



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116411520 A

(43) 申请公布日 2023. 07. 11

(21) 申请号 202310262314.8

(22) 申请日 2023.03.17

(71) 申请人 中建桥梁有限公司

地址 402265 重庆市江津区滨江新城清栖
路599号三层

申请人 中国建筑第六工程局有限公司

(72) 发明人 曹海清 赵磊 卢俊 李林挺
王新川 王伟 尤玉方

(74) 专利代理机构 北京艾纬铂知识产权代理有
限公司 16101

专利代理师 许姣

(51) Int. Cl.

E01D 21/00 (2006.01)

E01D 19/14 (2006.01)

E01D 101/28 (2006.01)

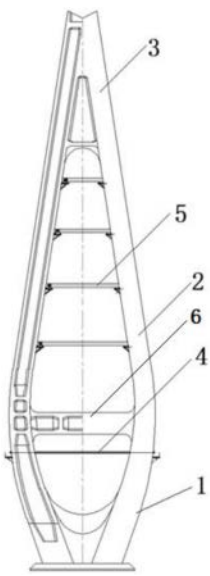
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

索塔塔柱线形施工控制方法

(57) 摘要

有鉴于此,本发明提供一种索塔塔柱线形施工控制方法,施工过程中通过横撑系统和对拉系统控制塔柱的线形,实现索塔的线形施工;且施工方便,能够减小横撑对索塔表面的影响。索塔包括下塔柱、中塔柱和上塔柱和下横梁;所述下横梁用于连接两个下塔柱;两个下塔柱从塔座起向外倾斜,在所述下塔柱施工过程中,在两个下塔柱之间设置水平对拉系统;所述下横梁以上的两根中塔柱向内倾斜,所述中塔柱施工过程中,在两根中塔柱之间沿高度方向设置多层横撑力可调的主动横撑系统;所述中塔柱施工过程中,对所述中塔柱的线形以及索塔应变进行实时监测,以进行横撑力的实时调节。



1. 索塔塔柱线形施工控制方法,其特征在于:所述索塔包括下塔柱、中塔柱和上塔柱和下横梁;所述下横梁用于连接两个下塔柱;

两个下塔柱从塔座起向外倾斜,在所述下塔柱施工过程中,在两个下塔柱之间设置水平对拉系统;

所述下横梁以上的两根中塔柱向内倾斜,所述中塔柱施工过程中,在两根中塔柱之间沿高度方向设置多层横撑力可调的主动横撑系统;所述中塔柱施工过程中,对所述中塔柱的线形以及索塔应变进行实时监测,以进行横撑力的实时调节。

2. 如权利要求1所述的索塔塔柱线形施工控制方法,其特征在于:所述中塔柱施工过程中,采用索塔应变和线形双控原则:在所述横撑系统所在位置的混凝土断面布置应变传感器,实时监测索塔应变;并设置观测点进行中塔柱线形的实时监测;同时实时监测所述横撑系统的横撑力;

所述中塔柱每施工一个节段,判断索塔应变和线形是否在设定要求范围内,若其中一项超过设定要求,则对所述横撑系统的横撑力进行调节。

3. 如权利要求1所述的索塔塔柱线形施工控制方法,其特征在于:所述水平对拉系统用于实现两个下塔柱之间的预应力对拉;施工时,在所述下塔柱上设定的水平对拉系统安装位置处的混凝土浇筑前,预埋PVC管道并安装锚板,待混凝土达到强度要求后从PVC管道穿入钢绞线,钢绞线贯穿两个下塔柱,延伸至下塔柱外壁面,一端与所述下塔柱外壁面固接,另一端在下塔柱外壁面对钢绞线进行张拉,使下塔柱线形和弯矩与设计值的差值在设定范围内,然后将具有预应力的钢绞线与所述下塔柱外壁面固接;所述水平对拉系统在下横梁施工完成后进行拆除。

4. 如权利要求3所述的索塔塔柱线形施工控制方法,其特征在于:在同一水平面内并列设置的两道水平对拉系统。

5. 如权利要求1所述的索塔塔柱线形施工控制方法,其特征在于:所述横撑系统包括:横撑钢管、固定端和调节端;

所述固定端和所述调节端分别设置在两个中塔柱的相对面上,所述横撑钢管的两端分别支撑在固定端和调节端上;

所述调节端包括设置在中塔柱上的第一预埋爬锥、第一施工平台、第一搁置架和千斤顶;

所述第一搁置架包括:钢板、斜撑槽钢和底撑槽钢;所述钢板按照中塔柱对应位置内侧曲线线形加工,使其能够贴合中塔柱内表面;并按照第一预埋爬锥位置间距在钢板上开孔,用于将第一搁置架固定在中塔柱上;所述底撑槽钢水平设置,一端与钢板的下端焊接;两个斜撑槽钢并列设置,一端与钢板的上端焊接,另一端与底撑槽钢的另一端焊接;施工时,利用高强螺栓将钢板固定于第一预埋爬锥;

所述第一施工平台通过高强螺栓固定于对应位置的第一预埋爬锥;

所述调节端包括设置在中塔柱上的第二预埋爬锥、第二施工平台和第二搁置架;其中所述第二施工平台通过高强螺栓固定于对应位置的第二预埋爬锥,第二搁置架的结构与所述第一搁置架结构相同;

所述横撑钢管的两端分别放置在固定端的第二搁置架和调节端的第一搁置架上;其中固定端的横撑钢管与第二搁置架固定;调节端的横撑钢管支撑在第一搁置架上,通过千斤

顶调节调节端的横撑钢管和塔柱之间的横撑力。

6. 如权利要求5所述的索塔塔柱线形施工控制方法, 其特征在于: 在所述调节端按照第一搁置架的钢板的坡面加工一节楔形钢垫与第一搁置架焊接, 即所述楔形钢垫的一端为与钢板的坡面一致的斜面, 另一端为竖直面;

在进行横撑力调节时, 所述千斤顶置于第一搁置架上, 千斤顶的一端与楔形钢垫的竖直面抵触, 另一端与横撑钢管端部钢板抵触, 利用千斤顶顶推横撑钢管, 当千斤顶的推力达到设计值时, 停止顶推; 然后测量横撑钢管端部钢板与楔形钢垫竖直面之间的间距, 按照测量的间距加工多根此长度的工字钢; 将加工好的工字钢放置在楔形钢垫与横撑钢管端部钢板之间, 对横撑钢管进行水平横撑, 即将工字钢的两端分别与横撑钢管端部的钢板以及楔形钢垫的竖直面焊接, 并取出千斤顶, 由此完成横撑力的调节。

7. 如权利要求5或6所述的索塔塔柱线形施工控制方法, 其特征在于: 每层并列设置两道横撑系统, 每层中的两道横撑系统位于同一水平面内。

8. 如权利要求7所述的索塔塔柱线形施工控制方法, 其特征在于: 每层中两道横撑系统与两个相对的中塔柱所形成的矩形面的四个角处设置斜撑钢管, 所述斜撑钢管的一端与所述横撑钢管固接, 另一端与所述中塔柱固接。

9. 如权利要求7所述的索塔塔柱线形施工控制方法, 其特征在于: 当每层并列设置两道横撑系统时, 为协调每个千斤顶受力均匀, 采用多次停顶核对压力及行程的方式, 使两台千斤顶同步。

索塔塔柱线形施工控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种索塔施工方法,具体涉及一种大倾角索塔塔柱线形施工方法,属于建筑施工技术领域。

背景技术

[0002] 索塔指的是悬索桥或斜拉桥支承主索的塔形构造物;在对索塔进行施工过程中,需对塔柱进行横撑,传统横撑有以下几种方法:第一,采用横向钢管支撑,此时塔柱施工过程中需在横向支撑位置预埋工字钢、钢筋等预埋件,然后将支撑钢管、支撑钢管附属结构与预埋件焊接,形成横向支撑;采用该方法对塔柱表面平整度有着严重影响,且后期预埋件锈蚀对索塔美观有着严重的影响,并会加快索塔保护层的破坏;第二,采用预应力钢绞线和钢管横撑,该方法工作量大,耗费人力,且施工进度慢;第三,采用膺架支撑的方法,该方法随着横向支撑高度的增加而膺架的搭设难度大大增加安全性大大降低。

发明内容

[0003] 有鉴于此,本发明提供一种索塔塔柱线形施工控制方法,施工过程中通过横撑系统和对拉系统控制塔柱的线形,实现索塔的线形施工;且施工方便,能够减小横撑对索塔表面的影响。

[0004] 本发明所采用的技术方案是:索塔塔柱线形施工控制方法:所述索塔包括下塔柱、中塔柱和上塔柱和下横梁;所述下横梁用于连接两个下塔柱;

[0005] 两个下塔柱从塔座起向外倾斜,在所述下塔柱施工过程中,在两个下塔柱之间设置水平对拉系统;

[0006] 所述下横梁以上的两根中塔柱向内倾斜,所述中塔柱施工过程中,在两根中塔柱之间沿高度方向设置多层横撑力可调的主动横撑系统;所述中塔柱施工过程中,对所述中塔柱的线形以及索塔应变进行实时监测,以进行横撑力的实时调节。

[0007] 作为本发明的一种优选方式,所述中塔柱施工过程中,采用索塔应变和线形双控原则:在所述横撑系统所在位置的混凝土断面布置应变传感器,实时监测索塔应变;并设置观测点进行中塔柱线形的实时监测;同时实时监测所述横撑系统的横撑力;

[0008] 所述中塔柱每施工一个节段,判断索塔应变和线形是否在设定要求范围内,若其中一项超过设定要求,则对所述横撑系统的横撑力进行调节。

[0009] 作为本发明的一种优选方式,所述水平对拉系统用于实现两个下塔柱之间的预应力对拉;施工时,在所述下塔柱上设定的水平对拉系统安装位置处的混凝土浇筑前,预埋PVC管道并安装锚板,待混凝土达到强度要求后从PVC管道穿入钢绞线,钢绞线贯穿两个下塔柱,延伸至下塔柱外壁面,一端与所述下塔柱外壁面固接,另一端在下塔柱外壁面对钢绞线进行张拉,使下塔柱线形和弯矩与设计值的差值在设定范围内,然后将具有预应力的钢绞线与所述下塔柱外壁面固接;所述水平对拉系统在下横梁施工完成后进行拆除。

[0010] 作为本发明的一种优选方式,在同一水平面内并列设置的两道水平对拉系统。

[0011] 作为本发明的一种优选方式,所述横撑系统包括:横撑钢管、固定端和调节端;

[0012] 所述固定端和所述调节端分别设置在两个中塔柱的相对面上,所述横撑钢管的两端分别支撑在固定端和调节端上;

[0013] 所述调节端包括设置在中塔柱上的第一预埋爬锥、第一施工平台、第一搁置架和千斤顶;

[0014] 所述第一搁置架包括:钢板、斜撑槽钢和底撑槽钢;所述钢板按照中塔柱对应位置内侧曲线线形加工,使其能够贴合中塔柱内表面;并按照第一预埋爬锥位置间距在钢板上开孔,用于将第一搁置架固定在中塔柱上;所述底撑槽钢水平设置,一端与钢板的下端焊接;两个斜撑槽钢并列设置,一端与钢板的上端焊接,另一端与底撑槽钢的另一端焊接;施工时,利用高强螺栓将钢板固定于第一预埋爬锥;

[0015] 所述第一施工平台通过高强螺栓固定于对应位置的第一预埋爬锥;

[0016] 所述调节端包括设置在中塔柱上的第二预埋爬锥、第二施工平台和第二搁置架;其中所述第二施工平台通过高强螺栓固定于对应位置的第二预埋爬锥,第二搁置架的结构与所述第一搁置架结构相同;

[0017] 所述横撑钢管的两端分别放置在固定端的第二搁置架和调节端的第一搁置架上;其中固定端的横撑钢管与第二搁置架固定;调节端的横撑钢管支撑在第一搁置架上,通过千斤顶调节调节端的横撑钢管和塔柱之间的横撑力。

[0018] 作为本发明的一种优选方式,在所述调节端按照第一搁置架的钢板的坡面加工一节楔形钢垫与第一搁置架焊接,即所述楔形钢垫的一端为与钢板的坡面一致的斜面,另一端为竖直面;

[0019] 在进行横撑力调节时,所述千斤顶置于第一搁置架上,千斤顶的一端与楔形钢垫的竖直面抵触,另一端与横撑钢管端部钢板抵触,利用千斤顶顶推横撑钢管,当千斤顶的推力达到设计值时,停止顶推;然后测量横撑钢管端部钢板与楔形钢垫竖直面之间的间距,按照测量的间距加工多根此长度的工字钢;将加工好的工字钢放置在楔形钢垫与横撑钢管端部钢板之间,对横撑钢管进行水平横撑,即将工字钢的两端分别与横撑钢管端部的钢板以及楔形钢垫的竖直面焊接,并取出千斤顶,由此完成横撑力的调节。

[0020] 作为本发明的一种优选方式,每层并列设置两道横撑系统,每层中的两道横撑系统位于同一水平面内。

[0021] 作为本发明的一种优选方式,每层中两道横撑系统与两个相对的中塔柱所形成的矩形面的四个角处设置斜撑钢管,所述斜撑钢管的一端与所述横撑钢管固接,另一端与所述中塔柱固接。

[0022] 作为本发明的一种优选方式,当每层并列设置两道横撑系统时,为协调每个千斤顶受力均匀,采用多次停顶核对压力及行程的方式,使两台千斤顶同步。

[0023] 有益效果:

[0024] (1) 本发明的施工过程中通过横撑系统和对拉系统控制塔柱的线形,能够实现索塔的线形施工。

[0025] (2) 本发明中的横撑系统在安装和拆除过程中,采用预埋爬锥固定施工平台和搁置架,预埋件拆除方便,对索塔表面无破坏。

[0026] (3) 本发明中通过设置预应力对拉的水平对拉系统能够避免下塔柱根部混凝土产

生较大的残余应力而开裂,减少水平分力的影响,从而减小塔柱根部外侧应力,将设计附加应力控制在设计允许范围之内。

[0027] (4) 本发明中,中塔柱施工过程中,采用索塔应变和线形双控原则,能够保证索塔在施工过程中控制截面拉应力小于设定值,线形符合设计要求。

[0028] (5) 本发明中的横撑系统安装、拆除方便,同时也保证了施工过程中的安全性。

附图说明

[0029] 图1和图2为实施例中索塔对拉系统和横撑系统布置示意图;

[0030] 图3为横撑系统结构示意图;

[0031] 图4为横撑系统调节端结构示意图;

[0032] 图5为横撑系统搁置架结构示意图。

[0033] 其中:1-下塔柱、2-中塔柱、3-上塔柱、4-水平对拉系统、5-横撑系统、6-下横梁、501-横撑钢管、502-固定端、503-施工平台、504-调节端、506-预埋爬锥、507-工字钢、508-千斤顶、509-楔形钢垫、510-搁置架、5101-钢板、5102-斜撑槽钢、5103-底撑槽钢。

具体实施方式

[0034] 下面结合附图和实例对本发明做进一步的详细说明。

[0035] 实施例1:

[0036] 如图1和图2所示,某索塔采用钻石型塔身,包括下塔柱1、中塔柱2和上塔柱3和下横梁6,塔柱总高(含塔冠)为152m。

[0037] 其中下塔柱1为位于塔座和下横梁6之间的部分,两个下塔柱1从塔座起向外倾斜,为避免下塔柱1根部混凝土产生较大的残余应力而开裂,需要在下塔柱1施工过程中,根据下塔柱1的斜率,在两个下塔柱1之间设置一定数量的水平对拉系统4来减少水平分力的影响,从而减小下塔柱1根部外侧应力,将设计附加应力控制在设计允许范围之内。

[0038] 而下横梁6以上的两根中塔柱2向内倾斜,为保证在施工过程中,中塔柱2内部附加应力及线形在设计允许范围内,需要沿高度方向设置多道主动横撑系统5,相邻横撑系统5之间的间距是中塔柱2在悬臂施工过程中,在混凝土自重、施工荷载及风荷载作用下,中塔柱2不产生裂缝(并有足够安全储备)的最大悬臂高度,该高度还要满足施工工艺及施工空间要求。

[0039] 本例中,在两个下塔柱1之间设置一道水平对拉系统4,在两个中塔柱2之间设置四道横撑系统5。其中水平对拉系统4设置在第7节+38.5m标高处,四道横撑系统5分别设置在+68.0m、+84.5m、+100.0m、+113.5m标高处。

[0040] 下塔柱1施工过程中,当施工至第8节塔柱期间,在+38.5m标高位置处进行水平对拉系统4的施工,以平衡下塔柱1自重产生的塔柱柱底附加弯矩,使下塔柱1根部混凝土截面应力不产生拉应力。本例中,水平对拉系统4用于实现两个下塔柱之间的预应力对拉;施工时,在水平对拉系统4安装位置处的混凝土浇筑前,预埋 $\Phi 70\text{mm}$ 的PVC管道并安装锚板,待混凝土达到强度要求后从PVC管道穿入钢绞线,钢绞线贯穿两个下塔柱1,延伸至下塔柱1外壁面,一端与下塔柱1外壁面固接,另一端在下塔柱1外壁面对钢绞线进行张拉,使下塔柱线形和弯矩与设计值的差值在设定范围内,然后将具有预应力的钢绞线与下塔柱外壁面1固接。

本方案中,在同一水平面内并列设置的两道钢绞线组,每道钢绞线组包括7根公称直径为15.2mm的钢绞线,抗拉强度标准值为1860MPa,弹性模量为 1.95×10^5 MPa。水平对拉系统4应在第8节塔柱混凝土浇筑前张拉完成。水平对拉系统4在下横梁6施工完成后进行拆除,拆除前,放松水平拉力并退锚。

[0041] 如图3-图5所示,中塔柱2施工过程中,当施工至横撑系统5的设计位置时,进行横撑系统5的施工。横撑系统5包括:横撑钢管501、固定端502和调节端504;固定端502和调节端504分别设置在两个中塔柱2的相对面上,横撑钢管501的两端分别支撑在固定端502和调节端504上。其中调节端504的中塔柱2上设置有预埋爬锥506、施工平台503和搁置架510。固定端502的中塔柱2上同样设置有预埋爬锥、施工平台和搁置架。

[0042] 其中预埋爬锥506作为预埋件,在中塔柱2浇筑至横撑系统5的设计位置进行预埋。施工平台503用来为操作人员安装横撑钢管501提供操作平台。

[0043] 搁置架510包括:钢板5101、斜撑槽钢5102和底撑槽钢5103;其中钢板5101按照中塔柱2对应位置内侧曲线线形加工,使其能够贴合中塔柱2内表面;并按照预埋爬锥506位置间距在钢板5101上开孔,用于将搁置架510固定在中塔柱2上。底撑槽钢5103水平设置,一端与钢板5101的下端焊接;两个斜撑槽钢5102并列设置,一端与钢板5101的上端焊接,另一端与底撑槽钢5103的另一端焊接。施工时,利用高强螺栓将钢板5101固定于预埋爬锥506。

[0044] 此外,将施工平台503利用高强螺栓将钢板5101固定于对应位置的爬锥506。

[0045] 横撑钢管501在现场施工平台按照对应位置处索塔中塔柱2之间的间距加工为合适长度,横撑钢管501两端各用一块钢板封堵焊接。

[0046] 在进行横撑系统5的施工时,操作人员在施工平台503上将搁置架510用高强螺栓固定在预埋爬锥506上,然后利用塔吊吊起横撑钢管501,使横撑钢管501的两端分别放置在固定端和调节端的搁置架510上;其中固定端,横撑钢管与搁置架固定,调节端,横撑钢管501支撑在搁置架510上,然后通过千斤顶508调节横撑钢管501和塔柱之间的主动横撑力。

[0047] 为实现通过千斤顶508进行主动横撑力的调节,在调节端504按照搁置架510的钢板5101的坡面加工一节楔形钢垫509与搁置架5101焊接,即楔形钢垫509的一端为与钢板5101的坡面一致的斜面,另一端为竖直面。在进行主动动力调节时,将千斤顶508置于搁置架510上,千斤顶508的一端与楔形钢垫的竖直面抵触,另一端与横撑钢管501端部钢板抵触,利用千斤顶508顶推横撑钢管501,当千斤顶508的推力达到设计值时,停止顶推;然后测量横撑钢管501端部钢板与楔形钢垫509竖直面之间的间距,按照测量的间距加工四根此长度的工字钢507;将四根加工好的工字钢507放置在千斤顶508的周围,对横撑钢管501进行水平横撑,即将工字钢507的两端分别与横撑钢管501端部的钢板以及楔形钢垫509的竖直面焊接,并取出千斤顶508,由此完成主动力的调节。

[0048] 同时,在中塔柱2的施工过程中,实时对中塔柱2的线形进行监测,以进行横撑力的实时调节。具体的:横撑力的调节采用索塔应变、线形双控原则,使索塔在施工过程中保证控制截面应变以及线形符合设计要求。基于此,在横撑系统5所在位置的混凝土断面布置应变传感器,实时监测索塔应变;并设置观测点进行中塔柱线形的实时监测(本例中监测设定的观测点的空间位置);同时千斤顶压力传感器测力,同时实时监测横撑系统的横撑力;每施工一个节段,判断截面应变和线形是否在设定要求范围内,若其中一项超过设定要求,则通过对应位置的横撑系统5中的千斤顶508进行横撑力的调节(进行横撑力的调节时,需拆

掉之前设置的工字钢507,重新放置千斤顶508进行横撑力的调节,调节到设定值后,重新依据当前尺寸安装工字钢507)。

[0049] 在完成索塔上塔柱3顶部合拢段的施工,并混凝土强度达到设计强度后,拆除索塔横撑系统5;横撑系统5的拆除顺序为:放松水平支撑力(即拆除工字钢507)→拆除横撑钢管501→拆除楔形钢垫509、搁置架510以及施工平台503→拆除预埋爬锥506;在拆除预埋爬锥506后,采用色泽与混凝土外观色泽一致的专用混凝土修复剂对爬锥孔进行封闭,以确保爬锥孔修复后混凝土表面无色差。

[0050] 实施例2:

[0051] 在上述实施例1的基础上,为保证中塔柱2受力均匀,每层并列设置两道横撑系统5,每层中的两道横撑系统5位于同一水平面内。

[0052] 同时为增加横撑系统5的稳定性,每层中两道横撑系统与两个相对的中塔柱所形成的矩形面的四个角处设置斜撑钢管,斜撑钢管的一端与所述横撑钢管固接,另一端与中塔柱固接。

[0053] 当每层并列设置两道横撑系统5时,为协调每个千斤顶508受力均匀,采用多次停顶核对压力及行程的方式,使两台千斤顶508同步,以免造成塔柱出现扭转现场。顶推过程中同步进行测量,观测两塔柱的位移变化变化情况、横撑钢管501的挠度。

[0054] 以上内容是结合具体的实施方式对本发明所作的进一步详细说明,不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干简单推演或替换,都应当视为属于本发明的保护范围。

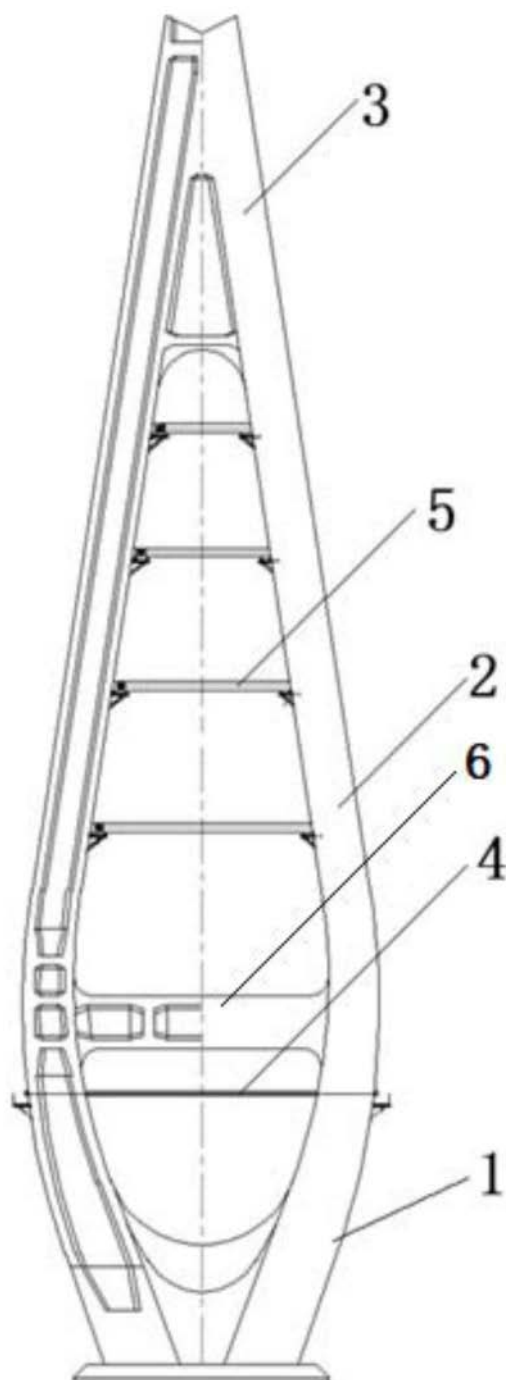


图1

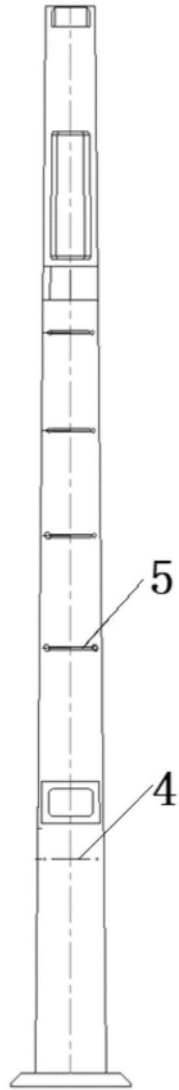


图2

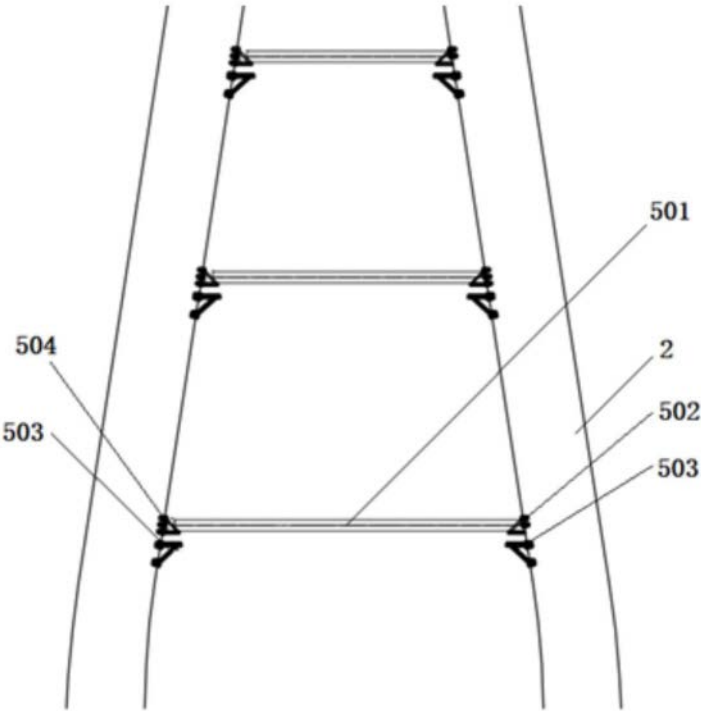


图3

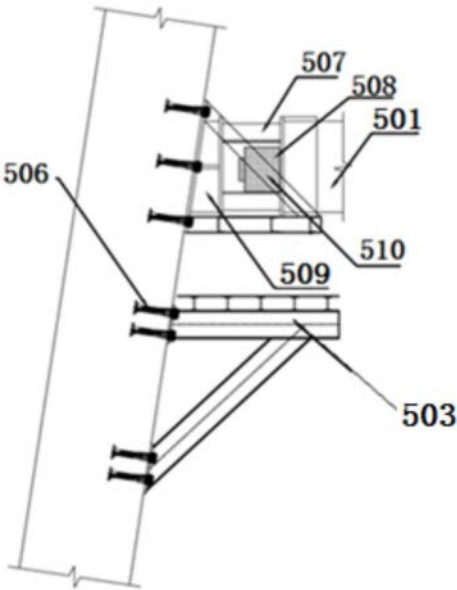


图4

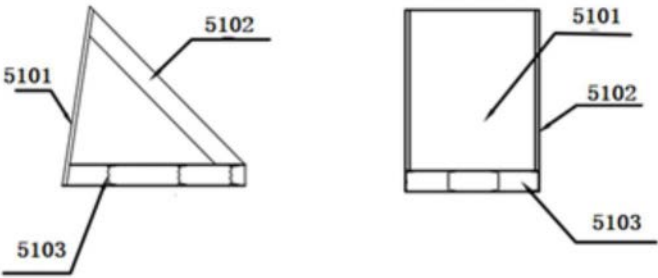


图5