



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105334014 B

(45)授权公告日 2017.11.24

(21)申请号 201510761607.6

(22)申请日 2015.11.10

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105334014 A

(43)申请公布日 2016.02.17

(73)专利权人 长安大学
地址 710064 陕西省西安市雁塔区二环南路中段126号

(72)发明人 王小明 杨纪鹏 杨辉东 孙天
杨国俊 乔星昇 段玮

(74)专利代理机构 西安恒泰知识产权代理事务
所 61216
代理人 李婷

(51)Int. Cl.
G01M 5/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 103090773 A,2013.05.08,
CN 104567641 A,2015.04.29,
WO 2009/129554 A1,2009.10.29,
CN 1694133 A,2005.11.09,

审查员 张少文

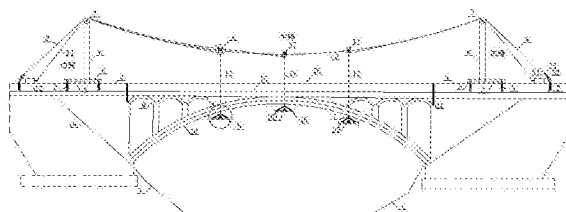
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54)发明名称

一种测试桥梁挠度的可调节式悬索方法

(57)摘要

本发明提供了一种测试桥梁挠度的可调节式悬索方法,该方法在桥梁两侧的桥梁防撞护栏的上方架设主缆,在主缆上悬挂有滑轮跑车,滑轮跑车上悬挂有横桥向水平放置在桥梁梁底下方的横梁,横梁上安装能够使得横梁竖向升降的遥控绞盘机;横梁上根据测试需要,可安装多个千分表表架,其上固定千分表,在测量挠度时通过调节遥控绞盘机使得千分表的测头顶在拱肋的底部;在桥梁桥跨以外的防撞墙上安装有绞盘机,绞盘机通过牵引索带动滑轮跑车在主缆上运动,使得千分表到达目标测点。试验加载车通过桥梁的桥面,由千分表配合数据采集仪自动获得的桥梁的挠度数据。



1. 一种测试桥梁挠度的可调节式悬索方法,其特征在于:该方法在桥梁(15)两侧的桥梁防撞护栏(25)的上方架设主缆(8),在主缆(8)上悬挂有滑轮跑车(17),滑轮跑车(17)上悬挂有横桥向水平放置在桥梁(15)梁下方方的横梁(18),横梁(18)上安装能够使得横梁(18)竖向升降的遥控绞盘机(26);

横梁(18)上安装多个千分表表架(20),千分表表架(20)上固定千分表(21),每个千分表(21)的测头在测量挠度时通过遥控绞盘机(26)的调节顶在拱肋(16)的底部;

在桥梁(15)桥跨以外的防撞墙(4)上安装有绞盘机(13),绞盘机(13)通过牵引索(14)带动滑轮跑车(17)在主缆(8)上运动,使得千分表到达目标测点;试验加载车通过桥梁(15)的桥面,通过千分表(21)获得的数据来得到桥梁(15)的挠度。

2. 如权利要求1所述的测试桥梁挠度的可调节式悬索方法,其特征在于:所述的横梁(18)为一个或一个以上。

3. 如权利要求1所述的测试桥梁挠度的可调节式悬索方法,其特征在于:所述的主缆(8)和牵引索(14)均通过安装在立柱(6)上的第一定滑轮(7-1)转向,通过调整立柱(6)在滑动轨道(5)上的位置,使主缆(8)张紧,并用销钉固定。

4. 如权利要求1所述的测试桥梁挠度的可调节式悬索方法,其特征在于:该方法具体包括以下步骤:

步骤一,在测量桥梁(15)挠度前,将第一膨胀螺栓(2-1)打入防撞墙(4)中预先定好的位置,在第一膨胀螺栓(2-1)上安装滑动轨道(5),滑动轨道(5)上安装立柱(6),立柱(6)与滑动轨道(5)通过锁紧螺母(3)锁定,立柱(6)顶端安装第一定滑轮(7-1);

步骤二,主缆(8)通过立柱(6)顶端第一定滑轮(7-1)转向,边跨的主缆(8)通过钢丝绳拉紧器(22)与第二膨胀螺栓(2-2)连接,主缆(8)用不锈钢卡头(23)锁紧,不锈钢卡头(23)内衬绝缘橡胶垫(24);通过调整立柱(6)在滑动轨道(5)上的位置,使主缆(8)张紧,并用销钉固定;

步骤三,中跨的主缆(8)上安装有滑轮跑车(17),滑轮跑车(17)下使用悬挂索(12)悬挂横梁(18),滑轮跑车(17)上连接有牵引索(14),牵引索(14)通过立柱(6)顶端的第一定滑轮(7-1)转向,牵引索(14)连接固定在防撞墙(4)上的绞盘机(13)上,通过绞盘机(13)牵引滑轮跑车(17)至目标测点;

步骤四,横梁(18)上焊接有支架(19),支架(19)上安装第二定滑轮(7-2),悬挂索(12)穿过第二定滑轮(7-2)与主缆(8)上的滑轮跑车(17)连接,横梁(18)上安装有遥控绞盘机(26),遥控绞盘机(26)与悬挂索(12)相连,在遥控绞盘机(26)的带动下横梁(18)沿着悬挂索(12)做升降运动;

步骤五,横梁(18)上安装有千分表表架(20),千分表表架(20)上固定千分表(21),通过横梁(18)上的遥控绞盘机(26)调节横梁(18)的竖向位置,使得横梁(18)上的千分表(21)的测头接触拱肋(16)的底部;试验加载车通过桥梁(15)的桥面,通过千分表(21)获得的数据来得到桥梁(15)的挠度。

5. 如权利要求1所述的测试桥梁挠度的可调节式悬索方法,其特征在于:所述的主缆(8)采用钢丝绳,所述的牵引索(14)和悬挂索(12)均采用钢丝绳。

一种测试桥梁挠度的可调节式悬索方法

技术领域

[0001] 本发明属于道路桥梁领域,涉及桥梁挠度的测量,具体涉及一种测试桥梁挠度的可调节式悬索方法。

背景技术

[0002] 桥梁挠度对桥梁结构而言是一个非常重要的数据,它直接反映桥梁结构的竖向整体刚度,判断桥梁的薄弱部位及结构的整体性,在桥梁检定、危桥改造和新桥验收等方面都需要准确测量桥梁的静、动态挠度值。目前,国内外的桥梁挠度测量方法有很多,主要分为两大类,即全人工测量法和自动测量法;其中全人工测量法包括机械式测量法和光学仪器测量法,机械式测量又分百分百测量法和悬垂法,光学仪器测量法包括水准仪测量法和全站仪测量法;自动测量法包括:倾角仪测量法、加速度计法、CCD图像法、PSD激光测量法、GPS法。

[0003] (A) 水准仪法测量法:水准仪测量法原理简单,只需要将加载前后的数值相减即可。该方法测量精度高,结果可靠。缺点是:不能实现动态连续观测,需要良好视野,对大跨径桥梁挠度测需要多次转点,测量费时。

[0004] (B) 全站仪测量法:全站仪挠度测量的基本原理是三角高程测量,全站仪测量法准备工作简单,操作方便。其缺点是不能实现各测点的连续观测,对地形、天气等观测条件要求较高。

[0005] (C) 倾角测量法:该法测量各节点处的倾角,通过积分可得桥梁梁部结构的挠度曲线。现在用倾角仪来测静载下的挠度不成问题,而要用倾角仪进行动态挠度测试,则对各倾角仪之间的相位差、倾角仪的瞬态反应、倾角仪零漂等的要求较高,此法在国内应用很少。

[0006] (D) 加速度计法:尽管高精度加速度计所测量的加速度观测值经过二次积分后能够得到横向和垂向的位移向量,但由于加速度计对桥体低频震荡不敏感,所以通过这种方法得到的位移量是不完整、不连续的。加速度传感器对于低频静态位移鉴别效果差,为获得位移必须对它进行两次积分,精度不高,也无法实时。而大型悬索桥的频率一般都较低。

[0007] (E) CCD图像法:CCD图像法是用CCD光电耦合器件测量桥梁挠度,该法结合了远距离成像技术,是一种远距离非接触式测量方法。但该设备价格昂贵,易受环境条件影响。

[0008] (F) PSD激光测量法:位置敏感传感器(PSD)是利用横向光电效应来实现光点位置探测的光电器件。该法需要安装激光发射装置,费用较高。

[0009] (G) 现有技术中公开了一种中小跨径桥梁挠度测量装置:该方法通过在待测桥梁上方架设刚性导梁,在导梁安装机电百分表,通过机电百分表测量桥梁挠度。该方法的不足:①只能获得两根边梁数据,无法获得数量更多的中梁挠度,不能全面反映桥梁性能。②刚性导梁不便于携带与架设。③由于运输长度有限,此方法无法用于检测大、中型跨度的桥梁挠度。

[0010] 显然,目前没有一种监测手段能够同时满足必需的准确性、实时性、同步性、便捷性、廉价性及自动化等多方面要求。

发明内容

[0011] 针对现有技术存在的不足,本发明的目的在于,提供一种测试桥梁挠度的可调节式悬索方法,适用于小跨径和大跨径,尤其适合上承式拱桥,解决现有技术中桥梁挠度测量过程中为了保证测量精准度而导致测量系统笨重,操作不方便的技术问题。

[0012] 为了解决上述技术问题,本发明采用如下技术方案予以实现:

[0013] 一种测试桥梁挠度的可调节式悬索方法,该方法在桥梁两侧的桥梁防撞护栏的上方架设主缆,在主缆上悬挂有滑轮跑车,滑轮跑车上悬挂有横桥向水平放置在桥梁梁底下方的横梁,横梁上安装能够使得横梁竖向升降的遥控绞盘机;

[0014] 横梁上根据测试需要,可安装多个千分表表架,其上固定千分表,每个千分表的测头在测量挠度时通过遥控绞盘机的调节顶在拱肋的底部;

[0015] 在桥梁桥跨以外的防撞墙上安装有绞盘机,绞盘机通过牵引索带动滑轮跑车在主缆上运动,使得千分表到达目标测点;试验加载车通过桥梁的桥面,通过千分表获得的数据来得到桥梁的挠度。

[0016] 本发明还具有如下区别技术特征:

[0017] 优选的,所述的横梁为一个或一个以上。

[0018] 所述的主缆和牵引索均通过安装在立柱上的第一定滑轮转向;通过调整立柱在滑动轨道上的位置,使主缆张紧,并用销钉固定。

[0019] 具体的,该方法具体包括以下步骤:

[0020] 步骤一,在测量桥梁挠度前,将第一膨胀螺栓打入防撞墙中预先定好的位置,在第一膨胀螺栓上安装滑动轨道,滑动轨道上安装立柱,立柱与滑动轨道通过锁紧螺母锁定,立柱顶端安装第一定滑轮;

[0021] 步骤二,主缆通过立柱顶端第一定滑轮转向,边跨的主缆通过钢丝绳拉紧器与第二膨胀螺栓连接,主缆用不锈钢卡头锁紧,不锈钢卡头内衬绝缘橡胶垫;通过调整立柱在滑动轨道上的位置,使主缆张紧,并用销钉固定。

[0022] 步骤三,中跨的主缆上安装有滑轮跑车,滑轮跑车上使用悬挂索悬挂横梁,滑轮跑车上连接有牵引索,牵引索通过立柱顶端的第一定滑轮转向,牵引索连接固定在防撞墙上的绞盘机上,通过绞盘机牵引滑轮跑车至目标测点;

[0023] 步骤四,横梁上焊接有支架,支架上安装第二定滑轮,悬挂索穿过第二定滑轮与主缆上的滑轮跑车连接,横梁上安装有遥控绞盘机,遥控绞盘机与悬挂索相连,在遥控绞盘机的带动下横梁沿着悬挂索做升降运动;

[0024] 步骤五,横梁上安装有千分表表架,千分表表架上固定千分表,通过横梁上的遥控绞盘机调节横梁的竖向位置,使得横梁上的千分表的测头接触拱肋的底部;试验加载车通过桥梁的桥面,通过千分表获得的数据来得到桥梁的挠度。

[0025] 所述的主缆采用钢丝绳,所述的牵引索和悬挂索均采用钢丝绳。

[0026] 本发明与现有技术相比,具有如下技术效果:

[0027] 本发明的桥梁挠度测量方法通过主缆悬挂千分表的方式进行测量,设备体积小,携带与安装便捷,同时不影响正常交通运营;测量精度高(0.001mm),既能用于短期的荷载试验,用能适用于长期的健康监测。

[0028] 梁底横梁上的测点能够遍及所有主梁,与护栏上的测点形成测点网,保证了测量的全面性,使得测量的结果全部反映桥梁性能。

[0029] 本发明千分表基准面的支撑平台是主缆,由于缆索携带方便、跨越能力强等特点,使得本方法非常适合大中型桥梁的野外挠度测试,同样适用于小跨径桥梁。

[0030] 通过绞盘机和遥控绞盘机牵引横梁在竖向和顺桥向上自由移动,使得千分表能够机动准确的测得目标测点的挠度,操作方便,定位准确,尤其适合上承式拱桥的挠度监测。

[0031] 综上所述,发明结构设计合理、安装布设及操作简单、挠度测试准确,投入成本低,能有效解决传统挠度测试系统存在的费时耗力、需进行高空作业、系统稳定性差、安装拆除费时、挠度测试数据精度难以保证等问题。

附图说明

[0032] 图1是本发明的安装图。

[0033] 图2是本发明的使用状态图。

[0034] 图3是图2的俯视图。

[0035] 图4是图2的A处放大图。

[0036] 图5是图2的B处放大图。

[0037] 图6是图2的B出主视处放大图。

[0038] 图7是立柱主视图放大图。

[0039] 图8是加载车及测点布置示意图

[0040] 图中各个标号的含义为:1-地基,(2-1)-第一膨胀螺栓,(2-2)-第二膨胀螺栓,3-锁紧螺母,4-防撞墙,5-滑动轨道,6-立柱,(7-1)-第一定滑轮,(7-2)-第二定滑轮,8-主缆,9-腹拱圈,10-桥台,11-伸缩缝,12-悬挂索,13-绞盘机,14-牵引索,15-桥梁,16-拱肋,17-滑轮跑车,18-横梁,19-支架,20-千分表表架,21-千分表,22-钢丝绳拉紧器,23-不锈钢卡头,24-绝缘橡胶垫,25-桥梁防撞护栏,26-遥控绞盘机。

[0041] 以下结合附图对本发明的具体内容作进一步详细解释说明。

具体实施方式

[0042] 以下给出本发明的具体实施例,需要说明的是本发明并不局限于以下具体实施例,凡在本申请技术方案基础上做的等同变换均落入本发明的保护范围。

[0043] 实施例:

[0044] 本实施例给出一种测试桥梁挠度的可调节式悬索方法,如图1至图6所示,一座全长81m,上部结构为60m的拱桥,桥面宽度:净-7.0+2×1.25m(人行道及护栏),下部结构为重力式桥台、扩大基础。主缆8采用7*7=49股钢丝捻制而成直径为4mm的钢丝绳。该方法具体包括以下步骤:

[0045] 步骤一,在测量桥梁15挠度前,将带圈式M8型号的第一膨胀螺栓2-1打入防撞墙4中预先定好的位置,在第一膨胀螺栓2-1上安装滑动轨道5,滑动轨道5上安装立柱6,立柱6与滑动轨道5通过锁紧螺母3锁定,立柱6顶端安装6000U8*45*13型第一定滑轮7-1;

[0046] 步骤二,主缆8通过立柱6顶端第一定滑轮7-1转向,边跨的主缆8通过不锈钢M8型螺丝链条钢丝绳拉紧器22与第二膨胀螺栓2-2连接,主缆8用8mm规格不锈钢卡头23锁紧,不

锈钢卡头23内衬3mm绝缘橡胶垫24;通过调整立柱6在滑动轨道5上的位置,使主缆8张紧,并用销钉固定。

[0047] 步骤三,中跨的主缆8上安装有滑轮跑车17,滑轮跑车17下使用悬挂索12悬挂横梁18,滑轮跑车17上连接有牵引索14,牵引索14通过立柱6顶端的第一定滑轮7-1转向,牵引索14连接固定在防撞墙4上的绞盘机13上,通过绞盘机13牵引滑轮跑车17至目标测点;

[0048] 步骤四,横梁18上焊接有支架19,支架19上安装第二定滑轮7-2,悬挂索12穿过第二定滑轮7-2与主缆8上的滑轮跑车17连接,横梁18上安装有遥控绞盘机26,遥控绞盘机26与悬挂索12相连,在遥控绞盘机26的带动下横梁18沿着悬挂索12升降运动;

[0049] 步骤五,横梁18上安装有千分表表架20,千分表表架20上固定千分表21,通过横梁18上的遥控绞盘机26调节横梁18的竖向位置,使得横梁18上的千分表21测头接触拱肋16的底部;试验加载车通过桥梁15的桥面,通过千分表21获得的数据来得到桥梁15的挠度。

[0050] 主缆8采用钢丝绳,所述的牵引索14和悬挂索12均采用钢丝绳。横梁18为一个或一个以上,本实施例优选三个。

[0051] 试验加载车通过桥面,通过千分表21获得的数据来得到拱肋16的挠度。本桥全长81m,上部结构为净60m拱桥,净矢高7.5m,净矢跨比为1/8,上部结构横断面由3道矩形拱肋组成,肋间距3.2m,跨中截面尺寸为60cm×35cm,全桥共16道横隔板;下部结构为重力式桥台,扩大基础;桥面铺装由调平层+20cm钢筋混凝土组成。桥梁宽度:1.25m(人行道)+7.0m(行车道)+1.25m(人行道)=9.5m。荷载等级:汽-20,挂-100级。

[0052] 根据荷载试验的目的、内容及试验桥梁的影响线,为使桥跨结构在最不利的荷载情况下加载检测,保证试验的有效性和合理性,试验孔分别按以下4个工况进行,其中挠度测量侧重于工况I及工况II。

[0053] 工况I:顺桥向按跨中截面正弯矩的最不利位置布载,横桥向为双列车中载。

[0054] 工况II:顺桥向按跨中截面正弯矩的最不利位置布载,横桥向为双列车偏载。

[0055] 工况III:主拱腿弯矩最大布载,横桥向为双列车偏载。

[0056] 工况IV:次拱腿应力最大布载,横桥向为双列车偏载。

[0057] 试验时选用4辆试验加载车辆,均为三轴载重车辆,车辆具体数据见表1,按照等代荷载的方式进行加载,计算确定各试验孔的试验荷载的最低限,并结合现场实际情况,选择满足试验的车辆和车重进行试验加载。在本次荷载试验中,试验孔的加载效率如表2所示。从表2可以得出,本次试验的加载效率满足要求。

[0058] 挠度测点:根据本发明提出的方法,调节悬索系统使横梁移动到桥梁底部测点位置(本次试验测量L/2截面处的挠度),测量挠度时车辆加载位置如图8的a—c所示。

[0059] 桥跨结构控制截面在试验工况I、II试验荷载作用下,跨中截面挠度测点的实测值,与理论计算所得的理论值进行比较,可以得出校验系数。控制截面实测值和理论计算值汇总见表3。

[0060] 从上述测量结果可以看出,本发明提出的测量方法,测量精度高,可达到0.001mm,测量方便,且不受地形限制,可在纵桥向及竖向调节横梁至桥梁底部任意测量位置,从两次测量(②、③)结果看出,测量结果稳定,实用性强。

[0061] 表1试验加载车辆技术参数和载重

[0062]

| 车辆编号 | 汽车总重 (kN) | 前轴重 (kN) | 中轴重 (kN) | 后轴重 (kN) | 前-中轴间距(m) | 中-后轴间距(m) |
|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| 陕 E82135 | 300.8 | 60.2 | 120.3 | 120.3 | 3.53 | 1.30 |
| 陕 AM | 301.2 | 60.2 | 120.5 | 120.5 | 3.53 | 1.30 |
| 陕 AH7096 | 299.2 | 59.8 | 119.7 | 119.7 | 3.53 | 1.30 |
| 陕 AM8332 | 301.5 | 60.3 | 120.6 | 120.6 | 3.53 | 1.30 |

[0063] 表2试验加载效率一览表

[0064]

| 试验工况 | 控制截面位置 | 效应类型 | 效率 η | 是否满足加载效率要求 |
|-------|--------|-------|-----------|------------|
| 工况I | 拱顶 | 挠度 | 1.04 | 满足 |
| 工况II | L/2 | 上下缘应力 | 0.99 | 满足 |
| 工况III | 主拱腿大节点 | 上下缘应力 | 0.97 | 满足 |
| 工况IV | 次拱腿大节点 | 上下缘应力 | 0.97 | 满足 |

[0065] 表3试验荷载作用下挠度实测值与计算值

[0066]

| 工况 | 截面位置 | 测点位置 | 测点编号 | 计算值 (mm) ① | 实测值(mm) | | | 校验系数④/① |
|----|------|------|------|---------------|----------|----------|----------|---------|
| | | | | | 第一次 ② | 第二次 ③ | 平均值 ④ | |
| I | 跨中 | 上游拱肋 | 01 | 29.301 | 22.373 | 22.725 | 22.549 | 0.77 |
| | | 中间拱肋 | 02 | 29.301 | 22.726 | 22.983 | 22.854 | 0.78 |
| | | 下游拱肋 | 03 | 29.301 | 22.368 | 22.987 | 22.678 | 0.77 |
| II | 跨中 | 上游拱肋 | 01 | 37.973 | 24.914 | 24.958 | 24.936 | 0.66 |
| | | 中间拱肋 | 02 | 30.775 | 21.523 | 21.543 | 21.533 | 0.70 |
| | | 下游拱肋 | 03 | 24.938 | 18.097 | 18.126 | 18.1115 | 0.72 |

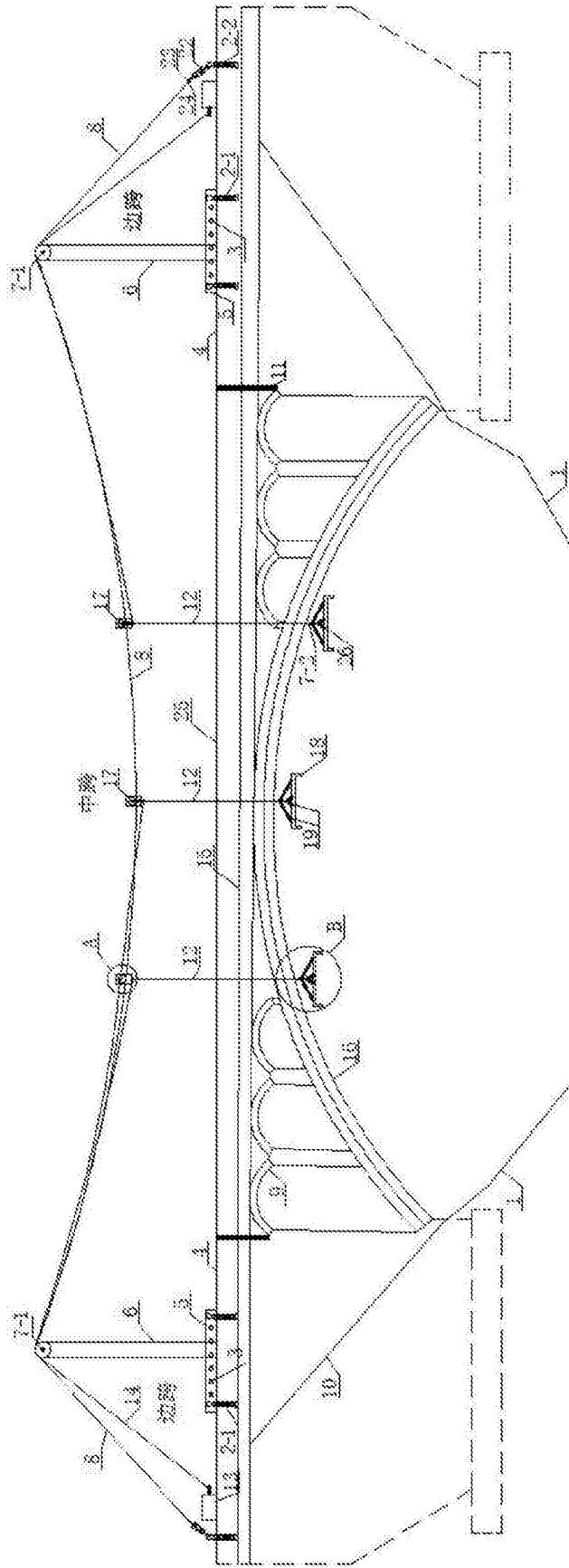


图1

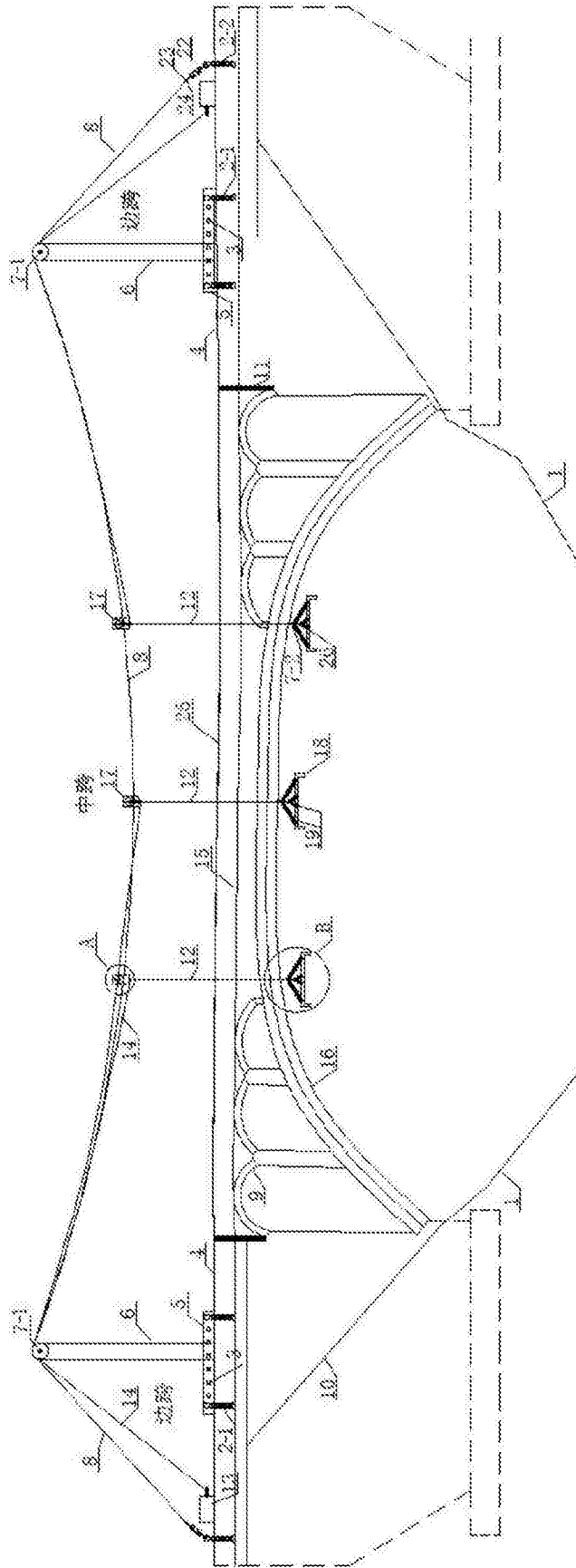


图2

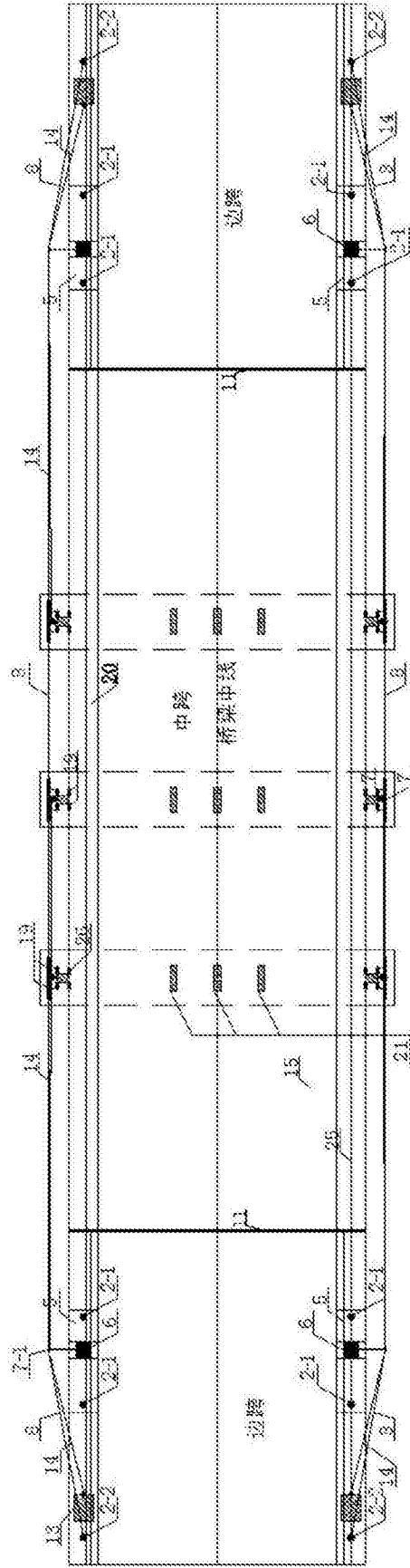


图3

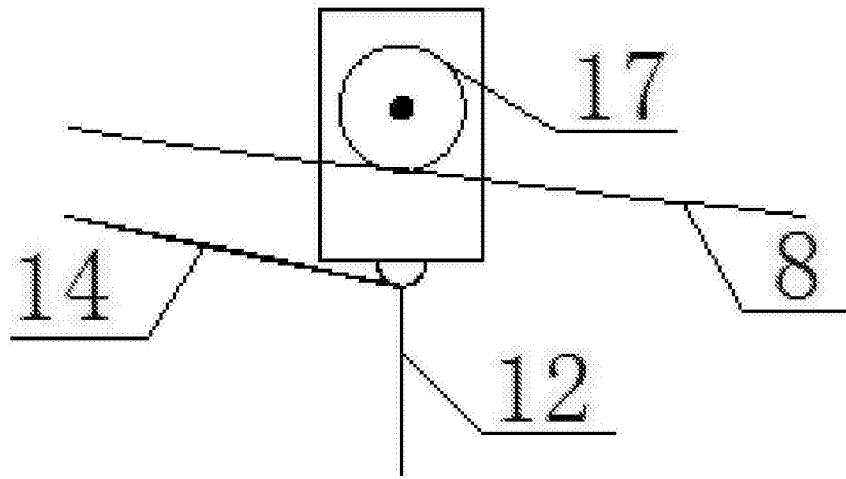


图4

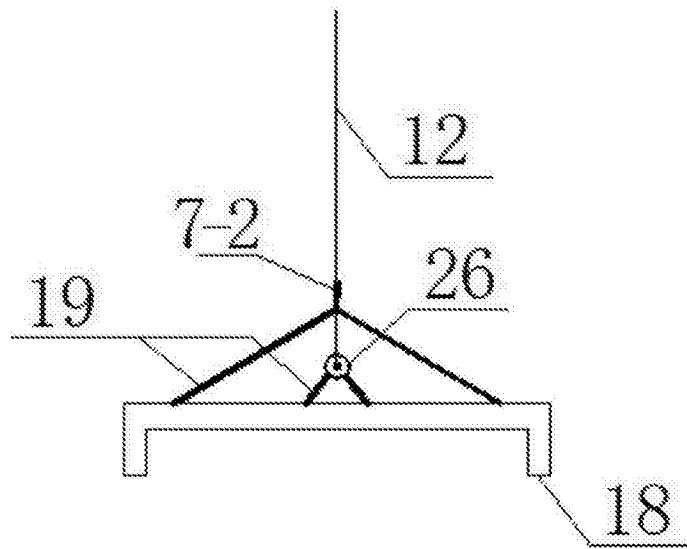


图5

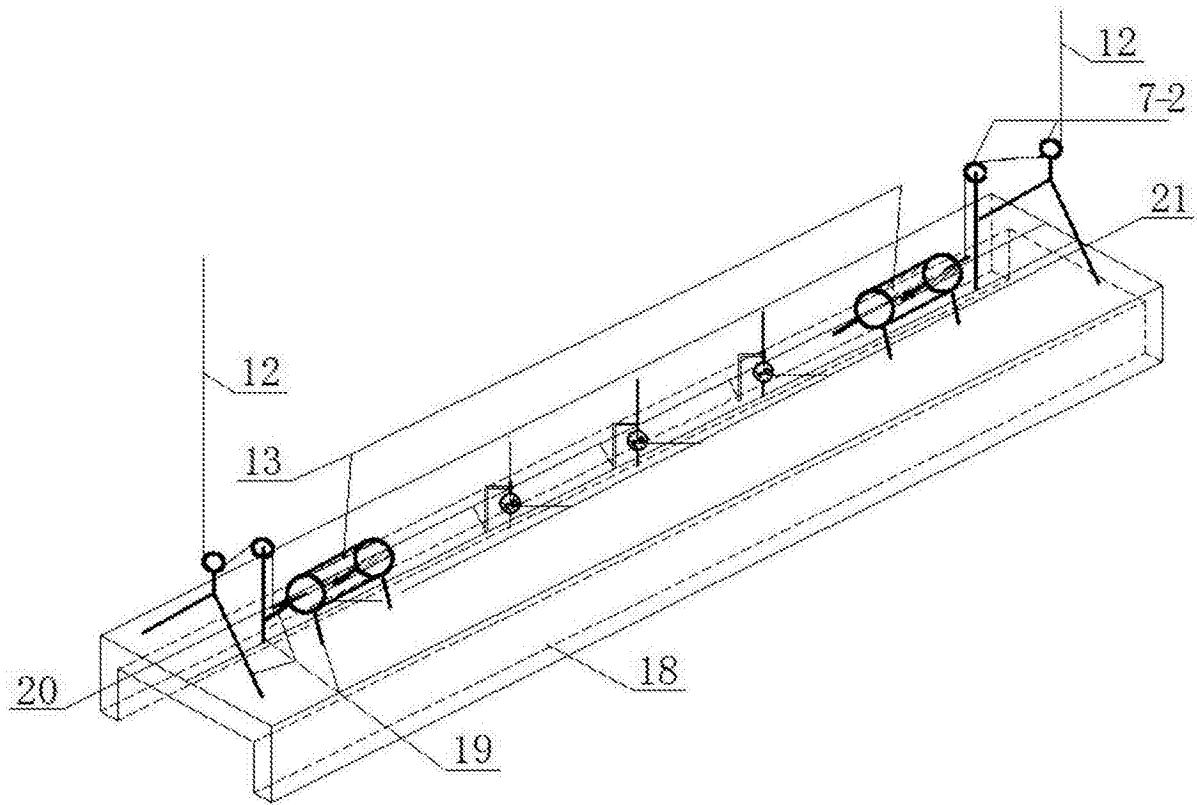


图6

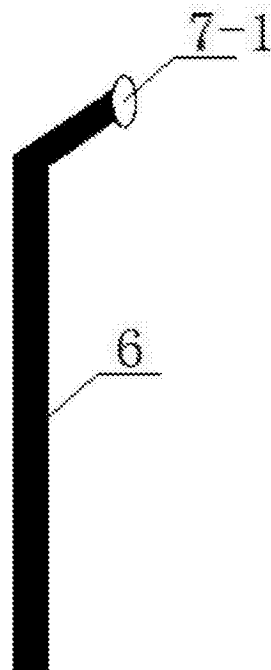
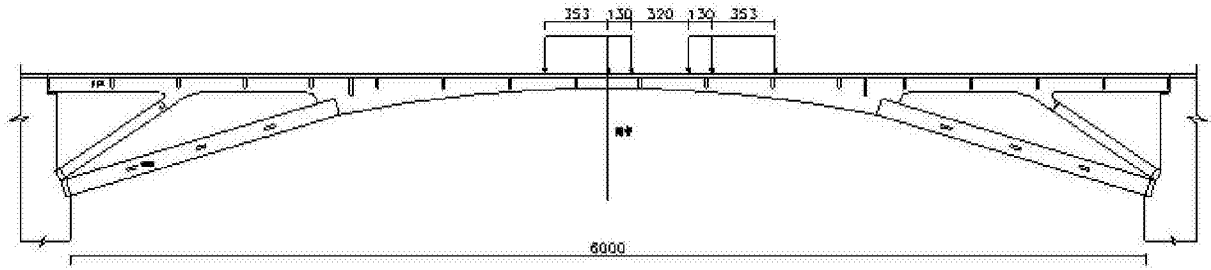
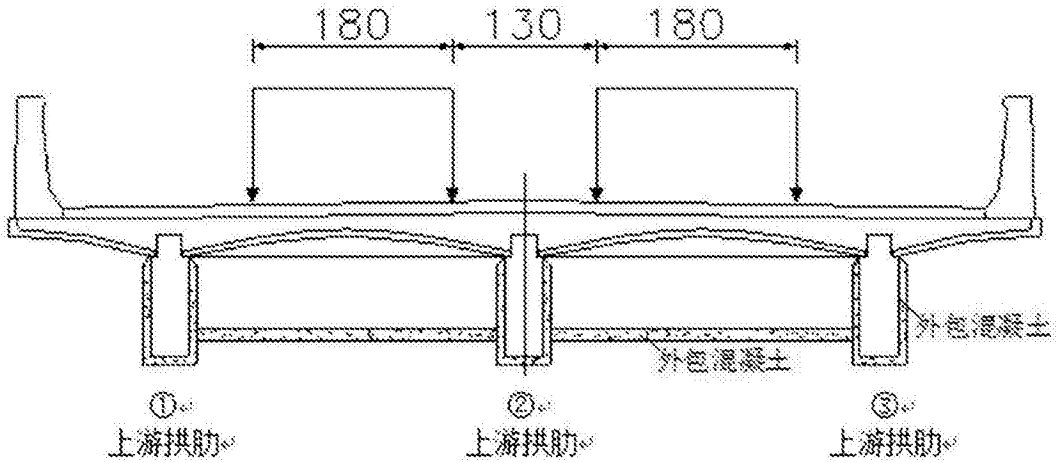


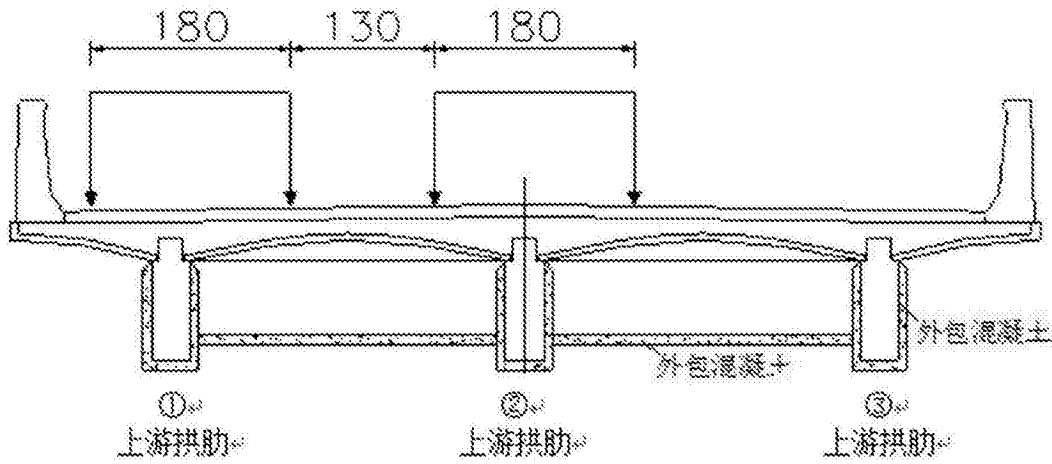
图7



(a) 工况 I、II 纵桥向布载 (cm)



(b) 工况 I 横桥向布载 (cm)



(c) 工况 II、III、IV 横桥向布载 (cm)

图8