



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115448185 A

(43) 申请公布日 2022. 12. 09

(21) 申请号 202211041418.8

B66C 13/16 (2006.01)

(22) 申请日 2022.08.29

B66C 23/62 (2006.01)

B66C 13/08 (2006.01)

(71) 申请人 中交第二航务工程局有限公司

地址 430040 湖北省武汉市东西湖区金银湖路11号

(72) 发明人 张鸿 张永涛 田唯 杨秀礼

华晓涛 李涛 康学云 陈沿松

程茂林 易飞 吴雪峰 张益鹏

朱明清 吴中正 夏昊 陈斌

(74) 专利代理机构 武汉开元知识产权代理有限公司

公司 42104

专利代理师 梅辰

(51) Int. Cl.

B66C 23/88 (2006.01)

B66C 15/06 (2006.01)

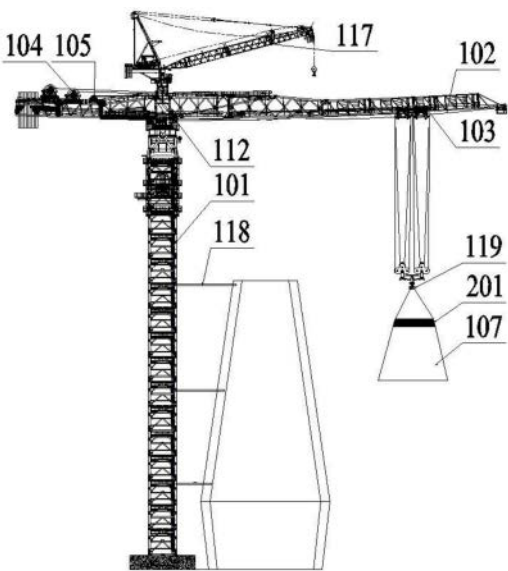
权利要求书3页 说明书15页 附图6页

(54) 发明名称

超大型智能塔式起重机及施工方法

(57) 摘要

本发明涉及建筑施工技术领域,具体地指一种超大型智能塔式起重机及施工方法。风场环境监测单元用于采集塔机工作环境下的风场信息和塔机状态信息;斜拉斜吊监测单元用于识别塔机吊钩位置从而获取塔机吊钩的斜拉斜吊角度;作业安全区动态感知单元用于获取吊臂、吊装物以及塔机作业区域内施工人员的相对位置;群塔防碰撞单元用于获取当前塔机与周围塔机的位置偏差;吊装辅助指引单元用于采集吊装物位置坐标、目标位置坐标和塔身位置坐标;吊具连接于塔机吊钩上;控制单元接收上述单元采集的参数信息并进行数据处理。本发明的塔式起重机兼具多种功能,能够大幅度提高塔式起重机作业施工的安全性,安全作业的效率极高。



1. 一种超大型智能塔式起重机,包括平头塔机,所述平头塔机包括吊臂、吊臂下方的塔身和吊臂上方的塔头;所述吊臂上设置有控制室、起重绞车、起重小车、变幅绞车和回转电机,

其特征在于:还包括,

风场环境监测单元,所述风场环境监测单元用于采集塔机工作环境下的风场信息和塔机状态信息;

斜拉斜吊监测单元,所述斜拉斜吊监测单元用于识别塔机吊钩位置从而获取塔机吊钩的斜拉斜吊角度;

作业安全区动态感知单元,所述作业安全区动态感知单元用于获取吊臂、吊装物以及塔机作业区域内施工人员的相对位置;

群塔防碰撞单元,所述群塔防碰撞单元用于获取当前塔机与周围塔机的位置偏差;

吊装辅助指引单元,所述吊装辅助指引单元用于采集吊装物位置坐标、目标位置坐标和塔身位置坐标;

吊具,所述吊具连接于塔机吊钩上,用于对吊装物进行空中姿态的调整;

控制单元,所述控制单元接收风场环境监测单元、斜拉斜吊监测单元、作业安全区动态感知单元、群塔防碰撞单元、吊装辅助指引单元和吊具采集的参数信息并进行数据处理,通过显示单元将塔机作业的关键参数和塔机作业的仿真状态显示给操作人员。

2. 如权利要求1所述的一种超大型智能塔式起重机,其特征在于:所述风场环境监测单元包括,

塔身倾角采集模块,所述塔身倾角采集模块安装在塔身上,用于采集塔身的倾角;

风场参数采集模块,所述风速风向采集模块安装在塔身上,用于采集塔机所处环境下的风速和风向;

附着架应力采集模块,所述附着架应力采集模块安装在塔身附着架上,用于塔身附着架的附着架应力;

吊臂倾角采集模块,所述吊臂倾角采集模块安装在吊臂上,用于采集吊臂倾角。

3. 如权利要求1所述的一种超大型智能塔式起重机,其特征在于:所述斜拉斜吊监测单元包括,

双目摄像头,所述双目摄像头安装在起重小车上,用于采集下方塔机吊钩的图像信息;

角度获取模块,所述角度获取模块用于对图像信息进行处理,获取塔机吊钩与起重小车出绳点之间的竖向夹角作为斜拉斜吊角度。

4. 如权利要求1所述的一种超大型智能塔式起重机,其特征在于:所述作业安全区动态感知单元包括,

吊臂危险区域获取模块,所述吊臂危险区域获取模块用于实时获取处于运动状态或是静止状态的吊臂正下方覆盖的第一危险区域;

吊装物危险区域获取模块,所述吊装物危险区域获取模块用于实时获取处于运动状态或是静止状态的吊装物正下方覆盖的第二危险区域;

施工人员位置获取模块,所述施工人员位置获取模块用于实时获取施工人员位置;

安全警示模块,所述安全警示模块用于实时接收施工人员位置信息,并在施工人员进入第一危险区域或是第二危险区域时发出安全警示信号。

5. 如权利要求1所述的一种超大型智能塔式起重机,其特征在于:所述群塔防碰撞单元包括,

塔机相对位置采集模块,所述塔机相对位置采集模块包括安装于吊臂与塔身连接处四个角落的摄像头,用于获取塔机与周围塔机的相对位置关系;

塔机位置偏差采集模块,所述塔机位置偏差采集模块包括安装在吊臂的首尾两端以及吊臂与塔身连接处四个角落的激光雷达,用于获取塔机与周围塔机的位置偏差。

6. 如权利要求1所述的一种超大型智能塔式起重机,其特征在于:所述吊具包括,

第一横梁,所述第一横梁与塔机吊钩连接;

架体,所述架体通过竖向转动轴可绕竖向轴线转动的铰接连接于第一横梁;

第二横梁,所述第二横梁与架体连接;

倾角调节结构,所述倾角调节结构设置于架体上,用于调节吊装物的水平倾角;

多个吊钩,所述多个吊钩设置于第二横梁上,用于连接吊装物;

吊钩调节结构,所述吊钩调节结构设置于吊钩与第二横梁之间,用于对吊钩的位置进行调节。

7. 如权利要求6所述的一种超大型智能塔式起重机,其特征在于:所述倾角调节结构包括,

第一油缸,所述第一油缸的壳体铰接连接于转动轴,顶推端铰接连接于架体,用于驱动架体绕纵向轴线转动;

第二油缸,所述第二油缸的壳体铰接连接于架体,顶推端铰接连接于第二横梁,用于驱动第二横梁绕横向轴线转动。

8. 如权利要求6所述的一种超大型智能塔式起重机,其特征在于:所述吊具还包括,

齿轮,所述齿轮固定于转动轴;

转动电机,所述转动电机安装于第一横梁上并与齿轮传动连接。

9. 一种超大型智能塔式起重机施工方法,其特征在于:所述施工方法采用权利要求1~8所述的超大型智能塔式起重机,包括以下步骤:

S1、将高压电缆接入塔机,对塔机风场环境进行监测,在风场环境满足安全设定要求时,允许操作人员进入塔机控制室;

S2、对塔机进行故障检测,在塔机无故障情况下操作塔机,操作塔机吊钩下放钩挂吊装物,对塔机作业区进行安全作业动态感知,确保无作业人员处于吊臂和吊装物的工作范围内;

S3、对塔机吊钩进行识别,判断塔机吊钩是否存在斜拉斜吊的情况,在塔机吊钩处于安全角度范围内时起吊吊装物至设定高度;

S4、对吊装物的姿态进行调整,完成后继续起吊,对塔机与周围塔机的相对位置进行实时监控,避免出现碰撞;

S5、获取吊装物位置坐标、目标位置坐标和塔身位置坐标,对塔机起吊进行引导,通过塔机变幅、塔机回转和塔机起升完成对吊装物的起吊。

10. 如权利要求9所述一种超大型智能塔式起重机施工方法,其特征在于:所述步骤S2中,对塔机作业区进行安全作业动态感知的方法包括以下步骤:

A1、实时获取吊臂的回转角度,确定吊臂投影在地面上的第一危险区域;

A2、实时获取吊装物覆盖范围、吊装物的高度、相对于塔机坐标原点的距离以及吊臂回转角度,确定吊装物投影在地面上的第二危险区域;

A3、实时获取施工人员相对于塔机坐标原点的位置坐标,判断施工人员是否处于第一危险区域或是第二危险区域,在施工人员处于第一危险区域或是第二危险区域时,发出警示信号。

超大型智能塔式起重机及施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及建筑施工技术领域,具体地指一种超大型智能塔式起重机及施工方法。

背景技术

[0002] 塔式起重机简称塔机,亦称塔吊,在建筑工程领域,塔机是建筑工地上最常用的一种起重设备,主要用于建筑施工材料和大型施工设备的运输与转移,具有安装拆卸方便、施工便捷、节省人力等特点,是建筑施工中必不可少的设备。一直以来,提升塔机安全性的同时提高塔机的吊装效率是亟需解决的问题。但目前建筑中使用的塔式起重机功能单一,其主要功能都是在对塔机自身的安全监测方面,对于塔机周围人员安全以及工程吊装的辅助提升还有待加强。例如,对于超高层建筑(300m以上),塔机高度较高导致塔机自身的附着架较多,附着架的维修和安拆往往需要其他起重设备协助,给施工带来极大的不便,而随着塔吊的施工高度增加,塔身倾斜、风力、附着架强度等安全性问题尤为突出;又如,在构件、吊装物起吊或落吊时,在吊件吊装物下方,不得有人停留或行走,但是由于塔机施工区域复杂,而且塔机吊装的吊装物尺寸不同,塔机驾驶员在操作塔机的过程中存在视觉盲区,现场指挥调度人员工作不到位,塔机下方站人或有人经过,塔机吊物坠落伤人的事故时有发生。

发明内容

[0003] 本发明的目的就是要解决上述背景技术的不足,提供一种超大型智能塔式起重机及施工方法。

[0004] 本发明的技术方案为:一种超大型智能塔式起重机,包括平头塔机,所述平头塔机包括吊臂、吊臂下方的塔身和吊臂上方的塔头;所述吊臂上设置有控制室、起重绞车、起重小车、变幅绞车和回转电机,

[0005] 其特征在于:还包括,

[0006] 风场环境监测单元,所述风场环境监测单元用于采集塔机工作环境下的风场信息和塔机状态信息;

[0007] 斜拉斜吊监测单元,所述斜拉斜吊监测单元用于识别塔机吊钩位置从而获取塔机吊钩的斜拉斜吊角度;

[0008] 作业安全区动态感知单元,所述作业安全区动态感知单元用于获取吊臂、吊装物以及塔机作业区域内施工人员的相对位置;

[0009] 群塔防碰撞单元,所述群塔防碰撞单元用于获取当前塔机与周围塔机的位置偏差;

[0010] 吊装辅助指引单元,所述吊装辅助指引单元用于采集吊装物位置坐标、目标位置坐标和塔身位置坐标;

[0011] 吊具,所述吊具连接于塔机吊钩上,用于对吊装物进行空中姿态的调整;

[0012] 控制单元,所述控制单元接收风场环境监测单元、斜拉斜吊监测单元、作业安全区动态感知单元、群塔防碰撞单元、吊装辅助指引单元和吊具采集的参数信息并进行数据处理,通过显示单元将塔机作业的关键参数和塔机作业的仿真状态显示给操作人员。

[0013] 根据本发明提供一种超大型智能塔式起重机,所述风场环境监测单元包括,

[0014] 塔身倾角采集模块,所述塔身倾角采集模块安装在塔身上,用于采集塔身的倾角;

[0015] 风场参数采集模块,所述风速风向采集模块安装在塔身上,用于采集塔机所处环境下的风速和风向;

[0016] 附着架应力采集模块,所述附着架应力采集模块安装在塔身附着架上,用于采集塔身附着架的附着架应力;

[0017] 吊臂倾角采集模块,所述吊臂倾角采集模块安装在吊臂上,用于采集吊臂倾角。

[0018] 根据本发明提供一种超大型智能塔式起重机,所述斜拉斜吊监测单元包括,

[0019] 双目摄像头,所述双目摄像头安装在起重小车上,用于采集下方塔机吊钩的图像信息;

[0020] 角度获取模块,所述角度获取模块用于对图像信息进行处理,获取塔机吊钩与起重小车出绳点之间的竖向夹角作为斜拉斜吊角度。

[0021] 根据本发明提供一种超大型智能塔式起重机,所述作业安全区动态感知单元包括,

[0022] 吊臂危险区域获取模块,所述吊臂危险区域获取模块用于实时获取处于运动状态或是静止状态的吊臂正下方覆盖的第一危险区域;

[0023] 吊装物危险区域获取模块,所述吊装物危险区域获取模块用于实时获取处于运动状态或是静止状态的吊装物正下方覆盖的第二危险区域;

[0024] 施工人员位置获取模块,所述施工人员位置获取模块用于实时获取施工人员位置;

[0025] 安全警示模块,所述安全警示模块用于实时接收施工人员位置信息,并在施工人员进入第一危险区域或是第二危险区域时发出安全警示信号。

[0026] 根据本发明提供一种超大型智能塔式起重机,所述群塔防碰撞单元包括,

[0027] 塔机相对位置采集模块,所述塔机相对位置采集模块包括安装于吊臂与塔身连接处四个角落的摄像头,用于获取塔机与周围塔机的相对位置关系;

[0028] 塔机位置偏差采集模块,所述塔机位置偏差采集模块包括安装在吊臂的首尾两端以及吊臂与塔身连接处四个角落的激光雷达,用于获取塔机与周围塔机的位置偏差。

[0029] 根据本发明提供一种超大型智能塔式起重机,所述吊装辅助指引单元包括,

[0030] 吊装物位置采集模块,所述吊装物位置采集模块用于采集当前吊装物位置坐标信息;

[0031] 目标位置采集模块,所述目标位置采集模块用于采集目标位置坐标信息;

[0032] 塔身位置采集模块,所述塔身位置采集模块用于采集塔身位置坐标信息。

[0033] 根据本发明提供一种超大型智能塔式起重机,所述吊具包括,

[0034] 第一横梁,所述第一横梁与塔机吊钩连接;

[0035] 架体,所述架体通过竖向转动轴可绕竖向轴线转动的铰接连接于第一横梁;

[0036] 第二横梁,所述第二横梁与架体连接;

- [0037] 倾角调节结构,所述倾角调节结构设置于架体上,用于调节吊装物的水平倾角;
- [0038] 多个吊钩,所述多个吊钩设置于第二横梁上,用于连接吊装物;
- [0039] 吊钩调节结构,所述吊钩调节结构设置于吊钩与第二横梁之间,用于对吊钩的位置进行调节。
- [0040] 根据本发明提供的一种超大型智能塔式起重机,所述倾角调节结构包括,
- [0041] 第一油缸,所述第一油缸的壳体铰接连接于转动轴,顶推端铰接连接于架体,用于驱动架体绕纵向轴线转动;
- [0042] 第二油缸,所述第二油缸的壳体铰接连接于架体,顶推端铰接连接于第二横梁,用于驱动第二横梁绕横向轴线转动。
- [0043] 根据本发明提供的一种超大型智能塔式起重机,所述吊具还包括,
- [0044] 齿轮,所述齿轮固定于转动轴;
- [0045] 转动电机,所述转动电机安装于第一横梁上并与齿轮传动连接。
- [0046] 根据本发明提供的一种超大型智能塔式起重机,所述吊钩调节结构包括,
- [0047] 安装座,所述安装座滑动连接于第二横梁上的滑槽,吊钩上端穿过滑槽与安装座固定连接;
- [0048] 第三油缸,所述第三油缸的壳体固定在第二横梁上,顶推端连接于安装座,用于驱动安装座沿滑槽移动。
- [0049] 本发明还提供一种超大型智能塔式起重机施工方法,所述施工方法采用权利要求1~9所述的超大型智能塔式起重机,包括以下步骤:
- [0050] S1、将高压电缆接入塔机,对塔机风场环境进行监测,在风场环境满足安全设定要求时,允许操作人员进入塔机控制室;
- [0051] S2、对塔机进行故障检测,在塔机无故障情况下操作塔机,操作塔机吊钩下放钩挂吊装物,对塔机作业区进行安全作业动态感知,确保无作业人员处于吊臂和吊装物的工作范围内;
- [0052] S3、对塔机吊钩进行识别,判断塔机吊钩是否存在斜拉斜吊的情况,在塔机吊钩处于安全角度范围内时起吊吊装物至设定高度;
- [0053] S4、对吊装物的姿态进行调整,完成后继续起吊,对塔机与周围塔机的相对位置进行实时监控,避免出现碰撞;
- [0054] S5、获取吊装物位置坐标、目标位置坐标和塔身位置坐标,对塔机起吊进行引导,通过塔机变幅、塔机回转和塔机起升完成对吊装物的起吊。
- [0055] 根据本发明提供的一种超大型智能塔式起重机施工方法,所述步骤S2中,对塔机作业区进行安全作业动态感知的方法包括以下步骤:
- [0056] A1、实时获取吊臂的回转角度,确定吊臂投影在地面上的第一危险区域;
- [0057] A2、实时获取吊装物覆盖范围、吊装物的高度、相对于塔机坐标原点的距离以及吊臂回转角度,确定吊装物投影在地面上的第二危险区域;
- [0058] A3、实时获取施工人员相对于塔机坐标原点的位置坐标,判断施工人员是否处于第一危险区域或是第二危险区域,在施工人员处于第一危险区域或是第二危险区域时,发出警示信号。
- [0059] 根据本发明提供的一种超大型智能塔式起重机施工方法,所述步骤A1中,确定吊

臂投影在地面上的第一危险区域的方法包括：在回转电机上安装第一编码器，记录吊臂的回转角度，根据吊臂的长度、宽度以及设定的第一安全距离确定吊臂覆盖范围，根据吊臂回转角度和吊臂覆盖范围确定第一危险区域。

[0060] 根据本发明提供的一种超大型智能塔式起重机施工方法，所述步骤A2中，实时获取吊装物覆盖范围包括：在起重小车上安装摄像头，通过摄像头获取正下方吊装物的图像信息；在起重绞车上安装第三编码器，第三编码器记录起重绞车的钢丝绳伸出长度从而得到吊装物相对起重小车的高度作为吊装物高度；根据图像信息以及吊装物高度确定吊装物在地面上的投影面积，得到吊装物覆盖范围。

[0061] 根据本发明提供的一种超大型智能塔式起重机施工方法，所述步骤A2中，在变幅绞车上安装第二编码器，第二编码器记录起重绞车的变幅距离以此获得吊装物相对于塔机坐标原点的水平距离；基于吊臂回转角度和吊装物相对于塔机坐标原点的水平距离可以得到吊装物相对于塔机坐标原点的位置；基于吊装物相对于塔机坐标原点的位置、吊装物的覆盖范围以及设定的第二安全距离确定第二危险区域。

[0062] 根据本发明提供的一种超大型智能塔式起重机施工方法，所述步骤S3中，判断塔机吊钩是否存在斜拉斜吊的情况的方法包括以下步骤：

[0063] B1、通过起重小车上的双目摄像头拍摄下方塔机吊钩上的反光贴的图像信息；

[0064] B2、对图像信息进行数据处理，获取反光贴的坐标，基于起重小车上出绳点坐标和反光贴坐标计算塔机吊钩的斜拉斜吊角度；

[0065] B3、将斜拉斜吊角度与设定角度阈值进行比对，若斜拉斜吊角度大于设定角度阈值，则认为塔机吊钩出现斜拉斜吊的情况，否则则认为没有出现斜拉斜吊情况。

[0066] 根据本发明提供的一种超大型智能塔式起重机施工方法，所述步骤S4中，对吊装物的姿态进行调整的方法包括以下步骤：

[0067] C1、通过吊具上的陀螺仪获取吊具的X向倾角和Y向倾角；

[0068] C2、利用吊具上的倾角调节结构对吊装物的X向倾角和Y向倾角进行调节；

[0069] C3、通过吊具上的转动电机对吊装物的竖向转动角度进行调节，直至吊装物的空中姿态达到设定要求。

[0070] 根据本发明提供的一种超大型智能塔式起重机施工方法，所述步骤S5中，对塔机起吊进行引导的方法包括以下步骤：

[0071] D1、在吊装物吊装至精定位高度前，利用北斗或是GPS获取吊装物位置坐标、目标位置坐标和塔身位置坐标，对吊装物起吊进行粗定位辅助指引；

[0072] D2、在吊装物从精定位高度吊装至安装位置过程中，利用吊装物、塔身、吊臂上的UWB电子标签获取吊装物位置坐标、目标位置坐标和塔身位置坐标，对吊装物起吊进行进行精定位辅助指引。

[0073] 本发明的优点有：1、本发明的塔式起重机集成了多个安全单元，通过风场环境检测单元监测塔机工作环境，实时检测塔机作业区域的风场环境；通过斜拉斜吊监测单元，实时监测塔机吊钩的工作状态，避免斜拉斜吊；通过作业安全区动态感知单元，实时检测塔机作业区域内的施工人员，避免施工人员进入到吊臂和吊装物下方；通过群塔防碰撞单元实时监测塔机与周围塔机的相对位置，避免塔机与周围塔机发生碰撞；通过吊装辅助指引单元，实时监测吊装物、安装位置和塔机的坐标，对吊装物的安装进行指引；通过吊具监测吊

装物的空中姿态,并对吊装物的空中姿态进行调整,确保吊装物在吊装过程中的稳定性;本发明还设置有报警单元,报警单元能够在上述单元获取的状态参数超过设定安全参数时发出警报提示,进一步提升整个塔机作业的安全性;本发明的塔式起重机功能众多,充分考虑了塔式起重机工作的各种情况,可以大幅度提高塔式起重机作业的安全性和吊装效率,实现了塔机从起吊前至吊装施工完成全生命周期的安全监测;

[0074] 2、本发明的风场环境监测单元包括风场参数采集模块、附着架应力采集模块和吊臂倾角采集模块,分别采集风速、风向、附着架的应力和吊臂倾角,风速和风向是获取环境风场信息,判断当前风场环境是否符合安全作业要求,附着架的应力和吊臂倾角是判断塔机的作业状态,判断塔机本身是否满足安全作业要求,本发明充分考虑到塔机作业过程中的方方面面,确保塔机能够安全作业;

[0075] 3、本发明的斜拉斜吊监测单元用于监测塔机吊钩的斜拉斜吊角度,可以判断塔机吊钩是否出现斜拉斜吊的情况,能够避免在起吊过程中出现斜拉斜吊的情况,大幅度提高了吊装的安全性和稳定性;

[0076] 4、本发明的作业安全区动态感知单元能够实时的获取塔机施工作业区域的危险区域,主要是吊臂和吊装物覆盖的区域,能够判断施工人员是否进入到危险区域,确保施工人员的安全,提高了塔机作业区域的安全管理;

[0077] 5、本发明的群塔防碰撞单元能够实时监测塔机与周围塔机的相对位置关系,避免塔机在吊装过程中与周围的塔机发生碰撞,协调了群塔,塔机在作业过程中安全性得到了大幅度的提升,对于多个塔机施工的场合特别适用;

[0078] 6、本发明吊装辅助指引单元用于对吊装物的精确引导,确保吊装物能够精确稳定的移动到安装位置,不仅能够大幅度提高吊装物的安装效率,同时也能够提高吊装物移动的安全性;

[0079] 7、本发明的吊具结构简单,能够对吊装物进行倾角调节,吊钩调节结构可以对吊钩的位置进行调整,确保吊钩能够针对吊装物的起吊点变化进行适应性的调整,操作简单,调节方便;

[0080] 8、本发明的倾角调节结构简单,通过第一油缸和第二油缸能够方便的对吊装物的水平倾角进行调节,第一油缸和第二油缸可以自动控制调节,操作简单;

[0081] 9、本发明的吊具还通过转动电机和齿轮的组合结构对吊装物绕竖向的转动角度进行调节,方便对吊装物空中姿态的调节,也便于吊装物的安装;

[0082] 10、本发明的吊钩调节结构极为简单,通过第三油缸能够方便的对吊钩进行调节,使吊钩能够适应吊装物吊点,适配不同结构的吊装物;

[0083] 11、本发明还提供了一种施工方法,本发明的塔式起重机施工方法充分考虑了风场环境、塔机故障、安全作业动态感知、塔机吊钩、吊装物控制姿态、吊装指引等情况,能够极大程度提高整个塔机作业施工的安全性,吊装效率得到了极大程度的提升,整个施工方法井然有序;

[0084] 12、本发明获取第一危险区域是基于吊臂的长宽,然后根据吊臂的长宽加上第一设定距离得到吊臂投影在地面上的吊臂覆盖范围,然后基于吊臂的回转角度确定吊臂覆盖范围处在塔机作业区的具体位置,这样就能够得到吊臂对应的第一危险区域,整个确定方法极为简单,能够准确且实时的获取吊臂的覆盖范围,方便对施工人员的警示;

[0085] 13、本发明的获取第二危险区域是基于吊装物的覆盖范围,然后获取吊装物的位置,基于吊装物的位置即可得到吊装物覆盖范围在塔机作业区所处的位置,得到吊装物对应的第二危险区域,通过实时感知吊装物的位置,获取吊装物覆盖的区域,方便对进入到塔机作业区域的施工人员予以警示;

[0086] 14、本发明获取吊装物位置的方式极为简单,通过获取吊臂的回转角度以及其中小车的变幅距离,就可以获得吊装物在塔机作业区域的地面上的投影位置,获得吊装物的位置非常的准确,能够实时的监测吊装物的位置,以便于及时的对进入危险区域的施工人员予以警示;

[0087] 15、本发明判断是否出现斜拉斜吊的情况的方法极为简单,双目摄像头可以拍摄塔机吊钩上反光贴的图像信息,基于双目摄像头本身的特性,对图像信息进行数据处理能够得到反光贴的坐标,而起重小车出绳点的坐标是比较容易获得的,基于上述的两个坐标,就可以轻松得到斜拉斜吊角度,获得斜拉斜吊角度就能够判断当前塔机吊钩是否出现斜拉斜吊,整个方法极为简单;

[0088] 16、本发明吊具对吊装物空中姿态的调节方式简单,吊具上的陀螺仪采集吊具的水平倾角,基于采集到的水平倾角对吊具进行调节,确保吊具和吊装物处于水平状态,回转角度的调节能够配合水平倾角调节一起使用,方便调节和安装;

[0089] 17、本发明对塔机吊装起吊引导能够大幅度提高吊装物吊装和安装的效率,本发明的引导分为两种引导,一种是达到精定位高度前的粗定位辅助指引,该引导方式兼具效率和安全,第二种是达到精定位高度后的精定位辅助指引,精确程度高,安装对位准确,安全性高。

[0090] 本发明的塔式起重机兼具多种功能,能够大幅度提高塔式起重机作业施工的安全性,安全作业的效率极高,具有极大的推广价值。

附图说明

[0091] 图1:本发明的超大型智能塔式起重机结构示意图;

[0092] 图2:本发明的作业安全区动态感知单元布置结构示意图;

[0093] 图3:本发明的第一危险区域和第二危险区域划分示意图;

[0094] 图4:本发明的吊具结构侧视图;

[0095] 图5:本发明的吊具结构主视图;

[0096] 图6:本发明的施工方法流程图;

[0097] 其中:101—塔机;102—吊臂;103—起重小车;104—起重绞车;105—变幅绞车;106—回转电机;107—吊装物;108—第一编码器;109—第二编码器;110—第三编码器;111—安全摄像头;112—控制室;113—无线模块;114—声光报警器;115—全站仪;116—安全帽;117—动臂吊机;118—附着架;119—塔机吊钩;

[0098] 201—吊具;202—第一横梁;203—架体;204—第二横梁;205—转动轴;206—吊钩;207—第一油缸;208—第二油缸;209—第一销轴;210—第二销轴;211—齿轮;212—转动电机;213—安装座;214—第三油缸。

具体实施方式

[0099] 下面详细描述本发明的实施例,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,旨在用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0100] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”“内”、“外”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发明和简化描述,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发明的限制。

[0101] 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该特征。在本发明的描述中,“多个”的含义是至少两个,例如两个,三个等,除非另有明确具体的限定。

[0102] 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。

[0103] 本申请涉及到一种超大型智能塔式起重机,本申请的塔式起重机主体部分与现有塔式起重机相同,如图1所示,包括平头塔机101和动臂吊机117,平头塔机101包括塔身、塔头和吊臂102,塔身位于吊臂102下方,塔头位于吊臂102上方,动臂吊机117安装在塔头上,动臂吊机117通过回转机构可以绕塔头旋转,以便起吊重物时调整方向,动臂吊机117和平头塔机101不同时工作,动臂吊机117主要用于检修和安拆附着架118。

[0104] 平头塔机101的吊臂102上安装有控制室112、起重绞车104、起重小车103、变幅绞车105和回转电机106;控制室112内安装有控制器、计算机、无线模块和声光报警器;无线模块与控制器通过以太网连接;起重绞车104、起重小车103、变幅绞车104、回转电机106都安装在塔机的吊臂102上,其与控制室电连接,用于控制塔机运动;在起重绞车104、变幅绞车105和回转电机106的转动轴上分别安装一个编码器,用于监测塔机运动情况,编码器与控制室控制器电连接。控制室控制器与计算机电连接,用于集中显示塔机需要监测的安全情况,当出现异常情况时,发出指令使声光报警器报警。

[0105] 本申请在塔式起重机上安装有以下模块:风场环境监测单元、斜拉斜吊监测单元、作业安全区动态感知单元、群塔防碰撞单元、吊装辅助指引单元、吊具和控制单元,风场环境监测单元用于采集塔机工作环境下的风场信息和塔机状态信息,斜拉斜吊监测单元用于识别塔机吊钩位置从而获取塔机吊钩的斜拉斜吊角度,作业安全区动态感知单元用于获取吊臂、吊装物以及塔机作业区域内施工人员的相对位置,群塔防碰撞单元用于获取当前塔机与周围塔机的位置偏差,吊装辅助指引单元用于采集吊装物位置坐标、目标位置坐标和塔身位置坐标,吊具连接于塔机吊钩上,用于对吊装物进行空中姿态的调整;控制单元接收风场环境监测单元、斜拉斜吊监测单元、作业安全区动态感知单元、群塔防碰撞单元、吊装辅助指引单元和吊具采集的参数信息并进行数据处理,通过显示单元将塔机作业的关键参数和塔机作业的仿真状态显示给操作人员。

[0106] 实际上本申请的控制单元集成在控制室的控制器上,控制室内设置有显示单元,显示单元用于将控制内容呈现给操作人员,本申请的控制单元采集上述单元的信息(通过无线模块将采集的信息发送给控制单元),控制单元对上述采集的信息进行数据处理,一是

将上述采集信息与设定安全阈值进行比对,判断是否超过安全设定,超过安全设定即向报警单元发送指令,报警单元发出报警提示;二是将上述采集信息进行处理后,发送到显示单元,显示单元将处理后的信息显示给操作人员,方便操作人员进行相应的操作,还可以对采集的信息进行数据处理,向显示单元传送塔机作业的仿真状态信息,进一步方便操作人员的吊装操作。

[0107] 使用时,接入高压电缆到塔机,准备工作,风场环境监测单元开始监测风场环境信息以及塔机状态信息,控制单元接收到相应的信息后判断当前风场环境和塔机状态是否满足设定的安全条件,若不满足则向报警单元发送报警指令,报警单元发出报警提示,禁止作业,只有满足设定安全条件情况下,操作人员才能进入到塔机控制室;

[0108] 操作人员进入到塔机控制室后,对塔机进行操作,首先对塔机进行故障自检,确保塔机运转正常,如果出现故障那就及时对故障进行排除;

[0109] 开始准备进行吊装物的起吊,对塔机施工作业区域进行危险区域的划分,控制单元实时监控施工人员的位置和危险区域的相对位置关系,一旦施工人员出现在危险区域内,控制单元向报警单元发送指令,提醒操作人员,操作人员及时作出调整;

[0110] 当危险区域没有施工人员时,开始对塔机吊钩119进行识别,斜拉斜吊监测单元识别塔机吊钩119的位置,获取塔机吊钩119的斜拉斜吊角度,控制单元接收到当前塔机吊钩119的斜拉斜吊角度后,将其与设定的安全角度进行比对,若大于设定的安全角度,判断当前塔机吊钩119存在斜拉斜吊的情况,需要对该情况进行调整,排除这一危险情况;

[0111] 排除掉斜拉斜吊情况后,将吊具与吊装物进行连接,起吊吊装物至设定的高度(本申请为离开地面2m),吊具开始对吊装物进行空中姿态的调整,确保吊装物达到设定的姿态,调节完成后,操作人员控制塔机继续起吊;

[0112] 在起吊过程中,群塔防碰撞单元检测塔机和周围塔机的相对位置,控制单元在相对位置小于设定的安全间距时,向报警单元房指令,对操作人员进行提示,避免出现塔机碰撞的问题;

[0113] 塔机在吊装吊装物的过程中,吊装辅助指引单元实时获取吊装物位置坐标、目标位置坐标和塔身位置坐标,并将上述的坐标发送到控制单元,控制单元将坐标信息发送到显示单元进行显示,吊装物在坐标指引情况下移动到安装位置进行安装,安装精度达到设定要求后,完成对吊装物的吊装。

[0114] 在本申请的一些实施例中,本实施例对上述的风场环境监测单元进行了优化,具体的风场环境监测单元包括塔身倾角采集模块、风场参数采集模块、附着架应力采集模块和吊臂倾角采集模块,其中塔身倾角采集模块安装在塔身上用于采集塔身的倾角;风速风向采集模块用于采集塔机所处环境下的风速和风向;附着架应力采集模块安装在塔身附着架上用于采集附着架的应力;吊臂倾角采集模块安装在吊臂上,用于采集吊臂倾角(本申请的吊臂倾角指吊臂沿风向偏转的角度)。

[0115] 风速和风向反映的是风场环境的状态,塔身的倾角、附着架的应力和吊臂倾角反映的是塔机的作业状态,只有在风场环境的状态和塔机的作业状态均符合安全设定要求时,塔机才能进行作业,否则只要某一项不满足要求,塔机就不能进行作业施工。以上的作业信息可以通过在对应的结构上安装传感器进行监测。

[0116] 在本申请的另一些实施例中,本实施例对上述的斜拉斜吊监测单元进行了丰富,

具体的本实施例的斜拉斜吊监测单元摄像头和角度获取模块,本实施例的摄像头为安装在起重小车上端的双目摄像头,用于采集下方吊钩的图像信息;角度获取模块用于对图像信息进行处理,获取吊钩吊索与竖向方向之间的夹角作为斜拉斜吊角度。

[0117] 具体的,塔机在吊装工作时,起重小车上的高清双目摄像头实时捕捉塔机吊钩上的反光贴,拍摄间隔为0.5s一次,并将图像信号传输至角度获取模块中,角度获取模块通过图像识别智能算法,识别吊钩反光贴的坐标,并将该识别的数据传输至控制单元。两摄像机的光心有一个固定的距离d,假设右摄像头 C_1 坐标系为 $O_1 X_1 Y_1 Z_1$,左摄像头 C_2 坐标系为 $O_2 X_2 Y_2 Z_2$,焦距都为f,光标点P的坐标在 C_1 下为 (x_1, y_1, z_1) ,在 C_2 坐标系下为 (x_2, y_2, z_2) ,在左摄像机中的图像点左边为 (u_1, v_1) ,在右摄像机中的图像点坐标为 (u_2, v_2) 。

[0118] 根据摄影比例关系,对坐标进行处理,可以得到空间点P的三维坐标为:

$$[0119] \quad x_1 = \frac{u_1}{u_1 - u_2} d$$

$$[0120] \quad y_1 = \frac{v_1}{u_1 - u_2} d$$

$$[0121] \quad z_1 = \frac{f}{u_1 - u_2} d$$

[0122] 由于摄像机安装在起重小车上,其中起重小车上的出绳点与摄像机的相对位置是固定的,在任意时刻,选择起重小车上的出绳点为世界坐标系原点,以摄像头的光心连线为世界坐标系X轴,以摄像头的光轴为世界坐标系Z轴,且以塔头指向起重臂方向为X轴的正向,以起重臂垂直指向地面为Z轴的正向,按照右手原则建立世界坐标系,以人站在塔头上正对起重臂方向,人的右手位置为右边,人的左手位置为左边。可以得到两者坐标系的变换旋转矩阵为R、平移矩阵为T,于是进一步可得P点在世界坐标系的坐标为:

$$[0123] \quad \begin{bmatrix} x_w \\ y_w \\ z_w \end{bmatrix} = R \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{bmatrix} + T$$

[0124] 由于矩阵R、T与坐标选择有关,为已知量,图像坐标 (u_1, v_1) 和 (u_2, v_2) 通过图像识别得到,则斜拉斜吊角度 θ 为:

$$[0125] \quad \cos \theta = \frac{|z_w|}{\sqrt{x_w^2 + y_w^2 + z_w^2}}$$

[0126] 控制单元将计算出的斜拉斜吊角度 θ 与预先设定的阈值 Θ_1 和 Θ_2 进行比对,其中 $\Theta_1 < \Theta_2$,根据斜拉斜吊角度 θ 与不同预先设定的阈值对比,启动不同的报警提示及运动指示,防止斜拉斜吊角度过大。具体为, $\theta \leq \Theta_1$ 时,显示单元将以绿色文字的方式提示“斜拉斜吊角度正常”;当 $\Theta_1 < \theta < \Theta_2$ 时,将启动第一级报警,显示单元将以红色文字闪烁的方式提示“请注意,斜拉斜吊角度较大”; $\theta \geq \Theta_2$ 时,将启动第二级报警,控制单元发出开关控制信号,控制声光报警器进行报警,并且显示单元将以红色文字的方式提示“请注意,斜拉斜吊角度过大”;当 $\theta > \Theta_1$ 时,显示单元会给出运动指示,包括:当 $x_w > 0$ 时,显示屏提示“请增大变幅”;当 $x_w < 0$ 时,显示屏提示“请减小变幅”,当 $y_w > 0$ 时,显示屏提示“请向左回转”,当 $y_w < 0$

时,显示屏提示“请向右回转”;变幅具体大小由变幅绞车上的编码器测量,回转大小由回转电机上的编码器测量(本实施例设定的角度 Θ_1 为 15° , Θ_2 为 20°)。

[0127] 在塔机斜拉斜吊检测过程中,控制单元通过无线模块将报警信息以及斜拉斜吊角度情况传输至云端,以供远程监测。

[0128] 在本申请的进一步的实施例中,本实施例对上述的作业安全区动态感知单元进行了优化,具体的本市实施例的作业安全区动态感知单元包括吊臂危险区域获取模块、吊装物危险区域获取模块、施工人员位置获取模块和安全警示模块,吊臂危险区域获取模块用于实时获取处于运动状态或是静止状态的吊臂正下方覆盖的第一危险区域;吊装物危险区域获取模块用于实时获取处于运动状态或是静止状态的吊装物正下方覆盖的第二危险区域;施工人员位置获取模块用于实时获取施工人员位置;安全警示模块用于实时接收施工人员位置信息,并在施工人员进入第一危险区域或是第二危险区域时发出安全警示信号。

[0129] 如图2所示,本申请的塔机101包括吊臂102以及安装在吊臂102上的起重绞车104、变幅绞车105、回转电机106、起重小车103,吊臂102安装在塔机101上可以绕竖向轴线(回转中心)转动,即通过塔机101上的回转电机106驱动吊臂102绕竖向轴线转动,起重小车103通过变幅绞车105可以在吊臂102上沿吊臂102长度方向移动,实现变幅调整。起重小车103上安装有吊绳,吊绳通过起重绞车104控制,实现吊装物的竖向移动。

[0130] 为了实现对吊臂102和起吊吊装物107的危险区域的识别,本申请还包括吊臂危险区域获取模块、吊装物危险区域获取模块、施工人员位置获取模块和安全警示模块,吊臂危险区域获取模块用于实时获取处于运动状态或是静止状态的吊臂正下方覆盖的第一危险区域;吊装物危险区域获取模块用于实时获取处于运动状态或是静止状态的吊装物正下方覆盖的第二危险区域;施工人员位置获取模块用于实时获取施工人员位置,施工人员位置获取模块可以是施工人员携带具有位置坐标获取装置的方式来实现,也可以是通过在塔机作业区域安装图像获取装置进行施工人员识别,以此来获取施工人员坐标信息的方式来实现;安全警示模块用于实时接收施工人员位置信息,并在施工人员进入第一危险区域或是第二危险区域时发出安全警示信号。

[0131] 安全警示模块是整个感知系统的控制模块,用于对吊臂危险区域获取模块、吊装物危险区域获取模块、施工人员位置获取模块获取的数据进行处理,判断是否有施工人员进入到危险区域内,以便于及时的发出警示信息。安全警示模块属于控制单元和报警单元的一部分,这里为了便于理解,将安全警示模块归属到作业安全区动态感知单元。

[0132] 实际使用时,塔机在作业过程中,吊臂危险区域获取模块会识别出当前情况下的第一危险区域,吊装物危险区域获取模块会识别出第二危险区域,施工人员位置获取模块获取进入到塔机作业区域的施工人员的位置坐标,将施工人员的位置坐标与第一危险区域和第二危险区域的位置坐标进行比较,如果施工人员出现杂第一危险区域或是第二危险区域,就立即发出警示信息,进行提醒,可以是向塔机作业人员发出警示信息,也可以同时向进入到危险区域的施工人员发出警示信息。

[0133] 具体的,吊臂危险区域获取模块包括吊臂覆盖范围获取模块、吊臂回转角度获取模块和第一危险区域确定模块,吊臂覆盖范围获取模块根据吊臂的长、宽以及设定的第一安全距离确定吊臂覆盖范围;吊臂回转角度获取模块包括安装在回转电机上的第一编码器,用于获取吊臂的回转角度;第一危险区域确定模块根据吊臂覆盖范围和吊臂回转角度

确定第一危险区域。

[0134] 本实施例的吊臂覆盖范围获取模块存储的吊臂的长、宽和第一安全距离是预先设定好的,吊臂的长、宽是根据吊臂的结构直接得到的,第一安全距离是在吊臂的长、宽两个方向进行水平方向的距离延伸,一般延伸的距离为500mm~1000mm(沿长度方向调节的距离为d,沿宽度方向调节的距离为c,如图3所示,c和d可以是一样的,也可以是不一样的,根据实际需求来设定),通过吊臂的长宽能够得到吊臂垂直投影到地面上的区域,第一安全距离的设定是为了避免吊臂上的部件倾斜坠落造成的安全问题,通过将吊臂的覆盖区域进行扩大,避免了这种倾斜坠落造成的安全隐患。

[0135] 吊臂的长、宽和第一安全距离可以得到吊臂在地面上的覆盖范围,在塔机使用过程中,吊臂是绕竖向轴线旋转的,要动态感知,需要对吊臂的回转角度进行确认,即确认当前吊臂处于哪个具体的位置。本实施例在回转电机106上安装第一编码器108,第一编码器108实际上就是角度传感器,用于记录回转电机106旋转角度。实际使用时,将吊臂的回转中心设为原点(通过全站仪115测量得到,如图3所示的O点,全站仪115测量得到的塔机原点直接输入到控制器内,和吊臂的长、宽数据一样的处理模式),将穿过原点的沿南北方向的直线设为Y轴,将穿过原点的东西方向的直线设为X轴,第一编码器108能够得到回转电机106的旋转角度,从而得到吊臂旋转的角度,相当于可以得到吊臂覆盖范围与X轴或是Y轴的夹角,这样就能够得到吊臂覆盖范围的XY平面(XY平面实际上就是地面)内的位置,吊臂覆盖范围与位置的结合实际上就是第一危险区域,如图3所示的A区域。

[0136] 吊装物危险区域获取模块包括吊装物位置获取模块、吊装物覆盖范围获取模块和第二危险区域确定模块,吊装物位置获取模块用于获取吊装物当前相对于塔机坐标原点的位置;吊装物覆盖范围获取模块用于根据吊装物在地面上的投影面积确定吊装物覆盖范围;第二危险区域确定模块根据吊装物覆盖范围、吊装物位置以及设定的第二安全距离确定第二危险区域,如图3所示的B区域。

[0137] 实际上确定吊臂对应的第一危险区域和确定吊装物对应的第二危险区域是同样的方式,即确定吊臂或是吊装物的覆盖范围,然后确定吊臂或是吊装物的位置,结合覆盖范围和位置即可得到具体的危险区域。区别在于,吊臂的长和宽是确定的,吊臂的结构是不变的,但是起吊吊装物的结构是不同的,吊装物的结构无法预先输入到控制系统中。本实施例设定了专用的吊装物覆盖范围获取模块去获取吊装物覆盖范围。

[0138] 在本申请的优选的实施例中,本实施例对上述的吊装物覆盖范围获取模块进行了优化,具体的吊装物覆盖范围获取模块包括安全摄像头111、吊装物高度获取模块和覆盖范围提取模块,安全摄像头111安装在起重小车103上,用于获取下方吊装物的图像信息;吊装物高度获取模块包括安装在起重绞车104上的第三编码器110,用于获取吊装物107与起重小车103之间的距离作为吊装物107的高度;覆盖范围提取模块根据图像信息以及吊装物高度确定吊装物107在地面上的投影面积以此获得吊装物覆盖范围。

[0139] 安全摄像头111通过螺栓结构安装在起重小车103上,用于获取正下方的图像信息,即获取正下方起吊吊装物的图像信息,获取的图像信息进行转为灰度图、高斯滤波、边缘检测、膨胀腐蚀、寻找边界和测量宽度,即可得到起吊吊装物的轮廓、长和宽。图像处理是需要结合吊装物与起重小车的距离来进行确定,图像处理时,通过吊装物图像信息的像素点数量与距离之间的关系,即可得到吊装物的轮廓、长、宽(即对图像信息进行处理后,可以

得到轮廓与图像边缘之间的距离,然后根据吊装物与起重小车之间的距离,即可得到每个像素点对应的单位长度,通过这种方式就可以获得吊装物的长、宽等信息)。然后在吊装物的轮廓上进行第二安全距离(如图3所示,沿吊装物的轮廓进行距离为 e 的扩张, e 的取值为500mm~1000mm)的扩展,即沿水平方向对吊装物的轮廓进行第二安全距离的扩张,形成的区域即吊装物覆盖范围。

[0140] 本实施例吊装物与起重小车的距离是通过第三编码器110来获得,如图2所示,第三编码器110安装在起重绞车104上,第三编码器110实际上就是长度传感器,记录起重绞车103上吊绳的伸出长度,即可获得吊装物107与起重小车103的距离,吊臂102与地面的高度是确定的,获得吊装物107与起重小车103的距离,就可以得到吊装物107距离地面的高度。

[0141] 吊装物位置获取模块包括吊装物变幅距离确定模块,吊装物变幅距离确定模块包括安装在变幅绞车105上的第二编码器109,用于获取起重绞车105的变幅距离作为吊装物107相对于塔机101坐标原点的水平距离。

[0142] 第二编码器109安装在变幅绞车105上,为长度传感器,记录起重绞车103的变幅长度,实际上就是记录变幅绞车105牵引绳的伸出长度。

[0143] 当吊装物覆盖范围确定以后,起重小车103的变幅距离也确定,根据第一编码器108确定吊臂102的回转角度,回转角度和变幅距离能够确定吊装物在塔机作业区域的具体位置,根据吊装物在塔机作业区域的具体位置以及吊装物覆盖范围就可以确定吊装物对应的第二危险区域,如图3所示的B区域。

[0144] 施工人员位置获取模块包括定位模块,定位模块被携带于施工人员身上,包括GPS定位模块和无线信号发生模块,用于实时将施工人员位置信号发送给安全警示模块。本实施例的定位模块是携带于施工人员身上的装置,可以安装在施工人员的安全帽116(如图2所示)上,也可以安装在工作服上,只要能够满足需求即可。

[0145] 控制室112内是整个动态感知系统的控制中枢,控制室112内包括控制器(控制单元的一部分)、计算机、无线模块113和声光报警器114(报警单元的一部分),控制器与上述编码器、计算机电连接,将上述编码器所采集的信息传输至计算机进行显示,无线模块113为LORA模块,控制器112为EPEC控制器。

[0146] 本实施例的塔机作业安全区动态感知方法按照以下步骤进行:

[0147] A1、实时获取吊臂的回转角度,确定吊臂投影在地面上的第一危险区域;

[0148] A2、实时获取吊装物覆盖范围、吊装物的高度、相对于塔机坐标原点的距离以及吊臂回转角度,确定吊装物投影在地面上的第二危险区域;

[0149] A3、实时获取施工人员相对于塔机坐标原点的位置坐标,判断施工人员是否处于第一危险区域或是第二危险区域,在施工人员处于第一危险区域或是第二危险区域时,发出警示信号。

[0150] 在本申请的一些实施例中,本实施例对上述的群塔防碰撞单元进行了优化,具体的群塔防碰撞单元包括塔机相对位置采集模块和塔机位置偏差采集模块,塔机相对位置采集模块用于获取塔机与周围塔机的相对位置关系;塔机位置偏差采集模块用于获取塔机与周围塔机的位置偏差。

[0151] 群塔防碰撞单元包括六个激光雷达和四个防撞摄像头,在吊臂与塔身连接处的四个角落处各安装一个激光雷达和一个防撞摄像头,在吊臂的首尾各安装一个激光雷达,获

取当前塔机与周围塔机的相对位置关系,激光雷达和防撞摄像头与控制单元连接,输出当前塔机与周围塔机的位置偏差,用于防止当前塔机碰到其他施工塔机,当激光雷达监测到当前塔机与其他施工塔机距离小于安全距离阈值时,控制单元向报警单元发送报警指令,报警单元发出警报提示。

[0152] 在本申请的另外一些实施例中,本实施例对上述的吊装辅助指引单元进行了优化,具体的吊装辅助指引单元包括吊装物位置采集模块、目标位置采集模块和塔身位置采集模块,吊装物位置采集模块用于采集当前吊装物位置坐标信息;目标位置采集模块用于采集目标位置坐标信息;塔身位置采集模块用于采集塔身位置坐标信息。实际上,获取吊装物位置坐标信息、目标位置坐标信息以及塔身位置坐标信息的方式有多种,本实施例采取了两种模式,一是通过北斗或是GPS的方式测量上述坐标,二是通过在吊装物、安装位置和塔身上安装UWB,以此获得上述坐标。

[0153] 本实施例的吊装辅助指引单元包括两级,一是在吊装物达到设定高度之前的粗定位,二是在吊装物达到设定高度之后的精定位,本实施例的设定高度指吊装物到达安装位置上方的5m处,粗定位可以采用北斗或是GPS的方式获得吊装物位置坐标信息、目标位置坐标信息以及塔身位置坐标信息,精定位可以通过UWB的方式获得吊装物位置坐标信息、目标位置坐标信息以及塔身位置坐标信息。粗定位考虑到吊装的速度,提高吊装物转移的效率。精定位实施时,吊装物距离安装位置很近,需要考虑到安装精度。

[0154] 吊装物位置采集模块、目标位置采集模块和塔身位置采集模块采集到对应的坐标信息后,将相关的坐标信息通过无线模块传输到控制单元,控制单元对坐标信息进行数据处理后,反馈到显示单元呈现给操作人员,方便操作人员进行吊装操作。

[0155] 在本申请的进一步实施例中,本实施例对上述的吊具进行了优化,具体的本实施例的吊具是智能吊具,用于对吊装物的空中姿态进行调整,如图4~5所示,吊具201包括第一横梁202、架体203、第二横梁204、倾角调节结构、吊钩206和吊钩调节结构,第一横梁202与塔机吊钩119连接,架体203通过竖向转动轴205可绕竖向轴线转动的铰接连接于第一横梁202,第二横梁202与架体203连接。倾角调节结构设置于架体203上,用于调节吊装物的水平倾角。多个吊钩206设置于第二横梁204上,用于连接吊装物,本实施例在第二横梁204上设置有四个吊钩206,四个吊钩206包括两组分置于第二横梁204两端,每组包括两个分置于第二横梁204端部两侧的吊钩206。吊钩调节结构设置于吊钩206与第二横梁204之间,用于对吊钩206的位置进行调节。

[0156] 如图4~5所示,本实施例的倾角调节结构包括第一油缸207和第二油缸208,第一油缸207的壳体铰接连接于转动轴205,顶推端铰接连接于架体203,用于驱动架体203绕纵向轴线转动,架体203通过纵向的第一销轴209可转动的铰接连接于转动轴205的下端,第一油缸207推动架体203旋转,实际上就推动架体203绕第一销轴209旋转。

[0157] 第二油缸210的壳体铰接连接于架体203,顶推端铰接连接于第二横梁204,用于驱动第二横梁204绕横向轴线转动。第二横梁204通过横向的第二销轴210可转动的铰接连接于架体203,第二油缸210驱动第二横梁204旋转,实际上就是推动第二横梁204绕第二销轴210旋转。架体203的两端通过两根第二销轴210与第二横梁204连接。

[0158] 另外,吊具201上还安装转动结构,如图4~5所示,转动结构包括齿轮211和转动电机212,齿轮211固定于转动轴205,转动电机212安装于第一横梁202上并与齿轮212传动连

接。当需要对吊装物进行竖向轴线的转动调节时,驱动转动电机212,转动电机212驱动齿轮211转动,齿轮211带动转动轴205旋转,安装在转动轴205上的架体203即可跟随转动轴205旋转,实现对吊装物竖向转动角度的调节。

[0159] 本实施例的吊钩调节结构包括安装座213和第三油缸214,安装座213滑动连接于第二横梁204上的滑槽,吊钩206上端穿过滑槽与安装座213固定连接。第三油缸214的壳体固定在第二横梁204上,顶推端连接于安装座213,用于驱动安装座213沿滑槽移动。滑槽是沿纵向布置的,第三油缸214能够对吊钩206进行纵向方向的调节。

[0160] 本实施例在第二横梁204上安装陀螺仪、无线传输模块以及控制器,使用时,作业人员可以通过手持控制设备向控制器发送控制指令,调节吊钩206的位置,使吊钩206与吊装物上的吊点一一对应起来,然后将吊钩206与吊装物进行连接。连接完成后,起吊吊装物到设定的调节高度,通过吊具上的陀螺仪获取吊具的X向倾角和Y向倾角,利用吊具上的第一油缸207和第二油缸208对吊装物的X向倾角和Y向倾角进行调节,利用吊具上的转动电机212对吊装物的竖向转动角度进行调节,直至吊装物的空中姿态达到设定要求。

[0161] 本申请的超大型智能塔式起重机的施工方法按照以下步骤进行,如图6所示:

[0162] S1、首先将10KV高压电线接入塔机控制室,避免电压损耗,对塔机风场环境进行监测,包括从塔底至塔顶的风速、风向、塔机附着架的应力情况、塔身倾角和吊臂倾角,将采集到的信息传送到云端,操作人员手持控制终端设备对采集信息进行判断,当前环境和塔机状态是否满足施工要求,如果不满足安全施工要求,即检测数据超过预定的安全阈值,进行报警提示和轰鸣器报警,并对塔机进行锁定,禁止操作塔机,在风场环境满足安全设定要求时,允许操作人员进入塔机控制室;

[0163] S2、操作人员允许由塔机底部爬升至塔机控制室,具体为通过塔身爬梯进入控制室,操作塔机,对塔机进行故障检测,若出现故障,则发出相应的报警提示,直至塔机正常运行,在塔机无故障情况下操作塔机,进行塔机吊装作业,包括塔机吊钩下放、吊具的吊钩调节、吊钩挂钩等操作,向控制单元输入吊装物的目标位置、重物的目标姿态等,当检测到吊钩吊有吊装物时,开始对塔机作业区进行安全作业动态感知,包括将塔机的塔身位置、塔机的回转、变幅、起升高度等信息与塔机周围施工人员位置结合,判断是否有人闯入塔机施工范围,如有,则声光报警器轰鸣,且报警单元进行报警提示;

[0164] S3、对塔机吊钩进行识别,控制单元将采集到的斜拉斜吊角度与设定阈值进行比对,判断塔机吊钩是否存在斜拉斜吊的情况,若出现斜拉斜吊角度超过设定阈值,报警单元发出报警提示,若斜拉斜吊角度小于设定阈值,证明当前没有出现斜拉斜吊的情况,起吊吊装物至设定高度,即吊离地面2m;

[0165] S4、对吊装物的姿态进行调整,通过第一油缸和第二油缸以及转动电机对吊装物进行姿态调整,直至吊装物姿态与设定的空中姿态是相符的,姿态调整完成后继续起吊,对塔机与周围塔机的相对位置进行实时监控,在塔机吊臂与周围塔机的相对位置小于设定距离时,发出声光报警提示,避免出现碰撞;

[0166] S5、进行粗定位指引,通过北斗或是GPS获取吊装物位置坐标、目标位置坐标和塔身位置坐标,采用路径规划引导算法,自动控制塔机进行回转、变幅及起升运动,直至吊装吊装物到目标位置上方5m处,开始进行精定位指引,通过安装在吊装物、目标位置和塔身上的UWB获取吊装物位置坐标、目标位置坐标和塔身位置坐标,采用路径规划引导算法,自动

控制塔机进行回转、变幅及起升运动,直至当前吊装物位置与目标位置重合或达到允许误差范围内,完成吊装物的起吊施工。

[0167] 以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征和本发明的优点。本行业的技术人员应该了解,本发明不受上述实施例的限制,上述实施例和说明书中描述的只是说明本发明的原理,在不脱离本发明精神和范围的前提下本发明还会有各种变化和改进,这些变化和改进都落入要求保护的本发明范围内。本发明要求保护范围由所附的权利要求书及其等同物界定。

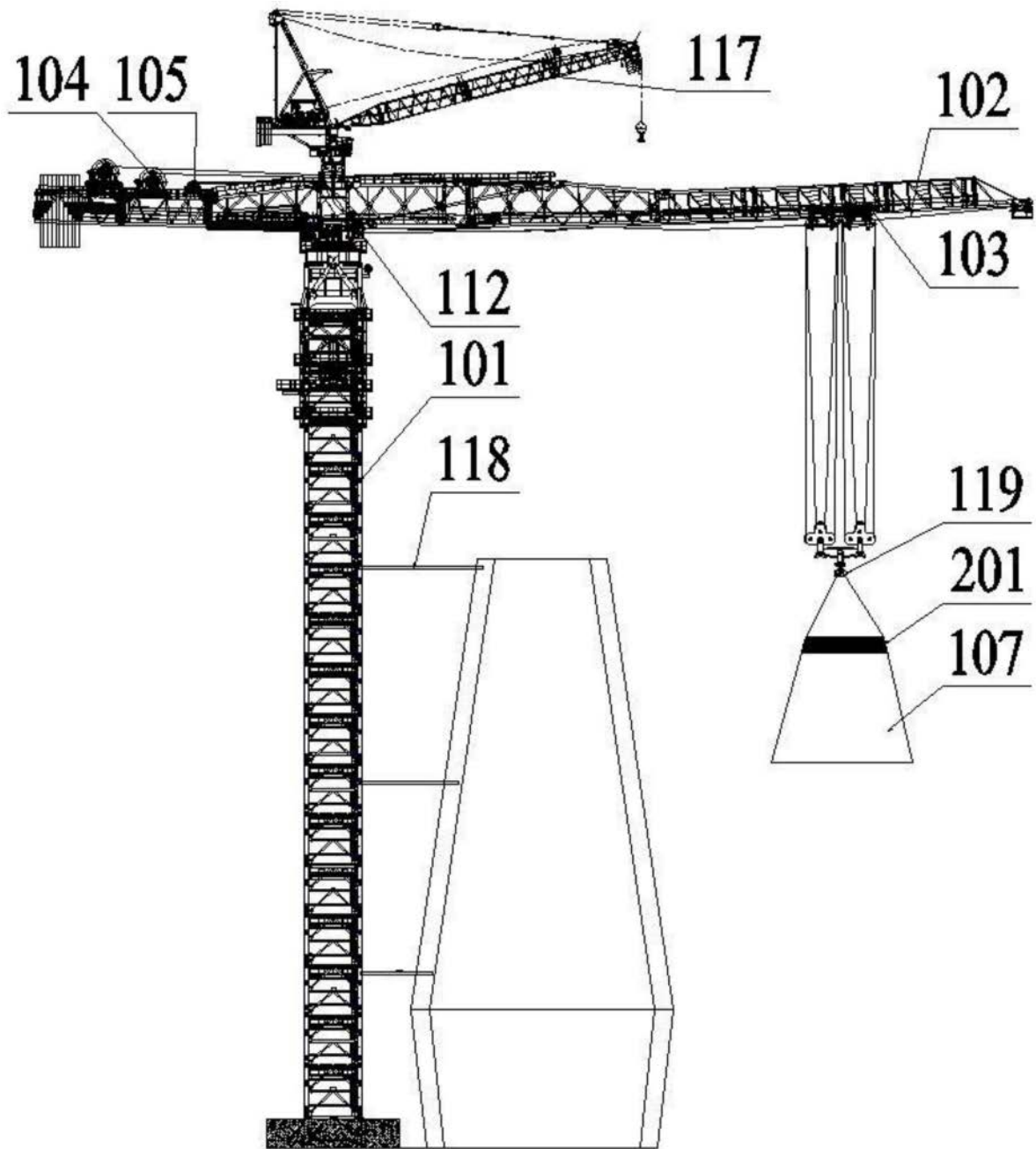


图1

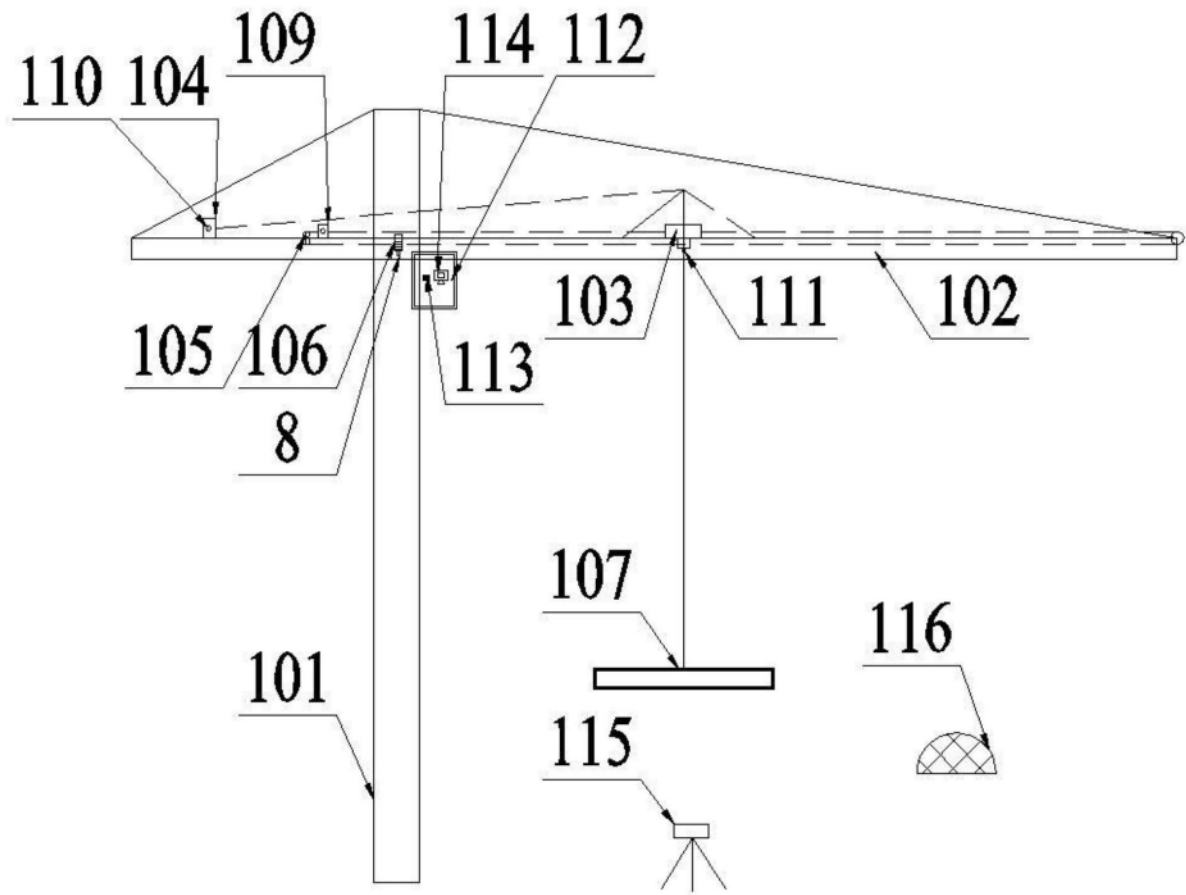


图2

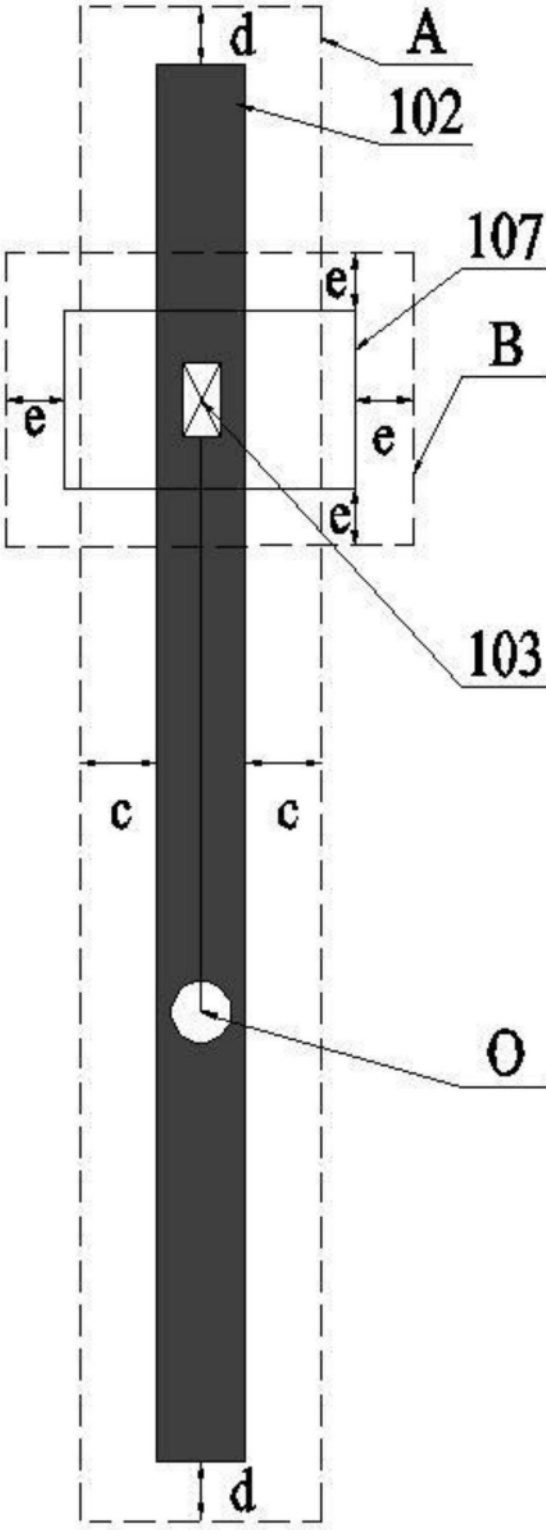


图3

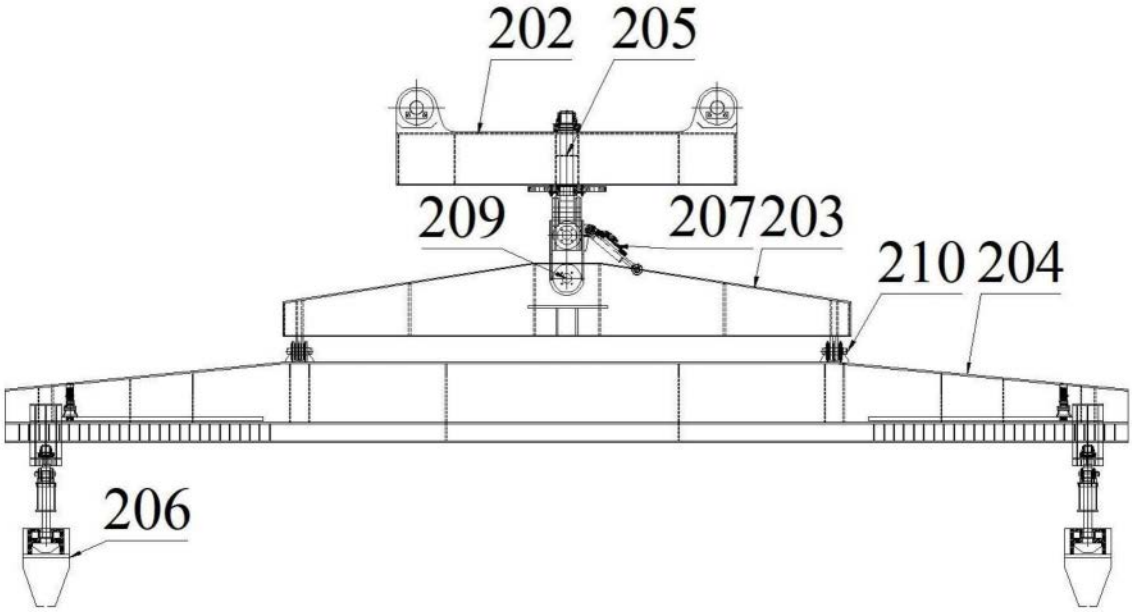


图4

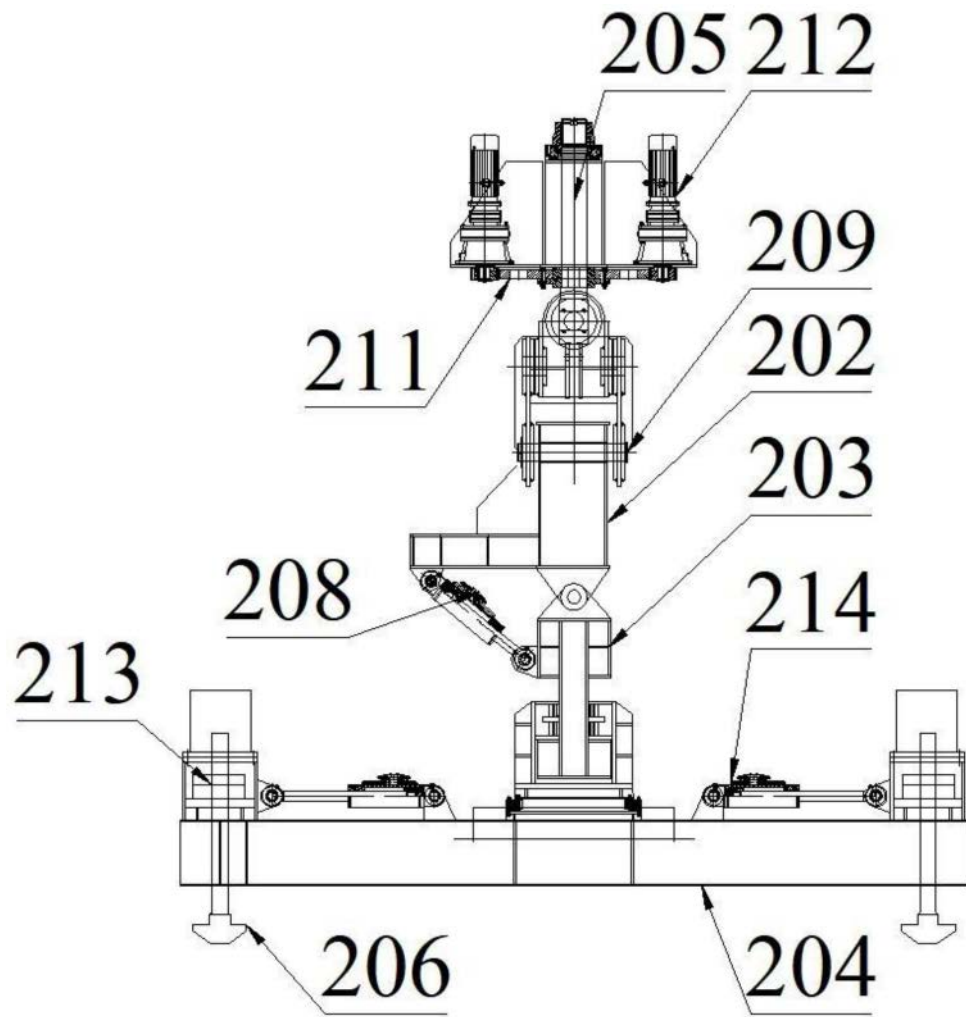


图5

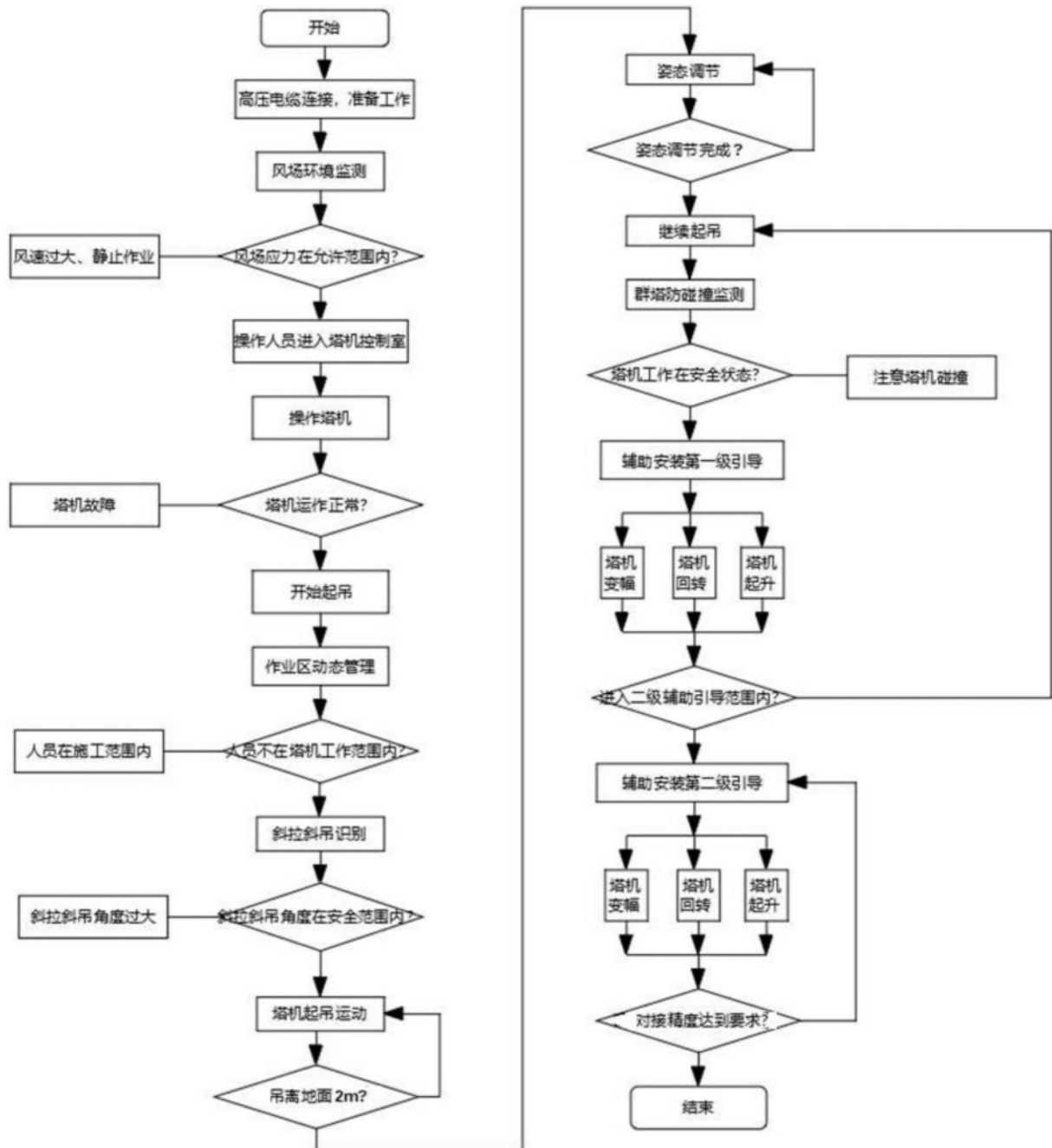


图6