



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108677747 B

(45)授权公告日 2019.07.26

(21)申请号 201810716120.X

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2018.06.30

E01D 21/08(2006.01)

E01D 11/04(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108677747 A

审查员 冯淳

(43)申请公布日 2018.10.19

(73)专利权人 中铁二十局集团第一工程有限公司

地址 215151 江苏省苏州市高新区大同路10号中铁二十局集团第一工程有限公司工程技术管理中心

(72)发明人 欧阳林 王忠诚 刘俊斌 梁之海 章博 杜越 党宝文 严朝锋 王永丽 王旭

(74)专利代理机构 西安创知专利事务所 61213 代理人 谭文琰

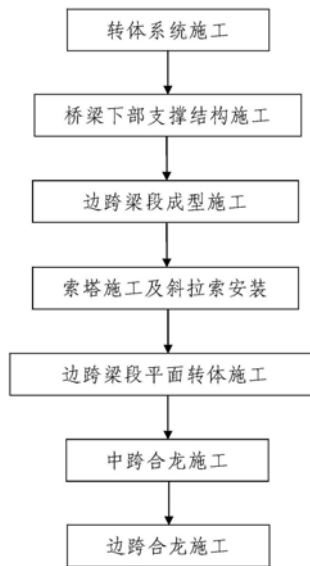
权利要求书4页 说明书15页 附图4页

(54)发明名称

斜拉桥平面转体施工方法

(57)摘要

本发明公开了一种斜拉桥平面转体施工方法,所施工斜拉桥的主梁为钢筋混凝土梁且其由两个边跨梁段和连接于两个边跨梁段之间的中跨梁段组成;对所施工斜拉桥进行平面转体施工时,包括步骤:一、转体系统施工;二、桥梁下部支撑结构施工;三、梁体成型施工;四、索塔施工及斜拉索安装;五、平面转体施工;六、边跨合龙施工;七、中跨合龙施工。本发明方法步骤简单、设计合理且施工简便、使用效果好,通过两次配重并结合转体前对转体结构进行外侧顶升,能有效解决转体结构跨越辅助支墩的难题,简便、快速完成桥梁转体及合龙施工过程,施工过程安全,并且施工工期短,投入施工成本低。



1. 一种斜拉桥平面转体施工方法,其特征在于:所施工斜拉桥的主梁为钢筋混凝土梁且其由两个边跨梁段(3)和连接于两个所述边跨梁段(3)之间的中跨梁段(4)组成,所述主梁的两端分别支撑于两个梁端支墩(1)上;每个所述边跨梁段(3)均由一个边跨转体梁段(14)、一个边跨外端梁段(15)和一个连接于边跨转体梁段(14)与边跨外端梁段(15)之间的边跨合拢段(16)连接而成,每个所述边跨转体梁段(14)均支撑于一个主支墩(2)和一个辅助支墩(5)上,每个所述边跨外端梁段(15)均支撑于一个梁端支墩(1)上,所述辅助支墩(5)位于主支墩(2)与梁端支墩(1)之间;每个所述边跨转体梁段(14)均以其所支撑主支墩(2)为界分为外侧梁段和位于所述外侧梁段内侧的内侧梁段,所述外侧梁段的长度大于所述内侧梁段的长度;所述外侧梁段支撑于辅助支墩(5)上,所述外侧梁段中支撑于辅助支墩(5)上的节段为辅助支撑节段;每个所述主支墩(2)上均设置有一个索塔(11),所述索塔(11)与位于其内外两侧下方的所述内侧梁段和所述外侧梁段之间均安装有多道斜拉索(12);

对所施工斜拉桥进行平面转体施工时,包括以下步骤:

步骤一、转体系统施工:在两个所述主支墩(2)的底部分别施工一个桥梁平面转体系统;

步骤二、桥梁下部支撑结构施工:对所施工斜拉桥的桥梁下部支撑结构进行施工;

所述桥梁下部支撑结构包括对主支墩(2)、梁端支墩(1)和辅助支墩(5),每个所述主支墩(2)均支撑于步骤一中施工完成的一个所述桥梁平面转体系统上;

步骤三、梁体成型施工:采用支架法对两个所述边跨梁段(3)的边跨转体梁段(14)和边跨外端梁段(15)分别进行施工,施工成型的每个所述边跨转体梁段(14)均支撑于一个所述主支墩(2)上,且施工成型的每个所述边跨外端梁段(15)均支撑于一个所述梁端支墩(1)上;

步骤四、索塔施工及斜拉索安装:在两个所述主支墩(2)上分别施工索塔(11),并对索塔(11)与位于其内外两侧下方的所述内侧梁段和所述外侧梁段之间的斜拉索(12)分别进行安装;

每个所述主支墩(2)与支撑于其上方的边跨转体梁段(14)和索塔(11)均组成一个桥梁转体结构;

步骤五、平面转体施工:对两个所述桥梁转体结构分别进行平面转体施工,两个所述桥梁转体结构的平面转体施工方法相同;

本步骤中,平面转体施工之前,对每个所述辅助支墩(5)上用于支撑边跨转体梁段(14)的支座分别进行施工;

对任一个所述桥梁转体结构进行施工时,过程如下:

步骤501、第一次配重:对待转体桥梁转体结构的所述内侧梁段进行第一次配重;

步骤502、转体结构竖向顶升:采用外侧竖向顶升装置对主支墩(2)的底部外侧进行竖向顶升,使所述边跨转体梁段(14)的所述辅助支撑节段底部高度高于辅助支墩(5)上所述支座的顶面高度;

步骤503、第二次配重:步骤502中竖向顶升完成后,对待转体桥梁转体结构的所述内侧梁段进行第二次配重;

步骤504、平面转体施工:利用所述桥梁平面转体系统对步骤501中所述桥梁转体结构进行平面转体施工,直至将边跨转体梁段(14)水平转动到位;

步骤505、高程调整:采用内侧竖向顶升装置对主支墩(2)的底部内侧进行竖向顶升,竖向顶升过程中将步骤502中所述外侧竖向顶升装置进行下放,直至将边跨转体梁段(14)调整至设计位置且所述外侧梁段支撑于辅助支墩(5)上;

步骤六、边跨合龙:对两个所述边跨梁段(3)分别进行合龙施工;

对任一个所述边跨梁段(3)进行合龙施工时,对该边跨梁段(3)中边跨转体梁段(14)与边跨外端梁段(15)之间的边跨合拢段(16)进行施工,并获得施工成型的边跨梁段(3);

步骤七、中跨合龙施工:对两个所述边跨转体梁段(14)之间的中跨梁段(4)进行施工,并完成所施工斜拉桥主梁的合龙施工过程。

2.按照权利要求1所述的斜拉桥平面转体施工方法,其特征在于:所述外侧梁段由内至外逐渐向下倾斜。

3.按照权利要求1或2所述的斜拉桥平面转体施工方法,其特征在于:步骤一中所述桥梁平面转体系统包括下支撑盘、位于所述下支撑盘正上方的上转盘(5-1)、安装于所述下支撑盘与上转盘(5-1)之间的桥梁转体球铰和带动上转盘(5-1)在水平面进行旋转的转体牵引系统,所述下支撑盘和上转盘(5-1)均为钢筋混凝土结构且二者均呈水平布设,所述转体牵引系统与上转盘(5-1)进行连接;所述桥梁转体球铰包括下球铰(5-2)、安装于下球铰(5-2)正上方的上球铰(5-3)、连接于下球铰(5-2)与上球铰(5-3)中部之间的轴销(5-4)和支撑于下球铰(5-2)正下方的支撑骨架(6),所述下球铰(5-2)和上球铰(5-3)均呈水平布设,且轴销(5-4)呈竖直向布设;所述下支撑盘为下承台(5-41),所述支撑骨架(6)埋设于下承台(5-41)内,且下球铰(5-2)固定安装在支撑骨架(6)上;所述下球铰(5-2)安装于下承台(5-41)的中部上方,上球铰(5-3)上部与上转盘(5-1)底部紧固连接;

所述下承台(5-41)为位于主支墩(2)正下方的钢筋混凝土承台,所述主支墩(2)的墩身为钢筋混凝土墩身,所述上转盘(5-1)与主支墩(2)的墩身紧固连接为一体。

4.按照权利要求3所述的斜拉桥平面转体施工方法,其特征在于:步骤505中高程调整后,还需进行封铰混凝土浇筑施工,并获得封盘结构(5-16);封铰混凝土浇筑施工完成后,所述上转盘(5-1)与所述下支撑盘通过封盘结构(5-16)紧固连接为一体;

实际进行封铰混凝土浇筑施工时,采用内置式振捣装置对所浇筑混凝土进行振捣;

所述内置式振捣装置包括附着式振捣机构和由所述附着式振捣机构带动进行混凝土振捣的混凝土振捣架,所述混凝土振捣架布设于对所述桥梁转体球铰进行封铰施工的混凝土浇筑腔内,所述附着式振捣机构安装于所述混凝土振捣架上;

所述混凝土振捣架为水平框架(7),所述水平框架(7)为由四根支撑杆拼接而成的正方形框架,四根所述支撑杆均布设在同一水平面上;每根所述支撑杆的两端均伸出至所述混凝土浇筑腔外侧,所述支撑杆端部伸出至所述混凝土浇筑腔外侧的节段为外伸段;

所述附着式振捣机构包括四个附着式振捣器,四个所述附着式振捣器均布设于同一水平面上且其均位于所述混凝土浇筑腔外侧;所述水平框架(7)的每个顶角上均布设有一个所述附着式振捣器;所述附着式振捣器为混凝土振捣器(8)。

5.按照权利要求4所述的斜拉桥平面转体施工方法,其特征在于:所述混凝土浇筑腔为对所述桥梁转体球铰进行封铰施工的混凝土模板的成型腔,所述混凝土模板支立于所述桥梁转体球铰外侧,所述混凝土模板上开有多个供所述外伸段伸出的竖向通孔;

实际进行封铰混凝土浇筑施工之前,先在所述桥梁转体球铰外侧支立所述混凝土模

板,并将所述内置式振捣装置安装于所述混凝土模板上。

6.按照权利要求4所述的斜拉桥平面转体施工方法,其特征在于:所述混凝土振捣器(8)为平板式振捣器。

7.按照权利要求6所述的斜拉桥平面转体施工方法,其特征在于:所述水平框架(7)的每个顶角上的两个所述外伸段组成一个振捣器安装架,每个所述平板式振捣器均安装在一个所述振捣器安装架上;

所述振捣器安装架上安装有一个供所述平板式振捣器水平安装的水平安装板(9),所述水平安装板(9)固定于所述振捣器安装架中的两个所述外伸段之间,所述平板式振捣器通过螺栓固定于水平安装板(9)上。

8.按照权利要求4所述的斜拉桥平面转体施工方法,其特征在于:所述混凝土振捣架还包括两组对称布设于水平框架(7)下方的振捣杆(10),两组所述振捣杆(10)均位于所述混凝土浇筑腔内且二者分别位于所述桥梁转体球铰的两侧;每组所述振捣杆(10)均包括多个呈平行布设的振捣杆(10),每个所述振捣杆(10)均安装于水平框架(7)底部;

所述振捣杆(10)为凹字形,所述混凝土振捣架中的所有振捣杆(10)均呈平行布设且其均布设于同一水平面上;所述振捣杆(10)为型钢杆件,所述振捣杆(10)水平安装于左右两根所述支撑杆之间。

9.按照权利要求8所述的斜拉桥平面转体施工方法,其特征在于:步骤501中进行第一次配重时和步骤503中进行第二次配重时,均先对所述桥梁转体结构进行称重,并根据称重结果对待转体桥梁转体结构的所述内侧梁段进行配重。

10.按照权利要求3所述的斜拉桥平面转体施工方法,其特征在于:步骤一中转体系统施工时,过程如下:

步骤101、支撑骨架安装:对下承台(5-41)进行混凝土浇筑前,在下承台(5-41)的成型模板内安装支撑骨架(6);

步骤102、下球铰安装:采用多个高程调整螺栓(6-2)将对所述桥梁转体球铰进行支垫的球铰垫板(6-4)安装于步骤101中所述支撑骨架(6)上方,并采用桥梁转体球铰高程精调装置对球铰垫板(6-4)的高程进行调整;再将下球铰(5-2)固定于球铰垫板(6-4)上;

所述桥梁转体球铰高程精调装置包括多个所述高程调整螺栓(6-2),多个所述高程调整螺栓(6-2)的结构和尺寸均相同且其沿圆周方向均匀布设于所述桥梁转体球铰下方;所述高程调整螺栓(6-2)包括呈竖直向布设的螺栓杆(6-2-1)、同轴套装于螺栓杆(6-2-1)上部的上螺套(6-2-2)和同轴套装于螺栓杆(6-2-1)下部的下螺套(6-2-3),所述上螺套(6-2-2)位于下螺套(6-2-3)的正上方且二者均呈水平布设,所述螺栓杆(6-2-1)与上螺套(6-2-2)和下螺套(6-2-3)之间均为螺纹连接;所述下螺套(6-2-3)固定安装于水平支撑件(6-3)上,所述水平支撑件(6-3)固定在支撑骨架(6)上,所述水平支撑件(6-3)上开有供下螺套(6-2-3)安装的下安装孔;所述上螺套(6-2-2)固定安装于对所述桥梁转体球铰进行支垫的球铰垫板(6-4)上,所述球铰垫板(6-4)上开有供上螺套(6-2-2)安装的上安装孔;

每个所述螺栓杆(6-2-1)下端均安装有一个螺栓旋拧装置,每个所述螺栓杆(6-2-1)上均装有旋拧状态检测装置,所述旋拧状态检测装置包括对螺栓杆(6-2-1)的旋拧圈数进行统计的计数器(6-5)和对螺栓杆(6-2-1)的旋拧方向进行实时检测的旋转方向检测单元(6-6),所述计数器(6-5)和旋转方向检测单元(6-6)均与高程调整控制器(6-7)连接;

步骤103、下支撑盘混凝土浇筑:对下承台(5-41)进行混凝土浇筑;

步骤104、上球铰与轴销安装:在步骤102中所述下球铰(5-2)上安装上球铰(5-3)和轴销(5-4),获得安装成型的所述桥梁转体球铰;

步骤105、上转盘混凝土浇筑:对上转盘(5-1)进行混凝土浇筑,获得施工成型的所述平面梁体转体系统。

斜拉桥平面转体施工方法

技术领域

[0001] 本发明属于桥梁施工技术领域,尤其是涉及一种斜拉桥平面转体施工方法。

背景技术

[0002] 近年来,上跨铁路桥梁施工过程中为了保证铁路营业线行车安全,尽量避免在线路上搭设支架施工,桥梁转体施工技术逐步推广应用,可以使桥梁建设过程中不对列车通行造成影响。转体施工就是既有交通线的单侧或两侧修建主体结构,然后借助转动体系将主体结构转体到桥梁设计线位,转体过程中需进行监测与控制。根据转动方向的不同,转体法可分为竖转法、平转法与平竖结合法。由于竖转法受地形限制较大,逐步被平转法或结合法所取代。

[0003] 斜拉桥又称斜张桥,是将主梁用许多拉索直接拉在桥塔上的一种桥梁,是由承压的塔、受拉的索和承弯的梁体组合起来的一种结构体系。斜拉桥采用转体斜拉桥结构形式时,其主梁通常由两个边跨梁段和连接于两个边跨梁段之间的中跨梁段组成。实际施工时,先采用支架法对两个边跨梁段进行施工,再将施工成型的两个边跨梁段分别平面转体到位,最后进行中跨合拢。由于斜拉桥的边跨梁段一般均为非对称梁,尤其是对于重量大、长度大、转体跨度大且跨越既有建筑物与构筑物的斜拉桥边跨梁段进行平面转体施工时,施工难度非常大。例如对菏泽丹阳路上跨铁路立交桥进行施工时,由于主桥上跨菏泽火车站北咽喉区,由西向东需要依次跨越菏泽火车站货场3条货物装卸线,京九线、新兖线和电厂专用线等7条铁路线,交通运输极为繁忙,列车流量间隔时间小于5分钟。为了尽可能减少对铁路线及货场运营造成影响,该桥的主桥选型设计采用转体斜拉桥结构形式,全长2032.383m,主桥为总跨度520m的双塔单索面混凝土斜拉桥,跨径布置为40m+100m+240m+100m+40m;主梁为造型美观的斜腹板混凝土箱梁,全宽32m;索塔倒Y形布置,与桥墩合计总高度为87.5m,主桥转体结构的重量达到24800t,主桥转体结构包括待转体的斜拉桥边跨梁段(即转体梁)和对转体梁进行支撑的支撑墩墩身,该转体桥为目前世界上转体重量最大、转体跨度最长的斜拉桥。因此,平面转体施工难度非常大。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题在于针对上述现有技术中的不足,提供一种斜拉桥平面转体施工方法,其方法步骤简单、设计合理且施工简便、使用效果好,通过两次配重并结合转体前对转体结构进行外侧顶升,能有效解决转体结构跨越辅助支墩的难题,简便、快速完成桥梁转体及合龙施工过程,施工过程安全,并且施工工期短,投入施工成本低。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明采用的技术方案是:一种斜拉桥平面转体施工方法,其特征在于:所施工斜拉桥的主梁为钢筋混凝土梁且其由两个边跨梁段和连接于两个所述边跨梁段之间的中跨梁段组成,所述主梁的两端分别支撑于两个梁端支墩上;每个所述边跨梁段均由一个边跨转体梁段、一个边跨外端梁段和一个连接于边跨转体梁段与边跨外端梁段之间的边跨合拢段连接而成,每个所述边跨转体梁段均支撑于一个主支墩和一个辅助

支墩上,每个所述边跨外端梁段均支撑于一个梁端支墩上,所述辅助支墩位于主支墩与梁端支墩之间;每个所述边跨转体梁段均以其所支撑主支墩为界分为外侧梁段和位于所述外侧梁段内侧的内侧梁段,所述外侧梁段的长度大于所述内侧梁段的长度;所述外侧梁段支撑于辅助支墩上,所述外侧梁段中支撑于辅助支墩上的节段为辅助支撑节段;每个所述主支墩上均设置有一个索塔,所述索塔与位于其内外两侧下方的所述内侧梁段和所述外侧梁段之间均安装有多道斜拉索;

[0006] 对所施工斜拉桥进行平面转体施工时,包括以下步骤:

[0007] 步骤一、转体系统施工:在两个所述主支墩的底部分别施工一个桥梁平面转体系统;

[0008] 步骤二、桥梁下部支撑结构施工:对所施工斜拉桥的桥梁下部支撑结构进行施工;

[0009] 所述桥梁下部支撑结构包括对主支墩、梁端支墩和辅助支墩,每个所述主支墩均支撑于步骤一中施工完成的一个所述桥梁平面转体系统上;

[0010] 步骤三、梁体成型施工:采用支架法对两个所述边跨梁段的边跨转体梁段和边跨外端梁段分别进行施工,施工成型的每个所述边跨转体梁段均支撑于一个所述主支墩上,且施工成型的每个所述边跨外端梁段均支撑于一个所述梁端支墩上;

[0011] 步骤四、索塔施工及斜拉索安装:在两个所述主支墩上分别施工索塔,并对索塔与位于其内外两侧下方的所述内侧梁段和所述外侧梁段之间的斜拉索分别进行安装;

[0012] 每个所述主支墩与支撑于其上方的边跨转体梁段和索塔均组成一个桥梁转体结构;

[0013] 步骤五、平面转体施工:对两个所述桥梁转体结构分别进行平面转体施工,两个所述桥梁转体结构的平面转体施工方法相同;

[0014] 本步骤中,平面转体施工之前,对每个所述辅助支墩上用于支撑边跨转体梁段的支座分别进行施工;

[0015] 对任一个所述桥梁转体结构进行施工时,过程如下:

[0016] 步骤501、第一次配重:对待转体桥梁转体结构的所述内侧梁段进行第一次配重;

[0017] 步骤502、转体结构竖向顶升:采用外侧竖向顶升装置对主支墩的底部外侧进行竖向顶升,使所述边跨转体梁段的所述辅助支撑节段底部高度高于辅助支墩上所述支座的顶面高度;

[0018] 步骤503、第二次配重:步骤502中竖向顶升完成后,对待转体桥梁转体结构的所述内侧梁段进行第二次配重;

[0019] 步骤504、平面转体施工:利用所述桥梁平面转体系统对步骤501中所述桥梁转体结构进行平面转体施工,直至将边跨转体梁段水平转动到位;

[0020] 步骤505、高程调整:采用内侧竖向顶升装置对主支墩的底部内侧进行竖向顶升,竖向顶升过程中将步骤502中所述外侧竖向顶升装置进行下放,直至将边跨转体梁段调整至设计位置且所述外侧梁段支撑于辅助支墩上;

[0021] 步骤六、边跨合龙:对两个所述边跨梁段分别进行合龙施工;

[0022] 对任一个所述边跨梁段进行合龙施工时,对该边跨梁段中边跨转体梁段与边跨外端梁段之间的边跨合拢段进行施工,并获得施工成型的边跨梁段;

[0023] 步骤七、中跨合龙施工:对两个所述边跨转体梁段之间的中跨梁段进行施工,并完

成所施工斜拉桥主梁的合龙施工过程。

[0024] 上述斜拉桥平面转体施工方法,其特征是:所述外侧梁段由内至外逐渐向下倾斜。

[0025] 上述斜拉桥平面转体施工方法,其特征是:步骤一中所述桥梁平面转体系统包括下支撑盘、位于所述下支撑盘正上方的上转盘、安装于所述下支撑盘与上转盘之间的桥梁转体球铰和带动下转盘在水平面进行旋转的转体牵引系统,所述下支撑盘和上转盘均为钢筋混凝土结构且二者均呈水平布设,所述转体牵引系统与上转盘进行连接;所述桥梁转体球铰包括下球铰、安装于下球铰正上方的上球铰、连接于下球铰与上球铰中部之间的轴销和支撑于下球铰正下方的支撑骨架,所述下球铰和上球铰均呈水平布设,且轴销呈竖直向布设;所述下支撑盘为下承台,所述支撑骨架埋设于下承台内,且下球铰固定安装在支撑骨架上;所述下球铰安装于下承台的中部上方,上球铰上部与上转盘底部固定连接;

[0026] 所述下承台为位于主支墩正下方的钢筋混凝土承台,所述主支墩的墩身为钢筋混凝土墩身,所述上转盘与主支墩的墩身固定连接为一体。

[0027] 上述斜拉桥平面转体施工方法,其特征是:步骤505中高程调整后,还需进行封铰混凝土浇筑施工,并获得封盘结构;封铰混凝土浇筑施工完成后,所述上转盘与所述下支撑盘通过封盘结构固定连接为一体;

[0028] 实际进行封铰混凝土浇筑施工时,采用内置式振捣装置对所浇筑混凝土进行振捣;

[0029] 所述内置式振捣装置包括附着式振捣机构和由所述附着式振捣机构带动进行混凝土振捣的混凝土振捣架,所述混凝土振捣架布设于对所述桥梁转体球铰进行封铰施工的混凝土浇筑腔内,所述附着式振捣机构安装于所述混凝土振捣架上;

[0030] 所述混凝土振捣架为水平框架,所述水平框架为由四根支撑杆拼接而成的正方形框架,四根所述支撑杆均布设在同一水平面上;每根所述支撑杆的两端均伸出至所述混凝土浇筑腔外侧,所述支撑杆端部伸出至所述混凝土浇筑腔外侧的节段为外伸段;

[0031] 所述附着式振捣机构包括四个附着式振捣器,四个所述附着式振捣器均布设于同一水平面上且其均位于所述混凝土浇筑腔外侧;所述水平框架的每个顶角上均布设有一个所述附着式振捣器;所述附着式振捣器为混凝土振捣器。

[0032] 上述斜拉桥平面转体施工方法,其特征是:所述混凝土浇筑腔为对所述桥梁转体球铰进行封铰施工的混凝土模板的成型腔,所述混凝土模板支立于所述桥梁转体球铰外侧,所述混凝土模板上开有多个供所述外伸段伸出的竖向通孔;

[0033] 实际进行封铰混凝土浇筑施工之前,先在所述桥梁转体球铰外侧支立所述混凝土模板,并将所述内置式振捣装置安装于所述混凝土模板上。

[0034] 上述斜拉桥平面转体施工方法,其特征是:所述混凝土振捣器为平板式振捣器。

[0035] 上述斜拉桥平面转体施工方法,其特征是:所述水平框架的每个顶角上的两个所述外伸段组成一个振捣器安装架,每个所述平板式振捣器均安装在一个所述振捣器安装架上;

[0036] 所述振捣器安装架上安装有一个供所述平板式振捣器水平安装的水平安装板,所述水平安装板固定于所述振捣器安装架中的两个所述外伸段之间,所述平板式振捣器通过螺栓固定于水平安装板上。

[0037] 上述斜拉桥平面转体施工方法,其特征是:所述混凝土振捣架还包括两组对称布

设于水平框架下方的振捣杆,两组所述振捣杆均位于所述混凝土浇筑腔内且二者分别位于所述桥梁转体球铰的两侧;每组所述振捣杆均包括多个呈平行布置的振捣杆,每个所述振捣杆均安装于水平框架底部;

[0038] 所述振捣杆为凹字形,所述混凝土振捣架中的所有振捣杆均呈平行布置且其均布设于同一水平面上;所述振捣杆为型钢杆件,所述振捣杆水平安装于左右两根所述支撑杆之间。

[0039] 上述斜拉桥平面转体施工方法,其特征是:步骤501中进行第一次配重时和步骤503中进行第二次配重时,均先对所述桥梁转体结构进行称重,并根据称重结果对待转体边跨梁段的所述内侧梁段进行配重。

[0040] 上述斜拉桥平面转体施工方法,其特征是:步骤一中转体系统施工时,过程如下:

[0041] 步骤101、支撑骨架安装:对下承台进行混凝土浇筑前,在下承台的成型模板内安装支撑骨架;

[0042] 步骤102、下球铰安装:采用多个高程调整螺栓将对所述桥梁转体球铰进行支垫的球铰垫板安装于步骤101中所述支撑骨架上方,并采用桥梁转体球铰高程精调装置对球铰垫板的高程进行调整;再将下球铰固定于球铰垫板上;

[0043] 所述桥梁转体球铰高程精调装置包括多个所述高程调整螺栓,多个所述高程调整螺栓的结构和尺寸均相同且其沿圆周方向均匀布设于所述桥梁转体球铰下方;所述高程调整螺栓包括呈竖直向布置的螺栓杆、同轴套装于螺栓杆上部的上螺套和同轴套装于螺栓杆下部的下螺套,所述上螺套位于下螺套的正上方且二者均呈水平布置,所述螺栓杆与上螺套和下螺套之间均为螺纹连接;所述下螺套固定安装于水平支撑件上,所述水平支撑件固定在支撑骨架上,所述水平支撑件上开有供下螺套安装的下安装孔;所述上螺套固定安装于对所述桥梁转体球铰进行支垫的球铰垫板上,所述球铰垫板上开有供上螺套安装的上安装孔;

[0044] 每个所述螺栓杆下端均安装有一个螺栓旋拧装置,每个所述螺栓杆上均装有旋拧状态检测装置,所述旋拧状态检测装置包括对螺栓杆的旋拧圈数进行统计的计数器和对螺栓杆的旋拧方向进行实时检测的旋转方向检测单元,所述计数器和旋转方向检测单元均与高程调整控制器连接;

[0045] 步骤103、下支撑盘混凝土浇筑:对下承台进行混凝土浇筑;

[0046] 步骤104、上球铰与轴销安装:在步骤102中所述下球铰上安装上球铰和轴销,获得安装成型的所述桥梁转体球铰;

[0047] 步骤105、上转盘混凝土浇筑:对上转盘进行混凝土浇筑,获得施工成型的所述平面梁体转体系统。

[0048] 本发明与现有技术相比具有以下优点:

[0049] 1、方法步骤简单、设计合理且施工简便、施工难度低,投入施工成本较低。

[0050] 2、所采用的内置式振捣装置结构简单、设计合理且加工简便,投入成本较低。并且,该内置式振捣装置施工简便且使用操作简便,只需将拼装组成混凝土振捣架的四根支撑杆分别安装在封铰混凝土施工用混凝土模板上,并使每根支撑杆的两端均从混凝土模板穿出,同时将安装到位的四根支撑杆焊接组成混凝土振捣架;之后,在混凝土振捣架上安装水平安装板和振捣杆;最后,在水平安装板3上安装所述平板式振捣器即可。封铰混凝土施

工时,混凝土通过注浆孔入模,启动平板式振捣器进行振捣即可。

[0051] 3、所采用的内置式振捣装置使用效果好,位于封铰空间内的混凝土振捣架采用内置式振捣方式,通过水平安装板、混凝土振捣架与混凝土模板将外侧平板式振捣器产生的振动波间接地传给混凝土,同时混凝土振捣架底部设置的振捣杆能进一步提高振捣效果,这样能有效解决因封铰空间不足引起的混凝土振捣不密实的问题,确保混凝土振捣质量。

[0052] 4、所采用的桥梁转体球铰高程精调装置结构简单、设计合理且加工简便,投入成本较低,该桥梁转体球铰高程精调装置使用操作简便且使用效果好,采用多个高程调整螺栓同步进行高程调整,并采用高程调整控制器对各高程调整螺栓的螺栓旋拧装置分别进行控制,能简便、快速且高质量完成球铰垫板的高程调整过程,并且高程调整精度高,能有效保证所述桥梁转体球铰的高程满足施工需求,高程调整精度高,省工省时。同时,通过旋拧状态检测装置对高程调整螺栓的旋拧圈数进行统计,并对高程调整螺栓的旋拧方向进行实时检测,从而能有效保证旋拧过程安全、可靠进行。因而,该桥梁转体球铰高程精调装置将螺栓旋拧装置与高程调整螺栓相配合实现多个高程调整螺栓同步进行高程调整,并通过旋拧状态检测装置对各高程调整螺栓的旋拧状态进行实时检测,能简便、快速且高质量完成球铰垫板的高程调整过程,省工省时,并且高程调整精度高。

[0053] 5、使用效果好,大跨度跨线斜拉桥采取水平转体施工法较为适宜,根据结构的特殊性称重前后采用二次配重法,将不平衡力矩数值控制在摩阻力矩数值之下,防止撑脚压死滑道,保证称重和转体顺利进行。控制好转动体系的安装精度,采取辅助润滑措施,可有效降低摩擦系数,降低牵引力,相应可以选用低型号连续千斤顶,减少经济成本。边跨梁段在转体过程中跨越辅助支墩,墩顶已经浇筑支座,支座摆放到位,需要采取有效措施保证梁底高程大于支座顶面高程,使主梁顺利跨越,能有效节省工期,并减少施工成本。

[0054] 6、通过两次称重两次配重转体施工方法,解决了跨越辅助支墩的技术难题,同时该两次称重两次配重转体施工方法也能应用于转体结构跨越高度较高的既有建筑物和既有构筑物时的转体施工过程,推广应用前景广泛。

[0055] 综上所述,本发明方法步骤简单、设计合理且施工简便、使用效果好,通过两次配重并结合转体前对转体结构进行外侧顶升,能有效解决转体结构跨越辅助支墩的难题,简便、快速完成桥梁转体及合龙施工过程,施工过程安全,并且施工工期短,投入施工成本低。

[0056] 下面通过附图和实施例,对本发明的技术方案做进一步的详细描述。

附图说明

[0057] 图1为本发明的施工方法流程框图。

[0058] 图2为本发明所施工斜拉桥的结构示意图。

[0059] 图3为本发明桥梁平面转体系统的结构示意图。

[0060] 图4为本发明内置式振捣装置的平面结构示意图。

[0061] 图5为本发明内置式振捣装置的立面结构示意图。

[0062] 图6为本发明桥梁转体球铰高程精调装置的使用状态参考图。

[0063] 图7为图6中A处的局部放大示意图。

[0064] 图8为本发明桥梁转体球铰高程精调装置的电路原理框图。

[0065] 附图标记说明:

[0066]	1—梁端支墩；	2—主支墩；	3—边跨梁段；
[0067]	4—中跨梁段；	5—辅助支墩；	5-1—上转盘；
[0068]	5-2—下球铰；	5-3—上球铰；	5-4—轴销；
[0069]	5-41—下承台；	5-5—撑脚；	5-7—环形滑道；
[0070]	5-11—封盘结构；	6—支撑骨架；	
[0071]	6-2—高程调整螺栓；	6-2-1—螺栓杆；	
[0072]	6-2-2—上螺套；	6-2-3—下螺套；	6-3—水平支撑件；
[0073]	6-4—球铰垫板；	6-5—计数器；	
[0074]	6-6—旋转方向检测单元；	6-7—高程调整控制器；	
[0075]	6-8—电动旋拧装置；	6-9—上安装件；	
[0076]	7—水平框架；	8—混凝土振捣器；	9—水平安装板；
[0077]	10—振捣杆；	11—索塔；	12—斜拉索；
[0078]	13—钻孔桩；	14—边跨转体梁段；	15—边跨外端梁段；
[0079]	16—边跨合拢段。		

具体实施方式

[0080] 如图1所示的一种斜拉桥平面转体施工方法,所施工斜拉桥的主梁为钢筋混凝土梁且其由两个边跨梁段3和连接于两个所述边跨梁段3之间的中跨梁段4组成,所述主梁的两端分别支撑于两个梁端支墩1上;每个所述边跨梁段3均由一个边跨转体梁段14、一个边跨外端梁段15和一个连接于边跨转体梁段14与边跨外端梁段15之间的边跨合拢段16连接而成,每个所述边跨转体梁段14均支撑于一个主支墩2和一个辅助支墩5上,每个所述边跨外端梁段15均支撑于一个梁端支墩1上,所述辅助支墩5位于主支墩2与梁端支墩1之间,详见图2;每个所述边跨转体梁段14均以其所支撑主支墩2为界分为外侧梁段和位于所述外侧梁段内侧的内侧梁段,所述外侧梁段的长度大于所述内侧梁段的长度;所述外侧梁段支撑于辅助支墩5上,所述外侧梁段中支撑于辅助支墩5上的节段为辅助支撑节段;每个所述主支墩2上均设置有一个索塔11,所述索塔11与位于其内外两侧下方的所述内侧梁段和所述外侧梁段之间均安装有多道斜拉索12;

[0081] 对所施工斜拉桥进行平面转体施工时,包括以下步骤:

[0082] 步骤一、转体系统施工:在两个所述主支墩2的底部分别施工一个桥梁平面转体系统;

[0083] 步骤二、桥梁下部支撑结构施工:对所施工斜拉桥的桥梁下部支撑结构进行施工;

[0084] 所述桥梁下部支撑结构包括对主支墩2、梁端支墩1和辅助支墩5,每个所述主支墩2均支撑于步骤一中施工完成的一个所述桥梁平面转体系统上;

[0085] 步骤三、梁体成型施工:采用支架法对两个所述边跨梁段3的边跨转体梁段14和边跨外端梁段15分别进行施工,施工成型的每个所述边跨转体梁段14均支撑于一个所述主支墩2上,且施工成型的每个所述边跨外端梁段15均支撑于一个所述梁端支墩1上;

[0086] 步骤四、索塔施工及斜拉索安装:在两个所述主支墩2上分别施工索塔11,并对索塔11与位于其内外两侧下方的所述内侧梁段和所述外侧梁段之间的斜拉索12分别进行安装;

[0087] 每个所述主支墩2与支撑于其上方的边跨转体梁段14和索塔11均组成一个桥梁转体结构；

[0088] 步骤五、平面转体施工：对两个所述桥梁转体结构分别进行平面转体施工，两个所述桥梁转体结构的平面转体施工方法相同；

[0089] 本步骤中，平面转体施工之前，对每个所述辅助支墩5上用于支撑边跨转体梁段14的支座分别进行施工；

[0090] 对任一个所述桥梁转体结构进行施工时，过程如下：

[0091] 步骤501、第一次配重：对待转体桥梁转体结构的所述内侧梁段进行第一次配重；

[0092] 步骤502、转体结构竖向顶升：采用外侧竖向顶升装置对主支墩2的底部外侧进行竖向顶升，使所述边跨转体梁段14的所述辅助支撑节段底部高度高于辅助支墩5上所述支座的顶面高度；

[0093] 步骤503、第二次配重：步骤502中竖向顶升完成后，对待转体桥梁转体结构的所述内侧梁段进行第二次配重；

[0094] 步骤504、平面转体施工：利用所述桥梁平面转体系统对步骤501中所述桥梁转体结构进行平面转体施工，直至将边跨转体梁段14水平转动到位；

[0095] 步骤505、高程调整：采用内侧竖向顶升装置对主支墩2的底部内侧进行竖向顶升，竖向顶升过程中将步骤502中所述外侧竖向顶升装置进行下放，直至将边跨转体梁段14调整至设计位置且所述外侧梁段支撑于辅助支墩5上；

[0096] 步骤六、边跨合龙：对两个所述边跨梁段3分别进行合龙施工；

[0097] 对任一个所述边跨梁段3进行合龙施工时，对该边跨梁段3中边跨转体梁段14与边跨外端梁段15之间的边跨合拢段16进行施工，并获得施工成型的边跨梁段3；

[0098] 步骤七、中跨合龙施工：对两个所述边跨转体梁段14之间的中跨梁段4进行施工，并完成所施工斜拉桥主梁的合龙施工过程。

[0099] 本实施例中，所述主支墩2、梁端支墩1和辅助支墩5均为钢筋混凝土墩，所述索塔11为钢筋混凝土结构，并且索塔11与位于其下方的边跨梁段3固定连接。

[0100] 本实施例中，所述边跨转体梁段14的长度大于200m。

[0101] 并且，所述外侧梁段的重量大于所述内侧梁段的重量。本实施例中，所述外侧梁段的长度为所述内侧梁段长度的1.2倍~1.5倍，所述外侧梁段的重量为所述内侧梁段重量的1.2倍~2倍。

[0102] 步骤504中进行平面转体施工时，利用所述桥梁平面转体系统对位于所述桥梁平面转体系统上的桥梁转体结构进行水平转动，所述桥梁转体结构包括步骤501中所述边跨转体梁段14、主支墩2的墩身和位于主支墩2上的索塔11。因而，所述桥梁转体结构为支撑于所述桥梁转体球铰上的球铰上部转体结构。

[0103] 本实施例中，所述桥梁转体结构的重量大于20000t。

[0104] 步骤三中采用支架法对两个所述边跨梁段3的边跨转体梁段14和边跨外端梁段15分别进行施工时，均采用预先搭设的满堂支架对边跨转体梁段14和边跨外端梁段15分别进行施工。

[0105] 实际进行转体施工之前，由于辅助支墩5已施工完成，而转体施工完成后边跨转体梁段14与辅助支墩5之间的安装空间有限，造成辅助支墩5上支座的施工难度非常大，甚至

难以施工。例如,通常情况下,所述边跨转体梁段14与辅助支墩5之间的安装空间仅为40cm左右,而支座的高度为30cm且支座重量为3t左右,因而转体施工完成后辅助支墩5上支座的安装难度非常大。

[0106] 本实施例中,所述辅助支墩5上的支座在转体施工之前进行安装。

[0107] 由于转体施工之前,所述边跨转体梁段14的所述辅助支撑节段底部高度低于辅助支墩5上所述支座的顶面高度,尤其是所述边跨转体梁段14的所述辅助支撑节段底部的设计标高低于辅助支墩5的顶部高度时,为防止辅助支墩5的墩身对桥梁转体结构产生干扰,转体施工前需采用外侧竖向顶升装置对所述桥梁转体机构进行向上顶升,确保转体顺利过墩。

[0108] 本实施例中,所述外侧竖向顶升装置包括多个均布设于同一竖直面上的外侧千斤顶,多个所述外侧千斤顶沿平面转体施工前所述边跨转体梁段14的宽度方向由左至右布设。

[0109] 步骤504中平面转体施工之前,通过所述外侧竖向顶升装置将所述桥梁转体结构外侧进行竖向顶升,使步骤501中所述边跨转体梁段14的所述辅助支撑节段底部高度高于辅助支墩5上所述支座的顶面高度。

[0110] 如图3所示,步骤一中所述桥梁平面转体系统包括下支撑盘、位于所述下支撑盘正上方的上转盘5-1、安装于所述下支撑盘与上转盘5-1之间的桥梁转体球铰和带动上转盘5-1在水平面进行旋转的转体牵引系统,所述下支撑盘和上转盘5-1均为钢筋混凝土结构且二者均呈水平布设,所述转体牵引系统与上转盘5-1进行连接;所述桥梁转体球铰包括下球铰5-2、安装于下球铰5-2正上方的上球铰5-3、连接于下球铰5-2与上球铰5-3中部之间的轴销5-4和支撑于下球铰5-2正下方的支撑骨架6,所述下球铰5-2和上球铰5-3均呈水平布设,且轴销5-4呈竖直向布设;所述下支撑盘为下承台5-41,所述支撑骨架6埋设于下承台5-41内,且下球铰5-2固定安装在支撑骨架6上;所述下球铰5-2安装于下承台5-41的中部上方,上球铰5-3上部与上转盘5-1底部紧固连接;

[0111] 所述下承台5-41为位于主支墩2正下方的钢筋混凝土承台,所述主支墩2的墩身为钢筋混凝土墩身,所述上转盘5-1与主支墩2的墩身紧固连接为一体。

[0112] 所述上转盘5-1为圆形,所述上转盘5-1的底部设置有多个撑脚5-5,多个所述撑脚5-5沿圆周方向均匀布设,多个所述撑脚5-5均为钢管混凝土结构且其上部与上转盘5-1紧固连接;多个所述撑脚5-5均呈竖直向布设;

[0113] 所述下承台5-41上设置有供多个所述撑脚5-5滑移的环形滑道5-7,所述环形滑道5-7呈水平布设且其位于上转盘5-1的正下方;多个所述撑脚5-5均位于环形滑道5-7上方;所述环形滑道5-7位于下球铰5-2外侧;所述下承台5-41内预埋有对环形滑道5-7进行支撑的环形钢骨架,所述环形滑道5-7固定于所述环形钢骨架上。

[0114] 本实施例中,多个所述顶升千斤顶均支顶于所述下支撑盘与上转盘5-1的外侧之间。

[0115] 由于所述桥梁转体结构的不平衡力矩过大,拆除对边跨梁段3进行支撑的满堂支架后,所述桥梁转体结构极易出现竖向转动,这样极易损坏所述桥梁转体球铰外侧的撑脚5-5,并且极易出现诸多安全问题。因而,拆除支架(即对边跨转体梁段14进行支撑的满堂支架)前,需先进行第一次配重,也称为初次配重;待初次配重结束后,再进行竖向顶升;待竖

向顶升完成后,再进行第二配重。因而,第一次配重能有效防止支架拆除后桥梁转体结构发生竖向转动,能防止所述桥梁转体球铰外侧的撑脚5-5受压损坏,确保所述桥梁转体结构的稳定性,减少安全隐患;同时,能有效减少竖向顶升过程中,所述外侧竖向顶升装置的竖向顶升量,并且更便于对所述桥梁转体结构外侧进行顶升。

[0116] 由于辅助支墩5上的支座在转体施工前便已施工完成,因而转体到位后,只需将边跨转体梁段14落至辅助支墩5上的支座上即可,能进一步加快施工进度,降低施工难度,并能保证边跨梁段3的线型。

[0117] 本实施例中,步骤501中进行第一次配重时和步骤503中进行第二次配重时,均先对所述桥梁转体结构进行称重,并根据称重结果对待转体边跨梁段3的所述内侧梁段进行配重。

[0118] 转体施工的关键就是施工过程中结构的稳定。由于施工过程中可能出现转体结构混凝土浇筑误差,实际重心与设计重心的差异,转体施工前必须进行转动体不平衡力矩试验,即对桥梁转体机构进行不平衡力矩试验。

[0119] 不平衡力矩的常用测试方法有:球铰转动测试不平衡力矩法;用扰度测试不平衡力矩法。转动结构不平衡弯矩也可通过墩柱截面内力测试进行初步评估,但该方法可靠性及准确性相对较差。本实施例中,采用球铰转动测试不平衡力矩法。

[0120] 步骤501中进行第一次配重之前,先对所述内侧梁段上的配重位置进行确定。

[0121] 本实施例中,所述内侧梁段由第一梁段和位于所述第一梁段内侧的第二梁段拼接而成,所述外侧梁段由第三梁段和位于所述第三梁段外侧的第四梁段拼接而成,所述第一梁段和所述第三梁段连接且二者呈对称布设。所述内侧梁段上的配重位置为所述第一梁段与所述第二梁段之间的连接位置。

[0122] 在主梁支架拆除的全过程中应密切观测索塔11变位和主梁线型,由于桥梁转体结构的自重大且总长度大,当桥梁转体结构发生偏位时在不平衡力矩的作用下会发生倾覆的可能性,应在拆除支架之前对桥梁转体结构进行初次配重,保证结构的稳定性。本实施例中,所述第一梁段、第二梁段和第三梁段均为空心梁,所述第四梁段为实心梁。

[0123] 步骤501中进行第一次配重时和步骤503中进行第二次配重时,均通过在所述内侧梁段上的配重位置处堆砌沙袋进行配重。本实施例中,步骤501中第一次配重完成后,再拆除支架(即所述满堂支架)。

[0124] 支架拆除后,上转盘5-1下方各撑角5-5均未与环形滑道5-7接触,此时球铰摩阻力矩大于桥梁转体结构的不平衡力矩,桥梁转体结构未发生绕所述桥梁转体球铰的刚体转动,在两种力矩作用下保持平衡状态。

[0125] 本实施例中,步骤501中进行第一次配重时和步骤503中进行第二次配重时,所采用的配重方法相同,均采用的是球铰转动测试不平衡力矩法,即采用球铰转动测试不平衡力矩,并通过配重,将转体结构的不平衡力矩控制在1cm~10cm之间。

[0126] 通过不平衡称重试验,测试转体部分(即所述桥梁转体结构)的不平衡力矩、偏心矩、摩阻力矩及摩阻系数等参数,实现桥梁转体结构的配重。配重后,使所述桥梁转体结构的不平衡力矩控制在1cm~10cm之间,并且所述桥梁转体结构的重心在所述外侧梁体一侧,即所述桥梁转体结构的不平衡力矩偏向所述外侧梁体一侧。

[0127] 本实施例中,由于所述桥梁转体结构中边跨转体梁段14需跨越辅助支墩5,为保证

顺利跨越辅助支墩5,通过顶升千斤顶顶升上转盘5-1,临时加大转体梁(即边跨转体梁段14)与辅助支墩5的墩顶距离,转体完成后再用竖向千斤顶将所述桥梁转体结构调回设计标高。由于所述桥梁转体结构在竖向顶升过程中重心会改变,需进行重新称重及配重,这样能有效保证转体施工过程中所述桥梁转体结构的稳定性。

[0128] 本实施例中,所述外侧梁段由内至外逐渐向下倾斜,所述辅助支墩5的顶部高度低于位于其外侧的梁端支墩1的顶部高度;

[0129] 步骤五中进行平面转体施工之前,对每个所述梁端支墩1上用于支撑边跨梁段3的支座分别进行施工;

[0130] 步骤505中将边跨梁段3调整至设计位置且步骤六中完成边跨合拢后,所述边跨梁段3的所述外侧梁段支撑于辅助支墩5和梁端支墩1上,此时完成边跨梁段3的落梁过程。因而,转体施工到位后,便完成边跨梁段3的落梁过程,改变了传统需先完成转体,再进行支座安装的施工过程,施工简便,施工进度快。

[0131] 本实施例中,如图3所示,步骤505中高程调整后,还需进行封铰混凝土浇筑施工,并获得封盘结构5-16;封铰混凝土浇筑施工完成后,所述上转盘5-1与所述下支撑盘通过封盘结构5-16紧固连接为一体;

[0132] 实际进行封铰混凝土浇筑施工时,采用内置式振捣装置对所浇筑混凝土进行振捣。

[0133] 如图4、图5所示,所述内置式振捣装置包括附着式振捣机构和由所述附着式振捣机构带动进行混凝土振捣的混凝土振捣架,所述混凝土振捣架布设于对所述桥梁转体球铰进行封铰施工的混凝土浇筑腔内,所述附着式振捣机构安装于所述混凝土振捣架上;

[0134] 所述混凝土振捣架为水平框架7,所述水平框架7为由四根支撑杆拼接而成的正方形框架,四根所述支撑杆均布设在同一水平面上;每根所述支撑杆的两端均伸出至所述混凝土浇筑腔外侧,所述支撑杆端部伸出至所述混凝土浇筑腔外侧的节段为外伸段;

[0135] 所述附着式振捣机构包括四个附着式振捣器,四个所述附着式振捣器均布设于同一水平面上且其均位于所述混凝土浇筑腔外侧;所述水平框架7的每个顶角上均布设有一个所述附着式振捣器;所述附着式振捣器为混凝土振捣器8。

[0136] 本实施例中,所述混凝土浇筑腔为对所述桥梁转体球铰进行封铰施工的混凝土模板的成型腔,所述混凝土模板支立于所述桥梁转体球铰外侧,所述混凝土模板上开有多个供所述外伸段伸出的竖向通孔;

[0137] 实际进行封铰混凝土浇筑施工之前,先在所述桥梁转体球铰外侧支立所述混凝土模板,并将所述内置式振捣装置安装于所述混凝土模板上。

[0138] 本实施例中,所述支撑杆为型钢杆件。

[0139] 实际施工时,所述混凝土模板呈竖直向布设。并且,所述混凝土振捣架安装于所述混凝土模板上。

[0140] 本实施例中,所述混凝土振捣器8为平板式振捣器。

[0141] 为安装简便,所述水平框架7的每个顶角上的两个所述外伸段组成一个振捣器安装架,每个所述平板式振捣器均安装在一个所述振捣器安装架上。

[0142] 本实施例中,所述振捣器安装架上安装有一个供所述平板式振捣器水平安装的水平安装板9,所述水平安装板9固定于所述振捣器安装架中的两个所述外伸段之间,所述平

板式振捣器通过螺栓固定于水平安装板9上。

[0143] 本实施例中,四根所述支撑杆焊接固定为一体,所述水平安装板9为焊接固定于所述振捣器安装架中两个所述外伸段之间的方形钢板。

[0144] 为确保混凝土振捣均匀性,所述水平框架7四个顶角上的水平安装板9均位于同一水平面上。

[0145] 所述平板式振捣器的数量为4个,4个所述平板式振捣器的功率均为1.5kW。每个所述水平安装板9的中部均开有一个所述平板式振捣器。

[0146] 实际进行固定时,每个所述平板式振捣器均通过一个或多个螺栓紧固安装于水平安装板9上,实际安装简便。本实施例中,所述平板式振捣器为高频振动器,其体积小,重量轻,每个所述平板式振捣器的重量仅为21kg,每个所述振捣器仅需一个或者2个螺栓固定即可使用。

[0147] 本实施例中,所述螺栓为地脚螺栓。

[0148] 实际使用时,为提高混凝土振捣效果,也可以通过所述螺栓将所述平板式振捣器固定在所述混凝土模板上。

[0149] 本实施例中,所述水平安装板9为钢板,由于高频振动器的激振力强,所述地脚螺栓必须有足够的强度并与水平安装板9拧紧,水平安装板9再与所述振捣器安装架紧固焊接在一起,以确保混凝土振捣效果。

[0150] 如图5所示,所述混凝土振捣架还包括两组对称布设于水平框架7下方的振捣杆10,两组所述振捣杆10均位于所述混凝土浇筑腔内且二者分别位于所述桥梁转体球铰的两侧;每组所述振捣杆10均包括多个呈平行布设的振捣杆10,每个所述振捣杆10均安装于水平框架7底部。

[0151] 本实施例中,所述振捣杆10为凹字形,所述混凝土振捣架中的所有振捣杆10均呈平行布设且其均布设于同一水平面上;所述振捣杆10为型钢杆件,所述振捣杆10水平安装于左右两根所述支撑杆之间。

[0152] 所述振捣杆10呈水平布设,并且所述混凝土振捣架中所有振捣杆10的结构和尺寸均相同。

[0153] 实际加工时,所述支撑杆和振捣杆10均为角钢。并且,所述振捣杆10与所述支撑杆之间以焊接方式进行连接。

[0154] 本实施例中,每组所述振捣杆10均包括两个所述振捣杆10。实际加工时,可根据具体需要,对每组所述振捣杆10中所包括振捣杆10的数量和振捣杆10的布设位置分别进行相应调整。

[0155] 实际进行振捣时,由于所述混凝土振捣架安装于所述混凝土模板上,所述平板式振捣器为附着式振捣器,所述平板式振捣器产生的振动波通过水平安装板9、所述混凝土振捣架与所述混凝土模板间接地传给混凝土。同时,所述混凝土振捣架底部设置的振捣杆10能进一步提高振捣效果。

[0156] 实际施工过程中,对所述混凝土模板进行支立时,将拼装组成所述混凝土振捣架的四根所述支撑杆分别安装在所述混凝土模板上,并将安装到位的四根所述支撑杆焊接组成所述混凝土振捣架;之后,在所述混凝土振捣架上安装水平安装板9和振捣杆10;最后,在水平安装板9上安装所述平板式振捣器即可。

[0157] 本实施例中,所述桥梁转体球铰安装于下支撑盘与位于所述下支撑盘正上方的上转盘5-1之间,所述下支撑盘、上转盘5-1、所述桥梁转体球铰和带动上转盘5-1在水平面进行旋转的转体牵引系统组成桥梁转体系统,所述下支撑盘和上转盘5-1均为钢筋混凝土结构且二者均呈水平布设,所述转体牵引系统与上转盘5-1进行连接。

[0158] 两组所述振捣杆10之间的净距小于所述混凝土振捣架中相互平行的两根所述支撑杆之间的净距大于所述桥梁转体球铰的直径,两组所述振捣杆10之间的净距大于所述桥梁转体球铰的直径。

[0159] 本实施例中,所述桥梁转体球铰的直径小于上转盘5-1的直径,两组所述振捣杆10之间的净距大于上转盘5-1的直径。

[0160] 本实施例中,步骤四中所述桥梁转体结构还包括斜拉索12和上转盘5-1,但与主支墩2、边跨转体梁段14和索塔11相比,斜拉索12和上转盘5-1的重量可忽略不计。

[0161] 如图3所示,采用本实用新型封铰混凝土施工完成后,获得施工成型且对上转盘5-1与所述下支撑盘进行紧固连接的封盘结构5-11;所述封盘结构5-11为混凝土结构且其包括位于上转盘5-1外侧的上封盘结构和位于所述上封盘结构与所述下支撑盘之间的下封盘结构,所述上封盘结构的横截面为圆环形且其与上转盘5-1浇筑为一体,所述下封盘结构的外侧壁为圆柱面且其与所述上封盘结构呈同轴布设,所述下封盘结构与所述下支撑盘浇筑为一体且其外径大于所述上封盘结构的外径,且所述上封盘结构与所述下封盘结构浇筑为一体;所述上球铰5-3、下球铰5-2和多个所述撑脚5-5均浇筑于所述下封盘结构内。

[0162] 对封盘结构5-11进行混凝土浇筑施工之前,先对上转盘5-1与所述下支撑盘分别进行凿毛处理。

[0163] 对封盘结构5-11进行混凝土浇筑施工(即对所述桥梁转体球铰进行封铰混凝土施工)时,在上转盘5-1上预留注浆孔进行封铰混凝土施工,同时预留压浆孔道。封铰混凝土施工时,混凝土通过所述注浆孔入模,启动所述平板式振捣器进行振捣,确保混凝土振捣质量,因而采用本实用新型能有效解决由于封铰空间不足引起的混凝土振捣不密实的问题,其中封铰空间指的是封盘结构5-11的混凝土浇筑空间。

[0164] 本实施例中,步骤一中转体系统施工时,过程如下:

[0165] 步骤101、支撑骨架安装:对下承台5-41进行混凝土浇筑前,在下承台5-41的成型模板内安装支撑骨架6;

[0166] 步骤102、下球铰安装:采用多个高程调整螺栓6-2将对所述桥梁转体球铰进行支垫的球铰垫板6-4安装于步骤101中所述支撑骨架6上方,并采用桥梁转体球铰高程精调装置对球铰垫板6-4的高程进行调整;再将下球铰5-2固定于球铰垫板6-4上;

[0167] 如图6、图7和图8所示,所述桥梁转体球铰高程精调装置包括多个所述高程调整螺栓6-2,多个所述高程调整螺栓6-2的结构和尺寸均相同且其沿圆周方向均匀布设于所述桥梁转体球铰下方;所述高程调整螺栓6-2包括呈竖直向布设的螺栓杆6-2-1、同轴套装于螺栓杆6-2-1上部的上螺套6-2-2和同轴套装于螺栓杆6-2-1下部的下螺套6-2-3,所述上螺套6-2-2位于下螺套6-2-3的正上方且二者均呈水平布设,所述螺栓杆6-2-1与上螺套6-2-2和下螺套6-2-3之间均为螺纹连接;所述下螺套6-2-3固定安装于水平支撑件6-3上,所述水平支撑件6-3固定在支撑骨架6上,所述水平支撑件6-3上开有供下螺套6-2-3安装的下安装孔;所述上螺套6-2-2固定安装于对所述桥梁转体球铰进行支垫的球铰垫板6-4上,所述球

较垫板6-4上开有供上螺套6-2-2安装的上安装孔；

[0168] 每个所述螺栓杆6-2-1下端均安装有一个螺栓旋拧装置,每个所述螺栓杆6-2-1上均装有旋拧状态检测装置,所述旋拧状态检测装置包括对螺栓杆6-2-1的旋拧圈数进行统计的计数器6-5和对螺栓杆6-2-1的旋拧方向进行实时检测的旋转方向检测单元6-6,所述计数器6-5和旋转方向检测单元6-6均与高程调整控制器6-7连接；

[0169] 步骤103、下支撑盘混凝土浇筑:对下承台5-41进行混凝土浇筑；

[0170] 步骤104、上球铰与轴销安装:在步骤102中所述下球铰5-2上安装上球铰5-3和轴销5-4,获得安装成型的所述桥梁转体球铰；

[0171] 步骤105、上转盘混凝土浇筑:对上转盘5-1进行混凝土浇筑,获得施工成型的所述平面梁体转体系统。

[0172] 本实施例中,所述上螺套6-2-2和下螺套6-2-3的结构和尺寸均相同,所述上螺套6-2-2上的内螺纹为单线螺纹,所述上螺套6-2-2的高度不小于 $5d$,其中 d 为上螺套6-2-2上内螺纹的螺距。

[0173] 本实施例中,所述高程调整螺栓6-2的数量为四个。

[0174] 实际施工时,可根据具体需要,对高程调整螺栓6-2的数量和各高程调整螺栓6-2的布设位置分别进行相应调整。

[0175] 为操作及安装简便,所述螺栓旋拧装置固定安装在支撑骨架6上。

[0176] 本实施例中,所述螺栓旋拧装置为由高程调整控制器6-7进行控制的电动旋拧装置6-8,所述电动旋拧装置6-8与高程调整控制器6-7连接。

[0177] 本实施例中,所述电动旋拧装置6-8为电动扳手,所述电动扳手通过支撑架固定安装在支撑骨架6上。

[0178] 实际使用时,所述电动旋拧装置6-8也可以采用其它类型的电动旋拧设备。

[0179] 本实施例中,所述高程调整控制器6-7为无线控制终端,所述电动旋拧装置6-8、计数器6-5和旋转方向检测单元6-6与高程调整控制器7之间均以无线通信方式进行通信。因而,实际操作非常简便。

[0180] 所述无线控制终端为智能手机或其它无线控制设备。

[0181] 本实施例中,所述水平支撑件6-3为呈水平布设的直角角钢,所述下螺套6-2-3焊接固定在水平支撑件6-3的水平直角边上。

[0182] 为安装及拆除简便,所述球铰垫板6-4上安装有供上螺套6-2-2安装的上安装件6-9,所述上安装件6-9为呈水平布设的直角角钢,所述上螺套6-2-2焊接固定在上安装件6-9的水平直角边上,所述上安装件6-9和球铰垫板6-4上均开有供上螺套6-2-2安装的上安装孔,所述上螺套6-2-2焊接固定在上安装件6-9上,所述上安装件6-9固定于球铰垫板6-4上或与球铰垫板6-4加工制作为一体。实际施工时,将上螺套6-2-2焊接固定在上安装件6-9上,并将下螺套6-2-3焊接固定在水平支撑件6-3上即可,所述上螺套6-2-2的焊接固定过程不会对球铰垫板6-4的结构和布设位置造成任何不良影响,并且下螺套6-2-3的焊接固定过程不会对支撑骨架6的结构和布设位置造成任何不良影响。

[0183] 如图3所示,本实施例中,所述桥梁转体球铰安装于下支撑盘与位于所述下支撑盘正上方的上转盘5-1之间,所述下支撑盘、上转盘5-1、所述桥梁转体球铰和带动上转盘5-1在水平面进行旋转的转体牵引系统组成桥梁转体系统。所述下球铰5-2支撑于球铰垫板6-4

上。

[0184] 对所述桥梁转体系统进行施工时,包括步骤:

[0185] 步骤102中采用所述桥梁转体球较高程精调装置对球铰垫板6-4的高程进行调整时,先采用全站仪等高程测量设备对球铰垫板6-4上各高程调整螺栓6-2所处位置处的高程分别进行测量,并结合球铰垫板6-4的设计标高,对各高程调整螺栓6-2的调整方向(即向下调整或向上调整)和高程调整量分别进行确定;之后,根据所确定的各高程调整螺栓6-2的调整方向和高程调整量,对各高程调整螺栓6-2的旋拧方向(即向下旋拧或向上旋拧)和旋拧圈数进行确定,其中高程调整量=旋拧圈数 \times d;然后,根据所确定的各高程调整螺栓6-2的旋拧方向和旋拧圈数,并通过高程调整控制器6-7对各电动旋拧装置6-8分别进行控制,使所有高程调整螺栓6-2同步进行旋拧,从而能简便、快速且高质量完成球铰垫板6-4的高程调整过程,并且高程调整精度高,能有效保证所述桥梁转体球铰的高程满足施工需求。

[0186] 对下承台5-41进行混凝土浇筑时,分两次进行浇筑,步骤一中支撑骨架安装之前,先对下承台5-41进行第一次混凝土浇筑,直至浇筑至支撑骨架6的底部标高处,再对支撑骨架6进行安装;步骤二中下球铰安装完成后,再对下承台5-41进行第二次混凝土浇筑。

[0187] 对下承台5-41进行混凝土浇筑时,混凝土的浇筑关键在于混凝土的密实度、浇筑过程中预埋件(即支撑骨架6)应不受扰动、混凝土的收缩不至于对预埋件产生影响。为解决这几个问题采取以下措施:

[0188] A、球铰底座钢板(即球铰顶板6-4)预留混凝土浇筑及排气孔,浇筑顺序由中心向四周进行;

[0189] B、在混凝土浇筑前搭设工作平台。人员在工作平台上作业,避免操作过程对其产生扰动;

[0190] C、严格控制混凝土浇筑,加强混凝土的养护。

[0191] 实际施工时,主梁线型控制至关重要,主梁线型控制包括中线控制与高程控制两部分。中线位置误差限值要求不大于10mm,可在零号块位置设置观测点,采用全站仪或者经纬仪进行观测。由于施工过程中主梁可能受到施工偏差、不平衡索力、温度荷载、混凝土收缩徐变等多项因素影响,梁体可能发生横向受弯或扭转变形造成偏离线位,为了保证主梁边跨和中跨位置准确合龙,中线位置必须严格控制。

[0192] 步骤504中进行平面转体施工时,为保证转体施工平稳、安全,转动速度按1度/min,同时也能确保转体施工在2小时内结束。

[0193] 转体施工过程中,需采用如下安全保障措施:第一、设置撑脚5-5,当桥梁转体结构失去平衡时有可能发生一侧撑脚5-5抵死环形滑道5-7的情况,应及时查找原因,通过配重使桥梁转体结构恢复平衡;若撑脚5-5与环形滑道5-7的间距过小或整体发生接触,极端情况下可采取拆除环形滑道5-7或者将撑脚5-5部分切割的方法;第二、设置防过度转体限位装置,在环形滑道5-7上焊接工字钢,转体到位时撑脚5-5会顶住工字钢,防止过度转体;准备助推千斤顶。现场准备两台300t助推千斤顶,当转体过程中发生主千斤顶牵引力不足的状况时,助推千斤顶发挥作用,辅助主牵引千斤顶转体作业。

[0194] 由于平面转体施工前,为保证顺利跨过辅助支墩5,桥梁转体结构边跨侧已进行调高,因而转体结束后,需进行高程调整。本实施例中,采用内侧竖向顶升装置从主支墩2的底部内侧进行竖向顶升时,还需同时利用步骤502中所述外侧竖向顶升装置对边跨转体梁段

14的所述外侧梁段进行下放,使边跨转体梁段14的高程满足设计要求。所述内侧竖向顶升装置包括多个沿横桥向由左至右布设在同一竖直面上的内侧千斤顶,多个所述内侧千斤顶均支撑于上转盘5-1和所述下支撑盘的内侧之间。多个所述内侧千斤顶均位于所述桥梁转体球铰内侧,相应地多个所述外侧千斤顶均位于所述桥梁转体球铰外侧。

[0195] 步骤505中进行高程调整时,根据实际测量出的边跨转体梁段14的高程偏差,采用所述内侧竖向顶升装置和所述外侧竖向顶升装置同步进行调整,调整过程中利用位移感应片和梁端实测高程双控高程调整数值。为防止高程调整量过大,先采用所述内侧竖向顶升装置和所述外侧竖向顶升装置进行粗调,粗调后,所述边跨转体梁段14的高程偏差为1.5cm~2.5cm。

[0196] 粗调后,根据步骤501中进行第一次配重时和步骤503中进行第二次配重时,所述边跨梁段3两端的高程变化情况,采用对所述内侧梁段上配重用的沙袋进行逐一卸载的方法,对边跨转体梁段14的高程进行微调。本实施例中,每次卸载沙袋后,间隔5小时观察边跨转体梁段14的标高,如此循环待边跨转体梁段14的标高符合要求后即可。

[0197] 本实施例中,下承台5-41支撑于钻孔桩13上。所述下球铰5-2和上球铰5-3的的球面板上均镶嵌聚四氟乙烯滑动片且二者之间填充黄油聚四氟乙烯粉。所述转体系统的平衡系统包括撑脚5-5、环形滑道5-7和砂箱,撑脚5-5为转体时支撑桥梁转体结构平稳的保险腿,防止结构发生较大倾斜,在上转盘5-1底面沿圆周均匀设置6个双圆形钢管混凝土撑脚5-5,每个撑脚5-5下设石英砂,在撑脚5-5的下方设置环形可调式滑道,转体时撑脚5-5在环形滑道5-7内滑动,以保持转体结构的平稳,整个滑道面在同一水平面上,其相对高差不大于2mm。当转体发生倾斜时,撑脚5-5先支承于下转盘(即下支撑盘)的环形滑道5-7上,防止转体进一步侧倾。为减小撑脚5-5底面与环形滑道5-7的摩擦,撑脚5-5的底面钢板与环形滑道5-7的接触面部分在工厂加工定做,接触面应刨平,粗糙度不低于6.3级,镀铬后刨光处理。为保证卸架后,撑脚5-5与环形滑道5-7不挤压紧密从而使转体顺利进行,在环形滑道5-7上的撑脚5-5之间设砂箱,砂箱内填充石英砂。

[0198] 实际施工时,严格控制桥梁转体球铰的安装精度,球铰滑动球面添加黄油及四氟乙烯粉,实际摩擦系数远小于设计摩擦系数,并可根据该情况减少牵引设备型号,节省施工成本。

[0199] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例,并非对本发明作任何限制,凡是根据本发明技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、变更以及等效结构变化,均仍属于本发明技术方案的保护范围内。

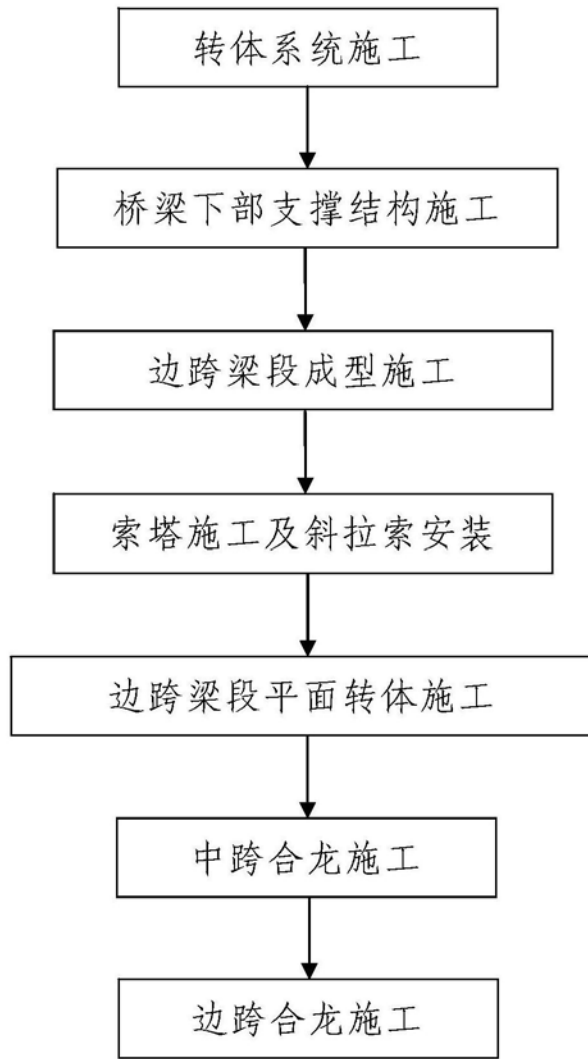


图1

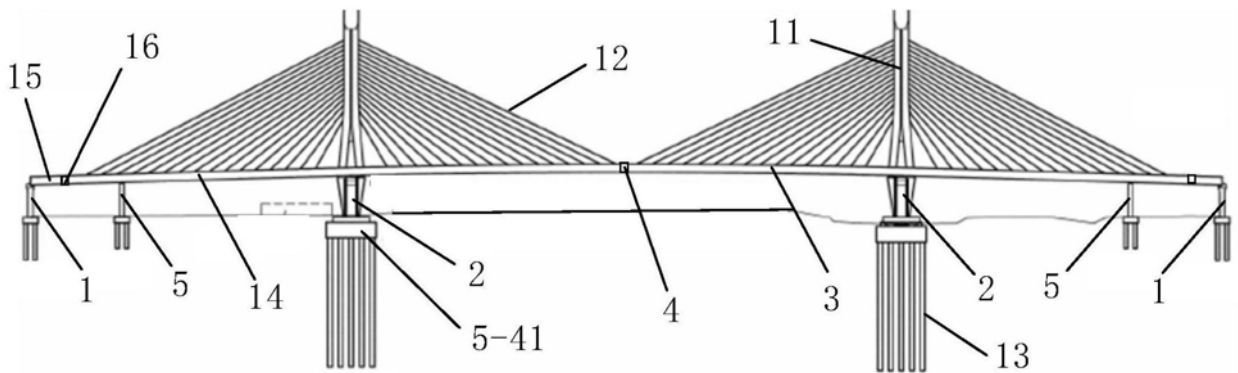


图2

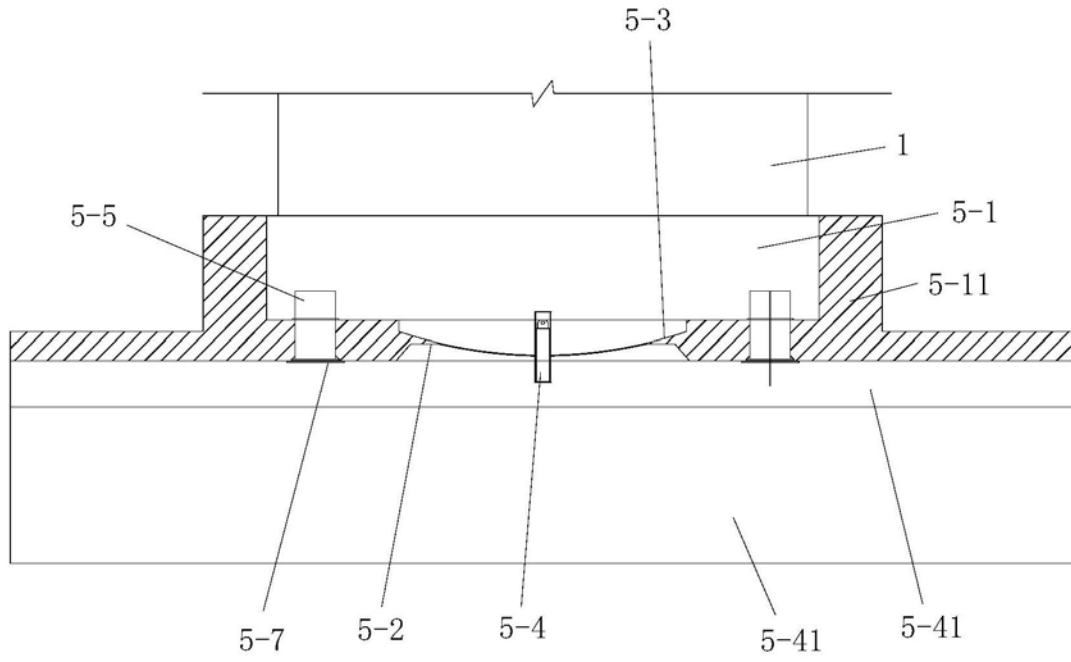


图3

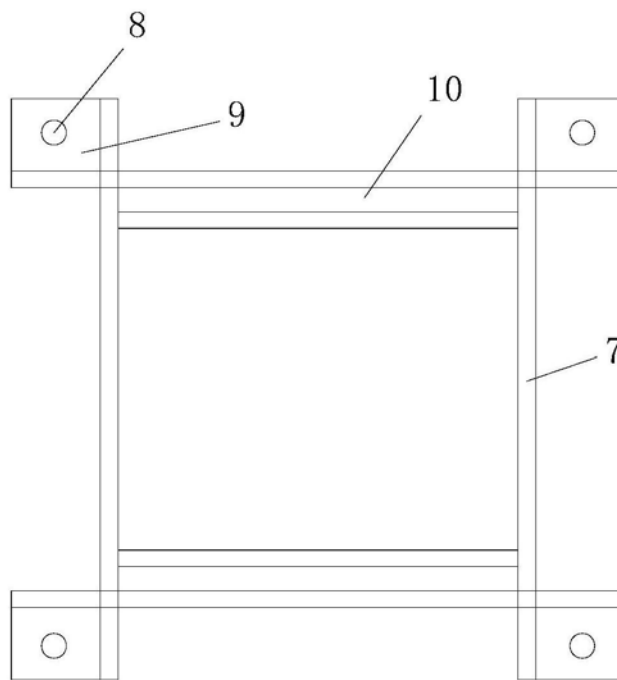


图4

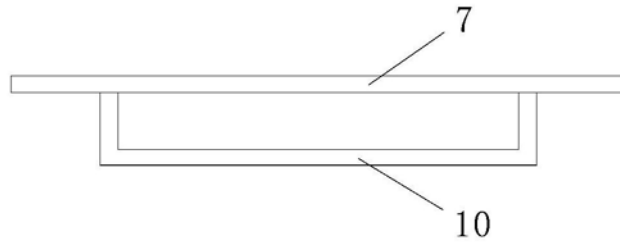


图5

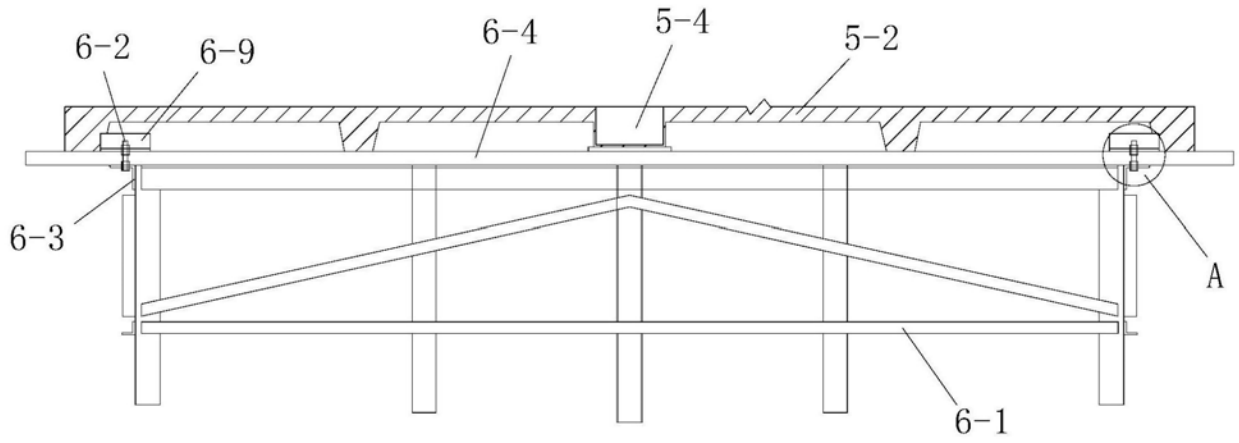


图6

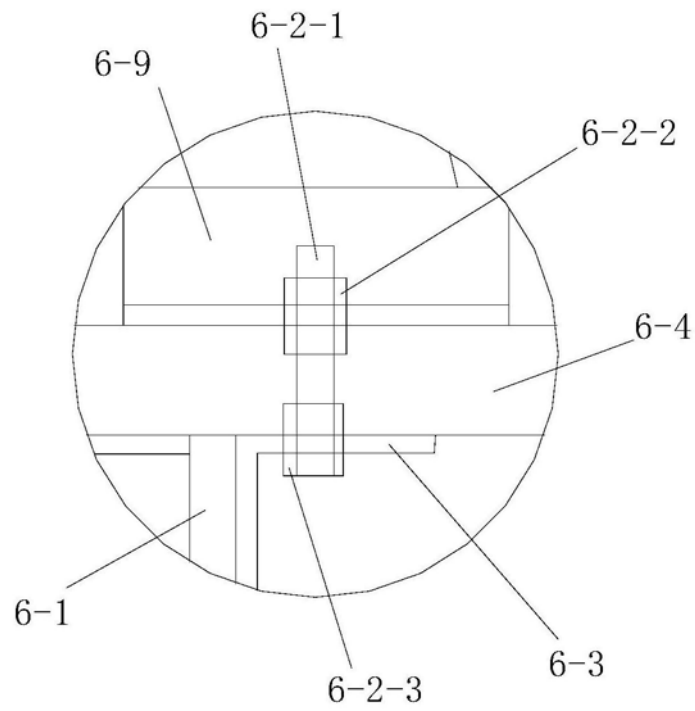


图7

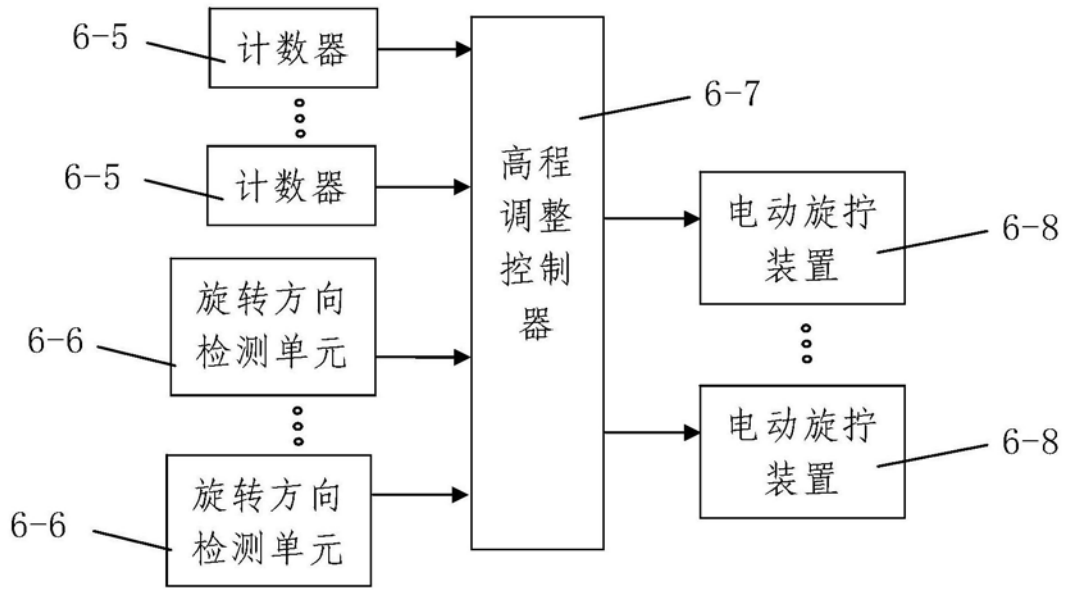


图8