



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102942124 B

(45) 授权公告日 2015.02.11

(21) 申请号 201210460536.2

(22) 申请日 2012.11.15

(73) 专利权人 中联重科股份有限公司

地址 415106 湖南省常德市鼎城区灌溪镇中联重科灌溪工业园

(72) 发明人 阳云华 李桂芳

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

代理人 吴贵明 张永明

(51) Int. Cl.

B66C 23/64 (2006.01)

B66C 23/78 (2006.01)

B66C 23/62 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 202924632 U, 2013.05.08, 权利要求1-19.

CN 201567163 U, 2010.09.01, 权利要求1-10, 说明书第1页第0011段附图1-3.

CN 101434369 A, 2009.05.20, 摘要.

US 6422408 B1, 2002.07.23, 说明书第9栏第1段, 说明书附图15-16.

CN 202245816 U, 2012.05.30, 全文.

CN 201785151 U, 2011.04.06, 全文.

CN 101941653 A, 2011.01.12, 全文.

CN 2855992 Y, 2007.01.10, 摘要和说明书第1页第14-20行、第2页第2-13行、第3页第7-9行及附图1-3.

CN 201756422 U, 2011.03.09, 全文.

CN 102344092 A, 2012.02.08, 全文.

审查员 王晴

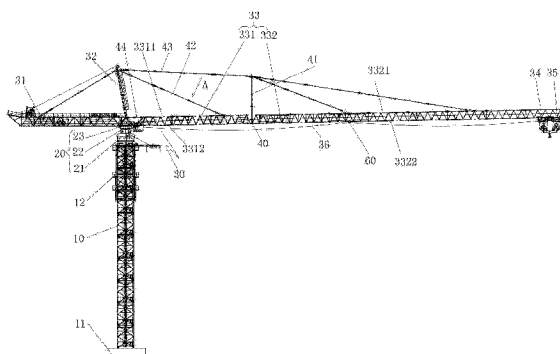
权利要求书3页 说明书10页 附图8页

(54) 发明名称

塔式起重机

(57) 摘要

本发明提供了一种塔式起重机。该塔式起重机包括塔身、设置在塔身顶部的回转机构、以及设置于回转机构上的上部结构, 上部结构包括塔机起重臂、塔顶撑架和平衡臂, 其特征在于, 塔机起重臂包括起重臂架, 起重臂架包括臂根部和臂尖部, 臂根部的截面为四边形, 臂尖部的截面为三角形, 臂根部固定连接在回转机构上, 臂尖部的臂尖部下弦杆与臂根部的臂根部下弦杆可转动连接, 臂尖部的臂尖部上弦杆与臂根部的臂根部上弦杆断开, 臂根部通过第一拉杆连接至塔顶撑架, 臂尖部通过第二拉杆连接至塔顶撑架。根据本发明的塔式起重机, 能够显著增强塔机起重臂的侧向承载能力, 增强塔机起重臂的稳定性, 减小塔式起重机的上部结构, 降低塔式起重机的成本。



1. 一种塔式起重机,包括塔身(10)、设置在所述塔身(10)顶部的回转机构(20)、以及设置于所述回转机构(20)上的上部结构(30),所述上部结构(30)包括塔机起重臂(33)、塔顶撑架(32)和平衡臂(31),其特征在于,所述塔机起重臂(33)包括起重臂架,所述起重臂架包括臂根部(331)和臂尖部(332),所述臂根部(331)的截面为四边形,所述臂尖部(332)的截面为三角形,所述臂根部(331)固定连接在所述回转机构(20)上,所述臂尖部(332)的臂尖部下弦杆(3322)与所述臂根部(331)的臂根部下弦杆(3312)可转动连接,所述臂尖部(332)的臂尖部上弦杆(3321)与所述臂根部(331)的臂根部上弦杆(3311)断开,所述臂根部(331)通过第一拉杆(42)连接至所述塔顶撑架(32),所述臂尖部(332)通过第二拉杆(43)连接至所述塔顶撑架(32)。

2. 根据权利要求1所述的塔式起重机,其特征在于,所述臂根部(331)与所述臂尖部(332)的连接位置设置有拉杆撑架安装座(40),所述塔机起重臂(33)包括可转动地设置在所述拉杆撑架安装座(40)上的拉杆撑架(41),所述拉杆撑架(41)支撑在所述第二拉杆(43)的中部,并将所述第二拉杆(43)的中部向上撑起。

3. 根据权利要求2所述的塔式起重机,其特征在于,所述第二拉杆(43)包括第一连接段(431)和第二连接段(432),所述第一连接段(431)的第一端连接在所述回转机构(20)上,所述第一连接段(431)的第二端连接在所述拉杆撑架(41)的自由端,所述第二连接段(432)的第一端连接在所述拉杆撑架(41)的自由端上,所述第二连接段(432)的第二端连接在所述臂尖部(332)上。

4. 根据权利要求3所述的塔式起重机,其特征在于,所述臂尖部(332)包括第二吊点(36b)和第三吊点(36c),所述第二吊点(36b)设置在所述臂尖部(332)的靠近所述臂根部(331)的第一端,所述第三吊点(36c)设置在所述臂尖部(332)的第二端,所述第二吊点(36b)和所述第三吊点(36c)均设置在所述臂尖部上弦杆(3321)上,所述第二连接段(432)为两个,两个所述第二连接段(432)的其中之一连接至所述第二吊点(36b),另一个所述第二连接段(432)连接至所述第三吊点(36c)。

5. 根据权利要求1所述的塔式起重机,其特征在于,所述臂根部(331)上靠近所述臂尖部(332)的一端设置有两个第一吊点(36a),两个所述第一吊点(36a)对应设置在两个所述臂根部上弦杆(3311)上,所述第一拉杆(42)有两个,两个所述第一拉杆(42)与两个所述第一吊点(36a)一一对应连接。

6. 根据权利要求1所述的塔式起重机,其特征在于,所述臂根部(331)与所述回转机构(20)之间可拆卸地连接有临时安装拉杆(44),所述临时安装拉杆(44)的第一端连接在所述臂根部上弦杆(3311)上。

7. 根据权利要求6所述的塔式起重机,其特征在于,所述临时安装拉杆(44)与所述臂根部上弦杆(3311)之间为销轴连接,所述临时安装拉杆(44)和/或所述臂根部上弦杆(3311)上的销轴安装孔为腰形孔。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的塔式起重机,其特征在于,所述塔式起重机还包括托绳装置(60),所述托绳装置(60)沿所述塔机起重臂(33)的长度方向可运动地挂设在所述塔机起重臂(33)的下方,所述塔式起重机的吊绳(36)搭设在所述托绳装置(60)上。

9. 根据权利要求8所述的塔式起重机,其特征在于,所述托绳装置(60)包括支架(61)和设置在所述支架(61)的两个相对端的导向部(62),所述导向部(62)的第一端设置有导

向机构 (621),至少一个所述导向部 (62) 的第二端与所述支架 (61) 之间可拆卸地固定连接,位于所述支架 (61) 第一端的所述导向机构 (621) 向所述支架 (61) 的第二端延伸,位于所述支架 (61) 第二端的所述导向机构 (621) 向所述支架 (61) 的第一端延伸,且两个所述导向机构 (621) 相对设置,所述吊绳 (36) 搭设在所述支架 (61) 上。

10. 根据权利要求 9 所述的塔式起重机,其特征在于,所述导向部 (62) 包括与所述支架 (61) 连接的竖杆 (625) 和固定设置在所述竖杆 (625) 的第一端的导向机构 (621),所述导向机构 (621) 包括固定设置在所述竖杆 (625) 的第一端的滚轮 (622),所述滚轮 (622) 位于两个所述导向部 (62) 所形成的导向空间内,且位于所述支架 (61) 两端的所述滚轮 (622) 相对设置,所述导向部通过所述滚轮 (622) 可运动地设置在所述塔机起重臂 (33) 上。

11. 根据权利要求 10 所述的塔式起重机,其特征在于,所述导向部 (62) 还包括可转动地设置在所述竖杆 (625) 上的侧导向轮 (623),所述侧导向轮 (623) 位于所述竖杆 (625) 的与设置所述滚轮 (622) 一侧相邻的两侧,且所述侧导向轮 (623) 延伸至所述导向空间,所述侧导向轮 (623) 与所述塔机起重臂 (33) 的外侧壁相抵接。

12. 根据权利要求 9 所述的塔式起重机,其特征在于,所述支架 (61) 上设置有托轮 (65),所述托轮 (65) 的两端设置有安装板 (651),所述安装板 (651) 固定设置在所述支架 (61) 上,所述托轮 (65) 可转动地设置在所述安装板 (651) 上,位于所述托轮 (65) 两端的两个相对设置的安装板 (651) 之间形成限位空间,所述吊绳 (36) 设置在所述托轮 (65) 上。

13. 根据权利要求 9 所述的塔式起重机,其特征在于,所述支架 (61) 上固定设置有系绳机构 (66),所述系绳机构 (66) 包括固定设置在所述支架 (61) 上的螺杆安装座 (661),所述螺杆安装座 (661) 上固定设置有沿所述导向部 (62) 的导向方向延伸的两个连接杆 (662),两个所述连接杆 (662) 反向设置,且所述连接杆 (662) 上具有用于系绳的折弯部 (663)。

14. 根据权利要求 13 所述的塔式起重机,其特征在于,所述螺杆安装座 (661) 上设置有螺纹孔,所述连接杆 (662) 为螺纹连接杆,所述螺纹连接杆与所述螺杆安装座 (661) 之间螺纹连接。

15. 根据权利要求 8 所述的塔式起重机,其特征在于,所述托绳装置 (60) 上还固定设置有销轴连接座 (64),所述销轴连接座 (64) 上设置有销轴连接孔,所述托绳装置 (60) 通过销轴与所述起重臂架的臂根部 (331) 连接。

16. 根据权利要求 8 所述的塔式起重机,其特征在于,所述塔机起重臂 (33) 上可移动地设置有小车,所述托绳装置 (60) 至少包括第一托绳装置 (60a) 和第二托绳装置 (60b),所述第一托绳装置 (60a) 和所述第二托绳装置 (60b) 分别设置在所述小车的两端,两个所述托绳装置 (60) 之间通过连接件连接,所述连接件限定两个所述托绳装置 (60) 之间的间距。

17. 根据权利要求 16 所述的塔式起重机,其特征在于,所述小车包括主小车 (35) 和副小车 (34),所述托绳装置 (60) 还包括第三托绳装置 (60c),所述第一托绳装置 (60a)、所述副小车 (34)、所述第三托绳装置 (60c)、所述主小车 (35) 和所述第二托绳装置 (60b) 沿臂根部 (331) 到臂尖部 (332) 的方向依次设置在所述起重臂架上,所述第一托绳装置 (60a)、所述第二托绳装置 (60b) 和所述第三托绳装置 (60c) 中的两个或三个通过所述连接件连接。

18. 根据权利要求 17 所述的塔式起重机,其特征在于,所述起重臂架上设置有多组滑轮 (69),所述连接件为第一防坠绳 (68a),所述第一托绳装置 (60a)、所述第二托绳装置

(60b) 和所述第三托绳装置 (60c) 通过绕设在所述滑轮 (69) 上的第二防坠绳 (68b) 和连接在所述托绳装置 (60) 之间的第一防坠绳 (68a) 形成环形传动连接结构。

19. 根据权利要求 16 所述的塔式起重机, 其特征在于, 所述连接件为刚性连接件。

## 塔式起重机

### 技术领域

[0001] 本发明涉及建筑起重机械领域,具体而言,涉及一种塔式起重机。

### 背景技术

[0002] 对于有塔头水平臂的塔式起重机来说,大多采用双起重臂拉杆,对于短臂或小型塔机少数采用单拉杆,起重臂截面采用单一形状,即采用三角形或四边形。

[0003] 采取上述方案,对于起重臂长度较短的塔式起重机来说,是最佳方案,但对于起重臂长度很长,尤其长度超过 80 米的塔式起重机来说,采用双拉杆,两吊点间距变大,从而减弱臂架在垂直平面内的承载能力。

[0004] 在国外塔式起重机生产厂家中,为了取得更大的有效工作幅度,增大起重臂结构截面尺寸以增强侧身承载能力,但与起重力矩相同的短臂长塔机相比较,其上部结构尺寸偏大,成本较高,而且加工和运输困难,而且目前国外起重臂最大长度也只能达到 100 米。

### 发明内容

[0005] 本发明旨在提供一种塔式起重机,能够显著增强塔机起重臂的侧向承载能力,增强塔机起重臂的稳定性,减小塔式起重机的上部结构,降低塔式起重机的成本。

[0006] 为了实现上述目的,根据本发明的一个方面,提供了一种塔式起重机,包括塔身、设置在塔身顶部的回转机构、以及设置于回转机构上的上部结构,上部结构包括塔机起重臂、塔顶撑架和平衡臂,塔机起重臂包括起重臂架,起重臂架包括臂根部和臂尖部,臂根部的截面为四边形,臂尖部的截面为三角形,臂根部固定连接在回转机构上,臂尖部的臂尖部下弦杆与臂根部的臂根部下弦杆可转动连接,臂尖部的臂尖部上弦杆与臂根部的臂根部上弦杆断开,臂根部通过第一拉杆连接至塔顶撑架,臂尖部通过第二拉杆连接至塔顶撑架。

[0007] 进一步地,臂根部与臂尖部的连接位置设置有拉杆撑架安装座,塔机起重臂包括可转动地设置在拉杆撑架安装座上的拉杆撑架,拉杆撑架支撑在第二拉杆的中部,并将第二拉杆的中部向上撑起。

[0008] 进一步地,第二拉杆包括第一连接段和第二连接段,第一连接段的第一端连接在回转机构上,第一连接段的第二端连接在拉杆撑架的自由端,第二连接段的第一端连接在拉杆撑架的自由端上,第二连接段的第二端连接在臂尖部上。

[0009] 进一步地,臂尖部包括第二吊点和第三吊点,第二吊点设置在臂尖部的靠近臂根部的第一端,第三吊点设置在臂尖部的第二端,第二吊点和第三吊点均设置在臂尖部上弦杆上,第二连接段为两个,两个第二连接段的其中之一连接至第二吊点,另一个第二连接段连接至第三吊点。

[0010] 进一步地,臂根部上靠近臂尖部的一端设置有两个第一吊点,两个第一吊点对应设置在两个臂根部上弦杆上,第一拉杆有两个,两个第一拉杆与两个第一吊点一一对应连接。

[0011] 进一步地,臂根部与回转机构之间可拆卸地连接有临时安装拉杆,临时安装拉杆

的第一端连接在臂根部上弦杆上。

[0012] 进一步地,临时安装拉杆与臂根部上弦杆之间为销轴连接,临时安装拉杆和 / 或臂根部上弦杆上的销轴安装孔为腰形孔。

[0013] 进一步地,塔式起重机还包括托绳装置,托绳装置沿塔机起重臂的长度方向可运动地挂在塔机起重臂的下方,塔式起重机的吊绳搭设在托绳装置上。

[0014] 进一步地,托绳装置包括支架和设置在支架的两个相对端的导向部,导向部的第一端设置有导向机构,至少一个导向部的第二端与支架之间可拆卸地固定连接,位于支架第一端的导向机构向支架的第二端延伸,位于支架第二端的导向机构向支架的第一端延伸,且两个导向机构相对设置,吊绳搭设在支架上。

[0015] 进一步地,导向部包括与支架连接的竖杆和固定设置在竖杆的第一端的导向机构,导向机构包括固定设置在竖杆的第一端的滚轮,滚轮位于两个导向部所形成的导向空间内,且位于支架两端的滚轮相对设置,导向部通过滚轮可运动地设置在塔机起重臂上。

[0016] 进一步地,导向部还包括可转动地设置在竖杆上的侧导向轮,侧导向轮位于竖杆的与设置滚轮一侧相邻的两侧,且侧导向轮延伸至导向空间,侧导向轮与塔机起重臂的外侧壁相抵接。

[0017] 进一步地,支架上设置有托轮,托轮的两端设置有安装板,安装板固定设置在支架上,托轮可转动地设置在安装板上,位于托轮两端的两个相对设置的安装板之间形成限位空间,吊绳设置在托轮上。

[0018] 进一步地,支架上固定设置有系绳机构,系绳机构包括固定设置在支架上的螺杆安装座,螺杆安装座上固定设置有沿导向部的导向方向延伸的两个连接杆,两个连接杆反向设置,且连接杆上具有用于系绳的折弯部。

[0019] 进一步地,螺杆安装座上设置有螺纹孔,连接杆为螺纹连接杆,螺纹连接杆与螺杆安装座之间螺纹连接。

[0020] 进一步地,托绳装置上还固定设置有销轴连接座,销轴连接座上设置有销轴连接孔,托绳装置通过销轴可选择地与起重臂架的臂根部连接。

[0021] 进一步地,塔机起重臂上可移动地设置有小车,托绳装置至少包括第一托绳装置和第二托绳装置,第一托绳装置和第二托绳装置分别设置在小车的两端,两个托绳装置之间通过连接件连接,连接件限定两个托绳装置之间的间距。

[0022] 进一步地,小车包括主小车和副小车,托绳装置还包括第三托绳装置,第一托绳装置、副小车、第三托绳装置、主小车和第二托绳装置沿臂根部到臂尖部的方向依次设置在起重臂架上,第一托绳装置、第二托绳装置和第三托绳装置之间可选择地通过连接件连接。

[0023] 进一步地,起重臂架上设置有多个滑轮,连接件为第一防坠绳,第一托绳装置、第二托绳装置和第三托绳装置通过绕设在滑轮上的第二防坠绳和连接在托绳装置之间的第一防坠绳形成环形传动连接结构。

[0024] 进一步地,连接件为刚性连接件。

[0025] 应用本发明的技术方案,塔式起重机包括塔身、设置在塔身顶部的回转机构、以及设置于回转机构上的上部结构,上部结构包括塔机起重臂、塔顶撑架和平衡臂,其特征在于,塔机起重臂包括起重臂架,起重臂架包括臂根部和臂尖部,臂根部的截面为四边形,臂尖部的截面为三角形,臂根部固定连接在回转机构上,臂尖部的臂尖部下弦杆与臂根部的

臂根部下弦杆可转动连接,臂尖部的臂尖部上弦杆与臂根部的臂根部上弦杆断开,臂根部通过第一拉杆连接至塔顶撑架,臂尖部通过第二拉杆连接至塔顶撑架。通过采用变截面的起重臂架结构,可以有效改善起重臂架的侧向承载能力,增加最大有效工作幅度。通过使臂尖部与臂根部铰接的连接方式,使得臂尖部的安装和调整更加方便,进一步保证采用较长变幅的起重臂架后臂架的平衡度。

### 附图说明

[0026] 构成本发明的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0027] 图 1 示出了根据本发明的实施例的塔式起重机的结构示意图;

[0028] 图 2 示出了根据本发明的实施例的塔式起重机的塔机起重臂的结构示意图;

[0029] 图 3 示出了根据图 2 的实施例的塔机起重臂 B 处的放大结构示意图;

[0030] 图 4 示出了根据图 2 的实施例的塔机起重臂 D 处的放大结构示意图;

[0031] 图 5 示出了根据图 2 的实施例的塔机起重臂的臂根部的左视结构示意图;

[0032] 图 6 示出了根据图 2 的实施例的塔机起重臂的臂尖部的截面结构示意图;

[0033] 图 7 示出了根据本发明的实施例的塔式起重机的塔机起重臂拉杆结构示意图;

[0034] 图 8 示出了根据图 1 的实施例的塔式起重机的 A 向视图;

[0035] 图 9 示出了根据本发明的实施例的塔式起重机的拉杆撑架的结构示意图;

[0036] 图 10 示出了根据图 7 的实施例的塔机起重臂拉杆的 C 处的放大结构示意图;

[0037] 图 11 示出了根据本发明的实施例的塔式起重机的托绳装置的主视结构示意图;

[0038] 图 12 示出了根据图 11 的实施例的塔式起重机的托绳装置添加销轴连接座后的俯视图结构示意图;

[0039] 图 13 示出了根据图 11 的实施例的塔式起重机的托绳装置添加销轴连接座后的左视结构示意图;

[0040] 图 14 示出了根据本发明的实施例的托绳装置与单小车配合工作时的结构示意图;以及

[0041] 图 15 示出了根据本发明的实施例的托绳装置与双小车配合工作时的结构示意图。

### 具体实施方式

[0042] 下文中将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0043] 如图 1 所示,根据本发明的实施例,提供了一种塔式起重机,包括塔身 10、设置在塔身 10 顶部的回转机构 20、以及设置于回转机构 20 上的上部结构 30,其中塔身 10 的底部通过固定基础 11 固定设置在地面上,塔身 10 包括多节固定连接在一起的标准节,塔身 10 的顶部设置有用以添加标准节的顶升机构 12,顶升机构 12 包括围设在标准节外侧的爬升架,根据施工需要可以通过顶升机构 12 顶起塔身 10 上部结构 30,从而引进整体式标准节,升高塔机的高度。塔身 10 的各部分结构之间通过销轴连接。

[0044] 回转机构 20 包括下支座 21、回转支承 22 和上支座 23,塔身 10 通过下支座 21 与

回转机构 20 之间固定连接。回转支承 22 可转动地设置在下支座 21 上,上支座 23 固定设置在回转支承 22 上。其中下支座 21、回转支承 22 和上支座 23 之间是通过高强度螺栓连接。在上支座 23 的一侧固定设置有司机室。

[0045] 结合参见图 2 至图 6 所示,塔式起重机的上部结构 30 包括塔机起重臂 33、塔顶撑架 32 和平衡臂 31,塔机起重臂 33、塔顶撑架 32 和平衡臂 31 均与上支座 23 之间固定连接,并随上支座 23 一起转动。其中塔机起重臂 33 和平衡臂 31 分别设置在上支座 23 的前后端,塔顶撑架 32 设置在平衡臂 31 的前部,且位于上部结构 30 的顶部。塔顶撑架 32 与平衡臂 31 之间可转动地连接,塔顶撑架 32 的顶部分别连接有起重臂拉杆和平衡臂拉杆。起升机构设置在平衡臂 31 的后部,并位于平衡臂 31 的上侧。辅助起升机构设置在平衡臂 31 的下侧。电控系统散布于平衡臂 31、上支座 23 及司机室上,用于为起升机构、回转机构 20 和变幅机构提供控制。塔顶撑架 32 安装在平衡臂 31 的上部,其上设置有顶部滑轮组,塔式起重机的吊绳 36 绕经塔顶撑架 32 上的顶部滑轮组。塔顶撑架 32 上还设置有销轴,平衡臂拉杆和起重臂拉杆同时安装在塔顶撑架 32 的销轴上。

[0046] 塔机起重臂 33 包括起重臂架,起重臂架包括臂根部 331 和臂尖部 332,臂根部 331 的截面为四边形,臂尖部 332 的截面为三角形,臂根部 331 固定连接在回转机构 20 的上支座 23 上,臂尖部 332 的臂尖部下弦杆 3322 与臂根部 331 的臂根部下弦杆 3312 之间为可转动连接,臂尖部 332 的臂尖部上弦杆 3321 与臂根部 331 的臂根部上弦杆 3311 之间断开,即臂根部 331 与臂尖部 332 之间仅通过设置在下弦杆之间的销轴连接。臂根部 331 通过第一拉杆 42 连接至塔顶撑架 32,臂尖部 332 通过第二拉杆 43 连接至塔顶撑架 32 的顶端。

[0047] 通过采用臂根部 331 为四边形、臂尖部 332 为三角形的变截面起重臂架,可以通过四边形截面的臂根部 331 有效增强起重臂架的侧向承载能力,优化出合理的截面尺寸,因此既解决起重臂架侧向稳定性问题,又增加起重臂架的最大有效工作幅度,进而增大起重设备的最大起重性能,同时减小整个塔式起重机的上部结构 30,降低整机的成本。而将臂根部 331 的臂根部下弦杆 3312 与臂尖部 332 的臂尖部下弦杆 3322 之间可转动连接,臂根部上弦杆 3311 与臂尖部上弦杆 3321 之间断开,又可以很好地克服当起重臂架过长时所带来的起重臂架变形问题,提高起重臂架的工作稳定性。

[0048] 塔机起重臂 33 包括设置在臂根部 331 上的第一吊点 36a、位于臂尖部 332 与臂根部 331 连接的第一端的第二吊点 36b 和位于臂尖部 332 的第二端的第三吊点 36c。塔机起重臂 33 通过连接在第一吊点 36a、第二吊点 36b 和第三吊点 36c 上的拉杆与塔式起重机的塔顶撑架 32 之间连接,并通过拉杆对塔机起重臂 33 形成支撑作用,有效增强塔机起重臂 33 的重物承载能力。在一般情况下,臂根部 331 相对来说短于臂尖部 332 的长度,因此,在此处只在臂根部 331 的靠近臂尖部 332 的位置设置了第一吊点 36a,而同时在臂尖部 332 的第一端和第二端分别设置了第二吊点 36b 和第三吊点 36c,此种设置结构使得塔机起重臂 33 的受力结构更加合理,可以承受较大的载荷。

[0049] 第一吊点 36a 设置在臂根部 331 上靠近臂尖部 332 的一端,且设置在臂根部 331 的顶部位置,第一拉杆 42 的第一端固定连接在塔顶撑架 32 上,第二端与第一吊点 36a 对应连接,从而将塔顶撑架 32 和起重臂架连接在一起。

[0050] 优选地,由于臂根部 331 为四边形截面,其臂根部上弦杆 3311 有两个,因而,第一吊点 36a 为两个,两个第一吊点 36a 设置在臂根部 331 的臂根部上弦杆 3311 的同一长度位

置,并分别对应设置在两个臂根部上弦杆 3311 上。相应地,第一拉杆 42 为两个,两个第一拉杆 42 的第一端共同连接至塔顶撑架 32,第二端分别连接在两个第一吊点 36a 上,如此,起重臂架则根据臂根部 331 的截面变化作出了相应的调整,使得塔机起重臂 33 的受力更加均衡,不会发生受力失衡的问题。当然,两个第一吊点 36a 也是可以分别设置在两个臂根部上弦杆 3311 的不同长度位置的。

[0051] 结合参见图 7 至图 10 所示,在臂根部 331 与臂尖部 332 的连接位置还可以设置拉杆撑架安装座 40,拉杆撑架安装座 40 可用于安装拉杆撑架 41,拉杆撑架 41 支撑在第二拉杆 43 的中部,并将第二拉杆 43 的中部向上撑起,从而增大拉杆与水平面的夹角,提高拉杆在重力方向上的分力,提高塔机起重臂 33 的起重能力。

[0052] 第二拉杆 43 包括第一连接段 431 和第二连接段 432,第一连接段 431 的第一端连接在塔顶撑架 32 上,第一连接段 431 的第二端连接在拉杆撑架 41 的自由端,第二连接段 432 的第一端连接在拉杆撑架 41 的自由端上,第二连接段 432 的第二端连接在臂尖部 332 上。

[0053] 臂尖部 332 包括第二吊点 36b 和第三吊点 36c,第二吊点 36b 设置在臂尖部 332 的靠近臂根部 331 的第一端,第三吊点 36c 设置在臂尖部 332 的第二端,第二吊点 36b 和第三吊点 36c 均设置在臂尖部上弦杆 3321 上,第二连接段 432 为两个,两个第二连接段 432 的其中之一连接至第二吊点 36b,另一个第二连接段 432 连接至第三吊点 36c。

[0054] 吊点的数目也可以沿起重臂架的长度方向在上弦杆上设置更多个,当塔机起重臂 33 的长度较小时,也可以只在臂尖部 332 上设置一个吊点,具体设置方式视实际情况而定。

[0055] 拉杆撑架安装座 40 可以为连接在两个臂根部下弦杆 3312 或者两个臂尖部下弦杆 3322 之间的转动轴,拉杆撑架 41 可转动地设置在该转动轴上。在该转动轴上设置有限位结构,用于限定拉杆撑架 41 在转动轴上的轴向位置,防止拉杆撑架 41 在工作的过程中发生滑动,影响连接结构的稳定性。拉杆撑架安装座 40 也可以为分别设置在两个臂根部下弦杆 3312 或者两个臂尖部下弦杆 3322 上的转轴安装座,拉杆撑架 41 通过转轴可转动地设置在两个转轴安装座内。

[0056] 在本实施例中,拉杆撑架安装座 40 为转动轴,拉杆撑架 41 包括两个顶部固定连接在一起,底部分开设置的斜撑杆 411,两个斜撑杆 411 之间通过斜腹杆 412 连接。在拉杆撑架 41 的中部设置有拉杆定位座 413,在拉杆并未处于连接状态时,用于对拉杆进行限定。拉杆撑架 41 的斜撑杆 411 底部设置有转轴孔,拉杆撑架 41 通过转轴孔可转动地设置在拉杆撑架安装座 40 上。拉杆撑架 41 的宽度可与两个下弦杆的内侧间距相同,可以通过下弦杆的止挡作用来限制拉杆撑架 41 沿拉杆撑架安装座 40 的轴向方向运动。拉杆撑架 41 的顶端并排设置有多个滑轮 69,第二拉杆 43 的多个连接段连接在拉杆撑架 41 的多个滑轮 69 上,然后通过销轴连接在一起。

[0057] 当起重臂架的长度较短时,也可以考虑拆除位于最外侧与第三吊点 36c 连接的拉杆,并将第二吊点 36b 外移,以使起重臂架的受力均衡。

[0058] 请结合参见图 3 所示,在臂根部 331 远离臂尖部 332 的一端设置有临时安装拉杆 44。临时安装拉杆 44 的第一端连接在臂根部上弦杆 3311 上,与临时安装拉杆 44 相连的臂根部上弦杆 3311 的伸出长度小于臂根部下弦杆 3312 的伸出长度。临时安装拉杆 44 与臂根部上弦杆 3311 之间为销轴连接,临时安装拉杆 44 和 / 或臂根部上弦杆 3311 上的销轴安

装孔为腰形孔。临时安装拉杆 44 主要用于对塔机起重臂 33 的安装起到辅助支撑的作用。

[0059] 在安装塔机起重臂 33 的过程中,起重臂架的臂节是逐节安装的,因此在最开始安装起重臂架臂根部 331 的臂节时,由于起重臂架的臂节处没有设置拉杆,因此无法对臂节形成支撑作用,只有在起重臂架的臂节安装到第一吊点 36a 的位置时,才会通过拉杆对起重臂架臂根部 331 的臂节形成支撑作用,在此之前,起重臂架的臂节由于缺少支撑,安装很不方便,需要增加辅助的支撑结构才能完成第一吊点 36a 之前的各臂节的安装。而临时安装拉杆 44 的出现则很好地解决了这一问题。在需要对第一吊点 36a 之前的各臂节进行安装时,只需要通过临时安装拉杆 44 将臂节的上弦杆与塔式起重机的其它结构固定连接,就可以起到支撑臂节的作用,因此便于后续臂节的安装。当第一吊点 36a 处的臂节安装之后,臂根部 331 通过拉杆与塔顶撑架 32 之间实现连接,此时就可以通过设置在臂根部 331 和臂尖部 332 上的拉杆来承受臂根部 331 的作用力,临时安装拉杆 44 则不受力。在卸载起重臂架的臂节时,也可以通过临时安装拉杆 44 实现臂根部 331 的臂节的卸载,操作更加方便。腰形孔可以设置在临时安装拉杆 44 上或者臂根部上弦杆 3311 上,或者两者均设置该腰形孔,腰形孔使得临时安装拉杆 44 能够调节对臂根部 331 的臂节的拉紧程度,从而调整臂节相对于水平面的夹角,通过调节临时安装拉杆 44 的拉紧程度,可以获得需要的臂节安装位置。

[0060] 塔机起重臂 33 的拉杆由起重臂架长度方向的两吊点变成三吊点,并在起重臂架的臂根部 331 和臂尖部 332 的连接位置设有拉杆撑架 41,可以有效增大拉杆与水平面的夹角,减小拉杆受力,从而增强起重臂架在垂直平面内的承载能力,改善起重臂的受力状况;同时减小安装难度。

[0061] 臂根部 331 的截面为矩形或者梯形。

[0062] 结合参见图 11 至图 13 所示,在塔式起重机的起重臂架上还可以设置托绳装置 60,用于将塔式起重机的吊绳 36 托起,防止吊绳 36 下垂量过大而影响塔式起重机的正常工作。托绳装置 60 包括支架 61 和设置在支架 61 的两个相对端的导向部 62,导向部 62 的第一端设置有导向机构 621,至少一个导向部 62 的第二端与支架 61 之间可拆卸地固定连接,位于支架 61 第一端的导向机构 621 向支架 61 的第二端延伸,位于支架 61 第二端的导向机构 621 向支架 61 的第一端延伸,且两个导向机构 621 相对设置。由于至少一个导向部 62 的第二端与支架 61 之间可拆卸地固定连接,因此从起重臂架上安装或者拆卸托绳装置 60 都很方便,也可以及时进行更换。在本实施例中,吊绳 36 包括起吊吊绳和变幅吊绳。

[0063] 托绳装置 60 可以通过两个相对设置的导向部 62 沿起重臂架的长度方向可移动地设置在起重臂架上,在起重臂架的合适位置处设置托绳装置 60 后,将吊绳 36 搭设在托绳装置 60 上,就可以通过托绳装置 60 对吊绳 36 起到支撑作用,因而托绳装置 60 能够适当调整塔机起重臂上的吊绳 36 两个吊点之间的距离,减小吊绳 36 的下垂量,保证塔机起重臂的正常工作。

[0064] 支架 61 包括横杆 611,托绳装置 60 的导向部 62 包括竖杆 625,竖杆 625 的第一端设置有导向机构 621,第二端与支架 61 的横杆 611 固定连接。导向部 62 通过竖杆 625 固定设置在支架 61 的横杆 611 上,横杆 611 和竖杆 625 之间通过加强筋连接。优选地,在横杆 611 的两端端部设置有垂直于横杆 611 的过渡杆 612,横杆 611 和竖杆 625 之间通过过渡杆 612 连接。在过渡杆 612 与竖杆 625 之间以及过渡杆 612 与横杆 611 之间均设置有加强筋。导向机构 621 包括滚轮 622,滚轮 622 位于两个导向部 62 所形成的导向空间内,且位于支架

61 两端的两个竖杆 625 上的滚轮 622 相对设置。滚轮 622 的转轴方向平行于支架 61 的长度方向,且两个相对设置的滚轮 622 位于同一转动轴线上。托绳装置 60 通过滚轮 622 可转动地设置在起重臂架的下弦杆上。

[0065] 与支架 61 可拆卸连接的导向部 62 包括第二端与竖杆 625 固定连接的立柱 624,导向机构 621 固定设置在立柱 624 的第一端。立柱 624 与竖杆 625 之间通过连接法兰和高强度螺栓固定连接在一起。滚轮 622 固定设置在导向机构 621 的立柱 624 的第一端上。

[0066] 导向部 62 还包括可转动地设置在立柱 624 上的侧导向轮 623,侧导向轮 623 位于与立柱 624 安装滚轮 622 一侧相邻的两侧,且侧导向轮 623 延伸至导向空间。侧导向轮 623 的转轴方向平行于立柱 624 的长度方向,且在托绳装置 60 安装在起重臂架上之后,侧导向轮 623 与起重臂架的下弦杆(包括臂根部下弦杆和臂尖部下弦杆)的外侧壁之间相抵接,从而使起重臂架保持在导向空间内,而不会从托绳装置 60 中脱出,不仅减小了托绳装置 60 运动过程中与起重臂架之间的摩擦力,也保证了托绳装置 60 安装结构的稳定性和可靠性。在立柱 624 的两侧均设置侧导向轮 623,能够进一步保证托绳装置 60 的结构稳定性。

[0067] 支架 61 的横杆 611 上设置有托轮 65,托轮 65 的两端设置有安装板 651,安装板 651 固定设置在支架 61 上,托轮 65 可转动地设置在安装板 651 上,位于托轮 65 两端的两个相对设置的安装板 651 之间形成限位空间。两个相对设置的安装板 651 远离横杆 611 的一端向外弯折,形成上大下小的限位空间,更加便于吊绳 36 的引入。塔式起重机的吊绳 36 设置在两个相对设置的安装板 651 之间,并搭设在对应的托轮 65 上。

[0068] 支架 61 的横杆 611 上沿长度方向可以设置多个托轮 65,分别用于托起不同类别的吊绳 36。通过这种设置结构,在某种程度上也可以防止塔式起重机的吊绳 36 之间乱绳。

[0069] 托绳装置 60 也可以不设置托轮 65,而是直接将吊绳设置在支架 61 的横杆 611 上,此时为了减小摩擦,降低横杆 611 对吊绳运动的阻碍作用,可以将横杆设置为圆杆,然后将吊绳搭设在横杆 611 上。

[0070] 为了防止乱绳,还可以在横杆 611 上沿长度方向设置多个限位结构,然后将不同类型的吊绳分别设置在不同的限位结构中,然后将限位结构中支撑吊绳的部分设置为圆弧支撑面,以减小限位结构对吊绳的磨损和阻碍。

[0071] 支架 61 的横杆 611 上还固定设置有系绳机构 66,系绳机构 66 包括固定设置在支架 61 上的螺杆安装座 661,螺杆安装座 661 上固定设置有沿导向部 62 的导向方向延伸的两个连接杆 662,两个连接杆 662 反向设置,且分别位于横杆 611 的两侧,连接杆 662 上具有用于系绳的折弯部 663。优选地,螺杆安装座 661 上设置有螺纹孔,连接杆为螺纹连接杆,螺纹连接杆与螺杆安装座 661 之间螺纹连接。通过螺纹配合结构,可以调节螺纹连接杆的伸出长度,也就可以调整设置在两个托绳装置 60 之间的连接件的松紧度,使两个托绳装置 60 能够起到较好的吊绳 36 防坠效果。

[0072] 在托绳装置 60 上还固定设置有销轴连接座 64,销轴连接座 64 上设置有销轴连接孔。托绳装置 60 可以通过该销轴连接孔与塔式起重机上的其它部件之间实现连接,以便根据塔式起重机的具体结构来决定托绳装置 60 的设置方式。托绳装置 60 的销轴连接座 64 的具体使用状况将会在下面的操作方法中进行详细描述。在这里,连接托绳装置 60 的销轴通过铰链等连接件连接在托绳装置 60 或者起重臂架上,在不使用该销轴时,也能够防止销轴丢失。

[0073] 结合参见图 14 和图 15 所示,根据本发明的实施例,塔式起重机的塔机起重臂 33 包括起重臂架包括两个平行设置的下弦杆,塔机起重臂还包括上述的托绳装置 60。当小车为一个时,托绳装置 60 至少为两个,分别为第一托绳装置 60a 和第二托绳装置 60b,第一托绳装置 60a 和第二托绳装置 60b 分别设置在小车的两侧,且第一托绳装置 60a 设置在小车的靠近起重臂架的臂根的一侧,第二托绳装置 60b 设置在另一侧。两个托绳装置 60 之间通过连接件连接,且托绳装置 60 通过导向部 62 沿起重臂架的长度方向可移动地设置在起重臂架的下弦杆(包括臂根部下弦杆和臂尖部下弦杆)上,塔机起重臂的吊绳 36 搭设在托绳装置 60 上。两个托绳装置 60 之间的连接件可以为刚性连接件或者防坠绳等,优选地,当两个托绳装置 60 之间仅通过连接件进行连接时,该连接件为刚性连接件。通过刚性连接件能够很好地控制两个托绳装置 60 之间的间距,即使小车发生移动,两个托绳装置 60 也会随之发生联动,从而始终保持对吊绳 36 的托起作用,减小吊绳 36 的下垂量,保证塔机起重臂的正常工作。刚性连接件可以根据起重臂架的长度而选择合适的长度,因而能够提高对吊绳 36 的防坠作用。当然,也可以沿起重臂架的长度方向设置更多的托绳装置 60。

[0074] 当两个托绳装置 60 之间是通过第一防坠绳 68a 连接时,可以在起重臂架的上部设置多个滑轮 69,然后将第二防坠绳 68b 绕设在滑轮 69 上之后,最终连接在两个托绳装置 60 上,并与两个托绳装置 60 之间的第一防坠绳 68a 一起,形成环形传动连接结构。当小车运动到一个托绳装置 60 所在的位置,并带动托绳装置 60 一起运动时,由于此环形传动连接结构,使得另一个托绳装置 60 也随之发生运动,并通过环形传动连接结构保持两个托绳装置 60 之间的间距,从而保证托绳装置 60 始终起到较好的托绳和防坠效果。在本发明的各实施例当中,用于绕设第二防坠绳 68b 的滑轮均为定滑轮。

[0075] 在连接防坠绳时,位于两个托绳装置 60 之间的第一防坠绳 68a 的两端分别连接在两个托绳装置 60 内侧的螺纹连接杆的折弯部 663 上,绕设在滑轮 69 上的第二防坠绳 68b 的两端分别连接在两个托绳装置 60 外侧的螺纹连接杆的折弯部 663 上,当托绳装置 60 与第一防坠绳 68a 和第二防坠绳 68b 之间连接完成后,如果防坠绳过松,就会影响托绳装置 60 对吊绳 36 的防坠效果,此时可以通过旋转螺纹连接杆的方式来将防坠绳拉紧,使防坠绳的设置满足使用要求。

[0076] 当小车为两个时,小车包括主小车 35 和副小车 34,托绳装置 60 还包括第三托绳装置 60c,第一托绳装置 60a、副小车 34、第三托绳装置 60c、主小车 35 和第二托绳装置 60b 沿臂根部 331 到臂尖部 332 的方向依次设置在起重臂架上,第一托绳装置 60a、第二托绳装置 60b 和第三托绳装置 60c 之间可选择地通过连接件连接。

[0077] 由于副小车 34 根据施工需要具有使用状态和非使用状态,因此,第一托绳装置 60a、第二托绳装置 60b 和第三托绳装置 60c 之间可选择地通过连接件连接,就可以根据副小车 34 的工作状态来设定第一托绳装置 60a、第二托绳装置 60b 和第三托绳装置 60c 的连接关系。当副小车 34 处于非使用状态时,就需要使用到之前提到过的销轴连接座 64,此时可以通过销轴连接座 64 将第一托绳装置 60a 固定连接在臂根部 331 上,并将副小车 34 与第一托绳装置 60a 固定连接。此时,第二托绳装置 60b 和第三托绳装置 60c 之间具有连接关系,但第二托绳装置 60b 和第三托绳装置 60c 与第一托绳装置 60a 之间均无连接关系,第一托绳装置 60a 处于闲置状态。

[0078] 当副小车 34 也处于使用状态时,就需要将第一托绳装置 60a 和第二托绳装置 60b

沿臂根部 331 到臂尖部 332 的方向通过连接件连接,该连接件可以为刚性连接件或者防坠绳。当连接件为第一防坠绳 68a 时,起重臂架上设置有多组滑轮 69,第一托绳装置 60a、第二托绳装置 60b 和第三托绳装置 60c 之间通过绕设在滑轮 69 上的第二防坠绳 68b 和连接在托绳装置 60 之间的第一防坠绳 68a 形成环形传动连接结构。

[0079] 当小车仅包括主小车 35 时,吊绳 36 防坠方法包括:将第一托绳装置 60a 和第二托绳装置 60b 分别可移动地设置在主小车 35 两侧的起重臂架下弦杆上,将两个托绳装置 60 通过连接件(第一防坠绳 68a 或者刚性连接件)连接,并将第二防坠绳 68b 的一端固定连接在第一托绳装置 60a 外侧的螺栓连接杆上,第二防坠绳 68b 的另一端绕设在多个滑轮 69 上之后,固定连接在第二托绳装置 60b 外侧的螺栓连接杆上,使两个托绳装置 60 通过第二防坠绳 68b 和连接件形成环形传动连接结构;然后将起吊吊绳和变幅吊绳分别从第一托绳装置 60a 和第二托绳装置 60b 的托轮 65 上绕过,并将起吊吊绳和变幅吊绳分别设置在托轮 65 两端的安装板 651 所形成的限位空间内,然后连接在主小车 35 上。

[0080] 参见图 14 所示,当小车包括主小车 35 和副小车 34,但仅使用主小车 35,副小车 34 处于闲置状态时,吊绳 36 防坠方法包括:首先将第一托绳装置 60a 可移动地固定连接在起重臂架的臂根部 331;然后将副小车 34 固定连接在第一托绳装置 60a 上;将第二托绳装置 60b 和第三托绳装置 60c 分别可移动地设置在主小车 35 两侧的起重臂架的下弦杆上,并使第二托绳装置 60b 位于主小车 35 与副小车 34 之间,然后在第二托绳装置 60b 和第三托绳装置 60c 之间用第一防坠绳 68a 进行连接,使第一防坠绳 68a 的第一端固定连接在第二托绳装置 60b 的内侧的螺栓连接杆上,将第一防坠绳 68a 的第二端固定连接在第三托绳装置 60c 的内侧的螺栓连接杆上;将第二防坠绳 68b 的一端固定连接在第二托绳装置 60b 的外侧的螺栓连接杆上,第二防坠绳 68b 的另一端绕设在多个滑轮 69 上之后,固定连接在第三托绳装置 60c 外侧的螺栓连接杆上,使两个托绳装置 60 通过两根防坠绳形成环形传动连接结构;将起吊吊绳和变幅吊绳分别从第二托绳装置 60b 和第三托绳装置 60c 的托轮 65 上绕过后连接在主小车 35 上。

[0081] 使用单小车进行施工时,防坠原理如下:托绳装置 60 同小车一样放置于起重臂上,起吊吊绳自由的放于托绳装置 60 的其中一个托轮 65 上,变幅吊绳自由放于另一个托轮 65 上,托绳装置 60 通过滚轮 622 可在起重臂架上来回运动。当使用单小车时第一托绳装置 60a、副小车 34 与起重臂架固定连接在一起,不会在起重臂架上移动。当主小车 35 在起重臂上移动时,到碰触到第三托绳装置 60c 继续往第三托绳装置 60c 所在侧运动时,由防坠绳牵引第二托绳装置 60b 往第三托绳装置 60c 所在侧运动。同样当小车往第二托绳装置 60b 方向运动碰触后,会牵引第三托绳装置 60c 运动。当主小车 35 在两个托绳装置 60 中间运动时则两个托绳装置 60 不动。这样控制好第二托绳装置 60b 和第三托绳装置 60c 之间的第一防坠绳 68a 的长度,就相当于将起重臂的跨度缩短一半,吊绳 36 的下垂量就能够得到很好的控制。

[0082] 参见图 15 所示,当小车包括主小车 35 和副小车 34,且同时使用主小车 35 和副小车 34 时,吊绳 36 防坠方法包括:首先将第一托绳装置 60a 可移动地设置在起重臂架的臂根部 331;然后将第三托绳装置 60c 可移动地设置在副小车 34 与主小车 35 之间的起重臂架的下弦杆上,将第二托绳装置 60b 可移动地设置在主小车 35 的靠近臂尖侧的起重臂架的下弦杆上;通过第一防坠绳 68a 连接第一托绳装置 60a 和第二托绳装置 60b,使第一防坠绳 68a

的第一端固定连接在第一托绳装置 60a 的内侧的螺栓连接杆上,将第一防坠绳 68a 的第二端固定连接在第二托绳装置 60b 的内侧的螺栓连接杆上;将第二防坠绳 68b 的一端固定连接在第一托绳装置 60a 的外侧的螺栓连接杆上,第二防坠绳 68b 的另一端绕设在多个滑轮 69 上之后,固定连接在第二托绳装置 60b 外侧的螺栓连接杆上,使两个托绳装置 60 通过第二防坠绳 68b 和第一防坠绳 68a 形成环形传动连接结构;将主小车 35 和副小车 34 固定连接;将起吊吊绳和变幅吊绳分别从第一托绳装置 60a 和第三托绳装置 60c 的托轮 65 上绕过后连接在主小车 35 上。

[0083] 使用双小车进行施工时,其防坠原理与单小车施工的防坠原理相同,这里不再赘述。

[0084] 从以上的描述中,可以看出,本发明上述的实施例实现了如下技术效果:塔式起重机包括塔身、设置在塔身顶部的回转机构、以及设置于回转机构上的上部结构,上部结构包括塔机起重臂、塔顶撑架和平衡臂,其特征在于,塔机起重臂包括起重臂架,起重臂架包括臂根部和臂尖部,臂根部的截面为四边形,臂尖部的截面为三角形,臂根部固定连接在回转机构上,臂尖部的臂尖部下弦杆与臂根部的臂根部下弦杆可转动连接,臂尖部的臂尖部上弦杆与臂根部的臂根部上弦杆断开,臂根部通过第一拉杆连接至塔顶撑架,臂尖部通过第二拉杆连接至塔顶撑架。通过采用变截面的起重臂架结构,可以有效改善起重臂架的侧向承载能力,增加最大有效工作幅度。通过使臂尖部与臂根部铰接的连接方式,使得臂尖部的安装和调整更加方便,进一步保证采用较长变幅的起重臂架后臂架的平衡度。

[0085] 以上仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。



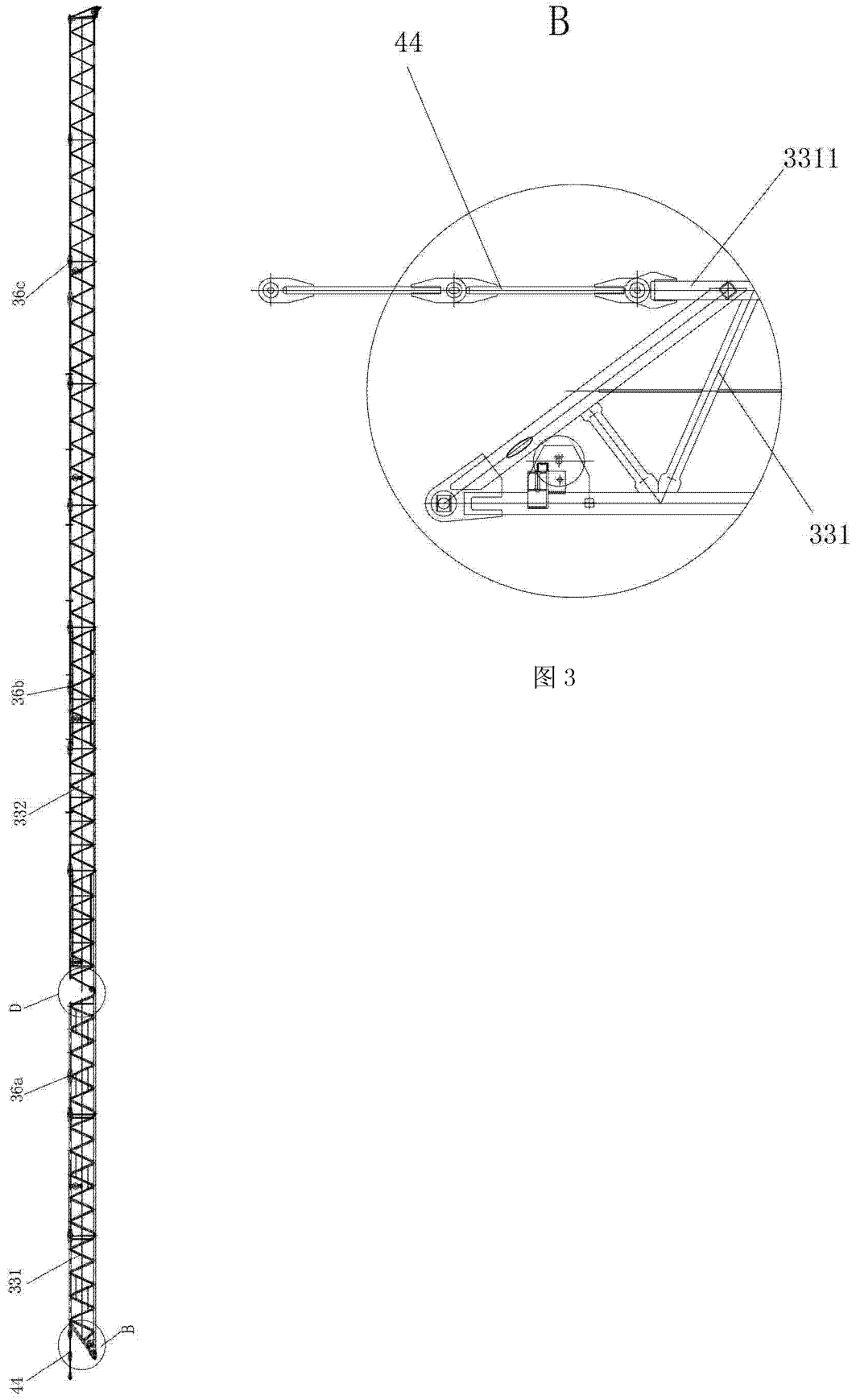


图 3

图 2

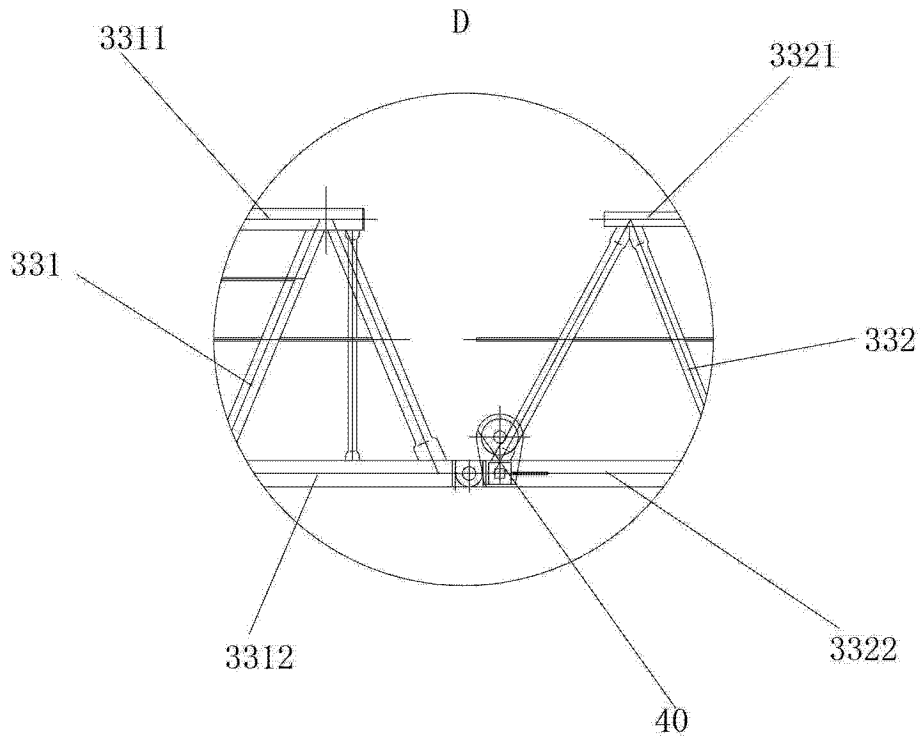


图 4

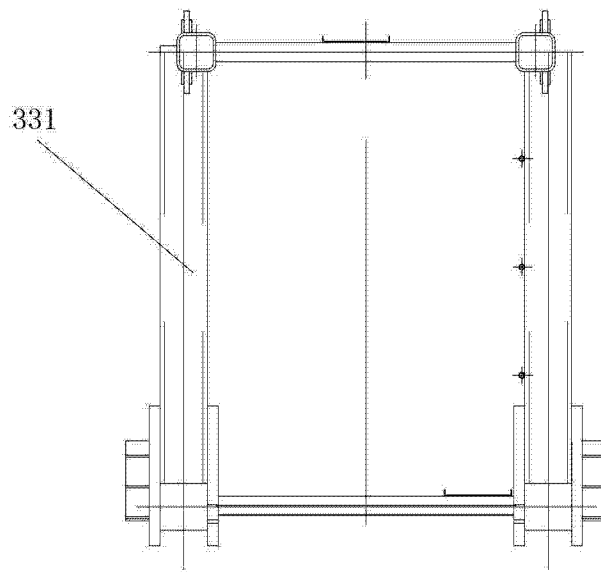


图 5

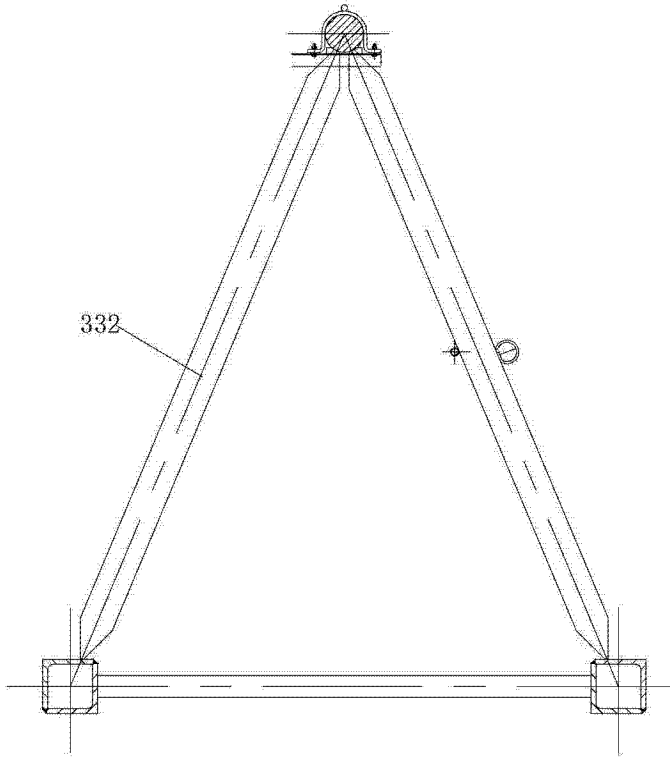


图 6

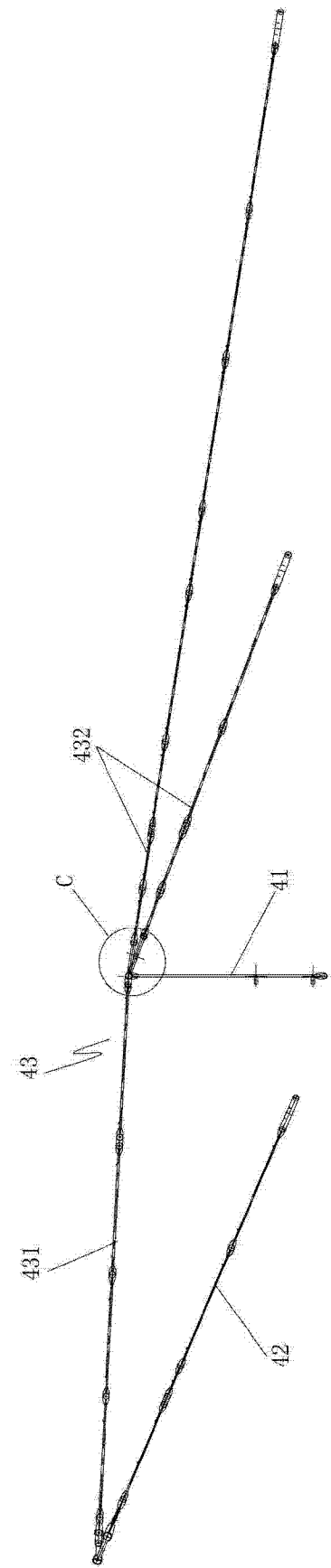


图 7



图 8

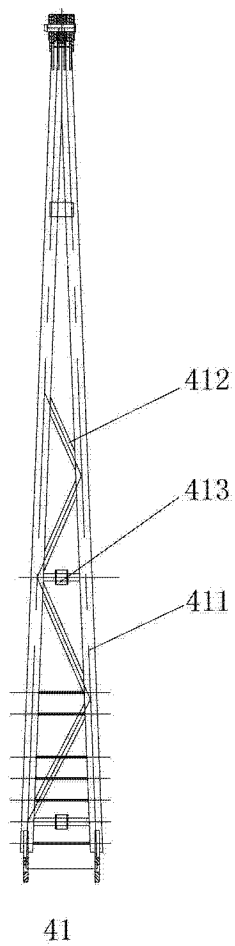


图 9

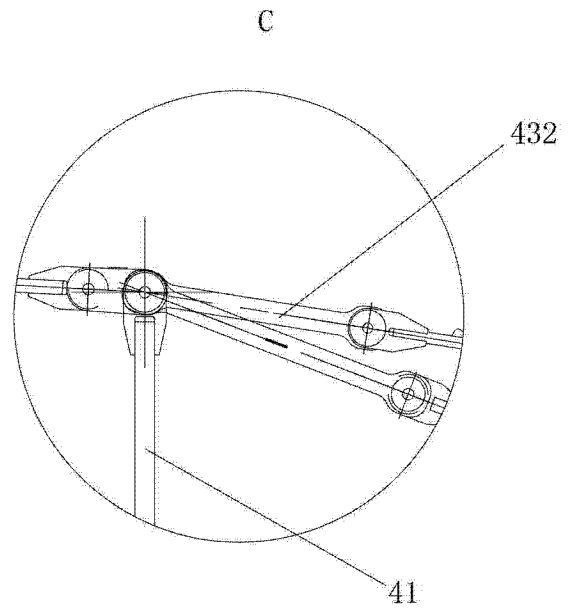


图 10

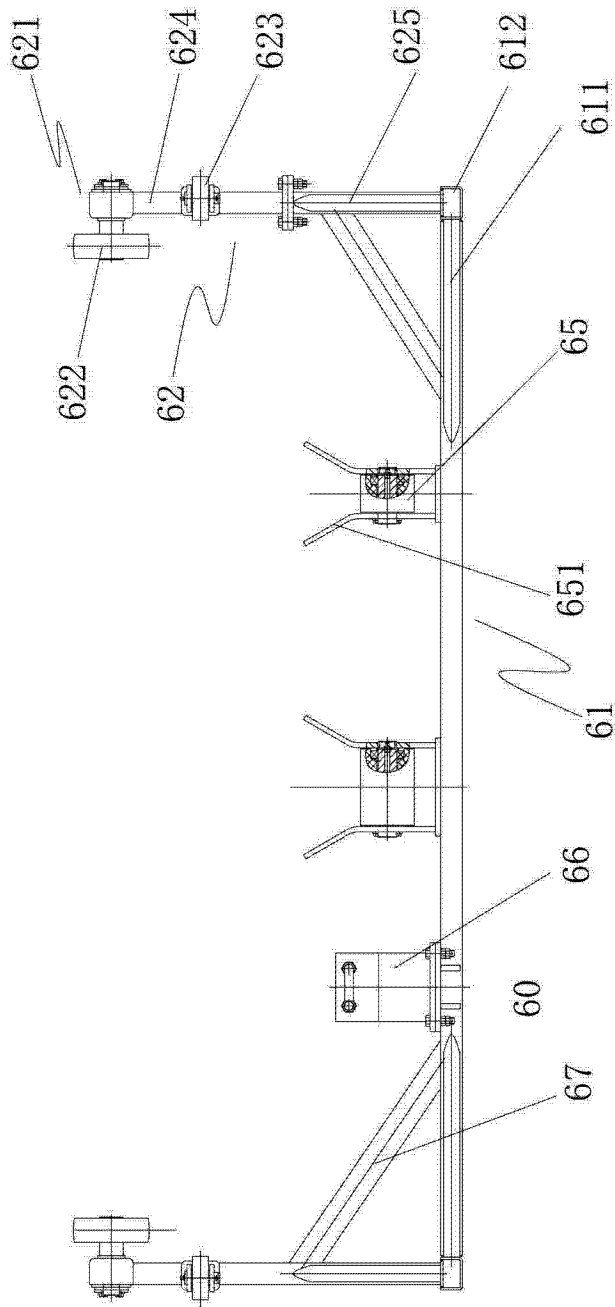


图 11

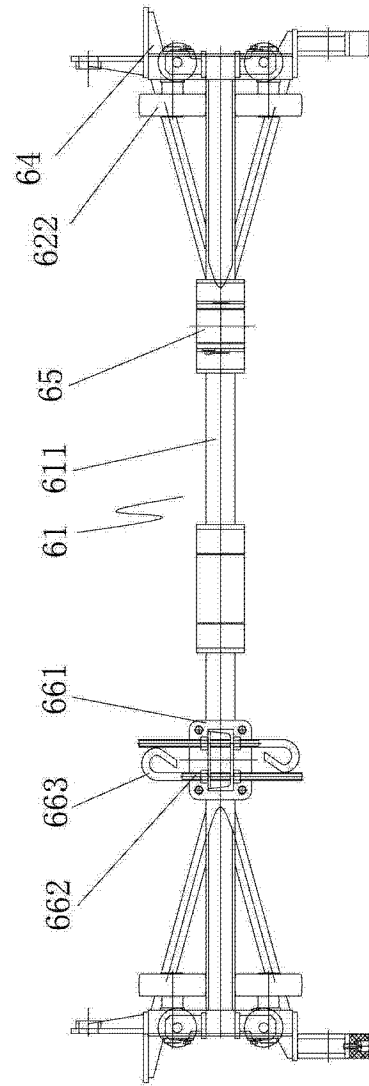


图 12

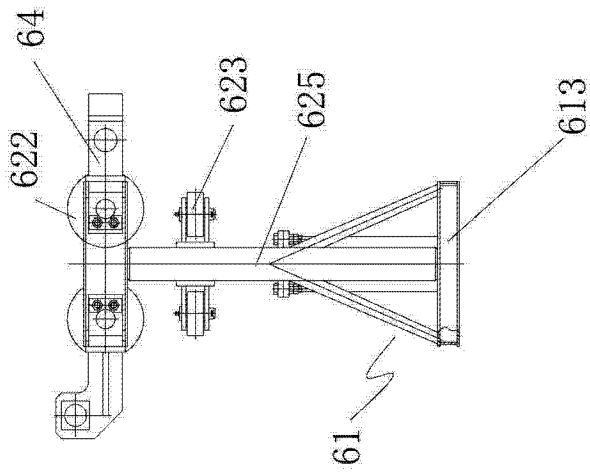


图 13

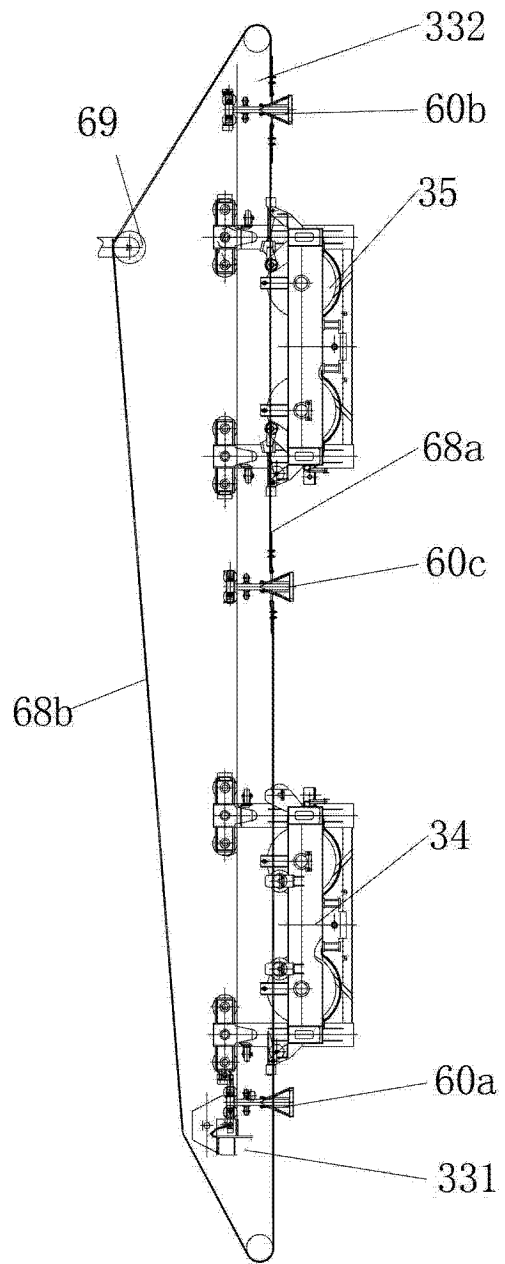


图 14

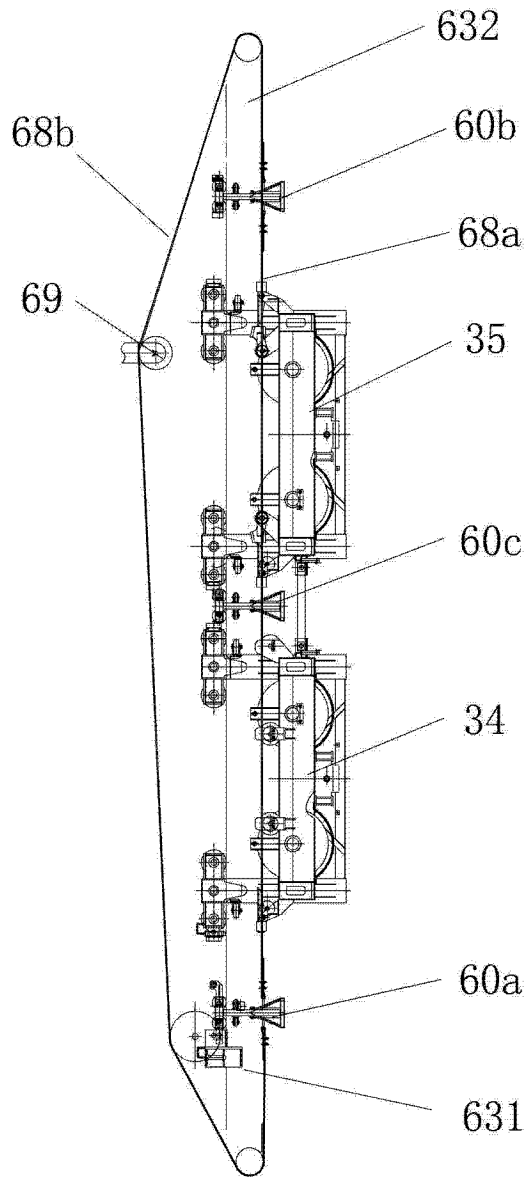


图 15