



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 206233120 U

(45)授权公告日 2017.06.09

(21)申请号 201621240599.7

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(22)申请日 2016.11.21

(73)专利权人 宁波交通工程建设集团有限公司

地址 315010 浙江省宁波市海曙区解放北路91号(原市政府北大院)1号楼北大门

(72)发明人 冯杰 宋冰泉 罗炎波 韩惠琴

陈军民 冯鸿登 曹超云 岳峰

尹彩琴 单翀 金之昂 桑伟

陈玲 段群苗 周一勤

(74)专利代理机构 宁波天一专利代理有限公司

33207

代理人 张晨

(51)Int.Cl.

E01D 21/10(2006.01)

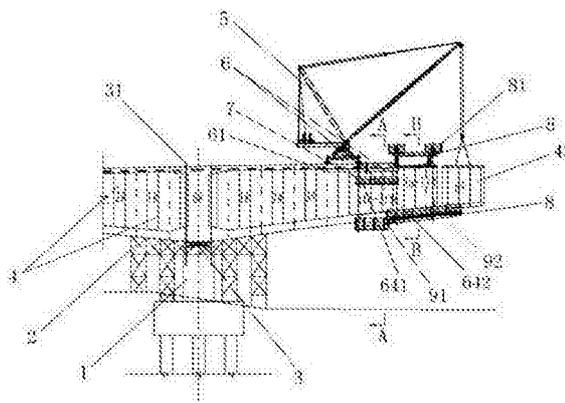
权利要求书2页 说明书9页 附图4页

(54)实用新型名称

折形钢腹板连续箱梁移动吊机模架悬浇结构

(57)摘要

本实用新型公开了一种折形钢腹板连续箱梁移动吊机模架悬浇结构,涉及一种折形钢腹板连续箱梁悬臂浇筑施工工法领域,其结构主要包括悬浇施工移动模架和移动吊机,还有构成折形钢腹板连续箱梁的桥墩、排架和各个悬浇梁分块等,并通过移动吊机配合悬浇施工移动模架来依次悬浇施工各个悬浇梁分块,从而形成折形钢腹板连续箱梁的悬浇施工,这种悬浇结构构造简单、使用方便,它能提供3个工作面异步悬臂浇筑折形钢腹板连续箱梁,在结合相应的施工工法后,具有安全可靠、效益显著等施工优点。



1. 一种折形钢腹板连续箱梁移动吊机模架悬浇结构,包括桥墩(1)、搭设在桥墩周围的排架(2)、及依次悬浇施工在桥墩顶部的各个悬浇梁分块(4),其特征在于所述的桥墩(1)顶部设有沿桥梁纵向移动的悬浇施工移动模架和位于悬浇施工移动模架后面并跟随灵活行走的移动吊机(5),该移动吊机配合悬浇施工移动模架而依次悬浇施工所述各个悬浇梁分块(4)。

2. 根据权利要求1所述的折形钢腹板连续箱梁移动吊机模架悬浇结构,其特征在于所述的移动吊机(5)配合移动模架而形成移动吊机模架,该移动吊机模架还包括顶板模架(6)、上工作平台(7)、底板模架(8)、第一下工作平台(91)和第二下工作平台(92),所述的移动吊机(5)为桅杆式起重机,采用变频制动电动机集中遥控操作,并具备起升、下降、仰臂、俯臂、 $\pm 360^\circ$ 回转、整机轨道行走和作业时固定。

3. 根据权利要求2所述的折形钢腹板连续箱梁移动吊机模架悬浇结构,其特征在于所述的各个悬浇梁分块(4)包括以支座临时锚固钢筋(31)而固定施工在桥墩(1)顶部的0#分块、1#分块及依次悬浇施工的2#分块~n#分块,每个悬浇梁分块(4)均由顶板混凝土(41)、底板混凝土(42)和多片折形钢腹板(43)组成单室多箱或多室多箱,前后相邻的两个悬浇梁分块(4)的折形钢腹板(43)之间电焊固定,每个悬浇梁分块(4)的多片折形钢腹板(43)之间一一对应并通过横向联系杆(435)临时固定,并在顶板混凝土(41)和底板混凝土(42)浇筑完成后拆除横向联系杆(435);所述的顶板混凝土(41)和底板混凝土(42)由钢筋和混凝土组成,顶板混凝土(41)设顶板预应力索(44),按照0#分块中心对称每悬浇完成一块悬浇梁分块(4)后,张拉顶板预应力索(44)。

4. 根据权利要求3所述的折形钢腹板连续箱梁移动吊机模架悬浇结构,其特征在于所述的顶板模架(6)、上工作平台(7)、底板模架(8)、两个下工作平台通过纵梁(61)、吊杆(63)、千斤顶(65)、主桁井字架(81)、支腿(82)、滑动滚轮(83)、第一导向轮(641)、第二导向轮(642)、液压总成(84)和底板井字架(87)连接成结构稳定的悬浇施工移动模架;所述的移动模架由临时固定在顶板混凝土(41)中的第一导向轮(641)、第二导向轮(642)通过纵梁(61)和液压总成(84),用于顶板混凝土(41)和底板混凝土(42)交叉异步悬浇施工移动模架的纵向移动,并逐一实现每个悬浇梁分块(4)的异步连续悬浇施工,直至与相邻的另一个桥墩(1)上以相同工序施工的悬浇梁分块(4)最后合拢,进而拆除支座临时锚固钢筋(31),张拉全桥的体外预应力索,形成连续箱梁。

5. 根据权利要求4所述的折形钢腹板连续箱梁移动吊机模架悬浇结构,其特征在于所述的折形钢腹板(43)是由波浪形的钢腹板和上翼缘板(431)、下翼缘板(432)组成工字形截面,且该钢腹板与所述各个悬浇梁分块(4)形成位置对应的0#钢腹板、1#钢腹板~n#钢腹板;所述的上翼缘板(431)和下翼缘板(432)分别埋置在顶板混凝土(41)、底板混凝土(42)内,上翼缘板(431)顶部呈凹形截面,并作为滑动滚轮(83)的轨道使用,所述凹形截面的凹部沿纵向间距设置一对上翼缘孔(433),该一对上翼缘孔内插入支撑杆(85)并固定液压总成(84),启动液压总成使滑动滚轮(83)移动并驱动移动模架纵向滑移,该底板模架(8)滑移至下一悬浇梁分块(4),卸去所述一对上翼缘孔(433)内的支撑杆(85),并在该每一对上翼缘孔(433)内插入锚固钢筋以加强折形钢腹板(43)与顶板混凝土(41)的连接。

6. 根据权利要求4所述的折形钢腹板连续箱梁移动吊机模架悬浇结构,其特征在于所述的顶板模架(6)由纵梁(61)和拱形模板(62)组成,纵梁(61)为钢质工字钢梁,长度为两个

悬浇梁分块(4)长度+施工预留长度100cm,拱形模板(62)固定在纵梁(61)上;所述纵梁的一端通过第一导向轮(641)悬吊在顶板混凝土(41)上,纵梁(61)的另一端通过吊杆(63)悬挂在主桁井字架(81)下,每侧连续箱梁横断面悬臂板底下各一根,每对折形钢腹板(43)之间各两根;第一导向轮(641)和吊杆(63)的顶部设有千斤顶(65);所述的纵梁(61)上紧靠第一导向轮(641)设有第二导向轮(642)。

7.根据权利要求4所述的折形钢腹板连续箱梁移动吊机模架悬浇结构,其特征在于所述的上工作平台(7)设置在最外侧一对折形钢腹板(43)外侧,该上工作平台(7)一端通过纵梁(61)上第一导向轮(641)的吊杆(63)连接,上工作平台(7)的另一端通过纵梁(61)另一端的吊杆(63)悬挂;所述的第一下工作平台(91)一端由吊杆(63)悬吊在顶板模架(6)的第一导向轮(641)上,另一端由主桁井字架(81)的吊杆(63)悬吊;第二下工作平台(92)固定焊接在底板井字架(87)上。

8.根据权利要求4所述的折形钢腹板连续箱梁移动吊机模架悬浇结构,其特征在于所述的底板模架(8)由主桁井字架(81)、支腿(82)、滑动滚轮(83)、底板井字架(87)、底板模板(86)、吊杆(63)和千斤顶(65)组成,主桁井字架(81)为整个底板模架(8)的承重结构,底部装有支腿(82),支腿下部设有滑动滚轮(83);所述的底板井字架(87)和底板模板(86)由主桁井字架(81)上的两组吊杆(63)悬吊,吊杆的顶部设有千斤顶(65)。

折形钢腹板连续箱梁移动吊机模架悬浇结构

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种折形钢腹板连续箱梁悬臂浇筑施工结构,具体是指折形钢腹板连续箱梁移动吊机模架悬浇结构。

背景技术

[0002] 折形钢腹板连续箱梁桥是用折形钢板或称波形钢腹板取代混凝土箱梁的混凝土腹板作腹板的箱形梁,箱梁自重大幅度降低,提高了结构稳定性、强度及材料的使用效率。目前一般采用满堂支架或挂篮悬臂浇筑法施工。在挂篮悬臂浇筑施工时,挂篮的自重较大,工作面窄小,工期进度和经济效益受到了限制,其主要原因是没有充分利用折形钢腹板自身的结构强度。公开的中国专利号为201310306280.4的“用波形钢腹板承担施工荷载的施工方法”和公开的中国专利号为201310306024.5的“用波形钢腹板分担荷载的悬臂施工轻型挂篮结构”,是利用波形钢腹板的刚度来承担部分施工荷载,减少了施工中挂篮或支架的荷载,但由于其挂篮的吊装、模板和悬臂浇筑节段混凝土承载功能和合一,波形钢腹板承担荷载作用有限,施工工作面也没有得到扩大。公开的中国专利申请号为201610037028.1的“一种波形钢腹板施工挂篮与施工工艺”和公开的中国专利申请号为201610150375.5的“新型波形钢腹板SCC工法移动挂篮及其施工方法”,虽然利用波形钢腹板的承载能力,减轻了挂篮的自身重量,但需要固定塔吊配合吊装和就位波形钢腹板,当桥梁跨径较大时,受塔吊吊臂长度的限制,难以实施,且吊装效率低下。

发明内容

[0003] 本实用新型所要解决的技术问题在于克服现有技术的缺陷而提供一种构造简单、使用方便、安全可靠、效益显著的折形钢腹板连续箱梁移动吊机模架悬浇结构。

[0004] 本实用新型的技术问题通过以下技术方案实现:

[0005] 一种折形钢腹板连续箱梁移动吊机模架悬浇结构,包括桥墩、搭设在桥墩周围的排架、及依次悬浇施工在桥墩顶部的各个悬浇梁分块,所述的桥墩顶部设有沿桥梁纵向移动的悬浇施工移动模架和位于悬浇施工移动模架后面并跟随灵活行走的移动吊机,该移动吊机配合悬浇施工移动模架而依次悬浇施工所述各个悬浇梁分块。

[0006] 所述的移动吊机配合移动模架而形成移动吊机模架,该移动吊机模架还包括顶板模架、上工作平台、底板模架、第一下工作平台和第二下工作平台,所述的移动吊机为桅杆式起重机,采用变频制动电动机集中遥控操作,并具备起升、下降、仰臂、俯臂、 $\pm 360^\circ$ 回转、整机轨道行走和作业时固定。

[0007] 所述的各个悬浇梁分块包括以支座临时锚固钢筋而固定施工在桥墩顶部的0#分块、1#分块及依次悬浇施工的2#分块~n#分块,每个悬浇梁分块均由顶板混凝土、底板混凝土和多片折形钢腹板组成单室多箱或多室多箱,前后相邻的两个悬浇梁分块的折形钢腹板之间电焊固定,每个悬浇梁分块的多片折形钢腹板之间一一对应并通过横向联系杆临时固定,并在顶板混凝土和底板混凝土浇筑完成后拆除横向联系杆;所述的顶板混凝土和底板

混凝土由钢筋和混凝土组成,顶板混凝土设顶板预应力索,按照0#分块中心对称每悬浇完成一块悬浇梁分块后,张拉顶板预应力索。

[0008] 所述的顶板模架、上工作平台、底板模架、两个下工作平台通过纵梁、吊杆、千斤顶、主桁井字架、支腿、滑动滚轮、第一导向轮、第二导向轮、液压总成和底板井字架连接成结构稳定的悬浇施工移动模架;所述的移动模架由临时固定在顶板混凝土中的第一导向轮、第二导向轮通过纵梁和液压总成,用于顶板混凝土和底板混凝土交叉异步悬浇施工移动模架的纵向移动,并逐一实现每个悬浇梁分块的异步连续悬浇施工,直至与相邻的另一个桥墩上以相同工序施工的悬浇梁分块最后合拢,进而拆除支座临时锚固钢筋,张拉全桥的体外预应力索,形成连续箱梁。

[0009] 所述的折形钢腹板是由波浪形的钢腹板和上翼缘板、下翼缘板组成工字形截面,钢腹板和上翼缘板、下翼缘板采用相同的钢材等级,且该钢腹板与上述各个悬浇梁分块形成位置对应的0#钢腹板、1#钢腹板~n#钢腹板;所述的上翼缘板和下翼缘板分别埋置在顶板混凝土、底板混凝土内,上翼缘板顶部呈凹形截面,并作为滑动滚轮的轨道使用,所述凹形截面的凹部沿纵向间距设置一对上翼缘孔,该一对上翼缘孔内插入支撑杆并固定液压总成,启动液压总成使滑动滚轮移动并驱动顶板模板和底板模板组成的移动模架纵向滑移,该底板模架滑移至下一悬浇梁分块,卸去所述一对上翼缘孔内的支撑杆,并在该每一对上翼缘孔内插入锚固钢筋以加强折形钢腹板与顶板混凝土的连接。

[0010] 所述的顶板模架由纵梁和拱形模板组成,纵梁为钢质工字钢梁,长度为两个悬浇梁分块长度+施工预留长度100cm,拱形模板固定在纵梁上;所述纵梁的一端通过第一导向轮悬吊在顶板混凝土上,纵梁的另一端通过吊杆悬挂在主桁井字架下,每侧连续箱梁横断面悬臂板底下各一根,每对折形钢腹板之间各两根;第一导向轮和吊杆的顶部设有千斤顶;所述的纵梁上紧靠第一导向轮设有第二导向轮。

[0011] 所述的上工作平台设置在最外侧一对折形钢腹板外侧,该上工作平台一端通过纵梁上第一导向轮的吊杆连接,上工作平台的另一端通过纵梁另一端的吊杆悬挂;所述的第一下工作平台一端由吊杆悬吊在顶板模架的第一导向轮上,另一端由主桁井字架的吊杆悬吊;第二下工作平台固定焊接在底板井字架上。

[0012] 所述的底板模架由主桁井字架、支腿、滑动滚轮、底板井字架、底板模板、吊杆和千斤顶组成,主桁井字架为整个底板模架的承重结构,底部装有支腿,支腿下部设有滑动滚轮;所述的底板井字架和底板模板由主桁井字架上的两组吊杆悬吊,吊杆的顶部设有千斤顶。

[0013] 与现有技术相比,本实用新型主要设计了一款由折形钢腹板连续箱梁的移动吊机配合悬浇施工移动模架来依次悬浇施工各个悬浇梁分块的悬浇结构,这种悬浇结构构造简单、使用方便,它能提供3个工作面异步悬臂浇筑折形钢腹板连续箱梁,在结合相应的施工工法后,具有安全可靠、效益显著等施工优点。

附图说明

[0014] 图1为折形钢腹板连续箱梁移动吊机模架悬浇施工立面图。

[0015] 图2为图1的A-A半剖视图。

[0016] 图3为底板模架的结构示意图。

[0017] 图4为折形钢腹板的结构示意图。

[0018] 图5为折形钢腹板的结构受力计算图式。

具体实施方式

[0019] 下面将按上述附图对本实用新型实施例再作详细说明。

[0020] 如图1~图5所示,1.桥墩、2.排架、3.支座、31.支座临时锚固钢筋、4.悬浇梁分块、41.顶板混凝土、42.底板混凝土、43.折形钢腹板、431.上翼缘板、432.下翼缘板、433.上翼缘孔、434.钢腹板焊缝、435.横向联系杆、44.顶板预应力索、5.移动吊机、6.顶板模架、61.纵梁、62.拱形模板、63.吊杆、641.第一导向轮、642.第二导向轮、65.千斤顶、7.上工作平台、8.底板模架、81.主桁井字架、82.支腿、83.滑动滚轮、84.液压总成、85.支撑杆、86.底板模板、87.底板井字架、88.底板模架平台、91.第一下工作平台、92.第二下工作平台。

[0021] 折形钢腹板连续箱梁移动吊机模架悬浇结构,如图1~图4所示,涉及一种折形钢腹板连续箱梁悬臂浇筑施工工法领域,其结构主要包括悬浇施工移动模架和移动吊机5,还有构成折形钢腹板连续箱梁的桥墩1、排架2和各个悬浇梁分块4等。

[0022] 所述的折形钢腹板连续箱梁移动吊机模架是在已完成的折形钢腹板连续梁桥的桥墩1周围搭设排架2,施工于墩顶的悬浇梁分块4的0#分块、1#分块,0#分块底部设置支座3,用支座临时锚固钢筋31将0#分块固定在墩顶使其余分块在悬臂浇筑时保持稳定平衡,再安装移动吊机模架的组合结构进行异步悬浇施工各个悬浇梁分块4;其中,移动吊机模架包括移动吊机5、顶板模架6、上工作平台7、底板模架8、第一下工作平台91和第二下工作平台92。

[0023] 所述的移动吊机5为桅杆式起重机,属动臂式起重机范畴,具有作业范围大、占地小、使用灵活、构件就位准确等特点。采用变频制动电动机,集中遥控操作,具有起升、下降、仰臂、俯臂、 $\pm 360^\circ$ 回转、整机轨道行走和作业时固定等功能。移动吊机5与悬吊的顶板模架6和底板模架8优化组合,起到传统悬浇挂篮的作用,与传统的悬浇挂篮相比,整体重量大为减轻,节约大量钢材;同时,由于移动吊机5移动灵活,克服了传统挂篮施工作业窄小、工作面交叉拥挤的缺点,移动吊机5与移动模架有机结合工作效率高,特别适用于大跨径折形钢腹板连续箱梁的悬浇施工。

[0024] 所述的悬浇梁分块4,根据施工条件将折形钢腹板连续箱梁按0#分块中心对称分成多段进行悬臂浇筑,编号为0#分块、1#分块、2#分块、……、n#分块、(n+1)#分块、……,每个悬浇梁分块4均由顶板混凝土41、底板混凝土42和多片折形钢腹板43组成单室多箱或多室多箱,如单室三箱由四片折形钢腹板组合;前后相邻的两个悬浇梁分块4中,后一片折形钢腹板43与前一片折形钢腹板43通过电焊连接钢腹板焊缝434,钢腹板焊缝伸出每一块悬浇梁分块4一定长度利于顶板混凝土41浇筑后的钢腹板焊缝434电焊连接;施工阶段,多片折形钢腹板43之间一一对应并通过横向联系杆435临时固定,顶板混凝土41、底板混凝土42浇筑完成后拆除横向联系杆435。

[0025] 所述的顶板混凝土41、底板混凝土42由钢筋和混凝土组成,顶板混凝土41设顶板预应力索44,按0#分块中心对称每悬臂浇筑一个悬浇梁分块4待混凝土强度达到规定强度后,张拉顶板预应力索44;所述的折形钢腹板43由波浪形的钢腹板和钢质上翼缘板431、钢质下翼缘板432组成工字形截面,该钢腹板与各个悬浇梁分块4形成位置对应的0#钢腹板、

1#钢腹板~n#钢腹板;该上翼缘板431和下翼缘板432分别埋置在顶板混凝土41、底板混凝土42内,上翼缘板431顶部呈凹形截面,凹部纵向每隔一定距离、即间距设置一对上翼缘孔433,上翼缘板431顶部凹部作为底板模架8的滑动滚轮83的轨道使用,上翼缘板731顶部凹部一对上翼缘孔733内插入支撑杆85固定液压总成84,启动液压总成使滑动滚轮83移动达到滑移底板模板86的作用,底板模架8滑移至下一悬浇梁分块4时,卸去支撑杆85,上翼缘板431顶部凹部的一对上翼缘孔433内插入锚固钢筋以加强折形钢腹板43与顶板混凝土41的连接。

[0026] 所述的顶板模架6、上工作平台7、底板模架8、第一下工作平台91和第二下工作平台92通过纵梁61、吊杆63、千斤顶65、主桁井字架81、支腿82、滑动滚轮83、第一导向轮641、第二导向轮642、液压总成84和底板井字架87连接成结构稳定的悬浇施工移动模架,通过埋置在顶板混凝土41中的第一导向轮641、第二导向轮642、纵梁61和液压总成84,从前一悬浇梁分块4向后一悬浇梁分块4滑移,实现折形钢腹板连续箱梁异步连续悬臂浇筑,直至与相邻的另一个桥墩以相同工序施工的悬浇梁分块4的最后合拢,进而拆除支座临时锚固钢筋31,张拉全桥的体外预应力索,形成连续箱梁。

[0027] 所述的悬浇施工移动模架主要是由悬臂的多片折形钢腹板43承载,折形钢腹板通过横向联系杆435组成稳定的悬臂抗弯抗剪结构,为安全起见不计横向联系杆435的受力;在变截面的连续箱梁中,最大悬臂端的折形钢腹板43的高度最小,折形钢腹板强度为受力控制强度,最不利受弯和受剪截面、即图5所示C-C截面、最不利受弯和受剪焊缝处、即图5所示D-D截面采用以下公式计算:

[0028] 最不利受弯和受剪截面:

$$M_c = P_1(a+b) + P_2(a+b+c) + \frac{1}{2} \gamma_2(a+b+c+d)^2$$

$$Q_c = P_1 + P_2 + \gamma_2(a+b+c+d)$$

[0029]
$$\sigma_c = \frac{M_c}{I_c} y_c \leq [\sigma]$$

$$\tau_c = \frac{Q_c}{A_c} \leq [\tau]$$

[0030] 最不利受弯和受剪焊缝处:

$$M_D = P_1 b + P_2(b+c) + \frac{1}{2} \gamma_2(b+c+d)^2$$

$$Q_D = P_1 + P_2 + \gamma_2(b+c+d)$$

[0031]
$$\sigma_D = \frac{M_D}{I_D} y_D \leq [\sigma]$$

$$\tau_D = \frac{Q_D}{A_D} \leq [\tau]$$

[0032] 式中

[0033] P_1 、 P_2 ——移动模架、未凝固时底板混凝土54、上工作平台7和两个下工作平台的所有荷载经底板模架8的滑移系统传递到折形钢腹板43最不利受弯和受剪截面、最不利受弯和受剪焊缝处的垂直力, P_1 、 P_2 力的作用点分别为两组滑动滚轮83顺桥向的中心点, kN ;

[0034] a ——折形钢腹板43最不利截面与前后悬浇梁分块4钢腹板焊接处之间的距离, m ;

[0035] b —— P_1 与前后悬浇梁分块4钢腹板焊接处之间的距离, m ;

- [0036] c —— P_1 、 P_2 两组滑动滚轮83顺桥向的中心点之间的距离, m ;
- [0037] d —— P_2 与后悬浇梁分块钢腹板末端之间的距离, m ;
- [0038] h_c ——折形钢腹板43最不利受弯和受剪截面处的高度, m ;
- [0039] h_D ——折形钢腹板43最不利受弯和受剪焊缝处截面处的高度, m ;
- [0040] h_E ——最不利受弯和受剪的折形钢腹板43末端截面处的高度, m ;
- [0041] γ_2 ——最不利受弯和受剪的折形钢腹板43单位长度的平均容重,
- [0042] $\gamma_2 = \frac{N \text{片最不利受弯和受剪钢腹板的自重总和}}{b+c+d}$, kN/m ;
- [0043] M_c ——最不利受弯和受剪的折形钢腹板43截面处所受的弯矩, $kN \cdot m$;
- [0044] σ_c ——最不利受弯和受剪的折形钢腹板43截面处的弯拉应力, kPa ;
- [0045] Q_c ——最不利受弯和受剪的折形钢腹板43截面处所受的剪力, kN ;
- [0046] τ_c ——最不利受弯和受剪的折形钢腹板43截面处的剪应力, kPa ;
- [0047] I_c ——最不利受弯和受剪的折形钢腹板43截面的有效抗弯惯性矩,
- [0048] $I_c = N(I_{1c} + I_{2c} + \alpha I_{3c})$, m^4 ; 其中: I_{1c} 为上翼缘板431对于形心Z1轴的惯性矩, I_{2c} 为下翼缘板432对于形心Z1轴的惯性矩, I_{3c} 为折形钢腹板43对于形心Z1轴的惯性矩, N 为折形钢腹板43的片数, α 为折形钢腹板43形状系数, $\alpha = \frac{a_w + b_w}{a_w + c_w}$, 其中: a_w 、 b_w 、 c_w 分别为折形钢腹板43的直线段、斜板段及斜板段在桥纵向展平后的长度;
- [0049] I_D ——最不利受弯和受剪焊缝处的折形钢腹板43截面的有效抗弯惯性矩,
- [0050] $I_D = N(I_{1D} + I_{2D} + \alpha I_{3D})$, m^4 ; 其中: I_{1D} 为上翼缘板431对于形心Z2轴的惯性矩, I_{2D} 为下翼缘板432对于形心Z2轴的惯性矩, I_{3D} 为折形钢腹板43对于形心Z2轴的惯性矩, N 为折形钢腹板43的个数, α 为折形钢腹板43形状系数, $\alpha = \frac{a_w + b_w}{a_w + c_w}$, 其中: a_w 、 b_w 、 c_w 分别为折形钢腹板43的直线段、斜板段及斜板段在桥纵向展平后的长度;
- [0051] y_c ——最不利受弯和受剪截面处的折形钢腹板43上翼缘最高处与钢腹板形心轴Z1的距离或下翼缘最低处与钢腹板形心轴的距离, 两者取大者, m ;
- [0052] y_D ——最不利受弯和受剪焊缝截面处的折形钢腹板43上翼缘最高处与钢腹板形心轴Z2的距离或下翼缘最低处与钢腹板形心轴的距离, 两者取大者, m ;
- [0053] A_c 、 A_D ——分别为最不利受弯和受剪截面、最不利受弯和受剪焊缝截面处的折形钢腹板43的有效截面积, $A_c = N(A_1 + A_2 + \alpha A_3)$, $A_D = N(A_1 + A_2 + \alpha A_3)$, m^2 ; 其中: A_1 为上翼缘板431的截面积, A_2 为下翼缘板432的截面积, A_3 为折形钢腹板43的截面积, N 为折形钢腹板43的个数, α 为折形钢腹板43形状系数, $\alpha = \frac{a_w + b_w}{a_w + c_w}$, 其中: a_w 、 b_w 、 c_w 分别为折形钢腹板43的直线段、斜板段及斜板段在桥纵向展平后的长度;
- [0054] Z1——最不利受弯和受剪截面形心轴;
- [0055] Z2——最不利受弯和受剪焊缝截面形心轴;

[0056] $[\sigma]$ ——折形钢腹板43的容许抗弯拉强度, kPa ;

[0057] $[\tau]$ ——折形钢腹板43的容许抗剪切强度, kPa ;

[0058] 通过以上公式计算悬浇施工移动模架的设计参数,再由有限元软件对结构受力和折形钢腹板43强度的作精确分析,确保悬浇施工移动模架的结构安全。

[0059] 所述的顶板模架6由纵梁61和拱形模板62组成,纵梁61为钢质工字钢梁,长度为两个悬浇梁分块4长度+施工预留长度100cm,拱形模板62固定在纵梁61上,拱形模板62有两种形式,一是折形钢腹板43外侧的半拱形模板,二是一对折形钢腹板43之间拱形模板62;纵梁61的一端通过第一导向轮641悬挂在已满足强度要求的顶板混凝土41上,纵梁61的另一端通过吊杆63悬挂在主桁井字架81下,纵梁61的数量和分布情况为:每侧连续箱梁的上翼缘板431底下各一根,每对折形钢腹板43之间各两根;第一导向轮641和吊杆63的顶部设有千斤顶65,调节第一导向轮641和吊杆63的长度,起到调节拱形模板62的高度,使浇筑顶板混凝土41位置准确和顶板混凝土浇筑完成后的拱形模板62与顶板混凝土41分离;纵梁61上紧靠第一导向轮641设有第二导向轮642,为顶板模架6移动时与第一导向轮641的轮换使用,起到固定或移动纵梁作用。

[0060] 所述的上工作平台7设置在最外侧一对折形钢腹板43外侧,作为操作人员施作顶板混凝土41浇筑使用;上工作平台7一端通过纵梁61、第一导向轮641的吊杆63连接,上工作平台7的另一端通过纵梁61另一端的吊杆63悬挂;所述的第一下工作平台91,其一端由吊杆63悬吊在顶板模架6的第一导向轮641上,另一端由主桁井字架81的吊杆63悬吊;第二下工作平台92固定焊接在底板井字架87上。

[0061] 所述的底板模架8由主桁井字架81、支腿82、滑动滚轮83、底板井字架87、底板模板86、吊杆63和千斤顶65组成,主桁井字架81为整个底板模架8的承重结构,底部装有支腿82,支腿下部设有滑动滚轮83,支腿82和滑动滚轮83个数为折形钢腹板43片数的2倍;底板井字架87和底板模板86由主桁井字架81上的两根吊杆63悬吊,吊杆的顶部设有千斤顶65,调节吊杆的长度,起到调节底板模板86的高度,使浇筑底板混凝土42位置准确和底板混凝土浇筑完成后,底板模板86与底板混凝土42分离并移动至下一悬浇梁分块4施工。

[0062] 根据上述悬浇结构,该折形钢腹板连续箱梁移动吊机模架悬浇结构的施工工法包括如下步骤:

[0063] 步骤一、设计、制作移动吊机模架部件和准备折形钢腹板连续箱梁的原材料

[0064] ①根据公式估算移动吊机模架的设计参数、部件尺寸;

[0065] ②再由有限元软件计算复核移动吊机模架的结构受力和折形钢腹板43强度,确保移动模架的结构安全;

[0066] ③选择合适的移动吊机5,并检验合格;

[0067] ④准备原材料,包括折形钢腹板连续箱梁混凝土、钢材和折形钢腹板43;

[0068] 步骤二、在排架2上施工连续箱梁的0#分块及1#分块,并固定支座临时锚固钢筋31;

[0069] ①在桥墩1的承台上安装塔吊;

[0070] ②搭设落地排架2;

[0071] ③施工桥梁桥墩1,放置支座3;

[0072] ④在排架2上浇筑连续箱梁的0#分块及1#分块;

- [0073] ⑤待混凝土达到规定强度后张拉顶板预应力索44；
- [0074] ⑥用支座临时锚固钢筋31固定0#分块及1#分块；
- [0075] 步骤三、安装移动模架和移动吊机
- [0076] ①使用塔吊按计划逐步分批起吊移动模架和移动吊机5部件；
- [0077] ②在0#分块及1#分块顶面按计划组装移动模架的部分部件集成；
- [0078] ③起吊和焊接2#分块的折形钢腹板43；
- [0079] ④焊接2#分块的折形钢腹板43的横向联系杆435；
- [0080] ⑤在0#分块前端下底面预先埋设的预埋件上安装第一导向轮641和1#分块后端下底面预先埋设的预埋件上安装第二导向轮642；
- [0081] ⑥将纵梁61安装入第一导向轮641和第二导向轮642中；按⑤、⑥完成所有纵梁61安装；
- [0082] ⑦在0#分块及1#分块的顶面安装移动吊机5；
- [0083] ⑧用移动吊机5起吊安装主桁井字架81、支腿82、液压总成84和以组装底板移动模架，并将2组滑动滚轮83放置在2#分块的折形钢腹板43上翼缘板431的凹槽顶面；
- [0084] ⑨在滑动滚轮83上顺次安装支腿82、主桁井字架81和底板模架平台88；
- [0085] ⑩将纵梁61的前端连接在底板模架8的后滑动滚轮上；
- [0086] ⑪每组液压总成84的一端与底板模架8的前支腿连接，另一端通过支撑杆85与2#钢腹板的上翼缘板431上的一对上翼缘孔433固定；
- [0087] ⑫利用底板模架平台88安装主桁井字架81前后各组吊杆63；
- [0088] ⑬起吊底板井字架87并与主桁井字架81的前后各组吊杆63连接；
- [0089] ⑭将第一下工作平台91，其一端与锚固在1#分块上的一组吊杆63连接，另一端与底板模架8的一组后吊杆63延伸连接；
- [0090] ⑮在底板井字架87上安装第二下工作平台92；
- [0091] 通过以上安装和固定连接，完成悬浇施工移动模架的安装；
- [0092] ⑯启动液压总成84调整悬浇施工移动模架的纵向和横向位置，确保2#分块的悬浇平面位置准确；
- [0093] ⑰启动顶板模架6和底板模架8上的千斤顶65，调整整个悬浇施工移动模架的垂直位置，确保2#分块的悬浇标高准确；
- [0094] 步骤四、浇筑2#分块的底板混凝土：
- [0095] ①安装底板钢筋；
- [0096] ②浇筑底板混凝土42；
- [0097] ③待底板混凝土42终凝后起吊3#分块的折形钢腹板43，并与2#分块的折形钢腹板43焊接；
- [0098] ④安装3#分块的折形钢腹板43的横向联系杆435；
- [0099] 步骤五、移动整个悬浇施工移动模架
- [0100] ①2#分块的底板混凝土42强度达到规定要求后，启动顶板模架6和底板模架8上的千斤顶65，垂直下放整个悬浇施工移动模架使之与2#分块的底板混凝土42脱离；
- [0101] ②拆除1#分块的顶板混凝土41下底面后端与第二导向轮642的连接，并将第二导向轮642通过纵梁61移动至2#分块的顶板混凝土41下底面前端并预先埋设的预埋件连接固

定；

[0102] ③启动液压总成84移动悬浇施工移动模架,液压总成达到最大行程后,拆去液压总成后端的支撑杆85,液压总成84复位,将支撑杆85安装到2#钢腹板上的后一个上翼缘板431的一对上翼缘孔433并固定,通过上述一个或多个循环,使悬浇施工移动模架到达3#分块的准确位置;

[0103] ④启动顶板模架6和底板模架8上的千斤顶65,调整整个悬浇施工移动模架的标高位置,确保2#分块的悬浇位置准确;

[0104] ⑤拆除0#分块的顶板混凝土41前端下底面预埋件上的第一导向轮641,移至1#分块的顶板混凝土41前端下底面,并将第一导向轮641连接在预埋件上;

[0105] 步骤六、浇筑2#分块的顶板混凝土

[0106] ①安装顶板拱形模板62;

[0107] ②安装顶板钢筋;

[0108] ③浇筑顶板混凝土41;

[0109] ④待混凝土达到规定强度后张拉2#分块的顶板预应力索44;

[0110] 步骤七、移动整个悬浇施工移动模架

[0111] ①启动顶板模架6和底板模架8上的千斤顶65,垂直下放整个悬浇施工移动模架使之与2#分块的顶板混凝土41脱离;

[0112] ②拆除2#分块的顶板混凝土41下底面后端与第二导向轮642的连接,并将第二导向轮通过纵梁61移动至3#分块的顶板混凝土41下底面前端并预先埋设的预埋件连接固定;

[0113] ③启动液压总成84移动悬浇施工移动模架,液压总成达到最大行程后,拆去液压总成84后端的支撑杆85,液压总成84复位,将支撑杆85安装到3#钢腹板上的后一个上翼缘板431的一对上翼缘孔433并固定,通过上述一个或多个循环,使悬浇施工移动模架到达4#分块的平面准确位置;

[0114] ④启动顶板模架6和底板模架8上的千斤顶,调整整个悬浇施工移动模架的垂直位置,确保3#分块的悬浇位置准确;

[0115] ⑤拆除1#分块的顶板混凝土前端下底面预埋件上的第一导向轮641,移至2#分块的顶板混凝土41前端下底面,并将第一导向轮641连接在预埋件上;

[0116] 步骤八、浇筑3#分块的底板混凝土:

[0117] ①安装底板钢筋;

[0118] ②浇筑底板混凝土42;

[0119] ③待底板混凝土终凝后起吊4#分块的折形钢腹板43,并与3#分块的折形钢腹板焊接;

[0120] ④安装4#分块的折形钢腹板43的横向联系杆435;

[0121] 按步骤六~步骤八循环,进而逐步悬浇3#分块顶板混凝土 → 移动整个悬浇施工移动模架 → 浇筑4#分块的底板混凝土直至完成(n-1)#分块、n#分块悬浇施工,最后留一端合拢段与相对悬浇的相邻桥墩1合拢,其中n#分块悬浇施工的步骤八③~④的折形钢腹板焊接和安装折形钢腹板的横向联系杆作业不需实施,由合拢段之间单独制作的折形钢腹板相互焊接,并特制合拢段型钢再安装钢筋和浇筑混凝土;

[0122] 步骤九、拆除支座临时锚固钢筋

[0123] 全桥连续箱梁全部合拢后,拆除支座临时锚固钢筋31;

[0124] 步骤十、张拉连续箱梁体外预应力索

[0125] 在箱梁内部空箱内设置体外预应力索,并按规定张拉,全桥主体结构完成;在悬浇施工各个悬浇梁分块的全过程中,移动整个悬浇施工移动模架的液压总成由智能检测控制系统和计算机自动控制整个悬浇施工移动模架的平面位置和垂直高度,确保施工质量和安全。

[0126] 本实用新型所述实施例仅用于说明本实用新型而不用于限制本实用新型的范围。此外还应理解,在阅读了本实用新型讲授的内容之后,本领域技术人员可以对本实用新型作各种改动或修改,这些等价形式同样落于本申请所附权利要求书所限定的范围内。

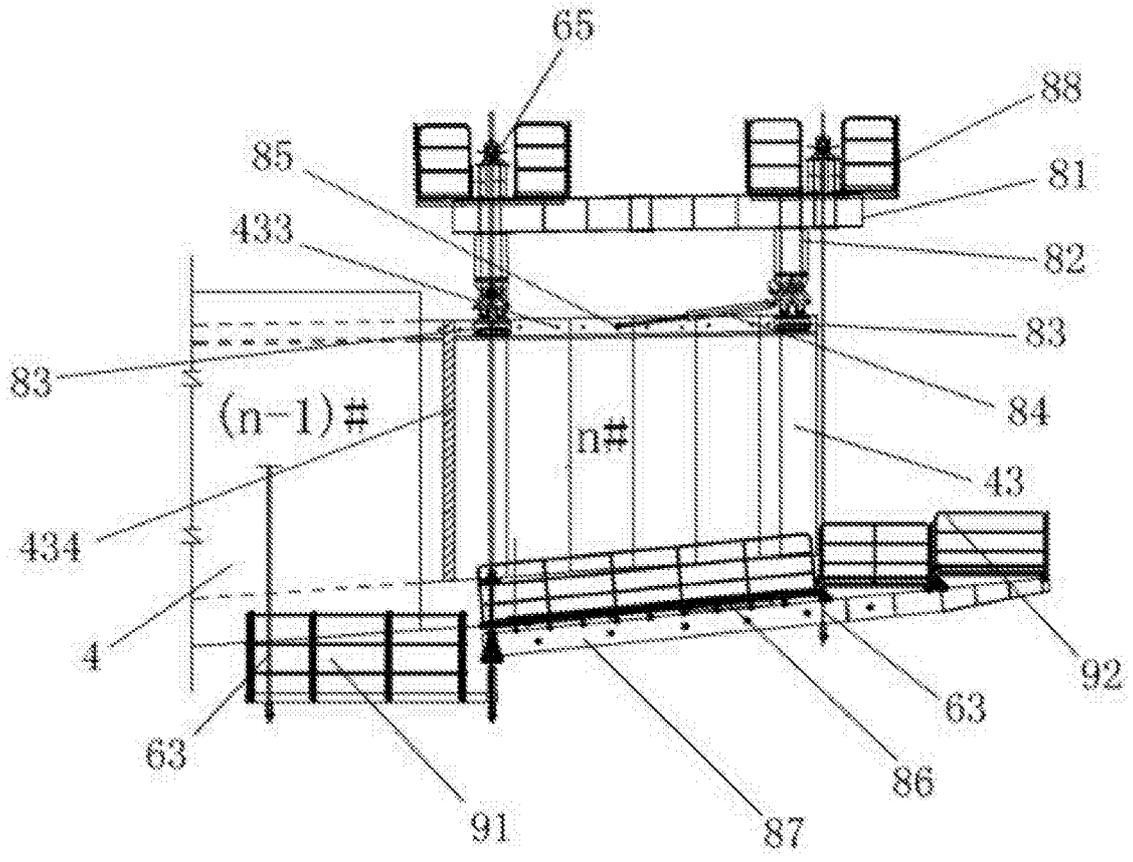


图3

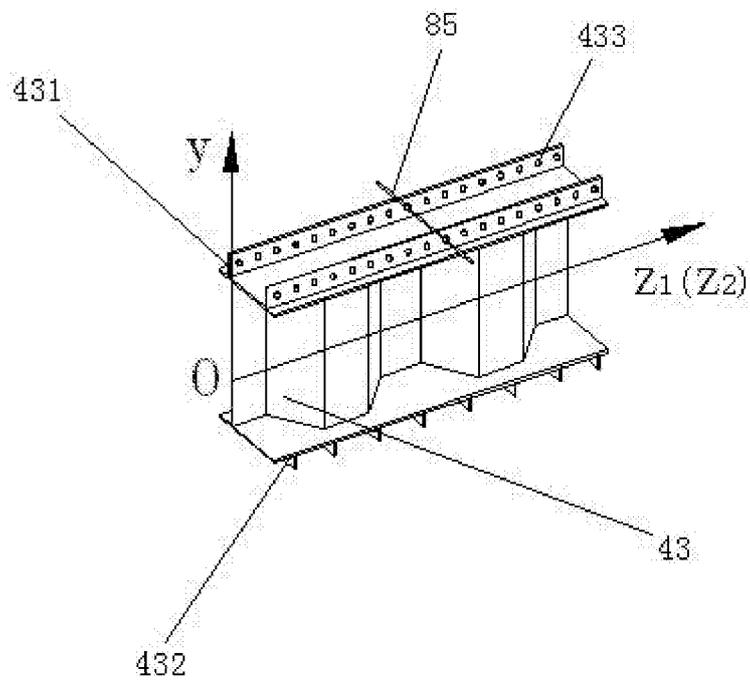


图4

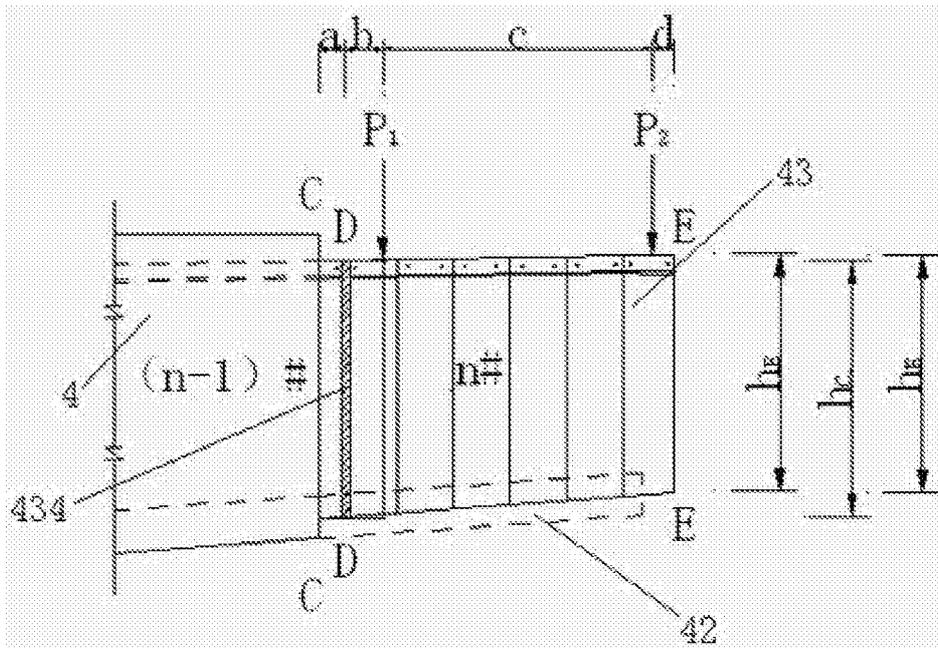


图5