

山区铁路高墩爬模的研究与设计

陈克望*

(铁道部第五工程局)

提 要 作者研究了山区铁路高墩的修建特点,设计了一套可拆卸式多功能爬升模板系统。

本文介绍其总体设计方案和部分细节的设计概况。

主题词 高墩 爬模 研究

南昆铁路通过贵州地段沟谷深切,线路高悬,高桥较多,设计中大量地运用50~100m高的空心墩,或空心墩与其它的组合墩。目前铁路系统用于施工高墩的模型主要有滑模、翻模、爬模等。滑模工艺具有模板用量少、施工速度快和现场机械化程度高等优点,因而被广泛使用。但同时滑模也有出模后混凝土外观质量差、混凝土出现水平裂缝或拉裂、墩身容易发生扭转或倾斜以及施工不能间断等缺点^[1]。对于高墩这些缺点更显著。爬模是一种较为新型的施工模型,它的工艺原理是以已施工的钢筋混凝土体为承力的主体,通过于已完成的钢筋混凝土体上的爬升支架或大模板,利用联结爬升支架与大模板的爬升设备,使一方固定,另一方作相对运动,交替向上爬升,以完成模板的爬升、下降、就位和校正等工作。爬升模板是综合大模板与滑升模板工艺和特点的一种模板施工方法,因此它同时具有二者的优点。^[2]目前,铁路系统采用爬模尚属开创阶段,主要有以下问题未很好解决。

各种墩型尺寸、形状变化很大。如矩形墩、圆形墩、圆端形墩以及其它形状的墩;有实心的、也有空心的。如果针对某一个截面形状、尺寸的墩特制一套爬模系统,则在其它不同形状、尺寸的墩上不能通用。即使是某一形状例如圆端形,截面尺会因高度变化太大也不能通用。

高墩一般都存在收坡问题,由于墩较高,上、下截面尺寸变化太大,使得在墩底适用的爬模系统爬升到一定高度以后就不适用了。

高墩变化的坡面使得空心墩内、外壁的爬模爬升是斜向的,传统的垂直爬升方式不能满足施工要求。

由于山区铁路桥梁的施工特点,使得特制的爬模系统运输、安装极其困难。

针对爬模设计、施工中存在的问题,必须采取相应的对策。作者认真分析了铁路高墩设计施工的特点,提出了拆卸式多功能爬模的设计方案。

爬模的设计是本着安全、先进、实用、经济的原则进行的,本设计以我局承担的南昆线某

* 本文收稿日期:1994-11-07 陈克望 高级工程师 铁道部第五工程局南昆线建桥指挥部 昆明 邮码:550003

80m 高墩圆端形截面尺寸为设计原型,限制高度为 160m。考虑其它形状的墩也能调整适用,先根据墩顶截面尺寸设计一个基本爬模,然后再根据墩底尺寸设计附加在基本爬模上的附加爬模。在爬升施工过程中,逐渐拆除附加爬模,以适应不断缩小的高墩截面尺寸。为了使爬模系统便于运输、安装和重新组合,爬模必须能随时拆卸成小的便于装、吊、运输的构件,小构件要尽量标准化,以便于迅速安装、拆卸。同时这些小构件又可以用来重新组合以适应其它形状的高墩。故而本设计中爬模的杆件采用普通脚手架钢管和一些其它可以通用的小构件。为了解决斜向爬升的问题,爬模上装导轮,墩上置导轨,以便斜向爬升时控制方向和减小爬升过程中的摩擦力。设计中采用二套大模板,加快施工进度,达到缩短施工周期的目的。

爬模的基本构造:爬模系统的构造由爬架系统、模板系统和联结导向提升系统三大部分组成。

爬架系统:爬架系统由二部分组成,一部分为基本爬架,一部分为附属爬架,见图 1、图 2 所示。基本爬架在整个爬升过程中都存在,附属爬架随爬升的高度变化而逐步拆卸。爬架分为上、下二节。下节为附墙固定节,高度 2m,宽 0.7m,分二个操作层;上节为操作层工作架,高度 7m,分七个操作层,宽度依然为 0.7m。爬架的宽度受墩顶截面尺寸限制,为最大宽度。爬架与墩壁最大间距为 0.7m,亦受墩顶截面尺寸限制;最小间距为 0.55m,为施工条件要求。爬架的高度系考虑用二套模板施工的最小高度。爬架的下部由于修补螺栓孔等要求,考虑了 2m 高的专用钢筋焊制脚手架(见图 3)。

模板系统:模板采用钢模。在直线段用整块组合大模板,圆曲线段用可调模板。模板共二套,本设计模板高 2.0m。

联结导向提升系统:该系统是为了解决爬架和模板的斜向爬升设置的。它控制着各爬架交替提升过程中的提升轨迹和动态平衡,是整个斜爬模系统中十分重要的机构。该系统具有三个机构。

(1)限位伸缩脚轮:安装在架体

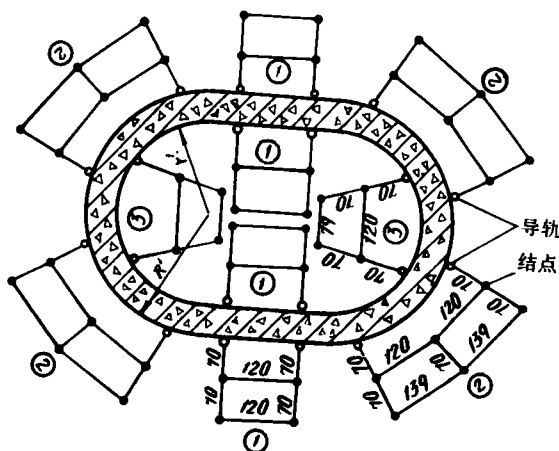


图 1 基本爬架

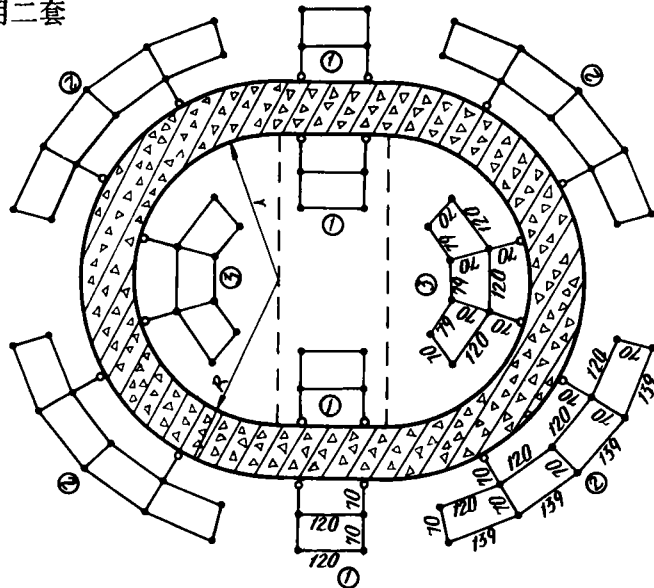


图 2 基本爬架加附属爬架

和混凝土壁之间,由导轮、导杆和螺杆顶推机构组成。其作用为保护混凝土表面,减小提升摩擦力,控制提升方向,调节爬架与墩壁间距。

(2)模板提升滑轮和挂钩:其作用安装在架体立杆顶端。其作用为斜向提升模板,同时也便于模板的清理和隔离剂的涂刷。另外也可用于提升其它小构件。

(3)爬升动力设备:爬架的爬升用手拉葫芦或电动葫芦。要求起重量大于7.5t,起升高度大于2.5m,视具体情况而定。

斜爬模系统的设计计算涉及的内容较多,有架体斜向爬升时的动态平衡计算、架体结构受力计算、模板设计计算等。限于篇幅,本文择其主要的②③号架体主平面的结构计算做一简介。在计算中,采用手工简化计算初选截面,然后用电算进行复核校验。

荷载的计算(以②号爬架为例):

竖直荷载

(1)爬架自重:②号爬架自重根据设计计算为 $P_a=20\text{kN}$ 。

(2)模板自重:大模板设计为钢模板,其重量平均分配到各爬架上。每 10m^2 钢模板及附件约重为 $646.4\text{t}^{[1]}$,②号爬架分担模板重 $P_b=9\text{kN}$ 。

(3)施工机具:②号爬架约承担 $P_c=10\text{kN}$ 。

(4)施工活载(包括操作人员、提升动力机具及其它)每平方米 1.5kN ,作用二层,按照面积计,将其化成顶面集中力 $P_d=10\text{kN}$ 。

(5)存放钢筋重量:根据设计图纸,考虑最多存放浇注6m高墩身混凝土所需钢筋,该爬架设计存放 7kN 重的钢筋 $P_e=7\text{kN}$ 。

水平荷载:

模板风荷载,考虑到模板所承受的侧向压力由模板系统自身承受,故一般可以不考虑模板所受风荷载对爬架的影响。本设计计算中考虑了该向荷载。 $P_w=2.0\text{kN}$ (高度80m时)

②号爬架承受的风荷载: $H_w=0.5\text{kN/m}$ (高度80m时)

由内力计算可知控制内力在②号爬架斜爬状态。采用M22对拉螺栓能满足受力要求。设计中考虑了螺栓的工具式重复利用,材料可选用45号钢调质加工。根据计算结果各危险截面杆件各点的应力值均在允许值以内。杆件采用外径48mm,壁厚3.5mm的焊接钢管。

爬架钢管间的联接采用特制的多向连接扣件完成。为保证杆件与节点的连接为刚性连接,采用“夹”、“插”二道连接方式。“夹”是与普通钢管碗扣件相类似的夹紧连接;“插”是作为加强的保险连接。各节点连接的设计只考虑主要杆件的连接,所有的斜向连接杆件都采用普通的十字形扣件扣在二根平行的主要杆件上。多向连接扣件分为四向直角连接扣件和六向斜向连接扣件二种。

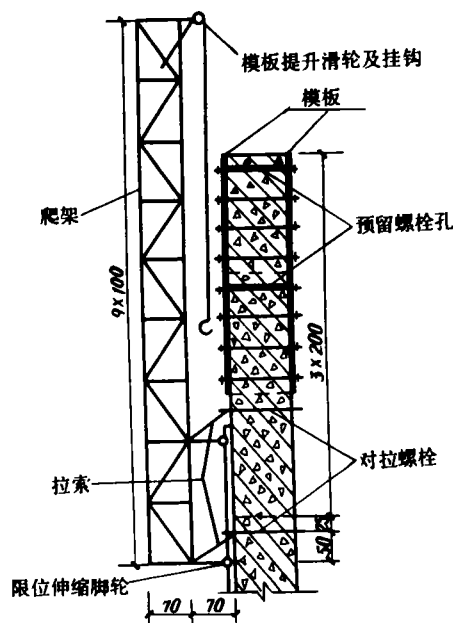


图3 爬模基本构造

爬架的制作、组装:爬架的制作除多向连接扣件、限位伸缩脚轮机构需在工厂进行外,其它构件都可以在现场制作或利用现存,并可以多次倒用。爬架可以直接在墩位上组装使用。

爬模施工工艺流程如图 4 所示,以后就反复周转上述程序。斜爬模爬升到一定程度以后爬架不能继续爬升,需要对称地拆除②号爬架上的附属爬架,以适应逐渐缩小的高墩截面尺寸。

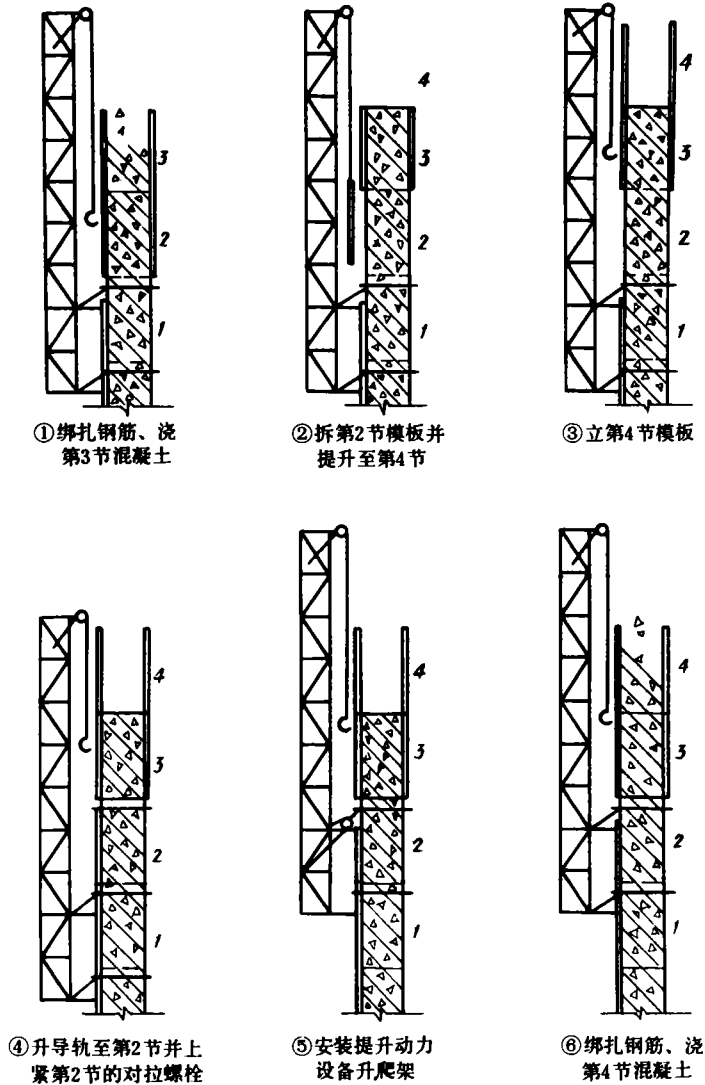
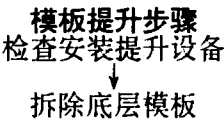
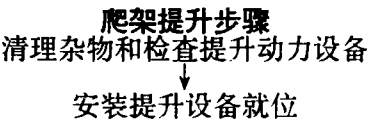


图 4 爬模施工工艺流程

爬架爬升程序:

爬架的爬升可以同时对称进行。先提升墩内侧爬架,后墩外侧爬架。爬架和模板的提升步骤如下:





钢筋、混凝土的提升,可由内井架提升或由外部设备如高架缆索提升;施工人员由内、外爬梯上下,或由外部设备上下。

考虑到该爬模的①②③号基本爬架上最多可以再对称地各增加二格附属爬架,故该爬模系统限制高度为 160m。该爬模系统经过重新组合适应于 160m 以下,截面为圆形、圆端、矩形的实心墩或空心墩,其它类型如八角形等亦可以调整适用。

在设计时考虑施工生产的安全措施主要有以下几点:

- (1)杆件间的连接采用特制的多向连接扣件,以保证爬架结构的联结为刚性。
- (2)爬架在斜向爬升时,内外侧爬架用钢丝绳连接。内外侧爬架不同时提升,按先内后外的顺序。钢丝绳的长度为不影响提升所需要的最小连接长度。
- (3)对拉螺栓的设计选用较大的安全富余,其它计算亦选用较大的安全系数。
- (4)施工过程中,爬架外用安全网围严。

技术要点:

(1)提出了将爬模分为基本部分和附属部分,在爬升过程中逐渐拆除附属部分以解决因高度变化所引起的系列问题的新概念。并以 80m 高墩为原型设计了一套拆卸式多功能爬模,该爬模具有构造简单、拆卸操作方便、适应范围广、施工速度快、工程质量容易保证等特点。

(2)针对爬模的斜向爬升问题,提出了以轮轨接触方式解决爬升过程中的摩擦力、方向控制等问题的方案。

(3)在普通钢管扣件的基础上,设计了二种多向连接扣件,该扣件可以保证爬模系统联结的刚性。

参考文献

- 1 祖青山编. 建筑施工技术. 北京:中国环境科学出版社. 1992
- 2 潘甬主编. 建筑施工模板图册. 北京:中国建筑工业出版社. 1993
- 3 叶可明主编. 南浦大桥施工技术. 上海交通大学出版社. 1992

RESEARCH AND DESIGN ON CLIMB-RISING FORMWORKS FOR RAILWAY HIGH PIERS IN MOUNTAINOUS REGIONS

Chen Kewang

Bridge-building Headquarters of Nanning—Kunming Railway, Fifth Engineering Corporation of MOR, Kunming 550003

Abstract The characteristics of building the railway high piers in mountainous regions are researched in this paper, and a set of removable multi-function climb-rising formwork system has been designed by the author. The general design scheme and partial design details are introduced.

Keywords high pier; climb-rising formwork; research