



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102101630 B

(45) 授权公告日 2013.06.12

(21) 申请号 201010618838.9

(22) 申请日 2010.12.31

(73) 专利权人 浙江大学

地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路
38号

(72) 发明人 林勇刚 吴少龙 刘宏伟

(74) 专利代理机构 杭州宇信知识产权代理事务
所(普通合伙) 33231

代理人 张宇娟

(51) Int. Cl.

B66F 7/08(2006.01)

B23P 19/00(2006.01)

审查员 李益芝

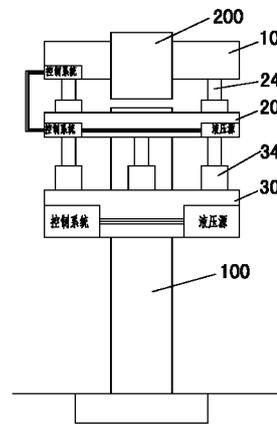
权利要求书1页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

风力发电机的液压式爬升自吊装装置

(57) 摘要

本发明公开了一种用于大型风力发电机的液压式爬升自吊装装置,包括自下而上依次设置的爬升辅助平台、安装平台、吊装平台,所述爬升辅助平台和安装平台之间设置有可使爬升辅助平台提升的液压爬升装置,所述安装平台和吊装平台之间设置有可顶升吊装平台的液压顶升装置,所述爬升辅助平台和安装平台上设有供塔架通过的塔架通孔,所述吊装平台上设有供待安装塔架通过的吊装通孔,所述爬升辅助平台、安装平台、吊装平台上均设有用于夹紧或放松塔架的液压抱紧装置,所述吊装平台上还设置将待安装塔架移送到塔架上方对应的安装工位的液压推送装置。本发明的吊装装置能有效克服风力发电机塔架安装高度过高造成的不利影响。



1. 风力发电机的液压式爬升自吊装装置,其特征在于:包括自下而上依次设置的爬升辅助平台、安装平台、吊装平台,所述爬升辅助平台和安装平台之间设置有可使爬升辅助平台提升的液压爬升装置,所述安装平台和吊装平台之间设置有可顶升吊装平台的液压顶升装置,所述爬升辅助平台和安装平台上设有供塔架通过的塔架通孔,所述吊装平台上设有供待安装塔架通过的吊装通孔,所述爬升辅助平台、安装平台、吊装平台上均设有用于夹紧或放松塔架的液压抱紧装置,所述吊装平台上还设置将待安装塔架移送到塔架上方对应的安装工位的液压推送装置。

2. 如权利要求1所述的风力发电机的液压式爬升自吊装装置,其特征在于:所述的液压爬升装置包括爬升液压缸,该爬升液压缸包括与爬升辅助平台连接的爬升缸体以及与安装平台连接的爬升活塞。

3. 如权利要求1或2所述的风力发电机的液压式爬升自吊装装置,其特征在于:所述的液压顶升装置包括顶升液压缸,该顶升液压缸包括与安装平台连接的顶升缸体以及与吊装平台连接的顶升活塞。

4. 如权利要求3所述的风力发电机的液压式爬升自吊装装置,其特征在于:所述液压抱紧装置包括相对设置的抱紧瓦、驱动抱紧瓦的抱紧液压缸。

5. 如权利要求4所述的风力发电机的液压式爬升自吊装装置,其特征在于:所述液压推送装置包括设置于吊装平台上的导轨、固定于吊装平台上的推送液压缸,该推送液压缸推动吊装平台上的抱紧液压缸沿导轨移动。

6. 如权利要求5所述的风力发电机的液压式爬升自吊装装置,其特征在于:所述液压爬升装置/液压顶升装置内设置有可感应活塞位置的位移传感器,该位移传感器连接可控制液压爬升装置/液压顶升装置运动速度的电液比例方向阀。

7. 如权利要求6所述的风力发电机的液压式爬升自吊装装置,其特征在于:所述液压推送装置还包括滑行于导轨上的台车,吊装平台上的抱紧液压缸装在所述台车上。

8. 如权利要求7所述的风力发电机的液压式爬升自吊装装置,其特征在于:所述吊装平台由可拆卸的两部件组装而成,吊装平台的拆装分界线与吊装通孔相交,安装平台和爬升辅助平台均由可拆卸的两部件组装而成,安装平台和爬升辅助平台的拆装分界线与塔架通孔相交。

9. 如权利要求8所述的风力发电机的液压式爬升自吊装装置,其特征在于:所述抱紧瓦的内侧面设置有增大摩擦力的橡胶垫。

10. 如权利要求1所述的风力发电机的液压式爬升自吊装装置,其特征在于:所述塔架通孔与塔架匹配设置。

风力发电机的液压式爬升自吊装装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用风力发电机的液压式吊装装置。

背景技术

[0002] 由于化石能源过度使用造成的资源枯竭和环境恶化问题日显突出,成为人类持续生存与发展中必须面对的重大挑战。风能作为清洁的可再生能源已深受全世界的重视,风电技术也得到迅猛的发展,风力机朝着大型化发展,兆瓦级以上风力机已成为国际主流产品。

[0003] 大型风力发电机塔架的主要结构形式一般采用桁架式、锥筒式或圆筒式(或菱筒式),其中桁架式塔架由钢管和角钢焊接而成,而圆筒(或菱筒)式和锥筒式塔架由钢板卷制(或轧制)焊接而成,形状为上小下大的几段圆筒(或菱筒)式和锥筒。

[0004] 然而随着风力发电机组越来越大型化的发展,桨叶半径增大,机舱总重量增大,塔架也不可避免会越来越高,使得风力机吊装变得越来越困难。目前风力机吊装主要采用桁架吊车。一般有两台吊车,大吨位由主吊车负责提升,小吨位由辅助吊车负责重物转向和翻转,其吊装的方式有很多种,采用圆筒(或菱筒)式和锥筒式塔架的大型风力机一般采用的是塔架分节安装,之后再分别吊装机舱、轮毂和桨叶。

[0005] 目前风力机还在不断朝着大型化发展,7MW 的风力机已经在试验过程中,该机型的塔架已经超过了 180m。由此可见风力机吊装已经面临了严峻的问题。

发明内容

[0006] 为了解决风力发电机组塔架高度高带来的吊装困难,本发明提供了一种不受塔架高度的限制、无需准备桁架吊车、能适应各种高度的风力发电机的安装需求的液压式爬升自吊装装置。

[0007] 本发明采用以下的技术方案:

[0008] 风力发电机的液压式爬升自吊装装置,包括自下而上依次设置的爬升辅助平台、安装平台、吊装平台,所述爬升辅助平台和安装平台之间设置有可使爬升辅助平台提升的液压爬升装置,所述安装平台和吊装平台之间设置有可顶升吊装平台的液压顶升装置,所述爬升辅助平台和安装平台上设有供塔架通过的塔架通孔,所述吊装平台上设有供待安装塔架通过的吊装通孔,所述爬升辅助平台、安装平台、吊装平台上均设有用于夹紧或放松塔架的液压抱紧装置,所述吊装平台上还设置将待安装塔架移送到塔架上方对应的安装工位的液压推送装置。

[0009] 进一步,所述的液压爬升装置包括爬升液压缸,该爬升液压缸包括与爬升辅助平台连接的爬升缸体以及与安装平台连接的爬升活塞。

[0010] 进一步,所述的液压顶升装置包括顶升液压缸,该顶升液压缸包括与安装平台连接的顶升缸体以及与吊装平台连接的顶升活塞。

[0011] 进一步,所述液压抱紧装置包括相对设置的抱紧瓦、驱动抱紧瓦的抱紧液压缸。

[0012] 进一步,所述液压推送装置包括设置于吊装平台上的导轨、固定于吊装平台上的推送液压缸,该推送液压缸推动吊装平台上的抱紧液压缸沿导轨移动。

[0013] 优选的,所述液压爬升装置/液压顶升装置内设置有可感应活塞位置的位移传感器,该位移传感器连接可控制液压爬升装置/液压顶升装置运动速度的电液比例方向阀。通过爬升液压缸/顶升液压缸内位移传感器以及相应的处理电路,将位置信号转变为电信号,送入电液比例方向阀的放大电路,形成位置-电反馈闭环控制装置,以通过控制电液比例方向阀的阀口开度,进而使安装平台精确、平稳地到达设定工位。

[0014] 进一步,所述液压推送装置还包括滑行于导轨上的台车,吊装平台上的抱紧液压缸装在所述台车上。

[0015] 优选的,所述吊装平台由可拆卸的两部件组装而成,吊装平台的拆装分界线与吊装通孔相交,安装平台和爬升辅助平台均由可拆卸的两部件组装而成,安装平台和爬升辅助平台的拆装分界线与塔架通孔相交。

[0016] 优选的,所述抱紧瓦的内侧面设置有增大摩擦力的橡胶垫。

[0017] 优选的,所述塔架通孔与塔架匹配设置。

[0018] 本发明的技术构思在于:设计风力发电机的液压式爬升自吊装装置,该装置可实现任意高度的塔架组装,其使用包括爬升过程和安装过程,具体如下:

[0019] 爬升过程:此过程中位于安装平台和吊装平台之间的液压顶升装置、位于吊装平台上的液压推送装置和液压抱紧装置始终处于锁紧状态,且吊装平台上的液压抱紧装置卡紧待安装塔架。首先控制位于爬升辅助平台上的液压抱紧装置抱紧塔架,以及位于安装平台的液压抱紧装置松开塔架;再控制位于安装平台和爬升辅助平台之间的液压爬升装置将安装平台和吊装平台向上顶起至设定工位;之后,控制位于安装平台的液压抱紧装置抱紧塔架,控制爬升辅助平台的液压抱紧装置松开塔架;控制位于安装平台和爬升辅助平台之间的液压爬升装置,使爬升液压缸的活塞向缸筒内缩进,由于位于安装平台的液压抱紧装置是抱紧塔架,而位于爬升辅助平台的液压抱紧装置是松开塔架,因此此时爬升辅助平台被向上提起;如此往复可实现本装置爬升至塔架安装工位。

[0020] 安装过程:当安装平台达到设定的安装高度后,锁定位于爬升辅助平台和安装平台上的液压抱紧装置,使其抱紧塔架,同时锁定位于爬升辅助平台和安装平台之间的液压爬升装置。控制位于安装平台上方的液压顶升装置、以及位于吊装平台上的液压推送装置,将待安装塔架移至塔架上方并与塔架接触,此时可人工将待安装塔架与塔架连接;待安装塔架与塔架连接安装后,控制位于吊装平台上的液压抱紧装置松开塔架。

[0021] 本发明的有益效果在于:

[0022] 1、采用液压式的爬升机构,吊装装置不受塔架高度的限制且无需准备桁架吊车,能适应各种高度的风力发电机的安装需求。

[0023] 2、安装过程中人工操作少,减轻了安装人员的工作强度,提高了工作效率。

[0024] 3、相比传统吊装方式,基于液压式爬升自吊装装置其结构更加小巧,吊装平台、安装平台和爬升辅助平台设置由可拆卸的两部件组装而成,塔架安装好后,吊装平台、安装平台和爬升辅助平台可从塔架上拆卸下,整个装置运输和安装更加方便。

[0025] 4、通过使用位移传感器的液压缸输出位移信号,配合电液比例方向阀,构成位置-电反馈装置,实现了吊装过程中的精确定位。

附图说明

[0026] 图 1 为本发明实施例的装配示意图；

[0027] 图 2 为吊装平台结构示意图；

[0028] 图 3 为安装平台结构示意图；

[0029] 图 4 为爬升辅助平台结构示意图；

[0030] 图 5 为设置在爬升辅助平台上的液压装置原理图；

[0031] 图 6 为设置在安装平台和吊装平台上的液压装置原理图。

[0032] 1-液控单向阀；2-单向节流阀；3-换向阀；4-抱紧瓦；5-抱紧液压缸；10-吊装平台；11-吊装通孔；13-导轨；14-台车；16-推送液压缸；20-安装平台；21-塔架通孔；24-顶升液压缸；30-爬升辅助平台；31-塔架通孔；34-爬升液压缸；40-液压爬升装置；50-液压顶升装置；60-第一液压抱紧装置；70-第二液压抱紧装置；80-第三液压抱紧装置；90-液压推送装置；100-塔架；200-待安装塔架。

具体实施方式

[0033] 下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步详细的说明：

[0034] 参照图 1-4：风力发电机的液压式爬升自吊装装置，包括自下而上依次设置的爬升辅助平台 30、安装平台 20、吊装平台 10，所述爬升辅助平台 30 和安装平台 20 之间连接有可使爬升辅助平台 30 提升的液压爬升装置 40，所述安装平台 20 和吊装平台 10 之间连接有可顶升吊装平台 10 的液压顶升装置 50，所述爬升辅助平台 30 和安装平台 20 上设有供塔架 100 通过的塔架通孔 31，本实施例中塔架通孔 31 与塔架 100 匹配设置，所述吊装平台 10 上设有供待安装塔架 200 通过的吊装通孔 11，所述爬升辅助平台 30 上设有用于夹紧或放松塔架 100 的第一液压抱紧装置 60，安装平台 20 上设有用于夹紧或放松塔架 100 的第二液压抱紧装置 70，吊装平台 10 上设有用于夹紧或放松塔架 100 的第三液压抱紧装置 80，所述第一液压抱紧装置 60、第二液压抱紧装置 70、第三液压抱紧装置 80 分别包括相对设置的抱紧瓦 4、驱动抱紧瓦 4 的抱紧液压缸 5。所述吊装平台 10 上还设置将待安装塔架 200 移送到塔架 100 上方对应的安装工位的液压推送装置 90。所述抱紧瓦 4 的内侧面设置有增大摩擦力的橡胶垫，橡胶垫用于提供克服待安装塔架或塔架重力的摩擦力。所述吊装平台由可拆卸的两部件组装而成，吊装平台的拆装分界线与吊装通孔相交，安装平台和爬升辅助平台均由可拆卸的两部件组装而成，安装平台和爬升辅助平台的拆装分界线与塔架通孔相交。

[0035] 本实施例中，所述的液压爬升装置 40 包括 6 只间隔布置的爬升液压缸 34，该爬升液压缸 34 包括与爬升辅助平台连接的爬升缸体以及与安装平台连接的爬升活塞。

[0036] 本实施例中，所述的液压顶升装置 50 包括 6 只间隔布置的顶升液压缸 24，该顶升液压缸 24 包括与安装平台连接的顶升缸体以及与吊装平台连接的顶升活塞。

[0037] 所述液压推送装置 90 包括设置于吊装平台 10 上的导轨 13、固定于吊装平台上的推送液压缸 16、滑行于导轨 13 上的台车 14，吊装平台 10 上的抱紧液压缸 24 装在台车 14 上，该推送液压缸 16 推动吊装平台 10 上的抱紧液压缸 24 沿导轨 13 移动。

[0038] 所述液压爬升装置 40/ 液压顶升装置 50 内设置有可感应活塞位置的位移传感器，该位移传感器连接可控制液压爬升装置 / 液压顶升装置运动速度的电液比例方向阀。

[0039] 如图 5 所示为设置在爬升辅助平台 30 上的液压装置原理图,该液压装置包括位于安装平台 20 与爬升辅助平台 30 之间的液压顶升装置 40 和位于爬升辅助平台上的液压抱紧装置 60。

[0040] 所述位于爬升辅助平台 30 与安装平台 20 之间的液压爬升装置 40 包括优选的六只均布在爬升辅助平台 30 上的爬升液压缸 34 以及用于控制顶升液压缸 34 的爬升控制阀组和液压连接管路,爬升液压缸 34 缸筒一端连接在爬升辅助平台上,活塞杆相应的与安装平台底部连接。所述爬升控制阀组包括相互串联的液控单向阀 1 和换向阀 3,该换向阀为电液比例方向阀,液控单向阀 1 用于控制爬升液压缸 34 的活塞动作速度,电液比例方向阀用于控制爬升液压缸 34 的活塞运动方向。通过爬升液压缸 34 内与无杆腔连接的根据磁致伸缩效应制作的位移传感器和处理电路,将位置信号转变为电信号,送入电液比例方向阀的放大电路,形成位置-电反馈闭环控制装置,通过控制电液比例方向阀的阀口开度,使安装平台精确、平稳地到达设定工位。

[0041] 所述位于爬升辅助平台 30 上的液压抱紧装置 60 包括与塔架周壁相匹配的抱紧瓦 4,置于抱紧瓦背面且与抱紧瓦连接的抱紧液压缸 5 以及用于控制抱紧液压缸 5 的抱紧控制阀组和液压连接管路,抱紧液压缸 5 另一端相应地连接在爬升辅助平台 30 上。所述抱紧控制阀组包括相互串联的液控单向阀 61、两只反向串接的单向节流阀 62 和换向阀 3,该换向阀采用电磁换向阀,液控单向阀 1 和单向节流阀 2 均用于控制抱紧液压缸 5 的活塞动作速度,电磁换向阀用于控制抱紧液压缸 5 的活塞运动方向。

[0042] 如图 6 所示为设置在安装平台和吊装平台上的液压装置原理图,该液压装置包括位于安装平台 20 和吊装平台 10 之间的液压顶升装置 50,位于安装平台的液压抱紧装置 80 和位于吊装平台的液压推送装置 90 与液压抱紧装置 70。

[0043] 所述位于安装平台 20 与吊装平台 10 之间的液压顶升装置 50 包括优选的六只均布在安装平台 20 上的顶升液压缸 24 以及用于控制顶升液压缸 24 的顶升控制阀组和液压连接管路,顶升液压缸 24 缸筒一端连接在安装平台上,活塞杆相应的与吊装平台底部连接。所述顶升控制阀组包括相互串联的液控单向阀 1、单向节流阀 2 和换向阀 3,该换向阀 3 采用电液比例方向阀,液控单向阀 1 用于控制顶升液压缸 24 的活塞动作速度,单向节流阀 2 在顶升液压缸 24 下降过程中起缓冲的作用,电液比例方向阀用于控制顶升液压缸 24 的活塞运动方向。通过顶升液压缸 24 内与无杆腔连接的根据磁致伸缩效应制作的位移传感器和处理电路,将位置信号转变为电信号,送入电液比例方向阀的放大电路,形成位置-电反馈闭环控制装置,通过控制电液比例方向阀的阀口开度,使吊装平台精确、平稳地到达设定工位。

[0044] 所述位于安装平台上的液压抱紧装置 80 包括与塔架周壁相匹配的抱紧瓦 4,置于抱紧瓦 22 背面且与抱紧瓦连接的抱紧液压缸 5 以及用于控制抱紧液压缸 5 的抱紧控制阀组和液压连接管路。所述抱紧控制阀组包括相互串联的液控单向阀 1、两只反向串接的单向节流阀 2 和换向阀 3,该换向阀 3 采用电磁换向阀,液控单向阀 1 和单向节流阀 2 均用于控制抱紧液压缸 5 的活塞动作速度,电磁换向阀用于控制抱紧液压缸 5 的活塞运动方向。

[0045] 所述位于吊装平台的液压推送装置 90 的用于控制推送液压缸 16 的推送控制阀组由换向阀 3 组成,该换向阀 3 采用电液比例方向阀,电液比例方向阀用于控制推送液压缸 16 的活塞运动方向。通过推送液压缸 16 内与无杆腔连接的根据磁致伸缩效应制作的位

移传感器和处理电路,将位置信号转变为电信号,送入电液比例方向阀的放大电路,形成位置-电反馈闭环控制装置,通过控制电液比例方向阀的阀口开度,使待安装塔架 200 精确、平稳地到达设定工位。

[0046] 所述位于吊装平台的液压抱紧装置 70 的用于控制抱紧液压缸 5 的卡紧控制阀组包括相互串联的液控单向阀 1、两只反向串接的单向节流阀 2 和电磁换向阀 3。液控单向阀 1 和单向节流阀 2 均用于控制抱紧液压缸 5 的活塞动作速度,电磁换向阀用于控制抱紧液压缸 5 的活塞运动方向。

[0047] 下面通过一实施例介绍本发明的用于大型风力发电机的液压式爬升自吊装装置的工作过程。

[0048] 爬升过程,此过程中位于安装平台和吊装平台之间的液压顶升装置、位于吊装平台上的液压推送装置和液压抱紧装置始终处于锁紧状态,且液压抱紧装置卡紧待安装塔架。

[0049] 1、控制位于爬升辅助平台上的液压抱紧装置 60 的电磁换向阀,使电磁换向阀的左位得电,P-A 口和 B-T 口分别导通,液压油经电磁换向阀、单向节流阀 2 和液控单向阀 1 流入抱紧液压缸 5 的无杆腔,同时有杆腔内的液压油回流,使位于爬升辅助平台的抱紧液压缸活塞杆向前伸出,液压抱紧装置抱紧塔架。

[0050] 2、控制位于安装平台的液压抱紧装置 80 的电磁换向阀的右位得电,P-B 口和 A-T 口导通,此时抱紧液压缸 5 有杆腔进油,无杆腔回油,抱紧液压缸 5 的活塞杆缩回,使位于安装平台的液压抱紧装置松开塔架。

[0051] 3、控制位于安装平台和爬升辅助平台之间的液压爬升装置 40 的电液比例方向阀的左位得电,P-A 口和 B-T 口分别导通,爬升液压缸 34 无杆腔进油,有杆腔回油,爬升液压缸 34 的活塞向上伸出,将安装平台和吊装平台向上顶起。通过爬升液压缸 34 内与无杆腔连接的根据磁致伸缩效应制作的位移传感器和处理电路,将此时的位置信号转变为电信号,送入电液比例方向阀的放大电路,形成位置-电反馈闭环控制装置,通过控制电液比例方向阀的阀口开度,使安装平台精确、平稳地到达设定工位。

[0052] 4、控制位于安装平台的液压抱紧装置 80 的电磁换向阀,使电磁换向阀的左位得电,P-A 口和 B-T 口分别导通,抱紧液压缸 5 无杆腔进油,有杆腔回油,抱紧液压缸 5 的活塞杆伸出,位于安装平台 20 的液压抱紧装置 80 抱紧塔架。

[0053] 5、控制位于爬升辅助平台的液压抱紧装置 60 的电磁换向阀,使电磁换向阀的右位得电,P-B 口和 A-T 口导通,此时抱紧液压缸 5 有杆腔进油,无杆腔回油,抱紧液压缸 5 的活塞杆缩回,位于爬升辅助平台的液压抱紧装置 60 松开塔架。

[0054] 6、控制位于安装平台和爬升辅助平台之间的液压爬升装置 40 的电液比例方向阀的右位得电,P-B 口和 A-T 口导通,此时爬升液压缸 34 有杆腔进油,无杆腔回油,爬升液压缸 34 的活塞向缸筒内缩进,由于位于安装平台 20 的液压抱紧装置 80 抱紧塔架,而位于爬升辅助平台的液压抱紧装置 60 松开塔架,因此此时爬升辅助平台 30 被向上提起。

[0055] 如此往复步骤 1-6,可实现本装置爬升到塔架安装工位的目的。

[0056] 安装过程:当安装平台达到设定的安装高度后,锁定位于爬升辅助平台和安装平台上的抱紧装置,使其抱紧塔架,同时锁定位于爬升辅助平台和安装平台之间的液压爬升装置。

[0057] 1、控制位于安装平台的液压顶升装置 50 的电液比例方向阀 3 的左位得电，P-A 口和 B-T 口分别导通，顶升液压缸 24 无杆腔进油，有杆腔回油，顶升液压缸 24 的活塞向上伸出，将吊装平台向上顶起。通过顶升液压缸 24 内与无杆腔连接的根据磁致伸缩效应制作的位移传感器和处理电路，将此时的位置信号转变为电信号，送入电液比例方向阀的放大电路，电液比例方向阀的右位得电，P-B 口和 A-T 口导通，此时顶升液压缸 24 有杆腔进油，无杆腔回油，使顶升液压缸 24 活塞杆缩回，吊装平台下降。通过单向节流阀 2 使顶升液压缸 24 的无杆腔形成背压，起缓冲作用，通过控制电液比例方向阀阀口开度，使待安装塔架平稳、缓慢下降，当待安装塔架与塔架接触，吊装平台停止下降，安装工人将待安装塔架与塔架连接安装。

[0058] 2、待安装塔架与塔架连接安装后，控制位于液压抱紧装置上的电磁换向阀的右位得电，P-B 口和 A-T 口导通，此时抱紧液压缸 5 有杆腔进油，无杆腔回油，使抱紧液压缸活塞杆缩回，卡紧装置松开。

[0059] 如此，便实现了风力发电机塔架的安装。

[0060] 拆卸时，将爬升辅助平台 30、安装平台 20、吊装平台 10 降到塔架基座，由于各平台由可分离的两部件组成，拆除连接螺栓以及相应的液压缸和连接管路，可将爬升辅助平台 30、安装平台 20、吊装平台 10 从塔架中取出。

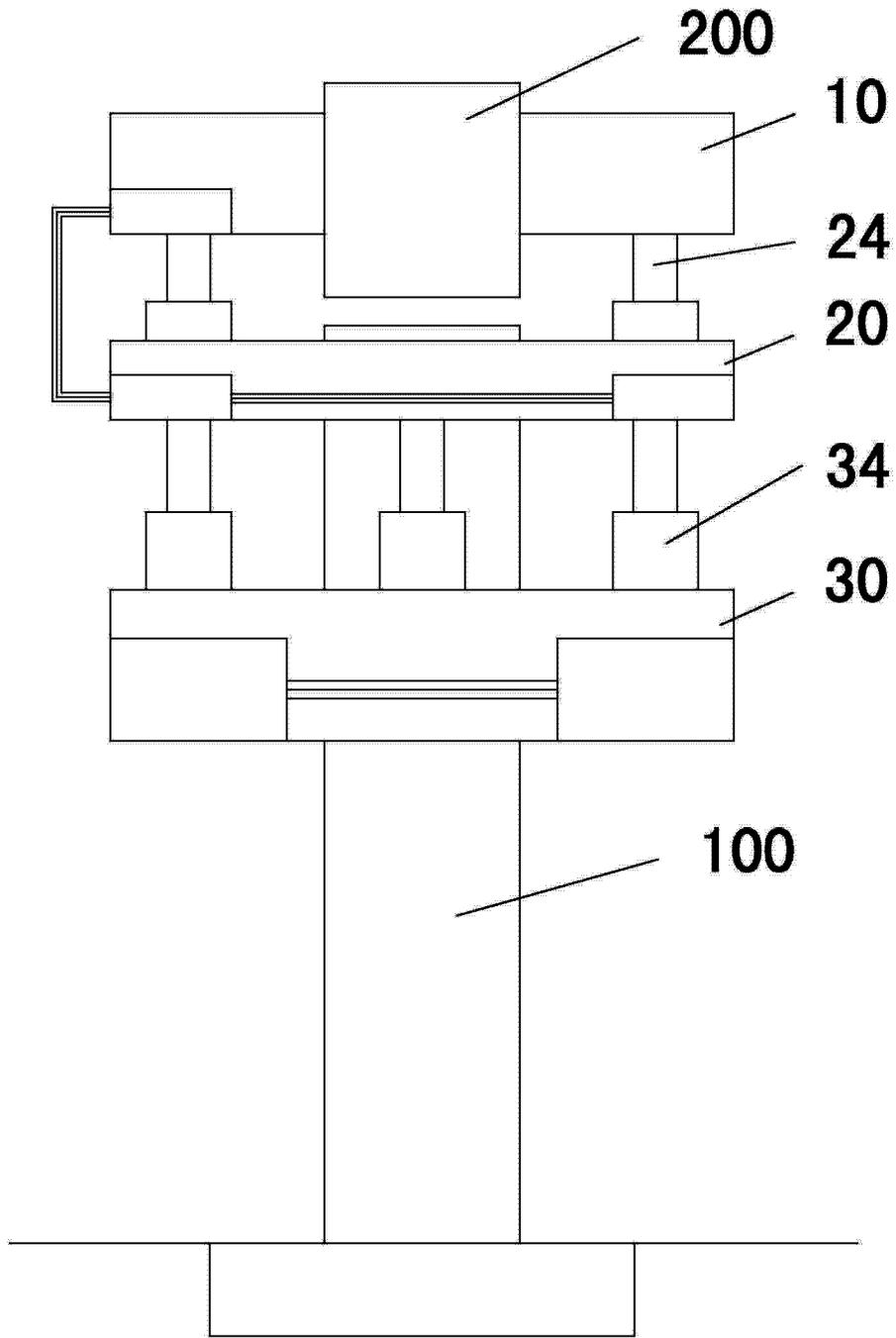


图 1

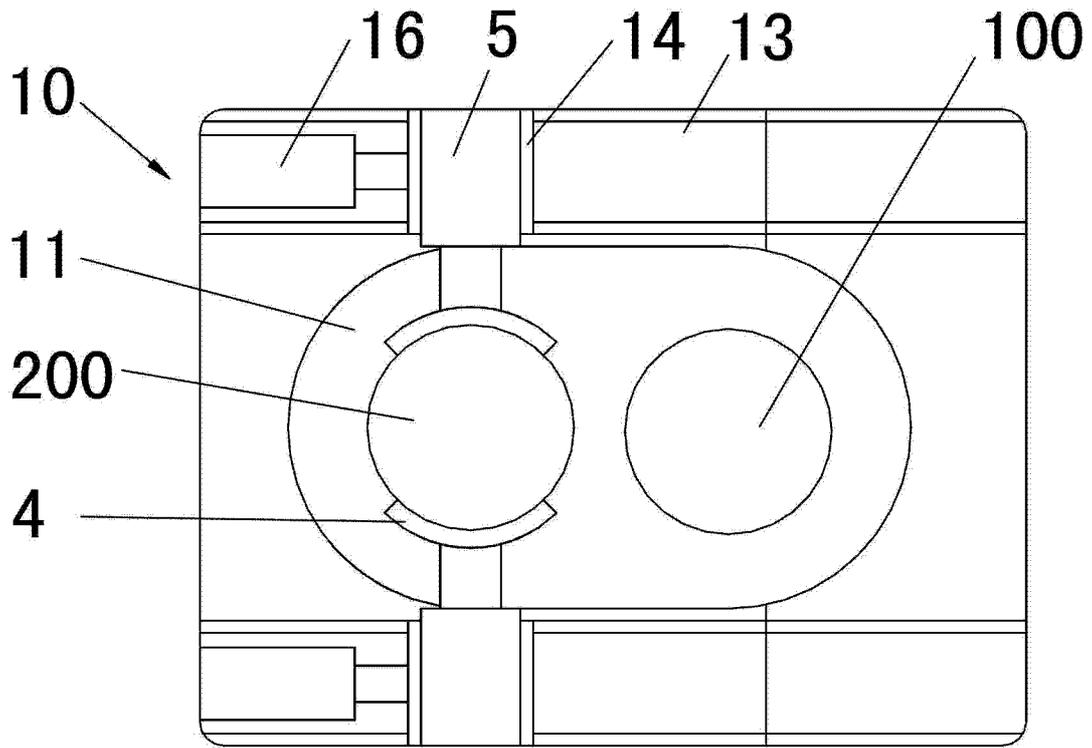


图 2

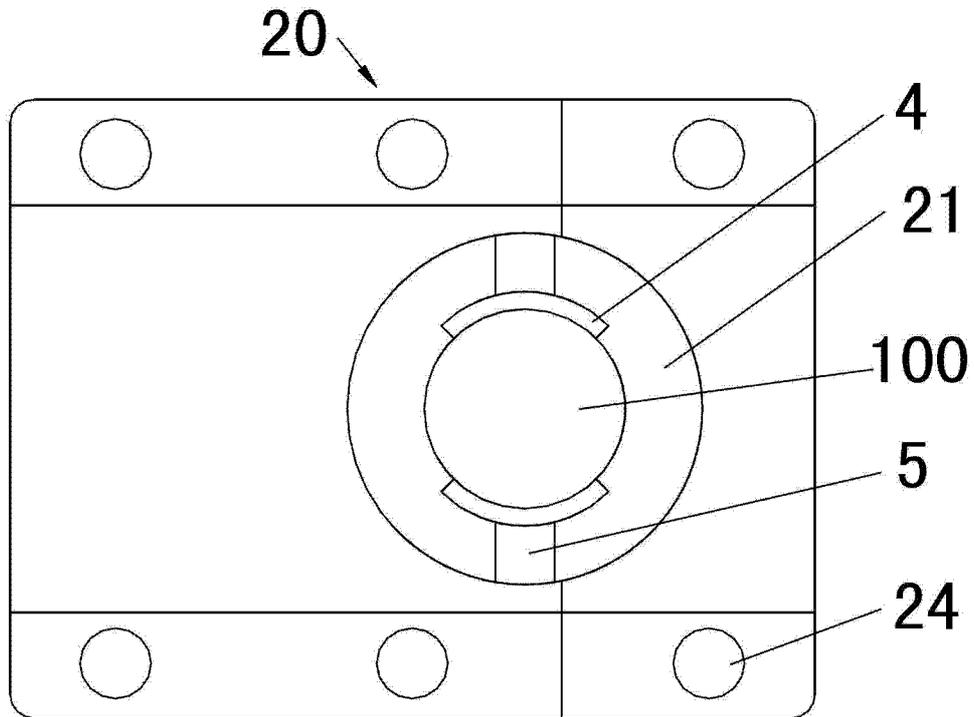


图 3

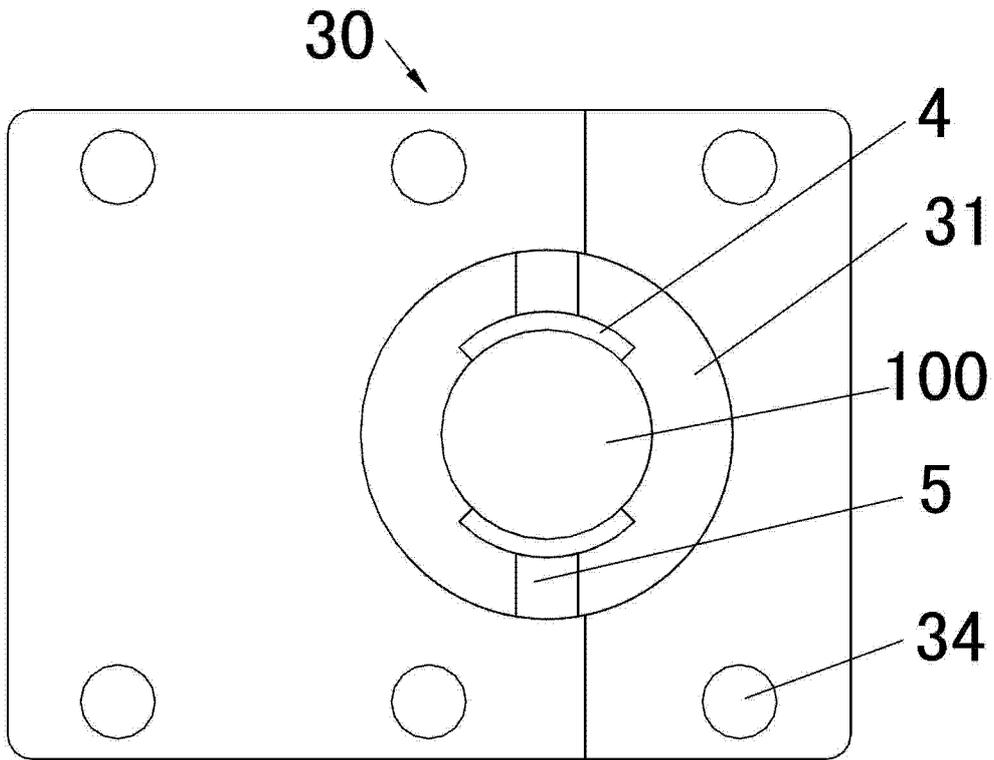


图 4

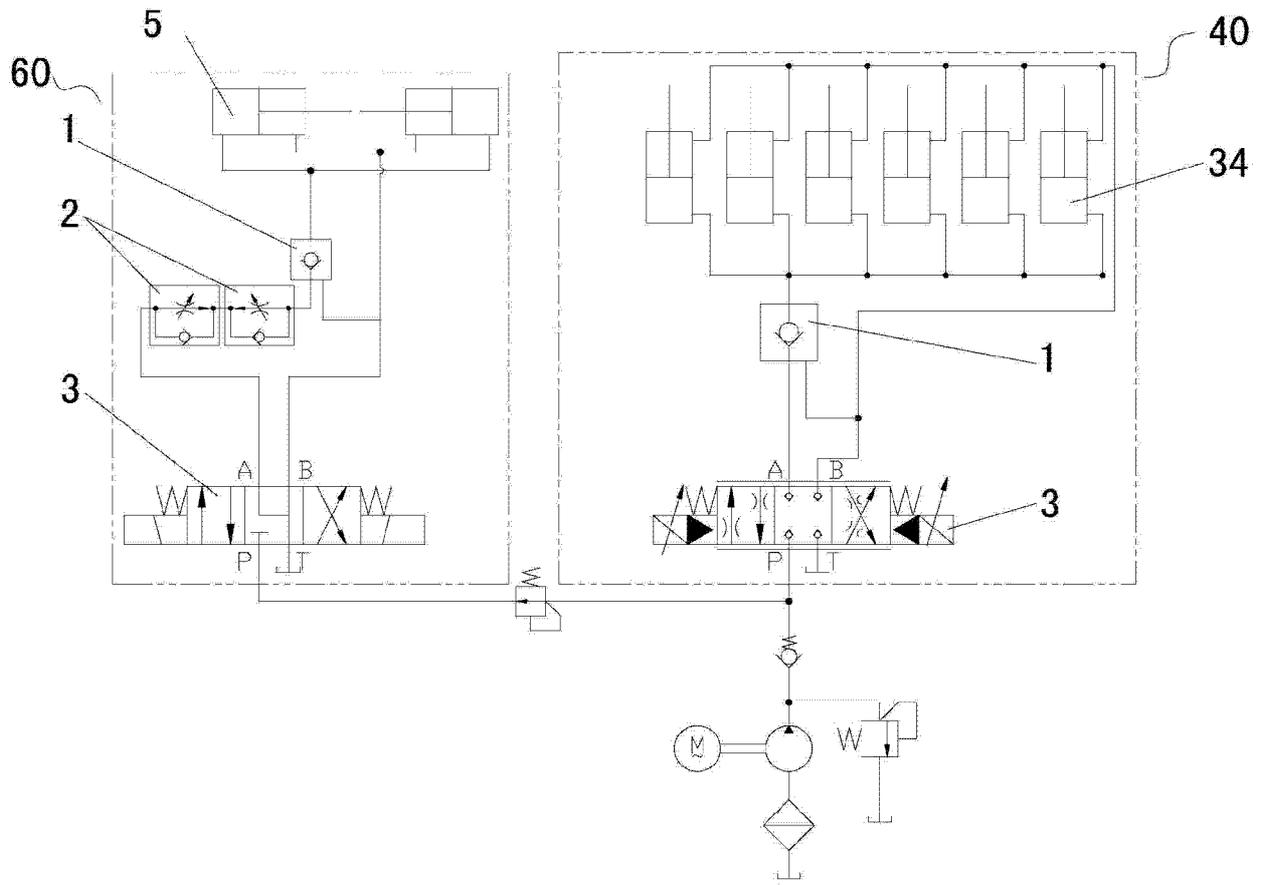


图 5

