(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 114182821 A
(43)申请公布日 2022.03.15

(21)申请号 202111578551.2

(22)申请日 2021.12.22

(71)申请人 陕西省建筑科学研究院有限公司
地址 710082 陕西省西安市莲湖区环城西路北段272号
申请人 陕西建工第六建设集团有限公司

(72)发明人 柳明亮 武朋军 周春娟 杨攀 邓锋 屈舟鑫 李常玺 马瑞 田举锋 董成 惠存

(74)专利代理机构 郑州优盾知识产权代理有限公司 41125
代理人 孙诗雨

(51)Int.Cl.
E04B 1/34(2006.01)
E04B 1/58(2006.01)
E04B 1/41(2006.01)
E04G 21/00(2006.01)
E04G 21/12(2006.01)

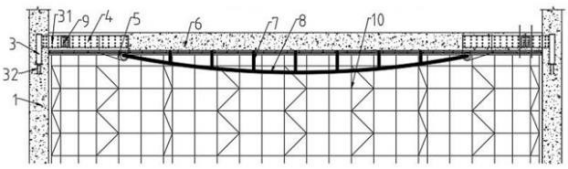
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种底部抽空大跨度预应力混凝土梁结构体系及施工方法

(57)摘要

本发明提出一种底部抽空大跨度预应力混凝土梁结构体系及施工方法，包括混凝土柱和混凝土梁，混凝土梁横向设置在相邻两个混凝土柱之间，混凝土梁下部设有拉索结构。混凝土柱内部和混凝土梁内部设有相配合的型钢结构，混凝土梁的两端分别设有后浇带，后浇带位于型钢结构的连接处。该结构体系是对传统预应力混凝土结构的改进，该结构施工过程中采用高支模全面支撑体系与多点支撑体系相结合的模架体系，根据自动监测系统反馈的监测数据以及混凝土的强度变化，逐步调整支撑体系，待混凝土强度达到设计要求时，实现多点支撑体系的转换，为预应力拉索和撑杆施工提供有利通道。



CN 114182821 A

1.一种底部抽空大跨度预应力混凝土梁结构体系，包括混凝土柱(1)和混凝土梁(6)，混凝土梁(6)下部设有拉索结构，其特征在于，混凝土柱(1)内部和混凝土梁(6)内部设有相配合的型钢结构，混凝土梁(6)的两侧分别设有后浇带(9)，后浇带(9)位于型钢结构的连接处。

2.根据权利要求1所述的底部抽空大跨度预应力混凝土梁结构体系，其特征在于，型钢结构包括钢骨Ⅱ(3)和钢骨Ⅲ(4)，钢骨Ⅱ(3)竖向设置在混凝土柱(1)内部且钢骨Ⅱ(3)的下端与柱脚锚栓(32)连接，钢骨Ⅱ(3)上横向设有钢梁(31)，钢梁(31)端部与钢骨Ⅲ(4)连接，且后浇带(9)位于钢梁(31)与钢骨Ⅲ(4)连接处，钢骨Ⅲ(4)位于混凝土梁(6)内。

3.根据权利要求2所述的底部抽空大跨度预应力混凝土梁结构体系，其特征在于，钢骨Ⅲ(4)为悬臂结构，钢骨Ⅲ(4)的固定端通过连接螺栓与钢梁(31)连接，钢骨Ⅲ(4)的自由端位于混凝土梁(6)内。

4.根据权利要求1~3任一项所述的底部抽空大跨度预应力混凝土梁结构体系，其特征在于，拉索结构包括拉索(8)和撑杆(7)，混凝土梁(6)内设有预埋固定件，且预埋固定件向下伸出混凝土梁(6)的下表面，撑杆(7)与预埋固定件连接，拉索(8)穿设在撑杆(7)上，拉索(8)两端分别与拉索耳板(5)连接。

5.根据权利要求4所述的底部抽空大跨度预应力混凝土梁结构体系，其特征在于，拉索耳板(5)向下伸出混凝土梁(6)的下表面。

6.根据权利要求4所述的底部抽空大跨度预应力混凝土梁结构体系，其特征在于，撑杆(7)垂直于混凝土梁(6)的下表面布置。

7.根据权利要求4所述的底部抽空大跨度预应力混凝土梁结构体系，其特征在于，撑杆(7)的数量为1~10个。

8.一种如权利要求1~7任一项所述的底部抽空大跨度预应力混凝土梁结构体系的施工方法，其特征在于，混凝土梁结构体系的施工方法共分为五个阶段，步骤如下：

第一阶段：

S1：搭设支撑体系(10)，在支撑体系(10)上安装应力应变以及变形监测设备，同时建立自动监测系统，设置警戒值；

S2：绑扎混凝土柱(1)的钢筋；

S3：搭设混凝土柱(1)、混凝土梁(6)和混凝土板的模板；

S4：预埋柱脚锚栓(32)，并吊装钢骨Ⅱ(3)，钢骨Ⅱ(3)下端与柱脚锚栓(32)连接；

S5：浇筑混凝土柱(1)；

S6：混凝土柱(1)的强度达到要求后，吊装钢骨Ⅰ(2)和钢骨Ⅲ(4)，并对钢骨Ⅱ(3)和钢骨Ⅲ(4)的连接螺栓(42)进行初拧，钢骨Ⅲ(4)上设有拉索耳板(5)，钢骨Ⅰ(2)的两端均与钢骨Ⅱ(3)连接；

S7：摆放预埋固定件；

S8：绑扎混凝土梁(6)和混凝土板的钢筋；

S9：在混凝土梁(6)的钢筋上布设应力应变监测设备，并将应力应变监测设备接入自动监测系统；

S10：浇筑混凝土梁(6)和混凝土板；

第二阶段：

S11:根据自动监测系统反馈的监测数据对支撑体系(10)进行调整;

第三阶段:

S12:吊装撑杆(7)和拉索(8),撑杆(7)与预埋固定件连接,拉索(8)穿设在撑杆(7)上,同时将拉索(8)的索头与钢骨Ⅲ(4)上的拉索耳板(5)连接;

S13:安装张拉工装,并对拉索(8)进行预紧;

S14:在混凝土梁(6)上布设变形监测设备;

S15:混凝土柱(1)和混凝土梁(6)的强度达到设计强度后,按顺序对拉索(8)进行分级张拉;

S16:每一级张拉施工完成后,通过自动监测系统采集混凝土梁(6)与支撑体系(10)的应力应变数据和变形数据,对比每一级张拉施工前后的数据,当采集的应力应变数据或变形数据中任意一项超过警戒值时,应立即停止张拉,当应力应变数据和变形数据同时处于安全范围时,则进行下一级张拉;

第四阶段:

S17:拆除支撑体系(10)中间部分的支撑架体,根据自动监测系统反馈的数据,判断是否需要进行补张拉;

第五阶段:

S18:对钢骨Ⅱ(3)和钢骨Ⅲ(4)的连接螺栓(42)进行终拧,并将钢骨Ⅱ(3)和钢骨Ⅲ(4)的上下翼缘焊接;

S19:在钢骨Ⅱ(3)和钢骨Ⅲ(4)的连接处浇注混凝土形成后浇带(9);

S20:待后浇带(9)处混凝土强度达到设计要求后,拆除支撑体系(10)剩余部分的支撑架体。

9.根据权利要求8所述的底部抽空大跨度预应力混凝土梁结构体系的施工方法,其特征在于,在S15中对拉索(8)进行分级张拉的具体过程如下:

S15.1:一级张拉,张拉过程再次细分为多个等级,使拉索(8)的张拉力值达到设计力值的30%;

S15.2:二级张拉,张拉过程再次细分为多个等级,使拉索(8)的张拉力值达到设计力值的70%;

S15.3:三级张拉,张拉过程再次细分为多个等级,使拉索(8)的张拉力值达到设计力值的100%。

一种底部抽空大跨度预应力混凝土梁结构体系及施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及工程建筑技术领域，特别是指一种底部抽空大跨度预应力混凝土梁结构体系及施工方法。

背景技术

[0002] 进入21世纪以来，随着我国经济的飞速发展，特别是近十年来我国的经济强势崛起，全国各地都在加强基础建设。传统的建筑已经不能满足人们生产活动的需求，在建筑满足基本需求的情况下，对其功能的多样性也有了更高的要求。因此对建筑物的高度与跨度要求越来越高，适应时代发展的结构设计与施工技术也因此诞生。

[0003] 底部抽空大跨度预应力混凝土梁结构体系可以大幅减轻结构自重，提高结构跨越能力且施工更快速便捷。满足了人们对室内大空间、多功能的需求，广泛应用于会展中心、体育馆、候机大厅、大型会堂和大跨厂房等大跨度空间结构当中。此外在建筑服役期间，结构不可避免的会受到环境荷载作用、疲劳效应、腐蚀及材料老化等因素的作用而产生损伤累积，从而使结构安全受到威胁。采用该结构形式更利于后期建筑结构的维护与加固。

发明内容

[0004] 本发明提出一种底部抽空大跨度预应力混凝土梁结构及施工方法，解决了现有技术中施工工艺复杂，张拉力会通过拉索耳板传递到混凝土结构上，对混凝土结构安全性会产生不利影响的问题。

[0005] 本发明的技术方案是这样实现的：

底部抽空大跨度预应力混凝土梁结构体系，包括混凝土柱和混凝土梁，混凝土梁下部设有拉索结构，混凝土柱内部和混凝土梁内部设有相配合的型钢结构，混凝土梁的两侧分别设有后浇带，后浇带位于型钢结构的连接处，后浇带可以释放拉索在张拉过程中产生的张拉力，避免张拉力传递到混凝土结构上，减小对混凝土结构的安全性的影响。

[0006] 所述型钢结构包括钢骨Ⅱ和钢骨Ⅲ，钢骨Ⅱ竖向设置在混凝土柱内部且钢骨Ⅱ的下端与柱脚锚栓连接，钢骨Ⅱ上横向设有钢梁，钢梁端部与钢骨Ⅲ连接，且后浇带位于钢梁与钢骨Ⅲ连接处，钢骨Ⅲ位于混凝土梁内。

[0007] 所述钢骨Ⅲ为悬臂结构，钢骨Ⅲ的固定端通过连接螺栓与钢梁连接，钢骨Ⅲ的自由端位于混凝土梁内。

[0008] 所述拉索结构包括拉索和撑杆，混凝土梁内设有预埋固定件，且预埋固定件向下伸出混凝土梁的下表面，撑杆与预埋固定件连接，拉索穿设在撑杆上，拉索两端分别与拉索耳板连接。所述拉索耳板向下伸出混凝土梁的下表面。

[0009] 所述撑杆垂直于混凝土梁的下表面布置，保证混凝土梁有较好的受力状态。所述撑杆的数量为1~10个，撑杆均匀布置在混凝土梁的下表面，并且撑杆支撑稳定。

[0010] 一种底部抽空大跨度预应力混凝土梁结构体系的施工方法，混凝土梁结构体系的施工方法共分为五个阶段，步骤如下：

第一阶段：

S1：搭设支撑体系，在支撑体系上安装应力应变以及变形监测设备，同时建立自动监测系统，设置警戒值；

S2：绑扎混凝土柱的钢筋；

S3：搭设混凝土柱、混凝土梁和混凝土板的模板，同时根据拉索耳板和预埋固定件的设计位置在模板上预留孔洞；

S4：预埋柱脚锚栓，并吊装钢骨Ⅱ，钢骨Ⅱ下端与柱脚锚栓连接，柱脚锚栓按照设计标高进行预埋固定，然后将钢骨Ⅱ与柱脚锚栓连接，钢骨Ⅱ位于混凝土柱的中心，安装时要保证钢骨Ⅱ的定位精确；

S5：浇筑混凝土柱，混凝土浇筑到梁底标高时停止浇筑；

S6：混凝土柱的强度达到要求后，吊装钢骨I和钢骨Ⅲ，并对钢骨Ⅱ和钢骨Ⅲ的连接螺栓进行初拧，钢骨Ⅲ上设有拉索耳板，钢骨I的两端均与钢骨Ⅱ连接，安装时焊接钢骨I和钢骨Ⅱ连接处的上下翼缘并将连接螺栓终拧，钢骨I用于连接相邻两个混凝土梁结构；

S7：摆放预埋固定件，并在四周用钢钉固定，防止其出现移动；

S8：绑扎混凝土梁和混凝土板的钢筋；

S9：在混凝土梁的钢筋上布设应力应变监测设备，在混凝土梁具有代表性的位置布设为监测点，将埋入式应变计固定在监测点位置的钢筋上，并将应力应变监测设备接入自动监测系统，以便实时采集监测数据；

S10：浇筑除施工后浇带外的混凝土梁和混凝土板；

第二阶段：

S11：根据自动监测系统反馈的监测数据对支撑体系进行调整，将后续施工过程中支撑架体与撑杆或拉索产生冲突的部分进行调整，采用先支后拆、先支后换的原则，即在影响后续施工过程的临时支撑位置处先重新支撑新的临时支撑，然后再将产生冲突的支撑进行拆除或替换，将支撑体系的全面支撑体系调整为多点支撑体系；

第三阶段：

S12：吊装撑杆和拉索，撑杆与预埋固定件连接，拉索穿设在撑杆上，同时将拉索的索头与钢骨Ⅲ上的拉索耳板连接；

S13：安装张拉工装，并对拉索进行预紧，依据拉索索头节点形式以及张拉力的大小，设计配套的张拉工装，安装时张拉工装的形心与拉索重合，避免在张拉过程中偏心；

S14：在混凝土梁上布设变形监测设备，在混凝土梁上均匀布置多个变形监测设备，对混凝土梁各个位置在张拉过程中的变形进行监测；

S15：混凝土的强度达到设计强度后，按顺序对拉索进行分级张拉，在张拉工程中要控制张拉的同步性，根据自动监测系统反馈的监测数据，判断张拉完成后混凝土梁的起拱值是否达到设计要求；施工完成后撑杆须保持竖直，保证结构达到最好的受力状态；

S16：每一级张拉施工完成后，通过自动监测系统采集混凝土梁与支撑体系的应力应变数据和变形数据，对比每一级张拉施工前后的数据，当采集的应力应变数据或变形数据中任意一项超过警戒值时，应立即停止张拉，当应力应变数据和变形数据同时处于安全范围时，则进行下一级张拉；

第四阶段：

S17:拆除支撑体系中间部分的支撑架体,由于对混凝土梁施加了预应力,结构会产生内力重分布,当结构完成变形协调时,根据自动监测系统反馈的数据,判断是否需要进行补张拉;

第五阶段:

S18:对钢骨Ⅱ和钢骨Ⅲ的连接螺栓进行终拧,并将钢骨Ⅱ和钢骨Ⅲ的上下翼缘焊接;

S19:在钢骨Ⅱ和钢骨Ⅲ的连接处浇注混凝土形成后浇带;

S20:待后浇带处混凝土强度达到设计要求后,拆除支撑体系剩余部分的支撑架体。

[0011] 在S15中对拉索进行分级张拉的具体过程如下:S15.1:一级张拉,张拉过程再次细分为多个等级,使拉索的张拉力值达到设计力值的30%;S15.2:二级张拉,张拉过程再次细分为多个等级,使拉索的张拉力值达到设计力值的70%;S15.3:三级张拉,张拉过程再次细分为多个等级,使拉索的张拉力值达到设计力值的100%。

[0012] 本发明产生的有益效果是:底部抽空大跨度预应力混凝土梁结构体系将混凝土梁与拉索结构结合,充分发挥了拉索结构、型钢结构、混凝土三种材料的优异性能。弦支梁与混凝土柱之间设置有后浇带,可以释放拉索张拉过程中产生的张拉力,避免将张拉力沿预埋的型钢结构传递到混凝土柱上,防止对混凝土结构安全性造成不利影响;预应力张拉施工过程中,对施工过程进行支撑体系变形、拉索索力、结构应力应变、结构变形监测,采用拉索张拉力控制为主,同时监测结构应力应变及结构变形为辅助控制方法,以确保结构施工期安全,保证结构的初始状态与原设计相符。该结构体系是对传统预应力混凝土结构的改进,该结构施工过程中采用高支模支撑体系与多点支撑体系相结合的模架体系,根据自动监测系统反馈的监测数据以及混凝土的强度变化,逐步调整支撑体系,待混凝土强度达到设计要求时,实现多点支撑体系的转换,为预应力拉索和撑杆施工提供有利通道。采用抽空下部受拉区混凝土,使用刚性撑杆联系受拉区拉索和受压区混凝土的方式,可以大幅减轻结构自重,提高结构跨越能力且施工更快速便捷。

附图说明

[0013] 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,下面描述中的附图仅仅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。

[0014] 图1为本发明底部抽空大跨度预应力混凝土梁结构体系俯视图。

[0015] 图2为本发明底部抽空大跨度预应力混凝土梁结构体系施工示意图。

[0016] 图3为本发明底部抽空大跨度预应力混凝土梁结构体系端部的结构示意图。

[0017] 图4为钢梁31和钢骨Ⅲ4的连接示意图。

[0018] 图中:1-混凝土柱,2-钢骨Ⅰ,3-钢骨Ⅱ,31-钢梁,32-柱脚锚栓,4-钢骨Ⅲ,41-连接板,42-连接螺栓,5-拉索耳板,6-混凝土梁,7-撑杆,8-拉索,9-后浇带,10-支撑体系。

具体实施方式

[0019] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有付出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0020] 实施例1，如图2所示，一种底部抽空大跨度预应力混凝土梁结构体系，包括混凝土柱1和混凝土梁6，混凝土梁6横向设置在相邻两个混凝土柱1之间，混凝土梁6下部设有拉索结构，拉索结构为大跨度梁提供支撑，保证大跨度梁的结构稳定。混凝土柱1内部和混凝土梁6内部设有相配合的型钢结构，混凝土梁6的两端部分别设有后浇带9，后浇带9位于型钢结构的配合连接处，后浇带9可以释放拉索张拉过程中产生的张拉力，避免将张拉力沿型钢结构传递到混凝土结构上，防止对混凝土结构安全产生不利影响。

[0021] 进一步，如图3所示，型钢结构包括钢骨Ⅱ3和钢骨Ⅲ4，钢骨Ⅱ3竖向设置在混凝土柱1内部且钢骨Ⅱ3的下端与柱脚锚栓32连接，钢骨Ⅱ3上横向设有钢梁31，钢梁31端部与钢骨Ⅲ4连接，且后浇带9位于钢梁31与钢骨Ⅲ4连接处，钢骨Ⅲ4位于混凝土梁6内。钢骨Ⅲ4为悬臂结构，钢骨Ⅲ4的固定端通过连接螺栓42与钢梁31连接，如图4所示，钢骨Ⅲ4的固定端和钢梁31的端部分别与连接板41连接，连接板41通过多个连接螺栓42进行固定，保证钢骨Ⅲ4的固定端和钢梁31连接稳定。

[0022] 进一步，如图2所示，拉索结构包括拉索8和撑杆7，撑杆7的数量为1~10个，本实施例中，撑杆7的数量为7个，且撑杆7均匀布置在混凝土梁6的下表面，混凝土梁6内设有预埋固定件，且预埋固定件向下伸出混凝土梁6的下表面，撑杆7与预埋固定件连接，且撑杆7垂直于凝土梁6的下表面，拉索8穿设在撑杆7上，拉索8两端分别与拉索耳板5连接，且拉索耳板5向下伸出混凝土梁6的下表面，拉索耳板5伸出部分设有拉索连接孔，拉索8两端分别与拉索耳板5连接，拉索8与拉索连接孔通过销轴连接。

[0023] 实施例2，如图1所示，一种底部抽空大跨度预应力混凝土梁结构体系，相邻两个预应力混凝土梁结构之间通过边框梁连接，边框梁位于两个混凝土柱1同侧之间且边框梁的两端分别与两个混凝土柱1连接，边框梁内部设有钢骨I2，钢骨I2的两端分别与两个混凝土柱1内部的钢骨Ⅱ3连接，钢骨I2与钢骨Ⅱ3通过栓焊连接的方式固定连接，保证连接的稳定，并且钢骨I2为边框梁提供支撑，提高边框梁的结构强度，并提高整体的结构强度。

[0024] 其他结构与实施例1的结构相同。

[0025] 实施例3，在实施例2的基础上，一种底部抽空大跨度预应力混凝土梁结构体系的施工方法，混凝土梁结构体系的施工方法共分为五个阶段，包括以下步骤：

第一阶段：

S1：搭设支撑体系10，包括水平剪刀撑以及竖向剪刀撑，支撑体系10可为后续模板的搭设提供支撑，在支撑体系薄弱点安装应力应变及变形监测设备，建立自动监测系统并设置警戒值；

S2：绑扎混凝土柱1的钢筋；

S3：搭设混凝土柱1、混凝土梁6和混凝土板的模板，并在拉索耳板5和预埋固定件的设计位置预留孔洞；

S4：预埋柱脚锚栓32，并吊装钢骨Ⅱ3，钢骨Ⅱ3下端与柱脚锚栓32连接，柱脚锚栓

32按照设计标高进行预埋固定，然后将钢骨Ⅱ3与柱脚锚栓32连接，钢骨Ⅱ3位于混凝土柱1的中心，安装时要保证钢骨Ⅱ3的定位精确；

S5：浇筑混凝土柱1，混凝土柱1浇筑至梁底标高时停止浇筑；

S6：混凝土柱1的强度达到要求后，吊装钢骨I2和钢骨Ⅲ4，并对钢骨Ⅱ3和钢骨Ⅲ4的连接螺栓42进行初拧，钢骨Ⅲ4上设有拉索耳板5，钢骨I2的两端均与钢骨Ⅱ3连接，吊装钢骨Ⅲ4时，进行精确定位，保证同一条混凝土梁6所对应的钢骨Ⅲ4居中放置在混凝土梁6的中心，吊装钢骨I2和钢骨Ⅲ4时，根据自动监测系统反馈的监测数据，实时掌握支撑架体的受力情况，保证支撑体系10处于安全状态；

S7：摆放预埋固定件，预埋固定件放置到指定位置后使用钢钉在四周进行固定，防止后续施工过程中产生移动；

S8：绑扎混凝土梁6和混凝土板的钢筋；

S9：在混凝土梁6的钢筋上布设应力应变监测设备，将应变计绑定在混凝土梁6的钢筋上，对混凝土梁6各个施工阶段的应力应变进行监测，并将各个应变计的导线接入自动监测系统，便于实时采集监测数据，同时采集的数据通过数据传输网络存储到数据管理系统中供监测人员随时查看和调阅；

S10：浇筑混凝土梁6和混凝土板，对后浇带9以外的混凝土梁6和混凝土板进行浇筑；

第二阶段：

S11：根据自动监测系统反馈的监测数据对支撑体系10进行调整，为了保证撑杆7的精确安装以及拉索8能够正常工作，对混凝土梁6下方的支撑体系10进行调整，调整采用先支后拆、先支后换的原则，即在影响后续施工过程的临时支撑位置处先重新支撑新的临时支撑，然后再将产生冲突的支撑进行拆除或替换；并且在调整支撑体系10的过程中，支撑体系10由高支模全面支撑体系转换为多点支撑体系，根据自动监测系统反馈的监测数据来判断是否可以进行下一个施工步骤。若支撑体系10调整过程中反馈的实时监测数据超过警戒值，则停止施工，制定相应的解决方案，若反馈的监测数据显示支撑体系10处于安全范围时，则继续施工；

第三阶段：

S12：吊装撑杆7和拉索8，撑杆7与预埋固定件连接，拉索8穿设在撑杆7上，同时将拉索8的端部与钢骨Ⅲ4上的拉索耳板5连接；在混凝土达到张拉要求之前，在混凝土梁6下方的脚手架上铺设马道及张拉操作平台，将拉索8与撑杆7吊装至相应位置，在撑杆7安装后，将拉索8一端索头安装到拉索耳板5上，然后依次将拉索8与撑杆7连接，最后将拉索8另一端索头安装到相应的拉索耳板5上；

S13：安装张拉工装，并对拉索8进行预紧，张拉工装安装时，张拉工装形心必须与拉索8重合，以保证拉索8在张拉过程中不产生偏心；

S14：在混凝土梁6上布设变形监测设备，在混凝土梁6上均匀布置多个变形监测点，同时采用电子精密水准仪进行辅助测量，将张拉施工前系统反馈初始数据与每一级张拉施工过程中自动监测系统反馈的数据进行对比分析，保证拉索张拉施工安全顺利进行；

S15：混凝土柱1和混凝土梁6的强度达到设计强度后，按顺序对拉索8进行分级张拉，使用回弹仪对混凝土梁6和混凝土柱1进行回弹测量，混凝土柱1和混凝土梁6的强度达

到设计强度的100%后，对拉索8进行分级张拉；

具体张拉过程如下：S15.1：一级张拉，使拉索8的张拉力值达到设计力值的30%；.2：二级张拉，使拉索8的张拉力值达到设计力值的70%；.3：三级张拉，使拉索8的张拉力值达到设计力值的100%，一级张拉路线从两端依次向中间张拉；二级张拉从中间主梁依次向两端张拉，张拉顺序与第一级相反；第三级张拉与第一级张拉顺序相同，张拉过程中将每一级的张拉力再次细分为三到五个等级，在每一小级的张拉工程中要控制张拉的同步性，并且在拉索8全部张拉完成后，撑杆7须保持竖直，保证结构达到最好的受力状态；

S16：张拉过程监测：预应力张拉施工过程中，采用拉索张拉力控制为主，同时监测支撑体系的受力状态和结构应力应变与变形为辅的控制方法，在每一级张拉施工完成后，通过应力监测设备和变形监测设备采集支撑体系10和混凝土梁6的应力应变数据及变形数据，对比每一级张拉施工前后的数据，当采集的应力应变数据和变形数据任意一项超过警戒值，应立即停止张拉，并采取相应的解决方案，当采集的应力应变数据和变形数据都处于安全范围时，则进行下一级张拉；

第四阶段：

S17：拆除支撑体系10中间部分的支撑架体，在拆除时，需着重关注架体反馈的监测数据，防止在架体拆除过程中，结构产生不可逆转的破坏，由于对混凝土梁施加了预应力，此时结构整体变为支撑体系与拉索共同受力，结构会产生内力重分布，当结构完成变形协调时，根据自动监测系统反馈的数据，判断是否需要进行补张拉；

第五阶段：

S18：对钢骨Ⅱ3和钢骨Ⅲ4的连接螺栓42进行终拧，并将钢骨Ⅱ3和钢骨Ⅲ4的上下翼缘焊接，保证型钢结构的稳定；

S19：在钢骨Ⅱ3和钢骨Ⅲ4的连接处浇注混凝土形成后浇带9，使混凝土柱1和混凝土梁6连接形成整体；

S20：待后浇带9处混凝土强度达到设计要求后，拆除剩余支撑架体10，拆除剩余支撑架体时，根据自动监测系统反馈的监测数据，随时了解结构的受力状态，防止拆除过程对结构产生不可逆的破坏。

[0026] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

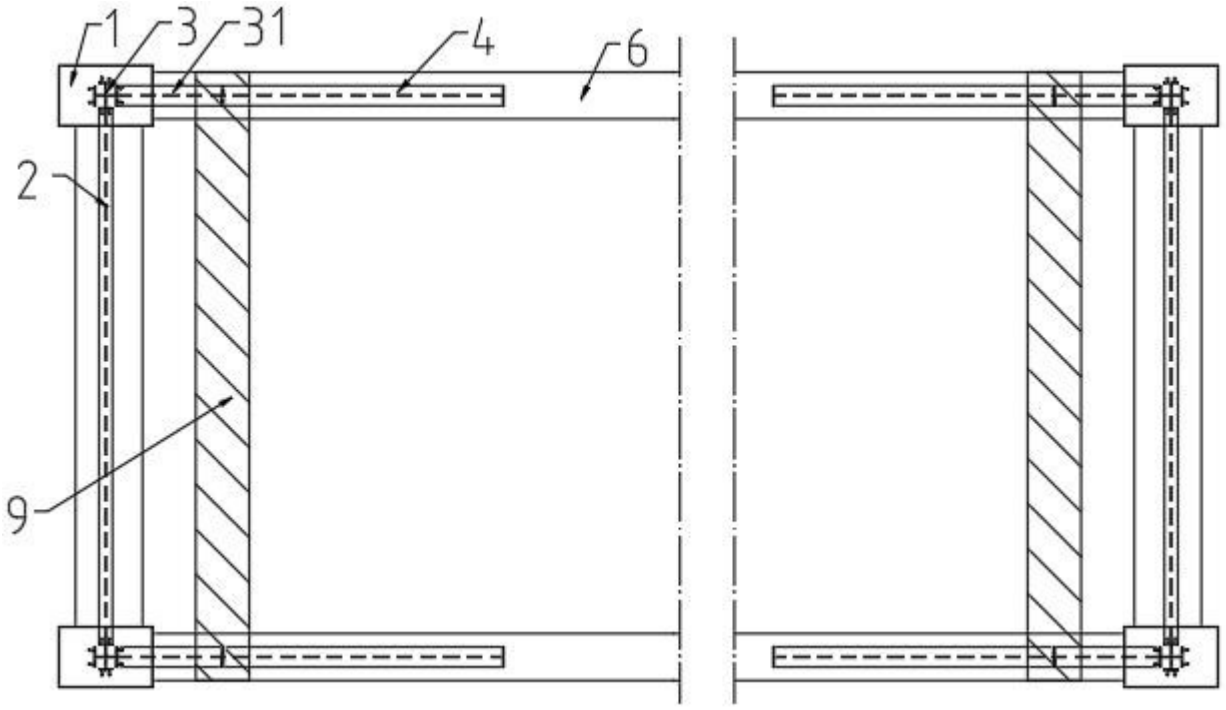


图1

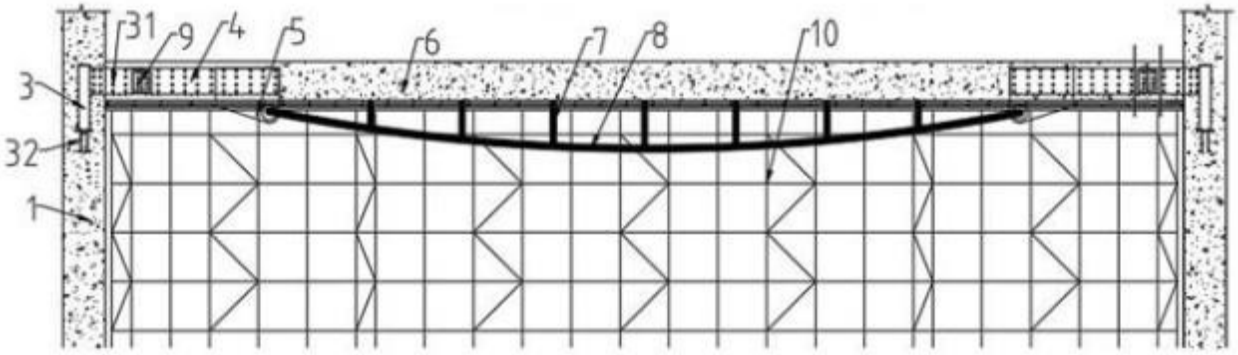


图2

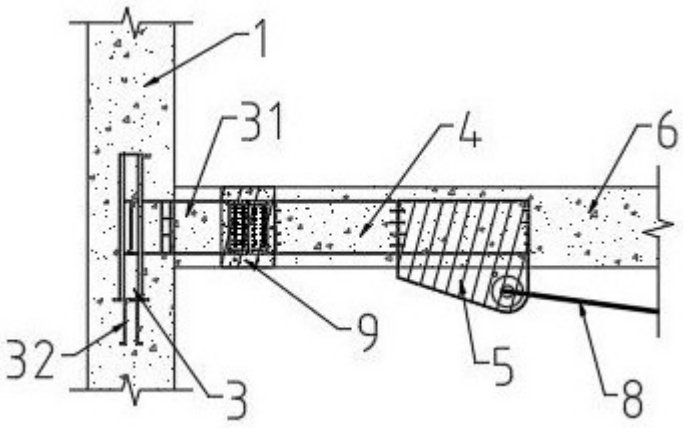


图3

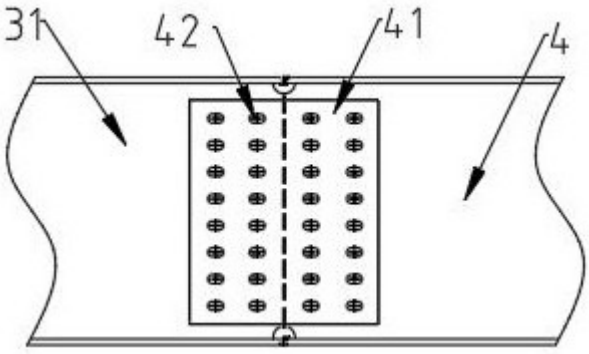


图4