(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 104100288 A
(43)申请公布日 2014.10.15

(21)申请号 201410315279.2

(22)申请日 2014.07.03

(71)申请人 安徽理工大学
地址 232001 安徽省淮南市舜耕中路168号

(72)发明人 王开松 吴子恒 薛忠健 李菲菲
马齐江 罗兵 李美四

(51)Int.Cl.
E21D 23/16(2006.01)

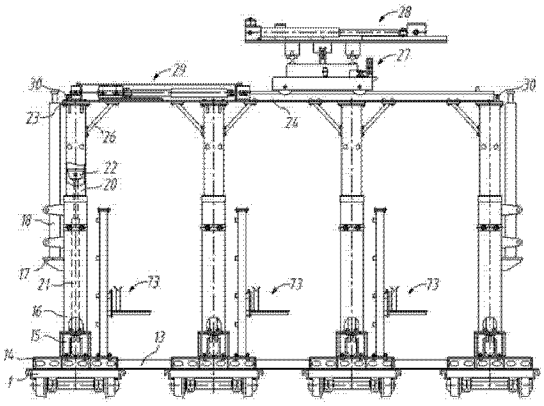
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54)发明名称

一种跑车式综采液压支架组装架

(57)摘要

一种跑车式综采液压支架组装架，包括四个组装单元架和一套跑车机构，组装单元架均设有平板车，平板车中间均设有车身旋转装置，车身旋转装置内均设有车身旋转液压缸，平板车上设有作业轨道，平板车两侧均有滑道，滑道上设有滑块，滑块上铰接有外方管立柱，外方管立柱与滑块间连接有摆动液压缸，外方管立柱内嵌套有内方管立柱，内方管立柱内有立柱升降液压缸，立柱升降液压缸的活塞杆上连接有升降滑块，跑车机构包括一个纵向移动跑车、一个纵向移动牵引装置和一个起吊跑车。本发明通过起吊跑车上的起吊液压缸提升重物，可以任意控制组装或拆卸位置，组装、拆卸灵活，提升高度高，组装、拆卸空间大，可以适应各种型号的液压支架的组装与拆卸工作。



CN 104100288 A

1. 一种跑车式综采液压支架组装架，包括四个组装单元架和一套跑车机构，所述组装单元架均设有平板车，所述平板车中间均设有车身旋转装置，所述车身旋转装置内均设有车身旋转液压缸，所述平板车上设有与煤矿井下巷道中窄轨铁道相配合的作业轨道，所述平板车两侧均有滑道，所述滑道上设有滑块，所述滑块上铰接有外方管立柱，所述外方管立柱与滑块间连接有摆动液压缸，所述外方管立柱内嵌套有内方管立柱，所述内方管立柱内有立柱升降液压缸，所述立柱升降液压缸的活塞杆上连接有升降滑块，其特征在于：所述内方管立柱上安装有轨道支座，所述轨道支座上设有两条纵向轨道，所述纵向轨道两端均设有限位块，位于最左端和最右端的两个组装单元架的外方管立柱上均设有单体液压支座，所述单体液压支座上均安装有单体液压支柱，位于最左端和最右端的两个组装单元架的轨道支座上均安装有横向固定梁，所述横向固定梁中间固定有两个改向滑轮，所述内方管立柱分别与纵向轨道和横向固定梁之间设有斜支撑，所述跑车机构包括一个纵向移动跑车、一个纵向移动牵引装置和一个起吊跑车。

2. 根据权利要求 1 所述的一种跑车式综采液压支架组装架，其特征是：所述的纵向移动跑车下部有与纵向轨道相接触的行走轮，所述行走轮外部均固定有行走轮方箱，所述行走轮方箱之间设有两个轨道支撑梁，所述轨道支撑梁上设有横向轨道，所述横向轨道两端均设有限位块，其中一个轨道支撑梁的外侧设有滑移轨道、液压缸缸体支座和钢丝绳生根座，所述滑移轨道上设有动滑轮组，所述动滑轮组内设有两组动滑轮，每组设有两个动滑轮，所述动滑轮组与液压缸缸体支座之间连接有牵引起吊跑车横向移动的牵引液压缸，所述行走轮方箱之间设有横向连接板，所述横向连接板中间部位设有钢丝绳挂耳，所述横向连接板外侧设有支撑座，所述行走轮方箱上、靠近动滑轮组的一侧分别设有第一改向滑轮，所述行走轮方箱上、靠近外侧的位置分别设有与横向轨道相垂直的固定板，所述固定板上、靠近动滑轮组的外侧设有第二改向滑轮，所述固定板中间的外侧设有第三改向滑轮，所述固定板中间的上部有第四改向滑轮。

3. 根据权利要求 1 所述的一种跑车式综采液压支架组装架，其特征是：所述的纵向移动牵引装置有主体底板，所述主体底板的一侧固定有主体侧板，所述主体底板的一端固定有第一定滑轮组，所述第一定滑轮组设有三个定滑轮，所述主体底板的另一端上固定有第二定滑轮组，所述第二定滑轮组设有三个定滑轮，所述第一定滑轮组和第二定滑轮组上均设有钢丝绳生根座，所述主体底板上设有滑移轨道，所述滑移轨道上有动滑轮组，所述动滑轮组内设有两组动滑轮，每组设有四个动滑轮，所述动滑轮组与第一定滑轮组之间连接有牵引纵向移动跑车移动的牵引液压缸。

4. 根据权利要求 1 所述的一种跑车式综采液压支架组装架，其特征是：所述的起吊跑车有与横向轨道相接触的行走轮，所述行走轮外部均固定有行走轮方箱，所述行走轮方箱上固定有起吊跑车主体板，所述主体板的下方设有固定在主体板上的钢丝绳挂耳，所述主体板的一端的边缘设有滑移轨道，所述滑移轨道内设有动滑轮组，所述动滑轮组设有两个动滑轮，与所述滑移轨道相对的另外一端固定有液压缸缸体支座，所述液压缸缸体支座上部设有第一改向滑轮，所述液压缸缸体支座的侧面设有钢丝绳生根座，所述动滑轮组与缸体支座之间连接有起吊重物的起吊液压缸，所述起吊液压缸一侧设有斜置的第二改向滑轮，所述主平板中间开有槽型孔，所述槽型孔上设有第三改向滑轮。

一种跑车式综采液压支架组装架

技术领域

[0001] 本发明涉及一种煤矿综采成套设备的安装与回撤时用的装置，特别是一种用于组装和拆卸液压支架的液压支架组装架。

背景技术

[0002] 综采液压支架是一种利用液体压力产生支撑力并实现自动移设来进行顶板支护和管理的一种液压动力装置，是综合机械化采煤不可缺少的配套设备。煤矿综采成套设备中液压支架的数目较多，通常布置液压支架个数不低于一百架，液压支架是由多个部件连接组成，主要包括顶梁、底座和掩护梁，由于液压支架体积大，重量大，因此液压支架在煤矿井下运输必须拆卸成几个部件，再由平板车运输到达指定位置进行组装。液压支架的组装和拆卸是煤矿综采工作面成套设备安装与回撤中工作量最大的一项工作。

[0003] 液压支架的组装和拆卸需要把顶梁和掩护梁分别提升起来，然后各自与底座进行组装或者拆卸。目前，在组装和拆卸液压支架时，多数还是采用手动葫芦为起吊工具，这种方式安全隐患多，且劳动强度大，组装与拆卸的效率低，使得现在的安装和拆卸进度严重落后于综采工作接替需要。

[0004] 为了更加安全、快速、高效地完成液压支架的组装与拆除工作，减轻劳动强度，现有技术中，中国专利 ZL201220673123.8 中公开了一种综采液压支架组装架的单元架，该单元架底部为平板车，在平板车两侧有滑道，滑道上嵌有滑块，滑块上铰接有方管立柱，方管立柱有套在一起的内、外方管，左、右内方管立柱相对的侧面分别侧向缝，方管立柱内有液压缸，液压缸的上端连有滑轮，滑轮上绕有吊绳，内方管立柱上方连有支顶液压缸，在车板的中间有车板旋转装置，车板的上面有与煤矿井下巷道中窄轨铁道相配合的作业轨道，作业轨道的方向与方管立柱立柱的长度方向相垂直。

[0005] 上述综采液压支架组装架单元架共有四台，每台单元架的结构相同，可在煤矿井下的组装硐室完成液压支架的组装与拆卸。

[0006] 安装液压支架时，液压支架的底座、顶梁和掩护梁分别用一台平板车运送，应按照运送底座的平板车在中间，装有顶梁和掩护梁的平板车在前后的顺序，把各个部件运送到液压支架组装架内部，并用吊绳分别将顶梁和掩护梁吊起，并在吊起的状态下让顶梁和掩护梁的铰接孔与底座两端的铰接孔相对正，并插入固定插销，从而完成液压支架的组装；反之，用起吊绳分别将顶梁和掩护梁吊起，拔出插销，可以完成对液压支架的拆除工作。

[0007] 上述综采液压支架组装架在组装液压支架时，存在着方管立柱强度不足，组装部件起吊时定位困难，起吊部件不能纵向移动，常常会因为液压支架底座的摆放位置不合适导致组装缓慢，且部件起吊高度有限，不能满足各种型号的液压支架的组装和拆卸工作。

发明内容

[0008] 本发明的目的是为了克服上述不足，提出了一种组装、拆卸灵活，适应性强的跑车式综采液压支架组装架。

[0009] 本发明用如下方法实现：

[0010] 一种跑车式综采液压支架组装架，包含四个组装单元架、一个纵向移动跑车、一个纵向移动牵引装置和一个起吊跑车，所述组装单元架均有平板车，所述平板车的上端面中间开有矩形槽孔，所述矩形槽孔两边分别开有圆孔，所述圆孔上用螺钉连有车身旋转液压缸，所述平板车的下端面开有轴孔，所述平板车中间有车身旋转装置，所述车身旋转装置有支地的底板，所述底板上有支撑座和防脱端盖，两者用螺钉连接，所述支撑座上开有铰接孔，所述铰接孔铰接有车身旋转液压缸的活塞杆，所述平板车上有与煤矿井下巷道中轨道相配合的作业轨道，所述平板车两侧分别有相互平行的滑道，所述滑道上有滑块，所述滑块上铰接有外方管立柱，位于最左端和最右端的两个组装单元架的外方管立柱上有单体液压支座，所述单体液压支座上安装有单体液压支柱，所述滑块与外方管立柱之间连接有立柱摆动液压缸，所述外方管立柱内嵌套有内方管立柱，方管立柱内有与方管立柱长度方向相平行的立柱升降液压缸，所述立柱升降液压缸的缸体固定在外方管立柱的底部，所述立柱升降液压缸的活塞杆上连接有立柱升降滑块，所述内方管立柱的上端面安装有轨道支座，所述轨道支座上安装有纵向轨道，最左端和最右端的两个组装单元架的轨道支座上均安装有横向固定梁，所述内方管立柱分别与纵向轨道和横向固定梁之间有斜支撑，所述纵向轨道上安装有纵向移动跑车，所述纵向移动跑车上安装有起吊跑车，在其中一条纵向轨道的一端安装有纵向移动牵引装置，位于最左端和最右端的两个组装单元架上、靠近纵向移动牵引装置一侧的内方管立柱上分别安装有纵向牵引改向滑轮。

[0011] 所述纵向移动跑车下部有与纵向轨道相接触的行走轮，所述行走轮外部均固定有行走轮方箱，所述行走轮方箱之间有两个轨道支撑梁，所述轨道支撑梁上有横向轨道，所述横向轨道两端有限位块，其中一个轨道支撑梁的外侧有滑移轨道、液压缸缸体支座以及钢丝绳生根座，所述滑移轨道上有动滑轮组，所述动滑轮组内设有两组动滑轮，每组设有两个动滑轮，所述动滑轮组与液压缸缸体支座之间连接有牵引起吊跑车横向移动的牵引液压缸，所述行走轮方箱之间设有横向连接板，所述横向连接板中间部位有钢丝绳挂耳，所述横向连接板 4 外侧设有支撑座，用于支撑滑移轨道和液压缸缸体支座，所述行走轮方箱上、靠近动滑轮组的一侧分别有第一改向滑轮，所述行走轮方箱上部、靠近外侧的位置分别有与横向轨道相垂直的固定板，所述固定板上、靠近动滑轮组的外侧有第二改向滑轮，所述固定板中间的外侧有第三改向滑轮，所述固定板 45 中间的上部有第四改向滑轮。

[0012] 所述起吊跑车有与横向轨道相接触的行走轮，所述行走轮外部均固定有行走轮方箱，所述行走轮方箱上固定有起吊跑车主体板，所述主体板的下方设有固定在主体板上的钢丝绳挂耳，所述主体板的一端的边缘固定有滑移轨道，所述滑移轨道内设有动滑轮组，所述动滑轮组设有两个动滑轮，与所述滑移轨道相对的另外一端固定有液压缸缸体支座，所述液压缸缸体支座上部固定有第一改向轮，所述液压缸缸体支座的侧面固定有钢丝绳生根座，所述动滑轮组与液压缸缸体支座之间连接有起吊重物的起吊液压缸，所述起吊液压缸一侧设有斜置的第二改向滑轮，所述主平板中间位置开有槽型孔，钢丝绳通过槽型孔起吊重物，所述槽型孔上设有第三改向滑轮。

[0013] 所述纵向移动牵引装置有主体底板，所述主体底板的一侧固定有主体侧板，所述主体底板的一端固定有第一定滑轮组，所述第一定滑轮组设有三个定滑轮，所述主体底板另一端上固定有第二定滑轮组，所述第二定滑轮组设有三个定滑轮，所述第一定滑轮组和

第二定滑轮组上均设有钢丝绳生根座，所述主体底板上设有滑移轨道，所述滑移轨道上设有动滑轮组，所述动滑轮组内设有两组动滑轮，每组设有四个动滑轮，所述动滑轮组与第一定滑轮组之间连接有牵引纵向移动跑车移动的牵引液压缸。

[0014] 组装液压支架时，将四个组装单元架按照安装顺序依次运输到煤矿井下组装硐室内，按照纵向轨道的尺寸，依次放置平板车并使其旋转 90°，实现各组装单元架之间间隔一定距离。让平板车上面的作业轨道与巷道窄轨轨道相连接，用摆动液压缸使得立柱由水平摆放的位置调整到竖直位置，并利用滑块推移左、右两个原本错位对置的方管立柱，实现对正；在内方管立柱上部的轨道支座上铺设纵向轨道与横向固定梁，安装斜支撑；安装纵向移动跑车、纵向移动牵引装置以及起吊跑车，并完成所有的钢丝绳的缠绕；在单体液压支座上安装单体液压支柱。

[0015] 上述组装完成后，利用立柱升降液压缸和连接在其活塞杆上的升降滑块，将内方管立柱和跑车结构上升到指定位置，利用固定插销将内、外方管立柱进行固定，升起单体液压支柱接触顶板用以稳固组装架，在平板车的滑道上安装可升降平台装置，拆除车身旋转液压缸，以便作业轨道上的物件运输。

[0016] 反之，可以将整个跑车组装架逐个拆分为纵向移动跑车、纵向移动牵引装置、起吊跑车以及各个单元架，通过绞车牵引平板车运走。

[0017] 本发明可通过起吊跑车上的起吊液压缸提升重物，且起吊重物的位置可调节，主要通过纵向移动跑车上的牵引液压缸实现起吊跑车的横向移动，以及纵向移动牵引装置上的牵引液压缸实现纵向移动跑车的纵向移动。

[0018] 本发明在组装或拆卸液压支架时，可以任意控制组装或拆卸位置，组装、拆卸灵活，提升高度高，组装、拆卸空间大，可以适应各种型号的液压支架的组装与拆卸工作。

附图说明

[0019] 图 1 是本发明的侧视图；

[0020] 图 2 是图 1 的主视图；

[0021] 图 3 是平板车俯视图；

[0022] 图 4 是车身旋转装置与车身旋转液压缸安装时的连接关系示意图；

[0023] 图 5 是车身旋转装置主视图；

[0024] 图 6 是图 5 的俯视图；

[0025] 图 7 是纵向移动牵引装置的主视图；

[0026] 图 8 是图 7 的俯视图；

[0027] 图 9 是起吊跑车的主视图；

[0028] 图 10 是图 9 的俯视图；

[0029] 图 11 是纵向移动牵引装置的主视图；

[0030] 图 12 是图 11 的俯视图；

[0031] 图 13 是横向固定梁主视图；

[0032] 图 14 是图 13 的左视图；

[0033] 图 15 是可升降平台装置的侧视图。

具体实施方式

[0034] 如图 1 至图 6 所示，一种跑车式综采液压支架组装架，包含四个组装单元架、一个纵向移动跑车、一个纵向移动牵引装置和一个起吊跑车，所述组装单元架均有平板车 1，所述平板车 1 的上端面中间开有矩形槽孔 2，所述矩形槽孔 2 两边分别开有圆孔 3，所述圆孔 3 上用螺钉 4 连有车身旋转液压缸 5，所述平板车 1 的下端面开有轴孔 6，所述平板车 1 中间有车身旋转装置 7，所述车身旋转装置 7 有支地的底板 8，所述底板 8 上有支撑座 9 和防脱端盖 10，两者用螺钉 11 连接，所述支撑座 9 上开有铰接孔 12，所述铰接孔 12 铰接有车身旋转液压缸的活塞杆，所述平板车 1 上有与煤矿井下巷道中轨道相配合的作业轨道 13，所述平板车 1 两侧分别有相互平行的滑道 14，所述滑道 14 上有滑块 15，所述滑块 15 上铰接有外方管立柱 16，位于最左端和最右端的两个组装单元架的外方管立柱上有单体液压支座 17，所述支座 17 上安装有单体液压支柱 18，所述滑块 15 与外方管立柱 16 之间连接有立柱摆动液压缸 19，所述外方管立柱 16 内嵌套有内方管立柱 20，方管立柱内有与方管立柱长度方向相平行的立柱升降液压缸 21，所述立柱升降液压缸 21 的缸体固定在外方管立柱 16 的底部，所述立柱升降液压缸 21 的活塞杆上连接有立柱升降滑块 22，所述内方管立柱 20 的上端面安装有轨道支座 23，所述轨道支座 23 上安装有纵向轨道 24，最左端和最右端的两个组装单元架的轨道支座上均安装有横向固定梁 25，所述内方管立柱 20 分别与纵向轨道 24 和横向固定梁 25 之间有斜支撑 26，所述纵向轨道 24 上安装有纵向移动跑车 27，所述纵向移动跑车上安装有起吊跑车 28，在其中一条纵向轨道 24 的一端安装有纵向移动牵引装置 29，位于最左端和最右端的两个组装单元架上、靠近纵向移动牵引装置 29 一侧的内方管立柱上分别安装有纵向牵引改向滑轮 30。

[0035] 如图 7 至图 8 所示，所述纵向移动跑车 27 下部有与纵向轨道 24 相接触的行走轮 31，所述行走轮 31 外部均固定有行走轮方箱 32，所述行走轮方箱 32 之间有两个轨道支撑梁 33，所述轨道支撑梁 33 上有横向轨道 34，所述横向轨道 34 两端有限位块 35，其中一个轨道支撑梁 33 的外侧有滑移轨道 36、液压缸缸体支座 37 以及钢丝绳生根座 38，所述滑移轨道 36 上有动滑轮组 39，所述动滑轮组 39 内设有两组动滑轮，每组设有两个动滑轮，所述动滑轮组 39 与液压缸缸体支座 37 之间连接有牵引起吊跑车横向移动的牵引液压缸 40，所述行走轮方箱 32 之间设有横向连接板 41，所述横向连接板 41 中间部位有钢丝绳挂耳 42，所述横向连接板 41 外侧设有支撑座 43，用于支撑滑移轨道 36 和液压缸缸体支座 37，所述行走轮方箱 32 上、靠近动滑轮组 39 的一侧分别有第一改向滑轮 44，所述行走轮方箱 32 上部、靠近外侧的位置分别有与横向轨道 34 相垂直的固定板 45，所述固定板 45 上、靠近动滑轮组 39 的外侧有第二改向滑轮 46，所述固定板 45 中间的外侧有第三改向滑轮 47，所述固定板 45 中间的上部有第四改向滑轮 48。

[0036] 如图 9 至图 10 所示，所述起吊跑车 28 有与横向轨道 34 相接触的行走轮 49，所述行走轮 49 外部均固定有行走轮方箱 50，所述行走轮方箱 50 上固定有起吊跑车主体板 51，所述主体板 51 的下方设有固定在主体板上的钢丝绳挂耳 52，所述主体板 51 的一端的边缘固定有滑移轨道 53，所述滑移轨道 53 内设有动滑轮组 54，所述动滑轮组 54 设有两个动滑轮，与所述滑移轨道 53 相对的另外一端固定有液压缸缸体支座 55，所述支座 55 上部固定有第一改向轮 56，所述支座 55 的侧面固定有钢丝绳生根座 57，所述动滑轮组 54 与液压缸缸体支座 55 之间连接有起吊重物的起吊液压缸 58，所述起吊液压缸 58 一侧设有斜置的第二

改向滑轮 59，所述主平板 51 中间位置开有槽型孔 60，钢丝绳通过槽型孔 60 起吊重物，所述槽型孔 60 上设有第三改向滑轮 61。

[0037] 如图 11 至图 12 所示，所述纵向移动牵引装置 29 有主体底板 62，所述主体底板 62 的一侧固定有主体侧板 63，所述主体底板 62 的一端固定有第一定滑轮组 64，所述第一定滑轮组 64 设有三个定滑轮，所述主体底板 62 另一端上固定有第二定滑轮组 65，所述第二定滑轮组 65 设有三个定滑轮，所述第一定滑轮组 64 和第二定滑轮组 65 上均设有钢丝绳生根座 66，所述主体底板 62 上设有滑移轨道 67，所述滑移轨道 67 上设有动滑轮组 68，所述动滑轮组 68 内设有两组动滑轮，每组设有四个动滑轮，所述动滑轮组 68 与第一定滑轮组 64 之间连接有牵引纵向移动跑车 27 移动的牵引液压缸 69。

[0038] 如图 13 至图 14 所示，所述横向固定梁 25 有主体梁 70，所述主体梁 70 中间有两个轴线互相垂直的第一改向滑轮 71 和第二改向滑轮 72。

[0039] 如图 15 所示，在组装和拆卸液压支架的时，需要分别安装或者拆卸液压支架底座与顶梁和掩护梁的固定插销，但是这些插销的位置往往高于操作人员所能操作的最大高度，因此组装架安装完成后，需在平板车的滑道上安装可供操作人员站立的升降小平台装置 73，以便于操作人员进行组装或者拆卸工作。

[0040] 所述起吊跑车 28 上缠绕有钢丝绳，钢丝绳一端固定在钢丝绳生根座 57 上，另一端通过起吊跑车 28 上的动滑轮组 54、第一改向滑轮 56、斜置的第二改向滑轮 59 和第三改向滑轮 61 连有吊具，用以起吊重物；所述纵向移动跑车 27 上有两条钢丝绳，每条钢丝绳的一端均固定在钢丝绳生根座 38 上，另一端通过动滑轮组 39、第一改向滑轮 44、第二改向滑轮 46、第三改向滑轮 47 和第四改向滑轮 48 连接在起吊跑车 28 的钢丝绳挂耳 52 上；所述纵向移动牵引装置 29 上有两条钢丝绳，每条钢丝绳一端均固定在钢丝绳生根座 66 上，其中一条钢丝绳的另一端通过动滑轮组 68、第一定滑轮组 64 以及纵向牵引改向滑轮 30，并经过横向固定梁 25 上的第一改向滑轮 71 和第二改向滑轮 72，最终连接在纵向移动跑车 27 的钢丝绳挂耳 42 上；另一条钢丝绳的另一端通过动滑轮组 68、第二定滑轮组 65 以及纵向牵引改向滑轮 30，并经过横向固定梁 25 上的第一改向滑轮 71 和第二改向滑轮 72，最终连接在纵向移动跑车 27 的钢丝绳挂耳 42 上。

[0041] 组装液压支架时，将四个组装单元架按照安装顺序依次运输到煤矿井下组装硐室内，按照纵向轨道的尺寸，依次放置平板车并使平板车旋转 90°，实现各组装单元架之间间隔一定距离。让平板车上面的作业轨道与巷道窄轨轨道相连接，用摆动液压缸使得立柱由水平摆放的位置调整到竖直位置，并利用滑块推移左、右两个原本错位对置的方管立柱，实现对正；在内方管立柱上部的轨道支座上铺设纵向轨道与横向固定梁，安装斜支撑；安装纵向移动跑车、纵向移动牵引装置以及起吊跑车，并完成所有的钢丝绳的缠绕；在单体液压支座上安装单体液压支柱。

[0042] 上述组装完成后，利用立柱升降液压缸和连接在其活塞杆上的升降滑块，将内方管立柱和跑车机构上升到指定位置，利用固定插销将内、外方管立柱进行固定，升起单体液压支柱接触顶板用以稳固组装架，在平板车的滑道上安装可升降平台装置，拆除车身旋转液压缸，以便作业轨道上的物件运输。

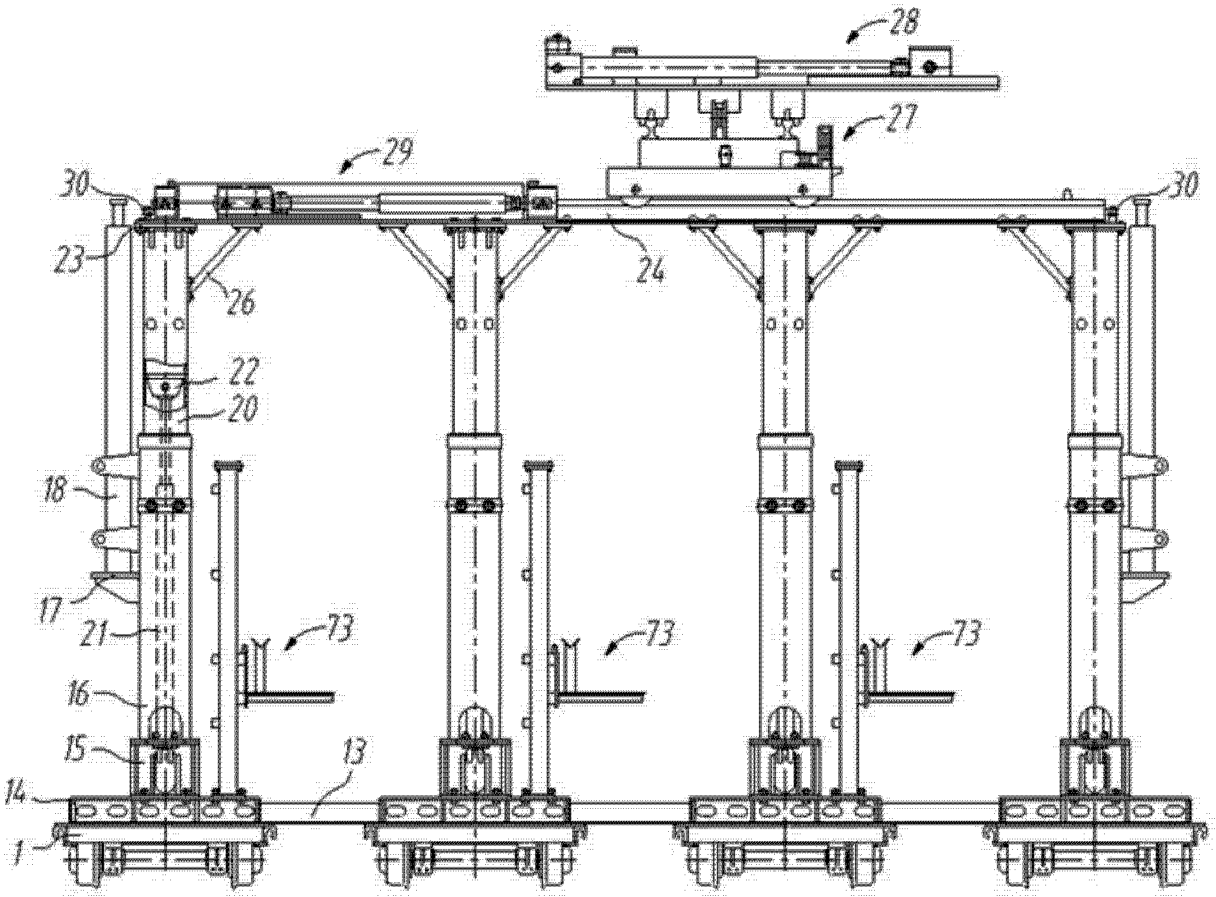


图 1

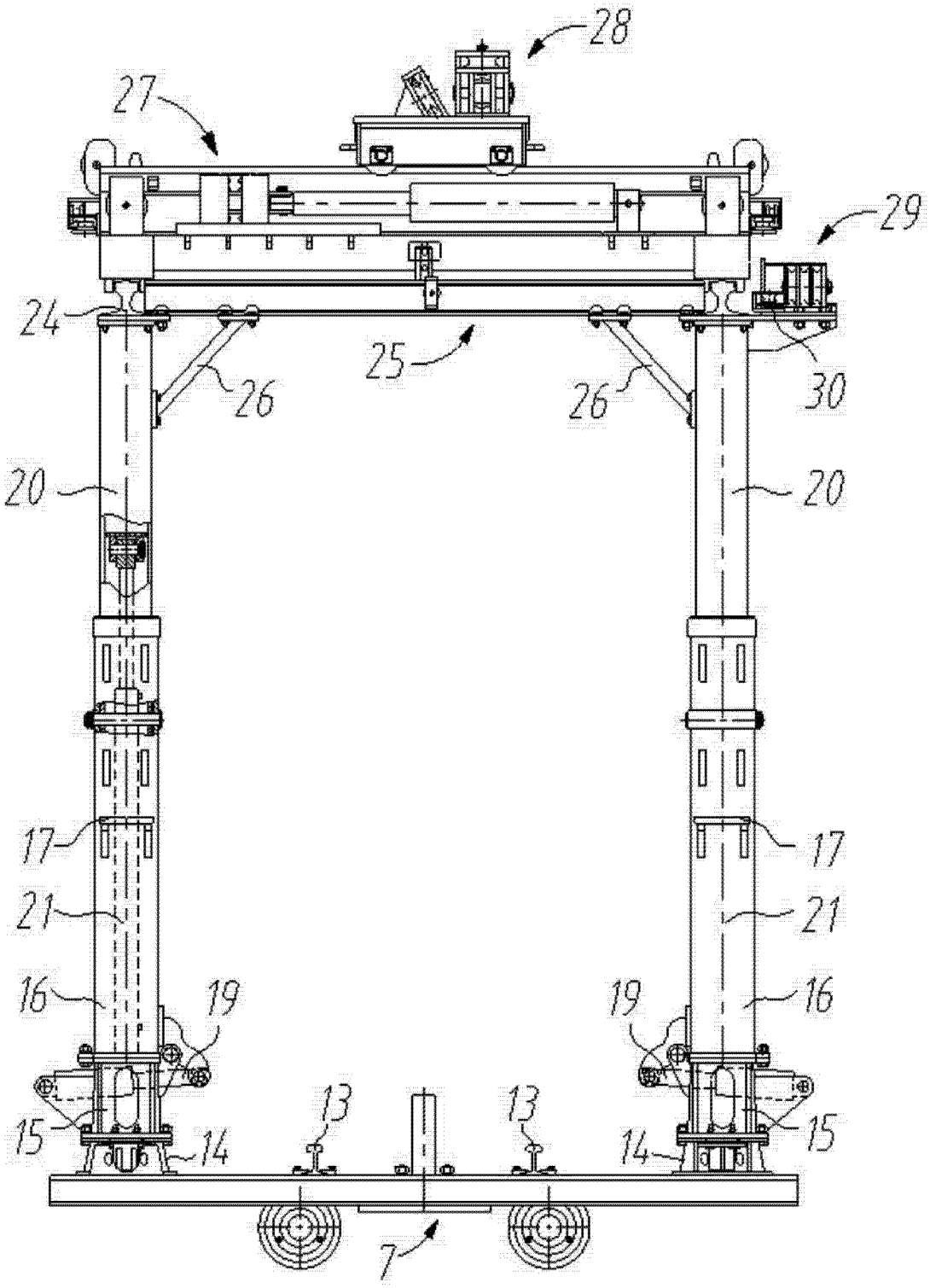


图 2

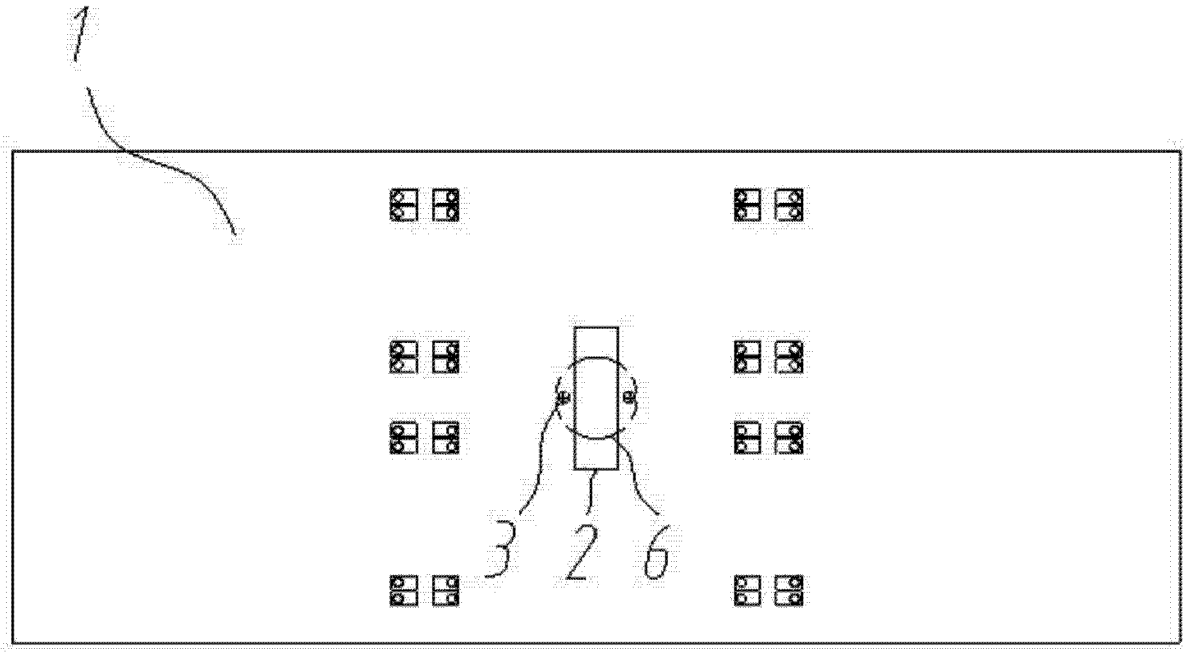


图 3

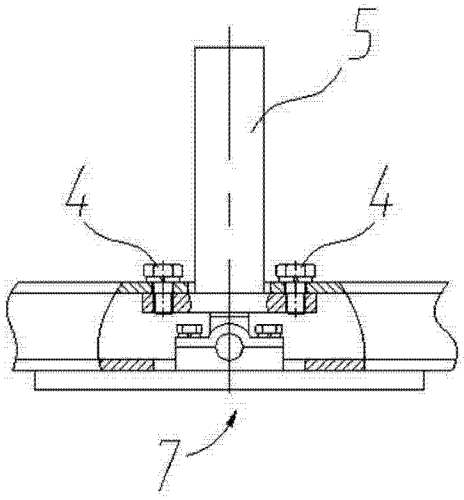


图 4

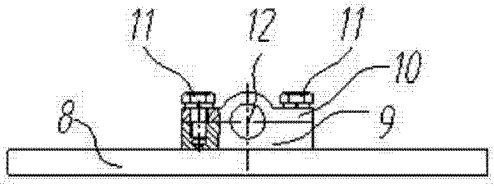


图 5

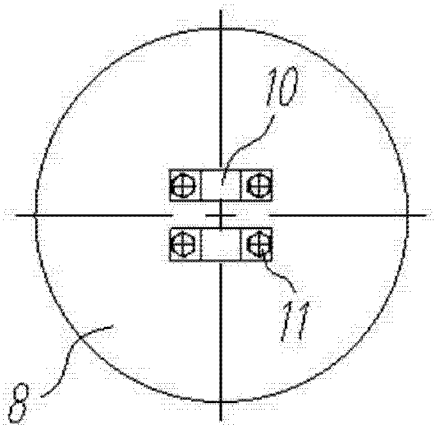

10
11
8

图 6

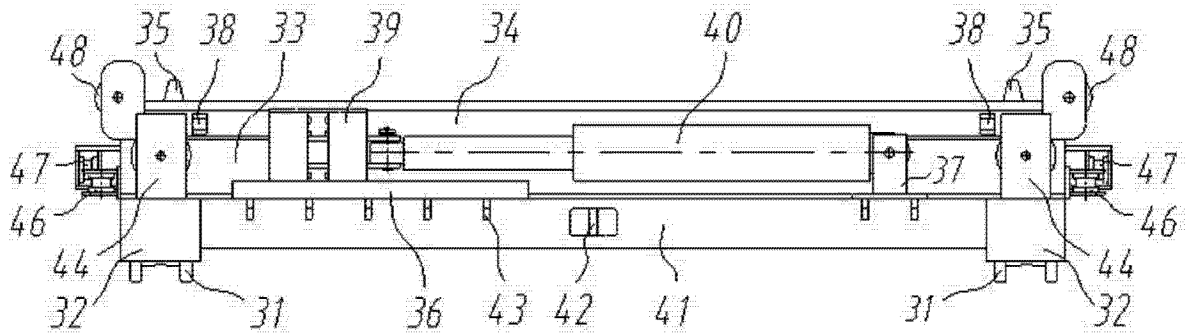

48
35
38
33
39
34
40
38
35
48
47
46
44
32
31
36
43
42
41
37
47
46
44
32
31

图 7

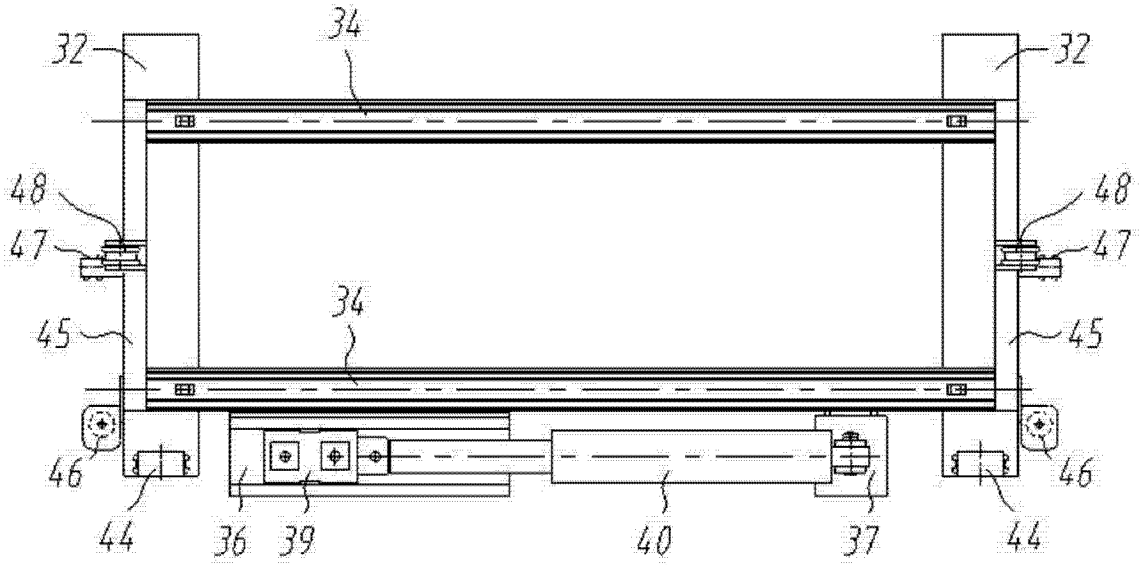

32
34
32
48
47
34
48
47
45
45
46
46
44
36
39
40
37
44

图 8

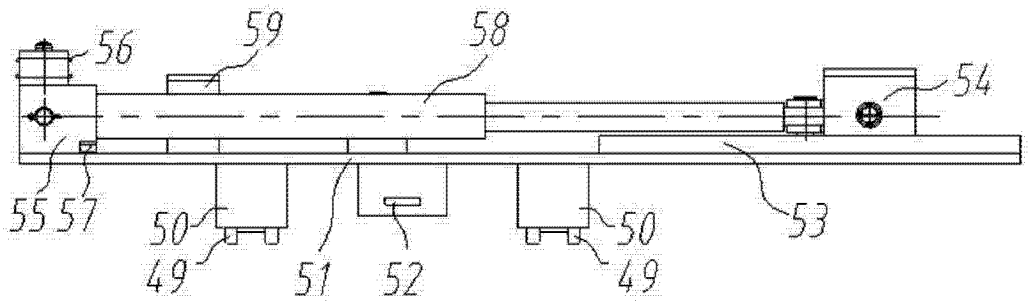

56
59
58
54
55
57
50
49
51
52
50
49
53

图 9

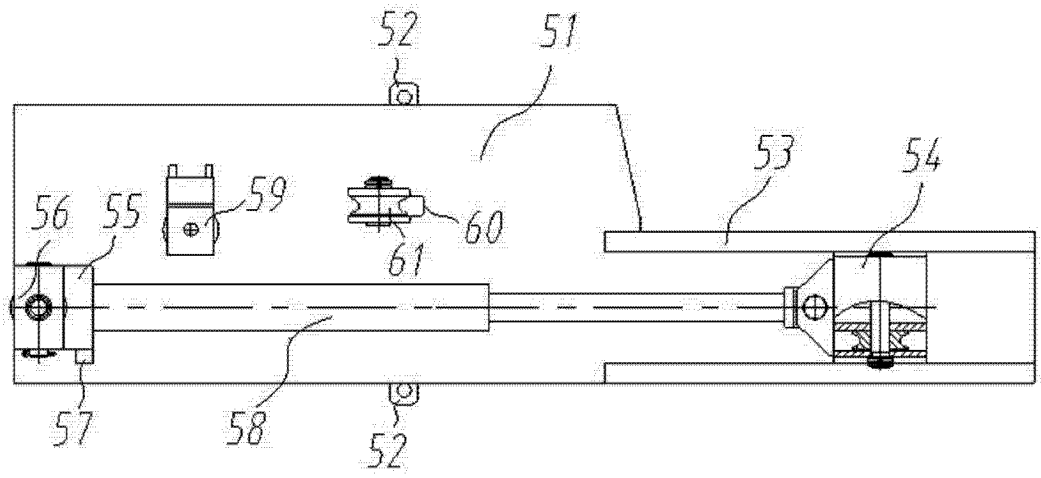

52
51
53
54
56
55
59
60
61
57
58
52

图 10

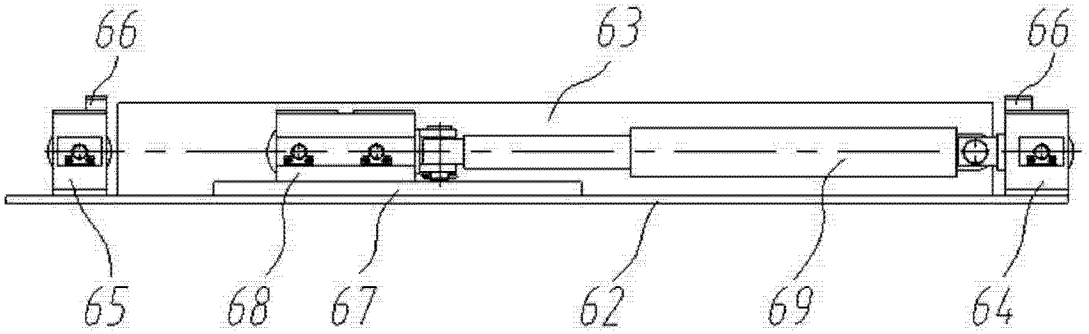

66
63
66
65
68
67
62
69
64

图 11

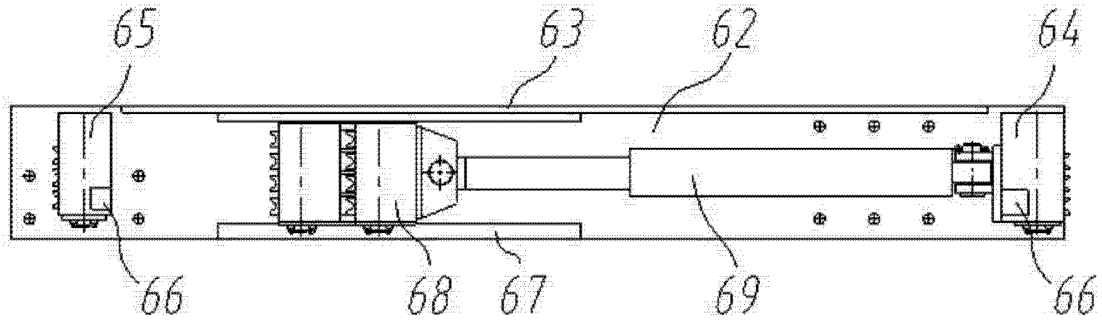


图 12

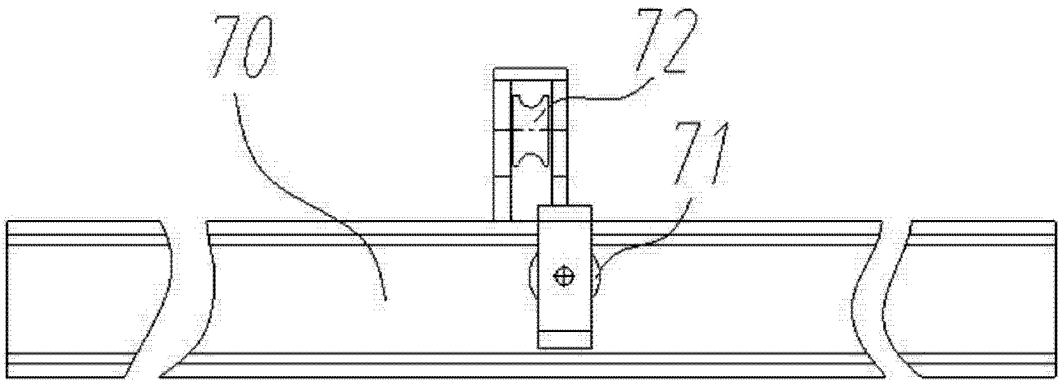


图 13

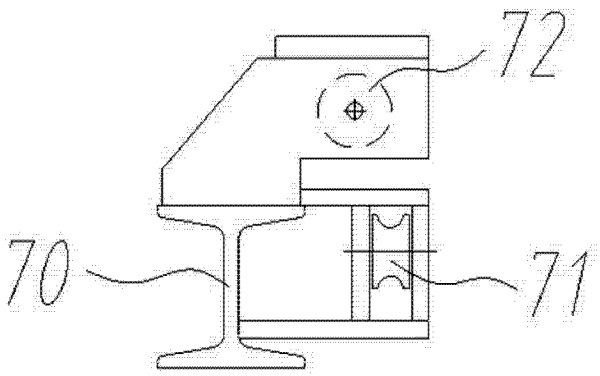


图 14

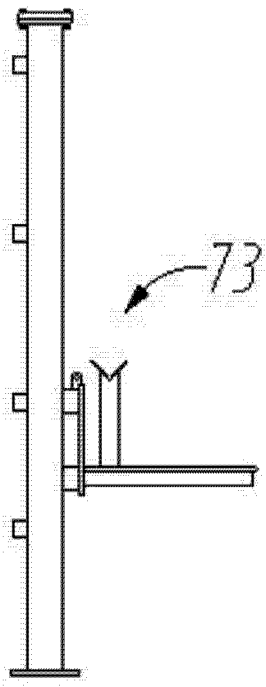


图 15