

文章编号: 0451-0712(2004)09-0041-02

中图分类号: U445.39

文献标识码: B

薄壁空心高桥墩模板的设计及应用

陈文博

(中铁十六局集团第一工程有限公司 北京市 101300)

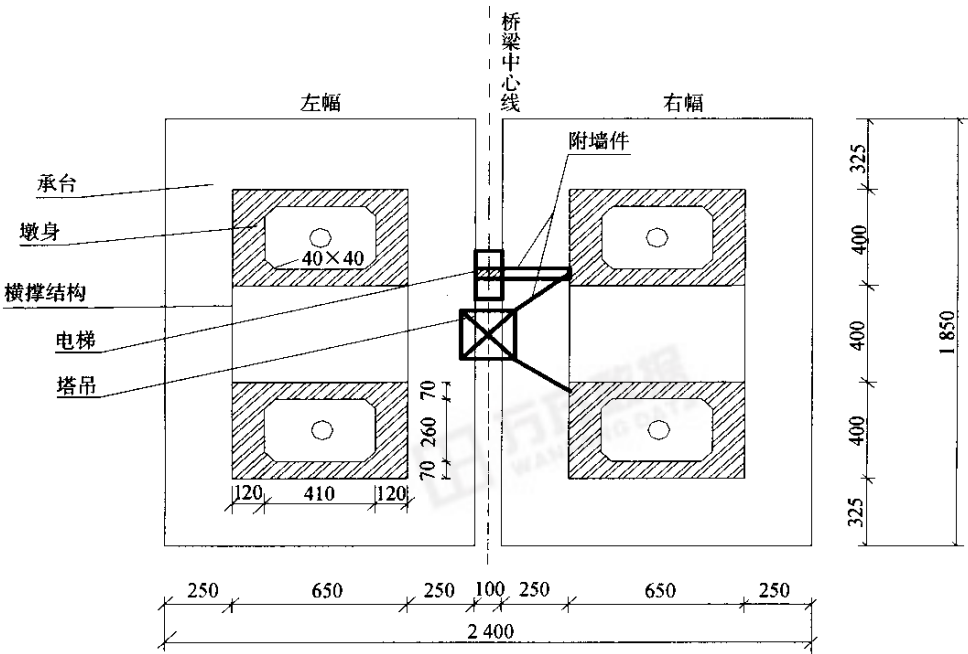
摘要: 陕西省黄延高速公路葫芦河大桥主桥为双薄壁空心高墩连续刚构桥,最大墩高为 138 m。为确保工期、质量,墩身模板设计采用外翻模、内爬模,内模整体提升,一次循环上升 6 m,与传统的翻模及滑模工艺相比,具有施工速度快、劳动强度低、工程质量好的优点。

关键词: 薄壁空心墩; 模板; 设计; 应用

1 工程概况

葫芦河大桥全长 1 468 m,主桥为 90 m+3×160 m+90 m 连续刚构桥,群桩基础,矩形承台,薄壁空心墩,其中主桥 9 号墩为全桥最高墩,设计墩高

为 138 m,分左、右两幅,单幅为 2 个单薄壁墩,结构尺寸为 4.0 m×6.5 m,横桥向壁厚为 0.7 m,顺桥向壁厚为 1.2 m。在距基顶 46 m 和 92 m 高处设高度为 1 m 的横撑,将 2 个空心墩连成一体,见图 1 所示。



单位: cm  
图 1 主桥墩身平面示意

2 模板设计

2.1 方案的形成

20 世纪 70 年代以来,在铁路和公路桥墩、筒

仓、倒锥壳水塔等薄壁空心墩工程中广泛应用滑模施工,由于使用过程中出现的诸如拉槽、挂浆及纠偏等问题,80 年代后逐步由传统滑模演变成为翻模。90

年代后翻模系统不断改进,包括对内壁直坡的空心墩采用的内滑外翻式,以及体外顶杆布置型、自带垂直提升设备的改进型等。

在借鉴以往施工经验的基础上,结合本工程的特点,本着充分利用大型塔式起重机、工业电梯设备,简化工序、缩短单循环时间,加快施工进度,提高工程质量,降低工人劳动强度的原则,经多次多方面的分析研究,决定采用外翻内爬系统的设计思路。

## 2.2 总体设计方案

综合考虑施工工期、施工质量、钢筋绑扎、混凝土浇注等多方面的因素,模板设计成外翻内爬系统,每个循环浇注 6 m,由外模、内模及内井架和其他辅助设备组成。外模分为 4 节,每节 2 m,桁架结构,一次架立好,底节生根节为 2 m,包裹于已浇注完的达到一定强度的混凝土上,外模利用塔吊由底节依次往上翻升。内模和内井架设计成一体,整体提升,高度由一次浇注混凝土的高度控制,考虑到新旧混凝土的结合,内模高 6.6 m,底节 0.6 m 附着于老的达到一定强度的混凝土上。内井架用于支撑内模板,因钢筋绑扎的需要,需在内井架上设工作平台,供施工人员作业使用,内井架设计高为 10.5 m。

## 2.3 外模结构

每层外模 8 块为一组,由 2 块面模(550 cm×200 cm)、2 块侧模(250 cm×200 cm)、4 块角模(75 cm×50 cm×200 cm)组成。模板横、竖缝均采用企口方式拼接,外模板面板采用  $\delta=6$  mm 的国标钢板,竖筋用[8 槽钢,横向拉杆位置设[12 双槽钢(注意横纵拉杆上下错位)。分块模板接口采用 L80×80×8 钢板式法兰连接。每节段 2 道水平桁架,上 50 cm、下 50 cm 各 1 道;550 cm×200 cm 模板设竖向桁架 4 道,250 cm×200 cm 模板设竖向桁架 3 道;角模做成角隅结构。分层竖向桁架对齐并注意错开拉杆孔位。

## 2.4 内模及内井架

内井架与内模整体适时提升,内井架提升就位后,内、外模同步固定,考虑到内模作业空间小,且拆除时无落点存放,只能随着墩身的施工不断提升,经精确计算各项荷载,制作时弱化其结构,与内井字架构成可拆分的整体结构。控制高度为 6.6 m,顶节和中间节为 2 m、底节高 2.6 m。底节段 0.6 m 固定在终凝混凝土上。内模钢板厚 4 mm,避开拉杆位置设脱模机构,脱模后内模板与井架的联系以倒链受力为主,脱模机构为辅。

井字架采用型钢和角钢组合焊接,加斜撑形成矩形井架结构,底部设基座与墩身内部终凝混凝土预埋套筒,采用三角钢架牛腿的方式生根。井字架水平支撑层距为 2 m,以便模板装拆。从整体迅速提升的角度出发,原则上内模和井字架总重量控制在 8 t 以内,可对井字架进行适当的弱化设计。在内井字架上搭设方木,方木上铺木板,木板上铺 2 mm 厚钢板,形成内侧施工平台,进行钢筋、混凝土、模板作业。

## 2.5 模板的固定

拉杆的层距选择 1 m,拉杆孔垂直位置设在每节段 2 m 高模板的上 50 cm 和下 50 cm 处;平面每层顺桥向设 3 道,设计通气孔位全部为拉杆位置,不再另行留设,薄壁内设钢筋撑,非通气孔位置的拉杆洞在拆模时及时堵好。横桥向设 2 道,考虑到拆装和重复利用,每根拉杆均加 PVC 外套,拉杆采用  $\phi 20$  圆钢。井字架上设脱模机构,脱模机构为正反丝结构形式,方便拆装,有效缩短工序循环时间。每一节段纵向定型模、角模及层间均用螺栓连接成一个整体。生根节 2 m 内、外模分别用套筒与主桥墩身钢筋连接,以消除外模翻升时的安全隐患。

## 2.6 工作平台

(1)外工作平台:在外部桁架上附着比较灵巧的人行平台,宽度为 60 cm,以能行走和进行简单操作为原则,同时起到安全防护的作用。在顶面沿周边设立防护栏杆,栏杆外侧至模板底部设封闭安全网。施工平台上面铺设 5 cm 厚木板或 2 mm 厚钢板网,供操作人员作业、存放小型机具及整修外模板等。

(2)内工作平台:负责钢筋接长、绑扎,临时存放小型机具和周转性材料,混凝土施工。由于每个循环井字架生根考虑 0.5 m 高,未拆除内模板高度 6.6 m,下一循环钢筋绑扎和模板架立需不小于 3.4 m 的工作平台,井字架的高度选择 10.5 m,以便进行钢筋制作安装、架立模板和混凝土灌注等工序。

## 2.7 配套设施

墩身左、右幅之间设一部塔式吊机,一部外部电梯。混凝土浇注采用泵送,泵管附设在塔吊上。墩身施工时,每间隔 20 m 就预埋金属杆件,用于塔吊和外部电梯设备附着杆与墩身连接。塔吊用于内模内井架的整体提升,材料、小型机具、模板、钢筋等的垂直运输,外部电梯设备用于施工人员上下。

## 3 结语

与以往高桥墩施工所使用的模板相比,本桥的模板设计有以下几方面的特点。

文章编号: 0451-0712(2004)09-0043-04

中图分类号: U448.213

文献标识码: A

# 扁平箱形桥梁断面静气动力系数 雷诺数效应研究

李加武, 林志兴, 项海帆

(同济大学 上海市 200092)

**摘 要:** 在较大的雷诺数范围内测量了不同宽高比箱形桥梁断面的三分力系数, 研究了三分力系数雷诺数效应以及宽高比对断面三分力系数雷诺数效应的影响。流线型桥梁断面的阻力系数、升力系数都有明显的雷诺数效应。宽高比对断面的三分力系数雷诺数效应有明显的影响。低雷诺数风洞试验得到的三分力系数用于实桥分析时偏于保守。

**关键词:** 三分力系数; 雷诺数效应; 宽高比; 风洞实验

在桥梁抗风研究中, 三分力系数是抖振响应分析、驰振稳定性分析以及静风荷载和稳定性分析中的重要参数, 三分力系数的取值直接影响桥梁抗风分析的精度。长期以来, 桥梁断面的三分力系数的雷诺数效应一直没有引起重视, 人们一直认为具有尖锐棱角的桥梁断面中三分力系数雷诺数效应可以忽略不计。Larsen 与 Schewe 在压力风洞中测量了 Great Belt East Bridge 引桥断面三分力系数, 他们发现雷诺数  $Re = 7 \times 10^4$  的阻力系数比雷诺数  $Re = 3 \times 10^6$  的阻力系数大 14%, 而 Larose 测量了香港的 Stonecutters 桥三分力系数, 发现该桥在  $0^\circ$  攻角阻力系数随雷诺数增加而增加。因此三分力系数的雷诺数效应研究对提高抗风分析有着重要的意义。本文在雷诺数范围  $Re = 8 \times 10^3 \sim 3 \times 10^5$  内测量了不同宽高比箱形桥梁断面的三分力, 研究了三分力系数随雷诺数的变化规律, 并研究了宽高比对三分力

系数雷诺数效应的影响。

## 1 试验内容

试验在 TJ-2 风洞中进行, 风洞试验段长 15 m, 宽 3 m, 高 2.5 m。空风洞最高风速为 68 m/s, 紊流度  $\epsilon < 0.8\%$ 。测力用的是 TJ-2 风洞的汽车天平测力系统, 该测力系统由浮框式六分量应变天平、应变放大器、A/D 转换器和微机组组成。该天平阻力方向最大量程为 100 kg, 升力方向为  $\pm 60$  kg, 升力矩为  $\pm 10$  kg·m。

试验模型有 4 个宽高比, 其骨架由型钢制作, 外衣为优质三合板, 三合板外用胶纸包裹, 以便降低表面的粗糙度。图 1 为模型在风洞中的安装示意, 模型的高为 100 mm, 长为 1 800 mm, 宽度在 600~1 200 mm 可变, 试验风速变化范围为 5~50 m/s。

基金项目: 国家自然科学基金重大项目资助(编号: 59895410)

收稿日期: 2004-05-14

(1) 目前该墩正在施工, 每个循环浇注混凝土 6 m, 正常施工 3~4 d 一个循环, 日进尺可达 1.5 m, 施工的效率明显有所提高, 同时可大大减少墩身的施工缝。

(2) 外模采用大面板, 桁架结构。使用大面板可保证墩身混凝土的外观质量, 桁架结构为施工人员

提供脚手, 同时又可增加模板自身的刚度, 增加模板的使用寿命。

(3) 内外模的固定采用套筒连接。套筒连接可降低内外模板架立时的相互影响, 同时将模板拆除时的不安全因素降为最小。