(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 212103623 U
(45)授权公告日 2020.12.08

(21)申请号 202021990303.X

(22)申请日 2020.09.11

(73)专利权人 中交公路长大桥建设国家工程研究中心有限公司
地址 100088 北京市西城区黄寺大街23号北广大厦918
专利权人 佛山市顺德区工程建设中心
中交公路规划设计院有限公司

(72)发明人 康福军 郭峰 张伟 刘得运 胡远琳 程华东 李冲 过超 徐源庆 黄艳林 张精岳 王志强

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021
代理人 任岩

(51)Int.Cl.
E01D 11/04(2006.01)
E01D 19/00(2006.01)
E01D 19/02(2006.01)
E01D 19/04(2006.01)
E01D 19/14(2006.01)

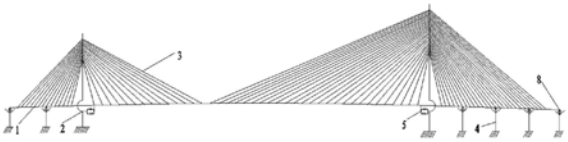
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54)实用新型名称

一种控制大跨度高低塔斜拉桥结构纵横向响应的体系结构

(57)摘要

本实用新型是有关于一种控制大跨度高低塔斜拉桥结构纵横向响应的体系结构，包括主梁、桥塔、斜拉索、桥墩、智能监测型限位阻尼装置、横向减震耗能抗风支座、竖向弹性支座和各向异性摩擦摆减隔震支座，其中：智能监测型限位阻尼装置，将主梁与桥塔纵向相连接；横向减震耗能抗风支座，将主梁与桥塔横向相连接；竖向弹性支座，将主梁与桥塔竖向相连接；各向异性摩擦摆减隔震支座，将主梁与桥墩相连接。本实用新型提出的控制大跨度高低塔斜拉桥结构纵横向响应的体系结构，为大跨度高低塔斜拉桥提供了附加刚度和附加阻尼，并有效地控制了静、动力荷载下结构变形和内力，降低梁端伸缩装置规模，并可预判桥梁运行状况，适用性强。



CN 212103623 U

1.一种控制大跨度高低塔斜拉桥结构纵横向响应的体系结构,其特征在于,包括主梁(1)、桥塔(2)、斜拉索(3)、桥墩(4)、智能监测型限位阻尼装置(5)、横向减震耗能抗风支座(6)、竖向弹性支座(7)和各向异性摩擦摆减隔震支座(8),其中:

智能监测型限位阻尼装置(5),将主梁(1)与桥塔(2)纵向相连接;

横向减震耗能抗风支座(6),将主梁(1)与桥塔(2)横向相连接;

竖向弹性支座(7),将主梁(1)与桥塔(2)竖向相连接;

各向异性摩擦摆减隔震支座(8),将主梁(1)与桥墩(4)相连接。

2.根据权利要求1所述的控制大跨度高低塔斜拉桥结构纵横向响应的体系结构,其特征在于,

所述智能监测型限位阻尼装置(5)是纵向设置于所述主梁(1)与所述桥塔(2)之间,其伸缩方向平行于桥面及所述主梁(1)的延伸方向;

所述智能监测型限位阻尼装置(5)是具有位移监测功能和限位功能的液体粘滞阻尼器,采用绝对位移传感器实现位移监测功能,采用高分子复合弹簧实现限位功能。

3.根据权利要求2所述的控制大跨度高低塔斜拉桥结构纵横向响应的体系结构,其特征在于,所述智能监测型限位阻尼装置(5)的外壁还设置有智能型绝对位移传感器,能够有效监测阻尼器的运行位置,对桥梁运行状况提供预判。

4.根据权利要求1所述的控制大跨度高低塔斜拉桥结构纵横向响应的体系结构,其特征在于,

所述横向减震耗能抗风支座(6)包括碟形弹簧和液体粘滞阻尼器;

所述横向减震耗能抗风支座(6)安装在横桥向的主梁(1)外侧与桥塔(2)内侧之间,将所述主梁(1)与所述桥塔(2)横向连接,所述横向减震耗能抗风支座(6)的伸缩方向垂直于所述主梁(1)的延伸方向,同时也垂直于所述桥塔(2)的延伸方向。

5.根据权利要求1所述的控制大跨度高低塔斜拉桥结构纵横向响应的体系结构,其特征在于,

所述竖向弹性支座(7)是竖向设置于所述主梁(1)与所述桥塔(2)之间,其伸缩方向垂直于桥面所在的平面;

所述竖向弹性支座(7)内部设置有碟形弹簧,竖向刚度取值由梁端扭转角度、支座反力决定。

6.根据权利要求1所述的控制大跨度高低塔斜拉桥结构纵横向响应的体系结构,其特征在于,所述各向异性摩擦摆减隔震支座(8)安装在所述主梁(1)与所述桥墩(4)之间,在地震作用下具有减隔震功能,其纵横向曲率半径和设计位移分别根据地震作用下的减隔震需求确定。

7.根据权利要求1所述的控制大跨度高低塔斜拉桥结构纵横向响应的体系结构,其特征在于,所述横向减震耗能抗风支座(6)的力-位移曲线为双折线型,根据横向三级控制设计确定刚度值,第一刚度为K_1,第二刚度为K_2,所述横向减震耗能抗风支座(6)的力-位移关系为:

$$F_j(t)=\begin{cases}\dfrac{K_1K_2}{K_1+K_2}x_s(t) & x_s(t)\le S\\ K_2x_s(t) & x_s(t)>S\end{cases}。$$

8.根据权利要求7所述的控制大跨度高低塔斜拉桥结构纵横向响应的体系结构，其特征在于，所述横向减震耗能抗风支座(6)为可变刚度型支座。

一种控制大跨度高低塔斜拉桥结构纵横向响应的体系结构

技术领域

[0001] 本实用新型涉及大跨度高低塔斜拉桥技术领域，尤其涉及一种控制大跨度高低塔斜拉桥结构纵横向响应的体系结构。

背景技术

[0002] 近年来，全球范围内地震活动频发，造成了大量的建筑结构破坏、人员伤亡及经济损失。作为交通运输枢纽的桥梁工程，一旦在地震中遭到严重破坏，不但会造成巨大的直接损失，而且给救灾工作带来极大的困难，并由此引起严重的次生灾害和环境破坏，对于特大型桥梁，还会引起极大的社会影响。因此，为了确保桥梁的安全性，尤其是位于地震较活跃地区的长大跨桥梁的抗震性能，必须对桥梁结构进行抗震性能设计，以提高其安全性。

[0003] 公路桥梁建设大跨度桥梁的抗震问题一直备受关注，国内外很多学者对大跨度桥梁的抗震设计及减震方法进行了研究。若桥梁在地震中一旦遭到破坏，将会造成巨大的生命财产损失。大跨度斜拉桥属于生命线工程，结构自振周期较长，在遭遇强烈地震时，主梁顺桥向位移较大，容易导致伸缩缝损伤甚至碰撞相邻引桥，严重时可致使引桥被撞落，进而影响震后桥梁的应急通行功能。因此，有效降低地震作用下梁端的地震位移响应，保证大跨度斜拉桥的抗震性能是设计中的决定性因素。

[0004] 在桥梁的运营过程中，车辆行驶、脉动风会导致梁端发生纵向运动，且累计位移长(远大于温度作用下梁端纵向累计位移)，假如不能有效控制主梁梁端位移，则会导致桥梁的伸缩缝、支座的使用寿命降低，维护成本大。因此，通过实时监测阻尼器的运行状况，增加智能监测装置，间接反映桥梁的运行状况，可以有效的对桥梁运行情况提供预判功能。

[0005] 在斜拉桥的常规设计中，主梁与桥塔、桥墩之间设置横向抗风支座。横向抗风支座为横向刚性支撑，在大风、地震等作用下，上述横向刚性支撑往往会引起主梁与桥塔的塔柱之间发生碰撞，并制约了主梁与桥塔、桥墩的相对运动，这种刚性约束体系结构通常使得斜拉桥的横向内力响应非常大，对抗风支座的吨位要求也很大，过渡墩、辅助墩及桩基础地震作用下横向地震作用下较难满足抗震性能要求。

[0006] 为了提高斜拉桥在汽车、温度、大风和地震等静力和动力作用下的纵横向受力性能，需要研究有效的体系结构保障桥梁的结构安全及功能要求。

实用新型内容

[0007] (一)要解决的技术问题

[0008] 针对上述技术问题，本实用新型的目的在于提供一种控制大跨度高低塔斜拉桥结构纵横向响应的体系结构。

[0009] (二)技术方案

[0010] 为了达到上述目的，本实用新型采用的技术解决方案如下：

[0011] 一种控制大跨度高低塔斜拉桥结构纵横向响应的体系结构，包括主梁 1、桥塔2、斜拉索3、桥墩4、智能监测型限位阻尼装置5、横向减震耗能抗风支座6、竖向弹性支座7和各

向异性摩擦摆减隔震支座8，其中：智能监测型限位阻尼装置5，将主梁1与桥塔2纵向相连接；横向减震耗能抗风支座6，将主梁1与桥塔2横向相连接；竖向弹性支座7，将主梁1 与桥塔2竖向相连接；各向异性摩擦摆减隔震支座8，将主梁1与桥墩4 相连接。

[0012] 在本实用新型的实施例中，所述智能监测型限位阻尼装置5是纵向设置于所述主梁1与所述桥塔2之间，其伸缩方向平行于桥面及所述主梁1 的延伸方向；所述智能监测型限位阻尼装置5是具有位移监测功能和限位功能的液体粘滞阻尼器，采用绝对位移传感器实现位移监测功能，采用高分子复合弹簧实现限位功能。

[0013] 在本实用新型的实施例中，所述智能监测型限位阻尼装置5的外壁还设置有智能型绝对位移传感器，能够有效监测阻尼器的运行位置，对桥梁运行状况提供预判。

[0014] 在本实用新型的实施例中，所述横向减震耗能抗风支座6包括碟形弹簧和液体粘滞阻尼器；所述横向减震耗能抗风支座6安装在横桥向的主梁1外侧与桥塔2内侧之间，将所述主梁1与所述桥塔2横向连接，所述横向减震耗能抗风支座6的伸缩方向垂直于所述主梁1的延伸方向，同时也垂直于所述桥塔2的延伸方向。

[0015] 在本实用新型的实施例中，所述竖向弹性支座7是竖向设置于所述主梁1与所述桥塔2之间，其伸缩方向垂直于桥面所在的平面；所述竖向弹性支座7内部设置有碟形弹簧，竖向刚度取值由梁端扭转角度、支座反力等因素决定。

[0016] 在本实用新型的实施例中，所述各向异性摩擦摆减隔震支座8安装在所述主梁1与所述桥墩4之间，在地震作用下具有减隔震功能，其纵横向曲率半径和设计位移分别根据地震作用下的减隔震需求确定，进行基于性能的减隔震设计。

[0017] 在本实用新型的实施例中，该体系结构通过所述智能监测型限位阻尼装置5、所述竖向弹性支座7和所述各向异性摩擦摆减隔震支座8，对大跨度高低塔斜拉桥的纵向静、动力响应进行三级控制，其中：第一级控制为：正常运营荷载(汽车、温度、活载风等)作用下，所述竖向弹性支座 7释放升降温工况、活载工况引起的支座拉压力，所述智能监测型限位阻尼装置5具有足够的行程适应温度荷载下产生的位移；第二级控制为：在静力最不利荷载工况下，所述智能监测型限位阻尼装置5中的限位装置发挥作用，限制梁端位移，减小伸缩装置规模；第三级控制为：在地震作用下，所述智能监测型限位阻尼装置5中的限位装置不发挥作用，阻尼器在其冲程范围内自由变形，和所述各向异性摩擦摆减隔震支座8一起发挥减震耗能作用。

[0018] 在本实用新型的实施例中，该体系结构通过所述横向减震耗能抗风支座6和所述各向异性摩擦摆减隔震支座8，对大跨度高低塔斜拉桥的横向静、动力响应进行三级控制，其中：第一级控制为：所述横向减震耗能抗风支座6正常运营状态时在其限位间隙s内提供一个较小的弹性刚度，在所述主梁1与所述桥塔2之间起到缓冲作用，保证所述主梁1能够有限活动且不影响桥面行车舒适性，所述各向异性摩擦摆减隔震支座8起固定作用，限制所述主梁1横向位移；第二级控制为：在百年横风作用下，所述主梁1的变形大于限位距离，所述横向减震耗能抗风支座6提供一个较大的弹性刚度，限制所述主梁1较大的横向变形，所述各向异性摩擦摆减隔震支座8不发生滑动，限制百年横风下的所述主梁1横向位移；第三级控制为：在地震作用下所述各向异性摩擦摆减隔震支座8发生滑动，起到摩擦耗能作用。

[0019] 在本实用新型的实施例中，所述横向减震耗能抗风支座6的力-位移曲线为双折线型，根据横向三级控制设计确定刚度值，第一刚度为K_1，第二刚度为K_2，所述横向减震耗能抗

风支座6的力-位移关系为：

[0020] $$F_j(t)=\begin{cases}\dfrac{K_1K_2}{K_1+K_2}x_s(t) & x_s(t)\le S\\ K_2x_s(t) & x_s(t)>S\end{cases}$$。

[0021] 在本实用新型的实施例中，所述横向减震耗能抗风支座6为可变刚度型支座。

[0022] (三)有益效果

[0023] 从上述技术方案可以看出，本实用新型提供的控制大跨度高低塔斜拉桥结构纵横向响应的体系结构，具有以下有益效果：

[0024] 1、本实用新型提供的控制大跨度高低塔斜拉桥结构纵横向响应的体系结构，塔梁间纵向设置有智能监测型限位阻尼装置，能够有效提高桥梁纵向刚度及阻尼，控制大跨度高低塔斜拉桥静、动力作用下梁端位移，减小伸缩装置的规模要求，改善结构静、动力作用下桥塔内力响应，并进行实时监测，有效预判桥梁运行状况。

[0025] 2、本实用新型提供的控制大跨度高低塔斜拉桥结构纵横向响应的体系结构，塔梁间横向设置有减震耗能抗风支座和墩梁间设置有各向异性摩擦摆减隔震支座，采用三阶段设计，能够控制活载风、温度作用下桥梁的横向变形和减小主梁和桥塔等内力响应，主梁与桥塔之间起到缓冲作用；在百年横风作用下，限制主梁的横向变形，改善结构受力性能，地震作用下墩梁的各向异性摩擦摆减隔震支座滑动，起到减震耗能作用。

[0026] 3、本实用新型提供的控制大跨度高低塔斜拉桥结构纵横向响应的体系结构，通过智能监测型限位阻尼装置、竖向弹性支座和各向异性摩擦摆减隔震支座，对大跨度高低塔斜拉桥纵向响应进行三级控制，通过横向减震耗能抗风支座、各向异性摩擦摆减隔震支座对大跨度高低塔斜拉桥横向响应进行三级控制，使大跨度高低塔斜拉桥各级受力明确、合理，提高结构设计的合理性和经济性。

[0027] 4、本实用新型提供的控制大跨度高低塔斜拉桥结构纵横向响应的体系结构，为大跨度高低塔斜拉桥提供了附加刚度和附加阻尼，并有效地控制了静、动力荷载下结构变形和内力，降低梁端伸缩装置规模，并可预判桥梁运行状况，适用性强。

附图说明

[0028] 本实用新型的上述和/或附加的方面和优点从结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解，其中：

[0029] 图1是依照本实用新型实施例的控制大跨度高低塔斜拉桥结构纵横向响应的体系结构的正视示意图；

[0030] 图2是依照本实用新型实施例的控制大跨度高低塔斜拉桥结构纵横向响应的体系结构的俯视示意图；

[0031] 图3是依照本实用新型实施例的控制大跨度高低塔斜拉桥结构纵横向响应的体系结构中主梁1与桥塔2横向连接的剖面示意图；

[0032] 图4是依照本实用新型实施例的控制大跨度高低塔斜拉桥结构纵横向响应的体系结构中减震耗能抗风支座6的力-位移本构关系示意图。

[0033] 附图标记：

[0034] 主梁1；桥塔2；斜拉索3；桥墩4；智能监测型限位阻尼装置5；横向减震耗能抗风支

座6;竖向弹性支座7;各向异性摩擦摆减隔震支座8。

具体实施方式

[0035] 为使本实用新型的目的、技术方案和优点更加清楚明白,以下结合具体实施例,并参照附图,对本实用新型进一步详细说明。

[0036] 下面详细描述本实用新型的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,仅用于解释本实用新型,而不能理解为对本实用新型的限制。

[0037] 在本实用新型的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本实用新型和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本实用新型的限制。此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个所述特征。在本实用新型的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0038] 在本实用新型的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本实用新型中的具体含义。

[0039] 在本实用新型的描述中,除非另有明确的规定和限定,第一特征在第二特征之“上”或之“下”可以包括第一和第二特征直接接触,也可以包括第一和第二特征不是直接接触而是通过它们之间的另外的特征接触。而且,第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”包括第一特征在第二特征正上方和斜上方,或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”包括第一特征在第二特征正下方和斜下方,或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0040] 下文的公开提供了许多不同的实施例或例子用来实现本实用新型的不同结构。为了简化本实用新型的公开,下文中对特定例子的部件和设置进行描述。当然,它们仅仅为示例,并且目的不在于限制本实用新型。此外,本实用新型可以在不同例子中重复参考数字和/或参考字母,这种重复是为了简化和清楚的目的,其本身不指示所讨论各种实施例和/或设置之间的关系。此外,本实用新型提供了的各种特定的工艺和材料的例子,但是本领域普通技术人员可以意识到其他工艺的应用和/或其他材料的使用。

[0041] 针对大跨度斜拉桥在汽车活载、温度、大风和地震等荷载作用下结构纵横向内力响应大、梁端纵向变形大和实时监测桥梁运行状况差的技术问题,本实用新型提供了一种改善大跨度斜拉桥结构响应、可实时监控桥梁运行状况并有效减小伸缩装置规模的控制大跨度高低塔斜拉桥结构纵横向响应的体系结构。

[0042] 如图1至图3所示，本实用新型提出的控制大跨度高低塔斜拉桥结构纵横向响应的体系结构，包括主梁1、桥塔2、斜拉索3、桥墩4、智能监测型限位阻尼装置5、横向减震耗能抗风支座6、竖向弹性支座7和各向异性摩擦摆减隔震支座8，其中：智能监测型限位阻尼装置5，将主梁1 与桥塔2纵向相连接；横向减震耗能抗风支座6，将主梁1与桥塔2横向相连接；竖向弹性支座7，将主梁1与桥塔2竖向相连接；各向异性摩擦摆减隔震支座8，将主梁1与桥墩4相连接。

[0043] 在本实用新型的一个实施例中，所述智能监测型限位阻尼装置5是纵向设置于所述主梁1与所述桥塔2之间，其伸缩方向平行于桥面及所述主梁1的延伸方向，如图1所示。所述智能监测型限位阻尼装置5是具有位移监测功能和限位功能的液体粘滞阻尼器，采用绝对位移传感器实现位移监测功能，采用高分子复合弹簧实现限位功能。

[0044] 在本实用新型的一个实施例中，所述智能监测型限位阻尼装置5的外壁还设置有智能型绝对位移传感器，能够有效监测阻尼器的运行位置，对桥梁运行状况提供预判。

[0045] 在本实用新型的一个实施例中，所述智能监测型限位阻尼装置5设置于纵向塔梁间，可减小汽车活载、纵风作用下的主梁纵向位移，地震作用下可发挥阻尼耗能，降低地震作用下主梁位移，减小地震作用下结构响应，且所述智能监测型限位阻尼装置5的外壁设有智能型绝对位移传感器，可有效实时监测阻尼器行程，对桥梁运行状况提供预判。

[0046] 在本实用新型的一个实施例中，本实用新型提供的控制大跨度高低塔斜拉桥结构纵横向响应的体系结构，通过设置在主梁1和桥塔2之间的智能监测型限位阻尼装置5，可以有效提高桥梁纵向刚度及阻尼，控制大跨度高低塔斜拉桥静、动力作用下梁端位移，减小伸缩装置规模的要求，减小结构静、动力作用下桥塔内力响应。

[0047] 在本实用新型的一个实施例中，所述横向减震耗能抗风支座6包括碟形弹簧和液体粘滞阻尼器；所述横向减震耗能抗风支座6安装在横桥向的主梁1外侧与桥塔2内侧之间，将所述主梁1与所述桥塔2横向连接，所述横向减震耗能抗风支座6的伸缩方向垂直于所述主梁1的延伸方向，同时也垂直于所述桥塔2的延伸方向，如图2和图3所示。

[0048] 在本实用新型的一个实施例中，所述横向减震耗能抗风支座6设置于横向塔梁间，可改善横向活载风/百年风、横向地震作用下主梁、桥塔等构件的受力性能。

[0049] 在本实用新型的一个实施例中，所述竖向弹性支座7是竖向设置于所述主梁1与所述桥塔2之间，其伸缩方向垂直于桥面所在的平面，如图3 所示。所述竖向弹性支座7内部设置有碟形弹簧，竖向刚度取值由梁端扭转角度、支座反力等因素决定。

[0050] 在本实用新型的一个实施例中，所述各向异性摩擦摆减隔震支座8安装在所述主梁1与所述桥墩4之间，各向异性摩擦摆减隔震支座8的伸缩方向垂直于桥面所在的平面，如图1所示。在地震作用下具有减隔震功能，其纵横向曲率半径和设计位移分别根据地震作用下的减隔震需求确定，进行基于性能的减隔震设计。所述各向异性摩擦摆减隔震支座8设置于墩梁间，地震作用下发挥减震耗能作用，可改善桥墩的受力性能。

[0051] 在本实用新型的一个实施例中，在主梁1和桥塔2之间纵向设置的智能监测型限位阻尼装置5，在静力作用下可以提供附加刚度增加结构刚度，在动力作用下(如地震)可以提供附加阻尼耗散地震能量，智能监测型限位阻尼装置5的个数及参数取决于三级控制设计。

[0052] 具体而言，本实用新型提出的控制大跨度高低塔斜拉桥结构纵横向响应的体系结构通过所述智能监测型限位阻尼装置5、所述竖向弹性支座7 和所述各向异性摩擦摆减隔

震支座8，对大跨度高低塔斜拉桥的纵向静、动力响应进行三级控制，其中：第一级控制为：正常运营荷载(汽车、温度、活载风等)作用下，所述竖向弹性支座7释放升降温工况、活载工况引起的支座拉压力，所述智能监测型限位阻尼装置5具有足够的行程适应温度荷载下产生的位移；第二级控制为：在静力最不利荷载工况下，所述智能监测型限位阻尼装置5中的限位装置发挥作用，限制梁端位移，减小伸缩装置规模；第三级控制为：在地震作用下，所述智能监测型限位阻尼装置5中的限位装置不发挥作用，阻尼器在其冲程范围内自由变形，和所述各向异性摩擦摆减隔震支座8一起发挥减震耗能作用。

[0053] 在本实用新型的一个实施例中，如图1和图3所示，本实用新型提出的控制大跨度高低塔斜拉桥结构纵横向响应的体系结构通过所述横向减震耗能抗风支座6和所述各向异性摩擦摆减隔震支座8，对大跨度高低塔斜拉桥的横向静、动力响应进行三级控制，其中：第一级控制为：所述横向减震耗能抗风支座6正常运营状态时在其限位间隙s内提供一个较小的弹性刚度，在所述主梁1与所述桥塔2之间起到缓冲作用，保证所述主梁 1能够有限活动且不影响桥面行车舒适性，所述各向异性摩擦摆减隔震支座8起固定作用，限制所述主梁1横向位移；第二级控制为：在百年横风作用下，所述主梁1的变形大于限位距离，所述横向减震耗能抗风支座6 提供一个较大的弹性刚度，限制所述主梁1较大的横向变形，所述各向异性摩擦摆减隔震支座8不发生滑动，限制百年横风下的所述主梁1横向位移；第三级控制为：在地震作用下所述各向异性摩擦摆减隔震支座8发生滑动，起到摩擦耗能作用。

[0054] 在本实用新型的一个实施例中，如图3所示，横向设置减震抗风支座 6安装在横桥向主梁1外侧与桥塔2内侧之间，将主梁1与桥塔2横向连接，减震耗能抗风支座6同时具有刚度和阻尼的功能，该减震耗能抗风支座6的力-位移曲线为双折线型，即横向减震耗能抗风支座6为可变刚度型支座，根据横向三级控制设计确定刚度值。

[0055] 在本实用新型的一个实施例中，如图4所示，横向减震耗能抗风支座 6的力-位移曲线为双折线型，根据横向三级控制设计确定刚度值，第一刚度为K_1，第二刚度为K_2，所述横向减震耗能抗风支座6的力-位移关系为：

[0056] $$F_j(t)=\begin{cases}\dfrac{K_1K_2}{K_1+K_2}x_s(t) & x_s(t)\le S\\ K_2x_s(t) & x_s(t)>S\end{cases}$$。

[0057] 在本实用新型的一个实施例中，如图1所示，各向异性摩擦摆减隔震支座8安装在主梁1与桥墩4之间，在地震作用下具有减隔震功能，其纵横向曲率半径和设计位移可分别根据地震作用下的减隔震需求确定，进行基于性能的减隔震设计。

[0058] 本实用新型提出的控制大跨度高低塔斜拉桥结构纵横向响应的体系结构，为大跨度高低塔斜拉桥提供了附加刚度和附加阻尼，并有效地控制了静、动力荷载下结构变形和内力，降低梁端伸缩装置规模，并可预判桥梁运行状况，适用性强。

[0059] 在本说明书的描述中，参考术语“一个实施例”、“某些实施例”、“示意性实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合所述实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本实用新型的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且，描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0060] 以上所述的具体实施例，对本实用新型的目的、技术方案和有益效果进行了进一

步详细说明，所应理解的是，以上所述仅为本实用新型的具体实施例而已，并不用于限制本实用新型，凡在本实用新型的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本实用新型的保护范围之内。

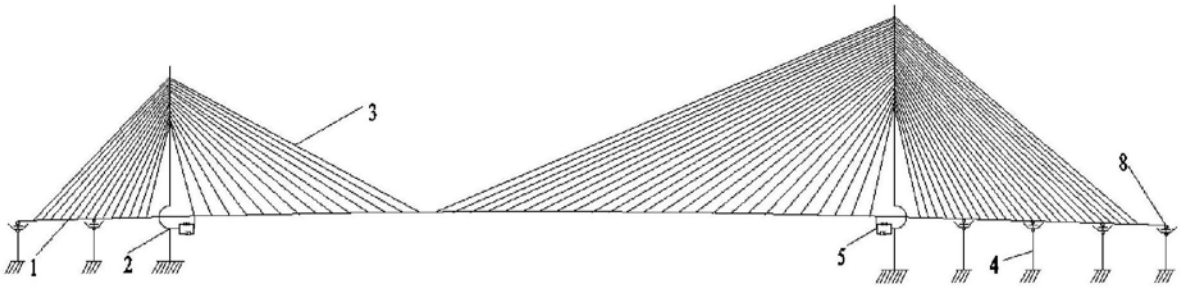


图1

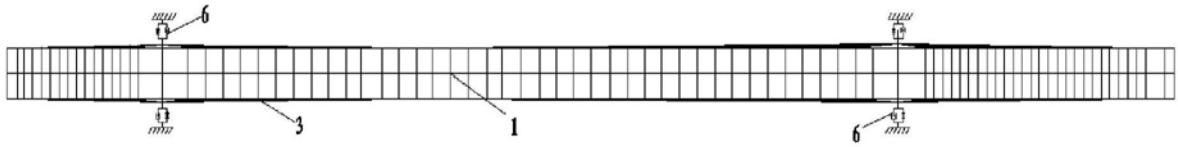


图2

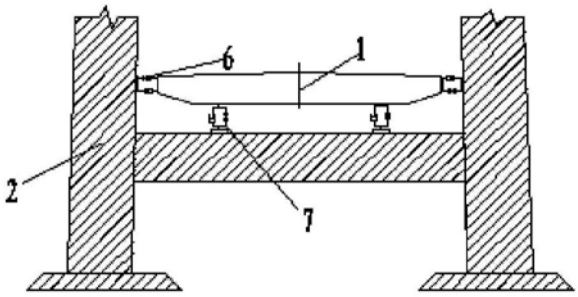


图3

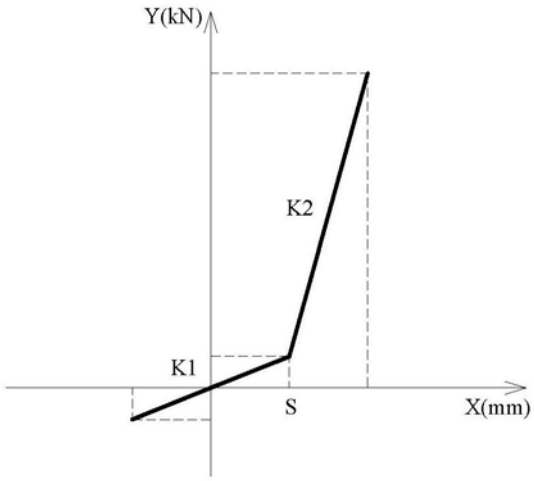


图4