

挂篮技术在超宽横隔墙箱梁的应用探讨

周日瑜 冯前进 金志进
广东水电二局股份有限公司

摘要:目前我国悬臂挂篮技术已经比较成熟,但所应对的施工领域也越发的复杂和困难,而这也导致技术结构也会变得复杂,施工技术要求将不断的提高。基于此,以石滩大桥为例,针对石滩大桥主桥超宽横隔墙箱梁,进行悬臂挂篮设计及施工技术探讨。

关键词:超宽;横隔墙;挂篮设计及施工技术
【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.03.049

工程概况

石滩大桥主桥箱梁采用预应力混凝土结构,变高度斜腹板单箱双室宽幅断面,顶板宽26.24m,外侧悬臂板长4.5m,内侧悬臂板长3m,因斜腹板影响,底宽15.04~17.04m。箱梁根部梁高4.5m,跨中梁高2.5m,箱梁高度按二次抛物线变化。中跨直线长18m,边跨直线长17.88m。中间腹板为直腹板,外腹板为斜腹板,厚60~90cm;顶板厚度28~80cm,底板厚32~105cm,斜拉索锚固点布置在箱梁外侧横隔墙处,横隔墙厚60cm。

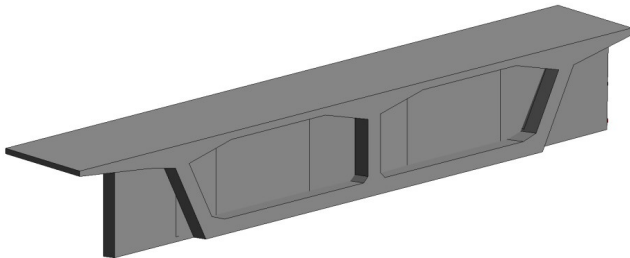


图1 箱梁三维图

一、挂篮设计

根据石滩大桥主桥箱梁箱梁的特点,对传统挂篮进行优化,在底篮系统下合理设置滑道梁,解决桥面超宽的问题,优化外侧模吊挂系统,解决因横隔墙导致外侧模无法按照常规方式与挂篮同步前移的问题。本次挂篮主要由主桁系统、行走系统、锚固系统、底篮系统、悬吊系统、模板系统及施工平台组成。

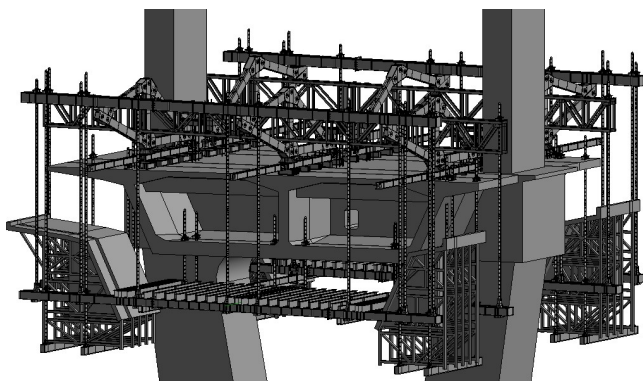


图2 挂篮总体图

(一) 主桁系统

主桁系统采用菱形桁架结构,是挂篮的主要受力构件,主要由菱形桁架、销轴、横向平联桁架、前上横梁等部件组成。由3榀菱形主桁架、横向联结系组成。3榀主桁架中心间距为8.4/8.6m,中心高3.5m。

(二) 行走系统

箱梁顶板宽26.24m,挂篮前移时,后下横梁跨度大,按照传统思路设计,利用2HN400×200和2[14组成桁架结构形式,后下横梁最大组合应力为520.3MPa>215MPa,竖向挠度93.5mm>20mm,强度和刚度均不满足要求。

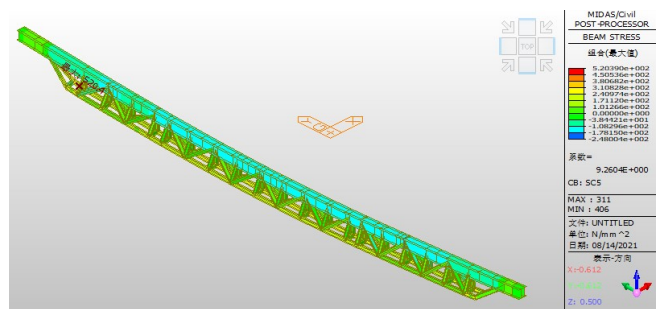


图3 后下横梁组合应力 (Mpa)

为了确保结构强度及刚度,创新性采用后下横梁+滑道梁的结构形式,滑道梁前端吊挂在前下横梁,后端利用2个吊挂滚轮吊挂在已浇筑梁段上。

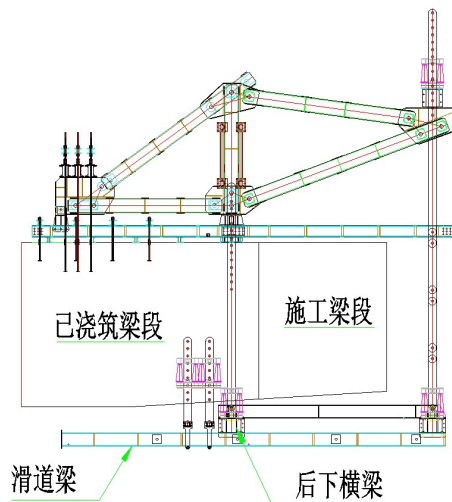


图4 后下横梁+滑道梁侧面图

在滑道梁支撑作用下,挂篮前移时,前、后横梁最大拉应力为7.3MPa<215MPa,满足要求。底篮前、后横梁最大竖向变形为-6.2mm,由此可知,创新性采用后下横梁+滑道梁的结构形式后,不仅可确保结构强度和刚度,还节约成本。

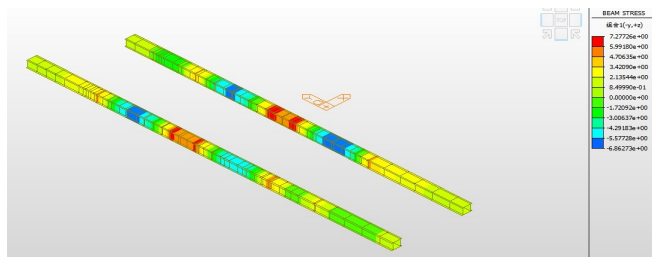


图5 空篮行走时底篮前、后横梁上缘应力云图 (MPa)

行走系统主要由行走轨道、滑座、吊挂滚轮、轨道压梁、轨道垫梁和滑道梁等部分组成。

挂篮前移时,采用3个32t液压千斤顶作动力,行走时用一根较长的 $\Phi 32$ mm精轧螺纹钢一头锚固在轨道前端,一头锚固在挂篮前支点32t千斤顶上,千斤顶推动前支点滑动带动整个挂篮前移。

(三) 锚固系统

锚固系统为主桁系统的自锚平衡装置,主要由扁担梁、精轧螺纹钢、连接器螺帽、垫块等部分组成。

当挂篮在灌注混凝土时,后端利用 $\Phi 32$ mm精轧螺纹钢(外套PVC保护管)穿过预埋孔对拉在已浇注的梁段顶板上,后锚梁采用双拼槽钢,单片菱形架设置3根后锚梁,6根后锚吊杆,后锚吊杆通过梁体在边腹板预埋精轧螺纹钢和顶板上预留孔锚固,锚固时需加设斜垫块,以保证后锚杆垂直受力。

(四) 底篮系统

底模平台直接承受梁段混凝土重量,并为立模,钢筋绑扎,混凝土浇筑等工序提供操作场地。其由底模板、纵梁和前后下横梁组成。

(五) 悬吊系统

悬吊系统用于悬吊底篮系统和外侧模。并将底篮系统、侧模的自重、梁段混凝土重量及其他施工荷载传递到主桁系统和已成梁段上。悬吊系统包括底篮系统前后吊杆、侧模导梁前后吊杆、滑道梁吊杆。

1. 底篮系统吊杆

底篮前后横梁各设8个吊点,底篮前、后吊杆采用钢板吊带。

2. 侧模导梁吊杆

根据箱梁横隔墙的特点,传统方式的侧模已不适用,为了确保挂篮前移不受横隔墙影响,拟采用平台+钢管支架+木模或外侧模整体上下升降方式。

(1) 平台+钢管支架+木模方式

利用底篮搭设外侧模支撑平台,浇筑混凝土时,在支撑平台上搭设支架及模板,挂篮前移时,拆模支架及模板,本方式无需吊杆,但每梁段均需搭设、拆除支架模板,工序较多,工期较慢。

(2) 外侧模整体上下升降方式

与传统方式一致,采用整体式钢模,传统外侧模吊挂点位于已浇筑梁段,本方式外侧模吊挂点位于底篮前后下横梁上,为了确保外侧模整体上下升降,创新性对前后下横梁进行改造,将原2HN400 \times 200紧贴改造为间距320mm,便于刚吊带上下移动。

本方式在外侧模导梁前后均设各设2个吊点,前、

后吊杆采用钢板吊带。侧模导梁前端悬吊在挂篮前下横梁上,前下横梁上设有由垫梁、扁担梁和螺旋千斤顶组成的调节装置,可任意调整外模标高。混凝土浇筑时,外模导梁后端悬吊在已浇筑梁段上,挂篮前移时,外模导梁后端悬吊在挂篮后下横梁上。

挂篮前移时,为了保证外模与横隔墙无冲突,在前后下横梁处均设由垫梁和扁担梁组成的调节装置,混凝土浇筑时,采用10t电动葫芦将外侧模提升至设计位置,挂篮前移时,将外侧模降低至横隔墙底以下。

3. 滑道梁吊杆

滑道梁设1个前吊点、2个后吊点,均采用钢板吊带,其中前吊点固定在底篮系统前下横梁,后吊点固定在已浇筑梁段。

(六) 模板系统

模板系统主要由外侧模、内模、底模和端模四部分组成,均采用钢模板。

(七) 施工平台

施工平台分底施工平台、侧模工作平台和底模前工作平台。底施工平台主要用于底锚的拆装及箱梁底面的砼表面处理,位于底模后部。侧工作平台主要用于处理侧面砼和滑梁吊轮的拆卸,位于底模两端。底模前工作平台主要用于箱梁前端的封端、张拉,位于底模前部。

二、挂篮施工技术

(一) 挂篮加工

挂篮由专业的具有资质生产厂家进行加工,经验收合格后方可运至现场安装。

(二) 挂篮安装

挂篮所有构件均由塔吊和履带吊安装,主桁在地面拼装成整体后整体吊装,然后安装底篮系统,最后侧面系统。

测量放样 \rightarrow 轨道系统安装 \rightarrow 主桁系统安装 \rightarrow 锚固系统安装 \rightarrow 前上横梁安装 \rightarrow 挂篮前后悬吊安装 \rightarrow 底篮系统安装 \rightarrow 施工平台安装 \rightarrow 行走系统安装 \rightarrow 液压系统安装 \rightarrow 外模安装。

(三) 挂篮行走

1. 挂篮行走前的准备

1. 混凝土达到规定强度后,进行梁段预应力张拉。

2. 检查滑道梁的滚动吊架与滑道梁之间是否受力,确定受力后,方可拆除底篮系统后下横梁吊带。

3. 挂篮各关键部位设置的保险装置必须加设,任何人不得擅自取消。

(四) 挂篮行走操作

1. 脱模

同步下放滑道梁后吊带及底篮后吊杆,使底篮脱离箱梁底10~15cm,再同步下放前吊杆,使前后下横梁顶面保持水平。脱落模时,应注意先松后吊杆,再松前吊杆,否则短吊杆容易出现无法卸脱。

底模与箱梁脱离后,后下横梁利用滑道梁及两端吊带支撑,拆除后下横梁其他吊带。

同理利用10t电动葫芦下放导梁,使外侧模低于中隔墙,导梁吊带利用前后下横梁支撑,上部吊带部分拆除,挂篮的模板系统与梁体就完全脱离。

2. 轨道安装

按设计图纸铺设或倒换轨道垫梁，轨道需接长的，利用螺栓和两块连接板把两根轨道连成一体、严禁使用电焊焊接接长轨道。利用箱梁的竖向精轧螺纹钢、通过轨道压梁锚固轨道，完成轨道安装。

轨道应严格按照设计要求进行安装并保证顶面水平。轨道前移到位安放好后将千斤顶缓缓下放，使前支座作用在轨道上，完成轨道前移作业。

(五) 行走吊杆安装及保险安装

平联桁架两侧各安装1根吊杆吊住后下横梁，平联两侧上的吊杆垫梁应临时点焊在平联桁架下平杆或上平杆上，然后再拆除锚在箱梁上的其他后下横梁上的吊杆，拆除时如遇砼堵塞吊杆孔道，切割吊杆时应保证其他吊杆全部受力后再进行，以免吊杆受力不均引起安全事故。底篮后下横梁同时用钢丝绳、10t葫芦悬挂在侧模上的滑动导梁上加以保护。

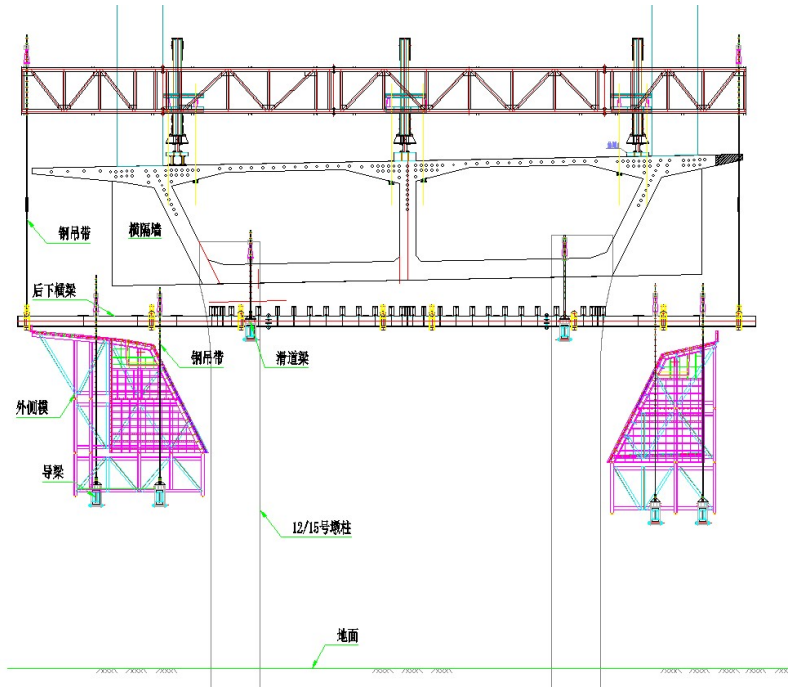


图5 后下横梁行走吊杆安装，其他吊杆拆除

(六) 后锚拆除

在后锚压梁上利用32t螺旋千斤顶缓慢放松主桁后锚杆，使反扣轮扣住轨道，检查各反扣轮与轨道是否接触紧密，反扣轮完全受力后，收回千斤顶，松开后锚杆，在外滑梁后端平台及箱内拆除后锚杆。在松开后锚前，应确认反扣轮前后的轨道压梁锚固牢靠。

(七) 行走装置安装

在轨道前端安装一个垫梁，通过垫梁穿一根精轧钢至前支座，在前支座后端安装穿心式千斤顶，使用螺帽与精轧钢连接，同时将千斤顶连接油泵。

(八) 挂篮行走

在挂篮行走前，需再次确认行走吊杆是否锚固牢靠，各项保险是否安装齐备。行走前在轨道上从前支座处开始使用石笔每10cm画一标记。挂篮行走时，需保持主桁架同步向前行进，根据轨道上刻画好的尺寸进行控制，各片主桁前后行进位置偏差最大不得大于10cm。挂篮行走过程中，应派人巡视是否有模板吊杆与砼或钢筋有刮碰现象。反扣轮行走至轨道压梁处时，先在反扣轮后压一根轨道压梁，然后将反扣轮前压梁拆除。主桁前移到位后，检查后下横梁箱室内预留孔、后锚预留孔是否与横梁吊具、后锚节点箱等对齐，随后立即对挂篮后锚点进行锚固，然后安装底篮后吊杆、翼板吊杆（各滑

梁上的滚动、承重吊具进行转换，使承重吊架受力），放松行走后吊杆，调整模板位置及标高。

移动滚动吊具到预留孔处，重新穿吊杆，等待下一次行走。注意：挂篮行走到位后内、外滑梁上的滚动吊架与承重吊架必须进行二次转换，保证在整个箱梁节段施工过程中承重吊架受力，滚动吊架不受力（仅在挂篮行走过程中受力）。挂篮行走就位后，按照后锚及吊带，后锚及吊带按受力进行预张拉。

三、结语

石滩大桥主桥箱梁挂篮技术在悬臂箱梁施工过程中取得较好效果，为其他箱梁挂篮施工提供有益借鉴。对于桥面超宽的箱梁，采用在底篮系统下合理设置滑道梁，可节约钢材，确保挂篮前移安全。外侧模设置为可下降方式，避免横隔墙与外侧模冲突，导致挂篮无法前移，节约工期。

参考文献

[1] 李明. 悬臂挂篮技术在桥梁施工中的应用探索[J]. 珠江水运, 2023 (4): 49-51.
 [2] 帅明长, 龚丽芝. 山区桥梁工程悬臂挂篮技术应用研究[J]. 运输经理世界, 2022 (25): 88-90.
 [3] 张刚宜. 内置临时横隔墙混凝土封底大型沉箱施工技术研究[J]. 四川建材, 2020, 46 (5): 105-106.