



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119878207 A

(43) 申请公布日 2025.04.25

(21) 申请号 202510389785.4

(22) 申请日 2025.03.31

(71) 申请人 中国矿业大学

地址 221116 江苏省徐州市大学路1号中国
矿业大学南湖校区

(72) 发明人 包文杰 刘送永 陈福宇 陈福友
王威 崔新霞 刘后广

(74) 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限
公司 32200

专利代理师 张佶栋

(51) Int. Cl.

E21D 9/10 (2006.01)

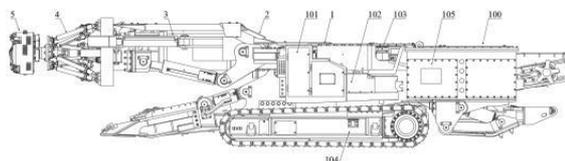
权利要求书3页 说明书7页 附图8页

(54) 发明名称

一种悬臂式自适应掘进机

(57) 摘要

本发明公开了一种悬臂式自适应掘进机,属于掘进机装备,包括车体和悬臂掘进机构,悬臂掘进机构包括支撑悬臂、浮动调节机构和截割机构,浮动调节机构对应连接在支撑悬臂前端,支撑悬臂为浮动调节机构提供向上 43° 摆动幅度、向下 23° 摆动幅度、向左 35° 摆动幅度和向右 35° 摆动幅度调节;截割机构安装在浮动调节机构前端,浮动调节机构驱动截割机构做多个掘进角度调节;截割机构包括固定刀筒和刀盘,刀盘中央设置多个正滚刀,刀盘外圆周设置有多个间隔分布的边滚刀和截切刀;固定刀筒圆周向设置有多个侧滚刀组件;固定刀筒后端与动力驱动机构连接。本发明具备较高的地质适应性和应用场景多样性,提高硬岩掘进效率,减少刀具更换频率。



1. 一种悬臂式自适应掘进机,其特征在于,所述掘进机(100)包括车体(1)以及与车体(1)固定连接的悬臂掘进机构(2);所述悬臂掘进机构(2)包括:

支撑悬臂(3),所述支撑悬臂(3)后端与车体(1)的主机架(101)连接;

浮动调节机构(4),所述浮动调节机构(4)对应连接在所述支撑悬臂(3)前端,所述支撑悬臂(3)为浮动调节机构(4)提供向上 43° 摆动幅度、向下 23° 摆动幅度、向左 35° 摆动幅度和向右 35° 摆动幅度的掘进位点调节;

截割机构(5),所述截割机构(5)对应安装在所述浮动调节机构(4)前端,所述浮动调节机构(4)驱动截割机构(5)在掘进铅垂面内做多个掘进角度调节;

其中,所述截割机构(5)后端与动力驱动机构连接,所述动力驱动机构带动截割机构(5)整体沿着其轴线做旋转截割动作。

2. 根据权利要求1所述的悬臂式自适应掘进机,其特征在于,所述支撑悬臂(3)包括与车体的主机架(101)连接的悬臂基座(301),所述悬臂基座(301)前端转动连接有水平回转台(302),且悬臂基座(301)两侧分别设置有与水平回转台(302)两侧铰接的回转调节液压缸(303),所述回转调节液压缸(303)可驱动水平回转台(302)在水平面向左 35° 和向右 35° 幅度内做摆动动作;

所述水平回转台(302)前端铰接有俯仰台(304),且水平回转台(302)下方两侧分别设置有与俯仰台(304)前端两侧铰接的俯仰调节液压缸(306),所述俯仰调节液压缸(306)驱动俯仰台(304)在铅垂面内向上 43° 和向下 23° 幅度内做摆动动作;

所述俯仰台(304)前端对应设置有供浮动调节机构(4)固定连接安装端板(307)。

3. 根据权利要求2所述的悬臂式自适应掘进机,其特征在于,所述浮动调节机构(4)包括沿着同轴线设置的环形固定座(401)和活动座(402),所述活动座(402)与环形固定座(401)之间沿着其圆周向并联设置有多根驱动液压缸(405),每一所述驱动液压缸(405)上设置有液压阀组(407)和位移传感器,所述液压阀组(407)通过液压管与驱动液压缸(405)连通;所述驱动液压缸(405)两端分别通过第一球形铰链座(406)、第二球形铰链座(411)与环形固定座(401)、活动座(402)固定连接;所述位移传感器通过检测相应驱动液压缸(405)活塞杆行程,并反馈信息通过多组液压阀组(407)协同调节驱动液压缸(405)动作调整活动座(402)的工作角度。

4. 根据权利要求3所述的悬臂式自适应掘进机,其特征在于,所述驱动液压缸(405)包括沿着环形固定座(401)圆周向设置的六根,每两根驱动液压缸(405)为一组,提供六个自由度角度调节;

所述活动座(402)为六边形结构,每一组的两根驱动液压缸(405)的第一球形铰链座(406)邻近连接在环形固定座(401)上,且两根驱动液压缸(405)的第二球形铰链座(411)分别间隔活动座(402)的一边对应连接在活动座(402)的另外两边上,使得每一组两根驱动液压缸(405)之间夹角为 $15\sim 30^{\circ}$ 。

5. 根据权利要求4所述的悬臂式自适应掘进机,其特征在于,所述动力驱动机构包括对应设置在活动座(402)中央的轴座(403)以及转动连接在轴座(403)内的传动轴(404),所述传动轴(404)前端与固定刀筒(501)后端设置的连接轴套(508)传动连接,所述传动轴(404)后端通过万向节(409)与传动连杆(408)一端连接,且传动连杆(408)另一端通过万向节(409)与驱动轴(410)连接,所述驱动轴(410)穿过环形固定座(401)与设置在车体(1)内的

截割驱动电机传动连接。

6. 根据权利要求1~5任一所述的悬臂式自适应掘进机,其特征在于,所述截割机构(5)包括固定刀筒(501)以及设置在固定刀筒(501)前端的刀盘(502),所述刀盘(502)中央设置有具有伸缩调节结构的刀座(503),所述刀座(503)上安装有多个与刀盘(502)盘面垂直设置的正滚刀(504);所述刀盘(502)外圆周设置有多个具有一定倾斜角度的边滚刀(506),且刀盘(502)外圆周在相邻边滚刀(506)之间设置有截切刀(505);所述固定刀筒(501)圆周向按照一定轨迹设置有多个具有自主切割能力的侧滚刀组件;所述固定刀筒(501)后端设置有监测传感器(509),且固定刀筒(501)后端与动力驱动机构连接,所述动力驱动机构带动固定刀筒(501)整体做旋转截割动作。

7. 根据权利要求6所述的悬臂式自适应掘进机,其特征在于,所述刀座(503)背侧设置有伸缩驱动液压缸,所述刀座(503)前端等间隔设置有四个正滚刀(504);

所述刀盘(502)外圆周等间隔分布有三个边滚刀(506)和三个截切刀(505),相邻边滚刀(506)之间夹角为 120° ,相邻截切刀(505)之间夹角为 120° ,相邻边滚刀(506)与截切刀(505)之间夹角为 60° 。

8. 根据权利要求7所述的悬臂式自适应掘进机,其特征在于,所述固定刀筒(501)圆周向设置有八个侧滚刀组件,每四个侧滚刀组件为一组,两组侧滚刀组件设置在沿着固定刀筒(501)轴向不同圆周面上。

9. 根据权利要求8所述的悬臂式自适应掘进机,其特征在于,所述侧滚刀组件包括侧滚刀(510)、侧滚刀座(511)和偏心驱动机构(507),所述侧滚刀(510)通过侧滚刀座(511)连接在固定刀筒(501)侧面的位槽内,所述偏心驱动机构(507)对应设置在侧滚刀(510)的另一侧位槽内;

所述偏心驱动机构(507)包括驱动电机(5071)和行星齿轮组,所述行星齿轮组包括太阳轮(5074)、行星架(5075)、行星轮(5073)和驱动齿圈(5072),所述驱动齿圈(5072)一端开设有安装腔体,且驱动齿圈(5072)位于安装腔体内侧圆周向设置有内齿区,所述行星架(5075)对应设置在安装腔体中央,多个行星轮(5073)安装在所述行星架(5075)上且与内齿区啮合传动连接,所述太阳轮(5074)对应设置在多个行星轮(5073)中央且啮合传动连接,所述太阳轮(5074)中央连接有驱动杆,所述驱动杆穿过驱动齿圈(5072)轴心与驱动电机(5071)连接,其一所述行星轮(5073)通过键连接有输出轴,所述侧滚刀(510)通过键与输出轴连接。

10. 根据权利要求9所述的悬臂式自适应掘进机,其特征在于,所述掘进机的掘进方法包括以下步骤:

步骤1:掘进机(100)行驶到工作面合适位置后,悬臂掘进机构(2)处于初始位置时,支撑悬臂(3)和浮动调节机构(4)均处于缩回状态,截割机构(5)处于水平待工作状态;

步骤2:截割机构(5)采集岩层数据信息,并传输到操作控制机构(102)进行分析,支撑悬臂(3)、浮动调节机构(4)以及偏心驱动机构(507)的工作参数根据指令进行调整,并通过截割驱动电机控制固定刀筒(501)旋转切割动作,且侧滚刀(510)在偏心驱动机构(507)驱动下自转动作切割截割机构(5)周围岩层;

步骤3:在步骤2开挖过程中,浮动调节机构(4)根据操作控制机构(102)的指令为固定刀筒(501)提供六个自由度角度调节,实施开挖洞壁轮廓形状拓展;

步骤4:在步骤3拓展过程中,通过控制支撑悬臂(3)带动浮动调节机构(4)及截割机构(5)在开挖面作向上 43° 、向下 23° 、向左 35° 和向右 35° 范围内摆动调节掘进位置,配合截割机构(5)的旋转完成割落工作面的岩层。

一种悬臂式自适应掘进机

技术领域

[0001] 本发明涉及掘进机装备,尤其涉及一种悬臂式自适应掘进机。

背景技术

[0002] 在山岭隧道和城市地铁工程的建设中,悬臂式掘进机的应用虽然普遍,但其在性能和功能上的局限逐渐成为制约工程效率和成本控制的关键瓶颈,这些局限主要体现在硬岩掘进效率较低,由于刀具磨损速度快,频繁更换导致施工成本增加和施工周期延长。此外,悬臂式掘进机的开挖断面形状固定,一旦设定完成,施工过程中难以调整,限制其在多样化工程需求中的应用。同时,传统悬臂式掘进机在地质适应性方面也存在不足,特别是在硬度较高的岩石中,掘进速度显著下降,刀具成本急剧增加。这些问题不仅影响了施工效率,也增加了工程的复杂性和成本。

[0003] 在实际施工过程中,小断面隧洞由于断面尺寸的限制,内部作业空间有限,导致工序交叉频繁、相互干扰大,使得钻孔和出渣等工作只能在施工中周期性循环进行,无法有效利用大型高效机械设备。此外,悬臂式掘进机在掘进、支护、运输过程中无法实现平行作业,临时支护的防护能力不足、安全性差、工人劳动强度大、月进尺低。这些因素都限制了悬臂式掘进机在复杂地质条件下的应用,尤其是在硬度较高的岩石中,掘进速度显著下降,刀具成本急剧增加,导致施工成本进一步增加。

发明内容

[0004] 解决的技术问题:针对现有技术中的悬臂式掘进机在作业过程中存在的技术问题,本发明提供一种悬臂式自适应掘进机,具备较高的地质适应性和应用场景多样性,可提高硬岩掘进效率,减少刀具更换频率。

[0005] 技术方案:本发明所述的一种悬臂式自适应掘进机,所述掘进机包括车体以及与车体固定连接的悬臂掘进机构;所述悬臂掘进机构包括:

支撑悬臂,所述支撑悬臂后端与车体的主机架连接;

浮动调节机构,所述浮动调节机构对应连接在所述支撑悬臂前端,所述支撑悬臂为浮动调节机构提供向上 43° 摆动幅度、向下 23° 摆动幅度、向左 35° 摆动幅度和向右 35° 摆动幅度的掘进位点调节;

截割机构,所述截割机构对应安装在所述浮动调节机构前端,所述浮动调节机构驱动截割机构在掘进铅垂面内做多个掘进角度调节;

其中,所述截割机构后端与动力驱动机构连接,所述动力驱动机构带动截割机构整体沿着其轴线做旋转截割动作。

[0006] 优选地,所述支撑悬臂包括与车体的主机架连接的悬臂基座,所述悬臂基座前端转动连接有水平回转台,且悬臂基座两侧分别设置有与水平回转台两侧铰接的回转调节液压缸,所述回转调节液压缸可驱动水平回转台在水平面向左 35° 和向右 35° 幅度内做摆动动作;

所述水平回转台前端铰接有俯仰台,且水平回转台下方两侧分别设置有与俯仰台前端两侧铰接的俯仰调节液压缸,所述俯仰调节液压缸驱动俯仰台在铅垂面内向上 43° 和向下 23° 幅度内做摆动动作;

所述俯仰台前端对应设置有供浮动调节机构固定连接安装端板。

[0007] 优选地,所述浮动调节机构包括沿着同轴线设置的环形固定座和活动座,所述活动座与环形固定座之间沿着其圆周向并联设置有多根驱动液压缸,每一所述驱动液压缸上设置有液压阀组和位移传感器,所述液压阀组通过液压管与驱动液压缸连通;所述驱动液压缸两端分别通过第一球形铰链座、第二球形铰链座与环形固定座、活动座固定连接;所述位移传感器通过检测相应驱动液压缸活塞杆行程,并反馈信息通过多组液压阀组协同调节驱动液压缸动作调整活动座的工作角度。

[0008] 优选地,所述驱动液压缸包括沿着环形固定座圆周向设置的六根,每两根驱动液压缸为一组,提供六个自由度角度调节;

所述活动座为六边形结构,每一组的两根驱动液压缸的第一球形铰链座邻近连接在环形固定座上,且两根驱动液压缸的第二球形铰链座分别间隔活动座的一边对应连接在活动座的另外两边上,使得每一组两根驱动液压缸之间夹角为 $15\sim 30^{\circ}$ 。

[0009] 优选地,所述动力驱动机构包括对应设置在活动座中央的轴座以及转动连接在轴座内的传动轴,所述传动轴前端与固定刀筒后端设置的连接轴套传动连接,所述传动轴后端通过万向节与传动连杆一端连接,且传动连杆另一端通过万向节与驱动轴连接,所述驱动轴穿过环形固定座与设置在车体内的截割驱动电机传动连接。

[0010] 优选地,所述截割机构包括固定刀筒以及设置在固定刀筒前端的刀盘,所述刀盘中央设置有具有伸缩调节结构的刀座,所述刀座上安装有多个与刀盘盘面垂直设置的正滚刀;所述刀盘外圆周设置有多个具有一定倾斜角度的边滚刀,且刀盘外圆周在相邻边滚刀之间设置有截切刀;所述固定刀筒圆周向按照一定轨迹设置有多个具有自主切割能力的侧滚刀组件;所述固定刀筒后端设置有监测传感器,且固定刀筒后端与动力驱动机构连接,所述动力驱动机构带动固定刀筒整体做旋转截割动作。

[0011] 优选地,所述刀座背侧设置有伸缩驱动液压缸,所述刀座前端等间隔设置有四个正滚刀;

所述刀盘外圆周等间隔分布有三个边滚刀和三个截切刀,相邻边滚刀之间夹角为 120° ,相邻截切刀之间夹角为 120° ,相邻边滚刀与截切刀之间夹角为 60° 。

[0012] 优选地,所述固定刀筒圆周向设置有八个侧滚刀组件,每四个侧滚刀组件为一组,两组侧滚刀组件设置在沿着固定刀筒轴向不同圆周面上。

[0013] 优选地,所述侧滚刀组件包括侧滚刀、侧滚刀座和偏心驱动机构,所述侧滚刀通过侧滚刀座连接在固定刀筒侧面的位槽内,所述偏心驱动机构对应设置在侧滚刀的另一侧位槽内;

所述偏心驱动机构包括驱动电机和行星齿轮组,所述行星齿轮组包括太阳轮、行星架、行星轮和驱动齿圈,所述驱动齿圈一端开设有安装腔体,且驱动齿圈位于安装腔体内侧圆周向设置有内齿区,所述行星架对应设置在安装腔体中央,多个行星轮安装在所述行星架上且与内齿区啮合传动连接,所述太阳轮对应设置在多个行星轮中央且啮合传动连接,所述太阳轮中央连接有驱动杆,所述驱动杆穿过驱动齿圈轴心与驱动电机连接,其一所

述行星轮通过键连接有输出轴,所述侧滚刀通过键与输出轴连接。

[0014] 优选地,所述掘进机的掘进方法包括以下步骤:

步骤1:掘进机行驶到工作面合适位置后,悬臂掘进机构处于初始位置时,支撑悬臂和浮动调节机构均处于缩回状态,截割机构处于水平待工作状态;

步骤2:截割机构采集岩层数据信息,并传输到操作控制机构进行分析,支撑悬臂、浮动调节机构以及偏心驱动机构的工作参数根据指令进行调整,并通过截割驱动电机控制固定刀筒旋转切割动作,且侧滚刀在偏心驱动机构驱动下自转动作切割截割机构周围岩层;

步骤3:在步骤2开挖过程中,浮动调节机构根据操作控制机构的指令为固定刀筒提供六个自由度角度调节,实施开挖洞壁轮廓形状拓展;

步骤4:在步骤3拓展过程中,通过控制支撑悬臂带动浮动调节机构及截割机构在开挖面作向上 43° 、向下 23° 、向左 35° 和向右 35° 范围内摆动调节掘进位置,配合截割机构的旋转完成割落工作面的岩层。

[0015] 与现有技术相比,本发明的有益效果:

1、本发明掘进机具备更强的地质适应性,特别是在硬度较高的岩石中,能够保持较高的掘进速度,降低刀具成本,提高施工效率和安全性,减轻工人劳动强度,提高月进尺,最终实现工程成本的有效控制;能够保持截割面的平整性,提高掘进质量,减少后续处理工作并且可以根据隧道设计要求和地质条件调整截割面的形状,以适应不同的工程需求;具备灵活调整开挖断面形状的能力,以适应多样化的工程需求;

2、该截割机构通过伸缩驱动液压缸可调节正滚刀的掘进压力,有效提高对硬岩的破岩能力;刀盘外圆周的边滚刀和截切刀可提高截割机构对掘进洞壁扩展能力;该偏心驱动机构可驱动侧滚刀进行旋转,侧滚刀组件在截割机构旋转的同时能够自转,可增强对不同方向岩石的适应性和破岩效果。该截割机构优化了布刀线,使得刀具布局更加合理,提高了破岩效率和刀具使用寿命,可提高硬岩掘进效率,减少刀具更换频率,降低施工成本;

3、该种浮动调节机构通过三组六根并联设置的驱动液压缸可为活动座提供稳定、六个自由度角度调节,实现截割机构位置和角度的调节,灵活性好,便于控制,满足截割机构在掘进铅垂面内多轮廓洞壁的开挖,能够保持截割面的平整性,提高掘进质量,减少后续处理工作;

4、该支撑悬臂可为其前端连接的浮动调节机构和截割机构整体提供向上 43° 摆动幅度、向下 23° 摆动幅度、向左 35° 摆动幅度和向右 35° 摆动幅度的掘进位点调节,满足较大范围内的空间位置调节,以便于截割机构在掘进过程中对掘进洞壁轮廓形状拓展增大,满足不同掘进洞壁形状和大小的要求;

5、该动力驱动机构将驱动力后置,可避免悬臂掘进机构头重脚轻和散热不良的问题,提升其稳定性和工作效率;

6、该掘进机能够实现自适应控制,在根据截割岩层参数自适应调整推量、转速等参数,确保软硬岩都能有效截割;截割机构集成了探测器功能,能够根据地质条件自动调整截割策略,增强了掘进机的智能化水平;可以根据隧道设计要求和地质条件调整截割面的形状,以适应不同的工程需求。

附图说明

[0016] 图1为本发明的掘进机结构主视图；
图2为图1中掘进机结构俯视图；
图3为图1中掘进机立体结构示意图；
图4为图1中支撑悬臂第一视角立体结构示意图；
图5是图4中支撑悬臂第二视角立体结构示意图；
图6是图4中支撑悬臂结构主视图；
图7为图1中浮动调节机构第一视角立体结构示意图；
图8为图7中浮动调节机构结构主视图；
图9为图7中浮动调节机构结构左视图；
图10为图1中截割机构第一视角立体结构示意图；
图11为图10中截割机构第二视角立体结构示意图；
图12为图10中截割机构结构侧视图；
图13为图12中偏心驱动机构内部结构示意图；
图14为图1中行走机构结构主视图；
图15为图14中行走机构横向结构剖视图；
图16为本发明的掘进机的控制系统工作原理流程图。

[0017] 附图标记:100、掘进机;1、车体;101、主机架;102、操作控制机构;103、水路控制机构;104、行走机构;1041、行走架;1042、托链板;1043、承重板;1044、行走履带;1045、行走马达;1046、导向轮;1047、张紧机构;1048、主动链轮;105、电气总成;106、运渣机构;107、油箱总成;108、液压系统;2、悬臂掘进机构;3、支撑悬臂;301、悬臂基座;302、水平回转台;303、回转调节液压缸;304、俯仰台;305、第一铰接座;306、俯仰调节液压缸;307、安装端板;308、第二铰接座;309、第三铰接座;4、浮动调节机构;401、环形固定座;402、活动座;403、轴座;404、传动轴;405、驱动液压缸;406、第一球形铰链座;407、液压阀组;408、传动连杆;409、万向节;410、驱动轴;411、第二球形铰链座;5、截割机构;501、固定刀筒;502、刀盘;503、刀座;504、正滚刀;505、截切刀;506、边滚刀;507、偏心驱动机构;5071、驱动电机;5072、驱动齿圈;5073、行星轮;5074、太阳轮;5075、行星架;508、连接轴套;509、监测传感器;510、侧滚刀;511、侧滚刀座。

具体实施方式

[0018] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图1-图16对本发明实施例的技术方案进行清楚、完整地描述。显然,所描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于所描述的本发明的实施例,本领域普通技术人员所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0019] 实施例1:如图1-图3和图14-图15所示,本发明公开了一种悬臂式自适应掘进机,掘进机100包括车体1以及与车体1固定连接的悬臂掘进机构2;其中,车体1包括主机架101、操作控制机构102、水路控制机构103、行走机构104、电气总成105、运渣机构106、油箱总成107和液压系统108;行走机构104包括沿着车体1两侧对称设置且结构相同的两组,行走机构104的行走形式为履带式,主要由导向轮1046、张紧机构1047、承重板1043、托链板1042、

行走架1041、行走履带1044、主动链轮1048和行走马达1045组成,其工作方式或工作原理可参考中国专利CN105370295A、CN112832757A。

[0020] 如图1-图3所示,本发明实施例的悬臂掘进机构2包括支撑悬臂3、浮动调节机构4和截割机构5。

[0021] 如图4-图6所示,支撑悬臂3包括与车体的主机架101连接的悬臂基座301,悬臂基座301前端转动连接有水平回转台302,在水平回转台302两侧分别设置有第二铰接座308,悬臂基座301两侧分别设置有与水平回转台302两侧的第二铰接座308铰接的回转调节液压缸303,回转调节液压缸303可驱动水平回转台302在水平面向左 35° 和向右 35° 幅度内做摆动动作。水平回转台302前端铰接有俯仰台304,水平回转台302前端下方两侧分别设置有第一铰接座305,在俯仰台304的前端两侧分别设置有第三铰接座309,水平回转台302下方两侧的第一铰接座305分别连接有与俯仰台304前端两侧的第三铰接座309铰接的俯仰调节液压缸306,俯仰调节液压缸306驱动俯仰台304在铅垂面内向上 43° 和向下 23° 幅度内做摆动动作。俯仰台304前端对应设置有供浮动调节机构4固定连接安装端板307。该支撑悬臂3可为其前端连接的浮动调节机构4和截割机构5整体提供向上 43° 摆动幅度、向下 23° 摆动幅度、向左 35° 摆动幅度和向右 35° 摆动幅度的掘进位点调节,满足较大范围内的空间位置调节,以便于截割机构5在掘进过程中对掘进洞壁轮廓形状拓展增大,满足不同掘进洞壁形状和大小的要求。

[0022] 如图7-图9所示,浮动调节机构4对应连接在支撑悬臂3前端,浮动调节机构4包括沿着同轴线设置的环形固定座401和活动座402,环形固定座401对应安装在支撑悬臂3前端的安装端板307上。在活动座402与环形固定座401之间沿着其圆周向并联设置有多根驱动液压缸405,每一驱动液压缸405上设置有液压阀组407和位移传感器,液压阀组407通过液压管与驱动液压缸405连通;驱动液压缸405两端分别通过第一球形铰链座406、第二球形铰链座411与环形固定座401、活动座402固定连接;位移传感器通过检测相应驱动液压缸405活塞杆行程,并反馈信息通过多组液压阀组407协同调节驱动液压缸405动作调整活动座402的工作角度,截割机构5对应安装在浮动调节机构4前端,浮动调节机构4可以驱动截割机构5在掘进铅垂面内做多个掘进角度调节。

[0023] 在一优选实施例中,如图9所示,驱动液压缸405包括沿着环形固定座401圆周向设置的六根,每两根驱动液压缸405为一组,提供六个自由度角度调节。活动座402为六边形结构,每一组的两根驱动液压缸405的第一球形铰链座406邻近连接在环形固定座401上,且两根驱动液压缸405的第二球形铰链座411分别间隔活动座402的一边对应连接在活动座402的另外两边上,使得每一组两根驱动液压缸405之间夹角为 $15\sim 30^{\circ}$ 。该种结构的浮动调节机构4通过三组六根并联设置的驱动液压缸405可为活动座402提供稳定、六个自由度角度调节,实现截割机构5位置和角度的调节,灵活性好,便于控制,满足截割机构5在掘进铅垂面内多轮廓洞壁的开挖。需要说明的是,浮动调节机构4的驱动液压缸405设置方式也可根据实际需要将构型进行演变,采用该构型的拓扑结构,实现角度和位置调节功能。

[0024] 如图10-图12所示,截割机构5包括固定刀筒501以及设置在固定刀筒501前端的刀盘502,刀盘502中央设置有具有伸缩调节结构的刀座503,刀座503上安装有多个与刀盘502盘面垂直设置的正滚刀504;刀盘502外圆周设置有多个具有一定倾斜角度的边滚刀506,且刀盘502外圆周在相邻边滚刀506之间设置有截切刀505。固定刀筒501圆周向按照一定轨迹

设置有多个具有自主切割能力的侧滚刀组件;固定刀筒501后端设置有监测传感器509,且固定刀筒501后端与动力驱动机构连接,动力驱动机构带动固定刀筒501整体做旋转截割动作。

[0025] 在一优选实施例中,如图10-图12所示,刀座503背侧设置有伸缩驱动液压缸,刀座503前端等间隔设置有四个正滚刀504,通过伸缩驱动液压缸可调节正滚刀504的掘进压力,有效提高对硬岩的破岩能力。刀盘502外圆周等间隔分布有三个边滚刀506和三个截切刀505,相邻边滚刀506之间夹角为 120° ,相邻截切刀505之间夹角为 120° ,相邻边滚刀506与截切刀505之间夹角为 60° ,刀盘502外圆周的边滚刀506和截切刀505可提高截割机构5对掘进洞壁扩展能力。固定刀筒501圆周向设置有八个侧滚刀组件,每四个侧滚刀组件为一组,两组侧滚刀组件设置在沿着固定刀筒501轴向不同圆周面上,增大固定刀筒501圆周向的破岩工作面积及破岩能力。该截割机构5优化了布刀线,使得刀具布局更加合理,提高了破岩效率和刀具使用寿命。

[0026] 在一具体实施例中,如图12-图13所示,侧滚刀组件包括侧滚刀510、侧滚刀座511和偏心驱动机构507,侧滚刀510通过侧滚刀座511连接在固定刀筒501侧面的位槽内,偏心驱动机构507对应设置在侧滚刀510的另一侧位槽内。偏心驱动机构507包括驱动电机5071和行星齿轮组,行星齿轮组包括太阳轮5074、行星架5075、行星轮5073和驱动齿圈5072,驱动齿圈5072一端开设有安装腔体,且驱动齿圈5072位于安装腔体内侧圆周向设置有内齿区,行星架5075对应设置在安装腔体中央,多个行星轮5073安装在行星架5075上且与内齿区啮合传动连接,太阳轮5074对应设置在多个行星轮5073中央且啮合传动连接,太阳轮5074中央连接有驱动杆,驱动杆穿过驱动齿圈5072轴心与驱动电机5071连接,其一行星轮5073通过键连接有输出轴(图中未给出),侧滚刀510通过键与输出轴连接,该偏心驱动机构507可驱动侧滚刀510进行旋转,侧滚刀组件在截割机构5旋转的同时能够自转,可增强对不同方向岩石的适应性和破岩效果。

[0027] 如图8所示,动力驱动机构包括对应设置在活动座402中央的轴座403以及转动连接在轴座403内的传动轴404,传动轴404前端与固定刀筒501后端设置的连接轴套508传动连接,传动轴404后端通过万向节409与传动连杆408一端连接,且传动连杆408另一端通过万向节409与驱动轴410连接,驱动轴410穿过环形固定座401与设置在车体1内的截割驱动电机(图中未给出)传动连接,该截割驱动电机可通过驱动轴410、传动连杆408及传动轴404实现截割机构5的转动驱动完成掘进作业。本发明的动力驱动机构将驱动力后置,可避免悬臂掘进机构2头重脚轻和散热不良的问题,提升其稳定性和工作效率。

[0028] 本发明掘进机具备更强的地质适应性,特别是在硬度较高的岩石中,能够保持较高的掘进速度,降低刀具成本,提高施工效率和安全性,减轻工人劳动强度,提高月进尺,最终实现工程成本的有效控制;能够保持截割面的平整性,提高掘进质量,减少后续处理工作并且可以根据隧道设计要求和地质条件调整截割面的形状,以适应不同的工程需求;具备灵活调整开挖断面形状的能力,以适应多样化的工程需求。

[0029] 实施例2:本发明的掘进机的掘进方法包括以下步骤:步骤1:掘进机100行驶到工作面合适位置后,悬臂掘进机构2处于初始位置时,支撑悬臂3的回转调节液压缸303和俯仰调节液压缸306以及浮动调节机构4的驱动液压缸405均处于缩回状态,并使得传动轴404与驱动轴410中心轴线重合,此时截割机构5处于水平待工作状态。

[0030] 步骤2:截割机构5设置的监测传感器509采集岩层数据信息,并传输到操作控制机构102进行分析,支撑悬臂3的回转调节液压缸303和俯仰调节液压缸306、浮动调节机构4的驱动液压缸405以及偏心驱动机构507的工作参数根据操作控制机构102发出指令进行调整,并通过截割驱动电机控制固定刀筒501旋转切割动作,且侧滚刀510在偏心驱动机构507驱动下自转动作切割截割机构5周围岩层,挖掘包括但不限于马蹄形、矩形、圆形轮廓形状。

[0031] 步骤3:在步骤2开挖过程中,浮动调节机构4的驱动液压缸405根据其位移传感器检测驱动液压缸405的伸缩量,并根据操作控制机构102的指令通过液压阀组407控制多根驱动液压缸405动作为固定刀筒501提供六个自由度角度调节,实施开挖洞壁轮廓形状拓展。

[0032] 步骤4:在步骤3拓展过程中,通过控制支撑悬臂3的回转调节液压缸303和俯仰调节液压缸306带动浮动调节机构4及截割机构5在开挖面作向上 43° 、向下 23° 、向左 35° 和向右 35° 范围内摆动调节掘进位置,配合截割机构5的旋转完成割落工作面的岩层,截割出所需的形状断面的巷道。

[0033] 本发明的掘进机的控制系统工作原理:如图16所示,本发明实施例的掘进机的控制系统采用先进的闭环控制系统,该系统由人机界面(HMI)、可编程逻辑控制器(PLC)、执行器以及传感器组成,该控制系统主要负责实现掘进机的启动/停止控制,即控制截割机构5的启动与停止;转速调节,根据地质条件动态调整截割机构5的转速;扭矩限制,通过监测扭矩以防止截割机构5过载;摆臂控制,实现截割机构5的上下及左右摆动;以及推进速度控制,根据负载自动调整推进速度。此外,该系统还包含保护机制,如过载保护、过温保护和异常报警,以确保掘进机的安全运行。

[0034] PLC控制器通过转速传感器反馈的截割机构5转速信号,液压系统108压力传感器监测的负载信号,以及三向力传感器和振动信号获取的地质信息,来实现精确控制。PLC控制程序包括初始化程序、截割机构启动与停止控制逻辑、转速与扭矩控制逻辑、摆动动作的循环控制逻辑、推进速度控制逻辑、异常信号报警、数据存储与传输等关键功能;上位机或HMI控制程序则为用户提供直观的操作界面,以便于监控和调整掘进机的工作状态。

[0035] 本发明的掘进机能够实现自适应控制,例如在截割硬岩时减少推量、提高转速,确保在软硬岩条件下都能有效地进行截割。此外,本发明的截割机构5集成了探测器功能,能够根据地质条件自动调整截割策略,显著增强了掘进机的智能化水平,使其在复杂多变的地质环境中具有更高的适应性和效率。

[0036] 以上是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以作出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

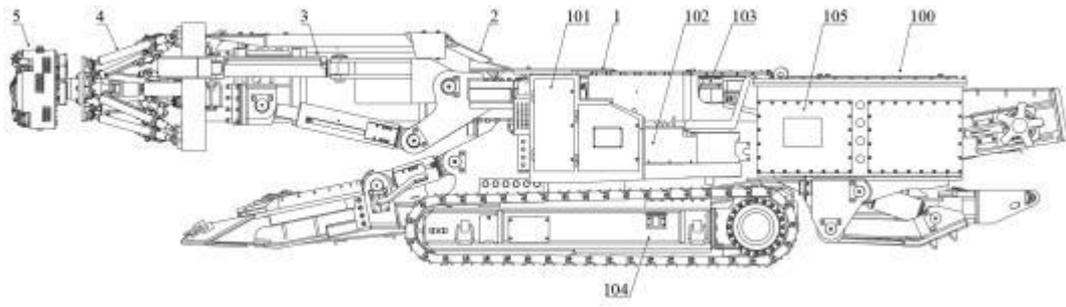


图 1

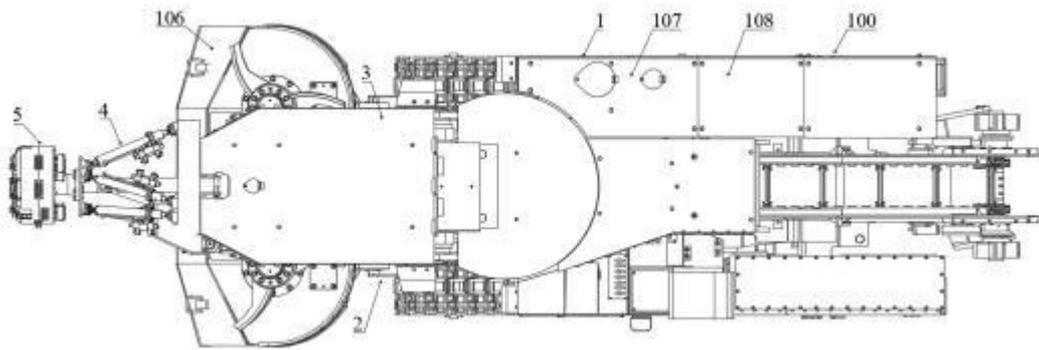


图 2

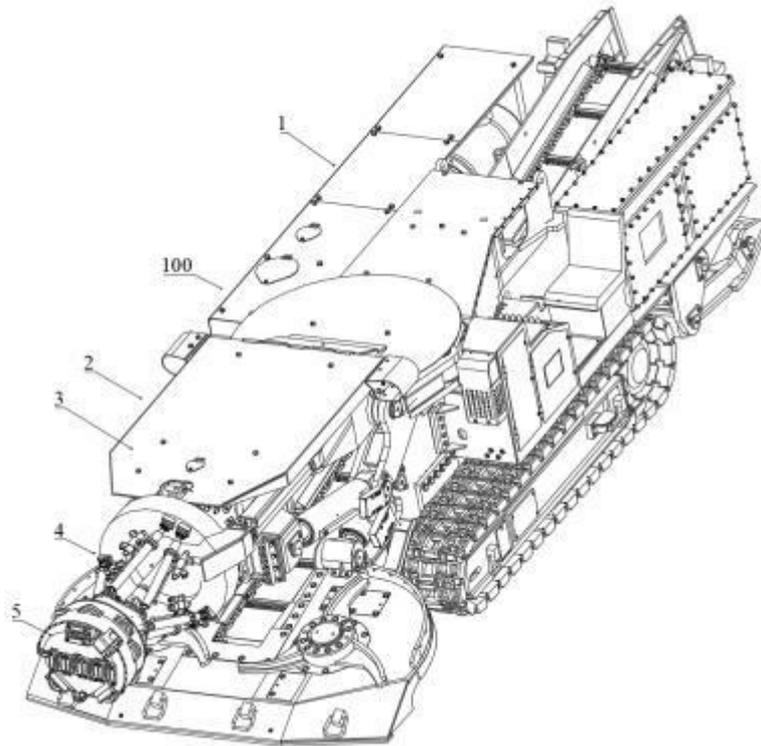


图 3

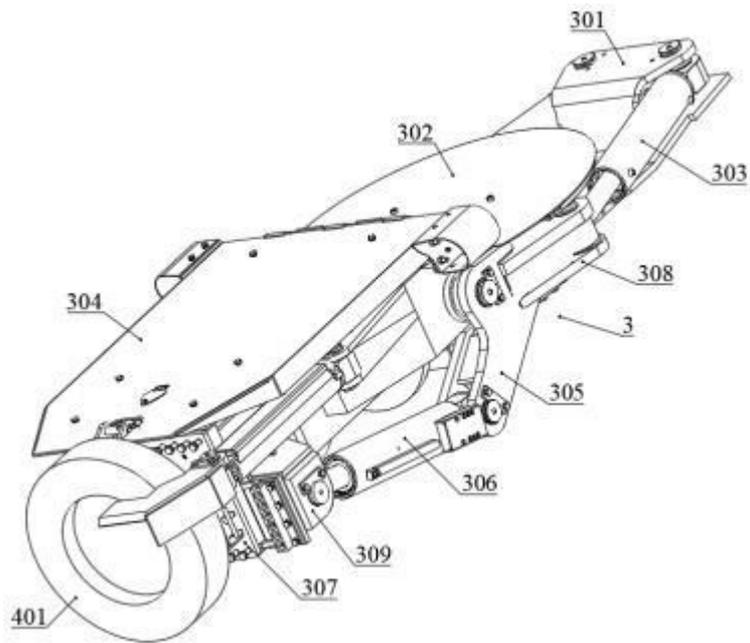


图 4

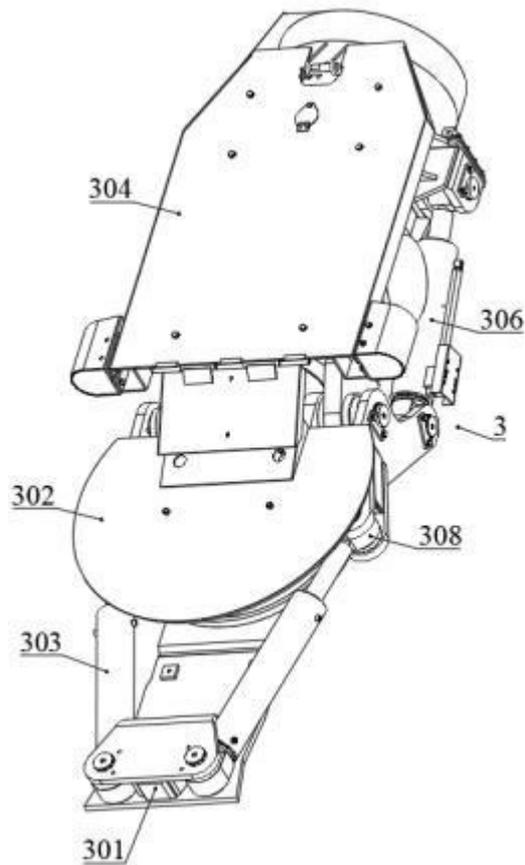


图 5

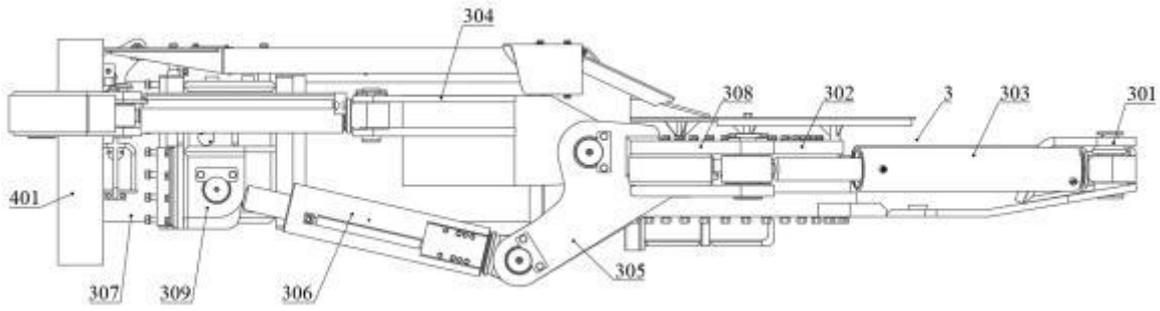


图 6

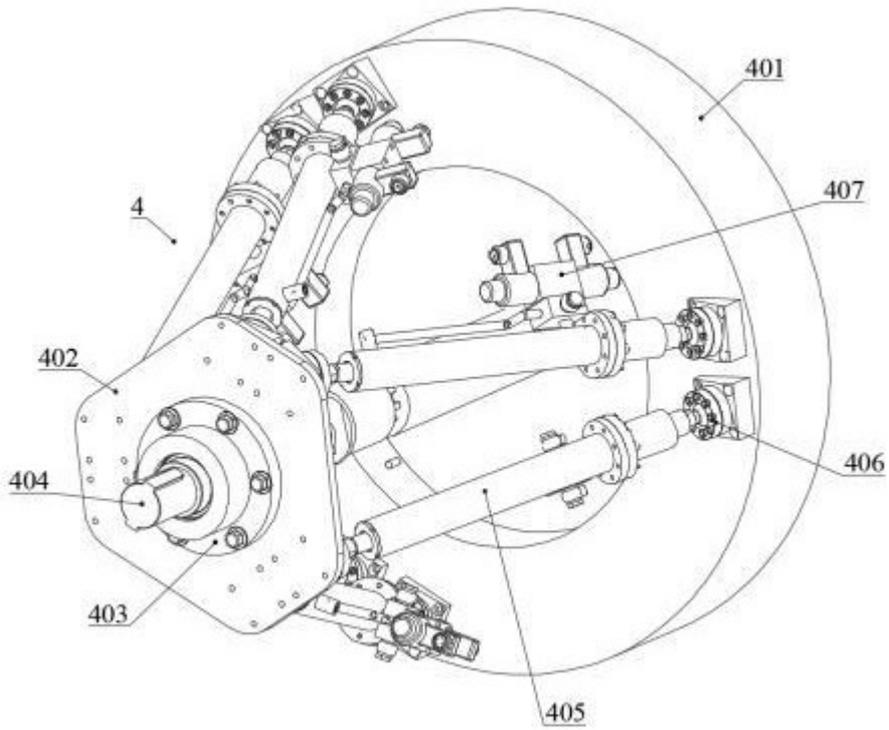


图 7

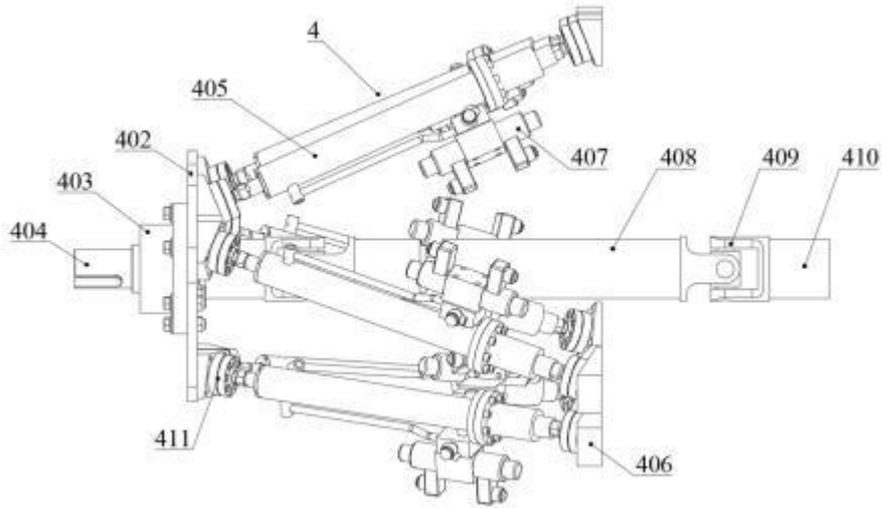


图 8

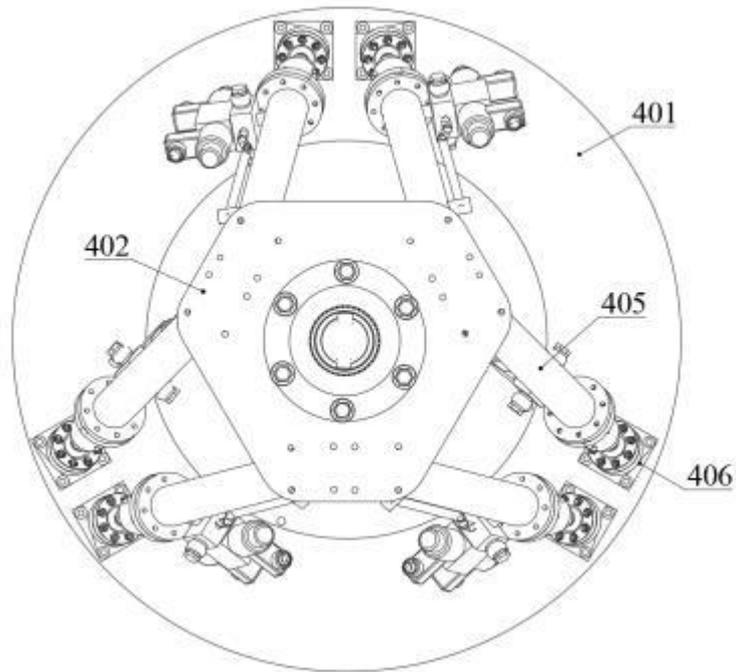


图 9

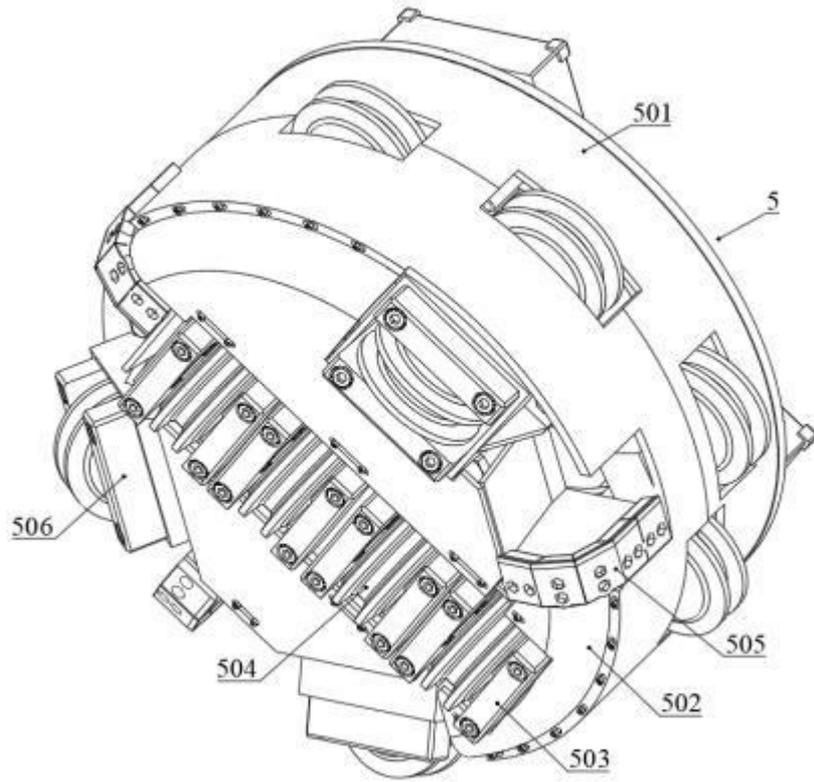


图 10

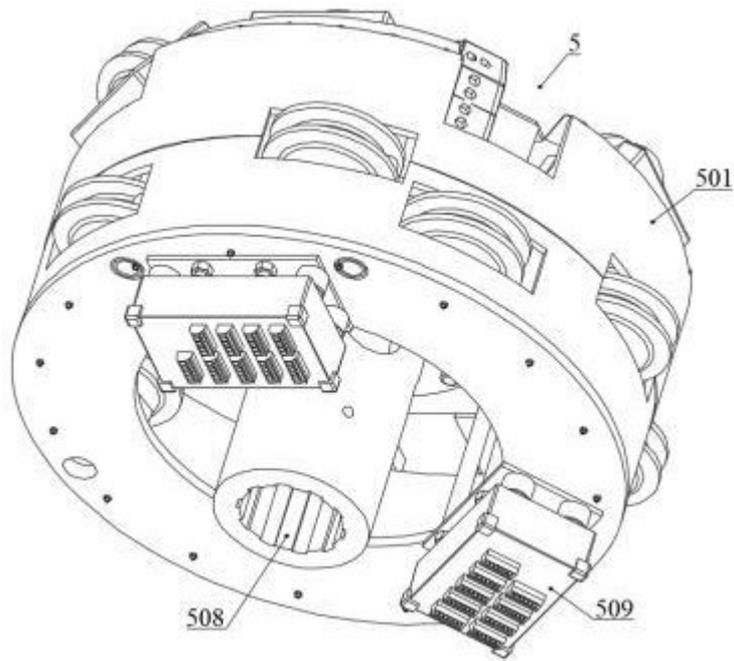


图 11

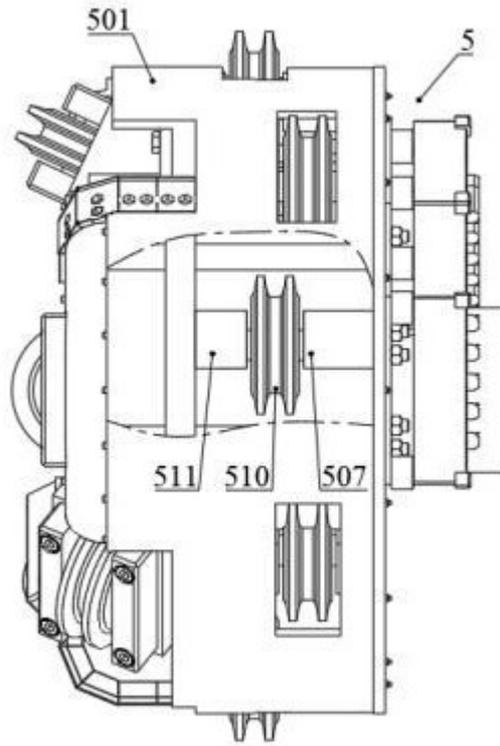


图 12

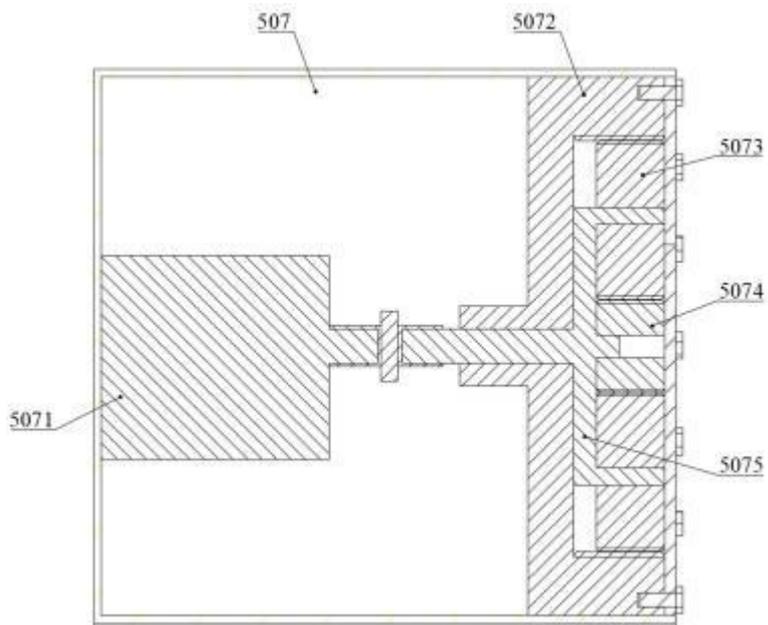


图 13

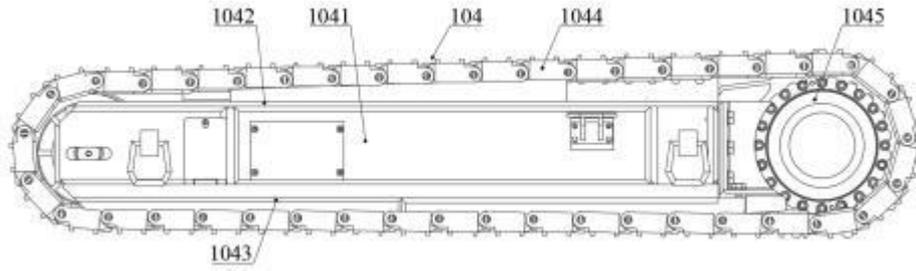


图 14

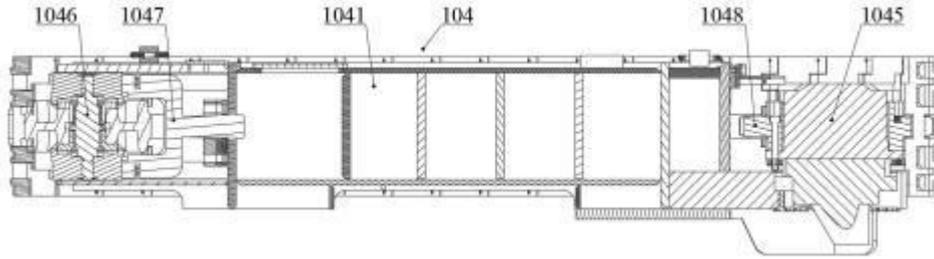


图 15

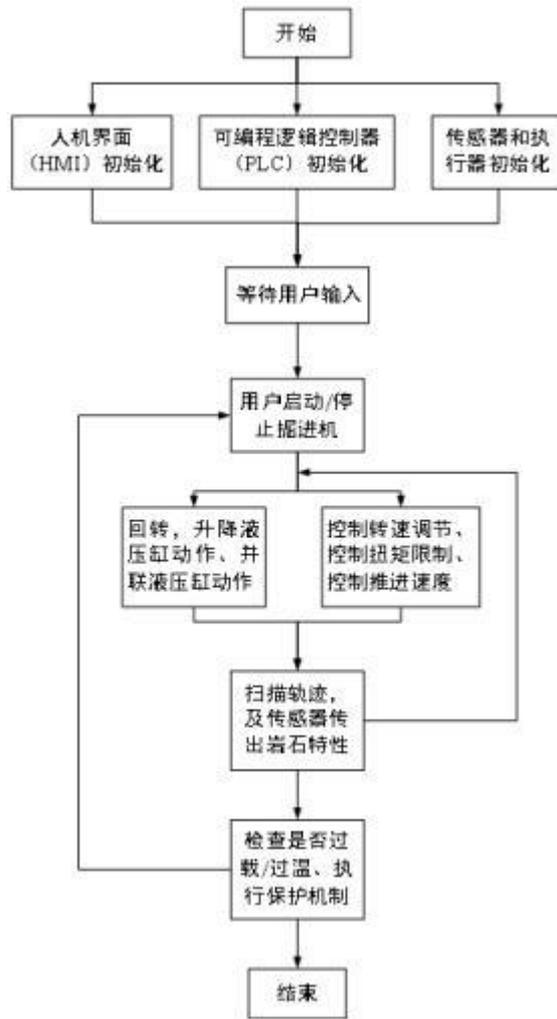


图 16