	80 %荷载	100 %荷载	110 %荷载
斜腹杆最大压应力	BHS1-1	-33.4	-59.3	-79.3	-85.5
竖腹杆最大压应力	BHS7-3	-29.9	-40.7	-55.0	-63.9
下弦杆最大拉应力	BZS3-1	8.2	24.8	36.9	53.4
上弦杆最大压应力	BHS8-12	-33.0	-40.2	-58.3	-64.3

表3 左基础梁贝雷架最大应力值表

Table 3 Maximum stress value table of Bailey truss of left foundation beam

项目	测点位置	测值 / MPa			
		50 %荷载	80 %荷载	100 %荷载	110 %荷载
斜腹杆最大压应力	CGS1-3	-31.6	-58.3	-76.6	-81.4
竖腹杆最大压应力	CGS2-3	-18.3	-29.2	-43.0	-54.4
下弦杆最大拉应力	CZS1-4	26.4	37.1	42.4	64.3
上弦杆最大压应力	CZS4-3	-20.9	-33.6	-41.7	-59.9

表4 右基础梁贝雷架最大应力值表

Table 4 Maximum stress value table of Bailey truss of right foundation beam

项目	测点位置	测值 / MPa			
		50 %荷载	80 %荷载	100 %荷载	110 %荷载
斜腹杆最大压应力	DGS1-3	-45.7	-72.7	-87.6	-97.8
竖腹杆最大压应力	DGS2-4	-16.7	-28.4	-40.2	-55.2
下弦杆最大拉应力	DZS1-4	23.1	35.2	41.2	49.0
上弦杆最大压应力	DZS3-4	-25.3	-38.2	-49.8	-65.9

注:上述应力值为浇筑混凝土(加载)后的贝雷架各杆件应力值,未包含排架及模板自重、贝雷架自重产生的应力值

2)随着加载量的增加,横梁、基础梁贝雷架的挠度变化量也慢慢增大,模板及排架立杆高程都在下降。达到110%加载时,基础梁贝雷架挠度达到了5.8 mm,横梁挠度达到了27.3 mm,模板的中心和排架中心立杆都下降了30.4 mm,模板的中心和排架中心立杆高程变化与横梁贝雷架挠度变化数量基本一致,说明模板、排架、横梁贝雷架是整体性变化的。

3)随着加载量的增加,横梁、基础梁贝雷架都发生了侧向位移,位移量很少,横梁贝雷架往下游移动,移动量最大为5.2 mm,左基础梁贝雷架往左移动,移动量最大为3.6 mm,右基础梁贝雷架往右移动,移动量最大为3.8 mm。

4)随着加载量的增加,轴2横梁模板左右方向变化量很小,最大为3.6 mm,上下游变化量相对较大,其中心位置向上游移动13.1 mm。

5)随着加载量的增加,排架立杆垂直度左右方向变化量很小,最大为2.7 mm,上下游变化量相对较大,都往上游变化,左侧立杆最大为7.6 mm,中间立杆最大为12.6 mm,右侧立杆最大为9.3 mm。

6)通过试验监测数据表明,经加强后的贝雷架杆件应力和挠度变形值满足安全要求,侧向位移较小,贝雷架支撑系统以及排架搭设稳定、安全,技术方案可应用于塔柱横梁施工。

7 结语

三峡升船机贝雷架原型荷载试验检测了升船机塔柱横梁施工支撑体系贝雷架梁的承载能力,验证了贝雷架杆件加载后的应力、应变、挠度等各项参数均满足安全要求;为大跨度贝雷架支撑体系成功应用于三峡升船机工程,解决升船机塔柱横梁一次性浇筑体积大、跨度大的混凝土施工难题提供了

实际依据;为今后类似升船机高度大、跨度大、现浇 广价值。
混凝土横梁施工积累了宝贵的经验,具有重要的推

Support system load test of beam Bailey truss of Three Gorges Project ship lift

Wang Wenliang, Xiao Chuanyong, Zhang Junxia
(China Gezhouba Group Co., Ltd. Three Gorges Company, Yichang, Hubei 443002, China)

[Abstract] During the continued construction of Three Gorges Project ship lift, the loading test experiment has been carried out before the pouring work of the beam concrete, which is aimed at the complex characteristics of the bracing system of tower column beam construction. The experiment chose axle 1 beam, axle 2 beam and corresponding foundation beams' Bailey trusses as models, and the loading prototype test is conducted according to 1:1 ratio scale. Through arranging proper monitoring points and adopting reasonable testing frequency, the experiment completed the collection and analyzing of test data. The test results are as follows: The test obtains the maximum stress of different member bars during the loading procedure. With the increasing of loading capacity, the bending variation of beams and Bailey trusses build up slowly, while altitudes of formwork and framed bent drop. With the increasing of loading capacity, the beams and foundation Bailey trusses experienced subtle side movements. The variation of both the axle 2 beam formwork and the framed bent's verticality from left to right is very tiny. The monitoring data indicates that, the parameters of strengthened Bailey trusses meet the safety requirements, and the proposal applies to the tower column beam construction while ensuring its safety.

[Key words] beam; Bailey truss; experiment; Three Gorges Project ship lift