



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113481846 A

(43) 申请公布日 2021. 10. 08

(21) 申请号 202110715300.8

(22) 申请日 2021.06.26

(71) 申请人 华设设计集团股份有限公司
地址 210014 江苏省南京市秦淮区紫云大道9号
申请人 湖南大学

(72) 发明人 章世祥 陆永泉 曹君辉 邵旭东
李波 韩大章 蒋龙泉

(74) 专利代理机构 南京理工大学专利中心
32203
代理人 封睿

(51) Int. Cl.
E01D 19/14 (2006.01)
E01D 21/00 (2006.01)
E01D 101/28 (2006.01)

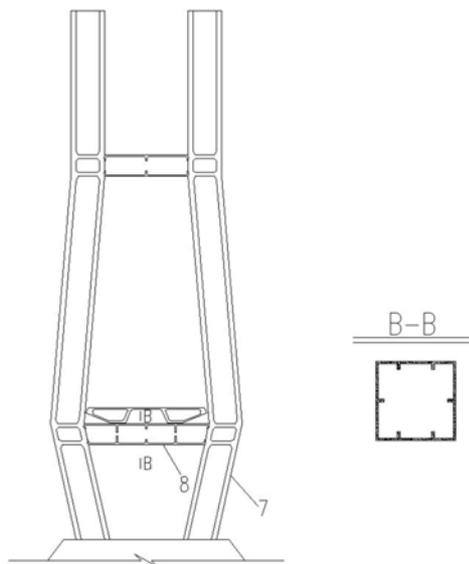
权利要求书1页 说明书5页 附图8页

(54) 发明名称

用于桥塔的UHPC横梁单元、UHPC横梁、桥塔及其施工方法

(57) 摘要

本发明公开了一种用于桥塔的UHPC横梁单元,所述UHPC横梁单元为中空箱型结构,所述中空箱型结构包括UHPC顶板、UHPC底板和UHPC腹板,所述UHPC顶板和UHPC底板两侧通过所述UHPC腹板连接,所述中空箱型结构内部设有UHPC加劲肋。本发明还提供一种用于桥塔的UHPC横梁,主要由多个上述的UHPC横梁单元拼装而成。本发明还提供一种桥塔及其施工方法。本发明的UHPC横梁既能降低施工难度,又能确保结构具有良好的抗裂性能,有效降低桥塔横梁的开裂风险,确保大跨径桥梁桥塔横梁的安全耐久运营。



1. 一种用于桥塔的UHPC横梁单元,其特征在于,所述UHPC横梁单元为中空箱型结构,所述中空箱型结构包括UHPC顶板(1)、UHPC底板(2)和UHPC腹板(3),所述UHPC顶板(1)和UHPC底板(2)两侧通过所述UHPC腹板(3)连接,所述中空箱型结构内部设有UHPC加劲肋(4)。

2. 根据权利要求1所述的UHPC横梁单元,其特征在于,所述UHPC顶板(1)、UHPC底板(2)和UHPC腹板(3)上均设置有至少一块所述UHPC加劲肋(4),所述UHPC加劲肋(4)沿所述中空箱型结构长度方向设置。

3. 根据权利要求1或2所述的UHPC横梁单元,其特征在于,所述中空箱型结构的横截面高度为4-12m;所述UHPC顶板(1)和UHPC底板(2)的厚度为20-30cm,所述UHPC腹板(3)的厚度为30-40cm;所述UHPC加劲肋(4)的肋厚为25-40cm、高度为40-100cm。

4. 一种用于桥塔的UHPC横梁,其特征在于,主要由多个权利要求1-3中任一项所述的UHPC横梁单元拼装而成。

5. 根据权利要求4所述的UHPC横梁,其特征在于,所述UHPC横梁内部设有多块横隔板(5),所述横隔板(5)环所述中空箱型结构内壁四周设置,所述横隔板(5)的板厚为30-60cm、高度为30-80cm。

6. 根据权利要求4或5所述的UHPC横梁,其特征在于,相邻所述UHPC横梁单元的相邻端部设有相互配合的台阶状嵌套型接头(6),相邻所述UHPC横梁单元通过所述台阶状嵌套型接头(6)相互契合,所述台阶状嵌套型接头(6)的台阶高度为5-10cm,长度为30-50cm。

7. 一种桥塔,包括塔柱(7)和横梁(8),所述横梁(8)设于相邻所述塔柱(7)之间,其特征在于,所述横梁(8)为权利要求4-6中任一项所述的UHPC横梁。

8. 根据权利要求7所述的桥塔,其特征在于,所述UHPC横梁与所述塔柱(7)之间设有相互配合的凹凸状齿健型接头(9),所述UHPC横梁与所述塔柱(7)通过所述凹凸状齿健型接头(9)相互契合,所述凹凸状齿健型接头(9)的齿健深度为5-15cm。

9. 根据权利要求7或8所述的桥塔,其特征在于,所述UHPC顶板(1)、UHPC底板(2)、UHPC腹板(3)和所述UHPC加劲肋(4)上均预留有预应力孔道(10),所述塔柱(7)上也预留有预应力孔道(10),所述预应力孔道(10)中张拉有用于将所述UHPC横梁与塔柱(7)连接成一整体的预应力束(11),所述预应力束(11)上的名义压应力不低于0.3MPa。

10. 一种如权利要求7-9中任一项所述的桥塔的施工方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1:在预制厂内完成UHPC横梁单元的预制施工,预制所述UHPC横梁单元时预埋钢筋和预留预应力孔道(10);

S2:现场施工塔柱(7),施工所述塔柱(7)时预留预应力孔道(10);当所述塔柱(7)施工到横梁(8)位置附近时,根据实际施工条件,采用落地支架或塔壁支架法搭设横梁施工平台;

S3:将预制的UHPC横梁单元从预制厂运输至施工现场,将各UHPC横梁单元吊装至横梁施工平台,将各UHPC横梁单元、塔柱(7)拼装使各部分拼装接头相互契合,并在拼装接头位置处涂刷环氧树脂胶;

S4:待环氧树脂胶干后,张拉UHPC横梁单元及塔柱(7)中的预应力束(11),将UHPC横梁单元与塔柱(7)连接形成一整体;

S5:拆除横梁施工平台,完成UHPC横梁施工,继续进行塔柱(7)其他部位的施工,直至完成桥塔施工。

用于桥塔的UHPC横梁单元、UHPC横梁、桥塔及其施工方法

技术领域

[0001] 本发明属于桥梁领域,尤其涉及一种横梁单元、横梁、桥塔及其施工方法。

背景技术

[0002] 桥塔是斜拉桥和悬索桥的关键受力构件,是由塔柱和横梁形成高耸的框架结构。桥塔中横梁的主要作用是:1)将主梁或加劲梁上的荷载传递至桥塔;2)提升桥塔的横向刚度和稳定性;3)提高桥塔的抗震、抗风和防船撞性能。因此,横梁对于桥塔的受力至关重要。

[0003] 我国大跨径斜拉桥和悬索桥普遍采用混凝土桥塔和横梁,横梁的断面主要包括矩形实心、矩形空心、工字型实心、T型实心等形式。混凝土横梁普遍采用现浇施工,而横梁壁厚和自重往往较大,在浇筑过程中产生巨大的水化热,容易引起横梁在施工中开裂,且横梁高空现浇作业进一步增加了施工难度。同时,混凝土收缩徐变性能复杂,使得横梁预应力损失明显,加上混凝土材料抗裂性能差,导致桥塔横梁在收缩、温差等复杂因素下开裂。结构开裂后,将对桥塔横梁的安全性和耐久性产生不利影响。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是克服以上背景技术中提到的不足和缺陷,提供一种耐久性好、施工方便、力学性能好的用于桥塔的UHPC横梁单元、UHPC横梁、桥塔及其施工方法。为解决上述技术问题,本发明提出的技术方案为:

[0005] 一种用于桥塔的UHPC横梁单元,所述UHPC横梁单元为中空箱型结构(闭合的横截面),所述中空箱型结构包括UHPC顶板、UHPC底板和UHPC腹板,所述UHPC顶板和UHPC底板两侧通过所述UHPC腹板连接,所述中空箱型结构内部设有UHPC加劲肋。上述UHPC横梁单元内部布设有钢筋,用于提高结构强度。

[0006] 上述UHPC横梁单元中,优选的,所述UHPC顶板、UHPC底板和UHPC腹板上均设置有至少一块所述UHPC加劲肋,所述UHPC加劲肋沿所述中空箱型结构长度方向设置。上述UHPC加劲肋可以提高横梁的抗弯和轴向刚度;上述UHPC加劲肋的数量根据横梁的受力要求可以调整,当UHPC顶板、UHPC底板和UHPC腹板上采用多块UHPC加劲肋时,相邻所述UHPC加劲肋的肋中心间距为2-4m。

[0007] 上述UHPC横梁单元中,优选的,所述中空箱型结构的横截面高度为4-12m;所述UHPC顶板和UHPC底板的厚度为20-30cm,所述UHPC腹板的厚度为30-50cm;所述UHPC加劲肋的肋厚为25-40cm(更优选的为20-35cm)、高度为40-100cm(更优选的为40-80cm)。上述厚度、高度的底板、顶板、腹板、加劲肋等部分可以保证UHPC横梁的力学性能,满足受力需要。

[0008] 作为一个总的技术构思,本发明还提供一种用于桥塔的UHPC横梁,主要由多个上述的UHPC横梁单元拼装而成。利用多个UHPC横梁单元拼装成一个整体的UHPC横梁,利于快速化加工与施工。

[0009] 上述UHPC横梁中,优选的,所述UHPC横梁内部设有多个横隔板,所述横隔板环所述中空箱型结构内壁四周设置,所述横隔板的板厚为30-60cm、高度为30-80cm。上述横隔板位

置根据受力要求确定,一般布置在横梁节段-塔柱连接位置、主梁或加劲梁支座位置、横梁跨中位置等。在UHPC横梁箱室内设置横隔板,能够有效提高UHPC横梁的抗扭刚度,受力性能较常规混凝土横梁更优。

[0010] 上述UHPC横梁中,优选的,相邻所述UHPC横梁单元的相邻端部设有相互配合的台阶状嵌套型接头,相邻所述UHPC横梁单元通过所述台阶状嵌套型接头相互契合,所述台阶状嵌套型接头的台阶高度为5-10cm,长度为30-50cm。通过在UHPC横梁单元的端部设置台阶状嵌套型接头,利于相邻两个UHPC横梁单元的快速拼装。

[0011] 作为一个总的技术构思,本发明还提供一种桥塔,包括塔柱和横梁,所述横梁设于相邻所述塔柱之间,所述横梁为上述的UHPC横梁。

[0012] 上述桥塔中,优选的,所述UHPC横梁与所述塔柱之间设有相互配合的凹凸状齿健型接头,所述UHPC横梁与所述塔柱通过所述凹凸状齿健型接头相互契合,所述凹凸状齿健型接头的齿健深度为5-15cm。上述凹凸状齿健型接头可以包括凹状齿健和凸状齿健,比如,将凸状齿健大体均匀布置在UHPC横梁端面,塔柱上配套设有多个与凸状齿健相配合的凹状齿健即可。通过上述凹凸状齿健型接头利于UHPC横梁与所述塔柱的快速拼装。

[0013] 上述桥塔中,优选的,所述UHPC顶板、UHPC底板、UHPC腹板和所述UHPC加劲肋上均预留有预应力孔道,所述塔柱上也预留有预应力孔道,所述预应力孔道中张拉有用于将所述UHPC横梁与塔柱连接成一整体的预应力束,所述预应力束上的名义压应力不低于0.3Mpa,并确保UHPC横梁在运营中不出现拉应力。

[0014] 上述桥塔中,优选的,各UHPC横梁单元节段-节段及节段-塔柱间接头处均涂有环氧树脂胶,并通过体内预应力束将各节段与塔柱连接成整体。

[0015] 作为一个总的技术构思,本发明还提供一种上述的桥塔的施工方法,包括以下步骤:

[0016] S1:在预制厂内完成UHPC横梁单元的预制施工,预制所述UHPC横梁单元时预埋钢筋和预留预应力孔道;上述UHPC横梁单元的预制施工主要工序包括立模板、预埋预应力波纹管、绑扎钢筋、浇筑UHPC、脱模、节段高温蒸汽养护等;其中浇筑次数视UHPC横梁单元的高度而定,当高度较大时,宜分两次或多次浇筑;

[0017] S2:现场施工塔柱,施工所述塔柱时预留预应力孔道;当所述塔柱施工到横梁位置附近时,根据实际施工条件,采用落地支架或塔壁支架法搭设横梁施工平台;对于下横梁,可采用落地支架法,而对于上横梁,由于距地面较高,可采用塔壁支架法;

[0018] S3:将预制的UHPC横梁单元从预制厂运输至施工现场,将各UHPC横梁单元吊装至横梁施工平台,将各UHPC横梁单元、塔柱拼装使各部分拼装接头(台阶状嵌套型接头和凹凸状齿健型接头)相互契合,并在拼装接头位置处涂刷环氧树脂胶;

[0019] S4:待环氧树脂胶干后,张拉UHPC横梁单元及塔柱中的预应力束,将UHPC横梁单元与塔柱连接形成一整体;

[0020] S5:拆除横梁施工平台,完成UHPC横梁施工,继续进行塔柱其他部位的施工,直至完成桥塔施工。

[0021] UHPC是一种新型水泥基复合材料,其基于最大堆积密度原理配制,相比普通混凝土具有高强度、高模量等特性,且经过高温蒸汽养护后,UHPC的收缩徐变变形大大减小,可大幅降低预应力损失,长期抗裂性能和耐久性也显著提升。因此,本发明利用UHPC超高的力

学性能和超长的耐久性,研发相匹配的高强、轻质UHPC横梁,既可实现横梁的预制装配施工,降低现场作业难度、提高施工质量和效率,又能有效降低横梁的开裂风险,确保其耐久性,综合提升大跨径桥梁桥塔横梁的性能。

[0022] 本发明的UHPC横梁单元节段间设置台阶状嵌套型接头、节段与塔柱塔壁间设置凹凸状齿健型接头,这两种接头均构造简洁、受力明确,便于现场拼接施工,且UHPC横梁中通过张拉预应力束使得接头处于受压状态,可确保接头的有效连接和UHPC横梁的安全可靠。同时,上述两种接头均为干接头,施工中无需借助现浇工艺,大大简化了现场施工难度和作业量。

[0023] 与现有技术相比,本发明的优点在于:

[0024] 1、本发明利用UHPC材料超高强度和优异耐久性的特点,提出装配式UHPC横梁结构,通过多个UHPC横梁单元组装得到UHPC横梁,相比传统混凝土横梁,该结构具有强度高、板件薄、自重轻、耐久性好等显著优势,能够大大降低传统混凝土横梁在收缩、徐变、温度等复杂作用下的开裂风险。

[0025] 2、本发明在UHPC横梁单元壁板内部设置UHPC加紧肋,既能提高横梁的抗弯刚度,又能防止箱壁失稳。

[0026] 3、本发明的UHPC横梁采用节段预制、吊装拼装的施工工艺,由于结构板件壁厚大大降低,有效削弱了浇筑中的水化热,且UHPC横梁单元节段在厂内预制,工艺条件和施工质量得到了充分保障。高温蒸汽养护结束后,节段的收缩变形基本完成,避免了后期收缩开裂病害,且节段的徐变变形也大幅减小,有效降低了横梁中因徐变引起的预应力损失,从而显著提升横梁的长期抗裂性能性能。

附图说明

[0027] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0028] 图1为现有常规混凝土桥塔的构造示意图。

[0029] 图2为本发明的桥塔的构造示意图。

[0030] 图3为本发明的UHPC横梁单元的断面示意图。

[0031] 图4为图3中C-C断面图(图中未示出UHPC加劲肋)。

[0032] 图5为图4中D-D断面图。

[0033] 图6为图4中E-E断面图。

[0034] 图7为本发明的桥塔中UHPC横梁单元预制拼装节段划分及接头构造示意图。

[0035] 图8为图7中F-F断面图。

[0036] 图9为图7中G-G断面图。

[0037] 图10为图7中H-H断面图。

[0038] 图11为本发明的桥塔的预应力束布置示意图。

[0039] 图12为图11中I-I断面图。

[0040] 图13为图11中J的大样图。

[0041] 图例说明:

[0042] 1、UHPC顶板;2、UHPC底板;3、UHPC腹板;4、UHPC加劲肋;5、横隔板;6、台阶状嵌套型接头;7、塔柱;8、横梁;9、凹凸状齿健型接头;10、预应力孔道;11、预应力束。

具体实施方式

[0043] 为了便于理解本发明,下文将结合说明书附图和较佳的实施例对本发明作更全面、细致地描述,但本发明的保护范围并不限于以下具体的实施例。

[0044] 除非另有定义,下文中所使用的所有专业术语与本领域技术人员通常理解的含义相同。本文中所使用的专业术语只是为了描述具体实施例的目的,并不是旨在限制本发明的保护范围。

[0045] 除非另有特别说明,本发明中用到的各种原材料、试剂、仪器和设备等均可通过市场购买得到或者可通过现有方法制备得到。

[0046] 实施例:

[0047] 如图1所示为现有常规混凝土桥塔的构造示意图,传统混凝土横梁断面尺寸大,使得结构自重大,且普遍采用现浇施工,大量水化热导致横梁浇筑后易开裂。同时,传统混凝土横梁抗裂性能差,在收缩、徐变、温度等复杂作用下存在较高的开裂风险。

[0048] 如图2、3所示,本实施例的用于桥塔的UHPC横梁单元,UHPC横梁单元为中空箱型结构,中空箱型结构包括UHPC顶板1、UHPC底板2和UHPC腹板3,UHPC顶板1和UHPC底板2两侧通过UHPC腹板3连接,中空箱型结构内部设有UHPC加劲肋4。相比于传统的混凝土横梁,UHPC横梁的壁厚大大减小,从而显著降低了横梁8的结构自重。上述UHPC是指组分中含钢纤维且无粗骨料、抗压强度不低于100MPa、轴拉强度不低于5MPa的混凝土。

[0049] 如图3所示,本实施例中,UHPC顶板1、UHPC底板2和UHPC腹板3上均设置有至少一块UHPC加劲肋4,UHPC加劲肋4沿中空箱型结构长度方向设置。具体的,上述UHPC顶板1、UHPC底板2上设置两块UHPC加劲肋4,UHPC腹板3上设置一块UHPC加劲肋4。具体设置数量可以依据实际需求而定。

[0050] 本实施例中,中空箱型结构的横截面高度为4-12m;UHPC顶板1和UHPC底板2的厚度为20-30cm,UHPC腹板3的厚度为30-40cm;UHPC加劲肋4的肋厚为25-40cm、高度为40-100cm。

[0051] 本实施例的用于桥塔的UHPC横梁,主要由多个上述的UHPC横梁单元拼装而成(本实施例中为3个,具体数量依据实际情况可以调整)。

[0052] 如图4-6所示,本实施例中,UHPC横梁内部设有多块横隔板5,横隔板5环中空箱型结构内壁四周设置,横隔板5的板厚为30-60cm、高度为30-80cm。

[0053] 具体为:在主梁或加劲梁支座处设置高度较高的横隔板5,而在横梁8的跨中、端部设置高度较矮的普通横隔板5。

[0054] 如图7-9所示,本实施例中,相邻UHPC横梁单元的相邻端部设有相互配合的台阶状嵌套型接头6,相邻UHPC横梁单元通过台阶状嵌套型接头6相互契合,台阶状嵌套型接头6的台阶高度为5-10cm,长度为30-50cm。

[0055] 本实施例的桥塔,包括塔柱7和横梁8,横梁8设于相邻塔柱7之间,横梁8为上述的UHPC横梁。

[0056] 如图7、图10所示,本实施例中,UHPC横梁与塔柱7之间设有相互配合的凹凸状齿健

型接头9,UHPC横梁与塔柱7通过凹凸状齿健型接头9相互契合,凹凸状齿健型接头9的齿健深度为5-15cm。

[0057] 如图11-图13所示,本实施例中,UHPC顶板1、UHPC底板2、UHPC腹板3和UHPC加劲肋4上均预留有预应力孔道10,塔柱7上也预留有预应力孔道10,预应力孔道10中张拉有用于将UHPC横梁与塔柱7连接成一整体的预应力束11,预应力束11上的名义压应力不低于0.3MPa,并确保横梁8在施工及运营荷载下不出现拉应力。

[0058] 本实施例的桥塔的施工方法,包括以下步骤:

[0059] S1:在预制厂内完成UHPC横梁单元的预制施工,预制UHPC横梁单元时预埋钢筋和预留预应力孔道10;

[0060] S2:现场施工塔柱7,施工塔柱7时预留预应力孔道10;当塔柱7施工到横梁8位置附近时,根据实际施工条件,采用落地支架或塔壁支架法搭设横梁施工平台;

[0061] S3:将预制的UHPC横梁单元从预制厂运输至施工现场,将各UHPC横梁单元吊装至横梁施工平台,将各UHPC横梁单元、塔柱7拼装使各部分拼装接头相互契合,并在拼装接头位置处涂刷环氧树脂胶;

[0062] S4:待环氧树脂胶干后,张拉UHPC横梁单元及塔柱7中的预应力束11,将UHPC横梁单元与塔柱7连接形成一整体;张拉到位后,对预应力孔道10进行灌浆、封锚;

[0063] S5:拆除横梁施工平台,完成UHPC横梁施工,继续进行塔柱7其他部位的施工,直至完成桥塔施工。

[0064] 综上所述,本发明充分利用UHPC优异的材料性能,提出了强度高、板件薄、自重轻、节段预制吊装施工方便、经济耐久的装配式UHPC横梁单元及UHPC横梁。该结构自重较传统混凝土横梁大大减轻,且通过加劲肋、横隔板等构造进一步提高结构的刚度和稳定性,受力性能更优;采用节段预制、吊装拼接工艺,降低了现场作业量和施工难度,且通过高温蒸汽养护,能够有效控制结构的收缩徐变变形,长期性能得到保障;节段间设置优化的干接头,构造简洁,受力明确,完全取消了现场浇筑施工,进一步提高了施工效率。因此,本发明的UHPC横梁既能降低施工难度,又能确保结构具有良好的抗裂性能,有效降低桥塔横梁的开裂风险,确保大跨径桥梁桥塔横梁的安全耐久运营。

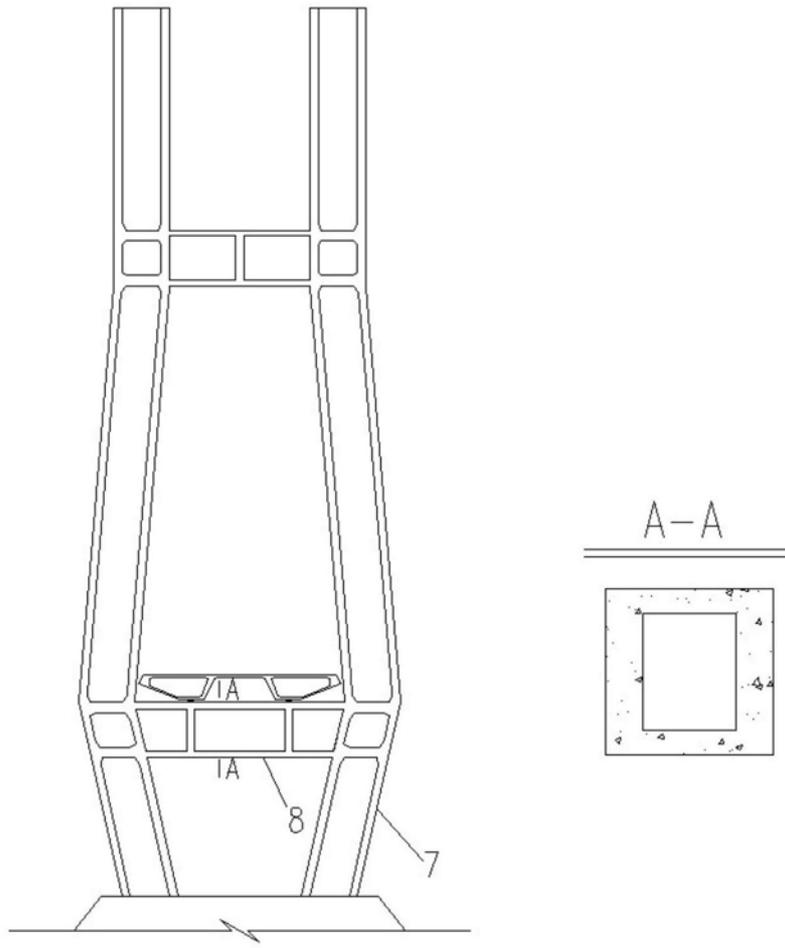


图1

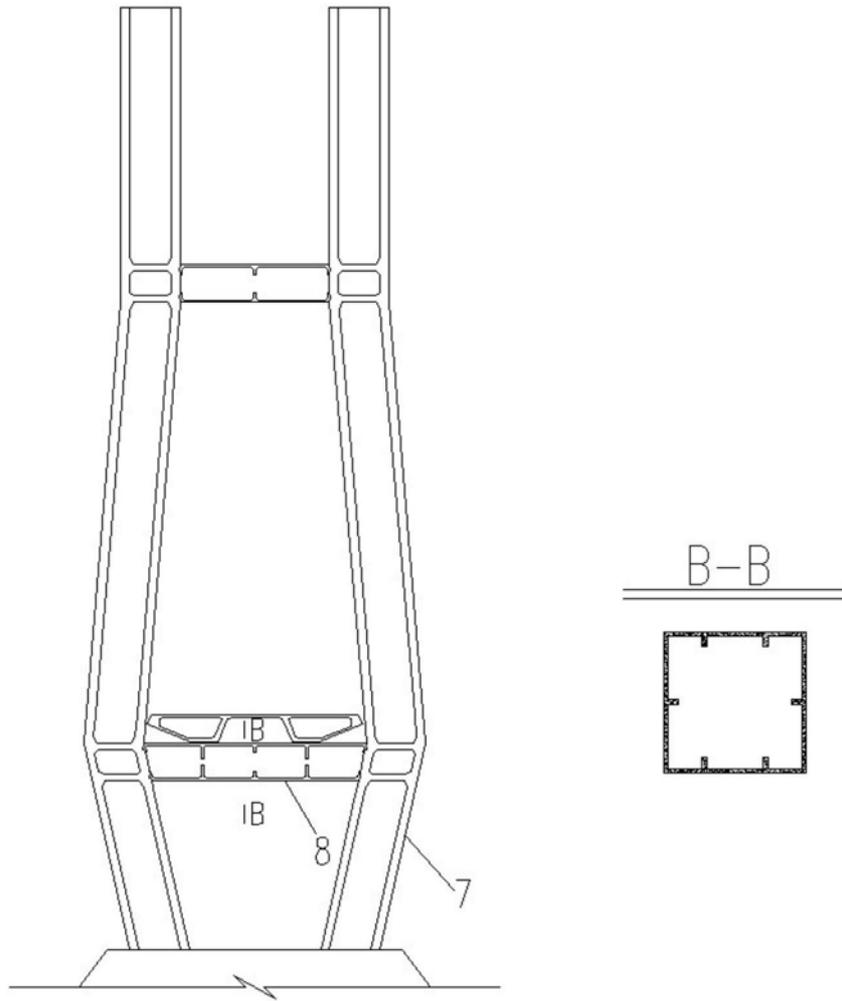


图2

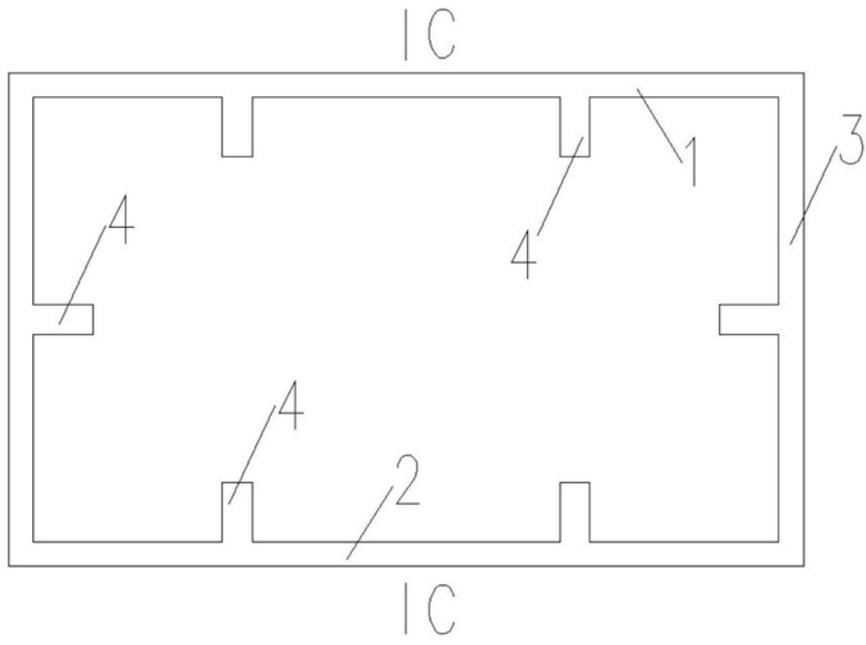


图3

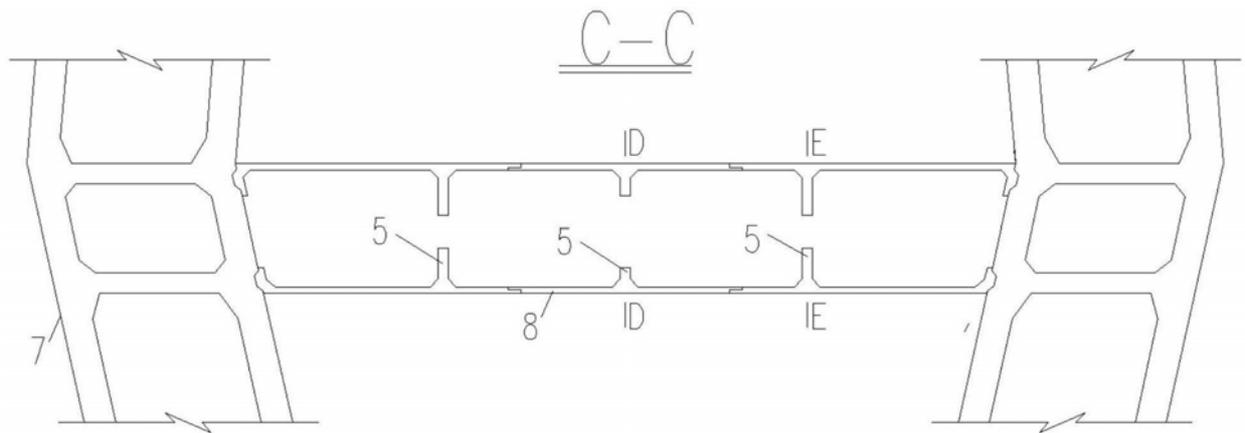


图4

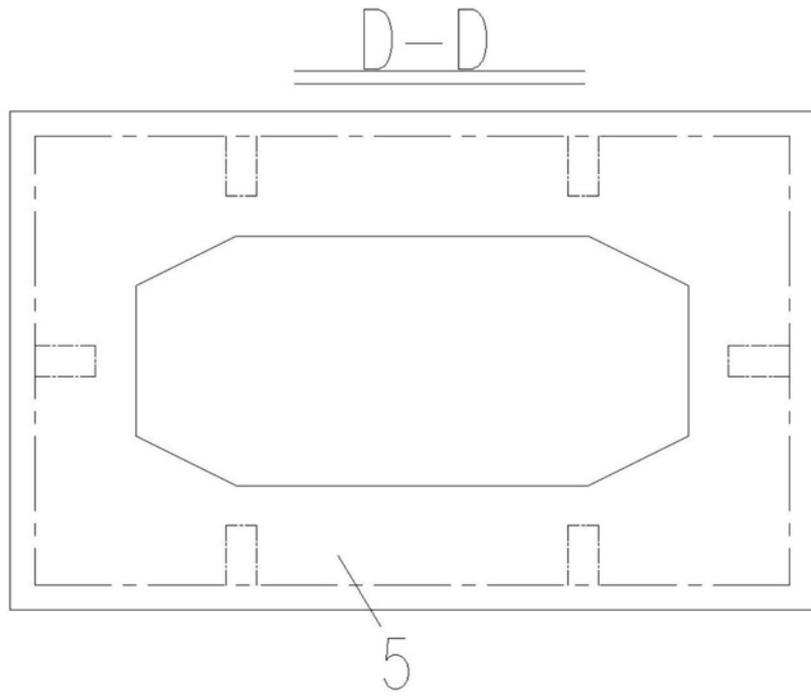


图5

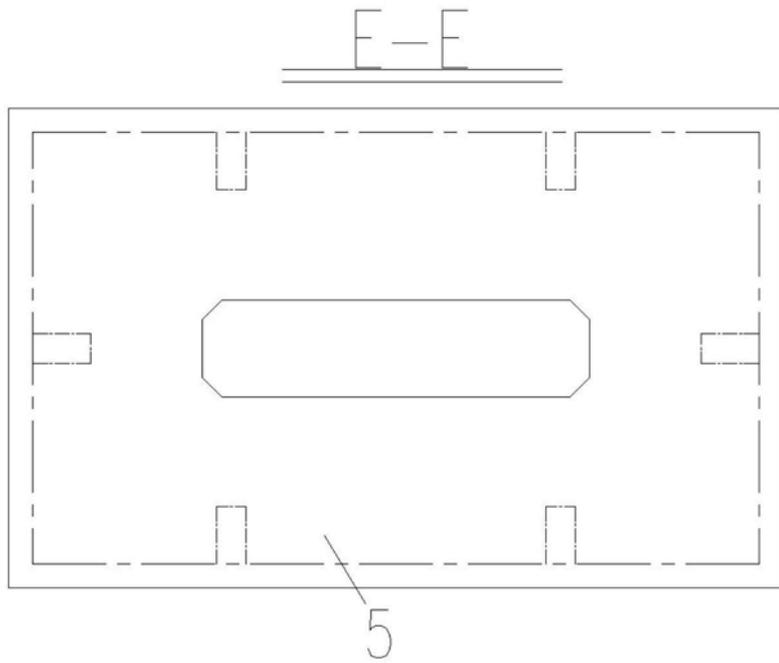


图6

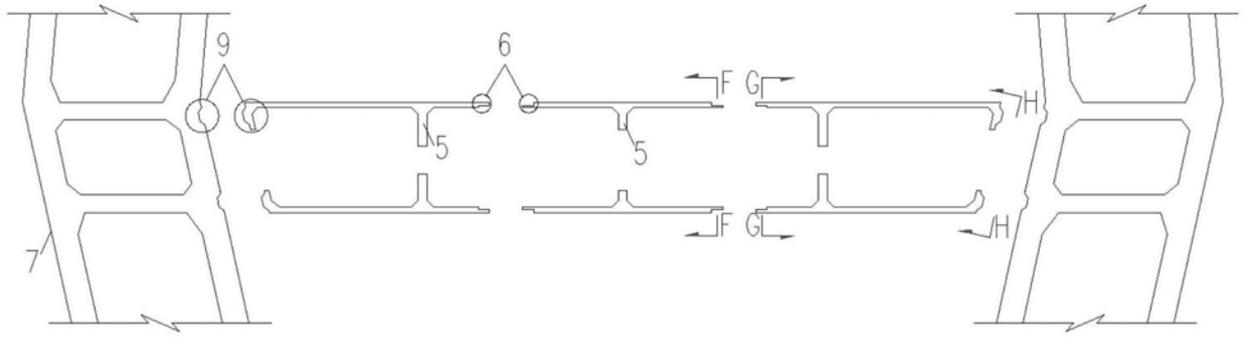


图7

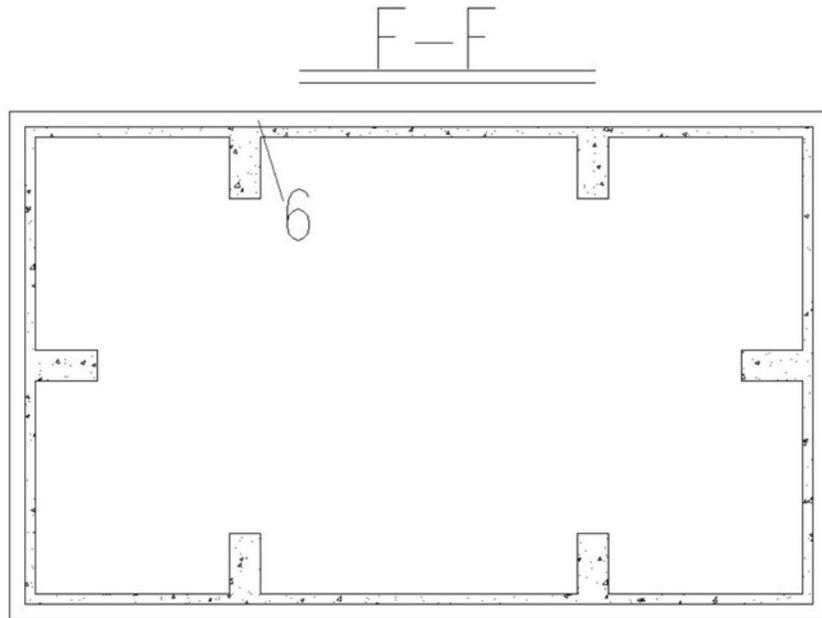


图8

G-G

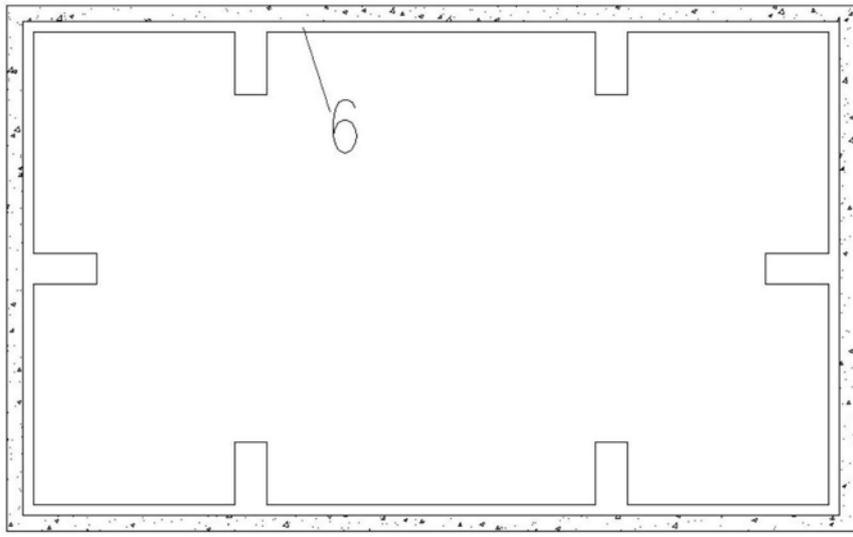


图9

H-H

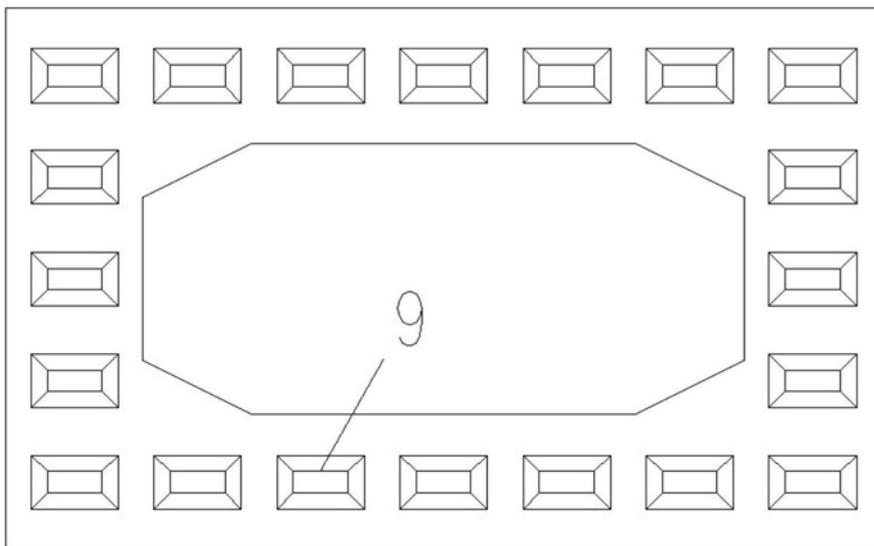


图10

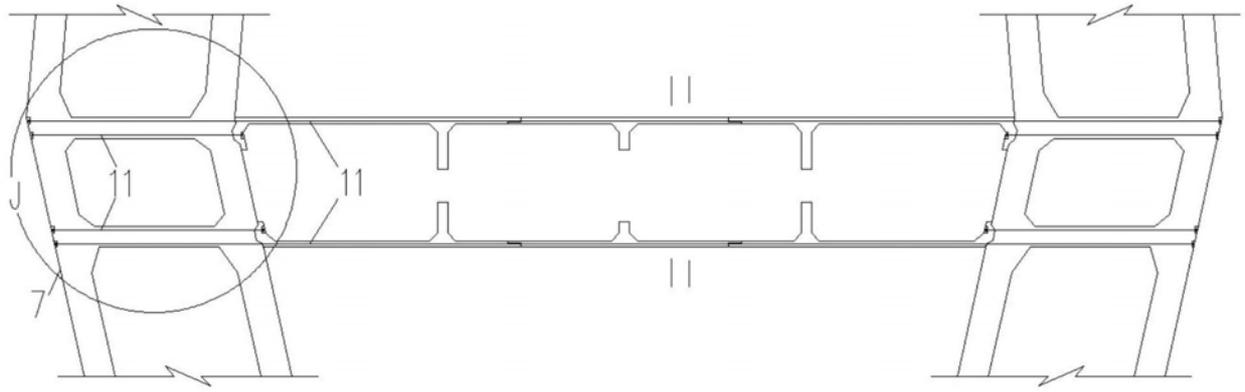


图11

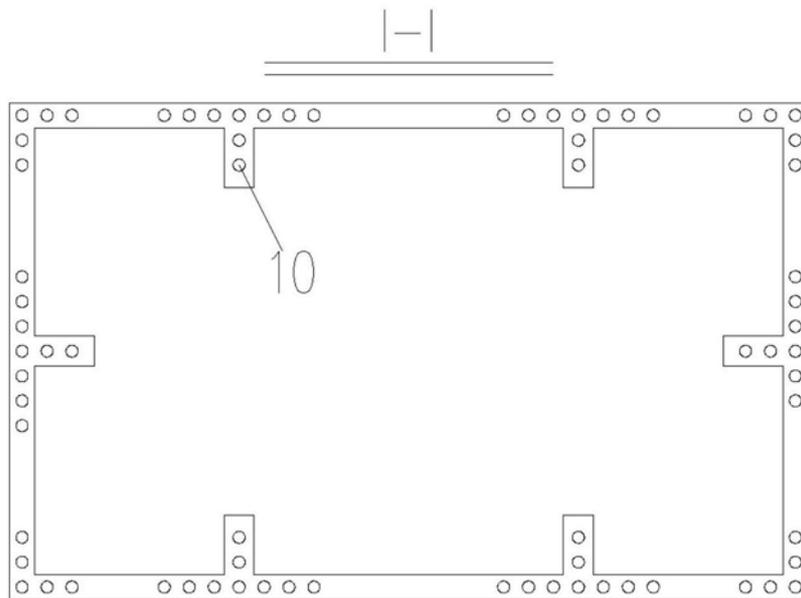


图12

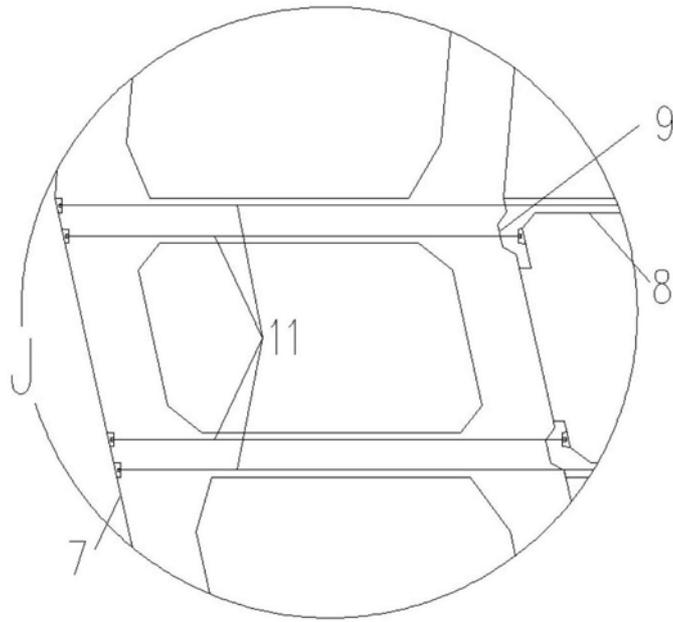


图13