(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 215593647 U
(45)授权公告日 2022.01.21

(21)申请号 202120784200.6

(22)申请日 2021.04.16

(73)专利权人 中国铁路设计集团有限公司
地址 300308 天津市滨海新区自贸试验区(空港经济区)东七道109号

(72)发明人 苏伟 牟兆祥 李恩良 张上 张帅 张悦

(74)专利代理机构 天津浆果知识产权代理事务所(普通合伙) 12240
代理人 王龑

(51)Int.Cl.
E01D 4/00(2006.01)
E01D 19/00(2006.01)
E01D 21/00(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

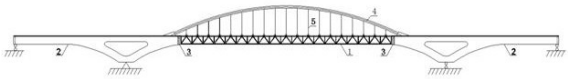
权利要求书1页 说明书6页 附图6页

(54)实用新型名称

一种采用钢桁-砼预制结合梁段的梁拱组合结构

(57)摘要

本实用新型公开了一种采用钢桁-砼预制结合梁段的梁拱组合结构包括混凝土梁段、钢桁-混凝土预制结合梁段以及梁段结合区，所述钢桁-混凝土预制结合梁段由多个顺桥向的预制节段组成，相邻预制节段之间由多重连接结构进行固定。本发明中跨部分主梁节段用钢桁—混凝土结合梁替代混凝土主梁，节段重量轻，便于工厂预制和运输，且节段个数少、施工速度快，对跨越对象影响小，并提高了梁拱组合桥的适用跨度和应用范围。本实用新型主桥结构自重小、支座吨位小，支座制作和养护成本低，同时利于抗震设计，该桥型可推广应用于高烈度震区。本实用新型工后徐变较小，轨道平顺性好，可保证高速列车行驶的安全性、平稳性和舒适性。



CN 215593647 U

1.一种采用钢桁-砼预制结合梁段的梁拱组合结构,包括位于边跨的混凝土梁段(2)、位于中跨的钢桁-混凝土预制结合梁段(1)以及连接二者的梁段结合区(3),所述钢桁-混凝土预制结合梁段(1)上设置有拱肋(4)、吊杆(5),其特征在于:所述钢桁-混凝土预制结合梁段(1)由多个顺桥向的预制节段组成,相邻预制节段之间由多重连接结构进行固定,所述预制节段包括钢桁部和混凝土部。

2.根据权利要求1所述的一种采用钢桁-砼预制结合梁段的梁拱组合结构,其特征在于:所述钢桁部包括位于上部的钢顶板(1-3)和位于下部的钢底板(1-4),所述钢顶板(1-3)、钢底板(1-4)之间设置有倾斜的斜腹杆(1-5),所述钢顶板(1-3)、钢底板(1-4)之间还设置有竖向的竖杆(1-6)。

3.根据权利要求2所述的一种采用钢桁-砼预制结合梁段的梁拱组合结构,其特征在于:所述斜腹杆(1-5)、钢底板(1-4)围合呈等腰三角形状,所述斜腹杆(1-5)、钢顶板(1-3)、竖杆(1-6)围合呈直角三角形状。

4.根据权利要求3所述的一种采用钢桁-砼预制结合梁段的梁拱组合结构,其特征在于:所述混凝土部包括钢顶板(1-3)上端设置的预制混凝土顶板(1-1)和钢底板(1-4)下端设置的预制混凝土底板(1-2)。

5.根据权利要求4所述的一种采用钢桁-砼预制结合梁段的梁拱组合结构,其特征在于:所述预制混凝土顶板(1-1)、预制混凝土底板(1-2)中设置有顺桥向的预应力钢束(1-9)。

6.根据权利要求2所述的一种采用钢桁-砼预制结合梁段的梁拱组合结构,其特征在于:所述多重连接结构包括对相邻预制节段间的钢顶板(1-3)以及钢底板(1-4)进行固定的拼接板(7-2),所述拼接板(7-2)通过预埋剪力钉式螺栓(7-1)进行固定。

7.根据权利要求6所述的一种采用钢桁-砼预制结合梁段的梁拱组合结构,其特征在于:所述预埋剪力钉式螺栓(7-1)一段预埋入预制混凝土顶板(1-1)、预制混凝土底板(1-2)内,预埋剪力钉式螺栓(7-1)的预埋段设固定螺母,固定螺母焊接在钢顶板(1-3)或钢底板(1-4)上,同时发挥锚固螺栓和剪力钉的作用;预埋剪力钉式螺栓(7-1)另一段外露,外露段设置可旋紧螺母,在预制节段拼装施工时用以固定拼接板(7-2)。

8.根据权利要求6所述的一种采用钢桁-砼预制结合梁段的梁拱组合结构,其特征在于:所述多重连接结构包括对相邻的竖杆(1-6)进行固定的螺栓(7-3),所述螺栓(7-3)穿过相邻的竖杆(1-6)后拧上螺母进行固定;所述多重连接结构包括对相邻竖杆(1-6)贴合面进行固定的焊缝(7-4)。

9.根据权利要求8所述的一种采用钢桁-砼预制结合梁段的梁拱组合结构,其特征在于:所述梁段结合区(3)中设置有预埋锚固螺栓(3-3),预埋锚固螺栓(3-3)与预制节段一侧的竖杆(1-6)固定;所述梁段结合区(3)中还设置有与相邻预制节段进行拼装固定的预埋钢顶板(3-4)以及预埋钢底板(3-5)。

一种采用钢桁-砼预制结合梁段的梁拱组合结构

技术领域

[0001] 本实用新型属于桥梁结构建筑技术领域，具体涉及一种采用钢桁 -砼预制结合梁段的梁拱组合结构。

背景技术

[0002] 连续梁拱组合结构具有结构刚度大、动力性能好、跨越能力大、造型美观等特点，在我国高速铁路桥梁建设中应用广泛。该桥型的结构自重由主梁承担，主跨范围内的二期恒载与活载由加劲拱承担。

[0003] 由于该桥型上部结构与下部结构采用支座联结，大跨度混凝土连续梁拱组合结构需采用大吨位桥梁支座，支座制作和养护成本高；大跨度混凝土连续梁拱组合结构梁体重量大，当应用于高烈度震区时地震响应较大，桥墩、基础设计困难；随着主跨跨度增加，边跨主梁由于要平衡中跨主梁和拱的重量需同时增加跨度，导致边跨主梁刚度降低，无法满足梁端转角要求；为平衡拱脚水平推力，混凝土主梁内设置了大量预应力，导致梁体收缩徐变较大，影响高速铁路行车时的轨道平顺性，长期运营跨中存在下挠的问题；以上等因素限制了其跨越能力及应用范围，目前，200米以上跨度较少采用连续梁拱组合结构。

[0004] 另外，大跨度混凝土连续梁拱组合结构主梁多采用悬臂浇筑施工，由于混凝土主梁梁高较高，节段重量较重，为便于施工，混凝土主梁划分节段数较多，影响施工进度。

发明内容

[0005] 本实用新型为解决现有技术存在的问题而提出，其目的是提供一种采用钢桁-砼预制结合梁段的梁拱组合结构。

[0006] 本实用新型的技术方案是：一种采用钢桁-砼预制结合梁段的梁拱组合结构，包括位于边跨的混凝土梁段、位于中跨的钢桁-混凝土预制结合梁段以及连接二者的梁段结合区，所述钢桁-混凝土预制结合梁段上设置有拱肋、吊杆，所述钢桁-混凝土预制结合梁段由多个顺桥向的预制节段组成，相邻预制节段之间由多重连接结构进行固定，所述预制节段包括钢桁部和混凝土部。

[0007] 所述钢桁部包括位于上部的钢顶板和位于下部的钢底板，所述钢顶板、钢底板之间设置有倾斜的斜腹杆，所述钢顶板、钢底板之间还设置有竖向的竖杆。

[0008] 所述斜腹杆、钢底板围合呈等腰三角形状，所述斜腹杆、钢顶板、竖杆围合呈直角三角形状。

[0009] 所述混凝土部包括钢顶板上端设置的预制混凝土顶板和钢底板下端设置的预制混凝土底板。

[0010] 所述预制混凝土顶板、预制混凝土底板中设置有顺桥向的预应力钢束。

[0011] 所述多重连接结构包括对相邻预制节段间的钢顶板以及钢底板进行固定的拼接板，所述拼接板通过预埋剪力钉式螺栓进行固定。

[0012] 所述预埋剪力钉式螺栓一段预埋入预制混凝土顶板、预制混凝土底板内，预埋剪

力钉式螺栓的预埋段设固定螺母，固定螺母焊接在钢顶板或钢底板上，同时发挥锚固螺栓和剪力钉的作用；预埋剪力钉式螺栓另一段外露，外露段设置可旋紧螺母，在预制节段拼装施工时用以固定拼接板。

[0013] 所述多重连接结构包括对相邻的竖杆进行固定的螺栓，所述螺栓穿过相邻的竖杆后拧上螺母进行固定；所述多重连接结构包括对相邻竖杆贴合面进行固定的焊缝。

[0014] 所述梁段结合区中设置有预埋锚固螺栓，预埋锚固螺栓与预制节段一侧的竖杆固定；所述梁段结合区中还设置有与相邻预制节段进行拼装固定的预埋钢顶板以及预埋钢底板。

[0015] 本实用新型中跨部分主梁节段用钢桁—混凝土结合梁替代混凝土主梁，节段重量较轻，便于工厂预制和运输，且节段个数少、现场作业量少、施工速度快，同时对立交、河流等跨越对象的影响更小。

[0016] 本实用新型主桥结构自重小、支座吨位小，支座制作和养护成本低，同时利于抗震设计，该桥型可推广应用于高烈度震区。

[0017] 本实用新型中跨部分采用钢桁架和预制混凝土桥面板、底板的组合结构，工后徐变较小，轨道平顺性好，可保证高速列车行驶的安全性、平稳性和舒适性。

[0018] 本实用新型边跨采用混凝土梁，保留了混凝土连续梁拱组合结构边跨刚度大的优势，能较好控制梁段转角；由于中跨主梁相对混凝土连续梁拱组合结构重量更轻，边跨跨度可进一步缩短，边中跨比更小，可节省材料用量。

[0019] 本实用新型中跨预制梁段采用了钢桁—混凝土结合梁，顶、底板均采用混凝土结构，同时边跨及中跨部分主梁亦采用混凝土结构，相比连续钢桁梁拱组合结构具有更显著的经济优势，结构整体刚度也更大。

附图说明

[0020] 图1是本实用新型中V撑型梁拱整体结构示意图；

[0021] 图2是本实用新型中梁拱整体结构示意图；

[0022] 图3是本实用新型中钢桁-混凝土预制结合梁段的立面布置示意图；

[0023] 图4是图3中Ⅰ-Ⅰ、Ⅱ-Ⅱ的横断面示意图；

[0024] 图5是图3中Ⅲ-Ⅲ的横断面示意图；

[0025] 图6是本实用新型中相邻节段之间连接构造示意图；

[0026] 图7是图6中Ⅳ-Ⅳ的横断面示意图；

[0027] 图8是本实用新型中梁段结合区与钢桁-混凝土预制结合梁段之间连接构造示意图；

[0028] 图9是图8中Ⅴ-Ⅴ的横断面示意图；

[0029] 其中：

[0030] 1钢桁-混凝土预制结合梁段　　2混凝土梁段

[0031] 3梁段结合区　　4拱肋

[0032] 5吊杆

[0033] 1-1预制混凝土顶板　　1-2预制混凝土底板

[0034] 1-3钢顶板　　1-4钢底板

[0035] 1-5斜腹杆 1-6竖杆

[0036] 1-7吊杆耳板 1-8剪力连接件

[0037] 1-9预应力钢束

[0038] 3-1后锚板 3-2承压板

[0039] 3-3预埋锚固螺栓 3-4预埋钢顶板

[0040] 3-5预埋钢底板 3-6承压板剪力连接件

[0041] 7-1预埋剪力钉式螺栓 7-2拼接板

[0042] 7-3螺栓 7-4焊缝

[0043] 7-5剪力键。

具体实施方式

[0044] 以下,参照附图和实施例对本实用新型进行详细说明:

[0045] 如图1～9所示,一种采用钢桁-砼预制结合梁段的梁拱组合结构,包括位于边跨的混凝土梁段2、位于中跨的钢桁-混凝土预制结合梁段 1以及连接二者的梁段结合区3,所述钢桁-混凝土预制结合梁段1上设置有拱肋4、吊杆5,所述钢桁-混凝土预制结合梁段1由多个顺桥向的预制节段组成,相邻预制节段之间由多重连接结构进行固定,所述预制节段包括钢桁部和混凝土部。

[0046] 所述钢桁部包括位于上部的钢顶板1-3和位于下部的钢底板1-4,所述钢顶板1-3、钢底板1-4之间设置有倾斜的斜腹杆1-5,所述钢顶板1-3、钢底板1-4之间还设置有竖向的竖杆1-6。

[0047] 所述斜腹杆1-5、钢底板1-4围合呈等腰三角形状,所述斜腹杆 1-5、钢顶板1-3、竖杆1-6围合呈直角三角形状。

[0048] 所述混凝土部包括钢顶板1-3上端设置的预制混凝土顶板1-1和钢底板1-4下端设置的预制混凝土底板1-2。

[0049] 所述预制混凝土顶板1-1、预制混凝土底板1-2中设置有顺桥向的预应力钢束1-9。

[0050] 所述多重连接结构包括对相邻预制节段间的钢顶板1-3以及钢底板1-4进行固定的拼接板7-2,所述拼接板7-2通过预埋剪力钉式螺栓7-1进行固定。

[0051] 所述预埋剪力钉式螺栓7-1一段预埋入预制混凝土顶板1-1、预制混凝土底板1-2内,预埋剪力钉式螺栓7-1的预埋段设固定螺母,固定螺母焊接在钢顶板1-3或钢底板1-4上,同时发挥锚固螺栓和剪力钉的作用;预埋剪力钉式螺栓7-1另一段外露,外露段设置可旋紧螺母,在预制节段拼装施工时用以固定拼接板7-2。

[0052] 所述多重连接结构包括对相邻的竖杆1-6进行固定的螺栓7-3,所述螺栓7-3穿过相邻的竖杆1-6后拧上螺母进行固定;所述多重连接结构包括对相邻竖杆1-6贴合面进行固定的焊缝7-4。

[0053] 所述梁段结合区3中设置有预埋锚固螺栓3-3,预埋锚固螺栓3-3 与预制节段一侧的竖杆1-6固定;所述梁段结合区3中还设置有与相邻预制节段进行拼装固定的预埋钢顶板3-4以及预埋钢底板3-5。

[0054] 所述梁段结合区3包括后锚板3-1、承压板3-2、预埋锚固螺栓 3-3、预埋钢顶板3-4、预埋钢底板3-5、承压板剪力连接件3-6、预应力钢束1-9和外包混凝土。

[0055] 所述预埋锚固螺栓3-3一端预埋入梁段结合区3腹板混凝土内并锚固于后锚板3-1上，一端穿过腹杆1-6与腹板混凝土之间的承压板 3-2，节段拼装施工时用以连接固定腹杆1-6。

[0056] 更进一步的，腹杆1-6腹板与承压板3-2之间还采用焊缝7-4进行二次连接。

[0057] 所述梁段结合区3中设置有后锚板3-1、承压板3-2、预埋锚固螺栓3-3、预埋钢顶板3-4、预埋钢底板3-5。

[0058] 所述梁段结合区3的预埋钢顶板3-4、预埋钢底板3-5与钢桁-混凝土预制结合梁段1的钢顶板3-4、钢底板3-5均通过预埋剪力钉式螺栓7-1和拼接板7-2进行连接。

[0059] 所述钢桁-混凝土预制结合梁段1采用三角形桁架。

[0060] 其中，斜腹杆1-5为工字型或箱型截面，竖杆1-6为C型截面，斜腹杆1-5、竖杆1-6与钢顶板1-3、钢底板1-4之间连接方式采用焊接。

[0061] 所述钢顶板1-3、钢底板1-4分别与预制混凝土顶板1-1、预制混凝土底板1-2通过剪力连接件1-8连接。

[0062] 所述预制混凝土顶板1-1、预制混凝土底板1-2内预留可供预应力钢束1-9穿过的管道；钢桁-混凝土预制结合梁段1上还设置有吊杆耳板1-7，吊杆耳板1-7一端与剪力连接件1-8焊接成整体，一端与吊杆5连接。

[0063] 所述钢桁-混凝土预制结合梁段1沿主桥纵向划分为多个相同的节段，相邻节段的钢顶板1-3之间、钢底板1-4之间均利用预埋剪力钉式螺栓7-1、拼接板7-2进行连接。

[0064] 进一步的，相邻节段的竖杆1-6之间采用螺栓7-3、焊缝7-4进行双重连接。

[0065] 进一步的，相邻节段的预制混凝土顶板1-1之间、预制混凝土底板1-2之间均采用预应力钢束1-9进行纵向连接。

[0066] 相邻预制节段的混凝土部结合处设置有剪力键7-5，所述剪力键 7-5进行竖向连接。

[0067] 相连节段间接缝处均匀涂抹桥梁用密封胶。

[0068] 所述拼接板7-2叠放在相邻的钢顶板1-3下端以及相邻的钢底板 1-4上端。

[0069] 所述预埋剪力钉式螺栓7-1一端预埋入预制混凝土顶板1-1或预制混凝土底板1-2内，预埋端设固定螺母，固定螺母焊接在钢顶板1-3 或钢底板1-4上，同时，发挥锚固螺栓和剪力钉的作用；一端外露，外露端设置可旋紧螺母，在节段拼装施工时用以连接、固定拼接板 7-2。

[0070] 所述竖杆1-6腹板上预留可供螺栓7-3通过的螺栓孔，螺栓7-3 紧固后既发挥了抗剪作用，又使相邻节段间的竖杆1-6腹板贴合紧密，在形成焊缝7-4时腹板之间无缝隙，以保证焊接质量。

[0071] 所述吊杆耳板1-7为节点板形式、锚拉板形式、带销孔的吊耳形式中的一种，吊杆耳板1-7为节点板形式，用以连接刚性吊杆；吊杆耳板1-7为锚拉板形式，用以连接柔性吊索；吊杆耳板1-7为带销孔的吊耳形式，用以连接带销轴的吊杆。

[0072] 优选的，所述吊杆耳板1-7设置在两根斜腹杆1-5的交汇处。

[0073] 所述钢桁-混凝土预制结合梁段1中的主桁架个数可为两个、三个或多个，边主桁可与顶底板垂直，也可与顶底板斜交。

[0074] 所述剪力连接件1-8可为刚性连接件，如型钢、PBL剪力键等；剪力连接件1-8可为

柔性连接件，如栓钉、螺栓、钢筋剪力键等；剪力连接件1-8可为摩擦性连接件，如高强螺栓连接件等；剪力连接件 1-8也可为以上剪力键的复合形式。

[0075] 所述钢桁-混凝土预制结合梁段1、梁段结合区3、拱肋4和吊杆 5布置于中跨范围。

[0076] 所述混凝土梁段2与节段之间通用设置有用于固定的剪力键 7-5。

[0077] 一种采用钢桁-砼预制结合梁段的梁拱组合结构的施工方法，包括以下步骤：

[0078] ⅰ.预加工钢桁部

[0079] 工厂内加工斜腹杆1-5、竖杆1-6、钢顶板1-3、钢底板1-4，加工完成后拼装成钢桁部，钢顶板1-3、钢底板1-4上安装剪力连接件 1-8；

[0080] ⅱ.混凝土部与钢桁部结合形成预制节段

[0081] 在钢桁部的钢顶板1-3上方、钢底板1-4下方分别绑扎钢筋并浇筑混凝土，形成预制混凝土顶板1-1、预制混凝土底板1-2；

[0082] ⅲ.施工混凝土梁段和梁段结合区

[0083] 桥位处预先完成混凝土梁段2、梁段结合区3现浇施工；并且预制节段通过陆路或水路运输至桥位处；

[0084] ⅳ.安装预制节段

[0085] 钢桁-混凝土预制结合梁段1采用悬臂拼装施工，逐节固定预制节段；

[0086] ⅴ.张拉预应力钢束

[0087] 张拉预制混凝土顶板1-1、预制混凝土底板1-2内的预应力钢束 1-9，进行下一预制节段吊装施工；

[0088] ⅵ.施工拱肋

[0089] 主梁合龙完成后，以桥面为支撑平台完成拱肋4施工；

[0090] ⅶ.安装吊杆

[0091] 拱肋4合龙完成后，在拱肋4与钢桁-混凝土预制结合梁段1间安装并张拉吊杆5，完成主桥施工。

[0092] 步骤ⅳ中，安装预制节段的具体过程如下：

[0093] 节段吊装就位前，在接缝处涂抹桥梁用密封胶。

[0094] 节段吊装就位后，安装拼接板7-2及预埋剪力钉式螺栓7-1的配套螺母并紧固螺栓；安装腹杆腹板连接螺栓7-3并紧固，焊接腹杆两侧的连接缝7-4。

[0095] 步骤ⅵ中.施工拱肋，对于图1，采用满堂支架法拼装拱肋4；对于图2，在桥面搭设临时托架完成拱肋4拼装，在中支点桥面处安装扣塔和扣索进行拱肋4竖转施工。

[0096] 本实用新型中跨部分主梁节段用钢桁—混凝土结合梁替代混凝土主梁，节段重量较轻，便于工厂预制和运输，且节段个数少、现场作业量少、施工速度快，同时对立交、河流等跨越对象的影响更小。

[0097] 本实用新型主桥结构自重小、支座吨位小，支座制作和养护成本低，同时利于抗震设计，该桥型可推广应用于高烈度震区。

[0098] 本实用新型中跨部分采用钢桁架和预制混凝土桥面板、底板的组合结构，工后徐变较小，轨道平顺性好，可保证高速列车行驶的安全性、平稳性和舒适性。

[0099] 本实用新型边跨采用混凝土梁，保留了混凝土连续梁拱组合结构边跨刚度大的优势，能较好控制梁段转角；由于中跨主梁相对混凝土连续梁拱组合结构重量更轻，边跨跨度

可进一步缩短,边中跨比更小,可节省材料用量。

[0100] 本实用新型中跨预制梁段采用了钢桁—混凝土结合梁,顶、底板均采用混凝土结构,同时边跨及中跨部分主梁亦采用混凝土结构,相比连续钢桁梁拱组合结构具有更显著的经济优势,结构整体刚度也更大。

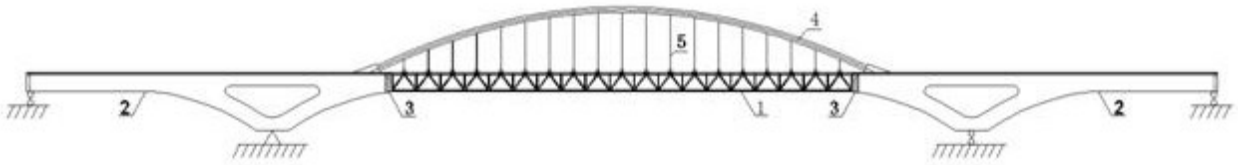

4
5
2
3
1
3
2

图1

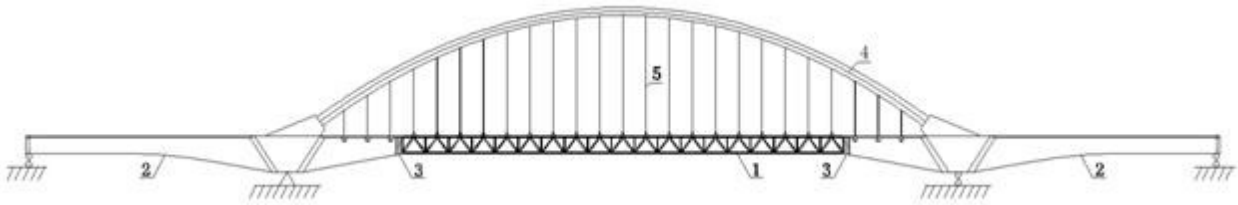

4
5
2
3
1
3
2

图2

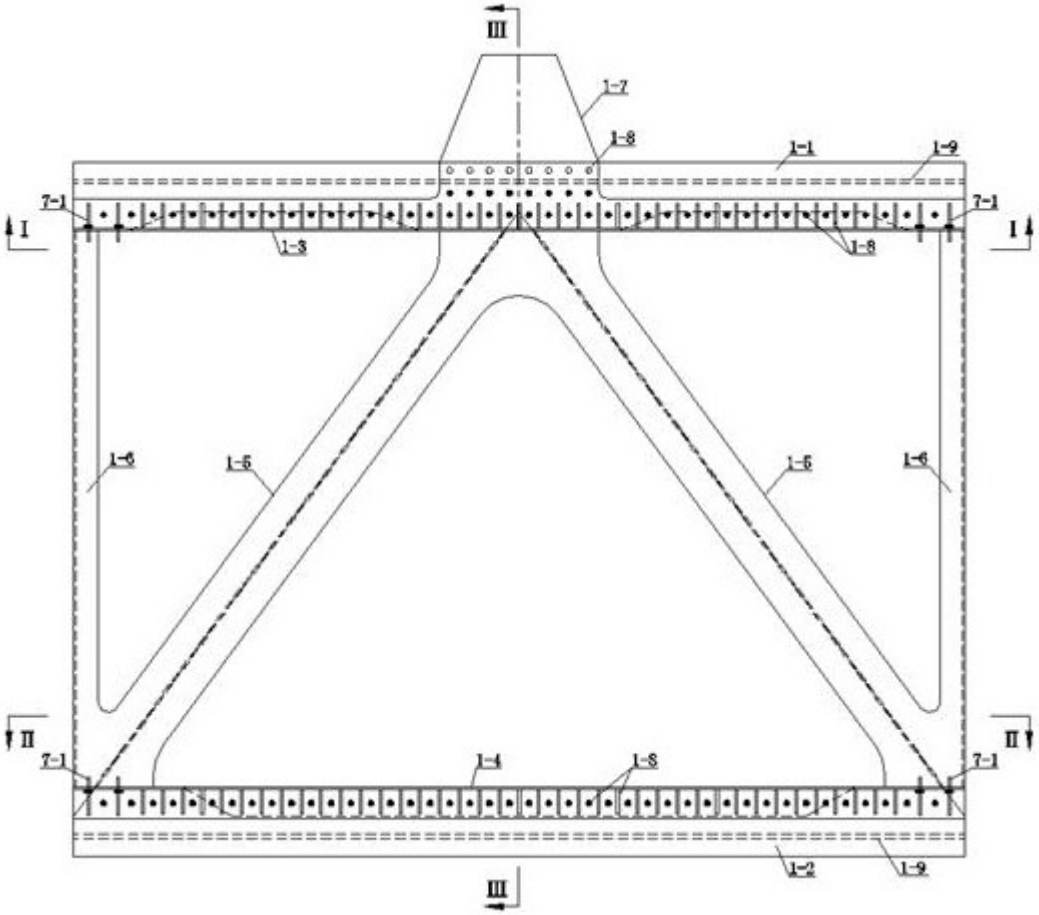

III
1-7
1-8
1-1
1-9
7-1
I
1-3
1-8
1-6
1-6
1-6
1-6
II
7-1
1-4
1-8
1-2
1-9
III

图3

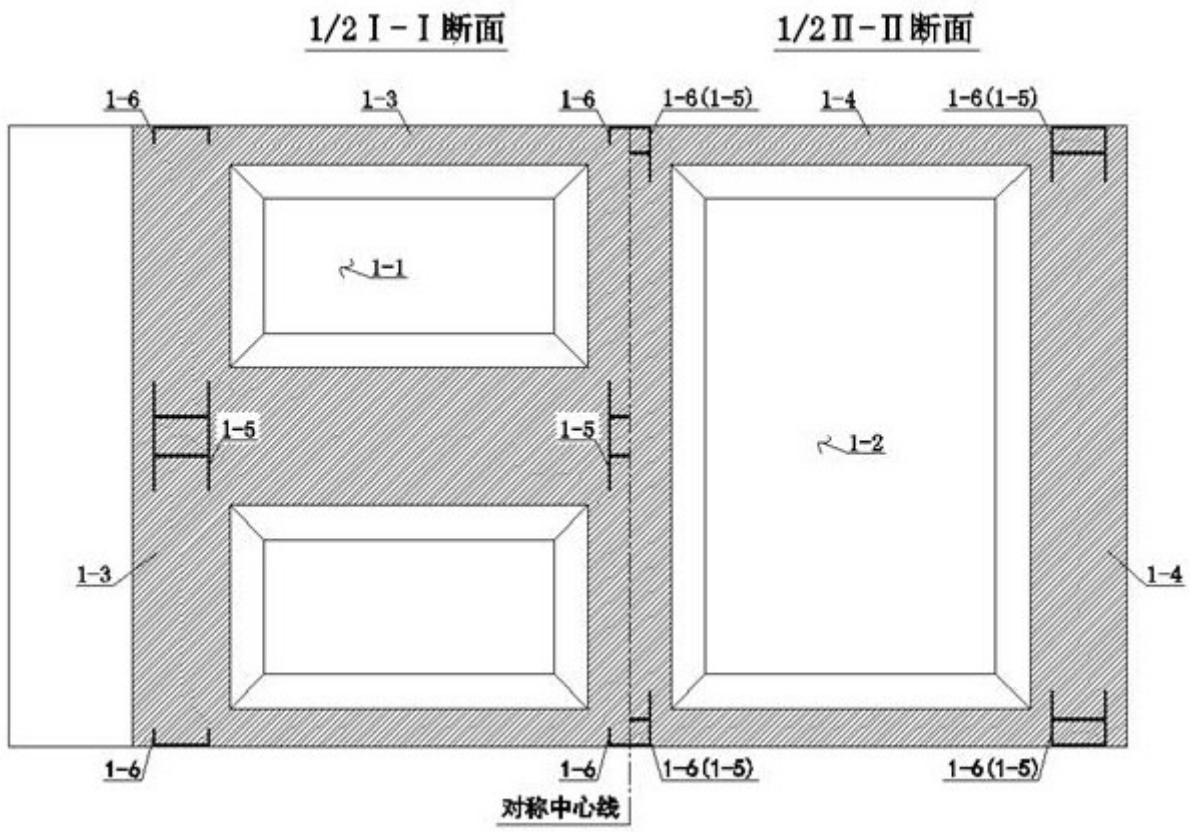

1/2Ⅰ-Ⅰ断面
1/2Ⅱ-Ⅱ断面
1-6
1-3
1-6
1-6(1-5)
1-4
1-6(1-5)
1-1
1-5
1-5
1-2
1-3
1-4
1-6
1-6
1-6(1-5)
1-6(1-5)
对称中心线

图4

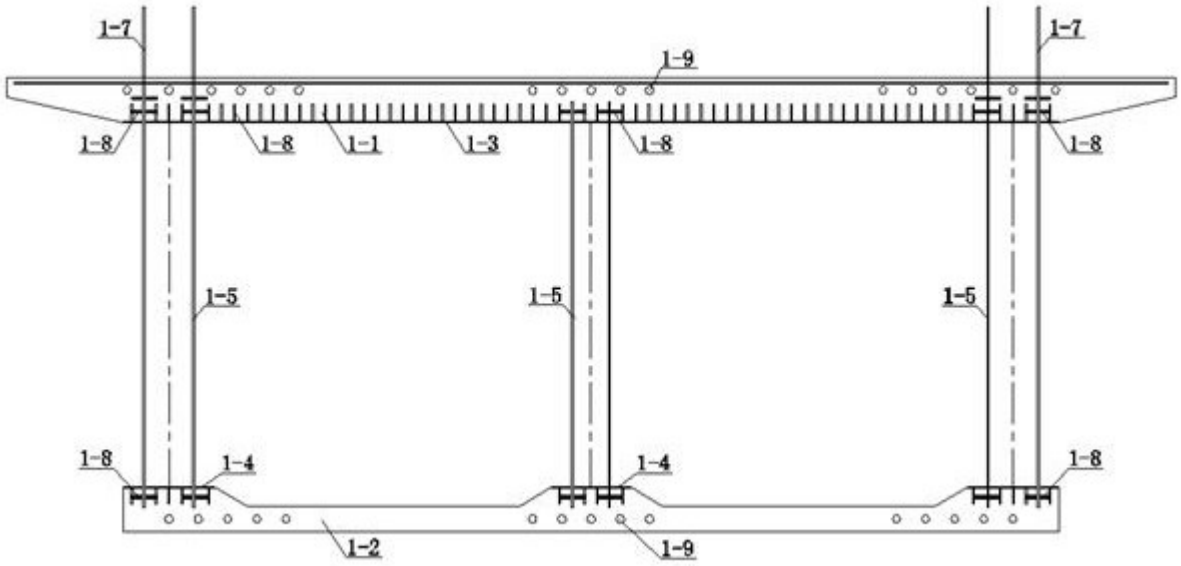

1-7
1-9
1-7
1-8
1-8
1-1
1-3
1-8
1-8
1-5
1-5
1-5
1-8
1-4
1-4
1-8
1-2
1-9

图5

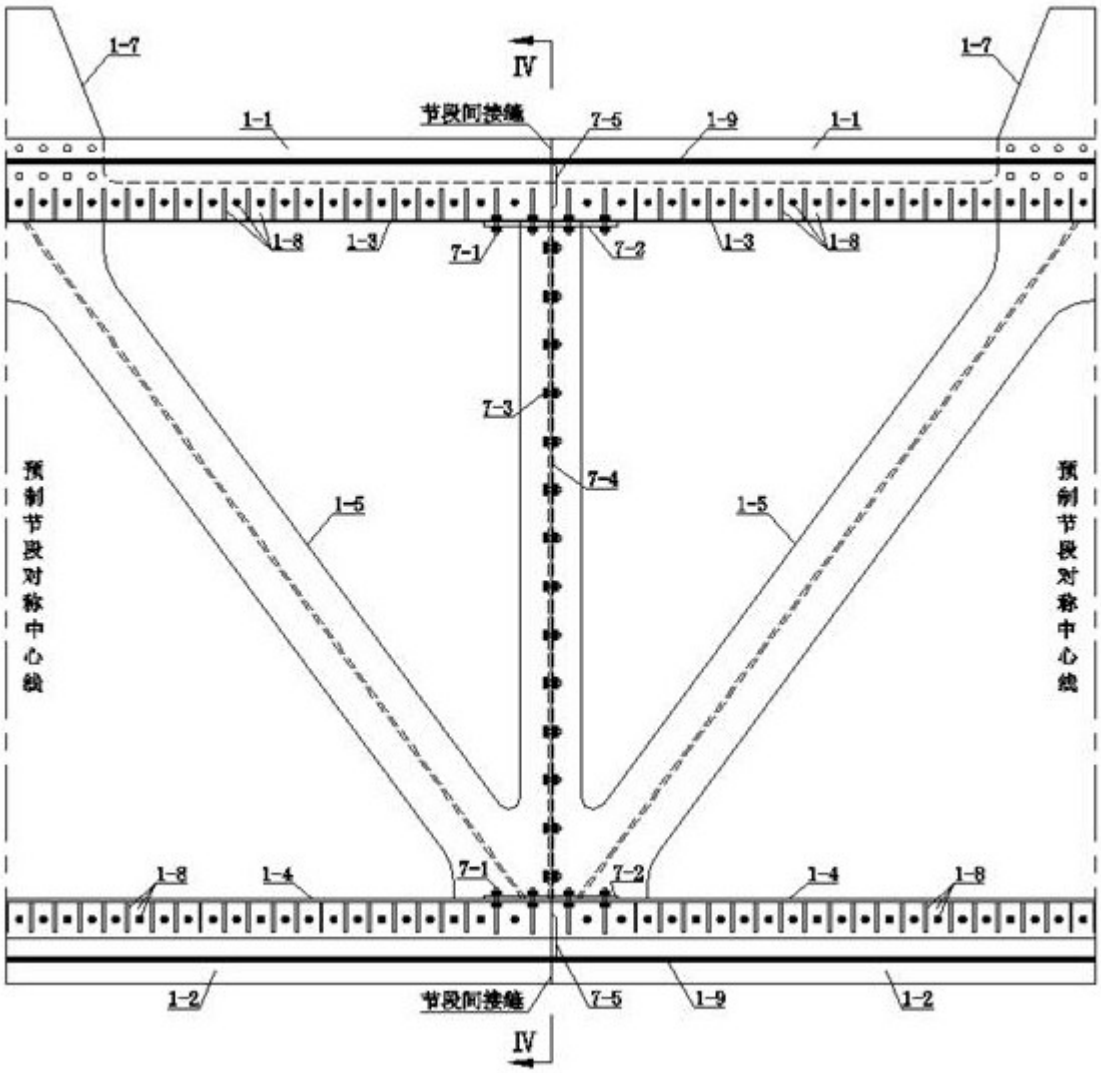

1-7
Ⅳ
1-7
1-1
节段间接缝
7-5
1-9
1-1
1-8
1-3
7-1
7-2
1-3
1-8
7-3
7-4
预制节段对称中心线
1-5
1-5
预制节段对称中心线
1-8
1-4
7-1
7-2
1-4
1-8
1-2
节段间接缝
7-5
1-9
1-2
Ⅳ

图6

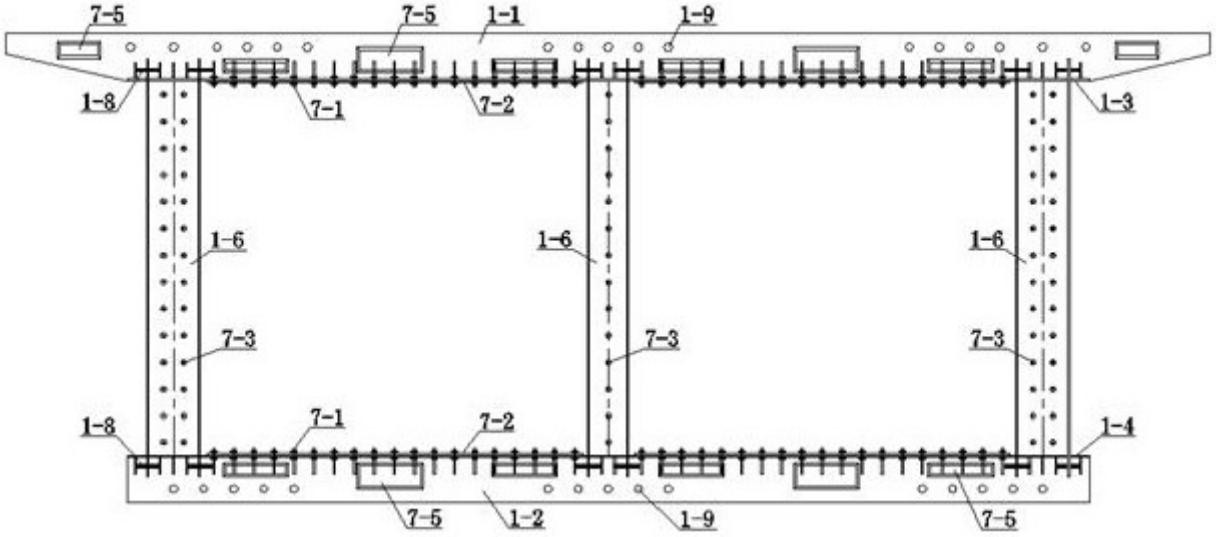


图7

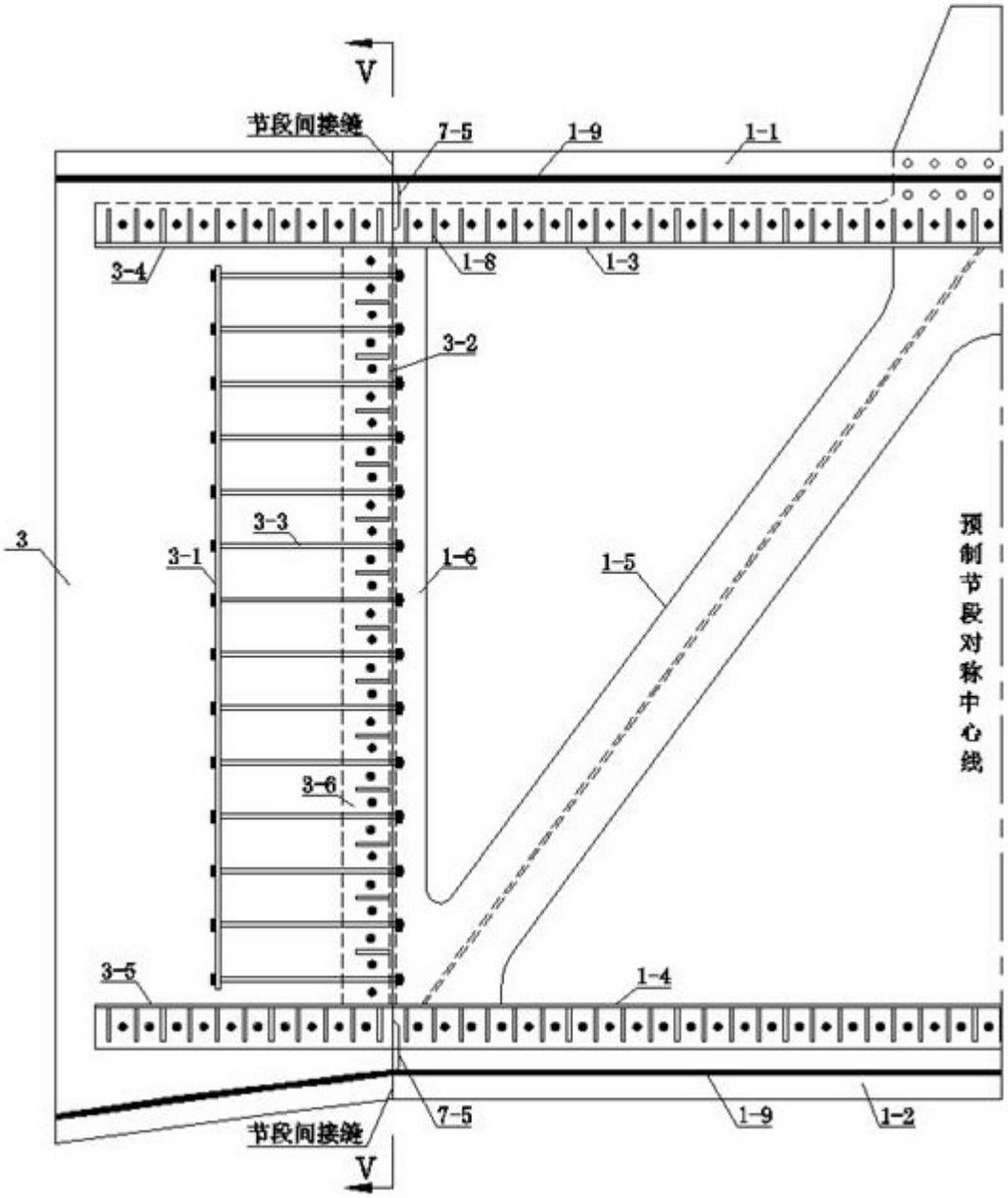

V
节段间接缝
7-5
1-9
1-1
3-4
1-8
1-3
3-2
3
3-3
3-1
1-6
1-5
预制节段对称中心线
3-6
3-5
1-4
7-5
1-9
1-2
节段间接缝
V

图8

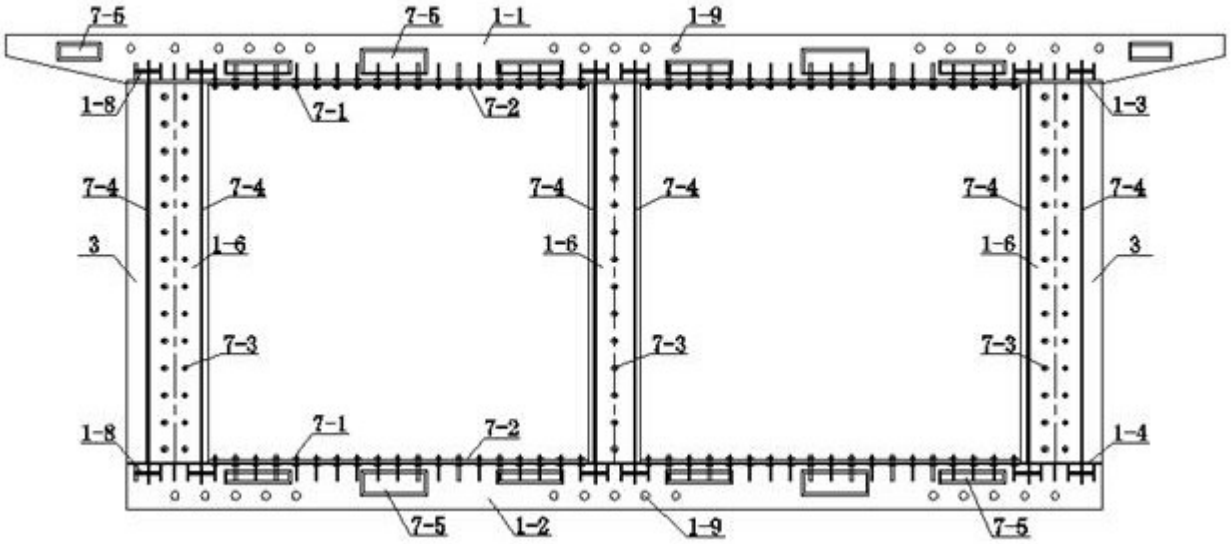

7-5
7-5
1-1
1-9
1-8
7-1
7-2
1-3
7-4
7-4
7-4
7-4
7-4
7-4
3
1-6
1-6
1-6
3
7-3
7-3
7-3
1-8
7-1
7-2
1-4
7-5
1-2
1-9
7-5

图9