

# 浅谈采用菱形挂篮对称悬臂浇注施工方法

钟 威

(广州市第三市政工程有限公司, 广东广州 510000)

**摘 要:**菱形挂篮由菱形桁架、提吊系统、走行和锚固系统及模板系统4部分组成。该文通过某工程预应力混凝土连续箱梁采用菱形挂篮对称悬臂浇注施工的实例,详细介绍了菱形挂篮的各组成系统及行走施工程序,并总结了其施工特点。

**关键词:**预应力混凝土连续箱梁;菱形挂篮;对称悬臂浇注;施工方法

**中图分类号:**U445 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2007)02-0053-03

## 1 工程概述

国道G105线番禺钟村飘峰至碧江段改建工程起于广州市番禺区钟村镇飘峰,经聚龙东、胜石,跨胜石河,然后接钟村镇。新修建的道路与105线旧线相接,路线全长7.897 8 km。该项目有多座桥梁工程,其中跨碧江特大桥长731.44 m,桥面宽16 m,主桥有3孔预应力混凝土连续箱梁(65 m+100 m+65 m),位于2#~14#段。

在该工程中,对2#~14#段预应力混凝土连续箱梁采用菱形挂篮对称悬臂浇注施工法,另0#段、1#段与16#段在承台上搭设临时支架进行浇注。混凝土都采用商品混凝土,混凝土输送泵进行混凝土运输,采用塔吊进行施工材料、机具设备的垂直运输。

对于采用菱形挂篮对称悬臂浇注施工法的2#~14#段,采取先T构后连续的方法,即先按T构悬臂浇注施工,后合拢经体系转换为连续梁。施工前制作2对4个挂篮,先完成16#、17#墩T构及边跨支架现浇梁的施工,再按先边跨后中跨的

顺序施工合拢梁段。

## 2 菱形挂篮

菱形挂篮由菱形桁架、提吊系统、走行和锚固系统及模板系统4部分组成。如图1所示,菱形木形架、菱形桁架是菱形挂篮的主要承重结构,桁架分两片立于箱梁腹板位置,其间用角钢组成平面联接系,每片桁架除斜杆用2[30cA3槽钢组焊而成外,其余均由2[30bA3组焊,节点处用20 mm节点板和M30螺栓连接。前上节点处和前上横梁连接,前上横梁由[16aA3组焊而成桁架结构,上设10个吊点,其中4个吊外侧模,2个吊内侧模,4个吊底模架。

### 2.1 提吊系统

提吊系统中,前吊带的作用是将悬臂浇注的底板、腹板混凝土及底模板重量传至桁架上。前吊带由160×32和160×20两种18 Mn钢板用 $\phi 50$ (20CrMnTi)钢销组合而成。前吊带下端与底模架前横梁销接,上端吊在前上横梁上,每组吊带用2个320 kN手动千斤顶及扁担梁调节底模标高。

后吊带的作用是将底模架荷载传至已成的箱梁底板。后吊带用3块160×32的16 Mn钢板加工而成,上部设置调节孔,以适应梁底板厚度的变

收稿日期:2006-11-13

作者简介:钟威(1980-),男,广东韶关人,助理工程师,现从事市政工程施工管理工作。

不少于孔洞最大尺寸加100 mm与管材同样材质的圆形板;管壁局部出现裂缝,当裂缝长度不大于管的周长的1/12时,可在其裂缝处粘贴长度大于裂缝长度加100 mm,宽度 $\leq 60$  mm与管材同样材质的板,板两端要切割成圆弧形。

修补前应将管内的积水排清,用刮刀将管壁面破损处剔平修整,并用清水清洗干净。对异型壁管,必须将贴补范围的肋剔除掉,再用砂纸或挫刀磨平。粘贴前先用环己酮刷粘贴部位基面,待干后快涂刷黏结溶剂进行粘贴。外贴用的板材宜采用从相同直径的管道管材的相应部位切割的弧形板。外贴板材的内侧同样必须先清洗干净,采用环

己酮刷粘贴部位基面再涂刷黏结溶剂。

对 $\geq 20$  mm的孔洞,在粘贴完成后,可用土工布包缠固定,24 h后即可土方回填;对 $> 20$  mm的孔洞,在粘贴完成后,可用铅丝包扎固定。在管道修补完成后,对管底的挖空部位按支承角的两倍的要求用粗砂进行回填密实。当管道损坏部位的大小超过规范要求时,应将损坏的管道更换。当更换的管道与已铺的管道无专用连接管件时,可采取砌筑检查井或连接井连接。

### 参考文献

[1] GB 50268-97, 给水排水管道工程施工及验收规范[S].

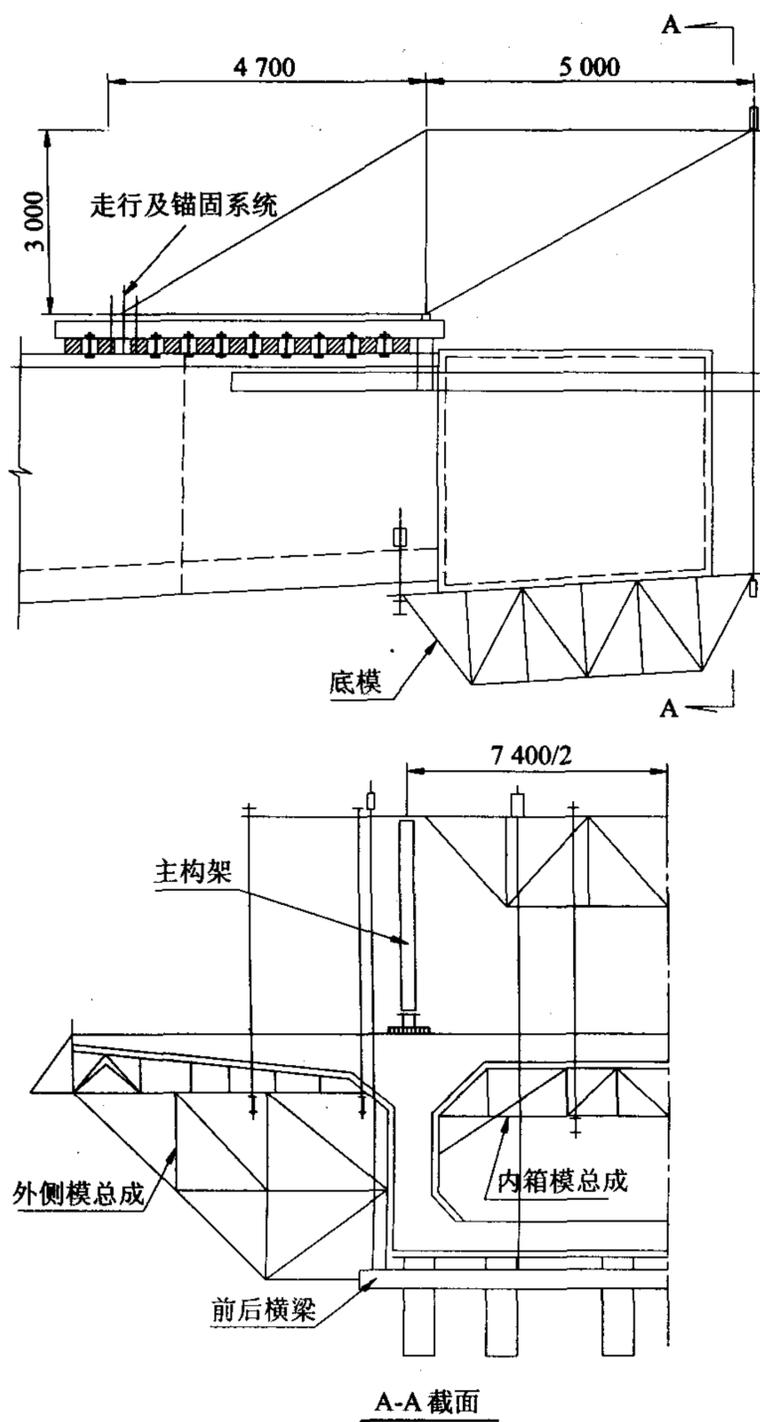


图1 菱形挂篮总装图

化,下端与底模架后横梁销接,上端穿过箱梁底板(预留孔),每个吊带用2个320 kN手动螺旋千斤顶及扁担梁支承在已成箱梁的底板上。

## 2.2 模板系统

箱梁外侧模外框架由 $\angle 75 \times 75 \times 6$ 和[12组焊而成,模板围带用[10,模板采用大块钢框胶合板模板组装而成,根据梁段的高度和长度可随意接拼和拆卸。外侧模支承在外模走行梁上,后端通过吊杆悬吊在已浇好的箱梁顶板(在浇注顶板时设预留孔),后吊杆与走行梁间设有后吊架,后吊架上装有滚动轴承,菱形挂篮行走时,外侧模走行梁与外侧模一起沿后吊架滑行。

内模由内模框架以及组合钢模等组成。内模安置在由内模桁架、竖带和斜支撑组成的内模框架上,内模框架支承在内模走行梁上,走行梁前端通过倒链悬吊在前上横梁上,后端通过吊杆悬吊在已浇好的箱梁顶板上(在浇注顶板时设预留孔),后吊杆与走行梁间设有后吊架,后吊架上装

有滚动轴承,菱形挂篮行走时,外侧模走行梁与内模走行梁一起沿吊架滑行。

底模由底模架和底模板组成。底模纵梁为桁架式,用[12及 $\angle 75 \times 8$ 组焊而成,前后横梁用2[40A3槽钢制作。底模为钢框胶合板模板,用18 cm $\times$ 16 cm $\times$ 858 cm方木垫在底模架上,宽度比箱梁底小8 mm,两外缘固定5~6 mm橡胶条。在浇注混凝土时,外模与底模夹紧,以防漏浆。底模架前端连有角钢可组成操作平台。

## 2.3 走行及锚固系统

菱形挂篮走行系统在两片桁架下的箱梁顶面铺设两根轨道(轨道用钢板组焊,按梁段长度制作,锚固在竖向筋上)。主桁后端设有后支座,后支座用反扣轮沿轨道下缘滚动,不需要加平衡重,用两个5 t手动葫芦牵引,菱形挂篮即可前移。

锚固系统:菱形挂篮是用 $\Phi 25$ 精轧螺纹钢和后锚扁担梁把菱形桁架后节点锚固在轨道上的。每片桁架用6根精轧螺纹钢,整套菱形挂篮用12根精轧螺纹钢。

## 2.4 菱形挂篮拼装及试验

菱形挂篮在0#、1#段上拼装前,在工地进行试拼,并试压,测出非弹性变形和弹性变形值。墩顶0#、1#段施工完毕后开始拼装已加工好的菱形挂篮,拼装时按构件编号及总装图进行。拼装程序是:走行系统 $\rightarrow$ 菱形桁架 $\rightarrow$ 锚固系统 $\rightarrow$ 底模板 $\rightarrow$ 内外模。

拼装及试验要点:(1)在箱梁腹板顶面铺好钢枕、木枕,在竖向预应力筋位置,连接好轨道连接杆(连接杆用45#钢加工而成),从0#段中心向两边安装长3 m轨道各两根,抄平轨顶面,量测轨道中心距,确认无误后,用加工好的螺帽把轨道锁定;(2)由于受起重能力限制,桁架分两片安装,先吊装一片并加以临时支撑后,再吊装另一片,随后安装两片之间的联结系;(3)用 $\Phi 25$ 精轧螺纹钢及扁担梁将桁架后端锚固在轨道下钢枕上,然后吊装前上横梁及前后吊带;(4)吊装底模架及底模板,如受起重能力限制可先吊装底模架,后安装底模板;(5)吊装内模架走行梁,并安装好前后吊带,安装外侧模。安装前将外侧模走行梁插入外模框架内,并安装好前后吊架吊带,将外侧模吊起,用5 t倒链拖动外侧模至1#梁段位置;(6)根据菱形挂篮试验测出的弹性变形及非弹性变形值,再加上线形控制提供的立模标高定出2#梁段的立模标高;(7)在施工前进行荷载试验,以检验菱形挂篮各主要部件受力情况及菱形挂篮的整体变形,以便指导施工。

## 2.5 菱形挂篮行走

每个T构从2#段开始,对称拼装好菱形挂篮后,即进行2#段的悬臂灌注施工,施工完2#段后,菱形挂篮前移至3#梁段,其行走程序如下:(1)2#梁段顶面找平铺设钢木枕及轨道;(2)放松底模架前后吊带,底模架后横梁用2个10t倒链悬挂在外模走行梁上;(3)拆除后吊带与底模架的联结;(4)解除桁架后端长锚固螺杆;(5)轨道顶面安装2个5t倒链,并标记好前支座移动的位置(支座中心距梁端60cm);(6)用倒链牵引前支座,使菱形桁架、底模、外模一起向前移动,注意T构两边菱形挂篮要对称同步前移,以免对墩身产生较大的不平衡弯矩;(7)移动到位后,安装后吊带,将底模架吊起;(8)解除外模走行梁上的一个后吊带,将吊架移至2#梁段顶板预留孔处,然后再与吊带联结,用同样的办法将另一吊架移至2#梁段处;(9)调整立模标高后,重复上述施工步骤进行3#梁段的施工,直至14#梁段。

## 3 对称悬浇施工

在0#、1#段浇注后,达到设计张拉强度时进行预应力张拉并压浆,在0#、1#段上拼装菱形挂篮,进行2#~14#梁段的平衡对称悬浇施工。

悬浇的施工程序是:菱形挂篮就位→调整底模、外侧模板标高→绑扎底板及腹板钢筋、安装竖向预应力钢筋和管道→整体内模就位→支立堵头模板→安装纵横向预应力管道→绑扎顶板钢筋→搭设混凝土施工平台→灌注混凝土→养生、穿束→混凝土达100%设计强度时进行张拉→压浆封端。其中预应力管道随梁段悬臂灌筑而逐段接长。

### 3.1 悬浇各工序

在该工程中,悬灌段施工开始头几个节段,由于各工序的衔接不理想,操作不够熟练,一节箱梁的施工周期长些。通过一段时间的实践,掌握了施工规律,各工序操作熟练程度有所提高,施工周期可缩短到平均7d,甚至6d,周期内各工序所用时间见表1。

### 3.2 混凝土灌注

在灌注混凝土前,每个梁段均在顶板上搭设混凝土施工平台,作业人员及施工机具均在施工平台上活动和放置,以免压坏钢筋网及预应力管道。当用输送泵灌注时,底板混凝土由输送泵直接泵入内箱,当用塔吊灌注时,在顶板上开口设漏斗和串筒。浇筑底板,腹板混凝土浇注应视梁

表1 悬灌段各工序施工时间表

序号	工序	时间(h)
1	移菱形挂篮	4
2	安装底模、外侧模	4
3	绑扎底板钢筋、安装管道	12~16
4	安装内模	3
5	绑扎顶板钢筋、安装顶板管道	8~12
6	浇注混凝土准备	2
7	浇注混凝土	15~18
8	混凝土养护、拆模、穿束	72~84
9	预应力束张拉	12
10	压浆	8
11	总计	140~163

体高度而决定浇注方法,梁体较高时,在腹板上口处布设帆布串筒,将混凝土串入腹板下部,以免混凝土离析,顶板处三向管道较多,灌注时要注意保护波纹管不受损坏,在锚垫板处要特别注意灌注质量,必须保证混凝土粗骨料和砂浆不离析,振捣密实。

混凝土灌注按由前往后,两腹向中对称浇注的顺序进行,即先灌注梁节前端,后灌注梁节后端,从两腹板向中间推进,采用水平分层法施工,分层厚度以30cm为宜。为保证T构两端的平衡,混凝土灌注时要两端交错对称进行,两边数量差不超过2m<sup>3</sup>。混凝土终凝后,应立即进行洒水养护,梁端头表面在混凝土达到规定强度后,作凿毛处理。

## 4 结语

采用菱形挂篮对称悬臂浇注施工法,大部分工序与预应力混凝土连续箱梁的通用施工方法类似,本文对其不同点作了上述的介绍。

通过该工程的施工实践,对菱形挂篮的施工特点有了深刻的认识。与国内现有各式挂篮比较,采用的菱形挂篮有以下主要优点:

(1)外形美观,结构简单,杆件受力明确,计算简便。

(2)作业面开阔,便于材料与机具从两片桁架中间通过,运至要施工的部位,能加快梁段施工进度。

(3)无平衡重,移动操作方便,就位准确,走行平稳。外模、底模随桁架一次移动到位。移动一次只需2~4h。

(4)菱形挂篮自重轻,利用系数(梁段最大重量/菱形挂篮重量)可达3.46,是目前利用系数最高的菱形挂篮。

# 沉入式混凝土套箱围堰在桥梁承台施工中的应用

贾东章

(兰州市政建设集团有限责任公司, 甘肃兰州 730030)

**摘要:** 该文结合兰州市新城黄河大桥的施工实践, 介绍了沉入式混凝土套箱围堰的设计、制作及在深水承台施工中的施工技术与方法。该方法在确保施工安全、加快施工进度、降低施工成本方面具有显著的效果。

**关键词:** 桥梁基础; 套箱围堰; 承台; 承台施工

**中图分类号:** U443.162 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-7716(2007)02-0056-03

## 0 前言

沉入式混凝土套箱围堰技术是桥梁基础深基坑支护和封水的施工方法, 主要适用于河道宽度有限、水流较急, 河床地质以砾石、卵石和砂岩为主的深水基础。其施工工艺简便, 设备投入少, 可以减小开挖断面, 对河道防洪通航影响小, 安全有保证, 施工成本较低, 在黄河上游跨河桥梁的施工中多次应用。

## 1 工程概况

### 1.1 设计概况

新城黄河大桥位于兰州市西固区, 主要承担国道 312 线和国道 109 线的跨河交通任务, 也是兰州市西大门的重要枢纽。新建桥梁共五跨, 总长 320 m, 跨度为 30 m+30 m+75 m+110 m+75 m, 桥宽 19m, 为双向 4 车道。设计荷载标准为城-A 级, 主桥上部结构为三向预应力钢筋混凝土连续箱梁, 下部结构为扁圆形柱式墩, 钻孔灌注桩和承台基础, 承台为 17.5 m×10.5 m。其中主桥 1# 墩和 2# 墩位于主河道内。

### 1.2 水文地质

桥位处水位季节性涨落明显, 根据水文资料统计, 10~3 月为枯水期, 4~9 月为洪水期, 而且由于洪水期上游刘家峡水库放水, 每天水位上涨两

次; 正常水深 1~4 m, 洪水期水深 6 m。桥址河床处地层的主要岩性从地表向下依次为卵石层、砂质泥岩、砂岩, 其中卵石层厚 1~3 m, 质地坚硬, 透水性强, 且粒径大小不等, 局部含有孤石; 砂质泥岩含砂量大, 具泥岩结构, 上部风化程度严重, 遇水易碎和坍塌; 砂岩致密坚硬, 主要以夹层形式存在于泥岩中。

## 2 问题的提出及方案的确定

### 2.1 问题提出

该桥开工时黄河水正处于冬季枯水期, 为了钻孔灌注桩施工, 施工前先在河道 1#、2# 墩位处用块石铅丝笼、砂卵石筑岛形成了两个 40 m×30 m 的钻孔平台, 并在平台与两岸之间架设了钢便桥, 由此原来宽度为 250 m 的河道过水断面减至 150 m, 水位增高, 水流阻力变大, 而钻孔灌注桩完成时河水进入汛期并随时有上涨的可能。按照设计, 承台位于河水最深处的河床卵石层内, 从平台顶面至承台底深度达 12.4 m。此时施工承台将面临较大的困难, 但是如果等待至枯水时期施工, 将出现长时期的待工, 工程施工要跨越两个冬季, 总工期延长 1 年, 工程成本增加。因此在最短的时间内安全地完成承台浇注是全桥施工的关键, 必须想尽一切办法解决承台施工的技术问题。

### 2.2 方案确定

根据河道地质情况、河水流量、流速、现场条件, 以承台施工的质量和安全性为前提, 拟定了 4 种方案进行比较:

收稿日期: 2006-08-17

作者简介: 贾东章(1971-), 男, 甘肃人, 高级工程师, 副总工程师, 从事道桥施工技术工作。

(5) 桁架纵向安装尺寸小, 只要有 12 m 的起步长度即可安装两套菱形挂篮。

(6) 菱形挂篮刚度大, 弹性变形小, 在立模时一次调整标高, 避免了施工过程中底模标高的多次调整。

(7) 外模板运用了钢框胶合板模板, 既减轻了菱形挂篮重量, 又提高了外表质量。

### 参考文献:

- [1] JTJ 041-2000, 公路桥涵施工技术规范[S].
- [2] 王穗平. 桥梁构造与施工[M]. 北京: 人民交通出版社, 2002.
- [3] 朱建华. 预拌混凝土和预制构件生产质量控制[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001.
- [4] 胡兆同, 陈万春. 桥梁通用构造及简支梁桥[M]. 北京: 人民交通出版社, 2001.