



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114059828 B

(45) 授权公告日 2023. 10. 20

(21) 申请号 202111106358.9

G06F 17/11 (2006.01)

(22) 申请日 2021.09.22

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 114059828 A

CN 202401815 U, 2012.08.29

CN 204645793 U, 2015.09.16

CN 204609420 U, 2015.09.02

(43) 申请公布日 2022.02.18

CN 105317263 A, 2016.02.10

CN 201372599 Y, 2009.12.30

CN 111648637 A, 2020.09.11

(73) 专利权人 广东电网有限责任公司广州供电局

地址 510000 广东省广州市天河区天河南二路2号

CN 209212028 U, 2019.08.06

CN 207228750 U, 2018.04.13

CN 111734203 A, 2020.10.02

CN 103982076 A, 2014.08.13

(72) 发明人 朱强 俞涵 李淼 张记权

(74) 专利代理机构 广州知友专利商标代理有限公司 44104

专利代理师 侯莉

张伟等.长细比对轴压角钢承载力影响的数值分析.《低温建筑技术》.2011,(第08期),

滕京晟等.中欧标准计算输电塔角钢压稳承载力对比研究.《东北电力技术》.2019,(第09期),

李正良等.Q460等边单角钢压杆的局部屈曲.《沈阳工业大学学报》.2009,(第06期),

审查员 陈妍

(51) Int. Cl.

E04H 12/00 (2006.01)

E04H 12/18 (2006.01)

E04H 12/20 (2006.01)

E04H 12/22 (2006.01)

E02D 5/80 (2006.01)

权利要求书1页 说明书6页 附图7页

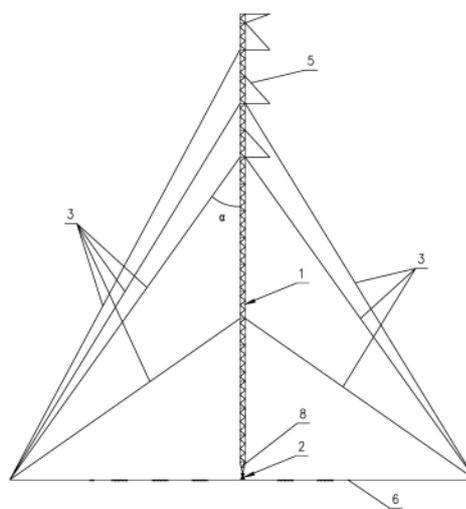
(54) 发明名称

拉线式模块化铝合金抢修塔及角铝构件稳定性计算方法

拉线承担,减少塔柱受力,减少材料用量;采用分段组装形式,各标准段可随意互换,组装快捷,连接牢固。

(57) 摘要

本发明公开了一种拉线式模块化铝合金抢修塔及角铝构件稳定性计算方法,包括塔柱、铰接支座、拉线和拉线基础,拉线分设于塔柱两侧,其一端与塔柱连接,另一端通过拉线基础固定在地面上,塔柱由塔柱主体与锥形段组成,锥形段上端与塔柱主体下端连接,下端固定在铰接支座上,塔柱主体由若干标准段在竖向上组装而成,标准段和锥形段均是采用铝合金角铝构件拼接而成的桁架结构。本发明构件少、重量轻、运输及组装方便,抢修速度快,在最短时间内恢复送电;受力简单、明确,具有较好整体稳定性,承载力强,可承受较大轴向压力,纵向、横向水平力都由



CN 114059828 B

1. 一种拉线式模块化铝合金抢修塔,其特征在于:它包括塔柱、铰接支座、拉线和拉线基础,所述拉线分设于所述塔柱的两侧,其一端与塔柱连接,另一端通过拉线基础固定在地面上,所述塔柱由塔柱主体与锥形段组成,所述锥形段的上端与塔柱主体的下端连接,而其下端固定在铰接支座上,所述塔柱主体由若干标准段在竖向上组装而成,所述标准段和锥形段均是采用铝合金角铝构件拼接而成的桁架结构;所述标准段由立体矩形框架和倾斜的腹杆组成,在立体矩形框架的其中一相对两侧面上分别设置至少两根腹杆,每根腹杆与立体矩形框架的侧杆连接;所述标准段的腹杆为斜杆,相邻两根腹杆的倾斜方向相反,所述腹杆与水平面呈45度夹角或与水平面呈30度夹角,或所述标准段的腹杆包括横杆和与之相邻设置的与水平面呈45度夹角的斜杆;所述锥形段由倒置的立体锥形框架和腹杆组成,所述腹杆包括与立体锥形框架的侧杆连接的横杆和斜杆,所述锥形段的下端通过连接结构与所述铰接支座相连;所述铰接支座包括上支座、固定在地面上的下支座、铰接螺栓和套管,所述上支座和下支座均主要由横板、一对竖板和加强板组成,该对竖板设于所述横板上,所述加强板位于所述横板和所述竖板之间,所述铰接螺栓穿过上支座和下支座的竖板端部,所述套管套于所述铰接螺栓的螺杆上且位于上支座和下支座的该对竖板之间,所述铰接螺栓的螺杆端部设有插销孔以便插销固定立起塔柱,再通过螺母套于铰接螺栓上拧紧而使塔柱保持于直立状态;所述连接结构包括固定座和固定部件,所述固定座是一倒置的棱台形筒体,所述固定座的下端焊接在所述上支座的横板上表面上,所述锥形段的下端位于所述固定座内,所述锥形段的侧杆下端与所述固定座的侧壁通过螺栓连接所述拉线基础包括拉棒和倾斜设置在地面下的拉线盘,所述拉线盘主要由底板和设于底板上的若干板条组成,所述板条在底板上分布为垂直交叉状,所述拉棒的两端分别通过花棒螺栓与拉线和板条连接;

铝合金角铝构件为非焊接单轴对称截面的轴心受压构件,对铝合金角铝构件的稳定性计算公式的折减系数进行考虑构件长细比影响的修正,修正后的铝合金角铝构件稳定性计算公式:

$$\varphi = (925\lambda + 100000) \times 10^{-5} \eta_e \eta_{\omega} \varphi$$
 式中: η_e 是修正系数,根据《铝合金结构设计规范》可计算得到; η_{ω} 是截面非对称系数,对于等边三角形截面而言接近于1,对此系数不作考虑; φ 是稳定系数; λ 是铝合金角铝构件长细比。

2. 根据权利要求1所述的拉线式模块化铝合金抢修塔,其特征在于:所述铝合金角铝构件采用7A04铝合金,且各相邻段之间采用防松动螺栓连接。

3. 根据权利要求2所述的拉线式模块化铝合金抢修塔,其特征在于:位于塔柱同侧的拉线固定在同一拉线盘上或者每根拉线固定在不同的拉线盘上。

拉线式模块化铝合金抢修塔及角铝构件稳定性计算方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种抢修塔,尤其涉及一种拉线式模块化铝合金抢修塔,还涉及该拉线式模块化铝合金抢修塔的角铝构件稳定性计算方法。

背景技术

[0002] 随着电网建设高速发展,以特高压输电线路为骨干网架的庞大复杂电网开始形成。输电线路路径长、覆盖广,局部走廊区段线路密集,输电线路之间或与高铁线路交叉跨越。架空线路沿途所经区域多为高原山区、雷害区、重冰区、大风区,自然环境恶劣、地质地形复杂、气候多变。受厄尔尼诺、拉尼娜等现象影响,极端天气灾害呈明显增多趋势。极端天气造成的雨雪冰冻、强风、暴雨、泥石流和山体滑坡等,均对电网构成威胁,可能发生断线倒塔事故,给电网公司造成重大的财产损失,同时给工农业生产和人民群众正常生活造成严重影响。随着社会经济发展和城市化进程的加快,道路、铁路、公共设施建设要求线路改造的实例越来越多,电网停电对工农业生产和居民生活的影响也日益扩大,通常需要架设临时输电通道。

[0003] 临时输电通道的抢修设备是抢修塔,其可以快速组立替代被损毁的永久塔,当永久塔修复完成后,再把导线从抢修塔移到新建的永久塔上,抢修塔被拆除储存直到下一次抢修使用。抢修塔被设计主要用于紧急抢险,也可以用于杆塔和导线的日常维护,避免使用起重机等其他昂贵设备。目前,电网系统对于线路抢修和架设临时线路有着迫切的现实需求,但是,现有的抢修塔存在着以下缺陷:

[0004] (1)抢修塔结构较重,结构单元的尺寸和重量没有充分考虑不同地形条件,运输和组装比较困难。

[0005] (2)抢修塔结构单元通用性较差,组装效率较低。

[0006] (3)使用条件受限制较多,在实际抢修工程中,使用概率较低。

[0007] (4)需要浇筑基础和加工临时杆塔,施工成本高、周期长。

[0008] (5)抢修塔使用完成后,临时线路和杆塔被废弃,不能重复利用,造成资源浪费。

发明内容

[0009] 本发明的第一个目的在于提供一种结构简单、重量轻、施工成本低、承载力强、运输及组装方便、可重复使用的拉线式模块化铝合金抢修塔。

[0010] 本发明的第一个目的通过以下的技术措施来实现:一种拉线式模块化铝合金抢修塔,其特征在于,它包括塔柱、铰接支座、拉线和拉线基础,所述拉线分设于所述塔柱的两侧,其一端与塔柱连接,另一端通过拉线基础固定在地面上,所述塔柱由塔柱主体与锥形段组成,所述锥形段的上端与塔柱主体的下端连接,而其下端固定在铰接支座上,所述塔柱主体由若干标准段在竖向上组装而成,所述标准段和锥形段均是采用铝合金角铝构件拼接而成的桁架结构。

[0011] 本发明为拉线塔,采用悬索结构,具有构件少、重量轻(最多两人就可搬运)、运输

及组装方便的优点,结构简单,施工成本低,施工抢修速度快,能够在最短的时间内恢复送电,减少停电时间,而且,本发明受力简单、明确,具有较好的整体稳定性,承载力强能够承受较大的轴向压力,纵向、横向水平力都由拉线承担,减少了塔柱角铝构件的受力,可充分利用材料的强度特性而减少材料用量,另外,本发明采用分段组装的形式,各标准段之间可随意互换,组装快捷,保证连接牢固可靠;本发明抢修塔使用完成后,可拆除储存,重复利用,节约资源。

[0012] 本发明抢修塔所承载的导线电压等级更高,荷载更大,因此,本发明所述铝合金角铝构件采用7A04铝合金,且各相邻段之间采用防松动螺栓连接。

[0013] 本发明所述标准段由立体矩形框架和腹杆组成,在立体矩形框架的其中一相对两侧面上分别设置至少两根腹杆,每根腹杆与立体矩形框架的侧杆连接。

[0014] 为使主材承载力利用率合理,同时控制斜材与横材规格达到降低塔重的目的,本发明所述标准段的腹杆为斜杆,相邻两根腹杆的倾斜方向相反,所述腹杆与水平面呈45度夹角或与水平面呈30度夹角,或所述标准段的腹杆包括横杆和与之相邻设置的与水平面呈45度夹角的斜杆。

[0015] 本发明所述锥形段由倒置的立体锥形框架和腹杆组成,所述腹杆包括与立体锥形框架的侧杆连接的横杆和斜杆,所述锥形段的下端通过连接结构与所述铰接支座相连。

[0016] 本发明所述铰接支座包括上支座、固定在地面上的下支座、铰接螺栓和套管,所述上支座和下支座均主要由横板、一对竖板和加强板组成,该对竖板设于所述横板上,所述加强板位于所述横板和所述竖板之间,所述铰接螺栓穿过上支座和下支座的竖板端部,所述套管套于所述铰接螺栓的螺杆上且位于上支座和下支座的该对竖板之间,所述铰接螺栓的螺杆端部设有插销孔以便插销固定立起塔柱,再通过螺母套于铰接螺栓上拧紧而使塔柱保持于直立状态。

[0017] 本发明所述连接结构包括固定座和固定部件,所述固定座是一倒置的棱台形筒体,所述固定座的下端焊接在所述上支座的横板上表面上,所述锥形段的下端位于所述固定座内,所述锥形段的侧杆下端与所述固定座的侧壁通过螺栓连接。

[0018] 本发明所述拉线基础包括拉棒和倾斜设置在地面下的拉线盘,所述拉线盘主要由底板和设于底板上的若干板条组成,所述板条在底板上分布为垂直交叉状,所述拉棒的两端分别通过花棒螺栓与拉线和板条连接。

[0019] 本发明位于塔柱同侧的拉线固定在同一拉线盘上或者每根拉线固定在不同的拉线盘上,由于拉线在塔柱两侧设有三层或四层,为了减小拉棒直径以及板条与拉棒连接荷载,本发明优先考虑采用各根拉线单独通过拉棒与拉线盘的金属板条连接,把同方向的各层拉线汇集到一个拉线盘上,根据所有拉线的合力选取适用的拉线盘。当地条件不允许时,可根据地形条件,灵活布置每根拉线的位置。拉线分开布置时,应根据每根拉线的拉力,选择小规格的拉线盘。

[0020] 本发明基础荷载小、立柱基础和拉线基础可以预制、造价便宜、跨度大、能适应各种复杂地形、易于架设等,从而使基面易于处理、加工、施工方便,加快建设进度。

[0021] 本发明的第二个目的在于提供一种上述拉线式模块化铝合金抢修塔的角铝构件稳定性计算方法,提出了修正局部屈曲折减系数的公式,提高计算公式准确性。

[0022] 本发明的第二个目的通过以下的技术措施来实现:一种上述拉线式模块化铝合金

抢修塔的角铝构件稳定性计算方法,其特征在于具体包括以下步骤:

[0023] S1、定义修正系数 ρ ,令 $\bar{\eta}_e = \rho \eta_e$,得: $\rho = \bar{\eta}_e / \eta_e$,对 $\bar{\eta}_e / \eta_e$ 与角铝构件长细比 λ 的函数关系进行拟合;其中, $\bar{\eta}_e$ 是局部稳定折减系数; η_e 是修正系数;

[0024] S2、得到 $\bar{\eta}_e / \eta_e$ 与角铝构件长细比 λ 的关系式:

$$\rho = \frac{\bar{\eta}_e}{\eta_e} = (925\lambda + 100000) \times 10^{-5} \text{ 公式(1);}$$

[0025] S3、计算修正系数 η_e ,代入公式(1),得到局部稳定折减系数 $\bar{\eta}_e$;

[0026] S4、将局部稳定折减系数 $\bar{\eta}_e$ 代入角铝构件的稳定性计算公式:

$$\bar{\varphi} = \bar{\eta}_e \eta_{as} \varphi \text{ 公式(2)}$$

式中, η_e 是截面非对称系数,对于等边三角形截面而言接近于1,对此系数不作考虑; φ 是稳定系数;

[0027] S5、得到修正后的角铝构件稳定性计算公式:

$$\bar{\varphi} = (925\lambda + 100000) \times 10^{-5} \eta_e \eta_{as} \varphi \text{ 公式(3)}$$

[0028] 与现有技术相比,本发明具有如下显著的效果:

[0029] (1)本发明为拉线塔,采用悬索结构,具有构件少、质量轻、运输及组装方便的优点,结构简单,施工成本低,施工抢修速度快,能够在最短的时间内恢复送电,减少停电时间。

[0030] (2)本发明受力简单、明确,具有较好的整体稳定性,承载力强能够承受较大的轴向压力,纵向、横向水平力都由拉线承担,减少了塔柱角铝构件的受力,可充分利用材料的强度特性而减少材料用量。

[0031] (3)本发明采用分段组装的形式,各标准段之间可随意互换,组装快捷,保证连接牢固可靠;本发明抢修塔使用完成后,可拆除储存,重复利用,节约资源。

[0032] (4)本发明基础荷载小、立柱基础和拉线基础可以预制、造价便宜、跨度大、能适应各种复杂地形、易于架设等,从而使基面易于处理、加工、施工方便,加快建设进度。

[0033] (5)本发明提出了铝合金应用在抢修塔中的设计计算方法,提出了修正局部屈曲折减系数的公式,可以提高计算公式准确性。

附图说明

[0034] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步的详细说明。

[0035] 图1是本发明的整体结构示意图;

[0036] 图2是本发明标准段的结构示意图(3米段);

[0037] 图3是本发明标准段的结构示意图(1米段);

[0038] 图4是本发明标准段的俯视图;

[0039] 图5是本发明锥形段与铰接支座连接的结构示意图;

[0040] 图6是本发明铰接支座的上支座结构示意图之一;

[0041] 图7是本发明铰接支座的上支座结构示意图之二;

- [0042] 图8是本发明铰接支座的下支座结构示意图之一；
- [0043] 图9是本发明铰接支座的下支座结构示意图之二；
- [0044] 图10是本发明拉线盘与拉棒连接的结构示意图；
- [0045] 图11是本发明拉线盘的结构示意图；
- [0046] 图12和图13是本发明其它实施例标准段的结构示意图；
- [0047] 图14是本发明角铝构件稳定性计算方法 $\bar{\eta}_e / \eta_e$ 与角铝构件长细比 λ 的函数关系拟合曲线图。

实施方式

[0048] 如图1~11所示,是本发明一种拉线式模块化铝合金抢修塔,它包括塔柱1、铰接支座2、拉线3、拉线基础4和承载导线的横担5,拉线3的一端与塔柱1连接,另一端通过拉线基础4固定在地面6上,拉线3对称设于塔柱1两侧的有三层,其中一侧是四层拉线,最上层拉线对地夹角 α 为 60° ,平地对地夹角 45° 。对拉线塔体系进行受力分析,拉线提供体系垂直与顺线路方向反力,同时给塔柱施加压力;拉线对地夹角越大,施加的压力越大。塔柱1的下端固定在铰接支座2上,塔柱1由塔柱主体与锥形段8组成,锥形段8的上端与塔柱主体的下端连接,而其下端固定在铰接支座2上,塔柱主体由若干标准段7在竖向上组装而成,标准段和锥形段8均是采用铝合金角铝构件通过螺栓拼接而成的桁架结构,铝合金角铝构件具体采用7A04铝合金,标准段和标准段之间、标准段与锥形段8之间均为螺栓连接。标准段包括3米段的标准段7(参见图2)和1米段的标准段9(参见图3),3米段的标准段7组装成塔柱的主要塔段,1米段的标准段9用来调节不同呼高和塔高。

[0049] 本实施例的标准段是按照1米平行轴计算稳定承载力的斜材布置形式。标准段由立体矩形框架和腹杆11组成,在立体矩形框架的其中一相对两侧面上分别设置至少两根腹杆11,腹杆11为斜杆,腹杆与水平面呈 45° 夹角,相邻两根腹杆11的倾斜方向相反。在本实施例中,3米段的标准段7的每个侧面设置6根腹杆11,1米段的标准段9的每个侧面设置2根腹杆11,每根腹杆11与立体矩形框架的侧杆10通过螺栓连接。在标准段的两端设有连接立体矩形框架两对角的连接杆12,连接杆12为铝合金角铝杆件。标准段的侧杆向上延伸通过防松动螺栓连接上方的标准段。

[0050] 在其它实施例中,图12所示为主材按照1米最小轴计算稳定承载力的斜材布置形式,标准段的腹杆包括横杆和与之相邻设置的与水平面呈 45° 夹角的斜杆。图13所示为主材按照2米平行轴计算稳定承载力的斜材布置形式,腹杆与水平面呈 45° 夹角。

[0051] 锥形段8由倒置的立体锥形框架和腹杆11组成,腹杆11包括与立体锥形框架的侧杆13连接的横杆和斜杆,锥形段8的下端通过连接结构与铰接支座2相连,锥形段8的立体锥形框架的侧杆上端连接角铝构件,该角铝构件的上部竖直,其通过防松动螺栓连接上方的标准段。

[0052] 参见图5~9,铰接支座2由Q420高强度钢板焊接,铰接支座2包括上支座14、固定在地面上的下支座15、铰接螺栓和套管(没有画出),上支座14和下支座15均主要由横板16、一对竖板17和加强板18组成,该对竖板17设于横板16上,加强板18位于横板16和竖板17之间,上支座14的竖板端部开孔19和下支座15的竖板端部开孔20相对应,铰接螺栓穿过上支座14的竖板端部开孔19和下支座15的竖板端部开孔20,套管套于铰接螺栓的螺杆上且位于上支座

14和下支座15的该对竖板17之间,下支座15的横板16固定在地面上,铰接螺栓的螺杆端部设有插销孔以便插销固定立起塔柱1,再通过螺母套于铰接螺栓上拧紧而使塔柱1保持于直立状态。销轴采用42GrMo合金钢。铰接支座允许自由转动和均布荷载。

[0053] 在本实施例中,连接结构包括固定座21和固定部件,固定座21是一倒置的棱台形筒体,固定座21的下端焊接在上支座14的横板16上表面上,锥形段8的下端位于固定座21内,锥形段8的侧杆13下端与固定座21的侧壁通过固定部件(螺栓)连接。

[0054] 参见图10、11,拉线3通过拉线基础4固定在地面6上,拉线基础4包括拉棒22和锚固在地面6下的拉线盘23,拉线盘23倾斜设置,它主要由底板24和设于底板24上的若干板条25组成,板条25在底板24上分布为垂直交叉状,拉棒22的两端分别通过花棒螺栓26与拉线3和板条25连接。

[0055] 在本实施例中,位于塔柱1同侧的3根拉线3固定在同一拉线盘23上,由于拉线在塔柱两侧设有三层或四层,为了减小拉棒直径以及板条与拉棒连接荷载,本发明优先考虑采用各根拉线单独通过拉棒与拉线盘的金属板条连接,把同方向的各层拉线汇集到一个拉线盘上,根据所有拉线的合力选取适用的拉线盘。当地条件不允许时,可根据地形条件,灵活布置每根拉线的位置。拉线分开布置时,每根拉线固定在不同的拉线盘上,应根据每根拉线的拉力,选择小规格的拉线盘。

[0056] 另外,本申请人通过试验,将角铝构件稳定性试验值和理论计算值进行对比,分析和计算后发现:采用《铝合金结构设计规范》计算得到的结果对于大截面的试件而言稍稍低估,而对于小截面的试件,理论值远小于试验值。分析原因,《规范》对轴心受压铝合金试件的整体稳定计算中考虑了局部失稳对于稳定承载力的折减,越是板件宽厚比大的试件,折减得越厉害。通过试验可以发现,宽厚比超限对长柱影响小,而对短柱影响大,然而这个折减系数与长细比无关。

[0057] 现行《铝合金结构设计规范》考虑局部屈曲的影响,仅考虑宽厚比的影响而不考虑长细比的影响,对构件稳定承载力进行折减,与试验值差别较大,大长细比构件(100长细比)的承载力试验值比规范计算值大一倍左右。有必要对稳定计算公式的折减系数进行考虑构件长细比影响的修正。

[0058] 一种上述拉线式模块化铝合金抢修塔的角铝构件稳定性计算方法,角铝构件为非焊接单轴对称截面的轴心受压构件,具体包括以下步骤:

[0059] S1、定义修正系数 ρ ,令 $\bar{\eta}_e = \rho \eta_e$,得: $\rho = \bar{\eta}_e / \eta_e$,对 $\bar{\eta}_e / \eta_e$ 与角铝构件长细比 λ 的函数关系进行拟合,参见图14;其中, $\bar{\eta}_e$ 是局部稳定折减系数; η_e 是修正系数;

[0060] S2、得到 $\bar{\eta}_e / \eta_e$ 与角铝构件长细比 λ 的关系式:

$$\rho = \frac{\bar{\eta}_e}{\eta_e} = (925\lambda + 100000) \times 10^{-5} \text{ 公式(1);}$$

[0061] S3、根据《铝合金结构设计规范》可计算得到修正系数 η_e ,代入公式(1),得到局部稳定折减系数 $\bar{\eta}_e$;

[0062] S4、将局部稳定折减系数 $\bar{\eta}_e$ 代入角铝构件的稳定性计算公式:

$$\bar{\varphi} = \bar{\eta}_e \eta_{as} \varphi \text{ 公式(2)}$$

式中， η_e 是截面非对称系数，对于等边三角形截面而言接近于1，对此系数不作考虑； φ 是稳定系数；

[0063] S5、得到修正后的角铝构件稳定性计算公式：

$$\bar{\varphi} = (925\lambda + 100000) \times 10^{-5} \eta_e \eta_{as} \varphi \text{ 公式(3)}。$$

[0064] 本发明的实施方式不限于此，根据本发明的上述内容，按照本领域的普通技术知识和惯用手段，在不脱离本发明上述基本技术思想前提下，本发明还可以做出其它多种形式的修改、替换或变更，均落在本发明权利保护范围之内。

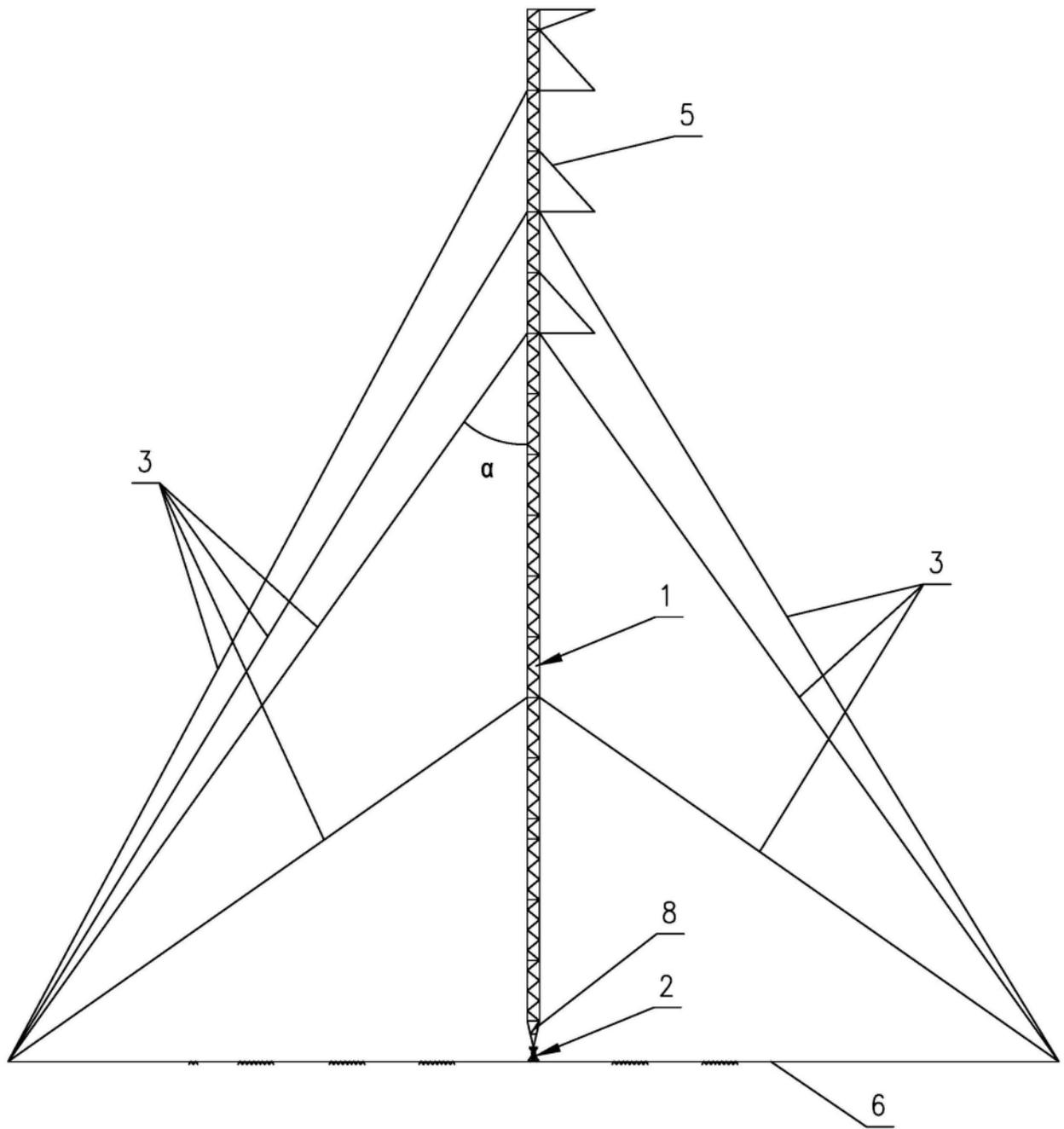


图1

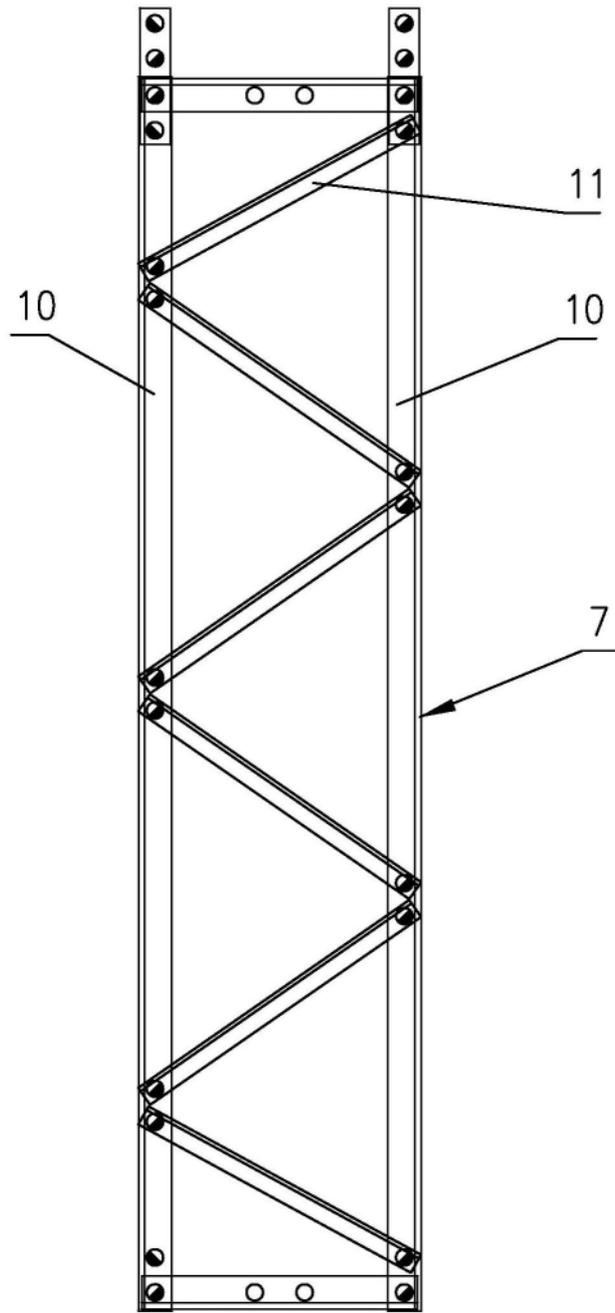


图2

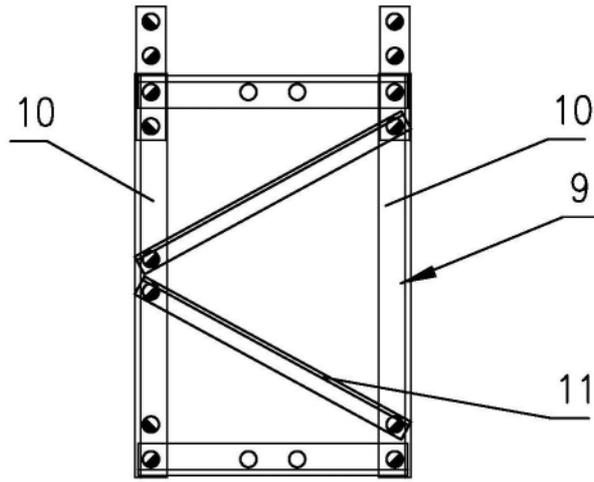


图3

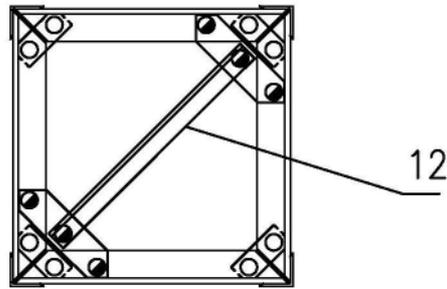


图4

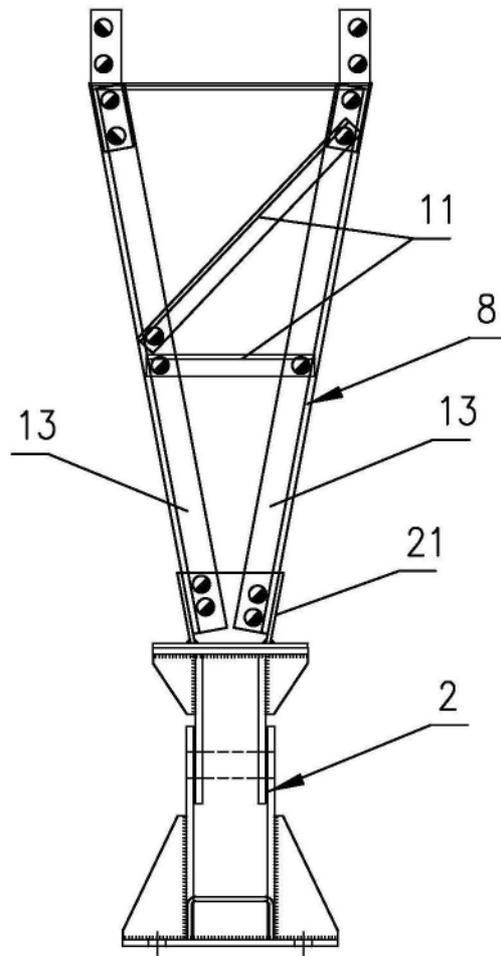


图5

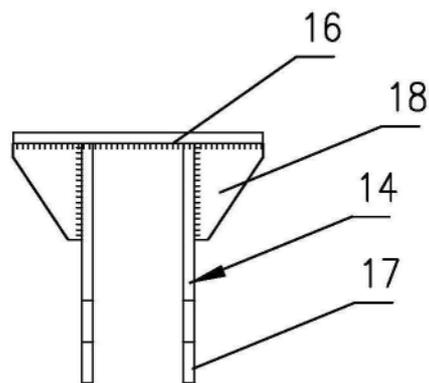


图6

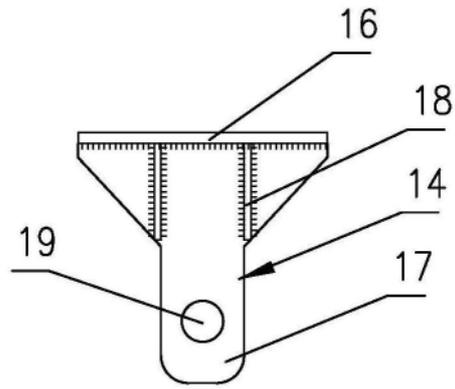


图7

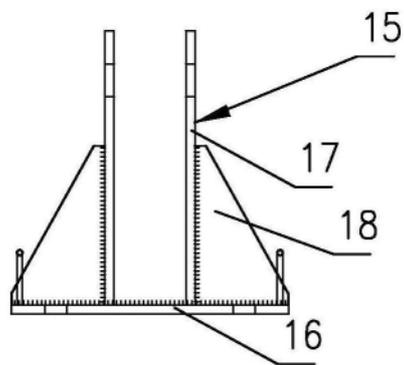


图8

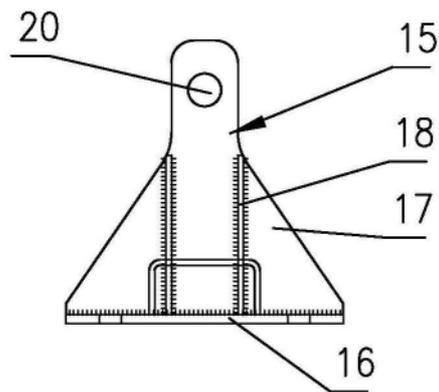


图9

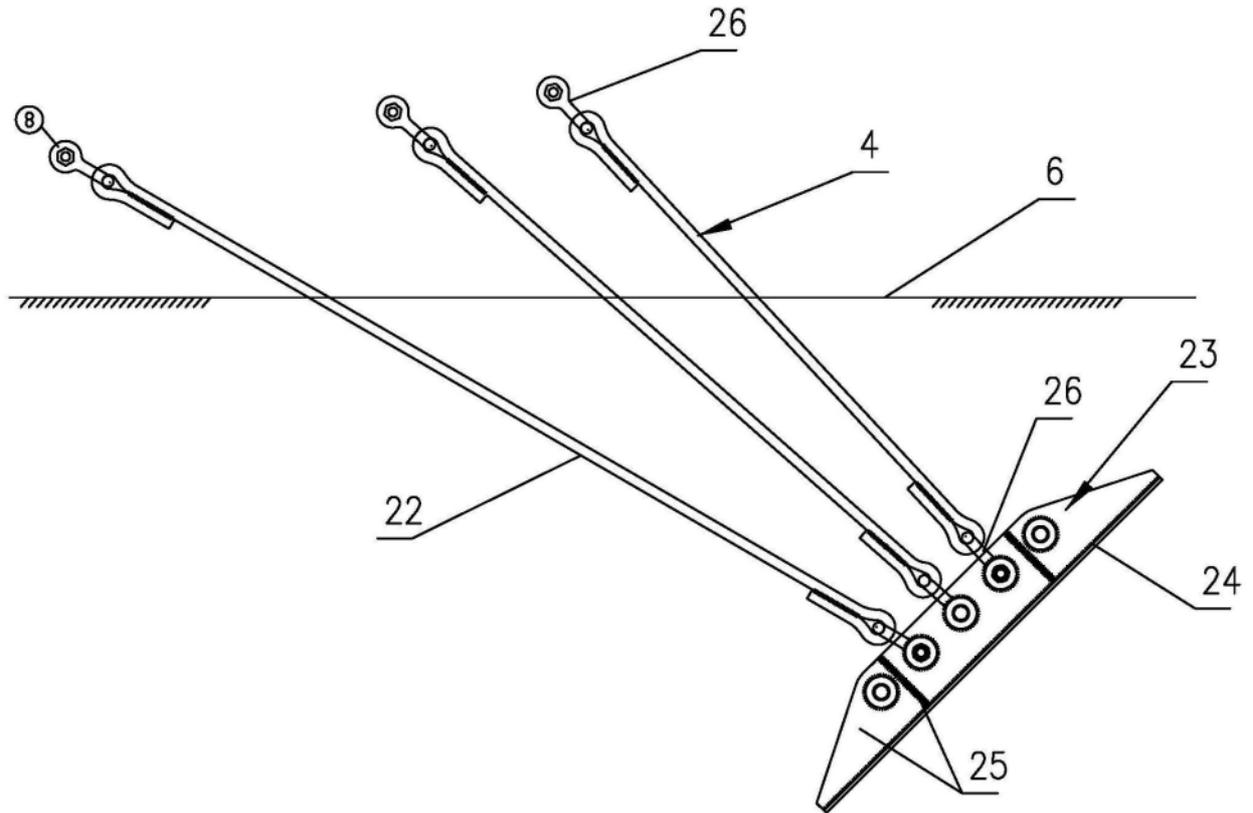


图10

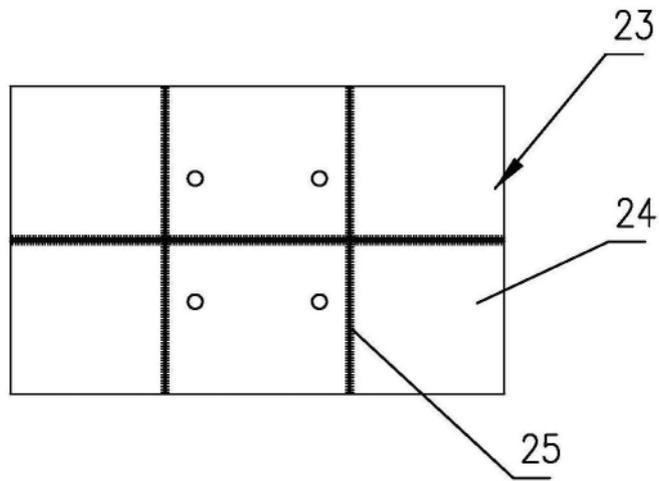


图11

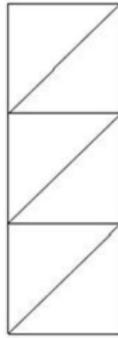


图12

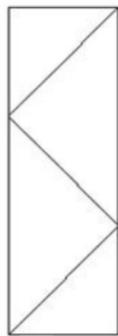


图13

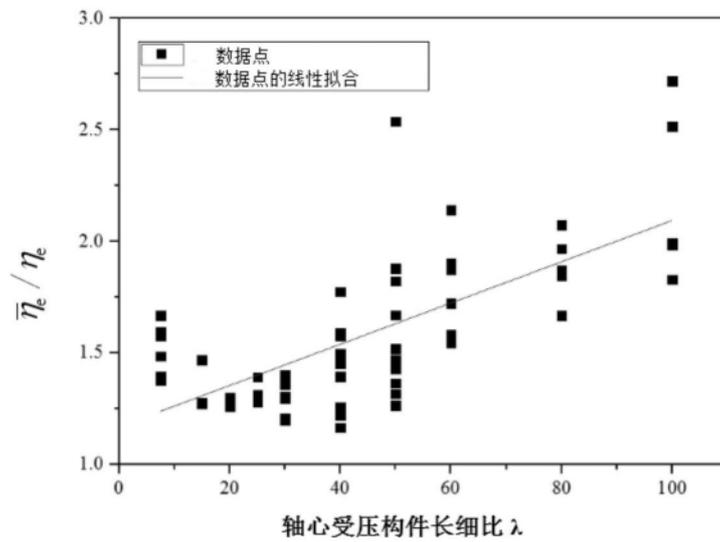


图14