



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106400670 A

(43)申请公布日 2017.02.15

(21)申请号 201611071548.0

(22)申请日 2016.11.29

(71)申请人 湖南科技大学

地址 411201 湖南省湘潭市雨湖区石码头2号

(72)发明人 禹见达 张湘琦 于浩 彭剑
禹蒲阳

(74)专利代理机构 湘潭市汇智专利事务所(普通合伙) 43108

代理人 宋向红

(51)Int.Cl.

E01D 11/00(2006.01)

E01D 11/02(2006.01)

E01D 11/04(2006.01)

权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种悬索斜拉二次吊杆组合式大跨度桥结构

(57)摘要

本发明公开了一种悬索斜拉二次吊杆组合式大跨度桥结构。本发明的技术要点是，该组合式大跨度桥结构，其桥塔附近为斜拉结构、跨中为悬索结构，悬索结构的主缆中部通过吊杆与桥面主梁连接；斜拉结构中较长的斜拉索通过二次吊杆与所述悬索结构的主缆连接，并使该斜拉索的二次吊杆锚固点处于其上锚固点与下锚固点的连线上；在所述主缆与二次吊杆连接处，加装加劲吊杆连接主缆与桥面主梁。本发明通过二次吊杆将斜拉索与主缆连接，通过加劲吊杆将桥面与悬索连接，有效结合悬索的大跨度和斜拉索的大轴向刚度，提高了桥梁的跨越能力和抗风稳定性。



1. 一种悬索斜拉二次吊杆组合式大跨度桥结构，其桥塔附近为斜拉结构、跨中为悬索结构，悬索结构的主缆中部通过吊杆与桥面主梁连接；其特征在于：斜拉结构中较长的斜拉索通过二次吊杆与所述悬索结构的主缆连接，并使该斜拉索的二次吊杆锚固点处于其上锚固点与下锚固点的连线上；在所述主缆与二次吊杆连接处，加装加劲吊杆连接主缆与桥面主梁。

2. 根据权利要求1所述悬索斜拉二次吊杆组合式大跨度桥结构，其特征在于：所述二次吊杆锚固点位于斜拉索的中点处。

3. 根据权利要求1所述悬索斜拉二次吊杆组合式大跨度桥结构，其特征在于：所述加劲吊杆与桥面主梁垂直。

一种悬索斜拉二次吊杆组合式大跨度桥结构

技术领域

[0001] 本发明属于大跨度桥梁抗振结构技术领域,具体涉及一种悬索斜拉二次吊杆组合式大跨度桥结构。

背景技术

[0002] 为了跨越大江、大河,或深沟、峡谷,以及跨海连岛,所需要桥梁的跨度越来越大。现有跨度超过1000m的大桥结构形式包括有斜拉桥、悬索桥以及二者的组合。悬索和斜拉组合桥梁结构如图1所示,在桥塔附近采用斜拉索结构体系,而在跨中部分采用悬索结构体系。图1中,1表示左桥塔,2表示斜拉索,3表示主缆,4表示吊杆,5表示右桥塔,6表示桥面主梁。

[0003] 斜拉索在重力作用下,随着其长度的增加,其垂度也迅速增加,如图2所示。在相同的倾角(上、下锚固端连线与水平面的夹角)、索力和延米质量(单位长度索的质量)下,斜拉索的垂度f近似与跨度L的平方成正比,图2中,T表示斜拉索张力。当斜拉索较短时,其轴向刚度(上、下锚固端沿连线方向增加单位长度所需要的索力增加量)大,桥梁固有频率高,抗风稳定性好;而随着桥梁跨度的增大,斜拉索长度增加,斜拉索的垂度迅速增大,导致斜拉索的轴向刚度显著降低。斜拉索轴向刚度的降低将导致桥梁固有频率的降低,桥梁在风的作用下将极易发生各种风致振动,因此,斜拉桥的跨度达到1000m以后,很难继续增大。

[0004] 悬索桥采用两根巨大的主缆跨过两桥塔顶,吊杆将桥面荷载传递至主缆,主缆将所有桥面竖向荷载传递至桥塔。相对于斜拉桥,悬索桥的跨越能力更大,但悬索桥利用大垂度主缆承受桥梁竖向荷载,荷载沿主缆横向分布,主缆横向刚度小,因此悬索桥的固有频率更低,更易在风的作用下发生危险的大幅振动。现有悬索桥都需要采用各种外加抗风措施,抑制桥梁的风致振动。

[0005] 为了进一步增加桥梁的跨度和抗风稳定性,部分桥梁采用斜拉和悬索二者结合体系,即在桥塔附近采用斜拉索结构体系,而在跨中部分采用悬索结构体系。斜拉索的加入能增大悬索桥的抗扭和抗弯刚度,但随着斜拉索长度的增加,其轴向刚度同样显著降低,因此二者的简单组合并不能大幅提高桥梁的抗扭和抗弯刚度,因此很难提高桥梁的抗风稳定性,桥梁的跨越能力也很难提高,而一些特殊的地理环境需要有跨越能力更大的桥梁结构形式。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种能提高桥梁抗风稳定性的悬索斜拉二次吊杆组合式大跨度桥结构。

[0007] 本发明的上述目的是通过如下的技术方案来实现的:该悬索斜拉二次吊杆组合式大跨度桥结构,其桥塔附近为斜拉结构、跨中为悬索结构,悬索结构的主缆中部通过吊杆与桥面主梁连接;斜拉结构中较长的斜拉索通过二次吊杆与所述悬索结构的主缆连接,并使该斜拉索的二次吊杆锚固点处于其上锚固点与下锚固点的连线上;在所述主缆与二次吊杆

连接处,加装加劲吊杆连接主缆与桥面主梁。

[0008] 具体的,所述二次吊杆锚固点位于斜拉索的中点处。

[0009] 具体的,所述加劲吊杆与桥面主梁垂直。

[0010] 本发明的跨中为悬索结构、桥塔附近为斜拉结构,并且对于较长的斜拉索,通过二次吊杆与主缆连接,通过加劲吊杆将桥面与悬索连接,有效结合悬索的大跨度和斜拉索的大轴向刚度,提高了桥梁的跨越能力和抗风稳定性。本发明在悬索斜拉桥梁的基础上,采用二次吊杆和加劲吊杆,将悬索、斜拉体系高效结合,以很小的代价显著提高桥梁的刚度和抗风稳定性,为特大跨度桥梁设计提供了新的方法。

附图说明

[0011] 图1是现有的悬索和斜拉组合桥梁结构示意图。

[0012] 图2是现有桥梁斜拉索的受力分析图。

[0013] 图3是本发明实施例的结构示意图。

[0014] 图4是本发明桥梁斜拉索的受力分析图。

具体实施方式

[0015] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步详细的描述。

[0016] 参见图3,是本发明实施例的悬索斜拉二次吊杆组合式大跨度桥结构示意图,从图3中可见,左桥塔1和右桥塔5附近为斜拉结构、跨中为悬索结构,悬索结构的主缆3的中部通过吊杆4与桥面主梁6连接。从图3中还可见,左桥塔1和右桥塔5靠近跨中的斜拉结构中两根较长的斜拉索2分别通过两根二次吊杆7与悬索结构的主缆3连接,并使斜拉索2的二次吊杆锚固点处于斜拉索2的上锚固点与下锚固点的连线上;在主缆3与二次吊杆7的连接处,加装加劲吊杆8连接主缆3与桥面主梁6,加劲吊杆7与桥面主梁6垂直。

[0017] 本发明的原理如下:

[0018] 桥梁在大风作用下会发生扭转、弯曲等形式的大幅振动,并且随着桥梁跨度的增大,结构固有频率的降低,其发生大幅风致振动的可能性就越大。

[0019] 悬索桥采用主缆承担所有桥面荷载,主缆横向承担荷载,虽然承载能力大,但横向刚度小,桥梁固有频率低,易发生风致振动。

[0020] 斜拉桥由斜拉索轴向张拉承担桥面竖向荷载,当斜拉索较短时,斜拉索垂度小,近似为直线,其轴向刚度大,因而斜拉桥固有频率较高,不易发生风致振动。随着桥梁跨度的增大,斜拉索增长,斜拉索垂度f以斜拉索跨度L的平方增长,其轴向刚度显著降低,桥梁固有频率迅速降低,斜拉桥的抗风稳定性随跨度的增大而迅速减小。为了减小斜拉索的垂度,在斜拉索上增加二次吊杆,连接斜拉索和悬索主缆,使斜拉索的上、下锚固点与二次吊杆锚固点在同一条直线上,斜拉索的垂度显著降低,轴向刚度也显著提高,如图4所示。由于二次吊杆对斜拉索为横向加载,斜拉索的横向刚度很小,因此仅需要很小的力F(F远小于斜拉索张力T)就可将斜拉索的二次吊杆锚固点移动至斜拉索上、下锚固点的连线上。为减小悬索主缆变形影响斜拉索的线形,在二次吊杆与主缆连接处,加装加劲吊杆连接主缆与主梁,减小主缆与二次吊杆连接点的移动,如图3所示。

[0021] 由于斜拉索的垂度已经减小,斜拉索就可以更长,中间部分的悬索桥部分就可以

更短,与现有悬索斜拉桥梁体系相比,本发明的桥梁的固有频率更高,抗风稳定性更好,其跨度可以更大。同理,可以对更长的斜拉索采用多点二次吊杆,进一步增大斜拉索轴向刚度;对于较短的斜拉索,可只采用一根二次吊杆,二次吊杆锚固点最好位于斜拉索的中点处。

[0022] 以上实施例仅用于解释本发明,并不用于限定本发明,本发明还可以有其它的变形、变换和应用,比如:

- [0023] (1) 二次吊杆可采用不同的方向。
- [0024] (2) 二次吊杆可直接连接桥面。
- [0025] (3) 同一点连接多根加劲吊杆。
- [0026] (4) 在同一斜拉索上增加多处二次吊杆。
- [0027] (5) 完全取消悬索桥中部吊杆4。

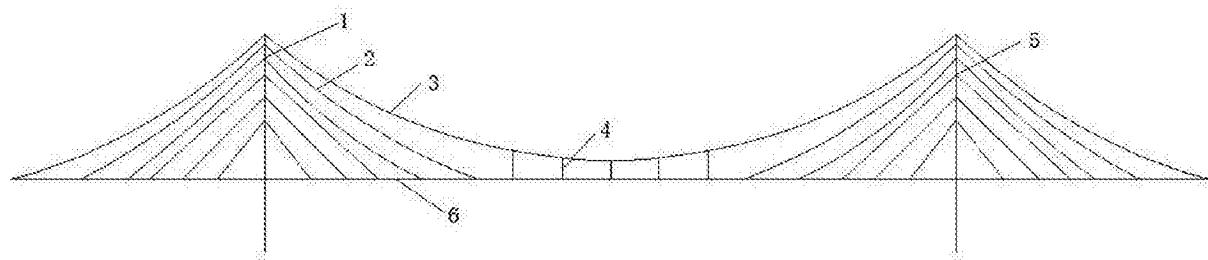


图1

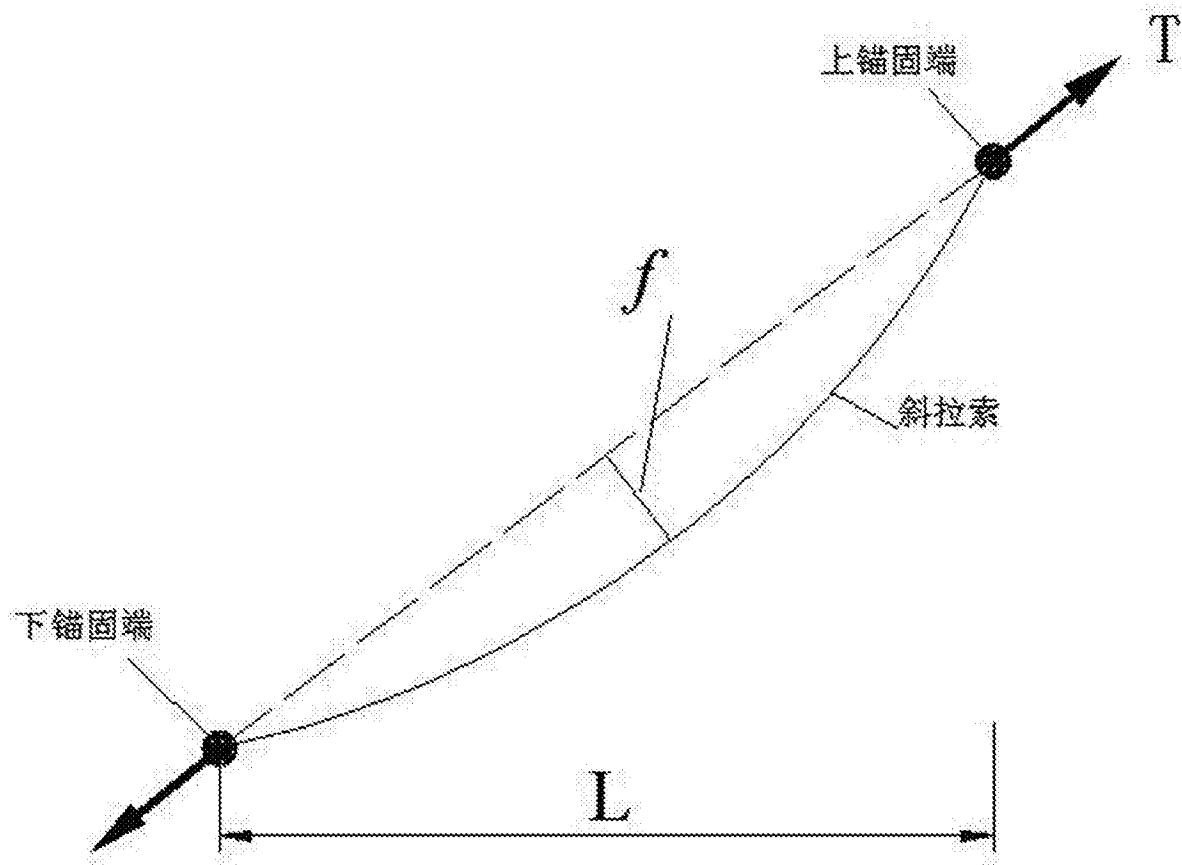


图2

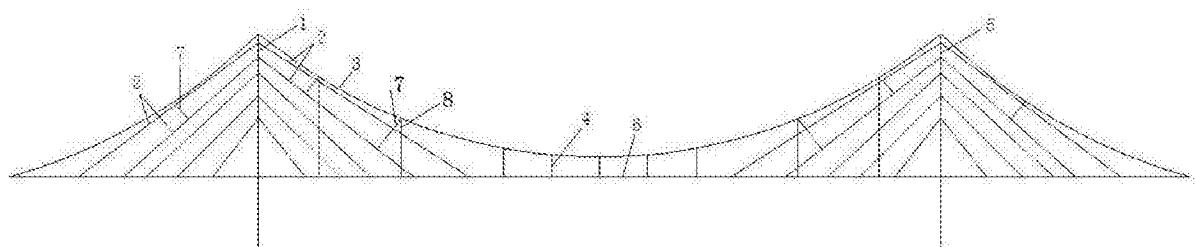


图3

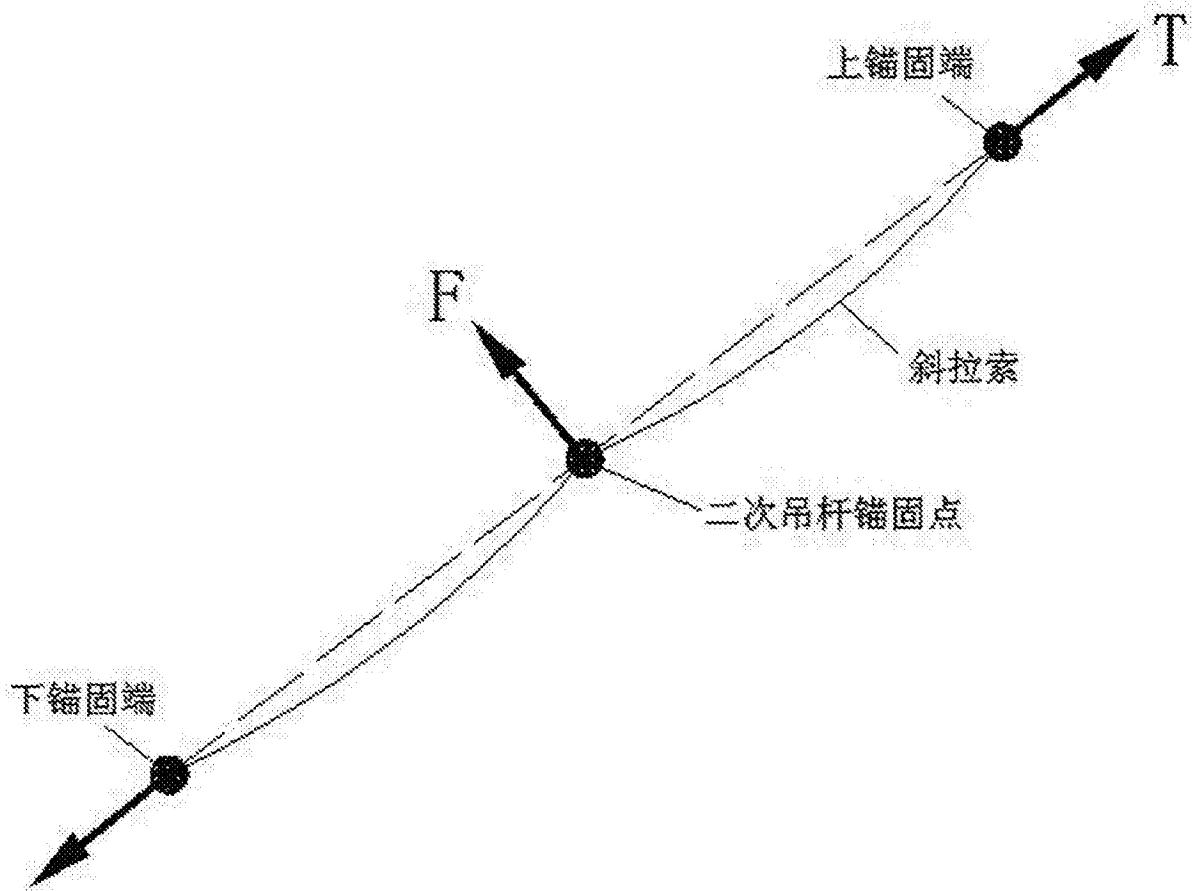


图4