



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113530553 B

(45) 授权公告日 2022. 07. 05

(21) 申请号 202110714069.0

(22) 申请日 2021.06.25

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113530553 A

(43) 申请公布日 2021.10.22

(73) 专利权人 中铁十一局集团汉江重工有限公司

地址 441046 湖北省襄阳市樊城区柿铺街
道航空航天工业园中航大道22号

专利权人 中铁十一局集团有限公司

(72) 发明人 周聪 王文胜 张光明 吕虎
刘新华 王嵘显 何亮 陈晓飞
杨奥飞 杜小刚

(74) 专利代理机构 武汉诚儒知识产权代理事务
所(普通合伙) 42265

专利代理师 刘天钰

(51) Int.Cl.

E21D 9/00 (2006.01)

E21D 9/10 (2006.01)

E21D 9/11 (2006.01)

E21D 9/12 (2006.01)

E21D 11/10 (2006.01)

E21D 11/18 (2006.01)

E21D 11/40 (2006.01)

E21D 20/00 (2006.01)

E21D 11/15 (2006.01)

审查员 石振鹏

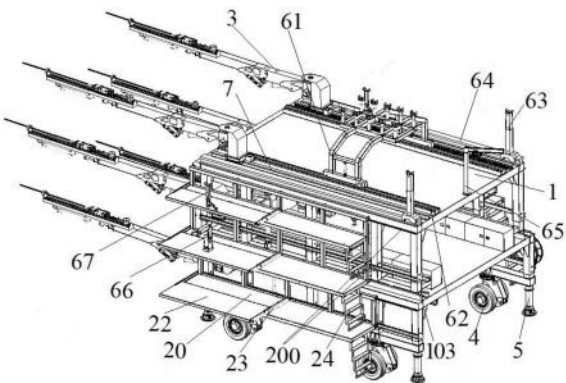
权利要求书2页 说明书8页 附图17页

(54) 发明名称

一种基于隧道开挖支护一体式台车的三台阶法施工工艺

(57) 摘要

本发明为一种基于隧道开挖支护一体式台车的三台阶法施工工艺,提供的隧道三台阶预留核心土施工工艺,包括台车站位,上台架向前纵移进行超前支护、超前支护完成,开始上部台阶掌子面钻孔作业和钻孔完毕后,上台架上的工作臂的工作属具更换为刨铣机总成进行上部台阶的铣挖,铣挖后清理渣土,清理渣土的同时上台架上的工作臂的作属具更换为湿喷机总成,并连接湿喷料供给系统进行上部台阶的初喷作业等步骤,该施工工艺集开挖、安装拱架、锚杆和湿喷支护一体,无需多台设备交替工作,同时采用边铣边喷的作业方式,减少了围岩扰动,实现快挖快支和平行作业,提高了施工效率。



1. 一种基于隧道开挖支护一体式台车的三台阶法施工工艺,其特征在于:

所述隧道开挖支护一体式台车包括车体、位于车体上的为台车上各组件提供运行动力的电气液压系统、用于隧道开挖及支护施工的工作臂、连接于车体底部的走行机构和支撑机构以及拱架安装单元,其中车体包括台架和工作平台,工作平台悬挂连接于台架的两侧;台架垂直设置有两个,分别为上台架和下台架,上台架连接于下台架上,通过第四纵移机构使上台架沿下台架纵向移动;

工作臂安装于台架上并通过第一纵移机构与台架连接,工作臂在第一纵移机构的带动下沿台架纵向移动;所述工作臂的头部通过快换接头连接有不同的用于隧道施工中的钻孔、湿喷、铣挖和立拱架工序的工作属具,所述工作属具为凿岩机总成、湿喷机总成、刨铣机总成和吊机总成;

拱架安装单元包括用于多榀顶拱预拼装的拱架安装车、拱架运输车、悬臂吊、第二纵移机构、第三纵移机构、机械手和拱架支撑杆,其中机械手和拱架支撑杆均安装固定于上台架两侧的工作平台的伸缩平台上且均位于伸缩平台的前端,拱架支撑杆位于上层伸缩平台上,机械手位于下层工作平台上;第二纵移机构位于上台架上的内侧,拱架安装车的左右两端均安装在第二纵移机构上并通过第二纵移机构纵向移动,第二纵移机构为双重纵移结构,能够实现滑轨和拱架安装车整体在上台架上移动,还能够实现拱架安装车在滑轨上移动;所述拱架安装车包括整体呈拱形的车架、拱架顶升组件以及安装车纵移组件,所述车架包括位于顶部的呈矩形的顶架、与顶架四角连接的呈半拱形的支撑架以及沿台车方向设置的连接于两根平行支撑架之间的纵架,三者连接为一体式结构;所述三台阶法施工工艺包括以下步骤:

(1)隧道按照常规工艺形成三台阶后,台车移动至三台阶前进行站位,上台架与中部台阶位置对应,下台架与下部台阶位置对应,预留核心土穿插在台车中部空隙,上台架向前纵移至下部台阶上方并对掌子面进行超前支护;

(2)超前支护完成后,工作臂安装上凿岩机总成并通过第一纵移机构伸出开始上部台阶的掌子面钻孔作业;

(3)钻孔完毕后,工作臂的工作属具更换为刨铣机总成进行上部台阶的铣挖,铣挖后清理渣土,清理渣土的同时工作臂的工作属具更换为湿喷机总成,并连接湿喷料供给系统进行上部台阶的初喷作业;

(4)在出渣和初喷作业的同时,台车进行拱架的预拼装作业,悬臂吊吊起一榀顶部拱架并放置于拱架运输车上,拱架运输车驮运顶部拱架通过第三纵移机构移至拱架安装车上方,拱架运输车向下收缩将顶部拱架置于拱架安装车上,拱架运输车后移,循环上述操作直至顶部拱架预拼装完成;

(5)初喷作业和预拼装作业完成后,上台架再前移,第二纵移机构前段向前伸出并托载拱架安装车到上部台阶上的拱架安装位置,工作臂的工作属具更换为凿岩机总成并伸出完成顶部拱架的钢筋网片安装作业;

(6)顶部拱架安装完成后,第二纵移机构收回,上台架后移至锚杆施工位置,工作臂进行钻锚杆孔,并完成锁脚锚杆及径向锚杆施工;

(7)锁脚锚杆及径向锚杆施工完成后,工作臂的工作属具更换为湿喷机总成并连接湿喷料供给机构进行湿喷作业;

(8) 湿喷完成后,工作臂的工作属具更换为刨铣机总成且按照三台阶七步开挖法依次对中部台阶、下部台阶和预留核心土进行铣挖,铣挖完出渣的同时更换工作臂的工作属具进行中部台阶和下部台阶初喷作业、侧面拱架的安装和湿喷作业,其中侧面拱架通过工作臂将其吊装至边墙使其与顶部拱架连接,并完成钢筋网片的安装作业和锁脚锚杆及径向锚杆施工,中部台阶和下部台阶支护完毕后即单次循环施工完成。

2. 根据权利要求1所述的基于隧道开挖支护一体式台车的三台阶法施工工艺,其特征在于:所述步骤(1)中的超前支护选用超前锚杆法,工作臂在第一纵移机构上纵向移动并在上部台阶掌子面的弧形导坑进行钻孔,然后将锚杆纵向打入岩体。

3. 根据权利要求1所述的基于隧道开挖支护一体式台车的三台阶法施工工艺,其特征在于:所述步骤(2)中钻孔作业的进尺为一个拱架间距。

4. 根据权利要求1所述的基于隧道开挖支护一体式台车的三台阶法施工工艺,其特征在于:所述步骤(2)中的台车根据预先导入车载电脑的钻孔参数规划设计图进行钻孔作业。

5. 根据权利要求1所述的基于隧道开挖支护一体式台车的三台阶法施工工艺,其特征在于:所述步骤(3)和步骤(8)的出渣由出渣车从下台架的下方进入开挖面进行出渣。

6. 根据权利要求1所述的基于隧道开挖支护一体式台车的三台阶法施工工艺,其特征在于:所述步骤(8)中的侧面拱架与顶部拱架通过螺栓拼接。

7. 根据权利要求1所述的基于隧道开挖支护一体式台车的三台阶法施工工艺,其特征在于:所述步骤(8)中侧面拱架的安装中工作臂属具更换为抓举手总成将侧面拱架吊装至边墙使其与顶部拱架连接,连接后工作臂更换工作属具为凿岩机总成完成钢筋网片的安装作业和锁脚锚杆及径向锚杆施工。

一种基于隧道开挖支护一体式台车的三台阶法施工工艺

技术领域

[0001] 本发明属于隧道施工领域,尤其涉及一种基于隧道开挖支护一体式台车的三台阶法施工工艺。

背景技术

[0002] 隧道开挖施工目前主要有两种方式:一种是以人工门架为作业平台,以手持或液压钻机为工具的作业方式;另一种是以凿岩台车为主要施工装备的机械化施工方式;第一种方式灵活,适应性强,特别适应于围岩多变复杂的工况,效率较高,但人工作业强度高,风险大,同时随着人力成本的快速增长,施工装备制造技术不断发展与革新,人工开挖相对于凿岩台车施工的优势已经不复存在。利用凿岩台车进行隧道开挖的钻孔作业成为国外在钻爆法隧道施工中的常用方法,液压凿岩台车机械化程度高技术先进、安全可靠,在国外已有四十多年的发展历史。目前国外已有单臂、双臂、三臂以及四臂液压凿岩台车用于不同隧道施工场合,基本解决了在其均衡施工速度理念下的钻爆法隧道钻孔问题。凿岩台车能较好地适应全断面等地质情况较好的隧道,对现场作业、维护人员提出了一定的要求,在大、长隧道中,其仍然具有人工开挖不可比拟的优势。

[0003] 然而使用以凿岩台车为主要施工装备的机械化施工方式只有在硬岩或围岩稳定性较好的条件下才能实现快速施工,且设备造价昂贵,功能单一,使用及维护成本较高,难以在大多数工程上形成先进的机械化作业线。为了解决上述缺陷,通过对现有工法和施工装备的分析研究,使隧道施工智能化、信息化、机械化发展是必然的。因此,研制一种解决上述问题的施工工艺是有必要的。

发明内容

[0004] 本发明提供的基于隧道开挖支护一体式台车的三台阶法施工工艺集开挖、安装拱架、锚杆和湿喷支护一体,无需多台设备交替工作,同时采用边铣边喷的作业方式,减少了围岩扰动,实现快挖快支和平行作业,提高了施工效率。

[0005] 实现本发明上述目的所采用的技术方案为:

[0006] 一种基于隧道开挖支护一体式台车的三台阶法施工工艺,包括以下步骤:

[0007] (1)隧道按照常规工艺形成三台阶后,台车移动至三台阶前进行站位,上台架与中部台阶位置对应,下台架与下部台阶位置对应,预留核心土穿插在台车中部空隙,上台架向前纵移至下部台阶上方并对掌子面进行超前支护;

[0008] (2)超前支护完成后,工作臂安装上凿岩机总成并通过第一纵移机构伸出开始上部台阶的掌子面钻孔作业;

[0009] (3)钻孔完毕后,工作臂的工作属具更换为刨铣机总成进行上部台阶的铣挖,铣挖后清理渣土,清理渣土的同时工作臂的工作属具更换为湿喷机总成,并连接湿喷料供给系统进行上部台阶的初喷作业;

[0010] (4)在出渣和初喷作业的同时,台车进行拱架的预拼装作业,悬臂吊吊起一榀顶部

拱架并放置于拱架运输车上,拱架运输车驮运顶部拱架通过第三纵移机构移至拱架安装车上方,拱架运输车向下收缩将顶部拱架置于拱架安装车上,拱架运输车后移,循环上述操作直至顶部拱架预拼装完成;

[0011] (5) 初喷作业和预拼装作业完成后,上台架再前移,第二纵移机构前段向前伸出并托载拱架安装车到上部台阶上的拱架安装位置,工作臂的工作属具更换为凿岩机总成并伸出完成顶部拱架的钢筋网片安装作业;

[0012] (6) 顶部拱架安装完成后,第二纵移机构收回,上台架后移至锚杆施工位置,工作臂进行钻锚杆孔,并完成锁脚锚杆及径向锚杆施工;

[0013] (7) 锁脚锚杆及径向锚杆施工完成后,工作臂的工作属具更换为湿喷机总成并连接湿喷料供给机构进行湿喷作业;

[0014] (8) 湿喷完成后,工作臂的工作属具更换为刨铣机总成且按照三台阶七步开挖法依次对中部台阶、下部台阶和预留核心土进行铣挖,铣挖完出渣的同时更换工作臂的工作属具进行中部台阶和下部台阶初喷作业、侧面拱架的安装和湿喷作业,其中侧面拱架通过工作臂将其吊装至边墙使其与顶部拱架连接,并完成钢筋网片的安装作业和锁脚锚杆及径向锚杆施工,中部台阶和下部台阶支护完毕后即单次循环施工完成。

[0015] 所述上台架通过第四纵移机构向前纵移。

[0016] 所述步骤(1)中的超前支护选用超前锚杆法,工作臂在第一纵移机构上纵向移动并在上部台阶掌子面的弧形导坑进行钻孔,然后将锚杆纵向打入岩体。

[0017] 所述步骤(2)中钻孔作业的进尺为一个拱架间距。

[0018] 所述步骤(2)中的台车根据预先导入车载电脑的钻孔参数规划设计图进行钻孔作业。

[0019] 所述步骤(3)和步骤(8)的出渣由出渣车从下台架的下方进入开挖面进行出渣。

[0020] 所述步骤(8)中的侧面拱架与顶部拱架通过螺栓拼接。

[0021] 所述步骤(8)中侧面拱架的安装中工作臂属具更换为抓举手总成将侧面拱架吊装至边墙使其与顶部拱架连接,连接后工作臂更换工作属具为凿岩机总成完成钢筋网片的安装作业和锁脚锚杆及径向锚杆施工。

[0022] 与现有技术相比,本发明的有益效果在于:1、本发明提供的施工工艺集开挖、安装拱架、锚杆和湿喷支护一体,无需多台设备交替工作,操作简单,自动化程度高,精准度高,误差小,同时节约了成本,提高了施工质量和施工效率,且开挖时用水量较少,对施工现场环境污染较低,减少了清洁工作量,降低了安全隐患;2、本发明提供的施工工艺采用边铣边喷的作业方式,减少对围岩扰动,实现快挖快支,抑制变形,确保安全,实现快速封闭,缩短围岩暴露时间,同时降低施工干扰,为后续施工创造便利条件,确保了安全,实现了平行作业;3、本发明提供的施工工艺在地质条件发生变化时,便于灵活、及时地转换施工工序,调整施工方法,同时当围岩变形较大或突变时,在保证安全和满足净空要求的前提下,可尽快调整闭合时间,安全系数更高。

附图说明

[0023] 图1为本实施例提供的隧道开挖支护一体式台车的立体结构图;

[0024] 图2为本实施例提供的隧道开挖支护一体式台车的局部结构图;

- [0025] 图3为本实施例中台架的结构图；
- [0026] 图4为本实施例中第四纵移机构的结构图；
- [0027] 其中(a)为第四纵移机构的侧视图，(b) (c) (d) 均为第四纵移机构的剖面图；
- [0028] 图5为本实施例中第一纵移机构的结构图；
- [0029] 图6为本实施例提供的隧道开挖支护一体式台车的前视图，其中(b)为(a)中A的局部放大图；
- [0030] 图7为本实施例中工作臂的结构图；
- [0031] 图8为本实施例中工作属具的结构图；
- [0032] 其中(a)凿岩机总成，(b)为湿喷机总成，(c)为刨铣机总成；
- [0033] 图9为本实施例中快换接头的结构图；
- [0034] 其中(a)为快换接头各零部件的结构图，(b)为快换接头组装后结构图；
- [0035] 图10为本实施例中上台架两侧的工作平台的结构图；
- [0036] 图11为本实施例中工作平台与台架的连接图；
- [0037] 图12为本实施例中悬臂吊、机械手和拱架支撑杆的结构图；
- [0038] 其中(a)为悬臂吊，(b)为机械手，(c)为拱架支撑杆；
- [0039] 图13为本实施例中拱架运输车和第三纵移机构的结构图；
- [0040] 图14为本实施例中第二纵移机构的结构图；
- [0041] 其中(a)为第二纵移机构的侧视图，(b) (c) (d) 均为第二纵移机构的剖面图；
- [0042] 图15为本实施例中第二纵移机构不同方向的立体图；
- [0043] 图16为本实施例中拱架安装车不同方向的立体图；
- [0044] 图17为本实施例中走行机构的结构图，其中(a) (b) 不同方向的立体图；
- [0045] 图18为本实施例中支撑机构的结构图；
- [0046] 图19为本发明中与一体式台车配套使用的湿喷料供给系统；
- [0047] 图20为本发明提供的施工示意图一；
- [0048] 图21为本发明提供的施工示意图二；
- [0049] 图22为本发明提供的施工示意图三；
- [0050] 图23为本发明提供的施工示意图四；
- [0051] 图24为本发明提供的施工示意图五；
- [0052] 图25为本发明提供的施工示意图六；
- [0053] 图中：1-台架，101-上台架，1011-上顶板，1012-上支架，1013-侧架，102-下台架，1021-下顶板，1022-下支架，103-第四纵移机构，1031-台架轨道，1032-台架支座，1033-第四托轮，1034-第四托轨，1035-第四滑轮，1036-第四齿条，1037-第四液压马达，1038-第四齿轮，104-升降油缸A；
- [0054] 20-工作平台，21-悬挂架，22-伸缩平台，23-横移油缸，24-架梯，200-第五纵移机构，201-平台轨道，202-悬挂盘；
- [0055] 3-工作臂，301-机架，302-回转组件，303-变幅组件，304-基础臂架，305-伸缩臂架；
- [0056] 4-走行机构，401-转向组件，402-悬挂组件，403-轮胎，404-驱动马达，405-车桥；
- [0057] 5-支撑机构，501-连接座，502-支撑油缸，503-支撑座；

[0058] 61-拱架安装车,611-车架,6111-顶架,6112-支撑架,6113-纵架,612-拱架顶升组件,6121-顶升油缸,6122-顶升件,613-安装车纵移组件,6131-纵移架,6132-安装车走行轮,6133-第六液压马达,614-伸缩节,615-升降油缸B;

[0059] 62-第二纵移机构,621-固定轨,622-滑轨,623-第二托轮,624-第二托轨,625-第二滑轮,626-第二齿条,627-第二液压马达,628-第二齿轮,629-拱架安装车轨道;

[0060] 63-拱架运输车,631-立柱,632-拱架加紧装置,64-第三纵移机构,641-运输车轨道,642-运输车支座,65-悬臂吊,66-机械手,67-拱架支撑杆,68-斜撑杆;

[0061] 7-第一纵移机构,701-工作臂轨道,702-工作臂支座,703-第一齿条,704-第一液压马达,705-第一齿轮;

[0062] 8-快换接头,801-工作臂接头,8011-挂钩,802-工作属具接头,8021-挂槽,803-液压销轴,9-凿岩机总成,10-湿喷机总成,11-刨铣机总成,12-湿喷料供给系统。

具体实施方式

[0063] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

[0064] 本实施例提供的隧道开挖支护一体式台车整体结构如图1和图2所示,包括车体、位于车体上的为台车上各组件提供运行动力的电气液压系统、用于隧道开挖及支护施工的工作臂3、连接于车体底部的走行机构4和支撑机构5以及拱架安装单元,其中车体包括台架1和工作平台20。该一体式台车可实现钻爆孔、装药、拱架预安装、锚杆孔、锚杆安装注浆、拱架网片安装、铣挖作业、混凝土湿喷作业等工作的集成,并适用于全断面法、台阶法、三台阶法、三台阶预留核心土等多种工法的隧道施工。

[0065] 本实施例中,台架1垂直设置有两个,分别为上台架101和下台架102,上台架包括上顶板1011、连接固定于上顶板下的上支架1012以及连接于上支架底部沿上支架内侧伸展的侧架1013,下台架包括下顶板1021以及连接固定于下顶板下的下支架1022,所述上支架通过第四纵移机构103连接于下顶板上,从而使上台架连接于下台架上并使上台架沿下台架纵向移动;所述上支架和下支架均为伸缩结构且均分布连接有升降油缸A104,使上台架和下台架的高度随升降油缸调节。台架的结构如图3所示,上台架和下台架左右两侧各设置有两个升降油缸。一体式台车在施工时,上台架通过纵移机构可向前纵移0~4m,另外,每个台架高度可调0~1m,一体式台车整体高度可调0~2m,满足全断面施工的同时能适应台阶法施工。另外下台架的高度通过升降油缸可达3.5m~4.5m(包含走行机构的高度),当钻爆孔完成后,出渣车可从下台架的下方进入开挖面并出渣,一体式台车可以不退出隧道开挖面,出渣的同时还可以进行拱架、连接筋及钢筋网片的分组预拼装,提高施工效率。

[0066] 第四纵移机构103包括连接固定于下顶板上的台架轨道1031、连接固定于上支架底部的且安装于台架轨道内的台架支座1032、第四托轮1033、第四托轨1034、安装于台架支座两侧的靠近台车后端的第四滑轮1035、连接于台架支座底部的第四齿条1036以及连接于上支架上的固定连接的第四液压马达1037和第四齿轮1038,其中台架轨道为由两条截面呈“[”型的钢轨拼装的沟槽式结构,所述第四齿轮与第四齿条啮合,通过第四液压马达驱动齿轮齿条传动,使台架支座和上台架整体在台架轨道上移动,第四纵移机构的结构如图4所示,所述第四托轨连接于台架支座的底部并与第四齿条平行设置,第四托轮跨坐于第四托轨上并连接固定于靠近台车前端的上支架上,避免台架支座在纵移时脱离台架轨道;台架

轨道的长度与台架的长度一致。

[0067] 工作臂3安装于台架上并通过第一纵移机构7与台架连接,工作臂在第一纵移机构的带动下沿台架纵向移动。第一纵移机构包括呈工字型的工作臂轨道701、跨坐于工作臂轨道上的工作臂支座702、固定于工作臂轨道侧面的第一齿条703、以及位于工作臂支座上的固定连接的第一液压马达704和第一齿轮705,所述第一齿轮与第一齿条啮合,通过第一液压马达驱动齿轮齿条传动,使工作臂支座在工作臂轨道上移动,第一纵移机构的结构如图5所示。所述工作臂轨道对应分布连接于上顶板、下顶板以及上支架上,其中上支架上的工作臂轨道通过上支架底部沿上支架内侧伸展的侧架1013连接固定于上支架上,工作臂轨道均沿台车方向设置且工作臂轨道的长度与台架的长度一致,所述工作臂支座与工作臂连接,从而使工作臂沿台架纵向移动。本实施例中工作臂设置有六个,分别在上顶板的上表面、上支架、下顶板的下表面各设置有两个,其中上顶板和上支架的工作臂正置安装于第一纵移机构上,下顶板的工作臂倒置悬挂安装于第一纵移机构上,工作臂的位置分布见图6,图中的工作臂支座的分布位置即为工作臂的分布位置。另外,工作臂的数量还可以设置更多,具体根据实际需求进行调节。

[0068] 工作臂3包括机架301、回转组件302、变幅组件303、基础臂架304和伸缩臂架305,工作臂的结构如图7所示,其中机架与第一纵移机构中的工作臂支座连接,基础臂架通过回转组件与机架连接并在回转组件的带动下沿横向往返移动,伸缩臂架通过变幅组件与基础臂架连接并在变幅组件的带动下沿竖直方向往返移动,伸缩臂架内安装有伸缩油缸并在伸缩油缸的带动下沿纵向往返移动,使工作臂在三个自由度方向工作。

[0069] 所述工作臂的头部通过快换接头8连接有不同的用于隧道施工中的钻孔、湿喷、铣挖和立拱架工序的工作属具,所述工作属具为凿岩机总成9、湿喷机总成10、刨铣机总成11和吊机总成,工作属具结构如图8所示,其中抓取手总成用于将侧拱抓取到边墙上,抓取手总成与本实施例中的拱架安装单元中的机械手均为现有成熟技术,且结构相似,此处不再赘述。快换接头包括与工作臂连接的工作臂接头801以及与工作属具连接的工作属具接头802,工作臂接头和工作属具接头的一端分别设置有相匹配的挂钩8011和挂槽8021,挂钩挂接于挂槽上,工作臂接头和工作属具接头的另一端通过液压销轴803进行铰接,快换接头的结构如图9所示,工作属具更换时,挂钩和挂槽完成挂接后,起升工作臂,工作属具接头上的铰接点将自动对中,由传感器感知孔位对中后液压销轴将在液压力作用下完成插销动作,从而完成属具的快换,可实现免人工快换工作。当台车进行混凝土湿喷作业时,工作属具为湿喷机械手总成,且台车配置有湿喷料供给系统19,所述湿喷料供给系统包括泵送装置、速凝剂定量加注装置、轮式行走装置、自动化智能装置和无线遥控器,其结构如图19所示。

[0070] 工作平台20悬挂连接于台架的两侧,具体地,所述工作平台的一侧连接设置有悬挂架21且工作平台通过悬挂架与台架连接,工作平台结构如图10和图11所示;所述悬挂架通过第五纵移机构200悬挂连接于台架的两侧,使工作平台沿台架纵向移动,所述第五纵移机构包括连接于台架侧面的平台轨道201、安装于平台轨道内的第五齿条、分布连接于悬挂架上且卡置于平台轨道内的悬挂盘202、位于悬挂架上的固定连接的第五液压马达和第五齿轮,所述平台轨道为凹槽式结构,平台轨道平行设置有两个,悬挂盘在对应位置平行分布有两排,所述第五齿轮与第五齿条啮合,通过第五液压马达驱动齿轮齿条传动,使悬挂架在平台轨道上移动,从而使工作平台沿台架移动;上台架两侧的工作平台均设置有两层,下台

架两侧的工作平台均设置有一层,工作平台的层数与工作臂的数量一致,工作平台均位于工作臂的下方;工作平台上通过横移油缸连接设置有伸缩平台,伸缩平台22在横移油缸23的带动下沿工作平台上远离台架的一侧横向移动,伸缩平台位于工作平台的前端,本实施例中工作平台整体纵移距离为0~4m,同时伸缩平台设置有4m,横移距离为0~4m,以满足不同隧道施工方法的装药作业。所述工作平台的后端设置有架梯24,便于施工人员上下台车。

[0071] 拱架安装单元包括用于多榀顶拱预拼装的拱架安装车61、拱架运输车63、悬臂吊65、第二纵移机构62、第三纵移机构64、机械手66和拱架支撑杆67,其中机械手和拱架支撑杆均安装固定于上台架两侧的工作平台的伸缩平台上且均位于伸缩平台的前端,拱架支撑杆位于上层伸缩平台上,机械手位于下层工作平台上。机械手具有三个自由度,可以实现侧拱的抓取、托举等辅助安装动作,可以代替人工实现侧拱与顶拱的对孔、调整等工作,有效节省人力,提高工作效率。拱架支撑杆通过销轴连接有斜撑杆68,拱架安装时,装上销轴,将拱架支撑杆立起,拱架安装完成后,拔下销轴,把拱架支撑杆放平,方便工人通行及作业,在顶拱与侧拱对孔连接时,拱架支撑杆用于支撑顶拱。悬臂吊65设置于上台架的后端,悬臂吊用于顶拱的起吊,本实施例中,悬臂吊配置1t电动葫芦。拱架安装单元在上台架和工作平台上的安装位置见图1,悬臂吊、机械手和拱架支撑杆的结构如图12所示。

[0072] 第二纵移机构和第三纵移机构均安装于上台架上并与第一纵移机构平行设置,且第三纵移机构位于上台架上的外侧,第二纵移机构位于上台架上的内侧,拱架安装车的左右两端均安装在第二纵移机构上并通过第二纵移机构纵向移动,拱架运输车安装在第三纵移机构上并通过第三纵移机构纵向移动,本实施例中,第三纵移机构64包括呈工字型的运输车轨道641、跨坐于运输车轨道上的运输车支座642、安装于运输车支座底部的运输车走行轮、位于工作臂支座上的固定连接的第三液压马达和马达输出轴齿轮以及固定连接于运输车走行轮上的第三齿轮,运输车支座与拱架运输车固定连接,马达输出轴齿轮和第三齿轮啮合,第三液压马达驱动马达输出轴齿轮和第三齿轮传动并带动拱架运输车整体纵向移动,运输车轨道连接于上台架上且运输车轨道的长度与上台架的长度一致。所述拱架运输车63包括伸缩式结构的立柱631以及连接于立柱顶部的拱架加紧装置632,其中立柱通过升降油缸调节高度。悬臂吊将起吊的顶拱放置于拱架运输车上,由拱架运输车纵移到拱架安装车对应位置后,将拱架运输车的高度调低,从而将顶拱放置于拱架安装车上,拱架运输车和第三纵移机构的结构如图13所示。

[0073] 所述第二纵移机构62为双重纵移结构,能够实现滑轨和拱架安装车整体在上台架上移动,还能够实现拱架安装车在滑轨上移动。第二纵移机构包括连接固定于上台架上表面的固定轨621、安装于固定轨内的滑轨622、第二托轮623、第二托轨624、安装于滑轨两侧的靠近台车后端的第二滑轮625、连接于滑轨底部的第二齿条626以及连接于上支架上的固定连接的第二液压马达627和第二齿轮628,其中固定轨为由两条截面呈“[”型的钢轨拼装的沟槽式结构,所述第二齿轮与第二齿条啮合,通过第二液压马达驱动齿轮齿条传动,使滑轨在固定轨上移动,所述第二托轨连接于滑轨的底部并与第二齿条平行设置,第二托轮跨坐于第二托轨上并连接固定于靠近台车前端的上支架上,避免滑轨在纵移时脱离固定轨;所述滑轨顶部设置有拱架安装车轨道629,拱架安装车安装于拱架安装车轨道上并沿滑轨纵向移动,滑轨和拱架安装车轨道的长度与上台架的长度一致,第二纵移机构中滑轨及其它组件的连接结构如图14和图15所示。

[0074] 所述拱架安装车61包括整体呈拱形的车架611、拱架顶升组件612以及安装车纵移组件613,所述车架包括位于顶部的呈矩形的顶架6111、与顶架四角连接的呈半拱形的支撑架6112以及沿台车方向设置的连接于两根平行支撑架之间的纵架6113,三者连接为一体式结构,所述拱架顶升组件呈矩阵分布于顶架上,沿垂直于台车方向分布的拱架顶升组件为一组,拱架顶升组件设置有三组以上,所述顶架上位于台车前后端的两侧通过伸缩油缸连接有呈“J”型的伸缩节614,伸缩节上设置有一组以上的拱架顶升组件,通过伸缩油缸调节伸缩节上的拱架顶升组件与顶架上的拱架顶升组件之间的距离。本实施例中顶架上设置有三组拱架顶升组件,每组拱架顶升组件之间的距离为0.6m,两侧的伸缩节上各设置有一组拱架顶升组件,与顶架上位于中间的拱架顶升组件间用于三榀拱架的安装,在实现顶部三榀拱架的组装及整体立架的同时还能调节每榀拱架之间的距离调节间距为0.6m~1.2m,从而满足不同工况立架需求。所述支撑架为伸缩式结构,通过连接于纵架和纵移架之间的升降油缸615调节支撑架的高度。拱架顶升组件包括顶升油缸6121以及连接于顶升油缸顶部的呈凹槽型的顶升件6122,通过顶升油缸调节顶升件的高度,所述安装车纵移组件包括沿台车方向设置的连接于两根平行支撑架底部的纵移架6131、安装于纵移架底部的安装车走行轮6132、安装于纵移架侧面的固定连接的第六液压马达6133和马达输出轴齿轮以及固定连接于安装车走行轮上的第六齿轮,安装车走行轮跨坐于第二纵移机构上,马达输出轴齿轮和第六齿轮啮合,第六液压马达驱动马达输出轴齿轮和第六齿轮传动并带动拱架安装车整体纵向移动,拱架安装车的结构如图16所示。

[0075] 走行机构4为轮胎式或履带式结构,本实施例中走行机构为轮胎式结构,见图17,走行机构包括转向组件401、悬挂组件402、轮胎403、驱动马达404和车桥405,转向组件通过驱动马达回转支承,可实现整个台车纵移、横移和转向等功能,悬挂组件通过悬挂油缸自动调节,保证轮胎受力均衡,可适应不平的路面。另外走行机构还可根据需要选配履带式的结构,履带式走行机构的负重能力和爬坡能力更强。支撑机构5包括连接座501、支撑油缸502和支撑座503组成,台车工作时支撑地面、稳定台车,本实施例中支撑座的结构如图18所示。

[0076] 本实施例提供的基于隧道开挖支护一体式台车的三台阶法施工工艺,包括以下步骤:

[0077] (1)隧道按照常规工艺形成三台阶后,台车移动至三台阶前进行站位,上台架与中部台阶位置对应,下台架与下部台阶位置对应,预留核心土穿插在台车中部空隙,上台架向前纵移至下部台阶上方并对掌子面进行超前支护,超前支护选用超前锚杆法,上台架上的工作臂在第一纵移机构纵向移动并在上部台阶的掌子面顶部进行钻孔,然后将锚杆纵向打入岩体,如图20所示;

[0078] (2)超前支护完成,工作臂安装上凿岩机总成并通过第一纵移机构伸出开始进行上部台阶掌子面钻孔作业,进尺为一个拱架间距,如图21所示;

[0079] (3)钻孔完毕后,上台架上的工作臂的工作属具由凿岩机总成换成刨铣机总成,并进行上部台阶的铣挖,完成铣挖后清理渣土,出渣车从下台架的下方进入开挖面并出渣,上台架上的工作臂的工作属具由刨铣机总成更换为湿喷机总成,并连接湿喷料供给系统进行上部台阶的初喷作业,如图22所示;

[0080] (4)在出渣和初喷作业的同时,台车进行拱架的预拼装作业,三个顶部拱架片在地面预先由工作人员使用螺栓进行拼接,悬臂吊吊起一榀顶部拱架并放置于拱架运输车上,

拱架运输车驮运顶部拱架通过第三纵移机构移至拱架安装车上方,拱架运输车的升降油缸向下收缩将顶部拱架置于拱架安装车上,使得顶部拱架与拱架顶升组件上的顶升件卡合,将顶部拱架的受力自拱架运输车上转移至拱架安装车的顶升件上,转移完毕后,拱架运输车后退移向悬臂吊,继续与悬臂吊配合运输下一榀顶部拱架,循环此步骤至三榀顶部拱架置于拱架安装车上即顶部拱架的预拼装作业完成;

[0081] (5) 初喷作业和预拼装作业完成后,上台架通过第四纵移机构前移,第二纵移机构前段向前伸出到上部台阶上,拱架安装车托载预拼装好的顶部拱架在第二纵移机构上移动,移动至上部台阶时,顶升油缸顶升使拱架顶升组件位于预留核心土上方并将顶部拱架置于拱架安装位置,工作臂的工作属具由湿喷机总成换成凿岩机总成并伸出完成拱架的钢筋网片安装作业,如图23所示;

[0082] (6) 顶部拱架安装完成后,第二纵移机构以及拱架安装车向后移动收回,上台架后移,工作臂移动至锚杆施工位置钻锚杆孔,并配合工作人员完成锁脚锚杆和径向锚杆施工,如图24所示;

[0083] (7) 锁脚锚杆及径向锚杆施工完成后,将上台架上的工作臂的凿岩机总成卸下,安装上湿喷机总成,并连接湿喷料供给机构进行湿喷作业,如图25所示;

[0084] (8) 湿喷完成后,工作臂的工作属具换为刨钎机总成,工作臂的工作属具更换为刨钎机总成且按照三台阶七步开挖法对中部台阶进行钎挖,钎挖完出渣的同时更换上台架上工作臂的工作属具为湿喷机总成进行初喷作业,初喷结束后工作臂的工作属具更换为抓举手总成将侧面拱架吊装至边墙并与顶部拱架连接,工作臂的工作属具更换为凿岩机总成完成侧面拱架的钢筋网片的安装作业和锁脚锚杆及径向锚杆施工,最后更换为湿喷机总成完成湿喷作业,中部台阶钎挖完开始下部台阶的钎挖,钎挖完出渣的同时按照上述中部台阶的操作进行侧面拱架的安装和湿喷支护,下部台阶钎挖完后开始预留核心土的钎挖,其中钎挖和支护过程为平行作业,中部台阶和下部台阶支护完毕后即单次循环施工完成。

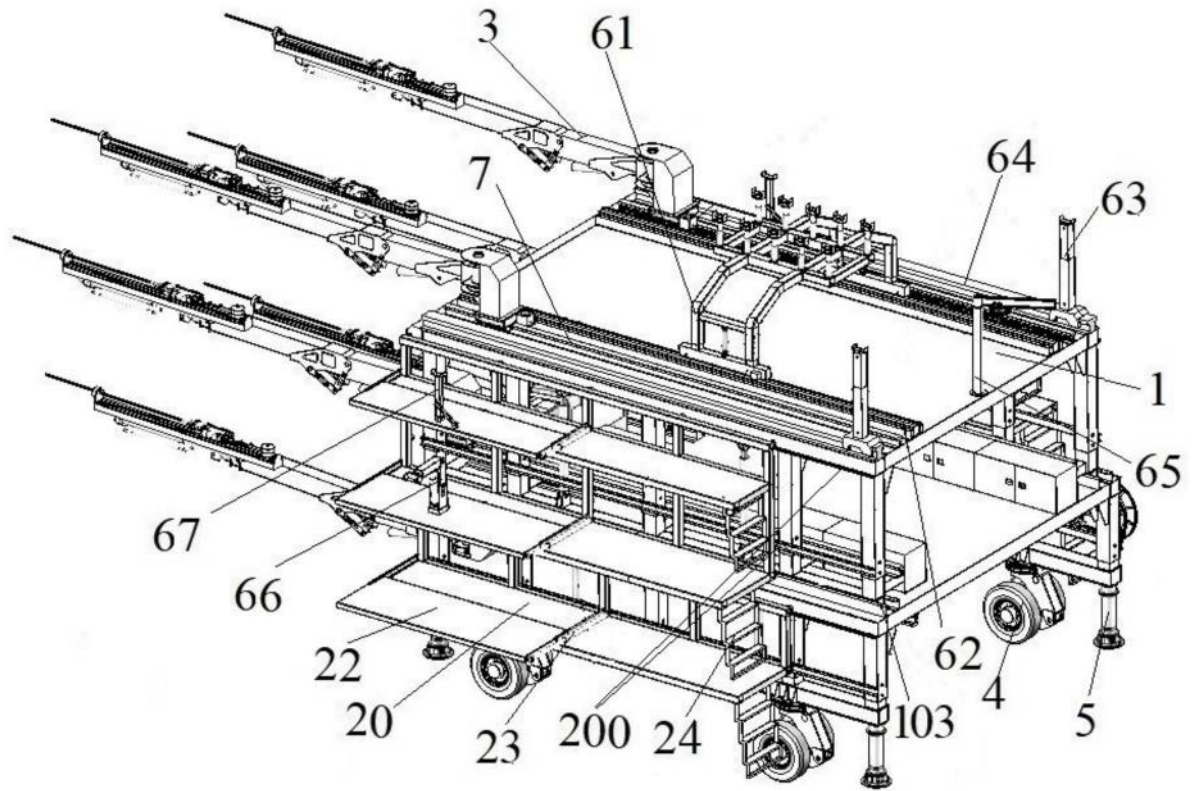


图1

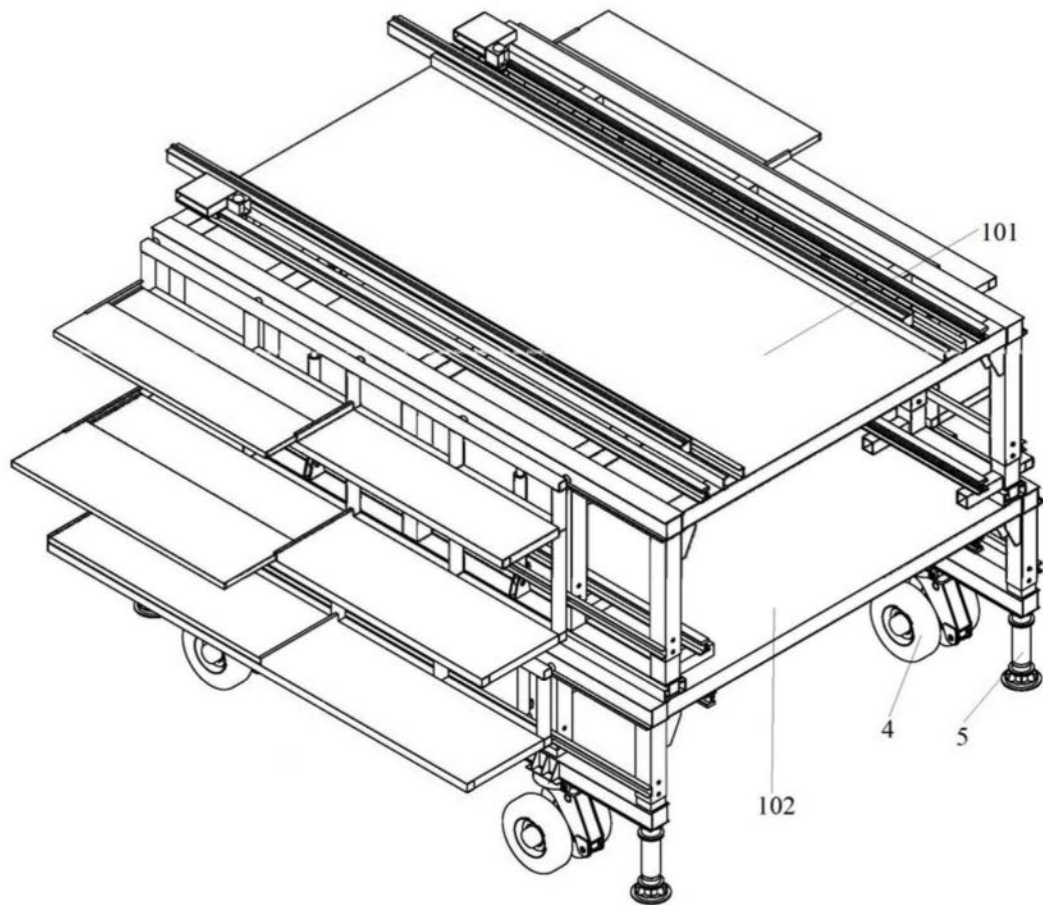


图2

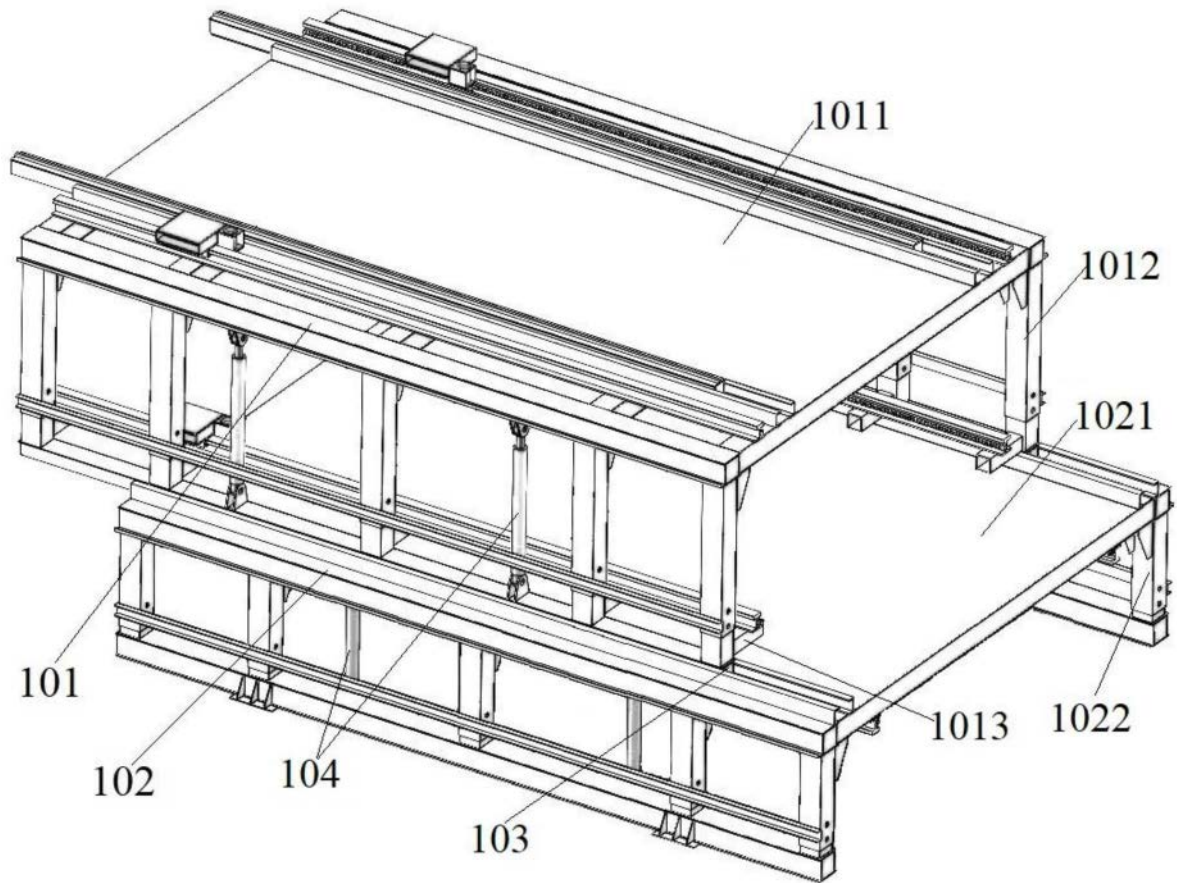


图3

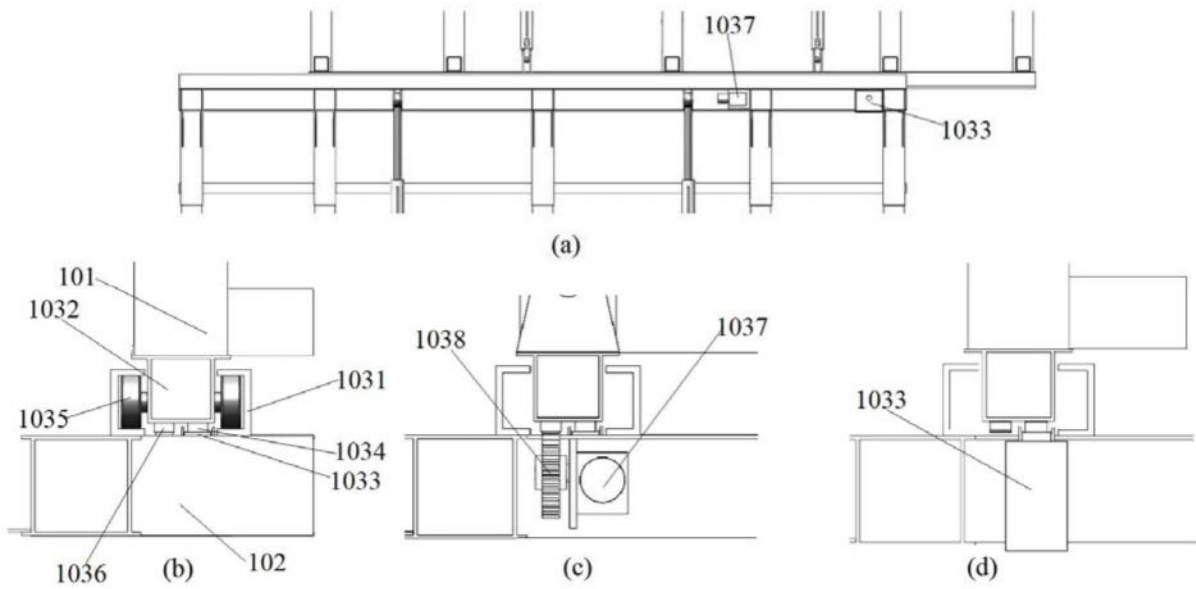


图4

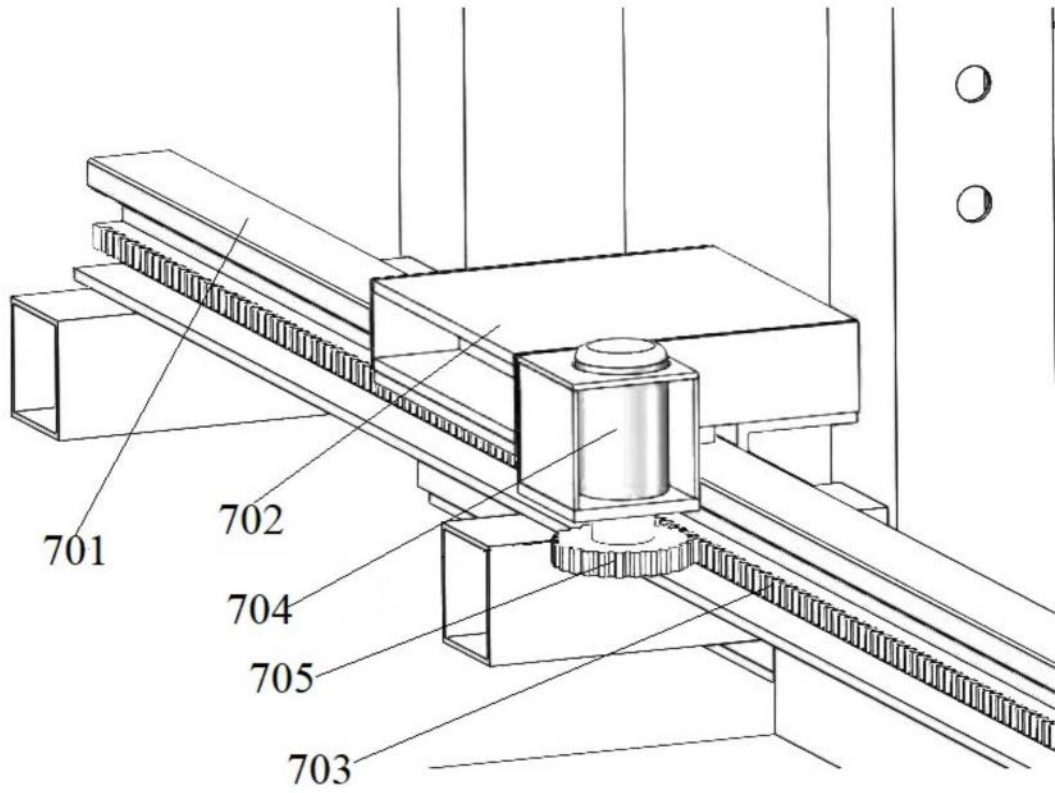


图5

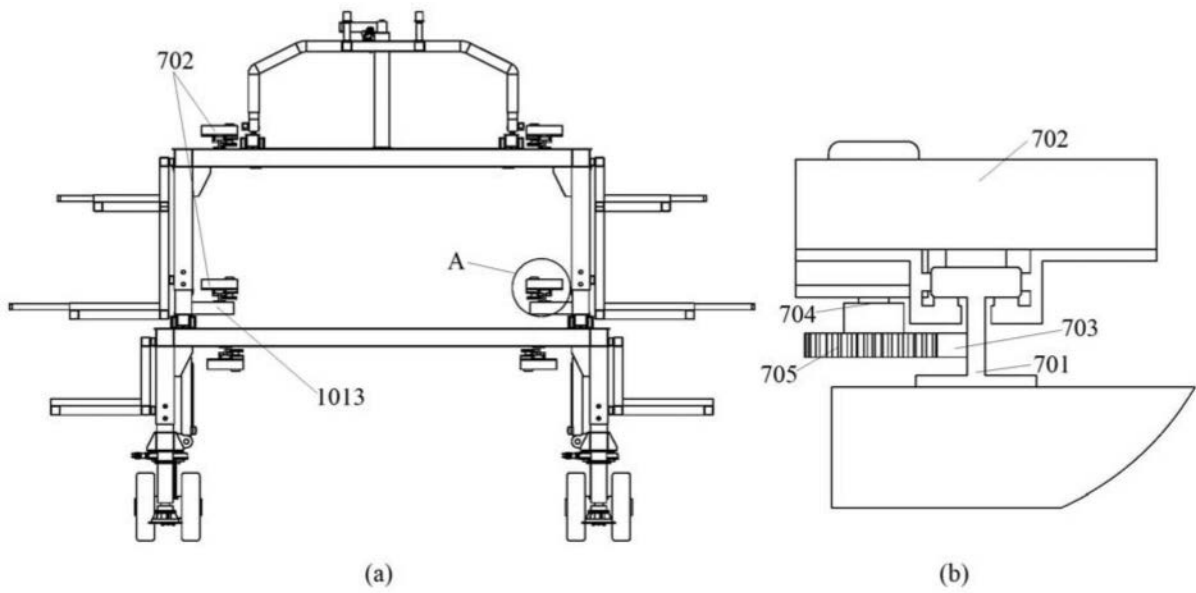


图6

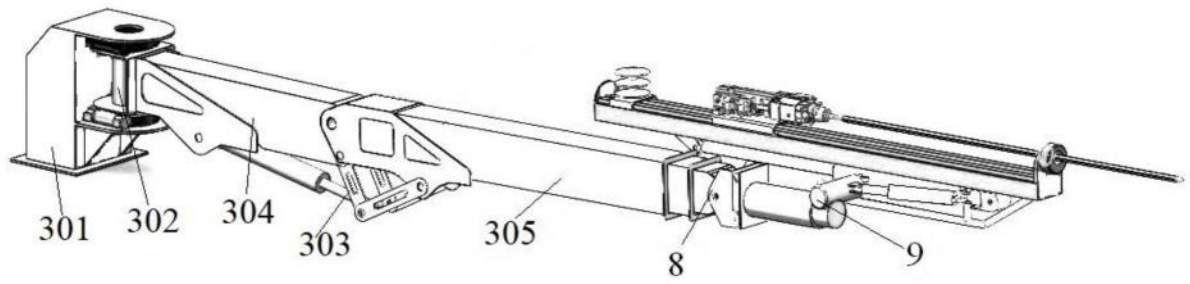


图7

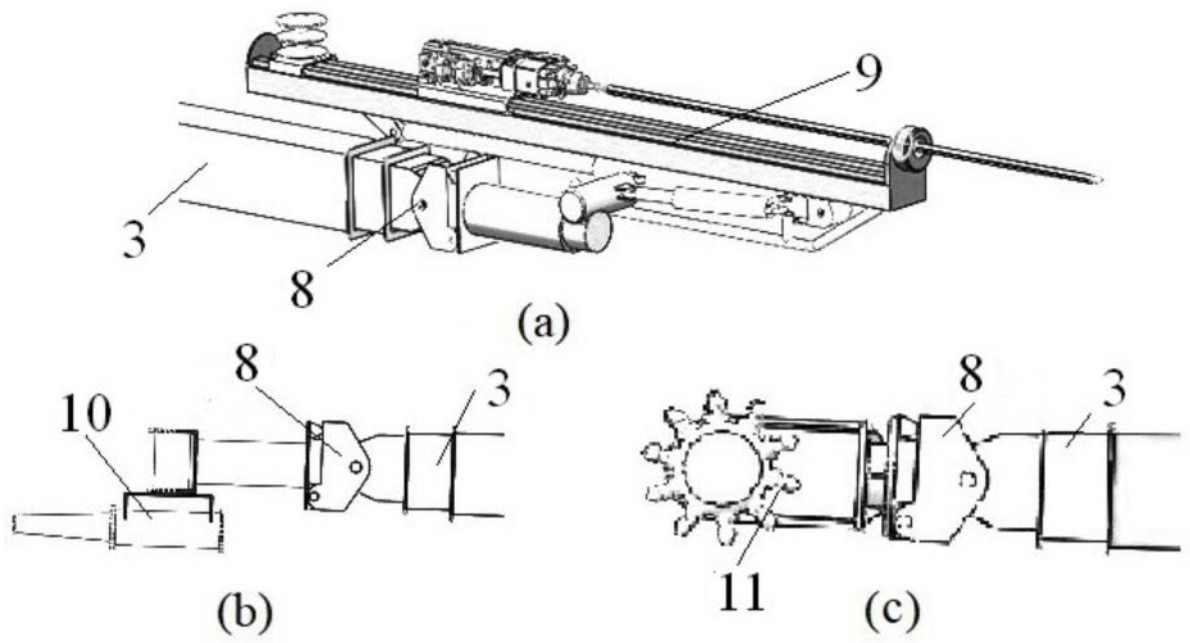


图8

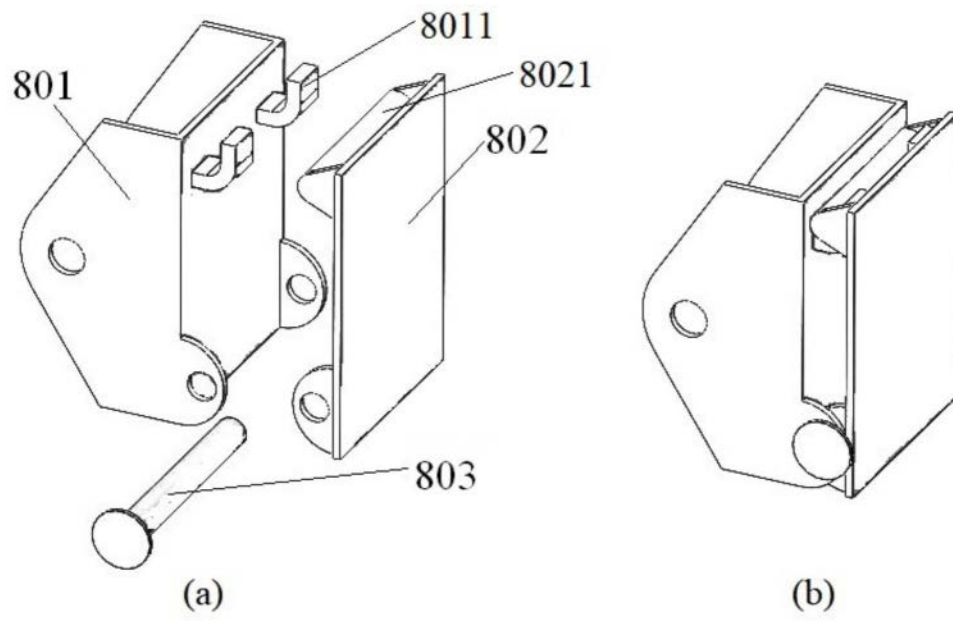


图9

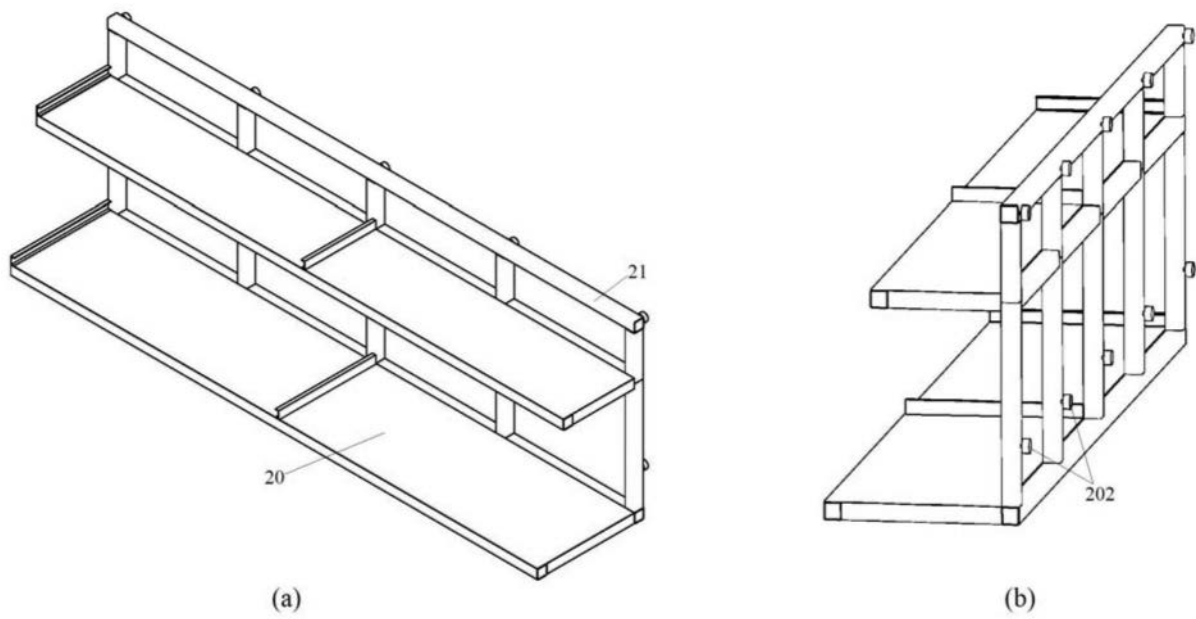


图10

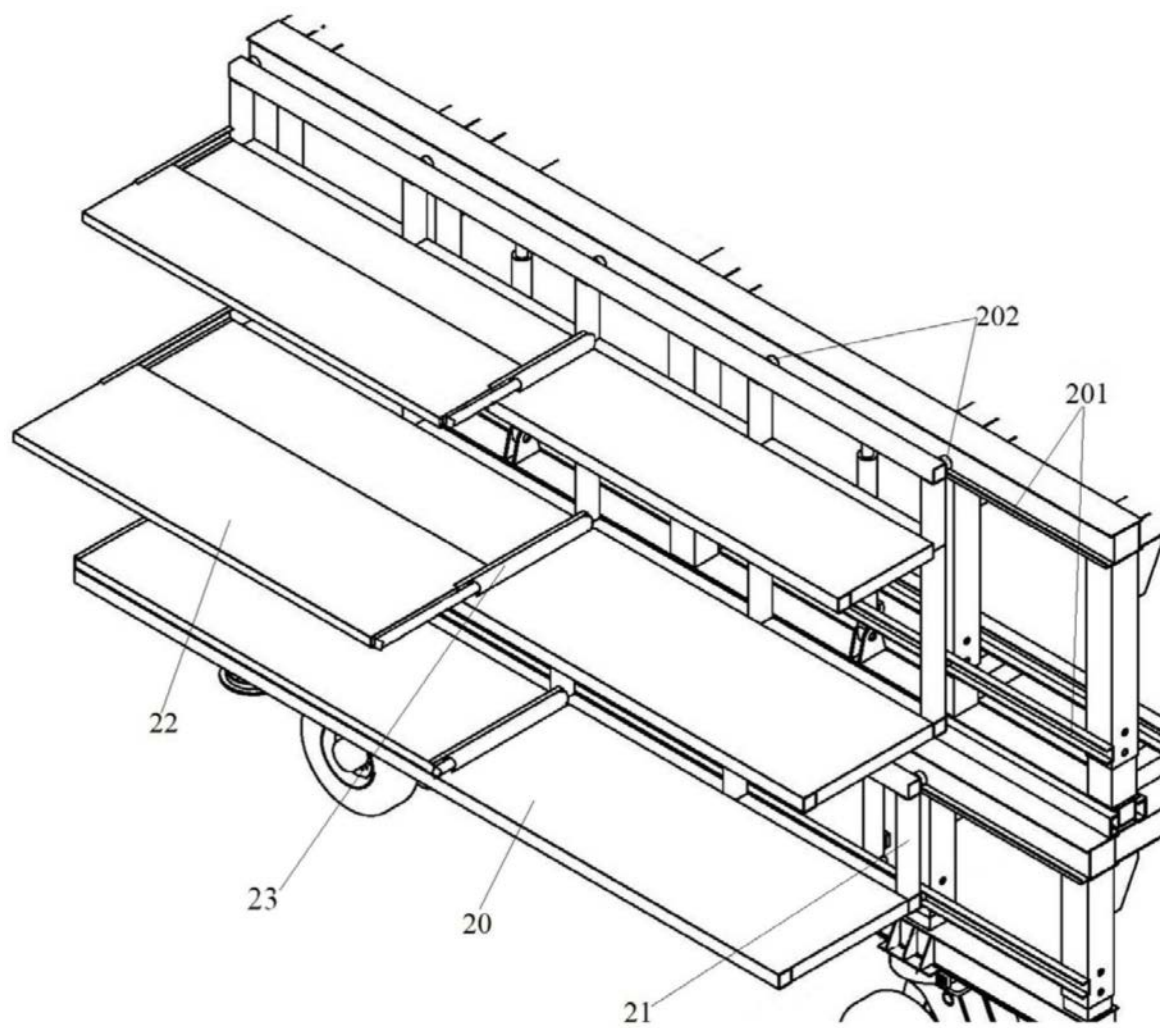


图11

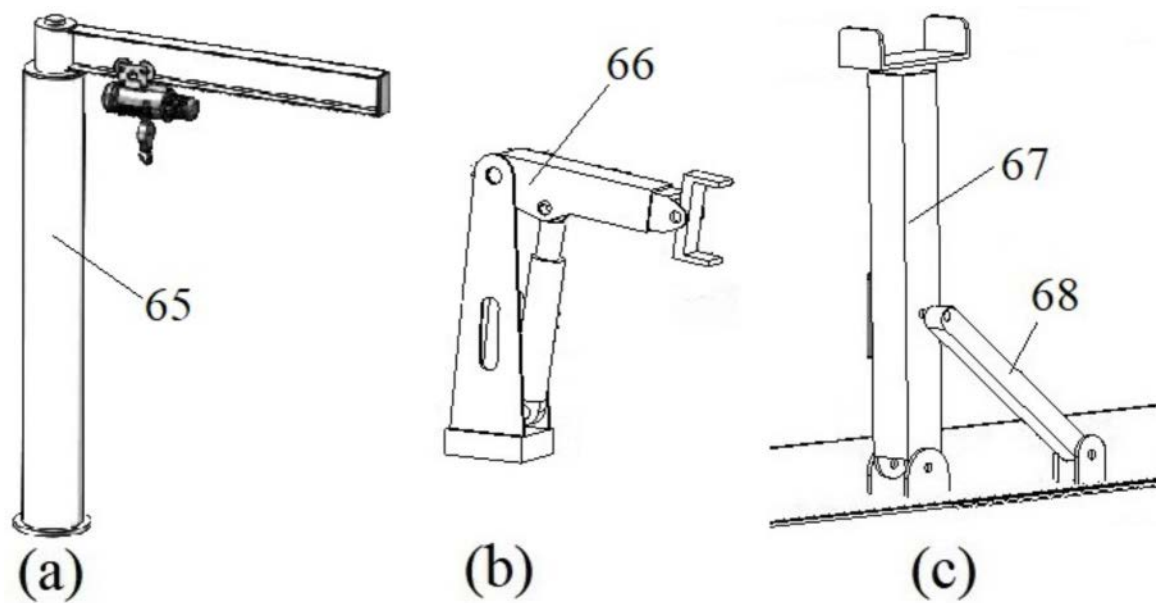


图12

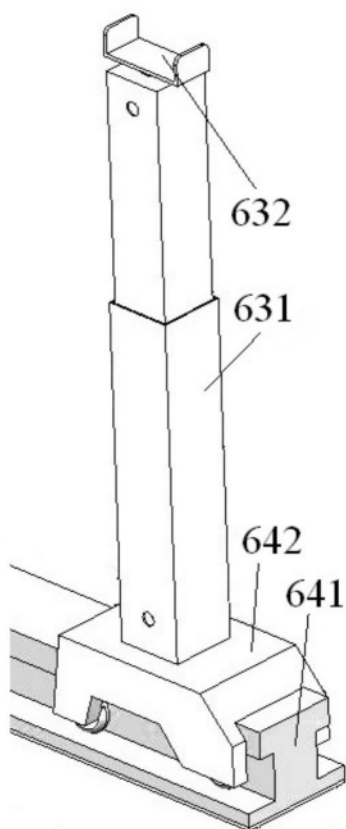


图13

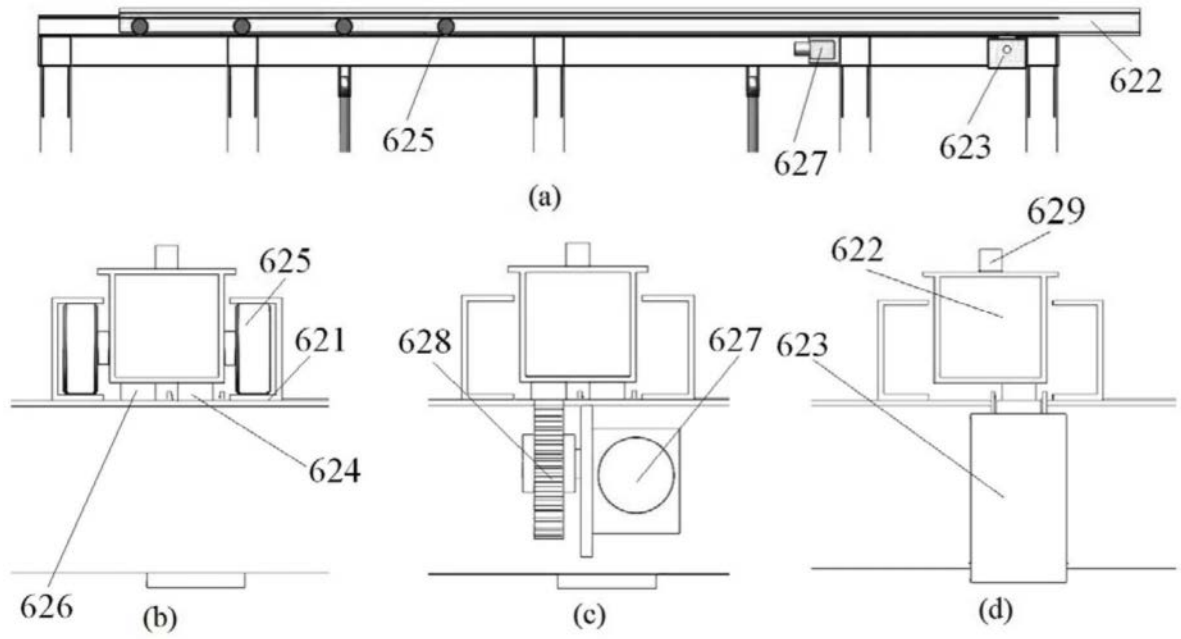


图14

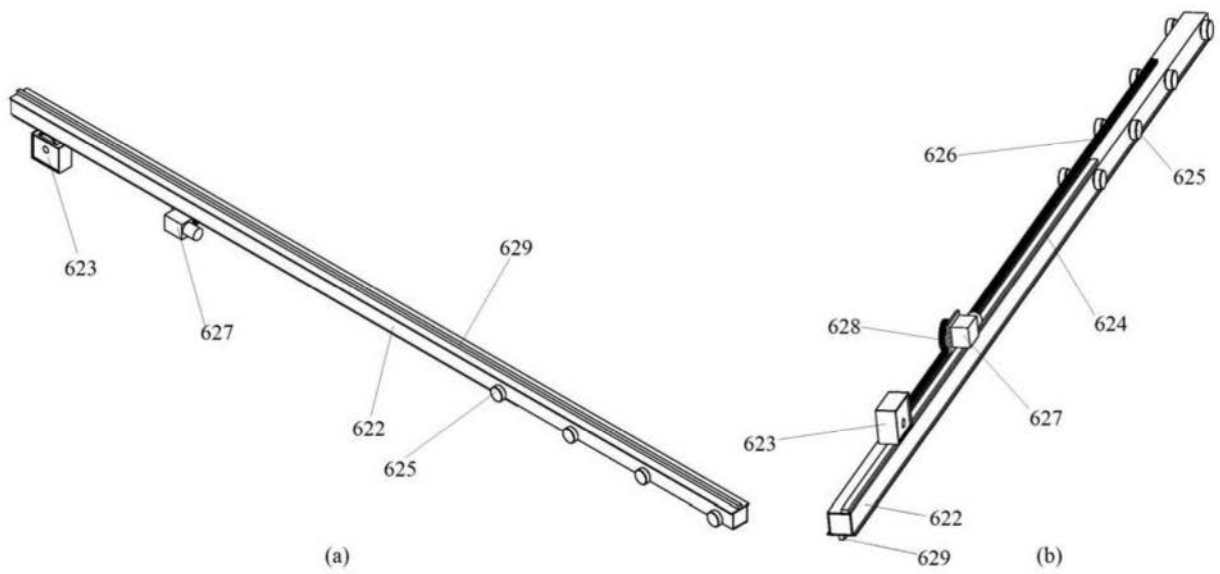


图15

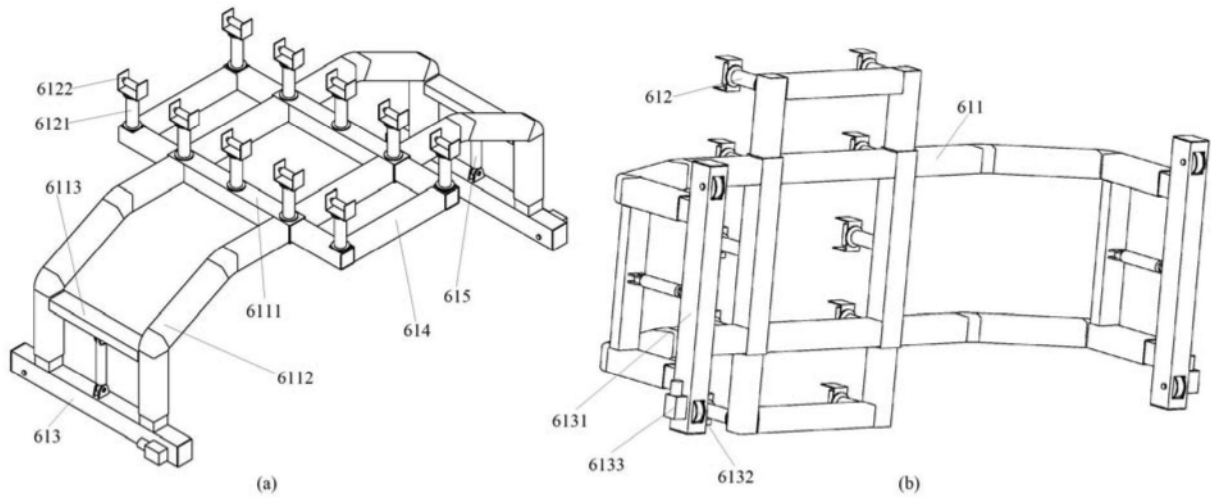


图16

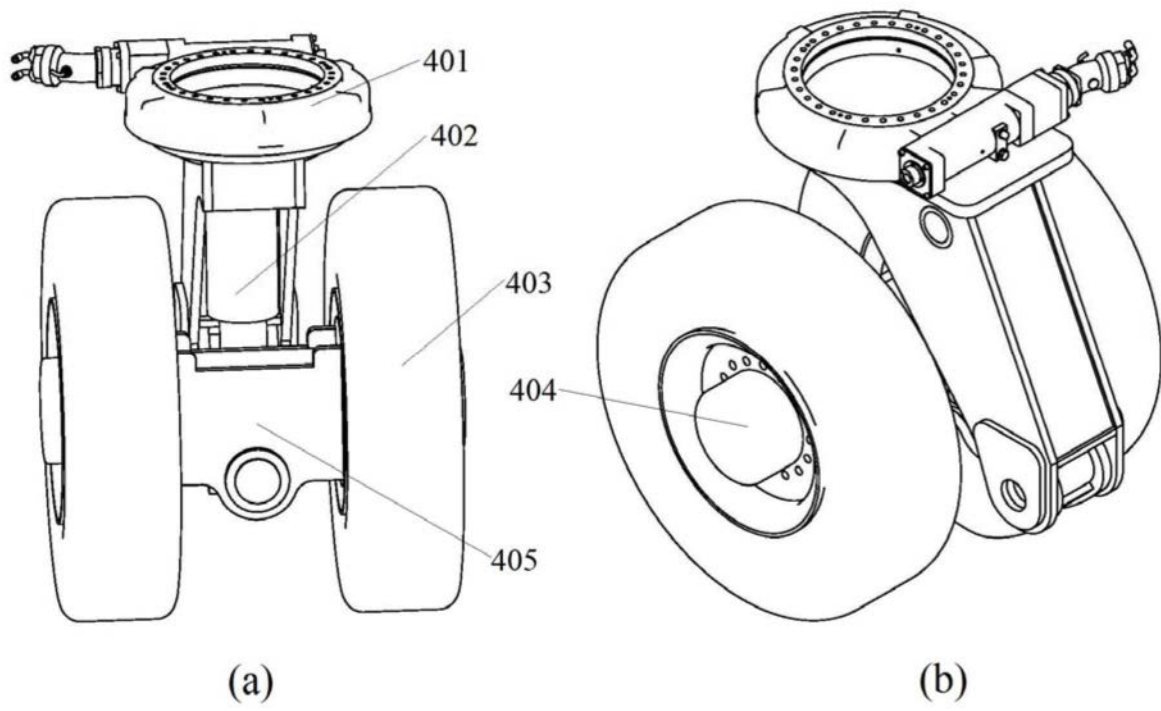


图17

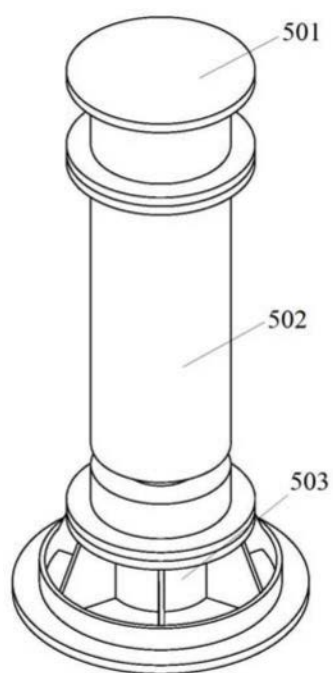


图18

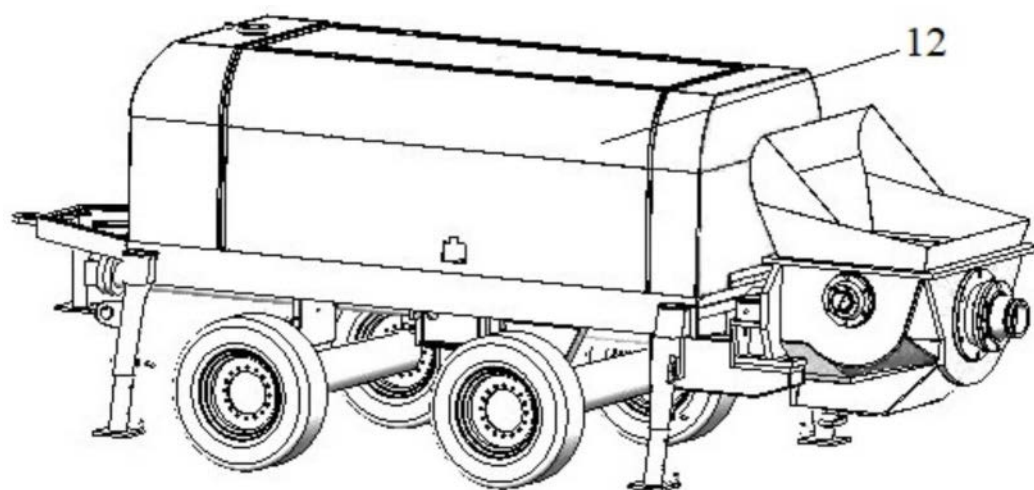


图19

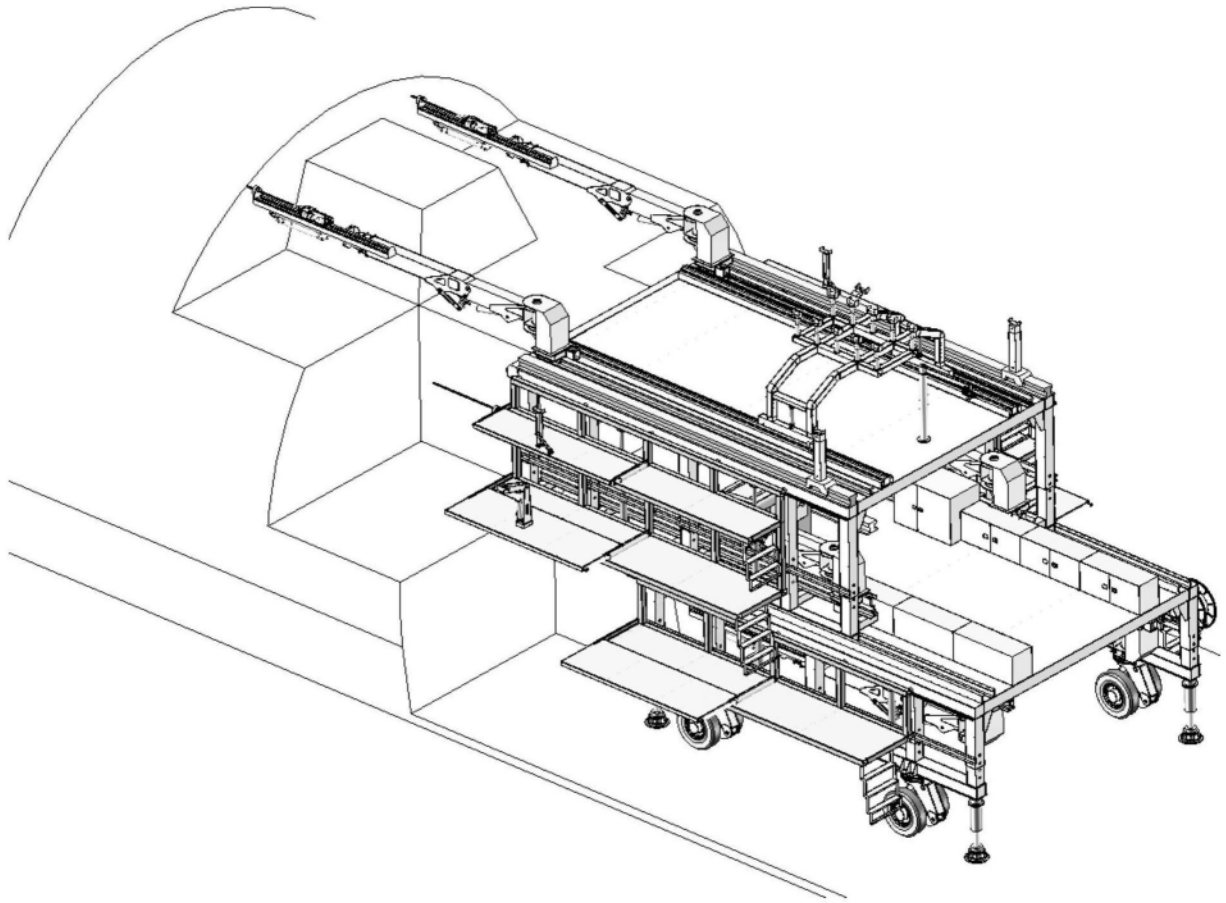


图20

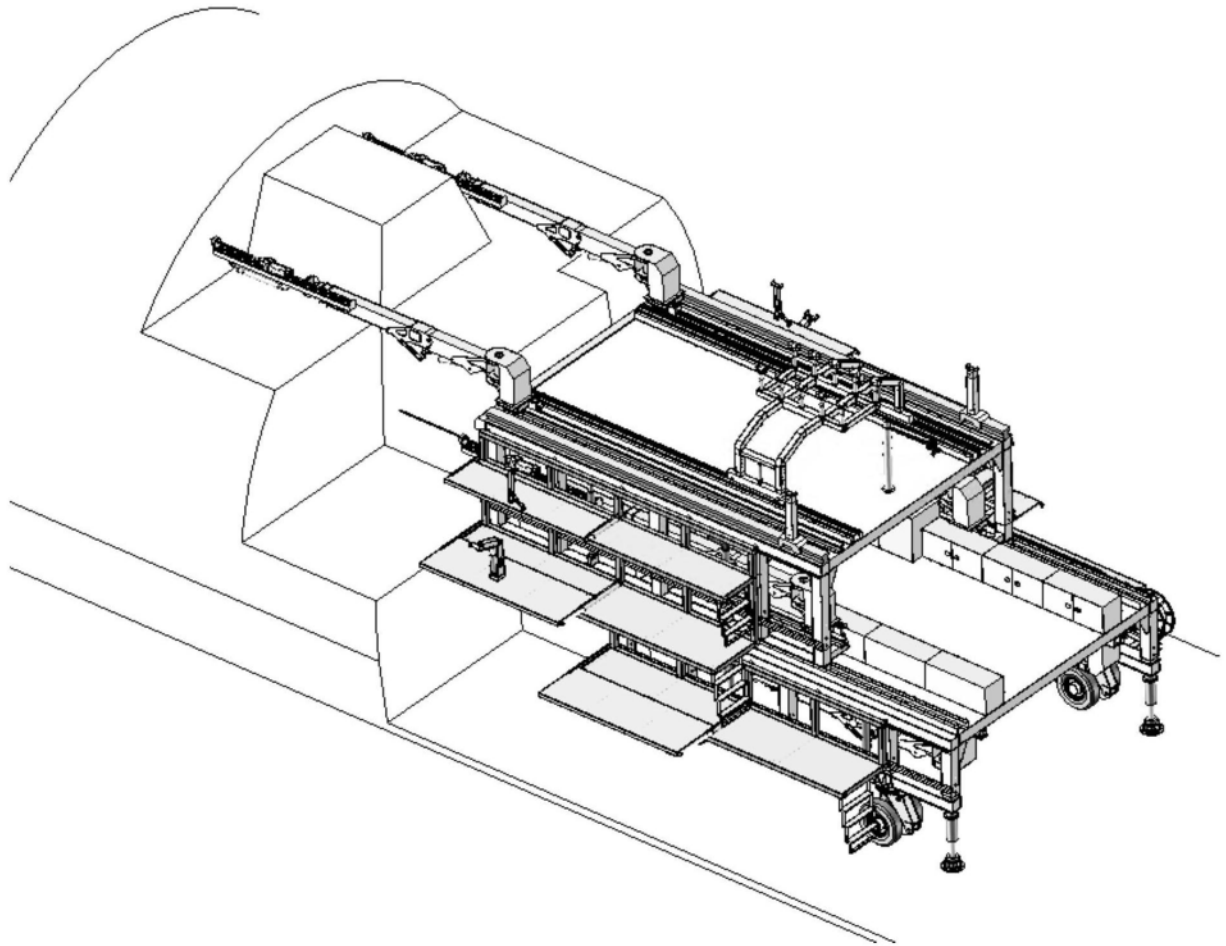


图21

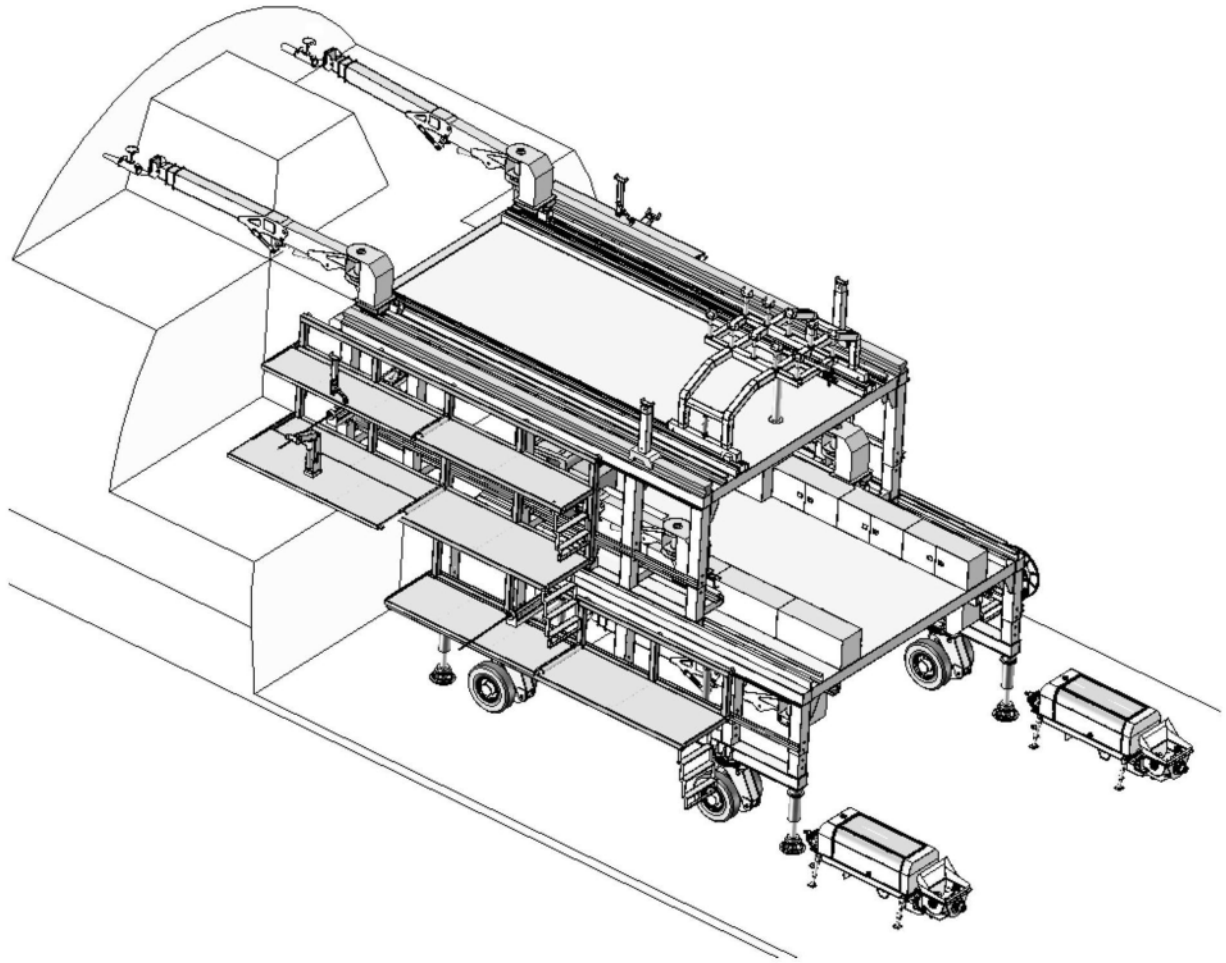


图22

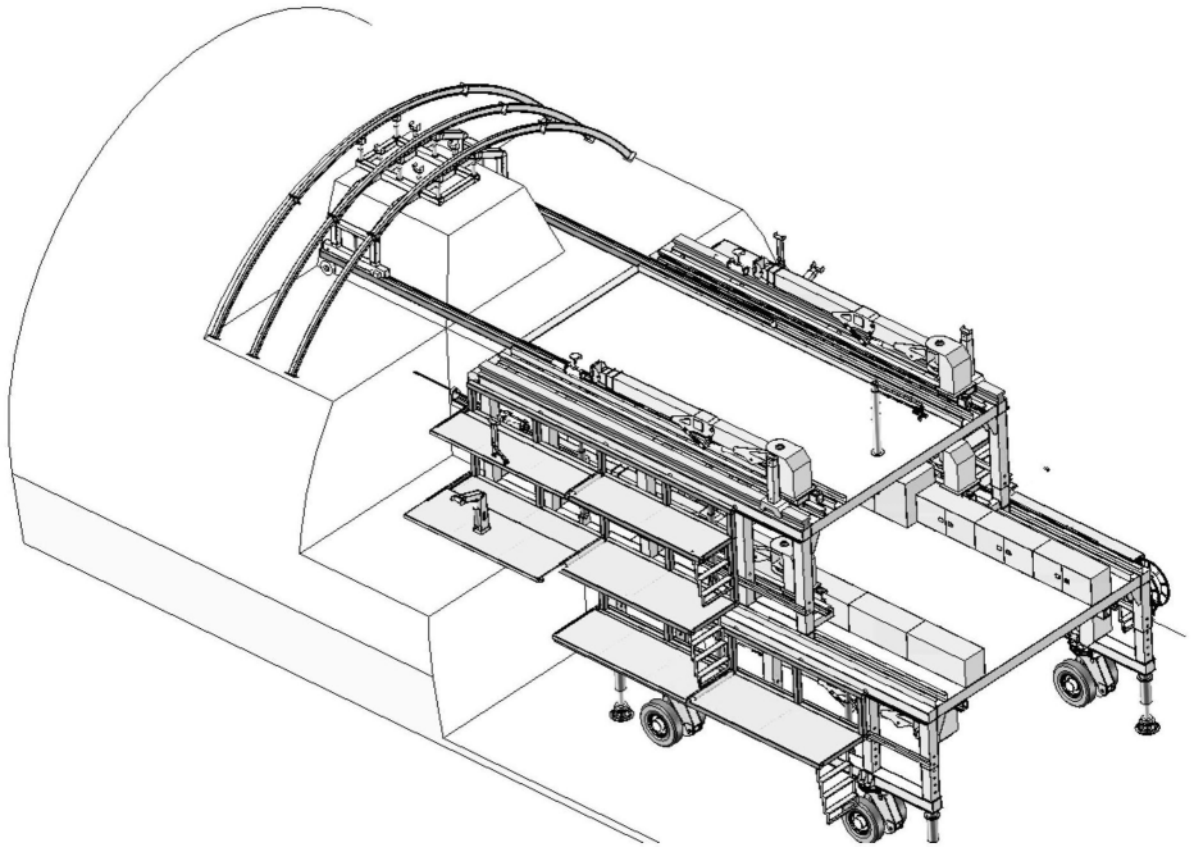


图23

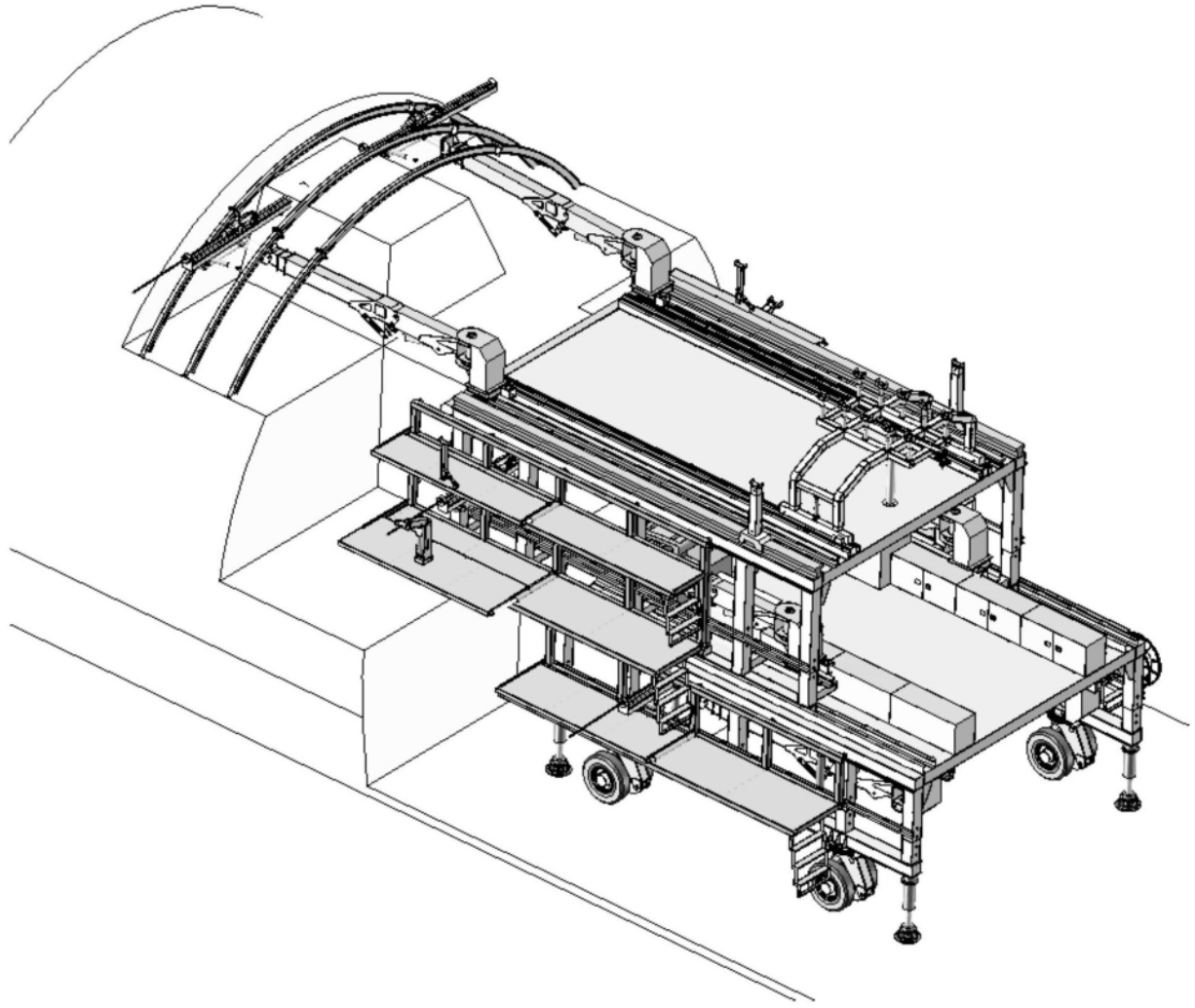


图24

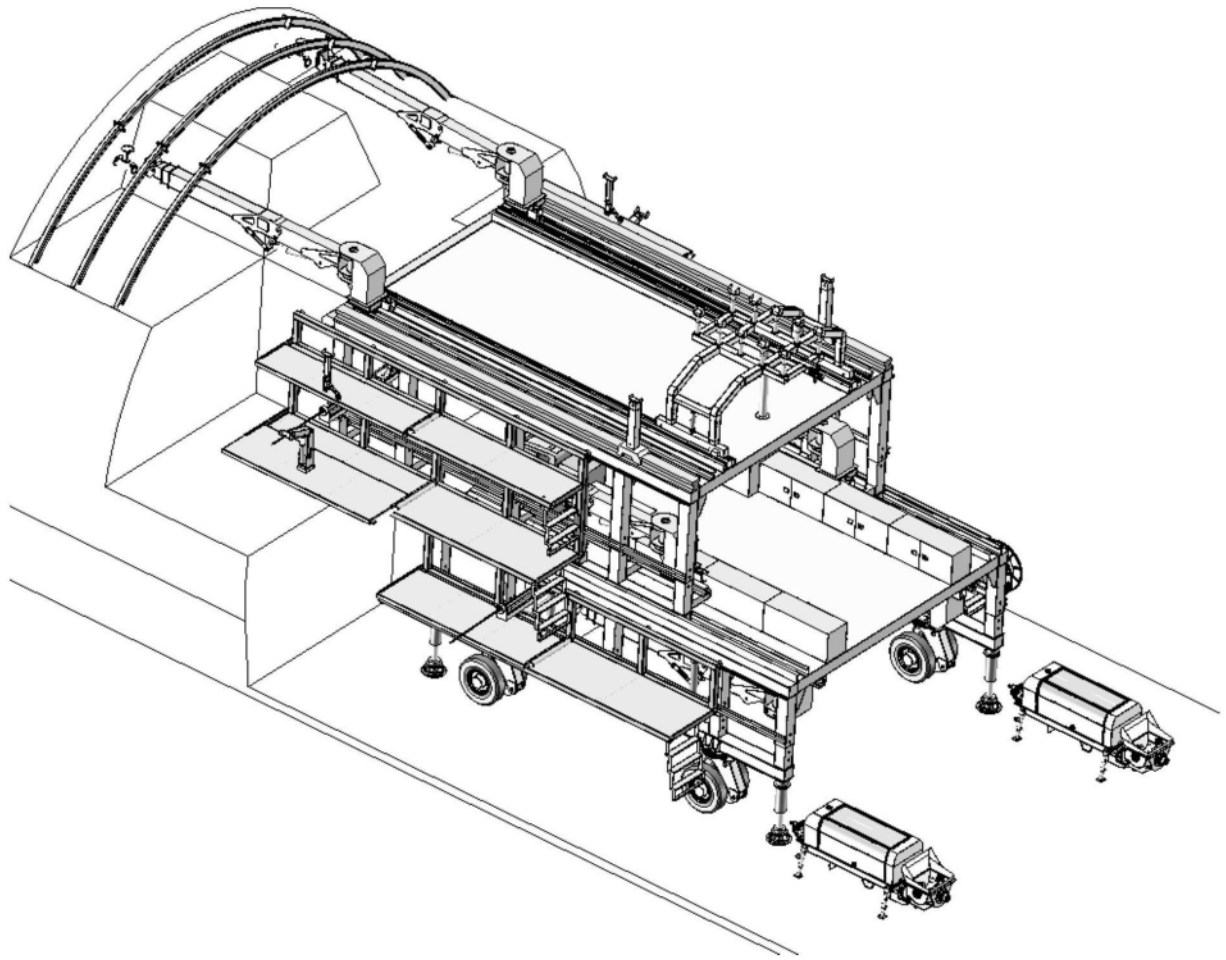


图25