



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102191872 B

(45) 授权公告日 2012. 09. 12

(21) 申请号 201110088492. 0

CN 201367755Y , 2009. 12. 23,

(22) 申请日 2011. 04. 11

CN 101571100A , 2009. 11. 04,

(73) 专利权人 姜长平

审查员 吴群

地址 114010 辽宁省鞍山市铁东区和平路
264 栋三单元 22 号

(72) 发明人 姜长平

(51) Int. Cl.

E04H 12/00 (2006. 01)

E04H 12/10 (2006. 01)

(56) 对比文件

WO 2009/056969 A3, 2009. 05. 07,

CN 2120835U , 1992. 11. 04,

CN 2430905Y , 2001. 05. 23,

JP 平 3-151477 A, 1991. 06. 27,

CN 2921193Y , 2007. 07. 11,

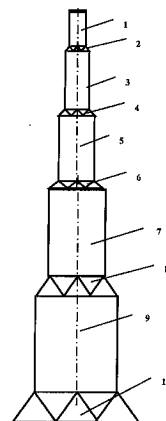
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种等强度网架结构塔基和塔体结构及构成塔架方法

(57) 摘要

本发明一种等强度网架结构塔基和塔体结构及构成塔架方法, 涉及风能源塔架钢结构工艺设计及安装技术领域, 其特征在于所述的一种等强度的塔基和塔体结构, 是由桁架节点交角都是 60° 的三向网架结构构成; 基于等强度的塔基和塔体结构基础上所构成的塔架方法, 其特征在于, 是由等强度结构的 m 节塔基和 n 节塔体组合构成。由于采用三向网架结构, 与现有技术相比, 塔架总体受力均匀性好, 具有等强度特点, 抗震性更好, 使用寿命长; 由于采用对称性模块化设计, 设计过程计算简单, 运输、安装更方便; 适应风电场质量大、体积大、高度大的三大高速发展需要。解决了现有国内外钢结构塔架设计计算分析复杂, 整体运输不便, 要采用大型吊车配合安装问题。



1. 一种等强度网架结构的塔基和塔体结构,其特征在于:

所述的等强度网架结构的塔基和塔体结构,是由桁架节点交角都是 60° 的三向网架结构构成;

所述的塔体都是由多个三向网架结构构成的等边三棱柱,所构成的俯视图为六个 60° 的等腰梯形体,所共同组合的正六边形柱体;或是由俯视图为 $2i$ 个 60° 的等腰梯形体,所共同组合的正 $2i$ 边形柱体;且每一个 60° 的等腰梯形体都是一个独立的模块单元;

所述的塔基是由多个三向网架结构构成的俯视图为六个 60° 等腰梯形体,且其立面视图为 60° 梯形柱体,所共同组合的正六边形台体;或是由俯视图为 $2i$ 个 60° 等腰梯形体,且其立面视图为 60° 梯形柱体,所共同组合的正 $2i$ 边形台体,且每一个 60° 梯形柱体都是一个独立的模块单元;

所述构成正 $2i$ 边形台体的塔基和正 $2i$ 边形柱体的塔体,其内周与外周都是正 $2i$ 边形,且内周是中空体,并上下贯通,所述的 $i = (3-6)$ 。

2. 基于权利要求 1 所述的一种等强度网架结构的塔基和塔体结构基础上所组合构成的塔架方法,其特征在于:

所述的组合构成塔架方法是由等强度结构的 m 节塔基和 n 节塔体构成,且 $m \geq n$, $n = 1-20$,塔架安装构成顺序如下:

由下向上,第 1 节塔基与基础安装固定,第 1 节塔体安装构造在第 1 节塔基上固定;第 2 节塔基与第 1 节塔体上部安装固定,第 2 节塔体安装构造在第 2 节塔基上固定,依次安装构造固定;风力机被安装在第 n 节塔体上部;或第 m 节塔基与第 n 节塔体上部安装固定,风力机被安装在第 m 节塔基上部固定。

一种等强度网架结构塔基和塔体结构及构成塔架方法

技术领域：

[0001] 本发明涉及风能源塔架钢结构工艺设计及安装技术领域，特别涉及一种等强度网架结构塔基和塔体结构及构成塔架方法。

背景技术：

[0002] 目前，我国大规模使用 1.5MW 风力机，发展方向由 1.5MW 向 5MW 风力机发展，发电机组重量一般在 52-260 吨之间，塔架高度在 65-150 米之间。塔架设计与其静动态特性有关，塔架结构有两种，一种是无拉索的，一种是有拉索的。一般多采用无拉索的塔架，通常采用方形桁架或圆筒结构，耸立在混凝土基础中心；塔架高度根据风轮直径确定，而且要考虑安装地点附近的障碍物。方形桁架钢结构塔架刚性好，受力方向性差，设计计算分析复杂，底盘大，总体质量大，散件运输方便，现场组装时间长，自振频率达 $1.8H_z$ ，抗震性好。圆筒钢结构塔架刚性好，底盘小，总体质量偏大，整体运输不便，现场组装时间短，要采用大型吊车配合安装，自振频率达 $1.29H_z$ ，抗震性一般。刚性混凝土结构，总体质量更大，施工周期更长，抗震性一般。所有这些很难适应风电场高速发展需要。

[0003] 根据《网架结构设计手册》编辑委员会，1998 年 12 月由中国建筑工业出版社发行的第一版，《网架结构设计手册》第一章第四节网架结构组成及特征表：“三向网架组成方式，由三个方向的平面桁架交叉组成。其交角为 60 度角，即上下弦杆有正放和斜放。几何特征，网架的网格一般都是正三角形。受力特征，所有杆件均为受力杆件，能均匀地把力传至支承系统，（杆件等强度）受力性能较好。”；第三章第二节对称性的利用：“空间网架结构为高次超静定体系，但其节点位移和杆件内力都由最终的荷载状态控制。如果结构体系及所承受的荷载都是对称的，可以取整个网架的 $1/2n$ （ n 为对称面数量）进行分析计算。”第三节地震作用：“网架结构属于高次超静定空间结构体系，具有良好的抗震性能。”。

发明内容：

[0004] 为了解决上述钢结构塔架设计计算分析复杂，杆件受力方向性差，整体运输不便，要采用大型吊车配合安装问题；采取等强度网架结构的研究和优化设计，设计了一种能模块化安装方便，快速整体运输，总体结构杆件内力均匀，受力更好，抗震性更好，更经济的一种等强度网架结构的塔基和塔体结构及构成塔架的方法。

[0005] 本发明一种等强度塔基和塔体结构及构成塔架方法的技术方案是这样实现的，其特征在于所述的一种等强度的塔基和塔体结构，是由桁架节点交角都是 60° 的三向网架结构构成；其特征在于：

[0006] 所述的塔体都是由多个三向网架结构构成的等边三棱柱构成的俯视图为六个 60° 的等腰梯形体，所共同组合的正六边形柱体；或是由俯视图为 $2i$ 个 60° 的等腰梯形体，所共同组合的正 $2i$ 边形柱体；且每一个 60° 的等腰梯形体都是一个独立的模块单元；

[0007] 所述的塔基是由多个三向网架结构构成的俯视图为六个 60° 等腰梯形体，且其立面视图为 60° 梯形柱体，所共同组合的正六边形台体；或是由俯视图为 $2i$ 个 60° 等腰梯形

体,且其立面视图为 60° 梯形柱体,所共同组合的正 $2i$ 边形台体,且每一个 60° 梯形柱体都是一个独立的模块单元;

[0008] 所述构成正 $2i$ 边形台体的塔基和正 $2i$ 边形柱体的塔体,其内周与外周都是正 $2i$ 边形,且内周是中空体,并上下贯通,所述的 $i = (3-6)$;网架结构体系及所承受的荷载都是中心线对称的;

[0009] 基于一种等强度的塔基和塔体结构基础上所构成的塔架方法,其特征在于:

[0010] 所述的组合构成塔架方法是由等强度结构的 m 节塔基和 n 节塔体组合构成,且 $m \geq n$, $n = 1-20$,塔架安装构造顺序如下:

[0011] 由下向上,第 1 节塔基与基础安装固定,第 1 节塔体安装构造在第 1 节塔基上固定;第 2 节塔基与第 1 节塔体上部安装固定,第 2 节塔体安装构造在第 2 节塔基上固定,依次安装构造固定;风力机被安装在第 n 节塔体上部;或第 m 节塔基与第 n 节塔体上部安装固定,风力机被安装在第 m 节塔基上部固定;

[0012] 发明优点:

[0013] 三向网架结构体系及所承受的荷载都是对称的,杆件受力均匀,设计过程相对简单,可以取整个网架的 $1/2j$ (j 为对称面数量) 进行分析计算,或按照边界条件模块化分析计算;总体设备模块化集成,模块单元运输和安装方便,总体具有良好的抗震性能。

[0014] 附图说明:

[0015] 图 1 塔架总体结构示意图

[0016] 图 23 个三棱柱构成的 60° 等腰梯形体示意图

[0017] 图 37 个三棱柱构成的 60° 等腰梯形体示意图

[0018] 图 460° 等腰梯形体俯视图

[0019] 图 560° 梯形体立面视图

[0020] 图 6 塔体网架结构俯视图

[0021] 图 7 塔基网架结构俯视图

[0022] 图中:1 塔体(第 5 节)、2 塔基(第 5 节)、3 塔体(第 4 节)、4 塔基(第 4 节)、5 塔体(第 3 节)、6 塔基(第 3 节)、7 塔体(第 2 节)、8 塔基(第 2 节)、9 塔体(第 1 节)、10 塔基(第 1 节)

[0023] 具体实施方式:

[0024] 下面结合附图对本发明的具体实施方式之一的基于一种等强度的塔基和塔体结构基础上所构成的塔架方法作进一步说明:

[0025] 如图 1 所示,塔架总体结构示意图,是基于一种等强度的塔基和塔体结构基础上所构成的塔架,所述的塔架是由等强度结构的 m 节塔基和 n 节塔体构成,且 $m \geq n$, $n = 1-20$,每节塔架高度应大于等于 15 米,塔架安装构造顺序如下:

[0026] 由下向上,第 1 节塔基与基础安装固定,第 1 节塔体安装构造在第 1 节塔基上固定;第 2 节塔基与第 1 节塔体上部安装固定,第 2 节塔体安装构造在第 2 节塔基上固定,……依次安装构造固定;风力机或塔顶设备、结构被安装在第 n 节塔体上部;或第 m 节塔基与第 n 节塔体上部安装固定,风力机被安装在第 m 节塔基上部固定;相关设备安装在塔架内周上。

[0027] 如图 2、3 所示,图 2 是由 3 个三棱柱构成的 60° 等腰梯形体示意图,图 3 是由 7 个

三棱柱构成的 60° 等腰梯形体示意图,且每个三棱柱都是由节点交角为 60° 的三向网架结构构成的等边三棱柱,设计时应根据荷载情况确定三向网架结构三棱柱构成尺寸,网格数量和节点构造应符合国家钢结构设计规范和网架结构设计手册。所述的 60° 等腰梯形体是构成塔体的模块单元体,设计过程可按边界条件单独受力分析计算。

[0028] 如图 6 所示,图 6 是塔体网架结构俯视图,它是由俯视图为六个 60° 的等腰梯形体,所共同组合的正六边形柱体的俯视图,其内外周都是正六边形,且沿中心线对称,计算过程按对称性特点计算。广义上,塔架的构成,可以是俯视图为 $2i$ 个 60° 的等腰梯形体,所共同组合的正 $2i$ 边形柱体;且每一个 60° 的等腰梯形体都是一个独立的模块单元。

[0029] 如图 4、5 所示,图 4 是塔基所用的由网架结构构成的俯视图,且周边为 60° 等腰梯形体示意图,它是图 5 网架结构构成的 60° 梯形体立面视图的俯视图,由图 4 和图 5 构成的 60° 梯形体是构成塔基的模块单元体,设计过程可按边界条件单独受力分析计算。

[0030] 如图 7 所示,图 7 是塔基网架结构俯视图,所述的塔基是由多个三向网架结构构成的俯视图为六个 60° 等腰梯形体,且其立面视图为 60° 梯形柱体,所共同组合的正六边形台体;广义上由俯视图为 $2i$ 个 60° 等腰梯形体,且其立面视图为 60° 梯形柱体,所共同组合的正 $2i$ 边形台体,且每一个 60° 梯形柱都是一个独立的模块单元;

[0031] 如图 7 和图 6 所述的构成正 $2i$ 边形台体的塔基和正 $2i$ 边形柱体的塔体,其内周与外周都是正 $2i$ 边形,且内周是中空体,并上下贯通,所述的 $i = (3-6)$ 为宜;网架结构体系及所承受的荷载都是对称的。

[0032] 综上所述,由于采用三向网架结构,与现有技术相比,塔架总体受力均匀性好,具有等强度特点,抗震性更好,使用寿命长;由于采用对称性模块化设计,设计过程计算简单,运输、安装更方便;适应风电场质量大、体积大、高度大的三大高速发展需要。

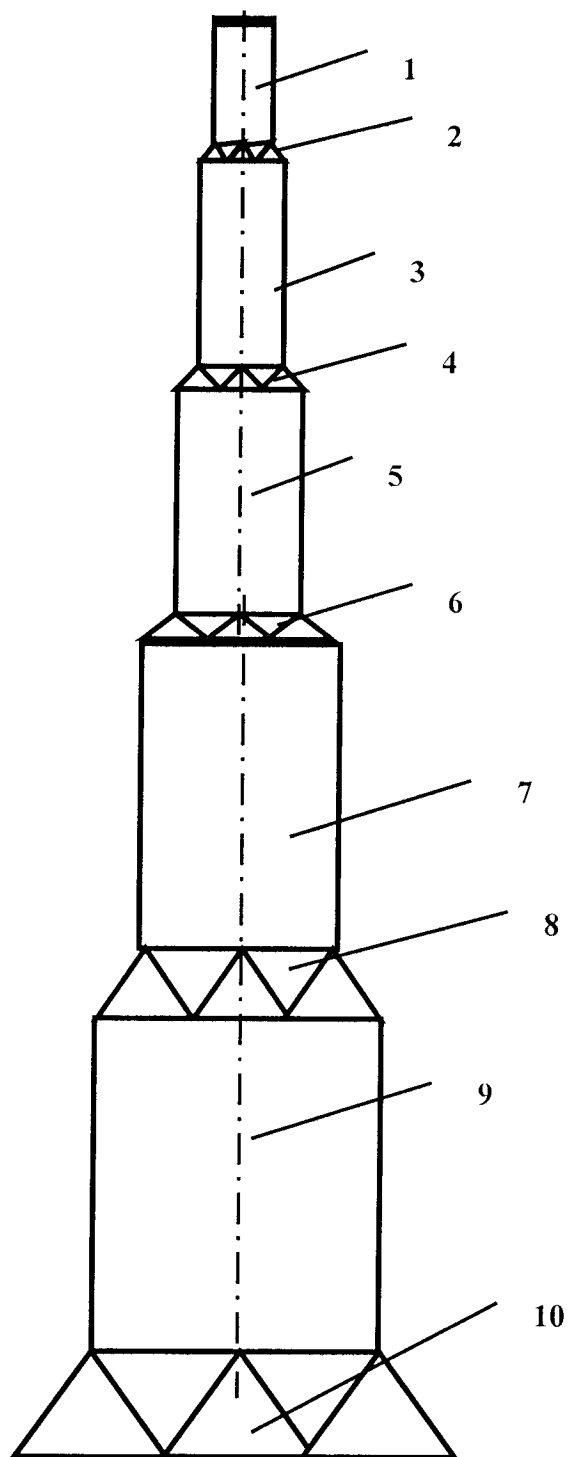


图 1

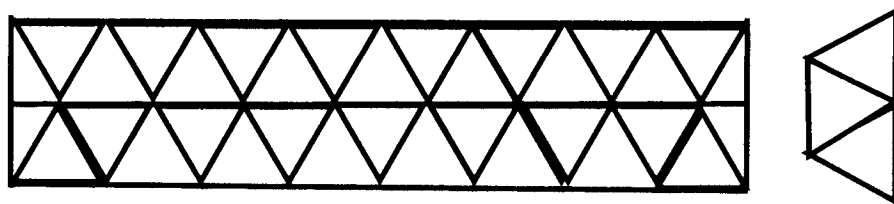


图 2

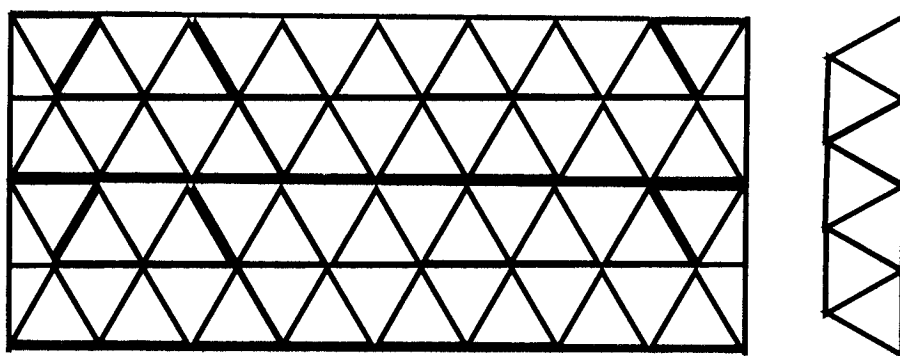


图 3

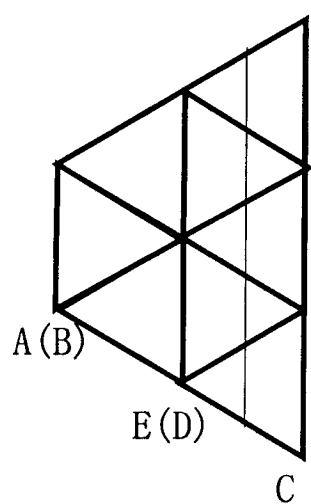


图 4

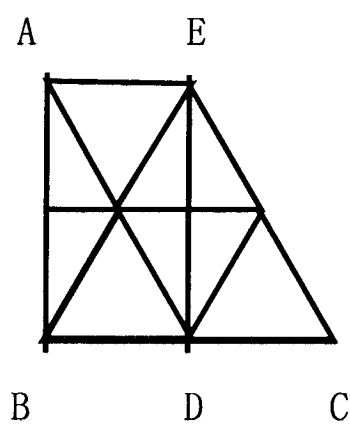


图 5

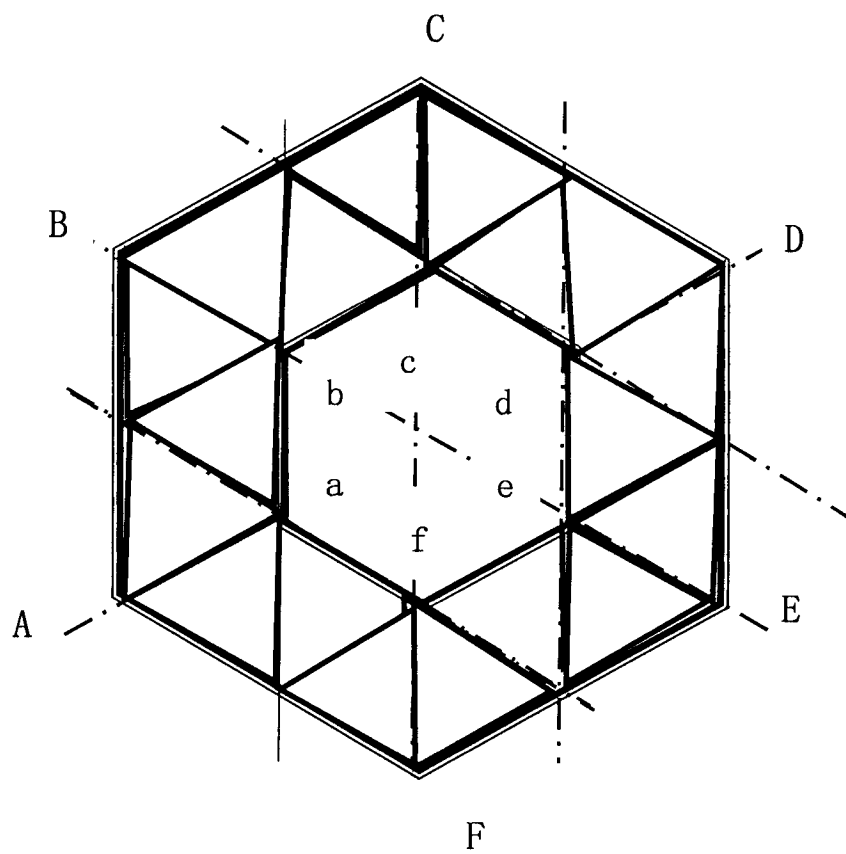


图 6

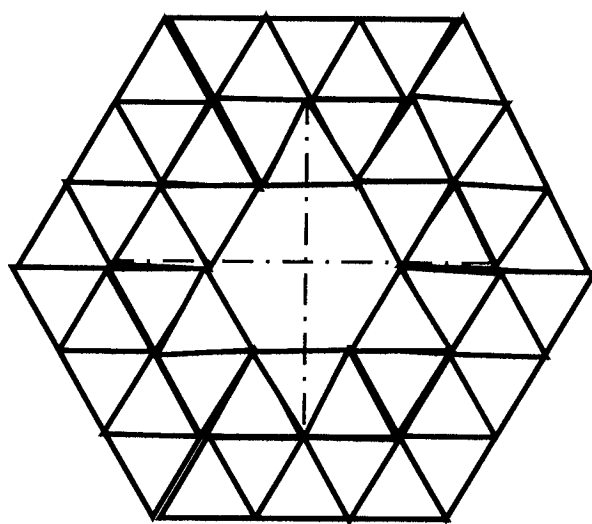


图 7