

文章编号: 0451-0712(2006)12-0060-03

中图分类号: U445.33

文献标识码: B

部分斜拉桥宽幅挂篮设计方案

唐 俊, 李 冰

(中铁四局集团第六工程有限公司 芜湖市 241000)

摘 要: 针对柳州三门江双塔双索面部分斜拉桥, 国内首座整幅悬臂浇注的顶宽为 41 m 的箱梁, 文中介绍了具有系杆拱底篮的非平行弦菱形挂篮方案和具有贝雷梁底篮的轻型三角挂篮方案, 并着重介绍了实际应用方案, 为宽幅悬臂浇注和部分斜拉桥挂篮设计提供借鉴。

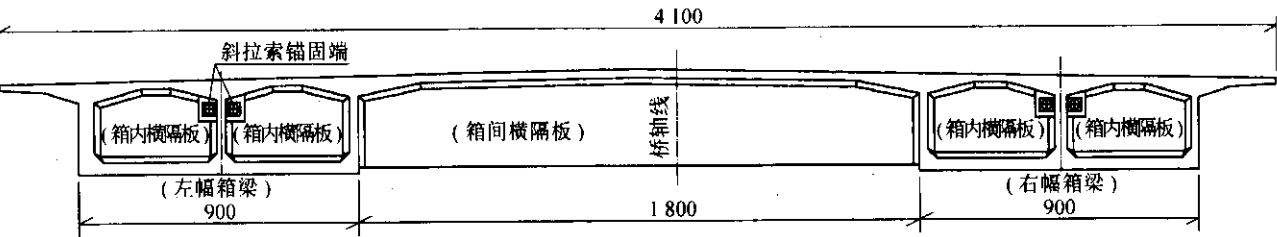
关键词: 宽幅桥梁; 挂篮; 方案; 研究

1 三门江大桥概况

三门江大桥位于广西柳州市三门江国家森林公园下游, 横跨柳江。主桥全长 360 m, 跨径组合为 100 m + 160 m + 100 m, 为双塔双索面部分斜拉桥。箱梁顶宽为 41 m, 整幅浇注, 其跨径和梁顶宽度在同类型桥梁中名列前茅。

主梁采用分离式双主箱断面, 预应力混凝土箱

形截面, 直腹板, 梁高 2.36~6.05 m, 梁底设置二次抛物线, 全截面梁顶宽为 41 m。每个分离式箱梁宽 9 m, 为单箱双室截面, 翼缘悬臂长 2.5 m, 见图 1 所示。每节段箱间与箱内设 1 道 0.3 m 厚(无拉索段)、0.35 m 厚(有拉索段)横隔板, 一般横隔板高为 2.02 m, 每隔 5 个节块设置 1 道与箱梁等高的大横隔板。



单位: cm

图 1 主梁断面

主、边跨各有 20 块用挂篮悬臂浇注节段, 其中 2~6 号块长 3 m, 7~10 号块长 3.5 m, 11~21 号块长 4 m。采用 C50 混凝土, 最大悬浇节段重量 4 268 kN。

2 挂篮设计特点

部分斜拉桥是介于刚构桥和斜拉桥之间的一种刚构与斜拉协作体系桥梁。针对该桥的结构特点, 从挂篮设计的角度看主要有以下特点。

(1) 既要适用于无索段施工, 又要适用于有索段施工, 先移篮后挂索。斜拉索净间距为 87.5 cm, 主桁架及后锚宽度控制在 70 cm 以内, 可满足有索区的

安装要求。

(2) 整幅浇注, 解决左右幅箱室间横隔板、桥面下支架设计以及挂篮的移篮问题。

(3) 宽幅面浇注时, 底篮构造要合理, 合理布置吊杆位置, 保证挂篮底篮均匀沉降。

(4) 临时荷载, 挂篮自重和所有临时荷载总重控制在 2 000 kN 以内。

3 挂篮方案设计

为适应该桥挂篮的设计特点, 通过对国内常用的滑动斜拉式挂篮、菱形挂篮、弓弦式挂篮、三角形

组合梁式挂篮等比选,最终拟定以下 2 种方案进行比选。

(1)非平行弦菱形挂篮。

选用非平行弦菱形结构作为挂篮承重主桁架,分左右幅 2 个独立单元。挂篮前移时尾部充分利用箱梁竖向预应力平衡倾覆力矩以取消平衡重。吊升系统采用 $\phi 32$ 精轧螺纹钢筋和 40Cr 合金钢,使锚固、装拆方便、调整简单。

底篮部分:左右幅箱室下采用 2[40 b 槽钢设置

前后托梁。左右幅箱间在横隔板下设 $\square 1200 \times 575 \times 20$ 钢板组合梁,桥面板下设矢跨比 1/7 的钢管系杆拱架,拱架在挂篮前移前下放至横隔板底标高以下,挂篮移到位后再将拱架提升至设计标高位置。主拱管上设钢管立柱,立柱顶面设分配梁与底模面板。在两侧内腹板下设置 $\square 760 \times 710$ 钢板组合的主纵梁,横隔板下钢板组合梁与系杆拱架均与主纵梁连接。

该挂篮移篮时先移菱形桁架,再移底篮就位。非平行弦菱形挂篮方案见图 2 所示。

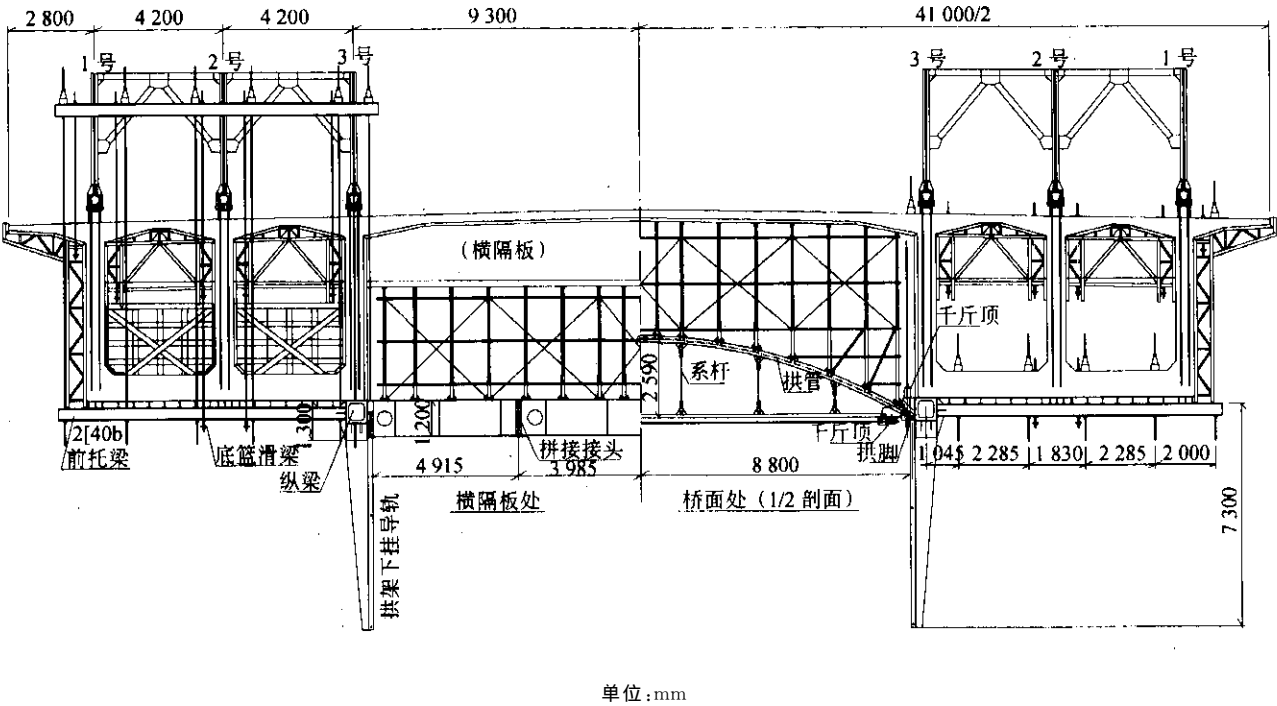


图 2 非平行弦菱形挂篮方案

(2)轻型三角桁架式挂篮。

挂篮由主承重系统、底模系统、内外模板系统、悬吊系统、走行及锚固系统组成。

挂篮的主承重系由主梁、立柱、斜拉带组成三角桁架。由 8 榀三角架形成 3 个独立的单元。左右幅箱室上 3 榀桁架和中部横隔板上 2 榀桁架各由横联与前、中、后横梁组合成独立单元。

挂篮主承重系的 3 个单元在浇注混凝土时共同承受悬浇梁段的重量,在挂篮前移时又可单独走行。桁架主梁分上、下主梁,由高强螺栓连接,其断面采用 2[36 槽钢,并在其上加盖 16 mm 厚钢板及两侧加焊 12 mm 厚钢板组成箱形截面。桁架立柱采用格构形状,由 L80 \times 8 角钢、[10 槽钢与 10 mm 厚钢板组焊而成。斜拉带采用 2[20a 槽钢与钢板组焊,每榀三角架上共设置 2 组斜拉带。横联设计为平面桁架结

构,由 L75 \times 6 角钢组焊而成。每个单元分别设置的前、中、后横梁均采用由型钢与钢板组焊的箱形结构。底篮前后托梁采用单层双排贝雷梁。

挂篮悬吊系包括悬吊前托梁的 $\phi 32$ 精轧螺纹钢筋、后托梁的锚杆、扁担梁与升降装置等。前托梁上共布置 14 个吊点,分别悬吊于挂篮主承重系的 3 个单元。后托梁共设置 14 个锚点,其中 2 个锚点悬吊于箱梁翼板之上,其余均锚于底板、桥面板上,后托梁锚杆采用 40Cr 与 $\phi 32$ 精轧螺纹钢筋相结合形式。

轻型三角桁架式挂篮见图 3 所示。

4 方案的优缺点

以上 2 种方案均能适用于该箱梁悬浇施工。非平行弦菱形挂篮方案底篮部分更具针对性,具有结构轻巧、移篮方便、受力合理的特点。

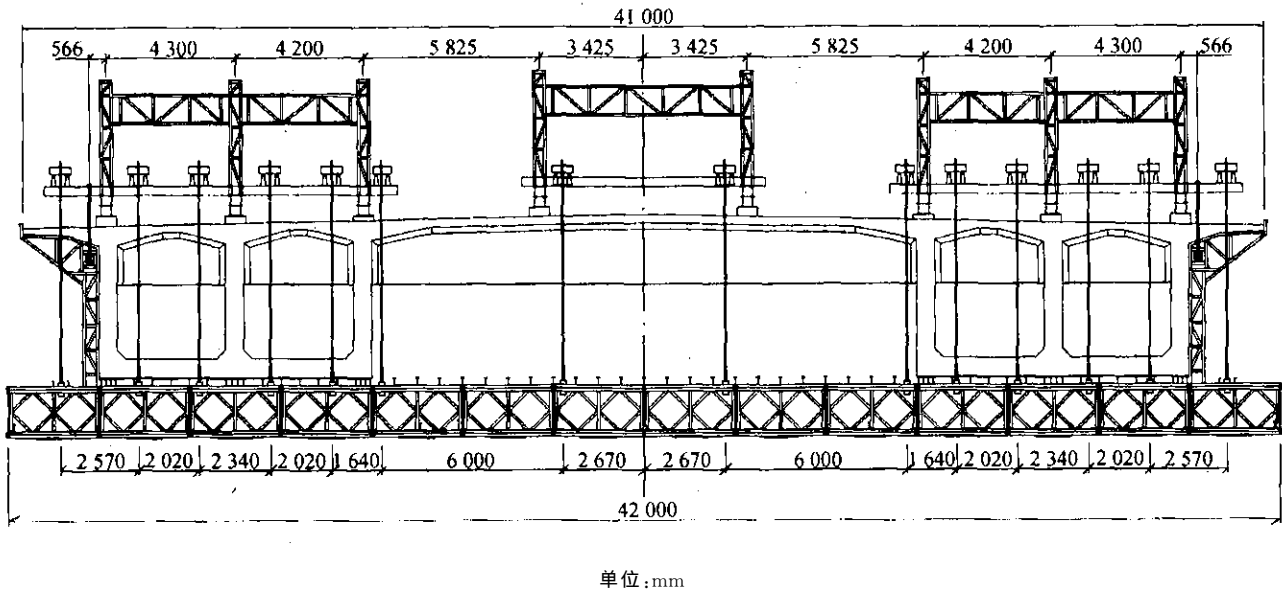


图 3 轻型三角桁架式挂篮方案设计

轻型三角桁架式挂篮结构稳定,底篮部分采用贝雷梁作为前后托梁,具有构造简单、充分利用周转材料的特点。通过对各方案特点的分析,比选后最终采用轻型三角桁架式挂篮方案作为实施方案。

5 挂篮结构受力分析

该轻型三角桁架式挂篮设计,除满足挂篮受力强度、刚度、稳定性及抗剪能力外,还需考虑中间 2 桁架后锚点、前支点、后吊点对箱梁混凝土结构的作用。

(1)挂篮结构验算。

采用手算结果与有限元分析软件midas/civil 的计算结果进行对照分析的方法,验算结果见表 1。

表 1 最不利节段荷载下桁架验算结果

序号	部位	杆件最大应力 MPa	桁架挠度 mm	结论
1	1 号三角桁架(桁 1)	-76.10,+68.64	10	符合规范 要求
2	2 号三角桁架(桁 2)	-101.54,+91.58	12	
3	3 号三角桁架(桁 3)	-84.20,+75.95	11	
4	4 号三角桁架(桁 4)	-40.57,+36.59	5	

- 注:①三角桁架以桥轴线对称布置,图 3 中从左至右顺序编号为桁 1、桁 2、桁 3;
- ②由节段重量和长度得到浇注 11 号块时三角桁架受力最大,浇注 5 号块时底篮纵梁、后吊杆受力最大;
- ③表中最大应力栏中,“-”表示压应力,“+”表示拉应力;
- ④挂篮杆件均采用 Q235 钢,其抗拉、抗压和抗弯设计强度为 215 MPa;
- ⑤挂篮整体允许最大变形为 20 mm。

(2)对箱梁混凝土结构的作用。

通过对挂篮后锚点、前支点、后吊点在箱梁上布

置部位的分析,中部 2 个桁架对箱梁桥面板、横隔梁的作用最不利,因此取其反力对箱梁混凝土结构进行验算。采用有限元分析软件 ANSYS 验算,结果见表 2。

表 2 中部桁架后锚与底篮后吊杆对箱梁作用的验算结果

序号	部位	箱梁混凝土最大正应力/MPa	结论
1	浇注 2 号节块时	-5.79,+0.61	符合规范 要求
2	浇注 3 号节块时	-5.60,+1.17	
3	浇注 5 号节块时	-5.93,+0.2	
4	浇注 11 号节块时	-6.01,+0.4	

- 注:①表中最大应力栏中,“-”表示压应力,“+”表示拉应力;
- ②设计规范要求箱梁混凝土最大正拉应力 $\sigma_{tp} \leq 0.85f_{tk} = 2.24 \text{ MPa}$,最大正压应力 $\sigma_{cp} \leq 0.6f_{ck} = 19.44 \text{ MPa}$ 。

6 结语

该轻型三角桁架式挂篮,通过在三门江大桥中的应用,能满足该桥特殊主梁的悬臂浇注施工。文中对 2 种不同结构挂篮方案设计进行说明,并分析其优缺点,可为同类型的挂篮设计提供借鉴。

参考文献:

[1] JTJ 041-2000,公路桥涵施工技术规范[S].

[2] GB 50017-2003,钢结构设计规范[S].

[3] JTG D62-2004,公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].

[4] 李自光. 桥梁施工成套机械设备[M]. 北京:人民交通出版社,2003.