

文章编号: 0451-0712(2006)11-0086-03

中图分类号: U445.36

文献标识码: B

适用于高墩小半径箱梁的移动模架设计

王齐昌, 李 海

(中交第三公路工程局有限公司 北京市 100011)

摘 要: 结合景婺黄高速公路上溪头大桥 40 m 跨径连续箱梁的实例, 介绍了 DZ40/1000 型移动模架造桥机的设计和构造, 本方法较好地解决了高墩小半径平曲线箱梁桥的施工问题。

关键词: 移动模架; 预应力混凝土; 箱梁; 设计

1 工程概况

上溪头大桥位于江西省婺源县, 是景婺黄高速公路婺源至黄山段的特大桥。上溪头特大桥分左、右线独立的两座桥设计, 左线 26 跨, 桥长 1 049.12 m; 右线 25 跨, 桥长 1 009.12 m。全桥上部构造均采用 40 m 标准跨径单箱单室直腹板等截面预应力混凝土连续箱梁, 梁高 2.3 m, 箱梁顶宽 11.74 m, 底宽 6 m。最小平曲线半径 760 m。左线设 3 联, 桥跨布置为: $8 \times 40 \text{ m} + 9 \times 40 \text{ m} + 9 \times 40 \text{ m}$; 右线设 3 联, 桥跨布置为: $8 \times 40 \text{ m} + 8 \times 40 \text{ m} + 9 \times 40 \text{ m}$ 。

桥墩采用薄壁实体墩, 平均墩高 37 m, 最大墩高 47.28 m。

2 结构设计

DZ40/1000 型移动模架造桥机为下行式结构, 能够自行倒装支撑托架, 前鼻梁设铰, 可适应箱梁小半径曲线施工。主要由主框架总成、外模系统、前主支腿、后主支腿、前辅助支腿、中辅助支腿、后辅助支腿、电气液压系统及辅助设施等部分组成, 见图 1 所示。

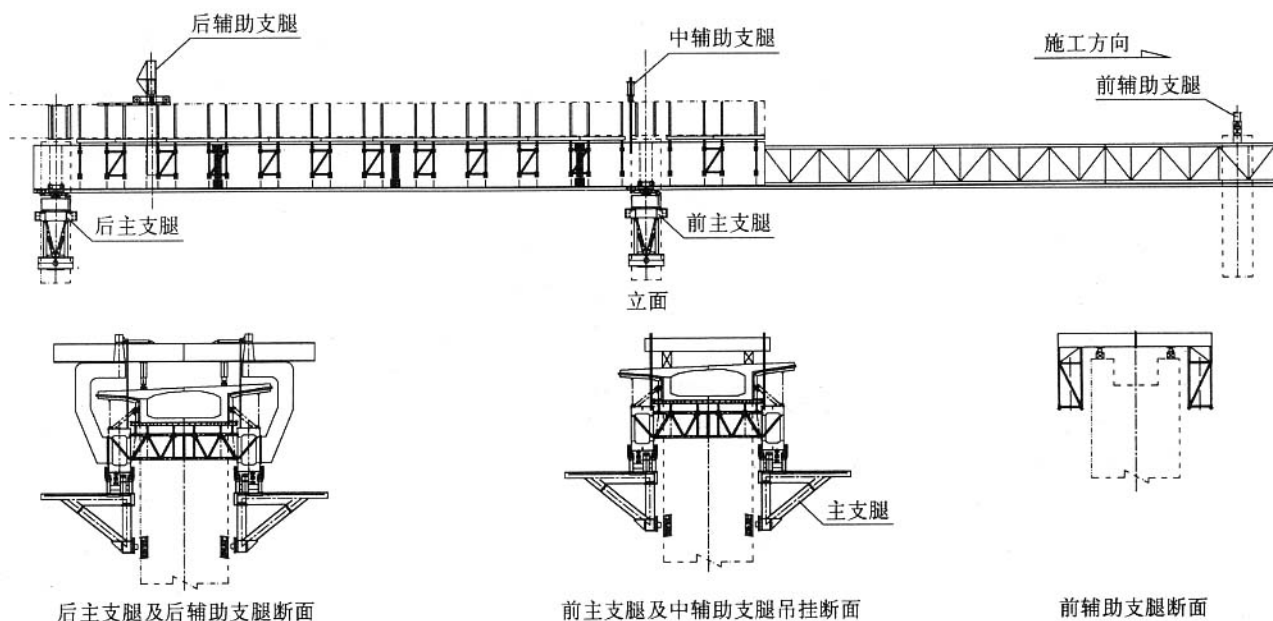


图 1 移动模架总体布置

2.1 主框架总成

主框架部分由并列的 2 组纵梁组成, 主要承托

底模桁架、模板系统等设备重量及钢筋、混凝土等结构材料重量。

每组纵梁由4节承重钢箱梁(12.5 m+12 m+2×12.5 m)和3节桁架导梁组成,全长约84 m。

钢箱梁高3 m,翼缘板宽1.6 m和1.72 m,腹板中心距1.5 m。钢箱梁接头采用螺栓节点板联结。

桁架导梁为三角形桁架结构,接头为销轴连接。桁架导梁与箱梁之间的联结形式为:一侧上下弦设置一组竖直销轴,另一侧上下弦设置可调撑杆,使得桁架导梁整体可以绕竖直销轴转动,以适应桥梁水平曲线。

2.2 底模桁架及外模系统

底模桁架及外模系统由底模桁架、底模、腹模、翼模、可调支撑系组成。底模通过螺旋千斤顶支撑在底模桁架上,底模桁架从中部剖分,每侧均与主梁相联。腹模、翼模通过可调支撑系支撑在承重钢箱梁上。

翼模及腹模可以整体旋转开启一定角度,使其与混凝土箱梁腹板分离后,随底模及主框架一起下落和横向开启。墩柱处的底模现场使用散模组立并固定牢靠。外模板应起拱,起拱度的设置应按造桥机主梁承受的由实际混凝土荷载(包括钢筋)和内模自重产生的曲线特征值进行,以使成桥后桥梁曲线与设计值吻合。而可调支撑系是用来支撑模板和调节模板的,把模板承受的力通过底模桁架传给主框架结构。

腹模按箱梁腹板最低高度设计,可以从中间分离并夹充部分模板,以适应箱梁腹板高度变化的需要。

2.3 主支腿

主支腿设置2套,由支撑托架和移位台车2大部分组成。

支撑托架由2个牛腿组成并锚固在桥墩上部。

支撑托架是造桥机的支撑基础,共设2套,每套支撑托架由相同的左右两部分组成,为三角形框架结构,下部设置剪力键,与桥墩中的预埋件相配合以承受垂向力。支撑托架的左右两部分利用 $\phi 32$ 高强精轧螺纹粗钢筋对拉与桥墩固结成一个整体。每根高强精轧螺纹粗钢筋需施加15 t的预紧力,张拉时在墩身两侧同步进行。

移位台车由托盘、纵移滑道及吊挂装置、支撑油缸、纵移油缸、横移油缸等部分组成。移位台车在横移油缸的推拉作用下在支撑托架的横梁上横向移动。横移油缸的缸端与支撑装置销接,杆端利用插销与支撑托架的横梁连接,支撑托架横梁上等距设置

若干插孔,以倒换插销位置的方式实现主梁在托架上移动。

纵移滑道与主梁腹板和导梁下弦杆相对,纵移支座上设有四氟板,以减少造桥机纵移过孔的摩擦阻力。纵移油缸每次可以将造桥机向前推进1 m,同样利用倒换插销的方式实现造桥机的推进过孔作业。

移位台车设置倒挂辊轮,可以吊挂主支腿自行过孔。主支腿过孔利用纵移油缸实现。

2.4 前辅助支腿

前辅助支腿设置在导梁前端并与导梁连接为一个整体,作为主支腿吊挂过孔时的临时支撑。前辅助支腿可以从中间剖分,以适应移动模架横向开启过孔作业的需要。前辅助支腿设置2台手动千斤顶,可以调整支腿的高度,以适应导梁上墩和主支腿前移安装的需要。

2.5 中辅助支腿

中辅助支腿由承重横梁和吊挂装置、走行系组成,在主支腿吊挂过孔前,中辅助支腿移位至指定位置并支撑在桥面上,安装吊挂装置使主框架悬吊在中辅助支腿的承重横梁上,以实现主支腿的吊挂自行过孔。走行系可实现人工推动中辅助支腿移位的作用。

2.6 后辅助支腿

后辅助支腿有3个作用:其一,浇注混凝土梁作业时作为主框架后端的吊挂;其二,吊挂主框架,实现后主支腿自行过孔,吊挂并实现主框架横向开启;其三,吊挂主框架后端并在桥面上行走,实现移动模架的过孔作业。

后辅助支腿由L形腿、滑动横梁、横移油缸和支腿等部分组成。支腿下部设走行轮系,在铺设于桥面的P60轨道上行走,在浇注状态则使轮组脱空,使承力装置支撑桥面。

2.7 液压系统

该系统由液压泵站、垂直支承油缸、纵移水平油缸、横移水平油缸、前后辅助支腿支撑油缸、控制元件及管路组成。

垂直支承为500 t和300 t机械锁定式千斤顶;水平纵移机构为行程1 100 mm的40 t千斤顶;横移机构为行程620 mm的16 t千斤顶。

2.8 辅助设施

辅助设施包括爬梯、操作平台、栏杆等。操作平台和爬梯是保证作业人员施工安全的基本要求,主

梁内侧的走道和操作平台以方便模架的开启与闭合,外侧的走道和操作平台方便模板撑杆的调整。另外还有几处爬梯以方便操作人员的上下。

3 技术参数

主要技术参数见表 1。

表 1 主要技术参数

序号	项目	技术规格及特性
1	设备型号	DZ40/1000 移动模架造桥机(自定义)
2	施工使用工法	逐跨整孔原位现浇
3	总体方案	桥面下支撑,2 根纵向主梁支撑模板系统
4	适用桥跨	跨度≤40 m,梁重小于 20 t/m 的连续预应力混凝土箱梁
5	适应纵横坡度变化	适应桥面纵坡 3.0%,横坡 4.0%
6	适应曲线半径	≥750 m
7	环境风压要求	移位时最大允许风压 150 N/m ² 浇注时最大允许风压 800 N/m ² (否则锚固)
8	整机使用总功率	约 95 kW
9	移位速度	0~1.0 m/min
10	前支点最大反力	2×430 t(48 m 浇注工况)
		2×405 t(40 m 浇注工况)
		2×320 t(32 m 浇注工况)
11	后支点最大反力	2×270 t(48 m 浇注工况)
		2×240 t(40 m 浇注工况)
		2×250 t(32 m 浇注工况)
12	主梁挠度	小于 L/500
13	过孔稳定系数	K>1.5
14	运输条件	最大单件重小于 23 t,最大单件尺寸小于 13 m×3 m×1.72 m,满足铁路、公路运输限界
15	单台总重量	430 t(不含支座处散模、端模及内模、配重)
16	设计施工周期	12 d/跨

4 主要技术特点

DZ40/1000 型移动模架造桥机采用下行式结构,利用桥墩安装支撑托架,具有良好的稳定性。

支腿设置剪力键,受力体系明确,采用高强精轧螺纹粗钢筋对拉连接,安装方便。

造桥机升降、横向开合、纵移过孔均采用液压控制,动作平稳、安全可靠,且极大地降低了劳动强度,同时提高了施工效率。

各支腿能够自行过孔就位安装,不仅方便了高桥高墩的施工,也由通常的 3 套主支腿减为 2 套,降低了施工成本。

支腿设置横向移位油缸,便于调整主框架位置,便于曲线过孔作业。

侧模高度可调,适用变腹板桥梁的施工。

5 适应上溪头大桥施工特点的关键技术

由于上溪头大桥位于半径为 760 m 的平曲线内且墩高近 50 m,因此移动模架设计做了相应考虑。

5.1 半径 760 m 的平曲线

适应半径 760 m 曲线相对较容易,只需将支撑托架(主支腿横梁)加长,即要保证主框架横向开启后的内部净宽即可。这样处理会使主支腿受力恶化。但通过准确地计算,适当增加主支腿上部对拉精轧螺纹粗钢筋的数量即可满足。

曲线过孔均有一定的难度,但无论曲线半径大小,其作业原理和作业方法都是一样的:前行加横向调整。即主框架在纵移油缸作用下前行一定距离,再利用支腿上的横移油缸进行横向位置调整,主框架到合理位置后再继续前行,如此反复作业,完成过孔。

针对半径为 760 m 的曲线半径,过孔作业只是增加横向调整的位移量和横向调整次数。

5.2 关于高墩

墩身的增高,支腿已不太可能采用汽车吊进行倒装,加之本标段位于山区,使支腿借助外界起重设备倒装难度进一步加大,使支腿自行倒装成为首选方案。

支腿自行倒装需要解决以下 2 个问题:一是支腿要吊挂走行、导梁前段需增加前辅助支腿、主框架中部需增加中辅助支腿,以避免主支腿前移时跨度太大;二是后辅助支腿需要在桥面走行。以上 2 个问题在设计时均已考虑,可保证支腿的自行倒装。

6 结语

移动模架施工工艺是解决类似于上溪头大桥多跨高墩连续箱梁施工的有效方法,支腿自行倒装节省了大型起重设备的费用,并使移动模架能适应水中施工。实际施工中最短施工周期达到 9 d/跨。通过合理有效地施工组织,能大大缩短工期并保证安全。