



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104532732 B

(45) 授权公告日 2016. 03. 30

(21) 申请号 201410831489. 7

CN 101519863 A, 2009. 09. 02,

(22) 申请日 2014. 12. 23

CN 101052768 A, 2007. 10. 10,

EP 0764742 B1, 2001. 09. 12,

(73) 专利权人 上海市城市建设设计研究总院
地址 200011 上海市黄浦区西藏南路 1170 号

审查员 张涛

(72) 发明人 陆元春 傅梅 赵成栋

(74) 专利代理机构 上海硕力知识产权代理事务
所 31251

代理人 王法男

(51) Int. Cl.

E01D 11/02(2006. 01)

E01D 19/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 204370286 U, 2015. 06. 03,

KR 20100039080 A, 2010. 04. 15,

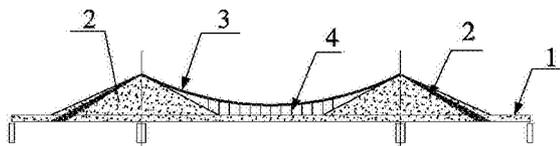
权利要求书1页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

鱼脊梁结构的自锚式悬索桥

(57) 摘要

本发明公开了一种鱼脊梁结构的自锚式悬索桥,包括一主梁、两端与主梁锚固的主缆,所述自锚式悬索桥的主梁为鱼脊梁结构的主梁,所述主梁包括:用于承受主缆水平分力而产生的轴向压力及弯曲内力的等高箱式桥面板,若干架设于所述等高箱式桥面板之上的可变高的鱼脊墙,使得主梁的负弯矩处受力呈倒T形;每一主缆的两端锚固于相邻的两所述鱼脊墙内,每一主缆与主梁之间的区域设置有一组用于张紧的吊杆。本发明的主梁横断面由等高箱式桥面板和变高鱼脊墙两部分组成,纵断面设计控制高度由等高箱式桥面板控制,负弯矩处呈受力合理的倒T形,鱼脊墙可根据受力要求加高,但不会增加纵断面设计控制高度。因此有利于工程总体布置。



1. 一种鱼脊梁结构的自锚式悬索桥,其包括:一主梁、两端与所述主梁锚固的主缆,其特征在于,所述自锚式悬索桥的主梁为鱼脊梁结构的主梁,所述主梁包括:用于承受主缆水平分力产生的轴向压力及弯曲内力的等高箱式桥面板,若干架设于所述等高箱式桥面板之上的可变高的鱼脊墙,使得所述主梁的负弯矩处受力呈倒T形;每一所述主缆的两端锚固于相邻的两所述鱼脊墙内,每一所述主缆与所述主梁之间的区域设置有一组用于张紧的吊杆。

2. 如权利要求1所述的自锚式悬索桥,其特征在于,所述鱼脊墙的形状呈等腰三角形。

3. 如权利要求1所述的自锚式悬索桥,其特征在于,所述鱼脊梁结构的自锚式悬索桥为双塔三跨式的自锚式悬索桥,所述自锚式悬索桥的主缆数量为一个,所述自锚式悬索桥的跨数为三个。

4. 如权利要求1所述的自锚式悬索桥,其特征在于,所述鱼脊梁结构的自锚式悬索桥为多塔多跨式的自锚式悬索桥,所述自锚式悬索桥的主缆的数量为多个,所述自锚式悬索桥的跨数也为多个。

5. 如权利要求1所述的自锚式悬索桥,其特征在于,所述自锚式悬索桥的鱼脊墙为沿所述等高箱式桥面板的横断面的中部设置的单片鱼脊墙。

6. 如权利要求1所述的自锚式悬索桥,其特征在于,所述自锚式悬索桥的鱼脊墙包括两片沿所述主梁的横断面方向分别设置在所述等高箱式桥面板的两侧的鱼脊墙。

7. 如权利要求1所述的自锚式悬索桥,其特征在于,所述自锚式悬索桥的鱼脊墙包括三片沿所述主梁的横断面方向分别等间隔地设置在所述等高箱式桥面板上的鱼脊墙,各所述鱼脊墙沿横桥向上的高度相等。

8. 如权利要求1~7中任意一项所述的自锚式悬索桥,其特征在于,所述鱼脊墙与所述等高箱式桥面板为一体成型的混凝土结构。

鱼脊梁结构的自锚式悬索桥

技术领域

[0001] 本发明涉及一种悬索桥,特别涉及一种鱼脊梁结构的自锚式悬索桥。

背景技术

[0002] 如图1所示,自锚式悬索桥是一种古老的桥型,它与常规地锚式悬索桥的区别在于不设地锚、加劲梁承受主缆水平分力而造成主梁存在较大的轴向压力。它的主缆20直接锚固在加劲梁10的梁端,由主梁直接承受主缆20中的水平拉力,不需要庞大的锚碇,这给不方便建造锚碇的地方修建悬索桥提供了一种解决方法。

[0003] 自锚式悬索桥的上部结构包括:加劲梁10(通常又称主梁)、主缆20、吊杆40、桥塔30共四部分。传力路径为:桥面重量、车辆荷载等竖向荷载通过吊杆传至主缆承受,主缆承受拉力,而主缆锚固在梁端,将水平力再传递给主梁。由于悬索桥水平力大小与主缆的矢跨比有关,所以可以通过矢跨比的调整来调节主梁内水平力的大小、一般来讲,跨度较大时,可以适当增加矢跨比,以减小主梁内的压力,跨度较小时,可以适当减小矢跨比,使混凝土加劲梁内的预压力适当提高在该桥中,由于主缆在塔顶锚固,为了尽量减少主塔承受的水平力,所以必须保证边跨主缆内的水平力与中跨主缆产生的水平力基本上相等,这可以通过合理的跨径比来调节,也可以通过改变主缆的线形来调节。另外,自锚式悬索桥中的恒载由主缆来承受,而活载还需要由加劲梁来承受,所以加劲梁必须有一定的抗弯刚度,加劲梁的形式以采用具有一定抗弯刚度的箱形断面较为合适。

[0004] 传统自锚式悬索桥有以下优点:

[0005] 1)不需要修建大体积的锚碇,所以特别适用于地质条件很差的地区。

[0006] 2)继承了传统地锚式悬索桥外形自然、美观的突出特点。因受地形限制小,可结合地形灵活布置,即可做成双塔三跨的悬索桥,也可做成单塔双跨的悬索桥。

[0007] 3)节省了大体积锚碇的费用,拥有较好的经济效益。

[0008] 4)对于采用钢筋混凝土作为加劲梁材料的自锚式悬索桥,还可以克服以往自锚式悬索桥用钢量大、后期维护费用高的缺点。充分发挥了混凝土的受压性能,与钢结构加劲梁相比,混凝土加劲梁在较大轴力下不易发生压屈失稳,且主梁刚度大,非线性的影响也相对较小。

[0009] 5)主缆锚固在加劲梁上为加劲梁提供“免费”预应力,省去大量预应力器具,进一步降低了工程造价。

[0010] 6)轴力提高了加劲梁的抗弯刚度,降低了活载挠度,行车舒适,使用性能良好。

[0011] 7)由于采用钢筋混凝土材料造价较低,结构合理,桥梁外形美观,所以不仅局限于在地基很差、锚碇修建困难的地区采用。

[0012] 同时传统自锚式悬索桥也不可避免地有其自身的缺点:

[0013] 1)如图1所示,由于主缆20直接锚固于加劲梁10端,使梁承受巨大的轴力,为此需要加大梁截面,进而使跨径受到限制,且当跨径增加到一定程度,工程造价将大幅增加。

[0014] 2)施工步骤受到了限制,传统自锚式悬索桥必须在加劲梁10、桥塔30做好之后再

吊装主缆20、安装吊杆40,因此需要搭建大量临时支架以安装加劲梁10。所以自锚式悬索桥若跨径增大,其额外的施工费用就会增多。

[0015] 3)锚固区局部受力复杂。主缆、吊杆锚固梁上体量较大,往往成为景观设计的难点。

[0016] 4)由于施工过程中结构体系变形较大,主缆具有明显的非线性效应,使得吊杆40张拉时施工控制更加复杂。

发明内容

[0017] 有鉴于现有技术的上述缺陷,本发明提供一种受力性能优越,且建筑控制高度小的鱼脊梁结构的自锚式悬索桥,其包括:一主梁、两端与所述主梁锚固的主缆,其特征在于,所述自锚式悬索桥的主梁为鱼脊梁结构的主梁,所述主梁包括:用于承受主缆水平分力产生的轴向压力及弯曲内力的等高箱式桥面板,若干架设于所述等高箱式桥面板之上的可变高的鱼脊墙,使得所述主梁的负弯矩处受力呈倒T形;每一所述主缆的两端锚固于相邻的两所述鱼脊墙内,每一所述主缆与所述主梁之间的区域设置有一组用于张紧的吊杆。

[0018] 在一些实施例中,所述鱼脊墙为变高鱼脊墙(即可变高的鱼脊墙),可根据受力要求加高鱼脊墙的高度,但不会增加纵断面的设计控制高度。本方案在桥面上增加鱼脊墙作为主受力构件,是对传统大跨变高度预应力混凝土连续梁桥型的一种突破与改进。另外,本方案不仅具有传统自锚式悬索桥梁的所有优点,而且主梁横断面由等高箱式桥面板和变高鱼脊墙两部分组成,负弯矩处呈受力呈合理的倒T形,鱼脊墙身兼桥塔的功能,截面大,压弯性能更优。

[0019] 在一些实施例中,所述鱼脊墙的形状呈等腰三角形。

[0020] 在一些实施例中,若干所述吊杆锚固于所述主缆与鱼脊墙内。这样就不需要在主梁端设置较大的锚固端。

[0021] 在一些实施例中,所述鱼脊梁结构的自锚式悬索桥为双塔三跨式的自锚式悬索桥,所述自锚式悬索桥的主缆数量为一,所述自锚式悬索桥的跨数为三个。本方案是根据实际工程和受力等需要确定的。

[0022] 在一些实施例中,所述鱼脊梁结构的自锚式悬索桥为多塔多跨式的自锚式悬索桥,所述自锚式悬索桥的主缆数量为多个,所述自锚式悬索桥的跨数也为多个。同上,本方案是根据实际工程和受力等需要确定的。

[0023] 在一些实施例中,所述自锚式悬索桥的鱼脊墙为沿所述等高箱式桥面板的横断面的中部设置的单片鱼脊墙。

[0024] 在一些实施例中,所述自锚式悬索桥的鱼脊墙包括两片沿所述主梁的横断面方向分别设置在所述等高箱式桥面板的两侧的鱼脊墙。

[0025] 在一些实施例中,所述自锚式悬索桥的鱼脊墙包括三片分别沿所述主梁的横断面方向等间隔地设置在所述等高箱式桥面板上的鱼脊墙,各所述鱼脊墙沿横桥向的高度相等。

[0026] 在一些实施例中,所述自锚式悬索桥的鱼脊墙包括三片分别沿所述主梁的横断面方向等间隔地设置在所述等高箱式桥面板上的鱼脊墙,三片所述鱼脊墙中位于两侧的鱼脊墙的高度与位于中央的鱼脊墙的高度不相等。本方案中的高度指的是鱼脊梁沿横向上的高

度。

[0027] 在一些实施例中,所述鱼脊墙与所述等高箱式桥面板为一体成型的混凝土结构。采用一体成型的混凝土结构,养护方便,且增强桥身的牢固性。

[0028] 在符合本领域常识的基础上,上述各优选条件,可任意组合,即得本发明各较佳实施例。

[0029] 本发明的有益效果:

[0030] 首先,本发明采用组合的鱼脊梁桥本身是一种新式混凝土梁桥桥型,为下承式结构,在桥面上增加鱼脊墙作为主受力构件,是对传统大跨变高度预应力混凝土连续梁桥型的一种突破与改进,除了具备传统大跨混凝土梁的优点外,还具有以下优点:

[0031] 1)、有利于工程总体布置:

[0032] 大幅度减少了纵断面设计控制高度,从而大大减小了引桥的长度,减少了工程规模。

[0033] 2)、受力性能优异:

[0034] 主梁横断面由等高箱式桥面板和变高鱼脊墙两部分组成,负弯矩处呈受力合理的倒T形,鱼脊墙可根据受力要求加高,主要受力的预应力钢束被封闭浇筑在鱼脊墙内,提高结构刚度和截面抗弯抗剪效率。

[0035] 3)、耐久性能良好:

[0036] 结构的特点解决了传统的大跨变高度混凝土连续梁桥运营期间下挠开裂的隐患。全混凝土结构,养护方便。

[0037] 4)、建筑构成良好:

[0038] 鱼脊轮廓与结构力线吻合,非常合理,体现了利用结构自身美的设计理念。特别适合跨度大、通航净高低的桥跨布置总体要求,如能布置在更为开阔的水面,与环境协调的视觉构成会更好。

[0039] 其次,与主缆、吊杆组合成自锚式悬索桥梁后,具有以下优点:

[0040] 1)、具有传统自锚式悬索桥的主要优点。

[0041] 2)、鱼脊梁刚度大,具有较大的自跨能力,有实现大跨桥梁不设置梁的临时支撑的可能。

[0042] 3)、主缆和吊杆可锚固在边跨的鱼脊内,不需要在梁端设置体量较大的锚固端。

[0043] 4)、景观设计更多样化,有更多的造型设计想象空间。

[0044] 以下将结合附图对本发明的构思、具体结构及产生的技术效果作进一步说明,以充分地了解本发明的目的、特征和效果。

附图说明

[0045] 图1为传统自锚式悬索桥梁的立面布置示意图。

[0046] 图2为本发明的双塔三跨式的桥梁的立面方向结构图。

[0047] 图3为本发明的多塔多跨式的桥梁的立面方向结构图。

[0048] 图4a为横断面方向上的单片鱼脊墙和主缆及吊杆的布置结构图。

[0049] 图4b为横断面方向上的双片鱼脊墙和主缆及吊杆的布置结构图。

[0050] 图4c为横断面方向上的三片等高鱼脊墙和主缆及吊杆的布置结构图。

- [0051] 图4d为横断面方向上的三片不等高鱼脊墙和主缆及吊杆的布置结构图。
- [0052] 图5a为本发明采用组合的某鱼脊连续梁三种工况下的最大悬臂状态弯矩测试效应图。
- [0053] 图5b为本发明采用组合的某鱼脊连续梁三种工况下的最大悬臂状态剪力测试效应图。
- [0054] 图6a为传统自锚式悬索桥采用组合的某传统连续梁三种工况下的最大悬臂状态弯矩测试效应图。
- [0055] 图6b为传统自锚式悬索桥采用组合的某传统连续梁三种工况下的最大悬臂状态剪力测试效应图。
- [0056] 附图标记说明：
- [0057] 传统自锚式悬索桥梁：加劲梁10、主缆20、桥塔30、吊杆40
- [0058] 本发明
- [0059] 等高箱式桥面板1、鱼脊墙2、主缆3、吊杆4、
- [0060] 自重工况5、预应力工况6、自重+预应力工况7

具体实施方式

[0061] 下面举几个较佳实施例，并结合附图来更清楚完整地说明本发明。

[0062] 实施例1

[0063] 本发明的目的是通过以下技术方案来实现的：如图2所示，本实施例提供的鱼脊梁结构的自锚式悬索桥为双搭三跨式鱼脊梁结构的自锚式悬索桥，其包括：一鱼脊梁结构的主梁、若干主缆3，所述主梁包括：一通长的等高箱式桥面板1，和若干架设于所述等高箱式桥面板1之上的可变高的鱼脊墙2，以及若干张紧设置在所述主缆3与所述等高箱式桥面板1之间的吊杆4，等高箱式桥面板1与鱼脊墙2为混凝土浇筑成型，每根主缆3的两端锚固在相邻的两所述鱼脊墙2的鱼脊内。通过若干架设于所述等高箱式桥面板1之上的可变高的鱼脊墙，可使得所述主梁的负弯矩处受力呈倒T形。而采用变高鱼脊墙（即可变高的鱼脊墙），在设计时，当需要增大桥梁的跨径时，可根据受力要求加高鱼脊墙的高度，但却不会增加纵断面的设计控制高度。

[0064] 如图2所示，本实施例中的自锚式悬索桥梁的主缆3的数量为一个，所述自锚式悬索桥的跨数为三个。主要受力的预应力钢束被封闭浇筑在两片相邻的鱼脊墙2内，大大提高了结构刚度和截面抗弯抗剪效率。

[0065] 本实施例的鱼脊梁结构的自锚式悬索桥不仅具有传统自锚式悬索桥的所有优点，而且桥身的结构刚度大，桥塔受力更为合理，主梁横断面由等高箱式桥面板和变高鱼脊墙两部分组成，负弯矩处呈受力合理的倒T形，鱼脊墙身兼桥塔的功能，截面大，压弯性能更优。

[0066] 本发明针对传统自锚式悬索桥存在的问题，采用一种新颖的梁式桥（鱼脊梁桥）替代传统变截面连续梁桥，与主缆和吊杆组合，形成一种新式桥型——鱼脊梁结构的自锚式悬索桥，其具有以下优点：

[0067] 1)、鱼脊连续梁具有比传统连续梁更明显的优点：

[0068] A)建筑控制高度小，梁可采用等高度梁。适用某些需要小的建筑控制高度桥梁布

置的需求。

[0069] 如主跨158m的鱼脊梁结构较同跨度传统变高度连续梁,可大幅减少纵断面设计控制高度约4~5m,全桥总长度减少约30%,减少工程投资约2190万元。同时可减少与后期规划道路衔接工程投资达8000万元以上。

[0070] B) 较佳的受力性能,可达到更大的跨度

[0071] 鱼脊连续梁的钢束重心至结构下缘距离更加大,材料提供的抗弯能力效率更高。鱼脊连续梁多数截面组合的剪力方向与自重效应相反并留较大储备,抵抗由于剪切徐变引起的持续下挠性能优于一般传统连续梁。

[0072] C) 结构刚度大,这是因为鱼脊的高度可以不受功能布置的限制,能达到比采用传统的自锚式悬索桥更大的跨度。

[0073] 以本发明为例,假如本发明采用组合的鱼脊梁(主跨158m)用支点总体梁高18.5m,高跨比1/8.5,跨中梁高3.5m,则高跨比为1/45。且活载作用下最大挠度计算值3.8cm,为计算跨径的1/4157,远小于规范限值,结构刚度非常大。

[0074] 根据有关资料研究,徐变总挠度与初始弹性挠度(自重+预应力)成正比,只要在结构设计中有效控制了初始弹性挠度的绝对值在一个很小范围内,那么混凝土徐变总挠度值也就不大,这样由于弯曲引起的大跨梁桥持续下挠将得到有效控制。

[0075] 2)、具有传统自锚式悬索桥的主要优点。

[0076] 3)、鱼脊梁刚度大,具有较大的自跨能力,可实现大跨桥梁不设置梁的临时支撑,减少额外的施工费用。

[0077])、缆索可锚固在边跨的鱼脊内,不需要在梁端设置体量较大的锚固端。。

[0078])、景观设计更多样化,桥面以上虚实结合,有更多的造型设计想象空间。

[0079] 实施例2

[0080] 立面上,跨径、跨数、主缆数和吊杆数量等根据实际工程和受力等需要,不受限制。因此,本实施例提供一种多塔多跨式鱼脊梁结构的自锚式悬索桥。

[0081] 图3为多塔跨式鱼脊梁结构的自锚式悬索桥的立面方向结构图。

[0082] 如图3所示,本实施例中的自锚式悬索桥的主缆3的数量为多个,所述自锚式悬索桥的跨数为多个。

[0083] 本实施例中的鱼脊墙2、主缆3、等高箱式桥面板1的结构、及吊杆4与主缆3、鱼脊墙2的连接方式均与实施例1中完全相同。

[0084] 实施例3

[0085] 根据实际工程和受力等需要,本实施例中的自锚式悬索桥的鱼脊墙为单片鱼脊墙。

[0086] 图4a为横断面方向上的单片鱼脊墙和桥塔的布置结构图。如图4a所示,所述单片鱼脊墙设置于所述等高箱式桥面板1的横断面的中部。

[0087] 本实施例中的鱼脊墙2、主缆3、等高箱式桥面板1的结构、及吊杆4与主缆3、鱼脊墙2的连接方式均与实施例1中完全相同。

[0088] 实施例4

[0089] 根据实际工程和受力等需要,本实施例中的自锚式悬索桥的鱼脊墙为双片鱼脊墙。

[0090] 图4b为横断面方向上的双片鱼脊墙和桥塔的布置结构图。如图4b所示,横断面上,两片鱼脊墙分别设置在所述主梁的横断面的两侧

[0091] 本实施例中的鱼脊墙2、主缆3、等高箱式桥面板1的结构、及吊杆4与主缆3、鱼脊墙2的连接方式均与实施例1中完全相同。

[0092] 实施例5

[0093] 根据实际工程和受力等需要,本实施例中的自锚式悬索桥的鱼脊墙为三片横桥向同高度鱼脊墙(所谓横桥向同高度,指的是沿桥的横向的高度相同)。图4c为横断面方向上的三片同高度鱼脊墙和主缆3的布置结构图。如图4c所示,横断面上,所述三片同高度鱼脊墙等间隔地设置于所述主梁的横断面上,在桥的纵向上,各所述鱼脊墙2的高度及变化规律相同。

[0094] 本实施例中的鱼脊墙2、主缆3、等高箱式桥面板1的结构、及吊杆4与主缆3、鱼脊墙2的连接方式均与实施例1中完全相同。

[0095] 实施例6

[0096] 根据实际工程和受力等需要,本实施例中的自锚式悬索桥的鱼脊墙为鱼脊墙为三片横桥向不同高度的鱼脊墙。

[0097] 图4d为横断面方向上的三片不同高度鱼脊墙和主缆3的布置结构图。如图4d所示,横断面上,三片不同高度鱼脊墙等间隔地设置于所述等高箱式桥面板1的横断面上。其中,两侧的鱼脊墙2等高,中央的鱼脊墙2略高。

[0098] 本实施例中的鱼脊墙2、主缆3、等高箱式桥面板1的结构、及吊杆4与主缆3、鱼脊墙2的连接方式均与实施例1中完全相同。

[0099] 效果对比实施例7

[0100] 鱼脊梁结构的自锚式悬索桥实质上是对传统自锚式悬索桥采用组合的预应力混凝土梁桥的一种改进,其在桥墩处的加高部分是倒置在道路路面上方,而不是下面。

[0101] 大跨径预应力混凝土鱼脊梁桥的力学特性主要表现在:传统大跨径混凝土连续梁桥开裂下挠是一个十分复杂的问题,影响因素也特别多。一般的箱梁通过增加钢束、布置弯起钢束、加强竖向预应力、加强板内钢筋等手段,但解决手段的有效性不高。

[0102] 鱼脊梁结构采用鱼脊墙内布置预应力钢束,偏心距大,提供的预弯矩及预剪力大,还有效解决了大跨混凝土梁的开裂下挠问题。

[0103] 下面通过最大悬臂状态下一座鱼脊梁结构自锚式悬索桥采用组合的鱼脊连续梁与一座传统自锚式悬索桥采用组合的传统连续梁的内力比较,以对比两者预应力效应的区别。如图5a~5b,及图6a~6b所示,选用三种工况下,即自重工况5;预应力工况6;自重+预应力工况7进行测试对比:

[0104] 根据图5a~5b,及图6a~6b所示,最大悬臂状态下,两者的弯矩图基本一致,自重与预应力作用下,中墩处均保留了较大的正弯矩供后续的工况受力。对于鱼脊连续梁桥而言,钢束重心至结构下缘距离更加大,材料提供的抗弯能力效率更高。

[0105] 但两者的剪力图有一定的差异,根据图6a~6b,及图5a~5b鱼脊连续梁桥预应力与自重产生的剪力效应比(剪力图面积比)约175.7%,多数截面最大悬臂状态下,组合的剪力方向与自重效应相反并留较大储备;某传统连续梁桥预应力与自重产生的剪力效应比约24%,组合剪力的方向与自重剪力方向一致且数值较大。

[0106] 由此可以说明两者结构的剪切徐变性能是不一样的,鱼脊结构的梁桥抵抗由于剪切徐变引起的持续下挠性能远优于一般传统梁桥。

[0107] 以上详细描述了本发明的各较佳具体实施例。应当理解,本领域的普通技术人员无需创造性劳动就可以根据本发明的构思作出诸多修改和变化。因此,凡本技术领域中技术人员依本发明的构思在现有技术的基础上通过逻辑分析、推理或者有限的实验可以得到的技术方案,皆应在由权利要求书所确定的保护范围内。

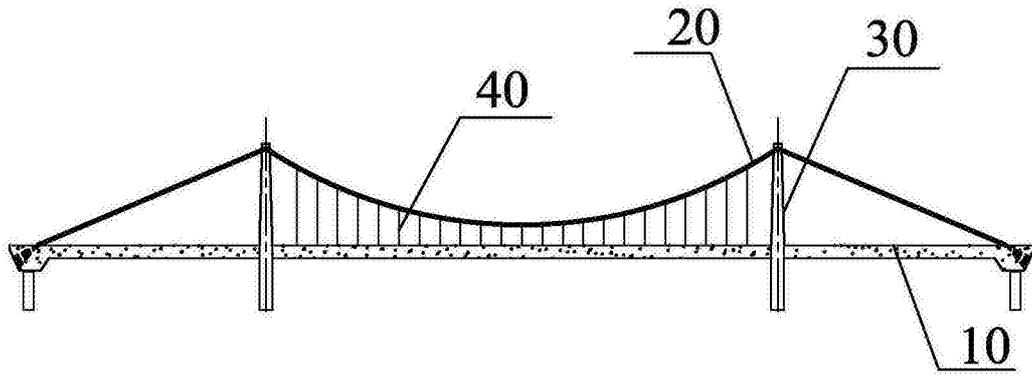


图1

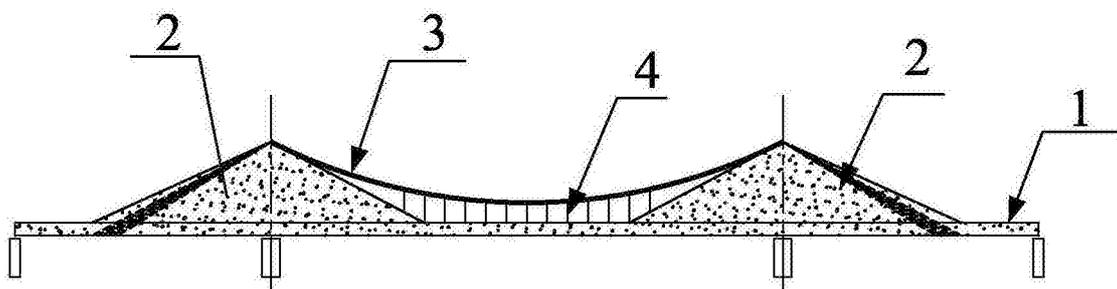


图2

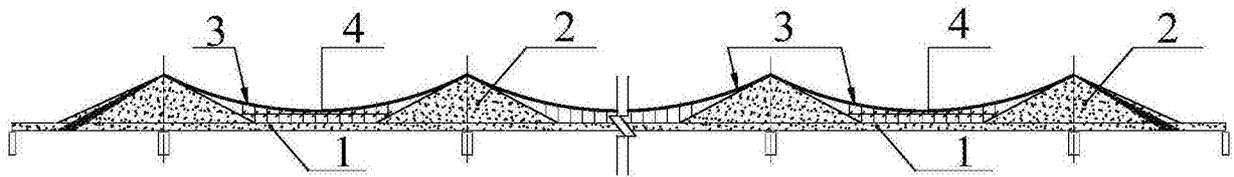


图3

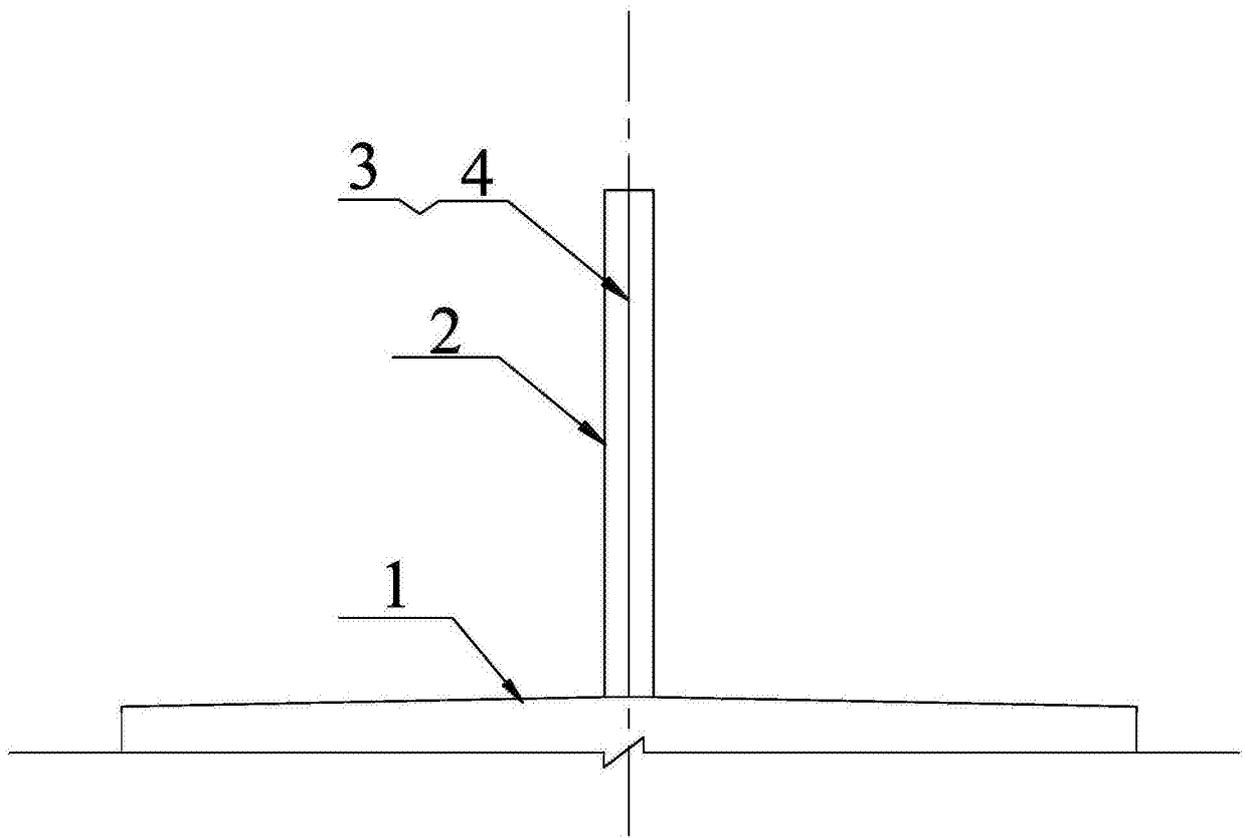


图4a

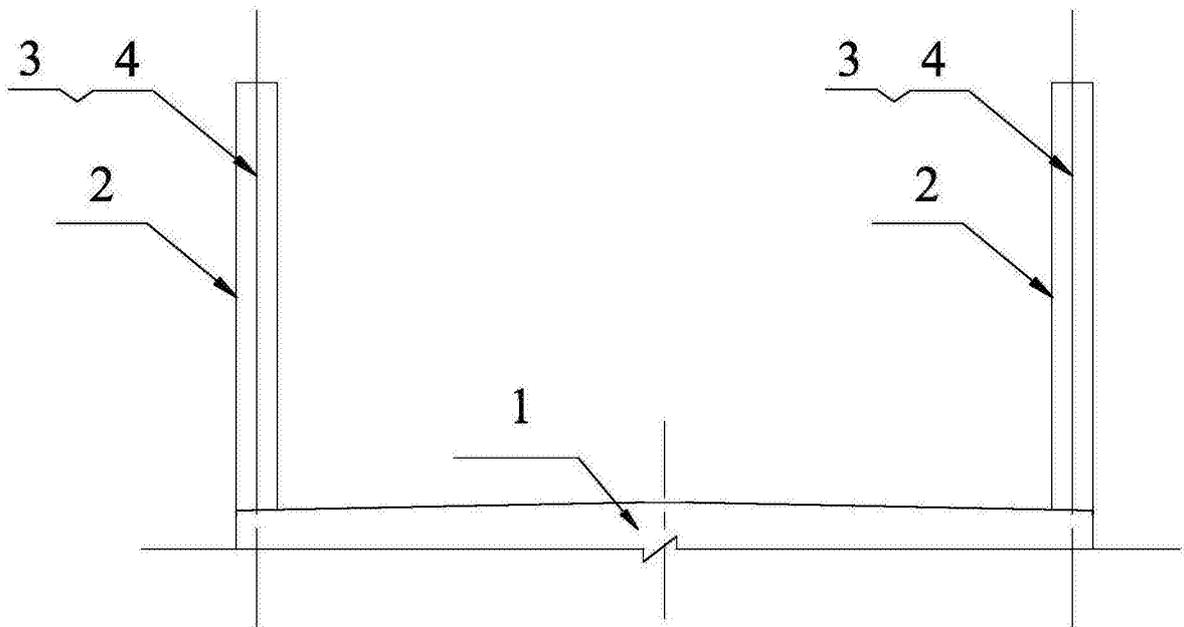


图4b

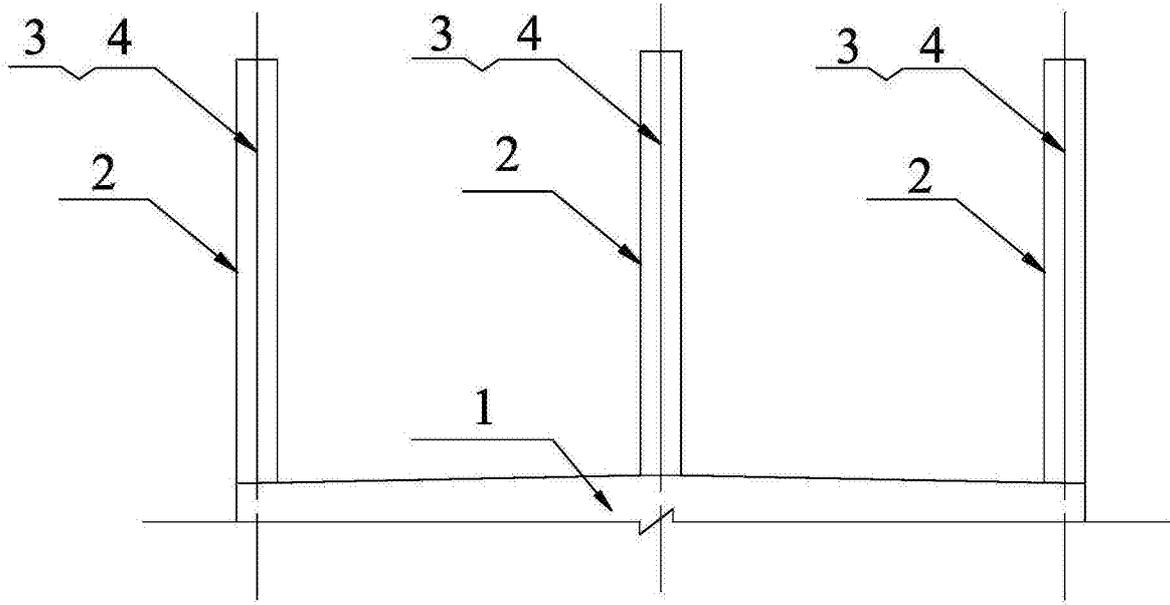


图4c

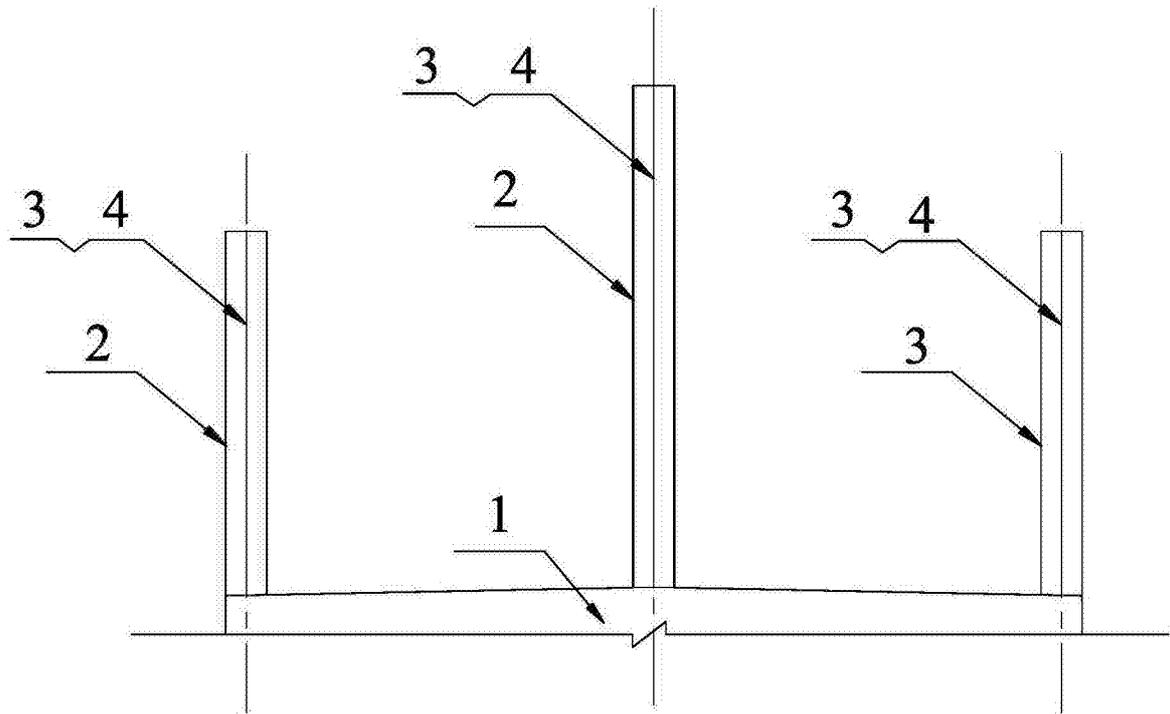


图4d

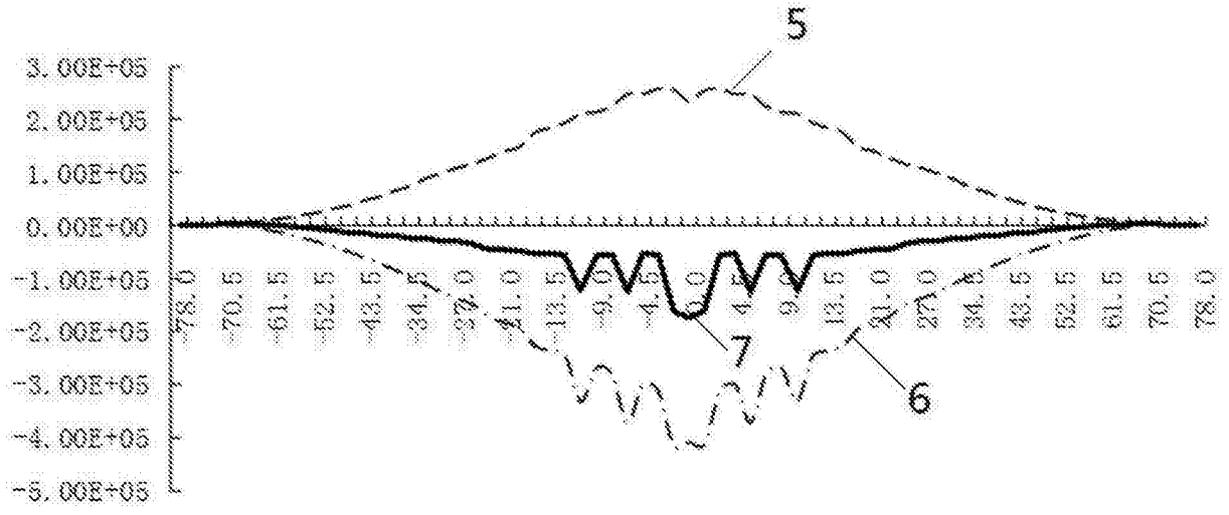


图5a

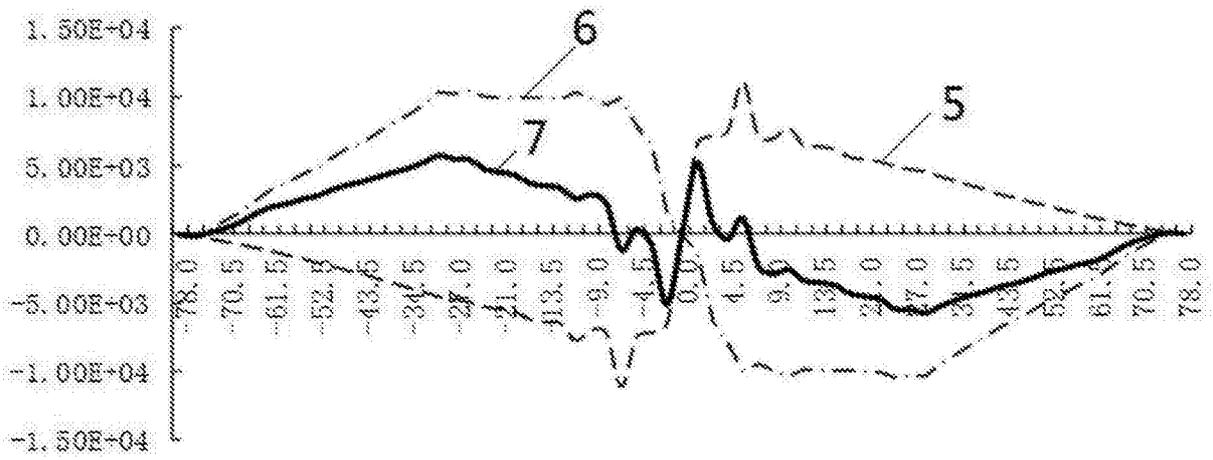


图5b

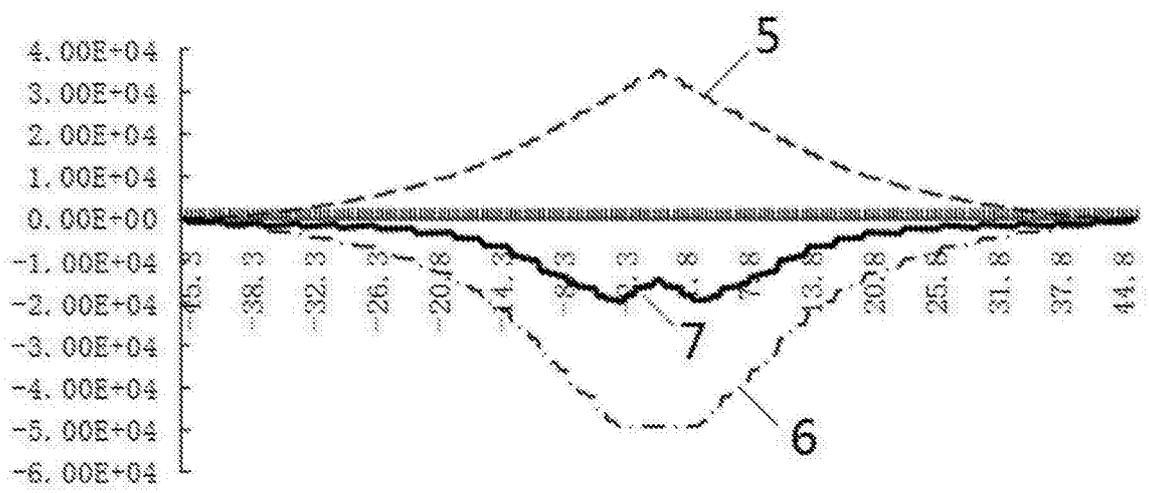


图6a

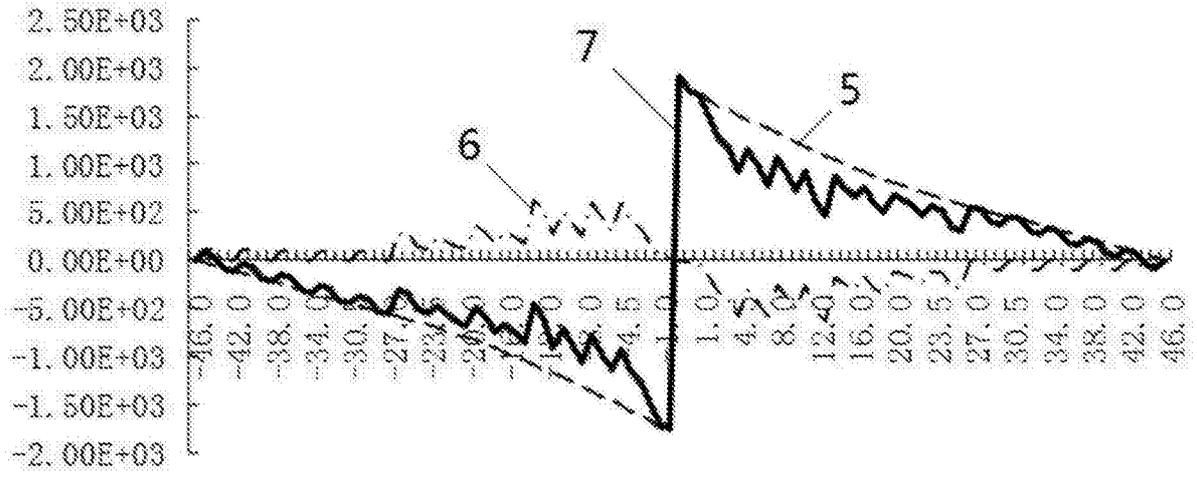


图6b