(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 113882238 B
(45)授权公告日 2025.07.01

(21)申请号 202111276143.1
(22)申请日 2021.10.29
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113882238 A
(43)申请公布日 2022.01.04
(73)专利权人 林同棪国际工程咨询(中国)有限公司
地址 401121 重庆市渝北区芙蓉路6号
专利权人 中建隧道建设有限公司
(72)发明人 赖亚平 陈晓虎 闫福成 向中富 刘安双 乔云强 李亚勇 周学勇 雷军 谭芝文 周帅
(74)专利代理机构 北京海虹嘉诚知识产权代理有限公司 11129
专利代理师 吕小琴
(51)Int.Cl.
E01D 4/00(2006.01)
E01D 2/04(2006.01)
E01D 19/02(2006.01)
E01D 19/00(2006.01)
E01D 19/16(2006.01)
E01D 11/04(2006.01)
E01D 21/00(2006.01)
E01D 21/06(2006.01)
E01D 21/10(2006.01)
E02D 27/12(2006.01)
E02D 27/14(2006.01)
E01D 101/28(2006.01)
(56)对比文件
CN 216040610 U,2022.03.15
审查员 吕鸣鹤

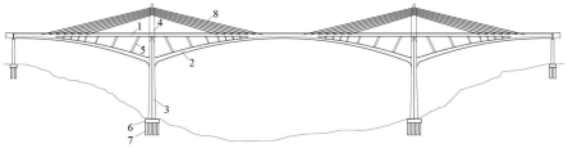
权利要求书2页 说明书7页 附图7页

(54)发明名称

大跨度上承式索辅梁拱组合刚构桥及其施工方法

(57)摘要

本发明公开一种大跨度上承式索辅梁拱组合刚构桥,包括空心桥墩、上弦箱梁、上支承上弦箱梁的下弦箱拱、位于空心桥墩和上弦箱梁正上方的索塔以及沿索塔分布于上弦箱梁和下弦箱拱汇合相交形成的梁拱结合段区域的斜拉索,所述上弦箱梁、下弦箱拱和空心桥墩相交成梁拱三角区,所述上弦箱梁在梁拱三角区由空心桥墩和拱上立柱支承,所述空心桥墩与边跨和中跨的下弦箱拱的拱脚相交,所述拱上立柱在立面上垂直于下弦箱拱均布;从结构体系、受力机理方面提高桥梁结构的承载效率,克服常规混凝土刚构桥通常出现的开裂及下挠问题,进一步拓展混凝土刚构桥的跨越能力,具有结构受力性能优异、性价比高、养护方便等优点。



CN 113882238 B

1.一种大跨度上承式索辅梁拱组合刚构桥,其特征在于:包括空心桥墩(3)、上弦箱梁(1)、支承上弦箱梁(1)的下弦箱拱(2)、位于空心桥墩(3)和上弦箱梁(1)正上方的索塔(4)以及沿索塔分布于上弦箱梁(1)和下弦箱拱(2)汇合相交形成的梁拱结合段(13)区域的斜拉索(8),所述上弦箱梁(1)、下弦箱拱(2)和空心桥墩(3)相交形成梁拱三角区,所述上弦箱梁(1)在梁拱三角区由空心桥墩(3)和拱上立柱(5)支承,所述空心桥墩(3)与边跨和中跨的下弦箱拱(2)的拱脚相交,所述拱上立柱(5)在立面上垂直于下弦箱拱(2)均布。

2.根据权利要求1所述的大跨度上承式索辅梁拱组合刚构桥,其特征在于:所述下弦箱拱(2)为外包钢筋混凝土的埋置式型钢强劲骨架,所述型钢强劲骨架伸入梁拱结合段(13)、空心桥墩(3)与边跨和中跨的下弦拱拱脚相交形成的墩拱结合段(34)中。

3.根据权利要求2所述的大跨度上承式索辅梁拱组合刚构桥,其特征在于:所述空心桥墩(3)为上小下大的变截面结构。

4.根据权利要求3所述的大跨度上承式索辅梁拱组合刚构桥,其特征在于:所述上弦箱梁(1)包括箱梁顶板(111)、箱梁底板(121)和箱梁腹板(302),所述箱梁顶板(111)、箱梁底板(121)和箱梁腹板(302)中均设置有纵向预应力钢束(113)。

5.根据权利要求4所述的大跨度上承式索辅梁拱组合刚构桥,其特征在于:所述箱梁顶板(111)底缘沿纵桥向的中央均设置箱梁顶板加强横肋(112),所述箱梁底板(121)顶缘沿纵桥向的中央设置箱梁底板加强横肋(122),沿横桥向的箱梁腹板(302)之间连接形成腹板横联(305)。

6.根据权利要求5所述的大跨度上承式索辅梁拱组合刚构桥,其特征在于:在箱梁顶板(111)距悬臂端约1/3的悬臂长度位置处设置悬臂顶板加强纵梁(115),在悬臂顶板加强纵梁(115)与箱梁顶板加强横肋(112)相交位置处设置UHPC预制斜撑杆(131),所述UHPC预制斜撑杆(131)通过预制斜撑杆UHPC现浇连接接头(132)与箱梁顶板加强横肋(112)和箱梁底板(121)连接,且在纵桥向与箱梁顶板加强横肋(112)和箱梁底板加强横肋(122)位置对齐,间距一致。

7.根据权利要求6所述的大跨度上承式索辅梁拱组合刚构桥,其特征在于:所述下弦箱拱(2)的埋置式钢管混凝土强劲骨架为桁架结构,包括预埋劲性骨架上弦钢管(201)、预埋劲性骨架下弦钢管(202)、预埋劲性骨架竖向腹杆(203)、预埋劲性骨架斜腹杆(204),所述预埋劲性骨架上弦钢管(201)和预埋劲性骨架下弦钢管(202)沿纵桥向两侧平行设置,沿纵桥向平行的预埋劲性骨架上弦钢管(201)和预埋劲性骨架下弦钢管(202)之间固定连接有预埋劲性骨架竖向腹杆(203)和预埋劲性骨架斜腹杆(204),沿横桥向的预埋劲性骨架上弦钢管(201)之间固定连接形成预埋劲性骨架上平联(205),沿横桥向的预埋劲性骨架下弦钢管(202)之间固定连接形成预埋劲性骨架下平联(206),所述预埋劲性骨架上平联(205)和预埋劲性骨架下平联(206)之间连接有预埋劲性骨架横联(208)。

8.根据权利要求7所述的大跨度上承式索辅梁拱组合刚构桥,其特征在于:所述UHPC预制斜撑杆(131)与箱梁顶板加强横肋(112)和箱梁底板(121)之间的现浇连接接头、梁柱结合段(15)、下弦拱与拱上立柱结合段(25)均采用UHPC作为连接节点的材料。

9.根据权利要求1所述的大跨度上承式索辅梁拱组合刚构桥的施工方法,其特征在于:包括以下步骤:

步骤a、施工桩基础(7)和承台(6);

步骤b、爬模施工空心桥墩(3),墩拱结合段(34)通过下弦拱墩拱结合段现浇托架(801)和下弦拱墩拱结合段现浇托架弧形段模板支撑系统(802)施工;

步骤c、继续爬模施工墩拱结合段(34)以上部分的空心桥墩(3),安装下弦箱拱(2)强劲骨架节段,利用下弦拱倒三角悬浇挂篮(804)对称、同步悬臂现场浇筑施工下弦箱拱(2)节段混凝土,待下弦箱拱(2)首个悬浇节段混凝土达到强度后,前移下弦拱倒三角悬浇挂篮(804)至下一个悬浇节段;

步骤d、在空心桥墩(3)墩顶安装墩梁索塔结合段(14)现浇托架和模板系统,现场浇筑墩梁索塔结合段(14);待下弦箱拱(2)第3个悬浇节段混凝土达到强度后,张拉首对下弦拱临时扣索(805);

步骤e、待空心桥墩(3)墩顶上方的墩梁索塔结合段(14)施工完成后,安装上弦箱梁三角悬浇挂篮(803)标准节段,对称、同步逐节段悬臂施工上悬梁节段;

步骤f、继续对称、同步施工上弦梁节段和下弦箱拱(2)悬浇节段,下弦拱临时扣索(805)滞后下弦箱拱(2)悬浇节段1个节段进行挂索和张拉;爬模施工索塔(4);

步骤g、当下弦箱拱(2)悬浇节段和上弦梁标准节段施工至拱上立柱(5)处时,安装拱上立柱(5),浇筑梁柱结合段(15)和下弦拱与拱上立柱结合段(25)的UHPC现浇接头;

步骤h、当上弦箱梁(1)施工至斜拉索锚固区节段后,每完成一个上弦箱梁(1)的施工后,就安装和张拉该节段对应的斜拉索(8);

步骤i、重复步骤f～步骤h逐节段施工上弦箱梁(1)、下弦箱拱(2)和拱上立柱(5)直至上弦箱梁(1)与下弦箱拱(2)汇合;安装锁定楔形块,将上弦箱梁(1)与下弦箱拱(2)和锁定楔形块紧密结合,提前形成稳定的三角形受力结构;

步骤j、完成梁拱结合段(13)的施工,对称、同步向两侧施工常规梁段(12);

步骤k、拆除上弦箱梁三角悬浇挂篮(803),利用边跨支架先合龙边跨,再利用下弦拱倒三角悬浇挂篮(804)合龙中跨,张拉常规梁段底板纵向预应力钢束(307)和常规梁段腹板纵向预应力钢束(308);

步骤l、拆除下弦拱倒三角悬浇挂篮(804)、对称拆除下弦拱临时扣索(805)和下弦拱墩拱结合段现浇托架(801)和下弦拱墩拱结合段现浇托架弧形段模板支撑系统(802),完成大桥主体结构施工。

10.根据权利要求9所述的大跨度上承式索辅梁拱组合刚构桥的施工方法,其特征在于:所述空心桥墩(3),墩拱结合段(34)、索塔(4)采用现场浇筑施工,所述下弦箱拱(2)利用墩拱结合段(34)和墩梁索塔结合段(14)之间部分的空心桥墩(3)支撑下弦拱临时扣索(805)辅助施工阶段的悬臂受力,采用对称、同步安装强劲骨架和悬臂浇筑施工,所述上弦箱梁(1)采用对称、同步悬臂浇筑施工,所述拱上立柱(5)对称、同步安装。

大跨度上承式索辅梁拱组合刚构桥及其施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及桥梁工程领域,具体涉及一种将上承式拱和连续刚构桥和部分斜拉桥进行组合,充分发挥组合结构体系的优点的大跨度上承式索辅梁拱组合刚构桥。

背景技术

[0002] 上承式钢筋混凝土拱桥是一种有推力的桥梁结构体系,凭借造价经济、造型优美、跨越能力大等优势而得到广泛应用。大跨径上承式钢筋混凝土拱桥主要适用于山区或者山地城市建设环境,其产生的巨大推力需要比较坚硬完整、抗压强度较高的岩石作为拱脚基础的持力层,当桥位地质情况较差时,往往无法采用大跨度有推力拱桥。

[0003] 传统的预应力混凝土连续刚构桥也是一种适用于山区或者山地城市建设环境的主要桥型,但该桥型往往适用于主跨跨度不超过200m的情况。当预应力混凝土连续刚构桥向更大跨径发展时,因自重过大,混凝土强度将基本被其自重消耗殆尽,在服役中非常容易出现跨中下挠及主梁开裂等缺陷,从而限制了这种桥型跨越能力的发展。

[0004] 传统的预应力混凝土矮塔斜拉桥合理的桥跨适用范围在150m～280m之间。在结构受力上,矮塔斜拉桥以梁为主,索为辅,主梁自身承受大部分荷载作用,约70％斜拉索只承受总体荷载的约30％帮扶作用。矮塔斜拉桥的斜拉索的倾角相对较小,使斜拉索对于桥梁主体的分力不大,提供的竖向分力有限,由于斜拉索产生竖向分力较密索体系斜拉桥而言很小,会使主梁根部的轴向压力和负弯矩增大,从而导致主梁墩塔梁固结处附近截面需要加大,在这种情况下,如进一步加大跨径,则不利于节省建设成本,经济性较差。

[0005] 由于传统的上承式钢筋混凝土拱桥、预应力混凝土连续刚构桥、矮塔斜拉桥这类单一结构体系在力学性能方面存在一定的局限性,因此向更大跨径发展的前景就受到限制。相较于传统单一的桥梁结构体系,组合结构体系可以充分发挥各自的优点。

[0006] 因此,基于结构体系组合的设计理念,开发一种具有更大的跨越能力、受力更高效、经济性更佳、施工更快速的新型上承式梁拱组合刚构桥。

发明内容

[0007] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种大跨度上承式索辅梁拱组合刚构桥,从结构体系、受力机理方面提高桥梁结构的承载效率,克服刚构桥通常出现的开裂及下挠问题,进一步拓展混凝土刚构桥的跨越能力,具有结构受力性能优异、性价比高、养护方便等优点。

[0008] 本发明的大跨度上承式索辅梁拱组合刚构桥,包括空心桥墩(3)、上弦箱梁(1)、支承上弦箱梁(1)的下弦箱拱(2)、位于空心桥墩(3)和上弦箱梁(1)正上方的索塔(4)以及沿索塔分布于上弦箱梁(1)和下弦箱拱(2)汇合相交形成的梁拱结合段(13)区域的斜拉索(8),所述上弦箱梁(1)、下弦箱拱(2)和空心桥墩(3)相交形成梁拱三角区,所述上弦箱梁(1)在梁拱三角区由空心桥墩(3)和拱上立柱(5)支承,所述空心桥墩(3)与边跨和中跨的下弦箱拱(2)的拱脚相交,所述拱上立柱(5)在立面上垂直于下弦箱拱(2)均布;

[0009] 进一步,所述拱上立柱(5)为外包钢筋混凝土的埋置式型钢强劲骨架,所述型钢强劲骨架伸入梁拱结合段(13)、空心桥墩(3)与边跨和中跨的下弦拱拱脚相交形成的墩拱结合段(34)中;

[0010] 进一步,所述空心桥墩(3)为上小下大的变截面结构;

[0011] 进一步,所述上弦箱梁(1)包括箱梁顶板(111)、箱梁底板(121)和箱梁腹板(302),所述箱梁顶板(111)、箱梁底板(121)和箱梁腹板(302)中均设置有纵向预应力钢束(113);

[0012] 进一步,所述箱梁顶板(111)底缘沿纵桥向的中央均设置箱梁顶板加强横肋(112),所述箱梁底板(121)顶缘沿纵桥向的中央设置箱梁底板加强横肋(122),沿横桥向的箱梁腹板(302)之间连接形成腹板横联(305);

[0013] 进一步,在箱梁顶板(111)距悬臂端约1/3的悬臂长度位置处设置悬臂顶板加强纵梁(115),在悬臂顶板加强纵梁(115)与箱梁顶板加强横肋(112)相交位置处设置UHPC预制斜撑杆(131),所述UHPC预制斜撑杆(131)通过预制斜撑杆UHPC现浇连接接头(132)与箱梁顶板加强横肋(112)和箱梁底板(121)连接,且在纵桥向与箱梁顶板加强横肋(112)和箱梁底板加强横肋(122)位置对齐,间距一致;

[0014] 进一步,所述下弦箱拱(2)的埋置式钢管混凝土强劲骨架为桁架结构,包括预埋劲性骨架上弦钢管(201)、预埋劲性骨架下弦钢管(202)、预埋劲性骨架竖向腹杆(203)、预埋劲性骨架斜腹杆(204),所述预埋劲性骨架上弦钢管(201)和预埋劲性骨架下弦钢管(202)沿纵桥向两侧平行设置,沿纵桥向平行的预埋劲性骨架上弦钢管(201)和预埋劲性骨架下弦钢管(202)之间固定连接有预埋劲性骨架竖向腹杆(203)和预埋劲性骨架斜腹杆(204),沿横桥向的预埋劲性骨架上弦钢管(201)之间固定连接形成预埋劲性骨架上平联(205),沿横桥向的预埋劲性骨架下弦钢管(202)之间固定连接形成预埋劲性骨架下平联(206),所述预埋劲性骨架上平联(205)和预埋劲性骨架下平联(206)之间连接有预埋劲性骨架横联(208);

[0015] 进一步,所述UHPC预制斜撑杆(131)与箱梁顶板加强横肋(112)和箱梁底板(121)之间的现浇连接接头、梁柱结合段(15)、下弦拱与拱上立柱结合段(25)均采用UHPC作为连接节点的材料。

[0016] 本发明公开一种大跨度上承式索辅梁拱组合刚构桥的施工方法,包括以下步骤:

[0017] 步骤a、施工桩基础(7)和承台(6);

[0018] 步骤b、爬模施工空心桥墩(3),墩拱结合段(34)通过下弦拱墩拱结合段现浇托架(801)和下弦拱墩拱结合段现浇托架弧形段模板支撑系统(802)施工;

[0019] 步骤c、继续爬模施工墩拱结合段(34)以上部分的空心桥墩(3),安装下弦箱拱(2)强劲骨架节段,利用下弦拱倒三角悬浇挂篮(804)对称、同步悬臂现场浇筑施工下弦箱拱(2)节段混凝土,待下弦箱拱(2)首个悬浇节段混凝土达到强度后,前移下弦拱倒三角悬浇挂篮(804)至下一个悬浇节段;

[0020] 步骤d、在空心桥墩(3)墩顶安装墩梁索塔结合段(14)现浇托架和模板系统,现场浇筑墩梁索塔结合段(14);待下弦箱拱(2)第3个悬浇节段混凝土达到强度后,张拉首对下弦拱临时扣索(805);

[0021] 步骤e、待空心桥墩(3)墩顶上方的墩梁索塔结合段(14)施工完成后,安装上弦箱梁三角悬浇挂篮(803)标准节段,对称、同步逐节段悬臂施工上悬梁节段;

[0022] 步骤f、继续对称、同步施工上弦梁节段和下弦箱拱(2)悬浇节段,下弦拱临时扣索(805)滞后下弦箱拱(2)悬浇节段1个节段进行挂索和张拉;爬模施工索塔(4);

[0023] 步骤g、当下弦箱拱(2)悬浇节段和上弦梁标准节段施工至拱上立柱(5)处时,安装拱上立柱(5),浇筑梁柱结合段(15)和下弦拱与拱上立柱结合段(25)的UHPC现浇接头;

[0024] 步骤h、当上弦箱梁(1)施工至斜拉索锚固区节段后,每完成一个上弦箱梁(1)的施工后,就安装和张拉该节段对应的斜拉索(8);

[0025] 步骤i、重复步骤f～步骤h逐节段施工上弦箱梁(1)、下弦箱拱(2)和拱上立柱(5)直至上弦箱梁(1)与下弦箱拱(2)汇合;安装锁定楔形块,将上弦箱梁(1)与下弦箱拱(2)和锁定楔形块紧密结合,提前形成稳定的三角形受力结构;

[0026] 步骤j、完成梁拱结合段(13)的施工,对称、同步向两侧施工常规梁段(12);

[0027] 步骤k、拆除上弦箱梁三角悬浇挂篮(803),利用边跨支架先合龙边跨,再利用下弦拱倒三角悬浇挂篮(804)合龙中跨,张拉常规梁段底板纵向预应力钢束(307)和常规梁段腹板纵向预应力钢束(308);

[0028] 步骤l、拆除下弦拱倒三角悬浇挂篮(804)、对称拆除下弦拱临时扣索(805)和下弦拱墩拱结合段现浇托架(801)和下弦拱墩拱结合段现浇托架弧形段模板支撑系统(802),完成大桥主体结构施工;

[0029] 进一步,所述空心桥墩(3),墩拱结合段(34)、索塔(4)采用现场浇筑施工,所述下弦箱拱(2)利用墩拱结合段(34)和墩梁索塔结合段(14)之间部分的空心桥墩(3)支撑下弦拱临时扣索(805)辅助施工阶段的悬臂受力,采用对称、同步安装强劲骨架和悬臂浇筑施工,所述上弦箱梁(1)采用对称、同步悬臂浇筑施工,所述拱上立柱(5)对称、同步安装。

[0030] 本发明的有益效果是:本发明公开的大跨度上承式索辅梁拱组合刚构桥,从结构体系、受力机理方面提高桥梁结构的承载效率,克服刚构桥通常出现的开裂及下挠问题,进一步拓展混凝土刚构桥的跨越能力,具有结构受力性能优异、性价比高、养护方便等优点。

附图说明

[0031] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步描述:

[0032] 图1为本发明实施例的上承式索辅梁拱组合刚构桥的立面布置图;

[0033] 图2为本发明实施例的上承式索辅梁拱组合刚构桥的横断面布置图;

[0034] 图3为本发明实施例的上承式索辅梁拱组合刚构桥的三维轴视透视图;

[0035] 图4为本发明实施例的上承式索辅梁拱组合刚构桥的结构体系示意图;

[0036] 图5为本发明实施例的索辅梁拱组合刚构桥的结构体系受力机理示意图;

[0037] 图6为本发明实施例的上承式索辅梁拱组合刚构桥的上弦梁锚索区典型横断面图;

[0038] 图7为本发明实施例的上承式索辅梁拱组合刚构桥的下弦拱立面布置图;

[0039] 图8为本发明实施例的上承式开孔腹板梁拱组合刚构桥的下弦拱横断面布置图;

[0040] 图9为本发明实施例的上承式索辅梁拱组合刚构桥的常规梁段典型横断面布置图;

[0041] 图10为本发明实施例的上承式索辅梁拱组合刚构桥的梁拱结合段三维结构示意图;

[0042] 图11为本发明实施例的上承式索辅梁拱组合刚构桥的施工方法步骤示意图;

[0043] 图12为本发明实施例的上承式索辅梁拱组合刚构桥的三角区施工方法示意图。

[0044] 其中,上述附图包括以下附图标记:1—上弦箱梁,2—下弦箱拱,3—桥墩,4—索塔,5—拱上立柱,6—承台,7—桩基础,8—斜拉索,12—常规梁段,13—梁拱结合段,14—墩梁索塔结合段,15—梁柱结合段,25—下弦拱与拱上立柱结合段,34—墩拱结合段,41—转索鞍,111—箱梁顶板箱梁,112—箱梁顶板加强横肋,113—顶板纵向预应力钢束,114—纵向预应力钢束锚具,115—箱梁顶板悬臂加强纵梁,116—索梁锚固块,121—箱梁底板,122—箱梁底板加强横肋,123—底板纵向预应力钢束,131—UHPC预制斜撑杆,132—预制斜撑杆UHPC现浇连接接头,201—预埋劲性骨架上弦钢管,202—预埋劲性骨架下弦钢管,203—预埋劲性骨架竖向腹杆,204—预埋劲性骨架斜腹杆,205—预埋劲性骨架上平联,206—预埋劲性骨架下平联,207—预埋劲性骨架节点板,208—预埋劲性骨架横联,209—预埋劲性骨架横联节点板,210—预埋劲性骨架横联节点板,211—预埋劲性骨架钢管内灌注混凝土,212—劲性骨架外包混凝土,301—常规梁段底板,302—常规梁段腹板,303—常规梁段中腹板加强竖肋,304—常规梁段底板加强横肋,305—常规梁段腹板横联,306—常规梁段腹板横联UHPC现浇连接接头,307—常规梁段底板纵向预应力钢束,308—常规梁段腹板纵向预应力钢束。

具体实施方式

[0045] 本实施例的大跨度上承式索辅梁拱组合刚构桥,包括空心桥墩3、上弦箱梁1、上支承上弦箱梁1的下弦箱拱2、位于空心桥墩3和上弦箱梁1正上方的索塔4以及沿索塔分布于上弦箱梁1和下弦箱拱2汇合相交形成的梁拱结合段13区域的斜拉索8,所述上弦箱梁1、下弦箱拱2和空心桥墩3相交形成梁拱三角区,所述上弦箱梁1在梁拱三角区由空心桥墩3和拱上立柱5支承,所述空心桥墩3与边跨和中跨的下弦箱拱2的拱脚相交,所述拱上立柱5在立面上垂直于下弦箱拱2均布;空心桥墩3与桩基7之间固结并设有承台6,上弦箱梁1和下弦箱拱2汇合相交形成梁拱结合段13,位于边跨的梁拱结合段13与上弦梁端部之间和位于中跨的梁拱结合段13之间为常规梁段12;所述空心桥墩3和上弦箱梁1的正上方设置索塔4;所述空心桥墩3和上弦箱梁1和索塔4之间设置墩梁索塔结合段14,上弦箱梁1和拱上立柱5之间设置梁柱结合段15,下弦箱拱2和拱上立柱5之间设置下弦拱与拱上立柱结合段25,所述空心桥墩3与边跨和中跨的下弦拱拱脚相交,形成墩拱结合段34,所述上弦箱梁1、下弦箱拱2、空心桥墩3、拱上立柱5两两固结,索塔4与空心桥墩3和上弦箱梁1固结,在索塔4和上弦箱梁1、常规梁段12之间设置斜拉索8,共同组成梁-上承式拱-部分斜拉组合连续刚构体系。边跨梁端底缘设有纵向活动支座。下弦箱拱2、拱上立柱5沿空心桥墩3中心线对称布置,梁拱结合段13、墩梁索塔结合段14、梁柱结合段15、下弦拱与拱上立柱结合段25、墩拱结合段34过渡区域均设置圆弧形倒角。常规梁段12、梁拱结合段梁底缘线形与下弦箱拱2底缘线形一致,立面呈拱形。上弦箱梁1采用直腹板单箱多室结构,等梁高,腹板高度保持不变,在所述墩顶节段设置横隔梁,墩顶节段梁底设置墩梁索塔结合段14,与空心桥墩3和索塔4固结连接。本实施例中,将上承式拱和刚构桥结构体系进行组合,充分利用了拱、梁和矮塔斜拉结构体系的力学特点,充分发挥组合结构体系的优点,显著提高了结构的承载效率和结构刚度,将其最大跨越能力提高至少1.8～2.5倍以上。所形成“无推力-自平衡”的受力体系,使

该桥基础以承受竖向力为主,从而减少基础规模。尤其适用于山区或者山地城市桥梁建设环境,特别是地质情况较差,无法采用大跨度有推力拱桥,但矮塔斜拉桥、梁拱组合刚构桥、连续刚构的跨度又不能满足的桥位。

[0046] 本实施例中,所述拱上立柱5为外包钢筋混凝土的埋置式型钢强劲骨架,所述型钢强劲骨架伸入梁拱结合段13、空心桥墩3与边跨和中跨的下弦拱拱脚相交形成的墩拱结合段34中;型钢强劲骨架和外包钢筋混凝土与共同形成SRC结构,拱上立柱5采用工厂预制。现场施工时通过在强劲骨架钢管内灌注高性能混凝土,同时在强劲骨架外侧搭设模板分段分层浇筑外包混凝土,在其凝固受力后,强劲骨架中的钢管内灌注混凝土和外包钢筋混凝土与钢管共同形成SRC结构。共同发挥结构承载能力,而下弦拱在混凝土凝固成形后,劲性骨架被混凝土填充和包裹,增强了劲性骨架的压屈稳定性,显著提高了该桥型的刚度、强度和抗震延性。相比采用单纯的钢筋混凝土箱拱结构,下弦拱采用钢管内灌混凝土强劲骨架+外包钢筋混凝土组合结构,有效减小了壁厚和截面面积,降低了混凝土材料用量和结构自重。

[0047] 本实施例中,所述空心桥墩3为上小下大的变截面结构;具有较大抗弯刚度以抵抗边跨和中跨下弦拱在可变荷载作用下的不平衡推力。主墩、下弦拱与上弦梁形成稳定的三角框架结构,所设置的斜拉索不仅有效削减了上弦梁的负弯矩和剪力,还可以主动调节结构内力和长期下挠变形,从而最大限度避免大跨径混凝土结构后期徐变引起结构下挠与开裂。

[0048] 本实施例中,所述上弦箱梁1包括箱梁顶板111、箱梁底板121和箱梁腹板302,所述箱梁顶板111、箱梁底板121和箱梁腹板302中均设置有纵向预应力钢束113;上弦箱梁1和常规梁段12的顶板、底板和腹板内均设置纵向预应力钢束波纹管道,通过纵向预应力钢束连接,并在各悬臂节段端部设置纵向预应力钢束锚具114进行张拉锚固并提供预压应力,以抵消下弦箱拱2产生在水平推力,以及结构自重和车辆荷载等对梁体截面产生的拉应力。下弦箱拱2、空心桥墩3、索塔4承受压力,与斜拉索索梁锚固块116对应的拱上立柱5承受拉力,其余的拱上立柱5承受压力,由斜拉索8和设置于上弦箱梁1和常规梁段12的顶板、底板和腹板中的纵向预应力钢束113抵抗和平衡下弦箱拱2产生的水平推力,形成“无推力-自平衡”的受力体系,位于边跨的梁拱结合段13与上弦梁端部之间和位于中跨的梁拱结合段13之间为常规梁段12以受弯为主,构成梁-上承式拱-部分斜拉结合受力体系。索塔4中心线位于桥梁横向的正中央,索塔4和斜拉索8在横桥向均设置于桥面中央分隔带车行道防撞护栏之间。索塔4采用普通钢筋混凝土结构,索塔锚固区设置转索鞍41作为斜拉索中索塔上的转向和传力结构。每一对斜拉索8和转索鞍41在在横桥向沿索塔4中心线对称布置,在上弦箱梁1、常规梁段12斜拉索锚固区的对应节段的箱梁顶板111与箱梁中央腹板的相交处。

[0049] 本实施例中,所述箱梁顶板111底缘沿纵桥向的中央均设置箱梁顶板加强横肋112,所述箱梁底板121顶缘沿纵桥向的中央设置箱梁底板加强横肋122,沿横桥向的箱梁腹板302之间连接形成腹板横联305;上弦箱梁1、常规梁段12均采用普通高性能混凝土,每个悬浇节段箱梁顶板111底缘沿纵桥向的中央均设置箱梁顶板加强横肋112,每个悬浇节段箱梁底板121顶缘沿纵桥向的中央设置箱梁底板加强横肋122。

[0050] 本实施例中,在箱梁顶板111距悬臂端约1/3的悬臂长度位置处设置悬臂顶板加强纵梁115,在悬臂顶板加强纵梁115与箱梁顶板加强横肋112相交位置处设置UHPC预制斜撑杆131,所述UHPC预制斜撑杆131通过预制斜撑杆UHPC现浇连接接头132与箱梁顶板加强横

肋112和箱梁底板121连接,且在纵桥向与箱梁顶板加强横肋112和箱梁底板加强横肋122位置对齐,间距一致。

[0051] 本实施例中,所述下弦箱拱2的埋置式钢管混凝土强劲骨架为桁架结构,包括预埋劲性骨架上弦钢管201、预埋劲性骨架下弦钢管202、预埋劲性骨架竖向腹杆203、预埋劲性骨架斜腹杆204,所述预埋劲性骨架上弦钢管201和预埋劲性骨架下弦钢管202沿纵桥向两侧平行设置,沿纵桥向平行的预埋劲性骨架上弦钢管201和预埋劲性骨架下弦钢管202之间固定连接有预埋劲性骨架竖向腹杆203和预埋劲性骨架斜腹杆204,沿横桥向的预埋劲性骨架上弦钢管201之间固定连接形成预埋劲性骨架上平联205,沿横桥向的预埋劲性骨架下弦钢管202之间固定连接形成预埋劲性骨架下平联206,所述预埋劲性骨架上平联205和预埋劲性骨架下平联206之间连接有预埋劲性骨架横联208。

[0052] 本实施例中,所述UHPC预制斜撑杆131与箱梁顶板加强横肋112和箱梁底板121之间的现浇连接接头、梁柱结合段15、下弦拱与拱上立柱结合段25均采用UHPC作为连接节点的材料。将UHPC材料用于连接节点构件的现浇接头,材料用量少,构造简单,缩短工期,增强连接段强度,符合“强节点、弱构件”的结构设计理念,从而显著改善了刚架拱连接节点由于容易开裂导致结构安全和耐久性降低的病害。

[0053] 本实施例的大跨度上承式索辅梁拱组合刚构桥的施工方法,包括以下步骤:

[0054] 步骤a、施工桩基础7和承台6;

[0055] 步骤b、爬模施工空心桥墩3,墩拱结合段34通过下弦拱墩拱结合段现浇托架801和下弦拱墩拱结合段现浇托架弧形段模板支撑系统802施工;

[0056] 步骤c、继续爬模施工墩拱结合段34以上部分的空心桥墩3,安装下弦箱拱2强劲骨架节段,利用下弦拱倒三角悬浇挂篮804对称、同步悬臂现场浇筑施工下弦箱拱2节段混凝土,待下弦箱拱2首个悬浇节段混凝土达到强度后,前移下弦拱倒三角悬浇挂篮804至下一个悬浇节段;

[0057] 步骤d、在空心桥墩3墩顶安装墩梁索塔结合段14现浇托架和模板系统,现场浇筑墩梁索塔结合段14;待下弦箱拱2第3个悬浇节段混凝土达到强度后,张拉首对下弦拱临时扣索805;

[0058] 步骤e、待空心桥墩3墩顶上方的墩梁索塔结合段14施工完成后,安装上弦箱梁三角悬浇挂篮803标准节段,对称、同步逐节段悬臂施工上悬梁节段;

[0059] 步骤f、继续对称、同步施工上弦梁节段和下弦箱拱2悬浇节段,下弦拱临时扣索805滞后下弦箱拱2悬浇节段1个节段进行挂索和张拉;爬模施工索塔4;

[0060] 步骤g、当下弦箱拱2悬浇节段和上弦梁标准节段施工至拱上立柱5处时,安装拱上立柱5,浇筑梁柱结合段15和下弦拱与拱上立柱结合段25的UHPC现浇接头;

[0061] 步骤h、当上弦箱梁1施工至斜拉索锚固区节段后,每完成一个上弦箱梁1的施工后,就安装和张拉该节段对应的斜拉索8;

[0062] 步骤i、重复步骤f～步骤h逐节段施工上弦箱梁1、下弦箱拱2和拱上立柱5直至上弦箱梁1与下弦箱拱2汇合;安装锁定楔形块,将上弦箱梁1与下弦箱拱2和锁定楔形块紧密结合,提前形成稳定的三角形受力结构;

[0063] 步骤j、完成梁拱结合段13的施工,对称、同步向两侧施工常规梁段12;

[0064] 步骤k、拆除上弦箱梁三角悬浇挂篮803,利用边跨支架先合龙边跨,再利用下弦拱

倒三角悬浇挂篮804合龙中跨,张拉常规梁段底板纵向预应力钢束307和常规梁段腹板纵向预应力钢束308;

[0065] 步骤1、拆除下弦拱倒三角悬浇挂篮804、对称拆除下弦拱临时扣索805和下弦拱墩拱结合段现浇托架801和下弦拱墩拱结合段现浇托架弧形段模板支撑系统802,完成大桥主体结构施工。

[0066] 本实施例中,所述空心桥墩3,墩拱结合段34、索塔4采用现场浇筑施工,所述下弦箱拱2利用墩拱结合段34和墩梁索塔结合段14之间部分的空心桥墩3支撑下弦拱临时扣索805辅助施工阶段的悬臂受力,采用对称、同步安装强劲骨架和悬臂浇筑施工,所述上弦箱梁1采用对称、同步悬臂浇筑施工,所述拱上立柱5对称、同步安装。

[0067] 本发明的大跨度上承式索辅梁拱组合刚构桥与现有技术相比,具有以下有益效果:

[0068] (1)将上承式拱和刚构桥结构体系进行组合,充分利用了拱、梁和矮塔斜拉结构体系的力学特点,充分发挥组合结构体系的优点,显著提高了结构的承载效率和结构刚度,将其最大跨越能力提高至少1.8~2.5倍以上。所形成“无推力-自平衡”的受力体系,使该桥基础以承受竖向力为主,从而减少基础规模。尤其适用于山区或者山地城市桥梁建设环境,特别是地质情况较差,无法采用大跨度有推力拱桥,但矮塔斜拉桥、梁拱组合刚构桥、连续刚构的跨度又不能满足的桥位。

[0069] (2)主墩在拱墩结合段以下部分为变截面空心墩,具有较大抗弯刚度以抵抗边跨和中跨下弦拱在可变荷载作用下的不平衡推力。主墩、下弦拱与上弦梁形成稳定的三角框架结构,所设置的斜拉索不仅有效削减了上弦梁的负弯矩和剪力,还可以主动调节结构内力和长期下挠变形,从而最大限度避免大跨径混凝土结构后期徐变引起结构下挠与开裂。

[0070] (3)下弦拱采用埋置式钢管混凝土强劲骨架,通过在钢管内灌注高性能混凝土,同时在强劲骨架外侧搭设模板分段分层浇筑外包混凝土,在其凝固受力后,强劲骨架中的钢管内灌注混凝土和外包钢筋混凝土与钢管共同形成SRC结构,共同发挥结构承载能力,而下弦拱在混凝土凝固成形后,劲性骨架被混凝土填充和包裹,增强了劲性骨架的压屈稳定性,显著提高了该桥型的刚度、强度和抗震延性。相比采用单纯的钢筋混凝土箱拱结构,下弦拱采用钢管内灌混凝土强劲骨架+外包钢筋混凝土组合结构,有效减小了壁厚和截面面积,降低了混凝土材料用量和结构自重。

[0071] (4)将UHPC材料用于连接节点构件的现浇接头,材料用量少,构造简单,缩短工期,增强连接段强度,符合“强节点、弱构件”的结构设计理念,从而显著改善了刚架拱连接节点由于容易开裂导致结构安全和耐久性降低的病害。

[0072] 最后说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本发明技术方案的宗旨和范围,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

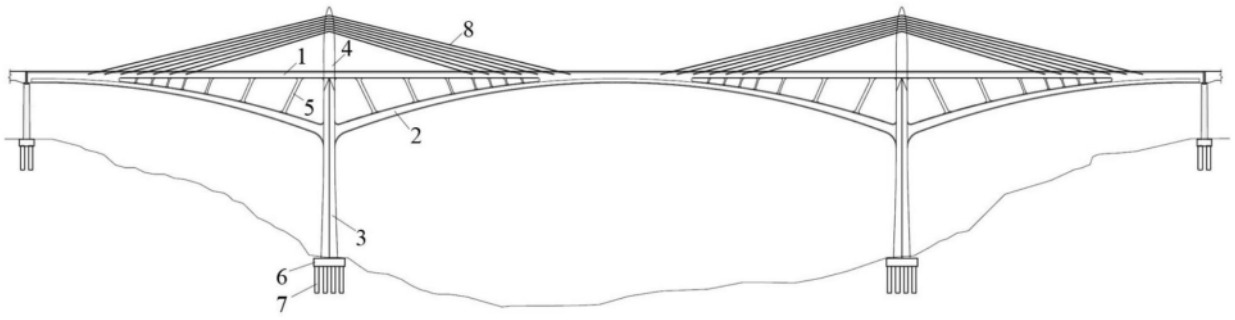


图1

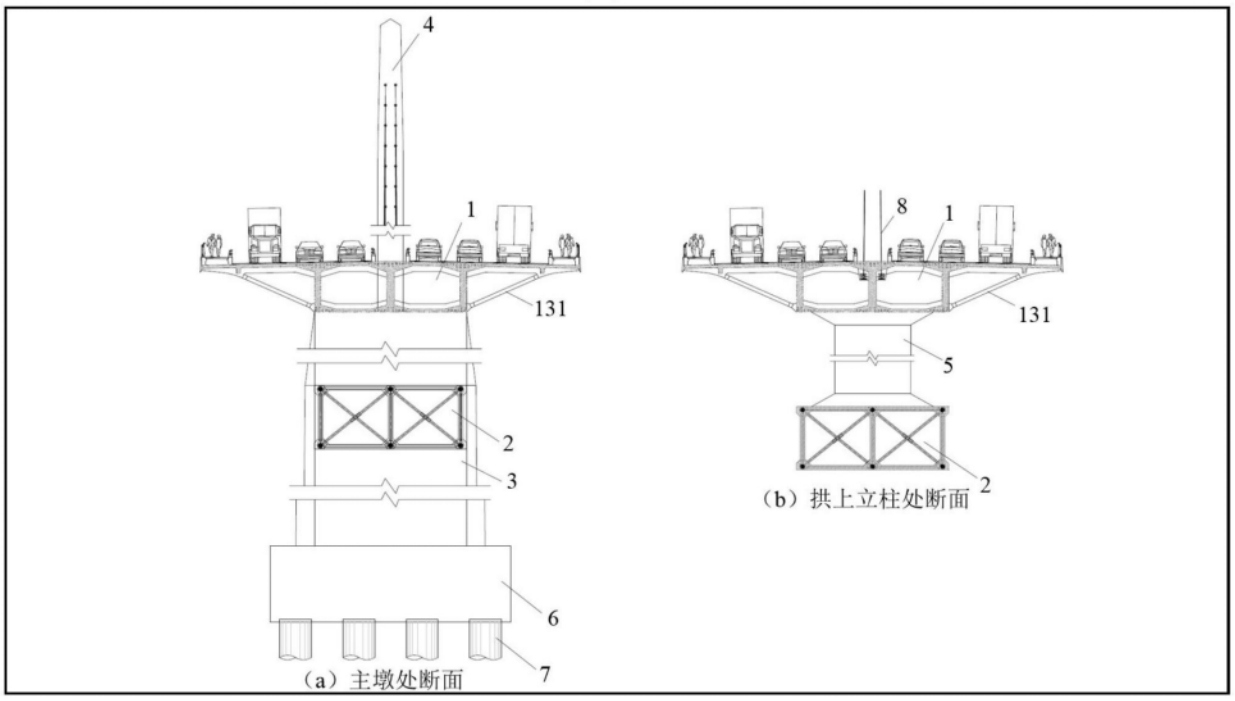


图2

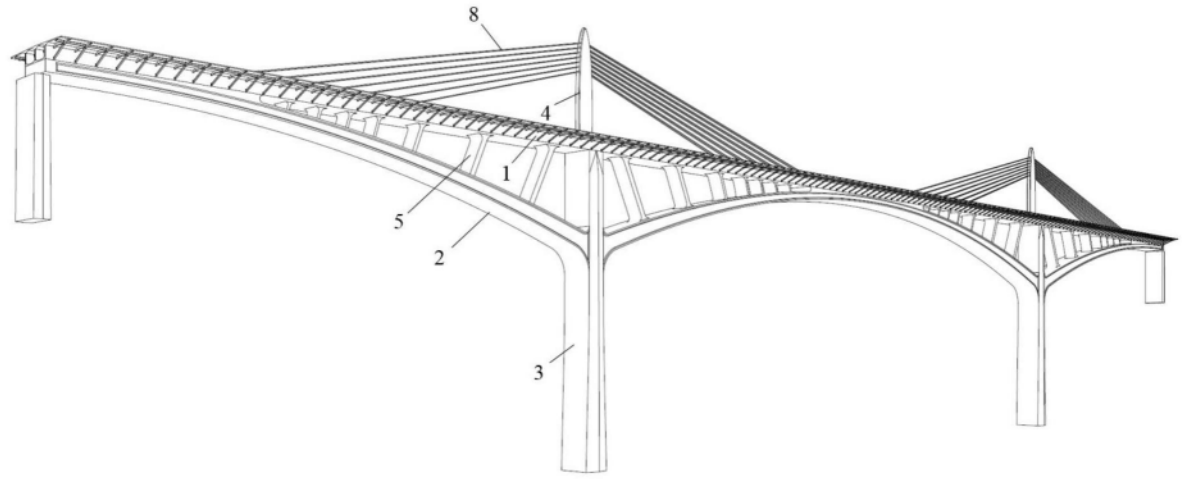


图3

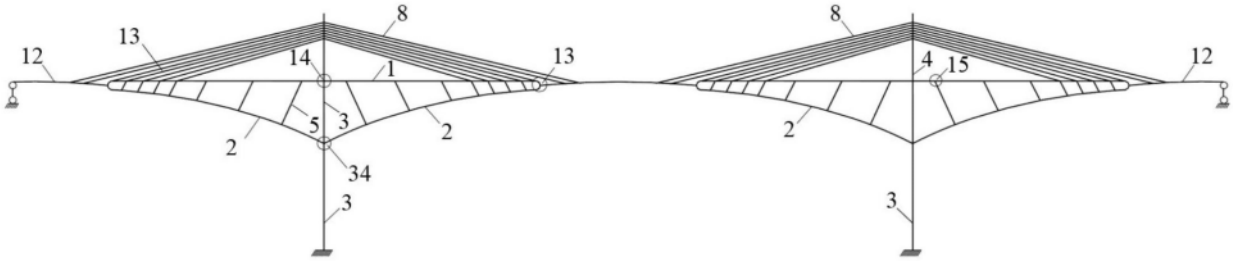


图4

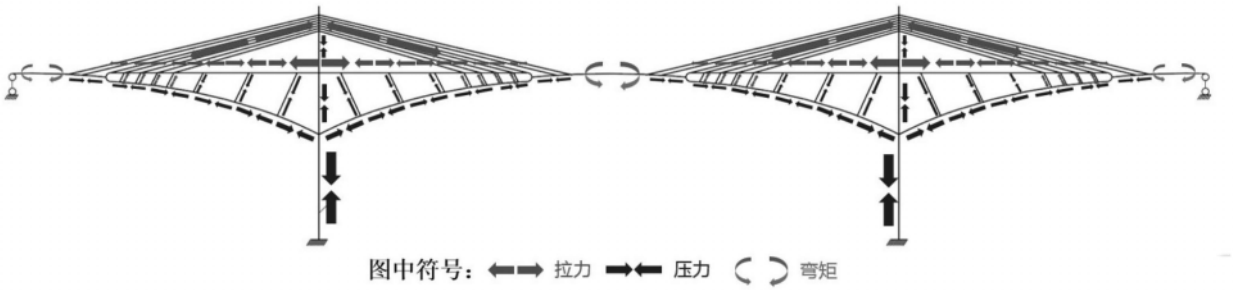


图5

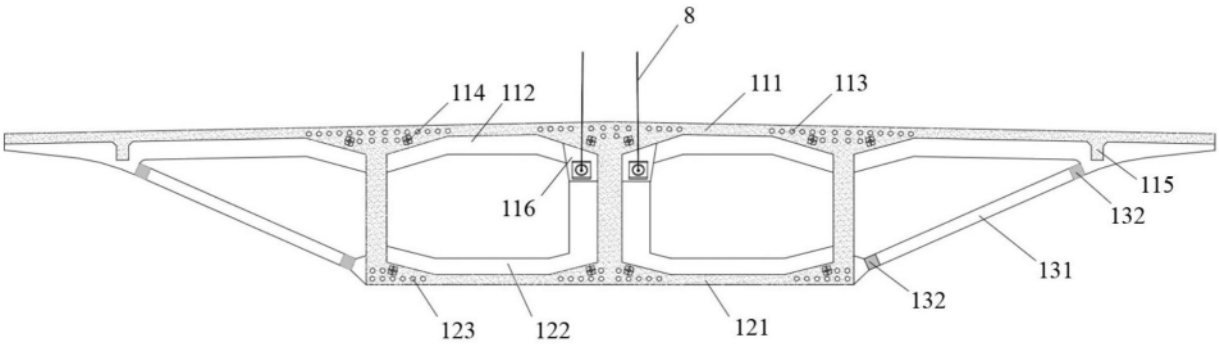

8
114
112
111
113
116
115
132
131
132
123
122
121

图6

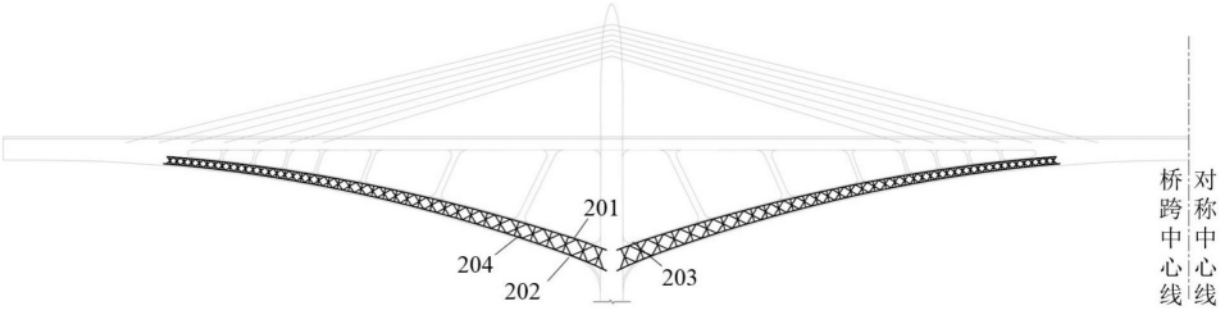

201
204
202
203
桥跨中心线
对称中心线

图7

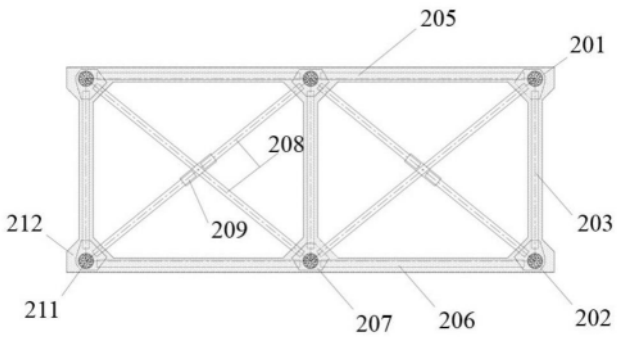

205
201
208
212
209
203
211
207
206
202

图8

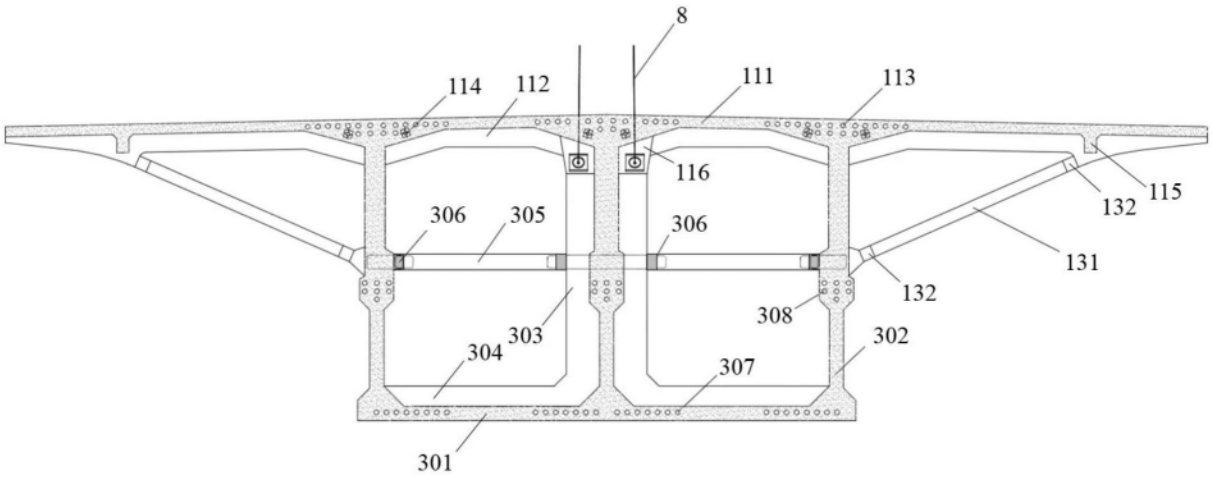

8
114
112
111
113
116
115
132
306
305
306
131
132
308
303
304
302
307
301

图9

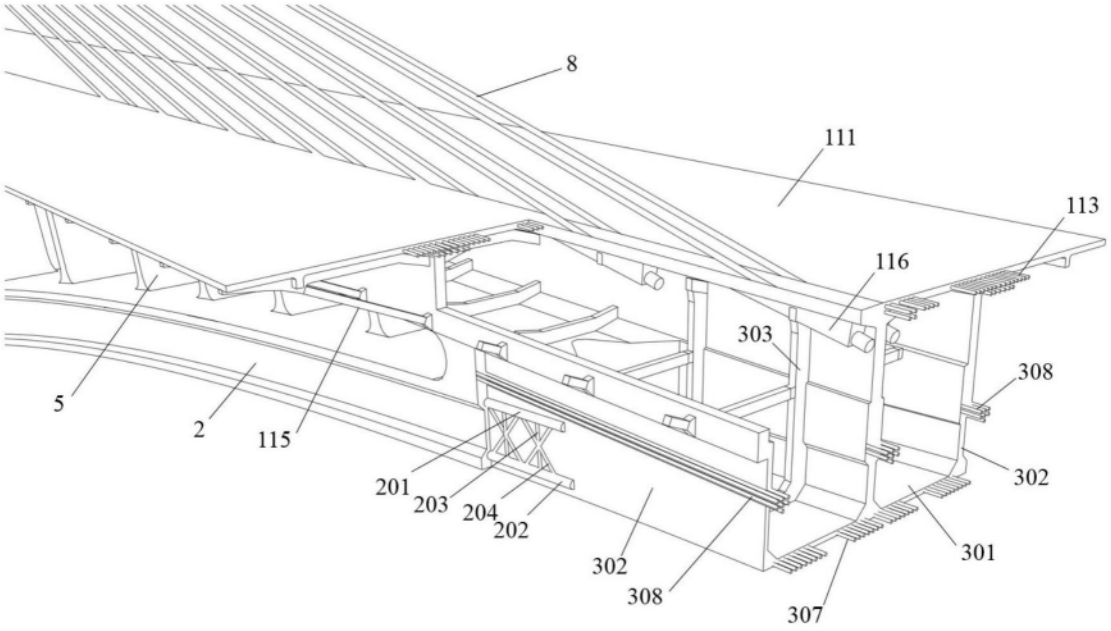
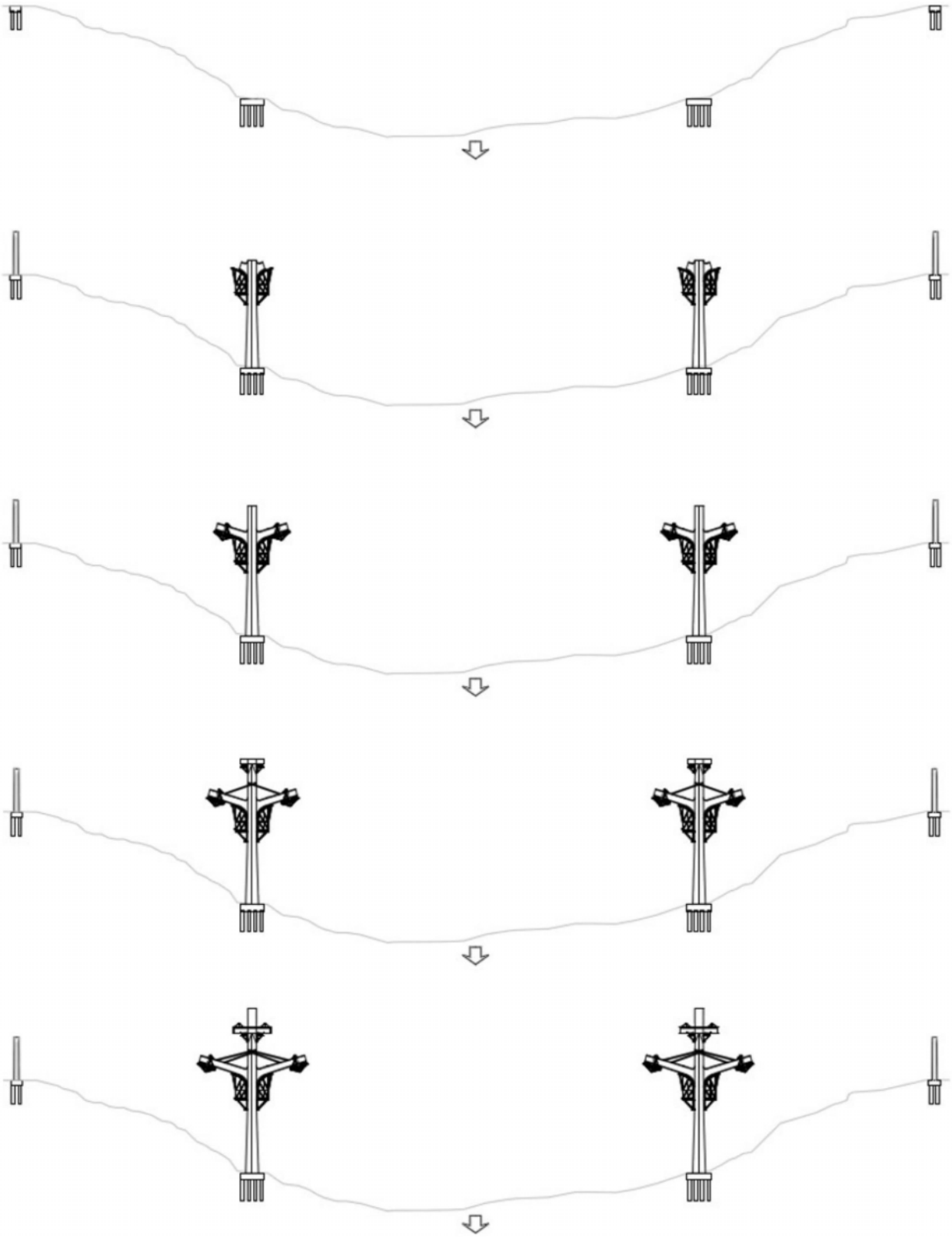

8
111
113
116
303
308
5
2
115
302
201
203
204
202
301
302
308
307

图10



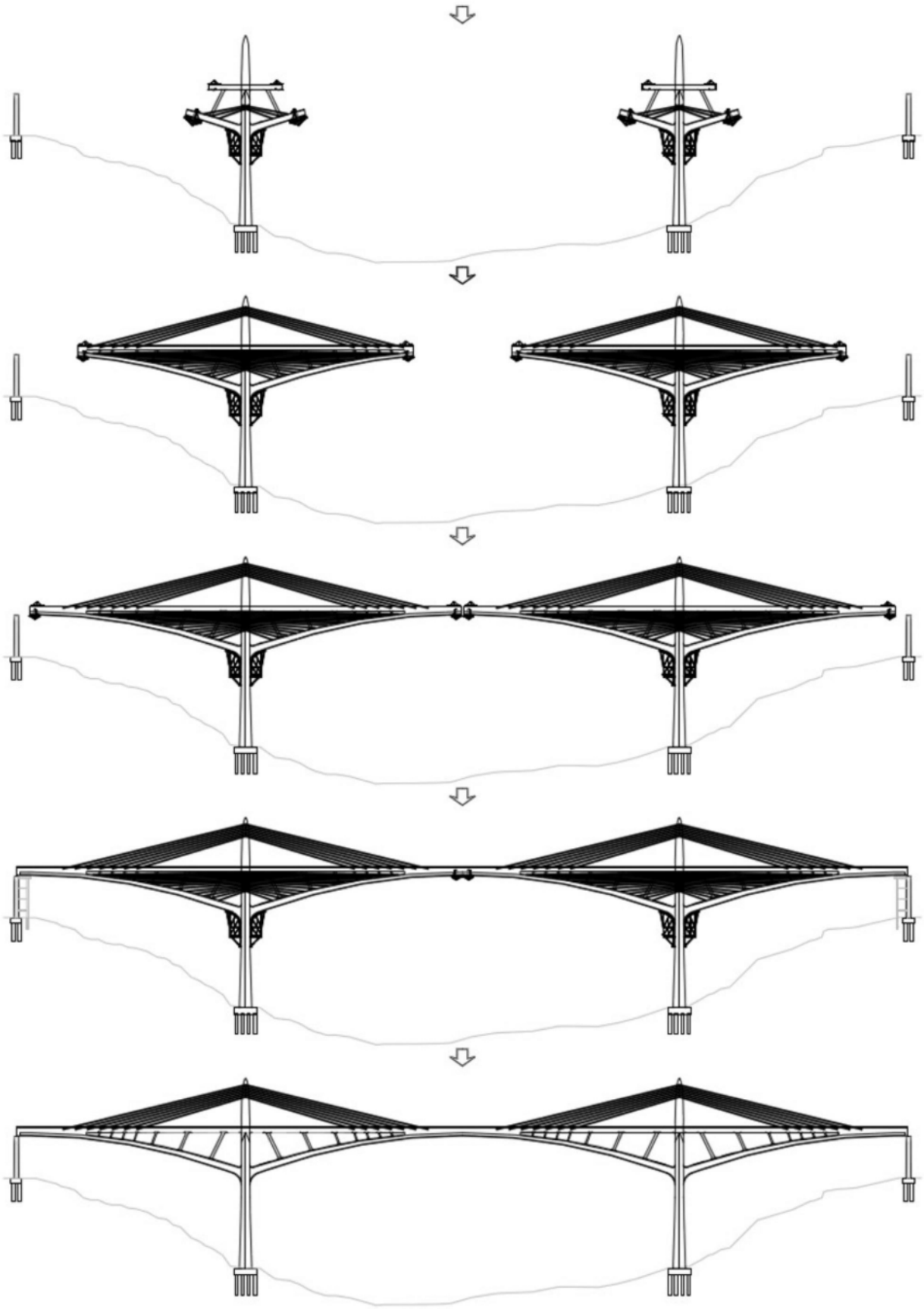


图11

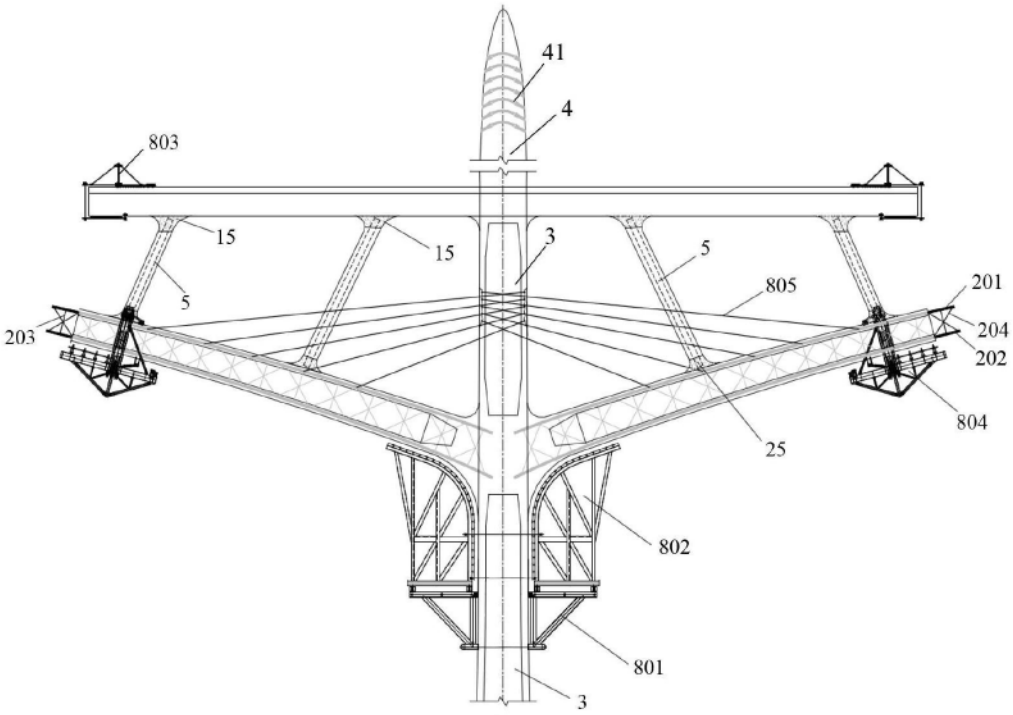


图12