

TLJ900 型架桥机主结构的载荷工况分析研究

任海棠

(中铁十二局集团 建筑安装工程有限公司, 山西 太原 030024)

摘要:以 TLJ900 型高速铁路架桥机为例,重点研究分析了架桥机主金属结构部分的载荷工况和计算方法,针对架桥机的主梁、前后支腿等主结构在最不利载荷工况下的计算模型,以及整机的倾覆稳定性进行了分析研究。以期为类似高速铁路架桥机设备在结构设计计算方面提供一些有价值的参考。

关键词:架桥机;主结构;载荷工况

中图分类号:TU61 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-0300(2010)01-0066-04

0 引言

在国内外高速铁路和高速公路的建设中,采用高架桥的线路里程一般占线路总长的一半或更多,目前国内外均采用预制整孔架桥机,这对于保证施工质量与工期具有明显的优势,架桥机已经成为高速铁路和高速公路建设的至关重要的施工设备之一,由此,架桥机的设计制造对于安全施工来说更是重中之重。但是架桥机设计并没有专门的相关规范和技术标准,以 TLJ900 型铁路架桥机为例,结合起重机设计的相关方法,着重研究架桥机主金属结构的工况分析、结构设计以及稳定性计算,以期对架桥机设计生产、安全施工以及相关规范和技术标准的制订起到一定的作用。

1 架桥机构造

TLJ900 型架桥机主要由前后两台吊梁天车、两根箱形主梁及前后横联、前支腿、后支腿、前后起重天车、辅助支腿、悬臂梁、下导梁、悬臂梁小车、电气系统及液压系统等组成,如图 1 所示。它能够架设直线、曲线、纵坡的双线预应力混凝土整孔箱梁,能与运梁车配合完成箱梁的架设作业。除了能够进行标准架梁作业外,它还能满足首末跨架设、曲线架设、变跨架设以及隧道进口与出口处桥梁的架设^[1]。

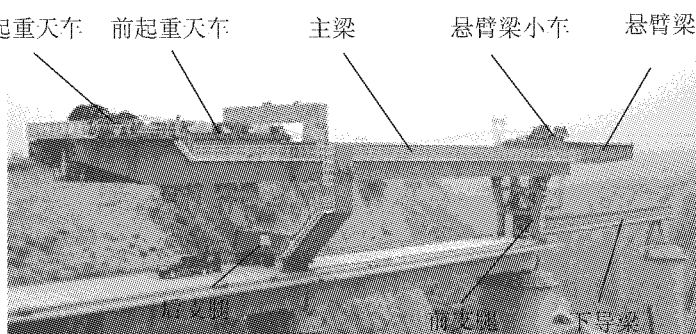


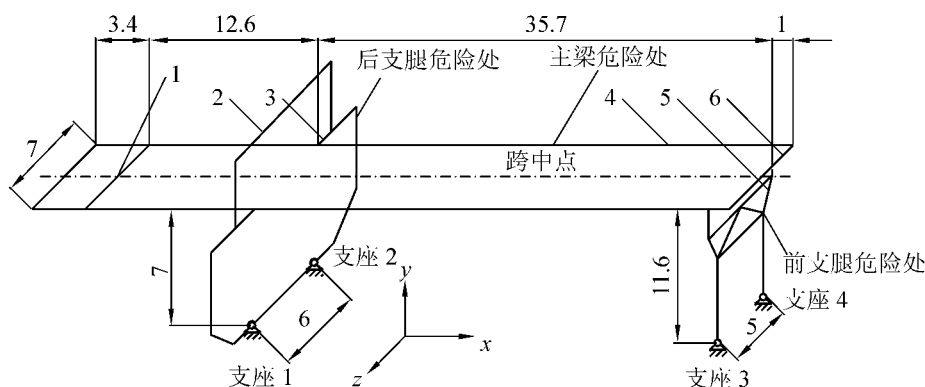
图 1 TLJ900 型架桥机构造形式

2 主结构的载荷工况分析

架桥机主金属结构模型如图 2 所示。由于架桥机施工工况比较复杂,对于架桥机的结构设计,有必要对主金属结构的各个必要工况进行受力分析^[2-3]。主金属结构计算主要有以下工况:前起重天车吊梁起升时、前起重天车吊梁前行至跨中位置时、后起重天车吊梁起升时、前后起重天车吊梁前行至落梁位置时。

限于篇幅,仅对主梁、后支腿、前支腿等主要结构的最不利工况的载荷状态进行分析。

(1) 前起重天车吊梁前行至跨中位置时,主梁部分的计算;



1. 主梁后横联; 2. 后支腿马鞍; 3. 后支腿; 4. 主梁; 5. 前支腿; 6. 主梁前横联。

图2 TLJ900 型架桥机主金属结构模型(单位:m)

(2) 前起重天车吊梁前行至一定位置,后起重天车吊梁升起时,后支腿部分的计算;

(3) 前、后起重天车吊梁前行至落梁位置时,前支腿部分的计算。此外,还需对架桥机过孔时的下导梁结构部分进行分析计算,本文略。

2.1 主梁部分

(1) 荷载分析。当前起重天车运行到主梁跨中时,作用在一根主梁上的荷载包括:主梁自重荷载;主梁上附属设施对主梁的作用:垂向荷载(悬臂梁小车、悬臂梁、前横联、后横联、起升卷扬机组等)及各个载荷对主梁的弯矩与转矩;起升荷载:需考虑混凝土梁体、起重天车自重、横向偏载、运行冲击系数等;起重天车纵向运行水平惯性力及对主梁的力矩;起升钢丝绳对主梁的拉力与力矩;链条拉力对主梁的拉力与力矩;起重天车运行时车轮对轨道作用力与对主梁的力矩;风荷载,包括作用在主梁及悬臂梁风荷载、混凝土梁风荷载;起重天车偏斜运行侧向力。

(2) 跨中截面内力计算。垂向平面受力简图如图3所示(长度单位m,集中荷载t,均布荷载t/m,集中

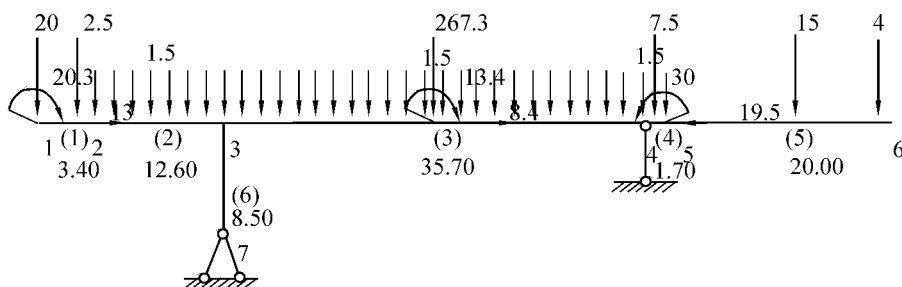


图3 架桥机主金属结构垂向受力简图

力矩 $t \cdot m$)。水平平面受力简图如图4所示(长度单位m,集中力矩 $t \cdot m$)。

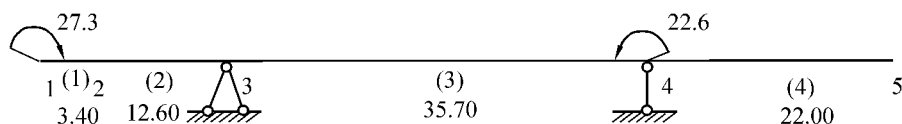


图4 架桥机主金属结构水平平面受力简图

主梁跨中最大正应力 σ_1 包括自由弯曲应力、约束弯曲应力、轴力引起的应力;主梁跨中腹板剪应力 τ_1 包括剪力、扭矩及约束扭矩引起的剪应力;车轮轮压作用在主梁跨中时产生的腹板局部挤压应力 σ_m 。那么,主梁跨中腹板上边缘复合应力

$$\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_m^2 - \sigma_1 \sigma_m + 3\tau_1^2} < 1.1[\sigma] \quad (1)$$

主梁跨中腹板下边缘复合应力

$$\sqrt{\sigma_1^2 + 3\tau_1^2} < 1.1[\sigma] \quad (2)$$

(3) 主梁整体与局部稳定计算。主梁横截面为箱形截面,其截面高宽比均满足式(3)、式(4),则满足梁的整体稳定要求。

$$h/b_0 \leq 6 \quad (3)$$

$$\frac{l_1}{b_0} \leq 95 \frac{235}{f_y} \quad (4)$$

式中, h 为箱梁高; b_0 为箱梁两腹板外侧距离; l_1 为跨度。

当主梁宽度与受压翼缘板厚度之比大于或等于 60(对 Q235)或 50(对 Q345)时,应考虑受压翼缘板的局部稳定性,设置一道或多道纵向加劲杆;腹板的稳定性计算需要考虑集中轮压的作用。

(4) 主梁的刚度计算。架桥机金属结构刚度控制的主要目的是降低起重天车的运行坡度^[4]。载荷作用位置为跨中时,则该处刚性要求为

$$Y_L \leq L/700 \quad (5)$$

式中, Y_L 为跨中变形量; L 为起重机跨度。

载荷作用位置为悬臂有效工作长度处,则该处刚性要求为

$$Y_L \leq L_c/350 \quad (6)$$

式中, Y_L 为悬臂有效工作长度处变形量; L_c 为起重机跨度。

2.2 后支腿部分

(1) 不利工况分析。工况 1,架桥机在施工过程中,前起重天车吊起混凝土梁运行到跨中一定位置后,后起重天车开始起吊混凝土梁的另一端,在起吊的过程中有起升冲击存在,此时后支腿所承受的载荷较大;工况 2,当后起重天车起升动作完成后,两天车同时启动使混凝土梁整体前移,此时会有纵向惯性力和运行冲击存在,后支腿也同样承受较大的载荷。因此,对于后支腿的结构设计和截面尺寸的计算均基于这两种不利工况来进行。

(2) 不利工况时的载荷分析。除了考虑主梁、卷扬机、辅助天车、悬臂梁自重、单起重天车、辅助支腿自重、辅助支腿、悬臂梁自重对支腿的转矩外,起升载荷由吊具自重、混凝土梁的自重构成,还要考虑吊具与混凝土梁的自重的横向、纵向惯性力。还要考虑起重天车偏斜运行侧向力、作用在混凝土梁上的风载等各种载荷,特别是架桥机在不同工况下对不同的载荷需考虑起升冲击系数 φ_1 、起升载荷动载系数 φ_2 、运行冲击系数 φ_4 等。

(3) 内力及应力计算。架桥机架梁、过孔、运输、安装时后支腿必须满足混凝土梁的通过空间要求和运行台车的安装要求,同时还满足架桥机工作和运输时的限界要求。建立后支腿不利工况下的架桥机有限元模型,对这两种不利工况下架桥机结构进行强度、刚度和稳定性的计算。

2.3 前支腿部分

架桥机前、后起重天车吊梁前行至落梁位置时,前支腿受力最不利,此时架桥机要完成起升、吊梁运行、横向位置调整、落梁四种动作,四种动作单独实现,无组合动作。计算载荷与后支腿计算载荷相似,此外还需验算销连接的抗剪强度和销轴承压板的承压强度等。

3 整机稳定性分析

架桥机整机稳定性分为工作状态和非工作状态两种情况,并且由于施工工序繁多,整机稳定性分析则更为复杂。限于篇幅,以下仅对两个主要方面进行分析。

3.1 非工作状态下整机抗风能力

(1) 计算载荷。垂直载荷即主机自重(含主梁、悬臂梁、各支腿及吊具、起升机构等);水平载荷即非工作状态下风载荷。计算风载

$$P_w = CK_h q A \quad (7)$$

式中, P_w 为风载; C 为风力系数; K_h 为风压高度变化系数; q 为风压, $q = 0.613v^2$, 工作状态风压 250 N/

m^2 ,非工作状态风压 $1\,000\text{ N/m}^2$; A 为迎风面积。

(2) 计算整机稳定性。假设以支座 2、4 连线为倾覆边(见图 2),对于支座 2、4 连线的架桥机各部分自重力矩 M_k 、风载荷的倾覆力矩 M_q ,那么,抗风能力系数 $q = M_k/M_q$ 。

3.2 前起重天车吊梁起升时整机稳定性计算

(1) 计算载荷。垂直载荷包括主机自重(含主梁、悬臂梁、各支腿及吊具、起升机构等)、混凝土梁 1/2 自重。水平载荷包括风荷载 P_w (非工作状态下风载)和吊梁天车纵向运行水平惯性力 P_H

$$P_H = kma \quad (8)$$

式中, k 为动力效应系数,取 1.5; m 为吊梁天车及起吊质量; a 为纵向加速度,取 0.05 m/s^2 。

(2) 计算整机稳定性。计算前吊梁天车吊梁起升时整机稳定性时,以支点 1、2 的连线为倾覆边线(见图 2),计算抗倾覆力矩与倾覆力矩的比值。

4 结束语

以上对架桥机的主梁、前后支腿等主金属结构以及整机稳定性分析,着重阐述了相关的载荷工况分析和计算方法,便于以后为类似架桥机的设计提供参考,使设计更加合理,对国内架桥机的设计、制造检验和安全生产应用起到一定的参考价值。

参 考 文 献

- [1] 黄耀怡,王金祥. TLJ900t 架桥机的设计与成型[J]. 铁道建筑技术,2006(6): 1-5.
- [2] 张质文. 起重机设计手册[M]. 北京:中国铁道出版社,1998.
- [3] 建设部. GB50017—2003 钢结构设计规范[S]. 北京:中国计划出版社,2003.
- [4] 国家质量监督检验检疫总局. GB/T3811—2008 起重机设计规范[S]. 北京:中国标准出版社,2008.

Research on Load Mode of Major Metal Structure of Bridge Girder Erection Machine

Ren Haitang

(Building and Installation Engineer Co., Ltd. of China Railway 12th Bureau Group, Taiyuan 030024, China)

Abstract: Taking TLJ900 Bridge Girder Erection Machine for example, this paper mainly researches the load mode of the major metal structure, especially the structure of the main girder, and front and back jack under most disadvantageous work condition, and analyses the capsizing-proof stability of the erection machine, which may hopefully provide reference for the structural design of bridge girder erection machine for similar high speed railway construction projects.

Key words: bridge girder erection machine; main metal structure; load mode